

## دراسة فاعلية الطاقة الفولتوضوئية في مجال التبريد بدولة ليبيا

أحمد حامد موسى<sup>1</sup>، فوزي محمد الصادق<sup>2</sup>

<sup>1</sup> المعهد العالي للعلوم والتقنية / التميمي - ليبيا

<sup>2</sup> كلية التقنيات الهندسية / القبة - ليبيا

[FMSSFM@YAHOO.COM](mailto:FMSSFM@YAHOO.COM) , [ahmed.awami1995@gmail.com](mailto:ahmed.awami1995@gmail.com)

### المخلص

لقد استخلصنا في هذه البحث مدى استفادتنا من الطاقة الفولتوضوئية في التبريد طبقاً للظروف المناخية بجنوب ليبيا باعتبار أن الجنوب منطقة ذات مناخ صحراوي وكذلك تم تصميم المنظومة الفولتوضوئية وحساب الإشعاعات الشمسية علي مدار عام كامل ومن الجدوى الاقتصادية توضح لنا إن استخدام الطاقة الفولتوضوئية في التبريد ذات جودة وكفاءة عالية في جنوب ليبيا لكن تعتبر باهظة نسبياً مقارنة بسعر الطاقة الكهربائية في الشبكة العامة ، باعتبار ليبيا دولة غنية بالموارد النفطية ، ويوفر أيضاً الاستقلالية التامة.

الكلمات المفتاحية: الطاقة الفولتوضوئية، الطاقة الشمسية، PV System.

### Abstract

We extracted in this research the extent to which we benefited from the photovoltaic energy in cooling according to the climatic conditions in southern Libya, considering the south a desert region, the design of the photovoltaic system and the calculation of solar radiation over a whole year, and from the economic feasibility to show us that the use of photovoltaic energy In cooling, it is of high quality and high efficiency in southern Libya, but it is relatively expensive compared to the price of electrical energy in the public network, given that Libya is a country rich in oil resources, and also provides full independence.

## 1- المقدمة

أن أشعة الشمس تصل إلي الأرض بخطوط متوازية بسبب المسافة الكبيرة بين الشمس والأرض ، وعلي الرغم من ذلك يستلم سطح الأرض مقادير مختلفة من الإشعاع الشمسي بسبب كروية وميلان محورها حيث تعتمد كمية الإشعاع علي عدة عوامل و من المعروف أن الطاقات المتجددة والطاقة الشمسية وطاقة الرياح والمائية وغيرها ألان هي محط الاهتمام الأول في جميع الدول ومراكز البحوث والجامعات لإنتاج طاقات جديدة غير ملوثة للبيئة ومن أهمها أنظمة الطاقة الشمسية ( الأنظمة الفولتوضوئية ) والتي تقوم بتحويل ضوء الشمس المباشر إلى طاقة كهربائية واستخدامها في سد احتياجات الدول في ظل ارتفاع أسعار الطاقة في العالم[1]. سنقوم في هذه الورقة البحثية التطرق إلي دراسة مدى فاعلية استخدام الطاقة الفولتوضوئية في التبريد بدولة ليبيا طبقا لظروف المناخية بها وما هي المعوقات التي تعيق الاستفاداة القصوى من الطاقة الشمسية[2].

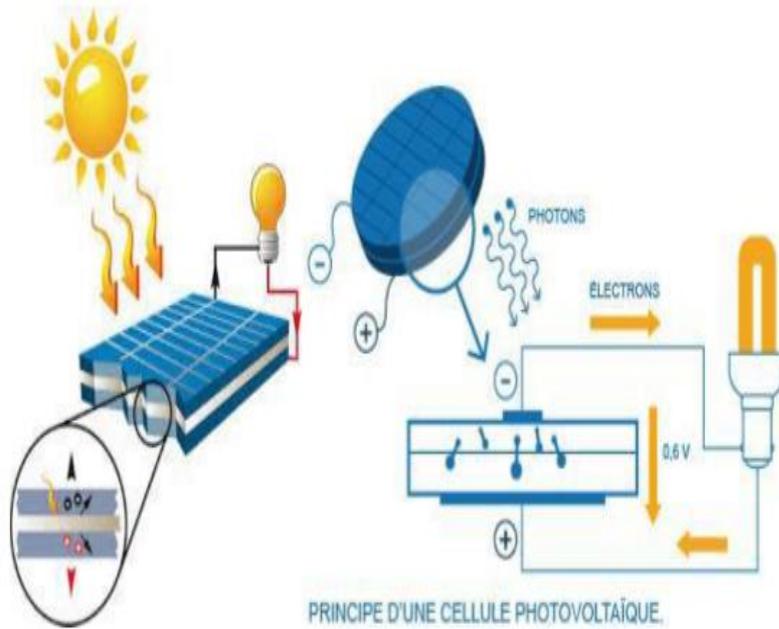
دولة ليبيا بها بعض المناطق الصحراوية الجنوبية التي قد لا تصلها الشبكة الكهربائية او يكون وضع الشبكة غير مستقر فيها وتتعرض أحيانا لانقطاعات متكررة للكهرباء، وهذا يعرض بعض المحاصيل وأهمها التمر للتلف.

سوف ندرس في هذا العمل كيفية استخدام الطاقة الشمسية في التبريد من خلال تصميم ثلاجة لحفظ التمور في منطقة سبها الليبية.

ومن اجل الإلمام بكافة جوانب الموضوع سيتم تقسيم البحث حسب الاتي : اولاً سيتم دراسة الأنظمة الفولتوضوئية ثم بعد ذلك تصميم الثلاجة باستخدام موقع شركة INTERCON المتخصصة في صناعة ثلاجات التبريد وتوضيح كل خطوات التصميم وتم استنتاج القدرة التبريد المطلوبة ثم استخدام برنامج SOLKAN لدراسة افضل أنواع غازات التبريد وتم اختيار اقل الغازات استهلاكاً للطاقة الكهربائية. وقد تم اعتماد النتائج بعد محاكاة لمدة لعام كامل عن طريق برنامج Pvsystem ومع مراعات اسوء الظروف المناخية.

## 2- دراسة المنظومة الفولتوضوئية

الطاقة الفولتوضوئية (photovoltaic system) هي عبارة عن تكنولوجيا تقوم بتحويل اشعة الشمس الساقطة إلي طاقة كهربائية من خلال بعض المكونات للمنظومة [3] المبينة في الشكل (1).

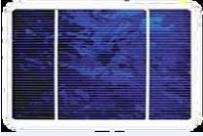


الشكل (1) يوضح فكرة عمل الالواح الفولتوضوئية

## 1-2 مكونات المنظومة

1-1-2 الالواح : حيث تعتبر الالواح الشمسية من أهم مكونات المنظومة وهي عبارة عن مجموعة خلايا متصلة بالتوالي والتوازي وموضوعة في إطار واحد وتكون هذه الخلايا مصنوعة من مادة البولي سليكون [3].

يوجد العديد من الأنواع منها كما هو موضح في الشكل (2) .

الشكل	الاسم
	خلايا أحادية التبلور (mono crystalline)
	خلايا عديدة التبلور (poly crystalline )
	خلايا الفيلم الرقيق (thin film)

الشكل (2) يوضح أنواع الخلايا الشمسية

**2-1-1-2 البطاريات:** تعمل البطارية كخزان للطاقة في الاوقات التي لا تكون اشعة الشمس متاحة بالرغم من ان هناك العديد من انواع البطاريات المختلفة المتاحة حاليا و أن افضل انواع البطاريات هي بطاريات حمض الرصاص تقدم معدل التكلفة الربحية الافضل[3].

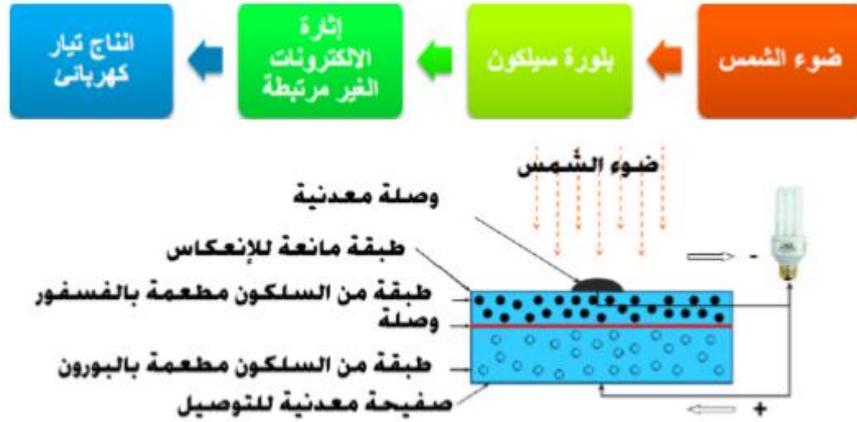
**3-1-1-2 منظم الشحن:** هو جهاز إلكتروني يقوم بتنظيم الجهد الكهربائي الوارد من الخلايا الشمسية قبل مروره إلى بطاريات الطاقة الشمسية وكذلك الصادر من البطارية إلى الحمل الكهربائي وذلك للمحافظة على البطاريات المستخدمة والتأكد من شحنها واستخدامها بصورة أمثل[4].

**4-1-1-2 محول تيار:** من المعلوم ان المنظومة الفولتوضوئية تنتج تيار كهربائي مستمر ولذا يجب أن يقوم المحول الكهربائي بتحويل التيار المستمر إلي تيار متردد و

مع التطور التكنولوجي تم دمج محول التيار مع منظم الشحن في جهاز واحد يقوم بالتنظيم والتحويل[4].

## 2-2 طريقة عمل الخلية الفولتوضوئية

عندما تتعرض الخلية للإشعاع الشمسي فإن الإلكترونات الحرة تمتص طاقة الفوتونات المكونة للإشعاع الشمسي و إذا كانت هذه الطاقة كافية فإنها تعمل على تحفيز الإلكترونات للسريان خلال الموصلات المتصلة في أطراف الخلية وبزيادة كثافة الضوء الساقط على الخلية تزداد حركة الإلكترونات ويتولد التيار[5] كما موضح في الشكل(3).

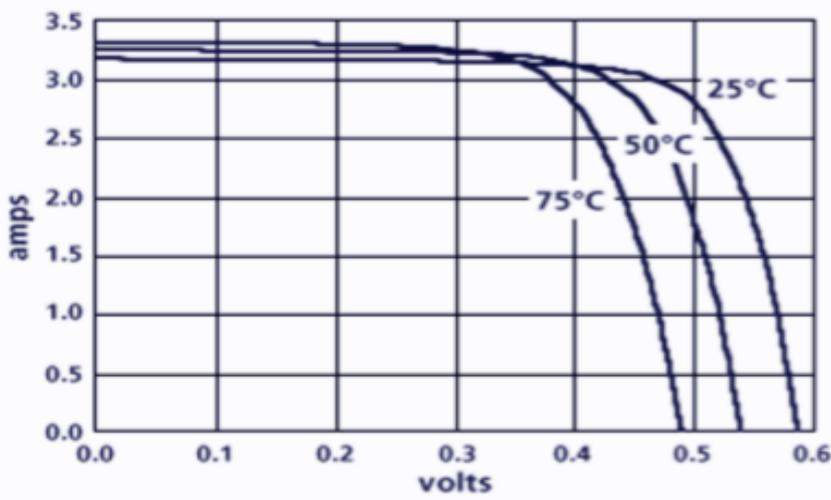


الشكل(3) يوضح فكرة عمل الخلية الفولتوضوئية

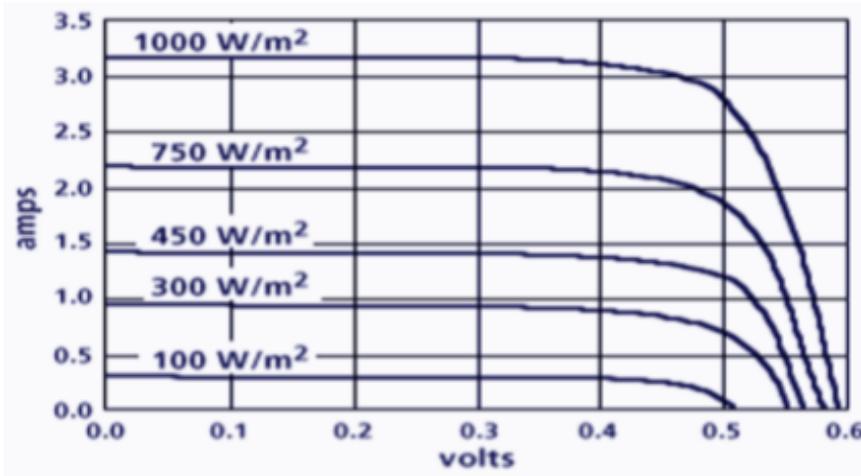
## 3-2 المؤثرات الخارجية الرئيسية على الخلية الشمسية

تؤثر شدة الإشعاع الشمسي و درجة الحرارة على الجهد و التيار ونقطة القدرة القصوى للخلية فعند ارتفاع درجة الحرارة نلاحظ انخفاض قدرة الخلية ، انخفاض فولتية الخلية ، ارتفاع طفيف في شدة التيار والمنحنى الموضح في الشكل (4) يوضح تأثير الحرارة على الخلية الشمسية[6].

نلاحظ ايضا من خلال المنحنيات الشكل (4) و الشكل(5) أن القدرة القصوى ترتفع طردياً مع ارتفاع شدة الإشعاع ، و ارتفاع طفيف في الفولتية كلما زادت شدة الإشعاع ، نستخلص أن شدة التيار تزداد طردياً مع زيادة شدة الإشعاع الشمسي[6].



الشكل (4) يوضح تأثير شدة الإشعاع على الخلية

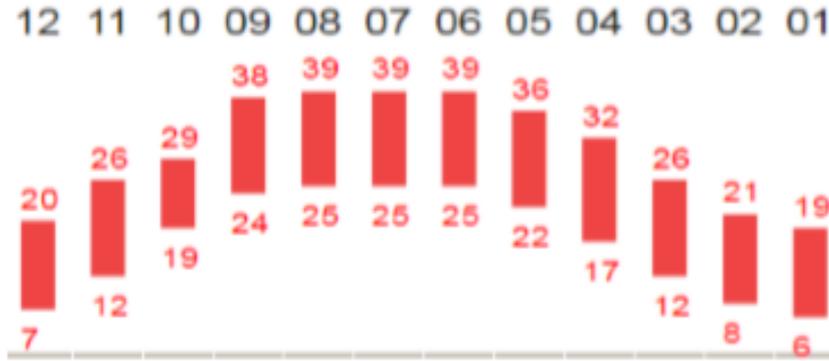


الشكل (5) يوضح منحنى خواص تأثير أشعة الشمس على الخلايا

### 3- تصميم التلاجة

لدراسة مدى فاعلية التبريد باستخدام الطاقة الفولتوضوئية تم تصميم و انشاء تلاجة لحفظ التمور بمدينة سبها الليبية وستكون هذه التلاجة مصممه لتخزين التمور و

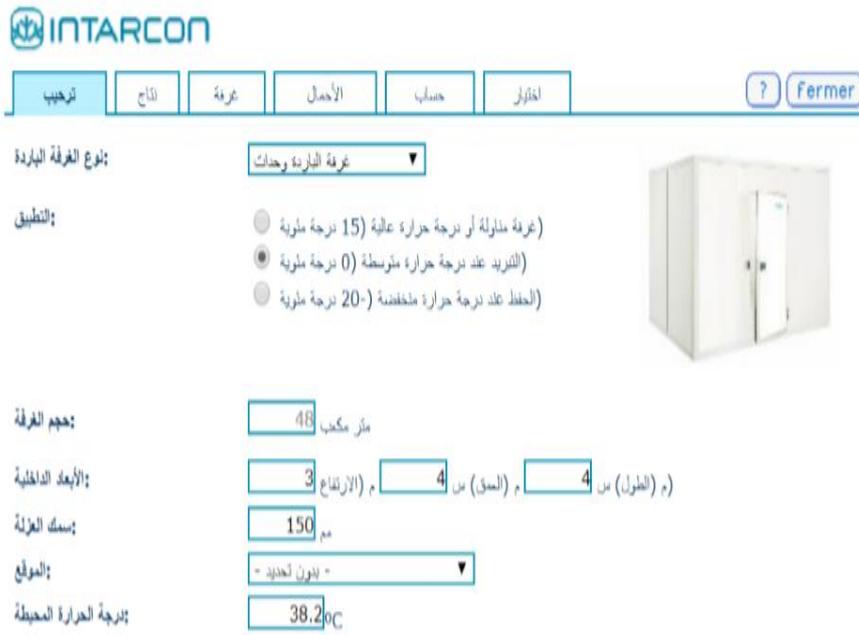
المحافظة على جودتها مع إتباع ظروف التخزين التالية: درجة حرارة 0°C يمكن من تخزين التمر لمدة تتراوح بين 6 و 12 شهرا و تجنب قطع الكهرباء عن غرف التبريد لأن تذبذب درجات الحرارة من شأنه أن يؤدي إلى تخمر الثمار ، وان تكون نسبة الرطوبة عالية وتختلف نسبة الرطوبة ودرجة الحرارة في بعض الاحيان حسب الانواع المختلفة لمحصول التمر ،ومن هذا السياق فأن تصميم المنظومة الفولتوضوئية مهم وان كفاءتها ستكون عالية في المناطق الصحراوية المنتجة للتمور[8]. تكون معرضة للشمس طول العام ، تتمتع بإشعاع شمسي اكبر من الساحلية والجبلية ، ليبيبا تستقبل إشعاع شمسي اكبر من الدول الواقعة مباشرة على خط الاستواء نتيجة تعرض هذه المناطق للأمطار الاستوائية . الشكل (6) يوضح درجات الحرارة على طول السنة في المناطق الصحراوية في ليبيا و مدى سقوط أشعة الشمس لا يقل عن 6 ساعات يوماً[9].



شكل (6) يوضح درجات الحرارة في المناطق الصحراوية

عند تصميم الثلاجة نحتاج الي بعض المعلومات حول موقع تصميم المنظومة وذلك لإدخالها علي موقع شركة intarcon (شركة متخصصة في مجال التكييف والتبريد) كذلك إدخال بعض التفاصيل اللازمة لإتمام عملية التصميم كما موضح في الشكل (7) وأيضاً تم إدخال بيان عدد الأشخاص الذين يترددون على الثلاجة وهم طاقم العمل وتحديد الطاقة الحرارية الناتجة و الإضاءة و الحرارة الناتجة وغيرها من المعطيات و يتم تحديد هامش أمان التبريد ووقت التشغيل اللازم في اليوم الواحدة

ويوضح القدرة الكهربائية اللازمة لتشغيل منظومة التبريد وبعد إدخال جميع البيانات كانت القدرة التبريدية اللازمة لتشغيل الثلاجة 10763 وات تبريدي ، وتم اختيار موقع الدراسة وهي مدينة سبها الليبية، حيث تم اخذ جميع بيانات الاشعاع الشمسي ودرجة الحرارة والرطوبة وغيرها طبقا لموقعها الجغرافي .



INTARCON

ترتيب نتائج غرفة الأحمال حساب اختار fermer ?

نوع الغرفة الباردة: غرفة التبريد وحدات

التطبيق:  غرفة ملائمة أو درجة حرارة عالية (15 درجة مئوية)  التبريد عند درجة حرارة متوسطة (0 درجة مئوية)  الحفاظ عند درجة حرارة منخفضة (-20 درجة مئوية)

حجم الغرفة: متر مكعب 48

الأبعاد الداخلية: (م الطول) 4 م (المس) 4 م (الارتفاع) 3 م

سمك العزلة: 150 مم

الموقع: - ليون تحديد -

درجة الحرارة المحيطة: 38.2°C

الشكل (7) يوضح الخطوة الأولى لعملية تصميم الثلاجة

**1-3 برنامج SOLKAN:** في هذه الخطوة نستخدم برنامج solkan ولهذا البرنامج العديد من المزايا المهمة للمتخصصين في برنامج التبريد ويعطي الكثير من المعلومات عن طريق مخططات ورسومات بيانية ،لكن نحن لا نحتاج إليها إلا في تحديد الغاز الأنسب والأقل استهلاكاً للطاقة والجدول (1) يوضح عدد من الغازات وأي فيها الأنسب والأقل فيها استخداماً للطاقة مع العلم بان قدرة التبريد المطلوبة هي 11 كيلو وات تقريبا .

جدول رقم (1) يوضح الفرق بين بعض أنواع غازات التبريد

ت	نوع الغاز المستعمل	القدرة الكهربائية اللازمة للتشغيل
1	R404A	2.29 كيلو وات
2	R152A	2.09 كيلو وات
3	R502	2.21 كيلو وات
4	R507	2.31 كيلو وات

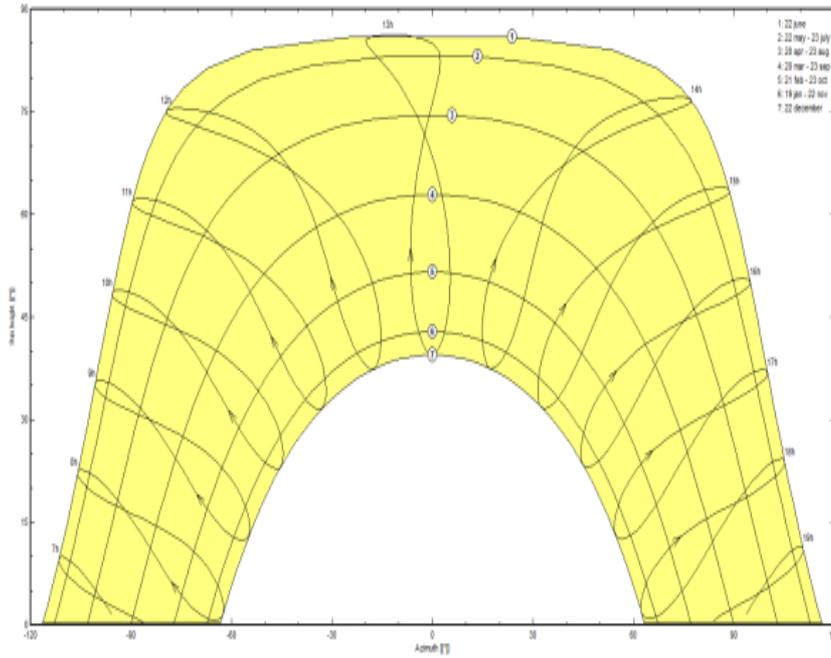
من الجدول السابق يتضح أن غاز R152 A هو الأنسب من حيث استهلاكه للطاقة و لقد استخلصنا أن القدرة الكهربائية اللازمة لتشغيل الثلاجة الكهربائية في الساعة هي 2.06 كيلو وات في الساعة وبعد دراسة عدد ساعات عمل الثلاجة طبقاً لدرجة حرارة المنطقة والرطوبة والإضاءة الداخلية وعدد الأشخاص الذين يدخلون إليها وكثير من الأشياء المهمة لحساب عدد ساعات عمل الثلاجة وبعد دراسة جميع المعطيات وبمعدل هامش امان 10% تقدر عدد ساعات العمل 18 ساعة في اليوم علي مدار العام ، يعني القدرة اليومية التي يجب توفرها على مدار أربعة وعشرين ساعة في اليوم 38 كيلو وات في اليوم .

وبعد الحصول علي القدرة الكهربائية اللازمة لتشغيل الثلاجة الان يتم تصميم منظومة فولتوضوئية لتوليد القدرة المطلوبة علي مدار العام وحساب الاشعاع الشمسي الساقط وعدد الألواح وعدد البطاريات واخذ خصائص المنطقة كدرجة الحرارة والغبار وغيرها. برنامج **PVsystem** هو برنامج يستخدم في مجال تصميم منظومات الطاقة الشمسية يقوم بالتصميم و المحاكاة و التقييم الاقتصادي و حسابات تأثير الظل 3D سهل في الاستخدام ، ويعرض النتائج في شكل تقرير كامل وكذلك يعرض التفاصيل ويمكن تصدير الرسوم البيانية والجداول والبيانات للاستخدام في البرامج الأخرى ، وايضاً البحث المباشر عن موقع باستخدام خرائط جوجل .وكم يتوفر للبرنامج العديد من الإصدارات ويقوم المصممون بتحديث قواعد البيانات كل فترة [7].

Pvsystem يقوم بحساب الاشعاعات الشمسية عن طريق وكالة ناسا العالمية بعد ان حددنا موقع نصب المنظومة وهي مدينة سبها الليبية والتي تبعد عن العاصمة طرابلس 750 كيلو متر ، وترتفع علي مستوى سطح البحر 463 متر ، وتقع بين خط طول

14.43 وخط عرض 27.04 حيث ستكون منظومتنا ثابتة لا تتحرك وسيقوم البرنامج بحساب زاوية النصب وهي حسابات معقدة يقوم بها البرنامج للتسهيل علي مهندسي والعاملين في مجال الطاقات المتجددة وفي الشكل (8) يبين زوايا سقوط اشعة الشمس في وقت شروقها علي الجنوب بعد محاكات البرنامج للوكالة العالمية طول ايام السنة.

Solar paths at Sabha, (Lat. 27.043° N, long. 14.4312° E, alt. 418 m) - Legal Time



الشكل (8) يوضح زوايا سقوط اشعة الشمس لحظة الشروق علي جنوب ليبيا طول ايام السنة.

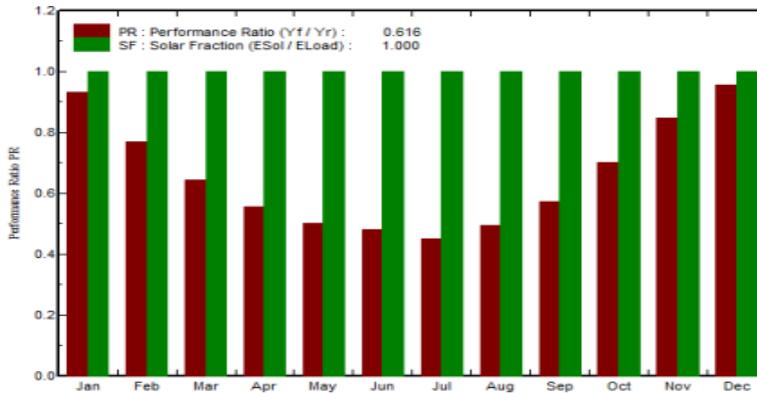
#### 4- نتائج الدراسة

من خلال ما سبق تبين أنه يمكن الاعتماد علي الطاقة الشمسية في الجنوب الليبي حيث ان يمكن استخدامها والاعتماد عليها في المواقع التي لا تصلها الشبكة الكهربائية الجدول (2) يوضح قيم الاشعاع الشمسي العالية في جنوب ليبيا.

جدول رقم (2) يوضح قيم الاشعاع الشمسي الساقط علي موقع نصب المنظومة

	GlobHor kWh/m <sup>2</sup>	GlobEff kWh/m <sup>2</sup>	E Avail MWh	EUnused MWh	E Miss MWh	E User MWh	E Load MWh	SolFrac
January	72.6	106.6	1.417	0.000	0.000	1.533	1.533	1.000
February	88.3	116.7	1.530	0.000	0.000	1.384	1.384	1.000
March	133.6	154.4	1.989	0.218	0.000	1.533	1.533	1.000
April	166.2	172.5	2.190	0.608	0.000	1.483	1.483	1.000
May	208.1	197.8	2.471	0.847	0.000	1.533	1.533	1.000
June	219.1	198.6	2.417	0.832	0.000	1.483	1.483	1.000
July	238.0	220.8	2.615	0.982	0.000	1.533	1.533	1.000
August	200.1	200.2	2.383	0.756	0.000	1.533	1.533	1.000
September	150.5	167.7	2.046	0.487	0.000	1.483	1.483	1.000
October	113.7	141.9	1.764	0.190	0.000	1.533	1.533	1.000
November	78.5	113.7	1.460	0.000	0.000	1.483	1.483	1.000
December	66.6	104.1	1.371	0.000	0.000	1.533	1.533	1.000
Year	1735.3	1895.1	23.652	4.920	0.000	18.046	18.046	1.000

علي مدار السنة من الشكل السابق نلاحظ قيم الاشعاع ممتازة الذي يساعد المنظومة للعمل بكفاءة اعلاه وقدرات جيد ونستطيع بناء منظومات بقدرات اكبر في ظل هذه القيم الحيدة ، وتكون الطاقة الفولتوضوئية افضل وسيلة للحصول علي الطاقة الكهربائية الشكل (9) ايضا يوضح للقارئ نسبة اداء المنظومة الذي يعتبر مؤشر اخر يبين انه يمكن الاعتماد علي الطاقات البديلة في الحصول علي الطاقة اللازمة.



الشكل (9) يوضح نسبة اداء المنظومة.

كل هذه المعطيات تعتبر جيدة . كانت زاوية النصب ثابتة علي مدار العام ، لكن من اكبر المشكلات التي توجه انشاء منظومات الطاقة الفولتوضوئية هو ارتفاع اسعارها

نسبيا ويمكن التقليل من التكلفة بتقليل عدد البطاريات المستخدمة، بعدم فتح الثلاجة اثناء فترة عدم وجود اشعة الشمس لمنع استهلاك طاقة ، ومع التطور العلمي والمنافسة المستمرة في الاسواق العالمية ستكون التكلفة منخفضة مع مرور الوقت ، الألواح سهلة التركيب ولا تحتاج إلى مهارات او معدات خاصة، استثمار مغري في حال بيع الإنتاج الي شركات توزيع الكهرباء ، أكثر معوقات انتاج الطاقة الكهربائية في المنطقة هو كثرة الغبار والأترية الذي يقلل من نسبة الاستفادة القصوى للإشعاع الشمسي ، وسعر الانتاج يظل مرتفع في ظل رخص تكلفة الطاقة في الشبكة العامة .

#### 5- الخلاصة

مما سبق تبين لنا أن الطاقة الفولتوضوئية ذات فاعلية في مجال التبريد ويمكن الاعتماد عليها في الاكتفاء الذاتي من الطاقة الكهربائية ، وان معدلات الإشعاع الشمسي عالية في الجنوب (مدينة سبها) ، ومن اهم مميزتها سهولة التشغيل وقلة الاعطال في منظومات الطاقة الفولتوضوئية ، ومن عيوبها الأساسية والتي تعاني منها المنظومات الفولتوضوئية الغبار والأترية التي تقلل من امتصاص الإشعاع الشمسي ومع التطور العلمي الحاصل يمكن التغلب علي هذا العيوب ، ارتفاع سعرها مقارنة بالشبكة الحكومية الا انها تحقق الاستقلالية كما ذكرنا.

#### 6- التوصيات

1. الدعم المادي والمعنوي وتنشيط حركة البحث في مجالات الطاقة الشمسية.
2. القيام بإنشاء بنك لمعلومات الإشعاع الشمسي ودرجات الحرارة وشدة الرياح وكمية الغبار وغيرها من المعلومات الدورية الضرورية لاستخدام الطاقة الشمسية، لما يعانيه الباحث من صعوبة وضعف المعلومات في ليبيا.
3. القيام بمشاريع رائدة وكبيرة، وعامة وعلى مستوى يفيد البلد كمصدر آخر من الطاقة.
4. توفير الأراضي الصالحة لإنتاج أكبر قدر ممكن من الطاقة الشمسية.
5. تشجيع الاستثمار في مجال الطاقات المتجددة.

## 7- المراجع

- [1] د. رمضان أحمد محمود أفكار التبريد و التكييف الجزء الاول الدوائر الميكانيكية معهد الساليزيان الإيطالي ( دون بوسكر ) بالقاهر الطبعة الاولى ، عام 2008 .
- [2] حسن البنا سعد فتح ، الطاقة الشمسية البديل الواعد ،مجلة فقيه للبحث والتطوير العدد الرابع، ديسمبر 2008 .
- [3] ستيفان ك . و . كراتر ، توليد القدرة الكهربائية من الطاقة الشمسية انظمة الطاقة الفولتضوئية ، مركز دراسات الواحة العربية ، الطبعة الولي ،مارس 2011م
- [4] أسامة ابراهيم الزعلوك ،الطاقة الشمسية ، بحث منشور على الموقع الالكتروني لمركز المدينة المنورة للعلوم الهندسية.
- [5] المؤلف مجهول ، الطاقة التقنية وتوجيهات للمستقبل – ترجمة عبدالباسط علي صالح كرمان – مركز دارسات الوحدة العربية بيروت 2011 .
- [6] المؤلف مجهول ، حقبة الخلايا الشمسية – المنظمة العربية للتربية والثقافة و العلوم - تونس 2000 -م
- [7] محمد أحمد سيد خليل ، الطاقة الشمسية و استخداماتها — دار الكتب العلمية للنشر وتوزيع القاهرة ، عام النشر مجهول.
- [8] المركز الوطني للتمور قبلي – تونس ،  
<https://www.nursolarsys.com/index.php/ar> .a
- [9] الموقع الالكتروني لشركة نور للأنظمة الشمسية ، <http://www.ctd.tn>