الدراسة التحليلية لتحديد الجدوى المالية لمشروع نصب منظومة طاقة شمسية كهروضوئية للأبنية السكنية عند استطاعة كهربائية محددة

الدكتور المهندس: محمد رياض جاسم

مدرس متمرن في قسم هندسة الميكانيك العام – كلية الهندسة الميكانيكية والكهربائية – سورية –جامعة الفرات – دير الزور

الملخص

تهدف الدراسة إلى بيان جدوى لمشروع نصب منظومة شمسية كهروضوئية بقدرة كهربائية افتراضية 2kw/h من الناحية المالية، ولغاية تحقيق هذا الهدف أُعِدت دراسة فنية حيث تبين من خلالها أن المنظومة يجب أن تتكون من ستة ألواح خلايا شمسية وعاكس بقدرة 2.2kw/h وبطاريات عدد أربع نوع Gel سعة كلٍ منها 200A/hلضمان تجهيز المنزل بالطاقة الكهربائية لمدة أربع ساعات متواصلة في فترات انقطاع الطاقة الكهربائية الوطنية وذلك لضمان الحصول على أفضل أداء للمنظومة. وقد بينت الدراسة الفنية بأن المشروع ذا جدوى فنية حيث يمكن من خلال المنظومة توليد طاقة كهربائية إجمالية يومياً تبلغ 16.2KW/day، ولبيان جدوى المشروع من الناحية المالية أُعدت دراسة مالية، وتمَّ تطبيق بعض المعايير المالية مثل معيار فترة الاسترداد ومعيار العائد المحاسبي ومعيار صافي القيمة الحالية ومعيار العائد/الكلفة ومعيار معدل العائد الداخلي، وبحساب النتائج تبين أن فترة استرداد رأس المال المستثمر تبلغ سنتان وثلاث أشهر وهي فترة مقبولة، ومعدل العائد المحاسبي هو42.4% وهو أعلى من معدل الفائدة على إيداع الأموال في المصارف والتي تتراوح في المجال 8–10%، وتبلغ صافي القيمة الحالية للمشروع 5485$ وهي قيمة مقبولة ويبلغ معدل العائد/ الكلفة 1.8 وهو أكبر من الواحد الصحيح وهذا يشير إلى أن

المشروع رابح، أما العائد الداخلي يبلغ 38% وهو أعلى من معدل الفائدة على الأموال المودعة في المصارف، ومن خلال هذه النتائج يتبين لنا بأن المشروع مُجدي من الناحية المالية وتوصلت الدراسة إلى عدد من الاستنتاجات أهمها أنه لا يوجد دعم حكومي لمشروعات الطاقة الشمسية الكهروضوئية في سورية مما حال دون انتشارها على نطاقٍ واسع.

الكلمات المفتاحية: دراسة الجدوى، الطاقة الشمسية الكهروضوئية، النظام المستقل عن الشبكة، النظام المتصل بالشبكة، النظام الكهروضوئي الشمسي الهجين.

المقدمة:

تعد دراسة الجدوى إحدى أهم أدوات التخطيط الاستراتيجي، وتهتم هذه الدراسة بمدى جدوى المشروع المقترح قبل تنفيذه، كما تساعد على تخفيض مستوى المخاطرة المحيطة بالمشروع لغرض اتخاذ القرار الاستثماري السليم. يواجه العالم أزمةً في مجال الطاقة في السنوات الأخيرة بسبب تراجع الاستثمارات في مجالي النفط والغاز الطبيعي، وذلك بعد تدني أسعارهما في السوق وبذلك أصبح لزاماً على دول العالم البحث عن مصادر أخرى للتزود بالطاقة، فاتجهت معظم دول العالم إلى مصادر الطاقة المتجددة وخاصةً الطاقة الشمسية والتي أصبحت منافساً لأنظمة الطاقة التقليدية باعتبارها مصادر متجددة لا تنضب، فضلاً عن أنها نظيفة لا تتسبب في أي تلوث للبيئة. تعاني سورية منذ عقود طويلة نقصاً حاداً بالطاقة خلال سنوات الأزمة التي عصفت بها وتعتمد اعتماداً شبه تام على مصادر الوقود الأحفوري لتوليد الطاقة الكهربائية والتي تتسبب في انبعاثات 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 شبكة الكهرباء الوطنية وكذلك للتماشي مع التوجهات العالمية لاستغلال مصادر الطاقة المتجددة لتوليد الطاقة الكهربائية.

1.أهمية البحث:

تتمحور أهمية البحث في أنه يبحث عن مصدر جديد للطاقة الكهربائية يكون آمناً ونظيفاً لسد النقص الحاصل جراء الانقطاعات المستمرة للتيار الكهربائي المزود من الشبكة العامة وكذلك ليكون بديلاً عن المولدات الاحتياطية الملوثة للبيئة والمهددة لصحة الإنسان.

2.مشكلة البحث:

تكمن مشكلة البحث في عدم توفر الطاقة الكهربائية في المنظومة الوطنية وما ينتج عن ذلك من آثار سلبية كالاعتماد على مولدات الديزل الاحتياطية والتي تطرح نسبةً كبيرة من الغازات الملوثة للبيئة فضلاً عن الضوضاء التي تسببها هذه المولدات ومالها من تأثيرات على صحة الإنسان، بالإضافة إلى التكلفة الشهرية العالية التي يدفعها المواطن لهذه المولدات بهدف الحصول بالطاقة الكهربائية، وإنتاج طاقة كهربائية نظيفة ومستدامة(كالطاقة الشمسية) لسد النقص الحاصل في ساعات الاستمرار اللازمة للتزود بالطاقة.

3.فرضية البحث:

ينطلق البحث من فرضية مفادها أن نصب منظومةٍ للطاقة الشمسية الكهروضوئية بقدرة2kw/h فوق سطح منزل في مدينة دير الزور يسكنه مجموعة من الأشخاص عددهم ستة أشخاص يساهم في سد النقص الحاصل في تزويد المواطن بالطاقة الكهربائية، كما يعد هذا المشروع ذو جدوى مالية.

4.أهداف البحث: يهدف البحث إلى الآتي:

آ. التعرف على مدى أهمية اللجوء إلى الطاقة الشمسية الكهروضوئية كمصدر آمن ونظيف ومستدام لسد النقص الحاصل في ساعات تزويد المواطن بالطاقة الكهربائية.

ب. بيان جدوى مشروع نصب منظومة طاقة شمسية كهروضوئية2kw/h من الناحية الفنية والمالية.

حدود البحث المكانية:

حدد مكان البحث في حي القصور بمحافظة دير الزور، ودُرِست الجدوى المالية والفنية لمشروع نصب منظومة طاقة شمسية كهروضوئية فوق أسطح المباني بقدرة2kw/h.

طريقة ومنهجية البحث:

أُستُخدِم أسلوب المنهج الوصفي التحليلي لتسليط الضوء على الإطار النظري لدراسات الجدوى الاقتصادية ومفهوم الطاقة الشمسية الكهروضوئية، وتحليل واقع الإنتاج والاستثمار في مجال الطاقة الشمسية الكهروضوئية محلياً وعالمياً.

1-4. مفهوم دراسة الجدوى:

تعّرف دراسة الجدوى بأنها عبارة عن سلسلة من المراحل والأنشطة المتتابعة والمكونة من مجموعة من البيانات والدراسات والتي يؤدي تحليلها إلى إتخاد القرار بإقامة المشروع الاستثماري من عدمه سواءً أكان مشروعاً جديداً أو التوسع في مشروع قائم ([1] شاكر،1998، ص23) كما عرفها العيساوي على أنها دراسة علمية لجميع جوانب المشروع المقترح والتي يمكن أن تكون دراسة أولية أو دراسة تفصيلية والتي يمكن من خلالها التوصل إلى اختيار البديل الأفضل من بين عدة بدائل استثمارية مقترحة، كما عرفت على أنها سلسلة مترابطة من الدراسات الأولية والتفصيلية والتي تتم على الفرص الاستثمارية المتاحة من بدايتها كفكرة لغاية اتخاذ القرار بقبول أو رفض تلك الفكرة وهذه الدراسات تتم على مختلف الجوانب التسويقية والفنية والمالية، ومن خلال ما تقدم يمكن أن نصيغ تعريف إجرائي لمفهوم دراسة الجدوى بأنها

الدراسات التي تسعى لبيان صلاحية المشروع الاستثماري ويتم ذلك من عدة جوانب تسويقية وفنية ومالية واقتصادية وذلك تمهيداً لاتخاذ القرار بإقامة المشروع من عدمه.

4-1-1. أهمية دراسات الجدوى: تكمن أهمية دراسات الجدوى وفق الآتي:

آ. تعد دراسات الجدوى من الأدوات المهمة التي يستعين بها متخذي القرارات الاستثمارية سواء على المستوى الخاص أو المستوى القومي.

ب. تُعد العوائد المتوقعة من المشروع مقارنةً بالتكاليف المنفقة عليه على مدى عمره الافتراضي، والفترة الزمنية لاسترداد رأس المال من أهم ما يجب معرفته. ([2]كافي،2009، ص51-52) و([3] دياب، 2009، ص25)

ج. يمكن 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 الاقتصادية والتي يتوقع حدوثها خلال عمر المشروع وذلك بهدف استثمار أمثل للأموال المنفقة على المشروع.

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

4-1-2. مراحل دراسات الجدوى:

مرحلة دراسة الجدوى الأولية: وتعرف بأنها عبارة عن دراسة أو تقرير أولي يمثل الخطوط العامة لكافة جوانب المشروع الاستثماري المقترح.

مرحلة دراسة الجدوى التفصيلية: بعد الانتهاء من دراسة الجدوى الأولية وبيان جدوى المشروع أو المشروعات الاستثمارية ذات الأهمية تبدأ مرحلة دراسة الجدوى التفصيلية وهي دراسة أكثر دقة وتفصيل من الدراسة الأولية في تحديد جدوى المشروع الاستثماري المقترح من الناحية التسويقية والبيئية والفنية والمالية والاقتصادية، وتكمن أهمية دراسة الجدوى التفصيلية في أنه لا يمكن الاعتماد على نتائج الدراسة الأولية

حتى لو كانت إيجابية في اتخاذ القرار بقبول المشروع وذلك لكون الدراسة الأولية توضح الخطوط العامة فقط. لذلك لابد من دراسة تفصيلية شاملة للتحقق النهائي واتخاذ القرار الاستثماري المناسب.

تتضمن دراسة الجدوى التفصيلية الجوانب الآتية:

أولاً: دراسة الجدوى التسويقية : وهي من الجوانب المهمة في دراسة الجدوى التفصيلية فهي محور ارتكاز يتم من خلالها تحديد الطاقة الإنتاجية للمشروع الاستثماري المقترح وكذلك تحديد حجم الطلب على السلع والخدمات التي ينتجها المشروع بالإضافة لاختيار التقنية الملائمة للإنتاج ومواصفات السلع والخدمات.

ثانياً: دراسة الجدوى البيئية: وتعُّرف بدراسة التأثير المتبادل بين المشروعات الاستثمارية وبين البيئة بهدف التقليل أو منع التأثيرات السلبية التي يمكن أن يخلفها المشروع المقترح وتعظيم التأثيرات الإيجابية التي يحققها.

ثالثاً: دراسة الجدوى القانونية: وهي من الجوانب المهمة في دراسة الجدوى التفصيلية إذ يتم من خلالها تحديد العلاقة بين المشروع الاستثماري والقوانين والتشريعات المؤثرة والتي تنظم عمله.

رابعاً: دراسة الجدوى الفنية: وهي تعرف بأنها الدراسة التي تنحصر مهمتها بدراسة كافة الجوانب الهندسية للمشروع والتي يمكن الاعتماد عليها للتوصل إلى اتخاذ القرار إما بالتخلي عن المشروع أو الانتقال إلى مرحلة لاحقة وهي دراسة الجدوى المالية، وتعد دراسة الجدوى الفنية إحدى الأركان الأساسية لدراسة الجدوى التفصيلية وتكمن أهميتها في أنها تساعد المستثمرين على تحديد الحجم الأمثل لمشروعاتهم في ضوء الطاقة الإنتاجية المتاحة كما أنها تساعد في اختيار الموقع المناسب للمشروع واختيار نظام الإنتاج وكذلك تحديد الاحتياجات اللازمة لتشغيل المشروع من أصول ثابتة وعمال ومستلزمات الإنتاج.

إن القيام بدراسة فنية غير دقيقة يعرض المشروع لمشكلات كبيرة كارتفاع نسب التكاليف وظهور عيوب في المنتج وارتفاع تكاليف النقل بسبب سوء اختيار موقع

المشروع وكل هذه المشكلات تؤدي بالنهاية إلى فشل المشروع وبالتالي خسارة المستثمر لرأسماله ، هذا بالإضافة إلى الأثر السلبي على الاقتصاد الوطني عن طريق استنزاف جزء من موارده.

خامساً: دراسة الجدوى المالية: يقصد بها قياس ربحية المشروع الاستثماري المقترح من الناحية المالية من خلال مقارنة الإيرادات المتوقعة من المشروع مع تكاليفه وتعتمد الدراسة المالية على نتائج الدراسة التسويقية والفنية حيث تقوم الدراسة المالية بترجمة نتائج الدراستين إلى تدفقات مالية تتمثل بالإيرادات والتكاليف المتوقعة وتشمل هذه الدراسة التعرف على مصادر التمويل وتكلفتها وهنالك عدة معايير يستند إليها القائمون بدراسة الجدوى المالية لغرض بيان مدى جدوى المشروع من الناحية المالية وهي:

آ. **معيار فترة الاسترداد:** يقصد بها الفترة الزمنية لاسترداد قيمة الاستثمار المبدئي التي أنفقت على المشروع الاستثماري وطبقاً لهذا المعيار يفضل المشروع الذي تسترجع تكاليفه بفترة زمنية أقصر. ويمكن التعبير عن فترة الاسترداد بالشكل الآتي:

فترة الاسترداد= قيمة الاستثمار المبدئي÷ التدفقات النقدية السنوية الداخلة.

ب. **معيار معدل العائد المحاسبي البسيط:** يقصد به النسبة المئوية بين متوسط العائد السنوي بعد خصم الضريبة إلى تكلفة الاستثمار المبدئية ويمكن التعبير عنه بالشكل الآتي: معدل العائد المحاسبي البسيط= التدفقات النقدية السنوية الداخلة ÷ قيمة الاستثمار المبدئي ويتم المفاضلة بين المشروعات على أساس المشروع الذي يعطي أعلى متوسط عائد من بين المشروعات الأخرى.

ج. **معيار صافي القيمة الحالية:** يقصد به صافي القيمة الحالية بين التدفقات النقدية الداخلة إلى المشروع الاستثماري والقيمة الحالية للتدفقات النقدية الخارجة منه فإذا كان صافي القيمة الحالية للتدفقات النقدية أكبر أو تساوي الصفر فيعد المشروع مقبولاً، أما إذا كانت النتيجة سالبة فيعد المشروع مرفوضاً ويمكن التعبير عنه بالشكل الآتي:

صافي القيمة الحالية للتدفقات النقدية = التدفقات النقدية الداخلة– التدفقات النقدية الخارجة.

د. معيار معدل العائد الداخلي: يقصد به معدل الخصم الذي يجعل صافي القيمة الحالية للتدفقات النقدية للمشروع تساوي الصفر.

هـ. معيار نسبة العائد: يقصد بها مجموع القيم الحالية للتدفقات النقدية للمشروع مقسومةً على كلفة الاستثمار المبدئية فإذا كانت النتيجة أكبر من الواحد الصحيح أي أن القيمة الحالية للتدفقات النقدية للمشروع أكبر من كلفة الاستثمار الأولية فهذا يعني بأن المشروع مُربح، أما إذا كانت النتيجة تساوي الواحد فيعد المشروع حدياً لا رابح ولا خاسر وعلى الإدارة قبول المشروع أو رفضه، أما إذا كانت النتيجة أصغر من الواحد الصحيح فيعد المشروع غير مُربح ويمكن التعبير عن هذا المعيار بالشكل الآتي:

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

و. تحليل الحساسية: يقصد بها التعرف على مدى التغير في ربحية المشروع الاستثماري المقترح نتيجة تغير أحد العناصر المؤثرة في المشروع كتكاليف الإنتاج أو الإيرادات المتوقعة من كليهما.

سادساً: دراسة الجدوى الاجتماعية: ويقصد بها تحديد أهمية المشروع بالنسبة للمجتمع والاقتصاد الوطني. إن المشروع المجدي اجتماعياً يعود بالنفع على المستثمر والمجتمع ككل ولهذا السبب فإن الحكومات دائماً تسعى إلى تأمين الظروف الاستثمارية المناسبة لجذب الاستثمارات وتقديم التسهيلات الممكنة لذلك وهي بذلك تعطي صورة إيجابية للمستثمرين المحليين والأجانب بأن المناخ الاستثماري مناسب لديها وذلك لتعزيز عوامل جذب الاستثمارات الأجنبية وتهيئة الظروف المناسبة لرؤوس الأموال المحلية للبقاء داخل البلد.

4-1-3. التطور التاريخي للطاقة الشمسية الكهروضوئية:

استخدمت الطاقة الشمسية لأول مرة من قبل البشر في القرن السابع قبل الميلاد، حيث تم استخدام العدسات المكبرة لتركيز الإشعاع الشمسي إشعال النيران، كما

استخدمت من قبل الرومان واليونانيون في القرن الثالث قبل الميلاد لإشعال النار في المشاعل أثناء الطقوس الدينية عن طريق المرايا، وتمَّ إنشاء الغرف الشمسية من قبل الرومان والتي يكون سقف الغرفة عبارة عن نوافذ تقوم بتركيز الإشعاع الشمسي لتشغيل القوارب البخارية وذلك في أواخر القرن التاسع عشر قبل الميلاد. يعتمد توليد الطاقة الكهروضوئية على التأثير الكهروضوئي الذي اكتشف لأول مرة في عام 1839م والذي بين أن هناك فوتونات ضوئية تحل محل الالكترونات في بعض المواد لتعمل على خلق شحنة كهربائية، وإذا ما وصلت بشكل مناسب فيمكن للخلية بذلك إنتاج تيار كهربائي.

4-1-4. مفهوم الطاقة الشمسية الكهروضوئية:

تعرف الطاقة الشمسية الكهروضوئية بأنها عملية تحويل جزيئات الضوء إلى طاقة كهربائية أو هي الطاقة الناتجة عن تحويل أشعة الشمس إلى طاقة كهربائية عن طريق استخدام الخلايا الشمسية باستخدام الخواص الالكترونية لبعض المواد والتي تصنف من ضمن أشباه النواقل كالسيلكون والتي تشكل دارة كهربائية تقوم بتخزين أشعة الشمس وتحويلها إلى تيار كهربائي(Burger & Others,2014,p:69[1])).

تعد الطاقة الشمسية إحدى أهم مصادر الطاقة النظيفة والمتجددة والتي استحوذت على النصيب الأكبر من الاهتمام 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 إلى الأرض في اليوم الواحد كافٍ لتشغيل احتياجات الأرض من الطاقة لمدة عام كامل. إن للطاقة الشمسية الكهروضوئية عدداً من المزايا والعيوب أهمها:

أولاً: المزايا:

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

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

ثانياً: العيوب:

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

ب. عدم تواجد ضوء الشمس على مدار اليوم استلزم اللجوء إلى بطاريات باهظة الثمن لخزن الطاقة حين وجودها.

4-1-5.أنواع أنظمة الطاقة الشمسية الكهروضوئية فوق المباني:

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

أولاً: نظام الطاقة الشمسية الكهروضوئية المتصل بالشبكةOn-Grid PV system

وهو نظام للطاقة الكهروضوئية يكون مرتبطاً بشبكة الكهرباء الوطنية، وفي حال وجود فائض في الطاقة الكهربائية المتولدة من هذا النظام فإنه يمكن تصديرها إلى الشبكة الوطنية وفق قوانين معينة.

أ. المزايا:

1- يمكن الاستفادة من هذا النظام لتخفيض الفاتورة الشهرية عند بيع الفائض من الطاقة الكهربائية المنتجة من النظام إلى شبكة الكهرباء الوطنية أو تخفيضها عن طريق الاعتماد على النظام الكهروضوئي بشكل كامل في فترات النهار والتقليل من استخدام الطاقة الكهربائية من الشبكة الوطنية.

2- تعتبر تكلفة هذا النظام منخفضة نسبياً مقارنةً بالنظام خارج الشبكة وذلك لكونه لا يحتاج إلى بطاريات باهظة الثمن.

ب. العيوب:

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

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

ثانياً:نظام الطاقة الشمسية الكهروضوئية خارج الشبكةOff-Grid PV system:

وهو نظام للطاقة الكهروضوئية منفصل عن شبكة الكهرباء الوطنية، ويحتوي النظام على عدد من البطاريات تُشحن عند توفر الطاقة الكهربائية من الشبكة أو من الخلايا الشمسية في فترات النهار ليتم استخدامها لاحقاً عند انقطاع التيار الكهربائي لتغذية المنزل بالطاقة الكهربائية، وللنظام خارج الشبكة عدداً من المزايا والعيوب أهمها:

أ. المزايا:

1- يكثر استخدام هذا النظام في المناطق التي لا تتوفر فيها طاقة كهربائية مستجرة من الشبكة الوطنية.

2- يُستخدم هذا النظام كبديل في حال انقطاع الطاقة الكهربائية المستجرة 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 زيادة عدد من الألواح الشمسية والبطاريات.

ب. العيوب:

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

ثالثاً: نظام الطاقة الشمسية الكهروضوئية الهجين:

وهو نظام للطاقة الكهروضوئية يجمع بين نظام(On-Grid) و(Off-Grid) ويكون مرتبطاً بشبكة الكهرباء الوطنية ويحتوي على بطاريات لخزن الطاقة واستخدامها لتغذية المنزل بالطاقة الكهربائية في حال انقطاع التيار الكهربائي من الشبكة الوطنية.

4-1-6. مكونات منظومة الطاقة الشمسية الكهروضوئية فوق المباني:

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

أولاً: الخلايا الشمسية(Photovoltaic Cells):

تعد الخلايا الشمسية من أهم أجزاء النظام الكهروضوئي، وهي عبارة عن لوحات مصنوعة من السليكون تقوم بامتصاص الفوتونات الساقطة من أشعة الشمس وتحويلها إلى تيار كهربائي مستمر.

ثانياً: البطاريات: وهي من العناصر المهمة في المنظومة الكهروضوئية فهي تعمل على توفير طاقة احتياطية عند انقطاع الطاقة الكهربائية الوطنية.

ثالثاً: محول التيار: وهو جزء أساسي من أجزاء المنظومة الكهروضوئية يعمل على تحويل التيار الكهربائي المتولد من الخلية الشمسية من تيار مستمر إلى تيار متردد للاستفادة منه في تشغيل الأجهزة الكهربائية.

رابعاً: منظم الشحن: وهو يعتبر من الأجزاء المهمة في منظومة الطاقة الشمسية الكهروضوئية حيث 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 عودة التيار العكسي من البطارية إلى الخلايا مما قد يتسبب في تلفها.

4-1-7. تطور الإنتاج والاستثمار العالمي والمحلي في الطاقة الشمسية الكهروضوئية: تزامناً مع ازدياد أعداد سكان العالم وزيادة الطلب على الكهرباء والارتفاع الكبير في نسب التلوث وخصوصاً انبعاثات غاز ثاني أوكسيد الكربون(CO_2) من قطاع الطاقة في الأعوام الأخيرة وقد اتخذت عدداً من دول العالم عدداً من الإجراءات للحد من الانبعاثات وكذلك لسد النقص الحاصل لديها في مجال

الطاقة ومن أهم الإجراءات هي الاتجاه نحو مصادر الطاقة المتجددة وخصوصاً الطاقة الشمسية الكهروضوئية كونها بديل مستدام وصديق البيئة.

يوضح الجدول(1) حجم إنتاج الطاقة الشمسية الكهروضوئية عالمياً للمدة 2017–2021 حيث يبين الجدول التطور الحاصل في توليد الطاقة الكهروضوئية في السنوات الخمس الأخيرة، ويعزى هذا التطور إلى سببين رئيسيين:

أولاً: التطور التكنولوجي في مجال تصنيع أنظمة الطاقة الكهروضوئية عالمياً ويعود ذلك إلى الاستثمارات الكبيرة لدول العالم في مجال البحث والتطوير في هذا المجال.

ثانياً: أدى هذا التطور إلى تحسين عمليات تصنيع أنظمة الطاقة الشمسية الكهروضوئية وتقليل العمالة بسبب استخدام الآلات الحديثة في عمليات التصنيع وتطوير آليات التوزيع مما أدى إلى زيادة عدد الأسواق العالمية وكل هذه العوامل أدت بالتالي إلى انخفاض تكاليف تركيب أنظمة الشمسية الكهروضوئية.

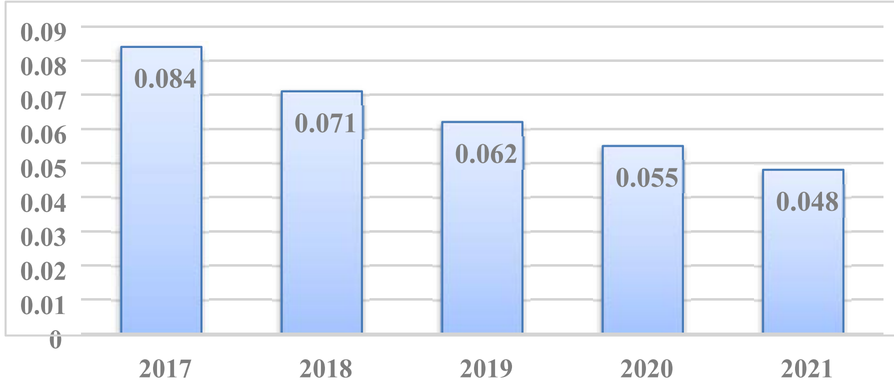
الجدول(1) حجم إنتاج الطاقة الكهروضوئية عالمياً للمدة 2017–2021

(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

يوضح الشكل(1) الانخفاض الكبير في تكاليف تركيب أنظمة الطاقة الشمسية الكهروضوئية في السنوات الخمس الأخيرة حيث يلاحظ بأن التكلفة انخفضت عبر السنوات من 2017 ولغاية 2021 فبعد أن بلغت(1483) دولار أمريكي/ كيلو واط في عام 2017 انخفضت بشكل كبير لتصل إلى(883) دولار/ كيلو واط في عام 2021 وبنسبة 4.8%.



شكل(1) التكاليف العالمية لتركيب أنظمة الطاقة الشمسية الكهروضوئية للمدة 2021– 2017 دولار كيلو واط

(المصدر) (IRENA). (2021), Renewable Power Generation Cost, P: 87)

5. دراسة الجدوى الفنية والمالية لمشروع نصب منظومة طاقة شمسية كهروضوئية هجينة (Hybrid PV System) فوق سطح منزل افتراضي بقدرة 2kw/h:

تتضمن هذه الدراسة ركيزتين أساسيتين الأولى: دراسة الجدوى الفنية لمشروع نصب منظومة طاقة شمسية كهروضوئية بقدرة2kw/h فوق سطح منزل افتراضي، أما الركيزة الثانية فهي دراسة الجدوى المالية لمشروع نصب منظومة طاقة شمسية كهروضوئية بقدرة2kw/h.

1-5. دراسة الجدوى الفنية لمشروع نصب منظومة طاقة شمسية كهروضوئية فوق سطح منزل افتراضي بقدرة2kw/h:

إنَّ تصميم منظومة الطاقة الشمسية الكهروضوئية يعتمد بشكل أساسي على تحديد مواصفات وعدد ألواح الطاقة الشمسية المطلوبة وطريقة ربطها لتلبية

احتياجات الحمل وحجم منظم الشحن ومواصفاته والعاكس(الانفيرتر) وعدد البطاريات المطلوبة لتغطية فترة انقطاع الطاقة الكهربائية من الشبكة الوطنية.

5-2. تحديد العدد المطلوب من ألواح الطاقة الشمسية الكهروضوئية:

لغرض الحصول على أفضل أداء للمنظومة الشمسية يجب توجيه الألواح باتجاه الجنوب بزاوية ميلان(33) درجة عن الأفق لمنطقة القصور بدير الزور وهي أفضل زاوية لضمان الحصول على أعلى مستوى إشعاع ممكن ولحساب عدد الألواح المطلوبة يجب معرفة مواصفات اللوح الشمسي والجدول(2) يوضح مواصفات اللوح الشمسي:

الجدول(2) 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)

الجدول(3) مواصفات العاكس(الانفيرتر) المستخدم في المنظومة

السعة	المواصفات
Sp-mppt 2.2KW	**Model**

Input DC Voltage	**500V**
Input DC Current	**11A**

2KW = 2000W

سيتم تصميم المنظومة على أساس الربط على التوالي

نضرب القدرة المطلوبة × معامل السلامة * (1.3)

2000W × 1.3 = 2600W

عدد الألواح المطلوبة= القدرة/قدرة اللوح الواحد

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

348V = 6 × 58.01 = الفولتية

Mppt Range	**200-450V**

10.67A = التيار

بما أن الفولتية الخارجة من الألواح الشمسية والداخلة إلى العاكس عند الربط على التوالي تساوي348 فولط وهي ضمن الحد المسموح الذي يتقبله العاكس200-450 فولط ضمن مواصفات العاكس كما هو مبين في الجدول(3) فبذلك يعتبر العاكس مناسب لهذه المنظومة. سيتم احتساب عدد البطاريات المطلوبة للمنظومة بافتراض أربع ساعات تشغيل وهي فترة كافية لتجهيز المنزل بالطاقة الكهربائية بالتناوب مع فترات توافر الكهرباء الوطنية، وبالتالي فإن الطاقة المطلوب خزنها تساوي حجم المنظومة × عدد الساعات المطلوبة للتشغيل:

2KW=2000W

سيتم تصميم المنظومة على أساس الربط على التوالي

نضرب القدرة المطلوبة بمعامل السلامة الذي هو (1.3)

أي أن: 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

5-3. دراسة الجدوى المالية لمشروع نصب منظومة شمسية كهروضوئية فوق سطح منزل افتراضي بقدرة(2kw/h):

5-3-1. تحليل الفيض النقدي لمشروع نصب منظومة طاقة شمسية كهروضوئية فوق سطح منزل افتراضي بقدرة(2kw/h):

سيتم تحليل الفيض النقدي لمشروع نصب منظومة طاقة شمسية كهروضوئية بقدرة 2kw/h فوق سطح منزل افتراضي وتبلغ تكلفة هذه المنظومة 3000$ ستدفع مُقدماً والموضحة بتفاصيلها في الجدول رقم (4) وهناك كلف خاصة بتنظيف الألواح الشمسية من الغبار والأوساخ بشكل دوري كل ثلاثة أشهر تقريباً بتكلفة حوالي 10$ أي ما يعادل 40$ سنوياً، وبما أن المنظومة من النوع الهجين وتحتوي على بطاريات فإن البطاريات لها عمر افتراضي يتراوح بين (3-5) سنوات وسنفترض خلال دراستنا أن البطاريات سيتم استبدالها كل ثلاث سنوات وبتكلفة 250$ للبطارية الواحدة وبما أن المنظومة تحتاج إلى بطاريات عدد أربعة لتزويد المنزل بالطاقة الكهربائية لمدة أربع ساعات فإن التكلفة الكلية لاستبدال البطاريات ستبلغ 1000$، أما العوائد التي سيجنيها مالك المنظومة تتمثل في المبلغ الشهري الذي يدفعه إلى أصحاب مولدات الديزل الاحتياطية والتي تعادل 13.8$ للأمبير الواحد أي ان مجموع ما يدفعه صاحب المنزل سنوياً لغرض تزويده بـ 2kw/h.

الجدول(6) نتائج دراسة الجدوى المالية لمشروع نصب منظومة طاقة شمسية كهروضوئية بقدرة (2kw/h) دولار أمريكي

المعيار	القيمة	القرار
فترة الاسترداد	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	انخفاض قيمة التدفق النقدي السنوي بنسبة %10	مقبول

الجدول(5) تحليل الفيض النقدي لمشروع نصب منظومة طاقة شمسية كهروضوئية بقدرة (2kw/h) دولار أمريكي

الاستنتاجات:

1. وفقاً لدراسة جدوى المشروع فإن المشروع يعد ذا جدوى فنية ومالية وهو ما يتطابق مع فرضية البحث بأن نصب منظومة للطاقة الشمسية الكهروضوئية بقدر(2kw/h) فوق سطح منزل في منطقة القصور بمحافظة دير الزور لمنزل يسكنه مجموعة مؤلفة من(6) أشخاص يساهم في سد النقص الحاصل في تجهيز وتزويد المواطن السوري بالطاقة الكهربائية، كما يعد هذا المشروع ذا جدوى فنية ومالية.
2. تعمل مشروعات الطاقة الشمسية على تقليل الاعتماد على مصادر الوقود الأحفوري لتوليد الطاقة الكهربائية واستثمارها في مجالات أخرى 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 انتشارها على نطاق واسع إلى تقليل الاعتماد على الغاز الطبيعي المستورد لتشغيل محطات توليد الطاقة الكهربائية والذي يستنزف أموال طائلة من خزينة الدولة.
4. إن سورية تمتلك كثافة عالية للإشعاع الشمسي تؤهلها للاستثمار في الطاقة الشمسية الكهروضوئية كمستوى الإشعاع الشمسي الساقط عليها.

المراجع(المصادر العربية):

1. شاكر، نبيل عبد السلام،(1998)، دراسات الجدوى الاقتصادية وتقييم المشروعات الجديدة، ط1، القاهرة، كتب عربية للنشر ،586 صفحة.
2. كافي، مصطفى يوسف،(2009)، تقنيات دراسة الجدوى الاقتصادية، ط1، دمشق، دار ومؤسسة رسلان للطباعة والنشر والتوزيع،392.
3. دياب، محمد،(2009)، دراسات الجدوى الاقتصادية والاجتماعية للمشاريع، ط2، بيروت، دار المنهل اللبناني.

المصادر الأجنبية والكتب:

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

2. (IRENA). (2021), Renewable Power Generation Cost

3- Statistical Review of World Energy, (2022).

Analytical study to determine Financial Feasibility Study for A project to install a solar Photovoltaic System For residential buildings at a specific Electrical Capacity

D.E. Mohamed Riad jassem
Instructor at Al-Fu rat University - Faculty of Mechanical and Electrical - Engineering-- Syria—Deir Ezzor

Abstract

The Analytical 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. The system is composed of (6) panels and inverter (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 Syria, which prevented their widespread dissemination.

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