

الانتقال المستمر من قبل الجزائر إلى إمدادات طاقة منخفضة الكربون

The ongoing energy transition by Algeria to a low carbon energy supply

مكاوي محمد الأمين¹، يسعد عبد الرحمن²؛ ولد علي لطيفة³Mekkaoui Mohamed El Amine¹, Yessad Abderrahmane², Ould Ali Latifa³¹ جامعة مستغانم (الجزائر)، mikaamine27@gmail.com² جامعة مستغانم (الجزائر)، yessad27@gmail.com³ جامعة مستغانم (الجزائر)، ouldali139@gmail.com

تاريخ النشر: 2025/01/01

تاريخ القبول: 2024/11/26

تاريخ الاستلام: 2024/09/14

ملخص:

تهدف الورقة البحثية إلى توضيح الإطار العام للطاقة المتجددة والانتقال الطاقوي إلى إمدادات الطاقة منخفضة الكربون، من خلال تحليل مؤشر الأمم المتحدة للتحويل في مجال الطاقة، مع الإشارة إلى الجزائر. حيث أظهرت النتائج أن الجزائر أحرزت تقدم بخصوص التحويل الطاقوي في فترة الدراسة من 2015 إلى 2024. حيث سجلت عام 2024 فيأداء نظام الطاقة 65.1 نقطة والتحول الطاقوي 29.7 نقطة. كلمات مفتاحية: الطاقة المتجددة، مؤشر انتقال الطاقة، دفعة الانتقال، أداء نظام الطاقة، جاهزية التحويل. تصنيفات JEL: Q20، Q26، Q28، Q29.

Abstract:

The research paper aims to clarify the general framework for renewable energy and the energy transition to low-carbon energy supply, by analyzing the United Nations Energy Transformation Index concerning Algeria.

The results showed that Algeria made progress on the energy transition in the study period from 2015 to 2024. In 2024, the performance of the power system recorded 65.1 points, and the energy transformation was 29.7 points.

Keywords: Renewable Energy, Energy Transition Index, Transition momentum, Energy System Performance, Transition Readiness.

JEL Classification Codes : Q20, Q26, Q28, Q29.

¹ المؤلف المرسل: مكاوي محمد الأمين، الإيميل: mikaamine27@gmail.com

1. مقدمة :

اعترف المجتمع الدولي بموجب اتفاقية باريس بأن العالم بحاجة إلى نظام اقتصادي أكثر استدامة لكي يتباطأ الاحتباس الحراري العالمي، وهذا يتطلب تغييرات هائلة مثل الابتعاد عن الوقود الأحفوري مثل الفحم والانتقال إلى مصادر الطاقة منخفضة الانبعاثات مثل طاقة الرياح أو الطاقة الشمسية التي تعتبر نقطة تحول هامة بسبب وفرتها في العديد من البلدان والقدرة التنافسية من حيث التكلفة، وهي أيضا مصدر للحصول على إمدادات كهرباء منتظمة، وتوفر شبكات الطاقة الشمسية الصغيرة كهرباء عالية الجودة لنحو نصف مليار نسمة في المجتمعات المحلية المحرومة من الخدمات دون انقطاع، وتعتبر الحل الأقل تكلفة لسد فجوة الحصول على الطاقة. كما تتيح الطاقة الكهرومائية الحصول على طاقة نظيفة متجددة تعد من بين أقل مصادر الكهرباء تكلفة للمستهلكين.

1.1 الإشكالية:

ما هي تحديات وفرص انتقال الجزائر إلى طاقة منخفضة الكربون؟

2.1 الفرضيات:

- ◀ تحتاج الجزائر إلى تطوير قدراتها التكنولوجية في مجال الطاقة المتجددة وتدريب الكفاءات اللازمة؛
- ◀ تقييم أداء الجزائر دون المتوسط في مؤشر التحول في مجال الطاقة يعود أساسا لعدم الاستعداد الجيد للتحول الطاقوي.

3.1 أهمية البحث: تمكن أهمية الدراسة في إبراز الدور المحوري للطاقة المتجددة في تلبية احتياجات الطاقة المتزايدة في المستقبل، مع تحقيق توازن بين النمو الاقتصادي وحماية البيئة، أما بالنسبة للأهمية التطبيقية، فتسهم الدراسة في التعرف على واقع الطاقة المتجددة في الجزائر والتحديات التي تواجهها.

4.1 منهجية البحث: تقوم منهجية الدراسة على إتباع المنهج الوصفي لتمييزه بالمرونة الكبيرة في تغطية الجانب النظري المتعلق بمفاهيم الطاقة المتجددة، وكذا الاستعانة بالمنهج التحليلي من خلال إبراز واقع الطاقة المتجددة في الجزائر من خلال مؤشر التحول في مجال الطاقة.

تحتوي الدراسة على ثلاثة محاور:

المحور الأول: الأسس النظرية للطاقات المتجددة؛

المحور الثاني: أهم مصادر الطاقة المتجددة؛

المحور الثالث: تحديات التحول الطاقى في الجزائر وفق مؤشر التحول في مجال الطاقة **Energy**

Transition Index.

المحور الأول: الأسس النظرية للطاقات المتجددة: سنتطرق للمفاهيم الأساسية حول الطاقة

المتجددة، فوائدها، وكذلك الفرق بين الطاقة المتجددة والطاقة النظيفة والخضراء، وذلك كالآتي:

1. مفهوم الطاقة المتجددة Renewable Energy: هناك عدة تعريفات لمفهوم الطاقة المتجددة، ولعل أهمها ما يلي:

تُعرّف الطاقة المتجددة حسب منظمة الأمم المتحدة (UN) "بأنها هي طاقة ناتجة عن مصادر طبيعية تتجدد بمعدل يفوق ما يتم استهلاكه، على سبيل المثال أشعة الشمس والرياح من المصادر التي تتجدد باستمرار. وإن مصادر الطاقة المتجددة وفيرة وموجودة في كل مكان حولنا". (United Nations, 2024)

وتُعرّف الطاقة المتجددة حسب مجلس الدفاع عن الموارد الطبيعية¹ (NRDC) "التي يشار إليها غالبًا بالطاقة النظيفة، تأتي من مصادر أو عمليات طبيعية يتم تجديدها باستمرار. تظل على سبيل المثال أشعة الشمس والرياح ساطعة وتُهب، حتى إذا كان توفرها يعتمد على الوقت والطقس" (NRDC, 2022).

وتُعرّف الطاقة المتجددة حسب جامعة أكسفورد (Oxford) "الطاقة التي تُستمد من مصادر لا تنضب عمليًا، والتي تشمل المياه المتحركة (الطاقة الكهرومائية، وطاقة المد والجزر، وطاقة الأمواج)، والتدرجات الحرارية في مياه المحيط، والكتلة الحيوية، والطاقة الحرارية الأرضية، والطاقة الشمسية، وطاقة الرياح. يُقارن ذلك بالطاقة المستمدة من مصادر مثل الوقود الأحفوري، والتي تتمتع بإمدادات محدودة قابلة للاستنفاد. تُعرف أيضًا باسم الطاقات المتجددة" (University of Oxford, 2024).

وتُعرّف الطاقة المتجددة حسب الوكالة الدولية للطاقة المتجددة² (IRENA) "الطاقة التي لا تنفذ، الطاقة التي يمكن استخدامها دون تقليل توافرها في المستقبل. كالقوى الطبيعية (الحرارة والإشعاع والحركة) - الطاقة الكيميائية من الكتلة الحيوية (الوقود الحيوي)" (IRENA, 2024).

كما تُعرّف الطاقة المتجددة حسب الجمعية الجغرافية الوطنية³ (NGS) "تأتي الطاقة المتجددة من مصادر لن تنضب في حياتنا، مثل الشمس والرياح" (National Geographic Society, 2024).
وكمخلص لتعريف الطاقة المتجددة، هي "الطاقة التي تأتي من مصدر لا ينضب. إنها طبيعية وتجدد نفسها بنفسها، وعادة ما يكون لها بصمة كربونية منخفضة أو معدومة".

2. الفرق بين الطاقة المتجددة، الطاقة النظيفة والخضراء: كثيراً ما يتم استخدام مصطلحات "الطاقة الخضراء" **green energy** و"الطاقة النظيفة" **clean energy** و"الطاقة المتجددة" **renewable energy** لتوضيح نفس المعنى، ولكن هناك فرق رئيسي بينها (National Grid, 2022):

تنتج الطاقة النظيفة الكهرباء بدون انبعاثات. ومع ذلك قد يكون لتصنيعها أو صيانتها أحياناً "تكلفة كربونية". على سبيل المثال: يجب إزالة البيئات الطبيعية لإنشاء محطات الطاقة الكهرومائية بسد، وغالباً ما يؤدي العمل لبنائها إلى انبعاثات كربونية؛
تأتي الطاقة الخضراء من مصادر طبيعية بالكامل، والتي لها تأثير بيئي منخفض أو معدوم في إنشائها أو استخدامها؛

يمكن أن يكون كلاهما (الطاقة النظيفة والخضراء) متجددًا، مما يعني أساساً أنه يأتي من مصادر لا يمكن استنفادها.

لذلك بينما تعد معظم مصادر الطاقة الخضراء متجددة، لا تعتبر جميع مصادر الطاقة المتجددة خضراء.

3. فوائد الطاقة المتجددة: هناك عدة أسباب تجعل تسخير قوة مصادر الطاقة المتجددة أمراً بالغ الأهمية لمستقبل الكوكب (National Grid, 2022):

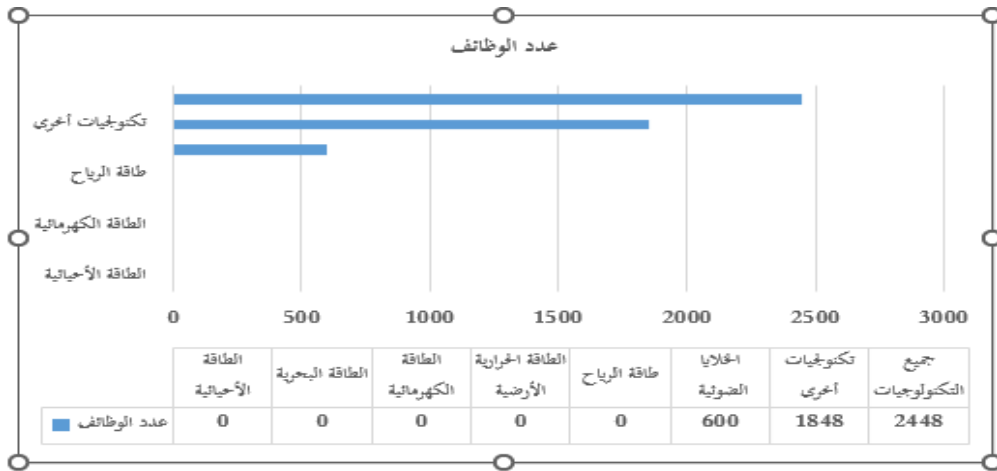
نظراً لأنها متوفرة بكثرة مقارنة بالوقود الأحفوري، تسعى الحكومات في جميع أنحاء العالم لتطوير مصادر الطاقة المتجددة لتزويد دولها بالطاقة بشكل حصري من مصادر الطاقة المتجددة؛

مصادر الطاقة المتجددة تصدر القليل جدًا أو لا تنتج أي انبعاثات ضارة عند استخدامها، لذا فإن الطاقة النظيفة التي توفرها ستلعب دورًا حاسمًا في منع المزيد من الاحتباس الحراري؛ مساهمة الطاقة المتجددة في خلق فرص عمل في الجزائر.

علاوة على الحد من الأثر السلبي على البيئة وتحسين تأمين الإمداد بالطاقة، فالطاقات المستدامة من شأنها أيضاً المساهمة في زيادة القيمة المحلية المضافة وخلق فرص عمل جديدة، حيث تشير دراسة أنكل دولار يُستثمر في مصادر الطاقة المتجددة ينتج ثلاثة أضعاف الوظائف المستحدثة في قطاع الوقود الأحفوري. (United Nations, 2024)، ولتوضيح مساهمة الطاقة المتجددة في خلق فرص عمل في الجزائر، نستعرض الشكل الباني (5) التالي :

الشكل (1): عدد الوظائف المستحدثة في الجزائر المرتبطة بالطاقة المتجددة حسب التكنولوجيا

المستخدمة، عام 2022



المصدر: من إعداد الباحثين اعتمادا على (IRENA and ILO, 2023)

يظهر الشكل البياني (1) كيفية مساهمة كل تكنولوجيا في توليد فرص عمل جديدة في الجزائر في مجال الطاقة المتجددة لعام 2022، حيث سجلنا مساهمة تكنولوجيا الطاقة الشمسية في خلق أكبر عدد من الوظائف، مما يشير إلى أن الجزائر تولي اهتمامًا كبيرًا لهذا النوع من الطاقة المتجددة، وتسجيل تفاوت كبير في

عدد الوظائف التي تم خلقها لكل تكنولوجيا، حيث كانت مساهمة التكنولوجيات الأخرى مثل الطاقة الحرارية الأرضية والطاقة الكهرومائية منعدمة.

المحور الثاني: أهم مصادر الطاقة المتجددة

هناك العديد من أنواع الطاقة المتجددة وهي تتطور باستمرار. ما يربطها جميعًا كما قال جيريمي وينشتاين **Jeremy Weinstein**⁴، هو أن هذه المصادر يتم تجديدها بشكل أساسي من تلقاء نفسها من خلال الوظائف الطبيعية للكوكب (Gagnon, 2024). يمثل الشكل (2) بعض أكثر أنواع الطاقة المتجددة شيوعًا:

الشكل (2): بعض أكثر أنواع الطاقة المتجددة شيوعًا



المصدر: من إعداد الباحثين

1. الطاقة الشمسية SOLAR ENERGY :

الطاقة الشمسية هي الأكثر وفرة من بين جميع مصادر الطاقة ويمكن حتى توليدها في الطقس الغائم. يفوق معدل اعتراض الأرض للطاقة الشمسية بحوالي 10000 مرة معدل استهلاك البشر للطاقة (United Nations, 2024).

تطورت الطاقة الشمسية لتصبح فعالة ومتعددة الاستخدامات وقوية. هناك حاليًا طريقتان رئيسيتان لتوليد الطاقة الشمسية:

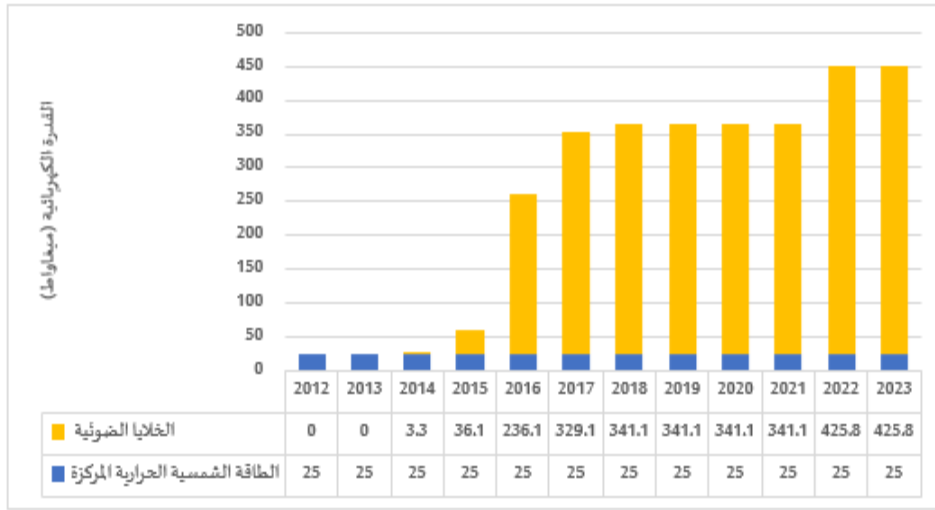
الخلايا الضوئية المعروفة أيضًا بالخلايا الشمسية الكهروضوئية (PV) photovoltaics، والتي تُستخدم في التطبيقات الصغيرة الحجم، تعمل على تحويل ضوء الشمس مباشرة إلى كهرباء. وهي واحدة من أسرع تقنيات الطاقة المتجددة نموًا وتلعب دورًا متزايد الأهمية في التحول العالمي للطاقة؛

الطاقة الشمسية الحرارية المركزة (CSP) Solar-thermal power المعروفة أيضًا بالتركيز الشمسي الحراري (CSP)، يستخدم المرايا لتركيز أشعة الشمس. هذه الأشعة تسخن السائل، الذي ينتج البخار لتشغيل التوربينات وتوليد الكهرباء. يستخدم CSP لتوليد الكهرباء في محطات الطاقة الكبيرة، والتي تُستخدم بشكل رئيسي في المرافق العامة والصناعة (Lagana, 2024).

وتواجه منشآت الطاقة الشمسية الضوئية، والتي تشمل الألواح الشمسية، مجموعة من التحديات بما في ذلك حركة السحب والطقس ومكان الأشجار وغير ذلك. وللمساعدة في التغلب على هذه التحديات تعمل التطورات التكنولوجية على جعل الخلايا الشمسية أكثر مرونة وخفة وسهولة التركيب وأقل تكلفة إنتاجًا وأكثر قوة من خلال الحاجة إلى مساحة أقل لجمع نفس الكمية (أو أكثر) من الضوء.

كما تُستخدم الطاقة الشمسية اليوم في صناعات مختلفة، فيمكن للمنازل والأعمال التجارية الفردية تركيب الألواح الشمسية على السطح لتوليد الكهرباء في ذات الموقع، ويمكن تركيب المزارع الشمسية وعلى نطاق أكبر على الأراضي الشاغرة للاستخدامات الصناعية، مما يساعد على خفض الإنفاق على الطاقة. وتستخدم مراكز البيانات والمستشفيات والمرافق الحكومية وغيرها الطاقة الشمسية لتكميل احتياجات الطاقة.

الشكل (3): إنتاج القدرة الكهربائية في الجزائر، 2012-2023



المصدر: من إعداد الباحثين اعتماداً على (IRENA, 2024)

يمثل الشكل (3) إنتاج الطاقة الكهربائية من المصادر الشمسية في الجزائر خلال الفترة من 2012 إلى 2023، من خلال نوعين من التقنيات الشمسية: الخلايا الضوئية والطاقة الشمسية الحرارية المركزة، حيث شهد إنتاج الطاقة الكهربائية من الخلايا الضوئية نمواً كبيراً، بدأ من الصفر في 2012 إلى 425.8 ميغاواط في 2023، دلالة على الاستثمار المتزايد في هذه التقنية والتشجيع على استخدام الطاقة المتجددة. في الجهة المقابلة بقي إنتاج الطاقة الكهربائية من الطاقة الشمسية الحرارية المركزة ثابتاً طوال الفترة 2012-2023، نتيجة التكلفة العالية لتأسيس مثل هذه المحطات والاهتمام أكثر بتقنية الخلايا الضوئية.

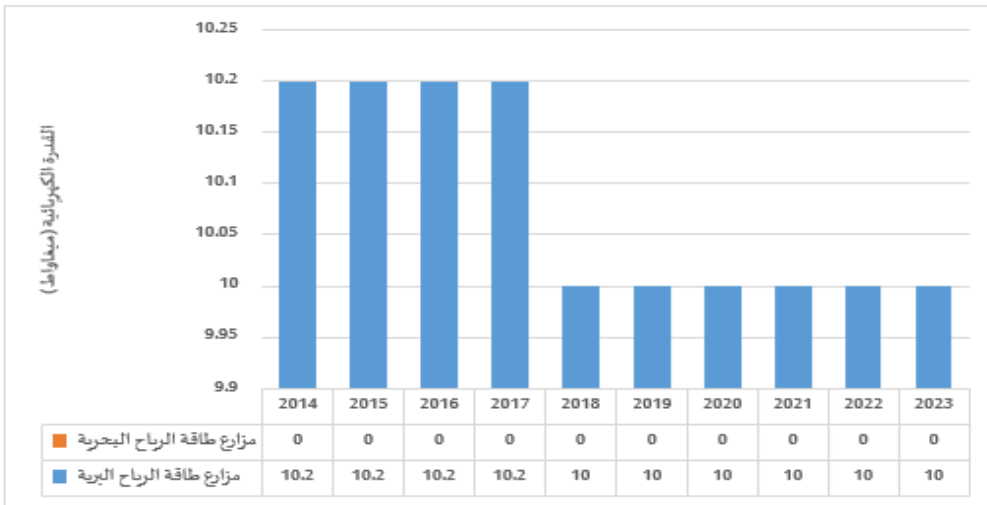
2. طاقة الرياح WIND ENERGY:

يستخدم الإنسان طاقة الرياح منذ زمن بعيد جداً. فقبل خمسة آلاف عام، صنع المصريون القدماء قوارب تعمل بالرياح. وفي عام 200 قبل الميلاد، استخدم الناس طواحين الهواء لطحن الحبوب في الشرق الأوسط وضح المياه في الصين. (National Geographic Society, 2024)

وتم بناء أول توربين رياح حديث عام 1940، ومنذ ذلك الحين تشهد التكنولوجيا تطوراً مطرداً وكبيراً. تتراوح توربينات الرياح اليوم بين الصغيرة (المستخدمة للمنازل أو الشركات الفردية) والكبيرة الحجم الموجودة على اليابسة (مزارع طاقة الرياح البرية Onshore WindFarms) أو في البحر (مزارع طاقة الرياح

البحرية أو المياه العذبة. كما تُعد طاقة الرياح وسيلة فعالة من حيث التكلفة لإدراج الطاقة النظيفة والمستدامة في إمدادات الكهرباء. وفيما يتعلق بتأثيراتها على الحياة البرية، تحتل مشاريع طاقة الرياح مرتبة أقل من أي مصدر طاقة آخر. وعلى الرغم من استخدامها لتوليد الكهرباء بشكل عام، لا يزال يتم استخدام طاقة الرياح المحلية لطحن الحبوب وضخ المياه. كما يمكن لطاقة الرياح أن توفر الطاقة لمحطات شحن السيارات الكهربائية. (Lagana, 2024)

الشكل (4): إنتاج القدرة الكهربائية في الجزائر، 2014-2023



المصدر: من إعداد الباحثين اعتماداً على (IRENA, 2024)

يمثل الشكل (4) تطور القدرة الكهربائية المنتجة في الجزائر من مزارع طاقة الرياح خلال الفترة 2014-2023، من خلال نوعين من التقنيات: مزارع طاقة الرياح البرية ومزارع طاقة الرياح البحرية، حيث لا يشير الشكل إلى أي زيادة ملحوظة في القدرة الإجمالية للطاقة المنتجة من الرياح، سواء كانت برية (حوالي 10.2 ميغاواط) يعود غفي الغالب للتكاليف الأقل مقارنة بالطاقة البحرية أو بحرية (0 ميغاواط).

3. الطاقة الحرارية الأرضية GEOTHERMAL ENERGY:

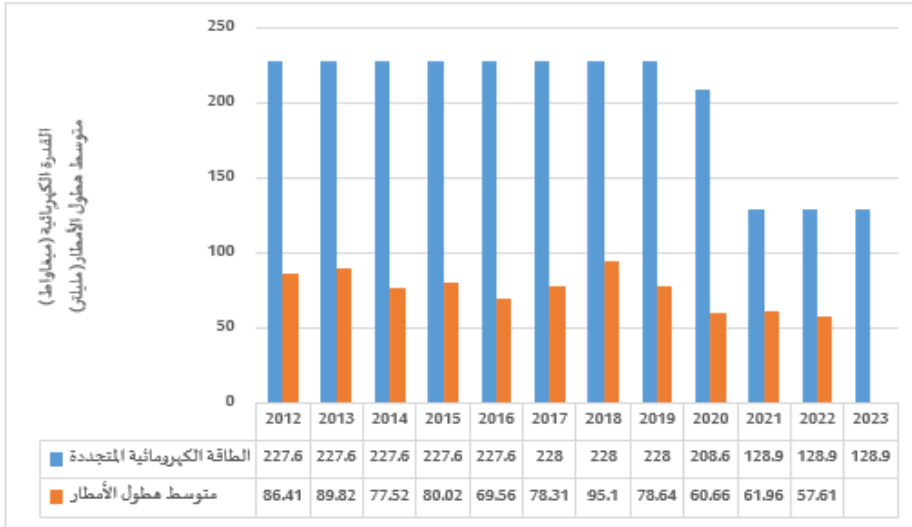
تستخرج تقنية الطاقة الحرارية الأرضية الحرارة الموجودة داخل باطن الأرض (تبلغ حرارة قلب الأرض نفس حرارة سطح الشمس)، والتي يمكن استخدامها مباشرة للتدفئة والتبريد أو تحويلها إلى كهرباء. تُستخدم الكهرباء المولدة على سبيل المثال، في توفير الحرارة للبيوت الزراعية البلاستيكية. كما تُستخدم الطاقة الحرارية

الأرضية لتدفئة وتبريد المباني التجارية بما في ذلك المستشفيات والمدارس وغيرها. وتحتاج كل من محطات الطاقة الحرارية الأرضية الكبيرة ومضخات الحرارة الأرضية الصغيرة إلى مساحة أرضية صغيرة نسبياً مقارنة بمصادر الطاقة المتجددة الأخرى. بالإضافة إلى ذلك يوفر تدفق الحرارة الدائم لباطن الأرض مصدراً لا ينضب للوقود (Lagana, 2024). ومن المزايا الرئيسية للطاقة الحرارية الأرضية تكلفتها المنخفضة وقدرتها على التشغيل على مدار العام بعوامل سعة عالية، وهذا يسمح لها بتوفير الكهرباء الثابتة القابلة للإرسال (IRENA, 2024). وتعد تكنولوجيا توليد الكهرباء من الخزانات الحرارية المائية ناضجة وموثوقة، فهي تستعمل منذ أكثر من 100 عام (United Nations, 2024).

ملاحظة: الجزائر لا تستخدم هذه التقنية في إنتاج الطاقة المتجددة، ويعزو ذلك إلى حد كبير إلى التكلفة العالية للاستكشاف والإنتاج، وقلة الدراسات وبعض العوامل الجيولوجية.

4. **الطاقة الكهرومائية HYDROPOWER:** وتعد الطاقة المائية حالياً أكبر مصدر طاقة متجددة في قطاع الكهرباء. وهي تعتمد بشكل عام على أنواع هطول الأمطار المستقرة، وقد تتأثر سلباً بحالات الجفاف أو التغيرات في النظم البيئية التي تؤثر على هطول الأمطار (United Nations, 2024). استخدم الإغريق القدماء منذ أكثر من ألفي عام قوة المياه لتشغيل عجلات طحن الحبوب، واليوم تعد من أكثر وسائل توليد الكهرباء فعالية من حيث التكلفة، وغالباً ما تكون الطريقة المفضلة عند توفرها، ففي النرويج على سبيل المثال، يأتي 99٪ من الكهرباء من الطاقة الكهرومائية، وأكبر محطة للطاقة الكهرومائية في العالم هي سد السد الثلاثي الشُعب (Three Gorges Dam) في الصين، والذي ينتج من 80 إلى 100 تيراواط ساعة سنوياً، وهو ما يكفي لإمداد ما بين 70 إلى 80 مليون منزل بالكهرباء. كما يمكن أن تحدث مشاريع الطاقة الكهرومائية الصغيرة الحجم فرقاً كبيراً للمجتمعات في المناطق النائية. (IRENA, 2024)

الشكل (5): اتجاهات القدرة الكهربائية في الجزائر، 2014-2023



المصدر: من إعداد الباحثين اعتماداً على معطيات الطاقة الكهرومائية (IRENA, 2024) ومعطيات متوسط هطول الأمطار (TRADING ECONOMICS, 2024)

يمثل الشكل (5) تطور القدرة الكهربائية المنتجة في الجزائر المنتجة من الطاقة الكهرومائية خلال الفترة 2012-2023. بشكل عام، يمكن ملاحظة استقرار الإنتاج خلال الفترة 2012-2019، وانخفاض حاد من 2021 حتى 2023، ويعزو ذلك إلى حد كبير إلى الظروف الجوية غير مواتية "انخفاض في هطول الأمطار".

5. الطاقة البحرية OCEANENERGY: ولا تزال أنظمة الطاقة البحرية في مرحلة مبكرة من التطور، مع استكشاف عدد من النماذج الأولية لأجهزة الموجات والتيارات المد والجزر. وتتجاوز الإمكانيات النظرية للطاقة البحرية بكثير متطلبات البشر الحالية من الطاقة (Lagana, 2024). وتشمل التقنيات البحرية الواعدة (IRENA, 2024):

طاقة الأمواج: حيث تقوم المحولات بالنقاط الطاقة المخزنة في أمواج المحيط واستخدامها لتوليد الكهرباء؛

طاقة المد والجزر: المنتجة إما من خلال تقنيات المد والجزر باستخدام السدود (سد أو حاجز آخر) لتوليد الطاقة بين المد والجزر، أو تقنيات التيار المدي، أو التطبيقات الهجينة.

ملاحظة: الجزائر لا تستخدم هذه التقنية في انتاج الطاقة المتجددة على الرغم من امتلاك الجزائر لساحل طويل، ويعزو ذلك إلى حد كبير إلى ارتفاع تكاليف الإنشاء والصيانة وتطلبها تقنيات هندسية متقدمة، وتوجيه معظم الاستثمارات في مجال الطاقة المتجددة نحو تطوير الطاقة الشمسية.

6. **الطاقة الأحيائية BIOENERGY:** ينقسم استخدام الطاقة الحيوية إلى فئتين رئيسيتين: "تقليدية" و"حديثة". يشير الاستخدام التقليدي إلى احتراق الكتلة الحيوية في أشكال مثل الخشب وفضلات الحيوانات والفحم التقليدي، وتتضمن تقنيات الطاقة الحيوية الحديثة الوقود الحيوي السائل المنتج من بقايا قصب السكر والنباتات الأخرى، والمصافي الحيوية، والغاز الحيوي المنتج من خلال الهضم اللاهوائي للمخلفات، وأنظمة التدفئة بألواح الخشب، وتقنيات أخرى (IRENA, 2024).

وتنتج الطاقة الناجمة عن حرق الكتلة الأحيائية انبعاثات غازات الدفيئة، ولكن بمستويات أقل من حرق الوقود الأحفوري مثل الفحم أو النفط أو الغاز. ومع ذلك، ينبغي استخدام الطاقة الأحيائية في تطبيقات محدودة فقط، بالنظر إلى الآثار البيئية السلبية المحتملة المرتبطة بالزيادات الكبيرة في مزارع الغابات والطاقة الأحيائية، وما ينتج عن ذلك من إزالة الغابات وتغير في استخدام الأراضي. (Lagana, 2024)

ملاحظة: الجزائر لا تستخدم هذه التقنية في انتاج الطاقة المتجددة على الرغم من امتلاك الجزائر لساحل طويل، ويعزو ذلك إلى حد كبير إلى التركيز على الطاقة الشمسية وإلى ارتفاع التكاليف وكذلك التحديات التي قد تواجهها الجزائر في تجميع المواد العضوية القابلة للاحتراق وتنظيمها

المحور الثالث: تحديات التحول الطاقى في الجزائر وفق مؤشر التحول في مجال الطاقة Energy Transition Index

هناك تقريرين مهمين دوليين يهتمان بدراسة التحول العالمى نحو استخدام الطاقة النظيفة:

تقرير تتبع الهدف التنموي المستدام رقم 7 (SDG 7): أصبح من أجندة الأمم المتحدة لعام 2030 للتنمية المستدامة منذ إنشائه عام 2018. ويقوم بإعداد التقرير سنوياً خمسة وكالات مسؤولة عن تتبع التقدم

المحرز نحو تحقيق الهدف. والوكالات هي: (United Nations, 2024)

الوكالة الدولية للطاقة (IEA) International Energy Agency

- الوكالة الدولية للطاقة المتجددة **International Renewable Energy Agency (IRENA)**؛
- شعبة الإحصاءات للأمم المتحدة **(UNSD) United Nations Statistics Division**؛
- البنك الدولي **(WB) World Bank**؛
- منظمة الصحة العالمية **(WHO) World Health Organization**.

ويراد من الهدف التنموي المستدام رقم 7 "ضمان حصول الجميع على الطاقة الحديثة والموثوقة والمستدامة بأسعار معقولة". وبالتالي يلخص هذا التقرير التقدم العالمي المحرز في مجال الحصول على الطاقة، وكفاءة الطاقة، والطاقة المتجددة، والطهي النظيف، والتعاون الدولي لتعزيز الهدف التنموي المستدام رقم 7. ويقدم إحصاءات محدثة لكل مؤشر ويوفر رؤى سياسية حول المجالات ذات الأولوية والإجراءات اللازمة لتحقيق مزيد من التقدم في الهدف التنموي المستدام رقم 7.

تقرير التحول الطاقوي: يصدر عن المنتدى الاقتصادي العالمي (The world Economic Forum) سنويا تقريرا حول التحول الطاقوي، مركزا على مؤشر التحول في مجال الطاقة (ETI) **Energy Transition Index**، ويطلق عليه أيضا مؤشر تحول الطاقة ومؤشر التحول الطاقوي.

وسنركز دراستنا حول التقرير الصادر عن المنتدى الاقتصادي العالمي، نظرا لتقديمه بيانات مفصلة ترصد عملية الانتقال الطاقوي لمائة وعشرون بلدا، من بينها الجزائر.

1. منهجية حساب مؤشر التحول في مجال الطاقة: يقيم أداء 120 دولة من مختلف دول العالم بما فيها الجزائر. ويتم تقييم المؤشر وفق محورين رئيسيين هما: "أداء نظام الطاقة" والذي يتضمن ثلاثة أبعاد رئيسية هي: العدالة، الأمن والاستدامة. ومحور "جاهزية التحول" والذي يتضمن خمسة أبعاد: البيئة التنظيمية والالتزامات السياسية، والبنية التحتية، والتمويل والاستثمار، والابتكار، والتعليم، ورأس المال البشري. وتكمن أهمية هذا المؤشر للجزائر كونه أداة لتتبع وتقييم أداء نظام الطاقة في الجزائر.

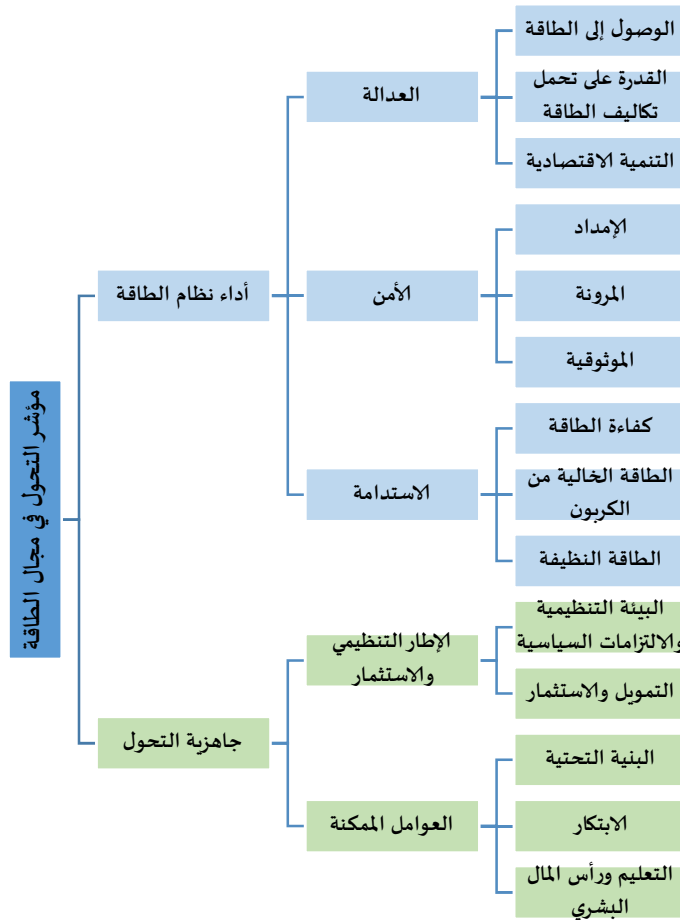
الشكل (6): أداء النظام وجاهزية التحول



المصدر: (WEF, 2024).

ويتم حساب المؤشر وفق محورين رئيسيين هما: "أداء نظام الطاقة" والذي يتضمن ثلاثة أبعاد رئيسية هي (العدالة، والأمن، والاستدامة). ومحور "جاهزية التحول" والذي يتضمن بعدي "الإطار التنظيمي والاستثمار"، و"العوامل الممكنة، كما يظهره الشكل (7):

الشكل (7): منهجية حساب مؤشر التحول في مجال الطاقة



المصدر: من إعداد الباحثين اعتماداً على (WEF, 2024)

2. أبرز النقاط التي تضمنها التقرير: أظهر تقرير "تعزيز التحول في مجال الطاقة الفعال 2024 Fostering Effective Energy Transition

أن التحول في مجال الطاقة يتقدم ولكنه فقد زخمه نتيجة عدم اليقين العالمي المتزايد، ويكشف مؤشر التحول في مجال الطاقة أنه رغم التقدم الملحوظ في كفاءة استخدام الطاقة والزيادة الملحوظة في اعتماد مصادر الطاقة النظيفة، فإن زخم التحول في مجال الطاقة قد تعطل بفعل التراجع في محور عدالة الطاقة نتيجة ارتفاع أسعار الطاقة، كما لا يزال أمن الطاقة يتعرض لهزات بسبب المخاطر الجيوسياسية. ورغم ذلك ظهرت بعض الاتجاهات طويلة الأجل إيجابية للتحول في مجال الطاقة العالمي بفضل زيادة حجم الاستثمارات في الطاقة النظيفة وتحسن الأطر التنظيمية والإلحاح على معالجة أزمة المناخ. (WEF, 2024)، حيث سجل ارتفاع متوسط النتائج العالمية لمؤشر التحول في مجال الطاقة بنسبة 6٪

الانتقال المستمر من قبل الجزائر إلى إمدادات طاقة منخفضة الكربون

منذ عام 2015، لكنه أظهر نمواً أبطأ في السنوات الثلاث التي سبقت سنة 2024. وحقق 17٪ فقط من البلدان في عام 2024 توازناً في التقدم في أبعاد مثلث الطاقة، ومن بين 120 دولة تم قياسها أظهرت 107 دولة تقدماً خلال العقد الماضي، مع زيادة نتائج 30 دولة فقط بأكثر من 10٪.

3. تحليل شامل لكل محاور مؤشر التحول في مجال الطاقة في الجزائر لعام 2024: سنتطرق في هذا الجزء من الدراسة إلى تطور أداء الجزائر في مؤشر التحول في مجال الطاقة، ثم نقوم بتحليل مفصل للمحورين الرئيسيين: أداء نظام الطاقة وجاهزية التحول.

يوضح الشكل رقم (8) تطور ترتيب الجزائر في مؤشر التحول في مجال الطاقة خلال الفترة 2015-2024، حيث احتلت الجزائر المرتبة 91 من أصل 120 بلد شملها تقرير "تعزيز التحول في مجال الطاقة الفعال 2024"، ويشمل الشكل رقم (8) ثلاثة مؤشرات رئيسية:

➤ مؤشر التحول في مجال الطاقة،

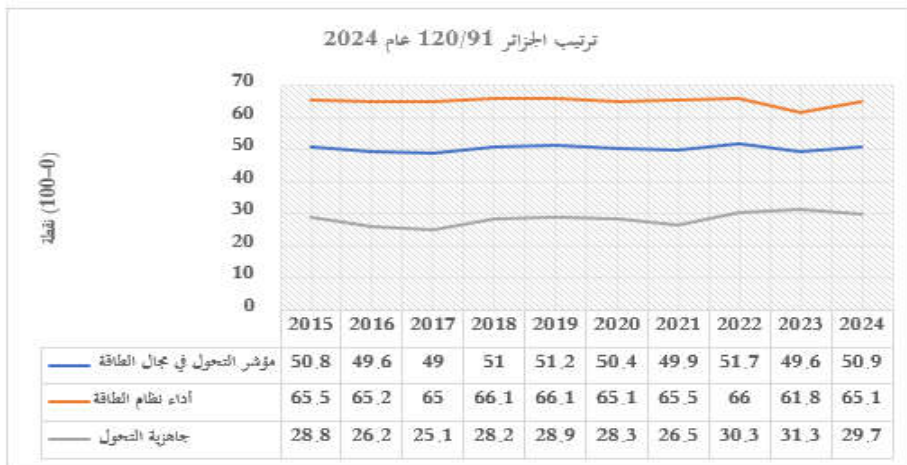
➤ أداء نظام الطاقة،

➤ جاهزية التحول.

1.3 مؤشر التحول في مجال الطاقة: يقيس التقدم نحو مصادر الطاقة المتجددة، حيث شهد المؤشر

تقلبات طفيفة؛

الشكل (8): مؤشر تحول الطاقة في الجزائر، أداء النظام وجاهزية التحول: 2024-2015



المصدر: من إعداد الباحثين اعتماداً على (WEF, 2024)

يظهر لنا الجدول رقم (1) عدد سكان الجزائر حيث بلغ 44.9 مليون نسمة وهو حجم سكاني متوسط، وقيمة الناتج المحلي الإجمالي 0.19 ترليون دولار أمريكي ويعتبر اقتصاد صغير نسبيا. أما صافي واردات الطاقة⁵ بلغت -140.0٪ من إجمالي إمدادات الطاقة، وتشير القيمة السلبية إلى أن الجزائر مصدر صاف. ويعتبر نصيب الفرد من استهلاك الطاقة هو 60.9 طن/فرد مرتفعا نسبيا، مما يشير إلى أن الجزائر تعتمد بشكل كبير على الطاقة أو أن قطاعات معينة تستهلك كميات كبيرة من الطاقة.

● وتبلغ كثافة الطاقة 5.35 ميغا جول لكل دولار من الناتج المحلي الإجمالي بتعادل القوة الشرائية لعام 2017. يقيس كثافة الطاقة كمية الطاقة اللازمة لإنتاج وحدة واحدة من الناتج المحلي الإجمالي، والرقم المنخفض يمكن أن يشير إلى كفاءة في استخدام الطاقة في الاقتصاد الجزائري.

● وأخيرا تبلغ كثافة انبعاثات ثاني أكسيد الكربون من الطاقة 53.28 كجم لكل جيغا جول، كلما كانت كثافة ثاني أكسيد الكربون منخفضة، كان ذلك مؤشرا على أن مصادر الطاقة المستخدمة أكثر نظافة أو أن هناك كفاءة أعلى في استخدام الطاقة، وفي حالة الجزائر هناك كفاءة عالية في استخدام الطاقة.

الجدول رقم (1): البيانات الرئيسية للاقتصاد الكلي ومؤشر انتقال الطاقة.

كثافة ثاني أكسيد الكربون لإجمالي إمدادات الطاقة (كجم/ جيغا جول)	كثافة الطاقة (ميغا جول/ تعادل القوة الشرائية للناتج المحلي الإجمالي بالدولار الأمريكي 2017)	نصيب الفرد من استهلاك الطاقة (طن/فرد)	صافي واردات الطاقة (% من إجمالي إمدادات الطاقة)	الناتج المحلي (بالمليون)	السكان
53.28	5.35	60.9	-140.0%	0.19	44.9

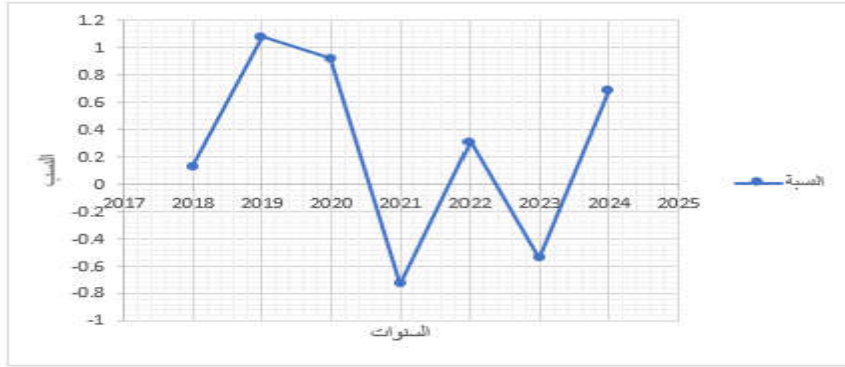
المصدر: من إعداد الباحثين اعتمادا على (WEF, 2024)

يمثل الشكل (9) منحنى توضيحي لنسب عزم الانتقال خلال الفترة 2018-2024، وكما هو موضح في المنحنى أن النسب تقيس التقدم المحرز نحو تحقيق أهداف الانتقال إلى الطاقة المتجددة، والقيم تتراوح القيم بين 1- و2، حيث أن القيم السالبة تشير إلى تأخر عن الأهداف المستهدفة، بينما القيم الموجبة تشير إلى تقدم. ويظهر أن هناك زيادة ملحوظة في النسبة بين عامي 2018 و2019، وانخفاض كبير

الانتقال المستمر من قبل الجزائر إلى إمدادات طاقة منخفضة الكربون

في 2020، ويتبعه انخفاض أكبر في 2021 حيث تصبح النسبة سلبية، ومن ثم تحسن تدريجي يعود المؤشر فيه إلى الارتفاع بعد 2021، ويستمر التحسن التدريجي حتى عام 2024.

الشكل (9): دفعة الانتقال.

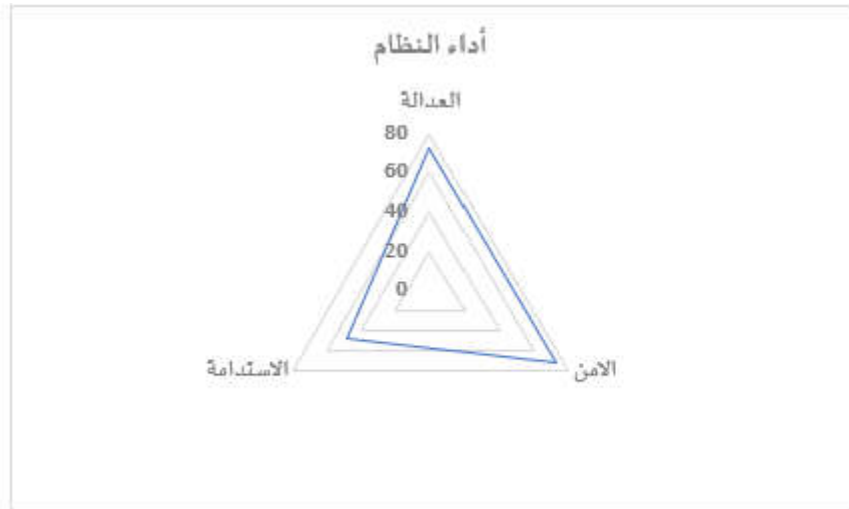


المصدر: من إعداد الباحثين اعتمادا على (WEF, 2024)

2.3 تحليل لمحور أداء نظام الطاقة: يمثل الشكل (10) منحى توضيحي " لأداء النظام" للتحويل

نحو الطاقة المتجددة من خلال ثلاثة أبعاد رئيسية هي: العدالة، الأمن والاستدامة.

الشكل(10): أداء النظام.



المصدر: من إعداد الباحثين اعتمادا على (WEF, 2024)

العدالة الأكثر قوة في الأداء، حيث تصل إلى حوالي 73.2، مما يشير إلى أن النظام يحقق مستوى عالٍ من عدالة توزيع فوائد الطاقة بشكل عادل بين مختلف الفئات الاجتماعية والاقتصادية، والجدول (2) يوضح أبرز نقاط القوة والضعف في تقييم أداء محور العدالة:

الجدول (2): أبرز نقاط القوة والضعف في تقييم أداء محور العدالة

العدالة 73.2 / قيمة العتبة (من الأدنى إلى الأعلى 0-100)					
نقاط القوة (مقارنة بالأداء الأفضل عالمياً)			نقاط الضعف (مقارنة بالأداء الأفضل عالمياً)		
وصول الكهرباء في المناطق الحضرية (نسبة مئوية من السكان الحضر)	99.96	قيمة الحد الأدنى إلى الأعلى 0-100	الدعم الحكومي للطاقة كنسبة من الناتج المحلي الإجمالي	25.97	قيمة الحد الأدنى إلى الأعلى 0-3
وصول الكهرباء في المناطق الريفية (نسبة مئوية من السكان الريفيين)	99.29	قيمة الحد الأدنى إلى الأعلى 0-100	صافي واردات الوقود كنسبة من الناتج المحلي الإجمالي	0.28-	قيمة الحد الأدنى إلى الأعلى 10-10
وصول إلى وقود وتكنولوجيا نظيفة للطهي (نسبة مئوية من السكان)	99.7	قيمة الحد الأدنى إلى الأعلى 0-100	ميزة تنافسية في التقنيات منخفضة الكربون	0	قيمة الحد الأدنى إلى الأعلى 0-2.38
أسعار الكهرباء المنزلية (بما في ذلك الضرائب) (15 سنتاً أمريكياً لكل كيلو واط ساعة وفقاً لقوة الشراء)	9.44	قيمة الحد الأدنى إلى الأعلى 6-50			
أسعار الكهرباء للصناعة (15 سنتاً أمريكياً لكل كيلو واط ساعة)	2.9	قيمة الحد الأدنى إلى الأعلى 4-30			
سعر الغاز بالجملة (دولار أمريكي لكل مليون وحدة حرارية بريطانية)	0.44	قيمة الحد الأدنى إلى الأعلى 1-7.3			

المصدر: من إعداد الباحثين اعتماداً على (WEF, 2024)

الانتقال المستمر من قبل الجزائر إلى إمدادات طاقة منخفضة الكربون

- أداء محور الأمن نفسه مقارنة بمحور العدالة، مسجلا حوالي 73.2، مما يشير إلى وجود مستوى جيد من الأمان، ويشير أيضا إلى أن النظام يحقق مستوى عالٍ من أمن إمدادات الطاقة المتجددة واستقلالها عن العوامل الخارجية، والجدول (3) يوضح أبرز نقاط القوة والضعف في تقييم أداء محور الأمن:
- الجدول (3): أبرز نقاط القوة والضعف في تقييم أداء محور الأمن

الأمن 73.2 / قيمة العتبة (من الأدنى إلى الأعلى 100-0)					
نقاط القوة (مقارنة بالأداء الأفضل عالميا)			نقاط الضعف (مقارنة بالأداء الأفضل عالميا)		
تنوع مصادر الاستيراد	0.11	قيمة الحد (من الأدنى إلى الأعلى 1-0)	تنوع إجمالي إمدادات الطاقة	0.52	قيمة الحد (من الأدنى إلى الأعلى 1-0)
صافي واردات الطاقة (%) من إجمالي إمدادات الطاقة	- 140.0٪	قيمة الحد (من الأدنى إلى الأعلى 100-0)	تنوع إمدادات الكهرباء	0.81	قيمة الحد (من الأدنى إلى الأعلى 1-0)
مرونة نظام الكهرباء	98.94	قيمة الحد (من الأدنى إلى الأعلى 7.3-1)			
مرونة إمدادات الغاز	1	قيمة الحد (من الأدنى إلى الأعلى 1-0)			
مؤشر متوسط مدة انقطاع النظام	4.24	قيمة الحد (من الأدنى إلى الأعلى 65-1.5)			
مؤشر متوسط تكرار انقطاع النظام	9.85	قيمة الحد (من الأدنى إلى الأعلى 60-1)			
خسائر نقل وتوزيع الطاقة الكهربائية (كنسبة مئوية من توليد الطاقة)	10.7٪	قيمة الحد (من الأدنى إلى الأعلى 15-4)			

المصدر: من إعداد الباحثين اعتمادا على (WEF, 2024)

- الاستدامة الأقل أداءً حيث يصل إلى حوالي 48.9، مما يدل على أن هناك حاجة لتحسينات في استدامة مصادر الطاقة المتجددة وآثارها البيئية والاجتماعية على المدى الطويل لتحقيق توازن أفضل، والجدول (4) يوضح أبرز نقاط القوة والضعف في تقييم أداء محور الاستدامة:

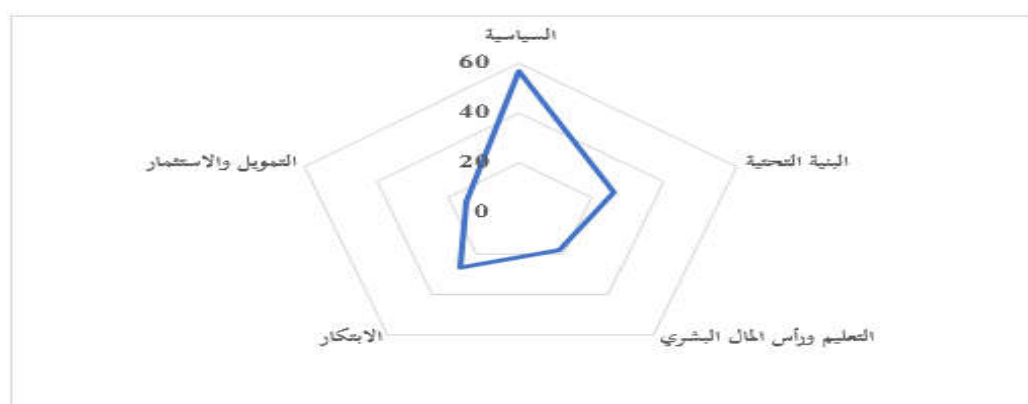
الجدول (4): أبرز نقاط القوة والضعف في تقييم أداء محور الاستدامة.

الاستدامة 48,9 / قيمة العتبة (من الأدنى إلى الأعلى 0-100)					
نقاط القوة (مقارنة بالأداء الأفضل عالمياً)			نقاط الضعف (مقارنة بالأداء الأفضل عالمياً)		
استهلاك الطاقة للفرد الواحد (جيجا جول لكل فرد)	60,86	قيمة الحد (من الأدنى إلى الأعلى -80 (306	كثافة الطاقة (ميجا جول لكل دولار من الناتج المحلي الإجمالي وفقاً لقوة الشراء لعام 2017)	5,35	قيمة الحد (من الأدنى إلى الأعلى 2-9,69)
انبعاثات ثاني أكسيد الكربون للفرد الواحد (طن لكل فرد)	3,24	قيمة الحد (من الأدنى إلى الأعلى -0 (15,52	كثافة ثاني أكسيد الكربون لإجمالي إمدادات الطاقة (كيلوجرام لكل جيجا جول)	53,28	قيمة الحد (من الأدنى إلى الأعلى 0-80)
			كثافة إنتاج الطاقة من الميثان (ألف طن لكل جيجا جول)	0,48	قيمة الحد (من الأدنى إلى الأعلى 0,03-1)
			حصة الطاقة النظيفة في استهلاك الطاقة النهائي (بالنسبة المئوية)	0,09	قيمة الحد (من الأدنى إلى الأعلى 1-65)

المصدر: من إعداد الباحثين اعتماداً على (WEF, 2024)

3.3 تحليل لمحوّر أداء جاهزية التحول: يمثل الشكل (11) منحني توضيحي "لجاهزية التحول" إلى الطاقة المتجددة من خلال عدة محاور مختلفة، مثل البيئة التنظيمية والالتزامات السياسية، البنية التحتية، التعليم ورأس المال البشري، الابتكار، والتمويل والاستثمار. حيث أن الأبعاد الخمسة ليست مستقلة عن بعضها البعض، بل هي مترابطة ولها نفس الأهمية.

الشكل (11): جاهزية التحول



المصدر: من إعداد الباحثين اعتماداً على (WEF, 2024)

الانتقال المستمر من قبل الجزائر إلى إمدادات طاقة منخفضة الكربون

حيث نميز أن محور البيئة التنظيمية والالتزامات السياسية تمثل نقطة قوة ويبدو الجانب الأكثر جاهزية،

والجدول (5) يوضح أبرز نقاط القوة والضعف في تقييم أداء هذا المحور:

الجدول (5): أبرز نقاط القوة والضعف في تقييم أداء محور البيئة التنظيمية والالتزامات السياسية

البيقة التنظيمية والالتزامات السياسية 56.8 / قيمة العتبة (من الأدنى إلى الأعلى (100-0)				
نقاط القوة (مقارنة بالأداء الأفضل عالميا)			نقاط الضعف (مقارنة بالأداء الأفضل عالميا)	
معيار الوصول إلى الطاقة	100	قيمة الحد (من الأدنى إلى الأعلى (100-0)	معيار كفاءة الطاقة	51.64
			معيار الطاقة المتجددة	51.79
			معيار الطهي النظيف	-
			التزام الدولة بصفر انبعاثات الكربون	0.25
			استقرار السياسة	4.03
			معيار سعر الكربون الفعلي	17.52

المصدر: من إعداد الباحثين اعتماداً على (WEF, 2024)

ويمثل كل من محور التعليم ورأس المال البشري، بالإضافة إلى التمويل والاستثمار نقاط ضعف وتحدٍ

رئيسي، والجدولين (6 و7) يوضحان أبرز نقاط القوة والضعف في تقييم أداء هذان المحوران:

الجدول (6): أبرز نقاط القوة والضعف في تقييم أداء محور التعليم ورأس المال البشري

التعليم ورأس المال البشري 18 / قيمة العتبة (من الأدنى إلى الأعلى 0-100)			
نقاط القوة (مقارنة بالأداء الأفضل عالميا) لا توجد		نقاط الضعف (مقارنة بالأداء الأفضل عالميا)	
وظائف الطاقة المتجددة كنسبة من إجمالي القوى العاملة الصناعية (%)	0,05	قيمة الحد (من الأدنى إلى الأعلى 0-6)	
جودة التعليم	3,91	قيمة الحد (من الأدنى إلى الأعلى 1-7)	
توفر القوى العاملة الماهرة (المستوى المتوسط والعالي)	22,64	قيمة الحد (من الأدنى إلى الأعلى 0-100)	

المصدر: من إعداد الباحثين اعتمادا على (WEF, 2024)

الجدول (7): أبرز نقاط القوة والضعف في تقييم أداء محور التمويل والاستثمار

التمويل والاستثمارات 14.6/قيمة العتبة (من الأدنى إلى الأعلى 0-100)			نقاط القوة (مقارنة بالأداء الأفضل عالمياً) لا توجد	
نقاط الضعف (مقارنة بالأداء الأفضل عالمياً)				
قيمة الحد (من الأدنى إلى الأعلى 0-1)	-	التصنيف الائتماني		
قيمة الحد (من الأدنى إلى الأعلى 0-165)	21.44	الائتمان المحلي للقطاع الخاص كنسبة مئوية من الناتج المحلي الإجمالي		
قيمة الحد (من الأدنى إلى الأعلى 0-0.372)	0.27	قيود تنظيمية على الاستثمار الأجنبي المباشر		
قيمة الحد (من الأدنى إلى الأعلى 0-100)	27.8	سيادة القانون		
قيمة الحد (من الأدنى إلى الأعلى 0-0.1)	-	التدفقات الدولية للبلدان النامية كنسبة مئوية من الناتج المحلي الإجمالي		
قيمة الحد (من الأدنى إلى الأعلى 0-1)	0.02	استثمارات الطاقة المتجددة كنسبة مئوية من الناتج المحلي الإجمالي		

المصدر: من إعداد الباحثين اعتماداً على (WEF, 2024)

أما محورا البنية التحتية والابتكار يمثلان محاور متوسطة يتطلبان مزيداً من الاهتمام لضمان التحول

السلس، والجدولين (8 و 9) يوضحان أبرز نقاط القوة والضعف في تقييم أداء هذان المحوران:

الجدول (8): أبرز نقاط القوة والضعف في تقييم أداء محور البنية التحتية

البنية التحتية 26.1/قيمة العتبة (من الأدنى إلى الأعلى 0-100)				
نقاط القوة (مقارنة بالأداء الأفضل عالمياً)			نقاط الضعف (مقارنة بالأداء الأفضل عالمياً)	
جودة البنية التحتية للنقل	63.4	قيمة الحد (من الأدنى إلى الأعلى 0-100)	معيار بناء القدرات المتجددة	0.02
			استعداد البنية التحتية الرقمية	37.52

المصدر: من إعداد الباحثين اعتماداً على (WEF, 2024)

الانتقال المستمر من قبل الجزائر إلى إمدادات طاقة منخفضة الكربون

الجدول (9): أبرز نقاط القوة والضعف في تقييم أداء محور الابتكار

الابتكار 26.6 / قيمة العتبة (من الأدنى إلى الأعلى 0-100)			نقاط القوة (مقارنة بالأداء الأفضل عالمياً)		نقاط الضعف (مقارنة بالأداء الأفضل عالمياً)	
بيئة أعمال مبتكرة			3.75	قيمة الحد (من الأدنى إلى الأعلى 1-7)		
الاستثمار العمومي في البحث والتطوير كنسبة من الناتج المحلي الإجمالي			0.53	قيمة الحد (من الأدنى إلى الأعلى 0-2.5)		
تطوير التقنيات البيئية كنسبة من جميع التقنيات			9.84	قيمة الحد (من الأدنى إلى الأعلى 0-50)		

المصدر: من إعداد الباحثين اعتماداً على (WEF, 2024)

الخلاصة:

حان الوقت لجميع أصحاب المصلحة في الجزائر على طول سلسلة القيمة بدءاً من العرض والطلب والتوزيع، بما في ذلك القطاعين العام والخاص، لاتخاذ إجراء حاسم بزيادة الجهود لتحويل أنظمتهم الطاقوية من خلال تنفيذ الحلول المبتكرة، وتعبئة الاستثمار، ودفع الإصلاحات السياسية الجريئة. ومن بين العوامل الاقتصادية الرئيسية التي تعوق تحقيق الهدف التنموي المستدام رقم 7 (SDG 7)⁶ "طاقة نظيفة وبأسعار معقولة" (من أجندة الأمم المتحدة لعام 2030 للتنمية المستدامة) التوقعات الاقتصادية الكلية غير المؤكدة، ومستويات التضخم، واختناقات سلسلة التوريد، وارتفاع أسعار المواد. وقد أدت آثار جائحة كوفيد-19 والحرب في أوكرانيا منذ صيف عام 2021 إلى مزيد من الضغط على التقدم. كما اتفقت 130 دولة منها الجزائر في مؤتمر الأطراف الثامن والعشرين COP28⁷ وهو ما يطلق عليه كذلك بتوافق الإمارات UAE Consensus في دبي على زيادة ثلاثة أضعاف الطاقة المتجددة بحلول عام 2030.

- اختبار الفرضيات: تحتاج الجزائر إلى تطوير قدراتها التكنولوجية في مجال الطاقة المتجددة وتدريب الكفاءات اللازمة، صحيح، حيث كانت مساهمة تكنولوجيا الطاقة الشمسية في خلق الوظائف الأكبر عام 2022، ومساهمة التكنولوجيات الأخرى مثل الطاقة الحرارية الأرضية والطاقة الكهرومائية منعدمة، مما يخلق الحاجة لإنشاء مراكز بحث وتطوير التقنيات المحلية وتكييفها مع الظروف الجزائرية، وعليه الفرضية صحيحة.
- تقييم أداء الجزائر دون المتوسط في مؤشر التحول في مجال الطاقة يعود أساساً لعدم الاستعداد الجيد للتحول الطاقوي، صحيح، حيث أظهر مؤشر جاهزية التحول أن الجزائر تبقى أدنى من المعدل الوسطي العالمي، وهو المؤشر الأقل استقراراً مسجلاً دون 30 نقطة طيلة الفترة 2015-2024، ومن ثم الفرضية صحيحة.

• وعليه تم رصد النتائج التالية:

1. كمية الطاقة الشمسية التي تصل إلى سطح الأرض في ساعة واحدة تفوق احتياجات الطاقة الكلية للكوكب لمدة عام كامل؛
2. الخلايا الضوئية هي المحرك الرئيسي لنمو إنتاج الطاقة الشمسية في الجزائر؛
3. تعمل الجزائر على توسيع نطاق استخدام الطاقة الشمسية في القطاعات المختلفة مثل الزراعة والصناعة؛
4. تواجه الجزائر تحديات تقنية ومالية في تطوير مشاريع طاقة الرياح البحرية، مثل عمق المياه وتكاليف البنية التحتية؛
5. تفوت الجزائر فرصة الاستفادة الكاملة من إمكانات طاقة الرياح، ومن الأهمية البالغة سرعة وضع خطط طموحة لتطوير قطاع طاقة الرياح، مع التركيز على كلا النوعين (بري وبحري)، والاستفادة من الخبرات الدولية؛
6. انعدام الاستثمار في البحث والتطوير لدراسة إمكانات الطاقة الحرارية الأرضية في الجزائر وتطوير تقنيات جديدة؛
7. هناك فرص كبيرة لاستغلال الطاقة البحرية في الجزائر، خاصة مع التطور التكنولوجي المستمر وانخفاض تكاليف الإنتاج؛
8. تركز الجزائر استثماراتها على التكنولوجيات التي أثبتت جدواها في خلق فرص عمل، مثل الخلايا الضوئية؛
9. كثافة انبعاثات ثاني أكسيد الكربون في الجزائر ليست منخفضة كثيرا، مما يعني أن هناك مجالا لتحسين استخدام مصادر طاقة نظيفة لتقليل الانبعاثات.

Natural Resources Defense Council (NRDC)¹ هو مجموعة دولية غير ربحية للدفاع عن البيئة ومقرها مدينة نيويورك. تأسس مجلس الدفاع عن الموارد الطبيعية (NRDC) في عام 1970، ويضم اليوم 2.4 مليون عضو، وأنشطة عبر الإنترنت في جميع أنحاء البلاد، ويعمل به حوالي 500 محام وعالم وخبراء سياسيين آخرين.

International Renewable Energy Agency² (IRENA) هي منظمة حكومية دولية لتشجيع اعتماد الطاقة المتجددة على نطاق العالم. تهدف إلى تسهيل نقل التكنولوجيا والطاقة المتجددة وتوفير الخبرة للتطبيقات والسياسات.

International Renewable Energy Agency³ (IRENA) هي منظمة حكومية دولية لتشجيع اعتماد الطاقة المتجددة على نطاق العالم. تهدف إلى تسهيل نقل التكنولوجيا والطاقة المتجددة وتوفير الخبرة للتطبيقات والسياسات.

⁴يعدّ جبريمي وينشتاين أستاذ للدراسات الدولية ومديرًا أكاديميًا لمختبرات ستانفورد، وزميلًا أول في معهد فريمان سبوغلي للدراسات الدولية ومعهد ستانفورد لأبحاث السياسة الاقتصادية في جامعة ستانفورد.

⁵صافي واردات الطاقة (Energy imports, net (% of total energy supply) يُقدر على أنه استهلاك الطاقة مطروحاً منه الإنتاج.

⁶Sustainable Development Goal

⁷ United Nations Climate Change Conferences.

1. Danielle Gagnon 5 .Types of Renewable Energy and Their Impact on the Environment من الاسترداد Southern New Hampshire University: [https://www.snhu.edu/about-us/newsroom/stem/types-of-renewable-energy dfgf\). fgf.\(gdf.fdg: dfg](https://www.snhu.edu/about-us/newsroom/stem/types-of-renewable-energy dfgf). fgf.(gdf.fdg: dfg).
2. IRENA . Wind energy من الاسترداد International Renewable Energy Agency: <https://www.irena.org/Energy-Transition/Technology/Wind-energy>
3. IRENA . Bioenergy&biofuels من الاسترداد International Renewable Energy Agency: <https://www.irena.org/Energy-Transition/Technology/Bioenergy-and-biofuels>
4. IRENA . (2024). Geothermal. Retrieved from International Renewable Energy Agency: <https://www.irena.org/Energy-Transition/Technology/Geothermal-energy>
5. IRENA . (2024). Hydropower. Retrieved from International Renewable Energy Agency: <https://www.irena.org/Energy-Transition/Technology/Hydropower>
6. IRENA . (2024). Ocean energy من الاسترداد International Renewable Energy Agency: <https://www.irena.org/Energy-Transition/Technology/Ocean-energy>
7. IRENA . (2024). Overview of renewable energy. Retrieved from International Renewable Energy Agency: <https://www.irena.org/>

- /media/Irena/Files/Capacity-building-Statistics-Training/2-Overview-of-renewable-energy.pdf?rev=3e1570cd0acb4c6785bd4b7d10527930&hash=F7C800868B221FBBAC9A531E958DE072
8. IRENA .(2024) .Solar energy من الاسترداد <https://www.irena.org/Energy-Transition/Technology/Solar-energy>
 9. IRENA and ILO .(2023) .Renewable Energy Employment by Country . تم الاسترداد من IRENA: <https://www.irena.org/Data/View-data-by-topic/Benefits/Renewable-Energy-Employment-by-Country>
 10. Lagana, C. (2024, 1 26). The different types of renewable energy. Retrieved from IBM: <https://www.ibm.com/blog/renewable-energy-types/>
 11. National Geographic Society .(2024) .Renewable Energy من الاسترداد National Geographic : <https://education.nationalgeographic.org/resource/renewable-energy/>
 12. National Grid. (2022, 5 10). What are the different types of renewable energy? Retrieved from National Grid: <https://www.nationalgrid.com/stories/energy-explained/what-are-different-types-renewable-energy>
 13. NRDC .(2022 ,6 1) .Renewable Energy: The Clean Facts من الاسترداد Natural Resources Defense Council: <https://www.nrdc.org/stories/renewable-energy-clean-facts#sec-what-is>
 14. TRADING ECONOMICS. (2024). Algeria Average Precipitation. Retrieved from TRADING ECONOMICS: <https://tradingeconomics.com/algeria/precipitation>
 15. United Nations. (2024). Climate Action. Retrieved from What is renewable energy?: <https://www.un.org/ar/climatechange/what-is-renewable-energy>
 16. United Nations .(2024 ,07 10) .Renewable energy – powering a safer future . تم الاسترداد من United Nations: <https://www.un.org/en/climatechange/raising-ambition/renewable-energy>
 17. United Nations .(2024) .Tracking SDG 7 من الاسترداد United Nations: <https://trackingsdg7.esmap.org/data/files/download-documents/sdg7-report2024-0611-v9-highresforweb.pdf>
 18. University of Oxford .(2024) .Oxford Reference من الاسترداد University of Oxford: <https://www.oxfordreference.com/display/10.1093/oi/authority.20110803100413949>
 19. WEF .(2024 ,6 19) .Energy Transition Index (ETI), Country overview . تم الاسترداد من World Economic Forum:

- <https://www.weforum.org/publications/fostering-effective-energy-transition-2024/country-profiles-8dad724ce3/>
20. WEF. (2024, 6). Fostering Effective Energy Transition. Retrieved from https://www3.weforum.org/docs/WEF_Fostering_Effective_Energy_Transition_2024.pdf
 21. WEF. (2024, 6 19). Fostering Effective Energy Transition 2024 . تم الاسترداد من World Economic Forum: <https://initiatives.weforum.org/energy-and-industry-transition-intelligence/energy-transition-index>
 22. WEF. (2024, 6 19). World Economic Forum. Retrieved from Fostering Effective Energy Transition 2024, Key Findings: <https://www.weforum.org/publications/fostering-effective-energy-transition-2024/digest/>