بسم الله الرحمن الرحيم

جامعة السودان للعلوم والتكنولوجيا

كليـــــــة الهندسة

مدرسة الهندسة الميكانيكية

بحث تكميلي لنيل درجة البكالريوس في الهندسة الميكانيكية بعنوان:

تصميم مجمع شمسي للإستخدامات المنزلية

أعداد الطلاب:

1. مظفر محمد محمد النور الناير
2. مصعب عبد المنعم الطاهر أحمد
3. محمد عماد الدين علي محمد

إشراف الدكتور/

حسن عبد اللطيف عثمان

سبتمبر 2015م

الأية

بسم الله الرحمن الرحيم

قال الله تعالى:

﴿ هُوَ الَّذِي جَعَلَ الشَّمْسَ ضِيَاءً وَالْقَمَرَ نُورًا وَقَدَّرَهُ مَنَازِلَ لِتَعْلَمُوا عَدَدَ السِّنِينَ وَالْحِسَابَ مَا خَلَقَ اللَّهُ ذَلِكَ إِلَّا بِالْحَقِّ يُفَصِّلُ الْآيَاتِ لِقَوْمٍ يَعْلَمُونَ ﴾

صدق الله العظيم

سورة يونس الاية ﴿ 5 ﴾

الأهـــداء

الى أمي وأبي اللذان ربياني وعلماني وسهرا لأجلي الليالي

هذا حصاد زرعكم وثمره

الى أخواني وأخواتي

والى زملائي الأعزاء الذين وقفوا بجانبنا

الى أخوتنا في الله وأصدقائنا

الشكر والتقدير

الشكر لله من قبل ومن بعد

نتقدم بوافر الشكر والتقدير والأحترام الى مشرفنا اللذي كان وراء خروج هذا المشروع بتصميمه المميز بعلمه وحكمته لك منا كل الأحترام

الاستاذ/ د: حسن عبد اللطيف عثمان

كما نقدم الشكر والتقدير

لكم الشكر والتقدير بنك الخرطوم الذي دعمنا بشرائه لنا مكونات ومواد تصميم المجمع الشمسي

ولكم الشكر والتقدير شركة التوربيدات الهندسية التي دعمتنا بماكيناتها وأجهزتها الهندسيه

كما نقدم االشكر و العرفان لورشة التبريد والتكييف

لكم كل الشكر والتقدير

التجريدة

يعاني العالم من نضوب مصادر الطاقة الاحفورية التي تعتبر شائعة الاستخدام في عصرنا هذا وكذلك يعاني العالم والبشرية والبيئة من التاثيرات السالبة التي لا زالت تؤثر بسبب استخدام هذه الطاقة كالأحتباس الحراري الذي أدى الى تغيير بيئتنا من حرائق للغابات والأعاصير المدمرة وتغير مستوى البحر وموجات الشمس وكلها أدت الى فقدان الكثير من الحيوات بشكل او بأخر. وبصدد انقاذ عالمنا توجهت البشرية الى أستخدام طاقات أخرى من أجل أستفادة ورفاهية البشرية ومن أجل ان تحل محل الطاقة الاحفورية كالطاقات البديلة والطاقات المتجددة.

ونحن في مشروعنا هذا الذي يندرج تحت نوعية الطاقات المتجددة نسعى لأن يكون وطننا في المستقبل من الدول الرائدة في هذا المجال و نهدف لتصميم مجمع شمسي بكفاءة للوصول لاعلى درجة حرارة ممكنه من أجل الأستخدامات المنزلية وكذلك يمكن أستخدامه في الصناعات التي تتطلب الماء الساخن.

ويتناول هذا البحث في الباب الأول مقدمة عن اهمية الطاقات المتجددة وعن الطاقة الشمسية وأهميتها وتقنياتها ومكوناتها ومشكلة البحث وأهدافه، ويتناول الباب الثاني الدراسات السابقة عن المجمعات الشمسية وأنواعها وتطبيقاتها ودراسات تحسين ادائها ويتناول الباب الثالث المجمع الشمسي المسطح بكل تفاصيله والمجمع المصمم في هذا المشروع وخطوات تصنيعه ومعادلات ادائه والتجارب التي اجريت عليه والباب الرابع يتناول حسابات الاداء والكفاءة للمجمع الشمسي المصمم ويتناول الباب الخامس التكلفة والباب السادس الخلاصة والتوصيات والباب السابع المراجع والملاحق.

الفهرس

الموضوع	رقم الصفحة
الاية	
الاهداء	
الشكر والتقدير	
التجريدة	I
الفهرس	II
الباب الاول: المقدمة	2
مشكلة البحث	3
اهمية البحث	3
مجال البحث	4
اهداف البحث	4
طريقة التنفيذ	4
النتائج المتوقعه	5
الباب الثاني:دراسات سابقة موقع الارض من الشمس	8
المجمعات الشمسية	12
المكونات الرئيسية لمنظومة السخان الشمسي	15
انواع السخانات الشمسية (منظومة تسخين المياه بالطاقة الشمسية)	16
انواع المجمعات الشمسية	19
الاعتبارات الفنية الواجب مراعاتها في اختيار وتركيب السخان الشمسي	30
تطبيقات المجمعات الشمسية	31
اقتصاديات الطاقه	43
بعض دراسات تحسين اداء المجمع الشمسي المسطح	43
استثمارات الطاقة في العالم العربي	44
الباب الثالث:المجمع الشمسي المسطح	48
معادلات المجمع الشمسي	54

تصميم المجمع الشمسي	64
التجارب للمجمع الشمسي	71
الباب الرابع:مقدمة	77
حسابات المجمع الشمسي	77
الباب الخامس:التكلفة	85
الباب السادس:الخلاصة	87
التوصيات	88
الباب السابع: المراجع	91
الملاحق	94

جدول المصطلحات والرموز:

Ic	الاشعاع الشمسي على سطح المجمع
τs	الابتعاثيه الفعالة لغطاء او اغطية المجمع
$\alpha s, c$	الامتصاصيه الشمسيه لسطح المجمع الماص
$qloss$	معدل انسياب الحراره اوفقدانها من الماص الى المحيط
$\frac{dec}{dt}$	معدل تخزين الطاقه الداخليه في المجمع
m	معدل سريان كتلة المائع خلال المجمع
Cp	الحرارة النوعية عند ثبوت الضغط لمائع التشغيل
U_b	معامل فقدان الحراره من الاسفل
K	معامل التوصيل الحراري للعازل
X	سمك العازل
Ut	معامل فقدان الحراره من الاعلى
N	عدد الاغطية الشفافة
U_e	معامل فقدان الحراره الجانبي
B	زاوية ميلان المجمع الشمسي
E_{g}	أنبعاثية اللوح الشفاف
ϵ_{p}	أنبعاثية اللوح الماص
T_{a}	درجة حرارة الجو
T_{pm}	معدل درجة حرارة اللوح الماص
hw	معامل انتقال حرارة الهواء
V	سرعة الرياح
D	القطر الخارجي للماسورة
W	معدل المسافة بين المواسير
δ_p	سمك اللوح الماص
h	معامل انتقال الحرارة للسائل

T_F	معدل حرارة السائل
L	الطول
Re	رقم رينولد
υ	لزوجة السائل
ρ	كثافة السائل
P_{r}	رقم براندلت
C_P	الحراره النوعية
D_i	القطر الداخلي للماسورة
G	معدل تدفق السائل للمتر المربع الواحد من اللاقط
A_C	مساحة المجمع
I	الأشعاعية الشمسية الكلية الساقطة
τ	نفاذية اللوح الشفاف
α	امتصاصية اللوح الماص
$T_{\mathrm{f_m}}$	معدل حرارة لسائل
n	عدد المواسير في المجمع الشمسي

الباب الأول

1.1 المقدمة :

لقد لوحظ في الآونة الأخيرة أزدياد الطلب على مصادر الطاقة البديلة في مختلف النشاطات اليومية والصناعية بدلاً من الوقود الأحفوري للأضرار التي يسببها على البيئة وعدم ديموميته وغلاء أسعاره، ممّا أدى توجه العديد من الشركات والمهندسين إلى ابتكار طرق وآلات تعمل على الطاقة متجددة من رياحٍ ومياهٍ وأشعة شمسية وغيرها واستغلالها بشتى الطرق الممكنة.

وتعتبر الطاقه الشمسيه من أكثر أنواع الطاقه الملائمه للاستخدام وذلك لتوفير شده الأشعاع فيها حيث تستقبل الارض 174 بيتا واط من الاشعاعات القادمة اليه عند طبقة الغلاف الجوي العليا وينعكس ما يقرب من 30% من هذه الإشعاعات عائدة إلى الفضاء بينما تُمتص النسبة الباقية بواسطة السحب والمحيطات والكتل الأرضية

كما تتسم التقنية التي تعتمد على الطاقة الشمسية بشكل عام بأنها إما أن تكون سلبية أو إيجابية وفقًا للطريقة التي يتم استغلال وتحويل وتوزيع ضوء الشمس من خلالها، وبتسليط الضوء علي الطاقة الشمسية الايجابية نجدها تنقسم الي توليد كهربي ، واستخدمات حرارية.

من الممكن أن يتم استخدام التقنيات التي تعتمد على استغلال حرارة الشمس في تسخين الماء وتدفئة وتبريد الأماكن وعملية توليد طاقة .

وفي نظم التسخين التي تعمل بالطاقة الشمسية يستخدم ضوء الشمس في تسخين الماء. ففي المنخفضات الجغرافية التي تقع (تحت 40 درجة)، يمكن أن يتم توفير ما يتراوح من 60 إلى 70% من الماء الساخن و أكثر أنواع المستخدم بالمنازل بدرجات حرارة ترتفع إلى 60 درجة مئوية والتي تعمل بالطاقة الشمسية سخانات المياه التي المجمعات المستوية المصقوله التي تستخدم بصفة عامة لتسخين الماء في المنازل.

2.1 مشكله البحث:

المياة الساخنة المستخدمة في المنازل ذات فاتورة عالية ماديا كما أن التلوث البيئي الناتج من مصادر الطاقة التقليديه يتطلب البحث عن تقنيات بديله تستخدم طاقات متجددة ونظيفه ومريحة ماديا كالمجمعات الشمسية

3.1 أهمية البحث:

هذا المشروع يعطى أهمية للمنتجات الصناعية خاصة (المجمعات الشمسية) المستخدمة في الأغراض المنزلية والتجارية مما يتيح من ترشيد الطاقة من الوقود التقليدي فإذا ما تم استيعاب و إستخدام ٣٠٠٠٠ مجمع شمسي بالبيئة السودانية فإنه يمكن ترشيد طاقة كهربية سنوية مقدارها ١٠٠ ميجاوات لكل ساعة تقريبا مما يترتب عليه تقليل نسبة التلوث الناتج من المحطات الكهربية .

ويعتبر هذا المشروع من المشروعات التي يمكن أن تكون نواة للصناعات التي يمكن أن تقوم في السودان بأعتباره من المناطق المثالية في كمية سطوع الشمس في أغلب فترات العام بالإضافة إلى أنه من المشروعات التي تعتمد على المفاهيم الحديثة للحفاظ على البيئة من التلوث بالإضافة إلى توافر المواد الخام اللازمة للإنتاج وتوافر العمالة وسهولة تدريبها.

4.1 مجال البحث:

الأستخدام الرئيسي لهذه التقنية يكون في المباني السكنية حيث يكون الطلب على الماء الساخن له تأثير كبير على فواتير الطاقة، أو في الحالة التي يكون فيها الطلب على الماء الساخن متزايد أو مفرط بسبب الغسيل المتكرر، وتشمل التطبيقات التجارية(المغاسل، وغسيل السيارات، ومرافق غسيل الملابس العسكرية،

ومؤسسات الأطعمة). ويمكن أستخدام هذه التقنية أيضا لأغراض التدفئة إذا كان المبنى موجود خارج نطاق الشبكة أو إذا كانت طاقة الاستخدام معرضة للانقطاع المتكرر.

كما يشيع استخدام المجمعات السائلة الغير مطلية لتسخين المياه في حمامات السباحة.

5.1 الاهداف:

1-الاستفادة من الطاقه الشمسيه كطاقه بديله ومتجدده في الأستخدامات المنزليه بدلا عن الكهرباء والوقود.

2-تشجيع أستخدام المجمعات الشمسيه لأنها لا تسبب اي انبعاثات او أثر ضار على البيئه كما انها طريقه أمنه.

3-طريقه اقتصاديه لتقليل تكلفة تسخين المياه.

4-تنفيذ المشروع عمليا والوصول لاقصى درجة حراره ممكنه في تسخين الماء

6.1 طريقة االتنفيذ:

تنفيذ عملي لمجمع شمسي ذو لوح مسطح(flat plate collector)

7.1 النتائج المتوقعة:

1-التعريف بهذه التقنيه وتوفير مناخ تسويقي لها بالسودان بعد اجازتها بكل اللجان المتخصصة.

2-تشجيع وتمويل الابحاث الخاصه بالمجمعات الشمسية.

3- الوصول لدرجة حرارة عالية.

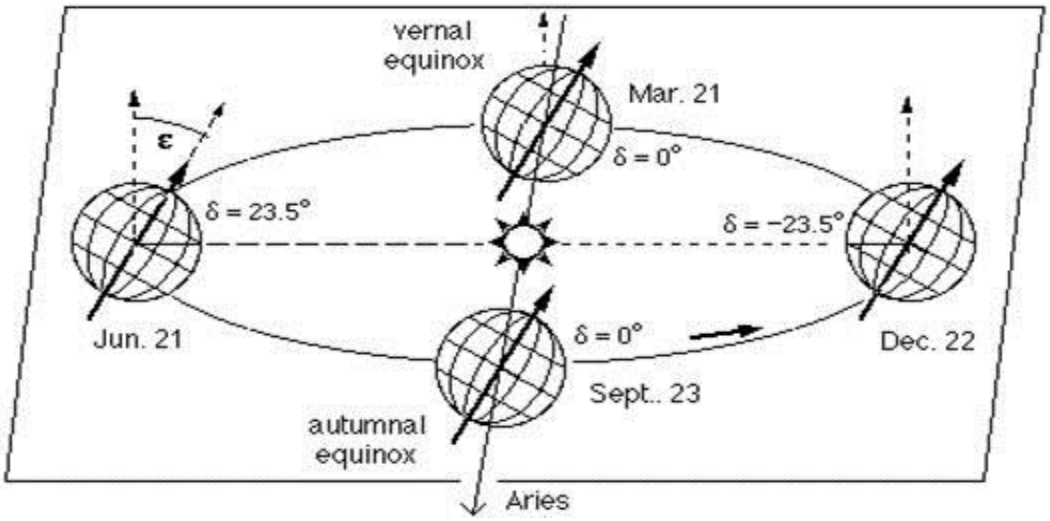
الباب الثانـي

الدراسات السابقة

1.2 موقع الأرض من االشمس:

كما هو معروف إن احد مصادر الطاقة المهمة للأرض هي الطاقة الشمسية و نري أن الشمس تصب كمية هائلة من ضوئها علي الفضاء المحيط بها وبما أن كوكب الأرض يدور حول الشمس في مدار محدد قدره مدبر هذا الكون سبحانه وتعالي.

نجد أن هناك كميات متفاوتة من هذه الطاقة تحط علي سطح الأرض يوميا، تحدد هذه الكميات بموقع الأرض من الشمس أو بالفصول الأربعة للسنة.



شكل رقم (2-1) موقع الارض من الشمس علي مدار السنة

كما هوا واضح من الشكل السابق نجد أن الدول التي تقع على خط الاستواء هي الدول التي تتمتع بفصل واحد تقريبا طوال السنة وهو فصل الصيف أي بمعني أخر تسلط أشعة الشمس علي هذه الدول طوال السنة ومن ثم تتمتع الدول القريبة من خط الاستواء بهذا الطقس وعادة يصعب على سكان هذه المناطق الإحساس بالفصول

الأخرى. علما بان المناطق الشمالية و أيضا الجنوبية لخط الاستواء و القريبة لأقطاب الأرض تكون محسوسة الفصول أي أن سكان هذه المناطق يدركون الفصول الأربعة للسنة.

المقصود بهذه المقدمة هو تحديد أماكن كثافة الطاقة الشمسية على كوكب الأرض خلال دورانه حول الشمس فنجد إن الدول العربية تحظي بقدر كبير من هذه الطاقة يوميا.

كمّية الإشعاعات الشمسية التي تصل سطح الأرض تتفاوت بسبب تغير الظروف الجوية والموقع المتغير للأرض بالنسبة للشمس، خلال اليوم الواحد وطوال السنة، الغيوم هي أحد العوامل الجوية الرئيسية التي تقرّر كمّية الإشعاع الشمسي الذي يصل إلى الأرض و بالتّالي تتلقى المناطق ذو المناخ الغائم إشعاعات شمسية أقل من المناطق التي يكون مناخها صحراويا.

عموما أكبر كمية إشعاع شمسي تستلم بواسطة الأرض تكون في فترة الظهيرة عندما يكون ضوء الشمس عامودي على سطح الأرض بخلاف وقتي الشروق و الغروب فهما يستقبلان اقل كمية من الإشعاع طوال فترة النهار لكل يوم.

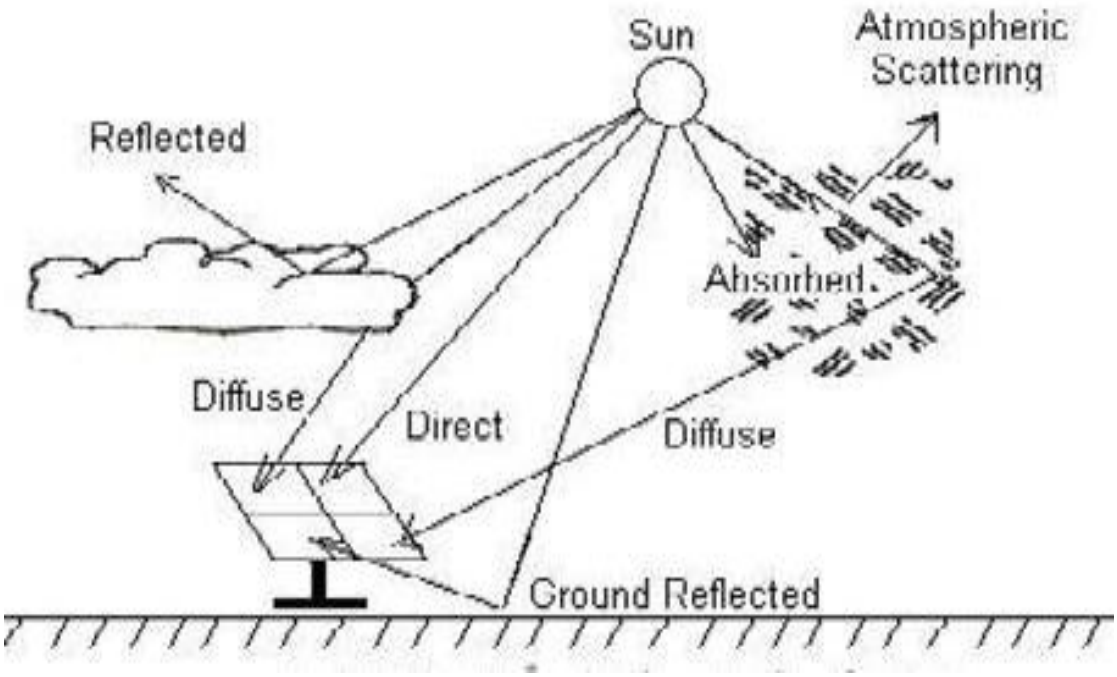
بالتّالي نتيجة سقوط إشعاع الشمس عموديا علي سطح الأرض خلال فترة الظهيرة نجد أن المفاقيد في الإشعاع تكون صغيرة جدا هذه المفاقيد عبارة عن أمتصاص السحب للإشعاعات الشمسية أو تبعثر الإشعاعات في الفضاء بواسطة أنعكاساتها عن طريق الرماد البركاني المحمول جوا أو الأدخنة المحمولة جوا نتيجة حرق الغابات و غيرها من ملوثات البيئة بهذا تصل إشعاعات شمسية أكثر لسطح الأرض في منتصف اليوم.

تتكون مجموع الإشعاعات التي ترتطم بسطح الخلية الضوئية في الوضع الأفقي أو بمساحة معينة علي سطح الأرض كما هوا موضح في الشكل التالي من ثلاثة أجزاء أساسية وهي:-

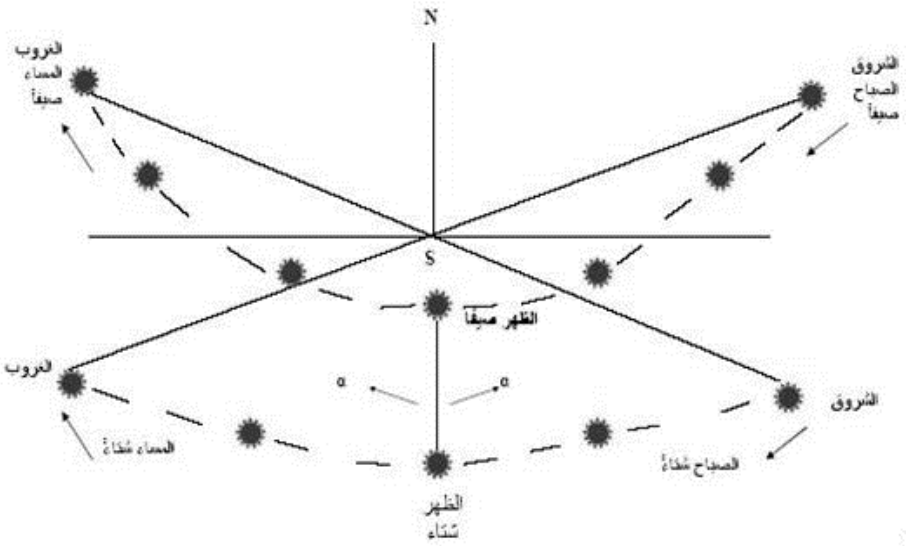
1-**(Direct Beam Radiation)**الحزمة الضوئية المباشرة .

2-(**Diffuse Radiation**) الحزمة الضوئية المبعثرة .

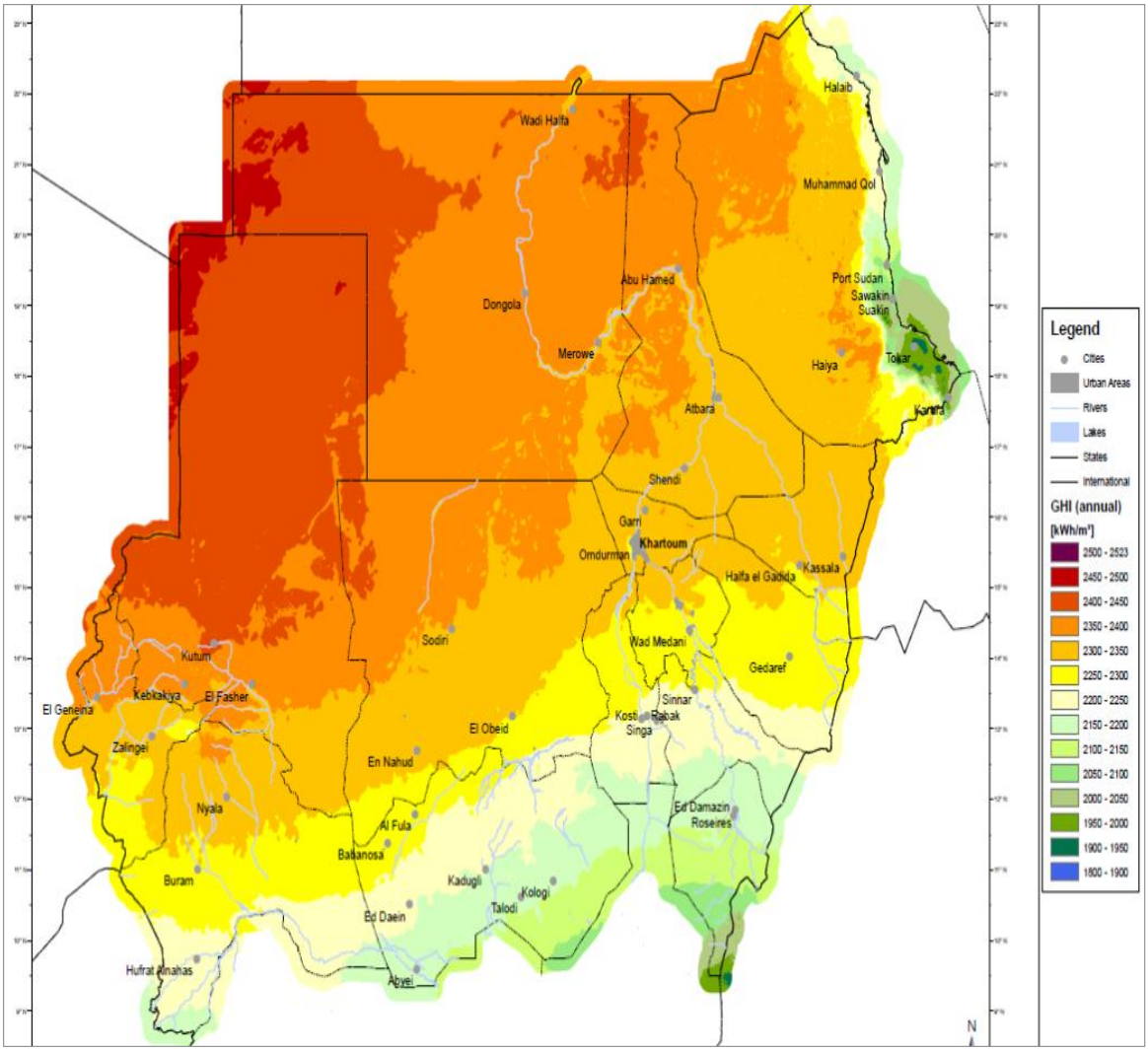
3-(**Albedo Radiation**) الحزمة الضوئية المعكوسة .



شكل رقم (2-2) أجزاء الشعاع الضوئي



شكل رقم (2-3) حركة الشمس الظاهرية فوق الأجواء السودانية



شكل رقم(2–4) يوضح معدل الاشعاع الشمسي في السودان [5].

2.2 المجمعات االشمسية:

هي منظومة متكاملة تتكون من عدة أجزاء تستخدم في تجميع الاشعة الشمسية الساقطة عليها وتحويلها الى طاقة حرارية يستفاد منها في تسخين المياه خلال ساعات سطوع الشمس حيث تخزن المياه الساخنة في خزان حراري معزول تمهيدا لأستخدامها خلال اليوم.

تتركب السخانات الشمسية بصفة عامة من سطح امتصاص الأشعة الشمسية ومسارات سريان وسيط التسخين وعوازل حرارية لمنع أنتقال الحرارة المكتسبة في وسيط التسخين إلى الوسط المحيط ، ويتطرق المشروع المكونات باسهاب شديد وهي علي النحو التالي :-ألي هذه

1.2.2 سطح الامتصاص

يصنع سطح الامتصاص في الغالب من معدن مطلي باللون الأسود الداكن وذلك لزيادة معدل امتصاص حيث تتميز الألوان السوداء بمعدل عال الامتصاص للأشعة الشمسية يصل إلى 98% ولكن يعاب على الألوان الداكنة قابليتها الشديدة لفقد الحرارة بطريقة الإشعاع حيث يصل ذلك المعدل إلى 90%، بعبارة أخرى فإن السطح الماص الداكن قادر على امتصاص ما نسبته 98% من الطاقة الساقطة عليه ولكنه سيعيد إشعاع ما نسبته 90% من الطاقة المكتسبة لتصبح الاستفادة من جزء صغير فقط من الطاقة الشمسية الساقطة على السخان وستضيع النسبة الكبرى سدي من أجل ذلك تستخدم أنواع خاصة من الطلاء ذات معدل امتصاص عالي ومعدل إشعاع منخفض وتسمي مثل هذه الطلاءات بالطلاءات الانتقائية (Selective Coatings). أكاسيد الكروم والكوبالت ومن أمثلة هذه الطلاءات [1] ،

2.2.2 ممرات سريان وسيط التسخين

تصنع هذه المسارات عادة من معادن مثل النحاس والفولاذ أو من المطاط وهي تختلف من تطبيق إلى آخر باختلاف نوع الوسيط وكذلك باختلاف مادة سطح الامتصاص ، فهناك قنوات مستطيلة ذات مساحات كبيرة (15-10سنتيمترات) لتسخين الهواء ، وهناك قنوات دائرية ذات أقطار صغيرة (أنابيب أقطارها بحدود 1 سنتيمتر) لتسخين السوائل.

3.2.2 العازل الحراري:

عندما ترتفع درجة الحرارة داخل السخانات بالمقارنة بالجو المحيط بها يصبح هناك إمكانية لفقد هذه الحرارة بالتوصيل وذلك عن طريق جوانب السخان والجهة السفلية منه ، بالحمل ، والإشعاع عن طريق الغلاف الزجاجي ، وعليه يمكن الاستعانة بمواد وأساليب خاصة للحد من هذه الفواقد حسب نوعية الفقد وذلك على النحو التالي:

1.3.2.2 الفقد بالتوصيل:

ويمكن الحد منه بإحاطة جوانب وأسفل الماص وأنابيب التسخين بمواد خاصة ذات توصيلية حرارية متدنية كعازل حراري مثل الصوف الزجاجي الألياف الزجاجية والبولي ستيرين.

2.3.2.2 الفقد بالحمل:

ويمكن الحد منه بسحب الهواء الموجود بين الأغطية الزجاجية أو بوضع أنابيب التسخين مع السطح الماص دخل أنابيب زجاجية مفرغة من الهواء (التفريغ) .

3.3.2.2 الفقد بالإشعاع:

ويمكن الحد منه بأستخدام أغلفة زجاجية منفذة للأشعة القصيرة من الشمس وفي نفس الوقت معتمة بحيث تمنع أنعكاس الأشعة ذات الموجات الطويلة الصادرة من السطح الماص[1].

3.2 المكونات الرئيسية لمنظومة السخان الشمسي:

1-المجمع الشمسي.

2-الخزان .

3-هيكل التثبيت وانابيب التوصيل .

4.2 أنواع السخانات الشمسية(منظومة تسخين المياه بالطاقة الشمسية):

حدث تطور تقني ملحوظ في مجال صناعة السخانات الشمسية على مستوى العالم، حيث يوجد في الأسواق حالياً نوعيات مختلفة من السخانات الشمسية تتباين فيما بينها في العناصر والخامات والتصميم والسعات وطريقة العمل والشكل الهندسي حتى تتناسب مع كافةالأحتياجات تحت الظروف المختلفة.

تقسم السخانات الشمسية الى نوعين اساسين:

1.4.2 النوع التقليدي

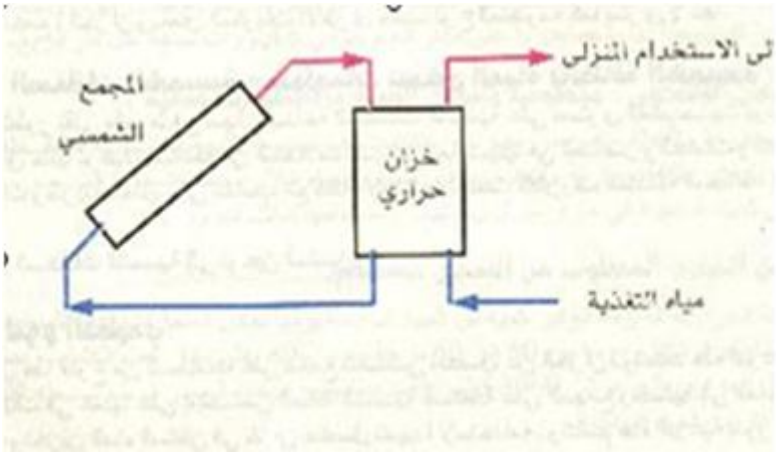
وينقسم هذا النوع بدوره الى قسمين

1.1.4.2 السخانات ذات الدائرة المفتوحة (تسخين مباشر):

في هذه المنظومة يمر الماء المراد تسخينه مباشرة خلال المجمع الشمسي ومنه الى الخزان ويندرج تحت هذا القسم نوعين من المنظومات:

1-منظومة التدوير الطبيعي(بدون مضخة):

تعتمد هذه المنظومة على الجاذبية وعلى الميل من اجل تدوير طبيعي للماء لان هذه المنظومة لاتحوي معدات كهربائية وهي اكثر اعتمادا من المنظومة القسرية.



شكل رقم (2-5) التدوير الطبيعي في السخانات المفتوحه

2- منظومة التدوير القسري(مع مضخة):

تعتمد على المضخات الكهربائية والمبادلات حرارية لتدوير الماء.

2.1.4.2 السخانات ذات الدائرة المغلقة(تسخين غير مباشر):

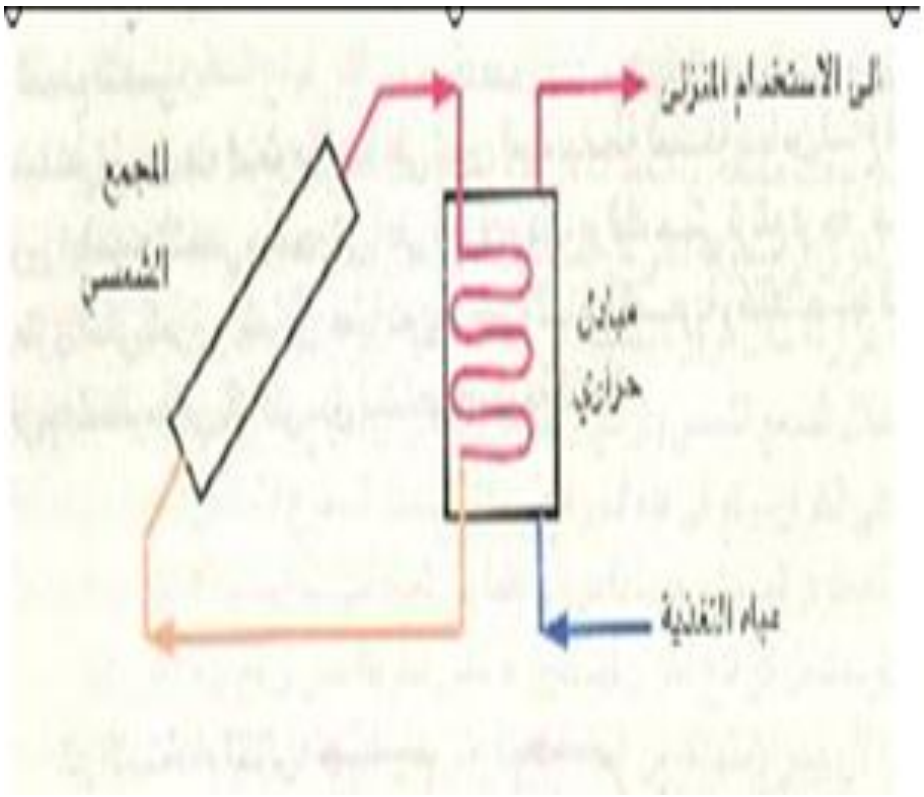
تتشابه هذه السخانات مع السخانات ذات الدائرة المفتوحة فيما عدا ان الماء المستهللك لايمر مباشرة الى المجمعات الشمسية

بل يتم تسخينه داخل الخزان عن طريق مبادل حراري مغمور داخل المياه المراد تسخينها، ,ويمثل المجمع الشمسي والمبادل الحراري المغمور دائرة مغلقة يمر خلالها ماء مقطر مضاف اليه أضافات كيميائية مانعة

للصدأ وذللك لأطالة عمر السخان الشمسي في المناطق التي توجد فيها درجة ملوحة عالية.

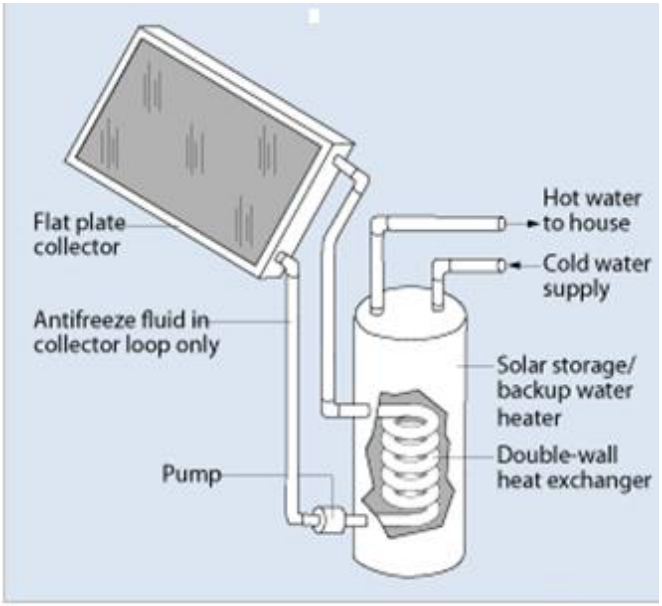
وتقسم هذه المنظومة الى:

1-منظومة التدوير الطبيعي



شكل رقم(2-6) سخان مغلق يعمل بالتدوير الطبيعي

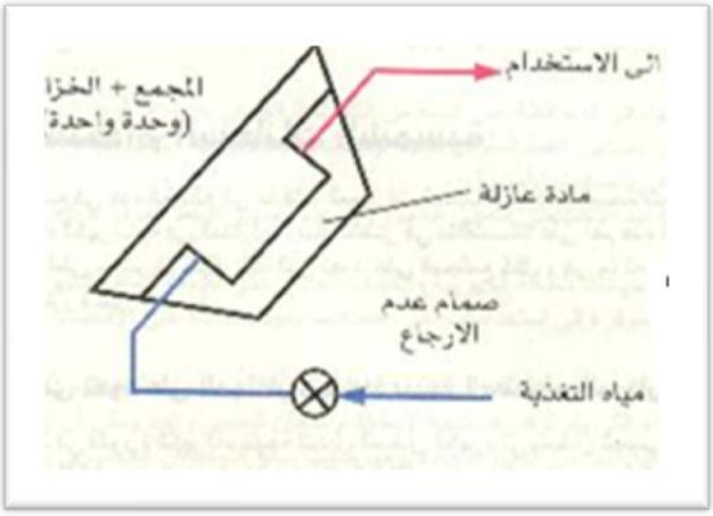
2- منظومة التدوير القسري:



شكل رقم (2-7) سخان مغلق يعمل بالتدوير القسري

2.4.2 النوع المتكامل:

يتكون هذا النوع من وعاء واحد متكامل يؤدي وظيفة المجمع الشمسي والخزان في نفس الوقت وذلك بدون أي وصلات خارجية بين المجمع والخزان ،ويعتمد في مبدأ عمله على امتصاص الأشعة وتخزينها مباشرة بواسطة الماء المخزن ، وبالرغم من أن هذا النوع متاح بصورة محدودة على المستوى التجاري الا انه يتوفر بأشكال وسعات وتقنيات مختلفة ، علماً بأن هناك العديد من الأبحاث العلمية والتقنية الجارية حالياً على مستوى العالم لتحسين أدائه ورفع كفاءته الانتاجية الأمر الذي سيساعد على انتشاره بصورة أوسع حيث يمتاز بإنخفاض كلفته.



شكل رقم (2–8) سخان شمسي من النوع المتكامل

5.2 أنواع المجمعات الشمسية:

أن المجمعات الشمسية تعد المكون الرئيسي لأنظمة التسخين الشمسية , فالمجمع الشمسي يجمع ضوء الشمس ويحوله الى حرارة تنقل الى الوسيط العامل (الماء أو الهواء) للأستخدام في المكان المطلوب.

تتكون المجمعات الشمسية المتطورة و المخصصة لتسخين الماء من ألواح إطارية تتوزع داخلها أنابيب نحاسية سوداء و مغطاة بالزجاج لأجل حبس الحرارة داخل اللوح و بالتالي زيادة كفاءتها التسخينية.

إن عملية تسخين المياه لا يتطلب بالضرورة تحويل الطاقة الكهربائية إلى طاقة حرارية ، فيمكن أن يتم ذلك بطريقة أستخدام اللواقط الشمسية ذات السطح الماص الأنبوبي والمصنوع من الفولاذ المجلفن أو من النحاس مع صفيحة ماصة من الفولاذ والألمنيوم ، وتعمل معظم هذه الأجهزة بدورة مفتوحة .

وهناك ثلاثة انواع للمجمعات الشمسية:

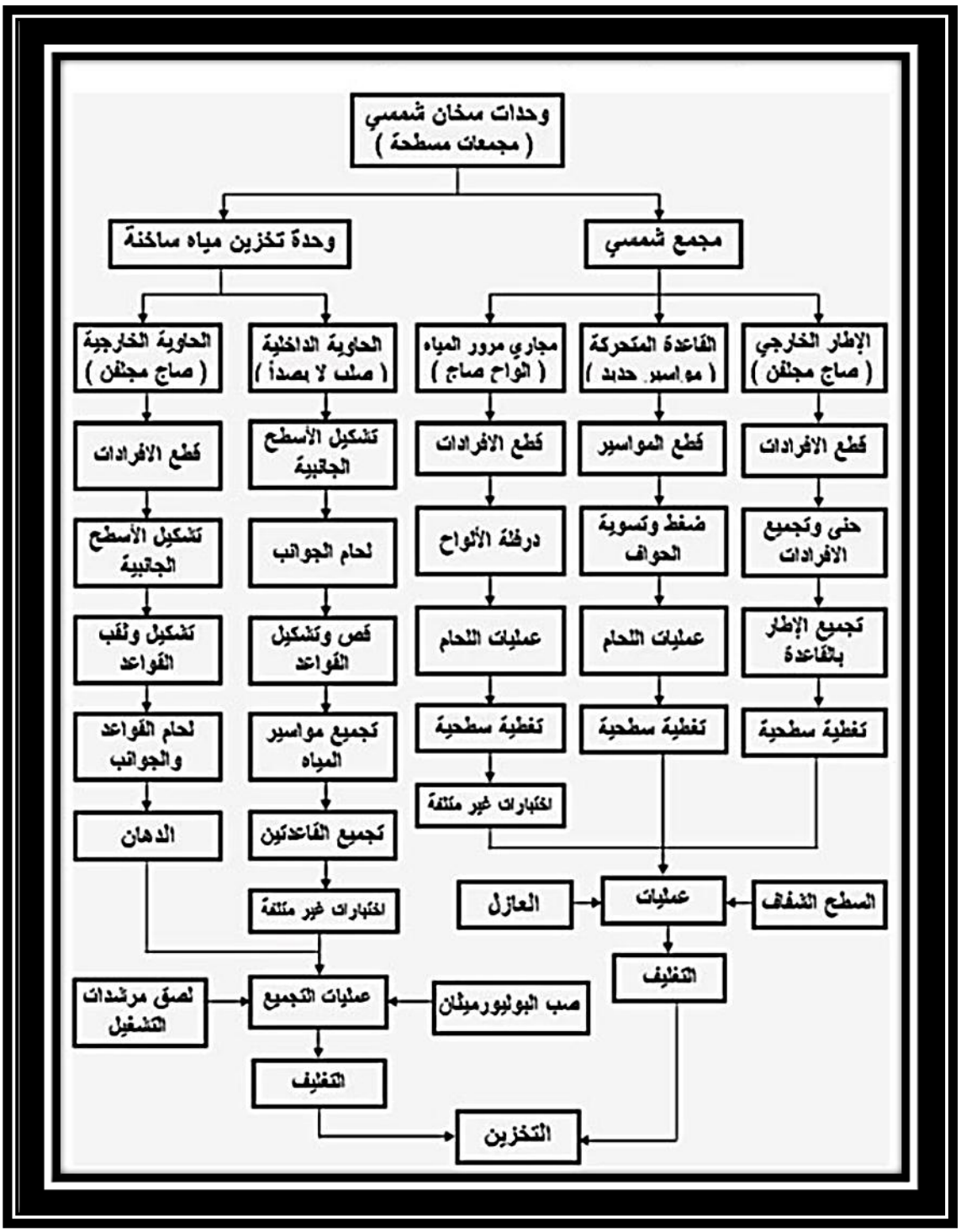
1- المجمعات المستوية.

2- المجمعات الانبوبية المفرغة.

3- أنظمة المجمعات التخزينية التكاملية.

1.5.2 المجمعات المستوية:

وهي المجمعات الاكثر انتشاراً من بين الانظمة الاخرى ,فهو عبارة عن صندوق معدني معزول مع غطاء بلاستيكي او زجاجي مع صفيحة معدنية ماصة للحرارة ، والوسيط الناقل للحرارة فيها اما سائل او غاز.

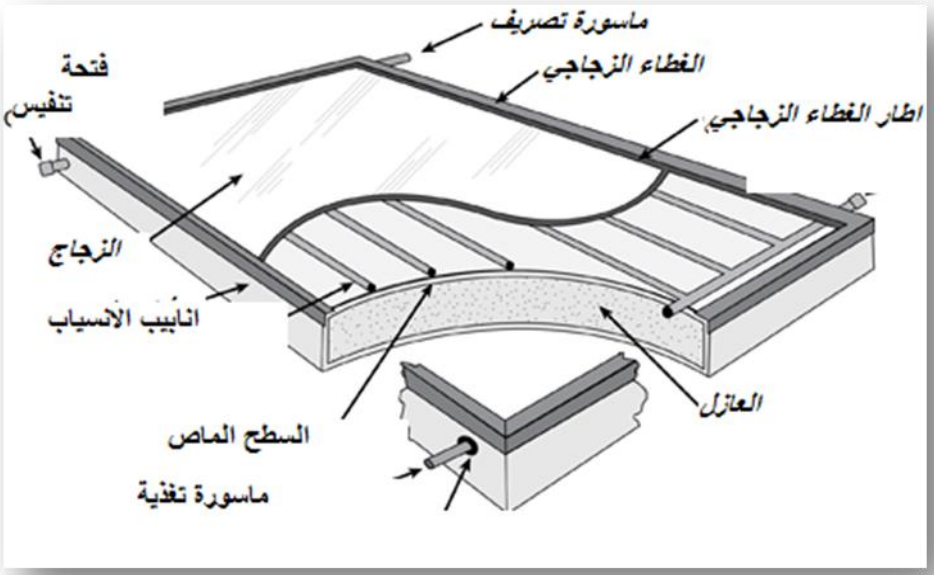


شكل رقم (2-9) الرسم التخطيطي للمجمعات الشمسية المسطحة

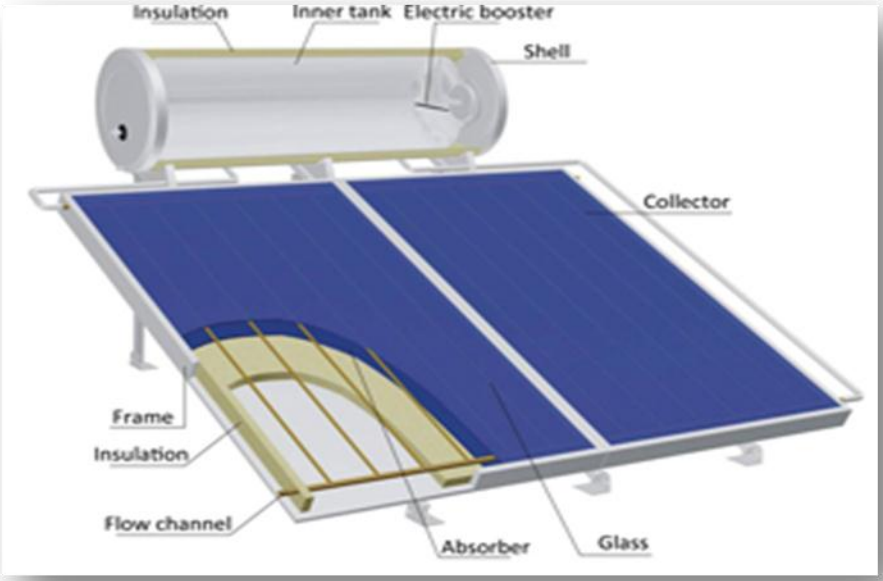
1.1.5.2 المجمعات المستوية ذات الوسيط السائل:

حيث يتدفق السائل الناقل للحرارة (غالباً الماء البارد) ضمن الصفيحة الماصة ليسخن ويخرج من الطرف المقابل , وهي اما أن تكون مباشرة أو غير مباشرة .

شكل رقم (2-10) مجمع شمسي مسطح ذو وسيط سائل



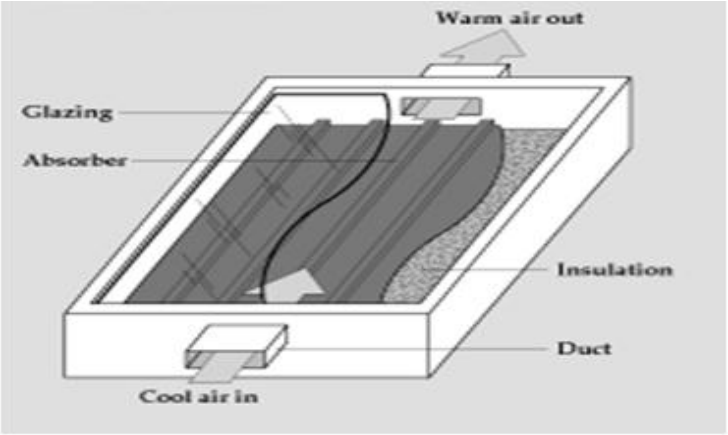
شكل رقم (2-11) مقطع تفصيلي لوحدة تسخين المياه



شكل رقم (2-12) يوضح مكونات المجمع شمسي من النوع المسطح (وحده التسخين+الخزان)

2.1.5.2 المجمعات المستوية الهوائية:

تستعمل بشكل أساسي من أجل تدفئة الهواء في المنازل او للأغراض الأخرى حيث يتدفق الهواء ضمن صفيحة الأمتصاص أما بشكل طبيعي أو باستخدام مروحة ليسخن ويخرج منها للأستخدام ,وتعد هذه المجمعات أقل كفاءة من المجمعات ذات الوسيط السائل.



شكل رقم (2-13) مقطع تفصيلي لوحده تسخين الهواء في مجمع شمسي مسطح

2.5.2 المجمعات الأنبوبية المفرغه:

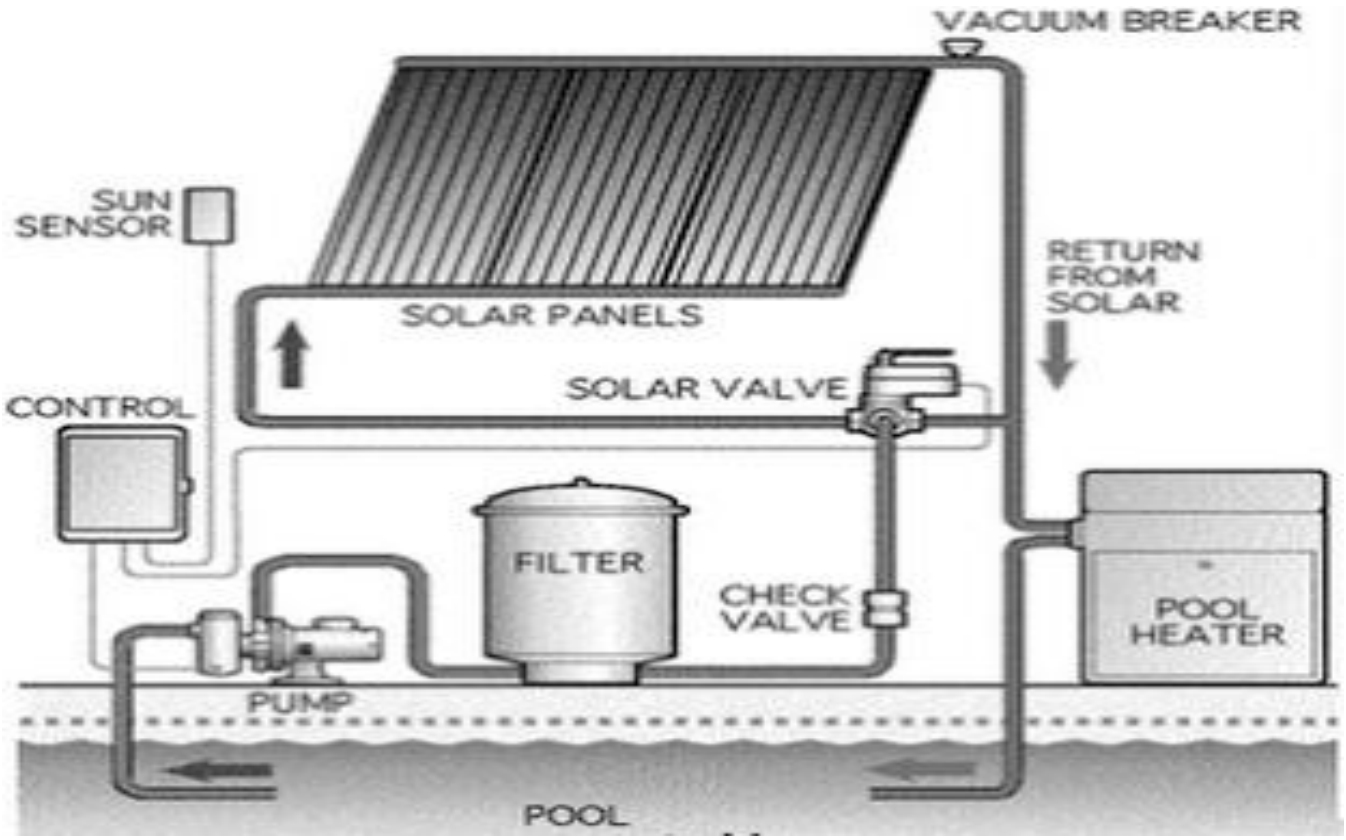
المجمعات الانبوبية المخلاه يمكن ان تعطي درجات حرارة عالية جداً تتراوح (170ـــــــ350) فهرنهايت مما يجعلها أكثر ملاءمة لتطبيقات التبريد والتطبيقات البخارية الصناعية ،ومن جهة ثانية المجمعات الأنبوبية اكثر كلفة من المجمعات المستوية ،حيث يكلف الواحد منها ما يعادل كلفة انشاء اثنين من المجمعات [4]. المستوية .

وتتألف هذه المجمعات عادة من صفوف متوازية من الأنابيب الزجاجية وكل أنبوب يحتوي على أنبوب زجاجي

خارجي شفاف وبداخله أنبوب معدني ماص للحرارة يكون مغطى بمادة تمتص الحرارة الشمسية بشكل جيد ,ويمتاز هذا النوع من المجمعات بمردود عالي و سبب ذلك هو أن الهواء بين الأنبوبين المتداخلين مزال الأمر الذي يحول دون ضياع الحرارة بفعل التوصيل.

شكل رقم (2-14) مجمع الأنبوب المفرغ

شكل رقم (2-15) الأنابيب المستخدمه في مجمع الأنبوب المفرغ



شكل رقم (2-16) طريقة عمل مجمع الأنبوب المفرغ

1.2.5.2 تقنية الأنابيب الزجاجية المفرغة:

ظهرت هذه التقنية الحديثة في السنوات القليلة الماضية ، والتي تعتمد أساسا على ما يعرف باسم الأنابيب المفرغه التي تمتص الطاقة الشمسية بكفاءة عالية وتحولها إلى طاقة حرارية لتسخين المياه.

حيث يتألف كل أنبوب مفرغ من أنبوبين من الزجاج ، أحدهما بداخل الآخر ، ويصنعان من زجاج البوروسيلكيت الذي يتميز بالمتانة ، ومقاومته للكسر.

الأنبوب الخارجي شفاف ويسمح لأشعة الشمس بالمرور من خلاله، بانعكاس قليل جدا،أما الأنبوب الداخلي فيطلى بطبقة سوداء خاصة مؤلفة من الكروم والنيكل، والذي يمتص الأشعة الشمسية الساقطة عليه بنسبة قد

تصل إلى 98% .

يتم تثبيت نهايتي الأنبوبين مع بعضهما بطريقة الصهر بعد تفريغ الهواء الموجود بينهما تحت درجة حرارة عالية ، وينتج عن عملية التفريغ هذه ، وجود منطقة عزل بين الأنبوبين ، وهذا ما يجعل تلك الأنابيب متميزة بكفاءتها ، حيث يمنع هذا الفراغ تسرب الطاقة الحرارية التي اكتسبتها المياه ، وبالتالي وقف عمليتي التوصيل ،لذلك نجد أن الأنبوب الداخلي قد تتجاوز درجة حرارته 150°C و الحمل مع بقاء الانبوب باردا الخارجي [1] الحراريتين .

من هنا نجد أن تلك الأنابيب المتينة وذات الامتصاص الحراري العالي ، اكتسبت صفة العزل الحراري ، من خلال عملية التفريغ الهوائي السابقة مما يؤدي إلى الحيلولة دون عملية فقدان الحرارة المكتسبة التي تحدث في (المجمعات الشمسيه المسطحه) والتي هي عبارة عن صندوق اسود يحتوي على أنابيب معدنية سوداء معزولة بمواد عزل تقليدية ,تقوم هذه الأنابيب بامتصاص الطاقة الشمسية وتحولها إلى حرارة لتستخدم هذه الحرارة في تسخين المياه، وبما ان العزل بسيط ، فهو يؤدي إلى حدوث فاقد حراري كبير خلال الليل عند انعدام أشعة الشمس الساقطة عليها.

2.2.5.2 هدف عملية تفريغ من الهواء:

إن هذه العملية هامة لأن الأنابيب المفرغة تقوم بامتصاص الأشعة الشمسية وتحويلها إلى حرارة والهدف هنا هو الحفاظ على هذه الحرارة و عدم فقدانها ، التفريغ يحقق هذا الهدف حيث إنه يملك خواص عزل عالية الجودة تسمح بوجود فرق عالي في درجات الحرارة بين الأنبوبين الداخلي والخارجي.وهذا يعني أن الأنابيب المفرغة تعمل جيداً وبكفاءة عالية حتى في الأجواء الباردة في حين تعمل المجمعات الشمسية المسطحة في هذه الأجواء

بشكل سيء بسبب فقدها للحرارة.

ترص الأنابيب الشمسية على التوازي وزاوية الوضع تعتمد على المكان والموقع , ففي الاتجاه الشمالي الجنوبي الأنابيب تتعقب أشعة الشمس بشكل غير فعال طوال النهار, أما في الاتجاه الشرقي الغربي فإنها تستطيع تعقب أشعة الشمس طوال أيام السنة ،كفاءة السخانات الشمسية هذه تعتمد على عدد من العوامل أهمها مستوى الإشعاع الشمسي المتوفر في المنطقة.

3.2.5.2 أنابيب التسخين:

أنبوب التسخين عبارة عن أنبوب نحاسي مجوف و الفراغ الداخلي يكون مفرغ من الهواء تماماً مثل الأنابيب الزجاجية الشمسية , ولكن تفريغ الهواء في هذه الحالة ليس هدفه العزل , بل هولتعديل حالة السائل الموجود داخل الأنبوب , حيث توجد بداخله كمية صغيرة من الماء المقطر وبعض المواد الإضافية

وهذا عائد للفرق أما في أعالي الجبال,في الضغط النظامي عند مستوى البحر, يغلي الماء عند الدرجة 100 ، يمكننا الحصول على ماء مغلي وبدرجات حرارة منخفضة، إذا استطعنا إنقاص الضغط الجوي.

وهذه هي نتيجة التجارب التي المتحصل عليها عند (أنابيب التسخين من الهواء)ضغط منخفض وغليان للماء فقط، لذلك إذا ارتفعت حرارة أنابيب التسخين واصبحت أعلي من 30°C فإن المياه سوف تتبخر .

هذا البخار يتدفق مرتفعاً نحو قمة الأنابيب وينقل معه الحرارة ، وعند وصوله إلى القمة يفقد البخار حرارته مما يؤدي لتكاثفه ويعود لحالته السائلة(عملية التكاثف هذه تؤدي لنشر الحرارة التي ستقوم بتسخين المياه) ، ومن ثم يعود لأسفل أنابيب التسخين وهكذا تتكرر العملية.

إن هذا الشرح يجعل من أنابيب التسخين تقنية سهلة جداً ، عبارة عن أنبوب نحاسي مفرغ , وفيه كمية قليلة من الماء ، وقد تم طرد الهواء من داخل.

هذا صحيح ولكن الوصول إلى هذه النتيجة تطلب إجراء أكثر من 20 عملية صناعية وبجودة تنظيمية دقيقة وصارمه، لإنتاج أنابيب تسخين عالية الجودة يجب مراعاة نوع المعدن المصنوع منه الأنبوب ونظافته و نقائه، فإذا احتوى في داخله على الشوائب , سيؤثر ذلك على فعالية الأنابيب وأدائها.

إن نقاء النحاس بحد ذاته يجب أن يكون عالياً جداً , لأنه إذا احتوى على كمية كبيرة من الأوكسجين أو اي من المواد الأخرى ,فسوف تتسرب مشكلة حيز أو كرة من الهواء في قمة الأنبوب , وهذه تؤدي لتحريك أسخن نقطة في أنبوب التسخين من نهاية مكثف التسخين إلى أسفل بعيداً عنه, وهذا يقلل من فعاليته , لذا لابد من استخدام نحاس صافي عالي الجودة.

3.5.2 انظمة المجمعات التكاملية:

تتألف من خزان واحد او اكثر حيث يكون كل خزان مطلي من الداخل بمادة داكنة ويكون معزول بشكل جيد ،ويعرف بأسم المجمعات المتكاملة(فهذا المجمع يلعب دور المجمع الشمسي ودور الخزان في وقت واحد)

6.2 الاعتبارات الفنية الواجب مراعاتها في اختيار وتركيب السخان الشمسي:

هناك عدة اعتبارات فنية يتم على ضوئها اختيار وتركيب السخان الشمسي المناسب منها:

1- نوع منظومة السخان الشمسي والتي يتم تحديدها بناءاً على طبيعة الاستهلاك ونوعية المياه المتوفرة .

2- سعة الخزان و التي تمثل كمية المياه المطلوبة للاستعمال والتي وكميتها المياه المطلوبة للاستعمال اليومي

تعتمدعلي و بالدرجة الاولى على عدد أفراد المنزل.،

3- زاوية الميل للمجمعات الشمسية والتي يجب ان تتناسب مع الموقع الجغرافي للمنزل .

4- تثبيت السخان الشمسي بإحكام مواجهاً للجنوب بقدر الامكان مع تفادي حدوث ظلال على سطح المجمع من المباني المجاورة.

5- تغطية أسطح المجمعات الشمسية كلما دعت الحاجة الى ذلك .

6- خدمة الصيانة والمتابعة .

7.2 تطبيقات المجمعات الشمسية:

يمكن صناعة السخانات الشمسية في عدة أحجام لتلبية الإحتياجات من الطاقة الشمسية حسب درجات الحرارة المطلوبة للمياه ، سواء أكانت دافئة (أقل من 50 درجة مئوية) لحمامات السباحة أو ساخنة (من 60 –80 درجة مئوية) للإستعمال المنزلي أو مغلية للحصول علي بخار لتوليد الكهرباء وهذا يعتمد علي قدرة السخان الشمسي وتصميمه . [4].

وابسط هذه السخانات السخان المسطح(FLAT-PLATE SOLAR HEATER COLLECTOR): الشمسي

وهوعبارة عن صندوق معزول معدني له غطاء من الزجاج العادي أو البلاستيك الشفاف وبداخله لوح ماص للحرارة مطلي باللون الاسود وأنابيب يمر بها الماء أو الهواء المراد تسخينه .

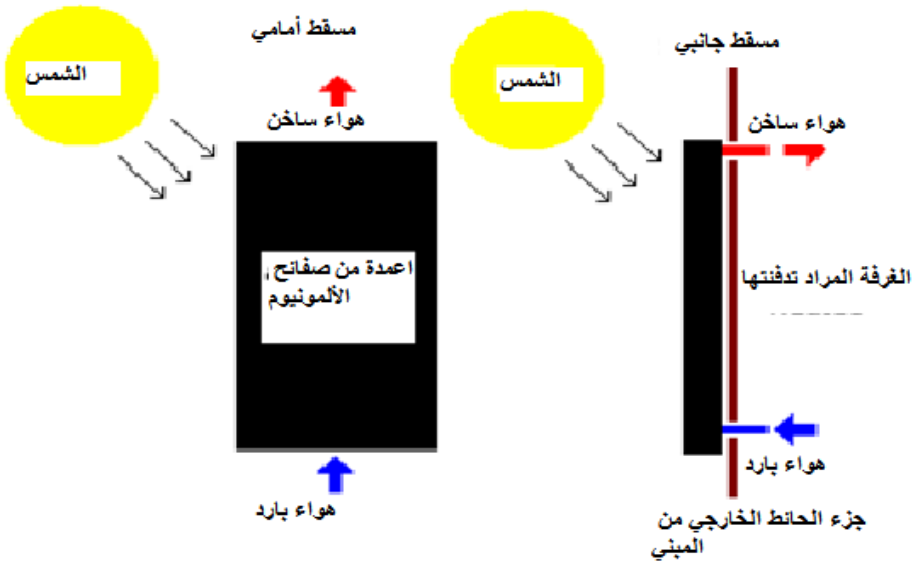
واللوح الماص من معدن نحاس أو ألمونيوم أو من سبيكة منهما ،لأن لهما قدرة كبيرة علي توصيل الحرارة

وبسرعة وكفاءة عالية ، والنحاس مقاوم للتآكل رغم أنه أكثر تكلفة، والصندوق معزول لمنع تسرب الحرارة منه وللحفاظ علي درجة حرارة الماء أثناء الليل ،والماء الساخن يخزن في خزانات معزولة حراريا أما الغطاء الخارجي فيكون من الزجاج أو الفايبر جلاس .

1.7.2 السخان االهوائي الشمسي (solar air heater) :

والتي تستخدم لتجفيف المحاصيل الزراعية وتدفئة المنازل بالهواء الساخن وتعتبر أقل تكلفة، وأسهل في التشغيل ولكنها أقل حرارة من السخانات الشمسية التي تسخن الماء،فاللوح الماص سواء أكان لوحا معدنيا أوغير معدني يمر الهواء به بواسطة مروحة لتسخينه بالحمل .

والسخان الهوائي أقل أعطالا ويعمل لسنوات طويلة، لكن أستعمالاته مازالت متدنية في الدول النامية ويمكن تشغيله بإمرار الهواء لتسخينه تحت اللوح الماص للحرارة أو خلاله أو فوقه، وقد ترتفع درجة الحرارة مابين(20 – 50 درجة مئوية) حسب طريقة العزل بالسخان, ومعدل مرور الهواء به وتراكم الأتربة عليه التي تقلل من إمتصاصه للحرارة المراوح تشفط الهواء وتدفعه بالثقوب بالمعدن بعد تسخينه بالشمس ، وهذه السخانات مختلفة الأحجام.



شكل رقم (2-17) يوضح (السخان هواء شمسي)

2.7.2 مجمع الأنبوب المفرغ (Evacuated-tube heater collector):

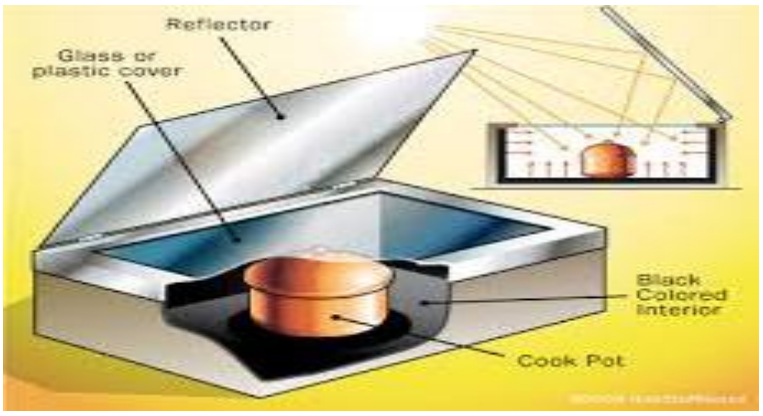
لتسخين الماء بدرجة عالية حيث تدخل الشمس من خلال السطح الزجاجي لتقع علي أنابيب زجاجية شفافة مفرغة من الهواء ومغلقة ومتوازية وبداخلها أنابيب ماصة للحرارة تمر بها المياه لتسخن بالتلامس ، وتخزن المياه في خزان والأنابيب المفرغة حول الأنابيب الماصة للحرارة لا تفقد الحرارة , لأن الفراغ لايوصل الحرارة ولا يفقدها لعدم وجود هواء يوصل الحرارة أو يحملها بالحمل أو يدور بداخلها فيفقدها ،وهناك أنابيب مفرغة وبداخلها أنابيب المياه المراد تسخينها, يسع الأنبوب 19 لتر ماء مما يجعلها لاتحتاج لخزانات بجوارها لتخزين المياه.ويمكن وضع الجهاز مائلا رأسيا أو أفقيا[2]

3.7.2 المجمع المركز(Concentrating collector):

والذي يستخدم المرايا اللامعة (المقعرة) لتعكس الأشعة المركزة للشمس فوق اللوح الماص لتقع في بؤرة تجميع لأشعة الشمس فوق المستقبل بحيث يمر به الماء المراد تسخينه ، وهذه السخانات تعطي درجات حرارة للماء أعلي بكثير من السخانات الشمسية العادية ، كما تدور مع إتجاه الشمس وهذا النوع يعطي ماء مغليا أو يستخدم في تقطير وتحلية المياه المالحة بإلحاق جهاز تكثيف به للحصول علي الماء المقطر.

4.7.2 الفرن الشمسي (Solar cooker):

يمكن إستخدام هذه الوسيلة لطبخ الطعام في اوعية سوداء يطلق عليها الفرن الشمسي وتتكون من مرايا لامعه تسلط عليها اشعة الشمس لتنعكس فوق جدران هذه الاوعية ،وقد تصل درجة الحرارة 200درجة مئوية، وهذه الوسيلة يمكن من خلالها قتل البكتريا وتعقيم المياه , وهي غير مكلفة لو صممت هذه المجمعات الشمسية مع بناء المبني وحجم جهاز تجميع الطاقة يعتمد علي الإستعمال والحاجة اليومية ،فالشخص يمكنه إستهلاك 50 لتر يوميا من الماء الساخن في درجة من 55 – 60 درجة مئوية[3].

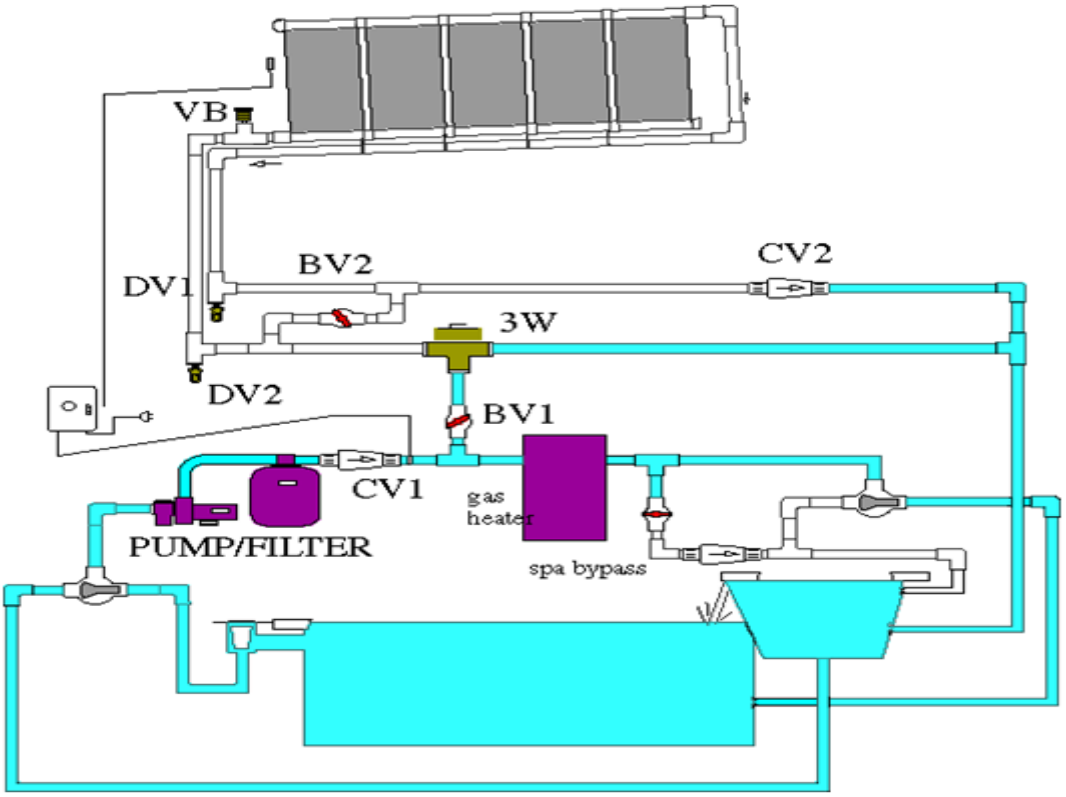


شكل رقم (2-18) يوضح الفرن الشمسي

5.7.2 تعقييم المياه بواسطه المجمع الشمسي :-

وهناك تقنية تعذيب وتقطير مياه البرك والمحيطات عن طريق إستخدام الطاقة الشمسية المتجددة لاسيما في المناطق التي تغمرها أشعة الشمس المتدفقة [4].

وهذه التقنية عبارة عن إنشاء خزانات كبيرة من الطوب أو الأسمنت أو البلاستيك أو الآجر , ومحكمة للمياه المراد تقطيرها.وتغطي بغطاء زجاجي أو بلاستيكي شفاف . وقعر الخزان مبطن بمادة سوداء ليمتص حرارة الشمس التي تبخر الماء المقطر ليتكثف تحت الغطاء المائل بفعل الهواء الخارجي وليتجمع في جوانب الغطاء وينساب في أنابيب أسفله ليعطينا الماء المقطر الذي يتجمع في خزانات خاصة معزولة عن الحرارة حتى لا يتبخر الماء ثانية .وهذه الطريقة غير مكلفة ولا تحتاج لصيانة الأجهزة وتعمل بانتظام طالما أن أشعة الشمس موجودة ،والمياه الناتجة لها جودة عالية وبها هواء ولا يوجد بها معادن ، لهذا طعمها قد يكون غريبا بعض الشئ كما انها صالحه للشرب و خالية من البكتريا والطفيليات والملوثات تقريبا ، وهذه المياه تقلل إنتشار العدوي بالأمراض المعدية ولاسيما في البلدان التي تسبب مياه الشرب العدوى بها كعدوى الكوليرا والتيفويد.



شكل رقم (2-19) تعقييم المياه بواسطه المجمع الشمسي

صمام رجوع :BV **صمام تصريف سريع :DC** **صمام تحكم :CV**

6.7.2 تسخين أحواض االسباحة بالطاقة االشمسية:

ان سخانات الماء الشمسية يمكن ان تستعمل ايضاً لتسخين مياه المسابح , حيث تقوم المجمعات الشمسية بتسخين المياه الى درجات اعلى بقليل من درجة حرارة الجو المحيط ,حيث تستخدم لهذه الغاية المجمعات الشمسية الرخيصة الغير زجاجية والتي تصنع عادة من المواد البلاستيكية المعدة خصيصاً لهذه الغايه

فالمجمعات الشمسية الزجاجية ليست نموذجاً للأستخدام في تطبيقات تسخين مياه المسابح ماعدا الاحواض الداخلية.

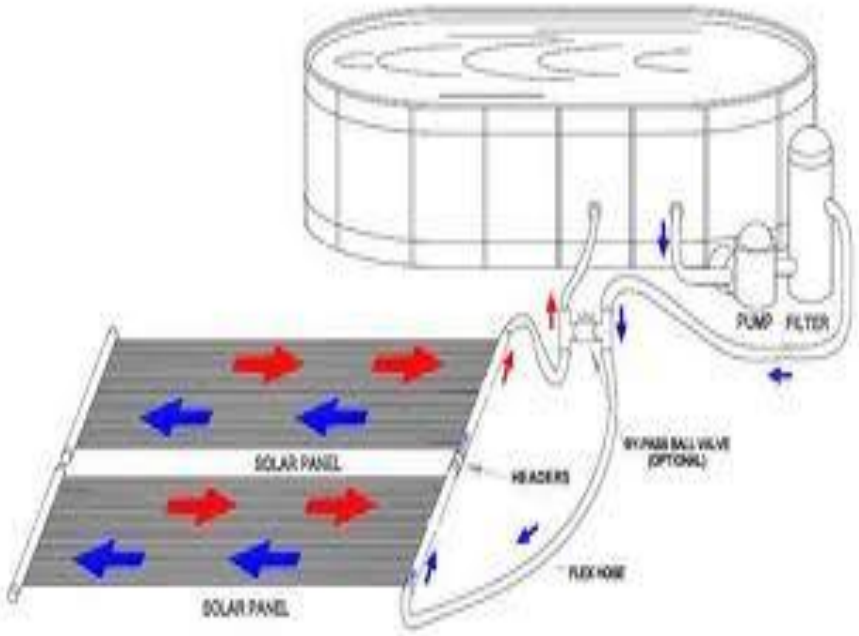
ان تسخين مياه المسابح باستخدام الطاقة الشمسية يتطلب مجمع شمسي مساحتة تساوي $(150 - 50\ m^2)$ وهذا مكلف نوعاً ما, وبشكل عام كلما زادت مساحة المجمعات اصبح بالأمكان استخدام المسبح في طقس بارد كما ان تغطية المسبح وعزله يؤثر تخفيض ضياعات الحرارة بشكل ملحوظ وبالتالي الحفاظ على مياه المسبح دافئة لفتره أكبر.

يمكن استخدام الطاقة الشمسية لتدفئة الابنية شتاءاً ،حيث يتألف النظام من مجمعات شمسية وخزان للحرارة ومضخة في حال استعمال الماء الساخن كوسيط ناقل للحرارة ,ومروحة في حال استعمال الهواء كوسيط ناقل للحرارة ،كما تحتاج انظمة التدفئة بالطاقة الشمسية الى مصدر حراري مساعد , اذا لم تحتوي على خزان حراري.

ويعتمد مبدأ عملها على وجود مجمع شمسي يقوم بلتقي الطاقة الشمسية وتحويلها الى حرارة تنتقل الى الوسيط العامل والذي بدوره ينقل الحرارة الى المكان المراد تدفئته.

7.7.2 الطرق المختلفة لتحلية االمياه:

إن أزمة المياه الناشئة في العالم عامة هي الدافع للبحث عن طرق جديدة للحصول على مياه تتلاءم مع متطلبات الحياة وازدياد السكان وارتفاع مستوى المعيشة ونمو التطور الصناعي والزراعي،و السبيل الأمثل للحصول على المياه العذبة يكمن في تحلية مياه البحر والتي تعتبر من أنسب الوسائل لتحقيق المتطلبات المتزايدة نظرا للازدياد المستمر في عدد السكان وأرتفاع متطلباتهم اليومية من المياه .[3].



.

شكل رقم (2-20) تسخين أحواض السباحه بواسطة المجمع الشمسي

يرجع الفضل في التحلية للعرب إذ يعتبر الكيميائيون العرب هم أول من بدأوا فكرة تحلية مياه البحر بإستخدام أشعة الشمس في القرن السابع الميلادي [2].

لقد تم ابتكار طرق تحلية مختلفة ذات طاقة إنتاجية عالية تصل لمئات الآلاف من الأمتار المكعبة من المياه العذبة ولقد تعددت طرق التحلية وتنوعت ونذكرمنها الآتي:

1-التقطير.

2- التثليج .

3- التناضح العكسي.

4- التبادل الأيوني .

وعلى الرغم من إمكانية إزالة ملوحة مياه البحر بالطرق السابقة ألا أن هناك طرق محدودة تستخدم تجاريا منذ العشرين سنة الماضية ويعتمد استخدام طريقة ما للتحلية على مصدر التغذية وعلى ملوحة مياهه وعلى الكميات المنتجة وتكاليف الإنشاء والتشغيل والصيانة، والتي تختلف من موقع إلى آخر وتحظى طريقة التبخير بنسبة إستخدام كبيرة تليها طريقة التناضح العكسي.

1.7.7.2 الطاقة االشمسية كمصدر طاقة لوحدات االتحلية:

نظرا لكون الطاقة عامل أساسي في حساب تكاليف محطات التحلية ونظرا لارتفاع أسعار الوقود أو تذبذبها في السنوات الأخيرة فإنه يلزم البحث عن مصادر أخرى للطاقة أقل تكلفة وأكثر ثباتا في الأسعار وعدم تسببها في زيادة تلوث البيئة.تعتبر الطاقة الشمسية من أكثر أنواع الطاقة ملاءمة للأستعمال لولا أنخفاض معدل الأستفادة منها حاليا على نطاق تجارى واسع وتجرى حاليا أبحاث كثيرة لتطوير وإيجاد وسائل للحصول على ومن أهم الوسائل المستخدمة حاليا لتحلية المياه باستخدام الطاقة الشمسية ما يلي :–الطاقة الكافية

1 –الطرق االغير مباشرة للتحلية بالطاقة االشمسية:

وتعتمد هذه الطرق على توفير الطاقة اللازمة لوحدات التحلية من الطاقة الشمسية الى يتم تحويلها إلى أشكال أخرى من الطاقة مثل الطاقة الحرارية أو الطاقة الكهربية أو المكانيكية ويتم إستخدام هذه الطاقة لتشغيل محطات التحلية ويستمر باقي العمل كما هو مع مصدر التوليد التقليدي.

تحويل الطاقة الشمسية إلى طاقة حرارية يستفاد منها في محطات التحلية بطريقة التبخير المتعدد المراحل

والتبخير الومضي المتعدد المراحل حيث استعملت هذه الطريقة على مستوى صناعي ذات إنتاج عالي .

تجري عملية تحلية مياه البحر بالاعتماد على الطاقة الشمسية في أحواض واسعة مغطاة بألواح زجاجية ويبلغ ارتفاع هذه الأحواض عدة سنتيمترات ويجب طلاء القاع باللون الأسود ليمتص أكبر قدر من الطاقة الشمسية الساقطة عليه . يدخل الماء المالح إلى الحوض فيتبخر جزء منه بفعل الأشعة الساقطة عليه والتي تصل إلى الماء عبر الغطاء الشفاف ،فيتصاعد هذا البخار ويصطدم بالسطح الداخلي للغطاء حيث يتكثف مشكلا قطرات من الماء العذب.[4].

تؤدي الطاقة الشمسية التي تخترق اللوح الزجاجي إلى رفع درجة حرارة الماء بصورة عامة والطبقات السفلية بصورة خاصة بسبب تلامس طبقات الماء السفلي مع القاع الأسود أما الغطاء فيستقبل عدة أنواع من الطاقة هي :

1-.الطاقة الشمسية .

2-.طاقة تكثييف البخار.

3-. طاقة الأشعة الحرارية المنبعثة من الماء المالح .

تؤدي هذه الطاقات إلى رفع درجة حرارة الغطاء الذي يبدأ بدوره بإصدار أشعة حرارية إلى الوسط الخارجي (طاقة المفقودة)، ويعتمد إنتاج المقطر على عدة عوامل منها(ميل الغطاء وبعده عن سطح الماء، إرتفاع الماء في الحوض ، نسبة الملوحة ، الفرق في درجات الحرارة بين الغطاء وسطح الماء) . إن ميل الغطاء يجب أن يتناسب وزاوية ارتفاع الشمس بحيث تكون أشعة الشمس عمودية لتلاقى أكبر قدر ممكن من الأشعة المتناثرة وبالتالي تحسين مردود الحوض إن بعد الغطاء عن سطح الماء يتناقص مع إرتفاع نسبة تركيز الملح

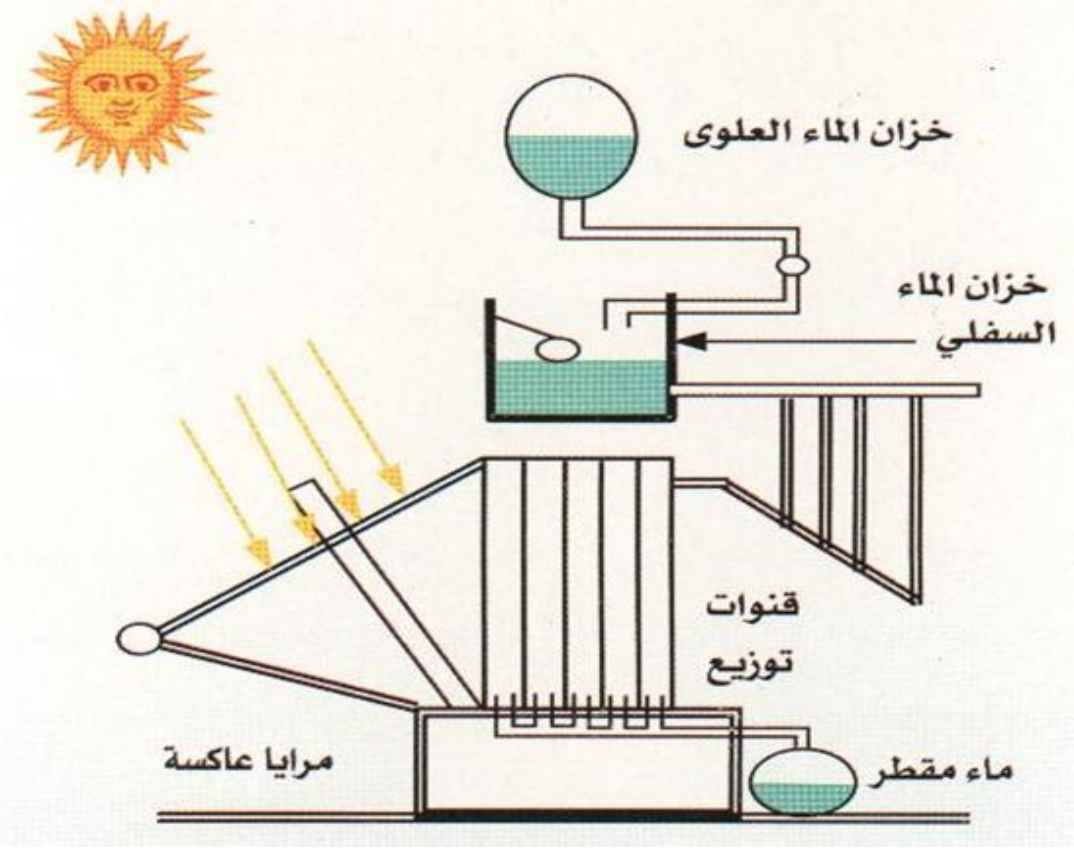
في الماء وينصح ألا يتجاوز إرتفاع الماء في الحوض مدى معين يتراوح من$(3_\ 2.5\ cm)$ [4].

:وهناك عدة أنواع من المقطرات ظهرت نتيجة قلة إنتاجية المقطرات الزجاجية منها على سبيل المثال

1-.مقطرات شمسية ذات اتجاه مائل فى إتجاه واحد .

2-.مقطرات شمسية ذات الأدراج.

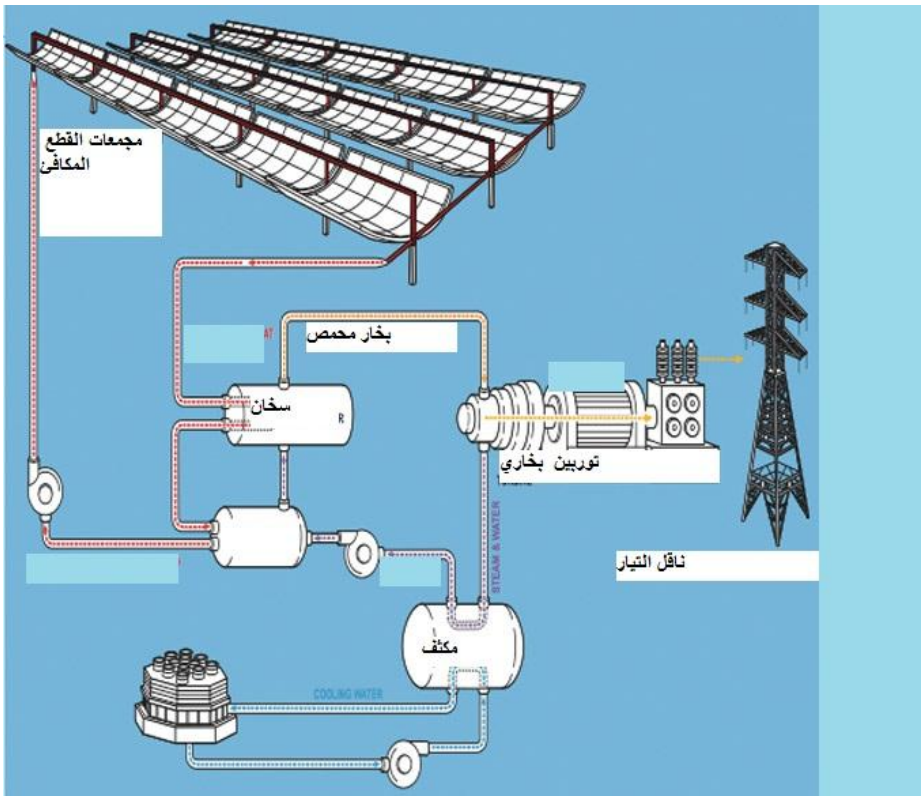
3-المقطرات الشمية ذات الطابقين .



شكل رقم (2-21) يوضح مقطر شمسي متعدد الطوابق

8.7.2 محطة المزرعة الشمسية (solar farm power plant) :

ولاستخدام مثل هذه الطريقة يتم تصميم و بناء ما يعرف بمحطات مزارع الطاقة الشمسية (solar farm power plant) في هذه المزارع يتم تنصيب المرايا (المصنعة على شكل ما يعرف بالقطع المكافئ –كطبق الإستقبال) بشكل متوازي بحيث يتم تركيز أشعة الشمس الساقطة عليها و يتم وضع أنابيب امتصاص في منتصف هذه الأطباق حيث نقطة تجمع الأشعاع الشمسي الساقط، ويتم تمرير ماء أو زيت حراري في هذا الأنبوب، كما يتم وضع أنابيب الإمتصاص في غلاف زجاجي مفرغ من الهواء. كما أن جزءاً من الطاقة المنتجة تستخدم كعامل محفز ليساعد في تحسين حرارة البخار [2].



شكل رقم (2–22) يوضح مزرعة شمسية لتوليد الكهرباء

8.2 اقتصاديات الطاقة الشمسية :

تعتبر تكلفة المواد الأولية لأجهزة استخدام الطاقة الشمسية أهم عائق يحول دون أستخدامها بالإضافة إلي المساحة الكبيرة المطلوبة لوضع هذه الأجهزة المجمعة لأشعة الشمس غير المركزة و بالرغم من كل هذه العوامل فهناك بعض الأستخدامات للطاقة الشمسية تعتبر اقتصادية في الوقت الحاضر منها تسخين المياه والأستعمالات الأخرى في المناطق النائية مثل توليد الكهرباء وضخ المياه وتحلية المياه والبث اللاسلكي .

ومن الضروري قبل احتساب تكلفة واقتصاديات الطاقة الشمسية أن نعلم نوع التطبيق الشمسي بالإضافة إلي مواصفات المكان أي هل منطقة نائية أو قرب مدينة أو في داخل المدينة ؟ ويجب معرفة فترة التشغيل اليومية وهل هناك حاجة إلى تخزين الطاقة أم لا ؟ وهل هناك حاجة إلي الصيانة ومدى تكرارها ؟ ، ومن المعلوم بأن معظم البلدان العربية تدعم أسعار الكهرباء المولدة بالمشتقات النفطية لمواطنيها ولا بد من أخذ هذا الدعم في الاعتبار عند مقارنة تكلفة توليد الكهرباء باستخدام الطاقة الشمسية، و إذا أخذت جميع هذه العوامل في الحسبان و اتبعت الطرق الصحيحة لاستغلال و استخدام هذا النوع من الطاقة بشكل اقتصادي ومحاولة تطويرها إلي الشكل الأفضل قد يؤدي إلي انخفاض تكلفة الوات الواحد المنتج منها[3].

9.2 تجارب سابقة اجريت لتحسين اداء المجمع الشمسي المسطح:

اغلب التجارب التي اجريت كانت لتحسين الاداء والكفاءة الحرارية للمجمع المسطح الذي يستخدم الهواء كوسيط والقليل من التجارب للمجمعات التي تستخدم الماء ونستعرض بعض الدراسات التي اجريت لزيادة كفاءة مجمع شمسي باضافات تصميمية:

1- دراسة اجريت في جامعة كارتغينا للتكنولوجيا باسبانيا بواسطة هيرارا مارتين وغارسيا بينار وبيريز

غارسيا بعنوان تجربة انتقال حرارة لمجمع شمسي مسطح محسن وكانت الدراسة عبارة عن مقارنه بين مجمع مسطح عادي واخر له نفس الابعاد ولكنه محسن بأضافات تصميمية مثل صمامات لولبية للتحكم وصمامات تصريف وفتحات للتنفيس وملفات للتسخين ومبادل حراري بين الدخول والخروج للمجمع وقد ادت هذه التحسينات لزيادة الكفاءة من66.7% الى 76.5%[11].

2- دراسة أجريت في كلية الهندسة بجامعة بغداد في العراق بواسطة سعد محسن المشاط وعمر خليل الجبوري وأحمد حسن بعنوان دراسة أداء الأستخدام الفعال الفعال للطاقة الشمسية بأستخدام الفرشة المسامية حيث تم في هذه الدراسة تصميم مجمع شمسي يستخدم الفرشه المسامية (الحجر) كسطح أمتصاص ومادة حازنة للحرارة مع وأستخدام مضخة هوائية حيث بلغت أعلي كفاءة لحظية للمجمع حوالي 20% أمالة للمجمع بزاوية 45°.

ووصل أعلي فرق لدرجة حرارة الهواء بين المدخل والمخرج(10°C) [12].

10.2 استثمارات االطاقة الشمسية في االعالم العربي :

يدرك العاملون في مجال الطاقة أن الأراضي العربية هي من أغنى مناطق العالم بالطاقة الشمسية ويتبين ذلك بالمقارنة مع بعض دول العالم الأخرى ولو أخذنا متوسط ما يصل الأرض العربية من طاقة شمسية وهو (5 كيلو واط – ساعة / متر مربع / اليوم) و افترضنا أن الخلايا الشمسية بمعامل تحويل(5 %) وقمنا بوضع هذه الخلايا الشمسية على مساحة 16000 كيلو متر مربع في صحراء العراق الغربية (وهذه المساحة تعادل تقريباً مساحة الكويت) و أصبح بإمكاننا توليد طاقة كهربائية تساوي(10 4 × 400 ميغا واط – ساعة في في اليوم) أي ما يزيد عن خمسة أضعاف ما نحتاجه اليوم وفي حالة فترة الاستهلاك القصوى[2].

ومن البديهي أيضاً أن طاقتنا النفطية ستنضب بعد مائة عام على الأكثر وهو أحسن المصادر للطاقة ونظراً لعدم وجود كميات كبيرة من مادة اليورانيوم في بلداننا العربية بالإضافة إلي تكلفة أجهزة الطاقة وتقدم تكنولوجيتها خلال السنوات الخمسين الماضية و إمكانية عدم اللحاق بها وهو ما جعلنا مقصرين في استثمارها و نأمل أن لا تفوتنا الفرصة في خلق تكنولوجيات عربية لاستغلال الطاقة الشمسية وهي لا زالت في بداية تطورها[2].

إن لاستعمال بدائل الطاقة مردودين مهمين أولهما جعل فترة استعمال الطاقة النفطية طويلة وثانيهما تطوير مصدر للطاقة آخر بجانب مصدر النفط الحالي ومن التجـــارب المحدودة لاستخدامات الطاقة الشمسية في البلاد العربية ما يلي:

1- تسخين المياه والتدفئة وتسخين برك السباحة بواسطة الطاقة الشمسية أصبحت طريقة اقتصادية في البلدان العربية وخاصة في حالة تصنيع السخانات الشمسية محلياً

2-تعتبر الطاقة الشمسية أحسن وسيلة للتبريد حيث أنه كلما زاد الإشعاع الشمسي كلما حصلنا على التبريد وكلما كانت أجهزة التبريد الشمسي أكثر كفاءة ، ولكن تكلفة التبريد الشمسي تكون أعلى من السعر الحالي للتبريد بثلاثة إلي خمس أضعاف تكلفته الاعتيادية ويعود السبب لارتفاع التكلفة لمواد التبريد الشمسي ومعدات تجميع الحرارة وتوليد الكهرباء.

ولو استعرضنا البحث والتطبيقات السارية للطاقة الشمسية في الوطن العربي لتبين لنا أن استخدام السخانات الشمسية أصبح شيئاً مألوفاً في بعض البلدان العربية بينما بقيت صناعة الخلايا بصورة تجارية متأخرة في جميع البلدان العربية بسبب تكلفة إنشاء المصنع الأولية و إتباع سياسة التأمل القائلة (يجب الانتظار ريثما

تنخفض الكلفة).

إن معظم التجارب الميدانية والمختبرية لاستغلال الطاقة الشمسية في الوطن العربي لا تزال في مراحلها الأولى ويجب تنشيطها و الإكثار منها و لو استعرضنا ما تقوم به دول العالم في هذا المجال و بخاصة الدول المتقدمة صناعياً والتي لا تملك خمس ما تملكه الدول العربية من الطاقة الشمسية لوجدنا أن بريطانيا وحدها تنفق على مشاريع الطاقة الشمسية ما يعادل جميع ما تنفقه الدول العربية مجتمعة وينطبق هذا على عدد العاملين في مجالات الطاقة المتجددة حيث يعمل في فرنسا ضعف اللذين يعملون في جميع الدول العربية في هذه المجالات.

الباب الثالث

المجمع الشمسي المسطح

1.3المجمع الشمسي المسطح:

سخان المياه الشمسي هو وحدة امتصاص وتسخين بالطاقه الشمسيه الممثلة في الاشعة الحرارية واحلالها في مياه تتحرك داخل وحدة امتصاص , فترتفع درجة حرارتها ويتم المحافظه على الماء الساخن في خزان معزول جيدا لحين الاستخدام ويتكون السخان الشمسي من:-

1- المجمع الشمسي .

2- الخزان الحراري .

3- شبكة التوزيع (الصرف).

4- اجهزة التحكم

1.1.3المجمع الشمسي:

وهو اهم جزء في منظومة التسخين الشمسي , حيث يقوم بتجميع الطاقه الحرارية المطلوبة من اشعة الشمس مباشرة , ولابد في هذه الحالة لاي مشروع من المشاريع من معرفة كمية الاشعة الواردة, والطاقه المطلوبة لتشغيل المنظومة , وبالتالي تحديد نوع المجمع الشمسي وتقييم ادائه , ويتكون المجمع الشمسي من الاجزاء التالية:

الحامل المعدني .سطح الامتصاص , قنوات التسخين , الغطاء الزجاجي , موانع التسريب الحراري , الصندوق الخارجي,

1 /سطح الامتصاص:

يصنع سطح الامتصاص في الغالب من معدن مطلي بلون أسود ناصع وذلك لزيادة معدل امتصاص حيث تتميز الألوان الداكنة بمعدل عال الامتصاص الأشعة الشمسية يصل إلى 98% ولكن يعاب على الألوان الداكنة قابليتها الشديدة لفقد الحرارة بطريقة الإشعاع حيث يصل ذلك المعدل إلى 90%، بعبارة أخرى فإن السطح الماص الداكن قادر على امتصاص ما نسبته 98% من الطاقة الساقطة عليه ولكنه سيعيد إشعاع ما نسبته 90% من الطاقة المكتسبة لتصبح الاستفادة من جزء صغير فقط من الطاقة الشمسية الساقطة على السخان وستضيع النسبة الكبرى سدي من أجل ذلك تستخدم أنواع خاصة من الطلاء ذات معدل امتصاص عالي ومعدل إشعاع منخفض وتسمي

الطلاءات الانتقائية ، ومن أمثلة هذه الطلاءات أكاسيد الكروم والكوبالت. (SelectiveCoatings).

2/ قنوات سريان وسيط التسخين:

تصنع هذه القنوات عادة من معادن مثل النحاس والفولاذ أو من المطاط وهي تختلف من تطبيق إلى آخر باختلاف نوع الوسيط وكذلك باختلاف مادة سطح الامتصاص ، فهناك قنوات مستطيلة ذات مساحات كبيرة (15-10سنتيمترات) لتسخين الهواء . وهناك قنوات دائرية ذات أقطار صغيرة (أنابيب أقطارها بحدود 1 سنتيمتر) لتسخين السوائل.

3/ الغطاء الزجاجي :

ان الوظيفه الاساسيه للغطاء الشفاف هي السماح للاشعة الشمسية بالوصول الى الماص الحراري, ومنع الطاقة

الحرارية من الفقدان من خلال القسم العلوي كما انه يمنع الماء والهواء من التسرب الى داخل المجمع.

جدول (3-1) يوضح خصائص الزجاج[10].

الغطاء	السمك mm	الوزن kg/m^2	الموصلية الحرارية $W/m.℃$
زجاج قياسي	4	10	0.84
زجاج قياسي,معالج حراريا	4	10	0.84
زجاج خالي من الحديد,معالج حراريا	4	10	0.91
زجاج مطلي غير عاكس	4	10	0.95

4/ العازل الحراري:

عندما ترتفع درجة الحرارة داخل السخانات بالمقارنة بالجو المحيط بها يصبح هناك إمكانية لفقد هذه الحرارة بالتوصيل وذلك عن طريق جوانب السخان والجهة السفلية منه ، وبالحمل ، والإشعاع عن طريق الغلاف الزجاجي ، وعليه يمكن الاستعانة بمواد وأساليب خاصة للحد من هذه الفواقد حسب نوعية الفقد وذلك على النحو التالي:

a /الفقد بالتوصيل :

ويمكن الحد منه بإحاطة جوانب وأسفل الماص وأنابيب التسخين بمواد خاصة ذات توصيلية حرارية متدنية مثل الصوف الزجاجي الألياف الزجاجية والبولي ستيرين.

b /الفقد بالحمل :

ويمكن الحد منه بسحب الهواء الموجود بين الأغطية الزجاجية أو يوضع أنابيب التسخين مع السطح الماص دخل أنابيب زجاجية مفرغة من الهواء.

c/الفقد بالإشعاع :-

ويمكن الحد منه باستخدام أغلفة زجاجية منفذة للأشعة القصيرة من الشمس وفي نفس الوقت معتمة بحيث تمنع أنعكاس الأشعة ذات الموجات الطويلة الصادرة من السطح الماص.

جدول (3 – 2) يوضح خصائص العوازل الحرارية[10].

المادة العازلة	اعلى درجة حرارة مسموح بها ℃	الكثافة kg/m^3	الموصلية الحرارية $W/m.℃$
صوف معدني	200	60 – 200	0.04
صوف زجاجي	200	30 – 100	0.04
صوف زجاجي	200	130 – 150	0.048
رغوة بولي يوريثان	130	30 – 80	0.03
رغوة بولي ستيرول	80	30 – 50	0.034

5/ الغطاء الخارجي :

ويستعمل الغطاء الخارجي لكي لايسمح للهواء والرطوبه من التسرب الى المجمع حيث ان هذه العوامل تزيد من الفقدان الحراري , يمكن تصنيع الصندوق الخارجي من صفائح الفولاذ المجلفن الخفيف او الخشب او الالمونيوم او أي مواد اخرى.

جدول (3-3) يوضح الموصلية وامتصاصية بعض المواد [10].

المعدن	الموصلية الحرارية $(W/m^2.K)$	الانبعاثيه %
النحاس	385	0.037
الالمونيوم	205	0.039
الحديد المجلفن	79.5	0.78

جدول (3-4) يوضح الموصلية الحرارية لبعض المواد[10].

نوع الماده	معامل التوصيل الحراري $(W/m^2.℃)$
الواح اسبستوس Asbestos boards	0.16
الواح فلين Cork boards	0.043
خشب طري (شوح-صنوبر) Soft wood (fire-pine)	0.12
خشب قاسي(سنديان-بلوط) Hard wood (maple-oak)	0.16

*حسب المواصفات التي قدمت فان نوع العازل الحراري الذي استخدم في المجمع الشمسي هوالصوف الزجاجي ، اما مواد التصنيع فان الاختيار تم بدقة متناهية وذلك للاستفادة من اقصي طاقة شمسية متاحة ولهذا تم اختيار الخشب كعازل حراري في الاطار الخارجي والنحاس كمادة جيدة التوصيل الحراري في الانابيب وشرائح الالمونيوم كسطح ماص للحرارة .

2.3 معادلات الطاقه للمجمع الشمسي:[7].

يمكن ايجاد الاداء الحراري للمجمع الشمسي بتوازن الطاقه التي تحدد ذلك الجزء من الاشعه القادمه والتي تعطي كطاقه نافعه لمائع التشغيل ، ولمجمع شمسي مساحة سطحه الماص (Ac) يكون هذا التوازن :

$$Ic * Ac * \tau s * \alpha s, c = qu + qloss + \frac{dec}{dt} \dots\dots (3-1)$$

Ic :الاشعاع الشمسي على سطح المجمع

τs :الابتعاثيه الفعالة لغطاء او اغطية المجمع

$\alpha s, c$:الامتصاصيه الشمسيه لسطح المجمع الماص

qu :معدل انسياب الحراره من سطح الماص الى الانابيب

$qloss$:معدل انسياب الحراره اوفقدانها من الماص الى المحيط

$\frac{dec}{dt}$:معدل تخزين الطاقه الداخليه في المجمع

ان الكفاءة الكليه للمجمع، ηc، هي ببساطه نسبة الحراره المستفاده المستلمه الى الطاقه

الشمسيه القادمه الكليه :

$$\eta c = \frac{qu}{Ac * Ic} \dots\dots\dots\dots (3-2)$$

وعمليا يجب قياس الكفاءة على فترة زمنيه محدده ، واذا مر مائع مثل الماء خلال الانابيب فان الطاقة المستلمه المستفاده من قبل المائع تكون:

$$Qu = m * Cp * (Tf, out - Tf, in) \dots\dots (3-3)$$

حيث ان :

m≡ معدل سريان كتلة المائع خلال المجمع.

Cp ≡ الحرارة النوعية عند ثبوت الضغط لمائع التشغيل.

$(Tf, out - Tf, in) \equiv$ الارتفاع في درجة حرارة مائع التشغيل المار عبر المجمع.

قيمة الطاقة المستفاده من المجمع الشمسي للمتر المربع الشمسي وكميةالتدفق (Q) تعتمد على شكل المجمع ،لكن لكي نحصل على نتائج تقريبيه مقبولة يجب وضع افتراضات تبسيطيه وهي كالتالي:

1- يكون المجمع في حالة الاستقرار حراريا.

2- يكون الهبوط بدرجة الحرارة بين اعلي واسفل صفيحة الامتصاص مهملا .

3- يكون انسياب الحرارة باتجاه واحد خلال اللوح الزجاجي بالاضافة للعازل الخلفي .

4- الاشعاع علي اللوح الماص منتظم .

وهنالك اعتبارات تصميمية اخرى كالاتي :

(اولا): فرض حرارة اللوح الماص Tpmمساوية للحرارة السائل الداخل Tfi

(ثانيا): حساب معامل الفقدان الحراري للمجمع UL

$$UL = Ub + Ue + Ut \dots\dots\dots\dots (3-4)$$

$U_b(w/m^2.℃) = \frac{k}{x}$ (معامل فقدان الحراره من الاسفل)

K=معامل التوصيل الحراري للعازل (W/m.℃)

X= سمك العازل (m)

$(W/m^2.℃) = U_e$ معامل فقدان الحراره الجانبي

Ut= معامل فقدان الحراره من الاعلى $(W/m^2.℃)$

$$U_t = \left\{\frac{N}{\frac{C}{Tpm}\left[\frac{Tpm-Ta}{N+f}\right]^e} + \frac{1}{h_w}\right\}^{-1} + \frac{\sigma(Tpm+Ta)(Tpm^2+Ta^2)}{(\epsilon_p+0.0059h_w)^{-1}+\frac{2N+f-1+0.133\epsilon_p}{\epsilon_g}-N} \dots(3-5)$$

حيث :

N =عدد الاغطية الشفافة

$$\begin{Bmatrix} 70 > B > zero \\ 90 > B > 70 \text{نستعمل} B = 70 \end{Bmatrix} \quad C \equiv const = 520(1 - 0.000051B^2)$$

$$f = (1 + 0.089h_w - 0.1166h_w * \varepsilon_p)(1 + 0.07866N) \dots\dots (3-6)$$

$$e = 0.43\left(1 - {}^{100}/_{T_{pm}}\right) \dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots (3-7)$$

$$\sigma = 5.66697 \times 10^{-8} (W/m^2 . K^4)$$

B =زاوية ميلان المجمع الشمسي.

E_g ≡أنبعاثية اللوح الشفاف=0.88 للزجاج.

ϵ_p ≡أنبعاثية اللوح الماص .

T_a ≡ درجة حرارة الجو (k^4).

T_{pm} ≡ معدل درجة حرارة اللوح الماص(k^4)

hw≡ معامل انتقال حرارة الهواء $= 5.7 + 3.8\,V$

V ≡ سرعة الرياح $({}^{m}/_{S})$

(ثالثا): حساب كفاءة الزعانف F، علي زعنفة قياسية مستقيمة بمقطع مستطيل وهي كما يلي :

$$F = \frac{[tanhm(W-D)/2]}{m(W-D)/2} \dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots (3-8)$$

$$m = \sqrt{\frac{U_t}{K_p \delta_p}} \dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots (3-9)$$

حيث :

D ≡ القطر الخارجي للماسورة (m) .

$W \equiv$ معدل المسافة بين المواسير (m) .

$K_p \equiv$ معدل التوصيل الحراري للوح $(W/m.°C)$.

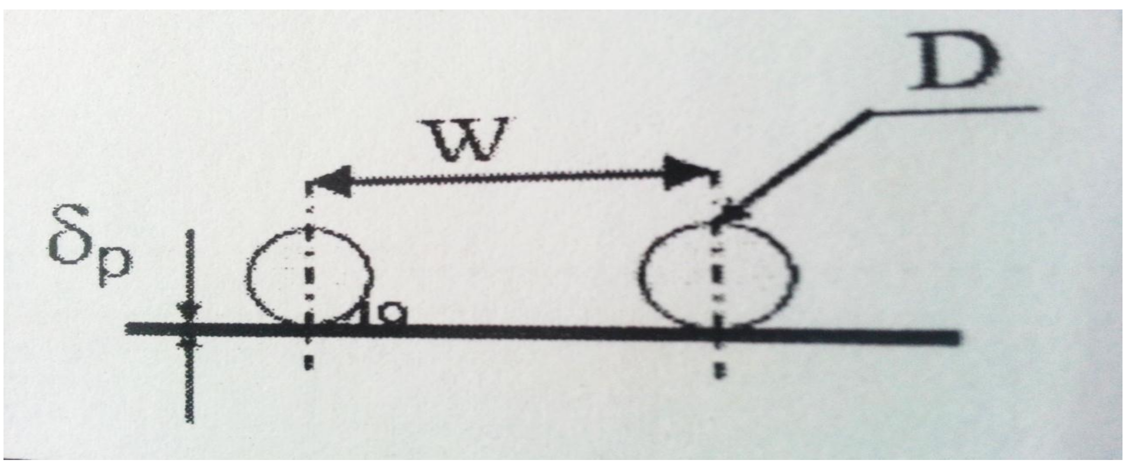
$\delta_p \equiv$ سمك اللوح الماص .

(رابعا): حساب معامل كفاءة اللا قط الشمسي F' :

معامل كفاءة المجمع هو معامل يستخدم في تصميم المجمعات الشمسية ويعتمد علي

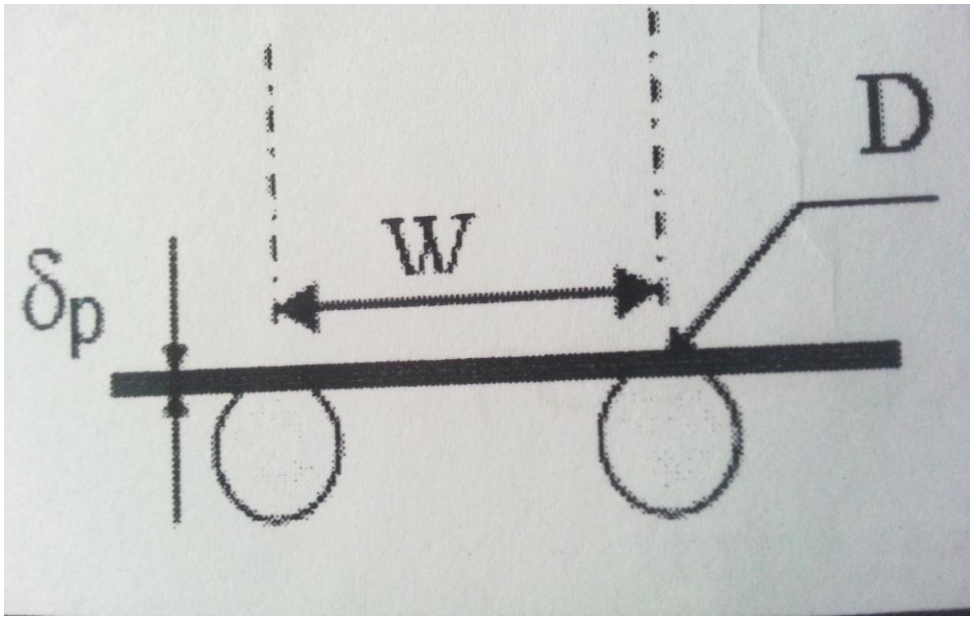
$\eta_f; h_w; U_c$

والتصاميم المختلفة يكون كما يلي :



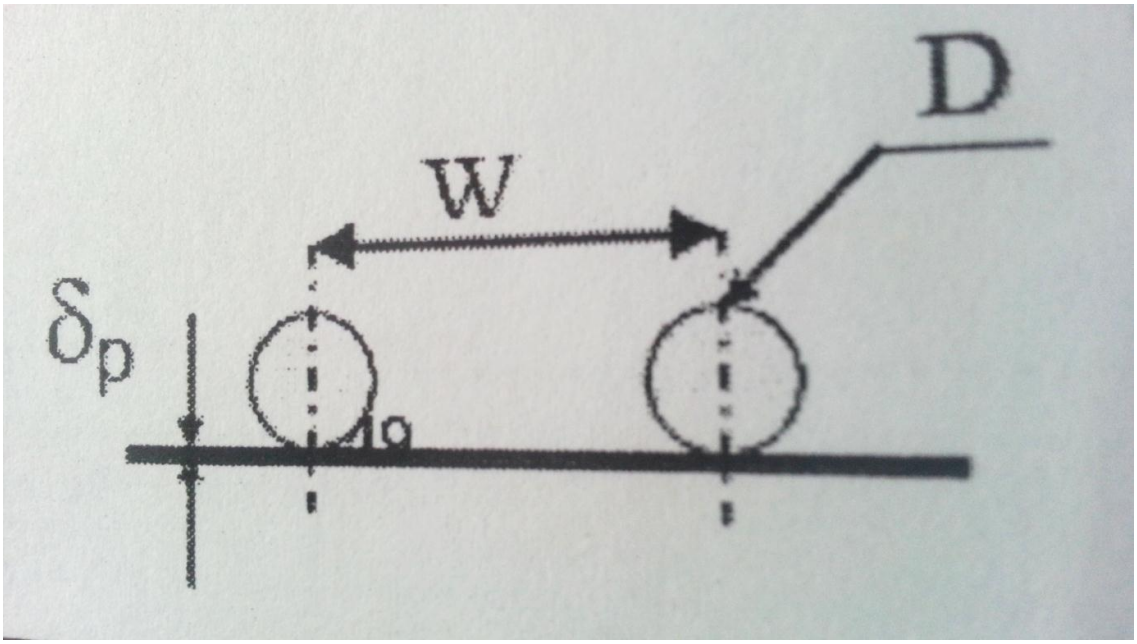
شكل رقم(3−1) المواسير فوق الوح الماص[7].

$$F' = \frac{1}{\frac{W U_L}{\pi D_i h} + \frac{1}{\frac{D}{W} + \frac{1}{\frac{W U_L}{C_{bond}} + \frac{W}{(W-D) F}}}} \qquad \text{(3−10)}$$



شكل رقم (3-2) المواسير تحت اللوح الماص [7].

$$F' = \frac{1}{\frac{W U_L}{\pi D_i h} + \frac{W U_L}{C_{bond}} + \frac{W}{D+(W-D) F}} \quad \text{.....(3-11)}$$



شكل رقم (3-3) المواسير مدمجة مع اللوح الماص[7].

$$F' = \frac{1}{\frac{W U_t}{\pi D_i h} + \frac{W}{D-(W-D) F}} \ldots \ldots \ldots \ldots \ldots \ldots \ldots \ldots \ldots \ldots \ldots \ldots \ldots \ldots \ldots \ldots (3\text{-}12)$$

$h \equiv$ معامل انتقال الحرارة للسائل

K ≡ معامل التوصيل الحراري

$$h_{fi} = \frac{K}{D_i} N_u \ldots \ldots \ldots \ldots \ldots \ldots \ldots \ldots \ldots \ldots \ldots \ldots \ldots \ldots \ldots \ldots (13\text{-}3)$$

$$N_u = \left\{ 4.36 + \frac{0.067 \left[\left({}^{D_i}/_{L} \right) Re\ Pr \right]}{1 + 0.04 \left[\left({}^{D_i}/_{L} \right) Re\ Pr \right]} \right\}$$

$$K = 0.552 + 0.00256\, T_F - 0.0000187 (T_F\ )^2 + 59\ X\ 10 - 9 (T_F\ )^2$$

حيث :

$T_F \equiv$ معدل حرارة السائل

$L \equiv$ الطول

$Re \equiv$ رقم رينولد

$$Re = \frac{4m}{\upsilon \rho} Di$$

$\upsilon \equiv$ لزوجة السائل m^2/s .

$$v = 1.779x10 - 648.1x10^{-9}(T_F) + 0.6x10^{-9}(T_F)^2 - 2.6x10^{-12}(T_F)^3$$

$\rho \equiv$ كثافة السائل(Kg/m^3) .

$$\rho = 1002.31 + 0.0191T_F - 5.9 \times 10^{-3}(T_F^2) + 15.5 \times 10^{-6}(T_F^{-3})$$

$P_\mathrm{r} \equiv$رقم براندلت

$$P_\mathrm{r} = \mathrm{C_p\,V\ \rho/K}$$

$C_P \equiv$ الحراره النوعية $(j\,.kg/^\circ_K)$

$$C_p = 4216.85 - 2.31T_F + 0.03485(T_F^2) - 0.1554 \times 10^{-3}(T_F^3)$$

$D_i \equiv$ القطر الداخلي للماسورة .

(خامسا): حساب معامل أزالة الحرارة F_R :

يعرف معامل ازالة الحرارة بانة نسبة المعدل الحقيقي لانتقال الحرارة الي المائع الي معدل انتقال الحرارة عند اقصي فرق درجه الحرارة بين السطح الماص والمحيط ويتم حسابه، باستخدام المعادلة التالية :

$$F_\mathrm{R} = \frac{\mathrm{G\,C_P}}{\mathrm{A_C U_L}}\,[1 - \exp - (\mathrm{A_C U_L F'/GC_P})] \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots(3\text{–}14)$$

حيث :

$G \equiv$ معدل تدفق السائل للمتر المربع الواحد من اللاقط $(kg/s.m^2)$.

$A_C \equiv$ مساحة المجمع (m^2).

(سادسا): حساب الطاقة المفيدة التي تم اكتسابها بواسطة المجمع(Q_u) باستخدام المعادلة التالية:

$$Q_u = A_C F_R\left[I(\tau\alpha) - U_L\left(T_{F_i} - T_a\right)\right]$$

حيث :

$I \equiv$ الأشعاعية الشمسية الكلية الساقطة (W/m^2) .

$\tau \equiv$نفاذية اللوح الشفاف .

$\alpha \equiv$امتصاصية اللوح الماص .

$T_{F_i} \equiv$ حرارة السائل الداخل (°C) .

(سابعا): حساب معدل حرارة اللوح الماص T_{p_m}

ان الفرق بين يكون غير ثابت في اتجاه جريان السائل نتيجة اختلاف فقدان الحرارة من اللاقط ولكن تقدير حرارة اللوح الماص والسائل

من الممكن أستعمال المعادلة التالية :

$$T_{p_m} = T_{f_m} + {Q_U}/{h\ \pi\ D_i}\ n\ L$$

$$T_{f_m} = T_{f_i} + \frac{Q_U/A_C}{U_l F_R}\left[1 - \frac{F_R}{F'}\right] \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots(3\text{–}15)$$

حيث :

T_{f_m} ≡معدل حرارة لسائل .

n ≡عدد المواسير في المجمع الشمسي .

L ≡طول كل ماسورة (m).

(**ثامنا**) أذا كانت درجة حرارة اللوح الماص T_{P_m} من الخطوة رقم (1)لاتساوي درجة حرارة اللوح الماص من الخطوة رقم (7) ، يتم أستخدام القيمة المحسوبة في الخطوة رقم سبعة والعودة الي الخطوة رقم (1)واستمرار تكرار الخطوات السابقة حتي تتساوي درجات الحرارة .

ويمكن حساب كفاءة المجمع الشمسي كالاتي :

$$\eta = \frac{Q_u}{A_C\, I} \dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots (3-16)$$

الزوايا الشمسية :

وتنقسم الزوايا الشمسية الي

زاوية الانحراف الشمسي δ :

هي الزاوية بين المستوي الاستوائي وبين الخط الواصل بين مركز الأرض ومركز الشمس. وتتراوح قيمة هذه الزاوية بين $23.45+$ و $23.45-$, وتختلف قيمة هذه الزاوية من يوم لآخر وتحسب من العلاقة [7].

$$\delta = 23.45 sin \frac{360}{365}(284 + N)$$

N : رقم اليوم في السنة .

زاوية الارتفاع الشمسي α :

هي الارتفاع الزاوي للشمس في السماء مقاساً من الأفق (الأفق لراصد ما مع الأرض هو الدائرة المتحصلة من تقاطع سماء الراصد مع الأرض)، هذه الزاوية تساوي الصفر لدى شروق الشمس وغروبها, و90 عندما تكون الشمس فوق الراصد مباشرة.[7].

الزاوية الساعية ω:

هي عدد الدرجات التي تتحركها الشمس في مسارها اليومي عبر السماء. بالتعريف تكون الزاوية الساعية صفراً عند الظهيرة. ونظراً لأن الأرض تدور 15^0 في الساعة , فإن الساعة الزمنية انطلاقاً من الظهيرة تقابل حركة زاوية للشمس في السماء مقدارها 15^0. الزاوية الساعية سالبة في الصباح وموجبة بعد الظهر .

زاوية الارتفاع الأعظمية assmose:

هي الارتفاع الأعظمي للشمس في السماء في زمن معين في السنة, وهذه الزاوية الأعظمية تحدث في الظهيرة وتتبع لخط العرض و زاوية الانحراف.

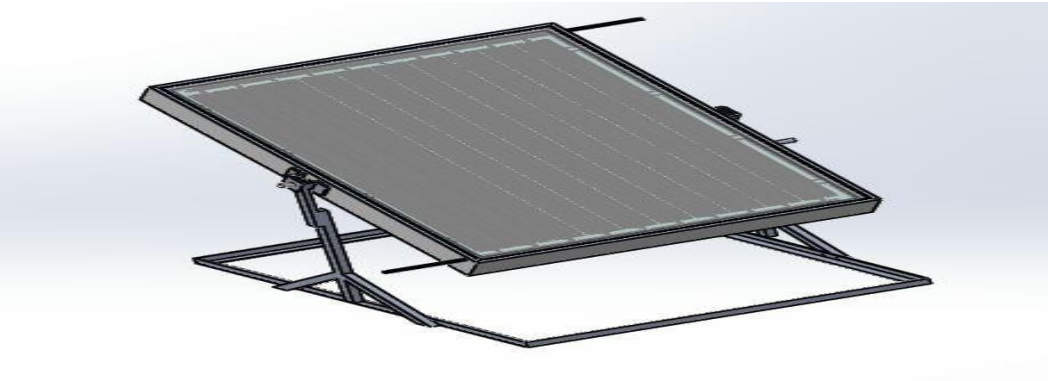
3.3 تصميم المجمع الشمسي :

تم شراء جميع المواد (الزجاج – مواسير النحاس – الالمونيوم – العازل الحراري – الخشب – طلمبة التدوير"الموتور" – الطلاء الاسود – الصاج وحديد القاعدة"الزوي") من سوق السجانة الخرطوم وتم ترحيلها الي بحري حيث تم التصنيع والتجميع بورشة التوريدات الهندسية ببحري .

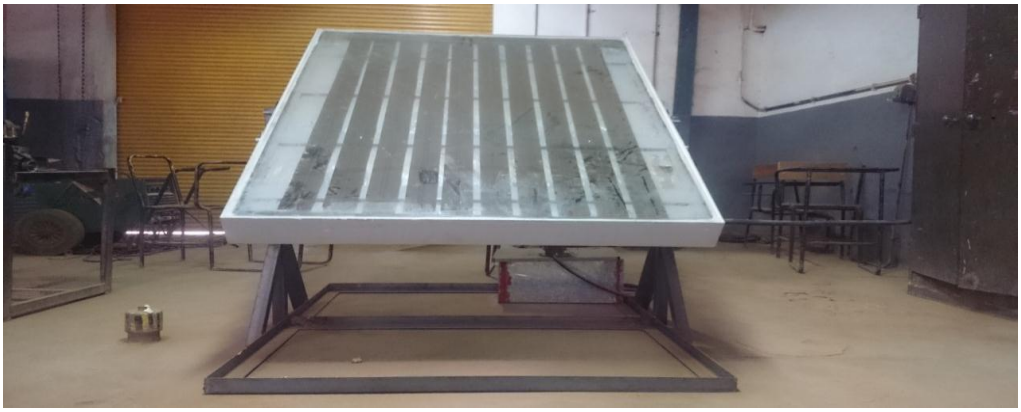
واجهتنا كثير من الصعوبات اثناء عملية الترحيل ، حيث كان كل الشغل الشاغل هو تلافي كسر الزجاج ووصوله سالما غانما .

تم الشروع في عملية التصنيع في الاول من رمضان حيث الايمانيات والتركيز وقليل من تعكر الامزجة . كانت البداية حماسية المكنون وذلك لتوفر جميع ادوات العمل المطلوبة والبيئة المهيئة .

1.3.3 خطوات تصنيع وتجميع المجمع الشمسي:

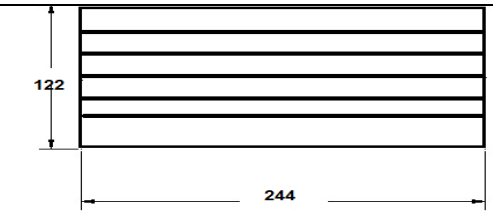
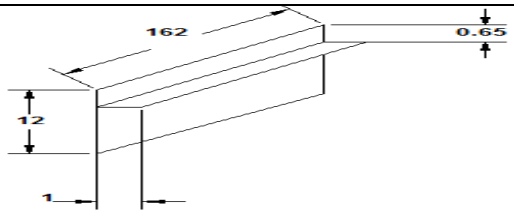
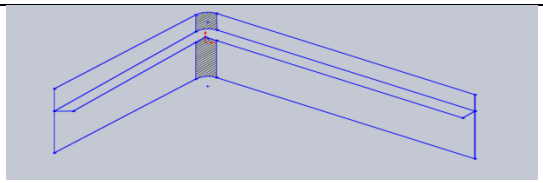
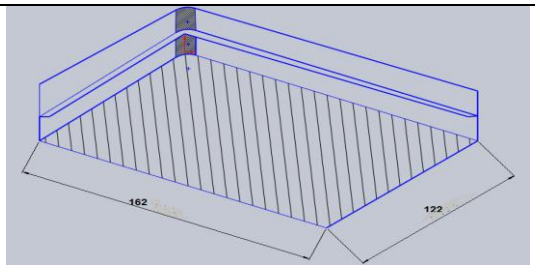


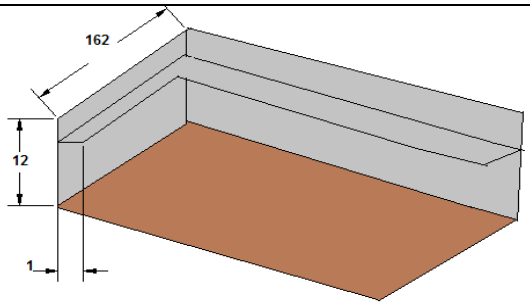
شكل رقم (3- 4) يوضح رسم لنموذج المجمع المصمم في هذا المشروع



شكل رقم (3- 5) يوضح المجمع المصمم في هذا المشروع

اولا: انتاج الاطار الخارجي:

خطوات التشغيل	الالات والمعدات	الرسم التنفيذي
– انتاج الاطار الخارجي – توقيع علامات التشغيل(صاج مجلفن) – قطع للشرائح	ادوات قياس–مقص–درفيل متعدد	
حني الافراد (قطاع طولي)	ماكينة حني "ماكينة تكسيح"	
تجميع الاطار (تجميع ثنائي)	ماكينة لحام	
تجميع الاطار والقاعدة – تجميع يدوي – لحام – ثقيب	ماكينة لحام + مثقاب	

دهان الاطار (لون رمادي)	مسدس رش	

تمت عملية قطع الصاج ذو السماكة (1.5) بواسطة ماكينة القص الكهربائية

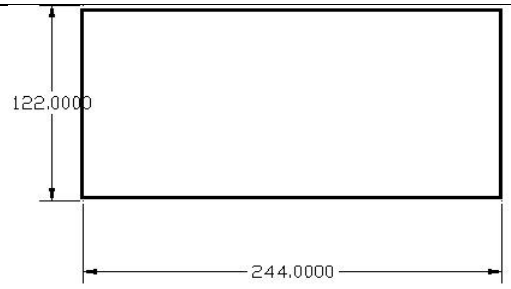
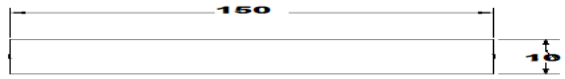
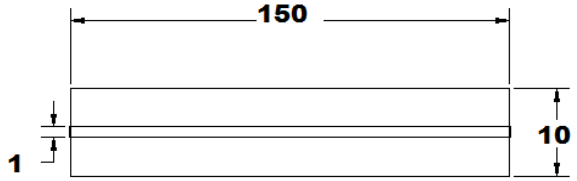
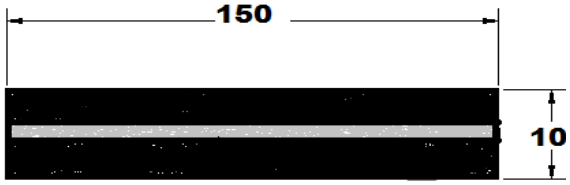
(MVD B06)

- قطعتين 162*12

- قطعتين 122*12

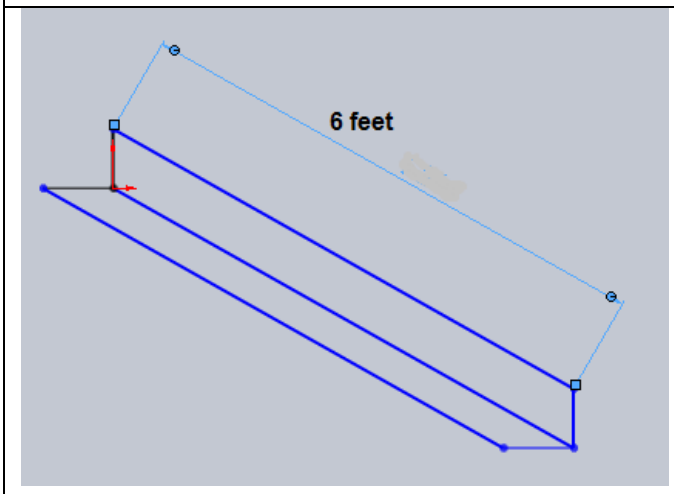
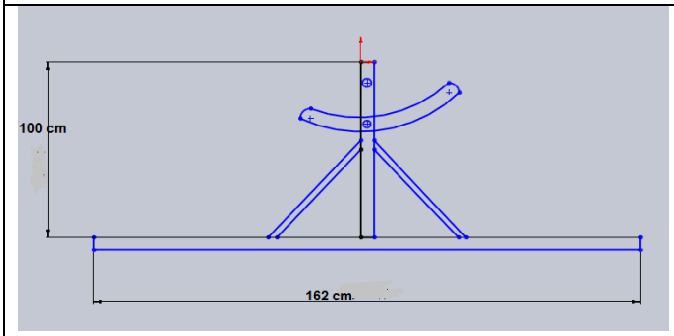
ثم بعد ذلك تم تجميع الاربعة قطع وتمت عملية التثبيت باللحام بواسطة ماكينة اللحام ، وايضا تم لحم اطار داخلي صغير وذلك لتثبيت اللوح الخشي عليه .

ثانيا: خطوات انتاج اللوح الماص :

خطوات التشغيل	الالات والمعدات	الرسم التنفيذي
– تصنيع اللوح الماص (المونيوم) قطع الافراد (مجاري المياه الجانبيه) – لوح المونيوم $(0.008*122*244\ cm)$	مقص اكسنترك	
قطع الاطراف	اسطمبة قطع بسيطه	
حني ثنائي	ماكينة حني	
دهان اللوح الماص بوهية سوداء(دوكو)	مسدس رش	

قطع لوح الالمونيوم الي 10 قطع بابعاد 150×11 بواسطة مقص القطع الكهربي وبعد ذلك تم تكسيح كل من القطع العشرة لتعطي شكل مجري طولي يمتد علي طول الشريحة "القطعة" لكي يوضع بداخله انابيب "مواسير" النحاس فيما بعد ، ثم بعد ذلك رشت القطع العشرة بالطلاء الاسود اللامع بواسطة مسدس الرش وتركت لتجف.

ثالثا: خطوات انتاج الحامل :

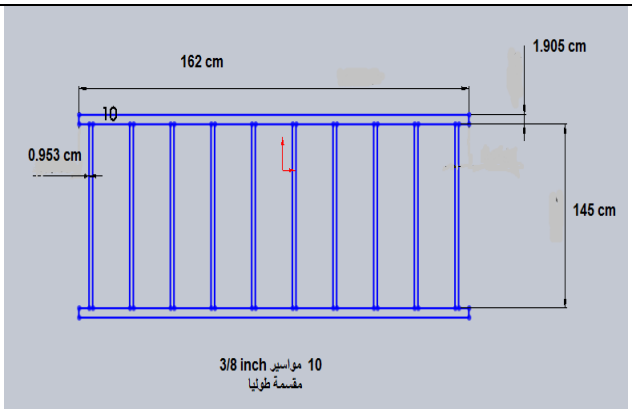
خطوات التشغيل	الالات والمعدات	الرسم التنفيذي
قطع الزاوايا (زوي) 12- قدم	ديسك قطعية	
قطع حواف+تسوية حواف+لحام+عمليات المعالجة الميكانيكية	اسطمبة تشغيل وقطع+ماكينة جلخ+مرشدات تشغيل+ماكينة لحام	

تم قطع الزوايا "الزوي" الي ستة قطع ، اربعة تمثل القاعدة(قطعتين 122 ، قطعتين 162) وقطعتين لتمثل ارتفاع الحامل(100cm) بواسطة ديسك القطع

بعد ذلك تم تجميع القطع وتثبيتها باللحام بواسطة ماكينة اللحام .

ثم تمت عملية مجري منحني للتحكم في زاوية الميلان ، حيث تم تصنيع المجري من قطعتين من الصاج تم حنيهما بواسطة الاسطمبة و لحامهما مع بعضهما البعض وتم تثبيت المجري في الحامل بواسطة مسامير الربط.

رابعا: انتاج المواسير النحاسية (مجاري المياه):

خطوات التشغيل	الالات والمعدات	الرسم التنفيذي
- مواسير نحاس (3.5m-3/4 inch) +(15m-3/8 inch) لحام طولي لقنوات المياه-	ماكينة لحام ستلين	

قطعت مواسير النحاس (15m-3/8 inch) الي عشرة قطع بطول مترونصف لكل

وقطعتين من المواسير ذات الابعاد (3.5m-3/4 inch) بطول 130 لكل

بعد ذلك لحمت القطع مع بعضها البعض بواسطة لحام الستلين ، وتم التاكد من عدم وجود اي تسريب في هيكل النحاس .

خامسا :الخزان :

تم صنع الخزان من الحديد المجلفن اذ تم تجميع قطعتين مكسحتين بواسطة الكساحة وتجميع القطعتين مع بعضهما البعض بواسطة اللحام ليعطي الخزان الابعاد التالية **30×50×20cm** وتم ادلاج طلمبة التدوير في الغطاء المصنوع من الحديد المجلفن **20X50 cm** وتم ثقب فتحة في اعلي الغطاء لماسورة الماء الراجع

4.3 اختبار المجمع الشمسي :

المجمع الشمسي المنفذ في هذا المشروع أجريت عليه عدة أختبارات وذلك لقياس كفاءته ومعرفة أعلي درحة حرارة يصل اليها الماء عند مخرج المجمع .وقد تمت الأختبارات بالكيفية التالية:

أ- إختبار المجمع الشمسي في حالة حبس الماء بالداخل وعدم حركته قسريا.

ب- إختبار المجمع الشمسي في حالة ألإنسياب الطبيعي للماء.

ج- إختبار المجمع الشمسي في حالة دفع الماء بإستخدام مضخة .

1- التجربة الأولي:

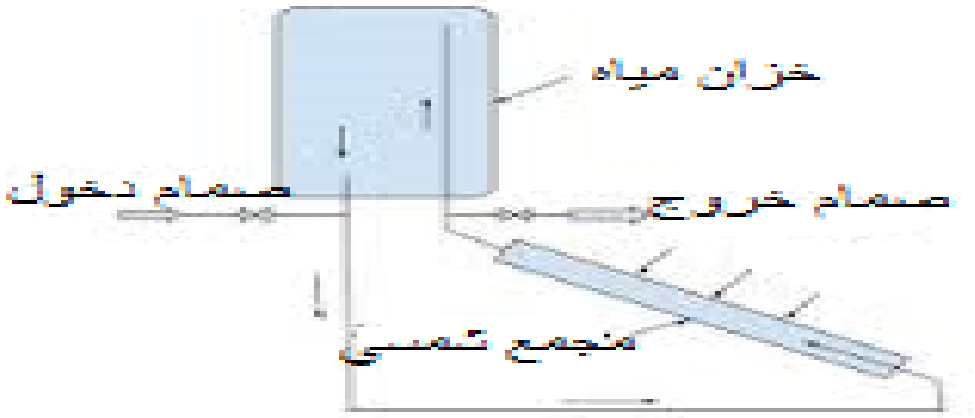
تجربة المجمع الشمسي في حالة حبس الماء داخل المجمع وعدم حركته قسريا

الهدف من التجربة :

الزمن اللازم لوصول الماء الي أعلي درجة حرارة ممكنة عند حبسه داخل المجمع الشمسي المسطح.

طريقة العمل:

تم توصيل المجمع الشمسي المسطح مع خزان الماء كما هو موضح بالشكل أدناه ,وأغلق بلف خط الماء الخارج من المجمع ،حبس الماء لفترة زمنية محددة وقيست درجة حرارة الماء الخارج ،كررت التجربة عدة مرات ودونت القراءات في الجدول أدناه.



شكل (3 – 6) يوضح حبس الماء داخل المجمع بواسطة الصمامات

جدول رقم (3–5) يوضح قراءات التجربة الاولى 2015/8/30

وقت حبس الماء في المجمع *time*	الفترة الزمنية لحبس الماء داخل المجمع *min*	درجة حرارة الماء الخارج ℃	درجة حرارة الماء الداخل ℃	سرعة الهواء المحيط m/s	سرعة تدفق الماء m/s
14:10	20 دقيقة	vapour*	38℃	0.003	0
14:40	25 دقيقة	99℃			
15:15	20 دقيقة	92 ℃			
15:55	15 دقيقة	88 ℃			

ملاحظة:

يلاحظ من القراءة الاولى ان الماء تحول الى بخار عند حبسه لمدة 20 دقيقة وفي القراءات الاخرى كانت درجة الحرارة أقل وذلك لأن درجة حرارة السطح الماص كانت ثم قلت بعد ذلك نتيجة لمرور الماء في أكبر من (100°C)المواسير النحاسية.

2- التجربة الثانية :

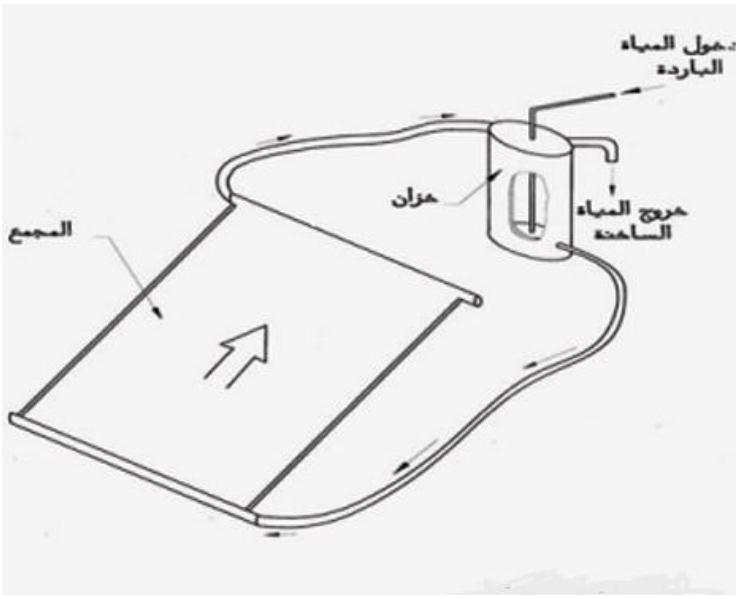
أنسياب الماء عبر المجمع بفعل السمت (بدون مضخة)

الهدف من التجربة :

الوصول لأعلي درجة حرارة للماء عند أنسيابه طبيعيا

طريقة العمل :

تم توصيل المجمع الشمسي كما هو موضح بالشكل أدناه وأنساب الماء قسريا تحت ضغط السمت من الخزان مع عدم أرجاع الماء للخزان وسجلت درجة حرارة الماء الخارج من هذه العملية .



شكل رقم(3 – 7) يوضح أنسياب الماء طبيعيا

درجة الحرارة المتحصلة من هذه العملية بلغت 58°C .

التجربة الثالثة:

تجربة المجمع الشمسي في حالة الانسياب القسري باستخدام مضخة.

الهدف من التجربة :

الحصول على اعلى درجة حرارة يمكن الحصول عليها قسريا.

طريقة العمل:

تم توصيل المجمع الشمسي مع الخزان ووضعت المضخة داخل الخزان وكان حجم الماء داخل الخزان 4 لتر

القراءات:

جدول رقم (3 –6) يوضح قراءات التجربة الثالثة **2015/9/2**

الزمن	درجة الحرارة الخروج ℃	درجة حرارة الدخول ℃	سرعة الهواء m/s	سرعة التدفق m/s
13:05	59℃	38℃	0.0032	0.1008
14:05	67℃			
15:05	76℃			

الباب الرابع

أداء المجمع الشمسي

1.4 مقدمة:

بعد اجراء التجارب ناخذ معاملات انتقال الحرارة في الحسبان ودرجة حرارة السطح الماص ومعامل ازالة الحرارة وكفاءة الزعنفه ومعامل كفاءة اللاقط الشمسي و حساب معدل انسياب الحرارة من السطح الماص الى الانابيب عن طريق هذه القيم و ايجاد كفاءة المجمع الشمسي عن طريق كمية الاشعاع الحقيقي الساقط على المجمع وقيمة الاشعاع المستفاد في شكل معدل انسياب حرارة وايجاد كفاءة المجمع الشمسي .

2.4 الحسابات:

$$\eta = ? \qquad \& \qquad Q_u = ?$$

$$Q_u = A_c * F_R\ [HR * \tau\alpha - U_L(t_p - t_a)]$$

اذا كانت معظم الاشعة الساقطة على المجمع اقرب الى ان تكون عمودية واذا افترضنا ان F_R و U_L لاتتغيران بشكل كبير في مجال عمل المجمع فان هذان العاملان يؤثران في كيفية عمل المجمع $U_L * F_R$ تشير الى كيفية فقدان الحرارة من المجمع حيث تشير $F_R * \tau\alpha$ الى كيفية امتصاص الحرارة.

$$\eta = \frac{Q_u}{I * H}$$

مساحة المجمع $A_c = lingth * width\ (absorber\ plate)\ m^2$

معامل الفقد الحراري يحسب من المعادلة :

$$F_{\mathrm{R}} = \frac{\mathrm{G} * \mathrm{C_P}}{\mathrm{U_L}} \left[1 - \mathrm{e}^{-\left[\frac{\mathrm{U_L} * F'}{\mathrm{G} * \mathrm{C_P}}\right]}\right]$$

حيث ان :

1- $G = m\cdot / A_c$

$$m\cdot(\frac{kg}{s}) = \rho Q_{pump}$$

$m\cdot \equiv$ معدل التدفق الكتلي للماء

$G(kg/s.m^2) \equiv$ معدل تدفق السائل للمتر المربع الواحد من اللاقط

$m = 0.028734\ kg/s$ $A_c = 1.42 * 1 = 1.42\ m^2$

$$G = \frac{0.028734}{1.42} = 0.02023\ kg/m^2\,.s$$

2- $Cp_w = 4.187\ kj/kg * K$

3- $UL = Ub + Ue + Ut$

(معامل الفقد عن طريق الجوانب)..... *Ue = zero*

$$Ub = Ki/Xi$$

$ki = 0.048\ w/m.℃$ (موصلية العازل)

$Xi = 0.07m$ (سمك العازل)

$$Ub = \frac{Ki}{Xi} = \frac{0.048}{0.07} = 0.6857\ W/m^2.℃$$

$$U_t = K^{-1} + \frac{\sigma(Tpm + Ta)(Tpm^2 + Ta^2)}{\left(\epsilon_p + 0.0059h_w\right)^{-1} + \frac{2N + f - 1 + 0.133\epsilon_p}{\epsilon_g} - N}$$

$$K = \left\{ \frac{N}{\frac{C}{Tpm}\left[\frac{Tpm - Ta}{N+f}\right]^e} + \frac{1}{h_w} \right\}$$

$N = 1$

$C = 496.132 \ldots\ldots\ldots CONST$ (باستخدام المعادلة في الباب الثالث)

$Tpm = 80\ ℃$

$f = 0.5155$

$Ta = 38\ ℃$

$e = 0.308187$

$h_w = 21.66\ W/m^2.℃$ ... ... (معامل انتقال الحرارة للرياح)

$\epsilon_p = 0.97$

$\sigma = 5.66697 * 10^{-8}$

$\epsilon_g = 0.88$

$$U_t = 7.9938\ W/m^2.℃$$

معامل كفاءة المجمع $4- F' = ?$

$$F' = \frac{{}^{1}/_{Ul}}{W[\frac{1}{Ul[D + (W - D)F]} + \frac{1}{\pi D_i h_{fi}}]}$$

حيث ان $(D_i = D)$

$(D_i = 0.953)$ ≡ قطر الماسورة

$(W = 10\ cm)$ ≡ البعد بين مراكز المواسير

$(h_{\mathrm{fi}} = 343.79\ \mathrm{W/m^2})$ ≡ معامل انتقال الحرارة بالحمل بين اللوح والمواسير

تم حساب h_{fi} بناءا علي قيمة التدفق الكتلي المحسوب وباستخدام معادلات انتقال الحرارة في الباب الثالث

5- $F \equiv$ كفاءة الزعانف

$$F = \frac{\tanh m[w - \frac{D}{2}]}{m[\frac{w - D}{2}]}$$

حساب m كمتغير لحساب الطبقة الحدية باستخدام الجداول في الباب الثالث

$K_p \equiv$ موصلية السطح الماص (من جدول رقم ())

$\delta_p \equiv$ سمك السطح الماص (قيمة معطاه مقاسة)

$$m = \sqrt{\frac{U_t}{K_p \delta_p}} = 6.98 \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots^{(10)}$$

$$F = \frac{tanh 6.98(0.1 - 0.00953)/2}{6.98(0.1 - 0.00953)/2} = 0.968$$

$$F' = \frac{{}^{1}/_{8.6794}}{\frac{0.1}{8.6794[0.00953 + (0.1 - 0.00953)0.968]} + \frac{0.1}{\pi 0.00953 * 343.79}}$$

$$F' = 0.898$$

$$F_R = 0.858$$

معامل ألإمتصاصية النفاذية:

$$\tau\alpha$$

حيث ان:

$\alpha = 0.95$ ألإمتصاصية

$\tau = 0.86$ النفاذية

$Pd = 0.2$ معامل ألإنعكاس

$$\tau\alpha = \tau\alpha/1 - (1 - \alpha)pd$$

$$\tau\alpha = 0.8392$$

$$R = \frac{cos\theta_t}{cos\theta_z} = \frac{\cos(s - \emptyset)\, cos\delta\, cos\omega + \sin(s - \emptyset)}{\cos\emptyset\, cos\delta\, cos\omega + \sin\emptyset\, sin\delta}$$

حيث ان :

$\emptyset = 15.6°$ (زاوية العرض للموقع)

$s = 30°$ (زاوية ميلان المجمع)

$N = 242$ رقم اليوم في السنة بالنسبة ليوم 2015\8\30

$$\delta = 23.45sin\frac{360}{365}(284 + N) = 8.48$$

$\omega = -22.5$ بالنسبه ل(14:00 − 13:00) ساعة زاوية

$$R = 1.2$$

القيمة المتوسطة للاشعاع الشمسي الكلي على سطح افقي في ولاية الخرطوم في شهر اغسطس من الملاحق

جدول رقم (3):

$$6.25\ KW.hr/\mathrm{m}^2/\mathrm{Day}$$

ومدة سطوع الشمس تتراوح بين (8 – 9) ساعات , اذا قيمة الاشعاع الشمسي تكون :

$$H = \frac{6.25\ KW.hr/\frac{\mathrm{m}^2}{\mathrm{Day}}}{9\ hr} = 0.6944\ KW/\frac{\mathrm{m}^2}{\mathrm{Day}} = 694.4\ W/\mathrm{m}^2/\mathrm{Day}$$

$$Qu = 1.42 * 0.898[694.4 * 1.2 * 0.8392 - 8.6794(80 - 38) = 426.865\ W/hr$$

$$\eta = \frac{Qu}{H * A_c} = 426.865/694.4 * 1.42 = 0.4329$$

$$\eta = 43.29\%$$

الخلاصة:-

أجريت التجارب الثلاث للمجمع الشمسي ووجد ان:

- متوسط درجة الحرارة التجربة الاولى عند حبس الماء في المجمع هي ℃(94.75)
- متوسط درجة الحرارة في التجربة الثانية عند الانسياب الطبيعي بفعل السمت هي ℃(58)
- متوسط درجة الحرارة في التجربة الثالثة عند استخدام المضخة هي ℃(67.34)

الباب الخامس

التكلفة

تصميم مجمع شمسي:(solar water heater collector)

التكلفه الكليه للمشروع:-

الاجزاء	التكلفه
لوح خشبي	140
لوح زجاج	160
برشام + بوهية سوداء + خراطيم توصيل مياه	100
صفيحة المونيوم	750
عازل حراري (صوف زجاجي)	60
حديد زوي (زاويه 1.5 بوصة)	150
مواسير نحاسيه (3/8 بوصة – 15 متر طول,3/4 بوصة –3.5 متر طول)	500
لحام فضه + لحام قوس	80
صفيحة حديد مجلفن	100
خزان	80
طلمبة	150
التكلفه الكليه	**2270**

الباب السادس

الخلاصة :

1- استقلال الطاقة الشمسية بواسطة المجمعات الشمسية هي ابسط وافضل الطرق اقتصاديا .

2- تدني كفاءة المجمع الشمسي ناتج من عدم توفر المواد ذات لخواص الحرارية التي تتناسب مع هذا التطبيقق .

3- المجمع الشمسي يمكن استخدامه بعدة اغراض اذا تم توجيه الامكانيات والقدرات المالية والعلمية نحو تطوير هذه المجمعات .

التوصيات:

1- نوصي باستمرارية هذا المشروع البحثي.

2- نوصي باخذ القراءات خلال العام .

3- نوصي باستخدام هذا المجمع في التطبيقات الصناعية (مجال الصناعات).

4- نوصي برفع كفاءة المجمع الشمسي , وذلك بتحسين نوع المواد المستخدمة .

5- كاستكمال للجانب التصميمي يمكن استخدام نظام حركة ذاتية للمجمع مع الشمس(*sun tracker*)

6- من الافضل تفريغ المجمع من الهواء وبذلك يقل الفقد الحراري عن طريق الحمل.

7- يفضل استخدام منظومة تحكم كهربائية تتكون من حساس حراري وصمام كهربي حيث

يقوم الحساس بقياس درجات الحرارة عند المدخل والمخرج وعلي ضوء ذلك يتم فتح وغلق الصمام أتوماتكيا بواسطة الاشارات الكهربية المرسلة من لوحة التحكم

* إن البحث والمثابرة في إيجاد بدائل للطاقة الأحفورية ما هو إلا جزء مكمل لاستمرارية دور الدوله في رفع المستوى الاقتصادي للسودان ومن أجل مواكبة بقية دول العالم في هذا المجال ، يقترح مراعاة التوصيات التالية:

8- الدعم المادي والمعنوي وتنشيط حركة البحث في مجالات الطاقة الشمسية.

9-القيام بإنشاء بنك لمعلومات الإشعاع الشمسي ودرجات الحرارة وشدة الرياح وكمية الغبار وغيرها من المعلومات الدورية الضرورية لاستخدام الطاقة الشمسية.

10-القيام بمشاريع رائدة وكبيرة نوعاً ما وعلى مستوى يفيد البلد كمصدر آخر من الطاقة وتدريب الكوادر المؤهلة

11-تنشيط طرق التبادل العلمي والمشورة العلمية بين البلدان العربية وذلك عن طريق عقد الندوات واللقاءات الدورية.

12-تطبيق جميع سبل ترشيد الحفاظ على الطاقة ودراسة أفضل طرقها بالإضافة إلي دعم المواطنين اللذين يستعملون الطاقة الشمسية في منازلهم.

13-تشجيع التعاون مع الدول المتقدمة في هذا المجال والاستفادة من خبراتها على أن يكون ذلك مبنياً على أساس المساواة والمنفعة المتبادلة.

الباب السابع

المراجع:

(1)- source : http://www.himinsolar.ae/1-5-plate-solar-water-heater.html

(12:20 sunday-4/1/2015)

(2)- source : http://www.afkarbz.com (13:00 sunday-4/1/2015)

(3)- source : http://www.eng-uni.com/en/showthread (14:00 sunday-4/1/2015)

(4)- SOTERIS A .KALOGIROU- solar thermal collecters and application-department of mechanical engineering-higher technical institute-p.o.BOX 20423 ,nicosia 2152,Cyprus-progress in energy and combustion science 30(2004) 231-295

(5)-. دراسة مقدمة من أدارة الطاقة المتجددة وزارة الموارد المائية والكهرباء -جمهوريةالسودان

(6)- SOTERIS A .KALOGIROU- SOLAR ENERGY ENGINEERING PROCESSES AND SYSTEMS -ELSEVIER INC @2014 OXFORD UK

(7)- JOHN A.DUFFIE AND WILLIAM A.BECKMAN -SOLAR ENGINEERING OF THERMAL PROCESSES -@2006 BY JOHN WILEY & SONS,INC,HOBOKEN,NEW JERSEY

(8)-BOD RAM LOW &BENJAMIN NUSZ– A COMPREHENSIVE GUIDE TO SOLAR WATER AND SPACE HEATING SYSTEMS- BOD RAM LOW &BENJAMIN NUSZ@2006 ,CANADA

(9)- ANDY WALKER.PHDPE –SOLAR ENERGY TECHOLOGIES AND THE PROJECT DELIVERY PROCESS FOR BUILDINGS – published by john wiley (2013)& sons Inc , Hoboken , new jersey

(10)-Werner Weiss – Solar collector- AEE Institute for sustainable Technologies (AEE INTEC) A-8200 Gleisdorf,Feldgasse 19-AUSTRIA

(11)-R.Herrero martin,A.Garcia pinar,J.Perez Garcia – Experimental heat transfer research in enhanced flat plat solar collector –Technical University of Cartagena,Cartagena,spain – world renewable energy congress 2011-sweden ,8-13 may 2011,Linköping,sweden

(12)- سعد محسن المشاط – دراسة اداء الاستخدام الفعال للطاقة الشمسية باستخدام مادة الفرشة المسامية لمدينة كركوك – جامعة بغداد,كلية الهندسة كركوك – مجلة جامعة كركوك-الدراسات العلمية المجلد(1)- العدد2(2006)

الملاحق

ملحق رقم (1) قيم الاشعاع الشمسي :-

جدول رقم (1) يوضح قيم الاشعاع الشمسي المباشر لليوم المتوسط لكل شهرفي ولاية الخرطوم :

الشهر	الاشعاع الشمسي المباشر $kw.hr/m^2/day$	مدة السطوع (hr)	القيمة المتوسطة
يناير	*4.00 – 4.25*	*10 – 11*	*4.13*
فبراير	*4.05 – 4.75*	*10 – 11*	*4.63*
مارس	*4.75 – 5.00*	*9 – 10*	*4.88*
ابريل	*4.50 – 4.75*	*10 – 11*	*5.13*
مايو	*4.50 – 4.75*	*9 – 10*	*4.63*
يونيو	*4.00 – 4.25*	*8 – 9*	*4.13*
يوليو	*4.00 – 4.25*	*8 – 9*	*4.13*
اغسطس	*4.25 – 4.50*	*8 – 9*	*4.13*
سبتمبر	*4.25 – 4.50*	*8 – 9*	*4.38*
اكتوبر	*3.75 – 4.00*	*10 – 11*	*3.88*
نوفمبر	*5.00 – 5.25*	*10 – 11*	*5.13*
ديسمبر	*4.25 – 4.50*	*10 – 11*	*4.38*

جدول رقم (2) : يوضح قيم الاشعاع الشمسي المنتشر في اليوم المتوسط من كل شهرفي ولاية الخرطوم :

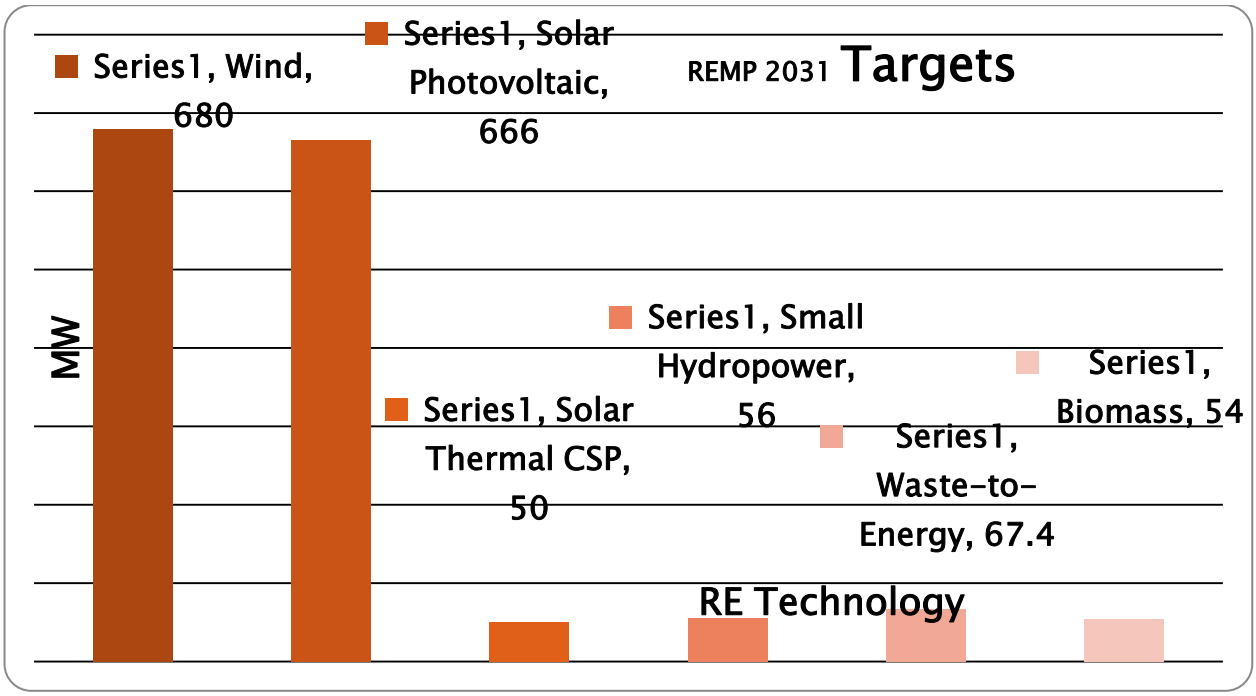
الشهر	مدة السطوع (hr)	الاشعاع المنتشر $kw.hr/m^2/day$	القيمة المتوسطة للاشعاع
يناير	*10 – 11*	*1.50 – 1.75*	*1.625*
فبراير	*10 – 11*	*1.50 – 1.75*	*1.625*
مارس	*9 – 10*	*1.75 – 2.00*	*1.875*
ابريل	*10 – 11*	*2.00 – 2.25*	*2.125*
مايو	*9 – 10*	*2.00 – 2.25*	*2.125*
يونيو	*8 – 9*	*2.00 – 2.25*	*2.125*
يوليو	*8 – 9*	*2.00 – 2.25*	*2.125*
اغسطس	*8 – 9*	*2.00 – 2.25*	*2.125*
سبتمبر	*8 – 9*	*1.75 – 2.00*	*1.875*
اكتوبر	*10 – 11*	*1.75 – 2.00*	*1.875*
نوفمبر	*10 – 11*	*1.50 – 1.75*	*1.625*
ديسمبر	*10 – 11*	*1.25 – 1.50*	*1.375*

جدول رقم (3) : يوضح قيم الاشعاع الكلي لليوم المتوسط لكل شهر في ولاية الخرطوم :

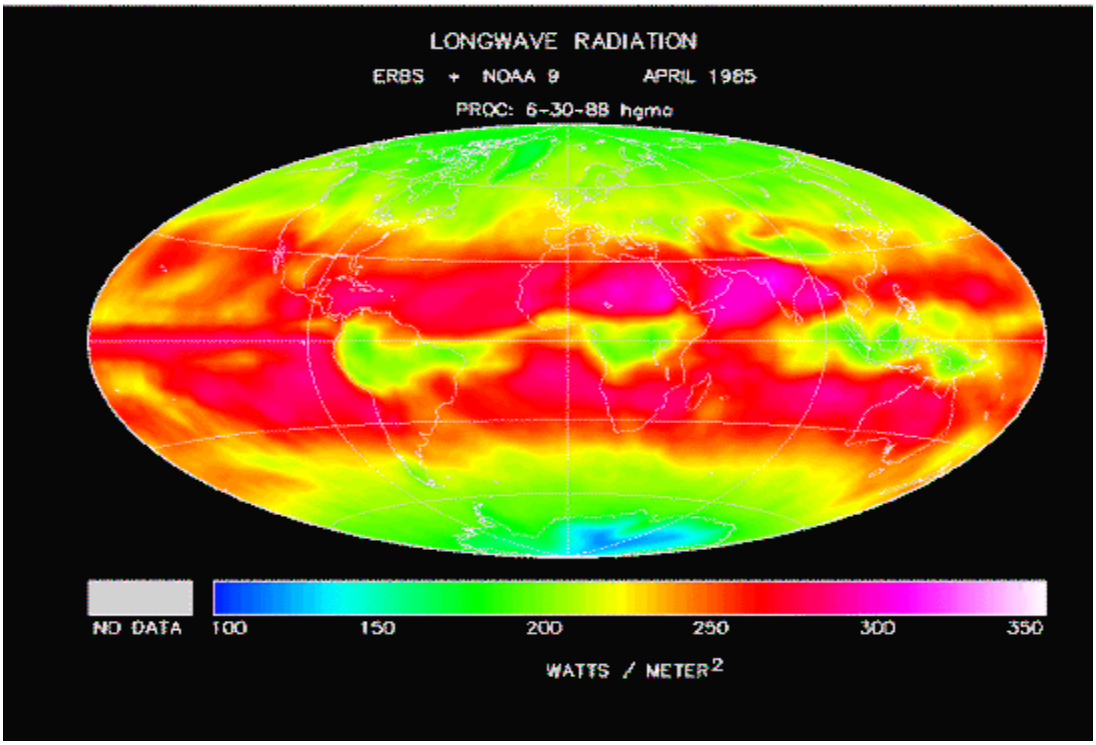
الشهر	مدة السطوع (hr)	الاشعاع الكلي $kw.hr/m^2/day$	القيمة المتوسطة للاشعاع
يناير	*10 – 11*	*5.5 – 6.00*	*5.75*
فبراير	*10 – 11*	*6.00 – 6.50*	*6.25*
مارس	*9 – 10*	*6.5 – 7.00*	*6.75*
ابريل	*10 – 11*	*7.00 – 7.50*	*7.25*
مايو	*9 – 10*	*6.50 – 7.00*	*6.75*
يونيو	*8 – 9*	*6.00 – 6.50*	*6.25*
يوليو	*8 – 9*	*6.00 – 6.50*	*6.25*
اغسطس	*8 – 9*	*6.00 – 6.50*	*6.25*
سبتمبر	*8 – 9*	*6.00 – 6.50*	*6.25*
اكتوبر	*10 – 11*	*5.5 – 6.00*	*5.75*
نوفمبر	*10 – 11*	*6.50 – 7.00*	*6.75*
ديسمبر	*10 – 11*	*5.50 – 6.00*	*5.75*

ملحق رقم (2): يوضح خطة طويلة المدى للطاقات المتجددة في السودان

في 2031: تمثل الطاقة المتجددة 29.3% من إجمالي القدرة المركبة



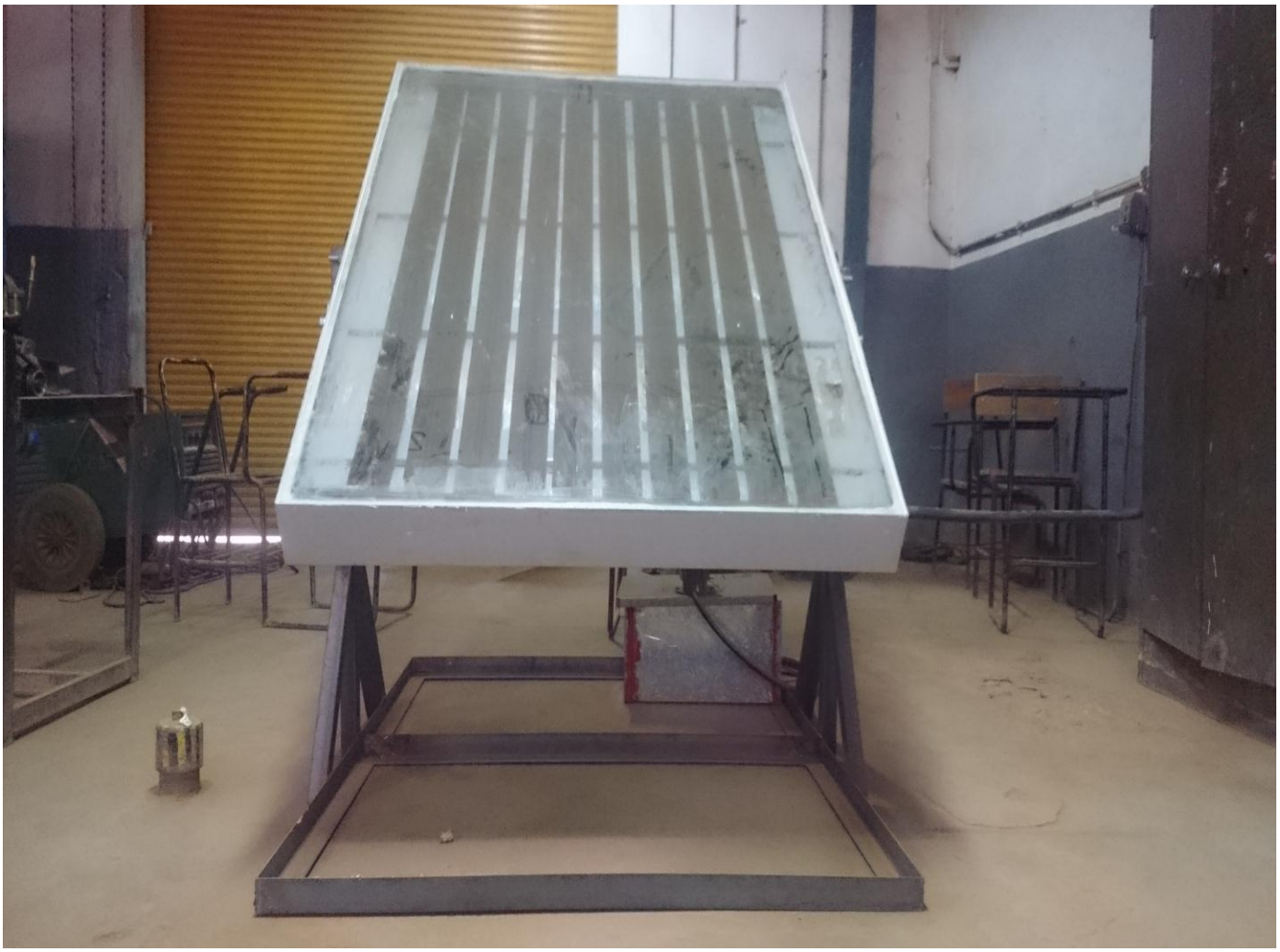
ملحق رقم (3): يبين الاشعاع الحراري في الكرة الارضية



ملحق رقم (4): نموذج مصمم بواسطة الحاسوب للمجمع الشمسي المسطح في هذا البحث

ملحق رقم (5): نموذج مصمم بواسطة الحاسوب للمجمع الشمسي المسطح في هذا البحث

ملحق رقم (6): المجمع الشمسي المصمم



ملحق رقم (7) المجمع الشمسي المصمم

ملحق رقم (8) المجمع الشمسي المصمم