

بررسی اثرات زیست محیطی نسل‌های مختلف سلول‌های خورشیدی

دکتر نوشین سجادی^{۱*}، شروین بقاء^۱

*^۱ - نویسنده مسئول، دانشکده علوم و فنون دریایی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران شمال.

ایمیل نویسنده مسئول: n_sajjadi@iau-tnb.ac.ir

تاریخ دریافت: ۱۳۹۸/۲/۳ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۸/۲/۱۰

چکیده

در حال حاضر با توجه به انتشار گاز های گلخانه ای و اثرات آن بر روی گرمایش زمین و تخریب زیست بوم، استفاده از منابع سوخت فسیلی با توجه به ارزان بودن آن جهت تولید برق، میزان انتشار آلاینده‌های زیست بوم و خطر جدی را برای زیست بوم و تغییر اقلیم ایجاد می کند. به همین جهت مجامع بین المللی راه حل هایی برای کاستن از سرعت تخریب زیست بوم انسان و کاهش آلودگی های زیست محیطی پیشنهاد کردند که در همین راستا در حوزه تولید انرژی الکتریکی به تولید برق با منابع تجدیدپذیر مانند نیروگاه برق خورشیدی روی آوردند. همچنین امروزه در ساخت پنل های خورشیدی از مواد گوناگونی استفاده می شود که برخی از این مواد دارای مخاطراتی برای انسان و محیط زیست هستند. در این مقاله به بررسی و مقایسه نسل های مختلف سلول خورشیدی از لحاظ درجه سمیت خواهیم پرداخت. ماده پروسکایت امید بزرگی در ساخت سلول های خورشیدی است. در آخر از نانو ذرات پاک در ساختار سلول های خورشیدی پروسکایتی استفاده کردیم.

کلمات کلیدی:

"نسل‌های مختلف سلول خورشیدی"، "آلودگی محیط زیست"، "انرژی تجدید پذیر"، "پروسکایت"، "نانو ذرات"

Study on the Environmental Effect on Different Generations of Solar Cells Dr. Nooshin Sadjadi^{1,*}, Shervin Bagha¹

¹ Department of environment, North Tehran Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran

*Email Address: n_sajjadi@iau-tnb.ac.ir

Abstract

At present, due to the greenhouse gas emission and its influences on global warming and degradation of ecosystems, the use of fossil fuels, according to its low cost for generating electricity, the amount of emissions are high which creates serious threats to the ecosystem and climate change. As a result, the international communities have proposed some solutions to reduce the rate of destruction of human ecosystem and reduce environmental pollution. In this regard, renewable energy sources such as solar power plants are proposed in the field of electrical power generation. Moreover, nowadays, it is used of variety of materials in manufacturing solar panels, some of which are hazardous to humans and the environment. In this paper, we study and compare the different generations and of solar cells in terms of the toxicity. Perovskite, which is a mineral led to a great hope for the optimal use of solar energy and its conversion into electricity. finally We will use harmless nano particles in perovskite solar cells structure.

Keywords:

"Different generations of solar cells", "Environmental polutions", "Renewable energy", "perovskite", "nano particles",

۱- مقدمه

انرژی خورشیدی یکی از مهمترین منابع انرژی تجدیدپذیر هستند. کاربردهای عمده انرژی خورشیدی به دو دسته تقسیم شوند: سیستم های گرما خورشیدی و سیستم های فتوولتائیک. سیستم های گرما خورشیدی انرژی تابشی خورشید را به انرژی گرمایی و سیستم های فتوولتائیک به انرژی الکتریکی تبدیل می کنند. سامانه های فتوولتائیک در ساختمان ها، حمل و نقل، دستگاه های انرژی تابشی خورشید را مستقیماً مستقل مانند ماشین حساب ها، پمپ آب، روشنایی خیابان و تولید هیدروژن کاربرد دارند. اصلی ترین بخش سیستم فتوولتائیک، پنل ها هستند درصد انرژی نور خورشید را به انرژی الکتریکی تبدیل می کند ۲۲ تا ۷ که متشکل از سلول های خورشیدی هستند. پنل فتوولتائیک نتایج بدست آمده از انتشار آلاینده ها قبل از بهره برداری در نیروگاه های خورشیدی در قبال تولید انرژی الکتریکی، آلودگی مستقیمی ایجاد می گردد که تولید و بتن، آلومینیوم، سرب و سیلیسیم ... استفاده نمی کنند فقط در طول مراحل ساخت پنل ها و نیروگاه ها از موادی مانند فولاد انتقال برخی از این مواد نیازمند مصرف سوخت می باشد که خود باعث آلودگی می گردد که میزان انتشار گاز های گلخانه ای چرخه حیات ۳۰ گرم در هر کیلووات ساعت محاسبه شده است. بخش اصلی انتشار گاز های گلخانه ای در نیروگاه های آبی مربوط به ساخت این نیروگاه بخصوص ساخت سد آن است، میزان انتشار گاز های گلخانه ای بستگی به اندازه مخزن، نوع و مقدار پوشش گیاهی مغروق ۳۴ گرم در هر کیلووات در آب، نوع خاک، عمق آب و اقلیم دارد. به طور کلی انتشار گازهای گلخانه ای در طی چرخه عمر نیروگاه آبی حدود 1 کیلو وات ساعت است. انتشار گاز های گلخانه ای ناشی از فعالیت های قبل از بهره برداری نیروگاه های سیکل ترکیبی بسیار ناچیز است. به نظر می آید چنانچه نیاز به بررسی جامعی در حوزه تولید الکتریسیته و در مورد برق خورشیدی در کشور باشد، در نظر گرفتن اثر تحولات زیست محیطی بر توسعه ی این بخش به عنوان فرصتی برای برق خورشیدی لازم است که در طی این گزارش به بررسی و مقایسه ی مواد بکار گرفته شده در تولید پنل های خورشیدی خواهیم پرداخت. امروزه انسان با پیشرفتهایی که در زمینه های مختلف کرده است و نیاز روز افزون او به انرژی، او را بر آن داشته تا با روش های گوناگون انرژی مورد نیاز خود را کسب کند [۱].

در حال حاضر سلول یا پنل خورشیدی در سه نسل و با استفاده از مواد سیلیکونی، مواد آلی و مواد پلیمری ساخته می شوند. سلول های سیلیکونی نسل اول به دلیل ساخت از مواد اولیه

مرغوب تر و استفاده از سیلیکون به صورت تک کریستالی گران قیمت تر، بازدهی بالاتری دارند. در مقابل آن سلول های نسل دوم که سیلیکون چند کریستالی و آمورف هستند، که بازده کمتری دارند ولی ارزان تر و با قطعات بزرگتر نسبت به سلول های نسل اول قابل ساخت هستند. مزیت دیگری که سلول های نسل دوم دارند خاصیت انعطاف پذیری آنها است. این قابلیت موارد کاربرد سلول های خورشیدی را تا حدود زیادی افزایش می دهد، چرا که از آنها در هر جای مسطح و غیر مسطح نظیر بدنه اتومبیل های توان استفاده کرد، نسل سوم که از فناوری نانو تکنولوژی در ساخت آنها استفاده می شود هم اکنون در حال توسعه و ساخت در آزمایشگاه ها هستند و در صورت ورود آنها به بازار راندمان آنها بیشتر و قیمت آنها بسیار کمتر خواهد بود. در ادامه به بررسی اثرات ساخت هر یک بر روی محیط زیست خواهیم پرداخت [۲].

به طور کلی می توان کاربرد سلول های خورشیدی را در تامین نیروی حرکتی ماهواره ها و سفینه های فضایی، تامین انرژی لازم برای ابزارهایی مانند ماشین حساب و ساعت که به ولتاژ کمی نیاز دارد و همچنین تامین نیروی لازم برای حرکت خودروها و قایق های کوچک خلاصه کرد. یکی دیگر از کاربردهای سلول های خورشیدی تهیه برق شهر توسط نیروگاه های فتوولتائیک است.

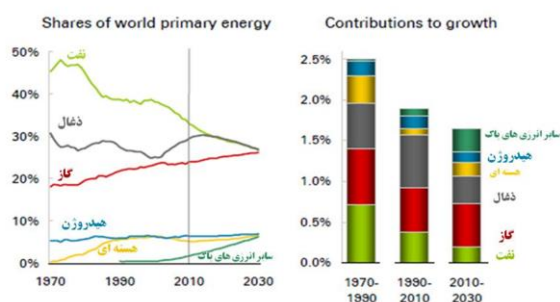
در ساخت سلول های خورشیدی از مواد مختلفی استفاده می شود که بر این اساس عملکرد و هزینه ساخت سلول های خورشیدی متفاوت خواهد بود. این سلول ها به گونه ای طراحی و ساخته می شوند که طول موج های نور خورشید را که به سطح زمین می تابند، با بازده بالا به انرژی مفید تبدیل می کنند. امروزه بیشترین سلول های خورشیدی تجاری از سیلیکون ساخته می شوند و این در حالی است که استفاده از سیلیکون در ساخت سلول های خورشیدی با توجه به قیمت بالای آن با محدودیتهایی همراه است

یک پنل خورشیدی شامل فلزاتی نظیر سرب، مس و یک چارچوب آلومینیومی است و سلول های خورشیدی نیز از سیلیکون کریستال خالص تشکیل شده اند که با لایه ای از جنس پلاستیک پوشیده شده است. طول عمر یک پنل خورشیدی ۲۰ الی ۳۰ سال است که بستگی به محیطی دارد که در آن استفاده می شده است. دمای بالای هوا، وزن بار برف یا طوفان های شنی موجب فرسودگی سریعتر سلول های خورشیدی، تخریب سطح و یا مدارهای الکتریکی داخلی آن می شود که به مرور از تولید برق

جدول ۱- میزان تولید آلاینده‌های عامل و گازهای گلخانه‌ای توسط انواع نیروگاهها

نوع نیروگاه	CO	CO ₂	NO ₂	SO ₂
زغال سنگ	۰/۱۱	۱۰۹۰	۳/۵۴	۹/۲۶
نفت	۰/۱۹	۷۸۱	۲/۰۲	۵/۰۸
گاز	۰/۲۰	۴۹۰	۲/۳۲	۰/۰۰۴

امروزه انرژی‌های پاک همچون انرژی خورشیدی، بادی، آبی، بیوماس، بیوگاز و انرژی زمین گرمایی که از عمده‌ترین منابع انرژی‌های پاک هستند که به سرعت در حال گسترش و نفوذ اند و غفلت از آن غیر قابل جبران خواهد بود. گسترش منابع انرژی پاک به عنوان جانشینی برای سوخت‌های فسیلی، یکی از مهم‌ترین وظایف علوم و تکنولوژی جدید در قرن ۲۱ می باشد. یکی از دلایل برای این انگیزه نیرومند، توقف آلودگی هوای ناشی از مصرف انبوه سوخت‌های فسیلی به منظور حمایت از چرخه‌های اکولوژی موجود در کره زمین است. لذا در آینده باید متکی بر تغییرات ساختاری و بنیادی باشیم که در آن منابع انرژی بدون کربن، نظیر انرژی خورشیدی مورد استفاده قرار گیرد.



نمودار ۱- حرکت به سمت استفاده از انرژی های تجدید پذیر [۲].

این پل‌ها می‌کاهد. می‌توان نتیجه گرفت که پس از گذشت این دوره نیز زباله تولیدی حاصل از آن بسیار زیاد بوده و بازیافت این زباله‌ها تقریباً امری ناممکن است [۳].

۲- روش انجام تحقیق - ارزیابی میزان آلودگی سوخت‌های فسیلی

نزدیک به ۸۷ درصد انرژی تولیدی در جهان توسط سوخت‌های فسیلی تامین می‌گردد. نیروگاه‌های فسیلی یکی از اصلی‌ترین منابع تامین برق در جهان می‌باشند. نیروگاه‌های فسیلی مشکلات بسیاری برای محیط زیست ایجاد می‌کنند که می‌توان به استفاده از زمین و آب، انتشار ذرات و گازها به داخل هوا، انتشار حرارت، تغییرات آب و هوایی و تغییرات ظاهری ناشی از برج‌های خنک کننده، زباله‌های پسماندهای جامد، خاکستر (در مورد نیروگاه‌ها با سوخت زغال سنگ)، سر و صدا اشاره کرد.

تغییرات آب و هوایی نیز، سلامت بشر را تهدید می‌کند بدلیل نیاز به بخار زیاد، نیروگاه‌ها می‌توانند اثر بسیار زیادی بر روی مصرف آب داشته باشند. به طور مثال برای یک نیروگاه با توان ۵۰۰ مگاوات و پایه حرارتی با سوخت زغال سنگ از ۲۵ میلیارد لیتر آب در سال به ازای تولید هر گیگاوات ساعت برق، باید استفاده شود که این مقدار باید از منابع آب برداشت شود و سپس برای بازگشت مجدد به منابع آبی باید خنک سازی شود تا بتواند اثرات کمی بر روی محیط زیست داشته باشد. بزرگترین اثرات استفاده از سوخت‌های فسیلی در نیروگاه‌ها انتشار و ایجاد آلودگی‌های هوایی علی‌الخصوص انتشار SO₂، CO، NO_x، SO_x و CO₂ و هیدروکربن‌ها می‌باشد.

کربن مونوکسید (CO)، کربن دی‌اکسید (CO₂) و هیدروکربن‌ها به عنوان گازهای گلخانه‌ای مسئول گرم کردن زمین شناخته شده‌اند. SO₂ و NO₂ زمانی که وارد جو می‌شوند تولید اسید می‌کنند، که این اسیدها بوسیله ترکیب در آب باران ایجاد شده و سبب بارش‌های اسیدی می‌شوند. به طور کلی، انتشار آلاینده‌های هوایی را توسط اسکرابرها (Scrubber) و ته نشین کننده‌ها (Precipitator) داخل نیروگاه‌ها می‌توان کنترل کرد [۸].

جدول زیر نشان دهنده میزان تولید آلاینده‌های عامل و گازهای گلخانه‌ای توسط انواع نیروگاه‌ها می‌باشد.

- ارزیابی میزان تولید آلودگی انواع سلول‌های خورشیدی

۲/۰ درصد انرژی در جهان توسط انرژی‌های خورشیدی تامین می‌شود تولید برق با استفاده از انرژی خورشیدی به طور کلی دارای اثرگذاری کمی بر روی محیط زیست می‌باشد. در مبادلات انرژی آن هیچ پسماندی تولید نمی‌شود، تنها استثنای موجود برای وجود پسماند را می‌توان به تخلیه سیال عامل در طی فرآیند داخل نیروگاه‌های حرارتی خورشیدی اشاره کرد. هرچند برخی نگرانی‌های زیست محیطی در مورد نیروگاه‌های خورشیدی بزرگ به طور کلی نیازمند فضا و مساحت مسطح بسیار زیادی می‌باشند تا بتوانند حرارت مورد نیاز را تامین کنند. تعدادی نامعلومی از سلول‌های فتوولتائیک در نیروگاه‌های خورشیدی دور ریخته می‌شوند و در بهترین سلول‌های خورشیدی از گالیم آرسنید که سمی می‌باشد استفاده شده است. همچنین در برخی از انواع نیروگاه‌های خورشیدی نظیر نیروگاه‌های دریافت کننده مرکزی بدلیل سطح زیاد بازتاب کننده‌های حرارتی، خطرات جدی برای پرندگان ایجاد خواهد شد. علاوه بر سلول‌های سیلیکونی که به صورت تجاری درآمده و در بازار وجود دارند. محققان بر روی انواع دیگری از سلول‌های خورشیدی که مزیت‌های بیشتری نسبت به نسل اول دارند مطالعه نمودند [۸]. پنل‌های لایه نازک که به عنوان پنل‌های انعطاف پذیر شناخته می‌شوند، دومین نسل سلول‌های خورشیدی می‌باشند. در این سلول‌های خورشیدی اغلب از تلورید کادمیوم (CdTe) استفاده می‌شود به طوری که حدود ۵۰٪ از سهم بازار سلول‌های لایه نازک را در اختیار دارد.

سیلیکون آمورف (a-Si) دیگر ماده ای است که در ساخت پنل‌های خورشیدی لایه نازک به کارگیری می‌شود. در مقایسه با CIGS و CdTe این سلول‌ها دارای سمیت کمتر و دوام بیشتری هستند، اما دارای راندمان پایین‌تری می‌باشند. به همین دلیل کاربرد بیشتری در تامین انرژی وسایل با بار الکتریکی کم مانند ماشین حساب، ساعت و ... دارند.

یکی دیگر از مواد مورد استفاده در ساخت سلول‌های خورشیدی لایه نازک، مس ایندیوم گالیوم سلناید (CIGS) است، که در آزمایشگاه به راندمان ۲۲/۳٪ نیز دست یافته‌اند. هرچند که این راندمان تاکنون در مقیاس تولید انبوه امکان پذیر نشده است.

یکی از گران‌ترین مواد مورد استفاده برای سلول‌های لایه نازک، گالیم آرسناید است که دارای رکورد راندمان ۲۸/۸٪ برای یک

سلول است. کاربرد اصلی این سلول‌ها در فضاییماها و محیط‌های خاص و غیرمعلول است.

در ادامه مزایا و معایب سلول‌های نسل دوم آورده شده است.

مزایا

تولید انبوه آسان، که منجر به کاهش هزینه تولید آن‌ها نسبت به سلول‌های سیلیکون کریستالی می‌شود.

ظاهر یکنواخت آن‌ها را زیباتر نشان می‌دهد.

انعطاف‌پذیر بودن، که کاربرد این نوع پنل‌ها را افزایش می‌دهد.

دمای بالا و سایه (و یا شرایط هوای ابری) اثر کمتری بر روی عملکرد آن‌ها دارد [۴].

معایب

برای بسیاری از کاربردهای خانگی مناسب نیستند، چرا که به فضای زیادی نیاز دارند.

در یک مساحت پوشیده یکسان از پنل‌های لایه نازک و مونو کریستال، پنل‌های مونو (در برخی مدل‌ها) تا ۴ برابر برق بیشتری تولید می‌کنند. این امر موجب افزایش هزینه تجهیزات نصب مانند استراکچر و سیم‌کشی می‌شود.

پنل‌های لایه نازک سریع‌تر از پنل‌های خورشیدی مونو و پلی کریستال تخریب می‌شوند، لذا دارای عمر کوتاه‌تری نیز می‌باشند.

تولید نسل دوم سلول‌های خورشیدی با هدف کاهش انرژی و هزینه ساخت مورد نیاز، گرچه در کاهش هزینه‌ها موفق بود، لیکن عدم موفقیت تجاری این سلول‌ها را به دلیل کاهش چشمگیر در بازدهی و سمیت آنها به همراه داشته است

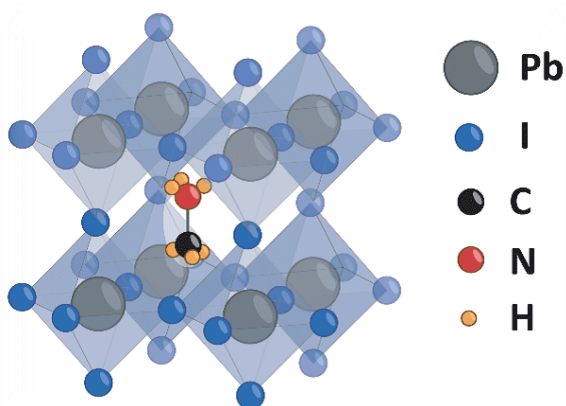
پیدایش نسل سوم سلول‌های خورشیدی با هدف ارتقاء کارایی پایین سلول‌های نسل دوم همزمان با کاهش هزینه‌های تولید با استفاده از مواد اولیه ارزان و روش‌های کم هزینه، بدون نیاز به تجهیزات پیچیده و پیشرفته با قابلیت جذب طیف وسیع تر امواج نوری حتی در روزهای ابری و با قابلیت کاربرد وسیع تر و خطرات زیست محیطی کمتر را در پی داشته و توجه محققان و تولیدکنندگان و دولت‌های کشورهای مختلف را به روش‌های جدید در تولید سلول‌های خورشیدی ارزان با بازدهی بسیار بالا به خود معطوف نموده است. در حال حاضر فناوری نانو با ایجاد تغییرات در ترکیب اتمها، نحوه آرایش آنها و کل اندازه مولکول‌های ایجاد شده می‌تواند انواع بیشتری از مواد را تولید کند.

برای تولید این ماده، بر خلاف بلورهای سیلیکونی که تحت یک دمای بالا و فرایندی بسیار دقیق تولید می‌شوند، از روش‌های ساده‌تری استفاده گردیده و در دمایی نزدیک به دمای اتاق تولید می‌گردند. فرایند تولید این ماده هنوز در مرحله‌ی آزمایشگاهی بوده و تخمین زده می‌شود که تولید انبوه این ماده بین ۵ تا ۱۰ سال به طول بینجامد. از مشکلاتی که این سلول خورشیدی دارد بکارگیری سرب در ترکیبات این ماده است.

گرچه در حال حاضر از سرب به مقدار بسیار کمتری از آنچه که در باتریهای بر پایه سرب و کادمیوم استفاده می‌شود، استفاده می‌کنند ولی وجود آن در ترکیبات پروسکایت در مقیاس صنعتی مشکل‌زا خواهد بود.

قلع می‌تواند جایگزین بالقوه‌ای برای سرب باشد ولی بازدهی تبدیل آن هنوز کمتر از سلولهای برپایه سرب است. همچنین از فلزات قلیایی استرانسیوم از لحاظ سمیت، غیر سمی بوده و جایگزین مناسبی برای سرب خواهد بود، اما با این جایگزینی گاف انرژی افزایش پیدا کرده و پارامتر راندمان را در سلول‌های خورشیدی کاهش می‌دهد. در عوض جایگزین مناسبی برای پایداری در حرارت است. شایان ذکر است این ماده سبب پایداری حرارتی پروسکایت می‌شود. پروسکایت در مورد خصوصیات اپتیکی مواد پروسکایت هم باید گفت که ابزارهای پروسکایت به لایه‌های نوری ضخیمی نیاز دارند [۴].

البته باعث ایجاد یکسری از محدودیتها در زمینه ساخت آنها می‌شود. این محدودیتها روی ساخت لایه‌های ضخیم با یکنواختی بالا اعمال می‌شود.



شکل ۲- ساختار پروسکایت [۵].

فلزات قلیایی خاکی مانند منیزیم، کلسیم، استرانسیوم و باریم می‌توانند جایگزین‌های بالقوه سرب باشند. به علت داشتن شعاع یونی مناسب برای تشکیل ساختارهای پروسکایتی، فراوانی این عناصر در پوسته زمین، عدم سمیت و حالت پایدار اکسیداسیون +۲ مشابه Pb^{2+} ، می‌تواند مورد توجه قرار گیرد.

ذرات نانو (با قطری بین ۱۰۰-۱۰/۱ نانومتر) در مقایسه با ذرات بزرگتر نسبت سطح به حجم بسیار بزرگتری دارند. با کاهش اندازه ذرات به یک دهم نانومتر یا کمتر، اثرات کوانتومی پدیدار می‌شوند و این اثرات میتوانند به مقدار زیادی ویژگیهای نوری، مغناطیسی و الکتریکی مواد را تغییر دهند. از طریق پیگیری ساختار مواد در مقیاس نانو، امکان طراحی و ساخت مواد جدید با ویژگیهای کاملاً نو به وجود می‌آید. تنها با کاهش اندازه و ثابت نگهداشتن نوع ماده، ویژگیهای اساسی از قبیل هدایت الکتریکی، رنگ، استحکام و نقطه ذوب ماده (که معمولاً برای هر ماده مقدار ثابتی از آنها را در نظر میگیریم) میتواند تغییر کند. با استفاده از ذرات نانو، پنلهای خورشیدی غیر سیلیکونی نیز می‌توانند از ساختارهای چندگانه کوانتومی مانند ریز لوله‌های کربنی یا نقاط کوانتومی جاسازی شده در پلیمرهای رسانا یا اکسیدهای فلزی متخلخل ساخته شوند. با انجام بعضی عملیات، فیلمهای نانو لوله می‌توانند در برابر نور مادون قرمز بسیار شفاف باشند و باعث کارایی سلولهای خورشیدی با فاصله باند کوتاه شوند. نسل سوم سلولهای خورشیدی ساخته شده با فناوری نانو هستند که شامل انواع مختلفی همچون سلولهای خورشیدی حساس شده با رنگ، سلولهای خورشیدی حساس شده با نقاط کوانتومی، سلولهای پلیمری، پروسکایت و غیره می‌باشند. این نسل در مرحله پیش از تجاری سازی به سر میبرند [۵].

۳- سلولهای خورشیدی نسل سوم پروسکایتی عاری از سرب

در میان سلولهای فتوولتائیک، پیشرفت روزافزون سلولهای خورشیدی پروسکایت آنها را به استاره فتوولتائیک تبدیل کرده است. به طوریکه توجه بسیاری از محققان را به خود جلب نموده اند. به این دلیل که از روشهای نسبتاً جدیدی برای ساخت آنها استفاده می‌شود فرصت بالقوه‌ای جهت تحقیق و بررسی در زمینه‌های فیزیک و شیمی مواد پروسکایت ایجاد شده است. کارایی ماده‌ی جدید در مراحل ابتدایی کشف کمتر از ۵ درصد اندازه‌گیری شده بود؛ با این حال تحقیقات صورت گرفته سبب گردیده‌اند تا کارایی این ماده مقدار زیادی افزایش یابد [۶].

Ag
Spiro-OMETAD
Perovskite
TiO ₂
FTO

شکل ۱- ساختار سلول خورشیدی پروسکایت

۴- آزمایشات

-تاثیر نانو ذرات نقره در ساختار سلولهای خورشیدی پروسکایتی

نانوذرات نقره، یکی از پرکاربردترین ذرات در حوزه فناوری نانو پس از نانولوله های کربن است، که هر روزه بر کاربرد آن افزوده میشود. نانوذرات نقره به دلیل داشتن خواص فیزیکی و شیمیایی ویژه‌ای که دارند، در عرصه های گوناگون پزشکی، صنعت، کشاورزی، دامپروری و بسته بندی، لوازم خانگی، آرایشی، بهداشتی و نظامی کاربردهای فراوانی پیدا کرده اند. این فناوری با کنترل فعالیت عوامل بیماریزا در خدمت انسانها قرار گرفته است. از این رو، به لحاظ بازدهی بالا، عملی بودن، و افزایش ظرفیتها و صرفه اقتصادی و سازگاری با محیطزیست و ماندگاری بسیار زیاد، در مقایسه با دیگر روشهای بهبود فرآوری و تولید، ارجحیت دارد. استفاده از فناوری نانو برای تولید نانوذرات نقره هر چند در سالهای اخیر مورد توجه زیادی قرار گرفته و رونق بسیاری پیدا کرده، اما داستان خاصیت ضد میکروبی نقره داستانی جدیدی نیست بلکه این خاصیت از دیرباز شناخته شده و به کار رفته است. با توجه به خواص این فلز تصمیم گرفتیم که از آن در ساختار سلول خورشیدی پروسکایتی استفاده کنیم.

-لایه انتقال دهنده الکترون در سلول خورشیدی پروسکایتی

در ساخت این نوع سلولها یک لایه به نام لایه انتقال دهنده الکترون وجود دارد که معمولاً از اکسید تیتانیوم استفاده میشود. به دلیل لایه نشانی سخت این ماده از اکسید روی استفاده کردیم. روی اکسید ZnO یکی از غنیترین نانو ساختارها از نظر تنوع مورفولوژی و کاربرد است. این تنوع در مورفولوژی باعث بروز ویژگیها و کاربردهای منحصر به فرد در آن می گردد. اکسید روی بدلیل زیست سازگاری و ایمن بودن در صنایع مختلف کاربرد فراوان دارد. این ماده در صنایع دارویی و پزشکی، برآحتی و حتی بدون روکش به کار می رود. اکسید روی بدلیل نیمه رسانا بودن و دارا بودن شکاف باند پهن، مقاومت حرارتی بالا، خواص پیروالکتریک و پیزوالکتریک علاوه بر مصارف پزشکی در سایر صنایع از جمله اپتیک، الکترونیک، لاستیک، پلاستیک، سرامیک، شیشه، چوب، سیمان، رنگ و چسب بطور وسیع مورد استفاده قرار می گیرد.

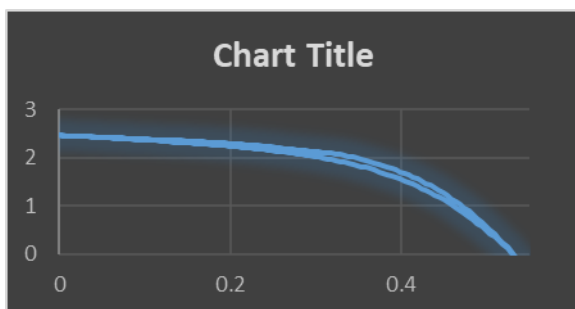
به دلیل بازده پایینتر اکسید روی نسبت به اکسید تیتانیوم از دوپینگ این ماده با نانو ذرات نقره استفاده کردیم - روش آزمایش:

سنتز اکسید روی با نقره با روش سل ژل انجام گرفت نانوذرات اکسید روی به روش سل-ژل سنتز شدند. ۰/۲ مول استات روی و ۰/۰۱ درصد وزنی نقره در محلولی شامل ۱۰ میلیلیتر اتانول و ۰/۲۵ میلیلیتر آب دو بار یونیزه حل شد و در دمای ۹۰ درجه سانتیگراد توسط همزن حرارت داده شد. سل بدست آمده را در دمای ۱۵۰ درجه سانتیگراد در آن گذاشته تا خشک شود. [۸-۱۲]. سپس لایه نشانی روی شیشه رسانا FTO به صورت اسپین کوت با دور ۳۵۰۰ و ۲۵ ثانیه انجام گرفت. از پروسکایت معمول متیل آمونیوم سرب یدید استفاده گردید. کاتد ساختار در نظر گرفته شده طلا بود. تمامی تست ها در دانشگاه صنعتی شریف گرفته شد.

-مقایسه

جدول ۲- مقایسه بازده سلول خورشیدی با لایه انتقال دهنده اکسید تیتانیوم و لایه انتقال دهنده پیشنهادی

بازده (%)	لایه انتقال دهنده الکترون
0/1	TiO ₂
0/53	ZnO:0/01Ag



نمودار ۲- نمودار I-V ساختار جدید

۵- نتیجه گیری

امروزه از انرژی خورشیدی به عنوان یکی از مهم ترین منابع و صورت انرژی یاد می شود، زیرا اساسا استفاده از انرژی خورشیدی آزاد است و دیگر هیچ کشوری نیاز به هزینه کردن برای استفاده از این انرژی را ندارد. از طرفی دیگر به دلیل اینکه انرژی خورشیدی برای کل جهان نامحدود و بی حد و حصر می باشد به عنوان انرژی دائما در دسترس مطرح است، بنابراین انسان می تواند به طور دائم از این انرژی برخوردار باشد.

سال های زیادی است که اکثر صنعت جهان روی سوخت های فسیلی (زغال سنگ، نفت و گاز طبیعی) پایدار است. سوخت های فسیلی منابع تجدید ناپذیر هستند یعنی به وجود آمدن آن ها نیازمند هزاران هزار سال است بنابراین این سوخت مدت زیادی نمی تواند جوابگوی تمام نیازهای انسان باشد و دیر یا زود تمام خواهد شد پس باید جایگزین مناسبی برای این سوخت ها پیدا کنیم که انرژی خورشیدی می تواند جایگزین بسیار مناسبی مخصوصا برای نسل های آینده باشد. بعضی از انرژی ها تاثیر بد و نامطلوبی بر محیط خواهد داشت مانند سوخت های فسیلی. با بهره گیری از انرژی خورشیدی، دیگر جای نگرانی نیست زیرا اگر منابع انرژی موجود به اتمام رسد انرژی تجدید پذیر و دائمی

مانند انرژی خورشیدی را تا ابد خواهیم داشت و تاثیرات مخرب زیست محیطی و ایمنی از نظر سلامتی ما را تهدید نخواهد کرد. از بین موادی که در ساخت سلول های خورشیدی به کار می رود، پروسکایت که یک کانی است، امید بزرگی برای استفاده ی بهینه از انرژی خورشید و تبدیل آن به الکتریسیته است [۶]. به علاوه می توان لایه های پروسکایت را روی سلول های خورشیدی سیلیکونی (که در حال حاضر رایج تر هستند) قرار داد تا میزان بیشتری از انرژی به الکتریسیته تبدیل شود. نقطه ضعف صفحات پروسکات استفاده از سرب در ساختار آن ها است در صورتی که شرکت ها بخواهند وارد تولید کننده عمده این صفحات بشوند باید پروسه ای در دمای بالا انجام دهند که باعث ایجاد ذرات معلق سرب و همچنین بخار سمی آن می شود که برای سلامتی بسیار مضر است. در این مقاله با جایگزینی ماده استرانسیوم به جای سرب سعی بر معرفی ترکیبات پروسکایتی غیر سمی داشتیم [۷].

منابع

- مختاری، کیوان . سالم، شیوا. " بررسی و مقایسه عملکرد نسلهای مختلف سلولهای خورشیدی"، انرژی های تجدید پذیر و نو، شماره ۲، پاییز و زمستان ۱۳۹۵، صفحه ۴۵-۵۶.
- بقاء، غزاله، ۱۳۹۳، رساله، " بررسی عوامل موثر در اختلال کارایی مدول های خورشیدی چند کریستالی ناشی از تغییر رنگ لایه EVA" دانشگاه آزاد اسلامی ۱۳۹۳.
- مهدی روح الامینی، عبدالوحد مهدوی. " سیستم های فوتوولتائیک (با تاکید بر اصول طراحی و بهره برداری سیستم های مستقل از شبکه)" ناشر، نون، تعداد صفحات ۱۴۴.
- S. Collavini, S. F. Völker, J. L. Delgado, "Understanding the Outstanding Power Conversion Efficiency of Perovskite-Based Solar Cells". *Angewandte Chemie International Edition*, Vol. 54, No., 9757-9759, 2015..
- X. Wang, Y. Fang, L. He, Q. Wang, T. Wu, "Influence of compact TiO₂ layer on the photovoltaic characteristics of the organometal halide perovskite-based solar cells". *Materials Science in Semiconductor Processing*, Vol. 27, No. 569-576, 2014..
- Uribe, J.I., et al., CH₃NH₃CaI₃ perovskite: synthesis, characterization, and first-principles studies. *The Journal of Physical Chemistry C*, 2016. 120(30): p. 16393-16398.
- S. Gamliel, L. Etgar, "Organo-metal perovskite based solar cells: sensitized versus planar architecture". *RSC Advances*, Vol. 4, No. 55, 29012-29021, 2014.
- www.hamshahrionline.ir/news/354579/
- Y. Yang, H. Chen, B. Zhao, *Journal of Crystal Growth*, 263, 2004, 447.
- P.Q. Wang Bai, J.Y. Liu, Z. Fan, Y.Q. Hu, *Catalysis Communications*, 29, 2012, 185.
- N. Wetchakun, B. Incessungvorn, K. Wetchakun, S. Phanichphant, *Materials Letters*, 82, 2012, 195.
- A. Golubovic, B. Abramovic, M. Grujic-Brojicic, S. Armacovic, I. Veljkovic, B. Babic, Z. Dohcevic-Mitrovic, Z.V. Popovic, *Materials Research Bulletin*, 48, 2013, 1363.