

بِسْمِ اللّٰهِ الرَّحْمٰنِ الرَّحِيْمِ

انرژی خورشیدی ۱	گزارش اول:
انرژی زمین گرمایی ۱	گزارش دوم:
انرژی باد ۱	گزارش سوم:
انرژی زیست توده ۱	گزارش چهارم:
انرژی هیدروژن و پیل سوختی ۱	گزارش پنجم:
انرژی خورشیدی ۲	گزارش ششم:
انرژی زمین گرمایی ۲	گزارش هفتم:
انرژی باد ۲	گزارش هشتم:

ویکی پاور

سایت تخصصی رشته های مهندسی برق، کامپیوتر و ...



www.WikiPower.ir

منبع فایل:

سازمان انرژی های نوادران (سانا)



ایجاد توع در منابع از رمی کش رو استفاده از آن با رعایت  
مسئل زیست محیطی و تلاش برای افزایش سهم  
از ریهای تجدید پذیر با اولویت از رمی آنی

تلash برای کسب فناوری و دانش فنی از ریهای نوب رای  
ایجاد نیروگاه هایی از قبیل بادی خور شیدی پیل های سوتی  
و زمین کرمیانی در کشور

## فهرست مطالب

۱	طیعت انرژی خورشید
۲	نقشه تابش روزانه خورشید در ایران
۳	تاریخچه مختصه از کاربرد انرژی خورشیدی در جهان و ایران
۴	تکنولوژی های استفاده از انرژی خورشید
۵	الف- سیستم های حرارتی خورشیدی
۶	کاربردهای غیر نیروگاهی سیستم حرارتی خورشیدی
۷	۱. آب گرمکن خورشیدی (Solar water heater)
۸	۲. گرمابش و سرمایش ساختمان (Solar heating & cooling)
۹	۳. آب شیرین کن خورشیدی (Solar desalination)
۱۰	۴- خشک کن خورشیدی (Solar dryer)
۱۱	۵- اجاق خورشیدی (Solar cooker)
۱۲	۶- کوره خورشیدی (Solar Furnace)
۱۳	۷- استخر خورشیدی (Solar Pond)
۱۴	۸- پمپ حرارتی خورشیدی (Solar Heat Pump)
۱۵	ب- سیستم های حرارتی - برقی خورشیدی
۱۶	* نیروگاههای خورشیدی با استفاده از متمرکز کننده خطی سهموی (Parabolic trough)
۱۷	* نیروگاههای خورشیدی با استفاده از بشقابک سهموی (Parabolic dish)
۱۸	* نیروگاههای خورشیدی با استفاده از دریافت کننده مرکزی (Central receiver)
۱۹	* نیروگاههای خورشیدی با استفاده از دودکش خورشیدی (Solar chimney)
۲۰	* نیروگاههای خورشیدی با استفاده از کلکتور فرنل
۲۱	ج - سیستمهای فتوولتائیک
۲۲	۱. پنلهای خورشیدی
۲۳	۲. تولید توان مطلوب یا بخش کنترل
۲۴	۳. مصرف کننده یا بار الکتریکی
۲۵	انواع روشهای استفاده از سیستمهای فتوولتائیک
۲۶	۱. سیستمهای مستقل از شبکه (Stand Alone)
۲۷	۲. سیستمهای متصل به شبکه (Grid Connected)
۲۸	۳. سیستمهای تغذیه چند گانه (Hybrid)

۳۱	موارد استفاده سیستم‌های فتوولتائیک
۳۱	* پمپاژ خورشیدی
۳۲	* سیستم‌های روشنایی خورشیدی
۳۳	* حفاظت کاتدیک
۳۴	* یخچالهای خورشیدی
۳۴	* سیستم تغذیه کننده پرتابل
۳۵	* پیک سایی از شبکه سراسری
۳۵	* آب نمای فتوولتائیک
۳۵	* ماهواره‌های خورشیدی
۳۶	* ماشین حساب، ساعت، رادیو، ضبط صوت و وسایل بازی کودکانه
۳۶	مزایای استفاده از سیستم‌های فتوولتائیک
۳۶	فوولتائیک در جهان
۳۶	* بازارهای جهانی
۳۶	* نقش صنعت فتوولتائیک در تامین انرژی بشر
۴۳	اهم فعالیت‌های انجام شده در زمینه انرژی خورشیدی در ایران



بِسْمِ اللّٰهِ الرَّحْمٰنِ الرَّحِيْمِ  
الْحُكْمُ لِلّٰهِ رَبِّ الْعٰالَمِينَ

فیزیکدان آلمانی، آلبرت انیشتین،  $E=mc^2$  قابل محاسبه است. در این معادله  $E$  به معنای انرژی،  $m$  به معنای جرم و  $c$  به معنای سرعت نور می باشد.

خورشید کره ای است که به طور کامل از گاز تشکیل شده و بخش بیشتر این گاز از نوعی می باشد که به نیروی مغناطیسی حساس است که دانشمندان به آن پلاسمای گویند.

شعاع خورشید (فاصله بین مرکز تا سطح آن) حدود ۶۹۵,۵۰۰ کیلومتر، تقریباً  $10^9$  برابر شعاع زمین است.

## طبیعت انرژی خورشید

خورشید، گوی غول پیکر درخشانی در وسط منظومه شمسی و تامین کننده نور، گرما و انرژی های دیگر زمین است. تقریباً تمامی منابع انرژی روی زمین بواسیله خورشید تامین می گردد. فقط انرژی اتمی، انرژی داخل زمین و آن قسمتی از انرژی جذر و مد که بواسیله نیروی جاذبه ماه می باشد بواسیله خورشید تامین نمی شود.

انرژی خورشید به واسطه واکنش های ترکیبی اتمی در اعماق هسته آن تامین می شود. در یک واکنش ترکیبی دو هسته اتم با یکدیگر همراه شده و هسته ای جدید را به وجود می آورند.



دمای سطح خورشید  $5800$  درجه کلوین و دمای هسته خورشید بیش از  $15$  میلیون درجه کلوین می باشد. جرم خورشید  $99,8$  درصد از جرم کل منظومه شمسی و  $333,000$  برابر جرم زمین است.

میانگین چگالی آن حدود  $90$  پوند در هر فوت مکعب و یا  $1,4$  گرم در هر سانتیمتر مکعب می باشد. این مقدار تقریباً معادل  $1,4$  برابر چگالی آب و کمتر از یک سوم میانگین چگالی زمین است.

بیشتر اتمهای خورشید، مانند اغلب ستارگان، اتمهای عنصر شیمیایی هیدروژن می باشند. بعد از هیدروژن، عنصر هلیوم در خورشید بسیار یافته می شود و بقیه جرم خورشید از اتمهای هفت عنصر دیگر تشکیل شده است. به ازای هر  $1$  میلیون اتم هیدروژن در کل خورشید،  $98,000$  اتم هلیوم،  $850$  اتم اکسیژن،  $360$  اتم کربن،  $120$  اتم نئون،  $110$  اتم نیتروژن،  $40$  اتم منزیوم،  $35$  اتم آهن و  $35$  اتم سیلیکون وجود دارد. بنابراین حدوداً  $94$  درصد از اتمها، هیدروژن و حدود  $1\%$  درصد اتمهایی غیر از هیدروژن و هلیوم می باشند.

و اما از لحاظ جرمی هیدروژن که سبک ترین عنصر است

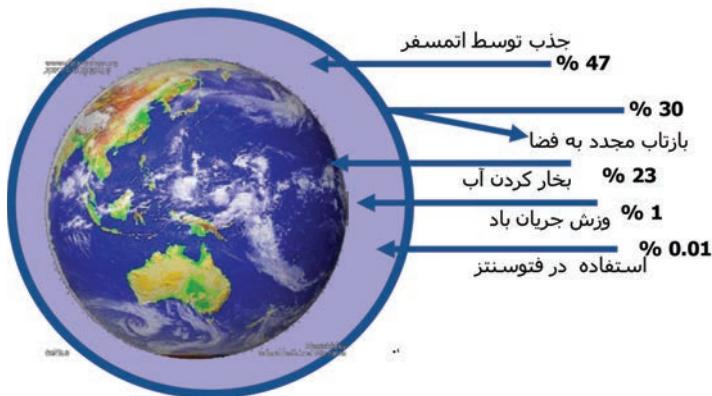
ترکیب هسته ای در مرکز خورشید به دلیل دما و تراکم فوق العاده زیاد می تواند صورت پذیرد. از آنجائیکه بار ذرات مثبت است، تمایل به دفع یکدیگر دارند اما و تراکم هسته خورشید به قدری زیاد است که می تواند آنها را در کنار یکدیگر نگاه دارد.

رایج ترین ترکیب هسته ای در مرکز خورشید زنجیره پروتون-پروتون نام دارد. این فرایند زمانی انجام می گیرد که ساده ترین شکل از هسته های هیدروژن (دارای یک پروتون) در یک آن کنار هم قرار می گیرند. نخست، هسته ای مشکل از دو ذره به وجود می آید، سپس هسته ای با سه ذره و در نهایت هسته ای با چهار ذره شکل می گیرد. در این فرایند همچنین یک ذره الکترونی خشی به نام نوتريون پدیدار می گردد.

هسته نهایی شامل دو پروتون و دو نوتريون است که در واقع هسته هلیوم می باشد. جرم این هسته به مقدار بسیار اندکی کمتر از جرم چهار پروتونیست که هسته ای آن تشکیل شده است. جرم از دست رفته به انرژی تبدیل شده است. این مقدار از انرژی به کمک فرمول مشهور

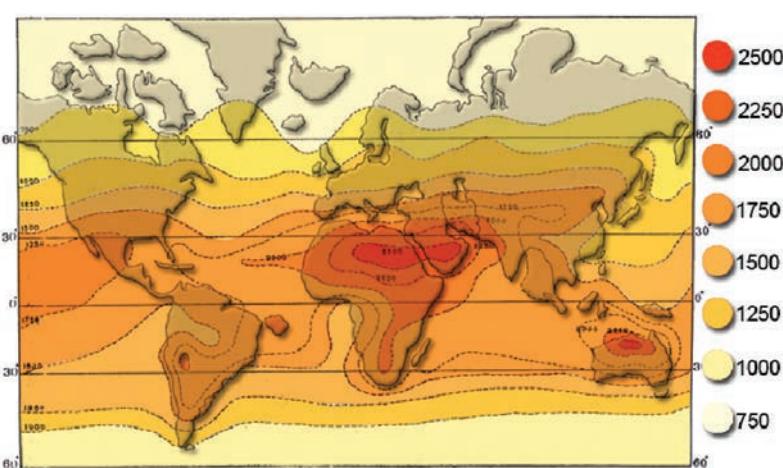
۷۳,۴۶ درصد، هلیوم ۲۴,۸۵ درصد، اکسیژن ۰,۷۷ درصد، کربن ۰,۲۹ درصد، آهن ۰,۱۶ درصد، گوگرد ۰,۱۲۵ درصد، نئون ۰,۰۹ درصد، نیتروژن ۰,۰۷ درصد، سیلیکون ۰,۰۷ درصد و منیزیوم ۰,۰۵ درصد از کل جرم خورشید را به خود اختصاص داده است.

طبق برآوردهای علمی در حدود ۴,۵ بیلیون سال از تولد این گوی آتشین می‌گذرد و تا ۵ میلیارد سال آینده همچنان می‌توان آن را به عنوان یک منبع عظیم انرژی به حساب آورد.



در هر ثانیه تقریباً  $1 \times 10^{10}$  کیلووات ساعت انرژی از خورشید ساطع می‌شود. تنها یک دو میلیارد این انرژی به سطح بیرونی جو زمین برخورد می‌کند.

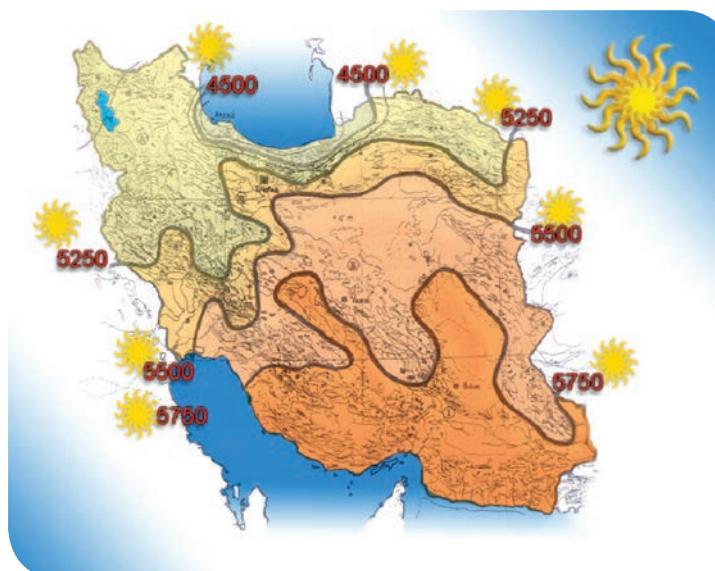
این انرژی معادل  $1.8 \times 10^{18}$  کیلووات ساعت در سال است.



Annual Solar Insulation of the World (Kw, hr/M<sup>2</sup>)  
نمودار تابش متوسط سالیانه خورشید بر نقاط مختلف کره زمین

بدلیل بازتاب، تفرق و جذب توسط گازها و ذرات معلق در جو تنها ۴٪ از این انرژی به سطح زمین می‌رسد. بدین ترتیب انرژی تابیده شده به سطح زمین سالانه حدوداً معادل  $7 \times 10^{17}$  کیلووات ساعت است.

## نقشه تابش روزانه خورشید در ایران (پتانسیل انرژی خورشید)



حاوی اکسید جیوه متمن کز نماید و گازی تولید کند که بعدها اکسیژن نامیده شد. آزمایش‌های متعددی با استفاده از عدسی‌ها و تمرکز نور خورشید تو سط لوازیه انجام شد.

در سال ۱۸۷۲ او لین واحد خورشیدی برای نمک زدائی آب دریا در شمال شیلی ساخته شد. از اواخر سالهای ۱۸۰۰ و اوایل سالهای ۱۹۰۰ تعدادی متمن کز کننده خورشیدی جهت دستیابی به دماهای بالا و تولید بخار در فرانسه و آمریکا و مصر ساخته شد که از بخار حاصله برای راه اندازی ماشینهای بخار و آبیاری استفاده می‌شد. از سالهای ۱۹۴۰ به بعد استفاده از انرژی خورشیدی در تولید آب گرم مصرفی و گرمایش ساختمان‌ها در آمریکا، روسیه (تاشکند) و عشق آباد)، استرالیا و سایر کشورها رو به توسعه نهاد. در سال ۱۹۴۶ در هندوستان کوره‌هایی که با انرژی خورشیدی کار می‌کردند ساخته شد.

سلول خورشیدی (فتوولتائیک) برای او لین بار در نیمه اول دهه ۱۹۵۰ بدون سر و صدای زیاد وارد بازار شد و با استقبال قابل ملاحظه‌ای مواجه گشت. در سال ۱۹۵۸ طراحان آمریکایی با تردید در سفینه و انگار دیک یک مبدل حاوی سلولهای خورشیدی هر یک به قدرت ۲ میلی وات

در ایران روزانه بطور متوسط ۵,۵ کیلووات ساعت انرژی خورشیدی بر هر متر مربع از سطح زمین می‌تابد و ۳۰۰ روز آفتابی در ۹۰٪ خاک کشور داریم.

مساحت ایران تقریباً ۱,۶۰۰,۰۰۰ کیلومتر مربع یعنی حدود ۲۱ متر مربع است.

میزان تابش روزانه انرژی خورشید در ایران برابر است با:  $\frac{1}{6} \times 5 / 5 \times 1$  کیلووات ساعت.

میزان کل تابش خورشید در طول روز برای ایران تقریباً برابر است با:  $9,000,000,000$  مگاوات ساعت.

اگر تنها از ۱٪ مساحت ایران انرژی خورشیدی را جذب کنیم و راندمان سیستم دریافت انرژی تنها ۱۰٪ باشد.

باز هم میتوانیم روزانه ۹,۰۰۰,۰۰۰ مگاوات ساعت انرژی از خورشید دریافت کنیم.

**تاریخچه مختصه از کاربرد انرژی خورشیدی در جهان و ایران** از بد پیدایش او لین حیات در روی زمین انرژی خورشیدی در پدیده فتوستنتز کاربرد داشته است. در پیدایش ساختمان برای گرمایش مسکن خود، انسان از نور خورشید بهره می‌گرفت. بعدها انسان از اشعه آفتاب برای خشک کردن میوه و سبزی در فضای آزاد و برای تبخیر آب در حوضچه‌های کم عمق و تولید نمک استفاده نموده است.

او لین و شاید تنها استفاده نظامی انرژی خورشیدی تو سطح ارشمیدس در شهر سیراکیوز در شرق جزیره سیسیل انجام شد. او موفق شد با متمن کردن نور خورشید به وسیله چند آئینه روی بادیان کشته‌ها، آنها را به آتش بکشد.

استفاده‌های صنعتی و مدرن انرژی خورشیدی از سالهای ۱۷۷۰ میلادی شروع شد. شاید جالب ترین استفاده از خورشید در کشف گاز اکسیژن صورت گرفته باشد. پریستلی در سال ۱۷۷۴ توانست نور خورشید را روی ظرف



### ج- سیستم های فتوولتائیک

#### الف- سیستم های حرارتی خورشیدی

این گروه شامل سیستم هایی می شود که بر پایه گردآورنده های حرارتی با دمای پایین عمل می نمایند. این سیستم ها از منبع خورشیدی برای مصرف نهایی حرارتی استفاده می کنند. این سیستم ها خود شامل ۲ گروه گردآورنده های تخت(لکتورهای تخت) و گردآورنده های با تمرکز کم(لکتورهای متتمرکز کننده) می شوند.

سیستم های حرارتی دارای یک بخش ذخیره هستند تا حرارت خورشید را برای استفاده در شب ممکن نمایند. اکثر سیستم های حرارتی خورشیدی برای گرمایش آب بطور تجاری، استخراج های شنا یا آب مصرفی خانه های ویلائی، آپارتمانی و هتل ها و ... و همچنین بخش بزرگی از تقاضا برای گرمایش فضای ساختمان و برای تامین انرژی مدارهای پمپ حرارتی جذبی و نظایر آن به منظور تامین سرمایش فضای ساختمان ها نیز بکار می رود. علاوه بر این استفاده از سیستم های حرارتی خورشیدی برای

به عنوان نیروی کمکی به کار بردن ولی با کمال تعجب مشاهده کردن دستگاه رادیویی سفینه که با این مبدل کار می کرد تا ۶ سال بطور مداوم پیام رادیویی به زمین مخابره نمود. در سال ۱۹۶۱ برای نخستین بار در ایتالیا از انرژی حرارتی خورشیدی برای تولید الکتریسیته توسط توربین های بخار کوچک استفاده گردید.

با بحران انرژی سال ۱۹۷۳، توجه به کاربرد انرژی خورشیدی بالا گرفت و سرمایه گذاری های زیادی در غالب کشورهای جهان(به خصوص کشورهای صنعتی) برای پژوهش و دستیابی به طرحهای پیشنهادی کاربردهای مختلف انرژی خورشیدی انجام پذیرفت.

در دهه ۱۹۸۰ با از بین رفتن بحران انرژی، توجه به انرژی خورشیدی تقلیل یافت و در حال حاضر مهمترین موضوعی که در کشورهای صنعتی به آن توجه قابل ملاحظه ای می شود سلولهای خورشیدی می باشد. علاوه بر این، روش های گرمایش طبیعی خورشیدی در بسیاری از کشورهای جهان(به خصوص آمریکا) در دهه گذشته مورد توجه قرار گرفته است.

مطالعات در زمینه انرژی خورشیدی در ایران از حدود ۳۵ سال قبل و به طور تقریبا همزمان در دانشگاههای شیراز و صنعتی شریف شروع شد. از جمله طرحهای مهم مورد توجه در این مراکز طرح نیروگاه خورشیدی ۱۰ مگاواتی در دانشگاه شیراز و طرح و توسعه و ساخت سلولهای فتوالکتریک در مرکز فوق الذکر بوده است.

پروژه هایی در زمینه انرژی خورشیدی هم اکنون در کشور توسعه سازمان انرژی های نو ایران در جریان است که در انتهای کتابچه اشاره خواهد شد.

#### تکنولوژی های استفاده از انرژی خورشید

##### الف- سیستم های حرارتی خورشیدی

##### ب- سیستم های حرارتی - برقی خورشیدی

حرارتی در مخازنی که حاوی روغن و شن هستند ذخیره می شود تا در هنگام عدم تابش خورشید، مورد استفاده قرار گیرد.

گرد آورنده ها: بصورت تخت یا دارای انحنا می باشند. ممکن است بصورت تکی یا تعدادی از آنها در سیستم ها وجود داشته باشند. اغلب سیستم های نیروگاهی از گرد آورنده ها در سطح وسیعی بهره می برند. حال به شرح مختصری راجع به این گردآورنده ها می پردازیم:

گردآورنده های تخت از جذب حرارت خورشید توسط یک ورقه فلزی تیره که حرارت را توسط یک سیال جاذب حرارت (مثل آب یا هوا) منتقل می کند استفاده می کنند.

یک کلکتور تخت شامل اجزاء زیر می باشد:

۱. صفحه شفاف که ممکن است یک یا چند لایه شیشه و یا پلاستیک شفاف باشد.

۲. لوله ها و یا گذرگاههایی برای عبور سیال انتقال حرارت ۳. صفحه جاذب که می تواند صاف، موجود، شیاردار باشد که معمولاً به رنگ تیره بوده و لوله ها و گذرگاهها به آن متصل می شوند.

۴. منیفولد یا هدرهایی برای عبور و تخلیه سیال ناقل حرارت که معمولاً در قسمت بالا و پائین کلکتور نصب شده اند.

۵. عایق بندی دستگاه برای کاهش اتلاف حرارتی که معمولاً اطراف و پشت کلکتور و لوله ها را شامل می شود. عقاب مخصوص که اجزاء کلکتور را در خود جای داده و آنها را از غبار و رطوبت و دیگر عوامل خارجی مصون می دارد.

کلکتورهای تخت از نظر نوع سیال عامل، ساختمان و



کاربردهای صنعتی به علت فضای ناکافی برای نصب کلکتورهای متمرکز کننده، محدودیت داشته و در حال مطالعه و بررسی بیشتر است.

کاربردهای غیرنیروگاهی سیستم های حرارتی خورشیدی را می توان در زمینه های زیر بصورت صنعتی، تجاری و خانگی تقسیم بندی کرد:

\* گرمایش آب مصرفی (آب گرمکنها خورشیدی) برای منازل، ساختمانها، کارخانجات و استخراجها و حمام خورشیدی

\* ساختمان های خورشیدی (گرمایش فضای داخلی ساختمانها، سرمایش فضای داخلی ساختمانها)

\* آب شیرین کن های خورشیدی (در اندازه های خانگی و صنعتی)

\* خشک کن های خورشیدی (برای خشک کردن مواد غذایی و محصولات کشاورزی)

\* اجاق های خورشیدی

\* کوره های خورشیدی

\* استخراج های خورشیدی

\* پمپ های حرارتی خورشیدی

قبل از پرداختن به جزئیات سیستم های حرارتی خورشیدی، بهتر است برخی مفاهیم اولیه شرح داده شوند:

سیال عامل : در اغلب سیستم ها، حرارت جذب شده توسط کلکتور برای اینکه به نقاط دیگر منتقل شده و مورد استفاده مناسب قرار گیرد به یک سیال انتقال حرارت که ممکن است روغن، آب ، هوا ... باشد منتقل می شود این سیال را سیال عامل می نامند.

سطوح جاذب: سطوح تیره دارای قابلیت جذب بهتر اشده های تایید شده خورشید هستند در سیستم های خورشیدی، جائی که نور خورشید تایید شده یا متمرکز می شود، سطوح جاذب در معرض آن قرار می گیرند. این سطوح با روشهای مختلف صنعتی ساخته می شوند که بتوانند حداکثر جذب انرژی حرارتی را داشته باشند.

سیستم ذخیره حرارتی: برای اینکه در طول شب یا در ساعتی ابری بتوان از انرژی خورشید استفاده نمود لازم است مقداری از انرژی حرارتی خورشید در منابعی ذخیره شود. در آبگرمکنها خورشیدی از مخازن ذخیره آب گرم استفاده می شود و در سیستم های نیروگاهی، انرژی

ساختمان را اشغال می کند، احتیاج به هوا رسان با قدرت الکتریکی لازم برای انتقال هوای گرم از کلکتور به محل ذخیره.

**کلکتور با مایع**، که در این نوع کلکتور، سیال عامل یک نوع مایع مثل آب، روغن و یا مایعی با نقطه انجماد پائین انتخاب می شود زیرا که بخ زدن آب در کلکتور و خورنده‌گی از مشکلات اساسی در این نوع گردآورنده هاست. سیال عامل از قسمت پائین وارد و هنگام عبور از لوله های صفحه جذب کننده، گرم شده و از قسمت فوقانی با پمپ یا بدون آن بطرف مخزن ذخیره جریان پیدا می کند.

یک نوع از این کلکتورهای مایع متشکل از چندین لوله گرمائی است که هر کدام از آنها شامل یک لوله شیشه ای، صفحه جاذب و لوله گرمائی می شود. برای جلوگیری از اتلاف حرارتی از روی سطح جاذب و حفظ خواص اپتیکی لایه برگزیده خوابانده شده بر روی سطح جاذب، داخل لوله شیشه ای خلاء ایجاد شده است.

عملکرد به ۳ دسته تقسیم می شوند که عبارتند از:

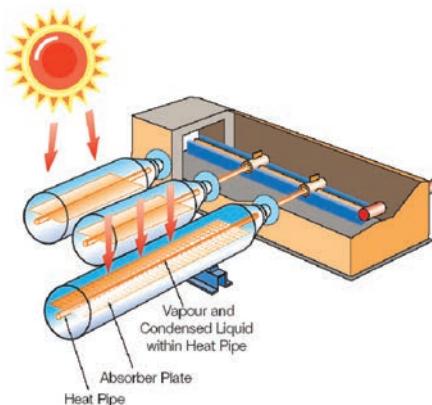
۱. کلکتور با آب چکه

۲. کلکتور با هوا

۳. کلکتور با مایع



کلکتور صفحه تخت



کلکتور تخت خلاء (لوله گرمائی)

کلکتورهای تخت پرتوهای تابش مستقیم و پراکنده خورشید را جمع آوری می کنند و احتیاج به سیستم ردیابی ندارند. کلکتورهای تخت در يك روز صاف با زاویه انحراف عرض جغرافیایی محل، قادرند ۲۵۳۴۵ کیلوژول بر مترمربع انرژی خورشیدی را جذب کنند، اتلاف حرارتی زیادی دارند و با وجود سطح جاذب بزرگتر دمای پائین تر و

**کلکتور با آب چکه** که از صفحات فلزی تیره رنگ کنگره ای ساخته می شود اولین بار در سال ۱۹۵۹ توسط Harry Tamas در این نوع کلکتورها آب از لوله ای ساخته و نصب شد. در این نوع کلکتورهای صفحه کنگره ای می در قسمت فوقانی، بر روی شیارهای صفحه تیره رنگ چکد. آب در حین عبور با جذب حرارت از صفحه تیره رنگ کنگره ای گرم شده و در پائین جهت مصرف و یا ذخیره در یک ناوданی جمع می شود.

**کلکتور با هوا**، یکی دیگر از گردآورنده هایی هستند که در آنها از هوا یا گاز به عنوان سیال برای انتقال حرارت استفاده می شود. نگهداری آسان و عدم بخ زدگی هوا از مزایای این نوع کلکتورها نسبت به دیگر انواع مایعی آنهاست. بعلاوه در این نوع گردآورنده ها هوای گرم مستقیما وارد ساختمان یا محفظه ذخیره می شود. از معایب آن می توان به موارد زیر اشاره کرد: مشکل گرم کردن آب مصرفی بوسیله هوای گرم تولید شده، لزوم ساخت و نصب کانالهایی با سطح مقطع مناسب که فضای زیادی از

## کاربردهای غیر نیروگاهی سیستم حرارتی خورشیدی

### ۱. آب گرمکن خورشیدی (Solar water heater)

آبگرمکن‌ها اصلی ترین سیستم مورد استفاده در کاربردهای غیرنیروگاهی خورشیدی می‌باشند. همانطور که از نام آن پیداست برای گرم کردن آب مورد استفاده قرار می‌گیرد. آب گرم تولید شده می‌تواند برای

آب گرم بهداشتی

گرم کردن فضای ساختمانی یا تأمین آب پیش گرم برای سیستم‌های گرمایشی تأمین گرمای مورد نیاز برای راه اندازی سیستم‌های جذبی، جهت تهویه مطبوع و سیستم‌های سرمایشی استفاده در خشک کنها و آب شیرین کنها و غیره مورد استفاده قرار گیرد.

#### طرز کار یک آبگرمکن خورشیدی :

آبگرمکنها از سه بخش اصلی تشکیل می‌شوند که شامل: کلکتور، مدار لوله کشی، مخزن ذخیره حرارتی می‌باشند. در اغلب آبگرمکن‌های امروزی سیال عامل که محلول آب

و ضد بخ است در یک سیکل بسته بین مخزن و کلکتور توسط مدار لوله کشی در جریان است. کلکتور انرژی حرارتی خورشید را جذب کرده و به سیال عامل منتقل می‌کند سیال گرم شده بسمت منبع ذخیره حرارتی کرده و در آنجا پس از عبور از یک مبدل حرارتی، گرمای خود را به آب داخل مخزن منتقل می‌کند و پس از سرد شدن به کلکتور باز می‌گردد و بدین ترتیب بدون اینکه با آب مصرفی مخلوط شود، دائماً در یک سیکل بسته در حال حرارت است.

آبگرمکن‌های خورشیدی به دو دسته، آبگرمکن‌های مدار باز و مدار بسته طبقه بندی می‌شوند که هر یک به دو صورت ترموسیفونی (جریان طبیعی) یا پمپی (اجباری) می‌توانند کار نمایند.

در سیستمهای مدار باز، آبی که جهت تأمین آب گرم مصرفی مورد استفاده می‌باشد مستقیماً از تانک ذخیره کلکتورها، پمپ می‌شود. دو نوع مدار باز داریم: ۱- گردش اجباری (پمپ)، ۲- ترموسیفون.

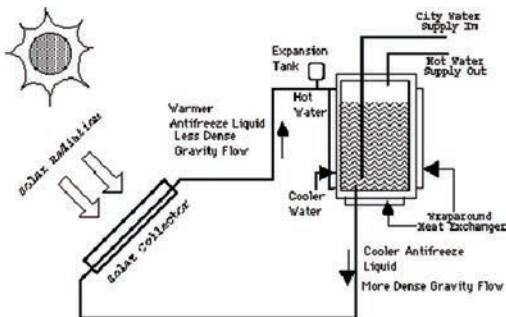
وقتیکه دمای سیال داخل کلکتورها بیشتر از دمای تانک ذخیره باشد، آب گرم شده به طرف مخزن ذخیره هدایت می‌شود. سیستم تخلیه از پایین شامل دریچه‌ای است که

حرارت کمتری تولید می‌کنند. برای گرم کردن آب و هوا مناسب هستند و هزینه کمتری نسبت به متمرکز کننده ها دارند.

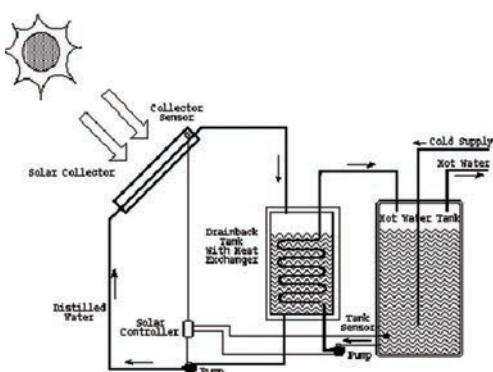
### گردآورندهای متمرکز کننده

گردآورندهای متمرکز کننده تابش مستقیم خورشید و بخشی از تابش پراکنده را با کمک طراحی‌های هندسی پیشرفته (سه‌موی و ...) متمرکز می‌نمایند. در این نوع کلکتورها از سطوح منعکس کننده جهت افزایش پرتوهای خورشیدی استفاده می‌شود. متمرکز کردن پرتوهای خورشیدی در کانون، بمنظور دست یابی به درجه حرارت بالا می‌باشد. کلکتورهای متمرکز کننده جهت دستیابی به حرارت بالا در کانون می‌باشند قادر به ریابی خورشید در مدت تابش روزانه باشند.

این نوع کلکتورها در یک روز صاف ۳۶۲۵۲ کیلوژول بر مترمربع از انرژی خورشید را جمع آوری می‌کنند. متمرکز در ناحیه کانونی باعث افزایش انرژی دریافت شده در واحد سطح می‌گردد. در متمرکز کننده‌ها بعلت کاهش سطح جذب کننده‌ها، اتلاف حرارتی کاهش یافته و دمای بالاتر و حرارت بیشتری تولید می‌شود. برای مناطق ابری مناسب نیستند و نیازی به پوشش شیشه‌ای ندارند. نسبت به کلکتورهای تخت هزینه بیشتری لازم دارند. از نظر راندمان در دماهای پائین از کلکتورهای تخت کم تر بوده ولی در دماهای بالا، دارای راندمان خوبی هستند. میزان دریافت شدت تابش خورشیدی در متمرکز کننده‌ها می‌تواند در حدود ۷۰-۸۰ برابر نسبت به کلکتورهای تخت باشد. نیازی به عایق بندی ندارند در صورتی که در کلکتورهای تخت، عایق بندی نکته حائز اهمیتی است.



آبگرمکن ترموسیفونی



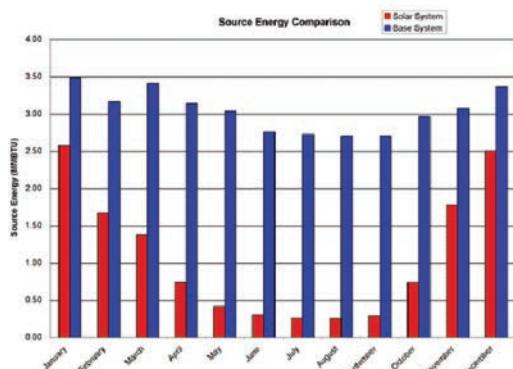
سیستم مدار بسته پمپی



آب داخل کلکتورها را وقتی به ۳۸ درجه سانتیگراد می‌رسد تخلیه می‌کند. وقتیکه دما کمتر از ۳۸ درجه سانتیگراد باشد، سیستم بصورت اتوماتیک، آب را از تانک ذخیره به سمت کلکتورها پمپ می‌کند.

یک سیستم مدار بسته بسیار کارآمد و قابل اطمینان بوده و به نگهداری کمتری احتیاج دارد. (مثلاً مواد ضد بخار رفته در سیستم هر ۲ سال یکباره بازرسی نیاز دارد) در این سیستم، به دلیل استفاده از مایع خردیخ احتمال خنک شدن سریع و انجماد وجود ندارد و بسیار قابل اعتماد و قابل استفاده در محدوده وسیعی می‌باشد. البته در این سیستم کلکتورها حتیماً باید بالاتر از تانک انتقال حرارت نصب شوند.

در سیستمهای باز، قدرت پمپ برابر است با مجموع اصطکاک داخل لوله ها و اختلاف ارتفاع بین کلکتور و مخزن ذخیره، در صورتیکه در سیستمهای بسته قدرت پمپ تنها برابر است با مجموع اصطکاک داخلی لوله ها. استفاده از آبگرمکن های خورشیدی برای مناطق پرتابش و دور از شبکه سراسری مناسب می‌باشد.



مقایسه مصرف سالیانه انرژی برای آبگرمکن معمولی و آبگرمکن خورشیدی



### حمام خورشیدی

با استفاده از آبگرمکن های خورشیدی مشرووحه بالا می توان حمام خورشیدی روسایی برای استفاده همزمان ۱۰۰ نفر راه اندازی کرد. تا کنون با توجه به موقعیت جغرافیایی ایران چندین دستگاه حمام خورشیدی در نقاط مختلف کشور از جمله استان خراسان، سیستان و بلوچستان و یزد نصب و راه اندازی شده است.

### ۲. گرمایش و سرمایش ساختمان (Solar heating & cooling)

ایرانیان باستان از انرژی خورشیدی برای کاهش مصرف چوب در گرم کردن خانه های خود در زمستان استفاده می کردند. آنان ساختمانهای خود را بگونه ای بنا می کردند که در زمستان نور خورشید بداخل اتاقهای نشیمن بتابد



قرون ۱۱ و ۱۲ چندین مجتمع خورشیدی ساخته بودند. یکی از روش‌ترین نمونه‌ها شهر آلوما می‌باشد که دارای ۳ تراس وسیع کشیده شده از شرق به غرب بود که این تراس‌ها برای جذب مانکریم خورشید زمستانی ساخته شده بودند. سقف هر ردیف نیز جهت حفاظت خانه‌ها از تابش آفتاب تابستانی، با کاه و حصیر و دیگر مواد عایق پوشانده شده بود.

ولی در روزهای گرم سال، فضای اتاق در سایه قرار داشت. در ایران پروژه ساخت اولین ساختمان خورشیدی در ضلع شمالی دانشگاه علم و صنعت و به منظور مطالعه و پژوهش در خصوص بهینه سازی مصرف انرژی و امکان بررسی روش‌های استفاده از انواع انرژیهای تجدیدپذیر، بویژه انرژی خورشیدی اجرا گردیده است.

این خانه یک مجموعه مسکونی یا اداری کامل بوده که توسط انرژیهای تجدیدپذیر بویژه انرژی خورشید تغذیه می‌شود. بر روی سقف این خانه سلولهای خورشیدی برای تولید الکتریسیته تعییه شده است. در این سیستم پیشنهادی معادل ۳۰۰ وات سلولهای فتوولتائیک همراه با باتری به منظور ذخیره انرژی و اینورتر برای تبدیل برق مستقیم به متناوب در نظر گرفته شده است. همچنین دو عدد کلکتور برای تهییه آب گرم مورد نیاز بر روی سقف قرار داده شده است. (فعال)

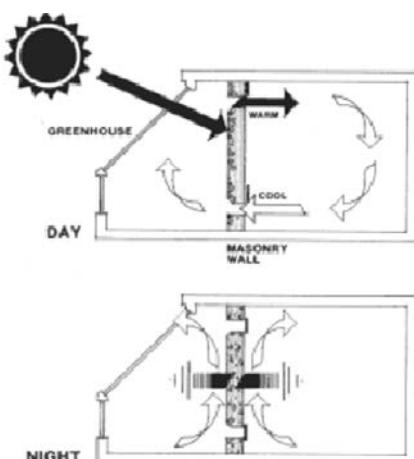
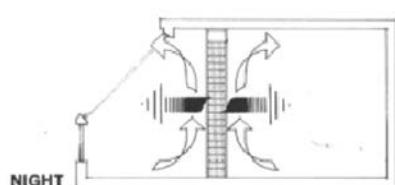
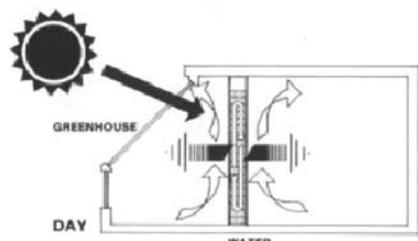
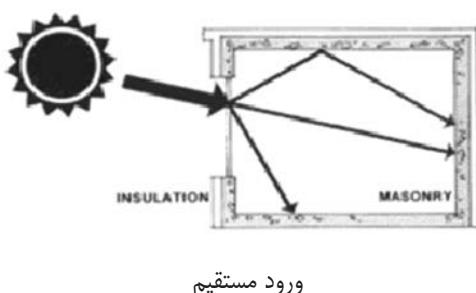
در مجاورت منزل و در ضلع جنوبی آن سه عدد کلکتور هوا گرمکن خورشیدی برای گرمایش هوای داخل ساختمان قرار داده است. مساحت ساختمان که حدود ۳۰ متر مربع در نظر گرفته شده است با استفاده از معماری ایرانی بویژه معماری مناطق کویری (بادگیر)، انرژی مورد نیاز منزل را تأمین می‌کنند. (پسیو) تامین نیاز حرارتی ساختمانها با استفاده از خورشید به ۲ طریق پسیو (Passive) و فعال (Active) قابل دسترسی است. کیفیت و چگونگی معماری ساختمان به دریافت و ذخیره انرژی خورشیدی در حالت پسیو بستگی کامل دارد در صورتیکه گرمایش خورشید بصورت فعال، مستلزم استفاده از گردآورنده‌های خورشیدی و یک منبع انرژی دیگر جهت انتقال سیال گرم شده به داخل ساختمان می‌باشد.

یونانیان باستان از روش گرمایش طبیعی (passive heating) که آنان را قادر به کاهش مصرف چوب جهت گرم کردن فضا در زمستان می‌ساخت، استفاده می‌کردند. رومیان از شیشه جهت حفظ طولانی تر حرارت و بالا بردن گرمای خانه‌ها استفاده می‌کردند. قرنها بعد در اوایل سال ۱۹۳۰ خانه خورشیدی در معماری ساختمانهای آمریکا مورد توجه خاصی قرار گرفت. در اغلب فرهنگ‌های دیگر نیز از این قبیل تدابیر و طرحهای خورشیدی پسیو (طبیعی) دیده شده است. سرچپوستهای آمریکای شمالی در طی

### \*سیستم گرمایش خورشیدی پسیو

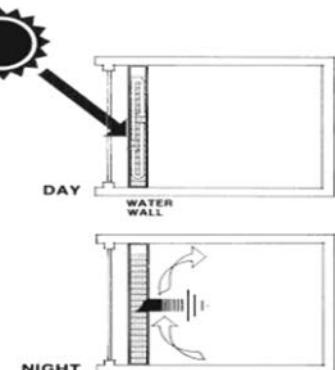
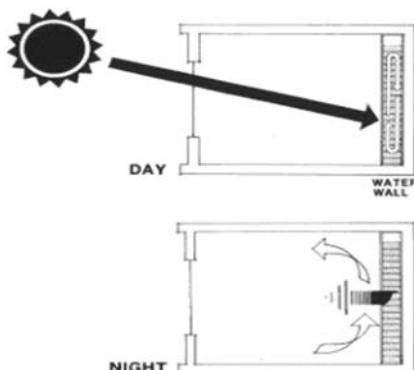
در این سیستم گرم کردن ساختمان بطور طبیعی و با استفاده از عوامل طبیعی مثل خورشید انجام می‌گیرد. بدین معنی که چنین سیستمی این امکان را فراهم می‌سازد که ساختمان بدون نیاز به انرژی فسیلی و در نهایت با مصرف انرژی بسیار کمی کار کند. در مورد سیستم‌های گرمایش پسیو ساختمان‌ها روشهای مختلفی وجود دارد:

۱. ورود مستقیم نور خورشید به داخل اطاق از طریق پنجره‌ها (direct gain method)
۲. استفاده از دیوار ذخیره کننده انرژی خورشیدی (Drum wall)
۳. استفاده از گیرنده مسطح قائم با جریان طبیعی هوا (solar chimney design)
۴. استفاده از گلخانه همراه (attached green house)
۵. استخر یا حوضچه روی آب

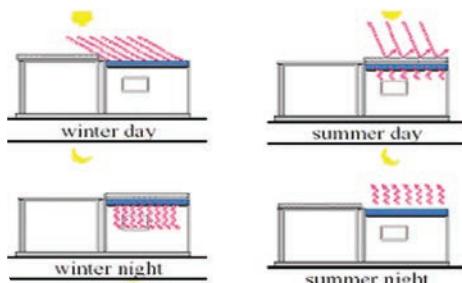


استفاده از گلخانه همراه با دیوار آبی

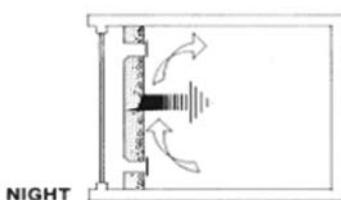
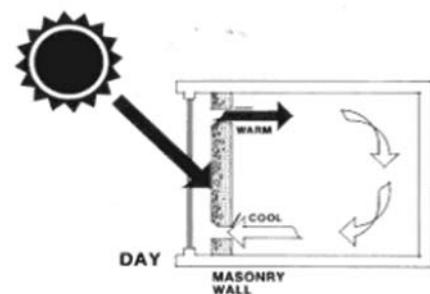
استفاده از گلخانه همراه با دیوار ترومپ



استفاده از دیوار آبی



استفاده از استخر یا حوضچه روی بام



استفاده از دیوار ذخیره کننده انرژی خورشیدی (دیوار ترموب)

### \*سیستم گرمایش خورشیدی فعال (active solar heating)

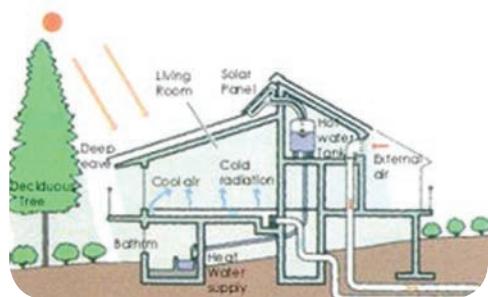
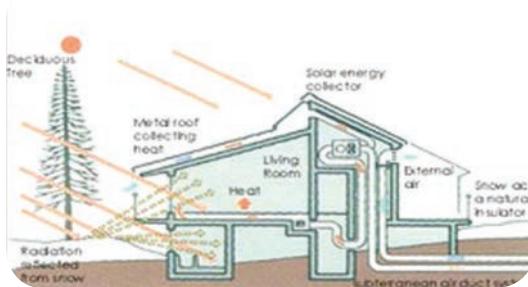
در سیستم های فعال برخلاف سیستم های پسیو از المانهای متفاوتی برای گرمایش ساختمان استفاده می شود. اجزائی که در این سیستم ها به کار می روند عبارتند از: گردآورنده ها (کلکتورها)، سیستم ذخیره انرژی گرمایی، کانالهای عبور سیال، پمپها، لوله کشی، شیرالات، دمپرهای سیستم های کنترل دستی یا اتوماتیک، سیستم سوخت کمکی و مبدل های حرارتی.

در این طرحها مراحل عمل عبارتند از: استفاده از تابش خورشیدی برای گرم کردن سطح جاذب کلکتورها و انتقال حرارت به سیال واسطه ای مانند آب یا هوا و ذخیره انرژی حرارتی در منابع ذخیره، و بالاخره استفاده از حرارت ذخیره شده در موقع احتیاج در ساختمان. گردآورنده ها در واقع جزئی از بنای ساختمان می باشند که بصورت پنجره یا نورگیر تاریک در ساختمان نصب می شوند. عوامل اصلی در انتخاب کلکتورها به شرح زیر می باشد: ۱- بیشترین جذب انرژی گرمایی در طول موج ۰,۳-۲,۵

میکرون و کمترین نشر در منطقه مادون قرمز -۲ مقاومت در برابر خودگی، اشعه ماوراء بنفش، رسوبات و خواص اسیدی و بازی سیال انتقال حرارت.

### \* سیستم سرمایش خورشیدی (solar cooling system)

برخلاف گرمایش خورشیدی که عملی نسبتاً آسان و ارزان است، تولید سرما با استفاده از انرژی خورشیدی کاری نسبتاً مشکل و گران می‌باشد. بطور کلی دو راه حل برای سرمایش خورشیدی وجود دارد:



### ۳-آب شیرین کن خورشیدی (Solar desalination)

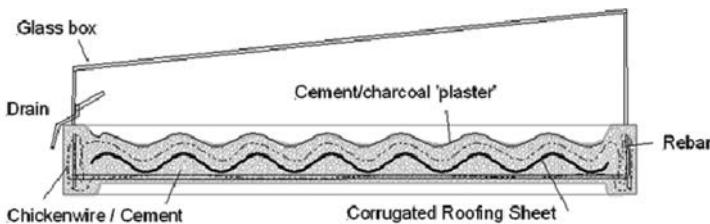
اهمیت آب نه تنها در زندگی بشر و تمام موجودات زنده محسوس است، بلکه در زندگی روزمره، کشاورزی و صنایع نیز نمی‌توان از آن چشم پوشی کرد. اصول عملکرد سیستم های آب شیرین کن خورشیدی بر پایه دستگاه تصفیه آب خورشیدی(solar still) است. اصول کار دستگاه تصفیه آب خورشیدی ساده بوده و سریوش پلاستیکی یا شیشه ای در سطح فوقانی دستگاه نقش عمده و کلیدی را در عملکرد سیستم ایفا می‌کند. با عبور اشعه خورشید، کف حوضچه آب شور که معمولاً برای جذب بالاتر گرما سیاه رنگ می‌باشد، آب دریا یا آب شور داخل خود را گرم و درجه حرارت بالا می‌رود، سپس بخار آب ایجاد شده و پس از برخورد به سطح داخلی سریوش شیشه ای که دمای آن پائین تر از دمای داخل آب شیرین کن است، شروع به تقطیر می‌کند. که با جمع اوری این آب مقطعر، آب شیرین به دست می‌آید. سیستم آب شیرین کن از نظر نحوه عملکرد به دو روش مستقیم و غیر مستقیم تقسیم می‌شود. در روش مستقیم فقط از انرژی حرارتی خورشیدی استفاده می‌شود در حالی که در روش غیر مستقیم از انرژی برق به عنوان انرژی

\* تبدیل انرژی خورشیدی به انرژی مکانیکی و یا الکتریکی و استفاده از آنها در بکار اندختن دستگاههای تبريد تراکمی

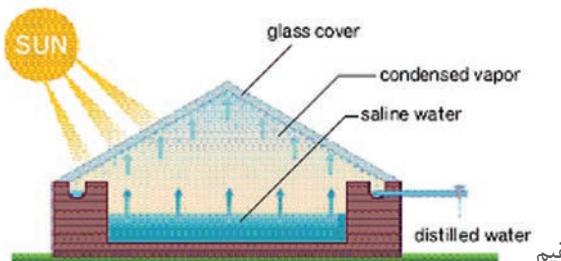
\* تبدیل انرژی خورشیدی به انرژی حرارتی و استفاده از آن در بکار اندختن دستگاههای تبريد جذبی.

در این روش از انرژی خورشیدی جهت گرم کردن ژنراتور خورشیدی(همانند کلکتورهای مسطح یا متمنکر کننده های خورشیدی که سیال در آن قرار گرفته است)استفاده می شود. با دریافت حرارت در ژنراتور، باعث ایجاد سرما در اوپراتور خود می‌گردد. حال اگر سیستم سرمایش ما چیلر باشد ممولاً آب سرد شده در اوپراتور چیلر جذبی، بطرف توزیع کننده های اطاقی فرستاده می شود و باعث سرد شدن هوای اطاق می‌گردد. آب سرد برای سرد شدن مجدد به طرف چیلر رانده شده و سیکل قبلی در یک مدار بسته تکرار می‌شود.

کمکی استفاده می شود. طراحی آب شیرین کن های خورشیدی با توجه به شرایط اقلیمی و جوی در منطقه مورد نظر بایستی صورت پذیرد.



### Solar Water Still



روش مستقیم

موجود و جریان دادن هوا جهت خارج کردن بخار آب ایجاد شده، انجام می گیرد. روش های خشک کردن مواد غذایی بصورتهای زیر تقسیم بندی شده است:

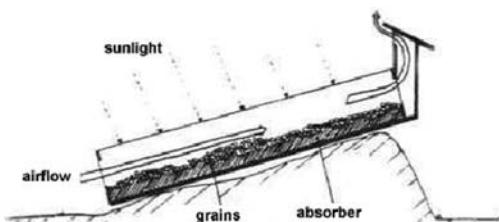
- \* خشک کردن با جریان هوای گرم
  - \* خشک کردن با استفاده از سطح گرم
  - \* خشک کردن با استفاده از یک منبع تابشی مثل اجاق مایکروویو
  - \* خشک کردن با روش انجماد
- خشک کن های خورشیدی بیشتر شامل روش اول بوده، بدین ترتیب که مواد خشک شدنی بطور مستقیم و یا غیر مستقیم از انرژی حرارتی خورشید استفاده کرده و هوا نیز بطور طبیعی و یا اجباری جریان یافته و باعث خشک شدن محصول می گردد.

برای جذب حداکثر انرژی خورشیدی در آب شیرین کنها و جلوگیری از اتلاف انرژی حرارتی در طراحی آب شیرین کنها باید نکات زیر مورد توجه قرار گیرد:

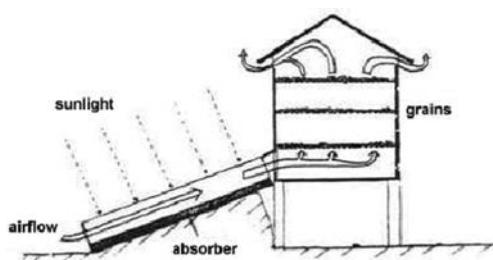
۱. سرپوش پلاستیکی یا شیشه ای آب شیرین کن باید نازک بوده و دارای ضریب عبور خوبی در طول موج تابش گرمائی باشد.
۲. از تشکیل بلورهای نمک در کف دستگاه تا حد امکان می بایستی جلوگیری شود.
۳. فاصله ما بین شیشه آب شیرین کن و سطح آب شور حداقل باشد.
۴. کف حوضچه آب شور سیاه رنگ باشد تا بیشترین گرمایش را جذب کند.
۵. حوضچه کاملا آب بندی شده و هیچ ارتباطی با هوا خارج نداشته باشد.

### ۴- خشک کن خورشیدی (Solar dryer)

خشک کردن مواد غذایی برای نگهداری آنها، از زمانهای بسیار قدیم مرسوم بوده است. مکانیزه شدن عمل خشک کردن محصولات غذایی سابقه ۲۰۰ ساله دارد. در فرآیند خشک کردن عموماً عملیات گرم کردن برای تبخیر آب



**خشک کن مستقیم:** کاربرد آن آسان و ارزان است ولی در این سیستم راهی برای کنترل درجه حرارت وجود ندارد. در این روش اگر سبزی ها و میوه ها زیاد در معرض تابش خورشید باشند تغییر رنگ داده و مقدار زیادی از ویتامین های خود را از دست می دهند.



**خشک کن غیر مستقیم:** در این روش درجه حرارت قابل کنترل است و مواد غذایی به طور مستقیم با اشعه خورشید در تماس نیستند در نتیجه رنگ آنها ثابت می ماند.

این وسیله متناسب با نیاز روش تهابها در امر خشک کردن میوه و سبزیجات و همچنین در صنعت خشک کردن برنج و تولید سبزی خشک بوسیله انرژی خورشیدی طراحی شده است.

در این وسیله با عبور هوای گرم از درون محفظه، آب داخل محصولات تبخیر شده و هوای مرطوب از قسمت هواکش خارج می شود. هوای گرم مورد نیاز با جذب حرارت خورشیدی توسط سطح داخل مخصوص خشک کن تولید می شود. در داخل محفظه طبقات مختلفی قرار گرفته است که می توان میوه و سبزیجات را در داخل این طبقات قرار داد.

این طبقات متحرک است و می توان پس از خشک شدن، میوه و سبزیجات را برآختی از داخل آن خارج کرد. از مزایای این نوع سیستم ها می توان به طراحی و ساخت آسان، مواد اولیه محلی، تعمیرات ارزان، قیمت پائین، ذخیره سوخت فسیلی و کاهش آلودگی محیط زیست اشاره نمود.





## ۵- اجاق خورشیدی (Solar cooker)

در کشورهای در حال توسعه که از شبکه برق پیشرفته‌ای برخوردار نیستند، برای پختن غذا از گرمایش خورشیدی پسیو استفاده می‌شود.

اجاقهای خورشیدی در ۳ نوع رایج شلجمی، لوله‌های حرارتی و جعبه‌ای ساخته شده است. نوع شلجمی آن به صورت یک بشقاب سهمی می‌باشد که برای پختن غذا بوسیله آن باید ماده غذایی مورد نظر را در کانون این بشقاب (focusing) قرار داده و با تنظیم و متوجه نگاه داشتن (focusing) سهمی می‌توان غذا را پخت. چون در این نوع متمرکز کننده‌ها می‌توان دماهای بالاتر از ۱۰۰ درجه سانتیگراد بدست آوردن بنابراین سرخ کردن سبزی و گوشت و... در آنها کاملاً امکان پذیر است. کیت آموزشی از این اجاق در سال ۱۳۸۲ در دفتر انرژی خورشیدی سازمان انرژیهای نو ایران، در گروه کاربردهای غیرنیروگاهی، ساخته شد و جهت آموزش در اختیار مدارس و آموزشکده‌ها قرار گرفت. در پخت غذا با استفاده از لوله‌های حرارتی می‌توان در گیرنده‌های مسطح مخصوص تولید بخار نموده و این بخار را با استفاده از مکانیسم لوله‌های حرارتی با برگشت

## ۶- کوره خورشیدی (Solar Furnace)

کوره خورشیدی با استفاده از انرژی خورشید گرم می‌شود (در کوره‌های دیگر، نوعی سوخت را می‌سوزانند تا گرمایش به کوره منتقل شود). معمولاً با استفاده از تعداد زیادی آینه، پرتوهای نور خورشید را جمع آوری و پرقرفت می‌کنند و مجموعه آنها بر روی کوره می‌تابانند تا گرمایش خیلی بالا رود. ذره بین وسیله‌ای است که همین کار را انجام می‌دهد. شاید دیده باشید که وقتی ذره بین را مقابل خورشید می‌گیریم و مجموعه پرتوهای آنرا به صورت یک نقطه مثلاً روی پوست یا کاغذ می‌تابانیم، آن قدر حرارت ایجاد می‌شود که پوست می‌سوزد و یا کاغذ آتش می‌گیرد. متداولترین سیستم یک کوره خورشیدی مشکل از ۲ آینه یکی تخت و دیگری کروی می‌باشد. نور خورشید به آینه تخت رسیده و توسط آینه به آینه کروی بازتابیده می‌شود. طبق قوانین اپتیک هرگاه دسته پرتوی موادی با محور آئینه برخورد نماید در محل کانون متمرکز می‌شود، به این ترتیب انرژی حرارتی خورشید در این نقطه جمع شده و این نقطه به دمای بالائی می‌رسد.

طبیعی به داخل آشپزخانه (که بالاتر از گیرنده قرار دارد) منتقل نمود. بخار به محفظه‌ای که در آن ظرف حاوی غذا قرار دارد وارد شده و دور ظرف غذا تقطیر شده و حرارت تبخیر خود را به مواد غذایی جهت پخت نمایند. بخار تقطیر شده با استفاده از نیروی ثقل به گیرنده خورشیدی بر می‌گردد. از این نوع سیستم نمی‌توان جهت سرخ کردن سبزی و گوشت استفاده نمود.

در اجاق خورشیدی از نوع جعبه‌ای (آرام پز خورشیدی) که اولین بار توسط شخصی به نام نیکلاس ساخته شد. اجاق او شامل یک جعبه عایق بندی شده با صفحه‌ای سیاه رنگ و در پوششیشه ای بود. اشعه خورشید با عبور از میان در پوششیشه ای وارد جعبه شده و بوسیله سطح سیاه جذب می‌شود سپس درجه حرارت داخل جعبه را به ۸۸ درجه افزایش می‌داد. اصول کار اجاق خورشیدی جمع آوری پرتوهای مستقیم خورشید در یک نقطه کانونی و افزایش دما در آن نقطه می‌باشد.

استفاده از این اجاق‌ها بویژه در مناطق روتاستیک مرکزی و جنوبی کشور برای فراهم نمودن انرژی لازم جهت پخت غذا و گرم نمودن آب توصیه می‌شود.

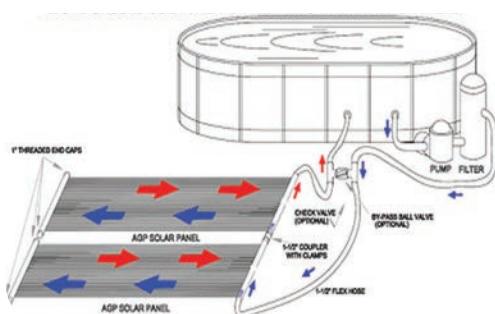
## ۷- استخر خورشیدی (Solar Pond)

بدلیل عدم نیاز به ایجاد دماهای بالا، گرمایش خورشیدی آب استخراها، ویژگی های زیر را دارد:

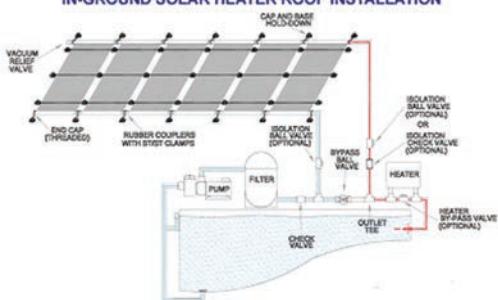
- \* میتوان از کلکتورهای بدون پوشش استفاده کرد

- \* راندمان سیستم بسیار بالاست

عملکرد این سیستم به این گونه است که آب سرد استخر پمپاژ شده و در سرتاسر کلکتور به گردش درآمده و گرم می شود، آب پس از گرم شدن به استخر باز می گردد.



IN-GROUND SOLAR HEATER ROOF INSTALLATION



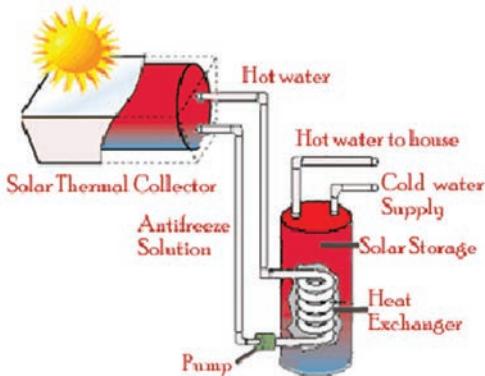
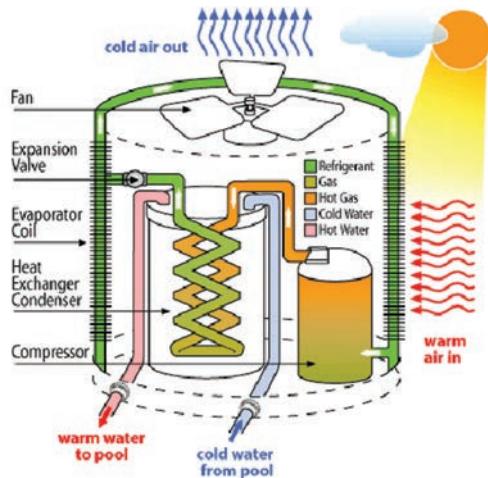
## ۸- پمپ حرارتی خورشیدی (Solar Heat Pump)

در کشورهایی که برق مصرفی ارزان وجود دارد، برای گرمایش و سرمایش ساختمانها از پمپ حرارتی استفاده می شود. پمپ حرارتی عبارتست از همان دستگاه تبرید، با این تفاوت که در این حالت حرارت دهی آن مورد توجه می باشد. یعنی قادر است از محیط سرد خارج، حرارت را اخذ کرده و به داخل ساختمان پمپ کند. پمپهای حرارتی قادرند گرمائی معادل ۲ تا ۳ برابر مقدار الکتریسیته مصرفی را تولید کنند. یعنی مقدار انرژی الکتریکی که برای گرمایش ساختمانی لازم است با بکار بردن پمپ حرارتی به حدود ۱/۲

پروفسور فیلکس ترومبل، دو کوره خورشیدی غول پیکر را که بزرگترین کوره های خورشیدی دنیا محسوب می شوند در کشور فرانسه در منطقه پیرینه شرقی یکی را در مون لوئی و دیگری را در اودیو ساخت. هر دو نمونه دارای سیستم آبینه های متحرک که به طور مداوم و خودکار خورشید را در مسیرش دنبال می کنند، می باشند. دستگاه اودیو و تأسیسات آن بسیار عظیم و غول پیکر است و جهت یاب آن دارای سطح وسیعی به مساحت ۴۸۳۵ متر مربع می باشد. برای این که بتوان دستگاه را به صورت یک گیرنده نور در آورد باید شصت و سه آبینه که هر کدام دارای چهل و پنج متر مربع مساحت باشد نزدیک هم چسبانده شود. به عبارت روشن تر آبینه اصلی از ۶۳ قطعه آبینه تشکیل شده که با محاسبات بسیار دقیق در کنار هم جای گرفته اند. این ۶۳ قطعه که در حقیقت آبینه واحدی را تشکیل می دهد، روی هشت تراس پله ای شکل قرار گرفته و یک ساختمان هشت طبقه ای را تشکیل داده است.

آبینه مقعری که رویه روی آن است، از ۹۰۰۰ شیشه که به طرز خوبی خم شده اند ساخته شده است. خود کوره در ساختمان دیگری قرار دارد. بزرگترین مزیت کوره های خورشیدی این است که حرارت خالص یعنی بدون آلودگی شیمیایی تهیه می کنند.





## ب- سیستم های حرارتی - برقی خورشیدی

سیستم های حرارتی - برقی خورشیدی به سیستم هایی اطلاق می شود که از گرداورنده های خورشیدی برای تولید الکتریسیته از طریق یک چرخه ترمودینامیکی استفاده می کنند. این عمل با استفاده از گرداورنده های خطی یا غیر خطی در دمای بالا صورت می گیرد.

در صورتیکه سیکل ترمودینامیکی به وسیله یک متمرکز کننده خورشیدی تغذیه شود به یک سیال عامل با نقطه جوش پایین نیاز خواهد بود. اما بعلت راندمان پایین که ناشی از طبیعت سیکل های ترمودینامیکی کم دما است، بهره برداری تجاری از این سیستم ها در سطح تکنولوژی جاری توجیه اقتصادی ندارد.

تا ۱/۳ کاهش می یابد ولی در عوض مخارج اولیه و هزینه پمپ های حرارتی را نباید از نظر دور داشت.  
پمپ های حرارتی عموماً به سه نوع تقسیم می شوند:

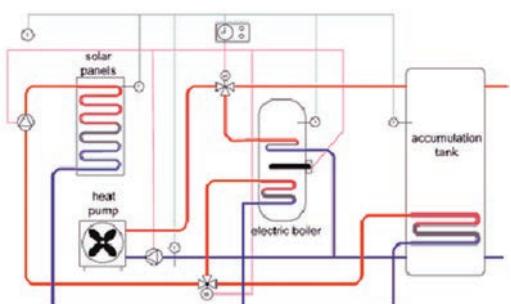
- \* هوا به هوا
- \* آب به هوا
- \* آب به آب

پمپ های حرارتی متداول امروزی بیشتر از نوع هوا به هوا هستند. در این نوع سیستم ها، مدار خارجی در معرض هوا قرار می گیرد و پنکه ای هوا را از روی حلقه ها عبور می دهد. مدار داخلی نیز در داخل یک کانال هوا قرار می گیرد که در اینجا نیز انتقال هوا از روی کوبیل بوسیله پنکه(واتیلاتور) انجام می گیرد.

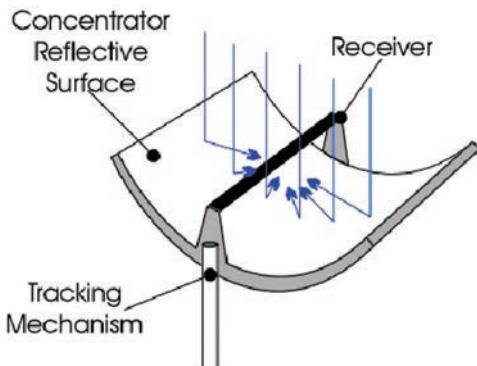
در اوخر دهه ۱۹۷۰ چند پمپ حرارتی آب به هوا طراحی و ساخته شد که در آنها مدار خارجی برای تبادل حرارت با آبی که توسط خورشید گرم می شد در یک مسیر بسته قرار داشت.

در پمپ های حرارتی آب به آب در مدار داخلی و خارجی برای تبادل حرارت از آب استفاده می گردد. یادآوری این نکته لازم است که بیشتر سیستم های تهویه هوای صنعتی

طوری طراحی می شوند که با آب خنک شوند. برای استفاده از پمپ حرارتی خورشیدی، راههای متفاوتی وجود دارد. موضوعی که باید در نظر گرفته شود، آن است که انرژی خورشید باید بتواند حداقل حرارت مورد نیاز پمپ را تهیه نماید. نقش اصلی پمپ های حرارتی خورشیدی در این است که حرارت جمع آوری و ذخیره شده انرژی خورشیدی را به آسانی برای سیستم تهویه مطبوع ساختمان قابل دسترس و مورد استفاده می سازد.

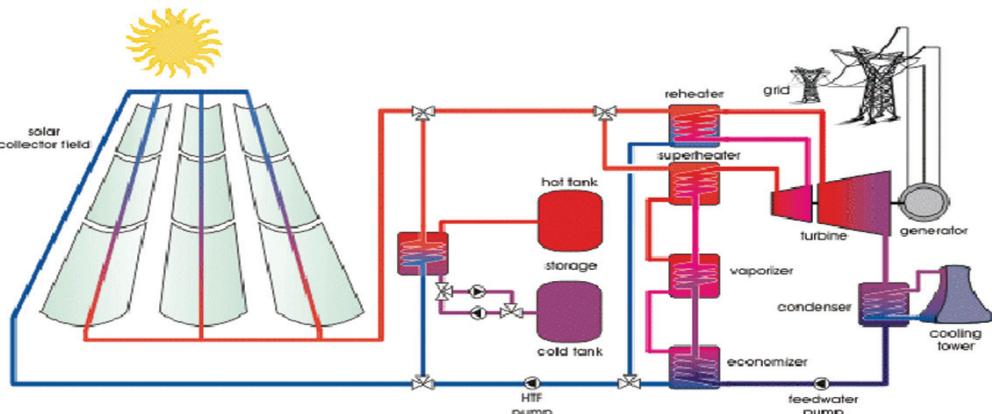


سوپر هیت طی سیکل رانکلین از توربین و ژنراتور، انرژی الکتریکی تولید می کند.



- \* نیروگاههای خورشیدی با استفاده از متمرکز کننده خطی سهموی (Parabolic trough)
- \* نیروگاههای خورشیدی با استفاده از بشقابک سهموی (Parabolic dish)
- \* نیروگاههای خورشیدی با استفاده از دریافت کننده مرکزی (Central receiver)
- \* نیروگاههای خورشیدی با استفاده از دودکش خورشیدی (Solar chimney)
- \* نیروگاههای خورشیدی با استفاده از کلکتور فرنل

- \* نیروگاههای خورشیدی با استفاده از متمرکز کننده خطی سهموی (Parabolic trough)

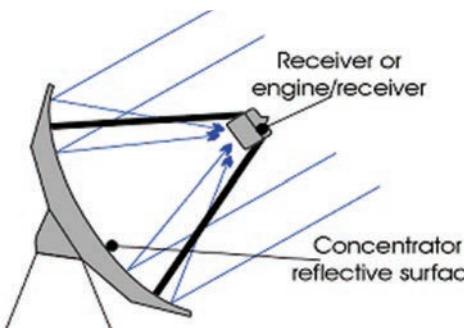


نیروگاههای خورشیدی با استفاده از متمرکز کننده خطی سهموی، که از ردیف های طولانی و موازی متمرکز کننده هایی که سطح مقطع آنها سهموی است تشکیل شده است. پوشش داخلی منعکس کننده (جنس آینه شبشه ای)، انرژی خورشیدی را بر روی یک لوله جاذب با پوشش انتخابی که در طول کانون سهمی نصب شده است متمرکز می نماید. این متمرکز کننده ها معمولاً بر روی یک سیستم ردیابی ۲ محوره سوار شده اند که حرکت "جهت" و "ارتفاع" تشعشع خورشید را تعقیب می نمایند. سیال انتقال حرارت (روغن) که در درون لوله کانونی درگردش است، انرژی خورشیدی را جمع آوری می کند. روغن داغ در مبدل های حرارتی آب را به بخار تبدیل کرده و بخار

## \*نیروگاههای خورشیدی با استفاده از بشقابک سهموی (parabolic dish)



بشقابک سهموی از نظر طراحی مدولاریک سطح فضایی است که از دوران یک سهمی بوجود می آید و کانون آن یک نقطه است. پرتوهای خورشید تابیده شده بر روی سطح متمرکز کننده سهموی (آینه شیشه ای) در کانون آن جمع می شود. برای اینکه چنین سیستمی پر بازده باشد لازم است که این گردآورنده همواره بطرف خورشید رديابی شود و در نتيجه به یک مکانيسم رديابی دو محوره نياز دارد. انرژی حرارتی را می توان با کمک یک سیال مناسب در ناحیه کانونی جمع آوری کرد و این انرژی را یا به یک سیکل ترموديناميکي جدا از گردآورنده منتقل نمود و یا اينکه به یک موتور كوچك (در حدود ۲۵ کيلواتي) که در پشت نقطه کانونی سوار می شود، انتقال داد. موتورهاي استرلينگ نيز برای اين نوع كاربرد تحت توسعه قرار یافته اند و علاوه بر آن موتورهای رانکلین و برايتون هم برای اين كاربرد مورد ارزیابی قرار گرفته اند.





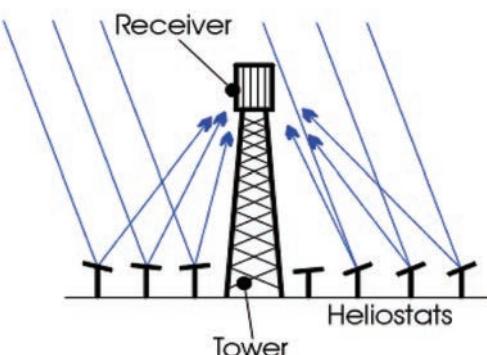
هليوستات



نمایی از میدان هليوستاتها

## \* نیروگاههای خورشیدی با استفاده از دریافت کننده مرکزی (Power Tower)

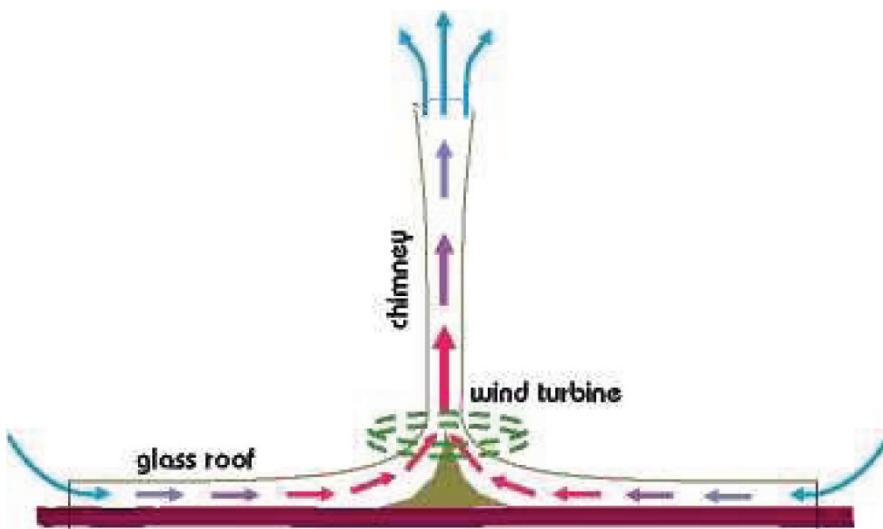
این سیستم که شامل مجموعه‌ای از آینه‌های است (هليوستات) که هر یک بطور جداگانه انرژی خورشید را متمرکز و به برج دریافت کننده مرکزی منتقل می‌کنند. انرژی توسط یک مبدل حرارتی که در روی یک برج نصب شده است و گیرنده نامیده می‌شود جذب می‌شود. در آن جا آب به بخار سوپر هیت تبدیل شده و این بخار توربو ژنراتور را که در پائین برج نصب شده به حرکت در آورده و تولید برق می‌نماید. یک کامپیوتر هر یک از هليوستات‌ها را طوری کنترل می‌نماید که زاویه بین خورشید و گیرنده را همیشه نصف می‌کند. اندازه و درجه حرارت این سیستم‌ها با بویلهای بخار صنعتی و نیروگاهی قابل قیاس هستند. در حال حاضر توان این سیستم‌ها به حدود ۲۰۰ مگاوات با ضریب ظرفیت سالیانه ۵۰٪ ارتقا یافته است.



دریافت کننده مرکزی

## \* نیروگاههای خورشیدی با استفاده از دودکش (solar chimney)

یک سیستم بمراتب ساده‌تر ولی با کارآیی بمراتب کمتر سیستم دودکش خورشیدی است در این سیستم ها محوطه ای با پوشش شیشه‌ای و یک برج گیرنده مرکزی مجهز به یک دودکش و توربین بادی جایگزین هیلوستات‌ها می‌شود. طرز کار آن بسیار ساده است یعنی هوا گرمی که بوسیله انرژی خورشیدی در یک گرمخانه شیشه‌ای تولید می‌شود بطرف برج بلندی که در مرکز گرمخانه قرار گرفته و مانند یک دودکش عمل می‌کند، هدایت می‌شود. این هوا گرم بعلت ارتفاع زیاد برج، با سرعت زیاد صعود کرده و باعث چرخیدن پروانه و ژنراتوری که در پائین برج نصب شده است می‌گردد و بوسیله ژنراتور، برق تولید می‌شود. ملاحظه می‌شود که تولید باد شدید در داخل برج، مطلقاً ارتباطی به وجود و عدم وجود باد در سطح زمین و خارج برج ندارد. جالب توجه است که در ظهر روزهای آرام و گرم که اختلاف درجه حرارت در داخل گرمخانه و خارج آن به ۱۱ درجه سانتیگراد می‌رسد، همین اختلاف کم، باعث ایجاد بادی به سرعت ۴۰ کیلومتر در ساعت در



## \*نیروگاههای خورشیدی با استفاده از کلکتورهای نوع فرنل

در این گونه نیروگاهها از کلکتور فرنل برای متمرکز کردن نور خورشید روی لوله گیرنده استفاده می شود.

در این نیروگاه همانند نیروگاههای سهموی خطی ، کلکتورها به صورت خطی و در جهت شمال جنوب نصب می شوند در این کلکتورها تعداد زیادی آینه تخت با پهنهای کم و طول زیاد کار هم دیگر قرار می گیرند زاویه قرار گیری هر کدام از آینه ها بصورتی است که بازتاب نور خورشید را روی بخش دریافت کننده متمرکز می کنند.

در بخش دریافت کننده یک بازتاب دهنده ثانویه از نوع جفت سهموی قرار دارد که بازتاب آینه ها را جمع آوری کرده و روی لوله گیرنده می تاباند با گرم شدن لوله گیرنده سیال داخل آن گرم می شود.

برای نیروگاههای خورشیدی از این دست، عملکرد ممکن است به دو صورت باشد در سیستم های متداول سیال عامل داخل لوله گیرنده روغن است که پس از داغ شدن به مبدلها حرارتی منتقل شده و سپس موجب تولید بخار direct می شود اما در نوع دیگر که نوع بخار مستقیم(steam) نامیده می شود طول کلکتورها بیش از یکصد



متر می باشد. از یکطرف لوله دریافت کننده آب وارد شده و از طرف دیگر بخار خارج می شود و نیازی به سیستم های جانبی اضافی نیست.

برخی مزایای این سیستم را می توان بصورت فهرست وار معرفی کرد:

**۱- استفاده از آینه های تخت ساده و عدم نیاز به خمکاری آینه ها**

**۲- سادگی ساخت و قیمت پایین**

**۳- هزینه های تعمیرات و نگهداری پایین**

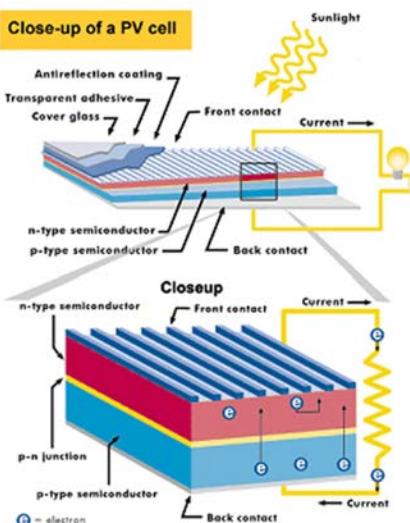
**۴- عدم آسیب پذیری در مقابل باد**

**۵- امکان بهره برداری از زمین زیر آینه**

ایراد اصلی این نوع کلکتورها این است که در هنگام دو طلوع و غروب آفتاب راندمان آنها بشدت کاهش می یابد و در کل راندمان آنها حدود ۷۰٪ کلکتورهای نوع سهموی است اما سادگی و قیمت پایین الکتریسیته تولیدی از طریق آنها، نسبت به سایر سیستم ها، موجب رقابت پذیری آنها شده است

بالائی و پائینی سلول بوجود می آید. در صورتیکه مدار کامل شود آنگاه این اختلاف پتانسیل جریان مستقیمی را بوجود می آورد.

سیلیسیم یک نیمه هادی است که بطور خالص از نظر هدایت الکتریکی هادی ضعیفی است ولی اگر در موقع



پالایش، به آن فسفر اضافه شود بار منفی(الکترون) پیدا کرده و در صورتیکه بور اضافه شود بار مثبت(حفره) پیدا می کند. نوع اول را سیلیسیم نوع N و نوع دوم سیلیسیم نوع P می نامند. می دانیم که سیلیسیم دارای ۴ الکترون در مدار خارجی خود می باشد. هنگامی که تعدادی اتم فسفر بداخل کریستال سیلیسیم وارد شود با توجه به اینکه فسفر دارای ۵ الکترون در مدار خارجی خود است، ۴ الکtron در خارجی فسفر با ۴ الکترون در مدار خارجی خود است، ۴ الکترون مدار بوجود آورده و باین ترتیب یک الکترون بصورت آزاد باقی مانده یعنی سیلیسیم با بار منفی باردار شده و نیمه هادی نوع N بوجود می آید. از طرفی اگر بجای فسفر از اتم بور که دارای ۳ الکترون در مدار خارجی دارد استفاده شود، حفره هایی که مثل الکترون قابلیت حرکت دارند ایجاد شده و سیلیسیم بطور مثبت باردار می شود، یعنی نیمه هادی نوع P بوجود می آید. حال یک اتصال P-N بوجود آورده. در طرف نوع P حفره های آزاد و اتمهای بور با بار منفی ساکن اند و در طرف نوع N الکترون های آزاد و اتمهای فسفر با بار مثبت وجود دارند. حال اگر یک فوتون



**ج-سیستم های فتوولتائیک (PV)**  
سیستم های فتوولتائیک(PV) که در اصل برای کاربردهای فضایی ابداع و تکمیل شده بودند، انرژی نوری را مستقیماً به انرژی الکتریکی تبدیل می کنند.  
اصل مقدماتی در این تکنولوژی پدیده "فتوالکتریک" است که اولین بار بوسیله اینشتین طرح شد.

همیشه وقتی سخن از اینشتین به میان می آید، ذهن ها متوجه نظریه نسبیت و پیامدهای انقلابی آن در فیزیک می شود. اما کمتر کسی این نکته را به خاطر می آورد که اینشتین همانطور که در اولین انقلاب علمی قرن بیستم یعنی نظریه نسبیت سهیم بود، در انقلاب دیگر یعنی فیزیک کواتومی نیز نقش بسزایی داشت. حتی جایزه نوبل هم به خاطر مقاله «اثر فتوالکتریک» که تاییدی بر کواتومی بودن نور بود، به او اهدا شد.

بر اساس این پدیده وقتی که یک کواتوم نوری یعنی یک فوتون در یک ماده نفوذ می کند، این احتمال وجود دارد که بوسیله الکترون جذب شود. و الکترون انتقال پیدا می کند.

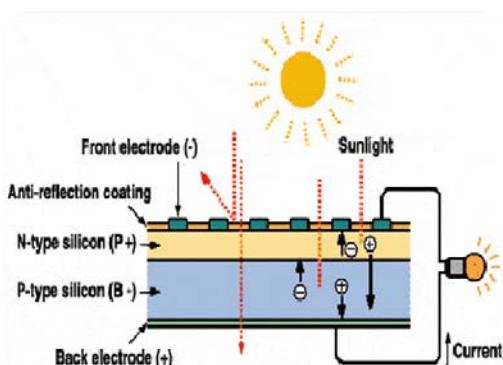
اینشتین به مناسبت توضیح پدیده فتوالکتریک جایزه نوبل سال ۱۹۲۱ فیزیک را دریافت کرد. نظریه فوتونی او نه فقط نور بلکه سراسر طیف موج های الکترومغناطیسی از موج های گاما تا موج های بسیار بلند را دربرمی گیرد و توضیح می دهد.

سلولهای فتوولتائی یا سلول های خورشیدی-کریستال هایی هستند که از لایه های نازک از جنس نیمه هادی (سیلیکون و آرسینورگالیم) ساخته شده اند. سلولهایی که از سیلیکون ساخته می شوند از لحاظ تثوری بازده ماکریم حدود ۲۲ درصد دارند. ولی بازده عملی آن حدود ۱۵ تا ۱۸ درصد است. در صورتی که بازده سلولهایی که از آرسینورگالیم ساخته می شود بازده عملی آنها بیشتر از ۲۰ درصد است. این کریستالها خاصیت الکترونیکی متفاوت دارند و این امر موجب پیدایش میدان های الکتریکی در درون آنها می شود. هنگامی که نور وارد کریستال می شود، الکترون هایی که بوسیله نور تولید می شوند بوسیله این میدانین جدا می شوند و اختلاف پتانسیلی بین وجود

با اتصال P-N برخورد کند الکترون را از اتم سیلیسیم جدا کرده و در نتیجه حفره بوجود می آورد. حفره مجبور تحت تأثیر میدان موجود بسمت ناحیه P و الکترون بسوی ناحیه N حرکت کرده و این دو حرکت مخالف با بارهای مختلف، یک جریان الکتریکی بوجود می آورند. با اتصال کنتاکتهایی به رویه های قطعات نیمه هادی، مداری تشکیل می شود که اجزا برقشست الکترونها را به اتصال نوع P از میان یک بار خارجی می دهد، شکل زیر دیاگرام شماتیکی یک اتصال P-N را نشان می دهد.



بی شکل



پروسه تولید برق بواسیله یک سلول فتوولتائیک



یک کریستالی

بر حسب نوع سیلیکون کریستالی استفاده شده، می توان سلول های خورشیدی را به سه دسته عمده تقسیم بنده نمود:

- \* یک کریستالی
- \* چند کریستالی
- \* بی شکل

**راندمان سلول های خورشیدی**  
عبارت است از درصد انرژی تبدیل شده به الکتریسیته(در نتیجه تبدیل انرژی تابشی جذب شده به انرژی الکتریکی)



چند کریستالی

راندمان انواع سلول های خورشیدی مورد استفاده

مواد اولیه	راندمان عملی	راندمان آزمایشگاهی	
یک کربیستالی	۱۴-۱۷	۲۴	
چند کربیستالی	۱۳-۱۵	۱۸	
بی شکل	۵-۷	۱۳	

**۲. تولید توان مطلوب یا بخش کنترل:** این بخش در واقع کلیه مشخصات سیستم را کنترل کرده و توان تولیدی پنهانها را طبق طراحی انجام شده و نیاز مصرف کننده به بار

در هنگام اتصال سلول خورشیدی به یک مدار الکتریکی.  
راندمان سلول های خورشیدی از رابطه زیر محاسبه می شود:

$$\eta = \frac{P_m}{E \times A_c}$$

در این رابطه،  $P_m$  توان حداکثر،  $E$  شدت تابش نور ورودی تحت شرایط استاندارد  $V_{oc}$  و  $A_c$  مساحت سطح سلول خورشیدی می باشد.



دیگر فاکتور مهم در تبیین رفتار سلول های خورشیدی، فاکتور کفایت می باشد که از رابطه زیر به دست می آید:

$$FF = \frac{P_m}{V_{oc} \times I_{sc}} = \frac{\eta \times A_c \times E}{V_{oc} \times I_{sc}}$$

در این رابطه،  $P_m$  توان حداکثر،  $V_{dc}$  ولتاژ مدار باز و  $I_{sc}$  جریان مدار کوتاه می باشد.

سیستم های فتوولتائیک را می توان به طور کلی به سه بخش اصلی تقسیم نمود:

**۱. پنهانهای خورشیدی:** این بخش در واقع مبدل انرژی تابشی خورشید به انرژی الکتریکی بدون واسطه مکانیکی می باشد. پنل های فتوولتائیک که در معرض تابش خورشید قرار می گیرند، متشکل از سلولهای فتوولتائیک هستند. لازم به ذکر است، جریان و ولتاژ خروجی از این پنهانها DC می باشد.

این پنل ها طوری ساخته شده اند که در برابر همه سختی های محیط مانند سرمای شدید قطبی، گرمای بیابان، رطوبت استوایی و بادهای شدید مقاومت می کنند با اینحال جنس این وسایل از شیشه بوده و در اثر ضربات سنگین ممکن است بشکند.



**۱. بر اساس بار مصرفی** (محصول تولیدی ذخیره شود): مثلا در پمپاژ خورشیدی در طی روز و در زمان وجود خورشید و برق حاصل از پنهانها، آب لازم را در مخزن ذخیره جمع آوری شده و در موقع عدم وجود خورشید و برق فتوولتائیک، از حجم آب ذخیره شده در مخزن استفاده نمود.

**۲. ذخیره به صورت الکتروشیمیایی** (ذخیره در باطری‌ها): در این روش انرژی الکتریکی تولیدی از پنهانها فتوولتائیک در منبع ذخیره ساز الکتروشیمیایی (باطری) ذخیره می‌شود و در موقع لزوم مصرف می‌گردد.

### شارژ کنترل و واحد کنترل بار

وظیفه اصلی این بخش عبارت است از کنترل وضعیت شارژ و دشارژ باطری‌ها. بطوریکه از حداقل عمر مفید آنها استفاده گردد و از دو بخش شارژ و واحد کنترل ولتاژ بار تشکیل شده است.

بخش شارژ، وضعیت شارژ باطریها را از نظر جریان و ولتاژ ورودی، دمای محیط و غلظت الکتروولیت و ... کنترل کرده و در موقع لزوم، طبق طراحی‌های انجام شده عملکرد لازم را مناسب با شرایط و وضعیت باطریها بر سیستم اعمال می‌کند بگونه‌ای که طول عمر مفید را افزایش داده و امکان استفاده از بیشترین ظرفیت قابل دسترس باطریها را نیز در اختیار مصرف کننده قرار دهد. وظیفه بخش دیگر تنظیم و کنترل سیکل دشارژ باطریها و جلوگیری از کاهش طول عمر و فرسودگی باطریها می‌باشد.

به طور خلاصه وظیفه این دستگاه عبارت است از:

\* تست ولتاژ خروجی پنهانها

\* تست جریان خروجی پنهانها

\* تست ولتاژ خروجی باطریها

\* تست جریان خروجی باطریها

\* تست دمای محیط

\* تست غلظت الکتروولیت باطریها

\* تصمیم‌گیری قطع یا وصل ولتاژ و جریان خروجی پنهانها

جهت شارژ باطریها

\* تصمیم‌گیری قطع یا وصل ولتاژ و جریان خروجی پنهانها

جهت مصرف کننده

### MPPT

این سیستم در واقع یک مبدل DC-DC تطبیق

یا باتری تزریق یا کنترل می‌کند. لازم به ذکر است که در این بخش مشخصات و عناصر تشکیل دهنده با توجه به نیازهای بار الکتریکی، مصرف کننده و نیز شرایط آب و هوای محلی تغییر می‌کند. بنابراین خرابی احتمالی در هر بخش یا اطلاعات مربوط به هر قسمت را می‌توان از بخش‌های کنترل گرفت. این مجموعه از زیر مجموعه یا بخش‌های متعددی تشکیل شده است که شامل: باطری، شارژ کنترل، MPPT، اینورتر و سیستم کنترل می‌باشد. لازم به ذکر است برای هر مصرف کننده لزوماً تمام بخش‌های مذکور استفاده نمی‌گردد، بلکه طبق مشخصات و نیازهای هر مصرف کننده، بخش تولید توان مطلوب از بعضی از زیر بخش‌های مذکور، تشکیل می‌گردد. بنابراین وظایف کنترل کننده به شرح زیر می‌باشد:

\* تطبیق عملکرد کلیه اجزاء سیستم (شامل MPPT شارژ کنترل و ...)

\* فرمان به بخش‌های مختلف در موقع لزوم

\* جمع آوری اطلاعات از عملکرد سیستم

\* اطلاع رسانی از اجزاء سیستم

\* حفاظت کل سیستم

\* حفاظت سیستم زمین

در اینجا به شرح مختصری از هر کدام از زیر مجموعه‌ها یا زیر بخش‌های مذکور می‌پردازیم.

### باطری و ذخیره انرژی

انرژی تابشی خورشید در طی روز متغیر می‌باشد، بنابراین در سیاری از کاربردهای انرژی خورشیدی منبع ذخیره انرژی لازم است.

\* افزایش عملکرد سیستم فتوولتائیک و زمان کاربرد

\* ذخیره انرژی خورشیدی تبدیل شده به انرژی الکتریکی

\* تامین انرژی الکتریکی مورد نیاز در زمان عدم وجود تابش خورشید

\* قابلیت اتصال بصورت سری و موازی برای دستیابی به توانهای بیشتر

وجود منبع ذخیره در سیستم فتوولتائیک بقدرتی مهم است که سیستمهای فتوولتائیک را به دو دسته کلی تقسیم بندی می‌کنند:

\* با منبع ذخیره

\* بدون منبع ذخیره

منبع ذخیره خود می‌تواند به دو نوع زیر تعریف گردد:

طریق یک منبع نیرو مثلاً آرایه های فتوولتائیک شارژ شده باشد، بارهای مورد استفاده خواهد بود و چنانچه باطربهای دشارژ باشند، شبکه قدرت این وظیفه را بر عهده دارد.

**۳. مصرف کننده یا بار الکتریکی:** با توجه به خروجی DC پنهانی فتوولتائیک، مصرف کننده می تواند دو نوع AC یا DC باشد، همچنین با آرایشهای مختلف پنهانی فتوولتائیک می توان نیاز مصرف کنندگان مختلف را با توانهای متفاوت تامین نمود.

به همین علت سیستمهای فتوولتائیک بیشترین بازار تجاری را در زمینه کاربرد انرژی های نو بخود اختصاص داده اند. لازم به ذکر است که مصرف کننده های فتوولتائیک یاد شده می توانند در رنج توانی متفاوت باشند.

### بار DC

بار بطور مستقیم بر ویژگی های کل سیستم PV اثر می گذارد. بارهای بیش از اندازه که به نیروی بیشتر از نیروی تولیدی مدول ها و یا ذخیره باتری نیاز دارند، سبب از کار افتادن سیستم می شوند. مانند لامپهای هالوژنی، بارهای حرارتی مصرف کنندگان (توستر، هویه و گرم کننده های آب و هوا)، بارهای القایی شامل موتور یا آهن ربای الکتریکی.

### بار AC

بار AC در سیستم فتوولتائیک که شامل اینورتر است استفاده می شود. در حالت کلی تلاش بر این است که بارهای AC محدود شود چرا که در تبدیل DC به AC در اینورتر، اتلاف انرژی رخ می دهد. برای مثال لامپهای روشنائی فلورسنت و سدیم کم فشار AC دارای بازده بیشتری هستند.

## أنواع روشهای استفاده از سیستمهای فتوولتائیک

۱. سیستمهای مستقل از شبکه (Stand Alone)
۲. سیستمهای متصل به شبکه (Grid Connected)
۳. سیستمهای تغذیه چند گانه (Hybrid)

### ۱- مستقل از شبکه سراسری برق

برای تأمین انرژی الکتریکی مورد نیاز مناطق خارج از شبکه و جلوگیری از گسترش بیش از حد شبکه سراسری برق از سیستم های فتوولتائیک مستقل از شبکه استفاده

امپدانس بین مقاومت دینامیکی پنهانی خورشیدی و مصرف کننده را تامین می نماید. از این سیستم می توان در سیستمهای مستقل و هم در سیستم های متصل به شبکه سراسری برق استفاده نمود.

### اینورتر، مبدل DC/AC

تبدیل توان از صورت DC به AC توسط یک مبدل (اینورتر) صورت می گیرد. در سیستمهای فتوولتائیک برق حاصله بصورت DC می باشد و از آنجاییکه اغلب بارهای موجود در صنعت و مصارف الکتریکی با برق AC کار می کنند، می توان این برق را توسط یک دستگاه اینورتر تبدیل نموده و مشخصه های آن را مانند ولتاژ و فرکانس با مولفه های مورد نیاز مصرف کننده مطابقت داد.

اینورترها را می توان به ۳ گروه زیر تقسیم نمود:

#### \* اینورتر مستقل (Stand Alone Inverter)

این نوع اینورتر توان DC ذخیره شده در باطربهای به توان AC تبدیل می کند. انتخاب اینورتر برای یک سیستم قدرت مستلزم ماکریم بار تغذیه شونده، ماکریم اضافه جهش مورد نیاز، ولتاژ خروجی مورد نیاز، ولتاژ باتری ورودی و سایر مشخصات، قابل انتخاب است. سایز یک اینورتر با استفاده از ماکریم خروجی پیوسته آن سنجیده می شود، که این مقدار بایستی بیشتر از توان مصرفی بارهای AC استفاده شونده تحت کنترل باشد.

#### \* اینورترهای همزمان (Synchronous Inverter)

این اینورترها توان DC را به توان AC تبدیل کرده و آن را به شبکه تزریق می کنند. این اینورترها مستقیماً به آرایه PV متصل شده و زمانی که خورشید در حال تاش می باشد، الکتریسیته تولید شده از آرایه های PV به اینورتر تزریق می شود. چنانچه توان تولیدی بیشتر از توان مصرفی باشد، این تفاوت به شبکه اعمال می شود و چنانچه توان مصرفی بیشتر از توان تولیدی باشد این کمیود از طریق شبکه جریان می شود.

#### \* اینورتر چند منظوره (Multi Function Inverter)

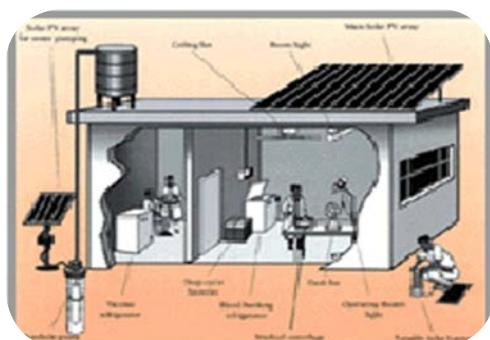
این اینورترها به طور همزمان هم می توانند عنوان یک اینورتر مستقل و هم یک اینورتر همزمان عمل کنند. این نوع اینورتر علاوه بر اتصال به خطوط شبکه قدرت به بازکهای باتری نیز متصل است. در زمانی که باطربهای از

سیستم فتوولتائیک با توان  $1\text{ kW}$  و زمان مصرف ۲۴ ساعت در شباهه روز را نشان می‌دهد.

## ۲- متصل به شبکه سراسری برق

بمنظور تقویت شبکه سراسری برق و جلوگیری از فشار الکتریکی واردہ بر نیروگاهها در طی روز، استفاده از نیروگاههای فتوولتائیک متصل به شبکه سراسری بصورت

عدد ۲۴	پنل فتوولتائیک $45\text{ W}$
۱ عدد	- شارژ کنترل خورشیدی
$300\text{ Ah}$	ظرفیت ذخیره بانک باتری $48$ ولتی
۱ عدد	اینورتر $1/5\text{ kW}$



تم مرکز و یا غیر مرکز از جمله راه حل های این مشکل می باشد. امروزه سیستمهای فتوولتائیک متصل به شبکه در بسیاری از کشورهای جهان در واحدهای کوچک از یک کیلووات‌الی  $5$  کیلووات در بام منازل مسکونی و در واحدهای بزرگ‌تر بصورت نیروگاههای فتوولتائیک نصب و راه اندازی شده است.

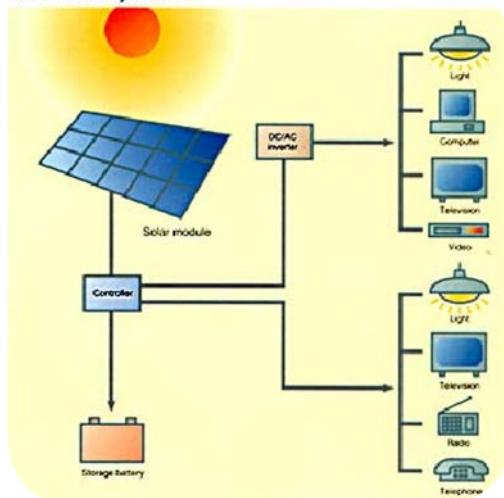
عملکرد این سیستم بگونه ای است که برق حاصل از پنلهای خورشیدی با استفاده از ادوات و تجهیزات الکترونیکی مستقیماً به برق از نوع AC تبدیل می‌گردد و به شبکه سراسری تزریق می‌شود. و ضمن بهره‌جویی

می‌شود. در این روش انرژی الکتریکی مورد نیاز با استفاده از پنلهای فتوولتائیک و سیستمهای ذخیره کننده و کنترل کننده نسبتاً ساده، قابل تأمین می‌باشد. بازه توانی این سیستم از چند وات تا چندین مگاوات قابل نصب و راه اندازی می‌باشد و بعنوان یک واحد نیروگاهی با طول عمر مناسب حدود  $25$  سال می‌تواند با قابلیت اطمینان بالا جهت تأمین برق مورد نیاز استفاده گردد.

از جمله مزایایی که در رشد و توسعه این سیستم بویژه در مناطق محروم کشور نقش عمده و بسزایی دارد می‌توان به موارد زیر اشاره کرد:

\* عدم نیاز به شبکه سراسری، سیستم انتقال شبکه و تعمیر

Stand-Alone System



و نگهداری آن

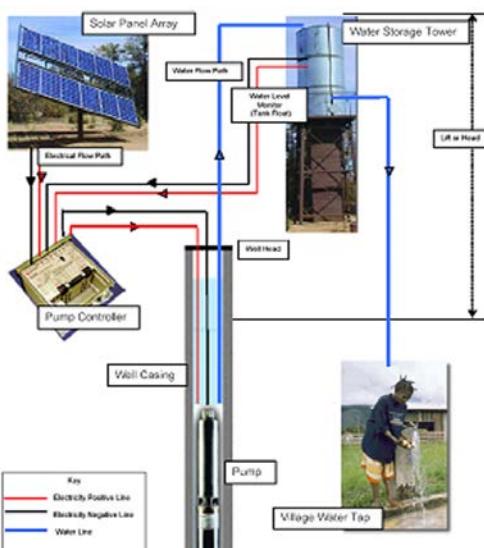
\* عدم نیاز به سوخت و مشکلات سوخت رسانی بویژه در مناطق صعب العبور

\* عدم نیاز به تعمیر و نگهداری مداوم و طول عمر مناسب

کاربرد این نیروگاهها تأمین برق خانه های مسکونی، چادرهای عشاپیری، کلبه های روستایی و بصورت کلی رفع نیاز الکتریکی مناطقی می‌باشد که دارای شبکه سراسری برق نمی‌باشد. توسط این سیستمهایی می‌توان نیازهای اولیه مانند روشنایی، یخچال، تلویزیون و ... را تأمین نمود. این سیستم قادر است توان مورد نیاز مصرف کننده را بطور کامل و بصورت مستقل از شبکه سراسری برق تأمین نماید. مشخصات تجهیزات مورد نیاز بر اساس توان مصرفی تغییر می‌نماید. جدول زیر تجهیزات یک

- ۲ آبیاری
- ۳ دامپروری
- ۴ پرورش ماهی
- ۵ جنگلها و مرانع
- ۶ آبخیزخوار حیوانات اهلی و وحشی
- ۷ آبنماها
- و .... را دارد.

در این سیستم با استفاده از توان الکتریکی تولیدی توسط سلولهای فتوولتائیک و با استفاده از پمپ های خاص، آب موجود در یک چاه، رودخانه و یا آبگیر به سطح بالاتر منتقل می شود.



این سیستم برای مکانهای روستایی و محل عبور حیوانات در پارکهای حفاظت شده مناسب است. یکی از موارد استفاده پمپ آبی خورشیدی برای نصب در پارک انرژی و نشان دادن تبدیل صورتهای مختلف انرژی به یکدیگر بسیار مناسب است.

از جمله این موارد استفاده در مکانهای دور از شبکه می باشد. تأمین آب در اماکن دور از شبکه یکی از معضلات بخش کشاورزی در ایران و جهان می باشد که می توان برای حل این مشکل از سیستم های فتوولتائیک استفاده کرد.

### اجزای اصلی سیستم پمپ آب خورشیدی

سیستم پمپ آب خورشیدی، متشکل از ۵ قسمت عمده می باشد:

\* صفحات خورشیدی الکتریکی

از امکانات شبکه سراسری برق و ضمن دسترسی به آن می تواند به عنوان یک تولید کننده کوچک در زمان تابش خورشید به شبکه سراسری برق، تزریق انرژی داشته باشد. از مزایای این سیستم می توان به موارد زیر اشاره کرد:

- \* نصب و راه اندازی ساده
- \* راندمان بالا و عدم نیاز به تجهیزات جانبی پیچیده
- \* عدم نیاز به باطری جهت ذخیره انرژی الکتریکی

### ۳- تغذیه چندگانه

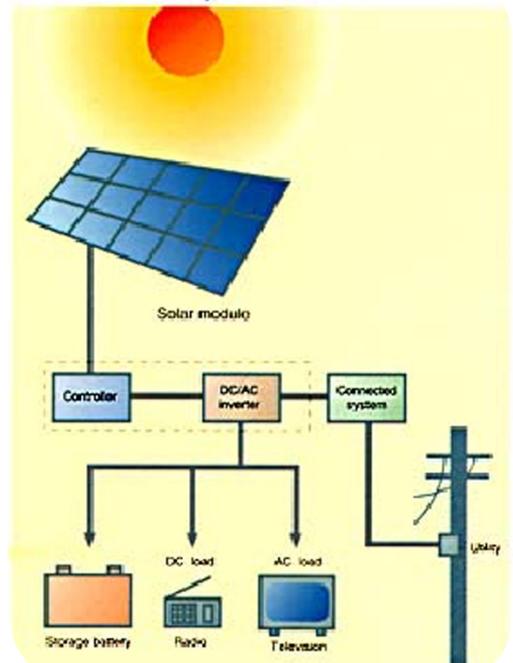
در صورتی که سیستمهای فتوولتائیک با منابع دیگر تأمین انرژی، مانند توربین باد، مولد دیزل و ... توان الکتریکی مورد نیاز بخشی را تأمین نماید، اصطلاحاً سیستم تغذیه چندگانه (Hybrid) نام گذاری می گردد.

### موارد استفاده سیستمهای فتوولتائیک

#### \* پمپ آب خورشیدی

با آغاز قرن ۲۱ و تغییرات جوی، آب به یکی از مسائل

### Grid Connected System



استراتژیک تبدیل گردید. تاکنون بیش از ۶۰۰۰۰ پمپ خورشیدی با توان مختلف از یک کیلووات تا ۱۰ کیلووات در روستاهای فاقد برق در سراسر جهان نصب گردیده است. پمپهای فتوولتائیک قابلیت استحصال آب از چاهها، رودخانه ها و ... را بمنظور تأمین آب مورد نیاز:

- ۱- روستاهای (آب شرب)

ذخیره توان: می توان جهت استفاده از پمپ در روزهای ابری و در شب ها، با تعییه باتری، مبادرت به ذخیره توان نمود. این روش نیز اگر چه دارای قابلیت اطمینان بالایی می باشد، مستلزم هزینه های بالاتر و نگهداری افزونتری، نسبت به روش اول می باشد.

با صرفه بودن و قابلیت اطمینان بالای این سیستم، استفاده از آن را به رو شی عالی جهت پمپاژ آب از راه دور، تبدیل نموده است.

دامداران غرب آمریکا، کانادا، مکزیک و استرالیا، از جمله کاربران پمپ های خورشیدی می باشند.

به دلیل اینکه منابع آب این دامداران، کیلومترها از مراع آن ها فاصله داشته و شبکه های آب رسانی نیز در این نواحی، به میزان کافی نبوده و همچنین به علت بالا بودن هزینه های سوخت رسانی و تعمیرات و نگهداری ژنراتورها، بهترین گزینه، پمپ های خورشیدی می باشد.

برخی از انواع پمپ های آبی خورشیدی عبارت اند از:

پمپ های زیر آبی

پمپ های تقویتی سانتریفیوژ سطحی

پمپ های با پیستون تریپلکس

#### پمپ های جت

پمپ های آبی خورشیدی سری D5

پمپ های آبی خورشیدی SQFlex

پمپ های آبی خورشیدی l\*rentz

پمپ های آبی خورشیدی سری SCS

پمپ های آبی خورشیدی سری SDS

سیستم های روشنائی خورشیدی به ۲ دسته کلی تقسیم می شوند:

۱. روشنائی داخلی: این سیستم ها برای استفاده در داخل منازل، کارگاهها، پاسگاههای محیط بانی و ... طراحی شده اند.

۲. روشنائی خارجی: که شامل موارد زیر است:

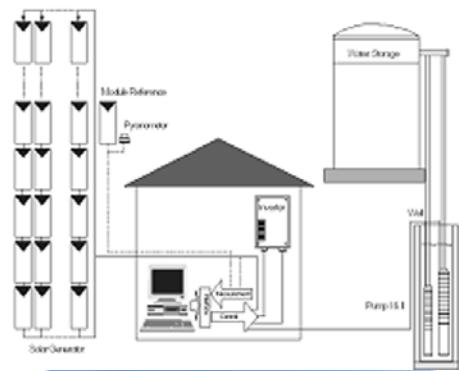
- \* چراغ های خیابانی و پارکی

- \* روشنائی تابلوهای تبلیغاتی

- \* چراغ های تزئینی

- \* چراغ های راهنمایی و رانندگی و هشدار دهنده

اجزای تشکیل دهنده سیستم روشنائی خورشیدی



\* پمپ

\* کنترل کننده پمپ

\* مخزن ذخیره

\* باتری

اندازه پمپ های خورشیدی، بر اساس عمق چاه و میزان آب مورد نیاز تعیین می شود. توان این پمپ ها، به کمک آرایشی از صفحات خورشیدی الکتریکی، تامین خواهد شد. توان تبادل شده مابین صفحات خورشیدی الکتریکی و پمپ، توسط یک کنترل کننده، کنترل می شود. این کنترل کننده، از پمپ در مقابل نوسانات جریان محافظت نموده و شرایط ایجاد خروجی دائم را فراهم می نماید. علاوه بر این، در صورت خشک کار کردن پمپ، کنترل کننده پمپ می تواند موجب خاموش شدن سیستم شود. با تعییه یک سویچ شاور متصل به کنترل کننده، در هنگام پر شدن مخزن، می توان پمپ را از کار انداخت.

مکانیزم ذخیره در سیستم پمپ های آبی خورشیدی، می تواند به دو صورت باشد:

ذخیره آب: با صرفه ترین و قابل اطمینان ترین روش، ذخیره آب است.



از آلودگی محیط زیست استفاده از حفاظت کاتدیک فتوولتائیک یک راه حل مناسب و ساده جهت جلوگیری از این مسئله می باشد.

می توان فن آوری سلولهای خورشیدی و حفاظت کاتدیک را با یکدیگر تلفیق نمود. بدین صورت که جریان الکتریسیته لازم جهت حفاظت کاتدیک، از محل سلولهای خورشیدی تأمین شود.

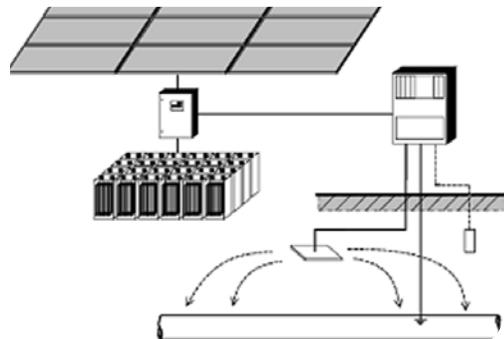
در مقیاس های زیاد، استفاده از سلولهای خورشیدی جهت حفاظت کاتدیک، از لحاظ اقتصادی مقرون به صرفه نمی باشد. اغلب زمانی از سلولهای خورشیدی جهت حفاظت کاتدیک استفاده می شود که جریان مورد نیاز، کم باشد. (کمتر از  $10 \text{ آمپر}$ )



عبارتند از:  
 \* پانل های خورشیدی  
 \* شارژ کنترلر  
 \* باطری  
 \* بالاست الکترونیکی  
 \* لامپ فلورسنت کم مصرف  
 طرز کار چراغ های خورشیدی خیابانی و پارکی بدین صورت است که پانل های خورشیدی در روز انرژی خورشیدی را تبدیل به الکتریسیته کرده و توسط شارژ کنترلر، باطری ها را شارژ می کنند. در پایان روز و زمان غروب خورشید شارژ کنترلر با در نظر گرفتن میزان نور دریافتی در زمان مناسب چراغ ها را بطور خودکار روشن می نماید. مدت زمان روشنانه ی چراغ بسته به مورد مصرف قابل تنظیم می باشد. به محض دریافت اولین اشعه های نور خورشید در صبح شارژ کنترلر جریان خروجی را قطع کرده و لامپ را خاموش می نماید.

#### \* **حفظات کاتدیک**

بمنظور جلوگیری از پوسیدگی لوله های انتقال آب، مواد شیمیایی، نفت و گاز، نشت مواد مذکور از لوله ها و جلوگیری

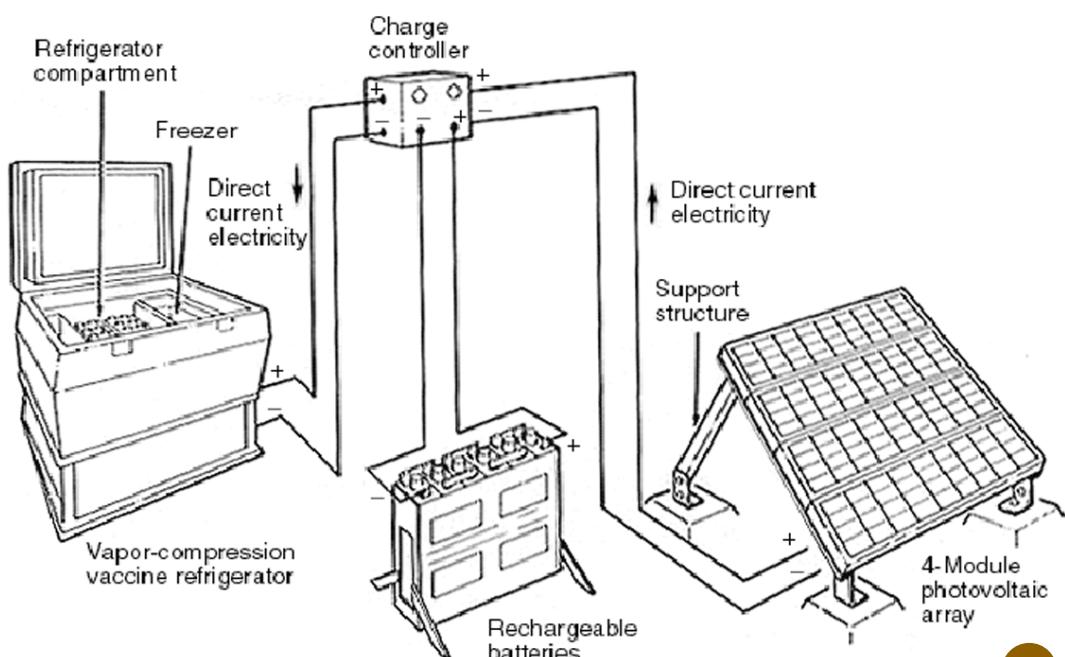


### \* سیستم تغذیه کننده پرتاپل

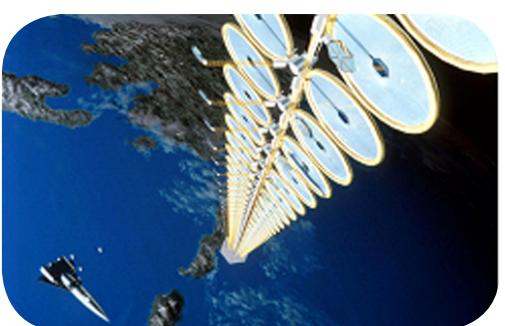
سیستمهای فتوولتائیک در این بخش کاربردهای فراوانی دارند. قابلیت حمل و نقل، سهولت در نصب و راه اندازی از جمله مزایای این سیستمهای می باشد که در رشد و توسعه آن نقش بسزایی دارد. بازه توانی این سیستم ها از ۱۰۰ وات الی یک کیلووات تعریف شده است. از جمله کاربرد آن می توان به سیستم تغذیه کننده یک چادر عشايری و کمپ های جنگلی اشاره کرد.

### \* یخچالهای خورشیدی

در سالهای اخیر استفاده از یخچالهای خورشیدی برای سرویس دهی به روستاهای و ارائه خدمات بهداشتی و تغذیه ای در مناطق دور افتاده و صعب العبور رشد روزافزونی داشته است. با توجه به حساسیت داروها، مواد خوراکی نسبت به افزایش دما، خنک نگهداشت آنها در حمل و نقل و همچنین در محل نگهداری مهم و خطناک می باشد. قابلیت اعتماد یخچالهای خورشیدی بگونه ای بوده است که در طی ۵ سال گذشته بیش از ۱۰۰۰ یخچال خورشیدی برای کاربردهای بهداشتی و درمانی در سراسر آفریقا راه اندازی شده است.



در حالی که دیگر منابع، گران و پر دردسر می باشند. طراحی انجام شده جهت آرایش سلول های خورشیدی در برگیرنده تعداد زیادی منعکس کننده با قابلیت افزایش سطح می باشد که نور خورشید را بر روی مدول های کوچکی از سلول های خورشیدی با راندمان بالا، متمرکز می نمایند. یکی از بهترین و بارزترین مثالها از بکارگیری سلول های خورشیدی در پروژه های فضایی، ایستگاه بین المللی فضایی می باشد.



### \* پیک سایی از شبکه سراسری

بررسیهای انجام شده در استان هرمزگان نشانگر این مطلب است که استفاده مداوم از دستگاههای برودتی در شهرهایی چون بندر عباس، بوشهر و ... باعث ایجاد پیک مصرف انرژی الکتریکی در طی روز می گردد. بنابراین در این مناطق پیک مصرف انرژی الکتریکی یکبار در طول روز و یکبار در طول شب اتفاق می افتد که موجب خاموشی و همچنین کاهش کیفیت برق مصرفی در طی روز و شب خواهد شد. لذا برای پوشش دادن این پیک در طول روز نیاز به راه اندازی واحدهای نیروگاهی بیشتر و مصرف سوخت بیشتر خواهیم داشت. لذا با استفاده از سیستمهای متصل به شبکه فتوولتائیک می توان بخشی از انرژی مصرفی هر واحد را تأمین نمود.

### \* آب نمای فتوولتائیک

سیستم فتوولتائیک قادر به تأمین توان مورد نیاز آب نماها، مراکز تفریحی، پرورش ماهی، آبیاری فضای سبز و ... می باشد. تجهیزات لازم بر اساس هر کاربرد و توان مورد نیاز تعییر می کند.



### \* ماهواره های خورشیدی

ماهواره خورشیدی شامل کلکتورهای بزرگ خورشیدی گردان است که می توانند مقدار بسیار زیادی برق تولید کنند و مطالب مورد نظر را به شکل انرژی مایکروویو به زمین منتقل نمایند.

سلول های خورشیدی در تأمین توان سیستم های فضایی همچون ماهواره ها و تلسکوپ (مانند هابل) بسیار مفید می باشند. مزیت این سلول ها در مصارف فضایی، قابلیت اطمینان بالا و به صرفه بودن آنها از لحاظ اقتصادی می باشد؛

**مزایای استفاده از سیستم های فتوولتائیک:**

۱. امکان نصب و راه اندازی نیروگاه فتوولتائیک بسیار ساده و سهل الوصول است.

۲. برخلاف صور دیگر نیروگاههای خورشیدی، سیستم های فتوولتائیک انرژی حاصل از تابش را مستقیماً و بدون واسطه های مکانیکی تبدیل به انرژی الکتریکی می نماید.

۳. امکان استفاده از این نوع انرژی خورشیدی در مقیاسهای کوچک و بزرگ امکان پذیر می باشد.(از حدود میلی وات تا چندین مگاوات)

۴. قابلیت استفاده در مکانهای شهری و روستایی را دارد می باشد.

۵. با توجه به نیاز مصرفی در هر نقطه که امکان بهره برداری از این سیستم وجود داشته باشد قابل نصب و راه اندازی است.

۶. زمان اجرای پروژه های فتوولتائیک با توجه به صور دیگر انرژی های پاک مانند باد، ژئوتermal، سهمومی خطی، دریافت کننده مرکزی و ... بسیار کوتاه بوده که این خود قابلیت انعطاف سیستم را بیش از پیش هویda می سازد.

۷. هزینه های انتقال خط به نقاط دور از دسترس شبکه سراسری و همچنین پیک سایی و جلوگیری از افت توان در شبکه انتقال را باعث می گردد.

فتوولتاييک در جهان

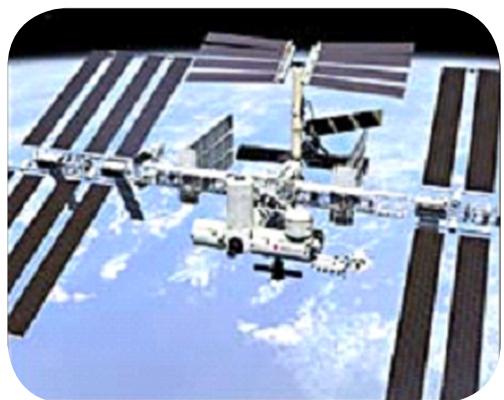
بازارهای جهانی

توسعه سیستم های فتوولتاییک برای تامین الکتریسیته و جایگزینی با سیستم هایی که با انرژی فسیلی کار می کنند نیازی است که در دنیا به وضوح احساس می شود. در این راستا می توان برنامه های مختلفی را در کشورهای متفاوت مشاهده کرد.

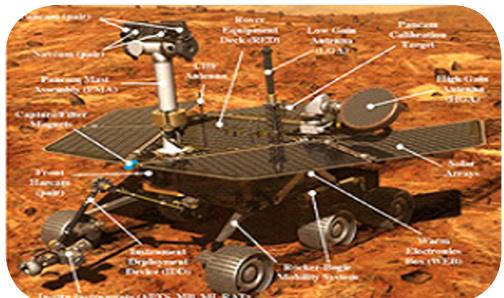
استفاده از انرژیهای تجدیدپذیر به لحاظ محدودیت روند رو به کاهش منابع سوختهای فسیلی و اثرات مخرب آنها بر محیط زیست در چند دهه اخیر مورد توجه قرار گرفته است. در این میان بازار استفاده از انرژی فتوولتاییک در ۱۵ سال اخیر رشد قابل ملاحظه ۱۵ الی ۳۰ درصد در سال را داشته است.

## نقش صنعت فتوولتاویک در تامین انرژی بشر

این ایستگاه، از قدرتمندترین واحد سلول های خورشیدی، برخوردار می باشد. این واحد مشکل از چهار بال به رنگ طلایی می باشد که طول هر بال ۷۲ متر از طول کل ایستگاه فضایی بیشتر است. در مجموع، ۲۵۰۰۰ سلول خورشیدی در واحد خورشیدی مستقر در ایستگاه فضایی بین المللی وجود دارد که از توانایی تامین توان بخشی از ناحیه اطراف خود، برخوردار می باشند.



از دیگر مصارف فضایی سلول های خورشیدی، اتومبیل های مورد استفاده در تردد بر روی سطح دیگر کرات می باشد.



\* ماشین حساب، ساعت، رادیو، خبیط صوت و سایل بازی کودکانه یا هر نوع وسیله ای که تا کنون با باطری خشک کار می کرده است. یکی دیگر از کاربردهای این سیستم می باشد، مثلاً کشور ژاپن در سال ۱۹۸۳ حدود ۳۰ میلیون ماشین حساب خورشیدی تولید کرده است که سلولهای خورشیدی به کار رفته در آنها مساحتی حدود ۲۰۰۰۰ متر مربع و توان الکتریکی معادل ۵۰۰ کلمه اوت داشته اند.

دنا تا سال ۲۰۴۰ پیش بینی شده است. این چشم انداز بر اساس سیاست های جاری به توسط European Renewable Energy Council تهیه شده است. بر اساس این جدول سهم انرژی های تجدیدپذیر از ۱۳/۶٪ در ۲۰۰۱ به ۲۷/۴٪ در ۲۰۴۰ خواهد رسید. در این میان مقایسه میان میزان مشارکت انرژی باد و فتوولتایک در تامین انرژی جالب به نظر میرسد. انرژی باد در ۲۰۱۰ سی و پنج برابر فتوولتایک تولید خواهد شد. در ۲۰۲۰ بیش از ۱۰ برابر، در ۲۰۳۰، ۳/۶ برابر و در ۲۰۴۰ سهم انرژی باد ۱/۳ برابر فتوولتایک خواهد بود.

بنابراین ملاحظه می شود در آینده فتوولتایک یکی از منابع مهم تامین انرژی است.

در صورتیکه یک سیاست حمایتی اتخاذ شود، چشم انداز انرژی به صورت جدول ۳ خواهد بود. در این صورت ۴۷/۷٪ از انرژی دنیا در ۲۰۴۰ به توسط انرژی های نو تولید خواهد شد. اگر چنین حمایتی محقق گردد، نسبت انرژی باد به فتوولتایک در سالهای ۲۰۲۰، ۲۰۱۰ و ۲۰۳۰ و ۲۰۴۰ به ترتیب ۱/۵۴، ۱۱، ۲۲ و ۸۱٪ خواهد بود. یعنی در ۲۰۴۰ تولید انرژی به توسط صنعت فتوولتایک از انرژی استحصال شده به توسط نیروگاه های بادی بیشتر خواهد شد.

	2001	2010	2020	2030	2040
<b>Total Consumption (Mtoe)</b>	<b>10038</b>	<b>11752</b>	<b>13553</b>	<b>15547</b>	<b>17690</b>
Biomass	1080	1291	1653	2221	2843
Large Hydro	222.7	255	281	296	308
Small Hydro	9.5	16	34	62	91
Wind	4.7	35	167	395	584
PV	0.2	1	15	110	445
Solar Thermal	4.1	11	41	127	274
Solar Thermal Power	0.1	0.4	2	9	29
Geothermal	43.2	73	131	194	261
Marine	0.05	0.1	0.4	2	9
<b>Total RES</b>	<b>1364</b>	<b>1682</b>	<b>2324</b>	<b>3416</b>	<b>4844</b>
<b>RES Contribution</b>	<b>13.6%</b>	<b>14.3%</b>	<b>17.1%</b>	<b>22.0%</b>	<b>27.4%</b>

پیش بینی مشارکت انرژی های تجدید پذیر در تامین انرژی دنیا  
(Dynamic Current Policies Scenario) در سال ۲۰۴۰ بر اساس سیاست جاری

در شکل صفحه بعد منابع مهم تامین انرژی دنیا به توسط موسسه European Commission Joint Research Centre تا سال ۲۱۰۰ پیش بینی شده است. ملاحظه می شود در انتهای قرن بیست و یکم فتوولتائیک و نیروگاه های گرمایی - خورشیدی عمده ترین تولیدکننده انرژی الکتریکی خواهد بود. در انتهای سده نیروگاههای اتمی کاملاً از دور خارج می شوند و گاز طبیعی دومین منبع تولید انرژی بشر پس از انرژی خورشیدی می باشد.

در جدول صفحه بعد و شکل مربوطه نقش انرژی های تجدیدپذیر در تامین انرژی الکتریکی تا سال ۲۰۴۰ بر اساس سیاستهای حمایتی پیشرفته ارائه شده است. ملاحظه می شود %۸۲ از برق دنیا در سال ۲۰۴۰ به توسط انرژی های تجدید پذیر تولید خواهد شد. روند توسعه فتوولتائیک در این چشم انداز سیار جالب است. این صنعت در ۲۰۲۰ رتبه ششم را در میان انرژی های تجدید پذیر دارد و پس از نیروگاه های آبی بزرگ، نیروگاه های بادی، بیوماس، نیروگاه های آبی کوچک و زمین گرمایی قرار می گیرد. در ۲۰۳۰ رتبه سوم را بدست می آورد و پس از نیروگاه های بادی و نیروگاه های آبی بزرگ واقع می شود، ولی در ۲۰۴۰ رتبه نخست را میان انرژی های تجدید پذیر بدست می آورد. علت این امر را شاید بتوان به دلیل عدم محدودیت در استفاده از انرژی خورشیدی و خصوصاً فتوولتائیک دانست.

	2001	2010	2020	2030	2040
<b>Total Consumption (Mtoe)</b>	<b>10038</b>	<b>10549</b>	<b>11425</b>	<b>12352</b>	<b>13310</b>
<b>Biomass</b>	<b>1080</b>	<b>1313</b>	<b>1791</b>	<b>2483</b>	<b>3271</b>
<b>Large Hydro</b>	<b>222.7</b>	<b>266</b>	<b>309</b>	<b>341</b>	<b>358</b>
<b>Small Hydro</b>	<b>9.5</b>	<b>19</b>	<b>49</b>	<b>106</b>	<b>189</b>
<b>Wind</b>	<b>4.7</b>	<b>44</b>	<b>266</b>	<b>342</b>	<b>688</b>
<b>PV</b>	<b>0.2</b>	<b>2</b>	<b>24</b>	<b>221</b>	<b>784</b>
<b>Solar Thermal</b>	<b>4.1</b>	<b>15</b>	<b>66</b>	<b>244</b>	<b>480</b>
<b>Solar Thermal Power</b>	<b>0.1</b>	<b>0.4</b>	<b>3</b>	<b>16</b>	<b>68</b>
<b>Geothermal</b>	<b>43.2</b>	<b>86</b>	<b>186</b>	<b>333</b>	<b>493</b>
<b>Marine</b>	<b>0.05</b>	<b>0.1</b>	<b>0.4</b>	<b>3</b>	<b>20</b>
<b>Total RES</b>	<b>1364</b>	<b>1745</b>	<b>2694</b>	<b>4289</b>	<b>6351</b>
<b>RES Contribution</b>	<b>13.6%</b>	<b>16.6%</b>	<b>23.6%</b>	<b>34.7%</b>	<b>47.7%</b>

پیش بینی مشارکت انرژیهای تجدید پذیر در تامین انرژی دنیا در سال ۲۰۴۰

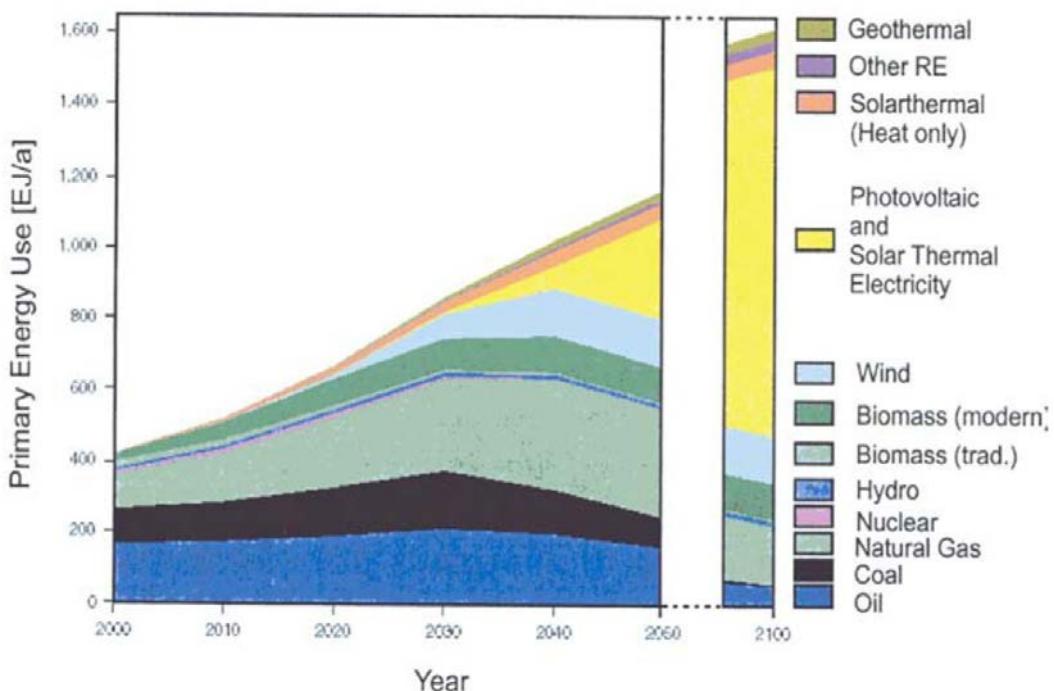
بر اساس سیاست حمایتی (Advanced International Policy) (Scenario)

با وجود آنکه قیمت برق فتوولتاییک در حال حاضر بیش از سایر منابع است، ولی به لحاظ حذف مخارج انتقال و توزیع، پیش بینی می شود در ۲۰۲۰ قیمت آن با قیمت برق پیک و در ۲۰۴۰ با قیمت برق پایه سر به سر شود. با توجه به رشد استفاده از این سیستم ها می توان رشد قدرت تولید شده توسط فتوولتاییک در دنیا را تا سال ۲۰۴۰ در شکل مربوطه مشاهده کرد.

کاربردهای متفاوتی دارند این کاربردها به طور کلی در چهار بخش عمده درنمودار مورد نظر تقسیم بندی شده اند. این نمودار نرخ افزایش این استفاده ها را تا سال ۲۰۴۰ نشان می دهد.

	2001	2010	2020	2030	2040
<b>Total Consumption (TWh)</b>	15578	19973	25818	30855	36346
<b>Biomass</b>	180	390	1010	2180	4290
<b>Large Hydro</b>	2590	3095	3590	3965	4165
<b>Small Hydro</b>	110	220	570	1230	2200
<b>Wind</b>	54.5	512	3093	6307	8000
<b>PV</b>	2.2	20	276	2570	9113
<b>Solar Thermal Power</b>	1	5	40	195	790
<b>Geothermal</b>	50	134	318	625	1020
<b>Marine</b>	0.5	1	4	37	230
<b>Total RES</b>	2988	4377	8901	17109	29808
<b>RES Contribution</b>	19.2%	21.9%	34.5%	55.4%	82.0%

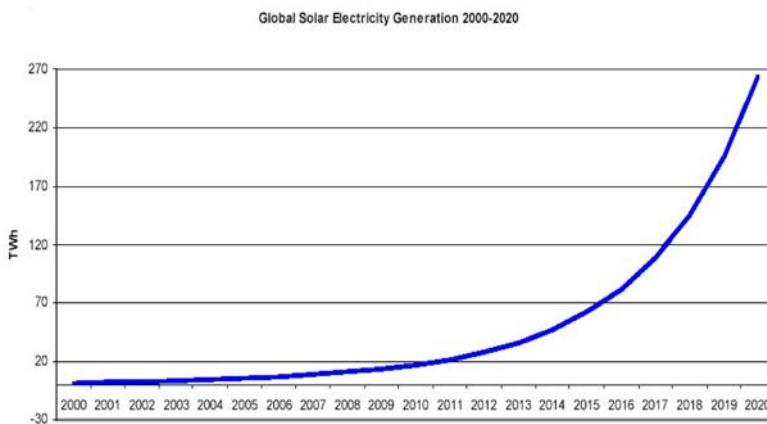
پیش بینی مشارکت انرژیهای تجدید پذیر در تامین انرژی الکتریکی دنیا در سال ۲۰۴۰ بر اساس سیاست حمایتی<sup>۱</sup>



پیش بینی منابع انرژی دنیا در سده ۲۰۰۰ الی ۲۱۰۰

استفاده از سیستم های خورشیدی موجب افزایش تولیدکنندگان این سیستم ها و در نتیجه ایجاد اشتغال می شود. تعداد مشاغلی که به واسطه تولید این سیستمها به وجود می آید و همچنین نتایج کلی که با توجه به این سیستم ها حاصل می شود به صورت نتایج کلیدی زیر ارائه می شود.

با توجه به رشد روز افزون استفاده از سیستمهای



انرژی تولیدی توسط سیستم های فتوولتاییک

دنیا و علیرغم پتانسیل بالای تابش خورشیدی در منطقه خاورمیانه، متاسفانه درصد سیستمهای نصب شده در این منطقه بسیار پائین میباشد. در خلال سالهای ۲۰۰۰ الی

فتوولتاییک می توان پیش بینی تعییرات حجم این سیستم ها را تا سال ۲۰۲۰ مشاهده کرد . با توجه به شکل های صفحه بعد می توان مشاهده کرد که خاورمیانه علیرغم پتانسیل بالای تابش خورشید پیش بینی حجم سیستمهای فتوولتاییک نصب شده بسیار پائین است.

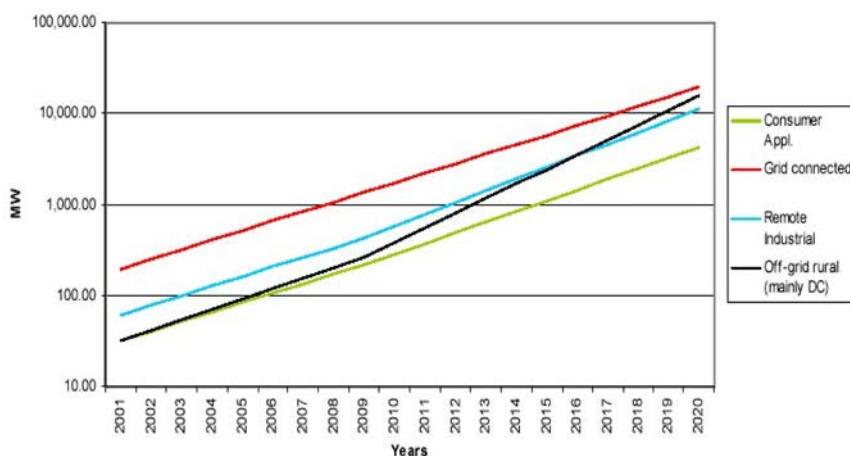
همانطور که از نمودارهای مذکور مشخص میباشد، با توجه به رشد روزافزون استفاده از سیستمهای فتوولتاییک در

## نتایج کلی ۲

٪۱ تا سال ۲۰۲۰	الکتریسیته خورشیدی
٪۲۶ تا سال ۲۰۴۰	
۵۴,۰۰۰ MW/a تا سال ۲۰۲۰	حجم بازار
USD/W <sub>p</sub> < ۱ تا سال ۲۰۲۰	بهاي ماجول
۱۶۰ ميليون تن تا سال ۲۰۲۰	کاهش سالانه CO <sub>2</sub>
۲.۳ ميليون نفر در جهان تا سال ۲۰۲۰	ایجاد شغل

نتایج کلی حاصل از پیش بینی ها تا سال ۲۰۲۰

Annual world Market by Application

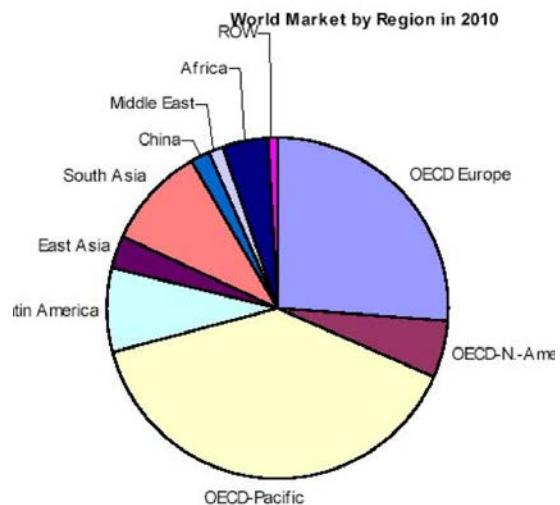
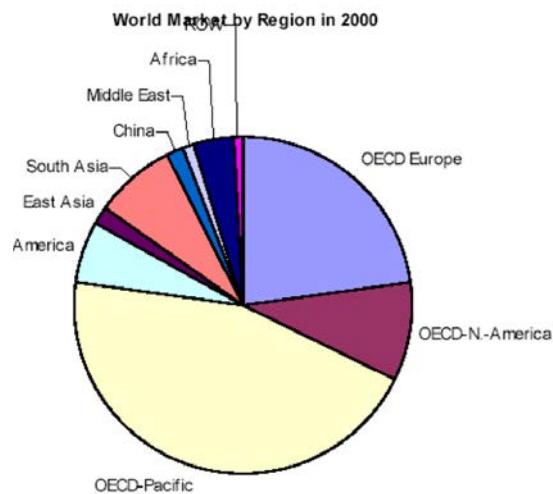


بازار جهانی سالانه جهان با کاربردهای مختلف

۲۰۰۲,(EUROPEAN PHOTOVOLTAIC INDUSTRY ASSOCIATION (EPIA) ۲.

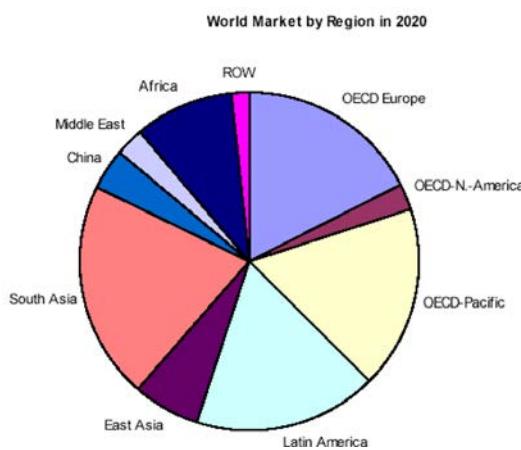
۲۰۱۰ تنها ۱/۳ از سهم جهانی به این منطقه اختصاص می‌یابد لیکن در سال ۲۰۲۰ سهم بازارهای منطقه به ۲/۷ می‌رسد.

با توجه به سهم منطقه خاور میانه که نسبت به سایر نقاط جهان رقمی ناچیز است و همچنین برآورد و پیش‌بینی‌ها در خصوص وضعیت سرمایه‌ای این صنعت مشاهده می‌شود بازاری در حدود ۷۰۰ میلیون دلار در منطقه وجود خواهد داشت که این رقمی معادل بازار صنعت لوازم خانگی در کشور می‌باشد.



استفاده از فتوولتاییک با انتخاب منطقه در سال ۲۰۰۰

استفاده از فتوولتاییک با انتخاب منطقه در سال ۲۰۱۰



استفاده از فتوولتاییک با انتخاب منطقه در سال ۲۰۲۰

## اهم فعالیت های انجام شده در زمینه انرژی خورشیدی در ایران

نیروگاه حرارتی خورشیدی از نوع سهموی خطی  
موقعیت جغرافیایی: شهر شیراز  
ظرفیت: ۲۵۰ کیلووات



نیروگاه فتوولتائیک متصل به شبکه در طالقان واقع در ۱۲۰ کیلومتری غرب تهران و در منطقه‌ای کوهستانی با توان ۳۰ کیلووات  
تاریخ بهره برداری: سال ۱۳۸۱



نیروگاه فتوولتائیک معلمان سمنان به ظرفیت ۱۰۰ کیلووات  
تاریخ بهره برداری: ۱۳۷۴





نیروگاه فتوولتاییک در بیبید یزد به ظرفیت ۱۲ کیلووات

تاریخ بهره برداری: سال ۱۳۷۹

جهت بهره برداری ۱۵ خانوار روستایی



### برق رسانی روستایی

در برنامه اول ۵۸ خانوار روستایی برق رسانی شده اند و

در برنامه دوم در دستور کار ۶۳۴ خانوار روستایی قرار دارند

که در مرحله ای انجام می باشد.



پادداشت

یادداشت



www.wikipower.ir