دراسة مختبريه حول تأثير شكل وتصميم السخانات الشمسية على الاداء الحراري [+]

نصير توفيق علوان [*]

المستخلص:

في البحث الحالي تم إجراء دراسة عملية لتصاميم مختلفة من سخانات الماء الشمسية من نوع المجمعات الخازنة وبدون تحميل لمدينة كركوك/العراق . تضمنت الدراسة اختبار ثلاثة نماذج من سخانات الماء الشمسية ، الأول من نوع الموشوري ذي قطع الجزئي للمثلث القائم الزاوية (A) والثاني من نوع المجمع ذو القطع المكافئ(B) اما الثالث فهو عبارة عن مجمع هرمي زجاجي شفاف ثلاثي الاوجه(C) ، تم في هذا البحث الأخذ بنظر الاعتبار استخدام شكل جديد لصنع مجمع خازن لسخان شمسي بسيط التصميم وسهل الاستخدام على شكل مجمع هرمي زجاجي شفاف ثلاثي الاوجه بأبعاد (150 ×150 ×150 سم) و بارتفاع (70 سم). والذي يمتاز بكفاءة أداء جيده حيث أن الأشعة تسقط عليه من جميع الاتجاهات من زمن الشروق إلى الغروب بدون ظلال وكذلك لكبر مساحة سطح التكثيف (الغطاء الشفاف) المتمثلة بالهرم ثلاثي الاوجه، ومن ثم مقارنة اداءه الحراري مع كل من المجمع الموشوري ذي قطع جزئي للمثلث القائم الزاوية (A) والمجمع ذو القطع المكافئ(B).ومن خلال النتائج العملية لاحظنا ان المجمع الهرمي ثلاثي الاوجه الزجاجي الشفاف فئة(C)، يكون ذو كفاءة حرارية اجمالية يوميةاعلى بالمقارنة مع المجمعين(A&B).

الكلمات الدالة: الطاقة الشمسية، السخانات الشمسية ،مجمع هرمي، الاداء الحراري.

EXPERIMENTAL STUDY ABOUT THE EFFECT OF SOLAR COLLECTORS DESIGN AND SHAPE ON THERMAL PERFORMANCE

Naseer Tawfeeq Alwan

Abstract:

In this paper, a practical study was carried out on solar water heaters of collector reservoirs with no loads of different designs for city Kirkuk / Iraq. The study includes three of solar water heaters which are, the first one is a Prismatic cut off the triangle-based (A) type and the second is Parabola type (B) and the third on is transparent three faceted glass Pyramid collector (C). In the research the consideration of using a simple and easy handling and transporting a solar heater reservoir design, of a three –faceted transparent glass Pyramid collector, with dimension of (150*150*150)cm with high of (70cm), this design is characterized by a good efficiency performance, which where all the sun ray falls on all the directions from sunrise till sunset without shadows because of

[+] تاريخ إستلام البحث 2016/8/18 ، تاريخ قبول النشر 2017/5/28 .

[*] مدرس مساعد /الكلية التقنية / كركوك / الجامعة التقنية الوسطى

the vast area of the condensation surface (transparent cover) represented by the three-faceted Pyramid, and then by comparing its thermal performance with Prismatic one and the Parabola collector, and through the results , we found that the Pyramid (C) design have the higher thermal performance comparing to the other collectors (A&B).
Keywords: Solar Energy, Solar Collectors, Pyramid Collector, thermal performance.

المقدمـــة :

الشمس هي مصدر الطاقة على سطح الارض ولولاها لما وجدت الحياة بشكلها الحالي على سطح كوكبنا، وقد ادرك الانسان منذ القدم اهمية الشمس في حياته، ولربما كانت قصة ارخميدس المشهورة المتعلقة باستخدام مرايا لتركيز الاشعه الشمسية لاحراق سفن الاسطول الروماني عام 212 ق.م من اولى الاشارات التي تدل على استعمال الانسان للطاقة الشمسية [1].

تعد الطاقة الوارده الينا من الشمس من اهم أنواع الطاقات التي يمكن للأنسان استغلالها، فهي طاقة دائمة لاينتج عن استخدامها غازات او نواتج ثانوية ضارة بالبيئة مقارنة بالمصادر الاخرى. لقد اصبحت للطاقة الشمسية مكانتها الانقى بين المصادر الاخرى للطاقة في الوقت الحاضر، واعتمدت ميزانيات كبيرة في اغلب الدول لاستغلالها، كما تعددت الطرائق المقترحة للاستفادة منها مثل استخدام المرايا العاكسة لتجميع ضوء الشمس وابتكار طرائق اخرى لامتصاص هذه الطاقة او تحويلها الى طاقة كهربائية بواسطة الخلايا الشمسية وغيرها من الاستخدامات[2].

يمتاز طقس العراق في فصل الصيف بارتفاع درجات الحرارة، حيث يتراوح الحد الأدنى من درجات الحرارة بين حوالي (27 إلى 34) درجة مئوية (80.6-93.2 درجة فهرنهايت) وترتفع إلى القصوى تقريباً بين (42 و 47) درجة مئوية (107.6 و 116.6 درجة فهرنهايت)، وسجلت في بعض الأيام درجات حرارة بمقدار (50 درجة مؤية) وأكثر. في الشتاء يتراوح الحد الادنى بين (4 إلى 5) درجات مئوية (39.2 حتي 41 درجة فهرنهايت)، وترتفع إلى حد أقصى من المتوسط حوالي (16) درجة مئوية (60.8 درجة فهرنهايت) في الصحراء الغربية، والشمال الشرقي، و (17 درجة مئوية) (62.6 درجة فهرنهايت) في الجنوب. مما يساعد على بناء المجمعات الشمسية لأغراض الاستخدامات المنزلية مثل تسخين الماء للأغراض المنزلية والتدفئة والكثير من الاستخدامات الاخرى التي تتمثل بالدرجة الأساس في توليد الطاقة بأنواعها .

تعد سخانات الماء الشمسية احد التطبيقات المهمه في مجال الاستفاده من الطاقة الشمسية إذ تؤدي السخانات الشمسية وضيفتها بواسطة المجمع الشمسي الذي يقوم بنقل الطاقة من مصدر مشع للطاقة الى المائع الذي يحتويه.

مجمعالطاقة الشمسية الحراري يتم تصميمه لتجميع الحرارة عن طريق امتصاص أشعة الشمس بواسطة الجزء الماص. والمجمع هو جهاز يستخدم لتحويل الطاقة الموجودة في أشعة الشمس أو الإشعاع الشمسي إلى صورة أكثر قابلية للاستخدام والتخزين. هذه الطاقة تكون على هيئة أشعة كهرومغناطيسية تتراوح أطوالها الموجية بين الأشعة تحت الحمراء (الطويلة) إلى الأشعة الفوق بنفسجية (القصيرة). وتصل كمية الطاقة الشمسية التي تضرب سطح الأرض إلى حوالي (1000 واط) لكل متر مربع تحت السماء الصافية وهذا يتوقف على الظروف الجوية والموقع واتجاه السطح.

يتم تصميم المجمعات الشمسية للحصول على درجة حرارة أعلى من درجة حرارة الهواء المحيط للمجمع الشمسيين، حيث في بعض التطبيقات من الممكن ان تصل درجة حرارة المائع داخل المجمع الى (100 درجة مئوية) باستخدام وسائل او تكنولوجيا بسيطة ومتوفره وغير مكلفة، حيث تمتص هذه المجمعات الاشعاع الشمسي الساقط بنوعية المباشر والمنتشر كما أنها لا تحتاج إلى تكنولوجيا التعقب او صيانة دورية مكلفة.الا ان من المشاكل التي تواجه الباحثين عند

تصميم وتصنيع المجمعات الشمسية مشكلة تغير كمية الطاقة الشمسية الساقطة واحياناً انخفاضها مقارنة بالمصادر الأخرى للطاقة وبالتالي تؤدي إلى انخفاض الأداء الحراري لهذه المجمعات[1,2].

هناك العديد من البحوث والدراسات التي اختصت في دراسة أداء السخانات الشمسية بجميع أنواعها ذات التدوير الطبيعي والقسري للأنظمة المفتوحة والمغلقة كذلك السخانات ذات التجميع والخزن في نفس الوقت وشملت الدراسات التحليل النظري والعملي وادناه نبذة عن هذه البحوث.

قام (وسام حميد عليوي) [3] بأجراء دراسة عملية لمجمع شمسي خازن موشوري الشكل ذو قطع جزئي للمثلث القائم الزاوية ، وبسعة(140 لتر)شملت الدراسة فحص واختبار المجمع تحت ظروف البيئة العراقية(مدينة بغداد) وابتداء" من شهر شباطإلى نهاية شهر حزيران من عام (2005).بينت النتائج العملية إمكانية استخدام هذا النوع من المجمعات في تجهيز الماء الساخن للأغراض المنزلية ،فقد أمكن تسخين(140 لتر) من الماء إلى درجات حرارة مختلفة بالاستفادة من ظاهرة التدرج الحراري التي تحصل في المجمع بسب فرق الكثافة ، فكانت أقصى درجة حرارة للماء داخل المجمع في اليوم السابع من شهر شباط (51.5 درجة مئوية) بينما اقل درجة حرارة كان(29 درجة مئوية) وبمعدل درجة حرارة (37 درجة مئوية)عندما كانت درجة حرارة الماء الابتدائية (16.3 درجة مئوية) أي رفع درجة حرارة الماء بمقدار(21 درجة مئوية).بينما قام كل من (سعد محسن المشاط،عمر خليل احمد الجبوري،أحمد حسن احمد) [4] بتصميم وبناء مجمع شمسي باستخدام مادة الفرشة المسامية (الحجر) كسطح امتصاص للحرارة وكمادة خازنة للحرارة. يميل المجمع الشمسي عن الأفق بزاوية (45^0). تم إجراء دراسة نظرية وعملية لأداء المجمع الشمسي في حالة تشغيل مستمر بفعل مضخة هوائية(من التاسعة صباحا الى الرابعة مساء) لمدينة كركوك. بلغت أعلى كفاءة لحظية للمجمع الشمسي حوالي (20 %) ووصل أعلى فرق بين درجة حرارة الدخول والخروج للهواء من المجمع الشمسي بحدود (10درجة مئوية).قام (علاء محسن خضير , جاسم مهدي الاسدي)[5] بأجراء دراسة عملية لتصميمين مختلفين من سخانات المياه الشمسية التي تعمل بطريقة التدوير الطبيعي ، تضمنت الدراسة اختبار اثنين من سخانات المياه الشمسية ، الاول يكون ذي اربعة اوجه زجاجية (الوجه العلوي والامامي واوجه الجانبين) باستثناء الوجه الخلفي والقاعدة السفلى التي تكون من الخشب، والثاني يكون ذي وجه واحد زجاجي فقط وهو الوجه الامامي وبقية الاوجه كلها من الخشب ، تم الاختبار تحت الظروف المناخية المختلفة لمدينة البصرة لثلاثة ايام فقط وهي (2010/10/22 و 2010/12/23 و 2010/12/26) وتبين من هذه النتائج افضلية في اداء السخان ذي الوجه الواحد الزجاجي على السخان ذي الاوجه الاربعة الزجاجية ،تراوحت الكفاءة بين(49%-67%) للسخان ذي الوجه الواحد و(38%-44%) للسخان ذي اربعة اوجه.و قام (وسام حميد عليوي واحمد حكمت جاسم ومزهر علي صاحب) [6] بأجراء دراسة عملية لتصاميم مختلفة من سخانات الماء الشمسية التي تعمل بطريقة التدوير الطبيعي . تضمنت ادراسة اختبار أربعة من سخانات الماء الشمسية ، الأول من النوع الأنبوبي المفرغ من إنتاج شركة / Denkaالصين، الثاني سخان ماء شمسي ذو لوح زجاجي مستوي من إنتاج الشركة العامة للصناعات الكهربائية / بغداد تم تشغيله عام (2001) وتم اختباره بعد إجراء صيانة له ، السخان الثالث مشابه للسخان الثاني مع بعض الاختلافات التصميمية من إنتاج مركز بحوث الطاقة الشمسية / بغداد ، تم تشغيله عام (2007) ، أما السخان الأخير فهو الخازن الجامع نوع الوسادة . تم ألاختبار تحت الظروف المناخية المختلفة لمدينة بغداد وبصورة متزامنة ابتدائا من شهر شباط ولغاية شهر تموز من عام (2007) ، وشمل فحص أداء المجمعات في ظروف تحميل مختلفة وبدون تحميل. حيث أظهرت نتائج التجارب التي تمت بدون حمل أفضلية نسبية في الأداء للسخان الأنبوبي المفرغ على بقية السخانات المستخدمة وان السخان الشمسي المنتج بواسطة مركز بحوث الطاقة الشمسية ذو أداء جيد وهو الأقرب في الأداء إلى السخان الأنبوبي المفرغ من بقية السخانات، كذلك بينت النتائج ضرورة السحب المستمر للماء الساخن من السخانات وذلك لتحسين الأداء ورفع الكفاءة ، تراوحت الكفاءة الإجمالية بين (55%-66%) للسخان الأول و (48%-57%) للسخان

الثاني (51%-62%) و للسخان الثالث و (20%-35%) للسخان الرابع.و قام (عبيد مجيد) [7]بدراسة عملية ونظريه لتأثير بعض المتغيرات التصميمية على أداء مجمع شمسي خازن وتحقيق ملائمته للاستخدامات المنزلية. شملت الدراسة مجمعين شمسيين ، المجمع الشمسي الاول عبارة عن اسطوانة ذات قطر (28 سم) وطول (130 سم) والمجمع الشمسي الثاني عبارة مي خزان مكعب الشكل بابعاد (100سم*100 سم). كل منهما يوضع في هيكل خشبي مغطى بالزجاج من الجهة المقابلة للشمس ويمكن استخدام اللاقطات الشمسية المقترحة كخزان ماء يدلا من الخزانات المعتادة فى البيوت العراقية. تمت دراسة تأثير المتغيرات الأساسية والتي تضمنت تغيير شكل الخزان في المجمع الشمسي، حيث استخدم نموذجين أحداهما ذو خزان اسطواني والآخر خزان مكعب وبنفس السعة ، كما تم دراسة تأثير ثلاثة نمآذج من التحمبل على آداء المجمعين هما التحميل المستمر والمتقطع كل ساعة وسحب المياه مرة واحد؛ في اليوم. بينت النتائج إن اداء .المجمع الاسطوانى أفضل عند وجود تحميل للمياه من المجمع بصورة مستمرة آو متقطعة بعد الساعة الثالثة عصرا.

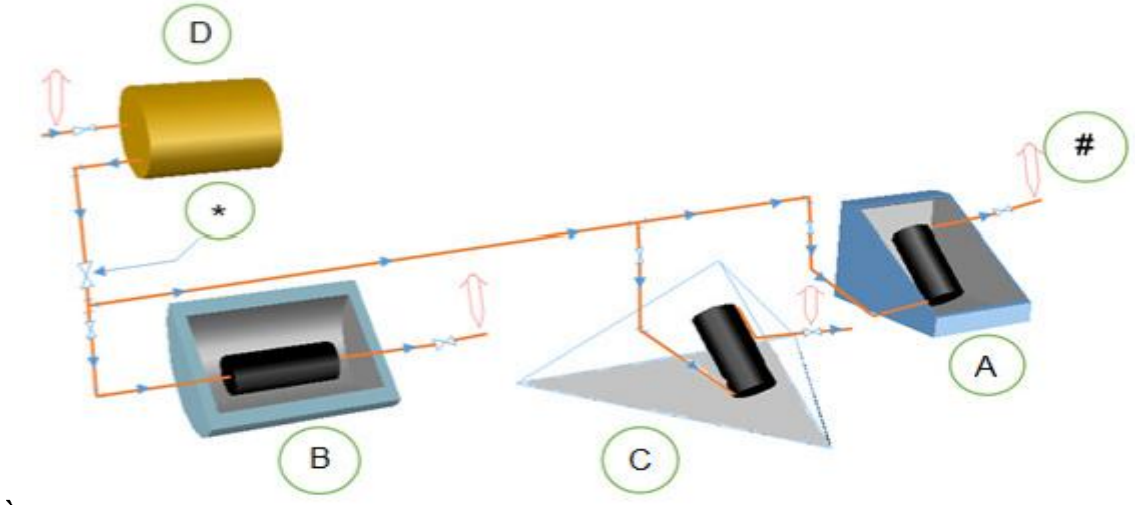
من البحوث السابقة التي تخص السخانات الشمسية بنوعيها السخانات المنفصلة والمجمعات الخازنة كان التركيز على المجمعات الشمسية الخازنه ذو القطع المكافئ والموشوري ذي قطع جزئي للمثلث القائم الزاوية وقليل من تطرق الى مسألة استخدام الآشكال البديلة وذلك للحصول على كفاءة اعلى مثل استخدام مجمع شمسي هرمي ثلاثي الاوجه.

تم في هذا البحث إجراء دراسة عملية وحسب اجواء مدينة كركوك/ العراق لتصاميم مختلفة من سخانات الماء الشمسية من نوع المجمعات الخازنة وبدون تحميل. تضمنت الدراسة اختبار ثلاثة نماذج من سخانات الماء الشمسية ، الأول من نوع الموشوري ذي قطع جزئي للمثلث القائم الزاوية والثاني من نوع المجمع ذو القطع المكافئ اما الثالث فهو عبارة عن مجمع هرمي زجاجي شفاف ثلاثي الاوجه، في هذا البحث تم استخدام تصميم جديد لصنع مجمع خازن لسخان شمسي بسيط التركيب وسهل الاستخدام والنقل على شكل مجمع هرمي ثلاثي الاوجه زجاجي شفاف(C) بأبعاد(150 ×150 ×150) سم وبارتفاع (70 سم)، حيث من المواصفات الجيده لهذا النوع من السخانات هو ان الأشعة تسقط عليه من جميع الاتجاهات من زمن الشروق إلى الغروب وبدون ظلال وكذلك لكبر مساحة سطح التكثيف (الغطاء الشفاف) المتمثلة بالهرم ثلاثي الاوجه ، كذلك تم تصنيع مجمع موشور يذي قطع جزئي للمثلث القائم الزاوية(A) ومجمع ذو القطع كافئ(B) ومن ثمتم اجراء مقارنه مابين المجمعات الثلاثة لمعرفة اي منها ذو كفاءة حرارية اعلى.

أن أهمية هذا البحث تكمن في بيان مدى تاثير شكل وتصميم السخان الشمسي على الاداء الحراري له من خلال تصميم جديد قليل الكلفة ومقارنة اداءة مع التصميميين الاخرين ومن خلال استخدام مواد بديلة قليلة الكلفة و الوزن تساهم في زيادة انتشار استخدام الطاقة الشمسية للأغراض المنزلية لغرض تقليل استهلاك الطاقة كهدف يعمل عليه جميع الباحثون.

الجزء العملي (منظومة الاختبار):

لغرض اجراء الدراسة العملية تم اختيار ثلاثة نماذج من سخانات الماء الشمسية ، الأول من نوع الموشوري ذي قطع جزئي للمثلث القائم الزاوية(A) والثاني من نوع المجمع ذو القطع المكافئ (B)اما الثالث فهو عبارة عن مجمع هرمي زجاجي شفاف ثلاثي الاوجه (C).



D–خزان تجهيز الماء A– المجمع الموشوري ذي قطع جزئي للمثلث القائم الزاوية B– المجمع ذو القطع المكافئC– المجمع الهرمي الزجاجي الشفاف ثلاثي الاوجه *– صمام للسيطرق على كمية تدفق المائع من النوع الكروي#– مزدوج حراري من النوع k

الشكل(1) مخطط منظومة الاختبار

حيث تتكون محطة الاختبار من منظومة لتجهيز الماء ، نماذج الاختبار بالاضافة الى منظومة القياس والسيطرة.

منظومة تجهيز الماء تتكون من خزان رئيسي(D) لتجهيز الماء الى المجمعات الثلاثة وانابيب ابلاستيكه لتوصل الماء بالاضافة الى صمامات من النوع الكروي(*) للسيطره والتحكم بكمية الماء المجهز للمجمعات.

نماذج الاختبار عبارة عن ثلاثة مجمعات شمسية وهي على النحو التالي:

أ) المجمع الموشوري ذي قطع جزئي للمثلث القائم الزاوية(A)

ب) المجمع ذو القطع المكافئ(B)

ج)المجمع الهرمي الزجاجي الشفاف ثلاثي الاوجه(C)

اما منظومة القياس والسيطره فتتكون من :

أ) مزدوجات حرارية من النوع k.

ب) جهاز لقياس شدة الاشعاع الشمسي المباشر الساقط على اسطح المجمعات(Solar Power Mete)

وصف الأجهزة المستخدمة

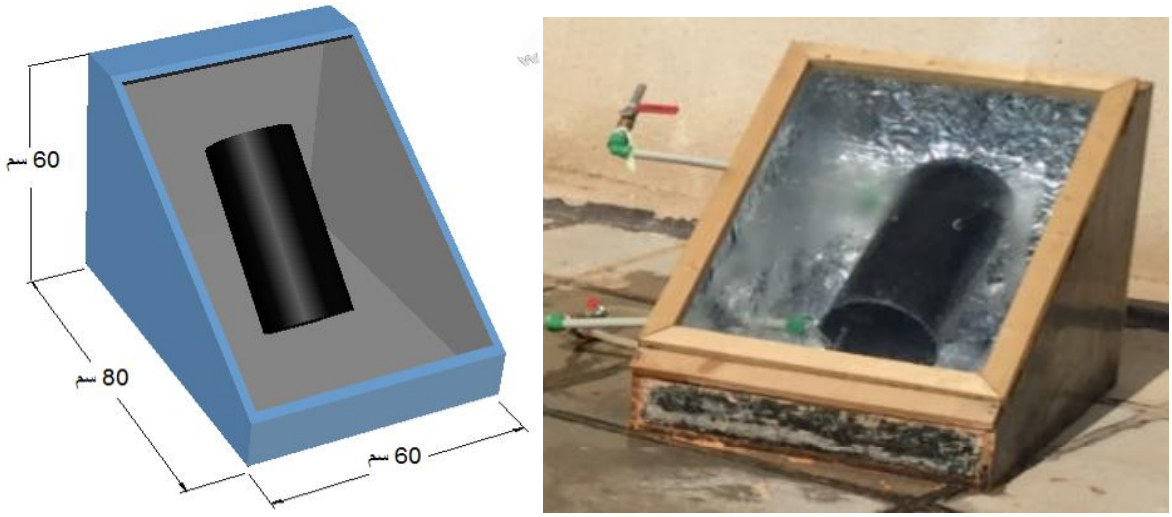
تم أجراء مقارنة متزامنة بين ثلاثة سخانات ماء شمسية من النوع الجامعة وبدون تحميل ، حيث تتكون المنظومة من ثلاثة نماذج لمجمع شمسي لغرض تجميع و خزن الطاقة الشمسية الشكل (1) مع منظومة القياس لدرجات الحرارة وتم صنع المجمعات من الأجزاء الآتية:

هيكل المجمع :

أ- الموشوري ذي قطع جزئي للمثلث القائم الزاوية(A):

تم تصميم وتصنيع المجمع بشكل موشوري ذي قطع جزئي للمثلث القائم الزاوية يميل المجمع عن الافق بزاوية مقدارها (45°) مثبت داخله خزان معدني(اسطوانة). حيث هذا التصميم يعطي حجماً اقل للماء داخل المجمع وبما يتناسب مع مساحة سطح الامتصاص . الشكل (2) يتضمن صورة فوتوغرافية ومخطط لتوضح المظهر العام للمنظومة الشمسية

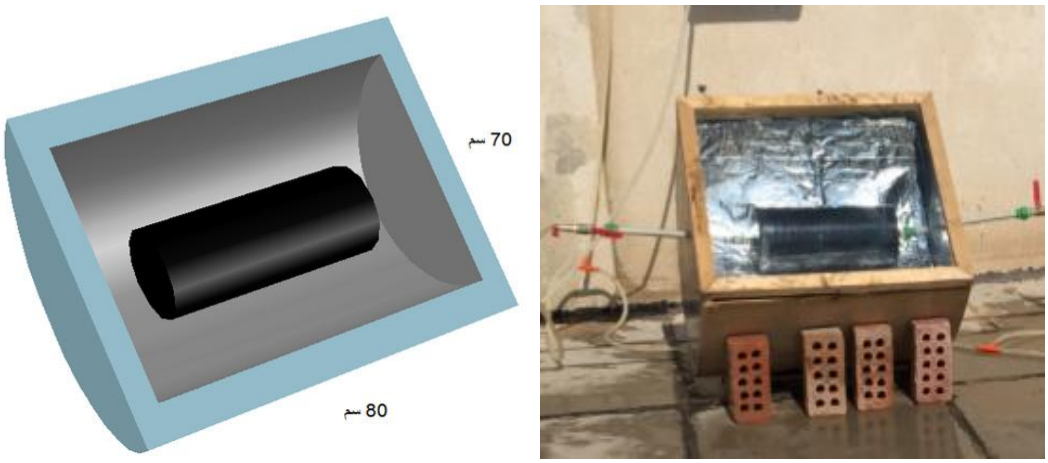
وأبعادها.تم عمل هيكل للمجمع من الواح الخشب سمكها(1.5سم) وبأبعاد (60*80*60 سم)، مع فتحتان لدخول وخروج الماء مع الصمامات الحاكمة قياس("½)، يحتوي الوجه الاعلى للصندوق على مجرى لدخول الغطاء الزجاجي و لإحكامه، أستعمل غطاء من الزجاج العادي بسمك(4 ملم) مثبت داخل إطار باستخدام مادة السليكون المطاط بالاضافة الى معجون خاص لمنع تسرب الهواء الساخن من داخل الحيز الهوائي. أضيقت عواكس داخلية متكونه من الآلمنيوم الحراري (السيلفون) وبسمك (3 ملم) لرفع درجة حرارة الماء داخل الاسطوانة (الخزان). اما الآسطوانة المعدنية(الخزان) فصنعت من الحديد المغلون بقطر (20 سم) وطول (45 سم) وسعتها (22 لتر)، تم طلاء سطح الاسطوانه (سطح الأمتصاص) بطلاء اسود قاتم لأمتصاص أكبر كمية ممكنة من الطاقة الشمسية الساقطة، ثبتت هذه الاسطوانة داخل الهيكل الخشبي للسخان الشمسي بواسطة حامل خشبي. ووصلت من الاسفل بفتحة لدخول الماء من المصدر ، ومن الاعلى بفتحه لخروج الماء. تم استخدام انابيب مطاطية لدخول وتجهيز الماء من والى الاسطوانه.



الشكل (2)المجمع الموشوري ذي قطع جزئي للمثلث القائم الزاوية

ب- المجمع ذو القطع المكافئ(B):

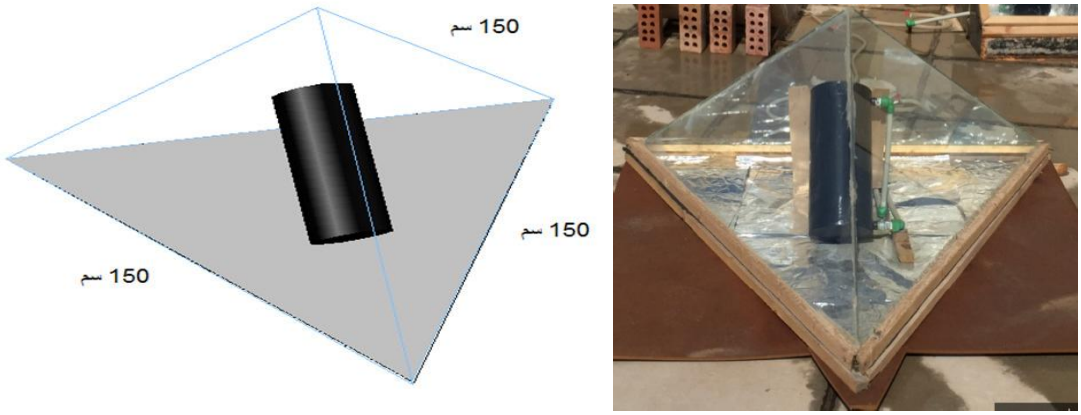
عباره عن هيكل نصف اسطواني (قطع مكافئ) يميل عن الافق بزاوية مقدارها (45°) مصنوع من الخشب بسمك(1 سم)،طول الهيكل هو (80 سم)،عرضه(70 سم) ونصف قطر التقويس للقطع (30 سم) مثبت داخله خزان معدني(اسطوانة) مع فتحتان لدخول وخروج الماء مع الصمامات الحاكمة قياس (½") على جانبي المجمع، يحتوي الوجه الاعلى للهيكل على مجرى لدخول الغطاء الزجاجي و إحكامه، أستعمل غطاء من الزجاج العادي بسمك (4 ملم) مثبت داخل إطار باستخدام مادة السليكون المطاط بالاضافة الى معجون خاص لمنع تسرب الهواء الساخن من داخل الحيز الهوائي. بالاضافة الى عمل مسند من الخشب لتثبيت زاوية ميلان المجمع عند(45^0)باتجاه الجنوب. تم أضافة عواكس داخلية متكونه من الآلمنيوم الحراري (السيلفون) وبسمك (3 ملم) لرفع درجة حرارة الماء داخل الاسطوانة (الخزان). اما الآسطوانة المعدنية(الخزان)صنعت من الحديد المغلون بقطر (25 سم) وطول (45 سم) وبسعة خزن مقدارها (22 لتر) تم طلاء سطح الاسطوانه (سطح الأمتصاص) بطلاء اسود قاتم لأمتصاص أكبر كمية ممكنة من الطاقة الشمسية الساقطة، ثبتت هذه الاسطوانة داخل الهيكل الخشبي للسخان الشمسي بواسطة حامل خشبي. وصلت الاسطوانة من الجانب الايسر بفتحة لدخول الماء من المصدر ، ومن الجانب الايمن بفتحه لخروج الماء. استخدم انابيب مطاطية لدخول وتجهيز الماء من والى الاسطوانه. الشكل (3) يتضمن صورة فوتوغرافية ومخطط لتوضح المظهر العام للمنظومة الشمسية وأبعادها .



الشكل(3)المجمع الشمسي ذو القطع المكافئ

ج- مجمع هرمي زجاجي شفاف ثلاثي الاوجه(C):

عبارة عن هيكل هرمي ثلاثي الاوجه مائلة عن الافق بزاوية (45^0) من الزجاج الشفاف بأبعاد (150*150*150 سم) وبأرتفاع (75 سم) ذو قاعدة خشبية مثلثه بأبعاد(150*150*150 سم) حيث أن الأشعة تسقط عليها من جميع الاتجاهات من زمن الشروق إلى الغروب بدون ظلال، تم تثبيت الزجاج (الهيكل الزجاجي) باستخدام مادة السليكون المطاط بالاضافة الى معجون خاص لمنع تسرب الهواء الساخن من داخل الحيز. أضيفت عواكس داخلية متكونه من الآلمنيوم الحراري (السيلفون) والتي تغطي ارضية المجمع وبسمك(3 ملم) لرفع درجة حرارة الماء داخل الاسطوانة (الخزان). الآسطوانة المعدنية(الخزان) فصنعت من الحديد المغلون بقطر (25 سم) وطول (45 سم) وبسعة خزن مقدارها(22 لتر)تم طلاء سطح المادة الاسطوانه (سطح الأمتصاص) بطلاء اسود قاتم لأمتصاص أكبر كمية ممكنة من الطاقة الشمسية الساقطة، ثبتت هذه الاسطوانة داخل الهيكل الزجاجي للسخان الشمسي بواسطة حامل خشبي. وصلت الاسطوانة من الجهة الخلفية بفتحة لدخول الماء من المصدر، ومن نفس الجهه بفتحه لخروج الماء.استخدم انابيب مطاطية لدخول وتجهيز الماء من والى الاسطوانه. الشكل (4) يتضمن صورة فوتوغرافية ومخطط لتوضح المظهر العام للمنظومة وأبعادها .



الشكل (4) مجمع هرمي زجاجي شفاف ثلاثي الاوجه

الخزان المجهز للماء :

زودت المنظومة بخزان لتجهيز المجمع بالماء بقطر (45 سم) وطول (60 سم) سم وبسعة خزن مقدارها (95 لتر) معزول حراريا بالصوف الزجاج لتقليل فقدان الطاقة الحرارية كما في الشكل(5).

الشكل (5) الخزان المجهز للماء

منظومة القياس والسيطره (أجهزة القياس)المستخدمة :

أ) قياس درجات الحرارة

استخدم عدة مزدوجات حرارية [Thermo couples] لقياس درجات الحرارة عند النقاط المختلفة للمجمع الشمسي وكانت من نوع [k]و بقطر (0.3 ملم) الشكل (6). تم معايرة المزدوجات الحرارية حسب المواصفات ولمدى درجات الحرارة (0 – 100) م^{o} .

قيست درجة حرارة الماء داخل الخزان(المجمع) باستخدام ثلاثة مزدوجات حرارية مرتبه بمسافات متساوية(T_1,T_2,T_3).استخدم مزدوجين حراريين لقياس درجة حرارة الماء المجهز للمجمع ، كما استخدمت مزدوجات حرارية لقياس درجة حرارة الهواء داخل الحيز للغطاء الزجاجي عند نقطتين في الأعلى والاسفل. استخدم محرار زئبقي لقياس درجة حرارة الهواء المحيط وتم وضعه في غطاء ورقي اسطواني لعزله عن أشعة الشمسية وعلى ارتفاع متر واحد من سطح الأرض لتقليل تأثيرات المحيط على القراءات.

الشكل (6) مقياس درجة الحرارة رباعي المأخذ

ب) الإشعاع الشمسي:

تم حساب الإشعاع الشمسي عملياً باستخدام جهاز نوع (Solar Power Meter) لقياس شدة الاشعاع الشمسي الساقط على سطح المجمع وبوحدات W/m^2، كما هو موضح بالشكل (7).

الشكل (7) مقياس شدة الاشعاع

خطة البحث:

خطط لإجراء التجارب على المنظومة للفترة من (بداية شباط 2016 لغاية نهاية اذار 2016) وتمثل هذه الفترة الأشهر الباردة من السنة والتي تحتاج فيها الى تسخين الماء للاستخدامات المنزلية.

أجريت القياسات في البحث على مرحلتين:

المرحلة الاولى

في المرحلة الاولي تم إجراء الاختبار الأولي على التصميم المقترح (السخان الهرمي ثلاثي الاوجه) لتقييم الأداء و إمكانية التعديل في التصميم لغرض الوصول الى افضل تصميم.

المرحلة الثانية

تضمنت هذه المرحلة من البحث دراسة الاداء الحراري للمجمعات الثلاثة وبظروف تشغيل متماثلة، ومن ثم مقارنة الاداء الحراري للمجمعات مع بعضها البعض .

أجريت الاختبارات للمرحلتين في ايام مختلفة وبلغ عدد التجارب (33) تجربة فدونت القراءة لكل ساعه لجميع المتغيرات وهي (درجة حرارة الهواء الجوي، درجة حرارة الهواء داخل الغطاء الزجاجي ، درجة حرارة الماء الداخل للمجمع ومعدل درجة الحرارة داخل الخزان)، تبدا كافة التجارب عند الساعة التاسعة صباحا"و تستمر الى الساعة الخامسة عصرا".

الجانب النظـــري:

لغرض التحليل ووضع النموذج الرياضي والأسس النظرية في حساب كمية الطاقة الممتصة من قبل الجزء الماص للمجمع وكمية الطاقة المخزونة (المستفادة) وحساب كفاءة الخزن الحرارية، تم اعتماد مجموعة من المعادلات والبيانات من المصادر المعتمدة للحصول على النتائج، حيث تعرف كفاءة السخان الحراري الشمسي بأنها الطاقة المستفادة فعل االناتجة من رفع درجة حرارة الماء الداخل في مدة زمنية معينة على كمية الطاقة الشمسية الساقطة على سطح السخان(الممتصة) لنفس المدة.

حساب كفاءة المجمع الشمسي :

تعرف كفاءة السخان الحراري الشمسيه لفترة زمنية معينه بأنها الطاقة المستفادة فعلا $\mathbf{Q_u}$ الناتجة من رفع درجة حرارة الماء الداخل في مدة زمنية معينة على كمية الطاقة الشمسية الساقطة على سطح السخان $\mathbf{Q_a}$ لنفس المدة ويمكن تمثيلها بالمعادلة (1)، [8,9]:

$$\boldsymbol{\eta_h = \frac{Q_u}{Q_a} = \frac{M\times Cp\times \Delta T/t}{A_C\times I_b} = \frac{M\times Cp\times (T_{av}-T_i)/t}{A_C\times I_b}} \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \mathbf{(1)}$$

أما كفاءة الخزن اليومية الإجمالية (من الساعة 9 صباحاً ولغاية 5 عصراً) للسخان الشمسي فيعبر عنها بالمعادلة (2)،[8,9]:

$$\eta_d = \frac{\sum Q_u}{\sum Q_a} = \frac{\sum Q_u}{A_C \sum I_a} \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (2)$$

حيث أن:

Q_uكمية الطاقة المخزونة (W M)كتلة الماء داخل الخزان (Kg Cp) الحرارة النوعية للماء ووحداتها (KJ/KgK^o).

Tavمعدل درجة حرارة الماء الاجمالي داخل الخزان ووحداتها (K). Ti درجة حرارة الماء الابتدائية ووحداتها (K). t

زمن التشغيل (Sec)Q_a. كمية الطاقة الممتصة من قبل المجمع (W).

Acمساحة السخان الشمسي ووحداتها (m^2).

I_b الإشعاع الشمسي الساقط على السخان ووحداتها (W/m^2).

طريقة أجراء الحسابات :

1. في البداية يتم تدوين درجة الحرارة الماء الابتدائية المجهزه الى المجمعات الشمسية الثلاثة (Ti) .
2. يتم حساب معدل درجة حرارة الماء داخل المجمع(Tav) كما يلي: $T_{av} = \frac{T_1+T_2+T_3}{3}$
3. يتم حساب شدة الاشعاع الشمسي الساقط على سطح المجمعات الشمسية I_b.
4. يتم تدوين درجة حرارة الجو المحيط بالمجمعات الشمسية(Tao) .
5. يتم تدوين درجة حرارة الهواء داخل الغلاف الزجاجي للمجمات الثلاثة (Tai).
6. يتم حساب كمية الطاقة الشمسية الساقطة(الممتصة) من قبل المجمع الشمسي (Q_a).
7. بتم حساب كمية الطاقة الشمسية المخزونه داخل المجمع الشمسي(Q_u).
8. حساب كفاءة للمجمع الشمسي لفترة زمنية معينه.
9. حساب الكفاءة اليومية الاجمالية للمجمع الشمسي.

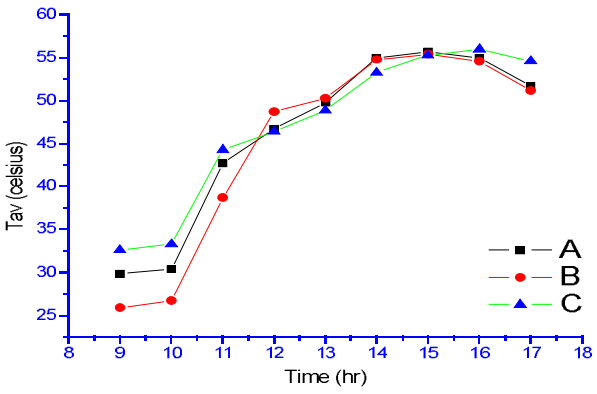
النتائج والمناقشة:

النتائج:

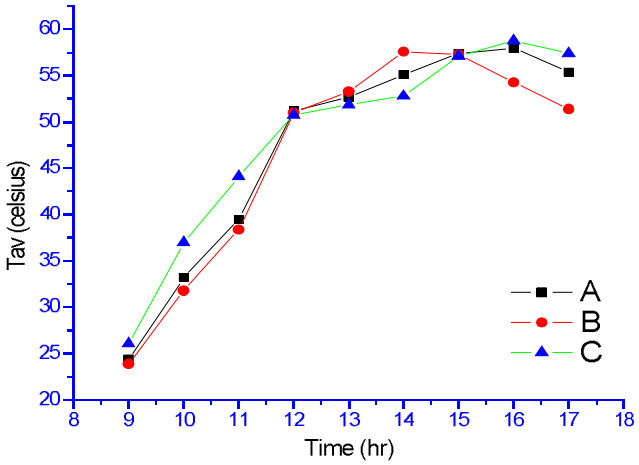
في هذه الدراسة تم الحصول على نتائج من خلال اجراء(33) اختبار وعلى مدى شهرين وحسب اجواء مدينة كركوك/العراق.اجريت الدراسة على ثلاثة نماذج من المجمعات الشمسية المختلفة(A, B, C) من ناحية الشكل والتصميم، في الحل التحليلي تم احتساب كمية الطاقة الممتصة من قبل المجمعات من خلال قياس شدة الاشعاع الشمسي الساقط على اسطح المجمعات ومن ثم حساب معدل درجة حرارة الماء الاجمالي داخل الخزان الشمسي بعد عملية الخزن بالاضافة الى احتساب كمية الطاقة المخزونة (المستفادة) داخل كل مجمع على مدار فترة زمنية معينة، ومن بعدها احتساب الكفاءة الحرارية لكل مجمع خلال تلك الفترة واخيراً تم احتساب الكفاءة اليومية(الاجمالية) من خلال استخدام المعادلات الرياضية التي تم ذكرها .ومن خلال النتائج العملية لاحظنا ان المجمع الهرمي ثلاثي الاوجه الزجاجي الشفاف فئة(C)، يكون ذو كفاءة حرارية اجمالية اعلى بالمقارنة مع المجمعين(A&B)، حيث كانت كفاءة المجمع (C) الاجمالية من الساعة (9 صباحاً ولغاية 5 عصراً) لليوم (2016/2/29) هي(50.5%) وليوم(2016/3/23) هي(61.6%) ، اما المجمع (A)فكانت الكفاءة الاجمالية من الساعة(9 صباحاً ولغاية 5 عصراً) ليوم (2016/2/29)هي(43.8%)وليوم(2016/3/23))هي(54%) اما المجمع (B) فكانت الكفاءة الاجمالي من الساعة (9 صباحاً ولغاية 5 عصراً)ليوم (2016/2/29) هي (47.7%) وليوم(2016/3/23) هي (57%).

المناقشة:

المخططين (1) و (2) يوضحان العلاقة بين الوقت ومعدل درجة حرارة الماء داخل المجمع الشمسي للايام (2/29/ 2016/ 3/23) وللمجمعات الثلاثة (A,B,C)حيث نلاحظ ان معدل درجة حرارة الماء داخل المجمع الشمسي (C) تكون اكبر من بقية المجمعات(A&B) صباحاً وخلال الساعات من(9-11 صباح)،اما خلال الساعات(12-2 بعد الظهر) فنلاحظ أن المجمع فئة (B) تكون درجة حراة الماء داخل المجمع اكبر من المجمعين (A&C)، بينما في الساعة (3 ظهرا) نلاحظ ان معدل درجة حرارة الماء داخل الخزان الجامع وللمجمعات الثلاثة تقريباً تتساوى، اما بعد(3 ولغاية 5 عصراً) ترجع مره اخرى ترتفع معدل درجة حرارة الماء داخل المجمع (C) بالمقارنة مع المجمعين(A&B).

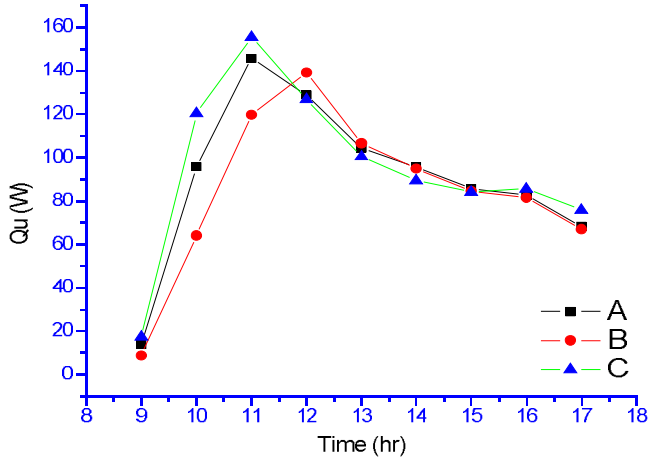


المخطط (1) العلاقة بين الوقت ومعدل درجة حرارة الماء داخل الخزان وللمجمعات الثلاثة ليوم(2016/2/29)

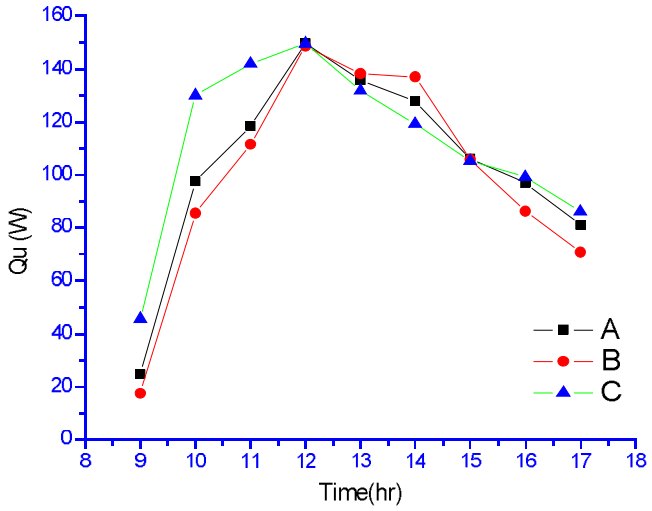


المخطط (2) العلاقة بين الوقت ومعدل درجة حرارة الماء داخل الخزان وللمجمعات الثلاثة ليوم(2016/3/23)

المخططين (3) و (4) يوضحان العلاقة بين الوقت وكمية الطاقة المخزونة (المستفاده) داخل المجمع الشمسي للايام (2016/ 3/23-/2/29) وللمجمعات الثلاثة (A,B,C) حيث نلاحظ ان كمية الطاقة المخزونة للمجمع الشمسي (C) تكون اكبر من بقية المجمعات(A&B) صباحاً وخلال الساعات من(9-11 صباح)،اما خلال الساعات(12-2 بعد الظهر) فنلاحظ ا ن المجمع فئة (B) تكون كمية الطاقة المخزونة داخل المجمع اكبر من المجمعين (A&C)، بينما في الساعة(3 ظهراً) نلاحظ ان كمية الطاقة المخزونة داخل الخزان الجامع وللمجمعات الثلاثة تقريباً تتساوى، اما بعد (3 ولغاية ال 5 عصراً)، ترجع مره اخرى ترتفع كمية الطاقة المخزونة الماء داخل المجمع (C) بالمقارنة مع المجمعين(A&B).

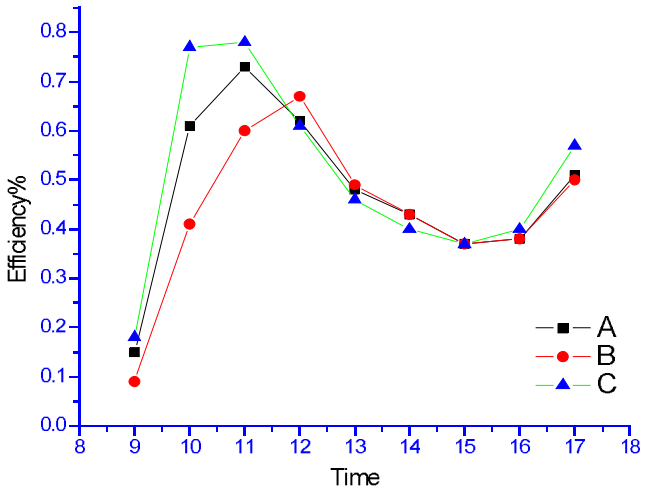


المخطط (3) العلاقة بين الوقت وكمية الطاقة المخزونة وللمجمعات الثلاثة ليوم (2016/2/29)

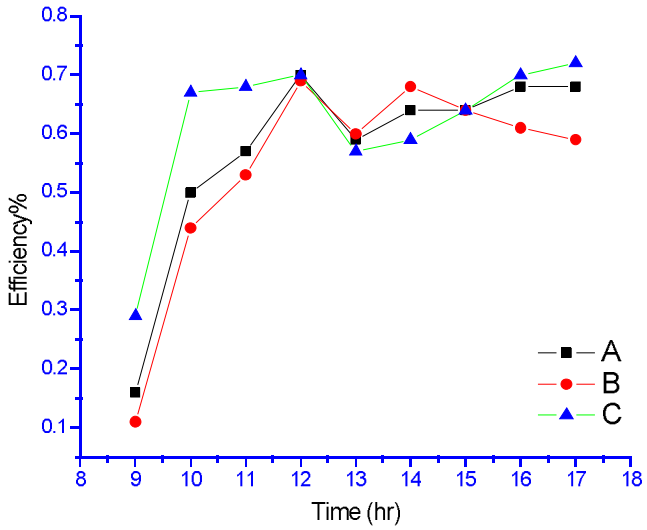


المخطط (4) العلاقة بين الوقت وكمية الطاقة المخزونة وللمجمعات الثلاثة ليوم (2016/3/23)

المخططين (5) و (6) يوضحان العلاقة بين الوقت والكفاءة الحرارية داخل المجمع الشمسي للايام (2016/2/29- 2016/ 3/23) وللمجمعات الثلاثة (A,B,C) حيث نلاحظ ان الكفاءة الحرارية للمجمع الشمسي (C) نوع الهرمي الزجاجي الشفاف ثلاثي الاوجه، تكون اكبر من بقية المجمعات(A&B) صباحاً وخلال الساعات من(9-11 صباح)،اما خلال الساعات(12-2 بعد الظهر) فنلاحظ ا ن المجمع فئة (B) تكون الكفاءة الحرارية اكبر من المجمعين (A&C)، بينما في الساعة 3 ظهرا نلاحظ ان الكفاءة الحرارية وللمجمعات الثلاثة تقريباً تتساوى، اما بعد (3 ولغاية ال 5 عصراً)، ترجع مره اخرى ترتفع الكفاءة الحرارية للمجمع (C) بالمقارنة مع المجمعين(A&B)، لكن الكفاءة الاجمالية للمجمع الهرمي ثلاثي الاوجه على مدا اليوم هي اعلى بالمقارنة مع المجمعين الاخرين.



المخطط (5) يوضح العلاقة بين الوقت والكفاءة الحرارية وللمجمعات الثلاثة ليوم (2016/2/29)



المخطط (6) يوضح العلاقة بين الوقت والكفاءة الحرارية وللمجمعات الثلاثة ليوم(2016/3/23)

وتفسير كل ذلك يعود الى كون المجمع نوع الهرمي الزجاجي الشفاف ثلاثي الاوجه(C)تسقط عليه الأشعة من جميع الاتجاهات من زمن الشروق إلى الغروب بدون ظلال وكذلك لكبر مساحة سطح التكثيف (الغطاء الشفاف) المتمثلة بالهرم ثلاثي الاوجه، وبالتالي فانه عند شروق الشمس نلاحظ ان الاشعة تباشر بالسقوط على سطح المجمع على عكس المجمعين(A&C) المواجهين لاتجاه الجنوب، حيث يبداء التاثير الاشعاعي على المجمعين تقريباً بعد الساعة (10 صباحاً)، والحالة تكون مماثلة بعد الساعة(3 عصراً)، اما الفترة المحصورة بين (صباحاً11-3 عصراً) نجد ان المجمعات الثلاثة تعمل بصوره طبيعية تحت تأثير الاشعاع لشمسي المباشر الساقط على سطح المجمع، وبسبب كبر مساحة المجمع الهرمي (C) فانة كمية الطاقة المفقودة من المجمع(الخسائر الحرارية) بسب الحمل والاشعاع تكون اكبر من المجمعين الاخرين.

الاستنتاجات :

من خلال النتائج التي تم الحصول عليها نستنتج ما يأتي:

1. من خلال المقارنة بين المجمعات الشمسية الخازنه (بدون تحميل) الثلاثة(A,B,C) نجد ان المجمع الشمسي الهرمي الزجاجي الشفاف يمكن الاستفاده منه طيلة اوقات النهار من وقت الشروق وحتى الغروب وبدون ظلال ودون الحاجة الى استخدام عملية تتبع للاشعاع الشمسي (باستخدام تقنيات الكترونية). حيث يمكن الاستفادة منه للحصول على ماء ساخن صباحاً لغاية الساعة(12 ظهراً) بدرجة حرارة مناسبة تتراوح بين (32.6 – 44.3) درجة مئوية وكفاءة جيدة نسبيا تتراوح بين (18% – 78%)، ومن الساعة (2 بعد الظهر حتى 5 عصراً) على ماء ساخن بدرجة حرارة تتراوح
2. اما خلال شهر اذار يمكن الاستفادة منه للحصول على ماء ساخن صباحاً لغاية الساعة(12 ظهراً) بدرجة حرارة مناسبة تتراوح بين (26.1 – 44.1) درجة مئوية وكفاءة جيدة نسبيا تتراوح بين (29% – 68%)، ومن الساعة(2 بعد الظهر حتى 5 عصراً) على ماء ساخن بدرجة حرارة تتراوح بين(51.9 – 57.4) درجة مئوية وكفاءة جيدة نسبيا تتراوح بين (57% – 72%).

3. يتحسن معدل أداء المجمع الخازن بزيادة معدل الاشعاع الشمسي الساقط على السطح الماص.
4. إمكانية استخدام مواد بديلة قليلة الكلفة والوزن تسهم إعطاء معولية لاستخدام هذا النوع من السخانات .
5. إمكانية الحصول على درجات حرارة في الجزء العلوي للسخان في أيام غائمة ونصف غائمة تتراوح بين (30 – 40) درجة مئوية بسبب الإشعاع المنتشر فقط، وهي مناسبة لبعض الاستخدامات.
6. يعتبر منع دخول وخروج الهواء من والى المحيط الخارجي عاملا مهم في زيادة كفاءة السخان الشمسي.

المصادر :

1- د.عمر خليل احمد،احمد حسن احمد *"مبادئ الطاقة المتجددة"* هيئة التعليم التقني، وزارة التعليم العالي والبحث العلمي العـراق،2011.

2- عامر عبدالله محمد. دراسة تجريبية لسخان ماء شمسي من نوع الوسادة. رسالة ماجستير،قسم هندسة المكائن والمعدات،الجامعة التكنولوجية، العراق،1989.

3- وسام حميد عليوي "منظومة منزلية شمسية لتسخين المياه بسيطة التركيب واطئة التكلفة "*،مجلة التقني،المجلد4،العدد21،27-38،2008.*

4- سعد محسن المشاط،عمر خليل احمد الجبوري،أحمد حسن احمد "دراسة أداء الاستخدام الفعال للطاقة الشمسية باستخدام مادة الفرشة المسامية لمدينة كركوك"، مجلة جامعة كركوك، *المجلد 1، العدد 2،صفحة1-15 ،2006.*

5- علاء محسن خضير ، جاسم مهدي الاسدي "حساب الكفاءة الحرارية لتصميمين مختلفين من السخانات الشمسية" مجلة ابحاث البصرة، *العدد 38، الجزء B.1، صفحة 11-21، 2012.*

6- وسام حميد عليوي،احمد حكمت جاسم،ومزهر علي صاحب "مقارنة متزامنة لأداء تصاميم مختلفة من سخانات الماء الشمسية"مجلة الهندسة والتكنولوجيا، *العدد 9، المجلد 28، صفحة 1-12،2010.*

7- عبيد مجيد علي "دراسة تأثير شكل الخزان على الاداء الامثل لمجمع شمسي خازن ملائم للبيئة العراقية"مجلة هندسة الرافدين، *المجلد 20، العدد 2، صفحة 1-8،2012.*

8-U.Ortabasi and Francis P.Cusp mirror heat pipe evacuated tubular solar thermal collector.solar energy ,1980.

9- Budihrdjo and G. L. Morrison .Performance of a Water – in – Glass Evacuated Tube Solar Water Heater.In Proceedings of ISES Conference .Australian and New Zealand Solar Energy Society, 2002.