

دراسة وتقييم منظومات التحويل الفوتوضوئي للطاقة الشمسية (PV) لاستخدامها في القطاع السكني

عبدالباسط مصطفى هبال
جامعة الزاوية ، كلية الموارد الطبيعية ، العجيلات ، ليبيا
malabdo@yahoo.co.uk

محمد ابو عجيبة الجدل
المعهد العالي للعلوم والتقنية ، العجيلات ، ليبيا
elgadal58@yahoo.com

عبدالله سالم المشرفي
جامعة الزاوية ، كلية الموارد الطبيعية ، العجيلات ، ليبيا
meshrgi1@hotmail.com

الحجاج المختار قباصة
جامعة الزاوية ، كلية الهندسة ، الزاوية ، ليبيا
Alhjjaj012@yahoo.com

مكلف حالياً، وخاصة في المناطق النائية و الزراعية، بسبب المساحة الكبيرة التي تحتاجها الشبكة لتغطية حجم الاستثمار في البنية التحتية [5]. يبلغ عدد مستهلكي الكهرباء في ليبيا أكثر من مليون مستهلك. يمثل القطاع السكني نسبة 39 في المائة من مجموع الاستهلاك. بالتالي، فإن القطاع السكني يمثل أعلى حصة من الطلب على الطاقة الكهربائية [6].

في أغسطس 2006 صادقت حكومة ليبيا على بروتوكول كيوتو لعام 2005 بشأن تغير المناخ ، الهادف إلى مكافحة ظاهرة الاحتباس الحراري (Global warming) ، و بدأت ايضا في تطوير مصادر طاوقية صديقة للبيئة. احد هذه المصادر هو الطاقة الشمسية. ويدعم ذلك أن ليبيا بلد يمتاز بسخونة الجو حيث أن أكثر من 88 % من اراضيها يعتبر الصحراء مما يجعلها من أفضل البلدان استخداما للطاقة الشمسية للمساعدة في تلبية الطلب المتزايد على الطاقة الكهربائية. وقد أظهرت بعض الدراسات الحديثة أهمية الاستثمار في الطاقة المتجددة لمستقبل منطقة الشرق الأوسط وشمال أفريقيا وليبيا [8،7].

رغم أن نسبة مساهمة الطاقة المتجددة في العالم لا يزال محدوداً ، إلا أن السعي لزيادة هذه النسبة خلال الفترة القادمة، سواء على مستوى الدول الصناعية أو الدول النامية في تقدم مضطرد وذلك من خلال السياسات والخطط والبرامج المستهدفة في العديد من هذه الدول. إن التحول العالمي نحو الطاقة البديلة وما نراه من توسع في استغلال مصادر الطاقة المتجددة ومن انتشار بعض تقنيات الطاقة الشمسية في المباني ، واستخدام الوقود الحيوي في وسائل المواصلات إلا دليل على ثورة في مجال الطاقة.

تعاني المنظومة الكهربائية في ليبيا حالياً من نقص حاد في إنتاج الطاقة الكهربائية حيث توجد فجوة كبيرة بين الطلب و الإنتاج تتم معالجتها عن طريق برنامج القطع الكهربائي عن المشتركين (عملية طرح الأحمال) مما يصعب معها استمرارية تزويد الطاقة الكهربائية للاستخدام المنزلي ، ونظرا لتوفر مصادر هائلة من الطاقة الشمسية في كافة ربوع ليبيا تسعى من خلالها إلى محاولة زيادة الاستثمار في الطاقة البديلة والمتجددة من أجل تلبية الاحتياجات المتزايدة في الطاقة واستغلال الموارد المتاحة الأخرى في سبيل توفير أكبر قدر من الطاقة ، لذا فإن البحث في الخيارات المتاحة لقطاع الطاقة في ليبيا، وخاصة فيما يتعلق بإمكانات استخدام الطاقة المتجددة كأحد المصادر الرئيسية للبلد، يعتبر ذا أهمية بالغة للدراسة والبحث ، كما ان التطور في منظومات التحويل الضوئي للطاقة الشمسية تجعل من هذا الاستخدام ذي جدوى من الناحيتين الاقتصادية والفنية. هذه الورقة تتناول تصميم منظومة تحويل فوتوضوئي (PV) لتغذية حي سكني وتقييم مساهمتها المحتملة في استهلاك الطاقة لسد حاجات المستهلك المحلي خاصة في القطاع السكني بأنجح طريقة ممكنة وبأقل تكلفة عبر الإفادة من مصادر طاوقية بديلة عوضا عن الطاقة التقليدية.

2. مصادر الطاقة الشمسية في ليبيا

تعد ليبيا التي تقع في وسط شمال قارة أفريقيا وتتمتع بمساحات شاسعة تصل إلى 1,750,000 كم² ويصل تعداد سكانها إلى أكثر من ست ملايين نسمة من أوفر البلدان حظاً من الأشعة الشمسية والتي تمثل بحد ذاتها أحد الثروات الطبيعية التي يجب الاستفادة منها في تنمية البلاد حيث

المخلص— في ظل النمو المتزايد للطلب على الطاقة الكهربائية في كل القطاعات خاصة القطاع السكني و تكون الطاقة التقليدية طاقة ناضبة وملوثة للبيئة ، ونظرا لما تعانيه المنظومة الكهربائية حالياً من نقص حاد في إنتاج الطاقة الكهربائية حيث توجد فجوة كبيرة بين الطلب و الإنتاج تتم معالجتها عن طريق برنامج القطع الكهربائي عن المشتركين (عملية طرح الأحمال) مما يصعب معها استمرارية تزويد الطاقة الكهربائية للاستخدام المنزلي ، ونظرا لتوفر مصادر هائلة من الطاقة الشمسية في كافة ربوع ليبيا تشجع على محاولة زيادة الاستثمار في الطاقة البديلة واستغلال الموارد المتاحة الأخرى في سبيل توفير أكبر قدر من الطاقة، لذا فالبحت في جدوى استخدام منظومات التحويل الضوئي (PV) في الاستهلاك المنزلي يعتبر ذا أهمية بالغة للدراسة والبحث.

هذه الورقة تتناول دراسة لمنظومات الخلايا الشمية كأحد مصادر التغذية الكهربائية المستخدمة لتغذية القطاع السكني ، حيث سيتم تصميم منظومة تحويل فوتوضوئي لتغذية حي سكني ، حيث تم حساب متوسط كمية الإشعاع الشمسي المباشر الساقط على المستوى الأفقي لوحدة المساحة في الموقع كل نصف ساعة ، وتم ايضا حساب كمية الطاقة المنتجة من منظومات التحويل الفوتوضوئي ، كما تم حساب كمية الطاقة المستهلكة من مصادر الطاقة التقليدية (الشبكة العامة) و الفائض المحتمل تصديره إلى الشبكة العامة في حالة ربط المنظومة مع الشبكة العامة ، وأخيرا تم لحساب فترة الاسترداد PBP للمنظومة وتقدير كمية انبعاثات غاز ثاني أكسيد الكربون الممكن تجنبها في حالة استخدام منظومة التحويل الفوتوضوئي .

الكلمات المفتاحية : الطاقة، منظومة ، PV ، الشبكة العامة ، فترة الاسترداد ، انبعاثات

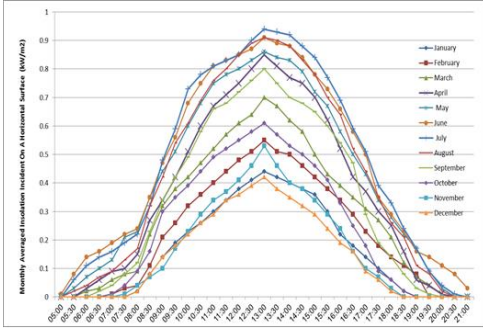
1. المقدمة

أصبحت الطاقة بمصادرها المختلفة هي المحرك الاساسي للتقدم الحضاري والعنصر الاساسي في حياة المجتمعات البشرية، وأصبح معدل استهلاك الطاقة مؤشراً لتقدم الشعوب والأمم ، وقد شهدت نهاية القرن العشرين الميلادي و بداية القرن الحادي والعشرين تزييدا مضطردا في الطلب على مصادر الطاقة المختلفة بسبب تلك الطفرة الرهيبية في مجال الصناعة والتكنولوجيا الحديثة، وبسبب تلك التقنيات التي أصبحت إحدى سمات العصر والتي تعتمد في تشغيلها على الطاقة المولدة من الوقود الأحفوري غير المتجدد من نפט وفحم وغاز المعروفة بنفادها و تكلفة استغلالها المرتفعة وتأثيرها السلبي على البيئة.

مع تزايد الاهتمام بالطاقات المتجددة عموماً والطاقة الشمسية خصوصاً صارت هناك محاولات لكي توفر تقنيات الطاقة الشمسية كمية من الطاقة بقدر مساوٍ أو مقارب لحجم الطاقة المستهلكة ، لذلك أصبحت رانجة الاستخدام فهي تقوم بتحويل المباني من منشآت مستهلكة للطاقة إلى مباني منتجة لها معتمدة في ذلك على الشمس باعتبارها مصدر اقتصادي للطاقة، وقد شاع استخدامها حتى في المناطق التي لا تتوفر فيها معدلات عالية من الإشعاع الشمسي أو المناطق التي تتميز بقصر ساعات سطوع الشمس.

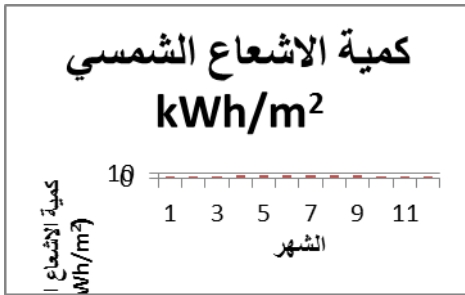
تلعب الطاقة دورا أساسيا في التنمية الاقتصادية والاجتماعية والاقتصادية لأي بلد. وقد أظهرت العديد من الدراسات وجود علاقة قوية بين استهلاك الطاقة الكهربائية والنمو الاقتصادي [2،1] ، ومن المرجح أن يعكس إنتاج الطاقة المتجددة في العالم زيادة دخل الفرد حيث يهدف الأفراد المتعلمون إلى استغلال الطاقة الشمسية لاستخدامها في القطاع السكني [3]. تتمثل الأولوية في خطط التنمية في ليبيا في توصيل الطاقة الكهربائية إلى جميع المناطق، وبالتالي يعتبر متوسط استهلاك الطاقة لكل فرد أحد العوامل الأساسية لقياس مستوى النمو في المجتمعات الحديثة [4]. إنتاج الكهرباء

في هذه الدراسة تم استخدام نوعين من البيانات لغرض الوصول إلى فهم أمثل لجدوى استخدام منظومات التحويل الضوئي للطاقة الشمسية في الاستهلاك المنزلي . تتمثل هذه البيانات في منحني الحمل اليومي للاستهلاك المنزلي لفترة كل نصف ساعة و المتحصل عليها من الشركة العامة للكهرباء ، بيانات شدة الإشعاع الشمسي لمنطقة الدراسة تم الحصول عليها من موقع وكالة ناسا (NASA) [9] حيث أنتجت وكالة ناسا خريطة للعالم (GRID MAP) بها معلومات متاحة حسب خطي الطول و العرض . الإشعاع الشمسي الشهري لمنطقة الدراسة تم تقديرها علي أساس نصف ساعة (half hourly basis) لجميع أشهر السنة كما هو موضح بالشكل 1.



شكل 1. قيم الإشعاع الشمسي (half hourly basis) خلال اشهر السنة

من الشكل 1 يتضح ان قيم الإشعاع الشمسي تكون اقل ما يمكن في ساعات النهار الأولى (صفر عند ساعات الشروق) ويعود السبب إلى اختلاف موضع الشمس بالنسبة إلى سطح الكرة الأرضية (تأثير زاوية سقوط أشعة الشمس وبالتالي مقدار الأشعة المستلمة) ، في حين نجد أن أقصى قيم لكمية الإشعاع الشمسي تحدث عند منتصف النهار (من الساعة 12 إلى 14). متوسط كمية الإشعاع الشمسي خلال أشهر السنة موضحة بالشكل 2. من الشكل 2 يتضح أن كمية الإشعاع الشمسي المستقبلية تختلف من فصل إلى آخر ، فمثلا في فصل الصيف تكون كمية الإشعاع المستقبلية أكبر منها في فصل الشتاء .



شكل 2. متوسط قيم الإشعاع الشمسي خلال اشهر السنة

4. الطاقة المنتجة من منظومات التحويل الضوئي

الكمية الكلية من الطاقة الكهربائية التي يمكن إنتاجها من منظومة التحويل الضوئي يمكن حسابها من المعادلة التالية:-

$$(1) \quad E_n = (R) \times (A) \times (\eta) \times (\eta_i)$$

حيث :

E_n هي كمية الطاقة الكهربائية المنتجة من منظومة التحويل الضوئي للطاقة الشمسية (PV).

يبلغ متوسط الإشعاع الشمسي على المستوى الأفقي 7.1 كيلووات ساعة / متر مربع في المناطق الساحلية و 8.1 كيلووات ساعة / متر مربع في المناطق الجنوبية مستمراً لفترة تمتد إلى تسع ساعات يومياً، وتقدر كمية الطاقة الشمسية المتوفرة سنوياً على كامل مساحة ليبيا بحوالي $(3.5 \times 10^9 \text{ GW.h})$ ، بالإضافة إلى ما سبق توجد بليبيا مجمعات قروية متفرقة ومتباعدة وتنتشر بالصحراء الليبية خطوطاً طويلة للنفط والمياه والغاز قد يتعدى لأسباب اقتصادية وفنية ربطها بالشبكة العامة للكهرباء، لذا فإنه من المنطقي استغلال الطاقة الشمسية لتوفير التغذية الكهربائية لتلك المنشآت حيث تسعى ليبيا كغيرها من الدول لتأمين مصادر الطاقة المستقبلية وبالتالي لا بد لها من توسيع دائرة استغلال هذه الطاقات بما يتماشى مع تطور أساليب صناعة معدات الطاقة المتجددة.

تتوسط ليبيا منطقة شمال أفريقيا على الساحل الجنوبي للبحر الأبيض المتوسط مواجهة إلى أوروبا و امتدادها الجنوبي يصل إلى باقي الدول الإفريقية فهي ملائمة و بامتياز لتكون بؤرة عالمية لإنتاج الطاقة المتجددة و بالأخص الشمسية. و على هذا فان ليبيا الآن أمام تحدي كبير لتأمين اقتصادها المستقبلي لتوفير و تأمين ما تحتاجه من طاقة لاستمرار الحياة إلى جانب التنمية في مجالات الصناعة و توفير مواطن العمل و النهضة في شتى المجالات ، فعلى الرغم من كون ليبيا من الدول الغنية بمصادر الطاقة الاحفورية غير المتجددة وتوفرها بسعر رخيص فإن ذلك لا يمنع الدخول في تقنية الطاقة الشمسية وإيجاد النظم الملائمة لبيئة ليبيا.

إن استغلال منظمات الخلايا الشمسية سيكون له أثراً بالغاً في تنمية المناطق الريفية والصحراوية وحل الكثير من المشاكل الناجمة عن العجز في مصادر التغذية الكهربائية بالطرق التقليدية.

3. تصميم منظومة تحويل فوتوضوئي

في هذه الدراسة سيتم تصميم منظومة تحويل فوتوضوئي (PV) لتغذية حي سكني و تقييم مساهمتها المحتملة في استهلاك الطاقة و تقييم كمية الطاقة المستهلكة في القطاع المنزلي.

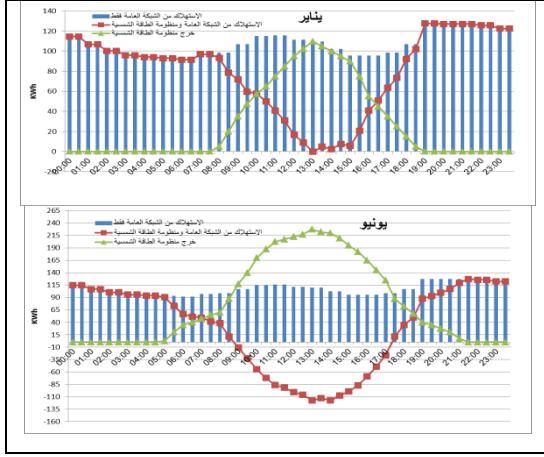
أ. المنهجية:

لغرض تصميم منظومة تحويل فوتوضوئي (PV) و تقييم مساهمتها المحتملة في استهلاك الطاقة فإنه من الضروري معرفة كمية الإشعاع الشمسي المتوفرة في الموقع ، وكون مخرجات منظومات التحويل الضوئي للطاقة الشمسية تعتمد بشكل كبير على كثافة الإشعاع الشمسي خلال اليوم عليه فان مدخلات البيانات التي سيتم استخدامها في هذه الدراسة هي : متوسط الإشعاع الشمسي المباشر الساقط على المستوى الأفقي لوحدة المساحة خلال نصف ساعة للمنطقة موضوع الدراسة ، إضافة إلى منحني الحمل اليومي للحي السكني المراد تغذيته من منظومة للطاقة الشمسية . سيتم استخدام اسطح المباني للحي السكني لنصب منظومة الطاقة الشمسية ، مساحة أسطح المباني المقترح تغطيتها بمسطحات شمسية تقدر بحوالي 1400 m^2 .

و يمكن تلخيص المنهجية المتبعة في هذه الدراسة على النحو التالي :

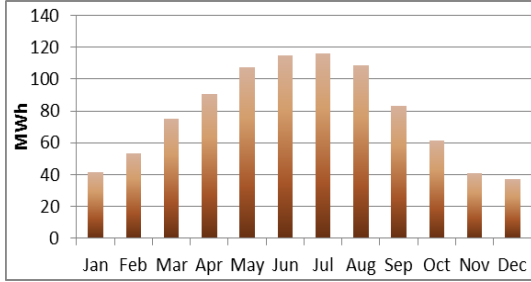
- 1- تقدير كمية الإشعاع الشمسي (Solar irradiance) وهو كمية الطاقة الشمسية التي تسقط على وحدة المساحة لكل وحدة زمن و تقاس بوحدة (Watt/m2) ، مع العلم أنه قد تم أخذ القراءة للإشعاع كل نصف ساعة.
- 2- حساب كمية الطاقة المنتجة من منظومات التحويل الفوتو ضوئي (PV) .
- 3- دراسة الأحمال و المتطلبات من حيث طبيعتها و مقدارها و نمطها و علاقتها بالزمن .
- 4- حساب كمية الطاقة المستهلكة من مصادر الطاقة التقليدية (الشبكة العامة) و الفائض المحتمل تصديره إلى الشبكة العامة في حاله ربط منظومة التحويل الفوتو ضوئي مع الشبكة العامة لتغذية حي سكني .
- 5- تقدير كمية انبعاثات غاز ثاني أكسيد الكربون الممكن تجنبها في حالة استخدام منظومة التحويل الفوتوضوئي

ب. مصادر البيانات SOURCE OF DATA:



شكل 4. مخطط الكهرباء المنتجة والمستهلكة لأشهر مختلفة

التغير في الطاقة المنتجة من منظومة التحويل الضوئي خلال السنة مرتبط ارتباطاً وثيقاً بتذبذب الإشعاع الشمسي ، حيث تتغير الطاقة المنتجة موسمياً . الطاقة المنتجة في مايو و يونيو و يوليو واغسطس يمكن أن تصل إلي 3 أضعاف الطاقة المنتجة في ديسمبر و يناير والشكل 5 يوضح ذلك.



شكل 5. تغير الطاقة المنتجة من المنظومة الفوتوضونية

التباين في كمية الطاقة المنتجة بين الأشهر يعزو إلي اختلاف الظروف الجوية مثل السحاب وعدد ساعات سطوع الشمس خلال اليوم .

4. تحليل فترة الاسترداد (PBP Analysis):

تهدف هذه الدراسة الى تقييم تأثير فترة الاسترداد لنصب (تركيب) منظومة تحويل ضوئي لحي سكني مكون من 400 مسكن. إن فترة الاسترداد ربما تكون الطريقة الأسهل للنظر في واحد او أكثر من مشروعات الاستثمار. وتركز طريقة فترة الاسترداد على استعادة تكلفة الاستثمارات. وتمثل فترة الاسترداد فترة الوقت التي يستغرقها رأسمال ميزانية مشروع لاستعادة تكلفته الأولية.

الصيغة المبسطة (التكلفة / الربح) هي عبارة عن طريقة مبسطة لحساب فترة الاسترداد. في هذه الطريقة التكلفة الكلية للمنظومة تقسم علي الوفر من التكلفة للسنة الأولى عند استخدام منظومة التحويل الضوئي. ويمكن تعريف فترة الاسترداد البسيطة بانها الزمن اللازم لتساوي العوائد التراكمية مع الاستثمار الابتدائي ، وبمعنى آخر كم من الوقت يستغرق لاسترجاع قيمة الاستثمار المبدئية (التكلفة الرأسمالية) للمشروع عند بيع الطاقة. [10].

$$\text{Payback Period} = \frac{\text{Total cost of the system}}{\text{Annual income \& savings}}$$

- في حالة عدم وجود دعم حكومي

لحساب فترة الاسترداد (PBP) في حالة عدم وجود دعم حكومي سيتم حساب الكمية الكلية للطاقة الكهربائية المنتجة بواسطة منظومة التحويل

R : متوسط شدة الإشعاع الشمسي

A : مساحة المسطح الشمسي (m^2)

η : كفاءة التحويل للمسطح الشمسي

η_i : كفاءة عاكس التيار (Inverter) ويساوي عادة (0.9)

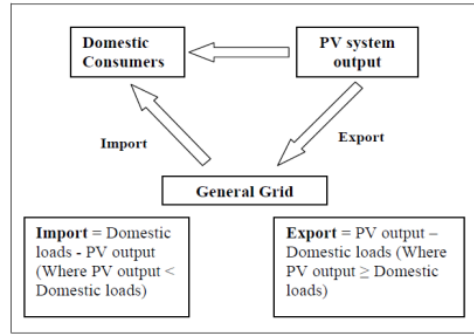
بيانات الحمل الكهربائي (Load profile) يعطى فكرة أولية عن كمية الطاقة الضرورية اللازمة لتغذية هذا الحمل. المسطحات الشمسية يجب أن تنصب على مستويات مرتفعة بما يضمن عدم وجود عوائق لحجب الإشعاع الشمسي .

مساحة اللوح الشمسي المستخدم حوالي ($1.6m^2$) ومن ثم يتم حساب العدد اللازم للألواح الشمسية اللازمة لتغطية مساحة السقف المقترحة .

الفرضيات التالية تم اخذها بالحسبان لا جراء الحسابات :-

- عدد المنازل المقترحة 400 منزل .
- كفاءة التحويل للمسطح الشمسي 13%.
- مساحة السطح المستخدم لكل منزل $9.6m^2$
- المساحة الكلية المراد تركيب المسطحات الشمسية عليها = $9.6 * 400 = 3840$ متر مربع
- عدد المسطحات الشمسية اللازمة = $\frac{3840}{1.6} = 2400$ مسطح

من خلال بيانات الإشعاع الشمسي والفرضيات السابقة فإن كمية الطاقة الكهربائية المنتجة من منظومات التحويل الضوئي على اساس نصف ساعة (**Half Hourly intervals**) لكل شهر يتم حسابها من المعادلة (1) ومقارنتها مع الحمل الكهربائي المستهلك . منظومات التحويل الفوتوضوئي المركبة على أسطح المباني يمكن أن تستخدم مباشرة لتغذية الحمل الكهربائي في المبنى ويتم تصدير الفائض إلي الشبكة العامة كما موضح بالشكل (3) .



شكل 3. مسار الكهرباء المولدة بواسطة منظومات التحويل الفوتوضوئي والمدمجة مع الشبكة العامة

الطاقة الكهربائية المولدة من منظومات التحويل الضوئي ليس دائماً بالإمكان توليدها حسب الطلب وعند الزمن المحدد والمطلوب.

من خلال النتائج المتحصل لحسابات الطاقة الكهربائية المنتجة من منظومات التحويل الضوئي خلال اشهر السنة المختلفة تبين ان كل الطاقة المنتجة لشهري يناير وديسمبر يتم استهلاكها في الموقع لأن قيمة الحمل أعلى من أقصى قدرة منتجة من منظومة التحويل الضوئي PV ، اما بالنسبة لبقية الأشهر فيوجد فائض يفترض ان يتم تصديره الي الشبكة العامة. الشكل (4) يوضح مخطط الكهرباء المنتجة والمستهلكة لأشهر مختلفة.

الضوئي وفاتورة الكهرباء السنوية عند تعريف الاستهلاك المنزلي المحددة من الشركة العامة للكهرباء وكذلك الوفر السنوي في حالة استخدام الشبكة العامة و ربط منظومة التحويل الضوئي مع الشبكة العامة .

جدول 1. الفاتورة الكلية والوفر في حالة عدم وجود دعم حكومي

الوفر السنوي (دينار)	فاتورة الكهرباء السنوية (دينار)		كمية الطاقة الكهربائية المنتجة سنويا بواسطة منظومة التحويل الضوئي (kWh)
	بدون منظومة التحويل الضوئي	بوجود منظومة التحويل الضوئي	
24677	27281	51958	822537

من المعروف ان العامل الرئيسي للاهتمام بالطاقة البديلة هو العامل البيئي للحد من الغازات المنبعثة وخاصة غاز ثاني اكسيد الكربون ، وتحديد العائد البيئي من خلال الوفر في استهلاك الوقود والخفض في انبعاثات ثاني اكسيد الكربون الذي يوفره استخدام الخلايا الشمسية التي تجنبا كمية كبيرة من الملوثات التي تؤثر على البيئة المحيطة .
الطاقة الكهربائية المنتجة سنويا بواسطة منظومة التحويل الضوئي تقدر بحوالي 622537 kWh ، معامل انبعاثات غاز ثاني أكسيد الكربون تقدر بحوالي 0.81 kg CO₂/kWh [11]، وبالتالي فان كمية انبعاثات غاز ثاني أكسيد الكربون التي سيتم توفيرها بعد استخدام نظام الطاقة الشمسية تقدر بحوالي 12606.374 طن من ثاني أكسيد الكربون لمدة 25 سنة ، ومن ثم يمكن تقدير التكلفة النهائية للنظام بعد الأخذ بالاعتبار المبالغ التي يتم توفيرها من خلال خفض كمية انبعاثات غاز ثاني اكسيد الكربون، حيث لغاز ثاني اكسيد الكربون قيمة مادية يتم خصمها من قيمة كلفة انتاج الكيلوات للنظام الشمسي.

5. الخلاصة و التوصيات

- في هذا المشروع تم تصميم منظومة تحويل فوتوضوئي (PV) لتغذية حي سكني و تقييم مساهمتها المحتملة في استهلاك الطاقة في القطاع المنزلي علي اساس كمية الإشعاع الشمسي المباشر الساقط علي المستوى الأفقي لوحدة المساحة خلال نصف ساعة.
- القت الدراسة الضوء على تقنيات الطاقة الشمسية وأوجه الاستفادة منها كمصدر من مصادر الطاقة البديلة والمتجددة ومحاولة الوصول إلى دراسة آليات تسمح باستغلال منظومات التحويل الضوئي للطاقة الشمسية كأحد بدائل الطاقة المستخدمة للاستخدام المنزلي من حيث جدواها الاقتصادية والفنية.
- أوضحت الدراسة أن فترة الاسترداد لاسترجاع قيمة التكلفة الرأسمالية لمنظومة التحويل الضوئي لتزويد حي سكني بالكهرباء في حالة وجود دعم حكومي مع استخدام نسب متفاوتة للدعم تتراوح بين 16 و 41 سنة .
- دعم الدولة المفرط لأسعار الكهرباء والذي لا يغطي حتى تكاليف توليد الطاقة والمؤدي لاستعمال المفرط وغير الرشيد للطاقة يحد من تشجيع الاستثمار في مشاريع الطاقة البديلة.
- في هذه الدراسة تم حساب كمية انبعاثات غاز ثاني أكسيد الكربون التي سيتم توفيرها بعد استخدام نظام الطاقة الشمسية ، ومن ثم يمكن تقدير التكلفة النهائية للنظام بعد الأخذ بالاعتبار المبالغ التي يتم توفيرها من خلال خفض كمية انبعاثات غاز ثاني اكسيد الكربون ، حيث لغاز ثاني اكسيد الكربون قيمة مادية يتم خصمها من قيمة كلفة انتاج الكيلوات للنظام الشمسي .
- أظهرت الدراسة أهمية الدعم الحكومي لمشاريع الطاقة المتجددة حتى تتمكن تلك المشاريع من طرح أسعار مناسبة للمستهلكين .

نتائج هذه الدراسة تقودنا إلى وضع الاقتراحات والتوصيات التالية:

- ضرورة إجراء الدراسات الفنية والاقتصادية لمنظومات الخلايا الشمسية وتصميم هذه المنظومات التصميم الأمثل وعدم الإفراط في التصميم لتجنب الزيادة في التكاليف.
- التأكيد على أهمية ازالة العوائق وتوفير الوسائل لتشجيع المشاركة الشعبية الواسعة مثل توفير القروض الخضراء الميسرة وتأهيل الشركات المنفذة وتوعية المشتركين بالعوائد المجزية للربط بالشبكة .
- القيام بإنشاء بنك للمعلومات الدورية الضرورية لاستخدام الطاقة الشمسية .
- القيام بمشاريع رائدة وكبيرة نوعاً ما وعلى مستوى يفيد البلد كمصدر آخر من الطاقة وتدريب الكوادر عليها .
- المساهمة في بناء الخبرات الوطنية ، وتوعية الجمهور في مجالات ترشيد الطاقة والطاقة المتجددة من خلال عقد الدورات ، والندوات ، ووسائل الإعلام الأخرى.
- سن قوانين وتشريعات لمكافحة كل من ينتج طاقة نظيفة مثل الطاقة الشمسية بحيث يتم تخفيض الضرائب على الجهات

باستخدام المعادلة 2 تم حساب فترة الاسترداد PBP لتركيبة منظومة تحويل ضوئي لحي سكني في حالة عدم وجود دعم حكومي ، حيث وجد ان فترة الاسترداد اللازمة لاسترجاع قيمة التكلفة الرأسمالية للمشروع طويلة وتبلغ حوالي 106 سنة وهذا يرجع لدعم الدولة المفرط لأسعار الكهرباء والذي لا يغطي حتى تكاليف توليد الطاقة مما يؤدي لاستعمال المفرط وغير الرشيد

• في حالة وجود دعم حكومي

باستخدام الفرضيات التالية سيتم احتساب فترة الاسترداد اللازمة لاسترجاع قيمة التكلفة الرأسمالية لنصب منظومة التحويل الضوئي لتزويد حي سكني بالكهرباء في حالة وجود دعم حكومي.

- تعريف التوليد (Generation Tariff) 0.04LD/kWh FIT
- تعريف التصدير (Export income) 0.025LD/kWh
- الوفر في فاتورة الكهرباء (متوسط تعريف الكهرباء 0.03LD/kWh).
- دعم حكومي للتكلفة الأولية لمنظومة التحويل الضوئي بنسب 10% ، 20% ، 30% ، 40% ، 50% .

لحساب فترة الاسترداد (PBP) في حالة وجود دعم حكومي سيتم حساب الكمية الكلية للطاقة الكهربائية المنتجة بواسطة منظومة التحويل الضوئي وفاتورة الكهرباء السنوية وكذلك الوفر على اساس الفرضيات السابقة. نتائج الحسابات موضحة بالجدول (2) .

جدول 2 الفاتورة الكلية والوفر في حالة وجود دعم حكومي

الوفر السنوي (دينار)	وفر تعريف التصدير (دينار)	وفر تعريف التوليد (دينار)	فترة الكهرباء السنوية (دينار)		كمية الطاقة الكهربائية المنتجة سنويا بواسطة PV (kWh)
			بدون PV	بوجود PV	
63319	5741	32901	27281	51958	822537

باستخدام المعادلة السابقة لحساب فترة الاسترداد PBP في حالة وجود دعم حكومي ، وجد ان فترة الاسترداد اللازمة لاسترجاع قيمة التكلفة الرأسمالية للمشروع تتراوح بين 16 و 41 سنة حسب نسبة الدعم الحكومي وهذا يرجع لدعم لانخفاض سعر الكهرباء والذي لا يغطي تكاليف توليد الطاقة. الجدول يبين فترة الاسترداد عند الدعم بقيم مختلفة لنسبة من التكلفة الأولية

جدول 3 فترة الاسترداد عند الدعم بقيم نسب مختلفة من التكلفة الأولية

نسبة الدعم من التكلفة الأولية %	10%	20%	30%	40%	50%	60%
فترة الاسترداد (سنة)	37	33	29	25	21	16

ب. الوفر في انبعاثات غاز ثاني أكسيد الكربون:

local residential community level," 2014 First International Conference on Green Energy ICGE 2014, Sfax, 2014, pp. 1-7.

- [11] The Carbon Trust website:
<http://www.carbontrust.co.uk/cut-carbon-reduce-costs/calculate/carbon-footprinting/pages/conversion-factors.aspx>

المنتجة وإعطائها مميزات وحوافز عن غيرها من الشركات

- الاستعانة بجهود الشركاء الدوليين ووضع القوانين المساعدة على ذلك لرفع قدرة الطاقة المتجددة في ليبيا الى مستوى يضاهي الدول المجاورة والعالمية لكي تساعد على امتلاك التكنولوجيا والاقتصاد الداعم

المراجع

- [1] Y. Akinwale, A. Jesuleye, and W. Siyanbola, "Empirical Analysis of the Causal Relationship Between Electricity Consumption and Economic Growth in Nigeria," Br. J. Econ. Manag. Trade, vol. 3, no. 3, pp. 277–295, 2013.
- [2] S. Yoo, "The causal relationship between electricity consumption and economic growth in the ASEAN countries," Energy Policy, vol. 34, no. 18, pp. 3573–3582, 2006.
- [3] Beatty, C., Scott, B.(2005). Building smart teams, roadmap to high performance, Thousand Oaks. CA. Sage.
- [4] B. Faraj, "Alternative Energy Sources and its role in the production of electric power in Libya.," 2009.
- [5] I. Salah, "Prospects of Renewable Energy in Libya," in International Symposium on Solar Physics and Solar Eclipses (SPSE) 2006, 2006. Evans, F. L., "Maintenance Supervisor's Handbook by Gulf publishing company Houston, 1962.
- [6] khlat, M. (2007) Energy efficiency and renewable energy: Libya – *national study's summary*. Plan Bleu
- [7] A. Mohamed, A. Al-Habaibeh, and H. Abdo, "the Significance of Utilising Renewable Energy Options Into the Libyan Energy Mix," Energy Res. J., vol. 4, no. 1, pp. 15–23, Jan. 2013.
- [8] A. Mohamed, A. Al-Habaibeh, H. Abdo, and S. Elabar, "Towards exporting renewable energy from MENA region to Europe: An investigation into domestic energy use and householders' energy behaviour in Libya," Appl. Energy, vol. 146, pp. 247–262, May 2015.
- [9] NASA website:
<http://eosweb.larc.nasa.gov/cgi-bin/sse/retscree n.cgi?email=rets@nrcan.gc.ca>.
- [10] A. M. Ithal, R. A. Abd-Alhameed, M. A. Elgadal, H. M. Gabasa and M. M. Ehbal, "Investigation of using photovoltaic system at