

الطاقة المتجددة ضرورة حتمية لخفض الانبعاثات الكربونية

- مع الإشارة إلى التجربة الصينية -

*Renewable Energy: An Imperative Necessity for Reducing Carbon Emissions**- With Reference to the Chinese Experience -*

دخية خديجة

مخبر مالية، بنوك وإدارة أعمال
جامعة محمد خيضر بسكرة، (الجزائر)

Khedidja.dakhia@univ-biskra.dz

عريان نجلاء

مخبر مالية، بنوك وإدارة أعمال
جامعة محمد خيضر بسكرة، (الجزائر)

nejla.ariane@univ-biskra.dz

المملخص	معلومات المقال
هدفت هذه الدراسة إلى إبراز دور الطاقات المتجددة في خفض الانبعاثات الكربونية في دولة الصين الشعبية، وقد تم الاعتماد على المنهج الوصفي التحليلي الذي تم من خلاله إبراز تطور استغلال الطاقات المتجددة ونمو الانبعاثات الكربونية عالميا، ودور مصادر الطاقة النظيفة في خفض هذه الأخيرة. أخيرا، تم التوصل إلى أن استغلال الطاقات المتجددة ليست خيارا وإنما ضرورة حتمية لخفض الانبعاثات الكربونية وأن الصين في وضع جيد يمكنها من تحقيق أهدافها الإنمائية والوفاء بالتزاماتها المناخية، وبلوغ الذروة الكربونية أفاق 2030 والحياد الكربوني بحلول 2060.	تاريخ الارسال: 2024/10/24 تاريخ القبول: 2024/11/26
	الكلمات المفتاحية: ✓ طاقات المتجددة ✓ انبعاثات كربونية ✓ كثافة الكربون ✓ الصين
Abstract :	Article info
<i>This study aimed to highlight the role of renewable energy in reducing carbon emissions in the People's Republic of China. A descriptive and analytical approach was employed, focusing on the development of renewable energy use, the global growth of carbon emissions, and the contribution of clean energy sources in mitigating these emissions. The study concludes that harnessing renewable energy is not merely an option, but a pressing necessity for reducing carbon emissions. Additionally, China is well-positioned to achieve its development goals, meet its climate commitments, and reach carbon peak by 2030 and carbon neutrality by 2060.</i>	Received 24/10/2024 Accepted 26/11/2024
	Keywords: ✓ renewable energies ✓ carbon emissions ✓ carbon intensity ✓ China

1. مقدمة:

لقد دفع التفكير الرأسمالي إلى الركض نحو تحقيق معدلات متزايدة من النمو الاقتصادي، لكنه في المقابل أدى إلى بروز العديد من التأثيرات السلبية كنضوب الموارد الاقتصادية سيما الطاقوية منها بسبب الاستغلال اللاعقلاني لها، والتأثير سلبي على المناخ نتيجة للإحراق المطرد للوقود الأحفوري المستخدم في جميع النشاطات الاقتصادية .

ويعتد ارتفاع حجم الانبعاثات الكربونية الناجم عن احتراق الطاقة الأحفورية مثل الفحم والنفط والغاز أحد المسببات الأساسية في ظاهرة الاحتباس الحراري التي تحول دون تحقيق الأهداف الإنمائية المسطرة وبلوغ الذروة الكربونية آفاق 2030 والحياد الكربوني بحلول 2060 في العديد من الدول سيما الصناعية الكبرى منها. لذلك جاء استغلال الطاقات المتجددة كتوجه استراتيجي لخفض هذه الانبعاثات باعتبارها طاقات نظيفة لا تنضب.

توفر الطاقات المتجددة مصدراً مستداماً ومتنفساً بيئياً لا يستهان به، فإدماجها ضمن المزيج الطاقوي بمخصص مرتفعة يؤمن خفض حجم ووتيرة الانبعاثات الكربونية في هذه الدول. وتعد الصين أكبر الدول المصنعة التي قامت بانتهاج سياسات وتبني برامج تسعى إلى تعزيز التوافق بين تطلعاتها الاقتصادية والتوجهات الإنمائية العالمية سيما تلك المتعلقة بالجانب البيئي من خلال الاستثمار في مجال الطاقات المتجددة والمراهنه على تحقيق الحياد الكربوني في الآجال المتجددة. في هذا السياق يمكن طرح الإشكالية التالية :

ما مدى مساهمة استغلال الطاقة المتجددة في خفض الانبعاثات الكربونية في الصين؟

1.1 أهداف البحث

تهدف هذه الورقة البحثية إلى:

- التعرف على مصادر الطاقة المتجددة،
- توضيح دور الطاقات المتجددة في خفض الانبعاثات الكربونية
- عرض تجربة الصين في استغلال الطاقات المتجددة ومساهمتها في خفض الانبعاثات الكربونية.

2.1 منهجية البحث

تم الاعتماد في هذه الورقة البحثية على المنهج الوصفي التحليلي الذي يبرز في عرض مختلف مصادر الطاقة المتجددة وإبراز دورها في خفض الانبعاثات الكربونية وأخيراً، عرض تجربة الصين في استغلال الطاقات المتجددة ومساهمة هذه الأخيرة في التقليل من الانبعاثات الكربونية.

3.1 منهجية البحث

للإجابة على هذه الإشكالية نقترح البناء المنهجي التالي:

أولاً : التعريف بمتغيرات الدراسة

ثانياً : العلاقة بين استخدام مصادر الطاقة المتجددة وتقليل الانبعاثات الكربونية

ثالثاً: التجربة الصينية في ادماج الطاقات المتجددة وخفض الانبعاثات الكربونية

2. التعريف بمتغيرات الدراسة

1.2 الطاقات المتجددة وواقع استغلالها في العالم

عرف العالم في السنوات الأخيرة اهتماماً متزايداً بمصادر الطاقة المتجددة بسبب العديد من الاعتبارات الاقتصادية والجيوسياسية والبيئية.

1.1.2 مفهوم الطاقات المتجددة

عرفت الأمم المتحدة الطاقات المتجددة على أنها الطاقات التي تتشكل من مصادر الطاقة الناتجة من مسارات الطبيعة التلقائية كأشعة الشمس والرياح التي تتجدد فيها بوتيرة أعلى من وتيرة استهلاكها. وتشمل المصادر الشائعة للطاقة المتجددة: الطاقة الشمسية، وطاقة الرياح، والطاقة الحرارية الأرضية، والطاقة المائية، والكتلة الحيوية (UN, 2016, p. 4)

وسميت متجددة لأنها مستمدة من الموارد الطبيعية التي لها صفة التجدد والديمومة والوفرة مقارنة بالطاقات الناضبة، بحيث لا يؤثر معدل استهلاكها الحالي على معدل إنتاجها مستقبلاً. كما أنها تعد طاقات غير ملوثة للبيئة.

من العوامل التي أدت إلى الاهتمام العالمي بالطاقة المتجددة مايلي:

- ندرة الموارد الطاقوية الأحفورية ونضوبها؛
- زيادة النمو السكاني؛
- ارتفاع الطلب على الموارد الطاقوية و توسع الأنشطة الاقتصادية؛
- تذبذب امدادات واسعار الطاقة بسبب الأزمات الاقتصادية والصراعات الجيوسياسية؛
- ارتفاع معدل الانبعاثات سيما في الدول الصناعية الكبرى؛
- التزام الدول بالاتفاقات الدولية المتعلقة بتغير المناخ والاحتباس الحراري للتوجه نحو التنمية المستدامة.

2.1.2 أنواع الطاقات المتجددة

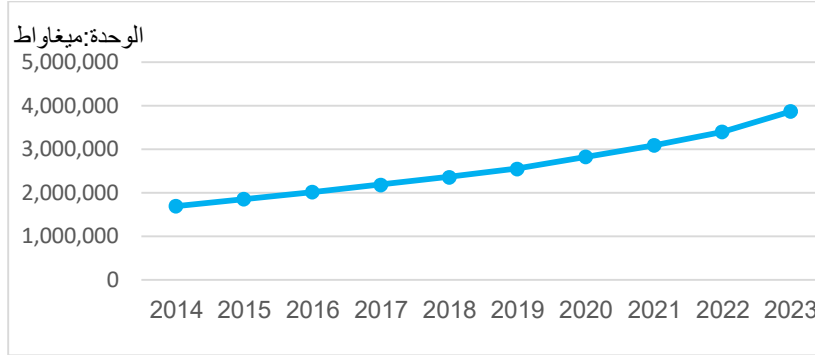
توجد العديد من أنواع الطاقة المتجددة هي:

- **الطاقة الشمسية:** تشمل الطاقة الشمسية الضوئية التي تمتصها الخلايا الشمسية لتوليد الكهرباء، والطاقة الحرارية التي تستخدم لتسخين الماء أو الهواء للاستخدامات المنزلية أو الصناعية.
- **طاقة الرياح:** تولد طاقة الرياح من خلال تحويل طاقة الرياح إلى طاقة كهربائية باستخدام مولدات الرياح.
- **الطاقة المائية:** تشمل الطاقة الهيدروليكية التي تستخدم قوة التدفق المائي لتوليد الكهرباء، سواء من خلال سدود أو محطات التدفق الحر أو الأمواج.
- **الطاقة الحرارية الجوفية:** تستخدم طاقة الحرارة الجوفية حرارة الأرض المخزنة لتوليد الكهرباء أو للتسخين والتدفئة.
- **الطاقة البحرية:** تستخدم الطاقة البحرية مصادر الطاقة في المحيطات والبحار مثل الطاقة المد والجزر والطاقة الحرارية البحرية والمد البحري.
- **طاقة الكتلة الحيوية /الوقود الحيوي:** وهي الطاقة المستخرجة من المواد النباتية والحيوانية والنفايات.
- **الهيدروجين:** يعتبر الهيدروجين أكثر العناصر وفرة في الكون وأخفها وزناً، يتم تصنيع الهيدروجين بطريقتين هما: التحليل الكهربائي والتكسير الحراري الكيميائي لجزيئات الماء.

3.1.2 المشهد العالمي لاستغلال الطاقة المتجددة في العالم

عرفت قدرات توليد الطاقة المتجددة تزايداً مستمراً حيث بلغ 1698 ميغاواط سنة 2014 وصولاً إلى 3864 ميغاواط سنة 2023 ويأتي ارتفاع انتاج وتوليد الطاقات المتجددة مدفوعاً بالجهود العالمية للتوجه نحو استدامة الطاقة وتحسين المناخ، إضافة إلى الانخفاض التدريجي لتكاليف ومعدات الانتاج وزيادة الابتكارات في المجال. يظهر الشكل (1) قدرات توليد الطاقة المتجددة عالمياً خلال الفترة 2014-2023.

الشكل 1: قدرات توليد الطاقة المتجددة عالمياً خلال الفترة 2014-2023



المصدر: اعداد الباحثين وفق مخرجات excel بالاعتماد على (IRENA, 2022, p. 3)

سنة 2022، شهد إنتاج الطاقة المتجددة العالمي نمواً ملحوظاً، مدفوعاً بزيادة الاستثمار والسياسات المتعلقة بتعزيز أمن الطاقة في مواجهة أزمة الطاقة العالمية. كانت هذه الأزمة مدفوعة جزئياً بارتفاع أسعار الوقود الأحفوري بعد الغزو الروسي لأوكرانيا. في هذا السياق، اتخذت الحكومات خطوات جادة لتسريع الانتقال إلى الطاقة المتجددة، بهدف تقليل الاعتماد على الواردات البترولية وتعزيز أمن الطاقة. ولعبت الطاقة الشمسية وطاقة الرياح دوراً رئيسياً في هذا النمو وفقاً لوكالة الطاقة الدولية، وكانت السياسات الجديدة في الاتحاد الأوروبي، الهند، والولايات المتحدة عوامل مهمة في دفع هذا التوسع، إلى جانب تطوير تقنيات جديدة مثل إنتاج الهيدروجين الأخضر. يختلف تطور إنتاج الطاقة المتجددة من مصدر طاقي إلى آخر و من منطقة إلى أخرى حيث جاءت مساهمة الطاقة الكهرومائية بنسبة 60%، طاقة الرياح بنسبة 21%، الطاقة الشمسية بنسبة 11%، الوقود الحيوي 8% (IRENA, 2024)، ويتأثر هذا التوزيع بعدة عوامل: كتوافر مصدر الطاقة في الاقليم الجغرافي، حجم النمو السكاني، مدى قابليته للاستبدال، حجم الاستثمارات في المجال، تكاليف الإنتاج و الاسعار، البنى التحتية للتخزين و النقل، كفاءة التكنولوجيا المستخدمة و السياسات الحكومية الموجهة في هذا الاطار.

ارتفع استخدام الطاقة المتجددة كمصدر موثوق للطاقة كما شهدت جميع القطاعات النهائية زيادة في اعتمادها على الطاقة المتجددة. و زادت حصة الطاقة المتجددة في جميع أربع قطاعات رئيسية عام 2020 لتصل إلى 16.8% في الصناعة، و 15.5% في قطاع المباني و الزراعة، و 4.1% في قطاع النقل (REN21, 2023, p. 1).

بلغت نسبة الاستثمار في مجال الطاقات المتجددة 29.4% من إجمالي الاستثمارات العالمية وقد شهدت ارتفاعاً مقارنة بسنة 2021 بنسبة 17.2% ويرجع ذلك بشكل رئيسي للتطور السريع في التكنولوجيا وخفض التكاليف وزيادة الاستثمار في مجال الطاقة الشمسية حيث استحوذت مشروعات الطاقة الشمسية الكهروضوئية على نسبة 46% من إجمالي الاستثمارات الطاقة المتجددة في العالم، بينما كان نصيب طاقة الرياح البحرية 29%، وأنظمة التدفئة 7%، والطاقة الشمسية الحرارية 6% والطاقة المائية 4% خلال نفس الفترة، وبلغ إجمالي الاستثمارات التراكمية 1.8 تريليون دولار أمريكي (REN21, 2023, p. 1).

2.2 مفهوم الانبعاثات الكربونية وتطورها في العالم

1.2.2 تعريف الانبعاثات الكربونية

الانبعاثات الكربونية هي إطلاق جزيئات الكربون الأسود في الغلاف الجوي الناجم عن احتراق الوقود الأحفوري والخشب وأنواع وقود الكتلة الحيوية الأخرى، وهي أحد غازات الاحتباس الحراري البشرية المنشأ المتمثلة في ثاني أكسيد الكربون، أكسيد النيتروز (N₂O)، الميثان، سادس فلوريد الكبريت (SF₆)، ومركبات الكربون الهيدروفلورية (HFCs) والمركبات الكربونية الفلورية المشبعة

(PFCs)، والمتسببة في زيادات متوسط درجات حرارة سطح الأرض وتغير المناخ. تشكل الانبعاثات الكربونية حوالي ثلاث أرباع الانبعاثات، وتمثل انبعاثات الوقود الاحفوري 90٪ من اجمالي الانبعاثات الكربونية (البنك الدولي، 2024).

ينتج انبعاث ثاني أكسيد الكربون عن احتراق الوقود السائل (مثل البنزين وزيت الوقود)، الوقود الصلب (مثل الفحم)، الوقود الغازي (مثل الغاز الطبيعي)، عمليات التصنيع (مثل انتاج الاسمنت)، حرق الغاز صناعياً وفي الآبار الهيدروكربونات غير الوقودية. وتؤدي زيادة تركيز وتراكم انبعاثات غاز ثاني أكسيد الكربون في الجو إلى حدوث موجات من الجفاف، وهطول الأمطار الغزيرة وتشكل ظاهرة "النينو" في بعض المناطق من العالم، وتقويض خدمات النظم الإيكولوجية كالمياه النقية والتربة الخصبة، والزيادة في الكوارث الطبيعية.

كما تؤثر هذه الانبعاثات على جودة حياة البشر فزيادة تراكيزها في الجو يرفع احتمالية إصابة الأفراد بالأمراض المناعية كالحساسية والامراض التنفسية كالسرطانات والربو ما يكلف الدول مبالغ طائلة هي في غنى عن انفاقها.

يعد مؤشر "كثافة الكربون" أحد المؤشرات البيئية الأكثر تعبيراً عن مدى نظافة نظام الطاقة من حيث انبعاث الغازات الضارة التي تسهم في تغير المناخ، ويقيس نسبة انبعاثات الغازات الدفيئة إلى استهلاك الطاقة ويعبر عنه بالعلاقة: اجمالي كمية الانبعاثات / اجمالي استهلاك الطاقة.

يُعتبر هذا المعدل واحداً من عدة مقاييس تستخدم لقياس مدى كفاءة الأنشطة الاقتصادية والاجتماعية في استهلاك الطاقة. ويتأثر هذا المعدل بشكل كبير بمزيج مصادر الطاقة الأولية وكفاءة تقنيات التحويل والاستخدام النهائي للطاقة في النظام المعني. ويحدد مؤشر كثافة الكربون أيضاً كمية ثاني أكسيد الكربون المنبعثة لكل وحدة من الناتج الاقتصادي ما يعكس مدى كفاءة الاقتصاد في انتاج الناتج المحلي الاجمالي مع خفض الانبعاثات، ويعبر عنه بالعلاقة: اجمالي كمية CO₂ المنبعثة / الناتج المحلي الاجمالي.

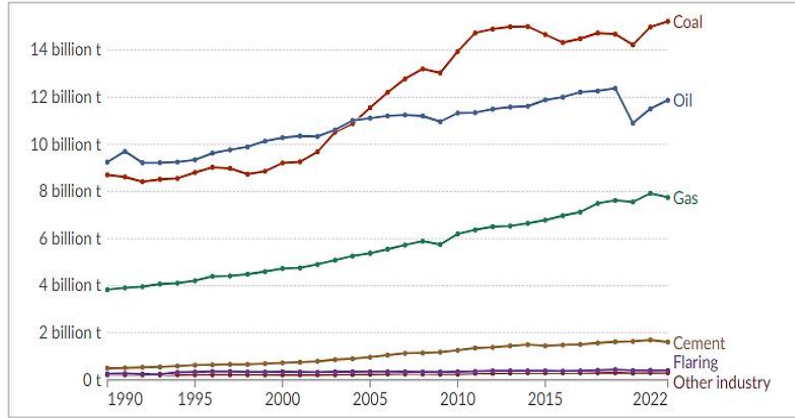
2.2.2 المشهد العالمي لتطور الانبعاثات الكربونية في العالم

– تطور الانبعاثات الكربونية عالمياً

عرفت الانبعاثات الكربونية الناجمة عن احتراق الوقود الاحفوري في العالم ارتفاعاً متزايداً، حيث بلغت اقصى قيمة لها سنة 2022 مسجلة 37.15 بليون طن، باستثناء سنة 2020 حيث انخفضت إلى 35.01 بليون طن (our world in data, 2023). ويفسر ارتفاع حصص الانبعاثات الكربونية بالزيادة السكانية التي عرفت مختلف أنحاء العالم، وارتفاع الطلب على الطاقة الأحفورية التي تعد مدخلاً هاماً في كل القطاعات الاقتصادية والأنشطة الإنسانية، ويعزز هذا التفسير انخفاض حصة الانبعاثات الكربونية سنة 2020 بسبب الركود الذي عرفه الاقتصاد العالمي جراء تراجع الأنشطة الاقتصادية.

تختلف حجوم وتراكيز الانبعاثات الكربونية باختلاف مصادر الطاقة حسب الكتلة والحجم، ويشكل الفحم أكثر مصادر الطاقة الأحفورية انبعاثاً (أكثر كثافة كربونية عند الاحتراق) يليه النفط ثم الغاز، وسجلت حصة الانبعاثات الكربونية لكل منها تزايداً بسبب اعتمادها كطاقة أساسية في كل القطاعات الاقتصادية سيما في الاقتصاديات الصناعية. في عام 2022 حاز الفحم على 41٪ من اجمالي انبعاثات الوقود الاحفوري، يليه النفط بنسبة 32٪ ثم الغاز بنسبة 21٪. يحصي العالم اليوم نحو 8500 محطة توليد كهرباء تعمل بالفحم قيد التشغيل تزيد سعتها عن 2000 جيجاوات، وهي تولّد أكثر من ثلث إمدادات الكهرباء العالمية (البنك الدولي، 2021). وينطلق من محطات توليد الكهرباء التي تعمل بالفحم خمس (5/1) انبعاثات الدفيئة العالمية، ويأتي نحو 60٪ من الكهرباء المؤدّة في الصين والهند وإندونيسيا من الفحم. وبالمثل، توجد قرابة 90٪ من محطات توليد الكهرباء الجديدة التي تعمل بالفحم ويجري تطويرها أيضاً على مستوى العالم في اقتصادات صاعدة ونامية أغلبها في آسيا (البنك الدولي، 2021). يمثل الشكل (2) تطور الانبعاثات الكربونية المتأتية من مصادر الطاقة الأحفورية خلال الفترة 1990-2022:

الشكل 2: تطور الانبعاثات الكربونية العالمية حسب نوع الوقود والصناعات خلال الفترة 1990-2022

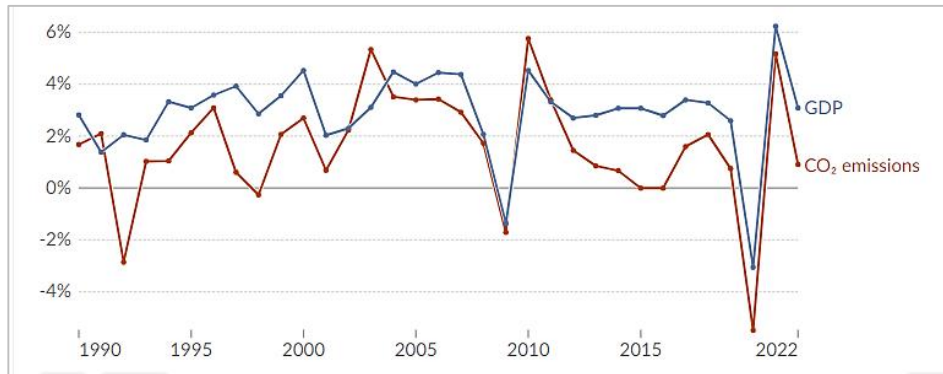


المصدر: (our world in data, 2023)

– الانبعاثات الكربونية والنمو الاقتصادي

أثبتت العديد من الدراسات وجود علاقة بين النمو الاقتصادي والانبعاثات الكربونية ذلك أن الدول التي تحقق مستويات مرتفعة من النمو هي الدول التي تسجل أحجاماً مرتفعة من الانبعاثات. وحسب ما جاء في التقارير الدولية يلاحظ أن كل من الصين، الولايات المتحدة الأمريكية وأوروبا هي الفاعل الأكبر في حقن الغازات الكربونية في العالم في العقود الأخيرة. سنة 2022 سجلت الصين 10.91 بليون طن من CO₂ مشكلة 31٪ من انبعاثات الكربون العالمية، تليها الولايات المتحدة الأمريكية بحجم انبعاث CO₂ مقدار ب 5.06 بليون طن أي بنسبة 14.45٪ ثم الاتحاد الأوروبي المكون من 27 دولة ب 3.74 بليون طن بنسبة 10.7٪ (our world in data, 2023). من جهة أخرى، حقق العالم سنة 2021 نمواً في الناتج المحلي الإجمالي بنسبة 6.23٪ مع نسبة نمو مقدرة ب 5.17٪ للانبعاثات الكربونية، وحقق سنة 2022 نسبة نمو مقدرة ب 3.09٪ بالنسبة لـ GDP مقابل 0.91٪ من الانبعاثات. يوضح الشكل التالي تغير نسب النمو الناتج المحلي الإجمالي والانبعاثات الكربونية في العالم الذي يبرز تناسبية العلاقة بين المتغيرين:

الشكل 3: تطور نمو الناتج المحلي الإجمالي والانبعاثات الكربونية العالمية في العالم خلال الفترة 1990-2022

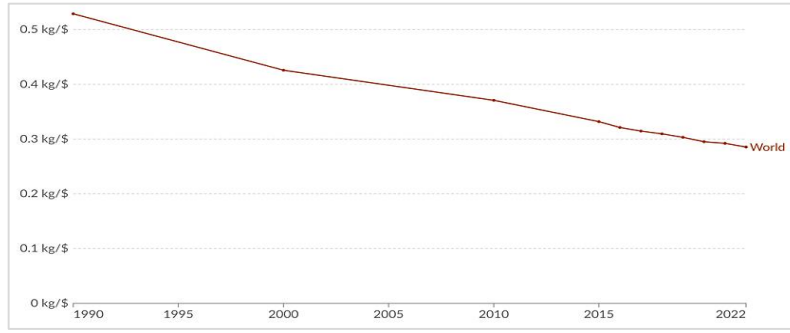


المصدر: (our world in data, 2023)

– تطور كثافة الكربون في العالم

نجح العالم في خفض التدرجي لكثافة الكربون حيث سجل 0.53 كغ/دولار سنة 1990 وصولاً إلى 0.29 كغ/دولار أي بنسبة انخفاض تراكمية مقدرة ب 45.28٪ ونسبة انخفاض سنوية ب 1.87٪، وهو ما يوضحه الشكل التالي:

الشكل 4: تطور كثافة الكربون في العالم خلال الفترة 1990-2022



المصدر: (our world in data, 2023)

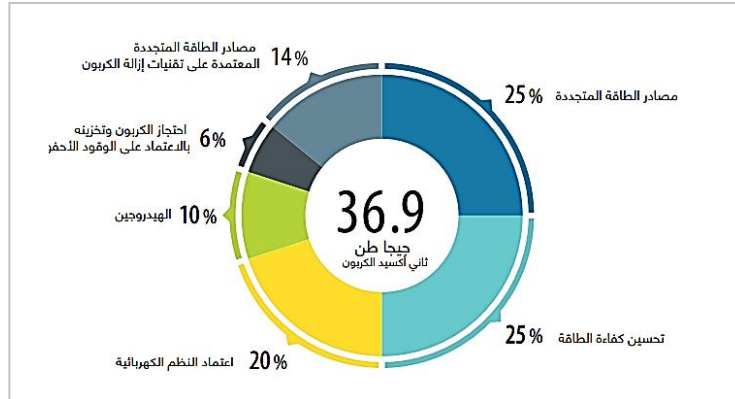
يمكن تفسير انخفاض كثافة الكربون في العالم إلى استعانة الدول سيما الدول الصناعية الكبرى كالصين والولايات المتحدة الأمريكية بالتكنولوجيات المخفضة للكربون والتحسينات في النظم الكهربائية وكفاءة الطاقة، وزيادة حصص تغلغل الطاقات المتجددة في محفظة الطاقة بسبب انخفاض تكاليفها الرأسمالية وانخفاض أسعار الطاقة الشمسية وطاقة الرياح والبطاريات ورفع حصص استغلال الهيدروجين، والكتلة الحيوية المستدامة واستخدام تكنولوجيا احتجاز الكربون وتخزينه. ويساهم هذا المسار في خفض نحو 37 جيجا طن من الانبعاثات السنوية من غاز ثاني أكسيد الكربون بحلول عام 2050 حسب تقرير صادر عن وكالة الطاقة الدولية.

3. العلاقة بين استخدام مصادر الطاقة المتجددة وتقليل الانبعاثات الكربونية

1.3 الطاقات المتجددة وخفض كثافة الكربون

يعتمد خفض حصص الغازات الدفينة والكربونية منها على العديد من الأدوات التي تتنوع بين اعتماد النظم الكهربائية، والهيدروجين الأخضر، والاستخدام المباشر لمصادر الطاقة المتجددة، وتوضح كما يلي:

الشكل 5: تقليل الانبعاثات بحلول عام 2050 من خلال 6 وسائل تكنولوجية



المصدر: (الوكالة الدولية للطاقة المتجددة، 2022، صفحة 8)

إن تقليل الانبعاثات يتم باللجوء إلى العديد من الابتكارات التكنولوجية لتحسين كفاءة الطاقة (25%) وتحسين النظم الكهربائية (20%) واحتجاز الكربون وتخزينه اعتماداً على الوقود الأخضر (6%)، إلا أن استخدام مصادر الطاقة المتجددة يعد أحد أهم حلول تقليل الانبعاثات وأكثرها نجاعة، و يبرز من خلال عدة قنوات كالاستخدام المباشر للطاقات النظيفة (25%)، واستغلال مصادر الطاقة المتجددة المعتمدة على تقنيات إزالة الكربون (14%)، وتصنيع الهيدروجين واستغلاله كحامل طاقة مستدام (10%).

2.3 الطاقات المتجددة ونتاج الكهرباء دون أي انبعاثات كربونية

تعدّ مصادر الطاقة المتجددة الخيار الأمثل لزيادة قدرات قطاع الطاقة لأغلب دول العالم وهي تهيمن على الاستثمارات الحالية. ويمكن انتاج الكهرباء دون أي انبعاثات كربونية باستخدام مصادر الطاقة المتجددة (طواحين الهواء والطاقة الكهروضوئية، والطاقة الشمسية المركزة والسدود الكبيرة ومحطات الطاقة الكهرومائية الصغيرة والكتلة الاحيائية) ومصادر الطاقة النووية ومصادر الوقود الأحفوري المزودة بتكنولوجيا احتجاز الكربون وتخزينه. بالإضافة إلى ذلك، يمكن استخدام الطاقة الحيوية المزودة بتكنولوجيا احتجاز الكربون وتخزينه في عملية إنتاج الكهرباء التي تنتج عنها انبعاثات (البنك الدولي، صفحة 1).

3.3 الطاقات المتجددة وخفض الانبعاثات الكربونية لتحقيق الاستدامة

إن خفض الانبعاثات الكربونية هو من صميم تحقيق الأهداف الإنمائية 17 المعلن عنها وجزء مهم من تحقيق نمو اقتصادي مستدام وتحسين جودة حياة الافراد، وأحد اهم زوايا الجهود العالمية لمكافحة تغير المناخ وأهداف اتفاقية باريس للمناخ التي تسعى للحد من ارتفاع درجات الحرارة العالمية إلى اقل من درجتين مئويتين مقارنة بمستويات ما قبل الثورة الصناعية. ولن يتم خفض هذه الانبعاثات الا باللجوء إلى استغلال الطاقات النظيفة، ويتكامل هذا الدور مع تحقيق أهداف التنمية المستدامة كما يلي:

– الهدف السابع: طاقة نظيفة وبأسعار معقولة

إن أحد الأهداف الأساسية للتنمية المستدامة هو ضمان وصول الجميع إلى طاقة نظيفة ومستدامة. ولن يتحقق ذلك الا بالتوجه نحو استخدام الطاقات المتجددة مثل الشمس والرياح والطاقة المائية التي تساعد في توفير طاقة منخفضة التكلفة وخالية من الانبعاثات الضارة. هذه المصادر تعتبر ضرورية لتحقيق هذا الهدف لأنها تتيح الفرصة للدول النامية للحصول على مصادر طاقة مستدامة، خاصة في المناطق التي تعاني من نقص الوصول إلى الكهرباء. ويتواءم استغلال الطاقة المتجددة مع استخدام تقنيات حديثة مثل الشبكات الذكية وتخزين الطاقة، مما يزيد من كفاءة استهلاك الطاقة بشكل عام، وهذا لا يؤدي فقط إلى تقليل الانبعاثات بل يضمن أيضاً توزيعاً أكثر عدالة في توزيع الطاقة وتحقيق استدامة أكبر.

– الهدف الثالث عشر: العمل المناخي

تعد الطاقة المتجددة عاملاً رئيسياً في مكافحة التغير المناخي. فالتوجه نحو هذه المصادر يمكن أن يخفف بشكل كبير من انبعاثات الكربون، وبالتالي يساهم في تحقيق الالتزامات الدولية مثل اتفاق باريس للمناخ والحد من ارتفاع درجات الحرارة العالمية. فالانتقال إلى الطاقة المتجددة يخفض اعتماد الاقتصادات على الوقود الأحفوري كطاقة أساسية تساهم بنسبة كبيرة في زيادة الغازات الدفيئة. ويساهم الاستثمار في الطاقات المتجددة في تقليل تلوث الهواء مما يحسن من جودة الحياة والصحة العامة سيما في المناطق الحضرية.

– الهدف الثاني عشر: الاستهلاك والإنتاج المسؤولان

يساعد استخدام الطاقات المتجددة في تقليل البصمة الكربونية للاستهلاك والإنتاج، وبالتالي دفع الاقتصادات نحو أنماط استهلاك وإنتاج أكثر استدامة، من خلال تقليل الاعتماد على الوقود الأحفوري، تسهم الطاقات المتجددة في خفض انبعاثات الغازات الدفيئة وتحقيق استدامة بيئية على المدى الطويل. كما يعزز استخدام هذه الطاقات من الابتكار في مجالات التكنولوجيا النظيفة والتصنيع المستدام، مما يقلل من النفايات ويزيد من كفاءة الموارد. إضافةً إلى ذلك، يعزز التحول نحو الطاقات المتجددة من فرص خلق وظائف خضراء وتحقيق توازن بين التنمية الاقتصادية وحماية البيئة، مما يساهم في تحقيق الأهداف العالمية المتعلقة بالاستهلاك والإنتاج المستدامين.

4. التجربة الصينية في إدماج الطاقات المتجددة وخفض الانبعاثات الكربونية

سجلت الصين سنة 2023 نسبة 38.3% من الاستهلاك العالمي للطاقة التقليدية، ومثل الوقود الأحفوري 81.5% من المزيج الطاقوي الصيني بإجمالي استهلاك مقدّر ب 140.13 اكزاجول. توزع استهلاك الطاقة الأحفورية بين الفحم بكمية مقدرة ب 92.09

اكساجول ما يمثل 65٪ من اجمالي الاستهلاك المحلي للطاقة الاحفورية، النفط الذي بلغ استهلاكه 33.3 اكساجول ما يمثل 23.7٪، والغاز بكمية استهلاك بلغت 14.74 اكساجول ممثلا 10.5٪ من محفظة الطاقة. كما تعد الصين أكبر مستهلك للفحم في العالم حيث بلغت حصتها من الاستهلاك لهذا المورد 56٪ (Energy Institut, 2024, pp. 29-40-50)، وهو ما يفسر الكميات الهائلة للانبعاثات والخطط التي تترجمها الدولة لمواجهة هذه المشكلة، تطمح الصين الى خفض انبعاثاتها من ثاني أكسيد الكربون و بلوغ 5150 مليون طن بحلول عام 2035 و 2600 مليون طن بحلول عام 2050 (Mordor Intelligence، 2024).

1.4 اتجاه سوق الطاقة المتجددة في الصين

تعد الصين أحد الدول الرائدة في نشر الطاقة المتجددة في العالم، حيث وصل إجمالي قدرة الطاقة المتجددة في البلاد إلى 1020 جيغاوات سنة 2021، وهو ما يمثل زيادة بنحو 13.4٪ مقارنة بقيمة العام السابق. وأطلقت الصين ضمن خطتها الخمسية الثالثة عشرة "فكرة ثورة الطاقة" التي تهدف إلى تطوير نظام طاقة نظيف ومنخفض الكربون وآمن وفعال بحلول عام 2050. ومنذ ذلك الحين، كان هناك نمو كبير في قطاع الطاقة المتجددة في البلاد، حيث تصدرت الصين قائمة الدول المنتجة للطاقة المتجددة في العالم سنة 2021 حسب تقرير Bloomberg بإنتاج 1153 تيراواط/ساعة، تليها الولايات المتحدة الأمريكية ب 624.5 تيراواط/ساعة، ألمانيا ب 217.5 تيراواط/ساعة، الهند ب 177 تيراواط/ساعة، ثم البرازيل ب 144 تيراواط/ساعة. ومثلت مصادر الطاقة المتجددة في الصين نسبة 14.95٪ من مزيج استهلاك الطاقة الأولية في عام 2021، و تخطط الحكومة الصينية لزيادة حصة الطاقة المتجددة في مزيج الطاقة لديها إلى ما يقرب 37٪ بحلول عام 2035 و 58٪ بحلول عام 2050. كذلك، مثل توليد الكهرباء من مصادر الطاقة المتجددة المائية وغير المائية أكثر من 27.7٪ من الكهرباء المولدة في الدولة في عام (Mordor Intelligence، 2024) 2021.

شكلت كل من الطاقة الكهرومائية والطاقة الشمسية وطاقة الرياح أبرز مصادر الطاقة المتجددة في الدولة، إذ بلغت نسبة الطاقة الكهرومائية أكثر من 38.3٪ من قدرة الطاقة المتجددة المركبة في البلاد سنة 2021، تليها طاقة الرياح كثاني أكبر مصدر للطاقة المتجددة بنسبة 32٪ ثم الطاقة الشمسية التي بلغت نسبتها 30.1٪ والطاقة الحيوية التي مثلت 2.8٪ (Mordor Intelligence، 2024).

جاءت الصين في المرتبة الأولى ضمن فئة أكبر عشر دول في مشروعات الطاقة الشمسية وطاقة الرياح قيد الإنجاز، تليها الولايات المتحدة الأمريكية ويمثل الجدول التالي ترتيب الخمس دول الأولى:

الجدول 1: أكبر خمس دول في مشروعات الطاقة الشمسية وطاقة الرياح إلى غاية 2024

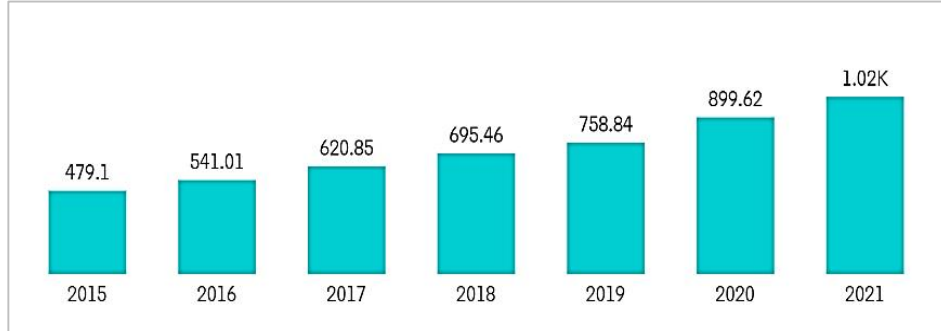
الرتبة	الدولة	سعة المشروع (جيغاواط)
01	الصين	399
02	الولايات المتحدة الأمريكية	40
03	البرازيل	13
04	المملكة المتحدة	10
05	اسبانيا	9

المصدر: (Global Energy Monitor, 2024)

وصلت القدرة المركبة للطاقة الكهرومائية في الصين إلى 391 جيجاوات، وهو ما يمثل زيادة بنسبة 5.6٪ مقارنة بالعام السابق. وهيمنت الصين على العالم في زيادة قدرات الطاقة الكهرومائية في عام 2021 بإضافة 20.8 جيجاوات من الطاقة الكهرومائية. ففي ديسمبر 2022، تم تنفيذ ثاني أكبر مشروع للطاقة الكهرومائية في البلاد، بعد مشروع الخوانق الثلاثة، على نهر اليانغتسي، و تم تجهيز محطة بايهيتان للطاقة الكهرومائية بستة عشر توربينًا بقدرة 1 جيجاوات، وستولد 62.44 مليار كيلووات/ساعة سنويًا، وهو ما يمكن أن يوفر حوالي 90.45 مليون طن من الفحم سنويًا ويخفض انبعاثات ثاني أكسيد الكربون السنوية بمقدار 248.4 مليون طن (Mordor Intelligence، 2024).

تعد الصين واحدة من أكبر أسواق طاقة الرياح على مستوى العالم، حيث بلغ إجمالي القدرة المركبة 310.6 جيجاوات نهاية عام 2021، وتمثل المنطقة البرية حوالي 92٪ من الحصة الكاملة للصين، وأكبر دولة في العالم من حيث قدرة طاقة الرياح البرية بسعة 310.6 جيجاوات ما يمثل 40٪ من إجمالي التركيب العالمي، وهي الأكبر من حيث قدرة طاقة الرياح البحرية المركبة بحصة تبلغ 27.7 جيجاوات أي 48٪ من القدرات العالمية نهاية عام 2021. ويمثل الشكل أدناه تطور القدرات المنجزة للطاقة المتجددة في الصين:

الشكل 6: تطور قدرات الطاقة المتجددة المنجزة في الصين (جيجاواط) خلال الفترة 2015-2021



المصدر: (Mordor Intelligence، 2024)

سنة 2023 أضافت الصين قدرات من الطاقة الشمسية الكهروضوئية بقدر ما فعل العالم بأسره خلال 2022، مع زيادة السعة بنسبة 116٪، في حين نمت إضافات طاقة الرياح -أيضًا- بنحو 66٪ على أساس سنوي، و يفسر ذلك بانخفاض أسعار الوحدات الشمسية الكهروضوئية بنسبة 50٪ تقريبًا على أساس سنوي، مع طفرة بالقدرة التصنيعية التي تتوقع وكالة الطاقة الدولية أن تصل إلى 1100 جيجاواط بنهاية 2024، هو ما يتجاوز الطلب بصورة كبيرة. (International Energy Agency, 2024) في ما يخص استهلاك الطاقة الأولية من مصادر الطاقة المتجددة عرفت الصين على غرار دول العالم زيادة تراكمية قدرت ب 1555٪، مسجلة 325 كيلوواط ساعي سنة 1990 وصولاً إلى 5052 كيلوواط ساعي (our word in data, 2023)، وهي زيادة تعادل 11 مرة استهلاك الطاقة الأولية المتجددة في العالم خلال الفترة 1991-2023.

2.4 المشهد الصيني للانبعاثات الكربونية

على الرغم من الأرقام الضخمة التي حققتها الصين في قطاع الطاقات المتجددة، إلا أن شبح الفحم لا يزال يلقي بظلاله على أنظمة الطاقة في الصين، حيث يشكل تحدياً في خفض حصص الانبعاث وكثافة الكربون. و حسب تقرير المناخ والتنمية الخاص بالصين، تُطلق الصين 27٪ من انبعاثات ثاني أكسيد الكربون العالمية وثلاث غازات الدفيئة في العالم و في حال استمرار تغير المناخ، فإنه قد يؤدي إلى خسائر في إجمالي الناتج المحلي بنسبة يُقدَّر أنها تتراوح بين 0.5٪ و 2.3٪ بحلول 2030 (البنك الدولي، 2022).

عرفت الصين تزايداً في حجم الانبعاثات الكربونية في العقود الأخيرة، ففي سنة 2022 ارتفع حجم الانبعاثات الكربونية في الصين بـ 0.5٪ مقارنة بسابقتها. يوضح الجدول التالي حجم الانبعاثات الكربونية في الصين:

الجدول 2: حجم الانبعاثات الكربونية في الصين خلال الفترة 1990-2023

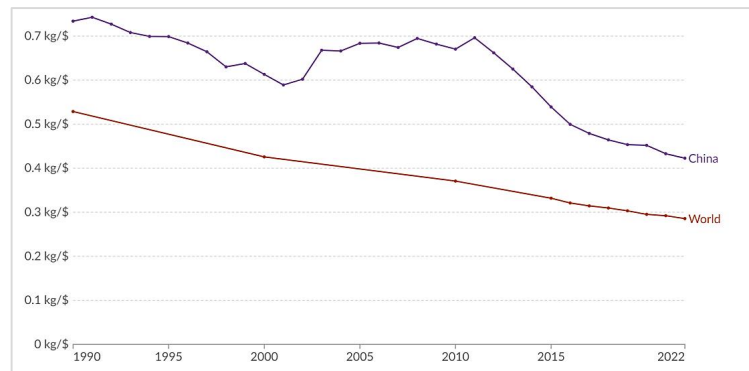
السنة	1990	2000	2010	2015	2020	2021	2022
حجم الانبعاثات الكربونية (بليون طن)	2.48	3.65	8.62	9.87	10.91	11.34	11.40

المصدر: (our world in data, 2023)

يعزى ارتفاع حجم الانبعاثات الكربونية إلى النمو الاقتصادي الضخم الذي عرفته الصين في العقود الأخيرة وزيادة الأنشطة الصناعية والبنى التحتية والتوسع العمراني ما دفع إلى استهلاك كميات هائلة من الطاقة سيما الفحم الذي يعد مصدر طاقة أساسي في البلاد في العديد من القطاعات كالصناعات الثقيلة مثل تصنيع الصلب والإسمنت، التي تعتبر من أكثر الصناعات تلويثاً، فزيادة الإنتاج في هذه الصناعات عني المزيد من الانبعاثات الكربونية.

من جهة أخرى، شهدت كثافة الكربون في الصين انخفاضاً خلال الفترة 1990-2023، حيث سجلت سنة 1990 قيمة 0.73 كغ/دولار متجاوزة المعدل العالمي للانبعاث الكربوني المقدّر بـ 0.53 كغ/دولار، وبلغ سنة 2022 ما قيمته 0.42 كغ/دولار مع تجاوز المعدل العالمي الذي بلغ 0.26 كغ/دولار أي بانخفاض سنوي قدر بـ 1.66٪ وانخفاض تراكمي بلغ 42.47٪ خلال هذه الفترة.

الشكل 7: تطور كثافة الكربون في الصين خلال الفترة 1990-2023



المصدر: (our world in data, 2023)

يمكن تفسير انخفاض كثافة الكربون في الصين إلى سياسات التوجه نحو الاقتصاد الأخضر سيما بعد الالتزام بخطة طويلة الأجل ضمن الاتفاقيات الدولية كاتفاقية باريس للمناخ لتقليل الانبعاثات وذلك بدعم المشاريع البيئية النظيفة والتوسع في استثمارات الطاقات المتجددة إضافة إلى السياسات التحفيزية الموجهة للابتكارات في مجال الطاقات المتجددة وبرز التمويل الأخضر كتوجه لتمويل المشاريع البيئية والمستدامة.

5. الخاتمة:

لقد أدى الارتفاع الملحوظ في الأنشطة الاقتصادية إلى ارتفاعات موازية في انبعاثات الكربون عالمياً، ما استلزم مراجعة سياسات الطاقة الحالية في العديد من الدول والتحول إلى الممارسات المستدامة، ومنها تقليل الاعتماد على الوقود الأحفوري، والتوجه إلى استخدام الطاقات المتجددة كالطاقة الشمسية وطاقة الرياح و الطاقة الكهرومائية باعتبارها طاقات متدفقة، وفيرة و آمنة بيئياً.

جاء إدماج الطاقة المتجددة في الصين كضرورة ملحة فرضته عدة عوامل:

أولاً: اعتمادها على الوقود الأحفوري بنسبة 81.5٪ سيما الفحم كطاقة أساسية (56 ٪ من مزيج الطاقة و 65٪ من الاستهلاك العالمي) في دفع اقتصادها إلى النمو.

ثانياً: ضخامة الانبعاثات الكربونية، حيث تُطلق الصين 27٪ من انبعاثات ثاني أكسيد الكربون العالمية و 3/1 الغازات الدفيئة في العالم، ثالثاً: التزام الصين بالاتفاقيات الدولية للوصول إلى ذروة انبعاثات الكربون بحلول عام 2030 وحياد الكربون بحلول عام 2060 وتحقيق أهداف التنمية المستدامة.

يمكن تقييم التجربة الصينية بالنجاح، حيث نجحت الصين في رفع حصة مصادر الطاقة المتجددة بالموازاة مع خفض كثافة الكربون في اقتصادها وهو ما ترجمته مخرجات هذه الدراسة، و التي تمثلت في:

- تصدر الصين قائمة الدول المنتجة للطاقة المتجددة في العالم والدول المستثمرة في مشروعات الطاقة الشمسية وطاقة الرياح؛
 - شكلت مصادر الطاقة المتجددة في الصين 14.95٪ من مزيج استهلاك الطاقة الأولية سنة 2021؛
 - شكلت كل من الطاقة الكهرومائية 38.3٪ والطاقة الشمسية وطاقة الرياح 32٪، الطاقة الشمسية 30.1٪ والطاقة الحيوية 2.8٪ أبرز مصادر الطاقة المتجددة في الدولة؛
 - شكل توليد الكهرباء من مصادر الطاقة المتجددة المائية وغير المائية أكثر من 27.7٪ من الكهرباء المولدة في الصين عام 2021،
 - الصين هي واحدة من أكبر أسواق طاقة الرياح على مستوى العالم وتحوز على أهم حصة من القدرات العالمية: 40٪ من قدرة طاقة الرياح البرية العالمية، 48٪ قدرة طاقة الرياح البحرية المركبة في العالم؛
 - القدرات المضافة من الطاقة الشمسية الكهروضوئية في الصين بلغت 116 ٪ في حين نمت إضافات طاقة الرياح بنحو 66٪ على أساس سنوي خلال 2022-2023؛
 - شهدت الصين في العقود الأخيرة معدلات انبعاث مرتفعة ومتزايدة للكربون، عكست خصائص الاقتصاد الصيني: معدلات نمو اقتصادي مرتفعة ومتزايدة، قيام اقتصادها على استراتيجية التصنيع كثيفة الاستهلاك للطاقة، الاعتماد على الوقود الأحفوري وسيما الفحم كطاقة أساسية؛
 - عرفت كثافة الكربون في الصين انخفاضاً مستمراً خلال الفترة 1990-2023، حيث سجلت انخفاضاً سنوياً قدر ب 1.66٪ وانخفاضاً تراكمياً بلغ 42.47 ٪ وهي نسب هامة تعكس إرادة الصين في مواجهة مشكل الانبعاثات الكربونية.
 - أخيراً، يشكل الحد من الانبعاثات الكربونية تحدياً كبيراً للصين، إلا أنه يمكن القول أنها في وضع جيد يُمكنها من الوفاء بالتزاماتها المناخية وتحقيق أهدافها الإنمائية من خلال التوجه إلى الاستخدام الأمثل للطاقات المتجددة.
- وبناء عليه يمكننا الخروج بجملة من التوصيات التي يمكن للجزائر من خلالها أن تحذو حذو ما قدمته الصين في مجال الطاقات المتجددة وخفض كثافة الكربون:

- إشراك القطاعين العام والخاص للاستثمار في مشاريع الطاقات المتجددة؛
- تطوير تكنولوجيا التخزين لضمان من امدادات الطاقة المتجددة، وتكنولوجيا شبكات الطاقة الذكية لاستغلال أكثر فعالية لهذه المصادر؛
- تعزيز التوجه نحو التمويل الأخضر وتقديم حوافز وضمانات لجذب المستثمرين في المجال كخفض أسعار الفائدة الذي من شأنه أن يرفع من معدلات الاستثمار و توطيد الصناعة في مجال الطاقات المتجددة.

6. قائمة المراجع:

- Energy Institut. (2024). *statistical review of world energy*.
- Globlal Energy Monitor. (2024, 06). *China continues to lead the world in wind and solar, with twice as much capacity under construction as the rest of the world combined*. Consulté le 10 19, 2024, sur <https://2u.pw/fDWBLTWL>
- International Energy Agency. (2024, janvier 11). *Massive expansion of renewable power opens door to achieving global tripling goal set at COP28*. Consulté le 10 19, 2024, sur <https://2u.pw/9qZ9G15i>
- IRENA. (2022). *renewable energy statistics*.
- IRENA. (2024). *renewable energy statistics*.
- Mordor Intelligence. (2024). *حجم سوق الطاقة المتجددة الصينية وتحليل الحصة - اتجاهات وتوقعات النمو (2024-2029)*. تاريخ الاسترداد 10 19, 2024, من <https://2u.pw/s3ibxF6O>
- our world in data. (2023). *Per capita energy consumption from renewables, 1990 to 2023*. Consulté le 10 19, 2024, sur <https://2u.pw/DbONdPOX>
- our world in data. (2023). *Annual change in GDP and CO₂ emissions, World*. Consulté le 10 19, 2024, sur <https://2u.pw/kpzpQIy2>
- our world in data. (2023). *Carbon intensity: CO₂ emissions per dollar of GDP*. Consulté le 10 17, 2024, sur <https://2u.pw/7iMESEyu>
- our world in data. (2023). *CO₂ emissions by fuel or industry, World*. Consulté le 10 17, 2024, sur <https://2u.pw/FRIRS7wj>
- REN21. (2023). *Renewables Now*. Consulté le 08 03, 2023, sur : https://www.ren21.net/wp-content/uploads/2019/05/GSR2023_GO_Factsheet.pdf
- UN. (2016, 09 28). *Specifications for the application of the United Nations Framework Classification for Fossil Energy and Mineral Reserves and Resources 2009 to Renewable Energy Ressources*. Geneva: United Nations.
- البنك الدولي. (2021, 08 10). *معالجة الانبعاثات الناجمة عن استخدام الفحم ضرورة حتمية*. تاريخ الاسترداد 10 17, 2024, من <https://2u.pw/9jrX7oKt>
- البنك الدولي. (2022, 10 12). *تحول الصين إلى اقتصاد منخفض الكربون وبناء القدرة على الصمود في وجه تغير المناخ يتطلب تحولات في الموارد والتقنيات*. تاريخ الاسترداد 10 19, 2024, من <https://2u.pw/wuNablyC>
- البنك الدولي. (2024). *أسباب تغير المناخ وآثاره*. تاريخ الاسترداد 16 11, 2024, من <https://www.un.org/sw/node/171798>
- البنك الدولي. (بلا تاريخ). *من أجل تنمية خالية من الكربون*.
- الوكالة الدولية للطاقة المتجددة. (2022). *نظرة مستقبلية لتحولات الطاقة حول العالم 2022 الطريق الى 1.5 درجة مئوية*.