الطاقات المتجددة في الجزائر بديل آمن ومستدام

Renewable Energy in Algeria is a safe and sustainable alternative

أحمد بن يحي ربيع
Ahmed Benyahia Rabia
جامعة الجيلالي بونعامة -خميس مليانة (الجزائر)، r.ahmed-yahia@univ-dbkm.dz
مزيان غانية
Meziane Ghania
جامعة الجيلالي بونعامة -خميس مليانة (الجزائر)، ghania.meziane@univ-dbkm.dz

تاريخ الاستلام :21.جوان.2025 تاريخ المراجعة :17.سبتمبر.2025 تاريخ القبول : 30.06.2026

مستخلص:تركز هذا الدراسة على تحليل واقع الطاقات المتجددة في الجزائر، مع تسليط الضوء على أبرز مصادرها كالطاقة الشمسية، طاقة الرياح، الطاقة المائية، الحيوية، والطاقة الحرارية الجوفية. وتُبرز الجهود الجزائرية لتعظيم الاستفادة من هذه الموارد عبر برامج طموحة، أبرزها "البرنامج الوطني لتطوير الطاقات المتجددة (2015-2030)"، الذي يهدف إلى زيادة حصة هذه الطاقات في المزيج الطاقوي. كما تتناول الدراسة التحديات التي تواجه الاستغلال الأمثل لهذه الثروات الطبيعية، رغم وفرة مواردها. أخيرًا، تُقيّم مدى فعالية الخطط الموضوعة في تحقيق التحوّل نحو اقتصاد أخضر مستدام. وتم التوصل إلى أن الاستغلال الأمثل للطاقات المتجددة في الجزائر يمكنها من تحقيق التنمية الاقتصادية والاجتماعية ومنه تحقيق التنمية المستدامة، من خلال تقليل الاعتماد على الطاقات التقليدية وبالأخص الوقود الأحفوري، كما يمكن ذلك من المحافظة على التوزان البيئي، وتقليل التكاليف في مجال تلبية احتياجاتها من الطاقة بمختلف أنواعها واستخداماتها.

الكلمات المفتاحية :الطاقات المتجددة، برنامج تطوير الطاقات المتجددة.

تصنيف JEL: Q41 , Q42

Abstract: This study focuses on analyzing the reality of renewable energies in Algeria, highlighting their most prominent sources, such as solar, wind, hydro, bio, and geothermal energy. It highlights Algeria's efforts to maximize the benefit from these resources through ambitious programs, most National Renewable Energy Development Program (2015-2030), which aims to increase the share of these energies in the energy mix. The study also addresses the challenge facing the optimal exploitation of these natural resources, despite their abundance. Finally, it evaluates the effectiveness of notably the plans set to achieve the transition towards a sustainable green economy.

We concluded that optimal exploitation of renewable energy in Algeria can achieve economic and social development, and thus sustainable development, by reducing reliance on traditional energy, particularly fossil fuels. This can also help maintainenvironmental balance and reduce costs in meeting its energy needs of various types and uses.

Keywords: Renewable Energy, Renewable Energy development program.

JEL Classification Codes :Q41, Q42

المؤلف المرسل :أحمد بن يحي ربيع، r.ahmed-yahia@univ-dbkm.dz

1.مقدمة

في ظل التحديات البيئية والاقتصادية العالمية، أصبحت الطاقات المتجددة من أبرز البدائل الآمنة والمستدامة؛ التي تساهم في تقليل الاعتماد على الطاقات غير المتجددة وضمان تحقيق التنمية المستدامة وحماية البيئة بشكل مستدام، خاصة في ظل التغيرات المناخية العالمية والنضوب المتوقع للمصادر التقليدية، التي أصبحت تشكل تهديدا للبيئة والمستقبل. الجزائر؛ من بين البلدان التي تمتلك موارد طبيعية هائلة؛ بالإضافة إلى موقعها الجغرافي والمناخي الذي يمكنها من الاستفادة بشكل رئيسي من الطاقات الشمسية وطاقة الرياح؛ إلى جانب موارد أخرى مثل الطاقة المائية والحيوية. وعليه؛ لابد لها أن تسعى بشكل جدي إلى تعزيز استخدام الطاقات المتجددة بهدف تقليل الاعتماد على الوقود الأحفوري وتقليل تأثيراتها السلبية على البيئة.

في السنوات الأخيرة؛ قامت الجزائر بتحقيق تقدم كبير في مجال الطاقات المتجددة، حيث تم إنشاء عدة مشاريع للاستفادة من الطاقة الشمسية والرياح. ومن المتوقع أن تظل الطاقات المتجددة تشكل جزءا مهما من استراتيجية الجزائر الطاقية في المستقبل.

الإشكالية:

إن تحقيق التنمية مهما كانت أهدافها يتطلب توفر خدمات الطاقة فهي تعتبر المحرك الأول والدعامة الأساسية لتحقيق تنمية اقتصادية اجتماعية؛ ليبقى الجانب البيئي هو حجر الزاوية بالنسبة لعملية التنمية المستدامة، لأنها تحاول الموازنة ما بين الأهداف الاقتصادية والبيئية، خاصة وأن أنماط التنمية التي كانت سائدة أدت إلى استنزاف كبير لمصادر الطاقة التقليدية خاصة الأحفورية منها، وذلك نتيجة للاعتماد عليها في تلبية حوالي 80% من الاحتياجات العالمية، هذا من جهة. ومن جهة ثانية أدت إلى تلويث شديد للبيئة زادت حدته خلال العقود الأخيرة، الأمر الذي أدى إلى توجيه جهود البحث والتطوير إلى إيجاد بديل لمصادر الطاقة التقليدية يكون متجدد وغير ملوث للبيئة، والطاقات المتجددة هي وحدها تحقق هاتين الخاصيتين.

وعليه، يمكننا طرح التساؤل الرئيسي التالي: **ما هو واقع الطاقات المتجددة في الجزائر كبديل آمن للطاقات التقليدية؟**

أهداف الدراسة: تهدف هذه الورقة البحثية إلى تسليط الضوء على مفهوم الطاقات المتجددة في الجزائر والإشارة إلى المصطلحات المرتبطة بها، بالإضافة إلى دراسة واقع استخدام الطاقات المتجددة في الجزائر المتمثلة في الطاقة الشمسية، طاقة الرياح، الطاقة الحيوية، الطاقة المائية، والطاقة الحرارية الجوفية. مع إبراز أهم التحديات التي تعيق الاستخدام الأمثل لهاته الموارد في الجزائر.

المنهج المتبع:من أجل الوصول إلى هدف البحث والإجابة عن الإشكالية التي طرحت سيتم اعتماد المنهج الوصفي.

تقسيمات الدراسة: لدراسة موضوع الإشكالية والإحاطة بمختلف جوانبها، تم تقسيم هذه الدراسة إلى محورين، المحور الأول تمثل في الإطار النظري المتضمن التعريف بالطاقات المتجددة وإبراز أشكالها. أما المحور الثاني فتناول واقع استخدام الطاقات المتجددة في الجزائر مع الإشارة إلى برنامج الجزائر في السعي إلى تطوير استخدام الطاقات المتجددة، مع ذكر أهم التحديات التي تعيق تحقيق ذلك. وتسبقهم مقدمة وتليهم خاتمة.

2.مفاهيم أساسية حول الطاقات المتجددة

2. 1. تعريف:

إن الطاقة المتجددة هي من أهم الحلول للتحديات الراهنة التي تواجه مستقبل الطاقة في العالم. الفائدة في استخدام مصادر الطاقة المتجددة قدا زاد في السنوات الأخيرة بسبب المخاوف البيئية بشأن الاحترار العالمي وتلوث الهواء، وتخفيض التكاليف في مجال تكنولوجيات الطاقة المتجددة، وتحسين الكفاءة والموثوقية.(ويكيبيديا الموسوعة الحرة، 2023)

الطاقة المتجددة هي طاقة ناتجة عن مصادر طبيعية، تجدد بمعدل يفوق ما يتم استهلاكه. حيث أنها وفيرة وموجودة في كل مكان حولنا. وهي أقل تكلفة في معظم البلدان.(الأمم المتحدة، 2025)

إن الطاقة المتجددة هي مصادر للطاقة؛ تستمد من موارد طبيعية متجددة وقادرة على التجدد بشكل مستمر ولا تنفذ بسهولة. تتميز هذه الطاقات بأنها صديقة للبيئة وغير ملوثة، وتساعد في تقليل الاعتماد على المصادر التقليدية للطاقة مثل الفحم أو النفط، وتقليل الانبعاثات.

2. 2. مصادر الطاقات المتجددة:

للطاقات المتجددة مصادر متعددة؛ نذكر منها:

أ- **الطاقة الشمسية:** هي الطاقة المستمدة من أشعة الشمس، تعتبر من مصادر الطاقة المتجددة والمستدامة، حيث يمكن تحويل ضوء الشمس إلى طاقة كهربائية أو حرارية باستخدام تقنيات معينة؛ مثل: الألواح الشمسية الفوتوفولطية والطاقة الشمسية الحرارية. كما تتميز الطاقة الشمسية بأنها نظيفة وصديقة للبيئة، إذ لا تنتج عنها انبعاثات ملوثة أو تأثيرات ضارة على البيئة مقارنة بالمصادر التقليدية للطاقة مثل الفحم أو النفط.(موفق، 2022، صفحة 53)

ب- **طاقة الرياح:** هي الطاقة الناتجة عن تحويل حركة الرياح إلى طاقة ميكانيكية باستخدام التوربينات. تتم هذه العملية من خلال تجميع عدد كبير من التوربينات في مكان واحد لتوليد الطاقة يطلق عليه مزارع الرياح؛ التي تكون إما مزارع برية وهي التي يتم بناؤها على سطح الأرض أو مزارع بحرية في وسط المسطحات المائية. وتعد هذه الأخيرة أكثر كفاءة في توليد الطاقة وأكثر تكلفة مقارنة بالمزارع البرية.(أحمد، 2024، صفحة 7)

ج- **الطاقة الكهرومائية:** يتم إنتاجها باستخدام المياه، حيث تعتمد هذه الطاقة على تحويل المياه الجارية أو المخزنة في السدود إلى طاقة كهربائية باستخدام توربينات ومولدات كهربائية. إن الطاقة الكهربائية تعد مصدرا نظيفا ومستداما للطاقة؛ حيث لا تنتج عنها انبعاثات ضارة للبيئة. ومع ذلك؛ يتطلب بناء السدود وتوربينات المياه استثمارا كبيرا وقد يسبب تأثيرات بيئية في بعض الحالات مثل التأثير على الحياة البرية والأنظمة البيئية المحلية.(عرب 48، 2023)

ح- **الطاقة الحرارية الجوفية:** هي طاقة كامنة في باطن الأرض؛ تتولد عن احتكاك الصخور الساخنة بالمياه الموجودة قربها أو بالمياه التي يوصلها الإنسان بطريقة ما، مما ينتج عن عملية الاحتكاك أبخرة تستخدم في توليد الطاقة الكهربائية.(سليمة و مسعود، 2023، صفحة 203)

خ- **الطاقة الحيوية:** أو ما تسمى بطاقة الكتلة الحيوية؛ وهي طاقة تقليدية (غير تجارية). حيث أنها مادة عضوية مثل الخشب، المحاصيل الزراعية والمخلفات الحيوانية. وهي تعتبر طاقة متجددة لأنها تحول طاقة الشمس إلى طاقة مخزنة في النباتات عن طريق عملية التمثيل الضوئي، فطالما هناك نباتات خضراء فهناك طاقة شمسية مخزنة فيها. وبالتالي لدينا طاقة الكتلة الحيوية التي تستطيع الحصول عليها بطرق مختلفة من هذه النباتات. كما تعرف الطاقة الحيوية بأنها تحويل الكتلة الحيوية أو النفايات إلى طاقة (كهرباء، حرارة، وقود) عبر أربع آليات تحويل: حرارية، كيميائية حرارية، كيميائية، وكيميائية حضرية.

أما مصادر الكتلة الحيوية في الوقت الحاضر فهي: مخلفات الغابات والمخلفات الزراعية، استغلال (قطع) أخشاب الغابات بشكل مدروس، فضلات المدن، المحاصيل التي تزرع خصيصا لغايات الحصول على الطاقة منها.(حدة، رحال، و حدة، 2018، صفحة 117)

ومن خلال الكتلة الحيوية يمكن إنتاج الوقود، الديازيل الحيوي والايثانول؛ ويعد هذا الأخير من أفضل أنواع الوقود المستخدمة من الكتلة الحيوية، وعلى الرغم من التطورات الحاصلة في مجالات استعمال الطاقة، لا يزال هذا النوع مصدرا وحيدا للطاقة لأكثر من 02 بليون نسمة يعيش معظمهم في جنوب آسيا وفي أوساط إفريقيا، كما أنها تشكل حوالي 10 % من المصادر

الأولية للطاقة العالمية، علما أنه من الصعب جدا تقدير كميات الكتلة الحية عالميا، وهذا الأرقام هي الأرقام العالمية التقديرية فقط.(حدة ف.، 2012، صفحة 150)

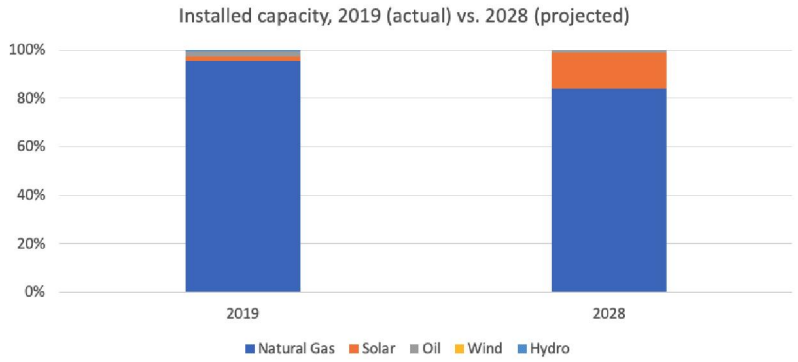
3.واقع الطاقات المتجددة في الجزائر

تعتبر مصادر الطاقة المتجددة، وفي مقدمتها الطاقة الشمسية، إلى جانب طاقة الرياح، الطاقة المائية، الطاقة الحيوية، والطاقة الجوفية، من أهم الخيارات المتاحة للجزائر لتلبية احتياجاتها المستقبلية من الطاقة. وتزداد أهمية هذه المصادر في ظل التقلبات الأخيرة في أسعار النفط والغاز، والارتفاع المتزايد في الطلب المحلي على الكهرباء، مما يحفز الجزائر على إعطاء الأولوية للاستثمار في الطاقة النظيفة. كما أن التوجه العالمي نحو تقليل الاعتماد على مصادر الطاقة الهيدروكربونية، والضرورة الملحة لمواجهة تحديات تغير المناخ، يشكلان دافعًا إضافيًا للجزائر لتنويع مصادر توليد الكهرباء لديها.

3. 1. الطاقة الشمسية في الجزائر

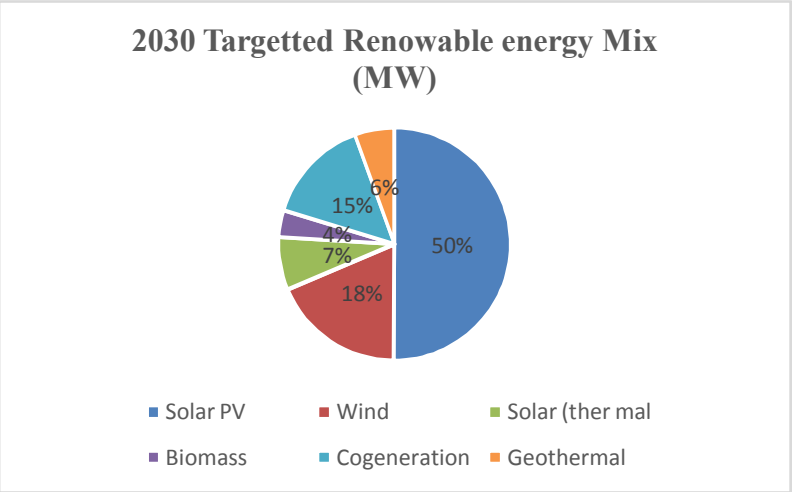
تتمتع الجزائر بميزة فريدة تتمثل في وفرة أشعة الشمس، حيث تتجاوز 3000 ساعة سنويا، مما يجعلها تمتلك إمكانات هائلة في مجال الطاقة الشمسية. ومع ذلك، يعتمد توليد الكهرباء في الجزائر حاليا بشكل كبير على الغاز الطبيعي، الذي يشكل 96% من القدرة المركبة البالغة 21,400 ميجاواط، بينما تتقاسم التقنيات الأخرى مثل النفط والطاقة الشمسية والمائية والريح النسبة المتبقية البالغة 4.%

لكن، وفقا لتوقعات لجنة ضبط الكهرباء والغاز (CREG)، الهيئة المنظمة لقطاع الطاقة في الجزائر، من المتوقع أن تشهد القدرة المركبة الإجمالية زيادة ملحوظة بنسبة تقارب 45% بحلول عام 2028، لتصل إلى 36,000 ميجاواط. وفي إطار هذه الخطة، ستنخفض حصة الغاز الطبيعي إلى 84%، في حين سترتفع حصة التقنيات الشمسية إلى 15% من قدرة التوليد المركبة. وعلى الرغم من أن هذا التحول قد لا يحقق كامل أهداف الجزائر في مجال الطاقة المتجددة، إلا أنه يمثل خطوة هامة نحو دمج مصادر الطاقة المتجددة على نطاق واسع.(جنينة و عمامرة، 2016، صفحة 188)



Data Sources: CREG, BNEF

تتبنى الجزائر أهدافًا طموحة في مجال الطاقة المتجددة، خاصة إذا نظرنا إلى الإطار الزمني المحدد لتحقيقها. ففي الوقت الحالي، تبلغ القدرة المركبة للطاقة الشمسية حوالي 450 ميجاواط، ولكن لتحقيق الهدف المحدد في سيناريو قدرة التوليد لعام 2028 الذي وضعته الهيئة المنظمة، ستحتاج الجزائر إلى إضافة 5,000 ميجاواط أخرى من القدرة الشمسية. أما لتحقيق الأهداف الرسمية لعام 2030، فسيتطلب الأمر نشر ما مجموعه 22,000 ميجاواط من قدرة الطاقة المتجددة.



Data Source: Algerian Ministry of Energ

لتعزيز الاستثمار في مجال الطاقة المتجددة، اعتمدت الجزائر نظام المناقصات العكسية، حيث يتم منح عقود طويلة الأجل، تعرف باتفاقيات شراء الطاقة (PPAs)، للشركات التي تقدم أقل سعر لبيع الطاقة. وتتولى شركة سونلغاز، المملوكة للدولة، دور الطرف المقابل في هذه الاتفاقيات.

شهد عام 2019 أول مناقصة عكسية في الجزائر، ولكنها لم تحقق الإقبال المتوقع، حيث تلقت عروضا لتوليد 90 ميجاواط فقط، بينما كانت المناقصة تهدف إلى 150 ميجاواط. يعزى هذا النجاح المحدود إلى عدة عوامل، منها حداثة هذا النظام في الجزائر وتعقيدات قوانين المناقصة. فقد اقتصرت المشاركة على الشركات الجزائرية أو المشاريع المشتركة التي تمنح الطرف الجزائري حصة إلزامية بنسبة 51%. بالإضافة إلى ذلك، تم تطبيق متطلبات المحتوى المحلي على الألواح الشمسية والمعدات الأخرى، رغم محدودية القدرة التصنيعية المحلية في ذلك الوقت. كما شكل اشتراط الحصول على التمويل من المؤسسات الجزائرية تحديا إضافيا. (بلعسل، 2023، صفحة 72)

وعلى الرغم من أن مناقصة 2019 لم تحقق الأهداف المرجوة، إلا أنها كانت بمثابة تجربة تعليمية قيمة للحكومة الجزائرية والمستثمرين على حد سواء، ومن المتوقع أن تساهم في زيادة القدرة المركبة للطاقة الشمسية في المستقبل.

يمثل مشروع تافوك 1 للطاقة الشمسية، الذي تبلغ قدرته المخطط لها 4,000 ميجاواط، دفعة قوية لتحقيق أهداف الجزائر في مجال الطاقة المتجددة. ومن المقرر أن يتم تنفيذ المشروع من خلال خمس مناقصات، كل منها بقدرة 800 ميجاواط. ونظرا لحجم المشروع ومتطلبات المحتوى المحلي الجزائري، فمن المتوقع أن يساهم تافوك 1 بشكل كبير في تطوير القدرات التصنيعية المحلية لمكونات الطاقة الشمسية، بما في ذلك الألواح، الرفوف، الكابلات، والمعدات الأخرى. كما أن هذه المناقصات ستمهد الطريق نحو إنشاء سوق كهرباء أكثر تنافسية في الجزائر، مما سيؤدي إلى تحسين كفاءة القطاع وزيادة الاعتماد على الطاقة المتجددة.(ويكيبيديا الموسوعة الحرة، الطاقة الشمسية في الجزائر، 2024)

3. 2. طاقة الرياح في الجزائر

شهدت الجزائر أول تجربة لدمج توربينات الرياح بشبكة الكهرباء عام 1957، عبر تركيب نموذج هوائي ثنائي الشفرات بقدرة 100 كيلوواط في منطقة "غران فون" (الجزائر العاصمة). صمم هذا التوربين ذو الخطوة المتغيرة — بارتفاع 30 مترا وقطر 25 مترا — المهندس الفرنسي أندرو، وتم اختباره أولًا في سانت ألبان بإنجلترا، قبل أن تشتريه شركة كهرباء وغاز الجزائر وتنقله إلى موقعها.

في العقود التالية، نشرت مولدات هوائية أصغر في مناطق نائية، كمحطات الاتصالات، لتأمين الكهرباء للمناطق المعزولة. لكن ضعف نضج التكنولوجيا آنذاك حدَّ من فعالية هذه التجارب، وهو تحد واجهه القطاع عالميا أيضا. إلا أن الوضع تغير بعد أزمة النفط الأولى، حيث حظيت توربينات الرياح باستثمارات بحثية وتطويرية ضخمة، ما أدى إلى نمو ملحوظ في استخدامها لإنتاج الطاقة، خاصة منذ أواخر الثمانينيات.

تطورت التوربينات الحديثة لتصبح أكثر كفاءة وموثوقية، مع زيادة هائلة في الحجم. فبينما بلغت قدرة أكبر مولد هوائي 50 كيلوواط بقطر 15 مترا عام 1989، قفزت القدرة إلى 8 ميجاواط بقطر 164 مترًا (مثل طراز فيستاس للطاقة البحرية) بحلول 2014، وارتفعت أبراج التوربينات لتتجاوز 150 مترًا في بعض المنشآت. يلاحظ حاليا تركيز المشاريع على المناطق عالية الرياح، لكن تشبُّع المواقع البرية القابلة للاستغلال دفع في السنوات الأخيرة إلى تطوير توربينات متكيفة مع الرياح المنخفضة. تتميز هذه الفئة بأبراج أطول وشفرات أكبر، بينما تصمم مولداتها الكهربائية بأحجام أصغر لتعزيز الكفاءة.

شهدت القدرة العالمية المركبة لطاقة الرياح قفزة هائلة من 6 جيجاواط عام 1996 إلى 336 جيجاواط بحلول يونيو 2014. وفي السياق الجزائري، دخلت أول مزرعة رياح حيز التشغيل الفعلي في أدرار بقدرة 10 ميجاواط خلال نفس الشهر من عام 2014، حيث تُغذّي الشبكة المحلية بنسبة مساهمة تصل إلى 5% من إنتاجها. ورغم ضآلة الحجم الحالي للطاقة الريحية في الجزائر، إلا أن برنامج وزارة الطاقة والمناجم للطاقات المتجددة يهدف إلى تركيب مشاريع رياح بقدرة إجمالية تبلغ 1000 ميجاواط بحلول 2020، مع طموح للوصول إلى 5010 ميجاواط عام 2030. يشمل البرنامج كلاً من المحطات الكبيرة المتصلة بالشبكة الوطنية والتوربينات الصغيرة المُصممة لتلبية احتياجات المناطق النائية، كضخ المياه أو توليد الكهرباء، في انسجام مع الاتجاه العالمي الذي يشهد نموًا ملحوظًا في تركيب التوربينات الصغيرة خلال السنوات الماضية.

شهدت الجزائر انتشارًا للتوربينات الهوائية الصغيرة، خاصة ذات المحور الأفقي بثلاث شفرات، لتشكل حوالي 35% من إجمالي التوربينات المركبة بحلول عام 2012، مع وجود توربينات ذات محور عمودي بنسبة أقل (2-5%)، وهي أكثر ملاءمة للمناطق الحضرية. أما في مجال ضخ المياه، فقد استخدمت الجزائر توربينات الرياح منذ الخمسينيات، حيث تم تركيب أول توربين كبير في أدرار عام 1953، واستمر في العمل لمدة 10 سنوات. وتنوعت التوربينات بين الميكانيكية والكهربائية، مع تفضيل الأخيرة في الآبار العميقة، نظرا لموثوقيتها الأكبر. ورغم التحديات التقنية، تظل طاقة الرياح خيارا واعدا للجزائر، خاصة في المناطق ذات سرعات الرياح العالية، مع استمرار الجهود لتطوير هذا القطاع وتنويع استخداماته".(GUERRI, 2015, p. 6)

لقد وضعت الجزائر برنامجا طموحا لتطوير مصادر الطاقة المتجددة، وخاصة طاقة الرياح، كجزء من خططها الخماسية. يهدف هذا البرنامج إلى دعم الوحدات المحلية لتوليد طاقة الرياح، حيث يتوقع الخبراء أن يؤدي الاستثمار في هذا القطاع إلى تحقيق أرباح سنوية تتجاوز ثلاثة مليارات يورو. بالإضافة إلى ذلك، يساهم هذا القطاع الواعد في خلق فرص عمل وتوفير طاقة نظيفة.(Araba Elhadj ben Mahmoud & Neffah Zakarya, 2017, p. 45)

الجدول 1: البرنامج المخطط لتطوير الطاقة الشمسية وطاقة الرياح في الجزائر (2011-2030)

نوع الطاقة	السنوات 2022/2011م		السنوات 2030/2021م	
الطاقة الشمسية الضوئية	M W 800		M W 200	
الطاقة الشمسية الحرارية	2012/2011 إنجاز مشروعين بقدرة MW 150	2020/2016 إنجاز 4 مراكز بقدرة إنتاج MW 1200	2030/2021 MW 500	2030/2024 MW 600

طاقة الرياح	2013/2011	2015/2014	2030/2016
	أول مزرعة رياح بقدرة 10 MW بأدرار	إنجاز مزرعتين بقدرة MW 20	إجراء دراسات لإيجاد مواقع مناسبة من أجل تركيب تركيبتوربينات هوائية بقدرة MW 1700

المصدر: تقرير APCM رقم 89 لشركة سونلغاز

أتاح هذا البرنامج وضع خريطة لسرعة الرياح والقدرات المتوقعة من الطاقة المولدة من الرياح في الجزائر تحديد ثماني مناطق ذات سرعات رياح عالية، مما يجعلها قابلة لاستضافة تجهيزات توليد طاقة الرياح. هذه المناطق تتوزع على النحو التالي: منطقتان على الشريط الساحلي، ثلاث مناطق في الهضاب العليا، وثلاث مناطق أخرى في الصحراء. وقد قُدِّرت القدرة التقنية للطاقة المولدة من الرياح في هذه المناطق بحوالي 172 تيراواط/ساعة سنويًا، منها 37 تيراواط/ساعة سنويا قابلة للاستغلال اقتصاديا، وهو ما يعادل 75% من الاحتياجات الوطنية للكهرباء. (DJAMAI & KASBADJI MERZOUK, 2011, p. 138)

3. 3.الطاقة المائية في الجزائر

تنقسم الجزائر إلى خمسة أحواض نهرية رئيسية تضم ما مجموعه 17 مستجمعاً مائيا وتتركز بشكل أساسي في الشمال. تقدر موارد المياه السطحية المتجددة بما مجموعه 11 مليار متر مكعب. (GIZ/BGR/OSS,, 2016)حيث إن تدفقات المياه السطحية منخفضة في حوض الصحراء، بما مجموعه 0,5 مليار متر مكعب في السنة. في المقابل، يعتمد الشمال بشكل أساسي على المياه السطحية، حيث يتم تجميع ما يقرب من 7 مليار متر مكعب في عدد من السدود المتوسطة والكبيرة. ويحدث الجريان السطحي على شكل فيضانات سريعة وقوية تغذي السدود خلال موسم الأمطار القصير، والذي يمتد عادةً من شهر ديسمبر إلى فبراير.(A, A, & S, 2016, p. 267)

تقدر موارد المياه الجوفية بنحو 7,6 مليار متر مكعب، إلا أن الطلب أعلى بكثير في شمال البلاد. وتلبي أحواض المياه الجوفية المهمة في الصحراء الكبرى ما نسبته 96% من الطلب على المياه في الجنوب.(B, D, H, S, & Tayeb Meftah, 2008)

إن أحواض المياه الجوفية في المنطقة الجبلية في الشمال ضحلة وتستغل باستخدام الآبار والينابيع. وفي حين تتم إعادة تغذية هذه الأحواض الجوفية بشكلٍ طبيعي بمعدل 1,9 مليار متر مكعب في السنة، فإن إجمالي عمليات سحب المياه يقدر بـ2,4 مليار متر مكعب في السنة. ويرجع السبب الرئيسي في العجز إلى الافتقار إلى إدارة فعالة للمياه الجوفية المرتبط بقلة الإلمام بالمورد، وارتفاع أعداد الآبار غير القانونية وعدم التنسيق بين سلطات المياه. (Food and Agriculture Organization of the United Na, 2009)

تمثل المياه الجوفية في الجنوب الجزائري في غالبيتها موارد أحفورية ذات قدرة محدودة على التجدد. تتركز هذه الموارد ضمن نظامين طبقيين رئيسيين متداخلين هما: المركب النهائي (بعمق 100-400 متر) والمتداخل القاري (بعمق 1000-1500 متر)، واللذين يشكلان معا نظام الخزان الجوفي لشمال غرب الصحراء الكبرى العابر للحدود. يقدر إجمالي الاحتياطي المائي لهذين الحوضين بحوالي 30,000 إلى 40,000 مليار متر مكعب. يتم الاعتماد على الآبار العميقة لاستخراج المياه من الطبقات الجوفية العميقة، بينما تستخدم تقنية الفقارة التقليدية (نظام قنوات تحت أرضية) لاستغلال المياه من الأحواض الضحلة. (Food and Agriculture Organization of the United Na, 2009)

تتضمن الموارد المائية غير التقليدية في الجزائر ثلاثة محاور رئيسة: تحلية مياه البحر، وإعادة استخدام مياه الصرف الصحي، وتجميع مياه الأمطار. تشير مقارنة بين العرض والطلب المائي إلى وجود عجزٍ حالي يقدر بـ 1.3 مليار متر مكعب، ومن المتوقع أن يتفاقم هذا العجز مع النمو السكاني، مما يستدعي اعتماد استراتيجيات فعّالة تركز على تحلية المياه وإعادة تدويرها. انطلاقًا

من امتلاكها ساحلا بطول 1,622 كيلومترًا، اتجهت الجزائر إلى تحلية مياه البحر لتأمين مياه الشرب للمناطق الساحلية وحتى تلك الواقعة على بُعد 60 كيلومترا من الساحل.

3. 4.الطاقة الحيوية في الجزائر

أكدت وزارة الطاقة والمناجم أن الموارد الوطنية للطاقة الحيوية القابلة للتعبئة متنوعة المصادر، تشمل النفايات الفلاحية والحضرية والصناعية. ففي دراسة أجراها مركز أبحاث الطاقات المتجددة، قدرت إمكانات الطاقة الحيوية بأكثر من 500 ألف طن معادل بترول، مع تركيز الخرائط المُعدة حسب الولايات على النفايات المنزلية وما يشبهها، والتي تشكل المواد العضوية النسبة الأكبر منها. اعتمدت التقديرات على تقنية التخمير اللاهوائي (الهضم اللاهوائي) لاستخراج الميثان، بالإضافة إلى إمكانات طين محطات معالجة مياه الصرف الصحي، الذي يمكن تحويله إلى غاز حيوي أو وقود صلب.

كشف جرد مشترك بين المركز والوكالة الوطنية للنفايات عن تنوعٍ كبير في إمكانات الطاقة الحيوية بالجزائر. وأشارت الهيئة إلى أن استغلال النفايات المنزلية وحدها يمكن أن ينتج أكثر من 1900 جيجاواط/ساعة من الكهرباء سنويا، وهو ما يكفي لتغطية احتياجات أكثر من 1.5 مليون فرد، علماً أن متوسط استهلاك الفرد السنوي يبلغ نحو 1236 كيلوواط/ساعة.

في سياق متصل، رصدت البيانات ارتفاعا ملحوظا في كميات النفايات المنزلية بسبب تغير العادات الغذائية، حيث تضاعف المعدل اليومي للفرد من 0.63 كجم في 1980 إلى 1 كجم في 2010. وتُعد المدن الكبرى مثل الجزائر العاصمة ووهران وسطيف من أكبر مصادر النفايات القابلة للتحويل إلى طاقة. كما تبرز الخرائط تركز الإمكانات الأكبر في ولايات الشمال، حيث تخزن أكبر خمس مناطق (الجزائر العاصمة، وهران، سطيف، الجلفة، باتنة) أكثر من 168 مليون متر مكعب من الغاز الحيوي، بناءً على تحليل المكون العضوي للنفايات وتجارب استخلاص الميثان.

أوصت الهيئة بدمج الطاقة الحيوية مع الأنظمة الشمسية، خاصة أن مواردها تتركز في الشمال على عكس الطاقة الشمسية التي تزدهر في الجنوب، مما يحقق تكاملا في مزيج الطاقة المتجددة. كما دعت إلى اعتبار تحويل النفايات في إطار الاقتصاد الدائري مصدرا متعدد الاستخدامات: إنتاج الكهرباء، التدفئة، وقود للصناعات (مثل الإسمنت)، ووقود نظيف للنقل، مع الاستفادة من المخلفات كأسمدة عضوية.(htt)

3. 5.الطاقة الحرارية الجوفية في الجزائر

يمثل الكلس الجوارسي في الشمال الجزائري احتياطا هاما لحرارة الأرض الجوفية، ويؤدي إلى وجود أكثر من 200 منبع مياه معدنية حارة واقعة أساسا في مناطق شمال شرق وشمال غرب البلاد. وتوجد هذه الينابيع في درجة حرارة غالبا ما تزيد عن 40° مئوية. والتي تعتبر تسربات لخزانات موجودة في باطن الأرض تدفق لوحدها أكثر من 2م^3 من الماء الحار.(جنينة و عمامرة، 2016، صفحة 204)

كما يشكل التكوين القاري الكلسي خزانا كبيرا من حرارة الأرض الجوفية، ويمتد على آلاف الكيلومترات المربعة، ويسمى هذا الخزان "طبقة ألبية"، حيث تصل حرارة مياه هذه الطبقة إلى 57° مئوية، ولو تم جمع التدفق الكلي من استغلال ينابيع المياه المعدنية الحارة والتدفق الناتج عن الطبقة الألبية، فسوف يتم تحقيق مستوى استطاعة أكثر من 700 ميغاواط.(Seetao، 2021)

4. برنامج تطوير الطاقة المتجددة:

يتمثل فيما يلي:(الوكالة الجزائرية لترقية الاستثمار، 2025)

- ✓ 37% من القدرة المركبة إلى غاية سنة 2030 و27% من إنتاج الكهرباء للاستهلاك الوطني، ستكون من أصل متجدد.

- ✓ إطلاق العديد من المشاريع لبناء مزارع توليد الطاقة عن طريق الرياح وتنفيذ مشاريع تجريبية في مجال الكتلة الحيوية والحرارة الأرضية والتوليد المشترك.

سيتم تنفيذ مشاريع طاقوية لإنتاج الكهرباء الموجهة للسوق الوطنية على مرحلتين:

- **المرحلة الأولى 2015-2020:** لقد شهدت هذه المرحلة تحقيق قدرة تبلغ 4010 ميجاواط، بين الطاقة الكهروضوئية وطاقة الرياح، وكذلك 515 ميجاواط، بين الكتلة الحيوية والتوليد المشترك والحرارة الأرضية.
- **المرحلة الثانية 2021-2030:** سيسمح تطوير الربط الكهربائي بين الشمال والصحراء (أدرار) بتركيب محطات كبيرة للطاقة المتجددة في مناطق إن صالح، أدرار، تيميمون، وبشار، ودمجها في النظام الوطني للطاقة. حيث يمكن أن تكون الطاقة الشمسية الحرارية ممكنة من الناحية الاقتصادية في ذلك الوقت.

والجدول التالي يوضح برنامج تطوير الطاقة المتجددة في الجزائر خلال الفترة 2015-2030.

الجدول 2: برنامج تطوير الطاقة المتجددة في الجزائر خلال الفترة 2015-2030

ميغاواط	الخطوة الأولى 2015-2020	الخطوة الثانية 2020-2030	المجموع
الكهروضوئية	3000	10575	13575
الرياح	1010	4000	5010
الحرارية المركزة	-	2000	2000
التوليد المشترك للطاقة	150	250	400
الكتلة الحيوية	360	640	1000
الحرارة الأرضية	5	10	15
المجموع	**4525**	**17475**	**22000**

Source: Meet MED, **Country Report on Ennery Efficiency and Renewable Energy Investment Climate**, Medener, Algeria, 2020, P57.

1.4. تحديات استخدام الطاقات المتجددة في الجزائر:

رغم الإمكانيات الكبيرة التي تمتلكها الجزائر فإن هناك عددا من التحديات التي قد تعيق تقدمها في هذا المجال، نذكر منها:

- ➢ **نقص البنية التحتية:** حيث يمثل هذا العنصر تحديا كبيرا أمام تطوير مشاريع الطاقة المتجددة، وذلك من خلال غياب شبكة كهرباء فعالة وقادرة على استيعاب الطاقة المنتجة من المصادر المتجددة الذي يحد من إمكانية توزيع هذه الطاقة بشكل عادل وفعال، مما ينعكس سلبا على الجدوى الاقتصادية للمشاريع في مجال الطاقات المتجددة. كما أن نقص البنية التحتية يفرض قيودا على إمكانيات الجزائر في تحقيق أهدافها البيئية والاقتصادية، ويؤخر التحول نحو الطاقة النظيفة.(بن ميرة، 2024)
- ➢ كما تجدر الإشارة؛ إلى التحدي الذي يواجه استغلال إمكانيات الطاقة الشمسية الهائلة في الجزائر؛ والمتمثل في المسافة بين مراكز الطلب ومراكز الإمداد. حيث تقع مراكز الطلب في الشمال حيث تحول الكثافة العمرانية دون إنشاء مشاريع ضخمة. ومع ذلك؛ يمكن من جانب العرض في الصحراء في الشطر الجنوبي من البلاد؛ حيث أشعة الشمس غزيرة والمساحة الجغرافية شاسعة. إضافة إلى مشكلة البعد، كل هذا يشير إلى أن تكلفة بناء محطات الطاقة الشمسية الكهروضوئية أعلى بنسبة 30 % في الجزائر من المتوسط العالمي.(بوخاتم، 2022)
- ➢ **البيروقراطية:** يعتبر الافتقار إلى استراتيجية طاقة طويلة الأمد عقبة حوكمة رئيسية فيما يتعلق بالانتقال الطاقي، ما يجعل مبادرات الطاقة المتجددة غير فعالة ومجزأة وينقصها التنسيق. ذلك نتيجة سوء الإدارة وانعدام استراتيجية طاقة

موحدة وعدم كفاية الإرادة السياسية. في حين أن سياسات الطاقة والقوانين المنظمة للقطاع إما مستوحاة من المنظومات الأجنبية أو يتم إنشاؤها محليا، في كلتا الحالتين يقع إعاقة تنفيذها من البيروقراطية والفساد.(بوخاتم، 2022)

5. خاتمة

تعتبر الطاقة المتجددة مصدرا طبيعيا وافرا للطاقة كبديل آمن ومستدام للطاقة التقليدية، في كل بقاع العالم. والجزائر إحدى البلدان التي تزخر بشكل كبير ومتنوع بمواردها الطبيعية وموقعها الجغرافي التي يمكنها من الاستفادة من تلك الموارد، من خلال تعزيز الاستثمارات في هذا القطاع وتطوير التكنولوجيا المحلية، كما يمكنها تحقيق تحول طاقي يسهم في التنمية الاقتصادية المستدامة، ويحسن البيئة ويقلل من الاعتماد على الموارد الأحفورية.

حيث يمكن ذلك من تحقيق عدة أهداف منها:

- تقليل انبعاثات الغازات الدفيئة وتحسين جودة البيئة؛
- تحسين الأمن الطاقي وتقليل الاعتماد على الاستيراد؛
- تقليل التكاليف على المدى الطويل؛
- تعزيز التنمية الاقتصادية والاجتماعية؛
- ستحقق الجزائر من خلال برنامج الوطني للطاقات المتجددة توفير الطاقة بحوالي 63 مليون طن مكافئ، كما يمكن من تخفيض أكثر من 193 طن من غاز ثاني أكسيد الكربون. وستوفر 500.000 وظيفة في مجال الطاقات المتجددة.

وعليه، يعتبر من الضروري:

- التعجيل بتحقيق أهداف برنامج الطاقات المتجددة في الوقت المحدد سنة 2030، كما لابد لها من توسيع شراكات في مجال الاستثمار في الطاقات المتجددة، والاستفادة من تجارب الدول المتقدمة في مجال الطاقات المتجددة؛ على سبيل المثال: الصين. وذلك من أجل إنجاح التحول الطاقي والمساهمة في التنمية المستدامة.

6. قائمة المصادر والمراجع

المراجع باللغة العربية:

Seetao، (2021-01-22)،تمتلك الجزائر إمكانات هائلة لموارد الطاقة الحرارية الأرضية، تم استرداده من الموقع: https://www.seetaoa.com/details/60219.html،تاريخ الاطلاع: 26-03-2025 على الساعة 11:47.

أحمد سليمان، (2024)،الطاقة المتجددة، سلسلة كتيبات تعريفية، العدد 55، صندوق النقد العربي، ص 7.

الأمم المتحدة، تعريف بالطاقة المتجددة، تم استرداده من الموقع: https://www.un.org/ar/climatechange/what-is-renewable-energy، تم الاطلاع عليه بتاريخ: 2025/02/18 على الساعة 15:36.

إيمان بوخاتم، (2022-09-05)،تحديات الانتقال الطاقي في البلدان المعتمدة على النفط، تم استرداده من الموقع: https://www.tni.org/ar/article/the-challenges-of-the-energy-transition-in-fossil-fuel-exporting-countries#note-18158-37، تاريخ الاطلاع: 25-03-2025 على الساعة 12:43.

رايس حدة، رحال إيمان، طويل حدة، (ديسمبر 2018)،الطاقة المتجددة خيار استراتيجي لتحقيق التنمية المستدامة مشروع تطبيق الطاقة الشمسية الفوتوفولطية في الجنوب الكبير بالجزائر، مجلة التنمية الاقتصادية، العدد 06، ص ص 111-126، ص 117.

سليمة بولقرينات، مسعود لشهب، (جوان 2023)، الطاقات المتجددة كوسيلة لتحقيق التنمية المستدامة دراسة تحليلية لحالة الطاقة الشمسية، مجلة التمويل والاستثمار والتنمية المستدامة، المجلد 08، العدد 10، ص 199-217، ص 203.

عرب 48،(2023/09/12)، أهم مصادر الطاقة المتجددة ومستقبلها، تم الاسترداد من الموقع: https://www.arab48.com/%D8%B9%D9%84%، تم الاطلاع عليه بتاريخ: 2025/02/28 على الساعة 15:36.

عمر جنينة، ياسمينة عمامرة،(ديسمبر 2016)، تحديات التجربة الجزائرية في مجال الطاقات المتجددة خلال الفترة (2015-2030)، مجلة دراسات وأبحاث اقتصادية في الطاقات المتجددة، العدد الخامس، ص 188.

فرحات حدة، (2012)، الطاقات المتجددة كمدخل لتحقيق التنمية المستدامة في الجزائر دراسة لواقع مشروع تطبيق الطاقة الشمسية في الجنوب الكبير بالجزائر، مجلة الباحث، عدد 11، ص 150.

محمد بلعسل، (2023)، الطاقات المتجددة في الجزائر: الواقع والتحديات، مجلة الإناسة وعلوم المجتمع، المجلد 06، العدد 02، جانفي ص 68-78، ص 72.

مصطفى بن ميرة،(03-12-2024)، الطاقات المتجددة في الجزائر .. استراتيجيات وحلول لتجاوز العقبات، تم استرداده من الموقع: https://elayemnews.dz/%D8%A7%D9%84%D8%B7%D8%A7%D9%82%D8%A7%D8%AA-%D8%A7%D9%84%D9%85%D8%AA%D8%AC%D8%AF%D8%AF%D8%A9-%B3%D8%AA%D8%B1%D8%A7%D8%AA%D9%8A%D8%AC/، تاريخ الاطلاع: 25-03-2025 على الساعة 12:24.

موفق سهام، (2022) الاستثمار في الطاقات المتجددة ودوره في تعزيز تنافسية المؤسسة –إمكانات الجزائر في الطاقات المتجددة أنموذجا-، مجلة الاقتصاد والتجارة الدولية، المجلد 02، العدد 1، ص 53.

الوكالة الجزائرية لترقية الاستثمار، قطاع الطاقات الجديدة والطاقات المتجددة، تم استرداده من الموقع: https://aapi.dz/ar/secteur-des-energies-nouvelles-et-energies-renouvelables-ar/، تاريخ الاطلاع: 25-03-2025 على الساعة 15:40.

ويكيبيديا الموسوعة الحرة، الطاقة الشمسية في الجزائر، (07 يوليو 2024)، تم استرداده من الموقع: https://ar.wikipedia.org/wiki/%D8%A7%D9%84%D8%B7%D8%A7%D9%82%D8%A9_%D8%A7%D9%84%D8%B4%D9%85%D8%B3%D9%8A%D8%A9_%D9%81%D9%8

A_%D8%A7%D9%84%D8%AC%D8%B2%D8%A7%D8%A6%D8%B1، تاريخ الاطلاع: 26-03-2025 على الساعة 11:52.

ويكيبيديا الموسوعة الحرة، الوكالة الدولية للطاقة المتجددة، (2023/09/21)، تم الاسترداد من الموقع: https://ar.wikipedia.org/wiki/%D8%A7%، تم الاطلاع عليه بتاريخ: 2025/02/18 على الساعة 15:49.

المراجع باللغة الأجنبية:

Araba Elhadj ben Mahmoud, Neffah Zakarya ben Ali, (2017) Renewable Energy as a Strategic Optionfor Achieving Sustainable Development "Case of Algeria", Global Journal of Economic andBusiness Vol2, No1, February,p45

Bouchekima B, Bechki D, Bouguettaia H, Boughali S and Tayeb Meftah M, (2008) 'The underground brackish waters in South Algeria: Potential and viable resources'. Laboratoire de Développement des Energies Nouvelles et Renouvelables dans les Zones Arides Sahariennes, Université de Ouargla.

Food and Agriculture Organization of the United Nations, (2009) Groundwater Management in Algeria: Draft Synthesis Report.

GIZ/BGR/OSS, (2016) Projet CREM : Etude d'évaluation du secteur de l'eau en Algérie, Etat des Lieux.

Hamiche A, Stambouli A and Flazi S, (2016) 'A review on the water and energy sectors in Algeria: Current forecasts, scenario and sustainability issues'. Renewable and Sustainable Energy Reviews, 41:261-276.

https://www.aps.dz/ar/economie/100812-500000#:~:text=%D8%A7%D9%84%D8%AC%D8%B2%D8%A7%D8%A6%D8%B1%2D%20%D8%A3%D9%83%D8%AF%D8%AA%20%D9%85%D8%AD%D8%A7%D9%81%D8%B8%D8%A9%20%D8%A7%D9%84%D8%A9%22.

Mourad DJAMAI, Nachida KASBADJI MERZOUK, (2011), Wind farm feasibility study and siteselection in Adra Algeria, Energy Procedia p 138.

Ouahiba GUERRI, L'Energie éolienne en Algérie : Un bref aperçu, (2015), Bulletin des Energies Renouvelables, Publication du centre de Développement des Energies Renouvelables, N 37, p6.