

دراسة الأداء الحراري القسري لمجمع هوائي شمسي غير مزجج

م.م. عامر جميل شريف	م.د. وسام هاشم خليل	نبيل خليل عبد
قسم الهندسة الميكانيكية	قسم الهندسة الميكانيكية	قسم الهندسة الميكانيكية
كلية الهندسة - جامعة الانبار	كلية الهندسة - جامعة الانبار	كلية الهندسة - جامعة الانبار
eng_ajsh2006@yahoo.com	Wissam_gmw@yahoo.com	Prince_nabil2000@yahoo.com

تاريخ القبول: 2012/10/23

تاريخ الاستلام: 2012/3/1

الخلاصة.

أجريت دراسة عملية لمعرفة الأداء الحراري القسري تحت الظروف البيئية العراقية لمجمع هوائي شمسي غير مزجج ذو اللوح المستوي الماص المثقب يميل بزاوية (90°) عن المستوى الأفقي وذلك لتسهيل تركيبه على جدران الأبنية ولتقليل الوزن الزائد بسبب الأغشية الزجاجية المستخدمة في أنواع المجمعات الهوائية الأخرى. تم ذلك في مدينة الرمادي في فصل الشتاء لبيرومي صحرى ووليرومي غمرى لشمىهر (كانون الأول 2012). بينت النتائج إمكانية استخدام هذا النوع في تدفئة الأبنية السكنية والخدمية في فصل الشتاء، إذ تصل درجة حرارة الهواء الخارج من السخان إلى أعلى قيمة (34°C) عندما تكون درجة حرارة المحيط الخارجي (17°C) في أيام الصحو. تم الحصول على توافق جيد بين نتائج البحث لحالي والبحوث السابقة، كما تم الحصول على فعالية جيدة للوح الماص وكفاءة عالية للمنظومة.

الكلمات الرئيسية: لوح ماص مثقب، مجمع شمسي غير مزجج، حمل قسري.

1. المقدمة.

تعد أزمة الطاقة أهم مشاكل التي يواجهها العالم حالياً، بسبب الزيادة الكبيرة والمستمرة في استهلاك الطاقة مقابل احتياطي محدد من الطاقة التقليدية. لذا عمد الباحثون إلى استغلال الطاقات المتجددة لمواجهة هذا النقص الكبير في الطاقة التقليدية، وتعتبر الطاقة الشمسية إحدى الطاقات البديلة لاحتلال مكان الصدارة محل الطاقات الاعتيادية.

حيث تعددت استخدامات الطاقة الشمسية وأصبح استغلالها وتحويلها إلى طاقة حرارية أو كهربائية أو كيميائية أمراً مألوفاً في الوقت الحاضر. إذ يمكن الاستفادة منها في التدفئة (موضوع البحث الحالي) والتبريد وتسخين المياه وتحليلتها وتوليد الطاقة الكهربائية والطبخ والتجفيف [1].

وهناك دراسات عديدة أنجزت لمعرفة أداء السخانات الشمسية الهوائية ذات التدوير القسري والطبيعي، قد تم تصميم أول سخان شمسي هوائي عام (1942) من قبل (Hottel &

(Wortz) ونتيجة للنقص الحاصل في مصادر الطاقة التقليدية فقد أجريت العديد من المحاولات من قبل عدد من الباحثين لتحسين اداء سخانات الهواء الشمسية [2]، والقليل من هذه البحوث تتناول سخانات ذات الصفيحة الامتصاصية المثقبة غير مزججة، وغالبا ما تكون الدراسات في هذا المجال إما عملية، أو نظرية، أو مشتركة بين التحليل النظري والتجارب العملية للتأكد من دقة التطابق بينهما وسوف نلخص بعض ما ورد من بحوث سابقة تتعلق بالسخانات الشمسية، حيث سيتم استعراضها على وفق نوع الدراسة.

2. الدراسات العملية.

تمكن (Bansal and Uhleman)(1984)[3] من تطوير واختبار سخانات شمسية هوائية تستخدم المواد البلاستيكية في اللوح الماص والغطاء الخارجي لغرض تقليل السعر وتوفير اداء حراري وعمر مقبول ، وحصلا على كفاءة مقدارها 60% للسخان ذي اللوح الماص المسامي المصنوع من مادة بلاستيكية نسيجية مطلية بالطلاء الأسود.

قام الباحثون (Parker and et. al.)(1984)[4] بدراسة وتحليل كفاءة وأداء ثلاثة أنواع من المجمعات الشمسية الهوائية وقارنوا بينها من حيث الخسائر الحرارية والكفاءة الحرارية لهذه الأنواع الثلاثة لعدة حالات لجريان الهواء ، حيث ان النوع الأول يكون جريان الهواء فوق الصفيحة الماصة ، والنوع الثاني يكون جريان الهواء فوق وأسفل صفيحة الامتصاص وياتجاه واحد ، أما في النوع الثالث فيكون جريان الهواء أسفل صفيحة الامتصاص ولزجاجة واحدة فقط للأنواع الثلاثة ، ويعتمد حساب الكفاءة ومعامل انتقال الحرارة بالحمل والإشعاع والخسائر الحرارية من الأعلى والأسفل على تصميم المجمع الهوائي وكذلك يعتمد على ظروف العمل ، وتم استنتاج بان معامل انتقال الحرارة بالحمل للجريان تحت صفيحة الامتصاص يزداد مع زيادة ملحوظة في الكفاءة ، أما في النوع الأول والثاني (الجريان فوق الصفيحة ، والجريان من الجانبين) يكون النقصان في الكفاءة وذلك بعد الوصول الى النقطة الحرجة مع زيادة في معامل انتقال الحرارة بالحمل وهذا النقصان في الكفاءة يحصل عندما تكون درجة حرارة الدخول أكبر من درجة حرارة الهواء الخارجي.

قاس الباحثان (Judi and Mohammed)(1986)[5] بقياس أداء سخان شمسي ذي لوح ماص متعرج يميل عن الأفق بزاوية مقدارها 20° في فصل الصيف و 40° في فصل الشتاء لمعدلات جريان تتراوح بين $0.01 - 0.0385$ kg/m² .s، وتم الحصول على درجة حرارة خارجية مقدارها 70°C وكانت أعظم كفاءة لحظية مقدارها 56% .

واستطاع (سلام الطيار)(1986)[6] في العام نفسه من استخدام سخانين شمسيين هوائيين احدهما ذو زعانف والآخر يحتوي على أسلاك متشابكة (mesh) وخزان حراري لخزن

الطاقة الحرارية ليستخدامها في تدفئة البيوت البلاستيكية التي نصبها ولاحظ زيادة في كمية الحاصل المزروع في البيت المدفأ مقارنة مع بيت آخر له نفس المساحة ولكنه غير مدفأ .

قام الباحث (حسن غانم حسن)(1992)[7] بتصميم مجمع شمسي هوائي بسيط يعمل بالتدوير الطبيعي مع وحدة خزن حراري ذات كلفة منخفضة ، تم دراسة اداء منظومة المجمع والخزان خلال فصل الشتاء في مدينة الموصل وتحت ظروف عمل مختلفة ، تم استخدام نوعين من صفائح المجمعات ، وهي مستوية ومضلعة مع وحدة خزن حراري موضوعة داخل الغرفة تحتوي على طابوق البناء الاعتيادي كمادة خازنة للحرارة .

ومن النتائج التي تم الحصول عليها هي قيم الكفاءة الكلية والتي تتراوح بين 15% & 46 % كما أجرى مقارنة بين النوعين من الصفائح المستخدمة للسطح الامتصاصي وتحت نفس ظروف العمل ، حيث وجد من خلالها تقدم طفيف في اداء المجمع ذي الصفيحة المضلعة على أداء المجمع ذي الصفيحة المستوية.

اجرى الباحثان (Samdarshi and Mullick)(1994)[8] في مركز بحوث الطاقة الشمسية في نيودلهي دراسة عن تأثير وضع عدة أغطية زجاجية على سطح المجمع الشمسي الهوائي وقام بحساب معامل الخسائر الحرارية من الأعلى لسطح المجمع الشمسي الهوائي ، حيث كانت درجة حرارة صفيحة الامتصاص T_p ما بين $(323-473)K$ ، وكذلك قيم الأبعائية للوح الماص ما بين $(0.1-0.95)$ ، وتغير معامل انتقال الحرارة للرياح hw ما بين $(5-25) w/m^2k$.

تمكن الباحث (Gupta & et.al)(1997)[9] من دراسة أداء مجمع شمسي هوائي بعد عمل خشونة تصنيعية على اللوح الماص لكي تساعد على تعرض اللوح الماص الى أكبر قدر ممكن من الطاقة الحرارية وبالتالي تنتقل هذه الحرارة الى الهواء المار فوق اللوح الماص وهذا يتطلب زيادة في قدرة ضخ الهواء ، ان عمل هذا التصليح(الخشونة الاصطناعية) على سطح اللوح الماص يؤثر علىالعوامل الحرارية وأداء اللوح الماص وعلى الأداء الهيدرودينامي بالمقارنة مع المجمعات الشمسية الهوائية ذات الألواح الماصة الاعتيادية.

قام الباحثان (Herrera & Brown)(2000)[10] باستخدام نظام شمسي هجيني يتكون من سخان هواء شمسي-مضخة ميكانيكية لتجفيف المحاصيل الزراعية، ويتكون هذا النظام من ثلاث وحدات هي (المضخة الميكانيكية، مسخن الهواء الشمسي، المجفف الشمسي)، سعة المجفف تساوي $10kg/day$ بالاعتماد على المعدل اليومي للأشعاع الشمسي ، يستخدم مائع تبريد R_{22} ، حيث يتم تقليل نسبة الرطوبة بمعدل 50% ، وتم الحصول على درجة حرارة مقدارها $46^{\circ}C$ عند درجة حرارة دخول تساوي $21^{\circ}C$ وبقدرة كهربائية للمضخة تساوي 800

W ، وباستخدام غطاء زجاجي مفرد ، ونظام مرور ثنائي للهواء الداخل الى المجمع الشمسي ، حيث تم تصنيع اللوح الماص للمجمع من الألمنيوم .

قام الباحث (محمد حسين سعيد)(2001)[11] باستخدام مجمعين شمسيين هوائيين متماثلين بلوح أمتصاص متعرج على شكل حرف (V) وغطاء زجاجي مفرد ونظام مرور ثنائي للهواء والذي يمر فوق وتحت اللوح الماص ، وتبلغ مساحة كل مجمع 4.7m^2 ، وتم اختبار المنظومة في تجفيف المحاصيل ، حيث يتم تسخين المادة الغذائية بصورة غير مباشرة بواسطة الهواء الساخن القادم من المجمع الشمسي الهوائي .

اختبر الباحث (وليد محمد عبد)(2001)[12] باختبار منظومة تجفيف متكونة من مجمعين شمسيين هوائيين متماثلين وغطاء زجاجي مفرد ونظام مرور ثنائي للهواء، وبلوح امتصاص متعرج على شكل حرف (V)، وتبلغ مساحة المجمع الكلية 2.4m^2 ، وتم استخدام خزان حراري مكعب أبعاده $0.2 \times 0.2 \times 0.2\text{m}^3$ يحتوي على مقاومات حرارية بقدرة 1000 (W) ، وباستخدام غرفة تجفيف من الألمنيوم ومعزولة من جميع الجوانب وتحتوي على رفين من المشبك المعدني ، وتم استنتاج ان الطاقة المكتسبة من المجمع الشمسي الهوائي تتناسب طرديا مع معدل تدفق الهواء ، وتؤدي زيادة معدل التدفق الى انخفاض الفرق في درجة حرارة الهواء الداخل والخارج من المجمع الشمسي.

صمم الباحثان (David and Ottawa)(2003)[13] منظومة تدفئة تعتمد في عملها على الفرق القليل في وزن الهواء الحار والبارد مما يؤدي الى حركة كتلة كبيرة من الهواء بواسطة الحمل الطبيعي ، وتم تصميم المجاري الهوائية المناسبة المرتبة بين المسخن وخزان الهواء ، ويعتمد كسب الطاقة على مجمع شمسي هوائي مسطح يواجه الجنوب ويتكون من لوح امتصاصي مغطى بزجاجة مفردة ، مع العلم بان هذه المنظومة تعمل بدون Fans أو Dampers ، حيث يحدث الجريان للهواء بسبب فرق الكثافة (قوة الطفو).

حيث انه كلما انخفضت درجة الحرارة في الخزان يتم دفع الهواء الحار ذاتيا من المجمع الشمسي وعبر الممرات الهوائية والى الأعلى ، وبذلك تزداد الفترة الزمنية والمساحة التي يتعرض إليها المجمع الشمسي للتسخين عبر الزجاج مما يساعد على زيادة كفاءة المجمع ولا يحدث خلط بين الهواء الراجع والهواء الصاعد الحار ، ومن المهم جدا تجنب الخلط بين الهواء البارد الذي يرجع من الحيز .

قامت الباحثة (جنان مهدي)(2005)[14] بدراسة عملية لمجمع هوائي شمسي ذو لوح امتصاص مسطح يحتوي على حواجز عرضية لأعاقبة مرور الهواء الداخل الى المجمع الشمسي، وتكون هذه العوارض مثلثة الشكل ومن الجهة العليا لصفحة الأمتصاص وموزعة

بشكل منتظم على طول اللوح، تم التوصل الى ان كفاءة المجمع تزداد بوجود هذه العوارض بسبب زيادة الاضطراب في جريان الهواء.

3. الدراسات النظرية.

قام (Samdarshi and Mullick)(1984)[15] بدراسة حساب معامل انتقال الحرارة من الأعلى للمجمع الشمسي الهوائي المسطح المتعدد الأغشية الزجاجية بطريقة Separate equation. وإجراء الموازنة الحرارية لحساب معامل انتقال الحرارة وعلى أساس الفرضيات التالية: الحالة مستقرة ويكون معدل الخسائر الحرارية المفقودة لوحدة المساحة من صفحة الامتصاص الى الزجاجية الأولى تساوي كمية الحرارة المنقولة الى الزجاجية الثانية. ومن ثم حساب الحرارة المنقولة من الزجاجية الثانية الى المحيط الخارجي، وكذلك حساب معامل انتقال الحرارة بالأشعاع من الزجاجية الخارجية الى المحيط .

ومن الدراسات التي اجريت لمقارنة الاداء الحراري العملي والنظري للسخان الشمسي تلك التي قام بها (Parker and et. al.)(1985)[16] لسخان شمسي هوائي يكون جريان الهواء فيه تحت اللوح الماص .وقد تبين من الدراسة بأن القيمة العملية لمعامل الحرارة المكتسبة من اللوح الماص (F_R) هي 4% أقل من القيمة النظرية .وأن العلاقة بين معامل الحرارة المكتسبة من اللوح الماص (F_R) وبين كفاءة السخان هي علاقة طردية.

تمكن (Datta)(1988)[17] من تطوير نموذج نظري لدراسة اداء السخانات الشمسية الهوائية ذوات الغطاء المفرد أو المزدوج بلوحتي امتصاص ذواتي زعانف وضعت على اللوح الماص العلوي وكذلك على اللوح الماص السفلي، ثم وضعت الزعانف على لوحتي الامتصاص العليا والسفلى في آن واحد . وأخذت بنظر الاعتبار دراسة اختلاف درجة حرارة اللوح الماص مع الطول وعدم ثبوت معاملات الأداء الحراري .وتبين لها بان اعلى كفاءة يمكن الحصول عليها عند احتواء اللوحين العلوي والسفلي على زعانف ، وأن وجود الزعانف على اللوح الماص السفلي يعطي أقل كفاءة من وجودها على اللوح الماص العلوي وذلك لكون درجة حرارة اللوح الماص السفلي أقل من درجة حرارة اللوح الماص العلوي.

توصل (Jannot and Yezouma)(1997)[18] لمجموعة من المعادلات التي تتضمن الموازنة الحرارية للأشعاع الشمسي بين اللوح الممتص والغطاء الشفاف في المجمع الشمسي الهوائي الذي تم تصميمه على أساس غطاء بلاستيك بدل الغطاء الزجاجي ، حيث يمر الهواء المتدفق من خارج المجمع الى داخله ، حيث يكون جريان الهواء عبر ممرات المجمع الشمسي الهوائي ويكون التدفق من أسفل اللوح الممتص ، بينما يكون الغطاء الشفاف فوق طبقة الهواء التي تعمل كفاصل بين اللوح الممتص والغطاء الشفاف ويعتبر هذا التصميم هو الأفضل

في المناطق التي تقع قرب خط الأستواء لأنه تم اثبات ذلك عمليا من خلال النتائج التي تم التوصل اليها في هذا البحث .

قام الباحثون (Biona and et. al.) (2003)[19] بدراسة عددية لسخان هوائي غير مزجج ذو صفيحة امتصاصية مثقبة ($1.2m^2 * 1.838$) بمعدل جريان الهواء (-0.02) 0.06m/s وسمك المجمع (30-130mm) حيث كانت الدراسة تتضمن تأثير سرعة الهواء على كل من فرق درجة حرارة الهواء الخارج من المجمع مع الهواء الداخل وكفاءة المجمع واستنتجوا أن زيادة السرعة يؤدي الى زيادة الكفاءة مع نقصان في فرق درجات الحرارة.

قدم الباحثون (Wang and et. al.) (2006)[20] دراسة عددية لسخان هوائي غير مزجج ذو صفيحة امتصاصية مثقبة بواسطة البرنامج (Fluent) لمعدل جريان (-36) $180m^3/hr$ وفيض حراري ($400,600,800,1000W/m^2$) حيث كانت أبعاد المجمع $(1*1*0.2)m^3$ وتبين بان الفعالية تزداد مع زيادة الفيض الحراري وتقل مع زيادة معدل التدفق، وان أفضل كفاءة عند معدل تدفق ($135 m^3/hr$).

درس الباحثان (Leow and Kumar)(2007)[21] نظريا العوامل المؤثرة على اداء مجمع هوائي شمسي غير مزجج (UTCS) وتضمنت هذه العوامل كل من المسافة الفاصلة بين الثقوب، سرعة الهواء، قطر الثقوب على كفاءة المجمع وكفاءة صفيحة الامتصاص (كمبادل حراري) درجة حرارة الهواء الخارج تم التوصل إلى ان الزيادة في قطر الثقوب والمسافة الفاصلة يؤدي الى انخفاض في كفاءة صفيحة الامتصاص وعند زيادة سرعة الهواء فان كفاءة المجمع تزداد وتقل درجة حرارة الهواء الخارج.

قام الباحثان (Motahar and Ali)(2010)[22] بدراسة تحليلية لسخان هواء غير مزجج (UTS) لمعرفة معدل انتقال الحرارة وهبوط الضغط خلال صفيحة الامتصاص المثقبة ، حيث قاما بتحليل معادلات الطاقة وجريان المادة خلال المجمع الشمسي وكذلك استخدموا (Exergy Analysis) وتم التوصل إلى ارتفاع درجة حرارة مع زيادة في مقدار الإشعاع الشمسي الساقط ، زيادة اللانعكاسية وكفاءة (Exergy) مع زيادة الاشعاع الشمسي عند زيادة قطر ثقوب الصفيحة تزداد كفاءة (Exergy) وتقل اللانعكاسية وكذلك عند زيادة المسافة بين الثقوب فأن كفاءة (Exergy) تقل وتزداد اللانعكاسية واخيرا عند زيادة السرعة فان كفاءة (Exergy) تقل وتزداد اللانعكاسية.

قام الباحث (عامر جميل شريف)(2010)[23] بدراسة تأثير شكل اللوح الماص لمجمع هوائي شمسي طوله وعرضه واحد متر وسمكه (0.1) متر مائل عن الافق (30°) على معامل انتقال الحرارة بالحمل القسري و معامل الاحتكاك السطحي ولمدى عدد رينولد ($5000 \leq Re \leq 8000$) بواسطة برنامج (Fluent)

أظهرت النتائج ان اعلى فرق في درجة حرارة الهواء الخارج والداخل كانت (13.65°C) وافضل معامل انتقال للحرارة بالحمل القسري يحدث عند المجمع المتعرج (V) (زاوية التعرج 60°) وبنسبة تحسن (63%) عن المجمع المستوي (Flat Plate) عند عدد رينولد (8000)، وكما أظهرت النتائج أن اعلى مقدار لمعامل الاحتكاك السطحي (Cf) يحدث في المجمع المتعرج (V) حيث بلغت قيمته (0.22) عند عدد رينولد (8000).

إن المبدأ الأساسي لعمل هذا النوع من السخانات هو ان الهواء الخارجي البارد يدخل عن طريق مجموعة من ثقوب اللوح الماص بواسطة فرق الضغط المتولد من عمل مروحة السحب الموجودة على الجانب الخلفي العلوي للمنظومة وبنفس الوقت يكون اللوح ماصاً للإشعاع الشمسي الساقط عليه خلال ساعات النهار وطارحاً لتلك الحرارة المكتسبة من قبل الهواء داخل المنظومة وفي الوقت ذاته يعمل الهواء الداخل على تقليل سمك الطبقة المتاخمة المتولدة بسبب اختلاف في درجات الحرارة.

4. الجانب النظري.

لغرض التحليل الحراري تم اعتماد صيغ المقاومات الحرارية ودرجات الحرارة التجريبية. لحساب الخسائر الحرارية من الجانب الامامي للمنظومة:-

$$Ut = \left[\frac{1}{h_{r\infty} + h_w} + \frac{1}{h_{cb-p} + h_{rb-p}} \right]^{-1} \quad (1)$$

$$hr_{\infty} = \varepsilon \cdot \delta \cdot (T_p^2 + T_{\infty}^2) * (T_p + T_{\infty}) \quad (2)$$

$$h_w = 5.7 + 3.8V \quad (3)$$

$$hc_{h-p} = \frac{Nu \cdot k}{D_h} \quad (4)$$

$$Nu = 0.0158 Re^{0.8} \quad (5)$$

$$hr_{b-p} = \frac{\delta(T_p + T_b)(T_p^2 + T_b^2)}{\left[\frac{1}{\varepsilon p} + \frac{1}{\varepsilon b} - 1 \right]} \approx \frac{4\delta(T_p^3)}{\left[\frac{1}{\varepsilon p} + \frac{1}{\varepsilon b} - 1 \right]} \quad (6)$$

او من المعادلة العامة لـ (Klein):

$$U(t) = \left[\frac{N}{(344/T_p)(T_p - T_a)/(N + f)} + \frac{1}{hw} \right]^{-1} + \left[\frac{\delta(T_p - T_a)(T_p^2 - T_a^2)}{[\varepsilon p + 0.0425N(1 - \varepsilon p)]^{-1} + [(2N + f - 1)/\varepsilon g] - N} \right]$$

حيث يمكن استعاضة عن (εg) بـ (εp)

لحساب الخسائر الحرارية من الجانب الخلفي للمنظومة:-

$$U_b = \frac{k_{ins} * A_h}{L} \quad (7)$$

لحساب الخسائر الحرارية من الجوانب الاخرى للمنظومة:-

$$U_e = \frac{k_{ins} * A_e}{L} \quad (8)$$

لحساب الخسائر الحرارية من الكلية للمنظومة:-

$$U = U_t + U_e + U_h \quad (9)$$

لحساب كمية الحرارة المفقودة من المنظومة:-

$$Q_{loss} = U . A . (T_p - T_a) \quad (10)$$

لحساب كمية الحرارة الممتصة من المنظومة:-

$$Q_{abs} = I_b . F_t . A_a \quad (11)$$

$$F_t = \alpha_b . F_{sh} . F_d \quad (12)$$

لحساب كمية الحرارة المكتسبة نظريا من المنظومة:-

$$Q_{u(th)} = Q_{abs} - Q_{loss} \quad (13)$$

لحساب كمية الحرارة المكتسبة عمليا من المنظومة:-

$$Q_{u(act.)} = G . C_p . (T_{out} - T_{in}) \quad (14)$$

لحساب الكفاءة النظرية من المنظومة:-

$$\eta_{(th)} = \frac{Q_{u(th)}}{Q_{in}} \quad (15)$$

لحساب الكفاءة العملية من المنظومة:-

$$\eta_{(ac)} = \frac{Q_{u(ac)}}{Q_{in}} \quad (16)$$

لحساب كفاءة فعالية اللوح الماص كمبادل حراري:-

$$\varepsilon = \frac{T_{out} - T_{in}}{T_p - T_{in}} \quad (17)$$

لحساب عدد رينولد :-

$$Re = \frac{\rho \cdot V \cdot D_h}{\mu} \quad (18)$$

$$Q_{u(act.)} = G \cdot C_p \cdot (T_{out} - T_{in}) = h \cdot (T_p - T_{out}) \quad (19)$$

$$Q_{u(th)} = Q_{abs} - Q_{loss} = h \cdot (T_p - T_{out}) \quad (20)$$

$$Nu = \frac{h \cdot D_h}{k} \quad (21)$$

5. الجانب العملي.

تم تصنيع مجمع الهواء الشمسي الخاص بهذا البحث المؤلف من صفائح الحديد المغلون بسمك (2mm) على شكل مجرى هوائي بأبعاد (150cm x 20cm) بارتفاع (100cm) مائل بزاوية (90°) عن المستوى الافقي ويتكون من لوح ماص مثقب (الذي يمثل الجزء الاساسي في هذا الجهاز) قطر كل ثقب من هذه الثقوب (5mm) وبعدها اجمالي (22*18=396) ثقب بحيث تكون المسافة العمودية والافقية الفاصله بين مراكز الثقوب ثابتة ومتساوية بمقدار (5cm). تم طلاء اللوح الماص من الخارج باللون الأسود الداكن وذلك لزيادة قابلية الامتصاص ولمنع انعكاس الأشعة الشمسية والتي تؤدي الى حصول ضياع في الطاقة الحرارية ، حيث تكون مساحة اللوح الماص (150cm*100cm). وتم لحام اطار اللوح من حديد الزاوية بارتفاع (2.5cm) من جميع الجهات لغرض تثبيت الصفيحة على الهيكل الخارجي للمجمع، الشكل (1).

تم عزل جميع الجوانب ماعدا الواجهة الامامية للمنظومة بمادة الفلين وبسمك مقداره (5cm) وبموصلية حرارية (0.045W/°C.m) وذلك لتقليل الفقدان الحراري الى أقل ما يمكن وكذلك لمنع دخول أو خروج الهواء الى المجمع لتقليل حدوث تيارات الحمل فوق الصفيحة المسخنة بواسطة الطاقة الشمسية، وكذلك تم اهمال وضع الغطاء الزجاجي للمجمع الهوائي الشمسي وذلك لتسهيل عملية تركيب هذه المجمعات على جدران الابنية المواجهة للجنوب بالنسبة للاماكن التي تقع في نصف الكرة الأرضية الشمالي أو المواجهة للشمال بالنسبة للاماكن التي تقع في نصف الكرة الأرضية الجنوبي، وكذلك لتقليل كل من الوزن والكلفة الاجماليين.

حيث ان عملية تركيبه مشابه الى تغليف الجدران الثانوية الخارجية المألوفة في الوقت الحاضر والمسمى (الكوبون).

وزعت عدد من المزدوجات الحرارية نوع (T) على اللوح الماص الشكل (2) لقياس معدل درجة حرارته مربوطة الى مفتاح أنتقائي (عشرة خطوط) والذي يرتبط بدوره بجهاز قياس درجة الحرارة الرقمي. اما لقياس درجة حرارة الهواء الداخل والخارج من المنظومة فقد استخدم المحارير الزئبقية. استخدمت هذه القياسات في مدينة الرمادي لايام الشتاء المختلفة (2,3,4,5) من شهر (كانون الثاني) لعام 2012، حيث سجلت القراءات في كل ساعة وللمتغيرات (درجة حرارة الهواء الداخل والخارج من المجمع الشمسي، درجة حرارة اللوح الماص، معدل تدفق الهواء الداخل الى المجمع الشمسي). تم البدء بالتجارب العملية عند الساعة التاسعة صباحا وحتى الساعة الثانية أو الثالثة بعد الظهر، ومن الممكن الأستمرار في أخذ القراءات الى الساعة الرابعة أو الخامسة عصرا، وكانت عملية تنظيف اللوح الماص مستمرة خلال فترة إجراء التجارب والقراءات.

6. النتائج والمناقشة.

6.1 تغير درجات الحرارة خلال ساعات النهار.

يوضح الشكلان (3)،(4) تغير درجة حرارة كل من الهواء المحيط والهواء الخارج من المجمع واللوح الماص مع الفرق درجات حرارة بين الهواء الخارج من المجمع والمحيط (الداخل الى المجمع) خلال ساعات النهار لايام الصحو والغيوم.

نلاحظ عموما بان درجات الحرارة تزداد بصورة ملحوظة لتستقر لعلى قيمة لها عند منتصف النهار (12:00) ثم بعد ذلك تبدا بالانخفاض التدريجي. وذلك بسبب زيادة الاشعاع الشمسي الساقط بصورة تدريجية خلال ساعات النهار صباحا وصولا الى اعلى قيمة له عند منتصف النهار ثم يبدأ بالانخفاض الى نهاية فترة النهار وبالتالي تؤثر على درجات الحرارة.

يعتبر اللوح الماص الجزء المهم في المنظومة حيث ان درجة حرارته تؤثر على الاداء الحراري لان من خلالها يتحول الاشعاع الشمسي (الطاقة الشمسية) الى طاقة حرارية تنتقل الى المائع العامل (الهواء) لذلك فان درجة حرارته تتناسب مع درجة حرارة الهواء المار خلال السخان الشمسي. من جهة ثانية زيادة درجة الحرارة اللوح الماص تؤدي الى زيادة الخسائر الحرارية والسبب هو حدوث زيادة في الفرق بينها و بين درجة حرارة المحيط الخارجي .

يوضح الجدول (1) درجات الحرارة في المنظومة لأيام الصحو (درجة حرارة اللوح الماص ، درجة حرارة الهواء الخارج من المجمع ، درجة حرارة الهواء الداخل (المحيط). يبين

الشكل (3) تغير درجة حرارة الهواء المحيط والهواء الداخل إلى المجمع والهواء الخارج من المجمع خلال ساعات النهار .

الجدول (2) والشكل (4) يوضحان تأثير تواجد الغيوم على قيم درجات الحرارة المختلفة في المنظومة .

6.2 الإشعاع الشمسي والطاقة المفيدة العملية والنظرية.

يوضح **الجدولان (3) و (4) والأشكال (5)، (6)** تغير مقدار الإشعاع الشمسي والطاقة المفيدة العملية والنظرية خلال ساعات النهار للأيام الصحو والغائمة.

نلاحظ عموماً بان مقدار الطاقات الحرارية تزداد بصورة ملحوظة لتستقر لأعلى قيمة لها عند منتصف النهار (12:00) ثم بعد ذلك تبدأ بالانخفاض التدريجي. كذلك نلاحظ إن الطاقة الحرارية المفيدة العملية والنظرية هي أقل من الإشعاع الشمسي، السبب في ذلك هو ان الإشعاع الشمسي الذي يسقط على صفيحة الامتصاص لا يكون بشكل عمودي نتيجة تغير زاوية سقوط اشعة الشمس وكذلك ميل المنظومة الشمسية عن الافق وكذلك هناك انعكاس من صفيحة الامتصاص اضافة الى عامل الغبار وعامل الظل... الخ هذه العوامل كلها تعرقل وصول الإشعاع الشمسي إلى صفيحة الامتصاص و من ثم تحوله الى طاقة حرارية .

اما العامل الأكبر فهو الخسائر الحرارية المتمثلة بانتقال الحرارة عن طريق الحمل والإشعاع بالاتجاه المعاكس حيث تنتقل الحرارة من صفيحة الامتصاص الى الهواء الخارجي. من خلال ذلك يمكن لنا معرفة الطاقة الحرارية المفيدة والتي تسلك سلوك الإشعاع الشمسي لكن بفارق حيث انها تكون ذات قيمة أقل للأسباب المذكورة اعلاه . ان هذه الطاقة تسمى الطاقة الحرارية المفيدة النظرية حيث انها حُتبت بمعادلات نظرية ، اما الطاقة الحرارية المفيدة الحقيقية تكون أقل منها لوجود خسائر اخرى لم تذكر او ان قيمة الإشعاع الشمسي تكون غير القيم التي حُتبت نظرياً .

6.3 فعالية اللوح الماص.

توضح **الجدول (3) و (4) والشكل (7)** تغير مقدار فعالية اللوح الماص خلال ساعات النهار لأيام الصحو والغيوم. يعمل اللوح الماص عمل المبادل الحراري بينه وبين هواء المحيط الداخل الى السخان، لذا من الضروري ايجاد فعالية اللوح الماص والذي يسلك السلوك السابق عموماً من حيث زيادة قيمته خلال ساعات النهار وصولاً الى أعلى قيمة مستقره عند منتصف النهار ثم يبدأ بالانخفاض التدريجي خلال ساعات الاختبار اليومية المتبقية، وذلك للأسباب السابقة من حيث اختلاف درجات حرارة اللوح الماص ودرجات حرارة الهواء المحيطة الداخلة

الى السخان وكذلك اختلاف درجات حرارة الهواء الخارج من السخان الهوائي الشمسي والتي تعتمد تغير قيمة الاشعاع الشمسي خلال ساعات النهار.

6.4 كفاءة المنظومة العملية والنظرية.

توضح الجداول (3) و (4) والشكل (8) تغير مقدار كفاءة المنظومة عمليا ونظريا خلال ساعات النهار لايام الصحو والغيوم. من الضروري حساب كفاءة المنظومة الكلية عمليا ونظريا خلال ساعات العمل والتي من خلالها نعرف مدى صلاحية او عدم صلاحية استخدام هذا النوع من المجمعات الشمسية الهوائية، حيث تسلك كفاءة المنظومة السلوك السابق للإشعاع الشمسي لان مبدا حساب الكفاءة يعتمد على كل من: مقدار الاشعاع الشمسي الساقط، مقدار الطاقة الحرارية المفيدة العملية والنظرية، مقدار الطاقة الحرارية المفقودة والتي بدورها تعتمد على عدد من العوامل المذكوره سابقا من حيث (ساعات النهار، الظروف الجوية المحيطة، الموقع الجغرافي، زاوية سقوط الاشعاع الشمسي، نوعية تصميم المنظومةالخ).

6.5 معدل انتقال الحرارة بدلالة عدد نسلت.

يبين الشكل (9) تغير عدد نسلت عمليا ونظريا لايام الصحو والغيوم لمعدل رقم رينولدز ثابت بسبب تغير الاشعاع الشمسي غيرالمسيطرعليه خلال ساعات النهار. نلاحظ عموما بان مقدار عدد نسلت يزداد بصورة ملحوظة ليستقر لأعلى قيمة له عند منتصف النهار (12:00) ثم بعد ذلك يبدأ بالانخفاض التدريجي والسبب في ذلك تغير الاشعاع الشمسي الساقط على اللوح الماص خلال ساعات النهار. وكذلك نلاحظ ان عدد نسلت اقل في الايام الغائمة منه في ايام الصحو ويعزى ذلك بسبب الخسائر الحرارية العالية وقلة الفيض الحراري الشمسي في الايام الغائمة مقارنة" مع أيام الصحو.

حيث أعلى قيمة لعدد نسلت كانت ليوم الصحو (2-1-2012) هي العملي (64) والنظري (80)، ليوم صحو آخر (5-1-2012): هي العملي (56) والنظري (78). أما أعلى قيمة لعدد نسلت كانت ليوم غائم (3-1-2012) هي العملي (41.5) والنظري (57.5)، ليوم غائم اخر (4-1-2012): هي العملي (42) والنظري (58).

6.6 مقارنة البحث مع البحوث السابقة.

كما هو معروف بان الإشعاع الشمسي غير مستقر وغير ثابت (للسباب المذكورة سابقا) لذلك من الصعب إجراء مقارنة بصورة دقيقة مع البحوث السابقة المتعلقة بهذا الموضوع،

لذلك تم مقارنة السلوك العام للأداء الحراري لهذه المنظومات. حيث يوضح الشكلان (10)،(11) مقارنة سلوك نتائج البحث الحالي مع سلوك البحوث السابقة وكانت جيدة مع تلك البحوث. الشكل (10) يوضح كفاءة البحث الحالي افضل بالمقارنة مع الباحثة (جنان مهدي)[14].

اما الشكل (11) فيبين مقارنة تأثير الإشعاع الشمسي على فرق درجات حرارة الهواء الخارج من السخان والهواء المحيط مع الباحثين [Wang et al][21] ولمدى معدل تدفق مختلف.

7. الاستنتاجات والتوصيات.

7.1 الاستنتاجات.

من خلال النتائج التي تم التوصل إليها نستنتج الآتي :-

1- يمكن استخدام هذا النوع في تدفئة الأبنية السكنية والخدمية في فصل الشتاء، إذ تصل درجة حرارة الهواء الخارج من السخان إلى أعلى قيمة (34°C) عندما تكون درجة حرارة هواء المحيط الخارجي (17°C) في أيام الصحو.

2- تعمل الثقوب على دخول الهواء إلى السخان الشمسي وبالتالي تقلل (تكسر) سمك الطبقة المتاخمة مما يؤدي إلى زيادة فعالية اللوح الماص وزيادة كفاءة السخان.

3- تزداد الطاقة الحرارية المفيدة العملية مع تحسن الظروف المناخية وبالتالي يؤدي إلى زيادة فعالية اللوح الماص وزيادة كفاءة السخان ومعدل انتقال الحرارة من اللوح الماص الساخن إلى الهواء الداخلي.

7.2 التوصيات.

يمكن تحسين الأداء الحراري للمجمع الشمسي بدراسة المؤثرات أدناه :

1- إضافة أوساط مسامية أو حشوات مثل الحجر أو كرات من الحديد أو الزجاج... الخ داخل السخان الهوائي لزيادة الخزن الحراري للخزان .

2- دراسة تأثير معدل تدفق الهواء على الحمل الحراري القسري (زيادة سرعة دخول الهواء).

3- دراسة تأثير زاوية ميل السخان الهوائي.

8. المصادر.

- [1] خضير مرزوق، "تجميع وخرن الطاقة الشمسية باستخدام الطبقة الحصوية"، رسالة ماجستير، كلية الهندسة، جامعة البصرة (1987).
- [2] شاكر مهلهل ماضي وخالد أحمد الجودي، "دراسة أداء سخان هواء شمسي بصفحة أمتصاص مثلثة المقطع"، مجلة بحوث الطاقة الشمسية، المجلد 4، العدد 1، آذار (1986).

- [3] N.K.Bansal And R.Uhleman, "Development And Testing of Low Cost Solar Energy Collectors For Heating Air", Solar Energy, Vol.33, No. 2, pp. 197-208 (1984).
- [4] B.F. Parker, D.G. Colliver, L.R. Walton, "Sensitivity of Air Type Solar Collector Efficiency to Design Changes", Solar Energy, Vol.27, No.3, pp. 915-920 (1984).
- [5] K.A.Judi and A.I.Mohammed, "Experimental Performance of Solar Air Heater With A "V" Corrugated Absorber", Energy Converse. Mgmt., Vol. 26, No.2, pp. 193-200 (1986).
- [6] سلام سعيد كاظم الطيار، "تدفئة البيوت البلاستيكية باستخدام الطاقة الشمسية"، رسالة ماجستير، قسم هندسة المكنائ والمعدات، الجامعة التكنولوجية (1986).
- [7] حسن غانم حسن، "تصميم وعمل مسخن هواء شمسي ذو خزن حراري"، رسالة ماجستير، قسم هندسة المكنائ والمعدات، الجامعة التكنولوجية 1992.
- [8] S.K. Samdarshi , S.C. Mullick1, "Generalized Analytical Equation for the Top Heat Loss Factor of a Flat- Plate Solar Collector With N-Glass Covers", Solar Energy , Vol. 116 (1994).
- [9] Gupta , S.C.Solanki , J.S. Saini,"Thermohydraulic performance of Solar Air Heaters With Roughened Absorber Plates " , Solar Energy, Vol. 61, No. 1, pp. 33-42, Internet (1997).
- [10] Jose A.Ortega-Herrera and Roberto Best-Brown, "Hybrid System Heat Pump Solar Air Heater For The Drying of Agricultural Products", Solar Energy (2000).
- [11] محمد حسين سعيد ، " استخدام المجمعات الشمسية في تجفيف المحاصيل الزراعية " ، رسالة ماجستير ، قسم هندسة المكنائ والمعدات، الجامعة التكنولوجية (2004).
- [12] وليد محمد عبد المحمدي، "دراسة تأثير بعض العوامل التشغيلية على أداء المجففات الشمسية"، رسالة ماجستير، قسم هندسة المكنائ والمعدات، الجامعة التكنولوجية (2001).
- [13] David Delaney , Ottawa , " Solar Air Heater with flow organizer Baffle array for right-angle crossing of hot and cold air sheets ",Solar Thermal Energy, October 28, Internet (2003).
- [14] جنان مهدي "دراسة تجريبية لتحسين اداء سخان هوائي شمسي باستخدام مولد الدوامات"، رسالة ماجستير قسم هندسة المكنائ والمعدات، الجامعة التكنولوجية (2005).
- [15] S.K. Samdarshi , S.C. Mullick , " Generalized Analytical Equation for the Top Heat Loss Factor of a Flat- Plate Solar Collector With N-Glass Covers " , Solar Energy, Vol. 116, (1994).
- [16] B.F. Parker, D.G. Colliver, L.R. Walton, "Prediction of Solar Air Heater Thermal Performance, "Transaction of The ASAE, pp.932-936,(1985).
- [17] G.Datta,"Performance Studies of A Finned Air Heater "Third Arab International Solar Energy Conference, Solar Energy Research Center, Baghdad 21-24 Feb, (1988).
- [18] Yves Jannot , Yezouma Coulibaly , "Radiation Heat Transfer in a solar Air Heater Covered With a Plastic Film " , Solar Energy, Vol. 60, No. 1 , pp. 35-40, Internet (1997).
- [19] Biona M. and Culaba A., Serafica E. and Del Mundo R." Performance Curve Generation of an Unglazed Transpired Collector for Solar Drying Applications"
- [20] Chongjie Wang, Zhenzhong Guan, Xueyi Zhao, Delin Wang "Numerical Simulation Study on Transpired Solar Air Collector", ICEBO, Shenzhen, China Renewable Energy Resources and a Greener Future Vol.VIII-3-4 (2006).
- [21] Augustus Leon M., Kumar S. "Mathematical modeling and thermal performance analysis of unglazed transpired solar collectors", Solar Energy. 81, 62-75 (2007).

[22] Sadegh Motahar, Ali Akbar Alemrajabi "An Analysis of Unglazed Transpired Solar Collectors Based on Exergetic Performance Criteria" Int. Jou. of Thermodynamics Vol. 13 (No. 4), pp. 153-160 (2010).

[23] عامر جميل شريف "تأثير شكل السطح الماص على الحمل الحراري القسري لمجمعات هوائية شمسية"، مجلة القادسية للعلوم الهندسية، المجلد 3، العدد 1 (2010).

الرموز

A	المساحة (m^2)	Qu	انتقال الحرارة المستفاد (W)
A_e, A_b	المساحة الجانبية والخلفية للمجمع (m^2)	T_p	درجة حرارة اللوح الماص ($^{\circ}C$)
C_p	الحرارة النوعية بثبوت الضغط ($W/kg. ^{\circ}C$)	T_b	درجة حرارة الجدار الخلفي للمجمع ($^{\circ}C$)
D_h	القطر الهيدروليكي (m)	T_{∞}	درجة حرارة الهواء الخارجي ($^{\circ}C$)
F_t	معامل تأثير العوامل البصرية والغبار والظل ... الخ	T_{out}	درجة حرارة الهواء الخارج من المجمع ($^{\circ}C$)
F_{sh}	معامل الظل	U_b	معامل انتقال الحرارة الخلفي ($W/m^2. ^{\circ}C$)
F_d	معامل الغبار	U_e	معامل انتقال الحرارة خلال الجوانب ($W/m^2. ^{\circ}C$)
G	معدل التدفق الكتلي لوحدة مساحة ($kg/s.m^2$)	U_t	معامل انتقال الحرارة الامامي ($W/m^2. ^{\circ}C$)
h	معامل انتقال الحرارة المفيد ($W/m^2. ^{\circ}C$)	V	السرعة (m/s)
h_{c-b-p}	معامل انتقال الحرارة بالحمل بين اللوح الماص والجدار الخلفي للمجمع ($W/m^2. ^{\circ}C$)	U	معامل انتقال الحرارة الكلي ($W/m^2. ^{\circ}C$)
h_{r-b-p}	معامل انتقال الحرارة بالأشعاع بين اللوح الماص والجدار الخلفي للمجمع ($W/m^2. ^{\circ}C$)	$\epsilon_p,$	امبعائية كل من اللوح الماص والزجاج ($^{\circ}C$)
$h_{r\infty}$	معامل انتقال الحرارة بالأشعاع بين اللوح الماص والمحيط الخارجي ($W/m^2. ^{\circ}C$)	ϵ_g	
h_w	معامل انتقال الحرارة بالحمل بين اللوح الماص والمحيط الخارجي ($W/m^2. ^{\circ}C$)	ϵ	فعالية اللوح الماص
I_b	معدل الأشعاع الساعي الساقط (W/m^2)	η	كفاءة المجمع
k_{ins}	الموصلية الحرارية للعازل ($W/m. ^{\circ}C$)	δ	ثابت ستيفان-بولتزمان $5.67 \cdot 10^{-8} W/m^2.K^4$
L	الطول المميز (m)	α_p	امتصاصية اللوح
Q_L	الخسائر للطاقة الحرارية الكلية ($W/m^2. ^{\circ}C$)	Re	رقم رينولد ($\rho.V.D_h/\mu$)
		Nu	عدد نسلت ($h.D_h / k$)

جدول(1): قيم درجات الحرارة في المنظومة العملية لأيام الصيف.

اليوم	درجة حرارة اللوح الماص $^{\circ}C$	درجة حرارة الهواء الخارج من المجمع $^{\circ}C$	درجة حرارة الهواء الداخل للمجمع (المحيط) $^{\circ}C$	الفرق $^{\circ}C$
2/1/2012	50	33	16	17
5/1/2012	49	34	17	17

جدول(2): قيم درجات الحرارة في المنظومة العملية لأيام الغيوم.

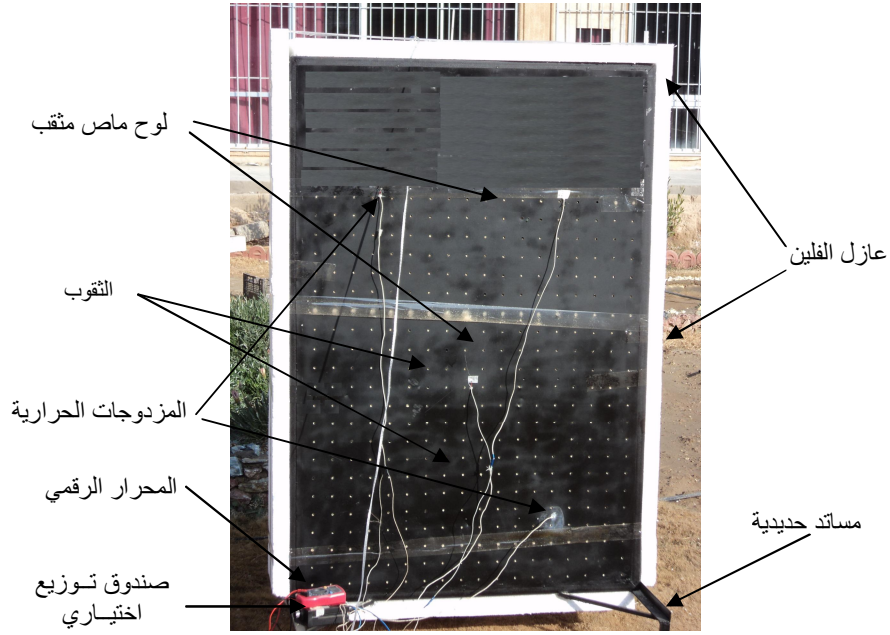
اليوم	درجة حرارة اللوح °C الماص	درجة حرارة الهواء الخارج من المجمع °C	درجة حرارة الهواء الداخل للمجمع(المحيط) °C	الفرق °C
3/1/2012	29	18	12	6
4/1/2012	29	18	12	6

جدول(3): قيم الطاقة الحرارية والكفاءة في المنظومة لأيام الصحو.

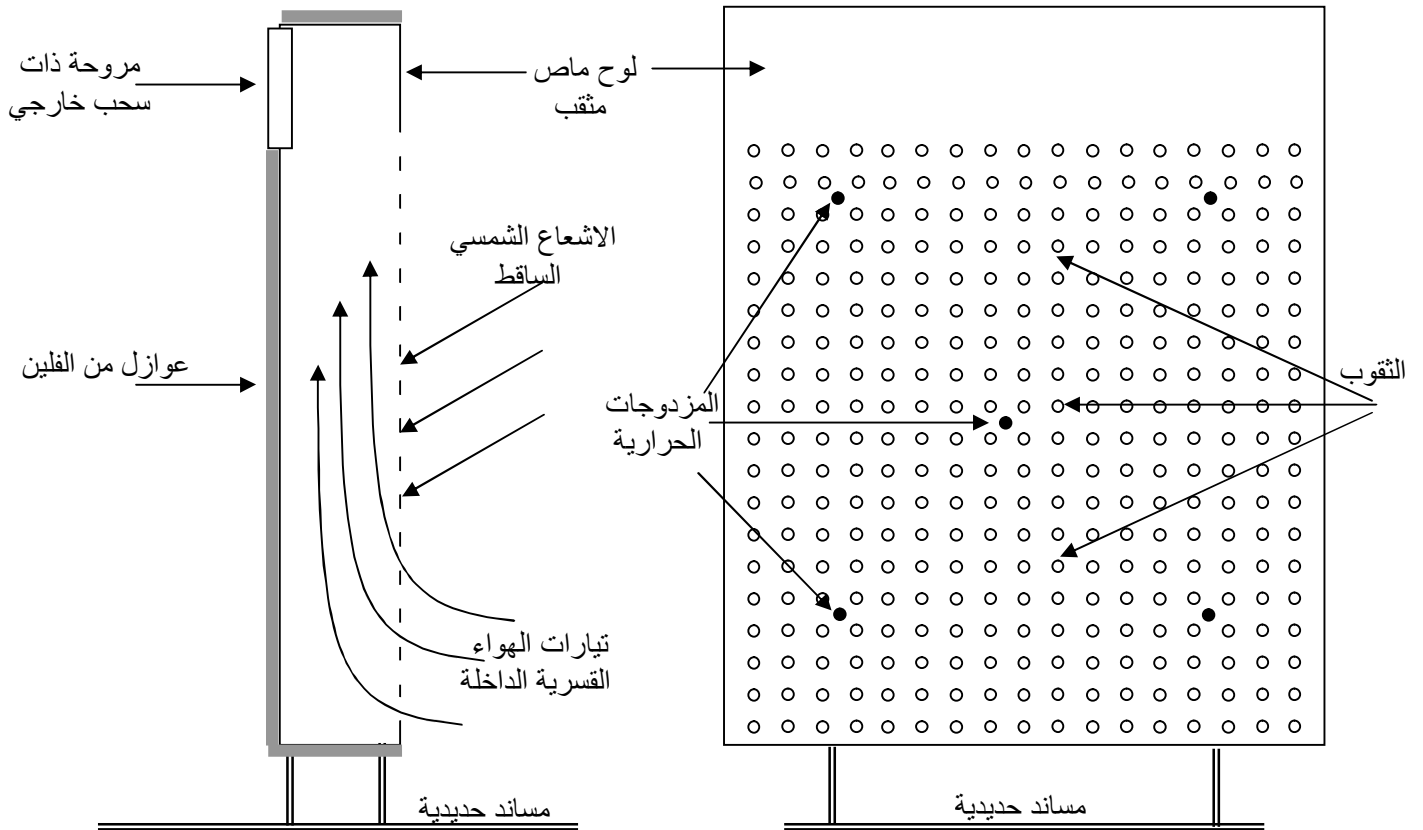
اليوم	الإشعاع الشمسي W/m ²	الطاقة العملية المفيدة W/m ²	الطاقة النظرية المفيدة W/m ²	الكفاءة العملية %	الكفاءة النظرية %	فعالية اللوح الماص
2/1/2012	800	676	750	0.7 – 0.85	0.79 – 0.9	0.4-0.54
5/1/2012	804	615	766	0.62 – 0.74	0.78 – 0.91	0.4-0.5

جدول(4): قيم الطاقة الحرارية والكفاءة في المنظومة لأيام الغيوم.

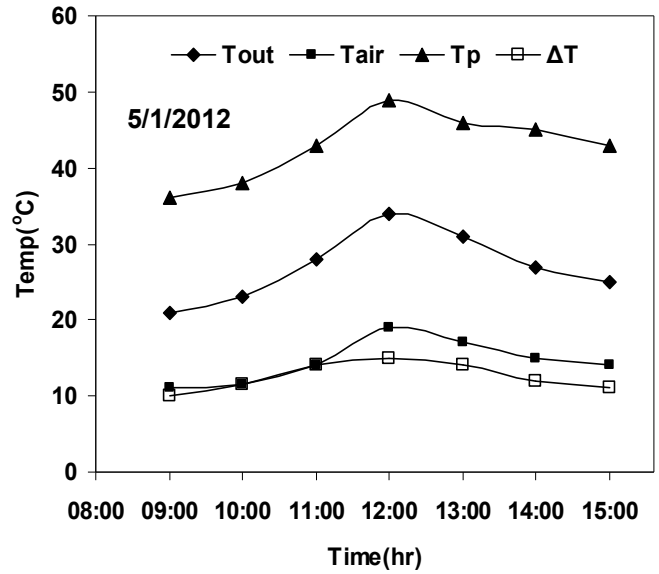
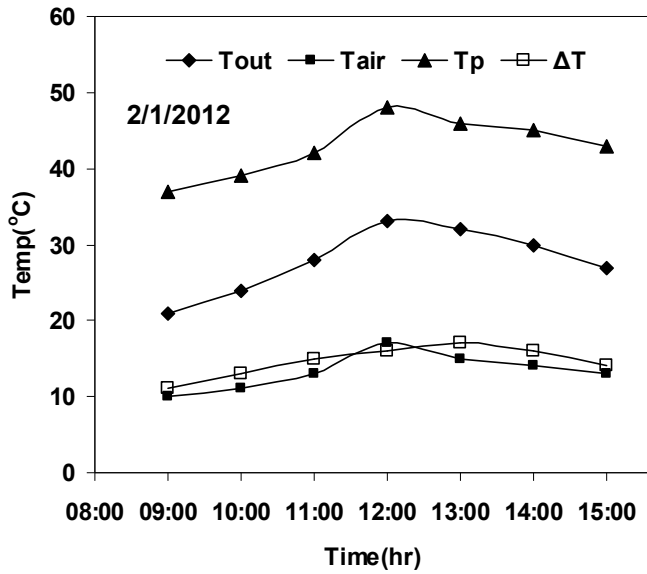
اليوم	الإشعاع الشمسي W/m ²	الطاقة العملية المفيدة W/m ²	الطاقة النظرية المفيدة W/m ²	الكفاءة العملية %	الكفاءة النظرية %	فعالية اللوح الماص
3/1/2012	795	326	455	0.31 – 0.41	0.53 – 0.57	0.2-0.38
4/1/2012	796	326	466	0.31 – 0.41	0.53 – 0.58	0.23- 0.38



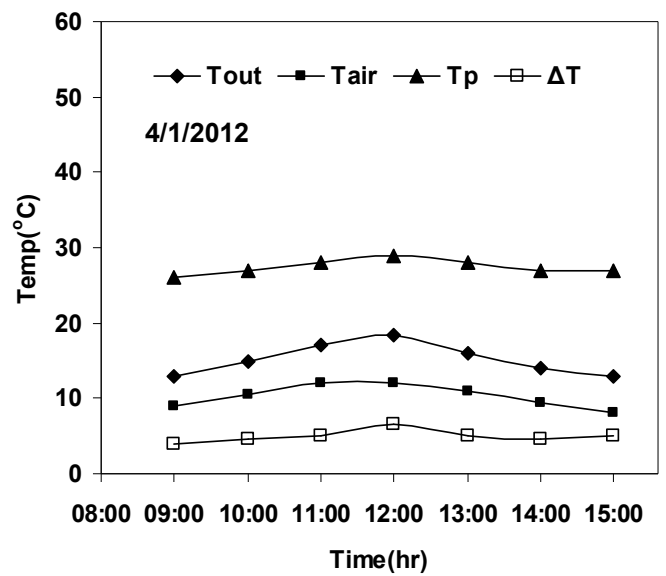
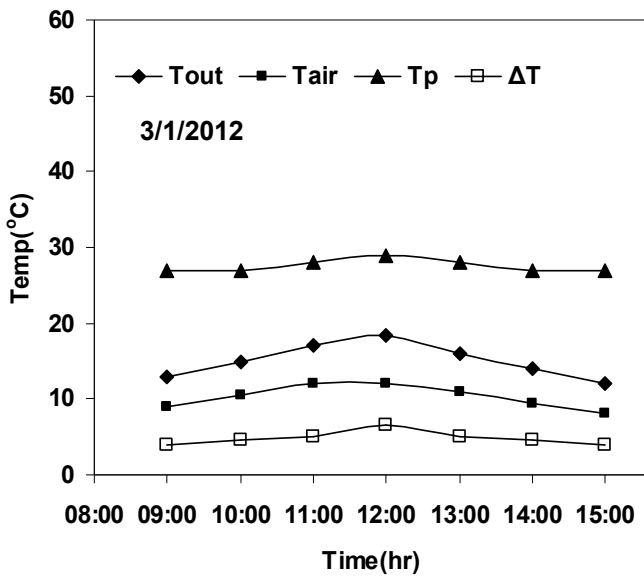
شكل (1): صورة فوتوغرافية للمجمع الهوائي الشمسي منظر امامي.



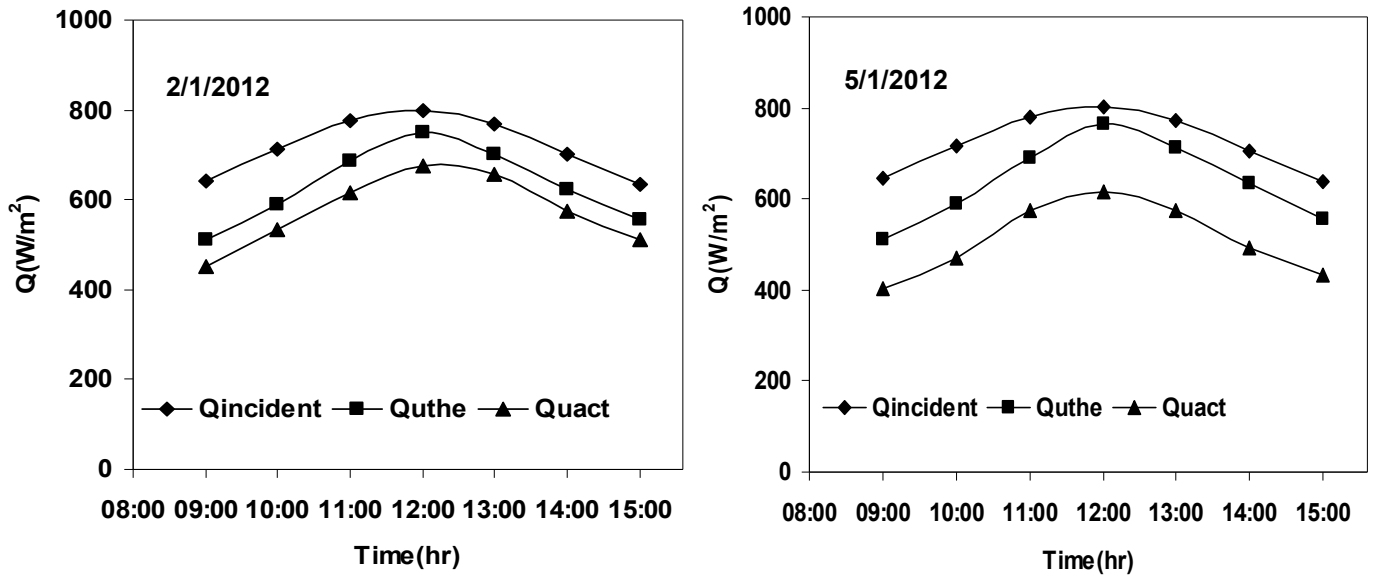
شكل (2): مخطط يوضح منظر امامي وجانبي للمجمع الشمسي الهوائي غير المزيج ذو اللوح الماص المثقب.



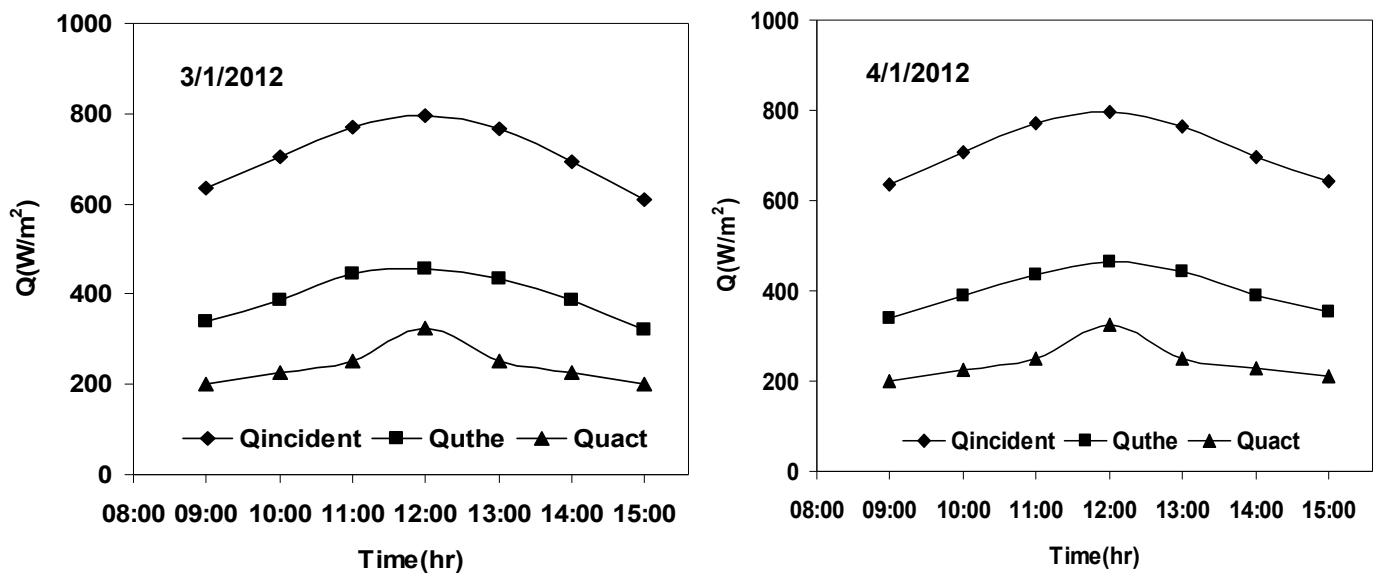
الشكل (3): تغير درجة حرارة الهواء المحيط والداخل إلى المجمع والخارج والفرق بين درجة حرارة الداخل والخارج خلال ساعات النهار ليومي الصحو 2/1/2012 و 5/1/2012.



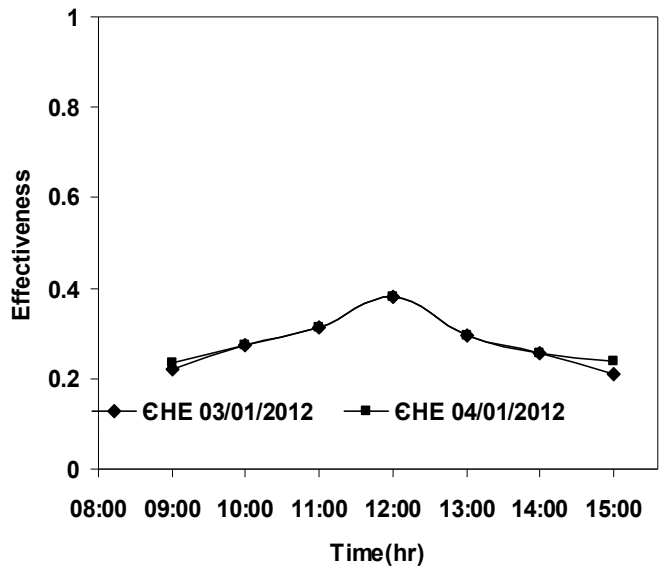
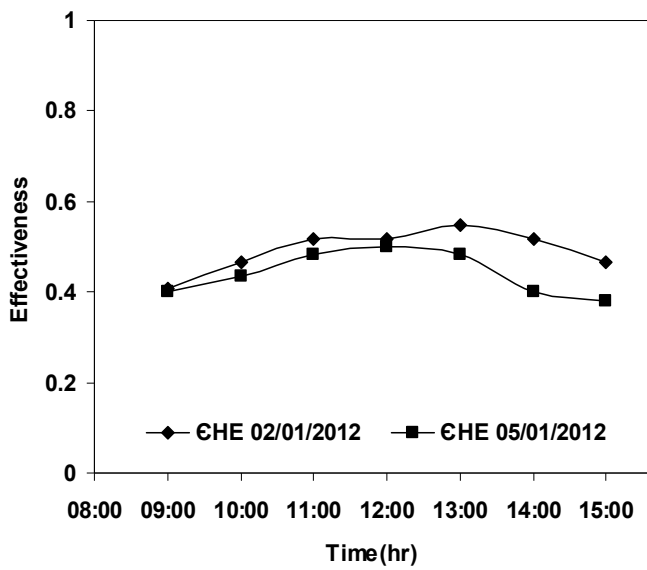
الشكل (4): تغير درجة حرارة الهواء المحيط والداخل إلى المجمع والخارج والفرق بين درجة حرارة الداخل والخارج خلال ساعات النهار ليومي الغائم 3/1/2012 و 4/1/2012.



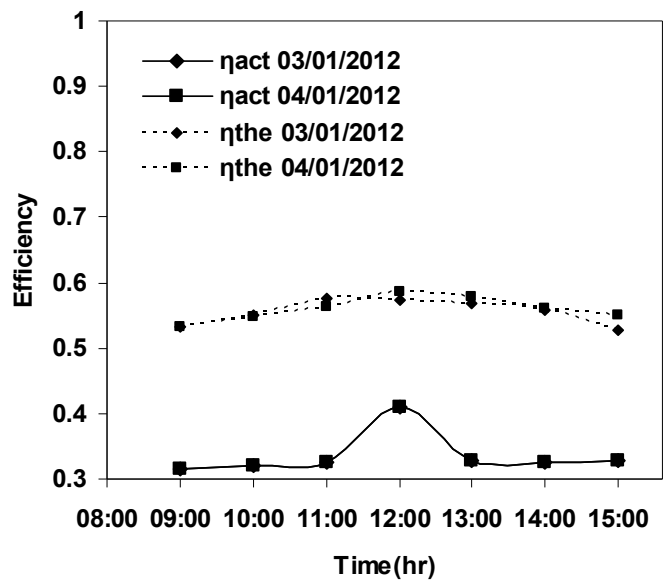
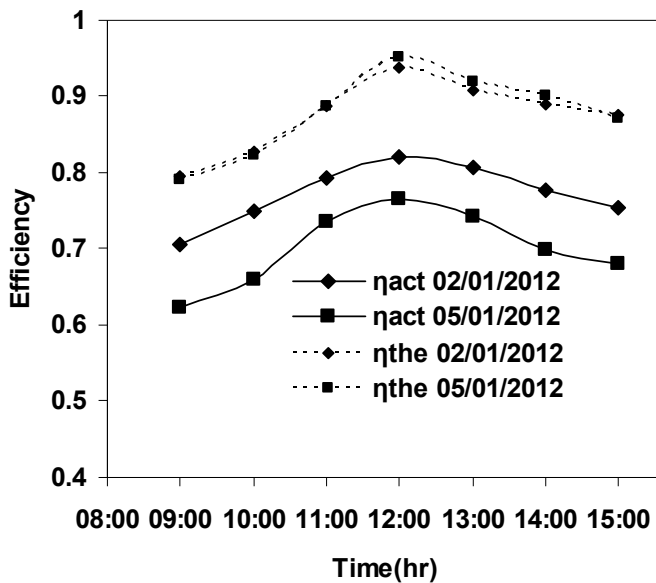
الشكل (5): تغير كمية الاشعاع الشمسي والطاقة المفيدة عمليا ونظريا خلال ساعات النهار ليومي الصحو 2/1/2012 و 5/1/2012.



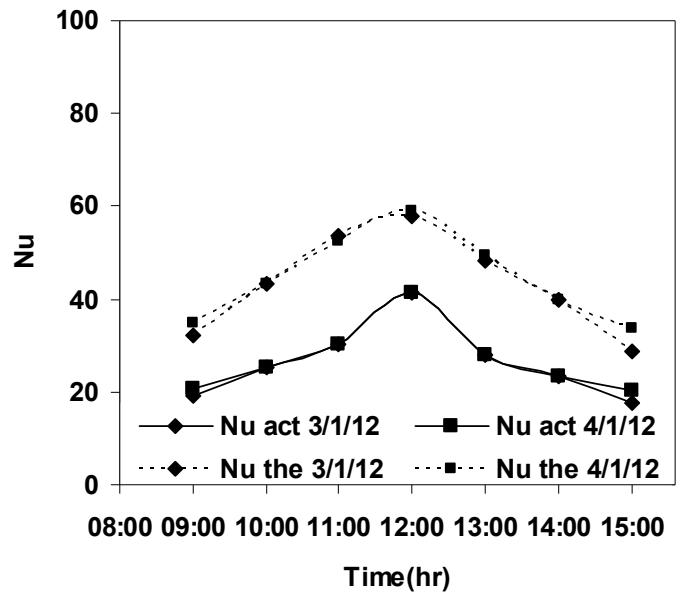
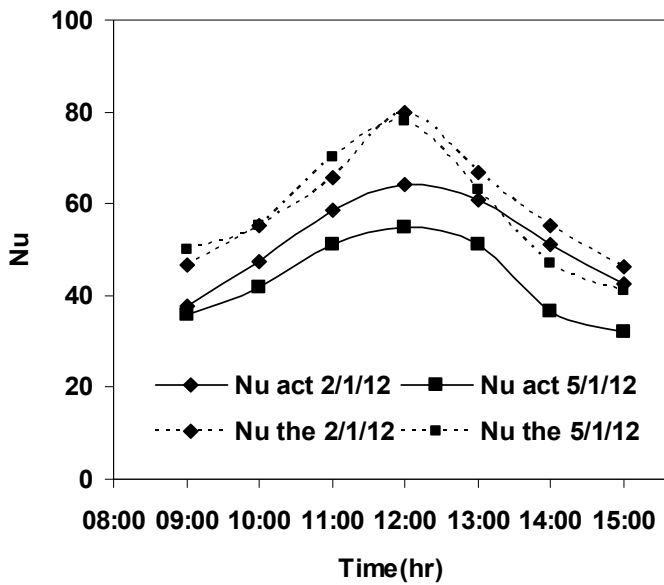
الشكل (6): تغير كمية الاشعاع الشمسي والطاقة المفيدة عمليا ونظريا خلال ساعات النهار ليومي الغائم 3/1/2012 و 4/1/2012.



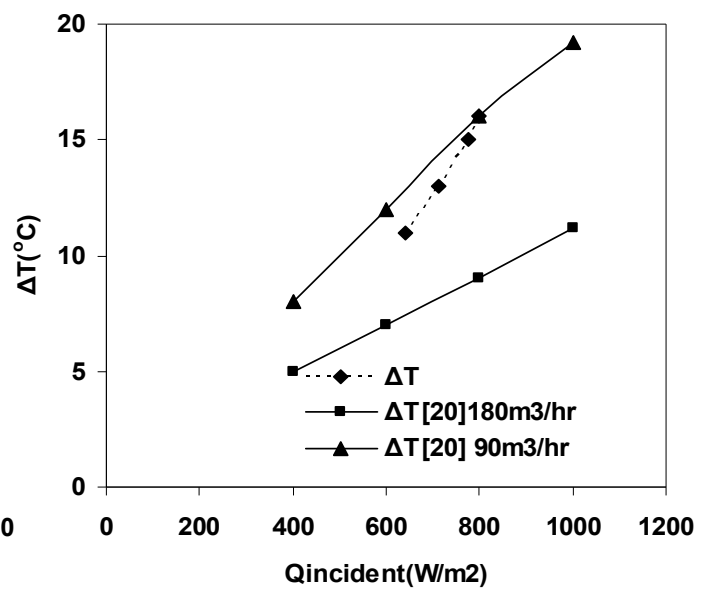
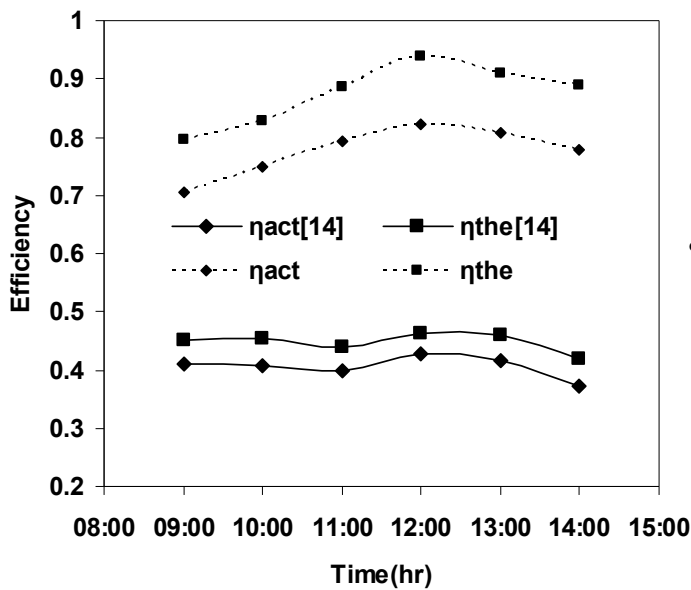
الشكل (7): تغير فعالية اللوح الماص المتقرب خلال ساعات النهار لايام الصحو والغائمة.



الشكل (8): تغير كفاءة المجمع الشمسي العملية والنظرية خلال ساعات النهار لايام الصحو والغائمة.



الشكل (9): تغير عدد نسلت العملي والنظري خلال ساعات النهار لايام الصحو والغائمة.



الشكل (11): مقارنة كفاءة البحث الحالي مع الباحث [14].

الشكل (10): مقارنة فرق درجات حرارة الهواء الخارج من السخان والهواء المحيط مع الباحث [20].

Study of the Performance Thermal Forced Unglazed Solar Air Collector

Amir Jameel Shareef
eng_ajsh2006@yahoo.com

Dr. Wissam H. Khalil
Wissam_gmw@yahoo.com

Nabil Khalil Sarhan
Prince_nabil2000@yahoo.com

*Mechanical Engineering Department
College of Engineering- University of Anbar*

ABSTRACT.

An experimental study is achieved to study the thermal performance of forced unglazed solar air collector supplied with perforated absorber flat plate. The study is carried under Iraqi circumstances in Al-Ramadi city. The collector is inclined (90°) on horizontal for the simplicity of setting such type of collector on the wall building and minimize its weight. The measurement is recorded on Winter season for two sunny days and two cloudy days in (January 2012). The results show that its possible to use this type of collectors for heating in Winter time because the maximum out air temperature reach to (34°C) when ambient air temperature at (17°C) in sunny days. A good agreement is shown with the published studies Finally its obtained a good effectiveness for perforated flat plate absorber with high system efficiency.

Keywords: perforated absorber flat plate, unglazed solar air collector, force convection.