دراسة الجدوى المالية لمشروع نصب منظومة طاقة شمسية كهروضوئية بقدرة (2kw/h) للإستخدام المنزلي

financial feasibility study for a project to install a solar photovoltaic system with a capacity of (2kw/h) for home use

معلومات البحث:
- تاريخ الاستلام: 09-11-2022
- تاريخ ارسال: 12- 12- 2022 التعديلات
- تاريخ قبول: 19- 12- 2022 النشر

***Corresponding author:**
Mohammed T. Mohammed
Mohammadtarik1990@yahoo.com

أحمد شاكر محمود
كلية إقتصاديات الأعمال، جامعة النهرين، بغداد، العراق
Ahmed Sh. Mahmood
College of Business Economics, AL-Nahrain University, Baghdad, Iraq
ahmedshakerma@gmail.com

*محمد طارق محمد
كلية إقتصاديات الأعمال، جامعة النهرين، بغداد، العراق
Mohammed T. Mohammed
College of Business Economics, AL-Nahrain University, Baghdad, Iraq
Mohammadtarik1990@yahoo.com

المستخلص

هدفت الدراسة الى بيان جدوى مشروع نصب منظومة طاقة شمسية كهروضوئية بقدرة (2kw/h) من الناحية المالية ، ولغرض تحقيق هذا الهدف أعُدت دراسة جدوى فنية ، حيث تبين من خلالها إن المنظومة يجب أن تتكون من (6) ألواح خلايا شمسية وعاكس بقدرة (2.2kw/h) وبطاريات عدد (4) نوع (Gel) سعة (200A/h) لضمان تجهيز المنزل بالطاقة الكهربائية لمدة (4) ساعات متواصلة في فترات إنقطاع الطاقة الكهربائية الوطنية ، وذلك لضمان الحصول على أفضل أداء للمنظومة ، وبينت الدراسة الفنية بإن المشروع ذا جدوى فنية حيث يمكن من خلال المنظومة توليد طاقة كهربائية إجمالية يومياً تبلغ (16.2 kw/day) . ولبيان جدوى المشروع من الناحية المالية أعُدت دراسة مالية وتم تطبيق بعض المعايير المالية مثل (معيار فترة الإسترداد ، معيار العائد المحاسبي ، معيار صافي القيمة الحالية ، معيار العائد / الكلفة ، ومعيار معدل العائد الداخلي) وبحساب النتائج تبين بإن فترة إسترداد رأس المال المستثمر تبلغ (سنتان وثلاثة أشهر) وهي فترة مقبولة ، ومعدل العائد المحاسبي هو (42.8 %) وهو معدل أعلى من معدل الفائدة على إيداع الأموال في المصارف والتي تتراوح بين (8-10) % ، وتبلغ صافي القيمة الحالية للمشروع (5485$) وهي قيمة مقبولة ، ويبلغ معدل العائد / الكلفة (1.8) وهو أكبر من الواحد الصحيح وهذا يشير الى إن المشروع رابح ، أما معدل العائد الداخلي يبلغ (38 %) وهو معدل أعلى من معدل الفائدة على الأموال المودعة في المصارف ، ومن خلال هذه النتائج يتبين لنا بإن المشروع مجدي من الناحية المالية .

وتوصلت الدراسة الى عدد من الإستنتاجات أهمها إنه لايوجد دعم حكومي لمشروعات الطاقة الشمسية الكهروضوئية في العراق مما حال دون إنتشارها على نطاق واسع .

أما أهم ما يوصي به الباحثان هو إنه من الضروري توفير الدعم الحكومي لمشروعات الطاقة الشمسية في العراق سواء أكان الدعم عن طريق تسهيلات مالية أو من خلال سن قوانين وتشريعات تحفز المواطنين الى اللجوء الى منظومات الطاقة الشمسية الكهروضوئية لسد النقص الحاصل في الطاقة الكهربائية لديهم كسن قانون أو تشريع يجيز للمواطن بيع الطاقة الكهربائية الفائضة عن حاجته والمولدة من منظومات الطاقة الشمسية الى الدولة بمقابل مادي معقول .

الكلمات المفتاحية : دراسة الجدوى ، الطاقة الشمسية الكهروضوئية ، النظام خارج الشبكة ، النظام المتصل بالشبكة ، نظام الطاقة الشمسية الكهروضوئية الهجين .

Abstract

The study aims to demonstrate the feasibility of a project to install a photovoltaic solar energy system with a capacity of (2kw / h) from the financial point of view. 2.2kw/h) and (4) type (Gel) batteries with a capacity of (200A/h) to ensure that the house is equipped with electric energy for a period of (4) continuous hours during periods of national power outages, in order to ensure the best performance of the system. The technical study showed that The project is technically feasible, as it is possible through the system to generate a total daily electric power of (16.2 kw/day). In order to demonstrate the feasibility of the project from the financial point of view, a financial study was prepared and some financial criteria were applied, such as (the payback period standard, the accounting return standard, the net present value standard, the return / cost standard, and the internal rate of return standard). By calculating the results, it was found that the invested capital recovery period is (two years and three months), which is an acceptable period, and the accounting return rate

is (42.8%), which is higher than the interest rate on depositing funds in banks, which ranges between (8-10)%, and the net present value of the project is (5485$), which is an acceptable value. The rate of return / cost is (1.8), which is greater than the correct one, and this indicates that the project is profitable, while the internal rate of return is (38%), which is higher than the rate of interest on funds deposited in banks, and through these results it becomes clear to us that the project is feasible In financial terms .

The study reached a number of conclusions, the most important of which is that there is no government support for solar photovoltaic projects in Iraq, which prevented their widespread dissemination.

The most important thing that the two researchers recommends is to provide government support for solar energy projects in Iraq, whether the support is through financial facilities or through the enactment of laws and legislation that motivate citizens to resort to solar photovoltaic systems to fill the shortage of electrical energy as the enactment of a law or legislation that allows the citizen to sell electricity The surplus of its needs and generated from the state's solar energy systems for a reasonable financial consideration.

Keywords: feasibility study, photovoltaic solar energy, off-grid system, grid-connected system, Hybrid solar photovoltaic system.

المقدمة

تُعد دراسة الجدوى إحدى أهم أدوات التخطيط الإستراتيجي ، وتهتم هذه الدراسة بمدى جدوى المشروع المقترح قبل تنفيذه ، كما تساعد على تخفيض مستوى المخاطرة وعدم التأكد المحيطة بالمشروع لغرض إتخاذ القرار الإستثماري السليم .

يواجه العالم أزمة في مجال الطاقة في السنوات الأخيرة بسبب تراجع الإستثمارات في مجالي النفط والغاز الطبيعي ، وذلك بعد تدني أسعارهما في السوق الدولية وبذلك أصبح لزاماً على دول العالم البحث عن مصادر أخرى للتزود بالطاقة ، فإتجهت معظم دول العالم الى مصادر الطاقة المتجددة وخاصةً الطاقة الشمسية والتي أصبحت منافساً لأنظمة الطاقة التقليدية بإعتبارها مصادر متجددة التي لاتنضب ، فضلاً عن إنها نظيفة لاتتسبب في أي تلوث للبيئة .

يعاني العراق منذ عقود طويلة نقصاً حاداً في تجهيز الطاقة الكهربائية . ويعتمد العراق إعتماداً شبه تام على مصادر الوقود الإحفوري لتوليد الطاقة الكهربائية والتي تتسبب في إنبعاثات كبيرة لغاز (CO_2) الملوث للبيئة والذي يؤثر على صحة الإنسان .

تأتي فكرة نصب منظومة لتوليد الطاقة الكهربائية عبر الطاقة الشمسية الكهروضوئية كحل مناسب لسد النقص الحاصل في تجهيز الطاقة الكهربائية المزود من شبكة الكهرباء الوطنية للمواطن ، وكذلك للتماشي مع التوجهات العالمية لإستغلال مصادر الطاقة المتجددة لتوليد الطاقة الكهربائية .

المبحث الأول : منهجية البحث

1-1 أهمية البحث :

تتمحور أهمية البحث في أنه يبحث عن مصدر جديد للطاقة الكهربائية يكون آمن ونظيف لسد النقص الحاصل جراء الإنقطاعات المستمرة للتيار الكهربائي المزود من الشبكة الوطنية ، وكذلك ليكون بديل عن المولدات الأهلية الملوثة للبيئة والمهددة لصحة الإنسان .

2-1 مشكلة البحث :

تكمن مشكلة البحث في قلة تجهيز الطاقة الكهربائية من المنظومة الوطنية وما ينتج عن هذا من آثار سلبية كالإعتماد على مولدات الديزل الأهلية والتي تطرح نسبة كبيرة من الغازات الملوثة للبيئة فضلاً عن الضوضاء التي تسببها هذه المولدات وما لها من تأثيرات على صحة الإنسان ، بالإضافة الى التكلفة الشهرية العالية التي يدفعها المواطن لهذه المولدات لغرض تجهيزه بالطاقة الكهربائية ، وهذا بدوره يتطلب الإهتمام بمعالجة هذه المشكلة وإنتاج طاقة كهربائية نظيفة ومستدامة (كالطاقة الشمسية) لسد النقص الحاصل في ساعات التجهيز .

3-1 فرضية البحث :

ينطلق البحث من فرضية مفادها إن نصب منظومة للطاقة الشمسية الكهروضوئية بقدرة (2Kw/h) فوق سطح منزل في مدينة بغداد تسكنهُ عائلة مكونة من (6) أفراد يساهم في سد النقص الحاصل في تجهيز المواطن بالطاقة الكهربائية ، كما يُعد هذا المشروع ذا جدوى مالية .

4-1 أهداف البحث :

يهدف البحث الى الأتي :

أ- التعرف على مدى أهمية اللجوء الى الطاقة الشمسية الكهروضوئية كمصدر آمن ونظيف ومستدام لسد النقص الحاصل في ساعات تجهيز المواطن بالطاقة الكهربائية .

ب- بيان جدوى مشروع نصب منظومة طاقة شمسية كهروضوئية بقدرة (2KW/h) من الناحية الفنية والمالية .

5-1 حدود البحث :

أ- الحدود المكانية : تتحدد دراستنا مكانياً في العراق – مدينة بغداد وتتناول دراسة الجدوى الفنية والمالية لمشروع نصب منظومة طاقة شمسية كهروضوية فوق أسطح المباني بقدرة (2KW/h) .

ب- الحدود الزمانية تتحدد دراستنا بالمدة من (2017-2021) .

6-1 منهج البحث :

إعتمد الباحثان إسلوب المنهج الوصفي التحليلي ويتضمن تسليط الضوء على الإطار النظري لدراسات الجدوى الإقتصادية ومفهوم الطاقة الشمسية الكهروضوئية ، وبعد ذلك تحليل واقع الإنتاج والإستثمار في مجال الطاقة الشمسية الكهروضوئية عالمياً ومحلياً .

المبحث الثاني : الإطار النظري للبحث :

يتضمن هذا المبحث من محورين : المحور الأول يتناول الإطار المفاهيمي لدراسات الجدوى وأهميتها ومراحلها ، المحور الثاني : يتضمن الإطار المفاهيمي للطاقة الشمسية الكهروضوئية .

2-1 الإطار المفاهيمي لدراسات الجدوى :

2-1-1 مفهوم دراسة الجدوى :

تُعرف دراسة الجدوى بإنها (عبارة عن سلسلة من المراحل والأنشطة المتتابعة والمكونة من مجوعة من البيانات والدراسات والتي يؤدي تحليليها الى إتخاذ القرار بإقامة المشروع الإستثماري من عدمه ، سواء كان مشروع جديد أو التوسع في مشروع قائم) (شاكر ، 1998 ، ص23) .

كما عرفها العيساوي على إنها (دراسة علمية لجميع جوانب المشروع المقترح ، والتي يمكن أن تكون دراسة أولية أو دراسة تفصيلية ، والتي من خلالها يتم التوصل الى إختيار البديل الأفضل من بين عدة بدائل إستثمارية مقترحة) (العيساوي ، 2011 ، ص42) .

كما عرفها زردق وبسيوني على إنها (سلسلة مترابطة من الدراسات الأولية والتفصيلية والتي تتم على الفرص الإستثمارية المتاحة ، من بدايتها كفكرة لغاية إتخاذ القرار بقبول أو رفض تلك الفكرة ، وهذه الدراسات تتم على مختلف الجوانب التسويقية والفنية والمالية) (زردق وبسيوني ، 2011 ، ص34) .

ومن خلال ما تقدم يمكن أن نصيغ تعريف إجرائي لمفهوم دراسة الجدوى بالآتي : (هي الدراسات التي تسعى لبيان مدى صلاحية المشروع الإستثماري ، ويتم ذلك من عدة جوانب تسويقية ، فنية ، بيئية ، مالية ، إقتصادية وذلك تمهيداً لإتخاذ القرار بإقامة المشروع من عدمه) .

2-1-2 أهمية دراسات الجدوى :

تكمن اهمية دراسات الجدوى بالآتي : (كافي ، 2009 ، ص52-51) (دياب ، 2009 ، ص25)

أ- تُعد دراسات الجدوى من الأدوات المهمة التي يستعين بها متخذي القرارت الإستثمارية ، سواء على المستوى القومي أو الخاص .

ب- تبين العوائد المتوقعة من المشروع مقارنةً بالتكاليف المنفقة على المشروع على مدى عمرهُ الإفتراضي ، كذلك تبين فترة إسترداد رأس المال المنفق على المشروع .

جـ - يمكن من خلالها التعرف على مدى قدرة المشروع على تحمل نتائج التقلبات أو التغيرات في بيانات الدراسة ونتائجها والتي قد تطرأ خلال عمر المشروع .

د- تساعد في التعرف على الآثار الإقتصادية أو السياسية التي يتوقع حدوثها خلال عمر المشروع ، وذلك بهدف توفير مستوى أمان معين للحد من درجات المخاطرة التي يمكن أن تتعرض لها الأموال المستثمرة في المشروع .

هـ - تساعد في كشف التعارض الذي يمكن أن يحصل بين فائدة المشروع المقترح على المستوى الخاص وعدم جدواه على المستوى القومي .

2-1-3 مراحل دراسات الجدوى :

تقسم دراسات الجدوى الى مرحلتين هما :

2-1-3-1 مرحلة دراسة الجدوى الأولية :

وتعرف بإنها (عبارة عن دراسة أو تقرير أولي يمثل الخطوط العامة لكافة جوانب المشروع الإستثماري المقترح ، والتي يمكن من خلالها التوصل الى إتخاذ القرار أما بالتخلي عن المشروع أو قبول المشروع والإنتقال الى دراسة الجدوى التفصيلية . (الوادي وآخرون ، 2010 ، ص42)

2-1-3-2 مرحلة دراسة الجدوى التفصيلية :

بعد الإنتهاء من دراسة الجدوى الأولية وبيان جدوى المشروع أو المشروعات الإستثمارية ذات الأهمية ، تبدأ مرحلة دراسة الجدوى التفصيلية وهي دراسة أكثر دقة وتفصيل من الدراسة الأولية في تحديد جدوى المشروع الإستثماري المقترح من الناحية التسويقية والبيئية والفنية والمالية والإقتصادية ، وذلك لإتخاذ القرار بقبول المشروع المقترح أو رفضه . (بني عطا ، 2010 ، ص45)

وتكمن أهمية دراسة الجدوى التفصيلية في إنه لايمكن الإعتماد على نتائج الدراسة الأولية حتى لو كانت إيجابية في إتخاذ القرار بقبول المشروع ، وذلك لكون الدراسة الأولية توضح الخطوط العامة فقط ، لذلك فلابد من دراسة تفصيلية شاملة للتحقق النهائي وإتخاذ القرار الإستثماري المناسب . (القريشي ، 2009 ، ص30)

وتتضمن دراسة الجدوى التفصيلية الجوانب الآتية :

أولاً : دراسة الجدوى البيئية (Environmental Feasibility Study)

وتُعرف دراسة الجدوى البيئية بإنها (دراسة التأثير المتبادل بين المشروعات الإستثمارية المقترحة وبين البيئة وذلك بهدف التقليل أو منع التأثيرات السلبية التي يمكن أن يخلفها المشروع المقترح وتعظيم التأثيرات الإيجابية التي يحققها بشكل يعزز متطلبات وأهداف التنمية المستدامة ولا يضر بصحة الإنسان والبيئة) (نور الدين ، 2019 ، ص140) .

ثانياً : دراسة الجدوى التسويقية (Marketing Feasibility Study)

تُعد دراسة الجدوى التسويقية من الجوانب المهمة في دراسة الجدوى التفصيلية فهي محور إرتكاز يتم من خلالها تحديد الطاقة الإنتاجية للمشروع الإستثماري المقترح ، وكذلك تحديد حجم الطلب على السلع والخدمات التي ينتجها المشروع ، بالإضافة الى إختيار التقنية الملائمة للإنتاج ومواصفات السلع والخدمات . (المورودي ، 2014 ، ص49)

ثالثاً : دراسة الجدوى القانونية (Legal Feasibility Study)

تُعد الدراسة القانونية من الجوانب المهمة في دراسة الجدوى التفصيلية ، إذ يتم من خلال هذه الدراسة تحديد العلاقة بين

المشـروع الإسـتثماري والقوانين والتشـريعات المؤثرة فيه والتي تنظم عمله . (عبد الحميد ، 2006 ، ص52)

رابعـاً : دراســة الجـدوى الـفـنـيـة (Technical Feasibility Study)

تُعرف دراسـة الجدوى الفنية بإنها (الدراسـة التي تنحصـر مهمتها بدراسـة كافة الجوانب الهندسـية والفنية للمشـروع الإسـتثماري المقترح ، والتي يمكن الإعتماد عليها للتوصـل الى إتخاذ القرار أما بالتخلي عن المشـروع أو التحول الى مرحلة اللاحقة وهي دراسـة الجدوى المالية) (عبد المولى ، 2019 ، ص112) .

وتعد دراسة الجدوى الفنية إحدى الأركان الأساسية لدراسة الجدوى التفصـيلية ، وتكمن أهميتها في إنها تسـاعد المستثمرين على تحديد الحجم الأمثل لمشروعاتهم في ضوء الطاقة الإنتاجية المتاحة ، كما إنها تساعد أيضـاً في إختيار الموقع المناسـب للمشـروع وإختيار نظام الإنتاج ، وكذلك تحديد الإحتياجات اللازمة لتشغيل المشروع من أصول ثابتة وعمال ومستلزمات الإنتاج . إن القيام بدراسة فنية غير دقيقة يعرض المشروع لمشكلات كبيرة كإرتفاع نسب التكاليف ، ظهور طاقة إنتاجية معطلة ، عيوب في المنتج ، إرتفاع تكاليف النقل بسبب سوء إختيار موقع المشروع ، وكل هذه المشكلات تؤدي بالنهاية الى فشل المشروع وبالتالي خسارة المستثمر لرأسماله ، هذا بالإضـافة الى الأثر السلبي على الإقتصاد القومي عن طريق إستنزاف قدر من موارده .

خـامسـاً : دراسـة الجـدوى المـالـيـة (Financial Feasibility Study)

ويقصـد بدراسـة الجدوى المالية قياس ربحية المشـروع الإسـتثماري المقترح من الناحية المالية من خلال مقارنة الإيرادات المتوقعة من المشروع مع تكاليفه ، وتعتمد الدراسة المالية على نتائج الدراسـة التسـويقية والفنية ، حيث تقوم الدراسـة المالية بترجمة نتائج الدراسـتين الى تدفقات مالية تتمثل بالإيرادات والتكاليف المتوقعة ، وتشـمل هذه الدراسة التعرف على مصـادر التمويل وتكلفته (الوادي وآخرون ، 2010 ، ص63) .

وهناك عدة معايير يسـتند اليها القائمون بدراسـة الجدوى المالية لغرض بيان مدى جدوى المشـروع من الناحية المالية وهي :

أ- معيار فترة الإسترداد (Payback period) :

ويقصد بها الفترة الزمنية المتوقعة لإسترداد قيمة الإستثمار المبدئي التي أنفقت على المشروع الإستثماري ، وطبقاً لهذا المعيار يفضـل المشـروع الذي تغطي تدفقاته النقدية الداخلة قيمة الإستثمار المبدئي بفترة زمنية أقصر من المشروع الذي تغطي تدفقاته النقدية قيمة الإسـتثمار بفترة أطول ، ويمكن التعبير عنه بالشـكل الآتي : (موسـى وسـلام ، 2011 ، ص141)

فترة الإسترداد = قيمة الإستثمار المبدئي ÷ التدفقات النقدية السنوية الداخلة

ب – معيار معدل العائد المحاسـبي البسـيط (Simple Rate of Return) :

ويقصد به النسبة المئوية بين متوسط العائد السنوي بعد خصم الإندثار والضـريبة الى تكلفة الإسـتثمار المبدئية ويمكن التعبير عنه بالشكل الآتي : (العيساوي ، 2011 ، ص127)

معدل العائد المحاسبي البسيط = التدفقات النقدية السنوية الداخلة ÷ قيمة الإستثمار المبدئي

ويتم المفاضـلة بين المشـروعات على أساس المشـروع الذي يعطي أعلى متوسط عائد من بين المشروعات الأخرى .

جـــ - معيار صـافي القيمة الحالية (Net Present Value):

ويقصـد بصـافي القيمة الحالية الفرق بين التدفقات النقدية الداخلة الى المشـروع الإسـتثماري والقيمة الحالية للتدفقات النقدية الخارجة منه (موسـى وسـلام ، 2011 ، ص150) . فإذا كانت صـافي القيمة الحالية للتدفقات النقدية أكبر أو تساوي صـفر فيعد المشـروع مقبولاً ، أما إذا كانت النتيجة سـالبة فيعد المشـروع مرفوض ويمكن التعبير عنه بالشـكل الآتي : (سرور وآخرون ، 2012 ، ص254)

معيار صافي القيمة الحالية = القيمة الحالية للتدفقات النقدية - قيمة الإستثمار المبدئي

د – معيار معدل العائد الداخلي (Internal Rate of Return) :

ويقصد بمعدل العائد الداخلي معدل الخصم الذي يجعل صافي القيمة الحالية للتدفقات النقدية للمشـروع تسـاوي صـفر . (Berk&Others , 2016 , p:232)

هـــ - معيار نسـبة العائد / التكلفة (Benefit / Cost Ratio) :

ويقصـد به مجموع القيم الحالية للتدفقات النقدية للمشـروع مقسومة على كلفة الإستثمار المبدئية . فإذا كانت النتيجة أكبر من الواحد الصـحيح ، أي إن القيمة الحالية للتدفقات النقدية للمشـروع أكبر من كلفة الإسـتثمار الأولية فهذا يعني بإن المشـروع مربح ، اما إذا كانت النتيجة تسـاوي الواحد الصـحيح فيعد المشـروع حدياً لا رابح ولا خاسـر وعلى الإدارة قبول المشـروع أو رفضـه ، أما إذا كانت النتيجة أصـغر من واحد صـحيح فيعد المشروع غير مربح ، ويمكن التعبير عن هذا المعيار بالشـكل الآتي : (موسـى وسـلام ، 2011 ، ص158)

نسبة العائد / التكلفة = القيمة الحالية للتدفقات النقدية الداخلة ÷ قيمة الإستثمار المبدئي

و- تحليل الحساسية (sensitivity analysis) :

ويقصـد بهذا التحليل التعرف على مدى التغير في ربحية المشـروع الإسـتثماري المقترح نتيجة لتغير أحد العناصـر المؤثرة في المشـروع كتكاليف الإنتاج أو الإيرادات المتوقعة او كليهما (إسطيفان ، 2008 ، ص45) .

سـادسـاً : دراسـة الجـدوى الإجتمـاعيـة (Social Feasibility Study)

يقصـد بالدراسـة الإجتماعية للمشـروع الإسـتثماري تحديد أهمية المشـروع بالنسـبة للمجتمع والإقتصـاد القومي ، إن المشـروع المجدي إجتماعياً يعود بالنفع على المسـتثمر والمجتمع ككل ، ولهذا السبب فإن الحكومات دائماً ما تسعى الى تأمين الظروف الإستثمارية المناسبة لجذب الإستثمارات وتقديم التسـهيلات الممكنة لذلك ، وهي بذلك تعطي صـورة إيجـابيـة للمسـتثمرين المحليين والأجـانـب بـإن المنـاخ الإسـتثماري مناسـب لديها ، وذلك لتعزيز عوامل جذب الإسـتثمارات الاجنبية وتهيئة الظروف المناسـبة لرؤوس الاموال المحلية للبقاء داخل البلد . (موسى وسلام ، 2011 ، ص189)

2-2 الإطار المفاهيمي للطاقة الشمسية الكهروضوئية :

2-2-1 التطور التأريخي للطاقة الشمسية الكهروضوئية :

أستخدمت الطاقة الشمسية لأول مرة من قبل البشر في القرن السابع قبل الميلاد ، حيث تم إستخدام العدسات المكبرة لتركيز الإشعاع الشمسي وإشعال النيران ، كما أستخدمت من قبل الرومان واليونانيون في القرن الثالث قبل الميلاد لإشعال النار في المشاعل أثناء الطقوس الدينية عن طريق المرايا ، وتم إنشاء الغرف الشمسية من قبل الرومان والتي يكون سقف الغرفة عبارة عن نوافذ تقوم بتركيز الإشعاع الشمسي نحو منطقة واحدة . كما نجح الباحثون بإستخدام الإشعاع الشمسي لتشغيل القوارب البخارية وذلك في أواخر القرن التاسع عشر للميلاد . يعتمد توليد الطاقة الكهروضوئية على التأثير الكهروضوئي الذي أكتشف لأول مرة في عام 1839م والذي بين بإن هناك فوتونات ضوئية تحل محل الألكترونات في بعض المواد لتعمل على خلق شحنة كهربائية ، وإذا ما وصلت بشكل مناسب فيمكن للخلية بذلك إنتاج تيار كهربائي (Elliott , 2020 , p:140) .

في عام 1873م أكتشف العالم (Willoughby Smith) إن عنصر السيلينيوم يتمتع بقدرة توصيل كهروضوئية كبيرة ، وهذا الإكتشاف كان الأساس الذي بنى عليه العالمان (William Grylls Adams) و (Richard Evans) في عام 1876م بحوثهما التي توصلت الى إن السيلينيوم يعمل على توليد الطاقة الكهربائية عند تعرضه لأشعة الشمس ، وتم صنع أول خلية كهروضوئية من السيلينيوم من قبل العالم (Charles Fritts) في عام 1883م ، أما في عام 1954م فقد قام كلاً من (Daryl Chapin) و (Gerald Pearson) بصناعة أول لوح كهروضوئي من السيليكون يقوم بتحويل الطاقة الشمسية الى طاقة كهروضوئية ، حيث يمكن من خلاله تشغيل جهاز كهربائي لبضع ساعات خلال فترة النهار (Solarabic.com) .

2-2-2 مفهوم الطاقة الشمسية الكهروضوئية :

تُعرف الطاقة الشمسية الكهروضوئية (Photovoltaic solar energy) بإنها (عملية تحويل جزيئات الضوء الى طاقة كهربائية) (acwapower.com)

أو هي (الطاقة الناتجة عن تحويل أشعة الشمس الى طاقة كهربائية عن طريق إستخدام الخلايا الشمسية بإستخدام الخواص الألكترونية لبعض المواد والتي تصنف من ضمن أشباه الموصلات كالسيليكون والتي تشكل دائرة كهربائية تقوم بخزن أشعة الشمس وتحويلها الى تيار كهربائي) . (Burger & Others , 2014 , p:69)

وتُعد الطاقة الشمسية إحدى أهم مصادر الطاقة النظيفة والمتجددة والتي إستحوذت على النصيب الأكبر من الإهتمام من بين مصادر الطاقة المتجددة الأخرى وخصوصاً في السنوات الأخيرة ، وذلك لكونها متوفرة أكثر من أي مصدر آخر ، حيث إن كمية الإشعاع المنبعث من الشمس والواصل الى الأرض في اليوم الواحد كافي لتشغيل إحتياجات الأرض من الطاقة لمدة عام كامل . (Khaligh & Oner , 2010 , P:1)

إن للطاقة الشمسية الكهروضوئية عدداً من المزايا والعيوب أهمها : (السبكي و محمد ، 2016 ، ص53) (Speight , 2022 , p:994)

أولاً : المزايا :

أ- أنظمة الطاقة الشمسية الكهروضوئية نظيفة لا ينتج عنها أي إنبعاثات أو غازات ضارة تلوث البيئة .

ب- طاقة مستدامة ومتجددة لا تنضب .

جـ - التقدم والتطور السريع في تصنيع الألواح الشمسية والمنظومات والتكنلوجيا التي تتطور مع مرور الزمن جعلت أنظمة الطاقة الشمسية الكهروضوئية أرخص نسبياً من السابق .

د- عمر تشغيل طويل يصل الى 20 عام .

ثانياً : العيوب :

أ- كمية ضوء الشمس التي تصل الى سطح الكرة الأرضية ليست ثابتة ، فهي تختلف حسب الوقت من اليوم ومن السنة وحسب الظروف المناخية وكذلك حسب الموقع الجغرافي .

ب- عدم إستمراريتها خلال اليوم فهي تعتمد على ضوء الشمس مما يستلزم اللجوء الى البطاريات باهضة الثمن لخزن الطاقة .

2-2-3 أنواع أنظمة الطاقة الشمسية الكهروضوئية فوق المباني :

هناك ثلاثة أنواع رئيسية لأنظمة الطاقة الشمسية الكهروضوئية فوق المباني وهي كالأتي :

أولاً : نظام الطاقة الشمسية الكهروضوئية المتصل بالشبكة (On-Grid PV System) :

وهو نظام للطاقة الكهروضوئية يكون مرتبط مباشرةً بشبكة الكهرباء الوطنية ، وفي حال وجود فائض في الطاقة الكهربائية المتولدة من هذا النظام فإنه يمكن تصديرها الى الشبكة الوطنية وفق قوانين معينة . (Jabor , 2018 , 8) وللنظام المتصل بالشبكة عدداً من المزايا والعيوب أهمها : (volitiate.com)

أ- المزايا :

1- يمكن الإستفادة من هذا النظام لتخفيض الفاتورة الشهرية عند بيع الفائض من الطاقة الكهربائية المنتجة من النظام الى شبكة الكهرباء الوطنية ، أو تخفيضها عن طريق الإعتماد على النظام الكهروضوئي بشكل كامل في فترات النهار والتقليل من إستخدام الطاقة الكهربائية من الشبكة الوطنية .

2- تعتبر تكلفة هذا النظام منخفضة نسبياً مقارنةً بالنظام خارج الشبكة ، وذلك لكونه لايحتاج الى بطاريات باهضة الثمن .

ب- العيوب :

1- هذا النظام يمكن تطبيقه في المناطق التي تتمتع بكهرباء مستمرة ، وبالتالي فلا يمكن الإستفادة منه في حالات إنقطاع التيار الكهربائي .

2- يعمل هذا النظام في حال توفر أشعة الشمس ويتوقف عمله عند غيابها .

ثانياً : نظام الطاقة الشمسية الكهروضوئية خارج الشبكة (Off-Grid PV System) :

وهو نظام للطاقة الكهروضوئية منفصل عن شبكة الكهرباء الوطنية ، يحتوي هذا النظام على عدد من البطاريات تشحن عند توافر الطاقة الكهربائية من الشبكة أو من خلال الخلايا الشمسية في فترات النهار ليتم إستخدامها لاحقاً عند إنقطاع التيار الكهربائي لتغذية المنزل بالطاقة الكهربائية . (Smets & Others , 2015 , p:293)
وللنظام خارج الشبكة عدداً من المزايا والعيوب أهمها : (volitiate.com)

أ- المزايا :

1- يكثر إستخدام هذا النظام في المناطق التي لاتتوفر فيها طاقة كهربائية مزودة من الشبكة الوطنية .
2- يستخدم هذا النظام كبديل في حال إنقطاع الطاقة الكهربائية المزودة من الشبكة الوطنية .
3- يعمل هذا النظام على تغذية المكان بالطاقة الكهربائية لفترات طويلة حسب نسبة شحن البطاريات .
4- إمكانية زيادة قدرة المنظومة عن طريق إضافة عدد من الألواح الشمسية والبطاريات .

ب- العيوب :

يعتبر هذا النظام مكلف مقارنةً بالنظام المتصل بالشبكة ، وذلك بسبب إرتفاع أسعار البطاريات التي يحتاجها هذا النظام لخزن الطاقة الكهربائية .

ثالثاً : نظام الطاقة الشمسية الكهروضوئية الهجين (Hybrid PV System) :

وهو نظام للطاقة الكهروضوئية يجمع بين نظام (On-Grid) و (Off-Grid) ، يكون مرتبط بشبكة الكهرباء الوطنية ويحتوي على بطاريات لخزن الطاقة وإستخدامها لتغذية المنزل بالطاقة الكهربائية في حال إنقطاع التيار الكهربائي من الشبكة الوطنية . (Burger & Others , 2014 , p:69)

2-2-4 مكونات منظومة الطاقة الشمسية الكهروضوئية فوق المباني :

تتكون منظومات الطاقة الشمسية الكهروضوئية من أربعة اجزاء أساسية وهي كالآتي :

أولاً : الخلايا الشمسية (Photovoltaic Cells) :

تُعد الخلايا الشمسية من أهم أجزاء النظام الكهروضوئي ، وهي عبارة عن لوحات مصنوعة من مادة السيليكون تقوم بإمتصاص الفوتونات الساقطة من أشعة الشمس وتحويلها الى تيار كهربائي مستمر (DC) . (الحلو ، 2017 ، ص46)

ثانياً : البطاريات (Batteries) :

وهي من العناصر المهمة في المنظومة الكهروضوئية ، فهي تعمل على توفير طاقة إحتياطية عند إنقطاع الطاقة الكهربائية الوطنية . (Shuhrawady & Ahmed , 2014 , p:62)

ثالثاً : محول التيار (Inverter) :

وهو جزء أساسي من أجزاء المنظومة الكهروضوئية يعمل على تحويل التيار الكهربائي المتولد من الخلية الشمسية من تيار مستمر (DC) الى تيار متردد (AC) للإستفادة منه في تشغيل الأجهزة الكهربائية . (Almukhtar & Others , 2019 , p:2826)

رابعاً : منظم الشحن (Charge Controller) :

يعتبر منظم الشحن من الأجزاء المهمة في منظومة الطاقة الشمسية الكهروضوئية ، يعمل منظم الشحن على تنظيم شحن البطاريات سواءً أكان مصدر الطاقة من الخلايا الشمسية أو من شبكة الكهرباء الوطنية ، والغرض منه المحافظة على شحن البطاريات بشكل صحيح وآمن ، حيث يعمل على منع التيار العكسي من البطارية الى الخلايا مما قد يتسبب في تلفها . (Abu-Jasser , 2010 , p:82)

المبحث الثالث : تطور الإنتاج والإستثمار العالمي والمحلي في الطاقة الشمسية الكهروضوئية :

1-3 تطور الإنتاج والإستثمار في الطاقة الشمسية الكهروضوئية عالمياً :

تزامناً مع إزدياد اعداد سكان العالم وزيادة الطلب على الكهرباء ، والإرتفاع الكبير في نسب التلوث وخصوصاً إنبعاثات غاز ثاني أكسيد الكربون (CO_2) من قطاع الطاقة في الأعوام الأخيرة ، إتخذت دول العالم عدد من الإجراءات للحد من الإنبعاثات وكذلك لسد النقص الحاصل لديها في مجال الطاقة وأهم هذه الإجراءات هي الإتجاه نحو مصادر الطاقة المتجددة وخصوصاً الطاقة الشمسية الكهروضوئية كونها بديل مستدام وصديق للبيئة .
ويوضح الجدول (1) حجم إنتاج الطاقة الكهربائية من الطاقة الشمسية الكهروضوئية عالمياً للمدة (2017 – 2021)

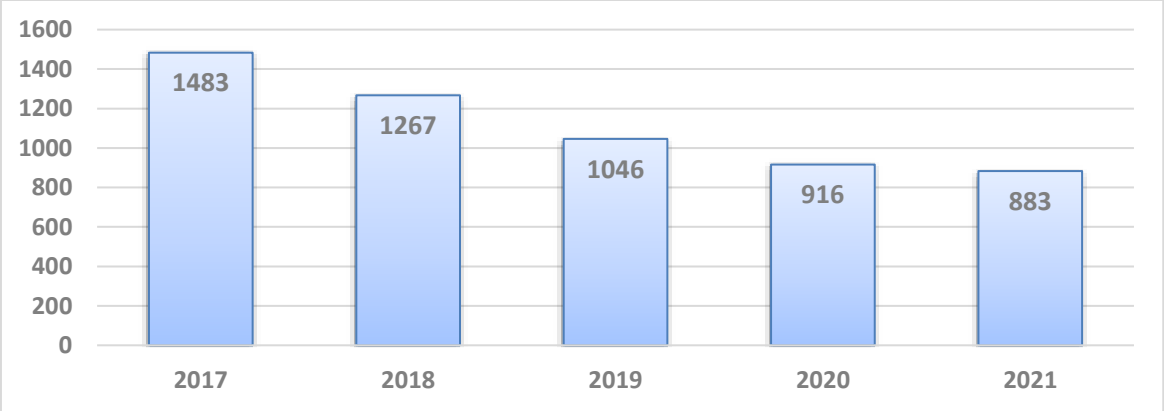
جدول (1) حجم إنتاج الطاقة الكهروضوئية عالمياً للمدة (2017-2021) (جيجا واط / ساعة)

السنوات	2021	2020	2019	2018	2017
إجمالي العالم	843.1	710.3	584.7	483	390.2

المصدر: BP.(2022) , Statistical Review of World Energy , P:46

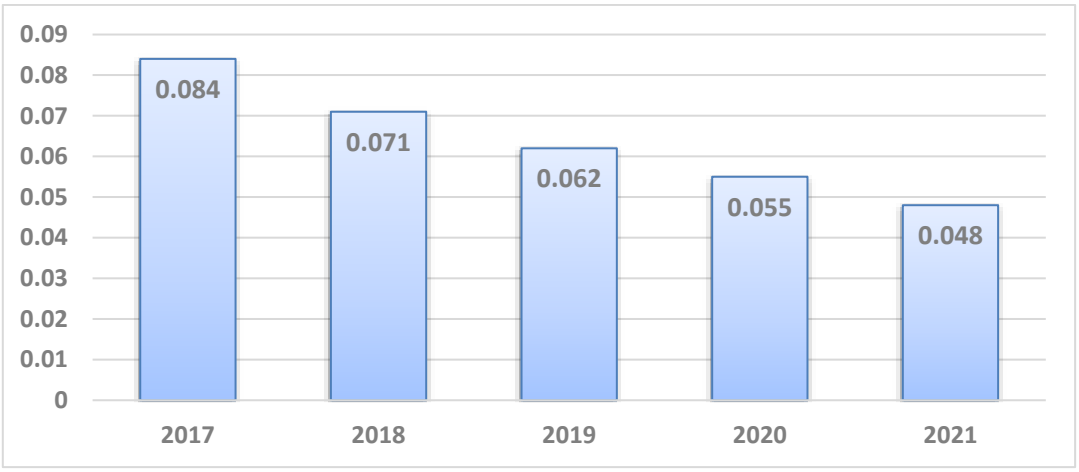
ويبين الجدول التطور الكبير الحاصل في توليد الطاقة الكهروضوئية في السنوات الخمس الأخيرة ، ويعزى هذا التطور الى سببين رئيسيين **أولهما :** التطور التكنلوجي في مجال تصنيع أنظمة الطاقة الكهروضوئية عالمياً ويعود ذلك الى الإستثمارات الكبيرة التي إستثمرتها هذه الدول في مجال البحث والتطوير في هذا المجال ، وأدى هذا التطور الى تحسين عمليات تصنيع أنظمة الطاقة الشمسية الكهروضوئية ، تقليل تكاليف العمالة بسبب إستخدام الآلات الحديثة في عمليات التصنيع ، تطوير هياكل سلاسل التوريد مما أدى الى زيادة عدد الأسواق العالمية . وكل هذه العوامل أدت بالتالي الى إنخفاض تكاليف تركيب أنظمة الطاقة الشمسية الكهروضوئية في السنوات الأخيرة ، والشكل (1) يوضح الإنخفاض الكبير في تكاليف تركيب انظمة الطاقة الشمسية الكهروضوئية في السنوات الخمس الأخيرة ، حيث يلاحظ

بإن التكلفة إنخفضت عبر السنوات من 2017 ولغاية 2021 فبعد أن بلغت (1483) دولار أمريكي / كيلو واط في عام 2017 إنخفضت بشكل كبير لتصل الى (883) دولار / كيلو واط في عام 2021 وبنسبة إنخفاض (68%) .



شكل (1)
التكاليف العالمية لتركيب أنظمة الطاقة الشمسية الكهروضوئية للمدة (2017 – 2021) (دولار/ كيلو واط)
المصدر: (IRENA) . (2021) , Renewable Power Generation Cost , P:87

وساهم الإنخفاض الكبير في تكاليف التركيب الى إنخفاض متوسط التكلفة المرجحة للوحدة الواحدة من الكهرباء* (LCOE) ، ويوضح الشكل (2) حجم الإنخفاض في متوسط التكلفة المرجحة للكهرباء المولدة من الطاقة الشمسية الكهروضوئية للمدة (2017-2021) ، حيث يلاحظ من الشكل بإن التكلفة إنخفضت من (0.084) دولار / كيلو واط في الساعة في عام 2017 الى (0.048) دولار / كيلو واط في الساعة في عام 2021 .



شكل (2): متوسط التكلفة المرجحة للكهرباء المولدة من الطاقة الشمسية الكهروضوئية عالمياً للمدة (2017 – 2021) (دولار/ كيلو واط في الساعة)
المصدر: (IRENA).(2021) , Renewable Power Generation Cost , P:96

ثانيهما : الإستثمارات الضخمة التي إستثمرتها الدول في مجال إنتاج الطاقة الكهروضوئية ، حيث بلغ مجموع المبالغ المستثمرة خلاة المدة (2017-2021) حوالي (805) مليار دولار أمريكي ، ويوضح الجدول (2) حجم الإستثمارات الضخمة في مجال إنتاج الطاقة الكهروضوئية في السنوات الخمس الاخيرة ، حيث يلاحظ من الجدول بإن أعلى حجم إستثمارات كان في عام 2017 بمجموع إستثمارات بلغت (182) مليار دولار مقابل أقل حجم إستثمارات في عام 2018 والبالغة (142) مليار دولار.

*متوسط التكلفة المرجحة للكهرباء (**Levelized Cost Of Electricity**) : وهي النسبة بين إجمالي تكاليف أنظمة أو محطات الطاقة الشمسية الكهروضوئية وبين إجمالي إنتاجها للكهرباء مقاسة بوحدة (الكيلو واط / ساعة) على مدى عمرها الإنتاجي . (Wirth , 2016 , p:8)

جدول (2) حجم الإستثمارات في مجال إنتاج الطاقة الكهروضوئية عالمياً للمدة (2021 – 2017) (مليار دولار)

السنوات	2021	2020	2019	2018	2017
إجمالي العالم	182	142	145	164	172

المصدر: (IRENA).(2021) , World Energy Transition Outlook 1.5 Pathway , P:48

2-3 واقع الإنتاج والإستثمار في الطاقة الشمسية الكهروضوئية في العراق :

ما تزال مجالات توليد الطاقة الكهربائية في العراق كما كانت عليه قبل عام 2003 ، حيث يعتمد العراق إعتماداً شبه تام على مصادر الوقود الإحفوري (كالنفط والغاز الطبيعي) في توليد الطاقة الكهربائية ، ومشاركة مصادر الطاقة المتجددة غير فعالة بإستثناء الطاقة الكهرومائية ، ولم تتخذ الحكومات المتعاقبة أي إجراءات واضحة لتطوير هذه المصادر .

لم تعير الحكومات منذ عام 2003 أي إهتمام أو إتخاذ أي خطوات واضحة من شأنها ان تحفز الإستثمار في مجال إنتاج الطاقة الكهروضوئية ، وذلك بسبب الوضع الأمني غير المستقر مما أدى الى عزوف المستثمرين عن إستثمار رؤوس أموالهم في العراق ، ضعف البنية التحتية لشبكة الكهرباء في العراق ، البيروقراطية المعقدة والفساد الذي يسيطر على أغلب مفاصل الدولة ، عدم وجود قوانين واضحة تنظم الإستثمار في العراق ، وأخيراً ضعف دعم الإستثمار الأجنبي المباشر سواء من قبل الدولة أو المؤسسات المصرفية . (استيبيانيان ، 2018 ، ص14)

ولم تهتم الحكومة والجهات المعنية بتطوير الطاقة الشمسية الكهروضوئية فوق المنازل أو فوق أسطح المباني الأهلية أو الحكومية على الرغم من إنها توفر إمكانيات كبيرة للمستهلكين لتخفيض فواتير الكهرباء الخاصة بهم وتقليل الضغط على شبكة الكهرباء الوطنية ، وبالتالي فإن إرتفاع تكلفة منظومات الطاقة الشمسية وعدم وجود دعم مالي من الحكومة بالإضافة الى عدم وجود تشريع أو قانون يجيز بيع الكهرباء الفائضة والمولدة من الطاقة الشمسية الكهروضوئية من المواطن الى الشبكة الوطنية جعل من الأفراد يعزفون عن تركيب المنظومات . (Istepanian , 2020 , p:14)

ويوضح الجدول (4) حجم توليد الطاقة الكهربائية من الطاقة الشمسية الكهروضوئية في العراق خلال السنوات الخمس الأخيرة

جدول (4) حجم إنتاج الطاقة الكهروضوئية في العراق للمدة (2021 – 2017) (ميجا واط / ساعة)

السنوات	2021	2020	2019	2018	2017
	37	37	37	37	37

المصدر: Renewable Capacity , (2022). (IRENA)Statistics , P:25

الملاحظات : هذه البيانات تقديرية قدرتها الوكالة الدولية للطاقة المتجددة (IRENA) بناءً على مجموعة متنوعة من مصادر البيانات .

ويلاحظ من الجدول بإن توليد الطاقة الكهروضوئية ثابت خلال السنوات الخمس الأخيرة عند (37) ميجا واط / ساعة ، والجدير بالذكر بإن (3) ميجا واط / ساعة من الطاقة الكهروضوئية المتولدة هي فوق مباني حكومية كمبنى وزارة الكهرباء ، ومبنى مركز بحوث الطاقة المتجددة في وزارة العلوم والتكنلوجيا ، ومبنى مركز الطاقة المتجددة والبيئة التابع لهيئة البحث والتطوير في وزارة الصناعة والمعادن ، ومبنى جامعة بابل ، أما الجزء المتبقي فهو منظومات فوق أسطح المنازل [1] .

على الرغم من إن العراق يمتلك إمكانات هائلة تمكنه من إتخاذ خطوات في مجال توليد الطاقة الكهروضوئية ككمية الإشعاع الشمسي الأفقي الساقط عليه ، إذ يبلغ متوسط الإشعاع الشمسي اليومي (5.1) كيلو واط / ساعة لكل متر مربع في اليوم على مدى (3244) ساعة / سنة (وزارة العلوم والتكنلوجيا ، 2021)

ويوضح الجدول (5) متوسط الإشعاع الشمسي الساقط على العراق لكل شهر من أشهر سنة 2021 ، حيث يلاحظ من الجدول بإن أعلى متوسط إشعاع سجل في شهر حزيران بواقع (7.8) كيلو واط / ساعة لكل متر مربع مقابل أقل متوسط إشعاع كان في شهر كانون الأول بواقع (2.4) كيلو واط / ساعة لكل متر مربع .

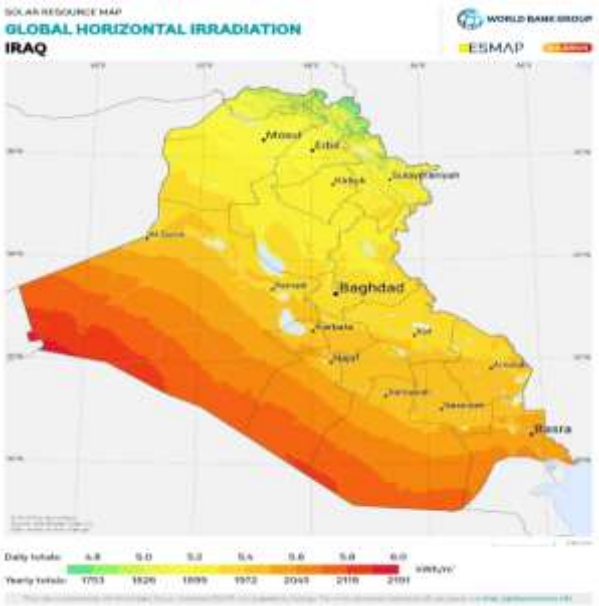
ويختلف الإشعاع الشمسي الساقط على الأرض بين منطقة وأخرى وهذا ما سيوضحه الشكل (3) الذي يوضح خارطة العراق على وفق الإشعاع السنوي الساقط ، حيث يلاحظ بإن أعلى مستوى إشعاع بلغ (6) كيلو واط / ساعة لكل متر مربع وذلك في المناطق الغربية والجنوبية وبمعدل إشعاع سنوي يبلغ (2191) كيلو واط / م^2 مما يجعل هاتين المنطقتين من أفضل المناطق للإستثمار في الطاقة الكهروضوئية ، اما أقل مستوى إشعاع شمسي في المناطق الشمالية بواقع (4.8) كيلو واط / ساعة لكل متر مربع وبمعدل إشعاع سنوي يبلغ (1753) كيلو واط / م^2 ، أما المنطقة الوسطى ومدينة بغداد تحديداً محل الدراسة فيبلغ متوسط الإشعاع الأفقي اليومي (5.4) كيلو واط / ساعة لكل متر مربع وبمعدل إشعاع سنوي يبلغ (1972) كيلو واط / م^2

[1] مقابلة شخصية مع السيد خليل ابراهيم – مسؤول شعبة الطاقة الشمسية – مركز الطاقة المتجددة – وزارة الكهرباء بتاريخ 26/7/2022

جدول (5) متوسط الإشعاع الشهري الواقع على العراق لعام 2021 (كيلو واط / ساعة)

الشهر	متوسط الإشعاع الشهري
كانون الثاني	2.9
شباط	3.6
آذار	4.9
نيسان	6.2
آيار	6.2
حزيران	7.8
تموز	7.3
آب	6.6
أيلول	5.9
تشرين الأول	4.3
تشرين الثاني	3.2
كانون الأول	2.4
متوسط الإشعاع السنوي	**5.1**

المصدر: وزارة العلوم والتكنلووجيا – مركز بحوث الطاقة المتجددة



شكل (3): خارطة العراق على وفق الإشعاع السنوي (كيلو واط / ساعة / م^2)

المصدر : The World Bank Group , Solargis.com

3- الإتجاهات المستقبلية لتطوير إنتاج الطاقة الكهروضوئية في العراق :

تماشياً مع الإرتفاع المستمر في الطلب على الكهرباء في العراق أعدت وزارة الكهرباء خطة لتنفيذ مشروعات إنتاج الطاقة الكهربائية عبر الطاقة الشمسية الكهروضوئية بقدرة تصل الى (7.5) جيجا واط من أصل (12) جيجا واط مخطط الوصول اليها في نهاية عام 2023 ، شرعت الوزارة بالتعاقد مع عدد من الشركات العالمية في مجال الطاقة الشمسية ، حيث أقدمت الوزارة على توقيع عقد مبدئي مع شركة سكاتك النرويجية لإنشاء محطات طاقة كهروضوئية بطاقة إنتاجية تبلغ (525) ميجا واط ، وتم التعاقد مع شركة بور شاينا الصينية وتوتال الفرنسية ومصدر الأماراتية لإنشاء محطات بطاقة إنتاجية تبلغ (1) جيجا واط كمرحلة أولية من أصل (2) جيجا واط تم الإتفاق عليها [2]

المبحث الرابع : دراسة الجدوى الفنية والمالية لمشروع نصب منظومة طاقة شمسية كهروضوئية هجينة (Hybrid PV System) فوق سطح منزل إفتراضي بقدرة (2KW/H)

يتكون هذا المبحث من محورين الأول : دراسة الجدوى الفنية لمشروع نصب منظومة طاقة شمسية كهروضوئية بقدرة (2kw/h) فوق سطح منزل إفتراضي ، أما المحور الثاني : يتضمن دراسة الجدوى المالية لمشروع نصب منظومة طاقة شمسية كهروضوئية بقدرة (2kw/h) .

تم إقتراح منظومة طاقة شمسية كهروضوئية النوع الهجين (Hybrid PV System) بقدرة (2KW/H) ما يعادل (8 آمبير) وهي تعتبر مناسبة للعائلة العراقية والتي يبلغ متوسط عدد أفرادها (6) أفراد بحسب إحصائيات وزارة التخطيط العراقية (mop.gov.iq) .

4-1 دراسة الجدوى الفنية لمشروع نصب منظومة طاقة شمسية كهروضوئية فوق سطح منزل إفتراضي بقدرة (2KW/H) : [3]

إن تصميم منظومة الطاقة الشمسية الكهروضوئية يعتمد بشكل أساس على تحديد مواصفات وعدد ألواح الطاقة الشمسية المطلوبة وطريقة ربطها لتلبية إحتياجات الحمل ، وحجم منظم الشحن ومواصفاته ، والعاكس ، وعدد البطاريات المطلوبة لتغطية فترة إنقطاع الطاقة الكهربائية من الشبكة الوطنية .

4-1-1 تحديد العدد المطلوب من ألواح الطاقة الشمسية الكهروضوئية :

لغرض الحصول على أفضل أداء للمنظومة الشمسية يجب توجيه الألواح الشمسية بإتجاه الجنوب بزاوية ميلان (33°) عن الأفق في مدينة بغداد وهي أفضل زاوية لضمان الحصول على أعلى مستوى إشعاع ممكن . (عبد الرزاق واحمد ، 2018 ، ص9)

لحساب عدد الألواح المطلوبة يجب معرفة مواصفات اللوح ، والجدول (6) يوضح مواصفات اللوح الشمسي

[2] مقابلة شخصية مع السيد سعد عبد الواحد / مدير مركز الطاقة المتجددة – وزارة الكهرباء بتاريخ 27/11/2022

[3] تم إعداد دراسة الجدوى الفنية من قبل الباحثان بالتعاون مع د. عمر عبد الستار / رئيس مهندسين أقدم / مركز بحوث الطاقة المتجددة والبيئة – هيئة البحث والتطوير الصناعي – وزارة الصناعة والمعادن .

جدول (6) مواصفات اللوح الشمسي المستخدم في المنظومة

السعة	المواصفات
Himalaya M6 Series	Model
500 W	Maximum Power (Pm)
10.67 A	Short Circuit Current (Isc)
58.01 V	Open Circuit Voltage (Voc)
10.34 A	Optimum Operating Current (Im)
48.36 V	Optimum Operating Voltage (Vm)

المصدر: مكتب الواعظ للقدرة الشمسية .

جدول (7) مواصفات العاكس (Inverter) المستخدم في المنظومة

السعة	المواصفات
Sp-mppt 2.2KW	Model
500V	Input DC Voltage
11A	Input DC Current
200-450V	Mppt Range

المصدر: مكتب الواعظ للقدرة الشمسية .

2KW = 2000W
نضرب القدرة المطلوبة × معامل السلامة *(1.3)
2000W × 1.3 = 2600W
عدد الألواح المطلوبة = القدرة / قدرة اللوح

عدد الألواح المطلوبة = 2600W / 500W = 5.2 ≈ 6

سيتم تصميم المنظومة على أساس الربط على التوالي

الفولتية = 58.01 × 6 = 348V

التيار = 10.67A

بما إن الفولتية الخارجة من الألواح الشمسية والداخلة الى العاكس عند الربط على التوالي تساوي (348V) وهي ضمن الحد المسموح الذي يتقبله العاكس (200-450V) ضمن مواصفات العاكس في الجدول (7) ، فبذلك يعتبر العاكس مناسب لهذه المنظومة.

3-1-2 حساب عدد البطاريات المطلوبة للمنظومة :

سيتم إحتساب عدد البطاريات المطلوبة للمنظومة بإفتراض (4) ساعات تشغيل وهي فترة كافية لتجهيز المنزل بالطاقة الكهربائية بالتناوب مع فترات توافر الكهرباء الوطنية .
الطاقة الواجب خزنها = حجم المنظومة × عدد ساعات المطلوبة للتشغيل

2KW × 4 Hours = 8KW

مواصفات البطارية : 200A/h , 12V , Gel

مقدار خزن البطارية للطاقة = 200A × 12V = 2400W = 2.4 KW

عدد البطاريات المطلوبة والتي تولد طاقة مقدارها 8KW = 8KW / 2.4KW = 3.3 ≈ 4

2-4 دراسة الجدوى المالية لمشروع نصب منظومة طاقة شمسية كهروضوئية فوق سطح منزل إفتراضي بقدرة (2KW/H) :

1-2-4 تحليل الفيض النقدي لمشروع نصب منظومة طاقة شمسية كهروضوئية فوق أسطح المنازل بقدرة (2KW/H) :

سيتم تحليل الفيض النقدي لمشروع نصب منظومة طاقة شمسية كهروضوئية بقدرة (2kw/h) فوق سطح منزل إفتراضي وتبلغ تكلفة هذه المنظومة (3000$) ستدفع مقدماً والموضحة تفاصيلها في الجدول (8) ، وهناك كلف خاصة بتنظيف الألواح الشمسية من الغبار والأوساخ بشكل دوري كل ثلاثة أشهر تقريباً بتكلفة تبلغ حوالي (10$) أي ما يعادل (40$) سنوياً ، وبما إن المنظومة من النوع الهجين (Hybrid PV System) وتحتوي على بطاريات فإن هذه

البطاريات لها عمر إفتراضي يتراوح بين (5-3) سنوات ، وسنفرض من خلال دراستنا إن البطاريات سيتم إستبدالها كل ثلاث سنوات وبتكلفة تبلغ (250$) للبطارية الواحدة وبما إن المنظومة تحتاج الى بطاريات عدد (4) لتزويد المنزل بالطاقة الكهربائية لمدة (4) ساعة فإن التكلفة الكلية لإستبدال البطاريات ستبلغ (1000$) ، أما العوائد التي سيجنيها مالك المنظومة تتمثل في المبلغ الشهري الذي يدفعه الى أصحاب مولدات الديزل الأهلية والتي تتراوح بين (15000-25000) دينار للأمبير الواحد حسب المناطق وبمتوسط أسعار يبلغ (20000) دينار للأمبير الواحد أي ما يعادل (13.8$) تقريباً بسعر صرف (1450) دينار عراقي لكل دولار امريكي ، أي مجموع ما يدفعه صاحب المنزل سنوياً لغرض تزويده بـــ (2kw/h) (ما يعادل 8 أمبير) هي (1325$) .*

جدول (8) التكاليف التشغيلية لمشروع نصب منظومة طاقة شمسية كهروضوئية بقدرة (2kw/h) (دولار أمريكي) .

التفاصيل	العدد	سعر الوحدة الواحدة	السعر الكلي
لوح شمسي قدرة 500W	6	200	1200
عاكس هجين قدرة 2.2KW	1	235	235
بطاريات نوع (Jel)	4	250	1000
فاصم DC	1	15	15
صندوق تجميع المعدات	1	10	10
منظم شحن	1	40	40
أجور نصب			500
المجموع الكلي	**$ 3000**		

المصدر : مكتب الواعظ للقدرة الشمسية .

جدول (9) تحليل الفيض النقدي لمشروع نصب منظومة طاقة شمسية كهروضوئية بقدرة (2kw/h) (دولار أمريكي)

السنوات	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
المصروفات الرأسمالية	-3000	0	0	0	-1000	0	0	0	-1000	0	0	0	-1000	0	0	0
العائد السنوي	0	1325	1325	1325	1325	1325	1325	1325	1325	1325	1325	1325	1325	1325	1325	2075
تكاليف صيانة وتنظيف دورية	0	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40
صافي الفيض النقدي	-3000	1285	1285	1285	285	1285	1285	1285	285	1285	1285	1285	285	1285	1285	2035

المصدر : تم إحتسابها من قبل الباحث بإستخدام الدوال المالية لبرنامج Microsoft Excel .

الملاحظات : 1- لم يتم إدراج الضريبة لكون مشروعات توليد الطاقة الكهربائية من الطاقة الشمسية في العراق معفاة من الضرائب، وكذلك لم يتم إدراج قيمة الإندثار لكون إن الإندثار يحتسب لغرض طرح قيمته من الدخل الخاضع للضريبة ومن ثم إضافته الى صافي الربح بعد الضريبة وبما إن منظومات الطاقة الشمسية معفاة من الضريبة فلا يوجد حاجة الى إحتساب قيمة الإندثار .

2- تم إضافة تكلفة الأنقاض والبالغة *(750$) الى العائد السنوي للسنة الأخيرة من العمر الإفتراضي للمشروع .

يلاحظ من الجدول (9) بإن هنالك فيض نقدي سالب في بداية عمر المشروع ، وذلك بسبب كونه فيض نقدي خارج أو تدفقات نقدية خارجة وهي تكلفة المنظومة التي تدفع مقدماً .

ولغرض دراسة الجدوى المالية للمشروع سيتم إستخدام المعايير الآتية :

أولاً : معيار فترة الإسترداد :

فترة الإسترداد = 3000 ÷ 1285 = 2.3 (سنتان وثلاثة أشهر)

القرار :

إن فترة إسترداد رأس المال المستثمر للمشروع تعد مناسبة جداً إذ تبلغ (سنتان وثلاثة أشهر) وهي تعد مدة زمنية مقبولة لأصحاب القرار الإستثماري .

ثانياً : معيار معدل العائد المحاسبي :

معدل العائد المحاسبي = 1285 ÷ 3000 = 42.8 %

القرار :

*معامل السلامة : و هو معامل يستخدم عند حساب عدد الألواح المطلوبة للمنظومة لتعويض الفاقد الذي يحدث أثناء تركيب أي منظومة والذي قد يصل الى نسبة (30%) بسبب التوصيل أو جودة الأسلاك أو كفاءة عمل الألواح الشمسية ، وعليه يجب إضافة الفاقد الى كمية الطاقة المستهلكة .

Abednitech.blogspot.com/2019/08/blog-post_14.html

* تم إحتساب تكلفة الأنقاض على أساس النسبة المحددة في معايير المحاسبة الدولية IFRS والبالغة (25%) من قيمة الأصل وهي نسبة محددة على المصانع والآلات والمكائن والأجهزة والبرمجيات والمعدات .

❖ إذا كان معدل العائد المحاسبي أكبر من سعر الفائدة للمصارف فيعد المشروع رابح .
❖ إذا كان معدل العائد المحاسبي أقل من سعر الفائدة للمصارف فيعد المشروع خاسر .

إن معدل العائد المحاسبي للمشروع (42.8 %) وهو أكبر من سعر الفائدة على الأموال المودعة في المصارف والتي تتراوح بين (8-10) %، فيعد المشروع مقبول .

ثالثاً : معيار صافي القيمة الحالية :

صافي القيمة الحالية = 8485 – 3000 = $5485

القرار :

بما إن صافي القيمة الحالية للمشروع عند معامل خصم (10%) قيمة موجبة وأكبر من الواحد الصحيح فيعد المشروع مقبولاً .

رابعاً : معيار العائد / الكلفة :

العائد / الكلفة = 5485 ÷ 3000 = 1.8

القرار :

إن معيار العائد / الكلفة للمشروع أكبر من الواحد الصحيح وهي نسبة جيدة ويعد المشروع مقبولاً .

خامساً : معيار معدل العائد الداخلي :

معدل العائد الداخلي = 38 %

القرار :

إن معدل العائد الداخلي للمشروع (38 %) وهي نسبة أكبر من نسبة الفائدة على إيداع الأموال في المصارف والتي تتراوح بين (8-10) % ، وبذلك يعد المشروع مقبولاً .

سادساً : تحليل الحساسية :

سيتم تحليل الحساسية وفق سيناريوهين : الأول بإفتراض إنخفاض قيمة التدفق النقدي السنوي بنسبة (10%) ، والثاني بإفتراض إنخفاض عمر المشروع الى (12) سنة .

أ- في حالة إنخفاض قيمة التدفق النقدي السنوي بنسبة (10%) :

التدفق النقدي السنوي = $1325 - (1325× 10%) = $1192.5

جدول (10) نتائج دراسة الجدوى المالية في حالة إنخفاض قيمة التدفق النقدي السنوي بنسبة (10%)

المعيار	القيمة	القرار
فترة الإسترداد	2.6	مقبول
معدل العائد المحاسبي	% 38.4	مقبول
صافي القيمة الحالية	$4477	مقبول
العائد / الكلفة	1.5	مقبول
معدل العائد الداخلي	% 33	مقبول

المصدر : تم إحتساب النتائج من قبل الباحثان بإستخدام الدوال المالية لبرنامج Microsoft Excel

ب – في حالة إنخفاض عمر المشروع الى (12) سنة :

جدول (11) نتائج دراسة الجدوى المالية في حالة إنخفاض عمر المشروع الى (12) سنة

المعيار	القيمة	القرار
فترة الإسترداد	2.3	مقبول
معدل العائد المحاسبي	% 42.8	مقبول
صافي القيمة الحالية	$4526	مقبول
العائد / الكلفة	1.5	مقبول
معدل العائد الداخلي	% 37	مقبول

المصدر : تم إحتساب النتائج من قبل الباحثان بإستخدام الدوال المالية لبرنامج Microsoft Excel

2-2-4 نتائج دراسة الجدوى المالية لمشروع نصب منظومة طاقة شمسية كهروضوئية فوق أسطح المنازل بقدرة (2KW/H):

جدول (12) نتائج دراسة الجدوى المالية لمشروع نصب منظومة طاقة شمسية كهروضوئية بقدرة (2kw/h)

المعيار	القيمة	القرار
فترة الإسترداد	2.3	مقبول
معدل العائد المحاسبي	% 42.8	مقبول
صافي القيمة الحالية	$ 5485	مقبول
العائد / الكلفة	1.8	مقبول
معدل العائد الداخلي	% 38	مقبول
تحليل الحساسية	إنخفاض قيمة التدفق النقدي السنوي بنسبة 10%	مقبول
	إنخفاض عمر المشروع الى 12 سنة	مقبول

المصدر : من إعداد الباحثان بالإعتماد على نتائج دراسة الجدوى المالية .

الإستنتاجات والتوصيات :

أولاً : الإستنتاجات :

1- وفقاً لدراسة جدوى المشروع ، فإن المشروع يعد ذا جدوى فنية ومالية وهو ما يتطابق مع فرضية البحث (إن نصب منظومة للطاقة الشمسية الكهروضوئية بقدرة 2kw/h فوق سطح منزل في مدينة بغداد تسكنهُ عائلة مكونة من 6 أفراد يساهم في سد النقص الحاصل في تجهيز المواطن بالطاقة الكهربائية ، كما يعُد هذا المشروع ذا جدوى فنية ومالية .

2- تعمل مشروعات الطاقة الشمسية على تقليل الإعتماد على مصادر الوقود الإحفوري لتوليد الطاقة الكهربائية وإستثمارها في مجالات اخرى ، وذلك تماشياً مع أهم هدف من أهداف التنمية المستدامة وهو إشباع حاجات الأجيال الحالية من الموارد المتاحة وتحقيق رفاهيتهم دون المساس بحق الأجيال القادمة من هذه الموارد .

3- تعمل مشروعات الطاقة الشمسية لو تم إنتشارها على نطاق واسع الى تقليل الإعتماد على الغاز الطبيعي المستورد لتشغيل محطات توليد الطاقة الكهربائية والذي يستنزف أموال طائلة من خزينة الدولة .
4 - لا يوجد دعم حكومي في العراق لمشروعات الطاقة الشمسية الكهروضوئية ، مما حال دون إنتشارها على نطاق واسع .
5- إن العراق يمتلك إمكانات هائلة تؤهله للإستثمار في الطاقة الشمسية الكهروضوئية كمستوى الإشعاع الشمسي الواقع عليه .

ثانياً : التوصيات :

1- من الضروري على الحكومة توفير الدعم لمشروعات الطاقة الشمسية الكهروضوئية سواء أكان دعم مالي أو عن طريق سن قوانين وتشريعات من شأنها أن تحفز المواطنين الى الإتجاه الى هذه المشروعات لسد النقص الحاصل في الطاقة الكهربائية لديهم كسن قانون او تشريع يجيز للمواطن بيع الطاقة الكهربائية الفائضة عن حاجته والمولدة من منظومات الطاقة الشمسية الكهروضوئية الى الدولة بمقابل مادي معقول كما ما هو معمول به في أغلب دول العالم .
2- من الضروري على الجهات المختصة الإستفادة من تجارب الدول الرائدة في مجال توليد الطاقة الكهربائية من الطاقة الشمسية الكهروضوئية من أجل تطبيقها في العراق .
3- من الملائم توفير المناخ الإستثماري المناسب للشركات الرائدة في مجال الطاقة الشمسية الكهروضوئية من أجل الإستثمار في بناء محطات الطاقة الشمسية الكهروضوئية في العراق .

المصادر :

أولاً : المصادر العربية :

الكتب :

1- شاكر ، نبيل عبد السلام ، (1998) ، دراسات الجدوى الإقتصادية وتقييم المشروعات الجديدة ، ط1 ، القاهرة ، كتب عربية للنشر ، 586 صفحة .
2- العيساوي ، كاظم جاسم ، (2011) ، دراسات الجدوى الإقتصادية وتقييم المشروعات : تحليل نظري وتطبيقي ، ط1 ، عمان ، دار المناهج للنشر والتوزيع ، 305 صفحة .
3- زردق ، احمد عبد الرحيم وبسيوني ، محمد سعيد ، (2011) ، مبادئ دراسات الجدوى الإقتصادية ، ط1 ، الأسكندرية ، الدار الجامعية ، 332 صفحة .
4- كافي ، مصطفى يوسف ، (2009) ، تقنيات دراسة الجدوى الإقتصادية ، ط1 ، دمشق ، دار ومؤسسة رسلان للطباعة والنشر والتوزيع ، 392 صفحة .
5- دياب ، محمد ، (2009) ، دراسات الجدوى الإقتصادية والإجتماعية للمشاريع ، ط2 ، بيروت ، دار المنهل اللبناني .
6- الوادي ، محمود حسين وسمحان ، حسين محمد وخريس ، إبراهيم محمد ، (2010) ، دراسات الجدوى الإقتصادية والمالية ، ط1 ، عمان ، دار الصفاء للنشر والتوزيع ، 303 صفحة .
7- بني عطا ، بسام حسين ، (2010) ، الجدوى الإقتصادية للمشروعات : تحليل ودراسة ، ط1 ، عمان ، مركز الكتاب الأكاديمي للنشر .
8- القريشي ، مدحت ، (2009) ، دراسات الجدوى الإقتصادية وتقييم المشروعات الصناعية ، ط1 ، عمان ، دار وائل للنشر ، 118 صفحة .
9- المورودي ، ضياء حليم ، (2014) ، دراسات الجدوى الإقتصادية للمشروعات الصغيرة ، ط1 ، الأسكندرية ، دار الفكر الجامعي ، 283 صفحة .
10- عبد الحميد ، عبد المطلب ، (2006) ، دراسات الجدوى الإقتصادية لإتخاذ القرارات الإستثمارية ، ط1 ، الأسكندرية ، الدار الجامعية ، 441 صفحة .
11- عبد المولى ، ضياء والسيد ، إبراهيم ، (2019) ، دراسات الجدوى الإقتصادية ، ط1 ، الأسكندرية ، دار التعليم الجامعي ، 331 صفحة .
12- موسى ، الشقيري نوري وسلام ، اسامة عزمي ، (2011) ، دراسة الجدوى الإقتصادية وتقييم المشروعات الإستثمارية ، ط2 ، عمان ، دار المسيرة للنشر والتوزيع والطباعة ، 325 صفحة .
13- سرور ، منال جبار ونصيف ، جاسم محمد علي وفرج ، مشتاق كامل ، (2012) ، المحاسبة الإدارية ، ط1 ، بغداد ، مكتب الجزيرة للطباعة والنشر ، 347 صفحة .
14- إسطيفان ، صباح ، (2008) ، دراسات الجدوى الإقتصادية والأساليب الكمية لتقييم المشاريع الصناعية ، ط1، بغداد ، 242 صفحة .
15- السبكي ، محمد صلاح ومحمد ، كاميليا يوسف ، (2016) ، الطاقة الكهروشمسية ، ط1 ، الأسكندرية ، OS Press للطباعة والنشر ، 396 صفحة .

الرسائل والاطاريح الجامعية :

16- نور الدين ، تمجغدين ، (2019) ، دور وأهمية داسات الجدوى في تقييم وتمويل مشروعات القطاع الخاص : دراسة حالة المشروعات الصغيرة والمتوسطة في الجزائر (منطقة الجنوب الشرقي) ، إطروحة دكتوراه ، جامعة محمد خيضر – بسكرة ، كلية العلوم الإقتصادية والتجارية وعلوم التسيير ، الجزائر .
17- الحلو ، هبة الله ثروت ، (2017) ، التأثير الفني والإقتصادي لإستخدام أنظمة الخلايا الشمسية المرتبطة بشبكة الكهرباء (on-grid) في قطاع غزة "دراسة إستكشافية" : دراسة حالة مستشفى جمعية أصدقاء المريض الخيرية بغزة ، رسالة ماجستير ، الجامعة الإسلامية بغزة ، كلية التجارة ، فلسطين .

الأبحاث :

18 - إستبيانيان ، هاري حبيب ، (2018) ، الطاقة الشمسية في العراق : من البداية الى التعويض ، بغداد ، مركز البيان للدراسات والتخطيط .
19- عبد الرزاق ، عمر عبد الستار واحمد ، عبد الكريم عبد الله ، (2018) ، تصميم منظومة كهربائية لبيت عراقي إفتراضي ، بغداد ، وزارة الصناعة والمعادن ، هيأة البحث والتطوير الصناعي ، مركز بحوث الطاقة المتجددة والبيئة .

التقارير والإحصائيات :

20- وزارة الكهرباء العراقية ، (2018) ، التقرير الإحصائي السنوي ، بغداد ، دائرة التخطيط والدراسات ، قسم الإحصاء المركزي .

21- وزارة العلوم والتكنلوجيا ، (2021) ، التقرير السنوي للرياح والرطوبة والإشعاع الشمسي ودرجات الحرارة ، بغداد ، مركز بحوث الطاقة المتجددة .

ثانياً : المصادر الأجنبية :

الكتب :

1- Berk , Jonathan & Demarzo , Peter & Harford , Jarrad , (2016) , Fundamental of corporate finance , 4th edition , NewYork , Pearson publishing , 878 pages .

2- Burger , Markus & Graeber , Bemhard & Schindlmayr , Gero , (2014) , Managing energy risk: apractical guide for risk management in power , gas and other energy markets , 2nd edition , UK , Wiley finance series , John Wiley & Sons Ltd , 434 pages .

3- Khaligh , Alireza & Oner , Omer C. , (2010) , Energy harvesting solar,wind,and ocean energy conversion system , 1st edition , New York , CRC press Taylor & Francies group LLC , 368 pages.

4- Speight , James G. , (2022) , Encyclopdia of renewable energy , 1st edition , USA , Wiley & Scrivener publishing , 400 pages .

5- Jabor , Tabark Hamid , (2018) , Performance modeling and implementation of a hybrid photovoltaic – thermal solar system for power and heat generation , Master's Thesis ,University of Technology , College of Engineering , Baghdad .

6- Smets , Arno & Jager , Klans & Isabella , Olindo & Swaaij , Renevan & Zeman , Miro , (2015) , Solar Energy "The Physics and Engineering of Photovoltaic Conversion Technologies and System , England , UIT Cambridge .

7- Wirth , Harry , (2016) , Recent facts about photovoltaic in Germany , Germany , Fraunhofer ISE .

المجلات والمقالات الأجنبية :

8- Shuhrawardy , Mohammed & Ahmed , Kazi Tanvir , (2014) , The feasibility study of a grid connected pv System to meet the power demand in Bangladesh – a case study , American journal of energy engineering , Vol 2 , No:2 , p:59-64 .

9- Al-Mukhtar , Hussam M . & Al-Tameemi , Zaid H. & Al-Anbary , Karrar M. & Abbas , Mohammed K. &Hsu , Hung –Yao & Al-Mamoori , Dalya H. , (2019) , Feasibility study of achieving reliable electricity supply using hybrid power system for rular primry school in Iraq : A case study with Umm Qasr primary school , International Journal of Electrical and Computer Engineering (IJECE) , Vol.9 , No:4 , p: 2822-2830 .

10- Abu – Jaser , Assad , (2010) , A stand – Alone Photovoltaic System Case Study: A Residence in Gaza , Journal of Applied Sciences in Environment Sanitation , Vol 5 , No:1 , P:82 .

11- Istepaanian , Harry , (2020) , Iraq solar energy : from dawn to dusk , article , Jordan , Friedrich Ebertsiflung & Al-Bayan center for planning and studies .

التقارير والإحصائيات الأجنبية :

12- British Petroleum (BP) , (2022) , Statistical review of energy , 71st edition , UK .

13- International Renewable Energy Agency (IRENA) , (2021) , Renewable power generation cost.

14- International Renewable Energy Agency (IRENA) , (2022) , Renewable Capacity Statistics .

15- International Renewable Energy Agency (IRENA) , (2021) , World Energy Transition Outlook 1.5 Pathway .

ثالثاً : شبكة الأنترنيت :

1- https://solarabic.com/learn/2019/12/تاريخ - الطاقة - الشمسية - الكهروضوئية

2- https://acwapower.com/ar/projects/fuel-types/about-photovoltaic-pv-power/

3- https://www.voltiat.com/on-grid-and-off-grid-solar-systems

4- The World Bank Group , solargis.com

5- Abednitech.blogspot.com/2019/08/blog-post_14.html

6- mop.gov.iq وزارة التخطيط العراقية