

## فتوولتائیک

### مقدمه :

خورشید یک منبع قدرتمند انرژی به حساب می آید. در واقع، مقداری از نور خورشید که فقط در یک ساعت به زمین می تابد، می تواند انرژی مورد نیاز زمین را برای یک سال تأمین کند! امروزه نیروگاه های خورشیدی زیادی در سرتاسر دنیا فعال هستند. البته این نیروگاه ها هنوز به دلایل اقتصادی و تکنولوژی گسترش پیدا نکرده اند .

از انرژی خورشیدی به دو صورت می توان استفاده کرد. یکی به عنوان منبع گرما (انرژی حرارتی) و دیگری به عنوان منبع انرژی الکتریکی (الکتریسیته). هرچند استفاده از انرژی خورشیدی محدود به این دو نیست. خورشید در حقیقت یکی از منابع حیات طبیعت است.

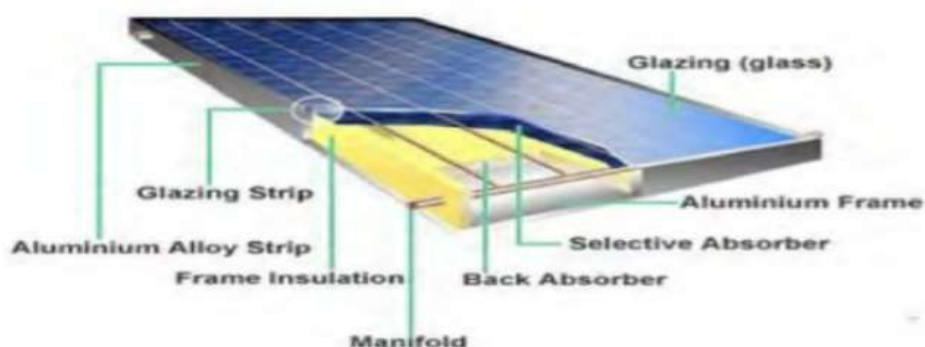
مردم برای سال های طولانی از خورشید به عنوان منبع گرمایی استفاده می کردند. برای مثال خانواده ها در یونان باستان خانه های خود را به نحوی می ساختند که بیشترین مقدار نور خورشید را در طی زمستان دریافت کند. امروزه نیز علاوه بر سیستم های گرمایش آب، این جنبه از انرژی خورشید در کاربردهایی همچون خشک کردن محصولات کشاورزی مورد استفاده قرار دارد. در پنل خورشیدی نیز نور خورشید صرف تولید حرارت می شود. اما بحث اصلی در سلول های خورشیدی، تولید انرژی الکتریکی از نور خورشید و در واقع پدیده ی فتوولتائیک است. در ادامه اشاره ای مختصر به پدیده فتوولتائیک خواهیم داشت.

### سیستم PV :

اگرچه اکنون روش های متفاوتی از فرآیند PV در تحقیقات تجاری وجود دارد. قواعد اصلی همه ساده هستند فتوولتائیک از دو کلمه تشکیل شده است ( کلمه photo و کلمه ی volt ) انرژی خورشید را به طور مستقیم به برق تبدیل می کند. تبدیل نور خورشید به برق به دلیل اثر PV رخ می دهد . عبارت سلول خورشیدی به طور خاص برای دستگاه هایی بکار می رود که انرژی را از نور خورشید دریافت می کنند. درحالی که عبارت سلول فتوولتائیک زمانی استفاده می شود که منبع نور مشخص نباشد. فتوولتائیک ها دستگاه هایی هستند که نور را به طور مستقیم به الکتریسیته تبدیل می کنند . در حال حاضر بیشتر آن ها شامل دو لایه نازک مواد نیمه هادی هستند که هر لایه شاخص های الکتریکی متفاوتی دارد. در بیشتر فتوولتائیک های معمول هر دو لایه از سیلیکون ساخته شده اند اما با هم فرق دارند. هنگامی که نور به یک سلول فتوولتائیک تابیده می شود ، الکترون ها توسط انرژی تابشی از خورشید آزاد می شود و این توانایی را پیدا می کنند که از یک طرف به طرف دیگر بروند . بعضی از الکترون ها به عنوان انرژی مفید گرفته می شوند و به یک حوزه اضافی هدایت می شوند . یک سیستم پی وی کامل متشکل از دو سیستم است. اولین زیرسیستم ماژول های PV است که نور خورشید را به برق تبدیل می کند. بین اولین زیرسیستم و تهویه کنندگی هوا، دومین زیرسیستم یکسری دستگاه سازه وجود دارد که برق PV را می سازد و زیرسیستم سوم به عنوان تعادل سیستم شناخته می شود .

## سیستم فتوولتائیک :

بخش اصلی یک سیستم فتوولتائیک پنل فتوولتائیک می باشد . پنل های فتوولتائیک که در معرض خورشید قرار می گیرند ، متشکل از سلول های فتوولتائیک هستند. این سلول ها از مواد نیمه هادی سیلیکونی ساخته شده اند. پنلی که در شکل 2 دیده می شود شامل ۳۶ واحد (سلول) است که در ردیف های ۶ تایی کنار هم چیده شده اند . این پنل روی بام خانه ای در لس آنجلس واقع در ایالات متحده آمریکا نصب شده است.

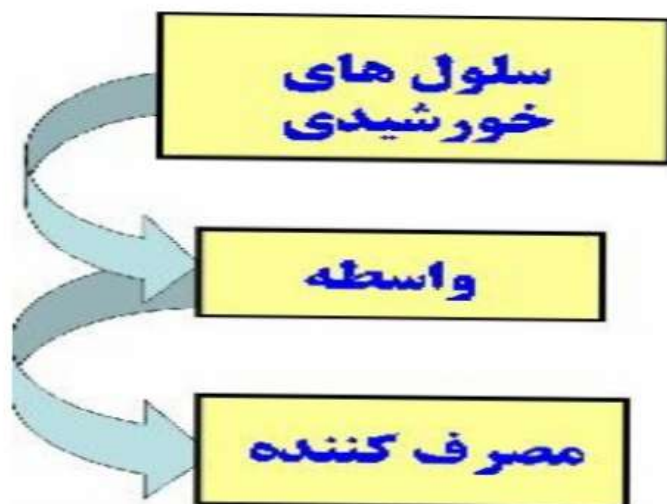


شکل 1- سیستم فتوولتائیک



شکل 2- پنل فتوولتائیک نصب شده در بام خانه ای در لس آنجلس

سیستم فتوولتائیک شامل تجهیزات دیگری از جمله مبدل‌هایی برای تبدیل جریان مستقیم به جریان متناوب نیز می‌باشد. سیستم‌های فتوولتائیک از سه بخش اصلی تشکیل شده است :



شکل 3- اجزای سیستم فتوولتائیک

### ماژول یا پنل‌های خورشیدی :

سلول‌های خورشیدی سیلیکونی را به سه دسته تقسیم می‌کنند سیلیکون تک کریستالی ، سیلیکون چند کریستالی ، سیلیکون آمورف . ماده اصلی تشکیل‌دهنده بیشتر سلول‌های خورشیدی موجود در بازار لایه‌ای نازک سیلیسیم می‌باشد . بر طبق خواص فیزیکی نیمه هادی‌ها با اعمال ناخالصی از ( نوع N ) مانند فسفر و ( نوع P ) مانند بور به ماده اصلی ، میدان الکتریکی در سطوح خارجی سلول ایجاد می‌شود ، بر اساس قوانین حاکم بر فیزیک مواد تشکیل‌دهنده در برابر انرژی تابشی نور خورشید قادر به تولید جریان الکتریکی می‌باشند . جریان و ولتاژ خروجی این سلول‌ها DC می‌باشد . به مجموعه‌ای از این سلول‌ها که در کنار یکدیگر سری و موازی می‌گردند پنل یا ماژول فتوولتائیک می‌گویند .



شکل 4- پنل خورشیدی

سلول های خورشیدی برای کاربردهای مختلفی استفاده می شوند. سلول های خورشیدی کوچک در قطعات الکترونیکی با ابعاد کوچک مانند ماشین حساب ها، سنسورها و ساعت های خانگی مورد استفاده قرار می گیرند. ماژول های خورشیدی نیز در تجهیزات عظیم تری مثل ایستگاه های فضایی موجود در مدار زمین و یا ماشین های خورشیدی استفاده می شوند. تجهیز نیروگاه های خورشیدی و تولید برق برای مناطقی که امکان برق رسانی به آن ها وجود ندارد و همچنین تأمین نیازهای الکتریکی منازل، طیف گسترده مصارف این قطعات را نشان می دهد.

### قسمت واسطه یا بخش توان مطلوب :

انرژی الکتریکی حاصل از سیستم های فتوولتائیک را براساس طراحی انجام شده ، متناسب با نیاز مصرف کننده ، مدیریت و القا می نماید. این تجهیزات عمدتاً از شارژر کنترل، باتری، اینورتر و ... براساس نیاز مصرف کننده و طبق نظر طراح سیستم ، طراحی و مشخصات آن تهیه و تدوین می گردد.

### مصرف کننده یا بار الکتریکی :

کلیه مصرف کنندگان الکتریکی را اعم از مصارف برق مستقیم (DC<sup>1</sup> و AC<sup>2</sup>) متناسب با میزان مصرف شامل می گردد.



شکل 5- یک فروند هواپیمای آزمایشی خورشیدی ناسا

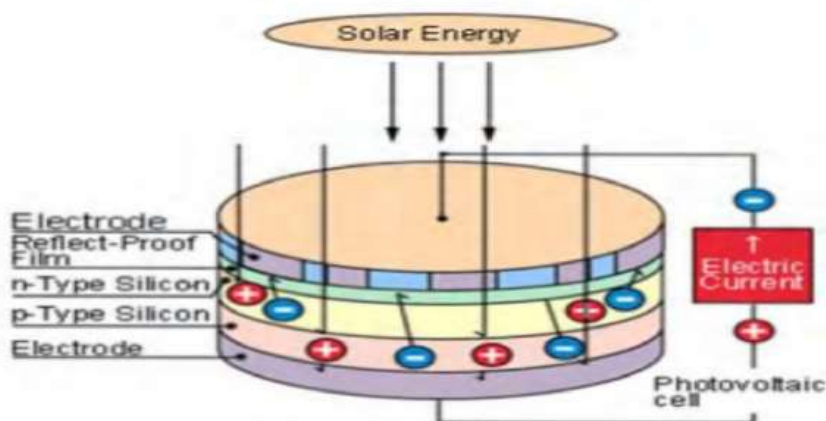
### اصول کار یک پنل فتوولتائیک :

<sup>1</sup> جریان برق متناوب

<sup>2</sup> جریان برق مستقیم



پنل های فتوولتائیک از نیمه هادی ها ساخته شده و با اتصال سیلیکون های نوع N و P شکل می گیرند. وقتی نور خورشید به یک سلول فتوولتائیک می تابد ، به الکترون های در آن انرژی بیشتری می بخشد. با تابش نور خورشید الکترون ها در نیمه هادی پلاریزه شده ، الکترون های منفی در سیلیکون نوع N و یون های مثبت در سیلیکون نوع P به وجود می آیند. بدین ترتیب بین دو الکتروود اختلاف پتانسیل بروز کرده و این امر موجب جاری شدن جریان بین آن ها می گردد . شکل زیر پروسه تولید برق در یک سلول فتوولتائیک را نشان می دهد .



شکل 6- پروسه تولید برق به وسیله یک سلول فتوولتائیک

## مراحل طراحی :

1. باید انتظارات مصرف کنندگان را برآورده نماید. این انتظارات معمولاً شامل کاهش هزینه های ماهیانه برق، فواید زیست محیطی، ذخیره انرژی و غیره می شود. همچنین، ابعاد و جهت گیری آرایه های فتوولتائیک باید به گونه ای انتخاب و تنظیم شوند که بتوانند میزان انرژی مورد نظر را تأمین کنند
2. لازم است اطمینان حاصل شود که پشت بام و یا دیگر مکان های نصب تجهیزات فتوولتائیک، توانایی تحمل وزن پانل ها و تجهیزات مربوطه را دارد.
3. برای تمام تجهیزات مورد استفاده در فضای باز، باید مواد مقاوم در برابر نور خورشید و هوا مورد استفاده قرار گیرد.
4. پانل ها باید در مکانی نصب شوند که میزان سایه ایجاد شده به وسیله تجهیزات مجاور، شاخ و برگ درختان، لوله ها و غیره به کمترین میزان خود برسد.
5. سیستم باید به گونه ای طراحی شود که با مقررات ساختمان و تأسیسات الکتریکی آن مطابقت داشته باشد.
6. سیستم باید به گونه ای طراحی شود که تلفات انرژی در سیم ها، فیوزها، سوئیچ ها و غیره به کمترین مقدار برسد.

7. چنانچه باتری در سیستم مورد استفاده قرار می گیرد، باید باتری های مناسب در نظر گرفته شود.

8. طراحی باید به گونه ای باشد که نیاز اتصالات بین شبکه محلی را برآورده نماید.

### مزایای سیستم های فوتو ولتایک یکپارچه با ساختمان :

BIPV که مخفف Building Integrated Photovoltaic<sup>3</sup> نسبت به سایر روش های به کارگیری فتوولتائیک ، به عنوان واسطه استفاده از انرژی خورشید در ساختمان ؛ مزایای منحصر به فردی دارد که در که به برخی از آنها عبارتند از : تولید برق از یک منبع پاک ، محافظت ساختمان در برابر شرایط جوی ؛ جلوگیری از آلودگی صوتی ، تصفیه نور (در ترکیب فتوولتائیک نیمه شفاف با سطوح نور گذر ساختمان) جلوگیری از پرت حرارتی ساختمان ، حذف هزینه انتقال برق به ساختمان ، حذف اتلاف انرژی در انتقال برق ، عدم اشغال فضای باز برای نصب آرایه فتوولتائیک ، استفاده از مدول های فتوولتائیک در جداره ساختمان و حذف قسمتی از هزینه های مربوط به جداره .



شکل 7- فتوولتائیک روی نما

### استراتژی های طراحی سیستم های فتوولتائیک یکپارچه با ساختمان :

استفاده از منابع انرژی تجدیدپذیر در معماری به هیچ وجه یک مفهوم جدید نیست ، اما به تازگی بیشتر مورد توجه قرار گرفته است. ، به ویژه معماران ، سازندگان و کاربران ساختمان بیشتر تمایل به مسائل مربوط به حفاظت از منابع انرژی پیدا کرده اند. سیستم های پایدار و یا فعال انرژی در پوشش ساختمان ( سقف ، نما و ...) امکان دیدن تجهیزات را با استفاده از انواع روش های خلاقانه و با توجه به شرایط ساختمان یا هر پروژه مفروض فراهم می آورند. به منظور یکپارچه سازی سیستم های فتوولتائیک به روشی دقیق و رضایت بخش ، فاکتورهای تولید انرژی ، معیارهای معمارانه و سازه ای ، همچنین ملاحظات اقتصادی باید در نظر گرفته شوند. به طور کلی عوامل تاثیرگذار بر طراحی این سیستم ها را می توان به موارد زیر خلاصه کرد:

<sup>3</sup> فوتو ولتائیک یکپارچه ساختمان

## معماری:

معماران به عنوان مشاوران و ارائه‌دهندگان ایده‌های طراحی، وظیفه مهمی در شناساندن مزایا و پتانسیل‌های برنامه‌های کاربردی مانند سیستم‌های فتوولتائیک یکپارچه و ارائه آن‌ها به سازندگان و کاربران دارند. سیستم‌های فتوولتائیک را می‌توان به شیوه‌های مختلف به صورت یکپارچه با ساختمان اجرا کرد. با توجه به ظاهر موردنظر، در عمل استراتژی‌های مختلف به کار گرفته می‌شوند که می‌توانند تأثیر کلی بر ساختمان داشته باشند. استراتژی‌های معمول عبارت‌اند از: همسان و همساز بودن، کنتراست و ...

## منظر و ظاهر سیستم:

سیستم‌های BIPV قابل‌رویت، می‌تواند برای کاربران عجیب و غریب و ناآشنا به نظر برسد و حتی ممکن است از نظر مردم این سیستم‌ها باعث از بین رفتن نما و زیبایی ظاهری بنا شود. البته این مسئله در مورد سیستم ایستاده معمولی که سطحی وسیع و گسترده دارند کاملاً بدیهی است. اما انتخاب شیوه نصب سیستم، روش مورد استفاده برای ثابت کردن اجزای PV، رنگ‌آمیزی مناسب عناصر و انتخاب محل نصب و در نظر گرفتن موارد ایمنی اقداماتی است که اگر با دقت و حساسیت کنترل شوند، منجر به رامحل‌های نوآورانه و سازگار خلق می‌شوند و می‌توانند به طراحی و ایجاد چشم‌انداز جذاب بیانجامند.



شکل 8- فتوولتائیک

## نتیجه‌گیری:

خورشید به عنوان بزرگ‌ترین منبع انرژی جهان به شمار می‌رود که به گونه‌های مختلف امکان بهره‌گیری از آن وجود دارد و این کشور ایران یکی از مناطقی است که در کمربند خورشیدی قرار گرفته و جزء کشورهایی است که دارای بیشترین شدت تابش و روزهای آفتابی می‌باشد، لذا در کلی‌ترین حالت بهره‌گیری از انرژی خورشید در یک ساختمان با نصب یک سیستم فتوولتائیک 1/0 کیلووات توان فتوولتائیک سالیانه در حدود بیش از ۲۱۱۱۱ کیلووات ساعت در مصرف انرژی الکتریکی شبکه سراسری صرفه‌جویی گردیده

که همین امر باعث کاهش انتشار بیش از ۷۰ تن گاز دی‌اکسیدکربن و صرفه‌جویی بیش از ۱۱ تن معادل نفت گردیده‌است. از این‌رو بهره‌گیری از سیستم فتوولتائیک‌های یکپارچه با ساختمان گامی مؤثر در کاهش مصرف سوخت و صرفه‌جویی در مصرف انرژی در بخش ساختمان است. به‌منظور یکپارچه شدن صحیح فتوولتائیک با ساختمان باید فتوولتائیک را همچون عنصری از ساختمان، از ابتدای طراحی در نظر گرفت. بر این اساس لازم است بین اجزای سیستم فتوولتائیک و سایر اجزای ساختمان هماهنگی و یکپارچگی پدید آید.

گردآورنده: فاطمه نعمتی