اختبار مردود مجمع شمسي مسطح تحت تأثير الشروط المناخية لمدينة دير الزور

المهندس حيان جودت الضويحي* الدكتور المهندس وجيه ناعمة**

الأستاذ الدكتور المهندس نديم عابد مخيبر***

* طالب دراسات عليا-ماجستير-قسم الميكانيك العام- كلية الهندسة الميكانيكية -جامعة دمشق.

**أستاذ مساعد- قسم الميكانيك العام -كلية الهندسة الميكانيكية والكهربائية -جامعة دمشق.

*** أستاذ- قسم الميكانيك العام- كلية الهندسة الميكانيكية والكهربائية- جامعة دمشق.

الملخص

يقدم هذا البحث دراسة عملية تجريبية لمردود لاقط شمسي مسطح يستخدم لإغراض تسخين المياه المنزلية، وذلك تحت الشروط المناخية لمدينة دير الزور، وذلك من خلال دراسة لاقط شمسي مسطح بثلاثة لواقط مساحة كل منها 2 متر مربع وحجم خزانه المعزول حراريا 400 لتر، حيث تمت التجربة في أشهر الشتاء(كانون الأول 2009-كانون الثاني-شباط-آذار 2010) وهي الأشهر التي تكون فيها الحاجة إلى الماء الساخنة كبيرة بسبب برودة الطقس بينما في الصيف فان درجات الحرارة المرتفعة ليلا ونهارا تكفي لتامين المياه الساخنة طوال اليوم بمجرد وضع خزان تغذية المنزل على السطح،وبناء على النتائج التي تم الحصول عليها تم رسم المنحني البياني لكفاءة اللاقط ومنحني التغطية الشمسية للحمل الحراري المطلوب ، وحساب الوفر الناتج عن استخدام السخان الشمسي المستخدم في التجربة وفترة استرداد رأس المال مقارنة بالطرق التقليدية(مازوت-كهرباء) ومدى إمكانية تعميم تجربة استخدام السخان الشمسي لأغراض تسخين المياه المنزلية في القطر العربي السوري بشكل عام وفي مدينة دير الزور بشكل خاص.

1- المقدمة: Introduction :

يتمتع القطر العربي السوري بمستوى إشعاع شمسي جيد، إذ تسطع الشمس خلال العام قرابة 3300 ساعة في جميع أنحائه وبمعدل 5.21 $KWh\backslash m^2$(باكير،2006) [1]، وهذا ما يجعل من استخدام الطاقة الشمسية لأغراض تسخين المياه ممكنا بشكل كبير، وخاصة في المناطق الشمالية الشرقية مثل مدينة دير الزور والتي تتمتع بإشعاع شمسي أعلى من باقي مناطق القطر العربي السوري إذ يصل إلى $8.2\ KWh\backslash m^2$ (باكير،2006)[1] صيفا، حيث أن استخدام السخان الشمسي يوفر في استخدام الطاقة الكهربائية أو المازوت لأغراض تسخين المياه للاستخدامات المنزلية، حيث تمت الدراسة في فيلا سكنية في مدينة دير الزور، يقطنها تسعة أشخاص.

2- أهمية البحث (أهداف البحث):*The search purposes*

يهدف البحث الى حساب مردود مجمع شمسي مسطح مؤلف من ثلاثة لواقط مساحة كل منها 2 متر مربع،يستخدم لاغراض تسخين المياه المنزلية،وذلك في الشروط المناخية لمدينة دير الزور، ودراسة الجدوى الاقتصادية من استخدامه عن طريق حساب الوفر الحاصل عن استخدامه وفترة استرداد راس المال الموظف في الكلفة التاسيسية لهذا النظام مقارنة بالطرق التقليدية لتسخين المياه (المازوت- الكهرباء).

3- مواد وطرائق البحث: The Search Methods:

تتكون الخطوات الرئيسية في هذا البحث من عدة مراحل جزئية مبينة على النحو الآتي :

1- *التعريف باللاقط الشمسي المسطح وأجزاءه الرئيسية.*

2- *حساب مردود وكفاءة اللاقط الشمسي المسطح المستخدم في التجربة.*

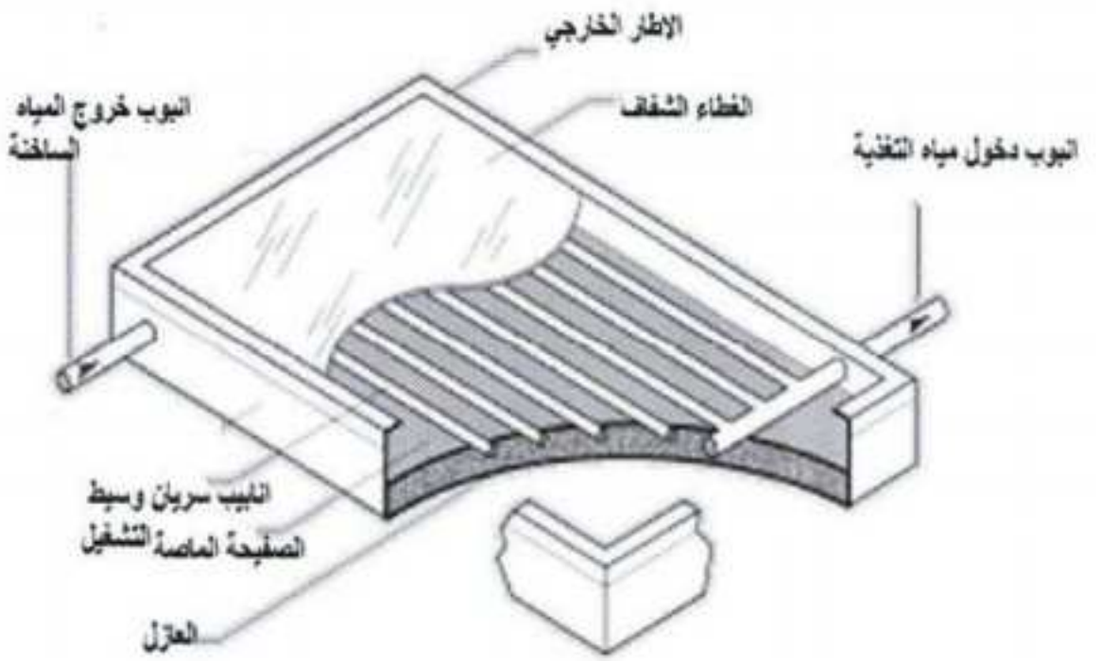
3- *حساب الوفر الناتج عن استخدام اللاقط الشمسي المسطح مقارنة بالطرق التقليدية (مازوت-كهرباء) وفترة استرداد رأس المال.*

4- مناقشة النتائج ومدى إمكانية تعميم استخدام اللاقط الشمسي لأغراض تسخين المياه المنزلية في القطر العربي السوري بشكل عام وفي مدينة دير الزور بشكل خاص.

3-1- التعريف باللاقط الشمسي المسطح وأجزاءه الرئيسية:

Definition Of The Flat Plat Collector And Their Main Parts

تستخدم المجمعات الشمسية المسطحة لتجميع الطاقة الشمسية لاستخدامها في التطبيقات التي تتطلب درجات حرارة منخفضة أقل من ($100^{o}C$) كما في الاستخدامات المنزلية وبعض الأغراض الصناعية الأخرى، وتتميز مجمعات السطح المستوي بقلة التكلفة وبساطة التركيب.



الشكل (1) : المجمع الشمسي المسطح وأجزاءه الرئيسية.

وتقسم مجمعات السطح المستوي حسب نوع المائع المستخدم فيها، فهناك مجمعات السطح المستوي المائلية والغازية. وغالباً ما يستخدم الماء أو مزيج من الماء ومانع

التجمد في المجمعات السائلة والهواء في المجمعات الغازية. ومن الناحية الاقتصادية وبأخذ الانتقال الحراري(*Heat-Transfer*) بعين الاعتبار يعتبر مزيج الماء ومانع التجمد من أفضل أنواع السوائل جميعاً،ولكن هناك بعض العيوب مثل قابلية الماء للتجمد والتسرب والصدأ، ويمكن التغلب على مشكلة الصدأ بإضافة بعض المواد وتفريغ المجمع من الماء في حالة عدم استخدامه واستخدام المعادن المقاومة للصدأ عند التصنيع، أما في حالة استخدام مجمعات السطح المستوي الغازية فلا يسبب التسرب أية مشكلة مع أنه غير مرغوب ولا تظهر مشاكل الصدأ أو التجمد ولكن المردود أقل.يصنع السطح الماص للحرارة(*Absorption Plate*) من لوح مستوي من مادة موصلة للحرارة توصل به الأنابيب الحاملة للسائل جيداً وقد تكون تلك الأنابيب فوق أو تحت السطح الماص وفي بعض التصميمات تكون جزءاً لا يتجزأ من السطح الماص كما هو مبين في الشكل (*1*) وفي بعض التصميمات الأخرى يصنع السطح الماص من ألواح معدنية مموجة حيث يسيل السائل في أخاديد التموجات.ويستخدم الزجاج أو اللدائن الشفافة كغطاء للمجمع وقد يستخدم لوح واحد أو أكثر كغطاء تبعاً لاستخدام المجمع وموقعه ففي المناطق القريبة من المنطقة الاستوائية يكفي غطاء واحد. أما في المناطق المدارية والباردة قد يستخدم غطائين أو ثلاثة لتقليل الفقد الحراري، ويراعى أن يكون الغطاء العلوي مقاوما للصدمات ويتحمل سقوط الأمطار والثلوج والغبار والرمل عليه، وفي كل الحالات يجب أن تكون الأغطية من مواد شفافة ذات نفاذية عالية للإشعاع الشمسي ومن المفضل أن تكون ذات انبعاثية قليلة للإشعاع الحراري أي أسطح انتقائية، ويجب أيضاً استخدام مواد عازلة للحرارة أسفل وحول جوانب المجمع وذلك لتقليل الفقد الحراري(*Heat Losses*) من هذه الأماكن.

3-1-1- الأجزاء الرئيسية: The main parts :

3-1-1-1الصفيحة الماصة: (*Absorption Plate*):

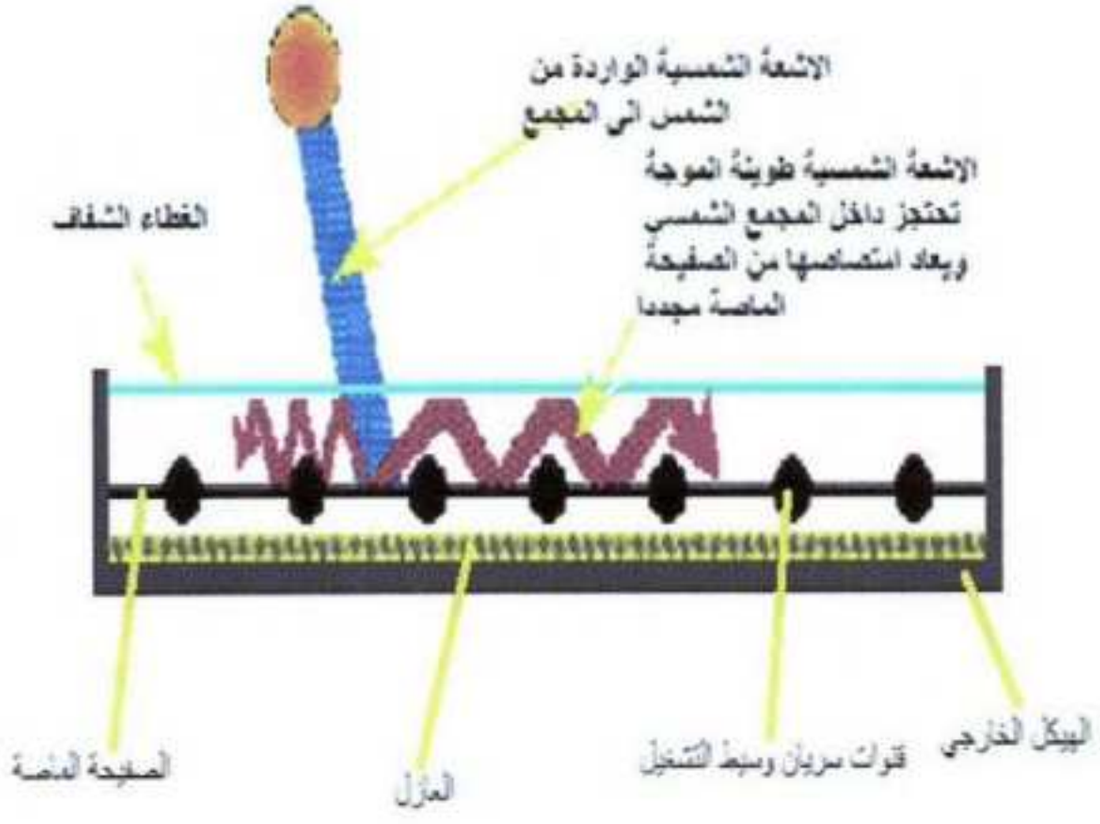
وهي عبارة عن صفيحة معدنية مستوية تصنع من المعادن ذات الامتصاصية العالية للحرارة مثل النحاس أو الفولاذ أو التوتياء،وأفضلها النحاس ولكن بسبب غلاء ثمنه فان الفولاذ والتوتياء يستخدمان بشكل واسع، ولكن هذه المعادن تتميز أيضا بقدرتها العالية على إعادة نشر جزء من الحرارة التي امتصتها على شكل إشعاع ولذلك فهي تدهن بطلاءات انتقائية (Selective coating) تتميز بامتصاصها الكبير للحرارة وضعفها في إعادة نشر هذه الحرارة بشكل إشعاع، ونورد فيما يلي جدولا لأهم الطلاءات الانتقائية وخصائصها الأساسية(**ECEViT**,2006)[2].

الجدول رقم (*1*) الطلاءات الانتقائية ومميزاتها الأساسية.

المادة	معامل الامتصاص a	معامل الإشعاع ε	درجة الحرارة القصوى c°	ملاحظات
السيليكون الأسود	0.86–0.94	0.83–0.89	350	ثابت عند درجات الحرارة العالية
النحاس الأسود	0.85–0.90	0.08–0.12	450	يتأثر بالرطوبة
الكروم الأسود	0.92–0.94	0.07–0.12	450	ثابت عند درجات الحرارة العالية

3-1-1-3-الغطاء الشفاف(Cover plate) :

وهو عبارة عن لوح زجاجي أو بلاستيكي شفاف يوضع في اعلي المجمع الشمسي ومهمته الأساسية هي حجز الأشعة الشمسية المنعكسة من الصفيحة الماصة ومنعها من الخروج إلى الوسط الخارجي وهو مايعرف بظاهرة البيت الزجاجي أو الدفيئة(*Green House*)، والشكل (2) يوضح ظاهرة البيت الزجاجي أو الدفيئة،حيث يقوم الغطاء الشفاف بحجز الأشعة الشمسية طويلة الموجة(تحت الحمراء) ويمنعها من الخروج إلى الوسط المحيط، ويعاد امتصاصها من الصفيحة الماصة مجددا، بينما الأشعة الشمسية قصيرة الموجة يسمح لها بالمرور من خلال الغطاء الشفاف إلى الوسط المحيط.



الشكل(2) ظاهرة البيت الزجاجي أو الدفيئة.

3-1-1-4-الصندوق الخارجي والمواد العازلة:(Enclosure / Insulation).

تصنع غالبا من الفولاذ المقاوم للعوامل الجوية أو الألمنيوم،وللتقليل من الضياعات الحرارية فأننا نضع مواد عازلة من الفوم أو الفيبرغلاس.

3-2- *حساب مردود وكفاءة المجمع الشمسي المستخدم في التجربة:*

Calculating the Efficiency of the Flat Plat Collectors Used In the experiment

يتألف المجمع الشمسي المسطح المستخدم في التجربة من ثلاثة لواقط مساحة كل منها 2 m^2، والغطاء الشفاف عبارة عن لوح من الزجاج العادي الشفاف المفرد سماكة 6mm، وسعة خزان التجميع الحراري 400 لتر وخزان التغذية 450 لتر والمجمع من نوع الدارة المفتوحة المباشرة(الترموسيفون)،واللاقط الشمسي معزول حراريا بالصوف الزجاجي بكثافة 24 kg/m^3 من جوانبه، وعامل توصيله تقريبا $0.04\ W/m.c°$ وسماكته 10 *cm* لخزان الماء الساخنة و3-5 *cm* للأنابيب وهو مصنع محليا في مدينة حلب من قبل شركة sun power ،ويبين الشكل(3) المجمع الشمسي المدروس.

الشكل(3) المجمع الشمسي المسطح المدروس.

3-2-1- الشروط المناخية لمدينة دير الزور:

The Climate Conditions for Deir Ez Zor City

تقع مدينة دير الزور في شرق الجمهورية العربية السورية على الضفة اليمنى لنهر الفرات، وتبعد عن العاصمة دمشق مسافة 465 كم باتجاه شمال شرق،وعلى خط عرض 35°.33 شمال خط الاستواء و على خط طول 40°.11 شرق خط غرينتش وتتميز بالمناخ المتوسطي الداخلي حيث المناخ الحار والجاف صيفا حيث يبلغ متوسط الحرارة صيفا في شهر اب: 45 C° وفي الشتاء تتميز بالبرودة والرطوبة المتوسطة،حيث يبلغ متوسط درجة الحرارة في شهر كانون الثاني:6 C° (**الموسوعة الحرة**)[3].

وفيما يلي جدول يبين درجات الحرارة وشدة الإشعاع الشمسي والرطوبة النسبية ودرجة حرارة الماء الوسطية للماء داخل المجمع الشمسي والذي هو عبارة عن المتوسط الحسابي للماء الداخل الى المجمع الشمسي والماء الخارج خلال أيام التجربة حيث تم اعتبار ان درجة حرارة الماء الداخل الى المجمع الشمسي ثابتة تقريبا: 20 C°(**الزين**،2010)[4]، حيث تم اخذ أربعة أيام عشوائية من كل شهر وحساب المتوسط الحسابي لبارامترات الشهر بناء على ذلك،حيث تم اخذ القياسات كل ساعتين بدءا من الساعة الثامنة صباحا وحتى الرابعة مساءا عن طريق جهاز*DTK5*وحساب المتوسط الحسابي للقيم المأخوذة،ماعدا شدة الإشعاع الشمسي والرطوبة النسبية حيث تم أخذها من مصلحة الأرصاد الجوية في مدينة دير الزور في اليوم التالي لإجراء القياسات وذلك بسبب غلاء ثمن جهاز قياس شدة الاشعاع الشمسي وعدم وجوده في جامعة دمشق، وتم بعدها حساب شدة الإشعاع الشمسي على سطح مائل بزاوية*50°* بعد ضربه بعامل التصحيح:R=1.3،(**الزين**،2010)[4] والجداول ذوات الأرقام(*6,5,4,3*) تبين درجات الحرارة وشدة الإشعاع الشمسي والرطوبة النسبية خلال أيام التجربة(**الأرصاد الجوية**)[5] حيث أن متوسط قيمة عامل تصحيح شدة الإشعاع الشمسي المباشر من سطح أفقي إلى سطح مائل: ***R=1.3*** في مدينة دير

الزور على مدار السنة، وزاوية ميل المجمع الشمسي عن الأفق *35°+15°=50°*(خط عرض مدينة دير الزور+ 15°) وهو مثبت باتجاه الجنوب الغربي على مدار العام. (**الزين**،2010)[4].

الجدول رقم(2) درجات الحرارة وشدة الإشعاع الشمسي والرطوبة النسبية في شهر كانون الأول.

البارامتر / الشهر كانون الأول	ساعة القياس	درجة حرارة الجو المحيط T_a C°	درجة حرارة المياه الوسطية في المُجمع T_m C°	الرطوبة النسبية %	شدة الإشعاع الشمسي الوسطي على سطح مائل G W\m².day
3/12/2009	8	4.5	29.7	75	520
	10	5.1	30.2		
	12	6.4	30.8		
	14	6.8	31.1		
	16	3.8	28.1		
المتوسط الحسابي		5.32	29.98	75	520
12/12/2009	8	5.2	28.5	65	500
	10	6.1	29.6		
	12	7.9	30.3		
	14	8.4	31.1		
	16	4.5	26.3		
المتوسط الحسابي		6.42	29.16	65	500
21/12/2009	8	4.9	26.7	70	440
	10	5.6	27.8		
	12	6.7	29.6		
	14	7.8	30.6		
	16	3.1	24.2		
المتوسط الحسابي		5.62	27.78	70	440
31/12/2009	8	4.5	27.6	85	480
	10	6.2	28.8		
	12	7.3	29.7		
	14	8.9	30.4		
	16	3.9	25.7		
المتوسط الحسابي		6.16	28.44	85	480
المتوسط الحسابي الإجمالي		5.88	28.84	73.75	485

الجدول رقم (3)درجات الحرارة وشدة الإشعاع الشمسي والرطوبة النسبية في شهر كانون الثاني.

البارامتر / الشهر كانون الثاني	ساعة القياس	درجة حرارة الجو المحيط T_a C°	درجة حرارة المياه الوسطية في المجمع T_m C°	الرطوبة النسبية %	شدة الإشعاع الشمسي الوسطي على سطح مائل G W\m².day
2/1/2010	8	4.1	27.3	85	450
	10	5.3	28.6		
	12	5.9	30.1		
	14	6.1	30.3		
	16	3.2	26.9		
المتوسط الحسابي		4.92	28.64	85	450
10/1/2010	8	5.9	29.8	75	490
	10	6.5	30.7		
	12	7.8	31.1		
	14	8.9	31.4		
	16	4.7	27.5		
المتوسط الحسابي		6.76	30.1	75	490
21/1/2010	8	4.8	28.1	68	470
	10	6.7	29.9		
	12	7.9	30.2		
	14	8.1	31.3		
	16	3.6	26.5		
المتوسط الحسابي		6.22	29.2	68	470
30/1/2010	8	5.2	29.9	60	510
	10	6.6	30.8		
	12	7.9	31.7		
	14	8.9	32.9		
	16	4.2	27.1		
المتوسط الحسابي		6.56	30.48	60	510
المتوسط الحسابي الاجمالي		6.115	29.605	72	480

الجدول رقم (4) درجات الحرارة وشدة الإشعاع الشمسي والرطوبة النسبية في شهر شباط.

البارامتر / الشهر شباط	ساعة القياس	درجة حرارة الجو المحيط T_a C°	درجة حرارة المياه الوسطية في المجمع T_m C°	الرطوبة النسبية %	شدة الإشعاع الشمسي الوسطي على سطح مائل G W\m².day
2/2/2010	8	2.8	25.3	95	400
	10	4.3	25.7		
	12	6.1	27.1		
	14	7.4	28.3		
	16	1.6	23.9		
المتوسط الحسابي		4.44	26.06	95	400
11/2/2010	8	4.9	28.2	75	440
	10	6.6	28.7		
	12	7.4	29.9		
	14	8.7	30.1		
	16	4.2	27.6		
المتوسط الحسابي		6.36	28.9	75	440
22/2/2010	8	5.7	28.8	60	;25
	10	6.5	29.6		
	12	7.4	30.9		
	14	8.9	31.5		
	16	4.1	27.2		
المتوسط الحسابي		6.52	29.6	60	525
28/2/2010	8	5.9	30.2	65	580
	10	8.5	30.7		
	12	9.7	31.5		
	14	11.3	32.6		
	16	4.2	28.4		
المتوسط الحسابي		7.92	30.68	65	580
المتوسط الحسابي الاجمالي		6.31	28.81	73.75	486.25

الجدول رقم (5) درجات الحرارة وشدة الإشعاع الشمسي والرطوبة النسبية خلال شهر آذار.

البارامتر / الشهر آذار	ساعة القياس	درجة حرارة الجو المحيط T_a C°	درجة حرارة المياه الوسطية في المجمع T_m C°	الرطوبة النسبية %	شدة الإشعاع الشمسي الوسطي على سطح مائل G W\m².day
3/3/2010	8	8.2	30.5	40	590
	10	10.1	31.1		
	12	11.8	31.9		
	14	12.5	32.5		
	16	6.9	30.1		
المتوسط الحسابي		9.9	31.22	40	590
11/3/2010	8	9.8	30	50	560
	10	11.4	30.8		
	12	12.6	31.4		
	14	13.9	32.2		
	16	6.7	29.4		
المتوسط الحسابي		10.88	30.76	50	560
22/3/2010	8	8.1	27.3	80	495
	10	11.3	28.1		
	12	12.7	29.4		
	14	13.9	30.4		
	16	6.4	26.2		
المتوسط الحسابي		10.48	28.28	80	495
31/3/2010	8	11.3	30.8	30	610
	10	14.5	31.6		
	12	16.2	32.8		
	14	18.9	33.4		
	16	8.2	29.4		
المتوسط الحسابي		13.82	31.6	30	610
المتوسط الحسابي الاجمالي		11.27	30.465	50	563.75

سوف نقوم الآن بحساب مردود وكفاءة المجمع الشمسي المدروس اعتمادا على المعطيات السابقة ووفق المعادلة الآتية(Henning،2006)[6]:

$$\eta_{(x)} = \eta_0 - a_1 \cdot (X) - a_2 \cdot G \times (X)^2 \quad \ldots\ldots(1)$$

حيث:

η_0 :المردود البصري، ويعطى لكل مجمع على حدى، وتعطى قيمته مع اللاقط من قبل الشركة الصانعة،وبالنسبة للمجمع المدروس فان: $\eta_0 = 0.787$

a_2،a_1 : معامل الضياعات الحرارية في المجمع الشمسي، وتعطى قيمته مع اللاقط من قبل الشركة الصانعة،وبالنسبة للمجمع المدروس:

$$a_2 = 0.001 \ W/(m^2K^2) \ ،a_1 = 5 \ W/(m^2K)$$

$$X = (T_m - T_a)/G$$

T_m :درجة الحرارة الوسطية للماء داخل المجمع الشمسي C°.$T_m=[(T_{out}+T_{in})/2]$

T_a : درجة الحرارة الوسطية للوسط المحيط بالمجمع الشمسي C°.

G : معدل الإشعاع الشمسي الوسطي الساقط على المجمع الشمسي. W/m^2.

حيث تم حساب درجة حرارة الماء الساخن عن طريق مقياس درجة حرارة من ماركة (DTK 5) وتم قياس درجة حرارة الهواء المحيط عن طريق نفس الجهاز وذلك بأخذ درجة حرارة الهواء المحيط باللاقط اعتبارا من الساعة الثامنة صباحا وحتى الرابعة مساءا(وقت التجربة) وذلك كل ساعتين واخذ المتوسط الحسابي للقيم المأخوذة وبذلك نحصل على قيمة T_a.

الجدول رقم(6) مردود اللاقط المستخدم خلال فترة التجربة.

$\eta_{(x)}$	X^2 $(c°.m^2/W)^2$	X $c°.m^2/W$	G W/m^2	T_a c°	T_m c°	الشهر
0.4879	0.00216	0.0465	485	5.88	28.84	كانون الأول
0.5238	0.00274	0.0523	480	6.115	31.25	كانون الثاني
0.5452	0.00214	0.0462	486.25	6.310	28.81	شباط
0.6161	0.00115	0.0340	563.75	11.270	30.456	آذار

الشكل رقم(4) المنحني البياني لمردود اللاقط الشمسي خلال فترة التجربة.

Calculating the resulted gain caused by using The Solar Collector comparison With The Traditional Methods (disel-electricsity) and the capital returning period.

3-1-في حال استخدام المازوت في عملية تسخين المياه:

حجم المياه الموجود في خزان التجميع الحراري هو *(400)* لتر ولكن نحن بحاجة إلى *(80)* لتر من المياه الساخنة لكل شخص وسطيا خلال اليوم الواحد(**الزين**،2010)[4] وبالتالي كمية المياه اللازمة هي:لتر*720=80×9* وكمية الحرارة اللازمة لرفع درجة حرارته من $^{\circ}$ *20 C* إلى *40 C°* وهي درجة الحرارة المطلوبة للاستهلاك المنزلي:

$$Q=M\times Cp\times \Delta t \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (2)$$

$$Q = 720\times 4.186\times 20 = 60278.4 \ kJ/day$$

وبالتالي فان كمية الحرارة المطلوبة لتغطية الحمل الحراري المطلوب هي:

$$Q'=1.1\times Q=1.1\times 60278.4=66306.24 \ kJ/day$$

حيث تم اعتبار ان الضياعات الحرارية في الانابيب واسطوانات الماء الساخن وغيرها من الفواقد الاخرى تساوي الى *10%* الحمل الحراري المطلوب. (**الزين**،2010)[4]

وبالتالي كمية المازوت اللازمة هي:

$$q=Q'/Cv\times \eta c \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (3)$$

$$q=66306,24/41800\times 0.85=1.866 \ kg/day$$

حيث:C_v : للمازوت = *41800 (kJ/kg.deg)*

η: مردود الاحتراق في المرجل = 0.85

وبالتحويل إلى لترات:$L=q/p=1.866/0.84=2.221 \ lit/day$

حيث:p :كثافة المازوت= $0.84\ kg/m^3$

إذا كمية المازوت اللازمة خلال فترة التجربة:$L'=L\times120=2.221\times120=266.52\ lit$

حيث أن عدد أيام التجربة: يوم *120*، وبالتالي تكون قيمة استهلاك المازوت خلال فترة التجربة:(ل.س) $St=266.52\times20=5330.4$ وقيمة الوفر المادي خلال العمر الافتراضي للسخان الشمسي وهو (*10*) سنوات بالليرات السورية هو:$G=10\times5330.4=53304$

إن الفيلا مجهزة بنظام تدفئة مركزية، حيث أن الحمل الحراري للفيلا هو *50kW* ،وان القيمة التأسيسية لنظام التدفئة المركزية مبينة في الجدول الأتي:

الجدول رقم(*7*) الكلفة التأسيسية لنظام التدفئة المركزية للفيلا موضع الدراسة.

اسم الجهاز	العدد	السعر الافرادي ل.س	السعر الإجمالي ل.س
مرجل استطاعة *50 kW* مع التركيب وكل مايلزم	*1*	*80000*	*80000*
حراق استطاعة *6 kg/h* مع التركيب وكل مايلزم	*1*	*20000*	*20000*
مضخة تسريع كهربائية	*1*	*10000*	*10000*
مضخة وقود آلية	*1*	*8000*	*8000*
خزان مازوت *500* لتر	*1*	*2000*	*2000*
اسطوانة ماء ساخن معزولة حراريا سعة *200* لتر	*2*	*10000*	*20000*
أنابيب التوصيل مختلفة الأقطار معزولة حراريا	م.ط *80*	*400*	*32000*
المجموع الكلي ل.س		*172000*	

إذا الكلفة التأسيسية لنظام تزويد المياه الساخنة للفيلا عن طريق استخدام المازوت هو:

الكلفة التأسيسية لاسطوانات الماء الساخن+الكلفة التأسيسية لأنابيب التوصيل المعزولة حراريا المغذية لاسطوانات الماء الساخن والخارجة منها إلى الاستهلاك المنزلي وهي بكمية *25*م.ط

+الزيادة في الكلفة التأسيسية للمرجل+الحراق اللازمة لتامين المياه الساخنة المطلوبة وهي (720) لتر ونقدرها بحدود 20%.

$E_{cd}=[20000+25\times400+(0.20\times(80000+20000)]=50000$ (ل.س)

4- مناقشة النتائج ومدى إمكانية تعميم استخدام اللاقط الشمسي لإغراض تسخين المياه المنزلية في القطر العربي السوري بشكل عام وفي مدينة دير الزور خاصة:

Discussing the Results and The ability of the using the solar collector for heating water in homes in Syrian Arab Republic in general and in Deir Ez Zor city especially.

4-1- حساب نسبة التغطية الشمسية للحمل الحراري المطلوب خلال فترة التجربة:

كمية الطاقة الشمسية الممتصة من المجمع الشمسي=شدة الإشعاع الشمسي الوارد على سطح اللاقط×عدد ساعات سطوع الشمس في اليوم×مساحة اللواقط×مردود المجمع الشمسي في الشهر المطلوب× عدد أيام الشهر (Henning،2006) [5].

4-1-1- شهر كانون الأول: $P=0.485\times8\times6\times0.4879\times30=340.749\ kWh/month$

4-1-2- شهر كانون الثاني: $P=0.480\times8\times6\times0.5238\times30=362.05\ kWh/month$

4-1-3- شهر شباط: $P=0.48625\times8\times6\times0.5545\times30=388.261\ kWh/month$

4-1-4- شهر آذار: $P=0.56375\times8\times6\times0.6161\times30=500.149\ kWh/month$

يمكننا الآن ترتيب النتائج التي تم الحصول عليها في الجدول الآتي.

الجدول رقم(8) نسبة التغطية الشمسية للحمل الحراري خلال فترة التجربة.

الشهر	الحمل الحراري الناتج عن المجمع الشمسي kWh/month	نسبة التغطية الشمسية للحمل الحراري %	الحمل الحراري المطلوب kWh/month
كانون الأول	340.749	61.66	552.552
كانون الثاني	362.05	65.52	
شباط	388.261	70.26	
آذار	500.149	90.51	

يمكننا الآن تمثيل النتائج التي حصلنا عليها بيانيا:

الشكل رقم(5) منحني التغطية الشمسية للحمل الحراري المطلوب خلال فترة التجربة.

4 – 2– المقارنة الاقتصادية: *The Economic comparison*

4-2-1-في حال استخدام المازوت:

تكون فترة الاسترداد لرأس المال هي:الكلفة التاسيسية لنظام تسخين المياه بالطاقة الشمسية– الكلفة التاسيسية لنظام تسخين المياه بالمازوت /الوفر الناتج عن استخدام نظام تسخين المياه بالطاقة الشمسي في السنة (2006، **Henning**)[5]:

$$T=E_{cs}-E_{cd}/S_t \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (4)$$

حيث:E_{cs} القيمة التاسيسية لنظام تسخين المياه بالطاقة الشمسية للفيلا المدروسة.

E_{cd} القيمة التاسيسية لنظام تسخين المياه بالمازوت للفيلا المدروسة.

$T=[45000-(50000-10000)/5330.4]=13750/5330.4=0.938$ (سنة)

حيث تم حذف قيمة انابيب التوصيلات من كلا النظامين، حيث ان سعر المجمع الشمسي مع خزان التجميع الحراري المعزول بسعة 400 لتر هو:(ل.س)45000

4-2-2-في حالة استخدام السخان الكهربائي:

إن الحمل الحراري المطلوب تغطيته يوميا هو : $Q'=66306.24kJ$ وبالتالي يلزمنا سخان كهربائي يستهلك يوميا: $P=Q'/3600=18.418\ kWh$،والمصروف اليومي له:(ل.س) $S_d=18.418\times2.5=46.045$،وخلال فترة التجربة:

(ل.س) $S_t=46.045\times120=5525.4$والقيمة التأسيسية لهذا النظام لتسخين المياه بالطاقة الكهربائية هو:(1000) ل.س للسخان الكهربائي و(12500) قيمة الخزان المعدني الذي يتم تسخين المياه بداخله وهو بحجم 800 لتر، وبالتالي تكون فترة استرداد المال هي:(سنة) $T=[(45000-(12500+1000)/5525.4]=5.7$

وتكون قيمة الوفر المادي خلال العمر الفعلي للسخان الشمسي وهي (10) سنوات بالليرات السورية هي: (ل.س)$G=10\times5525.4=55254$

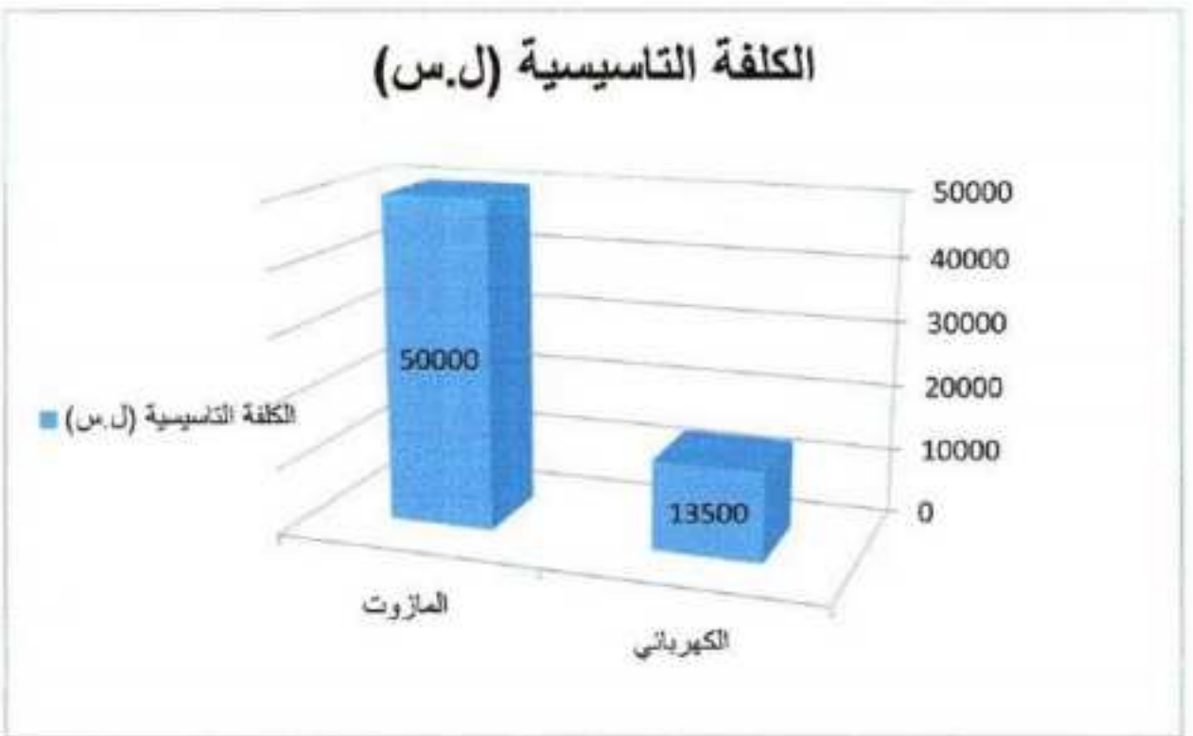
لقد حصلنا على النتائج الآتية مقارنة بنظام تسخين المياه بالطاقة الشمسية، والموضحة في الجدول الآتي:

الجدول رقم(9) الكلفة التأسيسية وفترة استرداد رأس المال والوفر الناتج عن استخدام السخان الشمسي.

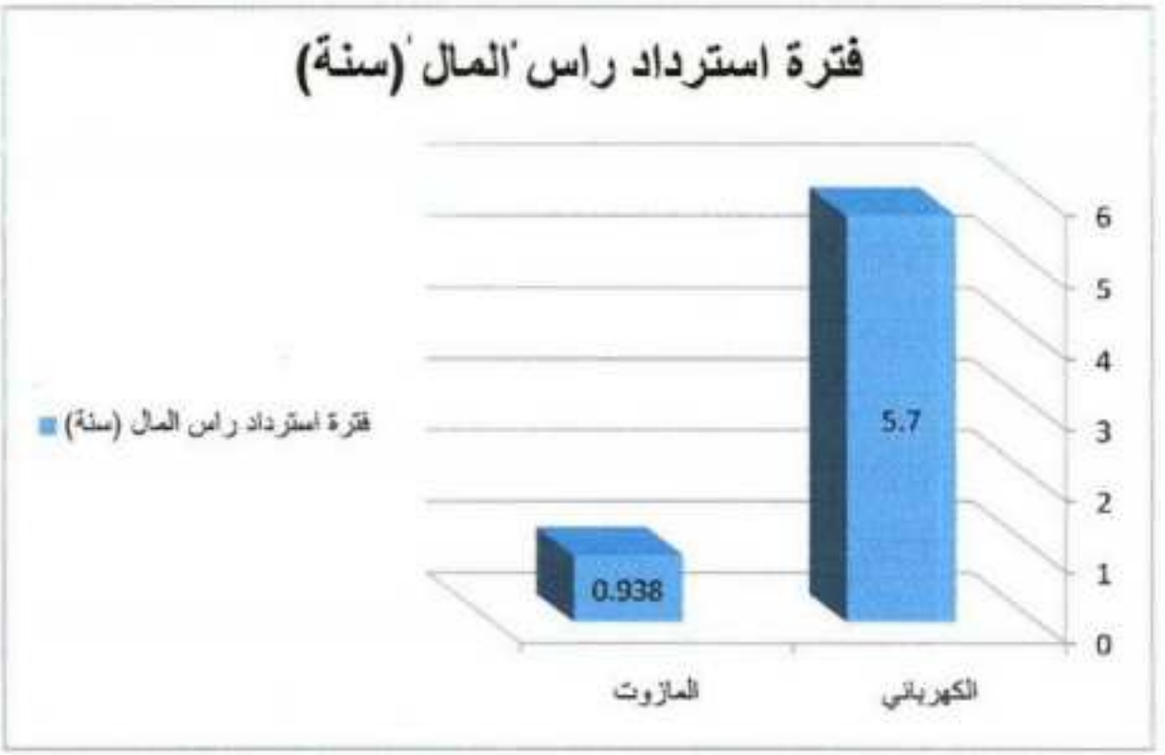
نوع النظام	الكلفة التأسيسية (ل.س)	فترة استرداد رأس المال (سنة)	الوفر الناتج (ل.س)
الكهربائي التقليدي	*13500*	*5.7*	*55254*
المازوت(التدفئة التقليدية)	*50000*	*0.938*	*53304*

والإشكال أرقام(6,7) تبين بيانيا الكلفة التأسيسية وفترة استرداد رأس المال لنظام تسخين وبالمازوت المياه بالكهرباء.

الشكل رقم(6) المنحني البياني للكلفة التأسيسية لنظام تسخين المياه بالكهرباء والمازوت.



الشكل رقم(7) المنحني البياني لفترة استرداد رأس المال لنظام تسخين المياه بالكهرباء والمازوت.



4-3- النتائج والمقترحات :The Results And Suggesting

4-3-1- النتائج:

1- لم يقم المجمع الشمسي المدروس بتغطية كامل الحمل الحراري المطلوب خلال فترة التجربة، ولذلك لابد من الاستعانة بالنظم التقليدية(مازوت-كهرباء) لتغطية الفرق الحاصل في تغطية الحمل الحراري المطلوب.

2- يمكن زيادة مردود اللاقط الشمسي المدروس عن طريق استخدام زجاج موشوري منخفض الحديد بدل العادي، واستخدام الطلاءات الانتقائية، ولكن هذا يزيد من الكلفة التاسيسية للمجمع.

3- إن فترة استرداد راس المال الموظف في الكلفة التاسيسية متباينة القيمة، فالنسبة لنظام تسخين المياه بالمازوت فيمكن استرداد راس المال خلال (شهر)12≈11.256=12×0.938، ولكن السنة هي فصل الشتاء فقط اي اربعة اشهر المدروسة في هذا البحث(حسب مناخ مدينة

ولكن السنة هي فصل الشتاء فقط اي اربعة اشهر المدروسة في هذا البحث(حسب مناخ مدينة دير الزور) وبالتالي فان استرداد راس المال يحتاج الى ثلاثة مواسم تقريبا، بينما في نظام تسخين المياه بالكهرباء فانه يمكن استرداد راس المال خلال(شهر)69≈ 68.4-12×5.7 اي خلال 17 موسم تقريبا.

4-3-2- المقترحات:

1-إن الكلفة التأسيسية لنظام تسخين المياه بالطاقة الشمسية عالية، ولذلك فإننا أمام احد خيارين:

الأول: أن تقوم الدولة بدعم السخانات الشمسية للمواطنين وخصوصا ذوي الدخل المحدود عبر قروض ميسرة وبدون فوائد وبالتالي يمكن تعميم تجربة السخان الشمسي في المنازل.

الثاني: أن تقوم الدولة برفع أسعار المازوت والكهرباء وبالتالي يصبح استخدام السخان الشمسي مجديا، وهذا الحل مكلف كثيرا للمواطنين، وربما يزيد من قيمة الفاقد الكهربائي في الشبكة، وزيادة الكلفة المعاشية للمواطنين، وبالتالي فان الحل الأول هو الأفضل برأينا، كونه الأوفر على الدولة والمواطن على المدى المتوسط والبعيد، خصوصا مع تناقص أنتاج النفط والمشتقات النفطية وارتفاع أسعارها عالميا.

2- أن محافظة دير الزور من المحافظات النامية اقتصاديا، واغلب سكانها من ذوي الدخل المتوسط والمنخفض، لذلك فهي تحتاج إلى دعم خاص من الدولة عبر القروض الميسرة بشان التوجه لاستخدام الطاقات المتجددة وخصوصا الشمسية بسبب توافرها الكبير في المحافظة، حيث يمكن استغلالها لإغراض أخرى غير تسخين المياه مثل توليد الكهرباء في المناطق النائية والبعيدة عن الشبكة لتشغيل المضخات المائية أو للإنارة أو غيرها من التطبيقات الأخرى، إن استخدام الطاقات المتجددة يخفف من الآثار البيئية الخطيرة لاستخدام الوقود الاحفوري، والذي ينتج عنه ظاهرة الاحتباس الحراري والتي تؤدي إلى ظواهر خطيرة مثل الجفاف والتصحر وغيرها من الأضرار البيئية الخطيرة، وخصوصا في المنطقة الشرقية .

المراجع:References

[1]-**باكير** محمد،2006،الندوة العلمية حول نقل وتوطين الطاقة التقليدية والمتجددة في سورية، نقابة المهندسين-حماة،35 صفحة

[2]- **ECEViT A.,2009-flat plate solar collectors**. Istanbul University, 2ed, Turkey,90 P

[3]-**الموسوعة الحرة**،ويكيبيديا،مدينة دير الزور.

[4]- **الزين** عبد الهادي، 2010، دورة في تصميم وتشغيل انظمة تسخين المياه، نقابة المهندسين-دمشق،60 صفحة.

[5]-مصلحة الارصاد الجوية في محافظة دير الزور.

[6]- **HENNING H.,2006-Solar assisted air conditioning in buildings.**Springer wien New York,2ed.USA,150 P

Test the efficiency of the flat plate solar collector under the Deir Ez Zor city climate conditions

ENG.Hayan.J.Dwaehy* Dr.ENG.Wageh.Namahe**

Prof.ENG.Nadem.A.Mkheber***

*Master's Student-General Mechanical Dep,Damascus University

**Assistant Doctor- General Mechanical Dep,Damascus University

***Prof Doctor-- General Mechanical Dep. Damascus University

Abstract

This search presents an experimental study for The flat plate solar collector efficiency used for houses's water heating,at the climate conditions for Deir Ez Zor City,Through The Study flat plate Solar Collector Consists of three plates of 2m² area for each one,and The volume of the insulated tank is 400 liters, where the study has done in the winter months(December 2009- January-february-march2010)) this months the hot water needing is huge because the cold weather, and calculating the resulted gain which obtained by using the flat plate solar collector used in the experiment and the time of returning the capital,and the appilty of use the experiment in Syria in general and in Deir Ez Zor city especially.

Key words: Flat Plate solar collector, Efficiency, Capital, Gain, The solar coverage for the heat load.