التحديات التي تواجه استخدام الطاقات المتجددة واستغلال الطاقة الشمسية في تحقيق التنمية المستدامة في ليبيا

أ. عفاف علي حسين الربيب
جامعة الزاوية – كلية العلوم – قسم الفيزياء
afafalrabib@gmail.com
0911550132

ملخص الدراسة:

هذه الدراسة توضح تأثير تطوير الطاقة الشمسية على تحقيق التنمية المستدامة، حيث أدى الانتشار السريع لتقنيات الطاقة الشمسية إلى انخفاض كبير ومستمر في التكاليف، وأصبحت تكنولوجيا الطاقة الشمسية تنافسية بشكل متزايد ومجدية من الناحية الاقتصادية. حيث إن مستقبل الطاقة الشمسية ومساهمتها في مزيج الطاقة العالمي يتوقف على محدد رئيسي وهو التقدم في تطوير تكنولوجيا هذه الطاقة وتخفيض تكلفة استخدامها بالإضافة إلى الربط بين الفكر الاقتصادي والتنموي وقضية الانبعاثات الحرارية، من أجل النجاح في التعامل مع تغير المناخ بطريقة تتسم بالكفاءة الاقتصادية. وتكنولوجيا الطاقة الشمسية تحتاج إلى سياسات داعمة لتشجيع التطوير والابتكار الذي يستهدف تخفيض التكلفة إضافة إلى خفض الانبعاثات، وذلك حتى يمكنها المنافسة مع مصادر الطاقة التقليدية الأخرى بهدف تأمين الطاقة وحماية البيئة وتحقيق الكفاءة الاقتصادية كمحور أساسي في تحقيق التنمية، وفقا لمفهوم التنمية المستدامة. أن عدم الاستقرار الأمني والسياسي يعدان أحد أهم التحديات التي تحد من فرص الاستثمار في الطاقات المتجددة في ليبيا، وإلى وجود ضعف في سياسات وتشريعات تشجع على استثمار وتطوير الطاقات

المتجددة كضمانات للمستثمرين وتشجيعات مالية وتسهيلات لتشجيع الاستثمار في هذا القطاع.

الكلمات المفتاحية: الطاقة التقليدية. التلوث البيئي. التنمية المستدامة. الطاقة المتجددة. الطاقة الشمسية.

1- المقدمة:

الطاقات المتجددة يمكن تعريف الطاقة المتجددة الطاقة المستمدة من الموارد الطبيعية التيّ لا تنفد وتتجدد باستمرار، وتعرف أيضا الطاقة المتجددة بأنها الطاقة الناتجة عن مصادر طبيعية تتجدد بمعدل يفوق ما يتم استهلكه منها، كما يطلق على الطاقة المتجددة عدة مصطلحات منها الطاقة النظيفة والطاقة الصديقة للبيئة. وتتركز استخدامات الطاقة المتجددة في توليد الطاقة الكهربائية، بينما الاستخدامات الأخرى مثل تسخين وتبريد المياه وكذلك الاستخدام في وسائل النقل وما زالت غير مستغلة بشكل كاف.

1.1- طرق البحث:

دراسة ومراجعة الأوراق العلمية المنشورة والدراسات السابقة المشار اليها في قائمة المراجع.

1.2- أهمية الدراسة:

تهدف هذه الدراسة إلى توضيح وإبراز علاقة تأثير تطوير الطاقة الشمسية على تحقيق التنمية المستدامة، حيث أدى الانتشار السريع لتقنيات الطاقة الشمسية إلى انخفاض كبير ومستمر في التكاليف، وأصبحت تكنولوجيا الطاقة الشمسية تنافسية بشكل متزايد ومجدية اقتصادية.

حيث إن مستقبل الطاقة الشمسية ومساهمتها في مزيج الطاقة العالمي يتوقف على

محدد رئيسي وهو التقدم في تطوير تكنولوجيا هذه الطاقة وتخفيض تكلفة استخدامها بالإضافة إلى الربط بين الفكر الاقتصادي والتنموي وقضية الانبعاثات الحرارية، من أجل النجاح في التعامل مع تغير المناخ بطريقة تتسم بالكفاءة الاقتصادية. وتكنولوجيا الطاقة الشمسية تحتاج إلى سياسات داعمة لتشجيع التطوير والابتكار الذي يستهدف تخفيض التكلفة إضافة إلى خفض الانبعاثات، وذلك حتى يمكنها المنافسة مع مصادر الطاقة التقليدية الأخرى بهدف تأمين الطاقة وحماية البيئة وتحقيق الكفاءة الاقتصادية كمحور أساسي في تحقيق التنمية، وفقا لمفهوم التنمية المستدامة.

3- الطاقات المتجددة:

تعد الطاقة المتجددة ذات بعدا استراتيجيا هاما في تحقيق التنمية المستدامة بكافة أبعادها الاقتصادية والاجتماعية والبيئية، حيث تعد محورا رئيسا في تحقيق أمن الطاقة واستدامتها، الذي يعني ضمان توفير إمدادات الطاقة للجميع بشكل آمن وموثوق وبتكلفة ميسورة لكافة المناطق والأنشطة الاقتصادية، وبكميات تتناسب مع الطلب المحلي عليها، إلى جانب دورها البارز في الحفاظ على البيئة والحد من الانبعاثات الضارة. لذا، جاءت أهداف التنمية المستدامة الأممية حتى عام 2030 لتؤكد على أهمية العمل على تحقيق زيادة كبيرة في حصة الطاقة المتجددة في مزيج الطاقة العالمية بحلول عام 2030 كأحد الغايات الرئيسة المرتبطة بالهدف السابع الذي يهدف إلى " ضمان حصول الجميع بتكلفة ميسورة على خدمات الطاقة الحديثة الموثوقة والمستدامة". كما يتضمن الهدف المذكور ضمن غاياته الأخرى تحسين كفاءة الطاقة، وتعزيز التعاون الدولي من أجل تطوير أنشطة البحث والتطوير وتسهيل الوصول للطاقة النظيفة، وتوسيع نطاق البُنى التحتية وتحسين مستوى التقنية

من أجل توفير خدمات الطاقة الحديثة والمستدامة للجميع في البلدان النامية (سليمان, 2024).

3,1- أهمية الطاقات المتجددة.

1. إن المصادر المتجددة مرشحة لأن تلعب دورا هاما في حياة الإنسان، وأن تلبي نسبة عالية من متطلباته، وهي مصادر دائمة طويلة الأجل إن لم نقل أبدية لارتباطها بالشمس، والرياح والحرارة وغيرها (فريدة كافي, 2015).

2. نظافة هذه المصادر على عكس الوقود الحفري، الذي قد ثبت تسببه في الكثير من المشاكل البيئية (فريدة كافي, 2015).

3. تتعدد أشكال الطاقة في هذه المصادر يتفق مع تعدد احتياجات الإنسان من الطاقة، ويمثل في الوقت ذاته نقطة إيجابية في جانب استغلال هذه المصادر، ومصادر الطاقة البديلة هذه تتيح إنتاج الطاقة المطلوبة **مباشرة**، فالخلايا الشمسية مثلا يمكن إنتاج الطاقة الكهربائية مباشرة، والمجمعات الشمسية تتيح إنتاج طاقة حرارية مباشرة أيضا (فريدة كافي, 2015).

4. إن عملية استغلال الطاقات الجديدة والمتجددة وإحلالها محل الطاقة التقليدية، ستوفر مردودات اقتصادية مهمة، فقد أعطت التقييمات الاقتصادية لاستعمال منظومات الطاقات الجديدة والمتجددة، وبالخصوص منظومات الطاقة الشمسية مردودات اقتصادية فعالة خلال فترة التشغيل الصغرى (فريدة كافي, 2015).

5. إن استعمال هذه المصادر سوف يؤدي إلى ترشيد استهلاك الطاقة الحفرية، وخاصة النفط ومشتقاته مما يؤدي إلى وفرته حيث يمكن تصديره إلى سوق النفط العالمية، ومنه جلب العملة الصعبة لدعم الاقتصاديات الوطنية هذا بالنسبة للدول المنتجة للنفط وإقامة المشاريع التنموية (فريدة كافي ,2015).

6. المردودات الاجتماعية الناتجة عن استعمال مصادر الطاقة البديلة، وذلك من خلال توفير الطاقة اللازمة للاستعمالات اليومية لسكان المناطق النائية، كالطبخ والتدفئة وتسخين الماء، ومنه النهوض بمتطلبات الحياة الضرورية لهؤلاء السكان (فريدة كافي, 2015).

3.2- عيوب الطاقة المتجددة.

بالرغم من أن الطاقة المتجددة تعتبر بالدرجة الأولى عن مصدر للطاقة المجانية وغير الملوثة إلا أن انتهاجها حاليا يعتبر كخيار وليس كضرورة حتمية في بعض الدول، وهذا نظرا لتكلفتها الاستثمارية وطول فترة استرداد تكاليف مشاريعها، وعليه فإن من بعض عيوب الطاقات المتجددة ما يلي (زواوية أحلام,2019):

- إن استغلال القوة المائية لإنتاج الطاقة الكهربائية يستلزم نفقات باهظة تصرف على إنشاء السدود، محطات التوليد، مد الخطوط لنقل الطاقة، محطات توليد الطاقة وغيرها من التكاليف، مما يجعل تكاليف إنشاء محطة مائية لتوليد الكهرباء باهظة التكاليف مقارنة بتكاليف إنشاء محطة حرارية باستثناء محطات الوقود النووي التي لا تزال حتى الوقت الحاضر أبهظ من جميع المحطات المائية والحرارية.
- على الرغم من وضوح انخفاض التأثيرات البيئية لطاقة الرياح عن المصادر التقليدية، إلا أنه توجد التأثيرات السلبية على البيئة وبخاصة عند إنشاء مزا ع الرياح الكبرى أو عند إنشاء مئات من توربينات الرياح الكبيرة يكون التأثير البصري لدوران التوربينات والضوضاء الصادرة عنها ومخاطر اصطدام الطيور بها مما يتسبب في كثير من الأحيان في قتلها خاصة أوقات هجرتها.
- الطاقة الشمسية غير متاحة باستمرار، إذ لابد من تطوير نظام لتخزينها، حيث أن الكمية المتاحة للطاقة الشمسية في أي نقطة ليست من الكبر بحث تكفي للاستفادة

منها وهذا لانتشار أشعة الشمس الساقطة وعدم تركيزها، وهو ما يستدعي تجميع هذه الطاقة وتحويلها إلى صورة نافعة وفقا لتقنيات باهظة تستدعي التغلب على بعض الصعوبات الفنية في هذا المجال.

- إن معالجة الهيدروكربونات لإنتاج الهيدروجين تؤدي حتما إلى انبعاث غاز ثاني أكسيد الكربون بصورة متناسبة ومقدار الكربون في المادة الخام المستخدمة، فإن إنتاج الهيدروجين من الفحم الحجري مثلا سيؤدي إلى إنتاج كميات من ثاني أكسيد الكربون تفوق كمياته المنتجة من الغاز الطبيعي.

4- مقاييس الطاقات المتجددة في ليبيا:

إن استراتيجية ليبيا لزيادة محفظتها من الأصول النظيفة والمتجددة قد تم تعزيزها في عام 2021، حيث شهدت ليبيا العديد من عمليات تمويل المشاريع في قطاع الطاقة الشمسية وتخفيف الاعتماد على الوقود الأحفوري وتعزيز الاستدامة البيئية، فقد أطلقت الشركة العامة للكهرباء مشاريع الطاقة المستدامة لتنويع اقتصادها (مصطفى حكومة وآخرون, 2023).

تاريخيا كانت ليبيا تعتمد بشكل رئيسي على النفط والغاز الطبيعي كمصدرين رئيسيين للطاقة. ومع ذلك، فإن الحكومة الليبية أبدت اهتماما متزايداً بتنويع مصادر الطاقة والاستفادة من الطاقة الشمسية الوفيرة في البلاد (مصطفى حكومة وآخرون, 2023). قد تم إطلاق بعض المشاريع الشمسية في ليبيا، ومنها (لجنة التنمية المستدامة، 2020).

1. محطة طاقة شمسية في غات: تم افتتاح محطة طاقة شمسية بسعة 1.5 ميجاوات في مدينة غات في عام 2016. تعتبر هذه المحطة أحد أكبر المشاريع الشمسية في ليبيا وتساهم في توليد الكهرباء المتجددة.

2. محطة طاقة شمسية في زليتن: تم الانتهاء من إنشاء محطة طاقة شمسية بقدرة 10 ميجاوات في مدينة زليتن في عام 2017. تعمل هذه المحطة على توليد الكهرباء النظيفة وتخفيف الاعتماد على الوقود الأحفوري.

3.. مشروع شمس جبل نفوسة: يعد هذا المشروع من أكبر المشاريع الشمسية المقترحة في ليبيا. يهدف المشروع إلى بناء محطة طاقة شمسية بقدرة 500 ميجاوات في منطقة جبل نفوسة بالقرب من مدينة الزاوية.

فعندما أعلنت ليبيا لأول مرة عن خطة التنمية الاقتصادية رؤية 2030، كان هناك الكثير من النقاش حول قدرتها على استغلال الطاقة الشمسية للوصول أخيراً إلى الحد من انبعاثات الغازات الملوثة، ولكي تحل الطاقة الشمسية محل استخدامها للوقود السائل في إنتاج الكهرباء، تم تعديل أهداف الطاقة الشمسية لكل من 2023 و2030 وزيادتها بشكل كبير، مع حصة مستهدفة تبلغ 20 جيجاوات و40 جيجاوات، على التوالي للخلايا الكهروضوئية (مصطفى حكومة وآخرون, 2023).

5- الطاقة الشمسية:

هي الطاقة المستمدة من أشعة الشمس في شكل حرارة وضوء، وتعد الطاقة الشمسية الأكثر وفرة من بين جميع موارد الطاقة المتجددة، ويمكن لكافة الدول يمكنها استخدام الطاقة الشمسية كأحد مصادر الطاقة لديها، مع اختلاف حجم وقدرات الاستخدام بين الدول المختلفة (سليمان, 2024).

الطاقة الشمسية هي جزء من الأشعة الشمسية التي تصل إلى سطح الأرض عبر الغلاف الجوي للأرض، في شكل من أشكال الطاقة الحرا رية والضوئية (Francois Vuille, 2015). إن استخدام الوقود للحصول على الطّاقة يتم فقط في حالة عدم توافر احتمالاتٍ أخرى للحصول على الطاقة بأنواعها الكثيرة، والأشعة الشّمسيّة بأيّ

قدرٍ لا يشكل خطورةً على أيّ نوعٍ من أنواع الكائنات الحية، في حين يؤدي استخدام أيّ نوعٍ من أنواع الوقود إلى تلويث البيئة المحيطة بالكائنات الحية (هواء – ماء– تربة) (روزا علي ديب, 2019).

الطاقة الشمسية هي الحرارة التي تصل إلى كوكب الأرض نتيجة للتفاعلات التي تتم داخل الشمس، فالشمس هي مصدر الحياة على كوكب الأرض وهي المصدر الأساسي للطاقة التي تصلنا إلى الأرض. ونظراً لهذه الأهمية تم استغلال الطاقة الشمسية في عدة مجالات منها استخدامها لتحليه المياه، تسخين المياه.

الطاقة الشمسية تعتبر من الطاقات المتجددة التي لن تنتهي أبداً أو تقل مع استهلاك الإنسان لها. ومن الممكن تحويل هذه الطاقة إلى العديد من صور الطاقات الأخرى مثل تحويلها لطاقة حرارية أو طاقة كهربائية (. صالح حميد مهدى, 1986).

التقدم في تكنولوجيا الطاقة الشمسية مستمر لجعلها أكثر فاعلية من الناحية الاقتصادية، كما أن الانخفاض في تكلفة تركيب مستلزماتها، سيجعل تكلفة الطاقة الشمسية تستمر في الانخفاض لتصبح قريبة من تكلفة الكهرباء التقليدية أو المنتجة من الوقود الأحفوري. وهي أيضا متجددة أي أنها طاقة لا تنفذ، فهي مصدر طاقة طبيعي ويمكن استخدامه في توليد أشكال أخرى من الطاقة، فيمكننا استخدامها كوقود للسيارات كما يمكن استخدامها لتسخين الماء الصحي أو للتدفئة أو لتوليد الطاقة الكهربائية (. عبد المهدي طالب, 2001).

لهذا يجب السعي بجدية للاستفادة من هذه الطاقة الهائلة وبذل الجهود التكنولوجية والمالية على أبحاث الطاقة الشمسية وعلى تطوير منشآتها وخاصة في منطقتنا العربية التي تتمتع بأعلى فيض إشعاع شمسي في العالم حيث تصل كثافة الإشعاع الشمسي (W/m2 1000) (في منتصف النهار وبمتوسط (250 – 300 W m2) خلال

ساعات النهار أي ما يعادل تقريب (kwh/ m2 6) في اليوم JUI SHENG HSIEH, (1986).

تعتبر ليبيا واحدة من الدول الغنية بالموارد النفطية في العالم، حيث تعتمد بشكل كبير على صناعة النفط والغاز كمصدر رئيسي للدخل الوطني. والاعتماد المستمر على الوقود الأحفوري يشكل تحديات بيئية واقتصادية واجتماعية. يتطلب تحقيق الاستدامة البيئية والتنويع الاقتصادي والبحث عن بديل مستدام للوقود الأحفوري في ليبيا (بن حكومة وآخرون, 2020). كما تشهد ليبيا نمواً مستداما في الطلب على الطاقة، ويعتبر التحول إلى استخدام الطاقات المتجددة أمراً ضروريا لتلبية احتياجات الطاقة المتنامية والحد من التأثيرات البيئية السلبية، وتعد الطاقات المتجددة كالطاقة الشمسية والرياح والماء مصادر واحدة من الحلول المستدامة لتلبية الطلب المتزايد على الطاقة وتحقيق التنمية المستدامة في ليبيا (REAOL ,2021).

5.1- كيفية توليد الطاقة الشمسية.

تتولد الطاقة الشمسية من تفاعلات اندماجية تحدث في الشمس وينتج عنه اتحاد ذرات الهيدروجين بعضها مع بعض لتكوين عنصر الهيليوم، وهما المكونين الرئيسيين للشمس.. ويحصل تحول مستمر لأربع ذرات هيدروجين إلى ذرة واحدة من عنصر الهيليوم في تفاعل إندماجي ينتج عنه والفرق في الكتلة يتحول إلى طاقة حسب المعادلة الآتية (معادلة أينشتين) (. عبد المهدي طالب, 2001):

$$E= \Delta m. C^2$$

حيث إن: -

E- الطاقة المتولدة (j), Δ m - الفرق في الكتلة (Kg), C- سرعة الضوء (m/s).

إن كل 4 ذرات هيدروجين تنتج 26.7 ملي إلكترون فولت عند إندماجها.

5.1.1- الإشعاع الشمسي.

الإشعاع الشمسي يتكون من موجات كهرومغناطيسية تتراوح أطوالها ما بين 0.11 ميكرون إلى 3 ميكرونات. والواقع إن الإشعاع الشمسي يحتوي على موجات. من مجمل طاقة الطيف الشمسي، تكون الطاقات للأطوال الموجية القصيرة أكبر من طاقة الأشعة ذات الأطوال الموجية الطويلة حيث تتناسب طاقة الشعاع مع الطول الموجي تناسباً عكسياً. معظم طاقة الإشعاع الشمسي تفقد على سطح الغلاف الجوي للأرض قبل وصولها إلى السطح (. عبد المهدي طالب, 2001).

- **أنواع الإشعاع الشمسي.**

مما سبق يتضح أن هناك نوعين من الإشعاع الشمسي (عبد المهدي طالب رحمة، سلمان رشيد سلمان, 2001):

1- الإشعاع المباشر.

هو ذلك الجزء من الأشعة الشمسية التي تصل إلى سطح الأرض مباشرة ولاتتأثر بعوامل الامتصاص والانكسار (المركبة العمودية للضوء الساقط).

2- الإشعاع المنتشر.

هو ذلك الجزء من الإشعاع الشمسي الذي يصل الأرض بعد مروره بعوامل الانعكاس والانكسار (التشتت).

الإشعاع الكلي = الإشعاع المباشر + الإشعاع المنتشر.

5.1.2- أقسام الإشعاع الشمسي.

1- الثابت الشمسي.

هو كمية الطاقة الساقطة في وحدة الزمن (1353 واط/م^2) على وحدة مساحة متعامدة مع الإشعاع الشمسي وواقعة على سطح الغلاف الجوي المحيط بالكرة الأرضية،

يصل منها إلى سطح الأرض (800 – 1000 واط/م^2).

2- الطيف الشمسي.

هو جميع الترددات والأطوال الموجية التي تمثل الثابت الشمسي أو الطاقة الشمسية والساقطة على السطح وهي تمثل ثلاث مجالات هي:

(أ) الموجات القصيرة التي أطوالها أقل من A°3000

تغطى هذه الموجات الأشعة السينية وأشعه X والأشعة فوق البنفسجية والتي لا تصل إلى سطح الأرض وهي أشعة ذات طاقات عالية نسبياً.

(ب) الأشعة أو الطيف المرئي

بين 3000 – A°7000 ويمثل بحدود 40% من مجموع الطيف الشمسي وهو الجزء الذي نراه بالعين المجردة وهو متكون من سبعة ألوان كل لون يمثل طول موجي محدد وتزداد طاقة هذا الطيف بزيادة التردد أو انخفاض الطول الموجي.

(ج) الأطوال الموجية الطويلة.

هي الأطوال الموجية التي أطوالها أكبر من A°7000 وتمثل الأشعة تحت الحمراء. موجات الراديو هي موجات ذات طاقات قليلة يمكن إهمالها. تصل إلى الأرض كمية من الطاقة الشمسية أقل من قيمة الثابت الشمسي، وذلك بسبب انعكاس قسم من الإشعاع الشمسي أو امتصاصه أثناء عبوره الغلاف الجوي، وتتغير قيمة الثابت الشمسي على طول السنة حسب المسافة بين الأرض والشمس، وتتغير المسافة بين الشكل البيضوي لمدار الأرض حول الشمس وتشع الشمس طاقة بمعدل 3X3.85210 كيلو وات لكل متر مربع من مساحة سطحها. وتستقبل الأرض منها حوالي ^{14}10X0.45 كيلووات لكل متر مربع وهي أكبر من الطاقة التي تنتجها مجموع المولدات على الأرض بكل دول العالم بمختلف أنواعها وهي أكثر من حاجة الأرض

للطاقة (عبد المهدي طالب رحمة الله، سلمان رشيد سلمان, 2001).

5.1.3- الزوايا الشمسية.

لتحديد موقع الشمس بالنسبة لنقطة ما على سطح الأرض يجب معرفة الزاويتين (عبد المهدي طالب رحمة الله، سلمان رشيد سلمان, 2001):

1-زاوية ارتفاع الشمس.

هي الزاوية المحصورة بين الخط الواصل بين نقطة على سطح الأرض ومركز الشمس، والمستوى الأفقي الذي يمر في النقطة المذكورة على سطح الأرض.

2-زاوية السمت الشمسي.

هي الزاوية المحصورة بين الخط المار في النقطة على سطح الأرض والمتجه جنوباً، وبين المسقط الأفقي للخط الواصل بين النقطة على سطح الأرض والشمس.

5.1.4- أثر الغلاف الغازي على الإشعاع الشمسي.

إن للغلاف الغازي تأثيراً كبيراً على الإشعاع الشمسي وعلى الاحتفاظ بدرجة حرارة الجو بشكل مقبول. وأشعه X من الأشعة الكهرومغناطيسية بالإضافة لإشعاعات $\propto$ و β المتولدة من الانفجار النووي على الشمس التي تتميز فوتوناتها بأنها تحمل طاقة أكبر من طاقة الربط الكيماوية التي تربط بين جزئيات الأجسام الحيه، التي تؤدى إلى تدمير هذه الجزئيات, وحيث إن الغلاف الغازي المحيط بالأرض يتكون من مجموعة من الأغلفة التي تحيط بالأرض وتمنع وصول هذه الأشعة إلينا فهناك الغلاف المغناطيسي الذي يمنع مرور دقائق$\propto$ و β المشحونه إلى الغلاف الجوي وهناك طبقة الأوزون (O_3) الذي له القدرة على امتصاص الإشعاع الفوق بنفسجي، وكذلك هناك العديد من العوامل التي تساعد على امتصاص هذه الأشعة الشمسية ومنها بخار الماء وجزئيات الهواء وذرات الغبار والرمال العالقة في الجو والغيوم

وثاني أكسيد الكربون وتساعد هذه المكونات أيضاً في انعكاس أو انكسار هذه الأشعة. يؤثر الغبار العالق في الجو والغازات المعامل والملوثة للهواء في كمية الطاقة الشمسية التي تصل سطح الأرض حيث تسبب هذه الملوثات تشتت الضوء (Scattering) كما في حالة الغبار وقد تسبب في امتصاص هذه الطاقة كما في حالة ثاني أكسيد الكربون.

6- استغلال الطاقة الشمسية:

يمكن استغلال الطاق الشمسية بطريقتين رئيسيتين (عبد السلام حمودي العزاوي, 1995):

- **الطريقة الأولى.**

هو استغلال هذه الطاقة لطاقة حرارية تستخدم في التبريد والتدفئة وتجهيز الماء الساخن.

- **الطريقة الثانية.**

هو تحويل أشعة الشمس إلى طاقة كهربائية بواسطة استخدام الخلايا الشمسية.

6.1- مجالات استخدام الطاقة الشمسية.

6.1.1- أنظمة الطاقة الكهروضوئية.

تعتبر أنظمة الطاقة الكهروضوئية من أكثر طرق استخدام الطاقة الشمسية شيوعاً، وتعرف أيضاً بأنظمة الخلايا الشمسية وهي تنتج الكهرباء مباشرة من ضوء الشمس، عندما تتعرض الألواح الشمسية لأشعة الشمس تقوم هذه الخلايا بامتصاص الطاقة من ضوء الشمس، وتولد هذه الطاقة شحنات كهربائية تتحرك استجابة لمجال كهربائي داخلي في الخلايا مما يؤدى إلى تدفق الكهرباء. ويتكون هذا النظام من خلايا شمسية مصنوعة من مواد شبه موصله، وعندما تتعرض هذه المواد إلى أشعة

الشمس، فإن الطاقة الشمسية تحفز الإلكترونات الموجودة في ذرات هذه المواد للابتعاد عن الأنوية، مما يتسبب في حركتها خلال المادة شبه الموصلة، وبالتالي توليد الكهرباء التي يمكن استخدامها مباشرة أو تخزينها في بطاريات، وتسمى عملية تحويل أشعة الشمس (الفوتونات) إلى كهرباء (فولتية) بعطيه التأثير الكهروضوئي.

- **أنظمه الطاقة الشمسية المركزة.**

تعتمد أنظمة الطاقة الشمسية على استخدام المرايا والعدسات لتركيز كمية كبيرة من ضوء الشمس على منطقة صغيره، ثم تحول الطاقة الشمسية إلى حرارة، ويتكون نظام الطاقة الشمسية المركزة من 3 وحدات رئيسيه (عبد المهدي طالب واخرون, 2001) وهي كالتالي: -

1.المجال الشمسي.

يحول المجال الشمسي الطاقة الشمسية إلى طاقة حرارية.

2.خزان الحرارة:

يعمل على تخزين الطاقة الحرارية باستخدام الملح المصهور كوسيله لتخزين الحرارة.

3.وحدة إنتاج الطاقة.

تولد الطاقة الكهربائية في هذه الوحدة باستخدام توربينات بخاريه تعمل على البخار الناتج من الطاقة الشمسية.

7- أهم التحديات التي تواجه استخدام الطاقة الشمسية:

على الرغم من المزايا العديدة التي تتمتع بها الطاقة الشمسية كأفضل المصادر المتجددة وفرة، إلا أنها تواجه تحديات تتعلق بالقدرة على تخزينها، فطاقة الشمس لا تتوفر في جميع الأوقات مثل أوقات الليل أو الأوقات الغائمة والممطرة خاصة في فصل الشتاء. لذا، تظل الحاجة المستمرة إلى تطوير تقنيات التخزين الآمن للطاقة

الشمسية لزيادة الاعتماد عليها.

8- الطاقة الشمسية في ليبيا:

تعتبر ليبيا من أوفر الدول حظا من الأشعة الشمسية التي تمثل إحدى الأكثر ثروات الطبيعية التي يجب الاستفادة منها في توفير الطاقة، حيث تقدر الأشعة الساقطة على ليبيا بحوالي 2000 كيلو وات ساعة/ م^2 سنويا ونتيجة لكبر مساحة ليبيا ووقوع بعض القرى في مناطق نائية وجب استغلال الطاقة الشمسية في هذه المجمعات النائية، كما أن ليبيا تمتلك مركز بحوث الطاقات المتجددة من بين أربعة مراكز بالدول العربية للطاقات المتجددة، الذي يقوم بنشر الوعي بضرورة استخدام الطاقة الشمسية بين المواطنين بغية إدخال وإدماج هذه التقنية في الحياة المدنية بليبيا لأنها تمثل طاقة إشعاعية هائلة كما هو معدلات الإشعاع الشمسي الساقط على بعض المحطات الليبية (البراني والمسماري، 2019) (فؤاد سياله، محمود عبد الرحمن, 1995).

جدول 1. معدلات الإشعاع الشمسي في بعض المحطات الليبية (وات/م^2/ يوم) (مصطفى بن حكومة وآخرون, 2023)

المدينة	معدل الإشعاع الشمسي	المدينة	معدل الإشعاع الشمسي
بنينة	209	الجغبوب	241
طبرق	210	غدامس	237
سرت	200	جالو	230
طرابلس	208	هون	244
سبها	243	غات	232
القريات	228	نالوت	205
الكفرة	253		

هذه الكمية الهائلة متوسطها 222 وات/م 2 في اليوم، ما يعني أن جملة ما تستقبل

ليبيا 3.5 × 1510 = 3.5 ملايين مليار كيلو وات/ساعة سنويا أو ما يفوق 100 ألف مرة من جملة احتياجات ليبيا المقدرة والمتوقعة لسنة 2030 من الطاقة. إلى جانب الكميات المذكورة من الإشعاع، تحتل ليبيا إحدى التراتيب الأولى في امتلاكها مادة السيليكات الداخلة في تصنيع الخلايا الشمسية وبإمكانها إن تكون من الدول المصدرة لهذه المادة بعد التصنيع أو بيعها كمواد خام، وما يجعلها الأكثر نجاحا لامتلاك ليبيا لمساحات واسعة من النطاق السريري المنبسط لإقامة محطات توليد الطاقة الشمسية (العريضي بالنور, 2019).

9- النتائج والتوصيات:

9.1- النتائج.

1.. تعد الطاقات المتجددة عاملاً مهما في الحفاظ على البيئة والنهوض بأبعاد التنمية المستدامة وبديلاً مستداما للطاقة الأحفورية.

2. تنعم ليبيا بموارد طبيعية غنية للطاقات المتجددة مثل الطاقة الشمسية والرياح والطاقة الهيدروليكية. تلك لموارد توفر فرصًا كبيرة لتوليد الكهرباء بطرق مستدامة ونظيفة.

3. تعتمد ليبيا بشكل كبير على الوقود الأحفوري لتلبية احتياجاتها الطاقوية في الوقت الحالي، وبالتالي، فإن الاستثمار في الطاقات المتجددة يمكن أن يقلل من الاعتماد على الوقود الأحفوري ويحقق استقلالية أكبر في مجال الطاقة.

4. تسعى ليبيا إلى تنويع مصادر الطاقة والانتقال إلى نموذج طاقوي أكثر استدامة ونظافة، وتعتبر الاستثمار في الطاقات المتجددة فرصة لتحقيق هذا التنويع وتعزيز الأمن الطاقوي والحد من الانبعاثات الضارة.

5. إمكانية الاستثمارات في الطاقات المتجددة فرص ا لتلبية الطلب المتزايد على

الكهرباء.

6. الاستثمار في الطاقات المتجددة بليبيا يقتصر على بعض المناطق النائية أو الصحراوية في تزويدها بالكهرباء من الطاقة الشمسية.

9. الاستقرار الأمني والسياسي يعدان أحد أهم التحديات التي تحد من فرص الاستثمار في الطاقات المتجددة في ليبيا.

10. وأن عدم وجود تشريعات واضحة لتشجيع استخدام مجال الطاقات المتجددة وتوفير المناخ الملائم للاستثمار.

11. عدم وجود خطط فعلية ومدروسة بشكل جيد لاستخدام الطاقة المتجددة في ليبيا في المستقبل القريب.

9.2- التوصيات.

1. يجب الاهتمام بالطاقات المتجددة في ليبيا للحفاظ على البيئة والحصول الطاقات المستدامة غير النبضة.

2. يجب سن تشريعات واضحة لتشجيع استخدام مجال الطاقات المتجددة وتوفير المناخ الملائم للاستثمار لهذه الطاقات لأهميتها في تحقيق التنمية الاقتصادية والاجتماعية والبيئية.

3. تشجيع التوجه ودعم مشاريع الاستثمار في مجال الطاقات المتجددة من أجل وضع أسس للتنمية المستدامة في ليبيا.

4. تعزيز الوعي والمعرفة باستخدام تكنولوجيا الطاقات المتجددة.

5. القيام بالأبحاث والدراسات العلمية في مجال الطاقات المتجددة.

6. تدريب العاملين على تكنولوجيا الطاقات المتجددة.

المراجع العربية:

1- أحمد سليمان, 2024. سلسلة كتيبات تعريفية، صندوق النقد الوطن العربي، العدد 55, 36 ورقة.

2- البراني، عبد الفتاح مسعود، والمسماري، نجاة إبراهيم (2019). أضواء على الطاقة المتجددة في ليبيا: رؤية استشرافية، مركز بحوث ودراسات الطاقة الشمسية، بنغازي، ليبيا.

3- العريضي، سالم مسعود، وبالنور، مجدي سالم وعتيقة مصباح إبراهيم، (2019). مصدر متجدد لمشروعات الطاقة: دراسة تحليلية، مركز دراسات الطاقة، المؤسسة الوطنية للنفط، ليبيا.

4-. بن حكومة مصطفى أحمد، وبن رابعة، مصباح علي، القماطي، مسعود حسن. (2020). مشاريع الطاقة في ليبيا: دراسة تحليلية على مشاريع قطاع النفط من البريقة حتى مليته، تقرير مقدم إلى المجلس الوطني للتخطيط الاقتصادي الليبي.

5- زواوية أحلام, 2019. دور اقتصاديات الطاقات المتجددة في تحقيق التنمية الاقتصادية المستدامة في الدول المغاربية: دراسة مقارنة بين الجزائر، المغرب، اقتصاديات الطاقات المتجددة الدول المغاربية، جامعة فرحات عباس- سطيف- كلية العلوم الاقتصادية والعلوم التجارية وعلوم التسيير، مذكرة مقدمة كجزء من متطلبات نيل شهادة الماجستير في إطار مدرسة الدكتوراه في العلوم الاقتصادية وعلوم التسيير.272.

6 - روزا علي ديب, 2019. الاستفادة من الطاقة الشمسيّة في تحسين مردود محطّات توليد الطّاقة المركّبة (بخاريّة -غازيّة) لإنتاج الطاقة الكهربائية ماجستير- قسم هندسة التصميم والإنتاج-كلية الهندسة الميكانيكية والكهربائية -جامعة تشرين-

اللاذقية– سورية. العلوم الهندسية، المجمد (41) العدد (1).

7- ريدة كافي، الطاقات المتجددة ودورها في الاقتصاد وحماية البيئة د ا رسالة الجزائر، أطروحة دكتوراه غير منشورة، كلية العلوم الاقتصادية وعلوم التسيير، قسم العلوم الاقتصادية، جامعة باجي مختار عنابة، الجزائر، 2015، ص 69.

8– عبد المهدي طالب رحمة الله، د. سلمان رشيد سلمان. 2001. مصادر الطاقة – جامعة بغداد. ص197.

9– صالح حميد مهدى. 1986. الطاقة الشمسية – مديرية التطوير القتالى – الطبعة الأولى، ص225.

10– عبد السلام حمودي العزاوي, الطاقة والمباني. 1996. الطبعة الأولى، دار مجدلاوي، عمان، الأردن. ص322.

11 – فؤاد سياله، م. محمود عبد الرحمن. 1995. التخطيط لتنمية الطاقة الشمسية في ليبيا، مركز دراسات الطاقة الشمسية، طرابلس– ليبيا. ص 140.

12– مصطفى أحمد بن حكومة، أبوعجيلة ونيس عمر، عمران عون الله ميلاد، عبد السلام صالح عبد السلام.2023. مستقبل الطاقات المتجددة في ليبيا وأثرها في تحقيق التنمية المستدامة: دراسة استشرافية تحليلية. مجلد 2.، ص186-172.

المراجع الأجنبية:

1- Francois Vuille et Autres, 2015, Comprendre la Transition Energétique : 100 Questions Brulantes , 100 Réponses la Tete Froide, Presses Polytechnique et Universitaires Romandes, Lausanne, Suisse, , P217

2- JUI SHENG HSIEH. 1986. Solar Energy Engineering, Prentice-Hall, Englewood Cliffs New Jersey Institute of Technology, P 417

3- Renewable Energy Authority of Libya (REAOL), (2021), Renewable Energy Statistics Report