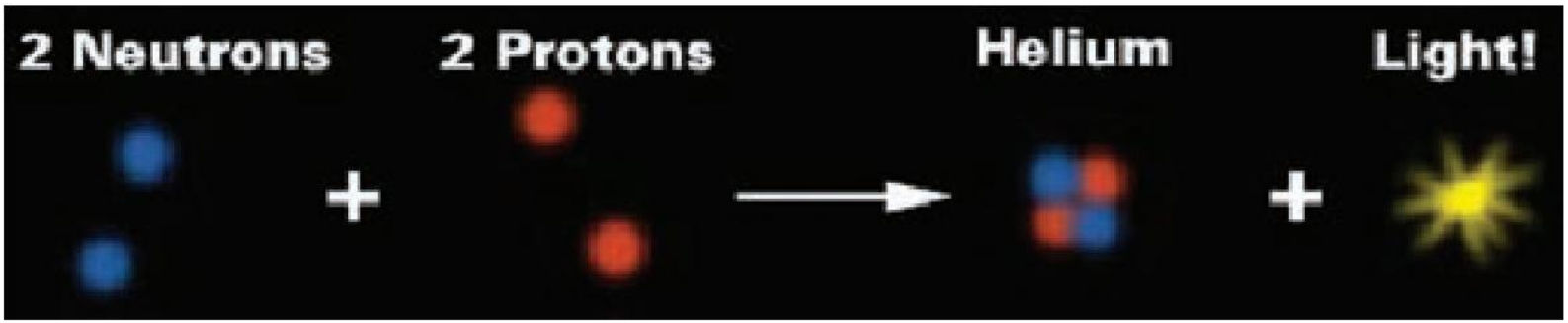
انرژی خورشیدی

در هر ثانیه ۴/۲ میلیون تن از جرم خورشید به انرژی تبدیل می‌شود.

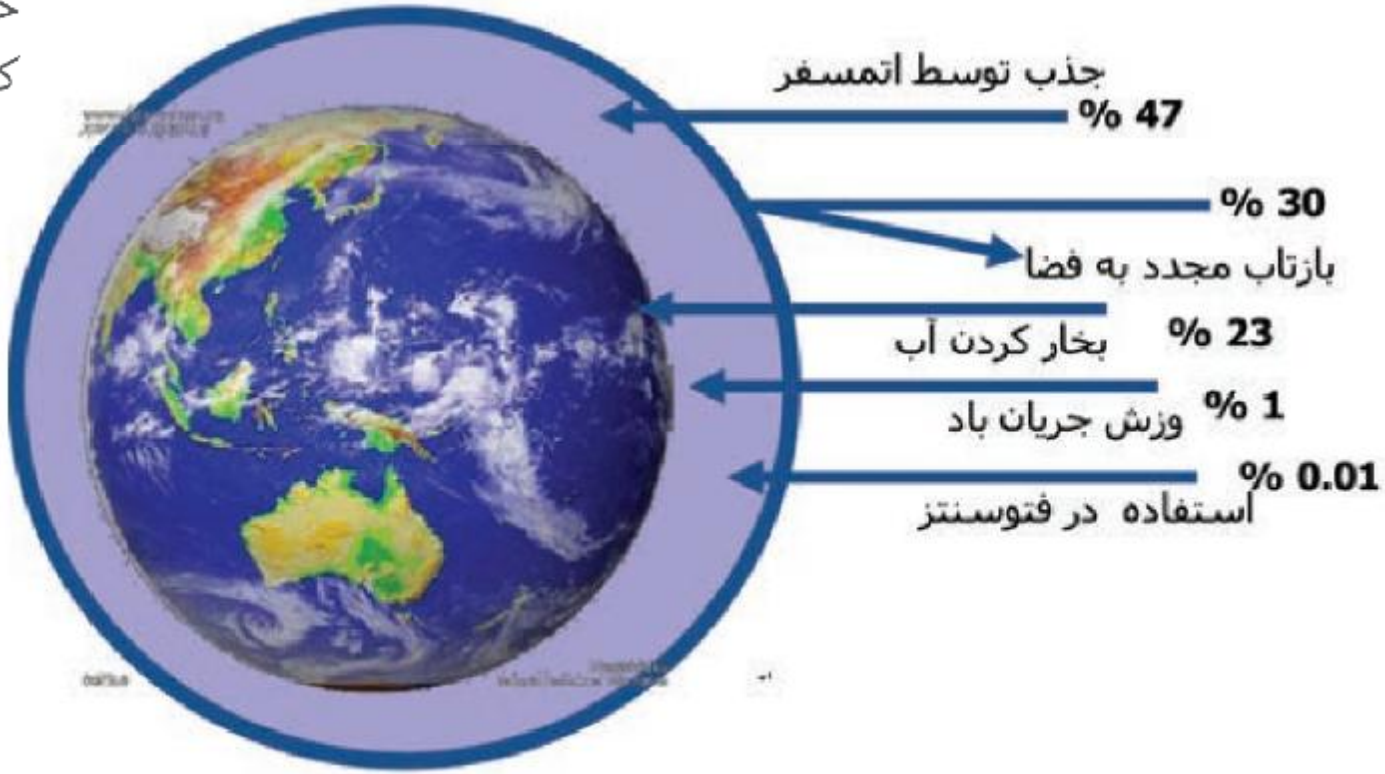
منبع عظیم انرژی تا ۵ میلیارد سال آینده

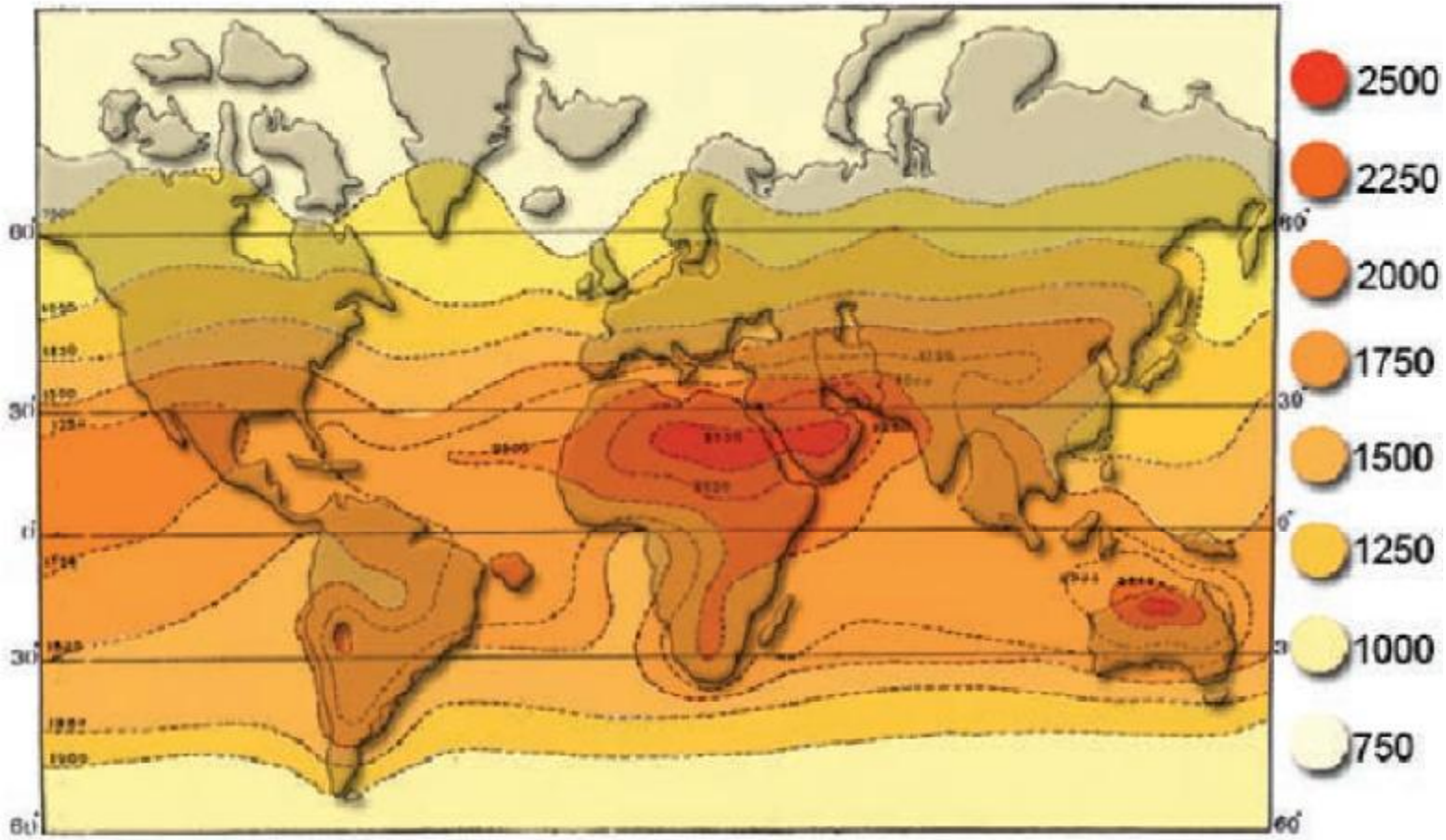
میزان دما در مرکز خورشید حدود ۱۰ تا ۱۴ میلیون درجه سانتیگراد می‌باشد که از سطح آن با حرارتی نزدیک به ۵۶۰۰ درجه و به صورت امواج الکترومغناطیسی در فضا منتشر می‌شود.



در هر ثانیه تقریباً $۱/۱\times۱۰^{۲۰}$ کیلووات ساعت انرژی از خورشید ساطع می شود.
تنها یک دو میلیاردم این انرژی به سطح بیرونی جو زمین برخورد می کند.
این انرژی معادل $۱/۵\times۱۰^{۱۸}$ کیلووات ساعت در سال است.

بدلیل بازتاب، تفرق و جذب توسط گازها و ذرات معلق در جو تنها ۴۷٪ از این انرژی به سطح زمین می رسد.
بدین ترتیب انرژی تابیده شده به سطح زمین سالانه حدوداً معادل ۷×۱۰^{۱۷} کیلووات ساعت است.

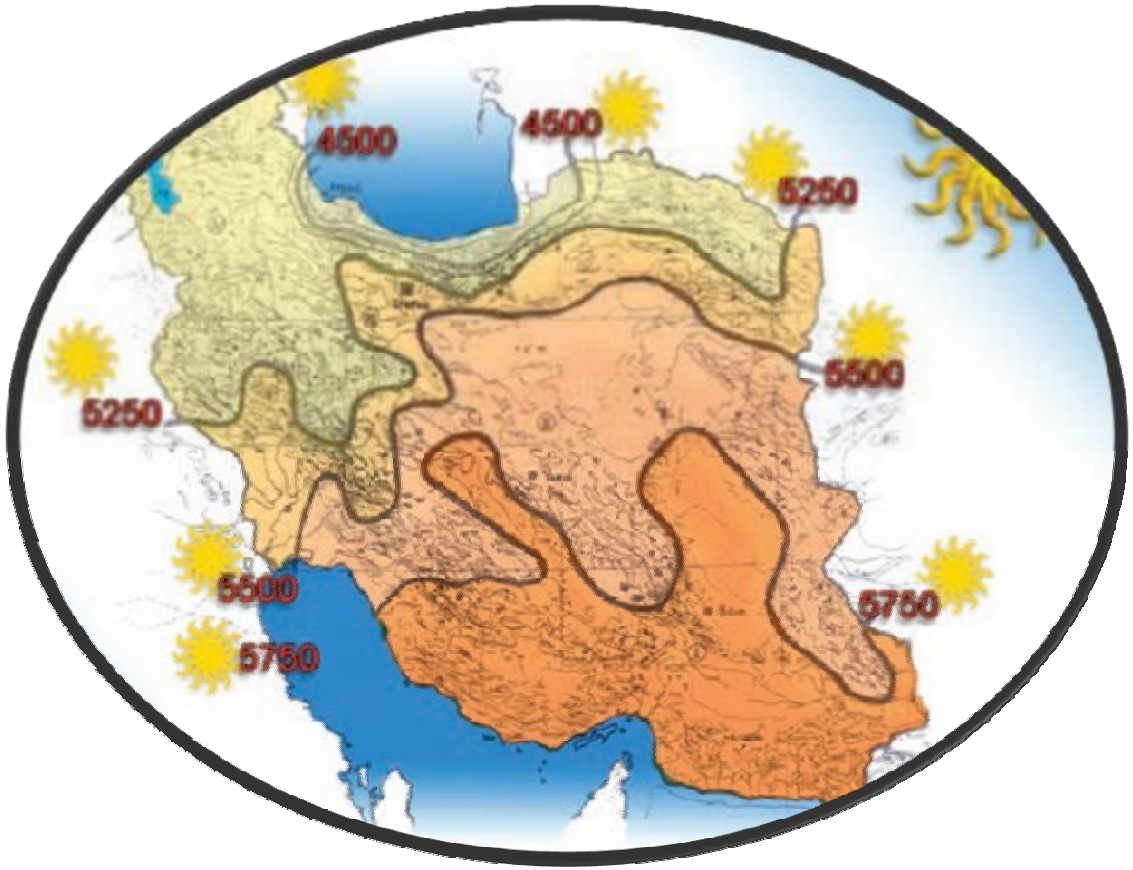




Annual Solar Insulation of the World (Kw,hr/M^2)

نمودار تابش متوسط سالیانه خورشید بر نقاط مختلف گره زمین

نقشه تابش روزانه خورشید در ایران (پتانسیل انرژی خورشید)



در ایـران روزانه بطور متوسـط ۵,۵ کیلووات ساعت انرژی خورشیدی بر هر متر مربع از سطح زمین می تابد و ۳۰۰ روز آفتابی در ۹۰٪ خاک کشور داریم.

مسـاحت ایـران تـقریـباً ۱,۶۰۰,۰۰۰ کیلومتر مربع یعنی حدود $۱/۶ \times ۱۰^{۱۲}$ متر مربع است.

میزان تابش روزانه انرژی خورشید در ایران برابر است با: $۱/۶ \times ۵/۵ \times ۱۰^{۱۲}$ کیلووات ساعت.

میـزان کل تابش خورشـید در طول روز بـرای ایـران تقریباً برابر اسـت با۹,۰۰۰,۰۰۰,۰۰۰مگاوات ساعت.

اگر تنها از۱٪ مسـاحت ایران انرژی خورشـیدی را جذب کنیم و راندمان سیستم دریافت انرژی تنها ۱۰٪ باشد.

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

تکنولوژی های استفاده از انرژی خورشید

الف- سیستم های حرارتی خورشیدی

ب- سیستم های حرارتی – برقی خورشیدی

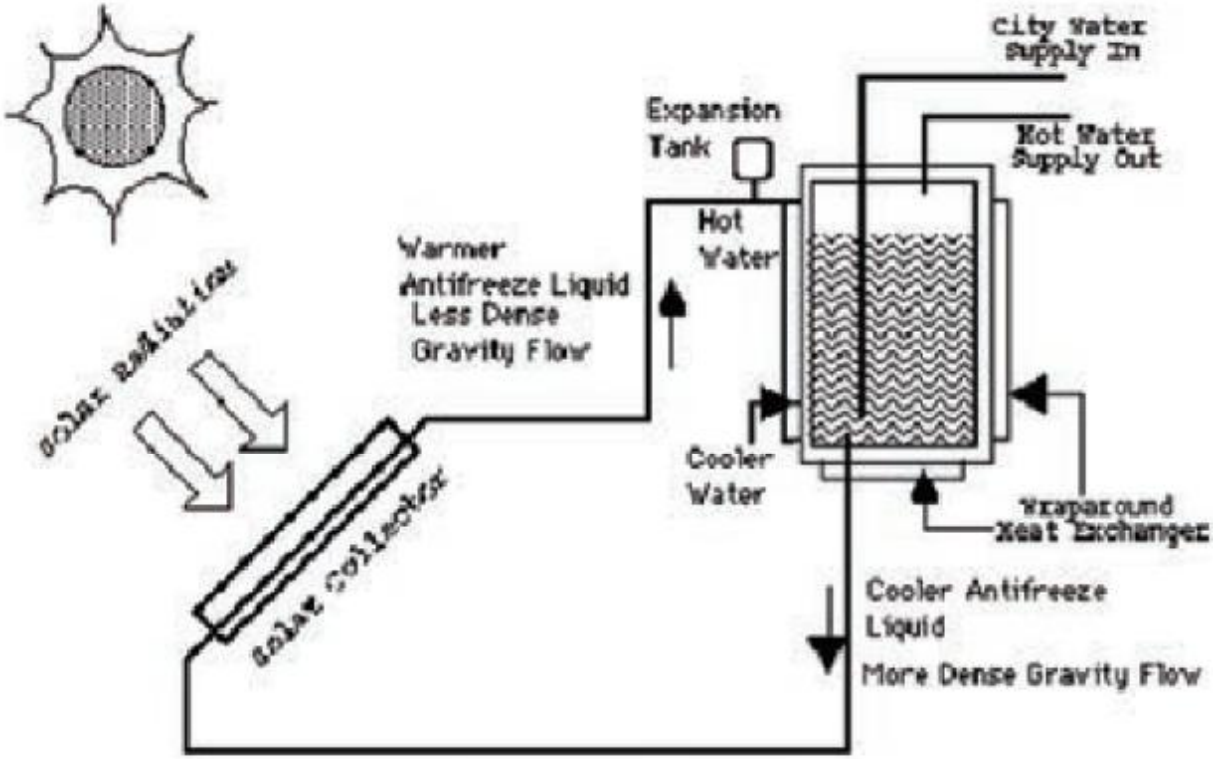
ج- سیستم های فتوولتائیک

الف- سیستم های حرارتی خورشیدی

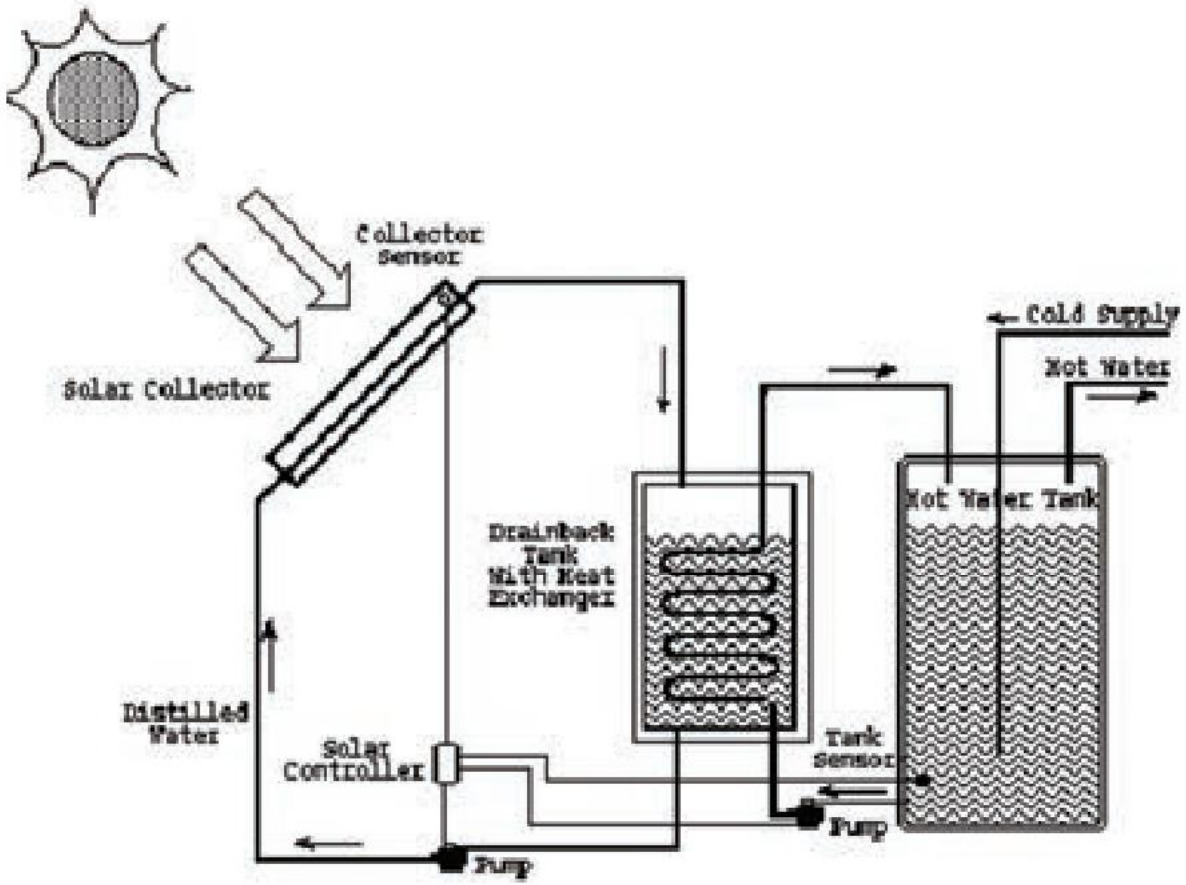
کاربردهـای غیـر نیروگاهـی سیسـتم حرارتـی خورشیدی

آب گرمکن خورشیدی(Solar water heater)

آبگرمکنها از سـه بخش اصلی تشکیل می شوند که شامل:
کلکتور، مدار لوله کشـی، مخزن ذخیره حرارتی می باشند.

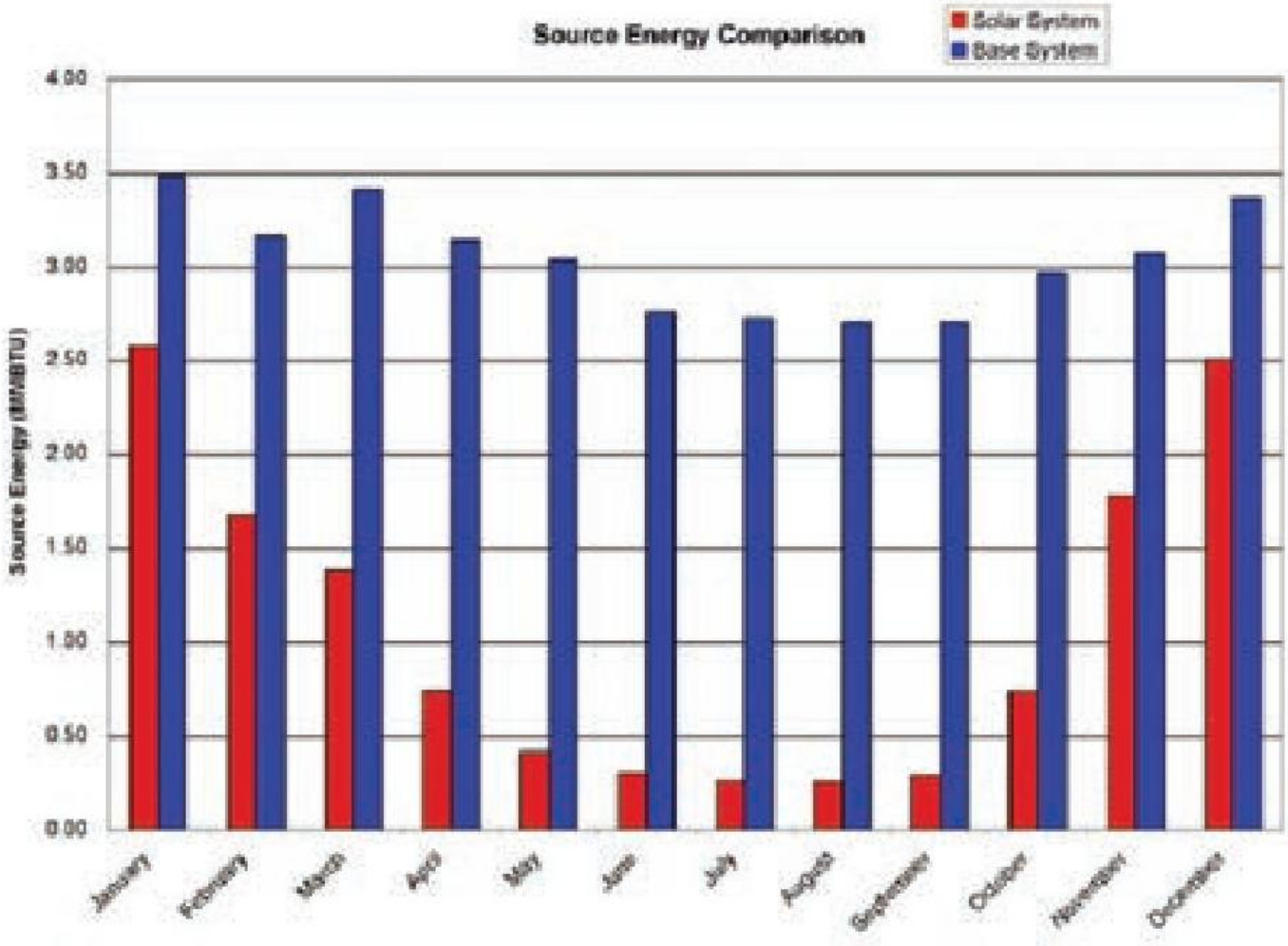


آبگرمکن ترموسیفونی



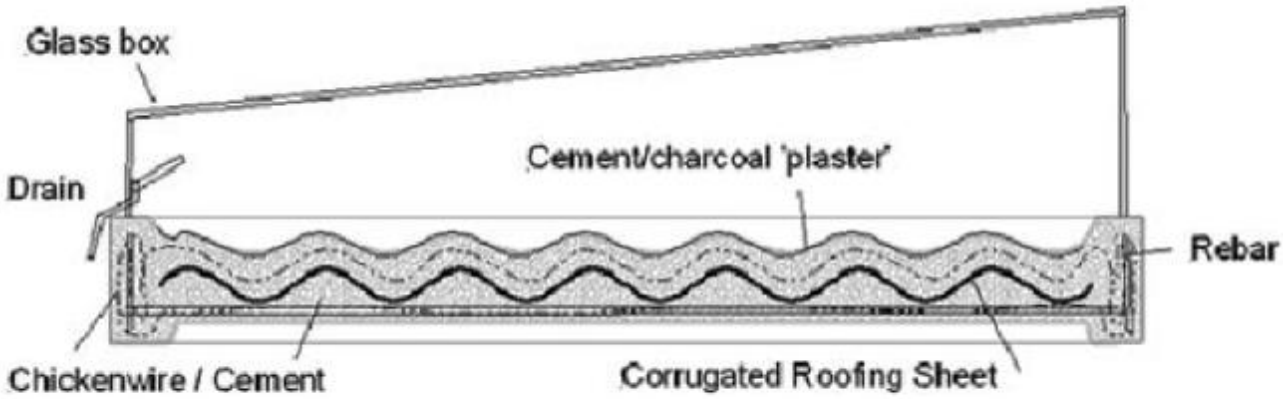
سیستم مدار بسته پمپی

مقایسه مصرف ســالیانه انرژی برای آبگرمکن معمولی و آبگرمکن خورشیدی

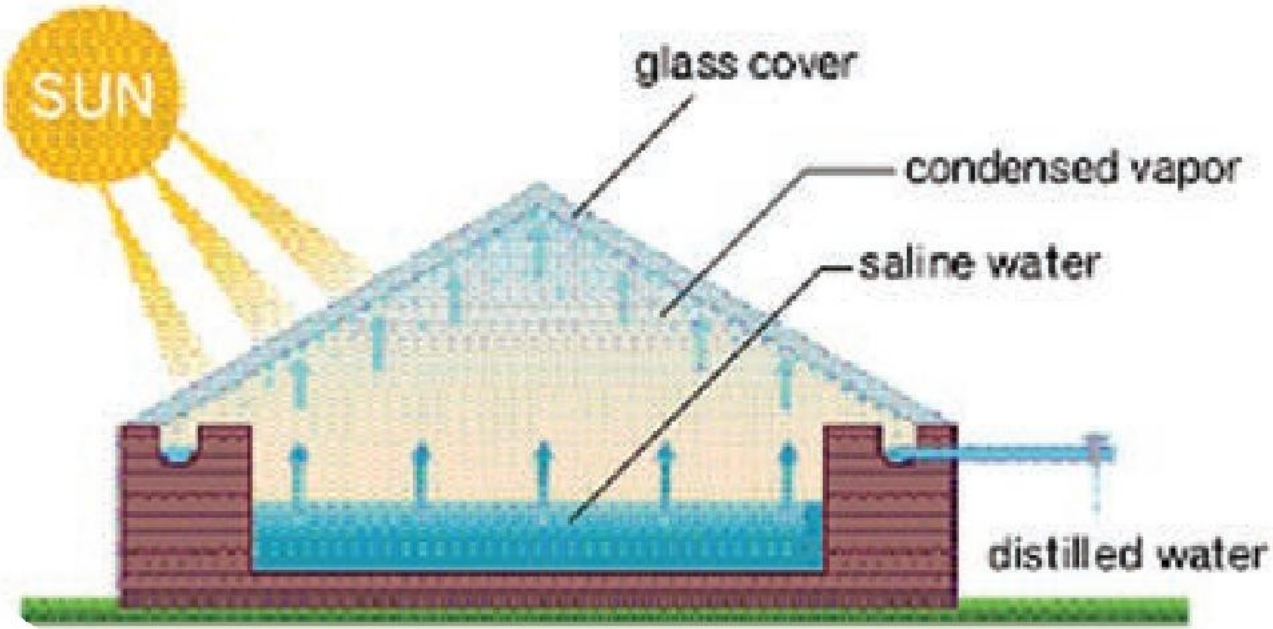


جذب حرارت از طریق
کلکتورها
انتقال حرارت توسط
سیال عامل
استفاده از آب گرم
شده
ذخیره آب گرم

-آب شیرین کن خورشیدی



Solar Water Still



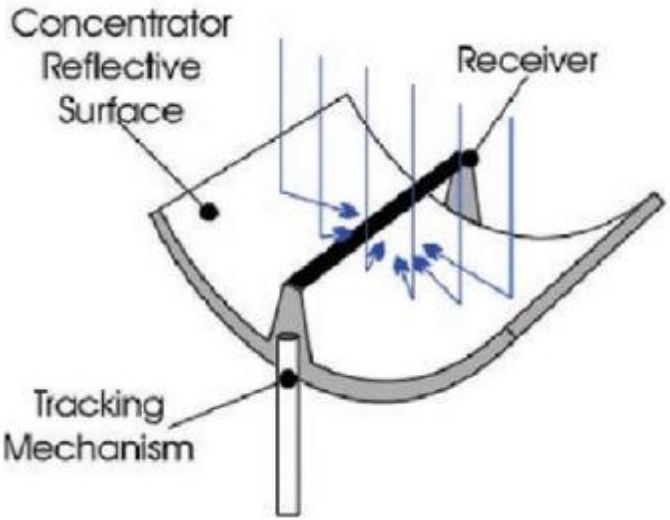
اجاق خورشیدی(Solar cooker)

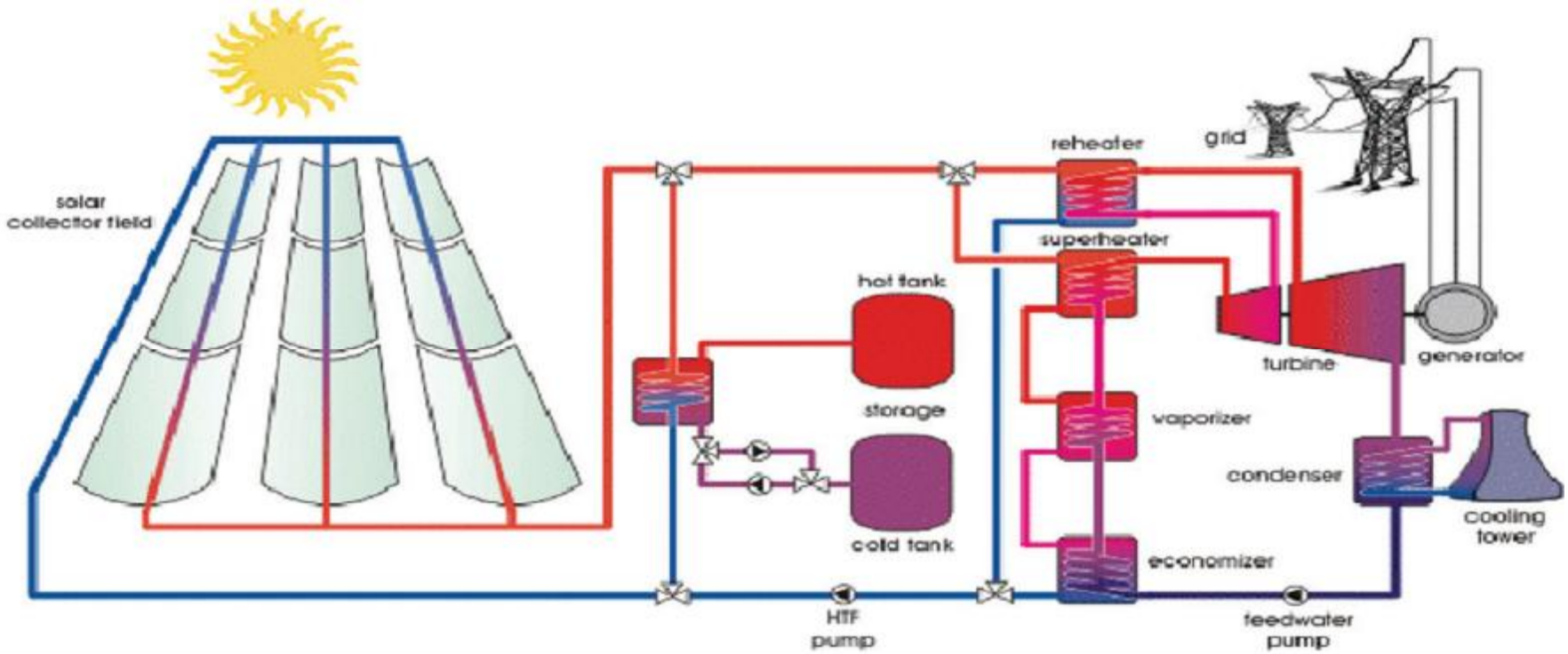
کوره خورشیدی(Solar Furnace)

ب- سیستم های حرارتی ـ برقی خورشیدی

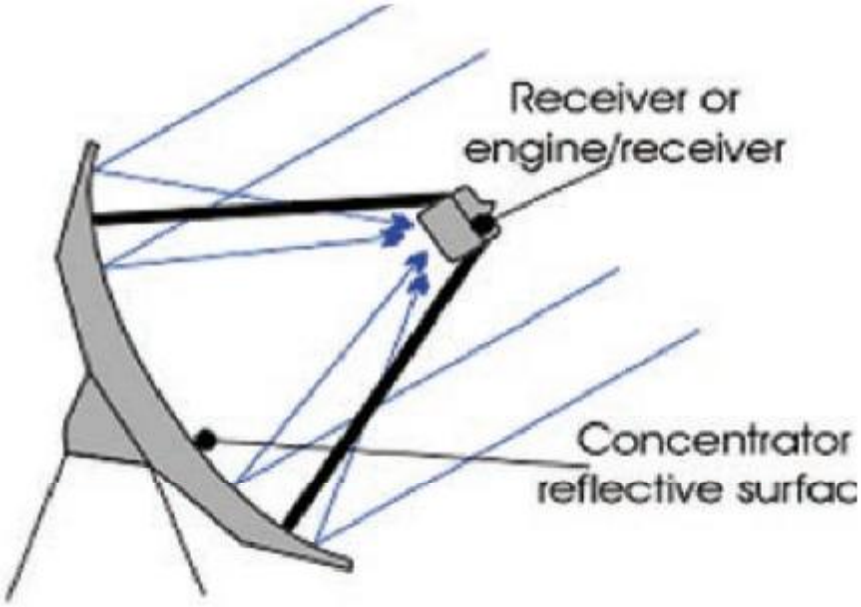
❊ نیروگاههای خورشـیدی با استفاده از متمرکز کننده خطی سهموی(Parabolic trough)

نیروگاههای خورشـیدی با استفاده از متمرکز کننده خطی سهموی، که از ردیف های طولانی و موازی متمرکز کننده هائی که سطح مقطع آنها سهموی است تشکیل شده است. پوشش داخلی منعکس کننده(جنس آینه شیشه ای)، انرژی خورشـیدی را بر روی یک لوله جاذب با پوشـش انتخابی که در طول کانون سـهمی نصب شـده است متمرکز می نمایـد. این متمرکز کننده ها معمولاً بر روی یک سیسـتم ردیابی ۲ محوره سـوار شـده اند که حرکـت " جهت " و " ارتفاع " تشعشـع خورشـید را تعقیب می نمایند .

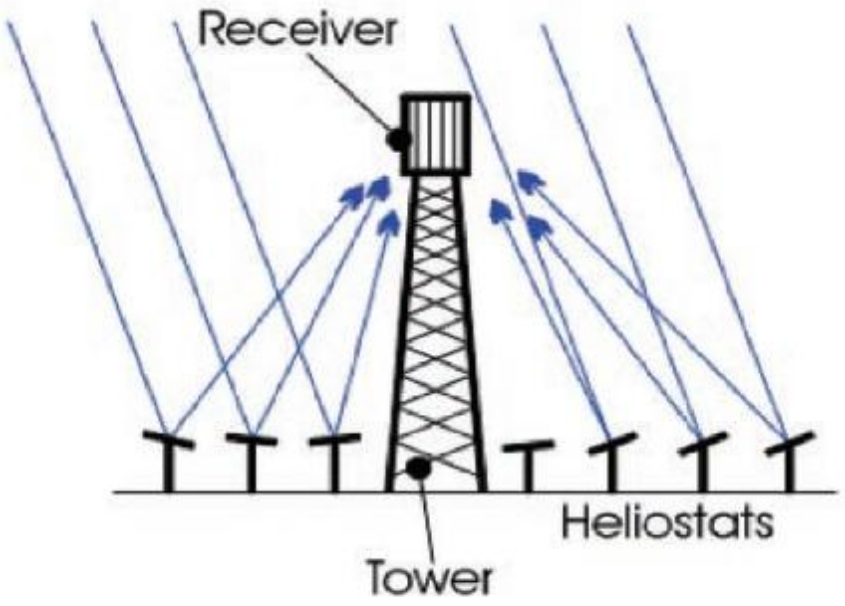



solar
collector field
reheater
grid
superheater
hot tank
turbine
generator
storage
vaporizer
condenser
cooling
tower
cold tank
economizer
HTF
pump
feedwater
pump

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



* نیروگاههای خورشـیدی با استفاده از دریافت کننده مرکزی(Power Tower)

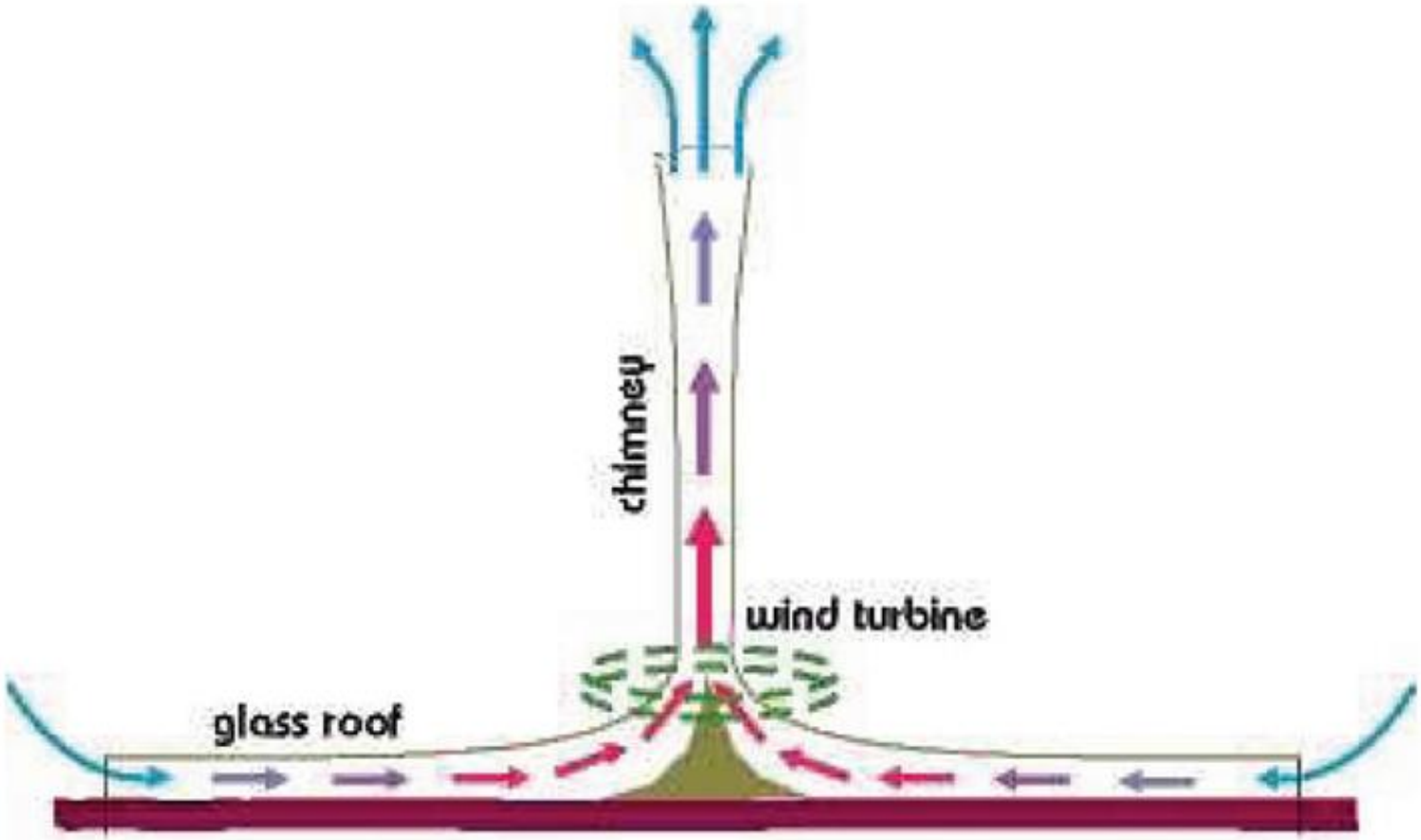


دریافت کننده مرکزی

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

یک سیستم بمراتب ساده تر ولی با کارآیی بمراتب کمتر سیستم دودکش خورشیدی است در این سیستم ها محوطه ای با پوشش شیشه ای و یک برج گیرنده مرکزی مجهز به یک دود کش و توربین بادی جایگزین هیلوستات ها می شود. طرز کار آن بسیار ساده است یعنی هوای گرمی که بوسیله انرژی خورشیدی در یک گرمخانه شیشه ای تولید می شود بطرف برج بلندی که در مرکز گرمخانه قرار گرفته و مانند یک دودکش عمل می کند، هدایت می شود. این هوای گرم بعلت ارتفاع زیاد برج، با سرعت زیاد صعود کرده و باعث چرخیدن پروانه و ژنراتوری که در پائین برج نصب شده است می گردد و بوسیله ژنراتور، برق تولید می شود. ملاحظه می شود که تولید باد شدید در داخل برج، مطلقا 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 می رسد، همین اختلاف کم، باعث ایجاد بادی به سرعت ۴۰ کیلومتر در ساعت در

داخل برج می گردد و این باد باعث چرخیدن ژنراتور شده و بمیزان ۷۰ کیلووات برق تولید می کند. در حال حاضر یک نمونه ۱۰۰ کیلوواتی دودکش خورشیدی در اسپانیا، ۱۶۰ کیلومتری جنوب مادرید احداث گردیده که ارتفاع برج آن به ۲۰۰ متر و قطر آن به ۱۰ متر و قطر فلکه گرمخانه که اطراف آن را فراگرفته حدود ۲۴۰ متر و سطح گرمخانه ای که مقابل خورشید قرار گرفته حدود ۵ هکتار زمین را اشغال کرده است.


chimney
wind turbine
glass roof

*نیروگاههای خورشیدی با استفاده از کلکتور های 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 پهنای کم و طول زیاد کنار 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 مبدلهای حرارتی منتقل شده و سپس موجب تولید بخار می شود اما در نوع دیگر که نوع بخار مستقیم(direct 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

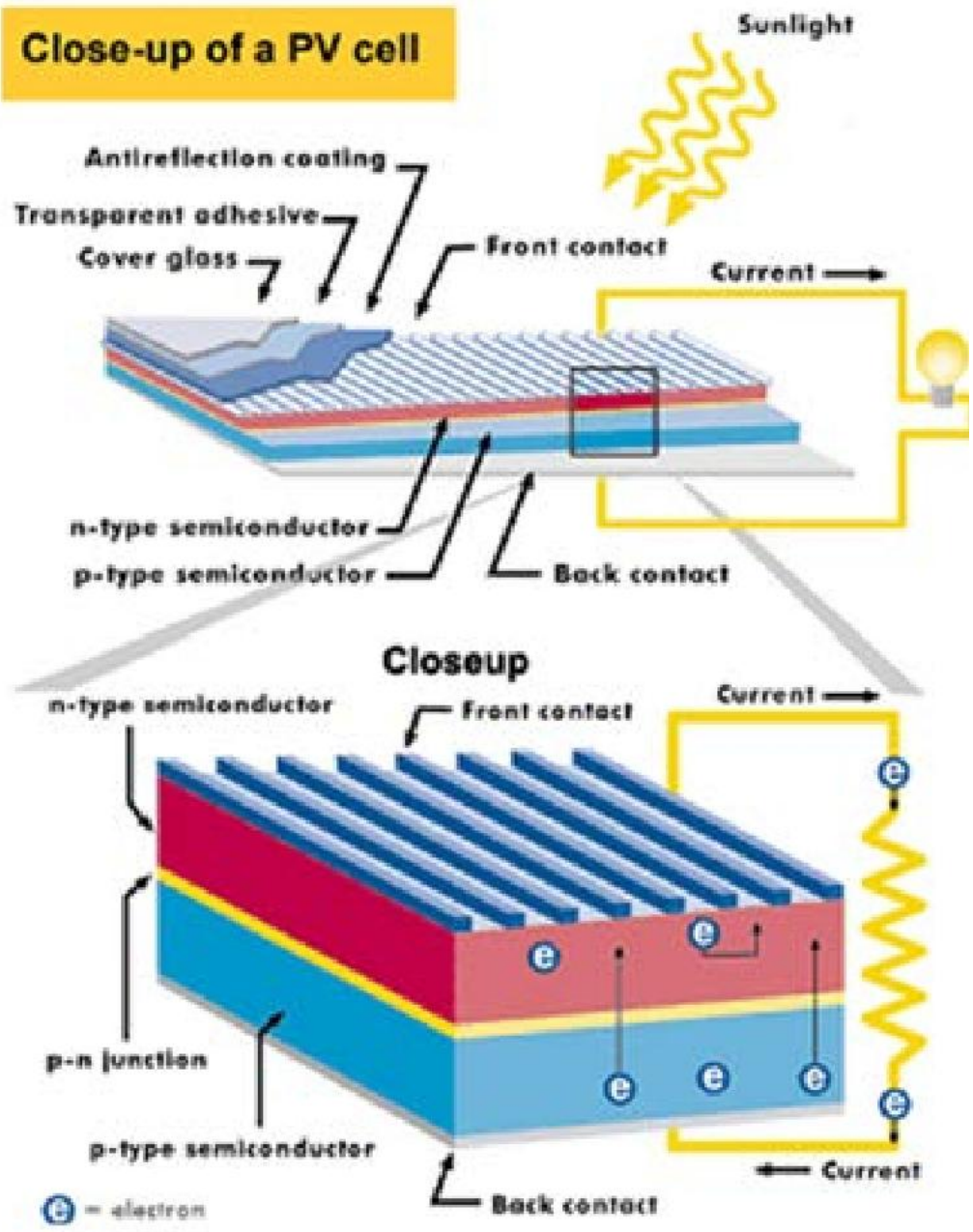
ایراد اصلی این نوع کلکتورها این است که در هنگام دو طلوع و غروب آفتاب راندمان آنها بشدت کاهش می یابد و در کل راندمان آنها حدود ۷۰٪ کلکتورهای نوع سهموی است اما سادگی و قیمت پایین الکتریسیته تولیدی از طریق آنها، نسبت به سایر سیستم ها، موجب رقابت پذیری آنها شده است

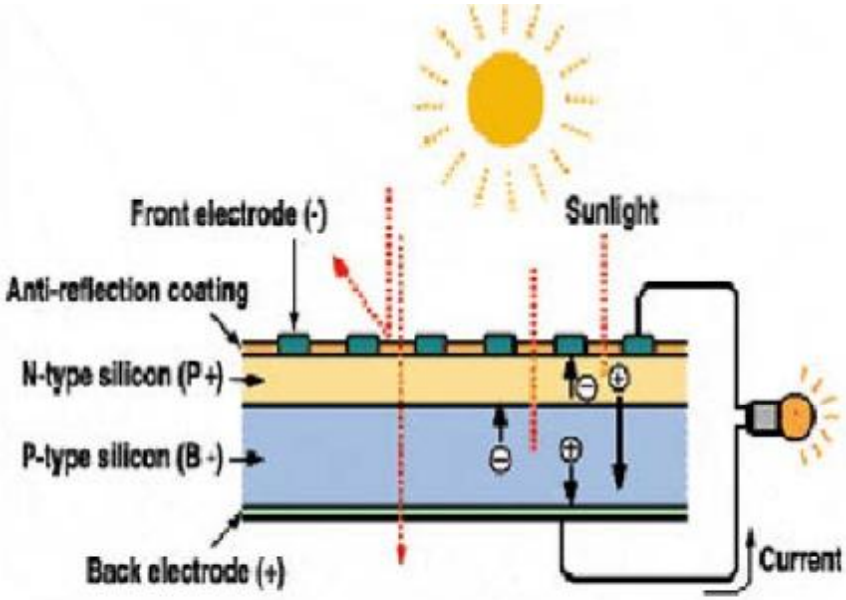
ج-سیستم های فتوولتائیک

سیستم های فتوولتائیک(PV) که در اصل برای کاربردهای فضایی ابداع و تکمیل شده بودند، انرژی نوری را مستقیما به انرژی الکتریکی تبدیل می کنند.

«اثر فتوالکتریک»

بر اساس این پدیده وقتی که یک کوانتوم انرژی 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.

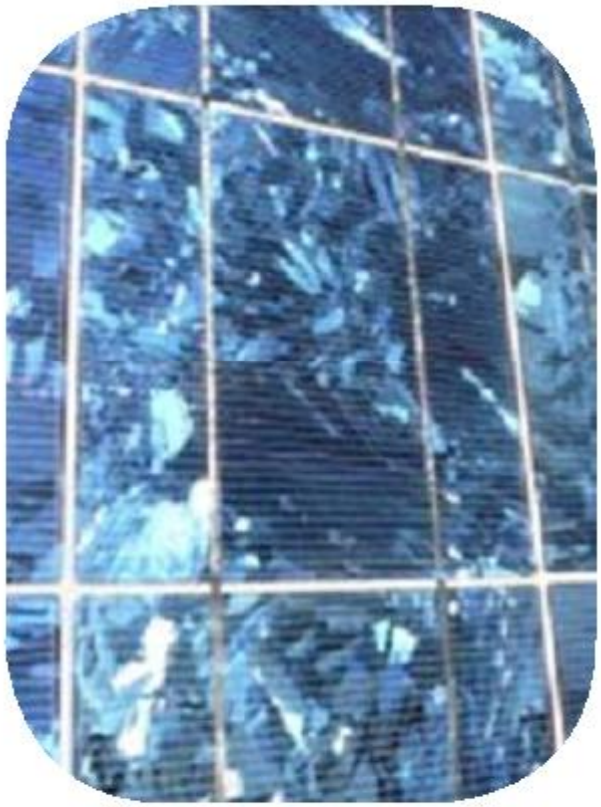




پروسه تولید برق بوسیله یک سلول فتوولتائیک

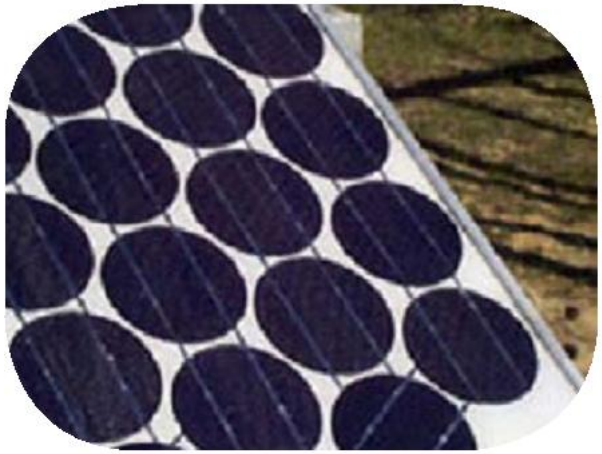
بر حسب نوع سیلیکون کریستالی استفاده شده، می توان سلول های خورشیدی را به سه دسته عمده تقسیم بندی نمود:

- یک کریستالی
- چند کریستالی
- بی شکل



چند کریستالی

بی شکل



یک کریستالی

راندمان سلول های خورشیدی

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 و A_c مساحت سطح سلول خورشیدی می باشد.

راندمان انواع سلول های خورشیدی مورد استفاده

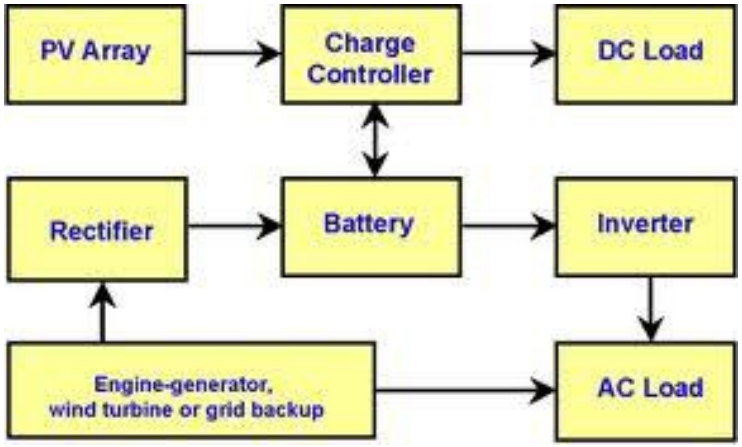
مواد اولیه	راندمان عملی	راندمان آزمایشگاهی
یک کریستالی	۱۴-۱۷	۲۴
چند کریستالی	۱۳-۱۵	۱۸
بی شکل	۵-۷	۱۳

فاکتور کفایت

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:

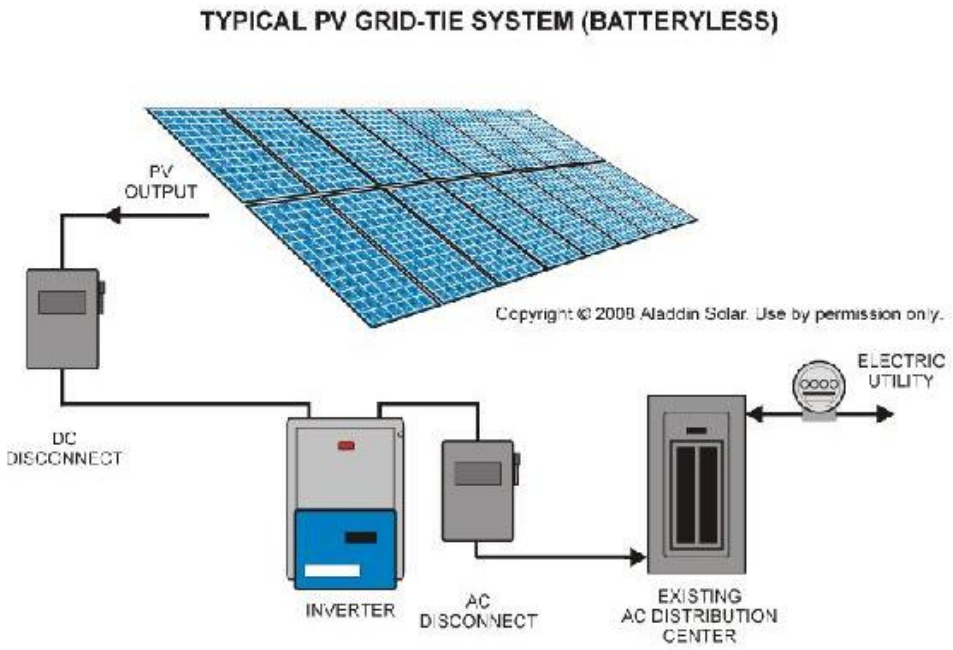
۱. پنلهای خورشیدی: این بخش در واقع مبدل انرژی تابشی خورشید به انرژی الکتریکی بدون واسطه مکانیکی می باشد. پنل های فتوولتائیک که در معرض تابش خورشید قرار می گیرند، متشکل از سلولهای فتوولتائیک هستند. لازم به ذکر است، جریان و ولتاژ خروجی از این پنلها DC می باشد.

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 بشکنند.

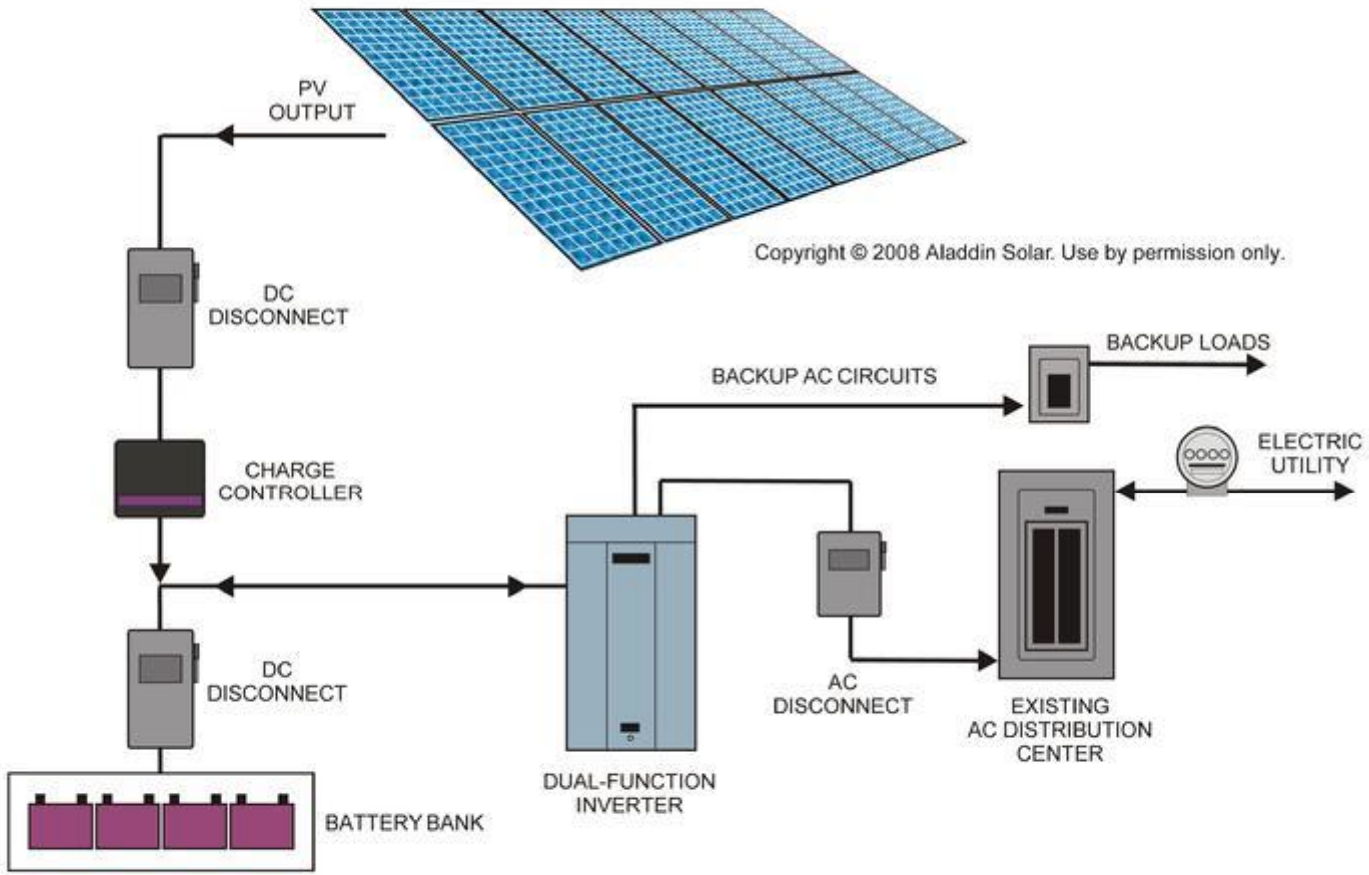
۲. تولید توان مطلوب یا بخش کنترل: این بخش در واقع کلیه مشخصات سیستم را کنترل کرده و توان تولیدی پنلها را طبق طراحی انجام شده و نیاز مصرف کننده به بار یا باتری تزریق یا کنترل می کند.

بنابراین وظایف کنترل کننده به شرح زیر می باشد:

- تطبیق عملکرد کلیه اجزاء سیستم(شامل MPPT، شارژ کنترل و ...)
- فرمان به بخشهای مختلف در مواقع لزوم
- جمع آوری اطلاعات از عملکرد سیستم
- اطلاع رسانی از اجزاء سیستم
- حفاظت کل سیستم
- حفاظت سیستم زمین



TYPICAL PV GRID-TIE SYSTEM WITH BATTERY BACKUP



Aladdin Solar	FOLLOW MANUFACTURER SPECIFICATIONS AND ALL APPLICABLE BUILDING AND ELECTRICAL REQUIREMENTS **Aladdin Solar** **Excelsior, MN 55331** **(952) 401-7073**	TITLE: TYPICAL GRID-TIE W/BATTERY BACKUP AUTHOR: C. PICKARD DATE: 9/4/2008 REVISION: 001

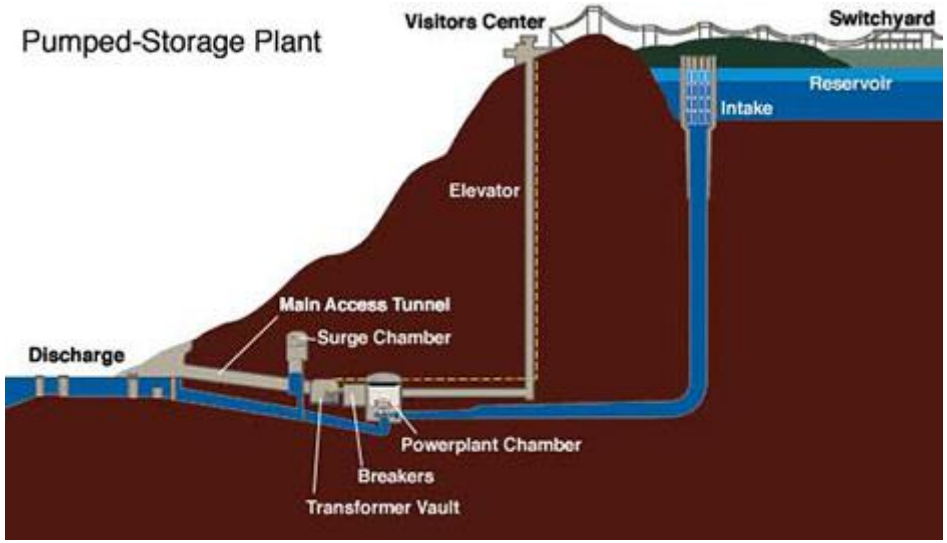
باطری و ذخیره انرژی

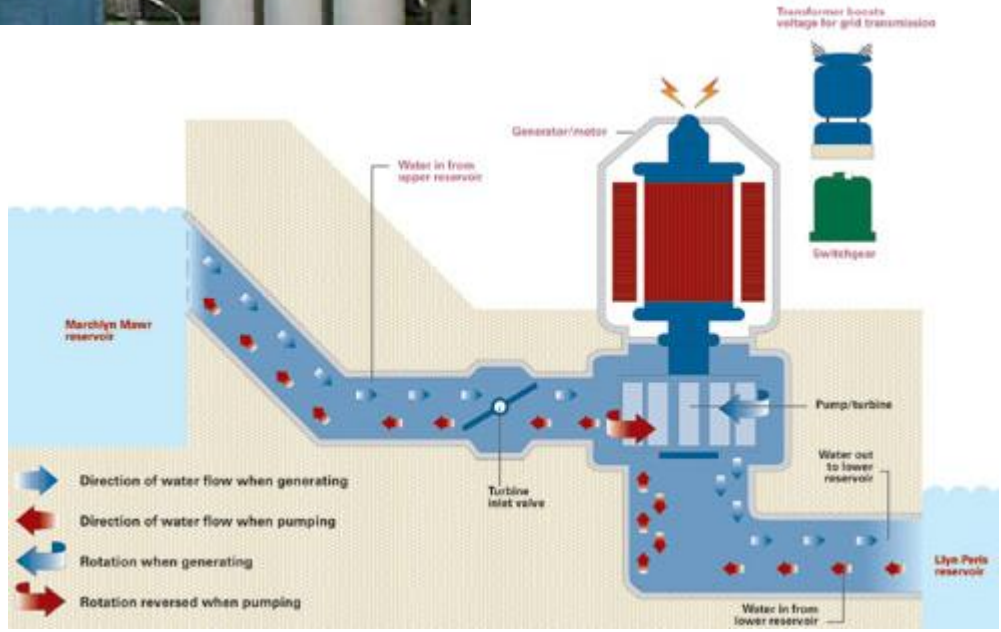
انرژی تابشی خورشید در طی روز متغیر می باشد، بنابراین در بسیاری از کاربردهای انرژی خورشیدی منبع ذخیره انرژی لازم است.

- 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 توان های بیشتر

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 پنلها، آب لازم را در مخزن ذخیره جمع آوری شده و در مواقع عدم وجود خورشید و برق فتوولتائیک، از حجم آب ذخیره شده در مخزن استفاده نمود.

۲. ذخیره به صورت الکتروشیمیایی(ذخیره در باطری ها): در این روش انرژی الکتریکی تولیدی از پنلهای فتوولتائیک در منبع ذخیره ساز الکتروشیمیایی(باطری) ذخیره می شود و در مواقع لزوم مصرف می گردد.


Pumped-Storage Plant
Visitors Center
Switchyard
Reservoir
Intake
Elevator
Main Access Tunnel
Surge Chamber
Discharge
Powerplant Chamber
Breakers
Transformer Vault


Transformer boosts voltage for grid transmission
Generator/motor
Water in from upper reservoir
Switchgear
Marchlyn Mawr reservoir
Pump/turbine
Water out to lower reservoir
Turbine inlet valve
Llyn Peris reservoir
Water in from lower reservoir
Direction of water flow when generating
Direction of water flow when pumping
Rotation when generating
Rotation reversed when pumping

DANGER
NO SMOKING
BATTERY CHARGING

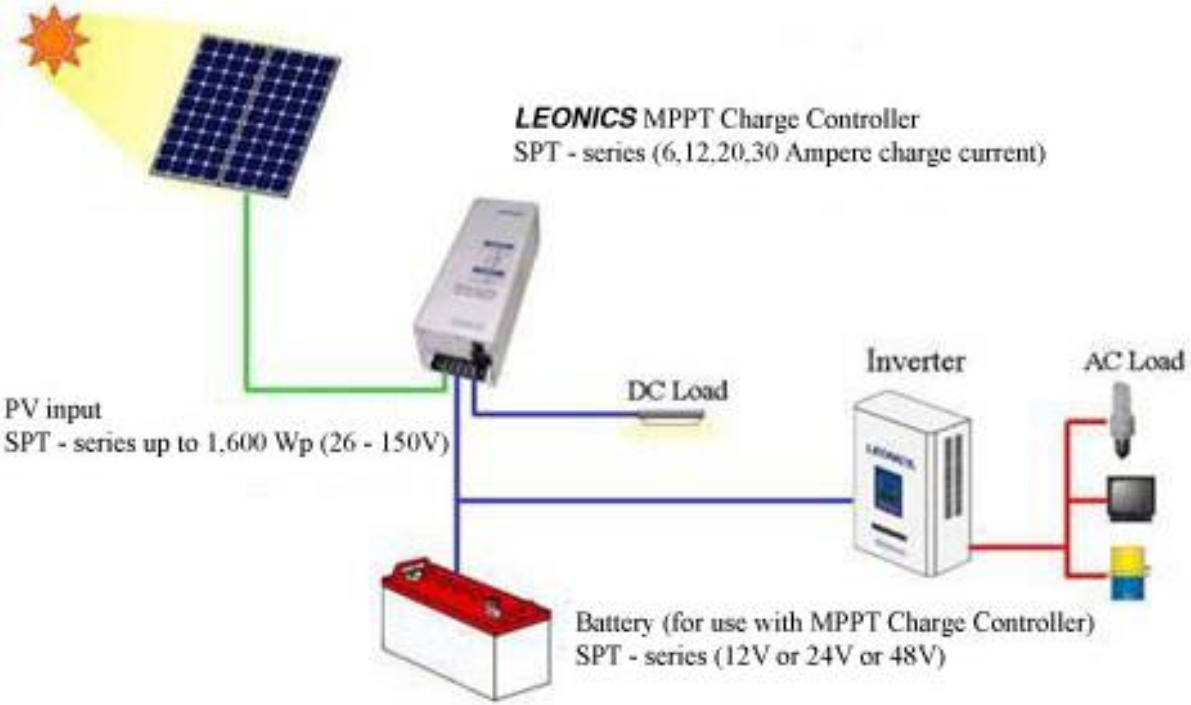
شارژ کنترل و واحد کنترل بار

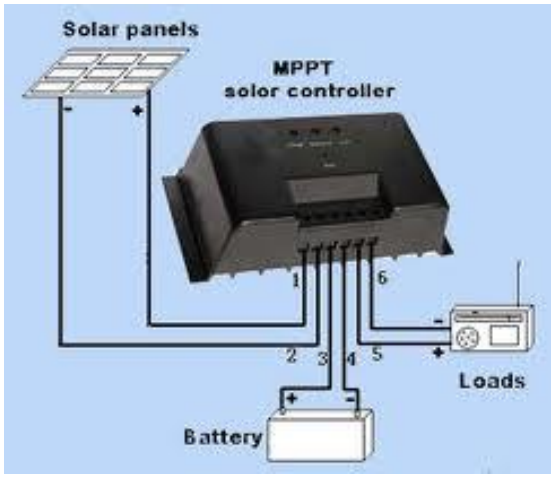
به طور خلاصه وظیفه این دستگاه عبارتست از:

- تست ولتاژ خروجی پنلها
- تست جریان خروجی پنلها
- تست ولتاژ خروجی باطریها
- تست جریان خروجی باطریها
- تست دمای محیط
- تست غلظت الکترولیت باطریها
- تصمیم گیری قطع یا وصل ولتاژ و جریان خروجی پنلها جهت شارژ باطریها
- تصمیم گیری قطع یا وصل ولتاژ و جریان خروجی پنلها جهت مصرف کننده

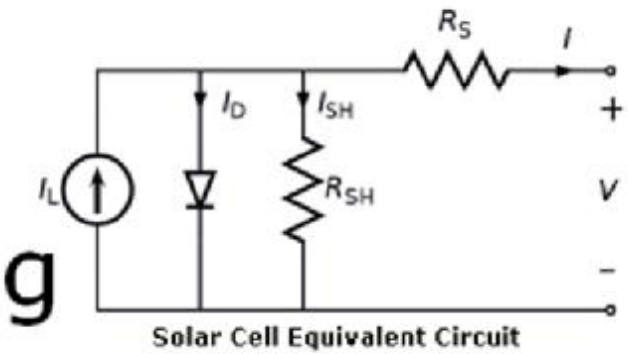
MPPT

این سیستم در واقع یک مبدل DC-DC تطبیق امپدانس بین مقاومت دینامیکی پنلهای 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.

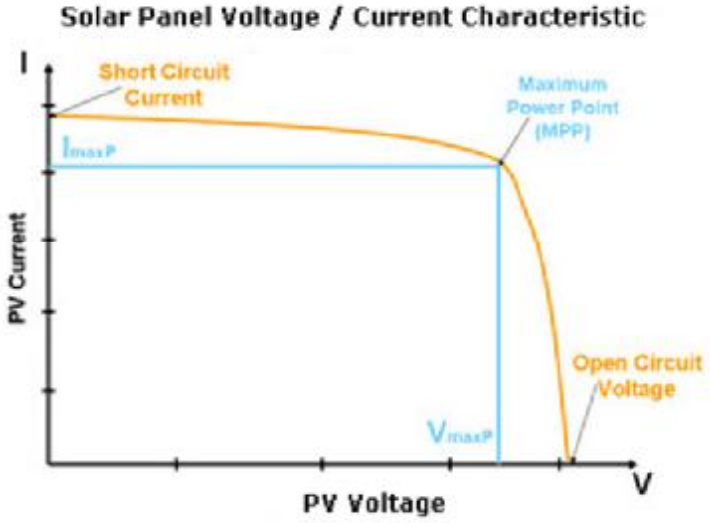




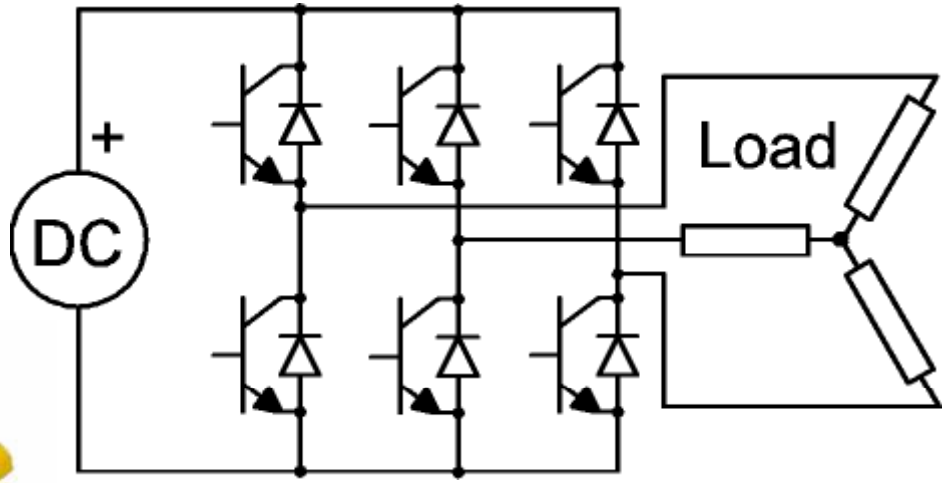
Maximum Power Point Tracking



Solar Cell Equivalent Circuit



اینورتر، مبدل DC/AC



۳. مصرف کننده یا بار الکتریکی: با توجه به خروجی DC پنلهای فتوولتائیک، مصرف کننده می تواند دو نوع DC یا AC باشد، همچنین با آرایشهای مختلف پنلهای 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.

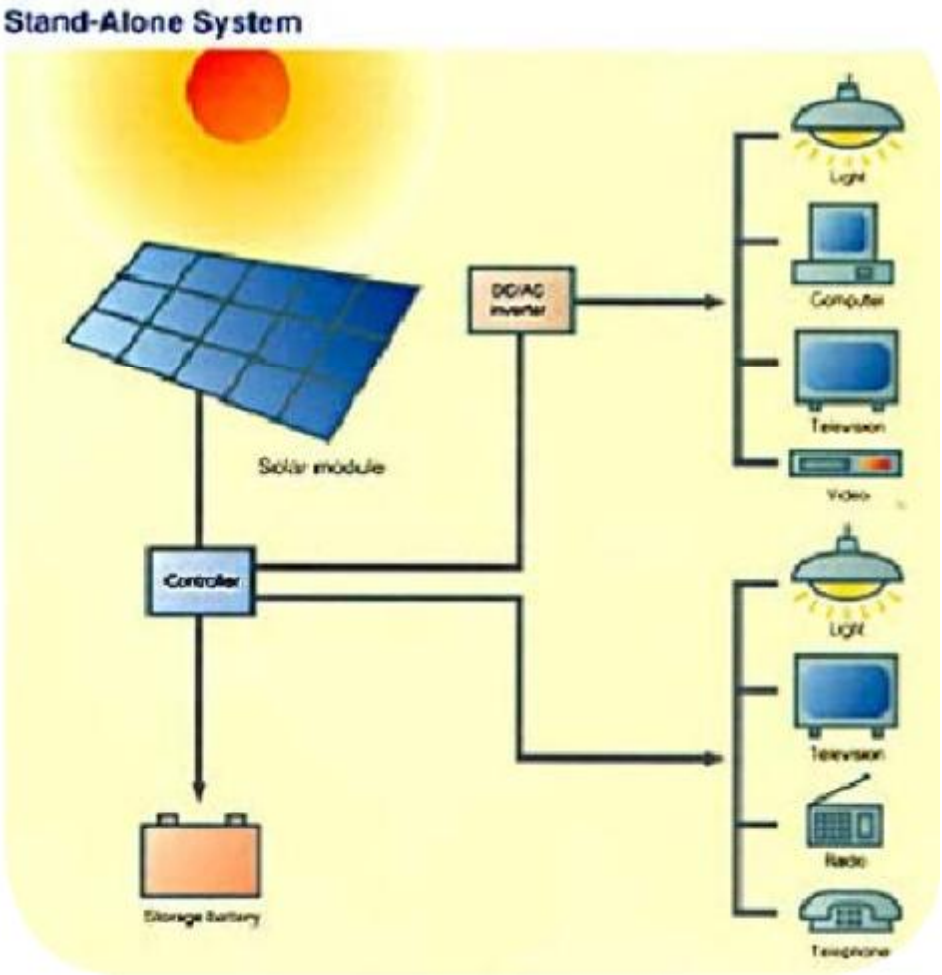
انواع روشهای استفاده از سیستمهای فتوولتائیک

۱. سیستمهای مستقل از شبکه (Stand Alone)

۲.سیستمهای متصل به شبکه (Grid Connected)

۳. سیستمهای تغذیه چند گانه (Hybrid)

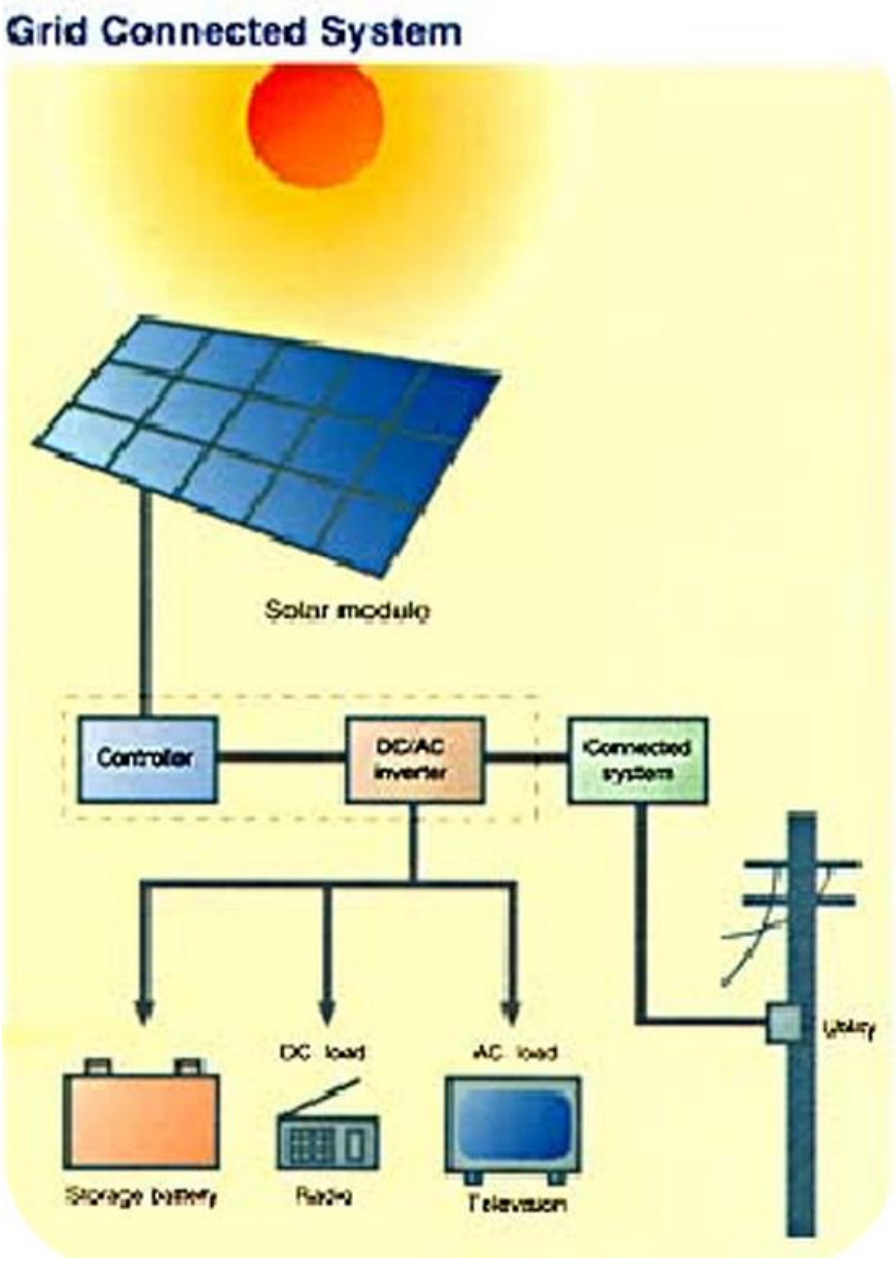
مستقل از شبکه سراسری برق



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

- عدم نیاز به شبکه سراسری، سیستم انتقال شبکه و تعمیر 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

متصل به شبکه سراسری برق



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

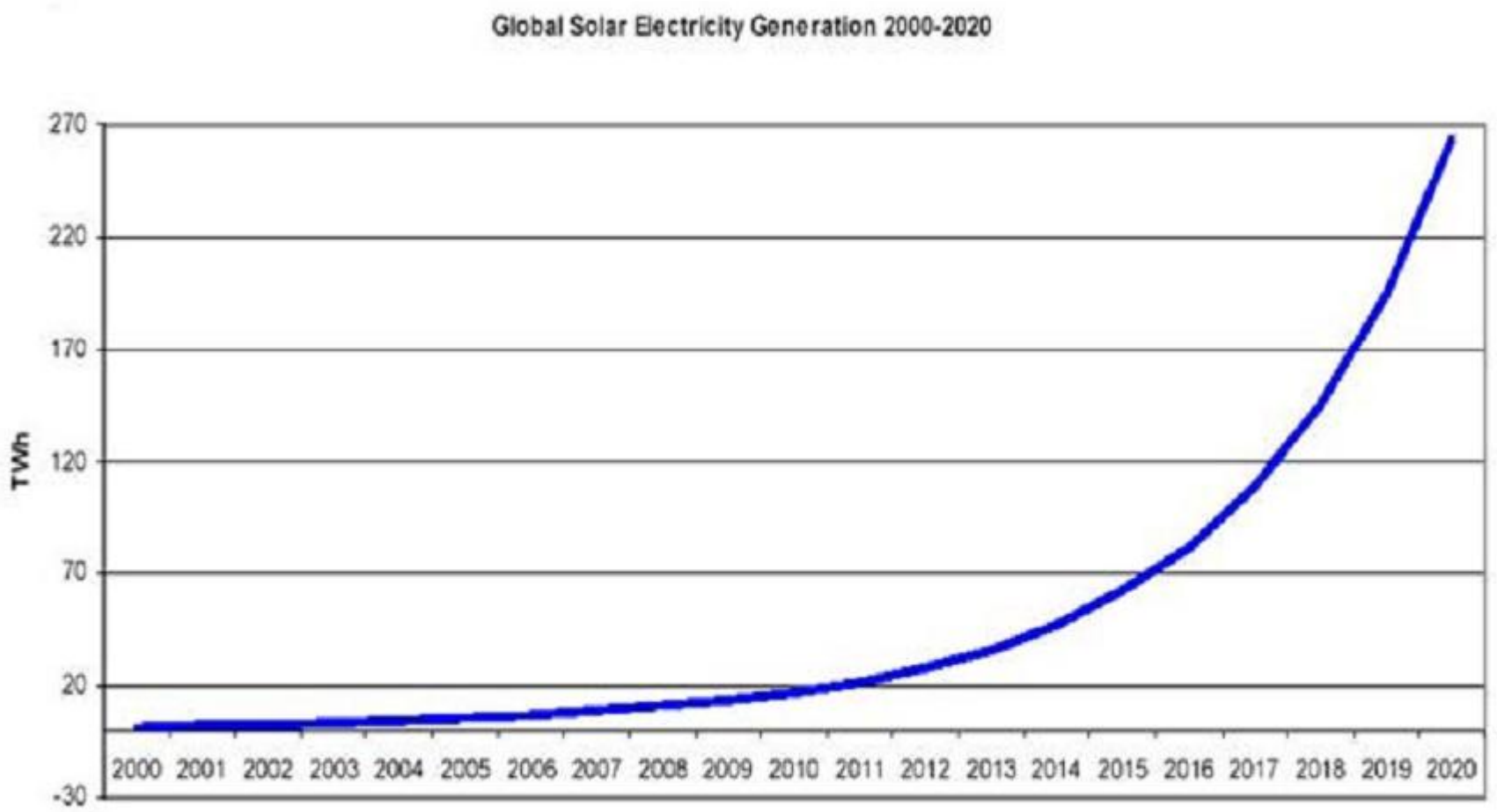
تغذیه چندگانه

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 گردند.

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 مستقیما 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 دارا 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، ژئوترمال، سهموی خطی، دریافت کننده مرکزی و ... بسیار کوتاه بوده که این خود قابلیت انعطاف سیستم را بیش از پیش هویدا 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.

انرژی تولیدی توسط سیستم های فتوولتاییک



الکتریسیته خورشیدی	۱٪ تا سال ۲۰۲۰
	۲۶٪ تا سال ۲۰۴۰
حجم بازار	۵۴،۰۰۰ MW/a تا سال ۲۰۲۰
بهای ماجول	۱ > USD/W_p تا سال ۲۰۲۰
کاهش سالانه CO_2	۱۶۰ میلیون تن تا سال ۲۰۲۰
ایجاد شغل	۲.۳ میلیون نفر در جهان تا سال ۲۰۲۰

نتایج کلی حاسل از پیش بینی ها تا 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 منطقه ای کوهستانی با توان ۳۰ کیلووات

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