تأثير تغيير زاوية ميل الأنابيب المفرغة والمائع لمجمع شمسي في أداء منظومة التبريد الهجينة العاملة بالطاقة الشمسية

صلاح صبحي عبد* علي رحيم سرحان* عامر عبد الله سلمان*
حسن عيسى محمد*

استلام البحث 11، ايلول، 2013
قبول النشر 31، اذار، 2014

This work is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International Licens

الخلاصة:
في منظومات التبريد ألهجينة العاملة بالطاقة الشمسية يستعمل مجمع شمسي لتحويل الطاقة الشمسية إلى مصدر حرارة لتحميص مائع التبريد الخارج من الضاغط وهذه العملية تساعد على تحول مائع التبريد من الحالة الغازية إلى الحالة السائلة في الثلثين العلويين من المكثف بدلا من الثلثين السفليين من المكثف كما في منظومات التبريد التقليدية وهذا بدوره يقلل من الطاقة الضرورية لقيادة عملية التبريـد ،في هذا البحث تم استعمال منظومتي تبريد هجينه تستعمل مجمعا ًشمسيا ًنوع المفرغ الأنابيب بسعة 2 طن ولمائع التبريد نوع R22وتم إجراء تحوير على زاوية ميل الأنابيب المفرغة واستبدال مائع الخزان الحراري من الماءالى الزيت وتم اجراء مقارنة في كمية التيار المستهلك للمنظومتين وللظروف نفسها لكلتا المنظومتين وكان التيار المستهلك من قبل المنـــــظومة الهجينة المحورة اقل من المنظومة من دون تحوير بنسبة (38% - 58%) مما يعني ان هناك توفيرا ًفي استهلاك التيار نتيجة تحوير زاوية ميل الأنابيب واستبدال مائع الخزان للمجمع الشمسي.

الكلمات المفتاحية: تكييف الهواء ، السخان الشمسي ، التكييف الشمسي ، الأنابيب المفرغة ، موائع الناقلة للحرارة

المقدمة:

إن تكنولوجيا التبريد الشمسي تعد اليوم من أهم تطبيقات الطاقة الشمسية خاصة وإنها طاقة نظيفة ومتجددة ولا تحتاج لتقنية عالية للحصول عليها وكذلك سهلة التركيب سواء في المنازل أو المصانع مما يمنحها أهمية خاصة مع انتشار التلوث .و يعرف التبريد بأنه عملية سحب الحمل الحراري المتولد في الحيز وتوفير درجة حرارة ورطوبة مريحة داخل الحيز. [1 ، 2]

إن تكييف الهواء عبارة عن التحكم في درجة حرارة الهواء ، رطوبته ، نقاوته وسريانه خلال مكان معين ليوفر وسطاً مريحاً، في جميع فصول السنة، لشاغلي المكان . ويعرف التكييف الشمسي على انه ذلك النظام المصمّمَ لاستعمال المجمعات الحرارية الشمسية لمساعدة عمليةِ التَبريد في الحيز المراد ترشيد أو تقليل كميةَ الكهرباءِ ألمستهلكة في التَبريد. [2، 3 ، 4]

ان التكييف الشمسي الهجين Hybrid Solar Air Conditioning ، نظام يَستعملُ الطاقةِ الشمسيةِ لتَخفيض استهلاك الطاقةِ الكهربائية بشكل جيد. ومثل أي نظام تكييف تقليدي، يحوي النظام على الأجهزةِ الأساسيةِ نفسها من ضاغط compressor وناقل هواء air handler ، لكن بإضافة مجمع شمسي مُتَخَصّص specialized solar collector مَوْضُوعُ بين الضاغطِ وملفات التَكْثيف و يثبتَ على السطح وأحيانا بين الوحدة الداخلية والضاغط،يعمل نظام التكييف الشمسي الهجينِ على تشغيل ضاغط عالي الكفاءة مصمم لتَدوير مائع التبريد refrigerantإلى المجمعِ الشمسي المصنوع من أنابيبَ مفرغة evacuated tubes يقوم بتسخين مائع التثليجإلى درجة حرارة اعلى ، مما يسهل من عمل الضاغطِ ، وبذلك يُخفّضُ استهلاك الطاقةِ، وللمقارنة فان نظام التكييف التقليدي يَستعمل الضاغطَ (المشغّلَ بالكهرباءِ) لضَغْطُ وتَسْخين غاز التبريدِ إلى نحو F170.[3]

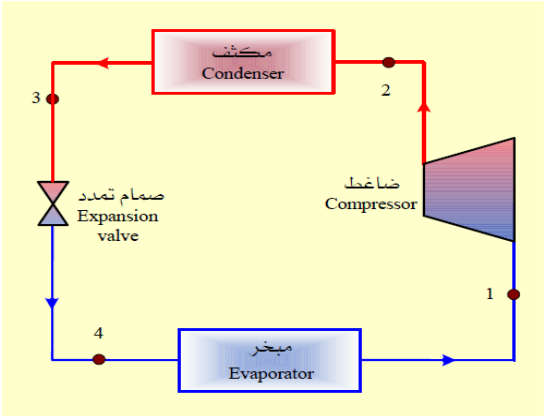
ثمّ ينتقل الغاز إلى ملفات المكثف الخارجية يَتغيّرُ مِنْ غاز إلى سائل مُشبَع . نموذجياً يَحْدثُ هذا الامر في الثلثِ النهائي لملف التَكْثيف. ومِنْ هناك يَمُرُّ السائل المُشبَع من خلالِ وسيلة تمدد تتسبب في هبوط ضغط ودرجة حرارة مائع التثليج مع الحفاظ على المحتوى الحراري ثابتا ليدخل عندها الى المبخر يتم عندها امتصاص الحرارةَ مِنْ الهواءِ المار خلال الملف الداخلي لمكيّفِ الهواء ليَعُودُ بعدها مائع التبريد إلى الضاغطِ يَبْدأُ الدورةَ الكاملةَ ثانيةً.بينما في نظام التكييف الشمسي الهجين الذي يستعمل الطاقة المجّانيةَ للشمسِ تكون المهمّةَ

*وزارة العلوم والتكنولوجيا، دائرة الطاقات المتجددة

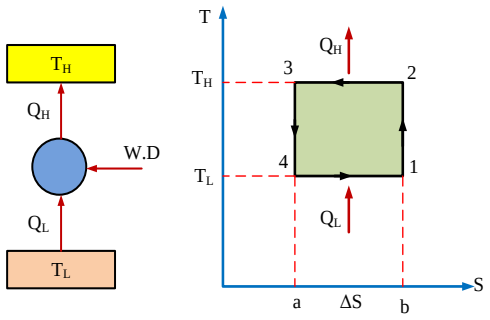
الأساسيةَ هي تُسخّين وسيط التبريد إلى درجة حرارة اعلى فوق ما سَيَكُونُ الضاغطِ قادراً على تَسْخينه. كلما سخن مائع التبريد أكثر كلما كان أفضل ،وتسمح الكفاءة الناتجة والمتأتية مِنْ المجمعِ الشمسي لوسيط التبريدِ بالعَمَل بشكل كفوء أكثرِ دون أجزاءِ دوارة أَو محرّكاتِ مؤثّرةِ إضافيةِ. وهذا يَزِيدُ قدرةَ الغازِ على الرجوع الى حالته بوصفه سائلاً وبصورة أسرع وتُخفّضُ احتياج طاقة الضاغطِ بشكل جيد حيث يُكثّفُ الغازُ الآن ليعود إلى حالة السائل المُشبَع في الثلثِ الأولِ لملف التَكْثيف ولَيسَ الثلثَ النهائيَ. لذا ففي الوقت الذي يصل فيه وسيط التبريد الى صمام التمدد في الملف الخارجي ، يكون تقريباً سائلاً تماما. وهذا يَسْمحُ له انَ يَكُونُ أكثرَ كفاءة في امتصاص الحرارةِ ويَجْعلُه من 5-6 درجاتِ أبرد في الملف الداخلي، والنتيجة نقل هواءَ أكثر برودة وأكثر جفافاً إلى البنايةِ.

دورة التبريد التقليدية :

يمكن الحصول على عملية تبريد مستمرة بكمية محدودة من وسيط التبريد، وذلك في عملية مغلقة يعود فيها وسيط التبريد في نهاية الدورة إلى حالته الأولية بعد إنجاز تبريد الحيز المراد تبريده ، وتسمى مجموعة العمليات المطبقة على وسيط التبريد لإنجاز دورة التبريد المغلقة بالدورة الثرموديناميكية العكسية وكتطبيق لها دورة كارنو ، إذ يكتسب وسيط التبريد كمية من الحرارة في المبادل الحراري (المبخر) من الحيز المراد تبريده وعند درجة حرارة وضغط ثابتين فيتحول إلى غاز، ثم يضغط حتى تصل درجة حرارته الى أعلى من درجة حرارة الوسط المحيط، ومن ثم يطرح وسيط التبريد كمية من الحرارة في مبادل حراري آخر (المكثف) عند درجة الحرارة والضغط الثابتين ، وفي المرحلة الأخيرة تجري عملية التمدد على وسيط التبريد (صمام تمدد) بحيث ينخفض ضغطه ودرجة حرارته .[4 ، 5 ،6 ،7]



شكل (1) دورة التبريد التقليدية.

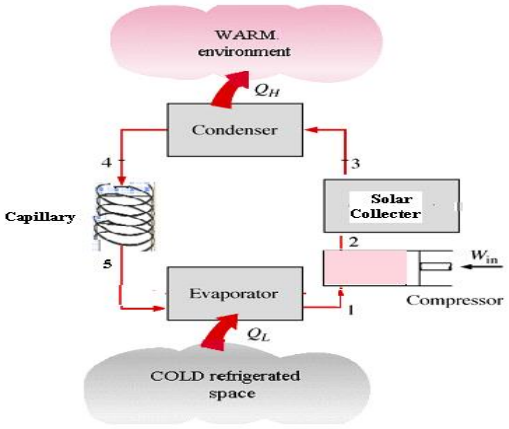


شكل (2) مخطط(T–S) لدورة كارنو[5]

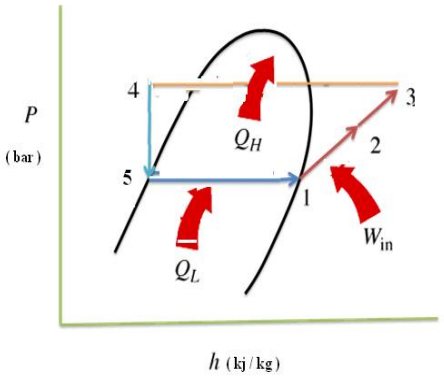
دورة التبريد الهجينة :

تتكون دورة التبريد الهجينة أساسا من خمس عمليات هي:

- العملية (1-2)عملية تحدث في الضاغط وفيها يتم ضغط بخار وسيط التبريد عند درجة حرارة وضغط عالي .
- العملية (2- 3)عملية تحدث في المجمع الشمسي وفيها يتم رفع درجة حرارة بخار وسيط التبريد القادم من الضاغط إلى درجة الحرارة المناسبة لدخول المكثف
- العملية (3-4) عملية تحدث في المكثف وعندها يبرد بخار وسيط التبريد ليتحول الى سائل بضغط عالي وبدرجة حرارة عالية .
- العملية (4-5) عملية تتم في الأنبوبة الشعرية وفيها يتحول وسيط التبريد من سائل بضغط عالي وبدرجة حرارة عالية إلى سائل عند درجة حرارة وضغط منخفض من خلال عملية الخنق throttling.
- العملية (5-1)عملية تحدث في المبخر وفيها يتم تبريد القاعة من خلال عملية التبادل الحراري مابين المبخر والحيز المراد تبريده (القاعة) يتم امتصاص حرارة الحيز في المبخر الى وسيط التبريد ليتحول الى غاز تحت ضغط ودرجة حرارة منخفضة بعد إن كان سائلاً مشبعاً .



شكل (3) دورة التبريد الهجينة



شكل (4)مخطط (P – h) لدورة تبريد هجينة[1]

الجانب العملي

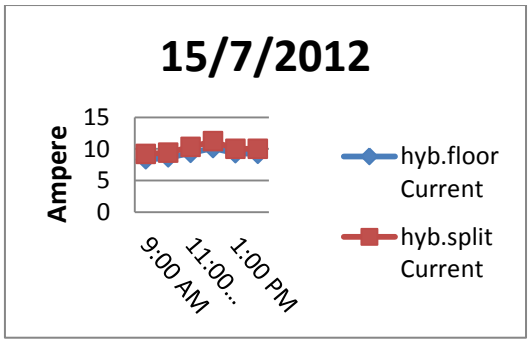
تم استعمال منظومتي تبريد هجينة 2 طن تعمل بتقنية المجمع الشمسي ذي الأنابيب المفرغة أحداهما بزاوية ميل 85°ومائع خزان الماء (split hybrid air condition)وتم تحوير المنظومةالاخرى بتغيير زاوية ميلان إلانابيب الى 30° و استبدال المائع المستعمل في خزان المجمع الشمسي من الماء إلى الزيت (hybrid floorair condition)،لغرض أجراء المقارنة تم ربط مقاييس الضغط و الحرارة لمائع التبريد لكلتا المنظومتين ومقياس درجة الحرارة للمائع داخل الخزان.ومقياس سحب التيار الكهربائي.

شكل (5) منظومة التبريد الهجينة مع التحوير

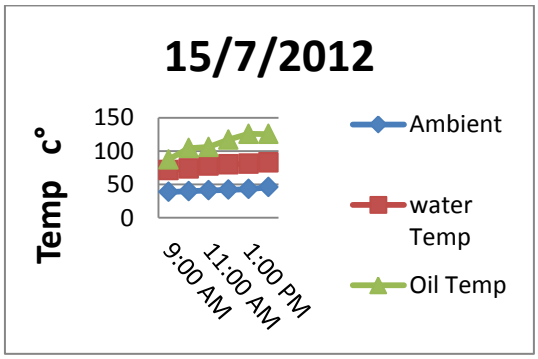
شكل (6) منظومة التبريد الهجينة من دون التحوير

النتائج والمناقشة:

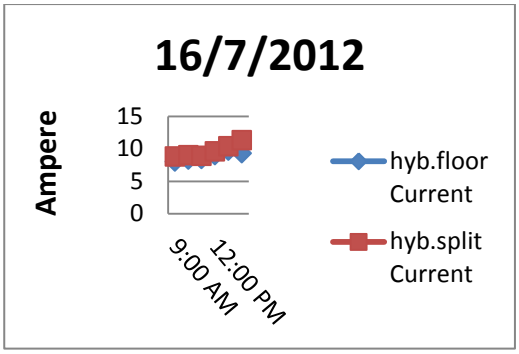
من خلال تسجيل القراءات للايام 15و 16 و17 و 18 ومن الساعة التاسعة صباحا الى الساعة الثانية بعد الظهر وتحليل النتائج في المخططات التي تبين العلاقة بين التيار المستهلك لكلتا المنظومتين والمخططات التي تبين العلاقة بين ارتفاع درجة حرارة الماء والزيت ودرجة حرارةالمحيط تبين ان عملية تحوير ميل زاوية الانابيب المفرغة واستبدال مائع الخزان للاقط الشمسي قد اسهمت في توفير استهلاك التيار بمعدل (38% - 58%) اذ ان تغيير زاوية الانابيب من الزاوية (85°) الى الزاوية (30°) لتناسب منحني مسار الشمس على وفق الاجواء العراقية وبذلك ادى التحوير الى سرعةالارتفاع في درجة الحرارة للمائع الناقل للحرارة داخل الخزان للزيت علما ان الارتفاع في درجة الحرارة للمائع الناقل للحرارة داخل الخزان للزيت يكون اسرع من الماء لشدة الاشعاع الشمسي ودرجة حرارة المحيط نفسها لان الحرارة النوعية للزيت اقل من الحرارة النوعية للماء لذلك فالطاقة التي يحتاجها لارتفاع درجة حرارته اقل من الماء وفقدانه للطاقة وهبوط درجة حرارته تكون اسرع من الماء.



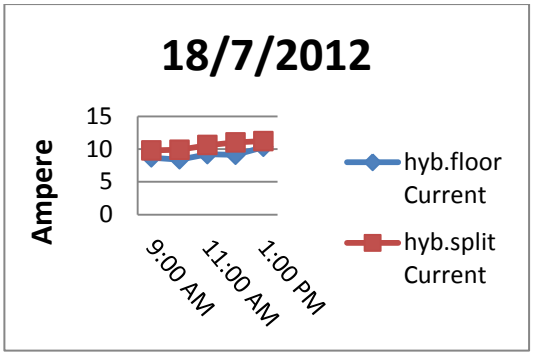
شكل (7) مخطط يوضح التيار الكهربائي في منظومة تبريد الزيت و منظومة تبريد الماء يوم 7/15.



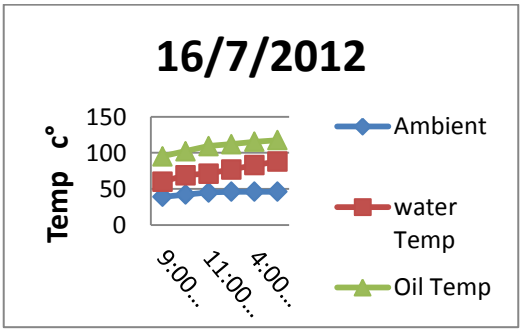
شكل (8) مخطط يوضح درجات حرارة المحيط و الماء و الزيت يوم 7/15.



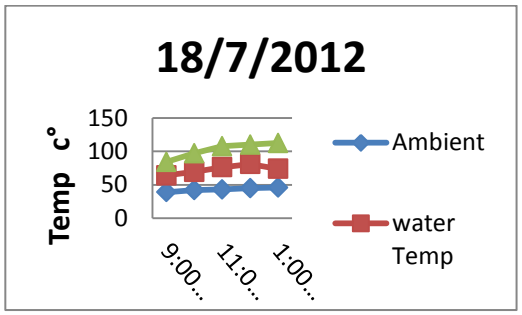
شكل (9) يوضح التيار في منظومة تبريد الزيت و منظومة تبريد الماء يوم 7/16.



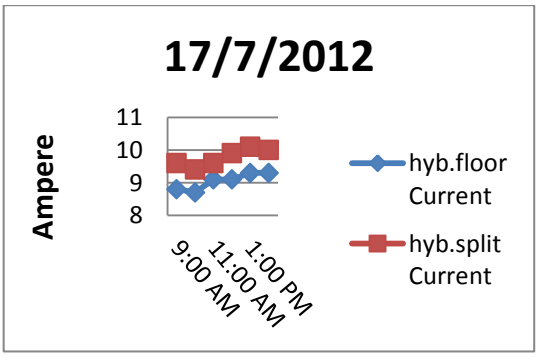
شكل (13) يوضح التيار في منظومة تبريد الزيت و منظومة تبريد الماء يوم7/18



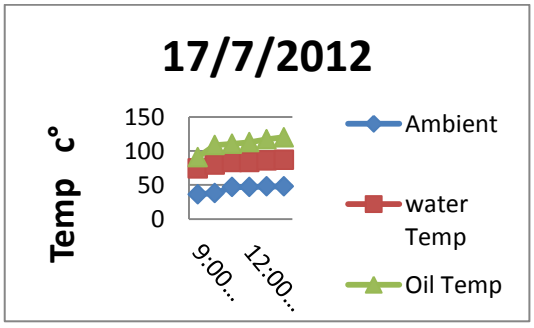
شكل (10) مخطط يوضح درجات حرارة المحيط و الماء و الزيت يوم 7/16.



شكل (14) مخطط يوضح درجات حرارة المحيط و الماء و الزيت يوم 7/18



شكل (11) يوضح التيار في منظومة تبريد الزيت و منظومة تبريد الماء يوم 7/17.



شكل (12) مخطط يوضح درجات حرارة المحيط و الماء و الزيت يوم 7/17.

الاستنتاجات :

من خلال تحليل اداء منظومة التبريد الهجينة ومناقشة النتائج كانت الاستنتاجات كما يأتي :

1 –بالامكان استعمال هكذا منظومات لتقليل استهلاك الطاقة الكهربائية لانها تستعمل طاقة نظيفة .

2– استعمال زاوية ميل الانابيب المفرغة (السخان الشمسي) بدرجة (30˚) لانها تناسب موقع العراق نسبةالى مسار الشمس في فصل الصيف .

3 – امكانية استبدال مائع الخزان الناقل للحرارة للسخان الشمسي بالزيت لان سعته الحرارية اقل من الماء وبذلك لايحتاج الى الطاقة التي يحتاجها الماء وبالامكان استعمال موائع متغيرة الطور مثل البرافيناتلقابليتها العالية على الخزن الحراري.

4 – اشاعة ثقافة استعمال تقنيات الطاقات المتجددة لتقليل استهلاك الطاقة الكهربائية والمحافظة على البيئة .

المصادر:

1- Nathan Rona.2004. Solar Air-Conditioning Systems Focus on components and theirworking principles. eBook-edition Nathan Rona, somerights reservedPp197

2-Ding, G.-l. November 2007.Recent developments in simulation

techniques for vapor-compression refrigeration systems. International. J.Refrigeration, Issue 7. 30 (1119-1133)

3- Kim, D.S. Infante Ferreira, C.A. January 2008. Solar refrigeration options state-of-the art review. International. J. Refrigeration. Issue 1. 31 (3 -15)

4- الجود، خالد أحمد. 1991. مبادئ هندسة تكييف الهواء والتثليج. جامعة البصرة، كليه الهندسة. الطبعة الثانية .Pp 616 : 455-498.

5-موسى، محمد موسى. 2009. التبريد و التكييف، جامعه المنوفية / كليه الهندسة – بشبين الكوم. Pp15

6-Zemansky,M,W. 1968. heat and Thermodynamics, 5 th ed , McGraw Hill 565, Pp 145-155.

7 -Stoecker ,W,F. 1958. Refrigeration Air Conditioning ,2 thed, McGraw Hil 435 .Pp 225- 230.

The effect of changing the evacuated tube tilt angle and the fluid of the solar collector on the performance of a hybrid solar air conditioning system

Salah S. Abd ***Ali R. Sarhan***
Amer A. Salman ***Hassan I. Mohammad***

Renewable Energy Directorate, Ministry of Science and Technology

Abstract:

In the hybrid coolingsolar systems , a solar collectoris used to convertsolar energy intoheat sourcein order to super heat therefrigerant leave thecompressor,andthisprocess helpsin the transformation ofrefrigerant state from gaseous statetothe liquid statein upper two-thirdsof thecondenserinstead of the lower two-thirdssuchas in thetraditional air-conditioning systems and this willreduce theenergyneeded torun the process ofcooling.In this research two hybrid air-conditioning system with an evacuated tube solar collector were used, therefrigerant was R22 and the capacity was 2 tons each.The tilt angle of the evacuated tube solar collector was changed and the solar collector fluid was replaced into oil instead of water.A comparison wasin the amount ofcurrentconsumptionof the two systems at the same operating conditions.The currentconsumptionof the hybrid coolingsystemwith the changed tilt angle and replaced fluid wasless thantheunchanged oneby(38% - 58%), meaning that there was a current consumption saving as a result of tubes tilt angle and solar collector fluid changing.

Key words: Air conditioning, solar water heater, Solar air conditioning, Evacuated tube, heat transfer fluid.