

تقييم أداء منظومة تبريد هجينة تعمل بالطاقة الشمسية الحرارية ومقارنتها بمنظومة تبريد تقليدية على وفق الأجواء العراقية

عامر عبد الله سلمان*

علي رحيم سرحان*

صلاح صبحي عبد*

حسن عيسى محمد*

استلام البحث 11، ايلول، 2013

قبول النشر 31، اذار، 2014

الخلاصة:

في منظومات التبريد الهجينة العاملة بالطاقة الشمسية الحرارية يستعمل مجمع شمسي لتحويل الطاقة الشمسية إلى طاقة حرارية لتسخين 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 التبريد. في هذا البحث تم استعمال منظومتى تبريد احدهما هجينة والاخرى تقليدية بسعة 2 طن ولمائع التبريد نوع R22 وتمت مقارنة استهلاك الطاقة والتيار لكلتا المنظومتين وتحت الظروف نفسها وكان استهلاك الطاقة للمنظومة الهجينة اقل من المنظومة التقليدية بنسبة 12% وكانت قيمة التيار المسحوب من المنظومة الهجينة اقل من المنظومة التقليدية بنسبة 28.6% مما يعني ان هناك توفيراً في استهلاك الطاقة والتيار نتيجة استعمال المجمع الشمسي .

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

المقدمة:

يعمل نظام التكييف الشمسي الهجين على تشغيل ضاغط عالي الكفاءة مصمم لتدوير مائع التبريد refrigerant الى المجمع الشمسي المصنوع من أنابيب زجاجية مفرغة evacuated glass tubes يقوم بتسخين مائع التبريد الى درجة حرارة اعلمما يسهل من عمل الضاغط، وبذلك يُخفَضُ استهلاك الطاقة.

وللمقارنة فإن نظام التكييف التقليدي يستعمل الضاغط (المشغل بالكهرباء) لضغط وتسخين غاز التبريد إلى نحو F170. ثم ينقل الغاز إلى ملفات المكثف الخارجية يتغير من غاز إلى سائل مُشبع وهذا يحدث في الثلثين النهائيين لملف التكييف. ومن هناك يمر السائل المُشبع من خلال وسيلة تمتد تتسبب في هبوط ضغط مائع التبريد مع الحفاظ على المحتوى الحراري يتم عندها امتصاص الحرارة من الهواء المار خلال الملف الداخلي للمبخر لمكثف الهواء ليُعود بعدها مائع التبريد إلى الضاغط يبدأ الدورة الكاملة ثانية بينما في نظام التكييف الشمسي الهجين الذي يستعمل الطاقة المجانية للشمس تكون المهمة الأساسية هي تسخين وسيط التبريد إلى درجة حرارة اعلى من درجة حرارة الغاز عند خروجه من الضاغط في المنظومات التقليدية. كلما سخن مائع التبريد أكثر كلما كان أفضل. ان الكفاءة الناتجة والمتأينة من المجمع الشمسي تسمح لوسيط التبريد بالعمل بشكل كفوء أكثر دون أجزاء دوارة أو محرّكات مؤثرة

التبريد هو فرع من العلوم الهندسية التطبيقية التي تختص بإجراءات تقليل وخفض درجة الحرارة لحيز أو فراغ ما والحفاظ عليها منخفضة بصورة أقل من درجة حرارة الوسط الخارجي ، وهذا يعني إزالة كمية الحرارة من الحيز أو الفراغ وتقليل درجة حرارته وطردها إلى الوسط الخارجي الأعلى في درجة الحرارة ، ولكي تتم هذه العملية يلزم وجود نظام أو دائرة تبريد ويضاف شغل ميكانيكي إلى هذا النظام تبعاً لمنطوق كلاوزيوس وهو القانون الثاني للديناميكا الحرارية [1, 2]. وتكييف الهواء هو واحد من كبار المستهلكين للطاقة الكهربائية في كثير من أنحاء العالم اليوم لذلك فان التكييف الشمسي يكون وسيلة للحد من الطلب على الطاقة ان التكييف الشمسي الهجين Hybrid Solar Air Conditioning ، نظام يستعمل الطاقة الشمسية لتخفيض استهلاك الطاقة الكهربائية بشكل جيد. ومثل اي نظام تكييف تقليدي، يحتوي النظام على الأجهزة الأساسية نفسها من ضاغط compressor وناقل هواء air handler ومكثف condenser ومبخر evaporator، لكن بإضافة مجمع شمسي مُتخصّص specialized solar collector بين الضاغط وملفات التكييف و يثبت على السطح و احيانا بين المبخر والضاغط. [3] ، 4 ، [5]

*وزارة العلوم والتكنولوجيا ، دائرة الطاقات المتجددة

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 هذه الدورة التبريدية المغلقة بالدورة الترموديناميكية العكسية وكتطبيق لها دورة كارنو كما في الشكل (2) ، 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 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 كما في الشكل (1) . [6، 7، 8، 9].

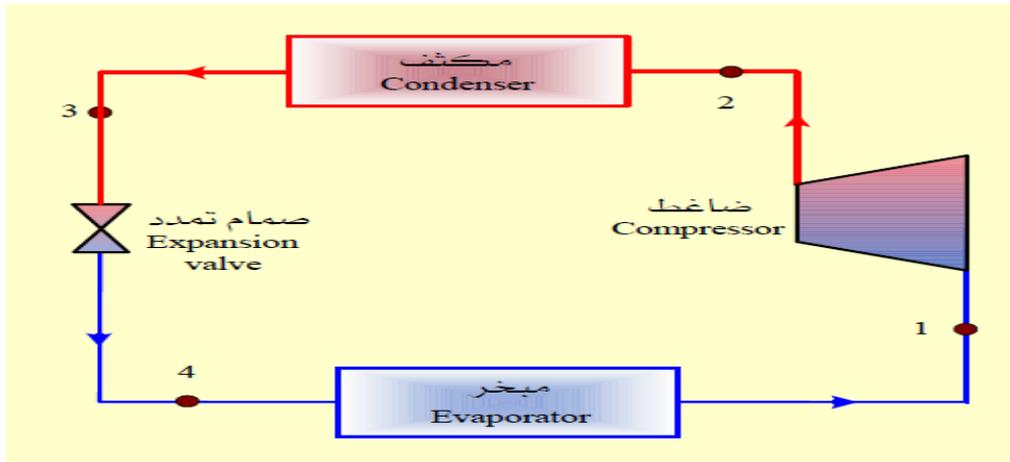
إضافية. وهذا يزيد قدرة الغاز على الرجوع إلى حالته بوصفه سائلاً بصورة أسرع وتُخفَضُ من احتياج طاقة الضاغط بشكل جيد حيث يُكثَفُ الغازُ الآن ليعود إلى حالة السائل المُشَبَّع في الثلثين الأوليين لملف التَّكثيف وليس الثلثين النهائيين. لذا ففي الوقت الذي يصل فيه وسيط التبريد إلى صمام التمدد في الملف الخارجي ، يكون تقريباً سائلاً تماماً. وهذا يَسْمَحُ له أن يَكُونُ أكثرَ كفاءة في امتصاص الحرارة، ويَجْعَلُهُ من 5-6 درجات أبرد في الملف الداخلي، والنتيجة نقل هواء أكثر برودة وأكثر جفافاً إلى البناية. [4، 5، 6]

المواد وطرائق العمل:

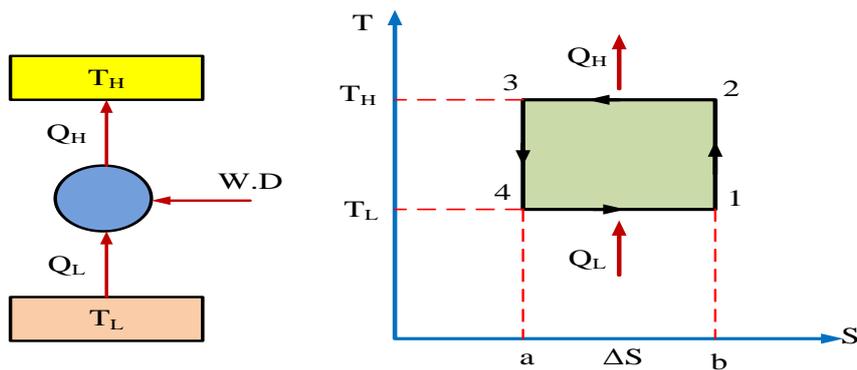
الجانب النظري:

دورة التبريد التقليدية :

يمكن الحصول على عملية تبريد مستمرة بكمية محدودة من وسيط التبريد، وذلك في عملية



شكل (1) دورة التبريد التقليدية



شكل (2) مخطط (T-S) لدورة كارنو

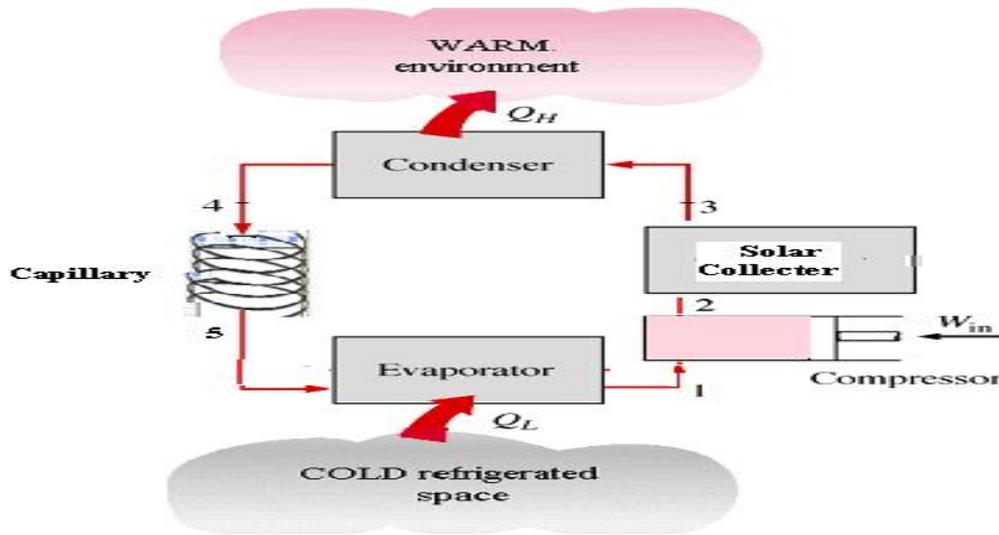
- العملية (2-3) عملية تحدث في المجمع الشمسي وفيها يتم رفع درجة حرارة بخار وسيط التبريد القادم من الضاغط إلى درجة الحرارة المناسبة لدخول المكثف

دورة التبريد الهجينة :

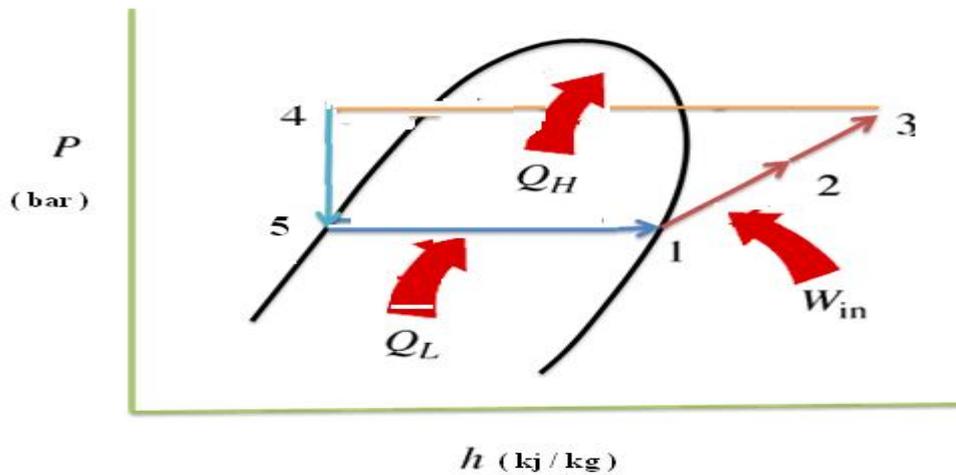
تتكون دورة التبريد الهجينة كما في الشكل (3، 4) أساساً من خمس عمليات هي:

- العملية (1-2) عملية تحدث في الضاغط وفيها يتم ضغط بخار وسيط التبريد عند درجة حرارة وضغط عالي .

- 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 (1-5) عملية تحدث في المبخر وفيها يتم تبريد القاعة من خلال عملية التبادل الحراري ما بين 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 سائلا " مشبعا" . [4، 5].



شكل (3) دورة التبريد الهجينة



شكل (4) مخطط (P - h) لدورة تبريد هجينة

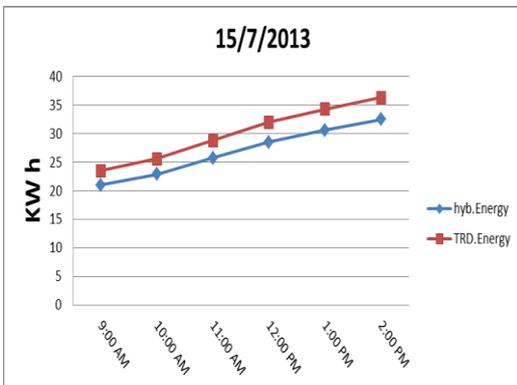
مقاييس للطاقة KWh) المقياس المستعمل في المنازل صنع في الصين) والتيار Ampere نوع (minipoET-6050 تايلوان) ولعدة أيام و أخذت القراءات ومن ثم اجريت مقارنة استهلاك الطاقة والتيار لكلتا المنظومتين وكان مائع التبريد R22.

الجانب العملي

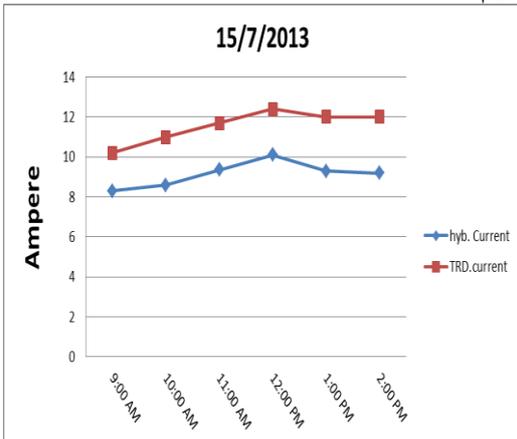
تم استعمال منظومتي تبريد بسعة 2 طن كما في الشكل (5) أحدهما هجينة تعمل بالطاقة الشمسية الحرارية بتقنية المجمع الشمسي ذي الأنابيب المفرغة وبزاوية ميل للأنابيب 85° والأخرى منظومة تقليدية وتحت الظروف نفسها وتم ربط



شكل (5) يبين القطعة الخارجية لمنظومة التبريد الهجينة



شكل (6) استهلاك الطاقة الكهربائية للمنظومتين ليوم 7 / 15

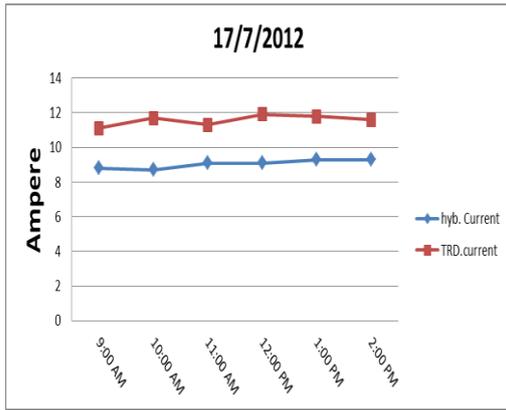


شكل (7) يبين استهلاك التيار الكهربائي للمنظومتين ليوم 7 / 15

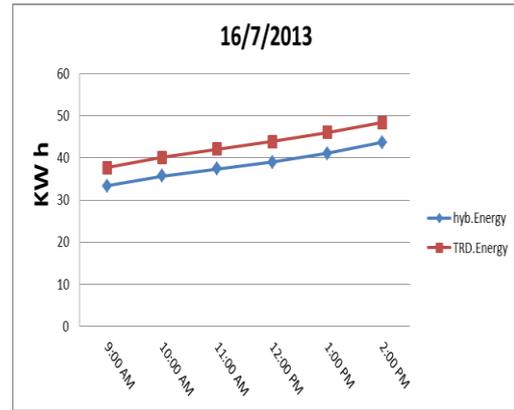
النتائج والمناقشة:

من خلال تسجيل القراءات للتيار المسحوب من المنظومتين وكذلك الطاقة المستهلكة وتحليل النتائج في المخططات للأيام (7/15, 16, 17, 18) والتي تبين التيار المستهلك لكلتا المنظومتين كما في الأشكال (7 ، 9 ، 11 ، 13) وكذلك المخططات التي تبين استهلاك الطاقة كما في الأشكال (6 ، 8 ، 10 ، 12) فان المنظومة الهجينة كانت أقل استهلاكاً للتيار الكهربائي بنسبة 28.6% عن المنظومة التقليدية وكذلك فان استهلاك الطاقة الكهربائية للمنظومة الهجينة أقل من المنظومة التقليدية بنسبة 12%.

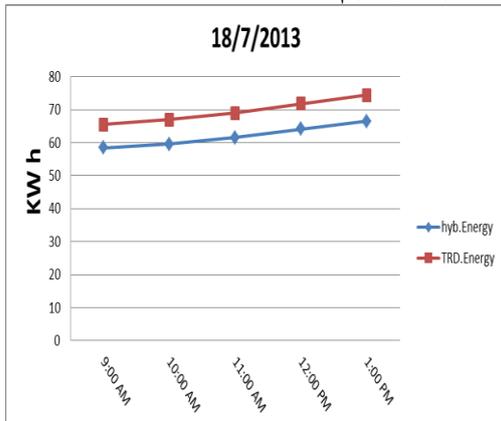
علماً ان تسجيل القراءات للتيار كان لحظياً وتسجيل قراءات الطاقة كان تراكمياً على مدار اليوم ، أما عمل المجمع الشمسي فهو الحفاظ على ارتفاع درجة حرارة مائع التبريد بعد خروجه من الضاغط لان خروج مائع التبريد من الضاغط في المنظومات الانضغاطية التقليدية يكون مصحوباً بهبوط في الضغط ودرجة الحرارة بعد صمامات الضاغط و للحفاظ على درجة حرارته عالية يتم مروره بخزان تكون درجة حرارة المائع أعلى من درجة حرارة مائع التبريد حتى يتسنى لمائع التبريد البقاء ضمن درجة حرارة أعلى من درجة حرارة المحيط لكي يتم التبادل الحراري مع المحيط في المكثف وبذلك يتحول الغاز الى سائل في التثنين العلويين بدلاً من التثنين السفليين وبذلك يتم الحصول على سعة تبريد جيدة مع تيار مسحوب أقل مما يؤدي إلى تقليل استهلاك الطاقة.



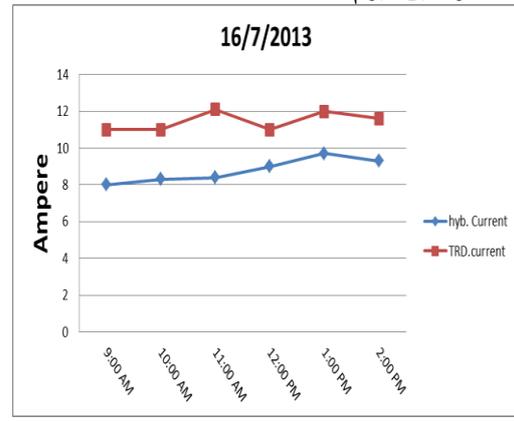
شكل (11) يبين استهلاك التيار الكهربائي للمنظومتين ليوم 7 / 17



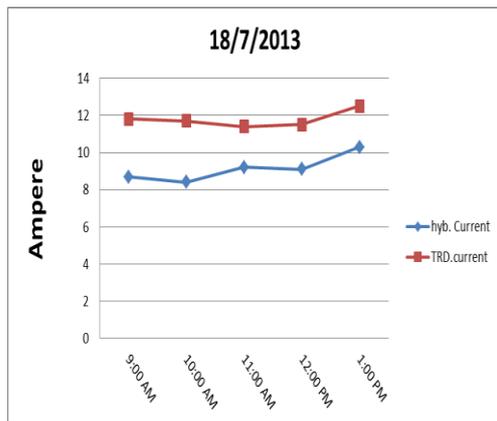
شكل (8) يبين استهلاك الطاقة الكهربائية للمنظومتين ليوم 7 / 16



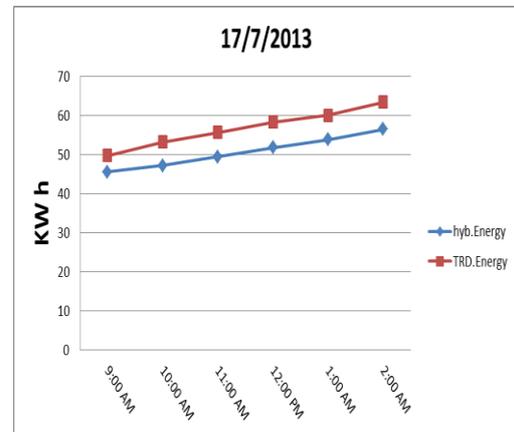
شكل (12) يبين استهلاك الطاقة الكهربائية للمنظومتين ليوم 7 / 18



شكل (9) يبين استهلاك التيار الكهربائي للمنظومتين ليوم 7 / 16



شكل (13) يبين استهلاك التيار الكهربائي للمنظومتين ليوم 7 / 18



شكل (10) يبين استهلاك الطاقة الكهربائية للمنظومتين ليوم 7 / 17

- components and their working principles" eBook-edition Nathan Rona, somerights reserved. Pp197.
6. الجودي خالد أحمد . 1991. "مبادئ هندسة تكييف الهواء والتثليج" . جامعة البصرة، كلية الهندسة الطبعة الثانية . 455-498:Pp616.
7. Duffie John A., and Beckman W. A., 1991 "Solar Engineering of Thermal Processes", 2nd edition. Wiley, New York.
- 8 .Gavin D. J. Harper, "Solar Energy Projects", Copyright © 2007 by the McGraw-Hill Companies, Inc.All right reserved.Manufactured in the USA.
- 9.Garg. H. P. and Prakash J., "Solar Energy Fundamentals and Applications", Copyright © 2008, Tata McGraw-Hill Publishing Company Limited, Tenth reprint.

المصادر:

1. موسى محمد موسى. 2009. "التبريد والتكييف"، جامعة المنوفية / كلية الهندسة – بشبين الكوم Pp150.
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 - a state-of-the-art review". International. J. Refrigeration. Issue 1. 31 (3 -15)
4. Zemansky M. W. 1968. "heat and Thermodynamics", 5 thed, Mc Graw Hill
5. Nathan Rona. 2004 " Solar Air-Conditioning Systems Focus on

Performance evolution of a hybrid thermal solar air conditioning system and compare it with a traditional system according to Iraq weather

*Salah Subhe Abd**
*Amer Abdullah Salman**

*Ali Raheemb Sarhan**
*Hassan Issa Mohammad**

*Renewable Energy Directorate, Ministry of Science and Technology

Abstract:

In a hybrid cooling solar thermal systems , a solar collector is used to convert solar energy into heat energy in order to super heat the refrigerant leaving the compressor, and this process helps in the transformation of refrigerant state from gaseous state to the liquid state in upper two-thirds of the condenser instead of the lower two-thirds such as in the traditional air-conditioning systems and this will reduce the energy needed to run the process of cooling .In this research two systems with a capacity of 2 tons each were used, a hybrid air-conditioning system with an evacuated tubes solar collector and a traditional air-conditioning system . The refrigerant of each type was R22.The comparison was in the amount of energy and current consumption of the two systems at the same operating conditions. The energy consumed and the current of the hybrid system were less than the traditional air-conditioning system by 12% and 28.6% respectively, which means that there is a saving in the energy and current consumption as a result of the use of the solar thermal collector.