بسم اللّه الرحمن الرحیم

نام دانشجو : مهدی جمشیدی

موضوع سمینار :آشنایی با نیروگاه های فتوولتاییک (Photovoltaic Power Plant)

نام استاد : جناب آقای دکتر علی کریمی

از دو خاصیت انرژی خورشید می توان برای تولید الکتریسیته استفاده کرد، یکی از نور و دیگری از حرارت آن است. در نیروگاه های فتوولتائیک از نور خورشید و در نیروگاه های حرارتی از گرمای خورشید برای تولید برق استفاده می شود.

دسته بندی انواع نیروگاه های خورشیدی

نیروگاه های فتوولتاییک

نیروگاه های حرارتی خورشیدی

در ادامه به انواع نیروگاه های خورشیدی به صورت تیتر وار اشاره می شود .

انواع نیروگاه های حرارتی خورشیدی

1. نیروگاه هلیوستات
2. نیروگاه سهموی خطی
3. نیروگاه دودکش خورشیدی
4. نیروگاه استرلینگ
5. نیروگاه کلکتورهای فرزنل

نیروگاه های فتوولتاییک

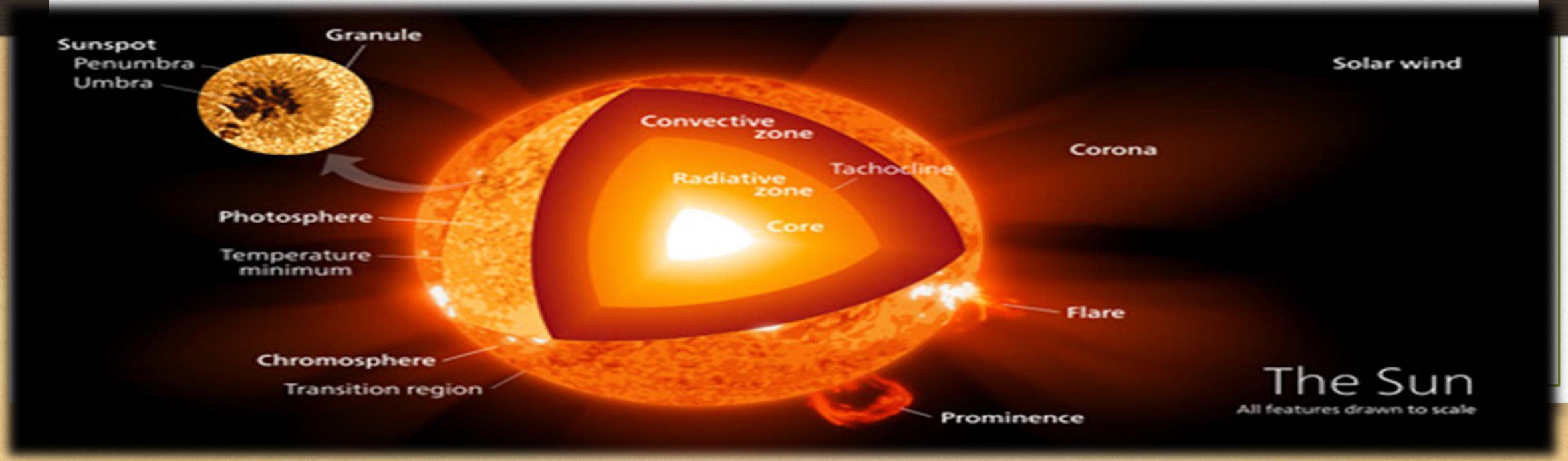
در نیروگاه های خورشیدی از نوع فتوولتائیک، با استفاده از سلول ها خورشیدی، فوتون های خورشید بصورت مستقیم تبدیل به الکتریسیته می شود و می توان از برق تولیدی هم برای مصرف و هم برای تزریق به شبکه برق استفاده کرد. در این نوع سیستم، عملا قطعه مکانیکی وجود ندارد، مگر اینکه در نیروگاه از ترکر(؟) استفاده کنیم. این نوع نیروگاه جزو پرطرفدارترین و اقتصادی ترین نیروگاه های تجدیدپذیر در سراسر دنیا می باشد.

ردیاب خورشیدی یا (SOLAR TRACKER)؛

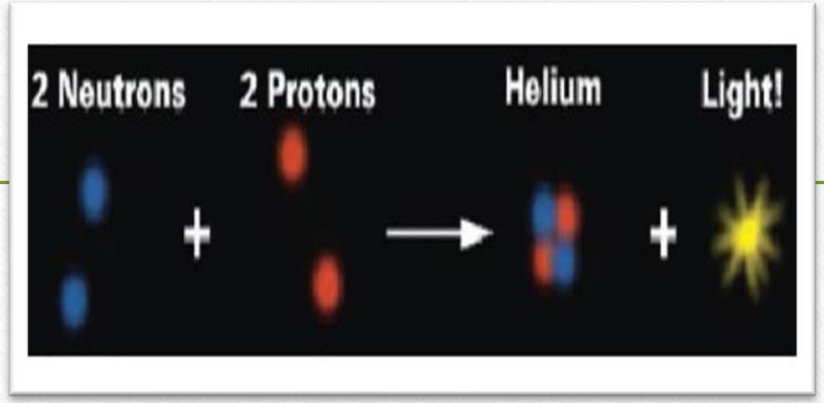
یکی از اصول مهم در افزایش راندمان سلول های خورشیدی، زاویه تابش خورشید می باشد. این زاویه همواره باید عمود بر سلول های خورشیدی باشد، تا بیشترین انرژی توسط پنل های خورشیدی جذب شود. در صورتیکه زاویه تابش پنل های یک نیروگاه خورشیدی با خورشید مناسب نباشد، راندمان پنل ها و در کل بازده نیروگاه خورشیدی کاهش خواهد یافت. از طرفی دیگر خورشید در طول روز همواره در حال حرکت بوده و در موقعیت های مختلفی قرار می گیرد. برای افزایش راندمان پنل های سولار، می بایست زاویه پنل های خورشیدی پیرو موقعیت خورشید در آسمان متغیر باشد، به نحوی که زاویه تابش همیشه عمود بر پنل خورشیدی باشد. درنتیجه برای بهره برداری بهتر از میزان تابش انرژی خورشید و جذب حداکثر انرژی از ردیاب خورشیدی که حرکت خورشید را دنبال می کند استفاده می کنند.

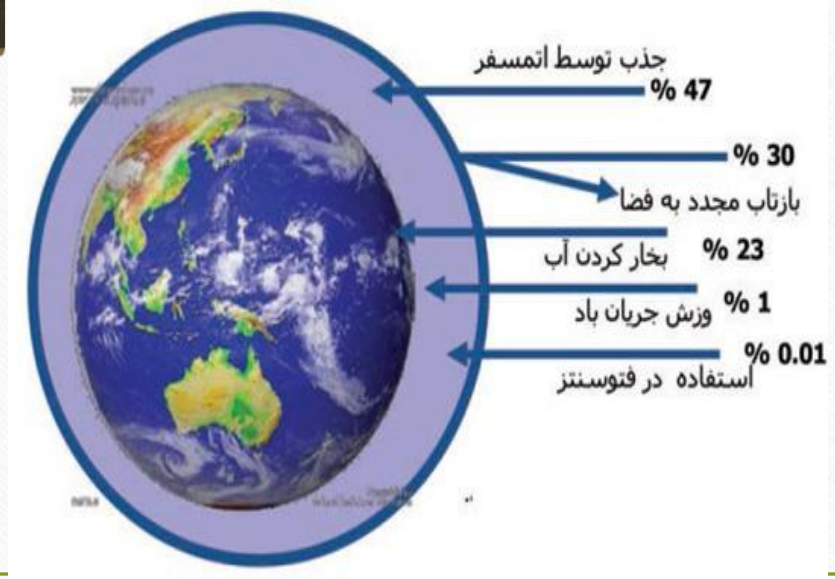
همانطور که مشخص است عامل اصلی یک نیروگاه فتوولتاییک خورشید است . بنابراین بهتر است خورشید را بهتر بشناسیم .

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.





در هر ثانیه تقریبا ۱۰^۲۰ *۱.۱ 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 ۱۰^۱۸*۱.۵کیلووات ساعت در سال است. بدلیل بازتاب، تفرق و جذب توسط گازها و ذرات معلق در جو تنها ٤٧ ٪ از این انرژی به سطح زمین می رسد. بدین ترتیب انرژی تابیده شده به سطح زمین سالانه حدودا معادل ۱۰^۱۷*۷ کیلووات ساعت است.

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 است .

میزان کل تابش خورشید در طول روز برای ایران : $1.6 * 5.5 * 10^9 = 88 * 10^8$

یا ۹.۰۰۰.۰۰۰.۰۰۰ 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.

استان خراسان شمالی در ایران یکی از بهترین مکان‌ها برای نصب نیروگاه خورشیدی در کشور می‌باشد.

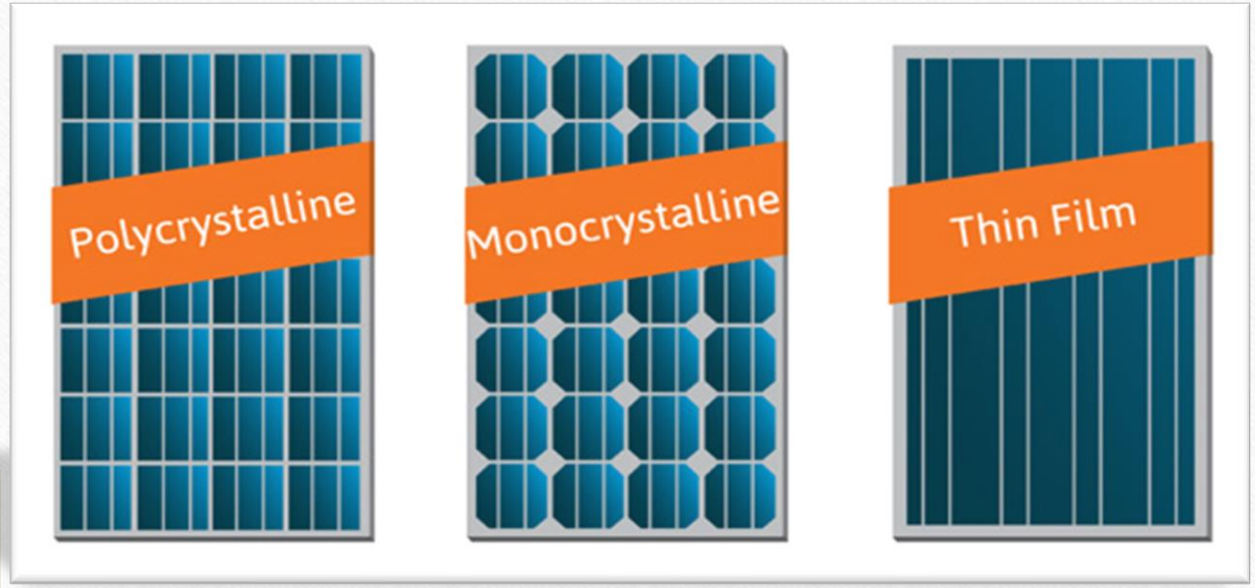
نحوه عملکرد سیستم های فتوولتائیک

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.

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.

سیستم های فتوولتائیک را می توان به طور کلی به سه بخش اصلی(پنل خورشیدی –اینورتر –باتری) تقسیم نمود که به طور خلاصه به توضیح آنها می پردازیم:

پنل خورشیدی (سلول های فتوولتائیک) :



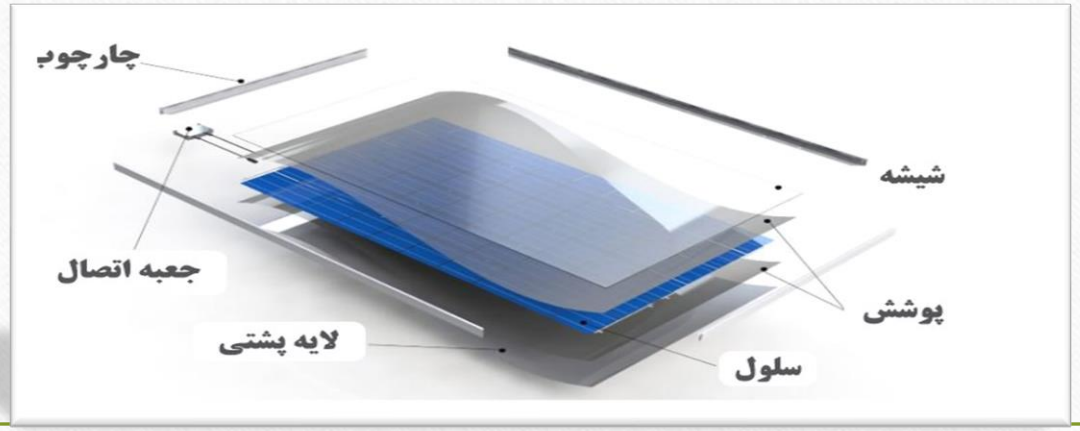
این سلول ها مربع های نازک دیسک ها یا فیلم هایی از جنس نیمه هادی هستند که ولتاژ و جریان کافی را در زمان قرار گرفتن در معرض تابش نور خورشید تولید می کند. پنل‌های خورشیدی متداول به دو نوع مونو کریستال و پلی کریستال تقسیم می‌شوند. پنل‌های مونو کریستال کمی بهتر از پنل پلی کریستال می‌باشند.

در حال حاضر چند برند مختلف در ایران مورد استفاده هستند که عبارتند از:

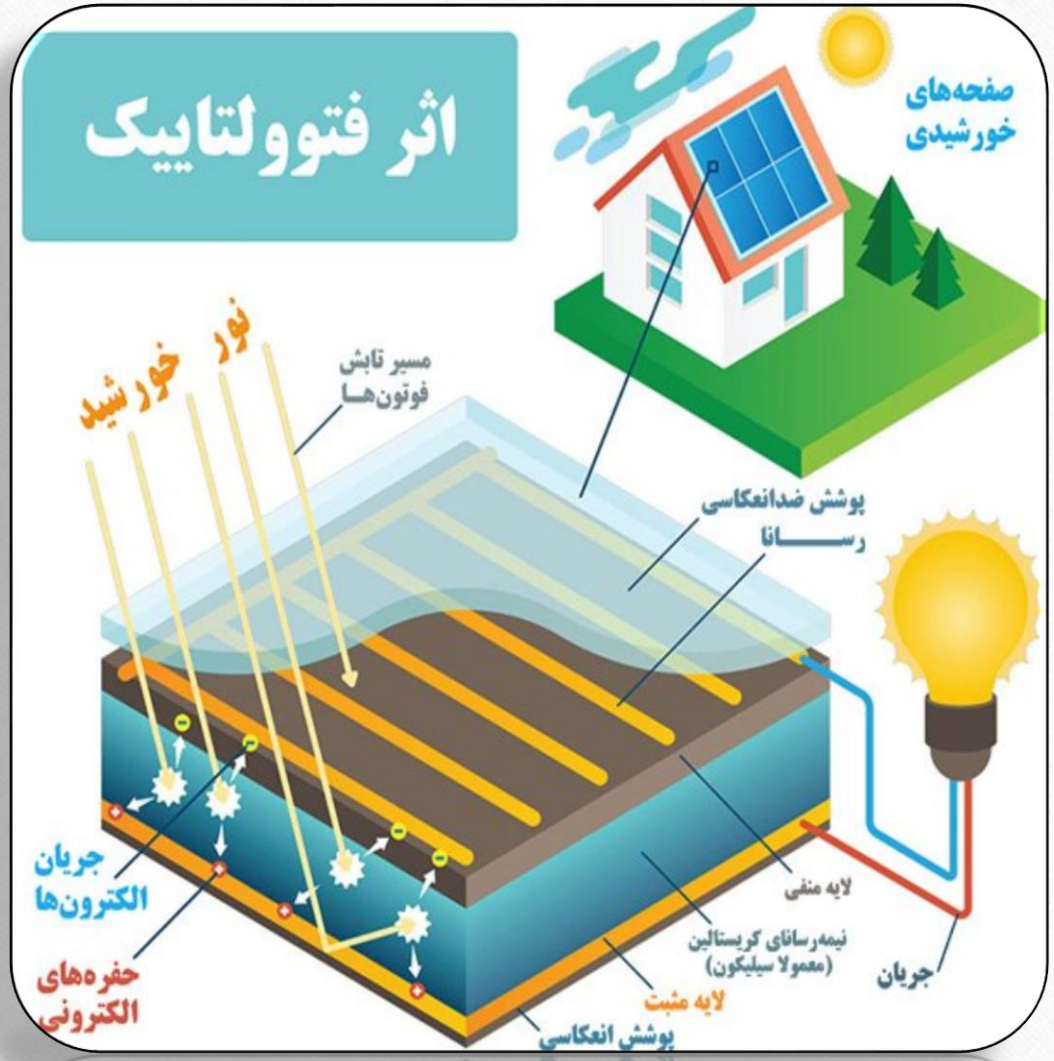
۱- Shine Solar Ja Solar -3 Yingli solar -4

2 Sharp

پنل‌های معمول برای یک سیستم خورشیدی خانگی در انواع ۹۰، ۲۰۰، ۲۵۰ و ۳۰۰ واتی می‌باشد.



سلول خورشیدی چگونه الکتریسیته تولید می کند ؟

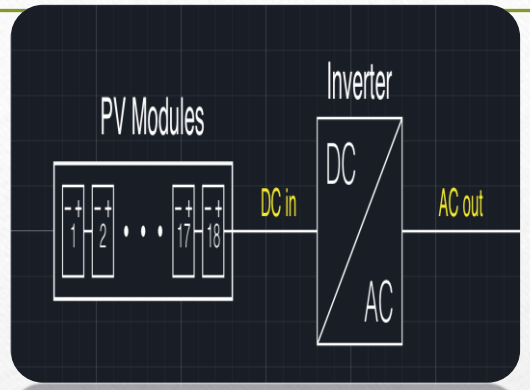


هر **سلول فتوولتاییک** یک لایه منفی و یک لایه مثبت دارد. لایه منفی، حاوی الکترون‌های بیشتری است. لایه مثبت حاوی فضاهای خالی است که الکترون‌ها پس از انتقال به آن می‌توانند در آن فضاهای خالی حرکت کنند. برق، الکترون‌ها را به حرکت درمی‌آورد. پس برای این‌که **پنل خورشیدی** برق تولید کند، به انرژی‌ای نیاز دارد که بتواند آن الکترون‌ها را آزاد کند تا الکترون‌ها از لایه منفی به لایه مثبت جریان راه یابند.

راه‌حل این مشکل، آفتاب یا نور خورشید است. فوتون‌های خورشیدی که تمام مدت روز به سطح زمین می‌تابند، می‌توانند انرژی لازم برای به حرکت درآوردن الکترون‌ها را تامین کنند.

انرژی ناشی از تابش فوتون‌ها سبب می‌شود الکترون‌ها در لایه منفی پنل فتوولتاییک آزاد شوند و به حرکت درآیند. نتیجه این کار، ایجاد الکتریسیته جاری است. این پدیده را **اثر فتوولتاییک** (Photovoltaic effect) می‌نامند.

اینورتر (مبدل): وسیله ایست که جریان مستقیم را به جریان متناوبی برای مصرف، تبدیل می کند.
اینورترهای خورشیدی به دو نوع منفصل از شبکه و متصل به شبکه تقسیم می‌شوند.



در نوع **متصل به شبکه**، برق تولیدی از پنل خورشیدی به طور مستقیم به اینورتر وارد می‌شود. بنابراین این اینورتر با اینورترهای معمولی متفاوت است. زیرا برق تولید شده از پنل به دلیل تاثیرات شرایط محیطی مانند تغییرات تابش نور خورشید همیشه در حال تغییر است. پس اینورتر با یک توان ورودی یکنواخت روبرو نیست و در نتیجه باید الگوی خاصی برای تبدیل برق مستقیم به برق متناوب داشته باشد. در نتیجه قیمت اینورتر خورشیدی نسبت به اینورتر معمولی بالاتر است.

12

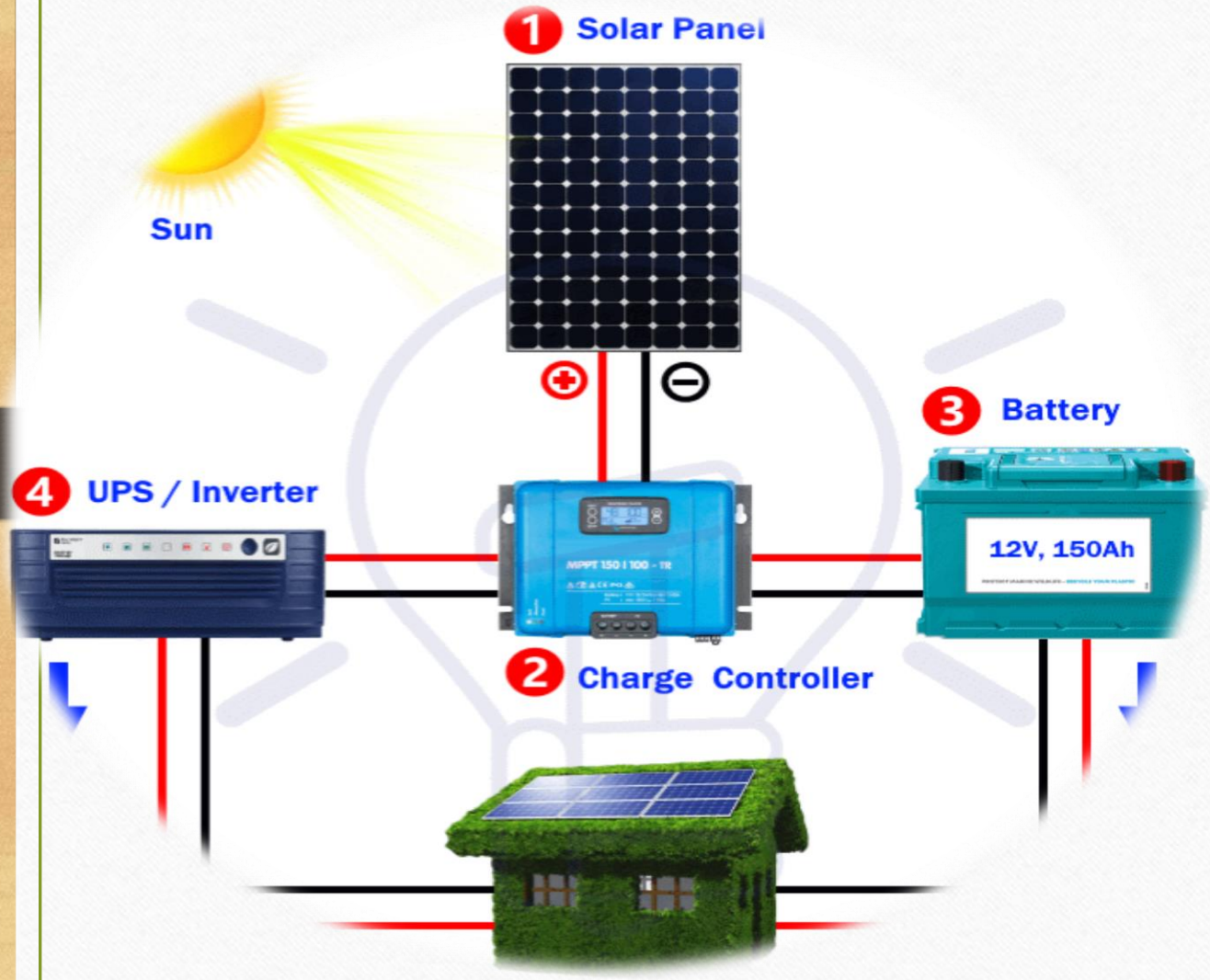
در نوع **منفصل از شبکه**، اینورتر برق ذخیره شده در باتری را از ۱۲ ولت مستقیم به ۲۲۰ ولت متناوب تبدیل می کند تا مناسب برای استفاده در وسایل برقی خانه شود. اینورترها هرچه قدر شکل تبدیلشان سینوسی تر باشد، بهتر خواهند بود.
این اینورترها مانند اینورتر متصل از شبکه نیستند زیرا برق یکنواخت باتری را تبدیل خواهند کرد.

شارژ کنترلر

شارژ کنترلر وظیفه شارژ باتری ها را از منبع پنل خورشیدی بر عهده دارد. در حقیقت شارژ کنترلر همان شارژر باتری است اما شارژ کنترلر خورشیدی غیر از اینکه باید الگوی شارژ یک باتری را رعایت نماید (شایان ذکر است که شارژ کنترلر باتری سرب اسیدی با باتری لیتیمی متفاوت است و این به دلیل تفاوت الگوی شارژ شدن این دو باتری است) باید خود را با توان متغیر یک پنل خورشیدی نیز وفق دهد. از این منظر شارژ کنترلر خورشیدی نیز نسبت به یک شارژ کنترلر معمولی گرانتر است. برای انتخاب شارژ کنترلرها باید دو پارامتر ولتاژ باتری و توان پنل را لحاظ نمود.

شارژ کنترلرها انواع مختلفی بر اساس ولتاژ (معمولا ورودی ۱۲ یا ۲۴ ولت مستقیم) و توان یا جریان خروجی (از ۵ آمپر تا ۴۰ آمپر) دارند اما به طور کلی می‌توان آنها را به دو دسته PWM و MPPT تقسیم نمود. در مدل MPPT شارژ کنترلر با اتخاذ الگویی همیشه با تغییر در ولتاژ و جریان تولید شده از پنل خورشیدی، در توان ماکزیموم کار خواهد کرد. بنابراین مدل MPPT گرانتر از مدل PWM می باشد.

باتری

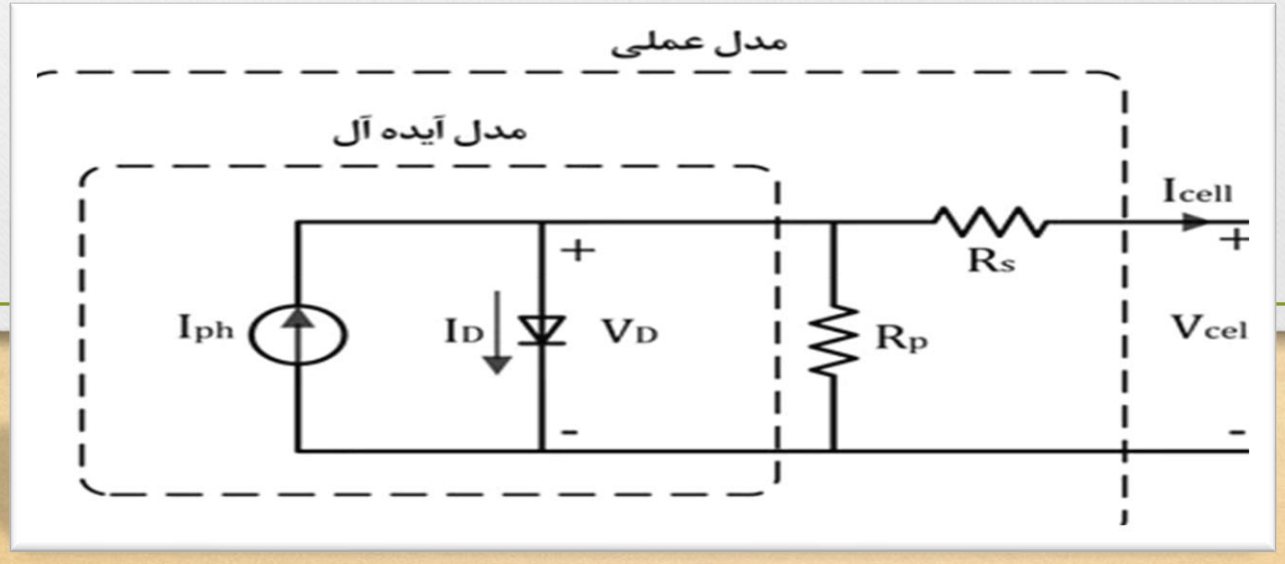


آخرین جز یک سامانه خورشیدی منفصل از شبکه، منبع ذخیره سازی توان تولیدی توسط پنل خورشیدی است که همان باتری‌های قابل شارژ می‌باشد.

باتری مناسب سیستم خورشیدی به دو نوع لیتیمی و سرب اسیدی تقسیم می‌شوند. البته برای یک سامانه خورشیدی مورد نیاز یک خانه از باتری‌های اسیدی استفاده می‌شود. باتری‌های اسیدی متداول در حال حاضر از نوع ژله‌ای می‌باشند.

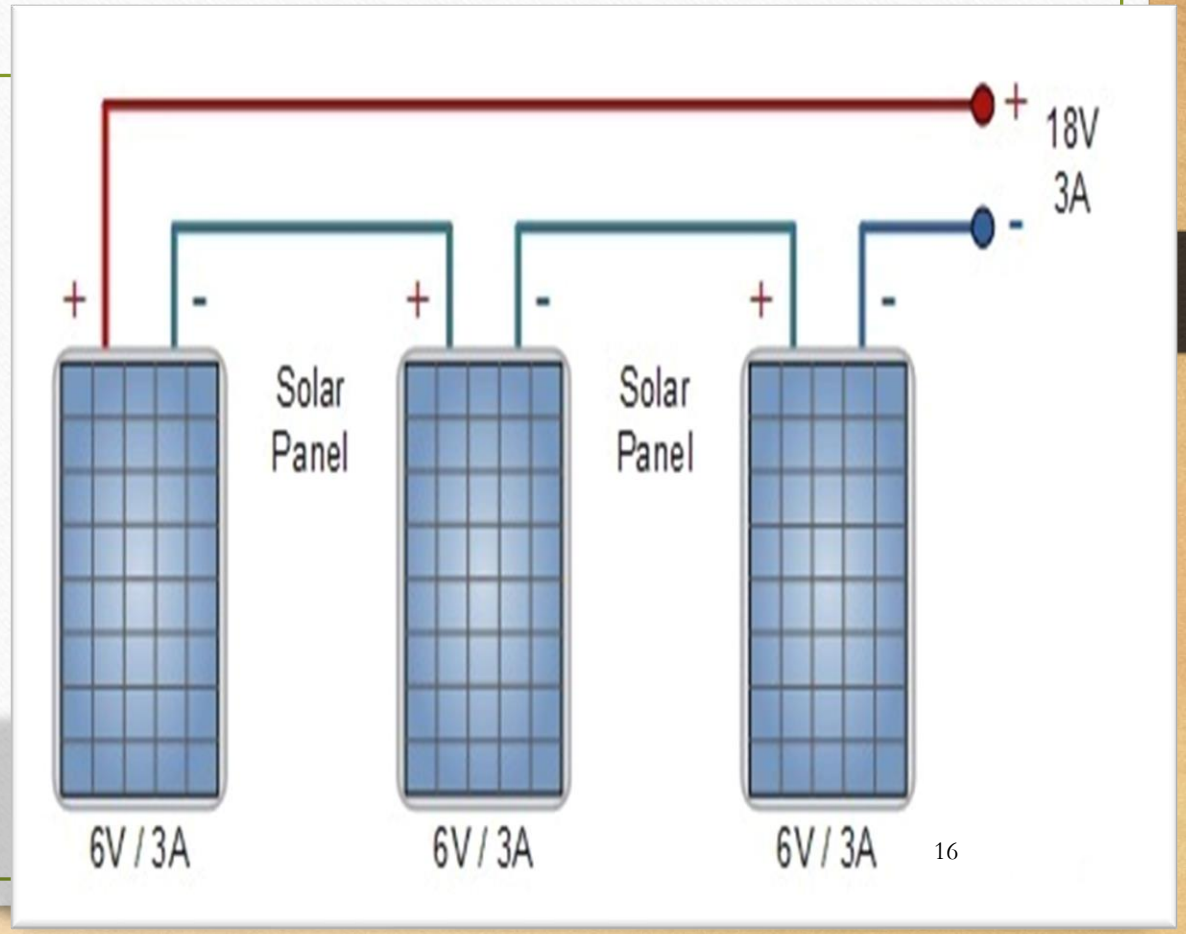
مدل سازی سلول خورشیدی

یک ماژول فتوولتائیک PV Module از ترکیب سلول‌های فتوولتائیک PV Cells ساخته می‌شود. برای یک سلول خورشیدی مدل‌های مختلفی ارائه شده است که از بین آن‌ها، مدل تک‌دیودی، متداول‌ترین مدل است. بر این اساس، یک سلول را می‌توان با یک منبع جریان وابسته به نور و به صورت موازی با یک دیود مدل کرد. برای آنکه مدل ارائه شده با دقت بیشتری همراه باشد، معمولاً یک مقاومت سری نیز به مدار اضافه می‌شود. هنگامی که سلول خورشیدی در معرض تغییرات دما (به خصوص دماهای بالا) قرار گیرد، به میزان زیادی دقت خود را از دست می‌دهد. بدین منظور، یک مقاومت موازی نیز به مدار افزوده می‌شود تا دقت مدل در دماهای بالا افزایش یابد. مدل با مقاومت سری و موازی در مراجع زیادی آمده است.

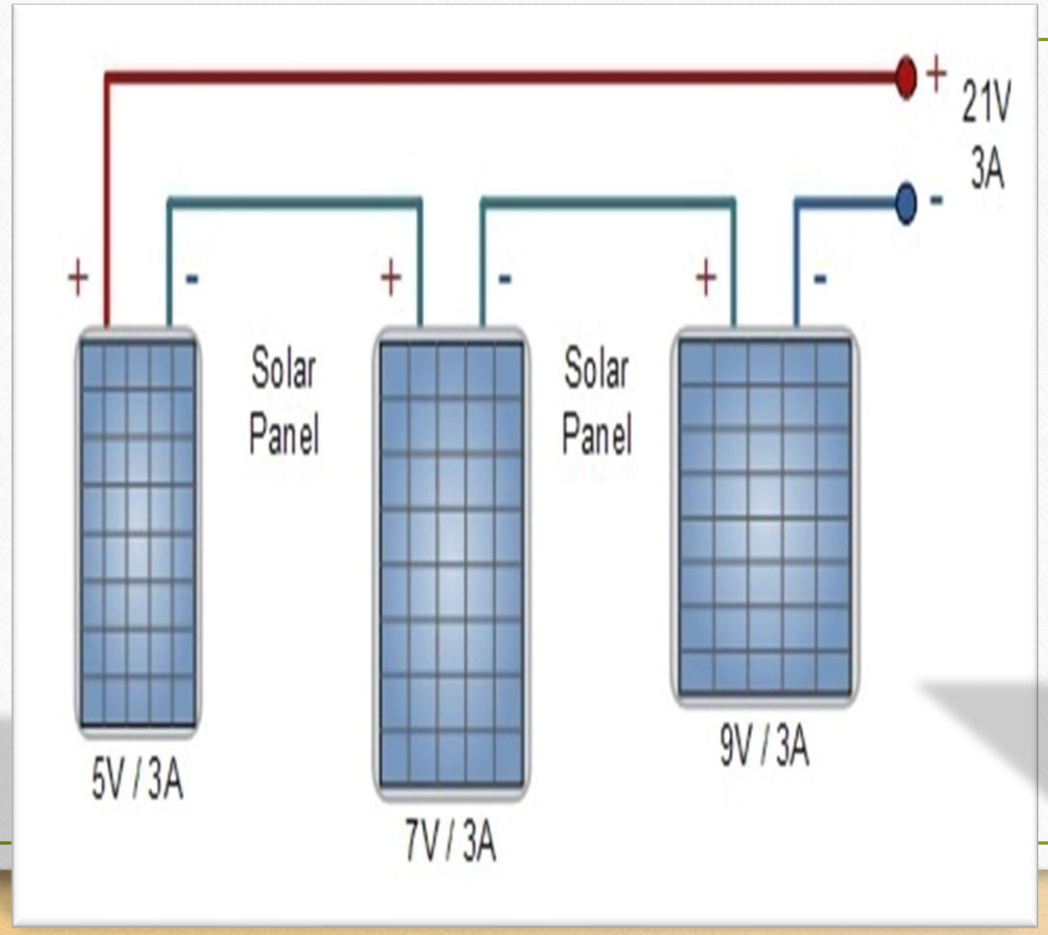


اتصال سری موازی پنل های خورشیدی

پنل‌های سری با مشخصات یکسان:

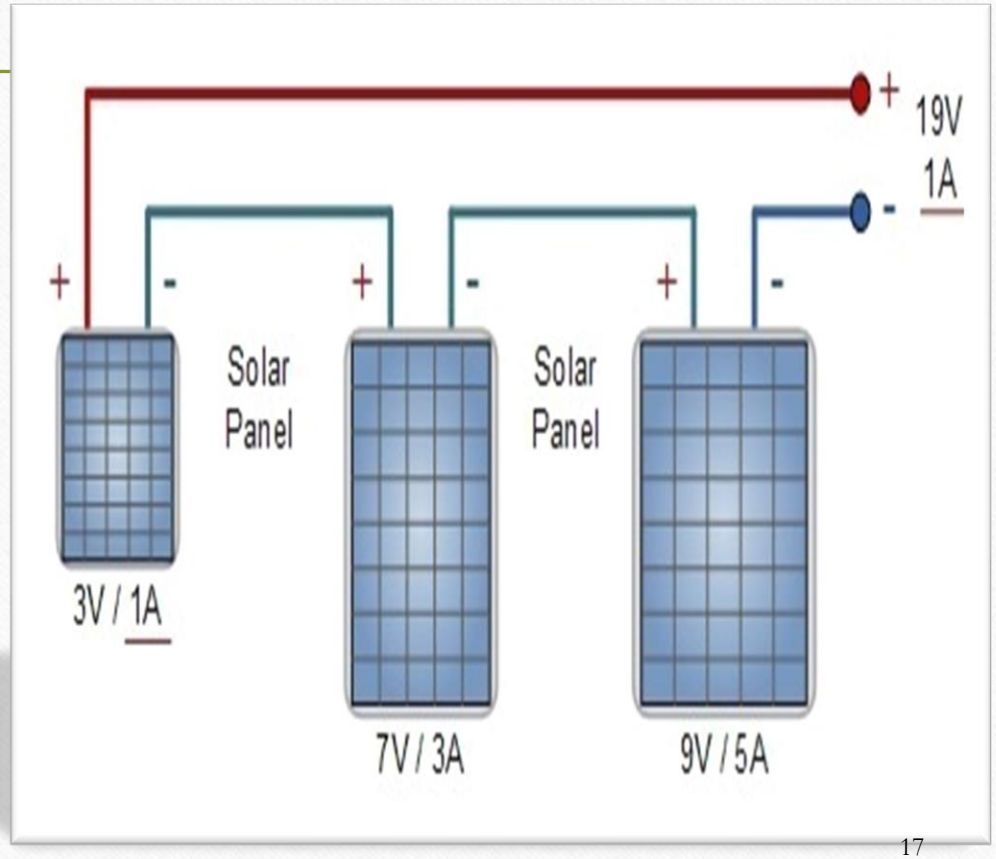


پنل‌های سری با ولتاژ متفاوت:

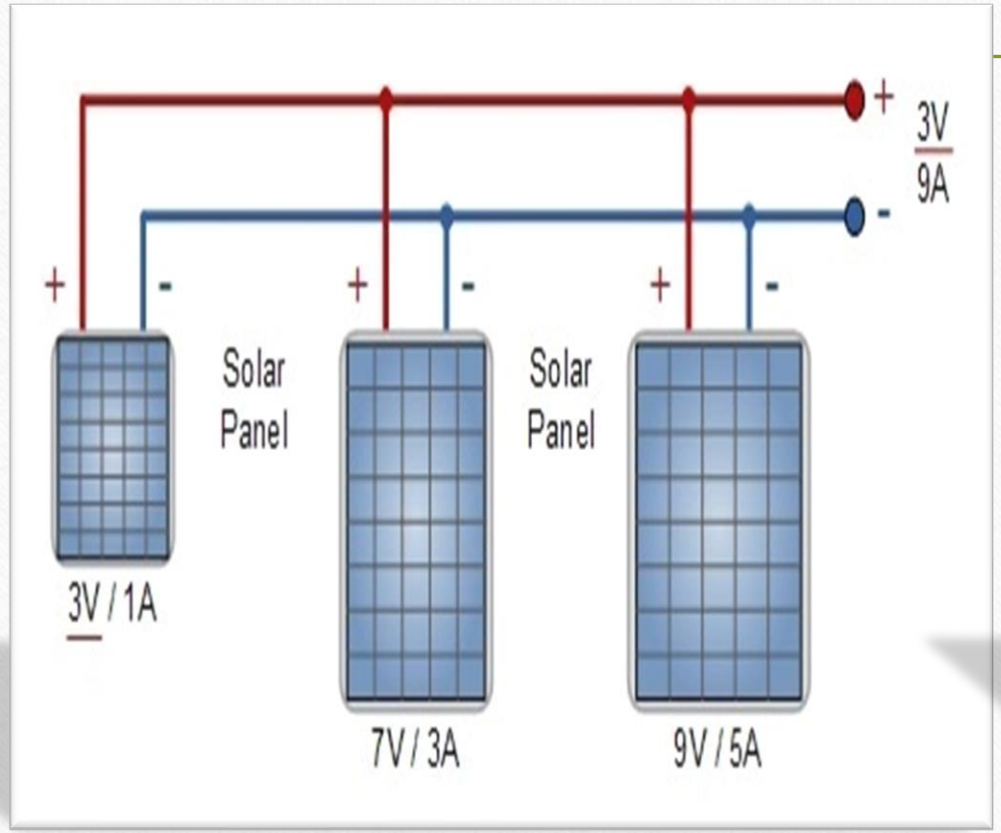


اتصال سری موازی پنل های خورشیدی

پنل‌های سری با جریان متفاوت:



پنل‌های موازی با ولتاژو جریان متفاوت:



سیم کشی موازی = آمپر بیشتر، و سیم کشی سری = ولتاژ بیشتر

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:

$$\eta = \frac{p_m}{E * A_c}$$

در این رابطه، P توان حداکثر، E شدت تابش نور ورودی تحت شرایط استاندارد و A مساحت سطح سلول خورشیدی می باشد.

$$FF = \frac{p_m}{V_{oc} * Isc}$$

طراحی یک سیستم خورشیدی

قبل از انجام محاسبات لازم است یکبار مطالب قبل را مرور کنیم :

اجزای اصلی سیستم خورشیدی عبارتند از:

ماژول (پنل خورشیدی) PV که نورخورشید رو به برق DC تبدیل می کند.

اینورتر که برق DC تولید شده توسط پنل های خورشیدی را به برق AC مصرفی تبدیل می کند.

شارژ کنترلر که ولتاژ و جریان خروجی از پنل به سمت باتری را تنظیم می کند و از باتری در مقابل شارژ و دشارژ بیش از حد حفاظت می کند که موجب افزایش طول عمر باتری می شود.

باتری که برای ذخیره انرژی مورد نیاز وسایل برقی در طول شب و در روزهای ابری مورد استفاده قرار می گیرد.

محاسبات طراحی سیستم های خورشیدی

گام ۱: تعیین میزان مصرف توان

اولین مرحله در طراحی سیستم فتوولتاییک خورشیدی این است که کل توان و انرژی مصرفی برای تمام بارهایی که نیاز به تغذیه دارند را مشخص کنیم. فرض کنید می خواهیم برای یک خانه در شهر اصفهان با مصرف ارائه شده در زیر محاسبات را انجام دهیم. اگر بخواهیم از پنل های ۳۲۰ واتی و باتری های ۱۰۰ آمپرساعتی (۱۲ ولتی با عمق دشارژ ۸۰ درصد) و ذخیره برای دو روز بارانی استفاده نماییم به چند پنل برای این خانه نیاز است؟

حل :

باید فهرستی از لوازم که می خواهیم از این نیروگاه خانگی تغذیه کنیم، تهیه کنیم و توان و انرژی مصرفی وسایل را تعیین و با هم جمع کنیم .

به طور مثال اگر فهرست وسایل به مانند زیر باشد، داریم :

پنج لامپ کم مصرف ۲۰ وات با ٦ ساعت استفاده در شب

یک یخچال هتلی ۸۵ واتی

تلویزیون LCDمتوسط ۱۵۰ واتی با ٤ ساعت استفاده

لپ تاپ حدودا ۵۰ وات (۳ ساعت استفاده در روز)

هواکش و شارژ گوشی و ... جمعا ۱۰۰ وات (۱ ساعت در روز)

مصرف کل انرژی = ۵*۲۰*٦ + ۸۵*۱۲ + ۱۵۰*٤ + ۵۰*۳ + ۱۰۰*۱=۲٤۷۰ w.h

علاوه بر کل انرژی مصرفی شبانه روزی، پیک مصرف برق همزمان را هم بدست می آوریم :

۱۰۰+۸۵+۱۵۰+۵۰+۱۰۰=485 wp

عدد بدست آمده را در ۱.۳ (بعضا ۱.۲ رو هم در نظر می گیرن) ضرب کنید تا میزان وات ساعتی که پنل باید در طی یک روز تولید کند بدست بیاید.ضریب ۱.۳ برای جبران میزان تلفات انرژی در سیستم است یعنی ظرفیت را بالاتر در نظر می گیریم تا با حتی با وجود تلفات و افت راندمان باز هم بتواند پاسخگوی مصرف مورد نیاز ما باشد.

1.3*2470= 3211 w.h

گام ۲ : انتخاب اینورتر

در صورت نیاز به خروجی ACبایستی از یک اینورتر استفاده کنیم. نکته بسیار مهم در انتخاب اینورتر این است که ورودی اینورتر به هیچ وجه نبایستی از مجموع توان تمام وسایل برقی (یا پیک مصرف برق همزمان) کمتر باشد.

برای سیستم های مستقل از شبکه (آفگرید (off-grid، اینورتر باید به اندازه کافی بزرگ باشد تا بتواند تمام وات مصرفی را تأمین نماید. اندازه اینورتر حدودا ۱۰ تا ۲۰ درصد بزرگتر از پیک مصرف همزمان در نظر گرفته می شود.

اگر از موتور یا کمپرسور استفاده نماییم باید اینورتر تحمل اضافه جریان های زمان راه اندازی را داشته باشد.

1.2*485=582 w

یعنی حداقل ظرفیت اینورتر مورد استفاده باید حداقل ٦۰۰ وات باشد. (اینورتر 582 واتی در بازار نیست و باید یک پله بالاتر یا نزدیک به پایین انتخاب کرد).

گام ۳ : تعیین بانک باتری مورد نیاز

بانک باتری باید بتواند میزان انرژی مورد نیاز برای دو روز ابری را در خود ذخیره داشته باشد. مصرف انرژی روزانه سیستم مورد طراحی از قبل ۳۲۱۱ وات ساعت بدست آمده بود.چون عمق دشارژ باتریها ۸۰ درصد ذکر شده است (تا ۸۰ درصد انرژی ذخیره شده در باتریها قابل استفاده است و اگر بیشتر استفاده کنیم باتری سریع معیوب و فرسوده می شود). فرض می کنیم که از اینورتر با ورودی ٢٤ ولت در نیروگاه ما استفاده می شود.

تعداد باتری شاخه‌های موازی بانک باتری $N_{Parallel} = \left(\frac{E_{t.day} * T_{B.backup}}{\mathrm{DOD} * C_B * V_{invt}}\right)$

$E_{t.day}$: انرژی کل مصرفی روزانه (۲۴ ساعته) وات‌ساعت

$T_{B.backup}$: تعداد روزهای بکاپ باتری (بیشتر از ۱ مثل ۱/۵ یا ۲ و...)

DOD: عمق دشارژ (مثلاً ۰/۸ یا...)

C_B: ظرفیت هر باتری (آمپرساعت)

V_{invt}: ولتاژ طراحی (ورودی اینورتر مثلاً ۲۴ یا...) ولت

$N_{Series}=(\frac{V_{invt}}{V_B})$ تعداد باتری‌های هر شاخه- سری شده

V_{invt}: ولتاژ ورودی اینورتر یا همان ولتاژ طراحی بانک باتری

V_B: ولتاژ هر باتری

محاسبه تعداد کل باتری‌های بانک باتری

$N_{B.bank}=N_{Series} * N_{Parallel}$

$$N_{shant}=\frac{3211*2}{0.8*100*24}=3.34\sim4$$

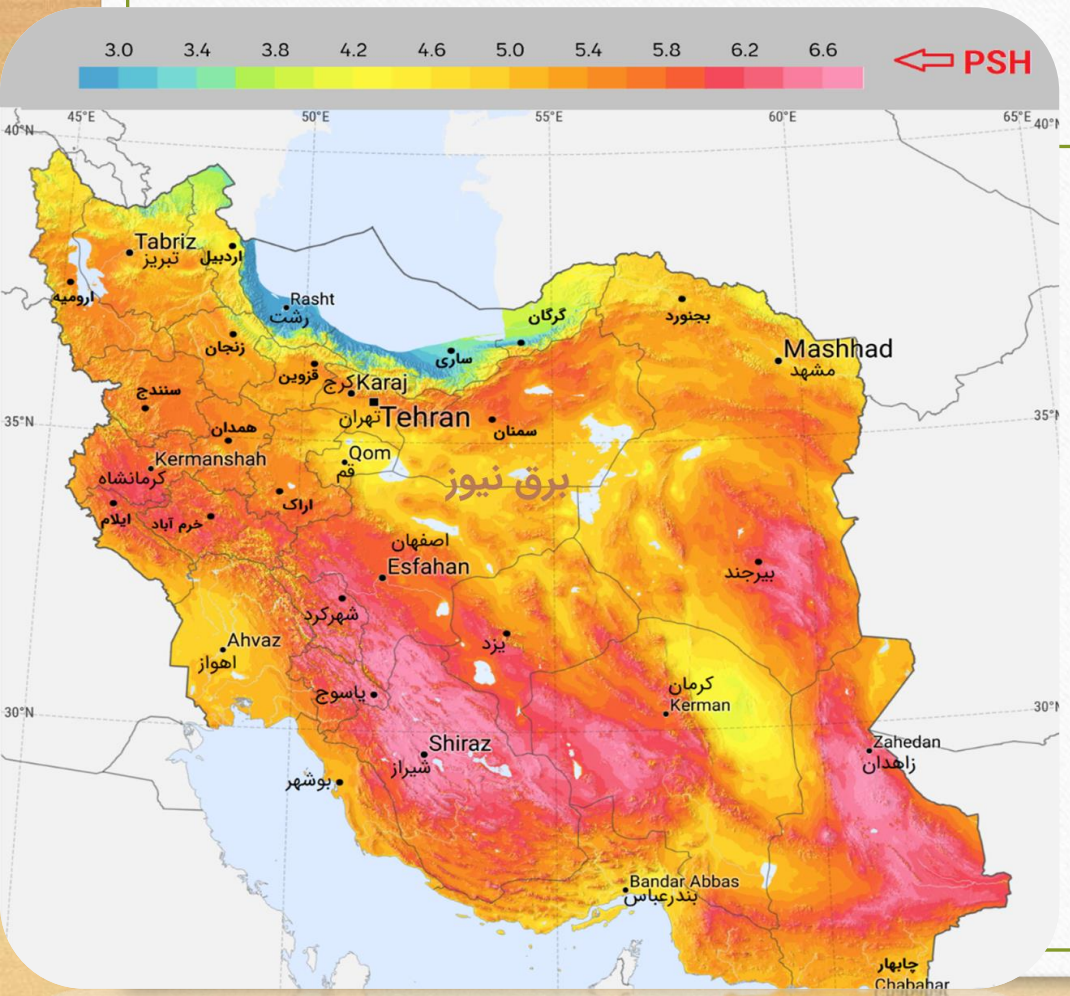
$$N_{series}=\frac{24}{12}=2$$

$$N_{total}=4*2=8$$

پس حداقل ۸ باتری ۱۰۰ آمپر ساعتی با عمق دشارژ ۸۰ درصد برای تامین برق مورد نیاز تجهیزات این خانه نیاز است تا بتواند ۲ روز ابری (غیر آفتابی) هم برق تجهیزات را تامین کند

گام ٤: تعیین اندازه ماژول PV:

پنل های PVخورشیدی مختلف مقادیر متفاوت توان تولید می کنند. هر چه اندازه پنل بزرگتر باشد و راندمان بالاتر باشد به همان میزان توان بیشتری تولید خواهد نمود. برای مشخص کردن اندازه ماژول (پنل) PV، باید ابتدا بیشترین توان تولیدی را بدست آوریم. بیشترین توان تولیدی یا وات پیک(Wp) بستگی به ماژول PVو آب و هوای منطقه مورد نظر دارد. بدین منظور به فاکتوری به نام "متوسط حداکثر پتانسیل تابشی" که در هر مکانی متفاوت است نیاز داریم.



در زمینه شدت تابش معیاری موسوم به PSH (Peak Sun Hours)تعریف شده است که برابر تعداد ساعاتی است که در آن میزان تابش خورشید برابر یک kWh/m2می باشد.

بدترین شرایط وقتی است که باتریها کاملا دشارژ شده باشند و پنل های خورشیدی بخواهند همزمان هم بار مصرفی روزانه را تامین کنند و هم باتریها را شارژ کنند لذا باید مجموع انرژی مصرفی روزانه و انرژی مورد نیاز برای شارژ بانک باتری را هم با هم جمع کنیم و سپس بر PSHمنطقه تقسیم کنیم تا مجموع توان پنل های مورد نیاز بدست اید.

انرژی مورد نیاز شارژ کل بانک باتری (وات ساعت) =100(A.h)*12(V)*8=9600 W.h

قبلا هم انرژی مصرفی روزانه خانه ۳۲۱۱ وات ساعت بدست آمده بود. بنابراین انرژی کل می شود:

w.h ۱۲۸۱۱=۹۶۰۰+۳۲۱۱

چون در فرض مسئاله گفته شده بود این خانه در اصفهان است با توجه به نقشه پتانسیل تابشی در نقاط مختلف ایران می توان این ضریب را بدست آورد که برای اصفهان حدودا ۵.۲ بدست می آید:

12811/5.2=2463 W

از طرفی طبق فرض مساله گفته شده است که از پنل های ۳۲۰ واتی استفاده شده است. برای محاسبه تعداد پنل های مورد نیاز برای سیستم باید جواب بدست آمده از بالا را بر توان نامی پنل هایی که می خواهید استفاده کنید تقسیم کرده و حاصل بدست آمده را به سمت عدد صحیح بزرگتر گرد کنید.

تعداد پنل های خورشیدی = 2463/320=7.6 ~ 8

به بالا که گرد شود عدد 8 می شود یعنی به 8 پنل ۳۲۰ واتی برای تامین برق ایرن خانه نیاز است. مسلماً اگر پنل های بیشتری استفاده کنیم سیستم طراحی شده با اطمینان بالاتری نصب شده و باتریها زودتر شارژ می گردند ولی با این کار هزینه بالاتر می رود که توصیه نمی شود.

گام ۵: انتخاب جریان شارژ کنترلر

چون ولتاژ ورودی اینورتر و بانک باتری ۲۴ ولت است باید ولتاژ شارژ کنترلر هم ۲۴ ولت باشد. جریان شارژ کنترلر هم از تقسیم انرژی کل پنلها تقسیم بر ولتاژ شارژ کنترلر محاسبه می شود:

جریان = 2463 / 24 = 103 A

پس به یک شارژ کنترلر حدودا 103 امپری نیاز است

محاسبات فوق بصوت سرانگشتی و حدودی بوده اما قابل اعتماد است. در محاسبه دقیق به اثر آلایندگی ها و دما بر پنل ها، اثر خطای سازنده و افت راندمان سالانه پنل ها، اثر راندمان باتری ها بر طراحی، اثر دمای بهره برداری از باتریها (دما در ظرفیت در دسترس خیلی تاثیر دارد)، اثر جریان شارژ و دشارژ باتریها، محدودیت اضافه جریان راه اندازی، راندمان اینورتر، راندمان شارژ کنترلرهای pwmو mppt، دمای بهره برداری از پنل ها (دما روی توان تولیدی پنل ها خیلی تاثیر گذار است)، زمان شارژ و دشارژ (سرعت شارژ و دشارژ)، تعداد روزهای آفتابی بعد از روزهای ابری (فرصت شارژ کردن بانک باتری توسط شارژ کنترلر)، انواع باتری و ظرفیت دسترس در شرایط مختلف بهره برداری و... پرداخته نشده است.

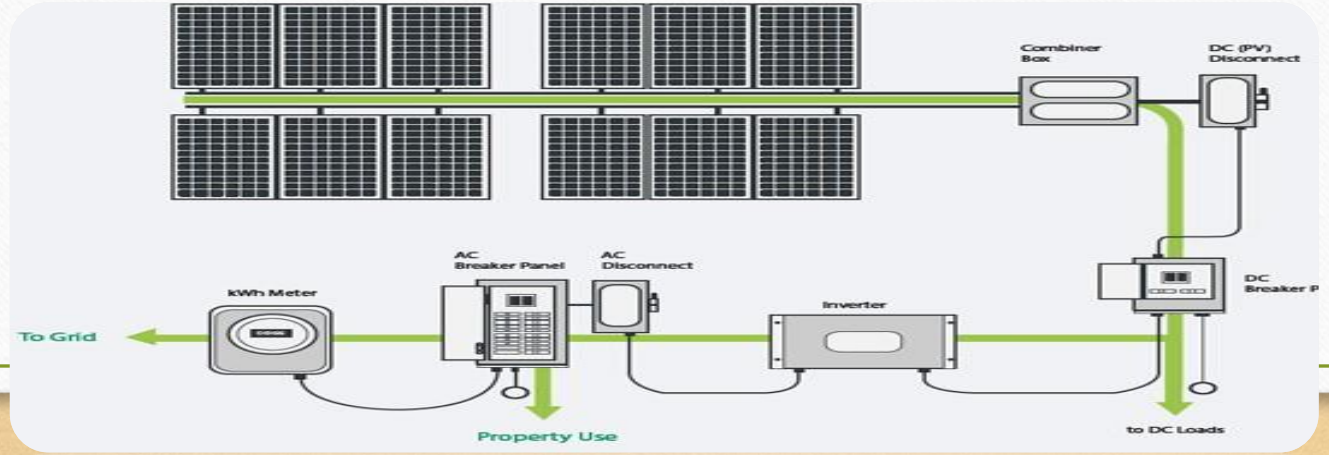
انواع روش های استفاده از سیستمهای فتوولتائیک

سیستمهای مستقل از شبکه (Stand Alone)

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.

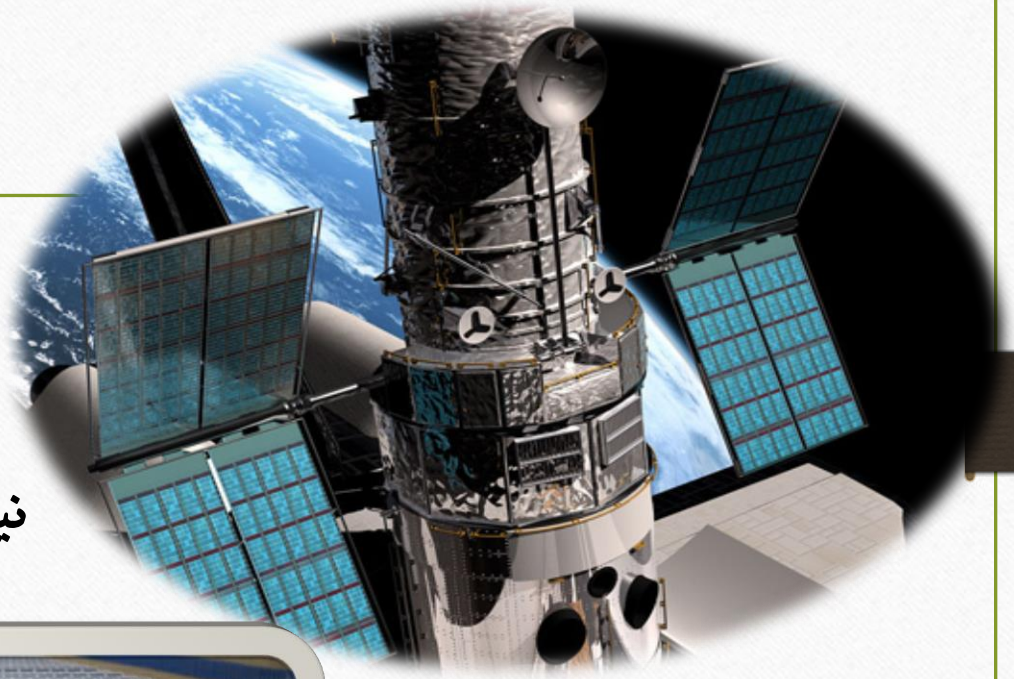
سیستمهای متصل به شبکه (Grid Connected)

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



کاربرد های انرژی فتوولتائیک

مصارف فضانوری



روشنایی خورشیدی

نیروگاه های فتوولتائیک

نیروگاه های خورشیدی در جهان

نام نیروگاه	ظرفیت
پارک خورشیدی یانچی در چین	۸۲۰ مگاوات
نیروگاه فرونت رانر داتونگ چین	۸۰۰ مگاواتی
نیروگاه خورشیدی-آبی لونگ یانگشیا در چین	٦۹۷ مگاوات
نیروگاه ویلانوئوای مکزیک	٦٤۰ مگاوات
سولار استار آمریکا	٥۹۷ مگاوات
هونگ شاگانگ چین	٥۷٤ مگاوات

آیا سرمایه گذاری در انرژی خورشیدی بصرفه است؟

عوامل مؤثر در ارزیابی اقتصادی احداث مزارع فتوولتائیک

- ✓ مشوقهای دولت جهت احداث نیروگاه فتوولتائیک
- ✓ نحوه محاسبه قیمت فروش برق خورشیدی
- ✓ نرخ تنزیل
- ✓ محاسبه هزینههای احداث نیروگاه
- ✓ میزان مالیات، تورم، قیمت دلار

و ...

مشوقهای دولت جهت احداث نیروگاه فتوولتائیک

- ❖ خرید تضمینی ۲۰ ساله برق تولیدی این نیروگاه ها
- ❖ معافیت مالیاتی ۵ تا ۱۳ ساله بسته نوع منطقه
- ❖ معافیت عوارض گمرکی

و ...

جدول احداث نیروگاه فتوولتاییک بر حسب توان و ادوات مورد استفاده

ردیف	ظرفیت نیروگاه	پنل خورشیدی	اینورتر	استراکچر	سیم وکابل، اتصالات و...	حفاظتهای AC/DC	ارتینگ	زمان نصب	مساحت موردنیاز	قیمت کل با هزینه نصب	متوسط درآمد ماهانه در سال اول
۱	۵ کیلووات	پنل ایرانی ۳۷۵ واتی	اینورتر تکفاز چینی خوب	گالوانیزه گرم استاندارد با متعلقات	ست کامل	تابلوها با سرج، فیوز، کلید و...	چاه ارت و همبندی	خریدها و زیرسازی ۵ روز- نصب ۱ روز	۶۰ مترمربع	۸۲/۰۰۰/۰۰۰ تومان	۱/۴۰۰/۰۰۰ تومان
۲	۵ کیلووات	پنل چینی درجه یک ۴۵۰ واتی	اینورتر اروپایی (فرونیوس)	گالوانیزه گرم استاندارد با متعلقات	ست کامل	تابلوها با سرج، فیوز، کلید و...	چاه ارت و همبندی	خریدها و زیرسازی ۵ روز- نصب ۱ روز	۵۰ مترمربع	۹۳/۰۰۰/۰۰۰ تومان	۱/۵۰۰/۰۰۰ تومان
۳	۱۰ کیلووات	پنل ایرانی ۳۷۵ واتی	اینورتر سه فاز چینی خوب	گالوانیزه گرم استاندارد با متعلقات	ست کامل	تابلوها با سرج، فیوز، کلید و...	چاه ارت و همبندی	خریدها و زیرسازی ۷ روز- نصب ۲ روز	۱۲۰ مترمربع	۱۶۰/۰۰۰/۰۰۰ تومان	۲/۸۰۰/۰۰۰ تومان
۴	۱۰ کیلووات	پنل چینی درجه یک ۴۵۰ واتی	اینورتر اروپایی (فرونیوس)	گالوانیزه گرم استاندارد با متعلقات	ست کامل	تابلوها با سرج، فیوز، کلید و...	چاه ارت و همبندی	خریدها و زیرسازی ۷ روز- نصب ۲ روز	۱۰۰ مترمربع	۱۷۲/۰۰۰/۰۰۰ تومان	۲/۹۰۰/۰۰۰ تومان
۵	۲۰ کیلووات	پنل ایرانی ۳۷۵ واتی	اینورتر سه فاز چینی خوب	گالوانیزه گرم استاندارد با متعلقات	ست کامل	تابلوها با سرج، فیوز، کلید و...	چاه ارت و همبندی	خریدها و زیرسازی ۷ روز- نصب ۳ روز	۲۴۰مترمربع	۲۸۰/۰۰۰/۰۰۰ تومان	۵/۶۰۰/۰۰۰ تومان
۶	۲۰ کیلووات	پنل چینی درجه یک ۴۵۰ واتی	اینورتر اروپایی (فرونیوس)	گالوانیزه گرم استاندارد با متعلقات	ست کامل	تابلوها با سرج، فیوز، کلید و...	چاه ارت و همبندی	خریدها و زیرسازی ۷ روز- نصب ۳ روز	۲۰۰مترمربع	۳۱۰/۰۰۰/۰۰۰ تومان	۵/۸۰۰/۰۰۰ تومان
۷	۵۰ کیلووات	پنل ایرانی ۳۷۵ واتی	اینورتر سه فاز چینی خوب	گالوانیزه گرم استاندارد با متعلقات	ست کامل	تابلوها با سرج، فیوز، کلید و...	چاه ارت و همبندی	خریدها و زیرسازی ۱۰روز- نصب ۱۴روز	۶۰۰مترمربع	۶۲۰/۰۰۰/۰۰۰ تومان	۱۲/۰۰۰/۰۰۰ تومان
۸	۵۰ کیلووات	پنل چینی درجه یک ۴۵۰ واتی	اینورتر اروپایی (فرونیوس)	گالوانیزه گرم استاندارد با متعلقات	ست کامل	تابلوها با سرج، فیوز، کلید و...	چاه ارت و همبندی	خریدها و زیرسازی ۱۰روز- نصب ۱۴روز	۵۰۰مترمربع	۷۱۰/۰۰۰/۰۰۰ تومان	۱۲/۴۰۰/۰۰۰ تومان
۹	۱۰۰ کیلووات	پنل ایرانی ۳۷۵ واتی	اینورتر سه فاز چینی خوب	گالوانیزه گرم استاندارد با متعلقات	ست کامل	تابلوها با سرج، فیوز، کلید و...	چاه ارت و همبندی	خریدها و زیرسازی ۱۴روز- نصب ۲۱روز	۱۲۰۰مترمربع	۱/۲۱۰/۰۰۰/۰۰۰ تومان	۲۴/۰۰۰/۰۰۰تومان
۱۰	۱۰۰ کیلووات	پنل چینی درجه یک ۴۵۰ واتی	اینورتر اروپایی (فرونیوس)	گالوانیزه گرم استاندارد با متعلقات	ست کامل	تابلوها با سرج، فیوز، کلید و...	چاه ارت و همبندی	خریدها و زیرسازی ۱۴روز- نصب ۲۱روز	۱۰۰۰مترمربع	۱/۳۸۰/۰۰۰/۰۰۰ تومان	۲۵/۰۰۰/۰۰۰تومان
۱۱	۲۰۰ کیلووات	پنل ایرانی ۳۷۵ واتی	اینورتر سه کفاز چینی خوب	گالوانیزه گرم استاندارد با متعلقات	ست کامل	تابلوها با سرج، فیوز، کلید و...	چاه ارت و همبندی	خریدها و زیرسازی ۲۰روز- نصب ۳۰روز	۲۴۰۰مترمربع	۲/۴۰۰/۰۰۰/۰۰۰ تومان	۴۸/۰۰۰/۰۰۰تومان
۱۲	۲۰۰ کیلووات	پنل چینی درجه یک ۴۵۰ واتی	اینورتر اروپایی (فرونیوس)	گالوانیزه گرم استاندارد با متعلقات	ست کامل	تابلوها با سرج، فیوز، کلید و...	چاه ارت و همبندی	خریدها و زیرسازی ۲۰روز- نصب ۳۰روز	۲۱۰۰مترمربع	۲/۶۵۰/۰۰۰/۰۰۰ تومان	۵۰/۰۰۰/۰۰۰تومان

نتیجه گیری

در پاسخ به سوالی که در در رابطه با اقتصادی بودن این پروژه پرسیده شد ، می توان گفت :
نوسانات ارز به شدت بر سود اوری نیروگاه های فتوولتاییک اثرگذار بوده و حتی با وجود پتانسیل بالای کشور ما ، تحولات منفی اقتصادی در چند سال اخیر ، باعث تاثیر منفی بر اقتصاد این نیروگاه ها شده است.

راهکار جهت اقتصادی شدن نیروگاه های فتوولتاییک

- **دولت باید ارز مبادله ای به سرمایه گذاران این صنعت بدهد .**
- **نرخ خرید برق تولیدی این نیروگاه ها را افزایش بدهد .**
- **در نظر گرفتن تخفیف های مالیاتی بیشتر**

و ...

پایان