تصميم وبناء سخان شمسي منزلي مركب

صبحي سعيد الراوي[1] ، صبري جاسم محمد[2] ، غيث طارق نجيب

[1]كلية الهندسة ، جامعة تكريت ، تكريت ، العراق

[2]كلية التربية ، جامعة تكريت ، تكريت ، العراق

(تاريخ الاستلام: 8 / 1 / 2012 ---- تاريخ القبول: 8 / 5 / 2012)

الملخص

تم في هذا البحث تصميم وبناء منظومة شمسية كمركز شمسي مركب مع مساحة إجمالية للمركز الشمسي ($1.54m^2$) واستخدم ورق الألمنيوم (Aluminum foil) كسطح عاكس للإشعاع وذلك لما يمتاز به من انعكاسية عالية بحدود(98%). بلغت الكفاءة لهذا المركز (72%) .

تم توجيه المنظومة الشمسية باتجاه (شرق – غرب) وذلك لمتابعة الشمس طوال النهار كما تم إمالتها بزاوية ميل (45^o) عن الأفق .

تم اختبار المنظومة المصممة في فصل الشتاء ولمدة ثلاثة أشهر (كانون الثاني – شباط – آذار) 2011 في محافظة الأنبار وقد أمكن الحصول على ماء ساخن بدرجة حرارة ($100\ C^o$) خلال ساعة وحدة فقط وكانت كمية الماء تقريباً (19) لتر. إن كفاءة السخان الشمسي تتغير مع تغير الساعات التي يتم فيها قياسها وهذا التغير يعود إلى الاختلاف في كمية الإشعاع الشمسي الساقط على المركز .

المقدمة:

تشكل الطاقة ركناً أساسيا في البناء الاقتصادي لجميع الدول وخصوصاً الصناعية منها ،حيث أصبح مقدار استهلاك الطاقة مؤشراً لمدى تقدم هذه الدول بسبب استخدامها في شتى المجالات لذلك فان الترشيد في استهلاك الطاقة التقليدية والبحث لإيجاد البدائل أصبح أمراً ضرورياً ليس للدول المتقدمة صناعياً فحسب بل لكل دول العالم.

تعد الطاقة الشمسية إحدى هذه البدائل الأساسية حيث استعملت في إنتاج الطاقة الكهربائية وتحلية المياه وتسخينها وكذلك كبديل جزئي للطاقة التقليدية في مجال التدفئة والتبريد [1].

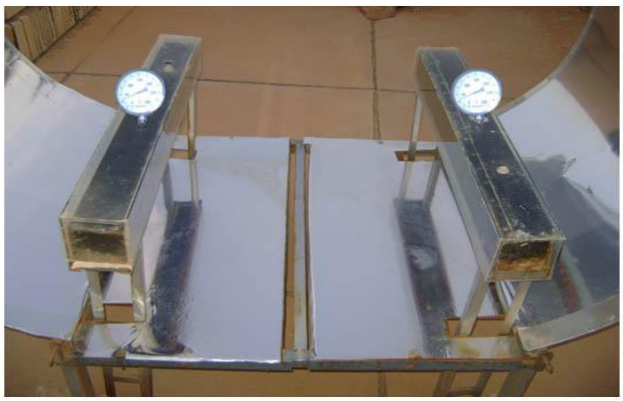
تنبع أهمية الطاقة الشمسية كونها مصدراً جديداً ومتجدداً وبديلاً للطاقة التقليدية وكذلك كونها نظيفة غير ملوثة للبيئة وليست خطرة على صحة الإنسان ، كذلك فإنها طاقة لا تنضب متوافرة على مدار العام كما أنها تحد من استهلاك الوقود التقليدي . مما سبق يتبين ان الطاقة الشمسية هي البديل الأمثل لمصادر الطاقة التقليدية إذ تمثل المصدر الوحيد الذي تقترب مواصفاته من المواصفات المثالية [2] .

ويقصد بالطاقة الشمسية كمية الضوء المنبعث والحرارة الناتجة عنه اللذان قام الإنسان بتسخيرهما لمصلحته منذ العصور القديمة باستخدام مجموعة من وسائل التكنولوجيا التي تتطور باستمرار. ان استغلال الطاقة الشمسية في التطبيقات الحرارية يتطلب استخدام أجهزة خاصة تقوم بجمع وتركيز هذه الطاقة[3].

إن عمليات التقدم المستمر في القطاعات المختلفة أسهمت في ازدياد الطلب على الطاقة التقليدية لتحقيق التنمية الشاملة ،مما أدى إلى اهتمام العالم اجمع بالبحث عن مصادر غير تقليدية للطاقة لا تنضب مهما زاد الطلب عليها لاستخدامها ، فضلاً عن تجنب الملوثات البيئية التي تنتج عن استخدام الطاقة التقليدية و مع بدء السبعينيات من القرن الماضي أبدى العالم اهتمامه بالطاقة المتجددة التي يمكن تصنيف مصادرها إلى الآتي:

1- الطاقة الشمسية
2- طاقة الرياح
3- طاقة الكتلة الحيوية
4- الطاقة المائية
5- طاقة باطن الأرض[4].

في هذا النوع يتم تركيز الفيض الشمسي بواسطة عاكس (Reflector) على مساحة معينة لإنتاج كثافة فيض شمسي عالٍ ، يسلط في بؤرة القطع المكافئ على سطح الامتصاص الذي تم تصنيعه من الألمنيوم وتم إحاطته بالغطاء الزجاجي وكما في الشكل (1) .



شكل (1) منظومة السخان الشمسي المركب .

الجانب النظري :

يتكون السطح العاكس للمجمع الشمسي المركب من سطحين متماثلين يتخذ كل منهما شكل القطع المكافئ ويقتسم هذان السطحان الأشعة الساقطة عليهما على طول خط بؤري يمر في أنبوب يحمل السائل المراد تسخينه (الماء) . من الخصائص الهندسية لهذا المجمع زاوية تعرف باسم زاوية القبول (acceptance angle) وهي الزاوية المحصورة بين خطين يصل كل منهما بين الطرف العلوي للمجمع ونقطة تماس على سطح الأنبوب المار في الخط البؤري ، وتتبع أهمية هذه الزاوية من إن الإشعاع الشمسي الساقط خلالها ينعكس على السطح الماص ولا ينتشر خارج المجمع ، وحين تكون زاوية القبول كبيرة نسبياً فإنها تغني عن استعمال أجهزة التحكم في حركة السطح العاكس لتتبع حركة الشمس خاصة إذا ما تم توجيه المجمع الشمسي المركب باتجاه (شرق – غرب) ، كما في هذا البحث . يجب اختيار زاوية ميلان المجمعات الشمسية للاستفادة من أشعة الشمس لأطول فترة ممكنة من السنة وحسب رغبة المستهلك [5]. للأحوال العادية يفضل أن تكون زاوية الميلان تساوي خط عرض تلك المنطقة ، أما إذا كانت رغبة المستهلك الاستفادة من السخان الشمسي في فترة الشتاء فتكون زاوية الميلان تساوي خط العرض مضافاً إليها 10 درجة ، أما إذا كانت رغبة المستهلك الاستفادة من السخان الشمسي في فصل الصيف فتكون زاوية الميلان تساوي خط العرض مطروحاً منها 10 درجة [6] .

الطاقة المكتسبة :

تحسب الطاقة المفيدة المستخلصة من المجمع الشمسي المركب ذي السطح العاكس على شكل قطع مكافئ عن طريق المعادلة الآتية [7]:

$$Q_u = Fr\,(I\,A_a - A_r U_L\,(T_i - T_a) \ldots\ldots (1)$$

حيث ان :

A_a = هي المساحة (الفعالة) للعاكس وتساوي :

$$A_a = (W_a - D_c)l$$

إذ إن:

D_c = قطر الغطاء الزجاجي .

W_a = عرض العاكس .

يمكن حساب الطاقة التي يكتسبها الماء عن طريق التبادل الحراري من العلاقة الآتية [8]:

$$Q_w = mc_p\Delta T_w \ldots\ldots\ldots (2)$$

m = المعدل الكتلي للماء (kg) .

c_p = السعة الحرارية للماء (J/kg- C^o).

الطاقة المفقودة :

إن عملية فقدان الطاقة يحصل عند انتقال الحرارة من المنظومة إلى المحيط ، وهذا الانتقال سببه الفرق بين درجات الحرارة، إذ أن الحرارة تنتقل من الحيز ذي الدرجة الحرارية العالية إلى الحيز ذي الدرجة الحرارية الواطئة. تحدث عملية فقدان الطاقة من جميع جوانب المجمع الشمسي إلا أن القسم الأكبر من الفقدان يحدث من سطح الامتصاص ، وتتمثل الطاقة المفقودة بالمعادلة الآتية:

$$Q_{loss} = U_L\,A\,(T_p - T_a) \ldots (3)$$

حيث أن:

Q_{loss} كمية الحرارة المفقودة وتقاس بالواط (W).

U_L معامل الخسائر الحرارية الكلية وتقاس ($W/m^2.C^\circ$).

T_p متوسط درجة حرارة صفيحة الامتصاص (C°) .

T_a درجة حرارة المحيط (C°) .

A مساحة الصفيحة الماصة (m^2) .

كفاءة المنظومة :

يمكن حساب كفاءة منظومة المركزات الشمسية (η) لكل ساعة بدءاً من الساعة (10:00)صباحاً إلى الساعة (01:00) ظهراً للتجارب التي تم القيام بها خلال الأشهر الثلاثة (كانون الثاني وشباط وآذار) ،من خلال قسمة الطاقة الحرارية المكتسبة من المركز المتمثلة بالطاقة المكتسبة للماء داخل السطح الماص المحاط بالغطاء الزجاجي إلى محصلة كمية الإشعاع الشمسي الداخل إلى المنظومة مضروباً بمساحة المركزات الشمسية ، حيث إن [9] :

$$\eta = \frac{Q_u}{I * A_a} \ldots\ldots (4)$$

إذ إن :

Q_u = الطاقة المكتسبة .

I = شدة الإشعاع الشمسي المباشر (W/m^2).

A_a = مساحة المركز الاسطواني (m^2) .

الجانب العملي :

يتكون جهاز السخان الشمسي المركب الشكل (1) من الأجزاء الرئيسة الآتية :

1- المركزات الشمسية 2- سطح الامتصاص 3- الغطاء الزجاجي 4 – أجهزة القياس .

تستخدم المركزات الشمسية عادةً لتركيز أشعة الشمس على هدفٍ ما وذلك لتحويل الطاقة الشمسية إلى طاقة حرارية ، استخدم في هذا البحث مركزات شمسية اسطوانية الشكل مقعرة عدد (2) وكانت مساحة المركز الواحد (0.77) متر مربع . تم توجيه المركزات باتجاه (شرق – غرب) ، وتم نصب المركزات بزاوية ميل مقدارها (45^o) . إن العمل الرئيسي لهذه المركزات هو تركيز الإشعاع الشمسي الساقط على السطح العاكس في منطقة تعرف بالبؤرة التي يمر فيها السطح الماص الّذي بدوره يمثل الخزان الحراري حيث يتم تحويل الإشعاع الشمسي إلى طاقة حرارية يمكن الاستفادة منها .

يقع سطح الامتصاص الّذي يمثل الخزان الحراري للسخان الشمسي المركب في منطقة بؤرة المركزات حيث يستلم الإشعاع الشمسي الكثيف والمنعكس من السطح العاكس ومن ثم يحول هذا الإشعاع إلى حرارة للاستفادة منه في تسخين الماء ، ويقع في بؤرة كل مركز من المركزين

سطح امتصاص .تم تصنيع سطح الامتصاص في هذا البحث من الألمنيوم . تم طلاء سطح الامتصاص باللون الأسود القاتم (matt) بشكل متجانس لما يمتاز به اللون الأسود من امتصاصية عالية وخصوصاً للأشعة ذات الأطوال الموجية القصيرة وانعكاس نسبة قليلة من الإشعاعات الحرارية ذات الأطوال الموجية الطويلة .

أما الغطاء الزجاجي هو عبارة عن لوح زجاجي يتخذ شكل سطح الامتصاص إلا انه أكبر بقليل من حجم سطح الامتصاص حيث يحيط به من كل الجوانب ذلك لان الغطاء الزجاجي يلعب دوراً أساسيا في كفاءة السخان الشمسي فهو يحفظ السطح الماص من اثارالظواهرالطبيعية :كالأمطار والثلوج والأتربة والغبار، والأهم من ذلك كله انه يقلل الخسائر الحرارية من السخان الشمسي الحاصلة عن طريق الحمل والتوصيل والإشعاع وقد لوحظ ارتفاع الكفاءة في هذا البحث بشكل ملموس بعد إحاطة سطح الامتصاص بالغطاء الزجاجي.

استخدم في هذا البحث محرار زئبقي عدد (2) تم تثبيت كل منهما على سطح امتصاص من سطحي الامتصاص المستخدمة . وضع كل من المحرارين بحيث يلامس الماء الموجود في الخزان.

النتائج والمناقشة :

يبين الشكل (2) تغير معدل الإشعاع الشمسي مع الزمن خلال ساعات النهار للأشهر (كانون الثاني وشباط وآذار) (2011) ، تمثل كمية الطاقة الإشعاعية الساقطة على سطح المجمع الشمسي . إن قيم الإشعاع الشمسي تختلف من يوم لآخر ومن ساعة لأخرى نتيجة السحب وجزيئات الغبار الموجودة في الغلاف الجوي التي تؤثر على قيم الإشعاع الشمسي ، ولقد تم الحصول على قيم الإشعاع الشمسي من دائرة الأنواء الجوية في مدينة عانه . يبين الشكل إن أعلى قيمة للإشعاع الشمسي كانت في الساعة (12:00) لشهر آذار حيث بلغت ($916W/m^2$) أما في شهر شباط فكانت أعلى قيمة ($850W/m^2$) وبلغت ($733W/m^2$) خلال شهر كانون الثاني .

الشكل (3) يبين تغير درجة حرارة الماء داخل الخزان مع الزمن خلال شهر آذار باستخدام النموذج الثاني لسطح الامتصاص (بعد إحاطته بالزجاج). الشكل (3) يشير إلى أن أعلى قيمة لدرجة الحرارة كانت (100) درجة مئوية وان سبب هذا الارتفاع الكبير في درجة حرارة الماء يعود إلى تقليل الفقدان الحراري من السطح الماص عن طريق إحاطته بالزجاج .

الشكل (4) يبين تغير الطاقة المكتسبة للماء داخل الخزان مع الزمن لشهر آذار ، وتم الحصول على هذه النتائج من خلال استخدام النموذج الثاني لسطح الامتصاص (الخزان مع الغطاء الزجاجي) . من الشكل (4) نلاحظ ان أقصى قيمة للطاقة المكتسبة للماء داخل الخزان هي (726W) عند الساعة (01:00–12:00) . الشكل (5) يبين تغير كمية الطاقة المفيدة المستخلصة داخل المركز الشمسي باستخدام النموذج الثاني للأنبوب الزجاجي المفرغ .

تختلف كفاءة المركز الشمسي من ساعة إلى أخرى . الشكل (6) يبين تغير كفاءة المركز الشمسي مع الزمن . إن سبب اختلاف الكفاءة من ساعة إلى أخرى يعتمد بشكل كبير على كمية الطاقة المكتسبة ، وكذلك بسبب اختلاف كمية الإشعاع الشمسي الساقط على المركز الشمسي من وقت إلى آخر.

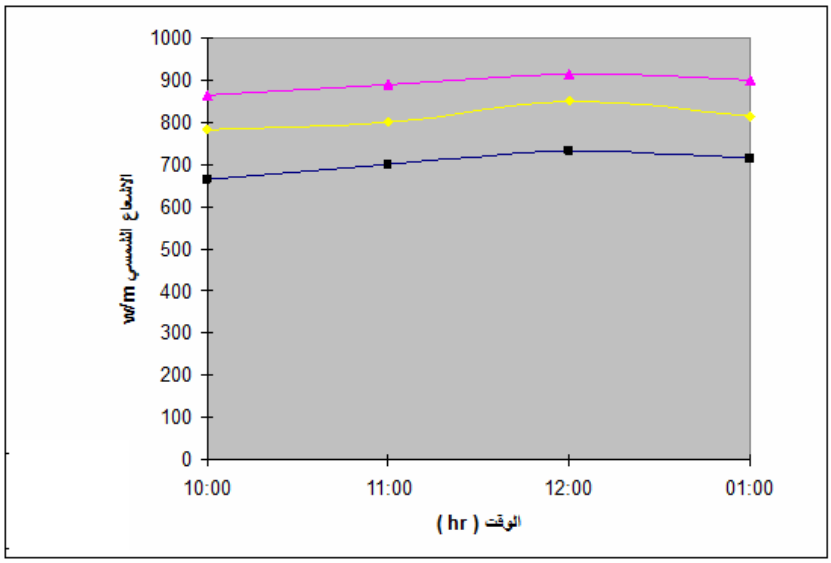
الاستنتاجات :

1- نتيجة الارتفاع الكبير في درجة حرارة الماء ($100\ C^0$) التي تم الحصول عليها فان منظومة السخان الشمسي المركب حققت الغرض المطلوب منها كسخان ماء منزلي دائمي بكفاءة عالية وكلفة اقتصادية قليلة .

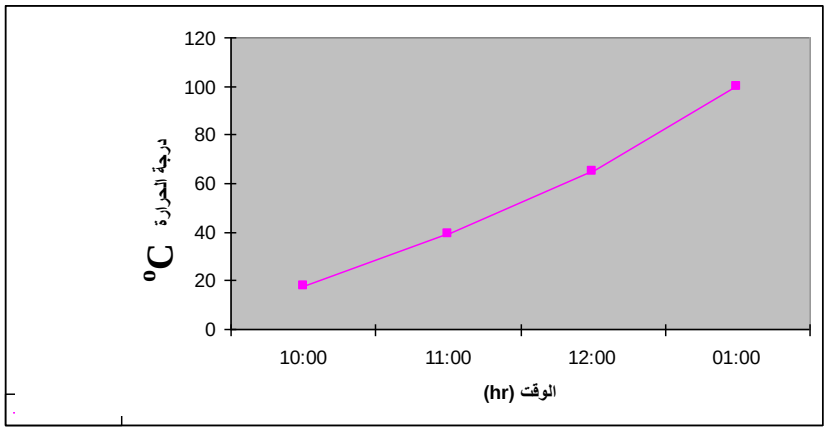
2- أعلى كفاءة للمركز الشمسي خلال الأشهر الثلاثة التي تمت التجارب العملية فيها (كانون الثاني وشباط وآذار) (2011) كانت (% 72) وكانت أعلى ما يمكن في منتصف النهار ثم تبدأ بالنقصان بعد ذلك . إن الكفاءة جيدة جداً مقارنةً بالأبحاث السابقة كبحث عمر مهيدي داود الذي كان بعنوان (تصميم وبناء سخان منزلي باستخدام الطاقة الشمسية) وكانت كفاءة المنظومة بحدود 68% [10] ، وكذلك بحث إبراهيم خلف سلمان الذي كان بعنوان (تصميم وبناء منظومة حرارية منزلية باستخدام الطاقة الشمسية) وكانت كفاءة المنظومة بحدود 52% [11].

3- الحصول على تصميم سخان ماء شمسي منزلي جديد يختلف عن السخانات الشمسية

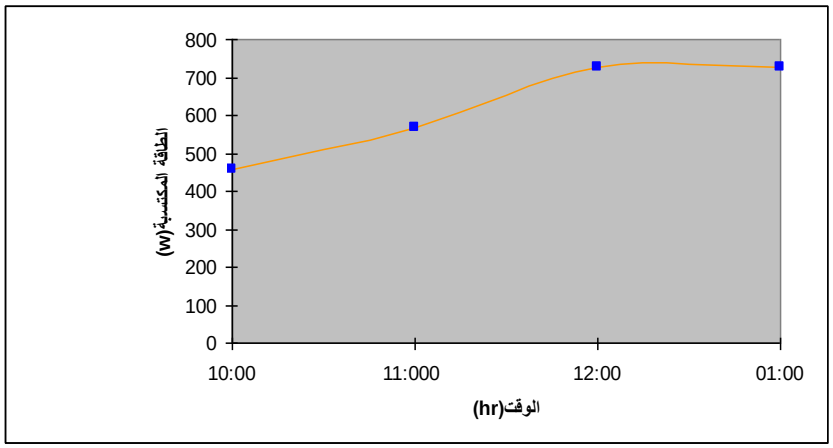
4- الأخرى ويمتاز بكونه لا يحتاج إلى متابعة حركة الشمس بل يكون ثابتاً .



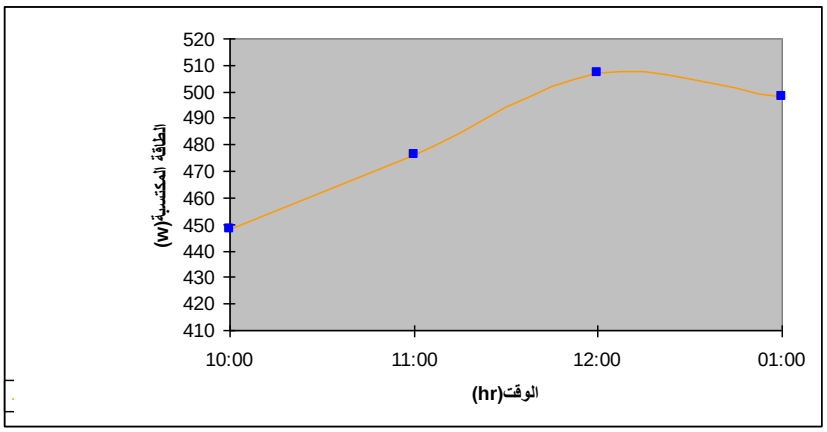
الشكل (2) قيم الإشعاع الشمسي لثلاثة أشهر.



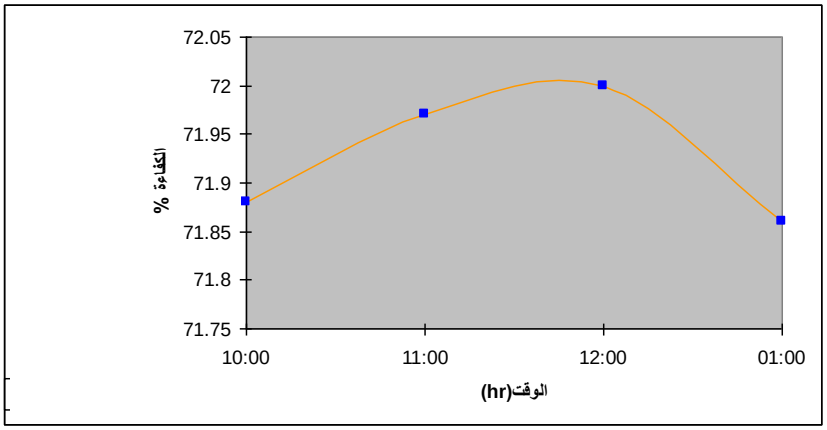
الشكل (3) تغير درجة حرارة الماء داخل الخزان مع الزمن .



الشكل (4) تغير الطاقة المكتسبة للماء داخل الخزان مع الزمن .



الشكل (5) تغير الطاقة المكتسبة داخل المركز الشمسي مع الزمن.



الشكل (6) تغير كفاءة المركز الشمسي مع الزمن .

المصادر

1- الدكتور نور الدين عبد الله الربيعي (الأفاق المستقبلية لاستثمار الطاقة الشمسية) ، دار الحرية ، بغداد ، (1983) .

2- Abid – Ali.k. L "Design and Performance of a Prabolo Cylinderical Solar Boiler ", M.S. e thesis Mechanical Enginearing. University of Technology 1979.

3- Price.H,Lufert .E, and Kearney. D, Advances in parabolic trough solar technology, Sol. Energy Tasme, London .p(109-123), 2010

4- استخدام الطاقة الجديدة والمتجددة في أنظمة تسخين المياه ،الهيئة العامة لاستعلامات مركز النيل للإعلام بالسويس ،مصر، 2006 .

5-Edward .W.C, Hueypang, Computer modeling of hybrid solar parabolic trough conteutor system electrical part , J.of internition council on Electrical Engineering ,Vol.1 ,No. 3 ,pp367-375, 2011.

6-Stacy, R.W. and Cormic, M.C. "The Effect of Concentrated Sunlight on the Performance of Flat Plat Photovoltaic Modules , SWC, 3, P1554, 1988.

7-Soteris Kalogirous ,Solar Energy Engineering - Processes and Systems, Academic Press .-1 st ed, 2009.

8- Rabl "Compression of Solar Concentrator", Solar energy, Vol. 18, P.P. 93-111 (1976).

9-Altemani G.A.C." The evaluation of the optical efficiency of cylindrical parabolic solar collectors with absorber", 15-18 December, (1982).

10- عمر مهيدي داود (تصميم وبناء سخان منزلي باستخدام الطاقة الشمسية). رسالة ماجستير – قسم الفيزياء– كلية التربية– جامعة تكريت – 2010 .

11- إبراهيم خلف سلمان (تصميم وبناء منظومة حرارية منزلية باستخدام الطاقة الشمسية) رسالة ماجستير – قسم الفيزياء – كلية التربية – جامعة تكريت – 2008 .

Designing and Constructing a demostic compound solar heater

Subhi S. Al-Rawi , Sabri J.Mohamad , Gayth.T.Najeeb Alani

(**Received:** 8 / 1 / 2012 ---- **Accepted:** 8 / 5 / 2012)

Abstract

In this research the design and construction of a solar heater system as a solar complex with a total area of the solar centre 1.54m^2 and use the Aluminum foil as a surface reflector to radiation because of a characterized by the reflectivity of (98%) and efficiency in this centre (72%) .

The experiments was done in the province of Anbar during (Janwary – February – March) 2011 boil water with temperature degree (100 C^o) was obtained during one hour only and for almost 19 liters. The efficiency of the solar heater is changed with the change of hours in which they are measured and this change is due to the difference in the amount of solar radiation falling on the center.