

باسمه تعالی



پژوهشکده انرژی‌های تجدیدپذیر
دانشگاه اراک

معرفی انواع سیستم‌های خورشیدی

تهیه‌کننده:
دکتر دائی‌چیان

تابستان ۱۴۰۰

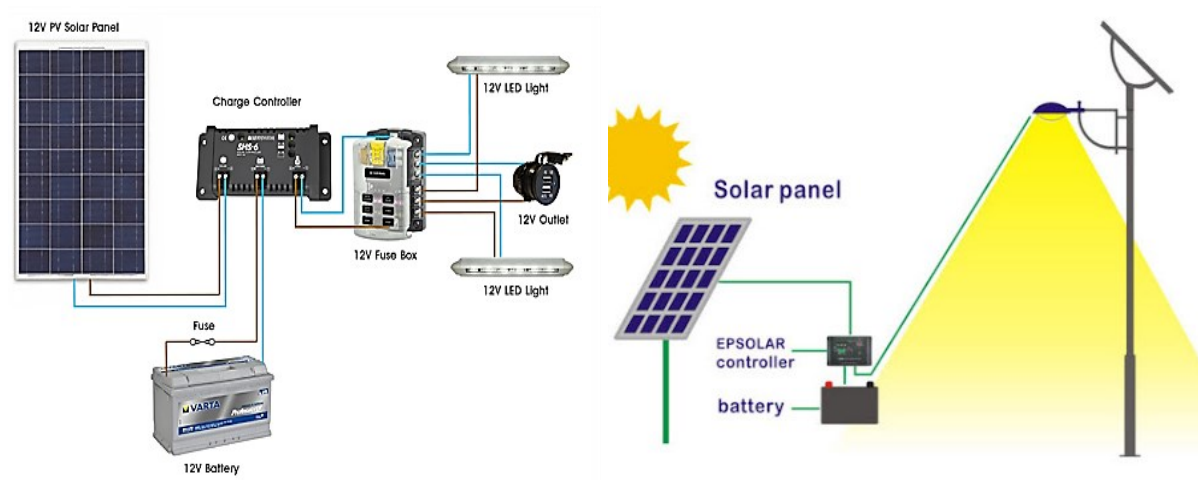
مقدمه: سیستم خورشیدی (Solar system)

سیستم تولید انرژی خورشیدی سیستمی است که به کمک سلول‌های خورشیدی که از مواد فوتوولتائیک ساخته شده است، انرژی تابشی خورشید را به انرژی الکتریکی تبدیل می‌نماید. سیستم‌های خورشیدی را بر اساس کاربرد و میزان تولید از یک دیدگاه می‌توان به چهار دسته تقسیم کرد که عبارتند از: روشنایی خورشیدی، سیستم خورشیدی خانگی، سیستم خورشیدی مراکز بزرگ و تجاری و نیروگاه خورشیدی. در ادامه به بیان ویژگی‌ها و اجزای هر یک از آنها خواهیم پرداخت.

سیستم روشنایی خورشیدی (Solar Lighting System)

حتما تا کنون در مناطق مختلف شهر متوجه پنل‌های خورشیدی با ابعاد کوچک بر بالای تیرهای چراغ یا چراغ‌های راهنمایی شده‌اید. یک سیستم روشنایی خورشیدی با توجه به این‌که نیازی به تبدیل برق DC به جریان AC نیست، اجزای بسیار ساده‌ای دارد. در این سیستم کافی است که یک پنل خورشیدی انرژی خورشید را به جریان DC الکتریکی تبدیل کرده و به یک شارژر کنترلر بدهد. وظیفه شارژر کنترلر آن است که شارژ و دشارژ باتری را کنترل کرده و جریان دهی به بار را تأمین کند. حذف شارژر کنترلر امکان‌پذیر است ولی عمر باتری را کاهش می‌دهد. ضمناً شارژر کنترلر در درون خود حفاظت‌هایی را دارد که در صورت حذف آن باید به نحوی دیگر آن حفاظت‌ها را تأمین کرد: به عنوان نمونه رفتن جریان از باتری به سمت پنل‌ها در شب از کاربردهای این سیستم می‌توان موارد زیر را اشاره کرد:

چراغ راهنمایی، چراغ باغ یا حیاط، چراغ‌های پارک، چراغ‌های راهرو و غیره



شکل ۱: نمونه‌ای از یک سیستم روشنایی خورشیدی

سیستم خورشیدی برای منازل (Solar Home Project)

شبکه برق ایران دارای ولتاژ متناوب 220V (AC) با فرکانس 50Hz است و با تعرفه‌های مختلفی مانند ۱۵ آمپر تکفاز، ۲۵ آمپر تکفاز، ۳۲ آمپر تکفاز، ۲۵ آمپر سه‌فاز و غیره در اختیار مشترکین قرار می‌گیرد. اگرچه با توجه به قیمت پائین برق در ایران ممکن است به نظر برسد که تأمین برق خورشیدی مقرون به صرفه اقتصادی نیست ولی هنوز در بسیاری از موارد سیستم خورشیدی می‌تواند گزینه مناسبی برای تأمین برق باشد که می‌توان به موارد زیر اشاره کرد:

۱- تأمین برق از طریق سیستم‌های خورشیدی در جایی که شبکه سراسری برق وجود ندارد دارای مزیت اقتصادی، زیست محیطی و حتی نگهداری و تعمیرات نسبت به سایر روش‌ها از جمله استفاده از ژنراتورهای بنزینی و دیزلی برق می‌باشد.

- ۲- ارائه خدمت در بسیاری از فروشگاه‌های کوچک مانند نانویی‌ها، شغل‌های خدماتی مانند دفاتر اسناد رسمی و ادارات با قطعی‌های مکرر برق دچار اختلال می‌شود و زیان‌های اقتصادی در پی دارد. در بسیاری از موارد استفاده از انرژی خورشیدی می‌تواند تأمین برق را با صرفه مناسب اقتصادی تأمین کند.
- ۳- با توجه به سیاست‌های کشور مبنی بر آزادسازی قیمت‌ها و یا افزایش پلکانی قیمت‌ها می‌توان گفت که انرژی خورشیدی می‌تواند دارای صرفه اقتصادی مناسب باشد.
- ۴- در بسیاری از موارد استفاده از انرژی خورشیدی می‌تواند در راستای زیباسازی مورد استفاده قرار گیرد. به عنوان مثال به عنوان پوشش برای پارکینگ استفاده شود. نمونه‌هایی از این‌گونه کاربردها در شکل‌های زیر نشان داده شده است.
- ۵- در مواردی که استفاده از برق شبکه سراسری غیرقانونی محسوب می‌شود (به عنوان مثال استفاده در ماینرها در فصل‌های اوج مصرف) استفاده از این انرژی می‌تواند کاملاً با صرفه بوده و بازگشت سرمایه در زمان خیلی کوتاه داشته باشد.



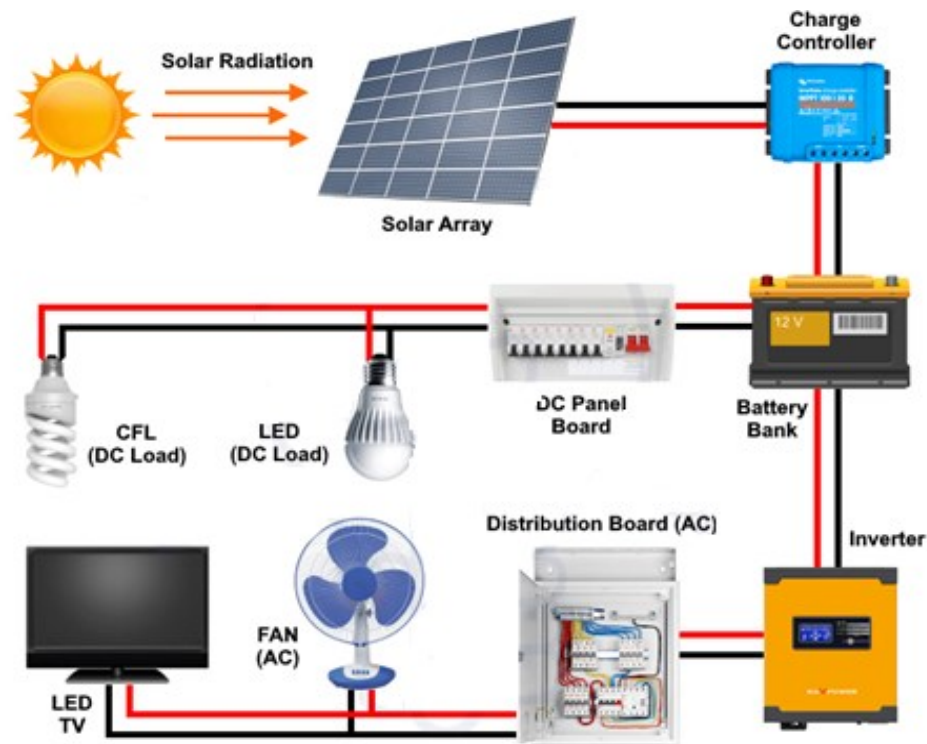
شکل ۲: نمونه‌هایی از سیستم‌های خورشیدی منازل

بطور کلی با یک سیستم خورشیدی شما می‌توانید دو سیستم برق توأمان در منزل خود داشته باشید: یک سیستم ۲۲۰ 50Hz AC که باید موتورهای القایی تکفاز مانند یخچال، ماشین لباسشویی، جارو برقی و غیره را تغذیه کند و دیگری یک سیستم DC (معمولاً ۱۲ ولت). ممکن است سیستم برق DC در منزل برای شما کمی عجیب به نظر برسد ولی به عنوان مثال دلیلی ندارد که سیستم روشنایی منزل شما حتماً AC باشد (اتفاقاً بسیاری از لامپ‌های کم مصرف مانند LEDها ذاتاً DC هستند) و یا بسیاری از وسائل مانند شارژر موبایل، لپ تاپ و غیره ذاتاً DC هستند و لزومی ندارد که برق را ابتدا به AC تبدیل کرده و مجدداً آن را DC کنیم. به این دلایل بسیاری از شارژر کنترلرها دارای خروجی USB برای چنین مصارفی هستند. اولین نکته‌ای که باید در یک سیستم خورشیدی خانگی در مورد آن تصمیم‌گیری کرد آن است که آیا سیستم خورشیدی متصل به شبکه برق سراسری باشد یا خیر؟

سیستم منفصل از شبکه

در صورتی که سیستم خورشیدی خانگی برای یک باغ، ویلا، مزرعه ماینر و یا خانه‌ای استفاده می‌شود که دور از شبکه سراسری برق است و یا قصد استفاده از برق سراسری را ندارید، این سیستم یک گزینه مناسب است. سیستم منفصل از شبکه دارای اجزایی

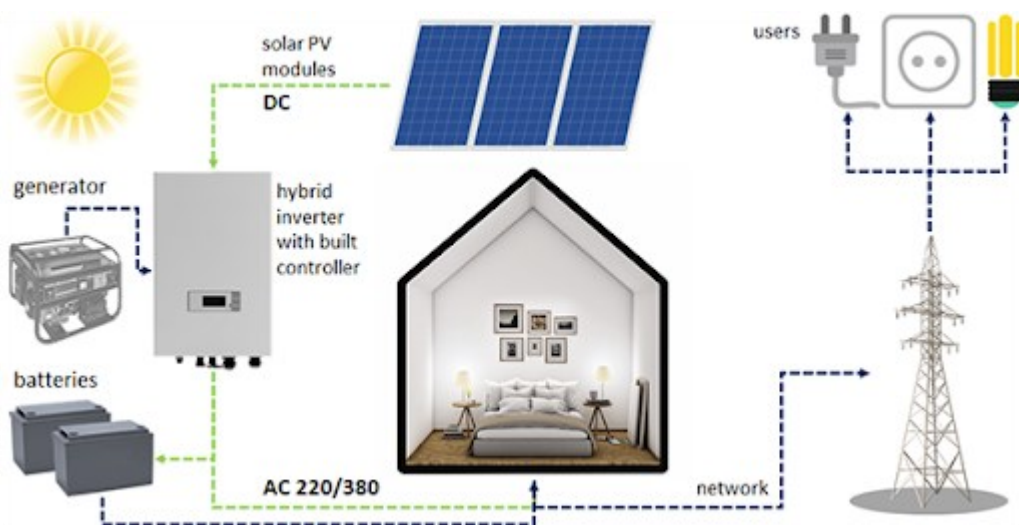
است که در شکل زیر نشان داده شده است. مزیت این روش آن است که هم برق DC و هم برق AC می‌تواند برای شما مهیا کند و در صورتی که از ابتدا طراحی سیستم برق بر مبنای برق DC باشد هزینه‌ها نیز می‌تواند تا حد قابل قبولی کاهش یابد.



شکل ۳: اجزای یک سیستم خورشیدی متصل از شبکه

سیستم متصل به شبکه

در این حالت می‌توان انرژی تولیدی را به شبکه سراسری منتقل کرده و همچنین در شرایطی که انرژی خورشیدی تولید ندارد (مانند شب یا روزهای ابری) از برق شبکه استفاده نمود. این حالت می‌تواند به دلیل عدم استفاده از باتری و شارژر کنترلر هزینه‌ها تا مقدار قابل توجهی کاهش می‌یابد و برق مطمئنی نیز در اختیار قرار می‌دهد هرچند که باید از اینورترهای کاملاً سینوسی و با قابلیت اتصال به شبکه (on grid) که قیمت بالاتری دارند استفاده گردد.



شکل ۴: اجزای مورد نیاز برای یک سیستم متصل به شبکه

مراحل دریافت مجوز نیروگاه خورشیدی خانگی

در صورتی که تمایل دارید برق مزاد تولیدی خود را به شبکه سراسری بفروشید باید مجوز این کار را دریافت کنید که مراحل تهیه مجوز به شرح زیر است:

- ۱- داشتن انشعاب برق در محل مورد نظر برای نصب پنل‌های خورشیدی.
 - ۲- مراجعه به شرکت توزیع برق، دفتر انرژی‌های تجدیدپذیر همراه با قبض برق، کارت ملی و سند مالکیت مکان مورد نظر برای اخذ مجوز و انعقاد قرارداد خرید تضمینی برق
 - ۳- احداث سیستم تولید برق خورشیدی.
 - ۴- مراجعه کارشناس اداره توزیع منطقه برق به محل و پس از بررسی مراحل کار و در صورت تایید، برق تولیدی شما به برق شبکه متصل می‌شود. بازدید کارشناسی شامل بررسی‌های مکانیکی (سازه)، بررسی فنی (شرایط الکتریکال) و امکان‌سنجی فنی (بررسی شرایط اتصال نیروگاه به شبکه برق) خواهد بود.
 - ۵- قرائت کنتور برق متقاضی (کنتور برق جداگانه‌ای توسط اداره برق نصب خواهد شد) در بازه زمانی دو ماهه و صدور صورتحساب تولید برق
 - ۶- و در نهایت، پرداخت صورتحساب در وجه متقاضی توسط وزارت نیرو
- قرارداد خرید تضمینی برق بطور معمول ۲۰ ساله بوده و از تاریخ انعقاد آن به مدت ۱۵ ماه فرصت احداث نیروگاه و اطلاع به شرکت توزیع برق را خواهید داشت. در صورت عدم احداث نیروگاه در مدت زمان معین، قرارداد خرید تضمینی شما لغو می‌گردد. این مدت ۱۵ ماهه جزئی از دوره ۲۰ ساله قرارداد است، از این رو به دلیل اینکه مبلغ پایه قرارداد در ۱۰ سال دوم نسبت به ۱۰ سال اول ۳۰ درصد کاهش می‌یابد، جهت بهره‌مندی از حداکثر مزایای اقتصادی قرارداد، باید تا حد امکان مدت زمان احداث را کمتر کرد.

سیستمهای تجاری خورشیدی (Solar Businesses System)

شاید مهم‌ترین پارامتر برای صاحبان صنایع در وضعیت اقتصادی موجود صرفه اقتصادی بوده و چندان اهمیتی به پاک بودن انرژی مصرفی در کارخانجات خود ندهند و حاضر به انجام سرمایه‌گذاری اولیه بر روی یک سیستم خورشیدی نباشند، ولی در صورتی که کمی میان مدت به هزینه‌های خود نگاه کنند و ریسک‌هایی مانند قطعی برق شبکه سراسری در زمان‌های اوج مصرف (مانند آنچه در تابستان ۱۴۰۰ رخداد) را مد نظر قرار دهند، استفاده از سیستم خورشیدی باعث صرفه‌جویی در هزینه برق و حتی درآمدزایی در زمان‌های تولید مزاد برای صنایع خواهد شد.

برای آشنایی بیشتر چند مورد سیستم خورشیدی تجاری را ذکر می‌کنیم:

سیستم خورشیدی فرودگاه بین‌المللی آنتالیا

در این پروژه حدود ۱۰۰۰ پنل ۲۶۰ وات برای تولید 250KW برق از انرژی خورشید مورد استفاده قرار گرفته است و انرژی فرودگاه بین‌المللی آنتالیا را در طول روز را تامین می‌کند.



شکل ۵: تصاویری از نیروگاه 250KW فرودگاه آنتالیا، ترکیه

سیستم خورشیدی بیمارستان Kaiser در کالیفرنیا

بیمارستان‌ها از جمله مراکز حساسی هستند که باید دارای سیستم برق اضطراری بوده و برق آنها نباید قطع شود. پروژه‌های 15MW برای تأمین برق بیمارستان کایسر در کالیفرنیا بر روی سقف آن، بخشی از انرژی مورد نیاز آن را تأمین کرده و در صورت قطعی برق به عنوان برق پشتیبان مورد استفاده قرار می‌گیرد.



شکل ۶: نیروگاه تأمین انرژی برق بیمارستان کایسر در کالیفرنیا

نیروگاه خورشیدی (Solar Power Plant)

وزارت نیرو سیستم‌های خورشیدی را به سیستم با ظرفیت بالای 10MW، ظرفیت بین 100KW تا 10MW، ظرفیت بین 20KW تا 100KW و در نهایت کمتر از 20KW تقسیم می‌کند. می‌توان گفت که منظور از نیروگاه خورشیدی سیستم‌های با ظرفیت‌های بالاتر از 100KW هستند. نیروگاه‌های خورشیدی در طول روز انرژی الکتریکی تولید خواهد کرد. نکته قابل توجه این است که در زمان‌های اوج مصرف مانند تابستان ما بیشترین زمان تابش خورشید را نیز خواهیم داشت و این نیروگاه‌ها می‌توانند با ماکزیمم توان خود کار کنند و این نکته بسیار مثبتی برای این دسته از نیروگاه‌ها خواهد بود. نوع اینورترهای استفاده شده در نیروگاه‌های خورشیدی از نوع متصل به شبکه (On Grid) بوده تا استانداردهای موج سینوسی شبکه برق را کاملاً رعایت کند. در نیروگاه‌های خورشیدی نیازی به باتری و شارژکنترلر نیست. نکته‌ای که باید توجه کرد سطح ولتاژ برای بخش تولید و انتقال انرژی است. در ادامه تصویر تعدادی از نیروگاه‌های خورشیدی کشور آورده شده است.

مورد اول نیروگاه خورشیدی اراک با ظرفیت 1MW توسط پژوهشگاه نیرو در سال ۱۳۹۵ افتتاح گردیده است. این نیروگاه در مجموع دارای ۳۹۲۰ پنل بوده و از ۴ اینورتر 250KW استفاده می‌کند.



شکل ۷: نیروگاه خورشیدی اراک با ظرفیت 1MW

مورد دوم نیروگاه خورشیدی 10MW زاهدان است که در سال ۱۳۹۷ به همت بخش خصوصی و با اعتبار ۱۵ میلیون دلار ساخته شده است.



شکل ۸: نیروگاه 10MW زاهدان