ISSN: 2437-0525 / EISSN: 2602-5078

**JBAES:** مجلد (12)، عدد (01)، 2026، ص: 549-568

مجلة إدارة الأعمال والدراسات الاقتصادية

موقع المجلة: www.asjp.cerist.dz/en/PresentationRevue/313/

# تحديات استغلال الطاقة الشمسية في الجزائر في ظل تعدد مصادر الطاقات المتجددة

# Developing Challenges of Solar Energy Utilization in Algeria Amid the Diversity of Renewable Energy Sources

**مباركي إبراهيم**، Brahimebarki@yahoo.fr ،[1] * **Mabarki Ibrahim**

**دراجي كريمو**، Derradji d_krimou2000@yahoo.fr ،[2] **Draji Krimo**

[1] طالب دكتوراه ، جامعة الجزائر 03 (الجزائر)

[2] أستاذ التعليم العالي ، جامعة الجزائر 03 (الجزائر)

**تاريخ الإرسال:** 2025/11/16 **تاريخ القبول:** 2025/11/26 **تاريخ النشر:** 2026/06/02

**ملخص**

تهدف هذه الدراسة إلى تحليل تحديات استغلال الطاقة الشمسية في الجزائر في ظل تعدد مصادر الطاقات المتجددة، مع التركيز على الجوانب التقنية، الاقتصادية، الاجتماعية، والبيئية، كما تسعى الدراسة إلى تقييم إمكانيات الجزائر في مجال الطاقة الشمسية، ورصد العقبات التي تواجه تطويرها، مع تقديم حلول استراتيجية لتعزيز استغلال هذا المصدر الطاقوي الحيوي بشكل مستدام. كما تتضمن الدراسة مراجعة لمشاريع الطاقة الشمسية القائمة وتحليل أثر دمجها مع مصادر الطاقة المتجددة الأخرى مثل الرياح والطاقة الكتلية الحيوية. نتائج الدراسة توضح أن الطاقة الشمسية تعد ثروة وطنية يمكن أن تسهم في تحقيق الأمن الطاقوي، التنمية الاقتصادية، والحفاظ على البيئة إذا ما تم اعتماد استراتيجيات فعالة وشاملة.

**الكلمات المفتاحية**

الطاقة الشمسية؛ الطاقات المتجددة؛ التحديات التقنية؛ التحديات الاقتصادية.

**تصنيف JEL:** Q49

**Abstract**

This study aims to analyze the challenges of harnessing solar energy in Algeria in light of the diversity of renewable energy sources, focusing on technical, economic, social, and environmental aspects. The study also seeks to evaluate Algeria's potential in the field of solar energy, identify the obstacles facing its development, and propose strategic solutions to enhance the sustainable utilization of this vital energy source. Additionally, the study reviews existing solar energy projects and analyzes the impact of integrating them with other renewable energy sources such as wind and biomass energy. The results indicate that solar energy is a national asset that can contribute to energy security, economic development, and environmental protection if effective and comprehensive strategies are adopted.

**Keywords**

Solar energy, Renewable energy, Technical challenges, Economic challenges;

**JEL Classification Codes** : Q49

* البريد الالكتروني للباحث المرسِل: Brahimebarki@yahoo.fr

## I. مقدمة:

تُعد الطاقة في العصر الحديث الدعامة الأساسية للتقدم الاقتصادي والاجتماعي، إذ تقوم عليها مختلف الأنشطة الصناعية والخدماتية، وتُعد مؤشرًا جوهريًا لقياس مستوى التطور لدى الدول. وقد أدى الاعتماد المفرط على الطاقات الأحفورية—النفط والغاز—إلى بروز مشكلات بيئية واقتصادية عالمية، أبرزها الاحتباس الحراري، ارتفاع الانبعاثات الكربونية، ونضوب الموارد. وفي هذا السياق، أصبحت الطاقات المتجددة خيارًا استراتيجيًا لا غنى عنه لضمان أمن طاقوي مستدام واستجابة فعالة للتحولات المناخية والاقتصادية.

وتُعد الجزائر واحدة من الدول التي تمتلك إمكانات طاقوية متجددة هائلة، لاسيما في مجال الطاقة الشمسية، حيث تُصنَّف ضمن أفضل المناطق العالمية من حيث مدة الإشعاع الشمسي وشدته، خاصة في الجنوب الجزائري. إلا أن هذه الإمكانات الضخمة لا تزال غير مُستغلة بالشكل الأمثل، وذلك نظراً لوجود مجموعة من التحديات التقنية، الاقتصادية، البيئية والتنظيمية، إلى جانب التنوع الكبير في مصادر الطاقات المتجددة الذي يتطلب تحديدًا واضحًا لأولويات الاستثمار.

وقد شرعت الدولة الجزائرية في وضع برامج استراتيجية لتطوير الطاقات المتجددة والفعالية الطاقوية، بهدف تقليص الاعتماد على المحروقات وتنويع الاقتصاد. ومع ذلك، يبقى استغلال الطاقة الشمسية أحد أهم الرهانات المطروحة، خاصة في ظل الطلب المتزايد على الطاقة وتنامي التحديات البيئية، ومن هنا تبرز الحاجة إلى دراسة معمقة للإمكانات والتحديات المرتبطة باستغلال الطاقة الشمسية في الجزائر، وفهم علاقتها بتعدد مصادر الطاقات المتجددة، قصد تحليل مدى قدرتها على المساهمة في تحقيق تنمية طاقوية مستدامة.

### الإشكالية

استنادًا إلى ما سبق، تتجلى إشكالية هذه الدراسة في التساؤل:

- **كيف يمكن للجزائر مواجهة تحديات استغلال الطاقة الشمسية في ظل تعدد مصادر الطاقات المتجددة، بما يضمن تحقيق أمن طاقوي مستدام؟**

### الأسئلة الفرعية

ولتسهيل الإجابة على الإشكالية، يمكن تقسيمها إلى الأسئلة الفرعية التالية:

1. ما هي أهم خصائص وإمكانات مصادر الطاقات المتجددة في الجزائر، خاصة الطاقة الشمسية؟
2. ما أبرز التحديات التقنية، الاقتصادية، البيئية والاجتماعية التي تعيق استغلال الطاقة الشمسية في الجزائر؟
3. كيف أثّر تعدد مصادر الطاقات المتجددة على الأولويات الاستثمارية في قطاع الطاقة الشمسية؟
4. ما مدى فعالية المشاريع الشمسية المنجزة في الجزائر، وما أثرها على تحقيق الأمن الطاقوي؟

**فرضيات البحث**

استنادًا إلى هذه الأسئلة، تعتمد الدراسة على الفرضيات التالية:

1. **الفرضية الأولى** :يفرض تعدد مصادر الطاقات المتجددة في الجزائر تحديات متعلقة بترتيب الأولويات الاستثمارية، مما يؤثر على وتيرة تطوير مشاريع الطاقة الشمسية.
2. **الفرضية الثانية** :تواجه مشاريع الطاقة الشمسية في الجزائر عوائق تقنية واقتصادية وتشريعية تحد من استغلال إمكاناتها الحقيقية.
3. **الفرضية الثالثة** :تطوير السياسات الطاقوية وتحديث البنية التحتية يمكن أن يسهم في تعزيز مكانة الطاقة الشمسية ضمن المزيج الطاقوي الوطني وتحقيق أمن طاقوي مستدام.

**أهمية البحث**

تنبع أهمية هذا البحث من عدة جوانب:

- يساعد صانعي القرار في فهم العوائق الحقيقية أمام تطوير الطاقة الشمسية.
- يوجه الاستثمارات نحو المشاريع ذات الجدوى الاقتصادية العالية.
- يبرز الفرص المتاحة لاستغلال الإمكانات الشمسية الضخمة، خاصة في ولايات الجنوب.

- يساهم في التحول نحو اقتصاد منخفض الكربون.
- يساعد على حماية البيئة وتقليص الانبعاثات.
- يدعم تحقيق أهداف التنمية المستدامة في الجزائر وفق رؤية 2030-2050.

## II.الإطار النظري للطاقة الشمسية ومصادر الطاقات المتجددة في الجزائر

تلعب الطاقات المتجددة دورًا محوريًا في سياسات الطاقة الوطنية المرتبطة بالأمن الطاقوي، التنمية الاقتصادية، والالتزامات البيئية. وتحتل **الطاقة الشمسية** موقعًا متميّزًا في ظل الإمكانات الإشعاعية الكبيرة التي تتمتع بها الجزائر، ما يجعلها مصدرًا واعدًا لتوليد الكهرباء، التسخين، والأنظمة الهجينة.

### 1- تعريف الطاقة الشمسية

**التعريف الأول** الطاقة الشمسية هي الطاقة المستمدة مباشرة من إشعاع الشمس، تُستخدم لتوليد الكهرباء أو لتسخين المياه والهواء من خلال تقنيات متنوّعة. (عبد الرؤوف رهبان ، 2011، ص. 381)

**التعريف الثاني:** الطاقة الشمسية عبارة عن تحويل للطاقة الإشعاعية الشمسية إلى أشكال طاقية مفيدة (طاقة كهربائية أو حرارية) عبر عمليات فيزيائية مثل التأثير الكهروضوئي، أو عبر تركيز الإشعاع لتحويله إلى حرارة عالية تُستخدم بدورها في تشغيل محركات حرارية أو توربينات بخارية. (عبد العلي الخفاف وكاظم ، 2007، ص. 120)

من خلال ما سبق يمكن القول أن الطاقة الشمسية منظومة متكاملة تشمل مصادر الإشعاع الشمسي، الوسائط والمواد المُنقِلة (خلايا ضوئية، مرايا مركزة، مجمعات حرارية)، تقنيات التحويل (الخلايا الكهروضوئية، أنظمة التركيز الحراري)، وأنظمة التخزين والتوزيع (بطاريات، تخزين حراري، شبكات ذكية). تهدف هذه المنظومة إلى تحويل الإشعاع الشمسي المتاح إلى خدمات طاقوية قابلة للاستخدام (كهرباء، تدفئة، تكييف، تجفيف زراعي)، مع أخذ جوانب الفعالية الاقتصادية والآثار البيئية في الحسبان.

## 2-أنواع الطاقة الشمسية والتقنيات المستخدمة

يمكن تصنيف استغلال الطاقة الشمسية إلى نوعين رئيسيين مع تفريعات تقنية لكلٍ منهما: (إبراهيم عبد الله عبد الرؤوف محمد ،2017، ص. 35)

### أ. الطاقة الشمسية الحرارية(Solar Thermal)

- **المبدأ** :تحويل الإشعاع الشمسي إلى حرارة تُستخدم مباشرة (تسخين مياه، تسخين فضاء) أو تُركَّز لتوليد بخار وتشغيل توربينات لإنتاج الكهرباء.
- **التقنيات الشائعة:**
  - **مُجمِّعات سطحية بسيطة :(Flat-plate collectors)** تستخدم لتسخين الماء أو الهواء في الأنظمة المنزلية والصناعية منخفضة/متوسطة الحرارة (إنتاج مياه ساخنة، تدفئة مباني، تجفيف محاصيل)
  - **أنابيب مفرغة :(Evacuated tube collectors)** كفاءة أعلى للحرارة عند ظروف برد أو إشعاع متغير؛ مناسبة لمشروعات الماء الساخن الصحي والتدفئة.
  - **محطات الطاقة الشمسية المركزة:(CSP — Concentrated Solar Power)**
- **مواضع شريطية :(Parabolic trough)** مرايا مقعّرة تجمع الإشعاع على أنبوب ناقل يسخّن سائل ناقل حرارة.
- **أبراج شمسية :(Solar Tower / Central Receiver)** حقول مرايا (heliostats) تعكس الضوء نحو مستقبل مركزي على برج؛ تصل لدرجات حرارة عالية مناسبة لتوليد بخار بكفاءة.
- **مرايا قطعية :(Parabolic dish)** أطباق مركزة لتوليد حرارة محلية وتشغيل محرك ستيرلينغ أو مولد صغير.
- **التخزين الحراري** :استخدام أملاح مُنصهرة أو خزانات مياه معزولة لتخزين الحرارة وتشغيل المحطة بعد غروب الشمس (يقلل الاعتمادية على الشبكة)

### ب. الطاقة الشمسية الكهروضوئية(Photovoltaic — PV)

- **المبدأ** :تحويل الإشعاع الشمسي إلى كهرباء مباشرة عبر الخلايا الكهروضوئية (الظاهرة الكهروضوئية).

المكونات الأساسية: (علي أحمد عتيقة ، 1991، ص. 32)

- **الخلايا الشمسية** :أحادية البلورة — (Monocrystalline) كفاءة أعلى، متعددة البلورات (Polycrystalline) —تكلفة أقل، وخلايا رقيقة — (Thin film) مرنة وقابلة للتطبيقات الخاصة.
- **لوحات/ألواح :(Modules) PV** مجموعات من الخلايا محمية في هيكل زجاجي/إطاري.
- **العاكسات :(Inverters)** تحويل التيار المستمر (DC) الناتج إلى تيار متردد (AC) صالح للشبكة أو للاستخدام المحلي.
- **نظم التتبع :(Trackers)** محاور أحادية/ثنائية لتحريك الألواح ومتابعة الشمس لرفع الإنتاج بنسبة قد تصل لـ20–40%.
- **أنظمة التخزين** :بطاريات (رصاصية–حمض، ليثيوم–أيون، وغيرها) لتخزين الطاقة للمناطق المعزولة أو لضمان الاستقرار.
- **التحكم والشبكات الذكية** :أنظمة إدارة طاقة (EMS) ونُظُم حماية للاندماج مع الشبكة الوطنية.
- **تطبيقات** :أنظمة متصلة بالشبكة(grid–connected) ، أنظمة هجينة مع مُولّدات ديزل، أنظمة منفصلة–off) (gridللمناطق النائية، وتركيب على الأسطح.(BIPV)

**ج. أنظمة هجينة وتقنيات داعمة**

- **الأنظمة الهجينة :(Hybrid)** دمج PV مع طاقة الرياح أو مولدات ديزل أو وحدات تخزين لزيادة الاعتمادية.
- **تكنولوجيا التخزين الحراري والكهربائي** :بطاريات لتخزين الكهرباء، وحلول تخزين طاقوي موسّع (مثل تخزين هيدروجيني مستقبلي)
- **تقنيات تحسين الكفاءة** :إلكترونيات القدرة المتقدمة، تحسين التبريد للألواح (لتقليل فقد الكفاءة بحرارة الجو)، وتخصيص التصميم حسب الموقع (تظليل، زاوية الميل)
- **البناء المدمج بالطاقة :(BIPV)** دمج الخلايا في واجهات وأسقف المباني لتوليد الطاقة من البنى التحتية نفسها. (عامر عيساني وسفيان معامير ، 2017، ص. 383)

**د. تصنيف حسب نطاق التطبيقات**

- **أنظمة صغيرة (مقياس صغير/محلي** :(أنظمة منزلية لتسخين الماء، أنظمة إنارة شوارع بالطاقة الشمسية، أنظمة طاقة للمزارع والنقاط النائية.
- **مشروعات متوسطة/كبيرة (محطات أرضية** :(حقول PV على نطاق الميغاوات، ومحطات CSP لتوليد طاقة للشبكة.
- **تطبيقات صناعية خاصة** :عمليات تجفيف زراعي، سقي بالطاقة الشمسية، تسخين العمليات الصناعية.

**3- الدراسات السابقة حول موضوع الطاقة المتجددة**

**الدراسة الأولى** :تناولت أطروحة دكتوراه للباحث أ.د. عبد القادر دياب من معهد التخطيط القومي بمصر (2015) موضوع "**الطاقة المتجددة بين نتائج وابتكارات البحث العلمي والتطبيق الميداني في الريف المصري** ."ركزت الدراسة

على الريف المصري بشكل جزئي، مقسمة إلى أربعة فصول رئيسية. الفصل الأول استعرض استخدامات الطاقة وموقع قضية الطاقة ضمن الإطار التنظيمي والمؤسسي لقطاع الطاقة المصري، بينما خصص الفصل الثاني لتحليل تكنولوجيات الطاقة الشمسية والطاقة الحيوية والمبادرات المصرية في إنتاج واستخدام هذه المصادر. أما الفصل الثالث، فقد تطرق إلى المجتمع الريفي واحتياجاته الحالية والمستقبلية من الطاقة التقليدية والمتجددة، مع تحليل الأنشطة الاقتصادية الريفية وتأثيرها على استهلاك الطاقة. وأخيرًا، تناول الفصل الرابع الدراسة الاقتصادية للمفاضلة بين إنتاج الطاقة التقليدية والمتجددة، واستخلص حجم السعة الاقتصادية المطلوبة لتوفير احتياجات الأنشطة الريفية، مع تقديم توصيات لتعزيز انتشار تكنولوجيات الطاقة المتجددة في الريف المصري.

**الدراسة الثانية** :قدمت الباحثة زواوية حلام (2012-2013) أطروحة دكتوراه بعنوان "**دور اقتصاديات الطاقات المتجددة في تحقيق التنمية الاقتصادية المستدامة في الدول المغاربية: دراسة مقارنة بين الجزائر، المغرب وتونس** "بجامعة فرحات عباس سطيف. هدفت الدراسة إلى تحليل آثار التحول إلى اقتصاديات الطاقات المتجددة على التنمية الاقتصادية المستدامة، مع التركيز على الجوانب الاقتصادية والاجتماعية والبيئية. تم تقسيم البحث إلى أربعة فصول: تناول الفصل الأول الموارد التقليدية والاقتصاديات المرتبطة بها، فيما ركز الفصل الثاني على اقتصاديات الطاقات المتجددة واستراتيجيات تبنيها عالميًا، والفصل الثالث تناول دور الطاقات المتجددة في التنمية الاقتصادية المستدامة، والفصل الرابع قدم دراسة مقارنة بين الجزائر والمغرب وتونس لتقييم مدى مساهمة الاقتصاديات البديلة في خلق فرص العمل والقضاء على البطالة وتحقيق مشاريع تنموية مستدامة.

**الدراسة الثالثة** :أجرت الباحثة لميس العربي (2020) دراسة دكتوراه بعنوان "**تقييم دور الاتحاد الأوروبي في تعزيز الطاقة المتجددة في مصر ضمن إطار عمل المناخ البيئي** "في كلية الاقتصاد والعلوم السياسية، جامعة القاهرة. هدفت الدراسة إلى تقييم أثر استخدام موارد الطاقة المتجددة على الانبعاثات الغازية وتحليل السياسات الأوروبية في دعم التحول الطاقوي في مصر. كما ركزت على دراسة التأثيرات البيئية والاقتصادية لاعتماد الطاقة المتجددة، مع تقديم توصيات لتعزيز السياسات الوطنية والإقليمية لتحقيق استدامة الطاقات البديلة وتقليل الآثار البيئية السلبي

## III.التحديات والعوائق المرتبطة باستغلال الطاقة الشمسية في الجزائر

رغم الإمكانات الشمسية الهائلة التي تملكها الجزائر، إلا أن استغلال الطاقة الشمسية على نطاق واسع يواجه مجموعة من التحديات التقنية، الاقتصادية، والمالية التي تعيق تسريع الانتقال الطاقوي. فنجاح مشاريع الطاقة الشمسية لا يعتمد فقط على توفر الإشعاع الشمسي، بل يتطلب بنية تحتية فعّالة، كفاءة عالية في التحويل والتخزين، بيئة مالية مستقرة، وسياسات تحفيزية واضحة. لذلك، أصبح من الضروري تحليل هذه التحديات لفهم أسباب بطء وتيرة التوسع في هذا القطاع الحيوي، وبيان ما تحتاجه الجزائر لتحقيق تحول طاقوي ناجح ومستدام.

### 1-التحديات التقنية: البنية التحتية، التخزين، وكفاءة التحويل الطاقوي

التحديات التقنية تُعدّ من أبرز العوامل المؤثرة على نجاح مشاريع الطاقة الشمسية، إذ ترتبط مباشرة بقدرة النظام على توليد ونقل وتخزين الطاقة بشكل مستقر وفعّال. وتشمل هذه التحديات مستوى جاهزية البنية التحتية الكهربائية، تطور تكنولوجيا التخزين، وقدرة الألواح ومحطات الطاقة على تحقيق كفاءة تحويل عالية. (عماد تكوانت ، 2012/2011، ص. 4)

**أولًا: البنية التحتية الكهربائية ونقل الطاقة**

- تعاني الشبكة الكهربائية الوطنية من ضغط كبير بسبب الطلب المتزايد، خاصة في فترات الذروة.
- عدم توفر خطوط نقل كهربائي قوية في المناطق الصحراوية يجعل ربط محطات الطاقة الشمسية بالشبكة صعبًا ومكلفًا.
- وجود شبكات قديمة في بعض الولايات يحدّ من استيعاب الكميات الكبيرة من الطاقة المنتجة من الشمس.
- الحاجة إلى محطات تحويل كهربائي متطورة للتحكم في تذبذب الإنتاج الناجم عن تغير الإشعاع الشمسي.

**ثانيًا: التخزين الطاقوي**

- يُعدّ التخزين أهم عقبة تواجه الطاقات الشمسية. (سيد فتحي أحمد الخولي ، 1992، ص. 94)
- البطاريات الكهربائية المتطورة (مثل بطاريات الليثيوم) باهظة الثمن وغير متاحة على نطاق واسع.
- ضعف تطوير مشاريع التخزين الحراري CSP يجعل استمرار إنتاج الكهرباء ليلاً محدودًا.
- غياب استراتيجيات وطنية واضحة لتطوير التخزين الطاقوي يؤخر دمج الطاقة الشمسية في الشبكة بمرونة عالية.
- أنظمة التخزين الحالية صغيرة ولا تواكب توسّع المشاريع الشمسية الكبرى.

**ثالثًا: كفاءة التحويل الطاقوي**

- انخفاض كفاءة الألواح بسبب ارتفاع درجات الحرارة العالية في الجنوب الجزائري.
- تأثير العواصف الرملية والغبار على كفاءة الخلايا الكهروضوئية وقدرتها الإنتاجية.
- الحاجة إلى تقنيات تبريد، تنظيف ذاتي، ونظم تتبع شمسي، وهي كلها تزيد من التكاليف.
- الاعتماد على استيراد معظم التجهيزات يجعل الجزائر تابعة للتقنيات الأجنبية مع نقص في البحث والتطوير المحلي.
- محدودية مراكز الاختبار والمخابر الوطنية القادرة على تقييم أداء الخلايا الشمسية في ظروف مناخية جزائرية. (عرابة الحاج، ابن محمود نفاح، زكرياء ابن علي ،2017، ص. 39-40)

**2-التحديات الاقتصادية والمالية: تكاليف الاستثمار، الدعم الحكومي، والسياسات التحفيزية**

تطوير مشاريع الطاقة الشمسية يتطلب تمويلات كبيرة وسياسات قوية لجذب المستثمرين المحليين والأجانب. وعلى الرغم من أهميتها الإستراتيجية، لا تزال المشاريع الشمسية في الجزائر تواجه عدة عقبات اقتصادية ومالية تحدّ من سرعتها وانتشارها. ويعدّ فهم هذه التحديات أمرًا أساسيًا لوضع سياسات ناجعة تسهم في دعم القطاع.

**أولًا: تكاليف الاستثمار المرتفعة**

- إنشاء محطات الطاقة الشمسية—خصوصًا محطات—CSP يتطلب **تكاليف أولية عالية.**
- ارتفاع نفقات التخزين، نقل الطاقة، والتجهيزات المستوردة يزيد العبء المالي للمشاريع.
- ضعف التصنيع المحلي لمكونات الألواح والشبكات يزيد الاعتماد على الخارج، وبالتالي ارتفاع التكلفة.
- طول أمد استرجاع رأس المال يجعل المستثمرين أقل تحمّسًا للمشاريع الكبرى.

**ثانيًا: الدعم الحكومي غير الكافي**

- رغم وجود برامج مثل **برنامج الطاقات المتجددة 2030**، إلا أن التطبيق الفعلي يبقى محدودًا.
- غياب آليات دعم واضحة مثل:
  - تسعيرة تغذية مشجعة(Feed-in Tariffs)
  - تخفيضات جبائية
  - تسهيلات جمركية
- المشاريع الشمسية تحتاج دعمًا منظمًا ومستدامًا، لا سيما في المراحل الأولى.
- التباطؤ الإداري والإجرائي يُعدّ من أهم المعوقات أمام إطلاق المشاريع الاستثمارية الكبرى.

**ثالثًا: السياسات التحفيزية وضعف بيئة الاستثمار**

- المستثمرون يعانون من **ضبابية الإطار القانوني** وعدم استقراره.
- نقص الشراكات الدولية الفاعلة بسبب شروط محلية صعبة أو بطيئة.
- وجود بروقراطية في منح التراخيص وغياب "الشباك الواحد" لتسهيل الإجراءات.
- ضعف التمويل البنكي للمشاريع الخضراء مقارنة بدول الجوار.
- غياب حوافز للشركات الصغيرة والمتوسطة للدخول في مجال تركيب الألواح وتطوير حلول مبتكرة.

تواجه الطاقة الشمسية في الجزائر مجموعة من التحديات التقنية (البنية التحتية، التخزين، كفاءة التحويل) والاقتصادية (تكاليف الاستثمار، ضعف التحفيزات، والقيود المالية)، مما يحدّ من توسعها رغم الإمكانات الطبيعية الكبيرة. التغلب على هذه التحديات يتطلب رؤية استراتيجية طويلة المدى، تطوير تكنولوجيات محلية، وتحديث الإطار القانوني والاقتصادي لضمان انتقال طاقوي فعّال ومستدام. (حدة فروحات، 2012، ص. 152-153)

**3-التحديات الاجتماعية والبيئية: قبول المجتمعات المحلية، التأثير على البيئة، وإدارة النفايات.**

لا يرتبط نجاح مشاريع الطاقة الشمسية فقط بالجوانب التقنية والاقتصادية، بل يتوقف بدرجة كبيرة على مدى تقبّل المجتمعات المحلية لها، والتأثيرات البيئية المصاحبة لها، وقدرة الدولة على إدارة النفايات الناتجة عن الألواح الشمسية والمعدات المصاحبة. وتُعدّ هذه الجوانب من العناصر الأساسية لتحقيق استدامة حقيقية في قطاع الطاقات المتجددة داخل الجزائر.

**أولًا: قبول المجتمعات المحلية(Social Acceptance)**

قبول المجتمع يلعب دورًا محوريًا في نجاح أي مشروع للطاقة الشمسية، وخاصة في المناطق الصحراوية أو الريفية. ومن أبرز التحديات في هذا الجانب: (سارة شريفي ، 2021، ص. 11-13)

- ضعف الوعي المحلي حول فوائد الطاقة الشمسية وغياب حملات توعوية موجهة تُفسّر مزاياها.
- التخوف من تأثير المحطات على الأراضي الزراعية أو على الأنشطة الاقتصادية المحلية.
- وجود انطباع لدى بعض السكان بأن مشاريع الطاقة الشمسية لا توفر فرص عمل كافية مقارنة بالمشاريع التقليدية.
- ضعف إشراك المجتمع المحلي في مراحل التخطيط والتنفيذ، مما يؤثر على الثقة والتقبّل الاجتماعي.
- الشعور لدى بعض السكان بأن المشاريع الكبرى تخدم المدن والصناعة أكثر مما تخدم المناطق المحتضنة لها.

**ثانيًا: التأثيرات البيئية لمشاريع الطاقة الشمسية**

رغم أن الطاقة الشمسية تُعد صديقة للبيئة، إلا أن مشاريعها قد تُحدث بعض الآثار التي يجب تقديرها:( سعود يوسف عياش، 1981، ص. 13)

- استغلال مساحات واسعة من الأراضي (خاصة في الجنوب)، مما قد يؤثر على الحياة البرية والغطاء النباتي.
- التأثير على الموائل الحيوانية مثل الزواحف التي تعيش في المناطق الصحراوية.
- ارتفاع درجات الحرارة في المناطق المحيطة نتيجة الانعكاس الحراري لبعض أنواع الألواح.
- استخدام كميات معتبرة من المياه لتنظيف الألواح، وهو تحدٍّ كبير في المناطق الجافة.
- احتمال التأثير البصري والمنظر الطبيعي للمنطقة عند بناء محطات كبيرة.

رغم هذه التحديات، تبقى الطاقة الشمسية أقل ضررًا بكثير مقارنة بمصادر الطاقة الأحفورية.

**ثالثًا: إدارة النفايات الناتجة عن الألواح الشمسية**

إدارة النفايات إحدى القضايا المستقبلية الحساسة في الجزائر، خاصة مع توسع استخدام الألواح الكهروضوئية: (سميرة مومن ، 2022، ص. 6-9)

- الألواح الشمسية تحتوي على معادن ثقيلة مثل الكادميوم والرصاص، مما يجعل التخلص منها غير آمن دون معالجة.
- غياب إطار قانوني واضح لإدارة نفايات الألواح الشمسية أو إعادة تدويرها.
- نقص الشركات المتخصصة في إعادة التدوير مقارنة بالدول المتقدمة.
- عدم وجود خطط وطنية للتعامل مع النفايات المتوقعة خلال 20–30 سنة القادمة مع انتهاء عمر الألواح المستخدم حاليًا.
- كلفة إعادة التدوير العالية تجعل الكثير من الشركات تتجاهل إدماج هذه العملية ضمن دورة حياة المشروع.

تواجه مشاريع الطاقة الشمسية في الجزائر تحديات اجتماعية تتعلق بمدى قبول المجتمعات المحلية ووعيها، إضافة إلى تحديات بيئية مرتبطة بتأثير المحطات على الأرض والحياة الطبيعية. كما أن إدارة النفايات الشمسية تُعد ملفًا حساسًا يجب معالجته بإطار تنظيمي وتكنولوجي واضح لضمان الاستدامة. ولتجاوز هذه العقبات، يجب تعزيز الوعي المجتمعي، تحسين تقييم الأثر البيئي، وتطوير منظومة وطنية لإعادة تدوير المعدات الشمسية.

## IV.دراسة تطبيقية تحليلية حول استغلال الطاقة الشمسية في الجزائر

تسعى الجزائر خلال السنوات الأخيرة إلى تعزيز مكانتها في مجال الطاقات المتجددة، وبالأخص الطاقة الشمسية، باعتبارها المورد الأكثر توافراً وإمكاناً. وقد تبنت الدولة عدة برامج وطنية تهدف إلى تنويع مصادر الطاقة والتقليل من الاعتماد على الوقود الأحفوري. وفي هذا السياق، ظهرت مشاريع كبرى في الجنوب إلى جانب مبادرات صغيرة موزعة على مختلف ولايات الوطن. وبهدف تقييم التقدم المحقق، تأتي هذه الدراسة التحليلية لبحث واقع المشاريع الشمسية، وقياس فعاليتها، ومدى مساهمتها في تحقيق الأمن الطاقوي، والانتقال نحو التنمية المستدامة.

### 1-تحليل مشاريع الطاقة الشمسية الحالية في الجزائر (محطات ضخمة ومشاريع صغيرة(

شهدت الجزائر خلال العقدين الأخيرين تطوراً ملحوظاً في مشاريع الطاقة الشمسية، حيث تم إنجاز محطات ضخمة على المستوى الوطني، إلى جانب انتشار واسع للألواح الشمسية في المناطق الريفية والنائية. وتحظى هذه المشاريع بأهمية كبيرة لما توفره من حلول بديلة للطاقة التقليدية، ودورها في تنويع المزيج الطاقوي وتحسين كفاءة الاستهلاك. يهدف هذا المطلب إلى تقديم تحليل شامل لأهم المشاريع المنجزة، وبيان أثرها الفعلي والتحديات التي تواجهها.

#### أولًا: تحليل المحطات الشمسية الضخمة في الجزائر

#### 1-محطة حاسي الرمل للطاقة الشمسية(Hassi R'Mel)

- تُعد من أكبر وأهم المحطات الشمسية في الجزائر، حيث تعتمد على تكنولوجيا **الطاقة الشمسية المركّزة.CSP**
- قدرتها الإنتاجية تبلغ **150ميغاواط**، منها 25 ميغاواط بالطاقة الشمسية والباقي بالغاز في نظام هجين.

- تمثل خطوة مهمة في إدماج الطاقة الشمسية ضمن المحطات المختلطة، ما يسمح بالاستفادة من الشمس مع ضمان استقرار الإنتاج.
- توفر تجربة تقنية رائدة على المستوى الوطني، لكنها تواجه تحديات تتعلق بارتفاع تكاليف الصيانة.

### 2-مشروع ميقات (MEGAT) للطاقة الشمسية

- مشروع ضخم يستهدف إنتاج **22ألف ميغاواط** من الطاقات المتجددة بحلول 2030.
- يشمل إنشاء محطات شمسية كبرى عبر عدة ولايات جنوبية مثل: أدرار، تمنراست، ورقلة، بشار.
- يهدف المشروع إلى تعزيز التزويد بالكهرباء في الجنوب وتصدير الفائض نحو أوروبا مستقبلاً.
- تقدم المشروع بطيء نسبيًا بسبب التمويل وطول الإجراءات الإدارية.

### 3-المحطات الشمسية الكهروضوئية عبر الجنوب

من أبرز الولايات التي تضم محطات شمسية نشطة:

- **أدرار** :أكبر عدد من المحطات، بعضها ينتج أكثر من 20 ميغاواط.
- **تمنراست** :مشاريع موجهة أساسًا لتغطية المناطق المعزولة.
- **بشار وورقلة** :محطات متوسطة الحجم تساهم في دعم الشبكة الوطنية.

**أهم مميزات هذه المحطات:**

- توفر طاقة نظيفة ومستقرة في المناطق البعيدة.
- تساهم في تخفيف الضغط على الشبكة الوطنية.
- تخفّض تكاليف النقل والإنتاج في الجنوب.

**أهم التحديات:**

- الحاجة إلى تخزين طاقي فعال.
- التكاليف المرتفعة للتركيب والصيانة.
- تأثير الظروف المناخية الصحراوية على كفاءة الألواح.

## ثانيًا: تحليل المشاريع الشمسية الصغيرة والمتوسطة

### 1-انتشار الألواح الشمسية في المناطق الريفية

- تعتمد آلاف العائلات الريفية في ولايات مثل إليزي وتمنراست وتندوف على الطاقة الشمسية لتوفير الكهرباء.
- توفر هذه المشاريع حلولاً سريعة واقتصادية للمناطق التي تعاني من ضعف تغطية الشبكة.

- تُستخدم بشكل واسع في:
  - ضخ المياه الفلاحية
  - إنارة المنازل
  - تشغيل الأجهزة الصغيرة

**2-المشاريع الشمسية في المجال الزراعي**

- استخدام الطاقة الشمسية في **الريّ بالتنقيط** أصبح شائعًا جدًا في الجنوب.
- يقلل من استعمال الديزل، ويوفر تكاليف ضخمة على الفلاحين.
- تساهم هذه المشاريع في تشجيع الاستصلاح الزراعي في المناطق الصحراوية.

**3-مبادرات قطاع التربية والصحة**

- تركيب ألواح شمسية في مدارس ومستوصفات بالمناطق المعزولة.
- تحسين الخدمات العمومية وتقليل الانقطاعات.
- يخلق نموذجًا ناجحًا يمكن تعميمه تدريجيًا في باقي القطاعات.

**ثالثًا: التقييم العام لمشاريع الطاقة الشمسية في الجزائر**

**1-الإيجابيات المكتسبة:**

- تحقيق تنويع أكبر في المزيج الطاقوي الوطني.
- تخفيض استهلاك الغاز الطبيعي الموجه لإنتاج الكهرباء.
- توفير طاقة نظيفة ومنخفضة الانبعاثات.
- دعم المناطق النائية وتقليل التفاوت الطاقوي.

**2-النقائص والتحديات:**

- بطء وتيرة الإنجاز مقارنة بالقدرات المتوفرة.
- نقص واضح في الاستثمارات الأجنبية.
- الحاجة إلى إصلاح الإطار القانوني والمالي.
- ضعف تصنيع الألواح على المستوى المحلي.

**2-الفرص المستقبلية:**

- إمكانية تصدير الكهرباء الخضراء نحو أوروبا.

- تطوير صناعة وطنية للطاقة الشمسية.
- توسيع مشاريع الطاقة الشمسية الزراعية.
- خلق آلاف الوظائف الجديدة في قطاع ناشئ.

**2-تقييم أثر الاستثمار في الطاقة الشمسية على الأمن الطاقوي والاقتصاد الوطني.**

تُعدّ الطاقات المتجددة بمصادرها المختلفة—الكتلة الحيوية، أشعة الشمس، الرياح، الطاقة الكهرومائية، وطاقة باطن الأرض—من أهم البدائل التي يعتمد عليها العالم في مواجهة الطلب المتزايد على الطاقة والتحديات البيئية. وقد شهد الإنتاج العالمي لهذه الطاقات ارتفاعًا ملحوظًا خلال العقد الأخير.

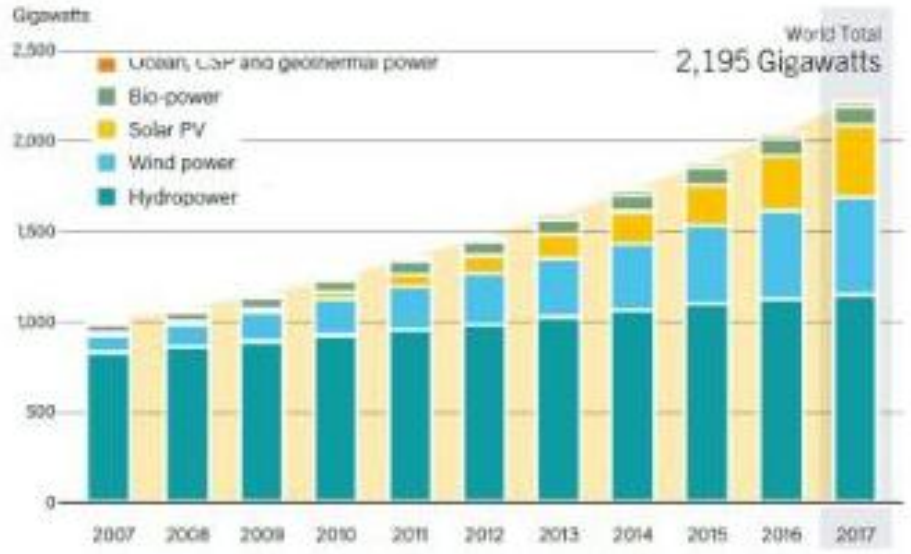
فقد بلغ إجمالي الإنتاج العالمي من الطاقات المتجددة سنة 2017نحو 2,006,202ميغاواط، مسجّلًا زيادة قدرها 17%مقارنة بالسنوات السابقة (باستثناء الطاقة المائية التي شهدت تباطؤًا). كما وصلت الزيادة السنوية في الطاقة المتجددة عالميًا إلى ما يقارب 53مليون طن نفط مكافئ خلال نفس السنة.

**التوزيع الجغرافي لإنتاج الطاقة المتجددة سنة 2017**

- آسيا جاءت في المرتبة الأولى عالميًا بنسبة 40%وبقدرة إنتاجية تبلغ 811,590ميغاواط.
- أوروبا حلّت ثانية بنسبة 24%وبقدرة 486,693ميغاواط.
- أمريكا الشمالية في المرتبة الثالثة بنسبة 16%وقدرة 329,703ميغاواط.
- أمريكا الجنوبية بنسبة 10%وبقدرة 113,118ميغاواط.
- أوراسيا بنسبة 5%وقدرة 91,202ميغاواط.
- أفريقيا بنسبة 2%فقط وقدرة 38,192ميغاواط.
- منطقة الشرق الأوسط ودول المحيط الهادئ بنسبة قاربت 1%لكل منطقة.

وتتصدر كل من الصين و الولايات المتحدة قائمة أكبر المنتجين العالميين، تليهما اليابان، الهند، و البرازيل.

**شكل (01): القدرة التراكمية للطاقات المتجددة عالميًا خلال الفترة 2007-2017**




*تقرير الحالة العالمية للطاقة المتجددة 2018، REN21، ص. 41.*

**تطور طاقة الرياح عالميًا**

تُعدّ طاقة الرياح من أسرع مصادر الطاقة المتجددة نموًا، حيث وفّرت أكثر من نصف الزيادة المسجّلة في الإنتاج العالمي للطاقات المتجددة، بينما ساهمت الطاقة الشمسية بنحو الثلث أي حوالي .18%

وبلغ إجمالي القدرة المركّبة لطاقة الرياح في العالم نهاية سنة 2017حوالي 539جيغاواط، مقارنة بـ 487جيغاواط سنة 2016، أي بزيادة 52جيغاواط خلال عام واحد.

وتتوزع القدرات العالمية في هذا المجال كما يلي:

- الصين :حوالي 188,392ميغاواط 35%)من إجمالي القدرة المركبة عالميًا)
- الولايات المتحدة :حوالي 89,077ميغاواط .(17%)
- ألمانيا :في المرتبة الثالثة بنسبة 10%تقريبًا.

**3-مصادر الطاقة المتجددة في العالم**

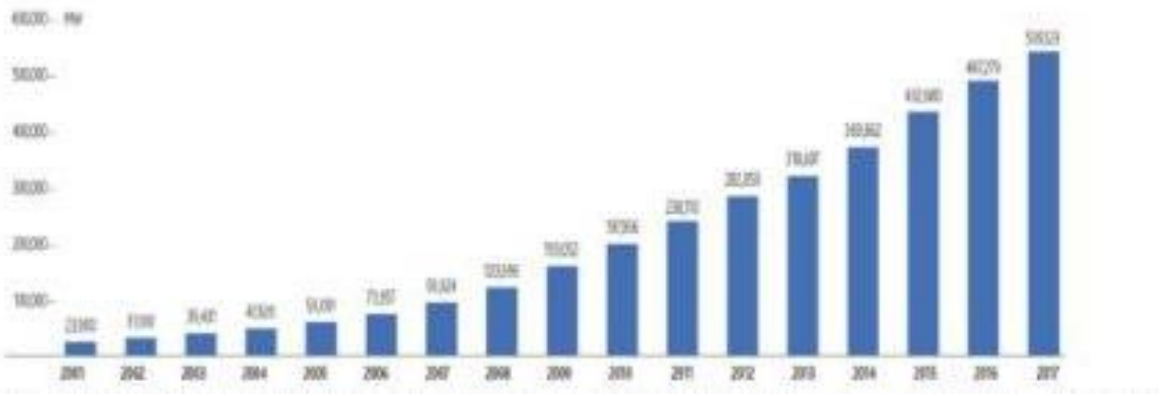
تُعدّ الطاقات المتجددة بمختلف أنواعها—الرياح، الطاقة الحرارية الجوفية، الكتلة الحيوية، والطاقة المائية من أبرز البدائل المستدامة للطاقة في العالم نظرًا لقدرتها على الحد من الانبعاثات وتحقيق أمن طاقوي طويل المدى. وقد شهدت هذه المصادر تطورًا كبيرًا خلال العقدين الأخيرين، سواء من حيث القدرة المركبة أو حجم الاستثمارات الدولية.

**أولا : طاقة الرياح(L'énergie éolienne)**

تُعدّ طاقة الرياح من أكثر مصادر الطاقة المتجددة نموًا على المستوى العالمي. وقد انتشرت حقول إنتاج الكهرباء بواسطة الرياح في عدد من الدول الرائدة كالدنمارك، الولايات المتحدة، ألمانيا، إسبانيا، والصين. كما اتجهت عدة دول لإنشاء حقول بحرية (Offshore) لما تتميز به من قدرة أكبر على إنتاج الكهرباء. ولتعويض عدم استمرارية الرياح، طُوّرت تقنيات التخزين عبر البطاريات والهواء المضغوط.

بلغت القدرة المركّبة لطاقة الرياح في العالم سنة 2017حوالي 539جيغاواط، مقارنة بـ 487جيغاواط سنة 2016، أي بزيادة قدرها 52جيغاواط .وتتصدر الصين القائمة بقدرة 188.392ميغاواط (35%)، تليها الولايات المتحدة بـ 89.077ميغاواط (17%)، ثم ألمانيا بنسبة تقارب 10.%

**شكل رقم (02): القدرة التراكمية لطاقة الرياح في العالم خلال الفترة 2001-2017**



**المصدر** :تقرير طاقة الرياح العالمي لعام 2018؛ www.wwec2018.net

**ثانيا : طاقة الرياح في الجزائر**

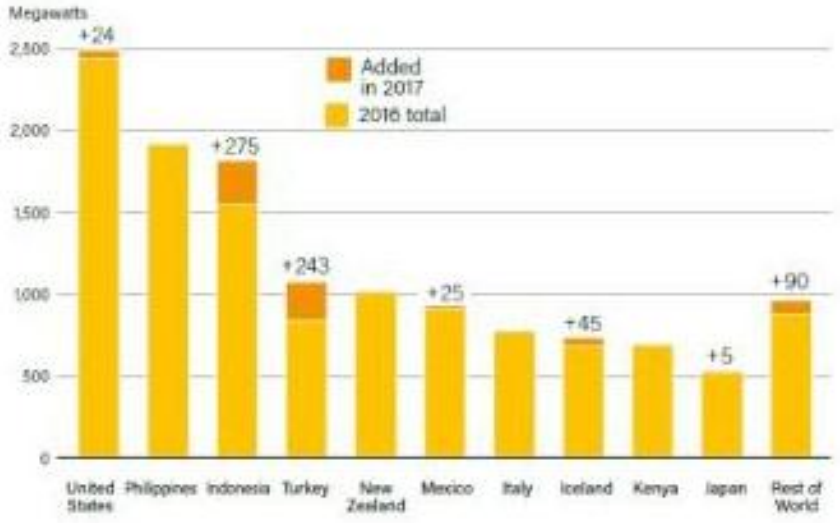
تتوفر الجزائر على إمكانيات معتبرة لاستغلال طاقة الرياح، حيث تهب رياح محمّلة بالهواء البحري الرطب والهواء الصحراوي الجاف، بمتوسط سرعة يتجاوز **7م/ثا** خصوصًا في المناطق الساحلية. وتسمح هذه السرعات بإنتاج طاقة كهربائية تعادل **673مليون واط ساعي سنويًا** .وتحتل طاقة الرياح المرتبة الثانية ضمن برنامج تطوير الطاقات المتجددة في الجزائر

**ثالثا : الطاقة الحرارية الجوفية(L'énergie géothermique)**

تمثل الطاقة الحرارية الجوفية أحد المصادر المتجددة التي تعتمد على الحرارة الكامنة في باطن الأرض، والتي تتولد نتيجة احتكاك الصخور الساخنة بالمياه الطبيعية أو المياه التي يتم ضخها إليها. ويمكن استغلال الأبخرة الناتجة لتدوير توربينات لإنتاج الكهرباء. وتظهر هذه الحرارة بوضوح في الينابيع الساخنة والظواهر البركانية.

بلغت القدرة المركبة عالميًا حوالي **13.2جيغاواط** سنة 2017، فيما بلغت نسبة مساهمتها في إنتاج الكهرباء عالميًا نحو **0.3%**فقط. ويبين الشكل (03) الدول العشر الأكثر تقدمًا في استغلال هذا النوع من الطاقة.

**شكل رقم (03): أفضل 10 دول رائدة في استغلال الطاقة الحرارية الجوفية لعام 2017**




**المصدر** :تقرير الحالة العالمية للطاقة المتجددة 2016؛ 2018، REN21، ص 51.

**رابعا : الطاقة الحرارية الجوفية في الجزائر**

تتوفر الجزائر على أكثر من 200مصدر حراري منتشرة أساسًا في الشمال الشرقي والشمال الغربي. وتصل درجات حرارتها بين °40و98 °في حمام المسخوطين، وتبلغ °118في بعض مناطق بسكرة. ورغم توفر هذه الموارد، لا يتم استغلالها في إنتاج الكهرباء، بل تُستخدم في تسخين البيوت الزراعية وتجفيف المنتجات الفلاحية وتدفئة البنايات.

**خامسا : طاقة الكتلة الحيوية(Biomasse)**

تُعدّ الكتلة الحيوية من الطاقات المتجددة المتاحة بكميات كبيرة، وتستمد طاقتها من المواد العضوية النباتية والحيوانية، بما في ذلك المخلفات الزراعية، الغابية، الحيوانية، وحتى النفايات الصلبة. ويمكن تحويل هذه المواد إلى طاقة عبر **الحرق المباشر** أو **التخمير الحيوي** لإنتاج غاز الميثان والوقود الحيوي.

تمثل الكتلة الحيوية حوالي 10%من إجمالي مصادر الطاقة العالمية، وقرابة 75%من مصادر الطاقة المتجددة المستغلة. وقد شهدت زيادة طفيفة بلغت 3.5%سنة 2017، أي أقل من متوسط النمو خلال السنوات العشر السابقة (11.4%.) ساهمت الولايات المتحدة بأكبر زيادة قدرها 950ألف طن مكافئ نفط، بينما ارتفع إنتاج الإيثانول عالميًا بـ 3.3%والديزل الحيوي بـ .4%

تبقى إمكانيات الجزائر في هذا المجال محدودة بسبب قلة المساحات الغابية التي لا تتجاوز 10%من المساحة الوطنية، إضافة إلى توسع المناطق الصحراوية التي تشكل أكثر من 90%من التراب الوطني. أما كميات النفايات الزراعية والحضرية فتقدّر بـ 5ملايين طن سنويًا، وهي طاقات يمكن تطويرها مستقبلًا.

**سادسا : الطاقة المائية(L'hydroélectricité)**

تعتمد الطاقة المائية على استغلال القوة الميكانيكية للمياه المتدفقة. وتُعد الشمس المصدر غير المباشر لهذه الطاقة، لأنها مسؤولة عن تبخر المياه وتشكيل السحب التي تؤدي إلى الأمطار وتغذية الأنهار والسدود.

تشكل الطاقة الكهرومائية حوالي **18%**من الإنتاج العالمي للكهرباء، وتُصنف ضمن أنظف الطاقات وأكثرها كفاءة. وتشير تقديرات الصندوق العالمي للطبيعة إلى إمكانية إضافة أكثر من **370ألف ميغاواط** عالميًا بحلول عام 2050.

تبلغ مساهمة الطاقة المائية في إنتاج الكهرباء في الجزائر حوالي **1%**فقط، أي ما يعادل **286ميغاواط** .ويعود هذا الضعف إلى:

- قلة عدد السدود
- عدم استغلال الإمكانيات المائية المتوفرة
- محدودية البنية التحتية الخاصة بالتوليد المائي

**سابعا : تطوير مصادر الطاقة المتجددة حتي عام 2030**

تسعى الجزائر في إطار رؤيتها الطاقوية المستقبلية إلى تبنّي سياسة ترتكز على التحول نحو مصادر الطاقة المتجددة وتعزيز الاستغلال المستدام للموارد الطبيعية، بما يسمح بتحقيق تنويع المزيج الطاقوي وضمان الحفاظ على الثروة البترولية للأجيال القادمة. وقد تم تكريس هذا التوجّه من خلال برنامج وطني طموح للطاقات المتجددة، يهدف إلى تركيب قدرة إجمالية تقدّر بـ 22.000 ميغاواط بحلول سنة 2030، أي ما يعادل حوالي 40%من الطلب الوطني على الكهرباء، مع إمكانية تخصيص جزء من هذه القدرات — يقدر بـ 10.000ميغاواط —للتصدير، إذا سمحت بذلك ظروف السوق الدولية.

وتؤكّد البيانات المتوفرة أنّ الطاقة الشمسية ستظلّ في صدارة مصادر الطاقة المتجددة في الجزائر، حيث تستحوذ على النسبة الأكبر من القدرات المركّبة خلال الفترة الممتدة بين 2015و2030 .ويظهر ذلك بوضوح في النمو المتوقع للطاقة الشمسية الكهروضوئية، التي يُرتقب أن تبلغ قدرتها المركبة في المرحلة الأولى (2015-2020) حوالي 3.000ميغاواط أي ما يعادل 66%من إجمالي القدرات المركبة خلال تلك الفترة.

وتخطط الحكومة خلال هذه المرحلة إلى تطوير قاعدة صناعية محلية، تشمل **مصانع لإنتاج الخلايا الشمسية** بالشراكة مع الجهات الفاعلة في القطاع، بهدف تلبية جزء معتبر من البرنامج الوطني، خاصة ما يتعلق بتركيب **13.575 ميغاواط** من الطاقة الشمسية بحلول عام 2030، أي بنسبة تقدر بحوالي **62%**من إجمالي القدرات المقررة. وقد تم

بالفعل الشروع في تطوير مصنع لإنتاج الخلايا الشمسية بقدرة **400ميغاواط سنوياً**، مع إمكانية رفع قدرته إلى **800 ميغاواط سنوياً** مع حلول عام 2022، في إطار شراكات تجمع القطاع الصناعي بمراكز البحث المتخصصة.

أما فيما يتعلق **بالطاقة الشمسية الحرارية**، فقد ركّزت الفترة 2015-2020 على مواصلة الدراسات المتعلقة بإرساء صناعة محلية لمكوناتها، على أن يتم في المرحلة 2021-2030 إطلاق مشاريع كبرى تصل قدرتها إلى **2000 ميغاواط** )ما يعادل حوالي 60%)، ضمن شراكات تهدف إلى توطين التكنولوجيا ورفع القدرات الهندسية الوطنية في مجالات التصميم والإنجاز والتوريد.

وفيما يخص **طاقة الرياح**، فقد ساهمت خلال المرحلة الأولى (2015-2020) بما قدره **1010ميغاواط** أي بنسبة **22%**من حصتها في البرنامج الوطني، مع استمرار الجهود لبعث صناعة محلية خاصة بالتجهيزات المرتبطة بهذا النوع من الطاقة. ومن المتوقع أن ترتفع مساهمة طاقة الرياح إلى حوالي **5010ميغاواط** خلال المرحلة الثانية، وهو ما يمثل حوالي **23%**من إجمالي القدرات المركبة في أفق 2030، من خلال مشاريع إنجاز محطات توليد الكهرباء بالرياح بتقنيات نظيفة وتطوير مجالات الهندسة المرتبطة بها.

**شكل رقم (04): توزيع نسب القدرات المركبة من مصادر الطاقات المتجددة في الجزائر في أفق 2030**




**Programme d'Énergie Renouvelables (2016), p.20. Centre de Développement des Énergies Renouvelables (CDER).**

**4-اقتراح حلول استراتيجية لتحسين استغلال الطاقة الشمسية مستقبليًا**

تواجه الجزائر العديد من التحديات في استغلال الطاقة الشمسية رغم الإمكانيات الهائلة التي تمتلكها، سواء من حيث الموارد الطبيعية أو الموقع الجغرافي المتميز. ومن أجل تعزيز فعالية استغلال الطاقة الشمسية وتحقيق الأمن الطاقوي المستدام، يمكن اعتماد عدة حلول استراتيجية تركز على الجوانب التقنية، الاقتصادية، والبيئية:

- **تعزيز البنية التحتية للطاقة الشمسية** :تحديث الشبكات الكهربائية لتسهيل توصيل الطاقة المولدة من المشاريع الشمسية إلى مختلف مناطق الطلب، وإنشاء محطات تخزين للطاقة لتحسين استمرارية الإمداد.
- **تحفيز الاستثمار والبحث والتطوير** :تقديم حوافز مالية وتشريعية للمستثمرين المحليين والأجانب، مع دعم البحث العلمي في مجال تكنولوجيا الخلايا الشمسية والمواد الجديدة ذات الكفاءة العالية.
- **تنمية القدرات الصناعية المحلية** :إنشاء مصانع لإنتاج الخلايا الشمسية ومكونات المحطات الشمسية، بهدف توطين الصناعة وتقليل الاعتماد على الاستيراد.
- **التدريب وبناء الكفاءات البشرية** :إعداد برامج تدريبية متخصصة للمهندسين والفنيين في مجال الطاقة الشمسية، لضمان إدارة المشاريع بكفاءة عالية وتطوير حلول مبتكرة.
- **الدمج مع مصادر طاقة متجددة أخرى** :استغلال إمكانيات الطاقة الشمسية بالتكامل مع طاقة الرياح والطاقة الكتلية الحيوية لتكوين نظام طاقوي متنوع ومستدام، يقلل من الاعتماد على الوقود الأحفوري.
- **تحسين السياسات والدعم الحكومي** :وضع سياسات واضحة طويلة المدى لدعم مشاريع الطاقة الشمسية، تشمل تسهيلات مالية وقانونية، وضمان استمرارية الدعم الفني والتشريعي.

## V.خاتمة

لقد أظهرت هذه الدراسة أن الطاقة الشمسية تمثل أحد أهم مصادر الطاقة المتجددة في الجزائر، لما تتمتع به البلاد من إمكانيات هائلة في الإشعاع الشمسي ووفرة الأراضي الصحراوية المناسبة لتركيب المحطات الشمسية. ورغم ذلك، تواجه الجزائر تحديات متعددة تشمل الجوانب التقنية، الاقتصادية، الاجتماعية، والبيئية، والتي تعيق استغلال الطاقة الشمسية بشكل كامل ومستدام.

وقد تبين من خلال التحليل النظري والدراسة التطبيقية للمشاريع الحالية، أن تطوير الطاقة الشمسية ليس مجرد خيار طاقوي، بل هو استراتيجية وطنية ضرورية لتحقيق الأمن الطاقوي، التنوع الاقتصادي، والحفاظ على البيئة. ويستلزم ذلك تضافر الجهود بين الحكومة، القطاع الخاص، ومراكز البحث العلمي لتوفير البنية التحتية، تحسين الكفاءات البشرية، وتعزيز سياسات الاستثمار في مجال الطاقات المتجددة.

### نتائج الدراسة

- تعتبر الأعلى في إفريقيا والعالم العربي، مع إمكانية توليد طاقة كبيرة تصل إلى آلاف الميغاواط، خاصة في الصحراء الجزائرية.
- ضعف البنية التحتية لشبكات الكهرباء، نقص محطات التخزين، وتفاوت كفاءة الخلايا الشمسية المستخدمة.
- ارتفاع تكاليف إنشاء المحطات، ضعف الحوافز الاستثمارية، وقلة الشراكات الدولية الفعالة.
- قبول المجتمعات المحلية، التأثير على النظم البيئية، وإدارة المخلفات الناتجة عن استخدام التكنولوجيا الشمسية.
- أظهرت أن بعض مشاريع الطاقة الشمسية في الجزائر حققت نتائج جيدة على صعيد إنتاج الكهرباء، لكنها تبقى غير متكاملة وتحتاج إلى توسعة وتحديث.
- الدمج مع طاقة الرياح والطاقة الكتلية الحيوية يعزز استمرارية الإنتاج ويقلل الاعتماد على الوقود الأحفوري.

- تحسين البنية التحتية، تحفيز الاستثمار والبحث العلمي، تنمية القدرات الصناعية المحلية، تدريب الكفاءات، وتعزيز الدعم الحكومي طويل المدى.

يمكن القول إن الطاقة الشمسية في الجزائر تمثل ثروة استراتيجية ينبغي استثمارها بكفاءة عالية ضمن منظومة شاملة للطاقات المتجددة. إن التحديات الحالية ليست عائقًا، بل هي فرص لتطوير استراتيجيات فعالة تؤمن استدامة الطاقة، تعزيز النمو الاقتصادي، وتحسين جودة الحياة. المستقبل يتطلب تكامل السياسات الحكومية، الابتكار التقني، وتوسيع الشراكات الوطنية والدولية لضمان تحويل الإمكانيات الهائلة للطاقة الشمسية إلى واقع عملي ملموس، يحقق الأمن الطاقوي ويجعل الجزائر نموذجًا رائدًا في مجال الطاقات المتجددة.

## VI.قائمة المراجع


1. إبراهيم عبد الله عبد الرؤوف محمد (2017) *الطاقة المتجددة والتنمية المستدامة: دراسة تحليلية تطبيقية* . الإسكندرية: دار الجامعة الجديدة.
2. إلياس بدوي، وكنزة عيشاوي (2017) *الاستثمار في الطاقات المتجددة ودوره في تحقيق التنمية الاقتصادية في دول المغرب العربي* .مجلة أداء المؤسسات الجزائرية، العدد 11.
3. حدة فروحات (2012) *الطاقات المتجددة كمدخل لتحقيق التنمية المستدامة في الجزائر: دراسة لواقع مشروع تطبيق الطاقة الشمسية في الجنوب الكبير بالجزائر* .مجلة الباحث، العدد 11، جامعة قاصدي مرباح بورقلة.
4. سعود يوسف عياش (1981) *تكنولوجيا الطاقة البديلة* .الكويت: المجلس الوطني للثقافة والفنون والآداب.
5. سميرة مومن (2022) *تمويل مشروعات الطاقة المتجددة لتحقيق التنمية المستدامة: دراسة حالة الجزائر* . أطروحة دكتوراه، جامعة العربي التبسي تبسة.
6. سيد فتحي أحمد الخولي (1992) *اقتصاديات النفط* .دار حافظ للنشر والتوزيع.
7. صارة شريفي (2021)*الطاقات الحديثة والمتجددة ودورها في تحقيق أبعاد التنمية المستدامة في الجزائر آفاق 2035* .أطروحة دكتوراه، كلية العلوم الاقتصادية والتجارية وعلوم التسيير، جامعة الجزائر 3.
8. عامر عيساني، وسفيان معامير (2017) *صناعة الطاقة المتجددة في الجزائر وآليات تفعيل أنظمة الطاقة الشمسية في إيجاد تنمية محلية مستدامة* .مجلة الدراسات المالية والمحاسبية والإدارية، العدد 07.
9. عبد الرؤوف رهبان (2011) *الأهمية النسبية والنوعية لموارد الطاقة* .مجلة جامعة دمشق، المجلد 27، العدد 1.
10. عبد العلي الخفاف، وكاظم (2007) *حضور الطاقة وتلوث البيئة* .عمان: دار المسيرة للنشر والتوزيع.
11. عرابة الحاج، ابن محمود نفاح، زكرياء ابن علي (2017) *الطاقة المتجددة كخيار استراتيجي لتحقيق التنمية المستدامة: حالة الجزائر* .المجلة العالمية للاقتصاد والأعمال، المجلد 02، العدد 01.
12. علي أحمد عتيقة (1991) *الاعتماد المتبادل على جسر النفط: المخاطر والفرص* .بيروت: مركز دراسات الوحدة العربية.
13. عماد تكوانت (2012/2011) *واقع وآفاق الطاقة المتجددة ودورها في تحقيق التنمية المستدامة في الجزائر* . مذكرة ماجستير، جامعة الحاج لخضر باتنة.