



کتابچه
چکیده
مقالات

کنفرانس یک روزه

سلول های خورشیدی نانوساختاری

دانشگاه صنعتی شریف

۱۲ اردیبهشت ماه ۱۳۹۸

سخن دبیر کنفرانس

از طرف کمیته علمی و برگزار کنندگان حضور شما را به هشتمین کنفرانس سلول‌های خورشیدی نانوساختاری خوش‌آمد می‌گویم. این کنفرانس با تاخیری حدوداً ۴ ماهه نسبت به زمان‌بندی سال‌های قبل برگزار می‌شود که بیشتر به دلیل مشکلات دعوت از سخنران‌های خارجی بود. متأسفانه امسال منابع لازم برای اینکه سخنران‌هایی از خارج ایران داشته باشیم مهیا نشد. در سال‌های بعد قطعاً به این سنت بر می‌گردیم.

این کنفرانس با هدف گرد هم آوردن پژوهشگران در زمینه سلول‌های خورشیدی ایجاد شد. اهمیت فناوری سلول‌های خورشیدی بر کسی پوشیده نیست و ما امیدواریم این کنفرانس نقشی در ایجاد یک صنعت ریشه‌دار انرژی خورشیدی در کشور داشته باشد. ما در فناوری سلول‌های سیلیکونی شانس نداریم، ولی برای فناوری‌های نسل جدید پنجره‌ای برای ورود و موفقیت وجود دارد. به نظر می‌رسد که فناوری‌های جدید در صورتی می‌توانند اقتصادی شوند که به فناوری‌های الکترونیک چاپی (Printed Electronics) وصل شوند. منظور از پرینت، همه روش‌هایی هستند که لایه نشانی بر روی سطح را با استفاده از جوهر انجام می‌دهند. خیلی مناسب است که گروه‌های پژوهشی کشور وارد این مقوله هم بشوند: هم موضوع سنتز جوهر (اعم از جوهرهای نانوذره‌ای و مولکولی) و هم تکنیک‌های لایه نشانی مانند Inkjet printing، Blade coating، اسپری یا روش‌های دیگر. در سلول‌های خورشیدی مهم است که لایه‌های پرینت شده بسیار یکنواخت و بدون ترک و سوراخ باشند و معمولاً لازم است که لایه‌ها کریستالی باشند تا رسانندگی الکتریکی مناسبی ایجاد شود. در جوهرهای نانوذره‌ای چالش اصلی dispersion نانوذرات در مایع است که باعث می‌شود نانوذرات حتی پس از ماه‌ها رسوب نکنند. این موضوعات چالش‌های فراوان علمی دارند.

امیدوارم این کنفرانس برای شما مفید و پر فایده باشد. بسیار خوشحال خواهیم شد اگر نظرات و پیشنهادهایتان را به ما منتقل کنید. اینکه چه تغییراتی را در کنفرانس از نظر تنوع موضوعات، زمان‌بندی، تعداد روزهای کنفرانس و غیره ضروری می‌بینید.

نیما تقوی‌نیا، دبیر علمی کنفرانس

اردیبهشت ماه ۱۳۹۸

برگزار کنندگان:



پژوهشکده علوم و فناوری نانو، دانشگاه صنعتی شریف

حامیان کنفرانس:



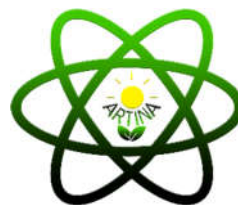
دانشگاه صنعتی شریف



آکادمی رایا



شرکت توسعه فناوری شریف سولار



شرکت مهندسی و بازرگانی مواد و

توسعه انرژی‌های تجدید پذیر آرتینا

شرکت‌های شرکت‌کننده در نمایشگاه کنفرانس:



شرکت توسعه فناوری شریف سولار



DYKGLOBALCO

دانشیار گستر کاوش

دبیر علمی کنفرانس:

دکتر نیما تقوی نیا، دانشگاه صنعتی شریف، پژوهشکده علوم و فناوری نانو و دانشکده فیزیک

دبیر اجرایی کنفرانس:

دکتر سارا مشحون، دانشگاه صنعتی شریف، پژوهشکده علوم و فناوری نانو

کمیته علمی:

دکتر وحید احمدی، دانشگاه تربیت مدرس
دکتر رسول اژه ثیان، دانشگاه علم و صنعت
دکتر اعظم ایرجی زاد، دانشگاه صنعتی شریف
دکتر ابراهیم اصل سلیمانی، دانشگاه تهران
دکتر امید امیری، دانشگاه کاشان
دکتر عباس بهجت، دانشگاه یزد
دکتر فریبا تاج آبادی، پژوهشگاه مواد و انرژی
دکتر نعیمه ترابی، دانشگاه یزد
دکتر نیما تقوی نیا، دانشگاه صنعتی شریف
دکتر علی دبیریان، پژوهشگاه دانش‌های بنیادی
دکتر مهدی دهقانی، دانشگاه صنعتی شریف
دکتر مصطفی زاهدی فر، دانشگاه کاشان
دکتر محمود زنده دل، شرکت کیمیا سولار
دکتر نفیسه شریفی، دانشگاه کاشان
دکتر هاشم شهبوسوند، دانشگاه زنجان
دکتر مسعود صلواتی نیاسر، دانشگاه کاشان
دکتر محمود صمدپور، دانشگاه خواجه نصیرالدین طوسی
دکتر یاسر عبدی، دانشگاه تهران
دکتر سید محمد باقر قریشی، دانشگاه کاشان
دکتر راحله محمدپور، دانشگاه صنعتی شریف
دکتر مازیار مرندی، دانشگاه اراک
دکتر احمد مشاعی، دانشگاه تربیت مدرس
دکتر نفیسه معماریان، دانشگاه سمنان
دکتر نوشین میر، دانشگاه زابل

دکتر موسی نخعی، دانشگاه صنعتی شریف

دکتر مسعود همدانیان، دانشگاه کاشان

کمیته اجرایی:

مهوش اخلاقی‌راد، دانشگاه صنعتی شریف، پژوهشکده علوم و فناوری نانو

الهام باغستانی، دانشگاه تربیت مدرس، دانشکده مهندسی

امیرمحمود بخشایش، دانشگاه تهران، دانشکده مهندسی متالورژی و مواد

ارشاد پروازیان، دانشگاه تربیت مدرس، دانشکده فنی مهندسی

دکتر مریم حقیقی، دانشگاه صنعتی شریف، پژوهشکده علوم و فناوری نانو

نیوشا حشمتی، دانشگاه صنعتی شریف، دانشکده مواد

مریم حیدری، دانشگاه صنعتی شریف، پژوهشکده علوم و فناوری نانو

مهسا حیدری، دانشگاه صنعتی شریف، دانشکده فیزیک

اعظم خراسانی، دانشگاه اراک، دانشکده فیزیک

روح اله خسروشاهی، دانشگاه صنعتی شریف، پژوهشکده علوم و فناوری نانو

رأفت رفیعی‌راد، دانشگاه صنعتی نوشیروانی بابل، دانشکده برق

فرید سلمانی، دانشگاه صنعتی شریف، دانشکده فیزیک

فاطمه شاهی، دانشگاه صنعتی شریف، پژوهشکده علوم و فناوری نانو

حینا شمسی، دانشگاه صنعتی شریف، پژوهشکده علوم و فناوری نانو

دکتر لیلا شوشتری، دانشگاه صنعتی شریف، دانشکده فیزیک

کریم عبدی زاده، دانشگاه صنعتی شریف، دانشکده مواد

علی اکبر غفاری، دانشگاه تهران، پردیس علوم

مصطفی غلامی، دانشگاه صنعتی شریف، دانشکده فیزیک

احسان قوامی نیا، دانشگاه تربیت مدرس، دانشکده مهندسی

دکتر الناز قهرمانی راد، دانشگاه صنعتی شریف، دانشکده فیزیک

فاطمه محمدخانی، دانشگاه شیراز، دانشکده مهندسی، بخش مهندسی مواد

مهدی محمدی، دانشگاه صنعتی شریف، دانشکده مواد

سجاد محمودپور، دانشگاه صنعتی شریف، پژوهشکده علوم و فناوری نانو

مطهره میرحسینی، دانشگاه صنعتی شریف، دانشکده فیزیک

زهره میرزاجانی، دانشگاه تهران، دانشکده فنی

الهام هاشمی، دانشگاه صنعتی شریف

مریم هاشمی، دانشگاه کاشان، دانشکده فیزیک

محورهای کنفرانس:

کنفرانس در حوزه نسل جدید سلول‌های خورشیدی است که عموماً دارای ساختار نانومتری هستند. به طور خاص محورهای کنفرانس شامل موارد زیر است، اما محدود به آنها نمی‌شود:

- سلول‌های خورشیدی پروسکایتی
- سلول‌های خورشیدی لایه نازک
- سلول‌های فتوالکتروشیمیایی
- سلول‌های خورشیدی آلی و پلیمری
- سلول‌های خورشیدی رنگدانه ای
- سلول‌های خورشیدی حساس شده یا مبتنی بر نقاط کوانتومی

محل برگزاری کنفرانس:

تهران، خیابان آزادی، دانشگاه صنعتی شریف، دانشکده فیزیک



برای رسیدن به دانشگاه می‌توانید از مترو (خط ۲ ایستگاه دانشگاه شریف و خط ۴ ایستگاه حبيب اللهی) یا اتوبوس‌های تندرو (BRT) استفاده کنید. کنفرانس در سالن دکتر جناب واقع در زیرزمین دانشکده فیزیک برگزار می‌شود.

اطلاعات مفید در ارتباط با کنفرانس:

محل کنفرانس: کنفرانس در روز ۱۲ اردیبهشت ۹۸ در دانشکده فیزیک دانشگاه صنعتی شریف برگزار می‌شود. محل سخنرانی‌ها در سالن دکتر جناب واقع در زیر زمین دانشکده فیزیک می‌باشد.

ثبت نام: ثبت نام از ساعت ۸:۰۰ تا ۸:۳۰ صبح در طبقه همکف دانشکده فیزیک انجام می‌شود. میزهای ثبت نام بر اساس حروف الفبا چیده شده‌اند.

افتتاحیه: پس از ثبت نام و قبل از شروع رسمی سخنرانی‌های علمی، مراسم کوتاه افتتاحیه برگزار می‌شود.

گواهی شرکت: کسانی که ثبت نام می‌کنند گواهی پرداخت هزینه را به همراه بسته کنفرانس دریافت می‌کنند. گواهی مربوط به ارائه در کنفرانس در ساعت مربوط به ارائه پوستر در جلو پوسترها به فرد ارائه دهنده داده می‌شود. ارائه دهندگان شفاهی گواهی ارائه را از ساعت ۱۵:۳۰ از میز ثبت نام دریافت می‌کنند.

ارائه پوسترها: پوسترها از ساعت ۱۵:۰۵ تا ۱۶:۴۰ ارائه می‌شوند. لازم است ارائه دهندگان در ساعات صبح پوستر خود را در محلی که بر اساس شماره پوستر مشخص شده است، نصب کنند. پوسترها با چسب شفاف بر روی نوارهای چوبی روی دیوار نصب می‌شوند. حضور ارائه دهندگان برای ارائه پوستر در این زمان الزامی است. تاکید فراوانی در این کنفرانس بر جلسه ارائه پوستر و فضای پرسش و پاسخ در آن وجود دارد.

ارائه‌های شفاهی: سخنرانان کنفرانس لازم است که در ساعت مقرر حتما برای ایراد سخنرانی حاضر باشند. ضروری است در ساعات استراحت سخنرانان فایل خود را بر روی کامپیوتر قرار دهند و از درستی نمایش فونت‌ها و غیره مطمئن شوند.

ناهار و نماز: ناهار در رستوران دانشگاه واقع در طبقه ۴ سلف (سالن پردیسان) سرو خواهد شد. شرکت کنندگان با ارائه کارت کنفرانس، بسته ناهار را دریافت می‌کنند. مسجد در ضلع جنوبی دانشگاه و در نزدیکی دانشکده فیزیک واقع است (لطفاً به نقشه رجوع شود).

دستگاه خودپرداز بانک: بانک‌های متعددی در داخل دانشگاه دستگاه خودپرداز (ATM) نصب کرده‌اند (لطفاً نقشه را ببینید). بانک ملت یک شعبه در سر در ورودی دانشگاه و نیز یک باجه در داخل دانشگاه (خیابان دانشگاه تقریباً روبروی خیابان دانشجو) دارد. بانک تجارت باجه‌ای در مجاورت ساختمان بهداری دانشگاه دارد. در بیرون دانشگاه در خیابان آزادی نیز تعداد زیادی بانک وجود دارد.

برنامه کنفرانس:

ثبت نام				۸:۳۰-۸:۰۰
افتتاحیه				۸:۳۰-۹:۰۰
دانشگاه تهران	دکتر یاسر عبدی	Invited talk :Carrier Transport in Organic Solar Cells	O.1	۹:۰۰-۹:۳۵
دانشگاه تربیت مدرس	ارشاد پروازیان	بهینه‌سازی پرینت لایه پروسکایت با کنترل کشش سطحی جوهر ارشاد پروازیان، امیر عبدالله زاده، مهدی دهقانی، نیما تقوی نیا	O.2	۹:۳۵-۹:۵۰
دانشگاه صنعتی شریف	دکتر کاملیا رامین افشار	ساخت سلول‌های خورشیدی پروسکایتی پایدار بر پایه کربن بدون استفاده از مواد انتقال دهنده حفره کاملیا رامین افشار ، محمد رضا محمدی ، پاناگیوتیس لیانوس	O.3	۹:۵۰-۱۰:۰۵
پژوهشگاه دانش‌های بنیادی	دکتر علی دبیریان	بهینه‌سازی عددی لایه باز ترکیب میانی در سلول‌های خورشیدی تاندم سیلیکن پروسکایت بهروز افتخاری نیا، حسین پزشکی، علی دبیریان	O.4	۱۰:۰۵-۱۰:۲۰
دانشگاه تبریزی	پریا نیکجوی تبریزی	بررسی اثر دما روی کارکرد سلول خورشیدی نقاط کوانتومی پریا نیکجو، زینب ابراهیم‌پور و اصغر عسگری	O.5	۱۰:۲۰-۱۰:۳۵
پذیرایی				۱۰:۳۵-۱۱:۰۰
دانشگاه یزد	دکتر عباس بهجت	Invited talk: Improved stability of perovskite solar cells towards humidity via interface engineering	O.6	۱۱:۰۰-۱۱:۳۵

دانشگاه صنعتی شریف	دکتر راحله محمدپور	بررسی اثر همبستگی الکتریکی-یونی در شکل افت ولتاژ مدار باز سلول‌های خورشیدی پروسکایت فیروزه عبادی، مسعود آریانپور، راحله محمدپور و نیما تقوی نیا	O.7	۱۱:۳۵ – ۱۱:۵۰
دانشگاه تربیت مدرس	دکتر فرزانه عرب‌پور	ساخت ماژول سلول خورشیدی پروسکایتی با مساحت 100 cm^2 برپایه انتقال دهنده حفره پلیمری فرزانه عرب‌پور رق آبادی، علی شکراله زاده طهرانی، بهرام عبدالحی نژند، مسعود پاینده، وحید احمدی	O.8	۱۱:۵۰ – ۱۲:۰۵
دانشگاه شهید بهشتی	دکتر محسن عامری	Photophysics of Water- based Organic Solar Cells: A Nanoparticulate (NP) Organic Solar New Horizon in Ecofriendly Ink Mohsen Ameri, Ezeddin Mohajerani, Mathew Dastoor, Daniel Elkington, Griffith, Paul Dickinson Feridoun Samavat, Michael	O.9	۱۲:۰۵ – ۱۲:۲۰
ناهار، نماز و استراحت				۱۲:۳۵ – ۱۴:۰۰
دانشگاه زنجان	دکتر هاشم شهرسوند	Invited Talk: Molecularly Engineered Sensitizes and HTMs for DSSC and PSC	O.10	۱۴:۰۰ – ۱۴:۳۵
دانشگاه تربیت مدرس	مریم عالی دائی	روش نوری جدید برای غیرفعال کردن نقص های موجود در سلول های خورشیدی پروسکایتی تخریب شده به منظور احیا و افزایش بازده سلول خورشیدی سیده مریم موسوی ، فرزانه عربپور رق آبادی ،مریم عالی دائی ، نسیم منصور رضایی فومنی ، وحید احمدی و سید مجتبی صدرعاملی	O.11	۱۴:۳۵ – ۱۴:۵۰
دانشگاه اراک	دکتر اعظم خراسانی	کاربرد لایه نانوذره ای CuInS_2 به عنوان HTM در سلول های خورشیدی پروسکایتی	O.12	۱۴:۵۰ – ۱۵:۰۵
ارائه پوسترها				۱۵:۰۵ – ۱۶:۴۰

دانشگاه صنعتی خواجه نصیر	دکتر محمود صمدپور	ساخت پوشش سیلیکونی به منظور افزایش پایداری سلول خورشیدی پروسکایتی در برابر رطوبت و حرارت مهسا حیدری ، محمود صمدپور ، نیما تقوی نیا	O.13	۱۶:۴۰ – ۱۶:۵۵
دانشگاه صنعتی شریف	دکتر سارا مشحون	بررسی عملکرد سلول خورشیدی پروسکایتی با الکترو د کربنی لمینیت سارا مشحون، مهسا حیدری، الهام باغستانی، فریبا تاج آبادی، نیما تقوی نیا	O.14	۱۶:۵۵ – ۱۷:۱۰
دانشگاه صنعتی شریف	حسین طاهریان فرد	کنترل هسته زایی و کریستالیزیشن در فرایند تشکیل لایه پروسکایت با تغییر دمای آنتی سالونت حسین طاهریان فرد ، مهدی ملک‌شاهی بیرانوند ، نیما تقوی نیا و فریبا تاج آبادی	O.15	۱۷:۱۰ – ۱۷:۲۵

شماره	عنوان مقاله	نویسندگان
P.1	بررسی ارتباط ناشناخته اندازه ذرات، نقص‌های یونی، فیزیک قطعه و عملکرد سلول‌های خورشیدی پروسکایتی	مشهود غفارکنی، دکتر ناصر صفری، دکتر محسن عامری، دکتر عزالدین مهاجرانی، سید علی علوی، رضا طاهری، نازنین احمدی
P.2	بهبود بازدهی و فاکتور پر شوئندگی سلول خورشیدی پروسکایتی برپایه مهندسی فصل مشترک	فرزانه سادات قریشی، وحید احمدی و رضا پورصالحی
P.3	مقایسه اثر دمای پخت لایه پروسکایت بر عملکرد سلول خورشیدی پروسکایتی بدون انتقال دهنده حفره با زیرلایه های اکسید تیتانیوم و اکسید زیرکونیوم	مهدی شریفی اردانی، محمود برهانی زرنیدی، ناصر جهانبخشی زاده، فریده کیوانی هفشجانی، علی اکبر دهقانی تفتی
P.4	بررسی ساختارمسطح کربازولی به عنوان ماده منتقل کننده حفره در سلول‌های خورشیدی حالت جامد	حسین آهنگر، اسماعیل شیبانی
P.5	بررسی اثر کمپلکس‌های زیرکونیوم بر سلول‌های خورشیدی پروسکایتی	مهسا صیف پناه، مریم رنجبر و محمد عابدی
P.6	بررسی رنگدانه‌های طبیعی جدید در ساخت سلول‌های خورشیدی رنگدانه‌ای	صابر فرجامی شایسته، مرتضی پیشقدم چنانی
P.7	بررسی اثر نسبت ترکیبات کاتیون (FAI & MAI) در سلول‌های خورشیدی پروسکایتی و اصلاح آن توسط آلایش با پلیمر PEG	فاطمه دوست حسینی، عباس بهجت و علی کریمی زارچی
P.8	بررسی و ساخت سلول خورشیدی پروسکایتی شامل چند کاتیون و آنیون و کاربرد NiO در آن	علی کریمی زارچی، عباس بهجت و فاطمه دوست حسینی
P.9	بررسی اثر افزودن سزیم بر پایداری رطوبتی سلول خورشیدی پروسکایتی برپایه $FAPbI_3$	ابراهیم یزدی، عباس بهجت، فرزانه ولی پور و نعیمه ترابی
P.10	نقش سامانه‌ی خلاء در بهبود مورفولوژی لایه پروسکایتی و عملکرد سلول خورشیدی حاصل از آن برای لایه‌نشانی به روش چاپ منیسکوس	ارشاد پروازیان، امیر عبدالله زاده، مهدی دهقانی و نیما تقوی نیا
P.11	بررسی اثر نانوذرات فلزی و الگوریتم بهینه‌سازی ازدحام ذرات برای بهبود جذب سلول خورشیدی نانو ساختار پلاسمونیک	مریم فتح الهی، علی میر و علی فرمانی
P.12	افزایش محدوده جذب نور مرئی و کنترل نوترکیبی الکترون-حفره در سلول‌های خورشیدی حساس شده با نقاط کوانتومی CdS به وسیله آرایش‌های متفاوت از لایه‌نشانی نقاط کوانتومی CdSe	مریم استادابراهیم و حسین دهقانی
P.13	افزایش بیش از ۲ و ۲,۵ برابری بازده سلول‌های خورشیدی برپایه نقاط کوانتومی CdS با استفاده از نقاط کوانتومی خارجی SnS و SnSe	مریم استادابراهیم و حسین دهقانی

شماره	عنوان مقاله	نویسندگان
P.14	جاذب خورشیدی پلازمونیکی بسیار پهن باند و مستقل از پلاریزاسیون	سمیرا مهرابی، عباس ظریفکار و علی فرمانی
P.15	شبیه‌سازی سلول خورشیدی لایه نازک InAlAs/AlAsSb با لایه تونلی InAs با استفاده از نرم افزار Silvaco-TCAD	امید محمدی آغجه قلعه، اصغر اسمعیلی
P.16	مقایسه‌ی پایداری حرارتی سلول خورشیدی پروسکایتی مرجع MAPbI ₃ و سلول پروسکایتی ترکیبی FA _{0.85} CS _{0.15} PbI ₃	فرزانه ولی پور، عباس بهجت، ابراهیم یزدی، نعیمه ترابی
P.17	تهیه فیلم Cu ₂ ZnSnS ₄ بوسیله پرینت دکتر بلید و جوهر ساخته شده با روش میکروویو	مهناز کرباسی، سعید باغشاهی، نسترن ریاحی نوری، روزبه سیاوش موخر
P.18	ساخت نانولوله‌های اکسید تیتانیوم به روش آندایز شتاب‌دار و بررسی خواص فتوولتائیک آن‌ها	معصومه خانی، محمد نورمحمدی، وجیهه عسگری بهجت آبادی
P.19	نقش بازیابی فوتون بروی ولتاژ مدار باز سلول خورشیدی پروسکایتی	علی غلام‌پور، مهدی انصاری‌راد
P.20	غیر فعال کردن نقص سطح مشترک در سلول خورشیدی پروسکایتی مزومتخلخل با استفاده از اصلاح لایه انتقال دهنده حفره پلیمری	مریم عالی دائی، فرزانه عرب پور رق‌آبادی، وحید احمدی، مرتضی ایزدی فرد، محمد ابراهیم قاضی
P.21	طراحی لایه انتقال دهنده الکترون برای بهبود عملکرد دیود نورگسیل پروسکایتی	طاهره اشجاری، فرزانه عرب‌پور، وحید احمدی
P.22	مشخصه‌یابی و بررسی ساختار سلول خورشیدی بر پایه ی پروسکایت CH ₃ NH ₃ PbI ₃ با استفاده از روش و مواد نیمه صنعتی	جواد موحدی، امید ملکان
P.23	Preparation new nanocomposite of polyaniline nanofibers/titanium dioxide nanoparticles (PANINFs/TiO ₂ NPs) and its application in hybrid solar cell	Mazaher Yarmohamadi-Vasela, Ali Reza Modarresi-Alamaa,b, Meissam Noroozifara,b, Mohammad Saeed Hadavic
P.24	ارائه مدل مداری به منظور کاهش خطا در طیف امپدانس سلول خورشیدی پروسکایتی	سجاد کجوری گشینانی، سید مهدی بنی‌هاشمی و فرزانه عرب‌پور رق‌آبادی
P.25	بررسی اثر مشخصات ETL بر سلول‌های خورشیدی پروسکایت با لایه جاذب (FAPbI ₃) _{0.85} (MAPbBr ₃) _{0.15}	نگار مشهدی سیدآبادی، سید مهدی بنی‌هاشمی و علیرضا کاشانی‌نیا
P.26	ساخت سلول خورشیدی رنگدانه‌ای با سنتز نانوذرات اکسید روی	فاطمه قنوتی، تهمینه جلالی و شهریار عصفوری
P.27	سنتز و بررسی نانو ذرات تیتانیوم دی اکسید و اثرات دوپ کردن فلزات عناصر واسطه و لانتانیدها و کاربرد آنها در سلول‌های خورشیدی	ریبوار سلیمانی، محمد جباری، ناصر صفری، پویا طاهای مقدم

شماره	عنوان مقاله	نویسندگان
P.28	بهبود حل‌پذیری و لایه‌نشانی لایه رسانای حفره CuSCN با استفاده از هم‌حلال استونیتریل در سلول‌های خورشیدی پروسکایتی	اعظم خراسانی، مازیار مردنی، نیما تقوی نیا و اعظم ایرجی زاد
P.29	بهبود پارامترهای فتوولتاییک سلول‌های خورشیدی پروسکایتی با استفاده از TiO_2 آلیپده با Al^{3+} به عنوان لایه انتقال دهنده الکترون	عفت مشفق، محمد حسن انتظاری
P.30	طراحی مولکولی انتقال دهنده‌های حفره فنانتروایمیدازول برای استفاده در سلول‌های خورشیدی	سمیه حیدری، سحر مجید نژاد و هاشم شهبوس وند
P.31	اثر کنترل فرآیند محلول‌سازی بر روی تشکیل پروسکایت $\alpha\text{-FAPbI}_3$	مهناز مظفری، عباس بهجت و بی بی فاطمه میرجلیلی
P.32	بررسی اثر ترکیب سرب کلرید با سرب یدید بر عملکرد سلول خورشیدی پروسکایتی ترکیبی بدون انتقال دهنده حفره	فریده کیوانی هفشجانی، محمود برهانی زرندی، عباس بهجت، ناصر جهان بخشی زاده و مهدی شریفی
P.33	بررسی اثر آلییدن نوع n و p بر عملکرد سلول‌های خورشیدی نامتجانس آلی: شبیه سازی و مقایسه با نتایج تجربی	مصطفی آغباشلو، ژیلای علی پناه و حسین مولا
P.34	سلول‌های خورشیدی پروسکایتی با بازده بالا و ارزان قیمت بر پایه انتقال دهنده‌های حفره جدید	نازیلا اصحابی، فاطمه صادقی، هاشم شهبوس وند
P.35	ساخت الکتروود شمارشگر پلی-فنیل-ان دی اکسی-تیوفن) با روش الکتروپلیمریزاسون برای سلول خورشیدی مایع حساس به رنگ	اسماعیل شیبانی، جینبائوزانگ
P.36	بررسی اثر استفاده از لایه فشرده منیزیم اکساید-تیتانیوم دی اکساید به عنوان سدکننده حفره در سلول‌های خورشیدی پروسکایتی	مریم دهقان، عباس بهجت
P.37	بررسی اثر چگالی تله‌های سطحی بر عملکرد سلول‌های خورشیدی پروسکایتی بر پایه MAPbI_3	بیتا طاهری، مصطفی آغباشلو و حسین مولا
P.38	بررسی خواص ساختاری، اپتیکی و الکتریکی لایه‌های In_2S_3 لایه نشانی شده به روش اسپری پیرولیز به عنوان لایه انتقال دهنده الکترون در سلول‌های خورشیدی	مریم هاشمی، مریم حیدری، مهدی دهقانی، سیدمحمدباقر قریشی، نیما تقوی نیا، سیدمحمد مهدوی
P.39	بهینه‌سازی ضخامت لایه بافر CdS در سلول‌های خورشیدی CIGS بادر نظر گرفتن اثرات محل اتصال با جاذب و نقص‌ها	مهران مین باشی، مریم هاشمی، احمد مشاعی، محمدباقر قرشی
P.40	اصلاح سطحی فیلم پروسکایت با استفاده از ضدحلال آلیپده شده با گرافداین	زهرا میرزاجانی، مهسا حیدری، یاسر عبدی، نیما تقوی نیا، عبدالرضا کرباسی، فاطمه هوشمند
P.41	ساخت سلول خورشیدی با لایه جاذب پروسکایت با غلظت‌های مختلف متیل آمونیوم یدید	رامین اسدی، محمدرضا زمانی میمیان و راضیه کشتمند

شماره	عنوان مقاله	نویسندگان
P.42	بهینه‌سازی لایه SnO_2 به عنوان لایه انتقال دهنده‌ی الکترون در سلول خورشیدی پروسکایتی	فاطمه محمدخانی، سیروس جوادپور و نیما تقوی نیا
P.43	افزایش بازدهی سلول‌های خورشیدی مبتنی بر نانومیله های ZnO حساس شده با نقاط کوانتومی PbS	سعید بیگ زاده، مسعود مهرابیان
P.44	شبیه‌سازی سلول خورشیدی پروسکایت نانوساختار مبتنی بر لایه بسیارنازک Cu_2O به عنوان یک ماده انتقال دهنده حفره مناسب	اصغر ریسمن چی، وحید متقی طلب، اکبر خداپرست حقی
P.45	بررسی اثر لایه انتقال دهنده حفره PEDOT:PSS بر مشخصه‌های سلول خورشیدی پلیمری وارون	معصومه نادری، مرتضی زرگرشوستری
P.46	آنالیز پایداری نانوذرات کالکوژنی با استفاده از طیف‌سنجی UV-Vis	روح اله خسروشاهی، نیما تقوی نیا و مجتبی باقرزاده
P.47	بررسی اثر پارامترهای فیزیکی بر نموده‌های ماکروسکوپیک سلول خورشیدی پروسکایتی به منظور بهینه‌سازی آن با استفاده از نرم افزار SCAPS-1D	زهره منفرد، حسن فاطمی امام غیث، حمید رضا مشایخی
P.48	Study and fabrication of perovskite solar cells using $\text{TiO}_2/\text{SnO}_2$, TiO_2/WO_3 and SnO_2/WO_3 bilayer structures as the alternative electron transport layers: a comparison between all bilayer types	Mozhgan Kazemzadeh Otoufi, Mehdi Ranjbar, Ahmad Kermanpur, Nima Taghavinia, Mahsa Heidari
P.49	بررسی تاثیر نسبت I:Br در سلول‌های پروسکایتی مزوپروس $\text{CH}_3\text{NH}_3\text{PbBr}_x\text{I}_y$	شیمه سوسنی، زهرا دهقانی، زهره شادرخ، نیره سادات موسوی
P.50	بررسی روش لایه‌نشانی لایه جاذب پروسکایت بر عملکرد سلول‌های خورشیدی پروسکایتی	فرزانه حاذقی، سید محمدباقر قریشی
P.51	بررسی اثرات عیوب بروی عملکرد سلول‌های خورشیدی آلی	محمد معالی، غلام حسین حیدری
P.52	تاثیر نقره بر روی عملکرد فتو الکتروشیمیایی نانوکامپوزیت نانوذرات تیتانیوم دی‌اکسید-نقاط کوانتومی گرافن در واکنش شکافت آب	حلیمه السادات سجادی زاده، الهه گوهرشادی و حسین احمدزاده
P.53	شبیه سازی اپتیکی و بررسی تأثیر لایه انتقال دهنده حفره بر عملکرد سلول خورشیدی پروسکایتی	فرهاد جهان تیغ، سید محمد باقر قریشی
P.54	مواد انتقال دهنده حفره جدید و مؤثر بر پایه مشتقات فنانترن ۹ و ۱۰ دیون برای سلول های خورشیدی پروسکایتی آلی - معدنی	سحر مجیدی نژاد و هاشم شهروس‌وند
P.55	بررسی تاثیر ولتاژ بایاس بر خواص الکتریکی، خواص اپتیکی و مورفولوژی سطح لایه‌های نازک اکسید روی تهیه شده به روش کندوپاش مغناطیسی	مرضیه یزدان شناس، راضیه کشتمند و محمدرضا زمانی میمیان

شماره	عنوان مقاله	نویسندگان
P.56	اثر استفاده از $mTiO_2$ اصلاح شده با RGO و $C60$ روی پارامترهای فتوولتاییک سلول‌های خورشیدی پروسکایتی بدون انتقال دهنده‌ی حفره	ناصر دهقان، عباس بهجت، حمید رضا محسنی، مسعود دهقانی پور و فاطمه دوست حسینی
P.57	ساخت سلول خورشیدی CZTS رولایه دما-پایین مبتنی بر محلول	مریم حقیقی، امیرحسین چشمه خاور، مریم حیدری، فریبا تاج آبادی، سید محمد مهدوی و نیما تقوی نیا
P.58	سنتز و بهینه‌سازی نانوجوهر آبی $CuInS_2$ بسیار پایدار و به‌کارگیری آن برای ساخت لایه جاذب به روش اسپری	مریم حیدری رامشه، مریم حقیقی رکنی، سیدمحمد مهدوی و نیما تقوی نیا
P.59	سنتز و بهینه‌سازی جوهر نانوذرات نیمه‌هادی Cu_2SnS_3 به عنوان لایه انتقال دهنده حفره (HTL) در سلول‌های خورشیدی پروسکایتی	مطهره میرحسینی، مریم حیدری، کریم عبدی زاده، سیدمحمد مهدوی، نیما تقوی نیا
P.60	ساخت سلول خورشیدی پروسکایتی نیمه شفاف با الکتروکود نانوسیم‌های نقره	مصطفی غلامی، مهسا حیدری، علی امیری زرنندی، حسین طاهریان فر، فریبا تاج آبادی، نیما تقوی نیا، و علیرضا مشفق
P.61	بررسی مشخصه‌های فتوولتاییک سلول‌های خورشیدی پروسکایتی بدون سرب: اثر جانشینی جزئی روبیدیم در ساختار پروسکایت دوفلزی غیرآلی $Cs_2AgBiBr_6$	فهیمة سکاکی، محمود رضایی رکن آبادی، هادی عربی، Feng, Wang Feng Gao
P.62	بررسی عملکرد گرافن اکساید در سلول خورشیدی پروسکایتی سه کاتیون به عنوان لایه‌ی انتقال دهنده حفره در ساختار مستقیم	رأفت رفیعی راد، بهرام عزیزالله گنجی و نیما تقوی نیا، فریبا تاج آبادی، زهرا آبادی
P.63	مهندسی لایه‌های انتقال دهنده بار به منظور بهبود پایداری سلول خورشیدی پروسکایتی با ساختار مسطح	علی ثانی، عباس بهجت، مسعود نعمت الهی، نعیمه ترابی
P.64	سوپرامولکولهای بر پایه ی پلی- (هگزیل تیوفن) فضاویژه و نانولوله های کربنی برای بهبود عملکرد سلول های خورشیدی پلیمری	علی همدست، سمیرا آقبلاغی و محمد ضیغمی
P.65	نانوصفحه‌های گرافنی ساندویچ شده بین لایه‌های پلی- (هگزیل تیوفن) نظم‌یافته و کاربرد آنها در سلول‌های خورشیدی پایه پلیمری	محمد ضیغمی، سمیرا آقبلاغی و علی همدست
P.66	استفاده از آنتی‌اکسیدانت در ساخت سلول‌های خورشیدی پروسکایتی بر پایه قلع	محمد مظلوم اردکانی، حمیده محمدیان سرچشمه
P.67	بهینه‌سازی سلول خورشیدی آلی با ساختار معکوس بر پایه BCP آلاییده شده با فولرن به عنوان لایه انتقال دهنده الکترون	Fatemeh Jafari, Abbas Behjat, Bhushan R. Patil, Fatemeh Mohtaram, H.-G. Rubahn and Morten Madsen

شماره	عنوان مقاله	نویسندگان
P.68	اثر بازپخت لایه انتقال دهنده الکترون TiO_2/CdS بر کارایی سلول خورشیدی بر پایه MAPbI_3	محمود برهانی زرندي، حجت امراللهی بیوکی
P.69	افزایش راندمان پنل های فوتوولتاییک به همراه ردیابی هوشمند با کنترلر AVR و لنز فرزنل	معراج رجایی، سپیده اعرابیان، مهتا مه‌آبادی
P.70	بررسی اثر گردو غبار بر بازده سلول‌های خورشیدی و ارائه سیستم الکترواستاتیک برای بهبود عملکرد سلول خورشیدی	معراج رجایی، کردستان چلاسی، مریم کرم نیا
P.71	سلول خورشیدی با لایه فعال توده‌ای ناهمگن پلی آنیلین/ نانو لوله کربنی: تاثیر نانولوله کربنی در بازده سلول	زینب جراحی، رضا چاره خواه و غلامعلی فرزی
P.72	لایه‌نشانی اکسید روی آلاییده با آلومینیوم به روش کندوپاش و بررسی اثر بازپخت دمایی بر بهبود خواص الکتریکی آن	زهرا رجبی، مهرداد مرادی، مصطفی زاهدی‌فر
P.73	بررسی ضخامت اپتیکی لایه میانی ETL بر عملکرد سلول خورشیدی پروسکایتی	پگاه شیري، غلامحسین حیدری
P.74	Effect of P–I–N-type perovskite layer parameters on performance of solar cells by the device simulator SCAPS	نازیلا ضرابی نیا، رضا رسولی و عزالدین مهاجرانی
P.75	بررسی انتقال بار در سلول‌های خورشیدی پروسکایتی مبتنی بر نانوساختارهای ترکیبی	کامیار برکاتی، دکتر احمد مشاعی، زهرا باقری، سارا عباسیان
P.76	بررسی پایداری سلول‌های خورشیدی پروسکایتی با استفاده از بهینه‌سازی لایه نشانی پلیمر آب گریز	نفیسه عیدی محمدی، محمد علی ملکی و هاشم شهبوس وند
P.77	ساخت سلول‌های خورشیدی حساس شده با رنگدانه‌های استخراج شده از جلبک‌های دریایی خلیج فارس	ملیحه گلشن، شهریار عصفوری، رضا آذین و ته‌مین جلالی
P.78	بهبود کارایی سلول‌های خورشیدی پروسکایتی بدون لایه انتقال دهنده حفره با آلایش لایه TiO_2 متخلخل با مواد برپایه گرافن	حمیدرضا محسنی، عباس بهجت، مسعود دهقانی‌پور و ناصر دهقان
P.79	کنترل مورفولوژی در سلول‌های خورشیدی نانوکامپوزیت پلی آنیلین/نانولوله کربنی به منظور افزایش بازدهی	غلامعلی فرزی، رضا چاره خواه و زینب جراحی
P.80	بررسی کارایی سلول خورشیدی پلیمری با استفاده از لایه نانوالیاف ZnO	فاطمه محترم، صدیقه برهانی، عباس بهجت، Fojan Peter, Morten Madsen
P.81	بررسی برهمکنش رنگ و الکترولیت کبالت روی عملکرد سلول خورشیدی حساس به رنگ	زهرا پارسا، ناصر صفری
P.82	تاثیر حلال‌های مختلف روی لایه‌ی انتقال دهنده‌ی الکترون زینک اکساید در سلول‌های خورشیدی پروسکایتی	حمیده احمدی، محسن عامری، ناصر صفری، عزالدین مهاجرانی

شماره	عنوان مقاله	نویسندگان
P.83	سنتز و مشخصه‌یابی ترکیب $\text{Cs}_2\text{CuBiBr}_6$ به عنوان لایه جاذب نور با هدف کاربرد در سلول‌های خورشیدی پروسکایتی	زهره سلیمی
P.84	بررسی ساختار نواری الکترونی نانورقه‌های نیترا ت آلومینیوم برای استفاده در سلول‌های خورشیدی	اسماعیل پاکیزه
P.85	بررسی اثر ژرمانیوم بر گاف انرژی نانولوله‌های اکسید مس برای استفاده در سلول‌های خورشیدی	اسماعیل پاکیزه
P.86	بررسی و مقایسه پایداری سلول‌های خورشیدی نانوساختار پروسکایت سه کاتیونه در شرایط ایده‌آل و واقعی	رضوان هوشمندفر، مجتبی رحیمی و محمد ثابت
P.87	ساخت سلول خورشیدی نانوساختار پروسکایت سه کاتیونه و بهبود عملکرد آن با استفاده از گرافن	نجمه عاطفت‌دوست، مجتبی رحیمی، حمیدرضا باغشاهی و مهدی دهقانی
P.88	کاهش دما و افزایش راندمان پنل خورشیدی سیلیکونی با استفاده از نانو پوشش اپتیکی سه لایه $\text{TiO}_2/\text{Ag}/\text{TiO}_2$	کامبیز دهقانی، مجتبی رحیمی، سید محمد باقر مرعشی و سوده جمالی
P.89	بررسی عملکرد پنل‌های فتوولتائیک نانوساختار CIGS نسبت به پنل‌های سیلیکونی	مهدی هادی زاده، مجتبی رحیمی، حمیدرضا باغشاهی، مهدی دهقانی و سیدمحمدباقر مرعشی
P.90	بهینه‌سازی لایه CdS با استفاده از آمین‌ها به منظور افزایش کارایی سلول‌های خورشیدی حساس شده با نقاط کوانتومی $\text{ZnSe}/\text{CdS}/\text{CdSe}/\text{ZnSe}$	زهره عسگری فرد و حسین دهقانی
P.91	افزایش بازده سلول‌های خورشیدی حساس شده با نقاط کوانتومی در ساختار آبخاری فوتوآند $\text{ZnSe}/\text{PbS}/\text{CdS}/\text{CdSe}/\text{ZnSe}$	زهره عسگری فرد و حسین دهقانی
P.92	ارتباط بین اندازه و آرایش لایه‌های نانوذرات تیتانیوم اکسید بر روی مکانیزم انتقال الکترون در سلول‌های خورشیدی حساس شده به رنگ	پویا طاهای، میثم باباپور گل افشانی، ناصر صفری

چکیده مقالات

Carrier Transport in Organic Solar Cells

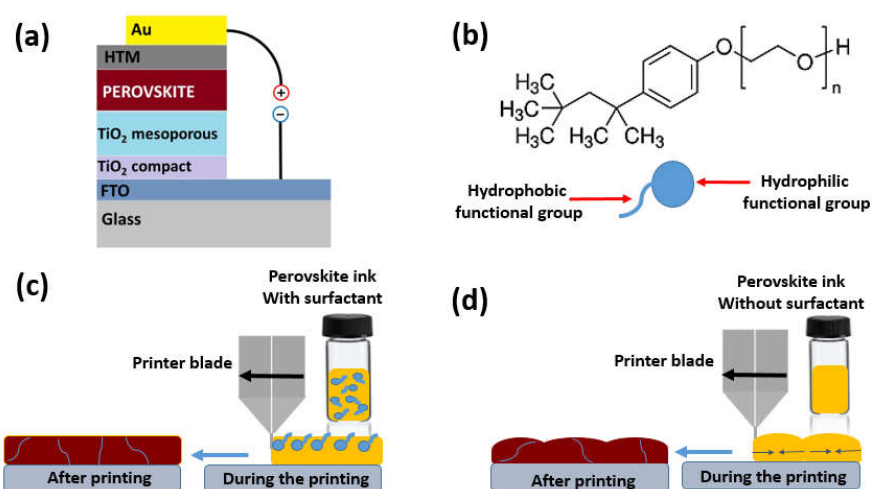
یاسر عبدی

دانشگاه تهران، دانشکده فیزیک

پرینت لایه فعال پروسکایتی و بهبود عملکرد آن به کمک ماده فعال سطحی

ارشاد پروازیان^۱، امیر عبدالله زاده^۱، مهدی دهقانی^۲ و نیما تقوی نیا^۲^۱ دانشگاه تربیت مدرس، دانشکده فنی و مهندسی^۲ دانشگاه صنعتی شریف، دانشکده فیزیک

روش های لایه نشانی ابعاد بزرگ امروزه به شدت مورد توجه پژوهشگران به منظور جایگزینی با روش مرسوم لایه نشانی چرخشی می باشد. از مهمترین چالش های پیش رو در زمینه ی لایه نشانی لایه ی جاذب پروسکایتی در ابعاد بزرگ، عدم امکان کنترل مورفولوژی لایه با ساختار کریستالی مناسب و همچنین عدم امکان استفاده از ماده ضد حلال می باشد. در این پژوهش، ما روش چاپ همراه با سامانه ی خلاء بدون استفاده از ماده ی ضد حلال را پیشنهاد داده ایم. به این منظور، تمامی پارامترهای دستگاه چاپگر شامل نرخ لایه نشانی، فاصله هد از دستگاه، میزان پیشماده پروسکایتی و ... مورد بررسی قرار گرفته و نهایتاً لایه ی جاذب با ضخامت (۴۸۰ نانومتر) و مورفولوژی بهینه دیسکی شکل حاصل شده است. از طرفی، به کمک اضافه کردن ماده فعال سطحی Triton-X100 درون جوهر پیشماده، علاوه بر بهبود کشش سطحی، عملکرد اپتیکی لایه ها نیز بهبود یافت. در نهایت بازده تبدیل سلول خورشیدی پروسکایتی بدست آمده با این روش از ۱۱/۲٪ به ۱۵/۱٪ افزایش پیدا کرد.



شکل ۱: شماتیک از (الف) ساختار سلول خورشیدی پروسکایتی، (ب) فرمول شیمیایی ماده فعال سطحی تریتون X-100 و روش چاپ جوهر پروسکایتی (ج) با و (د) بدون استفاده از ماده فعال سطحی.

ساخت سلول‌های خورشیدی پروسکایتی پایدار بر پایه کربن بدون استفاده از مواد انتقال دهنده حفره

کاملیا رامین افشار^۱، محمد رضا محمدی^۲، پاناگیوتیس لیانوس^۳

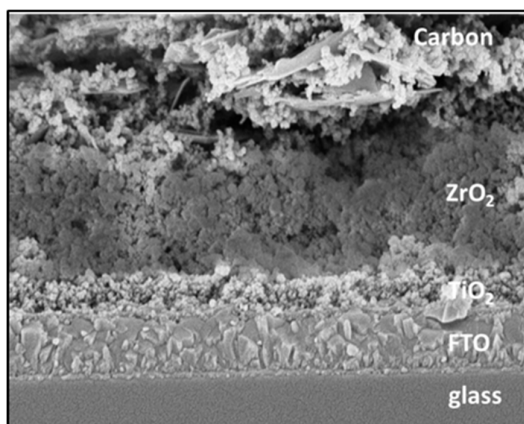
۱- دانشکده مهندسی و علوم - مهندسی مواد و نانو فناوری، دانشگاه صنعتی شریف پردیس بین الملل کیش

۲- دانشکده مهندسی و علم مواد، دانشگاه صنعتی شریف

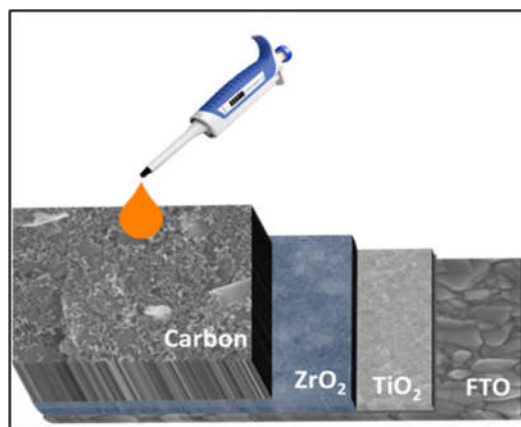
۳- دانشکده مهندسی شیمی، دانشگاه پاتراس

۴- شرکت مهندسی و بازرگانی مواد و توسعه انرژیهای تجدید پذیر آرتینا

سلول های خورشیدی پروسکایتی بر پایه کربن توسط چاپ سه بعدی لایه های متخلخل از تیتانوم، زیرکونیا و کربن بدون لایه حمل کننده حفره و از طریق تزریق محلول پروسکایت به داخل لایه ها ساخته شده است. بازده سلول با تغییر ضخامت سه لایه و ترکیب خمیرهای مورد استفاده برای چاپ روی صفحه بهبود داده شده است. طیف سنجی امپدانس الکتروشیمیایی به عنوان راهنمایی در جستجو برای بهبود ضخامت لایه ها استفاده شد. تمام مراحل ساخت و آزمایش سلول ها تحت شرایط محیطی و رطوبت ۲۰-۳۰٪ در معرض هوای محیط انجام شده و محافظتی روی سلول وجود نداشت و بازده ۱۰,۷٪ بدست آمد. تمام سلول ها دارای ثبات قابل توجهی هستند (بیش از ۳۲۰۰ ساعت) که به دلیل خاصیت محافظت کربن در مقابل رطوبت حاصل شده است.



شکل ۲: سطح مقطع یک سلول ساخته شده و تزریق شده با پروسکایت



شکل ۱: طراحی لایه های به کار رفته در سلول

بهینه‌سازی عددی لایه باز ترکیب میانی در سلول‌های خورشیدی تاندم سیلیکن پروفسکایت

بهروز افتخاری نیا، حسین پزشکی، علی دبیریان*

پژوهشکده فیزیک، پژوهشگاه دانشهای بنیادی، تهران، ایران

*dabirian@ipm.ir

سلول‌های خورشیدی تاندم سیلیکن پروفسکایت پتانسیل رسیدن به بازدهی بیش از ۳۰ درصد در مقیاس صنعتی را دارند. این سلول‌ها از ترکیب یک سلول سیلیکن کریستالی و یک سلول پروفسکایتی ساخته می‌شوند که در آنها سلول سیلیکونی نقش زیر لایه را برای ساخت سلول پروفسکایتی را دارد. یکی از چالشهای طراحی این سلولها، انتخاب لایه باز ترکیب میانی مناسب است که بتواند نور خورشیدی را به میزان مساوی بین دو سلول سیلیکونی و پروفسکایتی تقسیم کند تا بازدهی سلول تاندم بیشینه شود. چالش مدلسازی این سلول‌ها در مقیاس های متفاوت ابعاد دو سلول می باشد. سلول سیلیکونی معمولاً از ویفر با ضخامت چند صد میکرونی ساخته می شود در حالی که لایه های اتصال آن و مضافاً لایه های سلول خورشیدی پروفسکایتی در مقیاس نانو متری هستند.

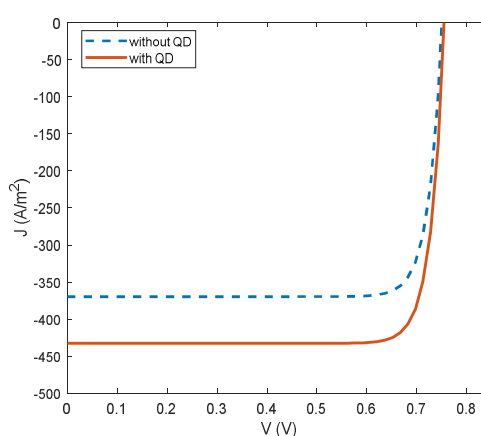
ما مدلی الکترومغناطیسی با ترکیب شبیه سازی عددی المان محدود و یک روش تحلیلی ارایه می کنیم که قابلیت مدلسازی تمام موج سلولهای خورشیدی تاندم را دارد. با استفاده از این روش لایه میانی سلول خورشیدی تاندم سیلیکن پروفسکایت طراحی شده و بازه های بهینه ضخامت و ضریب شکست برای تحقق شرایط تطبیق جریان بین دو سلول شناسایی شده اند. مضافاً لایه های رسانای شفاف پایه ایندیم و لایه های سیلیکن آمورف به عنوان کاربری لایه باز ترکیب میانی مطالعه و بررسی شده اند. در پایان لایه های نانو ساختاری گنبدی شکل برای افزایش جریان این سلولها بهینه سازی شده اند. در سلول‌های پروفسکایت سیلیکن با هر دو ساختار مستقیم و معکوس جریان‌های تاندم بیش از ۱۸ میلی آمپر بر سانتی متر مربع طراحی شده‌اند.

بررسی اثر دما روی کارکرد سلول خورشیدی نقطه کوانتومی

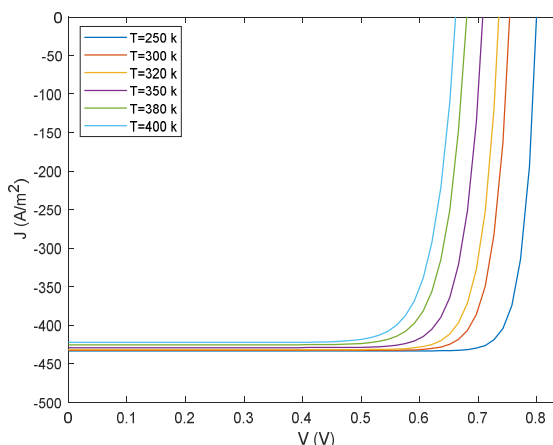
پریا نیکجو تبریزی، زینب ابراهیم‌پور و اصغر عسگری

دانشگاه تبریز، پژوهشکده فیزیک کاربردی و ستاره‌شناسی

امروزه در راستای استفاده از انرژی خورشیدی، رویکرد اساسی استفاده از ساختارهایی است که اکثریت نیازهای بشر را تامین کنند و همچنین هزینه پایینی داشته باشند. در زمینه ساخت سلول‌های خورشیدی، تحقیقات بسیاری انجام گرفته است که با پیشرفت‌های بسیاری نیز روبرو شده است. این پیشرفت با ساخت سلول‌های خورشیدی p-I-n بیشتر خود را نشان داد و در ادامه با افزودن نقاط کوانتومی در ناحیه بار فضایی سلول‌های خورشیدی و در نظر گرفتن کاربردها و ویژگی‌های آن و ایجاد سلول‌های خورشیدی نقاط کوانتومی این پیشرفت تکمیل شد. هدف ما از این تحقیق بررسی اثر دما بر روی کارکرد سلول‌های خورشیدی نقطه کوانتومی می‌باشد. بدین منظور از مدل تحلیلی بر اساس حل معادلات سوق و پخش برای مدلسازی عملکرد سلول خورشیدی مورد مطالعه استفاده کردیم. جریان نوری در مناطق مختلف سلول خورشیدی p-I-n و با در نظر گرفتن محدوده طول موجی ۴۸۰-۸۸۰ نانومتر مورد بررسی قرار گرفت. با در نظر گرفتن بازترکیب سطحی معادلات به صورت تحلیلی حل شد و اثر حضور نقاط کوانتومی از طریق محاسبه ضریب جذب نقطه کوانتومی وارد محاسبات شد. تغییرات حاصل از حضور نقاط کوانتومی بر روی منحنی چگالی جریان-ولتاژ سلول‌های خورشیدی و تاثیر حضور آنها بر عملکرد سلول‌های خورشیدی بررسی شد. اثر تغییر دما روی سلول خورشیدی از طریق محاسبه پارامترهای اساسی سلول خورشیدی شامل جریان اتصال کوتاه، ولتاژ مدار باز، پارامتر پرشدگی و بازده سلول خورشیدی در دماهای مختلف به دست آمد. نتایج نشان می‌دهد که مقادیر جریان اتصال کوتاه و ولتاژ مدار باز و در نتیجه پارامتر پرشدگی و بازده سلول خورشیدی با حضور نقاط کوانتومی در ساختار افزایش می‌یابد. در بررسی تغییرات دمایی بر روی پارامترهای اساسی سلول خورشیدی روند کاهشی با افزایش دما مشاهده شد. در نتیجه، بازده سلول خورشیدی نقطه کوانتومی با افزایش دما روند کاهشی نشان می‌دهد.



شکل ۲: نمودار جریان-ولتاژ برای سلول خورشیدی در حضور نقطه کوانتومی و عدم حضور آن



شکل ۱: نمودار چگالی جریان-ولتاژ برای دماهای مختلف در صورت حضور نقاط کوانتومی

: Improved stability of perovskite solar cells towards humidity via interface engineering

عباس بهجت

دانشگاه یزد، دانشکده فیزیک

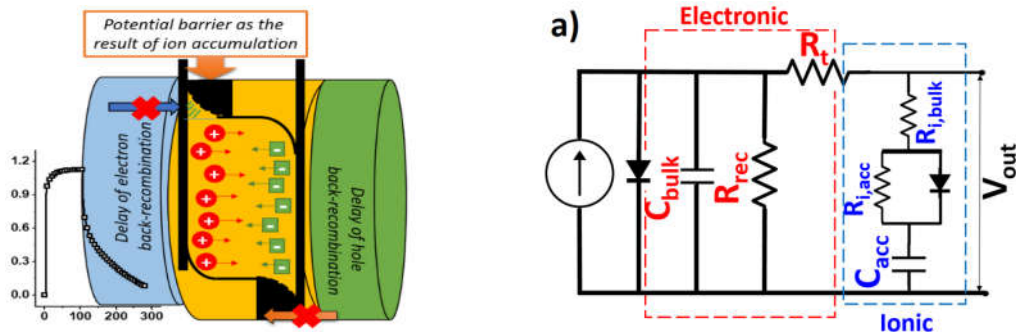
بررسی اثر همبستگی الکتریکی-یونی در شکل افت ولتاژ مدار باز سلول‌های خورشیدی پروسکایت

فیروزه عبادی^۱، مسعود آریانپور^۱، راحله محمدپور^۱ و نیما تقوی نیا^۲

^۱ دانشگاه صنعتی شریف، پژوهشکده علوم و فناوری نانو

^۲ دانشگاه صنعتی شریف، دانشکده فیزیک

در این پژوهش مشخصه یابی صعود و افت ولتاژ مدار باز برای سلول خورشیدی پروسکایتی تک کاتیون و سه کاتیون در دماهای مختلف انجام شده است و بر این اساس مدار الکتریکی-یونی معادل پیشنهاد شده است. نتایج نشان دهنده شکل نامتقارن برای افزایش ولتاژ (از تاریکی به روشنایی) و نیز افت ولتاژ (از روشنایی به تاریکی) است. آنچه در اندازه گیری های تحت زمان ولتاژ مدار باز مشهود است آن است که در اثر وارد شدن یون های فرمامیدیم، سزیوم و نیز برماید به ساختار مرسوم تک کاتیونی MAPbI_3 ، پروفایل افزایش و افت ولتاژ مدار باز تغییرات محسوسی خواهد داشت. برای توصیف این اثر انرژی فعال سازی نقص های یونی اندازه گیری شد؛ نتایج بیانگر این مطلب بود که وارد شدن آنیون ها و کاتیون ها به ساختار تک کاتیونی پروسکایت منجر به افزایش انرژی فعال سازی می شود؛ به این ترتیب که انرژی فعال سازی نقوص یونی در سلول های خورشیدی MAPbI_3 ، $\text{MAPb}(\text{IBr})_3$ و $\text{CsFAMAPb}(\text{IBR})_3$ به ترتیب برابر با ۰.۲۹، ۰.۳۴ و ۰.۵۱ الکترون ولت به دست آمد. برای توصیف عدم تقارن در پروفایل افزایش-افت ولتاژ مدار باز علاوه بر تولید/بازترکیب حامل های بار الکتریکی، انرژی فعال سازی حامل های بار یونی و نیز امکان آزاد شدن آنها در فصل مشترک در نظر گرفته شد و بر این اساس مدار معادل الکتریکی-یونی ارائه شد (شکل ۱). مدار معادل پیشنهادی شامل دو شاخه موازی است. بخش الکتریکی که شامل مقاومت انتقال حامل های بار الکتریکی، مقاومت بازترکیب حامل های بار الکتریکی و نیز خازن توده است؛ بخش یونی شامل مقاومت انتقال نقوص یونی، خازن یونی در نتیجه تجمع یون ها در سطح مشترک پروسکایت با لایه انتقال دهنده الکترون و نیز مقاومت بازگشت یونهای تجمع یافته در سطح مشترک به توده پروسکایت است. نتایج نشاندهنده این مطلب این است که به دلیل انرژی فعال سازی کمتر در ساختار MAPbI_3 ، چگالی یونهای بیشتری در مرز مشترک وجود دارد ولی آزاد شدن یونها با سرعت بیشتری نسبت به پروسکایت سه کاتیونی انجام می شود. حضور یونها در مرز مشترک پروسکایت با لایه انتقال دهنده الکترون منجر به خمش تراز الکتریکی می شود که در نتیجه آن برای بازترکیب حامل های بار سدپتانسیل ایجاد می شود و همین امر منجر به تاخیر در افت ولتاژ مدار باز خواهد شد. به این ترتیب افت ولتاژ مدار باز در سلول های خورشیدی پروسکایتی پدیده ای الکتریکی-یونی بوده و به خالی شدن لایه دوگانه یونی وابسته خواهد بود.



شکل ۲: همبستگی الکتریکی-یونی در سلول های پروسکایت

شکل ۱: مدار معادل الکتریکی-یونی در سلول های خورشیدی پروسکایتی

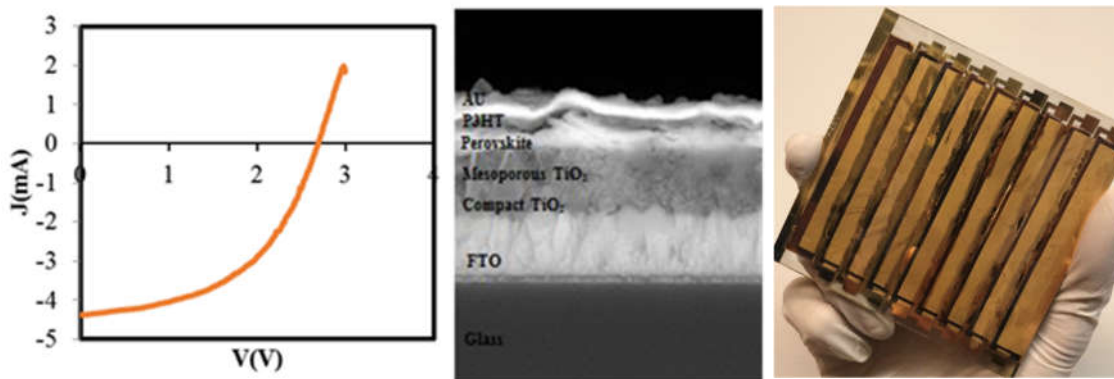
ساخت ماژول سلول خورشیدی پروسکایتی با مساحت 100 cm^2 برپایه انتقال دهنده حفره پلیمری

فرزانه عربپور رق آبادی^۱، علی شکراله زاده طهرانی^۲، بهرام عبدالهی نژند^۲، مسعود پاینده^۲، وحید احمدی^۳

^۱ دانشگاه تربیت مدرس، دانشکده مهندسی شیمی

^۲ دانشگاه تربیت مدرس، دانشکده برق و کامپیوتر

در این تحقیق ماژول‌های سلول‌های خورشیدی پروسکایتی با مساحت ۹، ۲۵ و 100 cm^2 با لایه نشانی به روش محلول ساخته شده است. در این ساختار از پلیمر P3HT بعنوان لایه انتقال دهنده حفره (HTL) و TiO_2 به عنوان لایه انتقال دهنده الکترون استفاده شده است. برای ایجاد طرح و سری کردن سلول‌های تکی در این ماژول‌ها از لیزر Nd:YAG استفاده شده است. در این ماژول‌ها به ترتیب ۳، ۵ و ۹ سلول باهم سری شده اند. شکل ۱ تصویر ماژول ساخته شده و مقطع عرضی یکی از سلول‌های زیرمجموعه را نشان می‌دهد. همانگونه که از تصویر برمی‌آید لایه پروسکایت بین لایه فشرده و مزو از TiO_2 و لایه‌ای با ضخامت 50 nm از P3HT قرار گرفته است. در این ماژول جریان اتصال کوتاه بیشینه ۲۶ میلی آمپر، ولتاژ مدار باز بیشینه ۵ ولت و فاکتور پرشدگی بیشینه ۵۲ درصد حاصل شده است. ماژول ساخته شده عملکرد اولیه خود را پس از گذشت ۳۰ روز نگهداری در شرایط محیطی حفظ کرده است.



شکل ۱ تصویر ماژول سلول خورشیدی ساخته شده با مساحت 100 cm^2 و مقطع عرضی یکی از سلول‌های زیرمجموعه، نمودار جریان-ولتاژ ماژول با مساحت 9 cm^2

Photophysics of Water- based Nanoparticulate (NP) Organic Solar Cells: A New Horizon in Ecofriendly Organic Solar Ink

Mohsen Ameri^{1,3}, Ezeddin Mohajerani³, Mathew Griffith¹, Paul Dastoor¹, Daniel Elkington¹, Feridoun Samavat², Michael Dickinson¹

¹Centre for Organic Electronics (COE), University of Newcastle, Callaghan, New South Wales 2308, Australia

²Department of Physics, Bu-Ali Sina University, Hamedan 6516738695, Iran

³Laser plasma research institute, Shahid Beheshti University, Tehran, Iran

Deposition of ecofriendly functionalized nanoparticles onto solid surfaces has created a new revolution in electronic devices [1, 2]. Surface adsorbates such as ionic surfactants or additives are often used to stabilize such nanoparticle suspensions; however, little is presently known about the influence of such surfactants and additives on specific electronic and chemical functionality of nanoparticulate (NP) electronic devices. This work combines experimental measurements and theoretical models to probe the role of an ionic surfactant in the fundamental physical chemistry and electronic charge carrier behavior of solar cell devices prepared using multicomponent organic electronic nanoparticles. A large capacitance was detected, which could be subsequently manipulated using the external stimuli of light, temperature, and electric fields. It was demonstrated that analyzing this capacitance through the framework of classical semiconductor analysis produced substantially misleading information on the electronic trap density of the nanoparticles. Electrochemical impedance measurements demonstrated that it is actually the stabilizing surfactant that creates capacitance through two distinct mechanisms, each of which influenced charge carrier behavior differently. The results confirmed that the surfactant ions do not create a significantly increased level of charge carrier traps as has been previously suspected, but rather, preventing the diffusion of mobile ions through the nanoparticulate film and their accumulation at contacts is critical to optimize the performance.

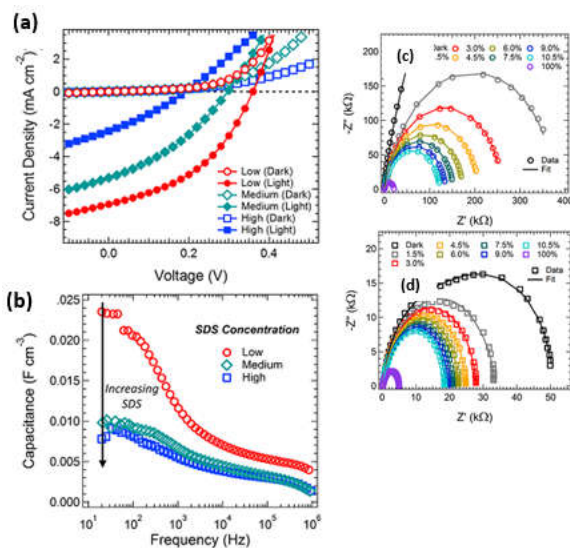


Figure 1: (a) J-V and (b) capacitance (c), (d) Impedance spectra of BHJ and NP OPV.

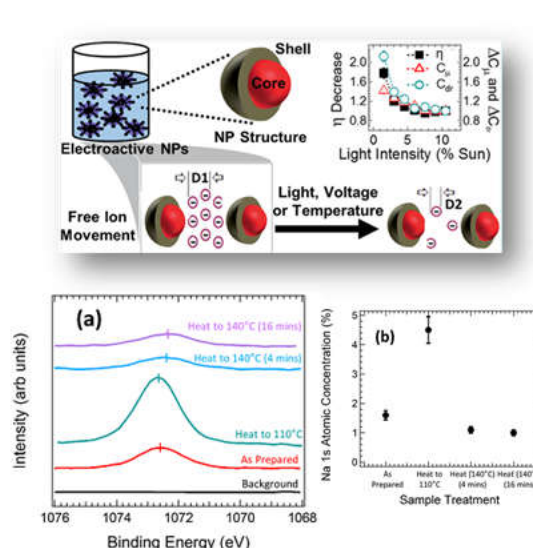


Figure 2: (a) XPS spectra of the NP (b) Na 1s concentration showing the diffusion of Na ion before and after annealing.

The results of the present work was published in *M. Ameri et.al. ACS Appl. Mater. Interfaces*, 2019, 11 (10), pp 10074–10088. This work is supported by Australian Renewable Energy Agency (ARENA), CSIRO (Commonwealth Scientific and Industrial Research Organization, Australia).

- (1) Gärtner, S. et. al. ,Adv.Mater.2014, 26, 6653–6657.
- (2) Ulum, S. et. al. Energy2013, 2, 897–905.

Molecularly Engineered Sensitizers and HTMs for DSSC and PSC

هاشم شهروس‌وند

دانشگاه زنجان، دانشکده شیمی

روش نوری جدید برای غیرفعال کردن نقص‌های موجود در سلول‌های خورشیدی پروسکایتی تخریب شده به منظور احیا و افزایش بازده سلول خورشیدی

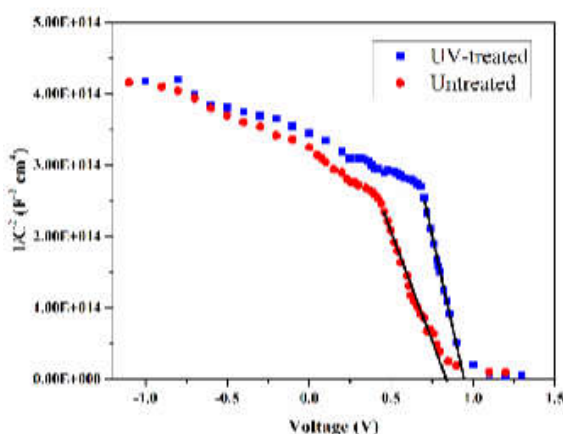
سیده مریم موسوی^۲، فرزانه عرب پور رق‌آبادی^{۱،۲}، مریم عالی‌دائی^۱، نسیم منصور رضایی فومنی^۲، وحید احمدی^۱ و سید

مجتبی صدرعاملی^۲

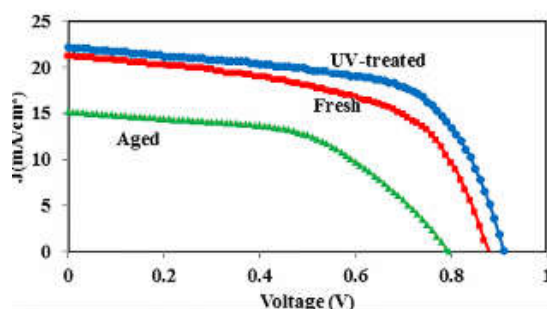
^۱ دانشگاه تربیت مدرس، دانشکده مهندسی الکترونیک و کامپیوتر، گروه نانوپتوالکترونیک

^۲ دانشگاه تربیت مدرس، دانشکده مهندسی شیمی

اگرچه بازده تبدیل انرژی سلول‌های خورشیدی پروسکایتی به ۲۳٪ رسیده است لیکن تخریب سریع و طول عمر کوتاه آن‌ها به‌عنوان چالش اصلی باقی مانده است. در این کار یک روش جدید ساده نوری برای بازیابی و بهبود عملکرد سلول خورشیدی تخریب شده ارائه می‌شود. علاوه بر بازیابی کامل بازده تبدیل انرژی، حدود ۲۰٪ افزایش بازده و کاهش پسماند جریان-ولتاژ توسط تابش نور کنترل شده فرابنفش به سلول خورشیدی با ساختار FTO/bl-TiO₂/mp-TiO₂/CH₃NH₃PbI₃/P3HT/AU حاصل می‌شود (شکل ۱). برای تعیین مدت زمان بهینه تابش نور کنترل شده، سلول خورشیدی به مدت ۳۰ ثانیه تا ۱۰ دقیقه تحت تابش نور قرار می‌گیرد. تریتمنت با تابش نور، هم منجر به اصلاح ویژگی‌های لایه پروسکایت و هم تعادل انرژی در سطوح مشترک لایه‌های سلول خورشیدی پروسکایتی می‌شود. کاهش چگالی ترازهای نقص (شکل ۲) نشان می‌دهد که تریتمنت انجام شده، منجر به غیرفعال شدن نقص‌های سطحی و مرزدهانه‌ها در انواع مختلف افزاره‌های خورشیدی اعم از ساختارهای مستقیم، معکوس و همچنین سلول خورشیدی بدون لایه انتقال‌دهنده حفره می‌شود.



شکل ۲: مشخصه Mott-Schottky سلول خورشیدی پروسکایتی، قبل و بعد از تابش UV



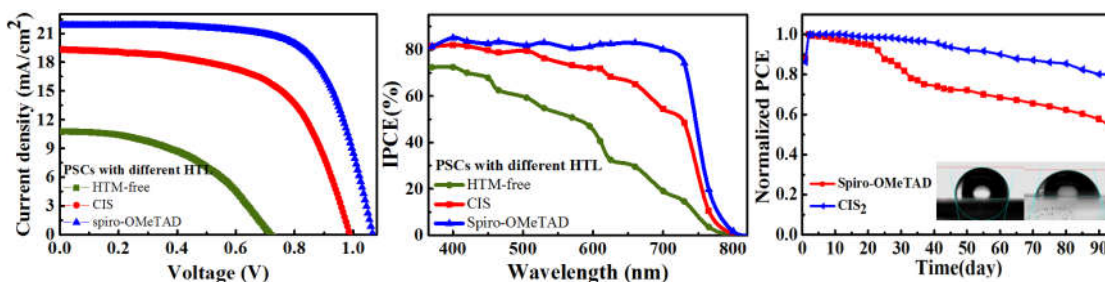
شکل ۳: مشخصه‌های جریان-ولتاژ سلول خورشیدی پروسکایتی مزومخلخل تازه تولید شده و انبار شده، قبل و بعد از تابش نور UV.

کاربرد لایه نانوذره‌ای CuInS_2 به عنوان HTM در سلول‌های خورشیدی پروسکایتی

اعظم خراسانی^۱، روح اله خسروشاهی^۲، مازیار مرنندی^۱، نیما تقوی‌نیا^۳، مهدی دهقانی^۲، مهدی ملک‌شاهی^۲ و اعظم ایرجی‌زاد^۳

^۱ دانشگاه اراک، دانشکده علوم پایه، گروه فیزیک ^۲ دانشگاه صنعتی شریف، دانشکده فیزیک ^۳ دانشگاه صنعتی شریف، پژوهشکده علوم فناوری نانو

علی‌رغم رشد بسیار سریع بازدهی سلول‌های خورشیدی پروسکایتی از ۳/۸٪ به بیش از ۲۲/۷٪، پایداری پایین آن‌ها تحت دما، رطوبت و نور یکی از چالش‌های فراروی این نسل از ادوات فوتولتایی می‌باشد. از طرفی نیز، کاربرد پلیمرهای آلی رسانای حفره و افزودنی‌های آبدوست آن در لایه رسانای حفره منجر به تشدید فرآیند تخریب و تجزیه فیلم پروسکایت می‌شود. علاوه بر چالش پایداری کاهش هزینه تولید برای تجاری‌سازی بسیار حائز اهمیت است، در این میان مواد معدنی رسانای حفره با هزینه تولید کم، تحرک‌پذیری زیاد حفره، پایداری دمایی و رطوبتی زیاد به عنوان لایه رسانای حفره در سلول‌های پروسکایتی به کار می‌روند. در کنار مزایای ذکر شده این مواد، لایه‌نشانی یافتن حلال مناسب و سازگار با فیلم پروسکایت چالش‌های اصلی کاربرد این مواد ارزان قیمت می‌باشند. اخیراً ترکیبات کلئیدی Cu(In,Ga)(S,Se)_2 جاذب‌های متداول نور در سلول‌های خورشیدی لایه نازک، به عنوان لایه رسانای حفره در سلول‌های خورشیدی پروسکایتی استفاده شده‌اند. در این پژوهش به منظور بهبود پایداری و کاهش هزینه تولید، کاربرد نانوکریستال‌های CuS_2 به عنوان HTL در ساختار متداول n-i-p سلول‌های خورشیدی پروسکایتی مورد تحقیق و بررسی قرار گرفته است. نانوذرات تهیه شده CuS_2 بر پایه روش محلول و پوشش‌دهی چرخشی بر روی فیلم پروسکایتی لایه‌نشانی شده‌اند. بهترین سلول خورشیدی با جاذب پروسکایت سه کاتیون و هالید ترکیبی در ساختار متداول $\text{CuS}_2/\text{Au}/\text{FTO}/\text{Mp-TiO}_2/\text{Cs}_{0.05}(\text{MA}_{0.017}\text{FA}_{0.083})\text{PbI}_{2.83}\text{Br}_{0.17}$ بازدهی ۱۱/۳۶٪، ولتاژ مدار باز ۰/۹۸۵ V و جریان اتصال کوتاه ۱۹/۳۲ mA/cm^2 را نشان داده است. در نهایت با استفاده از یک لایه‌ای نانوذره‌ای CuS_2 بدون حضور نمک‌های افزودنی آبدوست، هزینه ساخت سلول کاهش و پایداری آن به شکل چشمگیری بهبود یافته است.



شکل ۲. نمودارهای آنالیزهای جریان - ولتاژ، IPCE و پایداری بازدهی سلول‌های خورشیدی با ساختار $\text{FTO}/\text{C-TiO}_2/\text{Mp-TiO}_2/\text{Cs}_{0.05}(\text{MA}_{0.017}\text{FA}_{0.083})\text{PbI}_{2.83}\text{Br}_{0.17}/\text{HTL}/\text{Au}$ با لایه‌های رسانای حفره مختلف HTM-free، CIS_2 و Spiro-OMeTAD

ساخت پوشش سیلیکونی به منظور افزایش پایداری سلول خورشیدی پروسکایتی در برابر رطوبت و حرارت

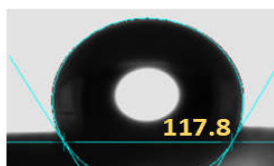
مهسا حیدری^۱، محمود صمدپور^۲، نیما تقوی نیا^۳

^۱ دانشگاه تهران، دانشکده فیزیک

^۲ دانشگاه خواجه نصیرالدین طوسی، دانشکده فیزیک

^۳ دانشگاه صنعتی شریف، دانشکده فیزیک

رشد چشمگیر بازدهی سلول‌های خورشیدی پروسکایت منجر به توجه محققان حوزه انرژی و سلول‌های خورشیدی به این نوع جاذب شده است. اگر چه پروسکایت به دلیل ضریب جذب بالا، طول دیفیوژن از مرتبه میکرومتر و قابلیت تنظیم گاف نواری جایگزین مناسبی نسبت به دیگر جاذب‌های سلول‌های خورشیدی می‌باشد اما مساله عدم پایداری آن در مقابل حرارت و رطوبت، تلاش‌های پژوهشگران را برای تجاری‌سازی این محصول با شکست روبرو کرده است. در این پژوهش از یک پلیمر سیلیکونی به منظور کپسوله کردن Device نهایی و محافظت آن در برابر حرارت و رطوبت استفاده شده است. با توجه به شکل ۱ سطح پروسکایت پس از لایه نشانی پلیمر سیلیکونی نسبت به حالتی که پلیمر لایه نشانی نشده است آبریز تر می‌باشد. همچنین با توجه به نمودار جریان-ولتاژ شکل ۲، نمونه لایه نشانی نشده با پلیمر، پس از ۳۰ دقیقه قرار گرفتن در معرض حرارت ۱۲۰ درجه و رطوبت ۸۵ درصد افت بیشتری نسبت به نمونه پوشش داده شده با پلیمر سیلیکونی دارد. شایان ذکر است که افت اولیه نمونه لایه نشانی شده با پلیمر در مقایسه با نمونه بدون آن در ۵ دقیقه اول به دلیل ساختار این پلیمر می‌باشد. در واقع خشک شدن و قوام یافتن پوشش نیازمند یک رطوبت اولیه است که با دریافت آن از محیط کمی روی ساختار پروسکایت اثر می‌گذارد اما در بلند مدت به محافظت از ساختار پروسکایت در برابر رطوبت و حرارت می‌پردازد.

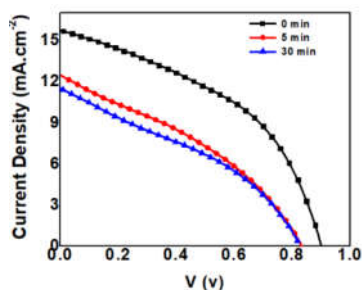


(ب)

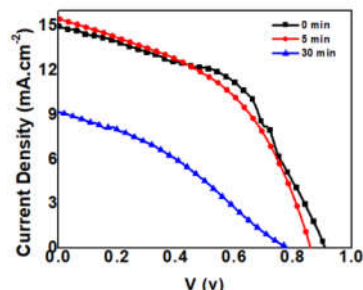


(الف)

شکل ۱- زاویه تماس فیلم پروسکایت (الف) در عدم حضور و (ب) در حضور پلیمر سیلیکونی



(ب)



(الف)

شکل ۲- نمودار جریان-ولتاژ سلول خورشیدی (الف) بدون پوشش پلیمر سیلیکونی و (ب) با پوشش پلیمر سیلیکونی

بررسی عملکرد سلول خورشیدی پروسکایتی با الکتروود کربنی لمینیت

سارا مشحون^۱، مهسا حیدری^۲، الهام باغستانی^۳، حینا شمسی^۱، فریبا تاج آبادی^۴، نیما تقوی نیا^۱

^۱دانشگاه صنعتی شریف، پژوهشکده علوم و فناوری نانو

^۲دانشگاه صنعتی شریف، دانشکده فیزیک

^۳دانشگاه تربیت مدرس، دانشکده فنی، گروه مهندسی برق

^۴پژوهشگاه مواد و انرژی

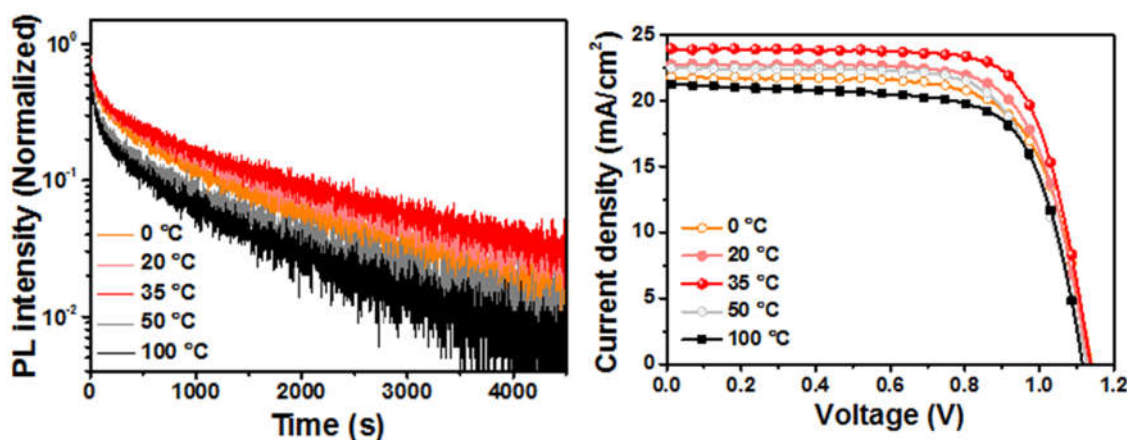
کنترل هسته زایی و کریستالیزیشن در فرایند تشکیل لایه پروسکایت با تغییر دمای آنتی سالونت

حسین طاهریان فرد^۱، مهدی ملکشاهی بیرانوند^۱، نیما تقوی نیا^{۱،۲} و فریبا تاج آبادی^{۱،۲}

^۱ دانشگاه صنعتی شریف، دانشکده فیزیک

^۲ دانشگاه صنعتی شریف، پژوهشکده علوم و فناوری نانو

هم اکنون روش آنتی سالونت به طور گسترده برای تشکیل لایه پروسکایت با کیفیت بالا مورد استفاده قرار می گیرد. اما هسته زایی و کریستالیزیشن کنترل نشده سبب ایجاد نقص های نامطلوبی می شود که بازدهی را کاهش می دهند. در این مقاله با کنترل دمای آنتی سالونت مراحل هسته زایی و کریستالیزیشن در فرایند تشکیل پروسکایت کنترل می شود. هنگامی که کلروبنزن بر روی زیرلایه در حال چرخش تزریق می شود دمای کلروبنزن روند هسته زایی و در ادامه کریستالیزیشن را تغییر می دهد. با افزایش دمای کلروبنزن پروسکایتی با دانه های بزرگ تر و مرزهای دانه کمتر تولید می شود. اما دمای خیلی بالا یا خیلی پایین سبب ایجاد سوراخ در لایه پروسکایت می شود و یکنواختی لایه را کاهش می دهد. در نهایت در دمای 35 °C کمترین چگالی تله ها و بیشترین طول عمر حامل به دست می آید.



شکل ۱: منحنی های نمایانگر جریان ولتاژ هر دما

شکل ۲: طیف فوتولومینسانس لایه پروسکایت بر روی شیشه

بررسی ارتباط ناشناخته اندازه ذرات، نقص‌های یونی، فیزیک قطعه و عملکرد سلول‌های خورشیدی پروسکایتی

مشهود غفارکنی^۱، دکتر ناصر صفری^۱، دکتر محسن عامری^۲، دکتر عزالدین مهاجرانی^۲، سید علی علوی^۱، رضا طاهری^۲

نازنین احمدی^۱

^۱ دانشگاه شهید بهشتی، دانشکده شیمی و نفت

^۲ دانشگاه شهید بهشتی، پژوهشکده لیزر و پلاسما

بررسی تاثیر تغییرات مورفولوژی سلول‌های خورشیدی پروسکایتی بر بازدهی آنها از جمله موضوعات مورد توجه محققین می‌باشد اما وجود پیچیدگی‌های فیزیکی در این سلول‌ها همواره مسبب وجود اختلاف نظر بین محققان بوده است. در این تحقیق تلاش شده تا با بررسی تشکیل تله‌های الکترون و حفره در سطح/حدواسط و درون لایه پروسکایت و اثری که در تغییر بازدهی سلول‌های پروسکایتی می‌گذارند، روش‌های نویینی برای بهینه‌سازی ساخت سلول‌های خورشیدی ارایه شود. اندازه‌گیری‌های حالت گذار AC، حالت ساکن DC و مطالعات ساختاری، تایید می‌کنند که افزایش سایز ذرات سبب تغییر پارامترهایی همچون اختلاف پتانسیل مدار باز (Voc) و ضریب انباشتگی می‌شود. نتایج تحقیقات اهمیت حدواسط‌ها در بازدهی سلول‌های خورشیدی را تایید می‌کنند و آزمایش‌های انجام شده و بررسی‌های ساختاری توسط تکنیک‌های مختلف از جمله XRD و AFM اثبات می‌کنند که نه تنها ذرات با سایز ایده‌ال، بلکه انتخاب روش‌های بهینه ساخت بخصوص در مرحله تشکیل پروسکایت توسط روش کریستال‌سازی فوری هم در بهبود عملکرد سلول‌های خورشیدی پروسکایتی موثرند.

بهینه سازی ترابرد حامل‌ها در سلول خورشیدی پروسکایتی متخلخل

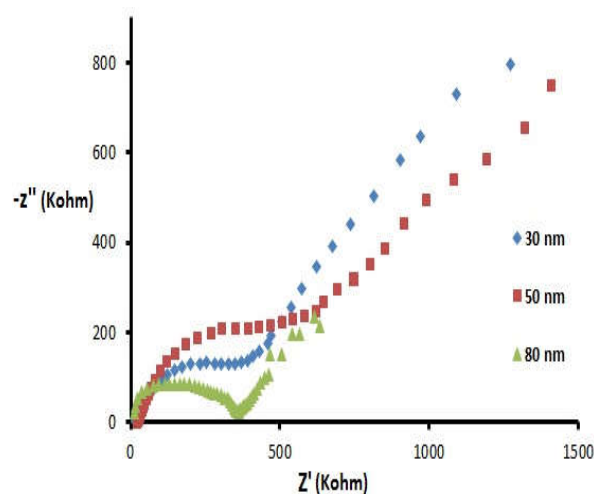
فرزانه سادات قریشی^۱، رضا پورصالحی^۱، وحید احمدی^۲، فرزانه عرب پور^۲

^۱ دانشگاه تربیت مدرس، دانشکده فنی و مهندسی، گروه نانومواد

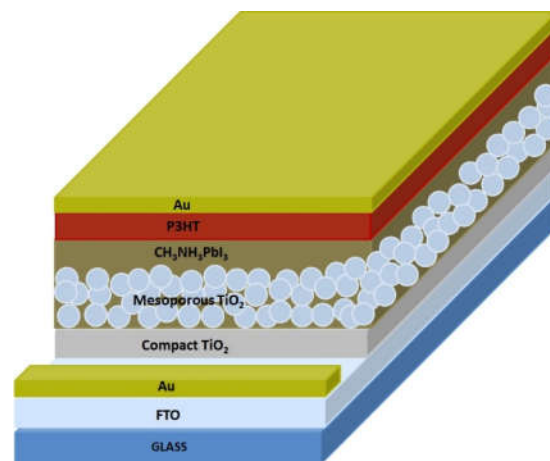
^۲ دانشگاه تربیت مدرس، دانشکده مهندسی برق و کامپیوتر

v_ahmadi@modares.ac.ir

در چند سال گذشته پروسکایت‌های هالیدی از جمله متیل آمونیوم یدید ($\text{CH}_3\text{NH}_3\text{PbI}_3$) به علت افزایش سریع بازدهی سلول‌های خورشیدی ساخته شده با آن‌ها، بسیار مورد توجه قرار گرفته‌اند. عملکرد این سلول‌ها به عوامل متعدد اپتیکی و الکترونیکی از جمله ترابرد حامل‌ها در سلول بستگی دارد. بهبود ترابرد حامل‌ها و توازن انتقال الکترون و حفره در سلول خورشیدی را می‌توان با انتخاب نوع و ساختار انتقال دهنده‌های حفره و الکترون مناسب به دست آورد. در این پژوهش، سلول خورشیدی پروسکایتی با ساختار لایه انتقال دهنده حفره انجام شده است. سازوکار الکترونیکی سلول با استفاده از طیف‌سنجی امپدانس الکتروشیمیایی مطالعه شده و مقاومت باز ترکیب و ترابرد حامل‌ها استخراج شده است (شکل ۲). با توجه به مقایسه رفتار الکترونیکی سلول‌ها، با انتخاب ضخامت بهینه لایه انتقال دهنده حفره (۵۰ نانومتر)، توازن ترابرد، تجمع کمتر بارها در فصل مشترک و بهبود عملکرد حاصل شده است.



شکل ۲: منحنی نایکوئیست سلول‌های خورشیدی با ضخامت‌های مختلف P3HT به عنوان لایه انتقال دهنده حفره



شکل ۱: ساختار سلول خورشیدی استفاده شده
FTO/c-TiO₂/meso-TiO₂/CH₃NH₃PbI₃/P3HT/Au

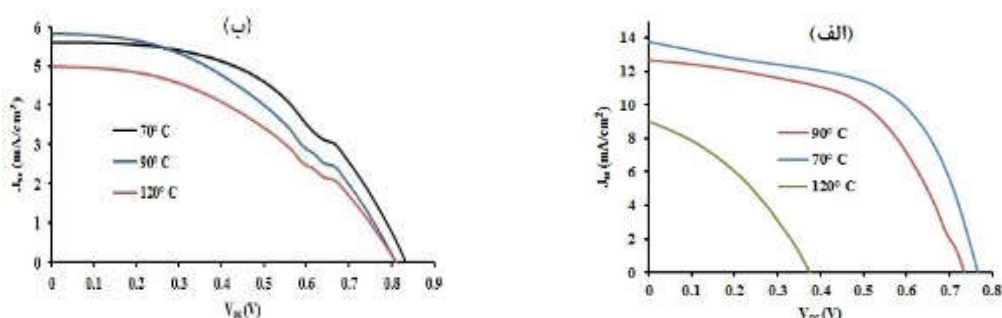
مقایسه اثر دمای پخت لایه پروسکایت بر عملکرد سلول خورشیدی پروسکایتی بدون انتقال دهنده حفره با زیر لایه های اکسید تیتانیوم و اکسید زیرکونیوم

مهدی شریفی اردانی^{۱،۲}، محمود برهانی زرنندی^{۱،۲}، ناصر جهانبخشی زاده^{۱،۲}، فریده کیوانی هفشجانی^{۱،۲}، علی اکبر دهقانی تفتی^{۱،۲}

^۱ گروه پژوهشی فوتونیک مرکز تحقیقات مهندسی، دانشگاه یزد

^۲ گروه اتمی مولکولی، دانشگاه یزد، دانشکده فیزیک

یکی از عوامل موثر بر مورفولوژی لایه پروسکایت و نهایتاً عملکرد سلول خورشیدی پروسکایتی دمای پخت لایه جاذب نور در این نوع از سلول‌های خورشیدی می‌باشد. اکسید تیتانیوم و اکسید زیرکونیوم از جمله موادی هستند که بعنوان زیر لایه پروسکایت در این نوع از سلول‌های خورشیدی استفاده می‌شوند. در این مقاله اثر دمای پخت لایه پروسکایت ($\text{CH}_3\text{NH}_3\text{PbI}_3$) بر پایه اکسید تیتانیوم و اکسید زیرکونیوم که به روش دو مرحله ای لایه نشانی شده است، را بر عملکرد سلول خورشیدی پروسکایتی مقایسه کردیم و به این نتیجه رسیدیم که دمای پخت 70°C بهینه ترین دما برای ساخت سلول‌های خورشیدی پروسکایتی بر پایه اکسید تیتانیوم و اکسید زیرکونیوم است. شکل (۱) و جدول (۱) به ترتیب نمودارهای جریان-ولتاژ و پارامترهای مربوط به مشخصه یابی سلول‌های خورشیدی پروسکایتی ساخته شده را نشان می‌دهند. افت بازدهی در سلولهای خورشیدی پروسکایتی بر پایه اکسید زیرکونیوم از دمای پخت 70°C به 90°C ، 13.31% و از دمای پخت 70°C به 120°C ، 25.8% است. افت بازدهی در سلول‌های خورشیدی پروسکایتی بر پایه اکسید تیتانیوم از دمای پخت 70°C به دمای 90°C ، 16.27% و از دمای 70°C به دمای 120°C ، 79.62% است که نشان دهنده‌ی این است که سلول‌های خورشیدی پروسکایتی بر پایه اکسید زیرکونیوم پایداری بیشتری در مقابل دما نسبت به سلول‌های خورشیدی پروسکایتی بر پایه اکسید تیتانیوم دارند. سلول‌های خورشیدی پروسکایتی بر پایه اکسید تیتانیوم جریان بیشتری نسبت به سلول‌های خورشیدی پروسکایتی بر پایه اکسید زیرکونیوم دارند که به دلیل رسانایی و انتقال بهتر الکترون در اکسید تیتانیوم است. همچنین سلول‌های خورشیدی پروسکایتی بر پایه دی اکسید زیرکونیوم ولتاژ مدار باز بیشتری نسبت به سلول‌های خورشیدی پروسکایتی بر پایه دی اکسید تیتانیوم دارند.



شکل ۱: نمودارهای جریان-ولتاژ سلول‌های خورشیدی پروسکایتی با دماهای پخت مختلف برای لایه پروسکایت با زیر لایه - الف) TiO_2 و ب) ZrO_2

جدول ۱: پارامترهای مربوط به مشخصه یابی سلول‌های خورشیدی پروسکایتی بر پایه دی اکسید زیرکونیوم و دی اکسید تیتانیوم با دماهای پخت مختلف برای لایه پروسکایت

	V_{oc} (V)	J_{sc} (mA/cm ²)	FF	Eff. (%)
لایه پروسکایت بر پایه اکسید زیرکونیوم در دمای ۷۰ درجه	0.84	5.60	0.50	2.32
لایه پروسکایت بر پایه اکسید تیتانیوم در دمای ۷۰ درجه	0.76	13.75	0.58	5.99
لایه پروسکایت بر پایه اکسید زیرکونیوم در دمای ۹۰ درجه	0.81	5.83	0.43	2.01
لایه پروسکایت بر پایه اکسید تیتانیوم در دمای ۹۰ درجه	0.74	12.66	0.55	5.02
لایه پروسکایت بر پایه اکسید زیرکونیوم در دمای ۱۲۰ درجه	0.79	4.99	0.44	1.72
لایه پروسکایت بر پایه اکسید تیتانیوم در دمای ۱۲۰ درجه	0.38	9.02	0.37	1.22

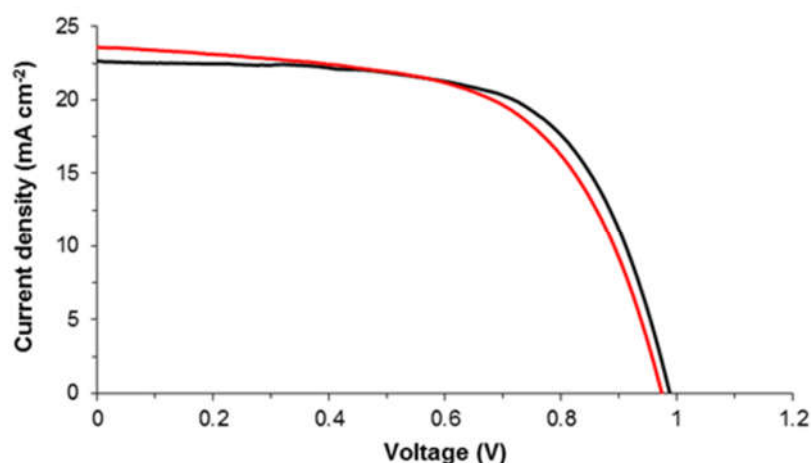
بررسی ساختار مسطح کربازولی به عنوان ماده منتقل کننده حفره در سلول‌های

خورشیدی حالت جامد

حسین آهنگر^۱، اسماعیل شیبانی^{*}

^۱ دانشگاه اصفهان-دانشکده شیمی

مواد انتقال دهنده حفره با قیمت مناسب، سنتز آسان، تحرک بالای حامل بار، پایداری مناسب، فرایند خالص سازی و راندمان بهتر نسبت به ماده منتقل کننده حفره رایج Spiro-OMeTAD، از نظر اقتصادی و پایداری سلول‌های خورشیدی فتوولتائیک نقش بسزایی دارد. در بین انواع نیمه هادی‌های بر پایه ترکیبات آلی، کربازول، به خاطر خواص فوتوشیمیایی و انتقال بار مناسب مورد توجه محققین قرار گرفته است. مزیت دیگر آنها تنوع مکانهای فعال کربازول است که می تواند با گروه‌های عاملی مختلف جایگزین شود که باعث تغییرات خواص نوری و الکتریکی آنها می گردد. از دیگر فواید آن قیمت کم آنها و همچنین پایداری شیمیایی و محیطی بالای آنهاست که می توان به اتم نیتروژن آن گروه‌های عاملی مختلفی اضافه کرد تا حلالیت و عملکرد این ترکیبات بهبود یابد. در این پژوهش سعی شده است با طراحی مناسب و بهره گیری از مواد اولیه ارزان ترکیب انتقال دهنده حفره جدید سنتز و عملکرد این ترکیب سنتز شده با ماده شاهد انتقال دهنده حفره Spiro-OMeTAD در حال مقایسه و بررسی می باشد. نتایج اولیه بازده سلول تهیه شده را در حد ۱۳٪ نشان میدهد که در شکل ۱ نمودار شدت جریان-ولتاژ آن نشان داده شده است. تستها و اندازه گیریهای بیشتر در حال پیشرفت و آنالیز می باشند. از نتایج مورد توجه مشاهده شدت جریان 23.6 mA cm^{-2} می باشد. تعیین ساختار محصول نهایی با طیف سنجی رزونانس مغناطیس هسته و خواص فوتو الکتروشیمی آن با ولتامتری چرخه ای و جذب فرابنفش-مربی انجام گرفته است.



شکل ۱: نمودار شدت جریان-ولتاژ منتقل کننده حفره بر پایه کربازول

بررسی اثر کمپلکس‌های زیرکونیوم بر سلول‌های خورشیدی پروسکایتی

مهسا صیف پناه^۱، مریم رنجبر و محمد عابدی^۱

^۱ سازمان پژوهش‌های علمی و صنعتی ایران، پژوهشکده فناوری‌های شیمیایی

در گزارشی که توسط چانگ و همکارانش در سال ۲۰۱۵ به چاپ رسید از ساختار MOF-525 به عنوان افزودنی در محلول پروسکایت اضافه نمودند که در نتیجه آن مورفولوژی لایه پروسکایت بهبود یافت و بازده سل از ده، به ۱۲ درصد افزایش یافت. همچنین آنها گزارش کردند که سلول‌های خورشیدی که به میزان ۵ درصد وزنی از این چارچوب آلی - فلزی در آنها استفاده شده بود بهترین عملکرد را از خود نشان دادند و این امر بدلیل تطابق سطح پوششی بهتر بین این میزان از غلظت چارچوب آلی - فلزی و پروسکایت بوده است. چارچوب آلی - فلزی به کار رفته در آنجا از نوع $[Zr_6O_4(OH)_4(MgC_{48}H_{24}O_8N_4Cl)_3]$ MOF-525-Mn بوده است [۱]. در این پژوهش ما سعی کردیم تا با الهام از مقاله ذکر شده از کمپلکس‌های زیرکونیوم که خواص نوری و پایداری خوبی دارند جهت ساخت لایه پروسکایت در سلول‌های خورشیدی پروسکایتی استفاده کنیم در ادامه برای ساخت سلول خورشیدی پروسکایتی از شیشه‌های رسانا استفاده شد که بعد از اچ کردن آنها دومرتبه سل بلاک (محلول تیتانیوم ایزو پر پراکساید و هیدروکلریک اسید و اتانول) را بر روی آنها لایه نشانی کردیم و سپس مزوپروس لایه نشانی شدند آنگاه محلول‌های پروسکایتی ساخته شدند که تعدادی شامل سرب یدید و متیل آمونیوم یدیدو حلال دی متیل فرمامید بودند که در واقع محلول استاندارد بودند در تعدادی دیگر از محلول‌ها به میزان ۲/۵ و ۵ و ۱۰ و ۱۵ درصد از کمپلکس زیرکونیوم به عنوان افزودنی به محلول استاندارد اضافه شدند و سپس از اسپایرو به عنوان الکترولیت استفاده شد و طلا نیز به عنوان کاتد به کار رفت سپس سل‌های ساخته شده مورد بررسی‌های الکتروشیمیایی قرار گرفتند و نتایج حاصل از اندازه‌گیری ولتاژ مدار باز و جریان و فاکتور پرکنندگی آنها مورد مقایسه قرار گرفت که در این میان سل خورشیدی پروسکایتی با افزودنی ۱۰ درصد از کمپلکس زیرکونیوم بهترین نتایج را داشت که نتایج آن در اندازه‌گیری ولتاژ مدار باز و جریان و فاکتور پرکنندگی و بازده به ترتیب ۰/۵، ۰/۴۶/۳، ۰/۴۶/۳، ۰/۴۶/۳ بودند. اما داده‌های مربوط به اندازه‌گیری ولتاژ مدار باز و جریان و فاکتور پرکنندگی و بازده سل خورشیدی پروسکایتی استاندارد (فاقد افزودنی) به ترتیب ۰/۴۲، ۰/۴۶، ۰/۳۵، ۰/۴۶ بودند. در ادامه برای بررسی مورفولوژی پروسکایت در حضور افزودنی‌ها داده‌ها و تصاویر مربوط به آنالیزهای SEM و EDS و XRD مورد بررسی قرار گرفتند.

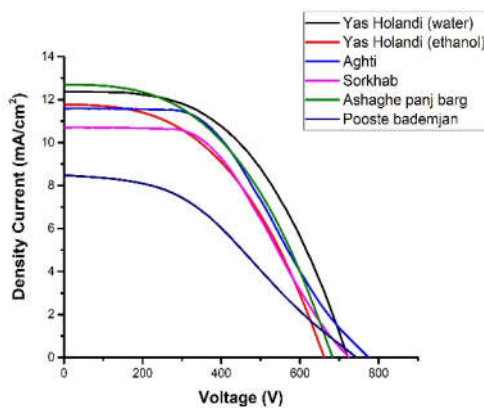
- [1] Chang, T.H., Kung, C.W., Chen, H.W., Huang, T.Y., Kao, S.Y., Lu, H.C., Lee, M.H., Boopathi, K.M., Chu, C.W. and Ho, K.C., 2015. Planar heterojunction perovskite solar cells incorporating metal-organic framework nanocrystals. *Advanced Materials*, 27(44), pp.7229-7235.

بررسی رنگدانه‌های طبیعی جدید در ساخت سلول‌های خورشیدی رنگدانه‌ای

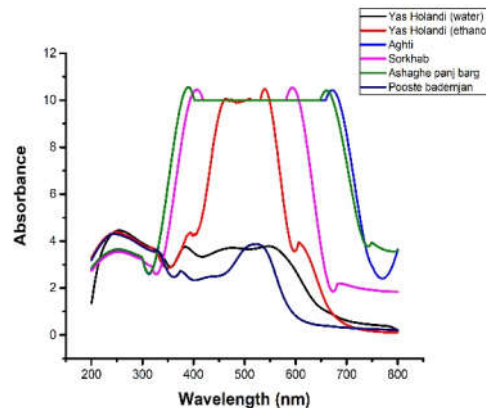
صابر فرجامی شایسته^۱، مرتضی پیشقدم چنایی^۱

^۱ دانشگاه گیلان، دانشکده علوم، گروه فیزیک

یکی از اجزای اصلی و تعیین کننده سلول خورشیدی رنگدانه ای، رنگدانه می باشد که از مهمترین ویژگی های یک رنگدانه خوب جذب بیشتر فوتون ورودی و یا به عبارت دیگر وسیع تر بودن طیف جذبی آن است. با توجه به اینکه فرایند انتقال الکترون در سلول خورشیدی رنگدانه ای بر اساس مکانیزم های فتوالکتروشیمیایی و مدل شبیه سازی آن مثل عمل فتوسنتز در گیاهان است، لذا استفاده از یک رنگدانه طبیعی و مناسب با طیف جذبی بالا می تواند علاوه بر سازگاری با محیط زیست تأثیر بسزایی در افزایش بازدهی سلول داشته باشد. در این پژوهش از عصاره طبیعی میوه گیاهان یاس هلندی، عشقه پنج برگ، آقطی (پلهم)، سرخاب و رنگدانه پوست بادمجان استفاده گردید. نانوذرات دی اکسید تیتانیوم به روش لایه نشانی دکتر بلید بر بستر رسانای شفاف اعمال شد. نتایج بدست آمده از مشخصه یابی جریان-ولتاژ نشان می دهند که سلول رنگ آمیزی شده با میوه گیاه عشقه پنج برگ دارای بازدهی بیشتر می باشد. همچنین مقدار چگالی جریان مدار کوتاه، ولتاژ مدار باز، فاکتور پرشدگی و بازدهی برای این سلول به ترتیب $12/3583 \text{ mA/cm}^2$ ، $0.721/547 \text{ mV}$ ، 0.5 و $4/45$ بدست آمد. نتایج این پژوهش بیان کننده روشی ساده و قابل انجام با حداقل امکانات برای ساخت سلول های خورشیدی رنگدانه ای است.



شکل ۲: منحنی I-V سلول های خورشیدی ساخته شده



شکل ۱: منحنی های جذب رنگدانه ها

بررسی اثر نسبت ترکیبات کاتیون (MAI & FAI) در سلول‌های خورشیدی پروسکایتی و اصلاح آن توسط آلایش با پلیمر PEG

فاطمه دوست‌حسینی^{۱،۲}، عباس بهجت^{۱،۲} و علی کریمی زارچی

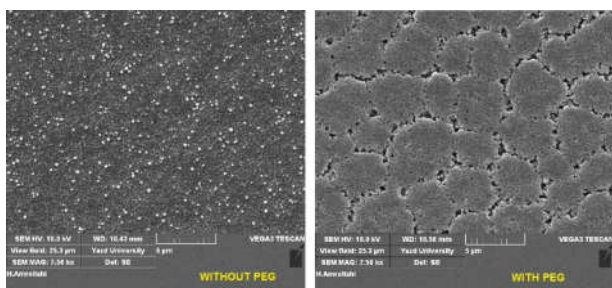
^۱ گروه پژوهشی فوتونیک، مرکز تحقیقات مهندسی، دانشگاه یزد

^۲ گروه اتمی و مولکولی، دانشکده فیزیک، دانشگاه یزد

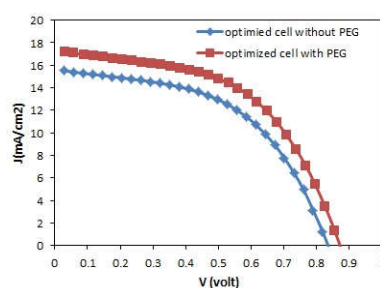
تلاش برای بهبود بازده و پایداری این سلول‌ها از مهمترین اهداف پژوهشگران است. معمولاً این کار با مهندسی مواد، روش‌های لایه نشانی و مهندسی سطوح مشترک صورت می‌گیرد. از ویژگی‌های جالب پروسکایت تغییر و تنظیم گاف انرژی با تغییر و ترکیب کاتیون‌ها یا هالوژن‌ها می‌باشد. از طرفی سطوح مشترک و لایه‌های میانی نقش مهم و بسزایی در عملکرد وسایل فوتوولتاییکی بازی می‌کند، لذا روش‌های مهندسی متعددی از جمله استفاده از افزودنی به‌عنوان آلاینده به کار گرفته شده است.

در این کار ابتدا پیش‌ماده‌های کاتیونی MAI و FAI را سنتز کردیم سپس از این دو در نسبت‌های متفاوتی در سلول‌های خورشیدی پروسکایتی بصورت FTO/TiO₂/Perovskite/Au استفاده کردیم (بدون HMT). سنتز این پروسکایت ترکیبی MA_xFA_(1-x)PbI₃ بصورت تک مرحله ای با استفاده از آنتی سالونت در هوا انجام گرفت. در نهایت با استفاده از مشخصه‌یابی‌ها بویژه منحنی I-V نسبت بهینه این ترکیب بصورت MA_{0.8}FA_{0.2}PbI₃ به‌دست آمد که بازده آن بیشینه شد. در ضمن دمای بهینه پخت برای هر نسبت به دست آمد تا فاز نامناسب FAI که موجب پایین آوردن عملکرد سلول می‌شود تا حد ممکن کمینه یا صفر باشد. در ادامه برای اصلاح و مهندسی سطح پروسکایت از پلیمر PEG استفاده شد که مقدار بهینه آن بصورت ۳ درصد وزنی نسبت به PbI₂ به‌دست آمد. با این آلایش مورفولوژی سطح بسیار تغییر کرد و بازده حدود ۱/۵٪ بهتر شد. نکته قابل توجه بهبود پایداری سلول آلاینده با PEG نسبت به سلول بدون آن است که به‌نظر می‌رسد PEG می‌تواند به‌طور مؤثری از فیلم پروسکایت در مقابل عواملی مانند رطوبت محافظت کند و نواقص سطح پروسکایت را مرتفع کند. در شکل زیر تغییر مورفولوژی سطح ناشی از افزودن PEG در تصاویر SEM قابل مشاهده است.

تشکر و قدردانی: نویسندگان از حمایت مالی صندوق حمایت از پژوهشگران و فناوران کشور (INSF-96003879) تشکر می‌کنند



شکل ۲: تصاویر SEM از سطح پروسکایت بدون آلایش و با آلایش با PEG



شکل ۱: منحنی J-V سلول با PEG و بدون PEG

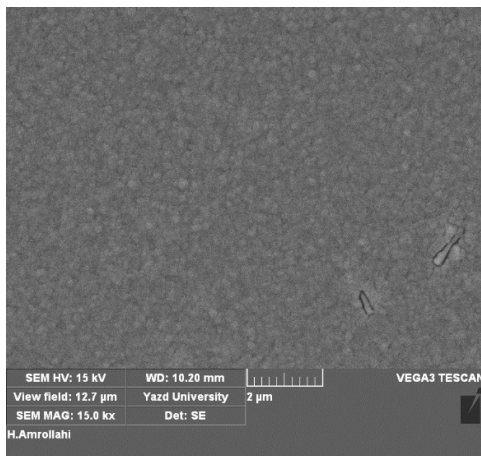
بررسی و ساخت سلول خورشیدی پروسکایتی شامل چند کاتیون و آنیون و کاربرد NiO در آن

علی کریمی زارچی^{۱،۲}، عباس بهجت^{۱،۲} و فاطمه دوست حسینی^{۱،۲}

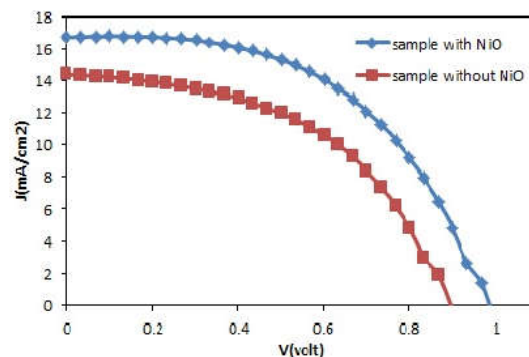
^۱ گروه پژوهشی فوتونیک، مرکز تحقیقات مهندسی، دانشگاه یزد

^۲ گروه اتمی و مولکولی، دانشکده فیزیک، دانشگاه یزد

در دهه اخیر بخش عمده‌ای از فعالیت‌های پژوهشی در زمینه فوتوولتائیک روی سلول‌های خورشیدی پروسکایتی ترکیبی متمرکز شده است که ناشی از ویژگی‌های جالب توجه پروسکایت و مقرون به صرفه بودن آن می‌باشد. هرچند خود پروسکایت هم انتقال‌دهنده الکترون و هم انتقال‌دهنده حفره است اما استفاده از مواد انتقال‌دهنده بار نقش مهمی را در استخراج الکترون و حفره بازی می‌کند. مواد انتقال‌دهنده بار باید دارای تراز انرژی مناسب و رسانندگی خوب باشند. در سلول‌های پروسکایتی معمول، مواد انتقال‌دهنده حفره روی لایه پروسکایت مانند یک محافظ عمل کرده و منجر به پایداری سلول در مدت زمان طولانی‌تری می‌شود. در این کار سلول خورشیدی پروسکایتی ترکیبی از چند آنیون و کاتیون ساخته شد که ترکیب بهینه به صورت $\text{Cs}_{0.05}(\text{MA}_{0.17}\text{FA}_{0.83})_{0.95}\text{Pb}(\text{I}_{0.83}\text{Br}_{0.17})_3$ به دست آمد. این محلول پروسکایت که به صورت تک مرحله‌ای و با استفاده از آنتی سالونت لایه‌نشانی شد با حل کردن $\frac{1}{10}$ مولار PbI_2 ، $\frac{1}{10}$ مولار FAI، $\frac{0}{2}$ مولار MABr و $\frac{0}{22}$ مولار PbBr_2 در حلال DMF:DMSO با نسبت حجمی ۴:۱ به دست آمد. سپس $\frac{52}{6}$ میکرولیتر از محلول $\frac{1}{5}$ مولار CsI در DMSO به محلول قبل اضافه شد. پس از لایه‌نشانی محلول پروسکایت روی لایه TiO_2 لایه NiO بعنوان انتقال‌دهنده حفره لایه‌نشانی می‌شود که منجر به بهبود عملکرد سلول می‌شود. ذرات NiO در یک حلال غیر قطبی دیسپرس شده و لذا می‌توان مستقیماً روی پروسکایت بصورت لایه نازکی اسپین کرد بطوریکه منجر به تجزیه پروسکایت نشود. در نهایت طلا روی آن لایه نشانی می‌شود.



شکل ۲: تصویر SEM از سطح پروسکایت ترکیبی



شکل ۱: منحنی J-V سلول با NiO بعنوان HTH و بدون آن

تشکر و قدردانی: نویسندگان از حمایت مالی صندوق حمایت از پژوهشگران و فناوران کشور (INSF-96003879) تشکر می‌کنند

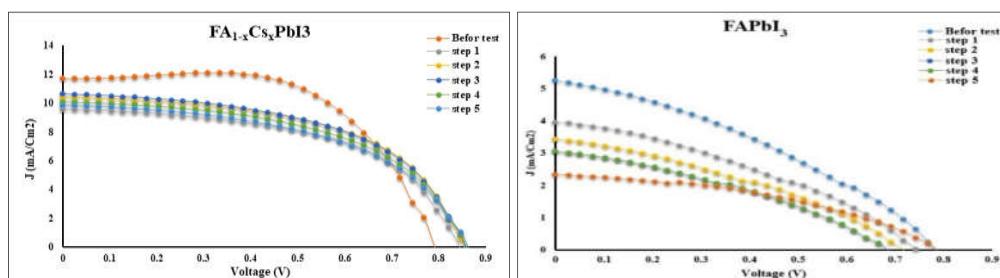
بررسی اثر افزودن سزیم بر پایداری رطوبتی سلول خورشیدی پروسکایتی بر پایه FAPbI_3

ابراهیم یزدی^{۱*}، عباس بهجت^{۱*}، فرزانه ولی‌پور^{۱*}، نعیمه ترابی^{۲*}

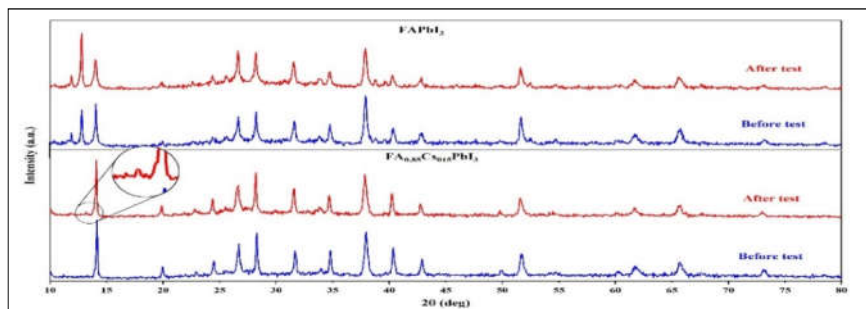
^۱ دانشگاه یزد، دانشکده فیزیک

^۲ گروه پژوهشی فوتونیک، دانشگاه یزد، دانشکده فیزیک

مسئله‌ی عدم پایداری سلول‌های خورشیدی پروسکایتی به‌عنوان یک چالش همواره مورد توجه محققین بوده است. مهم‌ترین پروسکایت‌های مورد استفاده در ساخت سلول‌های خورشیدی پروسکایتی عبارت است از MAPbI_3 و FAPbI_3 که هرکدام از ویژگی‌های منحصر به فردی برخوردار اند. FAPbI_3 به دلیل لبه‌ی جذبی، جاذب بهتری نسبت به MAPbI_3 است. یکی از معایب پروسکایت FAPbI_3 نسبت به MAPbI_3 جذب رطوبت بیشتر آن است. در این پژوهش ابتدا اقدام به ساخت سلول خورشیدی پروسکایتی مزومتخلخل بر پایه FAPbI_3 با روش تک‌مرحله‌ای شد سپس با افزودن مقدار ۱۵ درصد سزیم پروسکایت ترکیبی $\text{FA}_{0.85}\text{Cs}_{0.15}\text{PbI}_3$ ساخته شد و در نهایت با قرار دادن دو نمونه در معرض رطوبت ۹۰٪ طی ۵ مرحله‌ی ۱۰ دقیقه‌ای، پایداری دو سلول FAPbI_3 و $\text{FA}_{0.85}\text{Cs}_{0.15}\text{PbI}_3$ در مقابل رطوبت مورد بررسی قرار گرفت. همان‌طور که در شکل ۱ مشاهده می‌شود بعد از گذشت ۵ مرحله افت کارایی سلول $\text{FA}_{0.85}\text{Cs}_{0.15}\text{PbI}_3$ نسبت به FAPbI_3 ناچیز بوده و بازدهی سلول از ۵/۱۴٪ به ۴/۱۳٪ رسیده است درحالی‌که نمونه‌ی ساخته شده با FAPbI_3 در زمان مشابه ۸۰٪ کارایی خود را از دست داده است. بررسی طیف XRD نشان داد که رطوبت تنها باعث تجزیه پروسکایت $\text{FA}_{0.85}\text{Cs}_{0.15}\text{PbI}_3$ و تولید PbI_2 می‌شود و در اثر اعمال رطوبت به نمونه تغییر فازی رخ نمی‌دهد. نتایج این بررسی نشان داد که با افزودن مقدار ۰/۱۵ سزیم علاوه بر ساخت سلول خورشیدی پروسکایتی با کارایی بهتر می‌توان پایداری نمونه را در مقابل رطوبت افزایش داد و پروسکایتی مقاوم‌تر نسبت به FAPbI_3 تولید کرد.



شکل ۱: منحنی افت ولتاژ - جریان سلول در معرض رطوبت ۹۰٪



شکل ۲: نقش پراش XRD قبل و بعد از انجام تست پایداری رطوبتی

تشکر و قدردانی: نویسندگان از حمایت مالی صندوق حمایت از پژوهشگران و فناوران کشور (INSF-96003879) تشکر می‌کنند.

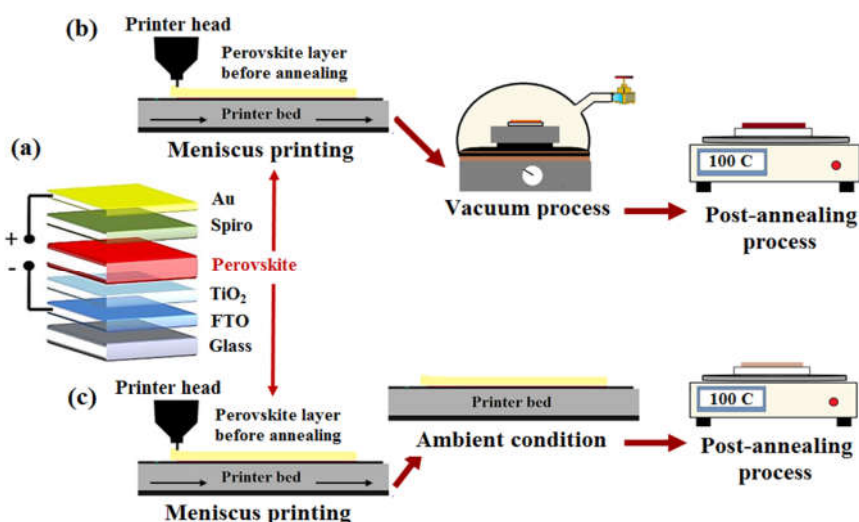
نقش سامانه ی خلاء در بهبود مورفولوژی لایه پروسکایتی و عملکرد سلول خورشیدی حاصل از آن برای لایه نشانی به روش چاپ منیسکوس

ارشد پروازیان^۱، امیر عبدالله زاده^۱، مهدی دهقانی^۲ و نیما تقوی نیا^۲

^۱ دانشگاه تربیت مدرس، دانشکده فنی و مهندسی

^۲ دانشگاه صنعتی شریف، دانشکده فیزیک

روش های لایه نشانی لایه جاذب در سلول های خورشیدی پروسکایتی اغلب در شرایط کنترل نشده رطوبتی (خارج از محیط گلاو-باکس) مورد استفاده قرار می گیرند. همچنین، لایه ی جاذب پروسکایتی چاپ شده، پیش از فرایند آنیل، به شدت خیس می باشد. بنابراین، کنترل مورفولوژی و ساختار بلوری لایه های نازک پروسکایتی در سامانه های ابعاد بزرگ دشوار و همواره مورد بررسی محققین بوده است. در این پژوهش، ما روش چاپ منیسکوس همراه با سامانه ی خلاء بدون استفاده از ماده ی ضد حلال را پیشنهاد داده ایم. در این روش از یک چاپگر سه بعدی با تغییر هد دستگاه همراه با یک محفظه ی خلاء استفاده شده است. در واقع سامانه ی خلاء (کمتر از ۱۰۰ پاسکال)، جایگزین ماده ی ضدحلال در روش مرسوم لایه نشانی چرخشی شده و منجر به تبخیر حلال از لایه پروسکایتی می شود. در نتیجه، به جای لایه ای با پوشش دهی سطحی اندک و مورفولوژی میله ای شکل، لایه ای فشرده با پوشش دهی سطحی ۱۰۰٪ و مورفولوژی دیسکی شکل حاصل و اندازه دانه های پروسکایت بدست آمده ۴۰۰-۵۰۰ نانومتر گزارش شد. در نهایت بازده تبدیل سلول خورشیدی پروسکایتی بدست آمده با این روش از ۱/۸٪ به ۷/۷٪ بهبود یافت.



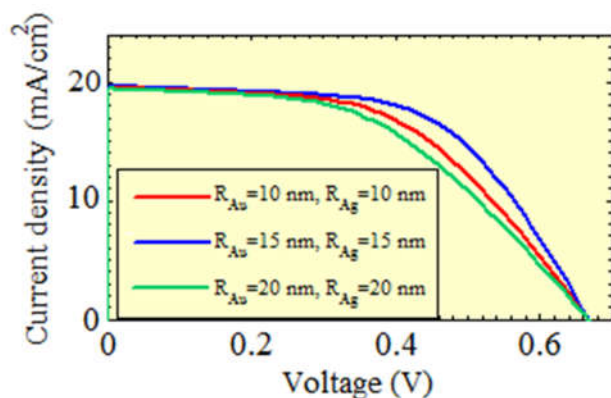
شکل ۱: شماتیکی از الف) ساختار سلول خورشیدی پروسکایتی استفاده شده در پژوهش، ب) روش لایه نشانی چاپ منیسکوس با سامانه خلاء و ج) روش لایه نشانی چاپ منیسکوس بدون سامانه خلاء.

بررسی اثر نانوذرات فلزی و الگوریتم بهینه‌سازی ازدحام ذرات برای بهبود جذب سلول خورشیدی نانوساختار پلاسمونیک

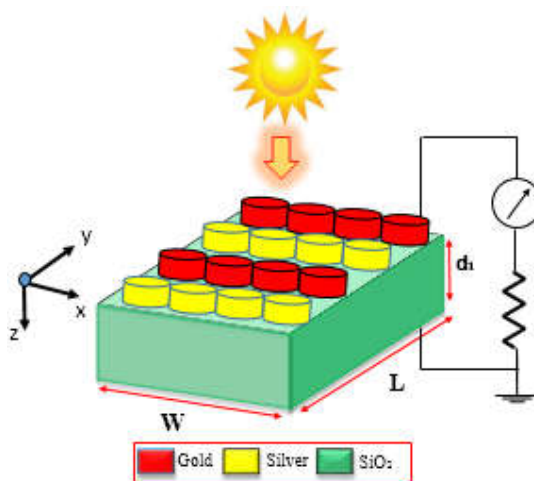
مریم فتح الهی^۱، علی میر^۱ و علی فرمانی^۱

^۱ دانشگاه لرستان، دانشکده مهندسی، بخش مهندسی برق، گروه الکترونیک

اخیراً سلول‌های خورشیدی مبتنی بر نانوذرات فلزی در ناحیه فعال، به خاطر آسانی ساخت و هزینه تولید کم مورد توجه گروه‌های تحقیقاتی بسیار قرار گرفته و محققین ساختارهای متنوعی ارائه کرده‌اند. اما چون نانوذرات دارای شکاف ممنوع مشخصی در نوار انرژی هستند، بنابراین جذب تمام یا بیشتر طول موج‌های نور خورشید امکان‌پذیر نیست که در این زمینه رسیدن به بازده مطلوب یکی از اهداف محققین است. ما در این مقاله از دو روش برای افزایش میزان جذب نور خورشید استفاده کرده‌ایم. در روش اول، با توجه به ثابت بودن شکاف ممنوع در نوار انرژی نانوذرات، از دو نوع نانوذره طلا و نقره بر روی زیر لایه سیلیکا به صورت یک ساختار فلز-عایق استفاده شده است. در روش دوم با استفاده از الگوریتم بهینه‌سازی ازدحام ذرات، قطر بهینه نانوذرات برای جذب تمام محدوده طول موج‌های نور تابشی خورشید محاسبه شده‌اند. برای شبیه‌سازی از نرم‌افزار Lumerical مبتنی بر روش حل عددی تفاضل محدود حوزه زمان (FDTD) استفاده شده است. نتایج شبیه‌سازی نشان می‌دهد، در تمام طول موج‌ها بیشتر از ۵۰ درصد از نور خورشید جذب خواهد شد. از طرفی با تزویج نور به مرز بین نانوذرات و عایق، پلاسمون‌های سطحی تحریک خواهند شد و امکان مدل‌سازی در ابعاد نانو فراهم شده است. نشان داده شده است که با افزایش قطر نانوذرات از ۱۰ تا ۱۵ نانومتر میزان جذب نور افزایش یافته و با رسیدن قطر نانو ذرات به ۲۰ نانومتر جذب نور کاهش می‌یابد. با در نظر گرفتن استاندارد (AM 1.5, 100 mW cm^{-2})، بیشینه جریان اتصال کوتاه ۲۰ میلی‌آمپر، ولتاژ مدار باز ۰/۶۵ ولت، و ضریب پرشدگی ۶۰ درصد، میزان تبدیل نور ۸/۴۵ درصد خواهد بود.



شکل ۲: نمودار جریان-ولتاژ برای نانوذرات با قطر متفاوت



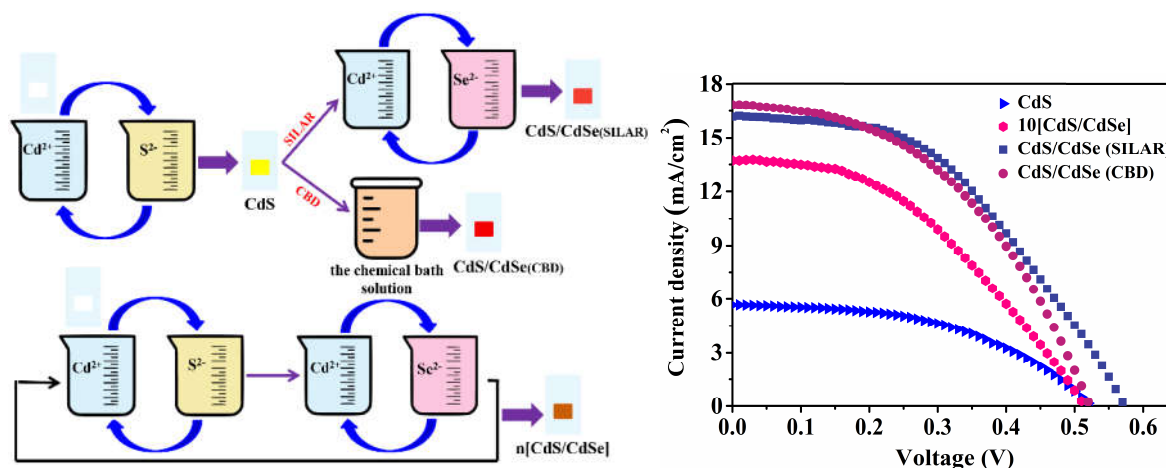
شکل ۱: سلول خورشیدی نانوساختار پیشنهادی

افزایش محدوده جذب نور مرئی و کنترل نوترکیبی الکترون-حفره در سلول‌های خورشیدی حساس شده با نقاط کوانتومی CdS به وسیله آرایش‌های متفاوت از لایه‌نشانی نقاط کوانتومی CdSe

مریم استاد ابراهیم^۱ و حسین دهقانی^{*۱}

^۱ دانشگاه کاشان، دانشکده شیمی، گروه شیمی معدنی

برای حساس‌سازی سلول‌های خورشیدی برپایه نقاط کوانتومی از نقاط کوانتومی متنوعی استفاده می‌شود ولی نقاط کوانتومی CdS/CdSe بیش از سایر انواع نقاط کوانتومی مورد توجه پژوهشگران قرار گرفته است. علت این محبوبیت مربوط به وسیع بودن ناحیه جذب نور مرئی، تسهیل انتقال الکترون به اکسید فلزی نیم‌هادی و سنتر راحت این نقاط کوانتومی است. از اینرو، در این پژوهش نیز از این نقاط کوانتومی به منظور حساس‌سازی سلول‌های خورشیدی استفاده می‌گردد. نقاط کوانتومی CdS در ساختار تمام فوتون‌دها به روش واکنش و جذب متوالی لایه-یونی (SILAR) در پنج چرخه متوالی بر روی سطح TiO_2 رشد داده می‌شوند. در این پژوهش برای لایه‌نشانی نقاط کوانتومی CdSe از دو روش SILAR و حمام رسوب شیمیایی استفاده می‌شود که لایه‌نشانی SILAR این نقاط کوانتومی با دو آرایش: SILAR متوالی و SILAR متناوب در ده چرخه انجام می‌شود. نمایش شماتیک زیر، لایه‌نشانی نقاط کوانتومی CdS و CdSe را بر روی سطح TiO_2 با روش‌های SILAR (متوالی و متناوب) و حمام رسوب شیمیایی نشان می‌دهد. در نهایت برای پایداری نقاط کوانتومی، تمام ساختارهای فوتون‌دها با لایه‌ای نازک از ZnS در دو چرخه متوالی SILAR پوشانده می‌شوند. طبق نتایج بدست آمده تحت تابش نور استاندارد (AM 1/5)، بازدهی سلول‌های خورشیدی حساس شده با نقاط کوانتومی $10[\text{CdS}/\text{CdSe}]$ ، $\text{CdS}/\text{CdSe}(\text{SILAR})$ و $\text{CdS}/\text{CdSe}(\text{CBD})$ در حضور الکتروود شمارنده Cu2S بر مبنای آلیاژ فلزی-مس و روی به ترتیب حدود 2.97% ، 2.4% و 4.01% است. این افزایش قابل توجه بازدهی در مقایسه با CdS (با بازده 1.42%)، ناشی از گسترش محدوده جذب فوتون‌های نوری و کاهش نوترکیبی الکترون-حفره در نتیجه حضور نقاط کوانتومی CdSe در ساختار فوتون‌دها است.



افزایش بیش از ۲ و ۲/۵ برابری بازده سلول‌های خورشیدی بر پایه نقاط کوانتومی CdS با استفاده از نقاط کوانتومی خارجی SnS و SnSe

مریم استادابراهیم^۱ و حسین دهقانی^{*۱}

^۱ دانشگاه کاشان، دانشکده شیمی، گروه شیمی معدنی

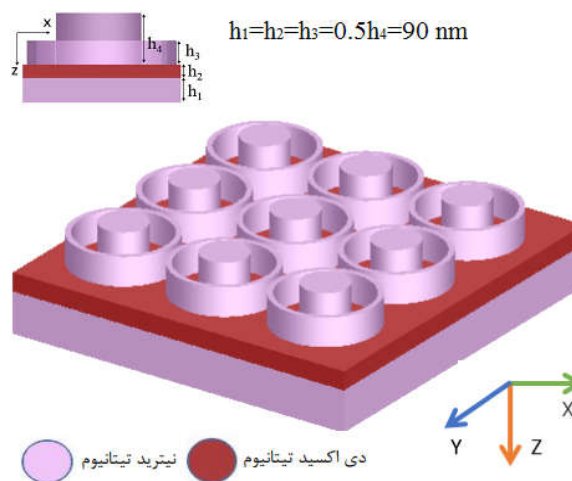
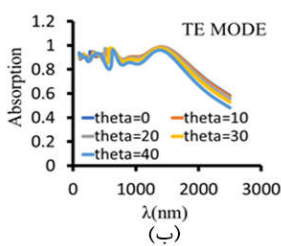
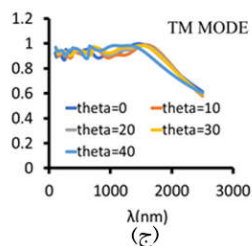
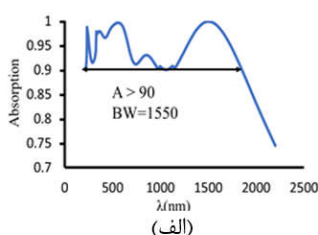
سلول‌های خورشیدی حساس شده با نقاط کوانتومی در سال‌های اخیر به دلیل راندمان رو به رشد و امید به استفاده از آن‌ها به عنوان سلول‌های پربازده و مقرون به صرفه در آینده، بسیار مورد توجه پژوهشگران قرار گرفته است. اما بازدهی این نسل از سلول‌ها همچنان در سطح پایین‌تری نسبت به سلول‌های نسل اول و دوم قرار دارد. یکی از راه‌کارهای موثر برای ارتقا بازدهی سلول‌های خورشیدی حساس شده با نقاط کوانتومی، گسترش محدوده جذب فوتون‌های نوری، بهبود جذب موثر نور و کاهش نوترکیبی الکترون-حفره در ساختار این سلول‌ها است. به این منظور از نقاط کوانتومی درونی با تراز هدایت پایین‌تر نسبت به لایه بعدی خود و یا نقاط کوانتومی خارجی با شکاف انرژی کم و مقدار بهینه شده در ساختار فوتوآند این سلول‌ها استفاده می‌شود. در این پژوهش اثر حضور نقاط کوانتومی دو ترکیبی SnS و SnSe به عنوان نقاط کوانتومی خارجی در ساختار فوتوحسگر سلول‌های خورشیدی بر پایه نقاط کوانتومی CdS، مورد مطالعه قرار گرفت. طبق نتایج بدست آمده تحت تابش نور استاندارد (AM 1/5)، بازدهی سلول‌های خورشیدی حساس شده با نقاط کوانتومی CdS/SnS و CdS/SnSe در حضور الکتروود شمارنده Cu₂S بر مبنای آلیاژ فلزی-مس و روی و الکترولیت پلی سولفید به ترتیب حدود ۲/۹۹٪ و ۳/۵۶٪ است. این افزایش بازدهی بیش از ۲ و ۲/۵ برابر در مقایسه با CdS (با بازده ۱/۴۲٪) می‌باشد که ناشی از ارتقا دانسیته جریان در این سلول‌ها است. براساس نتایج تجربی بدست آمده، می‌توان این افزایش بازدهی را به بهبود جذب موثر نور و کاهش نوترکیبی الکترون-حفره در نتیجه حضور نقاط کوانتومی خارجی SnS و SnSe نسبت داد.

Photoanode	V _{oc} (V)	J _{sc} cm)/(mA	FF	PCE (%)
CdS	0.52	5.66	0.48	1.42
CdS/SnS	0.50	13.02	0.46	2.99
CdS/SnSe	0.51	14.50	0.48	3.56

جاذب خورشیدی پلازمونیک بسیارپهن باند و مستقل از پلاریزاسیون

سمیرا مهرابی^۱، عباس ظریفکار^۱ و علی فرمانی^۲^۱ دانشگاه شیراز، دانشکده مهندسی برق و کامپیوتر، بخش مخابرات و الکترونیک^۲ دانشگاه لرستان، دانشکده مهندسی، بخش مهندسی برق، گروه الکترونیک

طی سالهای اخیر، تحقیقات متعددی در جهت افزایش پهنای باند جذبی جاذب‌های خورشیدی و نیز عملکرد مستقل از پلاریزاسیون آنها، با مد نظر قرار دادن هندسه ساختار صورت گرفته است. جاذب‌های خورشیدی مبتنی بر پلازمونیک به دلیل برهمکنش شدید نور و امواج سطحی و همچنین استفاده از فلزات دیرگداز به عنوان نوسان کننده، می‌توانند انتخابی مناسب برای جاذب کامل نور با پهنای باند زیاد باشند. در این طرح، با استفاده از فلز دیرگداز نیتريدتیتانیوم و ساختار هندسی حلقه-استوانه، پهنای باند جذبی و تاثیر پلاریزاسیون و زاویه های مختلف تابش نور بررسی شده است. جاذب پیشنهادی، مبتنی بر ساختار فلز-عایق-فلز و مواد نیتريدتیتانیوم و دی اکسیدتیتانیوم می باشد که در شکل ۱ نشان داده شده است. به دلیل استفاده از خواص ذاتی فلز دیرگداز نیتريدتیتانیوم، ساختار پلازمونیک حلقه-استوانه و تشدید پلاسمون های سطحی، پهنای باند جذبی بیش از ۹۰٪ در بازه ی طول موجی ۱۷۸۰-۲۳۰ نانومتر بدست آمده که در شکل ۲-الف نمایش داده شده است. یکی از مهمترین ویژگی های این جاذب، مستقل بودن از پلاریزاسیون برای زاویه های تابش مختلف به دلیل تقارن ساختار است که در شکلهای ۲-ب و ۲-ج برای مدهای TE و TM بررسی و نشان داده شده است. نتایج به دست آمده نشان می دهند که جاذب پیشنهادی، به دلیل هندسه ساختار، استفاده از فلز دیرگداز نیتريدتیتانیوم و تقارن آن، دارای بهبود مناسب از لحاظ پهنای باند و مقدار جذب با ویژگی مستقل از پلاریزاسیون بودن نسبت به ساختارهای مشابه است.



شکل ۱: ساختار جاذب خورشیدی نانو ساختار پیشنهادی

شکل ۲: (الف) طیف جذب، (ب) اثر زاویه تابش برای پلاریزاسیون TE،

(ج) اثر زاویه تابش برای پلاریزاسیون TM

شبیه سازی سلول خورشیدی لایه نازک InAlAs/AlAsSb با لایه تونلی InAs

استفاده از نرم افزار Silvaco TCAD

امید محمدی آغجه قلعه^۱، اصغر اسمعیلی^{۱،۲}^۱ دانشگاه ارومیه، پژوهشکده نانو فناوری^۲ دانشگاه ارومیه، دانشکده فیزیک

در این پژوهش، شبیه سازی سلول‌های خورشیدی InAlAs/AlAsSb دو پیوندی ارائه شده است. برای شبیه سازی و تجزیه و تحلیل نتایج آن از برنامه Silvaco Atlas استفاده شده است. در گام اول، برای تک سلولی InAlAs ضخامت‌های بهینه برای لایه‌های پنجره‌ای، امیتر، بیس و میدان پشت سطحی به ترتیب 0.08، 0.14، 0.1، 0.08، 0.08 میکرو متر بدست آمدند که بازده حداکثری 6.46 درصد را نتیجه می‌دهند. در گام بعدی به منظور مقایسه با سلول خورشیدی تک پیوندی InAlAs، سلول خورشیدی تک پیوندی AlAsSb با ضخامت‌های یکسان با سلول InAlAs طراحی شد و مشاهده کردیم که بازده ۶،۶۸ درصد بدست می‌آید که نسبت به حالت قبل یک افزایش جزئی نشان می‌دهد. در گام آخر با استفاده از دو تک سلولی ذکر شده، یک سلول خورشیدی دو پیوندی با لایه تونلی را طراحی کردیم که با تغییر در ضخامت زیر لایه ها به بازده ۱۱،۰۱٪ دست یافتیم که در مقایسه با تحقیقی که در موسسه‌ی روچستر^۱ با تغییر در ضخامت لایه‌ی بیس انجام داده‌اند و به بازده ۹،۹۳٪ دست یافته‌اند، افزایش بازده حدود ۱،۵٪ را نشان می‌دهد.

Anode Contact			
InAlGaP	Window	p	
InAlAs	Emitter	p	
InAlAs	Base	n	
InAlGaP	BSF	n	
InAs	Tunnel Diode	n	
In As	Tunnel Diode	p	
InAlGaP	Window	p	
AlAsSb	Emitter	p	
AlAsSb	Base	n	
InAlGaP	BSF	n	
InAs	Substrate	n	
Cathode Contact			

شکل ۱: ساختار سلول خورشیدی دو پیوندی InAlAs/AlAsSb

^۱ Hubbard, Seth M., et al., *Intermediate band solar cell design using InAs quantum dots in AlAsSb*, Photovoltaic Specialist Conference (PVSC), 2015 IEEE 42nd. IEEE, 2015

مقایسه‌ی پایداری حرارتی سلول خورشیدی پروسکایتی مرجع MAPbI_3 و سلول

پروسکایتی ترکیبی $\text{FA}_{0.85}\text{Cs}_{0.15}\text{PbI}_3$

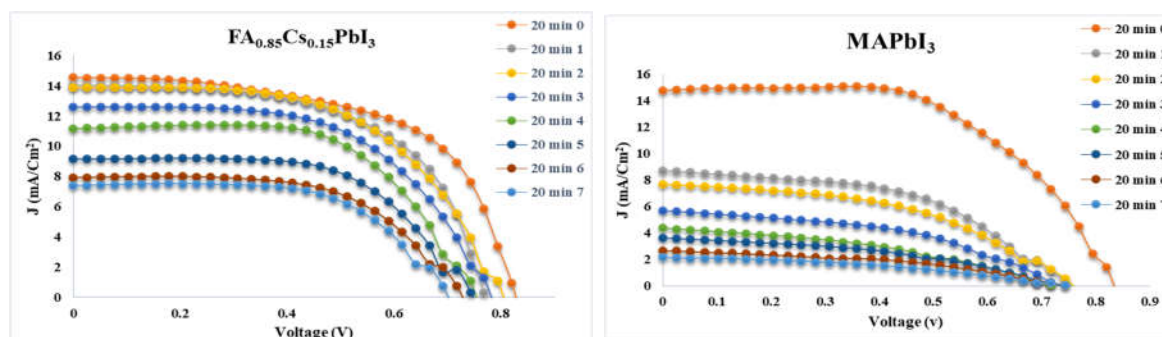
فرزانه ولی‌پور^۱، عباس بهجت^۱، ابراهیم یزدی^۱، نعیمه ترابی^۲

۱ دانشگاه یزد، دانشکده فیزیک

۲ گروه پژوهشی فوتونیک، دانشگاه یزد، دانشکده فیزیک

یکی از چالش‌های موجود در مسیر صنعتی‌سازی سلول‌های خورشیدی پروسکایتی عدم پایداری این سلول‌ها در برابر عوامل محیطی است و حرارت یکی از این عوامل می‌باشد. در اثر اعمال حرارت پروسکایت در طی واکنشی تجزیه شده و PbI_2 به عنوان محصول نهایی به جای می‌ماند. از جمله راهکارهای افزایش پایداری می‌توان به مهندسی سطوح میانی، مهندسی حلال‌ها و مهندسی ترکیبات پروسکایت اشاره نمود. در این پژوهش به مقایسه پایداری سلول خورشیدی MAPbI_3 و $\text{FA}_{0.85}\text{Cs}_{0.15}\text{PbI}_3$ پرداخته شده است. در ابتدا سلول خورشیدی پروسکایتی مزومتخلخل بدون انتقال‌دهنده حفره با روش تک مرحله‌ای ساخته شد. سپس با توجه به این امر که دمای پخت پروسکایت در دو ترکیب MAPbI_3 و $\text{FA}_{0.85}\text{Cs}_{0.15}\text{PbI}_3$ به طور مشابه ۱۰۰ درجه سانتی‌گراد می‌باشد، سلول‌ها در شرایط و محیط یکسان به مدت ۱۴۰ دقیقه و با فواصل زمانی ۲۰ دقیقه‌ای در معرض حرارت ۱۲۰ درجه قرار گرفت و منحنی ولتاژ-جریان آن‌ها تحت تابش AM1.5 رسم شد. همان‌طور که در شکل مشخص است؛ ۵۰ درصد کارایی پروسکایت پایه‌ی MAPbI_3 در ۲۰ دقیقه اول کاهش یافته است و بازدهی آن از ۶/۹۴ درصد به ۳/۲ درصد رسیده است؛ در حالی که در پروسکایت $\text{FA}_{0.85}\text{Cs}_{0.15}\text{PbI}_3$ این میزان افت کارایی پس از ۷ مرحله حرارت دهی رخ داده است و بازدهی آن از ۷/۰۲ درصد به ۳/۴۱ درصد کاهش یافته است. بر اساس این پژوهش مهندسی ترکیبات و استفاده از پروسکایت‌های مبتنی بر FAI می‌تواند در پایداری حرارتی سلول نقش به سزایی داشته باشد.

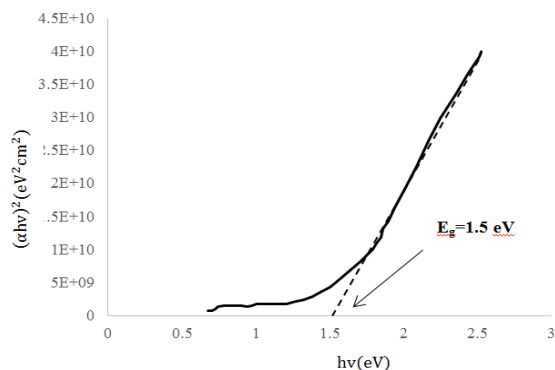
تشکر و قدردانی: نویسندگان از حمایت مالی صندوق حمایت از پژوهشگران و فن‌آوران کشور (INSF-96003879) تشکر می‌کنند.



شکل ۱: تغییرات منحنی ولتاژ-جریان برای دو نمونه پروسکایت تحت دمای ۱۲۰ درجه

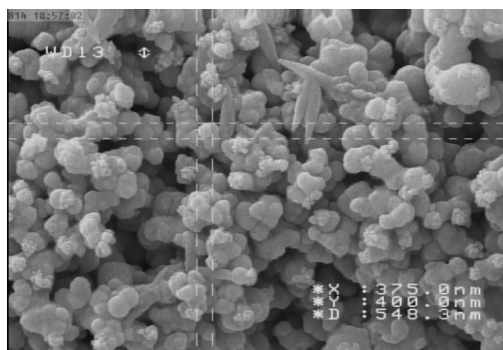
تهیه فیلم $\text{Cu}_2\text{ZnSnS}_4$ به وسیله پرینت دکتر بلید و جوهر ساخته شده با روش میکروویومهناز کرباسی^۱، سعید باغشاهی^۱، نسترن ریاحی نوری^۲، روزبه سیاوش موخر^۲^۱دانشگاه علوم و تحقیقات تهران، دانشکده فنی و مهندسی^۲پژوهشگاه نیرو، گروه پژوهشی مواد غیر فلزی

نیمه‌هادی‌های کسترتیت ($\text{Cu}_2\text{ZnSnS}_4$) به علت ضریب بالای جذب انرژی خورشیدی و انرژی مناسب باند گپ، به عنوان مناسب‌ترین عناصر جهت ساخت سلول‌های خورشیدی فیلم نازک شناخته شده‌اند. در تحقیق جاری از روش میکروویو جهت ساخت جوهر و از روش پرینت دکتر بلید برای تهیه فیلم‌های $\text{Cu}_2\text{ZnSnS}_4$ استفاده شد. برای انجام این کار، محلول جوهر از استات مس، استات روی، کلرید قلع و تیئورتوریا به ترتیب به عنوان منابع مس، روی، قلع و گوگرد تشکیل شده و از اتیلن گلیکول به عنوان حلال غیر سمی استفاده شد. جوهر CZTS با استفاده از حرارت میکروویو و در مدت زمان ۱۰ دقیقه ساخته شد. پس از آن، فیلم‌های CZTS بر روی شیشه سودالایم چاپ شده و در دمای ۱۵۰، ۲۰۰، ۲۵۰، ۳۰۰ و ۳۵۰ درجه سانتیگراد حرارت داده شدند. در ادامه، مشخصات نمونه از جمله میکروساختار، آنالیز فازی، مورفولوژی، خواص اپتیک و میزان جذب با استفاده از تجزیه و تحلیل اشعه ایکس (XRD)، طیف سنجی رامان، طیف سنجی مادون قرمز (FT-IR)، تجزیه و تحلیل توزین گرمایی (TGA)، طیف عبوری، میکروسکوپ الکترونی روبشی گسیل میدانی (FESEM)، طیف سنجی پراش انرژی پرتو ایکس (EDX) و طیف سنجی جذبی مرئی-فرابنفش (UV-visible) مورد بررسی قرار گرفتند. با استفاده از روش‌های پراش اشعه ایکس ساختار کسترتیت در صفحات (۱۱۲)، (۲۰۰)، (۲۲۰)، (۳۱۲) و (۳۳۲) تشخیص داده شد و همچنین خلوص فاز کسترتیت توسط آنالیز طیف سنجی رامان و در شدت جریان ۳۳۶ سانتی‌متر مشخص شد. علاوه بر این، تصاویر FESEM نشان می‌دهد که فیلم‌ها حاوی دانه‌های کروی با میانگین ابعاد قطری ۳۵۰ تا ۶۵۰ نانومتر هستند. به طور خلاصه، بهترین ویژگی ریزساختاری و عملکرد مورفولوژی مربوط به فیلم‌ها CZTS است که در دمای ۳۰۰ درجه سانتیگراد عملیات حرارتی شده‌اند و دارای طول باند گپ ۱٫۵ eV هستند.



شکل ۲: اندازه محور طولی در محل برخورد خط مماس از شیب

جوهر حاوی نانو ذرات CZTS (شکاف باند = ۱٫۵ eV)



شکل ۱: تصویر FESEM از بهینه‌ترین نمونه تهیه شده

(فیلم CZTS سنتز شده در دمای ۳۰۰°C)

ساخت نانولوله‌های اکسید تیتانیوم به روش آندایز شتاب‌دار و بررسی خواص فتوولتائیک آن‌ها

معصومه خانی^۱، دکتر محمد نورمحمدی^۲، دکتر وجیهه عسگری بهجت آبادی^۳

^{۱و۲} دانشگاه کاشان، دانشکده فیزیک

مقاله نوشته شده نگاهی داشت بر ساخت آرایه‌های منظم نانولوله‌ای دی‌اکسید تیتانیوم به روش الکتروشیمیایی و استفاده کاربردی از آن‌ها به عنوان الکترود سلول‌های خورشیدی رنگدانه‌ای. در ابتدا به منظور ساخت نانولوله‌هایی با قطر زیاد از ولتاژ آندایز بالا (۱۷۰ ولت) استفاده شد. گفتنی است تهیه نانولوله دی‌اکسید تیتانیوم در ولتاژ بالا مشکلات عمده‌ای از جمله ایجاد سوختگی‌های سطحی را به همراه خواهد داشت. افزودن لاکتیک اسید به محلول الکترولیت باعث جابجایی ولتاژ آستانه سوختگی خواهد شد و فرایند آندایز را سرعت خواهد بخشید. همچنین از جمله عوامل کنترل‌کننده جریان آندایز و جلوگیری از سوختگی، کنترل غلظت یون آمونیوم فلوراید می‌باشد. بنابراین به منظور جلوگیری از شکست دی‌الکتریک، غلظت یون فلوراید در الکترولیت در ولتاژهای مختلف آندایز بهینه شد و با افزایش ولتاژ آندایز، غلظت آمونیوم فلوراید بهینه شده کاهش یافت. در مرحله بعد شرایط رشد بهینه نانولوله‌های TiO_2 در ولتاژ آندایز بالا مورد بررسی قرار گرفت. نانولوله‌های TiO_2 با قطر بزرگ‌تر از ۱۵۰ nm مورد استفاده در سلول‌های خورشیدی رنگدانه‌ای می‌توانند باعث افزایش جذب رنگدانه در فتوآند به دلیل افزایش مساحت سطحی نیم‌رسانا شوند به همین منظور جهت ساخت نانولوله‌هایی با قطر بزرگ از ولتاژهای آندایز بالا استفاده شد و شرایط مختلف رشد بهینه نانولوله‌های TiO_2 مورد بررسی قرار گرفت. لازم به ذکر است که نانولوله‌های TiO_2 آندایز شده به شکل ساختارهای غیرآلی هستند و برای نشان دادن هدایت الکتریکی کافی برای استفاده در سلول‌های خورشیدی رنگدانه‌ای نیاز به بازپخت دارند. بنابراین نمونه‌ها پس از آندایز در دمای 450°C و به مدت ۱ ساعت بازپخت شدند. در مرحله بعد به مقایسه سلول‌های خورشیدی رنگدانه‌ای تک‌مرحله‌ای در ولتاژهای ۶۰ و ۱۷۰ ولت پرداخته شد. ساخت نانولوله‌های دی‌اکسید تیتانیوم در الکترولیت آلی حاوی آب، اتیلن گلیکول و نمک آمونیوم فلوراید به روش آندایز الکتروشیمیایی تک‌مرحله‌ای در ولتاژ آندایز (۶۰ ولت) روی ورقه‌های فلز تیتانیوم در دمای لایه سدی 20°C انجام شد. برای رشد سریع و در عین حال یک‌دست نانولوله‌های اکسید تیتانیوم علاوه بر غلظت نمک NH_4F در الکترولیت، نرخ افزایش ولتاژ و دمای لایه سدی بهینه شدند. مشخص شد که به ازای غلظت و نرخ افزایش (۰/۱ (v/s) در دمای لایه سدی 30°C می‌توان نانولوله‌هایی با کیفیت خوب رشد داد و به سرعت رشد بالای 118 nm/h رسید. در این حالت بهینه، قطر داخلی نانولوله‌ها ۷۰ nm و خارجی آن‌ها ۵۶۰ nm اندازه‌گیری شد. سپس هر دو نمونه بعد از آندایز به مدت ۱ ساعت در دمای 450°C قرار گرفتند تا برای بستن سلول‌های خورشیدی آماده شوند. در نهایت نمودار چگالی جریان بر حسب زمان این نمونه‌ها مورد بررسی قرار گرفت، با توجه به این نمودار درمی‌یابیم که افزایش ولتاژ تاثیر به سزایی بر خواص فتوولتائیک نمونه‌ها داشته است. در واقع بازده سلول خورشیدی ساخته شده در ولتاژ ۱۷۰ ولت نسبت به بازده سلول خورشیدی ساخته شده در ولتاژ ۶۰ ولت ۱/۴ برابر شده است که نشان‌دهنده تاثیر به سزای افزایش ولتاژ در بازده سلول‌های خورشیدی می‌باشد

بررسی نقش بازیابی فوتون بر روی ولتاژ مدار باز سلول‌های خورشیدی پروسکایتی

علی غلام‌پور^۱، مهدی انصاری‌راد^۱

^۱ دانشگاه صنعتی شاهرود، دانشکده فیزیک

بازیابی فوتون (photon recycling) عبارت است از جذب دوباره فوتونی که از باز ترکیب تابشی الکترون و حفره ناشی شده است. از آنجا که این اثر می‌تواند به افزایش ولتاژ مدار باز سلول و در نتیجه بهبود عملکرد آن بیانجامد، اخیراً توجه بسیاری از محققان در حوزه سلول‌های خورشیدی پروسکایتی را به خود جلب کرده است. ما در این پژوهش با حل معادلات پیوستگی برای الکترون‌ها و حفره‌ها و نیز با تعریف معادله پیوستگی برای فوتون‌های حاصل از باز ترکیب تابشی تراکم حامل‌های بار در لایه جاذب پروسکایتی به بررسی نقش اثر بازیابی فوتون بر روی ولتاژ مدار باز سلول‌های خورشیدی در شدت‌های تابشی و ضخامت‌های مختلف پرداخته‌ایم. معادله پیوستگی برای حامل‌های بار شامل جمله مربوط به بازیابی فوتون نیز بودند تا بتوانیم فرآیند باز جذب فوتون‌های ثانویه (فوتون‌های حاصل از باز ترکیب تابشی حامل‌های بار) در درون لایه جاذب را شبیه‌سازی کنیم. نتایج شبیه‌سازی‌ها نشان می‌دهد که بازیابی فوتون در تابش‌های بالای 1sun می‌تواند به افزایش از مرتبه چند ده میلی‌ولت در ولتاژ مدار باز سلول خورشیدی منجر شود. دلیل این امر این است که در تابش‌های بالا سهم باز ترکیب تابشی نسبت به سایر مکانیسم‌های غیر تابشی باز ترکیب چشم‌گیر می‌شود و در نتیجه بازیابی فوتون طول عمر موثر حامل‌های بار را افزایش می‌دهد. همچنین مشاهده شد که با افزایش ضخامت لایه جاذب، اثر بازیابی فوتون سبب افزایش ولتاژ سلول (از مرتبه چند ده میلی‌ولت) می‌شود. نتایج این پژوهش می‌تواند در درک بهتر فیزیک سلول‌های خورشیدی پروسکایتی و نیز طراحی لایه جاذب و ارزیابی نقش بازیابی فوتون در عملکرد این سلول‌های خورشیدی مورد استفاده قرار گیرد.

غیر فعال کردن نقص سطح مشترک در سلول خورشیدی پروسکایتی مزومتخلخل با استفاده از اصلاح لایه انتقال دهنده حفره پلیمری P3HT

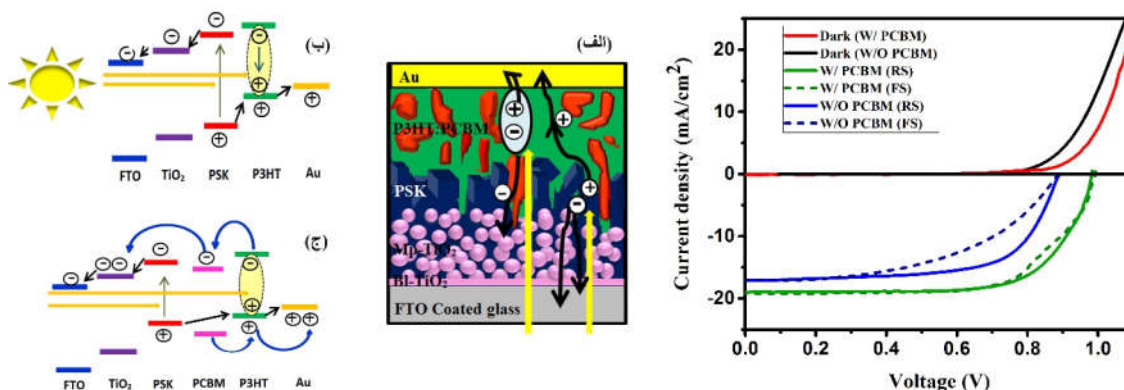
مریم عالی‌دائی^۱، فرزانه عرب‌پور رق‌آبادی^۲ و وحید احمدی^۱، مرتضی ایزدی فرد^۲، محمد ابراهیم قاضی^۳

^۱ دانشگاه تربیت مدرس، دانشکده مهندسی الکترونیک و کامپیوتر، گروه نانوپتوالکترونیک

^۲ دانشگاه تربیت مدرس، دانشکده مهندسی شیمی

^۳ دانشگاه صنعتی شاهرود، دانشکده فیزیک

در سلول‌های خورشیدی پروسکایتی، سطح تماس بین پروسکایت و لایه‌های انتقال دهنده الکترون و حفره نقش مهمی در بازده تبدیل انرژی و پایداری سلول خورشیدی دارند. جایگاه‌های نقص فعال در سطوح مشترک سلول خورشیدی، تجمع بار و انباشت یون در این نواحی را تحت تاثیر قرار می‌دهد که می‌تواند عملکرد دستگاه را مختل کند. در این کار، نقایص موجود در سطح مشترک پلیمر انتقال دهنده حفره و لایه پروسکایت در سلول خورشیدی پروسکایتی مزومتخلخل ساخته شده با ساختار $\text{FTO/bl-TiO}_2/\text{mp-P3HT}/\text{PCBM}$ توسط اصلاح لایه انتقال دهنده حفره، خنثی می‌شود. با افزودن PCBM به ماده انتقال دهنده حفره P3HT (با نسبت ۱:۲ درصد وزنی) بازده تبدیل انرژی سلول خورشیدی ۳۱٪ افزایش یافت. نتایج حاصل از آنالیز امپدانس الکتروشیمیایی، اندازه‌گیری‌های جریان-ولتاژ و آنالیز افت ولتاژ مدار باز نشان می‌دهد ورود PCBM به لایه انتقال دهنده حفره P3HT از اثرات نامطلوب نقص‌های سطح مشترک ناشی از غیریکنواخت بودن لایه پروسکایت و حضور حفره‌های سوزنی جلوگیری می‌کند. این ساختار، مسیرهای موازی نشستی را کاهش داده و جذب نور فرودی را افزایش داده و منجر به افزایش بازده تبدیل انرژی از ۱۰٪ به ۱۳/۱۴٪ درصد می‌شود. این اثرات مطلوب P3HT:PCBM با افزایش مقاومت بازترکیب و کاهش انباشت بار در سطوح مشترک پروسکایت و لایه‌های انتقال دهنده بار توسط آنالیز امپدانس الکتروشیمیایی تایید شد. علاوه بر این، غیرفعال کردن نقص‌ها توسط اصلاح سطح مشترک پروسکایت و لایه انتقال دهنده حفره، پسماند جریان-ولتاژ افزاره را کاهش داده و همچنین منجر به افزایش پایداری سلول خورشیدی پروسکایتی می‌شود.



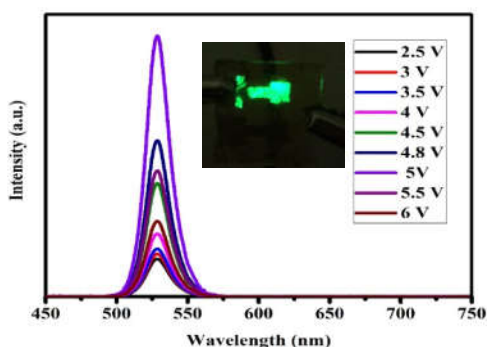
شکل ۲: طرح شماتیک (الف) فوتون‌های عبوری از پروسکایت و جذب آن‌ها در P3HT . (ب) نمودار نوار انرژی و انتقال الکترون و حفره در سلول‌های خورشیدی پروسکایتی شامل (ب) P3HT و (ج) P3HT:PCBM

شکل ۱: مشخصه‌های جریان-ولتاژ سلول‌های خورشیدی پروسکایتی با و بدون PCBM تحت تاریکی (خط پیوسته) و نورتابی 1 sun (خط چین) بسته به جهت اسکن.

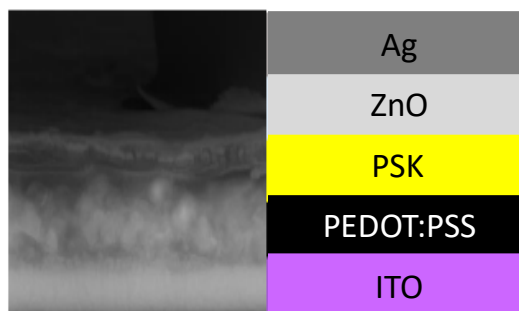
طراحی لایه انتقال دهنده الکترون برای بهبود عملکرد دیود نورگسیل پروسکایتی

طاهره اشجاری^۱، فرزانه عربپور^{۲،۳} و وحید احمدی^{۲*}^۱ دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم تحقیقات، دانشکده برق و کامپیوتر^۲ دانشگاه تربیت مدرس، دانشکده برق و کامپیوتر^۳ دانشگاه تربیت مدرس، دانشکده مهندسی شیمی

ترکیبات پروسکایت هالیدی به عنوان لایه جاذب سلول‌های خورشیدی پروسکایتی بدلیل هزینه کم مواد اولیه، ضریب جذب بالا، گاف انرژی قابل تنظیم در تمام ناحیه مرئی، طول نفوذ بلند حامل‌های بار و فرایند پذیری محلولی بطور گسترده مورد استفاده قرار گرفته‌اند. در سال‌های اخیر، پروسکایت‌های هالیدی با نرخ باز ترکیب غیرنوری بسیار پایین و خلوص نور بسیار بالا، توجه زیادی را برای ساخت دیودهای نورگسیل جلب کرده است. بازده کوانتومی خارجی برای اولین دیودهای نورگسیل پروسکایتی ۰/۷۶٪ بوده است که این میزان در سال ۲۰۱۸ به ۲۰/۱٪ رسیده است. در این پژوهش دیودهای نور گسیل پروسکایتی بر پایه $\text{CH}_3\text{NH}_3\text{PbBr}_3$ با ساختار ITO/PEDOT:PSS/PSK/ZnO/Ag ساخته شد. به منظور بهبود عملکرد و راندمان دیودهای نورگسیل پروسکایتی، بهبود لایه انتقال دهنده الکترون مورد بررسی قرار گرفت. لایه انتقال دهنده الکترون بهینه شده، فاقد حفره‌های سوزنی است. به این ترتیب افزاره ساخته شده دارای ولتاژ آستانه ۲/۵ ولت، درخشندگی 76308 cd.m^{-2} ، بازده کوانتومی خارجی ۴/۵٪، بازده جریان $12/1 \text{ cd/A}$ و بازده توان $2/45 \text{ lm/W}$ در ولتاژ ۵ ولت است.



شکل ۲: طیف الکترو لومینسانس و تصویر افزاره ساخته شده در ولتاژ ۵ V



شکل ۱: شماتیک ساختار و تصویر سطح مقطع افزاره

مشخصه یابی و بررسی ساختار سلول خورشیدی بر پایه ی پروسکایت $\text{CH}_3\text{NH}_3\text{PbI}_3$ با استفاده از روش و مواد نیمه صنعتی

جواد موحدی^۱، امید ملکان^۲

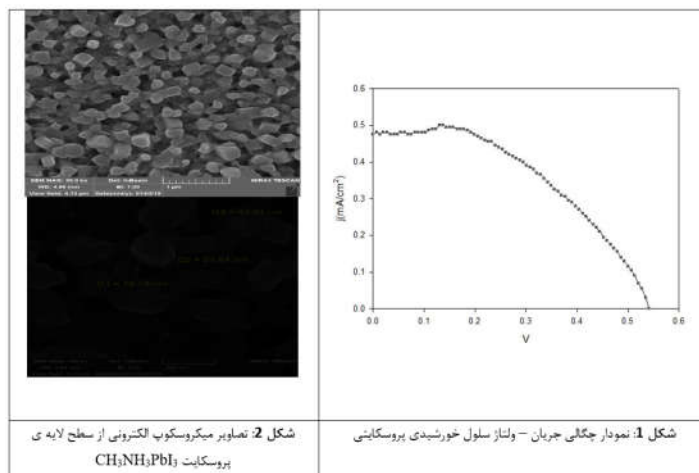
^۱ دانشگاه صنعتی شاهرود، دانشکده فیزیک

^۲ دانشگاه دامغان، دانشکده فیزیک

در مواد پروسکایت هالیدی هیبریدی آلی-معدنی در چند سال اخیر محور پژوهش های قابل توجهی برای استفاده در ساخت قطعات سلول های خورشیدی قرار گرفته اند. این مواد ویژگی های خاص ترکیبات آلی مانند انعطاف پذیری بالا و سنتز آسان را همراه با خواص خوب ترکیبات معدنی از جمله پایداری شیمیایی و حرارتی بالا، مقاومت مکانیکی و سختی زیاد دارند. حسن استفاده از این مواد این است که با استفاده از آن ها می توان سلول های خورشیدی با بازده بزرگ از فاز محلول و با هزینه کم تولید نمود. بازده سلول خورشیدی تولید شده با کنترل ترکیب و نظم ساختاری این مواد قابل تنظیم خواهد بود. در این پژوهش محلول یدید سرب با حلال دی متیل فرمامید خشک (DMF) و محلول متیل آمونیوم یدید ($\text{CH}_3\text{NH}_3\text{I}$) با حلال ایزوپروپانول آماده شد و بعد از آماده سازی لایه ی یدید سرب به روش اسپین کوتینگ با سرعت 4500 rpm و زمان 5 s بر روی بستر تیتانیوم دی اکسید حجیم (TiO_2) لایه نشانی شد. در مرحله ی بعد با استفاده از روش غوطه وری، لایه ی متیل آمونیوم یدید روی لایه ی یدید سرب لایه نشانی شده تا کریستال های پروسکایت تشکیل شوند. تصویر گرفته شده از لایه ی پروسکایت تشکیل ساختار کریستالی پروسکایت را تایید می کند و در برخی از نقاط کریستال ها در ابعاد نانو تشکیل شده اند.

نتایج حاصل از این تحقیق برای سلول پروسکایتی ساخته شده در جدول زیر گزارش شده است.

η %	FF	Jsc (mA/cm^2)	Voc (V)
1.03	0.46	0.45	0.5



شکل ۲: تصویر میکروسکوپ الکترونی از سطح لایه ی پروسکایت $\text{CH}_3\text{NH}_3\text{PbI}_3$

شکل ۱: نمودار چگالی جریان - ولتاژ سلول خورشیدی پروسکایتی

Preparation new nanocomposite of polyaniline nanofibers/titanium dioxide nanoparticles (PANINFs/TiO₂NPs) and its application in hybrid solar cell

Mazaher Yarmohamadi-Vasel^a, Ali Reza Modarresi-Alama^{a,b}, Meissam Noroozifar^{a,b}, Mohammad Saeed Hadavi^c

^aOrganic and Polymer Research Laboratory, Department of Chemistry, Faculty of Science, ^bRenewable Energies Research Institute, University of Sistan and Baluchestan, Zahedan, Iran. ^cDepartment of Physics, University of Sistan and Baluchestan, Zahedan, Iran

Polyaniline nanofibers/Titanium dioxide nanoparticles nanocomposite (PANINFs/ TiO₂NPs) from aniline hydrochloride salt, titanium dioxide nanoparticles (TiO₂NPs) and FeCl₃·6H₂O as the oxidant was synthesized through a simple mechanochemical reaction in solid state and template-free technique. We have used doctor blade method to prepare films for hybrid organic / inorganic solar cell As ITO | TiO₂NPs | PANINFs/TiO₂NPs | Al. A series of characterizations were examined for Materials by TEM (transmission electron microscopy), SEM (scanning electron microscope), the Fourier-Transform Infrared (FTIR) spectra, Ultraviolet–visible spectra (UV–vis), Cyclic voltammetry (CV). TEM images clearly demonstrate that TiO₂NPs are embedded in the PANINFs. Electrochemical calculations of band gap from CV curves indicated that the forbidden band gap of the PANINFs/TiO₂NPs nanocomposite is 1.78 eV, realizing the complementary advantages of n and p semiconductors. Their I–V characteristic and power conversion efficiency (PCE) under 100 mWcm⁻² irradiation and AM 1.5 global conditions was measured and discussed. Under illumination, device shows ISC and VOC about 5.52 mA and 0.64V, respectively. For the same device, the fill factor (FF) and power conversion efficiency (PCE) is 0.52 and 0.91%, respectively. The benefit of this work is synthesis of the nanocomposite using a very simple and green chemistry method at room temperature and using sample method for fabricating hybrid solar cells.

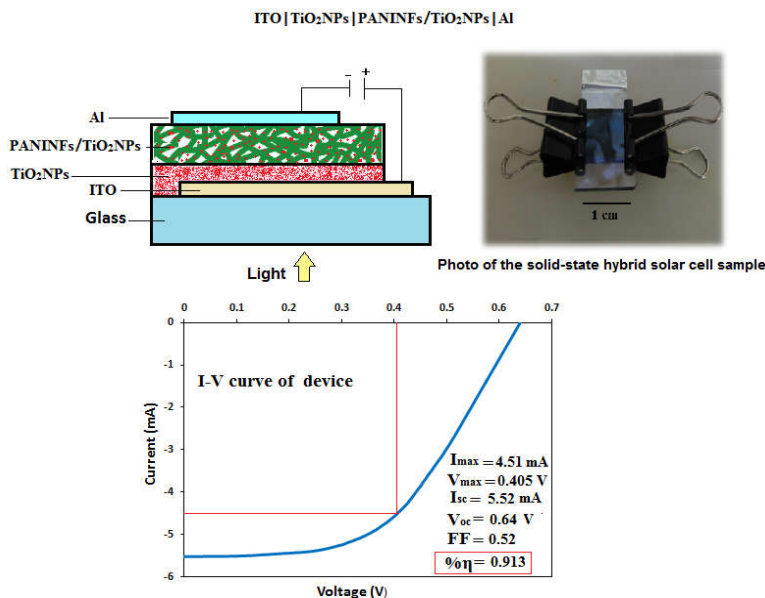
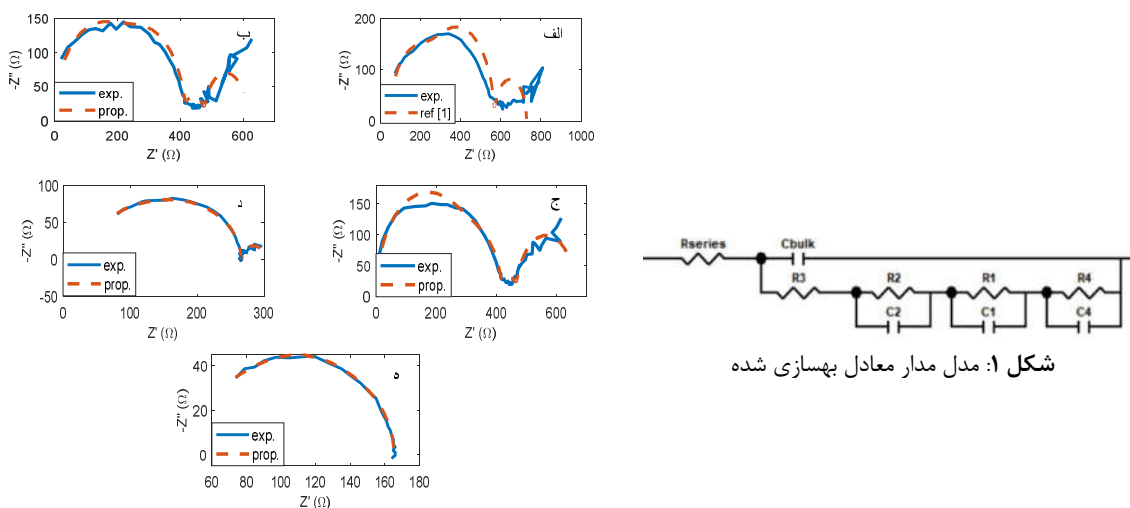


Figure 1. Schematic diagram of hybrid solar cell sample and I-V curve of device

ارائه مدل مداری به منظور کاهش خطا در طیف امپدانس سلول خورشیدی پروسکایتی

سجاد کجوری گشینانی^۱، سید مهدی بنی‌هاشمی^۱ و فرزانه عرب‌پور رق‌آبادی^۲^۱ دانشگاه آزاد تهران مرکزی، دانشکده فنی مهندسی، گروه مهندسی برق^۲ دانشگاه تربیت مدرس، دانشکده مهندسی شیمی

طیف امپدانس سلول‌های خورشیدی پروسکایتی با لایه‌های مختلف ماده انتقال حفره (HTM) و ماده انتقال الکترون (ETM) و شرایط رشد مختلف، متفاوت است و دارای مدارهای معادل مختلف می‌باشد که دارای ویژگی‌های متفاوتی نسبت به یکدیگر هستند. ما در این مقاله، از داده‌های تجربی امپدانس بدست آمده از یک سلول خورشیدی با ساختار FTO/c-TiO₂/Meso- TiO₂/CH₃NH₃PbI₃/P3HT/Au استفاده می‌کنیم. این داده‌ها بر اساس ولتاژهای بایاس متفاوت دسته بندی شده‌اند. ۵ سری داده برای ۵ ولتاژ بایاس متفاوت ۰/۰ ولت، ۰/۲ ولت، ۰/۴ ولت، ۰/۶ ولت، و ۰/۷ ولت وجود دارد که تغییرات امپدانس‌های حقیقی و موهومی بر حسب تغییر فرکانس را نشان می‌دهند. برای این منظور مدارهای معادل متفاوتی از مقالات مختلف بررسی شد و طیف امپدانس آن‌ها با طیف امپدانس تجربی مقایسه شد. در این مقاله از نرم افزار Zview استفاده شده است. در مدل پیشنهادی که برازش بهتری با داده‌های تجربی دارد، R_{series} مقاومت سری است که مربوط به اتصالات و الکترودها است. C_{bulk} ظرفیت خازنی مرتبط با لایه پروسکایت است (که عمدتاً مرتبط با واهلش دی الکتریک ذاتی لایه پروسکایت است) و به همراه R₃ وظیفه شبیه سازی رفتار سلول خورشیدی در فرکانس‌های بالا را بر عهده دارند. در ادامه R₁ و C₁ پارامترهای مرتبط با لایه‌های عبور دهنده الکترون و حفره را به ما می‌دهند. باتوجه به وجود دو سطح مشترک لایه پروسکایت/لایه انتقال الکترون و لایه پروسکایت/لایه انتقال حفره و تفاوت مکانیزمهای بازترکیب در آنها در این مدل پیشنهادی دو سری مقاومت و خازن برای مدل کردن آنها در نظر گرفته شده است، که R₂ و C₂ برای یک سمت و مقاومت R₄ و خازن C₄ برای سمت دیگر می‌باشند. با در نظر گرفتن این مقاومت و خازن موازی اختلاف طیف امپدانس پیشنهاد شده با طیف تجربی بدست آمده از ۰/۲۲٪ در مدل بدون مقاومت R₄ و خازن C₄ به حداکثر ۰/۱۵٪ در مدل پیشنهادی رسیده است.



شکل ۱: مدل مدار معادل بهسازی شده

شکل ۲: نتایج تجربی طیف امپدانس و مدل مداری پیشنهادی در بایاس

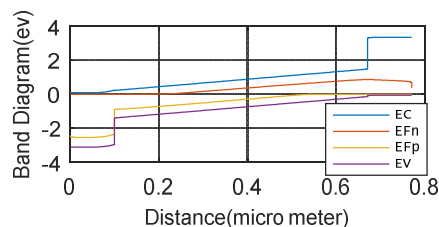
های ۰/۰، ۰/۲، ۰/۴، ۰/۶، و ۰/۷ ولت.

بررسی اثر مشخصات ETL بر سلول‌های خورشیدی پروسکایت با لایه جاذب $(\text{FAPbI}_3)_{0.85}(\text{MAPbBr}_3)_{0.15}$

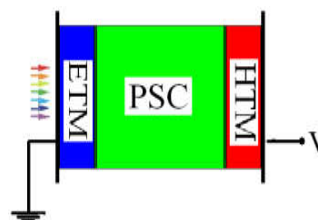
نگارمشهدی سیدآبادی^۱، سید مهدی بنی‌هاشمی^۱ و علیرضا کاشانی‌نیا^۱

^۱ دانشگاه آزاد تهران مرکزی، دانشکده فنی مهندسی، دپارتمان مهندسی برق

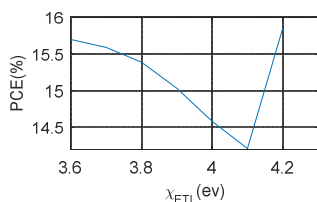
از مشکلات اصلی سلول‌های خورشیدی پروسکایت پایداری بسیار کم آنهاست. یکی از روش‌های افزایش پایداری این سلول‌ها استفاده از جاذب $(\text{FAPbI}_3)_{0.85}(\text{MAPbBr}_3)_{0.15}$ می‌باشد. به علت طول نفوذ بالای MAPbBr_3 و dipole moment بسیار بیشتر MA نسبت به FA، این سلول پایداری و راندمان مطلوبی دارد. در این پژوهش، از ساختار $\text{FTO}/\text{Spiro-OMeTAD}/(\text{FAPbI}_3)_{0.85}(\text{MAPbBr}_3)_{0.15}/\text{TiO}_2$ استفاده شده‌است، که FTO آنند، Spiro-OMeTAD لایه HTM، $(\text{FAPbI}_3)_{0.85}(\text{MAPbBr}_3)_{0.15}$ لایه جاذب و TiO_2 لایه ETL هستند. نتایج شبیه‌سازی پارامترهای عملکرد این سلول خورشیدی با نرم‌افزار SCAPS، همچون FF، J_{sc} ، V_{oc} و PCE به ترتیب 1.01V، 20.69mA/cm²، 71.85% و 15.03% می‌باشند. الکترون خواهی لایه ETL بر روی نتایج شبیه‌سازی تاثیرگذار است. با افزایش الکترون خواهی در لایه ETL، بازدهی ابتدا کاهش سپس افزایش می‌یابد. علت این موضوع این است که، در ابتدا اثر V_{oc} و سپس J_{sc} غالب است. علت کاهش مقدار V_{oc} ، کاهش انرژی باند هدایت با افزایش الکترون خواهی لایه ETL می‌باشد. با افزایش الکترون خواهی لایه ETL، الکترون‌ها آسان‌تر به سمت کانتکت چپ حرکت می‌کنند و به کاتد می‌رسند، لذا J_{sc} افزایش می‌یابد.



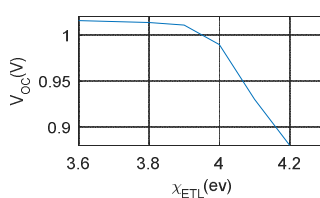
شکل ۲: دیاگرام باند سلول خورشیدی



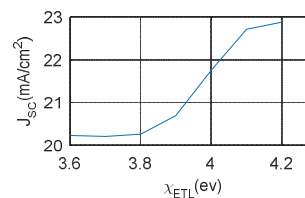
شکل ۱: شماتیک ساختار سلول خورشیدی



شکل ۵: منحنی PCE-الکترون خواهی ETL



شکل ۴: منحنی V_{oc} -الکترون خواهی ETL



شکل ۳: منحنی J_{sc} -الکترون خواهی ETL

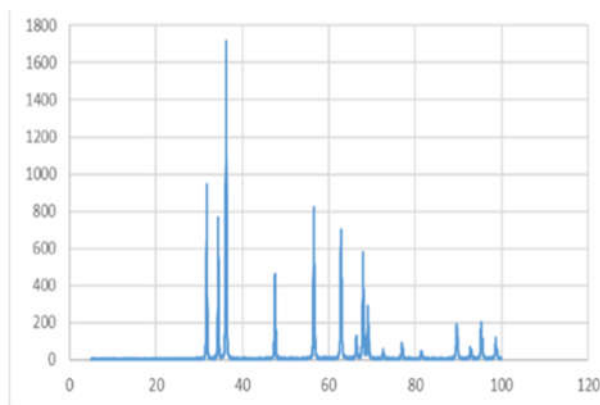
ساخت سلول خورشیدی رنگدانه‌ای با سنتز نانوذرات اکسید روی

فاطمه قنواتی^۱، ته‌مین جلالی^۱ و شهریار عصفوری^۲

^۱ دانشگاه خلیج فارس، دانشکده علوم پایه، گروه فیزیک

^۲ دانشگاه خلیج فارس، دانشکده نفت، گاز و پتروشیمی، گروه مهندسی شیمی

سلول خورشیدی رنگدانه‌ای از نسل سوم سلول‌های خورشیدی می‌باشد، که به دلیل قیمت ارزان، انعطاف‌پذیری، دوست‌دار محیط‌زیست و... مورد توجه بسیاری قرار گرفته است. نانوساختارهای نیمه‌رسانا، به دلیل فراهم آوردن مساحت سطح بزرگ‌تر نسبت به سایر ساختارها، سبب شده تا جذب رنگدانه‌ها افزایش یافته و در نتیجه جذب اپتیکی و بهره‌ی تبدیل سلول خورشیدی افزایش یابد. با وجود بالا بودن بازده TiO_2 نسبت به ZnO اما به دلیل رشد بلوری ساده‌تر و کم هزینه‌تر آن در دماهای پایین و با ابزارهای ساده، تحقیقات زیادی انجام می‌شود. نانوساختارهای اکسید روی دارای گاف انرژی مستقیم 3.37 eV الکترون‌ولت که اجازه عبور نور در محدوده‌ی نور ماوراءبنفش را می‌دهد و انرژی وابستگی الکترون _ حفره بسیار بالای 6.0 eV میلی‌الکترون‌ولت است که از باز ترکیب الکترون _ حفره جلوگیری و در نتیجه باعث افزایش بازده سلول خورشیدی می‌شود. در این پژوهش به سنتز نانوذرات اکسیدروی به روش سل_ژل پرداخته‌ایم و از این نانوذره در ساخت سلول خورشیدی رنگدانه‌ای استفاده شد. سنتز نانو ذره به روش سل_ژل با چندین روش از استات روی ۶ آبه، الکل پروپانول، آب مقطر و همچنین مونواتانول آمین استفاده شد و بعد از آن چندین مرتبه آسیاب گردید. پودر حاصل جهت باز پخت به مدت یک ساعت درون کوره قرار گرفت. سپس از آن آنالیز XRD گرفته شد (شکل ۱). نتایج نشان می‌دهد که ساختار خالص بلوری هگزاگونال با ابعاد بلوری 68 nm را نشان می‌داد. حال پودر حاصل شده را با آب دیونیزه و پلی‌اتیلن‌گلیکول ترکیب کرده و به مدت 24 ساعت بر روی همزن مغناطیسی قرار دادیم تا به خمیر تبدیل شود. سپس سلول را به روش دکتر بلید لایه نشانی کرده و به مدت 36 ساعت در رنگدانه N719 قرار داده و در نهایت بعد از تزریق الکترولیت از آن ولتاژ-جریان گرفته شد (شکل ۲). با بررسی نتایج مشاهده می‌شود سنتز نانوذره با خلوص قابل قبولی انجام شده است و ابعاد آن برای ساخت خمیر جهت فوتوآند مناسب است. همچنین مقدار جریان و ولتاژ بدست آمده در مقایسه با خمیر تجاری همخوانی خوبی دارد.



شکل ۲: لایه نشانی خمیر نیمه‌رسانا، جذب رنگدانه، سلول نهایی، نمودار جریان-ولتاژ

شکل ۱: طیف پراش اشعه ایکس از نانوذره اکسید روی، از نوع هگزاگونال با ابعاد بلوری 68 nm و بدون ناخالصی.

سنتز و بررسی نانو ذرات تیتانیوم دی اکسید و اثرات دوپ کردن فلزات عناصر واسطه و لانتانیدها و کاربرد آنها در سلول‌های خورشیدی

ریبوار سلیمانی ، محمد جباری ، ناصر صفری* ، پویا طاهای مقدم

دانشگاه شهید بهشتی ، دانشکده شیمی

در این کار سنتز نانو ذرات TiO_2 و اثرات دوپ کردن فلزات Ag ، Zn ، La ، Sm ، Ce در ساختار TiO_2 مورد بررسی قرار گرفت. برای سنتز نانو ذرات TiO_2 و نانو ذرات دوپ شده از روش هیدروترمال استفاده شد. سنتز TiO_2 بعد از چند مرحله و در دمای هیدروترمال 140°C درجه سانتی‌گراد انجام گرفت. برای شناسایی و بررسی خصوصیات نانو ذرات سنتز شده از تکنیک‌های UV-Vis ، AFM ، XRD و FESEM استفاده شد. در بررسی‌های AFM و FESEM مشاهده گردید که ذرات سنتز شده دارای سطح یکنواخت و مورفولوژی سطحی متخلخل هستند و بر اساس الگوهای پراش XRD اندازه ذرات سنتز شده در حدود 12 تا 14 نانومتر است. در بررسی طیف UV-Vis ، مشاهده شد که نمونه دوپ شده با Sm ، کوچکترین نوار جذبی و نمونه دوپ شده با Ce ، بزرگترین نوار جذبی را دارا هستند. از نمونه‌های سنتز شده در ساخت سلول‌های خورشید حساس شده به رنگ‌های D149 و N3 استفاده شد. با بررسی اندازه‌گیری‌های I-V مشخص شد که نمونه دوپ شده با فلز Sm بهترین راندمان و نمونه دوپ شده با فلز Ce کمترین راندمان را در میان سل‌های ساخته شده را داشتند.

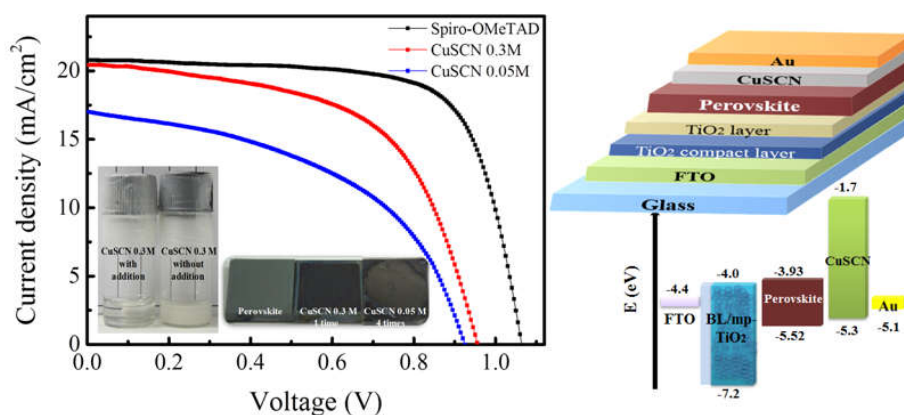
بهبود حل پذیری و لایه‌نشانی لایه رسانای حفره CuSCN با استفاده از هم حلال

استونیتریل در سلول‌های خورشیدی پروسکایتی

اعظم خراسانی^۱، مازیار مرندی^۱، نیما تقوی‌نیا^۲ و اعظم ایرجی زاد^۲

^۱ دانشگاه اراک، دانشکده علوم پایه، گروه فیزیک^۲ دانشگاه صنعتی شریف، دانشکده فیزیک

علی‌رغم رشد بسیار سریع بازدهی سلول‌های خورشیدی پروسکایتی از ۳/۸٪ به بیش از ۲۲/۷٪، پایداری پایین آن‌ها تحت دما، رطوبت و نور یکی از چالش‌های فراوری این نسل از ادوات فوتولتایی می‌باشد. از طرفی نیز، کاربرد پلیمرهای آلی رسانای حفره و افزودنی‌های آبدوست آن در لایه رسانای حفره منجر به تشدید فرآیند تخریب و تجزیه فیلم پروسکایت می‌شود. علاوه بر چالش پایداری کاهش هزینه تولید بسیار اهمیت دارد، در این میان مواد معدنی رسانای حفره به ویژه تیوسیانات مس، با هزینه تولید کم، تحرک‌پذیری زیاد حفره، پایداری دمایی و رطوبتی زیاد به عنوان لایه رسانای حفره در سلول‌های پروسکایتی به کار می‌روند. در کنار مزایای ذکر شده، لایه‌نشانی، یافتن حلال مناسب و سازگار با فیلم پروسکایت و حل‌پذیری مواد معدنی چالش‌های اصلی کاربرد این مواد ارزان قیمت می‌باشند. در این بین دی‌پروپیل‌سولفید یکی از حلال‌های متداول CuSCN با میزان حل‌پذیری پایین به غلظت ۰/۰۵ مولار می‌باشد، بنابراین به منظور دستیابی ضخامت و عملکرد بهینه نیاز به چندین بار لایه‌نشانی محلول تهیه شده می‌باشد. از طرفی نیز لایه‌نشانی‌های متوالی و حضور بیشتر حلال در محیط فرآیند تخریب و تجزیه سطح فیلم پروسکایتی را تشدید می‌نماید. در این پژوهش به منظور کاهش دفعات لایه‌نشانی و بهبود حل‌پذیری، غلظت محلول حاوی CuSCN با استفاده از هم‌حلال استونیتریل تا غلظت ۰/۳ مولار افزایش یافته است. در نهایت تنها با یکبار لایه‌نشانی CuSCN در سلول با ساختار متداول glass/FTO/C-TiO₂/Mp-TiO₂/Cs_{0.05}(MA_{0.017}FA_{0.083})PbI_{2.83}Br_{0.17}/CuSCN/Au به بازدهی ۱۱٪ با ولتاژ مدار باز ۰/۹۵۸ V و جریان اتصال کوتاه ۲۰/۳ mA/cm² دست یافته ایم.



شکل 1 شماتیک و نمودار نوار تخت انرژی سلول خورشیدی و نمودارهای جریان - ولتاژ سلول‌های خورشیدی با ساختار متداول FTO/C-TiO₂/Mp-TiO₂/Cs_{0.05}(MA_{0.017}FA_{0.083})PbI_{2.83}Br_{0.17}/HTL/Au، Spiro-OMeTAD، CuSCN 0.3M و CuSCN 0.05M با لایه‌های رسانای حفره.

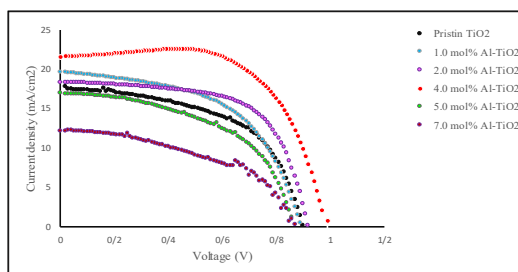
بهبود پارامترهای فتوولتاییک سلول‌های خورشیدی پروسکایتی با استفاده از TiO_2 آلاییده با Al^{3+} به عنوان لایه انتقال دهنده الکترون

عفت مشفق، محمد حسن انتظاری*

دانشگاه فردوسی مشهد، دانشکده علوم، گروه شیمی، آزمایشگاه تحقیقاتی سونوشیمی و شیمی محیط زیست

در سال‌های اخیر، مطالعات بسیار زیادی بر روی سلول‌های خورشیدی نوظهور پروسکایتی بدلیل بازدهی بسیار بالا و هزینه ساخت پایین بعنوان جایگزینی مناسب برای سلول‌های خورشیدی سیلیکونی رایج صورت گرفته است. با توجه به ساختار لایه‌ای این سلول‌ها و نقش مهمی که هر لایه در ساختار سلول ایفا می‌کند، انتخاب مواد و نحوه لایه نشانی آن‌ها بر عملکرد فتوولتاییک سلول‌ها بسیار موثر خواهد بود. از آنجایی که لایه انتقال دهنده الکترون نقش بسیار مهمی در جمع‌آوری الکترون‌ها و جلوگیری از بازترکیب الکترون‌ها و حفره‌ها دارد، لذا یکی از راه‌های امیدوارکننده برای بهبود خواص فتو و آند بکار رفته در این لایه، آلاییدن نیمه رسانا با یون‌های فلزی و غیر فلزی می‌باشد. به همین منظور در این پژوهش از نیمه رسانای دی اکسید تیتانیوم آلاییده با Al^{3+} در غلظت‌های مختلف، بعنوان لایه انتقال دهنده الکترون و سد کننده حفره استفاده شد. سلول‌های خورشیدی پروسکایتی با ساختار $\text{FTO}/\text{Al-TiO}_2/\text{m-TiO}_2/\text{CH}_3\text{NH}_3\text{PbI}_3/\text{Spiro-OMeTAD}/\text{Au}$ به روش لایه نشانی دورانی ساخته و مشخصه‌یابی شدند. نتایج نشان می‌دهد، با افزایش غلظت یون آلومینیوم تا حدود ۴ درصد مولی دی اکسید تیتانیوم، خواص فتوولتاییک سلول‌های خورشیدی بهبود می‌یابد. در مقابل، غلظت بیش از حدود ۴ درصد مولی منجر به افت این خواص می‌شود. با توجه به نتایج به دست آمده تحت نور استاندارد شبیه سازی شده، حداکثر بازدهی ۱۳،۷۶ درصد و چگالی جریان اتصال کوتاه $21.58 \text{ mA}/\text{cm}^2$ برای سلول با حدود ۴ درصد مولی آلومینیوم در مقایسه با سلول حاوی TiO_2 خالص (بازدهی ۸،۷۷ درصد و چگالی جریان اتصال کوتاه $17.77 \text{ mA}/\text{cm}^2$) بدست آمد. نمودارهای چگالی جریان-ولتاژ و نتایج حاصل از آن برای بهترین سلول‌های خورشیدی با لایه انتقال دهنده الکترون Al-TiO_2 بترتیب در شکل ۱ و جدول ۱ نشان داده شده است.

درصد مولی آلومینیوم	$V_{oc} \text{ (V)}$	$J_{sc} \text{ (mA}\cdot\text{cm}^{-2})$	FF	PCE%
0	0.900	17.77	0.54	8.77
1		19.61	0.54	9.41
2	0.920	18.31	0.63	10.62
4	0.980	21.58	0.65	13.76
5	0.860	16.93	0.52	7.64
7	0.870	12.18	0.50	5.36



جدول ۱: عملکرد فتوولتاییک سلول‌های خورشیدی

شکل ۱: نمودار چگالی جریان-ولتاژ سلول‌های خورشیدی

طراحی مولکولی انتقال دهنده‌های حفره فنانتروایمیدازول برای استفاده در

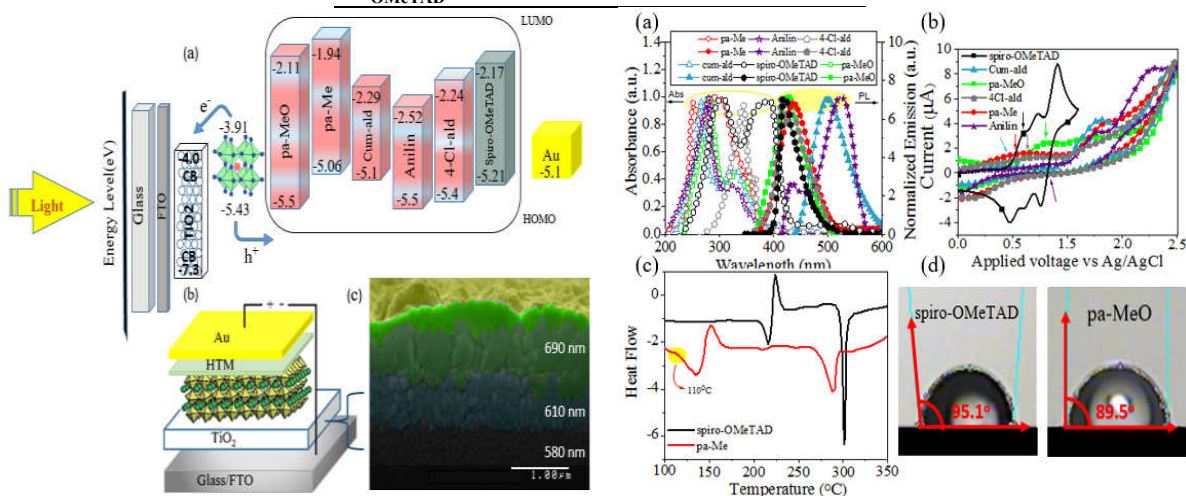
سلول‌های خورشیدی پروسکایتی ارزان قیمت

سمیه حیدری^{*}، سحرمجیدی نژاد و هاشم شهروس وند

دانشگاه زنجان، دانشکده علوم، گروه شیمی

انتقال دهنده‌های حفره آلی بدلیل تسهیل انتقال حفره و مهار انتقال الکترون به عقب و افزایش بازده سلول‌های خورشیدی پروسکایتی اهمیت فراوانی دارند. در این مطالعه پنج انتقال دهنده حفره جدید بر پایه گروه‌های تک هسته‌ای فنانتروایمیدازول الکترون دهنده متیلی و متوکسی سنتز و در سلول‌های خورشیدی پروسکایتی مورد بررسی قرار گرفت. داده‌های حاصل از طیف‌های UV-Vis، ولتاژمتری چرخه‌ای، فوتولومینسانس و همچنین بررسی‌های زاویه تماسی و پایداری حرارتی و مورفولوژی سطح و سطوح انرژی (شکل‌های ۱ و ۲) نشان داد که از میان پنج سلول ساخته شده با انتقال دهنده‌های سنتزی pa-Me, pa-MeO, cum-ald, Anilin و 4-Cl-ald درمقایسه با-spiro-OMeTAD، سلول با انتقال دهنده cum-ald دارای بیشترین جریان اتصال کوتاه 5.21 mA/cm^2 ، ولتاژ مدار باز 0.75 V ، فاکتور پرشدگی 0.50 ، و در نهایت بیشترین بازدهی 8.06% می‌باشد. پارامترهای محاسبه شده این ترکیبات در جدول روبرو خلاصه شده است:

Device structure	Jsc (mA/cm ²)	Voc (mV)	FF	PCE (%)
pa-MeO	۱۸/۲۳	۰/۷۱	۰/۵۱	۶/۷
pa-Me	۶/۵	۰/۴۶	۰/۳۶	۱/۰۱
cum-ald	۲۱/۵	۰/۷۵	۰/۵	۸/۰۶
Anilin	۱۱	۰/۷۵	۰/۴۷	۱/۲۹
4-Cl-ald	۷/۹	۰/۶	۰/۴۱	۱/۸۹
Spiro-OMeTAD	۱۶/۳۱	۰/۸	۰/۵۵	۷/۱۷



شکل ۲: سطوح انرژی و نحوه قرار گرفتن لایه‌ها در سلول خورشیدی پروسکایتی برپایه انتقال دهنده‌های حفره.

شکل ۱: مقایسه طیف‌های جذب و نشر، ولتاژمتری چرخه‌ای، پایداری حرارتی و زاویه تماسی ترکیبات سنتزی با spiro-OMeTAD.

اثر کنترل فرآیند محلول‌سازی بر روی تشکیل پروسکایت α -FAPbI₃

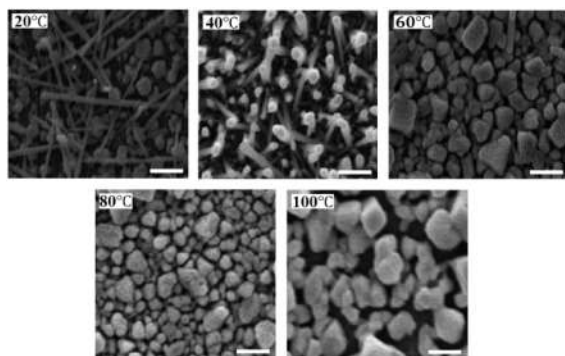
مهناز مظفری^۱، عباس بهجت^۱، و بی بی فاطمه میرجلیلی^۲

^۱ گروه پژوهشی فوتونیک، مرکز تحقیقات مهندسی، دانشگاه یزد

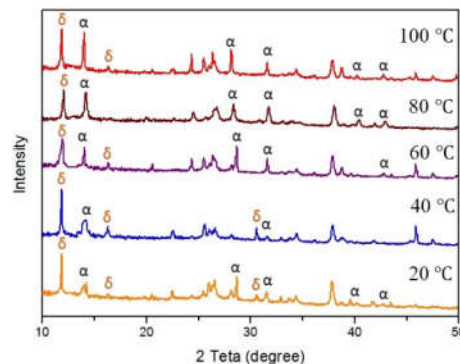
^۲ گروه اتمی مولکولی، دانشکده فیزیک، دانشگاه یزد

^۳ گروه شیمی آلی، دانشکده شیمی، دانشگاه یزد

پروسکایت FAPbI₃ دارای دو فاز α -FAPbI₃ سیاه‌رنگ و δ -FAPbI₃ زرد رنگ است. فاز α -FAPbI₃ مناسب برای سلول‌های خورشیدی پروسکایتی است و با توجه به اینکه با تشکیل پروسکایت در دمای محیط یک لایه‌ی پروسکایت به رنگ قهوه‌ای روشن و گاهی زرد رنگ حاصل می‌شود؛ در این پژوهش اثر دماهای مختلف (۲۰ °C، ۴۰ °C، ۶۰ °C، ۸۰ °C و ۱۰۰ °C) محلول ایزوپروپانول (FAI) HC(NH₂)₂I در تشکیل پروسکایت FAPbI₃ به روش دو مرحله‌ای غوطه‌وری بررسی شد. در این پژوهش با افزایش دمای غوطه‌وری، لایه‌ی پروسکایت با رنگ تیره‌تر (از قهوه‌ای روشن به سمت قهوه‌ای تیره متمایل به مشکی) تشکیل می‌شود. طیف XRD از لایه‌های پروسکایت FAPbI₃ در شکل ۱ نشان می‌دهد، موقعی که دمای محلول FAI به ۸۰ °C افزایش می‌یابد، پیک‌های ناخالصی δ -FAPbI₃ کمتری وجود دارد. بازده سلول‌های خورشیدی FAPbI₃ بدون انتقال‌دهنده حفره در دماهای مختلف (۲۰ °C، ۴۰ °C، ۶۰ °C، ۸۰ °C و ۱۰۰ °C) محلول FAI به ترتیب ۰/۵۹٪، ۰/۱۴٪، ۰/۱۸۷٪، ۳/۴۱٪ و ۱/۱۲٪ بدست آمد. با توجه به تصاویر SEM از سطح پروسکایت در شکل ۲ مشاهده می‌شود که با افزایش دمای غوطه‌وری، کریستال‌های پروسکایت بهتری تشکیل می‌گردد. البته در دمای ۱۰۰ °C محلول ایزوپروپانول FAI به سرعت تبخیر می‌شود که منجر به تشکیل سطح غیریکنواخت پروسکایت می‌شود. به همین دلیل بازده تبدیل توان سلول‌ها با دمای ۱۰۰ °C محلول FAI کاهش می‌یابد. بنابراین دمای ۸۰ °C به عنوان بهترین دمای محلول ایزوپروپانول FAI برای تشکیل پروسکایت انتخاب می‌شود و سپس به بررسی سه دمای مختلف (۱۲۰ °C، ۱۷۰ °C و ۱۸۵ °C) برای پخت لایه‌ی پروسکایت می‌پردازیم. در دمای ۱۸۵ °C رنگ پروسکایت از قهوه‌ای تیره به زرد تبدیل می‌شود که می‌توان نتیجه گرفت که پروسکایت در این بازه دمایی از بین می‌رود. ولی لایه پروسکایت تیره در دماهای پخت ۱۲۰ °C و ۱۷۰ °C پایدار می‌ماند. بازده سلول‌های خورشیدی FAPbI₃ بدون انتقال‌دهنده حفره در دماهای پخت مختلف (۱۲۰ °C، ۱۷۰ °C و ۱۸۵ °C) به ترتیب ۳/۷٪، ۴/۵٪ و ۰/۱٪ بدست آمد. بنابراین دمای ۱۷۰ °C به عنوان دمای پخت بهینه انتخاب می‌شود.



شکل ۲: تصاویر SEM از سطح پروسکایت FAPbI₃ تشکیل شده در دماهای مختلف محلول FAI.



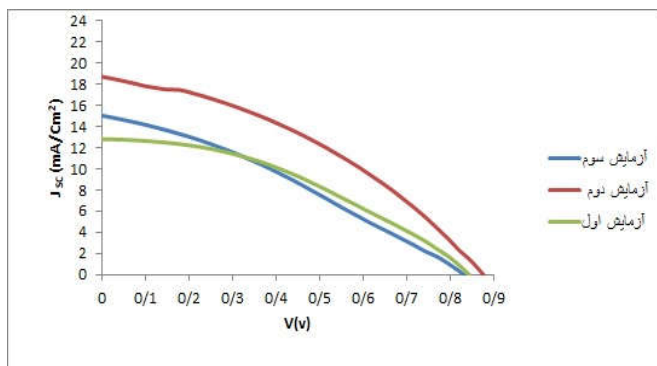
شکل ۱: طیف XRD از لایه‌های پروسکایت FAPbI₃ در دماهای مختلف محلول FAI.

بررسی اثر ترکیب سرب کلرید با سرب یدید بر عملکرد سلول خورشیدی پروسکایتی ترکیبی بدون انتقال دهنده حفره

فریده کیوانی هفشجانی^{۱*}، محمود برهانی زرنندی^{۱*}، عباس بهجت^{۱*}، ناصر جهانبخشی زاده^{۲*}، مهدی شریفی^{۱*}

^۱گروه پژوهشی فوتونیک، دانشگاه یزد
^۲گروه اتمی مولکولی، دانشکده فیزیک، دانشگاه یزد

از آنجا که استفاده از کلر در ترکیب پروسکایت اثرات مفیدی از جمله افزایش طول عمر حامل‌ها، افزایش طول پخش، کاهش مقاومت لایه‌ی پروسکایت دارد و همچنین یک تکنیک مهم در بهبود مورفولوژی سطح و مشخصه‌های اپتوالکتریکی لایه پروسکایت بشمار می‌رود، در این مقاله اثر ترکیب $PbCl_2$ با PbI_2 با نسبت‌های مختلف بر عملکرد سلول خورشیدی پروسکایتی برپایه $PbCl_2$ مورد مطالعه قرار گرفته است. برای تشکیل لایه پروسکایت از روش دومرحله‌ای غوطه‌وری استفاده شد. در این روش، ابتدا ۴۶۰ میلی گرم پودر سرب یدید در ۱ میلی لیتر دی‌متیل فرم‌آمید و ۲۷۶ میلی گرم پودر سرب کلرید در ۱ میلی لیتر دی‌متیل سولفواکسید و دی‌متیل فرم‌آمید با نسبت ۳ به ۷، در دمای $^{\circ}C$ ۷۰ به مدت ۱۲ ساعت هم خورد. در آزمایش اول محلول سرب کلرید با روش چرخشی لایه‌نشانی شد و در آزمایش دوم با نسبت ۱ به ۹ (نسبت حجمی) و در آزمایش سوم با نسبت ۲ به ۳۸ (نسبت حجمی) به ترتیب محلول‌های PbI_2 و $PbCl_2$ را ترکیب کرده و سپس به روش لایه‌نشانی چرخشی، لایه‌نشانی شد. سپس نمونه‌ها به مدت ۱۵ دقیقه در دمای $^{\circ}C$ ۷۰ پخت داده شدند. در ادامه هر کدام از نمونه‌ها به مدت ۵ دقیقه در محلول متیل آمونیوم یدید (MAI) غوطه‌ور شده و در انتها در دمای $^{\circ}C$ ۷۰ پخت داده شدند. همانطور که از نتایج حاصل در شکل و جدول زیر نشان داده شده‌است، سلول با نسبت ترکیبی ۱ به ۹ (آزمایش دوم) عملکرد بهتری را نسبت به دو آزمایش دیگر نشان می‌دهد.



شکل ۲: نمودار جریان ولتاژ سلول‌های ساخته شده

شماره آزمایش	J_{sc} (mA/cm ²)	V_{oc} (V)	FF (%)	Eff. (%)
۱	۱۲/۸۲	۰/۸۳	۰/۳۹	۴/۲۰
۲	۱۸/۷۴	۰/۸۸	۰/۳۷	۶/۱۹
۳	۱۵/۰۶	۰/۸۳	۰/۳۱	۳/۹۲

جدول ۱: مشخصه‌های فتوولتائیکی سلول‌های ساخته شده

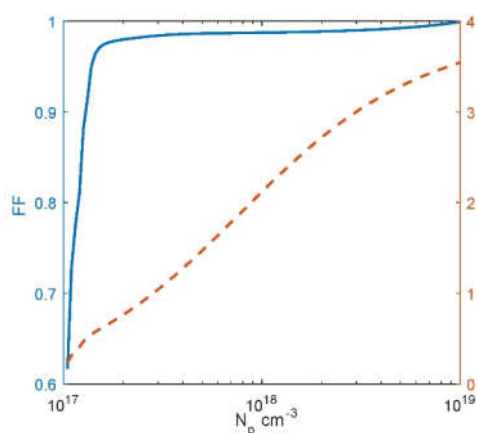
بررسی اثر آلاییدن نوع n و p بر عملکرد سلول‌های خورشیدی نامتجانس آلی: شبیه سازی و مقایسه با نتایج تجربی

مصطفی آغباشلو^۱، ژایلا علی پناه^۱ و حسین مولا^۲

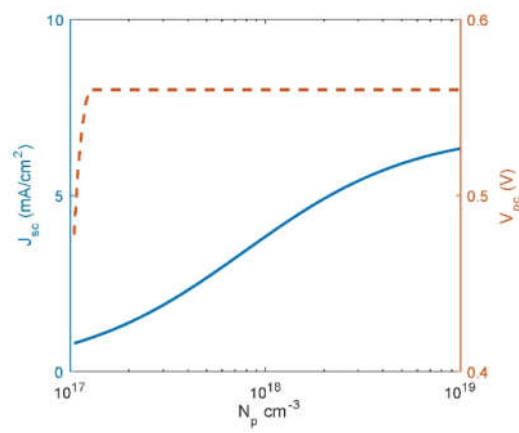
^۱ دانشگاه تبریز، پژوهشکده فیزیک کاربردی و ستاره شناسی

^۲ دانشگاه تبریز، مرکز نوآوری، شرکت پالایش پلازما صنعت

یکی از روش‌هایی که به منظور افزایش بازده این نوع سلول‌های خورشیدی مورد توجه قرار گرفته است، آلاییدن ناحیه فعال سلول‌های خورشیدی نامتجانس با ساختار توده ای (Bulk Heterojunction) به صورت نوع n و نوع p می‌باشد. نتایج تجربی اولیه نشان از کاهش بازده داشتند ولی با بهینه سازی های صورت گرفته و انتخاب مواد آلاییده مناسب، مشاهده شد که بازده این نوع سلول‌های خورشیدی افزایش پیدا می‌کند. با وجود گزارش‌های تجربی متعدد در مورد افزایش بازده این نوع سلول‌های خورشیدی، تا کنون شبیه سازی و مطالعات نظری در این مورد صورت نگرفته است. در این مقاله به منظور شبیه سازی سلول‌های خورشیدی آلی با ساختار توده ای، با استفاده از روش اجزای محدود، معادلات پیوستگی و پواسون با در نظر گرفتن باز ترکیب های bimolecular, geminate و trap و نرخ تولید حاملین تحت تابش، با در نظر گرفتن چگالی های متفاوت آلاییدن نوع n و p حل شده است. در این مطالعه اثرات آلاییدن نوع n و p بر پارامترهای اساسی سلول خورشیدی از قبیل جریان مدار کوتاه (J_{sc})، ولتاژ مدار باز (V_{oc})، فاکتور پرشوندگی (FF) و بازده (η) مورد بررسی قرار گرفته و نشان داده شده است که با افزایش میزان آلاییدن، J_{sc} و η افزایش پیدا می‌کند ولی تاثیر چندانی بر V_{oc} و FF ندارد. در واقع با افزایش میزان آلاییدن، رسانندگی ناحیه فعال افزایش یافته و در نتیجه ترابرد حاملین بار با بازده بهتری صورت می‌گیرد و همچنین، باعث بهبود اتصال اهمی بین ناحیه فعال و آند و کاتد می‌شود که باعث کاهش مقاومت سری در سلول خورشیدی شده و نهایتاً منجر به افزایش جریان و در نتیجه بازده می‌گردد. نتایج شبیه سازی به دست آمده توافق خوبی با نتایج تجربی گزارش شده توسط گروه های تحقیقاتی دارد.



شکل ۲: اثر آلاییدن نوع p بر FF و بازده



شکل ۱: اثر آلاییدن نوع p بر J_{sc} و V_{oc}

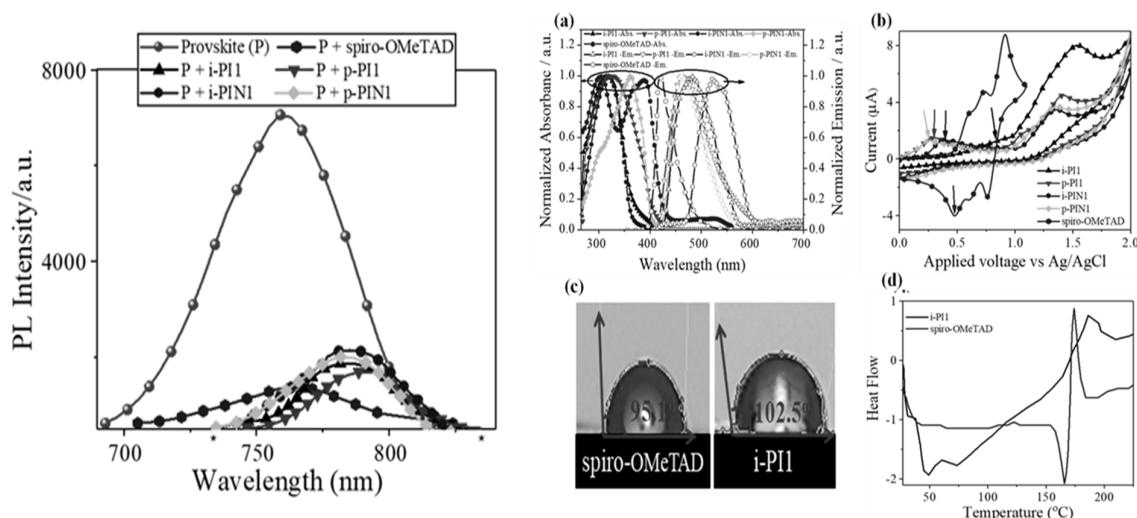
سلول‌های خورشیدی پروسکایتی با بازده بالا و ارزان قیمت بر پایه انتقال دهنده‌های

حفره جدید

نازیلا اصحابی^{*}، فاطمه صادقی، هاشم شهروس وند

دانشگاه زنجان، دانشکده علوم، گروه شیمی

انتقال دهنده‌های حفره‌ای آلای در سلول‌های خورشیدی پروسکایتی از اهمیت بالایی برخوردار بوده و باعث افزایش چشمگیری در بازده سلول می‌شوند. این مقاله به سنتز و بررسی چهار نوع انتقال دهنده حفره‌ای جدید با نام‌های $p\text{-PII}$, $p\text{-PIN1}$, $i\text{-PII}$, $i\text{-PIN1}$ بر پایه‌ی بنزیدل ایمیدازول می‌پردازد. در طیف‌های UV-vis این ترکیبات بالاترین باند جذبی مربوط به ترکیب $p\text{-PIN1}$ در ناحیه‌ی ۳۶۲ نانومتر است. وجود گروه‌های الکترون کشنده R-COH و نیتروبنزن، جابجایی طول موج به مقادیر پایین یا به اصطلاح جابجایی آبی را سبب می‌شود. در ترکیب $i\text{-PIN1}$ انرژی باندگپ افزایش پیدا کرده و در نتیجه انرژی طیف PL نیز افزایش می‌یابد. هدف از نشر جامد، بررسی تاثیر وجود انتقال دهنده‌های حفره بر روی پروسکایت است و عملکرد فوتولتائیکی این سلول با سلولی که پروسکایت آن بدون انتقال دهنده حفره است مقایسه شد که از بین چهار انتقال دهنده حفره تک‌هسته‌ای، $p\text{-PII}$ با ۸۲ درصد به میزان بیشتری از توانایی انتقال حفره برخوردار است. با توجه به نتایج بدست آمده بهترین بازده مربوط به سلول خورشیدی با انتقال دهنده‌ی حفره‌ی $i\text{-PIN1}$ با بازده فوتولتائیک ۱۸/۶۶ می‌باشد و علت آن می‌تواند وجود استخلاف نیتروبنزن روی حلقه ایمیدازولی باشد، به این ترتیب سلول خورشیدی پروسکایتی با انتقال دهنده‌ی حفره‌ی $i\text{-PIN1}$ ساخته شد.



طیف‌های فوتولومینسانس جامد پروسکایت، spiro-OMeTAD و انتقال دهنده‌های حفره تک‌هسته‌ای گروه اول

(a) طیف‌های UV-Vis و فوتولومینسانس (b) ولتاژهای چرخه‌ای (c) زاویه تماس آب (d) DSC انتقال دهنده حفره تک‌هسته‌ای گروه اول

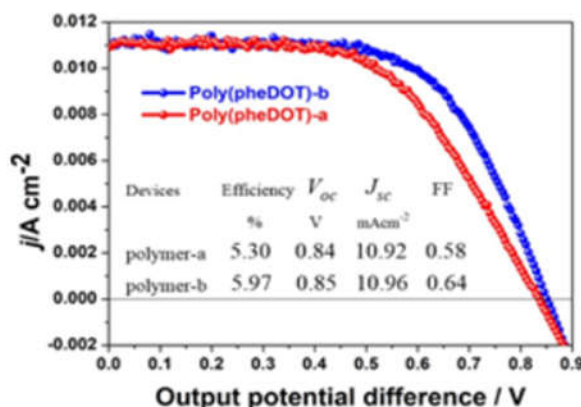
ساخت الکتروود شمارشگر پلی(۳،۴-فنیل-ان دی اکسی-تیوفن) با روش الکتروپلیمریزاسون برای سلول خورشیدی مایع حساس به رنگ

اسماعیل شیبانی^۱، جینبائوزانگ^۲

^۱ دانشگاه اصفهان-دانشکده شیمی

^۲ سوئد-دانشگاه اوپسالا- دپارتمان شیمی-فیزیک-آزمایشگاه آنکستروم

یکی از اجزای سازنده در سلول‌های خورشیدی حساس به رنگ حالت مایع، الکتروود شمارشگر می باشد که تاثیر زیادی در مقاومت انتقال بار، بازترکیب الکترون، فاکتور پرشدگی و در نتیجه بازده نهایی سلول ساخته شده را دارد. اکثر سلول‌های خورشیدی حالت مایع از الکتروود پلاتین به عنوان الکتروود شمارشگر استفاده می شود اما به دلیل قیمت بالایی پلاتین و تخلخل نسبتاً کم آن برای فعالیت کاتالیستی، انواع دیگری از الکتروود شمارشگر براساس گرافن، کامپوزیتها، آلیاژهای فلزی و پلیمرهای هادی ساخته و استفاده شده است که در این میان پلیمرهای هادی به دلیل تنوع ساختاری و روشهای کم هزینه و قابل دسترس برای سنتز بسیار مورد توجه محققین قرار گرفته اند. در این مطالعه از الکتروود شمارشگر شفاف بر پایه پلی(۳،۴-فنیل-ان دی اکسی-تیوفن) با استفاده از روش الکتروشیمی ساخته شده و در الکترولیتهای حامل متفاوت، حلال‌های مختلف با ضخامت‌های متغیر در سلول خورشیدی بکار برده شد. شکل ۱ نمودار شدت جریان-ولتاژ و عملکرد سلول فتوولتاییک بر اساس دو پلیمر سنتز شده در حلال دی کلرومتان و استونیتریل با بازده ۵،۳۰٪ و ۵،۹۷٪ را نشان میدهد. داده‌های تکمیلی و تایید کننده با روشهای طیف سنجی امپدانس، رزونانس مغناطیس هسته، ولتامتری چرخه ای، اندازه گیری جذب، بازده تبدیل فوتون ورودی به جریان نیز مورد مطالعه قرار گرفت. هدف از این تحقیق، بررسی اثر گروه فنیل در منومر اولیه هست و تحقیقات جامع تری درحال انجام می باشد. از ویژگی‌های بارز این پلیمر عدم جذب نور در ناحیه مرئی و حتی در منطقه مادون قرمز نزدیک هست و در واقع تمام نور ورودی به سلول توسط ترکیب حساس شده به نور انجام می گیرد.



شکل ۱: نمودار شدت جریان-ولتاژ سلول خورشیدی بر پایه پلیمرهای هادی ساخته شده

بررسی اثر استفاده از لایه فشرده منیزیم اکساید-تیتانیوم دی اکساید به عنوان سدکننده حفره در سلول‌های خورشیدی پروسکایتی

مریم دهقان^{۱،۲}، عباس بهجت^{۱،۲}

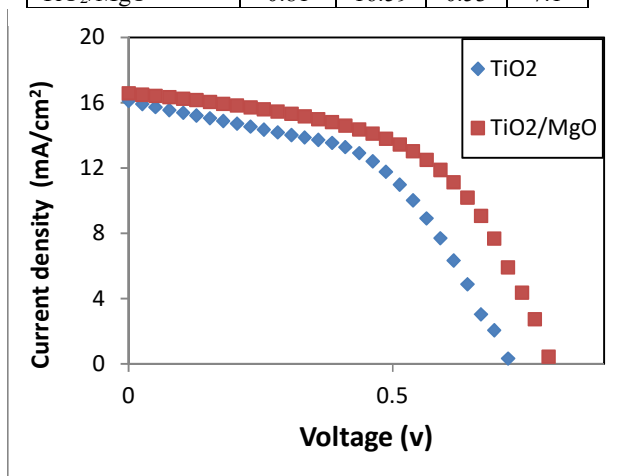
^۱ گروه پژوهشی فوتونیک، دانشکده فیزیک، دانشگاه یزد

^۲ گروه اتمی و مولکولی، دانشکده فیزیک، دانشگاه یزد

منیزیم اکساید (MgO) به عنوان یک ماده عایق می‌تواند برای کاهش بازترکیب در سلول‌های پروسکایتی استفاده شود. به خصوص برای سلول‌های پروسکایتی $\text{CH}_3\text{NH}_3\text{PbI}_3$ که دارای طول پخش الکترون کوتاهی هستند و امکان بازترکیب الکترون با حفره زیاد است استفاده از نانوذرات MgO بین فصل مشترک لایه نیمه رسانا و لایه پروسکایت انتخاب بسیار مناسبی می‌باشد. در این مطالعه سلول‌های پروسکایتی پلانار با ساختار $\text{FTO/bi-TiO}_2/\text{MgO}/\text{CH}_3\text{NH}_3\text{PbI}_3/\text{Au}$ و $\text{FTO/bi-TiO}_2/\text{CH}_3\text{NH}_3\text{PbI}_3/\text{Au}$ بمنظور بررسی اثر استفاده از نانوذرات منیزیم اکساید بر روی عملکرد سلول، ساخته شد. نانوذرات منیزیم اکساید به روش سل-ژل تهیه گردید و سپس محلول مناسبی از آن بمنظور لایه نشانی چرخشی و استفاده در سلول تهیه گردید. تصاویر SEM و طیف جذبی از نانوذرات سنتز شده منیزیم اکساید برای حصول اطمینان از مناسب بودن اندازه، ساختار و جذب این نانوذرات تهیه شد. ساخت سلول بر اساس روش محلول و بر پایه لایه‌نشانی چرخشی صورت گرفت. برای رشد بلور پروسکایت از روش تک مرحله ای استفاده گردید که موجب بوجود آمدن سطوح کاملاً آینه ای پروسکایت گردید. ارزیابی سلول‌ها با استفاده از مشخصه‌یابی جریان-ولتاژ انجام شد. نتایج نشان می‌دهد که استفاده از نانوذرات منیزیم اکساید باعث افزایش ولتاژ مدار باز بمیزان ۰/۸۱ ولت و هم چنین فاکتور پرشدگی ۵۳ می‌شود. همچنین باعث بهبود عملکرد سلول و افزایش بازدهی سلول بطور متوسط به میزان ۷/۱ درصد می‌شود.

جدول ۱- مشخصه‌های فوتولتائیک سلول‌های ساخته شده با سدکننده حفره TiO_2/MgO و TiO_2

ETM	Voc	Jsc	FF	Eff.
TiO_2	0.73	16.11	0.48	5.74
TiO_2/MgO	0.81	16.59	0.53	7.1



شکل ۲: منحنی جریان-ولتاژ برای سلول‌های ساخته شده با سدکننده حفره TiO_2/MgO و TiO_2

بررسی اثر چگالی تله‌های سطحی بر عملکرد سلول‌های خورشیدی پروسکایتی

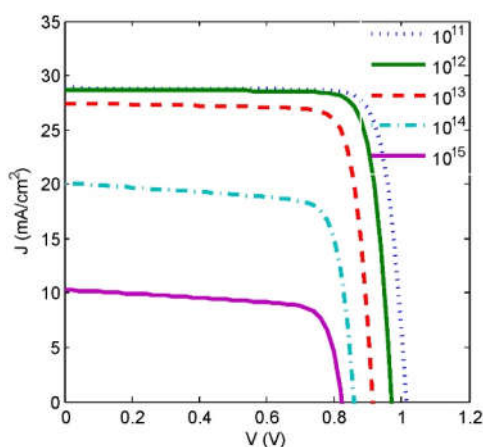
بر پایه MAPbI_3

بینا طاهری^۱، مصطفی آغباشلو^۱ و حسین مولا^۲

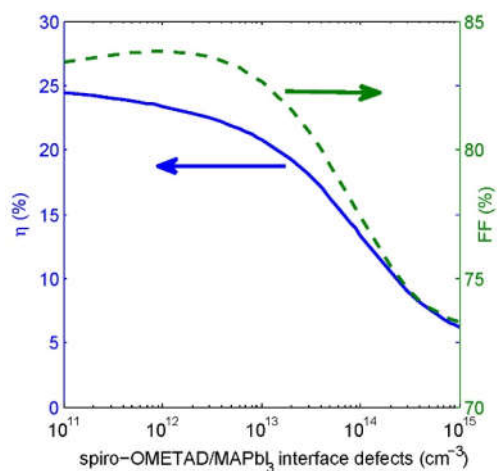
^۱ دانشگاه تبریز، پژوهشکده فیزیک کاربردی و ستاره شناسی

^۲ دانشگاه تبریز، مرکز نوآوری، شرکت پالایش پلازما صنعت

سلول‌های خورشیدی پروسکایتی به عنوان نسل نوین سلول‌های خورشیدی پیشنهاد شده‌اند. روند رشد بازدهی این سلول‌ها، در مقایسه با سایر سلول‌های خورشیدی خیرکننده بوده است. به علت ماهیت جدید و متفاوت مواد پروسکایتی، شناخت دقیق پارامترهای این نوع مواد نیاز به پژوهش‌های گسترده تجربی و نظری می‌باشد. به علت ساختارهای لایه‌ای این نوع سلول‌های خورشیدی، بررسی دقیق اثرات بازترکیب سطحی و تله‌ها برای بهینه‌سازی این نوع سلول‌های خورشیدی بسیار مورد توجه می‌باشد. در این مقاله با استفاده از حل خودسازگار معادلات پیوستگی و پواسون با در نظر گرفتن بازترکیب و تولید حاملین بار، اثرات چگالی تله‌های سطحی در پیوندگاه $\text{MAPbI}_3/\text{spiro-OMeTAD}$ بر عملکرد سلول‌های خورشیدی پروسکایتی مورد بررسی قرار گرفته است. نتایج شبیه‌سازی نشان می‌دهد که با افزایش چگالی تله‌های سطحی، بازترکیب حاملین در ناحیه فعال افزایش می‌یابد که باعث کاهش چگالی حاملین شده و در نتیجه جریان کاهش می‌یابد. نتایج به دست آمده نشان می‌دهد با افزایش چگالی تله‌ها تا میزان 10^{13} cm^{-3} کاهش محسوس در بازده مشاهده نمی‌شود ولی با افزایش تدریجی آن، بازده به شدت کاهش می‌یابد که به خاطر بازترکیب حاملین در نزدیکی لایه کاند می‌باشد. در واقع چگالی سطحی تله‌ها، باند گاف میانی در گاف ماده پروسکایتی ایجاد می‌شود که افزایش چگالی باعث پهن تر شدن این گاف میانی شده و باعث کاهش ولتاژ می‌شود. علاوه بر این، به خاطر بازترکیب حاملین در این تله‌ها، جریان نیز کاهش می‌یابد که اثرات این کاهش در بازده سلول و همچنین بازده کوانتومی قابل مشاهده می‌باشد. نتایج شبیه‌سازی به دست آمده مشابه نتایج تجربی به دست آمده گزارش شده تجربی می‌باشد.



شکل ۲: نمودار جریان ولتاژ در چگالی تله‌های سطحی مختلف



شکل ۱: اثر چگالی تله‌های سطحی بر بازده و FF

بررسی خواص ساختاری، اپتیکی و الکتریکی لایه‌های In_2S_3 لایه نشانی شده به روش اسپری پیرولیز به عنوان لایه انتقال دهنده الکترون در سلول‌های خورشیدی

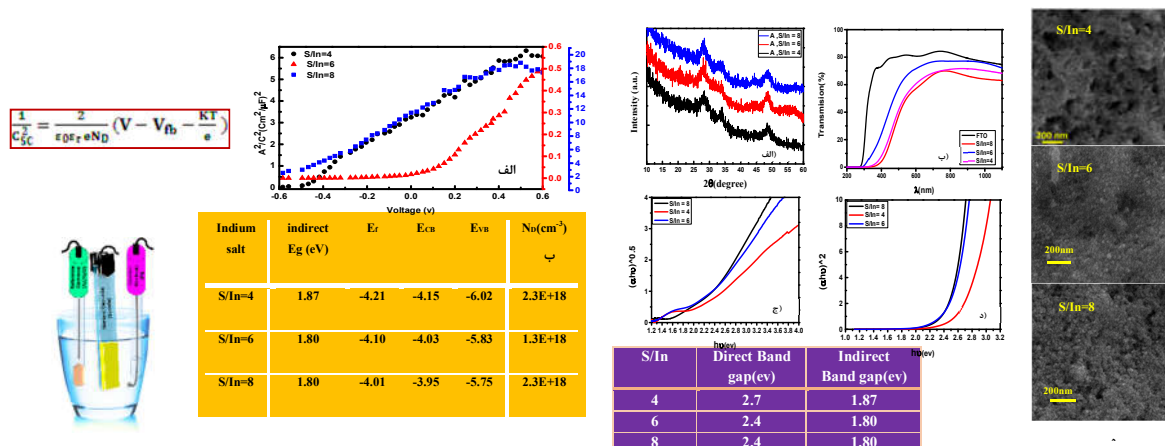
مریم هاشمی^۱، مریم حیدری^۲، سیدمحمدباقر قریشی^۳، نیما تقوی نیا^۴، سیدمحمد مهدوی^۵

^{۱,۳} دانشگاه کاشان، دانشکده فیزیک

^۲ دانشگاه صنعتی شریف، پژوهشکده علوم و فناوری نانو

^{۴,۵} دانشگاه صنعتی شریف، دانشکده فیزیک

در سلول‌های خورشیدی، لایه انتقال دهنده الکترون (ETL) نقش حیاتی در استخراج موثر حامل‌ها و دستیابی به عملکرد بهتر ایفا می‌کند. اخیراً لایه‌های نیمه‌هادی نوع n که به روش‌های ساده، سریع و ارزان شیمیایی ساخته می‌شوند مورد توجه محققین قرار گرفته است. در این پژوهش خواص نوری و الکتریکی لایه‌های In_2S_3 تهیه شده به روش اسپری پیرولیز در دمای 350°C مورد بررسی قرار گرفته است. محلول آبی حاوی نمک ایندیم استات و تیوره به عنوان پیش‌ماده می‌باشد و تاثیر نسبت مولی سولفور به ایندیم (مقادیر ۴، ۶ و ۸) بر روی خواص نوری، الکتریکی و مورفولوژیکی لایه‌ها مطالعه شد. بر طبق نتایج XRD، لایه‌های نازک حاصل، دارای بلورینگی اندک با جهت‌گیری ترجیحی (001) در ساختار بلوری $\beta\text{-In}_2\text{S}_3$ تراگونال هستند (شکل ۱- الف). بر اساس نتایج طیف‌سنجی UV-Vis، همه لایه‌ها دارای عبور بالای ۷۰٪ در ناحیه طیف مرئی بوده (شکل ۱- ب) و با افزایش میزان سولفور از ۴ به ۸، گاف انرژی از ۲/۳ تا ۲/۶ eV برای گذار مستقیم و از ۱/۸۰ تا ۱/۸۷ eV برای گذار غیرمستقیم تغییر می‌کند (شکل ۱- ج و د). بررسی مورفولوژی توسط تصاویر FESEM، نشان می‌دهد که لایه‌ها دارای ساختاری بسیار ریزدانه و اسفنجی - شکل هستند (شکل ۱- ه). به نظر می‌رسد تغییر میزان سولفور به طور کلی بر روی ویژگی‌های ساختاری، مورفولوژیکی و نوری لایه‌های In_2S_3 چندان تاثیر گذار نیست اما به طور تجربی در کار ما ثابت گردید که افزایش تیوره در محلول پیش‌ماده به پایداری آن و انحلال بهتر نمک کمک شایانی می‌نماید. در بررسی‌های الکتریکی انجام شده به کمک آنالیز موت شاتکی، رسانش نوع n با توجه به شیب مثبت منحنی در ناحیه خطی، تایید می‌گردد. همچنین پتانسیل نوار تخت، لبه نوار هدایت و نوار ظرفیت و چگالی حامل‌های اکثریت N_D محاسبه شد (شکل ۲- ب). مقایسه شیب نمودارهای موت شاتکی نشان می‌دهد که تغییر مقدار تیوره بر چگالی حامل‌های دهنده چندان تاثیر گذار نبوده و برای تمام نمونه‌ها مقدار بدست آمده از مرتبه $10^{18} \text{ (cm}^{-3}\text{)}$ می‌باشد که برای لایه ETL مطلوب است.



شکل ۲: الف) نمودار ظرفیت خازنی بر حسب ولتاژ (ب) خصوصیات الکتریکی لایه‌های ایندیم سولفید از آنالیز موت شاتکی

شکل ۱: الف) نمودار XRD، ب) طیف عبور، باندگپ (ج) غیرمستقیم مستقیم و د) تصاویر SEM فیلم‌های ایندیم سولفید

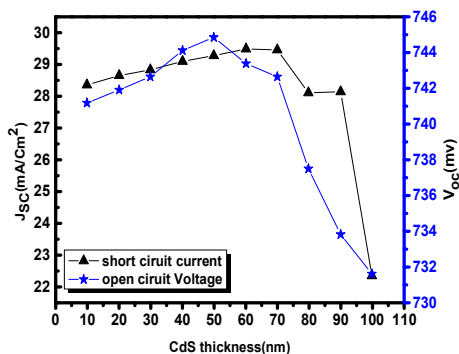
بهینه‌سازی ضخامت لایه بافر CdS در سلول‌های خورشیدی CIGS بادر نظر گرفتن اثرات محل اتصال باجاذب ونقص‌ها

مهران مین باشی^۱، مریم هاشمی^۲، احمد مشاعی^۳، محمد باقر قرشی^۴

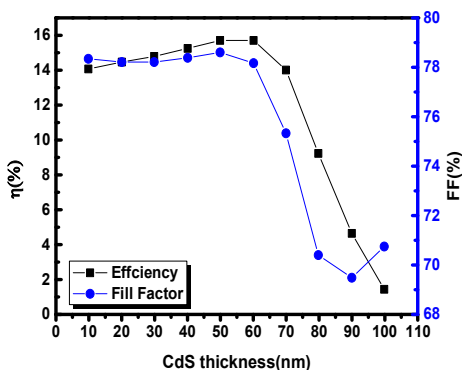
^{۱،۳} دانشگاه تربیت مدرس، دانشکده فیزیک

^{۲،۴} دانشگاه کاشان، دانشکده فیزیک، گروه لیزر فوتونیک

چالش یافتن مواد جایگزین سلول‌های خورشیدی مبتنی بر عناصر فراوان در زمین و غیرسمی باعث تحقیق و توسعه مس-اینیدیم-گالیم سولفید (CIGS) با خواص جذب نوری عالی در صنعت فتوولتائیک لایه نازک شد. از طرفی بازده سلول‌های کلکوژنی به طور قابل توجهی حساس به ضخامت لایه بافر است. CdS متداول ترین لایه بافر در سلول‌های کلکوژنی است که با افزایش ضخامت آن بسیاری از فوتون‌های ورودی جذب لایه بافر شده و تعداد فوتون‌های کمتری به لایه جاذب می‌رسد. تاکنون پیشرفتهای زیادی در زمینه بهینه سازی عملکرد سلول‌های خورشیدی به طور تجربی به جای ارائه درک عمیق از مدل‌های فیزیکی و شبیه سازی مناسب که منجر به توسعه آسان تر و کم هزینه تر فرایندهای آزمایشگاهی نیز می‌شوند، صورت گرفته است. لذا اصلی ترین هدف از انجام این تحقیق، شبیه سازی ساختار سلول لایه نازک CIGS مبتنی بر اطلاعات تجربی ارائه شده در مقالات معتبر برای لایه های مختلف و با فرض در نظر گرفتن نقص های احتمالی برای تعیین ضخامت بهینه لایه بافر می باشد. بنابراین ساختار $SLG/Mo/CIGS/CdS/ZnO/ZnO:Al$ با نرم افزار SCAPS-1D شبیه سازی و عملکرد سلول برای ضخامت‌های مختلف لایه بافر بررسی شده است. شکل (۱) اثر تغییر ضخامت لایه بافر CdS بر پارامترهای سلول را نشان می‌دهد. طبق نتایج شبیه سازی و شکل (۱) با افزایش ضخامت لایه بافر از ۱۰ تا ۱۰۰ نانومتر ضریب پوشش از ۷۸/۳۵٪ به ۷۰/۷۱٪ کاهش یافته است. به طور دقیق تر ترا ضحامت ۵۰ نانومتر ضریب پوشش تقریباً ثابت و با کمی افزایش و در نهایت به بیشترین مقدار خود ۷۸/۶۳٪ رسیده است و در ضخامت‌های بالاتر از ۶۲ نانومتر به طور ناگهانی کاهش پیدا کرده است طبق نتایج شبیه سازی، با افزایش ضخامت لایه بافر از ۱۰ تا ۵۰ نانومتر مقدار بازده سلول از ۱۶/۴۷٪ تا ۱۷/۱۳٪ افزایش می‌یابد. در ضخامت‌های بالاتر از ۶۰ نانومتر به طور ناگهانی کاهش پیدا می‌کند، مطابق با شکل (۲) با تغییر ضخامت لایه بافر از ۱۰ تا ۱۰۰ نانومتر، ولتاژ مدار باز به آرامی کم شده. و تغییر کمتری داشته است. مقدار آن از ۷۴۱ تا ۷۳۱ میلی ولت تغییر کرده است. جریان اتصال کوتاه تا ضخامت ۷۰ نانومتر افزایش یافته و بعد از این ضخامت روند کاهشی شدید دارد که دلیل آن افزایش میزان باز ترکیب در سطح تماس لایه بافر/جاذب بدلیل افزایش ضخامت لایه بافر می‌باشد.



شکل ۲: تغییرات جریان اتصال کوتاه و ولتاژ مدار باز بر حسب ضخامت لایه بافر



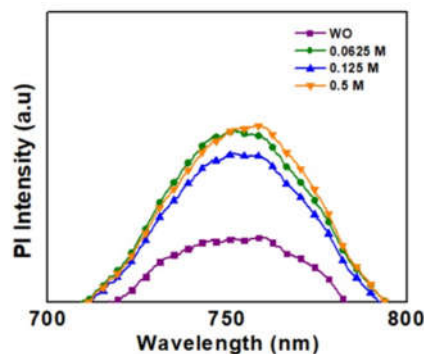
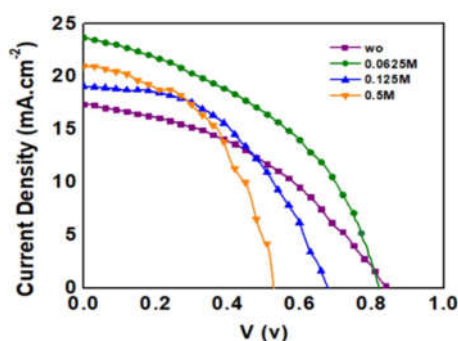
شکل ۱: تغییرات بازدهی و ضریب پوشش بر حسب ضخامت لایه بافر

اصلاح سطحی فیلم پروسکایت با استفاده از ضدحلال آلیبده شده با گرفداین

زهرا میرزاجانی^۱، مهسا حیدری^۲، یاسر عبدی^۲، نیما تقوی نیا^۲، عبدالرضا کرباسی^۱، فاطمه هوشمند^۴

^۱ دانشگاه تهران، دانشکده فنی، ^۲ دانشگاه تهران، دانشکده فیزیک، ^۳ دانشگاه صنعتی شریف، دانشکده فیزیک، ^۴ وزارت نیرو

در سال‌های اخیر سلول‌های خورشیدی پروسکایتی به دلیل سهولت در ساخت، ضریب جذب بالا، قابلیت تنظیم گاف نواری و تحرک پذیری بالای حاملان بار به طور چشمگیری مورد توجه قرار گرفته است. پروسکایت با روش‌های مختلفی لایه‌نشانی می‌شود که در اینجا از روش ضدحلال بهره گرفته شده است. در این روش، پس از لایه‌نشانی محلول پیشماده پروسکایت بر روی زیرلایه تیتانیا و شروع چرخش، مقدار بهینه ضدحلال کلروبنزن در زمان بهینه شده‌ای بر روی سطح در حال چرخش توزیع می‌شود و بلور پروسکایت پس از قرار گرفتن در دمای 100°C تشکیل می‌شود. در این پژوهش از گرفداین (GD) به عنوان آلیبده کلروبنزن با غلظت‌های مختلف استفاده شده است. گرفداین از خانواده گرافن و ماده‌ای دوبعدی با خواص الکتریکی و اپتیکی مشابه گرافن می‌باشد. با توجه به گزارش‌های سایرین، گرفداین با منفعل کردن مرزخانه‌ها، مکان‌های باز ترکیب را کاهش داده و در نتیجه منجر به کاهش باز ترکیب در لایه جذب می‌شود. این امر منجر به افزایش شدت قله فوتولومینسانس پروسکایت می‌شود که در شکل ۱ قابل مشاهده است. افزایش قله فوتولومینسانس نشان می‌دهد که میزان الکترون حفره بیشتری تولید شده است، همین امر منجر به افزایش J_{sc} در سلول خواهد شد. در شکل ۲ و جدول ۱ کاملاً مشهود است که میزان J_{sc} برای نمونه‌های حاوی GD بیشتر از نمونه بدون GD است. با توجه به نتایج حاصل مقدار بهینه GD برابر با 0.0625 M بدست آمده است که برای این مقدار V_{oc} سلول نیز مشابه مقدار آن برای نمونه بدون GD می‌باشد ولی برای دیگر مقادیر GD مقدار V_{oc} کمتر از نمونه بدون GD شده است که مکانیسم آن نیاز به بررسی بیشتری دارد. ساختار اصلاح شده با گرفداین دارای بیشترین بازدهی برابر با 8.48% است که در مقایسه با نمونه اصلاح نشده (5.99%)، 41% افزایش داشته است.



شکل ۱. طیف فوتولومینسانس فیلم پروسکایت لایه‌نشانی شده روی شیشه
شکل ۲. نمودار جریان- ولتاژ سلول‌های خورشیدی برای غلظت‌های مختلف GD.

جدول ۱. ویژگی‌های فوتولتاییک سلول‌های ساخته شده

Samples	V_{oc} (V)	J_{sc} (mA/cm^2)	FF	PCE (%)
WO GD	0.85	17.38	0.41	5.99
0.0625 (M)	0.81	23.68	0.44	8.48
0.125 (M)	0.68	19.09	0.47	6.12
0.5 (M)	0.53	20.99	0.50	5.58

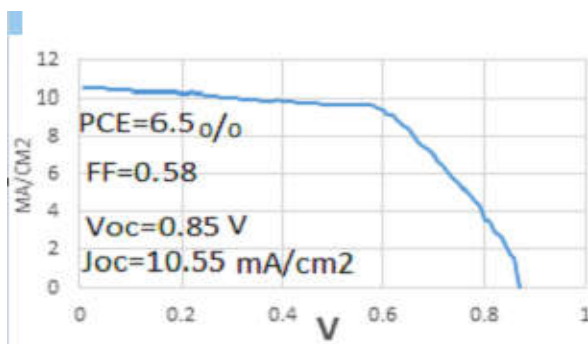
ساخت سلول خورشیدی با لایه جاذب پروسکایت با غلظت‌های مختلف متیل آمونیوم یدید

رامین اسدی، محمدرضا زمانی میمیان^۱ و راضیه کشتمند

^۱ دانشگاه علم و صنعت ایران، دانشکده فیزیک

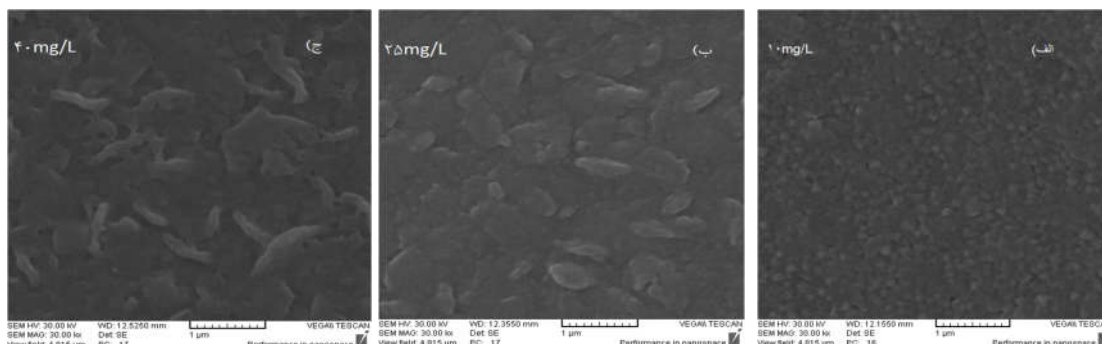
در این پژوهش، برای لایه نشانی پروسکایت، از روش لایه نشانی دو مرحله ای استفاده شد. در مرحله ی اول محلول سرب یدید به روش چرخشی بر روی لایه متخلل تیتانیوم دی اکسید قرار گرفت و در مرحله ی دوم با روش لایه نشانی چرخشی به منظور بهبود عملکرد سلول، محلول متیل آمونیوم یدید با غلظت های مختلف بر روی سرب یدید نشانداده شد. برای این سلول لایه انتقال دهنده ی حفره (HTM) از P3HT استفاده شد. برای این سلول آنالیزهای اس ای ام، آی وی و یو وی انجام گرفت و نتیجه ی این دو مرحله لایه نشانی قرار گرفتن لایه پروسکایت بر روی نانوساختار تیتانیوم دی اکسید بود و در نهایت در شرایط بهینه، بیشینه ی بازدهی ۶/۵ درصد از این سلول ها حاصل شد.

خلاصه نتایج



concentration	Jsc (mA/cm ²)	Voc(v)	FF	PCE
۴۰mg/L	۱۰/۵۵	۰/۸۵	۰/۵۸	۶/۵۰۱
۲۵mg/L	۴/۸	۰/۴۸	۰/۵۲	۱/۵۲۴
۱۰mg/L	۱/۵۵	۱/۱	۰/۴۶	۰/۹۸

نمودار چگالی جریان – برحسب ولتاژ



تصاویر SEM فیلم پروسکایت لایه نشانی شده به روش دو مرحله ای در غلظت های مختلف $\text{CH}_3\text{NH}_3\text{I}$ (مقیاس تصاویر μm)

بهینه‌سازی لایه SnO_2 به عنوان لایه انتقال دهنده‌ی الکترون در سلول خورشیدی پروسکایتی

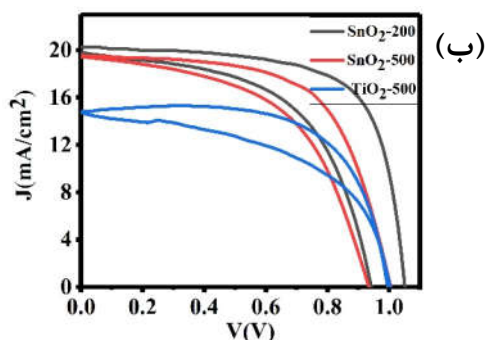
فاطمه محمدخانی^۱، سیروس جوادپور^۱ و نیما تقوی نیا^{۲،۳}

^۱ دانشگاه شیراز، دانشکده مهندسی، بخش مهندسی مواد

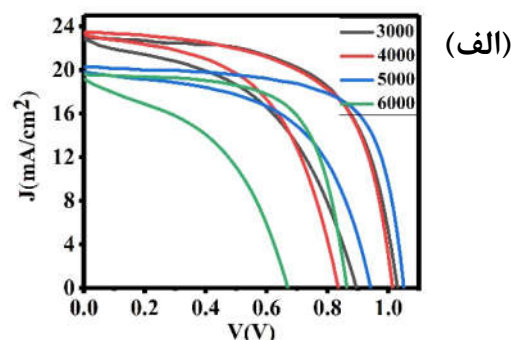
^۱ دانشگاه صنعتی شریف، پژوهشکده علوم و فناوری نانو

^۲ دانشگاه صنعتی شریف، دانشکده فیزیک

در سلول‌های خورشیدی پروسکایتی لایه انتقال دهنده الکترون نقش مهمی در کارایی سلول دارد. SnO_2 به علت دارا بودن خواصی مانند موبیلیته الکترون بالا و شفافیت بالا در برابر نور مرئی و دمای انیل پایین ماده‌ای مناسب برای لایه ETL در سلول خورشیدی پروسکایتی با زیرلایه‌های انعطاف پذیر است. در این مقاله اثر ضخامت و دمای انیل لایه SnO_2 بر روی کارایی سلول خورشیدی پروسکایتی با ساختار FTO/ SnO_2 /Perovskite/Spiro-OMeTAD/Au مطالعه شده است. پیش ماده SnCl_2 با غلظت 0.1 M در اتانول حل شده و سپس با سرعت 3000 rpm، 4000 rpm، 5000 rpm و 6000 rpm بر روی زیرلایه FTO لایه نشانی چرخشی شده، در دمای 200 °C و 500 °C انیل شده و سپس با سلول با لایه انتقال دهنده الکترون TiO_2 مقایسه شدند. شکل الف نمودارهای J-V با ضخامت مختلف SnO_2 که در دمای 200 °C انیل شدند را نمایش می‌دهد. همانطور که از این داده‌ها بر می‌آید در سرعت چرخش 3000 rpm، 4000 rpm و 5000 rpm بازدهی سلول‌ها تقریباً مشابه بوده اما در سرعت 6000 rpm بازدهی افت قابل توجهی پیدا می‌کند که می‌توان گفت احتمالاً در سرعت لایه نشانی خیلی زیاد زیر لایه FTO به طور کامل توسط محلول SnO_2 پوشش داده نشده است. مهمترین مشخصه سلول‌های خورشیدی پروسکایتی صفحه‌ای با لایه انتقال دهنده الکترون SnO_2 عامل پرکنندگی است که بالاترین میزان آن 0.69 با سرعت لایه نشانی 5000 rpm به دست آمده است. بنابراین مناسب ترین سرعت لایه نشانی 5000 rpm با جریان مدار کوتاه 20.28 mA/cm² و ولتاژ مدار باز 1.05 V، فاکتور پرکنندگی 0.69 و بازدهی 14.62% بهترین سلول به دست آمده در این مطالعه است. از نمودار شکل ب می‌توان گفت، ماده SnO_2 برای نقش لایه انتقال دهنده الکترون در سلول خورشیدی پروسکایتی صفحه‌ای مناسب‌تر از ماده‌ی TiO_2 است. به دلیل بیشتر بودن موبیلیته الکترون در SnO_2 ، سلول با زیرلایه TiO_2 جریان پایین‌تر از سلول‌های با زیرلایه SnO_2 نشان داده است.



شکل ب: نمودار J-V سلول‌های خورشیدی با زیر لایه‌های مختلف.



شکل ا: نمودار J-V سلول‌های خورشیدی با زیر لایه SnO_2 با سرعت‌های لایه نشانی شده مختلف.

افزایش بازدهی سلول‌های خورشیدی مبتنی بر نانومیل‌های ZnO حساس شده با نقاط

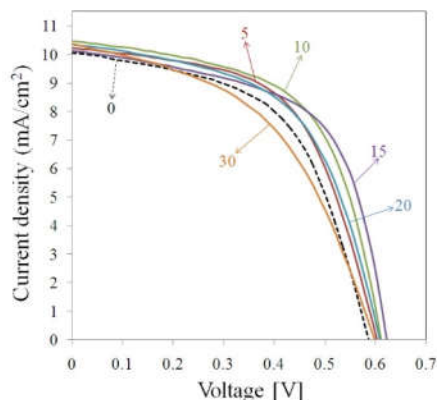
PbS کوانتومی

سعید بیگزاده^۱، مسعود محرابیان^۲

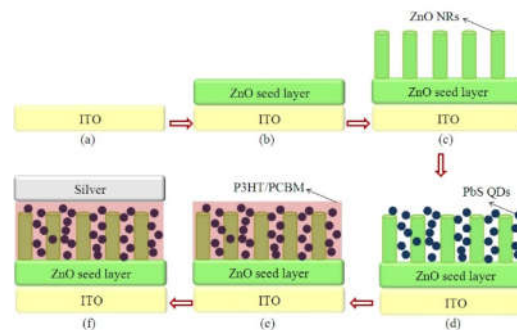
^۱ دانشگاه بناب، دانشکده فنی و مهندسی، بناب، ایران

^۲ دانشگاه مراغه، دانشکده علوم پایه، مراغه، ایران

سلولهای خورشیدی با فوتوالکترودهای فیلم‌های ZnO / نانومیل‌های ZnO / نقاط کوانتومی PbS، ساخته شد (شکل ۱). خواص مختلف سلول مورد مطالعه قرار گرفت. نانومیل‌های ZnO برای دوره‌های متفاوت از صفر (فیلم ZnO) تا ۳۰ دقیقه (ZnO NR30) رشد کرد و اثر دوره رشد بر خواص فتوولتائیک بررسی شد. خصوصیات نمودار J-V نشان داد که استفاده از آرایه‌های نانومیل (ساختار فیلم‌های ZnO / نانومیل‌های ZnO / نقاط کوانتومی PbS) در قیاس با ساختار فیلم‌های ZnO / نقاط کوانتومی PbS، J_{sc} ، V_{oc} را به ترتیب از مقدار $0.59V$ ، $10.06 mA/cm^2$ به $0.61V$ ، $10.47 mA/cm^2$ ارتقا می‌دهد. افزایش J_{sc} می‌تواند به کاهش انتقال طیفی و همچنین ایجاد یک مسیر یک‌بعدی برای الکترون نسبت داده شود. افزایش V_{oc} نیز به کاهش فرآیند بازترکیب الکترون-حفره اشاره دارد. استفاده از نانو میل‌های ZnO در سلول خورشیدی، بازده تبدیل انرژی دستگاه را بهبود می‌بخشد و اجازه می‌دهد نور بین آنها حرکت کند لذا باعث افزایش احتمال جذب فوتون‌ها می‌شود. استفاده از نانو ساختار یک‌بعدی ZnO، نه تنها با تسهیل فرآیند جدایش بار جفت الکترون-حفره قبل از بازترکیب، عملکرد فتوولتائیک را بهبود می‌بخشد، بلکه یک ناحیه دارای سطح قابل دسترس بالا برای ساپورت P3HT فراهم کرده و مسیرهای هدایت را برای الکترون‌هایی که به الکترود جمع‌آوری منتقل می‌شوند، کوتاه می‌کند. ما طول نانومیل‌ها را به منظور یافتن طول بهینه برای جذب نور فرودی تغییر دادیم. بیشترین مقدار بازدهی یعنی $\eta = 3.81\%$ برای سلول خورشیدی حاوی نانومیل‌های متناظر با دوره رشد ۱۰ دقیقه بدست آمد در حالی که در حالت بدون نانومیل (مدت زمان صفر برای رشد نانومیل) مقدار بازدهی $\eta = 3.29\%$ بود.



شکل ۲: خصوصیات ولتاژ-جگالی جریان سلول خورشیدی با ساختار ITO / ZnO film / ZnO NRx / PbS QD / P3HT / PCBM / Ag برچسب‌ها در کنار منحنی‌ها (x) نشان دهنده دوره رشد نانومیل‌ها (بر حسب دقیقه)



شکل ۱: جزئیات ساخت سلول‌های خورشیدی حساس شده با نقاط کوانتومی PbS: (a) بستر ITO، (b) رسوب لایه بذر ZnO، (c) رشد نانومیل‌های ZnO، (d) رسوب نقاط کوانتومی PbS، (e) پوشش لایه‌ها با P3HT&PCBM، (f) رسوب نقره.

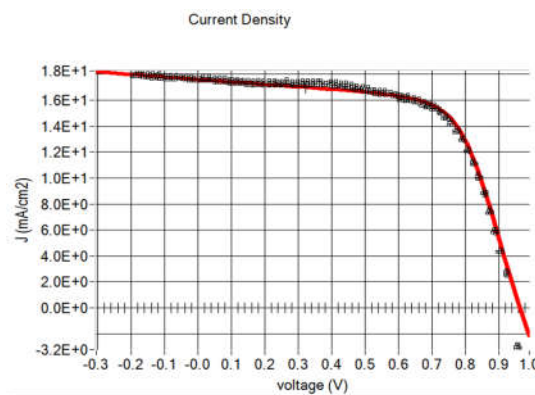
شبیه سازی سلول خورشیدی پروسکایت نانوساختار مبتنی بر لایه بسیار نازک Cu_2O به عنوان یک ماده انتقال دهنده حفره مناسب

اصغر ریسمان چی، وحید متقی طلب، اکبر خداپرست حقّی

دانشگاه گیلان، دانشکده فنی، گروه مهندسی نساجی

سلول خورشیدی پروسکایت نانوساختار نسل جدید توانست بازده سلول های خورشیدی را متحول بسازد. بازدهی سلول های خورشیدی پروسکایت مبتنی بر هالیدهای آلی فلزی به صورت فیلم های نازک، به سرعت از ۳٫۸٪ در سال ۲۰۰۹ به ۲۹٫۱٪ در سال ۲۰۱۸ افزایش پیدا کرده است. افزایش بازدهی و نیز انعطاف پذیری سلول های خورشیدی پروسکایت در مواد مورد استفاده و نیز ساختار این سلول ها، باعث پیشرفت روزافزون آن ها بوده است. در این پژوهش سلول خورشیدی پروسکایت نانوساختار مبتنی بر لایه بسیار نازک Cu_2O به عنوان یک ماده انتقال دهنده حفره مناسب با استفاده از نرم افزار SCAPS شبیه سازی می شود و با داده های تجربی حاصل از پژوهش های قبل مطابقت سازی می شود. نتایج حاصل شبیه سازی و تجربی نشان می دهند که ضخامت و ویژگی های Cu_2O بر بازده نهایی سلول خورشیدی پروسکایت نانوساختار بسیار موثر می باشند و باید به ضخامت بهینه دست یافت تا بتوان بازده سلول خورشیدی پروسکایت نانوساختار را افزایش داد. ویژگی های قابل توجه Cu_2O نظیر انتقال حفره بالا، هم ترازای سطح انرژی خوب با ماده پروسکایت و طول عمر زیاد حامل های نور تهیج شده باعث عملکرد مناسب سلول خورشیدی پروسکایت نانوساختار مبتنی بر لایه بسیار نازک Cu_2O می شوند.

کلیدواژه ها: سلول خورشیدی پروسکایت نانوساختار، لایه بسیار نازک Cu_2O ، ضخامت، بازده، شبیه سازی.



شکل ۱: نمودار جریان و ولتاژ سلول خورشیدی نانوساختار و مطابقت سازی داده های حاصل از شبیه سازی و تجربی در AM.G1.5.

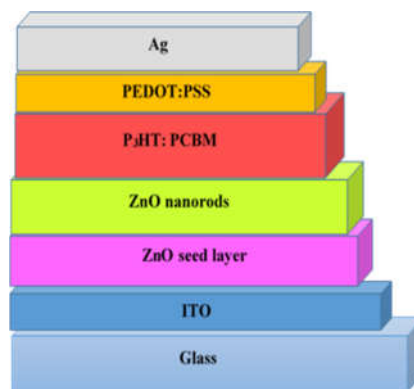
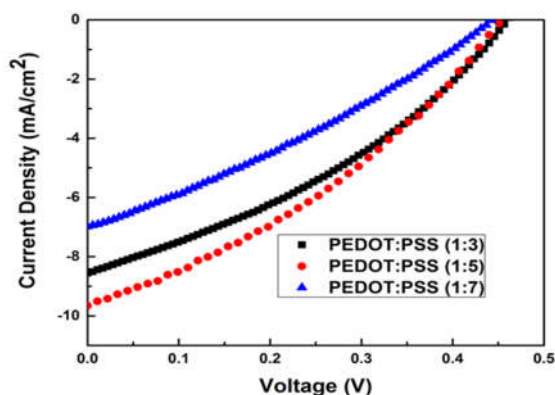
بررسی اثر لایه انتقال دهنده حفره PEDOT:PSS بر مشخصه‌های سلول خورشیدی پلیمری وارون

معصومه نادری^{۱،۲}، مرتضی زرگرشوشتری^۲

^۱ گروه فیزیک، واحد رامهرمز، دانشگاه آزاد اسلامی، رامهرمز، ایران

^۲ گروه فیزیک، دانشکده علوم، دانشگاه شهید چمران اهواز، اهواز، ایران

در این پژوهش سلول‌های خورشیدی پلیمری وارون با ساختار Glass/ITO/ZnO nanorods/P₃HT:PCBM/PEDOT:PSS/Ag ساخته شده‌اند. برای رشد نانومیل‌های عمودی اکسید روی، از لایه بذر نانو ذرات اکسید روی استفاده شد. نانومیل‌های عمودی اکسید روی، توسط روش آبی‌حرارتی بر روی لایه بذر رشد یافتند. لایه فعال مخلوط محلول پلیمری P₃HT:PCBM به روش لایه‌نشانی چرخشی با سرعت ۱۰۰۰ دور در دقیقه به مدت ۳۰ ثانیه بر روی نانومیل‌های عمودی اکسید روی لایه‌نشانی گردید. برای کاهش میزان آب‌دوستی PEDOT:PSS و امکان لایه‌نشانی بر روی مخلوط پلیمری P₃HT:PCBM این ماده با نسبت‌های مختلف ۱:۳، ۱:۵ و ۱:۷ با الکل ایزوپروپانول رقیق گردید، سپس توسط روش لایه‌نشانی چرخشی با سرعت ۳۰۰۰ دور در دقیقه به مدت ۵۰ ثانیه بر روی لایه فعال پلیمری P₃HT:PCBM لایه‌نشانی شد. لایه‌ها به مدت ۲۰ دقیقه در دمای ۱۴۰ درجه سانتی‌گراد تحت گاز نیتروژن حرارت‌دهی شدند. در نهایت الکتروده نقره با ضخامت حدود ۱۰۰ نانومتر توسط روش تبخیر حرارتی بر روی لایه عبور دهنده حفره لایه‌نشانی گردید. ساختار نانومیل‌های توسط آنالیز پراش پرتوی ایکس (XRD)، ریخت نانومیل‌های اکسید روی با آنالیز FESEM، عبور اپتیکی و گاف اپتیکی نانومیل‌های ZnO توسط آنالیز UV-Vis و رفتار I-V سلول‌ها تحت تابش طیف خورشید AM1.5 اندازه‌گیری شد. از تصاویر FESEM مشاهده گردید که نانومیل‌های اکسید روی بر روی زیر لایه ITO به‌خوبی رشد کرده‌اند. متوسط عبور اپتیکی نانومیل‌ها در ناحیه مرئی ۷۸٪ اندازه‌گیری گردید. رقیق کردن ماده PEDOT:PSS با ایزوپروپانول الکل به نسبت ۵:۱ باعث افزایش چگالی جریان اتصال کوتاه سلول خورشیدی شده است.



شکل ۲: نمودار چگالی جریان-ولتاژ سلول خورشیدی پلیمری وارون با لایه عبور دهنده حفره PEDOT:PSS.

شکل ۱: ساختار سلول خورشیدی پلیمری وارون.

آنالیز پایداری نانوذرات کالکوژنی با استفاده از طیف سنجی UV-Vis

روح اله خسروشاهی^۱، نیما تقوی نیا^۲ و مجتبی باقرزاده^۳

^۱ دانشگاه صنعتی شریف، پژوهشکده علوم و فناوری نانو

^۲ دانشگاه صنعتی شریف، دانشکده فیزیک

^۳ دانشگاه صنعتی شریف، دانشکده شیمی

یکی از مهمترین عوامل در لایه‌نشانی جوهر نانوذره، نوع حلال آن است. عوامل مختلفی همچون فشار بخار، دمای تبخیر، ویسکوزیته، ثابت دی الکتریکی، ضریب قطبیت و ممان دو قطبی، بر روی کیفیت لایه نشانی اثرگذار خواهد بود. بر همین مبنا، یک بررسی سیستماتیک بر روی جوهر با حلال‌های مختلف انجام شد. هدف اصلی بررسی پایداری در حلال‌های مختلف بود. زیرا برای مثال، حلال اصلی این جوهر که کلروفرم بود، به دلیل مشکلات زیاد از جمله فشار بخار زیاد، دمای تبخیر کم و سمی بودن، حلال ایده‌آلی برای لایه‌نشانی نیست؛ اما تنها به دلیل اینکه جوهر پایداری از نانوذرات ایجاد می‌کند، بهترین گزینه است. روش بررسی نیز مبتنی بر آنالیز UV-Vis در طی زمان بود. به این معنا که ابتدا طیف UV-Vis جوهر با یک حلال خاص در لحظه $t=0$ اندازه‌گیری شد. سپس در فواصل زمانی معین این تست تکرار شد. اختلاف طیف‌های نسبت به طیف اولیه، مستقیماً مرتبط با آگلومره شدن ذرات است؛ در واقع این اختلاف ناشی از پراکندگی نور در اثر آگلومره شدن نانوذرات دیسپرس شده در حلال است. نانوذره مورد استفاده در این بررسی، نانوذرات CIGS با ترکیب شیمیایی $Cu_{0.8}In_{0.75}Ga_{0.25}S_2$ بود. در جدول زیر ترکیبات حلال مورد استفاده در این بررسی مشاهده می‌شود.

#	Groups	Members	Code	Composition	Description
A	TU	1	1	TU (100%)	Base Solvent
B	CF	2	2	CF:TU (1:1)	Effect of Partially Non-Polar Solvent
			3	CF (100%)	
C	Eth	4	4	CF:Eth (3:1)	Effect of Partially Polar Solvent
			5	CF:Eth (1:1)	
			6	CF:Eth (1:3)	
			7	Eth (100%)	
D	Mth	2	8	CF:Mth (1:1)	Effect of Partially Polar Solvent
			9	CF:Mth (1:3)	
E	CF-Eth	2	10	TU:CF:Eth (3:3:2)	Simultaneous Effect of Partially Polar and Partially Non-Polar Solvent
			11	TU:CF:Eth (1:1:2)	

بررسی اثر پارامترهای فیزیکی بر نمودهای ماکروسکوپی سلول خورشیدی پروسکایتی به منظور بهینه سازی آن با استفاده از نرم افزار SCAPS-1D

منفرد، زهرا؛ فاطمی امام غیث، حسن؛ مشایخی، حمید رضا

دانشکده فیزیک، دانشگاه شهید باهنر کرمان، میدان پژوهش، کرمان

در این مقاله یک سلول خورشیدی پروسکایتی با استفاده از نرم‌افزار SCAPS-1D شبیه‌سازی شده است. پس از تطابق نمودارهای تئوری با نمودارهای تجربی و اطمینان یافتن از درستی روند کار، پارامترهایی همچون الکترون خواهی، باندگپ، جرم موثر الکترون و حفره، موبیلیتی الکترون و حفره، مربوط به لایه‌های سلول خورشیدی به منظور افزایش کارایی سیستم مورد بررسی قرار گرفت. در این بررسی کارایی سلول به میزان ۷/۸۵٪ نسبت به مقاله تجربی کار شده، افزایش یافته است. میزان بازده ابتدایی ۱۱/۶۴٪ می باشد.

نرم افزار SCAPS-1D این امکان را به ما می‌دهد که بتوان ویژگی‌های یک لایه یا چندین لایه را به طور همزمان تغییر داد. بدین منظور از پنجره Batch set-up استفاده می‌شود. در ابتدای شبیه سازی، ضخامت لایه‌ها ثابت و پارامترهای فیزیکی را در بازه معقول تغییر داده شد.

در این راستا، بهترین مقدار برای پارامترهای جرم موثر باند رسانش و باند ظرفیت مربوط به لایه انتقال دهنده حفره، به ترتیب برابر با 2.2×10^{18} و $1.8 \times 10^{19} (1/cm^3)$ و بهترین مقدار الکترون خواهی در این لایه برابر با ۲/۰۵۶ است. برای ماده پروسکایت در لایه جاذب، بندگیی برابر با ۱/۵ الکترون ولت و موبیلیتی حفره و الکترون برابر با $50 (cm^2/vs)$ در نظر گرفته شد. سپس مشخصات لایه انتقال دهنده الکترون به طور همزمان تغییر داده شد که توانستیم به طور کلی به بازدهی برابر با ۱۹/۰۲٪ دست یافت. در نهایت تمامی پارامترها ثابت و به بررسی اثر ضخامت‌ها پرداخته شد که با تغییر ضخامت لایه جاذب در بازه ۱۰۰ تا ۷۰۰ نانومتر، ضخامت بهینه ۶۰۰ نانومتر به دست آمد. سپس ضخامت لایه انتقال دهنده الکترون در بازه ۱۰ تا ۴۵۰ مورد بررسی قرار گرفته شد که بهترین ضخامت برابر با ۵۰ نانومتر در نظر گرفته شد که در نهایت به طور کلی بازده سلول به میزان ۷/۸۵٪ افزایش یافته است.

Study and fabrication of perovskite solar cells using $\text{TiO}_2/\text{SnO}_2$, TiO_2/WO_3 and SnO_2/WO_3 bilayer structures as the alternative electron transport layers: a comparison between all bilayer types

Mozhgan Kazemzadeh Otoufi¹, Mehdi Ranjbar¹, Ahmad Kermanpur², Nima Taghavinia³, Mahsa Heydari³

¹Department of Physics, Isfahan University of Technology, Isfahan 84156-83111, Iran

²Department of Materials Engineering, Isfahan University of Technology, Isfahan 84156-83111, Iran

³Department of Physics, Sharif University of Technology, Tehran, Iran

In planar perovskite solar cells, it is vital to engineer the extraction and recombination of electron-hole pairs at the electron transport layer/perovskite interface for obtaining high performance. The main idea here is to develop novel bilayer structures with different Fermi energy levels by combining a compact layer (CL) of 50 nm thickness as the major electron transporting layer with an ultra-thin layer (UTL) of less than 10 nm thickness. We report all possible bilayer structure types of TiO_2 , SnO_2 and WO_3 two by two in 6 different models (fig. 1a), deposited by the precise reproducible method of RF sputtering as the electron transport layer, in order to investigate the role of energy band alignment in improving the efficiency by a better control of electron transport and recombination at the ETL/perovskite interface. This study is not only a good way to increase the efficiency of planar PSCs, but it is also helpful to understand better the electron transport mechanism in these photovoltaic devices. To further validate the results of this research, all UTLs were tested based on two different and specific thicknesses of 4 nm and 10 nm, and the cell fabrications on all the substrates with different ETL types were also carried out simultaneously in the same cell fabrication run. The structural and electrical characteristics of the samples were tested by XRD pattern, FE-SEM images, mott-schottky analysis, J-V characterization, electrochemical impedance spectroscopy (EIS) and UV-vis spectroscopy. Interestingly, current-voltage characterization results represent a significant efficiency improvement for the TiO_2 CL/ SnO_2 UTL, TiO_2 CL/ WO_3 UTL and SnO_2 CL/ WO_3 UTL electron transport bilayer structures while it reveals degraded performance for the cells based on the reverse structures of SnO_2 CL/ TiO_2 UTL, WO_3 CL/ TiO_2 UTL and WO_3 CL/ SnO_2 UTL (fig. 2), all as well as expected. These achievements are completely in accordance with Mott-schottky results (fig. 1b) which reveal that the energy level structures of FTO/ TiO_2 / SnO_2 /perovskite, FTO/ TiO_2 / WO_3 /perovskite and FTO/ SnO_2 / WO_3 /perovskite (in contrary with their reverse structures) help to transport the photo-induced carriers (fig. 1c), avoiding charge accumulation to reduce recombination. These results suggest a promising and simple approach to further design efficient photovoltaic devices from the aspect of charge transport and recombination.

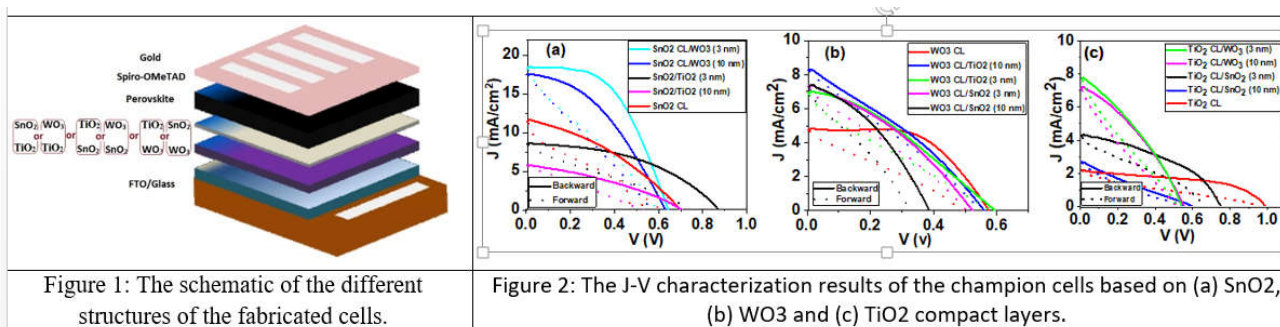


Figure 1: The schematic of the different structures of the fabricated cells.

Figure 2: The J-V characterization results of the champion cells based on (a) SnO_2 , (b) WO_3 and (c) TiO_2 compact layers.

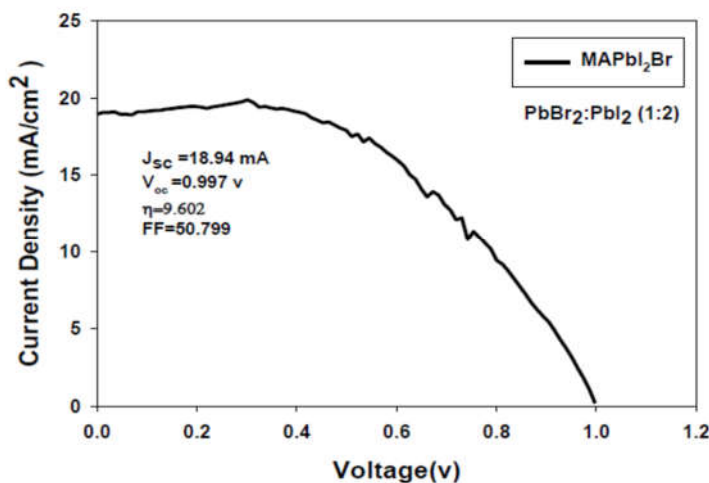
بررسی تاثیر نسبت I:Br در سلول‌های پروسکایتی مزوپروس $\text{CH}_3\text{NH}_3\text{PbBr}_x\text{I}_y$

شیماسوسنی^۱، زهرا دهقانی^۱، زهره شادرخ^۲، نیره سادات موسوی^۱

^۱ دانشگاه نیشابور، دانشکده فیزیک

^۲ دانشگاه تربیت مدرس، دانشکده فیزیک

در این پژوهش سلول‌های خورشیدی پروسکایتی مزوپروس $\text{CH}_3\text{NH}_3\text{PbBr}_x\text{I}_y$ با ساختار مستقیم n-i-p با روش دو مرحله ای اسپین-اسپین بصورت C-TiO₂/ meso-TiO₂/ $\text{CH}_3\text{NH}_3\text{PbBr}_x\text{I}_y$ / Spiro-OMeTAD تهیه شدند. در ابتدا تغییر نسبت مولی پیش ماده PbBr_2 و PbI_2 به صورت 0:1، 1:0، 1:2، 2:1 و در غلظت ثابت $\text{CH}_3\text{NH}_3\text{Br}_2$ برابر ۲۰ mg/ml تهیه شده اند. با تغییر در مقدار برم در ترکیب و کاهش ید مشاهده شد که شدت پیک های طیف XRD افزایش وموقعیت پیک اصلی شیف به زوایای بالاتر پیدا کرد و همچنین لبه جذب نیز در طیف جذب UV به سمت طول موج های کوتاهتر شیف پیدا کرد. آنالیز تصاویر FESEM نشان داد که حضور برم سبب افزایش اندازه گرین و کاهش pinehole در سطح لایه ها شده است. آنالیز جریان - ولتاژ نشان داد، بالاترین راندمان متعلق به نمونه $\text{CH}_3\text{NH}_3\text{I}_2\text{Br}$ (x=1, y=2) بوده است که در حدود 9.60% تحت تابش AM 1.5G حاصل شد. شکل (۱) نمودار J-V نمونه $\text{CH}_3\text{NH}_3\text{I}_2\text{Br}$ (x=1, y=2) را نشان می دهد. آنالیز اسپکتروسکوپی امپدانس نشان داد که نمونه $\text{CH}_3\text{NH}_3\text{I}_2\text{Br}$ (x=1, y=2) دارای کمترین مقاومت انتقال بار در فصل مشترک می باشد.



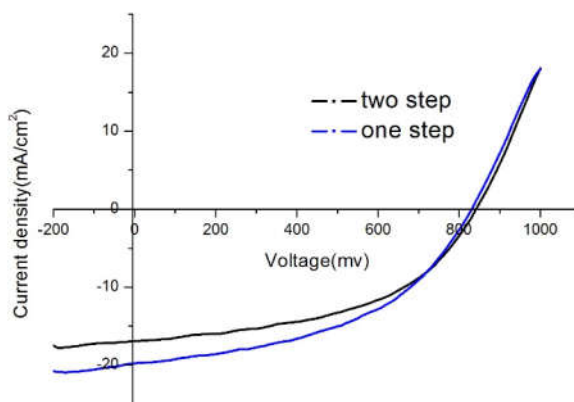
شکل ۱: نمودار جریان-ولتاژ نمونه $\text{CH}_3\text{NH}_3\text{I}_2\text{Br}$ (x=1, y=2).

بررسی روش لایه‌نشانی لایه جاذب پروسکایت بر عملکرد سلول‌های خورشیدی پروسکایتی

فرزانه حاذقی^۱، سید محمدباقر قریشی^۱

^۱ دانشگاه کاشان، دانشکده فیزیک

این مقاله به بررسی روش لایه‌نشانی لایه پروسکایت به صورت تک مرحله‌ای و دو مرحله‌ای بر عملکرد سلول‌های خورشیدی پروسکایتی پرداخته است. سلول خورشیدی پروسکایتی با ساختار $\text{FTO}/\text{TiO}_2(\text{b})/\text{TiO}_2(\text{m})/\text{CH}_3\text{NH}_3\text{PbI}_3/\text{Cupc}/\text{Au}$ ساخته شد. برای مقایسه‌ی دو روش تک مرحله‌ای و دو مرحله‌ای، لایه‌ی جاذب تعدادی از نمونه‌ها بصورت تک مرحله‌ای و تعدادی از نمونه‌ها بصورت دو مرحله‌ای لایه‌نشانی شد. پس از سونش و شستشوی لایه‌ی FTO، لایه‌ی دی‌اکساید تیتانیوم به عنوان لایه‌ی سد کننده حفره و همچنین لایه‌ی مزوپروس دی‌اکساید تیتانیوم به عنوان لایه‌ی انتقال‌دهنده الکترون با استفاده از روش چرخشی لایه‌نشانی و سپس بازپخت شدند. در روش لایه‌نشانی تک مرحله‌ای پودر یدید سرب با نسبت‌های مشخص در محلول دی‌متیل فرمامید و دی‌متیل سولفواکسید در دمای ۷۰ درجه سانتی‌گراد به مدت دو ساعت حل شد و پس از خنک شدن پودر متیل آمونیوم یدید به محلول اضافه شد. محلول با استفاده از روش لایه‌نشانی چرخشی لایه‌نشانی شد و قبل از به پایان رسیدن مرحله لایه‌نشانی چرخشی کلروبنزن به عنوان آنتی‌سالونت روی نمونه‌ها ریخته شد و نمونه‌ها بازپخت شدند. در روش دو مرحله‌ای ابتدا پودر یدید سرب در محلول دی‌متیل فرمامید در ۷۰ درجه سانتی‌گراد به مدت دو ساعت حل شد و روی نمونه‌ها با استفاده از روش لایه‌نشانی چرخشی لایه‌نشانی شد و سپس نمونه‌ها پس از خشک شدن در محلول متیل آمونیوم یدید در ایزوپروپانول به مدت پنج دقیقه غوطه‌ور شدن و سرانجام بازپخت شدند. پس از لایه‌نشانی لایه‌ی جاذب، لایه‌ی فتالوسیانین مس به عنوان لایه‌ی انتقال‌دهنده حفره با استفاده از روش تبخیر حرارتی در خلأ لایه‌نشانی شد. لایه‌ی طلا به عنوان کاتد با استفاده از روش لایه‌نشانی تبخیر حرارتی در خلأ لایه‌نشانی شد. ناحیه فعال سلول‌ها ۰٫۱۲ سانتی متر مربع است. پارامترهای سلول خورشیدی با



استفاده از نمودار چگالی
حسب ولتاژ بدست آمد.
می‌دهند که چگالی
روش تک مرحله‌ای
مرحله‌ای افزایش یافته و
بازدهی سلول در روش
ای نسبت به روش دو
میزان ۱۰ درصد افزایش
است. این افزایش بازدهی
روش تک مرحله‌ای را
بهبتر شدن کیفیت سطح
همچنین کنترل ضخامت

جریان بر
نتایج نشان
جریان در
نسبت به دو
همچنین
تک مرحله
مرحله‌ای به
یافته
سلول در
می‌توان به
لایه جاذب و

لایه جاذب در روش تک مرحله‌ای نسبت به روش دو مرحله‌ای دانست.

شکل ۱: نمودار چگالی جریان بر حسب ولتاژ دو نمونه ساخته شده به صورت تک مرحله‌ای (آبی) و دو مرحله‌ای (سیاه).

بررسی اثرات عیوب بر روی عملکرد سلول‌های خورشیدی آلی

Investigating the effects of defects on the performance of organic solar cells

محمد معالی^۱، غلام حسین حیدری^۱

^۱دانشگاه ملایر، دانشکده علوم پایه، گروه فیزیک

امروزه تحقیقات گسترده‌ای بر روی نسل سوم سلول خورشیدی که از مزایای متنوعی مثل بازده بالا، مواد اولیه ارزان و دسترسی آسان، بهره می‌برند، متمرکز است. سلول‌های خورشیدی آلی یکی از انواع نسل سوم سلول‌های خورشیدی می‌باشند که بخاطر روش تولید ارزان و انعطاف پذیری مکانیکی در بین سایر سلول‌های خورشیدی از جایگاه ویژه‌ای برخوردار گشته‌اند. در عین حال، آنها به واسطه مواردی از قبیل طول عمر و بازده پایین نیازمند بررسی‌های تجربی و شبیه‌سازی بیشتری می‌باشند. در شبیه‌سازی الکتریکی معادلات سوقی-پخشی دو قطبی حامل‌ها در نقاط مختلف سلول به‌همراه معادله پواسن حل می‌گردند که سهم‌های الکترون-حفره آزاد و به دام افتاده و چگالی عیوب در آن در نظر گرفته شده‌اند. در این بررسی سلول خورشیدی پیوند ناهمگن حجمی آلی P3HT:PCBM به وسیله نرم افزار GPVDM به صورت الکتریکی شبیه‌سازی گردید. جهت فرآیند شبیه‌سازی، عیوب عمقی و سطحی در نظر گرفته شدند. برای این منظور چگالی‌های مختلف تله الکترون-حفره و انحراف‌های مختلف دنباله الکترون-حفره در ناحیه ممنوعه (گاف انرژی) مورد بررسی قرار گرفتند. نتایج شبیه‌سازی نشان می‌دهد که با افزایش چگالی الکترون‌های به تله افتاده از مقدار $1.6 \times 10^{24}/\text{cm}^3$ تا $1/\text{cm}^3$ ($1/\text{m}^3\text{ev}$)، پارامترهای عامل پرشدگی (FF)، جریان مدار کوتاه (J_{sc}) و بازده تبدیل توان PCE به ترتیب حدود ۳۰، ۱۱ و ۳۸ درصد کاهش غیر خطی پیدا می‌کنند در حالیکه ولتاژ مدار باز (V_{oc}) تغییر زیادی را حس نمی‌کند. رفتار مشابهی برای تغییر چگالی حفره‌های به تله افتاده نیز مشاهده گردید. همچنین با تغییر شیب دنباله الکترونی در ناحیه ممنوعه از $1.7 \times 10^{-2} \text{ eV}$ تا $10.7 \times 10^{-2} \text{ eV}$ ، پارامترهای FF، J_{sc} و بازده به ترتیب ۳۶، ۳۳ و ۵۸ درصد کاهش غیر یکنواخت پیدا می‌کنند در حالیکه مجدداً V_{oc} تغییر محسوسی ندارد. رفتار مشابهی در افزایش شیب دنباله حفره‌ای نیز مشاهده گردید. در مقایسه رفتار این دو نوع عیب، عیوبی که منجر به گسترش شیب دنباله الکترون-حفره در ناحیه ممنوعه می‌شوند به نسبت عیوبی که منجر به افزایش تعداد الکترون-حفره به تله افتاده می‌گردند، تاثیر شدیدتری را نشان دادند.

کلید واژه- سلول خورشیدی آلی پیوند ناهمگن حجمی، شبیه‌سازی الکتریکی، چگالی تله حفره-الکترون، انحراف دنباله الکترون-حفره

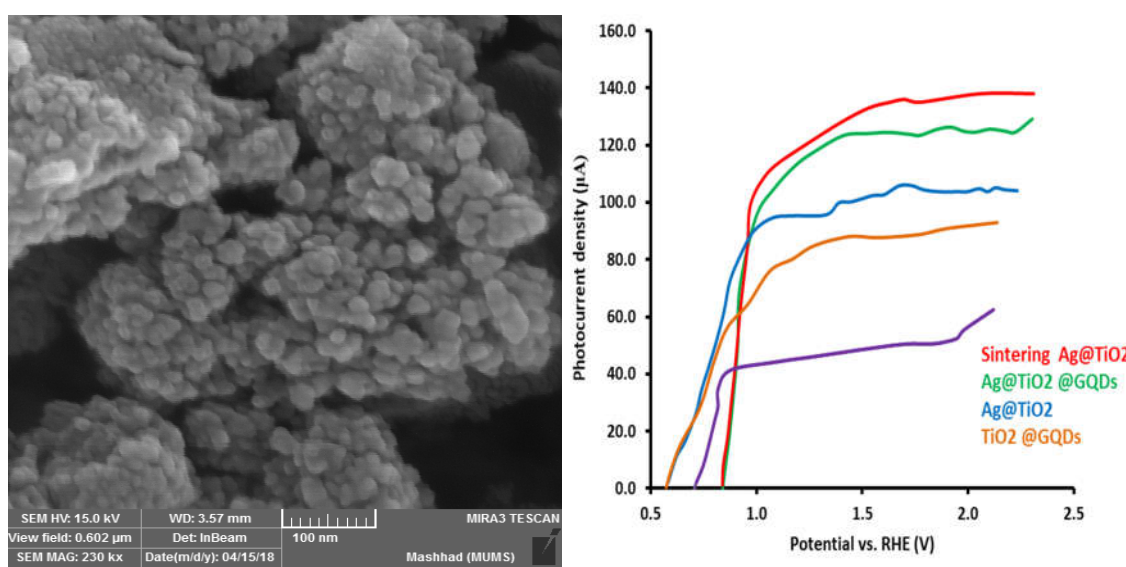
تاثیر نقره بر روی عملکرد فتوالکتروشیمیایی نانوکامپوزیت نانوذرات تیتانیوم دی‌اکسید-نقاط کوانتومی گرافن در واکنش شکافت آب

حلیمه السادات سجادی زاده، الهه گوهرشادی و حسین احمدزاده

دانشگاه فردوسی مشهد، دانشکده علوم، گروه شیمی

فتوکاتالیزورهای اکسیدهای فلزی نیمه رسانای مختلفی برای شکافت فوتوالکتروشیمیایی آب بسیار مورد استفاده قرار گرفته اند. در بین آن‌ها، نیمه رسانای تیتانیوم دی اکسید به دلیل فعالیت بالا، بی اثر بودن از نظر شیمیایی، ارزان و غیرسمی بودن، به طور قابل ملاحظه ای مورد توجه است. بزرگی گاف انرژی و بازترکیبی حامل‌های بار که با نور تولید می‌شوند، از دلایل اصلی کارایی نامطلوب TiO_2 در این فرایند می‌باشند. یکی از راهکارهای موثر به منظور غلبه بر این مشکلات، کامپوزیت کردن TiO_2 با مواد بر پایه‌ی کربن نظیر نقاط کوانتومی گرافنی است که باعث می‌شود فتوکاتالیزورهای بسیار مقرون به صرفه و فعال در ناحیه مرئی تهیه گردند. همچنین، این امر باعث کند شدن بازترکیبی الکترون-حفره در کاتالیزور می‌شود.

در این تحقیق، نانوکامپوزیت تیتانیوم دی‌اکسید - نقاط کوانتومی گرافنی به منظور بهبود بازده فوتوالکتروکاتالیزوری تیتانیوم دی‌اکسید با استفاده از روش هیدروترمال تهیه شد. سپس آرایش آن با نقره برای دستیابی به فوتوالکتروکاتالیستی با فعالیت بیشتر، انجام شد. شکل ۱ نشان می‌دهد که کامپوزیت کردن TiO_2 با GQDs و همچنین آلودن TiO_2 با Ag باعث افزایش فعالیت فوتوکاتالیزوری تیتانیوم دی‌اکسید می‌شود. شکل ۲ تصویر میکروسکوپ الکترونی روبشی نشر میدانی نانوکامپوزیت $\text{Ag@TiO}_2\text{/GQDs}$ را نشان می‌دهد.



شکل ۲: تصویر میکروسکوپ الکترونی روبشی نشر میدانی

نانوکامپوزیت $\text{Ag@TiO}_2\text{/GQDs}$

شکل ۱: منحنی جریان-پتانسیل فوتوآندهای تهیه شده B-

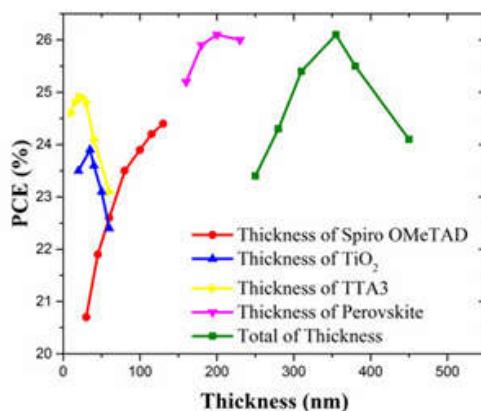
شبیه سازی اپتیکی و بررسی تأثیر لایه انتقال دهنده حفره بر عملکرد سلول خورشیدی پروسکایتی

فرهاد جهان تیغ^{۱،۲}، سید محمد باقر قریشی^۱

^۱ دانشگاه کاشان، دانشکده فیزیک، گروه اپتیک و لیزر

^۲ دانشگاه پدافند هوایی خاتم الانبیاء(ص)، دانشکده علوم پایه، گروه فیزیک

سلول‌های خورشیدی پروسکایتی یکی از بهترین انواع سلول‌های خورشیدی هستند که می‌توانند باعث کاهش هزینه ساخت و افزایش عملکرد آنها شوند. در این مطالعه یک سلول خورشیدی پروسکایتی با دو لایه Spiro-OMeTAD، HTM و TTA₃ طراحی شد و بهینه سازی سلول نسبت به ضخامت هر لایه و ضخامت کلی انجام شد. ضخامت بهینه برای لایه پروسکایت، Spiro-OMeTAD، TTA₃ و TiO₂ به ترتیب در حدود ۲۰۰، ۱۰۰، ۲۰ و ۳۵ نانومتر تعیین گردید. لایه‌های تعریف شده از بالا به سمت پایین به ترتیب لایه‌های هوا، لایه TiO₂، لایه پروسکایت، لایه TTA₃ و لایه Spiro-OMeTAD با ضخامت‌های تعریف شده می‌باشند. سلول خورشیدی دارای عرض (در جهت محور x) ۱۰۰ نانومتر و عمق (جهت محور z) برابر با ۱ سانتی متر است. دمای شبکه برابر با ۳۰۰ درجه کلوین فرض شده است و ضخامت لایه هوا به عنوان تابعی از طول موج نور ورودی تعریف شده است. قدرت ورودی برابر با مقدار استاندارد ۱۰۰۰ وات بر متر مربع تعریف شده است. زاویه فرود برابر با صفر درجه فرض شده است. پتانسیل الکتریکی، تراکم الکترون و حفره، نرخ تولید جفت‌های الکترون-حفره، ولتاژ مدار باز و قدرت خروجی مورد محاسبه قرار گرفت. سلول اولیه طراحی شده دارای ۲۲٫۶ درصد بازده تبدیل انرژی و ۷۷٫۱ درصد فاکتور تکمیل است. بهینه سازی در سناریوهای مختلف برای هر لایه انجام شد. در نهایت ضخامت کلی برابر با ۳۴۰ نانومتر و بازده تبدیل انرژی برابر با ۲۶ درصد و فاکتور تکمیل برابر با ۷۸ درصد بدست آمد. در مقایسه با طراحی اولیه، بهینه سازی باعث افزایش ۳٫۵ درصدی بازده تبدیل انرژی سلول خورشیدی، کاهش ۸ درصدی ضخامت کلی و بهبود ۱۵ درصدی حداکثر توان خروجی سلول شده است.



به ضخامت لایه تک تک لایه‌ها

شکل ۲: وابستگی بازده تبدیل انرژی

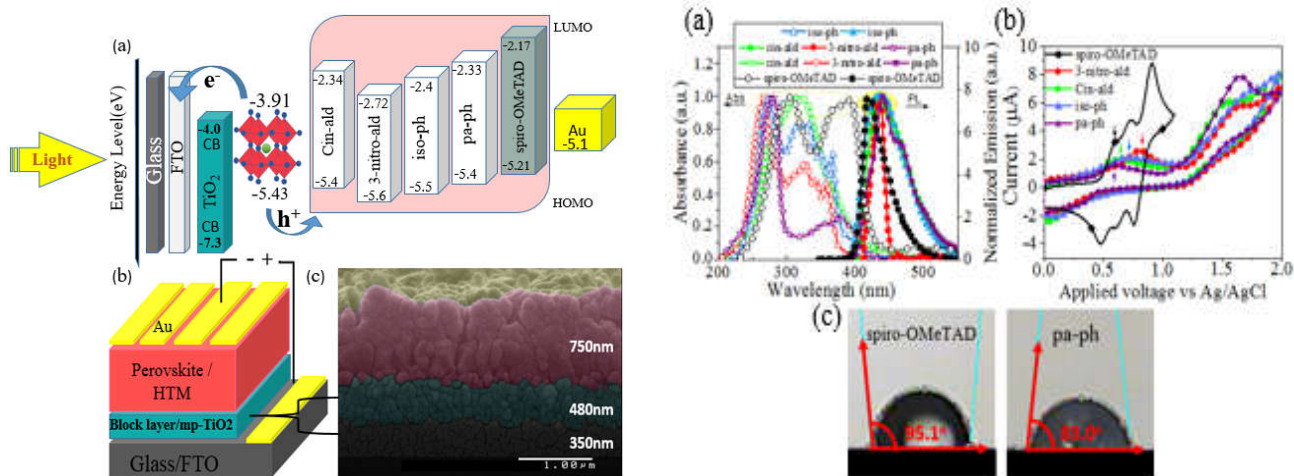
مواد انتقال دهنده حفره جدید و مؤثر بر پایه مشتقات فنانترن ۱۰و۹ دیون برای

سلول‌های خورشیدی پروسکایتی آلی-معدنی

سحر مجیدی نژاد و هاشم شهروس وند

دانشگاه زنجان، دانشکده علوم، گروه شیمی

انتقال دهنده‌های حفره نقش بسزایی در بازده و راندمان دارند، که نوع آلی آنها در سلول‌های خورشیدی پروسکایتی به دلیل سادگی در آماده‌سازی و توانایی تنظیم خواص آنها توسعه و مورد استقبال قرار گرفتند. هدف از این مطالعه استفاده از مشتقات مختلفی با ساختار پای گسترده که طی واکنش چند جزیی سنتز، و در پروسکایت به عنوان انتقال دهنده حفره عمل می‌کنند، است. در این تحقیق چهار انتقال دهنده حفره cin-ald، 3-nitro-ald، iso-ph و pa-ph که وجود گروه‌های عاملی آلدهیدی و کتونی ویژگی مشترک بین آنهاست، در سلول‌های خورشیدی پروسکایتی قرار داده و بررسی شده‌اند. شکل ۱ طیف نشر و جذب، ولتاژمتری چرخه‌ای و زاویه تماسی آب و شکل ۲ اجزای تشکیل دهنده سلول‌های خورشیدی پروسکایتی و شماتیک کلی لایه‌های دستگاه را به خوبی نشان می‌دهد. طبق داده‌های فتوولتایک بررسی‌های انجام شده گویای این است که در بین ۴ دستگاه مذکور، سلول با انتقال دهنده pa-Ph دارای بالاترین جریان اتصال کوتاه 22 mA/cm^{-1} ، ولتاژ مدار باز 0.7 V ، فاکتور پرشدگی 0.52 که منجر به بالاترین راندمان 8.8% می‌باشد.



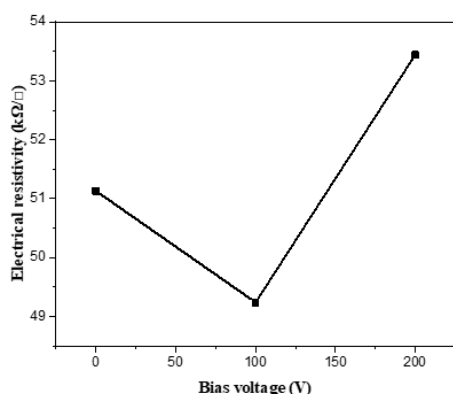
شکل ۱: مقایسه (a) طیف‌های جذب و نشر، (b) ولتاژمتری چرخه‌ای و (c) زاویه تماسی ترکیبات سنتز شده با spiro-OMeTAD. شکل ۲: سطوح انرژی و اجزای تشکیل دهنده سلول خورشیدی پروسکایتی برپایه انتقال دهنده‌های حفره.

بررسی تاثیر ولتاژ بایاس بر خواص الکتریکی، خواص اپتیکی و مورفولوژی سطح لایه‌های نازک اکسید روی تهیه شده به روش کندوپاش مغناطیسی

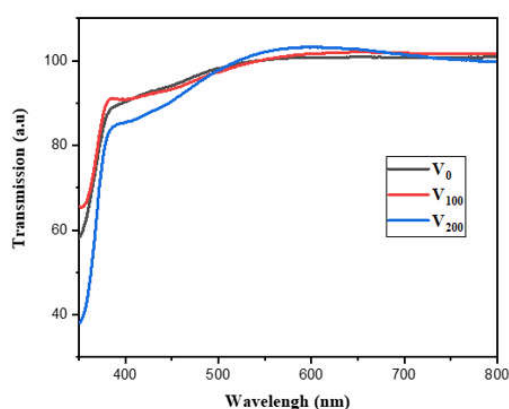
مرضیه یزدان شناس^۱، راضیه کشتمند^۱ و دکتر محمدرضا زمانی میمیان^۱

^۱دانشگاه علم و صنعت ایران، دانشکده فیزیک

اکسید روی ماده‌ای است که به عنوان عبور دهنده نور مرئی و همچنین انتقال دهنده الکترون، در ساخت سلول‌های خورشیدی به کار می‌رود. در این پژوهش لایه‌های نازک اکسید روی به روش کندوپاش مغناطیسی RF تحت تاثیر ولتاژ بایاس‌های ۱۰۰ و ۲۰۰ ولت، با بکارگیری تارگت اکسید روی، بر روی زیرلایه شیشه لایه‌نشانی شدند و مورفولوژی سطح، خواص الکتریکی و اپتیکی لایه‌ها مورد مقایسه و بررسی قرار گرفت. الگوی پراش اشعه ایکس (XRD)، جهت‌گیری کریستالی اکسید روی در راستای (۰۰۲) با ساختار ورتسایت را نشان می‌دهد. اندازه‌گیری مقاومت الکتریکی نمونه‌ها توسط دستگاه پروپ چهار نقطه‌ای (4-point) انجام شد و مشاهده شد که مقاومت الکتریکی نمونه‌ها در ولتاژ بایاس ۱۰۰ ولت کاهش یافته و پس از آن روندی رو به افزایش را دارد. میزان عبور نور توسط لایه‌ها در ناحیه نور مرئی به کمک طیف سنجی فرابنفش- مرئی (UV-Vis) اندازه‌گیری شد و نتایج نشان از میزان عبور نور بالای ۸۰ درصد در تمامی نمونه‌ها بود. همچنین با محاسبه گاف انرژی اپتیکی لایه‌ها با استفاده از داده‌های جذب نور، مشاهده شد که انرژی گاف اپتیکی در ولتاژ بایاس ۱۰۰ ولت کاهش یافته و پس از آن افزایش می‌یابد. مورفولوژی سطح و ضخامت لایه‌ها نیز توسط دستگاه میکروسکوپ نیروی اتمی (AFM) و میکروسکوپ الکترونی روبشی (SEM) مورد بررسی قرار گرفت که نتایج حاکی از افزایش اندازه دانه‌ها و کاهش زبری سطح در ولتاژ بایاس ۱۰۰ ولت بود. همچنین ضخامت لایه‌ها در حدود ۲۰۰ نانومتر اندازه‌گیری شد.



شکل ۲: مقاومت الکتریکی در ولتاژ بایاس‌های مختلف



شکل ۱: طیف عبوری در ولتاژ بایاس‌های مختلف

اثر استفاده از $mTiO_2$ اصلاح شده با RGO و C60 روی پارامترهای فتوولتاییک

سلول‌های خورشیدی پروسکایتی بدون انتقال دهنده‌ی حفره

ناصر دهقان^{۱،۲}، عباس بهجت^{۱،۲}، حمید رضا محسنی^{۱،۲}، مسعود دهقانی پور^{۱،۲} و فاطمه دوست حسینی^{۲،۱}

^۱ گروه اتمی و مولکولی، دانشکده فیزیک، دانشگاه یزد

^۲ گروه پژوهشی فوتونیک، مرکز تحقیقات مهندسی، دانشگاه یزد

در سلول خورشیدی پروسکایتی انتقال ضعیف بار در لایه انتقال دهنده الکترون (ETL) بدلیل عدم تطابق ترازهای انرژی ETL با لایه های مجاورش باعث کاهش عملکرد سلول خورشیدی می‌شود. یکی از راههای رفع این مشکل آرایش ETL می‌باشد. در این تحقیق با کاربرد $ETL1(mTiO_2)$ ، $ETL2(mTiO_2+RGO)$ ، $ETL3(mTiO_2+C60)$ ، $ETL4(mTiO_2+RGO+C60)$ در سلول‌های خورشیدی پروسکایتی متخلخل بدون انتقال دهنده حفره با ساختار کلی $FTO/ETL(cTiO_2/ETL1, 2, 3 \text{ or } 4)/CH_3NH_3PbI_3/Au$ اثر آنها را گزارش کرده و آنها را با هم مقایسه می‌کنیم. کاربرد RGO باعث انتقال سریع‌تر الکترون بین $mTiO_2$ و FTO بدلیل کاهش سد انرژی بین $mTiO_2$ و FTO و کاربرد $C60$ باعث انتقال سریع‌تر الکترون بین $mTiO_2$ و پروسکایت شده در نتیجه از بازترکیب بار در سطح مشترک جلوگیری می‌شود. تخریب سلول هنگامی که سلول در معرض تنش گرمایی، نور، اکسیژن یا رطوبت قرار می‌گیرد، یکی از چالش‌های اساسی در تحقیقات پروسکایت است. الکترون‌هایی که در لایه پروسکایت $MAPbI_3$ تولید می‌شوند در معرض نور می‌توانند با اکسیژن هوا واکنش دهند تا ابر اکسید O^{2-} تشکیل شود. این سوپر اکسیدها با واکنش با بخش متیل آمونیوم پروسکایت به لایه پروسکایت حمله کرده و سلول را تخریب می‌کنند. از طرفی برای سلول‌های خورشیدی که حاوی داربست‌های تیتانیایی هستند چون TiO_2 به نور خورشید حساس است سلول خورشیدی می‌تواند در زیر نور ناپایدار باشد. در این تحقیق با استفاده از ETL‌های ذکر شده نفوذ پروسکایت در تیتانیوم بیشتر شده و از طرفی سرعت انتقال الکترون افزایش یافته که نتیجه آن بهبود پارامترهای سلول خورشیدی پروسکایتی و همچنین پایداری بیشتر سلول می‌باشد. شرایط ساخت تمام سلول‌ها یکسان و از روش تک مرحله ایی برای لایه نشانی پروسکایت استفاده شده است.

ساخت سلول خورشیدی CZTS رولایه دما-پایین مبتنی بر محلول

مریم حقیقی^۱، امیرحسین چشمه خاور^۲، مریم حیدری^۱، فریبا تاج آبادی^۲، سید محمد مهدوی^{۱،۴} و نیما تقوی نیا^{۱،۴}

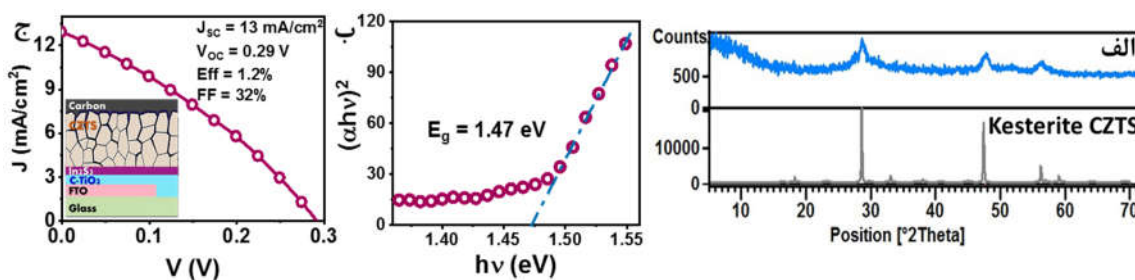
^۱ دانشگاه صنعتی شریف، پژوهشکده علوم و فناوری نانو

^۲ دانشگاه تربیت مدرس، دانشکده علوم پزشکی

^۳ پژوهشگاه مواد و انرژی، پژوهشکده فناوری نانو و مواد پیشرفته

^۴ دانشگاه صنعتی شریف، دانشکده فیزیک

چالش یافتن مواد جایگزین سلول‌های خورشیدی مبتنی بر عناصر فراوان در زمین و غیرسمی باعث تحقیق و توسعه مس-روی-قلع-سولفید ($\text{Cu}_2\text{ZnSnS}_4$ یا CZTS) در صنعت فتوولتائیک لایه نازک شد. لایه CZTS حاوی فلزات نادر و مواد سمی نیست. بیشترین بازدهی سلول خورشیدی CZTS برابر با ۸/۴٪ و ۲/۴٪ بترتیب برای ساختار زیرلایه و رولایه می‌باشد که لایه جاذب به روش مبتنی بر خلا لایه‌نشانی شده است. رویکرد مشترک برای تولید سلول‌های خورشیدی لایه نازک، لایه نشانی به روش مبتنی بر خلا مانند تیخیری یا اسپاترینگ به همراه عملیات بازپخت در دمای بالا جهت بهبود بلورینگی است. اگر چه کیفیت لایه‌های حاصل از این روش‌ها بسیار خوب است، اما بازاریابی این سلول‌های خورشیدی با استفاده از این روش‌ها چالش برانگیز است. زیرا کنترل ترکیبات لایه در مقیاس بزرگ امری دشوار است و گازهای سمی برای عملیات بازپخت استفاده می‌شود. بنابراین توجه زیادی به توسعه روش‌های مبتنی بر محلول بدلیل پتانسیل آنها برای فرایند تولید آسان در مقیاس وسیع، استفاده از حلال‌های با سمیت کم و عملیات پخت دما-پایین اختصاص داده شده است. بطور کلی، روش‌های مبتنی بر محلول اغلب بر لایه‌نشانی توسط جوهرها متمرکز می‌باشد که به دو صورت جوهرهای پیش‌آماده و نانوذره تقسیم می‌شوند. جوهرهای نانوذره میزان کربن و ناخالصی‌های غیرکربنی پایینتری دارند، که غالباً از حلال هیدرازین، بدلیل تعداد کربن کم آن، برای ساخت جوهر استفاده می‌شود. اما بدلیل سمیت بسیار بالای آن، پژوهشگران بدنبال حلالی جایگزین می‌باشند. در این پژوهش، برای ساخت جوهر نانوذره CZTS از پیش‌آماده‌های کلریدی و منبع گوگرد تیوره و همچنین، از بوتیل آمین و اسید استیک بترتیب بعنوان حلال و پایدارکننده استفاده شده است. فرایند ساخت جوهر تحت اتمسفر آرگون و در دمای دمای ۲۰۰ °C انجام شد که نتایج XRD، گاف انرژی لایه جاذب CZTS به همراه مشخصه‌های J-V سلول خورشیدی رولایه با ساختار FTO/TiO₂/In₂S₃/CZTS/Carbon در شکل ۱ نشان داده شده است. با توجه به نتایج XRD مشاهده می‌شود که هیچ یک از قله‌های فازهای ثانویه ناخالصی ZnS و Cu₂SnS₃ مشاهده نمی‌شوند. بازدهی این سلول برابر با ۱/۲٪ بدست آمد که قابل مقایسه با سایر نتایج گزارش شده برای سلول‌های خورشیدی CZTS رولایه است که بازدهی آنها بین ۰/۲-۵/۴ درصد بوده است.



شکل ۱: (الف) طیف XRD، (ب) منحنی Tauc لایه جاذب CZTS و (ج) منحنی J-V سلول خورشیدی CZTS به همراه مشخصه‌های آن و طرحواره‌ای از ساختمان سلول خورشیدی CZTS رولایه.

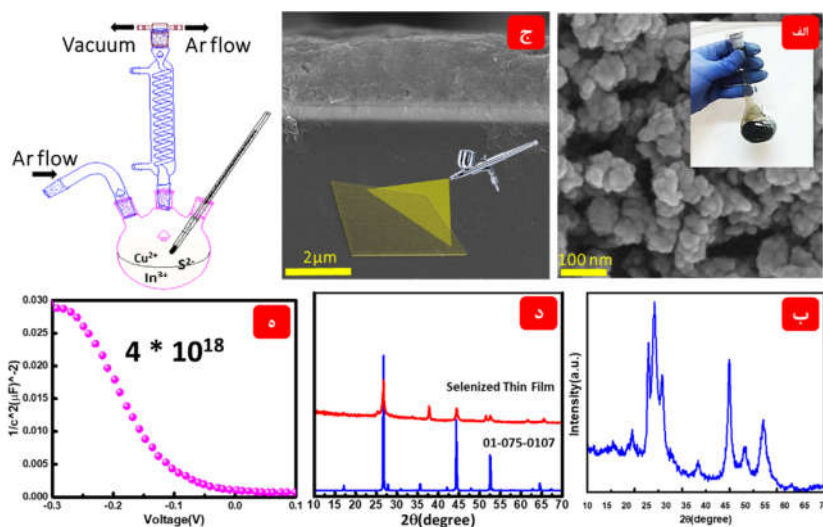
سنتز و بهینه‌سازی نانوجوهر آبی CuInS_2 بسیار پایدار و به‌کارگیری آن برای ساخت لایه جاذب به روش اسپری

مریم حیدری رامشه^۱، مریم حقیقی رکنی^۱، سید محمد مهدوی^۱، نیما تقوی نیا^۲

^۱دانشگاه صنعتی شریف، پژوهشکده علوم و فناوری نانو

^۲دانشگاه صنعتی شریف، دانشکده فیزیک

سهم مشارکت فتوولتائیک در تامین انرژی جهانی حدود ۱٪ است. بمنظور تبدیل فتوولتائیک به یکی از منابع اصلی تامین الکتریسته، تولید ارزان تر توان الکتریکی امری ضروری است. دستیابی به هدف کاهش هزینه‌ها، انگیزه‌ای برای توسعه فناوری فتوولتائیک لایه - نازک بوده است. توسعه روش‌های ارزان تر ساخت لایه جاذب نازک نیز رویکردی دیگر برای کاهش هزینه‌ها بوده است. اگرچه روش‌های لایه نشانی خلأ مرسوم جهت ایجاد لایه جاذب دارای مزایای بسیاری از جمله کنترل مورفولوژی، ایجاد لایه‌هایی فشرده با خلوص و بلورینگی بالا می باشند. از طرفی کماکان مشکلات عدیده‌ای در امکان تولید انبوه و تبدیل سلول‌های خورشیدی آزمایشگاهی به ماژول‌های صنعتی وجود دارد. بخش اعظم مشکلات، مربوط به عدم امکان لایه نشانی در زمان اندک، با حداقل پیشماده مصرفی و با حفظ کیفیت لایه می‌باشد. از این رو روش‌های غیرخلأ مبتنی بر ساخت جوهرهای مناسب با قابلیت لایه‌نشانی به روش‌هایی مانند اسپری در سال‌های اخیر مورد توجه قرار گرفته است. در این پژوهش، نانوجوهر CuInS_2 با پایداری بالا تهیه گردید. از روش سنتز شیمیایی Heat-up و بعبارت دیگر فرایند ساده و تک‌مرحله‌ای ترمولیز نمک‌های فلزی در محیطی که به عنوان حلال و احیاکننده عمل نماید، برای سنتز نانوذرات استفاده شد. حلال‌های قطبی DEG پولیول به عنوان محیط سنتز و برای تامین کاتیون‌های موردنظر از $\text{Cu}(\text{acac})_2$ ، $\text{InCl}_3 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ و تیوره ($\text{CH}_4\text{N}_2\text{S}$) استفاده شد. اندازه نانوذرات کروی حدود ۲۰ nm تخمین زده شد که در فاز بلوری ورتزیت متبلور می‌شوند (آنالیز SEM و XRD شکل ۱-الف و ب). در مرحله بعدی، نانوجوهر برای ساخت لایه جاذب به روش اسپری به کار گرفته شد. طی فرایند سلنایز کردن، نهایتاً لایه جاذب CuInS_2 به ضخامت ۲ μm، حاصل گردید (آنالیز SEM در شکل ۱-ج). بررسی آنالیز XRD در شکل ۱-د، نیز نشان می‌دهد که لایه در ساختار بلوری کالکوپریت متبلور گردیده و بلورینگی خوبی دارد. شیب منفی منحنی حاصل از آنالیز موت‌شاتکی، رسانش نوع p لایه جاذب را تایید نموده و چگالی حامل‌های اکثریت نیز 4×10^{18} محاسبه گردید.



شکل ۱، الف) آنالیز SEM و بررسی مورفولوژی نانوذرات، ب) طیف پراش XRD نانوذرات، ج) تصویر میکروسکوپی SEM از لایه سلنایز شده، د) طیف پراش XRD لایه، ه) آنالیز موت شاتکی لایه سلنایز شده.

سنتز و بهینه‌سازی جوهر نانوذرات نیمه‌هادی Cu_2SnS_3 به عنوان لایه انتقال دهنده حفره (HTL) در سلول‌های خورشیدی پروسکایتی

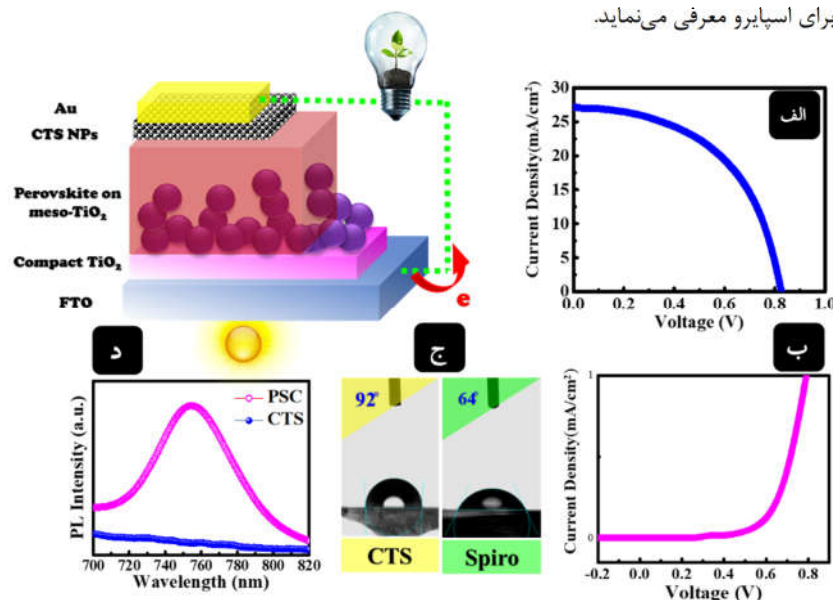
مطهره میرحسینی^۱، مریم حیدری^۱، کریم عبدی‌زاده^۲، سیدمحمد مهدوی^{۱،۲}، نیما تقوی‌نیا^{۱،۲}

^۱ دانشگاه صنعتی شریف، پژوهشکده علوم و فناوری نانو

^۲ دانشگاه صنعتی شریف، دانشکده فیزیک

^۳ دانشگاه صنعتی شریف، دانشکده فیزیک

توسعه مواد HTM ارزان که قابلیت لایه‌نشانی طی فرایندهای ساده و دماپایین را داشته باشند برای گسترش آینده سلول‌های خورشیدی پروسکایتی (PSC) ضروری است. HTM نقش کلیدی را در استخراج موثر حامل‌ها و در نتیجه دستیابی به کارایی بالا ایفا می‌کند. نانوذرات نیمه‌هادی‌های غیرآلی با رسانش نوع p، که دارای ویژگی‌های جذابی چون سطح انرژی مناسب، تحرک بالای حامل‌های حفره، ثبات شیمیایی بالا و همچنین هزینه تولید کم هستند، برای جایگزینی اسپایرو به عنوان HTM تجاری گران‌قیمت در PSC مورد توجه قرار گرفته‌اند. نیمه‌هادی‌های غیرآلی حاوی مس مانند Cu_2O ، CuS ، CuI ، CuSCN به علت تحرک‌پذیری بالا و ارزان بودن بسیار امیدوارکننده ظاهر شده‌اند. در این پژوهش، نانوجوهر غیرقطبی پایدار به منظور ساخت لایه‌های نازک (Cu_2SnS_3 (CTS) به روش پوشش‌دهی چرخشی در دمای پایین (100°C) بکار گرفته شد. این لایه‌ها برای اولین بار بعنوان HTM ارزان و غیرسمی در PSC با معماری FTO/ TiO_2 /PSC/ Cu_2SnS_3 /Au مورد ارزیابی قرار گرفت. شکل ۱، طرحواره‌ای از ساختار سلول و مشخصه‌یابی آن را نشان می‌دهد. کوئچ طیف فوتولومینسانس (شکل د)، توانایی خوب این ماده را در انتقال حفره از پروسکایت تایید می‌نماید. مشخصه‌یابی جریان-ولتاژ (شکل الف و ب)، بازدهی قابل قبول 11.5% را نشان داد. ضمن اینکه با توجه به آنالیز زاویه تماس (شکل ج)، CTS در مقایسه با اسپایرو، آبگریزتر بوده و پوشش یکنواخت غیرقطبی می‌تواند به محافظت لایه جاذب در برابر عوامل محیطی مانند رطوبت کمک کند. این نتایج، CTS را به عنوان جایگزینی امیدبخش برای اسپایرو معرفی می‌نماید.



شکل ۱. پیکربندی سلول خورشیدی به همراه نتایج مشخصه‌یابی: الف- جریان -ولتاژ در حالت روشنایی، ب- جریان -ولتاژ در حالت تاریکی، ج- تست زاویه تماس در مقایسه با اسپایرو، د- منحنی فوتولومینسانس قبل و بعد از لایه‌نشانی CTS.

ساخت سلول خورشیدی پروسکایتی نیمه شفاف با الکتروود نانوسیم های نقره

مصطفی غلامی^۱، مهسا حیدری^۱، علی امیری زرنندی^۱، حسین طاهریان فر^۱، فریبا تاج آبادی^۲، نیما تقوی نیا^۳ و علیرضا مشفق^{۱،۳}

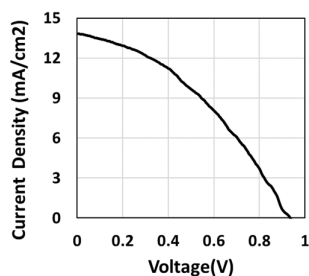
^۱ دانشگاه صنعتی شریف، دانشکده فیزیک

^۲ پژوهشگاه مواد و انرژی، پژوهشکده فناوری نانو و مواد پیشرفته

^۳ دانشگاه صنعتی شریف، پژوهشکده علوم و فناوری نانو

در سلول‌های پروسکایتی به طور معمول از لایه طلا یا نقره به عنوان الکتروود پشتی استفاده می‌شود. اما به دو منظور ساخت سلول خورشیدی دو پشته (Tandem) و یا سلول‌های پروسکایتی نیمه شفاف، باید این الکتروودها با یک الکتروود رسانای شفاف جایگزین شود. در این پژوهش، سعی شده است تا با سنتز نانوسیم‌های نقره و لایه نشانی آن به جای الکتروود طلا به این هدف نزدیک شویم. استفاده از الکتروود نانوسیم دو مزیت دیگر هم دارد: ۱- الکتروود ساخته شده انعطاف پذیر است. ۲- روش لایه نشانی الکتروود آسانتر و کم هزینه تر است. نانوسیم‌های نقره سنتز شده محلول در اتانول هستند و آن‌ها را می‌توان به کمک روش‌های بر پایه محلول بر روی سلول پروسکایتی لایه نشانی کرد. نانوسیم‌های نقره بر اساس احیای نقره در محلول اتیلن گلاکول و در حضور ماده پلی وینیل پیرولیدون (PVP) و همچنین کاتالیست‌های آهن و مس سنتز شده است. تصویر SEM مربوط به این نمونه‌ها در شکل ۱ آمده است. قطر میانگین نانوسیم‌ها تقریباً ۱۰۰ نانومتر اندازه گیری شده است. مقاومت الکتروود ساخته شده به کمک این نانوسیم‌ها بر روی زیر لایه شیشه در عبور اپتیکی ۸۴ درصد برابر با ۹/۸ اهم به دست آمد.

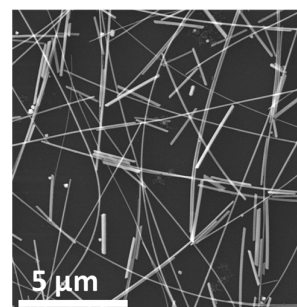
در ساخت سلول پروسکایتی تمام لایه‌های انتقال دهنده الکترون (لایه فشرده و لایه متخلخل TiO_2) لایه جاذب پروسکایتی ۳ کاتیون $\text{Cs}_{0.05}(\text{MA}_{0.17}\text{FA}_{0.83})_{0.95}\text{Pb}(\text{I}_{0.83}\text{Br}_{0.17})_3$ و همچنین لایه انتقال دهنده حفره (Spiro-OMeTAD) به روش لایه نشانی چرخشی لایه نشانی شدند. در نهایت در سلول پایه، الکتروود طلا به روش تبخیری و در سلول‌های مورد مطالعه نانوسیم‌های نقره به روش اسپری روی پلیمر و سپس پرس کردن آن‌ها روی لایه آخر سلول پروسکایتی لایه نشانی شدند. نتایج جریان ولتاژ مربوط به این سلول‌ها در جدول ۱ آمده ارائه شده است.



شکل ۲: نمودار جریان ولتاژ سلول پروسکایتی با الکتروود نانوسیم نقره (بهترین سلول)

جدول ۱: جدول پارامترهای مربوط به اندازه گیری فوتوجریان سلول‌های مورد مطالعه

نمونه	الکتروود نانوسیم نقره		الکتروود طلا بهترین سلول
	میانگین سلول ها	بهترین سلول	
$J_{sc}(\text{mA} / \text{cm}^{-2})$	13.0	13.8	15.6
$V_{oc}(\text{V})$	0.86	0.9	0.94
FF	0.38	0.38	0.59
Efficiency (%)	4.3	4.9	8.8



شکل ۱: تصویر SEM نانوسیم‌های نقره سنتز شده

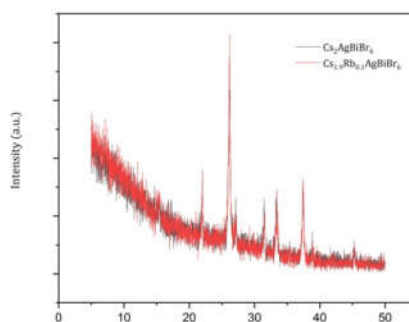
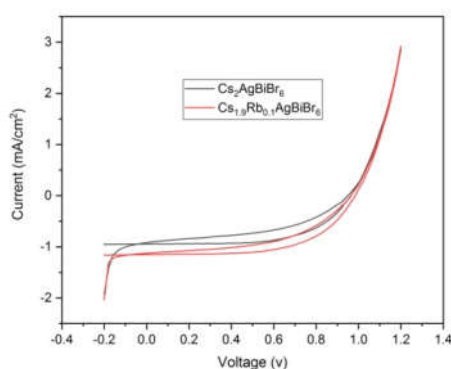
بررسی مشخصه‌های فتوولتاییک سلول‌های خورشیدی پروسکایتی بدون سرب: اثر جانشینی جزئی روبیدیم در ساختار پروسکایت دوفلزی غیر آلی $\text{Cs}_2\text{AgBiBr}_6$

فهیمة سکاکی^۱، محمود رضایی رکن آبادی^۱، هادی عربی^۱، ^۲Feng Gao ، ^۲Feng Wang

^۱ دانشگاه فردوسی مشهد، دانشکده علوم

^۲Department of Physics, Chemistry and Biology (IFM), Linköping University

امروزه مواد پروسکایت هالیدی توجه زیادی را برای ساخت سلول‌های خورشیدی به خود جلب کرده اند. با این وجود علاوه بر مشکلات پایداری این نوع مواد، مساله سمی بودن سرب نیز از دیگر چالش‌های پیش رو در این حوزه است. در همین راستا، پژوهش‌های نظری نشان می‌دهند در میان تمام مواد دابل پروسکایت بدون سرب، $\text{Cs}_2\text{AgBiBr}_6$ دارای پایداری نسبتاً بالا و گاف نواری مناسب جهت کاربرد در سلول‌های خورشیدی است اما مشکلات مربوط به حلالیت پیش ماده‌ها و در نتیجه تشکیل لایه نازک با خواص ساختاری و اپتیکی نه چندان مناسب منجر به بدست آوردن بازدهی غیر قابل توجهی برای این گروه از مواد شده است. در این بررسی به ساخت سلول‌های خورشیدی دابل پروسکایت بدون سرب ($\text{Cs}_2\text{AgBiBr}_6$) پرداخته شده و خواص ساختاری و فتوولتاییکی نیز در شرایط جانشین شدن جزئی سزیم با روبیدیم ارزیابی شده است. بدین منظور محلول‌های پیش ماده پروسکایت با غلظت 0.3 M تهیه شدند و لایه نشانی به روش پوشش دهی دورانی انجام شد. پس از بهینه سازی، بیشترین بازدهی تبدیل انرژی به مقدار 0.4% برای ابزارهای $\text{Cs}_2\text{AgBiBr}_6$ ساخته شده با پیکربندی (FTO/TiO₂ – block/Perovskite/Spiro/Ag) همراه با $V_{oc} = 0.94$ v ، $J_{sc} = -0.92$ mA/cm² و $FF = 46.78$ با هیسترسیس ناچیز بدست آمد. همچنین از بررسی الگوی پراش اشعه x مشخص شد که 10% روبیدیم کاملاً در ساختار داپ شده و تا حدی موجب بهبود کریستالینیتی ساختار شده است. همچنین عملکرد فتوولتاییکی سلول‌های ساخته شده پس از داپ شدن 10% روبیدیم به میزان 0.1% افزایش داشت.



بررسی عملکرد گرافن اکساید در سلول خورشیدی پروسکایتی سه کاتیون

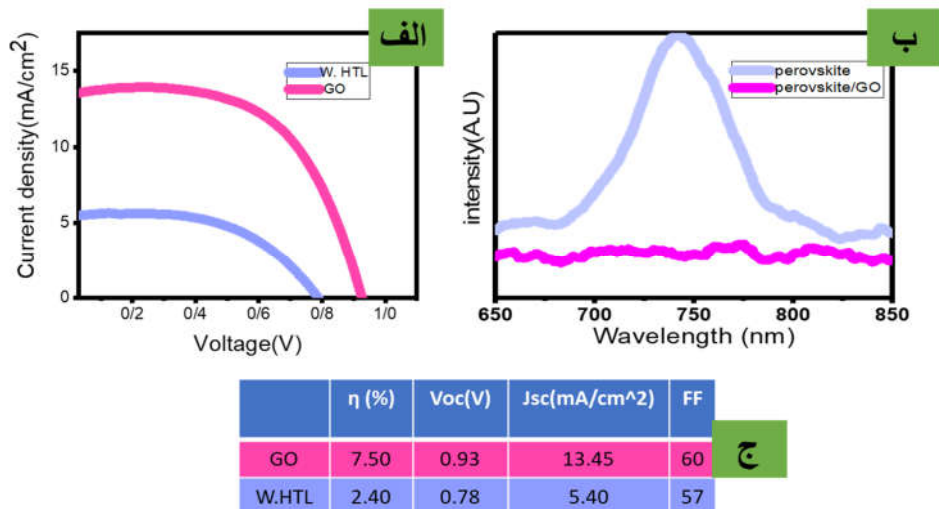
$\text{Cs}_{0.05}(\text{MA}_{0.017}\text{FA}_{0.083})\text{PbI}_{2.83}\text{Br}_{0.17}$ به عنوان لایه‌ی انتقال دهنده حفره در ساختار مستقیم

رأفت رفیعی راد^۱، بهرام عزیزالله گنجی^۱ و نیما تقوی‌نیا^۲، فریبا تاج آبادی^۳، زهرا آبادی^۴

^۱ دانشگاه صنعتی نوشیروانی بابل، دانشکده برق، ^۲ دانشگاه صنعتی شریف، دانشکده فیزیک

^۳ دانشگاه صنعتی شریف، پژوهشکده نانو فناوری، ^۴ دانشگاه صنعتی شریف، دانشکده مواد

پایداری، کاهش هزینه‌های ساخت و امکان ساخت سلول در ابعاد بزرگ از جمله مشکلات مطرح در زمینه سلول خورشیدی پروسکایتی است، که مانعی برای تجاری سازی این نوع سلول‌ها است. بررسی لایه انتقال دهنده حفره، تاثیر بسزایی در بهبود عملکرد سلول خورشیدی پروسکایتی دارد. مواد آلی و معدنی مختلفی برای این منظور استفاده شده است. اسپایرو یکی از مواد رایج مورد استفاده برای لایه انتقال دهنده حفره، ماده‌ای آلی و گران قیمت است. مواد معدنی موبیلیتی بالاتری نسبت به مواد آلی دارند. گرافن اکساید ماده‌ی معدنی است، که به دلیل هزینه پایین و پایداری شیمیایی و حرارتی و همچنین عدم نیاز به دما دهی برای خشک کردن لایه، گزینه مناسبی برای لایه انتقال دهنده حفره است. در این پژوهش گرافن اکساید دیپرس در ایزوپرانول به روش لایه‌نشانی چرخشی بر روی پروسکایت سه کاتیون لایه‌نشانی شد. بازده بدست آمده ۷.۵٪ است، که با مقایسه‌ی مشخصات فوتولتائیکی اشاره شده در جدول (ج) بین دو ساختار بدون لایه انتقال دهنده حفره و با لایه GO، می‌توان دریافت که حضور گرافن اکساید باعث افزایش ولتاژ مدار باز جریان اتصال کوتاه و بازدهی سلول میشود. که این مسئله نشان دهنده این است با حضور لایه گرافن اکساید، انتقال حفره بهتر انجام می‌شود، که اطلاعات بدست آمده از منحنی طیف PI نیز این مسئله را ثابت می‌کند.



شکل (الف) منحنی چگالی جریان-ولتاژ سلول خورشیدی پروسکایتی با لایه انتقال دهنده حفره GO و بدون لایه انتقال دهنده حفره
شکل (ب) طیف PL لایه پروسکایت و لایه پروسکایتی با لایه‌ی انتقال دهنده حفره GO، جدول (ج) مقایسه مشخصات فوتولتائیک سلول خورشیدی پروسکایتی با لایه GO و بدون لایه‌ی انتقال دهنده حفره

مهندسی لایه‌های انتقال دهنده بار به منظور بهبود پایداری سلول خورشیدی پروسکایتی با ساختار مسطح

علی ثانی^۱، عباس بهجت^۲، مسعود نعمت الهی^۳، نعیمه ترابی^۱

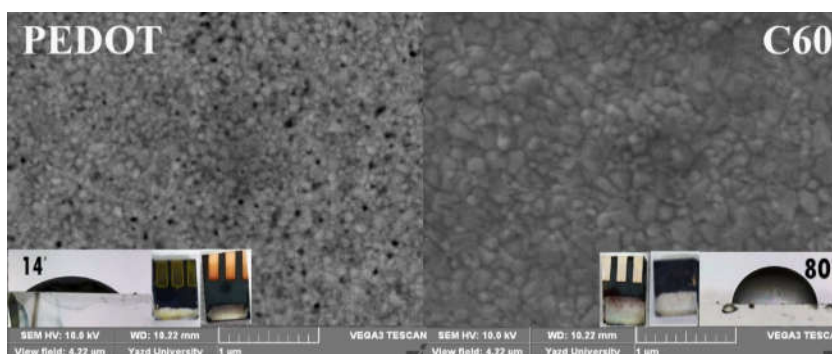
۱ گروه پژوهشی فوتونیک، دانشگاه یزد

۲ گروه اتمی و مولوکولی، دانشکده فیزیک، دانشگاه یزد

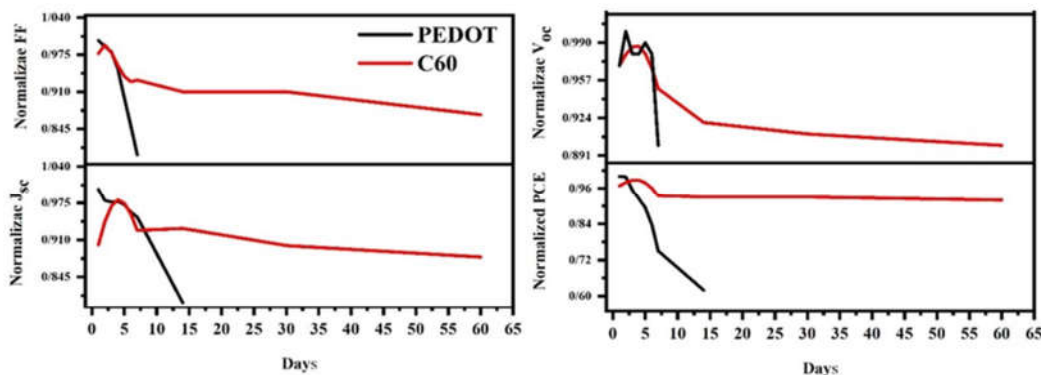
۳ گروه مهندسی پلیمر و شیمی، دانشگاه یزد

این پژوهش به منظور بهبود پایداری سلول خورشیدی پروسکایتی با استفاده از مهندسی سطح لایه‌های میانی انجام شده است. با ساخت و مشخصه‌یابی سلول با ساختار FTO/C60/Perovskite/Au که C60 با غلظت ۱۳٪، مولار در آن به کار رفته بود، به بازدهی ۱۱ درصد دست یافتیم. با قرار دادن این سلول در شرایط تاریک و دمای اتاق، با گذشت ۱۴۴۰ ساعت، سلول ۷۰ درصد از بازدهی اولیه خود را حفظ کرد و اثری از زردشدگی در لایه پروسکایت مشاهده نشد. طراحی و انجام آزمایش فوق و همچنین استفاده از فولرین C60 با زاویه تماس ۸۰° مانع از جذب رطوبت توسط سلول شده است، همچنین استفاده از PEDOT:PSS در ساختار سلول به جای C60 نشان داد که زاویه تماس کمتر (۹۱°) است که منجر به جذب رطوبت در ساختار پروسکایت می‌شود و تجزیه و زردشدگی پروسکایت را در پی خواهد داشت.

تشکر و قدردانی: نویسندگان از حمایت مالی صندوق حمایت از پژوهشگران و فناوران کشور (INSF-96003879) تشکر می‌کنند.



شکل ۱: تصویر میکروسکوپی سطح سلول خورشیدی، زاویه تماس، اثر زردشدگی پس از ده روز



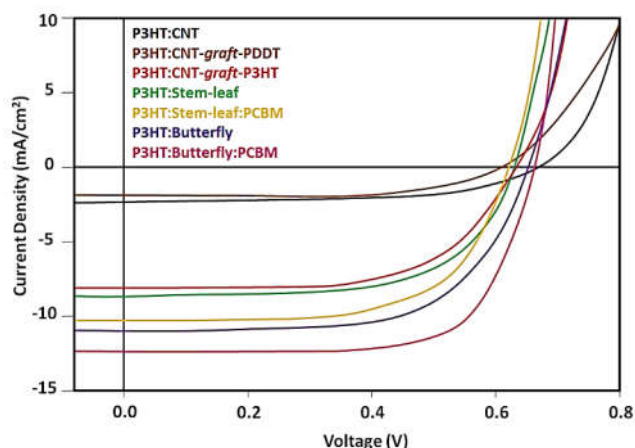
شکل ۲: نمودارهای نرمال شده پارامترهای فتوولتائیکی سلول خورشیدی ساخته شده در طی گذشت ۶۰ روز

سوپرامولکول‌های بر پایه‌ی پلی(۳-هگزیل تیوفن) فضاویژه و نانولوله‌های کربنی برای بهبود عملکرد سلول‌های خورشیدی پلیمری

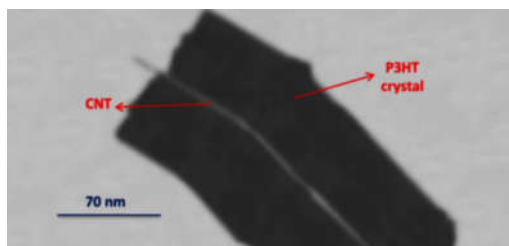
علی همدست^۱، سمیرا آقبلاغی^۱ و محمد ضیغمی^۱

^۱ دانشگاه شهید مدنی آذربایجان، دانشکده فنی مهندسی، دپارتمان مهندسی شیمی

سوپرامولکول‌های پروانه‌ای (Butterfly) از طریق پیوند زنجیرهای آزاد پلی ۳-هگزیل تیوفن فضا ویژه بر روی نانولوله‌های کربنی چند دیواره ساخته شدند. کریستالیزاسیون زنجیرهای آزاد و فضاویژه‌ی پلی(۳-هگزیل تیوفن) (P3HT) بر روی ساختار CNT-graft-P3HT، سوپرامولکول الکترون گیرنده-الکترون دهنده با پیکربندی پروانه‌ای را بدست داد که در آن CNT به عنوان بدنه‌ی اصلی پروانه بوده و کریستال‌های منظم پلی(۳-هگزیل تیوفن) بال‌های پروانه را تشکیل دادند که به موجب آن بال‌هایی رسنا با پهنای 37-38 nm به وجود آمد (شکل ۱). این سوپرامولکول، دمای ذوب بالای ۲۴۱ °C، آنتالپی ذوب ۳۱/۵ J/g و بلورینگی بالای ۸۵٪ را نشان داد. فرونشانی بالای فوتولومینسانس و همچنین خواص گیرنده و دهنده با گاف انرژی ۱/۹۴ الکترون‌ولت نیز برای این نانو هیبرید پروانه‌ای مشاهده گردید. بکارگیری نانوساختارهای پروانه‌ای در لایه‌ی فعال سیستم‌های فتولتائیک (P3HT:butterfly) به صورت چشمگیری مشخصات سیستم شامل جریان مدار کوتاه (J_{sc}) ۱۰/۸۴ mA/cm²، ضریب پرشدگی (FF) ۵۶٪ و بازده تبدیل توان (PCE) ۳٪/۹۴ تحت تاثیر قرار داد. حضور مولکول‌های فنیل-C71-بوتریک اسید متیل استر (PC71BM) به عنوان دومین الکترون گیرنده در فیلم نازک لایه‌ی فعال باعث افزایش بیشتر مشخصه‌های سیستم تا ۱۲/۲۳ mA/cm²، ۶۳٪ و ۰/۶۶ V و در نتیجه بازده تبدیل توان برابر با ۵/۰۸٪ بدون در نظر گرفتن تیمار خارجی و افزودنی‌ها گردید (شکل ۲).



شکل ۲: نتایج J-V از دیوایس‌های ساخته شده



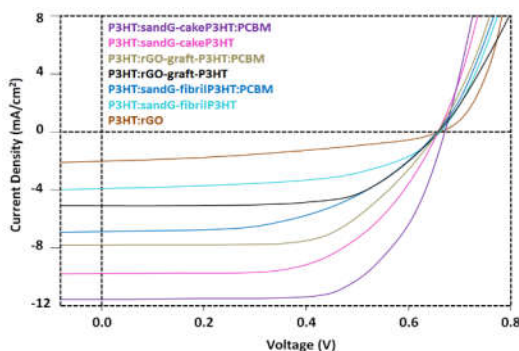
شکل ۱: تصویر TEM سوپرامولکول‌های پروانه‌ای

نانوصفحه‌های گرافنی ساندویچ شده بین لایه‌های پلی (۳-هگزیل تیوفن) نظم‌یافته و کاربرد آن‌ها در سلول‌های خورشیدی پایه پلیمری

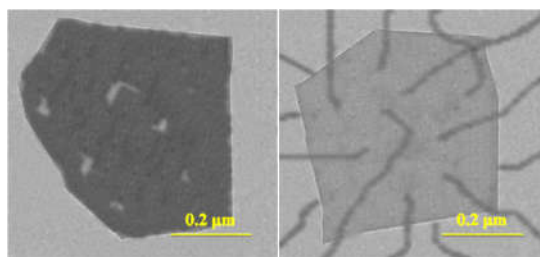
محمد ضیغمی^۱، سمیرا آقبلاغی^۱ و علی همدست^۱

^۱ دانشگاه شهید مدنی آذربایجان، دانشکده فنی مهندسی، دپارتمان مهندسی شیمی

جهت بهبود عملکرد سلول‌های فتوولتاییک آلی، سوپرامولکول‌های ساندویچی شکل تحت عنوان SandG-CakeP3HT (شکل ۱ (راست))، از طریق پیوند شیمیایی و کریستالیزاسیون همزمان زنجیرهای آزاد پلی (۳-هگزیل تیوفن) (P3HT) بر روی صفحات گرافن اکسید کاهش یافته (rGO) و تشکیل لایه‌ای کیک مانند از P3HT بلورین بر روی گرافن سنتز شدند. همچنین صفحات rGO اصلاح‌نشده، برای تهیه نانوهیبریدهای SandG-fibrilP3HT (شکل ۱ (چپ)) استفاده شدند. ویژگی‌های جذب و فوتولومینسانس این ساختارها توسط طیف ماورای بنفش بررسی شده و یک انتقال به سمت طول موج‌های بلندتر برای سوپرامولکول‌های SandG-CakeP3HT با شدت قله‌های $A_{0-0} = 602 \text{ nm}$ و $A_{0-1} = 552 \text{ nm}$ ، $A_2 = 491 \text{ nm}$ در مقایسه با نانوهیبریدهای SandG-fibril P3HT مشاهده شد. در نهایت بهترین جذب برای نمونه‌های SandG-CakeP3HT به دست آمد. علاوه بر این، میزان هدایت برای SandG-fibrilP3HT در حدود $3.75 - 3.88 \text{ S/cm}$ برابر با $10.13 - 10.29 \text{ S/cm}$ بوده است. گاف انرژی برای ساختار SandG-CakeP3HT برابر با 1.89 eV است که دارای کمترین میزان در مقایسه با سایر نمونه‌ها است. سلول‌های خورشیدی بر پایه SandG-CakeP3HT منجر به ویژگی‌هایی همچون دانسیته‌ی جریان مدار کوتاه ($J_{sc} = 9.81 \text{ mA/Cm}^2$)، ضریب پرشوندگی ($FF = 55\%$)، ولتاژ مدار باز ($V_{oc} = 0.66 \text{ V}$) و بازده تبدیل توان ($PCE = 3.56\%$) شد. همچنین، با افزودن PC71BM به سیستم، این خواص به مقادیر 11.48 mA/Cm^2 ، 60% و 0.67 V ، 4.61% بهبود یافت. این نتایج در مقایسه با سلول‌های بر پایه SandG-fibrilP3HT با بازده 0.97% بدون PC71BM و 1.98% در حضور مولکول‌های BC71BM عملکرد بهتری را نشان می‌دهد (شکل ۲). علاوه بر این، اندازه‌گیری‌های بازده کوانتومی (EQE)، تأثیر نانوهیبریدهای سنتز شده بر روی خواص فتوولتاییک را تأیید نمود.



شکل ۲: نتایج J-V از دیوایس‌های ساخته شده



شکل ۱: تصویر TEM سوپرامولکول‌های SandG-CakeP3HT

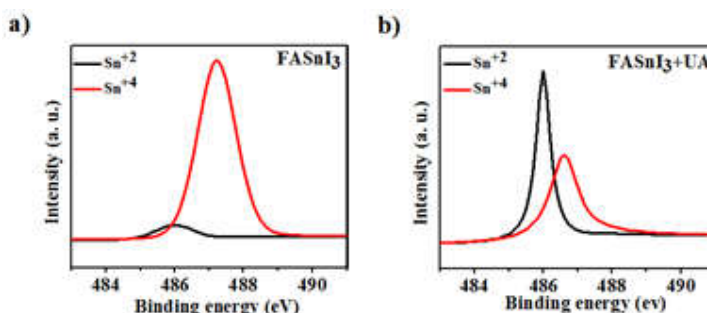
(راست) و SandG-fibrilP3HT (چپ).

استفاده از آنتی اکسیدانت در ساخت سلول‌های خورشیدی پروسکایتی بر پایه قلع

محمد مظلوم اردکانی، حمیده محمدیان سرچشمه*

دانشگاه یزد، دانشکده شیمی

سلول‌های خورشیدی پروسکایتی بر پایه سرب، به عنوان سلول‌های خورشیدی با کارایی بالا توجه زیادی را جلب کرده اند، اما سمیت آن‌ها یک مانع بزرگ برای کاربرد و تجاری‌سازی در مقیاس وسیع است. بنابراین توسعه سلول‌های خورشیدی پروسکایتی که در آن‌ها سرب با فلزات غیر سمی و سازگار با محیط زیست مانند مس، قلع، آنتیموان، بیسموت و ژرمانیم جایگزین می‌شود یک ایده مناسب است. از میان آن‌ها قلع (Sn) بخاطر آرایش الکترونی مشابه و هماهنگی هندسی با سرب، قابل توجه است. با این حال، بازده پروسکایت‌های بر پایه قلع کمتر از سلول‌های خورشیدی بر پایه سرب است. چون Sn^{2+} در اثر حضور میزان قابل توجهی از اکسیژن در هوا و یا اتمسفر بی اثر می‌تواند اکسید شود به Sn^{4+} . این پدیده منجر می‌شود به هدایت الکتریکی ناخواسته (p-doping) در فیلم پروسکایت و ایجاد می‌کند فضاهای خالی در شبکه پروسکایت، که در نهایت منجر به آسیب جدی سلول در محیط می‌شود. استراتژی‌های مختلف برای حذف این مشکلات استفاده شده است. در این کار معرفی می‌کنیم استفاده از اسید اوریک (UA)، یک آنتی اکسیدان طبیعی، به عنوان یک افزودنی ارزان و در دسترس برای ساخت سلول‌های خورشیدی پروسکایتی بر پایه قلع. ما یک ساختار کربنی بدون لایه انتقال حفره به منظور کاهش هزینه‌های ساخت بکار بردیم. سپس اثر اضافه کردن اوریک اسید به محلول پروسکایت مورد بررسی قرار گرفت. افزودن اوریک اسید نشان می‌دهد بهبود پارامترهای فوتوولتائیک و به ویژه افزایش عملکرد سل در نتیجه کاهش موثر در اکسیداسیون Sn^{2+} (طبق نتایج بدست آمده از XPS شکل ۱) و باز ترکیبی حامل‌ها. علاوه بر این، پایداری سلول‌ها بهبود یافت در مقایسه با سل‌های بدون استفاده از ادیتور. این کار می‌تواند یک ایده مناسبی باشد برای جایگزین کردن برخی از افزودنی‌های گران به منظور جلوگیری از اکسیداسیون قلع، بهبود ولتاژ مدار و بازده تبدیل انرژی.



شکل ۱. طیف های XPS برای نشان دادن توزیع Sn^{2+} و Sn^{4+} در نمونه های بدون اضافه کردن (a) و با اضافه کردن اوریک اسید (b).

بهینه سازی سلول خورشیدی آلی با ساختار معکوس بر پایه BCP آلائیده شده با فولرن به عنوان لایه انتقال دهنده الکترون

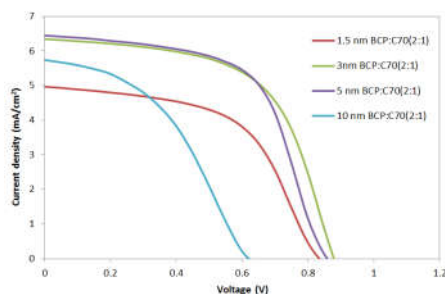
Fatemeh Jafari^{1,2}, Abbas Behjat¹, Bhushan R. Patil², Fatemeh Mohtaram^{1,2,3}, H.-G. Rubahn² and Morten Madsen²

¹ Atomic and Molecular Groups, Faculty of Physics, Yazd University, Yazd, Iran

² SDU NanoSYD, Mads Clausen Institute, University of Southern Denmark, Alsion 2, 6400 Sønderborg, Denmark

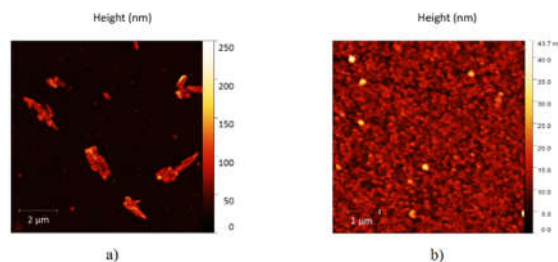
³ Department of Textile Engineering, Isfahan University of Technology, Isfahan, Iran

فولرن و مشتقات آن سالهاست که به عنوان لایه پذیرنده الکترون در سلول‌های خورشیدی آلی استفاده می‌شود. از مزایای فولرن‌ها الکترون موبیلیتی بالا و قدرت جداکنندگی الکترون-حفره در مرز لایه‌های دهنده-پذیرنده می‌باشد. با این وجود برای دستیابی به عملکرد بهینه در سلول، به لایه میانجی انتقال دهنده الکترون/سدکننده حفره در بین کاتد و لایه پذیرنده الکترون نیاز است. Bathocuproine (BCP) یکی از رایجترین مواد به عنوان انتقال دهنده الکترون/سدکننده حفره در سلولهای خورشیدی آلی در هردو ساختار معکوس و استاندارد می‌باشد. در ساختار استاندارد لایه BCP بین لایه پذیرنده الکترون و کاتد قرار می‌گیرد و با لایه نشانی لایه کاتد و ترکیب BCP-فلز، تشکیل لایه‌ای با کیفیت با رسانندگی خوب می‌دهد. اما در ساختارهای معکوس، لایه BCP بر روی زیرلایه ITO پس از لایه نشانی دچار تخریب می‌شود و تشکیل برآمدگی‌هایی جزیره‌ای شکل می‌دهد. مشخصه‌یابی AFM (شکل ۱) نشان می‌دهد که ارتفاع این برآمدگی‌ها تا حدود ۱۰۰ نانومتر می‌رسد که با توجه به ضخامت ناحیه فعال (۵۰ نانومتر)، وجود این برآمدگی‌ها باعث ایجاد اتصال کوتاه و در نتیجه کاهش عملکرد سلول می‌شود. این مشکل با افزایش سطح سلول با شدت بیشتری ظاهر می‌شود به شکلی که در سلول‌های آلی با ناحیه فعال ۱۰۰ میلی‌متر مربع، کارایی سلول به شدت کاهش می‌یابد. به منظور رفع این مشکل، در این تحقیق از لایه دوق BCP-C₇₀ به عنوان لایه انتقال دهنده الکترون در ساختار (ITO/BCP:C₇₀/C₇₀/DBP/MoO₃/Ag) استفاده شد. با لایه نشانی BCP-C₇₀ به روش تبخیر هم‌زمان، لایه‌ای با کیفیت بالا و بدون هیچ گونه برآمدگی تشکیل می‌شود، علاوه بر آن مشخصه‌یابی‌ها نشان می‌دهد که لایه BCP-C₇₀ دارای خاصیت انتقال دهنده الکترون و سدکنندگی عالی برای حفره است. نسبت BCP-C₇₀ همراه با ضخامت لایه بهینه سازی شد و بهترین بازدهی برای ضخامت ۳ نانومتر و نسبت BCP:C₇₀(2:1) به دست آمد.



شکل ۲: نمودار I-V سلول‌های خورشیدی آلی با ضخامت‌های

متفاوت BCP:C₇₀ (2:1)



شکل ۱: تصاویر AFM از لایه‌های BCP(a) و BCP:C₇₀(b) بر روی

زیرلایه ITO

اثر بازپخت لایه انتقال دهنده الکترون TiO_2/CdS بر کارایی سلول خورشیدی بر پایه MAPbI_3

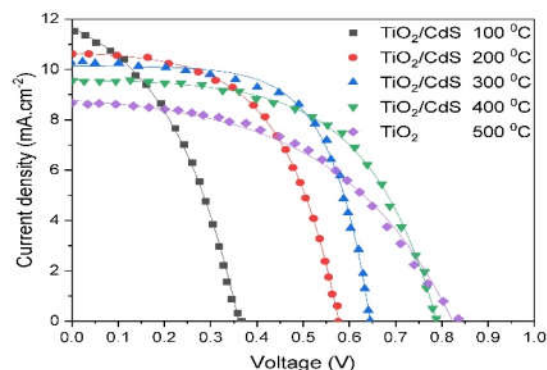
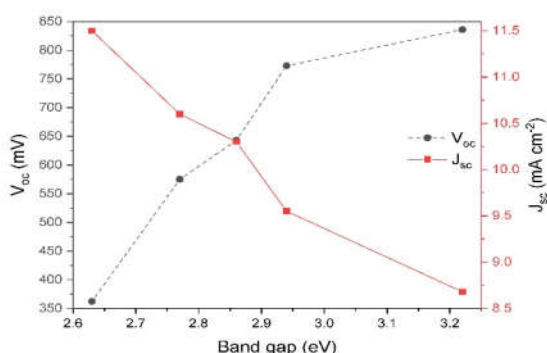
محمود برهانی زرنندی^{۱،۲}، حجت امراللهی بیوکی^{۱،۳}

^۱ دانشگاه یزد، گروه پژوهشی فوتونیک مرکز تحقیقات مهندسی

^۲ دانشگاه یزد، دانشکده فیزیک، گروه اتمی و مولکولی

^۳ دانشگاه تربیت مدرس، دانشکده علوم پایه- گروه فیزیک

نقاط کوانتومی سولفید کادمیوم (CdS) به دلیل مشابه بودن ساختار کریستالی آن با TiO_2 و سنتز آسان و ارزان به عنوان یکی از مناسب ترین جاذب‌های نوری در سلول‌های خورشیدی به کار گرفته می‌شوند. در این تحقیق بررسی می‌شود که یک لایه کمکی از نقاط کوانتومی CdS می‌تواند باعث بهبود عملکرد فتوولتائیک سلول‌های خورشیدی پروسکایتی مبتنی بر متیل آمونیوم سرب یدید (MAPbI_3) باشد. لایه انتقال الکترون (ETL) با ساختار باند رسانش آبخاری می‌تواند به طور موثر اثر بازترکیب الکترون-حفره را کاهش داده و انتقال الکترون را تسهیل کند. در اینجا برای تشکیل لایه انتقال دهنده الکترون، لایه سدکننده $\text{TiO}_2\text{-b}$ و لایه متخلخل $\text{TiO}_2\text{-m}$ به روش معمول بر روی زیرلایه FTO لایه نشانی چرخشی شد و لایه کمکی CdS طی فرایند سیلار (SILAR) برای ۵ سیکل در محلول ۰/۱ مولار $\text{Cd}(\text{NO}_3)_2$ در اتانول و سپس در محلول ۰/۱ مولار Na_2S در متانول بر سطح TiO_2 رشد داده شد. پارامترهای فتوولتائیک شامل ولتاژ مدار-باز (V_{oc})، چگالی جریان اتصال کوتاه (J_{sc})، فاکتور پرشدگی (FF) و بازده (η) سلول خورشیدی بدون لایه انتقال دهنده حفره ساخته شده با ترکیب آبخاری لایه انتقال دهنده الکترون TiO_2/CdS و TiO_2 که در دماهای مختلف بازپخت شدند از نمودار شکل ۱ بدست آمد. بهترین بازده برای ترکیب آبخاری لایه انتقال دهنده الکترون TiO_2/CdS در دمای بازپخت 400°C بود که برابر ۴/۳۷ به دست آمد که ۲۶٪ نسبت به سلول خورشیدی پایه با لایه انتقال دهنده الکترون TiO_2 بازپخت شده در دمای 500°C بهبود پیدا کرد. شکل ۲، نتایج حاصل از اندازه گیری گاف انرژی لایه‌های انتقال دهنده الکترون را نشان می‌دهد که با افزایش دمای بازپخت، گاف انرژی آن‌ها افزایش پیدا می‌کند که این افزایش گاف انرژی، کاهش چگالی جریان اتصال کوتاه و افزایش ولتاژ مدار باز را در بر دارد که با نتایج تئوری همخوانی دارد. نتایج ما نشان می‌دهد یک رویکرد جدید برای بهبود بیشتر عملکرد سلول‌های خورشیدی مبتنی بر متیل آمونیوم سرب یدید با کارایی بالاتری پیش‌رو خواهیم داشت.



شکل ۱: نمودار چگالی جریان-ولتاژ سلول خورشیدی پروسکایتی با لایه انتقال دهنده الکترون بازپخت شده در دمای مختلف
شکل ۲: نمودار تغییرات چگالی جریان اتصال کوتاه (J_{sc}) و ولتاژ مدار باز (V_{oc}) بر حسب گاف انرژی لایه انتقال دهنده الکترون

افزایش راندمان پنل‌های فوتوولتائیک به همراه ردیابی هوشمند با کنترلر AVR و لنز فرزنل

معراج رجایی، سپیده اعرابیان، مهتا مه آبادی

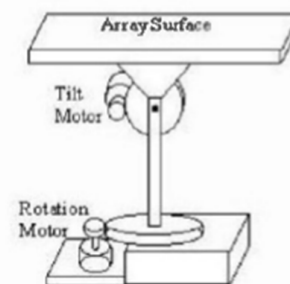
دانشکده شریعتی دانشگاه فنی حرفه ای
mrjaee@tvu.ac.ir

پیشرفت روش‌های نوین تولید انرژی با استفاده از نور خورشید به طور گسترده ای مورد توجه قرار دارد. در این مقاله، سیستم سلول خورشیدی فوتوولتائیک شامل ساختار ابتکاری لنز شبه‌فرزنل و ماژول ردیابی خورشیدی دوماحوره جهت افزایش بازدهی سلول خورشیدی و در عین حال استفاده از سلول خورشیدی با مساحت کمتر ارائه شده است. شیارهای این لنز بر اساس زوایای تابش و بازتابش نور و به راحتی از طریق تابش عمودی محاسبه می‌شود. سپس ساختار نوینی از ردیابی خورشیدی جهت تنظیم ماژول برای داشتن زاویه تابش عمود بر سطح پنل به وسیله کنترلر AVR معرفی می‌شود برنامه ریزی میکروکنترلر بر اساس روش (P & O (Perturb & Observe که یکی از کاربردی ترین روش‌های (MPPT (maximum power point tracking میباشد انجام گرفته شده است. در این مقاله روش Perturb & Observe (P & O) مورد استفاده قرار گرفته است، زیرا با پارامترهای سلول خورشیدی ارتباطی ندارد و نتیجه مطلوب و اجرای نسبتاً ساده ای دارد. در روش P & O یک انحراف جزئی در ولتاژ ایجاد می‌شود، سپس قدرت خروجی محاسبه شده و اگر قدرت افزایش یابد، انحراف در همان حالت ادامه می‌یابد در این روش از ۴ سنسور در ۴ طرف پنل استفاده شده است که وظیفه ی برآیندگیری و تعیین مناسب ترین زاویه جهت قرارگیری پنل برای داشتن بیشترین پرتو تابش عمود بر سطح را بر عهده دارند و همچنین به پنل اجازه میدهند در دو محور و بدون نیاز به زاویه Azimuth و ارتفاع حرکت کند.

بنابراین نور خورشید همیشه با زاویه تعیین شده بر سطح پنل می‌تابد که موجب کاهش سطح مورد نیاز و منطقه تمرکز نور بر روی پنل می‌گردد. نتایج عملی حاکی از آن است که استفاده از لنز شبه‌فرزنل به همراه روش ردیابی خورشید، بازدهی پنل فوتوولتائیک را افزایش می‌دهد.



ساختار کلی سیستم پیشنهادی



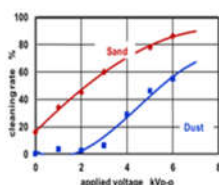
سیستم ردیاب خورشیدی دو محوره

بررسی اثر گرد و غبار بر بازده سلول‌های خورشیدی و ارائه سیستم الکترواستاتیک برای بهبود عملکرد سلول خورشیدی

معراج رجایی، کردستان چلاسی، مریم کرم نیا

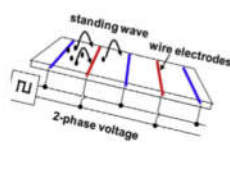
دانشکده شرعیتی دانشگاه فنی حرفه ای

موقعیت جغرافیایی ایران به گونه ای است که در بیشتر شهر های کشور، تمرکز نسبتا بالایی از گردوغبار در جو وجود دارد تحقیقات نشان داده است که مهم ترین منابع انتشار ریز گرد ها عمدتا در اقلیم خشک و نیمه خشک در غرب و جنوب غرب کشور قرار دارند . مطالعه خاک این مناطق نشان داده است که بافت اکثر این خاک ها رسی تا سیلتی می باشد که از نظر دانه بندی بسیار کوچک بوده و از این رو دارای قابلیت فرسایش پذیری بالایی هستند . همان طور که شکل ۱ نشان میدهد این مسئله باعث تجمع مقدار زیادی گردوغبار بر روی صفحات خورشیدی میشود، که تاثیرات منفی بر عملکرد آن میگذارد. هنگامی که نور خورشید به گرد و غبار جمع شده بر روی فتوولتائیک میتابد، مقداری از شدت نور خورشید $\Delta E1$ توسط گرد و غبار جذب می شود و به گرما تبدیل می شود، بخش دیگری از شدت نور $\Delta E2$ بر روی سطح گرد و غبار پراکنده می شود ، فقط بخشی از شدت نور $\Delta E3$ به صفحه شیشه تزریق می شود و توسط PV دریافت می شود. انرژی ورود به صفحه پنل توسط $\Delta E1 + \Delta E2 + \Delta E3$ کاهش می یابد ، همین مسئله باعث می شود که جریان الکتریکی سلول های محافظ کاهش یابد. هنگامی که جریان فعلی سلول کمتر از کل جریان فعلی آرایه PV باشد ، ولتاژ سلول به حالت بایاس معکوس پایان می یابد. سپس سلول تبدیل به بار دیگر از سلول های فتوولتائیک میشود ، که توان مصرفی را تبدیل به انرژی حرارتی میکند و درجه حرارت سلول را به تدریج افزایش میدهد شکل ۲ تاثیر گردوغبار بر دمای سلول را نشان میدهد . اندازه ذرات گرد و خاک خیلی کوچک است، معمولا بین 0.001 تا 0.01 میلیمتر است. از نظر ترکیب شیمیایی، گرد و غبار اتمسفری عمدتا اکسید است ، از جمله SiO_2 ، Al_2O_3 ، Fe_2O_3 ، Na_2O ، CaO ، MgO ، TiO_2 . در میان آنها مقدار SiO_2 بالاتر است ، که $68\% \sim 76\%$ آن را تشکیل می دهد . صفحه ی سلول که عمدتا از سیلیکا تشکیل شده است ، که می تواند با اسید یا قلیایی واکنش نشان دهد . سپس سطح پوشش صفحه شیشه ای ، ناهموار و انعکاس پراکنده افزایش می یابد. بنابراین یکنواختی انتشار نور خورشید در صفحه پوشش شیشه ای آسیب میبیند و ظرفیت تولید PV نیز تحت تاثیر قرار میگیرد. برای پاک کردن گرد و غبار از سطح پنل های خورشیدی سیستم تمیز کننده الکترواستاتیک را توسعه داده اند ، که از نیروهای الکترواستاتیک برای پاک کردن گرد و غبار از سطح پنل های خورشیدی استفاده می کند. این سیستم قطعات متحرک مکانیکی ندارد بنابراین بسیار قابل اعتماد است. همانطور که در شکل ۳ نشان داده شده است ، سیستم متشکل از یک صفحه شیشه ای دارای گرد و غبار با الکترودهای سیمی موازی تعبیه شده در صفحه شیشه ای یک پنل خورشیدی و یک منبع ولتاژ بالا است که یک ولتاژ دو فازی را ایجاد میکند. میدان الکتریکی متناوب امواج ساکنی تولید میکند که قادر نیستند ذرات گرد و غبار را در یک جهت حرکت دهند اما باعث حرکت ذرات گرد و غبار روی صفحه به هوا میشود ، در هوا ذرات گرد و غبار توسط نیروی جاذبه به سمت پایین حرکت میکنند . برای بررسی اثر بخشی این روش پنل خورشیدی در حدود 20° درجه متمایل کرده اند، گرد و غبار و شن به طور جداگانه و یکنواخت بر روی شیشه پوشش داده اند . میزان تمیز شده در مقابل ولتاژ اعمالی در شکل ۴ نشان داده شده است . تقریبا 15% ذرات شن از صفحه بدون استفاده از ولتاژ پایین آمدند ، اما قبل از اعمال ولتاژ تقریبا هیچ گرد و غباری فروکش نکرده است . علاوه بر این، صفحه را نمی توان با یک ولتاژ اعمال شده پایین (2kVp-p) تمیز کرد ، چون نیروی چسبندگی بین ذره و صفحه شیشه ای بیشتر از نیروی الکترواستاتیک اعمال شده به ذره است . ترکیب گرد و غبار قبل و بعد از عملیات پاک سازی برای بررسی اثر ترکیب اندازه گیری کرده اند. نتایج تجربی نشان داده است که ترکیب گرد و غبار قبل و بعد از عملیات پاک سازی تقریبا یک سان است.



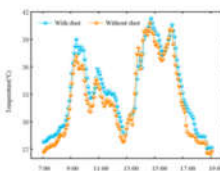
شکل ۱- میزان تمیز گرد و غبار تمیز شده در مقابل

ولتاژ اعمالی



شکل ۲- دیگرام شبیه سازی سیستم تمیز کننده الکترواستاتیک

با استفاده از موج ساکن



شکل ۳- تاثیر گردوغبار بر دمای پنل خورشیدی



شکل ۴- تجمع گردوغبار بر روی پنل خورشیدی

سلول خورشیدی با لایه فعال توده‌ای ناهمگن پلی‌آنیلین / نانو لوله کربنی: تاثیر نانولوله کربنی در بازده سلول

زینب جراحی^۱، رضا چاره‌خواه^۱ و غلامعلی فرزی^۱

^۱ دانشگاه حکیم سبزواری، دانشکده فنی و مهندسی، گروه مهندسی مواد و پلیمر

در این پژوهش ابتدا نانوکامپوزیت پلی‌آنیلین/ نانولوله کربنی چندجداره به روش پلیمریزاسیون اکسیداسیونی با مورفولوژی ساده گل کلمی سنتز شد و سپس سلول خورشیدی آلی ساده تک لایه با استفاده از نانوکامپوزیت مذکور با مورفولوژی گل کلمی به عنوان لایه فعال ساخته شد. در گام بعدی اثر درصد وزنی نانولوله کربنی در لایه فعال سلول خورشیدی. با محاسبه گاف انرژی بوسیله طیف سنجی فرابنفش- مرئی به صورت تجربی مورد مطالعه قرار گرفت. همچنین اثر لایه بافر کاتدی، الکترولیت و افزودن رنگدانه، بر بازده سلول خورشیدی بررسی شد. به منظور تشخیص پیوند شیمیایی بین پلی‌آنیلین و نانو لوله کربنی، طیف‌سنجی تبدیل فوریه - مادون قرمز استفاده شد. همچنین برای تشخیص مورفولوژی نانوکامپوزیتهای حاصله، تصاویر میکروسکوپ الکترونی روبشی اثر میدانی از نانوکامپوزیت تهیه شده و خواص رسانایی با روش استاندارد چهار نقطه ای ولتاژ/ جریان DC در دمای اتاق، اندازه‌گیری شد. نتایج مطالعات تجربی نشان داد که در سلول ساده تک لایه استفاده از نانو کامپوزیت پلی آنیلین / نانو لوله کربنی با مورفولوژی گل کلمی به عنوان لایه فعال منجر به تشکیل سلول خورشیدی با قابلیت ایجاد جریان الکتریسیته شد. در مرحله بعد با بررسی راندمان سلولهای ساخته شده نتایج نشان داد که با افزایش درصد وزنی نانو لوله کربنی از ۲/۵ به ۱۰ درصد وزنی در لایه فعال، گاف انرژی کاهش و بنابراین بازده سلول ۲۰ برابر افزایش می‌یابد. در بررسی سایر پارامتر ها در سلول چند لایه با مورفولوژی گل کلمی، بخاطر هم‌افزایی بین رنگدانه و لایه فعال پلی‌آنیلین/ نانو لوله کربنی افزایش ۵ برابری در مشخصات فوتوولتائیک، در مقایسه با سلول ساده با همان مورفولوژی مشاهده شد.

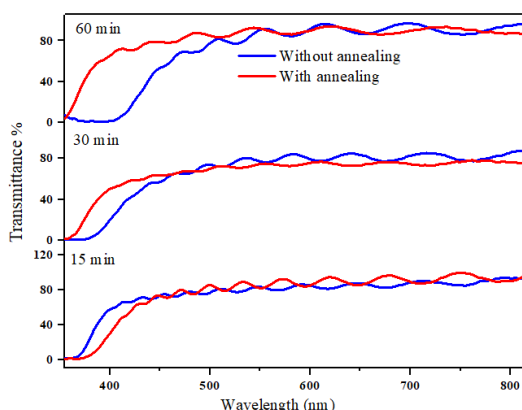
لایه‌نشانی اکسید روی آلاییده با آلومینیوم به روش کندوپاش و بررسی اثر بازپخت دمایی بر بهبود خواص الکتریکی آن

رجبی، زهرا^۱؛ مرادی، مهرداد^۱؛ زاهدی‌فر، مصطفی^{۱،۲}

^۱ پژوهشکده علوم و فناوری نانو، دانشگاه کاشان، کاشان

^۲ دانشکده فیزیک، دانشگاه کاشان، کاشان

در این مقاله لایه‌نشانی اکسید رسانای شفاف ZnO:Al به روش کندوپاش مورد بررسی قرار گرفته است. اثر مکان زیرلایه نسبت به ماده هدف و بازپخت دمایی بر روی بلورینگی، مقاومت سطحی و شفافیت لایه مورد مطالعه قرار گرفته است. لایه‌نشانی بر روی شیشه به روش کندوپاش و با استفاده از امواج رادیویی با فرکانس ۱۳/۶ MHz انجام شد. ماده هدف (Target) مورد استفاده با نسبت وزنی ۹۸:۲ برای مواد ZnO:Al₂O₃ به قطر ۳ اینچ و ضخامت شش میلیمتر مورد استفاده قرار گرفت. زیرلایه بر روی صفحه مدور در فاصله ۹ سانتی‌متری از ماده هدف بسته شد. لامپ ۵۰۰ وات نیز به فاصله یک سانتی‌متری در بالای صفحه لایه‌نشانی جهت گرم کردن زیرلایه قرار گرفت. شکل ۱ موقعیت نمونه‌ها و ماده هدف در دستگاه کندوپاش را به همراه موقعیت ماده هدف نشان می‌دهد. توان ۱۵۰ وات و فشار ۳ میلی‌تور جهت لایه‌نشانی انتخاب شد. فرآیند بازپخت در خلأ ۳ میلی‌تور و در زمان‌ها و دماهای مختلف انجام شده است. برای بررسی اثر بازپخت در ابتدا نمونه‌ها با مقاومت سطحی متفاوت در محدوده مگا اهم بر مربع تا ۵۰ اهم بر مربع ($\Omega/\square$) برای بازپخت در دماهای ۵۵۰، ۵۰۰ و ۴۵۰ درجه سانتیگراد به مدت یک ساعت انتخاب شدند. نتایج نشان داد که اثر بازپخت بر روی نمونه‌ها با مقاومت بالاتر بسیار بیشتر بوده و منجر به کاهش مقاومت بیشتری می‌شود. از طرفی بازپخت در دمای ۵۵۰ درجه منجر به مقاومتری یکنواخت‌تر نسبت به دماهای دیگر شده است. لذا دمای ۵۵۰ درجه به عنوان دمای بهینه انتخاب و تغییر مدت زمان بازپخت مورد بررسی قرار می‌گیرد. نمونه‌ها در مدت زمان ۳۰ دقیقه مورد بازپخت قرار گرفتند که کاهش مدت زمان بازپخت، منجر به کاهش مقاومتی ناچیز نسبت به زمان ۶۰ دقیقه شد و با کاهش مدت زمان بازپخت به ۱۵ دقیقه، افزایش مقاومت مشاهده شد، بنابراین زمان بهینه بازپخت ۳۰ دقیقه در نظر گرفته شد. نتایج نشان داد که کمینه مقاومت سطحی $\Omega/\square$ ۳۰/۰۹ در شرایط بهینه بازپخت بدست می‌آید. همچنین فرآیند بازپخت منجر به بلوری شدن بهتر نمونه و در نتیجه شفافیت بیشتر در ناحیه نور مرئی شده است (شکل ۲).



شکل ۲: طیف عبور نمونه‌های بازپخت شده در دمای ۵۵۰ °C در زمان‌های ۱۵، ۳۰ و ۶۰ دقیقه.



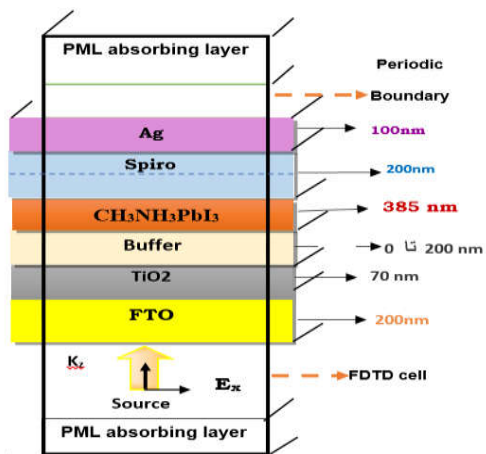
شکل ۱: موقعیت نمونه‌ها و ماده هدف در دستگاه کندوپاش.

بررسی ضخامت اپتیکی لایه میانی بر عملکرد سلول خورشیدی پروسکایتی

پگاه شیر^۱، غلامحسین حیدری^۲

^۱ دانشگاه ملایر ، دانشکده علوم پایه، گروه فیزیک

سلول خورشیدی پروسکایتی یکی از انواع نسل سوم سلول خورشیدی بوده که با افزایش بازده خیره کننده ای همراه می باشد و امید می رود که بتواند در آینده نزدیک جایگاه ویژه ای در فناوری سلول های خورشیدی پیدا نماید. لایه میانی بر روی لایه کمی انتقال دهنده الکترون (ETL) با استفاده از موادی نظیر TiO_2 ، ZnO و Al_2O_3 در سلول خورشیدی پروسکایتی مورد استفاده قرار می گیرد. در این بررسی با استفاده از روش دقیق FDTD بجای روش ماتریس انتقال، به شبیه سازی اثرات اپتو-الکتریکی (جذب جزیی لایه فعال، تولید الکترون-حفره و J_{sc} ایده آل) سلول پروسکایتی با تغییر ضخامت لایه میانی و به ازای مواد مختلف، پرداخته شد. در همه شبیه سازی ها یک لایه TiO_2 با ضخامت 70 nm (ETL) وجود دارد که لایه میانی بر روی آن می تواند جنس و ضخامت متفاوتی داشته باشد. برای این منظور، بازتاب نور از سطح سلول به ازای ضخامت های مختلف لایه میانی برای سه طول موج 400، 600 و 800 نانومتر شبیه سازی و با تعیین کردن کمینه آن، ضخامت لایه بهینه در هر طول موج مشخص گردید. از این ضخامت بهینه، جهت ساختار سلول شبیه سازی شده در مرحله بعد استفاده گردید. جریان اتصال کوتاه (J_{sc}) در سلول پروسکایتی استاندارد (بدون لایه میانی) 20.9 mA/cm^2 محاسبه گردید. نتایج شبیه سازی نشان می دهد که به ازای تغییر ضخامت لایه میانی، شکل منحنی بازتاب، تناوبی می باشد که ناشی از تداخل سازنده و ویرانگر نور بازتابیده از لایه های مختلف می باشد و بنابراین به ازای ضخامت های مشخص، مقدار بازتاب به کمترین مقدار خود رسیده و لذا سبب افزایش نفوذ نور به داخل سلول، افزایش جریان مدار کوتاه و در نهایت بازدهی سلول خورشیدی می گردد. بر اساس نتایج شبیه سازی، ZnO و Al_2O_3 با ضخامتی در حدود 31/5 nm جریان مدار کوتاه حدود 21.4 mA/cm^2 را نتیجه می دهند (افزایش 2/5 درصدی نسبت به حالت استاندارد) اما در TiO_2 احتیاج به ضخامت حدود 115nm جهت دستیابی به این مقدار جریان مدار کوتاه می باشد. همچنین برای ZnO و Al_2O_3 (نسبت به TiO_2)، تغییرات جریان مدار کوتاه نسبت به ضخامت لایه میانی از شدت بیشتر برخوردار است. علاوه بر این، نمودار های جذب جزیی لایه فعال در ضخامت های بهینه و به ازای مواد مختلف مورد بررسی قرار گرفت. همانگونه که از شکل زیر مشخص است لایه Al_2O_3 و سایر لایه ها مورد نظر (لایه میانی) بر روی لایه نازکی از TiO_2 در نظر گرفته شده اند. وجود این گونه لایه میانی به صورت تجربی نیز در مقالاتی تا حدودی مشابه (2,1) بررسی گردیده که می تواند با تاثیرات الکترو-اپتیکی همراه باشد.



(1) Efficient electron transfer layer based on Al_2O_3

passivated TiO_2 nanorod arrays for high performance evaporation-route deposited FAPbI_3 perovskite solar cells
<https://doi.org/10.1016/j.solmat.2017.05.072>

(2) Enhanced Charge Collection with Passivation Layers in Perovskite Solar Cells

<https://doi.org/10.1002/adma.201505140>

Effect of P-I-N-type perovskite layer parameters on performance of solar cells by the device simulator SCAPS

نازیلا ضرابی نیا^{۱،۲}، رضا رسولی^۱ و عزالدین مهاجرانی^۲

^۱ دانشگاه زنجان، دانشکده فیزیک

^۲ پژوهشکده لیزر و پلاسما شهید بهشتی

To optimize the performance of the device, we have used a simulation platform of carrier transport. The accumulation of ions and their spatial distribution at the interfaces of the perovskite can create an asymmetric or symmetric distribution of the internal field at the interfaces of the perovskite. This can influence the carrier transport in the perovskite solar cell with electron-transport and hole-transport layer. As simulation model, we introduced the n-type and p-type perovskite layers near the electron transport layer TiO_2 and Spiro-OMeTAD, respectively. The non-radiative recombination rate, depending on the crystalline quality of the perovskite film, acts as important factor to degrade the cell. The perovskite solar cell is architected with layer configuration of glass substrate/ TCO/ TiO_2 planer /n-type MAPbI_3 layer /i-type MAPbI_3 /p-type MAPbI_3 layer /Spiro-OMeTAD /metal back contact (see Fig. 1). We studied the role of recombination current for every interface. By changing the recombination coefficient at MAPbI_3 layer (n-type) near the ETL and i-type MAPbI_3 , we see different performance of cells regarding the efficiency and open circuit voltage. The open circuit voltage showed a change between 0.78 to 1.05 V in the device simulator SCAPS. In addition, by over increasing in the recombination coefficient, the short circuit current decreased. By changing the recombination coefficient of MAPbI_3 layer (p-type) near the HTL, no changes were observed in the efficiency and open circuit voltage.

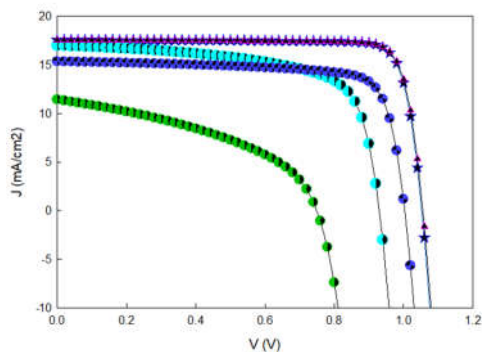


Fig2 :) $J-V$ curves for different recombination coefficient of n, p and i-type layer of MAPbI_3

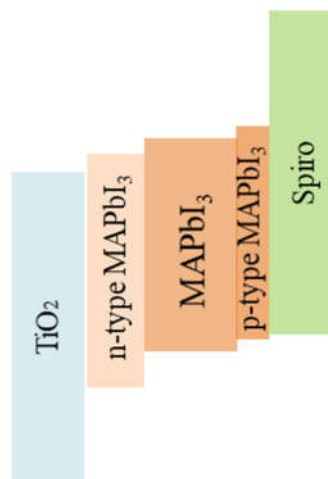


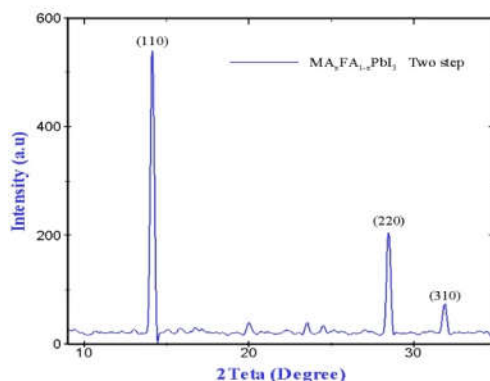
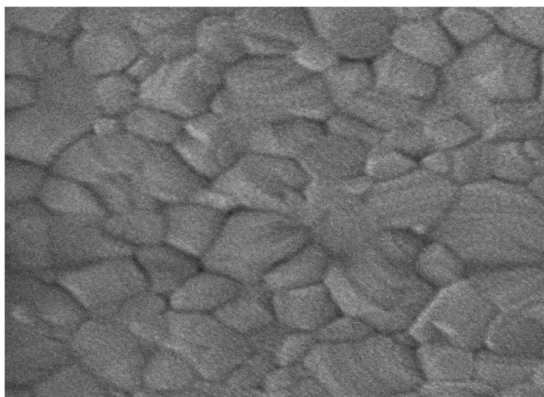
Fig 1 : The planar architecture of perovskite solar cell

بررسی انتقال بار در سلول‌های خورشیدی پروسکایتی مبتنی بر نانوساختارهای ترکیبی متیل آمونیوم - فرمامیدنیوم

کامیار برکاتی^۱، احمد مشاعی^{۱*}، زهرا باقری^۱، سارا عباسیان^۲

^۱گروه اتمی و مولکولی، دانشکده فیزیک، دانشگاه تربیت مدرس
^۲پژوهشکده فیزیک، پژوهشگاه دانش‌های بنیادی (IPM)

به منظور کاهش نقص‌ها و بهبود بلورینگی لایه پروسکایت ما FAPbI_3 را به عنوان دانه‌های کریستالی برای تنظیم رشد بلورهای MAPbI_3 اضافه می‌کنیم بنابراین یک لایه پروسکایت مخلوط ($\text{MA}_{1-x}\text{FA}_x\text{PbI}_3$) با روش لایه نشانی چرخشی خواهیم داشت. میکروسکوپ الکترونی و الگوی پراش اشعه X بلورینگی بهتر و دانه‌های بزرگتر برای لایه پروسکایت ترکیبی نسبت به لایه MAPbI_3 نشان می‌دهند. همبستگی مثبت بین کریستالیزاسیون و غلظت FAPbI_3 نشان می‌دهد که فرآیند بلورسازی توسط القاء FAPbI_3 کنترل می‌شود. در این مقاله سعی شده است با بررسی طیف XRD و SEM مشخصات این پروسکایت در یک سلول کامل نشان داد شود. ابتدا دو محلول پروسکایت به اندازه‌ی MAPbI_3 و FAPbI_3 با غلظت 1molar درست می‌کنیم حال ابتدا محلول FAPbI_3 را روی سلول ریخته و اجازه می‌دهیم با سرعت 4000rpm به مدت 20s بچرخد سپس محلول MAPbI_3 را می‌ریزیم (5000rpm ، 30s) و در نهایت Anti Solvent کلرو بنزن می‌ریزیم سپس FTO ها را به مدت ۳۰ دقیقه در دمای ۱۰۰ درجه سانتیگراد هات پلیت قرار می‌دهیم. این ترکیب ($\text{MA}_{1-x}\text{FA}_x\text{PbI}_3$) با توجه به مشخصه بایی‌های به عمل آمده دارای پوشش سطحی بسیار خوب، زبری سطح خیلی کم، جذب نور بالا و انتقال بار بسیار مناسب است.



شکل ۲: تصویر FESEM لایه پروسکایت ($\text{MA}_{1-x}\text{FA}_x\text{PbI}_3$) این تصویر نشان می‌دهد که ساختار پروسکایت تشکیل شده تقریباً مکعبی بوده و میانگین اندازه مکعب‌ها بین ۱۰۰ تا ۱۵۰ نانومتر است.

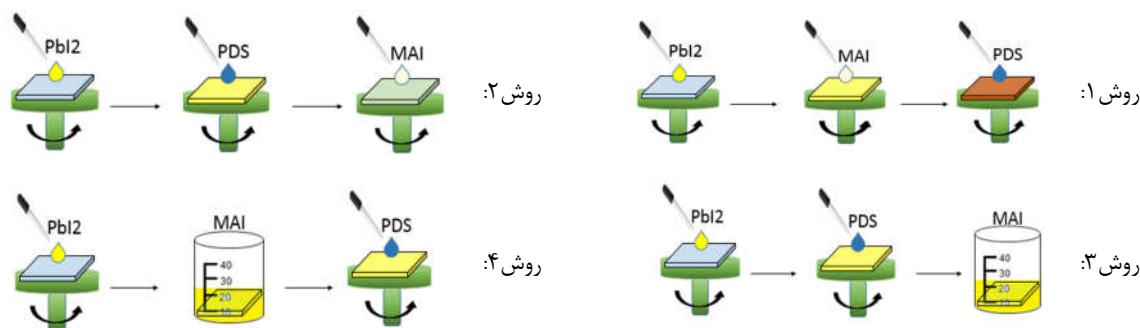
شکل ۱: طیف XRD از ($\text{MA}_{1-x}\text{FA}_x\text{PbI}_3$) این طیف نشان می‌دهد که ساختار شبکه‌ای مکعبی پروسکایت ساخته شده در حالت دو مرحله‌ای تشکیل شده است و اثری از مواد اولیه آن مانند PbI_2 که کارایی سلول را کاهش می‌دهد وجود ندارد.

بررسی پایداری سلول‌های خورشیدی پروسکایتی با استفاده از بهینه‌سازی لایه‌نشانی پلیمر آب‌گریز

نفیسه عیدی محمدی^{۱*}، محمد علی ملکی^۱ و هاشم شهروس‌وند^۲

دانشگاه زنجان، دانشکده علوم، گروه فیزیک^۱، گروه شیمی^۲

سلول‌های خورشیدی پروسکایتی به دلیل هزینه پایین و بازدهی بالا مورد توجه قرار دارند. در کمتر از پنج سال این نوع از سلول‌های خورشیدی توانستند بازدهی مطلوبی از خود به نمایش بگذارند. امروزه این بازدهی به ۲۳٪ هم رسیده است. با این حال پایداری در این سلول‌های خورشیدی هنوز رضایت بخش نیست و محدودیت اصلی تجاری سازی آنها است. از این رو سعی می‌شود که با استفاده از مواد افزودنی به فیلم پروسکایتی پایداری بهبود یابد. در اینجا، از نوعی پلیمر آب‌گریز با نام اختصاری (PDS) استفاده شده تا مانع نفوذ رطوبت به این لایه شود و در نتیجه باعث افزایش پایداری گردد. از این رو پلیمر PDS در مراحل مختلف به فیلم پروسکایتی اضافه می‌شود. در روش اول، ابتدا سرب یدید (PbI_2) محلول در دی‌متیل فراماید (DMF) را لایه‌نشانی کرده، سپس متیل آمونیم یدید (MAI) محلول در ایزوپروپانول را به روش دو مرحله‌ای بر روی سطح لایه‌نشانی کرده و در ادامه پلیمر PDS لایه‌نشانی می‌گردد. در روش دوم، ابتدا محلول PbI_2 را لایه‌نشانی کرده، سپس پلیمر PDS را لایه‌نشانی کرده و در ادامه محلول MAI به روش دو مرحله‌ای لایه‌نشانی می‌شود. در روش سوم، ابتدا محلول PbI_2 را لایه‌نشانی کرده، سپس پلیمر PDS لایه‌نشانی می‌شود و در ادامه محلول MAI به روش تک مرحله‌ای اضافه می‌گردد. در روش چهارم، ابتدا محلول PbI_2 را لایه‌نشانی کرده، سپس محلول MAI به روش تک مرحله‌ای اضافه می‌شود و در ادامه پلیمر PDS لایه‌نشانی می‌شود. در نتیجه بهترین روش برای اضافه کردن ماده پلیمری زمانی است که پلیمر بر لایه محتوی محلول PbI_2 اضافه شود و سپس MAI به روش دو مرحله‌ای اضافه شود (روش دوم) به این علت که الگوی XRD در این روش پیک‌های شدیدتری نشان می‌دهد و هم‌چنین تصاویر FESEM نیز یک دست شدن لایه‌ها را نشان می‌دهد و EDX هم کمترین میزان PbI_2 را داراست. نتایج I-V نشان داد که بازده روش دوم نسبت به سایر روش‌ها به طور مقایسه‌ای بیشتر است. آزمایشات بیشتر برای افزایش بازده در حال انجام است.



شکل ۱: چهار روش مختلف لایه‌نشانی پلیمر آب‌گریز

ساخت سلول‌های خورشیدی حساس شده با رنگدانه‌های استخراج شده از جلبک‌های دریایی خلیج فارس

ملیحه گلشن^۱، شهریار عصفوری^{۱*}، رضا آذین^۲ و ته‌مین جلالی^۳

^۱ دانشگاه خلیج فارس، دانشکده نفت، گاز، و پتروشیمی، گروه مهندسی شیمی

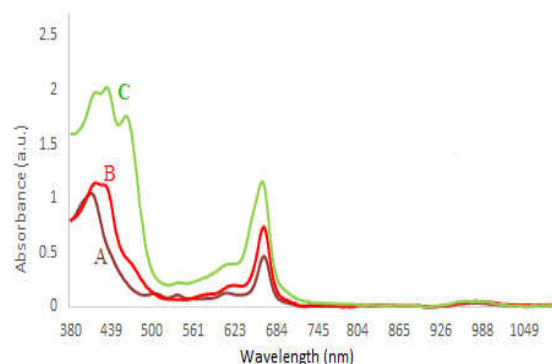
^۲ دانشگاه خلیج فارس، دانشکده نفت، گاز، و پتروشیمی، گروه مهندسی نفت

^۳ دانشگاه خلیج فارس، دانشکده علوم پایه، گروه فیزیک

سلول‌های خورشیدی رنگدانه‌ای ارزان قیمت، نسل سوم سلول‌های خورشیدی هستند که می‌توانند پیشرفت قابل توجهی را در فناوری فتوولتایی ایجاد کنند، به شرط این که نسبت هزینه به عملکرد آن‌ها قابل مقایسه با سایر منابع انرژی باشد. با توجه به این که قیمت رنگدانه‌ها اثر قابل توجهی بر قیمت نهایی یک سلول خورشیدی رنگدانه‌ای دارد، لذا در این پژوهش به منظور بومی سازی و کاهش نسبت هزینه به عملکرد سلول‌های خورشیدی از ظرفیت‌های منطقه‌ای حوزه خلیج فارس برای تولید رنگدانه‌های طبیعی استفاده شد. به این منظور نخست شرایط بهینه استخراج رنگدانه از سه جلبک دریایی (Sargassum, Gracilaria, Entromorpha) خلیج فارس با استفاده از روش پاسخ سطح برای دو روش استخراج با حلال و امواج مایکروویو به دست آمد. سپس عملکرد آن‌ها به عنوان حساس کننده در سلول‌های خورشیدی رنگدانه‌ای مورد ارزیابی قرار گرفت. آنالیز واریانس نشان داد که pH از لحاظ آماری تأثیر معناداری بر میزان استخراج رنگدانه‌ها نداشته است درحالی‌که غلظت حلال، دما و زمان استخراج، مستقیماً بر میزان بازایی رنگدانه‌ها تأثیر داشته‌اند. نتایج نشان داد که برای همه نمونه‌ها استفاده از روش استخراج با مایکروویو، بازده فرآیند استخراج را در مقایسه با روش استخراج معمولی افزایش داده است. عملکرد فتوولتایی سلول‌های خورشیدی حساس شده با رنگدانه‌های استخراج شده در جدول ۱ نشان داده شده است. نتایج فتوولتایی نشان داد که سلول خورشیدی حساس شده با رنگدانه استخراج شده از جلبک Entromorpha، ولتاژ مدار باز، چگالی جریان اتصال کوتاه و بازده تبدیل انرژی بالاتری را نسبت به سلول‌های خورشیدی حساس شده با رنگدانه استخراج شده از دو جلبک دیگر داشت. با توجه به نتایج طیف جذب UV-vis (شکل ۱)، این برتری ممکن است به این دلیل باشد که جلبک Entromorpha دارای بیشترین میزان غلظت رنگدانه و بیشترین گونه رنگدانه استخراج شده نسبت به دو گیاه دیگر است.

جدول ۱: عملکرد فتوولتایی سلول‌های خورشیدی حساس شده با رنگدانه‌های استخراج شده با دو روش استخراج با حلال و امواج مایکروویو

Sample	method	Voc (v)	Jsc (mA/cm ²)	η (%)
Enteromorpha	Microwave	0.465	0.555	0.6604
Enteromorpha	conventional	0.454	0.555	0.6396
Gracilaria	Microwave	0.452	0.486	0.5568
Gracilaria	conventional	0.417	0.468	0.4808
Sargassum	Microwave	0.394	0.5	0.4756
Sargassum	Conventional	0.33	0.4375	0.3252



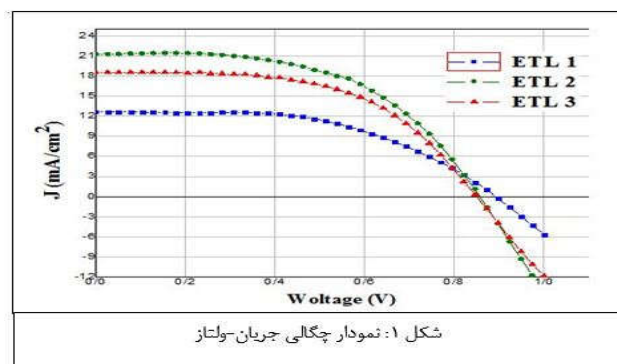
شکل ۱: مقایسه طیف جذب UV-vis (A) Sargassum (B) Enteromorpha (C) Gracilaria

بهبود کارایی سلول‌های خورشیدی پروسکایتی بدون لایه انتقال دهنده حفره با آلایش لایه TiO_2 متخلخل با مواد برپایه گرافن

حمیدرضا محسنی^{۱،۲}، عباس بهجت^{۱،۲}، مسعود دهقانی پور^{۱،۲} و ناصر دهقان^{۱،۲}

^۱ گروه اتمی و مولکولی، دانشکده فیزیک، دانشگاه یزد
^۲ گروه پژوهشی فوتونیک، مرکز تحقیقات مهندسی، دانشگاه یزد

در سال‌های اخیر مواد مختلفی به عنوان لایه‌ی انتقال‌دهنده الکترون (ETL) شامل اکسیدهای فلزی از قبیل Al_2O_3 ، ZnO ، TiO_2 و ZrO_2 در سلول‌های خورشیدی پروسکایتی (PSCs) استفاده شده است. از میان آن‌ها TiO_2 متخلخل (mp-TiO_2) به عنوان ETL رایج شناخته می‌شود که به خوبی می‌تواند الکترون‌های تحریک شده در لایه‌ی جاذب پروسکایت را عبور دهد. البته ETL بر پایه‌ی mp-TiO_2 با شاخص بازترکیب بالا شناخته می‌شود و همین امر مانعی برای فرایند ET است و جلوی بهبود کارایی PSCs را می‌گیرد. مواد برپایه‌ی گرافن به دلیل رسانندگی بسیار بالا، انعطاف‌پذیری و سطح تماس بسیار بالا در تحقیقات زیادی به منظور بهبود کارایی PSCs با ETL برپایه‌ی mp-TiO_2 مورد استفاده قرار گرفتند. لذا در این گزارش سعی بر آن شده است که با آلایش پیش‌ماده‌ی mp-TiO_2 با مواد پایه‌ی گرافنی از قبیل G-Pani و RGO کارایی لایه‌ی ETL و متعاقباً بازده PSC را افزایش داد. ساختار استفاده شده برای ساخت PSCs بصورت $\text{FTO/ETL/CH}_3\text{NH}_3\text{PbI}_3/\text{Au}$ می‌باشد. به منظور بررسی تأثیر آلایش mp-TiO_2 با مواد گرافنی دو نوع سلول با ETL‌های $\text{mp-TiO}_2+\text{RGO}$ و $\text{mp-TiO}_2+\text{G-Pani}$ ساخته شد و با سلول با ETL بصورت mp-TiO_2 خالص مورد مقایسه قرار گرفت. تمامی شرایط ساخت برای هر سه نوع سلول یکسان در نظر گرفته شد و نمودار جریان-ولتاژ آن‌ها در شکل ۱ آورده شد. برای رشد لایه‌ی پروسکایت از روش تک مرحله‌ای با کمک دی‌اتیل اتر استفاده شد و سپس سلول‌های در دمای ۱۰۰ درجه سانتیگراد پخت داده شدند. در این پژوهش مشاهده گردید که بازده سلول‌های پروسکایتی با آلایش ETL با هر دو ماده‌ی گرافنی بکار برده شده افزایش پیدا می‌کند (مطابق با جدول ۱). دلیل این امر بهبود خواص فوتوولتائی سلول به دلیل انتقال سریع الکترون و جلوگیری از بازترکیب شدن، کاهش مقاومت سری سلول و همچنین افزایش چگالی جریان سلول ناشی از کاهش نقص‌های سلول می‌باشد.



جدول ۱: مشخصه‌یابی چگالی جریان-ولتاژ				
ETL	J_{sc} (mA)	V_{oc} (V)	FF (%)	PCE (%)
ETL1: m-TiO_2	۱۲٫۶۶۴	۰٫۸۸۴	۵۲٫۵	۵٫۸۸
ETL2: $\text{mp-TiO}_2+\text{G-Pani}$	۲۱٫۲۷۱	۰٫۸۳۳۵	۵۵٫۸	۹٫۹۰
ETL3: $\text{mp-TiO}_2+\text{RGO}$	۱۸٫۵۱۱	۰٫۸۳۳۵	۵۶٫۸	۸٫۷۶

تشکر و قدردانی: نویسندگان از حمایت مالی صندوق حمایت از پژوهشگران و فناوران کشور (INSF-96003879) تشکر می‌کنند.

کنترل مورفولوژی در سلول‌های خورشیدی نانوکامپوزیت پلی‌آنیلین/نانولوله کربنی به منظور افزایش بازدهی

غلامعلی فرزی^۱، رضا چاره‌خواه^۱ و زینب جراحی^۱

^۱ دانشگاه حکیم سبزواری، دانشکده فنی و مهندسی، گروه مهندسی مواد و پلیمر

در این پژوهش نانوکامپوزیت پلی‌آنیلین با درصدهای وزنی مختلف (۰، ۲/۵، ۵/۰ و ۱۰٪) نانولوله کربنی چندجداره به روش پلیمریزاسیون اکسیداسیونی سنتز شد. با کنترل پارامترهایی مانند دمای فرایند، میزان اکسیژن محیط واکنش، زمان اختلاط تحت اولتراسونیک و سینتیک واکنش دو نوع مورفولوژی گل کلمی و لوله‌ای از نانوکامپوزیت‌های پلی‌آنیلین/نانولوله کربنی حاصل شد. این دو نوع نانوکامپوزیت با مورفولوژی متفاوت به وسیله آنالیز انتقال مادون قرمز فوریه، پراش پرتوی ایکس، طیف‌سنجی فرابنفش مرئی، میکروسکوپ الکترونی روبشی اثر میدانی مشخصه‌یابی شد. سپس ویژگی‌های الکتریکی آن به وسیله دستگاه چهار نقطه‌ای استاندارد و اندازه‌گیری اثر هال اندازه‌گیری شد. در مرحله بعد نانوکامپوزیت‌های سنتز شده با مورفولوژی‌های متفاوت در ساخت دو سری از سلول‌های خورشیدی به عنوان لایه فعال مورد استفاده قرار گرفت و مشخصات فتوولتائیک آن ارزیابی شد. نتایج نشان داد که رسانایی در نانوکامپوزیت‌هایی با مورفولوژی لوله‌ای بیشتر از نانوکامپوزیت با مورفولوژی گل کلمی است که بیانگر این است که موبیلیتی حاملان بار آن بیشتر است. همچنین گاف انرژی در نانوکامپوزیت با مورفولوژی لوله‌ای کمتر از مورفولوژی گل کلمی است. در بخش ارزیابی سلول‌های ساخته شده با لایه فعال نانوکامپوزیت نوع لوله‌ای نتایج نشان داد که مشابه مورفولوژی گل کلمی در پژوهش‌های قبلی بازده سلول‌های خورشیدی با افزایش درصد وزنی نانولوله‌های کربنی افزایش می‌یابد. از طرفی بازدهی سلول‌های ساخته شده با نانوکامپوزیت پلی‌آنیلین/نانولوله کربنی با مورفولوژی لوله‌ای نسبت به نوع گل کلمی حدود ۲۰ برابر برای ۲/۵٪ نانولوله کربنی و ۳ برابر برای ۱۰٪ نانولوله کربنی بیشتر بوده است. از آنجا که مشخصات فتوولتائیک سلول‌های ساخته شده نشان داد که با افزایش درصد وزنی نانولوله کربنی در نوع لوله‌ای، فاکتور پرشوندگی کاهش می‌یابد لذا به نظر می‌رسد که دلیل افزایش چندین برابری بازدهی در این نوع سلول‌ها، ایجاد مسیرهایی تونلی از طریق لوله‌ها جهت حرکت بهتر حاملان بار است که باعث افزایش دانسیته جریان می‌شود.

بررسی کارایی سلول خورشیدی پلیمری با استفاده از لایه نانوالیاف ZnO

فاطمه محترم^۱، صدیقه برهانی^۱، عباس بهجت^۲، Morten Madsen^۳، Peter Fojan^۴

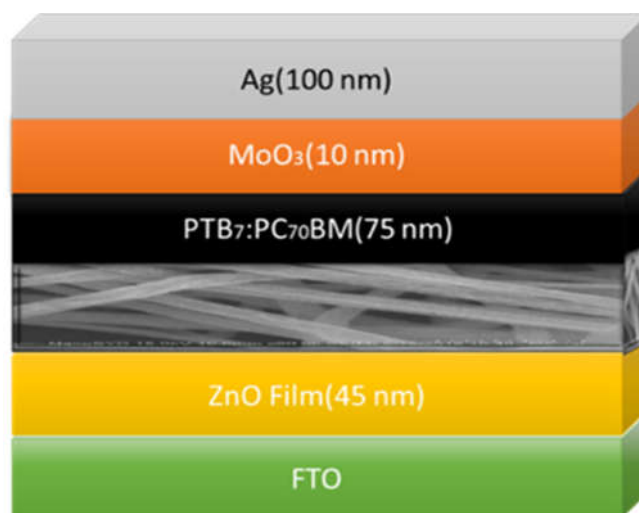
^۱ دانشکده نساجی، دانشگاه صنعتی اصفهان

^۲ گروه اتمی و مولکولی، دانشکده فیزیک، دانشگاه یزد

^۳ دانشکده نانو ساختار، دانشگاه جنوب دانمارک

^۴ دانشکده مواد، دانشگاه آلبورگ

در این پژوهش سلول خورشیدی پلیمری نشان داده شده در شکل ۱، با استفاده از لایه نانوالیاف ZnO به عنوان لایه انتقال دهنده الکترون، با موفقیت ساخته شد. برای این منظور نانوالیاف ZnO توسط فرایند الکتروریسی و کلسینه کردن تولید گردید. با تغییر مدت زمان الکتروریسی (۰، ۵، ۱۵، ۳۰ و ۵۰ دقیقه)، لایه‌های نانولیفی با ضخامت‌های مختلف تهیه شد و تاثیر آن بر عملکرد سل خورشیدی مورد ارزیابی قرار گرفت. نتایج بدست آمده نشان داد که سلول خورشیدی حاصل از لایه نانولیفی الکتروریسی شده به مدت ۱۵ دقیقه بر روی زیرلایه FTO دارای بالاترین بازده تبدیل انرژی در حدود ۰.۷/۰۵٪، جریان مدار کوتاه و فاکتور پر کنندگی است در حالیکه ولتاژ مدار باز برای تمامی سلول‌های تهیه شده تقریباً ثابت بود. با توجه به نتایج حاصل از این پژوهش مشاهده شد که استفاده از لایه نانولیفی بعنوان لایه انتقال دهنده الکترون در ساختار سلول خورشیدی پلیمری، بدلیل بهبود بازده جمع آوری بار و کاهش بازترکیب الکترون-حفره با ایجاد مسیر مستقیم، باعث بهبود عملکرد سل می‌شود.



شکل ۱: شکل شماتیک سلول خورشیدی پلیمری ساخته شده

بررسی برهم‌کنش رنگ و الکترولیت کبالت روی عملکرد سلول خورشیدی حساس به رنگ

زهرا پارسا^۱، ناصر صفری^۱

^۱ دانشگاه شهید بهشتی، دانشکده شیمی و نفت

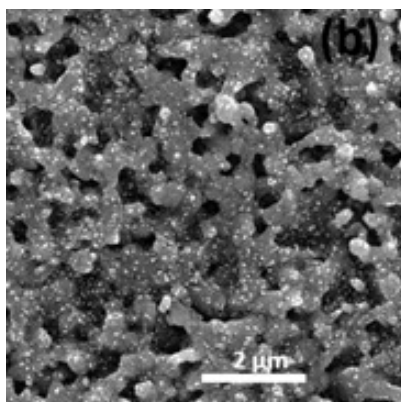
الکترولیت بخش مهمی از سلول‌های خورشیدی حساس به رنگ است؛ که تاثیر زیادی روی عملکرد این سلول‌ها دارد. کمپلکس‌های کبالت به دلیل جذب نور مرئی پایین، پتانسیل ردوکس بالا و پتانسیل قابل تنظیم در سال‌های اخیر بسیار مورد توجه قرار گرفته‌اند. در این پژوهش تغییرات ساختار لیگاند الکترولیت کبالت، اثر ضخامت فیلم نیمه رسانا و همچنین اثر حلال روی عملکرد سلول خورشیدی بررسی شد. از سه الکترولیت کبالت تریس (۲،۲- بای پیریدین) ، کبالت (تریس ۴،۴-دای متیل-۲،۲- بای پیریدین) و کبالت (تریس ۴،۴-دای متوکسی-۲،۲- بای پیریدین) همراه با رنگ D149 به منظور بررسی ارتباط ساختاری الکترولیت کبالت روی بازده سلول خورشیدی حساس به رنگ استفاده شد. نتایج نشان داد که کبالت (تریس ۴،۴-دای متیل-۲،۲- بای پیریدین) بازده بالاتری نسبت به کبالت (تریس ۴،۴-دای متوکسی-۲،۲- بای پیریدین) دارد. که این نتایج به برهم‌کنش احتمالی بین رنگ و الکترولیت کبالت ارتباط داده می‌شود. ساختار شیمیایی رنگ و کمپلکس کبالت احتمال این برهم‌کنش را فراهم می‌سازد که این برهم‌کنش نقش مهمی روی عملکرد سلول می‌گذارد و سبب کاهش بازده برای الکترولیت کبالت (تریس ۴،۴-دای متوکسی-۲،۲- بای پیریدین) می‌شود. همچنین نتایج نشان می‌دهد که فیلم نازک‌تر از نیمه رسانا عملکرد سلول خورشیدی با الکترولیت کبالت را بهبود می‌بخشد.

تاثیر حلال‌های مختلف روی لایه‌ی انتقال‌دهنده‌ی الکترون زینک اکساید در سلول‌های خورشیدی پروسکایتی

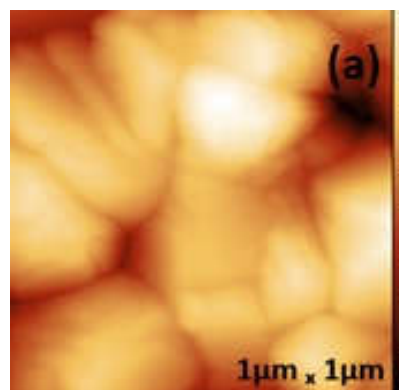
حمیده احمدی^۱، ناصر صفری^۱ و محسن عامری^۲، عزالدین مهاجرانی^۲

^۱ دانشگاه شهید بهشتی، دانشکده شیمی، ^۲ دانشگاه شهید بهشتی، پژوهشکده لیزر و پلاسما

از آنجایی که لایه‌ی انتقال‌دهنده‌ی الکترون نقش مهمی در سلول‌های خورشیدی پروسکایتی دارد در این مقاله به بررسی اثر حلال‌های مختلف روی لایه‌ی انتقال‌دهنده‌ی زینک اکساید پرداخته شد. امروزه تیتانیوم اکساید به طور گسترده‌ای به عنوان لایه‌ی انتقال‌دهنده‌ی الکترون مورد استفاده قرار می‌گیرد، اما دمای بالای این پروسه یکی از چالش‌های اساسی در استفاده از این ماده است. در این پژوهش از زینک اکساید به جای تیتانیوم اکساید در دمای پایین‌تر از 150°C استفاده شد. ما با بررسی حلال‌های مختلف مشاهده کردیم که حلال بر روی مورفولوژی، کیفیت فیلم لایه‌ی انتقال‌دهنده‌ی الکترون و هم‌چنین لایه‌ی پروسکایتی و علاوه بر آن روی خواص نوری و در نهایت روی کارایی و بازده سلول خورشیدی تاثیر به سزایی دارد. نتایج نشان داد که با به کارگیری حلال‌های مختلف بازده از ۵٪ تا ۱۰٪ قابل تغییر می‌باشد. هم‌چنین محاسبات تئوری هم در راستای نتایج تجربی نشان داد که متفاوت بودن چگالی الکترون حفره در حلال‌های مختلف روی بازدهی سلول خورشیدی موثر می‌باشد. در نهایت بهینه‌سازی حلال، منجر به لایه‌ی با پوشش یکنواخت، حفره‌های کمتر، جذب بالا و راندمان حدود ۱۰٪ می‌شود.



شکل ۲: تصویر SEM سلول خورشیدی پروسکایتی با لایه‌ی انتقال‌دهنده‌ی الکترون زینک اکساید



شکل ۱: تصویر AFM سلول خورشیدی پروسکایتی با لایه‌ی انتقال‌دهنده‌ی الکترون زینک اکساید

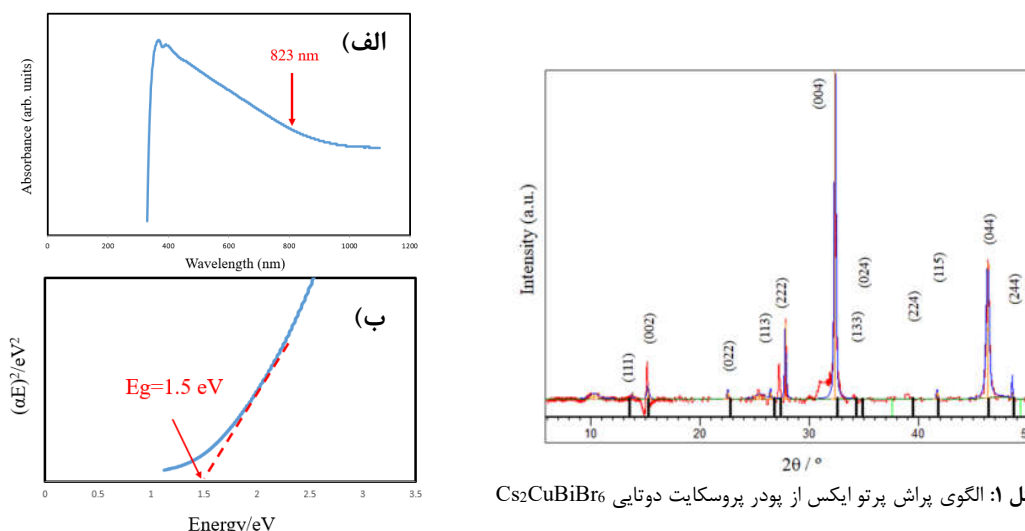
سنتز و مشخصه یابی ترکیب $\text{Cs}_2\text{CuBiBr}_6$ به عنوان لایه جاذب نور با هدف کاربرد در سلول‌های خورشیدی پروسکایتی

زهرا سلیمی^۱

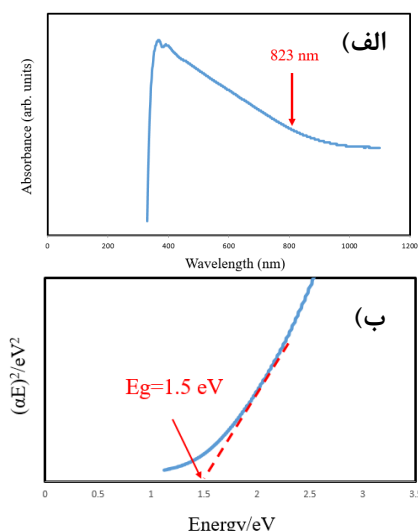
^۱ دانشگاه مراغه، دانشکده فنی و مهندسی، گروه مهندسی مواد و متالورژی

با وجود ویژگی‌های شگفت‌انگیز پروسکایت‌های هالید فلزی، حضور سرب سمی در ترکیب شیمیایی آن‌ها به عنوان یکی از عوامل مهم برای جلوگیری از تجاری شدن آن‌ها محسوب می‌شود. با توجه به مسائل سمیت در این ترکیبات با جایگزینی دقیق و استراتژیک Pb^{2+} با دیگر عناصر غیرسمی یک مسیر امیدوارکننده برای ساخت دستگاه‌های اپتوالکترونیک بدون سرب ایجاد می‌شود. به تازگی، پیشرفت‌های پروسکایت‌های دوتایی بدون سرب (الپاسولیت‌ها) و پایدار بر پایه Bi^{3+} و Sb^{3+} با استفاده از هر دو روش تئوری و تجربی مورد بررسی قرار گرفته است. گاف ایده آل و پایداری عالی آن یکی از ویژگی‌های مهم این ماده است. الپاسولیت با فرمول عمومی $\text{A}_2\text{M}^{1+}\text{M}^{3+}\text{X}_6$ دارای ساختار پروسکایت دوتایی مکعبی بسیار متقارن است که دارای یک کاتیون تک ظرفیتی و یک کاتیون سه ظرفیتی می‌باشد. یک رویکرد اخیر نسبت به مواد پروسکایت بدون سرب، جایگزینی Pb^{2+} با کاتیون‌هایی با ظرفیت‌های مختلف M^{3+} است. یک انتخاب مناسب برای این نوع جایگزینی، Bi^{3+} غیرسمی است که ایزوالکترونیک با Pb^{2+} است.

در این پژوهش، برای اولین بار سنتز شیمیایی این ترکیب با استفاده از حلال دی‌متیل سولفوکسید انجام شد. به این منظور، نمک‌های Cu ، Cs و Bi به همراه عنصر Br با ترکیب وزنی مناسب برای ساخت ترکیب نهایی $\text{Cs}_2\text{CuBiBr}_6$ به میزان کافی حلال دی‌متیل سولفوکسید اضافه شد. فرآیند سنتز تحت شرایط محیطی انجام شد. در ادامه محلول در دمای 210°C و به مدت 10 ساعت برای به دست آوردن نانوذرات پروسکایت دوتایی با فاز خالص در کوره پخت شد. برای شناسایی میزان جذب نور، اندازه ذرات و کیفیت لایه‌ها از آنالیزهای UV-Vis ، XRD و EDX استفاده شد. همچنین، برای بررسی پایداری لایه ی جاذب، یک لایه از پروسکایت بر روی شیشه لایه نشانی شد و به مدت ۹۰ روز در شرایط محیطی (رطوبت، حرارت و تابش نور) قرار داده شد و بعد از این مدت طیف جذبی از آن گرفته شد و مشاهده گردید که هیچ تغییری در نمودار طیف جذبی ایجاد نشده و همچنین هیچ تغییری در ظاهر پروسکایت ایجاد نشده بود که این نشان دهنده پایداری سلول بود.



شکل ۱: الگوی پراش پرتو ایکس از پودر پروسکایت دوتایی $\text{Cs}_2\text{CuBiBr}_6$



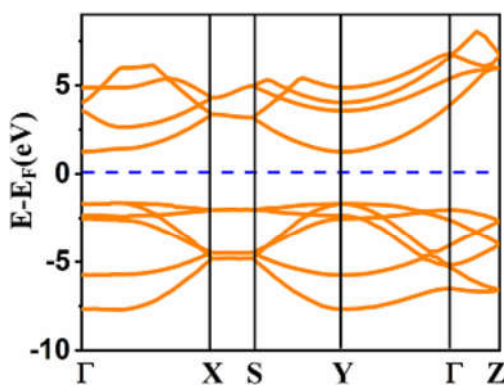
شکل ۲: الف) طیف جذبی از فیلم $\text{Cs}_2\text{CuBiBr}_6$ و ب) محاسبه گاف انرژی

بررسی ساختار نواری الکترونی نانورقه‌های نیترا آلومینیوم برای استفاده در سلول‌های خورشیدی

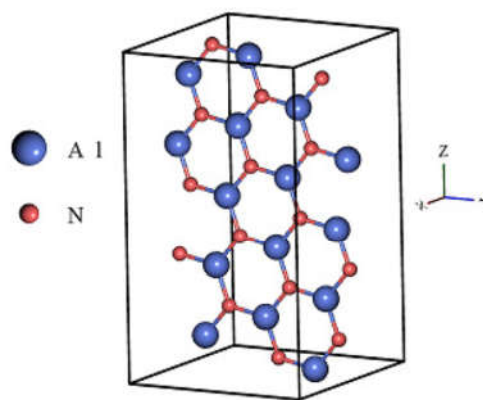
اسماعیل پاکیزه

دانشکده نفت و گاز گچساران، دانشگاه یاسوج، گچساران ۷۵۸۱۳-۵۶۰۰۱، ایران

نیترا آلومینیوم توسط کاهش کربوترمال اکسید آلومینیوم در حضور نیتروژن یا گاز آمونیاک تهیه می‌شود. این ماده به خاطر خواص حسگری و پیزوالکتریک بسیار خوب در صنایع مربوط به اپتوالکترونیک، لایه‌های دی‌الکتریک ذخیره ساز نور و سلول‌های خورشیدی کاربرد فراوان دارد. در این مقاله با استفاده از نظریه تابعی چگالی (DFT) به بررسی ساختار نواری الکترونی و محاسبه گاف انرژی نانورقه‌های AIN پرداختیم. محاسبات انجام گرفته با کد pwscf از بسته محاسباتی Quantum-ESPRESSO صورت گرفت. شکل ۱ ساختار بلوری این ترکیب را در حالت نانورقه نشان می‌دهد. شش ضلعی‌های نشان داده شده در سلول اولیه با ساختار اورترومبیک و ثابت‌های شبکه بریلوین و مسیر پرتقارن Γ -X-S-Y- Γ -Z ترسیم نمودیم (شکل ۲). مقیاس انرژی بر حسب الکترون ولت و انرژی نوارها نسبت به انرژی فرمی سنجیده شده است. مطابق شکل انرژی صفر بیانگر موقعیت تراز فرمی می‌باشد (خط چین آبی). مقدار انرژی تراز فرمی در 0.71 eV می‌باشد. مطابق شکل شکافتگی بین نوارهای انرژی پایین‌ترین لایه رسانش و بالاترین لایه ظرفیت در نقطه Y دارای گاف انرژی 3 eV می‌باشند. نتایج حاصله نشان می‌دهد که ترکیب AIN در حالت نانورقه دارای گاف نواری و نیمه‌رسانا می‌باشد و برای استفاده در صنایع مربوط به سلول‌های خورشیدی نانو ساختار مناسب می‌باشد. برای دستیابی به سلول خورشیدی بهبود یافته با این ماده می‌توان با کم و زیاد کردن لایه‌ها و اضافه کردن ناخالصی گاف انرژی را در این ماده تغییر داد.



شکل ۲: نمودار ساختار نواری الکترونی نانورقه‌های AIN



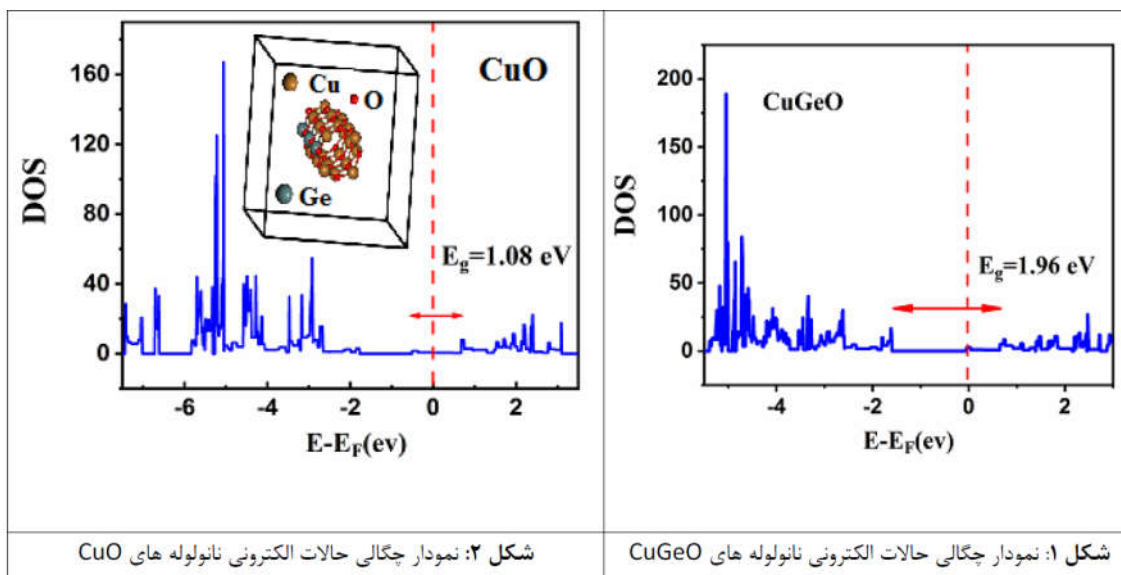
شکل ۱: ساختار بلوری اورترومبیک نانورقه‌های AIN

بررسی اثر ژرمانیم بر گاف انرژی نانولوله‌های اکسید مس برای استفاده در سلول‌های خورشیدی

اسماعیل پاکیزه

دانشکده نفت و گاز گچساران، دانشگاه یاسوج، گچساران ۷۵۸۱۳-۵۶۰۰۱، ایران

در دهه اخیر سنتز نانوساختارهای اکسید فلزی به خاطر ویژگی‌های منحصر به فرد مورد توجه بسیاری از محققان قرار گرفته است. در این میان نانولوله‌های اکسید روی با ساختار بلوری مونوکلینیک به دلیل گاف انرژی مناسب برای سلول‌های خورشیدی مورد استفاده قرار می‌گیرند. برای ساخت سلول‌های خورشیدی بهینه نیازمند موادی هستیم که قابلیت تغییر دلخواه گاف انرژی در آنها وجود داشته باشد. در این مقاله با استفاده از نظریه تابعی چگالی به بررسی خواص الکترونی و محاسبه گاف انرژی نانولوله‌های CuO و CuGeO پرداختیم. در نانولوله‌های نیم رسانا زمانی که ذرات الکترونی در فضای بسیار کوچک محدود می‌شوند رفتار کوانتومی از خود نشان می‌دهند. محاسبات با روش شبه پتانسیل امواج تخت و با استفاده از کد محاسباتی Quantum-ESPRESSO انجام گرفت. از تقریب شیب تعمیم یافته به عنوان پتانسیل تبدیلی همبستگی و شبه پتانسیل‌های فوق نرم برای محاسبات اولیه استفاده شد. انرژی قطع برای بسط ویژه مقادیر توابع موج را ۲۵ ریدبرگ انتخاب نمودیم. انتگرال گیری در منطقه اول بریلوین با سلول بندی بردارهای شبکه وارون (k-points) از مرتبه $8 \times 8 \times 1$ انجام گرفت. حد همگرایی انرژی برای محاسبات خودسازگار را از مرتبه 10^{-6} ریدبرگ قرار دادیم. شکل ۱ و ۲ نمودار چگالی حالات الکترونی نانولوله‌های CuO و CuGeO را بر حسب انرژی نشان می‌دهد. مطابق این شکل ها با اضافه شدن ژرمانیوم به ترکیب نانولوله اکسید مس میزان گاف انرژی افزایش می‌یابد. محل قرار گرفتن عناصر مس، اکسیژن و ژرمانیوم در ساختار نانولوله در شکل ۲ نشان داده شده است. بنابراین با اضافه شدن ناخالصی ژرمانیوم میتوان بهره سلول خورشیدی را با افزایش گاف انرژی بهبود بخشید.



بررسی و مقایسه پایداری سلول‌های خورشیدی نانوساختار پروسکایت سه کاتیون در شرایط ایده‌آل و واقعی

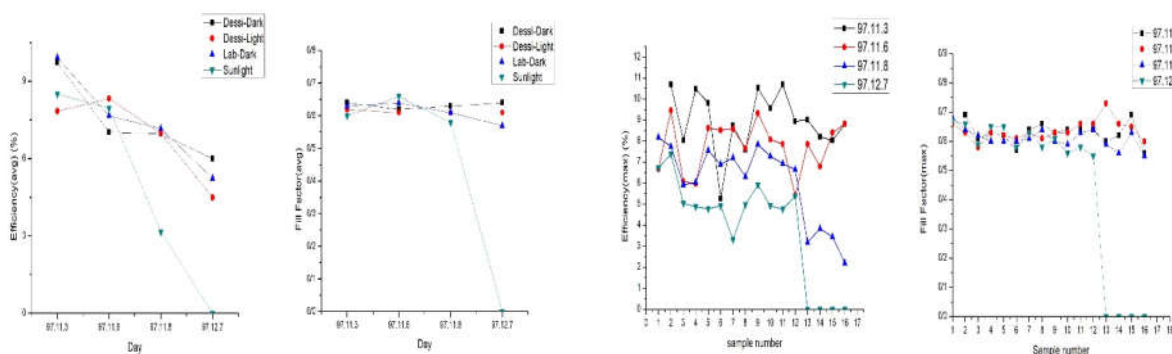
رضوان هوشمندفر^۱، مجتبی رحیمی^{۱،۲} و محمد ثابت^{۱،۲}

^۱ دانشگاه ولی عصر (عج) رفسنجان، مرکز پژوهشی انرژی‌های تجدیدپذیر

^{۱،۲} دانشگاه ولی عصر (عج)، گروه فیزیک

طی چند سال اخیر سلول‌های خورشیدی پروسکایتی نسبت به سایر سلول‌های فوتوولتائیک به دلیل ساخت آسان و هزینه کم رشد بسیار زیادی داشته‌اند، اما باید توجه داشت که محدودیت‌هایی از جمله پایداری کم و حساسیت بالا نسبت به رطوبت برای این سلول‌ها وجود دارند. در این مقاله به بررسی پایداری سلول‌های خورشیدی پروسکایتی سه کاتیون با ابعاد $1/4 \times 1/4$ سانتی‌متر مربع با ناحیه فعال $0.8/0$ سانتی‌متر مربع در چهار شرایط دسیکاتور-تاریک، دسیکاتور-نور، آزمایشگاه-تاریک و تحت نور مستقیم خورشید پرداخته شده است. نتایج نشان می‌دهند که سلول‌های ساخته شده دارای بازدهی و فاکتور گنجایش نسبتاً خوبی بعد از گذشت ۲۴ ساعت از لایه نشانی طلا بوده و پایداری آن‌ها در شرایط ایده‌آل بعد از گذشت ۳۵ روز خوب بوده است، اما در شرایط واقعی در حالت تاریک نمونه‌ها حدود ۲۷ روز پایداری خوبی داشتند و نمونه‌های تحت تابش نور بعد از گذشت ۲۰ روز ناپایدار گردیدند.

در این پژوهش ۱۶ نمونه با شرایط کاملاً یکسان ساخته شدند و پس از اتمام فرآیند ساخت و لایه نشانی الکتروود فلزی از تمامی نمونه‌ها در ۴ روز آنالیز جریان-ولتاژ گرفته شد. نمونه‌ها در ۴ شرایط ایده‌آل و واقعی شامل، نمونه‌های شماره ۱ تا ۴ در دسیکاتور-تاریک، نمونه‌های شماره ۵ تا ۸ در دسیکاتور-نور، نمونه‌های شماره ۹ تا ۱۲ در آزمایشگاه-تاریک و نمونه‌های شماره ۱۳ تا ۱۶ تحت نور مستقیم خورشید (پشت پنجره) قرار گرفتند. سپس طی ۲ روز از نمونه‌ها تحت شرایط ذکر شده آنالیز جریان-ولتاژ گرفته شد که نتایج به صورت نمودارهای زیر بیان می‌شوند. نمودار شماره یک، ماگزیم بازدهی این ۱۶ نمونه را نشان می‌دهد. در نمودار شماره ۲ ماگزیم فاکتور گنجایش نمونه‌ها را چهار روز آنالیز دیده می‌شود. نمودار شماره ۳ نشان‌دهنده میانگین بازدهی نمونه‌ها و نمودار شماره ۴ نیز نشان‌دهنده فاکتور گنجایش، در چهار روز آنالیز و شرایط موجود می‌باشند.



شکل ۲: نمودار راست شماره ۳، نمودار چپ شماره ۴

شکل ۱: نمودار راست شماره ۱، نمودار چپ شماره ۲

ساخت سلول خورشیدی نانوساختار پروسکایت سه کاتیونه و بهبود عملکرد آن با استفاده از گرافن

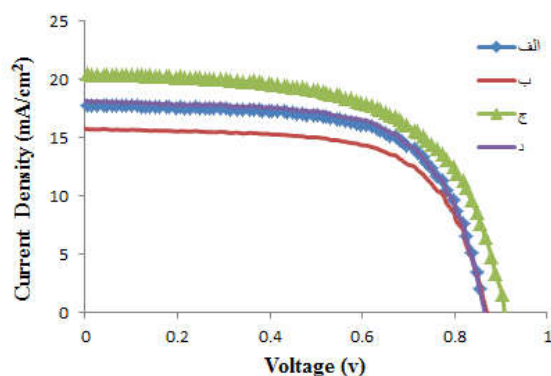
نجمه عاطفت دوست^۱، مجتبی رحیمی^{۱،۲}، حمیدرضا باغشاهی^۲ و مهدی دهقانی^۳

^۱ دانشگاه ولی عصر (عج) رفسنجان، مرکز پژوهشی انرژی‌های تجدیدپذیر

^۲ دانشگاه ولی عصر (عج) رفسنجان، گروه فیزیک

^۳ دانشگاه صنعتی شریف، آزمایشگاه NCL دانشکده فیزیک

در این مقاله ساخت سلول خورشیدی نانوساختار پروسکایت سه کاتیونه با ساختار $\text{Cs}_{0.05}(\text{FA}_{0.83}\text{MA}_{0.17})_{0.95}\text{Pb}(\text{I}_{0.83}\text{Br}_{0.17})_3$ و بهبود عملکرد آن با استفاده از گرافن صورت گرفته است. در این راستا لایه‌ی مزومتخلخل TiO_2 با غلظت‌های مختلف از محلول گرافن آلاییده شد. غلظت‌های ۰/۱۸، ۰/۵۴ و ۰/۹ میلی گرم بر میلی لیتر از محلول گرافن (حلال اتانول) در لایه‌ی مزومتخلخل برای تعداد ۳۱ نمونه که هر کدام دارای ۳ سلول بودند، به کار گرفته شد. در ساختار مزوپورس، از مزومتخلخل TiO_2 به عنوان لایه‌ی انتقال دهنده‌ی الکترون، به طور گسترده استفاده می‌شود. اما باز ترکیب بار در مرز بندی دانه‌ها همچنان یکی از مشکلات این ساختار از سلول‌های خورشیدی پروسکایت می‌باشد. افزودن گرافن به این لایه، با توجه به تحرک بالای حاملان بار در آن، پایداری و شفافیت آن می‌تواند به بهبود عملکرد این لایه کمک کند. با توجه به نتایج، بیشینه بازدهی‌های ۱۱/۲۷٪، ۱۰/۲۷٪، ۱۰/۱۵٪ و ۹/۰۶٪ به ترتیب مربوط به سلول‌های آلاییده شده با غلظت‌های ۰/۱۸، ۰/۹، ۰/۵۴ و ۰/۱۸ میلی گرم بر میلی لیتر می‌باشد که بهترین عملکرد مربوط به غلظت ۰/۱۸ میلی گرم بر میلی لیتر ثبت شده است. خلاصه‌ی نتایج و داده‌ها در شکل ۱ مشاهده می‌شود. همچنین چگالی جریان برای سلول بدون گرافن مقدار $18/16 \text{ mA/cm}^2$ و برای سلول آلاییده شده با غلظت ۰/۱۸ میلی گرم بر میلی لیتر از محلول گرافن مقدار $20/53 \text{ mA/cm}^2$ می‌باشد. نمودارهای چگالی جریان - ولتاژ برای بهترین نمونه‌ها در شکل ۲ نشان داده شده است. نمودارهای الف، ب، ج و د به ترتیب مربوط به غلظت‌های ۰/۱۸، ۰/۵۴، ۰/۹ و ۰ میلی گرم بر میلی لیتر می‌باشد.



غلظت (mg/ml)	۰		۰/۱۸		۰/۵۴		۰/۹	
	Max	Avg	Max	Avg	Max	Avg	Max	Avg
η (%)	۱۰/۲۷	۸/۱۱	۱۱/۲۷	۸/۷۴	۹/۰۶	۷/۳۳	۱۰/۱۵	۷/۱۷
FF	۰/۷۲	۰/۶۴	۰/۶۷	۰/۶۴	۰/۶۷	۰/۶۲	۰/۶۸	۰/۶۴
V_{oc} (V)	۰/۹۶	۰/۸۷	۰/۹۰	۰/۸۴	۰/۸۷	۰/۸۱	۰/۸۵	۰/۷۹
J_{sc} (mA/cm^2)	۱۸/۱۶	۱۴/۵۱	۲۰/۵۳	۱۶/۳۳	۲۰/۸۳	۱۴/۶۲	۱۷/۸۹	۱۳/۹۸

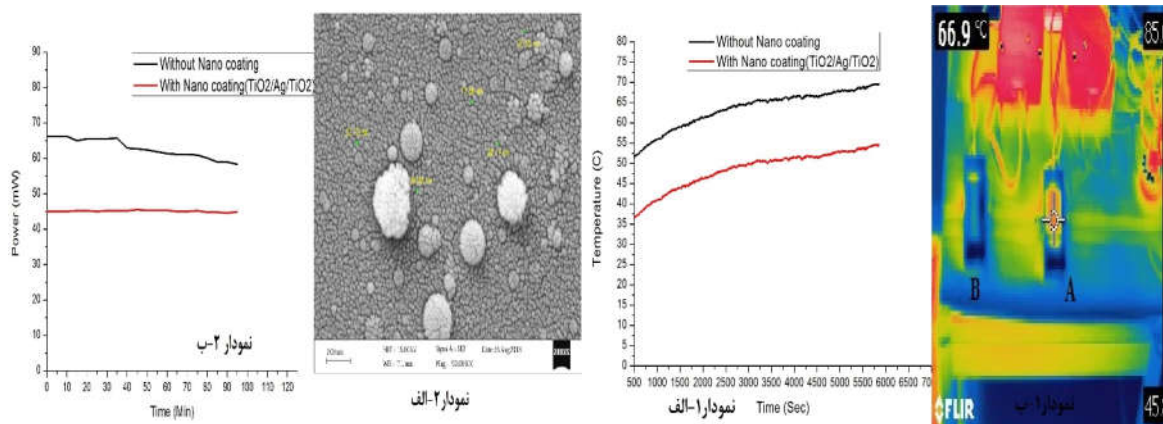
شکل ۲: نمودارهای چگالی جریان-ولتاژ بهترین سلول‌های آلاییده شده با غلظت‌های مختلف از گرافن

شکل ۱: خلاصه‌ی نتایج مربوط به سلول‌های آلاییده شده با غلظت‌های مختلف از محلول گرافن

کاهش دما و افزایش راندمان پنل خورشیدی سیلیکونی با استفاده از نانو پوشش

اپتیکی سه لایه $\text{TiO}_2/\text{Ag}/\text{TiO}_2$ کامبیز دهقانی^۱، مجتبی رحیمی^{۱،۲}، سید محمد باقر مرعشی^{۱،۲} و سوده جمالی^۲^۱ دانشگاه ولی عصر (عج) رفسنجان، گروه فیزیک^۲ دانشگاه ولی عصر (عج) رفسنجان، مرکز پژوهشی انرژی‌های تجدیدپذیر

در این مقاله، تاثیر نانو پوشش اپتیکی سه لایه‌ای $\text{TiO}_2/\text{Ag}/\text{TiO}_2$ به عنوان انتخابگر طیفی بر روی پنل خورشیدی سیلیکونی با هدف حذف فوتون‌های مزاحم و کاهش دمای پنل مورد بررسی قرار گرفته است. با توجه به اینکه دمای سطح پنل‌های خورشیدی سیلیکونی در مناطق کویری تا حدود ۷۵ درجه سانتی‌گراد می‌رسد و مطالعات نشان می‌دهند که توان خروجی یک پنل خورشیدی سیلیکونی به ازای افزایش هر یک درجه سانتی‌گراد دما در حدود ۰/۵ درصد کاهش می‌یابد، یکی از راه حل‌ها برای حل مشکل گرمایش پنل‌های خورشیدی سیلیکونی، قرار دادن پنل خورشیدی سیلیکونی در یک گروه طیف انتخابی است. نانو پوشش اپتیکی سه لایه‌ای $\text{TiO}_2/\text{Ag}/\text{TiO}_2$ بر روی بستری از جنس شیشه با روش لایه نشانی لیزر پالسی ایجاد گردید. ضخامت‌های متفاوتی برای هر یک از لایه‌های نانو پوشش فوق انتخاب گردید و این ضخامت‌ها به منظور دستیابی به حداکثر بازتاب در محدوده مادون قرمز و همچنین حداکثر عبور در محدوده مرئی طیف نور خورشید بهینه شدند. نانو پوشش بهینه شده $\text{TiO}_2/\text{Ag}/\text{TiO}_2$ با ضخامت $48/18/48$ نانومتر دارای میزان عبور حداکثر ۸۸٪ در طول موج متوسط ۷۵۰ نانومتر و بازتاب بالای ۹۰٪ در طول موج متوسط ۹۰۰ نانومتر است. نمودار ۱-الف کاهش دمای کارکرد پنل دارای نانو پوشش نسبت به پنل شاهد از ۷۲ به ۵۱ درجه سانتی‌گراد را نشان می‌دهد. تصویر ترموگرافی از پنل فاقد نانو پوشش اپتیکی (تصویر A) با دمای ۶۶/۹ درجه سانتی‌گراد دمای بالاتری در مقایسه با پنل شاهد که در شکل ۱-ب نشان داده شده است دارد. نمودار توان-زمان کاهش نزولی توان پنل شاهد را با گذشت زمان به دلیل افزایش دمای پنل نشان می‌دهد در حالی که توان پنل دارای نانو پوشش از کاهش بسیار کمتری برخوردار است و افت کلی که در توان مشاهده می‌شود به دلیل کاهش کلی شدت طیف AM1.5 است.



شکل ۲: نمودار توان-زمان پنل دارای نانو پوشش در مقایسه با پنل فاقد نانو پوشش و تصویر میکروسکوپ الکترونی از سطح نانو پوشش

شکل ۱: (الف) نمودار دمای کارکرد پنل دارای نانو پوشش در مقایسه با پنل فاقد نانو پوشش، (ب) تصویر ترموگرافی از سطح

بررسی عملکرد پنل‌های فتوولتائیک نانوساختار CIGS نسبت به پنل‌های سیلیکونی

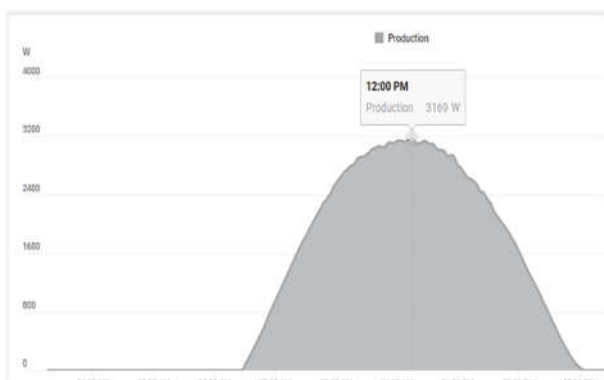
مهدی هادی زاده^۱، مجتبی رحیمی^{۱،۲}، حمیدرضا باغ‌شاهی^{۱،۲}، مهدی دهقانی^۲ و سیدمحمدباقر مرعشی^۲

^۱ دانشگاه ولی عصر (عج) رفسنجان، گروه فیزیک

^۲ دانشگاه صنعتی شریف، آزمایشگاه NCL دانشکده فیزیک

^۳ دانشگاه ولی عصر (عج) رفسنجان، مرکز پژوهشی انرژی‌های تجدیدپذیر

در این مقاله، به بررسی و آنالیز داده‌های بدست آمده از اولین سامانه فتوولتائیک نانوساختار CIGS ۳ کیلووات متصل به شبکه به همراه دیتالاگر شرکت فرونیوس که در شهریور ۱۳۹۷ در دانشگاه ولی عصر رفسنجان نصب گردید، می‌پردازد. بررسی اولیه نشان می‌دهد که این پنل‌ها به علت ساختار منحصربه‌فرد خودشان دارای عملکرد بسیار خوبی می‌باشند، از جمله توان تولیدی این پنل‌ها در ساعاتی از روز از توان نامی آن‌ها نیز بیشتر می‌باشد، که دلیل این امر می‌تواند ناشی از تابش فوتون‌های غیر مستقیم و همچنین اثرات کم دمایی بر روی آن‌ها باشد. شکل ۱ منحنی تغییرات توان نرمال شده پنل‌های CIGS را در مقایسه با پنل‌های سیلیکونی موجود در بازار را در یک روز زمستانی نشان می‌دهد. همانطور که مشخص است خروجی 1kw پنل CIGS با وجود تمام افت‌هایی که در پنل، کابل، اینورتر و تابلوها وجود دارد نزدیک به توان نامی پنل می‌باشد، بطوریکه حتی در (شکل ۲) در روز هایی که تابش خورشید از وضعیت مناسبی برخوردار باشد از توان نامی آن نیز بیشتر می‌شود. شکل ۱ نشان می‌دهد انرژی کل تولید شده هر کیلووات پنل CIGS و سیلیکونی در طول یک روز به ترتیب برابر است با ۶/۱۷ و ۵/۳۸ کیلووات-ساعت است، که این نتایج نشان می‌دهد ضریب تولید پنل CIGS بیشتر از سیلیکون می‌باشد. بدیهی است که این نتایج در تابستان به علت اثرات دمایی خیلی بیشتر خواهد بود.



شکل ۱: نمودار توان نرمال شده پنل‌های CIGS و سیلیکونی

شکل ۲: نمودار توان تولیدی سامانه فتوولتائیک CIGS در یک روز

بهینه سازی لایه CdS با استفاده از آمین ها به منظور افزایش کارایی سلول های خورشیدی حساس شده با نقاط کوانتومی ZnSe/CdS/CdSe/ZnSe

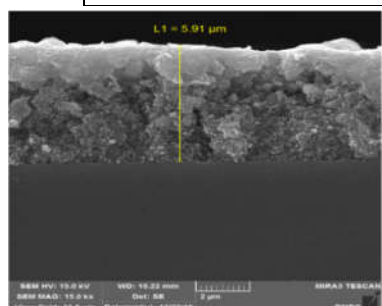
زهرا عسگری فرد^۱ و حسین دهقانی^{*}

^۱دانشگاه کاشان، دانشکده شیمی، گروه شیمی معدنی

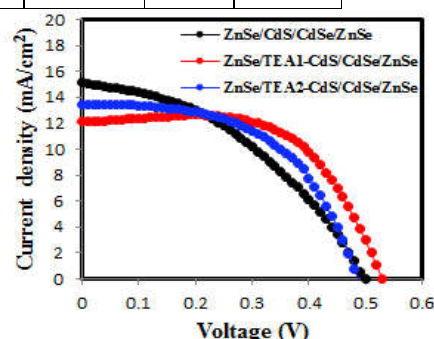
ساخت سلول خورشیدی حساس شده با نقاط کوانتومی در چهار مرحله صورت می گیرد. این مراحل شامل آماده سازی فوتو الکتروود، آماده سازی الکتروود شمارنده (Cu_2S)، تهیه الکترولیت پلی سولفید و بستن سلول خورشیدی هستند. در این تحقیق از نقاط کوانتومی CdS، CdSe و ZnSe به منظور حساس سازی سلول های خورشیدی حساس شده با نقاط کوانتومی استفاده شد. نقاط کوانتومی CdS بر روی فیلم های TiO_2 به عنوان یک لایه میانی برای تسهیل رسوب بعدی CdSe قرار می گیرند. این نقاط کوانتومی از طریق روش SILAR بر روی بستر TiO_2 قرار می گیرند. افزودن تری اتانول آمین (TEA_1) و تری اتیل آمین (TEA_2) به محلول پیش ماده کاتیونی منجر به بهینه سازی لایه میانی CdS و افزایش دانسیته نقاط کوانتومی CdS می شود و در نهایت منجر به افزایش رسوب نقاط کوانتومی CdSe و افزایش کارایی سلول خورشیدی می شود. با توجه به افزایش توانایی برداشت نور و همچنین بهبود بازده جداسازی بار، سلول مذکور با لایه میانی $\text{TEA}_1\text{-CdS}$ و $\text{TEA}_2\text{-CdS}$ ، افزایش بازده همراه با بهبود فاکتور پرکننده و ولتاژ مدار باز را نشان می دهد.

با استفاده از یک الکتروود متقاطع مبتنی بر Cu_2S شکل گرفته در یک فویل برس، بازده تبدیل قدرت نهایی سلول خورشیدی با فوتوآند ZnSe/TEA-CdS/CdSe/ZnSe به میزان ۴/۱۳٪ برای تری اتانول آمین و ۳/۵۲ درصد برای تری اتیل آمین حاصل می شود که بهبود قابل توجهی در کارایی سلول نسبت به سلول استاندارد حاصل می شود. نتایج در جدول زیر آورده شده است.

Photoanode	$J_{sc}(\text{mA}/\text{cm}^2)$	$V_{oc}(\text{V})$	FF	$\eta(\%)$
ZnSe/CdS/CdSe/ZnSe	15.13	0.50	0.40	3.04
ZnSe/TEA ₁ -CdS/CdSe/ZnSe	12.14	0.54	0.63	4.13
ZnSe/TEA ₂ -CdS/CdSe/ZnSe	13.44	0.50	0.53	3.52



شکل ۲: تصویر FESEM سطح مقطع از فوتوآند TiO_2 .



شکل ۱: منحنی جریان-ولتاژ سلول های خورشیدی حساس شده با نقاط کوانتومی در حضور آمین و در غیاب آمین.

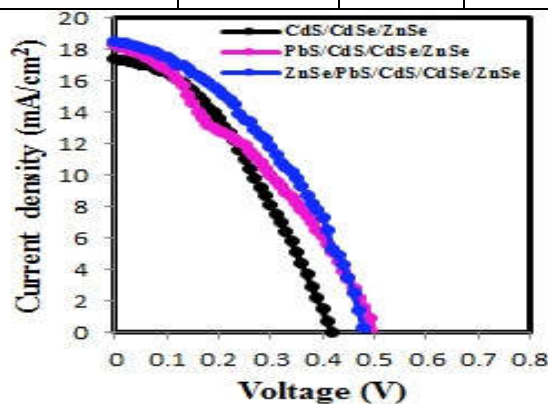
افزایش بازده سلول‌های خورشیدی حساس شده با نقاط کوانتومی در ساختار

ZnSe/PbS/CdS/CdSe/ZnSe

زهرا عسگری فرد^۱ و حسین دهقانی^{*}^۱دانشگاه کاشان، دانشکده شیمی، گروه شیمی معدنی

نکته قابل توجه در مورد سلول‌های خورشیدی حساس شده با نقاط کوانتومی، روند رو به رشد و سریع افزایش بازدهی این سلول‌ها در سال‌های اخیر می‌باشد که نقش مؤثری در افزایش میزان تحقیقات علمی در این زمینه داشته است. در این پژوهش از نقاط کوانتومی PbS/CdS/CdSe به عنوان حساس کننده در سلول‌های خورشیدی نانوساختاری مبتنی بر TiO_2 استفاده شده است. نقاط کوانتومی PbS با شکاف انرژی ۰/۴۱ الکترون ولت تقریباً تمام گستره نور خورشیدی را می‌پوشاند، به همین دلیل استفاده از این نانوذرات در سلول‌های خورشیدی حساس شده با نقاط کوانتومی باعث افزایش جذب نور خورشید می‌شود. برای تهیه فوتوآند، نانو ذرات TiO_2 به روش دکتر بلید بر سطح زیر لایه شیشه/هادی شفاف جایگذاری می‌شود و به منظور حساس سازی فوتوآند، نقاط کوانتومی به روش جذب متوالی لایه‌های یونی و انجام واکنش SILAR بر سطح فوتوآند رشد داده می‌شوند. در اینجا از دو لایه ZnSe استفاده می‌شود: لایه بافر داخلی منجر به افزایش جذب نقاط کوانتومی بر روی بستر TiO_2 و کاهش نوترکیبی و نشست الکترون از TiO_2 به الکترولیت می‌شود و لایه بیرونی به عنوان یک لایه گذارنده عمل می‌کند که نوترکیبی بار را مهار می‌کند و جذب نور را افزایش می‌دهد. سلول ساخته شده با فوتوآند (CdS/CdSe/ZnSe) و سلول ساخته شده با فوتوآند PbS/CdS/CdSe/ZnSe است که این افزایش کارایی را می‌توان به افزایش جذب نور و کاهش نوترکیبی الکترون نسبت داد.

Photoanode	$J_{sc}(\text{mA}/\text{cm}^2)$	$V_{oc}(\text{V})$	FF	$\eta(\%)$
CdS/CdSe/ZnSe	17.37	0.42	0.38	2.79
PbS/CdS/CdSe/ZnSe	18.33	0.50	0.33	3.03
ZnSe/PbS/CdS/CdSe/ZnSe	18.47	0.49	0.39	3.56



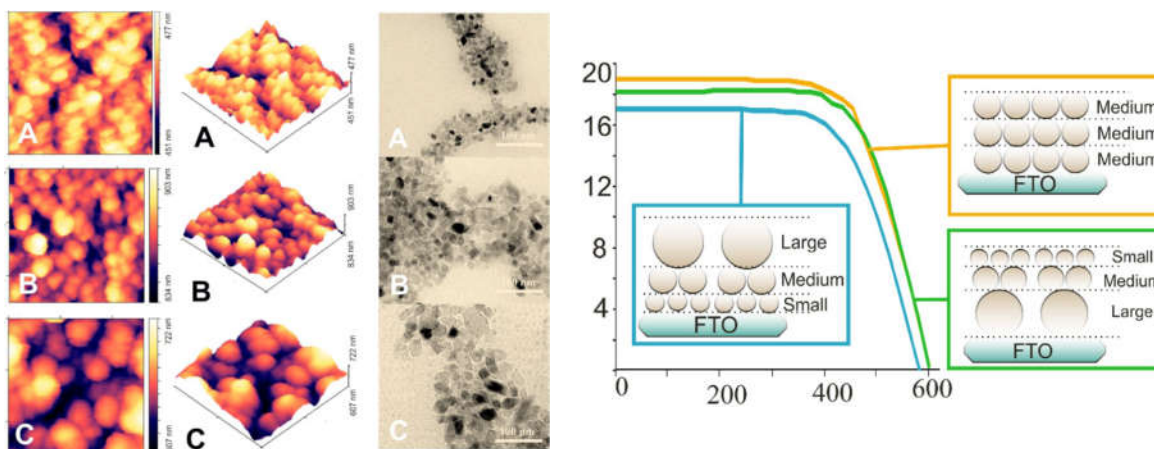
شکل ۱: منحنی جریان-ولتاژ سلول‌های خورشیدی حساس شده با نقاط کوانتومی با پیکربندی‌های متفاوت.

ارتباط بین اندازه و آرایش لایه های نانوذرات تیتانیوم اکسید بر روی مکانیزم انتقال الکترون در سلول های خورشیدی حساس شده به رنگ

پویا طاهای، میثم باباپور گل افشانی، ناصر صفری*

دانشگاه شهید بهشتی، دانشکده شیمی و نفت

پروسه انتقال الکترون در فیلم تیتانیوم اکسید به وسیله تغییر آرایش لایه های تیتانیوم اکسید در سلول های خورشیدی مورد بررسی قرار گرفت. برای این منظور چهار اندازه متفاوت از ذرات تیتانیوم اکسید سنتز و اندازه این ذرات به وسیله آنالیزهای XRD و AFM، TEM تعیین و بررسی شد. از این ذرات برای تهیه آند در سلول خورشیدی با سه لایه متفاوت تیتانیوم اکسید استفاده شد. نتایج به دست آمده از این سلول ها نشان داد که سلولی که آرایش لایه های آن ها از اندازه بزرگ تیتانیوم اکسید به اندازه کوچک بود (از شیشه رسانا به سمت الکترولیت) و همچنین سلولی که تمامی لایه های آن از ذرات ۱۵ نانومتری تشکیل شده بود بهترین عملکرد را دارند. بررسی های امپدانس نشان دادند که عملکرد مطلوب در سلول های خورشیدی با لایه یکسان و اندازه ذرات ۱۵ نانومتری مربوط به غلظت مناسب رنگ اکسید شده و گرادیان مناسب آن در فیلم تیتانیوم اکسید است که انتقال الکترون را تقویت می نماید. همچنین انتقال الکترون در سلول هایی که آرایش ذرات بزرگ به کوچک دارند به وسیله آرایش اندازه ذرات تقویت می شود. نتایج این پژوهش نشان می دهد که استفاده از نانو ذرات تیتانیوم اکسید با پراکندگی اندازه ذره پایین و یا آرایش ذرات از بزرگ به کوچک عملکرد سلول های خورشیدی را بهبود می دهد.



شکل ۱: تاثیر آرایش متفاوت بر روی عملکرد سلول خورشیدی

شکل ۲: تیتانیوم اکسیدهای سنتز شده با اندازه های متفاوت