"التوفير الطاقي لجهاز التكييف المنزلي باستخدام الطاقة الشمسية "

المهندس علاء الرفاعي
alaa.alrfaaei@gmail.com
قسم هندسة الطاقة الكهربائية
كلية الهندسة الميكانيكية و الكهربائية
جامعة دمشق

الدكتور عباس صندوق
abbassandouk@gmail.com
قسم هندسة الطاقة الكهربائية
كلية الهندسة الميكانيكية و الكهربائية
جامعة دمشق

الدكتور رائد الشرع
r.sharra@damasuniv.edu.sy
قسم هندسة الطاقة الكهربائية
كلية الهندسة الميكانيكية و الكهربائية
جامعة دمشق

الملخص:

إن العنصر الأساسي وأكبر مستهلك للطاقة هو قطاع الكهرباء ، لذلك هناك مساعي قديمة وحديثة للتوفير من إستهلاك الوقود الأحفوري في هذا القطاع .

في دراستنا هذه اتجهنا نحو الاستمرار في البحث عن توفير إستهلاك الطاقة الكهربائية ، وكما هو معلوم أن هناك جزء لابأس به من استهلاك الطاقة الكهربائية في قطاع التكييف والتبريد، وقدر المعهد الدولي للتبريد (IIR) أن ما يقرب من 15 ٪ من جميع الكهرباء المنتجة في جميع أنحاء العالم تستخدم في عمليات التبريد وتكييف الهواء من مختلف الأنواع (لوكاس ، 1998) [7] ، لذلك تم البحث والدراسة في طرق التكييف والتبريد باستخدام الطاقة الشمسية سواء الحرارية أو الضوئية ، حيث تمت الدراسة بشكل مخصص على القطاع السكني ، أي أنظمة التكييف والتبريد في المنازل ، بالإضافة إلى إستخدام **PVsyst** في حسابات التصميم للطرق التي تعتمد على الطاقة الكهرضوئية حيث يتم من خلاله معرفة المتطلبات الكهربائية اللازمة لأي جهاز تبريد من الطاقة الشمسية ومعرفة مكونات هذا النظام وإمكانية التوفير بشكل أفضل وتحسين الكفاءة

الكلمات المفتاحية: الطاقة الشمسية، التبريد الشمسي، برنامج PVsyst ، التوفير الطاقي .

" Energy saving for home air conditioner using solar energy "

Eng. Raaed Alsharea
r.sharra@damasuniv.edu.sy
Electric Power Department
Faculty of Electrical and mechanical engineering
Damascus university

Eng. Abas Sundok
abbassandouk@gmail.com
Electric Power Department
Faculty of Electrical and mechanical engineering
Damascus university

Dr. Eng. Ala'a Alrefae'y
Alaa.alrfaaei@gmail.com
Electric Power Department
Faculty of Electrical and mechanical engineering
Damascus university

Abstract:

The main element and the largest consumer of energy is the electricity sector, so there are old and modern endeavors to save from the consumption of fossil fuels in this sector.
In our study, we went on to continue to search for electricity consumption. As is known, there is a significant portion of electricity consumption in the air conditioning and refrigeration sector. The International Refrigeration Institute (IIR) estimated that approximately 15% of all electricity produced in all (Lucas, 1998). [7] Therefore, research and study were conducted on solar and thermal cooling and air conditioning methods, where the study was devoted specifically to the residential sector, namely, air conditioning and cooling systems in Homes, in addition to using PVsyst in sense Bat design methods that rely on photovoltaic energy where it is through knowledge necessary for any cooling device of solar electrical requirements and knowledge of the basic requirements and it is possible savings better and improve efficiency .

Keywords: solar power, solar cooling, PVsyst program, energy saving.

1. المقدمة

إن معظم الناس على غير دراية بأننا نستطيع التبريد باستخدام الطاقة الشمسية ، وهو أحد الأسباب التي دفعنا للبحث والدراسة أكثر في هذا المجال . وسنقدم في مقالتنا هذه بعض الأنظمة العالمية التي يتم العمل بها حالياً ويتم الاستفادة منها ، حيث يتم من خلالها تحقيق وفر كبير في الطاقة الكهربائية وتحسين كفاءة التبريد في القطاع السكني. يتم تصنيف طرق التبريد بالطاقة الشمسية بشكل عام الى مجموعتين ، الأولى : التبريد باستخدام الخلايا الكهرضوئية ((Photovoltaic panel)) ، والمجموعة الثانية : التبريد باستخدام الطاقة الشمسية الحرارية . تم الاعتماد في هذه المقالة على برنامج PVsyst في التصميم والحسابات ، وهو من البرامج المشهورة فى تصميم محطات توليد الطاقة الكهربائية من الطاقة الشمسية و يستخدم على نطاق واسع فى تصميم محطات التوليد سواء كانت متصلة بالشبكة أو منفصلة عنها .

2. هدف البحث

دراسة طرق التبريد والتكييف بالطاقة الشمسية وتحسين كفاءة المكيف المنزلي من خلال إحدى هذه الطرق واستخدام برنامج PVsyst لتحديد متطلبات المنظومات بالشكل الأمثل.

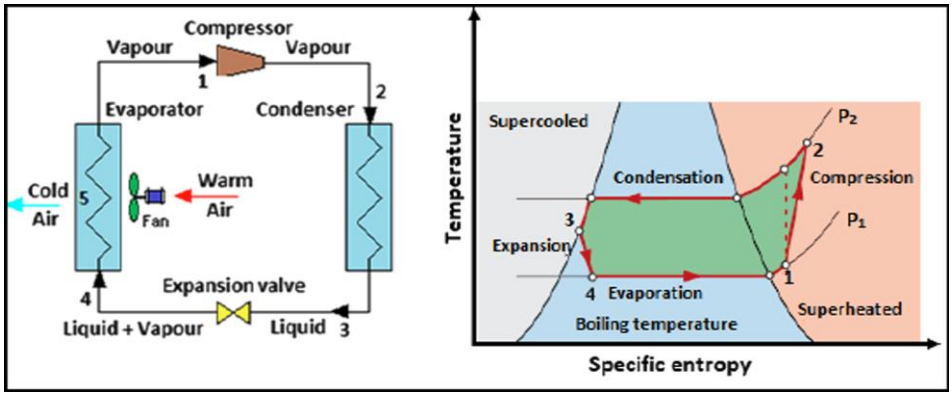
3. التعريف بالتكييف والتبريد :

إن نظم التبريد الكهربائية التقليدية تتكون من دورة ذات أربع مراحل الشكل(1) : الضاغط أو الكباس (Compressor) و المكثف (Condenser) و صمام التمدد (Expansion valve) و المبخّر (Evaporator) .الضاغط والذي يستهلك أكبر كمية من الكهرباء يضغط وسيط التبريد إلى درجة حرارة وضغط معينين حسب معادلة الحالة :

$$PV = nRT = KT \quad \text{.....(1)}$$

حيث P : ضغط الغاز ، V : حجم الغاز ، n : عدد جزيئات الغاز ، k : ثابت R : رقم رنولدز الخاص بالغاز ، T : درجة حرارة الغاز.

وبالتالي حسب القانون عند زيادة الضغط تزداد درجة الحرارة والعكس بالعكس. بعدها يتم تمرير وسيط التبريد في المكثف ليسمح بمبادلة حرارته مع الوسط الخارجي مع بقاء الضغط عند نفس القيمة وبالتالي يبرد الوسيط وتنخفض درجة حرارته ، ثم يتم من خلال صمام التمدد خفض ضغط الغاز وبالتالي تنخفض درجة حرارة وسيط التبريد حسب المعادلة (1) ليصبح سائل بارد يتم تمرير هذه السائل في المبخر ليقوم بامتصاص الحرارة من الوسط المراد تبريده ، ثم تعود الدورة من جديد إلى الضاغط .



الشكل (1) مخطط عام للتكييف بالدارة الانضغاطية Vapor compression **[3]**

4. طرق التكييف والتبريد باستخدام الطاقة الشمسية :

يتم تصنيف طرق التبريد بالطاقة الشمسية بشكل عام الى مجموعتين رئيسيتين اعتماداً على مصدر الطاقة هما النظام الحراري والنظام الكهرضوئي وفيمايلي سيتم سرد الطرق و شرح أهمها .[6]

4-1 التبريد باستخدام الخلايا الضوئية ((Photovoltaic panel)) :

وهي طريقة غير مباشرة تعتمد على تحويل الطاقة الشمسية إلى شكل آخر من أشكال الطاقة . ونذكر من أهم هذه الطرق : [7] [6]

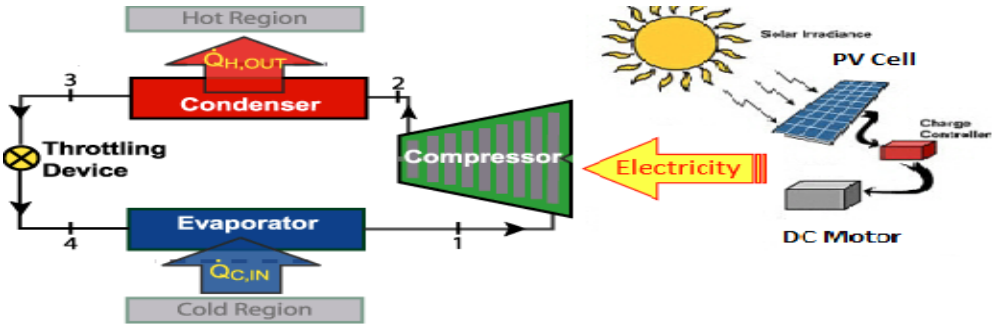
1. ضغط البخار (Vapor compression) .
2. الحرارية (Thermoelectric) .
3. ستيرلينغ (Stirling) .

4-1-1 نظام تبريد ضغط البخار بالطاقة الشمسية : [1] [7]

Photovoltaic Vapor Compression Cooling Syste

في هذه الطريقة يمكن تقديم طاقة كهربائية AC (باستخدام معرج) ويتم العمل كما هو في الحالة الطبيعية أو يمكن تقديم طاقة كهربائية DC مباشرة ولكن في هذه الحالة يتم إستخدام ضاغط مع محرك DC كما هو موضح في الشكل (2) .

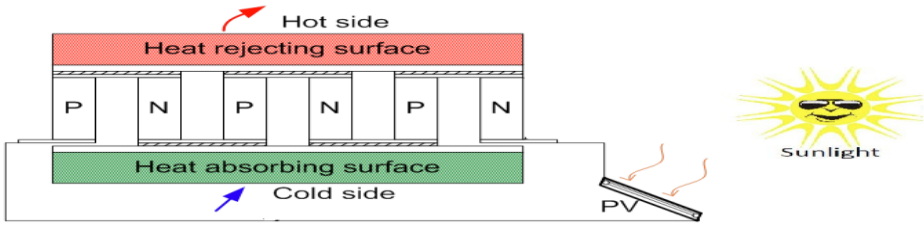
يتم تحديد استطاعة النظام الشمسي ومكوناته (ألواح ، معرج ، .....) من خلال برنامج PVsyst الذي سيرد ذكره معنا وكيفية العمل عليه مع مثال على هذا النظام .



الشكل (2) التبريد بضغط البخار باستخدام الطاقة الشمسية **[1]**

4-1-2 التبريد الحراري الكهربائي : Thermo-electric Cooling

إن أثر سيبِك Seebeck هو تولد قوة محركة كهربائية في دارة مكونة من ناقلين مختلفين عندما تكون إحدى الوصلتين ساخنة والأخرى باردة أما أثر بلتيير Peltier فهو الأثر المعاكس لأثر سيبك، حيث يستفاد منه في التبريد الكهروحراري حيث توضع الوصلة المبردة في الحيز المراد تبريده وتوضع الوصلة المسخنة خارجه هنا تنتقل الحرارة من الوسط المراد تبريده عبر الوصلة المبردة الى خارج الحيز الشكل(3).



الشكل (3) التبريد الحراري الكهربائي باستخدام الطاقة الشمسية **[1]**

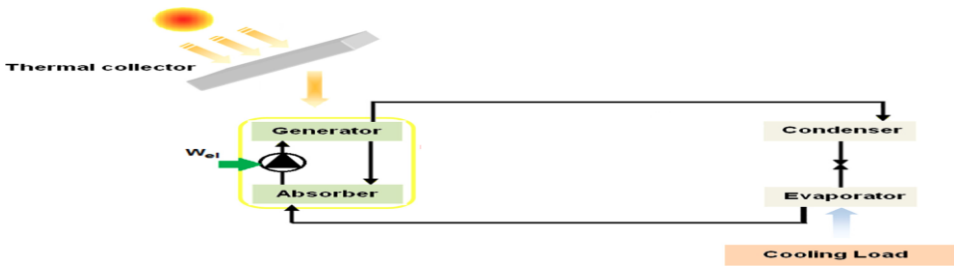
4-2 التبريد باستخدام الطاقة الشمسية الحرارية (Thermal collector) وهي

الطريقة المباشرة : تعتمد على الطاقة الحرارية للشمس بشكل مباشر، أهم الطرق :

1. الامتصاص الشمسي. (Absorption) .
2. الامتزازالشمسي (Adsorption) .
3. التجفيف الشمسي(Desiccant cooling) .
4. دورة القاذف (Ejector refrigeration cycle) .
5. دورة رانكلين (Rankine's cycle) .

4-2-1 الامتصاص الشمسي (Absorption) :

إن منظومات التبريد الامتصاصية (absorption system) مشابهة لمنظومات التبريد الانضغاطية (compression system) الاعتيادية إلا إنها تختلف عنها بعدم وجود ضاغط (compressor) ، هنا يتم عادة الاستعاضة عن الضاغط بدارة (تسمى المولد) تتغذى من مصدر طاقة شمسية (طاقة حرارية) كما في الشكل(4) .



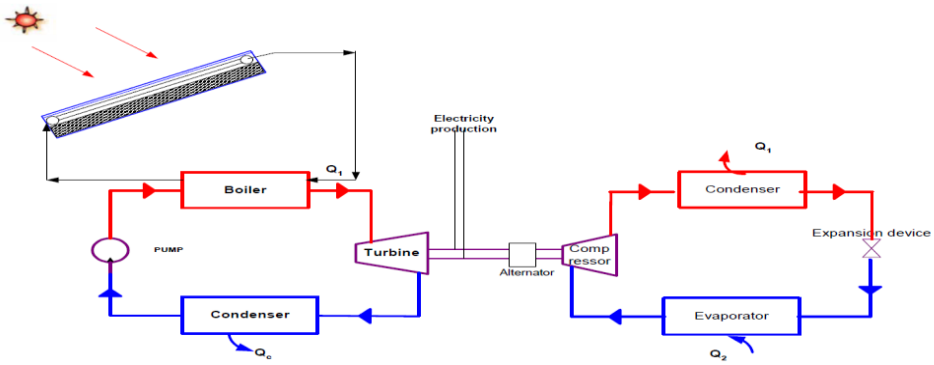
الشكل (4) نظام التبريد الامتصاصي باستخدام الطاقة الشمسية **المرجع [2]**

4-2-2 الامتزاز (الادمصاص) الشمسي (Adsorption) :

الادمصاص (Adsorption) : و هو وجود المادة (المادة ممتزة) على سطح مادة صلبة (مادة مازّة) ، كالطبشور الأبيض المغموس داخل الحبر فتمتز جزيئات الحبر على سطح الطبشور، بينما إذا كسرنا الطبشور لوجدناه لونه أبيض من الداخل . أما الإمتصاص(Absorption) : هو وجود المادة الممتصة داخل جسم المادة الماصة كالأسفنج عندما يمتص الماء.

4-2-4 دورة رانكلين (Rankine's cycle) :

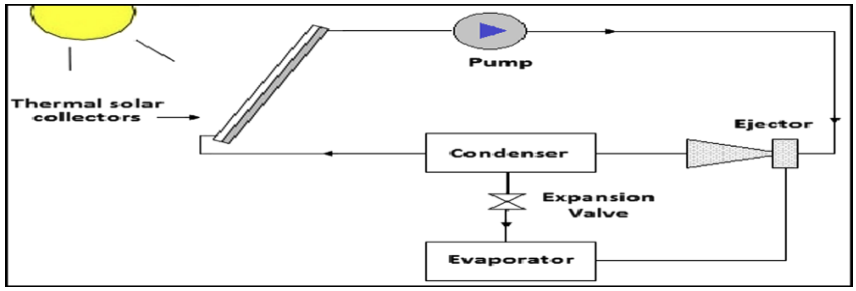
في هذه الطريقة يتم تحويل الطاقة الحرارية إلى عمل ميكانيكي يتم تقديم هذا العمل إلى الضاغط ، وبالتالي نكون قد قدمنا عمل بدل الكهرباء مع بقاء كافة مكونات وعناصر دورة التبريد التقليدية كماهي الشكل(5). المخطط التالي يوضح المبدأ العام لهذه الطريقة:



الشكل (5) دورة رانكلين Rankine's cycle **[3]**

4-2-5 دورة قاذف البخار : Steam Ejector Cycle

التبريد بالبخار هو من الآلات الميكانيكية الحرارية الشائعة في نظم التبريد المستخدمة في التبريد وتكييف، والنظام يتكون من مجمع الطاقة الشمسية، مولد، مكثف ، المبخر، صمام التمدد ، القاذف (القاذف يزيد ضغط السائل عوضاً عن الضاغط) والمضخة الشكل(6) .



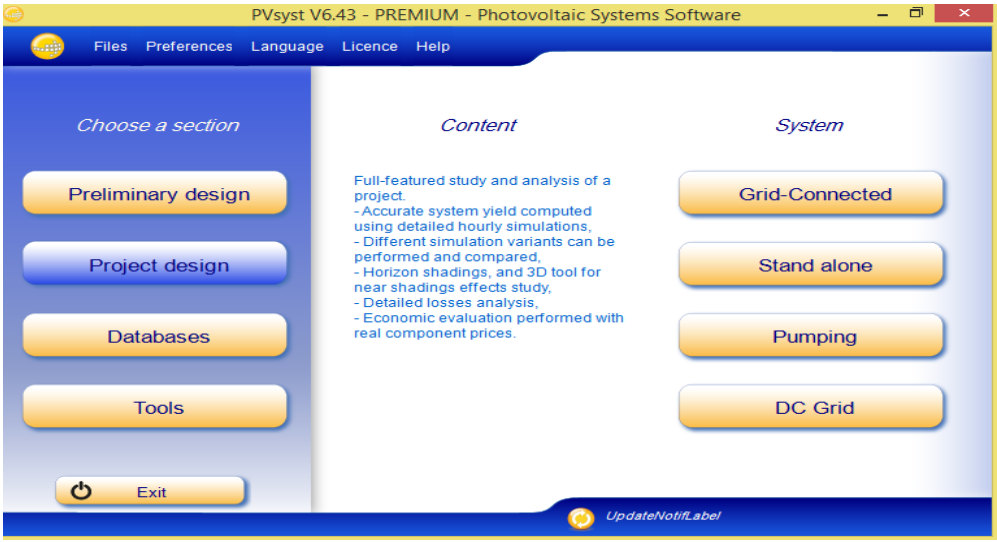
الشكل (6) دورة قاذف البخار Steam Ejector Cycle **[3]**

5. برنامج PVSYST :

يعتبر برنامج PVSYST من البرامج المشهورة في تصميم محطات توليد الطاقة الكهربائية من الطاقة الشمسية ، وهو من تصميم وابتكار أربعة من الأساتذة الكبار في مجموعة الطاقة في قسم العلوم البيئية في جامعة جنيف بسويسرا تحت رعاية وزارة الطاقة السويسرية ، إصدار ديسمبر 2009. ويستخدم على نطاق واسع فى تصميم محطات التوليد سواء كانت متصلة بالشبكة أو منفصلة عنها.، يقوم هذا البرنامج بالتصميم و المحاكاة و التقييم الاقتصادي و حسابات تأثير الظل d3 . سهل في الاستخدام ، يصمم كلاً من الأنظمة المنفصلة عن الشبكة و المتصلة و أنظمة الضخ بالطاقة الشمسية. يقوم البرنامج باستيراد بيانات الارصاد الجوية والمواقع من خلال قواعد البيانات المختلفة، ويقوم بعرض نماذج تفصيلية ورسوم بيانية وتقارير كاملة وتفاصيل النظام ، ويمكن استخدام الجداول والبيانات في برامج أخرى .

5-1 تصميم النظام باستخدام برنامج PVsyst :

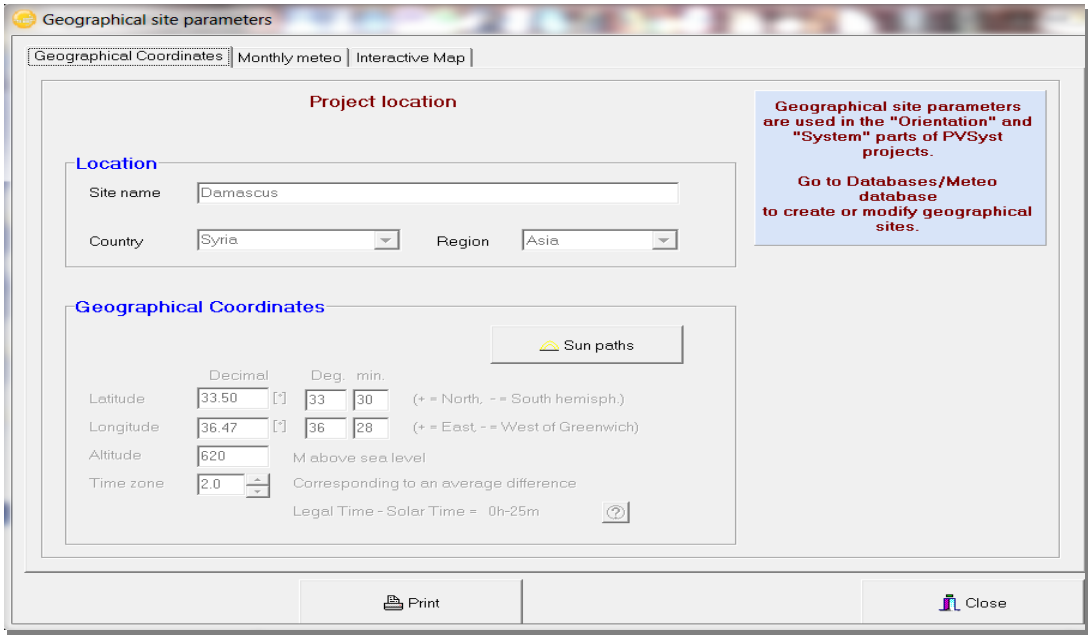
- النظام مربوط مع الشبكة العامة لذلك سيتم اختيار خيار on grid connected كمايوضح الشكل التالي :



الشكل (7) الواجهة الرئيسية لبرنامج PVsyst

من خلال الواجهة الرئيسية يتيح خيار تصميم البرنامج بشكل سريع ومختصر (للمشاريع التجارية مثلاً) وهو خيار Preliminary design ، كما يتيح أيضا تصميم النظام بشكل إحترافي وتفصيلي بشكل أكبر وذلك للمهندسين المختصين وهو خيار Project design ، ومن خلال أحد الخيارين ممكن تصميم منظومات مرتبطة مع الشبكة العامة Grid–Connected أو منظومات معزولة عن الشبكة العامة Stand alone أو منظومات الضخ Pumping أو منظومات التيار المستمر DC .في دراستنا سنتعامل مع المنظومات المرتبطة مع الشبكة العامة لذلك سيتم أختيار الربط مع الشبكة كما هو موضح بالشكل السابق .

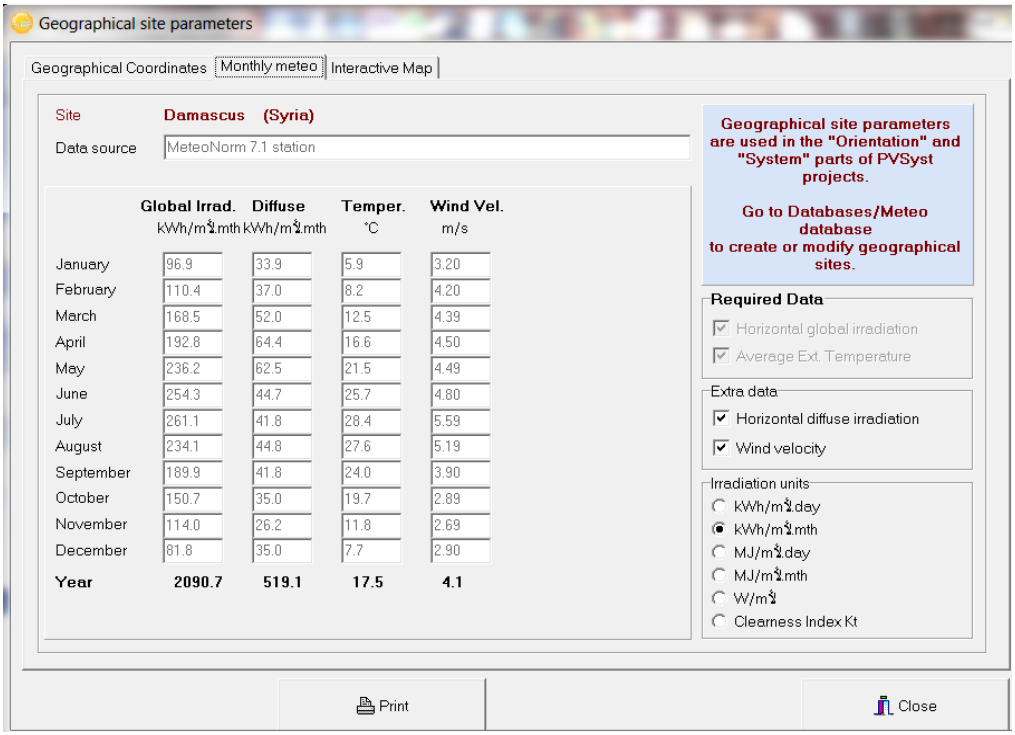
بعد إجراء الخطوة السابقة نقوم بداية بتحديد اسم المشروع واحداثيات الموقع وذلك من خلال الواجهة التي سوف تظهر لدينا وهي موضحة بالشكل :



الشكل (8) اسم المشروع وبيانات الموقع

من خلال هذه الواجهة يتم تحديد اسم المشروع وتم أختياره هنا ليكون Damascus ، ويتم أيضا تحديد البلد والقارة و الموقع إما من خلال خرائط Google بشكل مباشر أو من خلال إدخال إحداثيات الموقع وبياناته كما في الشكل(8) .

❖ الخطوة التالية هي اختيار قاعدة البيانات حيث يتم اختيار قاعدة البيانات الشمسية Meteonom أو Nasa حسب مايتوفر في بيانات النظام وفي مشروعنا اعتمدنا على eteonom . كما في الشكل التالي :

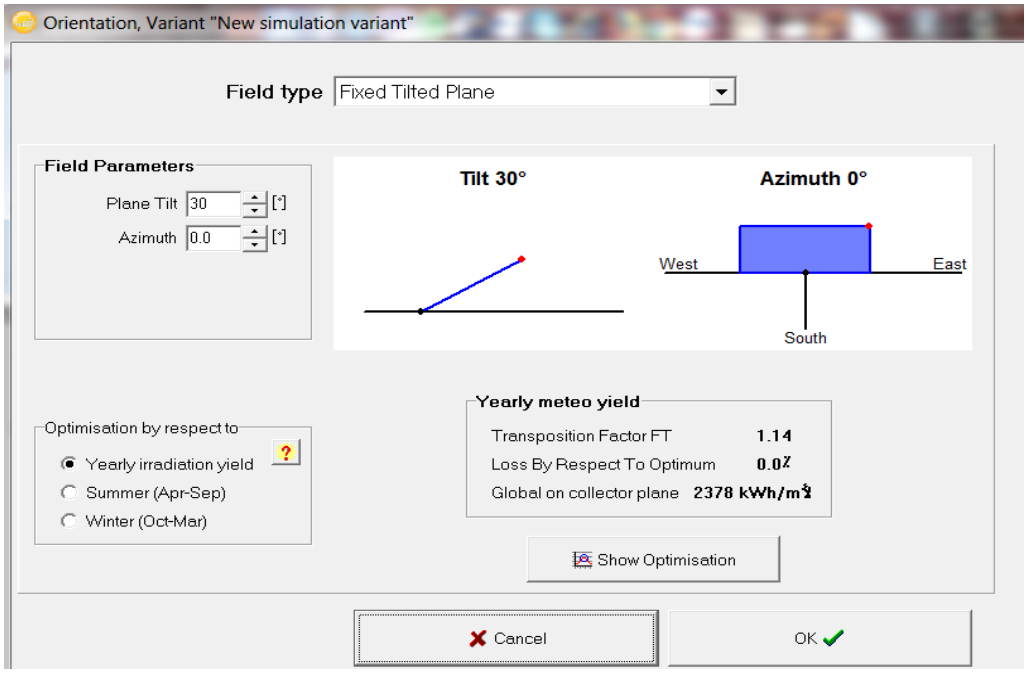


الشكل (9) البيانات الشمسية لمدينة دمشق

تمثل هذه الواجهة البيانات الشهرية المتاحة لنا والتي تم اختيارها من قاعدة البيانات Meteonom وهي كالتالي : العمود الأول والذي يمثل شدة الاشعاع الشمسي Global radiation والعمود الثاني يمثل Diffuse radiation مع درجة الحرارة وسرعة الرياح . وممكن مشاهدة هذه البيانات خلال اليوم أو خلال الشهر أو العام ... إلخ .

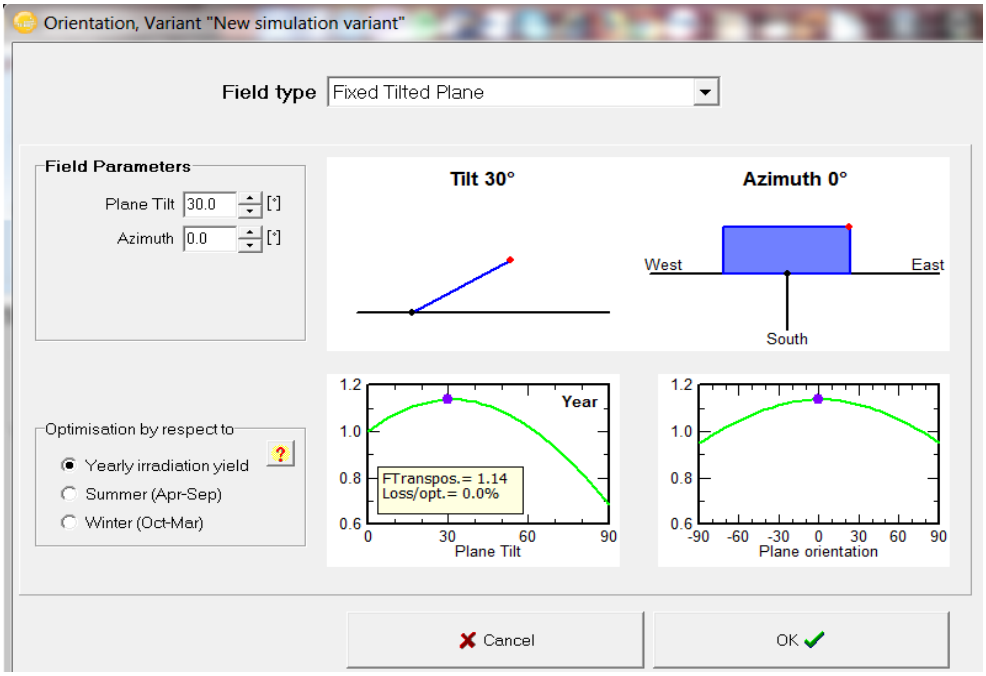
❖ الخطوة التالية هي تحديد طريقة نصب المنظومة وزوايا Tilt & Azimuth orientation of solar panels : وتحديد الفترة الزمنية المطلوب من البرنامج أن يعمل optimization على أساسها حيث تم اختيار زاوية Tilt 30 درجة وذلك يتعلق بموقع العمل مكان تركيب المنظومة في دمشق الزاوية المثلى خلال العام هي 30 درجة طبعاً وهي قريبة من زاوية خط العرض لمدينة

دمشق. لو أردنا أن تكون الانتاجية أعظم مايمكن في أوقات معينة خلال العام فإن هذه الزاوية تختلف والبرنامج يتيح لنا optimization خلال أي وقت على مدار العام ، تم تحديد الزاوية الأخرى Azimuth 0 درجة أيضا هي الزاوية الأفضل في منظومتنا كما في الشكل التالي :



الشكل (10) طريقة نصب المنظومة

تم اعتماد الخيار السنوي أي يتم نصب المنظومة بحيث يكون انتاجها أعظم مايمكن خلال العام .



الشكل (11) أمثلة زاوية الميل

في هذا الشكل فإن التمثيل البياني الأول يبين الأمثلة optimization نسبة الى Tilt angle والثاني يظهر نسبة الأمثلة optimization الى Azimuth angle وكما نرى نحن نحقق أعلى قيمة للإنتاجية عند هاتين الزاويتين التي تم تحديدهما (30 & 0)درجة ولو ظهر لدينا وجود أي فقد أو ضياعات نقوم بتعديل الزوايا السابقة للوصول من خلالها إلى أعلى قدرة إنتاجية من المنظومة خلال الفترات المحددة ويظهر ذلك بشكل واضح من خلال الرسم البياني السابق .

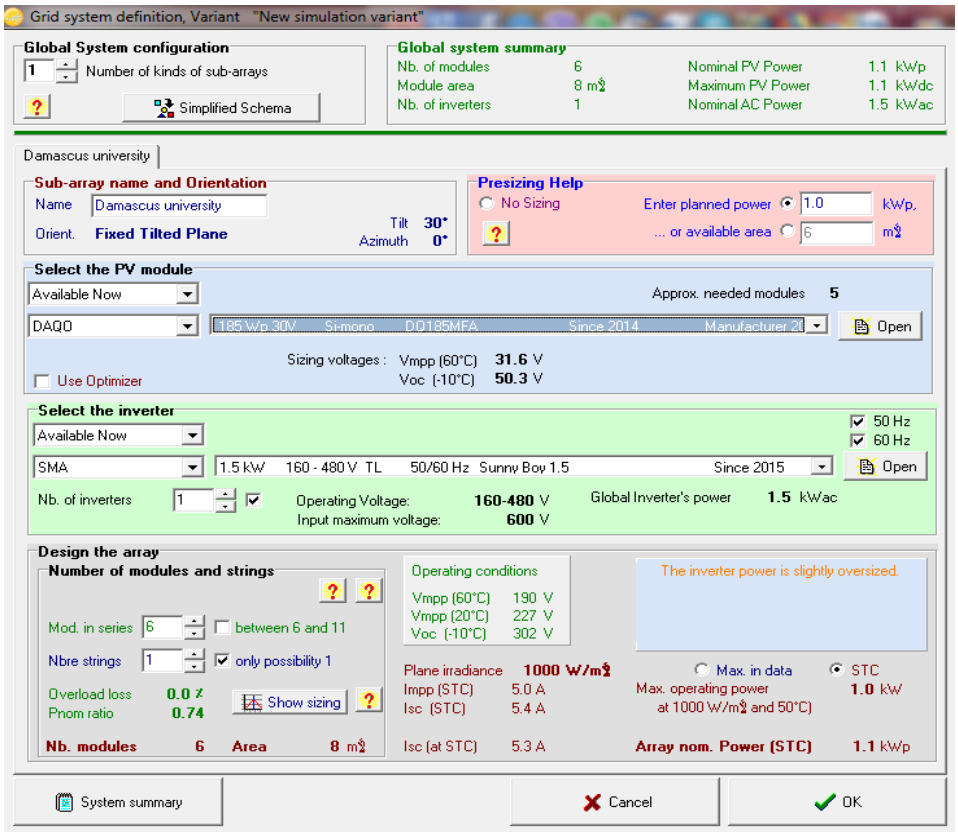
في المنظومة المربوطة مع الشبكة لايعرض البرنامج خيار حاجات المستهلك لان الشبكة تقوم بتوفير كل حاجة المستهلك من الطاقة وفي حالة نصب منظومة شمسية فإنها ستلبي حاجة المستهلك من الطاقة وفي حالة وجود فائض تقوم بتصديره إلى الشبكة .

أما إذا لم تكن الطاقة التي تنتجها المنظومة الشمسية كافية فيمكن للمستهلك حينذاك سحب جزء من الطاقة التي يحتاجها من المنظومة العامة. لذلك لاتوجد مشكلة في هذا الجانب أي لاتوجد مشكلة في توفير الطاقة للمنظومات المربوطة على الشبكة العامة

ولذلك تجاهل مصممي هذا البرنامج إضافة خانة تحديد حاجات المستهلك لخيار ربط المنظومات على الشبكة العامة .

2-5 الحسابات التصميمية لمنظومة مربوطة على الشبكة: on grid system sizing

بعد إجراء الخطوتين الأوليتين وهما تحديد الموقع والبيانات الشمسية الخاصة فيه Site and Meteo و تحديد طريقة نصب المنظومة في مواجهة الشمس orientation . الواجهة التالية هي الواجهة الأولى الخاصة بإدخال العناصر التفصيلية للمنظومة التي نحتاجها

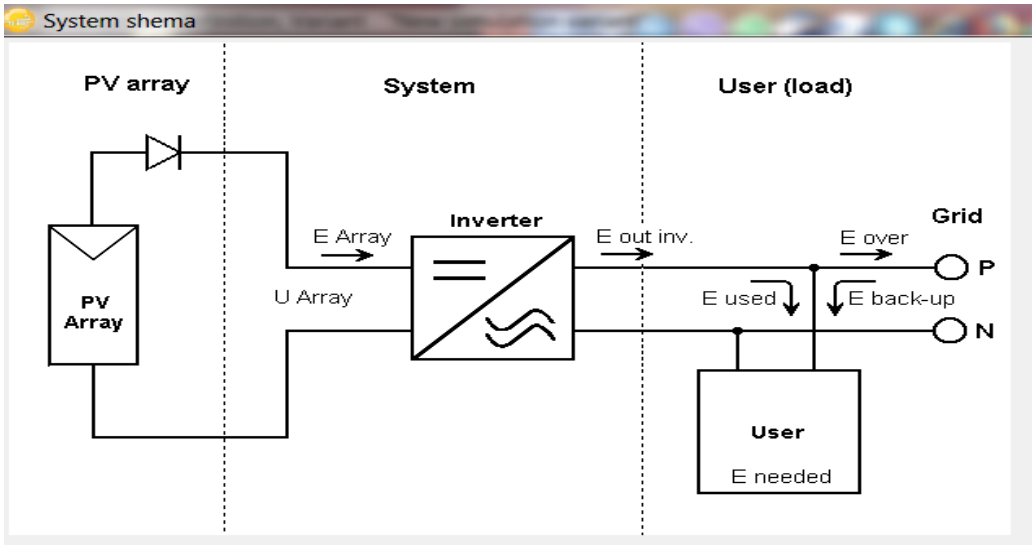


الشكل (12) الواجهة التصميمية الرئيسية

في البداية يتم تحديد قدرة المنظومة المطلوب تصميمها كم هي قدرة إنتاجها المتوقعة ، سنختار هنا على سبيل المثال قدرة مقدارها 1000 واط (على إعتبار لدينا مكيف 1 طن أو 2 طن أو أي من استطاعة المكيفات المنزلية) ، ويمكن أيضاً الاختيار على أساس المساحة المتوفرة في الموقع كما يوضح الشكل السابق .الخطوة التالية هي تحديد عدد sub–arrays التي تضمها المنظومة .إذا كان هناك مصفوفات باتجاهات مختلفة يتم تحديد كم مصفوفة حسب الاتجاهات ، لكن هنا لدي مصفوفة باتجاه واحد لذلك وضعنا 1 ، وعلى اساسه نلاحظ أن زاوية الميل Tilt angle و Azimuth angle هي 30 و 0 درجة كما تم أختيارها سابقاً ، ويتم أيضا تحديد أسم لل sub–arrays لكل واحدة في منظومتنا تم إختيار إسم Damascus university ومن ثم يتم تحديد نوع الألواح المستعملة ويوفر لنا البرنامج العديد من الشركات المصنعة والألواح المتوفرة من حيث القدرة لكل لوح وبعد تحديد نوع اللوح وقدرته والشركة المصنعة نستطيع أيضاً من خلال الضغط على زر open مشاهدة كافة التفاصيل للألواح المستخدمة من الاستطاعة والفولت والأمبير والمعاملات الأخرى والوزن والأبعاد وأكثر قيمة ممكن إنتاجها وأيضاً رؤية المنحنيات والرسوم البيانية الخاصة باللوح كافة (منحنيات P–V ، منحنيات P–I ، منحنيات T–V ..... إلخ) ، بالإضافة إلى معرفة كافة التفاصيل الفنية والتقنية . في دراستنا تم إختيار الألواح من شركة DAQO . من ثم يتم أيضاً تحديد المعرج المطلوب من حيث الاستطاعة و التوتر وباقي التفاصيل ، وأيضا نستطيع من خلال الضغط على خيار open معرفة كافة المعلومات والتفاصيل للمعرج ، في دراستنا تم إختيار المعرج من شركة SMA حيث يوجد العديد من المشاريع المنفذة في بلدنا باستخدام هذا النوع من المعرجات .

بعد ذلك يقوم البرنامج بتحديد عدد الألواح والسلاسل وطريقة ربطها والقدرة المنتجة والتيار والتوتر والمساحة ، وأيضاً يقوم البرنامج بإظهار عبارات بألوان محددة لتحديد

الاختيار الأمثل للألواح والمعرج فقد يكون المعرج إستطاعته غير كافية مثلا فيقوم البرنامج بالتنويه إلى ذلك حتى يتم إختيار معرج أفضل يتناسب مع متطلبات النظام وهكذا أيضاً بالنسبة للألواح و بعد ذلك ممكن أن نرى basic design للمنظومة التي نعمل عليها :



الشكل (13) المخطط الصندوقي للنظام المدروس basic design

في هذا الشكل الجزء الأول هو pv array والذي هو source of power أو مصدر أنتاج الطاقة ، تنتقل الطاقة بشكلها DC إلى المعرج inverter الذي يقوم بتحويلها إلى AC وأيضاً مزامنتها مع الشبكة الكهربائية في الجزء الثاني هو system . الجزء الثالث هو User Load وهو مكون من جزأين Grid و User ، بالنسبة لل User فهو سيأخذ من إنتاجية المنظومة الشيء الذي يكفيه والزائد عن حاجته يتم ضخه في الشبكة العامة كما نرى اتجاه الاسهم فالطاقة power المنتجة من المنظومة E تنتقل الى user (حسب اتجاه السهم) وكذلك بإمكان الجزء الزائد E over أن يذهب إلى Grid ، لكن في بعض الحالات(مثل الليل ، أيام الغبار ، أيام الغيوم) عندما تكون الطاقة

المنتجة من المنظومة لاتكفي أو لاتكون هناك أصلا طاقة منتجة من المنظومة فيمكن لل user أن يأخذ مايحتاجه من الطاقة E back–up من الشبكة العامة Grid .

3-5 ملخص النظام System summary :

❖ **Orientation parameters**
- Field type: **Fixed Tilted Plane**
- Plane tilt/azimuth = **30° / 0°**

❖ **Compatibility between System defintions**
- Full system, orientation **Tilt/Azimut = 30° / 0°**
- 1 Sub-array PNom = 1.11 kWp, modules area = 8 m²
- Orientation #1: No Shading field defined

❖ **System parameters**
- Sub-array #1 **damascus univercity**
- PV modules: 1 strings of 6 modules in series, 6 total
- Pnom = 180 Wp Pnom array = 1.11 kWp, Area = 8 m²
- Inverters (1.50 kWac) 1 units inputs,Total 2 kWac, PNom Ratio = 0.74

❖ **Shading scene parameters**
- No shading scene defined

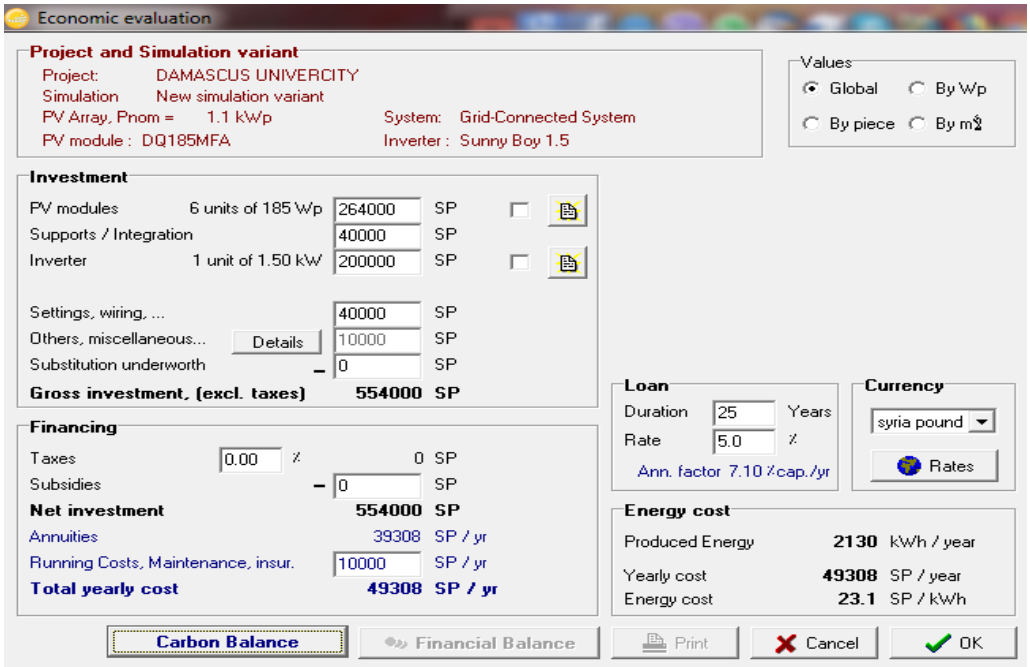
هذه الواجهة هي عبارة عن تقرير مفصل يقدمه لنا البرنامج يوضح فيه المحددات الرئيسية التي تم العمل عليها حيث أن الخانة الأولى تتحدث عن زاويتي Tilt & Azimuth حيث يتم العمل بزاويتي (30 & 0) درجة ، أيضا يوضح التقرير عدد الألواح الشمسية المستخدمة (6 ألواح) والمصفوفات (مصفوفة واحدة) وإستطاعة اللوح الشمسي الواحد (180 Wp) والإستطاعة الإسمية للألواح الشمسية (1.11) kWp والمساحة التي نحتاجها للألواح (8 m²) بالإضافة إلى إستطاعة المعرج (1.50 kWac) وعدد مداخل MPPT الموجودة في الإنفرتر (1) وهي عدد المداخل المستخدمة وعليه يوضح لنا أيضاً نسبة الإستطاعة الاسمية للألواح إلى نسبة الإستطاعة من المعرج 0.74 (مدخل واحد MPPT أي نسبة الاستطاعة التي نعمل عليها 1.5

kWac وعليه النسبة هي 1.50 / 1.11) ، وفي الخانة الأخيرة يوضح البرنامج عدم وجود التظليل في هذه المنظومة .

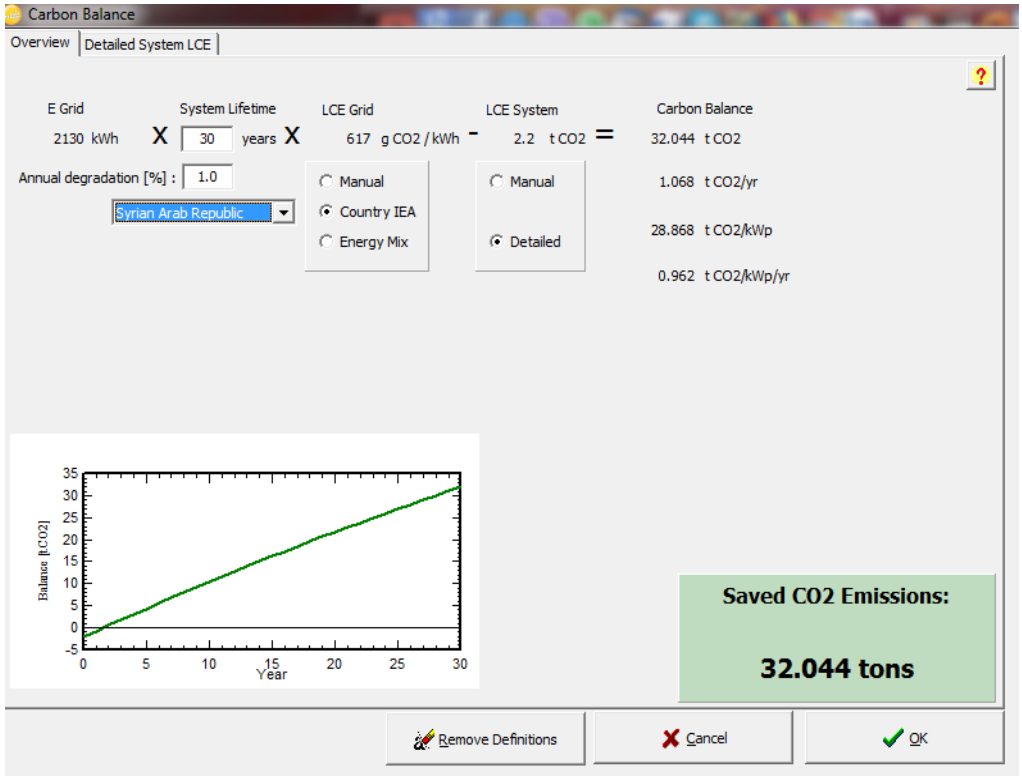
5-4 الدراسة الإقتصادية :

بعد الاطلاع على النتائج تتم عملية التقييم الاقتصادي (Economic evaluation)، حيث يتم إدخال أسعار مكونات المنظومة الشمسية وجميع الأجور ومنه:

- يقوم البرنامج بحساب الكلفة الكلية للمشروع مع احتساب الضرائب .
- تحديد عمر المشروع ومعدل الحسم Rate ، ومنه تحديد كلفة الكيلو واط الساعي kwh المنج من المنظومة الشمسية .
- كما أنه يتم تحديد مقدار الإنخفاض أو الوفر في إنبعاثات الكربون سنوياً بسبب الوفر في الوقود الذي يحققه المشروع بمأنه لايحتاج إلى وقود لتوليد الطاقة الكهربائية .



الشكل (14) الدراسة الإقتصادية للنظام المدروس



الشكل (15) انبعاثات CO2

وعليه فإن التكلفة الكلية للمنظومة 554000 ل.س ، ووفق التعرفة السورية للمشتركين على التوتر 4,0 ك.ف للأغراض المنزلية 29 ل.س لشريحة الاستهلاك التي تزيد على 2500 كيلوواط ساعي بالدورة ، فتكون تكلفة الاستطاعة الاجمالية ل1 كيلو واط من النظام الشمسي المصمم في دراستنا سنويا 2130 * 29 = 61770 ليرة سورية (2130 هي الطاقة المنتجة سنويا من النظام الشمسي) ، وعليه فإن الفترة التي يتم فيها إسترداد رأس المال هي : 554000/61770 = 9 سنوات تقريبا . أي أنه يمكن إسترداد رأس المال بعد 9 سنوات ، والعمر الإفتراضي للمنظومة هو بين 25 – 30 عام أي أننا نعمل بطاقة مجانية لمدة 16 عام بعد إسترداد رأس المال .

هذا بالإضافة إلى الوفر الممكن تحقيقه نتيجة تخفيض إنبعاثات CO_2 والتي قام البرنامج بحسابها وهي 32.044 طن .

وإيضا يتيح لنا البرنامج التعامل مع القروض المالية إن وجدت من خلال loan duration مدة القرض و interest rate سعر الفائدة .

6. الخاتمة :

تم في هذا البحث دراسة طرق التبريد بالطاقة الشمسية ، حيث تم التطرق إلى أكثر الطرق المستخدمة في مجال التبريد بالطاقة الشمسية ، إن نسبة التوفير في بعض هذه الطرق تكون بنسبة 30% كطريقة مكيفات التبريد الهجينة وفي بعض الطرق يصل التوفير إلى 50% كالطرق التي تعتمد على العمل المقدم للضاغط من خلال الطاقة الشمسية الحرارية أو الضوئية ، وفي بعض الطرق الأخرى قد يصل التوفير إلى أعلى من 90% وذلك في الطرق التي تستخدم الطاقة الشمسية الحرارية كالامتصاص والادمصاص .

مثل هذه الانظمة تسمح لنا بالعمل بشكل مباشر على تعديل الأنظمة الموجودة في العمل حاليا لأنه وكما نلاحظ أننا نعمل بنفس النظام التقليدي بكافة مكوناته وعليه يمكن العمل باتجاه توفير الطاقة بشكل مباشر ولا داعٍ إلى إستبدال الأنظمة الموجودة لدينا في المنازل أو المكاتب أو أي مكان يعمل بنفس نظام التبريد (نظام تبريد ضغط البخار) .

تم أيضا البحث في مجال تصميم المنظومات الشمسية التي نستطيع من خلالها معرفة ماتتطلبه أنظمة التكييف المختلفة من ألواح ومعرجات وما إلى ذلك من متطلبات ، حيث تم وصف تفصيلي لنظام الشمسي باستطاعة 1 kw(على اعتبار لدينا مكيف 1 طن أو 2 طن أو أي من استطاعة المكيفات المنزلية) ومن ثم بعد معرفة التصميم نستطيع العمل مع الشبكة العامة بالتوازي ، حيث يمكن للمستخدمين الذين لايستطيعون تحمل التكاليف العالية للأنظمة الشمسية بشكل كامل أن يقومو بتصميم مثل هذا النظام الشمسي الذي يساعد في توفير جزء من الطاقة الكهربائية من الشبكة العامة وبتكاليف أقل ، ممايتيح الإمكانية لكافة المستخدمين بإمكانيات إقتصادية مختلفة أن يستفيدوا من الطاقة الشمسية وأن يساهموا في دعم الشبكة العامة .

7. المراجع العلمية:

1. Alazazmeh,A.J & Mokheimer,E.M 2015-Review of Solar Cooling Technologies. Journal of Applied Mechanical Engineering, Volume 4 • Issue 5 • 1000180 .
2. Allouhi,A & Kousksou,T & Jamil,A & Bruel,P & Mourad,Y & Y.Zeraouli,Y 2015-Solar driven cooling systems: An updated review. Elsevier International Journal of Refrigeration .Issue 1364-0321.
3. Baniyounes,A.M & Ghadi,Y.Y & Rasul,M.G & Khan,N.M.K 2013-An overview of solar assisted air conditioning in Queensland's subtropical regions, Australia. Elsevier International Journal of Refrigeration .Issue 1364-0321.
4. Bataineh,K.M & Alrifai,S 2015- Recent trends in solar thermal sorption cooling system technology. SAGE Journals. Vol. 7(5) 1–20.
5. Kim,D.S & Infante Ferreira,C.A 2007- Solar refrigeration options – a state-of-the-art review. Elsevier International Journal of Refrigeration .
6. Pridasawas,W 2006- Solar-Driven Refrigeration Systems with Focus on the Ejector Cycle. Royal Institute of Technology, KTH ,TRITA REFR Report No 06/55 .
7. Simon, F & Louise, J & Ulrike, J 2003- Solar Energy State of the art. Internal Report BYG·DTU SR-03-14, ISSN 1601 – 8605,66-90 .
8. http://www.pvsyst.com , PVsyst 6.43 ، Route du Bois-de-Bay 107, 1242 Satigny ، Switzerland .
9. https://nasrsolar.com/ , 2015 al nasr solar website .