ورقة بحثية بعنوان

التحوّل إلى استخدام الطاقة الشمسية في القطاع الزراعي في ولاية نهر النيل وأثاره الاقتصادية والبيئية

دراسة تطبيقية علي شمال محلية المتمة – (السودان)

د. عمر أحمد الزاكي صالح*
Email:Omerelzaki20@gmail.com

Research Paper Entitled

Transitioning to Solar Energy in the Agricultural Sector: Economic and Environmental Impacts in Northern Al-Matamma Locality, River Nile State, Sudan

Dr. Omer Ahmed Elzaki Salih

المستخلص :

تناولت هذه الدراسة التحوّل إلى استخدام الطاقة الشمسية في القطاع الزراعي في ولاية نهر النيل وآثاره الاقتصادية والبيئية: دراسة تطبيقية على شمال محلية المتمة (السودان) حتي منصف العام 2026م . هدفت الدراسة إلى التعرّف على أسباب التحوّل إلى استخدام الطاقة الشمسية، وأنماط استخدامها في قطاع الزراعة ، والتعرّف على مدى إسهامها في تلبية الاحتياجات الحالية بوصفها بديلًا للطاقة الكهربائية وطاقة الوقود. كما هدفت إلى معرفة الأثر البيئي للتحوّل إلى الطاقة الشمسية من خلال الحد من الانبعاثات الغازية، والتعرّف على التحديات والمعوقات التي تواجه هذا التحوّل في منطقة الدراسة.

اتبعت الدراسة عددًا من المناهج والأساليب والأدوات للوصول إلى بيانات موثوقة، جرى تحليلها لاختبار الفرضيات وتحقيق أهداف الدراسة. وقد اعتمدت على المنهجين الوصفي والتحليلي في جمع البيانات والمعلومات المتعلقة بموضوع الدراسة ووصفها وتحليلها، بهدف الوصول إلى تعميمات علمية ومنطقية يمكن الاعتماد عليها.

توصلت الدراسة إلى عدد من النتائج، من أهمها أن استخدام الطاقة الشمسية في الأنشطة الاقتصادية يتركز بنسبة مرتفعة جدًا في النشاط الزراعي، الذي يعتمد بصورة كبيرة على الاستثمارات والملكية الخاصة. كما أظهرت النتائج أن الطاقة الشمسية تُعد مصدرًا نظيفًا للطاقة من حيث تأثيرها البيئي، وتسهم في تحسين جودة الهواء في المناطق الحضرية والريفية على حد سواء، من خلال الحد من الانبعاثات والملوثات البيئية.

وخرجت الدراسة بعدد من التوصيات، من أبرزها ضرورة تعزيز الاستثمار في القطاع الزراعي من خلال التوسع في استخدام الطاقة الشمسية، لما حققته من نجاح ملموس في دعم الإنتاج الزراعي. كما أوصت بتنفيذ سياسات الإعفاءات الجمركية لمعدات الطاقة الشمسية، وتوفير القروض الميسرة والتسهيلات الائتمانية بشروط مناسبة ومشجعة، إلى جانب دعم الإنتاج الصناعي لوحدات الطاقة الشمسية

*استاذ مساعد، قسم الجغرافيا ، كلية الآداب، جامعة شندي ،شندي،السودان

وتشجيع الاستثمارات الوطنية في هذا المجال، بما يسهم في تعزيز التنمية الاقتصادية وتحقيق الاستدامة البيئية.

الكلمات المفتاحية : الطاقة الشمسية - محلية المتمة - الطاقة المتجدده - فترة الاسترداد

Abstract

This study investigates the transition to solar energy use in the agricultural sector in River Nile State and its economic and environmental impacts through an applied study of the northern part of Al-Matamma Locality, Sudan, covering the period up to the middle of 2026. The study aimed to identify the main drivers of the transition to solar energy, examine its patterns of use in the agricultural sector, and assess its contribution to meeting current energy demands as an alternative to grid electricity and fossil fuels. It also sought to evaluate the environmental impacts of this transition, particularly its role in reducing greenhouse gas emissions and environmental pollution, while identifying the major challenges and constraints hindering the wider adoption of solar energy in the study area.

The study employed a combination of research methods, approaches, and data collection tools to obtain reliable data for hypothesis testing and the achievement of the research objectives. Both descriptive and analytical methods were adopted to collect, describe, and analyze the relevant data, enabling the development of scientifically sound and logically supported conclusions.

The findings revealed that the use of solar energy in economic activities is overwhelmingly concentrated in the agricultural sector, which relies heavily on private ownership and investment. The results further demonstrated that solar energy is a clean and environmentally sustainable energy source that contributes to improving air quality in both urban and rural areas by reducing greenhouse gas emissions and other environmental pollutants.

Based on these findings, the study recommends strengthening investment in the agricultural sector through the wider adoption of solar energy, given its proven contribution to enhancing agricultural productivity. It also recommends implementing customs duty exemptions for solar energy equipment, providing concessional loans and favorable credit facilities, supporting domestic manufacturing of solar energy technologies, and encouraging national investment in the renewable energy sector. These measures would contribute to promoting economic development and achieving long-term environmental sustainability.

Keywords: Solar Energy; Agricultural Sector; Economic Impacts; Environmental Impacts; Sustainable Development; River Nile State; Al-Matamma Locality;

مقدمة:

تُعدّ الطاقة أحد المرتكزات الأساسية لتحقيق التنمية الاقتصادية والاجتماعية، إذ ترتبط ارتباطًا وثيقًا بمستويات الإنتاج، وتحسين جودة الحياة، ودعم الأنشطة الاقتصادية والخدمية. ومع تزايد الطلب العالمي على الطاقة، وما صاحب ذلك من استنزاف لمصادر الطاقة الأحفورية وارتفاع الانبعاثات الملوِّثة للبيئة، برزت الطاقة المتجددة كخيار استراتيجي لا غنى عنه لتحقيق التنمية المستدامة، لما تتميز به من الاستمرارية، وانخفاض الأثر البيئي، والمساهمة في دعم الأنشطة الاقتصادية والخدمية.

يعاني العديد من مناطق السودان، ومنها ولاية نهر النيل، من أزمات في إمدادات الطاقة الكهربائية، خاصة خلال السنوات الأخيرة التي شهدت البلاد فيها حروبًا أدت إلى تدمير متكرر لمحطات إنتاج الطاقة الكهربائية الرئيسية، الأمر الذي انعكس سلبًا على استمرارية تشغيل هذه المحطات، وأثّر بالتالي على مختلف القطاعات التي تعتمد عليها، سواء كانت قطاعات إنتاجية أو تجارية أو سكنية أو خدمية. كما أسهم ارتفاع أسعار البترول عالميًا في تعزيز التوجه نحو مصادر الطاقة المتجددة، وأصبحت الطاقة الشمسية خيارًا استراتيجيًا مهمًا. وتتمتع ولاية نهر النيل بموارد شمسية كبيرة بفضل موقعها الجغرافي، مما يجعلها بيئة ملائمة لتطبيق مشروعات الطاقة الشمسية على نطاق واسع.

أهداف الدراسة:

1. التعرّف على أسباب التحول إلى استخدام الطاقة الشمسية في محلية المتمة، واستخداماتها في الأنشطة الاقتصادية، ومدى إسهامها في تلبية الاحتياجات الحالية بوصفها بديلًا للطاقة الكهربائية وطاقة الوقود.
2. معرفة الأثر البيئي للتحوّل إلى الطاقة الشمسية من حيث تقليل الانبعاثات الغازية والحد من التلوث البيئي الناتج عن استخدام الوقود البترولي.
3. التعرّف على التحديات والمعوقات التي تواجه التحوّل إلى الطاقة الشمسية في منطقة الدراسة.
4. اقتراح حلول وتوصيات عملية تسهم في دعم وتوسيع استخدام الطاقة الشمسية وتعزيز دورها في تحقيق التنمية المستدامة في منطقة الدراسة.

مشكلة الدراسة:

تواجه ولاية نهر النيل بصفة عامة، ومنطقة شمال محلية المتمة بصفة خاصة، مشكلات تتعلق باستقرار الخدمات واستمراريتها نتيجة الاعتماد على مصادر الطاقة التقليدية (البترول والطاقة الكهربائية العامة)، التي تتأثر بارتفاع أسعار الوقود وانقطاعه احيانا ومشكلات الإمداد الكهربائي والانقطاعات المتكررة له ولساعات طويلة. وقد برزت الطاقة الشمسية كبديل يمكن أن يسهم في دعم الخدمات وتحسين كفاءتها واستقرارها.

ومن هنا تتمثل مشكلة الدراسة في التعرف على مدى إسهام التحول إلى الطاقة الشمسية في تحقيق فوائد اقتصادية تتمثل في استدامة الإنتاج، وخفض تكاليف الطاقة، وتحسين كفاءة استخدامها، إضافة إلى تحديد آثارها البيئية من حيث الحد من التلوث وتقليل الاعتماد على مصادر الطاقة التقليدية، مع الوقوف على التحديات التي تواجه هذا التحول وإمكانية تعزيزه مستقبلًا في منطقة الدراسة.

تساؤلات الدراسة: تسعى هذه الدراسة للإجابة عن التساؤلات الآتية

ما الإمكانات الطبيعية المتاحة لاستخدام الطاقة الشمسية في ولاية نهر النيل، وما مدى انتشارها في قطاع الإنتاج الزراعي؟

1- إلى أي مدى أسهم استخدام الطاقة الشمسية في تحقيق فوائد اقتصادية وخفض تكاليف الطاقة المستخدمة في قطاعات الإنتاج المختلفة بمنطقة الدراسة؟
2- ما الأثر البيئي المترتب على التحول إلى الطاقة الشمسية في ولاية نهر النيل، خاصة فيما يتعلق بتقليل التلوث والانبعاثات الغازية؟
3- ما أبرز التحديات والمعوقات التي تواجه التوسع في استخدام الطاقة الشمسية بالولاية؟

فرضيات الدراسة:

1. يُعد ارتفاع أسعار البترول والانقطاع المتكرر للطاقة الكهربائية من أهم أسباب التحول إلى استخدام الطاقة الشمسية في القطاع الزراعي بمنطقة الدراسة .
2. قاد التوسع في استخدام الطاقة الشمسية الي تحسين الاوضاع الاقتصادي لأصحاب المشروعات الزراعية مستخدمي الطاقة الشمسية.
3. يؤدي استخدام الطاقة الشمسية إلى تقليل التلوث البيئي الناتج عن احتراق الطاقة الأحفوريه الوقود الأحفوري البترولي.
4. توجد معوقات متعددة تواجه استخدام الطاقة الشمسية في منطقة الدراسة وتحد من انتشارها بصورة واسعة.

أهمية الدراسة:

تنبع أهمية هذه الدراسة من تناولها إحدى القضايا التنموية المعاصرة ذات الأبعاد البيئية والاقتصادية والاجتماعية، خاصة في ظل الانقطاعات المتكررة للطاقة الكهربائية خلال الفترة الأخيرة، والتي أثرت بصورة كبيرة على قطاعات الخدمات والإنتاج في ولاية نهر النيل عامة ومحلية المتمة خاصة. وتتمثل أهمية الدراسة فيما يأتي:

1. إبراز دور الطاقة الشمسية في تعزيز ودعم الإنتاج الزراعي في المناطق التي تعاني من عدم استقرار التيار الكهربائي وندرة الوقود وارتفاع تكلفة.
2. توضيح إسهام الطاقة الشمسية في الحد من التلوث البيئي وتقليل الانبعاثات الغازية الناتجة عن استخدام الوقود، بما يدعم جهود حماية البيئة.
3. بيان الأثر الإيجابي للطاقة الشمسية في خفض تكاليف التشغيل بالمشروعات الزراعية وتقليل الاعتماد على مصادر الطاقة التقليدية مرتفعة التكلفة.

4. تمثل الدراسة إضافة معرفية في مجال أبحاث الطاقة المتجددة، وتوفر قاعدة بيانات يمكن الاستفادة منها في الدراسات المستقبلية المتعلقة بتطوير واستخدام مصادر الطاقة المتجددة.

مناهج الدراسة:

كلمة "منهج" مشتقة من كلمة نهج أي سلك طريقًا، ومنهج تعني طريق.

((يعني المنهج إتباع خطوات محددة بشكل منطقي متتابع لدراسة المشكلة وجمع المعلومات حولها باستخدام أدوات معينة، ومن ثم القيام بعرض المعلومات وتحليلها وتفسيرها واستنتاج الحقائق منها.

إذاً، لكي يصل الباحث إلى تحقيق الهدف من الدراسة لا بد من إتباع منهج، عليه يمكن تعريف المنهج كما يلي: هو القانون أو النظام الذي يحدد محاولة الباحث لدراسة مشكلة معينة ويعني إتباع وسائل وأساليب محددة لجمع البيانات وتنظيمها وعرضها وتحليلها واستنتاج الحقائق منها))[1]

اعتمدت الدراسة على عدد من المناهج، من أهمها:

المنهج الوصفي:

استُخدم المنهج الوصفي في وصف الظواهر من خلال جمع البيانات والمعلومات وتنظيمها وتحليلها وتفسيرها، بما يساعد على فهم الواقع والكشف عن العلاقات والارتباطات بين الظواهر المختلفة.

المنهج التحليلي:

استُخدم هذا المنهج في جمع البيانات والمعلومات المتعلقة باستخدام الطاقة الشمسية وتنظيمها وتحليلها وتفسيرها، بهدف الكشف عن العلاقات والاتجاهات المرتبطة بموضوع الدراسة، والوصول إلى تعميمات علمية ومنطقية تسهم في تفسير الظاهرة المدروسة وتقديم نتائج وتوصيات تساعد في معالجة مشكلة الدراسة وتحقيق أهدافها.

مصادر جمع المعلومات:

أولًا: المصادر الثانوية:

وتشمل الكتب والمراجع والتقارير والدراسات السابقة ذات الصلة بموضوع الدراسة، بالإضافة إلى الرسائل الجامعية.

ثانيًا: المصادر الأولية:

وتتمثل في الدراسة الميدانية، وتشمل الاستبيان والملاحظة.

أساليب الدراسة وأدواتها:

[1] عبد الرشيد بن عبد العزيز حافظ، *اساسيات البحث العلمي*(مطابع جامعة الملك عبدالعزيز،2012) ص18

استخدمت الدراسة عددًا من الأساليب والأدوات لجمع البيانات والمعلومات المتعلقة بموضوعها، من أهمها:

- إجراء المسوحات الميدانية واستخدام اسلوب المعاينة الاحصائية بتوزيع استبيان إحصائي واجراء مسح شامل على جميع قرى منطقة الدراسة بهدف الحصول على بيانات إحصائية لاعداد انظمة الطاقة الشمسية المستخدمة في القطاع المختلفة بما في ذلك القطاع الزراعي.
- تم تحديد حجم العينة المناسب بتحديد 250 وحدة زراعية بما يعادل تقريباً20% من حجم المجتمع الكلي
- تم اختيار العينة عن طريق العينة العشوائية الطبقية التناسبية (Proportionate Stratified[1] Random Sampling). وذلك لأن الوحدات موزعة على مناطق تختلف كثيرًا في الحجم (بين 9 وحدات إلى 193 وحدة)
- اعتبر كل منطقة طبقة (Stratum) مستقلة .
- تم اختيار عدد من الوحدات من كل منطقة يتناسب مع حجمها .
- تم اختيار الوحدات داخل كل منطقة عشوائيًا.
- تم توزيع العينة تناسبيًا باستخدام معادلة كرجسي ومورجان(Krejcie & Morgan) في تحديد عدد عينات كل منطقة :تُحسب عينة كل منطقة وفق المعادلة:

$$ni = \frac{Ni}{N} \times n$$

حيث:

Ni = عدد العينة في المنطقة .

- N =المجتمع الكلي .
- n =حجم العينة .

الدراسات السابقة :

1- الدراسة الأولى (مبارك 2022)[2]: بعنوان(تحسين عمل الخلايا الشمسية السيلكونية)تناولت الدراسة تحسين عمل الخلايا الشمسية السيلكونية وحساب الاشعاع الشمسي في مدينة الخرطوم، هدفت الدراسة الى سبل تحسين عمل الخلايا الشمسية السيلكونية. نبعت مشكلة الدراسة من الحوجة الشديدة

[1] يتم توزيع الاعداد الخاصة بكل طبقة ضمن العينة وفقاً لنسبة عدد وحدات المعاينة في تلك الطبقة

[2]- **عثمان زكي مبارك** ، *تحسين عمل الخلايا الشمسية السيلكونية* (مجلة العلوم الانسانية والطبيعية2022م) ص32

لاستخدام الطاقة الشمسية وتطوير عمل الخلايا الشمسية السيلكونية، تبرز أهمية الدراسة من ان الطاقة الشمسية طاقة متوفرة وخالية من الآثار السالبة، تم استخدام المنهج التجريبي لإجراء الدراسة. توصلت الدراسة الى عدة نتائج أهمها ان الطاقة الناشئة من الخلايا الشمسية طاقة خالية من الآثار السلبية ويمكن تحسين عمل الخلايا الشمسية،. توصي الدراسة بمزيد من البحث في العلاقة بين كفاءة الخلية وزاوية الميلان.

2- **الدراسة الثانية** (Abubaker Younis.et.al **2022**)[1] : بعنوان (التحليل الاقتصادي لأنظمة الطاقة الشمسية الكهروضوئية الموزعة في السودان). هدفت الدراسة إلى تقييم الجدوى الاقتصادية لأنظمة كهروضوئية خارج الشبكة، سواء المزودة بوحدات تخزين أو غير المزودة بها، مع تطبيق التحليل على الخرطوم الكبرى. وأظهرت النتائج أن تكلفة النظام تبلغ نحو 1.6 دولار/واط للأنظمة المزودة بالبطاريات، و1.2 دولار/واط للأنظمة المتصلة بالشبكة، إلا أن انخفاض تعرفة الكهرباء المحلية يحول دون تحقيق جدوى اقتصادية من حيث استرداد التكلفة الاستثمارية. وأوصت الدراسة بضرورة تبني سياسات وطنية داعمة للطاقة الشمسية الموزعة وتسهيل الاستثمار فيها لتعزيز دورها في سد فجوة الإمداد الكهربائي ودعم التنمية المستدامة.

3/**الدراسة الثالثة** (جمال الدين 2022م)2:جاءت بعنوان(كفاءة إستخدام الطاقة الشمسية فى الإنتاج النباتى بمناطق المليون ونصف المليون فدان (دراسة حالة واحة الفرافرة) إستهدفت الدراسة كفاءة إستخدام الطاقة الشمسية فى الإنتاج النباتى بمناطق المليون ونصف المليون فدان بواحة الفرافرة، ودراسة مشكلة إرتفاع تكاليف إستخدام الرى بطاقة الديزل فى الإنتاج النباتى والتحول إلى إستخدام الطاقة الشمسية،و تقدير التكلفة البيئية لإستخدام أنظمة الرى فى الإنتاج النباتى، والتعرف على أهم مشاكل إستخدام الطاقة الشمسية .توصل الدراسة إلى مجموعة من النتائج أهمها إنخفاض تكاليف الرى بإستخدام الطاقة الشمسية بمحاصيل عينة الدراسة مقارنةً بالرى بطاقة الديزل، إرتفاع صافى العائد فى حالة الرى بالطاقة الشمسية مقارنةً بطاقة الديزل بعينة الدراسة ،كما أدى إستخدام الطاقة الشمسية فى الإنتاج إلى إنخفاض كمية إنبعاث ثانى أكسيد الكربون عن حالة إستخدام طاقة الديزل ، مما أدى إلى إنخفاض التكلفة البيئية لمعالجة هذه الملوثات .وتمثلت أهم التوصيات فى زيادة التسهيلات الممنوحة للمستثمرين للحصول على

---

[1] -Abubaker Younis et al, Economic Analysis and Policy-Related Recommendations to Promote Distributed Solar Photovoltaic Systems in Sudan - ENGINEERING JOURNAL UofKEJ Vol. 12 Issue 1 2022 ,pp. 17

[2] جمال الدين ابراهيم -*كفاءة إستخدام الطاقة الشمسية فى الإنتاج النباتى بمناطق المليون ونصف المليون فدان دراسة حالة واحة الفرافرة* Journal of the Advances in Agricultural Researches (JAAR) Volume 27, Issue 2 -2022,pp 103

قروض إستخدام الطاقة الشمسية للإنتاج النباتى،و تنفيذ مجموعة من الندوات الإرشادية عن الطاقة الشمسية لزيادة مساحة الوعى والمعرفة بين المستثمرين.

التعقيب على الدراسات السابقة:

أظهرت الدراسات السابقة أهمية الطاقة الشمسية باعتبارها أحد أهم مصادر الطاقة المتجددة القادرة على المساهمة في تحقيق التنمية المستدامة والحد من الآثار السلبية لمصادر الطاقة التقليدية. وقد ركزت تلك الدراسات على الجوانب الاقتصادية والبيئية، ودورها في تحسين كفاءة استخدام الطاقة في مختلف القطاعات الإنتاجية والخدمية.

وأشارت نتائج الدراسات إلى أن التحول إلى الطاقة الشمسية يسهم في خفض تكاليف التشغيل على المدى الطويل، وتقليل الاعتماد على الوقود والكهرباء العامة، وتحسين كفاءة استخدام الطاقة، مما ينعكس إيجابًا على الأنشطة الاقتصادية المختلفة. كما أكدت أن الطاقة الشمسية تمثل خيارًا اقتصاديًا مجديًا في المناطق التي تتمتع بمعدلات مرتفعة من الإشعاع الشمسي، خاصة في الدول النامية.

أما الدراسة الحالية فقد ركزت على أن استخدام الطاقة الشمسية يسهم في استمرارية توفير الطاقة، ومن ثم تحقيق استدامة الإنتاج وتحسين العائد الاقتصادي للنشاط الزراعي، فضلًا عن دوره في خفض انبعاثات الغازات وتقليل مستويات التلوث البيئي الناتج عن استخدام الوقود التقليدي. كما أوضحت الدراسة وجود عدد من التحديات التي تواجه التوسع في استخدام الطاقة الشمسية، من أبرزها ارتفاع التكلفة الأولية للأنظمة، وضعف التمويل، والحاجة إلى سياسات داعمة وقروض ميسرة تسهم في تعزيز التوسع المستقبلي في هذا المجال.

الطاقة المتجددة:

تُعرَّف الطاقة المتجددة بأنها الطاقة المستمدة من مصادر طبيعية تتجدد باستمرار ولا تنضب على المدى الطويل، مثل الطاقة الشمسية، وطاقة الرياح، والطاقة الكهرومائية، وطاقة الكتلة الحيوية، والطاقة الحرارية الأرضية. وقد حظيت هذه المصادر باهتمام متزايد من قبل الدول والمنظمات الدولية نظرًا لدورها الفاعل في تنويع مزيج الطاقة، وتعزيز أمن الطاقة، وتقليل الاعتماد على الوقود الأحفوري، إضافة إلى مساهمتها في تحقيق أهداف التنمية المستدامة التي أقرتها الأمم المتحدة، ولا سيما الهدف السابع المتعلق بضمان حصول الجميع على طاقة نظيفة وبأسعار ميسورة[1]

[1]– مي موسى سليمان ،*اقتصاديات الطاقة المتجددة وعلاقتها بالتنمية المستدامة في السودان: للفترة 2010 – 2020*- مجلة العلوم الاقتصادية والإدارية والقانونيةالمجلد (6)، العدد (11): 2022 م ص172

الطاقة الشمسية:(Solar Energy) تصنَّف الطاقة الشمسية ضمن مصادر الطاقة المتجددة، وهي الطاقة المستمدة من الإشعاع الشمسي التي يتم تحويلها إلى طاقة كهربائية أو حرارية قابلة للاستخدام. وتمتاز بكونها مصدرًا نظيفًا ومتجددًا وغير قابل للنضوب على المدى الطويل.

وتأتي الطاقة الشمسية في مقدمة مصادر الطاقة المتجددة من حيث الوفرة وسهولة الاستغلال، إذ تعتمد على تحويل الإشعاع الشمسي إلى طاقة كهربائية أو حرارية باستخدام تقنيات متطورة، مثل الخلايا الكهروضوئية والمجمعات الشمسية الحرارية. كما تتميز بانخفاض تكاليف تشغيلها على المدى الطويل، ومرونة استخدامها، وإمكانية تطبيقها في المناطق الحضرية والريفية على حد سواء، مما يجعلها خيارًا مناسبًا للدول النامية التي تعاني من فجوات في الإمداد الكهربائي[1]

وقد شهدت تقنيات الطاقة الشمسية تطورًا ملحوظًا خلال العقود الأخيرة، انعكس في زيادة كفاءتها وانخفاض تكاليفها، الأمر الذي عزز من انتشارها عالميًا وأسهم في دمجها ضمن السياسات الوطنية للطاقة في العديد من الدول. كما تلعب الطاقة الشمسية دورًا مهمًا في دعم التنمية الاقتصادية من خلال خلق فرص عمل جديدة، وتحفيز الاستثمارات، وتحسين فرص الحصول على الطاقة، خاصة في المناطق النائية وغير المخدومة بالشبكات التقليدية.

أهمية الطاقة الشمسية:

تنبع أهمية الطاقة الشمسية من كونها أحد أهم مصادر الطاقة المتجددة في القرن الحادي والعشرين، نظرًا لقدرتها على المساهمة في مواجهة مشكلة نضوب مصادر الطاقة الأحفورية، والحد من الآثار البيئية السلبية الناتجة عن استخدامها، مثل التلوث البيئي وارتفاع درجات حرارة الأرض والتغيرات المناخية المصاحبة لذلك.

ولذلك تتجه جهود العديد من الدول نحو الاستثمار في الطاقة الشمسية، وتخصيص الموارد المالية اللازمة لتطوير التقنيات والبحوث المتعلقة باستغلالها بوصفها أحد أهم مصادر الطاقة البديلة للنفط والغاز. وقد حظي مجال تحويل الطاقة الشمسية إلى كهرباء، المعروف باسم الخلايا الكهروضوئية(Photovoltaic) ، بالنصيب الأكبر من الدراسات والتطبيقات العملية، لما يتمتع به من إمكانات كبيرة في توفير الطاقة الكهربائية بصورة مستدامة.ويُعد هذا المصدر من الطاقة أحد أهم الآمال المتاحة أمام الدول النامية لتحقيق التنمية، إذ أصبح توفر الكهرباء من العوامل الأساسية اللازمة لإقامة البنى التحتية ودعم الأنشطة الاقتصادية والاجتماعية المختلفة. كما أن إنتاج الكهرباء من الطاقة الشمسية لا يتطلب مركزية في

[1]- ميرفت عبد الوهاب ،*الطاقة المتجددة وامكانية مواجهة الطاقة التقليدية وتعزيز دور مصر كسوق جاذبة اتجارة الكربون* –المجلة العلية لقطاع كليات التجارة – جامعة الازهر المجلد 17 العدد 1 2017م ص122

التوليد، حيث يمكن إنتاج الطاقة واستخدامها في الموقع نفسه، الأمر الذي يسهم في تقليل تكاليف النقل والتوزيع.وتعتمد هذه التقنية بصورة أساسية على تحويل أشعة الشمس إلى طاقة كهربائية من خلال الخلايا الكهروضوئية المصنوعة من مواد شبه موصلة، والتي تُجمع وفق تصميم هندسي وكهربائي محدد لتكوين الألواح الشمسية. ويتم توجيه هذه الألواح بزاوية مناسبة نحو الشمس لضمان الحصول على أكبر قدر ممكن من الطاقة الكهربائية. [1]

الطاقة الشمسية وأهداف التنمية المستدامة:

اعتمدت الجمعية العامة للأمم المتحدة عام 2015م خطة التنمية المستدامة لعام 2030م، والتي تضمنت سبعة عشر هدفًا تُعرف بأهداف التنمية المستدامة .(Sustainable Development Goals – SDGs) وتهدف هذه الأجندة إلى تحقيق تنمية شاملة ومتوازنة تأخذ في الاعتبار الأبعاد الاقتصادية والاجتماعية والبيئية، وتسعى إلى القضاء على الفقر، وحماية كوكب الأرض، وضمان الرخاء والعدالة لجميع الشعوب.

وتُعد الطاقة المتجددة، ولا سيما الطاقة الشمسية، من الركائز الأساسية لتحقيق أهداف التنمية المستدامة، نظرًا لدورها المحوري في دعم الأبعاد الاقتصادية والاجتماعية والبيئية للتنمية. ويجسد الهدف السابع من أهداف التنمية المستدامة هذا الدور بصورة مباشرة، إذ ينص على "ضمان حصول الجميع على طاقة حديثة وموثوقة ومستدامة وبأسعار ميسورة"، وهو ما يتوافق مع خصائص الطاقة الشمسية من حيث النظافة والاستدامة وإمكانية الوصول إليها، خاصة في المناطق الريفية والنائية[2].

وعليه، يمكن القول إن الطاقة الشمسية تمثل أداة استراتيجية فعالة لتحقيق التكامل بين أهداف التنمية المستدامة، إذ تسهم في تعزيز أمن الطاقة، وتحقيق التنمية الاقتصادية، وحماية البيئة، مما يجعلها خيارًا محوريًا في السياسات التنموية للدول، خاصة الدول النامية الساعية إلى تحقيق تنمية مستدامة وشاملة.

منطقة الدراسة:

تقع محلية المتمة بين خطي طول (30°30′ و33°30′ شرقًا)، ودائرتي عرض (16°45′ و17°40′ شمالًا). وتمتد في الجزء الجنوبي الغربي من ولاية نهر النيل، حيث تحدها من الجنوب محلية كرري، ومن الشمال محلية الدامر، ومن الشرق نهر النيل، ومن الغرب ولاية شمال كردفان. وتبلغ مساحتها نحو (13,551 كم²) وفقًا لبيانات مكتب المساحة بمحلية المتمة [3]

[1] أحمد خوجلي، - الطاقة الشمسية وإمكانية استغلالها –-رقم الإيداع 75 2007م ص53
[2] موقع برنامج الامم المتحدة لحماية البيئة –WWW.unep.org
[3] - الوحدة الادارية -محلية المتمة 2026م

المناخ[1]:

يُعد المناخ، بعناصره المختلفة، من أهم المؤثرات على الطاقة الشمسية من حيث الاستدامة والاستمرارية، وتُعد بعض عناصره أكثر تأثيرًا بصورة مباشرة، ومن أبرزها:

أ/ درجة الحرارة:

تقع منطقة الدراسة ضمن نطاق المناخ شبه الصحراوي، حيث ترتفع درجات الحرارة خلال فصل الصيف. ويتراوح المتوسط الحراري السنوي بين (37°م و43°م)، بينما يتراوح متوسط درجات الحرارة الدنيا خلال أشهر الشتاء بين (15°م و25°م)، وفقًا لبيانات محطة أرصاد شندي (2026م). ويُسهم هذا الارتفاع في درجات الحرارة وارتفاع معدلات الإشعاع الشمسي في دعم إنتاج الطاقة الكهربائية من الطاقة الشمسية.

ب/ الأمطار:

تتسم منطقة الدراسة عمومًا بقلة الأمطار نظرًا لطبيعتها شبه الصحراوية، كما تتميز الأمطار بالتذبذب من عام لآخر. وتُسجل المنطقة معدلات أمطار سنوية منخفضة، حيث يبدأ موسم الأمطار عادةً في شهر يونيو، وتزداد كميتها في شهر يوليو، وتبلغ ذروتها في شهر أغسطس، ثم تبدأ في الانحسار خلال شهر سبتمبر .

خريطة رقم(1) موقع منطقة الدراسة

[1] – محطة الارصاد الجوي شندي2026

المصدر: (عمل الباحث على بيانات مصلحة المساحة السودانية،2026م)

استخدام الطاقة الشمسية في منطقة الدراسة :

بدأ التحول تدريجياً لاستخدام الطاقة الشمسية في منطقة الدراسة منذ العام 2022م وبدأ بالاستخدام في القطاعات الانتاجية ثم تحول الي القطاعات الخدمية والسكنية . قام الباحث بمسح احصائي لاستخدامات الطاقة الشمسية في المنطقة وجاءت البيانات كما هي موضحة في الجدول التالي:

جدول(1) يوضح استخدامات الطاقة الشمسية في منطقة الدراسة

م	اسم المنطقة	محطات المياه	خدمات الصحة	خدمات التعليم	خدمات النقل	السكنية	المساجد	انارة الطرق	تجاري	الانتاج الزراعي
1	السيال الصغير	3	1	-	2	13	3	8	-	62

2	السيال الكبير	2	1	–	1	11	2	–	1	74
3	العرفية	1	–	–	–	3	1	–	–	14
4	العقدة	2	1	–	–	2	1	–	–	22
5	قليع ود عيسي	1	–	–	–	2	1	–	–	24
6	العبتوتاب	2	–	–	–	3	1	–	–	21
7	الرحماب	2	–	–	–	4		–	–	12
8	الحميراب	2	–	–	–	2	1	–	–	13
9	الدحيشاب	1	–	–	–	2	1	–	–	9
10	الكردة	4	1	1	–	13	2	–	–	11
11	كميرالعوضية	3	1	1	–	15	5	–	–	10
12	النوراب	6	4	2	–	12	3	15	50	23
13	الجوير	5	1	–	–	48	–	–	1	118
14	قبة سلمان	1	1	–	–	3	–	–	2	12
15	الصوارد	3	–	–	–	8	–	–	1	43
16	طيبة	4	1	–	–	6	3	30	3	23
17	الصفر	6	1	2	–	17	4	75	11	22
18	المغاوير	6	–	–	–	4	–	–	–	17
19	قوزبدر	5	1	–	–	3	2	–	–	10
20	قوزبرة	3	1	1	–	14	2	27	27	18
21	النميرية	2	–	–	–	–	–	–	–	15
22	الفراحسين	4	1	2	–	5	2	–	–	72
23	الجبلاب	3	1		–	4	1	–	1	30

24	الحريراب	2	1	1	–	1	5	1	–	16
25	الحليلة	2	1		–	1	12	1	–	27
26	كلي	6	3	2	1	50	4	150	18	85
27	الابيضاب	2	1	1	–	32	1	–	1	182
28	المكنية	4	2	2	–	65	3	45	83	193
29	بقروسي	3	1	2	–	2	–	–	–	150

المصدر : نتائج العمل الميداني2026

من خلال الجدول (1) نلاحظ تتعدد استخدامات الطاقة الشمسية في منطقة الدراسة وتشير بيانات الجدول إلى أن الطاقة الشمسية أصبحت مصدراً مهما للطاقة كما تشير النقاط التالية من واقع بيانات الجدول اعلاه:

1- **الإنتاج الزراعي** : تؤكد النتائج أن القطاع الزراعي يمثل المحرك الرئيس للتوسع في استخدام الطاقة الشمسية بالمنطقة. يتضح من الجدول أن استخدام الطاقة الشمسية يتركز بصورة رئيسية في القطاع الزراعي، حيث سجل أعلى القيم في معظم المناطق، مما يعكس الاعتماد الكبير عليها في تشغيل طلمبات الري والمشروعات الزراعية.

2- **محطات المياه** :تعد من أكثر القطاعات الخدمية استفادة من الطاقة الشمسية، حيث تراوحت أعدادها بين محطة واحدة و6 محطات في المنطقة الواحدة

3- **الخدمات الصحية والخدمات التعليمية والمساجد,:الخدمات التجارية** :يعد هذا القطاع الأقل استفادة نسبياً، حيث اقتصر وجوده على عدد محدود من المناطق .

4- **خدمات النقل** :استخدمت انارة الطرق والشوارع الداخلية و في تشغيل محطات الوقود وخدمات السيارات

الامكانيات الطبيعية المتاحة:

تُعدّ درجة الحرارة وعدد ساعات السطوع الشمسي من أهم العوامل الطبيعية الداعمة لاستخدام الطاقة الشمسية. وبما أن المنطقة تقع ضمن نطاق المناخات الحارة، فإنها تتمتع بارتفاع ملحوظ في درجات الحرارة خلال ساعات النهار، إضافة إلى عدد جيد من ساعات السطوع الشمسي التي تصل في المتوسط إلى نحو 11 ساعة يوميًا (فترة السطوع الفعّال). ويُعد هذا الوقت كافيًا لإنتاج الطاقة الشمسية وتخزينها واستغلالها في مختلف الأنشطة الاقتصادية والخدمية..

1/ درجة الحرارة

جدول(2) المتوسطات الشهرية العامة لدرجات الحرارة خلال الفترة (2020–2025م)

الشهر	متوسط الحرارة الدنيا (°م)	متوسط الحرارة العليا (°م)
يناير	15.0	30.6
فبراير	15.6	31.7
مارس	17.2	37.5
أبريل	24.0	41.1
مايو	27.8	43.2
يونيو	28.3	43.1
يوليو	26.8	41.1
أغسطس	25.8	35.9
سبتمبر	26.4	39.4
أكتوبر	24.1	40.1
نوفمبر	20.1	34.7
ديسمبر	22.5	32.7

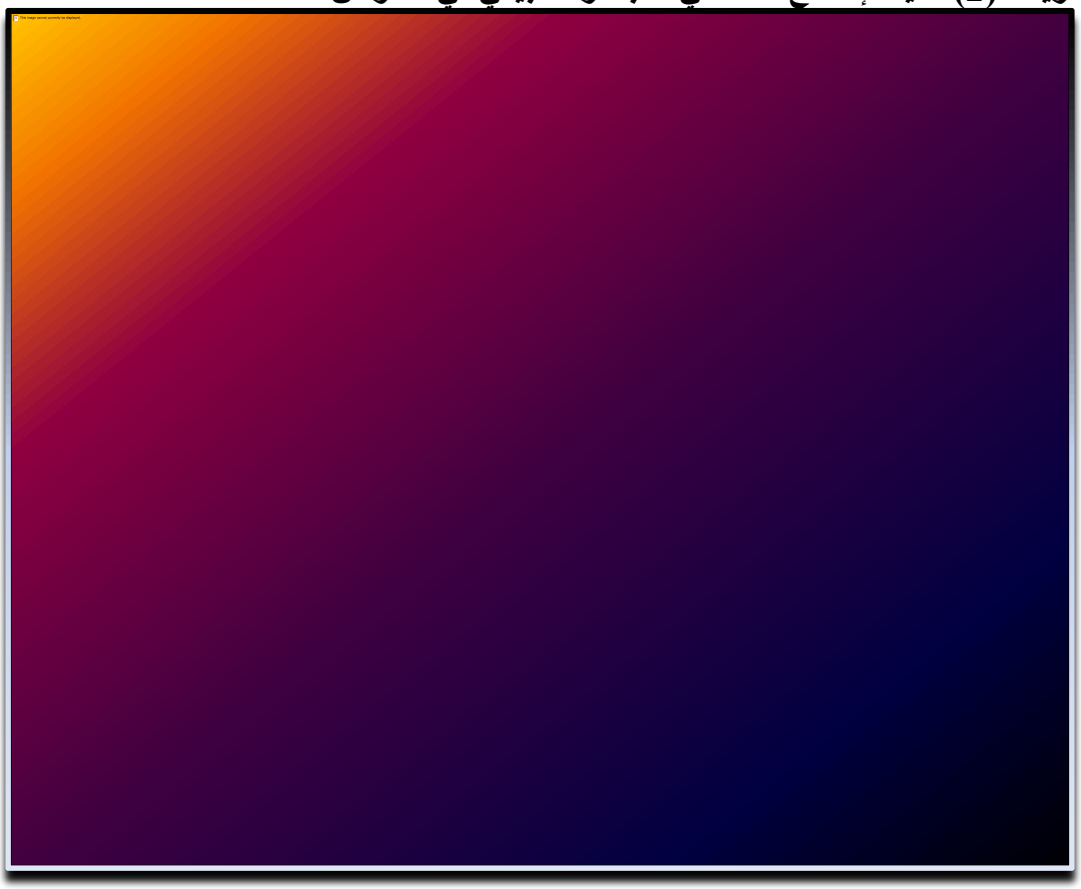
المصدر:عمل الباحث اعتمادا علي بيانات محطة الارصاد الجوي– شندي 2026م

من واقع بيانات الجدول (2) وبعد اجراء حساب المتوسطات لدرجات الحرارة للسنوات الخمسة يمكن التوصل للآتي :

- متوسط درجات الحرارة العليا السنوي 37.4درجة م
- متوسط درجات الحرارة الدنيا السنوي 21.7 درجة م
- أعلى متوسط للحرارة العليا 43.7° م في شهر يونيو .
- أدنى متوسط للحرارة العليا 31.0° م في شهر يناير .

- أعلى متوسط للحرارة الدنيا 26.7° م في شهر يونيو .
- أدنى متوسط للحرارة الدنيا 15.0° م في يناير .

خريطة (2) كمية الإشعاع الشمسي المباشر الطبيعي في السودان



The World Bank. Solar resource maps and GIS

من خلال جدول (2) تشير بيانات درجات الحرارة إلى أن منطقة الدراسة تتميز بمناخ حار على مدار العام، حيث بلغ المتوسط السنوي لدرجات الحرارة العليا نحو **37.4درجة م**، بينما بلغ المتوسط السنوي لدرجات الحرارة الدنيا حوالي **21.7درجة م** .ويلاحظ وجود تدرج موسمي واضح في درجات الحرارة؛ إذ تبدأ بالارتفاع التدريجي من يناير حتى تصل إلى ذروتها خلال شهري مايو ويونيو، حيث سجل شهر يونيو أعلى متوسط للحرارة العليا **43.7درجة** وتدل هذه القيم المرتفعة لدرجات الحرارة على توافر مورد شمسي كبير في منطقة الدراسة، الأمر الذي يعزز من فرص الاعتماد على الطاقة الشمسية في مختلف الأنشطة، خاصة في تشغيل نظم الري الزراعي وضخ المياه،.وتشير هذه النتائج إلى أن منطقة الدراسة تتمتع بدرجات حرارة مرتفعة معظم أشهر السنة، وهو ما يوفر ظروفاً ملائمة لاستغلال الطاقة الشمسية، خاصة خلال الفترة الممتدة من **مارس إلى أكتوبر** التي تتميز بارتفاع واضح في درجات الحرارة وزيادة الطاقة الشمسية المتاحة.

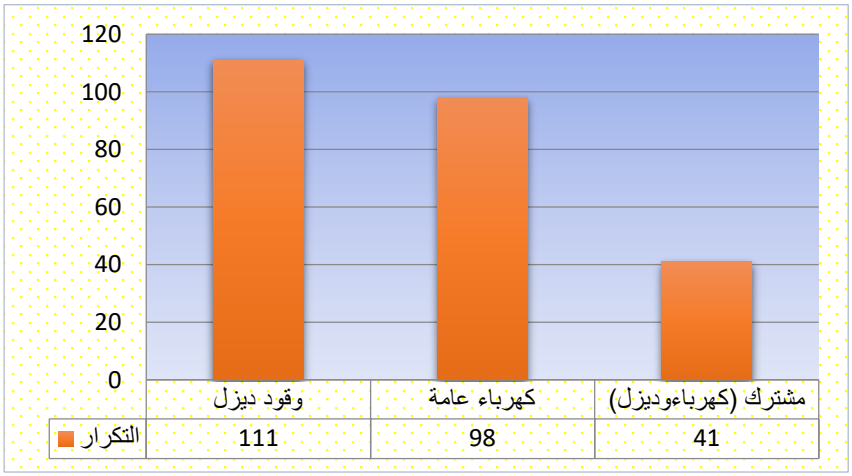
كما تشير الخريطة (2) إلى التوزيع الشهري للإشعاع الشمسي في السودان خلال أشهر السنة، حيث تتراوح القيم اليومية بين 4.4 و6.8 كيلوواط ساعة/م²/يوم. وتتركز أعلى القيم في المناطق الشمالية والشمالية الغربية من البلاد، بينما تنخفض تدريجياً باتجاه الجنوب والجنوب الشرقي. وتشير النتائج إلى تمتع السودان بموارد شمسية عالية تؤهله للاستثمار في مشروعات الطاقة الشمسية، ولا سيما في المناطق الشمالية التي تمثل أفضل المواقع لتوليد الطاقة الشمسية على نطاق واسع .

أولًا: أثر استغلال الطاقة الشمسية في القطاع الزراعي:

من خلال نتائج الاستبيان الإحصائي (جدول 1) في منطقة الدراسة، تبيّن أن استخدام الطاقة الشمسية في الأنشطة الاقتصادية يتركز بنسبة عالية جدًا في النشاط الزراعي، ويُعزى ذلك إلى اعتماد محلية المتمة اعتمادًا كبيرًا على النشاط الزراعي بشقيه النباتي والحيواني. وبناءً عليه، يتركز الأثر الاقتصادي لاستخدام الطاقة الشمسية بشكل أساسي في دعم وتشغيل قطاع الزراعة بصورة ملحوظة.كما أظهرت النتائج وجود استخدامات أخرى للطاقة الشمسية، وإن كانت بدرجة أقل، في القطاع التجاري وبعض الخدمات المرتبطة بوسائل النقل، مما يعكس توسعًا محدودًا في مجالات الاستخدام خارج القطاع الزراعي.

مصدر الطاقة الرئيسي المستخدم قبل التحول إلى الطاقة الشمسية

شكل (1)يوضح مصدر الطاقة الرئيسي قبل التحول للطاقة الشمسية



المصدر : اعداد الباحث بناءً علي بيانات الاستبيان ، 2026م.

تشير نتائج الشكل (1) إلى أن البترول كان المصدر الرئيسي للطاقة قبل التحول إلى الطاقة الشمسية بنسبة 44.4% من جملة الطاقة ، يليه الكهرباء العامة بنسبة 39.2%، وتوضح هذه النتائج اعتماد القطاع الزراعي بصورة كبيرة على مصادر الطاقة التقليدية قبل تبني الطاقة الشمسية، حيث شكلت

الكهرباء العامة والديزل معًا ما نسبته 83.6% من إجمالي مصادر الطاقة المستخدمة. ويشير ذلك إلى أن الأنشطة الزراعية كانت تواجه تحديات مرتبطة بتكاليف التشغيل المرتفعة، خاصة فيما يتعلق بأسعار الوقود وتكاليف صيانة المولدات، إضافة إلى مشكلات عدم توصيل التيار الكهربائي لبعض المناطق الزراعية كما يعاني من انقطاع مستمر وعدم استقراره في بعض المناطق الزراعية.

ومن الناحية الاقتصادية، فإن التحول من الكهرباء التقليدية والديزل إلى الطاقة الشمسية يمثل استجابة عملية لتقليل النفقات التشغيلية وتحسين كفاءة استخدام الموارد المالية في المشروعات الزراعية. فالمزارعون الذين كانوا يعتمدون على الديزل كانوا أكثر عرضة لتقلبات أسعار الوقود وارتفاع تكاليف التشغيل، بينما عانى مستخدمو الكهرباء العامة من مشكلات الانقطاع المتكررللطاقة الكهربائية. لذلك أسهمت الطاقة الشمسية في توفير مصدر طاقة أكثر استقرارًا وأقل تكلفة على المدى الطويل.

كما توضح النتائج أن نسبة كبيرة من المزارعين كانت تعتمد على مصادر طاقة مكلفة أو غير مستقرة، مما يفسر الإقبال على التحول إلى الطاقة الشمسية باعتبارها خيارًا اقتصاديًا قادرًا على خفض تكاليف الإنتاج الزراعي وزيادة العائد الاقتصادي للمزارعين.

1- نوع القطاع الزراعي :

جدول (3) توزيع أفراد العينة حسب نوع القطاع الزراعي:

النوع القطاع	التكرار	النسبة%
حكومي	-	0
خاص	250	100
جمعية تعاونية	-	0
اخري	-	0
المجموع	250	100

المصدر : العمل الميداني، 2026م.

يبين الجدول (3) توزيع أفراد العينة حسب نوع القطاع الزراعي الذي ينتمون إليه. وتشير النتائج إلى أن جميع أفراد العينة البالغ عددهم (250) مبحوثاً ينتمون إلى القطاع الخاص بنسبة (100%)، في حين لم تسجل أي استجابات للقطاع الحكومي أو الجمعيات التعاونية أو القطاعات الأخرى تأكد هذه النتيجة أن

استخدام الطاقة الشمسية في النشاط الزراعي في منطقة الدراسة يعتمد بصورة كاملة على الاستثمارات والملكية الخاصة، مما يشير إلى الدور المحوري الذي يؤديه القطاع الخاص في الإنتاج الزراعي واتخاذ القرارات المتعلقة بالتقنيات الحديثة، ومنها أنظمة الطاقة الشمسية.

ومن منظور اقتصادي، فإن هيمنة القطاع الخاص على العينة قد تعني أن قرارات تبني الطاقة الشمسية ترتبط بدرجة كبيرة باعتبارات الكفاءة الاقتصادية وخفض تكاليف الإنتاج وتعظيم الأرباح. فالمنتجون في القطاع الخاص غالباً ما يكونون أكثر حساسية لارتفاع تكاليف الوقود والكهرباء، الأمر الذي يجعل الاستثمار في الطاقة الشمسية خياراً اقتصادياً جاذباً لما يحققه من تخفيض في النفقات التشغيلية على المدى الطويل في المقابل ما زالت المشروعات الزراعية التابعة للقطاع الحكومي تعتمد بصورة أكبر على الكهرباء العامة والوقود التقليدي لتشغيل أنظمة الري. ويمكن إرجاع ذلك إلى اتساع المساحات الزراعية التي تخدمها هذه المشروعات، وكبر أحجام الطلمبات المستخدمة في ضخ المياه من نهر النيل عبر محطات الضخ (البيارات)، الأمر الذي يتطلب أنظمة طاقة ذات قدرات تشغيلية كبيرة. كما تمثل التكلفة الاستثمارية الأولية المرتفعة لتركيب أنظمة الطاقة الشمسية اللازمة لهذه المشروعات عائقاً رئيساً أمام التحول الكامل إلى الطاقة الشمسية في الوقت الراهن، على الرغم من المزايا الاقتصادية التي يمكن تحقيقها مستقبلاً من خلال خفض تكاليف التشغيل والصيانة.

2/ المساحة المزروعة بالطاقة الشمسية:

جدول (4): توزيع أفراد العينة حسب المساحة المزروعة

المساحة	التكرار	النسبة%
(1-2)فدان	51	20.5
(3-4) فدان	174	69.9
(5-6)فدان	18	7.3
اكبر من 6 فدان	7	2.3
المجموع	250	100

المصدر : اعداد الباحث بناءً علي بيانات الاستبيان ، 2026م.

يبين الجدول (4) أن غالبية المزارعين في منطقة الدراسة ينتمون إلى فئة الحيازات الزراعية الصغيرة والمتوسطة، حيث تشكل المساحات التي تقل عن خمسة أفدنة نحو (90.4%) من إجمالي العينة.

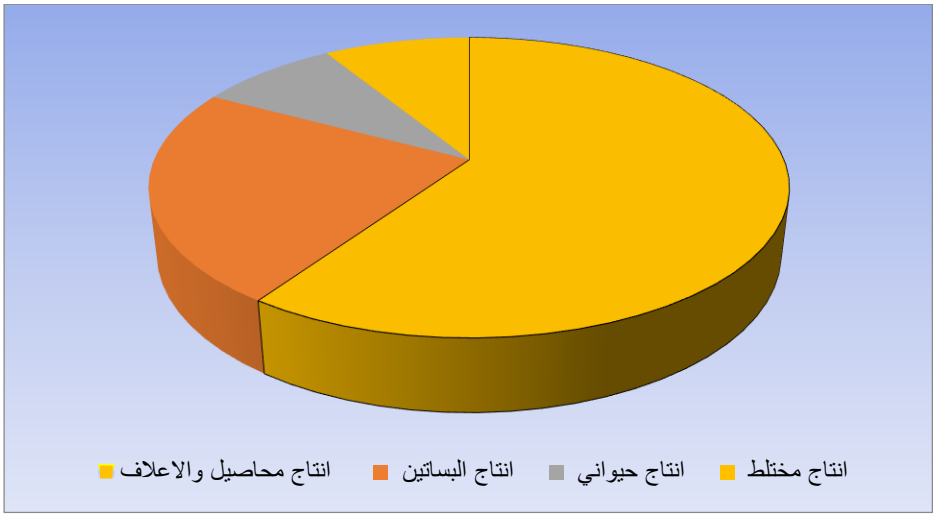
ويعكس ذلك الطبيعة السائدة للنشاط الزراعي في المنطقة، والذي يعتمد بصورة أساسية على المزارع الخاصة ذات المساحات المحدودة نسبياً.

ومن الناحية الاقتصادية، فإن انتشار الحيازات الصغيرة والمتوسطة قد يسهم في زيادة الإقبال على استخدام الطاقة الشمسية في عمليات الري الزراعي، نظراً لأن هذه الحيازات تحتاج إلى أنظمة ضخ مياه ذات قدرات محدودة نسبياً، مما يخفض التكلفة الاستثمارية الأولية لمشروعات الطاقة الشمسية ويجعل فترة استرداد رأس المال أقصر مقارنة بالمزارع الكبيرة وتوضح النتائج أيضاً أن نسبة المزارع الكبيرة التي تزيد مساحتها على ستة أفدنة لا تتجاوز (2.3%)، الأمر الذي يشير إلى محدودية عدد المستثمرين الزراعيين الكبار في منطقة الدراسة. وعادةً ما تتطلب هذه المزارع أنظمة ري ذات قدرات تشغيلية أعلى، وبالتالي تحتاج إلى استثمارات أكبر عند التحول إلى الطاقة الشمسية، مما قد يبطئ من وتيرة تبني هذه التقنية مقارنة بالمزارع الصغيرة والمتوسطة.

3/ نوع الانتاج الزراعي:

يتنوع الانتاج الزراعي في منطقة الدراسة من محاصيل نقدية مثل البصل والفول المصري والخضروات المختلفة وأعلاف مختلفة من أهمها البرسيم واوسبعبن كما تزرع مساحات مقدرة بالمحاصيل البستانية مثل المانجو والقريب والليمون وغيرها ، ايضا يتم الاهتمام الانتاج الحيواني خاصة انتاج الألبان .

شكل (2): توزيع أفراد العينة حسب نوع الإنتاج الزراعي



المصدر : اعداد الباحث اعتماداً علي بيانات الاستبيان ، 2026م.

من خلال الشكل (2) نجد أن النتائج تشير إلى أن النشاط الزراعي في منطقة الدراسة يعتمد بصورة رئيسة على إنتاج المحاصيل والأعلاف، وهو ما يعكس أهمية الزراعة النباتية كمصدر أساسي للدخل والإنتاج الزراعي. كما أن هذا النوع من الإنتاج يتطلب كميات كبيرة من المياه لأغراض الري، الأمر الذي يزيد من

أهمية توفير مصادر طاقة مستقرة ومنخفضة التكلفة لتشغيل طلمبات الري.ومن الناحية الاقتصادية، فإن ارتفاع نسبة منتجي محاصيل البصل والفول المصري والمحاصيل البستانية والأعلاف يعزز من أهمية الطاقة الشمسية كبديل اقتصادي لمصادر الطاقة التقليدية، نظراً لاعتماد هذه المحاصيل بشكل كبير على تكرار عمليات الري المستمرة.طول العام خاصة الاعلاف ، ويسهم استخدام الطاقة الشمسية في خفض تكاليف الوقود والكهرباء المستخدمة في تشغيل أنظمة الضخ، مما يؤدي إلى تقليل تكاليف الإنتاج وزيادة الربح وتحسين الوضع الاقتصادي للمزارعين ، أما قطاع البساتين، الذي يمثل (23.2%) من العينة، فيعد أيضاً من القطاعات المستفيدة من استخدام الطاقة الشمسية، خاصة أن أشجار الفاكهة والمحاصيل البستانية تحتاج إلى انتظام عمليات الري خلال العام . ويساعد الاعتماد على الطاقة الشمسية في ضمان استمرارية الري وتقليل مخاطر انقطاع الطاقة، الأمر الذي ينعكس إيجاباً على جودة الإنتاج وكميته وزيادة المساحة المبستنة من عام الي آخر.

4/ مجالات استخدام الطاقة الشمسية في النشاط الزراعي :

جدول (5) استخدامات الطاقة الشمسية في النشاط الزراعي

الاستخدام	التكرار	النسبة%
ضخ المياه للري	250	100
تشغيل البيوت المحمية	0	0
التبريد والتكييف	0	0
الاضاءة	0	0
المجموع	250	100

المصدر : اعداد الباحث بناءً علي بيانات الاستبيان ، 2026م.

يبين الجدول(5) أن جميع أفراد العينة يستخدمون الطاقة الشمسية في الوقت الحالي في ضخ المياه للري بنسبة بلغت 100%.وتشير هذه النتائج إلى أن التحول نحو استخدام الطاقة الشمسية في القطاع الزراعي يتركز بشكل كامل في مجال الري الزراعي، وهو من أكثر الأنشطة الزراعية استهلاكًا للطاقة وأكثرها تأثيرًا على تكاليف الإنتاج. ويعكس ذلك إدراك المزارعين للفوائد الاقتصادية المباشرة الناتجة عن استخدام أنظمة الضخ بالطاقة الشمسية، خاصة في ظل ارتفاع أسعار الوقود التقليدي وتذبذب إمدادات الكهرباء.

كما تكشف النتائج عن محدودية توظيف الطاقة الشمسية في الأنشطة الزراعية الأخرى، وهو ما يشير إلى وجود فرص واعدة للتوسع في استخدامها مستقبلًا في مجالات التبريد الزراعي وحفظ المنتجات وتشغيل

البيوت المحمية والإضاءة الزراعية،وانتاج الدواجن الأمر الذي يمكن أن يحقق مزيدًا من المكاسب الاقتصادية ويعزز استدامة التنمية الزراعية في المنطقة.

5-متوسط تكلفة استهلاك الطاقة الشهرية للطاقة قبل عملية التحول الي الطاقة الشمسية:

جدول (6) يوضح تكلفة الاستهلاك الشهرية للطاقة للفدان مقابل الدولار

متوسط التكلفة للفدان الواحد في الموسم	المتوسط باللتر	السعر بالدولار
الجازولين	120	320
الكهرباء	-	110

المصدر : اعداد الباحث بناءً علي بيانات الاستبيان ، 2026م.

6-الفترة الزمنية لاسترجاع قيمة التكلفة الاولية لتركيب منظومة الطاقة الشمسية:

جدول (7) يوضح الفترة الزمنية لاسترجاع الكلفة الاولية للطاقة الشمسية

الفترة	التكرار	النسبة%
(1-2)سنة	135	54.0
(3-4)سنة	76	30.4
5سنة واكثر	39	15.6
المجموع	250	100

المصدر : اعداد الباحث اعتماداً علي بيانات الاستبيان ، 2026م.

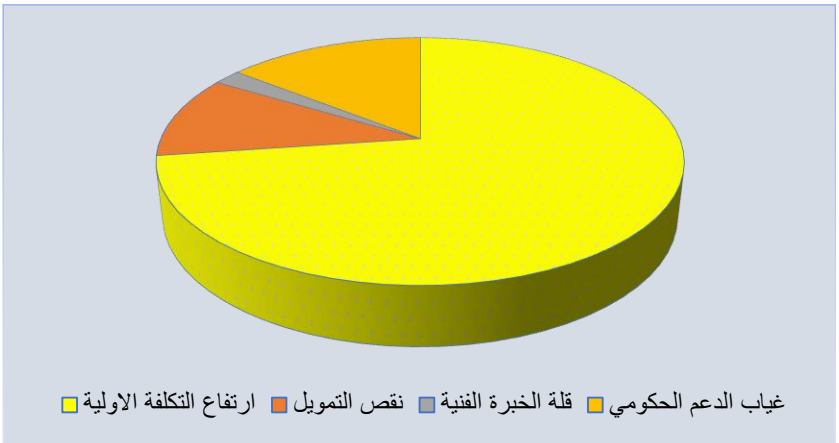
من خلال الجدولين (6) و(7)، يمكن تفسير النتائج بأن التكلفة الاقتصادية للطاقة المستخدمة في الإنتاج الزراعي تُعد مرتفعة جدًا مقارنة بالتكلفة شبه المجانية للطاقة الشمسية بعد انتهاء فترة استرجاع قيمة التكلفة الأولية لتركيب منظومة الطاقة الشمسية.

وقد أظهرت النتائج أن أكثر من نصف المبحوثين (54.0%) أفادوا بأنهم تمكنوا من استرجاع تكلفة تركيب منظومة الطاقة الشمسية خلال فترة تتراوح بين سنة وسنتين، وهو ما يعكس الجدوى الاقتصادية العالية للاستثمار في الطاقة الشمسية، نتيجة انخفاض تكاليف التشغيل وتوفير نفقات الكهرباء أو الوقود التقليدي.وتشير هذه النتائج بصورة عامة إلى أن الاستثمار في الطاقة الشمسية يُعد استثمارًا مجديًا اقتصاديًا، حيث تمكن نحو (84.4%) من المبحوثين من استرداد تكلفة النظام خلال أقل من خمس سنوات، مما يعزز من انتشار واستخدام الطاقة الشمسية في الأنشطة الزراعية.كما تُظهر النتائج أن تكلفة تشغيل الري بعد ذلك تصبح شبه معدومة، خاصة أن أنظمة

الطاقة الشمسية لا تحتاج إلى قطع غيار متكررة أو صيانة دورية مكلفة أو زيوت وشحوم، مما يجعلها ذات جدوى اقتصادية مرتفعة على المدى الطويل.

7-التحديات والمعوقات التي تواجه استخدام الطاقة الشمسية

شكل (3)أبرز التحديات التي تواجه استخدام الطاقة الشمسية:



المصدر : اعداد الباحث اعتماداً علي بيانات الاستبيان ، 2026م.

من نتائج الشكل (3) أظهرت النتائج أن ارتفاع التكلفة الأولية يمثل التحدي الأكبر أمام مستخدمي الطاقة الشمسية، حيث أشار إليه (72.8%) من أفراد العينة. ويعكس ذلك أن تكلفة شراء وتركيب الألواح الشمسية والبطاريات والمعدات المصاحبة ما تزال تشكل عائقاً رئيسياً أمام التوسع في استخدام هذه التقنية، خاصة لدى المزارعين وأصحاب المشاريع الزراعية محدودة الإمكانات.وجاء غياب الدعم الحكومي في المرتبة الثانية بنسبة (14.5%)، مما يشير إلى أهمية السياسات الحكومية وبرامج الدعم والحوافز المالية في تشجيع الاستثمار في الطاقة الشمسية وزيادة انتشارها في القطاع الزراعي.كما أوضح (10.8%) من المبحوثين أن نقص التمويل يعد من المعوقات المهمة، حيث يواجه بعض المستخدمين صعوبة في الحصول على القروض أو التسهيلات المالية اللازمة لتغطية تكاليف إنشاء المنظومات الشمسية. وبصفة عامة، تشير النتائج إلى أن المعوقات الاقتصادية والمالية، ممثلة في ارتفاع التكلفة الأولية ونقص التمويل وغياب الدعم الحكومي، هي التحديات الرئيسية التي تحد من التوسع في استخدام الطاقة الشمسية، الأمر الذي يستدعي تبني سياسات داعمة وتوفير آليات تمويل مناسبة لتعزيز انتشار هذه التقنية في النشاط الزراعي.

8- السياسات والدعم:

جدول (8) يوضح تشجيع السياسات الحكومية لاستخدام الطاقة الشمسية في النشاط الزراعي

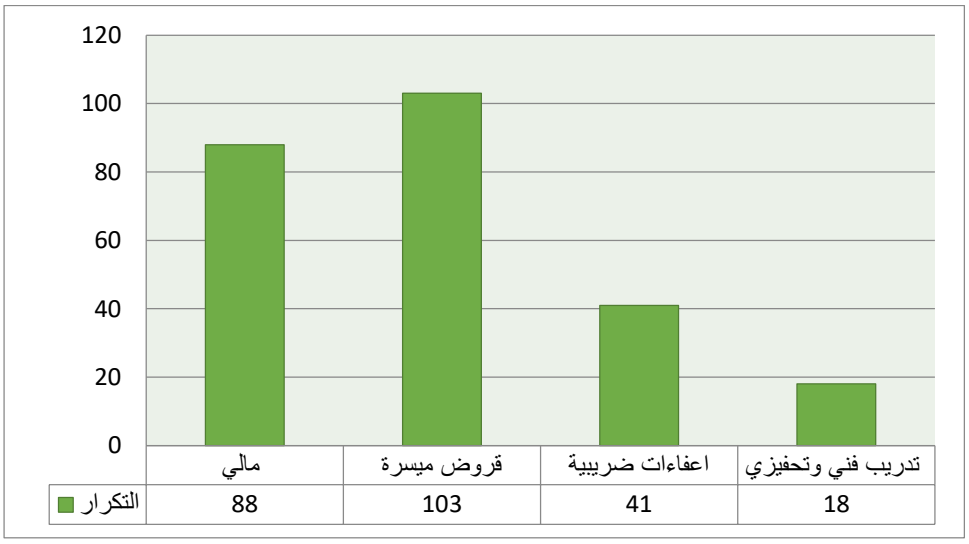
تسجيع الدعم الحكومي	التكرار	النسبة%
نعم	44	17.7
لا	159	63.5
الي حد ما	47	18.8
المجموع	250	100

المصدر : اعداد الباحث اعتماداً علي بيانات الاستبيان ، 2026م.

أظهرت نتائج جدول (8) أن غالبية المبحوثين، بنسبة (63.5%)، يرون أن السياسات الحكومية لا تشجع استخدام الطاقة الشمسية في الزراعة، مما يعكس وجود قصور في برامج الدعم والتشجيع نحو التحول إلى الطاقة الشمسية. ويرتبط ذلك بضعف التمويل الميسر، أو غياب الإعفاءات الجمركية على مدخلات وأدوات وأجهزة الطاقة الشمسية.ويؤكد ذلك محدودية البرامج الحكومية الموجهة لدعم التحول نحو مصادر الطاقة المتجددة، مما يبرز الحاجة الملحّة إلى تعزيز دور الدولة في دعم استخدام الطاقة الشمسية في الزراعة، من خلال وضع سياسات أكثر فاعلية، وتوفير التمويل الميسر، وتقديم الحوافز والتسهيلات اللازمة للمزارعين، بما يسهم في دعم الإنتاج الزراعي وتحسين الوضع الاقتصادي للأفراد والدولة بصورة عامة.

9- نوع الدعم المطلوب لتشجيع التحول إلى استخدام الطاقة الشمسية:

شكل (4) يوضح نوع الدعم المطلوب لتفعيل دور الطاقة الشمسية في الانتاج الزراعي



المصدر : العمل الميداني 2026م

أظهرت نتائج الشكل (4)أن **القروض الميسرة** من البنوك او المؤسسات المالية ذات الصلة جاءت في المرتبة الأولى بنسبة (41.2%)، مما يشير إلى أن غالبية المبحوثين يرون أن توفير تسهيلات ائتمانية بشروط مناسبة يمثل الوسيلة الأكثر فاعلية لتشجيع التحول نحو استخدام الطاقة الشمسية في النشاط الزراعي. ويعكس ذلك أن التكلفة الأولية المرتفعة للمنظومات الشمسية تمثل عائقاً رئيسياً أمام العديد من المزارعين.وجاء **الدعم المالي المباشر** في المرتبة الثانية بنسبة (35.2%)، مما يؤكد الحاجة إلى مساهمة الجهات الحكومية أو المؤسسات التمويلية في تحمل جزء من تكاليف شراء وتركيب أنظمة الطاقة الشمسية لتشجيع انتشارها.أما **الإعفاءات الضريبية** فقد حلت في المرتبة الثالثة بنسبة (16.4%)، وهو ما يدل على أهمية الحوافز الضريبية والجمركية في خفض التكلفة الإجمالية للمعدات والأجهزة المرتبطة بالطاقة الشمسية.في حين حصل **التدريب الفني والتحفيزي** على أقل نسبة بلغت (7.2%)، مما يشير إلى أن الجوانب المالية تعد أكثر إلحاحاً من الجوانب الفنية بالنسبة للمبحوثين، رغم أهمية التدريب في رفع كفاءة الاستخدام والصيانة وتحقيق الاستفادة المثلى من المنظومات الشمسية.

ثانيا : الاثر البيئي لاستخدامات الطاقة الشمسية :

يعدّ قطاع الطاقة من أكثر القطاعات ارتباطًا بالبيئة، حيث يؤدي استخدام مصادر الطاقة التقليدية، وخاصة الوقود الأحفوري، إلى آثار بيئية سلبية متعددة، من أبرزها زيادة انبعاثات الغازات الدفيئة، وتلوث الهواء والمياه، وارتفاع درجات الحرارة العالمية، مما يسهم في تفاقم ظاهرة التغير المناخي. وفي المقابل، برزت مصادر الطاقة المتجددة كبديل استراتيجي يهدف إلى الحد من هذه الآثار وتقليل الأضرار البيئية الناتجة عن أنشطة الإنتاج والاستهلاك.

وتأتي الطاقة الشمسية في مقدمة مصادر الطاقة النظيفة التي تسهم في تقليل الانبعاثات الملوِّثة وتحسين جودة البيئة، نظرًا لاعتمادها على الإشعاع الشمسي دون عمليات احتراق أو انبعاث مباشر للملوثات. ولذلك أصبح التوسع في استخدام الطاقة المتجددة، ولا سيما الطاقة الشمسية، خيارًا أساسيًا لتحقيق التوازن بين متطلبات التنمية الاقتصادية وحماية البيئة، ودعم الجهود الدولية الرامية إلى تحقيق الاستدامة البيئية

جدول (9) يوضح الآثار البيئية الإيجابية لاستخدام الطاقة الشمسية :

م	العبارة	غير موافق	محايد	موافق	موافق جداً	المجموع
	تسهم الطاقة الشمسية في تقليل التلوث البيئي	0	3	102	145	250
	النسبة%	0	1.2	40.8	58.0	100

المصدر : العمل الميداني 2026م

من الجدول (9) تُظهر النتائج اتفاقاً كبيراً بين أفراد العينة على أن الطاقة الشمسية تسهم في تقليل التلوث البيئي، حيث بلغت نسبة الذين وافقوا بشدة (58.0%)، بينما بلغت نسبة الموافقين .(40.8%)في المقابل، كانت نسبة المحايدين منخفضة جداً (1.2%)، ولم تسجل أي حالة عدم موافقة.وتشير هذه النتائج إلى وجود وعي بيئي مرتفع لدى المزارعين بأهمية الطاقة الشمسية في الحد من الآثار البيئية السلبية المرتبطة باستخدام مصادر الطاقة التقليدية، خاصة الوقود التقليدي، مما يعزز القبول المجتمعي للتوسع في استخدام أنظمة الطاقة الشمسية في القطاع الزراعي. كما تعكس النتائج إدراك المستجيبين للدور الإيجابي للطاقة الشمسية في تحقيق التنمية الزراعية المستدامة والمحافظة على البيئة في ان واحد.

جدول(10) يوضح مدي تقليل الطاقة الشمسية الاعتماد علي البترول:

م	العبارة	غير موافق	محايد	موافق	موافق جداً	المجموع
	تقلل الطاقة الشمسية الاعتماد على البترول	0	0	18	232	250
	النسبة%	0	0	7.2	92.8	100

المصدر : العمل الميداني 2026م

توضح النتائج المقروءة من الجدول(10) وجود إجماع شبه كامل بين أفراد العينة على أن الطاقة الشمسية تقلل الاعتماد على الوقود الأحفوري، حيث بلغت نسبة الذين وافقوا جداً (92.8%)، بينما بلغت نسبة **الموافقين** .(7.2%)ولم تسجل أي استجابات في فئتي الحياد أو عدم الموافقة.

وتعكس هذه النتيجة إدراكاً عالياً لدى المزارعين للدور الذي تؤديه الطاقة الشمسية في توفير بديل مستدام لمصادر

الطاقة التقليدية، وخاصة الديزل والوقود المستخدمين في تشغيل الأنشطة الزراعية. كما تشير إلى قناعة قوية بأن التحول إلى الطاقة الشمسية يسهم في خفض استهلاك الوقود الأحفوري وتقليل التكاليف التشغيلية المرتبطة به، فضلاً عن الحد من الآثار البيئية السلبية الناتجة عن استخدامه. وتؤكد هذه النتيجة أهمية دعم مشروعات الطاقة الشمسية في القطاع الزراعي لتحقيق الاستدامة الاقتصادية والبيئية.

جدول (11) يوضح مساهمة الطاقة الشمسية في تحسين جودة الهواء

م	العبارة	غير موافق	محايد	موافق	موافق جداً	المجموع

	تساعد الطاقة الشمسية في تحسين جودة الهواء	0	31	154	65	250
	النسبة%	0	12.4	61.6	26.0	100

المصدر : العمل الميداني 2026م

تشيرالجدول (11) إلى أن غالبية أفراد العينة يرون أن الطاقة الشمسية تساعد في تحسين جودة الهواء، حيث بلغت نسبة الموافقين (61.6%)، بينما بلغت نسبة الموافقين جداً .(26.0%)في المقابل، بلغت نسبة المحايدين (12.4%)، ولم تسجل أي حالة عدم موافقة.

وتعكس هذه النتائج إدراكاً إيجابياً لدى المزارعين للعلاقة بين استخدام الطاقة الشمسية وتحسين البيئة الجوية، وذلك من خلال تقليل الاعتماد على مصادر الطاقة التقليدية التي تنتج انبعاثات وملوثات تؤثر سلباً في جودة الهواء. كما أن ارتفاع نسبة الموافقة يؤكد وعي المستجيبين بالفوائد البيئية للطاقة الشمسية، رغم وجود نسبة من المحايدين قد تعود إلى محدودية المعرفة المباشرة بالتأثيرات البيئية أو صعوبة ملاحظة التحسن في جودة الهواء على المدى القصير.

وتشير هذه النتائج إلى أن معظم المستخدمين للطاقة الشمسية ينظرون إلى اليها باعتبارها مصدراً نظيفاً وصديقاً للبيئة مقارنة بمصادر الطاقة التقليدية، وهو ما يعكس مستوى مرتفعاً من الثقة في فوائدها البيئية وبصفة عامة، تؤكد النتائج أن الصورة الذهنية السائدة لدى أفراد العينة تجاه الطاقة الشمسية هي صورة إيجابية من الناحية البيئية، مع الحاجة إلى تعزيز التوعية بالجوانب البيئية المختلفة لهذه التقنية، بما في ذلك إدارة المخلفات وإعادة التدوير لضمان تحقيق الاستدامة البيئية الكاملة

الخاتمة:

الطاقة الشمسية طاقة هائلة من حيث مخزونها وكميتها، من حيث مخزونها: ان الشمس منبع لا ينتهي من الطاقة. ومن حيث كميتها: ان ما يصل للأرض من اشعة الشمس يعادل عدة اضعاف احتياج البشرية من الطاقة وهي طاقة مجانية، لذلك يعتمد استخدامها على الكلفة التأسيسية فقط. وهي عملية من ناحية استخدامها، فهي قابلة للتحول الى أنواع أخرى من الطاقة كالطاقة الحرارية والميكانيكية والكهربائية . تُعدّ الطاقة الشمسية خياراً فعالاً لتحقيق التنمية المستدامة في ولاية نهر النيل. يتضح من التحليل البيئي والاقتصادي أن الفوائد تتجاوز الكلفة الأولية، كما تساهم في تحسين البيئة، دعم الاقتصاد المحلي، ورفع مستوى المعيشة للسكان. يتطلب تحقيق هذا التحول تخطيطاً استراتيجياً متكاملاً، ودعم حكومي، واستثمارات مستدامة واعفاءات جمركية لمشغلات الطاقة الشمسية.

النتائج :

1- تتمتع ولاية نهر بقدر كبير من الحرارة و تتميز بمناخ حار على مدار العام، حيث بلغ المتوسط السنوي لدرجات الحرارة العليا نحو **37.4درجة م**، وتتدرج حتى تصل إلى ذروتها خلال شهري مايو ويونيو أعلى متوسط للحرارة العليا **43.7درجة**

2- تصل ساعات النهار في المتوسط الي 11ساعة (فترة السطوع المؤثر) وهو وقت كافي لانتاج وتخزين الطاقة الشمسية واستغلالها في الانشطة المختلفة حيث تتراوح القيم اليومية بين 4.4 و6.8 كيلوواط ساعة/م²/يوم. وتتركز أعلى القيم في المناطق الشمالية والشمالية الغربية من البلاد

3- اظهرت الدراسة ان استخدام الطاقة الشمسية في الانشطة الاقتصادية تركز بنسبة عالية جداً في النشاط الزراعي ويرجع ذلك الي ان محلية المتمة تعتمد اعتماد كامل علي النشاط الزراعي بشقيه الزراعي والحيواني لذا كان الاثر الاقتصادي متركز علي تشغيل قطاع الزراعة بصورة اساسية تلي ذلك قطاع الخدمات والقطاعات السكنية .

4- وتشير نتائج الدراسة إلى أن التحول نحو استخدام الطاقة الشمسية في القطاع الزراعي يتركز بشكل كامل في مجال الري الزراعي، وهو من أكثر الأنشطة الزراعية استهلاكًا للطاقة وأكثرها تأثيرًا على تكاليف الإنتاج ويعكس ذلك إدراك المزارعين للفوائد الاقتصادية المباشرة الناتجة عن استخدام أنظمة الضخ بالطاقة الشمسية، خاصة في ظل ارتفاع أسعار الوقود التقليدي وتذبذب إمدادات الكهرباء

5- تأكد الدراسة أن استخدام الطاقة الشمسية في النشاط الزراعي في منطقة الدراسة يعتمد بصورة كاملة على الاستثمارات والملكية الخاصة بنسبة 100% مما يشير إلى الدور المحوري الذي يؤديه القطاع الخاص في الإنتاج الزراعي واتخاذ القرارات المتعلقة بالتقنيات الحديثة ، ومنها أنظمة الطاقة الشمسية.

6- التكلفة الأولية لشراء النظام عالية الى حد ما، حيث أشار إليه (72.8%) من أفراد العينة لذلك. وتشمل التكلفة دفع ثمن الالواح والانفرتر والبطاريات والاسلاك وهيكل التثبيت. هذه التكلفة عائق امام محدودي الدخل الذين يعانون الآن انقطاع الكهرباء وارتفاع اسعار الوقود وملحقات التشغيل الاخري

7- كفاءة النظام المستخدم في منطقة الدراسة تعتمد علي ساعات النهار ولا يوجد نظام تخزين . لذلك نوصي في النظم المستقلة عن الشبكة يجب عمل بطاريات تخزين تسع لعدد من الساعات لاستخدامها في فترات الليل وفترات الغيوم .

8- اوضحت النتائج ان استخدام الطاقة الشمسية في المشاريع الحكومية الكبيرة يتطلب التركيب مساحة كبيرة للنظام لتكون فعالة في توفير الكهرباء على أساس ثابت بالتالي عنصر المساحة وتكلفتها له وزن كبير في دراسة جدوى النظام الشمسي في تلك المشاريع .

9- تعد هذه الطاقة مصدرا نظيفا للطاقة من حيث تأثيرها على البيئة وفي تحسين جودة الهواء في المناطق الحضرية والريفية على حد سواء. بسبب انخفاض الانبعاثات الغازية مقارنة بالاعتماد على المولدات التي تعمل بالديزل.

التوصيات:

1- تعزيز الاستثمار في الزراعة من خلال تعزيز الفرص في الاستثمار في استخدام الطاقة الشمسية التي حققت نجاح كبير في دعم الانتج الزراعي.

2- تبني الحكومات دعم مدخلات الطاقة الشمسية (الالواح والانفيرترات والكيبولات ومحولات) واعفاءها من الجمارك من اجل تقليل التكلفة الاولية .

3- تنفيذ سياسة الاعفاءات الجمركية لمعدات الطاقة الشمسية وتقديم **القروض الميسرة** والتسهيلات الائتمانية بشروط مناسبة يمثل الوسيلة الأكثر فاعلية لتشجيع التحول نحو استخدام الطاقة الشمسية في الانشطة الاقتصادية المختلفة .

4- الاهتمام بدعم الابحاث العلمية في مجال الطاقة المتجددة كخيار لطاقة الحياة النظيفة في المستقبل وتشجيع السياسات الداعمة لاستخدامها في مجالات اقتصادية اخري.

5- دعم الإنتاج الصناعي لوحدات الطاقة الشمسية وتشجيع الاستثمارات الوطنية في مجال الطاقة الشمسية لاستخدامها كخيار تكنولوجي يدعم الانظمة الحديثة للمساهمة في دعم وتطوير الاقتصاد الوطني.

6-توسيع وتعزيز التدريب الفني للمزارعين، بما يسهم في تحقيق التنمية الزراعية المستدامة وتقليل الآثار البيئية السلبية لمصادر الطاقة التقليدية.

المراجع

الكتب:

حافظ ، عبد الرشيد بن عبد العزيز –اساسيات البحث العلمي(2012) الطبعة الاولي– مطابع جامعة الملك عبدالعزيز

خوجلي، أحمد - الطاقة الشمسية وإمكانية استغلالها –-رقم الإيداع 75 صدرت/2007م

الدراسات العلمية

- **مبارك ،عثمان زكي علي** تحسين عمل الخلايا الشمسية السيلكونية مجلة العلوم الانسانية والطبيعية2022م

الرابط HNSJ, 2022, 3(2); https://doi.org/10.53796/hnsj3239

-. سليمان ،مي موسي - اقتصاديات الطاقة المتجددة وعلاقتها بالتنمية المستدامة في السودان: للفترة 2010 – 2020- مجلة العلوم الاقتصادية والإدارية والقانونيةالمجلد (6)، العدد (11): 30 إبريل 2022 م

- عبد الوهاب، ميرفت – الطاقة المتجددة وامكانية مواجهة الطاقة التقليدية وتعزيز دور مصر كسوق جاذبة اتجارة الكربون –المحلة العلية لقطاع كليات التجارة – جامعة الازهرالمجلد 17 العدد 1 2017م الرابط https://yarab.yabesh.ir/yarab/handle/yad/75492

- ابراهيم ، جمال الدين - كفاءة إستخدام الطاقة الشمسية فى الإنتاج النباتى بمناطق المليون ونصف المليون فدان (دراسة حالة واحة الفرافرة **Journal of the Advances in Agricultural Researches (JAAR) Volume 27, Issue 2 - Serial Number 103 June 2022**

https://jalexu.journals.ekb.eg/journal/aim_scope?utm_source=chatgpt.com

تقارير واحصائيات الهيئات الحكومية والمنظمات الدولية.

- موقع برنتامج الامم المتحدة لحماية البيئة –WWW.unep.org

The World Bank. Solar resource maps and GIS.-

https://solargis.com/maps-and-gis

-World Bank Group. From Subsidy to Sustainability: Diagnostic Review of Sudan's ElectricitySector. 2019. https://doi.org/10.1596/33702

-Abubaker Younis1*, Amro Khalafalla2, Ismail Elgizouli3, Ratiba Abdelgadir1, Ali Omer1, Mahmoud Onsa4, Quosay Ahmed5- ENGINEERING JOURNAL UofKEJ Vol. 12 Issue 1 pp. 17- 22 (February 2022)www.ejournals.uofk.edu

الهيئات والمؤسسات :

- الوحدة الادارية - محلية المتمة 2026م.

-ادارة المساحة والتخطيط العمراني - المساحة شندي 2026م.

- محطة الارصاد الجوي شندي2026م.