KAPSARC
مركز الملك عبدالله للدراسات والبحوث البترولية
King Abdullah Petroleum Studies and Research Center

جائزة كابسارك للغة العربية 2023

المشاركات الفائزة

الفهرس

المقدمة	**3**
مسار كتابة المقالة	**4**
المشاركة الفائزة بالمرتبة الأولى المملكة والاقتصاد الدائري للكربون: حل واقعي لمشكلة ملحّة	5
المشاركة الفائزة بالمرتبة الثانية من الذهب الأسود إلى الوعد الأخضر: رحلة المملكة الاستثنائية للوصول إلى الحياد الصفري	9
المشاركة الفائزة بالمرتبة الثالثة تأثير بنية العلاقات الدولية على جهود الحياد الصفري وانعكاساتها على جهود المملكة العربية السعودية	13
مسار ملخص الكتاب	**18**
المشاركة الفائزة بالمرتبة الأولى	19
المشاركة الفائزة بالمرتبة الثانية	24
المشاركة الفائزة بالمرتبة الثالثة	29

المقدمة

تتضافر الجهود في المملكة العربية السعودية لخدمة اللغة العربية منذ فجرها، ولا تزال إلى اليوم تعتز بالعربية وتنتمي إليها. ومع التطور الذي تشهده المملكة عامًا بعد عام يتعاظم الاهتمام باللغة العربية حاملة العلم والثقافة. فتاريخ العربية وحاضرها يشهدان لها بقدرتها على استيعاب علوم الأمم المختلفة وبيانها، وكان أبناؤها -على مر العصور- يثرون بها التاريخ البشري بما لديهم من علوم وفنون، فطوروا فلسفة اليونان، وفلك الهنود، وأنتجوا روائع الأدب. وفوق كل هذا، هي لغة خالدة بالقرآن الكريم الذي نزل بلسان عربي مبين.

واليوم تجتهد المؤسسات للاهتمام بهذه اللغة العظيمة، لتنتج وتترجم وتنشر. ونحن في مركز الملك عبدالله للدراسات والبحوث البترولية نحذو حذو قيادتنا للاهتمام بالعربية وإثرائها بكل جديد في مجالات الطاقة والاقتصاد والبيئة. وتولدت هذه الجائزة رغبة في ردم فجوة في الإنتاج المعرفي العربي المتخصص، إذ نسعى إلى حث المبدعين والكتاب والمتخصصين على نسج خلاصة أفكارهم بالعربية، وتطوير إمكاناتهم وقدراتهم للتنافس في هذا المجال.

نضع بين أيديكم نخبة من إبداعات منسوبي منظومة الطاقة السعودية، الذين جدوا واجتهدوا، وعبروا بلغتهم وبأساليبهم المتميزة. وسطروا لنا مقالات وملخصات حول موضوع الجائزة في دورتها الثانية، وهو هدف المملكة لتحقيق الحياد الصفري في عام 2060م. هذا الهدف الطموح الذي ألهم أبناء المملكة ووسع مداركهم لإدراك أهمية الحفاظ على البيئة والحد من آثار تغير المناخ.

تنويه: المشاركات المنشورة خضعت للتدقيق اللغوي.

نتمنى لكم قراءة ممتعة.

مسار كتابة المقالة

المرتبة الأولى:

عبدالله العايد

المرتبة الثانية:

راكان المسعودي

المرتبة الثالثة:

محمد أبو نيان

المملكة والاقتصاد الدائري للكربون: حل واقعي لمشكلة ملحّة

"إن ظِلَّ سفينة الفضاء المستقبلية يهوي حقيقةً على إسرافنا في الترف"، كتب الاقتصادي الأمريكي كينيث بولدينج (Kenneth Boulding) هذه الكلمات في مقال شهير في ستينيات القرن الميلادي الماضي، شبّه فيه كوكب الأرض بمركبة فضائية ذات نظام بيئي مغلق، لكنها تهوي علينا بسبب لهونا عن العناية بها، ويشير إلى أنه يجب أن نعامل الأرض كنظام مغلق محدود الموارد وأن نستخدم هذه الموارد بحكمة لضمان استدامتها على المدى الطويل. ومنذ ذلك الحين، قادت تلك الأفكار اهتمام المختصين لتقديم اقتراحات تسعى لحل مشكلة محدودية الموارد والهدر والأضرار البيئية على الكوكب. وبحلول سبعينيات القرن الماضي، بدأ مفهوم الاقتصاد الدائري بالرواج على يد الدكتور والتر ستاهيل (Dr. Walter Stahel)، الذي يعد الأب الروحي لمفهوم الاقتصاد الدائري، والذي يُنسب إليه الفضل في صياغة عبارة "من المهد إلى المهد" التي تلخص طريقة عمل الاقتصاد الدائري: من المورد إلى المورد، لا مكب النفايات.

ولوقت طويل، كان مفهوم الاقتصاد الدائري محل التداول والتباحث، حتى جرى تعريفه في تقرير حديث صادر عن اللجنة الاقتصادية والاجتماعية لغربي آسيا (الإسكوا): كنهج شامل للتنمية، تكون الأنظمة فيه مصممة بكيفية تراعي حلول المحافظة على قيمة الموارد داخل النظام لأطول فترة ممكنة، وتدار فيه الموارد المحدودة والمتجددة عبر الاسترشاد بالنموذج الدائري الذي يشمل: إعادة التصميم، والتخفيض، والرفض، وإعادة الاستخدام، وإعادة الاستعمال، وإعادة التدوير، والاستعادة. بهدف تحقيق استخدام مستدام للموارد الطبيعية مع تعزيز المرونة البيئية والعدالة الاجتماعية والازدهار الاقتصادي. وقد استرشد صانعو القرار منذ فترة مبكرة بمفهوم الاقتصاد الدائري لتقليل الهدر وحل المشاكل البيئية، فقد أنشأ الاتحاد الأوروبي أول توجيه إطاري للنفايات في عام 1975، بهدف إنشاء اقتصاد دائري لأوروبا بحلول عام 2020، حيث بدأت مناقشة التدوير في الدوائر البيئية كوسيلة لتقليل النفايات وآثارها البيئية.

جهود لم تتكلل بالنجاح

برغم انتشار مفاهيم وأساليب الاقتصاد الدائري لفترة طويلة، فلم تنجح الجهود المبذولة في تحقيق الأثر المرجو منها، وذلك لظروف تقنية وتنظيمية وهيكلية ومالية وثقافية متعددة قد يطول ذكرها. بل إن المؤشرات تدل على تراجع البشرية في هذا المجال، فبحسب تقرير الفجوة الدائرية (Circularity Gap Report 2023) الصادر عن مؤسسة الاقتصاد الدائري (Circle Economy)، فإنه قد أدى ارتفاع استخراج المواد إلى تقليص الدائرية في العالم من 9.1% في عام 2018 إلى 7.2% في عام 2023. ونظرًا لضعف التقدم المحقق واستمرار إلحاح قضايا التغير المناخي، فقد عقدت اتفاقية باريس

للمناخ عند حلول عام 2015، أكدت أهمية معالجة مسببات التغير المناخي، وتحقيق التوازن بين مصادر انبعاثات ثاني أكسيد الكربون إلى الغلاف الجوي وأحواض امتصاص انبعاثات الكربون الموجودة على الأرض.

الكربون ليس عدوًا

في مقال نشر عام 2016 في مجلة الطبيعة Nature، أعلن الكاتب والمهندس المعماري الأميركي ويليام ماكدونو (William McDonough) -الحائز على جائزة الرئيس الأمريكي للتنمية المستدامة لعام 1996- أن "الكربون ليس عدوًا"، حيث قدم في مقاله هذا لغةً جديدةً للتعاطي مع الكربون تقوم على تصنيف الكربون إلى ثلاثة أنواع مختلفة: النوع الأول هو الكربون الحي، الموجود في المخلوقات والدورات الطبيعية، كالأشجار والتربة والأعشاب البحرية. أما النوع الثاني فيُطلق عليه الكربون الدائم، وهو ثابت ومستقر في الجماد والمواد، مثل جبال الحجر الجيري أو الخرسانة، أو البلاستيك المعاد تدويره. والنوع الثالث هو الكربون الهارب، المنبعث من خلال الاحتراق أو البلاستيك عندما يتسرب إلى المحيطات.

وهو يسلط الضوء على أهمية الاستخدام السليم للكربون الحي والعامل، وضرورة العمل على القضاء على الكربون الهارب الناتج عن السلوكيات البشرية. ويلخص بشكل بديع الفكرة الأساسية للتعامل مع الكربون بأشكاله المختلفة فيقول: "ومن ثم فإن عمل الكربون الدائم يخلق ويدعم الكربون الحي مع تقليل الكربون الهارب، كل ذلك في نموذج قوي ومربح اقتصاديًا". ويؤكد كذلك أهمية الدور الحساس الذي يؤديه ثاني أكسيد الكربون لاستدامة الحياة على الأرض، لكن المشكلة تكمن في الزيادة الهائلة في الغازات الدفيئة منذ الثورة الصناعية، وانبعاث الكثير من ثاني أكسيد الكربون إلى غلافنا الجوي.

الاقتصاد الدائري للكربون

لاقت جهود السيد ماكدونو صدىً عالميًا طيبًا، وخصوصًا لدى مجموعة العشرين، ففي شهر مارس من عام 2020 دعت رئاسة مجموعة العشرين السيد ويليام ماكدونو لافتتاح اجتماعات مجموعتي عمل شؤون المناخ واستدامة الطاقة، قدم خلالها رؤيته وتصوراته عن اقتصاد دائري يكون الكربون هو محوره الأساسي. وعندما انطلقت أعمال مجموعة العشرين برئاسة المملكة في نوفمبر من السنة ذاتها، أعلنت المملكة عن تبنيها لنهج الاقتصاد الدائري للكربون، ووافقت مجموعة العشرين عليه كإطار متكامل وشامل لمعالجة التحديات الناشئة عن انبعاثات الغازات الدفيئة وإدارتها بشتى التقنيات المتاحة.

ويقوم نهج الاقتصاد الدائري للكربون على إدارة انبعاثات ثاني أكسيد الكربون المفرطة باستخدام أربع إستراتيجيات وهي: التخفيض، وإعادة الاستخدام، والتدوير، والإزالة. فالتخفيض يكون بالحد من مصادر الانبعاثات الكربونية، وإعادة استخدام الكربون فتكون من خلال برامج إدارة الكربون بحيث يعاد حقنه في مكامن النفط والغاز لزيادة الإنتاجية، أما التدوير فيكون بإعادة استخدام الكربون الدائم في صناعة المواد الأولية، والإزالة فتكون باحتجاز الكربون الهارب من خلال تقنيات الالتقاط والاحتجاز والتخزين الحديثة أو باستخدام الوسائل الطبيعية مثل التشجير.

ولا ينبغي أن يعد الاقتصاد الدائري للكربون بديلاً عن الاقتصاد الدائري، بل يمكن اعتبار الاقتصاد الدائري للكربون جزءًا من الاقتصاد الدائري العام، فالاقتصاد الدائري يعنى بشكل عام بتعزيز الكفاءة في استخدام الموارد وتقليل النفايات والاعتماد على الموارد المتجددة، بينما يركز الاقتصاد الكربوني الدائري على إدارة الكربون وتحقيق الاستدامة البيئية فيما يتعلق بالاحتباس الحراري وتغير المناخ.

البرنامج الوطني للاقتصاد الدائري للكربون

وتأكيدًا لالتزام المملكة بالاقتصاد الدائري للكربون، أطلقت البرنامج الوطني للاقتصاد الدائري للكربون لرسم خريطة طريق شاملة تتضمن الأسس والمبادئ الرئيسة لإحلال وتوطين التقنيات المتقدمة في مجال إدارة الكربون عبر تطبيق مفهوم الاقتصاد الدائري للكربون. ويعد البرنامج ثمرة جهود مشتركة مع الجهات ذات العلاقة في صياغة آليات تنفيذ مشتركة تشمل جميع النواحي الفنية والإدارية والهندسية، من أجل تحقيق الأهداف الإستراتيجية التي تهدف إلى تحقيق النمو الاجتماعي والاقتصادي بطرق مستدامة، وتعزيز الحلول المتكاملة لمواجهة ظاهرة تغير المناخ، وضمان القيادة عالميًّا في مجال الاقتصاد الدائري للكربون.

نظرة إلى المستقبل

ومنذ تبني المملكة لنهج الاقتصاد الدائري للكربون، التزمت بتطبيق إستراتيجياته وانعكس ذلك على مبادراتها المناخية الرائدة: مبادرة السعودية الخضراء، ومبادرة الشرق الأوسط الأخضر. حيث تهدف المملكة إلى تحقيق الحياد الصفري بحلول عام 2060، وتقليل الانبعاثات الكربونية بمقدار 278 مليون طن سنوياً بحلول عام 2030، عبر إجراءات تشمل تعزيز الاقتصاد الدائري للكربون، وتطوير تقنيات متطورة لاحتجاز الكربون. كما تهدف مبادرة السعودية الخضراء إلى زراعة 10 مليارات شجرة في جميع أنحاء المملكة، وتلتزم المبادرة بإعادة تأهيل 40 مليون هكتار من الأراضي واستعادة المساحات الخضراء الطبيعية في المملكة. كما تقود المملكة مبادرة الشرق الأوسط الأخضر للتخفيف من تأثيرات تغير المناخ على المنطقة والعالم، وتعزيز العمل المشترك لتحقيق أهداف العمل المناخي العالمي، من خلال توسيع التعاون الإقليمي وإنشاء بنية تحتية كفيلة بخفض الانبعاثات وحماية البيئة.

ولقد استمرت المملكة رائدة لمجال الطاقة لعقود طويلة وستظل -بحول الله- رائدة في مجال الطاقة والبيئة لعقود مديدة قادمة. وستكون ريادة المملكة لنهج الاقتصاد الدائري للكربون قصة نجاح تروى لأجيال عديدة مقبلة ستجني ثمار الالتزام وحس المسؤولية الذي تتمتع به المملكة تجاه البيئة والكوكب ورفاهية أجيال المستقبل.

المراجع

الاقتصاد الدائري كنظام لحماية البيئة. 2019. عبد الرزاق حواس، وعلاء الدين مجدوب. مجلة آفاق للبحوث والدراسات.

الانتقال إلى الاقتصاد الدائري: فرص وتحديات. 2023. اللجنة الاقتصادية والاجتماعية لغربي آسيا (الإسكوا).

«الكربون ليس العدو»... دعوة لتغيير المفاهيم السلبية عنه. 2021. الشرق الأوسط.

الاقتصاد الدائري للكربون. وزارة الطاقة.

مبادراتي السعودية الخضراء والشرق الأوسط الأخضر.

Ding, Kenneth E. (March 8, 1966). "The Economics of the Coming Spaceship Earth" (PDF). In H. Jarrett (ed.) Environmental Quality in a Growing Economy, Resources for the Future, Johns Hopkins University Press, Baltimore, MD, pp. 3-14.

European Environment Agency. Council Directive 75/442/EEC of 15 July 1975 on waste

Circle Economy. (2023). The circularity gap report 2023 (pp. 1-64, Rep.). Amsterdam: Circle Economy

McDonough, William. 2016. “Carbon is not the enemy.” Nature no. 539.

من الذهب الأسود إلى الوعد الأخضر: رحلة المملكة الاستثنائية للوصول إلى الحياد الصفري

في قلب الصحراء بئر تهمِس بقصة الأحلام، وتقف بمنزلة شهادة على روح ثابتة لا تتزعزع وسعي نحو المستحيل. البئر السابعة، التي أُطلق عليها لاحقًا اسم "بئر الخير"، تحدّت في أعماقها ذات يومٍ طبقات من الشك وعدم اليقين، بمثابة شريان الحياة لأمة كاملة، ومتدفقة بوعدٍ بمستقبلٍ أكثر إشراقًا. مكنت البئر المملكة العربية السعودية من استخراج النفط بكميات تجارية في ثلاثينيات القرن الماضي، مما مثل لحظة محورية في تاريخ البلاد، حيث دفعت هذه الوفرة المملكة إلى مكانة عالمية بارزة كمورّد رئيس وموثوق للطاقة في العالم، مما جعلها رائدة مشهد الطاقة العالمي.

ورغم كون النفط ومشتقاته عنصرًا ضروريًا في حياتنا الحديثة اليوم، فقد كشف عن وجهٍ آخر لا يقل أهمية، فمع تنامي الطلب على الطاقة عالميًا، كانت الحاجة مُلِّحة للنظر إلى أبعادها البيئية المتعددة. ومع تزايد الوعي العالمي بالآثار البيئية السلبية لمصادر الطاقة الأحفورية، والحاجة للحد من انبعاثات الغازات الدفيئة الضارة، شرعت الدول في البحث عن حلول لهذه التحديات البيئية من خلال تبنّي إستراتيجيات لتحسين استخدام هذه المصادر وتقليل تأثيراتها البيئية الضارة على كوكبنا.

ومن هنا أخذت المملكة زمام المبادرة للمساهمة في الجهود العالمية لمجابهة تغير المناخ، والتكيُّف مع مشهد الطاقة المتغير. فمن خلال رؤيتها لعام 2030م، سعت المملكة إلى رسم مسار نحو التنمية المستدامة الشاملة، مما مهد الطريق لبدايات رحلة استثنائية، أشبه بتلك التي بدأتها "بئر الخير"، مع إطلاقها لمبادرة السعودية الخضراء في عام 2021م، مما فتح آفاقًا شاسعة لعصر جديد من المسؤولية البيئية للمملكة والمنطقة أجمع.

"اليوم نُدشن الحقبة الخضراء الجديدة للمنطقة، نقودها ونقطف ثمارها سوياً، إيماناً منا بأنّ آثار التغيّر المناخي لا تقتصر على البيئة الطبيعية فقط، بل تشمل الاقتصاد والأمن"

صاحب السمو الملكي الأمير محمد بن سلمان، ولي العهد ورئيس مجلس الوزراء في المملكة العربية السعودية

قدمت مبادرة السعودية الخضراء نظرة مختلفة عن السردية السائدة حول قضايا المناخ، إذ تبنت المبادرة نهجًا تكامليًا وشاملًا وعمليًا في مجابهة التحديات التي يفرضها تغير المناخ على منطقة الشرق الأوسط، ليراعي بذلك خصوصيات المنطقة واحتياجاتها دون إهمال تنميتها الاقتصادية. كما ارتكزت على أربع ركائز جوهرية شملت الاقتصاد الدائري للكربون، والاستثمار في التحول الأخضر، والتعاون الدولي، وشمولية كافة فئات المجتمع عن طريق تحقيق ثلاثة أهداف أساسية وهي تقليل الانبعاثات الكربونية، وتشجير السعودية، وحماية المناطق البرية والبحرية. ولتحقيق هذه الأهداف قامت المملكة بإطلاق نحو 80 مبادرة مما يُسهم في تحقيق تطلعاتها لبناء مستقبل أكثر استدامةً للجميع، مع اتخاذ خطوات عملية وضخ استثمارات تدعم التزامها تجاه التنمية المستدامة.

ومن هذا المنطلق، وفي خطوة تاريخية، كشفت المملكة عن هدفها الجريء في تحقيق الحياد الصفري بحلول عام 2060م، مؤكدة بذلك تفانيها وإيمانها التام بضرورة تحقيق مستقبل مستدام بيئيًا واقتصاديًا، وتعزيزًا لدورها في المشهد العالمي للطاقة ليس بكونها موردًا موثوقًا للنفط فحسب، بل مزوِّدًا للطاقة بكل أشكالها مع الأخذ في الحسبان الحفاظ على البيئة على الصعيدين الإقليمي والعالمي.

آمالٌ مُتجددة لتقليل الانبعاثات الكربونية

بدأت المملكة في السعي نحو تحقيق مستهدفاتها المتعلقة بالطاقة من خلال تنويع اقتصادها وتقليل اعتماده على عائدات النفط وتبني مبادرات السعودية الخضراء من خلال بناء الشراكات، ولعل أهمها هي تلك المبادرات التي تعد ركيزة أساس لمواجهة تغير المناخ والتي تختص فيها وزارة الطاقة والمتعلقة بتقليل الانبعاثات الكربونية للمملكة بمقدار (278) مليون طن سنوياً بحلول عام 2030م. ففي هذا الصدد أعلنت المملكة عن عددٍ من البرامج والمشاريع الطَموحة لتقليل الانبعاثات تشمل الاستثمار في مصادر الطاقة المتجددة، وتعزيز كفاءة الطاقة، والارتقاء ببرامج احتجاز الكربون وتخزينه، بالإضافة إلى توليد الهيدروجين النظيف.

فعند الحديث عن الاستثمار في مصادر الطاقة المتجددة، نرى أن المملكة تستهدف الوصول إلى مزيج متنوع لإنتاج الكهرباء اعتمادًا على الطاقة المتجددة بنسبة (50) في المئة بحلول عام 2030م، ويعود ذلك إلى ما تمتلكه المملكة من مقومات طبيعية ومصادرة غنية تمكنها من الاستفادة القصوى من تقنيات الطاقة البديلة والمتجددة. إذ تتمتع المملكة بوفرة الإشعاع الشمسي، بفضل موقعها الجغرافي، ومساحات شاسعة قادرة على استيعاب مشروعات ضخمة لتوليد الكهرباء عن طريق الألواح الشمسية، وأخرى مثالية لتوليدها عن طريق طاقة الرياح. إضافة لذلك، تمتلك المملكة طاقة أخرى تميزها عن غيرها من الدول، لما لديها من خبرات نوعية عبر شركاتها وكوادرها البشرية عالية التدريب التي ساهمت في تنفيذ وإدارة وتطوير أضخم المشروعات المتعلقة بالطاقة على المستوى العالمي من سواحل الخليج العربي وصولًا إلى كثبان الربع الخالي الرملية.

إذ قامت المملكة بطرح أكثر من 18 مشروعًا لتوليد الكهرباء عن طريق الطاقة الشمسية الكهروضوئية والتي تمتد على طول المملكة من محافظة القريات شمالًا إلى الأفلاج جنوبًا، ومن محافظة رماح شرقًا إلى مدينة جدة غربًا، وبإجمالي سعة تقديرية تصل إلى (13) جيجاواط تقريبًا، ومن جهة أخرى، تعمل المملكة على أربعة مشروعات ضخمة لتوليد الكهرباء عن طريق طاقة الرياح بسعة إجمالية تصل إلى (2) جيجاواط. حيث من المتوقع أن تساهم السعة الإجمالية لمشاريع الطاقة

الشمسية الكهروضوئية وطاقة الرياح في إمداد ما يقارب (11) مليون منزل بالكهرباء. وإضافة إلى ذلك، بادرت المملكة في البرنامج الوطني للطاقة الذرية بالتعاون مع عدد من المنظمات الدولية المختصة لتطوير البنية التحتية اللازمة لتلك المشروعات بهدف تمكين الطاقة الذرية من الإسهام في مزيج الطاقة تكاملًا مع مشروعات الطاقة المتجددة الأخرى.

إن الاستثمار في مصادر الطاقة المتجددة مطلب أساس لتقليل الانبعاثات الضارة، لكن من المهم أيضًا أن نأخذ في الحسبان الدور المهم الذي تلعبه كفاءة الطاقة في الوصول إلى الاستدامة. حيث كان المركز السعودي لكفاءة الطاقة (كفاءة) أحد أهم المبادرات في هذا المجال، يهدف إلى تحسين كفاءة إنتاج الطاقة واستهلاكها في القطاعات المختلفة، وتطبيق أفضل الممارسات في ترشيدها بالمملكة. ولعل أبرز إنجازاتها هو تحقيقها لإجمالي وفرات في الطاقة تصل إلى (425) ألف برميل نفط مكافئ يوميًا في عام 2021م مما ساهم في تخفيض انبعاثات ثاني أكسيد الكربون بما يعادل (51) مليون طن مكافئ.

تلعب التقنيات دورًا مهمًا في التصدي للتحديات المناخية، خاصة في توليد الطاقة من المصادر المتجددة وتحقيق كفاءة عالية للإنتاج والاستهلاك، لكن دورها المحوري يكمن في ابتكار سبل جديدة للحد من الانبعاثات وتقليلها، ومن هذه التقنيات التي تحمل إمكانات عظيمة ووعدًا بمستقبل أكثر استدامة هي تقنيات احتجاز الكربون وتقنيات إنتاج الهيدروجين النظيف. حيث تلعب تقنيات احتجاز الكربون دورًا مهمًا في التخفيف من تأثير الانبعاثات الحالية من خلال التقاط وتخزين غاز ثاني أكسيد الكربون، ومنعه من الوصول إلى الغلاف الجوي، بينما تعمل تقنيات الهيدروجين النظيف على الاستفادة منه في توليد الطاقة النظيفة.

وفي هذا السياق، أحرزت المملكة تقدمًا كبيرًا في مجال تقنيات احتجاز الكربون، إذ قدمت نموذجًا شامِلًا ومستدامًا لإدارة الانبعاثات الكربونية من خلال نهجها للاقتصاد الدائري للكربون الذي يشمل تخفيضه، وإعادة استخدامه، وإعادة تدويره، وإزالته. وتطمح المملكة للاستفادة من الانبعاثات الكربونية في التطبيقات الصناعية والتجارية لتحقيق بيئة مستدامة اقتصاديًا واجتماعيًا، إذ أعلنت عن إنشاء أضخم مركز لالتقاط ثاني أكسيد الكربون وتخزينه في منطقة الشرق الأوسط، الذي سيتمكن من التقاط أكثر من (40) مليون طن متري من غاز ثاني أكسيد الكربون وتخزينه سنويًا بحلول عام 2035م، واستخدام تقنيات حديثة لتحويل الغاز الملتقط إلى (12) طنًا من غاز الميثانول الأخضر يوميًا.

أما في الجانب المتعلق بتقنيات الهيدروجين النظيف، فقد أخذت المملكة زمام المبادرة في إنتاجه من خلال هدفها الجريء في أن تصبح أكبر مُصدّر ومُنتج لهذا الغاز في العالم عبر إنتاج (4) ملايين طن منه سنويًا بحلول عام 2030م وعبر إنشائها أكبر مشروع للهيدروجين النظيف على المستوى العالمي بمدينة نيوم، وتوقيع مذكرات تفاهم مع مراكز الطلب على الهيدروجين النظيف في العالم.

إن دفع عجلة الابتكار في قطاع الطاقة فيما يتعلق بتقنيات الطاقة البديلة ورفع الكفاءة وتقنيات الكربون والهيدروجين أمر بالغ الأهمية لتحقيق هدف تقليل الانبعاثات، الأمر الذي دفع المملكة إلى تسخير مواردها وطاقاتها البشرية بالتعاون مع شركائها المحليين والدوليين لسد الفجوة بين البحث والتطوير لهذه التقنيات الواعدة والوصول بها إلى مرحلة التطبيق العملي.

قيادة الجهود الدولية لمجابهة التغير المناخي

جميع هذه الجهود التي تقوم بها المملكة لتقليل الانبعاثات الكربونية أتت متممة لرؤيتها الشمولية في التعامل مع القضايا المتعلقة بالمناخ، لذلك كان من المهم للمملكة أن تكون جزءًا فاعلًا في الجهود الدولية في مجابهة التحديات التي يفرضها التغير المناخي على كوكبنا من خلال سن السياسات والتشريعات واللوائح المتعلقة بشؤون البيئة والتغير المناخي.
لذلك كان للمملكة حضور فاعل في الاجتماعات والمؤتمرات والمفاوضات متعددة الأطراف المنعقدة تحت مظلة الأمم المتحدة بالإضافة إلى عضويتها في عدد من المنظمات والهيئات والمبادرات الدولية في شؤون الاستدامة والتغير المناخي مثل منتدى الحياد الصفري للمنتجين، ومبادرة التعهد العالمي بشأن الميثان، ومبادرة البنك الدولي للتخلص من الحرق التقليدي للغاز بحلول عام 2030م.

إن رحلة المملكة العربية السعودية في الوصول إلى مستقبل أكثر اخضرارًا واستدامة من خلال مبادراتها الاستباقية، وتسخيرها التقنيات المبتكرة، وقيادتها للجهود الدولية تقف بمثابة شهادة التزام راسخ، يُجسد فيه دورها الرائد عالميًا ليس في مشهد الطاقة فحسب، بل في صناعة مستقبلٍ مستدام وأكثر اخضرارًا للأجيال القادمة.

تأثير بنية العلاقات الدولية على جهود الحياد الصفري وانعكاساتها على جهود المملكة العربية السعودية

تضطلع العلاقات الدولية بدورٍ مركزي تجاه مسألة التغير المناخي، إذ تتجاوز انبعاثات الغازات الدفيئة الحدود السياسية للدول؛ بما يتطلب حشد الجهود الدولية لمواجهة التحديات المشتركة في عملية الانتقال نحو اقتصادٍ منخفض الكربون.

وفي هذا السياق، تبنت 193 دولة - بالإضافة للاتحاد الأوروبي - اتفاقية باريس للتغير المناخي عام 2015م[1] تحت رعاية الأمم المتحدة، وهي الاتفاقية المتخذة لنهج الإلزام الذاتي عبر آلية المساهمة المحددة وطنيًا، وذلك نظرًا لطبيعة البنية الدولية المتسمة بالإرادة الذاتية إن شئنا الاستعارة من مفاهيم العلاقات الدولية؛ إذ لا توجد إرادة دولية مستقلة تعلو إرادة الدول.

وأنّى نظرنا إلى مسألة التغير المناخي من مقاربات العلاقات الدولية، يمكننا استيعاب مسألة التغير المناخي باعتبارها قضيةً سياسية من خلال منظورين: المراكمة التاريخية لانبعاثات الغازات الدفيئة، والمعالجة السياسية للتغير المناخي.

يمكن النظر للاعتمادية الكثيفة على مصادر الطاقة عالية الانبعاثات باعتبارها الرافعة الاقتصادية للمكانة الجيوسياسية للدول العظمى والكبرى في المنظومة الدولية، تاريخيًا في الفترة ما بين (1850-2021م)، استهلكت الدول البارزة على الساحة الدولية نصيب الأسد من انبعاثات الغازات الدفيئة[2]: الولايات المتحدة الأميركية (20.3%)، الصين (11,4%)، روسيا (6,9%)، ألمانيا (3,5%)، الهند (3,4%)، بريطانيا (3%).

وفي حين أن الدول الصناعية ذات الدخل المرتفع تتحمل العبء التاريخي للتغير المناخي، إلا أنه يقع على الدول منخفضة الدخل مواجهة معظم تحديات وتبعات التغير المناخي بحسب تقرير صندوق النقد الدولي الصادر في 2021م[3]، وهي العوامل الأساسية المحددة لمسألة اللامساواة المناخية، بما يدفع الدول لتبني السياسات المناخية بحسب موقع الدولة في مسألة اللامساواة المناخية، إذ تركز الدول مرتفعة الدخل على جانب "المسؤوليات المشتركة"، بينما تعلي الدول منخفضة الدخل من شأن "لكن المتمايزة"، لنكون صورة دولية من التكتلات المناخية.

بالنظر للزاويتين أعلاه، تبنت الدول مبدأ "المسؤوليات المشتركة لكن المتمايزة" في اتفاقية الأمم المتحدة الإطارية المتعلقة بتغير المناخ[4]، لتتحمل الدول الأعلى مساهمةً في انبعاثات الغازات الدفيئة تاريخيًا على نصيبٍ أكبر من أعباء معالجة مسألة التغيّر المناخي.

وبناءً على ما سبق، تسعى هذه الورقة لبناء إطارٍ مفاهيمي للعوامل الهيكلية الموجهة لسياسيات الدول المناخية، عبر خمسة مفاهيمٍ رئيسة: جغرافية انتقال الطاقة، التخصيص، أمن الطاقة، دبلوماسية المناخ، سياسات الداخل.

جغرافية انتقال الطاقة

أدى التركيز الدولي على مسألة التغيّر المناخي لتوجيه الدول نحو حلولٍ متنوعة من مصادر الطاقة النظيفة، يعتمد تطويرها على الجهود المشتركة بين الدول ذات التوجهات المتشابهة حيال السياسات المناخية ذات الارتباط الوثيق بتوافر مصادر الطاقة. وتعد مشروعات الربط الكهربائي بحسب تقرير وكالة الطاقة الدولية (IEA)[5] من أكثر حلول انتقال الطاقة محورية لتحقيق الحياد المناخي، وتعتبر من الحلول الدافعة باتجاه تكثيف الروابط الإقليمية لأسواق الطاقة.

يمكن النظر لمشروع منظمة التحالف الدولي للطاقة الشمسية (ISA)، "شمس واحدة، عالم واحد، شبكة واحدة"[6]، بعده حالةً مثالية لتحليل عامل إقليمية انتقال الطاقة للمساهمة في جهود الحياد المناخي العالمية عبر ربط الشبكات الكهربائية العابرة لحدود الدول بالاعتماد على الطاقة الشمسية مصدرًا، في محاولةٍ طموحة لتجاوز معضلة الطبيعة المتقطعة لإنتاج الطاقة الشمسية بإشراق عالمٍ مترابطٍ لا تغيب عنه الشمس.

وعلى الرغم من الطموحات العالمية لمشروع "شمس، واحدة، عالم واحد، شبكة واحدة"، فإن المخاطر الجيوسياسية تمثل المهدد الأساسي لنجاعة المشروع؛ إذ يمكن لأي خلافاتٍ ثنائية بين الدول المشاركة تعطيل استمرارية إمدادات التبادل الكهربائي، مفاقمةً للأهمية الجيوسياسية لدول العبور الإقليمي التي تعد دولًا مفتاحية ونقاط اختناق محتملة لسلاسل الإمداد الكهربائية للمشروع.

وفي هذا السياق، تعد المملكة العربية السعودية الدولة المفتاحية لربط الشبكات الكهربائية العابرة للقارات، نظرًا لمركزية موقعها الجغرافي في ممر الهند-الشرق الأوسط-أوروبا المعلن عنه على هامش قمة مجموعة العشرين (G20) في 9 سبتمبر 2023م. فمن جهة، تنوي الهند ربط شبكتها الكهربائية بالمملكة العربية السعودية ممثلةً للترابط الآسيوي-الشرق أوسطي. ومن جهةٍ أخرى، أعلنت المملكة العربية السعودية والجمهورية الهيلينية في يوليو 2022م توقيع مذكرة تفاهم بشأن مشروع التصدير الكهربائي إلى الأسواق الأوروبية وربط الشبكات الكهربائية الآسيوية الأوروبية[7].

تخصيص حلول انتقال الطاقة

بالنظر إلى التوزيع الجغرافي الطبيعي لمصادر الطاقة والتوجهات المناخية التي تتبناها الدول بحسب مزيج إنتاج الطاقة المستقبلي، يمكن استقراء حالةٍ من التخصيص الجغرافي لحلول انتقال الطاق بالتطرق مبدئيًا إلى معالم تكتلين إقليميين:

1-الخليج العربي: التعاون على خفض انبعاثات الوقود الأحفوري بالتطوير المشترك لتقنيات احتجاز الكربون وتخزينه (CCS)، وتطوير البنية التحتية لإنتاج الهيدروجين وتصديره. على صعيد التوجهات المناخية، يمكن تبني مفهوم الاقتصاد الدائري للكربون والتركيز على نهج تقليل الانبعاثات دون تحييد مصادر الطاقة.

2-أميركا الجنوبية: التعاون على رفع حصة الطاقة المتجددة (الشمسية/ الكهرومائية) في مزيج إنتاج واستهلاك الطاقة بالاستفادة من المقدرات العالية للمعادن الحرجة المستخدمة في حلول انتقال الطاقة المتجددة في القارة[8]، تعزيز التشابك الإقليمي والربط الكهربائي. والتركيز على "المسؤوليات المتمايزة" في السياسات المناخية؛ إذ تتطلب دول القارة اللاتينية منخفضة الدخل جذب استثماراتٍ دوليةٍ واسعة[9].

ونلفت الانتباه إلى أن تخصيص حلول انتقال الطاقة لا يعني الانغلاق الجغرافي الإقليمي، إنما ينظر هذا العامل إلى تخصيص جهود الحلول باعتبار كل إقليمٍ جغرافي حاضنًا للحلول الأكثر ملاءمة، والانفتاح على كافة حلول الطاقة بالتعاون مع الأقاليم المتخصصة.

تجدر الإشارة إلى الدور الإقليمي الريادي للمملكة العربية السعودية بشأن تخصيص حلول الطاقة، بالنظر إلى إطلاق مبادرة الشرق الأوسط الأخضر، معنونةً "مساعي المملكة للعمل الإقليمي المشترك في الملف المناخي"[10].

أمن الطاقة

أُحْيِيَ مفهوم أمن الطاقة في فبراير 2022م جراء تبعات الأزمة الروسية الأوكرانية الجيوسياسية على مشهد الطاقة الدولي، إذ سارعت دول الاتحاد الأوروبي بتقليل الاعتمادية على مصادر الطاقة الروسية عالية الانبعاثات، والنظر إلى عامل أمن الطاقة باعتباره من عوامل الأمن القومي.

واتخذت الدول في سياق أمن الطاقة سياستين للتعامل مع الواقع الجيوسياسي الجديد: تنامي الاعتمادية الذاتية على الطاقة، تكثيف استيراد مصادر الطاقة من الدول الصديقة. إذ تبنت المفوضية الأوروبية خطة (REPowerEU)[11]، مستهدفةً تعزيز كفاءة الطاقة لتقليل الاعتمادية على الاستيراد، وتنويع مصادر استيراد الطاقة مع التركيز على الدول الصديقة، ورفع حصة الإنتاج من مصادر الطاقة النظيفة.

وفي هذا السياق، ركزت المملكة العربية السعودية على موقفها التاريخي باعتبارها مصدرًا رئيسًا وموثوقًا في تأمين إمدادات الطاقة العالمية، والاستثمار المكثف في حلول إنتاج الهيدروجين وتصديره.

سياسات الداخل

تشكل التقلبات السياسية الداخلية أحد المتغيرات في مكافحة التغير المناخي التي تؤثر على مفهوم التعددية الدولية أو تساهم في تعزيزه، فضلًا عن تداعياتها المباشرة على سياسات الدول المنتجة للطاقة.

أسهم انسحاب إدارة الرئيس الأميركي دونالد ترمب من اتفاقية باريس للمناخ في عام 2017م وما لحقها من تراجعٍ في لوائح الانبعاثات وقيودٍ على التنقيب على البترول والغاز في الأراضي الفدرالية، بالتأثير سلبًا على الزخم العالمي نحو مكافحة التغير المناخي؛ إذ خففت الولايات المتحدة الأميركية من دعمها للمبادرات والمشاريع في هذا الصدد، مثل "صندوق المناخ الأخضر"، بما أدى إلى خلق مساحة للقوى العظمى لقيادة الجهود الدولية في هذا الملف. جراء تأجيج الاستقطاب السياسي للخطاب المشكك في التغير المناخي مدفوعًا بضغوطات عالية من قطاع البترول والغاز.

ولم يقتصر الأمر على السياسات السلبية، حيث يمكن للسياسات والمبادرات الداعمة للجهود الرامية في مكافحة التغير المناخي أن تخلق نوعًا من "الحمائية الخضراء"، مثل قانون الحد من التضخم الأميركي وأثره على جذب الشركات العالمية للإسهام في انتقال الطاقة الأميركية على حساب الدول الأخرى. والأثر الناتج عن ذلك هو استقلال الدول – خاصة الاقتصادات الكبرى – بسياساتهم في مكافحة التغير المناخي بدلًا من توحيد الجهود عبر المنظمات التعددية.

دبلوماسيات المناخ

يشهد النظام العالمي في القرن الواحد والعشرين العديد من التغيرات الجوهرية المؤثرة على طبيعة العلاقات الدولية، على رأسها ملف التغير المناخي ومفهوم دبلوماسيات المناخ، الذي يسعى إلى رفع مستوى الطموح المناخي وصياغة التغيير المطلوب في الأنظمة الحالية، وتعزيز وتسهيل أنماط جديدة من التعاون المتعدد الأطراف[12].

وتعد دبلوماسيات المناخ اختبارًا يواجه المجتمع الدولي، وما إذا كانت تستطيع الدول التعاون والتضافر للوصول إلى مستهدفاتها المناخية وتجنب التباطؤ في اتخاذ الإجراءات الضرورية للحد من الانبعاثات، وأداةً رئيسة في مواجهة التحديات واقتناص الفرص أمام تحقيق مستهدفات الدول الإستراتيجية المتعلقة بالتغير المناخي.

ونظرًا إلى أن هذه القضية عابرة للحدود وتلامس المجتمع الدولي بأكمله، فإنها تعد المركب الأهم للوصول إلى المنافع المناخية المشتركة، وذلك عبر تسريع العمل المناخي والمناهج الشاملة للتعامل مع التغير المناخي، من خلال طرح الحلول الجذرية الممكنة للدول المتقدمة بالالتزام بالمستهدفات المناخية ومساندة الدول النامية في الأعباء الناتجة عن مراكمة الانبعاثات التاريخية.

وتتبلور المعوقات الأهم في عدد من المبادئ الأساسية في دبلوماسيات المناخ، وليس بالإمكان مواجهة هذه المعوقات إلا عبر تسليط الضوء والتعاون دوليًا في عدد من المحاور الرئيسية، كتعددية الأطراف وإيجاد الحلول على طاولة المفاوضات، وتقسيم المسؤوليات المشتركة ولكن المتباينة بناء على قدرات الدول المختلفة على الاستجابة، والإنصاف والعدالة في الجهود الرامية إلى معالجة التغير المناخي.

تساهم المملكة من جانبها في تكثيف دورها الدبلوماسي في إطار التغير المناخي، وبالإمكان الاستدلال بفعالية أسبوع المناخ الأخيرة التي احتضنتها العاصمة الرياض بالتعاون مع أمانة اتفاقية الأمم المتحدة الإطارية بشأن تغير المناخ، انطلاقًا من دورها الرائد والتزامها بمواجهة التحديات المناخية، وتعزيز العمل المشترك نحو الوصول إلى حلول مناخية مستدامة ومتكاملة، توافقًا مع الطموحات المنصوص عليها في اتفاقية باريس للمناخ. كما تأتي انعكاسًا للدور الفعال لدبلوماسية المملكة.

الحاشية

[1] الأمم المتحدة – اتفاقية باريس

[2] Carbon Brief

[3] صندوق النقد الدولي

[4] اتفاقية الأمم المتحدة الإطارية المتعلقة بتغير المناخ – الأمم المتحدة

[5] IEA, Net Zero by 2050: A Roadmap for the Global Energy Sector (Vienna, 2021), p.117

[6] منظمة التحالف الدولي للطاقة الشمسية

[7] وكالة الأنباء السعودية

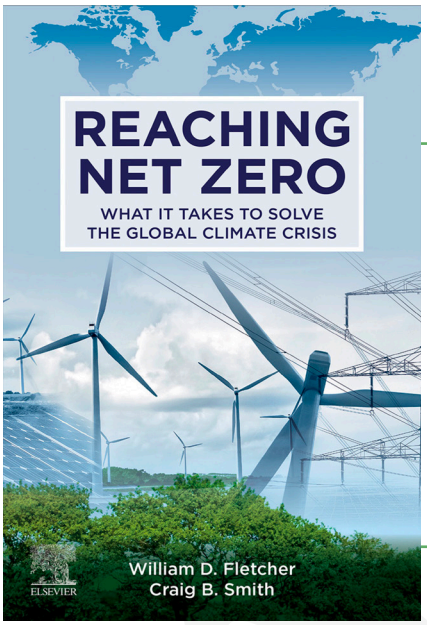
[8] وكالة الطاقة الدولية

[9] الأمم المتحدة

[10] مبادرة الشرق الأوسط الأخضر

[11] المفوضية الأوروبية

[12] Wilson Center



مسار تلخيص الكتاب

المرتبة الأولى:
بندر الحربي

المرتبة الثانية:
رائد الحربي

المرتبة الثالثة:
توفيق حشيشو

الوصول للحياد الصفريِّ: ما الإجراءات اللازم اتخاذها لمواجهة أزمة المناخ العالمية؟

يستعرض الكتاب في أجزائه الثلاثة أزمة المناخ العالمية المتمثلة في ظاهرة الاحتباس الحراري، تلك التي تُصنَّف اليوم من أهم القضايا في العالم وأكثرها تعقيدًا، كونها تؤثر تأثيرًا سلبيًّا في الأرض وحياة الكائنات على ظهرها. كما يقدِّم نظرة عامة عليها، تضمنت حقائق علمية، وتفسيرات وتوصيات، بهدف فهم هذه الظاهرة وما يمكن فعله للتعامل معها وصولًا للحل؛ وهو ما يُسمى الحياد الصفريِّ.

وانسجامًا مع الأجزاء الثلاثة، يسردُ هذا الملخص محتوى الكتاب في ثلاثة أقسام وهي: تعريف ظاهرة الاحتباس الحراري وأسبابها، والتبعات الناتجة عنها، والتوصيات والحلول والسُبل المقترحة للوصول للحياد الصفريِّ.

تعريف ظاهرة الاحتباس الحراري وأسبابها

يحدد المؤلفان المشكلة الأساسية المتعلقة بأزمة المناخ بظاهرة الاحتباس الحراري التي تُسببها الزيادة في انبعاثات غازات الدفيئة، وعلى نحوٍ خاص منذ بداية الثورة الصناعية في إنجلترا عام 1750، ثم في الولايات المتحدة الأمريكية عام 1860، حين بدأ البشر يحرقون كميات متزايدة من الوقود الأحفوري لإنتاج الطاقة.

تتضمن غازات الدفيئة ثاني أكسيد الكربون ويمثل نحو 76% منها، يليه الميثان بمقدار 16%، ثم أكسيد النيتروز بنسبة 6%، والباقي هي الغازات المفلورة التي تنشأ من العمليات الصناعية. وينجم قرابة 90% من ثاني أكسيد الكربون عن الأنشطة البشرية المتمثلة في حرق الوقود الأحفوري.

من الناحية الطبيعية، الاحتباس الحراري ظاهرة ضرورية لحياة الإنسان على الأرض؛ إذ بدون جزء من الغازات الدفيئة المنبعثة طبيعيًا، سيكون متوسط درجة حرارة الأرض باردًا للغاية، أو ما يعادل (-18) درجة مئوية، أيْ أقل من درجة التجمد. ولذا تحتفظ غازات الدفيئة بحرارة الشمس بنسبة وتوازُن دقيقَين في الغلاف الجوي بما يكفي لإبقاء الكوكب دافئًا، ولكن منذ زمن أُخِلَّ بهذا التوازن، ومن هنا نشأت المشكلة!

عندما يختل هذا التوازن تتراكم غازات الدفيئة في الغلاف الجوي، وتقل كمية الحرارة الخارجة من الأرض، فترتفع درجة حرارتها، الأمر الذي يتسبب في تبعات خطيرة متتالية على الكوكب.

وهكذا، فبعد أنْ كانت التغيرات في درجة حرارة الأرض تتأثر طبيعيًا، أصبحت تتأثر بفعل الإنسان، ولو تُرك الأمر للدورات الطبيعية وظواهرها، لكانت الأرض في الواقع أقل حرارةً، كما كانت من الآلاف السنين.

ثبت علميًا، أنَّ متوسط درجة حرارة الأرض ارتفع بمقدار 1.0 درجة مئوية منذ بداية الثورة الصناعية (قُدرت بـ 13.8 درجة مئوية في 1880) وهذا الارتفاع مستمر. ويُقدر متوسط درجة حرارة الأرض اليوم بـ 15 درجة مئوية، وتتجه نحو الارتفاع بمقدار 2.0 درجة، ومع مقارنة الزيادة في متوسط درجة الحرارة العالمية السنوية بما قبل الثورة الصناعية يمكن أنْ تصل إلى 4.7 درجة مئوية بحلول نهاية هذا القرن.

كانت درجة الحرارة قديمًا تستغرق آلاف السنين لتتغير، وفي العصور الحديثة أصبح التغيير يحدث خلال عقودٍ وبوتيرة متسارعة، وهذا ما يثير قلقًا كبيرًا اليوم. فمثلًا وصل مستوى تركيز ثاني أكسيد الكربون في 2019 في الغلاف الجوي 415 جزءًا في المليون، أيْ أعلى بنحو 50% من مستويات ما قبل بداية الثورة الصناعية التي كانت تُراوح عند مقدار 280 جزءًا في المليون. ولو أردنا تخيُّل هذا التركيز بصريًا، فإنَّ زيادة 1.0 جزء في المليون فقط في التركيز يكافئ 7.86 جيجا طن متري إضافية من ثاني أكسيد الكربون في الغلاف الجوي، وهي كتلة تعدل حجم مليار فيل تقريبًا!

ثمة قوتان أساسيتان اليوم تقودان ظاهرة الاحتباس الحراري؛ الأولى عدد سكان العالم الكبير والمتزايد، والثانية ارتفاع مستويات المعيشة. ففي حين يبلغ عدد سكان العالم اليوم 7.6 مليار نسمة [في تاريخ صدور الكتاب]، الذي ارتفع من قرابة 1.1 مليار في 1860 مع بداية الثورة الصناعية في الولايات المتحدة، فإنه يتزايد سنويًا بحوالي 1.1%، وتتوقع منظمة الأمم المتحدة أنْ يصل العدد إلى نحو 9.9 مليار نسمة بحلول 2050، و11.1 مليار نسمة بحلول 2100. وبطبيعة الحال، سيحتاجون جميعًا للكثير والمزيد من الطاقة.

يوجد اليوم نحو 3,200 جيجا طن متري من ثاني أكسيد الكربون في الغلاف الجوي، ويتم التخلص من 10-11 جيجا طن متري من الغلاف الجوي كلَّ عام من خلال العمليات الطبيعية، وأيُّ انبعاثات إضافية منه سواءً بفعل الإنسان أو الطبيعة ستؤدي إلى زيادته في الغلاف الجوي.

وممَّا يزيد الظاهرة تعقيدًا وتفاقُمًا أنَّ عواقبها تتأخر بسبب ظاهرة الكُمُون؛ وتعني الفترة الزمنية بين انبعاث غازات الاحتباس الحراري وبين ظهور آثارها الكاملة على المناخ. فغاز ثاني أكسيد الكربون لا يختفي بسرعة، وإزالته من الغلاف الجوي بالعمليات الطبيعية بطيئة للغاية، إذ بعد مرور 100 عام، يبقى منه 40% أو 50% في الغلاف الجوي.

في ضوء هذه التداعيات الخطيرة، تنبهَت الدول وتنادت المنظمات للعمل والتعاون في النصف الثاني من القرن العشرين لمواجهة هذه الظاهرة، فبدأ الاهتمام الفعلي في 1957، العام الذي سُمي السنة الجيوفيزيائية الدولية وحُدّد فيها نهج دوليٌّ لبحوث المناخ، وأُنشئ البرنامج العالمي لأبحاث الغلاف الجوي العالمي في 1967 بهدف جمع البيانات التنبؤية بالطقس ولبحوث المناخ.

وفي 1988، دعا مؤتمر تورونتو حول الغلاف الجوي المتغير إلى فرض حدود على انبعاثات الغازات الدفيئة وأُنشئت الهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ. وفي 1997، حددت اتفاقية كيوتو الدولية أهدافًا للدول الصناعية للحدِّ من انبعاثات

الغازات الدفيئة. وصدَّقَت أكثر من 150 دولة على الاتفاقية، باستثناء الولايات المتحدة.

وفي 2015، وقَّعت جميع الدول على اتفاقية باريس، ومنها الولايات المتحدة – التي انسحبت في 2017- لاحتواء الاحتباس العالمي لأقل من 2.0 درجة مئوية، وتعاهدت على خفض انبعاثات الغازات الدفيئة وفقًا لما يعرف "المساهمات المحددة وطنيًا".

لقد استند هذا الكتاب إلى الهدف الذي وضعته الهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ في 2014 المتمثل في الحد من ارتفاع متوسط درجة حرارة الأرض إلى 1.5 درجة مئوية فوق مستويات الفترة ما قبل مرحلة الثورة الصناعية، التي قدَّرت أنَّ تحقيق هدف درجة الحرارة هذا سيتطلب الحفاظ على تركيز ثاني أكسيد الكربون في الغلاف الجوي أقل من 450 جزءًا في المليون. ووفقًا لتقرير الهيئة الخاص الصادر في أكتوبر 2018، ذكرت حتمية خفض انبعاثات الغازات الدفيئة للحياد الصفري بحلول 2050 لتجنُّب ارتفاع درجة الحرارة بمقدار 1.5 درجة مئوية.

وهذا يعني ضرورة وقف أيِّ انبعاثات يُسببها الإنسان، والتخلص منها بالكامل، أو التعويض عنها بالمصارف التي يمكن أنْ تكون طبيعية، مثل الغابات وغيرها من الحياة النباتية التي تمتص ثاني أكسيد الكربون، أو عن طريق تقنيات إزالة الكربون وتخزينه، كل هذا لضمان خفض الغازات الدفيئة لدرجة الصفر، وهذا ما يعني الوصول للحياد الصفريِّ.

التبعات الناتجة عن الاحتباس الحراري

تشمل مخاطر الاحتباس الحراري التأثير على الطقس، وارتفاع منسوب مياه البحر، وارتفاع درجة حرارة المحيطات، وذوبان الأنهار الجليدية والقمم الجليدية القطبية والجليد العائم، والتصحر، وهجرة الأنواع النباتية والحيوانية، وآثار أخرى على الزراعة والإمدادات الغذائية وصحة الإنسان.

بدأ الاحتباس الحراري يؤثر في الطقس، وتشهد أنماط هطول الأمطار تغيراتٍ ملحوظة، حيث تعاني مناطق من الجفاف، في حين تشهد مناطق أخرى هطولًا أعلى من المعتاد. كما أثرت التغيرات المناخية في درجات الحرارة على المحيطات بعدة طرق، ففي سبتمبر 2019، علَّقت الهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ في تقريرها الخاص عن المحيطات والغلاف الجليدي في مناخ متغير قائلةً: "لقد أصبحت مياه المحيطات أكثر دفئًا وحموضة، وأقل إنتاجًا للكائنات الحية، وأدى ذوبان الأنهار الجليدية والصفائح الجليدية إلى ارتفاع مستوى سطح البحر، وأصبحت حالة الطقس على السواحل أكثر حدة وتطرُّفًا".

يعرف خبراء الأرصاد الجوية أنَّ ثمة صلة وثيقة بين ارتفاع درجات الحرارة وشدة العواصف. نظرًا لأنَّ مياه المحيط الدافئة هي التي تزود الأعاصير بالطاقة، ومن ثَم يزيد الاحتباس الحراري العالمي من تكرارها وكثافتها. ومع ارتفاع درجة حرارة الماء، فإنه يتوسع، ممَّا يؤدي إلى ارتفاع مستوى سطح البحر، الذي يزيد بدوره من احتمال حدوث فيضانات ساحلية وفيضانات بسبب هبوب العواصف. وعُرَام العواصف هو أكبر خطر مباشر على المناطق الساحلية المنخفضة. وفي الواقع، يعيش أكثر من 100 مليون شخص في جميع أنحاء العالم على ارتفاع 3 أقدام فقط من متوسط مستوى سطح البحر.

وقد كشفَت الأقمار الصناعية أنَّ الجليد القطبي في بعض البقاع آخذ في الانكماش، وأنَّ الأنهار الجليدية في حالة انحسار، واستنادًا للقياسات، فإنَّ ظاهرة الاحتباس الحراري تسير بسرعة مضاعفة في القطبَين الشمالي والجنوبي مقارنة بالمتوسط العالمي، وهذا يؤدي إلى تسريع فقدان الجليد في القطبَين. وتشير هذه القياسات التي أُجريَت على 19 ألف نهر جليدي ممَّا يقارب 200,000 نهر جليدي على الأرض، إلى أنَّ ذوبان الأنهار الجليدية له تأثير أكبر في ارتفاع مستوى سطح البحر ممَّا كان يُعتقد سابقًا. ومع ذوبان المزيد من الجليد، فإنَّ ظاهرة بياض سطح الأرض (انعكاسيته) وهي المسؤولة عن تنظيم درجة حرارة الكوكب والحفاظ على توازُن الطاقة، تتعرض للخلل؛ ممَّا يسهّل امتصاص المزيد من الطاقة بدلًا من انعكاسها، ومن ثَم يزيد من الاحتباس الحراري. كما أظهرت دراسة أخرى أنَّ الأنهار الجليدية تفقد أكثر من 300 مليار طن من الثلج والجليد كلَّ عام.

وفي القطب الشمالي توجد التربة الصقيعية، وهي صخور أو تربة أو مواد نباتية متجمدة بشكل دائم، وتظل درجة حرارتها أقل من صفر درجة مئوية لمدة عامَين أو أكثر، ويمكن أنْ يؤدي ذوبانها إلى إطلاق غاز الميثان المحتجَز، إذ تكمن ملايين الأطنان من الكربون محاصرةً في الطبقة الجليدية تحت التربة الصقيعية على شكل هيدرات الميثان.

ومع ازدياد الاحتباس الحراري يأتي التصحر، وتصبح بعض المناطق غير صالحة للحياة، الأمر الذي يسبب هجرة الأنواع النباتية والحيوانية في بعض الحالات، وانقراض أنواع منها في حالات أخرى. تاريخيًّا، كانت التغيرات المناخية الحادة تحدث ببطء على مدى آلاف السنين، ممَّا أتاح الوقت للنباتات والحيوانات للتكيف مع الظروف المتغيرة.

ثمة آثار أخرى على الزراعة وصحة الإنسان، فالاحتباس الحراري له آثار ضارة على الصحة والإنتاجية البشرية، خصوصًا المجتمعات الزراعية، ويؤدي إلى تفاقُم المشاكل مثل توفير المأوى والغذاء والمياه ومنع الأمراض. وكذلك يؤثر في الصحة العقلية والبدنية. يعاني مليارات الأشخاص بالفعل من الأمراض والوفاة بسبب عدم الحصول على مياه نظيفة وصرف صحي. سيؤدي تغيُّر المناخ إلى وفاة أكثر من ربع مليون شخص سنويًا بين 2030 و2050 بسبب سوء التغذية والأمراض المُعدية والحرارة ما لم تُتخذ إجراءات فعالة للحدِّ من الانبعاثات.

فيما يتعلق بالغابات، فقَدَ العالَم بين عامَي 1990 و2016 ما يُقدَّر بنحو 1.3 مليون كيلومتر مربع منها، وهذا الفقد في تزايُد. تدمير مصارف الكربون المتمثل في إزالة الغابات يتسبب في 13% تقريبًا من انبعاثات الغازات الدفيئة.

التوصيات والحلول وخطة العمل المقترحة

يشير المؤلفان إلى أنَّ الحلول الفعالة ليست سهلة أو سريعة، إلا أنها قابلة للتنفيذ، وحددا أبرز الإجراءات التي تتضمن توعية الجمهور، حتى من أجل دعم التغييرات وتقليل بصمتهم الكربونية، وحثّ الحكومات لتحقيق المستوى المطلوب من التعاون والتنسيق الدوليَين، ويؤكدان ضرورة بقاء الولايات المتحدة عضوًا في اتفاقية باريس وأنْ تُظهر القيادة والمبادرة في تعامُلها مع هذه الظاهرة، كونها تتحمل مسؤولية أكبر حصة من ثاني أكسيد الكربون في الغلاف الجوي بما يُقدَّر بنحو 25%.

ربما تكمن أكبر عقبة أمام معالجة الاحتباس العالمي في الحاجة للتعاون الدولي، وخاصة بين الولايات المتحدة والصين، وهما أكبر منتجَين للانبعاثات، مع الاتحاد الأوروبي والهند، حيث تنتج هذه الدول قرابة ثلثي انبعاثات غازات الدفيئة. إذ تشترك جميع دول العالم في محيط حيوي مشترك (الغلاف الجوي والمحيطات والحياة النباتية والحيوانية) فإذا تعاملت بعض البلدان بفعالية مع ظاهرة الاحتباس الحراري العالمي، في حين تقاعست بلدان أخرى أو أظهرَت تعاونًا أقلَّ، فإنَّ المشكلة لن تُحل. وهذه معضلة اقتصادية معروفة أشار إليها عالِم الاقتصاد غاريت هارد وصاغ لها اسم "مأساة المشاع" في 1968. استشهد بمثال على مورد مشترك، في حالتنا هنا "الغلاف الجوي" وفي حالته كانت "المراعي المشتركة في القرية"، إذ يقول: "إنَّ المأساة تحدث حينما يسعى كلُّ فرد لتعظيم استخدامه للمشاع"، وتكون النتيجة حتمية؛ وهي تدمير المورد المشترك بسبب الرعي الجائر.

ويناقش الكتاب مجموعةً من الحلول القابلة للتنفيذ، ومنها الاستمرار في زيادة كفاءة الطاقة التي تبلغ قرابة 2.0% سنويًا والحفاظ عليها، وزيادتها بنسبة إضافية قدرها 1.0% سنويًا. ومن الآن وحتى 2050، سيؤدي هذا إلى خفض استخدام العالم للطاقة بنسبة 30% أخرى. واستخدام بدائل الوقود الأحفوري، والتحول للمصادر المتجددة، الطاقة الشمسية وطاقة الرياح، والوقود الحيوي، والطاقة الكهرومائية مع التوقف عن استخدام الفحم للإنتاج، وكذلك زيادة مصارف الكربون لاستيعاب انبعاثات ثاني أكسيد الكربون التي لا يمكن القضاء عليها. تحسين الزراعة وممَّارسات استخدام الأراضي، وتوسيعها، ووقف القطع الجائر من خلال اعتماد الممَّارسات الزراعية "الخضراء"، وفرض رسوم على شركات الفحم، والنفط، والغاز الطبيعي على أساس كمية الكربون التي تخرج من مناجمها أو آبارها. والاهتمام بالطاقة النووية التي تُعد مصدرًا وفيرًا للطاقة الخالية من الكربون. والتقنيات الأخرى مثل تخزين الطاقة، والشبكة الدقيقة، وتقنيات تتعلق بإزالة الكربون مثل احتجاز الكربون وتخزينه بشكل دائم تحت الأرض في آبار النفط المستنفدَة. وطريقة التقاط الهواء المباشر وتخزينه، التي تتضمن إزالة ثاني أكسيد الكربون على نطاق واسع مباشرة من الغلاف الجوي ثم تخزينه تحت الأرض. وطريقة تحويل ثاني أكسيد الكربون المزال من الغلاف الجوي إلى وقود سائل اصطناعي يمكن أنْ يحلَّ محلَّ البنزين أو وقود الديزل أو وقود الطائرات.

الاحتباس الحراري: مصطلح يشير للتحولات طويلة المدى، الطبيعة والتي من صنع الإنسان، في درجات الحرارة وأنماط الطقس.

الحياد الصفريِّ: حالة تُوازن فيها الانبعاثات التي يسببها الإنسان مع عمليات إزالة ثاني أكسيد الكربون بفترة زمنية محددة.

مصادر غازات الدفيئة: ثاني أكسيد الكربون (CO_2) الميثان (CH_4) أكسيد النيتروز (N_2O) الغازات المفلورة.

الهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ: هيئة حكومية دولية تابعة للأمم المتحدة، تأسست عام 1988، تهدف لتعزيز المعرفة العلمية حول تغير المناخ الناجم عن الأنشطة البشرية.

البصمة الكربونية: هي كمية انبعاثات غازات الدفيئة المرتبطة بأنشطة الشخص الواحد.

ملخص لكتاب "الوصول للحياد الصفري – ما يلزم لمواجهة أزمة المناخ العالمية"

حرص الكاتبان وليام فليتشر وكريغ سميث في كتابهم المعنون بـ "الوصول للحياد الصفري – ما يلزم لمواجهة أزمة المناخ العالمية" على مناقشة الفكرة بشكل محايد من خلال الإجابة عن أبرز التساؤلات المحيطة بهذه الأزمة، ومن ثم استعراض أبرز الحلول العلمية والتقنية المتاحة، وشرح أبرز المعوقات في سبيل الوصول للحياد الصفري.

حيث بدأ الكاتبان بشرحٍ مبسط لمن ليس لديه اطلاع على تفاصيل أزمة التغير المناخي من خلال شرح أبرز المفاهيم الأساسية. فيسهب الكتاب بالشرح عن أحد أسباب ارتفاع درجة حرارة الأرض الذي يعود للإشعاع الشمسي المحتبس داخل كوكب الأرض؛ نظرًا لتراكم الغازات الدفيئة في طبقات الغلاف الجوي التي تحد من خروج الحرارة الناتجة عن هذه الإشعاعات. وبالنظر للغازات الدفيئة، فقد فصّل الكتاب في أبرز مكونات مجموعة الغازات الدفيئة التي يشكل ثاني أكسيد الكربون 76% منها، مع العلم أنه يبقى في الغلاف الجوي لأكثر من مئة عام. ولشرح مدى تأثير الإنسان في التسبب بارتفاع منسوب الغازات الدفيئة في الغلاف الجوي، يوضح الكتاب أن 90% من غاز ثاني أكسيد الكربون ناتجٌ عن الثورة الصناعية والتي قد تتسبب بارتفاع درجة حرارة الأرض درجتين مؤية في حال استمر إنتاج غاز ثاني أكسيد الكربون بنفس المستويات؛ مما قد يؤدي إلى دمارٍ في الإنسان والبنيان.

ثم يُبحر الكتاب في أهمية مواجهة ظاهرة التغير المناخي التي قد لا يشعر بها البعض؛ وذلك لتأذر نتائجها الملموسة على الأجواء اليومية، كارتفاع منسوب المياه في البحر، وزيادة رقعة التصحر، والجفاف، والبرد القارس في بعض المناطق، وكثرة الفيضانات وغيرها من العلامات التي تُشير لارتفاع درجة حرارة الأرض. حيث يشبّه الكتاب ما بين ردة الفعل تجاه أزمة التغير المناخي بردة الفعل تجاه آثار التدخين؛ وذلك لتأذر إصابة المدخن بسرطان الرئة لما يصل إلى 25 عام. ومن ثم فإن ارتفاع درجة حرارة الأرض ليس وليد اللحظة، وإنما عبر عقود من السنين. وعليه، يرى الكاتبان أن استخدام التقنيات المتاحة مع ضيق الوقت قد لا يسعفنا لمنع ارتفاع درجة حرارة الأرض وإنما سيساعدنا في الحد من معدل الارتفاع ومدى تسارع وقوع الأزمة. لذلك حرّص الكاتبان على أهمية التعاون الدولي وخصوصًا من قبل الدول العظمى كالولايات المتحدة الأمريكية، مع الأخذ بالاعتبار أن الاقتصاد العالمي يعتمد بشكل أساسي على طاقة الوقود الأحفوري، ولذا يجب على المستهلك والمستثمر تقبل آثار التحول نحو الطاقات البديلة لمواجهة الأزمة. ويختتم الكتاب هذا الفصل ببعض الحلول

المقترحة للحد من الانبعاثات، كالتحول نحو الطاقة المتجددة بدلًا من الاعتماد على الوقود الأحفوري، ورفع كفاءة الطاقة، واستبدال بعض أنواع الوقود بالوقود النظيف، وتحويل المعدات الضخمة في المصانع إلى معدات كهربائية، واستخدام السيارات الكهربائية، والرفع من كفاءة الرعي والزراعة، والحد من قطع الأشجار في الغابات لاستدامة الغطاء النباتي.

كما يشرح الكتاب كذلك بعض التأثيرات الطبيعية التي من شأنها رفع درجة حرارة الأرض. حيث تعد أشعة الشمس مصدر الحرارة الأول للأرض بشكل يومي، ولكنها تَعبُر بشكلٍ طبيعي يتماشى مع دورات طويلة المدى تمر بالأرض، التي شرحها العالم ميلانكوفيتش من خلال نظرية دورات ميلانكوفيتش التي تفسر التغيرات الكبيرة التي حدثت للكوكب على مدى آلاف السنين من خلال حركة الأرض داخل المجرة. ولكن ما حدث خلال القرن الماضي من تسارع في ارتفاع درجة حرارة الأرض مقرون بتسارع بارتفاع معدلات الكربون في الجو يدعم فكرة تأثير الإنسان على الطبيعة. فرغم أن للكربون دورة حياة طويلة المدى عبر ملايين السنين تكونت معها مصادر الطاقة الأحفورية، ودورة قصيرة المدى من خلال تبادل الكربون بين الطبيعة في اليابسة والبحر، فإن الارتفاع العالي لمعدلات الكربون في الجو في القرن الماضي لا يفسره سوى وجود أسباب من صنع البشر أثرت بشكل كبير كالثورة الصناعية. ويتوقع المؤلفان بأن السببين الحقيقيين للاحتباس الحراري هما: زيادة عدد البشر بشكل كبير مما يتطلب ضخ كميات أكبر من الطاقة لتلبية احتياجاتهم، وكذلك ارتفاع مستويات المعيشة مما زاد الطلب على المواد الصناعية بشكل أكبر. فانعكاس هذه المتطلبات هو كميات متزايدة من الانبعاثات الصناعية والتي دفعت لتسارع ارتفاع منسوب الكربون في الجو.

ويعتقد المؤلفان أن تأثيرات الاحتباس الحراري قد بدأت بالظهور من خلال ارتفاع نسبة تركيز الكربون في الغلاف الجوي وارتفاع درجة حرارة الأرض درجة مئوية ومن المتوقع أن تصل إلى درجتين في حال استمر الوضع على حاله. كما أنه لوحظ ارتفاع منسوب المياه في البحار مع ارتفاع درجة حرارة مياه المحيطات عن معدلاتها الطبيعية. أما الأقطاب المتجمدة، فلقد لوحظت عدة تأثيرات عليها أظهرت تسارع في معدلات ذوبان الجليد وأن الغطاء الجليدي أصبح أقل سماكةً مما كان عليه. وعلى اليابسة، أصبح الغطاء النباتي يتراجع مقارنة بزيادة في التصحر والجفاف متأثرًا بحالات الطقس الشديدة وغير المعهودة من حرائق في الغابات، وفيضانات شديدة، وعواصف فاتكة ومتكررة على غير العادة.

فيقرن المؤلفان هذه الأحداث غير الطبيعية بظاهرة الاحتباس الحراري، والتي يرى المؤلفان ارتباطها بشكل وثيق بالثورة الصناعية المدفوعة بالاعتماد على مصادر الطاقة الأحفورية من خلال النفط والغاز والفحم؛ مما يدفع بأهمية الحد من استخدام هذه المصادر لحماية الأجيال القادمة في المستقبل قبل حدوث كوارث أشد فتكًا على الطبيعة والبشر. فالوقود الأحفوري الذي يشكل 85% من الطاقة المستخدمة لخدمة البشر يزيد من معدلات الكربون في الجو والذي تستغرق الطبيعة – بأمر الله – مئة عام للتخلص من 40% منه. ومن ثم فإن الزيادة غير الطبيعية في معدلات الكربون تحتاج لتدخل البشر للخفض منها بشكل سريع من خلال الحد من استخدام الوقود الأحفوري، والتحول للطاقة البديلة لمعالجة هذه الأزمة.

وتأتي الجهود الدولية في نظر الكتاب كردة فعل بحاجة لتسريع الوتيرة لمواجهة هذه الأزمة. حيث بدأ أول تقارير الهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ في عام (1990م)، التي أقر نطاق عملها في عام (1992م) في اجتماع ريدو جانيرو الشهير، واستمرت من حينها في إصدار تقاريرها التي تربط آثار التغير المناخي بتدخل الإنسان من خلال الثورة الصناعية.

وكان في عام (2015م) الفضل لاتفاقية باريس في الدفع بشكلٍ جدي نحو حلول علمية وتقنية للخفض من معدلات الكربون في الغلاف الجوي. وعليه، بدأت معظم الدول بإعلان مستهدفاتها للوصول للحياد الصفري؛ وذلك للحد من الآثار المتوقعة من خلال مسارين: الأول لمواجهة ارتفاع درجة حرارة الأرض بمعدل درجة ونصف مئوية، والآخر لارتفاع درجة حرارة الأرض بمعدل درجتين مئوية. فالهدف في نظر الكاتبان هو العودة للمعدلات الطبيعية للكربون في كوكب الأرض، التي ستكون حتمًا تكلفتها باهظة على الدول والمستهلك، ولكنها قطعًا ستكون أقل من تكلفة مواجهة الآثار الشديدة للتغير المناخي في المستقبل؛ حيث إنها قد تغيّر من موازين الطبيعة مما سيؤثر على الحياة الفطرية وصحة البشر.

لذلك أسهب المؤلفان في شرح الحلول المتاحة للتحول نحو الحياد الصفري من خلال تعزيز استخدامات أنواع أخرى من الطاقة البديلة، والاستغناء عن الوقود الأحفوري. حيث يعد الفحم أكبر مصادر الانبعاثات الكربونية ويليه النفط ومن بعدهم الغاز الطبيعي، الذي يعد الخيار الأمثل للتحول في نظر المؤلفان. وتأتي خيارات الطاقة المتجددة كالطاقة الشمسية وطاقة الرياح والطاقة المائية كأساس لمستقبل الطاقة العالمية؛ وذلك لخلوها من الانبعاثات الكربونية. وتعد الطاقة النووية خيارًا يصعب الاعتماد عليه، وذلك للآثار المترتبة على النفايات النووية بالرغم من خلو هذا النوع من الطاقة من الانبعاثات الكربونية، ولذا تتجه العديد من الدول للتخلص من مصانع الكهرباء بالطاقة النووية. ويجعل الكتاب الهيدروجين المُنتج من الطاقة المتجددة خيارًا قويًا لتقليل الانبعاثات من خلال حرق الهيدروجين بدلًا من الغاز الطبيعي، ولكنه خيارًا يواجه العديد من التحديات في البنية التحتية والتكلفة الباهظة في الإنتاج. ويعد التقاط ثاني أكسيد الكربون من الهواء وإعادة استخدامه من خلال دمجه مع الهيدروجين لإنتاج أنواع متعددة من الوقود أحد الخيارات التي من شأنها تقليل الانبعاثات وإنتاج وقود متجدد يمكن استخدامه ونقله بنفس أدوات البنية التحتية المتاحة حاليًا. ويكمن التحدي في أن كل نوع من هذه الأنواع يواجه عدة مصاعب وتحديات تمنع من الاعتماد عليه مقارنة بمصادر الطاقة الأحفورية التي تتوفر بشكل كبير وبتكلفة بسيطة متناغمة مع البنية التحتية والتقنيات التي اعتمد عليها البشر منذ أكثر من مئة عام.

وبالنظر إلى من سيقود هذا التغيير على مستوى العالم، تطرق المؤلفان لجهود بعض الدول المتقدمة، حيث تعتبر ألمانيا من أوائل الدول التي بادرت نحو التحول للطاقة النظيفة من خلال دعم أسعار الكهرباء المنتجة من الطاقة المتجددة بعقود طويلة المدى، وإعلان أهدافًا طموحة لخفض الانبعاثات مقارنة بدول الاتحاد الأوربي. ولا يعد الكاتبان الجهود التي تبذلها الولايات المتحدة جهودًا مؤثرة؛ حيث تطرقا لإنتاج الولايات المتحدة من النفط بشكل كبير وتبعات توجهها للانسحاب من اتفاقية باريس كمؤشر لتخاذل الولايات المتحدة في هذا الشأن، رغم التجربة النوعية التي قدمتها ولاية كالفورنيا في خفض الانبعاثات والتحول نحو الطاقة المتجددة. الصين والهند على الجانب الآخر تواجهان تحديًا كبيرًا في تعداد السكان المهول الذي يدفع لكميات استهلاك عالية من الكهرباء المنتجة من الوقود الأحفوري رغم الخطوات المتسارعة من الصين نحو الطاقة المتجددة والسيارات الكهربائية. أما اليابان، فهي تعاني من شح الموارد الطبيعية مما يدفعها لاستيراد 90% من مصادر الطاقة المنتجة بالوقود الأحفوري عطفًا على قرارها بالتوقف عن استخدام الطاقة النووية، على عكس روسيا التي تدفع نحو بناء مصانع للطاقة النووية وتطوير تقنياتها، ولكنها ما تزال تدفع لاستخدام مواردها الطبيعية الوافرة من الوقود الأحفوري. لذلك يكمن التحدي في نظر الكتاب بضعف التعاون الدولي لتحقيق المستهدفات مما يتطلب دعم الشعوب للدفع بالقرارات السياسية خصوصًا في الدول الديموقراطية، وكذلك دعم الإعلام لهذه القضية من خلال نشر الوعي بشأنها. رغم وجود التقنيات، إلا أنه يصعب الاعتماد عليها في ظل اعتماد الاقتصاد العالمي على الوقود الأحفوري والحاجة لاستثمارات ضخمة للتحول للطاقة البديلة. وتأتي هذه التحديات مقرونة بشكوك بمصداقية تأثير الانبعاثات على

التغير المناخي، وأنه حاله طبيعية ستحدث بغض النظر عن تأثير البشر؛ وهذا ما يدفع لوجود الكثير من قصص الفشل ما بين تجارب النجاح للتحول.

توجد في نظر المؤلفين العديد من تجارب النجاح لخفض الانبعاثات بما يتماشى مع النمو الاقتصادي. فعلى سبيل المثال، التجربة الأوروبية للدفع باستخدام سيارات بمحركات الديزل بدلًا من محركات البنزين، وكذلك تجربة الولايات المتحدة بإضافة مادة الإيثانول لمزيج وقود المحركات مما يساعد بحرق أقل ومن ثم خفض الانبعاثات. كما أشار الكاتبان لتجربة ولاية كالفورنيا بفرض ضرائب على كمية الانبعاثات، وكذلك تأثر العالم بارتفاع أسعار النفط في السبعينات الميلادية مما دفع العديد من مصانع السيارات للنظر في كفاءة المحركات ورفع جودة أداء المحرك للتقليل من كمية الوقود المستخدم. ونوّه الكتاب إلى تجربة ولاية تكساس الأمريكية برفع نسبة الطاقة المتجددة في مزيج الطاقة ليصل إلى أعلى من 25% بالرغم من توفر كميات مهولة من النفط في نفس المناطق. ولكن، مازال الدعم الحكومي الذي تتلقاه مصادر الطاقة من الوقود الأحفوري والذي يجعلها منخفضة التكاليف مقارنة بمصادر الطاقة الأخرى تحديًا كبيرًا يواجه التحول نحو الطاقة البديلة.

ولخص المؤلفان خريطة الطريق نحو الوصول للحياد الصفري، على الرغم من عدم تفاؤلهم بالمقدرة على تحقيق هذا الهدف؛ فلا خيار آخر بنظرهما يمكن الأخذَ به سوى الاستمرار بخفض الانبعاثات مهما كانت التكلفة. فتتلخص خريطة الطريق المقترحة بثمانِ قرارات على النحو التالي:

- رفع كفاءة إنتاج واستهلاك الطاقة من خلال سن أنظمة وتشريعات تدفع باستبدال المعدات الأعلى كفاءة بالمعدات القديمة في المصانع، وكذلك استبدال الأجهزة المنزلية ذات الكفاءة بأجهزة تستهلك الطاقة.

- تحويل 50% من مزيج الطاقة الكهربائية العالمي ليصبح من الطاقة المتجددة كالطاقة الشمسية وطاقة الرياح؛ مما سيسهم بخفض ملحوظ في كميات الانبعاثات المنتجة من طاقة الوقود الأحفوري.

- استبدال المعدات الحالية بمعدات كهربائية في المصانع بمعدل 0.5% سنويًّا وتشغيلها باستخدام الطاقة المتجددة.

- زيادة عدد السيارات الكهربائية لتصل إلى 900 مليون سيارة في عام (2050م) وكذلك رفع كفاءة المحركات لتصل إلى 56 ميل لكل جالون من الوقود، الذي بدوره سيحقق خفض إضافي في الانبعاثات.

- التوقف عن إزالة الغابات، وإعادة تأهيل وزراعة الأراضي التي تمت إزالتها من خلال سن أنظمة وقوانين تحد من الإزالة العشوائية وتحفز على المحافظة على الغطاء النباتي.

- تحسين ممارسات الرعي والزراعة من خلال رفع كفاءة المعدات الزراعية، وتبنّي ممارسات صحيحة وصديقة للبيئة تحد من زيادة انبعاثات المزارع والمراعي.

- فرض "ضريبة الكربون" بشكل تدريجي يحد من الاستهلاك العالي للوقود الأحفوري أو المنتجات المتسببة بإنتاج كميات عالية من الانبعاثات من خلال عمليات تصنيعها أو إنتاجها.

- دعم البحث والتطوير في مجالات التقاط الكربون وإعادة استخدامه أو تخزينه مما يمنع من وصول الانبعاثات للجو؛ حيث يمكن لهذه التقنيات الحد من كميات الانبعاثات المتوقعة.

- إعادة النظر في استخدام الطاقة النووية لإنتاج الكهرباء، والعمل على البحث في حل مشاكل النفايات النووية والمخاطر المتوقعة؛ حيث يمكن لها الدفع في الحد من الانبعاثات بشكل كبير حال مواجهة تحدياتها.

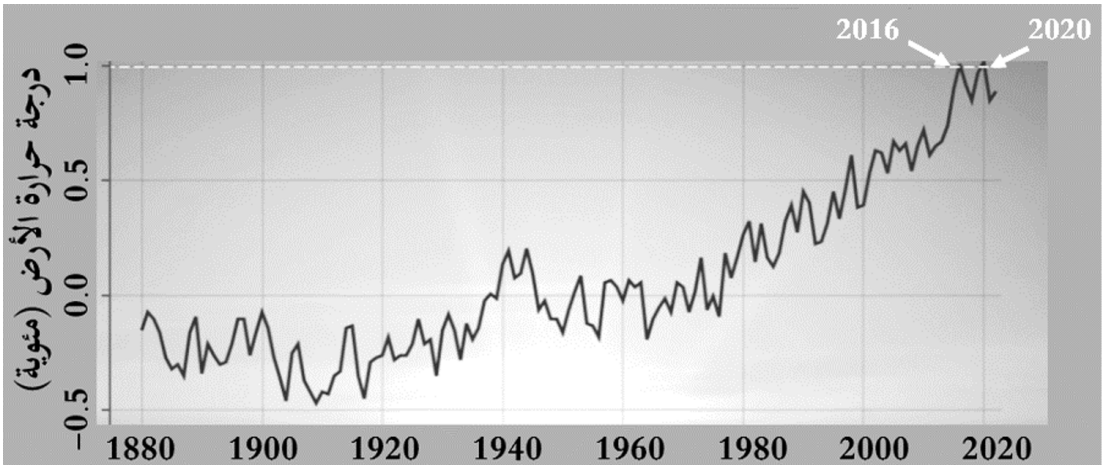
ومن خلال تحقيق الكاتبين، فإن القرارات الأربع الأولى في خريطة الطريق المقترحة أعلاه يمكن أن تحقق خفض انبعاثات بمعدل 34.6 مليار طن من الغازات الدفيئة في عام (2050م)، ومن ثم سيكون المتبقي من الانبعاثات المتوقعة في عام (2050م) قرابة 47.2 مليار طن من الغازات الدفيئة وهذا ما يعيدنا إلى نفس كمية الانبعاثات في عام (2010م). كما استعرض الكاتبان بعضًا من المقترحات الجيوهندسية التي بدورها قد تحد من ارتفاع درجة حرارة الأرض، كالتنبؤ بالبراكين والكوارث الطبيعية؛ الذي بدوره سيحد من مخاطر إنتاج كميات غير متوقعة من الانبعاثات.

ويختتم المؤلفان هذا السرد بأن التحول قادمٌ لا محالة. فالتخطيط المبكر سيكون له دورٌ في تجنبِ التكاليف المستقبلية للتحول الجبري عند حدوث الكوارث. رغم أن التقنيات الحالية تواجه العديد من التحديات، فإن الدفع بالقوانين والتشريعات، والتعاون الدولي، ودعم مراكز الأبحاث، والتخطيط المبكر من شأنه تسريع الوتيرة ومواجهة المصاعب في وقت مبكر.

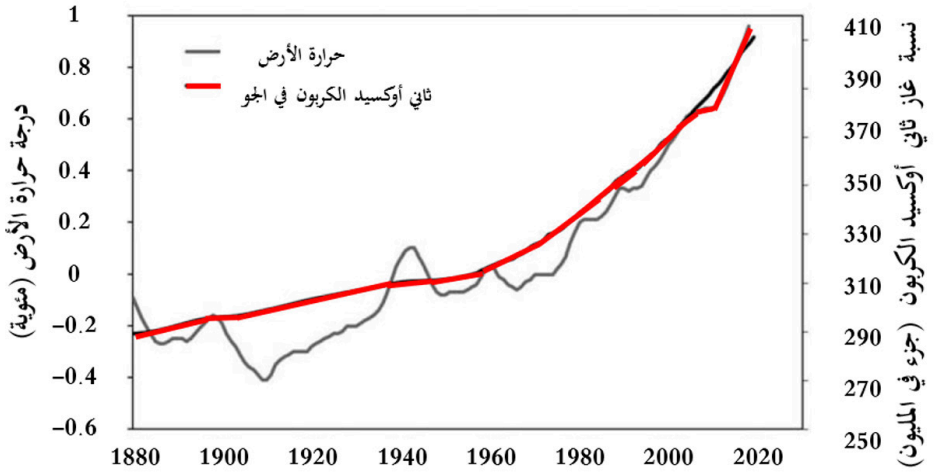
موجز كتاب "الوصول إلى الحياد الصفري وما يلزم لحل أزمة المناخ العالمية"

توطئة: هذه المقالة تقدم نظرة موجزة عن كتاب "الوصول إلى الحياد الصفري وما يلزم لحل أزمة المناخ العالمية" للكاتبين "ويليام فليتشر" و"كريغ سميث". أهمية الكتاب أنه يتناول الحاجة الملحة لفهم أسباب وآثار وأدلة الاحتباس الحراري؛ نظرًا للكمية الكبيرة من المعلومات المضللة حول أزمة المناخ، وصعوبة فهم المادة العلمية المتعلقة بالموضوع. كما يستقصِي الكتاب الخطوات العملانية المقترحة التي قد تهُمّ العلماء والمهندسين والمواطنين والمهتمين، بهدف مناقشة وتحقيق أهداف "الحياد الصفري" التي حددتها اللجنة الحكومية الدولية لتغير المناخ. ينقسم الكتاب إلى ثلاثة أقسام: القسم الأول يتناول الشرح العلمي لظاهرة الاحتباس الحراري وخطورة هذه الظاهرة على بيئتنا. القسم الثاني يتناول السناريوهات المتوقعة للوصول إلى الحياد الصفري، مع استشراف التحديات المتوقعة. القسم الثالث يقدم خطة عمل متكاملة للوصول إلى الحياد الصفري مع توقع لما يمكن تحقيقه عملانياً في الواقع.

المقدمة: يتمحور الكتاب حول مفهوم الاحتباس الحراري، وتهديده الكبير لوجود الأرض. يُعزى هذا التهديد بشكل أساسي إلى زيادة الانبعاثات الغازية منذ بدء الثورة الصناعية عام 1750، وتحولها إلى غازات دفيئة ومحتبسة في الغلاف الجوي، مما أدى إلى ارتفاع حاد في درجة حرارة الأرض بما يعادل درجة مئوية واحدة كما تُظهره الصورة البيانية التالية:



والصورة التالية تُظهرُ تلازمَ ارتفاع حرارة الأرض مع ارتفاع نسبة غاز ثاني أكسيد الكربون (CO2)في الجو، وهو أحد أهم الغازات المنبعثة الناتجة من النشاط البشري كما سيتبيّن في الكتاب:



آثار ارتفاع حرارة الأرض متعددة، لعل أهمَّها ارتفاعُ منسوب البحار، وتزايد ظاهرة تبدل المناخ، وتزايد ظاهرة التصحّر. وتَكمُن المشكلة في أن حرارة الأرض ستستمر في الارتفاع حتى لو توقفت الانبعاثات الآن، نتيجةً لبقاء هذه الغازات في الغلاف الجوي. وقد شدَّدت اللجنة الدولية المعنية بظاهرة تبدل المناخ على ضرورة تحقيق انبعاثات صفرية صافية بحلول عام 2050 للحد من ارتفاع حرارة الأرض عند درجة 1.5 مئوية.

ولمواجهة هذا التهديد، يقترح الكتاب سلسلة من الحلول منها: التحول نحو مصادر الطاقة المتجددة، وتعزيز الكفاءة في استهلاك الطاقة. ومن الحلول كذلك الاعتماد على الكهرباء أو الهيدروجين بدل الوقود الأحفوري في استهلاك الطاقة اللازمة للاقتصاديات والصناعات والتدفئة ووسائل النقل. ومنها أيضًا تعزيز زراعة الأشجار، التي تعد من أهم وأنجح الوسائل الطبيعية القادرة على امتصاص ثاني أوكسيد الكربون من الغلاف الجوي والتخلص منه. ورغم أن هذه الحلول قد تبدو مكلفةً من الناحية المالية، فإن العائدَ من فوائدها على المدى الإنساني والبيئي لا يُقدر بثمن.

ظاهرة الاحتباس الحراري

القسم الأول من الكتاب يتناول التوازن المعقّد لنظام المناخ على الأرض. تاريخيًا، مناخ الأرض قد تعرَّض للكثير من الاضطرابات، ولكنَّ التغييرات السَّريعةَ الأخيرة لا يمكن أن تُعزَى إلى مثل تلك الاضطرابات وحدها. ولذلك كان من الأهمية بمكان أن نفهمَ هذه التغييراتِ والأنشطة المُتسبّبة بها من أجل التَّحرّك واتخاذ الإجراءات الفورية اللازمة.

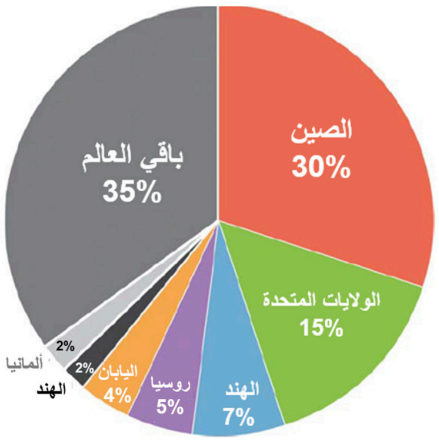
وكوكبُنا الأرضيُّ يُشبهُ في تعرّضِه للاحتباس الحراري تلك السَّيارة المركونة تحت أشعة الشمس، التي تزداد حرارتها الداخلية نتيجةَ انسياب أشعةِ الشمس عبر نوافذِها المُغلَقة. تُختزن الحرارة فيها فتزداد سخونةً طالما السيارة تستمر في

تعرضها للشمس، وطالما أنَّ النوافذَ لا تُفتح. ويمكن تشبيهُ ازدياد الانبعاثات في الغلاف الجوي، بارتفاع سماكة النوافذ الـمُغلَقة، الذي يؤدي بالتالي إلى ارتفاعٍ أسرع لحرارة السيارة الداخلية.

ويُعتبرُ ثاني أكسيد الكربون أكـثـر الغازات المنبعثة شيوعًا إذ يمثل نحو 76% منها. يليه غاز الميثان وأكسيد النيتروس وسائر الغازات الناتجة عن الانبعاثات الصناعية. ومن الـلافت أنَّ أكثرَ من 90% من ثاني أكسيد الكربون ينبعثُ من حَرق الوقود الأحفوري، وبالتحديد من عملية استهلاك الفحم والنفط والغاز الطبيعي. فالفحم والغاز الطبيعي يُستخدمان بكثرة في تشغيل محطات توليد الطاقة الكهربائية اللازمة للمدن من أجل توفير الكهرباء والتكييف والتدفئة لـمختلف متطلبات الحياة، بينما منتجات النفط مثل البنزين ووقود الديزل ووقود الطيران تستخدم في النقل. ولا ننسى استخدامَ الوقود الأحفوري في الصناعات المتعددة من خلال إنتاج الطاقة والحرارة اللازمتين للعمليات الصناعية المختلفة.

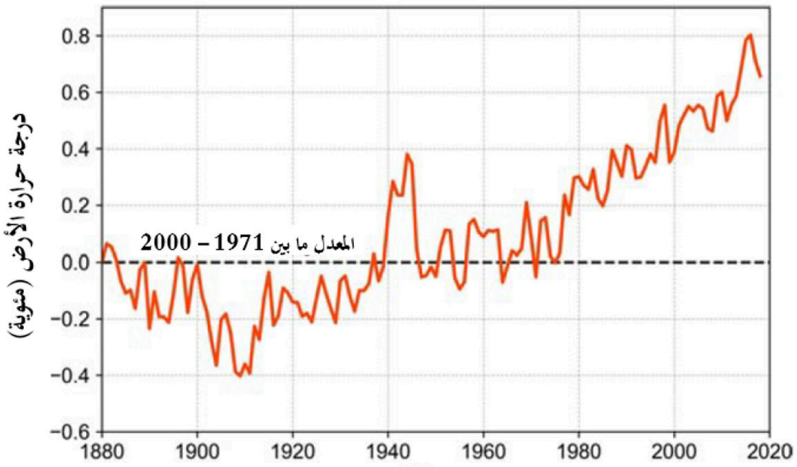
أما مشكلة قطع وقضم الأشجار والغابات من أجل استصلاح الأراضي، فهي كارثةٌ أخرى. فالأشجار والمساحات الخضراء تمتص ثاني أكسيد الكربون كجزء من عملية التمثيل الضوئي وتُزيله من الغلاف الجوي بشكل طبيعي. فعندما تتمُّ إزالةُ الغابات، يبقى ثاني أكسيد الكربون في الغلاف الجوي لمئات السنين ويتمُّ امتصاصُ بعضه من قبل المسطحات المائية. والأدهى من ذلك أن الإنسان لم يفهم بعد أنه حتى إذا تمكَّن من اختراع الوسائل الصناعية اللازمة لإزالة ثاني أكسيد الكربون من الجو، فإن هذه الوسائل ستحتاج أيضًا إلى كمياتٍ ضخمةٍ من الطاقة الباهظةِ الثمن، بحيث لن يتمكَّنَ مع ذلك من إزالة ما يكفي لخفض درجة حرارة الأرض فعليًّا.

وهذا الربط بين ظاهرة الاحتباس الحراري وبين الأنشطة البشرية الـمُتسبّبةِ في ذلك يبدو واضحًا لا لبس فيه. فإن تزايدَ التَّعداد السكاني على الأرض، الذي يُـتوقعُ أن يستمرَّ ليصلَ إلى 11.1 مليار بحلول 2100 عام ، وتطور مظاهر ومعايير الحياة المدنية والمعيشية، التي تتلازم مع زيادة استهلاك الطاقة، يُعَدّان من أهم العوامل المساهمة في مشكلة المناخ. تاريخيًّا، كانت دولٌ مثل المملكة المتحدة والولايات المتحدة من بين أكبر المساهمين في زيادة مستويات انبعاثات ثاني أكسيد الكربون بسبب أنشطتهم الصناعية. واليوم، تحتلُّ دولٌ مثل الصين والهند مراكزَ أقل بالنسبة للفرد الواحد، ولكنها ولا شك سوف تؤثر بشكل كبير في زيادة الانبعاثات في المستقبل بسبب برامجها التنموية والاقتصادية مقارنةً بأعدادها السكانية الكبيرة.

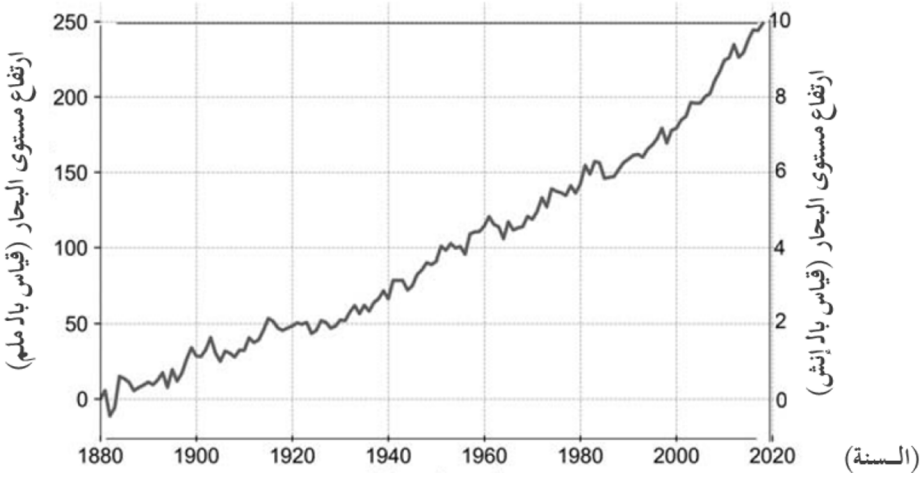


إجمالي الانبعاثات العالمية لغاز ثاني أوكسيد الكربون
(إحصاءات عام 2014)

وقد يتساءل المرء عن ماهية تلك المخاطر الناجمة عن ازدياد سخونة الأرض أو عن ازدياد نسبة الانبعاثات في الجو. المثير والمؤسف أن لائحة المخاطر طويلة ومخيفة. فمن المخاطر الكبيرة مثلًا ارتفاعُ سخونة البحار والمحيطات ما يتسبب في تغيرات مناخية من عواصفَ وأعاصير، فضلًا عن تهديدٍ كاملٍ للحياة البحرية. ومن المخاطر كذلك تزايدُ نسبة ذوبان الجليد القطبي والبحري ما يتسبب في ارتفاع مستوى البحار والمحيطات وحدوث فيضانات كبيرة تهددُ باختفاءِ مُدنٍ بأكملها. ومنها كذلك التسبب في ارتفاع الحرارة في الأجزاء الجنوبية من الكرة الأرضية ما سيؤدي حتمًا إلى تغييرات ديموغرافية للبشر بسبب هجراتهم إلى المناطق الأكثر برودة شمالًا، إضافة إلى هجرة الحيوانات، وربما إلى انقراضها، كما الحشرات والأمراض، وما يلي ذلك من اختلالٍ حادٍ في النشاط الزراعي، وتأثيره في النهاية على صحة الإنسان. أما عن مخاطر زيادة نسبة ثاني أكسيد الكربون في الجو، فيكفي أن نُشيرَ إلى تسبّبِ ذلك في زيادةِ التلّوث الجوي وامتصاصِ المُسطحات المائية لهذا التلوث وتحوّلِها إلى مياهٍ حمضية، ما سيؤدي إلى تناقص المياه العذبة على سطح الأرض.



معدل ارتفاع حرارة البحار ما بين 1880 – 2015



السيناريوهات المتوقعة والتحديات المرتقبة

وفقًا للجنة الدولية لتغير المناخ، لا بد من التخلص التَّام من ثاني أوكسيد الكربون في الجو، وذلك من خلال تقليل الانبعاثات الناتجة عن الأنشطة البشرية حتى نصل إلى الحياد الصفري. والحياد الصفري وهو اللحظة التي يكونُ فيها مقدارُ ثاني أكسيد الكربون المنبعث في الجو مساويًا مع الكمية التي تمتصُّها الأرض. وهذا الامتصاص لا يتم إلا من خلال وسيلتين لا ثالث لهما: امتصاصٌ بشكل طبيعي عن طريق الغابات والمساحات الخضراء، أو بشكل صناعي عن طريق وسائلَ تقنية تقوم بإزالته من الجو. وللأسف فإنَّ قطعَ الأشجار أو تقليصَ المساحات الخضراء سواءً لإنشاء المدن أو لشق الطرقات أو لاستصلاح الأراضي الزراعية والمراعي، يشكل نحو 13% من مجمل الأسباب المُسبّبة للانبعاثات.

ولا بدَّ هنا من لفت الانتباه إلى أنَّ الوصولَ للحياد الصفري لا يعني التمكن من خفض درجة حرارة الأرض، لأن هذا الأمر قد يستغرقُ للأسف مئاتِ السنين.

إنَّ تكلفةَ إزالةِ ثاني أوكسيد الكربون من الجو كبيرة، وتُقدَّر بحوالي 1.8 تريليون دولار لكل جزء من المليون (1 ppm). ومن هنا يُعبّر الكتابُ عن شكوكِه من الإجراءات الحاسمة والسّريعة من قبل الدول الكبرى المُـتسببة بكثرة الانبعاثات. هذا مع العلم بأنَّ تكلفةَ عدم القيام بأي إجراء قد يؤدي إلى تكاليفَ مالية قد تصلُ إلى تريليونات الدولارات، لا سيما لدى الدول النامية.

لقد كانت الجهود الدولية بارزةً في معالجة الاحتباس الحراري، منذ تكوين اللجنة الدولية لتغير المناخ (IPCC) عام 1988، وبروتوكول كيوتو عام 1997، واتفاقية باريس عام 2015. ومع ذلك، لا يزالُ تحقيقُ الأهداف المرجوّة يشكّلُ تحديًا صعبًا على بني البشر. وعليه، يذكر الكتاب ثلاثة سيناريوهات محتملة:

- الأول هو ما قد يحدث إذا لم يتمّ اتخاذ أي إجراء لوقف الاحتباس الحراري، مما سيؤدي إلى تزايد درجة حرارة الأرض إلى 4.0 درجات مئوية بحلول عام 2100.

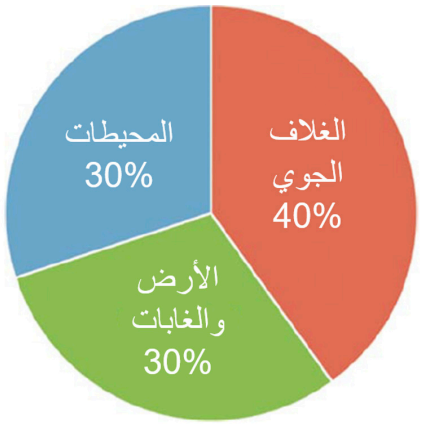
- الثاني يفترضُ أنَّ معظمَ أو جميعَ الدول التي وقَّعَت على اتفاقية باريس ستلتزمُ بوعودها وتقوم بتخفيض انبعاثات ثاني أكسيد الكربون، مما سيُخفّف من تأثيرِ الاحتباس الحراري، دون أن يوقفَه، بحيث تصل حرارة الأرض إلى رقمٍ بين 2.0 أو 3.0 درجات مئوية.

- الثالث يفترضُ استجابةً عالميةً سريعةً وفعالةً بحيث تَتَحمَّلُ الدولُ مسؤولياتها، وبالأخص الدول الكبرى المساهِمة في كثرة الانبعاثات، وتتخذ الإجراءات اللازمة للوصول إلى الحياد الصفري.

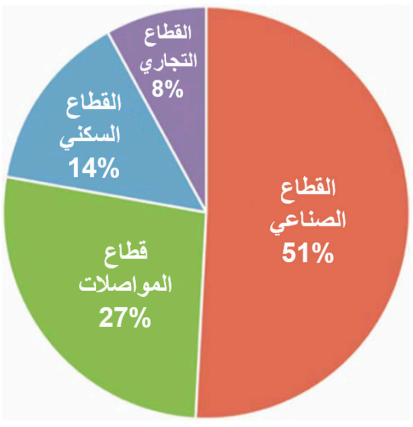
وبالـنَّظر إلى عدم جديّة الدول حتى الآن كما يبدو، وعدم رغبتها في بذل الجهد والنفقات اللازمة لتقليل الانبعاثات، فإن السيناريو الأكثر احتمالية هو الثاني، بحيث قد تصل حرارة الأرض إلى 3 درجات مئوية كما هو متوقع بحلول 2100.

إن البدائلَ المطروحة كثيرة وممكنة. وتدابيرَ التوفير والكفاءة في استهلاك الطاقة ممكنة. كما أن التَّحولَ نحو مصادر الطاقة المتجددة مثل الطاقة النووية، والطاقة الشمسية، وطاقة الرياح، والوقود الحيوي، والطاقة المائية أيضًا ممكنة، مع اختلاف كل مصدر في إيجابياته وسلبياته. فبينما توفر الطاقةُ النووية طاقةً خاليةً من الكربون، فإنها تواجهُ تحدياتٍ متعلقةً برفض الرأي العام لها والتخوف من آثار استخدامها على السلامة العامة. أما مصادر الطاقة الشمسية وطاقة الرياح، فهي تحتاج حلولاً جدّيةً لتخزين الطاقة. أما الهيدروجين، فباستطاعته أن يكون وقودًا أخضر، لأنه أكثر كفاءة من محركات الاحتراق التي تعمل بالبنزين أو الديزل ، ويتم استخراجه من الماء، ولكن بشرط استخدام الطاقة المتجددة عند توليد الكهرباء من أجل تجنب انبعاثات ثاني أكسيد الكربون.

ويقع التحدي الأكبر على أكثر الدول المساهمة في ظاهرة الاحتباس الحراري، مثل ألمانيا والولايات المتحدة والصين والهند وروسيا واليابان، التي تشكل مجتمعةً حوالي ثلثي الانبعاثات في العالم. ففي حين تَظهر ألمانيا كرائدةٍ في المبادرات الخضراء منذ عام 2000، حيث حققت انخفاضًا بنسبة 28% من الانبعاثات عام 2009، فهي لا تزال تواجه تحديات كبيرة في حاجتها للفحم والدّعم المُكلِف للطاقة المتجددة. أما الولايات المتحدة فلا تزال أكبر منتج للنفط، ولا يبدو أن هناك جدية لديها على الصعيد الفدرالي بالتحرك الفعّال. والصين التي تُعتَبرُ عملاقًا في مجال صناعة واستخدام الطاقة المتجددة، لا تزال أكبر مستهلك عالمي للطاقة. ولذلك فإن كلَّ المسألة تعتمد بشكل رئيس على التعاون الدولي، خاصةً حين يتعلّق الموضوع بإنتاج الوقود الأحفوري بكثرة، وبأسعاره المنخفضة والمنافِسة، مقابل ارتفاع تكاليف إنتاج الطاقة المتجددة ومتطلبات التقنية اللازمة لها.



أين تذهب الانبعاثات ؟



نسب استهلاك الطاقة حسب الأنشطة البشرية والقطاعات

خطة العمل المتكاملة للوصول إلى الحياد الصفري

في القسم الثالث، يُسلط الكتاب الضوء على الحاجة الملحة لوضع خطة عمل شاملة لمواجهة تحديات الاحتباس الحراري، مع إقراره بأن إمكانية تحقيق الحياد الصفري بحلول عام 2050 غير واقعية. ويقترح لذلك أوليات إستراتيجية تتضمن الإجراءات التالية:

- تعزيز كفاءة استهلاك الطاقة، لا سيما أن الخطوات المتَّخَذة حتى الآن مُبشّرة، بعد تمكُّن الكثير من الدول من خفضِ نسبةٍ جيدة من الانبعاثات نتيجة تحسين كفاءة الاستهلاك. ولذلك يقترح الكتاب أنه من الممكن خفض الانبعاثات بنسبة 1% إضافية سنويًا من خلال الاستمرار في زيادة كفاءة أنظمة الإضاءة وعمل المضخات والأجهزة المنزلية وتعزيز عزل المباني، وغير ذلك من التدابير.

- التَّحوّل نحو مصادر الطاقة المتجددة في إنتاج الطاقة والكهرباء والتدفئة. ففي عام 2018، بلغت انبعاثات المحطات الكهربائية التي تعمل على الفحم رقمًا قياسيًا جديدًا، تجاوز 10 جيجا طن من ثاني أكسيد الكربون. ويبلغ حاليا إنتاج الكهرباء من المصادر المتجددة بما يقدر بنحو 30% من إنتاج الكهرباء، ومن الممكن جدًا النجاح في الوصول إلى نسبة 50% بحلول 2050.

- تشجيع صناعة واستخدام السيارات الكهربائية. فقرابة 95% من وسائل النقل الخفيفة والثقيلة تَستخدم الوقودَ المستخرج من النفط. ومع أن نحو 5.6 مليون سيارة كهربائية متوفرة اليوم، فإن زيادة هذا الرقم إلى 900 مليون عام 2050، مع تحسين كفاءة السيارات التي تعمل على البنزين، يمكن أن يخفض ثاني أكسيد الكربون إلى 3.60 جيجا طن عام 2050.

- الوقف الفوري لقطع الأشجار وتشجيع ودعم التحريج بشكل عام.

- تبني الممارسات الزراعية المستدامة، إذ سيؤدي النمو السكاني إلى زيادة الضغط على استغلال المزيد من الغابات للزراعة. وفي الزراعة، هناك إمكانات لتحسين الأساليب وتقليل استخدام الأسمدة وانبعاثات الميثان اللازم لتربية الماشية وإنتاج لحوم البقر والألبان. ولا بد من أجل ذلك من خلق الوسائل المستدامة.

- التفكير الجدي في فرض رسوم على المتسببين بانبعاثات ثاني أكسيد الكربون.

- الإسراع في البحث والتطوير في مجال التحكم بغاز ثاني أكسيد الكربون من حيث الامتصاص والتخزين وإعادة الاستعمال والتدوير.

- إعادة النظر والبحث في المخاوف العامة من الاعتماد على الطاقة النووية في توليد الكهرباء.

خاتمة

إن الاحتباس الحراري هو خطرٌ حقيقيٌ وواقعٌ يُهدّدُ الحياةَ على الأرض كما نعرفها. وإذا لم نتعامل معه اليوم بكل ما أوتينا من وسائل، فإن الإنسانَ سيكونُ عاجزًا عن الاستمرار في المستوى المعيشي والمدني الذي وصل إليه. إنَّ معالجة هذا الخطر يتطلب نهجًا شاملاً وإستراتيجياتٍ واضحةً وجماعيةً وسياساتٍ حكوميةً صارمة، وتعاونًا دوليًا جامعًا لاتخاذ الإجراءات الفورية والمنسقة حتى نتمكنَ جميعًا من معالجة أزمة المناخ بشكل صحيح.