قياس تكاليف الطاقة الشمسية على وفق محاسبة[1] الاستدامة لغرض انتاج الطاقة الكهربائية وبيان أثرها على التنمية المستدامة دراسة تطبيقية مقارنة

الباحث: مروة جبار هليهل

الكلية التقنية الادارية

أ.د. ناظم حسن عبد السيد

كلية شط العرب الجامعة

أ.م. زهير سمين شكر

المعهد التقني بعقوبة

[1] بحث مستل

Measuring the costs of solar energy according to sustainability accounting for the purpose of producing electric energy and explaining its impact on sustainable development, a comparative practical study

The Researcher: Marwah Jabbar Hlehil
Prof. Dr. Nadhim Hassan Abde sayed
Assist. Prof. Dr. Zuhair Samin Shakar

Abstract

This study deals with a contemporary topic of "solar energy" and focuses on measuring the costs of solar energy according to sustainability accounting for the purpose of producing electric energy and comparing these costs with the traditional energy costs of producing electric energy, which has a role in achieving and supporting sustainable development.

The study aims to highlight the role of sustainability accounting by measuring the costs of solar energy by testing the hypotheses:

- Sustainability accounting is concerned with measuring the costs of "solar energy" in order to diagnose the expected results of the dimensions of sustainable development.
- There is a correlation between sustainability accounting and sustainable development through solar energy.

The study was applied to one of the solar energy projects at the Technical Institute in Baquba and by using the global solar energy project simulation program “Pv Syst”. These costs were compared with the costs of conventional energy to produce electrical energy in the Najibiya Thermal Power Station, and the results supported the hypotheses confirming the importance of sustainability accounting in measuring Solar energy costs and their role in achieving sustainable development.

قياس تكاليف الطاقة الشمسية على وفق محاسبة الاستدامة لغرض انتاج الطاقة الكهربائية وبيان أثرها على التنمية المستدامة دراسة تطبيقية مقارنة

- المجلد الخامس عشر
- العدد الثلاثون
- تشرين الاول 2021
- استلام البحث: 2020/11/11
- قبول النشـر: 2020/12/21

الباحث: مروة جبار هليهل
أ. د. ناظم حسن عبد السيد
أ.م. زهير سمين شكر

المستخلـــص

تتناول هذه الدراسة أحد الموضوعات المعاصرة موضوع الطاقة الشمسية " Solar energy" وتركز على قياس تكاليف الطاقة الشمسية على وفق محاسبة الاستدامة لغرض انتاج الطاقة الكهربائية ومقارنة هذه التكاليف بتكاليف الطاقة التقليدية لأنتاج الطاقة الكهربائية والذي له دور في تحقيق ودعم التنمية المستدامة.
تهدف الدراسة الى ابراز دور محاسبة الاستدامة بقياس تكاليف الطاقة الشمسية وذلك من خلال اختبار الفرضيات وهي:

- تهتم محاسبة الاستدامة في قياس تكاليف "الطاقة الشمسية" من أجل تشخيص النتائج المتوقعة لأبعاد التنمية المستدامة.
- توجد علاقة متبادلة بين محاسبة الاستدامة والتنمية المستدامة من خلال الطاقة الشمسية.

وقد طبقت الدراسة على أحد مشاريع الطاقة الشمسية في المعهد التقني بعقوبة وباستخدام برنامج محاكاة مشاريع الطاقة الشمسية العالمي "Pv Syst" وتمت مقارنة هذه التكاليف بتكاليف الطاقة التقليدية لانتاج الطاقة الكهربائية في محطة كهرباء النجيبية الحرارية, وجاءت النتائج مؤيدة للفرضيات مؤكدة على أهمية محاسبة الاستدامة في قياس تكاليف الطاقة الشمسية ودورها في تحقيق التنمية المستدامة.

المقدمـــة:

أزداد أهتمام العالم منذ عدة سنوات بالطاقة الشمسية من قبل العديد من الحكومات والشركات لما تمثله مصادر الطاقة التقليدية الاحفورية كالنفط والغاز والفحم في زيادة انبعاث الكربون بشكل كبير والمساهمة في تلوث البيئة المحيطة فضلاً عن تعرضها للنفاد وتقلبات الاسعار وإمكانية احتكارها من قبل بعض الدول والشركات المنتجة، وعند النظر الى البيئة المحيطة سنلاحظ كميات كبيرة من الطاقة الشمسية Solar " "Energy والتي تعد طاقة نظيفة ومتواجدة بشكل دائم، أذ تقدم لنا الشمس خليط من الطاقة والذي يتمثل بالضوء والحرارة معاً وبالتالي يمكن تحويل الطاقة الضوئية المنبعثة من الشمس الى طاقة كهربائية عبر ما يسمى بمنظومات الطاقة الشمسية المتمثلة بجزئها الاساسي الالواح الكهروضوئية.

و نظراً لما يمتاز به العراق من الكميات الهائلة من الطاقة الشمسية على مدار ايام السنة فأصبح من المنطقي الأستفادة من هذا المورد الدائم وأهم ما يميز هذا المورد أذ يولد طاقة نظيفة وغير ناضبة وصديقة للبيئة كونها لا تولد غازات ضارة ولا تؤثر بشكل سلبي على البيئة المحيطة ولا تسبب اية اضرار صحية على الكائنات الحية.

لذا أصبح على المحاسبة بشكل عام ومحاسبة الاستدامة بشكل خاص أن تلعب دوراً مهماً في مجال قياس كلفة "الطاقة الشمسية" مقارنتها بكلفة انتاج الطاقة التقليدية وتزويد متخذي القرارات في مجال الطاقة الشمسية في القطاع الحكومي والخاص بالمعلومات التي يمكن أن تساهم بتوجيه قراراتهم في دعم وانتاج الطاقة الشمسية.

1-1مشكلة البحث:

تعد الطاقة الشمسية أحد العوامل الأساسية والمهمة في تعزيز التنمية المستدامة من خلال المساهمة بشكل فعال بتوليد الطاقة الكهربائية وما يترتب على ذلك من أثر إيجابي على طاقة صديقة للبيئة فضلاً عن الأثار الأقتصادية والأجتماعية لذا أصبح على المحاسبة أن تساهم بشكل فعال في هذا المجال من خلال قياس تكاليف تلك الطاقة الصديقة للبيئة وتزويد المعلومات للجهات ذات العلاقة للاستفادة منها، وتتلخص مشكلة البحث بالتساؤل الأتي.

1- هل بإمكان محاسبة الاستدامة قياس تكاليف "الطاقة الشمسية"؟

2-1أهداف البحث:

الهدف العام للبحث هو توضيح الدور الذي يمكن أن تؤديه المحاسبة المستدامة في قياس كلف "الطاقة الشمسية" ويمكن أن يحدد هدف البحث بالنقاط الأتية:

1- التعرف على محاسبة الاستدامة والتنمية المستدامة فضلاً عن كلف الطاقة الشمسية.
2- التعرف على العلاقة بين الطاقة الشمسية والتنمية المستدامة.
3- صياغة توصيات ذات طبيعة تطبيقية في أستخدم الطاقة الشمسية.

3-1أهمية البحث:

يمكن تلخيص أهمية الدراسة من خلال تحقيق عدداً من النقاط وهي كالأتي:

1- تكمن أهمية الدراسة كونها تتناول أحد المواضيع المهمة في الوقت الحاضر المتمثل "الطاقة الشمسية" لإنتاج الطاقة الكهربائية.
2- كما تنطلق أهمية الدراسة من كون مصادر الطاقة الشمسية هي مصادر طاقة نظيفة للبيئة وغير ملوثة للبيئة المحيطة، وللحد من التلوث البيئي المتزايد في العراق نتيجة أستخدم الطاقة التقليدية.
3- تكمن أهمية الدراسة في ضرورة تقديم أطار عام لألية أحتساب كلف "الطاقة الشمسية" لخدمة الأطراف المستفيدة والعاملة في هذا المجال.
4- نشأت أهمية الدراسة من أن أستخدم "الطاقة الشمسية" سوف يؤدي الى خفض التكاليف الأقتصادية ذات العلاقة بالطاقة التقليدية والأنبعاثات الكربونية الناتجة عنها.

1-4فرضيات البحث:

الفرضية الرئيسية الأولى: تهتم محاسبة الاستدامة في قياس تكاليف " الطاقة الشمسية " من أجل تشخيص النتائج المتوقعة لأبعاد التنمية المستدامة.
الفرضية الرئيسية الثانية: توجد علاقة متبادلة بين محاسبة الاستدامة والتنمية المستدامة من خلال الطاقة الشمسية.

1-5حدود البحث: تقتصر حدود البحث بالأتي:

تركز الدراسة على مشروع الطاقة الشمسية في موقع المعهد التقني بعقوبة و محطة كهرباء النجيبية الحرارية، و تقتصر مدة البحث على سنة 2018.

أولاً: مفهوم محاسبة الاستدامة:

تواجه الشركات ضغوطًا تنافسية ومجتمعية متزايدة من أجل الاستدامة، والتي تتطلب مع ازدياد وعي العملاء بالمسائل البيئية و الوعي الاجتماعي النهوض بالموارد الطبيعية للأرض، والحفاظ عليها وحمايتها، و مع تزايد وعي العملاء بالمسائل البيئية والحساسية تجاه القضايا البيئية يضع متطلبات معينة على وظائف العمل لتصبح واعية بيئياً من أجل أن تلتقي المؤسسات بسوقها المستهدف في هذا المجتمع الواعي بيئياً، قادت العديد من المنظمات لتبني محاسبة الاستدامة (Blessing,2015:398)
عرف كلاً من "Wagner& Schaltegger" محاسبة الاستدامة على أنها مجموعة فرعية من المحاسبة والتقارير التي تتعامل مع الأنشطة والأساليب والأنظمة لتسجيل وتحليل وإعداد تقارير التأثيرات البيئية والاجتماعية للشركة (schaltegger& wagner,2006:246)
اما الاتحاد الدولي للمحاسبين فيعرفها بأنها (قدرة المؤسسة على تحقيق قيمة مضافة والاستمرار كوحدة اقتصادية). (فريد، **2016**: **13**)
لذلك يتطلب تغيير أنظمة المحاسبة التقليدية للشركات لدمج البيئة و القضايا الاجتماعية وتأثيراتها المالية و يمكن أن يؤدي التطوير نحو محاسبة الاستدامة إلى تصحيحات لأنظمة المحاسبة التقليدية فأن المحاسبة تم تقديمها منذ فترة طويلة بطريقة تقليدية للاستخدام من قبل الإدارة والأطراف الخارجية حيث توفر المحاسبة المالية الأساس

للمعلومات التي يتم جمعها داخل المنظمات وإعدادها للعرض على أصحاب المصلحة الخارجيين من خلال الكشف عنها في التقارير الخارجية ,لذلك فإن المحاسبة المالية التقليدية تتعرض لانتقادات شديدة لعدم تسهيل فهم التأثيرات البيئية للشركات. (Burritt& Schaltegger,2010:376)

ثانياً: فوائد محاسبة الاستدامة

تعتبر محاسبة الاستدامة أداة مفيدة لتحديد كفاءة استخدام الموارد و الوفورات بالتكاليف كذلك تحسين الارتباط بالقضايا البيئية والاجتماعية مع الفرص المالية وهذا يسمح بالمقارنة والقياس بالأداء و تحقيق مجموعة من الفوائد التالية: (فاتح ,74:2017)

1- جمع معلومات عن النفقات الاجتماعية والبيئية وربطها بالفوائد المالية للمؤسسة.
2- بيان كيف أن التكاليف الخارجية الاجتماعية والبيئية يمكن أن تنخفض مع الوقت عند التزام بالإستدامة.
3- بيان المخاطر البيئية والاجتماعية المرتبطة بالأداء المالي ومساعدة المنشأة في إدارة مخاطرها.

ثالثاً: القياس في مجال محاسبة الاستدامة

يعود أول تعريف علمي لعملية القياس الى "campel" الذي عرف القياس بأنه يتمثل بشكل عام بقرن الأعداد بالأشياء من اجل التعبير عن خواصها وذلك بناء لخواص طبيعية يتم اكتشافها بطريقة مباشرة أو غير مباشرة، أما "steven" فقد اضاف بعد رياضي وعرفه بأنه المطابقة بين العلاقات بأنموذج رياضي. (عباس,35:2013)

حيث يتم اشتقاق أرقام المحاسبة التقليدية من عملية تخصيص الأرقام للأحداث الأولية أي المعاملات التبادلية ويمكن وصف العملية بأنها قياس لأن العمليات التي يقوم بها المحاسب في هذه المرحلة تجريبية وقياس الحدث الأساسي يفي بمتطلبات مقياس النسبة والممتلكات الخاضعة للقياس في معاملة التبادل هي قيمة التبادل التي تقاس بالنقد. (Abdel Magid,2014:355)

المحاسبة تعرف من حيث وظيفتها "أنها أداة لقياس دخل المنشأة وكل ما يتعلق بها من بيانات المحاسبة تهتم بتوليد المعلومات عن الثروة وإيصالها إلى من يهمه الامر فإن المحاسبة تعرف بأنها أداة لقياس دخل المشروع وكل ما يتعلق به من المعلومات، و يرى Moonitz أن وظيفة الوحدة المحاسبة قياس الموارد المملوكة للوحدة وإظهار الحقوق والالتزامات في الوحدة وقياس التغيرات على الموارد والحقوق والالتزامات وتخصيص هذه التغيرات على الفترات الزمنية والتعبير عنها بصورة نقدية لأن النقد هو أداة القياس. (بدوي, 2012: 27)

أن المحاسبة عن التنمية المستدامة كمثل المحاسبة المالية تهدف الى تحقيق وظيفتين أساسيتين هما القياس والافصاح عن المعلومات الاقتصادية والبيئية والاجتماعية لما لها من انعكاسات على تحقيق التنمية المستدامة فأن تحديد الأنشطة ذات الأثر على التنمية المستدامة يتطلب قياس إسهامات الأنشطة التي ترتبط بالأداء البيئي والاجتماعي

للمنشأة والتي تؤثر على إسهاماتها في تفعيل تحقيق التنمية المستدامة سواء كانت إسهامات أختيارية أو إجبارية. (بدوي & بلتاجي,2013 :38)

خامساً: تعريف الطاقة المتجددة

يعرف "قاموس الطاقة" الطاقة المتجددة بأنها أي مصدر للطاقة يتجدد بشكل طبيعي على نطاق زمني قصير وتكون مشتقة مباشرة من الطاقة الشمسية الحرارية، وطاقة الرياح , والطاقة الكهرومائية، والطاقة المخزونة في الكتلة الحيوية والحرارة الجوفية (Verbruggen ,2010 :852)

اما برنامج الأمم المتحددة لحماية البيئة فيعرفها: بأنها عبارة عن طاقة تكون غير محدودة في الطبيعة وتتجدد بصورة دورية وأسرع من وتيرة استهلاكها. (وافية، 2018 :5)

سابعاً: الطاقة الشمسية

تناول "Bahadori" الطاقة الشمسية اذ أشار اليها كمصدر متجدد للطاقة الخضراء المجانية ، وجدت التكنولوجيا طريقة لتسخير طاقة الشمس عبر الألواح الشمسية التي تُستخدم لتوليد الكهرباء من خلال الخلايا الشمسية الكهروضوئية (Bahadori et al ,2013:585)

في حين أشار"ActewAGL" الى ان تكنولوجيا الطاقة الشمسية مثبتة تقنيًا وهي مورد طاقة أساسي لا ينضب وتتولد الطاقة الكهربائية الشمسية من نوعين أساسيين هما (انظمة الطاقة الشمسية المركزة و أنظمة الخلايا الكهروضوئية) تقوم أنظمة توليد الطاقة الحرارية الشمسية المركزة بتجميع الطاقة الشمسية كحرارة لرفع البخار لاستخدامها في محطة توليد الكهرباء الحرارية التقليدية (التوربينات البخارية)، وتتطلب هذه العناصر تركيز الإشعاع الشمسي لتحقيق درجات حرارة مرتفعة بما يكفي ليكون مفيدًا للديناميكا الحرارية، ويعرف أيضًا باسم أنظمة تركيز الطاقة الشمسية الحرارية (CST),(ActewAGL ,2008:13)

حيث تشير التكنولوجيا الحرارية الشمسية إلى التقاط واستخدام الطاقة الشمسية للاستخدام في إنتاج الحرارة أو الكهرباء يتم توليد الكهرباء الحرارية الشمسية عن طريق تركيز أشعة الشمس الواردة وحبس حرارته و يمكن استخدام الحرارة كمصدر للطاقة في حد ذاته أو يمكن للتوربين البخاري المحرك تحويل الحرارة إلى كهرباء. (Bahadori et al ,2013:585)

وتناول "Timmons" الطاقة الشمسية الحرارية ذات درجات الحرارة العالية بأنها تساعد على تسخين المياه بالطاقة الشمسية هو منافس مادياً مع الوقود الأحفوري في العديد من البلدان يمكن أيضًا استخدام الطاقة الشمسية لإنتاج الكهرباء بدلاً من الحرارة، باستخدم خلايا الفوتوفولتية (PV) مواد أشباه الموصلات لتوليد تدفق للكهرباء عند تعرضها لأشعة الشمس. (Timmons et al, 2014: 12)

كما أن هناك نمو كبير في استخدام الأجهزة الكهروضوئية الشمسية التي تحول ضوء الشمس مباشرة إلى كهرباء الطاقة الشمسية الكهروضوئية هي الآن تكنولوجيا ناضجة وجذابة بشكل متزايد تجاريًا بالنسبة لمطوري المشاريع، والمستهلكين نظرًا لميزتها التنافسية من حيث التكلفة(Nguyen et al,2019: 61)

ثامنا: أهمية الطاقة الشمسية

تتلخص أهمية الطاقة الشمسية بالأتي.(كعوان& سليمان,59:2015)

1- تكمن أهمية الطاقة الشمسية بكونها مجانية بالامكان الاستفادة منها بدون مقابل اي لا توجد تكاليف للاشعة الشمسية الساقطة.
2- هي طاقة غير محددوة ومنتشرة على نطاق واسع.
3- لا تساهم بأي شكل من اشكال التلوث للبيئة.

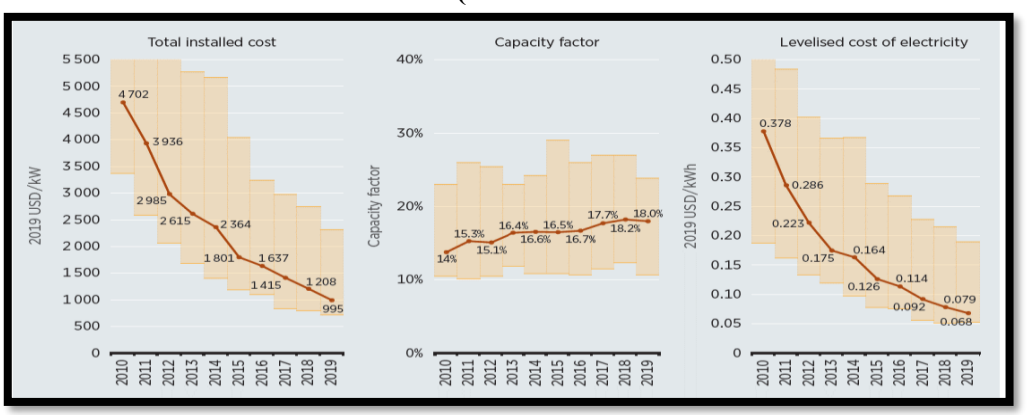
تاسعاً: اتجاهات تكاليف الطاقة الشمسية (أنظمة الخلايا الكهروضوئية) من 2010 الى 2019

تكاليف الطاقة الشمسية الكهروضوئية مستمرة في الانخفاض بينما أدت قدرة توليد الطاقة الشمسية الكهروضوئية بشكل ملحوظ الى تخفيض تكلفة الوحدات الكهروضوئية الشمسية عن طريق تحسين الكفاءة، مثل تقليل تكاليف المواد، وزيادة الكفاءة في تحويل ضوء الشمس إلى كهرباء، وتحقيق وفورات الحجم، وتحسين الإنتاج على عمليات أكثر كفاءة وأخيرا من خلال زيادة المنافسة بين الموردين.(Nguyen et al,2019: 61)

وقد ادى هذا الى انخفاض تكاليف الطاقة الشمسية الكهروضوئية انخفاضًا كبيرًا، ومن المتوقع أن تستمر في الانخفاض وعلى النقيض من مصادر الطاقة المتجددة الأخرى، كما تتوفر الطاقة الشمسية الكهروضوئية بشكل مستدام في كميات لا حصر لها تقريبا، وفي أي مكان تقريبا. (Timmons et al, 2014: 12)

ويلاحظ الأنخفاض المستمر في تكلفة الكهرباء من الطاقة الشمسية الكهروضوئية ناتجاً عن أنخفاض إجمالي تكاليف نصب الطاقة الشمسية (Total installed cost) للمشاريع كما في الشكل (1)، مع انخفاضها بنسبة 79٪ بين عامي 2010 و 2019 حيث انخفضت إلى أقل من 1000 دولار أمريكي / كيلو وات للمرة الأولى ، إلى 995 دولارًا أمريكيًا فقط / كيلوواط في 2019، منخفضًا من 4702 دولار أمريكي / كيلووات في عام 2010. كذلك انحفضت مستويات تكلفة الكهرباء"LCOE" (Levelised cost of electricity) بنسبة 82٪ بين عامي 2010 و 2019، من حوالي من 0.378 في عام 2010 الى 0.068 في عام 2019 كما موضح في الشكل وهو أدنى من تكاليف مشاريع الكهرباء التي تعمل بالوقود الاحفوري وارخص من اي خيار يعمل بالوقود الاحفوري. كذلك ارتفع معامل القدرة (Capacity factor) للطاقة الشمسية الكهروضوئية على نطاق المشاريع من 13.8% في عام 2010 الى 18.0 في عام 2019.(irena,2019: 61)

شكل1: (أجمالي تكاليف نصب الطاقة الشمسية، معامل القدرة، ومستويات تكلفة الكهرباء خلال (2010-2019



Source:irena, renewable cost database,2019

كان الانخفاض في تكاليف نصب الطاقة الشمسية الكهروضوئية (PV installed costs) بسبب انخفاض تكاليف الوحدات الكهروضوئية بين 2009 و2019، انخفضت أسعار الوحدات بنسبة تتراوح بين 87٪ و 92٪ لوحدات السليكون البلورية، أن أنخفاض الأسعار قد تأثر بعدد من العوامل هي كالاتي: (irena,2019: 62)

1- التحسينات في التصنيع التي خفضت تكاليف المواد.
2- كذلك عن طريق خفض تكاليف العمالة من خلال تحسين الإنتاجية وزيادة التشغيل الآلي.
3- من خلال وفورات الحجم في التصنيع.
4- و من خلال زيادة المنافسة بين الموردين.

كذلك انخفضت تكاليف التشغيل والصيانة للمحطات الكهروضوئية الشمسية على نطاق واسع في السنوات الأخيرة كانت الانخفاضات في تكاليف التشغيل والصيانة بسبب التحسينات في الكفاءة، كذلك أدت الضغوط التنافسية إلى تصميم النظام الأمثل من اجل تقليل تكاليف التشغيل والصيانة التي تستفيد من مجموعة من الابتكارات لتحديد المشكلات والتدخلات الوقائية قبل الفشل لتقليل تكاليف التشغيل والصيانة لتخفيض وقت التوقف عن العمل، بالنسبة للفترة 2018-2019 تم تقدير تكاليف التشغيل والصيانة في الولايات المتحدة الى 10 دولارات أمريكية / للكيلوواط و يمكن أن تُعزى بقية تكاليف التشغيل والصيانة إلى تكاليف تأجير الأراضي وتكاليف استبدال المكونات الأخرى. (irena,2019: 96)

عاشراً: دور الطاقة الشمسية في تحقيق ابعاد التنمية المستدامة

تلعب الطاقة الشمسية دوراً أساسياً في معادلة الاستدامة، فهي أمر أساسي لتلبية جزء مهم من الطلب العالمي على الطاقة وهي ضرورية لتقديم حلول مستدامة طويلة الأجل، لتوليد الثروة، وفرص العمل الجديدة. (Pietrosemoli,2019:415)

كذلك شهدت العقود الأخيرة زيادة في الانتشار الواسع لتقنيات الطاقة الشمسية كانت الدوافع الرئيسية لهذا التوسع هي أمن الطاقة، والمخاوف البيئية، مع إمكانية زيادة الدخل وتحسين الميزان التجاري والمساهمة في التنمية الصناعية وخلق فرص العمل (IRENA ,2014 :19)

ويتطلب التوصل إلى حلول للمشاكل البيئية التي نواجهها اليوم إجراءات محتملة طويلة الأجل من أجل التنمية المستدامة ويبدو أن موارد الطاقة المتجددة هي واحدة من أكثر الحلول كفاءة وفعالية و هو السبب في وجود علاقة وثيقة بين الطاقة الشمسية والتنمية المستدامة حيث ترتبط واستخدامها ارتباطًا وثيقًا بالتنمية المستدامة من خلال الأتي (Dincer ,2000: 158)

أولاً: دور الطاقة الشمسية في تحقيق البعد الاقتصادي

ترتبط الطاقة الشمسية واستخدامها ارتباطًا وثيقًا بالتنمية المستدامة ويظهر تأثيرها على البعد الاقتصادي من خلال الأتي:

1- يعد التعجيل بنشر الطاقة الشمسية ذو مزايا متعددة مثل النمو الاقتصادي وخلق فرص العمل (IRENA , 2019 :10)

2- مضاعفة حصة الطاقة الشمسية في مزيج الطاقة العالمي يمكن أن تؤدي إلى تحقيق وفورات كبيرة في الوقود الأحفوري (IRENA , 2015 :1)

3- لا يمكن استنزاف موارد الطاقة الشمسية على عكس موارد الوقود الأحفوري، لذلك يمكن توفير طاقة إمداد موثوقة ومستدامة (Dincer , 2000: 161)

4-تعزيز أمن الطاقة في البلاد حيث يتناول أمن الطاقة عدة أبعاد، أهمها التوافر والتنوع والتكلفة والتكنولوجيا والكفاءة والبيئة والسياسة. (Ghorbani et al,2020: 126)

5- تحتفظ صناعة الطاقة الشمسية الكهروضوئية بالمركز الأول ، مع ثلث إجمالي القوى العاملة في مجال الطاقة المتجددة في عام 2018,(Irena,2019:15)

ثانياً: دور الطاقة الشمسية في تحقيق البعد البيئي

بما أن الاستغلال البيئي والتدهور اللاحق يرتبطان ارتباطًا وثيقًا بالتنمية المستدامة تؤثر التغييرات في حالة الموارد البيئية سلبًا أو إيجابًا على التنمية المستدامة. (22 :chauhan,2014)

يعتمد ثلث انبعاثات الغازات العالمية على إنتاج الطاقة واستهلاكها مما يضع قطاع الطاقة في صلب الجهود المبذولة لمكافحة تغير المناخ والنتائج الناجحة لهذه الاتفاقات الدولية على الانتقال السريع لنظام الطاقة العالمي، تواجه الاقتصاديات في جميع أنحاء العالم التحدي المعقد المتمثل في معالجة تغير المناخ مع ضمان التقدم الاجتماعي والاقتصادي لسكانها (Ram, 2018: 687)

كما من المتوقع أن يتضاعف عدد سكان العالم بحلول منتصف القرن الحادي والعشرين، وبالتأكيد سوف تستمر التنمية الاقتصادية في النمو و من المتوقع أن يزداد الطلب العالمي على خدمات الطاقة، وهذه الزيادة المحتملة سوف تأثر على البيئية

مثـل هطـول الأمطـار الحمضـية واسـتنفاد طبقـة الأوزون وتغيـر المنـاخ العـالمي (Dincer ,2000:162)

حيث يعد تغير المناخ أهم مشكلة بيئية في العالم ويعد احتراق الوقود الأحفوري هو السبب الرئيسي لوضع أهداف لخفض الكربون أحد أكبر التهديدات البيئية التي يواجهها العالم اليوم هو المناخ المتغير الناجم عن تراكم غازات الاحتباس الحراري في الغلاف الجوي ويعد احتراق الوقود الأحفوري أكبر منتج للغازات وبالتالي يجب تقليصه للحد من ظاهرة الاحتباس الحراري إلى 1.5 درجة مئوية، تقدر الهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ أنه يجب خفض الانبعاثات العالمية بحوالي 45٪ من مستويات عام 2010 بحلول عام 2030، ويجب على العالم أن يحقق انبعاثات صافية صفرية لتحقيق هذه الأهداف (Timmonsa et al,2019: 1)

حاليا المصدر الرئيسي لنظام الطاقة العالمي هو الوقود الأحفوري، لذلك انبعاثات الغازات من الوقود الأحفوري يفرض نفقات إضافية على المجتمع بسبب آثاره البيئية وآثاره للأضرار الصحية الناتجة عن انبعاثات محطات الطاقة الأحفورية.

(Ghorbani et al,2020:125)

ثالثاً: دور الطاقة الشمسية في تحقيق البعد الاجتماعي

يتضمن البعد الأجتماعي القضايا المرتبطة بأستخدام الطاقة من أجل التخفيف من الفقر واتاحة الفرص أمام الجميع، حيث يؤدي عدم الحصول على الطاقة الكهربائية الى تهميش الفئات الفقيرة وعدم قدرتها على تحسين ظروفها المعيشية.(مرزوق,45:2018)

أن حوالي حوالي 1.7 مليار من الأشخاص يعيشون بدون كهرباء قبل عام 2017، وبسبب السياسات والاستثمارات الصحيحة في توليد الطاقة الكهربائية من الطاقة الشمسية المتجددة انخفض هذا العدد إلى 1.1 مليار في عام 2017 مما يدل على تقدم مهم في الحد من فقر الطاقة في اللجوء الى الطاقة الشمسية المتجددة، لكن يحسب الخبراء أنه في عام 2018، ما يقرب من 13 ٪ من سكان العالم ، حوالي مليار شخص، لا يزالون يعيشون بدون كهرباء (Pietrosemoli,2019:416)

كذلك في جميع أنحاء العالم ، يموت حوالي 8 ملايين شخص في السنة قبل الأوان بسبب تلوث الهواء الداخلي والخارجي الناجم عن استهلاك وتوليد الطاقة, لذلك الانتقال الى الطاقة الشمسية المتجددة يؤدي الى المحافظة على الصحة البشرية. (2 : 2015 , IRENA)

وتؤدي الطاقة الشمسية الى تعزز إمداد الطاقة الاقتصادية للمستوطنات المعزولة الصغيرة وهذا هو السبب وراء احتمال توفر العديد من تقنيات الطاقة المتجددة استخدامها في المناطق النائية والريفية المحرومة من الكهرباء وبالتالي تساعد على تحسن رفاهية سكان الارياف والمناطق النائية.

الجانب التطبيقي

لغرض تحقيق أهداف الدراسة واختبار الفرضيات تناول الباحثون في هذا الجانب التطبيقي قياس تكاليف الطاقة المتجددة "الطاقة الشمسية" لأنتاج الطاقة الكهربائية في المعهد التقني بعقوبة من خلال أستخدام البرنامج العالمي "PV Syst"بمحاكاة مشاريع الطاقة الشمسية فضلاً عن مقارنة هذه التكاليف بتكاليف الطاقة التقليدية لأنتاج الطاقة الكهربائية وبيان أثر ذلك على التنمية المستدامة متمثلاً بعرض النتائج وتحليلها .

أولاً: نبذة تعريفية عن عينة الدراسة

1- المعهد التقني بعقوبة

تأسس المعهد عام 1988 في مدينة بعقوبة في محافظة ديالى ويهدف الى اعداد الاطر التقنية التي تشكل حلقة الوصل بين الاختصاصين من خريجي الجامعات والعمال الماهرين الذين تعدهم الثانويات المهنية في مختلف التخصصات التكنولوجية والصحية والادارية التي تحتاجها المشاريع التنموية في القطر ويضم المعهد الفروع والاقسام العلمية المختلفة, رسالة المعهد التقني بعقوبة هي الارتقاء بمستوى التعليم التقني وتوسيع قاعدته في المحافظة كما" ونوعا" وارساء دعائم التنمية البشرية من خلال مواكبة التطور العلمي والانفتاح الخارجي , أما الرؤيا هي أن يتبوأ المعهد التقني بعقوبة مكانه علمية متميزة في الوسط العلمي الاكاديمي وتقديم تعليم وتدريب تقني في الاختصاصات الطبية والتكنولوجية والادارية لرفد حاجات المجتمع وحاجات سوق العمل المحلية ومواكبة التقدم العالمي .

2- محطة كهرباء النجيبية

محطة كهرباء النجيبية هي أقدم محطة في البصرة ومن محطات الكهرباء الاولى بالعراق يرجع تاريخ انشائها الى عام 1956 انشأتها شركة بلجيكية من اجل تزويد المنطقة الجنوبية باحتياجاتها من الطاقة الكهربائية , ونظراً للتزايد المستمر في الطلب على الطاقة الكهربائية تمت توسعة محطة كهرباء النجيبية عام 1973 من قبل شركة سوفيتية وقد اختير هذا التوسع لاسباب منها توافر الغاز الطبيعي بكثرة في محافظة البصرة ووجود مشروع لنقل الغاز الطبيعي الى المحطة من منطقة الرميلة واستمر العمل في هذه المحطة من أجل تلبية الطلب المتزايد لاحتياجات سكان مدينة البصرة من الطاقة الكهربائية الى الوقت الحالي

3: نبذه تعريفية عن برنامج محاكاة مشاريع الطاقة الشمسية العالمي PV Syst

البرامج تعتبر من الادوات المهمة في محاكاة منظومات الطاقة الشمسية في المشاريع التجارية كبيرة الحجم والمنظومات صغيرة الحجم المربوطة على الشبكات الكهربائية والمعزولة عنها والتي تعطي نتائج تقييم دقيقة، ومن أهم البرامج المستخدمة عالمياً في محاكاة مشاريع الطاقة الشمسية هو برنامج PV syst

حيث يعتبر من البرامج المهمة في مشاريع الطاقة الشمسية وتتم عملية المحاكاة لبيان سلوك الالواح الشمسية حسب شدة الاشعاع الشمسي ودرجة الحرارة والظلال، ويحتوي

البرنامج على قاعدة بيانات عن الألواح الشمسية والأنفيرترات والبيانات الانوائية حيث يتم تحديد موقع عمل المشروع من خلال الاقمار الاصطناعية وتحديد الاحداثيات على خرائط GPS.

نتائج البرنامج تكون على شكل تقرير متكامل يحتوي على تكلفة انتاج الطاقة الكهربائية من خلال منظومة الطاقة الشمسية وكذلك مقدار العوائد ومقدار التخفيض في التلوث البيئي الناتج من انتاج الطاقة الكهربائية من خلال منظومة الطاقة الشمسية و حسابات شدة الأشعاع الشمسي والأنتاج السنوي للطاقة الكهربائية من خلال منظومة الطاقة الشمسية و كذلك عدد الالواح والبطاريات والانفيرترات وطرق ربطها وتمثل النتائج على شكل جداول بيانية و رسومات. كذلك للبرنامج فيه امكانية استيراد بيانات الاشعاع الشمسي من قاعدة بيانات الاشعاع الشمسي المؤرشفة لدى وكالة الفضاء الامريكية "ناسا" لذلك يعد برنامج PVSyst المستخدم في دراستنا أحد أكثر البرامج شمولاً المستخدمة في محاكاة مشاريع الطاقة الشمسية على النطاق العالمي. لذلك قام الباحثون بالعمل على برنامج PV Syst ومحاكاة مشروع الطاقة الشمسية المنفذ في المعهد التقني بعقوبة و تحليل النتائج.

ثانيا: قياس تكاليف مشروع الطاقة الشمسية لانتاج الطاقة الكهربائية في قسم أنظمة الحاسبات

مدخلات برنامج محاكاة مشاريع الطاقة الشمسية PV Syst لانتاج الطاقة الكهربائية في بناية أنظمة الحاسبات

جدول (1): مدخلات مشروع الطاقة الشمسية في بناية أنظمة الحاسبات

اسم المشروع بناية قسم أنظمة الحاسبات

انتاج الطاقة المخطط للاستخدام الذاتي	(8.8) MWh/year
انتاج الطاقة المخطط للبيع	(72.56) MWh/year
انتاج الطاقة السنوي الكلي	(81.36) MWh/year
التعرفة (سعر البيع)	0.10 USD/kwh
عدد العاكسات	3
سعر العاكس الواحد	$ 2600
عدد الألواح الشمسية	170
سعر اللوح الواحد	$125
اسلاك سنكل 50 ملم	$120
اسلاك سنكل 35 ملم	$80
اسلاك سنكل 6 ملم	$40
قاطع دي سي	$80
ترامل والصناديق بلاستك وتري كيبل لتثبيت الكيبلات بالحائط	$80

قواعد حديد مع النقل والشد	$1600
التنصيب	$800
اجور التنظيف السنوية (الصيانة)	$240
تكلفة الاستبدال السنوية	$400 مع أن في بدايات سنوات المشروع لا يتوقع ان يكون هناك اي استبدال ومع ذلك فقد تم تخصيص هذا المبلغ
رواتب السنوية	$1200 مع ان الموظفين موجودين في المعهد التقني بعقوبة لكن تم تخصيص هذا المبلغ في حال تم تكليفهم بمتابعة أي أمر متعلق بالمشروع, بحيث يكون كمبلغ اضافي على الراتب الأساسي
كلفة الارض	(الارض مجانية حكومية ارض المعهد التقني بعقوبة)
العمر الانتاجي	(25 سنة)

المصدر:اعداد الباحثة

2- الإشعاع الشمسي

تم تحديد بيانات الإشعاع الشمسي حسب الموقع من خلال تحديد موقع عمل المشروع من خلال الاقمار الاصطناعية وتحديد الاحداثيات على خرائط GPS.

3-النتائج والتحليل

طبقاً لما تقدم تم تطبيق العمل على برنامج محاكاة الطاقة الشمسية PV syst وقد تبين التالي جدول (2) يوضح التكلفة الأولية لبناء النظام الشمسي ويتضمن تكلفة الخلايا والعاكس والبطاريات والاسلاك والنصب والتكاليف التشغيلية السنوية.

جدول (2) التكلفة الأولية لبناء النظام الشمسي والتكاليف التشغيلية السنوية

Investment			
Direct costs			
PV modules			
SN360M-10	170 units	125.00 USD / unit	21250.00 USD
Supports for modules			1600.00 USD
Inverters			
Conext TL 20000 E	3 units	2600.00 USD / unit	7800.00 USD
Installation			
Accessories, fasteners			80.00 USD
Wiring			320.00 USD
Settings			800.00 USD
		Net investment (CAPEX)	**31850.00 USD**
Operating costs			
Maintenance			
Salaries			1200.00 USD / year
Reparation			400.00 USD / year
Cleaning			240.00 USD / year
		Total (OPEX)	**1840.00 USD / year**

كذلك تم تقدير التكلفة التشغيلية السنوية للنظام الشمسي في بناية أنظمة الحاسبات وحسب المدخلات وبذلك بلغت (1840) دولار أمريكي سنوياً كما يوضح الجدول (2) ويوضح الجدول (3) كمية الطاقة المنتجة سنوياً في المشروع.

الجدول (3) كمية الطاقة المنتجة سنوياً في مشروع الطاقة الشمسية في قسم أنظمة الحاسبات

Main simulation results				
System Production	**Produced Energy**	**81.36 MWh/year**	Specific prod.	1329 kWh/kWp/year
	Performance Ratio PR	86.93 %	Solar Fraction SF	42.31 %
Investment	Global incl. taxes	31850.00 USD	Specific	0.52 USD/Wp
Yearly cost	Annuities (Loan 0.00%, 25 years)	0.00 USD/yr	Running Costs	1840.00 USD/yr
Energy cost		**0.04 USD/kWh**	Payback period	**5.1 years**

وطبقاً لنتائج محاكاة برنامج الطاقة الشمسية للمشروع فقد سجلت عملية التحليل كمية الطاقة الكهربائية المنتجة من الخلايا الشمسية والتي تعتمد كذلك على شدة الاشعاع الشمسي في موقع المشروع فقد بلغت كمية الانتاج السنوي للطاقة الكهربائية من الخلايا الشمسية كما موضحة بالجدول (3) (Produced Energy 81.36 Mwh/year)

وعليه تم احتساب تكلفة وحدة الطاقة المنتجة كما يوضح الجدول(4)وفقاً لما تم الحصول عليه من نتائج برنامج المحاكاة مقدرة بالدولار الامريكي.

جدول (4) تكلفة وحدة الطاقة المنتجة بالكيلو واط ساعة

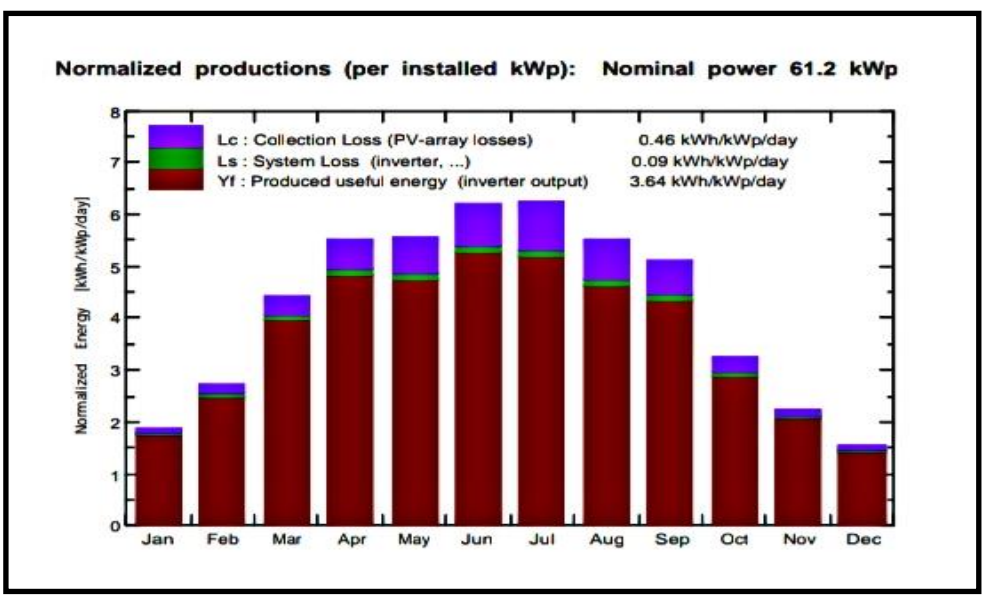
System summary	
Net investment	**31850.00 USD**
Own funds	31850.00 USD
Loan	0.00 USD
Total yearly cost	**1840.00 USD / year**
Unused energy	**8.8 MWh / year**
Energy sold to the grid	**72.56 MWh / year**
Cost of produced energy	**0.04 USD / kWh**
(sum of costs over lifetime / total production over lifetime)	

وعليه تم تقدير تكلفة وحدة الطاقة المنتجة في مشروع الطاقة الشمسية في قسم أنظمة الحاسبات لتبلغ حوالي (0.04 USD/ kwh) كما يوضح الجدول (4)

كذلك يوضح الجدول (4) كمية الطاقة المنتجة المطلوبة للاستخدام الذاتي وهي كما حددناها سابقاً تبعاً للمدخلات (8.8 mwh/year) وكذلك كمية الطاقة الكهربائية المحددة للبيع تبعاً للمدخلات (72.56 mwh/year)

بينما يوضح الشكل (2) الانتاجية لمشروع الطاقة الشمسية على مدار اشهر السنة

شكل (2) الانتاجية لمشروع الطاقة الشمسية على مدار اشهر السنة لمشروع الطاقة الشمسية في قسم أنظمة الحاسبات



حيث تعتمد الانتاجية على طريقة توجية الخلايا الشمسية للاشعة الشمسية للاستفادة من الاشعة الساقطة ومقدار شدة الاشعاع الشمسي الساقط في كل شهر بناء على الموقع الجغرافي للمشروع الذي يتم تحديده ويتم التوصل اليه عبر الاقمار الاصطناعية من خلال البرنامج عبر خرائط GPS والاستعانة ببيانات وكالة الفضاء الامريكية ناسا من اجل استيراد بيانات الاشعاع الشمسي من قاعدة بيانات الاشعاع الشمسي المؤرشفة، كذلك يحدد الجدول (5) التعرفة سعر البيع للكيلو واط ساعة حسب المدخلات

الجدول (5) التعرفة سعر البيع للكيلو واط ساعة

Electricity sale	
Feed-in tariff	**0.10 USD/kWh**
Duration of tariff warranty	20 years
Annual connection tax	0 USD
Annual tariff variation	0.0 % / year
Feed-in tariff variation after warranty	-50 %
Self-consumption	
Consumption tariff	**0.100 USD/kWh**

حيث تم تحديد سعر البيع وحدة الطاقة الكهربائية (0.10 USD/kwh) وقد تم تحديدها بناء على تعرفة الكهرباء المقرة من وزارة الكهرباء العراقية والمعمول بها حالياً حيث أن تعرفه الكهرباء القطاع الحكومي للكيلو واط ساعة يبلغ (120 دينار عراقي للكيلو واط ساعة) وهو ما يعادل بالدولار الامريكي (0.10).

جدول(6) التعرفة الكهربائية الموحدة والمقرة من قبل وزارة الكهرباء العراقية والمعمول بها

النوع	فئة صنف الاستهلاك	تعرفة وحدة الطاقة دينار / (ك.و.س)
منزلي	1-1500	10
	15001-3000	35
	3001-4000	80
	4001 فأكثر	120
تجاري	1-1000	60
	1001-2000	80
	2001 فأكثر	120
صناعي	لكل الفئات	60
حكومي	لكل الفئات	120
زراعي	لكل الفئات	60

المصدر: اعداد الباحثون بالاعتماد على بيانات وزارة الكهرباء العراقية

فئة صنف الاستهلاك تعني التدرج بارتفاع السعر بالتزامن مع ارتفاع الاستهلاك وفق الفئات المحددة ولكل نوع.

علماً أن المشروع الحالي للطاقة الشمسية هو في المعهد التقني بعقوبة أي تزويد القطاع الحكومي بالطاقة لذلك تم أختيار تعرفة الكهرباء نوع الحكومي (120) وهو يعادل بالدولار (0.10) وبذلك تم تحديد سعر بيع الطاقة الفائضة(0.10) في مدخلات البرنامج . وعليه يحدد الجدول (7) بعض نتائج التحليل المحاكاة

جدول (7) النتائج المالية لتحليل المحاكاة لمشروع الطاقة الشمسية

Return on investment	
Project lifetime	25 years
Payback period	5.1 years
Net profit at end of lifetime	107411.58 USD
Return on investment (ROI)	337.2 %

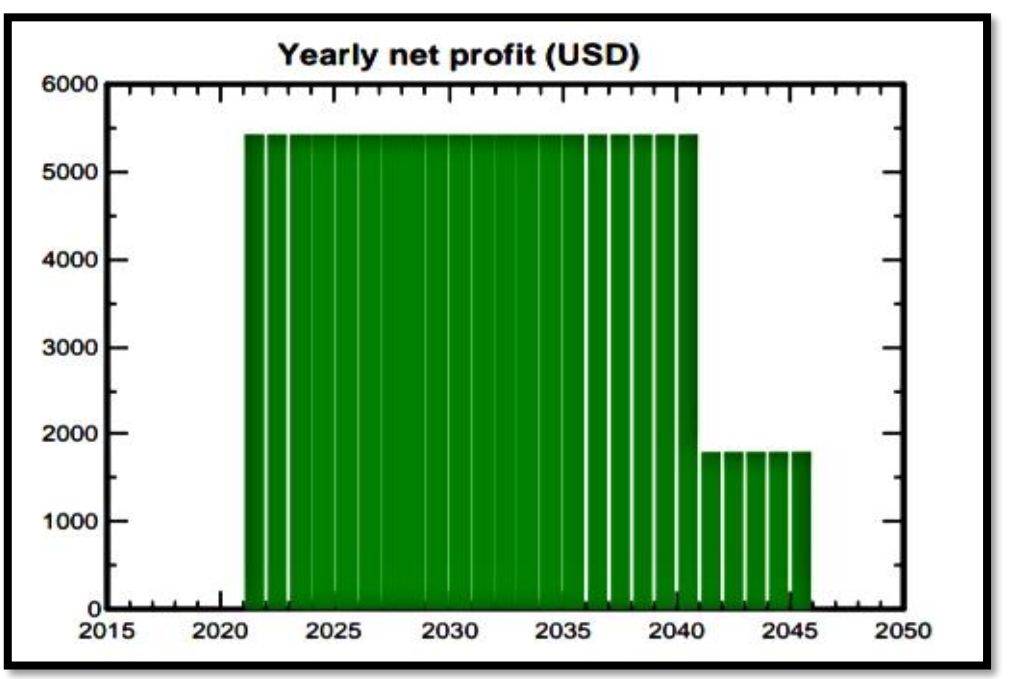
نلاحظ من الجدول (7) العمر الانتاجي للمشروع 25 سنة، كذلك فترة استرداد للمبالغ المصروفة خلال فترة عمر المشروع والعوائد المتأتية من بيع الطاقة الكهربائية طوال عمر المشروع بالاضافة الى الوفورات التي يتم توفيرها على صاحب المشروع اذا كان لا يملك منظومة طاقة شمسية حيث يتوجب عليه شراء ما يعدلها من الشبكة الوطنية.

وعليه تم احتساب فترة استرداد المبالغ في المشروع من تحليل ومحاكاة البرنامج وبالتالي كانت فترة الاسترداد (payback period) ما يعادل 5.1 سنة كما موضح بالجدول (7).

كذلك تم تحديد صافي الارباح في نهاية عمر المشروع بنتائج تحليل البرنامج كما موضح بالجدول (7) حيث بلغت (107411.58 USD)

اما العائد على الاستثمار (Return on investment) فقد تم حسابه بنتائج التحليل والمحاكاة وقد بلغ (337.2 %)، و يوضح الشكل (3) صافي الارباح السنوية لمشروع الطاقة الشمسية.

شكل (3) صافي الارباح السنوية على مدار العمر الانتاجي لمشروع الطاقة الشمسية في قسم أنظمة الحاسبات



حيث نلاحظ ان في السنوات الأولى من عمر المشروع تكون الارباح اعلى من السنوات الاخيرة وذلك بتقدم عمر المشروع حيث تنخفض الكفاءة في السنوات الاخيرة وبذلك تقل الانتاجية

ويوضح الجدول(8) بالأرقام الكميات السنوية للطاقة الكهربائية المباعة (sold energy) وحسب سعر البيع الذي تم تحديده (0.10 USD/KWH) بناء على التعرفة المقررة من وزارة الكهرباء وتم ادخاله ضمن المدخلات المطلوبة في البرنامج، كذلك يوضح الجدول (8) كمية الطاقة الكهربائية السنوية المطلوبة للاستخدام الذاتي (self cons.saving) حيث يتم تحديدها من قبل مالك المشروع لاستخدامه الذاتي

جدول (8) الطاقة الكهربائية المباعة و الطاقة الكهربائية المستخدمة للاستهلاك الذاتي والمجموع التراكمي للارباح خلال العمر الانتاجي لمشروع الطاقة الشمسية في قسم أنظمة الحاسبات.

Year	Sold Energy	Running Costs	Taxable income	Tax 0.00 %	After-tax profit	Self-cons. saving	Cumul. profit	% amortized
2021	7256	1840	4142	0	5416	880	6296	19.8%
2022	7256	1840	4142	0	5416	880	12592	39.5%
2023	7256	1840	4142	0	5416	880	18888	59.3%
2024	7256	1840	4142	0	5416	880	25184	79.1%
2025	7256	1840	4142	0	5416	880	31480	98.8%
2026	7256	1840	4142	0	5416	880	37776	118.6%
2027	7256	1840	4142	0	5416	880	44072	138.4%
2028	7256	1840	4142	0	5416	880	50368	158.1%
2029	7256	1840	4142	0	5416	880	56664	177.9%
2030	7256	1840	4142	0	5416	880	62960	197.7%
2031	7256	1840	4142	0	5416	880	69256	217.4%
2032	7256	1840	4142	0	5416	880	75552	237.2%
2033	7256	1840	4142	0	5416	880	81849	257.0%
2034	7256	1840	4142	0	5416	880	88145	276.7%
2035	7256	1840	4142	0	5416	880	94441	296.5%
2036	7256	1840	4142	0	5416	880	100737	316.3%
2037	7256	1840	4142	0	5416	880	107033	336.1%
2038	7256	1840	4142	0	5416	880	113329	355.8%
2039	7256	1840	4142	0	5416	880	119625	375.6%
2040	7256	1840	4142	0	5416	880	125921	395.4%
2041	3628	1840	514	0	1788	880	128589	403.7%
2042	3628	1840	514	0	1788	880	131257	412.1%
2043	3628	1840	514	0	1788	880	133925	420.5%
2044	3628	1840	514	0	1788	880	136593	428.9%
2045	3628	1840	514	0	1788	880	139262	437.2%
Total	163255	46000	85405	0	117255	22007	139262	437.2 %

نلاحظ من الجدول (8) الطاقة المباعة لكل سنة وعلى اساس تعرفة سعر بيع (0.10) سنت لكل كيلو واط ساعة ونلاحظ في السنوات الاخيرة هناك انخفاض في الطاقة المباعة نتيجة الانخفاض في الانتاجية التي تحصل في السنوات الأخيرة من العمر الانتاجي للمشروع وكذلك نلاحظ والتكاليف التشغلية لكل عام من عمر المشروع والطاقة المطلوبة للاستخدام الذاتي والمجموع التراكمي للأرباح طوال 25 سنة لانتاج المشروع.

5- الأثار البيئية

من أهم الجوانب الايجابية الخاصة بمشاريع الطاقة الشمسية هي انخفاض الأثار السلبية للبيئة في حال استخدام مشاريع الطاقة الشمسية لأنتاج الطاقة الكهربائية نتيجة التقليل باستخدام الوقود الأحفوري مقارنة بكمية انبعاثات الغازات الناتجة من توليد الطاقة الكهربائية بالمصادر التقليدية ويوضح الجدول (9) مقدار الانخفاض بانبعاثات غاز co2

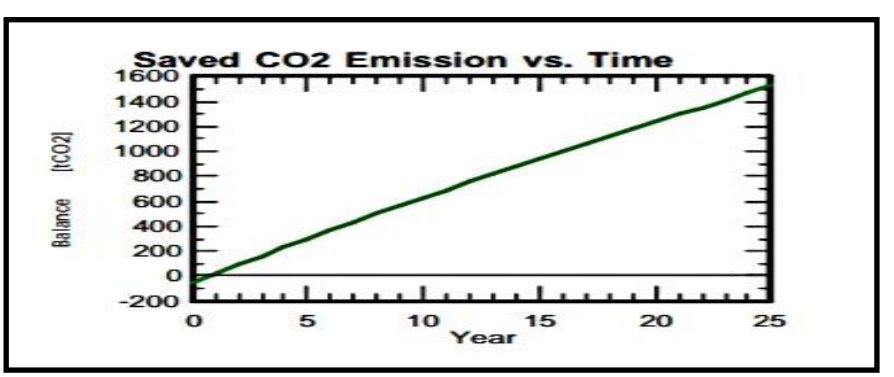
جدول (9) كمية الانخفاض بانبعاث غاز co2 مقاس بالطن

Produced Emissions	**Total:**	**47.69 tCO2**
	Source:	Detailed calculation from table below
Replaced Emissions	**Total:**	**1767.6 tCO2**
	System production:	81.36 MWh/yr Lifetime: 25 years
		Annual Degradation: 1.0 %
	Grid Lifecycle Emissions:	869 gCO2/kWh
	Source:	IEA List Country: Iraq
CO2 Emission Balance	**Total:**	**1523.2 tCO2**

System Lifecycle Emissions Details:

Item	Modules	Supports
LCE	1713 kgCO2/kWp	5.80 kgCO2/kg
Quantity	25.0 kWp	840 kg
Subtotal [kgCO2]	42818	4869

نلاحظ من الجدول(9) هناك انخفاض اجمالي في انبعاث غاز co2 بمقدار (1523.2) طن على مدار عمر المشروع اي أن كمية الطاقة الكهربائية المنتجة سنويا من المشروع الطاقة الشمسية كما موضحة في جدول (9) (81.36 Mwh/year) هذه الكمية الانتاج السنوي للطاقة الكهربائية من مشروع الطاقة الشمسية في حال تم انتاجها بالمحطات التقليدية سوف تبعثلي انبعاث غاز co2 بمقدار(1523.2) طن الى المحيط الخارجي لكن مشروع الطاقة الشمسية ساهم في المحافظة على البيئة من التلوث. ويوضح الشكل (4) برسم بياني مقدار الانخفاض في انبعاث غاز co2 على مدار عمر المشروع.



شكل (4) الانخفاض في انبعاث غاز co2 على مدار العمر الانتاجي لمشروع الطاقة الشمسية في قسم أنظمة الحاسبات

ثالثاً: عرض وتحليل نتائج مقارنة تكاليف الطاقة الشمسية بالطاقة التقليدية

يوجد بالعراق أنواع من محطات توليد الطاقة الكهربائية التي تعتمد في انتاجها للطاقة الكهربائية على الوقود الأحفوري (النفط والغاز) مثل المحطات الغازية, الحرارية, تتوزع بمناطق مختلفة ويختلف انتاجها باختلاف كمية الوقود المستخدم, ومن أجل مقارنة تكاليف انتاج الطاقة الشمسية بالطاقة التقليدية تم اختيار محطة النجيبية الحرارية

1- تكاليف انتاج محطة النجيبية الحرارية وأثرها على التنمية المستدامة

هذا النوع من المحطات هو الغالب في توليد الطاقة الكهربائية والتي تستخدم النفط الخام في عملية توليد الطاقة الكهربائية لذلك يجب ان تكون قريبه من مصادر النفط الخام كذلك تحتاج الى مصدر مائي دائم من اجل التبريد المستمر ,و تتطلب ايدي عاملة وتعتبر محطات الكهرباء البخارية من اكبر الملوثات الحرارية للماء نتيجة المياه المعالجة بالمواد الكيميائية وتسرب هذه المواد الملوثة الى التربة كذلك تتأثر بالانخفاض في مناسيب المياه، ونتيجة تطلبها الى ايدي عاملة كثيرة وكميات كبيرة من الوقود لذلك ترتفع الكلفة التشغيلية في مثل هذه المحطات. بما ان محطة النجيبية الحرارية هي محطة تعمل بالطاقة التقليدية (الوقود الاحفوري) لذلك تكون تكاليفها التشغيلية مرتفعة حيث تستخدم النفط الخام بشكل يومي وبكميات استهلاك مرتفعة شهرياً وبالتالي تكون تكاليف الوقود مرتفعة حيث بلغت تكلفة الوقود لعام 2018 (2251760871000) دينار عراقي كما هي موضحة في جدول (10) وهذه هي نقطة الاختلاف الرئيسية مع مشاريع الطاقة الشمسية حيث لا تتطلب وجود النفط الخام بل تعتمد على مصدر طبيعي الاشعاع الشمسي المتوفر بصورةمجانية ومتاح للجميع لذلك تكون تكاليفها التشغيلية منخفظة جداً, لذلك هناك الكثير من التكاليف الغير موجودة في مشروعات الطاقة الشمسية كما يوضحها الجدول(10)

جدول(10)بعض التكاليف المصروفة على محطة النجيبية الحرارية للعام 2018بالدينارالعراقي

ت	البيان	المبالغ لعام 2018
1	معالجة المياه	807552903000
2	حفظ كيمياوي	233765048000
3	البيئة	102920338000
4	السلامة	18669534000
5	الاطفاء	169913874000
6	صيانة	402864555000
7	نقل العاملين	247413872000
8	الطبابة	33794217000
9	التدريب والتطوير	154246792000
10	وقود التشغيل	2251760871000

المصدر: سجلات محطة كهرباء النجيبية الحرارية

جدول (11) كميات الانتاج المصدر للشبكة الشهرية والمتراكة في محطة النجيبية الحرارية لعام 2018

البيان	الشهرية (كيلوواط/ساعة)	المتراكمة (كيلو واط/ساعة)
كمية الانتاج المصدر للشبكة **(كيلوواط/ساعة)**	52343400	535547448

المصدر: سجلات محطة كهرباء النجيبية الحرارية

جدول (12) كلفة انتاج (كيلو واط /ساعة "kwh") المصدر للشبكة في محطة كهرباء النجيبية الحرارية 2018 بالدينار العراقي

المركز	الرصيد في بداية الشهر	رصيد الحركة الشهرية	الرصيد لتاريخه	كلفة انتاج (كيلو واط/ساعة)الشهرية	كلفة انتاج (كيلو واط /ساعة)المتراكم
مركز الانتاج	2198278255000	1019569126000	3217847381000	19478	6009
خدمات أنتاجية	3416657436000	1519156297000	4935813733000	29023	9216
خدمات ادارية	9489687040000	1503368410000	1099305545000	2872	2053
المجموع	6563904395000	2689062264000	9252966659000	**51373**	17278

المصدر: سجلات محطة كهرباء النجيبية الحرارية

مما سبق يتضح كلفة انتاج الوحدة المصدرة كيلو واط/ساعة الشهرية (19478) دينار عراقي وهو ما يعادل بالدولار (16.3) وعلى اساس سعر الصرف لعام 2020 (1 دينار عراقي يعادل 0.00084 دولاراً أمريكياً)

2- الأثار البيئية لمحطة النجيبية الحرارية وأثرها على التنمية المستدامة

ان عملية توليد الطاقة الكهربائية من خلال محطة كهرباء النجيبية الحرارية تطرح الكثير من الملوثات وتسبب بتلوث الهواء والماء واضرار صحية لسكان المجاورين، تعاني المحطة من ارتفاع الاملاح في (نهر كرمة علي) في صيف العام الماضي وتم مفاتحه الموارد المائية حول الاطلاقات المائية لتحديد الاطلاقات ونسب ارتفاع الأملاح المتوقع. تجهز المحطة بالنفط الخام كوقود رئيسي وأن مشاكل هذا النوع من الوقود يسبب ترسبات و انسدادات في مسخنات الهواء الدوارة مما يضطر المحطة الى التوقف

واجراء عمليات الغسل الكيمياوي مرتان في الشهر على الاقل بشكل دوري، ويوضح الجدول (13)الاثار البيئية لمحطة النجيبية الحرارية.

جدول (13) التلوث البيئي محطات النجيبية الحرارية 2018

الملوثات	التفاصيل
تلوث الهواء	تلوث الهواء بسبب الوقود المستخدم للتشغيل وهذه الغازات غيرمسيطر عليها ولا توجد أجهزة قياس لهذه الغازات المنبعثة من المداخن
المياه الصناعية	لا توجد معالجة للمياه الناتجة من عملية اعادة الطاقة لأن عملية المعالجة مكلفة جداً الا في حالة تغيير منظومة الحامض المستخدم في عملية الطاقة من حامض الكربيتيك الى حامض HCL
الملوثات الناتجة عن العمل	الغازات المتطايرة من المداخن واستخدام وقود غير نقي للتشغيل وزيادة تراكم السكراب
الاهتزازات	لمعدات الوحدات العاملة
الملوثات الخارجية المؤثرة على موقع العمل	الكاربون الناتج من احتراق الوقود, مخلفات نواتج العمل الكيمياوي
الضوضاء	ناتج عن معدات التشغيل ويكون خارج المحددات البيئية
فاصلات الزيوت	لا توجد قانصة زيوت لكي يتسنى السيطرة على الملوثات الهيدروكاربونية

المصدر: اعداد الباحثة بالاعتماد على التقارير الشهرية لقسم البيئة لمحطة النجيبية الحرارية

ثالثاً: مقارنة ومناقشة النتائج

وتأسياً على ما تقدم ووفقاً لمعطيات النتائج السابقة ولبيان دور محاسبة الاستدامة في قياس تكاليف الطاقة الشمسية من اجل تشخيص النتائج المتوقعة للتنمية المستدامة وبيان العلاقة المتبادلة بين محاسبة الاستدامة والتنمية المستدامة من خلال الطاقة الشمسية نستعرض الجداول (14) و (15) و (16) و(17) و(18)

1- جدول (14) مقارنة التكاليف مشاريع الطاقة الشمسية بالطاقة التقليدية

ت	النوع	تكلفة انتاج الكيلو واط ساعة
1	انتاج الطاقة الكهربائية لمشروع الطاقة الشمسية في قسم أنظمة الحاسبات	(0.04)USD/Kwh
2	انتاج الطاقة الكهربائية في محطة كهرباء النجيبية الحرارية	(16.3) USD/Kwh لعام 2018

المصدر: إعداد الباحثة بالاعتماد على جدول (4)

جدول (15) مقارنة التلوث البيئي للهواء **لمشاريع الطاقة الشمسية بالطاقة التقليدية**

ت	المشروع	الطاقة الانتاجية السنوية	مقدار تخفيض التلوث البيئي
1	انتاج الطاقة الكهربائية لمشروع الطاقة الشمسية في قسم أنظمة الحاسبات	Mwh/Year 81.36	T co2 (1523.2)

المصدر: إعداد الباحثة بالاعتماد على جدول (9)

اما في محطات الطاقة التقليدية وبالاخص عينة الدراسة محطة النجيبية الغازية والبخارية لا توجد اجهزة لقياس الغازات المنبعثة وكذلك لا توجد محددات بيئية للغازات المنبعثة في الجو.

جدول (16) نتيجة فحص الغازات الملوثة في محطة كهرباء النجيبية الحرارية

نوع الفحص الغازات المنبعثة من محطة النجيبية	المحددات البيئية للغازات المنبعثة	نتيجة الفحص
أول أوكسيد الكاربون، اكاسيد النتروجين, ثاني اوكسيد الكبريت، ثالث اوكسيد الكبريت، الجسيمات العالقة الكلية	لا توجد محددات بيئية من قبل دائرة البيئة	لا توجد اجهزة قياس

المصدر:(اعداد الباحثة بالاعتماد على التقارير الشهرية لقسم البيئة لمحطة النجيبية الحرارية)

3- مقارنة التلوث البيئي للمياه لمشاريع الطاقة الشمسية بالطاقة التقليدية

اما المياه الصناعية الملوثة المصروفة فأن مشاريع الطاقة الشمسية لا توجد فيها مياه صناعية ملوثة مصروفة للأنهر لأنها لا تعتمد على المياه والوقود في انتاج الطاقة الكهربائية بل على المورد الطبيعي الاشعة الشمسية الساقطة الصديقة للبيئة والمتاحة للجميع، جدول (18) مقارنة التلوث البيئي للمياه الصناعية المصروفة

جدول(17) مقارنة الاثار البيئية للمياه الصناعية المصروفة

نوع الفحص		محطة كهرباء النجيبية نتيجة الفحص 3l9l2018	مشروع الطاقة الشمسية في قسم أنظمة الحاسبات
المياه الصناعية المصروفة			
	المحددات البيئية		
الدالة الحامضية	6-9.5	8.5	0
الحرارة	<35 C°	28.8	0
المواد الصلبة العالقة	<60 mg/l	117	0
الكبريتات	<400 mg/l	1250	0
الكلوريدات	<600 mg/l	6160	0
الهايدروكاربونات	<10 mg/l	3.8	0
الفوسفات	<3 mg/l	4.2	0
الحديد	<2 mg/l	1.9	0
النحاس	<0.2 mg/l	0.03	0
البورون	<1 mg/l	0.07	0
الكروم	<0.1 mg/l	0.05	0
النترات	<50 mg/l	0.4	0
الخارصين	<2 mg/l	0.01	0

المصدر:(اعداد الباحثة بالاعتماد على التقارير الشهرية لقسم البيئة لمحطة النجيبية الحرارية)

نلاحظ من الجدول اعلاه هناك زيادة في التلوث الذي تسببه المياه الصناعية المصروفة الى النهر وتتجاوز المحددات البيئية الموضوعة

جدول (18) مقارنة التكاليف البيئية والاجتماعية لمشاريع الطاقة الشمسية بالطاقة التقليدية

ت	النوع	التكاليف البيئية بالدولار	التكاليف الاجتماعية بالدولار
1	مشروع الطاقة الشمسية في قسم أنظمة الحاسبات	(0) لا توجد تكاليف بيئية لأنها لا تطرح أي ملوثات	(0) لا توجد تكاليف اجتماعية
2	محطة كهرباء النجيبية الحرارية	(85756299.85) USD لعام 2018	(519967342,42) USD لعام 2018

المصدر: إعداد الباحثة بالاعتماد على جدول (10)

وتأسياً على ما تقدم من النتائج الواردة في الجداول (14) و (15) و (16) و(17) و(18) تؤيد صحة الفرضية الرئيسسية الأولى (دور محاسبة الاستدامة في قياس تكاليف الطاقة الشمسية من أجل تشخيص النتائج المتوقعة للتنمية المستدامة) والفرضية الفرعية التي تشير الى العلاقة المتبادلة بين محاسبة الاستدامة والتنمية المستدامة من خلال الطاقة الشمسية فضلاً عن قياس التكاليف البيئية والاجتماعية.

أولاً: استنتاجات

1- تساهم الطاقة الشمسية في تعزيز التنمية المستدامة بأبعادها الأقتصادية والبيئية والاجتماعية.

2-أظهرت الدراسة أن الأستخدام المتزايد للوقود الأحفوري هو أحد أسباب أرتفاع أنبعاثات الغازات في الجو وأن أستخدام البدائل التي لا تؤثر على البيئة والتي تتمثل في أستخدام الطاقة الشمسية هو البديل الحقيقي للتخلص من الاحتباس الحراري.

3- أظهرت الدراسة تكلفة انتاج الكيلو واط ساعة من مشروع الطاقة الشمسية في قسم أنظمة الحاسبات 0.04 USD/Kwh

4- أظهرت الدراسة تكلفة انتاج الكيلو واط ساعة من محطة كهرباء النجيبية الحرارية لعام 2018 USD/Kwh (16.3) وهي الاعلى تكلفة بالمقارنة مع مشاريع الطاقة الشمسية.

5- توصلت نتائج الدراسة أن توليد الطاقة الكهربائية باستخدام الطاقة الشمسية هي الأقل تكلفة بالمقارنة مع الطاقة التقليدية.

6- أظهرت الدراسة مقدار الانخفاض بالتلوث البيئي من انبعاثات الغازات السامة من مشروع الطاقة الشمسية في قسم أنظمة الحاسبات (1523.2) طن من co2.

7- اوضحت نتائج الدراسة ارتفاع التلوث البيئي للهواء والمياه الناتج من توليد الطاقة الكهربائية باستخدام الوقود الاحفوري.

التوصيات

1- التأكيد على ضرورة أهتمام شركة انتاج الطاقة الكهربائية المنطقة الجنوبية بمحاسبة الاستدامة كونها أحد الأساليب والأدوات المستخدمة لقياس وتحليل تكاليف الطاقة الشمسية ومقارنتها بتكاليف الطاقة التقليدية وبيان الفرق لوحدة الطاقة بينهما

2- أن الله وهب العراق الكثير من المقومات والقدرات لتعزيز مشاريعنا المتمثلة بالطاقة الشمسية على مدار السنة كمورد رئيسي غير قابل للنفاذ, لذا يتوجب أستغلال هذا المورد وما يرافق ذلك من انخفاض في تكاليف أنتاج الطاقة الكهربائية

3- التأكيد على كل الجهات المسؤولة عن أنتاج الطاقة الكهربائية بالتوجه نحو أستخدام مشاريع الطاقة الشمسية لأنتاج الطاقة الكهربائية لما تمثله من تكنولوجيا متقدمة مقارنة بالطاقة التقليدية التي تعتمد على الوقود الأحفوري القابل للنفاذ.

المصادر

أولاً: المصادر العربية

1. بدوي، محمد عباس (2012) "المحاسبة البيئية بين النظرية والتطبيق"، دار المكتب الجامعي الحديث، الطبعة الأولى، مصر.

2. بدوي، محمد عباس و البلتاجي، يسرى محمد (2013) "المحاسبة في مجال التنمية المستدامة"، دار المكتب الجامعي الحديث، الطبعة الأولى، مصر.

3. عباس، بشائر خضير (2013) "القياس المحاسبي لرأس المال الفكري وعلاقته بإداء المنظمة دراسة تطبيقية على عينة من المصارف العراقية "رسالة مقدمة الى كلية الادارة واقتصاد، جامعة الكوفة لنيل درجة الماجستير في المحاسبة.

4.فاتح، غلاب (2017) "إطار محاسبي مقترح لتطبيق نظام المحاسبة عن التنمية المستدامة في المؤسسات الاقتصادية" اطروحة دكتوراه مقدمة الى كلية العلوم الاقتصادية والتجارية والتسيير، جامعة سطيف لنيل درجة الدكتوراه في المحاسبة.

5.فريد، حنان هارون (2016) "أثر الإفصاح المحاسبي عن المعلومات غير المالية للمسؤولية الاجتماعية والاستدامة على دقة تنبؤات المحللين الماليين" مجلة الريادة لاقتصاديات الأعمال، المجلد (2) العدد (3).

6. كعوان، سليمان (2015) "تجربة الجزائر في استغلال الطاقة الشمسية وطاقة الرياح" مجلة العلوم الاقتصادية والتسيير والعلوم التجارية، العدد (14)

7.مرزوق، ياسمينة (2018) "دور الطاقات المتجددة في تحقيق التنمية المستدامة في الجزائر" رسالة ماجستير مقدمة الى كلية الحقوق والعلوم السياسية، جامعة محمد بو ضياف لنيل درجة الماجستير في المحاسبة.

8. وافية، فروخي (2018) "استراتيجيات الطاقة المتجددة ودورها في تحقيق التنمية المستدامة" اطروحة دكتوراه مقدمة الى كلية العلوم الاقتصادية والتجارية والتسيير، جامعة سطيف لنيل درجة الدكتوراه في المحاسبة.

ثانياً: المصادر الأجنبية

A: Books

1.Chauhan, pradeep. (2014) "energy and sustainability development in indin ", twenty first century publications, patlala.

2.Timmons, David, Jonathan M. Harris, and Brian Roach. (2014) "The economics of renewable energy" *Global Development And Environment Institute, Tufts* University.

B: Journal & periodicals:

1.Abdel-Magid, Moustafa F. (2014) "Toward a better understanding of the role of measurement in accounting." *Accounting Review*.

2. ActewAGL (2008)" Solar Power Plant Pre-Feasibility Study"
3.Bahadori, Alireza, Chikezie Nwaoha, Sohrab Zendehboudi, and Gholamreza Zahedi. (2013) "An overview of renewable energy potential and utilisation inAustralia." *Renewable and sustainable energy reviews* 21
4.Burritt, Roger L., and Stefan Schaltegger. (2010) "Sustainability accounting and reporting: fad or trend?" *Accounting, Auditing & Accountability Journal*.
5.Blessing, Ijeoma Ngozi. (2015) "The role of environmental cost accounting in environmental sustainability in Nigeria." *American journal of business, economics and management* 3, no. 6
6.Dincer, Ibrahim. (2000) "Renewable energy and sustainable development: a crucial review." *Renewable and sustainable energy reviews* 4, no. 2
7.Ghorbani, Narges, Arman Aghahosseini, and Christian Breyer. (2020) "Assessment of a cost-optimal power system fully based on renewable energy for Iran by 2050–Achieving zero greenhouse gas emissions and overcoming the water crisis." *Renewable Energy* 146
8.Pietrosemoli, Licia, and Carlos Rodríguez-Monroy. (2019) "The Venezuelan energy crisis: Renewable energies in the transition towards sustainability." *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 105
9.Ram, Manish, Michael Child, Arman Aghahosseini, Dmitrii Bogdanov, Alena Lohrmann, and Christian Breyer. (2018) "A comparative analysis of electricity generation costs from renewable, fossil fuel and nuclear sources in G20 countries for the period 2015-2030." *Journal of cleaner production* 199
10.Schaltegger, Stefan, and Marcus Wagner. (2006) "Integrative management of sustainability performance, measurement and reporting." *International Journal of Accounting, Auditing and Performance Evaluation* 3, no
11. timmons D, Dhunny AZ, Elahee K, Havumaki B, Howells M, Khoodaruth A, Lema-Driscoll AK, Lollchund MR, Ramgolam YK, Rughooputh SD, Surroop D. (2019)" Cost minimization for

fully renewable electricity systems": A Mauritius case study. Energy policy

12.Nguyen, Phuong Anh, Malcolm Abbott, and Thanh Loan T. Nguyen. (2019) "The development and cost of renewable energy resources in Vietnam." *Utilities Policy* 57

13. Verbruggen, Aviel, Manfred Fischedick, William Moomaw, Tony Weir, Alain Nadaï, Lars J. Nilsson, John Nyboer, and Jayant Sathaye. (2010) "Renewable energy costs, potentials, barriers: Conceptual issues." *Energy policy* 38, no. 2

C: Internet

1. IRENA. International renewable energy agency (2014)" The Socio-economic Benefits of Solar and Wind Energy", https://www.irena.org

2. IRENA. International renewable energy agency (2015)" THE TRUE COST OF FOSSIL FUELS SAVING ON THE EXTERNALITIES OF AIR POLLUTION AND CLIMATE CHANGE", https://www.irena.org

3.IRENA. International renewable energy agency (2019) "renewable power generation costs", https://www.irena.org

4. IRENA. International renewable energy agency (2019)" CLIMATE CHANGE AND RENEWABLE ENERGY NATIONAL POLICIES AND THE ROLE OF COMMUNITIES, CITIES AND REGIONS, https://www.irena.org

5. IRENA. International renewable energy agency (2019)" renewable energy and jobs annual review 2019", https://www.irena.org

6. IRENA. International renewable energy agency (2019)" renewable cost database", https://www.irena.org