مروری بر عوامل مؤثر بر بازده سلول‌های فتوولتائیکی

طاهره صیدخانی[۱]، رضا یگانه[۲]

۱-دانشجوی کارشناسی ارشد مهندسی بیوسیستم - دانشگاه ایلام
۲- استادیار گروه مهندسی مکانیک بیوسیستم دانشگاه ایلام

چکیده

نیاز روزافزون بشر به انرژی و کاهش منابع فسیلی به‌عنوان یکی از منابع اصلی تأمین انرژی و از سویی نگرانی‌های مربوط به گرم شدن کره زمین، استفاده از انرژی‌های تجدید پذیر را ضروری ساخته است. انرژی خورشیدی به‌عنوان یکی از منابع انرژی تجدید پذیر می‌تواند جایگزین مناسبی برای منابع سوختی فسیلی باشد. امروزه انرژی خورشیدی با روش‌های متفاوتی مورد بهره‌برداری قرار می‌گیرد که یکی از آن‌ها استفاده از دستگاه‌های فتوولتائیک است. ازآنجاکه سلول‌های فتوولتائیک به‌منظور تولید انرژی در محیط‌های باز و در معرض انرژی تابشی خورشید قرار می‌گیرند عوامل محیطی مختلف از قبیل دمای محیط، انرژی تابشی،گردوغبار، سرعت و جهت باد بر عملکرد آن‌ها تأثیرگذار است. بنابراین با توجه به راندمان پایین سلول‌های فتوولتائیک تلاش‌های زیادی انجام شده است تا اثرات منفی عوامل محیطی بر عملکرد سلول‌های فتوولتائیک کاهش داده شود.

کلمات کلیدی *انرژی تجدیدپذیر، انرژی خورشیدی، سلول‌های فتوولتائیک، عوامل محیطی، بازده فتوولتائیک*

نویسنده مسئول:

مروری بر عوامل مؤثر بر بازده سلول‌های فتوولتائیکی

مقدمه

نیاز روزافزون بشر به انرژی و کاهش منابع فسیلی به‌عنوان یکی از منابع اصلی تأمین انرژی و از سویی نگرانی‌های مربوط به گرم شدن کره زمین، استفاده از انرژی‌های تجدید پذیر را ضروری ساخته است. انرژی خورشیدی به‌عنوان یکی از منابع انرژی تجدید پذیر می‌تواند جایگزین مناسبی برای منابع سوختی فسیلی باشد. امروزه انرژی خورشیدی با روش‌های متفاوتی مورد بهره‌برداری قرار می‌گیرد که یکی از آن‌ها استفاده از دستگاه‌های فتوولتائیک است. شناخت انرژی خورشیدی و استفاده از آن برای منظورهای مختلف به زمان ماقبل تاریخ باز می‌گردد. شاید به دوران سفالگری، در آن هنگام روحانیون معابد به کمک جام‌های بزرگ طلائی صیقل داده شده و اشعه خورشید، آتشدان‌های محراب‌ها را روشن می‌کردند. یکی از فراعنه مصر معبدی ساخته بود که با طلوع خورشید درب آن باز و با غروب خورشید درب بسته می‌شد. در قرن دوم پیش از میلاد مسیح، ارشمیدس دانشمند یونانی با استفاده از بازتابش نور خورشید از سپری برنزی و متمرکز نمودن نور خورشید توانست کشتی‌های چوبی دشمنان را آتش بزند[۱]. ارسال ۱۷۶۷میلادی دانشمندی سوئیسی اولین کلکتور خورشیدی را ساخت. هم‌چنین سال ۲۰۰۸ میلادی بزرگ‌ترین پارک خورشیدی در آلمان به‌وسیله سیستم‌های تین فیلم راه‌اندازی گردید[۲].

میزان تابش انرژی خورشیدی در نقاط مختلف جهان متغیر بوده و در کمربند خورشیدی زمین بیشترین مقدار را داراست. کشور ایران در بین مدارهای ۲۵ تا ۴۰ درجه عرض شمالی قرار گرفته است و در منطقه‌ای واقع شده است که به لحاظ دریافت انرژی خورشیدی در بین نقاط جهان در بالاترین رده‌ها قرار دارد. متوسط میزان تابش پرتوی خورشیدی در ایران بین ۱۸۰۰ تا ۲۲۰۰ کیلووات ساعت بر مترمربع در سال تخمین زده شده است که بالاتر از میزان متوسط جهانی است[۲]. ایران با متوسط سالیانه ۳۰۰ روز آفتابی، بسیار بالاتر از میانگین بین‌المللی بوده که به‌طور متوسط با تابش ۴/۵ الی ۵/۵ کیلووات ساعت بر متر مربع در روز یکی از کشورهای با پتانسیل بالا در زمینه انرژی خورشیدی معرفی شده است[۱]. در واقع توان انرژی خورشیدی در هر متر مربع معادل یک کیلوژول در ثانیه بوده که این مقدار زیادی است. به همین منظور اگر فقط ۱٪ مساحت ایران معادل ۱۶۸۴۲ کیلومتر مربع با انواع دستگاه‌های خورشیدی پوشانده شود، کل انرژی مورد نیاز کشور تأمین خواهد شد. اما به دلایل متعدد، انرژی خورشیدی سهم چندانی در سبد تولید انرژی کشورمان ندارد که شاید ارزانی سوخت‌های فسیلی، یکی از مهم‌ترین موانع باشد. برخی از کارشناسان انرژی خورشیدی معتقدند که ایران در صورت تجهیز مساحت بیابانی خود به سامانه‌های دریافت انرژی تابشی می‌تواند انرژی مورد نیاز بخش‌های گسترده‌ای از منطقه را نیز تأمین و در زمینه صدور انرژی برق فعال شود. برمبنای مطالعات انجام شده آلمان، در مساحتی بیش از دو هزار کیلومترمربع، امکان نصب بیش از ۶۰ هزار مگاوات نیروگاه حرارتی خورشیدی وجود دارد بنابراین درصورت اختصاص مساحتی معادل ۱۰۰×۱۰۰ کیلومترمربع زمین به ساخت نیروگاه خورشیدی فتوولتائیک، میزان برق تولیدی آن معادل کل تولید برق کشور در سال ۱۳۸۹ خواهد بود. آمارهای مربوط به سال ۲۰۱۱ میلادی نشان می‌دهد که آلمان، ایتالیا، ژاپن، اسپانیا و آمریکا کشورهای پیشرو در زمینه بیشترین ظرفیت نصب شده دستگاه‌های فتوولتائیک بوده‌اند و آلمان و ایتالیا به اتفاق یکدیگر، ۵۷ درصد از ظرفیت عملیاتی جدید این حوزه را در سال ۲۰۱۱ به خود اختصاص دادند[۳]. مجموع ظرفیت نصب شده دستگاه‌های فتوولتائیک تا انتهای سال ۲۰۱۱ در اتحادیه اروپا ۵۱ گیگاوات بود که این میزان در حدود سه چهارم از کل ظرفیت نصب شده جهانی را شامل می‌شود و پاسخگوی تقاضای برق بیش از ۱۵ میلیون خانوار اروپائی بوده است. از دیگر بازارهای برتر اروپا در زمینه انرژی خورشیدی می‌توان به بلژیک، انگلستان، یونان و اسپانیا اشاره کرد. در سایر تحقیقات، به

بررسی دستگاه‌های فتوولتائیک برای تأمین برق مناطق روستایی هند پرداخته شده است. آن‌ها با استفاده از فناوری‌های انرژی خورشیدی جنبه‌های مختلف هزینه چرخه سیستم فتوولتائیک را مورد بررسی قرار دادند و بیان کردند که این سیستم‌ها از جنبه‌های اقتصادی و پیامدهای زیست محیطی برای تأمین برق مصارف خانگی روستاها بسیار مناسب هستند[۴].

فتوولتائیک به سیستمی گفته می‌شود که انرژی خورشید را مستقیماً به انرژی الکتریکی تبدیل کرده جوابگوی بخش وسیعی از نیاز جامعه به انرژی می‌باشد. در این سیستم بدون استفاده از فرایند ترمودینامیک یا سیال عامل، انرژی تشعشعی فوتون‌های نور خورشید با راندمان ۵ تا ۲۵ درصد، مستقیماً به انرژی الکتریکی تبدیل می‌شود. سیستم فتوولتائیک به دلیل مزایایی مانند کوتاه بودن زمان طراحی و نصب سیستم، بی‌صدا بودن فرایند تبدیل انرژی، عمر زیاد و نیاز به نگهداری اندک به دلیل نداشتن اجزاء متحرک، حمل‌ونقل آسان به دلیل سبک بودن اجزاء و همچنین عدم تولید آلودگی‌های زیست محیطی، در حال گسترش و پیشرفت شتابان است. لیکن نسبت به سایر منابع تولید انرژی دارای قیمت نسبتاً بالایی می‌باشد. لذا استفاده بهینه و جذب و تبدیل حداکثر مقدار انرژی دریافتی خورشیدی ممکن بسیار ضروری است. بدین منظور لازم است تا عوامل مؤثر بر راندمان دستگاه‌های فتوولتائیک مشخص گردند و شرایط لازم برای استفاده بهینه از آن‌ها معرفی شوند. طبق مطالعات انجام گرفته، تأثیر گردوغبار بر عملکرد سلول‌های فتوولتائیک مورد بررسی قرار گفت. در نتایج به دست آمده کاهش ۱ درصدی در عملکرد کلکتورهای خورشیدی که دارای زاویه شیب ۳۰ درجه بودند، مشاهده گردید[۵]. براساس تحقیقی که بر روی دستگاه‌های فتوولتائیک در نزدیکی شهر ریاض انجام گرفته بود، مشخص گردید که عملکرد آرایه‌های خورشیدی بعد از گذشت ۸ ماه، ۳۲ درصد کاهش یافته است. این نتیجه، از مقایسه آرایه گردوغباری با آرایه‌هایی که هر روز تمیز می‌شدند و در زاویه ۲۶ درجه قرار داشتند، حاصل گردید[۶]. در پژوهشی دیگر عوامل محیطی مؤثر بر عملکرد دستگاه‌های فتولتائیک با استفاده از ابزار مدل‌سازی ارائه شده در نرم افزار متلب بررسی شد. نتایج مدل‌سازی شده نشان داد که ساعات و شدت تابش، دمای محیط، سرعت باد و جنس ماژول‌های فتوولتائیک در انرژی تولید شده تأثیر قابل‌توجهی دارند[۷]. در تحقیقی مشابه، تأثیر عوامل محیطی مختلف همچون شدت تابش خورشید و دمای محیط بر روی توان خروجی و جریان خروجی سیستم فتوولتاییک مورد بررسی قرار گرفت. برای بررسی ابتدا میزان شدت تابش خورشید به‌صورت متغیر و مقدار دما ثابت نگه داشته شد. شدت تابش خورشیدی نقش اساسی در تأمین توان تولیدی از سلول‌های خورشیدی را دارد. با تغییر مقدار دما بر روی توان خروجی و مقدار جریان خروجی تغییرات دما چندان اثری نمی‌گذارد[۸]. با توجه به تحقیقات انجام شده، چون سلول‌های فتوولتائیک به‌منظور تولید انرژی در محیط‌های باز و در معرض انرژی تابشی خورشید قرار می‌گیرند عوامل محیطی مختلف از قبیل دمای محیط، انرژی تابشی،گردوغبار، سرعت و جهت باد بر عملکرد آن‌ها تأثیرگذار است. لذا با توجه به راندمان پایین سلول‌های فتوولتائیک تلاش‌های زیادی انجام شده است تا اثرات منفی عوامل محیطی بر عملکرد سلول‌های فتوولتائیک کاهش داده شود.

صفحات فتوولتاییک

سلول‌های فتوولتائیک از ترکیبات نیمه هادی ساخته شده‌اند که وظیفه آن‌ها تبدیل انرژی نورانی خورشید به انرژی الکتریکی می‌باشد. این صفحات با نام سلول‌های فتوولتاییک شناخته می‌شود. سلول فتوولتائیک یک پیوند P-N است که بر روی لایه نازک سیلیکون پیاده‌سازی می‌شود. سلول‌های فتوولتائیک از چندین لایه نازک سیلیکونی ساخته شده‌اند، هنگام برخورد نور خورشید الکترون‌های درون سلول جدا می‌شوند. با جذب نور، الکترون‌های اتم سیلیکون منحرف می‌شوند و حفره‌های مثبت را بر جای می‌گذارند. الکترون‌های آزاد و حفره‌ها در کنار هم در حالت طبیعی قرار دارند. بنابراین برای تولید برق باید الکترون‌ها و حفره‌ها باید از هم جدا شوند. این کار با تزریق بارهای مخالف به لایه‌های سلولی انجام می‌شود. در نتیجه الکترون‌ها نمی‌توانند به

بار مثبت حفره‌ها برگردند. وقتی که اتصال الکتریکی خارجی صورت بگیرد الکترون‌های آزاد در مدار به سمت حفره‌های بار مثبت جاری می‌شوند؛ بدین ترتیب بین دو الکترود، اختلاف پتانسیل بروز کرده که این باعث جریان الکتریکی و جاری شدن جریان بین آن‌ها می‌گردد. شکل (۱) پروسه تولید برق در یک سلول فتوولتائیک را نشان می‌دهد. از میان تنها تعداد محدودی مواد مخصوص با رفتار نیمه هادی وجود دارند که می‌توانند رفتار PV با بازده انرژی معقول را نشان دهند. در حال حاضر بخش عمده سلول‌های فتوولتائیک از سیلیکون ساخته می‌شوند. در کل سلول‌ها به دو دسته کریستالی (تکه‌هایی از شمش‌ها یا نوارهای رشد یافته) و فیلم نازک (لایه‌های نازک نشانده شده روی ورقه‌های کم بها) تقسیم می‌شوند[۹]:

الف- نیمه‌هادی نوع n

با اضافه کردن ناخالصی‌های پنج ظرفیتی آرسنیک (As) با آنتیموان (Sb)، به اتم نیمه رسانا نیمه هادی نوع n ایجاد می‌شود. افزودن ناخالصی باعث تولید الکترون اضافه می‌شود که این الکترون‌ها باعث هدایت جریان می‌گردند. باید توجه داشت که نیمه هادی نوع n از لحاظ الکتریکی خنثی است ولی دارای الکترون اضافی جهت هدایت است.

ب- نیمه هادی نوع P

از اضافه کردن ناخالصی با تعداد الکترون کمتر نسبت به اتم نیمه رسانا، نیمه هادی نوع p ایجاد می‌شود. ناخالصی‌ها در این حالت عناصر سه ظرفیتی جدول تناوبی نظیر گالیم (Ga) و ایندیم (In) هستند. در این حالت حفره‌هایی ایجاد می‌شوند که می‌توانند محل قرارگیری الکترون‌ها باشند. وقتی این دو نوع نیمه‌هادی به هم متصل می‌شوند، بارهای اضافی در نوع n به سمت حفره‌ها در سمت p انتشار یافته و با آن‌ها ترکیب می‌گردد، بنابراین سمت n بار مثبت و سمت p بار منفی ایجاد می‌شوند. میدان ایجادشده در اثر این عملیات، حرکت الکترون‌ها را در سمت p راحت‌تر می‌کند. در این حالت پیوند همانند یک دیود عمل می‌کند[۱۰].

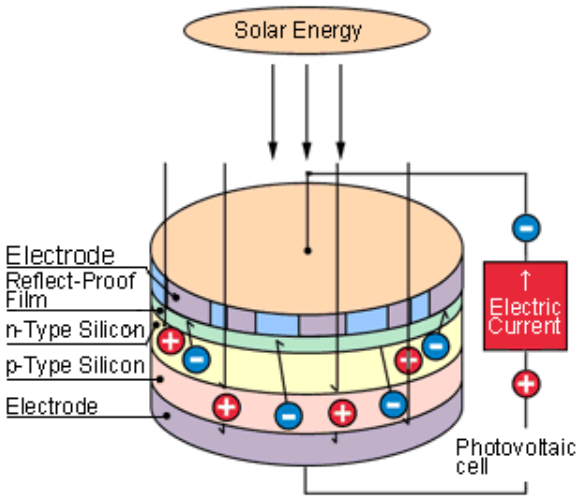
برخی از اجزاء اصلی یک سیستم فتو ولتائیک عبارت‌اند از:

مدول (ماژول): مجموعه‌ای از سلول‌های فتوولتائیک که به‌طور سری و موازی به یکدیگر متصل شده‌اند را مدول می‌نامند.

کنترل کننده شارژ: تجهیزاتی هستند که با تنظیم ولتاژ باتری از آسیب‌های احتمالی وارد بر باتری‌ها جلوگیری می‌کنند.

باتری: وسیله‌ای است که انرژی الکتریکی تولیدی DC را در خود ذخیره می‌کند.

مبدل یکسوساز: وسیله‌ای است که جریان DC را به جریان AC برای مصرف، تبدیل می‌کند.



شکل ۱: پروسه تولید برق به‌وسیله یک سلول فتوولتائیک

طول عمر سیستم‌های فتوولتائیک نسبتاً زیاد است. به‌طور متوسط این سیستم‌ها برای مدت ۲۰ تا ۲۵ سال مورد استفاده قرار می‌گیرند و البته کارخانه سازنده این مدول‌ها معمولاً آن‌ها را برای مدت ۱۰ سال گارانتی می‌کند. بدین ترتیب که آن‌ها در حدود ۹۰ ٪ از انرژی خروجی ارزیابی شده خود را تا مدت ۱۰ سال تولید می‌کنند. اما به‌مرورزمان عواملی همچون نفوذ آب به داخل مدول‌ها باعث آسیب آن‌ها شده و از بازدهی مدول‌ها می‌کاهد. از نظر مسائل زیست محیطی، دستگاه‌های فتوولتائیک دارای مزایای مهمی می‌باشند. این سیستم‌ها هیچ‌گونه ضایعات آلوده‌کننده‌ای نداشته و در فرایند ساخت، مواد آلوده‌کننده‌ای تولید نمی‌کنند [۱۱].

عوامل مؤثر بر توان خروجی سلول خورشیدی

سلول خورشیدی به‌عنوان یکی از منابع تولید پراکنده می‌تواند در شبکه‌های توزیع مد نظر قرار داده شود. در مواردی که از تولید پراکنده با خروجی یکنواخت مانند منابع تولید پراکنده با سوخت‌های فسیلی و یا باتری‌های ذخیره کننده انرژی استفاده شود، مکان‌یابی و پیش‌بینی خروجی آن‌ها کار پیچیده‌ای نخواهد بود. اما در هنگامی که سلول خورشیدی بدون منبع ذخیره کننده‌ی انرژی در شبکه قرار گیرد تنها می‌توان در ساعاتی که تابش نور خورشید وجود دارد از خروجی آن استفاده نمود. از عواملی که برای مدیریت منطقه‌ای توان راکتیو در سلول‌های خورشیدی مورد نظر است بکار بردن اینورترهایی با خروجی متغیر و قابل تنظیم است و می‌توان از آن‌ها توان اکتیو یا راکتیو را به نسبت دلخواه اخذ کرد. با کنترل مشخصه خروجی اینورتر می‌توان میزان خروجی را بین توان اکتیو و توان راکتیو تغییر داد و نیز می‌توان در مواقعی که به تزریق توان اکتیو نیاز کمتری است با تزریق توان راکتیو بهبود پروفیل ولتاژ و بهبود پایداری ولتاژ را نیز انجام داد. در حقیقت اینورتر به مانند یک خازن متغیر به‌کار گرفته می‌شود، اما خازن‌های متغیری که سرعت کلید زنی بالایی را به علت استفاده از ادوات الکترونیکی دارا هستند. همچنین، می‌توان از این سلول‌ها برای کاهش تلفات خط و کاهش گرمای خطوط نیز بهره جست. در حقیقت با نزدیک‌تر کردن بخش تولید انرژی الکتریکی به مصرف‌کننده‌ها می‌توان ظرفیت خطوط را آزاد و تلفات خطوط را کاهش داد. این کاهش تلفات منجر به‌صرفه جویی مالی نیز خواهد شد [۱۲]. علاوه بر این سلول‌های خورشیدی فتوولتائیک به‌منظور تولید انرژی، در محیط‌های باز و در معرض انرژی تابشی خورشید قرار می‌گیرند. طیف خورشیدی تابیده شده به سطح سلول بسته به شرایط محیطی مختلف با رطوبت، دی‌اکسیدکربن، گردوغبار و ... متفاوت است. در طراحی دستگاه‌های فتوولتائیک بازده سلول‌های خورشیدی در شهرهای مختلف یک پارامتر مهم و تأثیرگذار است [۱۳]. از طرفی به دلیل هزینه‌بر بودن آن باید شرایطی را ایجاد کرد که بتوان حداکثر بازده را از آن به‌دست آورد. شرایط آب و هوایی به‌ویژه میزان تابش، زاویه تابش ،دما، رطوبت، آلاینده‌ها، بارندگی، گردوغبار، سرعت و جهت باد اثر منفی بر کارایی سیستم‌های نصب شده خورشیدی دارد [۱۳].

دمای ماژول فتوولتائیک

یکی از مهم‌ترین عوامل در کاهش راندمان آن است. تحقیقات زیادی در خصوص دمای سلول و اثر آن بر عملکرد سلول انجا شده است. سلول‌های فتوولتائیک در موقع تولید الکتریسیته، گرمایی ایجاد می‌شود که می‌بایست، استفاده کنترل یا تهویه شود؛ زیرا سلول‌های فتوولتائیک، مانند سایر دستگاه‌های الکتریکی، در صورت خنکی هوا، بهتر کار می‌کنند و در دماهای پایین‌تر، برق بیشتری تولید می‌کنند. در نتیجه با افزایش دما قدرت خروجی از سلول‌ها کاهش می‌یابد و از بازده نیز کاسته می‌شود. نتایج

تحقیقات نشان داده است که به ازای هریک درجه افزایش دمای ماژول ، حدود ۰/۰۴٪ تا ۰/۶۵٪ راندمان سلول خورشیدی کاهش می‌یابد [۱۴].

تأثیر میزان تابش

مهم‌ترین پارامتری است که در شرایط جغرافیایی مختلف بر ظرفیت سلول‌ها تأثیر می‌گذارد. متوسط تابش روزانه آفتاب در یک منطقه بر حسب ساعت است. با افزایش شدت تابش پرتوهای خورشید، مقدار خروجی نیروی الکتریکی سیستم فتوولتائیک نیز افزایش می‌یابد. بنابراین، بازده نیروی سیستم فتوولتائیک با میزان دریافت انرژی خورشید رابطه مستقیم دارد. علاوه بر این، تغییر زاویه تابش خورشید و مقدار تابش در زمان‌های مختلف در طول روز نیز بر تولید نیروی فتوولتائیک اثر می‌گذارد. از این‌رو، بازده سیستم فتوولتائیک به جهت و شیب سلول‌های مستقر شده(در رابطه با تابش خورشید) بستگی دارد و در نتیجه جهت‌گیری و شیب سلول‌های فتوولتائیک متأثر از میزان دریافت انرژی خورشید است[۱۵]. عوامل مؤثر بر میزان تابش خورشیدی دریافتی شامل هندسی، نجومی، آب و هوایی، جغرافیایی و فیزیکی می‌شوند. عوامل هندسی شامل: زاویه سمت الرأس، زاویه ارتفاع خورشید، زاویه عزیمت خورشید، شیب سطح دریافت کننده و زاویه سمت گیرنده.

عوامل نجومی شامل: مقدار ثابت خورشیدی، فاصله زمین تا خورشید، زاویه میل خورشید و میانگین روزانه شدت تابش خورشید در بالای جو.

عوامل آب و هوایی شامل: مقدار ایرناکی، درجه حرارت هوا، دمای زمین و نسبت اعداد واقعی ساعات آفتابی به طول روز.

عوامل جغرافیایی شامل: عرض و طول جغرافیایی، و ارتفاع از سطح دریا.

عوامل فیزیکی شامل: ضریب خاموشی جو، میزان بخار آب موجود در جو، ضریب کدری و میزان ازن در جو[۱۶].

به‌منظور دستیابی به حداکثر بهره‌وری از انرژی خورشید باید از کردارهای تابش برای دستیابی به جهت و شیب مناسب استفاده کرد. در این روش بر اساس داده‌های هواشناسی (تابش مستقیم و پراکنده خورشید) و با استفاده از برنامه‌های رایانه‌ای، میزان تابش خورشید برای کلیه سطوح افقی و عمودی در جهت‌ها و شیب‌های مختلف کرداری به‌صورت ماهانه و سالانه ترسیم می‌شود. متناسب با قرارگیری با زاویه این شیب‌ها و براساس میزان تابش انرژی‌ای که از خورشید دریافت می‌شود بازدهی متفاوتی خواهند داشت [۱۷].

تأثیر سایه‌افکنی

سایه یکی از عوامل است که بر میزان عملکرد سلول تأثیر می‌گذارد. انعکاس زمین, ساختمان‌های اطراف ، سایه خود سلول‌ها روی یکدیگر از عوامل مؤثر است. در معماری موقعیت و محل سلول‌های فتوولتائیک باید طوری طراحی گردند که اثر سایه به‌هیچ‌وجه روی آن‌ها نباشد. به این دلیل که سایه روی سلول‌های فتوولتائیک،علاوه بر کاهش یا عدم بازدهی، باعث آسیب دیدن سلول‌ها نیز خواهد شد. یکی دیگر از موارد سایه‌افکنی پوشش گیاهی و تراکم درختان در مکان احداث سلول‌ها می‌باشد. سایه پوشش گیاهی نیز در برخی موارد بر دستگاه‌های فتوولتائیک اثر نامناسب می‌گذارد. حتی‌الامکان از درختچه‌های کوتاه‌تر و با رشد محدود استفاده شود. با توجه به تأثیر سایه در کاهش بازدهی دستگاه‌های فتولتائیک، تا حد ممکن از ایجاد سایه روی سلول‌ها به‌واسطه عوامل طبیعی و مصنوعی جلوگیری کرد [۱۸]. 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 بیش‌ازحد صیقلی باشد باعث بازتاب تور از سطح ماده نیمه رسانا می‌شود.

گردوغبار و آلودگی

آلودگی روی سطح سلول‌های خورشیدی مانع رسیدن نور به آن‌ها می‌شود، محیط پر گردوخاک بازدهی سلول فتوولتائیک را تا حدود ۴٪ یا بیشتر کاهش می‌دهد. اگرچه سلول‌هایی با اویه تابش بیش از ۲۰ درجه از طریق باران خود به خود شسته و تمیز می‌شوند اما انواع خاصی از آلودگی‌ها مثل ذرات دود باید با روش‌های دیگری نظافت شوند. برای کاهش تجمع گردوغبار روی سلول‌ها، هنگام طراحی باید راهکارهای مناسب جهت نظافت در نظر گرفت.

اگر گردوغبار، برف یا آلودگی بر روی صفحه سلول نشسته باشد نور خورشید توانایی عبور از آن را ندارد و باعث کاهش توان تولیدی سلول و در نتیجه کاهش راندمان سیستم می‌شود. در هنگام محاسبه توان خروجی سلول‌ها درصورتی‌که سلول‌ها در محیطی نصب شوند که نور ورودی به سلول‌ها توسط گردوغبار کاهش پیدا کند باید ضریب کاهش توان توسط این عامل را در نظر گرفت [۱۹].

تأثیر سرعت باد بر دمای سطح صفحه فتوولتائیک

سرعت باد یکی از عواملی است که بر دمای صفحه فنوولتائیک تأثیر می‌گذارد. با افزایش سرعت باد، دمای سطح صفحه فتوولتائیک کاهش می‌یابد و اختلاف دمای آن با محیط کمتر می‌شود. 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 به‌صورت 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 به‌صورت بدون پوشش نباشد. اگر مدول‌ها به فاصله چند اینچ از یکدیگر نصب شوند آسیب‌های احتمالی ناشی از باد می‌تواند تا مقدار زیادی کاهش یابد[۱۸].

نتیجه‌گیری کلی

استفاده از منابع انرژی تجدید پذیر در سال‌های اخیر به سرعت در حال رشد بوده است، در این میان دستگاه‌های فتوولتائیک دارای نقش روزافزونی در فناوری‌های تولید انرژی هستند. برنامه‌های کاربردی برای انرژی خورشیدی درحال‌توسعه و گسترش هستند و نیاز به بهبود مواد و روش‌های به کار رفته شده، برای بهره‌برداری از این انرژی می‌باشد. عوامل اصلی که بر روی بهره‌برداری و یا بازدهی تأثیر می‌گذارد از فرآیند جمع‌آوری، بازده سلول‌های خورشیدی، شدت تابش و ذخیره‌سازی هستند. افزایش شدت تابش دریافتی از خورشید روش بهتر و قابل دسترسی‌تری جهت بهبود عملکرد انرژی خورشیدی است. ازآنجایی‌که سلول‌های فتوولتائیک به‌منظور تولید انرژی در محیط‌های باز و در معرض انرژی تابشی خورشید قرار می‌گیرند عوامل محیطی مختلف از قبیل دمای محیط، انرژی تابشی،گردوغبار، سرعت و جهت باد بر عملکرد آن‌ها مؤثر است. لذا با توجه به راندمان پایین سلول‌های فتوولتائیک تلاش‌های زیادی انجام شده است تا اثرات منفی عوامل محیطی بر عملکرد سلول‌های فتوولتائیک کاهش

داده شود. وجود گردوغبار باعث بالا رفتن دمای سطح سلول و در نتیجه کاهش راندمان صفحه فتوولتائیک می‌گردد. با تنظیم سلول و تعیین زاویه مناسب می‌توان تا حدودی اثرات منفی گردوغبار را بهبود بخشید. همچنین سبب قرارگیری سلول در جهت جذب انرژی بیشتر شد. همچنین با توجه به تأثیر دما بر ولتاژ خروجی لازم است زاویه تابش و زاویه نصب نیز کنترل و در شرایط بهینه قرار دارد.

به‌طورکلی، افزایش گردوغبار، رطوبت نسبی و دمای محیط موجب کاهش راندمان انواع سلول‌های خورشیدی می‌شود، که اثر گردوغبار مهم‌تر بود.

منابع

۱. همایونی‌فر. م.، ادیبان.م.، گرجی‌پور. م.، ۱۳۹۲. انرژی خورشیدی، فرصت‌ها و چالش‌ها. دومین همایش ملی انرژی‌های نو و پاک. دانشکده شهید مفتح همدان.

۲. باصری. ج.، حمیدی. م.، ۱۳۹۲. امکان سنجی فن‌آوری‌های مختلف تولید سلول‌های خورشیدی به‌منظور تولید بومی و انتخاب نوع خط تولید. فصل نامه علمی، آموزشی، پژوهشی انجمن مهندسین برق و الکترونیک ایران- شاخه خراسان.(۱)۱.

۳. شفائی. م.، نوراللهی. ی.، سلطانی نژاد. ا.، ۱۳۹۰. امنیت انسانی و چالش‌های توسعه انرژی‌های تجدید پذیر در ایران، با تاکید بر امنیت زیست محیطی.

4. Chandrasekar. B., Tara. C., 2010. An Opinion Survey Based Assessment of Renewable Energy Technology Development in India. Renewable and Sustainable Energy Reviews. 11. 688-701.
5. Hottel HC, Woertz BB, The performance of flat plate solar heat collectors, ASME Trans 1942; 64, 91–104.
6. Salim. A., Huraib. F., Eugenio. N., 1988. PV power-study of system options and optimization. Proceedings of the 8th European PV solar energy conference.

۷. سودی. ش.، کاظم پور. ح.، ۱۳۹۵. تأثیر عوامل محیطی بر عملکرد سیستم فتوولتائیک. پنجمین کنفرانس ملی ایده‌های نو در مهندسی برق.

۸. بصیری. ر.، صفری. ا.، ۱۳۹۶. تأثیر عوامل شدت تابش خورشید و دمای محیط بر روی توان و جریان سیستم فتوولتاییک. کنفرانس ملی پژوهش‌های نوین در برق، کامپیوتر و مهندسی پزشکی.

۹. شمس. م.، خاوری.ف.، محمدی. م.، نوری. ج.، ۱۳۹۲. مروری بر فناوری‌های تولید برق از انرژی خورشیدی و مقایسه آماری بزرگ‌ترین نیروگاه‌های خورشیدی جهان. تهران. دانشگاه شریف. دو فصلنامه توسعه تکنولوژی صنعتی. ۲۱.

۱۰. نجفی. ب.، ۱۳۹۶. مطالعه و بررسی دستگاه‌های فتوولتائیک برای تعیین مهم‌ترین عوامل مؤثر در جایابی بهینه

۱۱. نیروگاه‌های خورشیدی در ایران. مجله نخبگان علوم و مهندسی. (۵)۲.

۱۲. مهرابی. ح.، صادقی. ز.، شجاع الدینی. ح.، ۱۳۹۷. ارزیابی اقتصادی و زیست محیطی دستگاه‌های فتوولتائیک

۱۳. در کاربری تجاری و شبیه‌سازی پویای قیمت برق. پژوهشنامه اقتصاد انرژی ایران. ۱۵۹-۲۰۱. (۲۷)۷.

۱۴. گوهری. ا.، شکوهی. ا.، آذری. م.، ۱۳۹۴. بررسی عوامل مؤثر در افزایش راندمان پانل‌های فتوولتاییک. کنفرانس بین المللی‌معماری، شهرسازی، عمران، هنر و محیط زیست؛ افق‌های آینده، نگاه به گذشته

15. Ibrahim. A,.2011."Effect of Shadow and Dust on thePerformance of Silicon Solar Cell. Journal of Basic and Applied Scientific Research. 222-230.1 (3).

۱۶. تقوی. م.،۱۳۹۴. کاربرد انرژی‌های نو و تجدید پذیر در دستگاه‌های گرمایشی و سرمایشی ساختمان. دومین کنفرانس و نمایشگاه بین المللی انرژی خورشیدی، دانشگاه تهران.

۱۷. حسینی. ا.، کرمانی. ع.، عرب حسینی. ا.، ۱۳۹۷. مطالعهٔ اثر رطوبت و دمای محیط بر عملکرد سلول های فتوولتائیک. شریه علمی پژوهشی مهندسی و مدیریت انرژی. ص ۴۵.(۱)۸

۱۸. یوسفی. ح.، کسائیان. ع. رنجبران. پ.، کتولی. م.، ۱۳۹۶. مروری بر معیارهای احداث نیروگاه خورشیدی در ایران. نشریه ترویجی مهندسی نقشه‌برداری و اطلاعات مکانی. (۲)۸

۱۹. طاهربانه. م.، فاسونیه چی. ش.، امجدی فرد. ر.، . بررسی اثرات دما، تابش و تشعشع بر مشخصه‌های الکتریکی سلول خورشیدی و دریافت حداکثر توان از یک پانل خورشیدی با استفاده از سیستم ردیاب نقطه ماکزیمم توان. سازمان پژوهش‌های علمی و صنعتی ایران.

۲۰. وفایی. ر.، ۱۳۸۸. بررسی شیوه‌های طراحی سیستم‌های فتوولتائیک یکپارچه با ساختمان. مجله علمی پژوهشی

۲۱. SID. (۴۹)۱۹.

۲۲. غلامی. ا.، اسلامی. ش.، تاجیک. آ.، عامری. م.، ۱۳۹۷. مروری بر اثر گردوغبار بر سلول‌های خورشیدی.

23. Iranian Electric Industry Journal Of Quality And Productivity. ۸(۵)