Kirkuk University Journal /Scientific Studies (KUJSS)
Volume 12, Issue 1, January 2017
ISSN 1992 – 0849

Theoretical and Experimental Study for the Effect of Mass Flow Rate and concentration ratio of PTC Close Type Solar Collector in Kirkuk City

Hussain S. Akbar[1] , Ahmad H. Ahmad[2], Ahmad S.Mohammad[3]

[1,3] Kirkuk University, Physics Dept., Kirkuk, Iraq

[2] North Technical University, Al-Haweja Institute

Abstract:

Theoretical and experimental study has been used to analysis close type solar collector PTC in south of Kirkuk city in Iraq 43°.53" longitude, 35°.25" width with elevation of 217 m. The mass flow rate of water and concentration ratio are (0.00083, 0.0011, 0.00138, 0.00166 Kg/sec) and (10, 14, 22) respectively. The measurements and calculations were conduct, which lasted for two season winter and summer, from 9AM to 5PM. The experimental study show that the efficiency of PTC in summer increase in winter from (5 - 7)%, the efficiency is increase with increasing of mass flow rate consequently, then the efficiency is a function of mass flow rate. The efficiency of PTC increased with decreasing of concentration ratio. The maximum value of efficiency is 20% in summer decreased to 15% in winter when the mass flow rate 0.00083 Kg/sec with concentration ratio 22 then increase to 33% in summer and 22% in winter at the same concentration ratio with mass flow rate of 0.00166 Kg/sec, also the experimental study show that the efficiency in summer higher than it in winter by about (10 - 15)% is increased with decrease concentration ratio to reach in summer to 27% and 18% in winter when the mass flow rate 0.00083 Kg/sec with

Kirkuk University Journal /Scientific Studies (KUJSS)
Volume 12, Issue 1, January 2017
ISSN 1992 – 0849

concentration ratio 10 while the efficiency is 42% in summer and 29% in winter at maximum mass flow rate of 0.00166 Kg/sec, and the same concentration ratio . The theoretical study has been performed according to ASHRAE 93-1986 (RA-91) for assessment of performance of PTC solar collector. The theoretical results showed that the theoretical efficiency is 50% and increase to reach 63% with increase the mass flow rate from minimum to maximum value when the concentration ratio is constant. The reason of this error because of the necessary assumption are used in ASHRAE 93-1986 (RA-91) such as steady state conditions which are difficult established in solar energy.

***Keywords*:** Solar energy, solar collector, mass flow rate, concentration ratio, PTC.

Kirkuk University Journal /Scientific Studies (KUJSS)
Volume 12, Issue 1, January 2017
ISSN 1992 – 0849

دراسة نظرية وعملية لتأثير كمية التدفق ونسبة التركيز على أداء مجمع شمسي من نوع القطع المكافئ الأسطواني المغلق في مدينة كركوك

حسين صالح أكبر [١] أحمد حسن أحمد [٢] أحمد صالح محمد [٣]

[١،٣] جامعة كركوك – قسم الفيزياء ، كلية العلوم

[1] drhussainsalihakber@yahoo.com

[2] ahmeds@yahoo.com

[٢] الجامعة التقنية الشمالية / المعهد التقني الحويجة

[3] Ahmadh@yahoo.com

الملخص:

أجريت دراسة نظرية وعملية لأداء مجمع شمسي من نوع القطع المكافئ الأسطواني المغلق جنوب مدينة كركوك شمال العراق عند خط طول″43º.53 وخط عرض ″35º.25 وأرتفاع 217m فوق مستوى سطح البحر, تم أختيار معدل تدفق كتلي للمائع المستخدم وهو الماء 0.00083, 0.0011, 0.00138, 0.00166 Kg/sec وبنسب تركيز: 10، 14، 22 على التوالي لفصلي الشتاء والصيف، تبدأ القراءات عند الساعة التاسعة صباحاً وتنتهي عند الساعة الخامسة مساءً, أثبتت النتائج أن الكفاءة العملية في فصل الصيف تفوق الكفاءة العملية في فصل الشتاء بمقدار يتراوح من (5-7)% ويبدو واضحا أنها في فصل الصيف تصل إلى أعلى قيمة لها 20% وفي فصل الشتاء 15% عند أقل تدفق كتلي (0.00083 Kg/sec) ونسبة تركيز(22) لتزداد تدريجياً مع زيادة كمية التدفق الكتلي لتصل إلى أعلى قيمة لها 33% في فصل الصيف و 22% في فصل الشتاء عند تدفق كتلي (0.00166 Kg/sec) لنفس نسبة التركيز أعلاه، كما أثبتت النتائج أن الكفاءة العملية في فصل الصيف تفوق الكفاءة العملية لفصل الشتاء بمقدار يتراوح من(10- 15)% لتصل في فصل الصيف إلى أعلى قيمة لها 27% وفي فصل الشتاء 18% عند أقل تدفق ونسبة تركيز(10) وتزداد تدريجياً مع زيادة كمية التدفق الكتلي لتصل إلى أعلى قيمة لها 42% في فصل الصيف 29% في فصل الشتاء عند نسبة التركيز (10).

Kirkuk University Journal /Scientific Studies (KUJSS)
Volume 12, Issue 1, January 2017
ISSN 1992 – 0849

أجريت الدراسة النظرية وفق معيار أشري ASHRAE 93-1986 (RA-91) لتقييم أداء اللاقط الشمسي, أثبتت النتائج النظرية أن الكفاءة النظرية تبدأ بـ 50% وتزداد نسبياً مع زيادة التدفق الكتلي لتصل إلى 63% عند ثبوت نسبة التركيز, والفرق بين الحل النظري والعملي يأتي من عدم تطبيق كافة فرضيات نموذج أشري وذلك لصعوبة تطبيق شروط حالة الأستقرار.

الكلمات الدالة: الطاقة الشمسية، المجمع الشمسي، كمية التدفق ، نسبة التركيز, PTC.

Kirkuk University Journal /Scientific Studies (KUJSS)
Volume 12, Issue 1, January 2017
ISSN 1992 – 0849

١- المقدمة (Introduction)

أصبحت أزمة الطاقة من أهم المشكلات التي يواجهها العالم حالياً بسبب الزيادة الكبيرة والمستمرة في أستهلاك الطاقة الذي يقابله أحتياطي محدد من موارد الطاقة التقليدية فضلاً عن أرتفاع كبير في أسعار الوقود والمشكلات البيئية التي تسببها مصادر الوقود التقليدية لذا عمد الباحثون إلى التفكير بتطوير مصادر جديدة وبديلة لها, وتوجهت الأنظار إلى الطاقات المتجددة وعلى رأسها الطاقة الشمسية وبدأت البحوث والدراسات لمواجهة حقيقة نضوب الوقود التقليدي واستبداله بطاقة متجددة غير ناضبة وغير ملوثة للبيئة حيث قام الباحث [QiBin LIU واخرون)[2010][1] بأستخدام أسلوب فعالِ في تطوير التقنية الكهربائية الناتجة من التقنية الحرارية الشمسية في الصين, وهي بناء لاقط حوضي نوع القطع المكافئ (PTCS) لتوليد الطاقة الحرارية، حيث تم دراسة الأداء وبأستخدام مائع الزيت الصناعي كسائلَ لنقلِ الحرارة (HTF) أستخدم نسب تدفق مختلفة من المائع(HTF) , وجد أن كفاءة المجمع الشمسي ذو القطع المكافئ (PTCS) كانت بحدود (60% - 40), ووجد أن هناك تأخيراً معيناً في درجة حرارة المائع (HTF) في الأستجابة للفيض الشمسي والذي يعد أحد العوامل المهمة في تصميم(PTCS), بين أيضاً تأثير خسارة الحرارَة على كفاءة اللاقط حيث وجد أن هناك خسارة مقدارها (220W/m) تتولد على الأنبوب الحامل للجريان عندما يكون الفرق مقداره(180°C) بين درجة حرارة الأنبوب ودرجة حرارة الجو المحيط، أي بنسبة قرابة الـ (10%) من مقدار الطاقة الشمسية الكلية الساقطة على اللاقط. قام (Muhammad M. Rahman واخرون)[2011][2] بدراسة عملية لمعرفة كفاءة المجمع الشمسي ذو القطع المكافئ تحت ظروف تشغيلية مختلفة ومن ثم تحليل خسائر أنتقال الحرارة لمعرفة أداء المجمع الشمسي, تم أستخدام طرق التحليلات العددية في حل المعادلات الخاصة بالمجمع الشمسي وأستنتج أن هذا النوع من المجمعات يعتبر من أفضل المجمعات حيث أنه أقل خسائراً لأنتقال الحرارة الأمر الذي يجعل من أداءه جيداً تحت ظروف مختلفة.

قام (Subhi S. Mahammed وزملائه)[2012][3] بدراسة نظرية لمجمع شمسي ذو عاكس مزدوج على شكل قطع مكافئ وبأستخدام برنامج (فورتران 90) تم الحصول على الكفاءة النظرية للمجمع الشمسي وكانت بحدود (60 - 67)% عند تدفق كتلي يتراوح بين (0.02 – 0.03)kg/s وعند نسبة تركيز (3.8) وبدون نظام تعقب شمسي, كما أستنتج الباحثون أن زيادة كمية الإشعاع الشمسي تؤدي إلى زيادة الطاقة المستفاد منها. قام **(احمد ذياب احمد) عام (2014)** [4] بإجراء دراسة نظرية وعملية لمعرفة كفاءة المجمع الشمسي من نوع القطع المكافئ مرة بأستخدام الماء ومرة أخرى بأستخدام الزيت كمائع ناقل للحرارة والمقارنة بينهما, ودراسة تأثير الإشعاع الشمسي

Kirkuk University Journal /Scientific Studies (KUJSS)
Volume 12, Issue 1, January 2017
ISSN 1992 – 0849

على كفاءة المجمع الشمسي وعلى درجة حرارة خروج المائع, كذلك تأثير معدل التدفق على كفاءة المجمع الشمسي, الدراسة أجريت لأشهر مختلفة من عام (2013), أجريت الأختبارات بمـــعدل تدفق كتلي ($0.13Kg/s$,0.116 ,0.066), القياســـــات أختيرت وفق معيار أشري ASHRAE 93- 1986 (RA – 91) في تقييم أداء اللاقط الشمسي, أجري الأختبار في مختبر الطاقة الشمسية التابع لكلية الهندسة بجامعة تكريت والواقعة شمال العراق عند خط طول(43.67°) وخط عرض(34.59°) وأرتفاع ($116m$) فوق مستوى سطح البحر, الجهاز مزود بمنظومة لتعقب حركة الشمس, بينت النتائج أن كفاءة المجمع الشمسي بأستخدام الماء كمائع هي أفضل من كفاءة نفس المجمع الشمسي فيما لو أستخدم زيت المحولات كمائع عند ظروف جوية متقاربة وأيضاً عند نفس معدل التدفق الكتلي, كما أظهرت النتائج أن درجة حرارة الماء الخارج من الأنبوب الماص وكفاءة المجمع الشمسي تزداد بزيادة الإشعاع الشمسي الساقط على اللاقط الشمسي, كما أن زيادة معدل التدفق الكتلي تؤدي إلى زيادة كفاءة المجمع الشمسي, قام **(حسام سامي ذياب) في عام (2014)** [5] بدراسة تمثل تصميم وتصنيع مجمع شمسي حوضي ذو مقطع أسطواني بطول($2.4m$) وبعرض($0.8m$) وبمساحة ($1.92m^2$) تم أستخدام نوعين من الأنابيب الماصة الأول مصنوع من النحاس والثاني مصنوع من النحاس ومغلف بأنبوب زجاجي مفرغ من الهواء, أجريت القياسات و الحسابات في موقع جامعة تكريت وبأستخدام أربع قيم من معدل التدفق الكتلي للماء $(0.08\ ,0.06\ ,0.0\dot{4}\ ,0.02\ Kg/sec)$ وأظهرت النتائج أن منحنيات الكفاءة العملية للمنظومة والطاقة الحرارية المفيدة التي تم امتصاصها من قبل الماء تنخفض انخفاضاً ملحوظاً عند أستخدام الأنبوب الماص النحاسي بالمقارنة مع الأنبوب الماص النحاسي المغلف بالزجاج الحراري والمفرغ من الهواء, وكلاهما يتناسبان طردياً مع معدل التدفق الكتلي للماء وكمية الإشعاع الشمسي الساقط على سطح الأرض حيث كانت أعلى كفاءة عملية للمنظومة(57.65%) في وقت الظهيرة (الذروة) في شهر حزيران وعند معدل تدفق كتلي($\dot{m}=0.08Kg/sec$), أما الخسائر الحرارية في الخزان فإنها تزداد بزيادة الفرق بين درجة حرارة الماء داخل الخزان ودرجة حرارة المحيط الخارجي.

تهدف الدراسة الحالية تصميم مجمع شمسي من نوع القطع المكافئ المغلق للأستفادة من ظاهرة الأحتباس الحراري وهي دراسة عملية ونظرية وبأستخدام المحاكاة والأسلوب العملي. للاستفادة من تركيز الإشعاع الشمسي الساقط وتجميعه على طول خط البؤرة بواسطة تمرير الماء في أنبوب من الألمنيوم ملفوف على أنبوب ساند من الحديد والأستفادة من عملية تدوير الماء وزيادة تعرضه للإشعاع

Kirkuk University Journal /Scientific Studies (KUJSS)
Volume 12, Issue 1, January 2017
ISSN 1992 – 0849

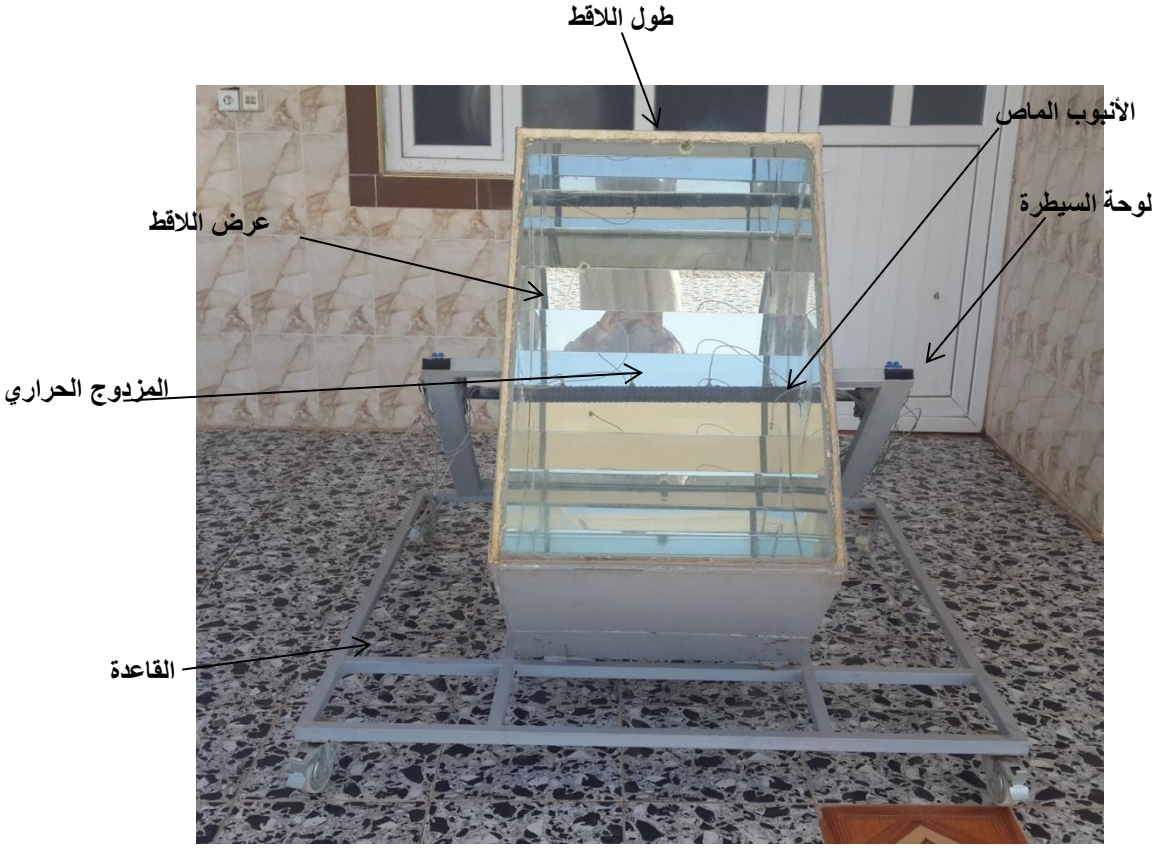
الشمسي المتوفر وذلك بتغيير المتغيرات التصميمية المتمثلة بنسبة التركيز والمتغيرات التشغيلية المتمثلة بكمية التدفق بالإضافة إلى تأثير شدة الإشعاع المتمثلة في رفع درجة حرارة المائع والمجمع وتأثيرها على الكفاءة .

١- طرق العمل (Methodology)

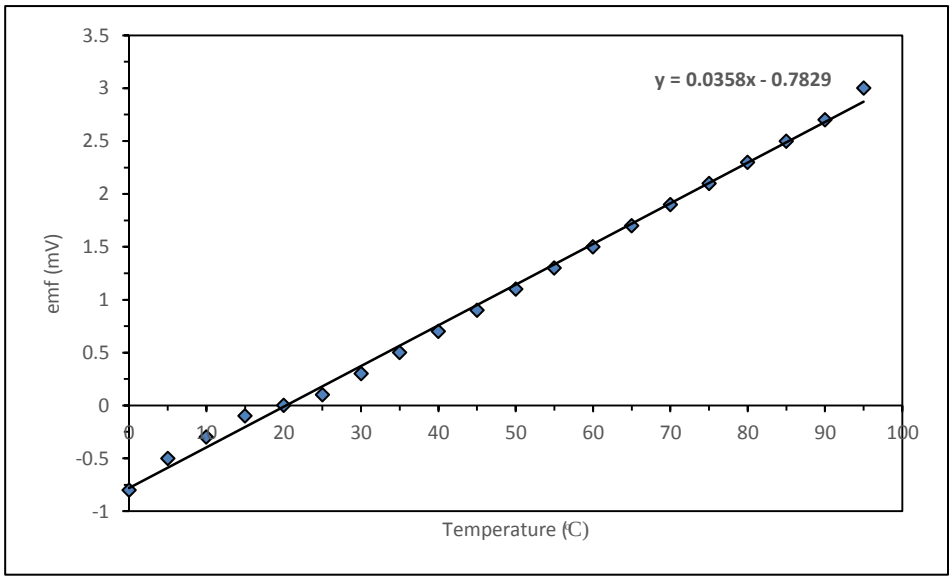
٢-١-٢: مواصفات المجمع الشمسي : (Specification of Solar Collector)

الشكل (1) يبين صورة توضيحية للمنظومة , إن المواصفات العامة للمجمع الشمسي المستخدم في البحث موضحة في الجدول (1) يتكون المجمع الشمسي ذو القطع المكافئ الاسطواني من الهيكل الحديدي الذي يتكون من جزئين القاعدة و الجزء المتحرك, اللاقط الشمسي المستخدم هو عبارة عن صفيحة من الحديد المغلون وتم تغطية الصفيحة المغلونة وتحديدا الجزء المقعر منها وجوانب الصندوق بقطع من المرايا ذات انعكاسية عالية بحدود(0.95) بعرض($10cm$), تم أختيار الأنبوب الماص من مادة الألمنيوم المقاوم للصدأ لف هذا الأنبوب على شكل لفات حول انبوب ساند من مادة الحديد لمسافة ($0.6\ m$) بمقدار عرض اللاقط, أستخدام ثلاثة انابيب ساندة بأقطار ($0.0254,0.0508,0.0762\ m$). تم طلاء الأنبوب بصبغ أسود غير لماع لزيادة امتصاصية الأنبوب وتقليل الانعكاس عنه, أستخدام غطاء زجاجي أبعاده ($1\ X0.64\ m$) من الزجاج الأعتيادي بسمك($4mm$) لتغطية سطح اللاقط, وأستخدم الماء كوسط ناقل للحرارة داخل الأنبوب الماص, لقياس شدة الإشعاع الشمسي أستخدم جهاز(Solar meter) وهو جهاز لقياس شدة الإشعاع الشمسي ($\boldsymbol{I_b}$) بشكل مباشر وبوحدات(W/m^2), إن السيطرة على مقدار تدفق المائع إلى الأنبوب الحامل للمائع تتم من خلال صمام للسيطرة على كمية الجريان للمائع, تم ربط نقطة خروج المائع من خزان الماء مع الانبوب الماص و نقطة خروج المائع من الأنبوب الماص مع نقطة الدخول إلى خزان تجميع الماء بوصلات مرنة, و أستخدمت مزدوجات حرارية من نوع K لقياس درجة حرارة المائع عند نقطة الدخول إلى الأنبوب الماص وعند نقطة خروجه, تم توصيل تلك المزدوجات الحرارية إلى لوحة سيطرة وضعت على جانبي المجمع حيث أجريت معايرة لهذه المزدوجات قبل البدء بالأختبار, وأستخدم جهاز متعدد الأغراض نوع (UNI – T) وذلك لتسجيل الأشارة المنقولة عبر المزدوج الحراري إلى لوحة السيطرة ومن ثم تحويلها إلى درجة حرارة وفق منحني المعايرة الشكل (2).

Kirkuk University Journal /Scientific Studies (KUJSS)
Volume 12, Issue 1, January 2017
ISSN 1992 – 0849



الشكل(1) صورة توضيحية للمنظومة.



الشكل (٢) منحني المعايرة لدرجة الحرارة والقوة الدافعة الكهربائية (emf) للمزدوجات الحرارية.

Kirkuk University Journal /Scientific Studies (KUJSS)
Volume 12, Issue 1, January 2017
ISSN 1992 – 0849

جدول (١) مواصفات المجمع الشمسي

العنصر	القيمة
طول اللاقط	0.6m
عرض اللاقط	0.97m
مساحة اللاقط	$0.582m^2$
طول الانبوب الماص (l) للأنبوب الساند قطر (0.0254m)	$7.66m$
طول الانبوب الماص (l) للأنبوب الساند قطر (0.0508m)	$12.05m$
طول الانبوب الماص (l) للأنبوب الساند قطر (0.0762m)	$16.43m$
القطر الداخلي للأنبوب الماص $(D_{r,i})$	0.008m
القطر الخارجي للأنبوب الماص $(D_{r,o})$	0.0095m
عامل الاعتراض(γ)	0.995
الانعكاسية للمرايا (ρ)	0.95
نفاذية الأنبوب الماص(τ) X إمتصاصية الأنبوب الماص(α_r)	0.99
الموصلية الحرارية للأنبوب(K_r)	250 W/m. K
الحرارة النوعية للأنبوب بثبوت الضغط (cp_r)	900 J/kg. ℃
ميكانيكية التتبع	يدوي
نمط التتبع	تتبع في محورين
نسبة التركيز للأنبوب الساند قطر (0.0254m)	22
نسبة التركيز للأنبوب الساند قطر (0.0508m)	13.89
نسبة التركيز للأنبوب الساند قطر (0.0762m)	10.19
زاوية الحافة	90°
الطول البؤري (f)	0.24m

Kirkuk University Journal /Scientific Studies (KUJSS)
Volume 12, Issue 1, January 2017
ISSN 1992 – 0849

٢-٢: حساب الكفاءة النظرية والعملية (Theoretical and Practical efficiency Calculation)

من أجل أن تكون هناك منهجية صحيحة في البحث فانه ينبغي أن تكون هناك معايير يتم العمل من خلالها للوصول إلى نتائج صحيحة لذلك أجريت الدراسة النظرية وفق معيار أشري (ASHRAE 93-1986) والذي يعتمد عليه في حسابات أنواع عديدة من المجمعات الشمسية ومنها المجمع المستخدم في هذه الدراسة, تم أعتماد الفرضيات التي أستخدمها كل من (Brooks) [6] والباحث (Lamprecht) [7] في حساب كفاءة اللاقط الشمسي, حيث أفترض حالة الأستقرار أثناء الأختبار, وأن طور المائع داخل الأنبوب الماص لايتغير, إهمال التغير في درجة حرارة السطح الخارجي للأنبوب الماص, ثبوت ضغط المائع داخل الأنبوب الماص, أهمال أنتقال الحرارة بالتوصيل بالأتجاه الطولي للأنبوب الماص, أنتقال الحرارة من الأنبوب الماص إلى المائع يتم بالحمل القسري, الجريان أضطرابي داخل الأنبوب الماص, تؤخذ معدلات درجة حرارة المائع، سرعة الرياح، الإشعاع الشمسي ودرجة الحرارة آنياً, تحسب الكفاءة البصرية للاقط من المعادلة التالية[8]:

$$\eta_o = \frac{s}{I_b} \qquad (1)$$

أما الإشعاع الشمسي الممتص من قبل الأنبوب الماص (s) فيحسب من العلاقة التالية [9, 10]:

$$s = I_b(\rho_a \tau \alpha_r \gamma) \qquad (2)$$

يمكن حساب معامل أنتقال الحرارة الكلي (U_L) من المعادلة التالية [11]:

$$U_L = h_w + h_{rad,r-sky} \qquad (3)$$

يحسب معامل أنتقال الحرارة بالحمل بسبب الرياح (h_w) من المعادلة التالية [11]:

$$h_w = 5.7 + 3.8V \qquad (4)$$

معامل أنتقال الحرارة بالإشعاع من الأنبوب الماص الى المحيط الخارجي ($h_{rad,r-sky}$) يحسب من المعادلة التالية [11]:

$$h_{rad,r-sky} = \varepsilon_r . \sigma (T_r + T_{sky})(T_r^2 + T_{sky}^2) \qquad (5)$$

درجة حرارة السماء (T_{sky}) تحسب من المعادلة الاتية [11]:

Kirkuk University Journal /Scientific Studies (KUJSS)
Volume 12, Issue 1, January 2017
ISSN 1992 – 0849

$$T_{sky} = 0.055T_a^{1.5} \quad (6)$$

درجة حرارة الانبوب الماص T_r تحسب من المعادلة التالية [11]:

$$T_r = T_{m,f} + \frac{\dot{m}cp_r(T_{f,o} - T_{f,i})}{h_{c,i}.A_{r,i}} \quad (7)$$

تحسب متوسط درجة الحرارة $(T_{f,m})$ من المعادلة [11]:

$$T_{f,m} = T_{f,i} + \frac{Q_u}{A_{r,i}.U_L.f_r}\left(1 - \frac{f_r}{f'}\right) \quad (8)$$

الطاقة الحرارية المفيدة (Q_u) تحسب من المعادلة التالية [11]:

$$Q_u = A_a.f_r\left[s - \frac{A_r}{A_a}U_L(T_{f,i} - T_{amb})\right] \quad (9)$$

أما درجة حرارة خروج المائع $(T_{f,o})$ تحسب من المعادلة التالية [11]:

$$T_{f,o} = T_{f,i} + \frac{Q_u}{\dot{m}^{\circ}cp} \quad (10)$$

معامل أنتقال الحرارة داخل الأنبوب الماص $(h_{c,i})$ يحسب من المعادلة التالية [12]:

$$h_{c,i} = \frac{K_f}{D_{r,i}}\left[3.6 + \frac{0.668\left(\frac{D_{r,i}}{L}\right)R_{e,f}.P_{r,f}}{1 + 0.04\left[\left(\frac{D_{r,i}}{L}\right)R_{e,f}.P_{r,f}\right]^{2/3}}\right] \quad (11)$$

يحسب عدد رينولد $(R_{e,f})$ من المعادلة التالية [12,13]:

$$R_{e,f} = \frac{4\dot{m}}{\pi\rho_f.v_f.D_{r,i}} \quad (12)$$

معامل كفاءة اللاقط الشمسي (F') يحسب من المعادلة التالية [14]:

Kirkuk University Journal /Scientific Studies (KUJSS)
Volume 12, Issue 1, January 2017
ISSN 1992 – 0849

$$F' = \frac{1/U_L}{\frac{1}{U_L} + \frac{D_{r,o}}{h_{c,i} . D_{r,i}} + \frac{D_{r,o} \ln(D_{r,o}/D_{r,i})}{2K_r}} \quad (13)$$

معامل أزالة الحرارة (F_R) يحسب من المعادلة التالية [13,14]:

$$F_R = \frac{\dot{m}_f cp_f}{A_r . U_L}\left[1 - \exp\left(\frac{-A_{r,i} . U_L F'}{\dot{m}_f . cp_f}\right)\right] \quad (14)$$

تحسب الكفاءة الحرارية الآنية للمجمع الشمسي ($_{th}$) من المعادلة [14]:

$$\eta_{th} = F_R\left[\eta_o - \frac{U_L(T_{f,i} - T_{amb})}{I_b . C}\right] \quad (15)$$

أستخدم برنامج (MATLAB) لحساب الكفاءة الحرارية للاقط.

أما الكفاءة العملية تحسب من المعادلة التالية [14]:

$$\eta_{Exp} = \frac{\dot{m}C_p(T_{f,O} - T_{f,i})}{A_a \cdot I_b} \quad (16)$$

٣- النتائج والمناقشة (Results and Discussion)

تم إجراء الأختبارات العملية لتحديد كفاءة المنظومة الشمسية نوع حوضي القطع المكافئ PTC المغلق في الظروف الجوية جنوب مدينة كركوك لفصلي الشتاء والصيف من عام 2015 ولأشهر مختلفة من فصلي الشتاء والصيف حيث يبدأ الأختبار من الصباح الباكر وينتهي قبل الغروب وكان المائع المستخدم لنقل الحرارة هو الماء.

أجريت الدراسة لبيان تأثير كمية التدفق الكتلي على أداء المجمع الشمسي حيث تم أختيار أربع كميات للتدفق الكتلي 0.00083, 0.0011, 0.00138, 0.00166 Kg/sec على التوالي, يبين الشكل (3) تغير درجة الحرارة ليومين مختارين من فصلي الشتاء والصيف ويبدو واضحاً أن أعلى درجة حرارة للجو في فصل الشتاء ليوم 17ك1 هي 15 °C أما أعلى درجة حرارة لفصل الصيف هي 48 °C ليوم 4 آب, تم أختيار الأيام أعلاه للإشارة إلى أعلى وأدنى درجة حرارة خلال العام وذلك كون الكفاءة هي دالة لدرجة الحرارة ومن خلال متابعة منحني الكفاءة العملية نلاحظ أنه يشبه في السلوك منحني درجة الحرارة وشدة الاشعاع, الشكل (4) يوضح توزيع شدة الإشعاع الشمسي للأيام المناظرة أعلاه

Kirkuk University Journal /Scientific Studies (KUJSS)
Volume 12, Issue 1, January 2017
ISSN 1992 – 0849

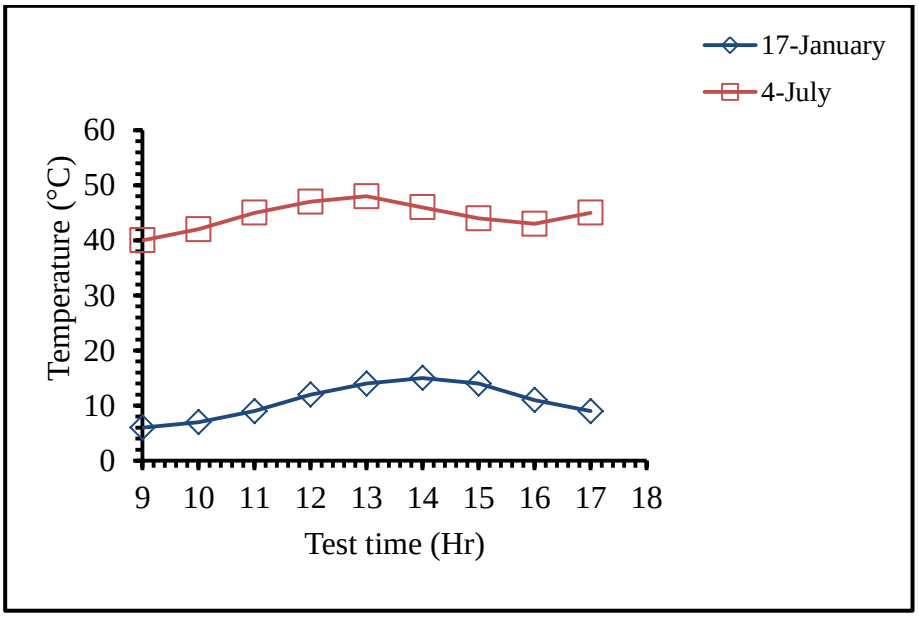
خلال اليوم منذ طلوع الشمس حتى الغروب ويتضح أن أعلى قيمة لشدة الإشعاع ليوم 4 آب هي 1000 W/m^2 و أعلى قيمة ليوم 17ك1 هي W/m^2 700، الغرض من عرض الأشكال أعلاه هو لبيان أعتماد كفاءة اللاقط الشمسي مستقبلاً على درجة الحرارة وشدة الاشعاع الشمسي, تمثل الأشكال (8،7،6،5) تغير الكفاءة العملية مع وقت القياس مقارنة مع الكفاءة النظرية عند ثبوت نسبة تركيز (22) وتدفق كتلي يبدأ بأدنى قيمة 0.00083 Kg/sec وينتهي بأعلى قيمة 0.00166 Kg/sec, أثبتت النتائج أن الكفاءة العملية في فصل الصيف تفوق الكفاءة العملية لفصل الشتاء بمقدار يتراوح من(5-7)% ويبدو واضحاً أنها في فصل الصيف تصل أعلى قيمة لها 20% وفي فصل الشتاء 15% عند أقل تدفق ونسبة تركيز(22) لتزداد تدريجياً مع زيادة كمية التدفق الكتلي لتصل إلى أعلى قيمة لها 33% في فصل الصيف و 22% في فصل الشتاء, بلغت أعلى قيمة للكفاءة النظرية 50% عند أدنى تدفق وتزداد نسبياً لتصل إلى 63% عند أعلى تدفق لنفس نسبة التركيز, أما الفرق بين الكفاءة النظرية لفصلي الشتاء والصيف عند نفس نسبة التركيز ولجميع كميات التدفق الكتلي لا يتجاوز 1.5%, تمثل الاشكال (12،11،10،9) تغير الكفاءة العملية مع وقت القياس مقارنة مع الكفاءة النظرية عند نسبة تركيز (14) وتدفق كتلي يبدأ بأدنى قيمة 0.00083 Kg/sec وينتهي بأعلى قيمة 0.00166 Kg/sec أثبتت النتائج أن الكفاءة العملية في فصل الصيف تفوق الكفاءة العملية لفصل الشتاء بمقدار يتراوح من(10-17)% ويبدو واضحاً أنها في فصل الصيف تصل أعلى قيمة لها 26% وفي فصل الشتاء 17% عند أقل تدفق ونسبة تركيز(14) لتزداد تدريجياً مع زيادة كمية التدفق الكتلي لتصل إلى أعلى قيمة لها 37% في فصل الصيف و 25% في فصل الشتاء. بلغت أعلى قيمة للكفاءة النظرية 40% عند أدنى تدفق وتزداد نسبياً لتصل إلى 56% عند أعلى تدفق لنفس نسبة التركيز أما الفرق بين الكفاءة النظرية لفصلي الشتاء والصيف عند نفس نسبة التركيز ولجميع كميات التدفق الكتلي لا يتجاوز 1.5%, تمثل الاشكال (16،15،14،13) تغير الكفاءة العملية مع وقت القياس مقارنة مع الكفاءة النظرية عند نسبة تركيز (10) وتدفق كتلي يبدأ بأدنى قيمة 0.00083 Kg/sec وينتهي بأعلى قيمة 0.00166 Kg/sec, أثبتت النتائج أن الكفاءة العملية في فصل الصيف تفوق الكفاءة العملية لفصل الشتاء بمقدار يتراوح من(10- 15)%, يبدو واضحاً أنها في فصل الصيف تصل أعلى قيمة لها 27% وفي فصل الشتاء 18% عند أقل تدفق ونسبة تركيز(10) لتزداد تدريجياً مع زيادة كمية التدفق الكتلي لتصل إلى أعلى قيمة لها 42% في فصل الصيف و 29% في فصل الشتاء, بلغت أعلى قيمة للكفاءة النظرية 35% عند أدنى تدفق وتزداد نسبيا لتصل إلى 49% عند أعلى تدفق لنفس نسبة

Kirkuk University Journal /Scientific Studies (KUJSS)
Volume 12, Issue 1, January 2017
ISSN 1992 – 0849

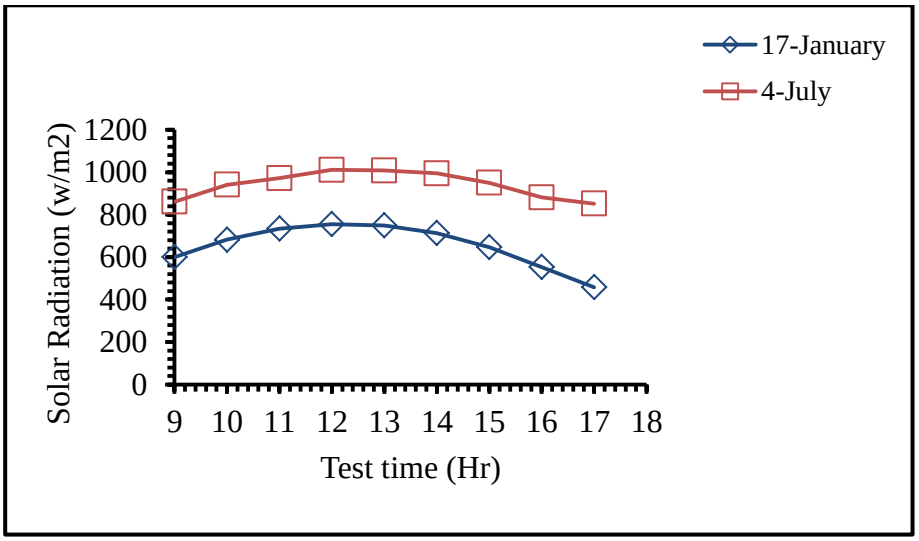
التركيز أما الفرق بين الكفاءة النظرية لفصلي الشتاء والصيف عند نفس نسبة التركيز ولجميع كميات التدفق الكتلي لا يتجاوز 1.5% حسب ما مثبت في كل شكل لأيام متفرقة من فصلي الشتاء والصيف, أثبتت الدراسة النظرية وفق نموذج أشري والدراسة العملية أن الكفاءة تتناسب طردياً مع كمية التدفق الكتلي لجميع نسب التركيز, ويعزى ذلك إلى أن زيادة كمية الماء المتدفق خلال المجمع يساعد على سحب أكبر كمية من الحرارة من المجمع الشمسي وبالتالي يكون هناك تحسن في الكفاءة, وهذ لا يتنافا مع المبادئ الأساسية لأنتقال الحرارة إذ أن الحرارة تنتقل من سطح الأنبوب الماص إلى المائع بالحمل و بالتأكيد زيادة التدفق يعني زيادة السرعة وبالنتيجة زيادة عدد رينولد على أعتبار ثبوت المتغيرات الأخرى وبدوره يودي إلى زيادة معامل أنتقال الحرارة بالحمل لذلك يمكن أعتبار هذا التفسير وافي.

أما تأثير نسبة التركيز في الكفاءة النظرية كلما أزدادت نسبة التركيز أزدادت الكفاءة أي أن العلاقة طردية, أما الكفاءة العملية فيلاحظ من الأشكال أنها تتناسب عكسياً مع نسبة التركيز، لأنه كلما قلت نسبة التركيز بزيادة قطر الانبوب الساند أزداد زمن التبادل الحراري بين الأنبوب الماص والمائع وهذا يعني زيادة كمية الحرارة المنتقلة ، بالإضافة الى الفرق الواضح بين السلوك في الشتاء والصيف، وذلك كون درجة الحرارة وشدة الاشعاع في الفصلين تختلف اختلاف واضح كما موضح في الشكلين (4،3) وهنا تظهر الحاجة من عرض العلاقة بين درجة الحرارة وشدة الاشعاع مع الزمن خلال الفصلين, ومن خلال ملاحظة جميع الأشكال يتبين أن كفاءة المجمع الشمسي بعد الساعة (13:00)PM تنخفض أنخفاضاً طفيفاً إلى غروب الشمس, لأن الغطاء يوفر أحتباس حراري للمجمع يقلل من تأثير أنخفاض درجة حرارة الهواء الخارجي وسرعة الرياح التي لها الدور الأكبر في أنخفاض درجة حرارة المجمع وبالتالي تقلل الكفاءة.

Kirkuk University Journal /Scientific Studies (KUJSS)
Volume 12, Issue 1, January 2017
ISSN 1992 – 0849

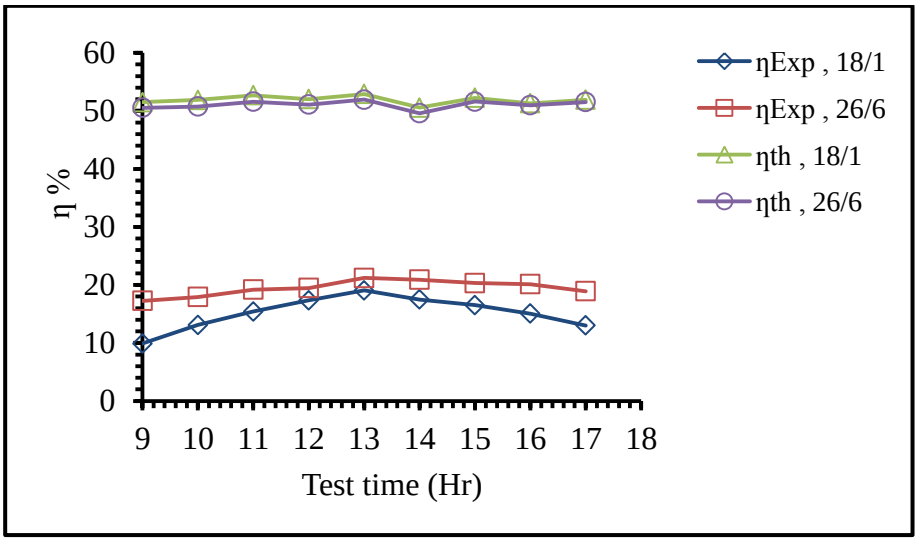


الشكل (3) تغير درجات الحرارة مع الزمن لفصلي الشتاء والصيف من عام 2015.

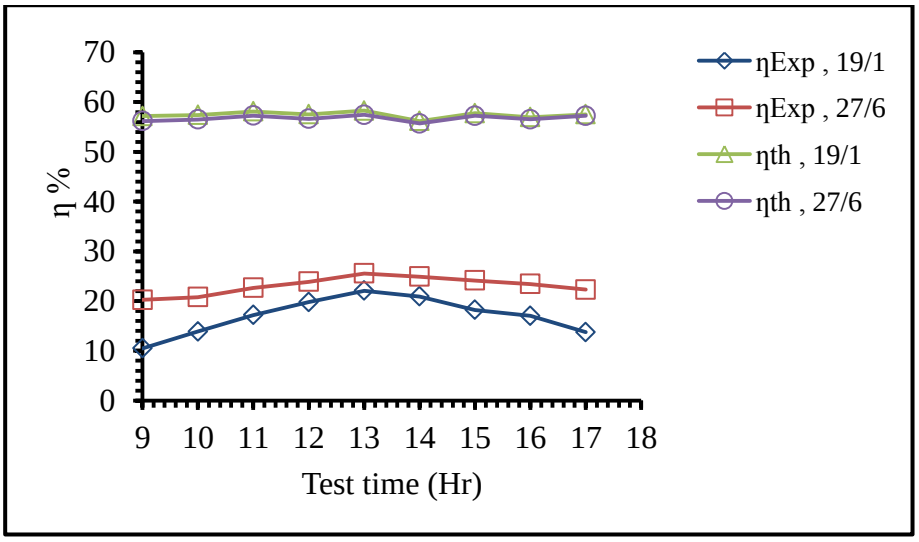


الشكل (4) تغير الاشعاع الشمسي مع الزمن لفصلي الشتاء والصيف من عام 2015.

Kirkuk University Journal /Scientific Studies (KUJSS)
Volume 12, Issue 1, January 2017
ISSN 1992 – 0849

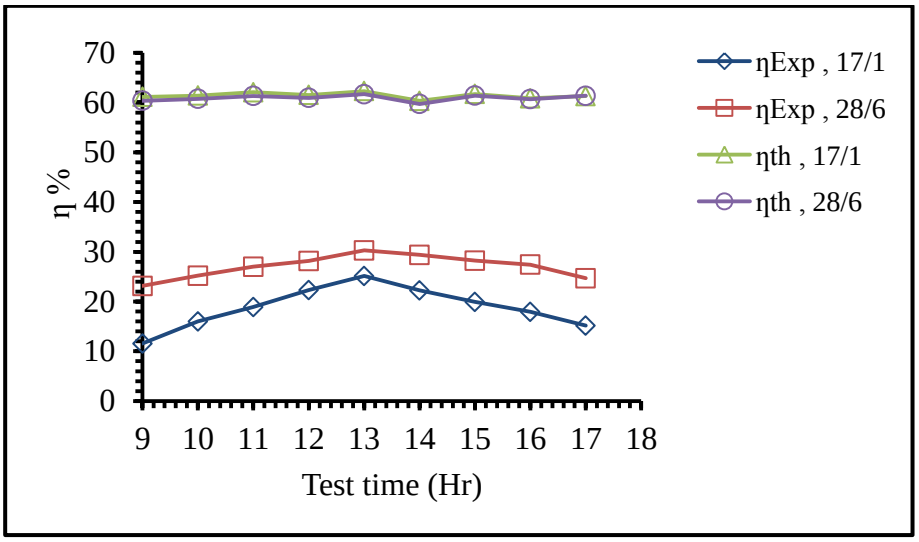


الشكل(5) تغير الكفاءة العملية والنظرية مع الزمن لفصلي الشتاء والصيف من عام 2015 بمعدل تدفق كتلي($0.00083kg/sec$) ونسبة تركيز(22) .

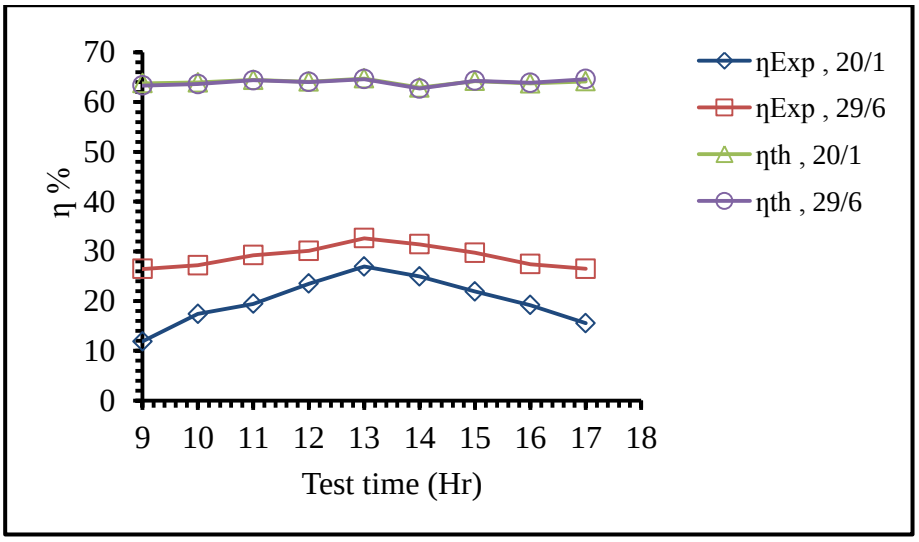


الشكل(6) تغير الكفاءة العملية والنظرية مع الزمن لفصلي الشتاء والصيف من عام 2015 بمعدل تدفق كتلي($0.0011kg/sec$) ونسبة تركيز(22) .

Kirkuk University Journal /Scientific Studies (KUJSS)
Volume 12, Issue 1, January 2017
ISSN 1992 – 0849

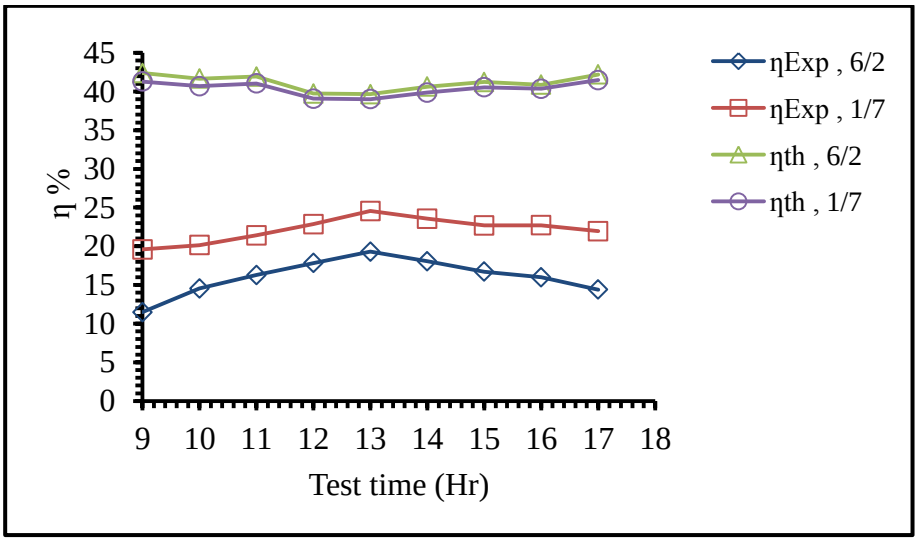


الشكل(7) تغير الكفاءة العملية والنظرية مع الزمن لفصلي الشتاء والصيف من عام 2015 بمعدل تدفق كتلي($0.00138kg/sec$) ونسبة تركيز(22) .

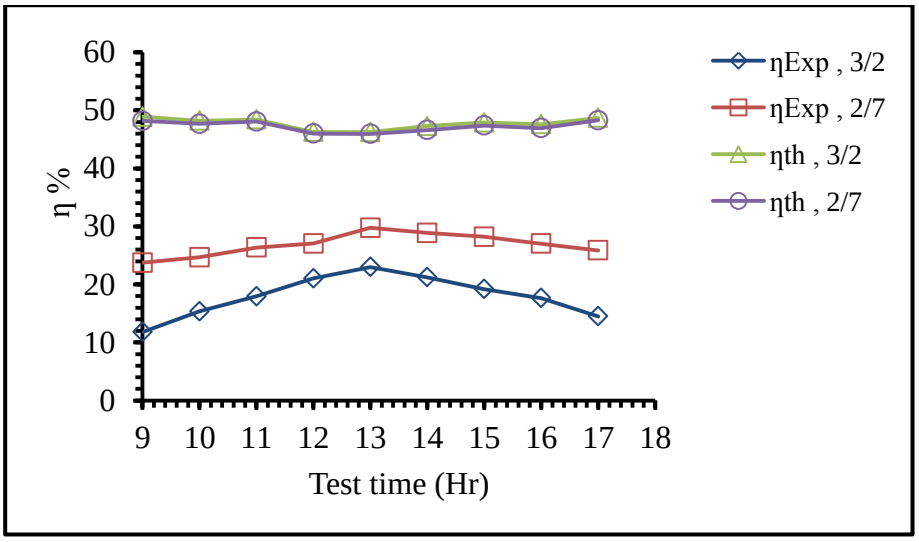


الشكل(8) تغير الكفاءة العملية والنظرية مع الزمن لفصلي الشتاء والصيف من عام 2015 بمعدل تدفق كتلي($0.00166kg/sec$) ونسبة تركيز(22) .

Kirkuk University Journal /Scientific Studies (KUJSS)
Volume 12, Issue 1, January 2017
ISSN 1992 – 0849

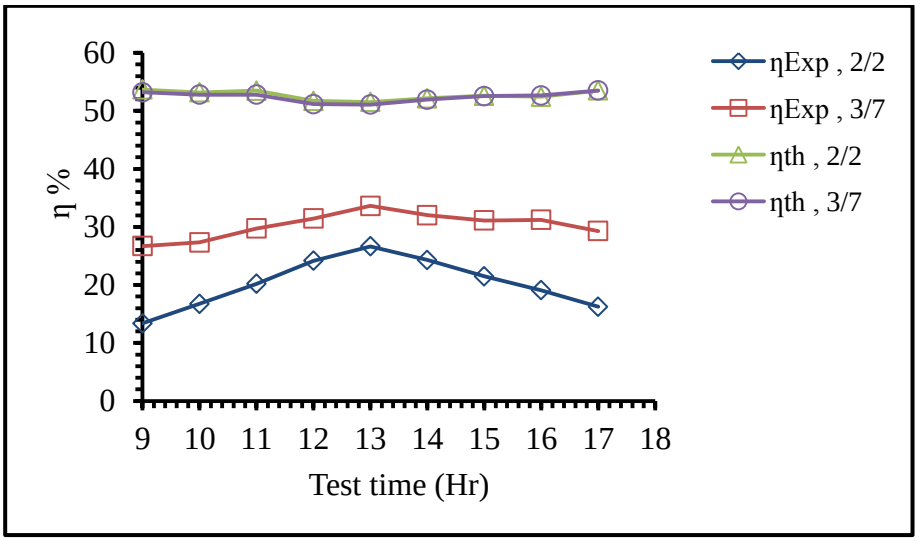


الشكل(9) تغير الكفاءة العملية والنظرية مع الزمن لفصلي الشتاء والصيف من عام 2015 بمعدل تدفق كتلي($0.00083kg/sec$) ونسبة تركيز(14) .

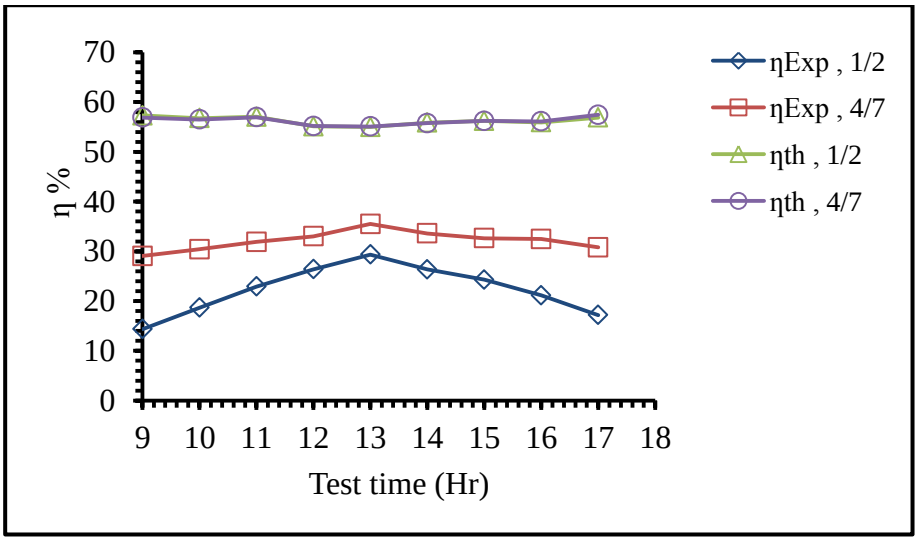


الشكل(10) تغير الكفاءة العملية والنظرية مع الزمن لفصلي الشتاء والصيف من عام 2015 بمعدل تدفق كتلي($0.0011kg/sec$) ونسبة تركيز(14) .

Kirkuk University Journal /Scientific Studies (KUJSS)
Volume 12, Issue 1, January 2017
ISSN 1992 – 0849

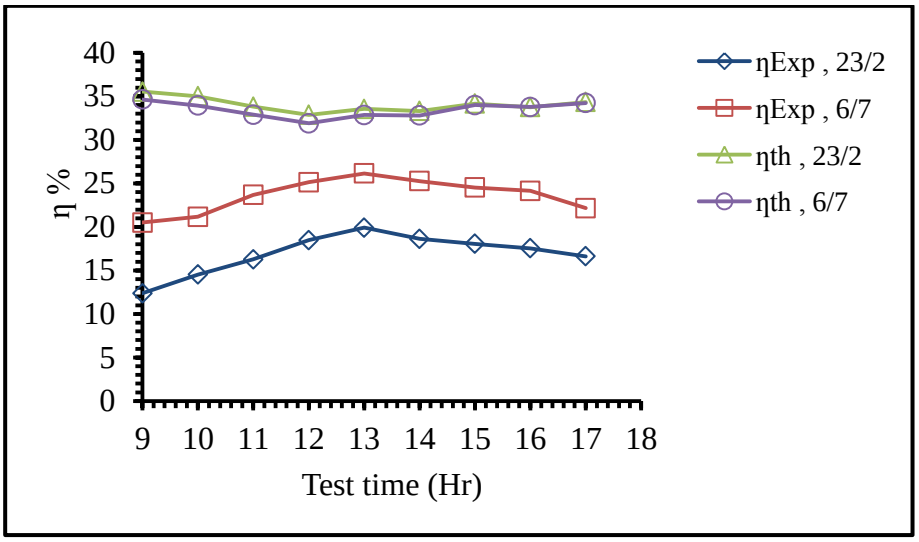


الشكل(11) تغير الكفاءة العملية والنظرية مع الزمن لفصلي الشتاء والصيف من عام 2015 بمعدل تدفق كتلي($0.00138kg/sec$) ونسبة تركيز(14) .

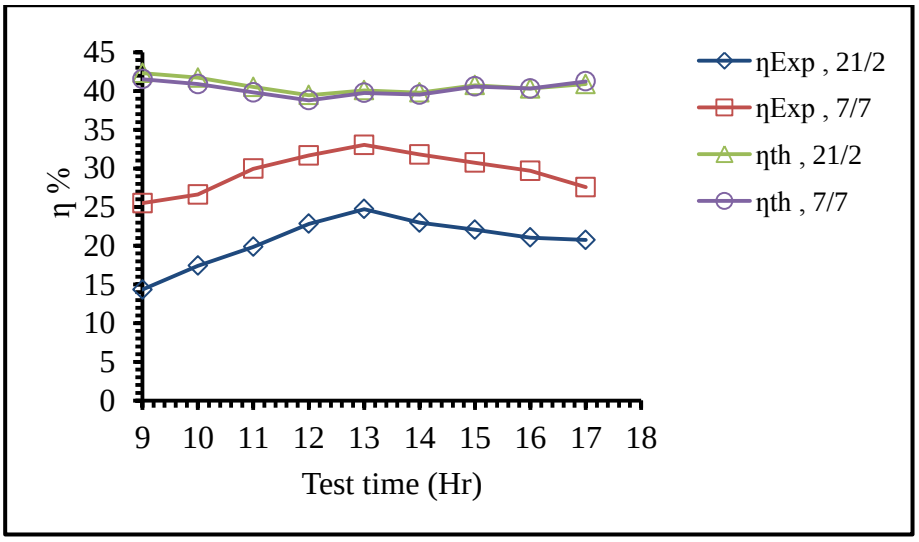


الشكل(12) تغير الكفاءة العملية والنظرية مع الزمن لفصلي الشتاء والصيف من عام 2015 بمعدل تدفق كتلي($0.00166kg/sec$) ونسبة تركيز(14) .

Kirkuk University Journal /Scientific Studies (KUJSS)
Volume 12, Issue 1, January 2017
ISSN 1992 – 0849

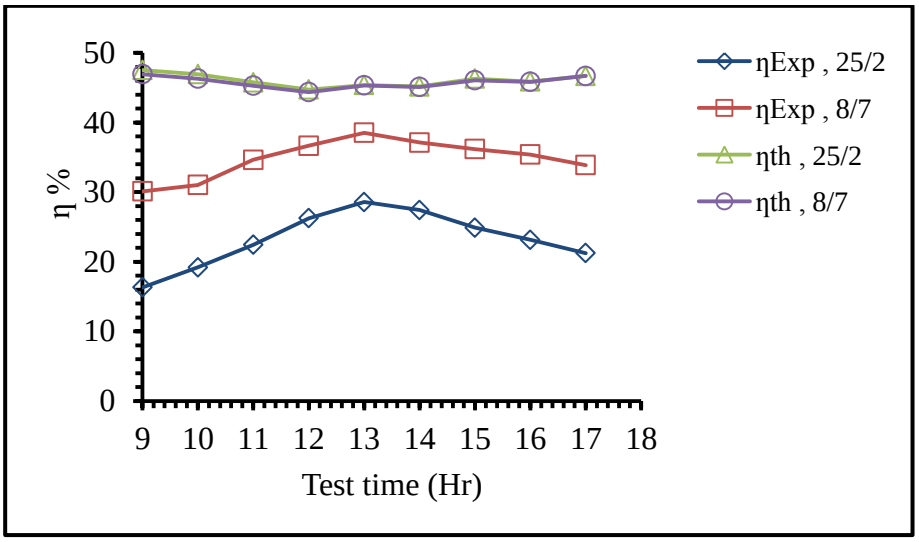


الشكل (13)تغير الكفاءة العملية والنظرية مع الزمن لفصلي الشتاء والصيف من عام 2015 بمعدل تدفق كتلي($0.00083kg/sec$) ونسبة تركيز(10) .

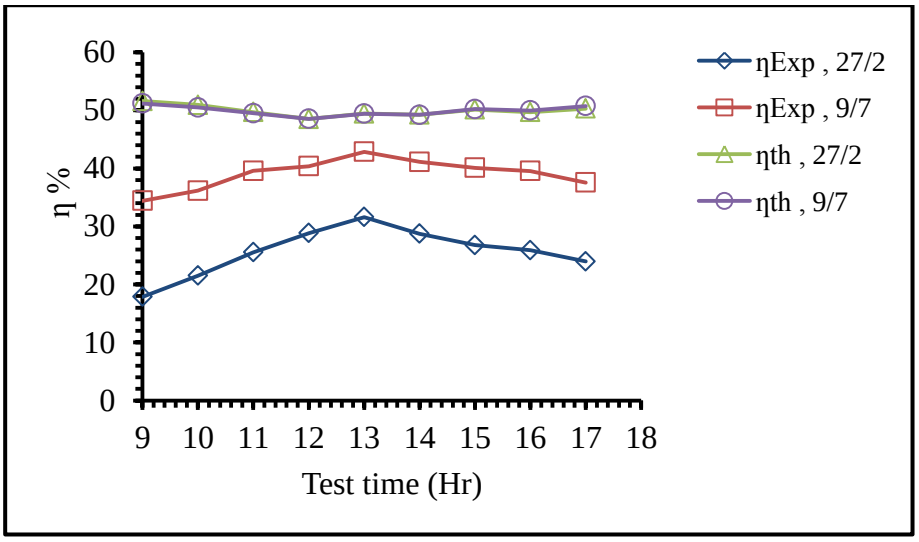


الشكل (14) تغير الكفاءة العملية والنظرية مع الزمن لفصلي الشتاء والصيف من عام 2015 بمعدل تدفق كتلي($0.0011kg/sec$) ونسبة تركيز(10) .

Kirkuk University Journal /Scientific Studies (KUJSS)
Volume 12, Issue 1, January 2017
ISSN 1992 – 0849



الشكل (15)تغير الكفاءة العملية والنظرية مع الزمن لفصلي الشتاء والصيف من عام 2015 بمعدل تدفق كتلي($0.00138kg/sec$) ونسبة تركيز(10) .



الشكل (16)تغير الكفاءة العملية والنظرية مع الزمن لفصلي الشتاء والصيف من عام 2015 بمعدل تدفق كتلي($0.00166kg/sec$) ونسبة تركيز(10) .

Kirkuk University Journal /Scientific Studies (KUJSS)
Volume 12, Issue 1, January 2017
ISSN 1992 – 0849

٣- الاستنتاجات (Conclusions)

خلال التجارب العملية والنتائج التي تم الحصول عليها نستنتج ما يلي :

١. كفاءة المجمع الشمسي تزداد بزيادة درجة الحرارة وكمية الإشعاع الشمسي الساقط على وحدة المساحة, فضلا عن ذلك أنها تزداد بزيادة كمية التدفق الكتلي للمائع إلى حد معين وأنخفاض نسبة التركيز إلى حد معين، وأن أفضل كفاءة تم الحصول عيها عند الساعة (13: 00)PM في فصل الصيف.

٢. إن وجود الغطاء الزجاجي يقلل من الضياع الحراري, ويحمي اللاقط من تأثير الأحـوال الجوية (الغبار, الرطوبة, والتأكسد)

Kirkuk University Journal /Scientific Studies (KUJSS)
Volume 12, Issue 1, January 2017
ISSN 1992 – 0849

المصادر: (References)

[1] LIU QiBin1, WANG YaLong1,2, GAO ZhiChao1,2, SUI Jun1*, JIN HongGuang1 & LI HePing3," Experimental investigation on a parabolic trough solar collector for thermal power generation", January (2010) Vol. 53 No.1: 52−56.

[2] M. M. Rahman, Heat transfer analysis of parabolic trough solar receiver, Applied Energy 88(2011) 5097-5110.

[3] S. S. Mahammed, Theoretical Study of the Compound Parabolic Trough Solar Collector. Tikrit Journal of Engineering Science, Vol.19, No.2, June 2012 (1-9).

[4] أحمد ذياب أحمد – دراسة نظرية وعملية لمركز شمسي من نوع القطع المكافئ الافقي باستخدام منظومة تعقب, رسالة ماجستير, جامعة تكريت , 2014 .

[5] حسام سامي ذياب الجنابي – دراسة وتحليل نظام شمسي من نوع القطع المكافئ باستخدام المحاكاة والاسلوب العلمي وبالتتبع التلقائي , رسالة ماجستير , جامعة تكريت , 2015.

[6] M. J. Brooks, Performance of a Parabolic Trough Solar Collector, Thesis for the Degree of Master of Science in Engineering, University of Stellenbosch, 2005.

[7] A. J. Lamprecht Efficiency Improvement of Parabolic Trough Solar Collector Mechanical Project 478, University of Stellenbosch, (2000).

[8] L.Frank, "Simulation of the Part Load Behavior of SEGS Plant" Prepared for Sandia National Laboratories, Albuquerque, NM, SAND95-1293. June 1995.

[9] E.Jacobson, , N Ketjoy, S.Nathakaranakule, and W.Rakwichian, "Solar parabolic trough simulation and application for a hybrid power plant in Thailand", 32 (2006) No. 2, 187-199.

[10] O.Garcia and N.Velazquez, "Numerical Simulation of Parabolic Trough Solar Collector: Improvement using Counter Flow Concentric Circular Heat Exchangers", Journal of Heat and Mass Transfer 52 (2009) 597–609.

[11] A. Duffie and A. Beckman, Solar Engineering of Thermal Processes, (John Wiley & Sons Inc, 2006), pp 244-247.

[12] S.Thepa, K.Kitikara, J.Hirunlabh and J. Khedari "Improving Indoor Conditions of a Thai-Style Mushroom House by Means of an Evaporative Cooler and Continuous", Renewable Energy 17, (1999) 359-369.

[13] F. P. Incropera and D. P. DeWitt, Fundamentals of Heat and Mass Transfer, 5th ed. (Wiley, USA, 2002)

[14] S. A. Kalogirou, Solar Energy Engineering: Processes and Systems, 1st ed. (Academic, USA, 2009).