امكانية استخدام المجمع الشمسي المسطح في دارة التبريد الامتصاصية(ماء–بروميد الليثيوم) احادية المرحلة تحت تأثير الشروط المناخية لمدينة دير الزور

الملخص

يقدم هذا البحث دراسة عملية تجريبية لامكانية استخدام اللواقط الشمسية المسطحة لإغراض التبريد باستخدام الدارة الامتصاصية(ماء–بروميد الليثيوم) احادية المرحلة، وذلك تحت الشروط المناخية لمدينة دير الزور، وذلك من خلال دراسة لاقط شمسي مسطح بثلاثة لواقط مساحة كل منها 2 متر مربع من نوع الدارة المغلقة وحجم خزانه المعزول حراريا 400 لتر، حيث تمت التجربة في أشهر الصيف(حزيران–تموز–اب–ايلول2011) وهي الاشهر التي تكون فيها الحاجة الى التبريد كبيرة بسبب حرارة الطقس، حيث تمت الدراسة في فيلا سكنية حملها التبريدي 77 kWوبناء على النتائج التي تم الحصول عليها تم رسم المنحني البياني لكفاءة اللاقط ومنحني التغطية الشمسية للحمل الحراري المطلوب،ومدى إمكانية تعميم تجربة استخدام السخان الشمسي لأغراض التبريد في القطر العربي السوري بشكل عام وفي مدينة دير الزور بشكل خاص.

كلمات مفتاحية: مجمع شمسي مسطح،مردود(كفاءة)،الحمل التبريدي،الوفر ،التغطية الشمسية للحمل التبريدي.

1- المقدمة :Introduction

يتمتع القطر العربي السوري بمستوى إشعاع شمسي جيد، إذ تسطع الشمس خلال العام قرابة 3300ساعة في جميع أنحائه وبمعدل سنوي 5.21 KWh\m²، وهذا ما يجعل من استخدام الطاقة الشمسية لأغراض التبريد باستخدام الدارة الامتصاصية ممكنا بشكل كبير، وخاصة في المناطق الشمالية الشرقية مثل مدينة دير الزور والتي تتمتع بإشعاع شمسي أعلى من باقي مناطق القطر العربي السوري إذ يصل صيفا إلى 8.2 KWh\m² (المصري،2006)[1] صيفا، حيث أن استخدام السخان الشمسي يوفر في استخدام الطاقة الكهربائية أو المازوت لأغراض تسخين المياه للاستخدامات المختلفة ومنها التبريد، حيث تمت الدراسة في فيلا سكنية في مدينة دير الزور، يقطنها تسعة أشخاص.

2- أهمية البحث (أهداف البحث):The search purposes

يهدف البحث الى دراسة امكانية استخدام المجمع الشمسي المسطح في دارة التبريد الامتصاصية(ماء-بروميد الليثيوم) ذات المرحلة الواحدة حيث تم استخدام مجمع شمسي مسطح مؤلف من ثلاثة لواقط مساحة كل منها 2 متر مربع في هذه التجربة،وذلك تحت تاثير الشروط المناخية لمدينة دير الزور.

3- مواد وطرائق البحث: The Search Methods:

تتكون الخطوات الرئيسية في هذا البحث من عدة مراحل جزئية مبينة على النحو الآتي :

1- التعريف باللاقط الشمسي المسطح وأجزاءه الرئيسية.

2- حساب مردود وكفاءة اللاقط الشمسي المسطح المستخدم في التجربة.

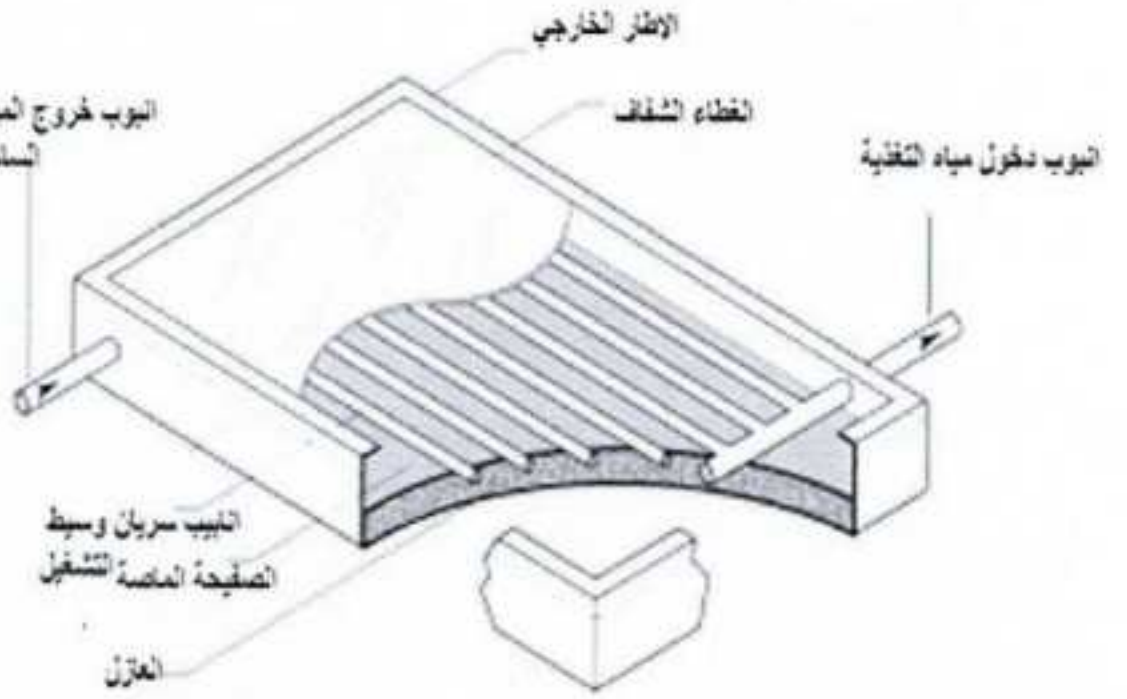
3- التعريف بالة التبريد الامتصاصية(ماء-بروميد الليثيوم) احادية المرحلة.

4- مناقشة النتائج ومدى إمكانية تعميم استخدام اللاقط الشمسي المسطح لأغراض التبريد باستخدام الة التبريد الامتصاصية احادية المرحلة في القطر العربي السوري بشكل عام وفي مدينة دير الزور بشكل خاص.

3-1- التعريف باللاقط الشمسي المسطح وأجزاءه الرئيسية:

Definition Of The Flat Plat Collector And Their Main Parts

تستخدم المجمعات الشمسية المسطحة لتجميع الطاقة الشمسية لاستخدامها في التطبيقات التي تتطلب درجات حرارة منخفضة أقل من (100 C°) كما في الاستخدامات المنزلية وبعض الأغراض الصناعية الأخرى، وتتميز مجمعات السطح المستوي بقلة التكلفة وبساطة التركيب.



الشكل (1) : المجمع الشمسي المسطح وأجزاءه الرئيسية.

وتقسم مجمعات السطح المستوي حسب نوع المائع المستخدم فيها، فهناك مجمعات السطح المستوي السائلية والغازية. وغالباً ما يستخدم الماء أو مزيج من الماء ومانع التجمد في المجمعات السائلة والهواء في المجمعات الغازية. ومن الناحية الاقتصادية

وبأخذ الانتقال الحراري(Heat-Transfer) بعين الاعتبار يعتبر مزيج الماء ومانع التجمد من أفضل أنواع السوائل جميعاً،ولكن هناك بعض العيوب مثل قابلية الماء للتجمد والتسرب والصدأ، ويمكن التغلب على مشكلة الصدأ بإضافة بعض المواد وتفريغ المجمع من الماء في حالة عدم استخدامه واستخدام المعادن المقاومة للصدأ عند التصنيع، أما في حالة استخدام مجمعات السطح المستوي الغازية فلا يسبب التسرب أية مشكلة مع أنه غير مرغوب ولا تظهر مشاكل الصدأ أو التجمد ولكن المردود أقل.يصنع السطح الماص للحرارة(Absorption Plate) من لوح مستوي من مادة موصلة للحرارة توصل به الأنابيب الحاملة للسائل جيداً وقد تكون تلك الأنابيب فوق أو تحت السطح الماص وفي بعض التصميمات تكون جزءاً لا يتجزأ من السطح الماص كما هو مبين في الشكل (1) وفي بعض التصميمات الأخرى يصنع السطح الماص من ألواح معدنية مموجة حيث يسيل السائل في أخاديد التموجات.ويستخدم الزجاج أو اللدائن الشفافة كغطاء للمجمع وقد يستخدم لوح واحد أو أكثر كغطاء تبعاً لاستخدام المجمع وموقعه ففي المناطق القريبة من المنطقة الاستوائية يكفي غطاء واحد. أما في المناطق المدارية والباردة قد يستخدم غطائين أو ثلاثة لتقليل الفقد الحراري، ويراعى أن يكون الغطاء العلوي مقاوما للصدمات ويتحمل سقوط الأمطار والثلوج والغبار والرمل عليه، وفي كل الحالات يجب أن تكون الأغطية من مواد شفافة ذات نفاذية عالية للإشعاع الشمسي ومن المفضل أن تكون ذات انبعاثية قليلة للإشعاع الحراري أي أسطح انتقائية، ويجب أيضاً استخدام مواد عازلة للحرارة أسفل وحول جوانب المجمع وذلك لتقليل الفقد الحراري(Heat Losses) من هذه الأماكن.(ECEViT,2009) [2]

3-1-1- الأجزاء الرئيسية:The main parts :

3-1-1-1-الصفيحة الماصة: (Absorption Plate):

وهي عبارة عن صفيحة معدنية مستوية تصنع من المعادن ذات الامتصاصية العالية للحرارة مثل النحاس أو الفولاذ أو التوتياء،وأفضلها النحاس ولكن بسبب غلاء ثمنه فان الفولاذ والتوتياء يستخدمان بشكل واسع، ولكن هذه المعادن تتميز أيضا بقدرتها العالية على إعادة نشر جزء من الحرارة التي امتصتها على شكل إشعاع ولذلك فهي تدهن بطلاءات انتقائية (Selective coating) تتميز بامتصاصها الكبير للحرارة وضعفها في إعادة نشر هذه الحرارة بشكل إشعاع.

3-1-1-2-قنوات سريان وسيط سائل التشغيل: (Flow passages) :

وهي أنابيب معدنية بأقطار صغيرة بشكل عام وذلك حسب مساحة الصفيحة الماصة ونوعها وتكون هذه الأنابيب متصلة مباشرة بالصفيحة الماصة بواسطة اللحام أو الدرز وعادة تكون من نفس معدن الصفيحة الماصة حسب ماتم شرحه سابقا.

3-1-1-3-الغطاء الشفاف:(Cover plate) :

وهو عبارة عن لوح زجاجي أو بلاستيكي شفاف يوضع في اعلي المجمع الشمسي ومهمته الأساسية هي حجز الأشعة الشمسية المنعكسة من الصفيحة الماصة ومنعها من الخروج إلى الوسط الخارجي وهو مايعرف بظاهرة البيت الزجاجي أو الدفيئة(Green House)، والشكل (2) يوضح ظاهرة البيت الزجاجي أو الدفيئة،حيث يقوم الغطاء الشفاف بحجز الأشعة الشمسية قصيرة الموجة(ويمنعها من الخروج إلى الوسط المحيط، ويعاد امتصاصها من الصفيحة الماصة مجددا.

3-1-1-4-الصندوق الخارجي والمواد العازلة:(Enclosure / Insulation).

تصنع غالبا من الفولاذ المقاوم للعوامل الجوية أو الألمنيوم،وللتقليل من الضياعات الحرارية فأننا نضع مواد عازلة من الفوم أو الفيبرغلاس.(ECEViT,2009) [2]

3-2-التعريف بالة التبريد الامتصاصية(ماء-بروميد الليثيوم) احادية المرحلة:

يتم تحضير بروميد الليثيوم بمعالجة كربونات الليثيوم مع حمض الهيدروبروميك، وينتج عن ذلك بلورات بروميد الليثيوم والمشابهة لبلورات الملح العادي، كما هو موضح في الشكل(3)،يتألف المخطط من: المولد- المكثف-المبخر-صمام التمدد-وعاء الامتصاص-مضخة المحلول،ويستخدم المولد مصدر حراري خارجي (مرجل- لواقط شمسية....الخ) لغليان محلول الماء وبروميد الليثيوم المخفف الموجود بداخله وعادة ماتكون درجة الحرارة اللازمة للغليان مابين:°C(90-80) حيث يغلي وسيط التبريد (الماء) أولا لان درجة حرارة غليانه اقل من درجة حرارة غليان بروميد الليثيوم عند نفس الشروط، وينتقل بخار الماء إلى المكثف حيث يتكاثف هنالك ويتحول إلى سائل تحت ضغط مرتفع، ويذهب سائل وسيط التبريد إلى المبخر عبر صمام التمدد الذي يقوم بتخفيض ضغطه ودرجة حرارته إلى ضغط ودرجة حرارة المبخر، حيث يتوزع سائل وسيط التبريد حول أنابيب المبخر، ويتبخر مجددا عند ضغط منخفض مزيلا الحرارة من المياه المراد تبريدها والتي تمر عبر مبادل حراري داخل المبخر،ومحلول بروميد الليثيوم الغني والمتبقي في المولد يذهب الى الوعاء الماص، حيث يقوم بمص بخار وسيط التبريد (الماء) من المبخر مخففا من تركيز المحلول تدريجيا، ويضخ محلول بروميد الليثيوم المخفف بواسطة مضخة المحلول إلى المولد مجددا حيث تعاد الدارة من جديد،وتعطى علاقة معامل الكفاءة للدارة بالمعادلة الآتية:

$$COP=Q_e/(Q_g+W_p).....(1)$$

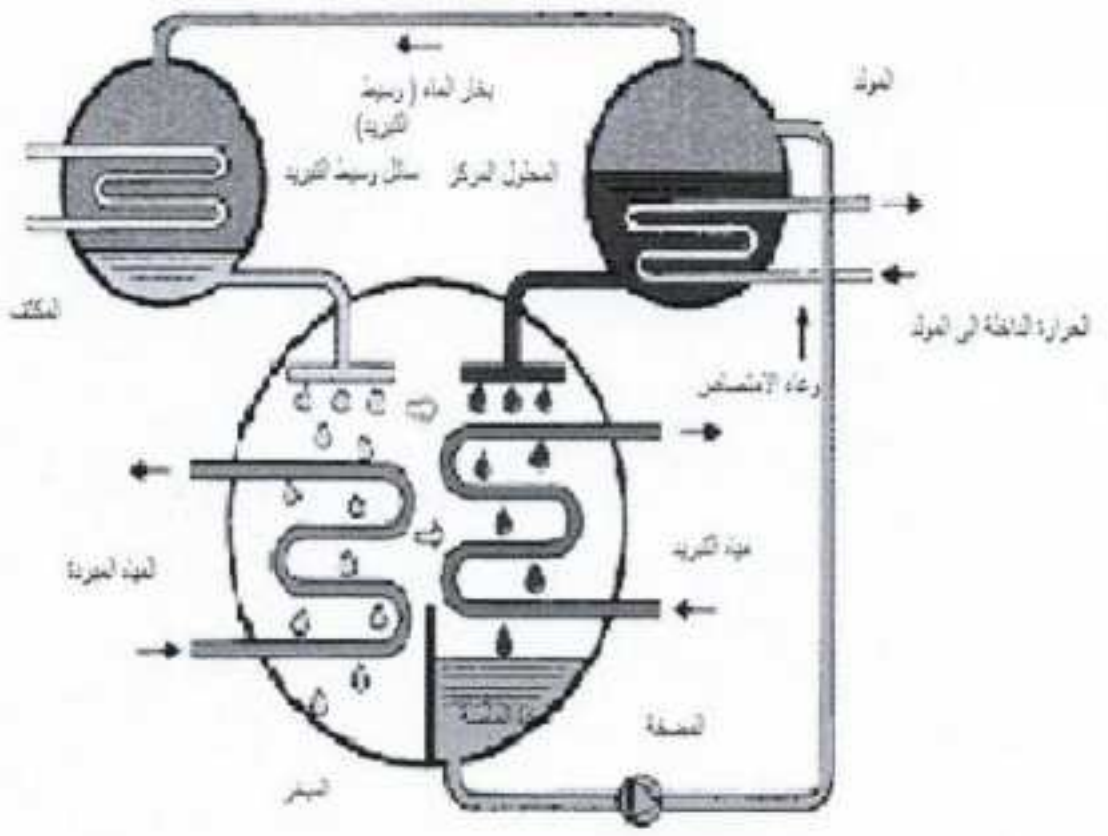
وباهمال عمل المضخة تنتج لدينا المعادلة الاتية:

$$COP = Q_e/Q_g.....(2)$$

حيث:

Q_e = كمية الحرارة الناتجة في المبخر .

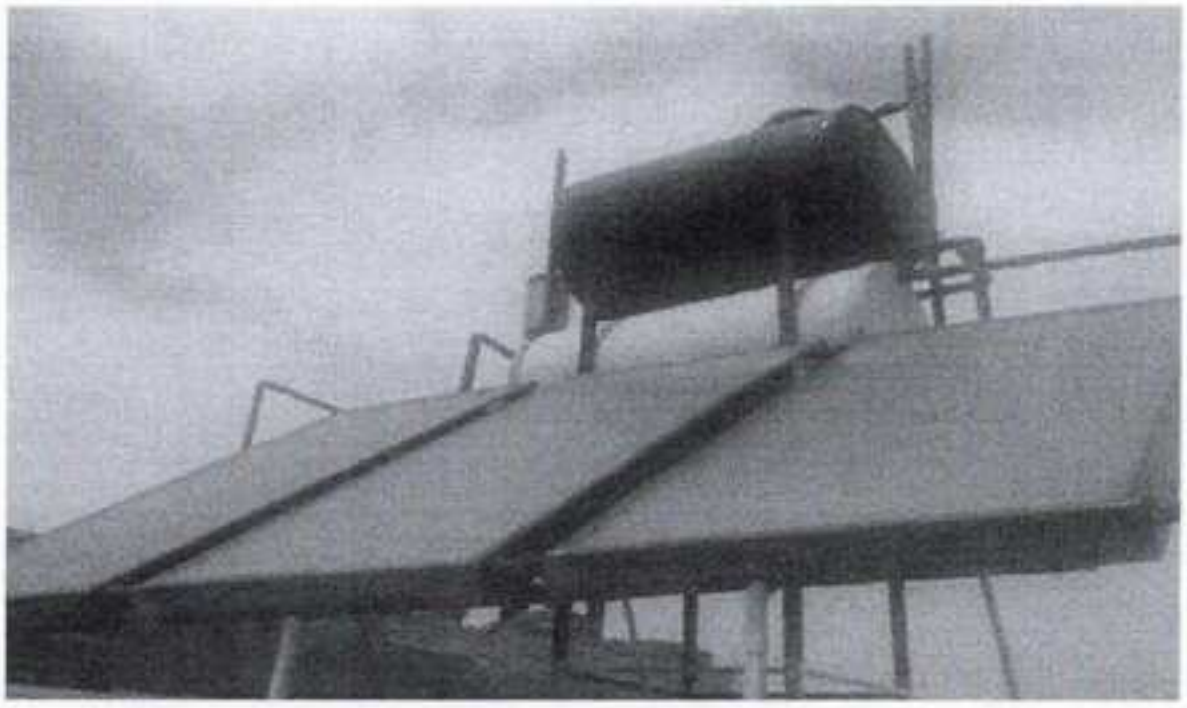
Q_g= كمية الحرارة المقدمة للمولد.وعادة ماتكون قيمة COP للدارة ذات المكثف المائي مابين:(0.7-0.8) .(**مخيبر،2004**)[3]



الشكل(3) دارة التبريد الامتصاصية (ماء- بروميد الليثيوم) احادية المرحلة.

3-3- حساب مردود وكفاءة المجمع الشمسي المستخدم في التجربة:

يتألف المجمع الشمسي المسطح المستخدم في التجربة من ثلاثة لواقط مساحة كل منها m^2 2، والغطاء الشفاف عبارة عن لوح من الزجاج العادي الشفاف المفرد سماكة 6mm، وسعة خزان التجميع الحراري 400 لتر وخزان التغذية 450 لتر والمجمع من نوع الدارة المغلقة،واللاقط الشمسي معزول حراريا بالصوف الزجاجي بكثافة $24\ kg/m^3$ من جوانبه، وعامل توصيله تقريبا $0.04\ W/m.c°$ وسماكته 10 cm لخزان الماء الساخنة و3-5 cm للأنابيب وهو صيني المنشا من ماركةsun power ،ويبين الشكل(3) المجمع الشمسي المدروس.



الشكل(4) المجمع الشمسي المسطح المدروس.

3-3-1- الشروط المناخية لمدينة دير الزور:

تقع مدينة دير الزور في شرق الجمهورية العربية السورية على الضفة اليمنى لنهر الفرات، وتبعد عن العاصمة دمشق مسافة 465 كم باتجاه شمال شرق،وعلى خط

عرض 35°.33 شمال خط الاستواء و على خط طول 40°.11 شرق خط غرينتش وتتميز بالمناخ المتوسطي الداخلي حيث المناخ الحار والجاف صيفا حيث يبلغ متوسط الحرارة صيفا في شهر اب: 45 C° وفي الشتاء تتميز بالبرودة والرطوبة المتوسطة،حيث يبلغ متوسط درجة الحرارة في شهر كانون الثاني، فيما يلي جداول تبين درجات الحرارة وشدة الإشعاع الشمسي ودرجة حرارة الماء الداخل والخارج والوسطية للماء داخل المجمع الشمسي والذي هو عبارة عن المتوسط الحسابي للماء الداخل الى المجمع الشمسي والماء الخارج خلال أيام التجربة، حيث تم اخذ ستة أيام عشوائية من كل شهر وحساب المتوسط الحسابي لبارامترات الشهر بناء على ذلك،حيث تم اخذ القياسات كل ساعتين بدءا من الساعة الثامنة صباحا وحتى الرابعة مساءا عن طريق جهاز **DTK5** وحساب المتوسط الحسابي للقيم المأخوذة،ماعدا شدة الإشعاع الشمسي حيث تم أخذها من مصلحة الأرصاد الجوية في مدينة دير الزور في اليوم التالي لإجراء القياسات وذلك بسبب غلاء ثمن جهاز قياس شدة الإشعاع الشمسي وعدم وجوده في جامعة الفرات، وتم بعدها حساب شدة الإشعاع الشمسي على سطح مائل بزاوية 25° بعد ضربه بعامل التصحيح:**R=1.02**،(**ضياء المصري**،2010)[5] حيث أن متوسط قيمة عامل تصحيح شدة الإشعاع الشمسي المباشر من سطح أفقي إلى سطح مائل بزاوية 25° **R=1.02**لمدينة دير الزور،(**الزين**،2010)[4] على مدار السنة، وزاوية ميل المجمع الشمسي عن الأفق 25°=10°-35°(خط عرض مدينة دير الزور- 10°) وهو مثبت باتجاه الجنوب الغربي على مدار العام. (**ضياء المصري**،2010)[5].

الجدول رقم(1) شدة الإشعاع الشمسي ودرجة حرارة الجو المحيط ومتوسط درجة حرارة المياه في المجمع الشمسي المسطح المدروس خلال شهر حزيران.

البارامتر / حزيران	شدة الإشعاع الشمسي الوسطي على سطح مائل G W\m².day	درجة حرارة الجو المحيط الوسطية t_a C°	درجة حرارة دخول المياه الى المجمع t_{in} C°	درجة حرارة خروج المياه الساخنة من المجمع t_{out} C°	درجة الحرارة الوسطية للمياه في المجمع t_m C°
1/6/2011	635	24.5	18.5	61.7	40.1
7/6/2011	640	25.3	19	62	40.5
13/6/2011	660	25.7	19.3	62.1	40.7
20/6/2011	670	26.2	19.5	62.1	40.8
25/6/2011	675	27.9	19.5	62.9	41.2
30/6/2011	685	28.8	19.7	63.3	41.5
المتوسط الحسابي	660.83	26.4	19.25	62.35	40.8

الجدول رقم(2) شدة الاشعاع الشمسي ودرجة حرارة الجو المحيط وخروج المياه من المجمع الشمسي المسطح المدروس خلال شهر تموز.

البارامتر / تموز	شدة الإشعاع الشمسي الوسطي على سطح مائل G W\m².day	درجة حرارة الجو المحيط الوسطية t_a C°	درجة حرارة دخول المياه الى المجمع t_{in} C°	درجة حرارة خروج المياه الساخنة من المجمع t_{out} C°	درجة الحرارة الوسطية المياه في المجمع t_m C°
1/7/2011	685	29.1	19.7	63.3	41.5
8/7/2011	690	29.8	19.7	63.7	41.7
13/7/2011	705	30.2	19.6	63.6	41.6
20/7/2013	710	30.7	19.6	63.4	41.5
25/7/2013	725	31.5	19.8	63.8	41.8
30/7/2013	735	32.3	19.8	64.4	42.1
المتوسط الحسابي	708.33	30.6	19.7	63.7	41.7

الجدول رقم(3) شدة الاشعاع الشمسي ودرجة حرارة الجو المحيط وخروج المياه من المجمع الشمسي المسطح المدروس خلال شهر اب.

البارامتر / اب	شدة الإشعاع الشمسي الوسطي على سطح مائلG W\m².day	درجة حرارة الجو المحيط الوسطية t_a C°	درجة حرارة دخول المياه الى المجمع t_{in} C°	درجة حرارة خروج المياه الساخنة من المجمع t_{out} C°	درجة حرارة خروج المياه من المجمع t_m C°
1/8/2011	740	32.4	19.7	64.5	42.1
8/8/2011	755	32.6	19.7	64.7	42.2
14/8/2011	770	32.1	19.8	64.8	42.3
20/8/2011	775	31.7	19.9	64.9	42.4
26/8/2011	750	31.3	20.1	64.7	42.4
31/8/2011	730	30.8	20.2	64.3	42.25
المتوسط الحسابي	753.33	31.81	19.9	64.65	42.24

الجدول رقم(4) شدة الاشعاع الشمسي ودرجة حرارة الجو المحيط وخروج المياه من المجمع الشمسي المسطح المدروس خلال شهر ايلول.

البارامتر / ايلول	شدة الإشعاع الشمسي الوسطي على سطح مائل G W\m².day	درجة حرارة الجو المحيط الوسطية t_a C°	درجة حرارة دخول المياه الى المجمع t_{in} C°	درجة حرارة خروج المياه الساخنة من المجمع t_{out} C°	درجة الحرارة الوسطية في المجمع t_m C°
1/9/2011	730	30.5	20	64.2	42.1
7/9/2011	720	29.7	19.8	63.5	41.65
13/9/2011	700	28.3	19.8	63.1	41.45
20/9/2011	685	24.5	19.5	62.5	41
25/9/2011	660	23.2	19.4	62.2	40.8
30/9/2011	650	20.7	19.1	61.3	40.2
المتوسط الحسابي	690.83	26.15	19.6	62.8	41.2

سوف نقوم الآن بحساب مردود وكفاءة المجمع الشمسي المدروس اعتمادا على المعطيات السابقة ووفق المعادلة الآتية(Henning،2006)[4]:

$$\eta_{(x)} = \eta_0 - a_1 \cdot (X) - a_2 \cdot G_x (X)^2 \quad \ldots\ldots(1)$$

حيث:

η_0 :المردود البصري، ويعطى لكل مجمع على حدى، وتعطى قيمته مع اللاقط من قبل الشركة الصانعة،وبالنسبة للمجمع المدروس فان: η_0=0.787

a_1،a_2 : معامل الضياعات الحرارية في المجمع الشمسي، وتعطى قيمته مع اللاقط من قبل الشركة الصانعة،وبالنسبة للمجمع المدروس:

$a_1 = 5\ W/(m^2K)$ ،$a_2 = 0.001\ W/(m^2K^2)$

$X = (T_m - T_a)/G$

T_m :درجة الحرارة الوسطية للماء داخل المجمع الشمسي حيث° C.[T_m=[(T_{out}+T_{in})/2]

T_{out}: درجة حرارة خروج الماء من المجمع الشمسي°C

T_{in}: درجة حرارة دخول الماء الى المجمع الشمسي°C

T_a : درجة الحرارة الوسطية للوسط المحيط بالمجمع الشمسي°C.

G : معدل الإشعاع الشمسي الوسطي الساقط على المجمع الشمسي.day. ²W\m.

حيث تم حساب درجة حرارة الماء الساخن عن طريق مقياس درجة حرارة من ماركة (*DTK 5*) وتم قياس درجة حرارة الهواء المحيط عن طريق نفس الجهاز وذلك بأخذ درجة حرارة الهواء المحيط باللاقط اعتبارا من الساعة الثامنة صباحا وحتى الرابعة مساءا(وقت التجربة) وذلك كل ساعتين واخذ المتوسط الحسابي للقيم المأخوذة وبذلك نحصل على قيمة T_a.

ولدينا معامل الاداء للدارة المتصاصية(ماء-بروميد الليثيوم) احادية المرحلة ذات المكثف المائي كما ذكرنا سابقا هو مابين:(0.7-0.8) وناخذ قيمته:COP=0.75

اذا حمل المولد:$COP = Q_c/Q_g = 77/Q_g = 0.75$

$Q_g=Q_e/COP=77/0.75=102.666$ kW

الجدول رقم(5) مردود اللاقط المستخدم خلال فترة التجربة.

الشهر	T_m c°	T_a c°	G W/m²	X c°.m²/W	X^2 (c°.m²/W)²	$\eta_{(x)}$
حزيران	49.9	26.4	660.83	0.02088	0.000435	0.6828
تموز	55.78	30.6	708.33	0.03555	0.001264	0.7084
اب	61.91	31.81	753.33	0.03501	0.001226	0.7178
ايلول	53.51	26.15	690.83	0.03685	0.001358	0.6777

الشكل رقم(5) المنحني البياني لمردود اللاقط الشمسي خلال فترة التجربة.

نلاحظ من المنحني البياني السابق بان أعلى قيمة لمردود اللاقط الشمسي المدروس هي في شهر آب وقد بلغت قيمة:0.7178،حيث أن شدة الإشعاع الشمسي ودرجة حرارة الهواء المحيط في هذا الشهر هي أعلى من بقية أشهر التجربة الأخرى.

الآن سوف نقوم بحساب نسبة التغطية الشمسية للحمل التبريدي المطلوب:

كمية الحرارة الممتصة من اللاقط الشمسي المدروس=شدة الإشعاع الشمسي الوسطي خلال الشهر المدروس×مردود اللاقط في هذا الشهر×مساحة اللواقط.

Q=660.83×0.6828×6=27.07Kw حزيران

Q=708.33×0.7084×6=30.1kW تموز

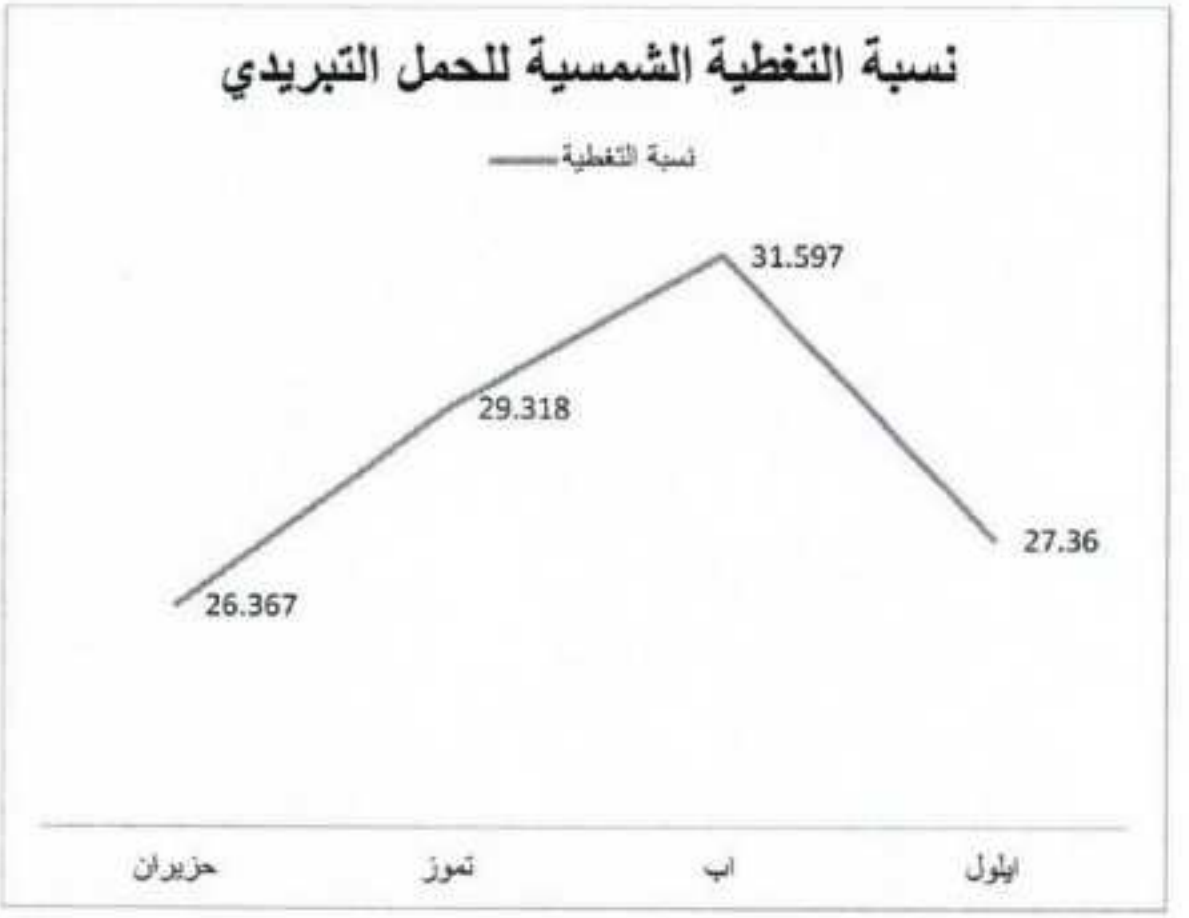
Q=753.33×07178×6=32.44kWآب

Q=690.83×0.6777×6=28.09kWأيلول

الجدول رقم(6) نسبة التغطية الشمسية للحمل التبريدي خلال فترة التجربة.

الشهر	الحمل الحراري الناتج عن المجمع الشمسي (kW/month)	نسبة التغطية الشمسي للحمل التبريدي %	الحمل التبريدي المطلوب (kW/month)
حزيران	27.07	26.367	102.666
تموز	30.1	29.318	
اب	32.44	31.597	
ايلول	28.09	27.36	

يمكننا الآن تمثيل النتائج التي حصلنا عليها بيانيا:



الشكل رقم(6) منحني التغطية الشمسية للحمل التبريدي المطلوب خلال فترة التجربة.

نلاحظ من المنحني البياني السابق بان أعلى قيمة لمنحني للتغطية الشمسية للاقط الشمسي المدروس هي في شهر آب وقد بلغت قيمة:31.597% *من قيمة الحمل التبريدي المطلوب*،،حيث أن أعلى قيمة لمردود اللاقط الشمسي المدروس خلال فترة التجربة هو في شهر آب.

ويمكننا حساب مساحة المجمعات الشمسية المسطحة اللازمة لتغطية الحمل التبريدي المطلوب كما يلي:

(الحمل التبريدي المطلوب × مساحة اللواقط المسطحة في المجمع المدروس)/كمية الحرارة المؤمنة من اللاقط الشمسي المدروس خلال شهر حزيران(وهي اقل كمية من الحرارة الممتصة في فترة التجربة)

$A=(102.666\times6)/27.07=22.755m^2$

وباعتبار ان كل مجمع مؤلف من ثلاثة لواقط مساحة كل منها $2m^2$ فان عدد المجمعات المطلوبة هي:

N=22.755/6=3.7925=4 collectors

4- النتائج والمقترحات :The Results And Suggesting

4-1- النتائج:

1- لم يقم المجمع الشمسي المسطح المدروس بتغطية كامل الحمل التبريدي المطلوب خلال فترة التجربة، ويمكن تغطية الحمل التبريدي المطلوب عن طريق زيادة عدد المجمعات الشمسية المسطحة وهي كما راينا سابقا اربع مجمعات كما ويمكن الاستعانة بالنظم التقليدية(مازوت-كهرباء) لتغطية الفرق الحاصل في تغطية الحمل التبريدي المطلوب.

2- لم يقم المجمع الشمسي المسطح المدروس بتامين درجة الحرارة المطلوبة لغليان المحلول في مولد الالة الامتصاصية وهي كما ذكرنا سابقا مابين:C°(90-80) خلال فترة التجربة، ولذلك لابد من الاستعانة بالنظم التقليدية(مازوت-كهرباء) لتغطية الفرق الحاصل في درجات الحرارة المطلوبة.

3- تراوح مردود المجمع الشمسي المسطح المدروس بين:(0.6777-0.7178) وهي قيمة مقبولة ولكن لا يمكن من خلالها تغطية الحمل التبريدي المطلوب.

4-ان زيادة عدد المجمعات الشمسية المسطحة الى اربع مجمعات يؤدي الى تغطية الحمل التبريدي المطلوب، ولكن بزيادة في الكلفة التاسيسية.

4-3-2- المقترحات:

1- يمكن زيادة مردود اللاقط الشمسي المدروس عن طريق استخدام زجاج موشوري منخفض الحديد بدل العادي، واستخدام الطلاءات الانتقائية، ولكن هذا يزيد من الكلفة التاسيسية للمجمع.
2- يمكن استخدام المجمع الشمسي المفرغ بدل المسطح والذي يتمتع بمردود اعلى ويمكنه تامين درجات حرارة اعلى من المجمع الشمسي المسطح ولكن ثمنه اغلى من المسطح.
3- يمكن استخدام الة التبريد الامتصاصية(ماء-بروميد الليثيوم) ذات التاثير النصفي، والتي تحتاج الى درجات حرارة اخفض لغليان المولد، ولكن بكلفة تاسيسية اعلى.
4- ان الكلفة التاسيسية لهذا النظام(الة التبريد الامتصاصية-مجمع شمسي) مرتفع اساسا ولكن من خلال دعم الدولة يمكن انتشار هذا النظام بشكل اوسع تجاريا.

المراجع العربية:References

[1]- رضوان المصري.مبادئ الطاقة الشمسية وتطبيقاتها 1، مجلة بحوث جامعة البعث،(2006)

[3]-**مخيبر** نديم،2004-**الات التبريد**.الطبعة الاولى، منشورات كلية الهندسة الميكانيكية والكهربائية،جامعة دمشق،570 صفحة.

[5]- تاج الدين ضياء المصري،دراسة تجريبية لاستخدام اللواقط الشمسية المسطحة لتامين الماء الساخن، مجلة بحوث جامعة حلب(2010)

المراجع الاجنبية:

[2]-**ECEViT A.**,2009-**flat plate solar collectors**. Istanbul University, 2ed, Turkey,90 P

[4]-**HENNING H.**,2006-**Solar assisted air conditioning in buildings.**Springer wien New York,2ed.USA,150 P