

نحو تبني نموذج لاستغلال الطاقات المتجددة في الجزائر في إطار التنمية المستدامة
*To adopt the model of exploiting the renewable energies in Algeria within the
 framework of sustainable development*

إيمان بوعفار²

Imen BOUAFFAR

طالبة دكتوراه

جامعة 20 أوت 1955 سكيكدة -الجزائر

imene90bouffar@gmail.comصبري مقيم¹

Sabri MEKIMAH

استاذ محاضر قسم أ

جامعة 20 أوت 1955 سكيكدة -الجزائر

sab88mek@gmail.com

تاريخ النشر: 2019-09-30

تاريخ القبول: 2019-06-05

تاريخ الاستلام: 2019-03-11

ملخص:

تهدف هذه الدراسة إلى معرفة مدى إمكانيات الجزائر في إستغلال الطاقات المتجددة بإعتبارها طاقة مستدامة ومدى مساهمتها في تعويض الطاقة الأحفورية من خلال دراسة إشكالية مهمة تمحور موضوعها حول إبراز واقع وأفاق الطاقة المتجددة في الجزائر. وبما أن الطاقة أصبحت عصب الحياة في عصرنا الحالي وأصبح معدل استهلاكها يعبر عن مدى تقدم الشعوب ونموها أصبح هذا التقدم يحقق على حساب البيئة بتلوثها واستنزاف مواردها من خلال الاعتماد على الطاقة الأحفورية رغم توفر الطاقة المتجددة في جميع أنحاء العالم.

والجزائر واحدة من الدول التي تزخر بإمكانيات طاقوية هائلة سواء كانت غير متجددة والتي تمثل شريان اقتصادها أو المتجددة منها، وبمقارنة الطاقة الشمسية كطاقة متجددة وطاقة الغاز الصخري كطاقة غير متجددة يتضح لنا مدى قدرة الطاقة الشمسية على تحقيق التنمية المستدامة من خلال واقعها وأفاقها الواسعة كطاقة مستدامة.

الكلمات المفتاحية: التنمية المستدامة، الطاقة المتجددة، الطاقة الشمسية، الغاز الصخري.

تصنيفات JEL: O11، P28، P18، Q42.

Abstract:

The aim of this study is to find out the potential of Algeria in the exploitation of renewable energy as a sustainable energy and its contribution to the compensation of fossil energy through the study of the problem of the main theme of highlighting the reality and prospects of renewable energy in Algeria. As energy has become the lifeblood of our time and its rate of consumption reflects the progress and growth of peoples, this progress is at the expense of the environment by polluting and depleting its resources by relying on fossil energy despite the availability of renewable energy throughout the world.

Algeria is one of the countries with enormous potential for fossil energy, which represents its economic or renewable energy. By comparing solar energy as renewable energy and the energy of shale gas as fossil energy, it is clear to us how much solar energy can achieve sustainable development through its reality and its broad potential as sustainable energy.

Keywords: sustainable development, renewable energy, solar energy, rock gas.

JEL Classification codes: O11، P28، P18، Q42.

مقدمة:

ارتبط التطور الحضاري للإنسان بمستوى إستغلاله لمختلف الموارد البيئية والثروات الطبيعية، حيث كان في القديم تأثيره على البيئة محدودا ولم تكن مشكلة تلوث البيئة وإستنزاف مواردها واضحة لكن مع بداية الثورة الصناعية ودخول الانسان عصر التكنولوجيا بدأ يتضح التأثير السلبي لسوء إستغلال الموارد الطبيعية وسرعة استنزافها إذ لم تعد البيئة قادرة على تجديد مواردها الطبيعية مما أدى إلى إختلال العناصر البيئية، وظهور العديد من الكوارث الطبيعية ذات الإرتباط الوثيق بالتنمية والنشاط الإقتصادي، لكن ازداد الوعي المطرد والإهتمام العالمي بالبيئة وقضاياها بعدما دق ناقوس الخطر في مؤتمر "بروندتلاد" للأمم المتحدة بستوكهولم عام 1972 الذي دعى إلى أخذ البيئة بعين الإعتبار عند القيام بعملية التنمية وهو ما يعرف بالتنمية المستدامة التي تهدف إلى تحقيق التوازن بين متطلبات التنمية المختلفة ومقتضيات حماية البيئة والثروات الطبيعية استنادا إلى مجموعة من المبادئ التي تسعى إلى تلبية حاجيات الحاضرة من الموارد البيئية دون الإخلال بقدرة الأجيال القادمة على تلبية حاجياتها منها.

وبما أن الطاقة عصب الحياة في عصرنا الحالي، ويعد معدل استهلاكها مؤشرا لتقدم الشعوب ونموها، نتيجة لزيادة الطلب على مصادرها المستعملة في مختلف القطاعات والتي يتم الحصول عليها من البيئة، والتي وحتى الآن تتركز في معظمها على مصادر الطاقة غير المتجددة (البترول، الغاز الطبيعي والفحم) المعرضة للنفاذ والضرارة بالبيئة والمسببة لمختلف أنواع التلوث، ما دعا إلى التفكير في البحث عن مصادر طاقات بديلة ومتجددة، وقد تنبه الإنسان إلى الطاقات التي انعم الله بها علينا كالطاقة الشمسية وغيرها.

ولأن الطاقة اليوم أصبحت أهم السلع الإقتصادية والإستراتيجية في العالم، بادرت العديد من الدول في وضع إستراتيجيات طاقوية لتخفيف الضغط على استخدام الطاقة الأحفورية من جهة والحد من التلوث من جهة ثانية، من خلال تأمين مصادر الطاقة البديلة والمتجددة، حتى تؤمن مصادر إضافية ودائمة، لسد حاجيات الإستهلاك المحلي المتزايد بأنجع طريقة ممكنة وبأقل تكلفة، وتأمين ثروة جديدة ونظيفة.

-إشكالية الدراسة:

الجزائر واحدة من الدول التي سعت إلى وضع استراتيجيات طاقوية نظيفة للنهوض بإقتصادها خاصة وأن شريان اقتصادها الحالي هو المحروقات والذي يمثل 95% من مداخيل الجزائر، وبالتالي فهي من أكثر الدول عرضة للتهديدات البيئية ونضوب الثروة النفطية، وهو ما جعل الجزائر توجه أنصارها نحو الطاقات المتجددة خاصة الطاقة الشمسية وتم إنشاء وحدة التحليل الطاقوي على مستوى الوكالة الوطنية لترقية وعقنة استعمال الطاقة بهدف النهوض بالطاقة المتجددة والتقليل من آثار الطاقة غير المتجددة على البيئة والحفاظ على نصيب الأجيال القادمة من الطاقة وبالتالي تحقيق التنمية المستدامة .

مما سبق يمكننا طرح الإشكالية الرئيسية التالية:

ما هو واقع وأفاق الطاقة المتجددة في الجزائر؟

تندرج ضمن السؤال الرئيسي الأسئلة الفرعية التالية:

- ما مدى إمكانيات الجزائر في استغلال الطاقات المتجددة؟
- هل يمكن للطاقة الشمسية كطاقة متجددة أن تعوض طاقة الغاز الصخري كطاقة غير متجددة؟ والاستغناء عليه؟
- هل تواجه الجزائر عقبات استغلال الطاقة المتجددة؟
- فرضيات الدراسة: لمحاولة الإجابة على الأسئلة المطروحة، قمنا بوضع الفرضيات التالية:
 - إمكانيات الجزائر كبيرة في استغلال الطاقات المتجددة.
 - لا تواجه الجزائر أي عقبات في استغلال الطاقات المتجددة.
 - يمكن للطاقة الشمسية كطاقة متجددة أن تعوض طاقة الغاز الصخري كطاقة غير متجددة دون الاستغناء عليه.

- أهمية الدراسة:

- موضوع اقتصادي هام يبرز مدى إمكانية مساهمة الطاقة المتجددة في تحقيق التنمية المستدامة.
- كذلك من خلال هذه الدراسة يتم تبين الدور الحاسم الذي تلعبه الطاقة المتجددة في توفير جانب تنموي يدخل في حق الأجيال القادمة والمناطق النائية بمصدر لا يسبب ضياع الطبيعة.
- كما تكمن أهمية هذا البحث في محاولة تناول موضوع الطاقة والتأثيرات البيئية من وجهة اجتماعية اقتصادية من خلال ارتباط الطاقة بالتنمية المستدامة.
- الهدف من الدراسة: تسعى هذه الدراسة إلى تحقيق جملة من الأهداف هي:
 - البحث عن آليات استغلال الطاقة المتجددة عوض الطاقة غير المتجددة.
 - زيادة الوعي بضرورة ترشيد استهلاك الطاقة غير المتجددة، وإتاحة فرصة للأجيال القادمة للإستفادة منها.

- معرفة إمكانية الجزائر من الطاقة المتجددة ومدى مساهمتها في تحقيق التنمية المستدامة.

- الدراسات السابقة: يعتبر موضوع الطاقة المتجددة موضوع حديث، والبحث في هذا المجال محدود ومن بين الدراسات القليلة التي تناولت هذا الموضوع نذكر:

- دراسة (بن نونة، 2007) بعنوان سياسة الطاقة والتحديات البيئية في ظل التنمية المستدامة - حالة الجزائر - وقد تم القيام بهذه الدراسة بهدف إبراز العلاقة المتداخلة بين الطاقة والبيئة والتنمية ومحاولة إلقاء الضوء على البيئة المرتبطة بالطاقة واستدامة هذه الأخيرة، حيث تم التوصل من خلال هذه الدراسة إلى أنه من الضروري إدماج البعد البيئي في إطار السياسة الطاقوية، والبحث عن نموذج طاقي مستدام، يكفل استدامة التنمية، مع الأخذ بعين الإعتبار القيود البيئية، وحقوق الأجيال اللاحقة من هذه المواد.

- دراسة (ذبيحي، 2009) بعنوان الطاقة في ظل التنمية المستدامة مع دراسة حالة الطاقة المستدامة في الجزائر، حيث تمثل الهدف من الدراسة هو وضع استراتيجية آمنة وسلمية بيئيا لإستخدام الطاقة، وتم

التوصل من خلالها إلى أنه لا يمكن الإستغناء عن الطاقة التقليدية تماما رغم أنها المسبب الرئيسي لمشكلة التلوث وغيرها من المشاكل، لعدم إثبات الطاقات الجديدة والمتجددة لجوداها الإقتصادية مقارنة بالطاقة التقليدية.

- دراسة (تكواشت، 2012) بعنوان واقع وأفاق الطاقة المتجددة ودورها في التنمية المستدامة في الجزائر، حيث كان الهدف من هذه الدراسة هو محاولة الوصول إلى دراسة آليات تسمح باستغلال موارد الطاقة المتجددة والبديلة المتوفرة في البلد عوضا عن الطاقة التقليدية، وتم التوصل من خلالها إلى أن الجزائر تحتل مكانة محورية بارزة في قطاع الطاقة العالمي الذي يشهد نموا وطلبا متناميا، وبإمكانها الحفاظ على الدور الريادي الذي تلعبه ضمن هذا القطاع الحيوي وتعزيزه من خلال تنويع مصادر الطاقة لتشمل وبشكل متنامٍ الطاقة المتجددة.

-منهج الدراسة: سنعتمد في دراستنا على المنهج الوصفي والمنهج التحليلي، حيث يتم وصف الظاهرة المدروسة والمتمثلة في علاقة الطاقة بالتنمية المستدامة، ودراسة حالة الجزائر إضافة إلى ما تتطلبه الدراسة من تحليل البيانات والنتائج وتفسير البيانات مع استخدام الدلائل والإحصائيات اللازمة.

I- الطاقات غير المتجددة في الجزائر

تعتمد الجزائر في التزود بالطاقة على الموارد غير المتجددة بشكل كبير جدا التي لاتزال تلعب دورا رئيسيا في التنمية الاقتصادية.

1- مفهوم الطاقة غير المتجددة:

هي المصادر التي وفرت حتى الآن معظم الإحتياجات الطاقوية للإنسان مثل الفحم، البترول والغاز الموجودة غالبا في مخزون جامد في الأرض وهي مصادر مضرّة للبيئة ومسببة لجميع أنواع التلوث. ويطلق إسم مصادر الطاقة غير المتجددة على المصادر التي وفرت حتالآن معظم إحتياجات المجتمعات الصناعية الحديثة من الطاقة مثل الفحم، البترول، والغاز الطبيعي، وتعتبر كافة مصادر الطاقة غير المتجددة موارد ناضبة، ويقصد بالمورد الناضب، الموارد التي ينفذ ما يتوفر منها في الطبيعة، أو في مكان معين نتيجة إستخراجه أو إستخدامه مثل النفط المستخلص من الرمال، والصخور الزيتية، والنفط المستخلص من الفحم، ويطلق على النفط والغاز المستخلصين من هذه المصادر الثلاثة الوقود الصناعي.¹

2- مصادر الطاقة غير المتجددة في الجزائر.

تنقسم الطاقة غير المتجددة حسب مصدرها إلى ثلاث أنواع، وإن كانت جميعها بلا شك طبيعية وهي الفحم الحجري والغاز الطبيعي والبترول.

1-2- البترول: عبارة عن سائل كثيف، قابل للإشتعال، بني غامق أو بني مخضر، يوجد في الطبقة العليا من القشرة الأرضية، يتكون من خليط معقد من الهيدروكربونات، لكنه يختلف في مظهره وتركيبه ونقاوته بشدة من مكان لآخر، ويعتبر مادة خام لعديد من المنتجات الكيميائية، اللدائن.²

وتتمركز غالبية الاحتياطيات الوطنية المكتشفة من البترول في شرق الصحراء، إذ تمتلك الجزائر احتياطيات هائلة، بحيث تحتل المرتبة 12 عالمياً، وحسب التقديرات بلغت احتياطيات النفط حوالي 12 مليار برميل³.

2-2- الغاز الطبيعي: يتكون من العوالق وهي كائنات مجهرية تتضمن الطحالب والكائنات الأولية ماتت وتراكمت في طبقات المحيطات والأرض، وانضغطت البقايا تحت طبقات رسوبية، وعبر آلاف السنين قام الضغط والحرارة الناتجان عن الطبقات الرسوبية بتحويل هذه المواد العضوية إلى غاز طبيعي⁴. هناك عدة أنواع للغاز الطبيعي نذكر منها:⁵

- **الغاز الجاف:** وهو الذي يتواجد داخل المكمن الطبيعي في حالة غازية ويظل محتفظاً بها إلى أن يصل إلى سطح الأرض، لذا تجري معاملته على السطح باعتباره غازاً خالصاً يحتوي على نسبة كبيرة من الميثان.

- **الغاز الغني:** يحتفظ بحالته الغازية طوال تدفقه خلال مسام البئر، إلا أنه تحت ظروف الفصل على السطح تنفصل كمية ضئيلة من المكثفات الهيدروكربونية الأثقل وزناً من الميثان.

- **مكثفات الغاز:** يوجد هذا النوع في حالته الابتدائية داخل المكمن كطور غازي، ويتميز بأنه مع تدفقه وانخفاض ضغطه ينفصل عنه طور سائل تتزايد كميته باستمرار مع انخفاض الضغط حتى يصل إلى حد معين تبلغ فيه هذه الكمية أقصاها ثم يبدأ السائل في التحول إلى غاز مرة أخرى مع انخفاض الضغط، ويحتوي هذا الغاز على نسبة عالية من الهيدروكربونات الأثقل وزناً من البوتان.

وقد قدر حجم الاحتياطي الوطني من الغاز الطبيعي المثبت 4500 مليار م³، إذ أن 8% منها تمثل احتياطي قابل للاستخلاص وحتى الوقت الراهن لم يتم إنتاج سوى 15% من هذه الاحتياطيات.⁶

2-3- الغاز الصخري: هو غاز طبيعي يتولد داخل الصخور التي تحتوي على النفط بفعل الحرارة والضغط، ويحتاج هذا الغاز إلى المزيد من المعالجة قبل تدفقه، ولهذا السبب يصنفه المختصون بأنه غاز غير تقليدي، وكما هو حال الغاز الطبيعي "التقليدي"، يكون الغاز الصخري إما جافاً أو غنياً بالسوائل، ومنها الإيثان المفضل في صناعة البتروكيماويات.⁷

هو غاز طبيعي غير تقليدي، الذي يضم ميثان الطبقة الفحمية وغاز الصخور الرملية المحكمة وهيدرات الميثان، وهو متكون في الطفل الصفي.⁸

وتتراوح احتياطيات الجزائر منه ما بين 25 و 30 ألف مليار م³ بالنسبة للغاز، و من 6 إلى 10 مليار برميل بالنسبة للنفط،⁹

يتوزع احتياطي النفط والغاز بالجزائر على 200 حقل منها:¹⁰

- 73 في حوض "إليزي"،
- 57 في حوض "الصحراء الوسطى"،
- 34 في حوض "بركين" و "رود النوس"،

- 31 في حوض "وادية".

II- الطاقات المتجددة في الجزائر

تلعب الطاقة المتجددة دور فعال في تحقيق التنمية المستدامة التي تعرف على أنها: « ذلك النشاط الاقتصادي الذي يؤدي الى الارتقاء بالرفاهية الاجتماعية بأكبر قدرة من الحصر على المواد الطبيعية المتاحة، وبأقل قدر ممكن من الإضرار والإساءة إلى البيئة».¹¹

1. تعريف الطاقة المتجددة

يقصد بالطاقات المتجددة تلك الطاقات التي يتكرر وجودها في الطبيعة على نحو تلقائي ودوري بمعنى أنها الطاقة المستمدة من الموارد الطبيعية التي تتجدد أو التي لا يمكن أن تنفذ وهي ما يعرف بالطاقة المستدامة، كما تعرف الطاقة المتجددة بأنها الطاقة التي تولد من مصدر طبيعي لا ينضب وهي متوفرة في كل مكان على سطح الأرض ويمكن تحويلها بسهولة إلى طاقة. تتميز الطاقات المتجددة بأنها أبدية وصديقة للبيئة، وهي بذلك على خلاف الطاقات غير المتجددة ومصادر الطاقة المتجددة تختلف كليا عن الثروة البترولية حيث أن مخلفاتها لا تتسبب في تلويث البيئة كما هو الحال عليه عند احتراق البترول.¹²

2. الإمكانيات الطاقوية المتجددة في الجزائر

2-1- الإمكانيات الشمسية

إن الوضعية الجغرافية للجزائر تجعل منها أكبر الدول عالميا إكتسابا للأشعة الشمسية ما يعادل 2200 كيلو/ساعة، كما أن الفترة الشمسية بالوطن سنويا تفوق 2000 ساعة في السنة، وقد تصل حتى 3900 ساعة في الهضاب العليا والصحراء، والطاقة المتوفرة يوميا على مساحة عرضية قدرها واحد متر مربع تصل 5 كيلواط/ساعة على معظم أجزاء التراب الوطني أي نحو 1700 كلواط/ساعة لكل متر مربع في السنة في شمال البلاد و2263 كلواط /ساعة لكل متر مربع في السنة في جنوب الجزائري، كما تتجاوز الطاقة المحصل عليها من هذه الحقول 5000 تيراواط ساعي.¹³

2-1-1- إمكانيات الرياح

يتغير المورد الريحي في الجزائر من مكان الى آخر نتيجة الطوبوغرافيا وتنوع المناخ، حيث تنقسم

الجزائر الى منطقتين جغرافيتين كبيرتين هما:¹⁴

- الشمال الذي يحده البحر المتوسط ويتميز بساحل يمتد على 1200 كلم وبتضاريس جبلية تمثلها سلسلتي الأطلس التلي والصحراوي، وبينهما توجد السهول والهضاب العليا ذات المناخ القاري، ومعدل سرعة الرياح في الشمال غير مرتفع جدا.
- منطقة الجنوب التي تتميز بسرعة رياح أكبر منها في الشمال خاصة الجنوب الغربي بسرعة تزيد عن 4م/ثا وتتجاوز 6م/ثا في منطقة أدرار، وعليه يمكن القول أن سرعة الرياح في بلادنا معتدلة وتتراوح ما بين 2 إلى 6 م/ثا، وهي طاقة ملائمة لضخ المياه خصوصا في السهول المرتفعة.

2-1-2- امكانيات الطاقة الجيوحرارية: إن الحرارة الجوفية للأرض مصدر طاقتي متجدد، واستغلال هذه الطاقة أصبح يأخذ حظه من الإهتمام من خلال تطوير تقنيات البحث والتنقيب والاستغلال. فيتواجد أكثر من 200 مصدر ساخن شمال الجزائر، حيث تفوق حرارته حوالي ثلثي هذه المصادر أكثر من 45 درجة لتبلغ 98 سنتغراد في حمام المسخوطين بولاية قالمة، 118 سنتغراد في عين ولمان و119 سنتغراد في بسكرة.¹⁵

كما تتوفر الجزائر على طبقة جوفية من المياه الحارة تتربع على مساحة تقدر بالعديد من آلاف الكيلو مترات المربعة تدعى بالطبقة المائية الألبية أو " القاري الكبيس" يحدّها من الشمال بسكرة و من الجنوب عين صالح و من الغرب أدرار أما من الجهة الشرقية فإنها تمتد إلى الحدود التونسية، تتراوح درجة الحرارة المتوسطة لهذه المياه 57° م، و قد أنتجت العمليات الأولية لاستغلال هذه الطبقة طاقة سنوية تقدر ب 700 ميغاواط لكن عموما يقتصر استغلال مياه هذه الطبقة على العلاج من بعض الأمراض كداء المفاصل مثلا عن طريق الحمامات المعدنية كما هو الحال بمنطقة زلفانة بولاية غرداية أين تتراوح درجة حرارة مياه الطبقة الألبية 40° م، كما أن هناك مشروع آخر في طور الإنجاز لتقدير كمية المياه الحارة المتواجدة بهاته المنطقة يحمل هذا المشروع اسم تقدير عدد آبار المياه الحارة بزلفانة لأجل استعمال هذه المياه في الزراعة¹⁶.

2-1-4- الامكانيات المائية: إن كميات الأمطار الكلية التي تسقط على الإقليم الجزائري، هي كميات مهمة وتقدر بحوالي 65مليارم3(سنويا)، لكن لا تستغل منها إلا نسبة قليلة تقدر ب5% على عكس بعض البلدان الأوروبية (إستغلال 70 % من هذا المورد في توليد الطاقة الكهرومائية)، إن عدد الأيام التي تهطل فيها الأمطار تتجه نحو الانخفاض، كما أن هذه الأمطار تتركز في مناطق محدودة بالإضافة إلى تبخر هذه المياه بفعل الحرارة، ناهيك عن تدفقها بسرعة نحو البحر، او نحو حقول المياه الجوفية، جغرافيا تتخفف مصادر المياه السطحية كلما إتجهنا من الشمال نحو الجنوب، وتقدر حاليا كمية المياه النفعية و المتجددة ب 25مليار م3 ثلثا هذه الكمية هي عبارة عن مياه سطحية (103 سد منجز - 50 سد في طور الانجاز).¹⁷

2-1-5- إمكانيات طاقة الكتلة الحية: ان افاق تطوير هذه الطاقة قائمة في الجزائر ولا سيما في مزارع تربية المواشي وتحويل مخلفات التمور في الجنوب ومخلفات صناعة زيت الزيتون ما يوحي الى قيام مشاريع توليد الطاقة الكهربائية تعمل بابقايا الجافة من بذور الزيتون التي ترفضها تلك الصناعة، وسيتم حساب قوة المحطة الكهربائية تبعا لما يتوفر من وقود الكتلة الحيوية، وفي حالة بقايا صناعة زيت الزيتون فإن متوسط الكمية من البذور أو النوى المطروحة سنويا يقدر بسبعين ألف 70.000 ألف طن في الجزائر. ولحد الآن تستخدم البقايا الجافة من صناعة زيت الزيتون كوقود منزلي.¹⁸

و بالنسبة لموارد الجزائر في هذا النوع من الطاقة فهي.

أ- **موارد غابية:** حيث تنقسم الجزائر إلى منطقتين، المنطقة الصحراوية الجرداء والتي تغطي 90% من المساحة الإجمالية للبلاد ومنطقة الغابات الإستوائية التي تغطي مساحة قدرها 2.500.000 هكتار، أي حوالي 10% من مساحة البلاد وتغطي الغابات فيها حوالي 1.800.000 هكتار في حين تمثل التشكيلات الغابية المتدرجة في الجبال 1.900.000 هكتار.¹⁹

ب- **موارد طاوقية من النفايات الحضرية والزراعية:** تقدر ب 5 مليون معادل للنفط (لم تتم عملية إعادة تدويرها)، وهذا المورد يمثل حقلًا قادرًا على إستيعاب 1.33 مليون طن معادل نفط سنويًا.²⁰ وإذا ما قارنا الطاقات النظيفة المستغلة الناتجة من المصادر المختلفة المتاحة سنجد هذه الطاقة تتوزع بين طاقة الرياح والطاقة الشمسية التي تستحوذ على 97% من اجمالي الطاقة المتوفرة في البلاد

III- التوجه الطاقوي المستدام في الجزائر.

من بين الثروات الطاقوية التي تزخر بها الجزائر الطاقة الشمسية وطاقة الغاز الصخري وفي هذا المحور سنتناول الطاقة الشمسية والغاز الصخري وطرق الحصول عليهما ثم سنحاول معرفة التوجه الطاقوي المستدام في الجزائر من خلال مقارنة الطاقة الشمسية وطاقة الغاز الصخري .

1- دراسة واقع الغاز الصخري: يتزايد الاهتمام ومعه كثير من الأسئلة حول ما أصبح يطلق عليه "ثورة الغاز الصخري" التي تتشكل معطياتها بصورة جلية في الولايات المتحدة. فخلال عقد من الزمان تم الكشف عن مخزونات ضخمة من الغاز الصخري القابل للاستخراج تقنيا في أنحاء عدة من العالم من بينها الجزائر، وبحلول عام 2005 تصاعدت وتيرة الحفر في الولايات المتحدة وبدأ على أثرها الإنتاج التجاري للغاز الصخري بمعدلات تتزايد بصورة مطردة منذ ذلك الحين.

1-1- الخلفية التاريخية: إن أول بئر غاز تجاري في الولايات المتحدة، التي حفرت في ولاية نيويورك سنة 1821 ، قبل سنوات طويلة من حفر درايك لأول بئر للنفط، كانت في الحقيقة بئر للغاز الصخري، ومن ثم أنتجت كميات غاز محدودة من تكوينات الطفل الصفحي المتشقة قليلة العمق ومع ذلك، وإلى عهد قريب، فقد ظل إنتاج الولايات المتحدة للغاز الصخري متواضعا، إذ طغت عليه الكميات الهائلة من الغاز الطبيعي المستخرجة من مكامن الصخور الرملية و الحجر الجيري التقليدية، وعلى الرغم من إثبات وجود ثروات في صخور الطفل الصفحي حول العالم منذ سنوات عديدة، لم تعتبر أكثر هذه الصخور مصادر محتملة لكميات تجارية من الغاز الطبيعي لقصور نفاذيتها الطبيعية عن تمكين تدفق موائع ذو أهمية إلى حفرة البئر.²¹

1-2- تقنيات إنتاج الغاز الصخري: لتحرير الغاز الصخري لابد من القيام بعملية الحفر الأفقي والتكسير الهيدروليكي على نطاق واسع وباستخدام الماء والرمل وذلك لتحقيق الحد الأمثل من اتصال السطح بمكامن الغاز من أجل المحافظة على زيادة المسامية.²²

- **الصخور:** تبدأ التقانة بعملية الاستكشاف وهي في معظم الحالات أسهل تقنيا مقارنة بعمليات البحث عن المحروقات التقليدية، وتعتبر المخاطر الجيولوجية في عدم العثور على ترسبات منخفضة، ولكن الأهم هو إيجاد قدر كاف منها بكميات قابلة للاستخراج.

و يوجد الغاز الصخري في حالتين رئيسيتين الأولى هي حالة الغاز الطليق الشبيهة جدا بالحالة التي يكون عليها في المكامن التقليدية، أما الأخرى فهي حالة الغاز الممزوز حيث يكون الغاز مركزا على سطح المادة العضوية (هنا أيضا أهمية النسب العالية من الكربون العضوي الكلي) و يتحرر هذا الغاز عندما يتدنى الضغط عن طريق إنتاج الغاز الطليق.

- **التصديع:** إن تصديع الصخور يتم بدفع المياه المخلوطة بمواد كيميائية إلى البئر تحت ضغط عال، وتحتوي هذه المياه في الآبار التقليدية، على هلام (عادة ما يكون مشتقا من صمغ بذور القوار وهو أساسا نفس المستحضر المستعمل لتكثيف الآيس كريم و السوائل الأخرى) يرفع من نسبة اللزوجة، و يتم ضخ هذا السائل اللزج بضغط عال و هو ما يصدع الصخور ويقع بعد ذلك " تكسير " هذا السائل بكميات قليلة من مركب ذي أساس معدني يسمى " مشبكة "لخفض لزوجته، ومن ثم يتدفق راجعا إلى خارج الصخور وقبل أن يتم ذلك، يقع حقن الرمل أو بعض من المادة الأخرى المعروفة بالدعامة في الصدوع. و هذا ما "يدعم" فتح الصدوع لتمكين الغاز من التدفق.

إن آلية الرأب هذه هي أيضا السبب الذي يستبعد احتمال امتداد الصدوع البعيدة عن منطقة الاهتمام صوب السطح، إن التغيرات في الصخور فوق طبقة الطفل الصفي تعيق أيضا تصاعد الصدوع. إن تقنيات التصديع التقليدية قد دُرج على اعتبارها مضرّة بالإنتاج بسبب مخلفاتها الهلامية، ولقد كان اعتماد تقنية التصديع بالمياه الناعمة (بدون هلام في السائل) بمثابة ارتقاء معرفي باهر. إن أغلب عمليات استخراج الغاز الصخري تجري اليوم بشكل " ناعم." غير أنه يمكن استعمال بعض الهلام أحيانا، كما أن الغياب التام للهلام يسمح بدخول سائل التصديع إلى الشقوق الدقيقة وتوسيعها، والعيب في ذلك هو تفاقم الحاجة إلى كميات أكبر من المياه التي قد تبلغ 5 ملايين جالون للبئر الواحدة. لكن الإضافة الهامة هي العدد الضئيل لمجمل المواد الكيميائية المستعمل (سكر، برومات، بوليمرات وعادة مبيدات حيوية أساسها الكلور)، وهو أقل من نصف بالمائة من الوزن.

- **تقانات أخرى:** إن التقدم الكبير الذي منح الغاز الصخري آفاقا واعدة تتمثل في تقنية الحفر الأفقي، وهذه التقنية في حد ذاتها ليست جديدة إذ يجري العمل بها في جميع أنحاء العالم، كما أن الارتفاع المثير في نسب إنتاج الآبار الأفقية مقارنة بالآبار العمودية يبرر تكلفتها الباهظة وأغلب هذه الآبار مبطن بأنابيب فولاذية مغلقة بالإسمنت، وسواء كانت مبطنة أم لا، فإن معظم هذه الآبار تُنجز عن طريق ما يعرف بعمليات الإكمال متعدد المراحل. إنها تقنية تتمثل في عزل المناطق المنتجة من البئر ومن ثم تصديعها هي دون سواها، ولا يعتبر وجود عشرة أو أكثر من هذه المناطق أمرا استثنائيا. و يجري استعمال تقنية أخرى تقتضي توجيه البئر بزوايا محددة من اتجاه الإجهاد الجيولوجي الأفقي الأقصى مما

يسمح بتكون الصدوع المستعرضة و هو ما يرفع الإنتاج إلى حدوده القصوى. كل هذه التقنيات تستلزم عمليات رسم خرائط جيوفيزيائية عالية التطور للطبقات الصخرية.

ولقد برزت تقنية حديثة و هامة و ملائمة لاستغلال الغاز الصخري هي تقنية الحفر متعدد الأذرع ويتم خلالها حفر عدة آبار وإكمالها انطلاقا من منصة واحدة، وهذا من شأنه أن يقلل الحاجة إلى الطرقات و يقلص من جملة آثار العمليات التي تكون شديدة الوطأة خاصة على الأماكن المأهولة و الأراضي الزراعية و غيرها من المناطق الحساسة بيئيا، بالإضافة إلى ذلك، تفسح هذه التقنية المجال لمستوى أرفع من التطور في التعامل مع المواد مما يجعلها هامة في عملية معالجة المياه²³.

1-3- تكاليف إنتاج الغاز الصخري: ترتفع تكاليف إنتاج الغاز الصخري، إذ تتراوح تقديرات أسعار استخراجها في شمال أمريكا بين 4 و2 دولارات أمريكية لكل ألف قدم مكعب، إن هذا التفاوت في التقديرات هام و معقد فمن جهة، يحتج المساندون لفرضية السعر المنخفض بأن استغلال الغاز الصخري يمكن أن يبقى في مستوى ضالة الثلاثة أشهر الأولى من انطلاق أعمال الحفر، بالإضافة إلى سهولة القيام بالتصديع المائي لمرات عديدة هو سبب وجيه لبقاء الأسعار منخفضة على مدى المستقبل المنظور، ومن جهة أخرى، يحتج مساندو فرضية السعر المرتفع بأن تكاليف عمليات الحفر الحالية تعدّ باهظة و بأنها ستستمر في الارتفاع مع سن قوانين تحمي البيئة، و ستضاف تكاليف التعويض عن المياه و إزالة المخلفات الكيميائية إلى أسعار الإنتاج التي قد تصل إلى ما بين 1 و 2 دولارات أمريكية لكل ألف قدم مكعب²⁴.

1-4- مسائل بيئية للغاز الصخري: إن المسائل التي تعترض الغاز الصخري هي في أغلبها تلك المشتركة بين جميع أنشطة الإنتاج النفطي، يقع تهويلها في مناطق الاستغلال بسبب حادثة مثل هذا النشاط في ولايتي نيويورك وبنسلفانيا، هذه الأخيرة كانت موقعا لأول بئر نפט في الولايات المتحدة، إن وضع الآبار في المناطق الزراعية يطرح تحديات استثنائية، حتى لو تحصل المزارعون على مصدر بديل للدخل.

إضافة إلى إمكانية تأثيره الضار على البيئة، حيث يلاحق هذا المجال اتهامات بأن التقنية المستخدمة في استخراج الغاز من الصخر المسماة التفتيت الهيدروليكي تلوث المياه الجوفية وتستهلك كميات ضخمة من المياه وقد تسبب زلازل. وهناك عيب محتمل آخر يتمثل في أن هذه التقنية تسرب غاز الميثان. حتى الآن لا توجد دلائل على أن عملية التفتيت الهيدروليكي تسبب تلقائيا أيا من تلك الأضرار، ولكن هناك ما يشير إلى أن الآبار متدنية البناء تشكل خطراً، والأمر يستلزم مزيداً من البحوث للوقوف على مدى تلك الأضرار بشكل أكثر دقة²⁵.

2- دراسة واقع الطاقة الشمسية في الجزائر: الشمس هي المصدر الرئيسي لمعظم مصادر الطاقة الأخرى وبما أن لها تاريخ طويل مع الأرض والإنسان بشكل خاص، فقد استحوذت على تفكير العلماء والمهندسين والمعماريين، الأمر الذي دفعهم لتكثيف الجهود والبحث العلمي للوصول لأفضل الطرق

الممكنة للاستفادة من الطاقة الشمسية، ولعل أبرز الخصائص التي تميز هذا النوع من الطاقة أن الطاقة الشمسية هي ناتج التفاعلات النووية التي تحدث في الشمس، وتصل طاقتها الحرارية إلى الأرض على صورة طاقة إشعاعية مكونة من الأشعة فوق بنفسجية - التي يتم حجب كمية كبيرة منها بواسطة الغلاف الجوي - والأشعة المرئية والأشعة تحت الحمراء (الأشعة الحرارية). والجموع الكلي للطاقة الشمسية الواصلة إلى الأرض كبير جدا، حيث أن 1% فقط من مساحة الأرض يكفي لتجميع طاقة شمسية تغطي احتياج العالم بأسره من الكهرباء، كما أن استخدام الطاقة الشمسية لن يغير في المخزون أو في دورة الطاقة على الأرض، إذ أن المسطحات المائية واليابسة تمتص أشعة الشمس ومن ثم تقوم بتحويلها إلى طاقة حرارية وإعادة إشعاعها إلى الفضاء الخارجي. وكذلك النسبة البسيطة التي يمتصها النبات أثناء التمثيل الضوئي يتم إطلاقها على شكل طاقة حرارية عندما تقوم الكائنات الحية بهضم الطعام والإنسان أيضا، فإنه يقوم بتحويل حصته من الطاقة الشمسية أو فقدها على شكل حرارة وبهذا فإن الطاقة الكلية محفوظة ولا خلل في دورتها، وعليه فإن الشمس مصدر متجدد للطاقة ولن ينفد ما دامت الأرض.

2-1- طرق الاستفادة من الطاقة الشمسية: ويمكن الاستفادة من الطاقة الشمسية بعدة طرق والتي يمكن حصرها فيما يلي:²⁶

- **التسخين الشمسي:** وهو يتكون من سخان شمسي عادة يثبت على أسقف المباني ليقوم بتجميع الإشعاع الشمسي، ومعظم هذه السخانات بسيطة في تصميمها وتعمل على رفع درجة حرارة الماء (أقل من 100 درجة مئوية)، ويستخدم هذا الخزان للأغراض المنزلية أو حمامات السباحة.

- **ماكينة الحرارة الشمسية:** وهي امتداد للسخان الشمسي ولكن يستخدم لها سخان أكثر تعقيدا لرفع درجة الحرارة لتصبح كافية لإنتاج بخار ماء قادر على تشغيل توربين لتوليد الكهرباء، وتوجد عدة أنواع من هذه التقنية، ويتم تجميع أشعة الشمس باستخدام مرايا مقعرة على شكل مجموعة من الصحن العاكسة ذات البؤرة الخفية وأخرى ذات البؤرة المركزية، وقد تم بناء مجمعات منها تتكون من منظومة تحوى ثمان وحدات مثبتة على أبراج إلى منظومات قد تغطي هكتارات من الأراضي وحتى المحيطات²⁷.

- **الخلايا الفوتوفولطانية:** هي عملية تحويل الضوء (ضوء الشمس) إلى طاقة كهربائية مباشرة باستخدام الخواص الالكترونية لبعض المواد (مثل السيلكون) والمركبات (مثل تولوريد الكاديوم و الكاليوم أرسينايد)، والتي تصنف ضمن أشباه الموصلات. أن تحويل ضوء الشمس الى طاقة كهربائية يتم من خلال تراكيب الكترونية تسمى الخلايا الشمسية وهي عبارة عن وصلة pn تكون فيها الطبقة n رقيقة ويتم تسليط الضوء عليها لكي تتولد فولتية بين طرفيها وتيار يسري في حمل خارجي²⁸.

- **المدخن الشمسية:** تعتمد فكرة تشغيل محطات توليد الكهرباء من طاقة الرياح الصاعدة والمسخنة بأشعة الشمس على النظرية المبسطة لسحب الهواء في المدخنة ولتحقيق ذلك يتم تطبيق ثلاثة مبادئ في الحرارة والطاقة وهي:

- تأثير البيت الزجاجي، لتسخين الهواء أسفل سطح شفاف لمجمع شمس ضخم.

- تأثير المدخنة، لخلق تيار من الرياح الصاعدة في برج مدخنة مرتفع.
- فكرة طواحين الهواء، المتصلة بمولدات الحصول على طاقة كهربائية من أسفل جزء ببرج المدخنة.

- البرك الشمسية: ن للبرك الشمسية القدرة على إمداد العمليات الزراعية و الصناعية بالحرارة اللازمة حتى 90م، وبتكاليف قليلة نسبيا نتيجة لاستخدام المواد الخام الرخيصة والتقنيات الهندسية المعروفة في مجالات الإنشاء و البناء، كما يمكن استغلالها في المناطق النائية والمعزولة في توليد القوى الميكانيكية والكهربائية باستخدام المحركات الحرارية المتطورة وذلك بتكاليف إجمالية أقل من محركات الديزل الشهيرة.²⁹

2-2- مشاكل استخدام الطاقة الشمسية: إن أهم مشكلة تواجه الباحثين في مجالات استخدام الطاقة الشمسية هي وجود الغبار ومحاولة تنظيف أجهزة الطاقة الشمسية منه وقد برهنت البحوث الجارية حول هذا الموضوع أن أكثر من 50% من فعالية الطاقة الشمسية تفقد في حالة عدم تنظيف الجهاز المستقبل لأشعة الشمس لمدة شهر.

إن أفضل طريقة للتخلص من الغبار هي استخدام طرق التنظيف المستمر أي على فترات لا تتجاوز ثلاثة أيام لكل فترة وتختلف هذه الطرق من بلد إلى آخر معتمدة على طبيعة الغبار وطبيعة الطقس في ذلك البلد.

أما المشكلة الثانية فهي خزن الطاقة الشمسية والاستفادة منها أثناء الليل أو الأيام الغائمة أو الأيام المغبرة ويعتمد خزن الطاقة الشمسية على طبيعة وكمية الطاقة الشمسية ، ونوع الاستخدام وفترة الاستخدام بالإضافة إلي التكلفة الإجمالية لطريقة التخزين ويفضل عدم استعمال أجهزة للخزن لتقليل التكلفة والاستفادة بدلا من ذلك من الطاقة الشمسية مباشرة حين وجودها فقط ويعتبر موضوع تخزين الطاقة الشمسية من المواضيع التي تحتاج إلي بحث علمي أكثر واكتشافات جديدة، ويعتبر تخزين الحرارة بواسطة الماء والصخور أفضل الطرق الموجودة في الوقت الحاضر، أما بالنسبة لتخزين الطاقة الكهربائية فما زالت الطريقة الشائعة هي استخدام البطاريات السائلة (بطاريات الحامض والرصاص) وتوجد حالياً أكثر من عشر طرق لتخزين الطاقة الشمسية كصهر المعادن والتحويل الطوري للمادة وطرق المزج الثنائي و غيرها.

والمشكلة الثالثة في استخدامات الطاقة الشمسية هي حدوث التآكل في المجمعات الشمسية بسبب الأملاح الموجودة في المياه المستخدمة في دورات التسخين وتعتبر الدورات المغلقة واستخدام ماء خال من الأملاح فيها أحسن الحلول للحد من مشكلة التآكل والصدأ في المجمعات الشمسية.

3- المقارنة بين الطاقة الشمسية وطاقة الغاز الصخري.

تزرخ الجزائر بإمكانيات طااقوية هائلة سواء كانت الطاقة الأحفورية أو الطاقة المتجددة وخير مثال على ذلك طاقة الغاز الصخري كطاقة احفورية ذات احتياطات ضخمة جعلت الجزائر تحتل المرتبة الثالثة

عالميا من إحتياجات الغاز الصخري، أو الطاقة الشمسية كطاقة متجدد إذ أن موقعها جعلها تستقبل اكبر كمية ممكنة من الطاقة الشمسية وفيما يلي مقارنة بين طاقة الغاز الصخري والطاقة الشمسية في الجزائر اعتمادا على عدة معايير موضحة من خلال ما يلي:

3-1- المعايير الاقتصادية: يمكن مقارنة الطاقة الشمسية وطاقت الغاز الصخري حسب المعايير الاقتصادية كما يلي:

الجدول رقم (1): مقارنة الطاقة الشمسية بطاقة الغاز الصخري من الناحية الاقتصادية

طاقة الغاز الصخري	الطاقة الشمسية
1-كلما تنامي إنتاج الغاز الصخري كلما انخفضت أسعار الغاز الطبيعي إقليميا وتزايد الإقبال عليه.	1-كلما تنامي إنتاج الطاقة الشمسية كلما انخفضت أسعار الطاقة الأحفورية وزاد الإقبال على الطاقة.
2-إنخفاض اسعار الغاز إلى جانب تزايد الإمدادات على المدى الطويل.	2-تزايد الإمدادات على المدى الطويل وانخفاض أسعارها.
3-تحتاج الى رأس مال كبير لتوفير التكنولوجيا وتحتاج الى مواد أولية بالإضافة رفع تكاليف الاستخراج بسبب الأثار البيئية لعملية التصديع المائي.	3-تحتاج الى رأس مال كبير في البداية ولا تحتاج الى موارد أولية.
4-يسمح بتوفير نصيب الاجيال الحالية لكن لا يقتصد نصيب الاجيال القادمة.	4-يسمح استغلال الطاقة الشمسية بالاقتماد في الطاقة وتوفير احتياجات الحاضر مع ابقاء نصيب الاجيال القادمة

المصدر: من إعداد الباحثين

من خلال الجدول رقم (1) وبمقارنة الطاقة الشمسية وطاقة الغاز الصخري من الناحية الاقتصادية نلاحظ انه كلما تنامي إنتاج الطاقة الشمسية كلما انخفضت اسعار الطاقة الاحفورية وزاد الإقبال على الطاقة كما هو الحال في طاقة الغاز الصخري كلما تنامي إنتاجه إنخفضت أسعار الغاز الطبيعي وزاد الإقبال عليه. كما يسمح إستغلال الطاقة الشمسية بتزايد الإمدادات على المدى الطويل وإنخفاض أسعارها أيضا إستغلال طاقة الغاز الصخري تسمح بخفض أسعار الغاز إلى جانب تزايد الإمدادات على المدى الطويل. إضافة إلى أن إستغلال الطاقة الشمسية يحتاج إلى رأس مال كبير في البداية كما يحتاجه إستغلال طاقة الغاز الصخري ، لكن الطاقة الشمسية لا تحتاج إلى مواد أولية عكس طاقة الغاز الصخري التي تحتاج إلى مواد أولية إضافة إلى رفع تكاليف الإستخراج بسبب الأثار البيئية لعملية التصديع المائي. يسمح إستغلال الطاقة الشمسية بالاقتماد في الطاقة وتوفير إحتياجات الحاضر مع إبقاء نصيب الأجيال القادمة على خلاف إستغلال الغاز الصخري الذي لا يسمح بإقتصاد الطاقة ولا يفرر إلا إحتياجات الأجيال الحالية.

من خلال هذه المقارنة بين الطاقة الشمسية وطاقة الغاز الصخري من الجانب الإقتصادي نستنتج أن لكلا الطاقنتين إيجابيات من ناحية أن إستغلال الطاقنتين يؤدي إلى خفض أسعار الطاقات الأخرى سواء

كان ذلك خفض أسعار الطاقات الأحفورية عند إستغلال الطاقة الشمسية أو خفض أسعار الغاز عند إستغلال طاقة الغاز الصخري .

ومن الإيجابيات أيضا أن كلا الطاقتين يوفران إمدادات هذا لا يعني عدم وجود سلبيات فمن السلبيات ان كلا الطاقتين يحتاج إلى رؤوس أموال ضخمة.

لكن يختلف الطاقتين في تحقيق إقتصاد الطاقة حيث أن إستغلال طاقة الغاز الصخري يجعله ينفذ وبالتالي لا يوفر نصيب الأجيال القادمة اكن الطاقة الشمسية تسمح بتوفير إحتياجات الحاضر والمستقبل وبالتالي تكون طاقة مستدامة.

3-2- المعايير الاجتماعية: يمكن مقارنة الطاقة الشمسية وطاقة الغاز الصخري حسب المعيار الاجتماعي كما يلي:

الجدول رقم (2): مقارنة الطاقة الشمسية بطاقة الغاز الصخري من الناحية الاجتماعية

طاقة الغاز اصخري	الطاقة الشمسية
1- توفير فرص لإستغلالها .	1- توفير الفوائد الإيجابية للطاقة الشمسية في العالم
2- توفير إحتياجات العديد من المناطق من الغاز.	النامي الحجج للتوسع في استخدامها.
3- استحداث فرص العمل سواء المرتبطة بالتكوين والخاصة بالحفر والتصنيع واسترجاع المياه ومعالجتها.	2- تعمل الطاقة الفوتوفولطائية على المناطق التي تزداد فيها تكلفة الاتصال بالشبكة الرئيسي زيادة باهظة.
4- عدم توفير العدالة الاجتماعية لان الافراط في استهلاك الغاز الصخري من قبل الاجيال الحالية يدخل بقدرة الاجيال القادمة على توفير إحتياجاتهم من الطاقة.	3- إستحداث فرص العمل المرتبطة بتكنولوجيا الطاقة الشمسية خاصة في الطاقة الفولطائية التي تستحدث 0,87% وظيفة في السنة لكل جيجا وات في الساعة عليها مركزة الطاقة الشمسية ب 0,23% وظيفة في السنة لكل جيجا وات.
	4- توفير العدالة الاجتماعية من خلال توفير إحتياجات الاجيال الحالية دون بقدرة الاجيال القادمة على توفير إحتياجاتها من الطاقة.

المصدر: من إعداد الباحثين

من خلال الجدول رقم (2) وبمقارنة الطاقة الشمسية وطاقة الغاز الصخري من الناحية الاجتماعية نلاحظ ان الطاقة الشمسية توفر للعالم النامي فرص التوسع في استخدامها كما توفر طاقة الغاز الصخري ايضا فرصة في استغلاله.

تعمل الطاقة الفوتوفولطائية على توفير الكهرباء العادية من المناطق التي تزداد فيها تكلفة الاتصال بالشبكة الرئيسية زيادة باهظة في المقابل يتوفر استغلال الغاز الصخري إحتياجات واكتفاء العديد من المناطق

كما أن استغلال الطاقة الشمسية تسمح باستحداث فرص العمل الشمسية خاصة في الطاقة الفوتوفولطائية التي تستحدث 0,87% وظيفة في السنة لكل جيجاواط في الساعة تليها مراكز الطاقة الشمسية بـ 0,23% وظيفة في السنة لكل جيجاواط أيضا ويسمح استغلال طاقة الغاز الصخري باستحداث فرص العمل سواء المرتبطة بالتكنولوجيا أو الخاصة بالحفر والتصديع واستخراج المياه ومعالجتها. ومن جانب آخر توفر استغلال الطاقة الشمسية العدالة الاجتماعية من خلال توفير احتياجات الاجيال الحالية من الطاقة دون الاختلال بقدرة الاجيال القادمة على توفير احتياجاتها من الطاقة، عكس طاقة اغاز الصخري الذي لا يوفر العدالة الاجتماعية لان الافراط في استغلال الغاز الصخري من قبل الاجيال الحالية يدخل بقدرة الاجيال القادمة على توفير احتياجاتهم من الطاقة. ومن خلال هذه المقارنة بين الطاقة الشمسية وطاقة الغاز الصخري من الجانب الاجتماعي نستنتج ان كلا الطاقتين لها ايجابيات من ناحية توفير الطاقة خاصة للمناطق المعزولة كما تسمح باستحداث فرص العمل لكن لطاقة الغاز الصخري جانب سلبي من الناحية الاجتماعية كونها لا تحقق العدالة الاجتماعية بين الاجيال عكس الطاقة الشمسية التي تسمح بتحقيق العدالة الاجتماعية و بالتالي تحقيق طاقة مستدامة وبالتالي فان الطاقة الشمسية طاقة مستدامة وطاقة الغاز الصخري طاقة غير مستدامة.

3-3- المعيار البيئي: يمكن مقارنة الطاقة الشمسية وطاقة الغاز الصخري حسب المعايير البيئية كما يلي:

الجدول رقم (3): مقارنة الطاقة الشمسية بطاقة الغاز الصخري من الناحية البيئية

طاقة الغاز الصخري	الطاقة الشمسية
1-توفير الطاقة الغير متجددة.	1-توفر طاقة متجدد ونضيفة.
2-الطاقة الملوثة للبيئة سواء كان ذلك من حيث تلوث المياه الجوفية بالمياه المعالجة كيميائيا المستخدمة في عملية التصديع أو التلوث السمعي الذي قد ينجم عن الآلات المستخدمة في الحفر والتصديع.	2-طاقة غير ملوثة وذات مستلزمات غير ضارة تقريبا خاصة عند استخدام الألواح الشمسية اما عند استخدام نوع من الخلايا المولدرات الفول طائية تكون لها اثار على البيئة لأنها تستعمل بعض الغازات السامة والسوائل المسببة للتآكل كما انها منتج صامت لا يسبب اي ضوضاء عند تحويل ضوء الشمس الى طاقة كهربائية قابلت للاستخدام.
3-تستهلك الوقود في الآلات المستعملة.	3-لا تستهلك وقود.
4-التسبب في انبعاث الملوثات عند استخدام الغاز الطبيعي المستخرج من الصخر مثل انبعاث الغازات السامة.	4-لا تسبب اي انبعاث.
5- استهلاكها يؤدي الى استنزافها والإضرار بالبيئة وبالتالي عدم ترك فرصة للأجيال القادمة على توفير احتياجاتهم الطويلة.	5-استهلاكها لا يؤدي الى استنزافها ولا الاضرار بالبيئة وتوفير الاحتياجات الاجيال الحالية والحفاظ على حق الاجيال القادمة في توفير احتياجاتهم.

المصدر: من إعداد الباحثين

من خلال الجدول رقم (3) وبمقارنة الطاقة الشمسية وطاقة الغاز الصخري من الناحية البيئية نلاحظ أن الطاقة الشمسية طاقة نظيفة ومتجددة عكس طاقة الغاز الصخري فهو طاقة غير متجددة وغير نظيفة. لأنه ملوث للبيئة سواء ان ذلك من حيث تلوث المياه الجوفية بالمياه المعالجة كيميائيا المستخدمة في عملية التصديع او التلوث السمعي الذي نجم عن الآلات المستخدمة في الحفر والتصديع بخلاف الطاقة الشمسية فهي غير ملوثة وتعتبر منتج صامت لا يسبب اي ضوضاء عند تحويل ضوء الشمس الى طاقة كهربائية قابلة للاستعمال كما انها ذات مستلزمات غير ضارة تقريبا خاصة عند استخدام الألواح الشمسية اما عند استخدام نوع من الخلايا للمولدات الفوتوفولطي لا اثر على البيئة لأنها تستعمل غازات سامة. اضافة الى ان الطاقة الشمسية لا تستهلك الوقود عكس طاقة الغاز الصخري التي تستهلك وقود في الآلات المستعملة ويتسبب في انبعاثات ملوثات عند استخدام الغاز الطبيعي بخلاف الطاقة الشمسية التي لا تسبب اي انبعاث.

وأخيرا استهلاك الطاقة الشمسية لا يؤدي إلى استنزافها ولا الإضرار بالبيئة وتوفر احتياجات الأجيال الحالية مع الحفاظ على حق الأجيال القادمة في توفير احتياجاتهم عكس طاقة الغاز الصخري الذي يؤدي إستهلاكه إلى النفاذ.

من خلال هذه المقارنة بين الطاقة الشمسية وطاقة الغاز الصخري نستنتج أن طاقة الغاز الصخري لها أضرار جسيمة على البيئة احتياجات الأجيال الحالية ولا تحافظ على نصيب الأجيال القادمة من الطاقة. أما الطاقة الشمسية فهي طاقة نظيفة لا تضر بالبيئة، توفر احتياجات الأجيال الحالية وتحافظ على نصيب الأجيال القادمة من الطاقة وبالتالي فهي طاقة مستدامة أما طاقة الغاز الصخري فهي طاقة غير مستدامة.

3-4- المعيار التكنولوجي: يمكن مقارنة الطاقة الشمسية وطاقة الغاز الصخري حسب المعيار التكنولوجي كما يلي.

الجدول رقم(4): مقارنة الطاقة الشمسية بطاقة الغاز الصخري من الناحية التكنولوجية.

طاقة الغاز الصخري	الطاقة الشمسية
1- التقنية المستعملة معقدة	1-التقنية المستعملة فيها بسيطة نسبيا وغير معقدة
2-طاقة يمكن توفيرها في الليل والنهار	2-وقوف توليد الطاقة عند غروب الشمس وفي الأيام الغائمة
3-يتم تخزينها دون صعوبة	3-يتم تخزين الطاقة بالبطاريات مما يستدعي توفير تكنولوجيا للتخزين
4-تواجه التكنولوجيا المستعملة مشكلة الانتشار في المناطق	4- تواجه تكنولوجيا الطاقة الشمسية المباشرة مجموعة من العوائق المحتملة لتحقيق انتشار واسع النطاق وتختلف في مستويات النفط
5-صعوبة الوصول إلى تكنولوجيا نظيفة مئة في المائة	

المصدر: من إعداد الباحثين

من خلال الجدول رقم (4) ومقارنة الطاقة الشمسية وطاقة الغاز الصخري من الناحية التكنولوجية نلاحظ أن التقنية المستعملة في الطاقة الشمسية هي تقنية بسيطة نسبيا وغير معقدة عكس التقنية المستعملة في استخراج الغاز الصخري التي تعد تقنية معقدة.

أما فيما يخص تخزين الطاقة فإن الطاقة الشمسية تواجه مشكلة التخزين في الأوقات تتوقف فيها توليد الطاقة عند غروب الشمس أو في الأيام الغائمة حيث يتم التخزين بالبطاريات مما يستدعي توفير تكنولوجيا للتخزين، على عكس طاقة الغاز الصخري الذي يتم تخزينه دون صعوبة ويمكن توفيرها ليلا ونهارا.

من جهة أخرى تواجه تكنولوجيات الطاقة الشمسية المباشرة مجموعة من العوائق المحتملة لتحقيق انتشار واسع النطاق وتختلف في مستويات النضج، في نفس الوقت تواجه تكنولوجيا طاقة الغاز الصخري مشكلة الانتشار في المناطق إضافة إلى صعوبة الوصول إلى تكنولوجيا نظيفة مئة في المئة.

من خلال هذه المقارنة بين الطاقة الشمسية وطاقة الغاز الصخري من الجانب التكنولوجي نستنتج أن كلا الطاقنتين تفتقر إلى التكنولوجيا وإن وجدت تكون ذات تكلفة مرتفعة إذ أن التكنولوجيا هي التي تساهم في تحقيق الطاقة نظيفة والوصول إلى طاقة مستدامة.

من خلال مقارنةنا للطاقة الشمسية وطاقة الغاز الصخري نخلص إلى القول أن الطاقة الشمسية طاقة مستدامة لأنه تحقق جميع أبعاد التنمية المستدامة من خلال توفير نصيب الأجيال الحالية من الطاقة دون الإخلال بقدرة الأجيال القادمة على توفير احتياجاتهم من الطاقة وبالتالي فهي تحقق البعد الاقتصادي للتنمية المستدامة. كما تحقق العدالة الاجتماعية بين الأجيال الحالية والأجيال القادمة وبالتالي تحقيق البعد الاجتماعي للتنمية المستدامة. بالإضافة إلى أنها طاقة نظيفة ولا تضر بالبيئة واستهلاكها لا يؤدي إلى استنزاف ثرواتها وبالتالي تحقيق البعد البيئي للتنمية المستدامة.

أما بالنسبة لطاقة الغاز الصخري فهي طاقة غير مستدامة لأنها تضر بالبيئة ويؤدي استهلاكها إلى استنزاف الطاقة وبالتالي لا تترك نصيب الأفراد القادمة من الطاقة أي عدم توفير العدالة الاجتماعية .

وبالتالي تعد الطاقة الشمسية طاقة نظيفة ومستدامة كأحد الطاقات المتجددة يمكن استغلالها في الجزائر نظرا لموقع الجزائر الجغرافي أما طاقة الغاز الصخري فهي طاقة غير مستدامة كإحدى الطاقات الأحفورية تبقى إحتياط للأجيال القادمة في انتظار وجود تقنيات استغلال نظيفة.

خاتمة:

إن معظم مشكلات العالم ناجمة عن إستنزاف الموارد الطبيعية وتدهور نوعيتها، وبالتالي لا بد من تحسين أساليب إستخدام هذه الموارد بإيجاد حلول لهذه المشكلات عن طريق فهم العلاقة بين البيئة والتنمية خلال وضع خطط تنموية بأخذ بعين الاعتبار البيئة والمحافظة على الموارد الطبيعية، لضمان تحقيق التنمية بالكيف الذي نريده، وبالتالي تحقيق التنمية المستدامة، التي تعد تنمية أوسع وأشمل من التنمية التقليدية بإضافتها البعد البيئي وضمان حقوق الأجيال القادمة في تحقيق متطلباتهم.

وبما أن الطاقة تعتبر الركيزة الأساسية للتنمية المستدامة فإنها تلعب دورا حاسما في توفير الخدمات الطاقوية، التي أصبح معدل استهلاكها في تزايد مستمر وبالتالي زيادة إنتاجها مما أدى إلى استنزاف مصادرها وتدمير البيئة والإخلال بالنظم الطبيعية، وبالتالي فإن للطاقة دوران متناقضان الأول إيجابي يدفع عجلة التنمية المستدامة والثاني سلبي يعرقل التنمية المستدامة المساهمة في التلوث واستنزاف مواردها.

كل هذه الأسباب أدت إلى التفكير في بديل للطاقات التقليدية الضارة بالبيئة والبحث عن طاقات متجددة نظيفة وأقل ضررا والتي في مقدمتها الطاقة الشمسية التي يمكن الاستفادة من حرارتها دون نفاذها كونها طاقة قابلة للتجدد شأنها في ذلك شأن طاقة الرياح والطاقة المائية وغيرها، التي يمكن الاستفادة منها دون تلويث البيئة ولا استنزافها.

تمتلك الجزائر إمكانات طاقوية هامة متنوعة بين الطاقات الأحفورية والطاقات المتجددة لكن ليس أمامها محاور تحكيم كثيرة في مجال السياسات المتعلقة بإنتاج الطاقة خاصة بعد بدأ العد العكسي للإحتياطي من الطاقة التقليدية التي تسيطر على كامل الإقتصاد الجزائري والتي تمثل 98% من مداخيل الدولة.

في ظل تبني الجزائر استراتيجية الطاقة المتجددة تسعى الأخذ بعين الإعتبار المعايير البيئية في مختلف مراحل تنفيذها، خاصة وأن الجزائر تزخر بإمكانات طاقوية متجددة هائلة وبالرغم من هذه الإمكانيات إلا أن استغلال الطاقات المتجددة في الجزائر لا يمثل سوى 00,1% وأغلبها تمثل الطاقة الشمسية بنسبة 97% والمستخدم في توليد الكهرباء في أقصى جنوب الصحراء التي تهدف إلى فك العزلة عن هذه المناطق وتحسين مستوى معيشتهم، ورغم هذا تبقى عقبة الإنفاق على تطوير التكنولوجيا اللازمة تواجه تنمية هذا النوع من الطاقة، مع وجود أفاق واسعة فيما يخص استغلال الطاقة الشمسية. ومنه يمكن التوصل الى النتائج التالية التي يمكن ان تأكد أو تنفي الفرضيات.

- إمكانات الجزائر كبيرة في مجال استغلال الطاقات المتجددة رغم أن تكلفة استخدامها لاتزال مرتفعة نسبيا، إلا أنه يتوجب على الجزائر النظر إلى ما بعد عملية الإنشاء حيث سيؤدي استخدام الطاقة المتجددة إلى تخفيض كلف التشغيل والإنتاجية لأي مشروع يعتمد على هذا النوع من الطاقة المتجددة وغير الناضبة وبالتالي توفير طاقة مستدامة وصديقة للبيئة إضافة إلى توفير المال.

- يمكن للغاز الصخري أن يكون بديلا غير مستدام كونه يضر بالبيئة يلوث المياه الجوفية عند عملية التصديع كما أنه غير متجدد بالتالي يمكن اعتباره طاقة مخزنة لأجيال قادمة في انتضار وجود تقنيات نظيفة لاستخراجها.

- يمكن تعويض الغاز الصخري كطاقة أحفورية بالطاقة الشمسية كطاقة متجددة وصديقة للبيئة ذات مستقبل واعد ومصدر رئيسي للهيدروجين الشمسي الذي يعتبر الوقود المثالي للمستقبل.

وعلى ضوء هذه النتائج يمكن تقديم مجموعة من الاقتراحات أهمها:

- التوجه نحو الطاقات المتجددة كونها طاقة نظيفة.
- زيادة الوعي وترشيد استهلاك الطاقة في جميع المجالات سواء كانت طاقة تقليدية أو بديلة.
- التخفيف من الاعتماد الكبير على الثروة النفطية.
- القيام بمشاريع كبيرة وتدريب الكوادر العلمية في مجالات تطوير الطاقات المتجددة.
- الاهتمام أكثر بالطاقات المتجددة كطاقة مستدامة.
- أن تعمل الجزائر على سن قوانين وتشريعات وطنية تنص فيها على الحفاظ على البيئة وتشجيع استخدام الطاقات المتجددة .

الإحالات والمراجع:

- ¹ تكواشت عماد، واقع وآفاق الطاقة المتجددة ودورها في التنمية المستدامة في الجزائر، مذكرة ماجستير، جامعة الحاج لخضر باتنة، 2012، ص3.
- ² هاني عبد القادر عمارة، الطاقة وعصر القوة، الطبعة الأولى، دار غيداء لنشر والتوزيع، عمان الأردن، 2012، ص29.
- ³ مجلس الطاقة العالمي، دراسة موارد الطاقة نظرة مركزية على الغاز الصخري، 2010، ص6.
- ⁴ نصري زياب خاطر، جغرافية الطاقة، الجنادرية للنشر والتوزيع، الأردن عمان، 2011، ص79.
- ⁵ دبيحي عقيلة، الطاقة في ظل التنمية المستدامة -دراسة حالة الطاقة المستدامة في الجزائر-، مذكرة ماجستير، جامعة منتوري قسنطينة، 2009، ص ص 90-91 .
- ⁶ بن نونة فاتح، سياسة الطاقة والتحديات البيئية في ظل التنمية المستدامة. حالة الجزائر، مذكرة ماجستير، جامعة قاصدي مرياح ورقلة، 2007، ص115.
- ⁷ جمال عبد الله، ثورة الغاز الصخري وآثارها على اقتصاديات دول الخليج، مركز الجزائرية للدراسات، 3 أكتوبر 2013، ص3.
- ⁸ مجلس الطاقة العالمي، مرجع سابق، ص7.
- ⁹ داودي هيبية، الخبر الصدق والمصادقة، عن طريق الموقع:
<http://www.elkhabar.com/ar/economie/380595.html>. vu le : 2014/01/18
- ¹⁰ فروحات حدة، الطاقات المتجددة كمدخل لتحقيق التنمية المستدامة في الجزائر، مجلة الباحث، جامعة قاصدي مرياح، ورقلة، عدد 11، 2012، ص 149.
- ¹¹ ربيعة بن زيد وعائشة بخالد، دور الصوكوك الوقفية في تمويل التنمية المستدامة، مجلة اداء المؤسسات الجزائرية، العدد 2، 2012، ص202.
- ¹² فروحات حدة، مرجع سابق، ص149.
- ¹³ Amadijia-AdnaniHania, Algérie énergie solaire et hydrogène Développement durable, office des publications universitaire, Ben-Aknoun, Alger, 2007, p113.
- ¹⁴ فروحات حدة، مرجع سابق، ص153.
- ¹⁵ راؤول محمد ومداحي محمد، صناعة الطاقات المتجددة بألمانيا وتوجه الجزائر لمشاريع الطاقة المتجددة «حالة مشروع ديزرتاك»، جامعة الشلف، جامعة خميس مليانة.الجزائر،المؤتمر العلمي الدولي حول سلوك المؤسسة الاقتصادية في ظل رهانات التنمية المستدامة والعدالة الاجتماعية يومي 20 و21،جامعة قاصدي مرياح . ورقلة، 2012، ص146.
- ¹⁶ دبيحي عقيلة، مرجع سابق، ص231.
- ¹⁷ تكواشت عماد، مرجع سابق، ص156.
- ¹⁸ نفس المرجع، ص158.
- ¹⁹ فروحات حدة، مرجع سابق، ص154.
- ²⁰ دبيحي عقيلة، مرجع سابق، ص235.

- ²¹ مجلس الطاقة العالمي، مرجع سابق، ص7.
- ²² جمال عبد الله، مرجع سابق، ص3.
- ²³ نفس المرجع، ص13.
- ²⁴ مجلس الطاقة العالمي، مرجع سابق، ص ص 12-14.
- ²⁵ <http://www.alittihad.ae/details.php?id=46622&y=2012>; vu le : 2014/ 05/22
- ²⁶ يوبا سوكونا ورامون بيش، التقرير الخاص بشأن مصادر الطاقة المتجددة والتخفيف من آثار تغير المناخ، نشر للهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ، 2011، ص68.
- ²⁷ <http://www.alecso.org.tn/site-energie>.
- ²⁸ وكاع فرمان عن طريق الموقع: 22/05/2014 www.pheladelphia.edu.jo/pheladereview
- ²⁹ يوبا سوكونا ورامون بيش، المرجع السابق، ص68.