

# SID



سرویس های ویژه



سرویس ترجمه تخصصی



کارگاه های آموزشی



بلاگ مرکز اطلاعات علمی



عضویت در خبرنامه



فیلم های آموزشی

## کارگاه های آموزشی مرکز اطلاعات علمی جهاد دانشگاهی



کارگاه آنلاین آشنایی با پایگاه های اطلاعات علمی بین المللی و ترند های جستجو



مباحث پیشرفته یادگیری عمیق؛ شبکه های توجه گرافی (Graph Attention Networks)



کارگاه آنلاین مقاله نویسی IEEE و ISI ویژه فنی و مهندسی

# بررسی اثر دما و زاویه تابش خورشید بر راندمان سلول‌های خورشیدی

احمد اله بخش  
گروه مهندسی پلیمر  
دانشگاه تربیت مدرس  
تهران، ایران  
a.allahbakhsh@modares.ac.ir

غزاله بقا  
دانشکده علوم پایه  
دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران شمال  
تهران، ایران  
bagha\_ghazal@yahoo.com

مونا طاهری  
گروه مهندسی شیمی، بخش پلیمر  
دانشگاه پیام نور  
تهران، ایران  
taheri.mona.ir@gmail.com

سامانه‌های گرما خورشیدی و (۲) سامانه‌های فتوولتائیک. سامانه‌های گرما خورشیدی انرژی تابشی خورشید را به انرژی گرمایی و سامانه‌های فتوولتائیک انرژی تابشی خورشید را مستقیماً به انرژی الکتریکی تبدیل می‌کنند [۱].

سامانه‌های فتوولتائیک در ساختمان‌ها، حمل‌ونقل، تولید انرژی مورد نیاز تجهیزات مختلف مانند ماشین‌حساب‌ها، پمپ‌های آب و روشنایی خیابان کاربرد دارند [۲]. پنل‌ها در سامانه‌های فتوولتائیک مهم‌ترین جزء هستند که متشکل از چندین سلول خورشیدی به هم متصل هستند. پنل فتوولتائیک، انرژی نور خورشید را با بازدهی‌ای در حدود ۷ تا ۲۲ درصد به انرژی الکتریکی تبدیل می‌کند [۳]. در سلول‌های خورشیدی، بیشتر تابش خورشید به گرما تبدیل می‌شود که منجر به بالا رفتن دمای سلول و در نتیجه، کاهش راندمان الکتریکی پنل، به دلیل افت ولتاژ سلول خورشیدی، می‌شود. امروزه، به‌واسطه اهمیت استفاده از انرژی‌های پاک همچون انرژی خورشیدی، اهمیت و کاربرد سلول‌های خورشیدی روز به روز در حال افزایش است [۴]. آنچه در این میان بسیار اهمیت دارد، تأثیر افزایش دمای ناشی از تابش

چکیده — تغییرات دمایی نقش بسزایی بر روی راندمان و نیز توان سلول‌های خورشیدی دارند. سلول‌های خورشیدی برحسب زاویه تابش خورشید دارای توان‌های متفاوتی هستند. در دماهای پایین و نواحی سردسیر، سلول‌های خورشیدی در مقایسه با مناطق گرمسیر دارای عملکرد بهتری هستند. توان‌های تولیدی در دماهای پایین به مراتب بیشتر از دماهای بالا است. در این مطالعه به بررسی تأثیر زاویه تابش خورشید بر توان سلول‌های خورشیدی (خصوصاً در ایران) و نیز اثر تغییرات دمایی بر روی راندمان سلول‌های خورشیدی پرداخته شده است.

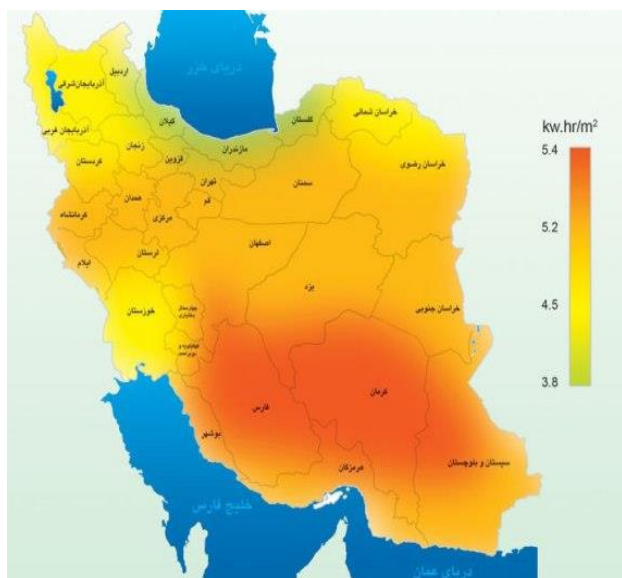
واژه‌های کلیدی — سلول خورشیدی، راندمان، انرژی خورشیدی، فتوولتائیک

## ۱. مقدمه

انرژی خورشیدی یکی از مهم‌ترین منابع انرژی تجدید پذیر است. کاربردهای عمده انرژی خورشیدی به ۲ دسته تقسیم می‌شوند: (۱)

## ۲. تابش خورشید در ایران

طبق نقشه‌های توزیع تابش خورشید، ۱۲ درصد از مناطق مستعد دریافت انرژی خورشیدی متعلق به کشورهای خاورمیانه است [۹]. منظور از منطقه مستعد، منطقه‌ای است که انرژی خورشید در آن حداقل به میزان ۱۸۰۰ کیلووات ساعت بر مترمربع باشد [۹]. ایران کشوری با ظرفیت تولید انرژی خورشیدی ۶۰ هزار مگاوات بر ساعت و میزان تابش نور خورشیدی بر واحد سطح ۵ کیلووات است [۱۰]. این میزان نور خورشید در ۹۰ درصد از وسعت کشور در ۳۰۰ روز سال موجود است [۱۰]. این موضوع حکایت از ظرفیت بالای ایران در مبحث انرژی خورشیدی دارد. از طرفی، با توجه به محدود بودن منابع فسیلی استفاده از سامانه‌های فتوولتائیک بیش‌ازپیش اهمیت پیدا می‌کند.



شکل ۱. وضعیت ایران از لحاظ میزان تابش نور خورشید [۹].

همان‌طور که در شکل ۱ نشان داده شده است، ایران با قرار داشتن بین مدارهای ۲۵ تا ۴۰ درجه عرض شمالی، بر روی کمربند خورشیدی واقع شده و از این رو یکی از مناسب‌ترین مکان‌های جغرافیایی برای ساخت نیروگاه‌های خورشیدی به شمار می‌آید. در شکل ۲ پهنه‌بندی اقلیمی کشور مطابق با پنج اقلیم تقسیم‌بندی گردیده است. همان‌طور که در شکل ۲ نیز مشخص است، پهنه وسیعی از کشور در اقلیم‌های گرمسیری قرار گرفته و مستعد دریافت انرژی خورشید به شکل مطلوب است [۱۱].

خورشید در کاهش راندمان سلول‌های خورشیدی است. این نکته در به دست آوردن راندمان بالای سلول‌های خورشیدی و برآورد اقتصادی و مکان‌یابی محل نصب این سلول‌ها در مناطق مختلف جغرافیایی بسیار اهمیت دارد [۵].

موسی زاده و همکاران [۶] در مطالعه‌ای مروری به بررسی روش‌های اندازه‌گیری زاویه تابش خورشید و اندازه‌گیری زاویه تابش بهینه در سامانه‌های فتوولتائیک پرداختند. نتایج ارائه‌شده در مطالعه آن‌ها حاکی از آن است که تغییرات زاویه تابش خورشید با تغییر ساعات روز و شب و همچنین تغییر فصول تأثیر محسوسی بر بازده سلول‌های خورشیدی دارد. دنبال‌کننده‌های خورشید سامانه‌هایی هستند که می‌توان از آن‌ها برای تغییر زاویه سامانه فتوولتائیک به صورت خودکار استفاده نمود. هرچند، استفاده از این سامانه‌ها علاوه بر افزایش هزینه نصب و نگهداری هزینه انرژی الکتریسیته تولیدشده از سامانه سلول خورشیدی را نیز افزایش می‌دهد. یاداو و همکاران [۷] در مطالعه‌ای مروری به بررسی روش‌های مختلف برای اندازه‌گیری زاویه بهینه تابش نور خورشید پرداخته‌اند و روش‌های مختلف ارائه‌شده برای این منظور را با یکدیگر مقایسه نموده‌اند.

اسکوپلاکی و همکاران [۸] در یک مطالعه مروری به بررسی تأثیر دمای سامانه فتوولتائیک بر انرژی الکتریسیته تولیدی توسط این سامانه پرداخته‌اند. مطالعات آن‌ها بیانگر این موضوع است که دمای سامانه تأثیر بسیار زیادی بر میزان انرژی تولیدشده توسط سلول‌های خورشیدی دارد و با کنترل دمای سامانه می‌توان میزان انرژی تولیدشده را افزایش داد.

در این مطالعه، تأثیر میزان تابش نور خورشید بر عملکرد سلول‌های خورشیدی، با توجه به وضعیت تابش خورشید در اقلیم ایران مورد مطالعه قرار می‌گیرد. در ابتدا، وضعیت تابش نور خورشید در مناطق مختلف جغرافیایی ایران بر مبنای مطالعات انجام‌شده مورد ارزیابی قرار می‌گیرد. در بخش بعد، تأثیر زاویه تابش خورشید بر عملکرد سلول‌های خورشیدی بررسی خواهد شد. سپس، روش تعیین شیب بهینه برای نصب سلول‌های خورشیدی با استفاده از مطالعات انجام‌شده ارائه می‌شود. در نهایت، تأثیر افزایش دمای سلول خورشیدی در اثر تابش نور خورشید مورد مطالعه قرار می‌گیرد. مطالب ارائه‌شده در این مطالعه، اطلاعات اولیه و آغازین در خصوص تأثیر زاویه تابش نور خورشید بر عملکرد سلول‌های خورشیدی را در اختیار افراد علاقه‌مند به این بحث قرار خواهد داد.

وقتی خورشید در نقطه اوج خود قرار دارد، شدت تابش اشعه آن زیاد بوده و باگذشت زمان و چرخش خورشید در آسمان، ارتفاع ظاهری آن نسبت به مکان موردنظر کم شده و اشعه نور آن به صورت مایل دریافت می‌شود.

با شیب دادن و متمایل ساختن پنل‌ها به سمت خورشید، انرژی بیشتری جذب شده و به تبع آن، برق بیشتری تولید خواهد شد. در بسیاری از موارد، اندازه این زاویه به شیب شیروانی ساختمان موردنظر بستگی دارد. هرچند که در سال‌های اخیر و با تحقیقات صورت پذیرفته و ارائه جداول مختلف، برای هر مکان خاص می‌توان به زوایای بهینه‌ای دست‌یافت که با حداکثر انرژی دریافتی همراه و توأم باشد [۱۱].

#### ۴. محاسبه شیب بهینه پنل

شیب بهینه پنل‌های خورشیدی در طول سال، بسته به فصول مختلف تغییر می‌کند. در پاره‌ای از موارد و با توجه به شرایط و موقعیت نصب پنل‌ها، این امکان وجود دارد که شیب آن‌ها را به صورت ماهیانه تغییر داده و تنظیم کرد. درحالی‌که در بسیاری از حالات، تغییر دادن زاویه پنل‌ها مقدور نبوده و آن‌ها را به صورت ثابت نصب می‌نمایند. محاسبه‌ی شیب بهینه پنل‌ها دشوار نبوده و از رابطه‌ی زیر به دست می‌آید [۹]:

عرض جغرافیایی - ۹۰ = بهترین زاویه‌ی ثابت پنل در طول فصول سال

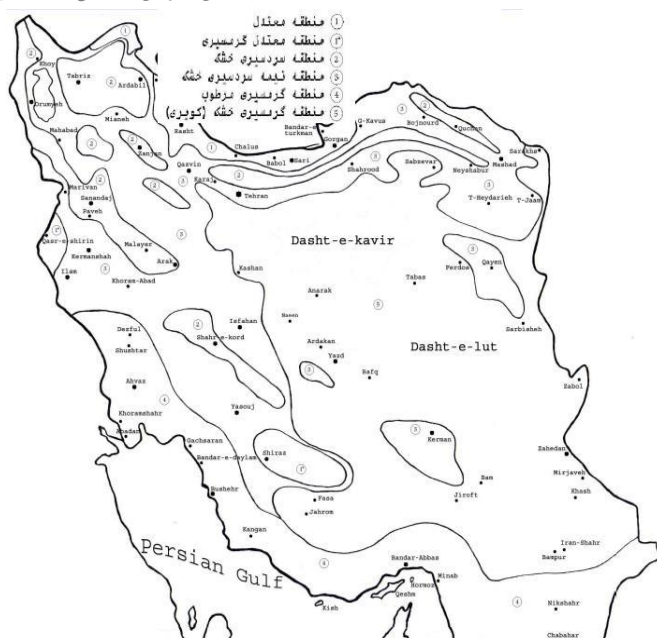
#### ۵. محاسبه توان تولیدی پنل خورشیدی

بر مبنای اعداد به‌دست‌آمده در مورد شدت تابش ماهیانه و با ضرب کردن آن‌ها در وات نامی هر پنل، می‌توان به میزان انرژی الکتریکی آن در روز دست‌یافت [۹]:

شدت تابش نور خورشید × وات نامی پنل = وات‌ساعت در روز

همان‌طور که ملاحظه می‌شود، رقم مربوط به شدت تابش به ماه موردنظر و شیب پنل بستگی دارد.

وقتی پنل‌های خورشیدی در دماهای پایین و نواحی سرد سیری مورد استفاده قرار می‌گیرند، عملکرد بهتری را در مقایسه با اقلیم‌ها و مناطق گرمسیری ارائه می‌دهند و توان تولیدی در دماهای پایین به مراتب بیشتر از دماهای بالا است [۹]. برق تولیدی یک سیستم فتوولتائیک در یک روز غبارآلود و نه‌چندان صاف و آفتابی ولی همراه با وزش باد ملایم و خنک، بیشتر از یک روز صاف و آفتابی و فاقد وزش باد است [۵]. وقتی پنل‌ها در



شکل ۲. پهنه‌بندی اقلیم پنج‌گانه کشور [۹]

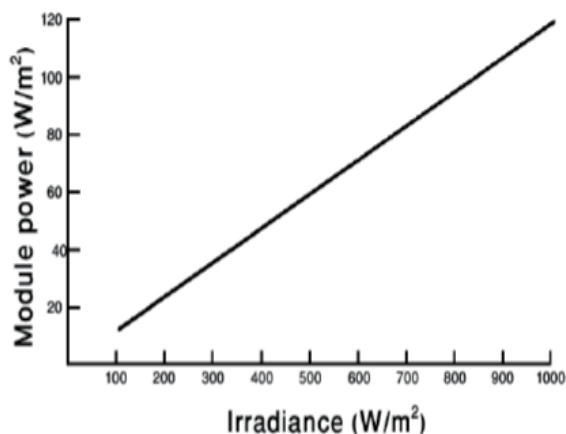
طبق برآورد انجام‌شده، متوسط سالانه انرژی خورشیدی در کشور بین ۱۴۰ تا ۲۲۰ کیلوکالری در سانتیمتر مربع است [۹]. همچنین، به‌طور متوسط میزان تابش خورشید در ایران بین ۱۸۰۰ تا ۲۲۰۰ کیلووات ساعت بر مترمربع تخمین زده شده است که این میزان از متوسط جهانی بالاتر است. از طرفی روزهای آفتابی در ایران به‌طور متوسط سالانه در حدود ۳۰۰ روز است [۹].

#### ۳. جذب میزان بیشتری از انرژی خورشیدی

شیب یا انحراف پنل خورشیدی از راستای عمودی تابش در میزان انرژی جذب‌شده مؤثر است. با یک آزمایش عملی ساده می‌توان پی برد که میزان انرژی دریافتی پنل‌هایی که به صورت عمودی از یک دیوار آویخته شده‌اند و همچنین پنل‌هایی که به صورت تخت و افقی بر روی زمین نصب گردیده‌اند به مراتب کمتر از مقدار انرژی جذب‌شده توسط نمونه‌هایی است که سطح آن‌ها به سمت خورشید نشانه رفته و در واقع پنل‌ها به صورت زاویه‌دار و آریب نصب گردیده‌اند.

در صورتی‌که پنل خورشیدی را به صورت زاویه‌دار نصب کرده و آن را به صورت متمایل به راستای تابش نور خورشید نشانه روید، قادر به جذب انرژی بیشتری خواهید بود و طبیعتاً توان بیشتری را هم به دست خواهید آورد [۱۰]. اثر این کار در ماه‌های فصل زمستان که خورشید در ارتفاع پایین‌تری از آسمان واقع شده، محسوس‌تر است. علت خیلی ساده است؛

نمایش داده شده است، بالاترین توان با بالاترین میزان تشعشع همراه است و هر چه خورشید عمودتر بتابد میزان انرژی که به سطح پنل می‌رسد بیشتر است. در نتیجه چنانچه یک پنل فتوولتائیک در این جهت و زاویه قرار گیرد، حداکثر انرژی الکتریسیته را تولید خواهد کرد. لازم به ذکر است، مقدار ماکسیمم تابش سالیانه خورشید و به طبع آن مقدار انرژی تولیدی معمولاً در یک جهت‌گیری حدودی نسبت به جنوب و در زاویه‌ای برابر با عرض جغرافیایی محل ۲۰- درجه نسبت به افق به دست می‌آید [۹ و ۱۰].



نمودار ۲. تغییرات نیروی پنل خورشیدی به زاویه تابش [۶].

## ۷. افزایش دما در سلول‌های خورشیدی

درجه حرارت از عوامل مهم در راندمان سامانه‌های فتوولتائیک است. افزایش دما باعث می‌شود میزان رسانایی بلوره‌های نیمه‌رسانای پنل افزایش یابد که به نوبه خود باعث کاهش ولتاژ می‌شود و سیستم بخش کمی از انرژی خورشیدی جذب شده را به انرژی الکتریکی تبدیل می‌کند و قسمت اعظم آن را به صورت انرژی حرارتی آزاد می‌نماید. اتلاف انرژی از این طریق باعث بالا رفتن دمای پنل می‌شود و نهایتاً به کم شدن ظرفیت سیستم می‌انجامد [۱۰]؛ بنابراین برای بهبود عملکرد این سامانه‌ها و افزایش راندمان آن‌ها باید دمای پنل‌ها را تا حد امکان کاهش داد [۱۲].

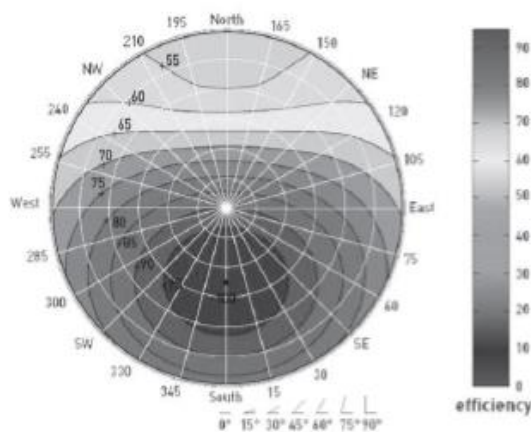
روش‌های مختلفی برای کاهش دمای پنل وجود دارد، از جمله پاشیدن آب روی سطح [۱۰]، خنک کاری به صورت جابجایی اجباری و نصب پنل‌ها به صورتی که فضای خالی برای گردش هوا وجود داشته باشد [۱۳]. روش دیگر برای کاهش دمای پنل‌های فتوولتائیک استفاده از بام سبز است [۱۱]. در این روش علاوه بر عایق نمودن سطح و زیبایی، می‌توان گرمای حاصله از انرژی خورشیدی را هنگامی که از شاخ و برگ گیاهان عبور

مقابل تابش نور خورشید قرار می‌گیرند گرم می‌شوند، که قسمت عمده این گرما ناشی از جذب اشعه مادون قرمز نور خورشید است.

تجربه نشان داده که در نواحی گرمسیری، دمای سطح این پنل‌ها به راحتی به حدود ۸۰ الی ۹۰ درجه سانتی‌گراد هم می‌رسد [۱۰]. اکثر سازندگان پنل‌های خورشیدی اطلاعاتی را در اختیار کاربران می‌گذارند تا آثار این تغییرات دما بر روی عملکرد پنل‌ها را به آن‌ها گوشزد نمایند. این اثر که به «ضریب دمایی توان نامی» موسوم است، با درصدی از کاهش توان به ازای هر درجه سانتی‌گراد افزایش دما مشخص می‌گردد [۱۱]. با بالا رفتن دما اختلاف تراز انرژی نیمه‌رسانا کاهش می‌یابد و در نتیجه جریان افزایش می‌یابد. پارامترهایی دیگر سلول، یعنی ولتاژ مدار باز و ضریب پراکندگی یا مؤلفه انباشتگی، هر دو با افزایش دما کاهش می‌یابند.

## ۶. انتخاب زاویه تابش صحیح

با افزایش پرتوهای خورشید، مقدار نیروی الکتریکی خروجی از سیستم فتوولتائیک افزایش می‌یابد؛ بنابراین بازده نیروی سیستم فتوولتائیک با میزان دریافت انرژی خورشیدی رابطه مستقیم دارد. لازم به ذکر است که این راندمان علاوه بر میزان تابش، با جهت و زاویه پنل نیز در ارتباط است. بنابراین، برای دریافت حداکثر خروجی در سامانه‌های فتوولتائیک باید در ابتدا با داشتن داده‌های هواشناسی و با استفاده از نرم‌افزارهای انرژی، میزان تابش خورشید به کلیه سطوح افقی و عمودی در جهت و شیب‌های مختلف را به صورت ماهانه و سالانه محاسبه نمود و نتیجه کاری را به صورت نمودار نشان داده شده در نمودار ۱ رسم نمود.



نمودار ۱. نمودار تابش خورشید [۱۰]

با جهت‌دهی پنل موردنظر در راستای زاویه و شیب بهینه می‌توان به میزان انرژی بالای خورشید دست یافت. همان‌طور که در نمودار ۲ نیز

یافته است. یکی از موضوعات تحقیقاتی مهم در این میان بحث افزایش بهره‌وری سامانه‌های فتوولتائیک با بهبود شرایط نصب و استفاده از این سامانه‌ها است. نتایج ارائه شده در این مطالعه مروری نشان داد که با اصلاح موقعیت نصب سلول خورشیدی و همچنین با تصحیح زاویه نصب پنل می‌توان میزان انرژی الکتریسته تولیدی را بهبود داد. همچنین، نتایج مباحث ارائه شده در این مطالعه نشان داد که دمای سلول خورشیدی تأثیر بسزایی در عملکرد پنل خورشیدی دارد و با کنترل دمای سلول می‌توان بهره‌وری سلول را ارتقاء داد.

## منابع

- [1] G. Makrides, B. Zinsser, M. Norton, G. E. Georghiou, M. Schubert and J. H. Werner, "Potential of photovoltaic systems in countries with high solar irradiation," *Renew. Sustainable Energy Rev.*, vol. 14, pp. 754-762, 2010.
- [2] M. A. Green<sup>1</sup>, K. Emery, Y. Hishikawa, W. Warta and E. D. Dunlop, "Solar cell efficiency tables (version 47)," *Prog. Photovolt: Res. Appl.*, vol.24, pp. 3-11, 2016.
- [3] L. Fraas and L.D. Partain, "Solar cells and their applications," 2<sup>nd</sup> Edition, New York: Wiley, 2010.
- [4] D. Rekioua and E. Matagne, "Optimization of Photovoltaic Power Systems," London: Springer-Verlag London, 2012.
- [5] S.A. Kalogirou and Y. Tripanagnostopoulos, "Industrial application of PV/T solar energy systems," *Appl. Therm. Eng.* vol.27, pp. 1259-1270, 2007.
- [6] H. Mousazadeh, A. Keyhani, A. Javadi, H. Mobli, K. Abrinia and A. Sharifi, "A review of principle and sun-tracking methods for maximizing solar systems output," *Renew. Sustainable Energy Rev.* vol. 13, pp. 1800-1818, 2009.
- [7] A.K. Yadav and S.S. Chandel, "Tilt angle optimization to maximize incident solar radiation: A review," *Renew. Sustainable Energy Rev.* vol. 23, pp. 503-513, 2013.
- [8] E. Skoplaki and J.A. Palyvos, "On the temperature dependence of photovoltaic module electrical performance: A review of efficiency/power correlations," *Sol. Energy* vol. 83, pp. 614-624, 2009.

[۹] امجد حسینی گوهری، امین شکوهی، محمد حکیم آذری، بررسی

عوامل مؤثر در افزایش راندمان پانل‌های فتوولتائیک، ۱۳۹۳.

[۱۰] شکوهی دهکردی، کاوه، ۱۳۹۱، عوامل مؤثر در راندمان سیستم‌های

فتوولتائیک

[۱۱] واحدی، مصطفی، مهرابی، حامد، ابوترابی، حسین، بررسی اثرات

متقابل سیستم‌های فتوولتائیک بر پشت‌بام‌های سبز. دکتر شکوهی

دهکردی، کاوه، ۱۳۹۰، عوامل مؤثر در راندمان سیستم‌های

فتوولتائیک.

[۱۲] صابری فر، رستم. مهر و آبان ماه ۱۳۸۹، پتانسیل بهره‌مندی از انرژی

خورشیدی در خراسان جنوبی، مجله اقتصاد انرژی.

می‌کند کاهش داد که در این حالت حجم زیادی از نور خورشید توسط گیاهان جذب شده و باعث انجام گرفتن فرایندهای زیستی می‌شود. به دلیل مکانیسم‌های تبخیر و تعرق در گیاهان این روش باعث کم شدن دمای اطراف می‌شود که برای سیستم فتوولتائیک مؤثر است [۱۳].

روش دیگر برای کم کردن دمای پنل‌ها در سلول‌های سیلیکونی ساخت سیلیکون‌ها به صورت هرمی شکل است [۱۱]. در این روش که توسط شانه‌وفن و گروه تحقیقاتی وی از دانشگاه استنفورد آمریکا ارائه شده است، لایه فوق‌العاده نازک و خاصی از شیشه سیلیکا در پنل‌های معمولی باز جایگذاری می‌شود تا حرارت را از این سلول‌ها دور نگه دارد. الگوی این لایه مخصوص از میکرو هرم ساخته شده و در آن سیم‌پیچ‌های کنترل‌کننده‌ی دما با ضخامت فوق‌العاده کم قرار داده شده است. در این لایه گرما در حالت مادون‌قرمز به بالاترین حد خود می‌رسد تا از آن طریق به اتمسفر راه پیدا کند. این لایه درعین حال به گونه‌ای ساخته می‌شود که باعث جذب بهتر نور می‌شود. لازم به ذکر است، سیلیکا توانایی جذب نور حاصل از خورشید را دارد و بنابراین ساخت یک لایه سیلیکا با دقت کافی نه تنها عملکرد این پنل را کاهش نمی‌دهد بلکه باعث افزایش دفع حرارت از این سلول‌ها به شکل فراوانی می‌شود.

در انتها باید به اثر هیبریدی فتوولتائیک حرارتی اشاره کرد که این سیستم با اضافه کردن تجهیزات حرارتی به سلول خورشیدی و برداشت حرارت اضافی از این سلول بازده کلی سیستم را تا حدود زیادی بهبود می‌بخشد [۱۱]. یکی از کاربردهای مهم این اثر در سیستم فتوولتائیک حرارتی استفاده از آن‌ها در مصارف خانگی و تأمین الکتریسته و حرارت است [۱۱]. طبق تحقیقات گروهی از دانشجویان شهید چمران اهواز، قطر نانو ذرات درون نانو سیال آب/سیلیکا بر بازده حرارتی و الکتریکی سیستم فتوولتائیک تأثیرگذار است. طی آزمایش‌های این گروه تحقیقاتی اثبات شده است که استفاده از نانو سیال سیلیکا عملکرد حرارتی و الکتریکی سلول را بهبود می‌بخشد و همچنین افزایش قطر نانو ذرات بر بازده کلی تأثیرگذار است [۹ و ۱۰].

## ۸. نتیجه گیری

با توجه به تقاضای روبه رشد مصرف برق در سطح جهانی و درعین حال افزایش بهای گاز طبیعی، استفاده از سامانه‌های فتوولتائیک به شکل چشم‌گیری در حال افزایش است. در این میان، توجه به مطالعات بر روی سامانه‌های فتوولتائیک نیز در سال‌های اخیر به شکل چشم‌گیری رشد

بررسی اثر دما و زاویه تابش خورشید بر راندمان سلول‌های خورشیدی  
چهارمین کنفرانس تخصصی فناوری نانو در صنعت برق و انرژی - تهران، ایران، ۱۳۹۵

[۱۳] وزارت نیرو، معاونت نظارت راه ردی، امور نظام فنی، پژوهشگاه

نیرو، ۱۳۹۳، راهنمای طراحی سیستم‌های فتوولتائیک به منظور تأمین

انرژی الکتریکی به تفکیک اقلیم و کاربری.



# SID



سرویس های ویژه



سرویس ترجمه تخصصی



کارگاه های آموزشی



بلاگ مرکز اطلاعات علمی



عضویت در خبرنامه



فیلم های آموزشی

## کارگاه های آموزشی مرکز اطلاعات علمی جهاد دانشگاهی



کارگاه آنلاین آشنایی با پایگاه های اطلاعات علمی بین المللی و ترند های جستجو



مباحث پیشرفته یادگیری عمیق؛ شبکه های توجه گرافی (Graph Attention Networks)



کارگاه آنلاین مقاله نویسی IEEE و ISI ویژه فنی و مهندسی