

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ



جامعة السودان للعلوم والتكنولوجيا

كلية الهندسة



مدرسة الهندسة الميكانيكية

بحث تكميلي لنيل درجة البكالوريوس في الهندسة الميكانيكية بعنوان:

تصميم مجمع شمسي لتسخين المياه

أعداد الطلاب :

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

إشراف الدكتور/

حسن عبد اللطيف عثمان

سبتمبر 2015م

الآية

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 الآية {5}

الأهداء

الى أمي وأبي اللذان رباني وعلمني وسهرا لأجلي الليالي

هذا حصاد زرعكم وثمره

الى أخواني وأخواتي

والى زملائي الأعزاء الذين وقفوا بجانبنا

الى أخوتنا في الله وأصدقائنا

الشكر و التقدير

الشكر لله من قبل ومن بعد

نتقدم بوافر الشكر والتقدير والأحترام الى مشرفنا الذي 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 التوريدات الهندسية التي دعمتنا بماكناتها وأجهزتها الهندسيه

كما نقدم الشكرو 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 التأثيرات 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 الحيوانات بشكل او بآخر. 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 مشروعا 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 الاستخدامات 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.

Abstract

The world is suffering from the depletion of fossil energy sources which are commonly used in our time as well as the world and the human environment is suffering from the negative effects that still affect due to the use of this energy thermal Kaloanbas which led to the changing environment of the forest fires and devastating hurricanes and the changing sea level and waves of the sun and have led to a lot of loss of lives one way or another. And in the process save our world is headed to the use of other human capacities in order to take advantage and human well-being and in order to replace fossil energy Ktaqat alternative and renewable energies shop.

We in our project, which falls under the quality of renewable energies strive to be our home in the future of the leading countries in this area, and we aim to design a solar collector efficiency to reach the highest temperature possible for domestic use as well as it can be used in industries that require hot water.

The present research in the door first introduction to the importance of renewable energies and solar energy and its importance and its technologies and components and the research problem, objectives, and deals with Part II Previous studies on solar collectors and types and applications and studies to improve the performance and deals with Part III solar collector flat in all its details and complex designer in this project and steps to be manufactured and equations performance and tests performed by the fourth section addresses the performance and efficiency of the solar complex accounts designer deals with Part V and Part VI Cost Conclusions and Recommendations and Title VII references and appendices.

الفهرس

الموضوع	رقم الصفحة
الاية	
الاهداء	
الشكر والتقدير	
التجريدة	I
Abstract	II
الفهرس	III
الباب الاول: المقدمة	2
مشكلة البحث	3
اهمية البحث	3
مجال البحث	4
اهداف البحث	4
طريقة التنفيذ	4
النتائج المتوقعة	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 الطاقة	43
بعض دراسات تحسين اداء المجمع الشمسي المسطح	43

44	استثمارات الطاقة في العالم العربي
48	الباب الثالث:المجمع الشمسي المسطح
54	معادلات المجمع الشمسي
64	تصميم المجمع الشمسي
71	التجارب للمجمع الشمسي
77	الباب الرابع:مقدمة
77	حسابات المجمع الشمسي
85	الباب الخامس:التكلفة
87	الباب السادس:الخلاصة
88	التوصيات
91	الباب السابع: المراجع
94	الملاحق

جدول المصطلحات والرموز:

I_c	الاشعاع الشمسي على سطح المجمع
τ_s	الابتعاثية الفعالة لغطاء او اغطية المجمع
$\alpha_{s,c}$	الامتصاصية الشمسية لسطح المجمع الماص
q_{loss}	معدل انسياب الحرارة اوفقدانها من الماص الى المحيط
$\frac{dec}{dt}$	معدل تخزين الطاقة الداخليه في المجمع
m	معدل سريان كتلة المائع خلال المجمع
C_p	الحرارة النوعية عند ثبوت الضغط لمائع التشغيل
U_b	معامل فقدان الحرارة من الاسفل
K	معامل التوصيل الحراري للعازل
X	سمك العازل
U_t	معامل فقدان الحرارة من الاعلى
N	عدد الاغطية الشفافة
U_e	معامل فقدان الحرارة الجانبي
B	زاوية ميلان المجمع الشمسي
E_g	أنبعاثية اللوح الشفاف
ϵ_p	أنبعاثية اللوح الماص
T_a	درجة حرارة الهواء المحيط
T_{pm}	متوسط درجة حرارة اللوح الماص
h_w	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	متوسط حرارة السائل
L	الطول
R_e	رقم رينولد
ν	لزوجة السائل
ρ	كثافة السائل
P_r	رقم براندلت
C_p	الحرارة 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_{fm}	معدل حرارة لسائل
n	عدد المواسير في المجمع الشمسي

الباب الأول

1.1 المقدمة :

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

وتعتبر الطاقه الشمسيه من أكثر أنواع الطاقه الملائمه للاستخدام وذلك لتوفير شدة 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 وفقاً للطريقة التي يتم استغلال وتحويل وتوزيع ضوء الشمس من خلالها، وبتسليط الضوء على 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 المستخدم بالمنزل و أكثر أنواع سخانات المياه التي بدرجات حرارة ترتفع إلى 60 درجة مئوية والتي تعمل بالطاقة الشمسية المجمعات المستوية المصقولة التي تستخدم بصفة عامة لتسخين الماء في المنازل.

2.1 مشكله البحث:

المياه الساخنة المستخدمة في المنازل ذات فاتورة عالية ماديا كما أن التلوث البيئي الناتج من مصادر الطاقة التقليدية يتطلب البحث عن تقنيات بديلة تستخدم طاقات متجددة ونظيفة ومريحة ماديا كالمجمعات الشمسية

3.1 أهمية البحث:

هذا المشروع يعطى أهمية للمنتجات الصناعية خاصة (المجمعات الشمسية) المستخدمة في الأغراض المنزلية والتجارية مما يتيح ترشيد الطاقة من الوقود التقليدي فإذا ما تم استيعاب وإستخدام 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 الكهربائية .

ويعتبر هذا المشروع من المشروعات التي يمكن أن تكون نواة للصناعات التي يمكن أن تقوم في السودان بأعباءه 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 الأطفلة).

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

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

5.1 الاهداف:

1-الاستفادة من الطاقه الشمسيه كطاقة بديلة ومتجددة في الاستخدامات المنزليه بدلا عن الكهرباء والوقود.

2-تشجيع استخدام المجمعات الشمسية لأنها لا تسبب اي انبعاثات او أثر ضار على البيئه كما انها طريقه أمنة.

3-طريقة اقتصادية لتقليل تكلفة تسخين المياه.

4-تنفيذ المشروع عمليا والوصول لاقصى درجة حرارة ممكنة في تسخين الماء

6.1 طريقة التنفيذ:

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

7.1 النتائج المتوقعة:

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

2-تشجيع وتمويل الابحاث الخاصه بالمجمعات الشمسية.

3- الوصول لدرجة حرارة عالية.

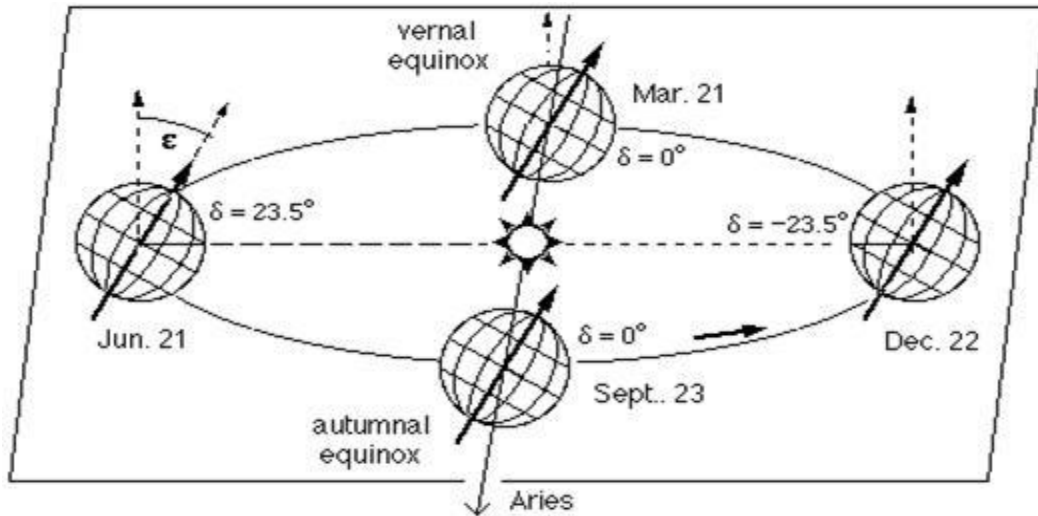
الباب الثاني

الدراسات السابقة

1.2 موقع الأرض من الشمس:

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

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 (1-2) 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 بمعنى آخر 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 تحظى بقدر كبير من هذه الطاقة يوميا.

شدة 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 تتلقّى المناطق ذو المناخ الغائم إشعاعات شمسية أقل من المناطق التي يكون مناخها صحراويًا.

عموما أكبر شدة 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.

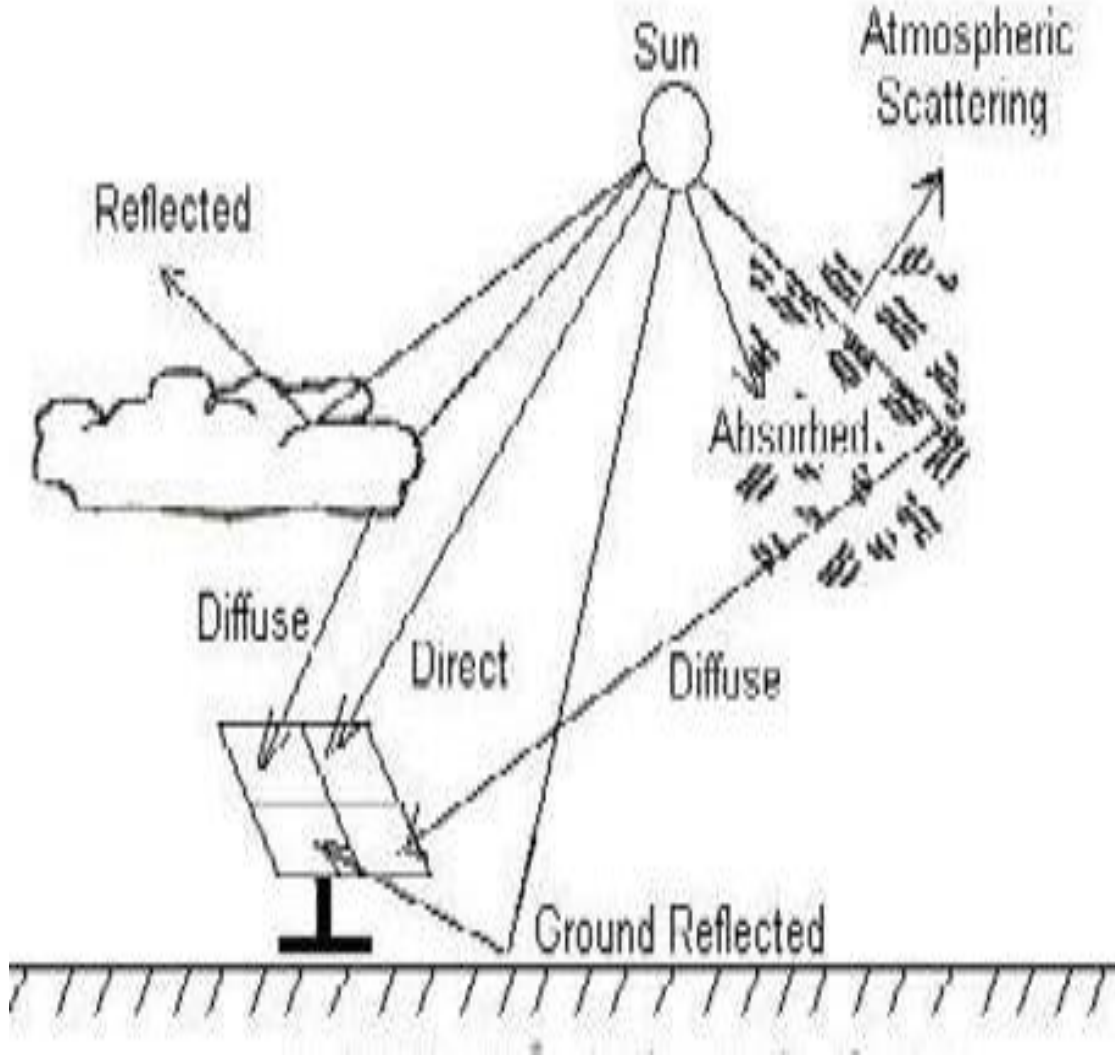
بالتّالي نتيجة سقوط إشعاع الشمس عموديا علي سطح الأرض خلال فترة الظهيرة نجد أن المفاقيد في الإشعاع تكون صغيرة جدا هذه المفاقيد عبارة عن أمتصاص السحب للإشعاعات الشمسية أو تبعثر الإشعاعات في الفضاء بواسطة انعكاساتها عن طريق الرماد البركاني المحمول جوا أو الأدخنة المحمولة جوا نتيجة حرق الغابات و غيرها من 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:

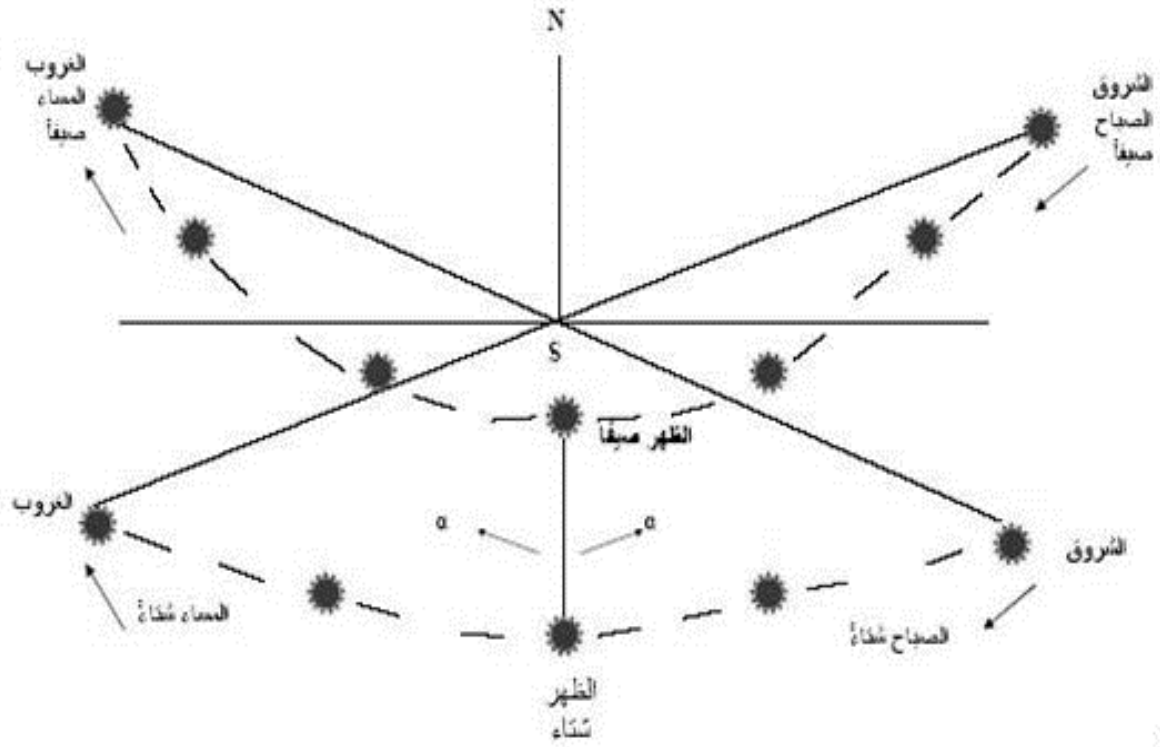
1- (Direct Beam Radiation) الحزمة الضوئية المباشرة .

2- (Diffuse Radiation) الحزمة الضوئية المبعثرة .

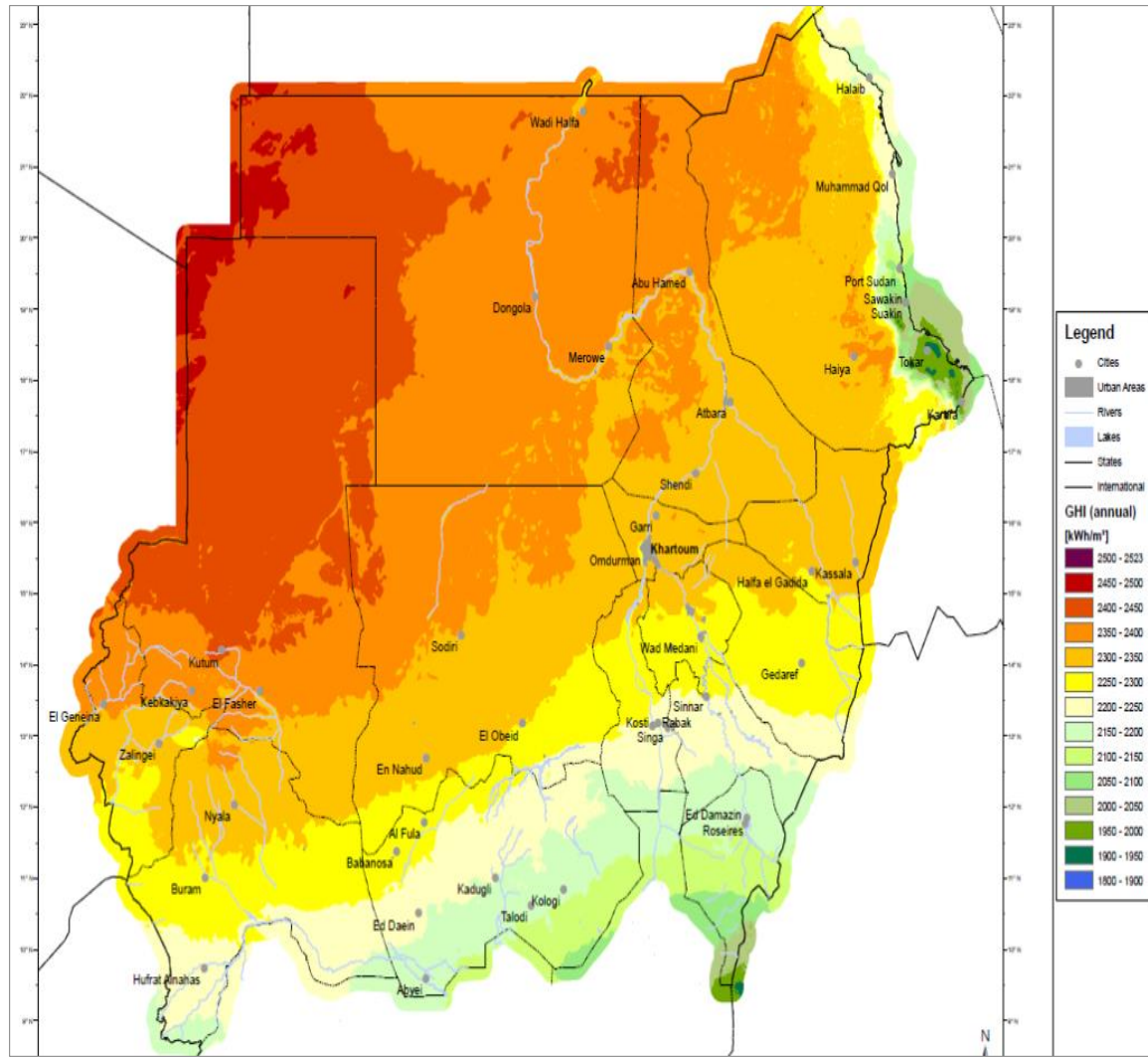
3- (Albedo Radiation) الحزمة الضوئية المعكوسة .



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 الشمسية:

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 انتقال الحرارة المكتسبة في وسيط التسخين إلى الوسط المحيط ، ويتطرق المشروع إلى هذه المكونات بأسهاب شديد وهي علي النحو التالي :-

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 ومن أمثلة هذه الطلاءات أكاسيد الكروم والكوبالت⁽¹⁾، وتسمى مثل هذه الطلاءات بالطلاءات الانتقائية (Selective Coatings).

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 (10-15 سنتيمترات) 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 الفوائد 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 الأغشية الزجاجية أو بوضع أنابيب التسخين مع السطح الماص دخل أنابيب زجاجية مفرغة من الهواء (التفريغ) .

3.3.2.2 الفقد بالإشعاع:

ويمكن الحد منه باستخدام أغلفة زجاجية منفذة للأشعة القصيرة من الشمس وفي نفس الوقت معتمدة بحيث تمنع أنعكاس الأشعة ذات الموجات الطويلة الصادرة من السطح الماص⁽¹⁾.

3.2 المكونات الرئيسية لمنظومة سخان شمسي:

1-المجمع الشمسي.

2-الخزان

3-هيكل التثبيت وانايبب 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 أنواعاً مختلفة من السخانات الشمسية تتباين فيما بينها في العناصر والخامات والتصميم والسعات وطريقة العمل والشكل الهندسي حتى تتناسب مع كافة الاحتياجات تحت الظروف المختلفة.

تقسم السخانات الشمسية الى نوعين اساسيين:

1.4.2 النوع التقليدي

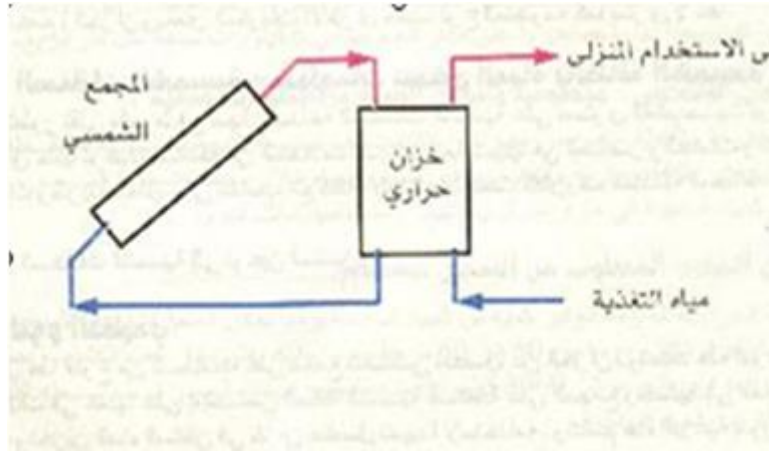
وينقسم هذا النوع بدوره الى قسمين

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 لاتحتوي معدات كهربائية وهي اكثر اعتمادا من المنظومة القسرية.



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

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 المستهلك لا يمر مباشرة الى المجمعات

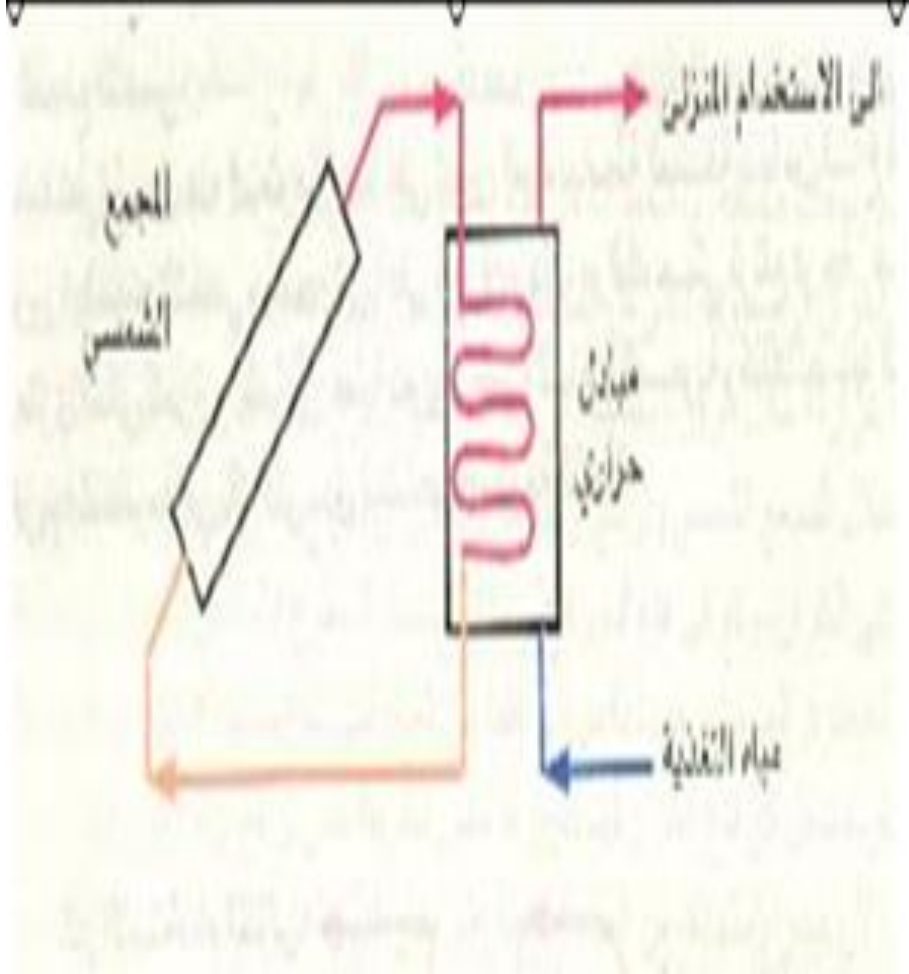
الشمسية

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 إضافات كيميائية مانعة للصدأ وذلك

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

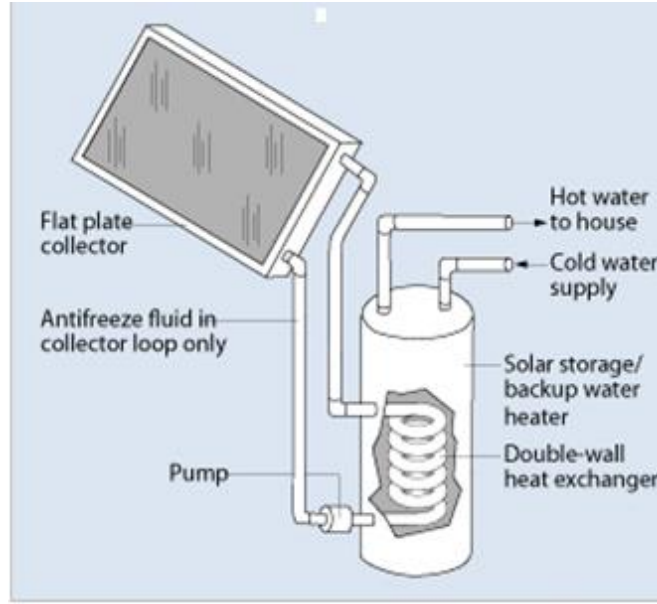
وتقسم هذه المنظومة الى:

1-منظومة التدوير الطبيعي



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

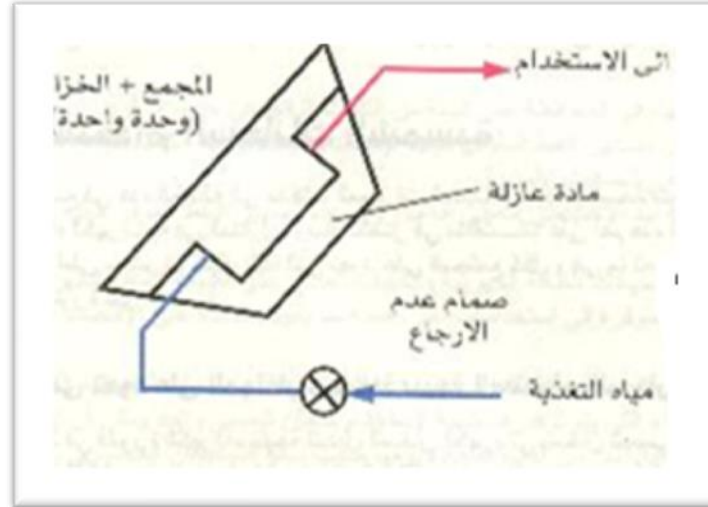
2-منظومة التدوير القسري:



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 تنتقل الى الوسيط العامل (الماء أو الهواء) للاستخدام في المكان المطلوب.

تتكون المجمعات الشمسية المتطورة و المخصصة لتسخين الماء من ألواح إطارية تنتزع 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 استخدام اللواظ الشمسية ذات السطح الماص الأنثوبي والمصنوع من الفولاذ المجلفن أو من النحاس مع صفيحة ماصة من الفولاذ والألمنيوم ، وتعمل معظم هذه الأجهزة بدورة مفتوحة .

وهناك ثلاثة أنواع للمجمعات الشمسية:

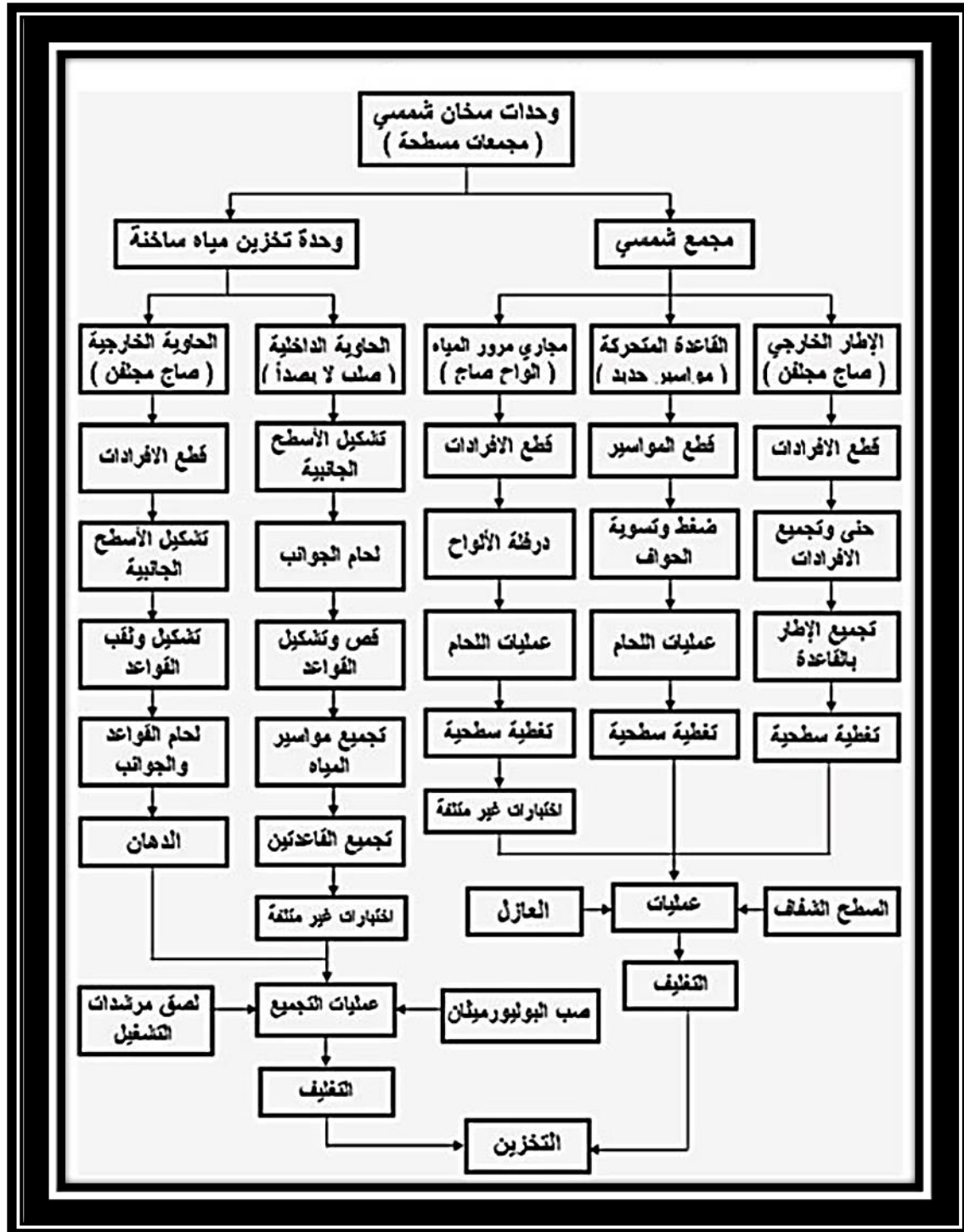
1-المجمعات المستوية.

2-المجمعات الانبوبية المفرغة.

3-أنظمة المجمعات التخزينية التكاملية.

1.5.2 المجمعات المستوية:

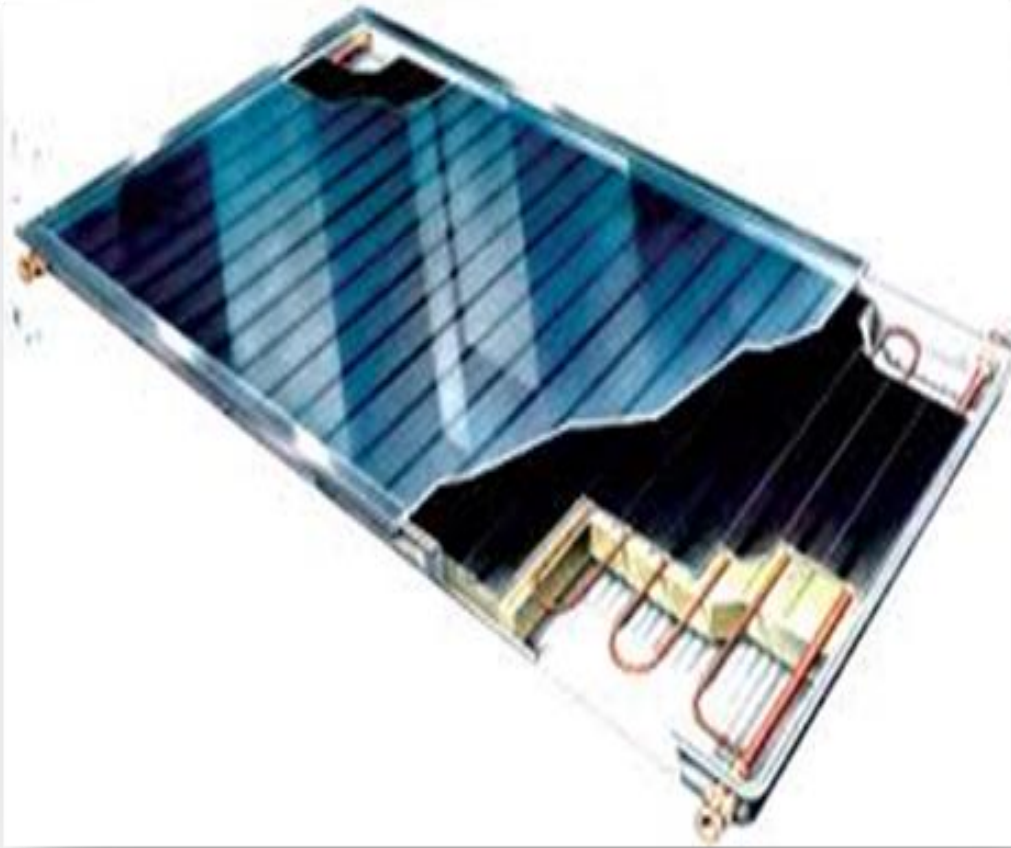
وهي المجمعات الأكثر انتشاراً من بين الأنظمة الأخرى ,فهو عبارة عن صندوق معدني معزول مع غطاء بلاستيكي او زجاجي مع صفيحة معدنية ماصة للحرارة ، والوسيط الناقل للحرارة فيها اما سائل او غاز.



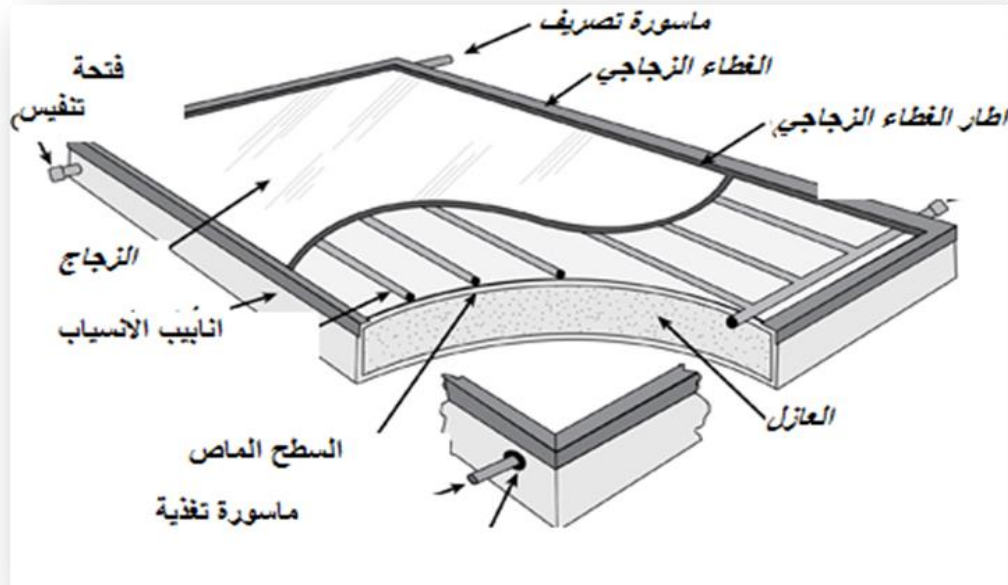
شكل رقم (2-9) الرسم التخطيطي للمجمعات الشمسية المسطحة

1.1.5.2 المجمعات المستوية ذات الوسيط السائل:

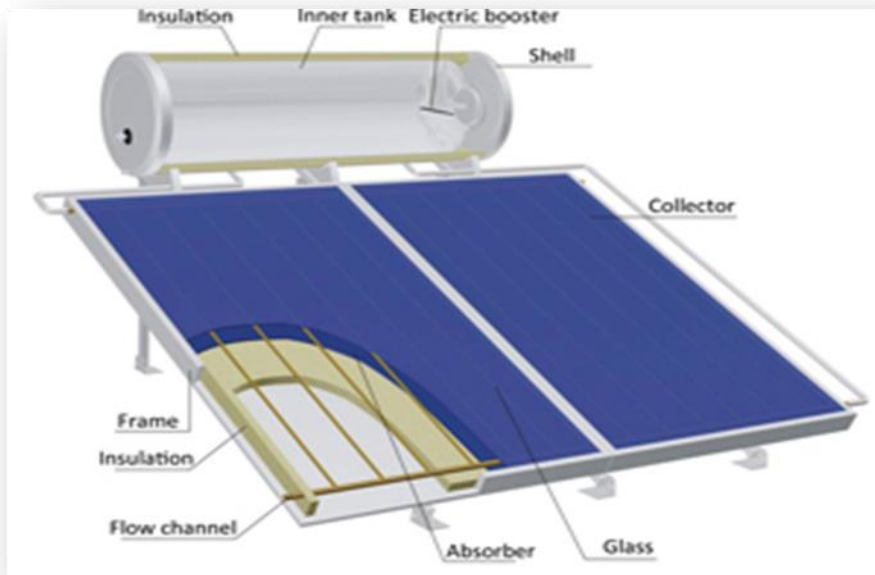
حيث يتدفق السائل الناقل للحرارة (غالباً الماء البارد) ضمن الصفيفة الماصة ليسخن ويخرج من الطرف المقابل، وهي إما أن تكون مباشرة أو غير مباشرة .



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



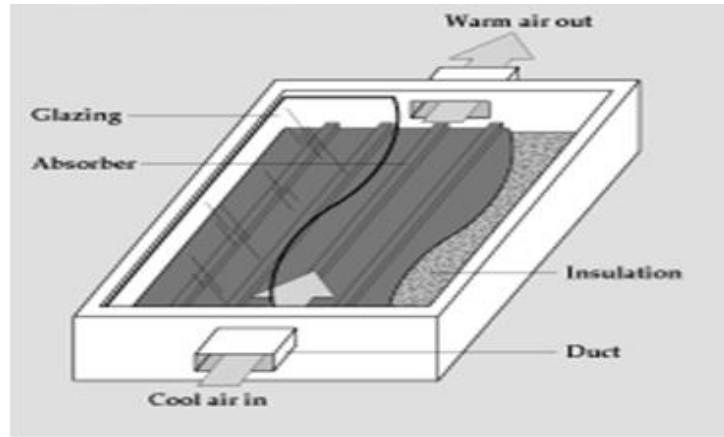
شكل رقم (2-11) مقطع تفصيلي لوحدة تسخين المياه



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 أو للأغراض الأخرى حيث يتدفق الهواء ضمن صفيحة الأمتصاص أما بشكل طبيعي أو باستخدام مروحة ليسخن ويخرج منها للاستخدام ،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 المفرغة:

المجمعات الأنبوبية المخلاة يمكن ان تعطي درجات حرارة عالية جداً تتراوح (170-350) فهرنهايت مما يجعلها أكثر ملاءمة لتطبيقات التبريد والتطبيقات البخارية الصناعية ،ومن جهة ثانية المجمعات الأنبوبية أكثر كلفة من المجمعات المستوية ،حيث يكلف الواحد منها ما يعادل كلفة انشاء اثنين من المجمعات المستوية⁽⁴⁾.

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

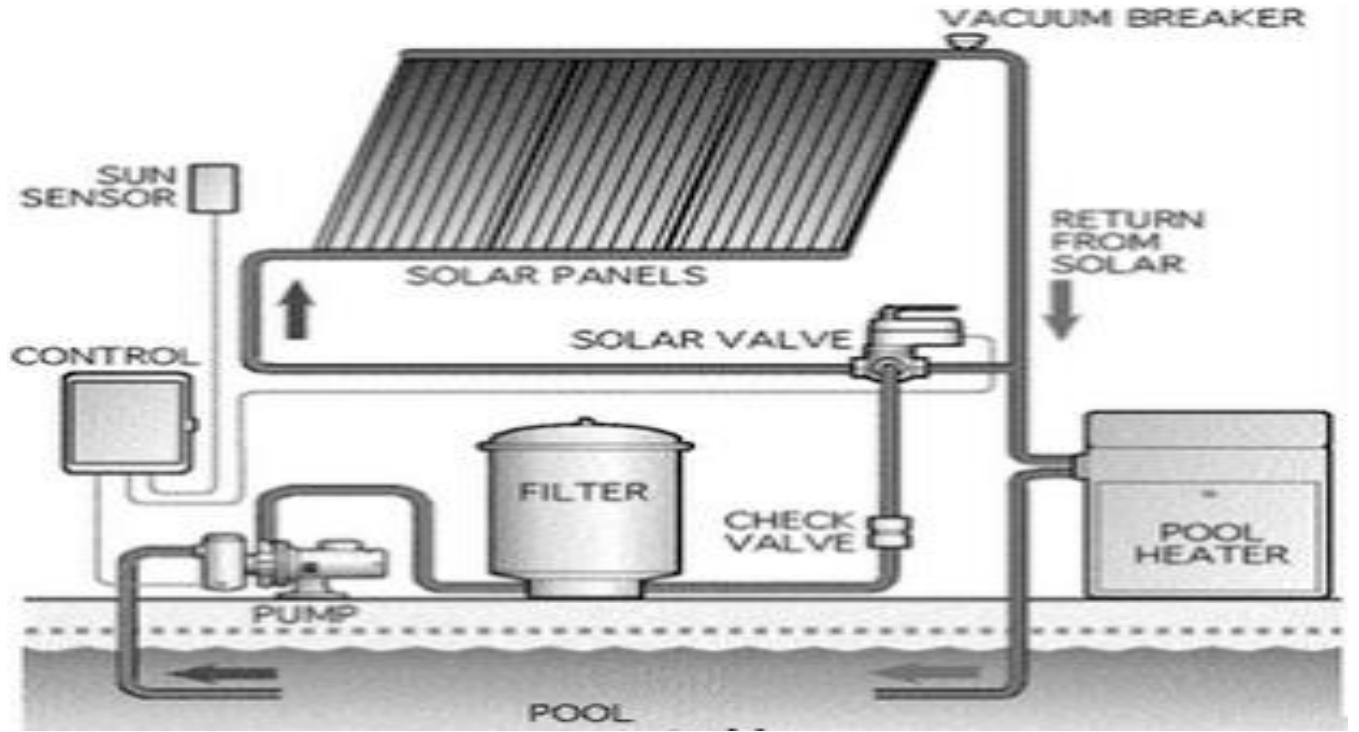
هذا النوع من المجمعات بمرود عالي و سبب ذلك هو أن الهواء بين الأنبوبين المتداخلين مزال الأمر الذي يحول دون ضياع الحرارة بفعل التوصيل.



شكل رقم (2-14) مجمع الأنبوب المفرغ



شكل رقم (2-15) الأنابيب المستخدمة 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 المفرغة 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 البوروسيليكيت الذي يتميز بالمتانة ، ومقاومة 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 و الحمل الخارجي⁽¹⁾ الحراريتين.، لذلك نجد أن الأنبوب الداخلي قد تتجاوز درجة حرارته 150°C مع بقاء الانبوب باردا 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 الشمسية المسطحة) 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 التفريغ من الهواء:

إن هذه العملية هامة لأن الأنابيب المفرغة تقوم بامتصاص الأشعة الشمسية وتحولها 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 فقدانها 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 هو لتعديل حالة السائل الموجود داخل الأنبوب ، حيث توجد بداخله كمية صغيرة من الماء المقطر وبعض المواد الإضافية

هذا 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 وأصبحت أعلى 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 داخله.

الوصول إلى هذه النتيجة تطلب إجراء أكثر من 20 عملية صناعية وبجودة تنظيمية دقيقة وصارمة، 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 أي 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 فعالية لذا لابد من استخدام نحاس صافي عالي الجودة.

3.5.2 أنظمة المجمعات التكاملية:

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

6.2 الاعتبارات الفنية الواجب مراعاتها في اختيار وتركيب السخان الشمسي:

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

1- نوع منظومة السخان الشمسي والتي يتم تحديدها بناءً على طبيعة الاستهلاك ونوعية المياه المتوفرة وكميتها المياه المطلوبة للاستعمال اليومي

2- سعة الخزان و التي تمثل كمية المياه المطلوبة للاستعمال والتي تعتمد 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 تقادي 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 الشمسي(FLAT-PLATE SOLAR HEATER COLLECTOR):

وهو عبارة 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 .

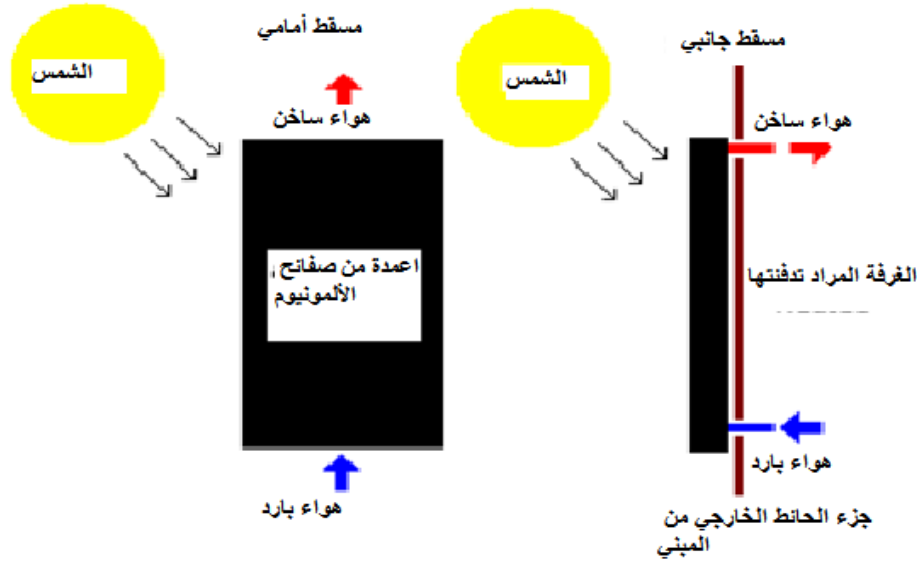
واللوح الماص من معدن نحاس أو ألومنيوم أو من سبيكة منهما ،لأن لهما قدرة كبيرة علي توصيل الحرارة وبسرعة وكفاءة عالية والنحاس مقاوم للتآكل رغم أنه أكثر تكلفة، والصندوق معزول لمنع تسرب الحرارة منه وللحفاظ علي درجة حرارة الماء أثناء الليل ،والماء الساخن يخزن في خزانات معزولة حراريا أما الغطاء الخارجي فيكون من

الزجاج أو الفاير جلاس .

1.7.2 السخان الهوائي 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 أو غير 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 ما بين (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 هذه السخانات مختلفة الأحجام.



شكل رقم (1-7-2) 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 لا يوصل الحرارة ولا يفقدها لعدم وجود هواء يوصل الحرارة أو يحملها بالحمل أو يدور بداخلها فيفقدتها ، 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⁾

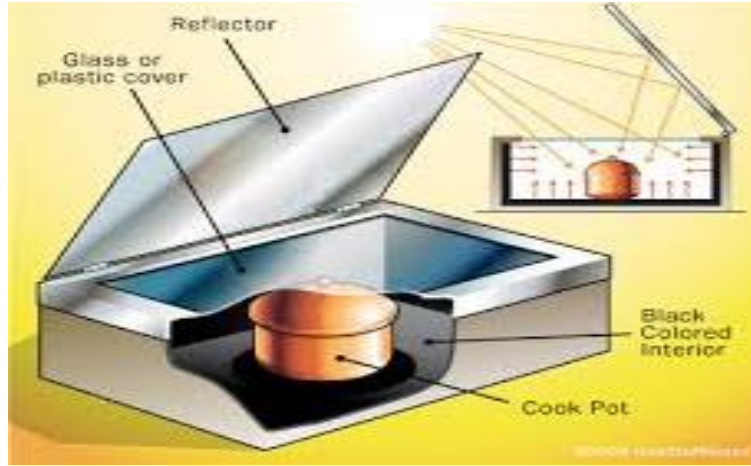
3.7.2 المجمع المركز (Concentrating collector):

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 ، هذا 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 لتعكس فوق جدران هذه الاوعية وقد تصل درجة الحرارة 200 درجة مئوية، هذه الوسيلة

يمكن من خلالها قتل البكتيريا وتعقيم المياه , وهي غير مكلفة لو صممت هذه المجمعات الشمسية مع بناء المبني حجم 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).



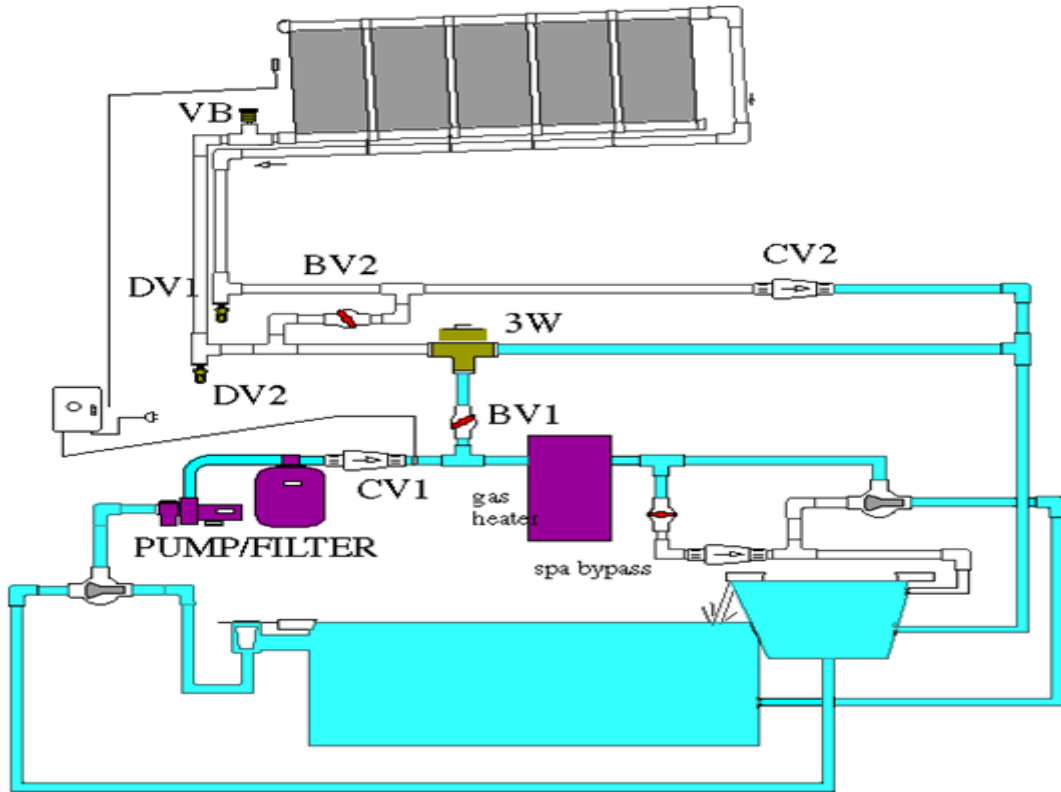
شكل رقم (2-18) يوضح الفرن الشمسي

5.7.2 تعقيم المياه بواسطة 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 أسفلها ليعطينا الماء المقطر الذي يتجمع في خزانات خاصة معزولة عن الحرارة حتى لا يتبخر الماء ثانية هذه 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 غريباً بعض الشيء كما انها صالحة للشرب وخالية من البكتريا والطفيليات والملوثات تقريباً ، وهذه المياه تقلل إنتشار العدوي بالأمراض المعدية ولاسيما في البلدان التي تسبب مياه الشرب العدوى بها كعدوى الكوليرا والتيفويد.



شكل رقم (2-19) تعقيم المياه بواسطة المجمع الشمسي

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

6.7.2 تسخين أحواض السباحة بالطاقة الشمسية:

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 وتستخدم لهذه الغاية المجمعات الشمسية الرخيصة

الغير زجاجية والتي تصنع عادة من المواد البلاستيكية المعدة خصيصاً لهذه الغاية

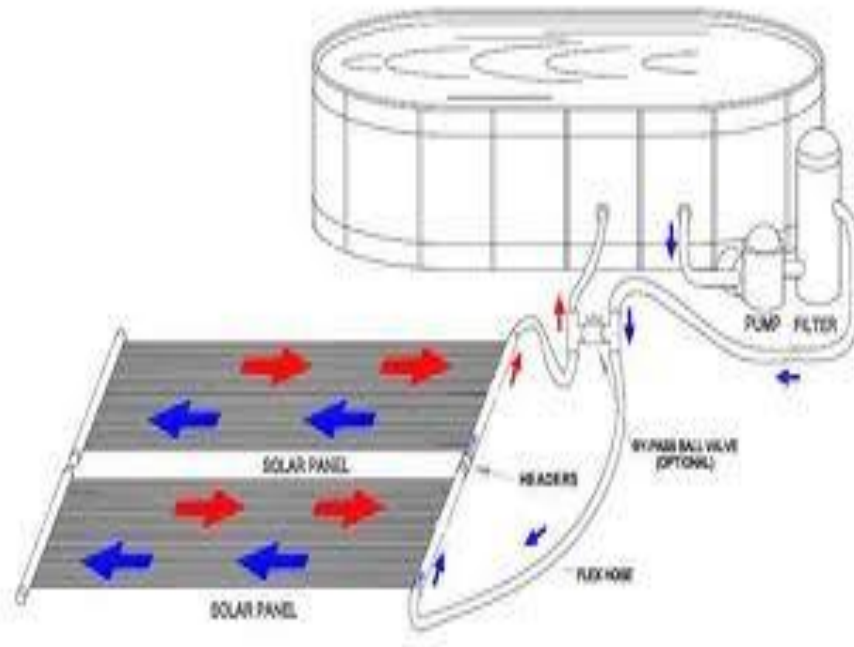
فالمجمعات الشمسية الزجاجية ليست نموذجاً للاستخدام في تطبيقات تسخين مياه المسابح ماعدا الاحواض الداخلية.

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

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

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 وارتفاع متطلباتهم اليومية من المياه⁽³⁾.



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

يرجع الفضل في التحلية للعرب إذ يعتبر الكيميائيون العرب هم أول من بدأوا فكرة تحلية مياه البحر باستخدام 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 ونذكر منها 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 استخدام كبيرة تليها طريقة التناضح العكسي.

2.7.7.1 الطاقة الشمسية كمصدر طاقة لوحدات التحلية:

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 ملائمة للاستعمال لولا انخفاض معدل الاستفادة منها حاليا على نطاق تجارى واسع وتجرى حاليا أبحاث كثيرة لتطوير وإيجاد وسائل للحصول على الطاقة الكافية ومن أهم الوسائل المستخدمة حاليا لتحلية المياه باستخدام الطاقة الشمسية ما يلي:—

1- الطرق الغير مباشرة للتحلية بالطاقة الشمسية:

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 الكهربائية ويتم استخدام 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 و يبلغ 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 تكثيف البخار.

3- طاقة الأشعة الحرارية المنبعثة من الماء المالح .

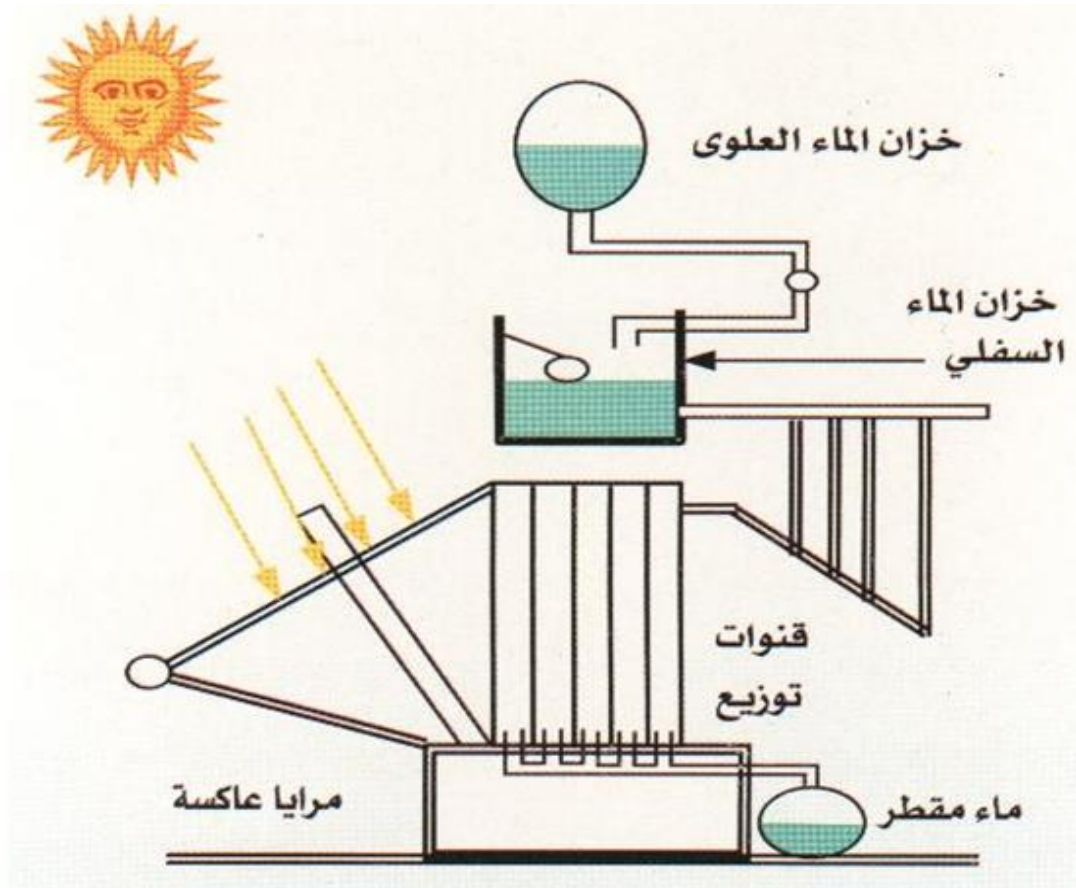
تؤدي هذه الطاقات إلى رفع درجة حرارة الغطاء الذي يبدأ بدوره بإصدار أشعة حرارية إلى الوسط الخارجي (طاقة المفقودة) ويعتمد إنتاج المقطر على عدة عوامل منها (ميل الغطاء وبعده عن سطح الماء، إرتفاع الماء في الحوض ، نسبة الملوحة ، الفرق في درجات الحرارة بين الغطاء و سطح الماء)، إن ميل الغطاء يجب أن يتناسب وزاوية ارتفاع الشمس بحيث تكون أشعة الشمس عمودية لتتلاقى أكبر قدر ممكن من الأشعة المتناثرة وبالتالي تحسين مردود الحوض كما أن بعد الغطاء عن سطح الماء يتناقص مع إرتفاع نسبة تركيز الملح في الماء وينصح ألا يتجاوز إرتفاع الماء في الحوض مدى معين يتراوح من (2.5_3 cm)⁽⁴⁾.

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

1-مقطرات شمسية ذات اتجاه مائل في إتجاه واحد .

2-مقطرات شمسية ذات الأدرج.

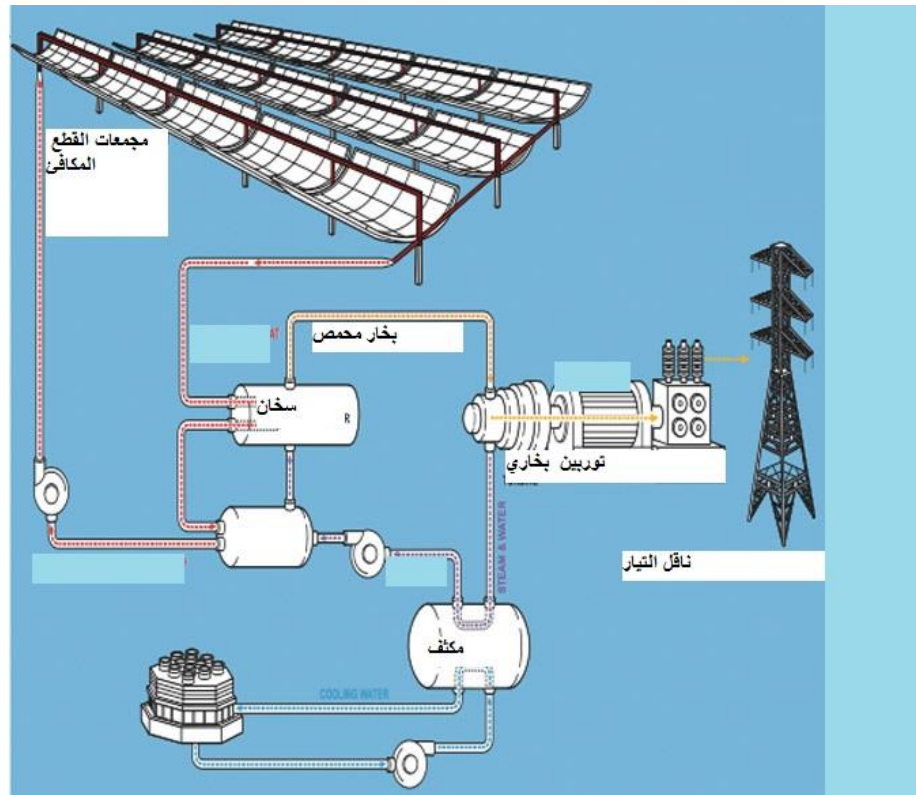
3-المقطرات الشمسية ذات الطابقين .



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 استخدامها بالإضافة إلى المساحة الكبيرة المطلوبة لوضع هذه الأجهزة المجمعة لأشعة الشمس غير المركزة و بالرغم من كل هذه العوامل فهناك بعض الاستخدامات للطاقة الشمسية تعتبر اقتصادية في الوقت الحاضر منها تسخين المياه والاستعمالات 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 إلى 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 إلى 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 تطویرها إلى (3)و اتبعت الطرق الصحيحة لاستغلال و استخدام هذا النوع من الطاقة بشكل اقتصادي ومحاولة الشكل الأفضل قد يؤدي إلى انخفاض تكلفة الوات الواحد المنتج منها

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 أجريت في جامعة كارتغينا للتكنولوجيا بإسبانيا بواسطة هيرارا مارتين وغارسيا بينار وبيريز غارسيا بعنوان تجربة انتقال حرارة لمجمع شمسي مسطح محسن وكانت الدراسة عبارة عن مقارنة بين مجمع مسطح عادي وآخر له نفس الأبعاد ولكنه محسن بأضافات تصميمية مثل صمامات لولبية للتحكم وصمامات تصريف وفتحات للتنفيس وملفات للتسخين ومبادل حراري بين الدخول والخروج للمجمع وقد أدت هذه التحسينات لزيادة الكفاءة من 66.7% 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 الاستخدام الفعال للطاقات الشمسية باستخدام الفرشة المسامية حيث تم في هذه الدراسة تصميم مجمع شمسي يستخدم الفرشة المسامية (الحجر) كسطح أمتصاص ومادة حازنة للحرارة مع 45°. وأستخدام مضخة هوائية حيث بلغت أعلى كفاءة لحظية للمجمع حوالي 20% أمالة للمجمع بزاوية ووصل أعلى فرق لدرجة حرارة الهواء بين المدخل والمخرج (10°C)⁽¹²⁾.

10.2 استثمارات الطاقة الشمسية في العالم 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 ما يزيد عن ⁽²⁾ الكويت) و أصبح بإمكاننا توليد طاقة كهربائية تساوي (10 4 × 400 ميغا واط - ساعة في خمسة أضعاف ما نحتاجه اليوم وفي حالة فترة الاستهلاك القصوفي اليوم) أي

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

إن لاستعمال بدائل الطاقة مردودين مهمين أولهما جعل فترة استعمال الطاقة النفطية طويلة وثانيهما تطوير مصدر للطاقة آخر بجانب مصدر النفط الحالي ومن التجارب 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 إلى 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 خاصة الدول المتقدمة صناعياً والتي لا تملك خمس ما تملكه الدول العربية من الطاقة الشمسية لوجدنا أن بريطانيا وحدها تتفق على مشاريع الطاقة الشمسية ما يعادل جميع ما تنتفقه 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

1.3 المجمع الشمسي المسطح:

سخان المياه الشمسي هو وحدة امتصاص وتسخين بالطاقة الشمسية 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.

1.1.3 المجمع الشمسي:

وهو اهم جزء في منظومة التسخين الشمسي ، حيث يقوم بتجميع الطاقة الحرارية المطلوبة من اشعة الشمس مباشرة ولا بد في هذه الحالة لاي مشروع من المشاريع من معرفة شدة الاشعة الواردة والطاقة المطلوبة لتشغيل المنظومة وبالتالي تحديد نوع المجمع الشمسي وتقييم ادائه ، ويتكون المجمع الشمسي من الاجزاء التالية:

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

1/سطح الامتصاص:

يصنع سطح الامتصاص في الغالب من معدن مطلي بلون أسود ناصع وذلك لزيادة معدل امتصاصه حيث تتميز الألوان الداكنة بمعدل عال لامتصاص 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 سدى من أجل ذلك تستخدم أنواع خاصة من الطلاء ذات معدل امتصاص عالي ومعدل إشعاع منخفض

من أمثلة هذه الطلاءات أكاسيد الكروم والكوبالت تسمى الطلاءات الانتقائية (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 (10-15 سنتيمترات) لتسخين الهواء . وهناك قنوات دائرية ذات أقطار صغيرة (أنابيب أقطارها بحدود 1 سنتيمتر) لتسخين السوائل .

3/ الغطاء الزجاجي :

ان الوظيفة الاساسية للغطاء الشفاف هي السماح للاشعة الشمسية بالوصول الى الماص الحراري, ومنع الطاقة الحرارية من فقدان من خلال القسم العلوي كما انه يمنع الماء والهواء من التسرب الى داخل المجمع.

جدول (3-1) يوضح خصائص الزجاج

الغطاء	السك	الوزن	الموصلية الحرارية
	mm	kg/m^2	$W/m. ^\circ C$
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 الفوائد 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 الأغشية 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 معتمدة بحيث تمنع أنعكاس الأشعة ذات الموجات الطويلة الصادرة من السطح الماص.

جدول (3 - 2) يوضح خصائص العوازل الحرارية⁽¹⁰⁾.

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

5/ الغطاء الخارجي :

ويستعمل الغطاء الخارجي لكي لايسمح للهواء والرطوبة 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⁾.

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

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

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

*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 اقصى 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 الطاقة للمجمع الشمسي:

يمكن ايجاد الاداء الحراري للمجمع الشمسي بتوازن الطاقة التي تحدد ذلك الجزء من الاشعه القادمه والتي تعطي كطاقة نافعه لمائع التشغيل ، ولمجمع شمسي مساحة سطحه الماص (Ac) يكون هذا التوازن⁽⁷⁾ . :

$$I_c * A_c * \tau_s * \alpha_{s,c} = q_u + q_{loss} + \frac{dec}{dt} \dots \dots (3 - 1)$$

I_c :الاشعاع الشمسي على سطح المجمع

τ_s :الابتعاثية الفعالة لغطاء او اغطية المجمع

$\alpha_{s,c}$:الامتصاصيه الشمسيه لسطح المجمع الماص

q_u :معدل انسياب الحراره من سطح الماص الى الانابيب

q_{loss} :معدل انسياب الحراره اوفقدانها من الماص الى المحيط

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

ان الكفاءة الكلية للمجمع η_c ، هي ببساطه نسبة الحرارة المستفاده المستلمه الى الطاقه

الشمسيه القادمه الكليه :

$$\eta_c = \frac{q_u}{Ac * I_c} \dots \dots \dots (3 - 2)$$

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

$$Q_u = m * C_p * (T_{f, out} - T_{f, in}) \dots \dots (3 - 3)$$

حيث ان :

$m \equiv$ معدل سريان كتلة المائع خلال المجمع.

$C_p \equiv$ الحرارة النوعية عند ثبوت الضغط لمائع التشغيل.

$(T_{f, out} - T_{f, in}) \equiv$ الارتفاع في درجة حرارة مائع التشغيل المار عبر المجمع.

قيمة الطاقة المستفاده من المجمع الشمسي للمتر المربع الشمسي وكمية التدفق (Q) تعتمد على شكل المجمع

، لكن لكي نحصل على نتائج تقريبية 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 .

وهناك اعتبارات تصميمية اخرى كالآتي :

(أولاً): فرض حرارة اللوح الماص T_{pm} مساوية لحرارة السائل الداخل T_{fi}

(ثانياً): حساب معامل فقدان الحراري للمجمع U_L

$$U_L = U_b + U_e + U_t \dots \dots \dots (3 - 4)$$

$$U_b (W/m^2 \cdot ^\circ C) = \frac{k}{x} \quad (\text{معامل فقدان الحرارة من الاسفل})$$

$$K = \text{معامل التوصيل الحراري للعازل} (W/m \cdot ^\circ C)$$

$$X = \text{سمك العازل} (m)$$

$$U_e = \text{معامل فقدان الحرارة الجانبي} (W/m^2 \cdot ^\circ C)$$

$$U_t = \text{معامل فقدان الحرارة من الاعلى} (W/m^2 \cdot ^\circ C)$$

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

حيث :

$$N = \text{عدد الاغطية الشفافة}$$

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

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

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

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

$$B = \text{زاوية ميلان المجمع الشمسي.}$$

$$E_g \equiv \text{أنبعائية اللوح الشفاف} = 0.88 \text{ للزجاج.}$$

$$\epsilon_p \equiv \text{أنبعائية اللوح الماص .}$$

$$T_a \equiv \text{درجة حرارة الهواء المحيط } (k)$$

$$T_{pm} \equiv \text{متوسط درجة حرارة اللوح الماص (k)}$$

$$h_w \equiv \text{معامل انتقال حرارة الهواء} = 5.7 + 3.8 V$$

$$V \equiv \text{سرعة الرياح } (m/s)$$

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

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

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

حيث :

$D \equiv$ القطر الخارجي للماسورة (m) .

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

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

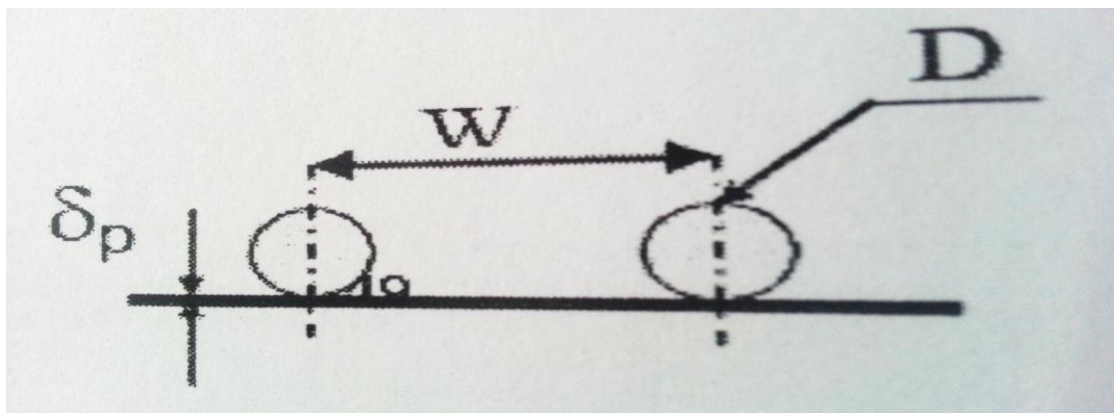
$\delta_p \equiv$ سمك اللوح الماص .

(رابعاً): حساب معامل كفاءة اللاقط الشمسي F' :

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

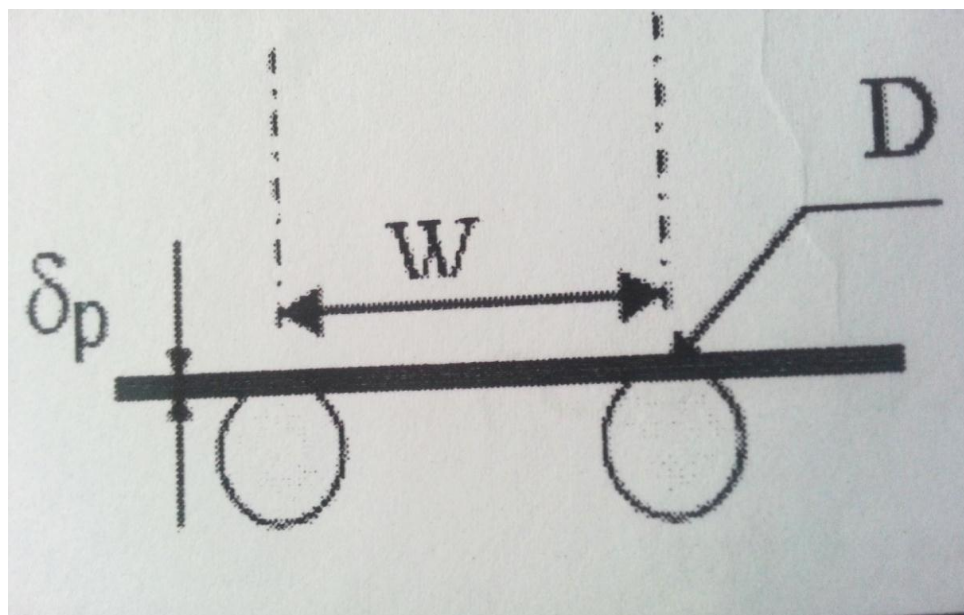
$$\eta_f; h_w; U_c$$

والتصاميم المختلفة يكون كما يلي :



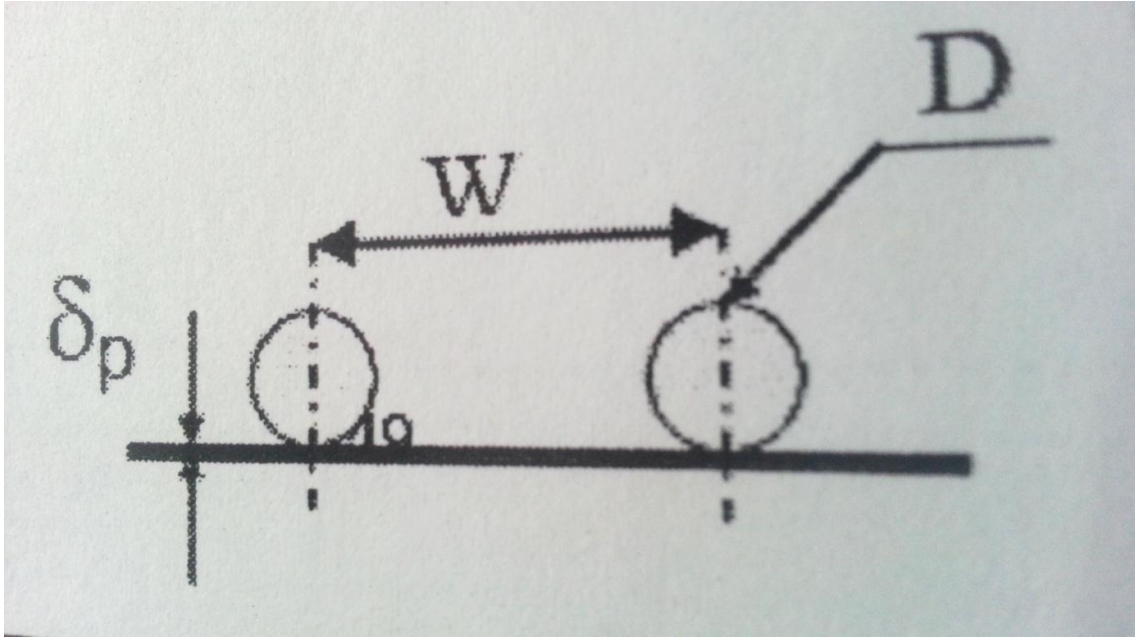
شكل رقم (3-1) المواسير فوق الوح الماص⁽⁷⁾.

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



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

$$F' = \frac{1}{\frac{W U_l}{\pi D_i h} + \frac{W U_l}{C_{bond}} + \frac{W}{D + (W - D) F}} \dots \dots \dots (3-11)$$



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

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

$h \equiv$ معامل انتقال الحرارة للسائل

$K \equiv$ معامل التوصيل الحراري

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

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

$$K = 0.552 + 0.00256 T_F - 0.0000187(T_F)^2 + 59 \times 10^{-9}(T_F)^2$$

حيث :

$$T_F \equiv \text{معدل حرارة السائل}$$

$$L \equiv \text{الطول}$$

$$Re \equiv \text{رقم رينولد}$$

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

$$v \equiv \text{لزوجة السائل } m^2/s .$$

$$v = 1.779 \times 10^{-9} - 648.1 \times 10^{-9}(T_F) + 0.6 \times 10^{-9}(T_F)^2 - 2.6 \times 10^{-12}(T_F)^3$$

$$\rho \equiv \text{كثافة السائل } (Kg/m^3).$$

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

$$P_r \equiv \text{رقم براندلت}$$

$$P_r = C_p V \rho / K$$

$C_p \equiv$ الحرارة النوعية ($J \cdot kg / ^\circ K$)

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

$D_i \equiv$ القطر الداخلي للماسورة .

(خامسا): حساب معامل إزالة الحرارة F_R :

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

$$F_R = \frac{G C_P}{A_C U_L} [1 - \exp - (A_C U_L F' / G C_P)] \dots \dots \dots (3-14)$$

حيث :

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

$A_C \equiv$ مساحة المجمع (m^2) .

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

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

حيث :

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

$\tau \equiv$ نفاذية اللوح الشفاف .

$\alpha \equiv$ امتصاصية اللوح الماص .

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

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

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

من الممكن استعمال المعادلة التالية :

$$T_{pm} = T_{fm} + \frac{Q_U}{h \pi D_i n L}$$

$$T_{fm} = T_{fi} + \frac{Q_U/A_C}{U_L F_R} \left[1 - \frac{F_R}{F'} \right] \dots \dots \dots (3-15)$$

حيث :

$T_{fm} \equiv$ معدل حرارة لسائل .

$n \equiv$ عدد المواسير في المجمع الشمسي .

$L \equiv$ طول كل ماسورة (m).

(ثامنا) إذا كانت درجة حرارة اللوح الماص T_{pm} من الخطوة رقم (1) لاتساوي درجة حرارة

اللوح الماص من الخطوة رقم (7) ، يتم استخدام القيمة المحسوبة في الخطوة رقم سبعة

والعودة الي الخطوة رقم (1) واستمرار تكرار الخطوات السابقة حتي تتساوي درجات الحرارة .

ويمكن حساب كفاءة المجمع الشمسي كالآتي :

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

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، و 90 عندما تكون الشمس فوق الراصد مباشرة.⁽⁷⁾.

الزاوية الساعية (α):

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 ببشري .

واجهتنا كثير من الصعوبات اثناء عملية الترحيل ، حيث كان كل الشغل شاغل 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:

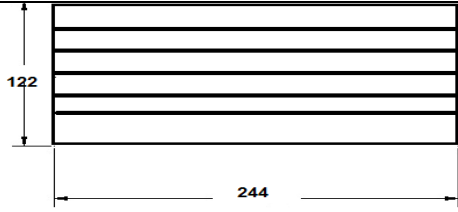
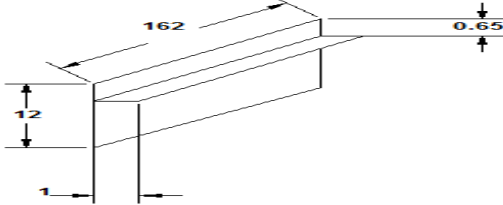
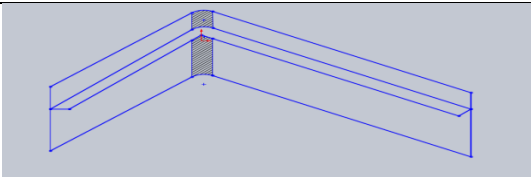
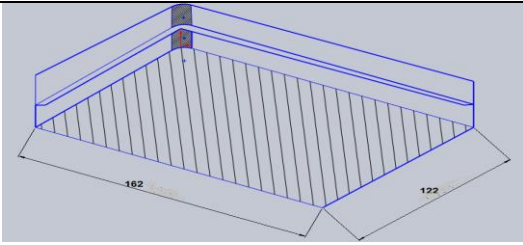


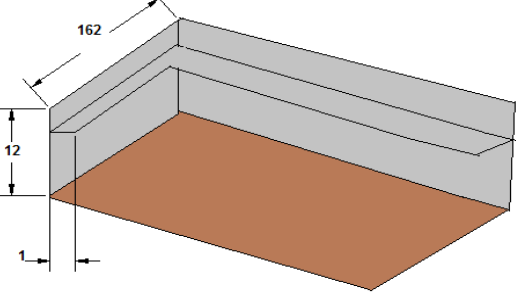
شكل رقم (3- 4) يوضح رسم لنموذج المجمع المصمم في هذا المشروع



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

اولا: انتاج الاطار الخارجي:

خطوات التشغيل	الالات والمعدات	الرسم التنفيذي
<ul style="list-style-type: none"> - انتاج الاطار الخارجي - توقيع علامات التشغيل (صاج مجلفن) - قطع للشرائح 	<p>ادوات</p> <p>قياس-مقص-درفيل</p> <p>ل متعدد</p>	
<p>حني الافراد (قطاع طولي)</p>	<p>ماكينة حني</p> <p>"ماكينة تكسيح"</p>	
<p>تجميع الاطار (تجميع ثنائي)</p>	<p>ماكينة لحام</p>	
<p>تجميع الاطار والقاعدة</p> <ul style="list-style-type: none"> - تجميع يدوي - لحام - تقليب 	<p>ماكينة لحام +</p> <p>مثقاب</p>	

	<p>مسدس رش</p>	<p>دهان الاطار (لون رمادي)</p>
---	----------------	--------------------------------

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

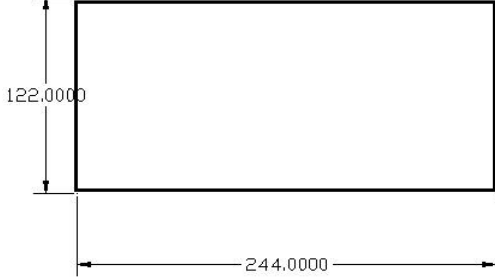
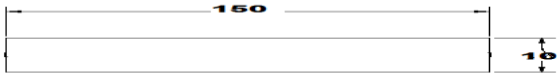
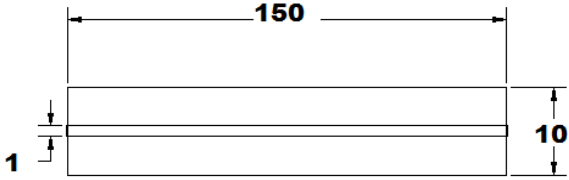
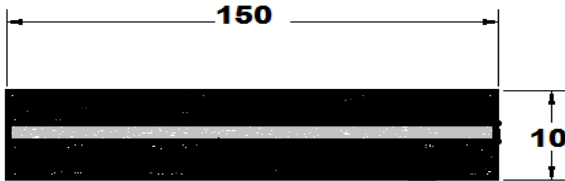
(MVD B06)

- قطعتين 12*162

- قطعتين 12*122

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

ثانيا: خطوات انتاج اللوح الماص :

خطوات التشغيل	الالات والمعدات	الرسم التنفيذي
<p>- تصنيع اللوح الماص (المونيوم)</p> <p>قطع الافراد (مجري المياه الجانبيه)</p> <p>- لوح المونيوم</p> <p>(0.008*122*244 cm)</p>	مقص اكسنترك	
قطع الاطراف	اسطمة قطع بسيطه	
حني ثنائي	ماكينة حني	
دهان اللوح الماص بوهية سوداء (دوكو)	مسدس رش	

قطع لوح الالومنيوم الي 10 قطع بابعاد 11×150 بواسطة مقص القطع الكهربى 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 :

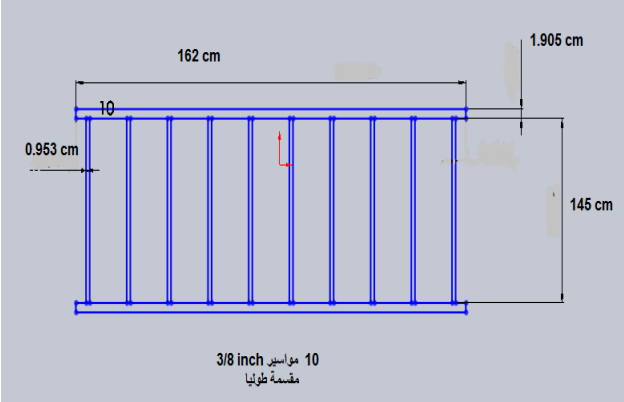
خطوات التشغيل	الالات والمعدات	الرسم التنفيذي
قطع الزاوايا (زوي) 12- قدم	ديسك قطعية	
قطع حواف+تسوية حواف+لحام+عمليات المعالجة الميكانيكية	اسطمية تشغيل وقطع+ماكينة جلخ+مرشدات تشغيل+ماكينة لحام	

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 منحنى للتحكم في زاوية الميلان ، حيث تم تصنيع المجري من قطعتين من الصاج تم حنيهما بواسطة الاسطمة و لحامهما مع بعضهما البعض وتم تثبيت المجري في الحامل بواسطة مسامير الربط.

رابعاً: انتاج المواسير النحاسية (مجري المياه):

خطوات التشغيل	الالات والمعدات	الرسم التنفيذي
<p>- مواسير نحاس</p> <p>(3.5m-3/4 inch)</p> <p>+(15m-3/8 inch)</p> <p>-لحام طولي لقنوات المياه</p>	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 التأكد 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 $30 \times 50 \times 20 \text{ cm}$ وتم ادلاج طلمبة التدوير في الغطاء المصنوع من الحديد المجلفن $20 \times 50 \text{ cm}$ 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 أعلى درجة 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 الإنسياب الطبيعي للماء .

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

1- التجربة الأولى:

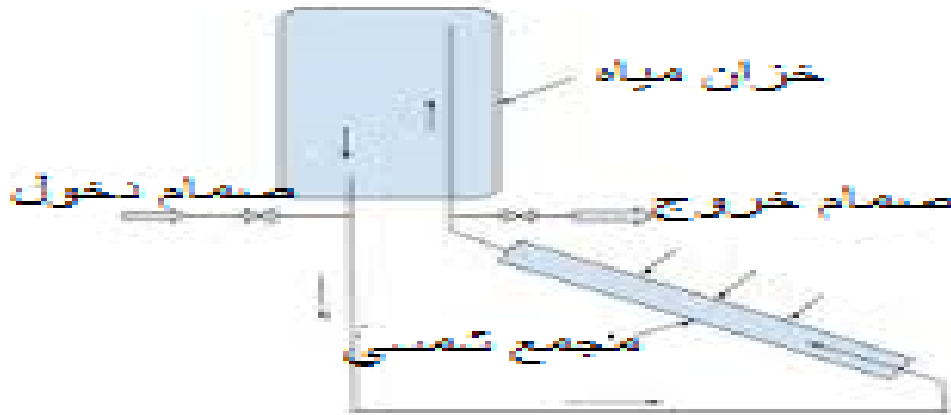
تجربة المجمع الشمسي في حالة حبس الماء داخل المجمع وعدم حركته قسريا

الهدف من التجربة :

الزمن اللازم لوصول الماء الي أعلى 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

2015/8/30

جدول رقم (3-5) يوضح قراءات التجربة الاولى

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

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 المواسير أكبر من (100°C) النحاسية.

2- التجربة الثانية :

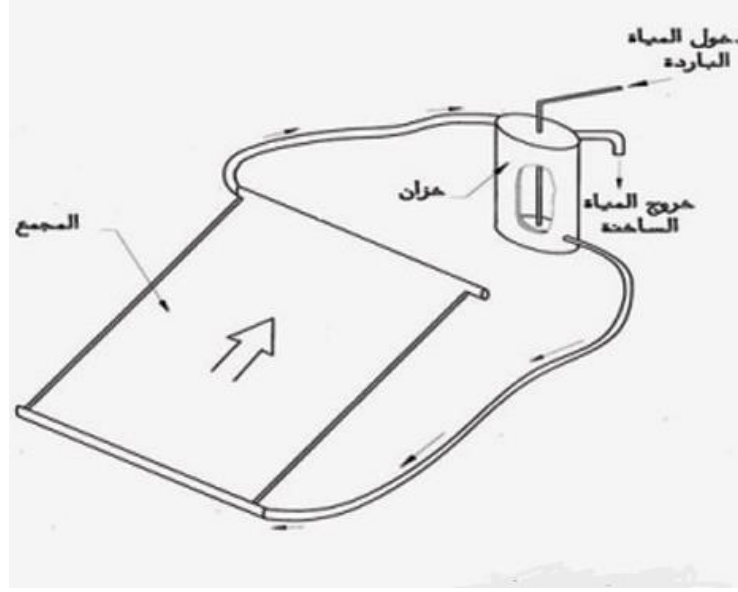
أنسياب الماء عبر المجمع بفعل السميت (بدون مضخة)

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 السميت 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 ووضع المضخة داخل الخزان وكان حجم الماء داخل الخزان 4 لتر

القرءات:

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

سرعة التدفق m/s	سرعة الهواء m/s	درجة حرارة الدخول $^{\circ}C$	درجة الحرارة الخروج $^{\circ}C$	الزمن
0.1008	0.0032	38 $^{\circ}C$	59 $^{\circ}C$	13:05
			67 $^{\circ}C$	14:05
			76 $^{\circ}C$	15:05

الباب الرابع

أداء المجمع الشمسي

1.4 مقدمة:

بعد اجراء التجارب نأخذ معاملات انتقال الحرارة في الحسبان ودرجة حرارة السطح الماص ومعامل ازالة الحرارة وكفاءة الزعنفة 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:

$$\eta = ? \quad \& Q_u = ?$$

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

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

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

$$A_c = \text{length} * \text{width (absorber plate)} \text{ m}^2$$
 مساحة المجمع

معامل الفقد الحراري يحسب من المعادلة :

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

حيث ان :

$$1- G = \dot{m} / A_c$$

$$\dot{m} \left(\frac{kg}{s} \right) = \rho Q_{pump}$$

$$\dot{m} \equiv \text{الماء الكتلي التدفق معدل}$$

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

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

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

$$2- C_{p_w} = 4.187 \text{ kj/kg} * K$$

$$3- UL = Ub + Ue + Ut$$

$U_e = zero$ (معامل الفقد عن طريق الجوانب)

$$U_b = Ki/Xi$$

$$ki = 0.048 \text{ w/m.}^\circ\text{C} \quad (\text{موصلية العازل})$$

$$Xi = 0.07m \text{ (سمك العازل)}$$

$$U_b = \frac{Ki}{Xi} = \frac{0.048}{0.07} = 0.6857 \text{ W/m}^2.^\circ\text{C}$$

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

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

$$N = 1$$

$$C = 496.132 \dots \dots \dots CONST \text{ (بأستخدام المعادلة في الباب الثالث)}$$

$$T_{pm} = 80^\circ\text{C}$$

$$f = 0.5155$$

$$Ta = 38^\circ\text{C}$$

$$e = 0.308187$$

$$h_w = 21.66 \text{ W/m}^2 \cdot ^\circ\text{C} \dots \dots \dots \text{ (للمرارة الحرارة انتقال المعامل)}$$

$$\epsilon_p = 0.97$$

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

$$\epsilon_g = 0.88$$

$$U_t = 7.9938 \text{ W/m}^2 \cdot ^\circ\text{C}$$

$$4- F' = ?$$

معامل كفاءة المجمع

$$F' = \frac{1/U_l}{W \left[\frac{1}{U_l [D + (W - D)F]} + \frac{1}{\pi D_i h_{fi}} \right]}$$

حيث ان $(D_i = D)$

$(D_i = 0.953)$ قطر الماسورة

$(W = 10 \text{ cm})$ البعد بين مراكز المواسير

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

تم حساب h_{fi} بناءً على قيمة التدفق الكتلي المحسوب وباستخدام معادلات انتقال الحرارة

في الباب الثالث

كفاءة الزعانف $F \equiv 5-$

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

حساب m كمتغير لحساب الطبقة الحدية باستخدام الجداول في الباب الثالث

$K_p \equiv$ موصلية السطح الماص (من جدول رقم (3-3))

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

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

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

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

$$F' = 0.898$$

$$F_R = 0.858$$

معامل الإمتصاصية النفاذية:

$$\tau\alpha$$

حيث ان:

$$\alpha = 0.95 \text{ الإمتصاصية}$$

$$\tau = 0.86 \text{ النفاذية}$$

$$Pd = 0.2 \text{ معامل الانعكاس}$$

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

$$\tau\alpha = 0.8392$$

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

حيث ان :

$$\phi = 15.6^\circ \text{ (زاوية العرض للموقع)}$$

$$s = 30^\circ \text{ (زاوية ميلان المجمع)}$$

$$N = 242 \text{ رقم اليوم في السنة بالنسبة ليوم } 2015/8/30$$

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

$$\omega = -22.5 \text{ بالنسبة لـ (14:00 - 13:00) ساعة زاوية}$$

$$R = 1.2$$

القيمة المتوسطة للاشعاع الشمسي الكلي على سطح افقي في ولاية الخرطوم في شهر اغسطس من الملاحق
جدول رقم (3):

$$6.25 \text{ KW} \cdot \text{hr} / \text{m}^2 / \text{Day}$$

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

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

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

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


$$\eta = 43.29\%$$

الخلاصة:-

أجريت التجارب الثلاث للمجمع الشمسي ووجد ان:

متوسط درجة الحرارة التجربة الاولى عند حبس الماء في المجمع هي $(94.75)^\circ\text{C}$ 

متوسط درجة الحرارة في التجربة الثانية عند الانسياب الطبيعي بفعل السمات هي $(58)^\circ\text{C}$ 

متوسط درجة الحرارة في التجربة الثالثة عند استخدام المضخة هي $(67.34)^\circ\text{C}$ 

الباب الخامس

التكلفة

تصميم مجمع شمسي: (solar water heater collector)

التكلفة الكلية للمشروع:-

الاجزاء	التكلفة
لوح خشبي	140
لوح زجاج	160
برشام + بوهية سوداء + خرطوم توصيل مياه	100
صفحة المونيوم	750
عازل حراري (صوف زجاجي)	60
حديد زوي (زاوية 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
صفحة حديد مجلفن	100
خزان	80
طلمية	150
التكلفة الكلية	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 الخواص الحرارية التي تتناسب مع هذا التطبيق .
- 3- المجمع الشمسي يمكن استخدامه بعدة أغراض إذا تم توجيه الأمكانيات 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- كأستكمال 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 كهربائي حيث يقوم الحساس بقياس درجات الحرارة عند المدخل والمخرج وعلي ضوء ذلك يتم فتح وغلق الصمام أوتوماتكيا بواسطة الاشارات الكهربائية المرسلة من لوحة التحكم.
- * إن البحث والمثابرة في إيجاد بدائل للطاقة الأحفورية ما هو إلا جزء مكمل لاستمرارية دور الدولة 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 للمعلومات عن شدة 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 collectors 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 إدارة الطاقة المتجددة وزارة الموارد المائية والكهرباء –جمهورية السودان .-

(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 TECHNOLOGIES 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 - (12) 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 شدة الأشعاع الشمسي المباشر لليوم المتوسط لكل شهر في 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 شدة الأشعاع الشمسي المنتشر في اليوم المتوسط من كل شهر في ولاية

الخرطوم :

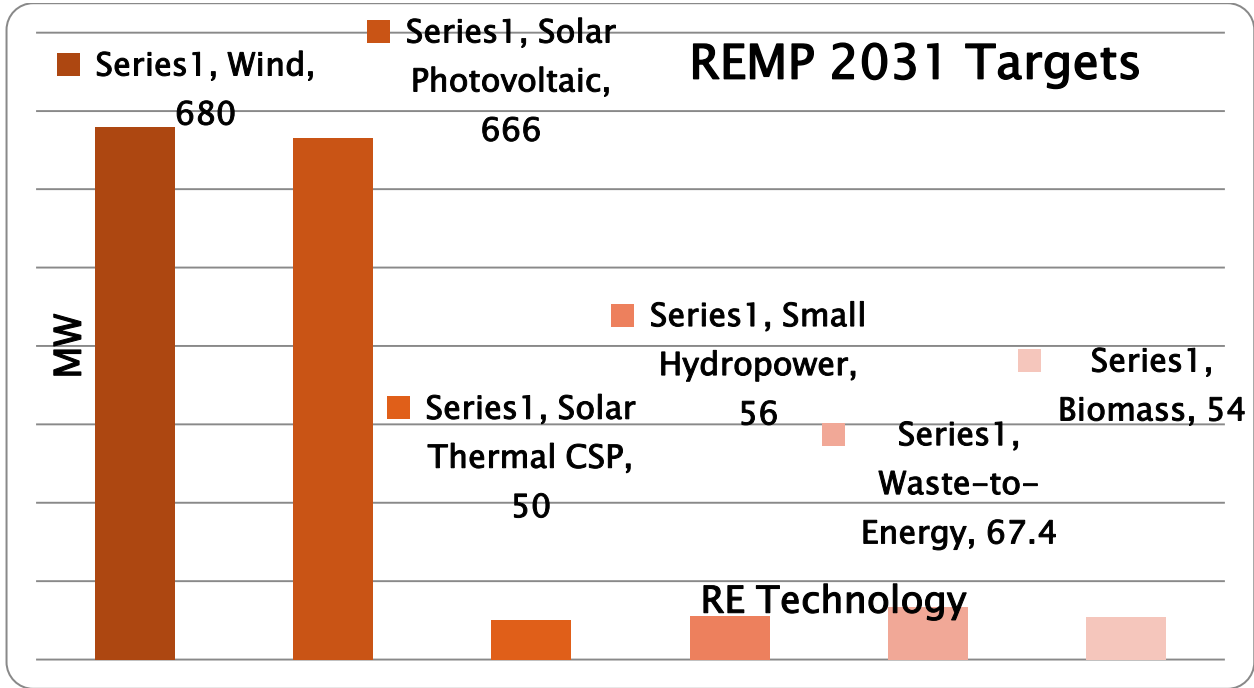
الشهر	مدة السطوع (hr)	الاشعاع المنتشر $kw. hr / m^2 / day$	القيمة المتوسطة للاشعاع
يناير	10 - 11	1.50 - 1.75	1.625
فبراير	10 - 11	1.50 - 1.75	1.625
مارس	9 - 10	1.75 - 2.00	1.875
ابريل	10 - 11	2.00 - 2.25	2.125
مايو	9 - 10	2.00 - 2.25	2.125
يونيو	8 - 9	2.00 - 2.25	2.125
يوليو	8 - 9	2.00 - 2.25	2.125
اغسطس	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 شدة الأشعاع الكلي لليوم المتوسط لكل شهر في ولاية الخرطوم :

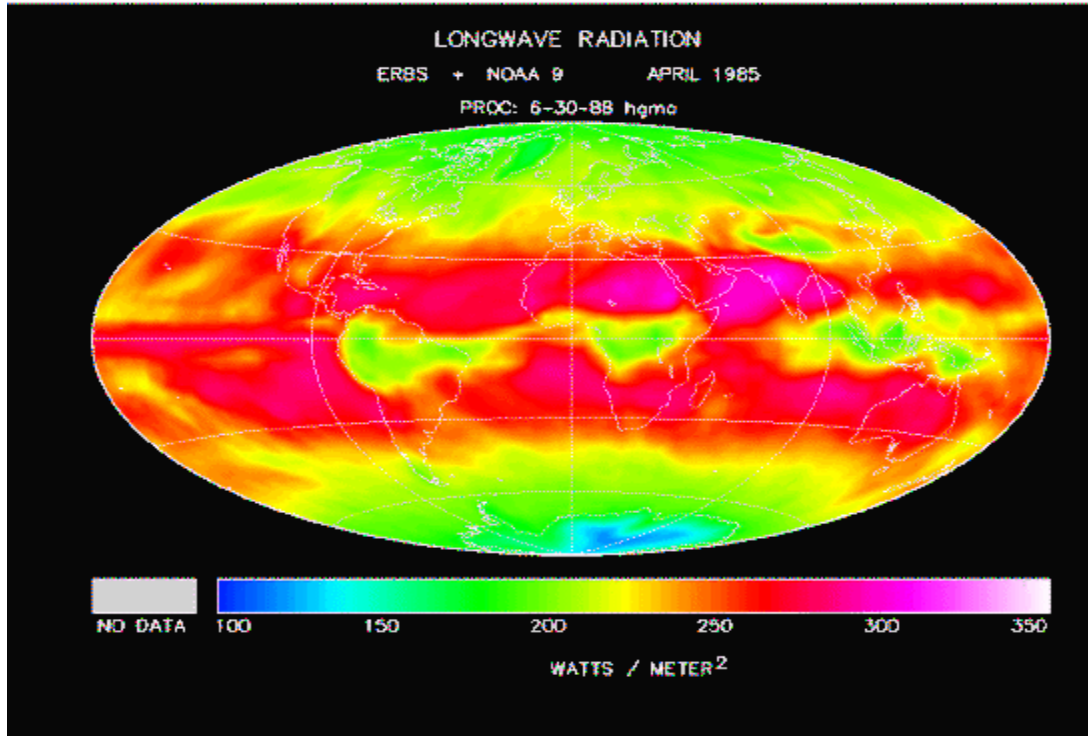
الشهر	مدة السطوع (hr)	الاشعاع الكلي $kw. hr / m^2 / day$	القيمة المتوسطة للاشعاع
يناير	10 - 11	5.5 - 6.00	5.75
فبراير	10 - 11	6.00 - 6.50	6.25
مارس	9 - 10	6.5 - 7.00	6.75
ابريل	10 - 11	7.00 - 7.50	7.25
مايو	9 - 10	6.50 - 7.00	6.75
يونيو	8 - 9	6.00 - 6.50	6.25
يوليو	8 - 9	6.00 - 6.50	6.25
اغسطس	8 - 9	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 شدة الأشعاع الحراري في الكرة الأرضية:



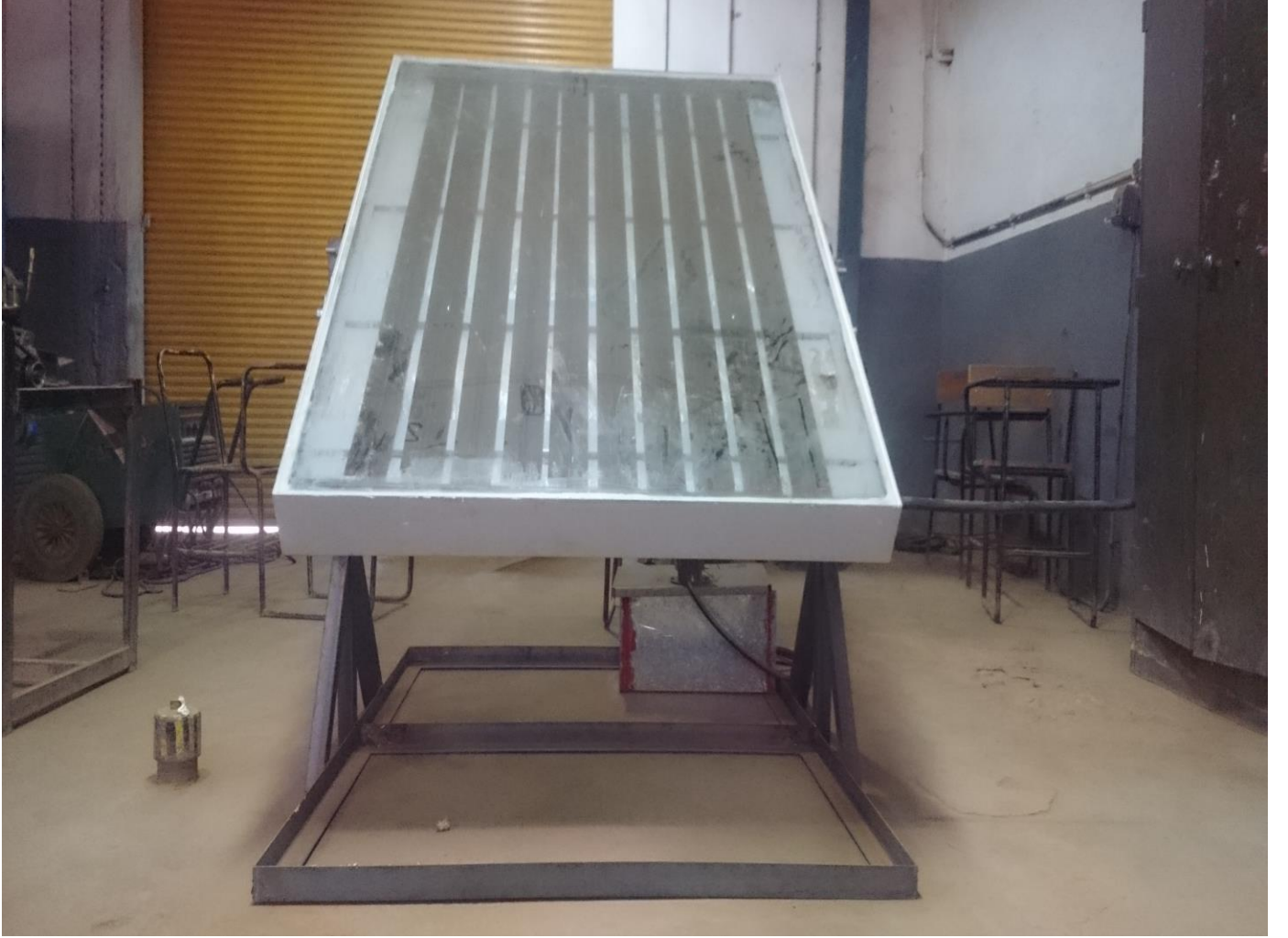
ملحق رقم (4) نموذج مصمم بواسطة الحاسوب للمجمع الشمسي المسطح في هذا البحث :



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

