Tikrit Journal of Administrative and Economic Sciences, Vol. 21, No. 72, Part (2): 234-253
Doi: www.doi.org/10.25130/tjaes.21.72.2.12

Tikrit Journal of Administrative and Economics Sciences
مجلة تكريت للعلوم الإدارية والاقتصادية
EISSN: 3006-9149
PISSN: 1813-1719

The Economic Feasibility Study of a 500 MW Solar Panel Power Generation Project in Erbil City

Aveen Mosleh Mohammed Saeed*, Nishtiman Najdat, Gailan Ahmad Jamil, Baxtiar Saber
College of Management and Economics/Salahaddin University

Keywords:
Solar energy, economic feasibility, sustainable development, Erbil.

A R T I C L E I N F O

Article history:

Received	18 Jun. 2025
Received in revised form	30 Aug. 2025
Accepted	31 Aug. 2025
Available online	31 Dec. 2025

©2023 THIS IS AN OPEN ACCESS ARTICLE UNDER THE CC BY LICENSE
http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/

*Corresponding author:
Aveen Mosleh Mohammed Saeed
College of Management and Economics/Salahaddin University

Abstract: This research aims to conduct and study the economic feasibility of establishing a solar power plant with a capacity of 500 megawatts to compare investment and operational costs with expected returns. It evaluates the project's impact on reducing energy costs for consumers and achieving long-term economic savings. The study also analyzes the importance of solar energy as a sustainable and secure source for electricity generation. The research employs a descriptive-analytical methodology supported by quantitative analysis to assess the economic feasibility of the solar power generation plant project. The results demonstrated economic viability through a positive net present value, a satisfactory internal rate of return of 13.3%, and an acceptable payback period of fifteen years. The project is also expected to contribute to reducing environmental emissions. The research recommends government support, infrastructure development, and encouraging partnerships with the private sector.

Tikrit Journal of Administrative and Economic Sciences, Vol. 21, No. 72, Part (2): 234-253
Doi: www.doi.org/10.25130/tjaes.21.72.2.12

دراسة الجدوى الاقتصادية لمشروع الطاقة الكهربائية باستخدام الألواح الشمسية في مدينة أربيل 500 ميكاواط

أفين مصلح محمد نيشتمان نجدت مامه كريم كيلان أحمد جميل بختيار صابر محمد
كلية الإدارة والاقتصاد/جامعة صلاح الدين

المستخلص

يهدف هذا البحث إلى اجراء ودراسة الجدوى الاقتصادية لإنشاء محطة كهربائية باستخدام الألواح الشمسية بقدرة 500 ميغاواط لمقارنة التكاليف الاستثمارية والتشغيلية مع العوائد المتوقعة. وتقييم تأثير المشروع على تقليل تكاليف الطاقة للمستهلكين وتحقيق وفورات اقتصادية على المدى الطويل. وتحليل أهمية الطاقة الشمسية كمصدر مستدام وآمن لتوفير الطاقة الكهربائية. يعتمد البحث على المنهج الوصفي التحليلي المدعوم بالتحليل الكمي لتقييم الجدوى الاقتصادية لمشروع إنشاء محطة انتاج الطاقة الشمسية، وأظهرت النتائج وجود جدوى اقتصادية من المشروع من خلال صافي القيمة الحالية الموجبة، ومعدل عائد داخلي مجز المساوي (13.3%)، وفترة استرداد خمس عشرة سنة مقبولة. كما يُتوقع أن يسهم المشروع في تقليل الانبعاثات البيئية. ويوصي البحث بدعم حكومي وتطوير البنية التحتية وتشجيع الشراكات مع القطاع الخاص.

الكلمات المفتاحية: الطاقة الشمسية، الجدوى الاقتصادية، التنمية المستدامة، اربيل.

المقدمة

تعد الطاقة شريان الحياة للحضارة الحديثة ولمختلف النشاطات الاقتصادية، وتتنوع مصادر الطاقة بين الطاقة المتجددة والطاقة غير المتجددة. وتعتبر الطاقة الشمسية من أبرز المصادر الطاقة المتجددة وتمثل نبعاً متجدداً ونظيفاً للطاقة، وتحويل الطاقة الشمسية هو عملية التقاط لهذه الطاقة وتحويلها من طبيعتها الأولية (الضوء والحرارة) إلى صيغ أخرى مفيدة للإنسان، أبرزها الطاقة الكهربائية، والاهتمام بالطاقة الشمسية تشهد نمواً متسارعاً عالمياً بسبب فوائدها الاقتصادية والبيئية، وفي محافظة أربيل يتزايد الطلب على الكهرباء مما يجعل البحث عن حلول مستدامة مثل الألواح الشمسية خياراً استراتيجيا لخفض التكاليف وتعزيز الاستقلالية الطاقوية. لذلك تقييم الجدوى الاقتصادية لمشروع إنشاء محطة طاقة شمسية مهمة لتحليل عناصر التكلفة والعوائد المتوقعة على المدى الطويل باستخدام مؤشرات مالية (معايير ساكنة وحركية) مثل صافي القيمة الحالية ومعدل العائد الداخلي ومعدل العائد البسيط وفترة الاسترداد بهدف تقديم تقييم شامل للعوائد الاقتصادية والاستدامة المالية للمشروع.

أهمية البحث: تكمن أهمية هذا البحث في جوانب عدة رئيسة منها:

1. دعم التنمية الاقتصادية: يعد مشروع الطاقة الشمسية مصدراً جديداً للوظائف إذ يدعم النمو الاقتصادي في المنطقة من خلال توليد الطاقة وتوفير الطاقة الكهربائية بأسعار منخفضة وتحفيز الاستثمارات في قطاعات أخرى.
2. الاستدامة البيئية: أي المساهمة في تحقيق التنمية المستدامة وتقليل الانبعاثات الكربونية.
3. الحد من التلوث: أي تعزيز استقلالية قطاع الطاقة وتقليل الاعتماد على الوقود الأحفوري.
4. استقلالية الطاقة: تقلل هذه المصادر من الاعتماد على المصادر التقليدية، مما يقلل من تعرض المنطقة للتقلبات في أسعار الطاقة العالمية.

مشكلة البحث: تعاني مدينة أربيل من انقطاع الكهرباء والاعتماد على المولدات ذات التكاليف المرتفعة الملوثة للبيئة، رغم توافر إمكانيات كبيرة لاستثمار الطاقة الشمسية، لذلك يتمحور البحث حول:

- ما هو مدى إمكانية استفادة مدينة أربيل من مشروع الطاقة الشمسية في ظل تناقص تجهيز ساعات الكهرباء وتحديداً خلال فصل الصيف؟

فرضية البحث: يفترض البحث أن توليد الكهرباء باستخدام الطاقة الشمسية في مدينة أربيل سيكون خياراً اقتصادياً مربحاً، يساهم في تقليل التكاليف على المدى الطويل، ويوفر عوائد مالية تفوق تكاليف الاستثمار والتشغيل.

أهداف البحث: يهدف هذا البحث إلى:

1. تحليل أهمية الطاقة الشمسية كمصدر مستدام وآمن لتوفير الطاقة الكهربائية.
2. دراسة الجدوى الاقتصادية لإنشاء محطة شمسية بقدرة 500 ميغاواط.
3. مقارنة التكاليف الاستثمارية والتشغيلية مع العوائد المتوقعة.
4. تقييم تأثير المشروع على تقليل تكاليف الطاقة للمستهلكين وتحقيق وفورات اقتصادية على المدى الطويل.

منهج البحث: يعتمد البحث على المنهج الوصفي التحليلي المدعوم بالتحليل الكمي لتقييم الجدوى الاقتصادية لمشروع إنشاء محطة طاقة شمسية بقدرة 500 ميغاواط في مدينة أربيل. ويركز المنهج على تحليل عناصر التكلفة والعوائد المتوقعة على المدى الطويل باستخدام مؤشرات مالية مثل صافي القيمة الحالية ومعدل العائد الداخلي وفترة الاسترداد بهدف تقديم تقييم شامل للعوائد الاقتصادية والاستدامة المالية للمشروع.

المحور الأول: الإطار النظري لدراسات الجدوى الاقتصادية والطاقة المتجددة

المطلب الأول: الإطار المفاهيمي لدراسات الجدوى

أولاً. مفهوم دراسة الجدوى الاقتصادية: تمثل دراسة الجدوى الاقتصادية تحليلاً شاملاً للمشروع من جميع جوانبه التسويقية والفنية والمالية بهدف تقييم فرص نجاحه وجدواه الاقتصادية (موسى & سلام،2023، 28)، إذ عرفت على أنها تلك الأساليب العملية المحددة والمستخدمة في جمع البيانات والمعلومات المطلوبة وتحليلها بهدف التوصل إلى نتائج قاطعة عن مدى صلاحية المشروع، أو سلسلة الأنشطة والمراحل المتتابعة والمكونة من عدد من الدراسات والبيانات التي تقتضي في التحليل النهائي بقرار إنشاء مشروع استثماري من عدمه سواء كان هذا المشروع جديداً أو توسعاً في مشروع قائم بمشروع آخر (شبيب وآخرون، 2021: 285).

وتتميز دراسة الجدوى الاقتصادية بأنها مجموعة من الدراسات العلمية الشاملة لكافة جوانب المشروع أو المشروعات المقترحة، والتي قد تكون إما بشكل دراسات أولية أو نوع من أنواع الدراسات التفصيلية أو الفنية والتي من خلالها يمكن التوصل إلى اختيار بديل أو فرصة استثمارية من بين عدة بدائل أو فرص استثمارية مقترحة (بو حفص وآخرون، 2020: 135).

ثانياً. أهمية دراسة الجدوى الاقتصادية: تكمن أهمية دراسة الجدوى الاقتصادية في أنها: تسهم في إنجاح التنمية الاقتصادية والاجتماعية للمجتمع من خلال تنفيذ المشروعات الناجحة التي تؤدي إلى تنمية الموارد (بو حفص وآخرون، 2020: 137) و(سارة وآمنة، 2017: 37).

1. تتيح نتائج دراسات الجدوى الاقتصادية أهمية بالغة بالنسبة للمشروع الاستثماري ولصاحب المشروع بحد ذاته وذلك لقدرتها على رسم صورة مسبقة عن الهدف المراد تحقيقه.
2. تحديد مدى ربحية المشروع من خلال تقدير العوائد المتوقعة من المشروع ومقارنتها بالتكاليف المتوقعة ومن ثم حساب الربح الصافي في كل سنة من سنوات التشغيل وطيلة مدة التشغيل.
3. المساعدة في تحديد الهيكل الأمثل لتكاليف المشروع ما بين تكاليف ثابتة وتكاليف متغيرة بناء على المساهمة النسبية لكل منهما في التكلفة الكلية وانعكاس ذلك على ربحية المشروع.
4. تحليل التأثيرات الاقتصادية والاجتماعية للمشروع.

ثالثاً. أهداف دراسة الجدوى الاقتصادية: تهدف دراسة الجدوى الاقتصادية بشكل أساسي إلى تقييم شامل لفرص نجاح المشروع المقترح من جوانب متعددة، إذ تبدأ بتحليل الموارد التقنية والفنية المتاحة للمشروع من خلال تقييم المتطلبات التقنية اللازمة والتأكد من توفر المهارات والكفاءات البشرية القادرة على تنفيذ المشروع وتشغيله.

كما تركز دراسة الجدوى على تحليل الجانب الاقتصادي والمالي للمشروع، إذ يتم إجراء تحليل شامل للتكاليف والمنافع المتوقعة، إذ يتضمن هذا التحليل دراسة تكاليف بدء المشروع وتشغيله وتقييم وضع السوق واحتياجات العملاء وتقدير الوقت اللازم لتحقيق العوائد المستهدفة.

أما الجانب القانوني والتشغيلي، فيعد هدفاً مهماً في دراسة الجدوى إذ يتم التأكد من توافق المشروع مع القوانين واللوائح التنظيمية السارية، ويشمل هذا الجانب دراسة المتطلبات القانونية والتنظيمية وتقييم الهيكل التنظيمي المناسب وتحديد احتياجات القوى العاملة (Agaba, Turyasingura & Kabagambe, 2023: 152-153.).

المطلب الثاني: الإطار المفاهيمي للطاقة المتجددة ومصادرها

أولاً. مفهوم الطاقة المتجددة ومصادرها: الطاقة المتجددة هي طاقة مستمدة من مصادر طبيعية تتجدد باستمرار، مثل طاقة الشمس، الرياح، والطاقة الحرارية الأرضية مقارنة بالوقود الأحفوري، إذ تعد الطاقة المتجددة أكثر استدامة وأقل تلويثاً (United Nations Economic Commission for Europe (ECE). (2016), 4-5)

وتتميز الطاقة المتجددة بانخفاض انبعاثاتها مقارنة بالوقود الأحفوري مما يجعل التحول إليها ضرورة لمعالجة أزمة المناخ. فضلا عن ذلك أصبحت تكاليف إنتاج الطاقة المتجددة أقل في معظم الدول كما أنها توفر فرص عمل بمعدل يزيد بثلاثة أضعاف عن قطاع الوقود الأحفوري مما يعزز التنمية الاقتصادية المستدامة (United Nations Economic Commission for Europe. (2022).6).

وتعد الطاقة المتجددة من أكثر إشكال الطاقة جاذبية ومثار للاهتمام وذلك لكونها تتسم بسمات وكما يأتي:

- ❖ أنها تعد مصدراً نظيفاً ومجانياً لا يتسبب بحدوث مشكلات بيئية كما هو الحال مع المصادر الأخرى كالنفط والفحم والغاز.
- ❖ تشكل مصدراً مستقلاً لا يتأثر بالعلاقات الدولية ولا يخضع للتجارة الدولية.
- ❖ تنتشر في جميع دول العالم وبنسب متفاوتة.

أ. **الطاقة الشمسية:** الطاقة الشمسية هي جزء من الأشعة الشمسية التي تصل إلى سطح الأرض بعد تصنيفها من خلال الغلاف الجوي للأرض، في شكل من أشكال الطاقة الحرارية والضوئية، وفي مجال الطاقة المقصود من هذا المصطلح (طاقة شمسية) وبشكل وثيق تلك الطاقة التي يتم استغلالها

من قبل الإنسان للإضاءة (كالنوافذ) والتدفئة (الطاقة الشمسية الحرارية، وسخانات المياه بالطاقة الشمسية والأفران الشمسية) أو لتوليد الكهرباء (ألواح الخلايا الشمسية الفوتو فولطية، والمحطات الطاقة الحرارية الشمسية) (إسمهان، 2018: 146).

والطاقة الشمسية تعد أنظف وأوفر مصادر الطاقة المتجددة، إذ يتم إنتاجها مباشرة من الشمس عبر عملية نووية حرارية تحول الهيدروجين إلى هيليوم مما يولد حرارة وإشعاعا كهرومغناطيسي ينتشر في الفضاء، وتستغل هذه الطاقة باستخدام تقنيات متعددة لتحويل ضوء الشمس وحرارته إلى طاقة قابلة للاستخدام في الأغراض السكنية والتجارية (وكالة الطاقة الدولية والتحالف الدولي للطاقة الشمسية، 2019: 9).

وتعمل تكنولوجيات الطاقة الشمسية على تحويل أشعة الشمس إلى طاقة كهربائية إما من خلال الألواح الكهروضوئية أو من خلال المرايا التي تركز الإشعاع الشمسي. وإن لم تكن جميع البلدان تتمتع بالطاقة الشمسية على حد سواء فأن المساهمة الكبيرة في مزيج الطاقة من الطاقة الشمسية المباشرة (Silva et al.,2024, 85).

ويمكن استثمار الطاقة الشمسية حرارياً عبر المركزات الشمسية التي تنقسم على ثلاث فئات:

1. أنظمة الطاقة الشمسية الحرارية منخفضة الحرارة (Low-Temperature): مثل المجمعات ذات الألواح المسطحة (Flat Plate Collectors – FPC)، أو الأنابيب المفرغة (Evacuated Tube Collectors) والمجمعات المتماثلة المركبة (CPC).
2. أنظمة متوسطة الحرارة (Medium-Temperature): تشمل المجمعات القطعية المكافئة (Parabolic Dish) والمجمعات الحوضية المكافئة.
3. أنظمة عالية الحرارة (High-Temperature): تشمل العاكسات ذات المحور المزدوج، أطباق الباربولا (Paraboloid dishes) وأنظمة أبراج الطاقة المركزية (Central Tower Receiver) التي يمكن أن تصل لدرجات حرارة عالية جداً لإنتاج الكهرباء. (National Renewable Energy Laboratory (NREL),2021)

ب. أهمية الطاقة الشمسية: الطاقة الشمسية هي واحدة من أهم مصادر الطاقة المتجددة التي تؤدي دوراً حيوياً في مستقبل الطاقة العالمي، وتتمثل أهميتها في جوانب عدة رئيسة (جباري، 2017: 137-135):

1. **مصدر طاقة متجدد ومستدام:** فالشمس مصدر طاقة لا ينضب مما يجعل الطاقة الشمسية حلاً مستداماً مقارنة بالوقود الأحفوري، ويمكن الاعتماد عليه لعقود قادمة.
2. **حماية البيئة:** الطاقة الشمسية لا تنتج انبعاثات كربونية أو ملوثات ضارة مما يساهم في تقليل التغير المناخي، وتساعد في تقليل الاعتماد على الوقود الأحفوري وتقليل انبعاثات الغازات الدفيئة.
3. **تقليل تكاليف الطاقة:** فبمجرد تركيب الطاقة الشمسية يقلل من فواتير الكهرباء وتتطلب صيانة منخفضة مقارنة بمصادر الطاقة التقليدية.
4. **فرص اقتصادية جديدة:** إذ يتم خلق فرص عمل في مجالات التصنيع والتركيب والصيانة وكذلك يتم تحفيز الابتكار والتطور التكنولوجي في قطاع الطاقة النظيفة.
5. **توفير الطاقة في المناطق النائية:** إذ يمكن للألواح الشمسية توفير الكهرباء في المناطق التي لا تصلها شبكات الطاقة التقليدية، وتساعد أيضاً في تحسين مستوى المعيشة في المناطق الريفية عبر توفير الكهرباء لمرافق مثل المدارس والمستشفيات.

ج. التأثير الاقتصادي لمشاريع الطاقة الشمسية: لمشاريع الطاقة الشمسية العديد من التأثيرات الاقتصادية وكما يلي:

1. خفض تكاليف الطاقة: أشارت دراسة من جامعة خليفة إلى أن زيادة إنتاج الألواح الشمسية وتحسين التقنيات أدى إلى انخفاض ملحوظ في أسعار الطاقة الشمسية، مما يجعلها خياراً اقتصاديا للمستهلكين.
2. تقليل الاعتماد على الوقود الأحفوري: تظهر تقارير البنك الدولي أن التحول إلى الطاقة المتجددة يقلل من الاعتماد على الوقود الأحفوري مما يساهم في تحسين الميزان التجاري للدول وتقليل التبعية لمصادر الطاقة التقليدية (Timilsina, Kurdgelashvili, & Narbel, 2011: 449-465).
3. جذب الاستثمارات: إذ تشير التقارير إلى أن دول الشرق الأوسط مثل الإمارات والمغرب تستثمر بكثافة في مشاريع الطاقة المتجددة مما يعزز من جاذبية المنطقة للاستثمارات الأجنبية ويخلق فرص العمل ويحفز النمو الاقتصادي.
4. خلق فرص العمل: مع زيادة الطلب على أنظمة الطاقة الشمسية يتم خلق وظائف جديدة في مجالات التركيب والصيانة.
5. تحقيق الاستدامة الاقتصادية: التحول إلى الطاقة الشمسية يساهم في تقليل الانبعاثات الكربونية مما يدعم الاستدامة البيئية والاقتصادية على المدى الطويل (Center for International Knowledge on Development, 2023, 283)
6. تحفيز الابتكار: الاستثمار في الطاقة الشمسية يشجع على تطوير تقنيات جديدة في مجالات تخزين الطاقة وتحسين كفاءة الألواح الشمسية مما يدعم التقدم التكنولوجي والاقتصادي (Shoaib & Ariaratnam, Ariaratnam, 2016, 995-1000)

د. أنواع وتقنيات الطاقة المتجددة:

1. **طاقة الرياح**: تعد طاقة الرياح هي الأخرى من أهم مصادر الطاقة المتجددة في العصر الحديث، إذ تعرف بأنها عملية تحويل الطاقة الحركية للهواء المتحرك إلى طاقة كهربائية وتتم هذه العملية من خلال التوربينات الهوائية الحديثة حيث يقوم الهواء المتحرك بتحريك شفرات الدوار، مما يؤدي إلى تحويل الطاقة الحركية إلى طاقة دورانية، ويتم نقل هذه الطاقة الدورانية عبر عمود إلى المولد الذي يقوم بدوره بتحويلها إلى طاقة كهربائية قابلة للاستخدام (Paul, 2004, 629-631).

وشهدت الثمانينيات من القرن العشرين ولادة صناعة طاقة الرياح الحديثة، إذ تطورت التقنيات المستخدمة بشكل كبير وارتفعت كفاءة التوربينات بشكل ملحوظ. وقد انعكس هذا التطور على النمو الهائل في السعة العالمية لإنتاج طاقة الرياح، ويرجع هذا النمو المتسارع في استخدام طاقة الرياح إلى عوامل رئيسة عدة، أهمها التطور المستمر في التقنيات المستخدمة وانخفاض تكاليف الإنتاج مع مرور الوقت وتحسن كفاءة التوربينات. كما ساهم تزايد الوعي العالمي بأهمية مصادر الطاقة المتجددة والحاجة إلى تقليل الاعتماد على الوقود الأحفوري في دفع عجلة التطور في هذا المجال (Paul, 2004: 629-631).

2. **الطاقة الحرارية الأرضية**: الطاقة الحرارية الأرضية هي الطاقة الحرارية المخزونة في باطن الأرض والتي توجد في الصخور أو البخار أو المياه الجوفية الساخنة. يمكن تصنيف الموارد الحرارية الأرضية إلى أنظمة حرارية مائية (هيدروثرمالية) وأنظمة موصلة (صخور ساخنة) ومستودعات مائية عميقة.

تعتمد هذه الأنظمة على مصادر حرارة جيولوجية مثل النشاط البركاني والحدود التكتونية، حيث تتراوح درجات الحرارة بين أقل من $100\ C^0$ وأكثر من $180\ C^0$، وتستخدم تقنيات مختلفة لاستغلال الطاقة الحرارية الأرضية، حيث تشمل توليد الكهرباء، والاستخدام المباشر للحرارة، والتطبيقات المزدوجة مثل التدفئة والتوليد المشترك للطاقة. ومن أبرز أنظمة الطاقة الحرارية الأرضية المحسنة (EGS) التي تعتمد على تحسين نفاذية الصخور الجافة الساخنة هو باستخدام التكسير الهيدروليكي أو التحفيز الكيميائي.

وتعد الطاقة الحرارية الأرضية مصدراً مستداماً للطاقة، إذ يمكن أن تسهم في تقليل انبعاثات الغازات الدفيئة عند استخدامها بديلاً عن الوقود الأحفوري، مما يجعلها خياراً استراتيجياً في مكافحة تغير المناخ (Goldstein et al., 2013: 406).

3. **الطاقة الكهرومائية**: هي الطاقة المستمدة من تدفق المياه، حيث استخدم الإغريق القدماء قبل أكثر من 2000 عام الطاقة المائية لتشغيل عجلات طحن الحبوب، والآن أصبح من أكثر الوسائل فعالية من حيث التكلفة لتوليد الكهرباء، فعلى سبيل المثال اعتمد النرويج على الطاقة الكهرومائية بنسبة 99% من إنتاجها الكهربائي، أما أكبر محطة كهرومائية في العالم فهي سد الممرات الثلاثة في الصين بقدرة 22.5 كيكا واط وينتج ما بين 80 إلى 100 تيرا واط – ساعة سنوياً وهو ما يكفي لتزويد 70 إلى 80 مليون أسرة بالطاقة (Bartle, 2002, 1231-1238).

ه. **إمكانات الطاقة الشمسية في محافظة أربيل:** مدينة أربيل تتمتع بمعدل إشعاع شمسي مرتفع، مما يجعلها بيئة مثالية لمشاريع للاستثمار في مشاريع الطاقة الشمسية. ويعاني السكان من نقص الكهرباء مما يعزز الحاجة إلى بدائل مستدامة، وتوفر المساحات المناسبة على أسطح المباني والمشاريع المستقلة فرصاً كبيرة للاستفادة من الطاقة الشمسية.

هناك أيضاً توجه متزايد من قبل القطاع الخاص للاستثمار في الطاقة المتجددة مع وجود بعض المبادرات الحكومية التي تشجع على استخدام الطاقة الشمسية في المستقبل ومع استمرار التطور التكنولوجي وانخفاض تكاليف تركيب الألواح الشمسية يمكن أن تصبح الطاقة الشمسية حلاً اقتصادياً ومستداماً لمشاكل الكهرباء في أربيل (Kurdistan Regional Government, 2023) المتوفر في الموقع أدناه:

https://gov.krd/dmi-ar/activities/news-and-press-releases/2023/may-/إلمباشرة-بانشاء-أكبر-محطة-للطاقة-الشمسية-في-إقليم-كوردستان/؟utm_source=chatgpt.com

المحور الثاني: الجانب العملي

المطلب الاول: وصف المشروع

تستخدم تجمعات الخلايا الشمسية، لالتقاط الطاقة من ضوء الشمس لتحويله إلى كهرباء مستمدة من أشعة الشمس، أدى هذا التحول إلى إثراء مصادر الطاقة التي أهتم الإنسان بها منذ فجر التاريخ، ليستفيد من الكهرباء بمختلف أعماله اليومية.

أولاً. مبررات انشاء المشروع: تعد الطاقة المتجددة إحدى الدعائم التي ينهض عليها الاقتصاد المحلي والعالمي، والعمل في هذه المجالات من المشاريع الرائدة التي تسعى اقليم كوردستان والعراق لأن تكون في الصدارة العالمية بها بحلول عام 2030 كونها تمتلك مصدر إشعاعي شمسي كبير.

والمشروع يهدف إلى تصميم وانشاء وتشغيل منظومة فنية لنشر نظم الخلايا الشمسية على أساس نظام قابل للتطوير والتكرار بسهولة، وذا نفع عام يحقق عائد اقتصادي وتنموي.

تبين دراسة الجدوى الاقتصادية تكاليف مشروع الطاقة الشمسية كما يأتي:

- ❖ سعر الموقع الذي سيقام عليه المصنع، تكاليف البناء.
- ❖ المعدات اللازمة :خلايا Inveter محولات رفع الفولتية.
- ❖ تحديد حجم العمالة التي سيتم تدريبها وتقديم الاستشارات الهندسية لها، كذلك تدريبها على تشغيل وصيانة محطة الطاقة الشمسية.

وفكرة مشروع انتاج الطاقة الكهربائية من الطاقة الشمسية عبر الألواح الشمسية من الأفكار البناءة بحق، إذ تهدف إلى استثمار الطاقة الحرارية الطبيعية بتكلفة اقتصادية مدتها 20 عاماً مستمرة ومتجددة، لها مزاياها المشجعة على اختيارها في الحياة اليومية. يتم اختيار موقع مشمس حيث يمكن نتيجة موقعه الجغرافي أن يلعب دوراً هاماً في علمية تبادل كهربائي محتملة مستقبلياً من المناطق المجاورة.

الواح الطاقة الشمسية للمنازل: يعني هذا المصطلح التطبيقات كافة التي بإمكانها تحويل الطاقة الشمسية إلى أي شكل من أشكال الطاقة التي تلبي الاحتياجات المنزلية. قد تكون الألواح الشمسية الفوتوضوئية، أو السخانات الشمسية لتسخين المياه أو أنظمة التبريد أو التدفئة بالطاقة الشمسية.

هناك نوعان من الألواح المستخدمة في الطاقة الشمسية:

النوع الأول :الألواح الأحادية "مونو" والتي تعمل بكفاءة أكبر في المناطق الباردة.

والنوع الثاني :الألواح المتعددة الكريستالات "بولي" تعمل بكفاءة أكبر في المناطق الحارة وهو النوع الأكثر استعمالاً في مناطق الدول العربية وهو أقل سعراً.

ونظرا لانتعاش حركة الاستثمارات في اقليم كوردستان والعراق في المجالات الرئيسة كافة كالبنى التحتية والنفط والغاز والزراعة والتعليم، فضلا عن كونها منطقة امنة مقارنة بالمناطق الاخرى في العراق اصبحت منطقة لجذب المستثمرين المحليين والأجانب على حد سواء، لذا نرى إن الاستثمار في هذا الجانب (انتاج الطاقة الكهربائية من الطاقة الشمسية) لها اهمية كبيرة، لذا نرى إن انتاج الطاقة الكهربائية من الطاقة الشمسية في العراق واقليم كوردستان أصبحت ضرورية نتيجة لاستيرادها من الخارج بكميات كبيرة والتي تستنزف أموال كبيرة إلى الخارج.

وللوقوف على واقع انتاج المشاريع في الصناعة فأن دراسة جدوى المشاريع المقترحة ستظهر أهميتها من خلال العديد من المؤشرات والمعايير لدراسة الجدوى، للوقوف على نتائج هذه المعايير الاقتصادية والتوصية على ضوئها بإقامتها أو تأجيلها.

وبالنسبة إلى جانب المواد الأولية التي ستطلبها المشروع سيتم توفيرها من الخارج، حيث سيتم استيراد جميع مكونات محطة الطاقة الشمسية من الخارج لعدم توفرها في السوق المحلية. فضلا عن توفير فرص عمل للعمال المحلين وخاصة في العراق. علماً أن إدارة المشروع محلية مع الاستعانة ببعض المستشارين الاجانب.

ثانياً. واقع السوق ومكونات المشروع: يقام المشروع على مساحة من الأرض (5000000)م^2، والتي تضم مبنى المراقبة والتحكم على مساحة (1000)م^2، والاستعلامات وغرفة الحراسات على مساحة (200)م^2، والمساحة الخضراء ومساحة الباركينيك والممشى والشوارع حوالي (700)م^2، والمساحة الباقية مخصصة لنصب الألواح الشمسية، ومعدات محول التيار والفولتية ومحطة المحولات الرئيسة.

فيما يخص السوق فمن المتوقع أن يكون الإقبال عليه كبيراً وخاصة أن الانتاج سيكون محليا بتكنلوجيا عالمية وبنوعية لا تختلف عن الانتاج الاجنبي، علما أن الطلب على الكهرباء واضح في الاقليم وخارجها وإنها ستعمل على اعادة تدوير مبالغ كبيرة داخليا بدلا من توجيها إلى الخارج لاستيراد المنتج.

ويعد مشروع انتاج الطاقة الكهربائية من الطاقة الشمسية من المشاريع المفيدة التي تهدف إلى استخدام الطاقة الشمسية في عدة أدوات وتحويل هذه الطاقة إلى طاقة كهربائية يمكن استخدامها في المنازل والمصانع.

وتم تصميم هذا المشروع أيضًا لتحقيق طاقة نظيفة من الشمس بدلاً من استخدام الطاقة غير المتجددة، والتي تلحق أضرارًا بالغة بالبيئة بكل ما فيها.

وتكمن أهمية هذا المشروع في الأرباح الكبيرة الذي يحققه من يفكر في إقامة هذا المشروع، فضلا عن الطاقة الشمسية، أي الطاقة التي لا يتم تحويلها بأسعار منخفضة ولا تعتمد على الغاز والنفط بأسعار مرتفعة.

تشير الدراسات إلى أن محطة لإنتاج الكهرباء من الطاقة الشمسية إلى تحقيق تقدم ملحوظ في اعتماد الطاقة المتجددة منخفضة الانبعاثات الكربونية في اقليم كورستان والتي انطلقت لتنفيذ خطط طموحة وهادفة في إنتاج 500 ميغا واط من الطاقة الكهربائية اعتماداً على المصادر المتجددة. يعتبر المشروع هو بين أكبر مشاريع الطاقة المتجددة حالياً في اقليم كورستان، وتحظى مثل هذه المشاريع بالاهتمام الأوسع في وسائل الإعلام.

دراسة الجدوى الاقتصادية لمحطة طاقة شمسية توضح تكلفة إنتاج الطاقة المتجددة واستهلاكها، فمن خلال اعتمادها على مزيج متوازن من مصادر الطاقة لتلبية الطلبات، يمكن استغلال الموارد المتوافرة بالطريقة المثلى لإمداد المستهلك بالطاقة بتكلفة منخفضة.

ثالثاً. موقع المشروع ومدة تنفيذها: أما بالنسبة إلى الموقع فأن المشروع المزمع اقامته سيكون في مدينة أربيل في اقليم كورستان.

إن العمل سيبداء في المحطة بمرحلة واحدة والتي ستحتاج إلى 15 شهرا فقط.

رابعاً. مكونات اللوح الشمسي: اللوح الشمسي هو الجهاز الذي يسخر طاقة الشمس لتوليد الحرارة أو الكهرباء، ووفقًا لهذين الغرضين، يمكننا التمييز بين المجمعات الشمسية التي تنتج الماء الساخن (للاستخدام المنزلي بشكل عام) باستخدام الطاقة الحرارية الشمسية والألواح الكهروضوئية التي تولد الكهرباء من الإشعاع الشمسي الذي يسقط على الخلايا الكهروضوئية للوحة.

ويوجد في المجمع الشمسي سائل يمتص الإشعاع الشمسي على شكل حرارة، ويمر هذا السائل بعد ذلك إلى حجرة تخزين الحرارة، وتتكون الألواح من لوحة استقبال وقنوات يتم من خلالها تدوير السائل المذكور، ويتم تمرير السائل الساخن إلى مبادل حراري، إذ يتخلى عن حرارته وتسخن الماء للاستخدام المنزلي اللاحق، وعندما يترك المبادل الحراري، يكون السائل باردًا ويعاد تدويره مرة أخرى إلى المجمع الشمسي.

وتتكون اللوحات الشمسية الكهربائية الضوئية من عديد من الخلايا الضوئية التي تحول الأشعة الشمسية إلى كهرباء، ويتم توليد الكهرباء بسبب "التأثير الكهروضوئي" الناتج عن الطاقة الشمسية (الفوتونات)، ما يولد شحنات موجبة وسالبة في نوعين من أشباه الموصلات القريبة من أنواع مختلفة، ما يولد مجالًا كهربائيًا ينتج تيارًا كهربائيًا.

Tikrit Journal of Administrative and Economic Sciences, Vol. 21, No. 72, Part (2): 234-253
Doi: www.doi.org/10.25130/tjaes.21.72.2.12

والمواد الأكثر استخدامًا لتصنيع هذه الخلايا هي زرنيخيد الغاليوم الذي يستخدم في الأجهزة الإلكترونية المعقدة الأخرى، والسيليكون، وهو أرخص ويستخدم أيضًا في صناعة الإلكترونيات الدقيقة. وخلايا السيليكون هي الأكثر شيوعًا والأكثر استخدامًا، حيث يعتمد أداء الخلايا الكهروضوئية على البنية الداخلية ثلاثية الأبعاد التي تمتلكها صفائح السيليكون هذه.

ووفقًا لهذا الهيكل، يمكننا تصنيفها على النحو الآتي:

- ❖ خلايا السليكون أحادية البلورية: تتكون من بلورة واحدة كبيرة مقطعة إلى صفائح رقيقة، عادة ما تكون زرقاء موحدة وإنها الأكثر تقدمًا، وتكلفة التصنيع أعلى وتوفر أداءً فائقًا في ظل ظروف معينة.
- ❖ خلايا السيليكون متعددة الكريستالات: تتكون من بلورات عدة، ولها لون أزرق غير منتظم، على الرغم من أن أحدث تقنيات التصنيع توفر بالفعل تجانسًا أكبر لمظهر الخلية.
- ❖ خلايا السيليكون غير المتبلورة: لا تتكون من بلورات وإنها الأرخص ولكنها أيضًا التي تقدم أقل إنتاجية، يتم استخدامها، على سبيل المثال، في أجهزة مثل آلات الحاسبة أو الساعات وتتميز بخصوصية أنها يمكن أن تنتج الكهرباء (بكمية صغيرة) حتى لو لم تتعرض مباشرة للإشعاع الشمسي بطريقة عمودية.

خامساً. الإيرادات والتكاليف المتوقعة للمشروع

الكلفة أو التكاليف الاستثمارية الأولية:

أ. **الأبنية:** يتطلب المعمل أعمال تهيئة وتسوية الأرض (الموقع) والأعمال الترابية وأعمال البناء والارضيات والأعمال الكهربائية وأعمال التأسيسات الصحية (جدول الكميات) للمشروع حسب المساحة وكما هي مبينة في الجدول أدناه.

جدول (1): مساحة البناء لمكونات المشروع وتكاليفها

ت	التفاصيل	المساحة م2	كلفة م2/دينار	الكلفة الكلية دينار
1	مبنى المراقبة والتحكم	1000	675000	675000000
2	استعلامات وغرفة الحراسات	200	600000	120000000
3	الخضراء والمساحة المفتوحة	700	75000	52500000
4	اعمال النصب والتركيب			14760000000
5	تسوية الأرض			3000000000
6	ابراج الضغط العالي			7500000000
	المجموع	1900		26107500000

إذن تبلغ الكلفة الاجمالية لهذه الأعمال حوالي (26,107,500,000) دينار، وتضم هذه الكلفة كلفة الشوارع والأرصفة داخل المشروع فضلا عن أجور العمال أثناء التنفيذ.

ب. **كلفة الأرض:** من المستلزمات الضرورية التي يجب على الحكومة توفيرها للمشروع المقترح هي الأرض وإن المساحة المطلوبة للمشروع تبلغ (2000) دونم، أي ما يعادل (5000000)م2، علما أن قوانيين الاستثمار في الأقليم تشجع مثل هذه الاستثمارات الصناعية الحيوية وتوفيرها بسعر رمزي.

ج. **كلفة معدات ومواد المشروع:** تبلغ الكلفة الاجمالية للألواح والعواكس (inverter) والمحولات والأجهزة الأخرى واصل إلى موقع المشروع بكلفة (340,923,499,500) دينار.

Tikrit Journal of Administrative and Economic Sciences, Vol. 21, No. 72, Part (2): 234-253
Doi: www.doi.org/10.25130/tjaes.21.72.2.12

د. سيارات العمل: يتضمن الجدول أدناه عدد ونوع سيارات العمل للمشروع.

جدول (2): سيارات العمل للمشروع

ت	الصنف	العدد	كلفة الوحدة دينار	الكلفة الكلية دينار
1	سيارة صالون	6	37500000	225000000
2	عربة تنظيف الالواح	4	180000000	720000000
	المجموع			000،000،945

اذن مجموع التكاليف الراسمالية الثابتة للمشروع هي (367,975,999,500) دينار.

الكلفة أو التكاليف التشغيلية:

أ. **العمال الدائميون أثناء العمل:** يتطلب المشروع عمال دائميون أثناء العمل، وعددها حوالي (31) عامل، والجدول أدناه يبين اعداد العمال الدائميين وأجورهم الشهرية والسنوية.

جدول (3): العمال الدائميين أثناء البدء بالعمل في المشروع

المهنة	العدد	الاجر الشهري دينار	مجموع الاجر الشهري دينار	مجموع الاجر السنوي دينار
مدير مشروع /اخصائي طاقة شمسية	1	2250000	2250000	27000000
مهندس كهربائي اخصائي طاقة شمسية	4	1800000	7200000	86400000
فني تشغيل اخصائي طاقة شمسية	4	1800000	7200000	86400000
فني سلامة عامة	1	1500000	1500000	18000000
سائق تركتور تنظيف الخلايا الشمسية	8	900000	7200000	86400000
موظف خدمات	3	750000	2250000	27000000
حراسات وامن	10	975000	9750000	117000000
المجموع	31		37350000	000،200،448

ب. **أجور المرافق الأخرى**: أما بالنسبة إلى أجور المرافق الأخرى كالمستلزمات الضرورية وأجور الماء والكهرباء والخدمات العامة فهي مبينة في الجدول أدناه.

جدول (4): تكاليف المرافق الأخرى للمشروع خلال سنة

المرفق	الكلفة السنوية دينار
المحروقات	525000000
أجور الماء	225000000
أجور الكهرباء	375000000
المجموع	1,125,000,000

ج. **تكاليف الصيانة للمشروع:** من المتوقع أن تبلغ تكاليف الصيانة العامة للمشروع (4,500,000,000) دينار سنويا للأجهزة والمعدات المستخدمة.

Tikrit Journal of Administrative and Economic Sciences, Vol. 21, No. 72, Part (2): 234-253
Doi: www.doi.org/10.25130/tjaes.21.72.2.12

د. **تكاليف أخرى:** تتضمن تكاليف الكافيتيريا وتجهيز الوجبات للعمال في الموقع والتي تبلغ الكلفة لكل شخص (7500) دينار/يوم، فأن الكلفة الكلية المتوقعة لهذه الوجبات في السنة (83,700,000) دينار.

ه. **تكاليف الاعلان:** تبلغ تكاليف الدعاية والاعلان للمشروع في الوسائل المرئية وغير المرئية حوالي (375,000,000) دينار خلال السنة، إذ ستتضمن هذه التكاليف مرة واحدة خلال عمر المشرع.

إذن رأس المال المتغير (التشغيلي) الاجمالي للمشروع هي (6,531,900,000) دينار.

عليه يكون اجمالي التكاليف الاستثمارية الثابتة (367,975,999,500) دينار

اجمالي التكاليف التشغيلية لثلاثة أشهر(6,531,900,000) دينار

كلفة الاستثمار = 374,507,899,500 دينار

بينما كلفة الانتاج السنوية الثابتة:

كلفة المباني والانشاءات (4%)	783225000 دينار
كلف الالواح الشمسية (10%)	34092349950 دينار
كلفة سيارات العمل (15%)	141750000 دينار

المجموع = **35,017,324,950** دينار

التكاليف التشغيلية السنوية

كلفة أجور العمال	448200000 دينار
كلفة المرافق الأخرى	1125000000 دينار
تكاليف الصيانة	4500000000 دينار
تكاليف الاعلان	83700000 دينار
أخرى	375000000 دينار

المجموع **6,531,900,000** دينار

مجموع التكاليف السنوية الكلية:

وتساوي تكاليف الانتاج الثابتة + التكاليف التشغيلية السنوية

= **35,017,324,950** + **6,531,900,000**

= **41,549,224,950** دينار

تقدير الإيرادات السنوية المتوقعة من السوق: تبلغ الطاقة الإنتاجية للمحطة (182,500,000) دينار/ يوم، والطاقة الانتاجية الشهرية للمحطة تبلغ (5,475,000,000) دينار/شهر، بينما الطاقة الانتاجية السنوية تبلغ (65,700,000,000) دينار. بمعنى أن الايراد السنوي للمعمل تبلغ (65,700,000,000) دينار وكما هي مبينة أدناه.

Tikrit Journal of Administrative and Economic Sciences, Vol. 21, No. 72, Part (2): 234-253
Doi: www.doi.org/10.25130/tjaes.21.72.2.12

جدول (5): الطاقة الانتاجية والايرادات السنوية للمشروع

ت	اسم المعمل	الكمية اليومية	الكمية الشهرية	الكمية السنوية	سعر بيع 1 ميكا واط دينار	الإيرادات الكلية دينار
1	طاقة كهربائية بقوة 500 ميكا واط	2433	73000	876000	75000	65700000000
	المجموع					65700000000

المطلب الثاني: دراسة جدوى إنشاء مشروع انتاج الطاقة الشمسية في أربيل: التدفقات النقدية السنوية لمشروع ماس لإنتاج الطاقة الشمسية 500 ميغاواط تبلغ (24,150,775,050) دينار المبالغ المستثمرة لمشروع ماس لإنتاج الطاقة الشمسية 500 ميغاواط تبلغ (374,507,899,500) دينار المقارنة المالية (الربح والخسارة).

أ. معايير الربحية التجارية الساكنة التي لا تؤخذ بنظر الاعتبار التفضيل الزمني للنقود

1. **معيار معدل العائد البسيط:** معيار يعبر عن العائد المتوقع من المشروع أو تعظيم العائد منه خلال سنة واحدة من عمر المشروع بحيث يحقق أعلى عائد وفق المعادلة الآتية:

$$\text{معدل العائد البسيط} = \frac{\text{صافي التدفق النقدي}}{\text{التكاليف الاستثمارية الاولية}} * 100$$

أو

$$\frac{\text{ح (ع – ك)}}{\text{ت}} * 100$$

ح/ حجم الإنتاج السنوي
ع/ سعر الوحدة الواحدة
ك/ كلفة الوحدة الواحدة
ت/ التكاليف الاستثمارية التشغيلية

$$= \frac{24150775050}{41549224950} * 100$$

$$= \mathbf{58}\%$$

بما أن معدل العائد البسيط أكبر من سعر الفائدة السوقية والبالغة (8%) في اقليم كوردستان لذلك نوصي بإقامة المشروع.

2. **معيار فترة الاسترداد:** معيار فترة الاسترداد التي تعبر عن سنة واحدة من عمر المشروع المقترح تحتسب وفقا للصيغة الآتية:

Tikrit Journal of Administrative and Economic Sciences, Vol. 21, No. 72, Part (2): 234-253
Doi: www.doi.org/10.25130/tjaes.21.72.2.12

فترة الاسترداد = ت / ج (ع- ك) أو التكاليف الاستثمارية الأولية / صافي التدفق النقدي (الربح)

= 367975999500 / 24150775050 = **15** خمسة عشرة سنة فقط

وهي الفترة الزمنية اللازمة لاسترداد المبلغ الأصلي للمشروع المقترح إقامته.

3. القيمة المضافة الصافية:

القيمة المضافة الصافية = الأرباح + الأجور + الاندثارات

= 24150775050 + 448200000 + 36797599950

= **61,396,575,000** دينار

ب. المعايير الحركية التي تؤخذ بنظر الاعتبار التفضيل الزمني للنقود.

1. **صافي القيمة الحالية:** يمكن ملاحظة صافي القيمة الحالية خلال عمر المشروع في الجدول أدناه والذي يبين أن صافي القيمة الحالية قيمة موجبة والتي تبلغ (11,305,900,173) دينار بعد خصمها بمعدل خصم (10%)، بمعنى أن هذه القيمة تشير إلى أن المشروع مقبول طالما أن القيمة (صافي القيمة الحالية) هي موجبة.

جدول (6): صافي القيمة الحالية للمشروع عند سعر الخصم (10%)

السنوات	التكاليف السنوية الاجمالية	اجمالي الايرادات	صافي التدفق النقدي	سعر الخصم 10%	صافي القيمة الحالية للتدفق النقدي عند سعر الخصم 10%
Year 1	41549224950	0	-41549224950	0.909	-37772022682
Year 2	41549224950	0	-41549224950	0.826	-34338202438
Year 3	41549224950	35000000000	-6549224950	0.751	-4920529639
Year 4	41549224950	65700000000	24150775050	0.683	16495304317
Year 5	41549224950	65700000000	24150775050	0.621	14995731197
Year 6	41549224950	65700000000	24150775050	0.564	13632482906
Year 7	41549224950	65700000000	24150775050	0.513	12393166278
Year 8	41549224950	65700000000	24150775050	0.467	11266514799
Year 9	41549224950	65700000000	24150775050	0.424	10242286181
Year 10	41549224950	65700000000	24150775050	0.386	9311169255
المجموع					11305900173

Tikrit Journal of Administrative and Economic Sciences, Vol. 21, No. 72, Part (2): 234-253
Doi: www.doi.org/10.25130/tjaes.21.72.2.12

2. معيار معدل العائد الداخلي IRR: معدل العائد الداخلي عبارة عن ذلك المعدل الذي يجعل صافي القيمة الحالية مساوية للصفر، بمعنى آخر هو ذلك المعدل الذي إذا خصم به صافي التدفق النقدي لأصبح المجموع قريبا أو مساويا للصفر، ونرى إن معدل العائد الداخلي للمحطة هي (13.31%)، وبما إن المعدل يقع بين سعري الخصم (10%) و(15%) فأن ذلك المعدل المستهدف للمشروع والذي يجعل صافي القيمة الحالية مساوية للصفر، وكما هي مبينة في الجدول أدناه.

جدول (7): معدل العائد الداخلي للمشروع عند سعري الخصم (10%) و(15%)

السنوات	تكاليف ثابتة	تكاليف	اجمالي التكاليف	اجمالي الايرادات	صافي التدفق النقدي	سعر الخصم 10%	سعر الخصم 15%	صافي القيمة الحالية للتدفق النقدي عند سعر الخصم 10%	صافي القيمة الحالية للتدفق النقدي عند سعر الخصم 15%
1	35017324950	6531900000	41549224950	0	-41549224950	0.909	0.870	-37772022682	-36129760826
2		6531900000	41549224950	0	-41549224950	0.826	0.756	-34338202438	-31417183327
3		6531900000	41549224950	35000000000	-6549224950	0.751	0.658	-4920529639	-4306221714
4		6531900000	41549224950	65700000000	24150775050	0.683	0.572	16495304317	13808284018
5		6531900000	41549224950	65700000000	24150775050	0.621	0.497	14995731197	12007203494
6		6531900000	41549224950	65700000000	24150775050	0.564	0.432	13632482906	10441046517
7		6531900000	41549224950	65700000000	24150775050	0.513	0.376	12393166278	9079170884
8		6531900000	41549224950	65700000000	24150775050	0.467	0.327	11266514799	7894931204
9		6531900000	41549224950	65700000000	24150775050	0.424	0.284	10242286181	6865157568
10		6531900000	41549224950	65700000000	24150775050	0.386	0.247	9311169255	5969702233
المجموع					79407750500			113059000173	-5787669949

الفرق بين صافي القيمة الحالية عند السعرين	17093570122
صافي القيمة الحالية عند سعر الخصم الاقل تقسم الفرق بين صافي القيمة الحالية عند السعرين	0.661
صافي القيمة الحالية عند سعر الخصم الاقل تقسم الفرق بين صافي القيمة الحالية عند السعرين وضربها في 5%	0.033
صافي القيمة الحالية عند سعر الخصم الاقل تقسم الفرق بين صافي القيمة الحالية عند السعرين وضربها في 5% وضربها في 100	3.307
معدل العائد الداخلي	13.307
IRR	13.31%

Doi: www.doi.org/10.25130/tjaes.21.72.2.12

3. **معيار نقطة التعادل**: عبارة عن حجم إنتاج المشروع الذي من شأنه أن يجعل الإيراد يغطي التكاليف ويمكن التعبير عنها كنسبة مئوية من الطاقة الإنتاجية المستخدمة، ويمكن احتسابها كما يأتي:

$$\text{نقطة التعادل} = \frac{\text{إجمالي التكاليف الثابتة}}{\text{اجمالي الايرادات – اجمالي التكاليف المتغيرة}} \times 100$$

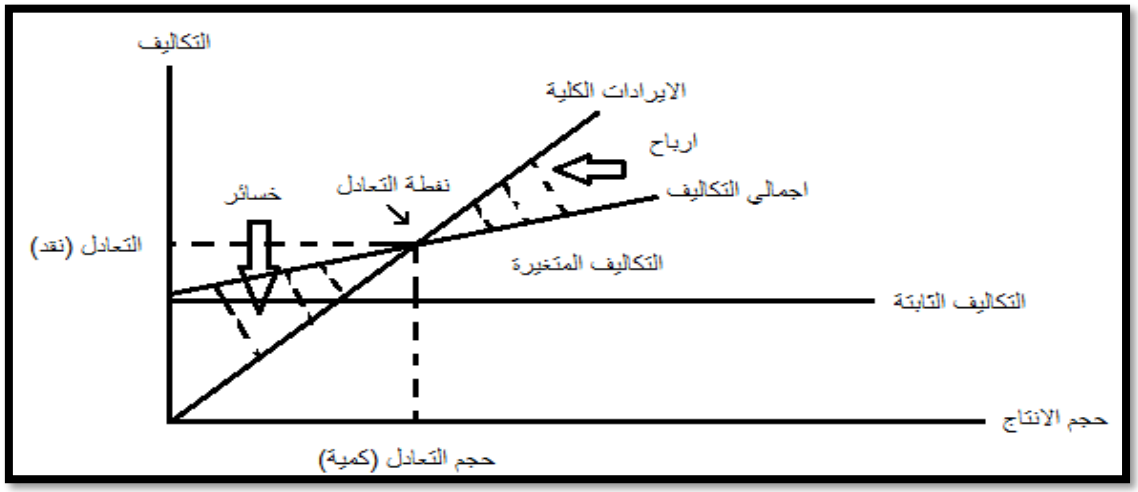
$$= \frac{35017324950}{65700000000 - 6531900000} \times 100$$

$$\frac{35017324950}{59168100000} \times 100$$

$$= \mathbf{58\%}$$

ويتضح من نقطة التعادل ان المشروع عند مستوى (58%) لا يحقق ربحا ولا خسارة.

بمعنى أخر أن نقطة التعادل لمشروع ماس لانتاج الطاقة الشمسية 500 ميغاواط تبلغ نسبتها (58%) من الطاقة الإنتاجية المتاحة، بمعنى أنه عند هذا المستوى من الايراد لا يحقق المشروع ربحا ولا خسارة من الايرادات والتي تبين أن فرصة الأرباح للمشروع المقترح مؤكدة، وهو مؤشر على انخفاض حدوث الخسائر وارتفاع فرص الأرباح وكما هي مبينة في الشكل أدناه:.



المصدر: نعيم نمر داود، دراسة الجدوى الاقتصادية، دار البداية، عمان،2011، ص 181.

ويتضح مما سبق أن المؤشرات أعلاه تشير إلى نجاح المشروع المقترح عند إقامته لأن المؤشرات تشير إلى أن هنالك أرباح صافية من إقامة المشروع لذلك نوصي بإقامتها.

4. **تحليل الحساسية:** الغرض من تحليل الحساسية هي اختبار مدى كفاءة المشروع على افتراض زيادة التكاليف المتغيرة بنسبة (5%) أو انخفاض الايرادات بنسبة (5%) واعادة معايير دراسة الجدوى

Tikrit Journal of Administrative and Economic Sciences, Vol. 21, No. 72, Part (2): 234-253
Doi: www.doi.org/10.25130/tjaes.21.72.2.12

الاقتصادية حسب الافتراضات الجديدة التي يمكن أن تطرأ على المعمل نتيجة لارتفاع تكلفة المواد الاولية على سبيل المثال أو أي زيادة في التكاليف والتي تكون غير متوقعة عند البدء بالمشروع، هذا من جانب ومن جانب آخر يمكن افتراض انخفاض الايرادات نتيجة لانخفاض الطلب على الطاقة الكهربائية أو أي سبب اخر يؤدي إلى انخفاض الايرادات والتي لم تكن في الحسبان.

افتراض زيادة التكاليف المتغيرة بنسبة (5%): حسب الافتراض فأن زيادة التكاليف المتغيرة بنسبة (5%) يمكن الحصول على النتائج الجديدة حسب الجدول الآتي:

جدول (8): تحليل الحساسية على افتراض زيادة التكاليف المتغيرة بنسبة (5%)

	اجمالي التكاليف دينار	اجمالي الايرادات دينار	زيادة التكاليف المتغيرة بـ 5%	اجمالي التكاليف بعد الزيادة	صافي التدفق النقدي	معدل العائد السنوي	فترة الاسترداد	نقطة التعادل
التكاليف الثابتة	35017324950	65700000000	326595000	35343919950	23824180050	956.	216.	59
التكاليف المتغيرة	6531900000			6531900000				
اجمالي التكاليف	41549224950			41875819950				

نلاحظ من الجدول أعلاه أنه وبعد اجراء تحليل الحساسية على المشروع أن المعايير الثلاثة جيدة، فعلى سبيل المثال نرى أن معدل العائد البسيط قد بلغ (56.9%) وهو أكبر من سعر الفائدة في المصارف، وإن فترة الاسترداد قد بلغت ستة عشرة سنة وشهران فقط وهي فترة جيدة لاسترداد المبلغ المستثمر، وإن المعيار الثالث نقطة التعادل تعد جيدة لأنها منخفضة أيضا إذ بلغت (59%).

افتراض انخفاض الايرادات بنسبة (5%): حسب الافتراض فأن انخفاض الايرادات بنسبة (5%) يمكن الحصول على النتائج الجديدة حسب الجدول الآتي:

جدول (9): تحليل الحساسية على افتراض انخفاض الايرادات بنسبة (5%)

	اجمالي التكاليف دينار	اجمالي الايرادات دينار	انخفاض الايرادات بـ 5%	اجمالي الايرادات بعد الانخفاض	صافي التدفق النقدي	معدل العائد السنوي	فترة الاسترداد	نقطة التعادل
التكاليف الثابتة	35017324950	65700000000	3285000000	62415000000	20865775050	50	617.	62
التكاليف المتغيرة	6531900000							
اجمالي التكاليف	41549224950							

نلاحظ من الجدول أعلاه أنه وبعد اجراء تحليل الحساسية على المشروع أن المعايير الثلاثة جيدة ايضا، فعلى سبيل المثال نرى إن معدل العائد البسيط قد بلغ (50%) وهو أكبر من سعر الفائدة في المصارف، وفترة الاسترداد قد بلغت سبعة عشرة سنة وستة أشهر وهي فترة جيدة لاسترداد المبلغ المستثمر، وإن المعيار الثالث نقطة التعادل تعد جيدة لأنها منخفضة أيضا حيث بلغت (62%).

ويتضح من تحليل النتائج والمؤشرات أن هنالك فرصة لنجاح مشروع ماس لإنتاج الطاقة الشمسية 500 ميغاواط المقترح عند إقامته في اربيل إذا ما تم استغلال الطلب المتزايد على انتاج الطاقة الكهربائية من الالواح الشمسية محل الدراسة بشكل كفوء.

إن المؤشرات أعلاه تشير إلى نجاح المشروع المقترح عند إقامته لأن المؤشرات تبين أن هنالك أرباح صافية من إقامة المشروع بعد اجراء تحليل الحساسية لذلك نوصي بإقامته.

الاستنتاجات والتوصيات

أولاً. الاستنتاجات

1. المشروع يتمتع بجدوى مالية واقتصادية عالية حيث أظهرت نتائج التحليل المالي أن صافي القيمة الحالية موجبة ومشجعة، مما يدل على أن الإيرادات المتوقعة تغطي التكاليف الاستثمارية والتشغيلية. كما إن مؤشر العائد الداخلي تجاوز المعدلات المرجعية، مما يعكس جاذبية المشروع للمستثمرين المحليين والدوليين.
2. الاستثمار في الطاقة الشمسية يحقق استقلالًا طاقويًا وتوفيرًا ماليًا لأن المشروع يؤدي إلى تقليل الاعتماد على الوقود الأحفوري، وهو ما ينعكس بشكل مباشر على تقليل النفقات التشغيلية طويلة الأجل، ويحقق استقرارًا في تكلفة الطاقة.
3. الموقع الجغرافي يوفّر ظروفًا مثالية لإنتاج الطاقة الشمسية بناءً على دراسات الإشعاع الشمسي، يتضح أن منطقة زاكروس تتمتع بإشعاع قوي ومنتظم، مما يعزز كفاءة الألواح الشمسية ويرفع من متوسط الإنتاج السنوي.
4. فترة استرداد معقولة تعزز ثقة المستثمرين تُظهر مؤشرات الاسترداد أن المشروع يبدأ بتحقيق فائض مالي بعد سنوات عدة، ويُعد هذا مؤشرًا مهمًا في تقارير الجدارة الائتمانية والتمويلية.
5. رغم الجدوى، يواجه المشروع تحديات تنظيمية وفنية مثل تأخر الإجراءات الحكومية، ضعف البنية التحتية للطاقة في بعض المناطق، وغياب الكوادر المؤهلة للصيانة والتشغيل، مما يستوجب وضع خطط احترازية شاملة.
6. أظهرت نتائج الجدوى الاقتصادية بالاعتماد على معيار معدل العائد البسيط للمشروع، وقد بلغ (58%)، في حين إن المشروع لها سرعة دوران رأس المال بحسب معيار فترة استرداد التي يتمكن في استرداد كلفته الأولية خلال مدة خمس سنوات وشهر فقط.

ثانياً. التوصيات:

1. تحفيز الشراكات مع القطاع الخاص والمؤسسات الدولية، لتقليل العبء التمويلي وتسريع التنفيذ، يُنصح بعقد شراكات استراتيجية مع مطورين عالميين يمتلكون الخبرة في مشاريع مماثلة.
2. تطوير برامج حوافز حكومية للطاقة المتجددة، مثل الإعفاءات الضريبية، والتعرفة التفضيلية (Feed-in Tariffs)، لتشجيع الاستثمار المستدام في قطاع الطاقة الشمسية.
3. تدريب وتأهيل كوادر محلية فنية وإدارية، لضمان التشغيل الفعال واستدامة المشروع على المدى البعيد، مع تقليل الاعتماد على الخبرات الخارجية.
4. الربط مع الشبكة الوطنية وتحديث البنية التحتية لضمان الاستفادة القصوى من الإنتاج، حيث يجب تطوير قدرات شبكة الكهرباء المحلية وربط المشروع بها بكفاءة عالية.
5. وضع خطة بيئية لإعادة تدوير الألواح بعد انتهاء عمرها التشغيلي ضمن إطار التنمية المستدامة، ونقترح اعتماد نظام للتدوير البيئي للألواح الشمسية والأجهزة المستخدمة بعد انتهاء عمرها الاقتصادي.
6. تعديل قانون وزارة الكهرباء وتعزيز دور مشاريع انتاج الطاقة المتجددة.

المصادر

اولاً. المصادر العربية:

1. إسمهان، بوعشة، (2018). جدوى استغلال الطاقة الشمسية كطاقة متجددة وإمكانية استخدامها في التبادلات التجارية الخارجية (دراسة حالة الجزائر). إطروحة دكتوراه الطور الثالث (LMD) في العلوم التجارية- تخصص تجارة دولية، جامعة محمد خيضر بسكرة، الجزائر.
2. بو حفص، أوذينة؛ وليد، بن شاعة؛ أحمد، علماوي، (2020). دراسة الجدوى الاقتصادية كآلية لنجاح المشاريع الاستثمارية. مجلة المنتدى للدراسات والأبحاث الاقتصادية، المجلد (3) العدد(2) ، جامعة غرداية.
3. شبيب، هناء سعد؛ كاظم، محمد جواد موسى، (2021). مفهوم دراسة الجدوى وأبعادها الاقتصادية. مجلة مركز دراسات الكوفة، 60.
4. عبد الجليل، جباري، (2017)، أهمية تطوير الطاقة الشمسية في تحقيق التنمية المستدامة: دراسة حالة - الجزائر ومصر. أطروحة دكتوراه في العلوم الاقتصادية، جامعة محمد خيضر بسكرة، الجزائر.
5. فتاتنية، سارة؛ آمنة، بوتيرة، (2017)، الجدوى الاقتصادية وتأثيرها على القرارات الاستثمارية في المؤسسة: دراسة حالة مجمع عبيدي. مذكرة تخرج مقدمة لاستكمال نيل شهادة ماستر في العلوم المالية – تخصص مالية مؤسسات. جامعة 8 ماي 1945 قالمة.
6. موسى، شقيري نوري؛ سلام، أسامة عزمي، (2023). دراسة الجدوى الاقتصادية وتقييم المشروعات الاستثمارية (الطبعة السادسة). دار المسيرة للنشر والتوزيع، عمان.
7. داود، نعيم نمو (2011)، دراسة الجدوى الاقتصادية، دار البداية، الاردن.

ثانياً. المصادر الأجنبية:

1. Bartle, A. (2002). Hydropower potential and development activities. Energy policy, 30 (14), 1231-1239.
2. Center for International Knowledge on Development. (2023, April 2). Global Development Report 2023.
3. Gipe, P.)2004). Wind power (Review of the book Wind power, revised and expanded edition, by P. Gipe). Wind Engineering, 28(5), 629-632.
4. Goldstein, B., Hiriart, G., Tester, J., Muraoka, H., Bromley, C., Zui, V., et al. (2013). Geothermal energy: Nature, use, and expectations. In L. Kazmerski (Ed.), Renewable Energy Systems. Springer.
5. National Renewable Energy Laboratory (NREL). (2021). The role of concentrating solar-thermal technologies in a solar futures study (NREL/TP-6A20-80574). U.S. Department of Energy. https://doi.org/10.2172/1772315
6. Shoaib, A., & Ariaratnam, S. (2016). A study of socioeconomic impacts of renewable energy projects in Afghanistan. Procedia Engineering, 145, 1034-1043.
7. Silva, O.K.T.N., Kumaragamage, C.G., Perera, M.V.S., & Arachchige, U.S.P.R. (2024). Solar Energy Technologies: A Complete review of the Solar system technologies. Department of Energy and Enviromental Technology, Faculty of Technology, University of Sri Jayewardenepura.

8. Timilsina, G. R., Kurdgelashvili, L., & Narbel, P.A. (2011). A review of solar energy: Markets, economics and policies (Policy Research Working Paper No. 5845). The World Bank, Development Research Group, Environment and Energy Team.
9. TuryaSingura, J.B., & Agaba, M. (2023). Project Feasibility Studies and Sustainability of Government Supported Projects in Uganda, International Journal of Business and Social Science (IJBSS), 3(2), 150-164.
10. United Nations. (2016). Specifications for the Application of the United Nations Framework Classification for Fossil Energy and Mineral Reserves and Resources 2009 (UNFC- 2009) to Geothermal Energy Resources, Geneva: United Nations.
11. United Nations Economic Commission for Europe. (2022). Carbon Neutrality in the UNECE Region: Integrated Life-cycle Assessment of Electricity Sources, Geneva: United Nations.

ثالثاً. المواقع الإلكترونية:

1. https://gov.krd/dmi-ar/activities/news-and-press-releases/2023/may-المباشرة/utm_source=chatgpt.com؟/بانشاء-أكبر-محطة-للطاقة-الشمسية-في-إقليم-كوردستان