

دراسة تأثير توضع الزعانف على مردود المجمعات الشمسية الهوائية

د. م. حسن علي *

د. م. كامل يوسف **

م. رنا محمد حسن ***

(تاريخ الإيداع 2020/ 9/ 2 . قُبِلَ للنشر في 2021/ 2/ 25)

□ ملخص □

يقدم هذا البحث دراسة تجريبية لأداء المجمع الشمسي الهوائي المستوي وفق نماذج مختلفة للصفحة الماصة (صفحة ماصة مسطحة- ذات زعانف مستطيلة - ذات زعانف ترادفية- ذات زعانف انزياحية) بهدف زيادة معامل الحمل الحراري بين سطح الصفحة الماصة والهواء المستخدم كوسيط عامل في المجمعات الشمسية الهوائية. أظهرت النتائج تحسناً ملموساً في الأداء الحراري للمجمع الشمسي الهوائي ذي الصفحة الماصة المزعفة مقارنة بالمجمع ذي الماص المسطح حيث زادت الكفاءة الحرارية بنسبة وسطية $\eta=22\%$ عند معدل إشعاع شمسي كُلي $I_c=6933 \text{ W/m}^2$ ، ومعدل تدفق $\dot{m} = 0.0044 \text{ kg/s}$ للمجمع الشمسي الهوائي ذي الصفحة الماصة المزعفة شطرنجياً. كلمات مفتاحية: مجمع هواء شمسي، معامل الحمل الحراري، كفاءة حرارية، زعانف.

*أستاذ مساعد في قسم المكننة الزراعية - كلية الهندسة التقنية - جامعة طرطوس - سوريا.

** محاضر في كلية الهندسة التقنية - جامعة طرطوس - سوريا.

*** طالبة دراسات عليا- ماجستير هندسة الطاقة الشمسية والطاقات المتجددة- قسم المعدات والاليات- كلية الهندسة التقنية - جامعة طرطوس- سوريا.

Study of the fins' deposition on the improvement of solar air collectors

Dr. Hassan Ali *

Dr. Kamel Youssef **

Eng. Rana Mohammed Hassan ***

(Received 2/ 9/ 2020 . Accepted 25 / 2/ 2021)

□ ABSTRACT □

This work presents the results of an experimental investigation of the performance for a solar flat plate air collectors with several absorber plate orders (flat absorber plate, with rectangular fins, with consecutive fins, with staggered fins) in order to increase the convection coefficient between the absorber plate and the air which is used as a fluid of heat transfer in solar air collectors.

Results show an appreciable improvement of the thermal heat performance of solar air collectors with staggered fins in comparison to those with flat absorber plate. The thermal efficiency increased for $\eta = 22\%$ at a solar intensity of $I_c = 6933 \text{ W/m}^2$ and mass flow rate of $\dot{m} = 0.0044 \text{ kg/s}$ for the solar air collector with staggered fins.

Keywords: Solar air collectors , Convection coefficient, Thermal efficiency, Fins.

* Assistant Professor Department of Agricultural Mechanization, Faculty of Technical Engineering, Tartous University, Syria.

** Lecturer at Faculty of Technical Engineering, Tartous University, Syria.

*** Postgraduate Student, Master of Engineering Solar Energy and Renewable Energies, Department of Machines And Equipment, Faculty of Technical Engineering, Tartous University, Syria.

1- المقدمة:

تعتبر الطاقة الشمسية واحدة من أهم مصادر الطاقة البديلة والمتجددة في العالم، إذ توجد عدة طرق لاستغلال هذه الطاقة منها المجمعات الشمسية الهوائية، وهي واحدة من بين الأنظمة الحرارية الشمسية التي تستخدم على نطاق واسع لأغراض التدفئة مثل تجفيف المحاصيل الزراعية، التدفئة المنزلية في فصل الشتاء، الاستخدامات الصناعية للهواء الساخن، وإن استخدامها في مجال تسخين الماء يحتاج إلى مبادل حراري خارجي، و تعود بدايات استخدام الانظمة الشمسية الهوائية في التدفئة إلى المنزل الشمسي الذي بناه المهندس جورج لوف في مدينة دينفر في كولورادو عام (1958) بمساحة $300m^2$ واستخدم $50 m^2$ من المجمعات الشمسية التي استبدل فيها الماء بالهواء ليؤمن حوالي 25% من الحمل الحراري السنوي للتدفئة والماء الساخن لهذا المنزل [1]، وبغرض تحسين المردود الحراري لهذه المجمعات تم اجراء عدة دراسات وتجارب لزيادة معامل الحمل الحراري للصفحة الماصة، حيث وجد الباحث [2] أن دمج الأضلاع مع الصفحة الماصة في سخان الهواء الشمسي المسطح يعمل على تحسين الكفاءة الحرارية بنسبة تزيد على 9% ، و توصل الباحث [3] إلى أن المجمع الشمسي مع زعانف هو أكثر فعالية من المجمع الشمسي بدون زعانف من حيث التكلفة ولمعدل تدفق الكتلة يبلغ $(0.01-0.07) kg/s$ ، وأيضاً أظهرت النتائج أن المجمع الشمسي مزدوج التمير مع زعانف أكثر فعالية من حيث التكلفة مقارنة مع المجمع الشمسي أحادي التمير، وقد وضح الباحث [4] أن زيادة الزعانف تؤدي إلى زيادة معدل انتقال الحرارة ولكن مع الاخذ بعين الاعتبار كون المعدن المصنوعة منه الصفحة الماصة انتقائياً أو غير انتقائي حيث تزداد الضياعات الحرارية بالإشعاع عن الصفحة ذات المعدن غير الانتقائي، وعند المقارنة بين أداء المجمعات الشمسية الهوائية المسطحة بصفائح ماصة ذات زعانف و بدون زعانف، تبين أن اضافة الزعانف تؤدي إلى زيادة المردود الحراري للمجمع الشمسي حتى النسبة 60% في حال اضافة زعانف مثلثية على طول مجرى التدفق ولكن بشرط تأمين تدفق هواء لا يقل عن $m = 0.0055 kg/s$ لهذا النوع من الزعانف [5]، ومن خلال فحص خصائص انتقال الحرارة عبر قناة مستطيلة مزودة بأضلاع على شكل حرف W لكل من مجرى التيار العلوي ومجرى التيار السفلي، تبين أن الأضلاع على شكل W أظهرت أداء أفضل في تدفق مجرى أسفل المجرى بدلاً من التدفق الجانبي [6]، وعند دراسة تأثير لوحة امتصاص الزعانف ومواد تخزين الحرارة الكامنة في وقت واحد في مسخن هواء شمسي حراري قسري، بالمقارنة مع صفائح امتصاص مسطحة ، تبين إلى أن لوحة الامتصاص ذات الزعانف النانوية المعبأة بشمع البارافين أظهرت تخزين حرارة إضافي لمدة 3 ساعات [7] ، كما أن إضافة الانقطاعات إلى الزعانف المستطيلة المثبتة عمودياً يمكن أن يعزز الأداء الحراري بشكل كبير وذلك لأن تقطيع الزعانف يؤدي الى زيادة معامل انتقال الحرارة للزعانف المستطيلة المقطعة مقارنة مع الزعانف المستطيلة الطويلة [8]. و نظرا لارتفاع أسعار المشتقات النفطية وانخفاض انتاج الوقود الاحفوري في بلادنا، ظهرت الحاجة إلى بديل أكثر اقتصادية لتأمين الهواء الساخن لعمليات التدفئة و التجفيف، بالتالي قمنا بإجراء تعديلات على بنية الصفحة الماصة للمجمعات الشمسية الهوائية وفق نماذج مختلفة بهدف زيادة مردود المجمعات الشمسية الهوائية وزيادة كفاءتها وملاءمتها لأغراض التدفئة والتكييف، و اختبار هذه النماذج و دراسة معامل الحمل الحراري للصفحة الماصة في الحالات المنفذة، و اجراء المقارنة الضرورية تمهيداً لاختيار النموذج الأفضل.

2- فرضيات البحث:

1. هل يوجد بديل لتدفئة المنازل أكثر اقتصادية من الوسائل المتوفرة حالياً وأقل تلويثاً للبيئة؟
2. هل يمكن استغلال المجمعات الشمسية الهوائية لتدفئة منزل بكفاءة تماثل المجمعات المائية؟
3. هل التّوضُّع الإنزياحي للزعانف هو الطريقة الأمثل لزيادة معامل الحمل الحراري للصفحة الماصّة لمجمع الشَّمسي الهوائي؟

3- طرائق البحث وموارده:

- بهدف قياس درجة حرارة الهواء الخارجية الداخلة إلى المجمع و درجة الحرارة الخارجة من المجمع استخدمنا جهاز الترموستات الالكتروني، و جهاز الأنيمومتر لقياس سرعة الهواء الخارج من المجمع وسرعة الرياح خارج المجمع.
- من أجل تصميم نموذج لمجمع الشَّمسي الهوائي تم الاستعانة ببرنامج Inventor 16 قبل البدء بالتطبيق العملي، وتم استخدام برنامج Excel لمعالجة البيانات ورسم الخطوط البيانية ومقارنة النتائج التي توصلنا إليها.
- جُمعت أجزاء المجمع الشَّمسي و تم إضافة طبقة من الستيروبور العازل للحرارة تحت الصّفحة الماصّة بسماكة 3.5 cm لتخفيف الضياعات الحرارية ، وتم تركيب مروحة عند مخرج المجمع للحفاظ على ثبات سرعة تدفق الهواء الخارج من المجمع $v_{out} = 0.5 \text{ m/s}$ وكان معدل تدفق الهواء ضمن المجمع $\dot{m}_{out} = 0.0044 \text{ kg/s}$ و سرعة الهواء الملامسة لسطح الصّفحة $v_{in} = 0.157 \text{ m/s}$ ، والشكل (1) يوضح تجميع أجزاء المجمع الشمسي.



a- تركيب الصّفحة الماصّة



b- تركيب الغطاء الشفاف

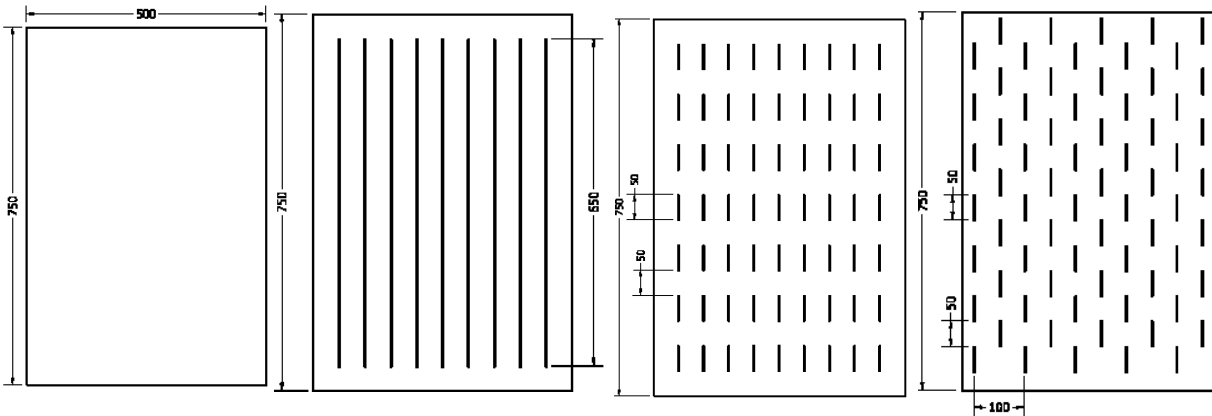
الشكل (1): تجميع أجزاء المجمع الشمسي.

- تم توضع جسم المجمع باتجاه الجنوب الجغرافي بزاوية ميل $\Phi = 35^\circ$ لاستقبال أكبر كمية من الإشعاع الشمسي الوارد إلى المجمع الشمسي.
- شروط الاختبار للوسط المحيط:
- تم إجراء الاختبارات وتسجيل المتغيرات المقاسة على فترات زمنية قدرها 30 دقيقة بدءاً من الساعة 9 صباحاً و حتى الساعة 7 مساءً في مدينة طرطوس على مرحلتين:
- 1- المرحلة الأولى: ضمن جو غائم جزئياً من 2020/4/13 وحتى 2020/4/16 حيث بلغ معدل الإشعاع الشمسي الكلي $I_{c1} = 5333 \text{ W/m}^2$ وسرعة رياح ثابتة تقريباً وتساوي $V_{01} = 4 \text{ m/s}$.

2- المرحلة الثانية: ضمن جو مشمس من 2020/7/26 وحتى 2020/7/29 حيث بلغ معدل الإشعاع الشمسي الكلي $I_{c2} = 6933 \text{ W/m}^2$ وسرعة رياح ثابتة تقريباً وتساوي $V_{O2} = 2 \text{ m/s}$.
 • وكانت درجات الحرارة الخارجية ودرجات حرارة الصفائح الماصّة عند كل مرحلة متساوية تقريباً لذلك تم اعتماد متوسط حسابي لقيم t_i و t_s لكل مرحلة.

4- تصميم المجمع الشمسي الهوائي:

يعتمد البحث على زيادة مردود المجمع الشمسي الهوائي بإضافة زعانف على السطح الماص بحيث يتم توزيعها بتنسيق محدد بهدف زيادة معامل الحمل الحراري، ومن أجل تجنب بناء العديد من مجمعات الهواء الشمسية للعديد من أشكال الصفيحة الماصّة وتم تطوير مجمع شمسي هوائي قابل للفك مع قابلية تبديل الصفيحة الماصة بأشكالها الأربعة: (1- صفيحة ماصّة مسطحة، 2- ذات زعانف مستطيلة، 3- ذات زعانف ترادفية، 4- ذات زعانف انزياحية)، ويوضح الشكل (2) النماذج الأربعة للصفائح الماصة المختبرة مقاسة بال [mm].



الشكل (2) النماذج الأربعة للصفائح الماصة المختبرة مقاسة بال [mm].

5- مردود المجمع الشمسي:

مردود المجمع الشمسي هو النسبة بين الطاقة المفيدة الناتجة عنه والطاقة الشمسية الساقطة عليه وفق العلاقة التالية: [5]، [9].

$$\eta = \frac{Q_u}{I_c \cdot A_c} \quad (1)$$

حيث أن :

Q_u : هي الطاقة الشمسية المفيدة الناتجة عن المجمع الشمسي [W].

I_c : هي الطاقة الشمسية الكلية الساقطة على المجمع الشمسي [W/m^2].

A_c : مساحة سطح المجمع الشمسي [m^2].

وتعطي قيمة Q_u بالمعادلة: [3]، [10].

$$Q_u = \dot{m} \cdot c_p \cdot (t_o - t_i) = q_u \cdot A_s \quad (2)$$

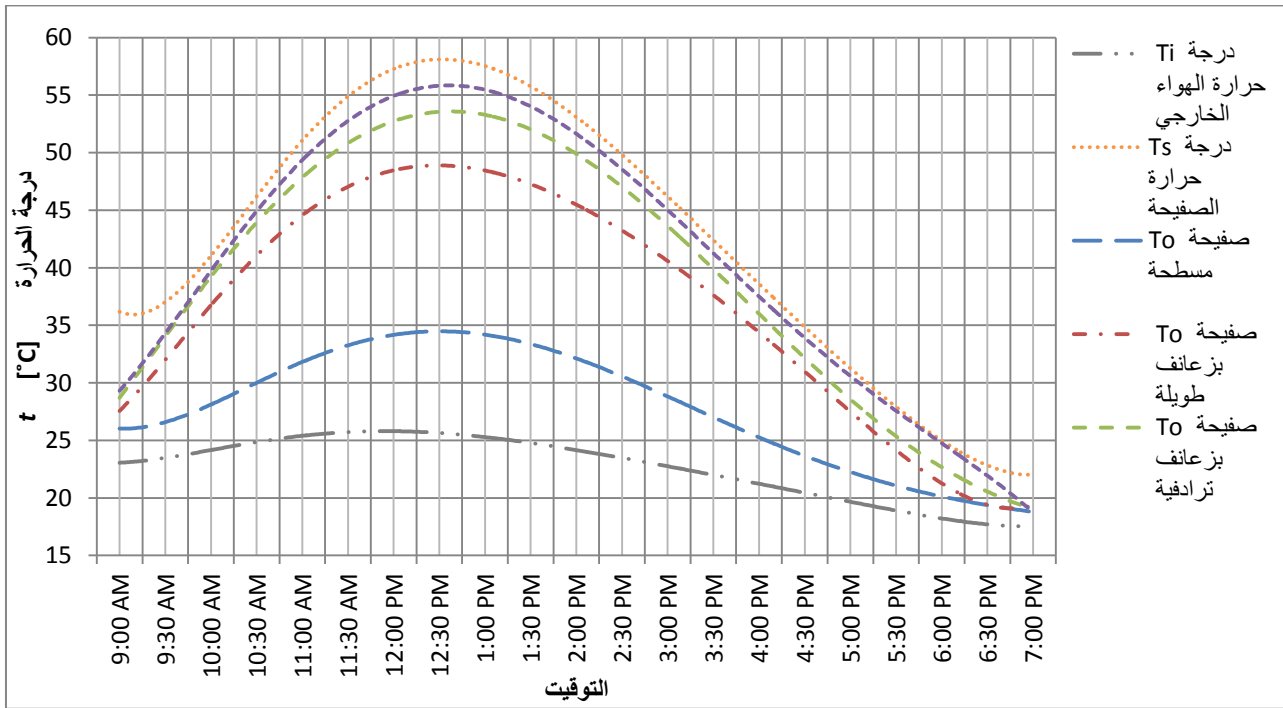
حيث أن:

ρ : كثافة الهواء [kg/m^3] وتؤخذ من جداول خاصة. c_p : السعة الحرارية للهواء [$\text{kJ/kg} \cdot ^\circ\text{C}$] وتؤخذ من

- جدول خاصة.
- v : سرعة الهواء ضمن المجمع [m/s].
- A : مساحة مقطع التدفق [m^2].
- t_i : درجة حرارة الهواء عند مدخل المجمع [$^{\circ}C$].
- q_u : التدفق الحراري [W/m^2] ويحسب بالعلاقة:
- $$q_u = h \cdot A_s \cdot (t_s - t_a) \quad (3)$$
- \dot{m} : التدفق الكتلي للهواء ضمن المجمع [kg/s]، ويعطى بالمعادلة التالية: [3]
- $$\dot{m} = \rho \cdot v \cdot A \quad (4)$$
- h : معامل انتقال الحرارة بالحمل [$W/m^2 \cdot ^{\circ}C$].
- t_s : درجة حرارة الصفيحة الماصة [$^{\circ}C$].
- A_s : مساحة سطح الصفيحة الماصة [m^2].
- t_a : درجة حرارة الهواء المار فوق الصفيحة الماصة [$^{\circ}C$].

6- النتائج:

تم اجراء المرحلة الأولى من التجارب خلال شهر نيسان عام 2020 وكانت حالة الجو غائم ، ويظهر في الشكل(3): نتائج المرحلة الأولى (جو غائم) من الاختبارات على النماذج الأربعة لمجمع الشمسي الهوائي.

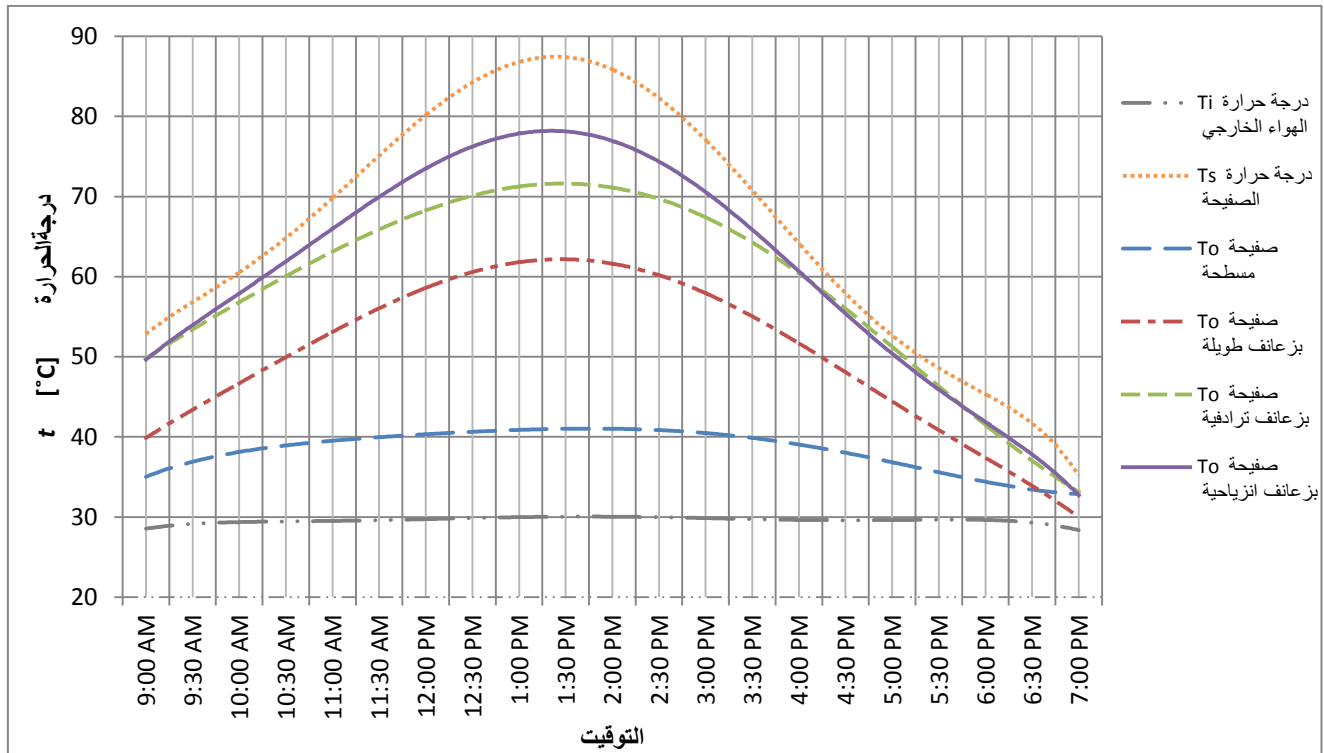


الشكل (3): نتائج المرحلة الأولى (جو غائم) من الاختبارات على النماذج الأربعة لمجمع الشمسي الهوائي.

بينت التجارب أن أعلى درجة حرارة كانت عند استخدام الصفيحة الماصة ذات الزعانف الإنزياحية حيث بلغت $t_o = 58^{\circ}C$ ، ثم عند استخدام الصفيحة الماصة ذات الزعانف الترادفية بلغت درجة الحرارة $t_o = 54^{\circ}C$ ، و عند استخدام الصفيحة الماصة ذات الزعانف الطويلة بلغت درجة الحرارة $t_o = 49^{\circ}C$ ، أما في حالة الصفيحة الماصة المسطحة فقد كانت أعلى درجة حرارة $t_o = 35^{\circ}C$ ، وجميع القيم السابقة كانت

عند الساعة 12:30 ظهراً ، وبدرجة حرارة خارجية $t_i = 26^\circ C$ ، وبمقارنة القيم السابقة نجد أنه عند اختبار الصفيحة ذات الزعانف الإنزياحية ارتفعت قيمة $\Delta t_{max} = t_o - t_i [C^\circ]$ ثلاثة أضعاف ونصف عن Δt_{max} للصفحة المسطحة، وبمقدار ثلاثة أضعاف عند اختبار الصفيحة ذات الزعانف الترادفية ، بينما في حال اضافة الزعانف الطويلة فقد كانت زيادة Δt_{max} تقارب ضعفين ونصف عن Δt_{max} للصفحة المسطحة.

وتم اجراء المرحلة الثانية من الاختبارات خلال شهر تموز عام 2020 وكانت حالة الجو مشمس ، ويظهر في الشكل(4): نتائج المرحلة الثانية (جو مشمس) من الاختبارات على النماذج الأربعة لمجمع الشمسي الهوائي.



الشكل (4): نتائج المرحلة الثانية (جو مشمس) من الاختبارات على النماذج الأربعة لمجمع الشمسي الهوائي.

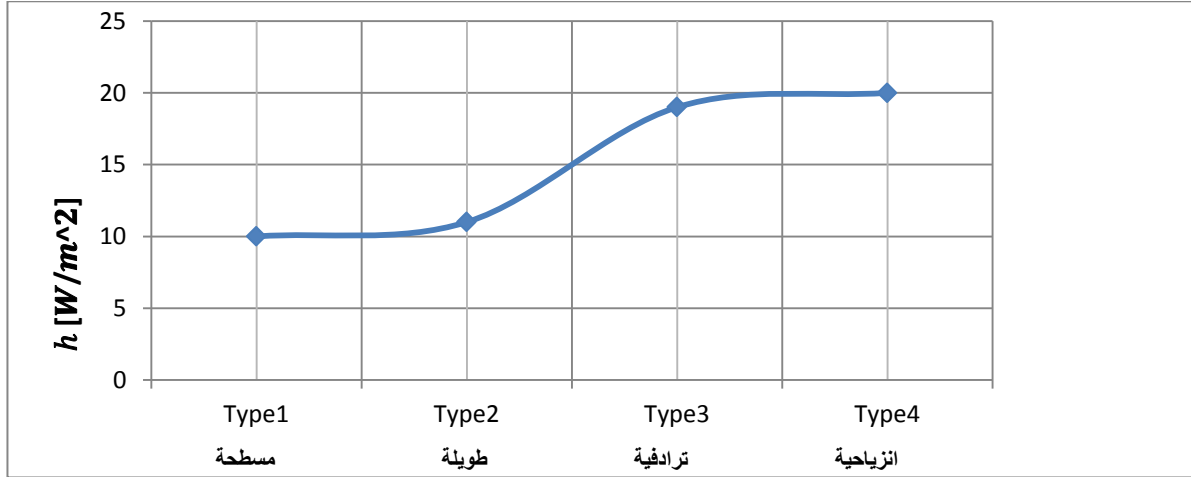
بينت التجارب أن أعلى درجة حرارة كانت عند استخدام الصفيحة الماصة ذات الزعانف الإنزياحية حيث بلغت $t_o = 78^\circ C$ ، ثم عند استخدام الصفيحة الماصة ذات الزعانف الترادفية بلغت درجة الحرارة $t_o = 71^\circ C$ ، و عند استخدام الصفيحة الماصة ذات الزعانف الطويلة بلغت درجة الحرارة $t_o = 62^\circ C$ ، أما في حالة الصفيحة الماصة المسطحة فقد كانت أعلى درجة حرارة $t_o = 41^\circ C$ ، وجميع القيم السابقة كانت عند الساعة 1:30 ظهراً ، وبدرجة حرارة خارجية $t_i = 30^\circ C$ ، وبمقارنة القيم السابقة نجد أنه عند اختبار الصفيحة ذات الزعانف الإنزياحية ارتفعت قيمة $\Delta t_{max} = t_o - t_i [C^\circ]$ أربعة أضعاف ونصف عن Δt_{max} للصفحة المسطحة، وبمقدار أربعة أضعاف عند اختبار الصفيحة ذات الزعانف الترادفية، بينما في حال اضافة الزعانف الطويلة فقد كانت زيادة Δt_{max} تقارب ثلاثة أضعاف عن Δt_{max} للصفحة المسطحة..

7- المناقشة:

لحساب معدل انتقال الحرارة ومردود المجمع الشمسي الهوائي عند كل قياس تم كتابة برنامج في Excel استناداً إلى المعادلات (1) ، (2) ، (3)، وبناءً على نتائج هذا البرنامج يمكن رسم مخططات توضح تغيّر البارامترات الأساسية للنماذج الأربعة لمجمع الشمسي الهوائي.

7-1 معامل الحمل الحراري h :

ارتفع معامل الحمل الحراري في المرحلتين بشكل واضح لمجمع ذي للصفحة المزعفة بشكل ترادفي والصفحة المزعفة بشكل انزياحي بمقدار الضعف تقريباً عن قيمته لمجمع ذي الصفحة المزعفة بزعانف طويلة والصفحة المسطحة، ويظهر الشكل (5): تغيّر متوسط معامل الحمل الحراري h نسبة إلى تغيّر شكل الصفحة الماصة:

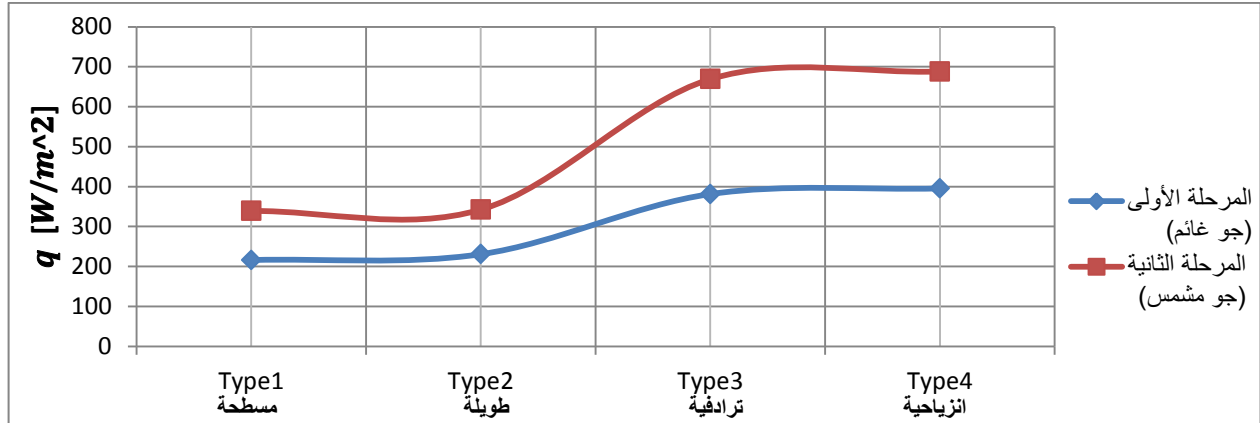


الشكل (5): تغيّر متوسط معامل الحمل الحراري h نسبة إلى تغيّر شكل الصفحة الماصة.

بالمقارنة بين متوسط معامل الحمل الحراري لمجمع ذي الصفحة المسطحة والمجمع ذي الصفحة المزعفة بشكل انزياحي نلاحظ ارتفاع قيمة متوسط معامل انتقال الحرارة من القيمة $h = 10 \text{ W/m}^2 \cdot ^\circ\text{C}$ وحتى القيمة $h = 20 \text{ W/m}^2 \cdot ^\circ\text{C}$ للمجمع ذي الصفحة المزعفة بشكل انزياحي، مما يدل على أن الصفحة الماصة المزعفة بشكل انزياحي كان لها أعلى متوسط معامل حمل حراري بين الصفائح الأربعة المختبرة .

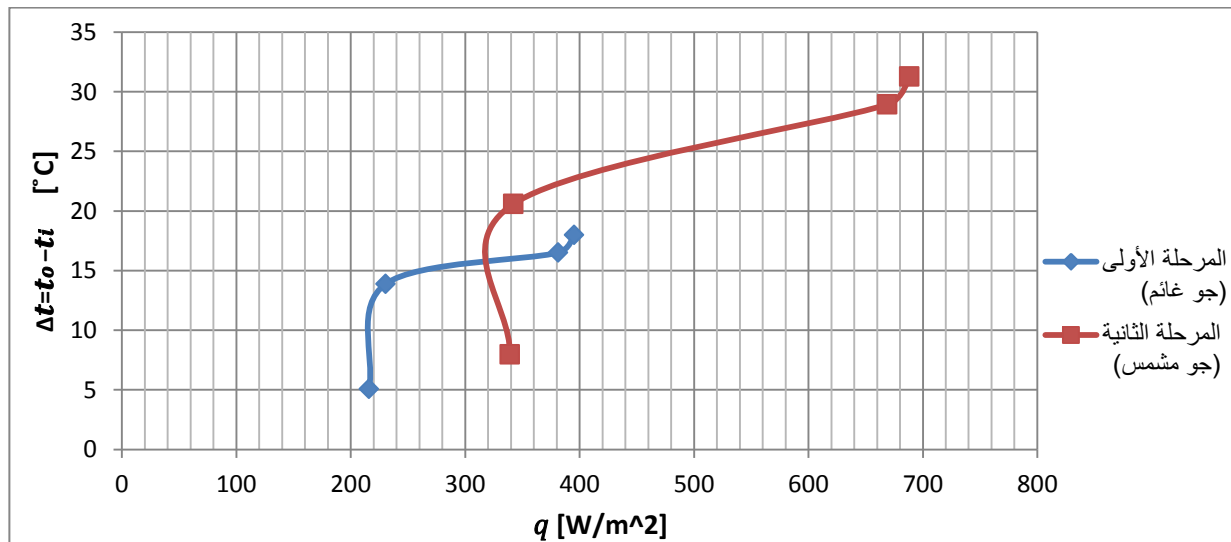
6-2-1 التدفق الحراري \dot{q} :

إن التدفق الحراري يزداد بازدياد الإشعاع الشمسي وبما يتوافق مع الزيادة في معامل الحمل الحراري h ، ويظهر في الشكل (6) تغيّر متوسط التدفق الحراري \dot{q} نسبة إلى تغيّر شكل الصفحة الماصة.



الشكل (6): تغيّر متوسط التدفق الحراري \dot{q} نسبة إلى تغيّر شكل الصفيحة الماصة.

بالمقارنة بين التدفق الحراري لمجمع ذي الصفيحة المسطحة والمجمع ذي الصفيحة المزعنة بشكل انزياحي في الشكل (6) نلاحظ ازدياد قيمة التدفق الحراري للصفيحة المزعنة بشكل انزياحي من القيمة $\dot{q} = 216 \text{ W/m}^2$ وحتى القيمة $\dot{q} = 395.42 \text{ W/m}^2$ في المرحلة الأولى (جو غائم)، وأيضاً من القيمة $\dot{q} = 339 \text{ W/m}^2$ وحتى القيمة $\dot{q} = 688 \text{ W/m}^2$ في المرحلة الثانية (جو مشمس)، حيث ازدادت قيم التدفق الحراري لمجمع ذي الصفيحة المزعنة بشكل ترادفي والصفيحة المزعنة بشكل انزياحي بمقدار الضعف عنها في المجمع ذي الصفيحتين المسطحة والصفيحة ذات الزعانف الطويلة، وتعتبر هذه الزيادة منطقية بسبب زيادة معامل انتقال الحرارة لمجمع ذي الصفيحة المزعنة بشكل انزياحي والصفيحة المسطحة كما هو موضح في الشكل (5) بالتالي تؤدي إلى زيادة فرق درجات الحرارة بين مدخل ومخرج المجمع ، ويبين الشكل (7) متوسط تغيّر درجات الحرارة $\Delta t = t_o - t_i$ نسبة إلى تغيّر التدفق الحراري \dot{q} للصفائح الأربعة .



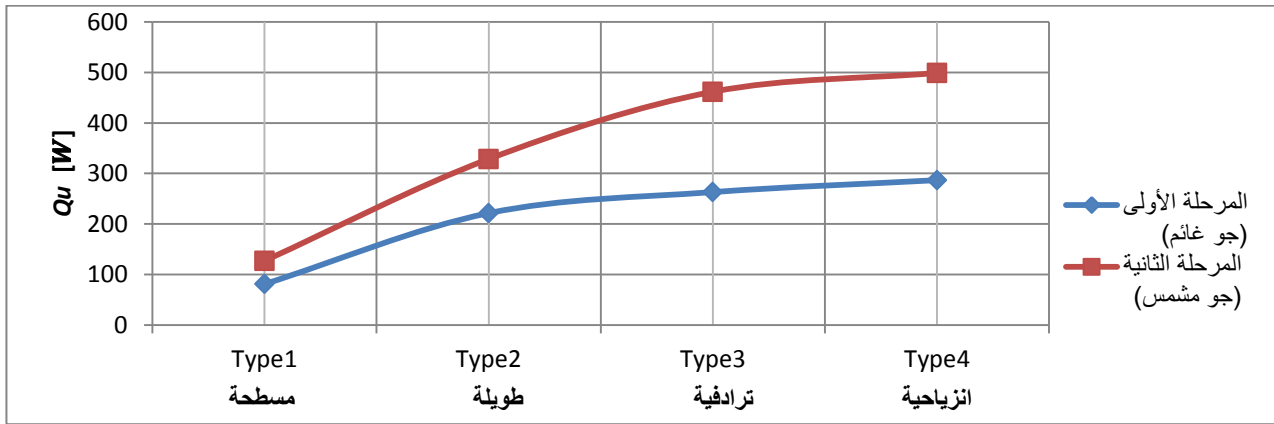
الشكل (7): متوسط تغيّر درجات الحرارة $\Delta t = t_o - t_i$ نسبة إلى تغيّر متوسط التدفق الحراري \dot{q} للصفائح الماصة الأربعة.

ونلاحظ من الشكل (7) أن أكبر زيادة في متوسط فرق الحرارة بين مخرج المجمع و الهواء الخارجي في المرحلة الأولى (جو غائم) للقياس $\Delta t = 18 \text{ }^\circ\text{C}$ لمجمع ذي الصفيحة الماصة المزودة بزعانف انزياحية عند متوسط تدفق $\dot{q} = 395 \text{ W/m}^2$ ، بينما كانت أدنى زيادة $\Delta t = 5 \text{ }^\circ\text{C}$ لمجمع ذي الصفيحة الماصة المسطحة عند

متوسط تدفق $\dot{q} = 216 \text{ W/m}^2$ ، وبلغت أكبر زيادة في متوسط فرق الحرارة بين مخرج المجمع و الهواء الخارجي في المرحلة الثانية (جو مشمس) للقياس $\Delta t = 31 \text{ }^\circ\text{C}$ لمجمع ذي الصفيحة الماصة المزودة بزعانف انزياحية عند متوسط تدفق حراري $\dot{q} = 688 \text{ W/m}^2$ ، بينما كانت أدنى زيادة $\Delta t = 8 \text{ }^\circ\text{C}$ لمجمع ذي الصفيحة الماصة المسطحة عند متوسط تدفق حراري $\dot{q} = 339 \text{ W/m}^2$

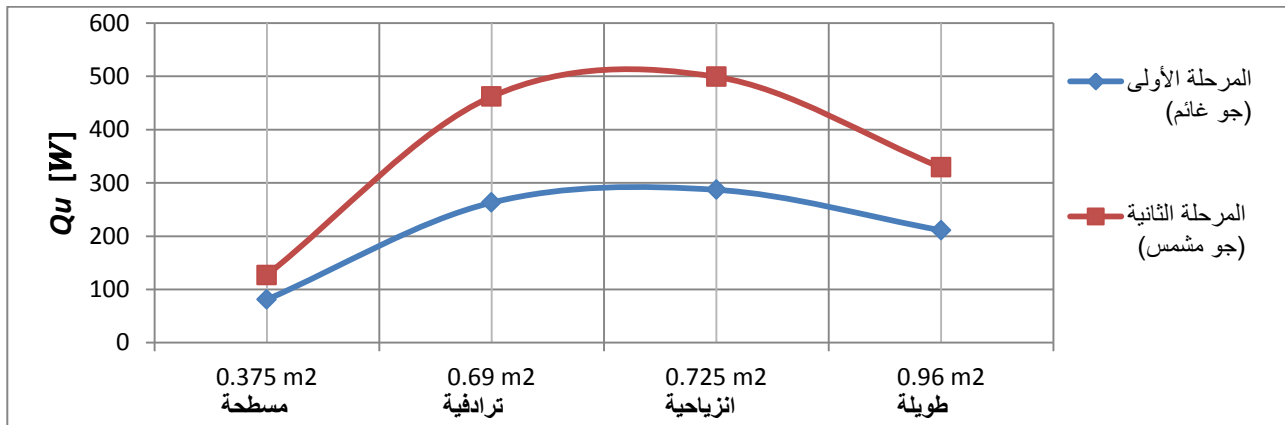
2-2-6 الطاقة المفيدة Q_u :

ارتفعت قيمة الطاقة المفيدة الناتجة عن المجمع الشمسي عند اضافة الزعانف إلى الصفيحة الماصة وهذا يعود إلى زيادة مساحة سطح الصفيحة الماصة، وكان الارتفاع أكبر عند المرحلة الثانية (جو مشمس) للقياس بسبب زيادة الإشعاع الشمسي، و يوضح الشكل (8) تغير متوسط الطاقة المفيدة Q_u نسبة إلى شكل الصفيحة الماصة.



الشكل (8): تغير متوسط الطاقة المفيدة Q_u نسبة إلى شكل الصفيحة الماصة.

نلاحظ من الشكل (8) أن أعلى قيمة للطاقة المفيدة الناتجة عن المجمع الشمسي كانت لمجمع ذو الصفيحة الماصة المزودة بزعانف انزياحية وبلغت $Q_u = 287 \text{ W}$ في المرحلة الأولى (جو غائم)، أما عند المرحلة الثانية (جو مشمس) فقد كانت الطاقة المفيدة الناتجة عن المجمع الشمسي ذو الصفيحة الماصة المزودة بزعانف انزياحية $Q_u = 500 \text{ W}$ ، ويوضح الشكل (9) متوسط الطاقة المفيدة Q_u نسبة إلى مساحة سطح الصفيحة الماصة.

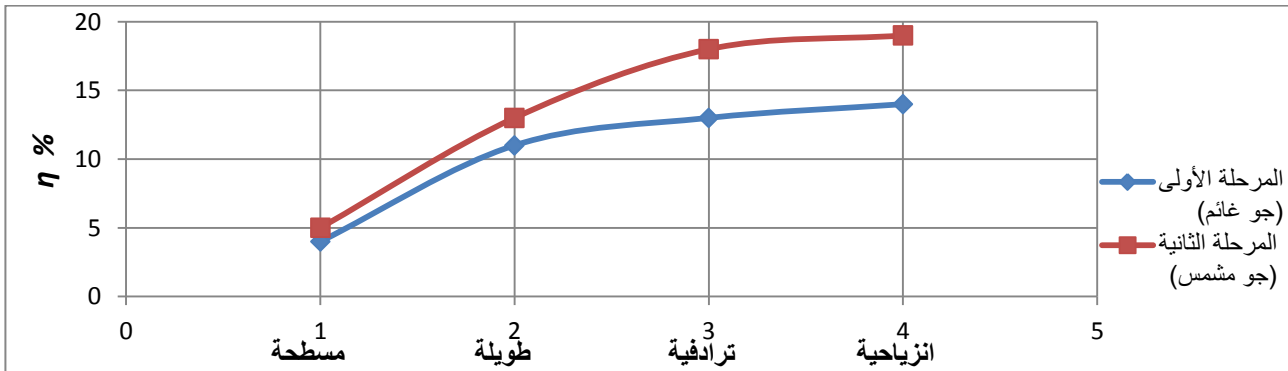


الشكل (9): متوسط الطاقة المفيدة Q_u نسبة إلى مساحة سطح الصفيحة الماصة.

نلاحظ من الشكل (9) ازدياد الطاقة المفيدة المنتقلة عبر الصفيحة الماصة ذات الزعانف الإنزياحية والصفيحة ذات الزعانف الترادفية بالمقارنة مع الصفيحة ذات الزعانف الطويلة بالرغم من ازدياد مساحة سطحها، وذلك يعود إلى انقطاع الزعانف حيث تحافظ الصفيحة الماصة المزعنة بزعانف قصيرة متقطعة على معامل حمل حراري عالي بسبب انفصال الطبقة الحدية في نهاية الزعنف وإعادة تشكيلها عند بداية الزعنف .

3-2-6 مردود المجمع η :

يتأثر مردود المجمع الشمسي الهوائي بشكل مباشر بالطاقة المفيدة الناتجة عن هذا المجمع ، كما يزداد مردود المجمع الشمسي عند اضافة الزعانف إلى الصفيحة الماصة، و الشكل (10) يوضح تغير متوسط مردود المجمع الشمسي η نسبة إلى تغير شكل الصفيحة الماصة.



الشكل (10): تغير متوسط مردود المجمع الشمسي η نسبة إلى تغير شكل الصفيحة الماصة.

نلاحظ من الشكل (10) بالمقارنة مع مردود المجمع الشمسي ذو الصفيحة الماصة المسطحة أن أكبر زيادة في مردود المجمع الشمسي كانت عند استخدام المجمع ذي الصفيحة الماصة المزودة بزعانف انزياحية، حيث ازداد المردود بمقدار 10 % في المرحلة الأولى (جو غائم)، أما في المرحلة الثانية (جو مشمس) كانت أكبر زيادة بالمردود 14%.

8- الاستنتاجات:

- تم في هذه الدراسة اختبار أربعة صفائح ماصة للمجمعات الشمسية على مرحلتين، كانت قيمة الإشعاع الشمسي الكلي في المرحلة الأولى (جو غائم) $I_{c1} = 5333 W/m^2$ وفي المرحلة الثانية (جو مشمس) $I_{c2} = 6933 W/m^2$ ، مع ثبات تدفق الهواء عبر للمجمع، وقد بينت التجارب أن:
- أعلى درجة حرارة للمجمع الشمسي الهوائي كانت عند استخدام الصفيحة الماصة المزودة بزعانف انزياحية حيث بلغت $t_o = 78^\circ C$ ، ثم عند استخدام الصفيحة الماصة ذات الزعانف الترادفية حيث بلغت درجة الحرارة $t_o = 71^\circ C$ ، و عند استخدام الصفيحة الماصة ذات الزعانف الطويلة بلغت درجة الحرارة $t_o = 62^\circ C$ ، أما في حالة الصفيحة الماصة المسطحة فقد كانت أعلى درجة حرارة $t_o = 41^\circ C$.
- أعلى قيمة لمتوسط معامل الحمل الحراري للمجمع الشمسي الهوائي كانت عند استخدام الصفيحة الماصة المزودة بزعانف انزياحية حيث بلغت $h = 20 W/m^2 \cdot ^\circ C$ ، ثم عند استخدام الصفيحة الماصة ذات الزعانف الترادفية حيث بلغت $h = 19 W/m^2 \cdot ^\circ C$ ، وعند استخدام الصفيحة الماصة ذات الزعانف

الطويلة بلغت قيمة متوسط معامل الحمل الحراري $h = 11 \text{ W/m}^2 \cdot ^\circ\text{C}$ ، أما في حالة الصفيحة الماصة المسطحة فقد كانت أعلى قيمة لمتوسط معامل الحمل الحراري هي $h = 10 \text{ W/m}^2 \cdot ^\circ\text{C}$.

- سجلت أعلى قيمة لمردود المجمع الشمسي الهوائي عند استخدام الصفيحة الماصة المزودة بزعانف انزياحية حيث بلغت $\eta = 29\%$ ، ثم عند استخدام الصفيحة الماصة ذات الزعانف الترادفية كانت $\eta = 25\%$ ، وعند استخدام الصفيحة الماصة ذات الزعانف الطويلة بلغت قيمة المردود $\eta = 20\%$ ، أما في حالة الصفيحة الماصة المسطحة فقد كانت أعلى قيمة للمردود هي $\eta = 7\%$.

9- التوصيات:

- استخدام هذا النوع من المجمعات الشمسية لأغراض التدفئة والتكييف باستخدام مبادل حراري خارجي.
- استخدام هذا النوع من المجمعات الشمسية لأغراض الزراعية في البيوت البلاستيكية والزجاجية ويتم التحكم بدرجات الحرارة عن طريق منظمات ومتحكمات خاصة.

المراجع

- [1] G. Löff, "Solar Space Heating with Air and Liquid Systems", Philosophical Transactions of the Royal Society of London 295:1414 (February 7, 1980), 349-359.
- [2] Mohammad Ansari; Majid Bazargan, "Optimization of Flat Plate Solar Air Heaters with Ribbed Surfaces", Applied Thermal Engineering,(2018).
- [3] A. Fodholi; K. Sopian; M. Ruslan; M. Othman, "Performance and cost benefits analysis of double-pass solar collector with and without fins", Energy Conversion and Management 76 (2013) 8–19.
- [4] N. Moummi; S. Youcef-Ali; A. Moummi; J.Y. Desmons, "Energy analysis of a solar air collector with rows of fins", Renewable Energy 29 (2004) 2053–2064.
- [5] E. Akpınar ; F. Koçyiğit, "Experimental investigation of thermal performance of solar air heater having different obstacles on absorber plates", International Communications in Heat and Mass Transfer 37 (2010) 416.
- [6] Sumer Singh Patel; Atul Lanjewar, "Experimental analysis for augmentation of heat transfer in multiple discrete Vpatterns combined with staggered ribs solar air heater", Renewable Energy Focus , Volume 25, Number 00, June 2018.
- [7] R. Karthikeyan; R. Arul Kumar; P. Manikandan; A. K. Senthilnathan, "Investigation of solar air heater with phase change materials using packed bed absorber plate", Available online 27 July 2020.
- [8] Mehran Ahmadi; Golnoosh Mostafavi; Majid Bahrami, "Natural convection from rectangular interrupted fins", International Journal of Thermal Sciences, 82 (2014) 62e71.
- [9] A. Hachemi, "Thermal performance enhancement of solar air heaters, by a fan-blown absorber plate with rectangular fins", International journal of energy research, vol. 19,567-578 (1995).
- [10] A. Saxena; G. Srivastava; V. Tirth, "Design and thermal performance evaluation of a novel solar air heater" Renewable Energy 77 (2015) 501-511.
