

الاتجاهات الطاقوية العالمية الحديثة: دراسة تحليلية للواقع والتحديات

Modern energy global trends : Analytical study of reality and challenges

حمودة سامي^{1*}، شعور أسماء²

¹ كلية العلوم الاقتصادية، التجارية وعلوم التسيير، جامعة جيجل (الجزائر)،

s.hamouda@univ-jijel.dz

² كلية العلوم الاقتصادية، التجارية وعلوم التسيير، جامعة جيجل (الجزائر)،

a.chaour@univ-jijel.dz

تاريخ الاستلام: 2025/10/14 تاريخ قبول النشر: 2025/11/22 تاريخ النشر: 2025/12/25

الملخص: تهدف هذه الدراسة إلى التعرف على الاتجاهات الطاقوية الحديثة في أسواق الطاقة العالمية من خلال تقديم تحليل السوق العالمية للطاقة ومعرفة العوامل المؤثرة وقد توصلت الدراسة إلى تحديد اتجاهات كبرى تتمثل في زيادة الطلب على الطاقات المتجددة وتراجع الوقود الأحفوري إلا أنه يبقى عنصرا مهما ضمن المزيج الطاقوي، احتلال الصين لمكانة الريادة عالميا في سوق الطاقة كمنتج ومستهلك، كما أن جائحة كورونا كان لها أثر على الطلب الطاقوي وأسعار الطاقة أدت غموض في التوقعات، وتأثير الحروب على الأمن الطاقوي، والتوجه نحو إزالة الكربون، ورقمنة قطاع الطاقة.
الكلمات المفتاحية: الطاقة، الطاقات المتجددة، الوقود الأحفوري، الاتجاهات الطاقوية الحديثة.
تصنيف JEL: Q4.

Abstract: This study aims to identify modern energy trends in global energy markets by providing an analysis of the global energy market and influencing factors. The study identified major trends, including increased demand for renewable energy and a decline in fossil fuels, China has assumed a global leadership position in the energy market as both a producer and consumer. The COVID pandemic has also impacted energy demand and energy prices, leading to uncertain forecasts. The impact of wars on energy security, the move towards decarbonization, and the digitization of the energy sector are also key.

Keywords: Energy, Renewable Energy, Fossil Fuels, Recent Energy Trends
Jel Classification : Q4.

* المؤلف المرسل: حمودة سامي

1. المقدمة:

تعتبر الطاقة المحرك الأساسي للعديد من الصناعات وعنصر مهم في الحياة اليومية، فلا يمكن تحقيق تنمية مستدامة دون وجود المورد الطاقوي، إذ تعدّ الطاقة حجر الزاوية في التنمية الاقتصادية والاجتماعية الحديثة، ولا يقتصر استهلاكها الإجمالي وكفاءة استخدامها على أهمية استدامة النمو الاقتصادي فحسب، بل يرتبطان ارتباطاً وثيقاً أيضاً بالأمن القومي وحماية البيئة وقضايا تغير المناخ العالمي، وتشهد أسواق الطاقة العالمية تغيرات جذرية أدت إلى تغير النماذج التقليدية خصوصاً مع زيادة التوجه نحو الطاقات المتجددة وظهور منتجين جدد، بعد أن كان النفط لسنوات طويلة العنصر الأساسي والاستراتيجي المسيطر على الساحة الدولية، فقد توجهت العديد من الدول نحو البحث عن مصادر بديلة متجددة ومتوفرة بكثرة وباستمرار دون نفاذ، وخاصة تلك التي تسعى إلى نمو مستدام وتحقيق الاكتفاء الذاتي في امدادات الطاقة وبتكلفة منخفضة، فقد ساهم الاستخدام المكثف للوقود الأحفوري في دفع عجلة التقدم البشري، ولكنه تسبب أيضاً في مشاكل جسيمة مثل استنزاف الموارد وتغير المناخ، والتوترات الجيوسياسية.

إشكالية الدراسة: إن ما شهده العالم في السنوات الأخيرة من غموض عقب جائحة كورونا وصراعات جيوسياسية وضغوطات اقتصادية وتغيرات مناخية كل هذا غير من موازين القوى، وجعل أسواق الطاقة العالمية تتسم بالتعقيد وعدم اليقين، وبرزت الحاجة إلى إعادة توجيه نظام الطاقة من خلال توجيه الإنتاج والاستهلاك ما أدى إلى إعادة النظر في الاتجاهات الطاقوية الحديثة وإعادة تشكيل الملامح الكبرى المستقبلية، وتشير الاتجاهات الطاقوية إلى أهم التحولات الكبرى في العرض والطلب على الطاقة والامدادات الطاقوية وأنماط الطاقة، مما يمكن من فهم ديناميكية التحول الطاقوي وموازن القوى وبناء رؤية مستقبلية تساهم في التخطيط من أجل خلق التوازن بين تلبية الاحتياجات والأمن الطاقوي والمتطلبات المناخية، وبناء على ما سبق نطرح السؤال الرئيسي التالي:

ماهي الاتجاهات الطاقوية الحديثة التي تشكل المشهد العالمي في السنوات الأخيرة؟

أهمية الدراسة: تبرز أهمية دراسة الاتجاهات الطاقوية الحديثة أساساً في استشراف مستقبل الطاقة في العالم من خلال معرفة كيفية تطور الطلب على مختلف الموارد

الطاقوية، وما يقابله من قدرات إنتاجية في مختلف دول العالم، والتعرف على مختلف التحديات التي تحول دون تحقيق التوازن الذي يضمن الأمن الطاقوي، والسبل التي من شأنها تحقيق الكفاءة، والتنسيق بين مختلف هذه الرؤى والسياسات والاستراتيجيات لمواجهة المشاكل البيئية.

أهداف الدراسة: من خلال هذه الدراسة نهدف إلى رصد الاتجاهات الطاقوية الكبرى، وتحليل اتجاهات العرض والطلب على مختلف الموارد الطاقوية حسب الدول والقطاعات بناء على الاحصائيات المتحصل عليها، كما نسعى إلى فهم العوامل المؤثرة على استقرار السوق العالمية للطاقة وأهم التحديات التي تواجهها خاصة.

2 . اتجاهات الطلب العالمي على الطاقة:

يعد الطلب العالمي على الطاقة من المؤشرات المهمة لفهم اتجاهات السوق العالمية، ويشير الطلب العالمي على الطاقة حسب وكالة الطاقة الدولية إلى الكمية الاجمالية للطاقة المستغلة في جميع القطاعات من صناعة ونفا وزراعة وغيرها في شكلها الأولي أو النهائي.

1.2. العوامل المتحركة في اتجاهات الطلب على الطاقة:

أثبتت العديد من الدراسات وجود علاقة بين النمو الاقتصادي وزيادة الطلب على الموارد الطاقوية منها دراسة (Maria et al، 2019)، وتشير نتائج دراسة (Abd. Aziz et al، 2013) إلى أن الدخل والسعر يتعتبران من العوامل المؤثرة على استهلاك الطاقة إضافة إلى درجة التصنيع وانبعاثات الكربون، ويظهر مؤشر انبعاثات ثاني أكسيد الكربون تأثيراً أقوى على استهلاك الطاقة مقارنةً بالمتغيرات الأخرى، كما أظهرت النتائج أن الدخل المنخفض في الدول النامية تعكس الميل إلى تقليل استهلاك الطاقة، كما أن حصة الصناعة في الناتج المحلي الإجمالي للدول النامية تشير إلى أهمية القطاع الصناعي في استهلاك الطاقة، كما حددت العديد من الدراسات من بينها دراسة (Yi, et al، 2025) أن النمو السكاني يعتبر كمحدد للاستهلاك الطاقوي، حيث يؤدي إلى زيادة الطلب على الإسكان والنقل والتنمية الصناعية والبنية التحتية الزراعية، وجميعها أنشطة كثيفة الاستهلاك للطاقة، كما أن هيكل الصناعة يؤثر بشكل كبير على استخدام الطاقة فالصناعات الكثيفة الطاقة تؤدي إلى زيادة الطلب الإجمالي، وتؤثر على انبعاثات

الكربون، إضافة إلى العوامل سابقة الذكر يعتبر التوسع الحضري عاملاً يؤثر بشكل مباشر على الطلب بسبب تطوير البنية التحتية والبناء واستخدام الطاقة المنزلية، كما أشارت الدراسة إلى أن التطور التكنولوجي يساهم في تحسين كفاءة الطاقة وتقليل استخدامها.

وتختلف عوامل التأثير على استهلاك الطاقة حسب كل قطاع، فتباين استهلاك الطاقة في قطاع النقل مثلاً قد يرجع إلى تأثير النشاط أي التغير في حركة الركاب والبضائع، كما قد يرجع سببه إلى توفير الطاقة أي أثر تغير استهلاك الفرد المستخدم لوسائل النقل للطاقة للكيلومتر أو الطن لكل نمط نقل، وقد يرجع إلى تغيير وسائل النقل وتوزيعها على حركة الركاب، وقد توجد أسباب أخرى سلوكية (Odyssee-MURE & Enerdata, 2023) أما تباين الاستهلاك في قطاع السكن فقد يرجع إلى التغيرات المناخية، وزيادة عدد السكنات المأهولة، وزيادة عدد الأجهزة الكهربائية والمنزلية في المسكن، وزيادة مساحة السكنات وحاجتها إلى تدفئة أكبر، إضافة إلى التوفير في الطاقة كما قد يرجع إلى أسباب متعلقة بسلوكيات الأفراد داخل البيت، وفيما يرجع تباين الاستهلاك في قطاع الخدمات إلى زيادة النشاط ويقاس بالقيمة المضافة، وتأثير الإنتاجية، توفير الطاقة الناتجة عن تخفيض استهلاك الطاقة لكل موظف، وفيما يخص القطاع الزراعي فقد يرجع أيضاً إلى زيادة النشاط أو التوفير في الطاقة (Odyssee-MURE & Enerdata, 2023).

2.2. الطلب العالمي على الطاقة حسب القطاعات

حسب وكالة الطاقة الدولية (IEA, Global energy review, 2025) ظلت الصناعة أكبر قطاع للاستخدام النهائي للطاقة حيث استحوذت على 37% سنة 2024 من إجمالي الاستهلاك وتشمل صناعة الحديد والصلب، والاسمنت، والكيماويات والبلاستيك، الألمنيوم والمعادن، والصناعات الغذائية والنسيجية، يليها قطاع النقل بنسبة 28% ويشمل النقل البري والبحري والجوي، ثم قطاع السكن بنسبة 22%، وبعدها قطاع الخدمات بنسبة 9%، ثم الزراعة وباقي القطاعات بنسبة 4%.

وقد زاد الطلب العالمي على الطاقة بصفة عامة بـ 2.2% سنة 2024، وتمثل ضعف متوسط الزيادة بين سنتي 2013 و 2024 والمقدر بـ 1.3%. وهذا راجع إلى نمو ملحوظ في الاقتصاديات المتقدمة حيث نما الطلب بها بما يعادل 1% بعد انخفاضه بنسبة 2%

في سنة 2023، كما يرجع ذلك أيضا إلى التغيرات المناخية وارتفاع درجات الحرارة خلال هذه الفترة حيث أضاف 0.3 نقطة مئوية إلى النمو البالغ 2.2%، مما أدى إلى زيادة استهلاك الكهرباء وانخفاض أسعار الطاقة على العموم (IEA, 2025, p. 8).

3. الصين تتصدر المشهد العالمي للطاقة

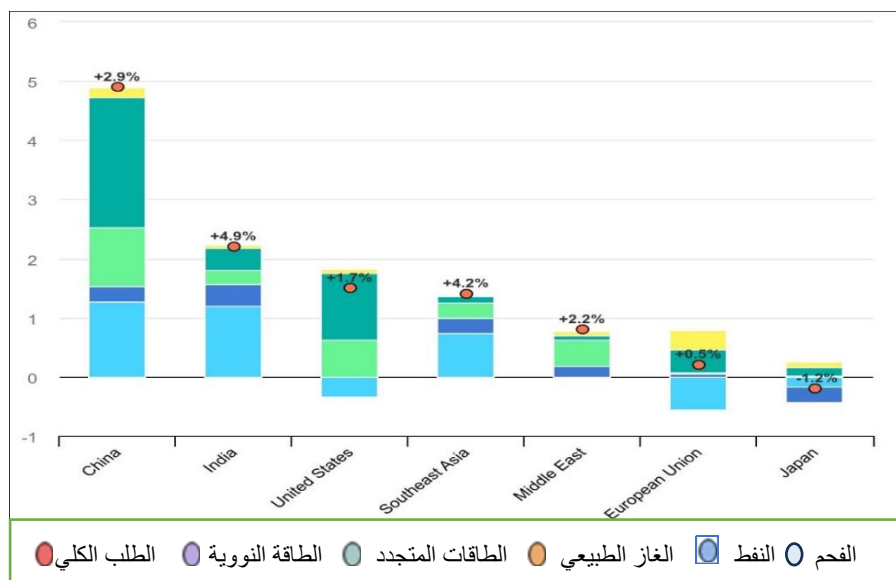
يلعب مستهلكو الطاقة دورا أساسيا في تشكيل المشهد العالمي إذ إن الهدف النهائي للإنتاج هو تلبية حاجات الاستهلاك المتزايدة سواء في الدول المتقدمة أو الدول النامية.

1.3. الاستهلاك الطاقوي والإنتاج حسب الدول

سجلت أمريكا الشمالية وأوروبا أبطأ معدلات نمو سنة 2024، وقد عاد الطلب على الطاقة إلى النمو في الاتحاد الأوروبي لأول مرة منذ سنة 2017 (باستثناء الانتعاش الذي شهده بعد جائحة كورونا سنة 2021) مدعوما بانخفاض أسعار الطاقة حيث بلغ 0.5% سنة 2024، أما في و.م.أ فقد نما الطلب بنسبة 1.7%، فيما شهد انخفاضا في اليابان بنسبة -1.2%، ومع ذلك شهدت إفريقيا أقل زيادة في الطلب على الطاقة، وساهمت منطقة آسيا والمحيط الهادئ بنسبة 65% من الزيادة في الطلب العالمي على الطاقة، وتمثل 47% من إجمالي الطلب العالمي على الطاقة، وارتفع إجمالي إمدادات الطاقة المتجددة بنسبة 8%، وكانت الصين وحدها مسؤولة عن زيادة في الطلب تفوق بقية دول العالم مجتمعة (بنسبة 58%) (Statistical review of world energy, (2025) رغم ذلك وحسب الوكالة الدولية للطاقة (IEA, 2025) وبسبب تعطل سياسة الفتح وتأخر العودة إلى النشاط العادي بعد الجائحة تباطأ الطلب الصيني على مواد الطاقة حيث انخفض إلى النصف مقارنة بسنة 2023، وكذا الأمر بالنسبة للاقتصاد الهندي شهد الطلب إنخفاضا إلى أقل من 5%، ورغم التباطؤ تبقى الصين المستهلك الأكبر للطاقة في العالم، أما الاقتصاديات الناشئة والدول النامية فشهدت تباطؤ في معدل نمو الطلب على الطاقة سنة 2024، وسجل 3% بدلا من 4% المسجلة سنة 2023، وعموما تتصدر الصين الطلب العالمي على الطاقة، وبالأخص الطاقات المتجددة فهي تعد أكبر مستهلك، قد يرجع ذلك إلى عدة أسباب حيث تعد أكبر دولة في العالم من حيث عدد السكان إذ بلغ عدد سكانها 1.4 مليار نسمة، إن الزيادة في عدد السكان يؤدي بالضرورة إلى زيادة الطلب على الكهرباء وخدمات ووسائل النقل والإنتاج

بصفة عامة، كما تعتبر الصين بلدا صناعيا يضم الكثير من المصانع الضخمة التي تحتاج إلى الطاقة من أجل تشغيلها.

الشكل رقم 1: الطلب العالمي على الطاقة حسب الدول لسنة 2024



المصدر: (IEA, 2025, p. 10).

من خلال الجدول رقم 1 نلاحظ أن الدول الأكثر استهلاكاً للطاقة حسب الفرد هي قطر وأيسلندا وسنغفورا والامارات، ومن ضمنها دول تحتل الصدارة في إنتاج الوقود الأحفوري، وتعد هذه الأخيرة أكثر استهلاكاً للطاقة حيث تتميز بوفرة الموارد الطاقوية إضافة إلى وقوعها خارج المناطق ذات المناخ المعتدل أين يظطر الأفراد لتدفئة أو تبريد المنازل، إضافة إلى التكلفة المنخفضة مقارنة بالدول التي تستوردها، ونشير إلى أن الاستهلاك الفردي حتى لو كان مرتفعاً هذا لا يعني أن الدولة تستهلك الكثير من الطاقة، كما تعد الصين أكبر منتج للطاقة في العالم أيضاً سواء التقليدية أو المتجددة، وما يساعدها على ذلك امتلاكها لموارد طبيعية معتبرة مثل الفحم و الماء والغاز الطبيعي، كما أن مناخها يسمح لها باستغلال الطاقة الشمسية وطاقة الرياح، والتركيز على الاستثمار في مجال الطاقة، كما تمتلك بنية تحتية هائلة تساهم بشكل كبير في النقل والتوزيع.

الجدول رقم 1: الدول العشرة الأولى الأكثر استهلاكاً وإنتاجاً للطاقة 2023

الاستهلاك حسب الفرد للساعة		الاستهلاك الإجمالي حسب الدول		حسب الدول	
الترتيب	الدولة	الترتيب	الدولة	الترتيب	الدولة
1	قطر	1	الصين	1	الصين
2	إيسلندا	2	و.م.أ	2	و.م.أ
3	سنغفورا	3	الهند	3	الهند
4	الإمارات	4	روسيا	4	روسيا
5	توباجو	5	اليابان	5	اليابان
6	الكويت	6	كندا	6	البرازيل
7	النرويج	7	البرازيل	7	إيران
8	كندا	8	إيران	8	كندا
9	عمان	9	كوريا الجنوبية	9	أندونيسيا
10	السعودية	10	ألمانيا	10	كوريا

المصدر: من اعداد الباحثين اعتمادا على موقع وكالة الطاقة الدولية وموقع <https://ourworldindata.org>

2.3 مسار الصين نحو الريادة في سوق الطاقة :

منذ خمسينيات وستينيات القرن الماضي وصلت الصين إلى مرحلة الاكتفاء الذاتي من الطاقة وأصبحت الصين أكبر دولة منتجة للنفط في آسيا بفضل احتياطياتها الوفيرة، وأصبحت مصدراً ومورداً رئيسياً للنفط الخام إلى دول أخرى تواجه نقصاً في الطاقة مثل اليابان، ولكن في السنوات الأولى من تسعينيات القرن الماضي، انخفضت صادرات الصين من الطاقة، وشهدت انخفاضاً حاداً في الإنتاج وارتفعت الواردات وكانت هذه الفترة بمثابة نهاية حقبة الاكتفاء الذاتي، لم تتمكن الصين إثر ذلك من تلبية طلبها المحلي على الموارد الطاقوية، فبدأت باستيراد النفط سنة 1993 ، ومع مطلع القرن الحادي والعشرين نما اقتصاد الصين واحتلت المرتبة الثانية فيما يتعلق بالهيمنة على الاقتصاد العالمي بعد الولايات المتحدة، وخاصةً في عهد الرئيس شي جين بينغ (Diemas , et al, 2022)، وفي عام 2014 اقترح الرئيس شي جين بينغ استراتيجية جديدة لأمن

الطاقة تهدف إلى إحداث ثورة في الاستهلاك والإمدادات والتكنولوجيا والمؤسسات، مع تعزيز التعاون الدولي الشامل، واسترشادًا بهذه الاستراتيجية، تتبع الصين مسارًا للتحول في مجال الطاقة يتناسب مع ظروفها الراهنة، ويواكب الاتجاهات العامة للتنمية العالمية، ويلبي احتياجات عصرنا المتغيرة (China's Energy Transition, 2024)، ومع تزايد إلحاح قضايا تغير المناخ العالمي وحماية البيئة، واجهت الصين بصفتها أكبر مصدر لانبعاثات الكربون في العالم، ضغوطًا كبيرة نظرًا لمزيج الطاقة الذي يعتمد بشكل كبير على الفحم، وتُمثل انبعاثات الكربون في الصين ثلث إجمالي الانبعاثات العالمية، وفي عام 2022 أدت الزيادة الكبيرة التي حققتها الصين في توليد الطاقة القائمة على الطاقة المتجددة إلى خفض انبعاثات ثاني أكسيد الكربون بمقدار 2.26 مليار طن، مما يُسهم بشكل كبير في جهود خفض انبعاثات الكربون العالمية، كما تشير التقديرات إلى أن صادرات الصين من منتجات طاقة الرياح والطاقة الكهروضوئية قد ساعدت دولًا أخرى على خفض انبعاثات ثاني أكسيد الكربون بمقدار 573 مليون طن، وهو ما يُمثل 41% من تخفيضات الانبعاثات العالمية من مصادر الطاقة المتجددة (Wang & Chen, 2024, p. 75).

4. التوجه نحو الطاقات المتجددة وتراجع الوقود الأحفوري:

يُشكل الوقود الأحفوري تهديدًا كبيرًا للتوازن البيئي، ويُسبب مجموعة واسعة من المخاطر البيئية، تشمل الانبعاثات المنطلقة في الغلاف الجوي المتمثلة في ثاني أكسيد الكربون، وأكاسيد النيتروجين، وثاني أكسيد الكبريت، وتُسهم بشكل كبير في التلوث البيئي، كما يُمكن أن يؤدي استخراج هذه المصادر إلى إطلاق المعادن الثقيلة في البيئة وتلويث المجاري المائية، بينما يُمكن أن يؤدي حرق هذه المصادر إلى إطلاق مواد كيميائية سامة في الهواء (S. As'ad, 2024)، ونشير إلى أن طاقة الرياح والطاقة الشمسية تتطوران بشكل سريع جدًا، فقبل فترة كان تطوير محطات الطاقة الشمسية وطاقة الرياح الجديدة يقتصر عادةً على جهات إقليمية صغيرة، وكانت تكلفتها أعلى بكثير من تكلفة محطات الطاقة التي تعمل بالفحم، أما اليوم، فقد انخفضت تكلفة الطاقة المتجددة انخفاضًا حادًا، وتُنفذ العديد من مشاريع الطاقة الشمسية وطاقة الرياح شركات كبيرة متعددة الجنسيات (Olena & Kateryna, 2023)، وقد شهدت الطاقات

المتجددة نموا ملحوظا خلال السنوات القليلة الماضية خاصة مع التقدم التكنولوجي وانخفاض تكاليفها الأمر الذي زاد من قدرتها التنافسية مع الوقود الأحفوري لا سيما في توليد الكهرباء (Berahab, 2020) .

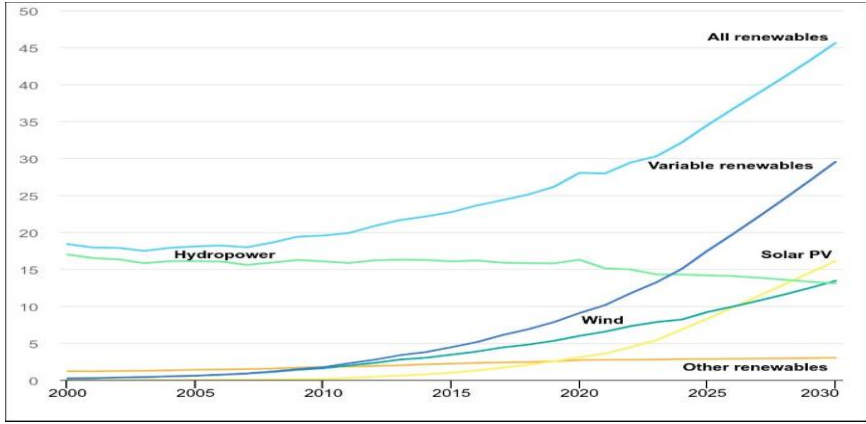
1.4. أهمية الطاقات المتجددة ضمن المزيج الطاقوي:

أصبح استخدام الطاقة المتجددة يحظى باهتمام كبير تدريجياً نظراً لعدم تسببها بأي ضرر للبيئة، تُعتبر أداة حيوية لمكافحة ظاهرة الاحتباس الحراري والتخفيف من انبعاثات ثاني أكسيد الكربون، كما تُعتبر فرصة لتنويع الاقتصاد وتقليل الاعتماد على الوقود الأحفوري إضافةً إلى ذلك، غالباً ما تكون الطاقة المتجددة أرخص من الوقود الأحفوري على المدى الطويل، وقد شهد سعر الطاقة انخفاضاً خلال السنوات القليلة الماضية نتيجةً لتطور التكنولوجيا في هذا القطاع والمنافسة في السوق، بالإضافة إلى ذلك، تُعتبر الطاقة المتجددة أكثر تنافسيةً من حيث التكلفة مقارنةً بمصادر الطاقة التقليدية على أساس دورة الحياة، في حين أن التكاليف الأولية للطاقة المتجددة قد تكون أعلى من تكاليف المصادر التقليدية، فإن التكاليف على المدى الطويل أقل لأن هذه المصادر للطاقة لا تنتج أي انبعاثات ولا تتطلب سوى القليل من الصيانة أو لا تتطلب أي صيانة على الإطلاق (S. As'ad, 2024).

حسب وكالة الطاقة الدولية (IEA, Global energy review, 2025) شكلت مصادر الطاقات المتجددة الحصة الأكبر من نمو إجمالي إمدادات الطاقة سنة 2024 بنسبة 38%، يليها الغاز الطبيعي بـ 28%، والفحم بـ 15% والنفط بـ 11% والطاقة النووية بـ 8%، كما تباطأت انبعاثات ثاني أكسيد الكربون المرتبطة بالطاقة بـ 0.8% مقارنة بـ 1.2% سنة 2023، وفي عام 2024 تم توفير 80% من النمو في توليد الكهرباء العالمي من مصادر الطاقة المتجددة والطاقة النووية، وقد ساهمت معاً بنسبة 40% من إجمالي التوليد لأول مرة، حيث وفرت مصادر الطاقة المتجددة لوحدها 32% في عام 2024، ما يقرب من 80% منها كانت من الطاقة الشمسية الكهروضوئية، حيث زاد توليد الطاقة من الطاقة الشمسية الكهروضوئية وطاقة الرياح، وفي الاتحاد الأوروبي، تجاوزت حصة توليد الطاقة من الطاقة الشمسية الكهروضوئية وطاقة الرياح حصة الفحم والغاز مجتمعة معاً لأول مرة، وفي الولايات المتحدة ارتفعت حصة الطاقة الشمسية

الكهروضوئية و طاقة الرياح إلى 16٪، متجاوزة حصة الفحم، أما في الصين وصلت الطاقة الشمسية الكهروضوئية و طاقة الرياح إلى ما يقرب من 20٪ من إجمالي التوليد، وعموما شكلت الطاقة النظيفة نموا قياسيّا وخاصة الطاقة الشمسية، وقد شهد الطلب العالمي على الكهرباء ارتفاعا ملحوظا سنة 2024 ومن الأسباب التي أدت إلى زيادة الطلب على الكهرباء زيادة الاعتماد على التكنولوجيا، والذكاء الاصطناعي، ومراكز البيانات، والمركبات الكهربائية ومع ذلك يعد ارتفاع درجات الحرارة سنة 2024 مقارنة بسنة 2023 السبب الرئيسي لزيادة الطلب (Euan, et al, 2025) .

الشكل رقم 2: انتاج الكهرباء من مصادر الطاقة المتجددة



المصدر: (IEA, Renewable 2024 Analysis and forecast to 2030, 2024).

حسب توقعات وكالة الطاقة الدولية (IEA, Renewable 2024 Analysis and forecast to 2030, 2024) من المتوقع أن يرتفع إنتاج الكهرباء من مصادر الطاقة المتجددة عالميًا إلى أكثر من 17,000 تيراواط/ساعة بحلول نهاية هذا العقد، بزيادة تقارب 90% عن عام 2023، وهذا يكفي لتلبية الطلب المشترك على الطاقة في الصين والولايات المتحدة بحلول عام 2030، وعلى مدى السنوات الخمس المقبلة، ففي عام 2029 من المتوقع أن يتجاوز توليد الكهرباء من الطاقة الشمسية الكهروضوئية الطاقة الكهرومائية، ليصبح أكبر مصدر للطاقة المتجددة عالميًا، ومن المتوقع أن يتجاوز توليد الكهرباء من الرياح الطاقة الكهرومائية في عام 2030، و بالنسبة للطاقة التقليدية تباطأ نمو الطلب العالمي على النفط سنة 2024 حيث بلغ معدل النمو 0.8% مقارنة بـ

1.9% سنة 2023، كما انخفض الطلب في الصين بـ 1.8% والاقتصاديات المتقدمة بـ 0.3% (IEA, Global energy review, 2025)، كما وشهد الغاز الطبيعي أكبر نمو في الطلب بين أنواع الوقود الأحفوري فقد ارتفع الطلب بنسبة 2.7% في عام 2024 بزيادة قدرها 115 مليار متر مكعب، وقد احتلت الصين أكبر نمو في الطلب على الغاز الطبيعي بأكثر من 7% بزيادة قدرها 30 مليار متر مكعب، فيما زاد الطلب بنسبة 2% في الولايات المتحدة الأمريكية (IEA, Global energy review, 2025, p. 16).

ارتفع الطلب العالمي على الفحم بنسبة 1.2%، حيث أدى ارتفاع درجات الحرارة إلى زيادة استهلاك الكهرباء لأغراض التبريد، وأدت موجات الحر الشديدة إلى ارتفاع استخدام الفحم في كل من الصين والهند، اللتين مثلتا معاً الغالبية العظمى من الزيادة في الطلب العالمي، والتي بلغت حوالي 65 مليون طن، وظلت الصين أكبر مستهلك للفحم عالمياً، حيث بلغت حصتها 58% من إجمالي استخدام الفحم العالمي، ونشير أنه سنة 2024 كان الطلب على الكهرباء في الصين قوياً للغاية، حيث ارتفع بنسبة 7% على الرغم من الاعتماد الضخم على الطاقة الشمسية الكهروضوئية وطاقة الرياح في السنوات الأخيرة، بالإضافة إلى انتعاش إنتاج الطاقة الكهرومائية نتيجة لارتفاع هطول الأمطار، بالإضافة إلى زيادة توليد الطاقة النووية والكتلة الحيوية والغازية، إلا أن الفجوة بين الطلب الإضافي على الكهرباء والعرض تم سدها من توليد الفحم (IEA, Global energy review, 2025, p. 19)، وبناءً على التطورات التي قد تحصل في النمو الاقتصادي، وزيادة عدد السكان، والتغير في أسعار الطاقة، والتقدم التقني والتكنولوجي، قد يتغير مسار العرض والطلب العالمي ويأخذ اتجاهات أخرى، فمن المتوقع أن تستمر هيمنة الوقود الأحفوري عالمياً وخاصة النفط والغاز، حتى عام 2030 وما بعده، على الرغم من نمو مصادر الطاقة المتجددة، ولن توفر الدول المنتجة للنفط في العالم سوى حوالي 100 مليون برميل يومياً في عام 2030، وقد يصل العجز النفطي إلى ما يقارب 10 ملايين برميل يومياً، مما يعني إمكانية ارتفاع الأسعار، الذي قد يؤدي إلى انخفاض معدلات النمو في الاقتصادات النامية والمتقدمة على حد سواء (Al-Yasiri, 2021).

2.4. التوجه نحو الطاقة المتجددة كبنية تحتية وليس كمجرد حل مناخي فقط:

إن التوسع السريع في استخدام الطاقات المتجددة يعتبر جزء من معادلة التحول الطاقوي، وينبغي أن يهدف هذا التحول إلى خفض كثافة استخدام الطاقة في الاقتصاد من خلال مجموعة من التقنيات الأكثر كفاءة في الاستخدام مدعومة بتغييرات هيكلية وسلوكية، وغالبا ما تحقق هذه التدابير فوائد اقتصادية وبيئية مشتركة، لذلك ستكون هناك حاجة إلى تغييرات في جميع قطاعات الاستهلاك النهائي بما في ذلك التحول من السيارات الخاصة إلى السيارات الجماعية، ومن الشحن الجوي بالطائرات إلى الشحن البري باعتماد السكك الحديدية، واعتماد مبادئ الاقتصاد الدائري، وتحسين عزل المباني، ومضخات الحرارة، والمحركات الكهربائية عالية الكفاءة، وتعد التحسينات التقنية في كفاءة الطاقة المتمثلة في المضخات الحرارية والمركبات الكهربائية والكهرباء المرنة والذكية ونشر الطاقة اللامركزية ذات أهمية في المساهمة في إزالة الكربون من قطاعات الاستخدام النهائي.

وللمضي قدما مع أهداف الوكالة الدولية للطاقة المتجددة IRENA للحد من ارتفاع درجات الحرارة يجب أن يتضاعف المعدل السنوي العالمي لتحسين كثافة الطاقة بحلول سنة 2030 مقارنة بالمستوى الحالي وهو ما يتوافق مع جاءت به الوكالة الدولية للطاقة IEA سنة 2023، وفي حال تحقيق ذلك سيشهد الاستهلاك العالمي النهائي للطاقة نموا ضئيلا خلال الفترة نفسها (COP28, 2023, p. 28).

3.4. الغاز الطبيعي كوقود انتقالي بين الطاقات التقليدية والطاقات المتجددة:

رغم أن إزالة الكربون موضع نقاش عالمي، إلا أن الغاز الطبيعي أصبح ذا جاذبية بسبب أسعاره التنافسية مقارنة بأنواع الوقود الأخرى نتيجة لظهور تقنيات التكسير الهيدروليكي والغاز الصخري مؤخرًا، ولقد أصبح الغاز من أبرز القضايا باعتباره حلا وسطا، إذ يعتبر الغاز الطبيعي مقارنة بالنفط والفحم أنظف نسبيا وأقل تأثيرا على البيئة.

سيكون للغاز الطبيعي دورا فعالا كوقود انتقالي في التعامل مع انقطاع إمدادات الطاقة مع زيادة حصة مصادر الطاقة المتجددة في مزيج الطاقة العالمي، ومن المتوقع أن يزداد إجمالي الطلب على الكهرباء بنسبة 70% بحلول عام 2035، مع

تضاعف توليد الطاقة بالغاز تقريباً لتسهيل ذلك، ومن المتوقع أيضاً أن تكون حصة الغاز الطبيعي في مزيج الطاقة العالمي أعلى من حصة الفحم والنفط بحلول عام 2035، كما سيزداد نقل الغاز الطبيعي، من خلال الغاز الطبيعي المسال (LNG) عالمياً، ومن المتوقع أن يصبح الغاز الطبيعي ثاني أكبر مساهم في مزيج الطاقة العالمي بعد النفط بحلول عام 2040، ويتراجع الطلب على الفحم في قطاع الطاقة في دول منظمة التعاون الاقتصادي والتنمية (Amir, et al, 2019, p. 1078).

اختلفت الآراء فيما يخص جدوى الغاز الطبيعي في كونه وقود يمكن الاعتماد عليه في هذه المرحلة الانتقالية، فمنهم من يرى أيضاً أن الغاز الطبيعي يستخدم كرافعة لسد فجوات تقنيات الطاقة المتجددة، وسرعان ما سيُستبعد من السوق التقليدية بسبب تكلفة الاستثمارات، ومن ثم ستصبح تقنيات الطاقة المتجددة الناشئة هي السائدة طالما استخدم الغاز الطبيعي كرافعة لتمكين مصادر الطاقة المتجددة، كما تشير بعض الدراسات إلى أن الاعتماد على الغاز الطبيعي قد يؤدي إلى تباطؤ الانتقال نحو الطاقات المتجددة، كما فجميع مصادر الطاقة تتنافس مع بعضها البعض لتلبية الطلب على الطاقة، فمثلاً إذا تم اختيار الغاز الطبيعي لأسعاره المعقولة وإمداداته الوفيرة، فإن هذا سيجعل الغاز الطبيعي أكثر جدوى اقتصادية ونضجاً من الناحية التكنولوجية في المستقبل، وفي كل مرة لا يتم فيها اختيار مصادر الطاقة المتجددة، يتراجع وضعها النسبي مقابل الغاز الطبيعي وأنواع الوقود الأحفوري الأخرى لأنها ستفتقر إلى الشبكة والبنية التحتية اللازمة لتوسيع نطاقها (C. Gürsan & V.de Gooyert, 2021).

5- غموض التوقعات بسبب جائحة كورونا

لقد أثر الوباء بشكل خاص على أسواق الأسهم العالمية مما أدى إلى زيادة التقلبات وانخفاض الأسعار وخاصة في قطاعات مثل الطاقة والموارد الطبيعية (Taimur, et al, 2024)، قبل انتشار جائحة كورونا كان قطاع الطاقة المتجددة يشهد نمواً مطرداً ومع أن الجائحة قد أدت إلى تخفيض نمو هذا القطاع في المستقبل القريب على الأقل، فإن نقاط القوة الكامنة في مصادر الطاقة المتجددة تظل قوية وتعزز جدواها الاقتصادية مقارنة بالوقود الأحفوري على المدى الطويل، خصوصاً مع بقاء البند المناخي بنداً أساسياً على جدول الأعمال (Peiying; et al, 2020)، ومع سياسة الغلق التي

انتهجتها العديد من الدول حدث انخفاض كبير في النشاط الاقتصادي، مما أدى إلى تراجع الطلب العالمي على الطاقة، إذ تراجع الطلب على النفط بـ 9% سنة 2020 مقارنة بسنة 2019 وهو أكبر تراجع مقارنة بالمصادر الأخرى، فيما تراجع الطلب على الغاز الطبيعي بـ 5%، وهو أكبر تراجع منذ 70 سنة، للإشارة هذا التراجع صاحبه تراجع في أسعار عقود الطاقة، وانخفاض مؤشر التوظيف في قطاع الطاقات المتجددة في الولايات المتحدة الأمريكية (Lu, et al, 2021) .

أما الكهرباء فقد عرف الطلب العالمي عليه انخفاضا بـ 2.5% في الثلاثي الأول لسنة 2020، وبسبب سياسة العلق التام أو الجزئي المتبعة انخفض الطلب اليومي على الكهرباء بـ 15% في أوروبا والولايات المتحدة الأمريكية، فيما لوحظ تأثير أكبر للدول الأكثر تشددا في فرض هذه السياسات وكذلك الدول التي تعتمد اقتصاداتها على الخدمات بالدرجة الأولى، وحسب (L. A Ferrari et al, 2022) عرف الجانب البيئي تحولا خلال جائحة كورونا إذ انخفضت مستويات CO2 في الجو لمستويات متدنية، وذلك بسبب تأثير قطاع النقل ووصول انخفاض الانبعاثات إلى معدل 5.8% مقارنة بسنة ما قبل كوفيد، مع إلغاء قيود الإغلاق في بعض الدول، واستئناف الأنشطة الاقتصادية اليومية في العديد من الصناعات في بداية عام 2021، ارتفعت أسعار الطاقة بشكل أكبر نتيجة لزيادة الطلب على موارد الطاقة وخدمات النقل، وتُظهر الإحصاءات أن أسعار الغاز في أوروبا ارتفعت بنسبة 560% بين فبراير وديسمبر 2021 وقد تجاوز الطلب العالمي على الطاقة العرض بالفعل (Xiaotong , 2023).

6. الصراعات الجيوسياسية والأمن الطاقوي

تتأثر قوى العرض والطلب وسلاسل الامداد الطاقوي بشكل مباشر بالصراعات والتوترات الجيوسياسية، وعادة ما يتم التركيز في أمن الطاقة على توفير امدادات موثوقة من موارد الطاقة دون انقطاع ويسعر معقول، وتعتبر الأزمة الأوكرانية الروسية من الأزمات التي كان لها أثر كبير على الأمن الطاقوي في الاتحاد الأوروبي إذ فرضت على المنطقة إعادة صياغة سياساتها واستراتيجياتها المتعلقة بالطاقة.

1.6. تداعيات الحرب الروسية الأوكرانية على أسواق الطاقة

بعد اندلاع الحرب بين أوكرانيا وروسيا يوم 24 فيفري 2022 ارتفعت أسعار النفط والغاز مباشرة إلى أعلى مستوى لها (Daniel , et al, 2023) ، وتفاقت مشكلة الطاقة الناجمة عن جائحة كوفيد-19، وأدت إلى اضطراب تجارة الطاقة العالمية، كما أحدثت ارتباكاً في الاتحاد الأوروبي، وتعد روسيا منتجا ومصدرا رئيسيا لمعظم أنواع الوقود الأحفوري في سوق الطاقة العالمية، وفي سنة 2022 مثلت روسيا ما نسبته 10% من إنتاج الطاقة العالمي، كما تعتبر أوكرانيا منطقة عبور لذلك تلعب دورا مهما في الأمن الطاقوي فهي ممر حيوي للغاز الروسي المصدر نحو الدول الأوروبية، وتعتبر الطريق الأقصر لوصول الغاز نحو دول جنوب شرق أوروبا مقارنة بطرق أخرى (Xiaotong , 2023) ، وتعد أوروبا من أكبر الأسواق المستهلكة للغاز الطبيعي في العالم، وتعتمد أوروبا بشكل كبير على واردات الغاز الطبيعي لأن إنتاجها لا يلبي الطلب، وتعتبر النرويج أكبر منتج في أوروبا أما خارج أوروبا تعد روسيا المصدر الرئيسي للغاز عبر عدة خطوط أنابيب مباشرة أو تمر بدول أخرى، وبجانب روسيا توجد خطوط أخرى من المنطقة العربية مثل الجزائر وليبيا (وائل، 2018، صفحة 276) ، وقد أدت الأزمة الأوكرانية الروسية إلى ارتفاع الأسعار خاصة في الدول الأوروبية، فبسبب حظر الاتحاد الأوروبي لاستيراد موارد الطاقة من روسيا والتأثير على أوكرانيا بقطع عائدات الطاقة الروسية الأمر الذي تسبب في أضرار جسيمة على تدفقات الطاقة العالمية، وهذا لن يضر فقط روسيا والدول الأوروبية فحسب بل سيضر جميع الدول التي تعتمد على امدادات النفط والغاز الروسية من خلال تعطيل سلسلة الامدادات، مما يؤدي إلى وجود نقص في الامداد الأمر الذي ينتج عنه ارتفاع شديد في الأسعار (Xiaotong , 2023)، اتخذت روسيا عدة إجراءات للرد على العقوبات التي فرضت عليها، تمثلت أساسا في قطع الامدادات وعرقلة نقل الطاقة، مما أثرت على الأمن الطاقوي في أوروبا، و فرض على الاتحاد الأوروبي اللجوء إلى مصدري آخرين للنفط والغاز.

2.5. نحو تحقيق الأمن الطاقوي في الاتحاد الأوروبي

في مارس 2022، طرحت المفوضية الأوروبية خطة REPower EU، وهي مجموعة شاملة من المبادرات التي تتضمن دعماً تشريعياً ومالياً جديداً للاعتماد على تقنيات الطاقة الشمسية وطاقة الرياح والهيدروجين، وإنشاء تعاون تجريبي جديد

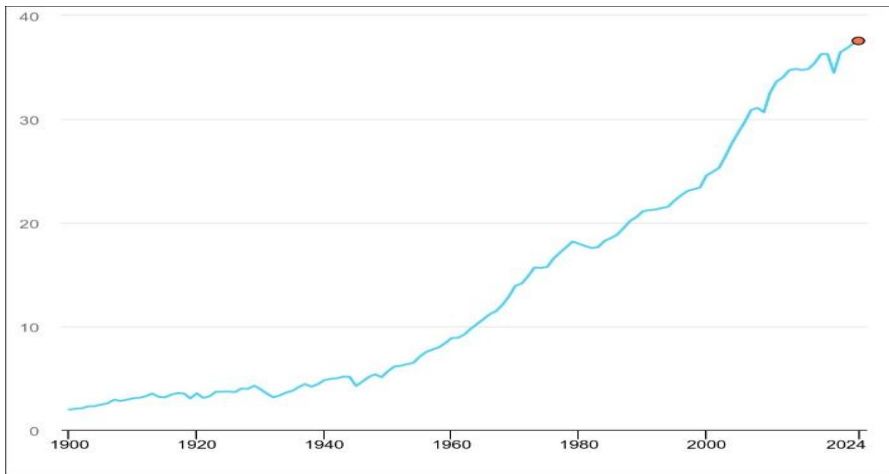
للهدروجين، وتوسيع قدرات التصنيع في التقنيات الصديقة للبيئة. يتضمن هذا الاقتراح مراجعة لهدف الطاقة المتجددة لعام 2030، ورفع الهدف إلى 45٪، اعتمدت لائحة REPowerEU في فبراير 2023، وتغطي هذه اللائحة تدابير قصيرة ومتوسطة الأجل، مثل استثمار 210 مليارات يورو حتى عام 2027 لوقف واردات الوقود الأحفوري من روسيا، ويهدف هذا إلى التركيز على خطط التعافي والمرونة الوطنية لتحقيق استقلال أسرع في مجال الطاقة، ومعالجة مشكلة نقص الطاقة، وإزالة الكربون (Baik, 2024)، ومن أجل ضمان الأمن الطاقوي لجأ الاتحاد الأوروبي إلى دول أخرى من أجل تغطية احتياجاته مثل النرويج التي تعد من أكبر مُصدّري الغاز الطبيعي، كما زادت صادرات الولايات المتحدة من الغاز الطبيعي المسال إلى أوروبا، وعزز الاتحاد الأوروبي علاقاته مع دول شمال إفريقيا وخاصة الجزائر في مجال الطاقة، من خلال الاستفادة من القرب الجغرافي والبنية التحتية القائمة، وتم تطبيق مجموعة من التدابير لمعالجة مرونة الطاقة، حيث استثمرت إيطاليا وهولندا في زيادة السعة، كما تم التركيز على تحديث شبكات الطاقة، وحملات التوعية العامة، وتقديم بعض الحوافز المالية للأسر والقطاعات الصناعية من أجل توفير الطاقة، مما ساعد على خفض مستويات الطلب (Waqas, et al, 2024) .

7- استراتيجية تقليص انبعاثات الكربون:

مع نمو الاقتصاد العالمي ترتفع انبعاثات ثاني أكسيد الكربون بسبب التصنيع، وإزالة الغابات، والضرر البيئي، وزيادة عدد سكان العالم (Liton, et al, 2022) ، يُبرز هذا التوجه الكبير الحاجة إلى خفض الانبعاثات الملوثة الناتجة عن إنتاج واستخدام مصادر الطاقة الأحفورية، والتي كانت بمثابة قوة دافعة في نظام الطاقة في عدد من الدول المتقدمة لسنوات عديدة، وقد طُبِّقت معايير انبعاثات أكثر صرامة في بعض الدول الأوروبية، مما أدى إلى ابتكارات تكنولوجية مهمة، مثل تلك الموجودة في قطاع النقل باستخدام المركبات الكهربائية، علاوة على ذلك، دفع ضغط المستهلكين والمستثمرين والجهات التنظيمية والمؤسسات خاصة في أوروبا، إلى تخصيص المزيد من الوقت والموارد للحد من تأثيرها البيئي (Berahab, 2020, p. 3)، وحسب الوكالة الدولية للطاقة (IEA,2025) ارتفع إجمالي انبعاثات ثاني أكسيد الكربون المرتبطة بالطاقة

بنسبة 0.8% في عام 2024، مسجلاً أعلى مستوى له على الإطلاق، كما نمت انبعاثات ثاني أكسيد الكربون الناتجة عن احتراق الوقود بنحو 1%، بينما انخفضت الانبعاثات الناتجة عن العمليات الصناعية بنسبة 2.3%، وزادت انبعاثات ثاني أكسيد الكربون في الأسواق الناشئة والاقتصادات النامية، المرتبطة بالطاقة بنسبة 1.5% عام 2024، وهذا راجع إلى تزايد الطلب على الطاقة المرتبط بالنمو الاقتصادي والسكاني السريع، كما ارتفعت انبعاثات الفحم بنسبة 2%، بينما زادت انبعاثات الغاز الطبيعي بنسبة 3.7%، وانبعاثات النفط بنسبة 0.3%، مما يعكس استمرار الاعتماد على الوقود الأحفوري لتلبية الزيادة في النشاط الصناعي.

الشكل رقم 3 : إجمالي انبعاثات CO₂ من 1900-2024



المصدر: (IEA, 2025, p. 8).

ساعد التوسع في الطاقة النظيفة - وخاصة في طاقة الرياح والطاقة الشمسية الكهروضوئية - في التخفيف من نمو الانبعاثات، كما زاد توليد الطاقة الكهرومائية بنسبة 11% مقارنةً بعام 2023، وانخفضت انبعاثات العمليات الصناعية في الصين بأكثر من 5%، ويعزى ذلك إلى حد كبير إلى انكماش إنتاج الأسمت بنسبة تقارب 10%، نتيجة ضعف الطلب من سوق العقارات وانخفاض الاستثمار في البنية التحتية، كما ارتفعت انبعاثات ثاني أكسيد الكربون المرتبطة بالطاقة في الهند بنسبة 5.3% في عام 2024، مدفوعةً بالنمو الاقتصادي السريع وتطوير البنية التحتية والطلب المتزايد على الطاقة.

انخفضت في الاقتصادات المتقدمة انبعاثات ثاني أكسيد الكربون المرتبطة بالطاقة بنسبة 1.1% في عام 2024، مدفوعةً بانخفاض بنسبة 5.7% في انبعاثات الفحم وانخفاض بنسبة 0.5% في انبعاثات النفط، وارتفعت انبعاثات الغاز الطبيعي بنسبة 0.9%، ويعكس هذا الانخفاض الاستمرار في استخدام مصادر الطاقة منخفضة الانبعاثات، حيث تُمثل مصادر الطاقة المتجددة والطاقة النووية أكثر من 50% من توليد الكهرباء، مدفوعةً بالنمو القوي في طاقة الرياح والطاقة الشمسية، كما انخفضت انبعاثات ثاني أكسيد الكربون المرتبطة بالطاقة في الولايات المتحدة بنسبة 0.5% في عام 2024، حيث انخفضت انبعاثات الفحم بنسبة 4.5% وسجلت البلاد أدنى مستويات توليد الطاقة من الفحم منذ ما يقرب 60 عامًا، بينما انخفضت انبعاثات النفط بنسبة 0.3%، ومع ذلك زادت انبعاثات الغاز الطبيعي بنسبة 1.3%، وانخفضت انبعاثات ثاني أكسيد الكربون المرتبطة بالطاقة في الاتحاد الأوروبي بنسبة 2.2% في عام 2024، وانخفضت انبعاثات الفحم بنسبة 11%، بينما انخفضت انبعاثات النفط بنسبة 0.3%، وظلت انبعاثات الغاز الطبيعي ثابتة، وانخفضت انبعاثات قطاع الطاقة بنحو 10% على أساس سنوي، مدفوعةً بانخفاض قياسي في حصة الوقود الأحفوري في توليد الكهرباء، حيث بلغت 28%، وشكلت مصادر الطاقة المتجددة ما يقرب من 50% من إنتاج الكهرباء، بقيادة طاقة الرياح والطاقة الشمسية، اللتين بلغتا 28% متجاوزتين لأول مرة الحصة الإجمالية للفحم والغاز.

ترتكز استراتيجية تقليص انبعاثات الكربون على ثلاثة محاور تتمثل في التقليل من استخدام الطاقة، وتنمية وتطوير الحلول الطاقوية النظيفة، وتعميم استخدام الطاقات النظيفة، ويمكن شرحها فيما يلي: (comission Energy transisions, 2020)

1.7. التقليل من استخدام الطاقة

إن التقليل من استخدام الطاقة لا يجب أن يتعارض مع هدف الحفاظ على مستوى رفاهية المجتمع، وتحت طائلة هذا القيد تطرح عادة ثلاثة حلول هي:

-زيادة الفعالية الطاقوية: إذ يمكن التقليل من استهلاك الطاقة بالرفع من الفعالية الطاقوية، ففي ميدان النقل يتم ذلك من خلال اختراع محركات أقل استهلاكاً للطاقة، وفي ميدان الصناعة يمكن تحقيق ذلك من خلال دعم تحول المصانع نحو استخدام

الكهرباء ودفع مجال البحث والتطوير نحو دعم هذا التحول، أما في ميدان البناء والتعمير فيصبح ذلك ممكنا بموجب اعتماد تقنيات عزل وتدفئة أكثر كفاءة.

-زيادة فعالية المواد: يمكن التقليل من كمية الطاقة المستهلكة من خلال تطوير معادن أقل استهلاكاً للطاقة وأكثر قابلية لإعادة الرسكلة، وتشير الإحصائيات أن هذا النوع من الحلول يمكن أن يسمح للعالم باقتصاد ما لا يقل 40% من استهلاكات الطاقة السنوية، وللاشارة تعد صناعتي الإسمنت والفولاذ أكبر الصناعات استهلاكاً للطاقة في العالم.

-زيادة فعالية الخدمات: تمر زيادة فعالية الخدمات للتقليل من استخدام الطاقة عبر تغيير نمط معيشة الأفراد والسلوك الاستهلاكي للمجتمعات وخياراتهم المعيشية.

2.7. تنمية وتطوير الحلول الطاقوية النظيفة

إن التخلص من إفرازات الكربون أو تقليصها إلى أقصى حدود والوصول إلى اقتصاديات نظيفة يقتضي بالأول تبني وبقوة فكرة التخلص من الطاقات الأحفورية، لكن في نفس الوقت وجب اعتماد تقنيات وتكنولوجيا حديثة لإنتاج طاقات نظيفة والوصول إلى اقتصاد خال من الكربون مثل اعتماد الهيدروجين، تقنية النقاط وتخزين الكربون CCS، وتقنية الكتلة الحيوية BIOMASE، والكهرباء لتسريع الوصول إلى اقتصاد خال من الكربون.

3.7. تعميم استخدام الطاقات النظيفة

تتعدد الطاقات النظيفة وتختلف التوليفة المعتمدة من بلد لآخر حسب ما هو متاح، وتختار البلدان التوليفة الطاقوية المناسبة لها اعتماداً على محددتين يتمثلان في التكلفة ووفرة المورد الطاقوي النظيف، لكن على العموم يجب أن يعتمد في تعميم استخدام الطاقات النظيفة على خطة بسيطة وهادفة تشمل بالأولوية على؛ التأكد من أن الكهرباء المستعمل من قبل العائلات تم إنتاجه وفق أنظمة انتاج داعمة لمسار التخلص من انبعاثات الكربون، إضافة إلى دعم مسار التخلص من المحركات العاملة بالبنزين والتحول إلى المحركات الكهربائية، ودعم التحول التدريجي نحو استخدام البطاريات الهيدروجينية في مجال النقل عبر الطائرات والبواخر للمسافات القصيرة، والعمل على أن يشمل هذا الدعم والمراقبة لشركات تقوم بتطوير وقود الهيدروجين السائل والحلول المرتبطة والتي يمكن أن تستخدم في النقل عبر المسافات الطويلة، والرفع من مقدار

الطاقات النظيفة الداخلة في صناعة الاسمنت والفولاذ والألمنيوم خاصة إذا ما علمنا أن هذه الصناعات تساهم بشكل كبير في إفرزات الكربون سنوياً، كما أنه من المهم تحسين حلول التدفئة والتبريد وأنظمة العزل بالبنائات السكنية ودعم الحلول التي تعتمد على الطاقات المتجددة، وأخيراً دعم الفلاحين وتشجيعهم على استخدام الكهرباء بدلاً من الطاقات الأحفورية، وتطوير واستخدام التكنولوجيا الكفيلة بتقليل إفرزات بروتوكسيد الأزوت والميتان الناتج عن تربية الحيوانات.

8- رقمنة الطاقة:

في ظل التحول نحو الطاقات النظيفة وإزالة الكربون، شهد قطاع الطاقة تحولاً رقمياً عالمياً وشهد تغيرات هائلة مرتبطة بالثورة الصناعية الرابعة Industry 4.0 ، حيث انخفضت كثافة الطاقة في الاقتصاد العالمي نتيجة للتقدم التكنولوجي، وتحسين الكفاءة، والتغيرات في هيكل الاقتصاد العالمي، ويلعب نمو مصادر الطاقة المتجددة وزيادة الاعتماد على الكهرباء في الاستخدامات النهائية دوراً هاماً في زيادة كفاءة أنظمة الطاقة (IEA, World Energy outlook 2024, 2024, p. 25)، وتشير وكالة الطاقة الدولية (IEA) إلى أن الرقمنة تعني ترابطاً متزايداً بين المجالين الرقمي والمادي، نظراً للاستخدام المتزايد لتكنولوجيا المعلومات والاتصالات في الحياة اليومية، وتتسارع وتيرة الرقمنة في قطاع الطاقة، فعلى مدى السنوات القليلة الماضية، استثمرت شركات الطاقة بكثافة في التقنيات الرقمية، ووفقاً لوكالة الطاقة الدولية، فقد زاد الاستثمار العالمي في البنية التحتية والبرمجيات الرقمية للطاقة بأكثر من 20% سنوياً منذ عام 2014 (Beata; Justyna, et al, 2022).

8.1. رقمنة الطاقة بين الفرص والتحديات

تُعد كفاءة الطاقة جوهر نظام الطاقة وفي هذا الصدد تُقدّم الابتكارات الرقمية الحديثة طرقاً جديدة للنظر لمواجهة تحديات كفاءة الطاقة الحالية وإيجاد طرق استثنائية لمواجهتها، مع توفير فرص جديدة تماماً للارتقاء بكفاءة الطاقة إلى مستوى أعلى من خلال تحسين البيئة التنظيمية والسياسية، وتحليلات البيانات، وتحسين التواصل بين أصحاب المصلحة في جميع قطاعات الطاقة من التوليد إلى الاستهلاك (Verma, et al, 2020) ، وتُسهّل الرقمنة إيجاد فرصاً سوقية جديدة للابتكارات الرقمية من خلال

الأدوات والتقنيات والعمليات، مثل الذكاء الاصطناعي، والتعلم الآلي، وتحليلات البيانات المتقدمة، وإنترنت الأشياء، والبيانات الضخمة، والحوسبة السحابية، وأجهزة الاستشعار، والأتمتة، والطباعة ثلاثية الأبعاد، والروبوتات، وغيرها بالنسبة لموردي الطاقة، وشركات النقل والتوزيع، وقطاعات الطلب (المباني، والصناعة، والنقل، وغيرها)، وتساهم في إنشاء نماذج أعمال جديدة تُتيح توليد الطاقة وتوصيلها واستهلاكها بطريقة أكثر استدامة، وتوفر هذه التقنيات المبتكرة فرصاً جديدة لتوليد الإيرادات للمؤسسات من خلال تغيير طريقة حدوث التفاعل، وتحسين العمليات، وتعزيز المرونة، وتحسين الكفاء، إضافة إلى التمكين من اتخاذ قرارات سياسية أفضل وبيئة تنظيمية أفضل، فقد تؤدي المعلومات غير الكاملة أو غير المكتملة إلى قرارات خاطئة، في حين تتمتع الابتكارات الرقمية بإمكانيات هائلة لمساعدة صانعي السياسات على تحقيق أهدافهم من خلال التطورات في البيانات، والقدرات التحليلية، وتحسين الاتصال، ورغم كل هذه الإيجابيات إلا أن تبني الرقمنة في قطاع الطاقة يأتي على حساب متطلبات أمن النظام الجديدة، ومخاطر خصوصية الأفراد، بالإضافة إلى بعض الاضطرابات الاقتصادية المحتملة (Verma, et al, 2020).

8 . 2 - محدودية استخدام الرقمنة في أنظمة الطاقة التقليدية

تاريخياً كان قطاع الطاقة من القطاعات الرائدة في تبني التقنيات الرقمية، ففي سبعينيات القرن الماضي استُخدمت التقنيات الرقمية لتحسين كفاءة إدارة الشبكة، كما استخدمت شركات النفط والغاز التقنيات الرقمية في الاستكشاف وإدارة خطوط الأنابيب، ويستخدم القطاع الصناعي وخاصةً الصناعات الثقيلة، التقنيات الرقمية منذ عقود لتحسين الجودة والإنتاج مع تقليل استهلاك الطاقة، وتجدر الإشارة إلى أنه في قطاع الفحم والنفط والغاز تعد المعدات الثقيلة هي السائدة، مقارنة بمستوى التكامل الرقمي الذي يعد منخفضاً نسبياً في هذه الصناعات مقارنة بالصناعات الأخرى (Barinova, 2021).

تفتح الرقمنة آفاقاً أوسع بكثير لتقنيات الطاقة النظيفة مقارنةً بأنظمة الطاقة التقليدية، ويمكن لصناعات الوقود الأحفوري الاستمرار في استخدام أجهزة الاستشعار، وأتمتة العمليات، والمراقبة عن بُعد، بينما يمكن لقطاع الطاقة المتجددة زيادة كفاءته وقدرته على الاندماج في نظام الطاقة بشكل كبير (Barinova, 2021).

فشلت شركات الطاقة التقليدية في تحقيق قيمة تجارية ملموسة من خلال إدخال التقنيات الرقمية بسبب جمود تطورها، وهو أمر يصعب التغلب عليه، حيث تهيمن الأصول المادية على قطاع الطاقة التقليدية، كما أنها تعتمد على الاستثمارات الضخمة كما أن تحقيق الأرباح صعب جداً، لهذا السبب، تواجه مقترحات الاستثمار في التقنيات الجديدة التفكير الدقيق وعدم التسرع وضرورة إثبات جدواها، بالإضافة إلى ذلك، يلعب المهندسون دوراً رئيسياً في شركات النفط والغاز والطاقة، والعديد من كبار مديري هذه الشركات هم مهندسون سابقون، ونتيجة لذلك تميل شركات الطاقة التقليدية إلى تفضيل المشاريع الكبيرة والمعقدة التي تقتصر إلى المرونة وتقاوم الحلول السريعة، هذه الخصائص تعيق تبني التقنيات الرقمية، التي تتطلب تحديدًا قرارات سريعة ومرونة واستعداداً للمخاطرة (Adrian, et al, 2020).

9. الخاتمة:

تمثل الطاقات المتجددة المحور الرئيسي للطلب على الطاقة مستقبلاً، خاصة في ظل الضغوطات البيئية والتزام الدول بخفض انبعاثات CO₂، إضافة إلى تكلفتها المنخفضة مقارنة بالمصادر التقليدية، وعلى العموم وختاماً لدراستنا يمكننا سرد الاتجاهات الطاقوية الكبرى كما يلي:

- استمر الطلب العالمي في الزيادة خاصة بين سنتي 2023-2024 وهذا راجع إلى النمو الاقتصادي والتغيرات المناخية وارتفاع درجات الحرارة الأمر الذي أدى إلى زيادة الطلب على الكهرباء وبالتالي على الطاقة، وأغلب هذا الطلب من القطاع الصناعي، خاصة صناعة الفولاذ والاسمنت.

- تصدر الصين الطلب العالمي على الطاقة وهذا راجع للعدد الكبير للسكان الذي يؤدي إلى زيادة الطلب على النقل والتدفئة والتبريد وغيرها، إضافة إلى وجود المصانع الضخمة التي تتطلب كميات هائلة من الطاقة من أجل تشغيلها، كما أنها تحتل مكانة الريادة في الإنتاج أيضاً بفضل وفرة الموارد خاصة الفحم، كما تخصص الصين استثمارات معتبرة للبحث والتطوير خاصة في قطاع الطاقات المتجددة.

- شهدت الطاقات المتجددة نموا ملحوظا وحظيت بالاهتمام كونها لا تسبب أضرارا بالبيئة إضافة إلى اعتبارات خاصة بالتكلفة والأمن الطاقوي، كما تراجعت معدلات نمو الوقود الأحفوري إلا أن الاعتماد عليه مازال كبيرا ضمن المزيج الطاقوي، ويعتبر الغاز الطبيعي كحل وسط أو كوقود انتقالي بين الطاقات التقليدية والطاقات المتجددة رغم أنه اعتبر من قبل البعض كحل مؤقت يؤدي في النهاية إلى تعطيل مسار الانتقال.

- غموض التوقعات مع جائحة كورونا فقبل انتشار الوباء كان هناك تزايد للطلب على الطاقة، ولكن الوباء أدى إلى انخفاض النشاط الاقتصادي وتراجع الطلب العالمي على الطاقة وانخفضت الأسعار إلى أدنى مستوياتها، كما انخفض الطلب على الكهرباء، فكان من الصعب في هاته الفترة التنبؤ بمستقبل قطاع الطاقة.

- تأثير الصراعات الجيوسياسية على الأمن الطاقوي، حيث أدت الأزمة الأوكرانية الروسية إلى اضطراب السوق العالمية للطاقة من خلال ارتفاع الأسعار خاصة في الدول الأوروبية، كما أثرت على الأمن الطاقوي في أوروبا، وهذا يفرض على الاتحاد الأوروبي اللجوء إلى موردين آخرين وتوزيع مصادر الامدادات وتقليل الاعتماد على روسيا لتحقيق الأمن الطاقوي.

- إزالة الكربون، حيث يُبرز هذا التوجه الكبير الحاجة إلى خفض الانبعاثات الملوثة الناتجة عن إنتاج واستخدام مصادر الطاقة الأحفورية لسنوات عديدة، وترتكز إزالة الكربون على التقليل من استخدام الطاقة بزيادة الفعالية الطاقوية وفعالية المواد والخدمات، إضافة إلى تنمية وتطوير الحلول الطاقوية النظيفة للوصول إلى اقتصاد خال من الكربون، ثم تعميم استخدام الطاقات النظيفة.

- الاتجاه نحو استخدام الرقمنة في قطاع الطاقة لتحسين الكفاءة والقرارات وتخفيض التكاليف، كما يتيح توليد الطاقة وإيصالها واستهلاكها بطريقة أكثر استدامة، وتفتح الرقمنة آفاقا واسعة لتقنيات الطاقات المتجددة مقارنة بأنظمة الطاقة التقليدية.

10. قائمة المراجع

- 1-Al-Yasiri, J. A. (2021). *Global Energy Demand For Different Energy Sources: Current Status and Future Prospects.* (A. J. Studies, Éd.) 4(1), pp 186-196.

- 2-Amir Safari, Nandini Das, Oluf Langhelle, Joyashree Roy, Mohsen Assadi .(2019). *Natural gas: A transition fuel for sustainable energy systemtransformation* ?Energy Science & Engineering ، (4)7 ، pp1423--1043
- 3- Berahab, Rim. (2020). *Global trends in the energy sector and their implicationon energy security in NATO's southern neighbourhood.* Elcano Royal Institute.
- 4-Euan Graham, Nicolas Fulghum; Katye Altieri, G. (2025). *Global electricity review.* Ember.
- 5-Abd. Aziz, Nik Hashim Nik Mustapha, Roslina Ismail . (2013). *Factors Affecting Energy Demand in Developing Countries:A Dynamic Panel Analysis.* International Journal of Energy Economics and Policy 3, special issue, pp.1-6.
- 6-Adrian Booth, Nikhil Patel, Micah Smith. (2020),*The need for digital value is greater and the barriers to change are lower—yet inertia persists. Three practical lessons can help energy companies break through.* Récupéré sur <https://www.mckinsey.com/industries/oil-and-gas/our-insights/digital-transformation-in-energy-achieving-escape-velocity#/>
- 7-Baik, e. a. (2024). *EU Energy Security Strategy: The Impact Of The Russia-Ukraine.* International Journal of Educational Research & Social Sciences, 5(4),pp 611-626.
- 8-Barinova. V, (2021). *The Role of Digitalization in the Global Energy Transition.* International Organisations Research Journal, 16(4), 126–145.
- 9-Justyna Światowiec-Szczepańska, Beata Stepień ´. (2022). *Drivers of Digitalization in the Energy Sector—The Managerial Perspective from the Catching Up Economy.* energies, 15(1437).
- 10-China's Energy Transition (August2024).*The State Council Information Office of the People's Republic of China.* Récupérésur:http://www.scio.gov.cn/zfbps/zfbps_2279/202408/t20240829_860523.html
- 11-COP28, I. a. (2023). *Tripling renewable power and doubling energy efficiency by 2030 crucial steps towards 1.5°C.* International Renewable Energy Agency, Abu Dhabi.
- 12-Daniel Balsalobre Lorente, Avik Sinha, Muntasir Murshed(2023). *Russia-Ukraine conflict sentiments and energy market returns in G7*

- countries: Discovering the unexplored dynamics. *Energy Economics*, 125.
- 13-Diemas Sukma Hawkins, Nirmala Sari, Indah Chaerunnisa, Farahdiba Kuraini. (2022). *A Critical Analysis of China's Role in Global Energy Governance as a Strategy for Energy Security and Seeking Hegemony*, *Indonesian Journal of energy*. *Indonesian Journal of energy*, 2(5), pp80-95.
- 14-IEA. (2024). *Renewable 2024 Analysis and forecast to 2030*. Récupéré sur <https://www.iea.org/energy-system/renewables>
- 15-IEA. (2025). *Global energy review*. Paris: *World Energy Outlook*. Récupéré sur <https://www.iea.org/reports/global-energy-review-2025>
- C. Gürsan ، V.de Gooyert .(2021) .The systemic impact of a transition fuel: Does natural gas help or hinder the .Renewable and Sustainable Energy Reviews21-1 ،138 ،
- 16-L. A. Ferrari, L. M. P. R. Lima, E. A. Rodrigues, M. A. M. G. Pereira, M. Lima, E. A. Perini, J. M. S. Ayoub, J. A. Seneda. (2022). *Energy and covid, 19 analysis of the impact of the globale enegy matrix*. *Brazilian Journal of Radiation Sciences*, 10(3).
- 17-Hong-fang Lu, Xin Ma, Min-da Ma. (2021). *Impacts of the COVID-19 pandemic on the energy sector*. *Journal of Zhejiang University-SCIENCE A (Applied Physics & Engineering)*, 22(12), pp 941-956.
- 18-Alina Zaharia , Maria Claudia Diaconeasa , Laura Brad , Georgiana-Raluca Ladaru ,Corina Ioanas (2019). *Factors Influencing Energy Consumption in the Context of Sustainable Development*. *Sustainability*(11), pp2-29.
- 19-Odyssee-MURE & Enerdata. (2023). *Understanding variation in energy consumption. Methodology report*.Co-funded by the Horizon 2020 programme of EU
- 20-Olena , C., & Kateryna , S. (2023). *Energy industry development: key trends and the core determinants*,. *SocioEconomic Challenges*, 1(1), 115-128.
- 21-Statistical review of world energy. (2025), energy institute. Récupéré sur <https://www.energyinst.org/statistical-review>
- 22-Taimur Sharif, Jihene Ghouli, Ahmed Bouteska, Mohammad Zoynul Abedin. (2024). *The impact of covid-19 uncertainties on energy market volatility, Evidenefrom the US markets*. *Economic Analysis and Policy*, 84, pp 25-41.

- 23-Piyush Verma , Romanas Savickas, Stefan M. Buettner, and Jens Strüker ,Ole Kjeldsen, Xiao Wang. (2020). *Digitalization: enabling the new phase of energy efficiency*. (G. o. GEEE-7/2020/INF.3, Éd.), Geneva.
- 24-Wang , W., & Chen, Z. (2024). *China's New Energy Industry: Key Characteristics and Competitive Advantages*. *China Economist*, 19(6), pp74-90.
- 25-Waqas Shoukat, Zainab Mustapha, Munib Ul Muneer, Amna shahzadi. (2024). *The Impact of the Russia-Ukraine War on EU Energy Security*. *Social Sciences Spectrum*, 3(4), pp337-351.
- 26-Xiaotong . (2023). *The Russia-Ukraine War and Energy Security: Impact and Policies, From a European Perspective*. *Highlights in Business, Economics and Management*, 3.
- 27-Yi Zhu, Chao Feng , Xieqihua Liu , Tao Zhang ,and Xi Wang . (2025). *An Analysis of the Factors Influencing Energy Consumption Based on the STIRPAT Model: A Case Study of the Western Regions of China*. (*Energies*, Éd.) 18, 2379.
- 28- بيلينغ هون، دريا بران، محمد بن علي القرني، أيمن خليل، الاتجاهات الجديدة في الطاقة والمياه. منتدى أسبار الدولي. متاح في الموقع: www.awforum.org
- 29- وائل، ع. (2018). واقع وآفاق الغاز الطبيعي في الشرق الأوسط. مجلة النفط والتعاون العربي، 44(167).