International Science and Technology Journal
المجلة الدولية للعلوم والتقنية

عدد خاص بالمؤتمر الليبي الدولي للعلوم التطبيقية و الهندسية دورته الثانية
LICASE -2
2024 / 10 / 30-29

المجلة الدولية للعلوم والتقنية
ISTJ

تم استلام الورقة بتاريخ:27/ 9/2024م
وتم نشرها على الموقع بتاريخ: 30/ 10/2024م

# تحليل العوامل المؤثرة في إدماج منظومات الطاقة الشمسية (الكهروضوئية) في المباني بليبيا

http://www.doi.org/10.62341/bamf2137

**د. عبد الباسط محمد الفيتوري**
جامعة طرابلس– كلية الهندسة – قسم الهندسة المعمارية والتخطيط العمراني
abd.elfeturi@uot.edu.ly

**الملخص**

بالرغم من كون ليبيا تعد من أكثر دول العالم وفرة بمصادر الطاقات المتجددة وخصوصا الطاقة الشمسية إلا أن الاستفادة من منها يظل محدود جدا مقارنة باستهلاك الوقود الاحفوري. كما تعد ليبيا البلد الاقل سكانا في شمال أفريقيا، إلا انها تعتبر من أكثر الدول إستهلاكا للطاقة الكهربائية مقارنة بعدد السكان حيث أدى التوسع العمراني المضطرد الى زيادة ملحوظة في الطلب على الطاقة الكهربائية مما القى بثقله على موارد الطاقة في البلاد. ان المباني تستهلك مقدار كبير من الطاقة الكهربائية المعتمدة في إنتاجها على الوقود الاحفوري (النفط والغاز) خصوصا جراء عمليات التبريد صيفا والتدفئة شتاءً والانارة، ويؤدي ذلك الى اضرار بيئية كبيرة. بالمقابل فإنه بالرغم من أن هناك مصادر أخرى للطاقة تعتبر نظيفة ومتجدده كالطاقة الشمسية إلا أن إستخدامها مزال محدود جدا في الدول النامية بصفة عامة وليبيا بصفة خاصة. تحاول هذه الورقة البحثية المساهمة في حل هذه المشكلة من خلال التعرف على العوامل والمسببات وراء عدم إدماج منظومات الطاقة الشمسية (الكهروضوئية) في المباني. لتحقيق الاهداف المرجوة، تتضمن منهجية البحث الاسلوب الوصفي التحليلي من خلال الاطلاع على الدراسات والبحوث النظرية والميدانية من أجل التوصل الى أسس بناء الإطار المفاهيمي. إنبثق البحث الميداني من خلال المسح الاستطلاعي الذي تضمن تصميم إستبانة من عدة فقرات شملت أسئلة متعلقة بعوامل ومعوقات ومقومات وإمكانيات دمج منظومات الطاقات الشمسية في المباني. توصلت هذه الورقة البحثية الى إستنتاجات وتوصيات تساهم في زيادة فرص إدماج الانظمة الكهروضوئية كبديل عن مصادر الطاقة التقليدية الناضبة والضارة بالبيئة.

**الكلمات المفتاحية:** العوامل المؤثرة، إدماج، منظومات الطاقة الشمسية، الأنظمة الكهروضوئية، المباني، البيئة.


Copyright © ISTJ
حقوق الطبع محفوظة
للمجلة الدولية للعلوم والتقنية

International Science and Technology Journal
المجلة الدولية للعلوم والتقنية

عدد خاص بالمؤتمر الليبي الدولي للعلوم التطبيقية و الهندسية دورته الثانية
LICASE -2
2024 / 10 / 30-29

المجلة الدولية للعلوم والتقنية
ISTJ

تم استلام الورقة بتاريخ:27/ 9/2024م
وتم نشرها على الموقع بتاريخ: 30/ 10/2024م

# Analysis of the factors affecting the integration of solar energy (photovoltaic) systems into buildings in Libya

**Dr Abdulbaset Mohamed Elfeturi**
University of Tripoli- Faculty of Engineering- Department of Architecture and Urban Planning
abd.elfeturi@uot.edu.ly

## Abstract

Although Libya is one of the countries in the world that is most abundant in renewable energy sources, especially solar energy, the benefit from it remains very limited compared to the consumption of fossil fuels. Libya is also the least populated country in North Africa, but it is considered one of the countries that consume electrical energy the most compared to its population, as the rapid urban expansion has led to a noticeable increase in the demand for electrical energy, which has placed a significant load on the country's energy resources. Buildings consume a large amount of electrical energy based on fossil fuels (oil and gas), especially as a result of cooling in the summer, heating in the winter, and lighting, which leads to significant environmental damage. On the other hand, although there are other sources of energy that are considered clean and renewable, such as solar energy, their use is still very limited in developing countries in general and Libya in particular. This research paper attempts to contribute to solving this problem by identifying the factors and reasons behind not integrating solar energy systems (photovoltaic) into buildings. To achieve the desired goals, the research methodology includes the descriptive and analytical method by reviewing the literature in order to build the conceptual framework. The field research emerged through an exploratory survey that included designing a questionnaire of several paragraphs that included questions related to the factors, obstacles, components, and possibilities of integrating solar energy systems into buildings. This research paper reached conclusions and recommendations that contribute to increasing the opportunities for integrating photovoltaic (PV) systems as an alternative to traditional sources that are depleted and harmful to the environment.

**Keywords**: influencing factors, integration, solar energy, photovoltaic systems, buildings, environment.

## 1. المقدمة

تعد الطاقة هي المحور الرئيسي للتنمية الذي عن طريقه تنهض كافة القطاعات والمجالات. لذلك هناك حاجه ملحة وماسة من أجل التوصل الى مصادر طاقة نظيفة ومتجددة. منذ نهاية القرن التاسع عشر وبداية القرن العشرين بدأت التطورات التكنولوجية واستكشاف النفط والغاز مما أدى الى إنتشار الطاقة الكهربائية وتطورت الصناعات المختلفة، كل ذلك ساهم في تحسين مستوى المعيشة من جهة، إلا أنه من جهة أخرى أحدث خلل كبير في التوازن البيئي وإزدياد معدلات التلوث نتيجة للانبعاثات الضارة المصاحبة مما ساهم بشكل كبير في تفاقم ظاهرة الاحتباس الحراري وحدوث التغير المناخي.


Copyright © ISTJ
حقوق الطبع محفوظة
للمجلة الدولية للعلوم والتقنية

عدد خاص بالمؤتمر الليبي الدولي للعلوم التطبيقية و الهندسية دورته الثانية
LICASE -2
2024 / 10 / 30-29
International Science and Technology Journal
المجلة الدولية للعلوم والتقنية
تم استلام الورقة بتاريخ:27/ 9/2024م وتم نشرها على الموقع بتاريخ: 30/ 10/2024م

من حيث إستخدام الطاقة، فإن قطاع المباني مسؤول عن 40% من إستهلاك الطاقة في جميع أنحاء العالم تقريبًا [1]. ومع ذلك، فإن المباني في ليبيا تستنزف ما يقرب من 80% من إجمالي استخدام الطاقة مما يسبب في إنعكاسات سلبية على البيئة. وفقًا لتقرير الحالة العالمية (Global Status Report) لسنة 2021، تمثل المباني ما يقرب من 37% من انبعاثات الغازات الدفيئة بينما تكون المباني السكنية لوحدها مسؤولة عن 17[2] %. لذا فمنذ النصف الاخير من القرن العشرين أضحى العالم يعاني من إشكاليات بيئية واقتصادية واجتماعية نتيجة للأثار السلبية المتراكمة من إستخدام تلك المصادر وكذلك النضوب الطبيعي كنتيجة للاستنزاف المتزايد بحرق كميات هائلة من الوقود الاحفوري لتوليد الطاقة الكهربائية[3][4] .

### 1.1. مشكلة البحث.

تكمن مشكلة البحث في أنه بالرغم من أن الابحاث العلمية أثبتت أن المباني تستهلك مقدار كبير من الطاقة الكهربائية المعتمدة في إنتاجها على الوقود الاحفوري (النفط والغاز) جراء عمليات التبريد صيفا والتدفئة شتاءً والانارة، ويؤدي ذلك الى اضرار بيئية كبيرة. بالمقابل فإنه بالرغم من أن هناك مصادر أخرى للطاقة تعتبر نظيفة ومتجدده كالطاقة الشمسية، إلا أن إستخدامها مزال محدود جدا في الدول النامية وخصوصا في ليبيا.

### 1.2. تساؤل البحث الرئيسي

يكمن تساؤل البحث الرئيسي في لماذا لم يتم التوسع في إدماج منظومات الطاقة الشمسية (الكهروضوئية) في المباني بليبيا؟

#### 1.2.1. تساؤلات البحث الفرعية:

1) ماهي العوامل المؤثرة في فرص إدماج منظومات الطاقة الشمسية في المباني؟
2) ما مدى تأثير هذه العوامل على إدماج منظومات الطاقة الشمسية في المباني؟
3) ما المعوقات والتحديات وراء عدم التوسع في إستخدام منظومات الطاقة الشمسية في المباني بليبيا؟

### 1.3.أهداف البحث

تهدف الورقة البحثية بشكل رئيسي لتشخيص الاسباب والعوامل وراء عدم التوسع في إدماج منظومات الطاقة الشمسية في المباني. هذا ما يقود الى تحديد الاهداف الفرعية للبحث كما يلي:

1) تحديد العوامل المتعلقة بفرص إدماج منظومات الطاقة الشمسية في المباني؟
2) فهم مدى تأثير هذه العوامل على إدماج منظومات الطاقة الشمسية في المباني؟
3) التعرف على العراقيل والتحديات التي تحول دون التوسع في إدماج منظومات الطاقة الشمسية في المباني بليبيا؟


Copyright © ISTJ
حقوق الطبع محفوظة
للمجلة الدولية للعلوم والتقنية

تم استلام الورقة بتاريخ:27/ 9/2024م وتم نشرها على الموقع بتاريخ: 30/ 10/2024م

## 2. منهجية البحث

لقد استخدم المنهج الوصفي والميداني والتحليلي في إعداد هذه الورقة البحثية. تناول المنهج الوصفي الاطلاع على المراجع بما في ذلك الدراسات والبحوث النظرية من أجل التوصل الى أسس الإطار النظري، وسرد الدراسات السابقة المتضمنة للدوريات والمجلات العلمية لعرض ما تم إنجازه من أبحاث في مجالات إدماج الطاقات المتجددة في المباني من النواحي الفنية والاقتصادية. أما فيما يتعلق بمنهج البحث الميداني للحصول على النتائج من البحث الامبيريقي (empirical research) المعتمد على إستسقاء الادلة من الواقع، فقد تم تطبيق المسح الاستطلاعي الشامل الذي تضمن تصميم إستبيان من عدة فقرات شملت أسئلة البحث لبيان صحة فرضياتها حول واقع إدماج منظومات الطاقة الشمسية في المباني بليبيا من حيث المقومات والمعوقات. تم إعتماد تدريج ليكرت الخماسي للفقرة بدرجة (غير ملائمة جدا، غير ملائمة، مقبولة، ملائمة، ملائمة جداً) وبوزن (1–1.8، 1.9–2.6، 2.7–3.5،3.4 – 4.2، 4.3–5.0) على الترتيب. لبيان مدى إستجابة المستهدفين في عينة البحث ومعرفة مدى تفاعلهم مع فقراتها فقد تم توجيه 35 إستبيان لعينة عشوائية أولية وتجميع البيانات مما أكد مصداقية نتائج الاستبيان. ومن تم القيام بتوجيه الاستبيان الى عينه مكونه من 137 شخص من المهندسين والفنيين وأصحاب القرار والمهتمين بمجال الطاقة في المباني من عدة مدن ليبية. تم تحليل البيانات التي تم تجميعها من خلال الاستبيان والتي تضمنت 105 من الاستجابات الكاملة وتم تحليل النتائج باستخدام برنامج التحليل الاحصائي (SPSS) بحساب المتوسطات والانحرافات المعيارية والنسب المئوية للفقرات والارتباط بين نتائج الفقرات.

## 3. الدراسات السابقة

### 3.1. دور العامل الاقتصادي في إدماج منظومات الطاقة الشمسية في المباني

كشف تقرير الافاق العالمية للطاقة المتجددة الذي أصدرته الوكالة الدولية للطاقة المتجددة (IRENA) في 2023، أن تحول نظام الطاقة بالعالم الى مصادر متجددة يسهم في تحقيق إنتعاش إقتصادي وتعزيز النمو الاقتصادي العالمي[3]. كما أفاد التقرير أن الطاقة المتجددة أصبحت وأحدة من أبرز القضايا العالمية وأصبحت مقصدا للعديد من الدول بما في ذلك الدول الغنية بالنفط [4]. أشار الطويل وآخرون الى أن الطاقة الشمسية أحد البدائل التي يمكن ان تلعب دوراً هاماً في انتاج الطاقة، حيث تعتبر من الطاقات النظيفة والمتجددة والتي يمكن ان يعول عليها كبديل للطاقة المنتجة من الوقود الاحفوري [5]. إن تكاليف توليد الكهرباء من الطاقة الشمسية شهد إنخفاضاً كبيرا على مدار العقد الماضي، نتيجة لتطور التقنيات وزيادة تنافسية التوريد وتنامي خبرة المطورين. بفضل انخفاض تكلفة وحدة الإنتاج، ستكون الطاقة الشمسية مصدرا مهما للطاقة بالعديد من البلدان التي تسعى إلى الوفاء بأهدافها المناخية بحلول عام 2030[6] .

تعد ليبيا البلد الاقل سكانا في شمال أفريقيا، إلا انها تعتبر من أكثر الدول إستهلاكا للطاقة الكهربائية مقارنة بعدد السكان حيث أدى التوسع العمراني المضطرد الى زيادة ملحوظة في الطلب على الطاقة الكهربائية مما القى بثقله


Copyright © ISTJ
حقوق الطبع محفوظة
للمجلة الدولية للعلوم والتقنية

تم استلام الورقة بتاريخ:27/ 9/2024م وتم نشرها على الموقع بتاريخ: 30/ 10/2024م

على موارد الطاقة في البلاد [7]. تستحوذ الشركة العامة للكهرباء على الحصة الاكبر من المشتقات النفطية بسعر مدعوم، تنفق دولة ليبيا سنويا ما يناهز 615 مليون دولار لدعم الكهرباء [7]. مما لا شك فيه بأن ذلك يستنزف موارد البلاد لذلك تسعى الحكومة الليبية الى محاولة تقليل الانفاق الحكومي والتحول للاستفادة من مصادر الطاقة المتجددة كالطاقة الشمسية. بالرغم من ذلك لازال هناك العديد من العوائق التشريعية والمؤسساتية والاقتصادية والمالية وكذلك المعوقات الادارية والهيكلية التي تحول دون دمج منظومات الطاقة الشمسية في المباني بليبيا.[8] كما أن قلة المخصصات المالية نتيجة للظروف الاستثنائية التي تمر بها البلاد هي أحد أهم التحديات والمشاكل التي تواجه فرص الاستفادة من الطاقة الشمسية في ليبيا [10]،[9].

### 3.2. دور العامل الهندسي (التقني) في إدماج منظومات الطاقة الشمسية (الكهروضوئية) في المباني

ان للعامل الهندسي (التقني) دورا محوريا في إدماج المنظومات الكهروضوئية في المباني بليبيا. يتطلب ذلك مهارات هندسية وفنية تبدأ من نقل المعرفة مرورا بتوطين التقنية ووصولا الى مرحلة تصنيع مكونات ومعدات المنظومات الشمسية [11]. كما أن ذلك يحتاج الى دراسة معمقة لمعرفة مدى توفر الايدي العاملة المدربة وكذلك الاستثمارات التي يمكن من خلالها تنمية الجانب المعرفي [12]. وفقا للباحث Chi-Jen ان غياب الجانب المعرفي والمعلوماتي المتعلق بتصنيع مكونات وأنظمة الطاقات البديلة يعتبر أحد التحديات الرئيسية التي تواجهه التوسع في إستخدام تكنولوجيا الطاقة الشمسية.[13] في بحث أعده (Ekhlat) وأخرون تم تحديد أبرز المعوقات التي تواجهه الاستفاده من الطاقة الشمسية والتي تتمثل في عدم وجود تصاميم لمشاريع تجريبية ورائده في هذا المجال (Demo & pilot Projects) وكذلك عدم وجود أي خطه لتصنيع معدات الطاقة الشمسية كمصانع إنتاج السيلكون لتوفير الخلايا الكهروضوئية [14]. أكد تقرير أعده المركز الاقليمي للطاقة المتجددة وكفاءة الطاقة (RCREEE) على أن عدم توفر البرامج الفعالة لنقل تكنولوجيا الطاقة الشمسية وكذلك غياب التصاميم التفصيلية للشبكات المتعلقة بواقع الطاقات المتجددة يعتبر أحد العوامل المثبطة لتوظيف وإدماج منظومات الطاقة الشمسية في المباني [15]. يشمل الدعم التخطيطي والهندسي تحديد الاراضي المناسبة لإقامة مشاريع لإنتاج أكبر قدر من الطاقة والعمل على حماية هذه الاراضي من التوسع العمراني وما قد يصاحبه من بناء عشوائي، وذلك نظرا لان الطاقات المتجددة تحتاج الى مساحات شاسعة تقدر بمئات الهكتارات وذلك لتركيب الخلايا الكهروضوئية [16].

يشكل الجانب التقني المتمثل في التركيب والتشغيل والصيانة دورا بارزا في سبيل إنجاح توظيف تكنولوجيا منظومات الطاقة الشمسية. ان معالجة تأثير الاتربة وخاصة في المناطق الصحراوية أو شبه الصحراوية والتي يمكن ان تؤدي الى تخفيض معدل إنتاج الطاقة الشمسية بمعدل ما بين 10% الى 20% [17]. من البديهي فان مصادر الطاقة الشمسية تعاني من التذبذب، ولكن هذه المشكلة أصبحت قابلة للحل على نحو متزايد مع انخفاض تكلفة البطاريات وغيرها من وسائل تخزين الطاقة، ومع تمكين تحويل توقيت بعض الطلب على الكهرباء بفضل العدادات وأنظمة التحكم الذكية. لقد أصبح الان من المؤكد أن العديد من الدول وخصوصا المتقدمة منها سوف تتمكن في


Copyright © ISTJ
حقوق الطبع محفوظة
للمجلة الدولية للعلوم والتقنية

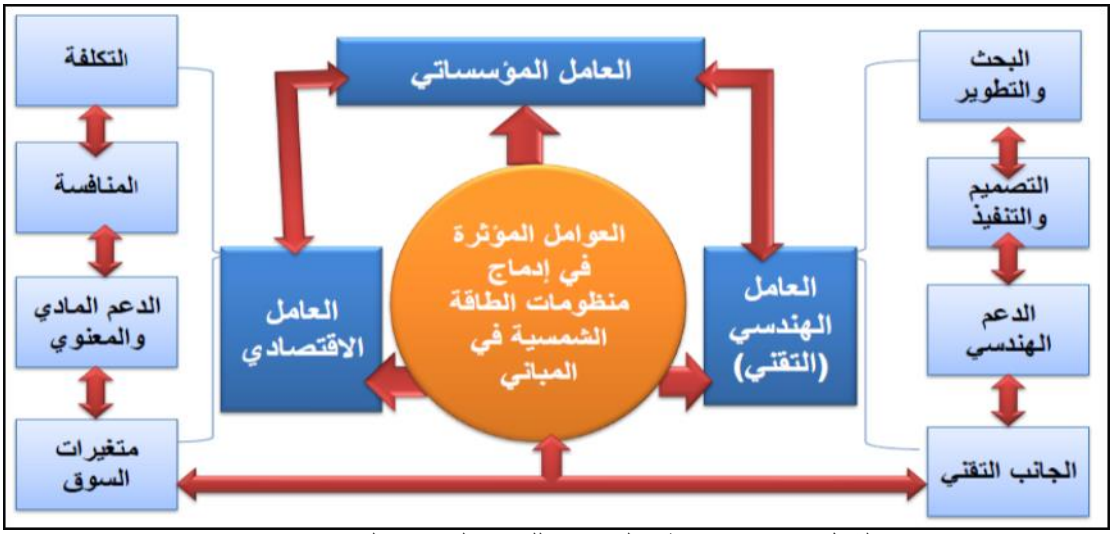
International Science and Technology Journal
المجلة الدولية للعلوم والتقنية
عدد خاص بالمؤتمر الليبي الدولي للعلوم التطبيقية و الهندسية دورته الثانية
LICASE -2
2024 / 10 / 30-29
المجلة الدولية للعلوم والتقنية ISTJ
تم استلام الورقة بتاريخ:27/ 9/2024م
وتم نشرها على الموقع بتاريخ: 30/ 10/2024م

غضون عشرين عاما من الحصول على القدر الأكبر من احتياجاتها من الكهرباء من مصادر الطاقة البديلة كالطاقة الشمسية بأسعار معقولة إلى حد كبير[18] . كما أن دمج منظومات الطاقة الشمسية مع الغلاف الخارجي للمبنى (envelope) كمواد إنهاء (finishing) كونها عناصر لها القدرة على الاستجابة والتحفيز للمؤثرات البيئية الخارجية [19]. إن المعوقات الفنية والتقنية هي أحد الاسباب الجوهرية التي تحيل دون إستغلال الطاقات البديلة في ليبيا.

من خلال إستعراض الادبيات المتعلقة بالعوامل المؤثرة في إدماج منظومات الطاقات الشمسية) الانظمة الكهروضوئية) لوحظ بان هناك فجوة أدبيات الموضوع حيث لم تتطرق الدراسات السابقة بعمق الى تحديد العوامل التي تؤثر بشكل شامل على فرص إدماج منظومات الطاقات الشمسية في المباني. لذا ستساهم هذه الورقة البحثية في سد تلك الفجوة من خلال الحصول على النتائج من البحث الامبيريقي (empirical research) المعتمد على استسقاء الادلة من الواقع.

## 4. الإطار المفاهيمي للبحث

يتمحور الإطار المفاهيمي للبحث (conceptual framework) بشكل عام في تشخيص الاسباب والعوامل التي تحول دون التوسع في إدماج منظومات الطاقة الشمسية. من خلال البحث في أدبيات الموضوع والدراسات السابقة يمكن تأكيد الإطار النظري للبحث بالتعرف على أهم العوامل والمتغيرات التي قد تؤثر دوراً في فرص إدماج منظومات الطاقة الشمسية في المباني بليبيا. يمكن تلخيص هذه العوامل في ثلاث محاور رئيسية هي العامل المؤسساتي والاقتصادي والهندسي (التقني) كما هو موضح بالشكل (1). تتناول هذه الورقة البحثية التركيز بعمق على تحليل الجوانب الاقتصادية والهندسية (التقنية).




الشكل (1) يوضح الإطار المفاهيمي للبحث. المصدر (الباحث، 2024)


Copyright © ISTJ
حقوق الطبع محفوظة
للمجلة الدولية للعلوم والتقنية

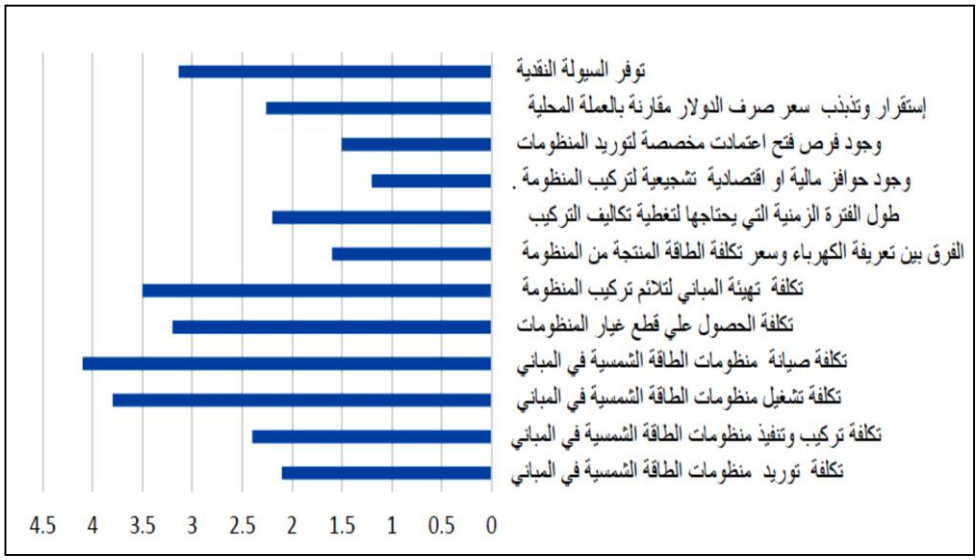
International Science and Technology Journal
المجلة الدولية للعلوم والتقنية
عدد خاص بالمؤتمر الليبي الدولي للعلوم التطبيقية و الهندسية دورته الثانية
LICASE -2
2024 / 10 / 30-29
المجلة الدولية للعلوم والتقنية
ISTJ
تم استلام الورقة بتاريخ:27/ 9/2024م
وتم نشرها على الموقع بتاريخ: 30/ 10/2024م

## 5 .النتائج والمناقشة

### 5.1. المتغير الاقتصادي

**أ- دور تكلفة إدماج منظومات الطاقة الشمسية (الكهروضوئية)**

تلعب التكلفة دورا هاما في تحسين مستوي توظيف الطاقة الشمسية بالمشاريع العمرانية. ويمكن تصنيف عامل التكلفة الي أربع محاور أساسية متمثلة في تكلفة التوريد والتركيب والتشغيل والصيانة. اشارت النتائج الي ان عامل تكلفة توظيف الطاقات المتجددة بشكل عام كان (3.10، ملائما). مما يعكس تكاليف إستخدام منظومات الطاقة الشمسية (الكهروضوئية) في ليبيا ملائمة الي حدا ما، الشكل (2). اما فيما يتعلق بتكلفة التوريد والتركيب كانت غير ملائمة (2.10، 2.40) على التوالي وذلك لغياب الدعم المادي والمعنوي المتمثلة في التسهيلات والاعفاءات المالية التي نوقشت انفاً. اما فيما يخص تكلفة التشغيل والصيانة كانت ملائمة وملائمة وجدا (3.78، 4.12) على التوالي. وتجدر الإشارة هنا الي إمكانية ربط العامل الاقتصادي بالعامل المؤسساتي مثل يمكن تخفيض تكلفة التوريد والتركيب من خلال الدعم المادي. واظهرت النتائج ان تكاليف التشغيل والصيانة كان ملائما وذلك لطبيعة عمل منظومات الطاقة الشمسية التي لا يترتب عليها تكاليف التشغيل والصيانة الباهظة.




**1-1.8 غير ملائمة جداً، 1.9-2.6 غير ملائمة، 2.7 -3.4 مقبولة، 3.5 – 4.2 ملائمة، 4.3- 5.0 ملائمة جداً**

الشكل (2) يوضح المؤشر العام للعامل الاقتصادي. المصدر (الباحث، 2024).

**ب- دور المنافسة في إدماج منظومات الطاقة الشمسية (الكهروضوئية)**

يؤثر عامل المنافسة بين مصادر الطاقة التقليدية والطاقة الشمسية على مستوي توظيفها في المشاريع العمرانية في ليبيا. حيث خلصت النتائج الي ان عامل المنافسة كان بمعدل (2.61، مقبول) ومع ان النتائج أظهرت مؤشراً


Copyright © ISTJ
حقوق الطبع محفوظة
للمجلة الدولية للعلوم والتقنية

تم استلام الورقة بتاريخ:27/ 9/2024م وتم نشرها على الموقع بتاريخ: 30/ 10/2024م

مقبولا إلا ان مفردات هذا العامل تباينت الي قسمين أحداهما ملائمة توريد قطع الغيار وتهيئة المباني لتلائم استخدام منظومات الطاقة الشمسية حيث كانت (3.22، 3.48). بينما كانت المفردات الأخرى، كالفرق بين تعريفة الكهرباء وسعر تكلفة الطاقة المنتجة من المنظومة وطول الفترة الزمنية التي يحتاجها لتغطية تكاليف التركيب في حدود (1.58، 2.22). ان سهولة الحصول على قطع غيار المنظومات يعتبر من الإجراءات الميسرة لوجود بعض شركات القطاع الخاص المهتمة بتوريد قطع الغيار مقارنة مع التكاليف الباهظة لتوريد قطع غيار وصيانة توربينات ومعدات مصادر الطاقة التقليدية. أما فيما يخص سهولة تهيئة المباني لتلائم تركيب منظومات الطاقة الشمسية فإن طبيعة هذه المنظومات لا تتطلب تحويرا جوهريا للمباني.

أما الجانب الثاني لمفردات المنافسة المتمثلة في الفرق بين تعريفة الكهرباء وسعر تكلفة الطاقة المنتجة من المنظومة فأنه في ظل إنخفاض تعريفة الطاقة الكهربائية والتي لا تزيد عن 200 درهم للكيلو وات للاستهلاك المنزلي تظل فرصة التوجه لاستغلال الطاقة الشمسية متدنياً. كما أن طول الفترة الزمنية التي يحتاجها لتغطية تكاليف التركيب كان غير ملائما وذلك يعود لارتفاع تكاليف التوريد والتركيب التي تعاني من عدم الدعم المادي والظروف الاقتصادية الراهنة.

**ت- دور العامل المادي والمعنوي في إدماج منظومات الطاقة الشمسية (الكهروضوئية)**

ان لدور الحوافز المالية والاقتصادية وجهان احداهما تشريعي (مؤسساتي) والأخر اقتصادي، وهنا تجدر الإشارة الي ان العائد المادي يلعب دورا في افاق توظيف الطاقة الشمسية من تشجيع الجهات المالكة والمصممة والمنفذة على تضمين متطلبات الطاقة الشمسية في المشاريع العمرانية. حيث أفادت نتائج هذا البحث الي أن الحوافز المادية والتشجيعية وفرص فتح الاعتمادات كان غير ملائما جدا (1.20، 1.50) على التوالي.

**ث- دور متغيرات السوق إدماج منظومات الطاقة الشمسية (الكهروضوئية)**

ان عوامل الإستقرار السياسي والاقتصادي يؤثران بشكل مباشر على متغيرات السوق المحلي المتمثلة في قيمة العملة المحلية ومدى توفرها. أظهرت نتائج البحث ان تأثير استقرار سعر الصرف كان غير ملائما بمؤشر (2.26) بينما بينت النتائج ان توفر السيولة النقدية وقت اجراء الدراسة كان مقبولا نوعا ما بمؤشر (3.14). سيكون توظيف الطاقة الشمسية في المشاريع العمرانية مرتبطاً بمدي استقرار السوق المحلي لتشجيع المستثمرين في هذا المجال.

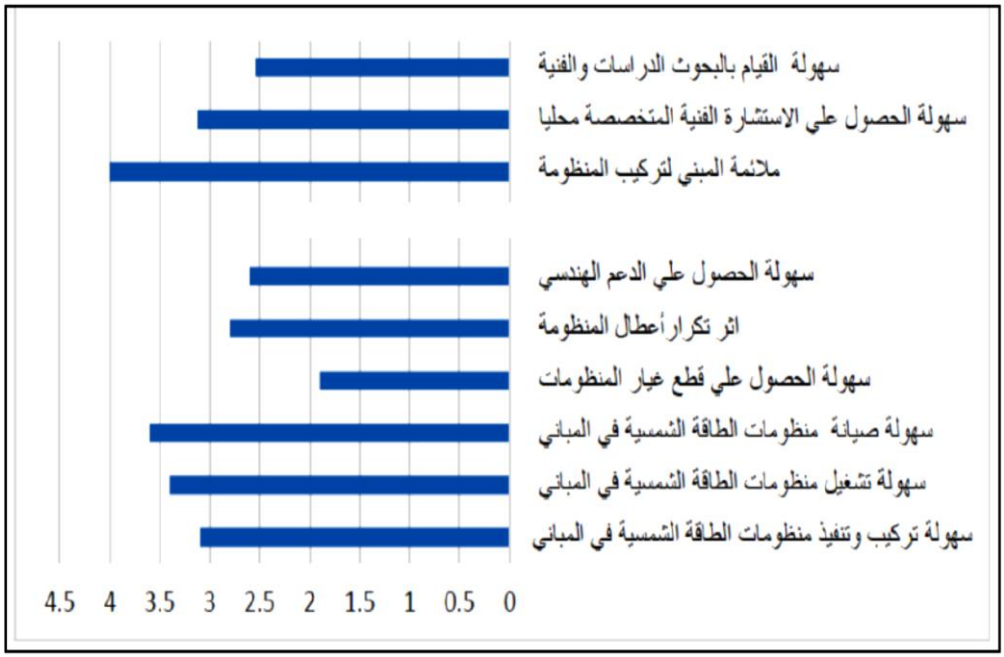

Copyright © ISTJ
حقوق الطبع محفوظة
للمجلة الدولية للعلوم والتقنية

International Science and Technology Journal
المجلة الدولية للعلوم والتقنية
عدد خاص بالمؤتمر الليبي الدولي للعلوم التطبيقية و الهندسية دورته الثانية
LICASE -2
2024 / 10 / 30-29
المجلة الدولية للعلوم والتقنية
ISTJ
تم استلام الورقة بتاريخ:27/ 9/2024م
وتم نشرها على الموقع بتاريخ: 30/ 10/2024م

### 5.2. المتغير الهندسي (التقني)

**أ-البحث والتطوير**

من البديهي ان للبحث والتطوير دورا فعالا في نجاح الاعمال الهندسية بمختلف أنواعها على وجه العموم وعلى تكنولوجيا منظومات الطاقة الشمسية على وجه الخصوص. تعرفت نتائج البحث الي مدي تعقيد مفردات العامل التقني، الشكل (3)، حيث إشارات نتائج هذا البحث الي ان سهولة الحصول على الاستشارة كان مقبولا بمؤشر (3.12) بينما كان مؤشر القيام بالبحوث والدراسات التقنية معقداً (2.54). ويرجع ذلك ربما الي غياب الدعم المادي واللوجستي للمؤسسات التعليمية والبحثية. للرفع من مستوي البحث والتطوير في مجال تكنولوجيا منظومات الطاقة الشمسية ينبغي الاهتمام بتفعيل دور المؤسسات التعليمية والبحثية ودعمها في هذا المجال. كما يجب السعي لنقل الخبرات وتوطين التقنيات الحديثة من خلال الاتفاقيات العلمية والاستفادة من الخبرات الإقليمية والعالمية.




**1-1.8 معقدة جداً، 1.9-2.6 معقدة، 2.7 -3.4 عادية، 3.5 – 4.2 بسيطة، 4.2- 5.0 بسيطة جدا.**

الشكل (3) يوضح المؤشر العام للعامل الهندسي(التقني). المصدر (الباحث، 2024).

**أ- التصميم والتنفيذ**

ان معرفة ومهارات تصميم منظومات الطاقة الشمسية (الكهروضوئية) يحتاج الي كوادر فنية متخصصة ومدربة. حيث ان طبيعة العمل في تصميم وتنفيذ المباني يحتاج الي تكامل عدة تخصصات الهندسية عند اتخاذ القرارات التصميمية لذا فأن سهولة الحصول على الدعم الهندسي يعتبر عاملا مهما للمساهمة في الرفع من مستوي إدماج منظومات الطاقة الشمسية بالمباني. كما ان وجود البنية التحتية الفعالة يساهم في تدليل الصعاب التي تواجه فرق


Copyright © ISTJ
حقوق الطبع محفوظة
للمجلة الدولية للعلوم والتقنية

التصميم والتنفيذ عند تضمين متطلبات إدماج منظومات الطاقة الشمسية في المباني. أوضحت نتائج البحث ان مدى سهولة الحصول على الدعم الهندسي كان معقدا (2.26). كما خلصت نتائج البحث الي ان درجة التعقيد في فهم المنظومات عند اتخاذ القرار لتوريدها وتركيبها كان عاليا بمؤشر (2.40). لذا ينبغي العمل على رفع كفاءة فرق التصميم من خلال التعليم المستمر متمثلاً في التعليم الجامعي والتدريب المستمر لزيادة المعرفة وصقل المهارات في جانب تكنولوجيا منظومات الطاقة الشمسية.

**ب- الجانب التقني**

يعد الجانب التقني من الجوانب المهمة التي تؤثر على فرص إدماج منظومات الطاقة الشمسية في المشاريع العمرانية. بينت نتائج الدراسة ان درجة تعقيد الجانب التقني بشكل عام كان عاديا بمؤشر عام (3.25). حيث كانت سهولة تركيب وتنفيذ منظومات الطاقة الشمسية وأثر تكرار أعطال المنظومة في المباني كان عادياً بمؤشر (3.09، 2.80) على التوالي. هذا المؤشر يعكس سهولة الجوانب التقنية من حيث التركيب وقلة تكرار الأعطال بينما أظهرت النتائج ان سهولة تشغيل وصيانة منظومات الطاقة الشمسية في المباني كان بسيطاً بمؤشر (3.40، 3,60) على التوالي. من هنا يتضح ان عوامل تشغيل وصيانة منظومات الطاقة الشمسية لا تشكل عائقا امام توظيفيها في المشاريع العمرانية.

## 6. الخلاصة

خلص البحث إلى أن ملائمة عوامل المتغير الاقتصادي تذبذت في مدي ملائمتها ما بين الملائم والمقبول. كما توصل البحث إلى أن عوامل المتغير الهندسي (التقني) لا تمثل تعقيدا جوهرياً حيث أظهرت النتائج ان اغلب الصعاب والعراقيل الفنية والهندسية التي تواجه فرص دمج منظومات الطاقة الشمسية في المباني يمكن التغلب عليها بسهولة إذا تكاملت كل من المنظومة المؤسساتية والاقتصادية، مع التأكيد على ضرورة إجراء الصيانة الدورية للمنظومات الشمسية. أخيرا يمكن القول بأن دمج منظومات الطاقة الشمسية في المباني يعتبر خيار مناسب وقابل للتطبيق في ليبيا على مستوى الدولة والأفراد الذين يرغبون في تحسين مستوى معيشتهم بتقليل إنبعاثات الكربون وتوفير فواتير الطاقة.

## 7. التوصيات.

1) نشر الوعي والعمل الجاد على مختلف الاصعدة بدأ بالمواطن ثم المجلس البلدي والحكومة لتبني فكرة دمج منظومات الطاقة الشمسية (الكهروضوئية) في المباني لتوليد الكهرباء.
2) تقديم التمويل اللازم للمواطنين على هيئة قروض حسنه ميسره لتشجيعهم على تركيب منظومات الطاقة الشمسية في مبانيهم.


Copyright © ISTJ
حقوق الطبع محفوظة
للمجلة الدولية للعلوم والتقنية

3) تشجيع ودعم القطاع الخاص وتقديم كافة التسهيلات للاستثمار في مجال منظومات الطاقة الشمسية كالتركيز على التصنيع المحلى للخلايا الشمسية، كونها تمثل ضمانا لأمن الامدادات وتقليل الاعتماد على الطاقة التقليدية.

4) تدريب الكوادر الفنية في المجالات المتعلقة بمنظومات الطاقة الشمسية كأعمال التصنيع التجميع والتركيب والصيانة الدورية.

5) دعم الابحاث والجهود الرامية لمتابعة التطور التكنولوجي في مجال منظومات الطاقة الشمسية والسعي لتبني أحدث التكنولوجيات والاساليب الاكثر كفاءة.

**المراجع**

[1] S. AlJalal, A. Alshibani, M. Al-Homoud, K. Mazher, An integrated decision support framework for selecting envelope and AC systems in hot-humid climate. Building and Environment 243 (2023).

[2] United Nation Environment Programme-Global Status Report for buildings and construction [Online]. Available: http://globalabc.org/sites/default/files/2021-10/GABC-Buildings-GSR-2021-BOOK.pdf, 2021.

[3] الفرجاني، الفيتوري، "العوامل المؤثرة في مستوى تصميم المباني الخضراء في ليبيا"، ورقة مقدمة لمؤتمر تقنية من أجل البناء. طرابلس. (2018).

[4] تقرير الوكالة الدولية للطاقة المتجددة. أفاق الطاقة المتجددة.IRENA 2023.

[5] الطويل، ابراهيم واغا قاسم " إمكانية تسخين المياه المنزلية بالطاقة الشمسية في تحسين إدارة الطلب على الطاقة في ليبيا. مجلة الطاقة الشمسية والتنمية المستدامة. JSESD ، المجلد 6، العدد1. 2017.

[6] World Bank report for the year 2023 [Online]. Available: https://www.albankaldawli.org/ar/news/feature/2023/11/10/how-solar-is-changing-the-climate-game.

[7] إحصائيات الشركة العامة للكهرباء الليبية. GECOL للسنوات 2022، 2023، 2024. الموقع الرسمي للشركة العامة للكهرباء على شبكة الانترنت.

[8] شنيب عمر وآخرون. معوقات استخدام الطاقات المتجددة في ليبيا، المؤتمر الدولي الاول في مجال الهندسة الكيميائية والنفطية وهندسة الغاز،2016،


Copyright © ISTJ
حقوق الطبع محفوظة
للمجلة الدولية للعلوم والتقنية

[9] الفرجاني محمد، الفيتوري عبد الباسط، خصائص فريق التصميم وأثرها على تصميم المباني الخضراء في ليبيا. مجلة العلوم التطبيقية .العدد (2). (2019).

[10] الفيتوري عبد الباسط، الفرجاني محمد" دور المالك نحو تحقيق إستدامة المباني في ليبيا. المجلة الدولية للعلوم والتقنية. (2019).

[11] المجراب، أنور والدرهوبي صلاح " الاتجاه نحو بناء الإطار التشريعي والتنظيمي لمشاريع الطاقة المتجددة في ليبيا يحقق مخرجات وضوابط ذات جودة عالية: مراجعة نظرية للدراسات السابقة في قطاع الطاقة المتجددة" مجلة النجم الساطع للبحوث العلمية. (2019).

[12] الياسري، أحمد و علي، رائد (2021) الثورة الصناعية الرابعة ودورها في تطوير كفاءة أستخدام الطاقة. مجلة الشرق الاوسط للدراسات الانسانية. العدد 5. المجلد 1.

[13] Chi-Jen Yang, Eric et al "Climate Change Policy Partnership", Duke University, November, 2008.

[14] Ekhlat, M., *et al* " Energy Efficiency and Renewable Energy" Libya National Study, United Nations Environment Program (LNEP), Sophia Antipolis, September, 2007.

[15] تقرير المركز الاقليمي للطاقة المتجددة وكفاءة الطاقة (RCREEE) "نبذه عن الطاقة المتجددة ف ليبيا 2012 متاح على شبكة الانترنت .http:// www.rcreee.org/ar

[16] مركز الدراسات والبحوث " إقتصاديات الطاقة الشمسية في المملكة العربية السعودية، متاح على شبكة الانترنت. https:// www.chamber.org.sa/sites/ Arabic/pages/Home Page.as px. .i

[17] الاسكوا، "الطاقة المتجددة: التشريعات والسياسات في المنطقة العربية. اللجنة الاقتصادية والاجتماعية لغربي اسيا. (2023)

[18] M. Abdunnabi and M. Musa, 'Towards strategic plan for wide spreading of solar water heaters in Libya', *Solar energy and sustainable development*, vol. 2, no. June, pp. 11–25, 2013.

[19] الجادري، إحسان وسليم، يونس " أثر إستخدام تقنية المنظومات الشمسية كمواد إنهاء خارجية في النتاج المعماري، مجلة العلوم والتكنولوجيا، المجلد 28، العدد 11، (2010).


Copyright © ISTJ
حقوق الطبع محفوظة
للمجلة الدولية للعلوم والتقنية