African Journal of Advanced Pure and Applied Sciences (AJAPAS)
Online ISSN: 2957-644X
Volume 3, Issue 4, October - December 2024
Page No: 290-299
Website: https://aaasjournals.com/index.php/ajapas/index
ISI 2024: 0.877 SJIFactor 2024: 6.752 معامل التأثير العربي: 1.62

دراسة تحليلية عن الطاقة الشمسية كطاقة متجددة وتأثيرها على التنمية المستدامة في ليبيا

علي سليم أبونوار [1*]، أحمد الطاهر زقلم [2]، اسماعيل الطاهر زقلم [3]
[1] كلية التقنية الهندسية، مسلاتة، ليبيا
[3،2] كلية صرمان للعلوم والتقنية، صرمان، ليبيا

Analytical study on solar energy as renewable energy and its impact on sustainable development in Libya

Ali Saleem Abu Nouwar [1*], Ahmed Altaher Zuglem [2], Ismail Altaher Zoglam [3]
[1] Department of Industrial Engineering, Department Information Technology, Faculty of Technical Engineering Mesallata Libya
[2,3] Department of Electrical Engineering, Surinam College for Science and Technology, Surman, Libya

[*]*Corresponding author:* asabunouwar@ftem.edu.ly

Received: September 18, 2024	Accepted: October 23, 2024	Published: November 11, 2024

الملخص

تشير التقارير إلى أن ليبيا تعتمد بشكل كبير على الوقود الأحفوري الذي يؤدي إلى انبعاثات عالية من الغازات المسببة للاحتباس الحراري الذي بدوره سبب في التغيرات المناخية في العالم، علاوةً ذلك فإنّ مخلفات الوقود الاحفوري من الغاز سبب وبشكلٍ كبير في تلوث البيئة الأمر الذي جعل من الضروري الاستغناء التدريجي عنه واستبداله بمصادر أخرى لإنتاج الطاقة. إن استخدام الطاقات المتجددة، مثل الطاقة الشمسية وطاقة الرياح، يمكن أن يساهما بشكل كبير في التقليل من الانبعاثات الحرارية، وهذا بدوره ينعكس بشكل إيجابي ويعمل على تحسين البيئة المحلية والعالمية وذلك من خلال تطوير أنظمة الطاقة المتجددة، يمكن لليبيا تعزيز أمن الطاقة من خلال تقليل الاعتماد على مصادر الطاقة غير المتجددة وزيادة فرص قيام مشاريع مستدامة في هذا المجال، إضافةٍ إلي ذلك، تقدم الطاقات المتجددة فرصة لتعزيز النمو الاقتصادي حيث يمكن أن يؤدي الاستثمار في هذا القطاع إلى خلق فرص عمل جديدة، وتحفيز الابتكار، وزيادة الاستثمارات الأجنبية. كما أن تطوير مشاريع الطاقة المتجددة يمكن أن يحسن البنية التحتية للطاقة ويعزز قدرة البلاد على تلبية احتياجاتها المتزايدة من الطاقة.

جاءت هذه الدراسة لتسلط الضوء على أهمية الطاقات المتجددة للتنمية المستدامة في ليبيا وخاصةً الطاقة الشمسية التي ستساهم بشكلٍ كبير في السنوات القادمة في تحقيق التنمية للطاقة، حيث تقدم هذه الدراسة فهمًا شاملًا للفرص المتاحة للاستفادة من الطاقة الشمسية.

وخلصت النتائج أنّ الاستغناء عن الوقود الاحفوري واستبداله ببدائل متجددة للطاقة أمراً ضرورياً للتغلب على التحديات لتخفيف الطلب على الطاقة في ليبيا والعالم. وبينت الدراسة أنّ ليبيا تملك كمية من الاشعاع الشمسي العالي لبعض المدن في ليبيا وفرص الكبيرة للاستثمار في الطاقة الشمسية لتعزيز التنمية المستدامة وتحقيق الأهداف البيئة والاقتصادية.

الكلمات المفتاحية: الطاقات المتجددة، الطاقة، الطاقة الخضراء، الطاقة الشمسية، طاقة الرياح، التنمية المستدامة في الطاقات المتجددة.

Abstract

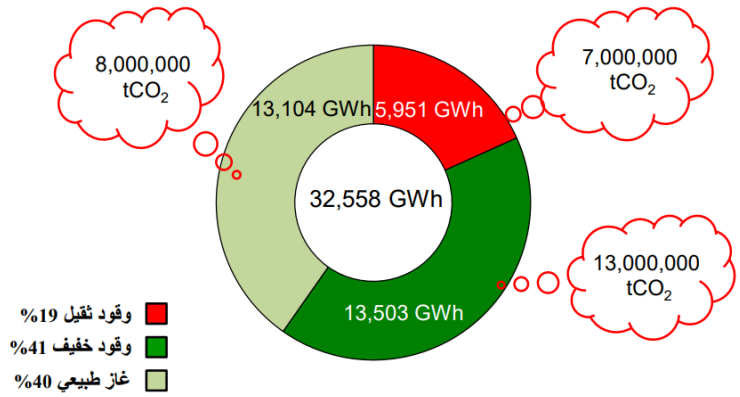
Reports indicate that Libya relies heavily on fossil fuels, which lead to high emissions of greenhouse gases, which in turn cause climate change in the world. Moreover, fossil fuel waste from gas is a major cause of environmental pollution, which has made it necessary to

gradually dispense with it and replace it with other sources of energy production. The use of renewable energies, such as solar and wind energy, can contribute significantly to reducing thermal emissions, which in turn has a positive impact and improves the local and global environment. By developing renewable energy systems, Libya can enhance energy security by reducing reliance on non-renewable energy sources and increasing opportunities for sustainable projects in this field. In addition, renewable energies provide an opportunity to enhance economic growth, as investment in this sector can create new jobs, stimulate innovation, and increase foreign investment. Developing renewable energy projects can also improve the energy infrastructure and enhance the country's ability to meet its growing energy needs. This study shed light on the importance of renewable energies for sustainable development in Libya, especially solar energy, which will contribute significantly in the coming years to achieving energy development, as this study provides a comprehensive understanding of the opportunities available to benefit from solar energy. The results concluded that dispensing with fossil fuels and replacing them with renewable energy alternatives is necessary to overcome the challenges of reducing energy demand in Libya and the world. The study showed that Libya has a high amount of solar radiation for some cities in Libya and great opportunities for investment in solar energy to enhance sustainable development and achieve environmental and economic goals.

Keywords: Renewable energy, Energy, Green energy, Solar energy, Solar radiation, Sustainable development in renewable energy.

المقدمة:

في ظل التطورات الاقتصادية التي يشهدها العالم والطلب المتزايد على استخدام بدائل أخرى للطاقة بسبب النمو السكاني وزيادة الطلب على الطاقة [1]، إضافة للنمو السريع في مجال الصناعة وكذلك الاعتماد الكبير على الوقود الأحفوري كمورد رئيسي للطاقة، وحيث أنّ الطاقة الكهربية تلعب دوراً مهماً ورئيسياً في تقدم البلدان، لذلك فإنّه من الضروريات الملحة هي إيجاد بدائل أخرى لتوليد الطاقة وخاصة الطاقة الكهربية في ليبيا والعالم. تعتمد ليبيا بشكل كبير على المورد الطبيعي الناضب للغاز سواءٍ كان طبيعياً أو خفيفاً أو ثقيلاً في توليد الطاقة الكهربية وهذا بناءً على التقرير السنوي للشركة العامة للكهرباء لسنة 2010 م، الشكل رقم (1) يبين توليد الطاقة الكهربية حسب نوع الغاز المستخدم.



شكل 1: توليد الطاقة الكهربية حسب الوقود المستخدم.
المصدر: التقرير السنوي لسنة 2010 لشركة العامة للكهرباء

يبين الشكل السابق أنّ ليبيا مازالت تعتمد بشكل كبير على الوقود الأحفوري في الحصول على الطاقة، الأمر الذي يجعلنا أن نقوم بنقلة نوعية في ايجاد بدائل أخرى للطاقة والاستفادة القصوى من الطاقات المتجددة واستخدامها كطاقات بديلة للطاقة.

إنّ الاهتمام الكبير للباحثين بالطاقات المتجددة كبديل للطاقة في السنوات الاخيرة بيّن ضرورة التعريف بالطاقات المتجددة ونشر الوعي وفهم هذه البدائل لما لها من أهمية تعود على الانسان بالنفع بشكل كبير، إضافةً إلى ذلك، بيّن الباحثون أهمية الطاقات المتجددة في تحقيق التنمية المستدامة للبلدان وخاصةً تلك البلدان التي تمتلك امكانات تجعلها رائدة في هذا المجال. تعتبر ليبيا من البلدان التي تمتلك تلك المقومات والي تجعل من السهل نجاح مثل هذه المشاريع في التنمية المستدامة مثل موقع ليبيا في وسط شمال إفريقيا بمساحة ضخمة تبلغ 1,750,000 كم2 وعلى طول ساحل يبلغ طوله 2000 كم على البحر الأبيض المتوسط حيث يمكن اعتبار ما يقرب من 88% من مساحتها صحراء وهذا مناسب جداً للاستفادة من الطاقة الشمسية كبديل ناجح ومتجدد للطاقة وخاصةً أنّ كمية الشعاع الساقط يقدّر بحوالي 8 كيلو وات /الساعة للمتر المربع الواحد، وساعات السطوع تتراوح من 3000-4000 ساعة في السنة [2]، حيث تبلغ كمية الطاقة الشمسية الساقطة على مساحة ليبيا خلال سنة واحدة بحوالي (5.3 مليارات) كيلو وات /ساعة وهو ما يفوق 100000 مرة للاحتياج الكلي للكهرباء المتوقعة في ليبيا لعام 2040 ميلادي. يمكن تعريف الطاقات المتجددة والمعروفة أيضًا باسم الطاقات البديلة بأنها تلك الطاقة التي يكون مصدرها طبيعياً ودائم وغير ناضب أي تجدد بشكل طبيعي ولا ينتج عن استعمالها أي تلوث، مثل الطاقة الشمسية وطاقة الرياح والطاقة الكهرومائية والطاقة الحرارية الأرضية إلي غيرها من أنواع الطاقات الأخرى، حيث تلعب هذه المصادر دورًا حيويًا في الحد من مستوى انبعاث الغازات المسببة للاحتباس الحراري والتي أثرت بشكل كبير على طبقات الجو العليا، كما تلعب هذه المصادر في تعزيز أمن الطاقة وكذلك تعزيز النمو الاقتصادي[3]،[4]. تكُمن أهمية الطاقات المتجددة في قدرتها على توفير بديل نظيف ومستدام والاستغناء بشكل تدريجي عن الوقود الأحفوري التقليدي والذي كما أشرنا أنّ له تأثيرات سلبية كبيرة وضارة على البيئة والانسان. إنّ من ضروريات الحياتية فهم أهمية هذه الطاقات المتجددة لمعالجة تحديات الطاقة العالمية وتحقيق أهداف التنمية المستدامة طويلة الأجل[5]،[6]. في هذا البحث، سوف نقدّم تعريف سهل الفهم للطاقات المتجددة وأهميتها، ووضع أساس جيد وشامل لفهم دور الطاقات المتجددة في التنمية المستدامة في ليبيا، حيث انتهجت ليبيا في السنوات الأخيرة منهجاً جيداً بالتوجه نحو تنمية الموارد والامكانات المتاحة وقيامها بشركات دولية في مجال الطاقات المتجددة واعتبارها كبديل للطاقة في ليبيا.

مشكلة الدراسة:

تعرضت ليبيا خلال السنوات الماضية للعديد من حالات انقطاع التيار الكهربائي، وذلك بسبب عدم قدرة محطات توليد الطاقة الكهربائية إنتاج الطاقة الكافية من الكهرباء، إضافة إلي ذلك، تأثر خطوط النقل الخاصة بالطاقة إلي التدمير بسبب الوضع الأمني والحروب التي طالت بعض المدن في ليبيا، وكذلك الزيادة في النمو السكاني الأمر الذي ساهم في زيادة الطلب على الطاقة الكهربائية، وتشير بعض الدراسات إلي أنّ محطات توليد الطاقة الكهربية لا يمكنها تغطي كافة الاحتياجات المستقبلية من الطاقة الكهربية، ناهيك عن التلوث الناتج عن الانبعاثات الذي تخلفه من هذه المحطات بسبب اعتماده على النفط والغاز في عملية التشغيل وتوليد الطاقة الكهربائية الأمر الذي جعل من الضروري الاتجاه إلي بدائل أخرى لتوليد الطاقة الكهربائية، لذلك سيتم دراسة بشيء من التفصيل الطاقة الشمسية كبديل متجدد للطاقة الكهربية.

أهمية الدراسة:

1. توضح الدراسة متوسط الاشعاع الشمسي المرتفع لبعض المدن الليبية وامكانية استغلال الطاقة الشمسية في تركيب الألواح الشمسية وتوليد الطاقة الكهربائية وتلبية الاحتياجات على المدى الطويل.
2. توضح الدراسة مدى إمكانية الاعتماد على قدرة الرياح في توليد طاقة كهربائية تكفي في السنوات القادمة لتلبية الاحتياجات المستقبلية.
3. توضيح أهمية الموقع الجغرافي لليبيا بطول ساحل على البحر يصل إلى 1900 كيلو متر وامكانية الاستفادة منه في استغلال الطاقة الشمسية في تحلية المياه.
4. الاستفادة من كمية الاشعاع الشمسي الساقطة على ليبيا والاستفادة منها في مشاريع مستدامة.
5. تبين الدراسة أهمية التنمية المستدامة في الطاقات المتجددة، واستخدام الطاقة الشمسية وطاقة الرياح كبديل للطاقات المتجددة.

أهداف الدراسة:

تهدف الدراسة إلى الآتي:

1. تسليط الضوء على أهمية الاتجاه إلى بدائل أخرى لتوليد الطاقة الكهربائية والاستغناء التدريجي عن الوقود الاحفوري المستخدم في توليد الطاقة لما له من مخاطر بيئية في المستقبل.
2. توضيح إمكانية الاعتماد على الطاقة الشمسية في توليد الطاقة الكهربائية.
3. توضيح أهمية استخدام طاقة الرياح كمورد متجدد في توليد الطاقة الكهربائية.
4. أهمية القيام بمشاريع وشركات في الطاقة النظيفة واعتمادها في مشاريع مستدامة في المستقبل.

منهجية الدراسة:

أُستخدم المنهج الوصفي والمنهج التحليلي في هذه الدراسة، حيث تمت دراسة بعض التقارير والبحوث النظرية السابقة والورقات العلمية في المنهج الوصفي، أما المنهج التحليلي فقد اعتمد على تجميع البيانات والأرقام في جداول إلكترونية من مجلات وورقات علمية، إضافةً إلى بعض المواقع التي تعطي نتائج رقمية والمخططات بيانية.

أولا: الطاقات المتجددة: تعريفها وأنواعها

1. تعريف الطاقات المتجددة:

يمكن تعريف الطاقات المتجددة، والمعروفة أيضًا باسم الطاقات الخضراء (Renewable) أو الطاقات النظيفة (Clean Energies) بأنها مصادر طاقة تتجدد بشكل طبيعي ويتكرر وجودها في الطبيعة على نحو تلقائي ودوري، وهي عكس الطاقات غير المتجددة والموجودة غالباً كمخزون في أعماق الأرض ولا يمكن الاستفادة منها إلا بعد استخراجها. كما يمكن تعريفها على أنها شكل من أشكال الطاقة الطبيعية كضوء الشمس، الرياح والأمطار، المد والجزر، حركة الأمواج والحرارة الجوفية الأرضية. وعلى عكس مصادر الطاقة غير المتجددة، مثل الوقود الأحفوري. يعد استخدام الطاقات المتجددة أمرًا بالغ الأهمية في معالجة تحديات الطاقة العالمية، والحد من انبعاثات الكربون، والتخفيف من تغير المناخ. علاوة على ذلك، تساهم الطاقات المتجددة في أمن الطاقة، وتحفيز النمو الاقتصادي، وخلق فرص العمل في قطاع الطاقة الخضراء، عليه فإن التوجه إلى استخدام الطاقات المتجددة أمرٌ ضروريٌ للانتقال نحو نظام طاقة أكثر استدامة ومرونة. يوفر فهم تعريف الطاقات المتجددة وأهميتها الأساس لاستكشاف تطبيقاتها المتنوعة والإمكانات التي تمتلكها لتشكيل مستقبل إنتاج واستهلاك الطاقة بشكل أكثر أمناً، وتعتبر الطاقة الشمسية وطاقة الرياح من أهم مصادر الطاقة المتجددة التي جدبت اهتمام الباحثين وذلك بسبب أنه لا تخلو منطقة أو بلد إلا وواحد من هذه المصادر متوفر بشكل دائم [7].

2. مصادر الطاقات المتجددة:

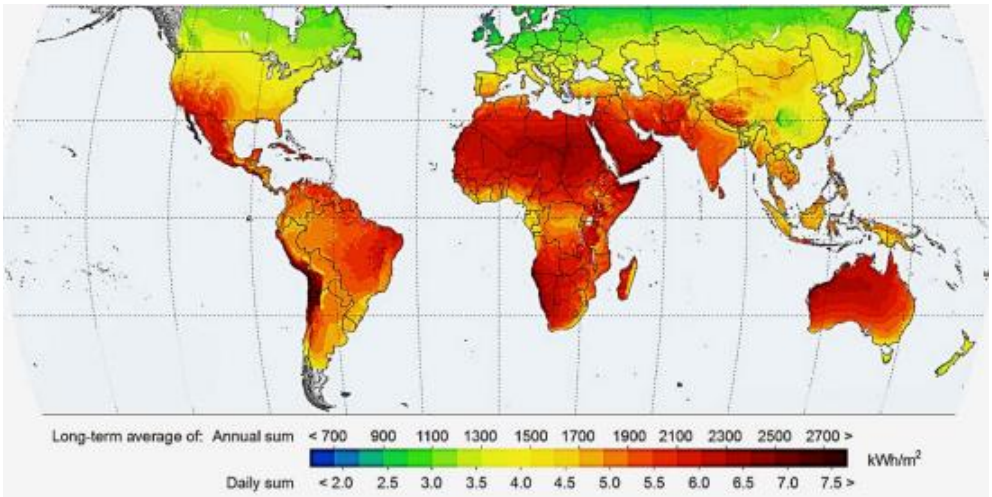
يوجد العديد من المصادر للطاقات المتجددة ولكن اثنين منها حظيت باهتمام الباحثين والتي يمكن الاستفادة منها في ليبيا وتطويرها واعتماده كبديل للطاقة في الوقت الحاضر والتي نذكر منها:

1.2 الطاقة الشمسية (Solar Energy):

تعتبر الطاقة الشمسية إحدى أهم مصادر الطاقة المتجددة التي تعتمد على ضوء الشمس وحرارتها لتوليد الكهرباء والحرارة والتي يمكن الاستفادة منها بشكل كبير في العالم [8]. تمتلك ليبيا المساحة الجغرافية الكبيرة لليبيا والتي تشكل الصحراء فيها أكثر من 88 % تقريباً من المساحة، وكذلك سطوع الشمس طول العام عاملين رئيسين في نجاح الاستفادة من طاقة الشمس بمشاريع متوسطة وكبيرة، حيث تعتبر الطاقة الشمسية مهمة لأنها متجددة ونظيفة وصديقة للبيئة بالإضافة إلى أنها تعتمد على مصدر متاح بشكل كبير في معظم مناطق العالم ويوفر قدراً هائلاً من الطاقة، يمكن الاستفادة من الاشعاع الشمسي الساقط على ليبيا والذي له كثافة عالية يصل إلى 6.4 كيلو وات ساعة/المتر المربع، ومتوسط مدة لسطوع الشمسي السنوي يصل إلى 3550 سنوياً[9]. وبنأءً عليه فإنه من الضروري في السنوات القادمة إقامة العديد من المشاريع المستدامة في المدى المتوسط والطويل مثل توليد الكهرباء والتدفئة وتشغيل المرافق الصناعية والسكنية والزراعية، يمكن تحويل الطاقة الشمسية إلي طاقة كهربائية بطريقة مباشرة والتي يمكن الاستفادة منها عن طريق استخدام الألواح الشمسية (Solar panels) وتسمى الطاقة الكهروضوئية (Photovoltaic Energy) أو بطريقة غير مباشرة عن طريق تحويلها إلي طاقة حرارية ثم إلي طاقة ميكانيكية ثم إلي طاقة كهربية وتسمى (Concentrated Solar Power)، ومن الجدير بالذكر بأنّ معظم البحاث يذكرون في كتاباتهم أنّ من عيوب الحصول على الطاقة الشمسية هو أنها تحتاج إلي مناطق تتوفر فيها الشمس طول العام وكذلك تحتاج إلي مساحات شاسعة لإقامة مثل هذه المشاريع الأمر الذي يعتبر ميزةً في بلادنا، فليبيا تحتوي على صحراء كبيرة تتوفر فيها الشمس طول العام مما يسهل كثيراً من نجاح مثل هذه المشاريع على المدى المتوسط و البعيد.

كثافة تدفق الاشعاع الشمسي العالمي:

تُعتبر كمية الطاقة التي توفّرها الشمس في يومٍ واحد العامل الرئيسي والأهم في العالم، حيث تتمتّع المناطق القريبة من خط الاستواء بأفضل متوسط كثافة تدفق إشعاعي، إلا إن هذه القاعدة العامة قد تختلف بشكلٍ كبير من مكانٍ إلى آخر، ويبين الشكل(2) أنّ ليبيا تتمتع بفرص كبيرة من كثافة الاشعاع الشمسي الساقط، وبذلك فإنّ فرص الاستفادة من الطاقة الشمسية كبديل للطاقة هو خيار استراتيجي ناجح، وبنأءً على كثير من الدراسات السابقة التي أعّدها الكثير من الباحثين فإنّ متوسط ساعات السطوع الشمسي يصل إلي 3550 ساعة في السنة حيث يصل متوسط الاشعاع الشمسي السنوي بالمتوسط إلى (6.4 kW/m^2-day) وهذه معدلات عالية تجعل نجاح الاستفادة من الشمس كبديل للطاقة مطلباً مهماً، هذا ما بينته ورشة العمل التي قام بها الجهاز التنفيذي للطاقات المتجددة والتي كانت بعنوان " الرابط بيم المياه والطاقة – الطاقة المتجددة " بيروت – لبنان 2017 م، حيث أكدت الورشة على أهمية العمل في مشاريع مستدامة للطاقات المتجددة كطاقة الرياح والطاقة الشمسية.



شكل 2: يبين كثافة الاشعاع الشمسي لليبيا والعالم.
المصدر: https://globalsolaratlas.info/map

جدول 1 مقارنة للإشعاع الشمسي المباشر العادي والشعاع الافقي الشامل والشعاع الافقي المنتشر لبعض المدن في ليبيا ومدن العالم:

البلد	المدينة	الشعاع الشمسي المباشر العادي kwh/m^2/year	الشعاع الافقي العالمي kwh/m^2/year	الشعاع الافقي المنتشر kwh/m^2/year
أمريكا	سان برناردينو	2505.4	2031.5	508.7
إسبانيا	اشبيلية	2096.3	1847.0	596.9
استراليا	سيدني	1785.1	1641.1	588.8
مصر	القاهرة	2035.3	2102.2	756.5
العراق	الموصل	1879.5	1871.9	700.9
الخرطوم	السودان	1843.9	2255.0	937.9
ليبيا	الجفرة	2300.4	2119.1	724.0
ليبيا	طرابلس	1887.5	1926.5	724.9
ليبيا	بنغازي	1960.1	1988.5	716.9
ليبيا	سبها	2205.4	2226.9	782.6
ليبيا	مرزق	2358.6	2338.0	772.4
ليبيا	سرت	1884.6	1979.4	763.1
ليبيا	اجدابيا	2021.7	2059.7	750.3
ليبيا	مصراته	2005.8	1988.4	715.0

المصدر: https://globalsolaratlas.info/map

من خلال المقارنة السابقة المبينة في الجدول 1، يتبين لنا أن ليبيا هي واحدة من الدول التي يجب أن تستثمر وبجدية وفاعلية في الطاقة الشمسية وذلك لعدة أسباب منها:

1. الموقع الجغرافي لليبيا يمنحها ظروفاً مناخية مناسبة للاستفادة من الطاقة الشمسية وذلك لتوفر الضوء لفترات طويلة وخاصةً المناطق الصحراوية.
2. تملك ليبيا ساحل طويل على البحر الأمر الذي يمكنها من استخدام الطاقة الشمسية في تحلية المياه.
3. مساحة ليبيا الشاسعة حيث تمثل الصحراء 88% من مساحتها، يجعل من الضرورة بمكان الاستفادة من هذه المساحات الجافة لتوليد الطاقة الكهربية للمدن الواقعة بها والقريبة منها.
4. من الجدول 1 تتمتع ليبيا بإشعاع شمسي سنوي بمعدلات عالية الأمر الذي سيساهم بنجاح المشاريع في الطاقة الشمسية والتنمية المستدامة لمثل هذه المشاريع.

5. قرب ليبيا من دول الاتحاد الأوروبي يعطيها فرصة للقيام بمشاريع عملاقة للإنتاج الطاقة الشمسية وتصديرها للبلدان الأوروبية.

2.2 طاقة الرياح (Wind Energy):

أثبتت العديد من الدراسات المحلية جدوى إمكانات استغلال الرياح للحصول على طاقة متجددة يمكن استخدامها في سد العجز في إمدادات الطاقة الكهربائية، حيت تمتلك ليبيا خط ساحلي يبلغ طوله 1900 كيلومتر على البحر الأبيض المتوسط، هذا الساحل الذي تتولد فيه سرعات مناسبة للرياح يمكن عن طريقها توفير مصدرًا نظيفاً ومناسبًا لطاقة متجددة. تاريخيًا، تم استخدام طاقة الرياح بشكل متقطع في العديد من الواحات الليبية لضخ المياه منذ عام 1940. في هذه الأيام، يمكن أن تلعب طاقة الرياح دورًا أساسيًا في تلبية جزء كبير من متطلبات الطاقة المستقبلية المطلوبة حيث تبلغ السرعة المتوسطة حوالي 5 م / ث في معظم الحالات، بينت العديد من الدراسات التي أجريت على العديد من المدن في ليبيا وتم تنفيذ طاقة الرياح بها أنه يمكن لطاقة الرياح أن تساهم في تغطية الاستهلاك في الطاقة الكهربية بنحو 10٪ في السنوات القليلة المقبلة، حيث تمت مناقشة وتنفيذ تحليل اقتصادي لإقناع صناع القرار بأن طاقة الرياح يجب أن تكون أحد المصادر التجارية للطاقة الكهربائية في ليبيا. بالإضافة إلى ذلك، توفر طاقة الرياح مصدرًا نظيفًا للطاقة دون أي ملوثات تضر بالبيئة، علاوةً على ذلك فإن لطاقة الرياح دوراً في الاستغناء التدريجي عن الوقود الأحفوري والمضار الذي يسببها على المدى الطويل [10].

ثانياً: التنمية المستدامة: مفهومها وأهدافها

1. تعريف التنمية المستدامة (Sustainable Development):

أصبح من الضروريات الحتمية في الآونة الأخيرة الابتعاد عن المفهوم التقليدي للتنمية ووضع مفهوم جديد للتنمية المستدامة يدعم ويحقق التوازن الاقتصادي ويحافظ على الثروات ومقدرات الدول، إضافةً إلي ذلك فإنّ المفهوم الجديد للتنمية المستدامة يجب أن يحافظ أيضاً وبشكل كبير على البيئة من التلوث الذي أصبح شبحاً يهدّد الكرة الأرضية بأكملها، حيث كتب العديد من البحاث في الكثير من المقالات بطرق مختلفة عن تعريف التنمية المستدامة حيث عرّفها البعض بأنهاّ هي طرق تطوير وتحسين أنماط الحياه الاقتصادية والاجتماعية والصحية والبيئية بحيث يكون الهدف منها حصول الانسان على الاحتياجات الضرورية والمختلفة بنمط نوعي أكثر كفاءة مع العمل والسعي دائماً على تحسينها والارتقاء بها، كما يمكن تعريفها بأنها هي الطرق الصحيحة التي تلبي احتياجات الانسان في الوقت الحاضر دون المساس بقدرة وامكانية الأجيال القادمة في تلبية وتحقيق احتياجاتهم الخاصة بهم [11].

وبشكل عام يمكن وضع تعريف شامل للتنمية المستدامة بأنها هي تنمية مستمرة ومتوازنة تعنى بتطوير وتحسين نوعية الحياة مع المحافظة على البيئة وذلك باستغلال الموارد الطبيعية بطريقة سليمة على المدى الطويل.

2. أهداف التنمية المستدامة:

للتنمية المستدامة العديد من الأهداف التي يمكن أن نذكر بعضاً منها:

1. تطوير البيئة المحيطة بالإنسان وتحسين وضعه الاجتماعي، وذلك عن طريق تحقيق الرخاء الاقتصادي للإنسان بالرفع من المستوى المعيشي للأفراد وتوفير البيئة النظيفة الملائمة للعيش دون تلوث ولا أمراض.
2. إيجاد بدائل أخرى للحصول على الطاقة دون الضرر بالبيئة المحيطة، سيما وأنّ السنوات الأخيرة كثر الانقطاع في الكهرباء بسبب عدم قدرة الشركات المكلفة بتوفير الكهرباء الحصول على الوقود الذي يوفر الطاقة لمحطات التشغيل الرئيسية [12].
3. تساعد التنمية المستدامة القضاء على الفقر بجميع أشكاله في كل مكان وذلك وكذلك القضاء على الجوع وتحقيق الأمن الغذائي وتحسين التغذية وتشجيع الزراعة المستدامة. الأمر الذي جعل الأمر ذو أهمية كبيرة لتوفير الطاقة المتجددة التي بدورها تزيد من الإنتاج الزراعي.
4. توفير أشكال الطاقة الحديثة بمشاريع مستدامة له أيضًا تأثيرات مباشرة مهمة على الفرد من حيث ضمان التعليم الجيد الشامل والمنصف وتعزيز فرص التعلم مدى الحياة للجميع في مؤسسات التعليم بشكل عام الذي يعمل الكهرباء كعامل رئيسي في تشغيل المعامل والورش والآلات.
5. تعمل التنمية المستدامة على ضمان الوصول إلى الطاقة الحديثة والموثوقة والمستدامة وميسورة التكلفة للجميع.
6. تعزيز النمو الاقتصادي المستدام والشامل والمستدام، والعمالة الكاملة والمنتجة والعمل اللائق للجميع.
7. اتخاذ إجراءات عاجلة لمكافحة تغير المناخ وآثاره السلبية على البيئة بمشاريع تعاون بين البلدان المتقدمة في هذا المجال الأمر الذي يساهم في تقليل الآثار السلبية المؤثرة على المناخ.
8. تساهم التنمية المستدامة مكافحة التصحر، سيما وأنّ بلادنا تملك صحراء كبيرة لم تستغل بالشكل العلمي الصحيح حتى الآن.

يمكن القول أنّ أهداف التنمية المستدامة كثيرة حسب أراء المختصين في هذا المجال والتي يجب التوجه والعمل في مشاريع طويلة الأمد تعون على الفرد والمجتمع بالخير.

ثالثاً: الواقع الحالي للطاقة الشمسية كبديل متجددة في ليبيا:

1. السياسات والاستراتيجيات:

إن استثمار ليبيا في الطاقات المتجددة يمثل فرصة لتعزيز التنمية المستدامة وتحقيق الأهداف البيئية والاقتصادية الأمر الذي جعل الحكومة بوضع استراتيجية لزيادة محفظتها من الأصول النظيفة والمتجددة وذلك بقيامها بتمويل مشاريع عدة في قطاع الطاقة الشمسية، فقد أطلقت الشركة العامة للكهرباء في عام 2021 مجموعة من المشاريع المستدامة في البلاد لعل أبرزها:-

1. محطة للطاقة الشمسية في غات: تم افتتاح هذه المحطة والتي كانت سعتها 1.5 ميجاوات في مدينة غات في عام 2016 والتي تعتبر من أحد أكبر المشاريع للطاقة الشمسية في ليبيا.
2. مشروع محطة الطاقة بزليطن: وتمّ افتتاح هذه المحطة في عام 2017 بقدرة 10 ميجاوات في مدينة زليطن التي تساهم في التخفيف من الاعتماد على الوقود الأحفوري.
3. مشروع محطة شمس جبل نفوسه: يهدف هذا المشروع لبناء محطة طاقة شمسية بقدرة 500 ميجاوات، حيث يعد هذا المشروع المقترح من أكبر المشاريع الشمسية التي ستنفذ في السنوات المقبلة.
4. قيام الشركة العامة بتوريد الشفرات الخاصة ببناء الأبراج لتوليد الكهرباء عن طريق طاقة الرياح، هذا المشروع من المقترح البدء فيه في السنوات القادمة في مدينة مسلاته.

اهتمام الدولة بإطلاق مثل هذه المشاريع يبين أنّ الاستراتيجية التي تعمل بها الدولة هي في الطريق الصحيح، سيما وأن المستهدف في الخطة الاستراتيجية الوطنية في الطاقات المتجددة زيادة الطاقة المنتجة والتي بلغت 3.45 ميجاوات في عام 2020 إلي 9.50 ميجاوات في عام 2023 [13].

2. التحديات والمعوقات:

يواجه استخدام الطاقات المتجددة والبدء بها في مشاريع مستدامة معوقات كثيرة في العالم يمكن ذكر بعضاً منها:

1. معوقات سياسية، فعدم استقرار البلاد سياسياً يجعل القيام بمثل هذه المشاريع أمراً ليس من الأمر السهل، وحيث أنّ مثل هذه المشاريع تحتاج إلى شركات عالمية متخصصة في هذا المجال الأمر الذي يجعل من الصعوبة بمكان استقطاب مثل هذه الشركات سيما وأنّ الوضع الأمني ليس مستقراً بشكل دائم.
2. تحتاج مثل هذه المشاريع إلى استقطاب شركات كبيرة متخصصة في هذا المجال، الأمر الذي يجعل هذه الشركات قد تواجه صعوبات قانونية في اتمام اجراءات مزاولة النشاطات المتعلقة بالاستثمار كاستخراج التراخيص وغيره من المستندات القانونية لمزاولة أي نشاط استثماري.
3. التغيرات المناخية التي تؤثر بشكل سريع على العالم، حيث شهد الجنوب الليبي إلى تغيرات مناخية كبيرة، مثل الجفاف والعواصف الرملية، إضافةً إلى كميات كبيرة من الأمطار. فمثل هذه التغيرات يجب اعتبارها عوامل مؤثرة في بناء محطات للطاقات البديلة.
4. معوقات اقتصادية وذلك باعتبار التكلفة المرتفعة لأنظمة الطاقات المتجددة، فتكلفة إنشاء محطات خاصة للطاقة الشمسية أو أبراج خاصة بطاقة الرياح أو توليد الطاقة من جريان الانهار والسدود مرتفعة نسبيا، وحتى على مستوى الأفراد فتكلفة الألواح الشمسية عالية إلي حد ما.
5. معوقات فنية وتقنية، فالمشاريع الخاصة بالطاقات المتجددة تحتاج لتقنيات متطورة وعالية.
6. غياب الجانب المعرفي والمعلوماتي بتصنيع مكونات الأنظمة المتجددة في الطاقة.
7. غياب الوعي بأهمية مثل هذه المشاريع في المجتمع، فدور كبير على المهتمين بمثل هذه المشاريع الكتابة والنشر في هذا الموضوع لتعم الفائدة بشكل أوسع] [14].

3. الطاقات المتجددة وأثرها على التنمية المستدامة في ليبيا:

تعتبر الطاقة هي الركيزة الأساسية للتطور في العالم والتي تلعب دوراً مهماً في نجاح التنمية الاقتصادية والاجتماعية، فلذلك حسن إدارة الطاقة ومواردها من أهم السياسات الاستراتيجية التي تضمن التنمية المتواصلة والمستدامة، وبالتالي فإنّ للطاقات المتجددة تأثير كبير على الفرد والمجتمع من الناحية البيئية، الاقتصادية والاجتماعية وهذا ما يُعرف باسم "نموذج الركائز الثلاث".

1.3 من الناحية البيئية:

أثبتت الدراسات أنّ للطاقات التقليدية أثر سلبي وكبير على البيئة، حيث أصبحت البيئة اليوم عنصراً من عناصر الاستغلال العقلانـي للمـوارد ومتغيراً أساسياً من متغيرات التنمية المستدامة، الأمر الذي دفع دول العالم للبحث عن طاقات بديلة عن الطاقات التقليدية يكون لها تأثير في اصلاح ما أفسدته الطاقات التقليدية من تلوث وتأثير على طبقات الجو العليا ولعلّ أهمها تأثير الطاقات التقليدية على ظاهرة الاحتباس الحراري الذي شعل العالم بأسره والذي تسبّب في العديد من المشاكل والتي أبرزها تغير المناخ السريع وتسببه في استنفاذ طبقة الأوزون[15].

3.2 من الناحية الاقتصادية:

تشير الكثير من الدراسات أنّ الطاقات المتجددة توفّر فرصاً هائلة لتحقيق الاكتفاء الذاتي في الطاقة وتقليل الاعتماد الكلي على الوقود الأحفوري، وكما أنّ الدراسات التي أُجريت في بلدان متقدمة صناعياً وأخرى نامية أنّ الطاقات المتجددة البديلة توفّر فرص عمل وتعمل بشكل كبير على تنشيط الاقتصاد الذي بدوره ساهم بشكل كبير في الزيادة الملحوظة للاستثمارات في الطاقات المتجددة، كما تعزز الطاقات المتجددة الصناعة في التكنولوجيا والبحث والتطوير والابتكار الذي بدوره يساهم بشكل أو آخر بالقضاء على الفقر وزيادة رفاهية المجتمع[15].

3.3 من الناحية الاجتماعية:

باستخدام الطاقات المتجددة يمكن توفير فرص عمل كبيرة للشباب وتوفير الاحتياجات الضرورية للفرد وخاصةً في الدول الفقيرة، فيمكن للفرد استخدام الطاقات المتجددة في حصوله على الكهرباء والتدفئة وغيرها من الضروريات الحياتية اليومية، إضافةً إلي ذلك فإنّ استخدام الطاقات المتجددة في المرافق العامة كالمؤسسات التعليمية والمرافق الصحية يخفف بدوره من التكلفة الباهظة التي يدفعها الفرد لهذه المؤسسات، فالطاقة المتجددة تحقق مبدأ الرفاهة الاجتماعية، وشفافية الأنشطة الاجتماعية، ومشاركة الناس في صنع القرار، ويتم ذلك من خلال مراقبة في مجالات الصحة، والعدالة الاجتماعية، والتعليم، والسكان، والأمن، والإسكان [15].

الخاتمة:

تعد ليبيا من البلدان التي لها فرص كبيرة وناجحة في استخدام الطاقات المتجددة في مشاريع تنموية مستدامة وذلك للموقع الجغرافي المميز الذي يؤهلها لتكون رائدة في هذا المجال وخاصةً في استخدام الطاقة الشمسية لما تمتلكه من صحراء مترامية الأطراف، وكذلك تنوع الموارد الطبيعية في ليبيا أمرا أيضاً يجعل الفرص كبير في استخدام هذه الطاقات بأنواعها في البلاد، وحيث أنه أشارت التقارير أن ليبيا تعتمد بشكل مباشر على الطاقة التي يوفرها الوقود الاحفوري الذي سبب في مشاكل كبيرة في السنوات الأخيرة والتي منها تغير المناخ وتأثر طبقة الأوزون والانبعاثات الحرارية وغيرها من المشاكل، وعليه فإنّ من الضروري أن تتخذ الدولة اجراءات لدعم استخدام الطاقات المتجددة والتي من أهمها الطاقة الشمسية لتوفر كل العوامل الناجحة لهذه المشاريع وتبني مشاريع مستدامة في هذا المجال في السنوات القادمة لتعم الفائدة على المجتمع.

أولاً: النتائج

1. تعتبر الطاقات المتجددة وخاصةً الطاقة الشمسية عاملاً مهماً على الحفاظ على البيئة، حيث تعتبر الطاقة الشمسية من أهم الطاقات البديلة والتي يجب النهوض بها في مشاريع مستدامة والاستغناء عن الوقود الأحفوري.
2. تمتلك ليبيا موارد طبيعية غنية للطاقات المتجددة مثل الطاقة الشمسية وطاقة الرياح. تلك الموارد توفر فرصاً كبيرة لتوليد الطاقة الكهربية بطرق مستدامة ونظيفة.
3. تعتمد ليبيا بشكل كبير على الوقود الاحفوري والغاز في تلبية احتياجاتها من الطاقة، وبالتالي فإنّ القيام بمشاريع مستدامة في الطاقات المتجددة يساهم بشكل كبير في التقليل من الاعتماد على الوقود الأحفوري والغاز.
4. يعتبر الاستثمار في الطاقات المتجددة بمشاريع مستدامة وشركات على نطاق واسع أمر ينعكس بشكل إيجابي على الفرد والمجتمع ويقلل من مخاطر التلوث البيئي.
5. يقتصر الاستثمار في الطاقات المتجددة في ليبيا على بعض المناطق النائية الصحراوية في تزويدها بالكهرباء من الشمس.
6. موقع ليبيا الجغرافي يساعدها بشكل كبير في اقامة مشاريع مستدامة في الطاقات المتجددة.
7. كمية الاشعاع الشمسي اليومي والسنوي على ليبيا عالي جداً بالمقارنة ببعض البلدان الأخرى الأمر الذي يجعل فرص بقيام بمشاريع كبيرة في استغلال الاشعاع الشمسي في الحصول على الكهرباء.
8. يمكن لليبيا أن تعتمد على طاقة الرياح في الحصول على الطاقة الكهربية.

ثانياً: التوصيات

1. يجب أن تقوم الدولة بالتعاون مع الجهات الرسمية ومؤسسات المجتمع المدني بتوعية الفرد والمجتمع بمفهوم الطاقات المتجددة كطاقات بديلة وأهميتها على المدى الطويل.
2. يجب وضع تشريعات وسياسات واضحة لاستخدام الطاقات المتجددة الأمر الذي يساهم بشكل كبير في توفير مناخ ملائم للشركات المتخصصة بالاستثمار في ليبيا.
3. العمل على وضع أسس للطاقات المتجددة ودورها الفعال في تحقيق للتنمية المستدامة في ليبيا.
4. توحيد الجهود لدعم الاستقرار الأمني والسياسي في البلاد الذي من شأنه يدعم ويعزز فرص الاستثمار في الطاقات المتجددة في ليبيا.
5. .تعزيز الوعي والمعرفة باستخدام تكنولوجيا الطاقات المتجددة ومواكبة التطورات في هذا المجال.
6. القيام بأبحاث ودراسات علمية في هذا المجال والمشاركة في المؤتمرات التي تهتم بالطاقات المتجددة، والأمر هنا يقع على الدولة بدعم ومساعدة الباحثين في حضور مثل هذه المؤتمرات.
7. وضع خطط ومقترحات تكفل وتحقق الاستغلال الأمثل والموسع للطاقات المتجددة، مثل الطاقة الشمسية وطاقة الرياح.
8. الرفع من كفاءة العاملين في هذا المجال وتدريبهم على مستوى عالي على تكنولوجيا الطاقات المتجددة.
9. التعاون الكامل بين الوزارات التي لها علاقة بمثل هذه المشاريع كالشركة العامة للكهرباء، وزارة النفط والغاز، وزارة الزراعة والثرة الحيوانية، وزارة الموارد المائية وزارة التخطيط، وزارة البيئة، وزارة الصناعة والمعادن وغيرها من الوزارات التي من شأنها دعم الخطط الاستراتيجية.
10. تعزيز التنسيق والتعاون والتكامل العربي والأفريقي في مشاريع مستدامة في الطاقات المتجددة.
11. الاستفادة من تجارب الدول المتقدمة في هذا المجال والتي سبقت ليبيا في استخدام الطاقات المتجددة والتعاون معها بشكل فعلي وكامل لمعرفة العقبات التي قد تكون عائق لإنشاء محطات خاصة لاستخدام هذه البدائل.
12. العمل للتحول في السنوات القادمة واستخدام الطاقات البديلة والمتجددة في حياتنا اليومية.

قائمة المراجع:

أولاً: المراجع باللغة الانجليزية:

[1] A. Maka, S. Salem, and M. Mehmodd, ‘Solar photovoltaic (PV) applications in Libya: Challenges, potential, opportunities and future perspectives’, *Cleaner Engineering and Technology*, vol. 5, p. 100267, Aug. 2021, doi: 10.1016/j.clet.2021.100267.

[2] ‘A brief overview of solar and wind energy in Libya: Current trends and the future development - IOPscience’. Accessed: Oct. 09, 2024. [Online]. Available: https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1757-899X/377/1/012136/meta

[3] E. Elibol, Ö. T. Özmen, N. Tutkun, and O. Köysal, ‘Outdoor performance analysis of different PV panel types’, *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, vol. 67, pp. 651–661, Jan. 2017, doi: 10.1016/j.rser.2016.09.051.

[4] B. Kilic, ‘International Journal of Renewable Energy Research’, 2011.

[5] K. E. Okedu, R. Uhunmwangho, and W. Promise, ‘Renewable Energy in Nigeria: The Challenges and Opportunities in Mountainous and Riverine Regions’, vol. 5, no. 1, 2015.

[6] S. S. Raghuwanshi and R. Arya, ‘Renewable energy potential in India and future agenda of research’, *International Journal of Sustainable Engineering*, vol. 12, no. 5, pp. 291–302, Sep. 2019, doi: 10.1080/19397038.2019.1602174.

[7] A. Zahedi, ‘Australian renewable energy progress’, *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, vol. 14, no. 8, pp. 2208–2213, Oct. 2010, doi: 10.1016/j.rser.2010.03.026.

[8] ‘PDF’. Accessed: Oct. 13, 2024. [Online]. Available: https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/108158654/j.rser.2016.05.02220231201-1-g6abgo-libre.pdf?1701455517=&response-content-disposition=inline%3B+filename%3DSolar_energy_for_future_world_A_review.pdf&Expires=1728813230&Signature=HtDzPbKFvrvCMZmUzJfhDXdxhQQ06Wjcpw7cw1eSQs0g6ZrTj6VRbYp5hSWhtNc4Pj-1m2eDcW1LElVGoMT~s~A9TgUydzBxrFwZKsNY74DMuHu5BhC-PT9GnOWmi7F1j05VGz36Ngzn3q1AqxtJsXOLh2CzKl00GWq4SyvDXdFAThgg1vzcR1zx

ejsfAdpxHTdOjNiZqDOHJStBnmUxGWYShDlvf0GGhBvFQFa-jeovAwZsVg6eIWzpfrTFMWv4e~WixsoJWkWAt3UoV881I4xdWbJ0McA0c3HbU97MAtV1zFUglrxE4WIzfuI9EFOEnIry-86xL9e~p~eYDtPF8g__&Key-Pair-Id=APKAJLOHF5GGSLRBV4ZA
[9] E. Salim and A. A. Amar, 'Potential of Renewable Energy Resources in Aljofra - Libya', *International Journal of Engineering Research*, vol. 10, no. 03.
[10] A. Asharaa, 'An Assessment of Renewable Energy Sources (RES) Potential in Libya: An Overview"', presented at the Proceedings of the 1st International Multi-Disciplinary Conference Theme: Sustainable Development and Smart Planning, IMDC-SDSP 2020, Cyperspace, 28-30 June 2020, Sep. 2020. Accessed: Oct. 16, 2024. [Online]. Available: https://eudl.eu/doi/10.4108/eai.28-6-2020.2298171
[11] J. Twidell, *Renewable Energy Resources*, 4th ed. London: Routledge, 2021. doi: 10.4324/9780429452161.
[12] Y. Kassem, H. Camur, and O. a. M. Abughinda, 'Solar Energy Potential and Feasibility Study of a 10MW Grid-connected Solar Plant in Libya', *Engineering, Technology & Applied Science Research*, vol. 10, no. 4, Art. no. 4, Aug. 2020, doi: 10.48084/etasr.3607.

ثانياً: المراجع باللغة العربية:

[13] م. أ. ب. حكومة, أ. و. عمر, ع. ع. ا. ميلاد and ,ع. ا. ص. عبدالسلام, 'مستقبل الطاقات المتجددة في ليبيا وأثرها في تحقيق التنمية المستدامة: دراسة استشرافية تحليلية *African Journal of Advanced Pure and Applied Sciences (AJAPAS)*, pp. 172–186, Oct. 2023.
[14] ع. شنب, ز. منصور and ,ا. ستار, 'معوقات استخدام الطاقات المتجددة في ليبيا', *جامعة المرقب*, pp. 813–822, Jan. 2016.
[15] م. كرفاوي، 'الطاقات المتجددة وأثرها على التنمية المستدامة', *RESA*, vol. 19, no. 3, pp. 157–175, Oct. 2022.