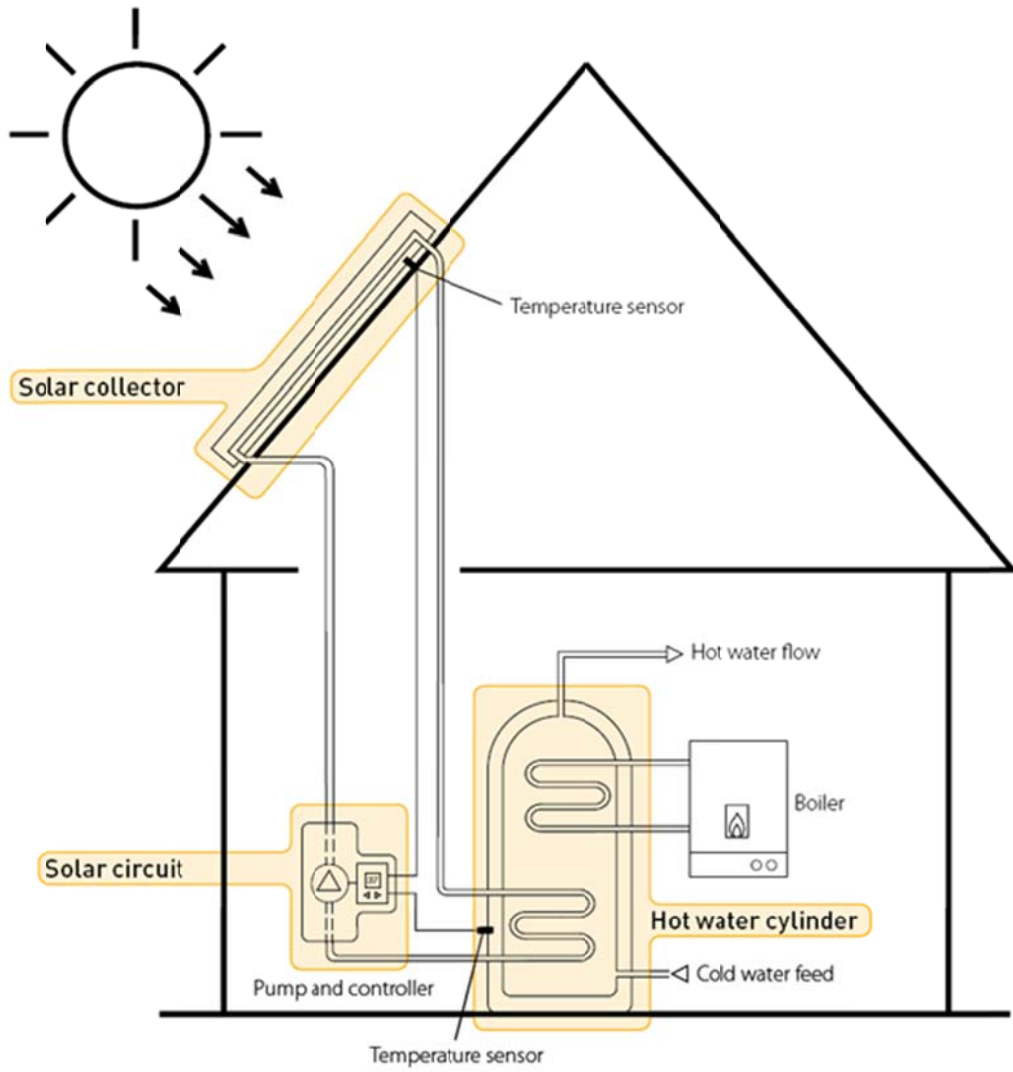


# SOLAR WATER HEATER

DAMA ARYA CORP.

HOSSEIN GHADERI



## " Solar Water Heater

## " آبگرم کن خورشیدی

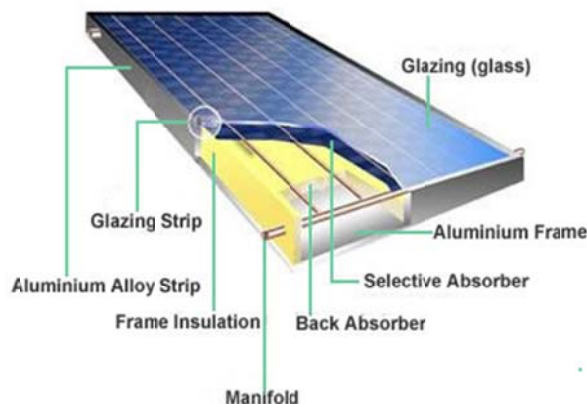
آبگرم کن های خورشیدی با امکان استفاده در هر شرایط آب و هوایی و سوخت رایگان (نور خورشید) يك راه مقرون به صرفه برای تولید آبگرم مصرفی ساختمان ، گرمایش فضاها و گرمایش آب استخر می باشد.

آبگرم کن های خورشیدی، شامل يك مخزن ذخیره وکلکتورهای خورشیدی، در دو نوع Active و Passive می باشند. سیستم Active دارای پمپ های سیرکولاسیون و سیستم کنترلی بوده در حالی که سیستم Passive فاقد این تجهیزات است. اغلب سیستم های خورشیدی نیازمند يك مخزن ذخیره عایق می باشند که این مخزن دارای ورودی و خروجی به کلکتور می باشد.

سه نوع کلکتور خورشیدی برای ساختمان های مسکونی مورد استفاده قرار می گیرد :

### -1 Flat-Plate Collectors

این نوع کلکتور از يك سری لوله مسی که درون يك محفظه خلا تعبیه شده اند و يك صفحه جاذب تیره برای جذب بیشتر نور خورشید که زیر يك یا چند لایه شیشه یا پلاستیک (پلیمر) قرار دارد تشکیل شده است. از نوع دیگر این کلکتور که بدون لایه پوشاننده شیشه یا پلاستیک می باشد برای گرم کردن آب استخر استفاده می شود.



### -2 Integral Collector-Storage Systems

نام دیگر این نوع کلکتور ICS یا سیستم Batch است که از يك یا چند لوله سیاه رنگ که در يك محفظه شیشه ای قرار دارند تشکیل شده است. گذر آب از کلکتور خورشیدی موجب پیش گرم شدن آن می شود که در نهایت برای تولید آبگرم مورد نیاز با دمایی مطلوب وارد يك آبگرم کن گازی می گردد. به دلیل یخزدگی این کلکتورها باید در اقلیمهای نسبتاً گرم استفاده شوند.

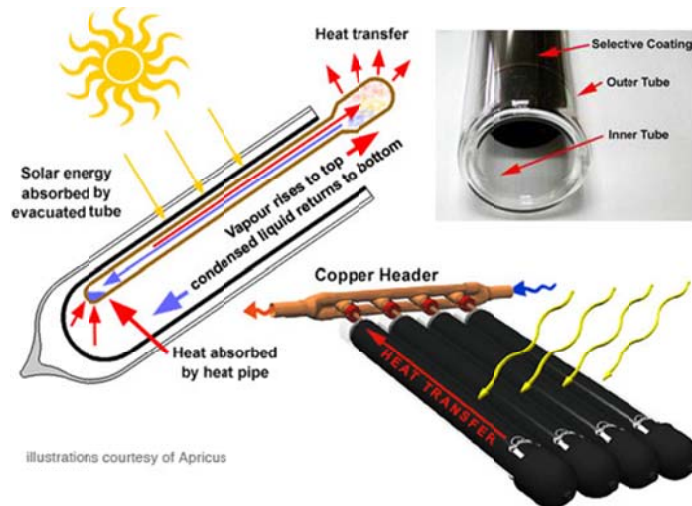


### -3 Evacuated- Tube Solar Collectors

این نوع کلکتور از چندین ردیف تیوب شیشه ای کاملاً شفاف که به موازات هم قرار دارند تشکیل شده است. این تیوب ها از شیشه بروسیلیکات که دارای مقاومت و هدایت حرارتی بالایی است ساخته می شوند. داخل تیوب ها به منظور کاهش تلفات حرارتی باید تا فشار کمتر از  $10^{-3}$  Pa وکیوم یا تخلیه شود. در مرکز هر تیوب یک لوله مسی حاوی سیال حامل گرما قرار دارد که به یک خروجی مشترک متصل هستند. بر روی لوله مسی تعدادی فین مسی برای جذب بیشتر و انتقال حرارت بهتر نور خورشید تعبیه شده است. انرژی جذب شده به سیال داخل لوله مسی منتقل می شود و باعث تبخیر آن می گردد. بخار به سمت قسمت بالایی تیوب به نام "حباب کندانسور" می آید و با انتقال گرمای خود به آب کندانس می شود. کندانس ایجاد شده به واسطه نیروی ثقلی به سمت گرم کلکتور باز می گردد و این سیکل تکرار می شود.

تیوب ها در قسمت بالایی (حباب کندانسور) به یک مبدل حرارتی متصل هستند. مبدل متشکل از یک لوله مسی است که اطراف حباب های کندانسور را پوشانده است. آب در مبدل به جریان در می آید و گرما را از حباب های کندانسور می گیرد. در واقع ماکزیمم دمای کار لوله های گرم (مسی) همان دمای نقطه بحرانی سیال دوفاز است که بالاتر از آن تبخیر یا تقطیری اتفاق نمی افتد. همچنین لوله های گرم حالتی را ایجاد می کنند که اتلاف حرارتی را در مواقعی که تابش وجود ندارد به حداقل می رساند. دلیل این اتفاق این است که اتلاف حرارتی از قسمت بالایی کلکتور خورشیدی (Header) صورت می گیرد نه از سطوح جذب گرما. لازم به ذکر است که هدر با فوم پلی یورتان عایق می شود.

این نوع کلکتور معمولاً در سیستم های Active و برای ساختمان های تجاری مورد استفاده قرار می گیرد..



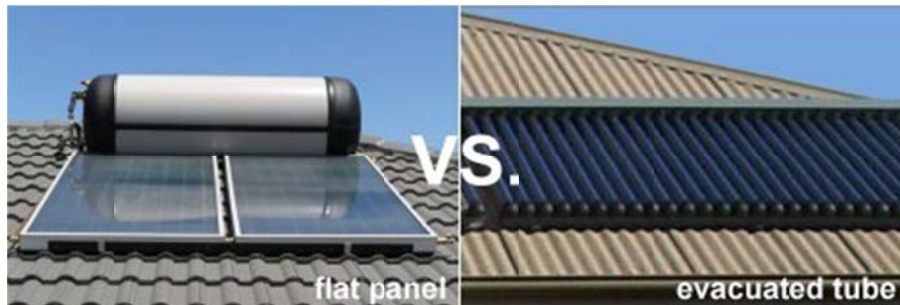
illustrations courtesy of Apricus

آبگرم کن های خورشیدی در دهه اخیر ، به خصوص بعد از معرفی کلکتور های **Evacuated-Tube** که به سرعت جایگزین کلکتور های **Flat-Plate** شده ، پیشرفت های چشمگیری داشته است. در زیر به پاره ای از نقاط قوت و ضعف این دو کلکتور می پردازیم.

اگر چه تکنولوژی **Evacuated-Tube** نیازمند سرمایه اولیه بیشتری است اما مزایای این سیستم به قیمت و هزینه آن برتری دارد.

- جذب بهتر انرژی خورشید به دلیل داشتن سطح در معرض تابش بیشتر در کلیه اوقات شبانه روز.
- راندمان بیشتر در انتقال حرارت جذب شده تا **163%** (در استرالیا).
- قابلیت استفاده در شرایط دمایی زیر صفر درجه.
- عمر طولانی و قابلیت تعویض آسان و ارزان هر تیوب به طور مجزا در صورت شکستگی.
- کارایی فوق العاده در هوای ابری و تاریک .
- فضای نصب کمتر در مقایسه با کلکتور های **Flat-Plate** .
- نداشتن خوردگی

در آب و هوای گرم و آفتابی استفاده از **Flat-Plate Collector** بازدهی بیشتری دارد در حالی که در آب و هوای ابری بازدهی این کلکتور در مقایسه با **Evacuated- Tube Solar Collectors** به شدت افت می کند.



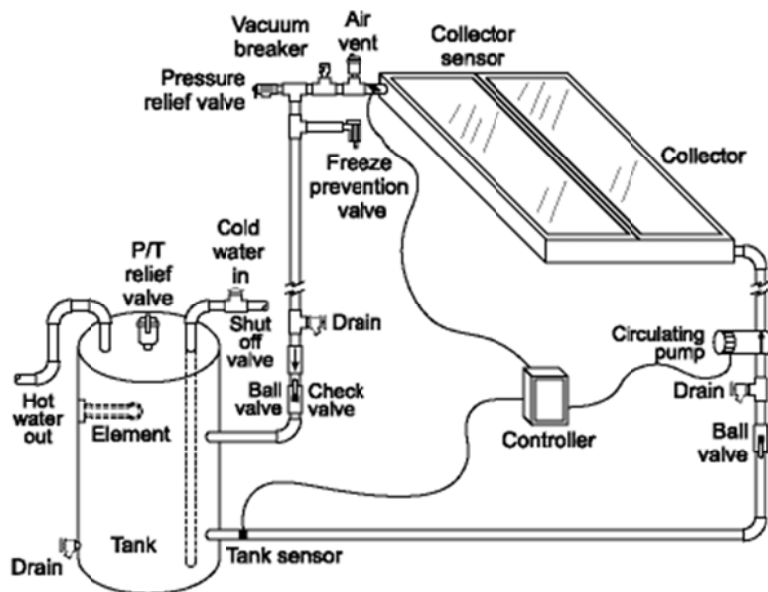
## انواع سیستم های آبگرم کن خورشیدی :

سیستم Active در دو نوع مستقیم (Direct Pumped Systems) و غیر مستقیم (Indirect Pumped Systems) می باشد:

### - نوع مستقیم :

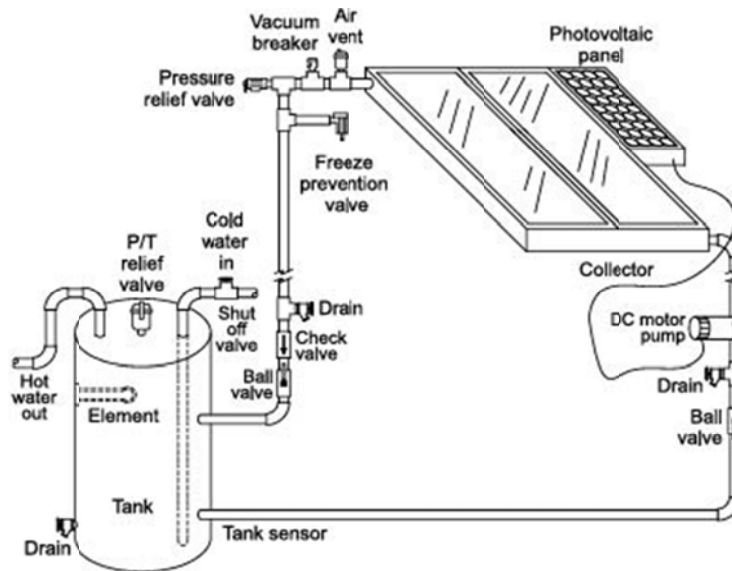
در نوع مستقیم یک یا چند کلکتور بر روی بام و یک مخزن ذخیره پایین تر از کلکتورها ( در پارکینگ یا موتورخانه) نصب می شود. یک پمپ وظیفه گردش آب بین مخزن و کلکتورها را بر عهده دارد. به دلیل اینکه گرمای خورشید مستقیماً به آب مصرفی در حال گردش بین لوله های کلکتور و مخزن ذخیره منتقل می گردد و هیچگونه محلول ضد انجماد و مبدل حرارتی در مسیر قرار ندارد ، این سیستم را سیستم مستقیم (Direct Or Open Loop) می نامند. این نوع سیستم در اقلیم های نسبتاً گرم به خوبی کار می کند.

در این سیستم ، سنسورها اختلاف دمای بین آب خروجی از کلکتورهای خورشیدی و آب سرد داخل مخزن را اندازه گیری می کنند. وقتی آب خروجی کلکتور  $15-20^{\circ}\text{F}$  گرمتر از آب داخل تانک باشد پمپ ها با فرمان کنترلر روشن می شوند و هنگامی که این اختلاف به  $3-5^{\circ}\text{F}$  برسد پمپ ها خاموش می گردند.



-Typical Direct Pumped Systems -

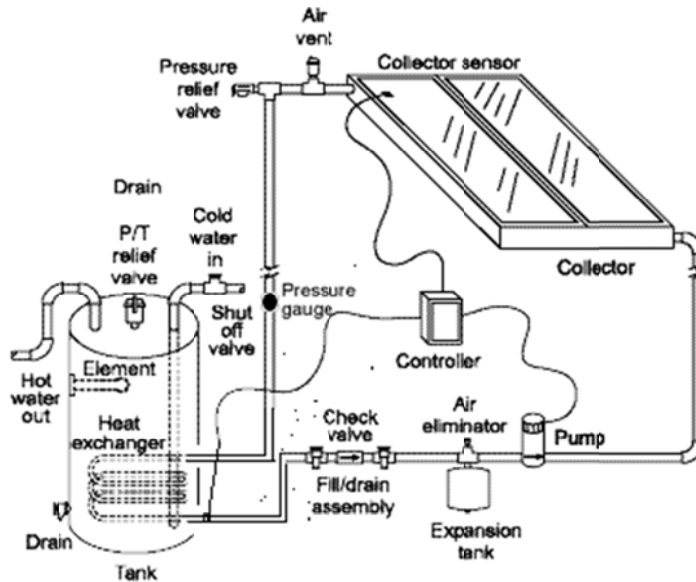
در صورت استفاده از يك پنل Photovoltaic در کنار كلكتورهاي خورشيدى مي توان برق مورد نياز پمپ را نيز از انرژي خورشيد تأمين كرد.



-Direct System With Photovoltaic Powered Pump -

- نوع غير مستقيم :

اين سيستم بيشتر در مناطق سردسير كه امكان يخ زدگي سيال وجود دارد رايج است. يك محلول ضد انجماد در كلكتور به گردش در مي آيد و يك مبدل حرارتي گرما را از محلول به آب داخل منبع منتقل مي كند. در صورت استفاده از محلول سمي ، مبدل حرارتي دو جداره مورد نياز است. به طور معمول مبدل در نيمه پاييني منبع نصب مي گردد. با توجه به شكل ، محلول در يك سيكل بسته - شامل كلكتور، لوله و اتصالات ، پمپ ، منبع انبساط و يك مبدل حرارتي- جريان دارد . سيال در اين سيستم تركيبى از آب خالص و ضد يخ (همانند آنچه در اتومبيل ها استفاده مي شود) مي باشد. اين نوع سيال فقط در دماهاي خيلي پايين امكان يخ زدن دارد بنا بر اين اين سيستم در برابر سرما قابل اطمينان است.

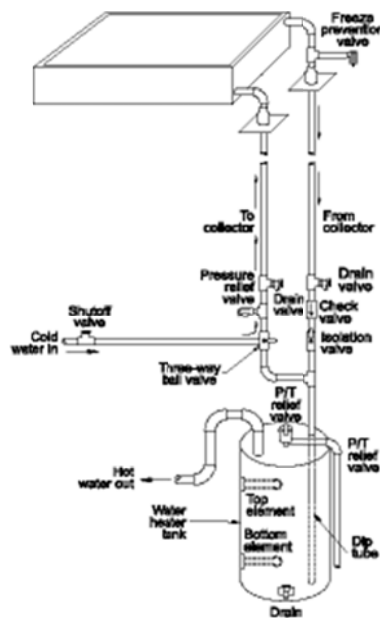


-Indirect Pumped System Using Antifreeze Solution -

سیستم Passive به دو شکل زیر می باشد :

### - Integral Collector-Storage Passive Systems (ICS) :

در این سیستم در واقع منبع ذخیره آبگرم همان کلکتور است. در حالی که آب سرد در کلکتور خورشیدی جریان می یابد آب گرم از بالاترین و گرمترین قسمت کلکتور خارج می گردد. این سیستم به دلیل عدم نیاز به پمپ و تجهیزات کنترلی بسیار ساده می باشد. در صورت نیاز به آب گرم ، آب سرد در کلکتور جریان می یابد و آبگرم از کلکتور وارد يك منبع ذخیره در خانه می شود. این سیستم در مناطقی که دمای هوا به ندرت زیر دمای انجماد می رسد کارایی خوبی دارند.

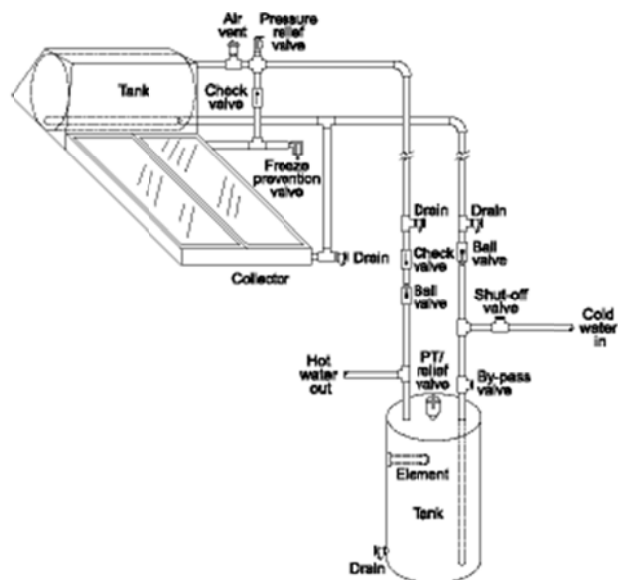


-Integral Collector Storage System -

### - Thermosyphon Systems :

با تابش نور خورشید به کلکتور، آب داخل لوله های کلکتور گرم می شود. با گرم و منبسط شدن ، آب گرم از آب سرد موجود در منبع ذخیره - که بالای کلکتورها نصب شده - سبک تر می گردد. بنابراین به دلیل اختلاف دانسیته بین سیال گرم و سرد، سیال سنگین (آب سرد) از داخل منبع به کلکتورها جریان می یابد. با پایین آمدن آب سرد، آب گرم موجود در کلکتور به سمت منبع هدایت می شود.

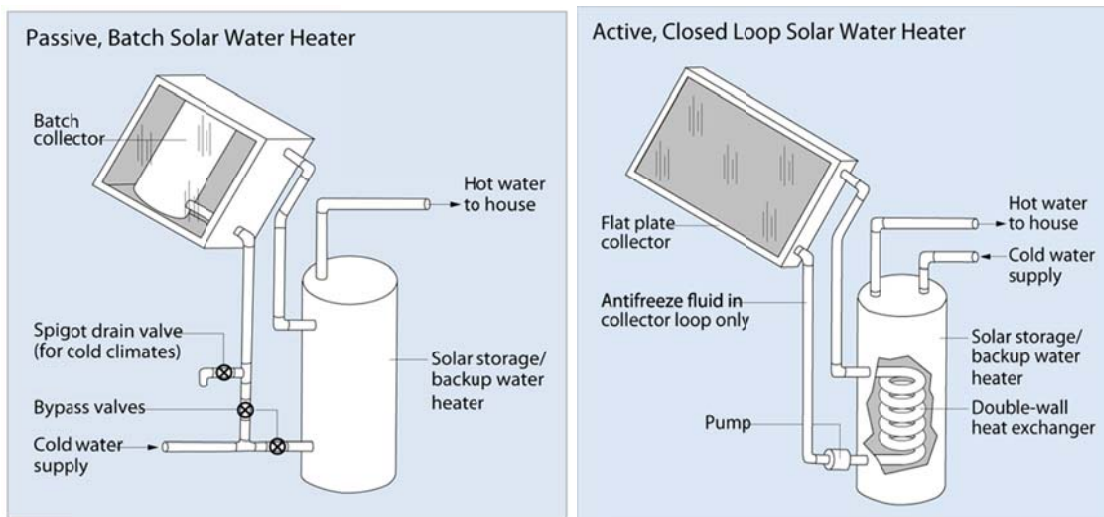
این سیستم به پمپ و تجهیزات کنترلی نیاز ندارد. آب سرد مستقیماً از شبکه شهری به منبع روی بام فرستاده می شود. آبگرم تولید شده در منبع خورشیدی بر روی بام به يك منبع در داخل ساختمان برای مصرف ساکنین منتقل می شود. این سیستم قابل اطمینان بوده اما باید به وزن سنگین مخزن ذخیره آب که بر روی بام قرار می گیرد دقت شود. هزینه اجرای این سیستم از نوع ICS بیشتر می باشد.



-Thermosyphon System -

آبگرم کن های خورشیدی برای روزهای ابری و در مواردی که تقاضای آبگرم مصرفی بیشتر می گردد نیازمند آبگرم کن رزرو یا پشتیبان می باشد که معمولاً از آبگرم کن های گازی برای این کار استفاده می شود. سیستم رزرو همچنین می تواند بخشی از کلکتور های خورشیدی باشد. به عنوان مثال مخزن ذخیره روی بام به همراه سیستم Thermosyphon .

قابل اطمینان بودن ، ارزان تر بودن و عمر بیشتر از مزایای سیستم Passive نسبت به نوع Active می باشد، اگرچه دارای بازدهی کمتری می باشد.



## حفاظت در برابر یخ زدگی

سیستم های آبگرم کن خورشیدی به دلیل استفاده از یک سیال به عنوان حامل و انتقال دهنده گرما نیاز به حفاظت در برابر یخ زدگی در اقلیمهای سرد ، که دمایی هوا به کمتر از  $42^{\circ}\text{F}$  یا  $6^{\circ}\text{C}$  می رسد ، دارند .

هرگز نباید به عایق کاری کلکتور و لوله و اتصالات برای جلوگیری از یخ زدگی اکتفا کرد. در واقع دلیل اصلی استفاده از عایق ، کاهش اتلاف حرارتی و افزایش کارایی سیستم است. برای ممانعت از ایجاد خسارات ناشی از یخ زدگی در کلکتور و لوله ها باید به نکات زیر توجه کرد :

1- استفاده از یک محلول ضدیخ به عنوان سیال حامل گرما.

استفاده از محلول های ضد انجماد ، مانند (پروپیلن گلیکول یا اتیلن گلیکول) ، به عنوان سیال حامل گرما می تواند از سیستم های خورشیدی در برابر سرما و یخ زدگی در برابر سرما حفاظت کند. محلول های ضد انجماد با گذر زمان خاصیت خود را از دست می دهند لذا تعویض کردن آنها هر 3-5 سال الزامیست.

2- تخلیه دستی یا اتوماتیک کلکتور و لوله ها در فصول و روزهایی از سال که امکان یخ زدگی وجود دارد.

سیستم های خورشیدی که فقط از آب به عنوان سیال حامل گرما استفاده می کنند بیشترین آسیب پذیری را در برابر خسارات ناشی از یخ زدگی دارند. سنسورهای روی کلکتور و منبع ذخیره ، زمان خاموش بودن پمپ جهت تخلیه کلکتور و شروع به کار مجدد آن را مشخص می کنند.

برای اطمینان از تخلیه کامل کلکتور باید راهی برای جلوگیری از وکیوم شدن داخل کلکتور وجود داشته باشد. به این منظور یک شیر هواگیری در بالاترین نقطه کلکتور نصب می گردد. همچنین باید اطمینان حاصل کنیم در هنگام تخلیه هیچ جسم خارجی مانع جریان هوا به داخل سیستم نشده است.

کلکتور ها و لوله ها باید با شیب مناسب اجرا شوند تا تخلیه آب به طور کامل صورت بگیرد. کليه کلکتورها و لوله ها باید حداقل  $2/1\text{ cm/m}$  شیب داشته باشند.

در کلکتورهای ICS یا Batch ، که کلکتور نقش منبع ذخیره را نیز دارد ، قرار دادن مقادیر زیاد عایق در اطراف قسمتهای کلکتور و همچنین پوشاندن قسمت شیشه ای در شب و در روزهای ابری میتواند از کلکتور در برابر هوای سرد حفاظت کند.

## سیال حامل گرما (Heat-Transfer Fluid) :

سیال حامل گرما وظیفه انتقال گرما از کلکتور خورشیدی به مبدل حرارتی درون منبع ذخیره آبگرم خورشیدی را دارد. برای انتخاب یک سیال مناسب باید به پارامتر های زیر توجه داشت :

Coefficient Of Expansion	ضریب انبساط سیال	1-
Viscosity	چسبندگی سیال	2-
Thermal Capacity	ظرفیت گرمایی	3-
Freezing Point	دمای انجماد	4-
Boiling Point	دمای جوش	5-
Flash Point	دمای اشتعال	6-

به عنوان مثال در یک اقلیم سرد ، سیستم خورشیدی باید دارای سیال با دمای انجماد پایین و در یک اقلیم گرم مانند مناطق کویری باید دارای دمای جوش بالایی باشد. چسبندگی و ظرفیت گرمایی سیال تعیین کننده میزان انرژی مورد نیاز برای پمپ کردن و به گردش در آوردن آن می باشد. سیالی با چسبندگی کم و گرمایی ویژه بالا به راحتی پمپ می شود. پایداری و خوردگی از دیگر عوامل مهم در انتخاب یک سیال مناسب می باشند.

### انواع سیالات حامل گرما :

در این قسمت به سیالاتی از این دست و همچنین برخی از ویژگی های آنها اشاره می شود .

#### 1- هوا (Air) :

هوا یخ نمی زند و به جوش نمی آید و خاصیت خوردگی ندارد. اما ظرفیت گرمایی پایین و امکان نشست از کلکتور را دارد.

#### 2- آب (Water) :

آب غیرسمی و ارزان است. با ظرفیت گرمایی بالا و چسبندگی پایین به راحتی پمپ می شود. متأسفانه آب دارای نقطه جوش نسبتاً پایین و دمای انجماد بالا می باشد. همچنین اگر PH آب در حالت خنثی نگهداری نشود و خاصیت اسیدی یا بازی پیدا کند دارای خاصیت خوردگی نیز می گردد. آب با املاح معدنی بالا (آب سخت) باعث رسوب گذاری و تغییر شکل لوله های کلکتور و سیستم لوله کشی می شود.

#### 3- مخلوط گلیکول و آب (Glycol/water mixtures) :

مخلوط گلیکول و آب در نسبتهای 50/50 یا 60/50 موجود است و ضمناً اتیلن گلیکول و پروپیلن گلیکول خاصیت ضدانجمادی نیز دارند.

#### 4- روغن های هیدرو کربنی (Hydrocarbon Oils) :

این نوع سیالات چسبندگی بالا و ظرفیت گرمایی کمتر از آب دارند. به همین علت انرژی بیشتری برای پمپ کردن آنها نیاز است. این سیالات نسبتاً ارزان و دارای دمای انجماد پایین می باشند. روغن های هیدروکربنی به سه نوع : ترکیبی ، پارافینی و آروماتیک موجود می باشند.

نوع ترکیبی نسبتاً غیرسمی است. فاصله بین نقطه انجماد و جوش هیدروکربن های پارافینی از آب بیشتر است اما به دلیل سمی بودن مستلزم استفاده از مبدل های حرارتی دو جداره در سیکل بسته می باشد. روغن های آروماتیک کمترین چسبندگی را در بین روغن های هیدروکربنی دارند.

#### 5- سیلیکن (Silicone) :

این سیال دمایی انجماد بسیار پایین و نقطه جوش بسیار بالایی دارد. خاصیت خوردندگی ندارد، به دلیل چسبندگی بالا و ظرفیت گرمایی پایین نیازمند انرژی زیادی جهت پمپ کردن می باشند. البته سیلیکن به راحتی حتی از میان حفره های میکروسکوپی نشت می کند.

#### 6- مبرد ها (Refrigerants) :

این سیالات به طور معمول در یخچال ها ، سیستم های تهویه مطبوع و در پمپ های گرمایی استفاده می شوند. عموماً دارای دمای جوش پایین و ظرفیت گرمایی بالایی هستند و این خاصیت منجر به انتقال مقدار زیادی گرما به واسطه مقدار کمی مبرد می گردد. مبرد ها در سیستم های خورشیدی به خوبی کار می کنند و البته در روزهای ابری بازدهی بیشتری نسبت به دیگر سیالات دارند. هنگامی که مبرد می جوشد (از حالت مایع به گاز تغییر فاز می دهد) گرمای خورشید را جذب می کند و با تقطیر شدن در کندانسور یا یک مبدل حرارتی گرمای جذب شده از خورشید را آزاد می کند. کارخانه های مرتبط با صنعت تهویه سالهای سال از مبرد های CFC مانند فریون به دلیل اشتعال ناپذیری ، میزان کم سمی بودن ، پایداری ، نداشتن خاصیت خوردندگی و خاصیت ضدانجمادی به عنوان مبرد اصلی در محصولات خود استفاده می کردند. اگرچه به دلیل تأثیرات منفی CFC ها بر لایه ازن استفاده و تولید آنها ممنوع شد. آمونیاک نیز به عنوان مبرد بیشتر در مصارف صنعتی استفاده می شود. استفاده از آمونیاک به دلیل سمی بودن در مصارف مسکونی ممنوع می باشد.

## سیستم های خورشیدی "SAKURA"

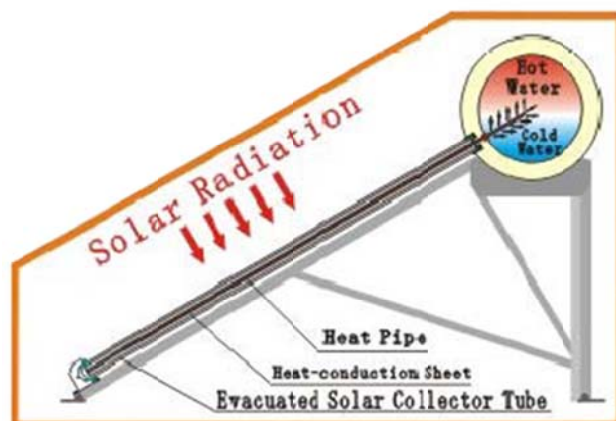
شرکت دامآ آریا نماینده انحصاری محصولات ساکورا در راستای روند رو به رشد استفاده از انرژی های نو در ایران اقدام به وارد کردن سیستم های خورشیدی نموده است.

محصولات این شرکت در 3 نوع مختلف برای کاربری های متفاوت و در ظرفیتهای مورد نظر موجود می باشد. (برای دریافت کاتالوگ به سایت [www.damaarya.com](http://www.damaarya.com) مراجعه فرمایید.)

### • PRESSURE SYSTEM (TC SERIES)

دارای کلکتورهای Evacuated-Tube قابل استفاده در سیستم های Active

- I. انتقال حرارت سریع مبدل به دلیل استفاده از لوله های مسی
- II. مجهز به سیستم ضد انجماد
- III. گرمکن الکتریکی مجزا
- IV. راندمان حرارتی بالا



• NON-PRESSURE (OPEN CIRCUIT) SYSTEM

داراي کلکتورهاي Evacuated-Tube قابل استفاده در سيستم هاي Passive

- .I سيستم Thermosyphon
- .II جنس تيوب بروسيليكات
- .III داراي منبع ذخيره عايق



• SPLIT NON-PRESSURE SYSTEM (TF SERIES)

داراي کلکتورهاي Evacuated-Tube و منبع ذخيره مجزا

- .I داراي کلکتورهاي مجزا
- .II داراي مبدل حرارتي
- .III داراي منبع ذخيره مجزا
- .IV مجهز به پمپ الكتريكي براي رفع يخ زدگي
- .V داراي مبدل حرارتي كمكي
- .VI داراي گرمکن برقي و گازي



[Ghaderi\\_Hossein@yahoo.com](mailto:Ghaderi_Hossein@yahoo.com)

[www.damaarya.com](http://www.damaarya.com)

REFERENCE: INTERNET