



دراسة فاعلية كفاءة الطاقة في التجفيف باستخدام الطاقات المتجددة بدولة ليبيا

محمود امتوبل محمد¹ احمد حامد موسي²

المعهد العالي للعلوم والتقنية / شحات – ليبيا¹

² المعهد العالي للتقنيات الزراعية / درنة – ليبيا

Amtoubimahmoud982@gmail.com

ahmed.awami1995@gmail.com

تاريخ الاستلام: 2025/8/23 - تاريخ المراجعة: 2025/9/24 - تاريخ القبول: 2025/10/4 - تاريخ للنشر: 2025/10/10

الملخص:

لقد استخلصنا في هذه البحث مدى استفادتنا من الطاقة الفولت وضوئية في التجفيف طبقا للظروف المناخية بشرق ليبيا باعتبار أن الشرق منطقة خصبه ومناخ جيد وكما هو معروف التجفيف الزراعي والصناعي في ليبيا يعتمد كثيرا على تجفيف الشمس المفتوح او على وقود أحفوري ما يسبب خسائر جودة وزيادة في استهلاك الطاقات غير متجددة. ليبيا تملك إمكانات شمسية كبيرة تجعل الحلول القائمة على الطاقة المتجددة (خاصة الأنظمة الشمسية) وبذلك تم تصميم المنظومة الفولت وضوئية وحساب الإشعاعات الشمسية علي مدار عام كامل ومن الجدوى الاقتصادية توضح لنا إن استخدام الطاقة الفولت وضوئية في التجفيف ذات جودة وكفاءة جيدة في الشرق 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 الفولت وضوئية 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 in easterly Libya, considering the east a desert region, as is known agricultural and industrial drying in Libya relies heavily on open sun drying or on fossil fuels which causes quality and quantity losses and increases the consumption of non renewable energies. Libya has significant solar potential that makes renewable energy based solutions especially solar systems highly viable. 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 good 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 إلى 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 ومن

المعروف أن الطاقات المتجددة والطاقة الرياح والمائية وغيرها الآن هي محط الاهتمام الأول في جميع الدول ومراكز البحوث والجامعات للإنتاج طاقات جديدة غير ملوثة للبيئة ومن أهمها أنظمة الطاقة الشمسية (الأنظمة الفولت ضوئية) والتي تقوم بتحويل ضوء الشمس المباشر الى طاقة كهربائية واستخدامها في سد احتياجات الدول في ظل ارتفاع أسعار الطاقة .سنقوم في هذه الورقة البحثية التطرق الى دراسة مدى فاعلية استخدام الطاقة الفولت ضوئية في تجفيف بدولة ليبيا طبقا لظروف المناخية بها وماهي المعوقات التي تعيق الاستفادة القصوى من الطاقة الشمسية.

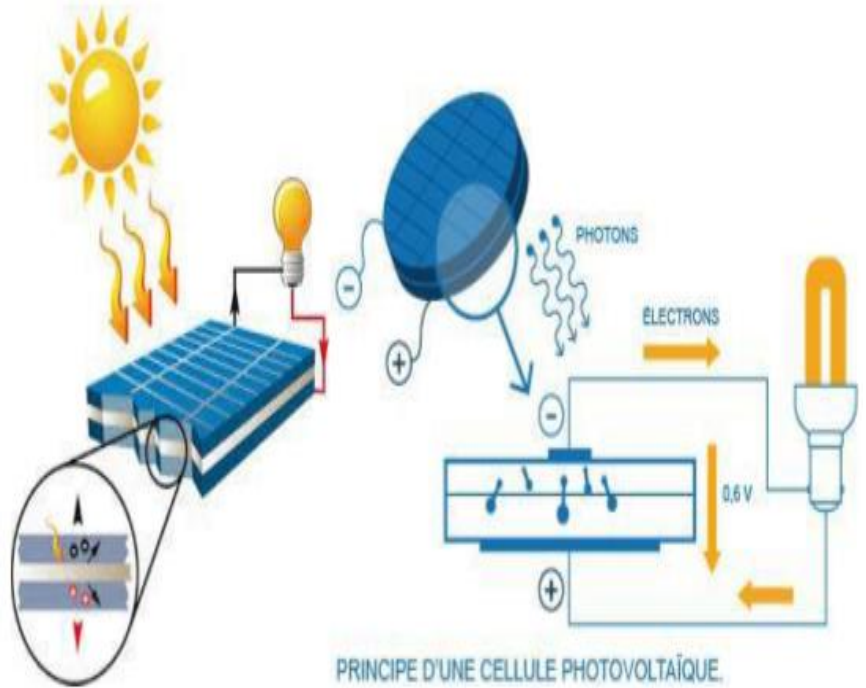
دولة ليبيا بها بعض المناطق الجبلية التي قد لاتصالها الشبكة الكهربائية او يكون وضع الشبكة غير مستقر فيها وتتعرض أحيانا لانقطاعات متكررة للكهرباء وهذا يعرض بعض المحاصيل وأهمها الفاكه للتلف.

ومن اجل الإلمام بكافة جوانب الموضوع سيتم تقسيم البحث الى ثلاث مباحث سيتناول المبحث الأول دراسة الأنظمة الفولت ضوئية والمبحث الثاني يتضمن تصميم المجفف باستخدام موقع شركة wester flag المتخصصة في صناعة المجففات وتوضيح كل خطوات التصميم وتم استنتاج القدرة التجفيف المطلوبة ثم استخدام برنامج unido لدراسة أفضل المجففات واختيار مجفف اقل استهلاكاً للطاقة الكهربائية.

في حين استعراض المبحث الثالث تصميم منظومه الفولت ضوئية وقد تم اعتماد النتائج بعد محاكا لمدة عام عن طريق برنامج pvsystem ومع مراعات أسوء الظروف المناخية.

1- دراسة المنظومة الفولت ضوئية

الطاقة الفولت ضوئية (photovoltaic system) هي عبارة عن تكنولوجيا تقوم بتحويل اشعة الشمس الساقطة إلى طاقة كهربائية من خلال بعض المكونات للمنظومة المبينة في الشكل (1).



الشكل (1) يوضح فكرة عمل الالواح الفولت ضوئية

1-2 مكونات المنظومة

1-1-2 الألواح: حيث تعتبر الألواح الشمسية من أهم مكونات المنظومة وهي عبارة عن مجموعة خلايا متصلة بالتوالي والتوازي وموضوعة في إطار واحد وتكون هذه الخلايا مصنوعة من مادة البولي سيليكون. يوجد العديد من الأنواع منها كما هو موضح في الشكل (2).

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

الشكل (2) يوضح أنواع الخلايا الشمسية

2-1-2 البطاريات: تعمل البطارية كخزان للطاقة في الاوقات التي لا تكون اشعة الشمس متاحة بالرغم من ان هناك العديد من انواع البطاريات المختلفة المتاحة حاليا وأن أفضل انواع البطاريات هي بطاريات حمض الرصاص تقدم معدل التكلفة الربحية الأفضل.

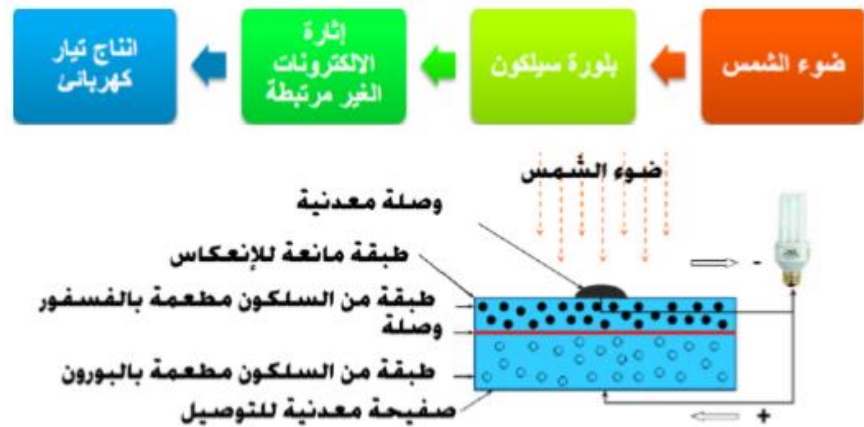
2-1-3 منظم الشحن: هو جهاز إلكتروني يقوم بتنظيم الجهد الكهربائي الوارد من الخلايا الشمسية قبل مروره إلى بطاريات الطاقة الشمسية وكذلك الصادر من البطارية إلى الحمل الكهربائي وذلك للمحافظة على البطاريات المستخدمة والتأكد من شحنها واستخدامها بصورة أمثل.

2-1-4 محول تيار: من المعلوم ان المنظومة الفولت ضوئية تنتج تيار كهربائي مستمر ولذا يجب أن يقوم المحول الكهربائي بتحويل التيار المستمر إلى تيار متردد ومع التطور التكنولوجي تم دمج محول التيار مع منظم الشحن في جهاز واحد يقوم بالتنظيم والتحويل.

2-2 طريقة عمل الخلية الفولت ضوئية

عندما تتعرض الخلية للإشعاع الشمسي فإن الإلكترونات الحرة تمتص طاقة الفوتونات المكونة للإشعاع الشمسي وإذا 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 كما موضح في الشكل(3).

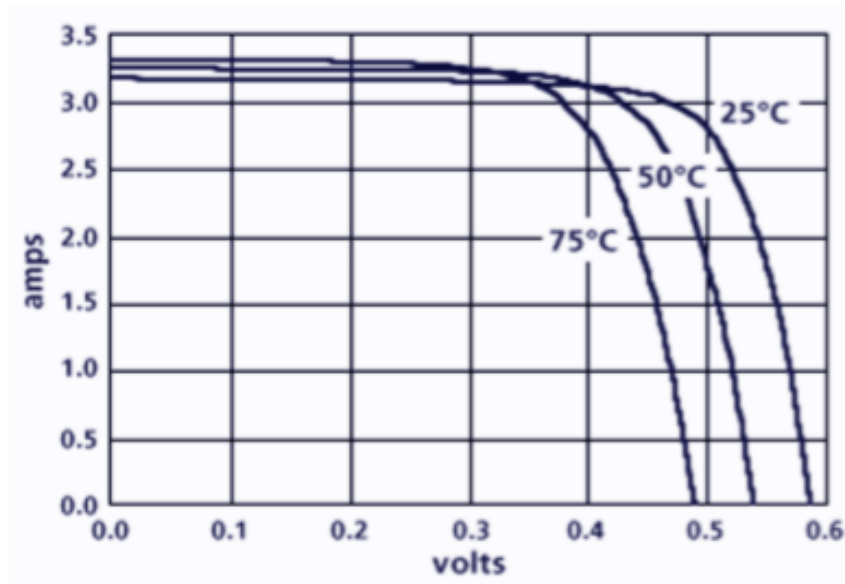
الشكل (3) يوضح فكرة عمل الخلية الفولتوضوئية



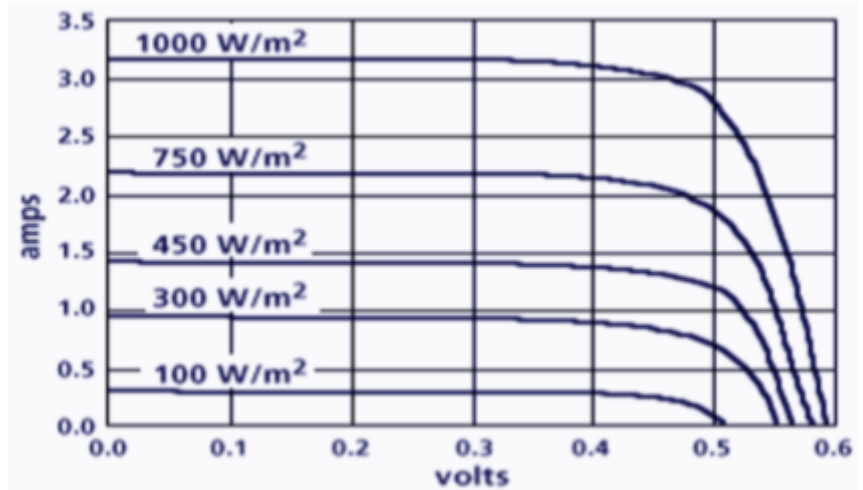
3-2 المؤثرات الخارجية الرئيسية على الخلية الشمسية

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 .

نلاحظ أيضاً 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 .



الشكل(4) يوضح تأثير شدة الإشعاع على الخلية

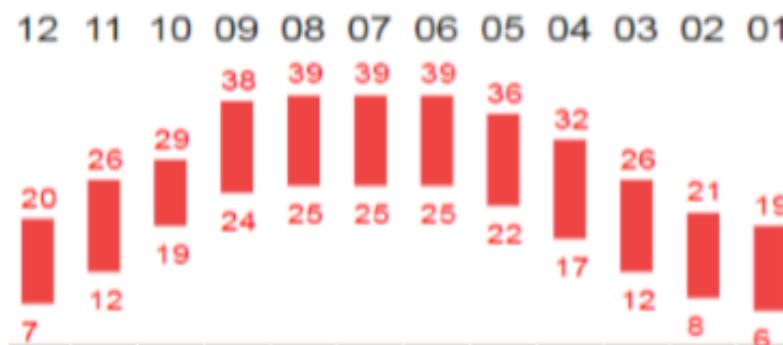


الشكل (5) يوضح منحني خواص تأثير أشعة الشمس على الخلايا

3-تصميم المجفف

لدراسة مدى فاعلية التجفيف باستخدام الطاقة الفولت وضوئية تم تصميم المجفف بمنطقة الجبل الأخضر الليبية وسيكون هذه المجفف منضبط للتجفيف الفواكه والمحافظة على جودتها مع إتباع ظروف التجفيف التالية: درجة حرارة 70°C تمكن من تجفيف الفواكه لمدة تتراوح بين 4 و 8 ساعات غالبا و تجنب انقطاع الكهرباء عن غرف المجفف لأن تذبذب درجات الحرارة من شأنه أن يؤدي إلى تخمر الفواكه ، وان تكون نسبة الرطوبة عالية وتختلف نسبة الرطوبة ودرجة الحرارة في بعض الاحيان حسب الانواع المختلفة لمحصول الفواكه ،ومن هذا السياق فأن تصميم المنظومة الفولت وضوئية مهم وان كفاءتها ستكون عالية في منطقة الجبل الأخضر اثناء جني المحصول (الفاكهة). تكون معرضة للشمس طول العام، تتمتع بإشعاع شمسي جيد من الساحلية، ليبيا تستقبل إشعاع شمسي أكبر من الدول الواقعة مباشرة على خط الاستواء نتيجة تعرض هذه المناطق للأمطار الاستوائية. الشكل (6) يوضح درجات الحرارة على طول السنة في المناطق الشرقية في ليبيا ومدى سقوط أشعة الشمس لا يقل عن 6 ساعات يوميا.

شكل (6) يوضح درجات الحرارة في المناطق الجبل الأخضر



عند تصميم المجفف نحتاج الي بعض المعلومات حول موقع تصميم المنظومة وذلك لإدخالها علي موقع شركة western flag) شركة متخصصة في مجال التجفيف والتدفئة (كذلك إدخال بعض التفاصيل اللازمة لإتمام عملية التصميم كما موضح في الشكل (7) وأيضاً تم إدخال أسعار الفاكه وهي في موسمها الطبيعي وفي غير موسمها وهي مجففه ومبينه في الجدولين التاليين والعمل وتحديد الطاقة الحرارية الناتجة و الإضاءة و الحرارة الناتجة وغيرها و يتم تحديد هامش أمان التجفيف ووقت التشغيل اللازم في

اليوم الواحدة ويوضح القدرة الكهربائية اللازمة لتشغيل منظومة التجفيف وبعد إدخال جميع البيانات كانت القدرة التجفيف اللازمة لتشغيل المجفف جيدة.

الشكل (7) يوضح شكل المجفف الذي تم استخدامه.



برنامج unido .

في هذه الخطوة نستخدم برنامج union ولهذا البرنامج العديد من المزايا المهمة للمختصين في برنامج التجفيف ويعطي الكثير من المعلومات عن طريق مخططات ورسومات بيانيه , لكن لا نحتاج إليها إلا في تحديد المجفف الأنسب والأقل استهلاكاً للطاقة مع العلم بأن قدرة التجفيف المطلوبة هي 11 كيلو وات تقريباً.

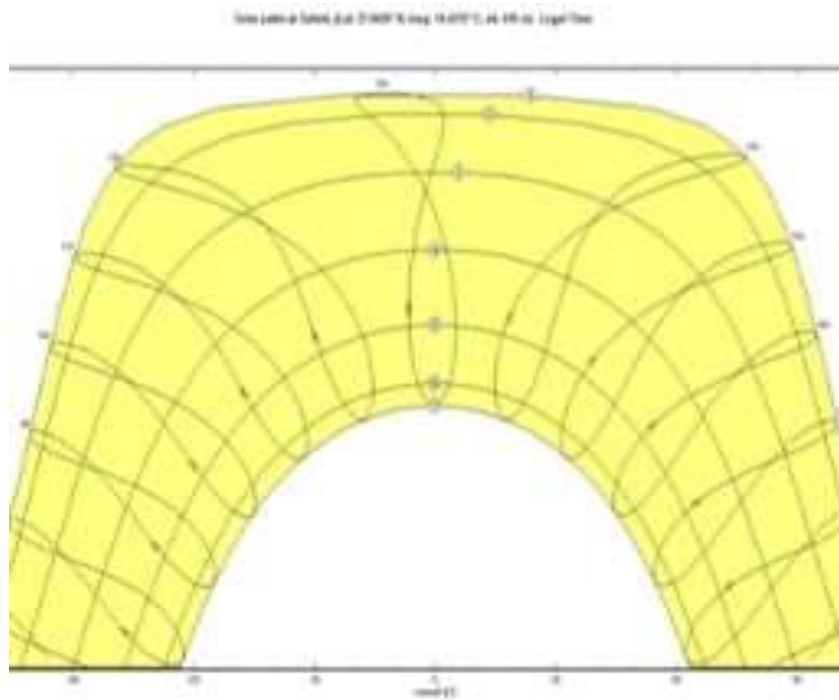
ومن الشكل السابق ذكره (7) هو الأنسب من حيث استهلاكه للطاقة ولقد استخلصنا ان القدرة الكهربائية اللازمة لتشغيل المجفف الكهربائي هي 2.06 كيلو وات وبعد دراسة عمل المجفف طبقاً لدرجة حرارة المنطقة والرطوبة والاضاءة الداخلية والكثير من الاشياء المهم لحساب عمل ساعات عمل المجفف وبعد دراسة جميع المعطيات وبمعدل هامش امان 10% تقدر عدد ساعات العمل 18 ساعة في اليوم على مدار العام ,يعني القدرة اليومية التي يجب توفرها على مدار أربعة وعشرون ساعة في اليوم 38 كيلو وات في اليوم .

وبعد الحصول على القدرة الكهربائية اللازمة لتشغيل المجفف الان يتم تصميم منظومة فولت وضوئية لتوليد القدرة المطلوبة على مدار العام وحساب الاشعاع الشمسي الساقط وعدد الألواح وعدد البطاريات واخذ خصائص المنطقة كدرجة الحرارة والغبار وغيرها. برنامج pvsystm هو برنامج يستخدم في مجال تصميم منظومات الطاقة الشمسية يقوم بالتصميم والمحاكاة والتقييم الاقتصادي وحسابات تأثير الظل 3D سهل في الاستخدام PVSYSMT يعرض النتائج في الشكل تقرير كامل وكذلك يعرض التفاصيل ويمكن

تصدير الرسوم البيانية والجداول والبيانات للاستخدام في البرامج الأخرى ، ويضاً البحث المباشر عن موقع باستخدام خرائط جوجل .وكم يتوفر للبرنامج العديد من الإصدارات ويقوم المصممون بتحديث قواعد البيانات كل فترة .

Pvsystem يقوم بحساب الإشعاعات الشمسية عن طريق وكالة ناسا العالمية بعد ان حددنا موقع نصب المنظومة وهي منطقة الجبل الأخضر الليبية التي تقع في شمال شرق ليبيا وهي عبارة عن سلسلة جبلية تمتد على طول ساحل البحر الأبيض المتوسط وترتفع على مستوى سطح البحر 3000 متر وتقع بين خط طول 20 و 23 درجة شرقا وبين دائرتي 32 و 33 درجة شمالا حيث ستكون منظومتنا ثابتة لا تتحرك وسيقوم البرنامج بحساب زاوية النصب وهي حسابات معقدة يقوم بها البرنامج للتسهيل على مهندسي والعاملين في مجال الطاقات المتجددة وفي الشكل (8) يبين زوايا سقوط اشعة الشمس في الوقت شروقها على الجبل الأخضر بعد محاكات البرنامج للوكالة العالمية طول أيام السنة .

الشكل (8) يوضح زوايا سقوط اشعة الشمس لحظة الشروق على شرق ليبيا طول أيام السنة.



نتائج الدراسة

خلال ما سبق تبين أنه يمكن الاعتماد على الطاقة الشمسية في الشرق الليبي حيث ان يمكن استخدامها والاعتماد عليها في المواقع التي لا تصلها الشبكة الكهربائية.

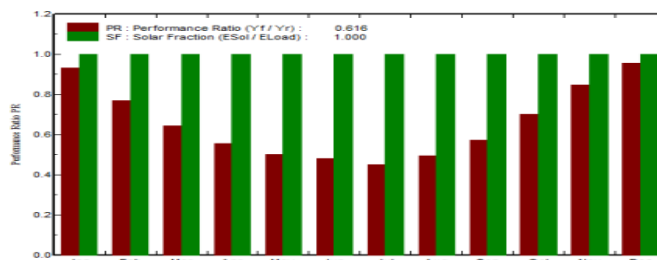
الجدول (2) يوضح قيم الاشعاع الشمسي العالية في الشرق ليبيا

	GlobHor kWh/m ²	GlobEff kWh/m ²	E Avail MWh	EUnused MWh	E Miss MWh	E User MWh	E Load MWh	SoiFrac
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

على مدار السنة من الشكل السابق نلاحظ قيم الاشعاع ممتازة الذي يساعد المنظومة للعمل بكفاءة اعلاه وقدرات جيد ونستطيع بناء منظومات بقدرات أكبر في ظل هذه القيم الجيدة، وتكون الطاقة الفولت ضوئية أفضل وسيلة للحصول على الطاقة الكهربائية

الشكل (9) ايضا يوضح للقارئ نسبة اداء المنظومة الذي يعتبر مؤشر اخر يبين انه يمكن الاعتماد على الطاقات البديلة في الحصول على 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 واجهتنا هي انشاء منظومات الطاقة الفولت ضوئية هو ارتفاع اسعارها نسبيا ويمكن التقليل من التكلفة بتقليل عدد البطاريات المستخدمة، بعدم فتح المجفف اثناء فترة عدم وجود اشعة الشمس لمنع استهلاك الطاقة، 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 الرياح والسحب الذي يقلل من نسبة الاستفادة القصوى للإشعاع الشمسي ، وسعر الانتاج يظل مرتفع في ظل رخص تكلفة الطاقة في الشبكة العامة .

جدول رقم (1) يوضح الفواكه وهي في موسمها الطبيعي.

ت	نوع الفواكه	سعر الكيلو في موسمها الطبيعي
1	اللوز	20 دينار
2	العنب	10 دينار
3	المشمش	8 دينار
4	التين	9 دينار

جدول رقم (2) يوضح الفرق بين اسعار أنواع الفاكه وهي في موسمها وغير موسمها الطبيعي (مجففه)

ت	نوع الفاكه	سعر الكيلو في وهي (مجففه)
1	اللوز	
2	العنب	30
3	المشمش	25
4	التين	33

يلاحظ ان من خلال الجدولين السابقين ان هناك فرق يكاد يكون 50% في الأسعار التي بين المحاصيل التي في الموسم والتي في غير الموسم وان هناك خسارة كبيرة في المحاصيل التي يتم اتلفها بسبب رخص ثمنها وعدم وجود من يشتريها لرخص ثمنها اثناء الموسم لكثرة المحاصيل فقد وجدنا انه افضل حل هو عملية تجفيفها وهو في نفس الوقت مريح والاستفادة أيضا من السخان الشمسي في غسل الفواكه المراد تجفيفها لانه من الضروري ان تغمر في الماء لمدة ثلاث دقائق وبهذا نكون قد استفدنا من المحاصيل التي

كانت تتلف من المزارع كما ان الفواكه المجففة بعد استخراج غالبيه المحتوى المائي من الفاكهة مع المحافظة على قدر الإمكان على قيمتها الغذائية وطعمها اللذيذ بحيث تنقلص الثمرة بعد هذه العملية وتصبح أكثر غنى بالطاقة ويعتبر الزبيب من أكثر أنواع الفاكهة المجففة شيوعاً يليه الخوخ والتين والمشمش ويمكن الحفاظ على الفواكه الطازجة بنفس الجودة.

وهناك عدة خيارات لاختيار المجفف الشمسي المراد استخدامه:

- 1- يتم اختيار المجفف الشمسي عبر اختيار المنتج المناسب.
- 2- اختيار الشركة المناسبة.
- 3- تحديد حجم المجفف المطلوب للتجفيف الفواكه.
- 4- تحديد نوع التكنولوجيا في المجفف هل يعمل بالطاقة الشمسية.

اسعار المجففات الشمسية

اولا على حسب الحجم الذي تطلبه وعلى جوده المجفف وتتراوح اسعار المجففات من 1000 دولار الى 20000 دولار حسب كميته الفواكه التي تريد تجفيفها ولكن نحن في دراستنا نحتاج الى مجفف سعره 2000 دولار وبإمكانه ان يأخذ 400 كيلو من الفواكه التي نرغب في تجفيفها.

Pvsystm يقوم بحساب الاشعاعات الشمسية عن طريق وكالة ناسا العالمية بعد ان حددنا موقع نصب المنظومة وهي الجبل الأخضر وترتفع علي مستوى سطح البحر حوالي 3000 متر ، وتكون منظومتنا ثابتة لا تتحرك وسيقوم البرنامج بحساب زاوية النصب وهي حسابات معقدة يقوم بها البرنامج للتسهيل علي مهندسي والعاملين في مجال الطاقات المتجددة

التوصيات

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

الخلاصة

تبين أن من خلاصة الدراسة ان الطاقة الفولت ضوئية ذات فاعلية في مجال التجفيف ويمكن الاعتماد عليها في الاكتفاء الذاتي من الطاقة الكهربائية ، وان معدلات الاشعاع الشمسي جيدة في الجبل الاخضر ، ومن اهم مميزتها سهولة التشغيل وقلة الاعطال في منظومات الطاقة الفولت ضوئية ، ومن عيوبها الأساسية والتي تعاني منها المنظومات الفولت ضوئية الغبار والأتربة التي تقلل من امتصاص الاشعاع الشمسي ومع التطور العلمي الحاصل يمكن التغلب علي هذه العيوب، ارتفاع سعرها مقارنة بالشبكة الحكومية الا انها تحقق الاستقلالية كما ذكرنا.

المراجع

1. الجاعلون نداء (2002) تقنية التجفيف الشمسي. غزة اتحاد لجان العمل الزراعة.
2. حسن البنا سعد فتح، الطاقة الشمسية البديل الواعد، مجلة فقيه للبحث وتطوير العدد الرابع، ديسمبر 2008 .
3. ستيفان. و. كارتر، توليد القدرة الفولت ضوئية الكهربائية من الطاقة الشمسية انظمة الطاقة، مركز دراسات الوحدة العربية،

الطبعة الولي، مارس 2011م

4. عرمان معالي (2005) دراسة تحليلية لمشروع تجفيف المحاصيل الزراعية باستخدام الطاقة الشمسية. الخليل: اتحاد لجان العمل الزراعي.
5. المؤلف مجهول، الطاقة التقنية وتوجيهات للمستقبل – ترجمة عبد الباسط علي صالح كرمان – مركز الدراسات الوحدة العربية بيروت 2011.
- 6 المؤلف مجهول، حقيبة الخلايا الشمسية – المنظمة العربية للتربية والثقافة والعلوم –تونس 2000-م
7. مجلة جامعة دمشق للعلوم الهندسية العدد الثامن والعشرون- نموذجة ومحاكاة لاقط كهروضوئي فيبيئه الحزمة البر العدد الثاني.2012
8. المؤلف مجهول توليد القدرة الكهربائية من الطاقة الشمسية أنظمة الطاقة الفولت ضوئية-ترجمة عبد الباسط علي صالح كرمان – مركز الدراسات الوحدة العربية بيروت 2011 .
9. محمد أحمد سيد خليل، الطاقة الشمسية واستخداماتها — دار الكتب العلمية للنشر وتوزيع القاهرة، عام النشر مجهول.
10. د ابراهيم بخيتي، جامعة قاصدي مرياح ورقلة – الجزائر الدليل المنهجي لإعداد البحوث العلمية الطبعة الرابعة عام 2015 م.
11. الموسوعة الحرة ويكيبيديا [www. Wikipedia.com](http://www.Wikipedia.com) 2021/12/28
12. الموقع الالكتروني لشركة نور للأنظمة الشمسية 2025/4/14 م.