

تولید انرژی برق به روش فتوولتاییک در واقع تبدیل نور خورشید به الکتریسیته از میان یک سلول فتوولتاتیک (pvs) می‌باشد، که بطور معمول یک سلول خورشیدی نامیده می‌شود. سلول خورشیدی یک ابزار غیر مکانیکی است که معمولاً از آلیاژ سیلیکون ساخته شده است.



نور خورشید از فوتونها، یا ذرات انرژی خورشید ساخته شده است. این فوتونها مقادیر متغیر انرژی را شامل می‌شود که مشابه طول مولد های متفاوت اسپکتروم های نوری هستند.

وقتی فوتون به یک سلول فتوولتاییک برخورد می‌کند، ممکن است منعکس شوند یا مستقیم از میان آن عبور کنند و یا جذب شوند. فقط فوتون جذب شده انرژی را برای تولید الکتریسیته فراهم می‌کند. وقتی که انرژی نور خورشید به اندازه کافی توسط جسم نیمه رسانا جذب شود، الکترون از اتم های جسم جابجا می‌شوند.

رفتار خاصی که سطح جسم در طول واکنش شیمیایی از خود نشان می‌دهد باعث می‌شود سطح جلویی سلول برای الکترون های آزاد بیشتر پذیرش یابد. بنا براین الکترون ها بطور طبیعی به سطح مهاجرت می‌کنند.

زمانی که الکترون ها موقعیت n را ترک می‌کنند حفره هایی شکل می‌گیرد. تعداد الکترون ها نیز زیاد است، هر کدام یک بار منفی را حمل می‌کنند و به طرف جلو سطح سلول می‌روند و در نتیجه عدم توازن بار بین سلولهای جلویی و سطوح عقبی، یک پتانسیل ولتاژ شبیه قطب های مثبت و منفی یک باتری ایجاد می‌شود. وقتی که دو سطح از میان یک راه داخلی مرتبط می‌شود، الکتریسیته جریان می‌یابد. سلول فتوولتاییک قاعده بلوک ساختمان یک سیستم pv است. سلولهای انفرادی می‌توانند در اندازه هایی از حدود 1 cm تا 10 cm از این سو به آن سو متغیر می‌شود. با این وجود توان 1 یا 2 وات تولید می‌کند که انرژی کافی برای بیشتر کاربردها را ندارد. برای اینکه بازده انرژی را افزایش دهیم، سلولها بطور الکتریکی به داخل هوای بسته یک مدول سخت، هدایت

می‌شوند. مدولها می‌توانند بیشتر برای شکل گیری یک آرایش با هم مرتبط شوند. اصطلاح آرایش به کل صفحه انرژی اشاره می‌کند اگر چه آن از یک یا چند هزار مدول ساخته شده باشد، برای اینکه اندازه آرایش مورد نیاز تولید انرژی را تشکیل دهند تعداد مدولهای مورد نیاز می‌توانند بهم مرتبط شوند. اجرای یک آرایش فتوولتاییک به انرژی خورشید وابسته است. شرایط آب و هوایی (همانند ابر و مه) تأثیر مهمی روی انرژی خورشیدی دریافت شده توسط یک آرایش pv دارد. بیشتر تکنولوژی مدول های فتوولتاییک در حدود ۱۰ درصد در تبدیل انرژی خورشید موثر هستند، تحقیقات برای افزایش راندمان تا ۲۰ درصد در دستور کار دانشمندان این رشته در جهان است. سلولهای pv که در سال ۱۹۵۴ توسط تحقیقات تلفنی بل (bell) کشف شد. ابتدا در گذشته در دهه ۱۹۵۰، pvs برای تأمین انرژی فضایی در مدار زمین در فضا مورد استفاده قرار گرفتند. موفقیت pvs در فضا، کاربرد های تجاری برای تکنولوژی pvs تولید کرد. ساده ترین سیستم های فتوولتاییک انرژی تعداد زیادی از ماشین حساب های کوچک و ساعت های مچی را

فراهم کردند. بیشتر دستگاهها با سیستمهای پیچیده، الکتریسیته را برای پمپاژ آب، انرژی ابزارهای ارتباطی، وحتى فراهم کردن الکتریسیته برای خانه هایمان فراهم می کنند.

تبدیل فتوولتائیک به چندین دلیل مفید است. تبدیل نور خورشید به الکتریسیته بصورت مستقیم است و برق DC تولید میکند بنابراین برای این کار سیستم های تولید کننده مکانیکی به حجم زیادی لازم نیستند. خصوصیت مدولی انرژی فتوولتائیک اجازه می دهد به طور سریع آرایش ها در هر اندازه مورد نیاز نصب شوند. همچنین تاثیر زیست محیطی یک سیستم فتوولتائیک در حداقل است مثلاً آب را برای سیستم تولید برق مانند نیروگاههای سیکل ترکیبی و ... نیاز ندارد. سلولهای فتوولتائیک همانند باتریها جریان مستقیم را تولید می کنند که به طور عمومی برای کارهای کوچکی مورد استفاده است (ابزار الکترونیک). وقتی که جریان مستقیم (DC) از سلولهای فتوولتائیک برای کاربردهای تجاری استفاده شود شبکه های الکتریکی بایستی به جریان متناوب (AC) برای استفاده دستگاههای مربوطه تبدیل شوند.

سیستمهای 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 ها استفاده کند سیستم فتوولتائیک گویند. سیستم های فتوولتائیک در مجموعه انرژی های نو (تجدیدپذیر) بسیار کاربردی می باشند و تاکنون سیستم های گوناگونی با ظرفیت های مختلف (۵/۰ وات تا چند مگاوات) در سراسر جهان نصب و راه اندازی شده است و با توجه به قابلیت اطمینان و عملکرد این سیستمها هر روزه بر تعداد متقاضیان آنها افزوده می شود. از سری و موازی کردن سلولهای آفتابی می توان به جریان و ولتاژ قابل قبولی دست یافت. در نتیجه به یک مجموعه از سلولهای سری و موازی شده پنل (Panel) فتوولتائیک می گویند. امروزه اینگونه سلولها عموماً از ماده سیلیسیم تهیه می شود و سیلیسیم مورد نیاز از شن و ماسه تهیه می شود که در مناطق کویری کشور عزیزمان، به فراوانی یافت می گردد. بنابراین از نظر تأمین ماده اولیه این سلولها هیچگونه کمبودی در ایران وجود ندارد. سیستمهای شکست در تجزیه (خطای lexing) فتوولتائیک را می توان بطور کلی به سه بخش اصلی تقسیم نمود که بطور خلاصه به توضیح آنها می پردازیم.

۱- پنلهای خورشیدی:

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

۲- 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 الکتریکی 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.

۳- مصرف کننده یا بار الکتریکی:

با توجه به خروجی DC پنلهای فتوولتائیک، مصرف کننده ها می توانند به دو نوع DC یا AC باشند، همچنین با آرایشهای مختلف پنلهای فتوولتائیک می توان نیاز مصرف کنندگان مختلف را با توانهای متفاوت از یک وات تا چند گیگا وات تأمین نمود. با توجه به کاهش روز افزون ذخائر سوخت فسیلی و خطرات ناشی از بکارگیری نیروگاههای اتمی، گمان قوی وجود دارد که در آینده ای نه چندان دور سلولهای خورشیدی به انرژی برق به عنوان جایگزین مناسب و بی خطر برای سوختهای فسیلی و نیروگاههای اتمی توسط بشر بکار گرفته شود.

تعریف سلول های خورشیدی:

سلول های خورشیدی (solar cells) از نیمه هادی ها ساخته شده و با اتصال سیلیکونهای نوع N و P شکل می گیرند. وقتی نور خورشید به یک سلول خورشیدی می تابد، به الکترونهای در آن انرژی بیشتری می بخشد. با تابش نور خورشید الکترونها در نیمه هادی پلاریز شده، الکترونهای منفی در سیلیکون نوع N و یونهای مثبت در سیلیکون نوع P بوجود می آیند. بدین ترتیب بین دو الکترو، اختلاف پتانسیل بروز کرده و این امر موجب جاری شدن جریان بین آنها می گردد.

اساس کار سلولهای خورشیدی:

سلول خورشیدی عبارت از قطعات نیمه رسانایی هستند که انرژی تابشی خورشید را به انرژی الکتریکی تبدیل میکنند. رسانایی این مواد به طور کلی به دما، روشنایی، میدان مغناطیسی و مقدار دقیق ناخالصی موجود در نیمه رسانا بستگی دارد.

از ویژگی های سلولهای خورشیدی میتوان به طور خلاصه به این موارد اشاره کرد:

جای زیادی اشغال نمی کنند و قسمت متحرک ندارند و بازده آنها با تغییرات دمایی محیط تغییرات چندانی نمی کنند و نسبتاً به سادگی نصب می شوند.

همچنین از اشکالات سلولهای خورشیدی می توان به این موارد اشاره کرد :

تولید وسایل فتوولتائیک هزینه زیادی دارد و چگالی انرژی تابشی آنها بسیار کم است که در فصول مختلف و ساعات متفاوت شبانه روز تغییر می کند که باید ذخیره شود و همین موضوع بسیار هزینه بر است.

مصارف و کاربردهای فتوولتائیک :

• مصارف فضانوردی و تأمین انرژی مورد نیاز ماهواره ها جهت ارسال پیام :

برای تأمین انرژی برق مورد نیاز ماهواره ها و ایستگاههای فضایی از انرژی حاصل از پنل های خورشیدی با پایه ژرمانیم که راندمان بسیار بالایی دارند استفاده میشود. البته هزینه تولید چنین پنلها بسیار گران قیمت است.

• نیروگاههای فتوولتائیک:

هم زمان با استفاده از سیستمهای فتوولتائیک در بخش انرژی الکتریکی مورد نیاز ساختمانها، اطلاعات و تجربیات کافی جهت احداث واحدهای بزرگتر حاصل گردیده و همه 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 و لازم به ذکر است این تأسیسات دارای هزینه ساخت، راه اندازی و نگهداری بالایی می باشند.

• 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 سیستمهای ذخیره کننده و کنترل نسبتاً ساده، تأمین نمود.

• روشنایی خورشیدی:

در حال حاضر روشنایی خورشیدی بالاترین میزان کاربرد سیستمهای فتوولتائیک را در سراسر جهان دارد و سالانه دهها هزار نمونه از این سیستم در سراسر جهان نصب و راه اندازی می گردد، مانند برق مجتمع های تجاری و اداری و مسکونی و پارکها و جاده ها و تونلها بخصوص در مناطقی که به شبکه برق دسترسی ندارند، تأمین برق پاسگاههای مرزی که دور از شبکه برق هستند، تأمین برق مناطق شکاربانی و مناطق حفاظت شده نظیر جزیره های دور افتاده که جنبه نظامی دارند.

• سیستم پمپاژ خورشیدی:

سیستم پمپهای فتوولتائیک قابلیت استحصال آب از چاهها، قنات، چشمه ها، رودخانه ها و ... را جهت مصارف متنوعی دارا می باشد.

• سیستم تغذیه کننده ایستگاههای مخابراتی و زلزله نگاری:

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

• ماشین حساب، ساعت، رادیو، ضبط صوت و وسایل بازی کودکانه یا هر نوع وسیله ای که تاکنون با باتری خشک کار می کرده است یکی دیگر از کاربردهای این سیستم می باشد. مثلاً ژاپن در سال ۱۹۸۳ حدود ۳۰ میلیون ماشین حساب خورشیدی تولید کرده است که سلولهای خورشیدی بکار گرفته در آنها مساحتی حدود ۲۰/۰۰۰ متر مربع و توان الکتریکی معادل ۵۰۰ کیلووات داشته اند.

• یخچال های خورشیدی:

از یخچالهای خورشیدی جهت سرویس دهی و ارائه خدمات بهداشتی و تغذیه‌ای در مناطق دور افتاده و صعب العبور استفاده می‌گردد. 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.

• سیستم تغذیه کننده پرتابل یا قابل حمل:

قابلیت حمل و نقل و سهولت در نصب و راه اندازی از جمله مزایای این سیستم‌ها می‌باشد بازده توان این سیستم‌ها از ۱۰۰ وات الی یک کیلو وات تعریف شده است. از جمله کاربردهای آن می‌توان به تأمین برق اضطراری در مواقع بروز حوادث غیر مترقبه، سیستم تغذیه کننده یک چادر عشایری و اردوگاههای جنگلی اشاره نمود.

مزایای سلولهای فتوولتائیک:

تکنولوژی فتوولتائیک یک منبع بی‌خطر برای تولید انرژی برق می‌باشد. این تکنولوژی مزایای بسیاری نسبت به روش فعلی تولید برق در نیروگاهها با سوخت فسیلی دارد که در زیر به آنها می‌پردازیم:

— انرژی خورشید مهم‌ترین منبع قابل تجدید انرژی بر روی کره زمین است نگرانی‌هایی که در مورد سوخت‌های فسیلی و هسته‌ای وجود دارد، در مورد این منبع انرژی بی‌معنا است. این انرژی مانع سوخت‌های فسیلی تمام نمی‌شود و یا مانند سوخت‌های هسته‌ای دارای ضایعات اتمی نمی‌باشد.

— سیستم‌های خورشیدی معمولاً دارای ضریب ایمنی بسیار بالا می‌باشند.

— تولید فتوولتائیک می‌تواند در هر نقطه از کره زمین به وسیله خورشید امکان پذیر شود (مناطق گرم استوایی، مناطق با آب و هوای معتدل یا حتی سرد، شهرها و روستاها علی‌الخصوص مناطق دور افتاده از شبکه برق رسانی).

— سلولهای فتوولتائیک منبعی از انرژی هستند که به سوخت احتیاج ندارند در نتیجه آلودگی ناشی از سوخت‌های فسیلی مانند دی اکسید کربن، منواکسید کربن و همچنین آلودگی‌های مهم ناشی از سوخت های هسته‌ای و غیره را نیز ندارند. به طور کلی سلولهای فتوولتائیک هیچ گونه آلودگی محیط زیستی را ندارند و به عنوان تمیزترین و سالم‌ترین نوع انرژی شناخته شده‌اند.

— تکنولوژی فتوولتائیک به دلیل خاصیت مدولی بودن، قابل ساخت در اندازه‌های مختلف قابل گسترش تا اندازه‌های بسیار بزرگ می‌باشد. فتوولتائیک تنها منبع انرژی است که می‌تواند انرژی مورد نیاز را با مقیاسی در حدود میلی وات تا مگا وات به راحتی و با هزینه اقتصادی مناسبی تهیه کند.

— حجم ماده به کار رفته در این سلولها کم بوده و ساخت آنها نسبتاً آسان است.

— سلول‌ها و مدول‌های فتوولتائیک دارای هیچ قسمت متحرکی نیستند پس هیچگونه اتلافی در اثر اصطکاک در آن وجود ندارد.

— هیچ گونه ضایعاتی را به وجود نمی‌آورند و ماده مورد استفاده در آنها بی‌خطر و غیر سمی می‌باشد و در ضمن هیچ تشعشعی از خود صادر نمی‌کنند.

— بسیار آرام و ساکت کار می‌کنند و در حین کار هیچ صدایی تولید نمی‌کنند پس آلودگی صوتی که در اکثر مکانیزم‌های مکانیکی و الکتریکی وجود دارد، در این سیستم‌ها وجود ندارد.

— مانند سایر دستگاهها که در دمای نسبتاً بالا کار می‌کنند احتیاج به آب خنک کننده ندارند.

— این سلولها دارای قابلیت اعتماد بالایی بوده و به آسانی قابل استفاده هستند. نصب آنها ساده است و اگر درست طراحی و محاسبه و نصب شوند به هیچ گونه تجهیزات اضافی و یا خدمات بعدی احتیاج ندارند.

— این سلول‌ها عمر زیادی دارند. اکثر سلول‌های خورشیدی تجاری به مدت ۲۵ سال گارانتی دارند. اغلب وسایل اضافی مانند باتری‌هایی که برای ذخیره انرژی به کار می‌روند عمر کوتاه‌تری دارند و ممکن است نیاز به تعویض یا سرویس داشته باشند.

— این سلول‌ها نمای خارجی نامناسبی ندارند و حتی اگر با اندکی دقت طراحی شوند می‌توانند از نظر معماری به زیبایی نمای ساختمان هم کمک کنند.

— تفاوت و تغییر نور خورشید در فصول مختلف سال بر راندمان انرژی و برق تولیدی اثر دارد. در واقع تولید برق از انرژی خورشیدی در طول شب بی‌معنا است و متأسفانه تجهیزات ارزان قیمت و روش‌های کارآمدی برای ذخیره انرژی الکتریکی وجود ندارد، که این یکی از عواملی است که باعث توقف در رشد و گسترش این سیستم‌ها می‌شود. برای برخی موارد و کاربردهای خاص و معمولاً بزرگ، باتری‌های قابل شارژ تنها وسیله عملی برای ذخیره انرژی برق می‌باشند. در این رابطه باید پیشرفت‌هایی در زمینه الکترونیک برای انتقال و ذخیره الکتریکی صورت گیرد.

مشخصه دیگر ناشی از تغییر خورشید در فصول مختلف سال که کاهش راندمان به عنوان یک مشکل نیز در نظر گرفته می‌شود، چگالی پایین توان است. انرژی و توانی که توسط سطح زمین جذب می‌شود به طور متوسط بین شب و روز تابستان و زمستان در یک منطقه معتدل تا در خط استوا تغییر می‌کند. بنابراین همه تکنولوژی‌های خورشیدی احتیاج به تبدیل کننده‌های خورشیدی و یا متمرکز کننده‌های اپتیکی دارند تا مقدار توان را به مقدار قابل توجهی بالاتر ببرند. یکی از روش‌های مناسب این است که مدول‌ها بر روی سقف خانه‌ها نصب شوند. هنگام نصب باید توجه شود که مدول در سایه نباشد.

— قیمت بالای سلول‌های فتوولتائیک، مشکل عمده این سیستم‌ها است. سازندگان این سلول‌ها از یک عملکرد پیچیده استفاده می‌کنند که رشد دقیق کریستال و درجه خلوص بالا و فرآیندهای متعددی مورد نیاز می‌باشد. تمام این فرآیندها باعث می‌شوند قیمت سلول‌ها افزایش یابد. البته با رشد بازار و تولید بیشتر این سلول‌ها، قیمت آنها نسبت به ۲۰ سال گذشته ۵ الی ۶ برابر و نسبت به اولین سلول‌های به کار رفته در فضا ۱۵ الی ۲۰ برابر کاهش یافته است.

سلول‌های خورشیدی کارآمدتر با استفاده از نانوسیم‌ها:

میلیون‌ها نانوسیم تقریباً نامرئی، ممکن است راه حلی برای ساخت سلول‌های خورشیدی که یک منبع انرژی جایگزین قابل‌دسترسی هستند، باشد. نوع خاصی از فناوری نانوسیم که در دانشگاه «مک‌مستر» توسعه یافته است، در مقایسه با سلول‌های خورشیدی موجود، نور بیشتری را جذب می‌کند و با کارایی بالاتری آن را به الکتریسیته تبدیل می‌کند.

نانوسیم‌ها نسبت به فیلم‌های نازک و سیلیکون بلوری که هم‌اکنون در تولید سلول‌های خورشیدی استفاده می‌شوند، مزایای بیشتری دارند که شامل استفاده از مقدار کم مواد، بسترهای ارزان قیمت، مواد عاری از نقص با کارایی تبدیل بالا و جذب و به دام‌اندازی قوی نور هستند.

ابداع تکنیکی جدید برای تولید سلول‌های خورشیدی با راندمان کاری بالا:

دانشمندان با هدف دستیابی موثر به منابع انرژی جایگزین موثر و مقرون به صرفه تر، تکنیکی را ارایه کرده اند که با استفاده از آن نور بیشتری از خورشید در سلول‌های خورشیدی جذب می‌شود. نتیجه استفاده از این تکنیک تولید محصولی جدید است که به میزان قابل توجهی راندمان سلول‌های خورشیدی در آن بالا بوده و این امکان برای سازندگان تأسیسات ساختمانی فراهم شده است تا تولیدات خود را با هزینه های کمتری ارایه کنند. سیلیکون هسته سلول‌های خورشیدی است و طبیعت درخشان آن به معنای آن است که حدود ۳۰ درصد از نور خورشید که به این سلول‌ها تابیده می‌شود به سمت آسمان منعکس می‌شود. برای آنکه راندمان کاری سلول‌های خورشیدی تا حد ممکن افزایش یابد، سیلیکون باید با بالاترین درصد خلوص مورد استفاده قرار گیرد. طی سالهای گذشته حل این مساله ذهن دانشمندان را به خود مشغول کرده است که در این راستا وارد شدن هیدروژن به فرآیند تولید سلول‌های خورشیدی مهمترین گام بوده است.

پوشش‌های ضد بازتابشی نیز برای کاهش بازتاب نور خورشید به کار رفته اند اما اکنون شرکت بین المللی “براگون” تکنیک جدید هیدروژنی شده و ضد انعکاسی را ارایه کرده است که بسیار ساده بوده و در عین حال به تولید پوشش اسپری ارزان قیمتی برای حل این مشکل منجر شده است. بر اساس گزارش “گیزمگ” در این تکنیک جدید لایه های مولکولی در ابعاد نانویی به کار گرفته می‌شود و این به معنای آن است که سازندگان سلول‌های خورشیدی می‌توانند تولیدات خود را با استفاده از این لایه‌ها پوشانده و محصولی با راندمان بالاتر تولید کنند.

انرژی خورشید به طور مستقیم یا غیر مستقیم می تواند به دیگر اشکال انرژی تبدیل شود ، همانند گرما و الکتریسیته . موانع اصلی (مشکلات ، یا انتشار برای فائق آمدن) انرژی خورشیدی شامل :

— روشهای متغیر و متناوب که آن به سطح می رسد.

— ناحیه بزرگ برای جمع آوری و ذخیره آن با یک سرعت مفید مورد نیاز است.

انرژی خورشید برای گرمایش آب، برای استفاده دینامیکی، گرمایش فضای ساختمانها ، خشک کردن تولیدات کشاورزی و تولید انرژی الکتریسیته مورد استفاده قرار می گیرد.

نیروگاه هایی که انرژی خورشیدی را متمرکز می کنند با تبدیل آفتاب به حرارت های بالا توسط آینه های بزرگ و سپس انتقال انرژی این حرارت به ژنراتورهای معمولی برق تولید می کنند. این نیروگاه ها متشکل از دو بخش هستند، یکی که انرژی خورشیدی را جمع آوری و به حرارت تبدیل می کند، و دیگری که انرژی حرارتی را به الکتریسیته تبدیل می کند.

از دو شیوه حرارتی خورشیدی و تمرکز انرژی خورشیدی در سرتاسر جهان استفاده شده که این امر به رشد فناوری های تجدید شونده خورشیدی کمک می کند. اما سریع ترین روند رشد در این زمینه به فناوری فتوولتائیک مربوط می شود. این کلمه متشکل است از فتو به معنی نور و ولتائیک به معنی تولید ولتاژ.

در فرایند فتوولتائیک، ذرات نور که فوتون نام داشته به داخل سلول ها نفوذ کرده و با آزاد کردن الکترون از اتم های سیلیکون جریان الکتریکی تولید می کنند. تا زمانی که تابش نور به داخل سلول در جریان باشد، الکتریسیته تولید می شود. این سلول ها الکترون های خود را مانند باتری ها تمام نمی کنند بلکه آنها مبدل هایی هستند که انرژی (خورشیدی) را به جریان الکترون ها تبدیل می کند.

راندمان تبدیل انرژی خورشیدی به الکتریسیته چیزی در حدود ۱۰ درصد است. اگر فقط ۱۰ درصد از انرژی به برق تبدیل می شود، پس یعنی ۹۰ درصد دیگر آن به صورت گرما تلف می شود. در صورتی که راندمان تبدیل ۲۰ درصد بود، مساحت سلول های خورشیدی لازم برای تولید برق با ضریب دو کاهش می یافت."

برای جامعه علمی، نقطه ها و میله های کوانتوم فرصت دست یافتن به راندمان های بسیار بالایی را فراهم می کنند. راندمان های معمول در سیستم های فتوولتائیک بین ۱۰ تا ۱۵ درصد بوده، و این پیشرفت ها می تواند این رقم را به بیشتر از ۵۰ درصد برساند."

عواملی که بر بازده سلول تاثیر می گذارند عبارتند از:

— انرژی شکاف بین باند : E_g با افزایش مقدار E_g بر مقدار V_{oc} نیز افزوده می شود. اما می دانیم که حداکثر مقدار I_{sc} ممکن با افزایش E_g کاهش می یابد در نتیجه می توان انتظار داشت که بازده سلول خورشیدی به ازای مقدار معینی از E_g به اوج خود می رسد.

— نوع شکاف انرژی : اینکه شکاف انرژی از نوع مستقیم است یا غیرمستقیم. اگر شکاف انرژی ماده مورد نظر از نوع مستقیم باشد، ضخامت سلول کوچکتر خواهد شد و همچنین بررسی بازده جمع آوری به ازای طول انتشار نیز تاثیر خواهد گذاشت.

— دما : بازده با افزایش دما کاهش می یابد. I_{sc} نسبت به دما حساس نیست اما سبب وابستگی بازده به دما می شود. به ازای یک درجه سانتی گراد افزایش دما در دمای اتاق ، تقریباً ۰/۴ درصد از V_{oc} کاهش می یابد از این رو می توان فهمید که بازده نیز به همین اندازه کاهش می یابد. برای مثال سلول خورشیدی سیلیسیومی که در دمای ۲۰ درجه سانتی گراد ۲۰ درصد بازده دارد و در دمای ۱۲۰ درجه سانتی گراد حدود ۱۲ درصد بازده خواهد داشت. در مورد گالیوم آرسناید مقدار V_{oc} به ازای هر درجه سانتی گراد ۰/۲ درصد کاهش خواهد یافت.

— شدت نور : با فرض اینکه شدت نور خورشید X برابر متمرکز شود، در این صورت توان ورودی بر سطح پیل و I_{sc} هر دو X برابر می شود و همچنین V_{oc} نیز افزایش می یابد. به این ترتیب توان خروجی بیش از X برابر افزایش می یابد. پس با تمرکز نور سفید، بازده افزایش می یابد.

— چگالی ناخالصی : هر چه چگالی ناخالصی بیشتر باشد، V_{oc} نیز افزایش می یابد.

— قابلیت تحرک : هر چه قابلیت تحرک بیشتر باشد بازده جمع آوری بیشتر خواهد شد.

— ضریب جذب : در ضخامت پیل و تعیین مواد مورد نیاز موثر است.

— ضریب شکست : برای بدست آوردن ماده مناسب بعنوان پوشش ضد بازتاب باید بررسی شود.

— ضریب انبساط : با توجه به دانستن ضریب انبساط می‌توان فهمید که آیا امکان فرایند رسوب (رونشستی) وجود دارد یا نه؟

— خواص سطح : برای روی طول عمر حامل تاثیر می‌گذارد.

— تمیز یا کثیف بودن سطح : سطح کثیف باعث کاهش طول عمر حاملهای اقلیت می‌شود و در مورد سطح تمیز می‌توان گفت که درست است که باعث افزایش طول عمر حاملها می‌شود ولی اگر بیش از حد صیقلی باشد باعث بازتاب تور از سطح ماده نیمه رسانا می‌شود.

— ثابت شبکه : برای بررسی اینکه آیا امکان فرآیند رونشستی وجود دارد یا نه؟ عبارت دیگر در طراحی یک سلول خورشیدی باید این نقطه را مد نظر داشت که مواد رونشستی با کیفیت عالی را تنها بر روی مواد زمینه‌ای که ثابتهای شبکه‌ای آنها خیلی بر هم منطبق هستند رشد داد.

— ثبات شیمیایی : در بررسی طول عمر مفید سلول و آسیب پذیری سلول خورشیدی در مواجهه با لایه های جو موثر است.

— ثبات فیزیکی : در طول عمر مفید سلولهای خورشیدی و توانایی تحمل حرارتهای زیاد ضمن ساخت و تغییرات فازی موثر است.

عوامل طبیعی موثر بر عملکرد سلولها:

۱- نور خورشید : زمین با خورشید ۱۵۱ میلیون کیلومتر فاصله دارد. تابش خورشیدی بر روی زمین قبل از عبور از اتمسفر برابر 1367 W/m^2 می‌باشد که آن را جرم هوای صفر AMZ می‌نامند. این تابش پس از عبور از اتمسفر به دلیل انعکاس توسط ذراتی مانند دی‌اکسید کربن و بخار آب و ازون کاهش می‌یابد و مقدار آن پس از کاهش یافتن حدوداً برابر 1000 W/m^2 است. (این مقادیر در ظهر خورشیدی محاسبه شده‌اند.) تابع جرم هوا AM بدون ابر و هنگام ظهر که خورشید درست بالای سر قرار دارد برابر ۱ است. بطور کلی $AM = 1/G \sin q$ است که q زاویه‌ای است که خورشید نسبت به حالتی که درست در بالای سر قرار دارد می‌سازد. حال اگر هوا ابری و یا آلوده باشد ذرات معلق در هوا بیشتر شده و مقدار تشعشع کاهش می‌یابد یعنی مقدار بیشتری توسط ذرات معلق در هوا و بخار آب منعکس می‌شود، در نتیجه مقدار الکتریسیته تولید شده کاهش می‌یابد. مدول‌ها می‌توانند هنگامی که تابش مستقیم خورشید وجود ندارد الکتریسیته تولید کنند. تابش آسمان ابری حدود ۵۰ درصد پیک خورشید است و در یک آسمان ابری همراه با باران حدود ۱۰ الی ۲۰ درصد پیک خورشید خواهد بود (پیک خورشید ماکزیمم تابش خورشید در طول روز است و ساعات پیک خورشید ساعاتی از روز هستند که مقدار تابش بزرگتر یا مساوی پیک خورشید و معمولاً ۱۰۰۰ وات بر متر مربع باشد).

۲- سایه : سایه نیز عامل بسیار مهمی در پایین آمدن کارایی سیستم می‌باشد. آرایه‌های نباید در جایی که سایه درختان و یا ساختمانها وجود دارد نصب شوند. مهم است که بدانیم حتی اگر یک سلول در سایه قرار گیرد، خروجی کل مدول تحت تاثیر قرار می‌گیرد و به میزان چشم‌گیری کاهش می‌یابد تنها راه حل این است که از تک مدول‌ها (سیلیکون آمورف و کادیم تلراید) استفاده کنیم که سایه در قسمتی از آنها بر کل بازده تاثیر زیادی ندارد. بهتر است تا حد امکان از قرار دادن سیستم در سایه اجتناب کرد.

۳- دما : تصور نادرست رایجی که وجود دارد این است که برای تولید الکتریسیته توسط یک سلول خورشیدی، گرما لازم است. در حالی که افزایش دما، باعث افزایش مقاومت و کاهش ولتاژ در سلولهای سیلیسیومی و همچنین کاهش قدرت جذب انرژی خورشید توسط سلول و در نتیجه کاهش جریان تولید و در نهایت کاهش بازده می‌شود. آب و هوای گرم نسبت به آب و هوای سرد، به مدولهای سلولهای فتوولتائیک، با ولتاژ ماکزیمم بالاتری نیاز دارند. در آب و هوای سرد مقاومت کاهش یافته و ولتاژ افزایش می‌یابد.

۴- جریان باد : تمام پایه‌های مدولهای سلولهای خورشیدی باید به نحوی باشند که جریان هوا در اطراف مدولها وجود داشته باشد. گردش هوا و جریان باد باعث خنک شدن مدول بصورت طبیعی و در نتیجه عمل کردن مدول در دمای پایین‌تر و افزایش کارایی خواهد شد. اگر منطقه مورد نظر دارای موقعیتی است که بادهای شدید در آن می‌وزند باید توجه شود که پشت مدول بصورت بدون پوشش نباشد. اگر مدولها به فاصله چند اینچ از یکدیگر نصب شوند آسیبهای احتمالی ناشی از باد می‌تواند تا مقدار زیادی کاهش یابد.

۵- برف : در مناطقی که برف شدیدی می‌بارد سلولها باید جایی نصب شوند که برف بتوانند به آسانی از روی آنها پارو شود. در سیستم‌هایی با شیب زیاد، برف به راحتی پارو شده و به پایین می‌لغزد ولی در سیستم‌هایی با زوایه ۴۵ درجه و یا بیشتر، تنها ۲ یا ۳ روز آفتابی کافی است تا برف آب شود.