همانطور که میدانید می توان با استفاده از این انرژی خورشیدی برق تولید نمود، و این خصوصیت انرژی خورشیدی برای همه و علی الخصوص آن دسته از افرادی که خارج از شهرها زندگی می کنند جذاب هست که مبادرت به راه اندازی نیروگاه خورشیدی در منزل خود نیز می کنند.

امروز با شماییم تا با بررسی نیروگاه خورشیدی و نحوه تولید برق از آن را به صورت کامل بررسی نماییم و به این پرسش پاسخ دهیم که آیا نیروگاه خورشیدی ارزش سرمایه گذاری دارد یا خیر؟

آنچه که در این نوشتار خواهید خواند؛

- **مقدمه ای بر انرژی خورشیدی و نیروگاه های خورشیدی**
- **کاربرد های انرژی خورشیدی (فتوولتائیک)**
- **انرژی خورشیدی ارزش سرمایه گذاری دارد؟**
- **شناخت خورشید**
- **خورشید و ایران**
- **نحوه عملکرد نیروگاه خورشیدی**
- **نحوه عملکرد سیستم فتوولتائیک**
- **راندمان سلول های خورشیدی**
- **اجزای نیروگاه خورشیدی**
- **انواع روشهای استفاده از سیستمهای فتوولتائیک**
- **توضیح دقیق تر موارد استفاده سیستم های فتوولتائیک**
- **مزایای استفاده از سیستم های فتوولتائیک**
- **نیروگاه خورشیدی در جهان**
- **نیروگاه های خورشیدی در ایران**
- **نیروگاه خورشیدی در روستاها**
- **آیا سولار پنل برای خانه به صرفه است**
- **منابع**

مقدمه

یکی از مباحث داغ محیط زیستی در دنیا این مورد است که آیا انرژی های پاک واقعا برای محیط زیست پاک هستند؟ در این میان انرژی های بادی، بیومس و زمین گرمایی بشدت مورد انتقاد فعالان محیط زیست قرار گرفته اند و گفته می شود تولید انرژی از این مسیرها باعث صدمه زدن به کره زمین خواهد شد (البته مسلما همچنان بهتر از استفاده از سوخت های فسیلی می باشند)

بزرگترین غفلت بشر امروزی را می توان عدم توجه کافی به انرژی بی پایان خورشید (حداقل برای میلیون ها سال) دانست که چه ساده این انرژی هر روز در حال هدر رفتن هست.

اگر شرایط پیچیده تغییرات آب و هوایی (climate change) را مدنظر قرار بگیریم و به رفرنس های چاپ شده نگاهی بیاندازیم بسادگی متوجه خواهیم شد اگر فعالیت های انسانی به همین اندازه کنونی باشد و افزایش نیابد، هرساله شاهد افزایش دما به صورت میانگین 0.04سانتی گراد خواهیم بود! و این میانگین دما مسلما افزایش خواهد یافت چرا که هر ساله شاهد رشد چشمگیر فعالیت های انسانی نیز هستیم. اریک سولهیم، رئیس برنامه محیط زیست سازمان ملل متحد می گوید: «افزایش دمای کره زمین به میزان ۳.۲ درجه، یعنی به اندازهٔ کافی برای نجات جان صدها میلیون نفر از فاجعه‌ای که در آینده روی خواهد داد، کاری انجام نشده است.» در این زمینه قاره آسیا، آسیب پذیرترین نقطهٔ دنیا است. اگرچه افزایش سطح آب دریاها به یکباره روی نخواهد داد اما افزایش تدریجی آن، زندگی چهار پنجم از ساکنان این قاره را تحت تاثیر قرار می‌دهد.

بنا بر مدل سازی‌های تصویری، شهر اوزاکا در ژاپن که قلب تجاری منطقه محسوب شده و تولید ناخالص داخلی آن به اندازه کشوری مانند هلند است، در زیر آب ناپدید خواهد شد.

افزایش سطح آبها، وقوع طوفان‌ها و سیلابهای ساحلی را افزایش می دهد و بر این اساس پژوهشگران پیش بینی می‌کنند که این طوفانها و طغیانها تا سالهای ۲۰۷۰ میلادی حدود یک تریلیون دلار از سرمایه‌ها و زیرساختهای اوزاکارا به خطر بیندازد.

از دیگر شهرهایی که قربانی گرم شدن زمین خواهند شد، بندر*اسکندریه* مصر است.

پیش‌بینی می شود که این شهر تاریخی نیز به‌تدریج به زیر آب برود. بنا بر گزارش هیات بین دولتی تغییرات اقلیمی، سواحل اسکندریه حتی با افزایش ارتفاع ۰.۵ متری آب دریا نیز ناپدید خواهند شد و به این ترتیب دستکم ۸ میلیون نفر از ساکنان این منطقه و دلتای رود نیل، مجبور به نقل مکان می‌شوند.

ریو دو ژانیرو در برزیل نیز دیگر شهر قربانی افزایش دمای زمین خواهد بود .برآورد می‌شود بر اثر بالا آمدن سطح آب‌های زمین در این شهر، به مرور زمان سواحل دیدنی و فرودگاه محلی و سپس مکان‌هایی که در سال گذشته میزبان بازی‌های المپیک بودند، به‌تدریج در زیر آب مدفون خواهند شد.

شهر مشهور شانگهای در چین نیز کاملا ناپدید خواهد شد. این شهر که بزرگترین بندر جهان محسوب می شود، یکی از آسیب‌پذیرترین نقاط دنیاست. این شهر شامل چند جزیره، دو ساحل طولانی، بنادر کشتیرانی و

کیلومترها کانال، رودخانه و آبراه است. پیش‌بینی می‌شود با افزایش تدریجی سطح آب و همچنین افزایش سیلابها ۱۷.۵ میلیون نفر مجبور به نقل مکان شوند.

شهر میامی در ایالات متحده آمریکا نیز از دیگر مکانهایی است که بشدت از گرمایش زمین آسیب خواهد دید. در سالهای اخیر جزر و مدهای غیرمتعارف و به صدا درآمدن زنگهای خطر و پیش روی آب دریا به مناطق ساحلی آنقدر تکرار شده است که اکنون این وضعیت، برای ساکنان این منطقه به پدیده‌ای عادی تبدیل شده است.

به این ترتیب بر اساس برآورد دانشمندان، زندگی دستکم ۲۷۵ میلیون نفر در سراسر جهان تحت الشعاع قرار خواهد گرفت. و درنهایت در آینده نزدیک شاهد تخلیه بسیاری از مناطق دارای جمعیت انسانی خواهیم بود.

اگر فعالیت های انسانی به همین اندازه کنونی باشد و افزایش نیابد هرساله شاهد افزایش دما به صورت میانگین ۰.۰۴ سانتی گراد خواهیم بود

یکی از راه حل های کاهش دمای زمین استفاده از منعکس کننده های نوری می باشد و در این بین مسلما پنل های خورشیدی علاوه بر انعکاس نور آفتاب می توانند از آن برق نیز تولید نمایند.

قبل از هر چیزی بیایید کار رو با دیدن این ویدیو کوتاه که ترجمه و زیرنویس فارسی شده شروع کنیم و بعد از اون بریم سراغ بررسی جامع این نیروگاه

تاریخچه

از بدو پیدایش اولین حیات در روی زمین انرژی خورشیدی در پدیده فتوسنتز کاربرد داشته است. انسان در ساختمان برای گرمایش مسکن خود، از نور خورشید بهره می گرفت. بعدها انسان از اشعه آفتاب برای خشک کردن میوه و سبزی در فضای آزاد و برای تبخیر آب دریا در حوضچه های کم عمق و تولید نمک استفاده نموده است .اولین و شاید تنها استفاده نظامی انرژی خورشیدی توسط ارشمیدس در شهر سیراکیوز در شرق جزیره سیسیل انجام شد. او موفق شد با متمرکز کردن نور خورشید به وسیله چند آئینه روی بادبان کشتی ها، آنها را به آتش بکشد.

استفاده های 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 حاوی اکسید جیوه متمرکز نماید و گازی تولید کند که بعدها اکسیژن نامیده شد. آزمایشهای متعددی با استفاده از عدسی ها و تمرکز نور خورشید توسط لاوازیه انجام شد.

اگر در تصویر زوم کنید زندگی انسان در زبانه های خورشید ترسیم شده است

در سال ۱۸۷۲ اولین واحد خورشیدی برای نمک زدائی آب دریا در شمال شیلی ساخته شد. از اواخر سالهای ۱۸۰۰ و اوایل سالهای ۱۹۰۰ تعدادی متمرکز 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 می شد. از سالهای ۱۹۴۰ به بعد استفاده از انرژی خورشیدی در تولید آب گرم مصرفی و گرمایش ساختمان ها در آمریکا، روسیه (تاشکند و عشق آباد)، استرالیا و سایر کشورها رو به توسعه نهاد. در سال ۱۹۴۶ در هندوستان کوره هایی که با انرژی خورشیدی کار می کردند ساخته شد.

سلول خورشیدی (فتوولتائیک) برای اولین بار در نیمه اول دهه ۱۹۵۰ بدون سر و صدای زیاد وارد بازار شد و با استقبال قابل ملاحظه ای مواجه گشت. در سال ۱۹۵۸ طراحان آمریکایی با تردید در سفینه وانگاردیک یک مبدل حاوی سلولهای خورشیدی هر یک به قدرت ۲ میلی وات به عنوان نیروی کمکی به کار بردند ولی با کمال تعجب مشاهده کردند 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 بهینه 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.

در دهه ۱۹۸۰ با از بین رفتن بحران انرژی، توجه به انرژی خورشیدی تقلیل یافت

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 هائی در زمینه انرژی خورشیدی هم اکنون در کشور توسط سازمان انرژی های نو ایران در جریان است.

کاربرد های انرژی خورشیدی (فتوولتائیک)

الف) مصارف فضانوری:

تأمین انرژی مورد نیاز ماهواره ها جهت ارسال پیام و حرکات جنبشی آنها

ب) روشنایی خورشیدی:

در حال حاضر روشنایی خورشیدی بالاترین میزان کاربرد سیستم های فتوولتائیک را در سراسر جهان دارد و سالانه ده ها هزار نمونه از این سیستم در سراسر جهان نصب و راه اندازی می گردد، مانند تامین برق جاده ها و تونل ها به خصوص در مناطقی که به شبکه برق دسترسی ندارد، تامین برق پاسگاه های مرزی که دور از شبکه برق هستند، تامین برق مناطق شکاربانی و مناطق حفاظت شده نظیر جزیره های دورافتاده که جنبه نظامی دارند.

ج) سیستم تغذیه کننده یک واحد مسکونی:

انرژی مورد نیاز کلیه لوازم برقی منازل (شهری و روستایی) و مراکز تجاری را می توان با استفاده از پنل های فتوولتائیک و سیستم های ذخیره کننده و کنترل نسبتا ساده، تامین نمود.

د) سیستم پمپاژ خورشیدی:

سیستم پمپ های فتوولتائیک قابلیت استحصال آب از چاهها، قنوات، چشمه ها، رودخانه ها و ... را جهت مصارف عمومی دارا می باشد.

ه) سیستم تغذیه کننده ایستگاههای مخابراتی و زلزله نگاری:

اغلب ایستگاه های مخابراتی و یا زلزله نگاری در مکان های فاقد شبکه سراسری و صعب العبور و یا در محلی که احداث پست فشار قوی به فشار ضعیف و تامین توان الکتریکی ایستگاه مذکور صرفه اقتصادی و حفاظت الکتریکی ندارد نصب شده اند.

و) ماشین حساب، ساعت، رادیو، و ...

ضبط صوت و وسایل بازی کودکانه یا هر نوع وسیله ای که تاکنون با باطری خشک کار می کرده است یکی دیگر از کاربردهای این سیستم می باشد.

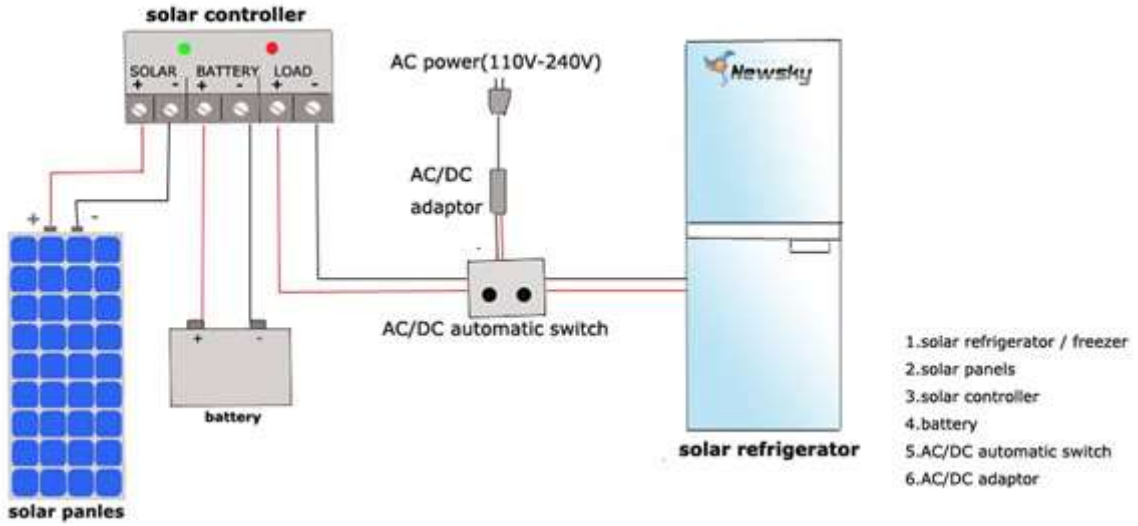
مثلا کشور ژاپن در سال ۱۹۸۳ حدود ۳۰ میلیون ماشین حساب خورشیدی تولید کرده است که سلول های خورشیدی بکار رفته در آنها مساحتی حدود ۲۰۰۰۰ متر مربع و توان الکتریکی معادل ۵۰۰ کیلووات داشته اند.

ز) نیروگاه های فتوولتائیک:

همزمان با استفاده از سیستم های فتوولتائیک در بخش انرژی الکتریکی مورد نیاز ساختمان ها اطلاعات و تجربیات کافی جهت احداث واحدهای بزرگتر حاصل گردید و هم اکنون در بسیاری از کشورهای جهان نیروگاه فتوولتائیک در واحدهای کوچک و بزرگ و به صورت اتصال به شبکه و یا مستقل از شبکه نصب و راه اندازی شده است ولی این تاسیسات دارای هزینه ساخت، راه اندازی و نگهداری بالایی می باشند که فعلا مقرون به صرفه اقتصادی نیست.

ح) یخچال های خورشیدی:

از یخچال های خورشیدی جهت سرویس دهی و ارائه خدمات بهداشتی و تغذیه ای در مناطق دور افتاده و صعب العبور استفاده می گردد. عملکرد مناسب یخچال های خورشیدی تا حدی بوده است که در طی ۵ سال گذشته بیش از ۱۰۰۰۰ یخچال خورشیدی برای کاربردهای بهداشتی و درمانی در سراسر آفریقا راه اندازی شده است.



ط) سیستم تغذیه کننده پرتابل یا قابل حمل:

قابلیت حمل و نقل و سهولت در نصب و راه اندازی از جمله مزایای این سیستم ها می باشد. بازده توان این سیستم ها از ۱۰۰ وات الی یک کیلو وات تعریف شده است .از جمله کاربردهای آن می توان به تامین برق اضطراری درمواقع بروز حوادث غیر مترقبه، سیستم تغذیه کننده یک چادر عشایری و کم پهای جنگلی اشاره نمود.

ژاپن در سال ۱۹۸۳ حدود ۳۰ میلیون ماشین حساب خورشیدی تولید کرده است که توان الکتریکی معادل ۵۰۰ کیلووات داشته اند.

انرژی خورشیدی ارزش سرمایه گذاری دارد؟

برای پاسخ به این سوال باید نگاهی به تکنولوژی استفاده شده در سلول های خورشیدی داشته باشیم و سپس به بررسی بازار بپردازیم؛

با اینکه شاهد پیشرفت سلول های خورشیدی بوده ایم اما همچنان در حالات آزمایشگاهی یک سلول می تواند تنها ۴۶٪ نور خورشید را جذب نماید و این عدد زمانی بدتر می شود که در مقایس صنعتی سلول های خورشیدی ساخته می شوند، در حالت صنعتی این عدد به ۱۵ تا ۲۰٪ می رسد که عددی بسیار پایین است و البته باید در هنگام انجام فرآیند تبدیل انرژی نیز کمی خوش شانس باشیم تا الکترون رها شده در نهایت به مکان جدیدی انتقال یابد و به مکان قبلی خود باز نگردد.!

و اما بازار، قیمت هر سلول خورشیدی متاسفانه همچنان بالاست! و اگر بخواهید از بازار ایران سلول مورد نیاز برای ۱ وات را تهیه کنید باید به ازای هر وات ۹ هزارتومان (تاریخ ۳۰ – تیر – ۱۳۹۷) پرداخت نمایید که عدد بالایی می

باشد و این تنها هزینه خود سلول می باشد در ادامه که به بررسی نحوه عملکرد یک نیروگاه خورشیدی می پردازیم متوجه خواهید شد وسایل جانبی دیگری مانند؛ اینورتر، کنترل کننده و باتری نیز نیاز است که هر کدام هزینه بالایی دارند.

برای خرید سلول خورشیدی به ازای هر وات ۹ هزارتومان (تاریخ ۳۰ – تیر – ۱۳۹۷) باید پرداخت نمایید

احتمالا با این اوصاف می گویید هزینه کردن در این مسیر به صرفه نیست! اما جواب نهایی به سرمایه گذاری در نیروگاه خورشیدی "بله" می باشد چرا که به مرور زمان و با سرعت بالا کیفیت سولارها در حال افزایش است و از طرفی هزینه نهایی نیز روبه کاهش می باشد تا درنهایت شما بتوانید با هزینه ای بسیار معقول تر در این مسیر سرمایه گذاری مطمئن داشته باشید. و البته این را نیز در نظر بگیرید که هرساله قیمت هر کیلووات ساعت برق مصرفی نیز در حال افزایش می باشد.

اما چرا در حال حاضر سرمایه گذاری در انرژی خورشیدی بصرفه است؟

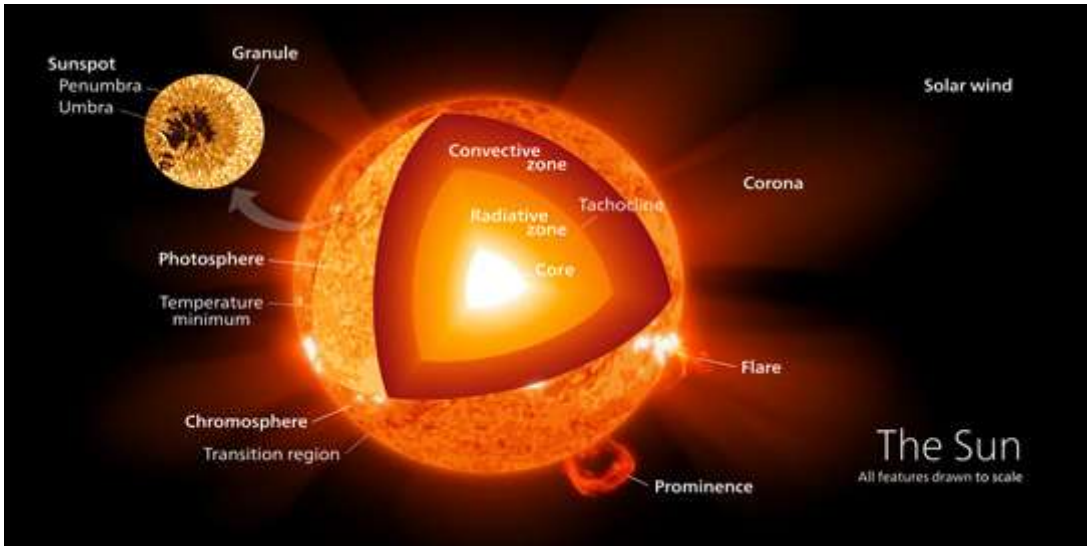
به این جهت که اداره برق محله شما با قیمتی ۱۰.۲ برابر برق معمولی (۶۷۵ تومان قیمت خرید برق از شما – ۶۶ تومان قیمت مصرف کننده های اداره برق) از شما برق را خواهد خرید! یعنی می توانید از برق شهری استفاده کنید و از طرفی دیگر برق تولیدی خود را با قیمتی بالاتر نیز به فروش برسانید. و یا برق مازاد تولیدی خود را بفروش برسانید.

اداره برق محله شما با قیمتی ۱۰.۲ برابر برق معمولی (۶۷۵ تومان قیمت خرید برق از شما – ۶۶ تومان قیمت مصرف کننده های اداره برق) از شما برق را خواهد خرید!

مورد بعدی که بسیار مهم است نبود رقیب است، در کشورمان در این زمینه عملا کاری صورت نگرفته است و شما می توانید نخستین شرکت خصوصی با ارائه خدمات با کیفیت بالا به مشتریان باشید و تا سالیان دراز در این بازار جایگاه نخست را از آن خود نمایید.

خورشید

برای اینکه بتوانیم از نیروگاه خورشیدی بیشترین بازه را بگیریم طبیعتا باید خورشید را بهتر بشناسیم؛



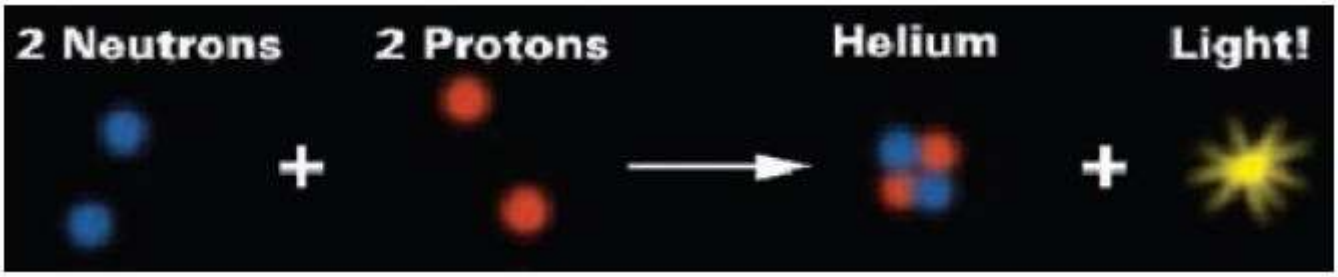
خورشید، گوی غول پیکر درخشانی در وسط منظومه شمسی و تامین کننده نور، گرما و انرژی های دیگر زمین است. تقریبا تمامی منابع انرژی روی زمین بوسیله خورشید تامین می گردد. فقط انرژی اتمی، انرژی داخل زمین و آن قسمتی از انرژی جذر و مد که بوسیله نیروی جاذبه ماه می باشد بوسیله خورشید تامین نمی شود. انرژی خورشید به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

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 دما 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 متشکل 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 الکتریکی خنثی به نام نوترینو پدیدار می گردد.

هسته نهایی شامل دو پروتون و دو نوترون است که در واقع هسته هلیوم می باشد. جرم این هسته به مقدار بسیار اندکی کمتر از جرم چهار پروتونیست که هسته از آن تشکیل شده است. جرم از دست رفته به انرژی تبدیل شده است. این مقدار از انرژی به کمک فرمول مشهور فیزیکدان آلمانی، آلبرت انیشتین، $E=mc$ 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 پلاسما میگویند.

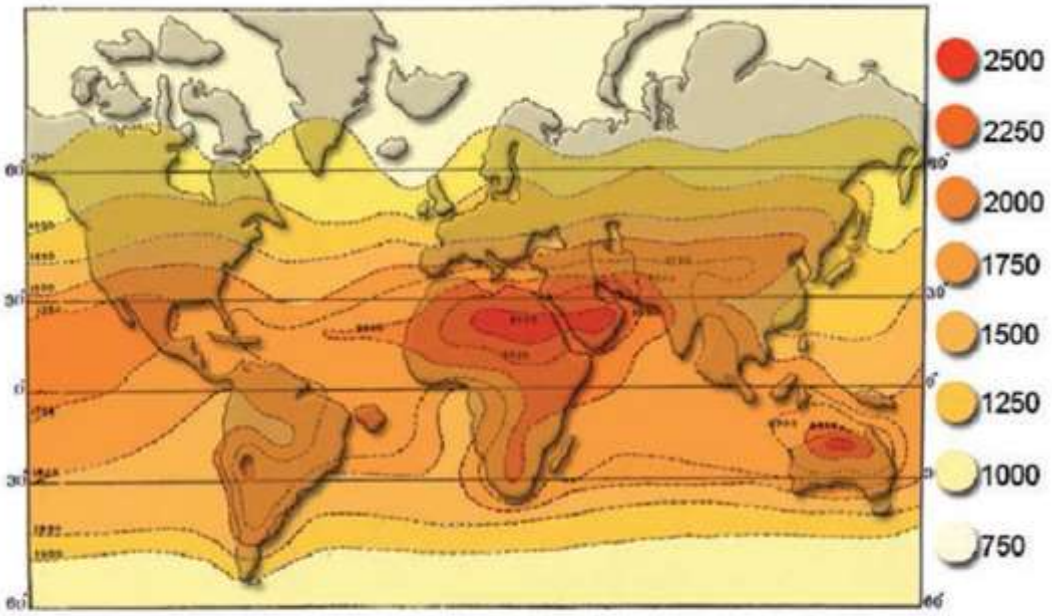


شعاع خورشید (فاصله بین مرکز تا سطح آن) حدود۶۹۵.۵۰۰ کیلومتر، تقریبا ۱۰۹ برابر شعاع زمین است.

دمای سطح خورشید ۵۸۰۰ درجه کلوین و دمای هسته خورشید بیش از ۱۵ میلیون درجه کلوین می باشد. جرم خورشید ۹۹.۸ درصد از جرم کل منظومه شمسی و ۳۳۳.۰۰۰ برابر جرم زمین است.

میانگین چگالی آن حدود ۹۰ پوند در هر فوت مکعب و یا ۱.۴ گرم در هر سانتیمتر مکعب می باشد. این مقدار تقریبا معادل ۱.۴ برابر چگالی آب و کمتر از یک سوم میانگین چگالی زمین است.

بیشتر اتم های خورشید، مانند اغلب ستارگان، اتم های عنصر شیمیایی هیدروژن می باشند .بعد از هیدروژن، عنصر هلیوم در خورشید بسیار یافت می شود و بقیه جرم خورشید از اتم های هفت عنصر دیگر تشکیل شده است. به ازای هر ۱ میلیون اتم هیدروژن در کل خورشید، ۹۸.۰۰۰ اتم هلیوم، ۸۵۰ اتم اکسیژن، ۳۶۰ اتم کربن، ۱۲۰ اتم نئون، ۱۱۰ اتم نیتروژن، ۴۰ اتم منیزیوم، ۳۵ اتم آهن و ۳۵ اتم سیلیکون وجود دارد. بنابراین حدودا ۹۴ درصد از اتمها، هیدروژن و حدود ۰.۱ درصد اتم هایی غیر از هیدروژن و هلیوم می باشند. و اما از لحاظ جرمی هیدروژن که سبک ترین عنصر است. ۷۳.۴۶ درصد، هلیوم ۲۴.۸۵ درصد، اکسیژن ۰.۷۷ درصد، کربن ۰.۲۹ درصد، آهن ۰.۱۶ درصد، گوگرد ۰.۱۲ درصد، نئون ۰.۱۲ درصد، نیتروژن ۰.۰۹ درصد، سیلیکون ۰.۰۷ درصد و منیزیوم ۰.۰۵ درصد از کل جرم خورشید را به خود اختصاص داده اند. طبق برآوردهای علمی در حدود ۴.۵ بیلیون سال از تولد این گوی آتشین می گذرد و تا ۵ میلیارد سال آینده همچنان می توان آن را به عنوان یک منبع عظیم انرژی به حساب آورد.

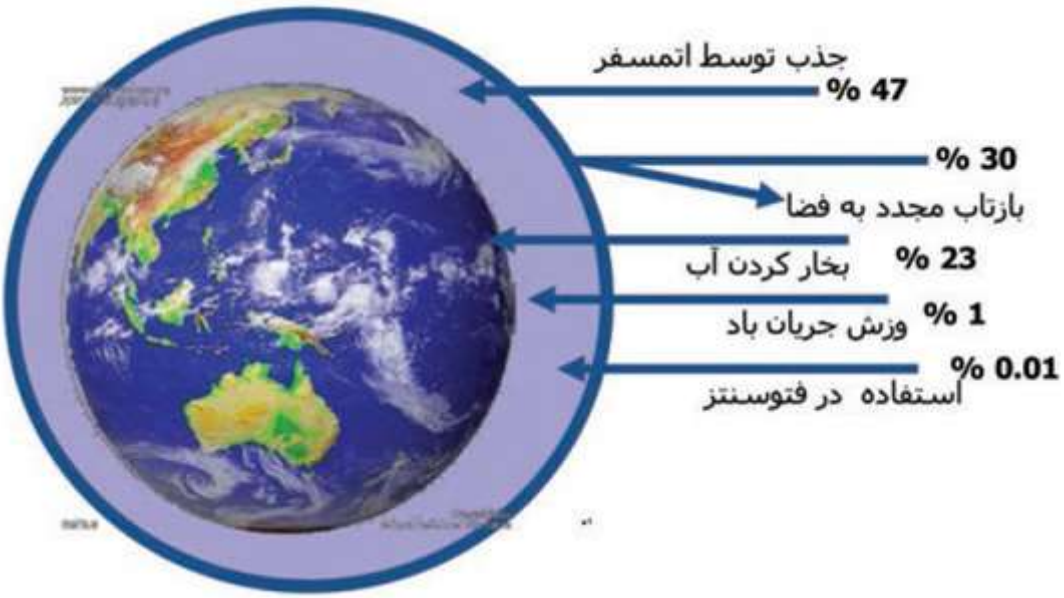


Annual Solar Insulation of the World (Kw.hr/M^2)

نمودار تابش متوسط سالیانه خورشید بر نقاط مختلف گره زمین

در هر ثانیه تقریبا ۱.۱*۱۰^۲۰ 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*۱۰^۱۸ 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 حدودا معادل ۷*۱۰^۱۷ کیلووات ساعت است.

جرم خورشید ۹۹.۸ درصد از جرم کل منظومه شمسی و ۳۳۳.۰۰۰ برابر جرم زمین است و در هر ثانیه تقریبا ۱.۱*۱۰^۲۰ کیلووات ساعت انرژی از خورشید ساطع می شود.



ایران و خورشید

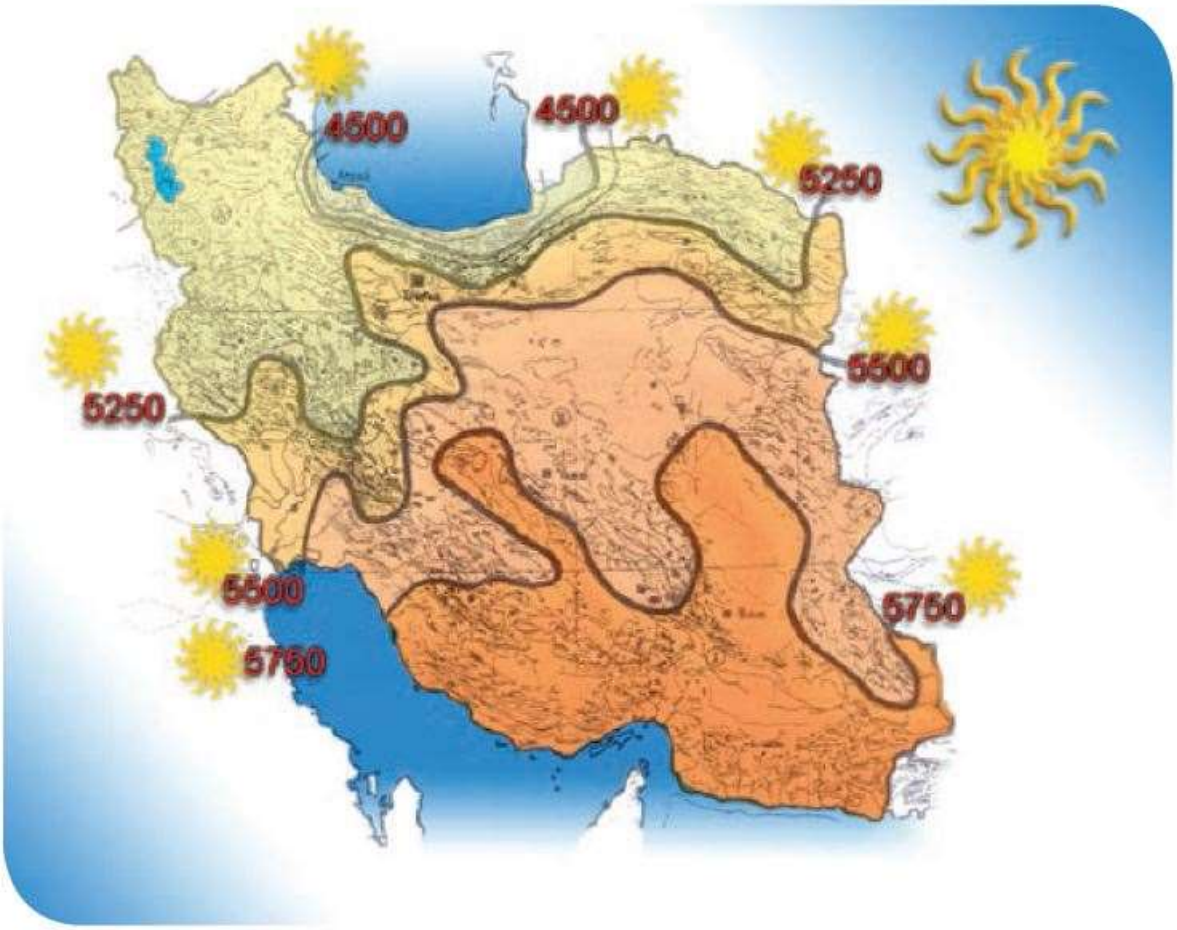
در ایران روزانه بطور متوسط ۵.۵ کیلووات ساعت انرژی خورشیدی بر هر متر مربع از سطح زمین می تابد و ۳۰۰ روز آفتابی در ۹۰ ٪ خاک کشور داریم.

مساحت ایران تقریبا ۱.۶۰۰.۰۰۰ کیلومتر مربع یعنی حدود متر ۱.۶*۱۰^۱۲ مربع است .میزان تابش روزانه انرژی خورشید در ایران برابر است با: ۱.۶*۵.۵*۱۰^۱۲ کیلووات ساعت. میزان کل تابش خورشید در طول روز برای ایران تقریباً برابر است.

میزان تابش روزانه انرژی خورشید در ایران برابر است با: ۱۰^۱۲*۵.۵*۱.۶ کیلووات ساعت می باشد.

با 9.000.000.000مگاوات 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.

با مطالعات انجام شده توسط DLR آلمان، در مساحتی بیش از ۲۰۰۰ کیلومترمربع، امکان نصب بیش از ۶۰۰۰۰ MWنیروگاه حرارتی خورشیدی وجود دارد. اگر مساحتی معادل ۱۰۰×۱۰۰ کیلومترمربع زمین را به ساخت نیروگاه خورشیدی فتوولتائیک اختصاص دهیم، برق تولیدی آن معادل کل تولید برق کشور در سال ۱۳۸۹ خواهد بود.



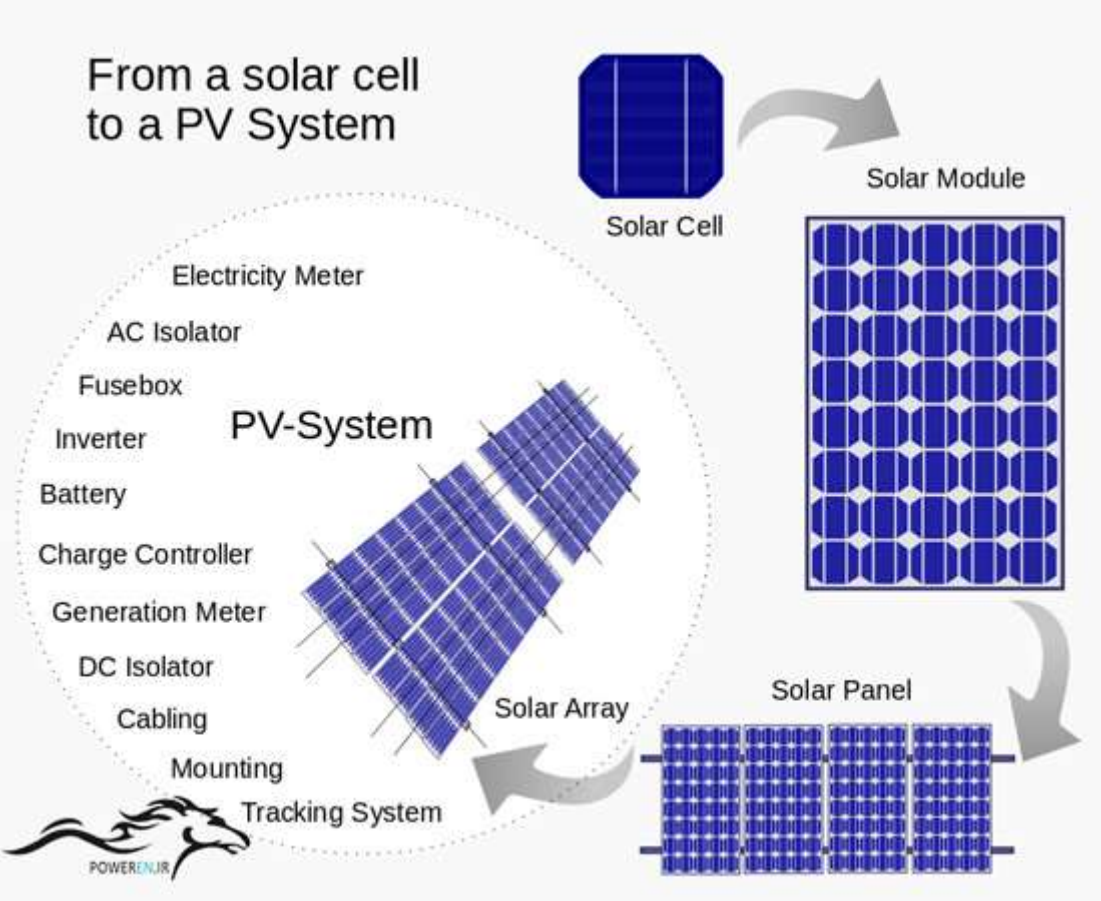
نحوه عملکرد نیروگاه خورشیدی

سیستم های فتوولتائیک

به پدیده ای که در اثر تابش نور بدون استفاده از مکانیزم های محرک، الکتریسیته تولید کند پدیده فتوولتائیک و به هر سیستمی که از این پدیده استفاده کند سیستم فتوولتائیک گویند. سیستم های فتوولتائیک یکی از پر مصرف ترین کاربرد انرژی های نو می باشند و تا کنون سیستم های گوناگونی با ظرفیت های مختلف (۰/۵ وات تا چند مگاوات) در سراسر جهان نصب و راه اندازی شده است و با توجه به قابلیت اطمینان و عملکرد این سیستم ها هر روزه بر تعداد متقاضیان آنها افزوده می شود. از سری و موازی کردن سلول های خورشیدی می توان به جریان و ولتاژ قابل قبولی دست یافت. در نتیجه به یک مجموعه از سلول های سری و موازی شده پنل (Panel) فتوولتائیک می گویند. امروزه اینگونه سلول ها عموما از ماده سیلیسیم تهیه می شوند و سیلیسیم مورد نیاز از شن و ماسه تهیه می شود که در مناطق کویری کشور، به فراوانی یافت می گردد.

بنابراین از نظر تامین ماده اولیه این سلول ها هیچ گونه کمبودی در ایران وجود ندارد. سیستم های فتوولتائیک را می توان به طور کلی به سه بخش اصلی تقسیم نمود که به طور خلاصه به توضیح آنها می پردازیم.

ایران یکی از منابع قوی سیلیسیم در دنیا می باشد و در این زمینه کمبودی حس نمی شود.



الف) پنلهای خورشیدی:

این بخش در واقع مبدل انرژی تابشی خورشید به انرژی الکتریکی بدون واسطه مکانیکی می باشد. لازم به ذکر است، جریان و ولتاژ خروجی از این پنل ها) DC مستقیم) می باشد.

ب) تولید توان مطلوب یا بخش کنترل:

این بخش در واقع کلیه مشخصات سیستم را کنترل کرده و توان ورودی پنلها را طبق طراحی انجام شده و نیاز مصرف کننده به بار یا باتری تزریق و کنترل می کند .لازم به ذکر است که در این بخش مشخصات و عناصر تشکیل دهنده با توجه به نیازهای بار الکتریکی و مصرف کننده و نیز شرایط آب و هوایی محلی تغییر می کند.

ج) مصرف کننده یا بار الکتریکی:

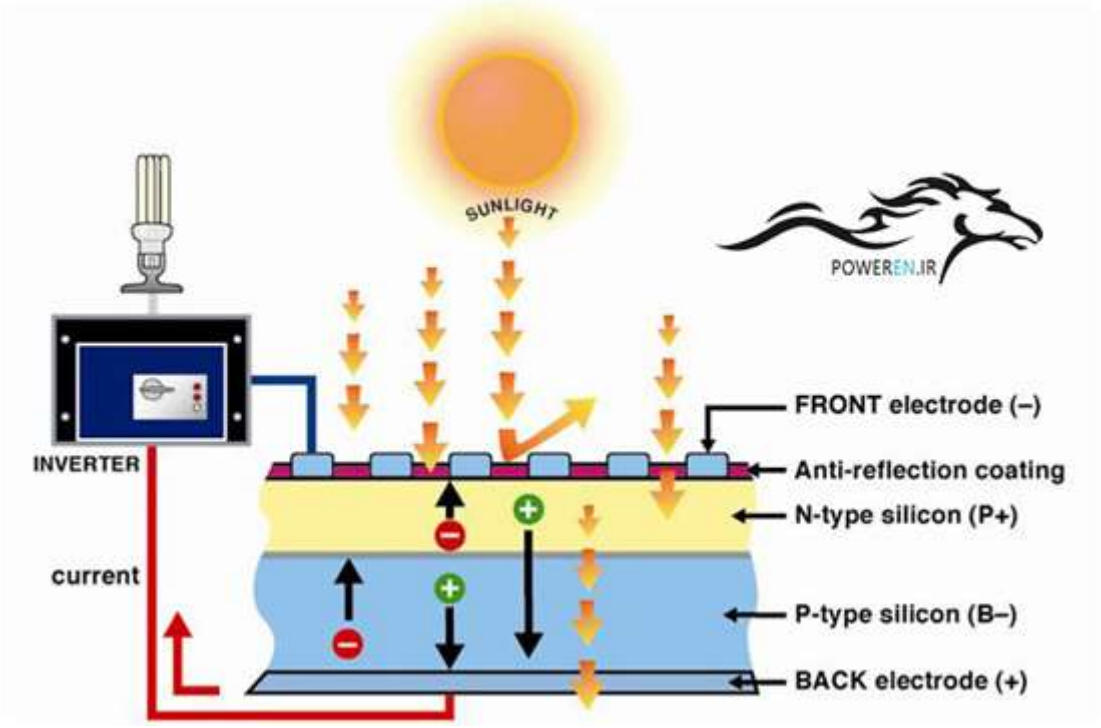
با توجه به خروجی DC پنلهای فتوولتائیک، مصرف کننده می تواند از دو نوع DC یا ACباشد، همچنین با آرایش های مختلف پنل های فتوولتائیک می توان نیاز مصرف کنندگان مختلف را با توان های متفاوت تامین نمود. با توجه به کاهش روزافزون ذخایر سوخت فسیلی و خطرات ناشی از بکار گیری نیروگاه های اتمی، گمان قوی وجود دارد که در آینده ای نه چندان دور سلول های خورشیدی با تبدیل مستقیم انرژی خورشیدی به انرژی برق بعنوان جایگزین مناسب و بی خطر برای سوخت های فسیلی و نیروگاه های اتمی توسط بشر بکار گرفته شود.

نحوه عملکرد سیستم فتوولتائیک

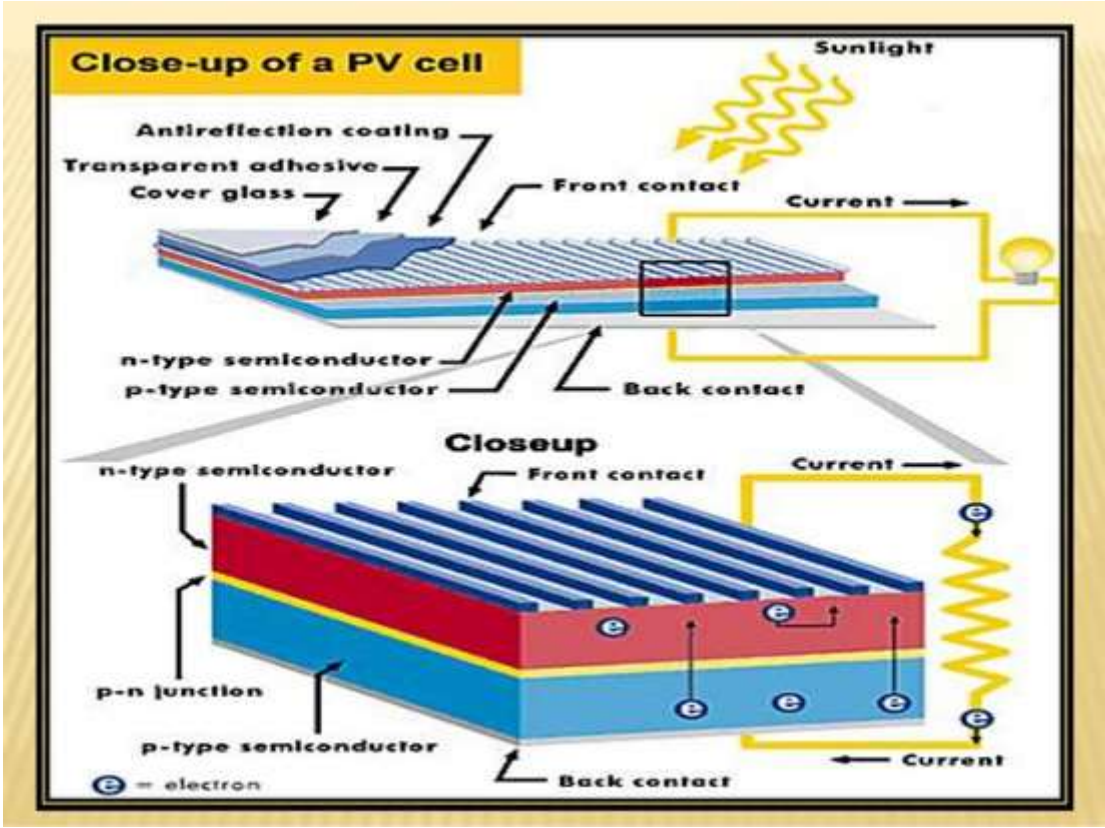
سیستم های فتوولتائیک (PV) که در اصل برای کاربردهای فضایی ابداع و تکمیل شده بودند، انرژی نوری را مستقیما به انرژی الکتریکی تبدیل می کنند. اصل مقدماتی در این تکنولوژی پدیده " فتوالکتریک " است که اولین بار بوسیله انیشتین مطرح شد.

همیشه وقتی سخن از انیشتین 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 کوانتومی نیز نقش بسزایی داشت. حتی جایزه نوبل هم به خاطر مقاله «اثر فتوالکتریک » که تاییدی بر کوانتومی بودن نور بود، به او اهدا شد. 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.

انیشتین به مناسبت توضیح پدیده فوتوالکتریک 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 تئوری بازده ماکزیمم 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 خصایص الکترونیکی متفاوت دارند و این امر موجب پیدایش میدان های الکتریکی در درون آنها می شود. هنگامی که نور وارد کریستال می شود، الکترون هائی که بوسیله نور تولید می شوند بوسیله این میادین جدا می شوند و اختلاف پتانسیلی بین وجوه 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 الکترون مدار خارجی فسفر با ۴ الکترون مدار خارجی سیلیسیم یک 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 هائی 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 با اتصال P-N برخورد کند الکترون را از اتم سیلیسیم جدا کرده و در نتیجه حفره بوجود می آورد .حفره مزبور تحت تاثیر 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 کنتاکتهائی به رویه های قطعات نیمه هادی، مداری تشکیل می شود که اجازه برگشت 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.



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**

راندمان سلول های خورشیدی

عبارت است از درصد انرژی تبدیل شده به الکتریسیته (در نتیجه تبدیل انرژی تابشی جذب شده به انرژی الکتریکی) 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 توان حداکثر، E شدت تابش نور ورودی تحت شرایط استاندارد و A 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:

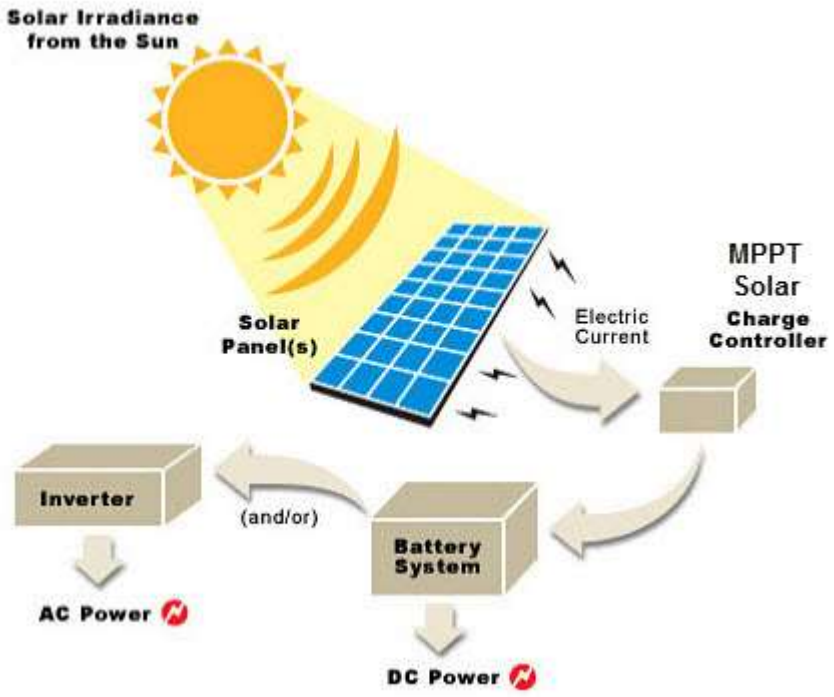
$$FF = \frac{P_m}{V_{oc} \times I_{sc}} = \frac{\eta \times A_c \times E}{V_{oc} \times I_{sc}}$$

در این رابطه، P توان حداکثر، V ولتاژ مدار باز و I جریان مدار کوتاه می باشد.

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

اجزای نیروگاه خورشیدی

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



پنل های 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.

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 .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 هوایی محلی تغییر می کند . بنابراین خرابی احتمالی در هر بخش یا اطلاعات مربوط به هر قسمت را می توان از بخش کنترل گرفت. این مجموعه از زیر مجموعه یا بخشهای متعددی تشکیل شده است که شامل :باطری، شارژ کنترل، MPPT، اینورتر و سیستم کنترل می باشد. البته برای هر مصرف کننده لزوما از تمام بخشهای مذکور استفاده نمی گردد، بلکه

طبق مشخصات و نیازهای هر مصرف کننده، بخش تولید توان مطلوب از بعضی از زیر بخشهای مذکور، تشکیل می گردد. 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**

در این جا به شرح مختصری از هر کدام از زیر مجموعه ها یا زیر بخشهای مذکور می پردازیم.

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**

وجود منبع ذخیره در سیستم فتوولتائیک بقدری مهم است که سیستمهای فتوولتائیک را به دو دسته کلی تقسیم بندی می کنند:

***با منبع ذخیره**

***بدون منبع ذخیره**

منبع ذخیره خود می تواند به دو نوع زیر تعریف گردد:

1. **بر.اساس بار مصرفی (محصول تولیدی ذخیره شود(**

مثلا در پمپاژ خورشیدی در طی روز و در زمان وجود خورشید و برق حاصل از پنل ها، 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.

۱. 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.

شارژ کنترل و واحد کنترل بار

وظیفه اصلی این بخش عبارت است از کنترل وضعیت شارژ و دشارژ باطری ها. بطوریکه از حداکثر 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 الکترولیت و ... کنترل کرده و در مواقع لزوم، طبق طراحیهای انجام شده عملکرد لازم را متناسب با شرایط و وضعیت باطریها بر سیستم اعمال می کند بگونه ای 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 می باشد. 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.

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 آنجائیکه 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 باطریها را به توان AC تبدیل می کند .انتخاب اینورتر برای یک سیستم قدرت مستلزم ماکزیمم بار تغذیه شونده، ماکزیمم اضافه جهش مورد نیاز، ولتاژ خروجی مورد نیاز، ولتاژ باطری ورودی و سایر مشخصات، قابل انتخاب است. سایز یک اینورتر با استفاده از ماکزیمم 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 مستقیما به آرایه PV متصل شده و زمانی که خورشید در حال تابش 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 کمبود از طریق شبکه جبران می شود.

- اینورتر چند منظوره (Multi-Function Inverter)

این اینورترها به طور همزمان هم می توانند بعنوان یک اینورتر مستقل و هم یک اینورتر همزمان عمل کنند. این نوع اینورتر علاوه بر اتصال به خطوط شبکه قدرت به بانکهای باطری نیز متصل است. در زمانی که باطریها از طریق یک منبع نیرو مثلا آرایه های فتوولتائیک شارژ شده باشند، بارهای مورد استفاده خواهند بود و چنانچه باطریها دشارژ باشند، شبکه قدرت این وظیفه را بر عهده دارد.

مصرف کننده یا بار الکتریکی

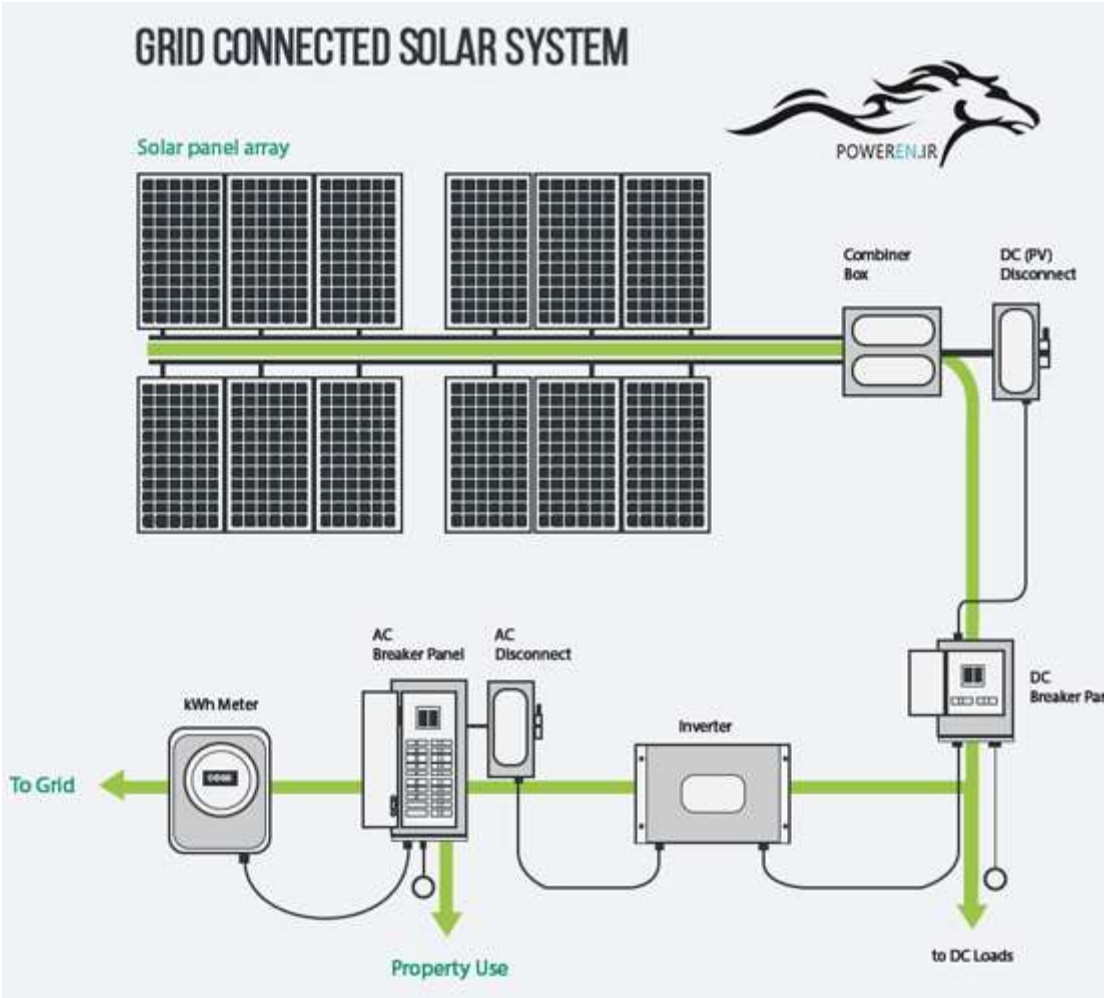
با توجه به خروجی DC پنلهای فتوولتائیک، مصرف کننده می تواند دو نوع DC یا AC باشد، همچنین با آرایشهای مختلف پنلهای فتوولتائیک می توان نیاز مصرف کنندگان مختلف را با توانهای متفاوت تامین نمود. به همین علت سیستمهای فتوولتائیک بیشترین بازار تجاری را در زمینه کاربرد انرژی های نو بخود اختصاص داده اند. لازم به ذکر است که مصرف کننده های فتوولتائیک یاد شده می توانند در رنج توانی متفاوت باشند.

بارDC

بار بطور مستقیم بر ویژگی های کل سیستم PV اثر می گذارد. بارهای بیش از اندازه که به نیرویی بیشتر از نیروی تولیدی مدول ها و یا ذخیره باطری 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.

بارAC

بار ACدر 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.



انواع روش های استفاده از سیستمهای فتوولتائیک

1.سیستمهای مستقل از شبکه(Stand Alone)

2.سیستمهای متصل به شبکه(Grid Connected)

3.سیستمهای تغذیه چند گانه(Hybrid)

سیستم های مستقل از شبکه

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 می شود. در این روش انرژی الکتریکی مورد نیاز با استفاده از پنلهای فتوولتائیک و سیستمهای ذخیره کننده و کنترل کننده نسبتاً ساده، قابل تأمین می باشد. بازه توانی این سیستم از چند وات تا چندین مگاوات قابل نصب و راه اندازی می باشد و بعنوان یک واحد نیروگاهی با طول عمر مناسب حدود ۲۵ سال می تواند با قابلیت اطمینان بالا جهت تامین 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 می توان به موارد زیر اشاره کرد:

***عدم نیاز به شبکه سراسری، سیستم انتقال شبکه و تعمیر و نگه داری 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 نیروگاه ها تأمین برق خانه های مسکونی، چادرهای عشایری، کلبه های روستایی و بصورت کلی رفع نیاز الکتریکی مناطقی می باشد که دارای شبکه سراسری برق نمی باشند. توسط این سیستمها می توان نیاز های 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 می نماید. جدول زیر تجهیزات یک سیستم فتوولتائیک با توان ۱KWو زمان مصرف ۲۴ ساعت در شبانه روز را نشان می دهد.

متصل به شبکه سراسری برق

بمنظور تقویت شبکه سراسری برق و جلوگیری از فشار الکتریکی وارده بر نیروگاهها در طی روز، استفاده از نیروگاههای فتوولتائیک متصل به شبکه سراسری بصورت متمرکز و یا غیرمتمرکز 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 کیلووات الی ۵ 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 مستقیما به برق از نوع AC تبدیل می گردد و به شبکه سراسری تزریق می شود. و ضمن بهره جویی 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

سیستمهای تغذیه چند گانه

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.

پنل فتوولتائیک ۴۵W	۲۴ عدد
- شارژ کنترل خورشیدی	۱ عدد
ظرفیت ذخیره بانک باطری ۴۸ ولتی	۳۰۰ Ah
اینورتر ۱/۵kW	۱ عدد

توضیح دقیق تر موارد استفاده سیستم های فتوولتائیک

پمپاژ خورشیدی

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

روستاها (آب شرب(

آبیاری

دامپروری

پرورش ماهی

جنگلها و مراتع

آبشخور حیوانات اهلی و وحشی

آبنماها و .... را دارند.

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. تامین 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 فتوولتاییک استفاده کرد.

اجزای اصلی سیستم پمپاژ خورشیدی

سیستم پمپاژ خورشیدی، متشکل از ۵ قسمت عمده می باشد:

***صفحات خورشیدی الکتریکی**

***پمپ**

***کنترل کننده پمپ**

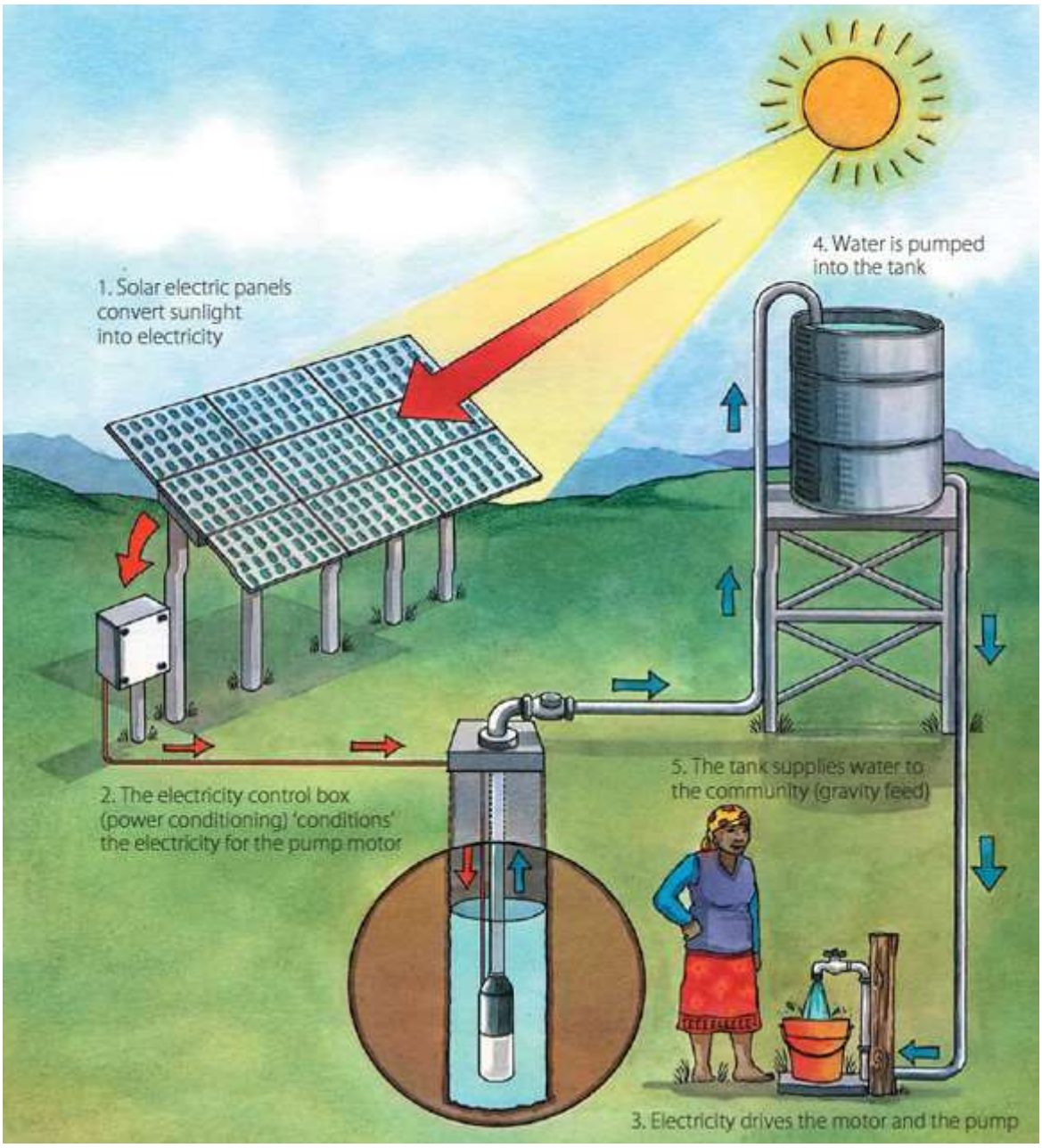
***مخزن ذخیره**

***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 تعبیه یک سویچ شناور 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

ذخیره توان :می توان جهت استفاده از پمپ در روزهای ابری و در شب ها، با تعبیه باتری، مبادرت به ذخیره توان نمود. این روش نیز اگر چه دارای قابلیت اطمینان بالایی می باشد ولی 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 روشی 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 مراتع 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 سریD5

پمپ های آبی خورشیدیSQFlex

پمپ های آبی خورشیدیl*rentz

پمپ های آبی خورشیدی سریSCS

پمپ های آبی خورشیدی سریSDS

سیستم های روشنائی خورشیدی

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

.1روشنائی داخلی :این سیستم ها برای استفاده در داخل منازل، کارگاهها، پاسگاههای محیط بانی و ... طراحی شده اند.

.2روشنائی خارجی :که شامل موارد زیر است:

***چراغ های خیابانی و پارکی**

***روشنائی تابلوهای تبلیغاتی**

***چراغ های تزئینی**

***چراغ های راهنمائی و رانندگی و هشدار دهنده**

اجزای تشکیل دهنده سیستم روشنائی خورشیدی عبارتند از:

***پانل های خورشیدی**

***شارژ کنترلر**

***باطری**

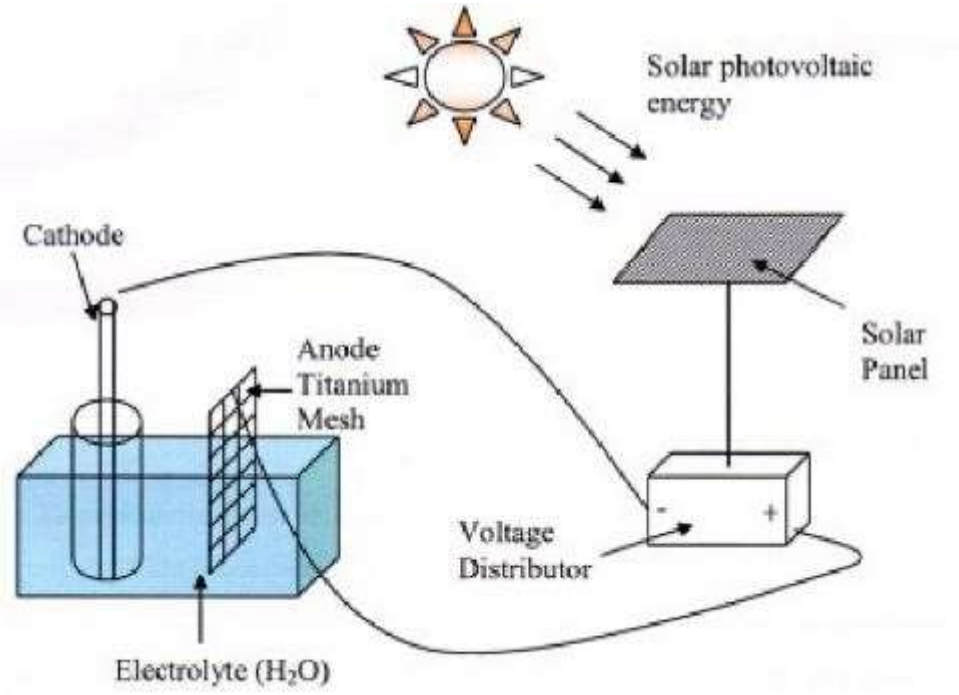
***بالاست الکترونیکی**

***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 روشنائی 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.

حفاظت کاتدیک

بمنظور جلوگیری از پوسیدگی لوله های انتقال آب، مواد شیمیایی، نفت و گاز، نشت مواد مذکور از لوله ها و جلوگیری 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 کاتودیک را با یکدیگر تلفیق نمود. بدین صورت که جریان الکتریسیته لازم جهت حفاظت کاتدیک، از محل سلولهای خورشیدی تامین 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)کمتر از ۱۰ آمپر) 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 بندرعباس، 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 تامین 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 تغییر 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 تامین 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؛ 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.

این ایستگاه، از قدرتمندترین واحد سلول های خورشیدی، برخوردار می باشد. این واحد متشکل از چهار بال به رنگ طلایی می باشد که طول هر بال، ۷۲ متر از طول کل ایستگاه فضایی بیشتر است. در مجموع، ۲۵۰۰۰۰ 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.

مزایای استفاده از سیستم های فتوولتائیک

- امکان نصب و راه اندازی نیروگاه فتوولتائیک بسیار ساده و سهل الوصول است.
- برخلاف صور دیگر نیروگاه های خورشیدی، سیستم های فتوولتائیک انرژی حاصل از تابش را مستقیما و بدون واسطه های مکانیکی تبدیل به انرژی الکتریکی می نماید.
- امکان استفاده از این نوع انرژی خورشیدی در مقیاسهای کوچک و بزرگ امکان پذیر می باشد.(از حدود میلی وات تا چندین مگاوات)
- قابلیت استفاده در مکانهای شهری و روستایی را دارا می باشد.
- با توجه به نیاز مصرفی در هر نقطه که امکان بهره برداری از این سیستم وجود داشته باشد قابل نصب و راه اندازی است.
- 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.
- 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.

نیروگاه خورشیدی در جهان

ظرفیت عملیاتی سیستمهای فتوولتائیک در آخر سال ۲۰۱۱ در حدود ۱۰ برابر میزان کل نصب شده جهانی در ۵ سال قبل بوده است و بدین وسیله به طور متوسط نرخ رشد سالانه ۵۸ درصدی را در بازه زمانی ۲۰۰۶ تا ۲۰۱۱ به

ارمغان آورده است. سهم بازار تین فیلم (مدل اول سلول ها خورشیدی) از ۱۶٪ در سال ۲۰۱۰ به ۱۵٪ در سال ۲۰۱۱ افت داشته است.

Top countries worldwide

Top countries using solar thermal power, worldwide: GW_{th} [79][80][81][82][83]

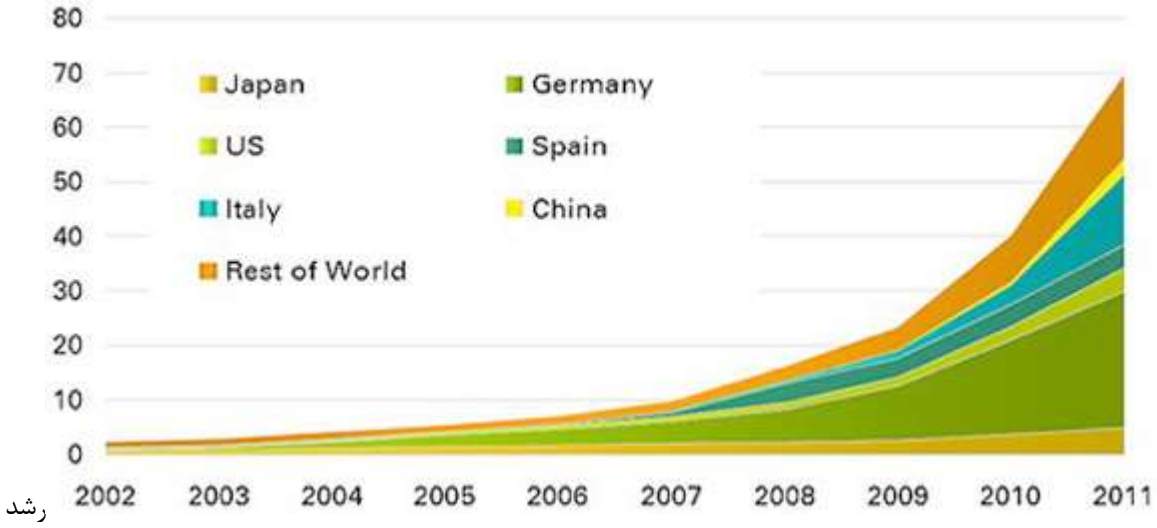
#	Country	2005	2006	2007	2008	2009
1	People's Republic of China	55.5	67.9	84.0	105.0	101.5
–	*EU*	11.2	13.5	15.5	20.0	22.8
2	United States	1.6	1.8	1.7	2.0	14.4
3	Germany	–	–	–	7.8	8.9
4	Turkey	5.7	6.6	7.1	7.5	8.4
5	Australia	1.2	1.3	1.2	1.3	5.
6	Japan	5.0	4.7	4.9	4.1	4.3
7	Brazil	1.6	2.2	2.5	2.4	3.7
8	Austria	–	–	–	2.5	3.0
9	Greece	–	–	–	2.7	2.9
10	Israel	3.3	3.8	3.5	2.6	2.8
	World (GW_{th})	**88**	**105**	**126**	**149**	**172**

برترین

کشورها در حوزه نیروگاه خورشیدی

کشورهای پیشرو در بیشترین ظرفیت نصب شده تا انتهای سال ۲۰۱۱ آلمان، ایتالیا، ژاپن، اسپانیا و آمریکا بوده اند.

بار دیگر اتحادیه اروپا به خاطر وجود کشورهای آلمان و ایتالیا بازار سیستمهای فتوولتائیک را در دست خود گرفت. این دو کشور با هم ۵۷٪ از ظرفیت عملیاتی جدید را در سال ۲۰۱۱ به خود اختصاص دادند. اتحادیه اروپا تقریبا ۱۷ گیگاوات ظرفیت نصب شده داشته و نزدیک به ۲۲ گیگاوات ظرفیت را متصل به شبکه نموده است.



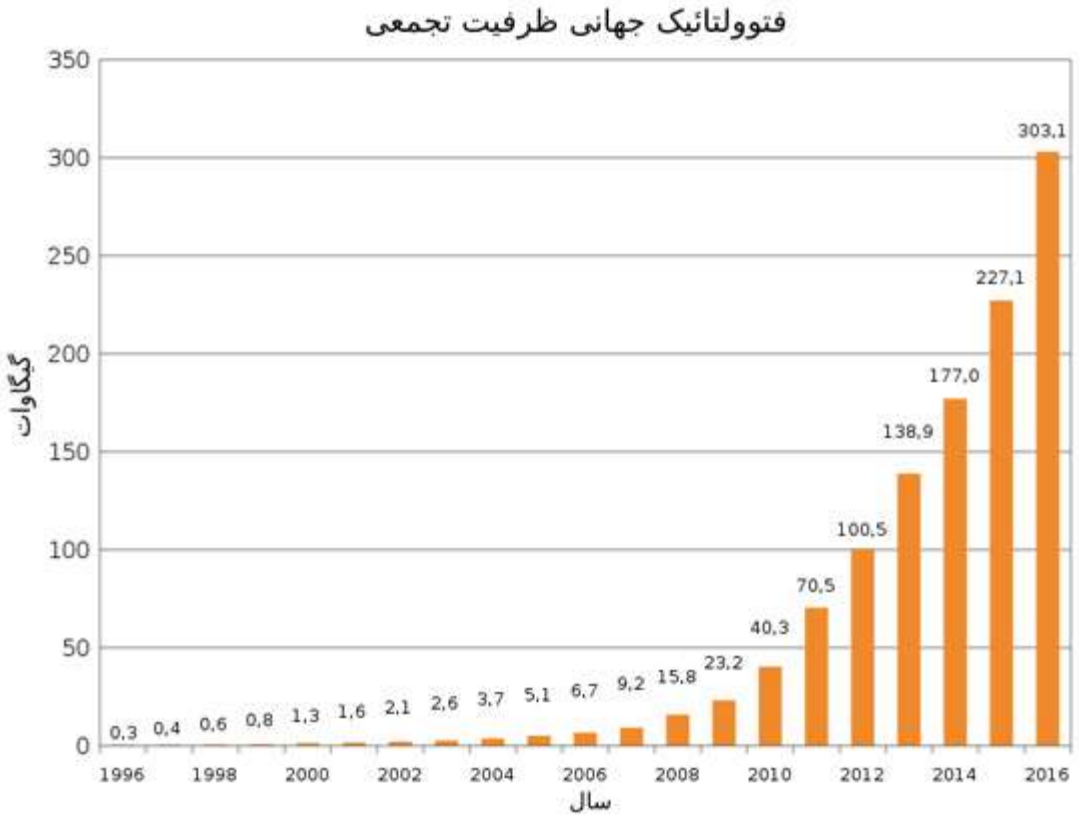
نیروگاه خورشیدی در جهان

مجموع ظرفیت نصب شده سیستمهای فتوولتائیک تا انتهای سال ۲۰۱۱ در اتحادیه اروپا 51گیگاوات بوده که این میزان در حدود سه چهارم از کل ظرفیت نصب شده جهانی می باشد. این میزان تقاضای برق بیش از ۱۵ میلیون خانوار اروپائی را پاسخ گو خواهد بود.

در کشور آلمان کل ظرفیت نصب شده به میزان ۲۴.۸ گیگاوات رسیده که میزان ۳.۱٪ از برق تولیدی کشور آلمان را به خود اختصاص می دهد(در سال ۲۰۱۰ این میزان ۱.۹٪ بوده است.)

ایتالیا رکورد جدیدی را ثبت نموده است، ۹.۳ گیگاوات سیستم فتوولتائیک وارد شبکه نمود که تا آخر سال به میزان ۱۲.۸ گیگاوات رسید.

از دیگر بازارهای برتر در اروپا می توان به بلژیک (نزدیک ۱ گیگاوات(، انگلستان (۰.۹ گیگاوات)، یونان (بیشتر از ۰.۴ گیگاوات)، اسپانیا (نزدیک به 0.4گیگاوات که از مقام دوم جهانی به مقام چهارمی نزول کرد)، اسلوواکی (۰.۳ گیگاوات) اشاره نمود.



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.

در آلمان کل ظرفیت نصب شده به میزان ۲۴.۸ گیگاوات رسیده که میزان ۳.۱٪ از برق تولیدی کشور آلمان را به خود اختصاص می دهد

در جدول زیر سهم انرژی های تجدیدپذیر در تامین انرژی دنیا تا سال ۲۰۴۰ پیش بینی شده است. این چشم انداز بر اساس سیاست های جاری به توسط European Renewable Energy Councilتهیه 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 فتوولتاییک در تامین انرژی جالب به نظر میرسد. انرژی باد در ۲۰۱۰ سی و پنج برابر فتوولتاییک تولید خواهد شد .در ۲۰۲۰ بیش از ۱۰ برابر، در ۲۰۳۰ ، ۳/۶ برابر و در ۲۰۴۰ سهم انرژی باد ۱/۳ برابر فتوولتاییک خواهد بود. بنابراین ملاحظه می شود در آینده فتوولتاییک یکی از منابع مهم تامین انرژی است. در صورتیکه یک سیاست حمایتی اتخاذ شود .چشم انداز انرژی به صورت جدول پایین خواهد بود. در این صورت ۴۷/۷٪ از انرژی دنیا در ۲۰۴۰

	2001	2010	2020	2030	2040
Total Consumption (Mtoe)	10038	11752	13553	15547	17690
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
Total RES	1364	1682	2324	3416	4844
RES Contribution	13.6%	14,3%	17.1%	22.0%	27.4%

پیش

بینی مشارکت انرژیهای تجدید پذیر در تامین انرژی دنیا درسال ۲۰۴۰ بر اساس سیاست جاری

توسط انرژی های نو تولید خواهد شد. اگر چنین حمایتی محقق گردد. نسبت انرژی باد به فتوولتاییک در سالهای ۲۰۱۰، ۲۰۲۰، ۲۰۳۰ و ۲۰۴۰ به ترتیب ۲۲، ۱۱، ۱/۵۴ و 88/0خواهد بود. یعنی در ۲۰۴۰ تولید انرژی به توسط صنعت فتوولتاییک از انرژی استحصال شده به توسط نیروگاه های بادی بیشتر خواهد شد.

در جدول پایین 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 درسال ۲۰۴۰ به توسط انرژی های تجدید پذیر تولید خواهد شد. روند توسعه فتوولتاییک در این چشم انداز بسیار جالب است. این صنعت در 2020 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.

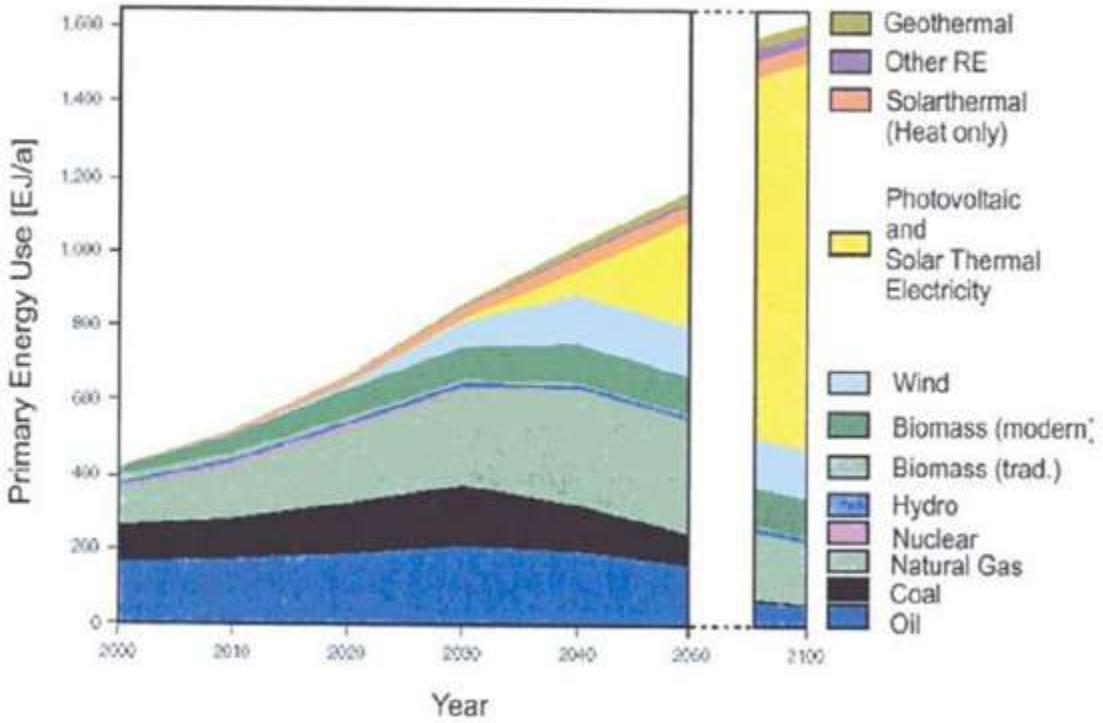
	2001	2010	2020	2030	2040
Total Consumption (Mtoe)	10038	10549	11425	12352	13310
Biomass	1080	1313	1791	2483	3271
Large Hydro	222.7	266	309	341	358
Small Hydro	9.5	19	49	106	189
Wind	4.7	44	266	342	688
PV	0.2	2	24	221	784
Solar Thermal	4.1	15	66	244	480
Solar Thermal Power	0.1	0.4	3	16	68
Geothermal	43.2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

پیش

بینی مشارکت انرژیهای تجدید پذیر در تامین انرژی دنیا درسال ۲۰۴۰ بر اساس سیاست حمایتی

82%از برق دنیا درسال ۲۰۴۰ توسط انرژی های تجدید پذیر تولید خواهد شد و در این سال رتبه نخست را نیروگاه های خورشیدی ازآن خود می کنند.

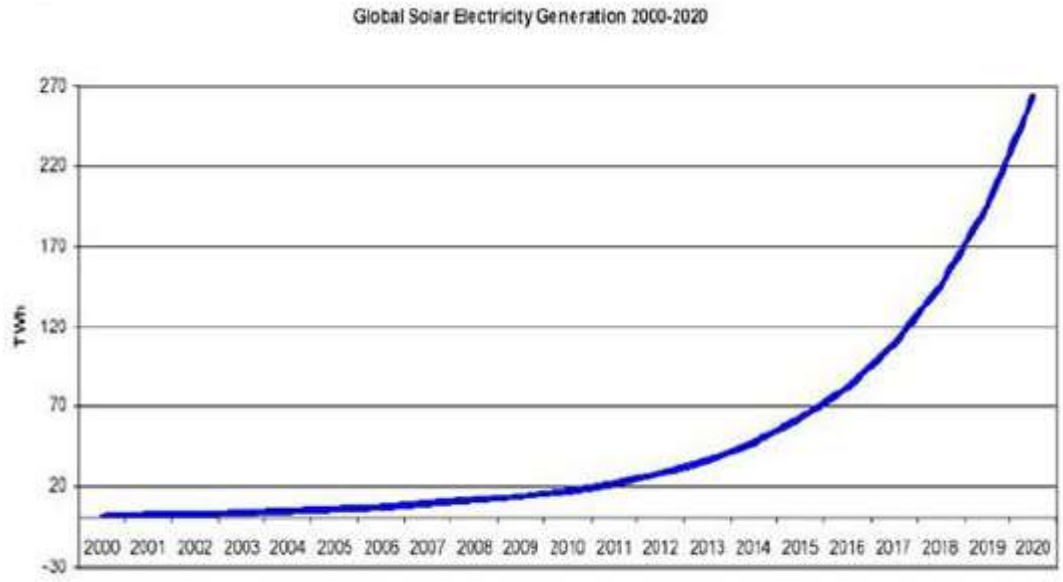
در نموارد پیش بینی زیر ملاحظه می شود در انتهای قرن بیست و یکم فتوولتاییک و نیروگاه های گرمایی-خورشیدی عمده ترین تولیدکننده انرژی الکتریکی خواهند بود. در انتهای سده نیروگاههای اتمی کاملا از دور خارج می شوند و گاز طبیعی دومین منبع تولید انرژی بشر پس از انرژی خورشیدی می باشد.



پیش

بینی منابع انرژی دنیا در سده ۰۰ الی ۲۱۰۰

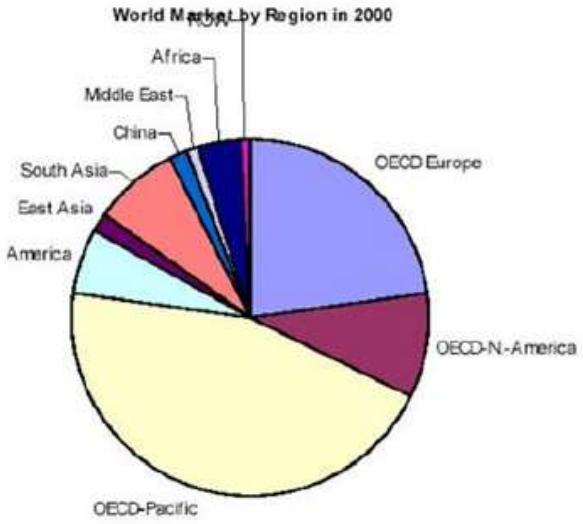
با وجود آنکه قیمت برق فتوولتاییک در حال حاضر بیش از سایر منابع است، ولی به لحاظ حذف مخارج انتقال و توزیع، پیش بینی می شود در ۲۰۲۰ قیمت آن با قیمت برق پیک و در ۲۰۴۰ با قیمت برق پایه سر به سر شود. با توجه به رشد استفاده از این سیستم ها می توان رشد قدرت تولید شده توسط فتوولتاییک در دنیا را تا سال ۲۰۲۰ در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



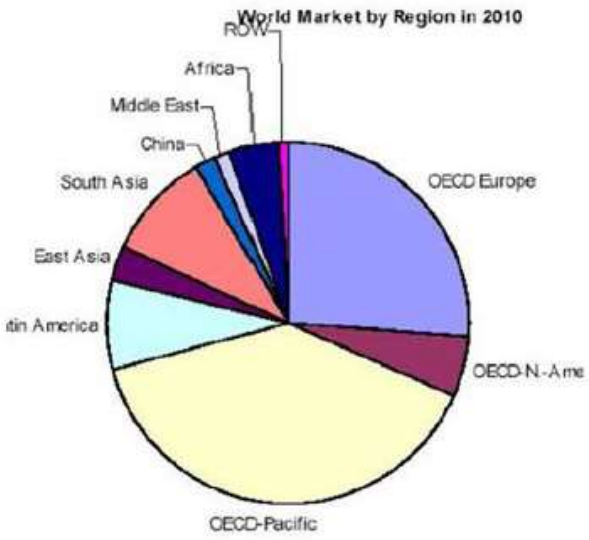
استفاده از سیستم های خورشیدی موجب افزایش تولیدکنندگان این سیستم ها و در نتیجه ایجاد اشتغال می شود. تعداد مشاغلی که به واسطه تولید این سیستمها به وجود می آید و همچنین نتایج کلی که با توجه به این سیستم ها حاصل می شود به صورت نتایج کلیدی زیر ارائه می شود.

الکتریسیته خورشیدی	۱٪ تا سال ۲۰۲۰
	۲۶٪ تا سال ۲۰۴۰
حجم بازار	۵۴،۰۰۰ MW/a تا سال ۲۰۲۰
بهای ماجول	< 1 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

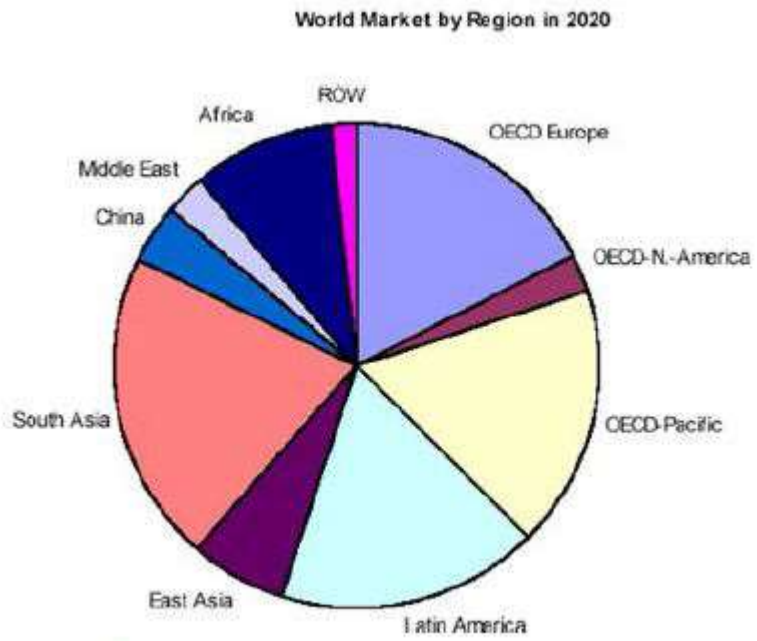
با توجه به نمودار های ارائه شده در زیر می توان مشاهده کرد که خاورمیانه علیرغم پتانسیل بالای تابش خورشید پیش بینی حجم سیستمهای فتوولتاییک نصب شده بسیار پایین است. همانطور که از نمودارهای مذکور مشخص میباشد، با توجه به رشد روزافزون استفاده از سیستمهای فتوولتائیک در دنیا و علیرغم پتانسیل بالای تابش خورشیدی درمنطقه خاورمیانه، متاسفانه درصد سیستمهای نصب شده در این منطقه بسیار پائین 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

در خلال سالهای ۲۰۰۰ الی ۲۰۱۰ تنها ۱/۳ از سهم جهانی به این منطقه اختصاص می یابد لیکن در سال ۲۰۲۰ سهم بازارهای منطقه به ۷/۲ می رسد. با توجه به سهم منطقه خاورمیانه که نسبت به سایر نقاط جهان رقمی ناچیز است و همچنین برآورد و پیش بینی ها در خصوص وضعیت سرمایه ای این صنعت مشاهده می شود بازاری در حدود ۷۰۰ میلیون دلار در منطقه وجود خواهد داشت که این رقمی معادل بازار صنعت لوازم خانگی در کشور می باشد.!

در انتهای سده نیروگاه های اتمی کاملا از دور خارج می شوند و گاز طبیعی دومین منبع تولید انرژی بشر پس از انرژی خورشیدی می باشد.

نیروگاه های خورشیدی در ایران

نام نیروگاه :نیروگاه فتوولتائیک متصل به شبکه در طالقان واقع در ۱۲۰ کیلومتری غرب تهران و در منطقه ای کوهستانی با توان ۳۰ کیلووات

تاریخ بهره برداری :سال ۱۳۸۱

نام نیروگاه :نیروگاه فتوولتاییک معلمان سمنان به ظرفیت ۱۰۰ کیلووات

تاریخ بهره برداری1374 :

نام نیروگاه :نیروگاه فتوولتاییک دربید یزد به ظرفیت ۱۲ کیلووات

تاریخ بهره برداری :سال ۱۳۷۹

نیروگاه خورشیدی در روستاها

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 ی انجام می باشد.

آیا سولار پنل برای خانه به صرفه است

یکی از سوالاتی که بشدت این روزها از ما پرسیده می شود این است که به نظر شما نیروگاه خورشیدی خانگی بصرفه است؟

نگه داری خاصی نیاز دارد؟

می توانیم از آن کسب درآمد نماییم؟

منابع

۱. سلول های خورشیدی نویسنده :مارتین ا.گیوین
۲. مجموعه مقالات سمینارهای خورشیدی، ویرایش و تنظیم: محمد صادق ذبیحی، اصغر حاج سقطی و محمد تقی رضایی حریری
۳. انرژی خورشیدی تالیف: سید جمال قائم مقامی
۴. مبانی انرژی خورشیدی تالیف: عزت الله آزاد
۵. اصول کاربردی انرژی حرارتی خورشید – تالیف: محمد علی عبدلی
۶. اصول و کاربرد انرژی خورشید – تالیف: اصغر حاج سقطی
۷. مجلهRenewable Energy World