



کتابچه
چکیده
مقالات

کنفرانس یک روزه

سلول های خورشیدی نانوساختاری

دانشگاه صنعتی شریف

۳۰ آذر ۱۳۹۶

سخن دبیر کنفرانس

حضور پژوهشگران، اساتید و دانشجویان شرکت کننده در هفتمین کنفرانس سلول‌های خورشیدی نانوساختاری را خیر مقدم عرض می‌کنم. این کنفرانس در سال‌های اخیر گردهمایی اصلی پژوهشگرانی بوده است که در زمینه فناوری سلول‌های خورشیدی فعالیت می‌کنند. پژوهش سلول‌های خورشیدی در ایران قدمتی کمتر از ۱۰ سال دارد. اما در این مدت کوتاه به طور محسوسی کیفیت و کمیت پژوهش در این حوزه بالا رفته است. در سال‌های اول کنفرانس به سختی می‌شد کارهای جدی و در سطح بین‌المللی یافت. امسال نه تنها تعداد مقالات حدود ۳۰٪ بیشتر از سال‌های قبل بود، بلکه مقالات زیادی بودند که حاوی پژوهشی با عمق و وسعت قابل قبول بودند. به تدریج جامعه‌ای از پژوهشگران در حوزه سلول‌های خورشیدی شکل می‌گیرد که درک معقول و به روزی از علم و فناوری این حوزه دارند. این رشد می‌توانست سریع‌تر و عمیق‌تر باشد اگر ستادها و سازمان‌های دولتی مرتبط، برنامه‌های روشن و هدفمندی را برای توسعه فناوری‌های مربوط به انرژی‌های تجدیدپذیر در کشور عملیاتی می‌کردند. متأسفانه دولت کماکان در این سوال که مکانیسم حمایت از پژوهش چگونه باشد درمانده است. به نظر می‌رسد مهم‌تر از میزان بودجه پژوهشی، ما کمبود سازوکار و تصمیم‌گیری داریم.

درگیر شدن دوره‌های تحصیلات تکمیلی دانشگاه‌ها در پژوهش سلول‌های خورشیدی باعث شده است که ما اکنون فارغ‌التحصیل‌هایی داشته باشیم که دانش بسیار خوبی در این زمینه دارند و علی‌الاصول می‌توانند نیروی انسانی صنایع مربوط به انرژی خورشیدی باشند. بازار صنعت انرژی خورشیدی در کشور به تدریج در حال شکل‌گیری است. متأسفانه هنوز تعداد شغل‌های تولید شده در این حوزه در کشور اندک است. در کنفرانس امسال ما کارگاهی یک روزه با همکاری پژوهشکده میکروالکترونیک وزارت صنایع برگزار کردیم که جنبه‌های صنعتی‌تری از حوزه انرژی خورشیدی آموزش داده می‌شود.

امسال سعی کردیم گستره موضوعی کنفرانس را وسیع‌تر کنیم و مقالات حوزه سلول‌های فتوالکتروشیمیایی را نیز قبول کنیم. سلول‌های خورشیدی و سلول‌های فتوالکتروشیمیایی فیزیک و شیمی بسیار نزدیکی دارند و تبادل اطلاعات بین پژوهشگران این دو حوزه می‌تواند برای هر دو مفید باشد. تعداد مقالات فتوالکتروشیمی امسال زیاد نیست. امیدواریم در سال‌های بعد تعداد بیشتری مقالات در این موضع داشته باشیم.

گروه اجرایی کنفرانس و کمیته علمی کنفرانس وقت و انرژی بسیار گذاشته‌اند تا این کنفرانس با کیفیت مطلوب برگزار شود. به سهم خودم از همه این دوستان تشکر می‌کنم. امیدوارم کنفرانس و کارگاه‌های آن برای همه شرکت‌کنندگان مفید باشند.

نیما تقوی‌نیا، دبیر علمی کنفرانس

آذر ماه ۱۳۹۶

برگزار کنندگان:



پژوهشکده علوم و فناوری نانو، دانشگاه صنعتی شریف

حامیان کنفرانس:



دانشگاه ولیعصر فنجان



بنیاد ملی خنسبگان



دانشگاه صنعتی شریف



فدراسیون سرمایه‌داری علمی ایران



شرکت توسعه فناوری شریف سولار



مرکز مطالعات و تجاری‌سازی ملی
وزارت علوم، تحقیقات و فناوری

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

دبیران اجرایی کنفرانس:

دکتر رحیمه صدیقی، دانشگاه صنعتی شریف، دانشکده فیزیک
دکتر فرزانه آقاخانی مهباری، دانشگاه صنعتی شریف، دانشکده فیزیک

کمیته علمی:

دکتر وحید احمدی، دانشگاه تربیت مدرس
دکتر رسول اژه‌ئیان، 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 شهروسوند، 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 محمد پور، دانشگاه صنعتی شریف

دکتر مازیار مرندي، دانشگاه اراک

دکتر محمدرضا محمدی، دانشگاه صنعتی شریف

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:

مهسا آراسته، دانشگاه صنعتی شریف، دانشکده فیزیک

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

امیرمحمود بخشایش، دانشگاه تهران، دانشکده مهندسی متالورژی و مواد

دکتر فاطمه بهروزنژاد، دانشگاه صنعتی شریف، دانشکده فیزیک

ارشاد پروازیان، دانشگاه تربیت مدرس، دانشکده فنی مهندسی

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

مهسا حیدری، دانشگاه صنعتی شریف، دانشکده فیزیک

اعظم خراسانی، دانشگاه اراک، دانشکده فیزیک

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

مهدی دهنوی، دانشگاه گیلان، دانشکده فیزیک

نوشین راستی، دانشگاه صنعتی شریف، دانشکده فیزیک

رافت رفیعی‌راد، دانشگاه نوشیروانی بابل، دانشکده برق

علی امیری زرنندی، دانشگاه صنعتی امیرکبیر

فهیمه زمان‌پور، دانشگاه صنعتی شریف، دانشکده فیزیک

زهرا ساکی، دانشگاه صنعتی شریف، دانشکده فیزیک

فرید سلمانی، دانشگاه صنعتی شریف، دانشکده فیزیک

خشایار عارفی، دانشگاه صنعتی شریف، دانشکده فیزیک

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

نسترن عالمگیر تهرانی، دانشگاه صنعتی شریف، دانشکده فیزیک

فیروزه عبادی، دانشگاه صنعتی شریف، پژوهشکده علوم و فناوری نانو

ناهید غضیانی، دانشگاه خوارزمی، دانشکده فیزیک

مژده فروزنده، دانشگاه تربیت مدرس

راحله قهاری، دانشگاه صنعتی شریف، دانشکده فیزیک
محبوبه کریمی، دانشگاه صنعتی شریف، دانشکده فیزیک
فاطمه محمدخانی، دانشگاه شیراز
مطهره میرحسینی، دانشگاه صنعتی شریف، دانشکده فیزیک
مهران مین‌باشی، دانشگاه علم و صنعت ایران، دانشکده فیزیک
مریم هاشمی، دانشگاه کاشان، دانشکده فیزیک

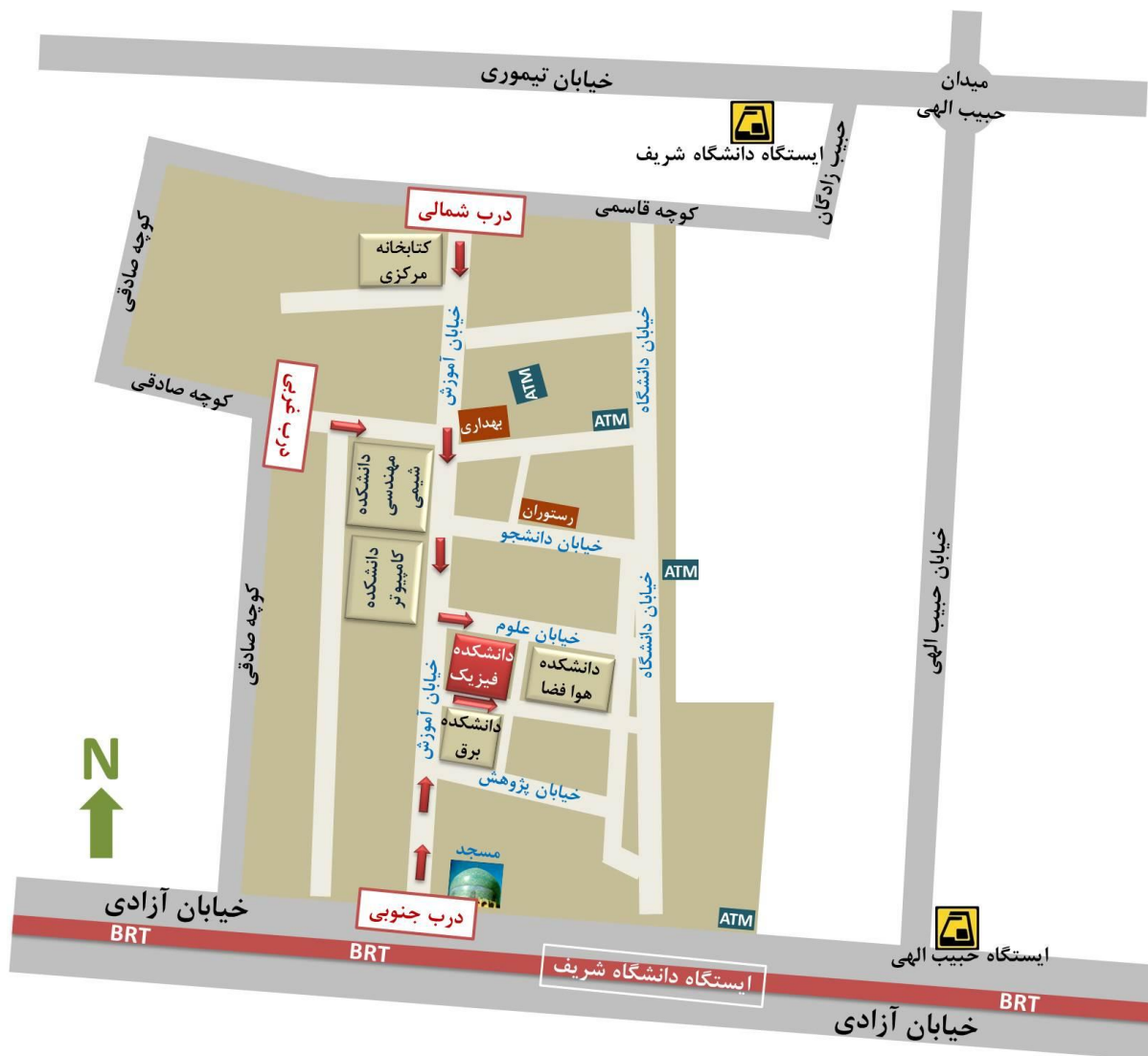
محورهای کنفرانس:

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 ۳۰ آذر ۱۳۹۶ 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 حتماً 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 ۲ سلف خوه‌ران (سالن یاس) سرو خواهد شد. شرکت کنندگان با ژتون ناهار که در کارت سینه آنها قرار داده شده است 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
Chinese Academy of Sciences (CAS), China	Prof. Qingbo Meng	Plenary Talk: Stability investigation on perovskite solar cells: from materials to the device	O.1	۹:۳۵-۹:۰۰
دانشگاه صنعتی شریف	دکتر نگار اشعری آستانی	تعیین رابطه جرم موثر هالاید پروسکایت ها با ساختار کریستالی و ترکیب شیمیایی نگار اشعری آستانی، سیمونه ملونی، امیر حسام صلواتی، جولیا پالرمو، مایکل گرتزل، اورسولا روتلیزبرگر	O.2	۹:۵۰-۹:۳۵
دانشگاه تربیت دبیر شهید رجایی	الناز قهرمانی راد	حلقه القایی در پاسخ امیدانسی سلول‌های خورشیدی پروسکایت با استفاده از مدل قطبش سطحی الناز قهرمانی راد، سعید علیایی، خوان بیسکرت	O.3	۱۰:۰۵-۹:۵۰
دانشگاه صنعتی شریف	مریم حقیقی رکنی	سولفید قلع: ماده انتقال دهنده الکترون جدید برای سلول‌های خورشیدی پروسکایت مریم حقیقی، نیما تقوی‌نیا، سید محمد مهدوی، محمد ابراهیم در و شیخ محمد ذکیرالدین	O.4	۱۰:۲۰-۱۰:۰۵
دانشگاه صنعتی شریف	دکتر مهدی دهقانی	بهینه سازی لایه جاذب چاپ شده بوسیله ی اسپری جهت استفاده در سلول خورشیدی CIGS دورویه فرید سلمانی، خشایار عارفی، مهدی دهقانی و نیما تقوی‌نیا	O.5	۱۰:۳۵-۱۰:۲۰
پذیرایی				۱۰:۳۵-۱۱:۰۰
دانشگاه تربیت مدرس	دکتر وحید احمدی	Material, process and structure engineering for durable perovskite solar cells	O.6	۱۱:۳۵-۱۱:۰۰

پژوهشگاه دانش‌های بنیادی	دکتر بهروز افتخاری نیا	بهینه‌سازی انتقال بار در فوتوآند فیلم نازک هماتیت اصلاح شده با کبالت- فسفات تولید شده با روش مقیاس‌پذیر تبخیر با پرتو الکترونی (EBE) برای کاربردهای تجزیه فوتوالکتروشیمیایی آب بهروز افتخاری نیا، احمد مشاعی، نادر صبح خیز وایقان، علی دبیریان	O.7	۱۱:۳۵ – ۱۱:۵۰
دانشگاه صنعتی شریف	دکتر فاطمه بهروزنژاد	سلول های خورشیدی رنگدانه ای مونولیت بر پایه ی فلز فاطمه بهروزنژاد، نیما تقوی نیا، ناهید غضنایی	O.8	۱۱:۵۰ – ۱۲:۰۵
دانشگاه دریانوردی و علوم دریایی چابهار	دکتر سمانه مظفری	سنتز و مشخصه یابی اپتیکی نانو ذرات، لوله ها و نانوکامپوزیت پلی آنیلین و استفاده از آن ها در سلول های خورشیدی رنگدانه ای صالحه حکیمی فر، سمانه مظفری، آزاده سادات نعیمی	O.9	۱۲:۰۵ – ۱۲:۲۰
دانشگاه کاشان	آرزو محمدبیگی	تحلیل و بررسی اپتیکی عملکرد سلول خورشیدی پروسکایتی آرزو محمدبیگی، سید محمدباقر قریشی	O.10	۱۲:۲۰ – ۱۲:۳۵
ناهار، نماز و استراحت				۱۲:۳۵ – ۱۴:۰۰
University of Potsdam, Germany	Dr. Safa Shoaee	Invited Talk: What are the limitations in disordered organic solar cells; insights from photophysics and optoelectronics	O.11	۱۴:۰۰ – ۱۴:۳۵
سازمان انرژی اتمی ایران	دکتر یاور تقی پور آذر	مطالعه نظری ساختار تعادلی و الکترونی فصل مشترک هالید پروسکایت / تیتانیا کژال شلماشی، یاور تقی پور آذر	O.12	۱۴:۳۵ – ۱۴:۵۰
دانشگاه اراک	دکتر مازیار مرنندی	ساخت و بررسی سلول های خورشیدی نقاط کوانتومی، حساس سازی همزمان، غیرفعال سازی سطح و مهندسی ساختار فتوآند	O.13	۱۴:۵۰ – ۱۵:۰۵

ارائه پوسترها				۱۵:۰۵ – ۱۶:۴۰
دانشگاه صنعتی شریف	دکتر مهدی ملکشاهی بیرانوند	سلول‌های خورشیدی پروسکایتی با بازدهی بالا: کریستالیزاسیون، پایداری و هیستریزیس مهدی ملکشاهی بیرانوند و تی هو پارک	O.14	۱۶:۴۰ – ۱۶:۵۵
دانشگاه صنعتی اصفهان	الهام حلوانی انارکی	کاربرد لایه انتقال دهنده الکترون دی‌اکسید قلع در ساخت سلول‌های خورشیدی پروسکایتی مسطح با بازده ۲۰/۸٪ الهام حلوانی انارکی، احمد کرمانپور، اندرس هگفلت و خوان پابلو کریابائنا	O.15	۱۶:۵۵ – ۱۷:۱۰
دانشگاه تهران	مهیار طاهرپور	شبیه سازی ترابرد بار در سلول های خورشیدی پلیمری و بررسی تاثیر پارامترهای مورفولوژیکی و مخلوط شدگی فازهای گیرنده و دهنده در کارایی سلول یاسر عبدی و مهیار طاهرپور	O.16	۱۷:۱۰ – ۱۷:۲۵

پوسترها (۱۶:۴۰ – ۱۵:۰۵)

شماره	عنوان مقاله	نویسندگان
P.1	طراحی ساختاری بهینه جهت افزایش بازدهی سلولهای خورشیدی چندپیوندی افقی	صحرا ابراهیم مقام، دکتر معراج رجایی
P.2	مقایسه ساختار پروسکایت ساخته شده با روش های چرخشی و تبخیری در سلول های خورشیدی پروسکایتی	مرضیه ابراهیمی، احمد کرمانپور، شبیم فدائی، فریبا تاج آبادی، مهدی دهقانی
P.3	رشد نقاط کوانتومی CdSe به کمک تابش میکروموج به عنوان حساس کننده در فوتوآند سلول خورشیدی	راحیل ابوالقاسمی، رضا رسولی
P.4	نانورقه هگزاگونی TiO ₂ جهت کاربرد در تجزیه فوتوکاتالیستی آب	حسین اثنا عشری ایوری، سید علی رضا قاسمی
P.5	افزایش بازدهی سلول های خورشیدی حساس شده با نقاط کوانتومی CdS آلاینده شده با Mn^{+2} با استفاده از لایه پراکنده نور	پرینا طالبی، مازیار مرندي، منیبا احمدی
P.6	ساخت نانورقه های عمودی MoS ₂ بر روی زیر لایه FTO و بررسی کاربرد آن در سلول فوتوالکتروشیمیایی	علی احمدی، مرتضی زرگر شوشتری، منصور فرید
P.7	ساخت پیوند p-n شفاف ZnO/CuCrO ₂ به روش کندوپاش RF جهت استفاده در سلول خورشیدی لایه نازک شفاف	سید مرتضی احمدی ملاسرایي، مرتضی عاصمی، مجید قناعت شعار
P.8	اثر پلاسمای آرگون بر عملکرد سلول های خورشیدی رنگ حساس بر پایه ی اکسید روی	سودا ارجمندی باسمنج، سیروس خرم و ایرج احدزاده
P.9	ساخت و بررسی خواص فوتوولتائی سلول خورشیدی پروسکایتی: لایه ی سدی ساخته شده به دو روش چرخشی و تجزیه حرارتی افشانه ای	فاطمه اسماعیل زاده کلنتری، نفیسه شریفی
P.10	دبود نورگسیل سبز بر پایه پروسکایت هالیدی	طاهره اشجاری، فرزانه عربپور، وحید احمدی
P.11	تهیه سلول های خورشیدی رنگدانه ای مبتنی بر فوتوآند دی اکسید قلع تهیه شده به روش هیدروترمال	فاطمه اشکینی، نفیسه معماریان
P.12	بررسی اثر زمان پخت لایه پروسکایت بر عملکرد سلول خورشیدی پروسکایتی ترکیبی	افسانه اصلائی، محمود برهانی زرندي، ناصر جهانبخشی زاده
P.13	طراحی نانو ساختار آرایه ای اکسید رسنای شفاف TCO برای گیراندازی نور در فوتوالکترو لایه نازک هماتیت	بهروز افتخاری نیا، احمد مشاعی، علی دبیریان

P.14	افزایش کارایی سلول‌های خورشیدی پروسکایت با استفاده از فرایند مهندسی بلور داربست متخلخل تیتانیا	محمد ایزدی زمان آبادی، محمود زنده دل، نرگس یعقوبی‌نیا
P.15	افزایش بازدهی سلول خورشیدی پروسکایتی FAPbI_2 با افزودن Cs به ساختار	مهسا آراسته حق دوست، رحیمه صدیقی، نیما تقوی نیا
P.16	ساخت سلولهای خورشیدی رنگدانه ای با استفاده از فوتوآند سه لایه متشکل از نانو ذرات TiO_2 و ساختارهای پراکننده نور	سمانه بیات، سنا آل جابر، مازیار مرندي
P.17	بهبود بازدهی در سلول های خورشیدی رنگدانه ای با استفاده از فوتوآند متشکل از نانوميله های شاخه دار شده به روش هایدروترمال	سنا آل جابر، لیلا مرادی، مازیار مرندي
P.18	تاثیر اکسید نیکل لایه نشانی شده به دو روش مختلف بعنوان لایه انتقال دهنده حفره در عملکرد سلول خورشیدی پروسکایتی	معصومه بهرامی درشوری، فرزانه رضایی، سید محمد باقر قریشی
P.19	استفاده از مخلوط مواد رنگزای طبیعی استخراج شده از ریشه و ساقه گیاه زرشک دانه‌دار کوهی و برگ گیاه سداب در ساخت سلول‌های خورشیدی حساس شده با مواد رنگزا	حبیب‌الله بهمن، کمال‌الدین قرنجیگ و شهره روحانی
P.20	اصلاح سطح هالید هیبرید نقاط کوانتومی PbS جهت رسوب یک مرحله ای لایه نوع-n سلولهای خورشیدی نقطه کوانتومی p-i-n	حسین بیگی، سید عبدالکریم سجادی، ابوالفضل باباخانی
P.21	ساخت سلول های خورشیدی نقطه کوانتومی توسط لایه نشانی فیلم PbS نوع-p به روش های LBL و رسوب یک مرحله ای جوهر اصلاح شده نانوذرات	حسین بیگی، سید عبدالکریم سجادی، ابوالفضل باباخانی
P.22	سلول های خورشیدی پروسکایتی بر پایه انتقال دهنده های حفره جدید تری فنیل آمین عامل دار شده توسط گروهای فنیل آزا	بابک پاشائی دوشتور، هاشم شهروس وند
P.23	ساخت سلول خورشیدی حساس شده به مواد رنگزای استخراج شده از میوه آقوی	مسعود پیمان نیا، کمال الدین قرنجیگ و امیر مسعود اعرابی
P.24	افزایش بازدهی سلول‌های خورشیدی حساس شده به نقاط کوانتومی CdS/CdSe توسط لایه غیرفعال کننده ZnSe	نرگس ترابی، مازیار مرندي، فاطمه صمدی
P.25	شبیه سازی و مشخصه یابی دو سلول خورشیدی نانوساختاری متفاوت با استفاده از نرم افزار مدل‌سازی افزاره Tcad/Atlas Silvaco	رعنا ترقی خواه و مسعود مهربابان
P.26	ساخت و بررسی عملکرد سلول های خورشیدی رنگدانه ای با استفاده از نقاط کوانتومی گرافن	حکیمه تیموری نیا، مسعود صلواتی نیاسری
P.27	ساخت و مشخصه یابی سلول خورشیدی پروسکایت لایه‌نازک برپایه فولرن	فاطمه جعفری ندوشن، عباس بهجت و نعیمه ترابی

Naser Jahanbakhshi Zadeh , Mahmoud Borhani Zarandi, Mohammad Reza Nateghi and Ali Hatef	Effect of Annealing Temperature on Morphology Evolution of $\text{CH}_3\text{NH}_3\text{PbI}_3$ Pervoskite Deposited by Hot Casting Technique on Al_2O_3 Scaffold	P.28
فرهاد جهان تیغ، سید محمد باقر قریشی	بررسی اثر هیستریزیس بر روی سلول های خورشیدی پروسکایتی MAPbI_3	P.29
زهره چمن زاده، مصطفی زاهدی فر و محمد نور محمدی	مقایسه ی عملکرد سلول های خورشیدی رنگدانه ای تابش از پشت و تابش از روبرو بر پایه ی الکترودهای نانولوله ای تهیه شده با آندایز دو مرحله ای	P.30
فرزانه حاذقی، سید محمد باقر قریشی	بررسی اثر ضخامت و چگالی دام لایه ی جاذب پروسکایت بر عملکرد سلول های خورشیدی پروسکایتی دمای پایین	P.31
سپیده حسین آبادی، مازیار مرندي	بهبود بازدهی سلول های خورشیدی حساس شده به نقاط کوانتومی CdSeTe سنتز شده به روش ترکیبی رفلکس و میکروویو	P.32
سپیده حسین آبادی، مازیار مرندي	بررسی نقش لایه CdS روی نانوذرات TiO_2 حساس شده به نقاط کوانتومی CdSeTe به منظور بهبود عملکرد سلول های خورشیدی حساس شده با نقاط کوانتومی CdSeTe	P.33
الهه حسین زاده، ناصر هادی پور	طراحی محاسباتی رنگدانه های آلی جدید با بازدهی فتوولتائیک بهبود یافته برای به کارگیری در سلول های خورشیدی حساس شده با رنگدانه	P.34
مژگان حسین نژاد و کمال الدین قرنجیگ	استفاده از روش دوپشته سازی برای بهبود راندمان تبدیل سلول های خورشیدی حساس شده به مواد رنگزای طبیعی	P.35
امیر حسین مردی، احمد مشاعی، مجید خدابنده، سبا نظامی نژاد، زهرا باقری، سارا عباسیان	مطالعه پسماند در سلول های خورشیدی ساخته شده با حلال های مختلف	P.36
سیده مهناز حسینی، احمد مرادی سیوکی	مطالعه کوانتومی حساس کننده های Ru(II) در سل های خورشیدی رنگدانه ای	P.37
مریم حکمت، فاطمه رستمیان و عزیزاله شفیع خانی	ساخت نانولوله تیتانیا با اکسایش لایه ی نازک تیتانیوم لایه نشانی شده روی زیر لایه FTO	P.38
صالحه حکیمی فر، سمانه مظفری، آزاده سادات نعیمی	سنتز و مشخصه یابی اپتیکی نانو ذرات و لوله های پلی آنیلین و استفاده از آن ها در سلول های خورشیدی رنگدانه ای	P.39
مهسا حیدری، حسین طاهریان فرد، حسین آهنگر، نیما تقوی نیا، فریبا تاج آبادی، اسماعیل شیبانی	بررسی عملکرد سلول های خورشیدی پروسکایتی در حضور انتقال دهنده های حفره متفاوت	P.40

P.41	بستگی ساختار پروسکایت هالوژنی به نوع حلال و تاثیر آن بر عملکرد سلول های خورشیدی پروسکایتی	مجید خداپنده، زهرا باقری، احمد مشاعی، سارا عباسیان، سبا نظامی نژاد، امیر حسین مردی
P.42	استفاده از CuSCN ماده رسانای معدنی به عنوان لایه رسانای حفره در سلول خورشیدی با جاذب پروسکایت‌های تک‌کاتیون MAPbI_3 ، دو $(\text{MA}_{0.017}\text{FA}_{0.083})\text{PbI}_{2.83}\text{Br}_{0.17}$ و سه کاتیون $\text{Cs}_{0.05}(\text{MA}_{0.017}\text{FA}_{0.083})\text{PbI}_{2.83}\text{Br}_{0.17}$	اعظم خراسانی، مازیار مرندي، نیما تقوی نیا و اعظم ایرجی زاد
P.43	سنتز ترکیب $\text{Cu}_2\text{BaSnS}_4$ (CBTS) با هدف کاربرد در سلول‌های خورشیدی	روح اله خسروشاهی، مهدی دهقانی، نسترن عالمگیر تهرانی، مهران مینباشی، نیما تقوی نیا، مجتبی باقرزاده
P.44	رشد حرارتی لایه‌ی جاذب CIS و CIGS در سلول‌های خورشیدی لایه نازک پایه کالکوژن مبتنی بر روش‌های شیمیایی	روح اله خسروشاهی، مهدی دهقانی، نسترن عالمگیر تهرانی، نیما تقوی نیا، مجتبی باقرزاده
P.45	سنتز نانورقه‌های سولفید مولیبدن اکسید گرافن کاهش یافته برای کاربرد در سلول های خورشیدی بر پایه نقاط کوانتومی	سپیده خضری، مسعود کریمی پور، مهدی ملایی، شعیب مجتهدی و ریحانه شیدا
P.46	سنتز و بررسی خواص ساختاری و نوری لایه نازک متشکل از نانومیله‌های نانوبرگی دی اکسید تیتانیم دو فازی به منظور استفاده در سلول خورشیدی رنگدانه ای	شروین دانشور اصل و سید خطیب الاسلام صدرنژاد
P.47	ساخت و مشخصه یابی سلول خورشیدی پروسکایتی لایه نازک بدون انتقال دهنده حفره با استفاده از چند نوع انتقال دهنده الکترون	مریم دهقان، عباس بهجت
P.48	بررسی اثر غلظت پیش ماده‌های خمیر ZrO_2 بر عملکرد سلول های خورشیدی پروسکایتی بدون لایه انتقال دهنده حفره	علی اکبر دهقانی تفتی، محمود برهانی زرندي، ناصر جهانبخشی زاده، حجت امراللهی بیوکی، ابوالفضل صفاری
P.49	افزایش عملکرد سلول های خورشیدی پروسکایتی توسط آرایش پروسکایت $\text{CH}_3\text{NH}_3\text{PbI}_3$ با PbCl_2 و بدون لایه انتقال‌دهنده حفره	فاطمه دوست حسینی، عباس بهجت و عاطفه السادات میرباقری
P.50	مقایسه ی بازده سلول های خورشیدی آلی در دو نوع پلیمری و رنگدانه ای	ملیکا دولت دوست، فرهاد اکبری برومند
P.51	الکتروُد شفاف رسانای الکتریکی بر پایه‌ی نانو سیم‌های نقره جهت کاربرد در سلول خورشیدی	نوشین راستی، علی امیری زرندي، مهدی دهقانی، محمد حسن خان میرزایی، نیما تقوی نیا
P.52	کاهش فرایند باز ترکیب در سلول های خورشیدی مبتنی بر نقاط کوانتومی PbS	محمد رحمانی، مسعود مهرابی، افسانه نباتی

P.53	بررسی فعالیت نوری نانوساختارهای BiVO_4 آرایش یافته در فصل مشترک پلاریزه شده دو فاز آبی - آلی در اکسایش آب با استفاده از تکنیک میکروسکوپ الکتروشیمیایی روبشی	شکوفه رستگار و گونتر ویشاک
P.54	بررسی تاثیر استفاده از خلاء در لایه نشانی پروسکایت، بر عملکرد سلول	رأفت رفیعی راد، بهرام عزیزا...گنجی، مطهره میرحسینی، مهدی دهقانی، نیما تقوی نیا
P.55	فوتوآند باریم تیتانات متخلخل جهت استفاده در سلول های خورشیدی	علی رضا رضانی، حسین عبدی زاده، محمدرضا گل و بستان فرد
P.56	مشخصه یابی و ساخت سلول خورشیدی پروسکایتی تک کاتیونی با روش آنتی سالونت	فهیمة زمان پور، مهسا حیدری، نیما تقوی نیا
P.57	طراحی و ساخت سل خورشیدی آلی بر پایه پلیمر-PCBM	هادی سالاری
P.58	تاثیر ترکیب نانو ذرات مختلف در لایه فعال رنگدانه بر پارامترهای الکتریکی سلول‌های خورشیدی DSSC	زهرا سالاری مقدم، فرهاد اکبری برومند، حبیب خدایی و امیر زاهدی
P.59	ساخت سلول خورشیدی نقاط کوانتومی با فوتوآند چند لایه ای $\text{TiO}_2\text{NCs/PbS/CdS/ZnS/SiO}_2$ و بررسی تاثیر نقاط کوانتومی PbS بر کارکرد فوتوولتایی سلول ها	محبوبه ستوده ئیان، مازیار مرندي
P.60	تاثیر نوع حلال و پراکنده ساز بر لایه نشانی الکتروفورتیکی TiO_2 برای تهیه فوتوالکترو در سلول های خورشیدی	حلیمة السادات سجادی زاده، حسین احمدزاده و الهه گوهرشادی
P.61	بهینه سازی لایه جاذب چاپ شده بوسیله ی اسپری جهت استفاده در سلول خورشیدی CIGS دورویه	فریدسلمانی، خشایار عارفی، مهدی دهقانی و نیما تقوی نیا
P.62	بهبود بازده سلول خورشیدی آلی با استفاده از نقاط کوانتومی PbS	زهرا سلیمی و مسعود مهربان
P.63	سلول خورشیدی حساس شده به رنگ با ساختار کامپوزیتی اکسید تیتانیوم	عبدالله سوددار، مرتضی عاصمی و مجید قناعت شعار
P.64	کاربرد کره های توخالی TiO_2 در لایه متخلخل متشکل از نانوذرات TiO_2 به منظور افزایش پراکندگی نور در سلول خورشیدی پروسکایتی بدون لایه انتقال دهنده حفره	سیده مژگان سیدطالبی، ایرج کاظمی نژاد
P.65	ساخت کامپوزیت های نانوفایبر سیلیکا - نانوذرات سیلیکا به عنوان لایه پراکننده نور در سلول های خورشیدی حساس شده با نقاط کوانتومی CdS-CdSe-ZnS	ضحی شرافتی، محمود صمدپور

P.66	ساخت و به کارگیری نانوذرات سیلیکا به منظور بهبود بازدهی سلول های خورشیدی رنگدانه ای و حساس شده با نقاط کوانتومی	ضحی شرافتی، محمود صمدپور
P.67	اثر گرمادهی بر لایه جاذب سلول خورشیدی CZTS ساخته شده به روش الکتروشیمیایی بر ورق انعطاف پذیر مولیبدنیوم	مهدی شریفیان نجف آبادی و مرتضی فتحی‌پور
P.68	مطالعه نظری ساختار تعادلی و الکترونی فصل مشترک هالید پروسکایت / تیتانیا	کژال شلماشی، یاور تقی پورآذر
P.69	بررسی اثر جفت شدگی نانوذرات پلاسمونیک طلا در سلول‌های خورشیدی رنگدانه‌ای	بنفشه شهبازی، احمد محمدی
P.70	ساخت و بررسی سلول های خورشیدی توده ای و ناهمگون بر پایه اکسید مس	لیلا شوشتری، راحله محمدپور، اعظم ایرجی زاد
P.71	بررسی عملکرد رنگهای از نوع P سلولهای خورشیدی حساس به رنگ	اسماعیل شیبانی، هاینینگ تیان لیف هامسترانگ
P.72	مقایسه اثرات گروه های استخلافی دی متیل انیلین و دی فنیل بر روی عملکرد انتقال دهنده حفره در سلولهای خورشیدی پروسکایتی	فاطمه صادقی، سمیه پارسا، هاشم شهروس وند
P.73	تهیه و مقایسه کارایی سلول خورشیدی حساس شده با نقاط کوانتومی کادمیوم تلورید و برخی ترکیبات آلی رنگزای سنتزی	میثم پسندیده ندامانی، محمد رسول صادقی ملکی، عبدالرئوف صمدی میبدی
P.74	تهیه و مقایسه کارایی سلول خورشیدی حساس شده با نقاط کوانتومی کادمیوم سولفید دوپ شده با عناصر مختلف	محمد رسول صادقی ملکی، عبدالرئوف صمدی میبدی
P.75	بررسی اثر غلظت پیش ماده های خمیر Al_2O_3 بر عملکرد سلولهای خورشیدی پروسکایتی بدون لایه انتقال دهنده حفره	ابوالفضل صفاری، محمود برهانی زرنندی، ناصر جهانبخشی زاده، حجت امراللهی بیوکی، علی اکبر دهقانی تفتی
P.76	بررسی تئوری جایشانی اتم های هالوژن در ترکیب پروسکایت $CH_3NH_3PbI_3$ به منظور بهبود پایداری لایه جاذب پروسکایت	محدثه صفاری خمیرانی، میثم باقری تاجانی، حمید رحیم پور سلیمانی
P.77	بهبود عملکرد سلول خورشیدی پروسکایت بدون لایه ی انتقال دهنده ی حفره با بهینه سازی دمای واکنش	زینب صفری، محمود برهانی زرنندی و محمدرضا ناطقی
P.78	مهندسی فصلهای مشترک در سلولهای خورشیدی حساس شده با نقاط کوانتومی به منظور تغییر خواص انتقال بار در سلولها	محمود صمدپور
P.79	ساخت سلول های خورشیدی رنگدانه ای با استفاده از ساختار نانوکره های توخالی شاخه دار TiO_2 به عنوان پراکننده نور	سمانه بیات، فاطمه صمدی، مازیار مرنندی

P.80	رشد آبی نانوذرات هسته-پوسته CdTe-CdS و استفاده از آنها در فوتوالکترود در سلول‌های خورشیدی حساس شده با نقاط کوانتومی CdS به منظور حساس سازی همزمان و بهبود بازدهی	فاطمه صمدی، فرخنده سادات میر احمدی بانی، مازیار مرندي
P.81	بهبود خواص فوتوولتائیک سلولهای خورشیدی حساس شده به رنگ بر پایه Zn_2SnO_4 با افزودن ناخالصی Si	مرتضی عاصمی، مجید قناعت شعار
P.82	The Capacitance Spectroscopy Investigation of Water-Based Nanoparticulate Organic Solar Cells	Mohsen Ameri, Mathew Griffith, Natalie Holmes, Krishna Ferron, Xiaojing Zhou, Warwick Beltcher, Feridoun Samavat, Ezzedin Mohajeran, Paul C. Dastoor
P.83	اندازه گیری افت ولتاژ مدار باز در سلولهای خورشیدی پروسکاییتی و محاسبه ی انرژی فعالسازی یونها با استفاده از آن	فیروزه عبادی، راحله محمد پور، نیما تقوی نیا
P.84	سلول‌های خورشیدی بر پایه ی سوپرامولکول‌های پیش ساخته ی گرافن/ پلی تیوفن	سمیرا آقبلاغی، صالحه عباس پور، مژگان محمودی، سمیرا وفایی، سمیه چاروقچی، سحر آقاپور، رعنا سروری
P.85	سلول های فتوولتائیک پلیمری بازده بالا با لایه‌ی فعال بهینه شده با کوپلیمرهای کوپلی- میله ای	سمیرا آقبلاغی، صالحه عباس پور، مژگان محمودی، سمیرا وفایی، سمیه چاروقچی، سحر آقاپور، رعنا سروری
P.86	بهینه کردن عملکرد سلول خورشیدی رنگدانه ای با استفاده از لایه سدکننده ZnO فشرده	حسین عبدی شایگان، محسن عامری، عزالدین مهاجرانی، فریدون سموات
P.87	تشکیل و تفکیک درجا کمپلکس های هالیدی فلزی و کاتیون ها در حین تشکیل لایه پروسکایت	فرزانه عربپور، فرزانه سادات قریشی، وحید احمدی، علی شکراله زاده، کریم عونی
P.88	تهیه سلول های خورشیدی حساس شده با رنگ با استفاده از استرانسیوم تیتانات تهیه شده با روش سل- ژل و بهبود عملکرد آن ها	سوسن غلامرضائی، مسعود صلواتی نیاسری
P.89	تهیه نانو ذرات و لوله های پلی پیرو و استفاده از آن به عنوان الکترود شمارنده برای سلول های خورشیدی حساس شده به رنگدانه	ساناز غلامی، سمانه مظفری، آزاده سادات نعیمی
P.90	بهبود جدایش فوتوالکتروشیمیایی آب توسط نانوکامپوزیت متخلخل سلسله مراتبی اکسیدروی/گرافن تهیه شده به روش سل-ژل	مینا قربانی، حسین عبدی زاده و محمدرضا گل و بستان فرد
P.91	استفاده از دی اکسید آلومینیوم به عنوان لایه‌ی خنثی ساز برای بهبود ولتاژ مدار باز سلول‌های خورشیدی پروسکاییتی	عاطفه قربانی کل تپه، فرزاد مرده کتانی اصل، بهرام عبدالهی نژند، محمدکاظم مروج فرشی

P.92	بهینه سازی ترابرد حامل ها در سلول خورشیدی پروسکایتی متخلخل	فرزانه سادات قریشی، وحید احمدی، رضا پورصالحی و فرزانه عرب پور
P.93	اثر تغییر غلظت سرب کلرید بر مشخصه های فوتولتائیک سلول خورشیدی پروسکایت ترکیبی بدون لایه انتقال دهنده حفره	سعیده قضاوی، محمود برهانی زرنیدی، ناصر جهانبخشی زاده
P.94	بهبود بازدهی سلول های خورشیدی حساس شده با نقاط کوانتومی آلیاژی $CdSe_{0.3}Te_{0.7}$ ناخالص شده با عناصر فلزی	زهره قلخانی، منیبا احمدی، مازیار مرندی
P.95	افزایش ولتاژ مدار باز در سلول‌های خورشیدی پروسکایتی با استفاده از کاتیون‌های بزرگ	سمیه قلی پور، عبدالله مرتضی علی، نیما تقوی نیا، فریبا تاج آبادی، مایکل سلیبا و اندرس هاگفلت
P.96	بهینه سازی و شبیه سازی لایه انتقال دهنده حفره اکسید نیکل در سلول خورشیدی پروسکایت	الهام کریمی، سیدمحمدباقر قریشی
P.97	بررسی لایه های انتقال دهنده ی مواد معدنی در عملکرد سلول خورشیدی پروسکایت	الهام کریمی، سیدمحمدباقر قریشی
P.98	بررسی اثرات گروههای استایرن و انیزول در انتقال دهنده های حفره بر پایه ایمیدازول برای استفاده در سلولهای خورشیدی پروسکایتی	سهیلا کریمی، سمیه پارسا و هاشم شهبوس وند
P.99	الکتروانباشت لایه PbO_2 بر روی زیرلایه $FTO/C-TiO_2$ و تبدیل آن به $CH_3NH_3PbI_3$ با دو مرحله لایه نشانی تبخیری	زهره حیدری، حامد عبدی، آرش آل طیب، مصطفی مسندی شیرازی، یلدا کیانی فر، محمد رضا کلاهدوز و ابراهیم اصل سلیمانی
P.100	رشد لایه TiO_2 به روش الکتروانباشت جهت کاربرد در سلول‌های خورشیدی رنگدانه‌ای	یلدا کیانی فر، زهره حیدری، مصطفی مسندی شیرازی، محمدرضا کلاهدوز و ابراهیم اصل سلیمانی
P.101	ساخت و مشخصه یابی سلول های خورشیدی نانوساختار بر پایه ی اسکلت فلز- آلی حاوی تیتانیم	پریسا گلایی، ولی الله میرخانی، رضا کشاورزی، مجید مقدم، شهرام تنگستانی نژاد و ایرج محمدپور بلترک
P.102	بررسی اثرات گروه های استخلافی نفتالن و استایرن بر روی عملکرد انتقال دهنده های حفره در سلول های خورشیدی پروسکایتی	مصومه مجیدی نژاد، سمیه پارسا، هاشم شهبوس وند
P.103	تهیه پروسکایت در حلال DMSO با حلال کمکی ایزوپروپانول و بررسی سلول خورشیدی مربوطه	مرضیه محبی، ولی‌الله میرخانی، رضا کشاورزی، ایرج محمدپوربلترک، شهرام تنگستانی‌نژاد، مجید مقدم

P.104	سنتز نانورقه‌های سولفید تنگستن برای کاربرد در سلول‌های خورشیدی بر پایه نقاط کوانتومی	فاطمه مرادی، مسعود کریمی پور، مهدی ملایی، مرضیه درگاه زاده
P.105	مطالعه استحاله ساختاری پروسکایت‌های ترکیب هالوژنی	فرزاد مرده‌کتانی اصل، زهرا یگانگی، بهرام عبداللهی نژاد و محمدکاظم مروج فرشی
P.106	حل مساله ناپایداری سلولهای خورشیدی پروفسکایتی با طراحی فصل مشترک قابل چاپ برپایه کربن	سارا مشحون، بی‌هو، های‌وی چن، فاطمه بهروزنژاد، فریبا تاج‌آبادی، راحله محمد پور، کریستوف برابرک و نیما تقوی‌نیا
P.107	بررسی اثر ژل پلیمر الکترولیت بر پایه حلال آب بر روی عملکرد و طول عمر سلول فوتوولتائیک رنگدانه‌ای	سمانه مظفری، محمد رضا ناطقی
P.108	ارزیابی تأثیر نوع ترکیب لایه انتقال‌دهنده الکترون بر بازده و پایداری سلول‌های خورشیدی پروسکایتی	سید احمد معنوی
P.109	سنتز رنگدانه‌های بر پایه کروم و بررسی آن‌ها در سلول‌های خورشیدی حساس شده به رنگدانه	مینا مقبلی هنزائی، زهره رشیدی رنجبر و لعلیا نجاتی مقدم
P.110	سنتز و مشخصه‌یابی لایه‌های جاذب پروسکایت یدید سرب/متیل آمونیوم یدید برای سلولهای خورشیدی پروسکایت	امید ملکان، محمد مهدی باقر محقق و مهدی عادل‌فرد
P.111	بررسی اثر ضد حلال بر روی مورفولوژی لایه پروسکایت در سلول خورشیدی پروسکایتی	الهام ملکی، سید ابولقاسم کاهانی، مریم رنجبر
P.112	افزایش طول عمر سلول‌های خورشیدی پروسکایتی هالیدی با استفاده از کپسوله کردن	نسبیه منصوررضائی فومنی، فرزانه عرب پور، مریم عالی‌دائی، سید مجتبی صدرعاملی، وحید احمدی، فرهود نجفی
P.113	ساخت و مشخصه‌یابی سلول خورشیدی پروسکایت لایه نازک بر پایه اکسید روی	حمید مهرنژاد، عباس بهجت، بی‌بی فاطمه میرجلیلی، نعیمه ترابی، فاطمه جعفری، ناصر جهانبخشی زاده، عاطفه السادات میرباقری
P.114	بررسی اثر تالیم بر خواص الکتریکی و اپتیکی فیلم‌های نازک ZnO آلاییده شده با آلومینیوم	محمد رضا زمانی میمیان، میرعلی موسوی، محبوبه ربانی
P.115	دوپ کردن نانوذرات TiO_2 با نیتروژن به کمک روغن طبیعی برای بهبود بازده سلول‌های خورشیدی حساس با رنگ	نفیسه معماریان و نوشین میر
P.116	بررسی اثر استفاده از C_{60} در سلول‌های خورشیدی پروسکایت	عاطفه السادات میرباقری، عباس بهجت و فاطمه دوست‌حسینی

P.117	کاربرد جوهر نانوذرات طلا به منظور ایجاد اتصال پشتی در سلول های خورشیدی پروسکایتی	<u>مطهره میرحسینی</u> ، فرزانه اقاخانی مهبیاری، روح اله خسروشاهی، رأفت رفیعی راد، نیما تقوی نیا
P.118	سلولهای خورشیدی پروسکایتی بر پایه مواد انتقال دهنده های حفره پای گسترش یافته	<u>منیر السادات میررحیمی</u> ، سمیه پارسا، هاشم شهروس وند
P.119	نقش متغیرهای فرایند آندایزینگ دمای بالای مس جهت تشکیل اکسید مس و بررسی خواص نوری آن	<u>محمد میرزایی</u> ، علی اشرفی و محمد محسن مومنی
P.120	سنتز و شناسایی یک پروسکایت معدنی و بررسی کاربرد آن در سلول های خورشیدی	<u>لعیا نجاتی مقدم</u> و زهره رشیدی رنجبر
P.121	بررسی تاثیر ۲ هالوژن ید و برم در عملکرد سلولهای خورشیدی پروسکایتی هالوژنی	<u>سبا نظامی نژاد</u> ، مجید خداپنده و احمد مشاعی
P.122	ساخت سلول خورشیدی نقاط کوانتومی با فوتوآند چند لایه‌ای $\text{TiO}_2\text{NCs}/\text{TiO}_2\text{HS}/\text{CdS}/\text{ZnS}/\text{SiO}_2$ و بررسی تاثیر لایه نانوساختاری غیر فعال ساز SiO_2 بر کارکرد فوتوولتایی سلول ها	<u>مائده نظری</u> ، مازیار مرنندی، محبوبه ستوده ثیان
P.123	بهینه سازی ضخامت لایه جاذب CIGS در سلولهای خورشیدی بادر نظر گرفتن تزریق در لایه با فرو نقص ها	<u>مریم هاشمی</u> ، محمد باقر قریشی
P.124	بهبود بازدهی سلول های خورشیدی حساس شده با نقاط کوانتومی با استفاده از دو نوع نقاط کوانتومی CdS و Ag_2S	<u>حسین وحید دستجردی</u> ، حمیدرضا فلاح و مرتضی حاجی محمودزاده
P.125	مطالعه اثر برم در تشکیل ساختار پروسکایت ترکیب هالوژنی با روش دو مرحله ای	<u>زهرایگانگی</u> ، فرزاد مرده کتانی اصل، بهرام عبداللهی نژند اصل، محمد کاظم مروج فرشی

چکیده مقالات

Stability investigation on perovskite solar cells: from materials to the device

Prof. Qingbo Meng

Beijing Key Laboratory for New Energy Materials & Devices, Key Laboratory for Renewable Energy (CAS), Beijing National Laboratory for Condensed Matter Physics, Institute of Physics, Chinese Academy of Sciences (CAS), Beijing 100190, China

Email: qbmeng@iphy.ac.cn

Recently, perovskite-based solar cells (PSCs) has attracted worldwide interest due to their dramatic increase in the power conversion efficiency (PCE) in short five years. Currently, over 22% certified PCE has already been achieved, however, stability issue is still a big problem for its future development. Aiming at this issue, some representative works have been carried out in our lab, and 21% PCE has been achieved [1-14]. An electrically modulated transient photocurrent technology has been developed and used to investigate the slow charge and electric field response inside the PSC. The intrinsic hysteresis behavior has been investigated and was revealed by the ion migration in the perovskite absorber drifted by multiple electric fields derived from heterojunction depletion charge, external modulation and the ion charge itself [11,12]. Furthermore, Polystyrene (PS) is introduced to stabilize the perovskite component, grains and microstructures by forming PS-capped perovskite grains. It is found that the PS coverage has significant advantages in suppressing the component loss and phase separation, obstructing moisture corrosion and promoting crystal self-healing of perovskite films[14]. In this contribution, stability investigation on materials and the devices of PSCs will be presented.

Acknowledgements: We would like to thank the NSFC for financial support.

References:

- [1] http://www.nrel.gov/ncpv/images/efficiency_chart.jpg
- [2] J. Shi, Q. B. Meng, Q. Chen, *Chin. Phys. Lett.*, 2013, 30, 128402.
- [3] J. Shi, J. Dong, Q. B. Meng, et al., *Appl. Phys. Lett.* 2014, 104, 063901.
- [4] S. Lv, X. Li, Q. Meng et al, *Chem. Commun.* 2014, 50, 6931.
- [5] J.-J. Shi, Q.-B. Meng et al, *Small*, 2015, 11, 2472.
- [6] J.-J. Shi, Q.-B. Meng et al, *ChemPhyschem* 2015, 16, 842.
- [7] L. Zhu, J. Shi, Q. Meng *Nano Energy* 2015, 15, 540
- [8] Y. Xu, L. Zhu, Q. Meng, et al, *ChemPhyschem* 2016, 17, 112.
- [9] J. Xiao, X. Li, Q. Meng, Y. Li et al, *Adv. Energy Mater.*, 2015, 5, 1401943.
- [10] H. Wei, D. Li, Q.-B. Meng et al, *Carbon*, 2015, 93,861.
- [11] J. Shi, D. Li, Q. Meng et al, *Rev. Sci. Instrum.* 2016, 87, 123107.
- [12] J.-J. Shi, Q.-B. Meng et al, *Small*, 2016, 12, 5288.
- [13] X. Xu, L. Gu, Q. Meng et al, *Nano Res.* 2017, 10, 483.
- [14] H. Zhang, Q. Meng et al, *Nano Energy* 2017, in press.

تعیین رابطه جرم موثر هالاید پروسکایت ها با ساختار کریستالی و ترکیب شیمیایی

نگار اشعری آستانی^{1,2}، سیمونه ملونی²، امیر حسام صلواتی³، جولیا پالرمو²، مایکل گرتزل⁴، اورسولا روتلیزبرگر²

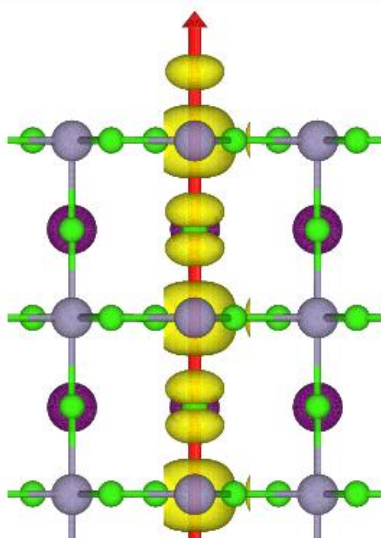
¹ دانشگاه صنعتی شریف، دانشکده فیزیک

² دانشگاه EPFL، دانشکده شیمی، آزمایشگاه LCBC

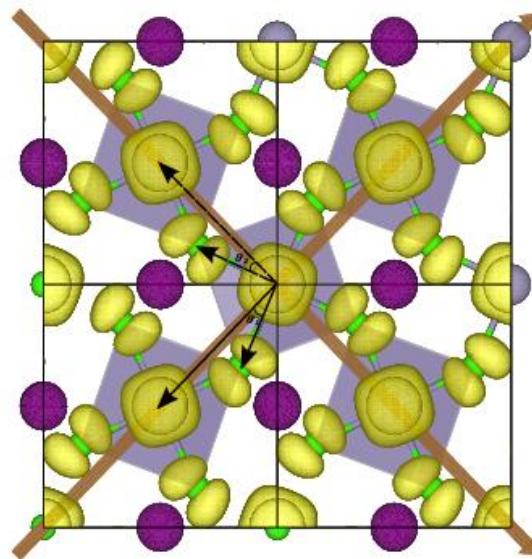
³ دانشگاه EPFL، دانشکده کامپیوتر، آزمایشگاه LCAV

⁴ دانشگاه EPFL، دانشکده شیمی، آزمایشگاه LPI

جرم های موثر برای طیفی از پروسکایت ها با ترکیب های شیمیایی و ساختارهای کریستالی متفاوت محاسبه شده است. همچنین تاثیر برخی نا به جایی ها و آلایش (دوپینگ) ها مورد بررسی قرار گرفته است. نشان داده میشود که جرم های موثر به شدت وابسته به انرژی باند والانس و باند هادی میباشد. با استفاده از نظریه $k.p$ برای باند پایین هادی و مدل تنگ بست برای باند بالای والانس، این روند در قالب همپوشانی اوربیتال های هالوژن و فلز قابل توجیه است. اغلب ترکیباتی که در این کار بررسی شدند حامل های باری خوبی هستند چرا که جرم موثری بین صفر و یک دارند. بسته به تقارن کریستالی پروسکایت، جرم های موثر ناهمسانگرد هستند و بیشترین ناهمسانگردی در راستای چهار کنجی مشاهده میشود (تقریباً ۴۰٪). در کل به جز در مواردی خاص برای نابه جایی های ذاتی و غیر ذاتی جرم های موثر پایین میمانند. این در حالی است که آلایندگی های مثل روی، باند هادی را صاف می کند و نقص های عمیق انرژی ایجاد می کند. جاهای خالی، به خصوص جای خالی سرب، باند انرژی والانس را کم عمق تر می کند. از نقطه نظر بازدهی سلول خورشیدی، تغییراتی که موجب افزایش همپوشانی اوربیتال ها میشود (برای مثال ساختار های مکعبی تر با هالوژن های بزرگ تر) گاف انرژی و جرم موثر را کاهش می دهند.



شکل ۲: محور اصلی طولی انتقال حفره



محورهای اصلی عرضی انتقال حفره: شکل ۱

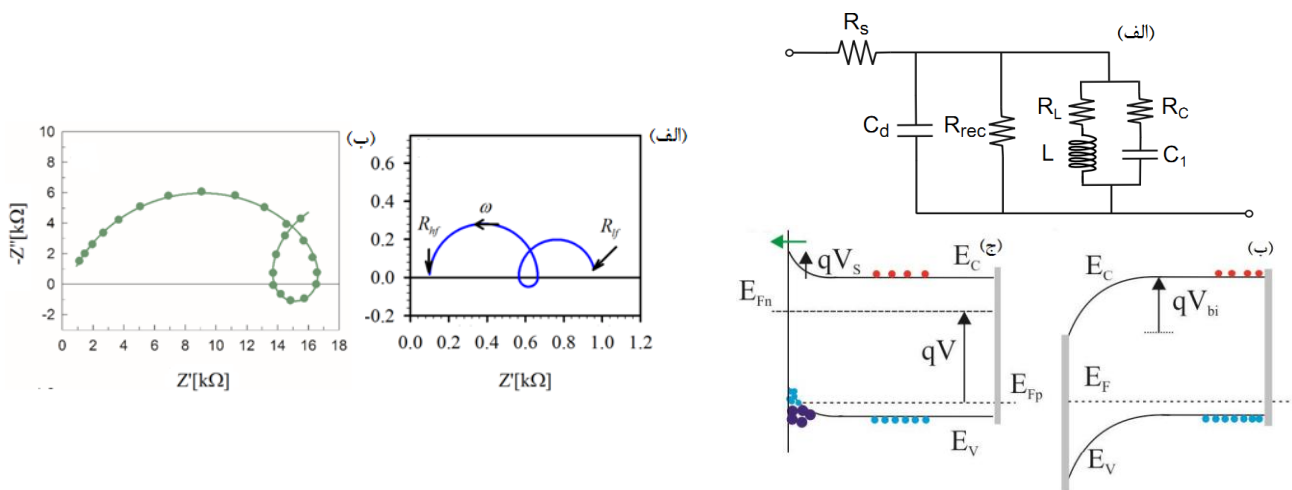
بررسی و تحلیل حلقه القایی در پاسخ امپدانس سلول‌های خورشیدی پروسکایت با استفاده از مدل قطبش سطحی

الناز قهرمانی راد^۱، سعید علیایی^۱، خوان بیسکرت^۲

^۱ دانشگاه تربیت دبیر شهید رجایی، دانشکده مهندسی برق، تهران، ایران

^۲ دانشگاه Jaume I، مؤسسه مواد پیشرفته INAM، کاستیو، اسپانیا

تحلیل سلول‌های خورشیدی پروسکایت توسط امپدانس اسپکتروسکوپی رفتارهای متفاوتی را نشان می‌دهد که نیاز است هرکدام به تفصیل مورد بررسی قرار گیرند. دو ویژگی مهم که تاکنون گزارش شده‌اند: اول آرک‌های طیف امپدانس هستند که در ترکیب با یکدیگر تغییر می‌کنند و دوم ویژگی‌های حلقه‌های القایی و خازن منفی که به‌عنوان خاصیت ذاتی ساختار رایج سلول‌های خورشیدی پروسکایت ظاهر می‌شوند. در این مقاله از مدل پلاریزاسیون سطحی که فرض بر انباشتگی بار یونی و الکتریکی بزرگ در فصل مشترک با اتصال خارجی دارد، استفاده شده است. با استفاده از معادلاتی که برای مدل ارائه شده‌اند، پاسخ امپدانس محاسبه شده و به بیان ویژگی‌های آن پرداخته شد. المان القایی در مدار معادل، نتیجه تأخیر ولتاژ سطحی در پاسخ به اعمال ولتاژ خارجی بوده و به زمان آسودگی جنبش وابسته است. با استفاده از این مدل، دو نتیجه مهم به‌دست آمد: اول اینکه به‌دلیل تأخیر جنبشی که نتیجه به‌وجود آمدن بار یونی در فصل مشترک است، ساختار طیفی شامل حداقل دو آرک امپدانس است که هماهنگ با یکدیگر تغییر می‌کنند و دومین نتیجه ظاهر شدن حلقه‌های القایی مثبت یا منفی است که اطلاعات مهمی را از رفتار در فصل مشترک سلول خورشیدی پروسکایت در اختیار می‌گذراند و با نتایج تجربی تطابق داشتند. با توجه به نتایج به‌دست آمده، مدل پیشنهادی قادر به توصیف ویژگی‌های سلول خورشیدی پروسکایت و درکی روشن از مکانیزم عملکرد افزار دارد. هرچند که ویژگی‌های بسیاری در پاسخ تجربی مشاهده می‌شوند که توسط مدل پیشنهادی قابل توصیف نیستند و نیاز به مطالعات بیشتر برای مشخص نمودن رفتار پیچیده سلول خورشیدی پروسکایت را نشان می‌دهند.



شکل ۲: طیف‌های امپدانس به‌ازای مقادیر مختلف ثابت آسودگی جنبش و پارامترهای مدار معادل (الف) شبیه‌سازی و (ب) تجربی.

شکل ۱: (الف) مدار معادل به‌دست آمده با اعمال اختلال کوچک AC. دیاگرام انرژی سلول خورشیدی پروسکایت که در آن اتصال الکترون در سمت چپ و اتصال حفره در سمت راست قرار گرفته است: (ب) شرایط تعادل در تاریکی. (ج) مدار باز تحت نوردهی.

سولفید قلع: ماده انتقال‌دهنده الکترون جدید برای سلول‌های خورشیدی پروسکایت

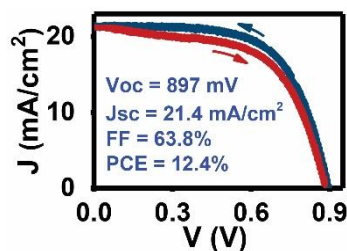
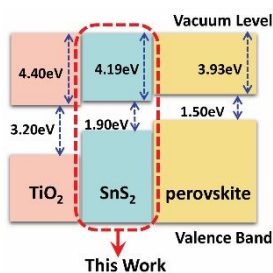
مریم حقیقی^۱، نیما تقوی‌نیا^{۱،۲}، سید محمد مهدوی^{۱،۲}، محمد ابراهیم در^۳ و شیخ محمد ذکیرالدین^۳

^۱ دانشگاه صنعتی شریف، پژوهشکده علوم و فناوری نانو

^۲ دانشگاه صنعتی شریف، دانشکده فیزیک

^۳ Laboratory of Photonics and Interfaces, Institute of Chemical Sciences and Engineering, École Polytechnique Fédérale de Lausanne, Lausanne CH-1015, Switzerland

سلول‌های خورشیدی پروسکایت (PSCs) نخستین بار توسط کوچیما در سال ۲۰۰۹ بعنوان یک ماده فوتوولتاییک معرفی شده که پس از گذشت کمتر از یک دهه، بازدهی آن از ۳/۸٪ به ۲۲/۱٪ رسیده است. ساختار معمول این سلول بصورت FTO/ETL/perovskite/HTL/Au است. لایه انتقال‌دهنده الکترون (ETL) با استخراج الکترون از انتقال آنها به الکتروود، نقش مهمی در بازدهی PSCها ایفا می‌کند. ماده ETL بایستی دارای موبیلیتی الکترون نسبتاً بالا برای جمع‌آوری و انتقال الکترون و همترازی نواری مناسب با پروسکایت باشد. تاکنون مواد مختلف اکسیدی TiO_2 ، SnO_2 ، ZnO ، In_2O_3 ، WO_x و غیراکسیدی PCBM ، CdS ، CdSe ، ZnS ، In_2S_3 بعنوان ETL استفاده شده که TiO_2 و PCBM ، مرسومترین مواد هستند. مواد اکسیدی دارای اثرات منفی وجود جاهای خالی اکسیژن می‌باشند که موجب ناپایداری و هیستریزیس در PSCها می‌شوند. ترکیب PCBM بدلیل استفاده از مولکول پرهزینه فولرن و سایر ترکیبات نیز بدلیل استفاده از فلزات سنگین سمی و کمیاب صرفه اقتصادی ندارند. در این پژوهش، ماده جدید SnS_2 بعنوان ETL بکاررفته است. ترکیب SnS_2 بعنوان یکی از مهمترین مواد کالکون فلزی با ساختار لایه‌ای CdI_2 کریستالی است که متشکل از لایه‌های سه‌گانه صفحه‌ای S-Sn-S با پیوند قوی یونی-کووالانسی است که بطور ضعیف توسط نیروهای واندروالسی بیکدیگر کوپل شده‌اند. این امر منجر به شکلگیری ساختار 2D این ترکیب شده بطوریکه اخیراً مطالعات زیادی بر خواص 2D این ماده انجام گرفته است. این ماده، غیرسمی، ارزان قیمت و بطور شیمیایی در محلول‌های آبی اسیدی یا خنثی پایدار است. SnS_2 دارای گاف نواری غیرمستقیم حدوداً ۲eV، هدایت الکتریکی نوع-n و موبیلیتی الکترون $1\text{-}5\text{cm}^2\text{V}^{-1}\text{s}^{-1}$ می‌باشد. در این پژوهش، مورفولوژی‌های مختلف نانوذرات SnS_2 (نانوصفحه تا گل-شکل و مرجانی-شکل) بروش سالووترمال و بدون استفاده از هیچ قالب یا سورفکتانتی ساخته و در حلال جدید قطبی DMF بصورت پایدار بمدت تقریباً یکماه دیسپرس شده است. لایه‌نشانی SnS_2 با روش‌های مختلف مبتنی بر محلول پوشش‌دهی چرخشی، اسپری و مبتنی بر خلا PLD انجام شده است. در این بین، بهترین بازدهی سلول‌های PSC با SnS_2 ‌های تهیه شده بروش اسپری برابر با ۱۲/۴٪ بدست آمد که میزان هیستریزیس آن بطور قابل توجهی کم می‌باشد (شکل ۱). همچنین، خصوصیات نوری، الکتریکی و مورفولوژی این لایه بطور مفصل با روش‌های مختلف DTS، DRS، PL، SCLC، موت-شاتکی (MS) و FESEM بررسی شده که براساس نتایج آنالیزهای DTS و MS موقعیت تراز انرژی ماده SnS_2 نسبت به پروسکایت و TiO_2 از جایگاه خوبی برخوردار است (شکل ۲).



شکل ۱: منحنی J-V سلول PSC با لایه SnS_2 لایه‌نشانی شده به روش

اسپری بعنوان ETL در جهت رفت و برگشت.

شکل ۲: مقایسه موقعیت تراز انرژی SnS_2 با پروسکایت و TiO_2 .

بهینه سازی لایه جاذب چاپ شده بوسیله ی اسپری جهت استفاده در سلول

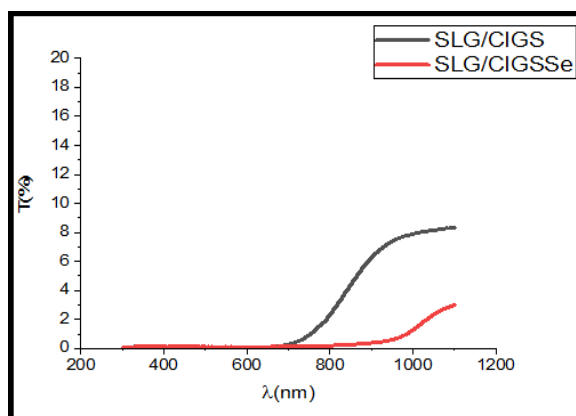
خورشیدی CIGS دورویه

فریدسلمانی^۱، خشایارعارفی^۱، مهدی دهقانی^۱ و نیما تقوی نیا^۱

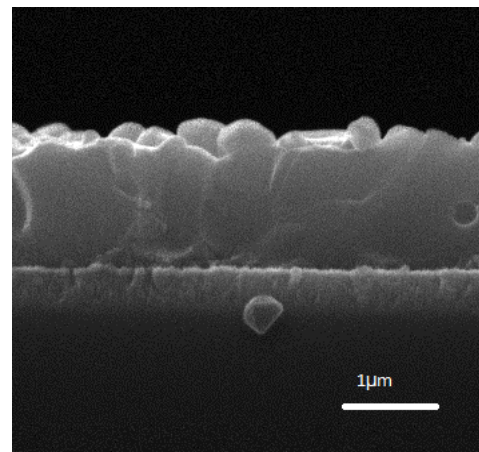
^۱ دانشگاه صنعتی شریف، دانشکده فیزیک

یکی از روش های لایه نشانی لایه ی جاذب $(\text{CuIn}_x\text{Ga}_{1-x}(\text{S}_y\text{Se}_{1-y})_2)$ در روش بدون خلا، ساخت لایه ی جاذب بوسیله ی اسپری است. از مشکلات ناشی از این روش کم بودن ضخامت لایه است که باعث باز ترکیب حامل ها بدلیل نزدیک بودن ناحیه ی تهی با اتصال پشتی است. در این مقاله با استفاده از تغییر پیش ماده ها و همچنین افزایش غلظت پیش ماده ها، ضخامت لایه جاذب افزایش پیدا کرده است. استفاده از آب DI به عنوان حلال که نسبت به حلال های آلی به مراتب آلودگی کمتری دارد و از لحاظ زیست محیطی کاملاً بدون آلودگی است و خطری ندارد. همچنین در فرایند ساخت سلول، لایه ی کربنی بین تماس پشتی و لایه ی جاذب تشکیل نخواهد شد. تا کنون تمام گزارش هایی که با روش افشانه ی گرماکافت منتشر شده است حاکی از لایه ی بسیار نازکی از CIGS است. در هنگام افشانه کردن به نظر می رسد که ضخامت از ۵۰۰ نانومتر بیشتر نخواهد شد.

در این گزارش فرایند افشانه ی گرماکافت در دماهای مختلف و فاصله پالس های متفاوتی انجام شد که بهترین آن دمای ۳۴۰ درجه و فاصله ی زمانی ۲۰ ثانیه بود. در این حالت بیشترین درصد جذب لایه ی جاذب و بهترین نسبت استوکیومتری برای سولفور و سلنیوم را داشت. همچنین از لحاظ ریخت شناسی دانه های بزرگی تشکیل شده و سطح لایه بدون حفره است. این لایه ها در فرایند سلنیوم دار کردن یک لایه ی پکیده و بسیار عالی از $\text{CIG}(\text{S},\text{Se})_2$ را تشکیل می دهد. با استفاده از این بهینه سازی ها ضخامت لایه ی جاذب به ۱ میکرومتر رسیده است. آنالیزهای UV-Vis، EDST و XRD تشکیل یک لایه ی کم نقص را گواهی می دهد. در نهایت این لایه ها در ساختار دورویه FTO/MoO₃/CIGS/CdS/ZnO/AZO مورد استفاده قرار گرفته شد و بازده ۵/۷ درصدی از این ساختار بدست آمد.



شکل ۲: نمودار آنالیز UV-Vis از لایه ی جاذب اسپری شده بر روی شیشه



شکل ۱: تصویر میکروسکوپ الکترونی از لایه ی $\text{CIG}(\text{S},\text{Se})_2$

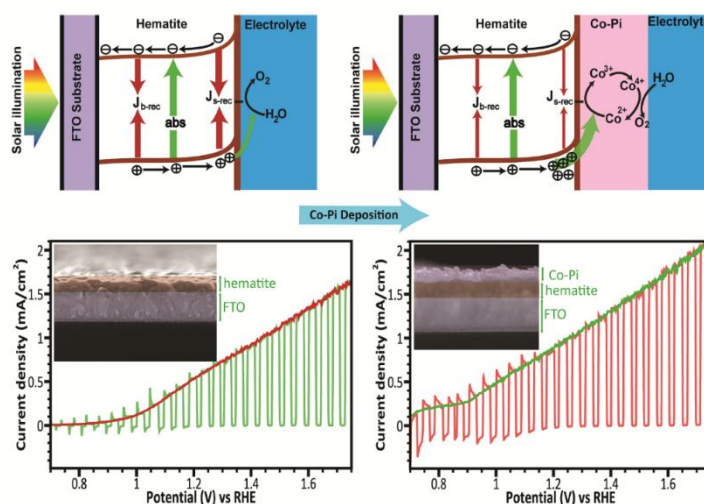
بهینه‌سازی انتقال بار در فوتوآند فیلم نازک هماتیت اصلاح شده با کبالت - فسفات تولید شده با روش مقیاس‌پذیر تبخیر با پرتو الکترونی (EBE) برای کاربردهای تجزیه فوتوالکتروشیمیایی آب

بهروز افتخاری نیا^۱، احمد مشاعی^{۱،۲}، نادر صبح خیز وایقان^۲، علی دبیریان^۱

^۱ پژوهشگاه دانشهای بنیادین (IPM)

^۲ دانشگاه تربیت مدرس، دانشکده فیزیک

از میان اکسیدهای فلزی، هماتیت به دلیل فراوانی‌اش در زمین، پایداری در محلول‌های شیمیایی و شکاف باند مناسب جایگزینی مناسب برای کاربردهای تجزیه فوتوالکتروشیمیایی آب است. با این وجود، تولید انبوه فیلم‌های هماتیت با عملکرد فوتوالکتروشیمیایی مطلوب از چالش‌های موجود است. در این گزارش، روشی مقیاس‌پذیر برای تولید فیلم هماتیت اصلاح شده با کبالت-فسفات (Co-Pi) به عنوان فوتوآندهای با بازده بالا معرفی می‌شود. در این کار از روش تبخیر با پرتو الکترونی برای آماده کردن فوتوآندهای فیلم هماتیت استفاده شده است. پس از بهینه کردن شرایط لایه‌نشانی مثل ضخامت فیلم و دمای پخت فیلم خالی هماتیت، لایه‌نشانی Co-Pi بر روی نمونه بهینه شده با استفاده از روش آبرکاری نوری انجام می‌شود. نشان خواهیم داد که لایه‌نشانی ساختار کریستاله مزومخلخل از Co-Pi بر روی فیلم نازک هماتیت منجر به کاهش چشمگیر پتانسیل مورد نیاز آغازین برای جریان فوتونی تا حدود 185 mV می‌شود. همچنین میزان جریان فوتونی $1.5 \text{ (mA/cm}^2\text{)}$ در ولتاژ خارجی 1.5 V vs RHE به دست می‌آید که این مقدار جریان فوتونی تاکنون به عنوان بیشترین جریان فوتونی به دست آمده برای فوتوآندهای هماتیت رشد داده شده با روش‌های مختلف لایه‌نشانی بخار فیزیکی ثبت می‌شود.



شکل ۱: شماتیک نشان‌دهنده دینامیک انتقال بار در فوتوآند هماتیت و فوتوآند هماتیت اصلاح شده با کبالت-فسفات (بالا)، نتایج اندازه‌گیری چگالی جریان فوتونی بر حسب ولتاژ خارجی برای دو نمونه (پایین). تصاویر میکروسکوپ الکترونی در شکل نشان داده شده است.

1. Eftekharinia, B.; Moshaii, A.; Dabirian, A.; Vayghan, N. S., Optimization of charge transport in a Co-Pi modified hematite thin film produced by scalable electron beam evaporation for photoelectrochemical water oxidation. *Journal of Materials Chemistry A* 2017, 5 (7), 3412-3424.

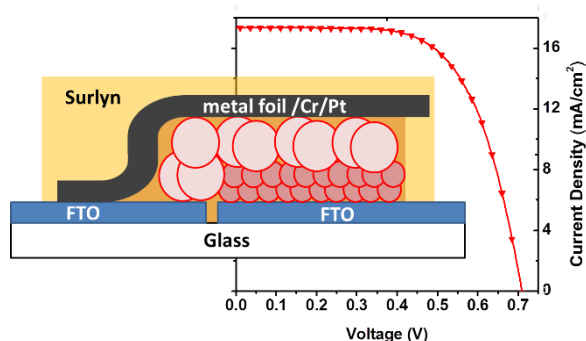
سلول‌های خورشیدی رنگدانه‌ای مونولیت بر پایه ی فلز

فاطمه بهروزنژاد^۱، نیما تقوی نیا^۲، ناهید غضیانی^۳

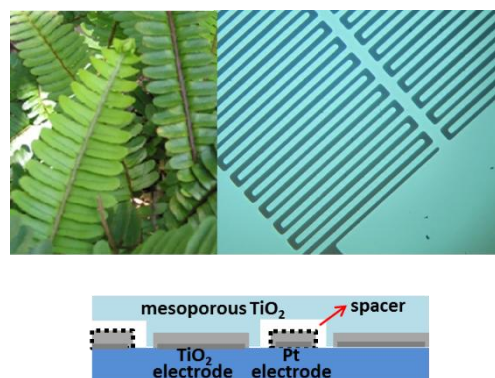
^۱ دانشگاه صنعتی شریف، دانشکده فیزیک، ^۲ دانشگاه صنعتی شریف، پژوهشکده علوم و فناوری نانو

^۳ دانشگاه خوارزمی، دانشکده فیزیک

سلول‌های خورشیدی رنگدانه‌ای مونولیت به صورت متداول با کامپوزیت کربن و گاهی پلاتین که روی لایه ی سرامیکی عایق لایه نشانی می شود ساخته می شوند. در این پژوهش کامپوزیت کربنی شکننده با فویل فلزی جایگزین می شود تا مقاومت سری سلول کاهش یابد و مقدار ماده ی کاتالیستی کم تری مورد استفاده قرار گیرد. این ساختار فلزی مقاومت مکانیکی بیشتری نسبت به ساختار کربنی دارد و پیچیدگی ساخت را کم تر می کند. ابتدا استفاده از کروم به عنوان زیرلایه ی فوتوآند و کاتد در سلول‌های خورشیدی رنگدانه‌ای بررسی شد، از این بهینه سازی ها برای ساخت سلول مونولیت برپایه ی فلز با حذف کامل هر دو زیرلایه ی رسانای شفاف برای هر دو الکترود با استفاده از تکنیک فوتولیتوگرافی استفاده شد و در نهایت این اطلاعات برای ساخت سلول خورشیدی مونولیت برپایه ی فویل فلزی استفاده شد. برای ساخت کاتد، کروم به روش الکتروشیمیایی روی سطح فویل فلزی لایه نشانی می شد تا هم از واکنش شیمیایی فلزهای موجود در آلیاژ فویل با یون های یدید داخل الکترولیت جلوگیری کند و هم با کنترل چگالی جریان لایه نشانی، سطح با زبری بیشتر برای لایه نشانی پلاتین ایجاد شود که منجر به کاهش مقاومت انتقال بار در سطح بین کاتد و الکترولیت شود و پلاتین به روش الکتروشیمیایی روی آن لایه نشانی شد. به عنوان لایه ی متخلخل ایجاد کننده ی فاصله بین کاتد و فوتوآند از کامپوزیت های مختلفی از SiO_2 ، TiO_2 و Al_2O_3 استفاده شد، سلول ها با استفاده از آنالیزهای مختلف بررسی شدند و بهترین نتایج برای لایه ی ایجاد شده از ذرات ۳۰۰ نانومتری TiO_2 (rutile)@ SiO_2 به دلیل ضریب شکست بالای نانوذرات تیتانیای روتایل و عایق شدن آن با پوسته ی سیلیکا به دست آمد. بهترین بازدهی به دست آمده برای این سلول ها ۹٫۵٪ (۸٫۰٪ با ماسک) است.



شکل ۲: سلول مونولیت رنگدانه‌ای بر پایه ی فویل فلز



شکل ۱: سلول مونولیت رنگدانه‌ای برپایه ی فلز روی شیشه

سنتز و مشخصه‌یابی اپتیکی نانو ذرات، لوله‌ها و نانوکامپوزیت پلی‌آنیلین و استفاده از آن‌ها در سلول‌های خورشیدی رنگدانه‌ای

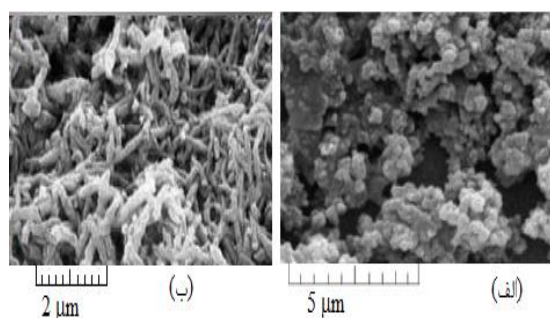
صالحه حکیمی فر^۱، سمانه مظفری^۲، آزاده سادات نعیمی^۱

^۱ دانشگاه آزاد اسلامی واحد علی آباد، گروه فوتونیک

^۲ دانشگاه دریانوردی و علوم دریایی چابهار، دانشکده علوم

الکترو د شمارنده یکی از اجزاء مهم تشکیل دهنده سلول خورشیدی رنگدانه‌ای (DSSC) است، که نقش احیاء زوج اکسایش-کاهش را بر عهده دارد. تاکنون بیشترین مقدار بازدهی برای (DSSCs) با استفاده از الکترو د شمارنده پلاتین (Pt) به دست آمده است. اگرچه Pt از قدرت کاتالیزری بالا و رسانندگی الکتریکی خوبی برخوردار است، اما گرانی قیمت و کمیابی، کاربرد آن را در DSSCs محدود گردانیده است. از سوی دیگر لایه نشانی آن بر روی شیشه رسانای FTO به دمای بالاتر از ۴۰۰ °C نیاز دارد، که برای استفاده در ساخت DSSCs انعطاف پذیر مناسب نمی‌باشد. بنابراین با توجه به معایب فوق، جایگزینی مواد ارزان قیمتی نظیر پلیمرهای رسانا و انواع ترکیبات کربن ضروری است. از بین پلیمرهای رسانا، پلی‌آنیلین به سبب تهیه آسان، پایداری محیطی مناسب، قابلیت‌های کاربردی بالا و ارزان قیمت بودن مورد توجه قرار گرفته است. در این پژوهش، ابتدا نانو ذرات و لوله‌های پلی‌آنیلین تهیه و سپس خواص اپتیکی آن‌ها نظیر گاف نواری اپتیکی و رسانایی نوری توسط داده‌های طیف سنجی مرئی و فرابنفش محاسبه شدند. مشخصه جریان-ولتاژ سلول‌های خورشیدی رنگدانه‌ای ساخته شده بر پایه پلاتین، نانو ذرات و لوله‌های پلی‌آنیلین اندازه گیری و پارامترهای جریان-ولتاژ آن‌ها با یکدیگر مقایسه شدند. نتایج به دست آمده نشان داد، بازدهی به دست آمده از مورفولوژی‌های مختلف پلی‌آنیلین در مقایسه با پلاتین پایین است. جهت رفع این مشکل، نانوکامپوزیتی متشکل از ۸۵ wt% نانوذرات پلی‌آنیلین، ۱۵ wt% گرافن و ۵ wt% پلاتین، تهیه شد. بر اساس نتایج حاصل از آنالیز الکتروشیمیایی و فوتوولتائی، نانو ساختار متخلخل کامپوزیت، رسانندگی الکتریکی بیشتر، فعالیت کاتالیزوری بهتر و در نتیجه بازدهی فوتوولتائیک بالاتری را در مقایسه با DSSC ساخته شده با الکترو د شمارنده پلاتین نشان داد.

Counter electrode	V_{oc} (volt)	J_{sc} (mA cm ⁻²)	ff (%)	η (%)
Nanocomposite (PANI/G/Pt)	0.78	23.08	44	7.89
Pt	0.78	22.97	42	7.55
PANI nanoparticles	0.72	14.78	34	3.64
PANI nanotubes	0.70	10.99	34	2.66



شکل ۲: پارامترهای به دست آمده از نمودار جریان-ولتاژ

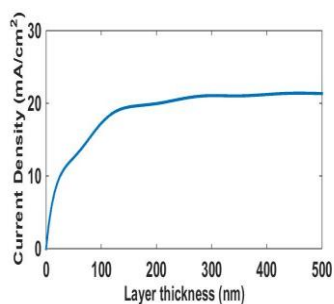
شکل ۱: تصاویر SEM (الف) نانو ذرات پلی‌آنیلین (ب) نانو لوله‌های پلی‌آنیلین

تحلیل و بررسی اپتیکی عملکرد سلول خورشیدی پروسکایتی

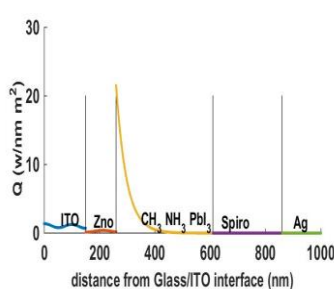
آرزو محمدبیگی، سید محمدباقر قریشی

دانشگاه کاشان، دانشکده فیزیک

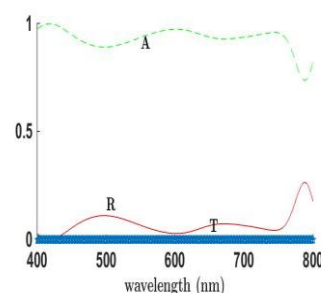
برای محاسبه جذب نوری و چگالی جریان مدار کوتاه سلول خورشیدی از مدل سازی اپتیکی استفاده می شود. این مدل اولین بار توسط پترسون و همکارانش بر روی سلول خورشیدی آلی مورد استفاده قرار گرفت. در این مقاله به مدل سازی اپتیکی سلول خورشیدی پروسکایتی با استفاده از فرمول بندی ماتریس انتقال براساس ضرایب شکست مختلط تابع طول موج پرداخته شده است. به این ترتیب که عملکرد سلول خورشیدی پروسکایتی $\text{Glass/ITO/ZnO/CH}_3\text{NH}_3\text{PbI}_3/\text{Spiro-OmeTAD/Ag}$ برای نور فرودی عمودی با کمک ماتریس های پراکندگی 2×2 مورد بررسی قرار گرفت. پارامترهایی از جمله ثابت های اپتیکی لایه ها، ضخامت آن ها و طول موج نور فرودی در تحلیل جذب اپتیکی لایه ها موثر هستند. ابتدا در طول موج های مختلف جذب و بازتاب کل سلول محاسبه شدند و سپس در طول موجی که بیشترین جذب صورت گرفت، توزیع میدان الکتریکی و انرژی جذب شده در ساختار برحسب فاصله از فصل مشترک بین زیر لایه و ITO شبیه سازی شد. در نهایت با شبیه سازی اپتیکی، نمودار چگالی جریان مدار کوتاه ساختار در ضخامت های مختلف لایه جاذب رسم شد و با تحلیل آن، ضخامت بهینه لایه فعال سلول خورشیدی به دست آمد که با انتخاب این ضخامت می توان بیشترین بازدهی و کارایی را برای سلول داشت. شبیه سازی ها توسط نرم افزار متلب کدنویسی شدند که در آن ضرایب شکست وابسته به طول موج تمامی لایه ها و ضخامت های مربوطه به عنوان ورودی های برنامه در نظر گرفته می شوند. در شکل ۱ با رسم جذب و بازتاب ساختار که توسط نرم افزار متلب صورت گرفت، مشاهده می شود که بیشترین جذب را در طول موج 418 nm داریم. در این طول موج نمودار انرژی جذب شده نیز رسم شد که براساس آن بیشترین جذب در لایه فعال صورت می گیرد (شکل ۲). در شکل ۳ نمودار چگالی جریان رسم شده و براساس آن ضخامتی که دارای بیشترین جریان است به عنوان ضخامت بهینه لایه فعال مشخص می شود.



شکل ۳: چگالی جریان مدار کوتاه



شکل ۲: توزیع انرژی جذب شده



شکل ۱: جذب و بازتاب محاسبه شده

What are the limitations in disordered organic solar cells; insights from photophysics and optoelectronics

Safa Shoaee

Optoelectronics of Organic Semiconductors, Institut für Physik und Astronomie, Universität Potsdam, 14476
Potsdam-Golm

Abstract – Despite the myriad of organic donor:acceptor materials, only few systems have emerged in the life of organic solar cells to exhibit considerable reduced bimolecular recombination,^{1,2} with respect to the random encounter rate given by the Langevin equation. Monte Carlo simulations have revealed that the rate constant of the formation of electron-hole bound states depends on the random encounter of opposite charges and is nearly given by the Langevin equation for the domain sizes relevant to efficient bulk heterojunction systems. Herein we explain the reduced bimolecular recombination by solving kinetic rate equations for a BHJ system with realistic rates. We demonstrate that both singlet³ and triplet⁴ CT states can act as loss channels and suppression of both of the parallel loss channels can be achieved through increasing the dissociation rate of the charge transfer states; a crucial requirement to achieve a high charge carrier extraction efficiency.

- 1) Armin et al, *Adv. Mater. Energy* 2017 in press
- 2) Armin et al. *Adv. Energy Mater.* **2016**, 6, 1600939
- 3) Burke et al. *Adv. Energy Mater.* **2015**, 5, 1500123
- 4) Rao, *Nature* **2013**, 500, 435-439

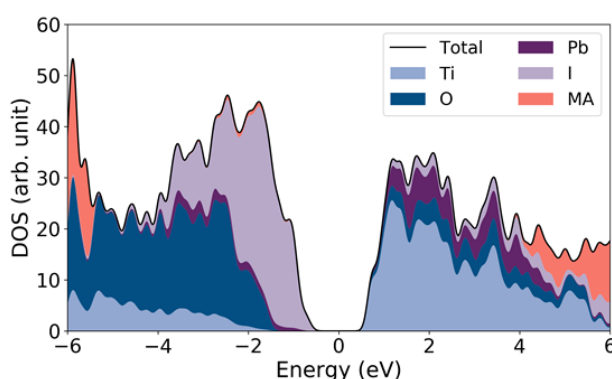
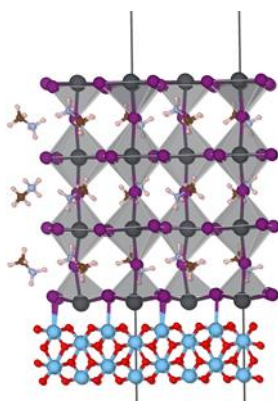
مطالعه نظری ساختار تعادلی و الکترونی فصل مشترک هالید پروسکایت / تیتانیا

کژال شلماشی^۱، یاور تقی پورآذر^{۱،۲}

^۱ گروه فیزیک، واحد کرمانشاه، دانشگاه آزاد اسلامی، کرمانشاه، ایران.

^۲ پژوهشگاه علوم و فنون هسته ای، سازمان انرژی اتمی ایران

با توجه به نقش اساسی فصل مشترک هالید پروسکایت و تیتانیا در جداسازی حامل ها و ترابرد بار مطالعه دقیق مکانیسم‌های موجود در این فصل مشترک ها نقش کلیدی در طراحی و ارتقای بازدهی سلول‌های مبتنی بر پروسکایت دارد. با توجه به این مساله در این پژوهش ساختار تعادلی و الکترونی فصل مشترک هالید پروسکایت و تیتانیا در فاز روتایل با استفاده از روشهای ابتدا به ساکن مورد مطالعه قرار گرفته است. نتایج حاصل نشان می‌دهد تیغه پروسکایت در راستای (۰۰۱) تطابق مناسبی به لحاظ ساختار بلوری با زیرلایه تیتانیا در فاز روتایل دارد و پیوندهای نسبتاً قوی بین اتم های اتمهای ید با تیتانیوم می‌تواند پایداری مناسبی را برای سطح لایه نشانی شده تضمین نماید. همچنین بررسی دقیق چگالی حالت‌های تصویر شده بر اوربیتال های اتمی اتمهای پروسکایت و تیتانیا مؤید جهت گیری مناسب نوار رسانش پروسکایت نسبت به نوار رسانش تیتانیا در راستای تزریق الکترون برانگیخته شده از پروسکایت به سطح می‌باشد.



شکل ۲: ساختار هندسی فصل مشترک پروسکایت و تیتانیا

شکل ۱: چگالی حالت مربوط به فصل مشترک تیتانیا و پروسکایت و تصویر آن بر اتمهای Pb, I, O, Ti و MA

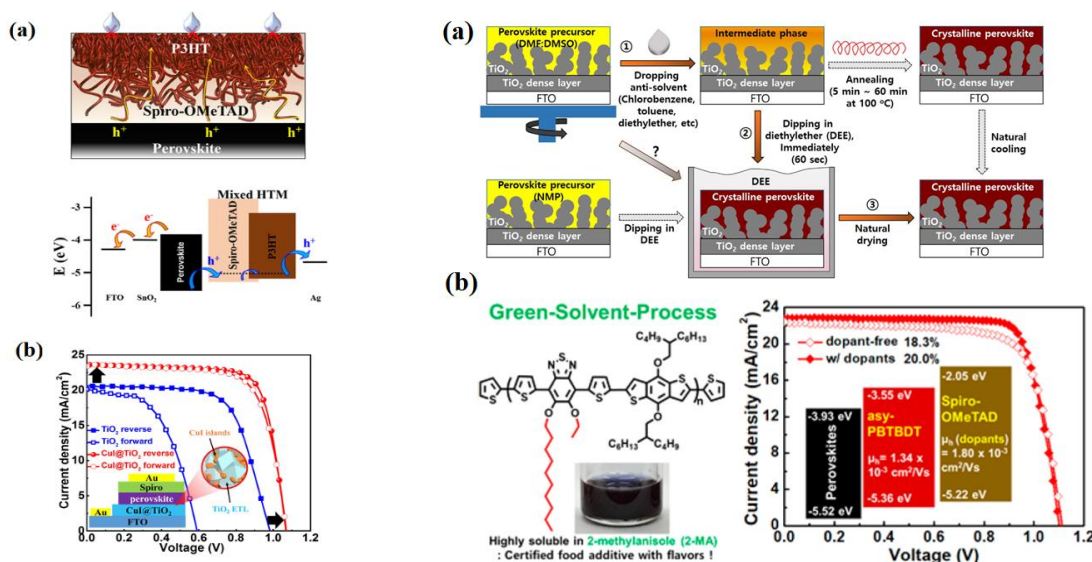
بهبود عملکرد سلول‌های خورشیدی پروسکایتی با بهینه کردن فرآیندهای کریستالیزاسیون، پایداری و هیستریزیس

مهدی ملکشاهی بیرانوند^{۱،۲} و تی‌هو پارک^۲

^۱ دانشگاه صنعتی شریف، دانشکده فیزیک

^۲ دانشگاه فنی مهندسی پوهانگ (POSTECH) کره جنوبی

در سال‌های اخیر سلول‌های خورشیدی پروسکایتی به خاطر بازدهی بسیار بالا (۲۲ درصد) و هزینه‌های ساخت نسبتاً پایین خیلی مورد توجه قرار گرفته اند. به طور کلی یک سلول خورشیدی پروسکایتی از یک لایه پروسکایتی (لایه جاذب نور)، یک لایه انتقال دهنده حفره و یک لایه انتقال دهنده الکترون تشکیل شده است. به طور خاص تهیه‌ی یک لایه پروسکایتی با کیفیت و کریستالینیتی بالا آن هم با یک روش آسان و کم هزینه، که باعث ساخت یک سلول خورشیدی با بازدهی بالا شود، بسیار مورد توجه قرار گرفته است (شکل ۱a). از سوی دیگر، لایه انتقال دهنده حفره مربوط به یک سلول خورشیدی پروسکایتی به طور معمول در تماس مستقیم با فضای بیرونی و رطوبت محیط می‌باشد. بنابراین پایداری سلول‌های خورشیدی پروسکایتی را میتوان با آبریزتر کردن این لایه به شدت افزایش داد (شکل ۱b و ۲a). یکی دیگر از مشکلات اساسی سلول‌های خورشیدی پروسکایتی بخصوص در مورد سلول‌های پلانر (Planar)، وجود هیستریزیس قابل توجه این سلول‌ها در زمان اندازه گیری منحنی J-V سلول است. بنابراین پیدا کردن راهی آسان و کم هزینه برای بهبود استخراج الکترون و کاهش میزان تله‌های سطحی با استفاده از تریتمنت لایه انتقال دهنده الکترون در سلول می‌تواند به طور همزمان باعث افزایش بازدهی و کاهش چشمگیر هیستریزیس در سلول شود (شکل ۲b).



شکل ۲: a- بهبود پایداری، b- بهبود بازدهی و کاهش هیستریزیس در سلول‌های خورشیدی پروسکایتی

شکل ۱: a- کریستالیزاسیون، b- طراحی انتقال دهنده حفره جدید سلول‌های خورشیدی پروسکایتی

کاربرد لایه انتقال‌دهنده الکترون دی‌اکسیدقلع در ساخت سلول‌های خورشیدی پروسکایتی مسطح با بازده ۲۰/۸٪

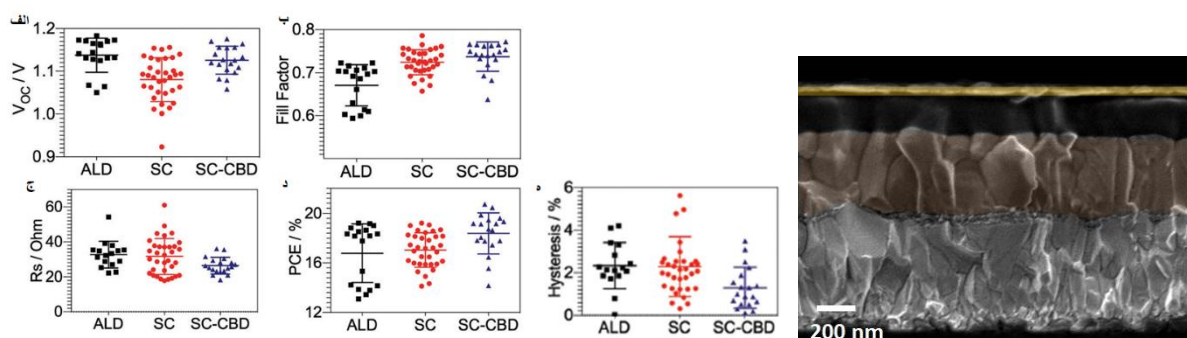
الهام حلوانی انارکی^{۱،۲}، احمد کرمانپور^۱، اندرس هگفلت^۲ و خوان پابلو کریابائنا^۳

^۱ ایران، دانشگاه صنعتی اصفهان، دانشکده مهندسی مواد

^۲ سوئیس، انستیتو پلی تکنیک فدرال لوزان، بخش شیمی و مهندسی شیمی

^۳ آمریکا، انستیتو تکنولوژی ماساچوست، دانشکده مهندسی مکانیک

در این پژوهش فیلم‌های نازک از جنس دی‌اکسیدقلع با فرایندهای مبتنی بر محلول در دمایی کمتر از 180°C شامل لایه‌نشانی چرخشی (SC)، رسوب از حمام شیمیایی (CBD) و نیز ترکیبی از روش‌های فوق (SC-CBD) ساخته شده و کارایی آن‌ها برای نخستین بار به عنوان لایه انتقال‌دهنده الکترون در سلول‌های خورشیدی پروسکایتی مسطح با ساختار کلی متشکل از FTO/لایه دی‌اکسیدقلع/پروسکایت سه کاتیونی/اسپایرواومتاد/طلا (شکل ۱) مورد ارزیابی قرار گرفت. نتایج نشان داد که ساختار بهینه سلول مربوط به روش ترکیبی SC-CBD با بازده تبدیل توان حدود ۲۰/۸٪ می‌باشد. این بازده بالا عمدتاً از فاکتور پرشدگی بزرگ‌تر حاصل از این روش در مقایسه با مقدار معادل آن در سلول‌های استاندارد مبتنی بر روش لایه‌نشانی اتمی (ALD) ناشی می‌شود. معرفی این ساختار ترکیبی در مقایسه با دیگر روش‌های ساخت لایه انتقال‌دهنده الکترون، ترکیب ایده‌آلی از تمامی متغیرهای فتوولتاییک و به طور همزمان پسماند جریان-ولتاژ بهبودیافته را ارائه می‌دهد (شکل ۲). همچنین سلول‌های خورشیدی ساخته شده با این روش پایداری بلندمدت قابل توجهی تحت تابش پیوسته نور از خود نشان می‌دهند به گونه‌ای که طی ۶۰ ساعت آزمون پایداری، بیش از ۸۲٪ از بازده اولیه‌شان را همچنان حفظ می‌کنند. به طرز شگفت‌انگیزی سلول‌ها پس از پیرسازی تحت تابش و تنها پس از ۸ ساعت ذخیره در محل تاریک تحت جریان هوای خشک بازده ۲۰/۷٪ نشان دادند که بالاتر از مقدار بازده تبدیل توان آن پیش از پیرسازی (۲۰/۴٪) بود. با توجه به بازدهی و پایداری بالای این سلول‌های خورشیدی، می‌توان امید داشت که روش ارائه شده در کار حاضر برای ساخت لایه‌های انتقال‌دهنده الکترون، به عنوان فرایندی ساده، سریع، کم‌هزینه و قابل توسعه به مقیاس صنعتی، بتواند گامی در مسیر تجاری‌سازی سلول‌های خورشیدی پروسکایتی محسوب گردد.



شکل ۲: مطالعه آماری متغیرهای فتوولتاییک: (الف) ولتاژ مدار باز، (ب) فاکتور پرشدگی، (ج) مقاومت سری، (د) بازده تبدیل توان و (ه) پسماند جریان-ولتاژ برای سلول‌های پروسکایتی مسطح با لایه‌های انتقال‌دهنده الکترون حاصل از روش‌های مختلف.

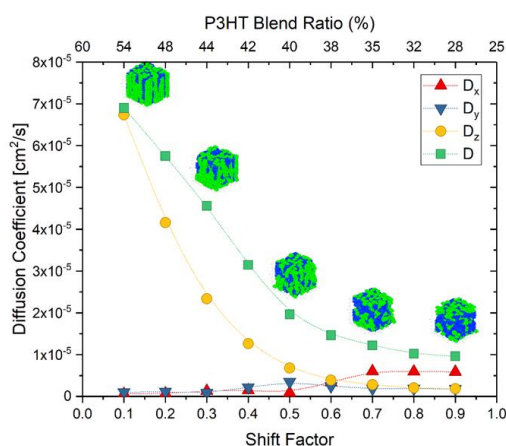
شکل ۱: تصویر SEM از برش عرضی سلول به ترتیب از پایین به بالا شامل لایه‌های FTO، انتقال‌دهنده الکترون، پروسکایت، انتقال‌دهنده حفره و الکتروود طلا.

شبیه سازی ترابرد بار در سلول های خورشیدی پلیمری و بررسی تاثیر پارامترهای مورفولوژیکی و مخلوط شدگی فازهای گیرنده و دهنده در کارایی سلول

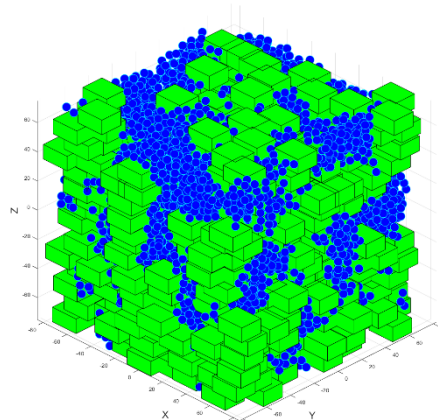
یاسر عبدی^۱ و مهیار طاهرپور^۱

^۱ دانشگاه تهران، دانشکده فیزیک

کار پژوهشی انجام شده در راستای بررسی ترابرد حامل های بار در سلول های خورشیدی پلیمری با ساختار نامتجانس کپه ای و محاسبه کمیت های قابل دستیابی برای تعیین فیزیک حاکم در فرآیندهای سلول و در نهایت بهینه سازی عملکرد سلول های خورشیدی پلیمری می باشد. جهت تحقق اهداف این پژوهش نیاز به بررسی مدل ترابرد هاپینگ و باز ترکیب موثر در سلول های خورشیدی و تاثیرات مورفولوژی پلیمرهای دهنده و گیرنده در پارامترهای کلیدی سلول های خورشیدی پلیمری می باشد، لذا بنا به روش های نظری و با استفاده از شبیه سازی عددی قدم زنی تصادفی مونت کارلو این خواص مورد بررسی قرار گرفته است. همینطور مورفولوژی و جداسازی فاز در عملکرد سلول های خورشیدی مبتنی بر پلیمر نقش مهمی ایفا می کنند. در این پژوهش از مدل ترابرد هاپینگ برای توصیف اثرات پارامترهای مورفولوژیکی بر ضریب انتشار و کارایی سلول های خورشیدی پلیمری استفاده شده است. ترابرد بار در یک محیط پلیمری نیمه آراسته با توزیع تصادفی وضعیت انرژی با استفاده از شبیه سازی تصادفی مونت کارلو مورد بررسی قرار می گیرد. در سلول های خورشیدی پلیمری، دو ماده مختلف انتقال دهنده الکترون (گیرنده) و مواد انتقال دهنده حفره (دهنده) وجود دارد. نسبت مخلوط شدگی این دو پلیمر در سلولهای نامتجانس کپه ای و چگونگی جداسازی فاز این دو نوع پلیمر در این پژوهش به عنوان پارامتر مورفولوژیکی موثر بر عملکرد سلول در نظر گرفته شده است. وابستگی پارامترهای انتقال بار با چنین پارامترهای مورفولوژیکی در این مطالعه برای اولین بار بدست آمده است. همینطور در این پژوهش یک مطالعه مونت کارلو پویا وابسته به بهره کوانتومی داخلی (IQE) مبنی بر تاثیر مورفولوژی در سلول های خورشیدی آلی با ساختار نامتجانس کپه ای صورت گرفته است. ما نشان دادیم که IQE به مقیاس جداسازی فازها در مورفولوژی و پخش فضایی تله ها که رژیم ترابرد (سطحی یا حجمی) را مشخص میکند وابسته می باشد. همینطور در انتها نشان داده ایم که IQE در یک مورفولوژی منظم (شطرنجی)، ۱٫۵ برابر بیشتر از IQE در یک مورفولوژی مخلوط ناآراسته متخلخل می باشد.



شکل ۲: رفتار ضریب پخش بر حسب پارامترهای مورفولوژیکی



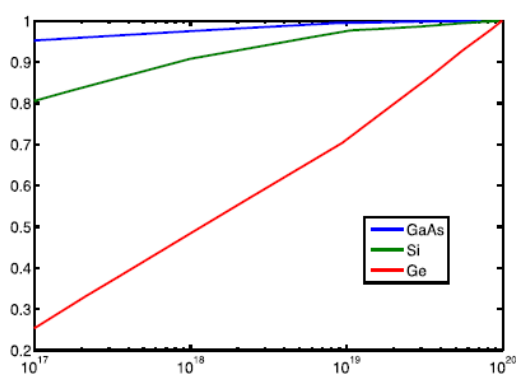
شکل ۱: نمونه ای از مورفولوژی تولید شده سلول های پلیمری

طراحی ساختاری بهینه جهت افزایش بازدهی سلول‌های خورشیدی چند پیوندی افقی

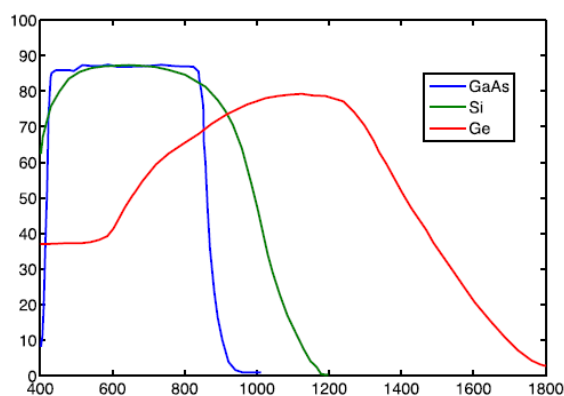
صحرا ابراهیم مقام^۱، دکتر معراج رجایی^۱

^۱ دانشگاه فنی و حرفه ای، دانشکده شریعتی

در این مقاله ساختار جدیدی جهت تقسیم طیف نور خورشید به سه ناحیه و متمرکز نمودن هر ناحیه به سطح پیوندی با گاف انرژی متناسب معرفی گردیده است. در این ساختار از منشورهایی با چیدمان خاص در کنار یکدیگر استفاده شده که همگی آنها نور را به سه ناحیه یکسان تقسیم و هر ناحیه را به نقطه مشترکی متمرکز می کنند. طراحی هندسی منشورها متناسب با سلول خورشیدی سه پیوندی افقی Ge/Si/GaAs انجام شده است به طوریکه طول موجهای کمتر از 780 nm به سلول خورشیدی GaAs و 780 nm تا 1100 nm به سلولهای Si و بالاتر از 1100 nm به سلول خورشیدی Ge متمرکز گردد. با توجه به نقش اساسی ماده سازنده منشور در طول موج قابل کاربرد آن، استفاده از پلی کربنات جهت بهینه سازی عملکرد منشورها پیشنهاد می گردد. با شبیه سازی در نرم افزار TracePro تغییرات هندسی جهت افزایش حداکثری ضریب متمرکزکنندگی اعمال شده است. در ضمن با افزایش تعداد منشورها نیز افزایش ضریب متمرکزکنندگی امکان پذیر می باشد. در ادامه بهینه سازی با شبیه سازی مجموعه ی سلولها و منشورها در این نرم افزار بازدهی کوانتومی سلولها در طول موج های مختلف بررسی می گردد و با توجه به نتایج شبیه سازی ها گستره طیفی هر ناحیه بهینه سازی گردیده است و طول موجهای 425 nm - 780 nm به سلول خورشیدی GaAs و 780 nm تا 1100 nm به سلولهای Si و 1100 nm - 1600 nm به سلول خورشیدی Ge متمرکز می گردد. با استفاده از نرم افزار شبیه ساز Sentraus TCAD بازدهی این سلول سه پیوندی Ge/Si/GaAs مورد بررسی قرار گرفته است. که با توجه به نتایج شبیه سازی بازده تبدیل سلول $28/71\%$ می باشد. در شکل ۱ شاخص کوانتومی سلولها آمده است و در شکل ۲ نیز پاسخ طیفی سلولها مقایسه گردیده است.



شکل ۲: پاسخ طیفی سلولها



شکل ۱: شاخص کوانتومی سلولها

مقایسه ساختار پروسکایت ساخته شده با روش‌های چرخشی و تبخیری در

سلول‌های پروسکایتی

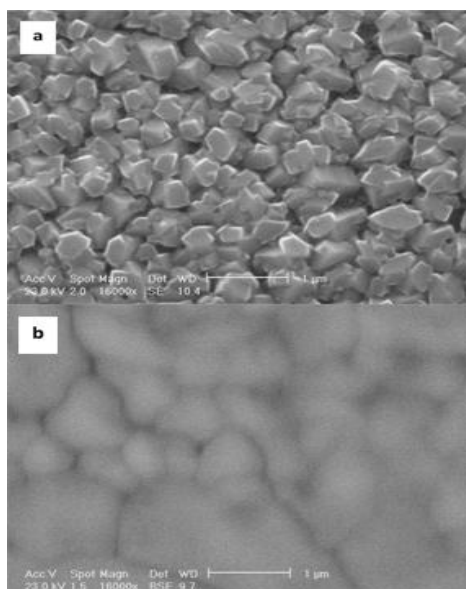
مرضیه ابراهیمی^۱، احمد کرمانپور^۱، شبنم فدایی^۱، فریبا تاج آبادی^۲، مهدی دهقانی^۳

^۱ دانشکده مهندسی مواد، دانشگاه صنعتی اصفهان

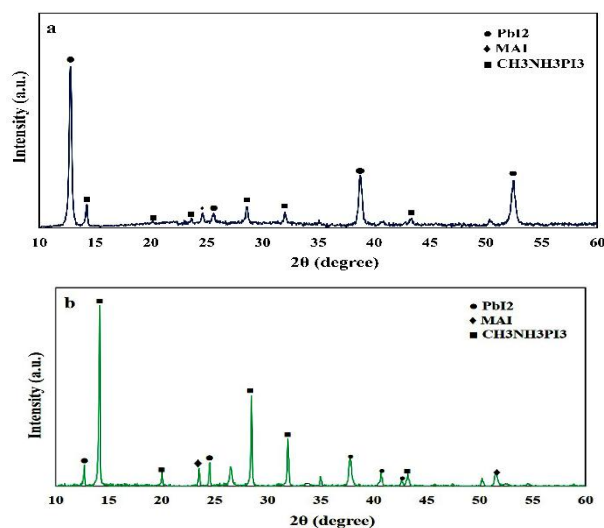
^۲ پژوهشکده فناوری نانو و مواد پیشرفته، پژوهشگاه مواد و انرژی

^۳ دانشکده فیزیک، دانشگاه صنعتی شریف

در طی سالیان اخیر سلول‌های خورشیدی بر پایه جاذب نور پروسکایتی به عنوان فناوری فتوولتایی نویدبخش، با کارایی بالا و قیمت مناسب مورد توجه ویژه قرار گرفته‌اند. مهم‌ترین جزء در این سلول‌ها، لایه پروسکایت با فرمول شیمیایی ABX_3 است که انتخاب مواد و نحوه لایه‌نشانی آن بر نتایج حاصل از سلول خورشیدی مؤثر است. عمده‌ترین ترکیب کاربردی، $CH_3NH_3PbI_3$ است که در فرآیند ساخت آن از دو پیش ماده دید سرب (PbI_2) و متیل آمونیوم (MAI) استفاده می‌شود. در این پژوهش ساختار حاصل از این لایه به صورت دو مرحله‌ای به روش‌های تبخیری و محلولی مورد بررسی قرار گرفته است. در هر دو روش پس از لایه‌نشانی اکسید تیتانیوم به عنوان لایه انتقال دهنده الکترون (ETL)، دید سرب به روش چرخشی بر زیر لایه قرار داده شد و سپس متیل آمونیوم به دو صورت تبخیری و محلولی جهت تشکیل پروسکایت اضافه گردید. مقایسه ساختارهای ایجاد شده طی دو روش، از طریق تصاویر میکروسکوپ الکترونی روبشی (SEM) و نتایج آنالیز پراش پرتو ایکس (XRD) انجام گردید. نتایج بدست آمده نشان داد که ساختار فازی پروسکایت تبخیری درجه کریستالی بالاتر و میزان دید سرب باقیمانده کمتری نسبت به پروسکایت محلولی دارد (شکل ۱). اندازه دانه ساختار در هر دو روش تقریباً معادل 400 nm می‌باشد، لیکن ساختار دانه پروسکایت تبخیری از تخلخل بین‌دانه‌ای کمتری برخوردار بوده و پیش بینی می‌شود به علت عیوب کمتر، از خواص فتوولتایی برتری نیز نسبت به پروسکایت محلولی برخوردار باشد.



شکل ۲: تصویر SEM پروسکایت (a) محلولی و (b) تبخیری.



شکل ۱: طیف XRD پروسکایت: (a) محلولی و (b) تبخیری.

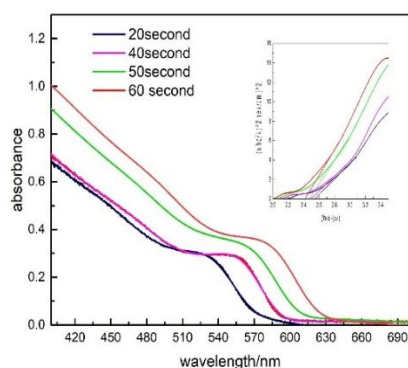
رشد نقاط کوانتومی CdSe به کمک تابش میکروموج به عنوان حساس کننده در

فوتوآند سلول خورشیدی

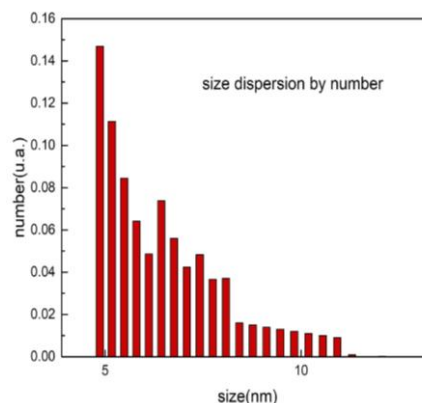
راحیل ابوالقاسمی، رضا رسولی

دانشگاه زنجان، دانشکده فیزیک

در این پژوهش روش جدیدی برای سنتز نقاط کوانتومی کادمیوم سولناید ((CdSe به کمک تابش میکروموج ارائه می‌شود. روشهای معمول مانند سنتز کلوییدی نقاط کوانتومی نیازمند حل کادمیوم در حلال آلی است و بدین منظور محلول بایستی تا دمای حدود ۲۶۰ درجه سانتیگراد حرارت داده شود. فراهم کردن چنین شرایطی برای حلال آلی زمان بر و خطرناک است. در روش ارائه شده بر پایه تابش میکروموج، فرآیند حل شدن کادمیوم بسیار سریع و ایمن اتفاق می‌افتد و نیاز به درجه حرارت بالا نیست. در این روش ان متیل دوپیرولیدین N-(Methyl 2pyrrolidon)) به نسبت بالا بودن نقطه اشتعال و مناسب بودن به عنوان حلال در سنتز انتخاب گردید. نسبت های مشخص کادمیوم اکسید و اولئیک اسید در آن حل شد و بعد از قرار گرفتن در حمام اولتراسونیک تحت تابش میکروموج قرار گرفت. سپس تزریق محلول استاندارد سلیوم انجام گردید و با قراردادن ظرف واکنش در معرض تابش در زمانهای مختلف، نقاط کوانتومی با اندازه‌های مختلف تولید شد. اندازه ذرات تولید شده با آنالیز DLS تعیین شد (شکل ۱). گاف نواری نانوذرات تولید شده با استفاده از طیف سنجی مرئی-فرابنفش بررسی گردید و ترسیم تاک نمونه‌ها نشان داد نقاط کوانتومی CdSe با کنترل پارامتر زمان در محدوده ی کوانتومی سنتز می‌شوند (شکل ۲). نقاط کوانتومی سنتز شده به عنوان حساس کننده در سلول خورشیدی بر پایه دی اکسید تیتانیوم با کاتد پلاتینی مورد استفاده قرار گرفت. نتایج نشان داد نقاط کوانتومی تولید شده نانوذرات دی اکسید تیتانیوم را حساس می‌کند و فاکتور پرشدگی سلول ۳۸/۵٪ به دست می‌آید. شکل ۳ نمودار جریان ولتاژ سلول ساخته شده را نشان می‌دهد.

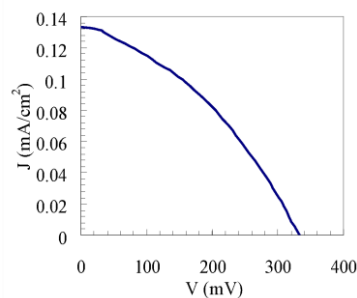


شکل ۲: طیف سنجی مرئی-فرابنفش و ترسیم تاک به منظور بررسی گاف نواری نقاط کوانتومی سنتز شده



شکل ۱: آنالیز DLS سایز نقاط کوانتومی سنتز شده

شکل ۳: منحنی جریان-ولتاژ نمونه‌های حساس شده با نقاط کوانتومی



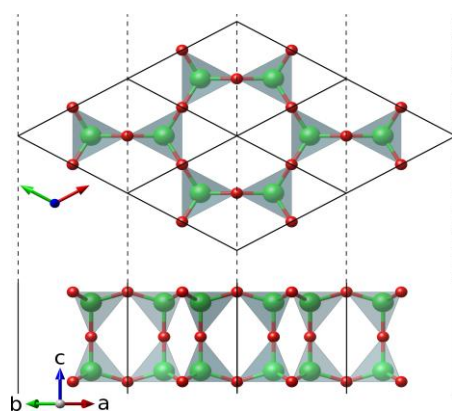
نانوورقه هگزاگونی TiO_2 جهت کاربرد در تجزیه فوتوکاتالیستی آب

حسین اثنا عشری ابوری^۱، سید علی رضا قاسمی^۲

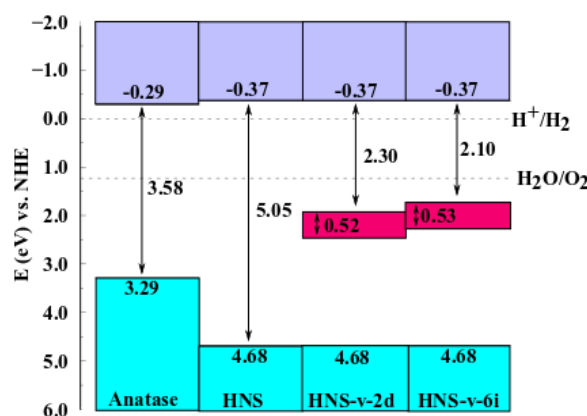
^۱ دانشگاه زابل، دانشکده علوم، گروه فیزیک

^۲ دانشگاه تحصیلات تکمیلی علوم پایه زنجان، دانشکده فیزیک

یکی از عواملی که منجر به افزایش بازدهی تجزیه فوتوکاتالیستی آب به کمک نور خورشید در حضور نیمه‌رسانا می‌شود افزایش سطح تماس مولکولهای آب با ساختار نیمه‌رسانا است. از این رو ساختارهای لایه‌ای برای این کار بسیار مناسب هستند. یکی از ترکیبات نیمه‌رسانای مناسب جهت تجزیه فوتوکاتالیستی آب TiO_2 است. تاکنون فقط یک نوع ساختار لایه‌ای از این ترکیب گزارش و به طور تجربی سنتز شده است. این ساختار نانولایه *Lepidocrocite*، به اختصار *LNS*، نام دارد و موضوع پژوهش‌های بسیار زیادی است. برای پیش‌بینی ساختارهای پایدار لایه‌ای جدید با ساختار اتمی متفاوت از *LNS* از الگوریتم "بهینه‌سازی سراسری پرش از کمینه"، *MH*، "به همراه پتانسیل "تکنیک متعادل‌سازی بار به وسیله شبکه عصبی مصنوعی"، *CENT*، استفاده شد. جستجوی سطح انرژی پتانسیل با روش ذکر شده به پیدا شدن یک ساختار لایه‌ای هگزاگونی منجر شد که ما آن را نانولایه هگزاگونی، *HNS*، نام‌گذاری کردیم. این ساختار سپس به کمک بسته محاسباتی *FHI-aims* و با استفاده از تابعی *PBE* ریلکس و گاف نواری آن با استفاده از تابعی *HSE06* محاسبه گردید. ساختار اتمی *HNS* که در شکل ۱ نمایش داده شده است هگزاگونی با تقارن بسیار بالا و شبیه گرافین است. چگالی این ساختار بسیار پایین است به طوری که اندازه هر هگزاگون در *HNS* حدود ۵ برابر اندازه هر هگزاگون در گرافین است. این ساختار دارای گاف نواری بزرگ ۵ eV است که خارج از بازه نور مرئی است. ولی از آنجا که ایجاد تهی‌جا در فرایند تهیه ساختارهای لایه‌ای مختلف محتمل است بنابراین با برداشتن یک اتم اکسیژن از یک ابرسلول ۱۰۸ اتمی *HNS* در آن تهی‌جای اکسیژن ایجاد و گاف نواری آن را با تابعی *HSE06* محاسبه کردیم. با توجه به اینکه اتم اکسیژن در ساختار *HNS* از لحاظ تقارنی دو نوع جایگاه دارد بنابراین دو نوع تهی‌جا با نام‌های *6i* و *2d* در آن ایجاد شد. شکل ۲ هم‌ترازی نواری آناتاز و *HNS* سالم و ناقص را نسبت به پتانسیل‌های اکسایش-کاهش آب به همراه گاف نواری این ساختارها نشان می‌دهد. با توجه به شکل برای تمام ساختارهای نشان‌داده شده بیشینه نوار ظرفیت، *VBM*، زیر پتانسیل اکسایش آب و کمینه نوار رسانش، *CBM*، بالای پتانسیل کاهش هیدروژن واقع شده است. این به همراه گاف نواری کاهش یافته *HNS*‌های دارای تهی‌جا این امکان را برای *HNS* فراهم می‌کند تا برای استفاده در تجزیه فوتوکاتالیستی آب مناسب باشد. این کار در *Mat. Chem.* ۲۰۱۷، ۲۹، ۸۵۹۴-۸۶۰۳ چاپ شده است.



شکل ۱: ساختار اتمی *HNS*

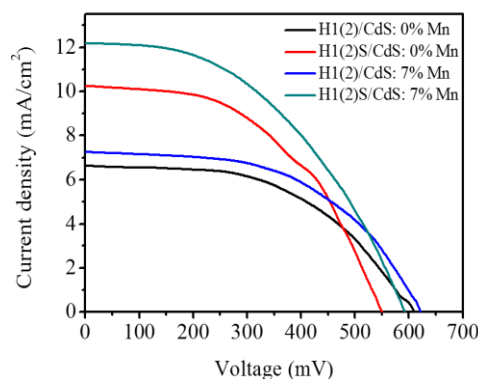


شکل ۲: هم‌ترازی انرژی ساختارهای TiO_2 و آب

افزایش بازدهی سلول‌های خورشیدی حساس شده با نقاط کوانتومی CdS آلائیده

شده با Mn^{2+} با استفاده از لایه پراکنده نورپریسا طالبی^۱، مازیار مرندی^۱، منیبا احمدی^۱^۱ دانشگاه اراک، دانشکده علوم پایه، گروه فیزیک

در این پژوهش برای تهیه‌ی فوتوآند از شیشه‌های رسانای پوشش داده شده با اکسید قلع ناخالص شده با فلئور (FTO) با مقاومت سطحی $15 \Omega/\text{cm}^2$ به عنوان زیرلایه استفاده می‌شود. خمیر متشکل از نانوذرات TiO_2 سنتز شده به روش سل ژل-هیدروترمال، به روش دکتر-بلید بر سطح زیر لایه‌های FTO، لایه نشانی و به صورت H1(2) نامگذاری می‌شود. این لایه‌ها شفاف بوده و پراکندگی نوری بسیار پایینی دارند. به منظور بهبود بازدهی سلول‌های خورشیدی حساس شده با نقاط کوانتومی CdS:Mn ، لایه‌ای از نانو کره‌های توخالی TiO_2 بر سطح لایه شفاف نانوذرات TiO_2 جایگذاری و به صورت H1(2)S نامگذاری می‌شوند. سپس به منظور حساس سازی فوتوآند، نقاط کوانتومی CdS آلائیده شده با یون فلزی Mn به روش جذب و واکنش پی در پی یونی (SILAR) با تعداد چرخه‌های ۶ روی نانوذرات لایه نشانی می‌شوند. در این فرآیند محلول $\text{Cd}(\text{CH}_3\text{COO})_2$ در متانول و محلول Na_2S در متانول و آب به نسبت ۱:۱ به عنوان پیش مواد Cd و S مورد استفاده قرار می‌گیرند. سپس یون Mn^{2+} که از محلول ۰/۰۷۵ مولار منگنز نیترات چهار آبه به دست می‌آید، به پیش ماده کادمیم اضافه می‌شود. همچنین از محلول پلی سولفید که به صورت محلولی از Na_2S ، KCL و S در آب و متانول به نسبت ۷:۳ تهیه می‌گردد، به عنوان الکترولیت استفاده می‌شود. الکترود شمارشگر نیز با لایه نشانی ماده CuS بر سطح زیرلایه شیشه/هادی شفاف FTO به روش SILAR و با استفاده از پیش مواد $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$ و Na_2S در محلول‌های اتانول و آب-اتانول به نسبت ۱:۱ تهیه می‌شود. نتایج نشان می‌دهند که سلول خورشیدی تهیه شده با ۶ چرخه لایه نشانی CdS و درصد ناخالصی Mn برابر ۷٪، دارای بازده ۳/۲۶٪ می‌باشد. این بازدهی نسبت به بازدهی سلول خورشیدی حساس شده با نقاط کوانتومی CdS بدون آلائیدهی افزایش بازدهی برابر ۵۸٪ را نشان می‌دهد.



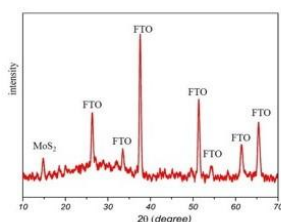
شکل ۱ (الف) منحنی‌های J-V و (ب) جدول پارامترهای فتوولتاییک سلول‌های خورشیدی حساس شده با نقاط کوانتومی CdS آلائیده شده با Mn^{2+}

ساخت نانورقه‌های عمودی MoS_2 بر روی زیر لایه FTO و بررسی کاربرد آن در سلول فوتوالکتروشیمیایی

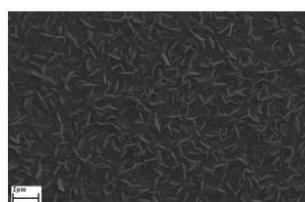
علی احمدی^۱، مرتضی زرگر شوشتری^۱، منصور فرید^۱

^۱ دانشگاه شهید چمران اهواز، دانشکده علوم، گروه فیزیک

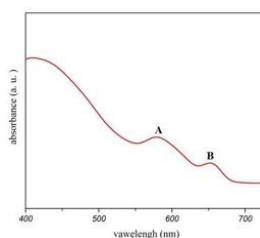
لایه MoS_2 یک مورد از دی‌کالکون‌های فلزات واسطه است که به دلیل داشتن ویژگی‌های خاص از جمله جذب در ناحیه مرئی و مساحت سطح ویژه زیاد؛ از نظر نیم‌رسانایی کاربردهای زیادی از جمله در سلول‌های فوتوالکتروشیمیایی دارد. یکی از روش‌های ساخت نانورقه‌های MoS_2 ، انباشت به‌روش بخار شیمیایی (CVD) است. در این مقاله به روش CVD نانورقه‌های عمودی MoS_2 روی زیر لایه FTO در دمای 500°C به مدت ۱۰ ساعت رشد داده شده‌اند که این دما در مقایسه با دماهای گزارش شده، کمتر است. آنالیزهای XRD و SEM و UV روی نمونه ساخته شده انجام شد و در پایان نمودار چگالی جریان بر حسب زمان تحت نور و خاموشی گرفته شد. آنالیز XRD روی نمونه انجام شد که الگوی آن در شکل ۱ آورده شده است. الگوی پراش پرتو X مربوط به MoS_2 روی FTO می‌باشد. همان‌طور که می‌بینیم قله ۰۰۲ نمونه که در زاویه 14.6° می‌باشد مربوط به صفحه (۰۰۲) ماده MoS_2 است و سایر قله‌ها مربوط به زیر لایه FTO هستند که نشان دهنده نازک بودن لایه MoS_2 است. تصویر SEM گرفته شده از MoS_2 در شکل ۲ آورده شده است. شکل تصویر از سطح لایه MoS_2 می‌باشد که پراکندگی نانو ورقه‌های MoS_2 روی زیر لایه را نشان می‌دهد. ابتدا نانو ذرات MoS_2 بر روی زیر لایه تشکیل شده و سپس نانورقه‌های عمودی بر روی آن‌ها رشد کرده‌اند. طیف جذب UV مربوط به نمونه نیز اندازه‌گیری شد که نتیجه آن در شکل ۳ آورده شده است. شکل ظاهری طیف در توافق خوبی با سایر گزارشاتی است که در مورد نانورقه‌های MoS_2 وجود دارد. همان‌طور که در شکل پیداست جذب در ناحیه 400nm تا 700nm یعنی ناحیه مرئی می‌باشد. به منظور اندازه‌گیری فعالیت الکتروشیمیایی نانورقه‌های MoS_2 یک سلول الکتروشیمیایی با سه الکترود ساخته شد که لایه ساخته شده از نانورقه‌های MoS_2 به عنوان فوتوآند در سلول فوتوالکتروشیمیایی استفاده شد. نمودار جریان بر حسب زمان برای نانورقه‌های MoS_2 رسم شد که در شکل ۴ آورده شده است. از روی نمودار می‌توان پاسخ نمونه به تابش نور را دریافت کرد. وقتی نور تابیده نمی‌شود و لامپ خاموش است جریانی ایجاد نمی‌شود با روشن شدن لامپ و تابش نور نانورقه‌ها نور را جذب کرده و تولید الکترون - حفره می‌کنند و یک جریان در مدار به وجود می‌آید که به آن جریان نوری (photocurrent) می‌گویند. می‌توان گفت که هرچه مقدار این جریان بیشتر باشد، الکترون - حفره بیشتری تولید شده و تولید جریان بیشتری می‌کند که به تولید هیدروژن بیشتر منتهی می‌شود.



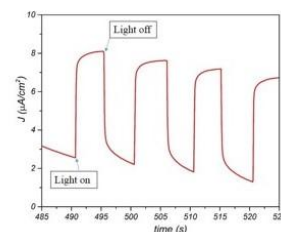
شکل ۱- الگوی XRD مربوط به نانورقه-های MoS_2 روی FTO.



شکل ۲- تصویر SEM مربوط به نانورقه‌های MoS_2 روی FTO.



شکل ۳- طیف UV-vis مربوط به نانورقه‌های MoS_2 روی FTO.



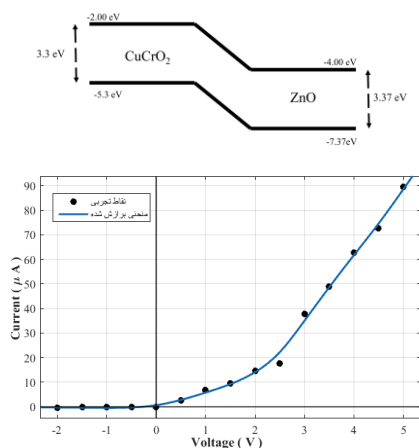
شکل ۴- نمودار چگالی جریان نوری بر حسب زمان مربوط به نانورقه‌های MoS_2 روی FTO.

ساخت پیوند p-n شفاف $\text{CuCrO}_2/\text{ZnO}$ به روش کندوپاش RF جهت استفاده در سلول خورشیدی لایه نازک شفاف

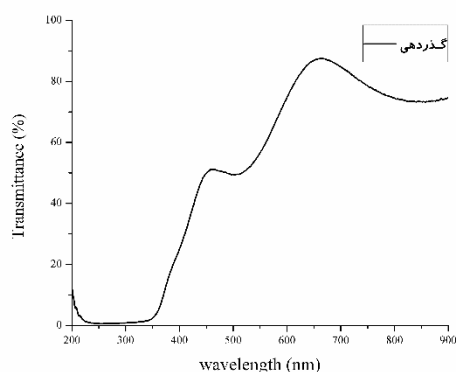
سید مرتضی احمدی ملاسرای، مرتضی عاصمی، مجید قناعت‌شعار

دانشگاه شهید بهشتی، پژوهشکده لیزر و پلاسما، آزمایشگاه نانومغناطیس و نیمرساناهای مغناطیسی
دانشگاه شهید بهشتی، هسته پژوهشی سلولهای خورشیدی

سلول‌های خورشیدی شفاف یکی از انواع سلول‌های خورشیدی هستند که در سال‌های اخیر توجهات بسیاری را معطوف خود کرده‌اند. این سلول‌ها، خاصیت فوتوولتائیک و شفافیت دیداری را به طور همزمان از خود به نمایش می‌گذارند و درهای جدیدی از کاربرد سلول‌های خورشیدی را به روی انسان می‌گشایند. گام اول در ساخت سلول خورشیدی لایه نازک شفاف، ساخت پیوند p-n شفاف است که در مراحل بعدی با بهبود و بهینه کردن پارامترهایی نظیر مقاومت و جذب، قابلیت عملکرد به صورت سلول خورشیدی را دارد. در این مقاله، یک پیوند ناهمگون شفاف متشکل از ماده دلافوسیت CuCrO_2 به عنوان اکسید شفاف نوع p و ZnO به عنوان اکسید شفاف نوع n با دو اتصال مسی و بر روی زیرلایه کوارتز ساخته شده و مشخصه یابی می‌شود. تمامی لایه‌های مورد استفاده در این پیوند به روش کندوپاش RF ساخته شده و هدف‌های سرامیکی مورد استفاده آن‌ها به روش واکنش حالت جامد تولید شده‌اند. شفافیت پیوند ساخته شده در ناحیه مرئی، بیش از ۷۰٪ است که طیف عبور UV-Vis آن در شکل ۱ نمایش داده شده است. به دلیل اینکه مواد مورد استفاده در این مطالعه بدون آلودگی هستند، رسانندگی زیادی ندارند که باعث ضعیف شدن خاصیت فوتوولتائیکی آن‌ها می‌شود. با استفاده از آلاینده‌هایی مانند منیزیم در CuCrO_2 و آلومینیوم در ZnO می‌توان رسانندگی این سلول و در پی آن خاصیت فوتوولتائیکی آن را افزایش داد. منحنی I-V پیوند p-n ساخته شده در شکل ۲ نمایش داده شده است که خاصیت یکسو سازی در آن به خوبی دیده می‌شود. همچنین، با توجه به نمودار ترازهای انرژی که در قسمت بالای شکل ۲ رسم شده است، دلیل این رفتار دیودی به خوبی مشخص است.



شکل ۲: ترازهای انرژی (بالا) و منحنی I-V (پایین) پیوند p-n شفاف



شکل ۱: طیف عبور پیوند p-n شفاف

اثر پلاسمای آرگون بر عملکرد سلول‌های خورشیدی رنگ حساس بر پایه ی اکسید

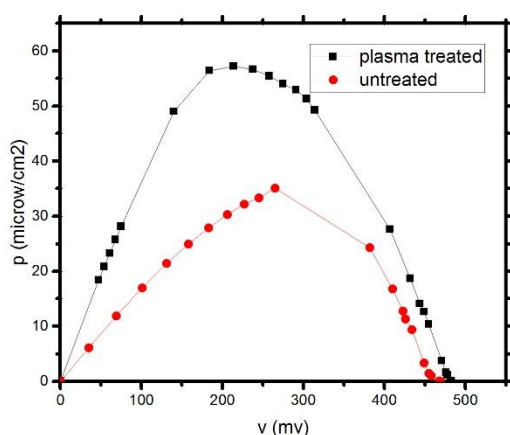
روی

سودا ارجمندی باسمنج^۱، سیروس خرم^۱ و ایرج احدزاده^۲

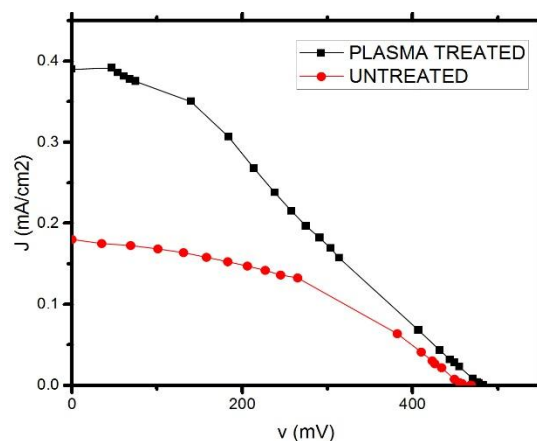
^۱ دانشگاه تبریز، پژوهشکده فیزیک کاربردی و ستاره شناسی

^۲ دانشگاه تبریز، دانشکده شیمی

سلول‌های خورشیدی رنگ حساس به خاطر قیمت کم و حداقل آلودگی برای محیط زیست توجه زیادی را به خود جلب کرده اند. ولی با همه ی این مزیت ها، ماکزیمم بازده بدست آمده برای این سلول ها در مقایسه با سلول‌های خورشیدی سیلیکونی کم تر است. بنابراین پژوهش های زیادی در راستای یافتن راهی برای افزایش بازده این سلول ها انجام می گیرد. سلول‌های خورشیدی رنگ حساس از چهار جز اصلی آند، کاتد، الکترولیت و رنگینه تشکیل شده است که هریک به نحوی بر میزان بهره ی سلول موثرند. در این سلول ها نور از سمت آند وارد شده و مولکول های رنگینه را تحریک می نمایدو الکترون برانگیخته از طریق مولکول رنگینه به لایه اکسید نیم رسانا تزریق می شود. الکترون تزریق شده از عرض لایه ی نیم رسانا عبور کرده و به لایه ی رسانای شفاف می رسد که از آنجا می تواند در مدار خارجی مورد استفاده قرار گیرد. در این پژوهش تاثیر پلاسمای آرگون بر عملکرد فوتو آند اکسید روی در سلول‌های خورشیدی بررسی شد. بدین منظور خمیر اکسید روی تهیه شد. فیلم های اکسید روی به روش doctor-blade لایه نشانی شد و سپس فیلم اکسید روی در پلاسمای آرگون قرار داده شد. فیلم قرار داده شده و قرار داده نشده در پلاسمای داخل رنگینه ی N719 غوطه ور شد. سپس سلول خورشیدی بسته شد و منحنی های (J-V) و (P-V) بدست آمد. مشاهده شد که اعمال پلاسمای بر فوتو آند اکسید روی بر مشخصه های سلول تاثیر داشته و بازده آن را نسبت به حالت بدون پلاسمای ۶۵٪ افزایش می دهد که در شکل دیده می شود. این افزایش بخاطر تبدیل سطح آمورف به ساختار نانو منظم اکسید روی اتفاق می افتد که باعث جذب بالای رنگینه و همچنین کاهش پخش الکترون در عرض نیمه رسانا می شود.



شکل ۲: منحنی (P-V)



شکل ۱: منحنی (J-V)

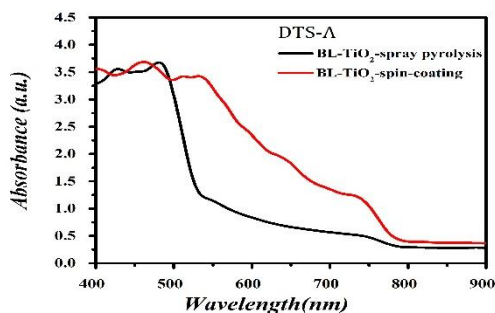
ساخت و بررسی خواص فوتوولتائی سلول خورشیدی پروسکایتی: لایه‌ی سدی ساخته شده به دو روش چرخشی و تجزیه حرارتی افشانه‌ای

فاطمه اسماعیل زاده کلنتری^۱، نفیسه شریفی^{۱،۲}

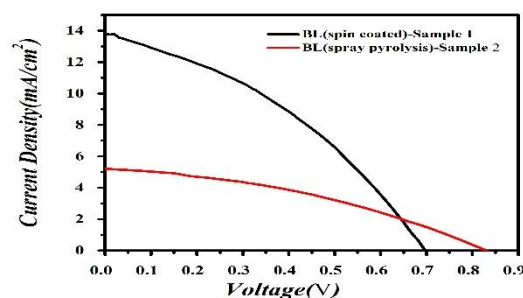
^۱ دانشگاه کاشان، پژوهشکده علوم و فناوری نانو

^۲ دانشگاه کاشان، دانشکده فیزیک

سلول خورشیدی پروسکایتی از پنج بخش، زیرلایه اکسیدی رسانای شفاف FTO، لایه‌ی انتقال دهنده‌ی الکترون، لایه‌ی جاذب، لایه‌ی انتقال دهنده‌ی حفره و کاتد فلزی تشکیل شده است. در این پژوهش ابتدا زیرلایه‌ها با استفاده از سونش شیمیایی (پودر روی و هیدروکلریک اسید) لایه‌برداری شدند سپس با استفاده از آب و صابون، محلول هیدروکلریک اسید ۰/۱ مولار در اتانول، استون و اتانول تحت آلتراسونیک شستشو داده و سپس به مدت ۳۰ دقیقه در دمای ۵۰۰°C حرارت داده شدند. در این پژوهش لایه‌ی سدی به دو روش چرخشی (سلول ۱) و پاشش تجزیه حرارتی (سلول ۲) بر روی زیرلایه‌ها لایه‌نشانی و سپس به مدت ۳۰ دقیقه در دمای ۵۰۰°C تحت حرارت قرار گرفتند. سپس لایه‌ی مزومخلخل TiO_2 حاوی نانو ذرات تیتانیوم دی‌اکساید و محلول سرب‌یدید در حلال DMF به روش چرخشی لایه‌نشانی شده و به ترتیب در دماهای ۵۰۰°C و ۷۰۰°C حرارت داده شدند. سپس زیرلایه‌ها در محلول متیل آمونیوم یدید در ایزوپروپانول به روش غوطه‌وری لایه‌نشانی شدند. پس از تشکیل پروسکایت، نمونه‌ها به مدت ۳۰ دقیقه در دمای ۷۰۰°C حرارت داده و در نهایت محلول اسپایروامتد بروی لایه‌ها به روش لایه‌نشانی چرخشی، لایه‌نشانی شد و پس از گذشت یک روز لایه‌نشانی طلا به روش تبخیری انجام گرفت. منحنی جریان-ولتاژ سلول‌های ساخته شده به دو روش را می‌توان در شکل ۱ مشاهده کرد. مشخصه‌های فوتوولتائی سلول ۱ به صورت $V_{OC}=0.70(V)$ ، $J_{SC}=13.82 (mA/cm^2)$ ، $PCE=3.7\%$ و $FF=54.3\%$ و سلول ۲، $V_{OC}=0.82(V)$ ، $J_{SC}=5.1 (mA/cm^2)$ و $PCE=1.61\%$ و $FF=38\%$ است. با توجه به شکل ۱، چگالی جریان مدار کوتاه (J_{SC}) در سلول ۱ نسبت به سلول ۲ بهتر است، زیرا پروسکایت تشکیل شده در روش چرخشی در محدوده‌ی طیف مرئی، میزان جذب بیشتری نسبت به روش پاشش تجزیه حرارتی دارد (شکل ۲). هم‌چنین می‌توان مشاهده کرد که میزان ولتاژ مدار باز (V_{OC}) در سلول ۲ نسبت به سلول ۱ بهتر است زیرا در این روش لایه‌ی سدی یکنواخت‌تر و با مورفولوژی بهتری نسبت به لایه‌نشانی چرخشی داریم.



شکل ۲: میزان جذب پروسکایت در محدوده‌ی طیف مرئی در دو روش لایه‌نشانی چرخشی و پاشش تجزیه حرارتی لایه‌ی سدی



شکل ۱: نمودار چگالی جریان-ولتاژ برای سلول خورشیدی پروسکایت: لایه‌نشانی لایه سدی به دو روش چرخشی و پاشش تجزیه حرارتی

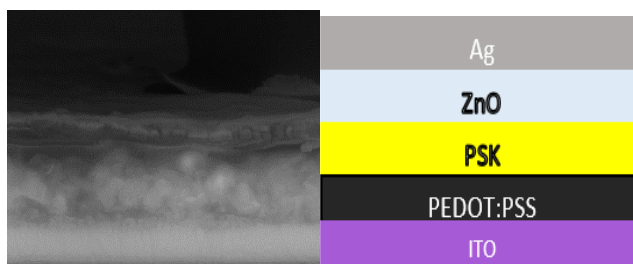
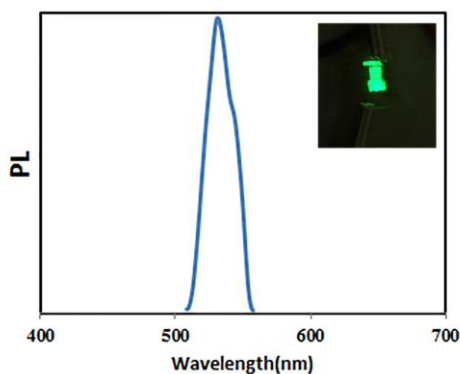
دیود نورگسیل سبز بر پایه پروسکایت هالیدی

طاهره اشجاری^۱، فرزانه عربپور^۲، وحید احمدی^{۲*}

^۱ دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم تحقیقات، دانشکده برق و کامپیوتر

^۲ دانشگاه تربیت مدرس، دانشکده برق و کامپیوتر

پس از معرفی و استفاده گسترده از پروسکایت هیبریدی آلی- غیرآلی در سلول‌های خورشیدی، بدلیل هزینه کم مواد اولیه، ضریب جذب بالا، بند گپ قابل تنظیم در سراسر ناحیه مرئی، طول نفوذ بلند حامل‌های بار و فرایند پذیری محلولی، استفاده از آنها در ساخت انواع افزاره‌های نوری از جمله دیودهای نورگسیل نیز مورد توجه قرار گرفته است. پروسکایت هیبریدی ساطع‌کنندگی عالی نور به همراه نرخ باز ترکیب غیر نوری بسیار پایین و خلوص نور بسیار بالا از خود نشان می‌دهد. بازده کوانتومی خارجی گزارش شده برای اولین دیودهای نور گسیل پروسکایتی ۰.۷۶٪ بوده است که در دیودهای مبتنی بر $\text{CH}_3\text{NH}_3\text{PbBr}_3$ و $\text{CH}_3\text{NH}_3\text{PbI}_3$ به ترتیب به ۹.۳٪ و ۱۰.۴٪ رسیده است. در این تحقیق، دیود نور گسیل پروسکایتی بر پایه $\text{CH}_3\text{NH}_3\text{PbBr}_3$ ساخته شده است. از نانوذرات ZnO و PEDOT:PSS به ترتیب به عنوان لایه‌های تزریق‌کننده الکترون و حفره استفاده شده است که تصویر SEM از سطح مقطع آن در شکل ۱ مشاهده می‌شود. با کنترل مورفولوژی و ساختار لایه‌های دیود، نور با طول موج ۵۳۲ نانومتر و FWHM ۱۵ نانومتر حاصل شده است که در شکل ۲ نشان داده شده است.



شکل ۲: فوتولومینسانس لایه پروسکایتی و تصویر دیود ساخته شده.

شکل ۱: شماتیک ساختار و تصویر سطح مقطع آن.

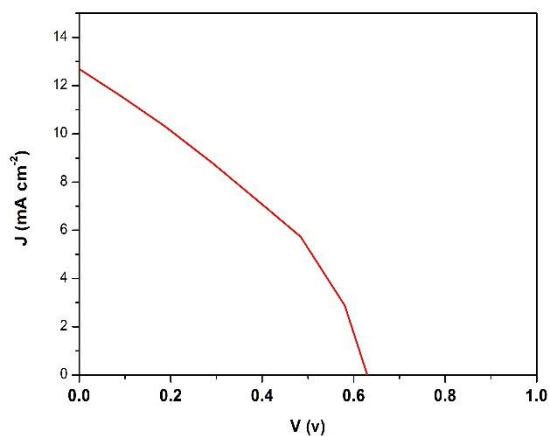
تهیه سلول‌های خورشیدی رنگدانه ای مبتنی بر فوتوآند دی اکسید قلع تهیه شده به روش هیدروترمال

فاطمه اشکینی، نفیسه معماریان

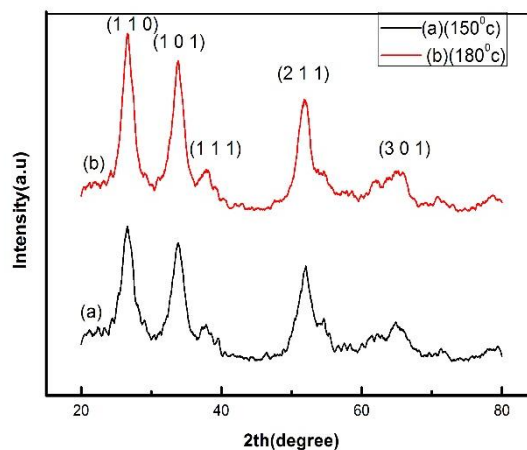
دانشگاه سمنان، دانشکده فیزیک

در این پژوهش به بررسی سلول‌های خورشیدی رنگدانه ای مبتنی بر نانو ذرات دی اکسید قلع پرداخته شده است. به این منظور با استفاده از روش هیدروترمال و با پیش ماده $\text{Na}_2\text{SnO}_3 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ ، نانو پودر اکسید قلع در دو دمای مختلف سنتز شد. شکل ۱ طیف پراش پرتو X (XRD) تهیه شده از دو نمونه می باشد. که دارای ساختار تتراگونال می باشند. مشاهده میشود که با افزایش دما اندازه ذرات بزرگتر شده است.

پس از تهیه پودر مورد نظر، با استفاده از اتانول و آلفا ترپینیل و اتیل سلولز، خمیری از دی اکسید قلع تهیه گردید. خمیر حاصل با استفاده از روش دکتر بلید بر روی FTO لایه نشانی شد. سپس به مدت ۱۸ ساعت در رنگدانه N719 قرار گرفت. پس از جذب رنگ بر روی لایه، با کمک ماده ضد نشت سرلین، الکتروود مقابل پلاتین (کاتد) بر روی آن قرار گرفت و با تزریق الکترولیت یدید /تری یدید سلول ها بسته شدند. در انتها از سلول ها آنالیز جریان- ولتاژ (IV) تحت تابش $\text{AM}1.5$ انجام شد. بهترین سلول حاصل مربوط به فوتو آند سه لایه تهیه شده با دمای هیدرو ترمال ۱۸۰ درجه بود که دارای ولتاژ مدار باز (VOC) ۰٫۶۷، چگالی جریان اتصال کوتاه (JSC) ۱۱٫۹۸ میلی آمپر بر سانتی متر مربع، فاکتور پر کنندگی (FF) ۰٫۳۴ و بازده (I) ۲٫۸٪ است. نمودار IV این سلول در شکل ۲ آمده است.



شکل ۲: منحنی جریان ولتاژ بهترین نمونه با سه بار لایه نشانی



شکل ۱: طیف پراش پرتو X نانو ذرات اکسید قلع تهیه شده.

بررسی اثر زمان پخت لایه پروسکایت بر عملکرد سلول خورشیدی پروسکایتی ترکیبی

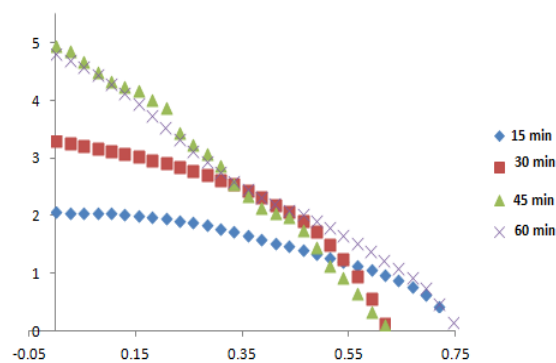
افسانه اصلانی، محمود برهانی زرنندی، ناصر جهانبخشی زاده

دانشگاه یزد، دانشکده فیزیک، گروه اتمی مولکولی

دانشگاه یزد، گروه پژوهشی فوتونیک، دانشگاه یزد

رایج‌ترین ماده پروسکایت مورد استفاده در ساختار سلول‌های خورشیدی ترکیب آلی-معدنی متیل‌آمونیم سرب تری‌هالید است. فرمول شیمیایی این ترکیب $\text{CH}_3\text{NH}_3\text{PbX}_3$ است که اتم X می‌تواند یون‌های هالوژنی مانند برم، ید یا کلر باشد. در این پژوهش، از محلول سرب کلرید در فرایند دو مرحله‌ای جهت ساخت لایه پروسکایت استفاده و اثر زمان پخت این لایه بر عملکرد سلول بررسی گردید. در مرحله اول، محلول سرب کلرید به روش لایه‌نشانی چرخشی بر روی لایه دی‌اکسید تیتانیوم (TiO_2) قرار گرفت. در مرحله دوم با روش لایه‌نشانی غوطه‌وری، محلول متیل‌آمونیم‌یدید بر روی سرب کلرید نشاند. نتیجه این دو مرحله قرار گرفتن لایه پروسکایت $\text{CH}_3\text{NH}_3\text{PbCl}_2$ بر روی لایه TiO_2 بود. سپس پخت لایه پروسکایت در دمای 70°C ، برای بازه‌های زمانی مختلف انجام شد. مشخصه‌یابی‌های فتوولتائیکی سلول، از قبیل بازده، ضریب پرشدگی، و... انجام گرفت و نتایج باهم مقایسه گردید تا مناسب‌ترین مدت زمان پخت مشخص شود. نتایج به‌دست آمده از نمودارهای جریان ولتاژ (شکل ۱) در جدول ۱ آورده شده است. همانطور که می‌توان مشاهده کرد بهترین زمان پخت لایه پروسکایت ۴۵ دقیقه می‌باشد که برای آن بازده سلول افزایش چشمگیری داشته است.

زمان پخت (دقیقه)	V_{oc} (V)	FF	JSC (mA)	بازده (%)
۱۵	۰٫۷۶	۰٫۴۲	۲٫۱۰	۰٫۶۶
۳۰	۰٫۶۳	۰٫۴۴	۳٫۳۱	۰٫۹۱
۴۵	۰٫۷۱	۰٫۵۲	۳٫۲۷	۱٫۲۰
۶۰	۰٫۷۶	۰٫۲۶	۴٫۸۱	۰٫۹۴



شکل ۲: مشخصات سلول خورشیدی پروسکایتی با لایه پروسکایت $\text{CH}_3\text{NH}_3\text{PbCl}_2$ بازپخت شده در دمای 70°C در زمانهای مختلف

شکل ۱: نمودار چگالی جریان بر حسب ولتاژ برای زمان‌های پخت مختلف

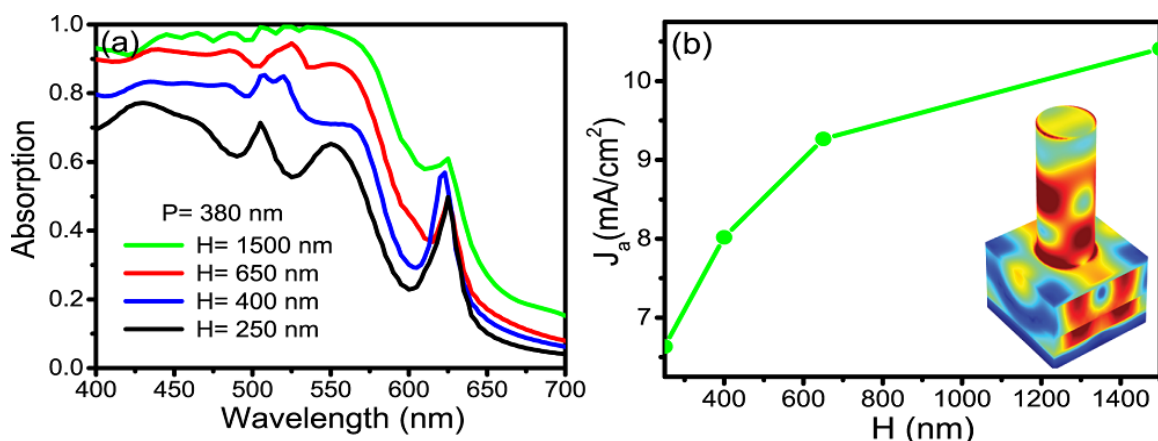
طراحی نانوساختار آرایه‌ای اکسید رسانای شفاف TCO برای گیراندازی نور در فوتوالکترود لایه نازک هماتیت

بهروز افتخاری نیا^۱، احمد مشاعی^{۱،۲}، علی دبیریان^۱

^۱ پژوهشگاه دانشهای بنیادین (IPM)

^۲ دانشگاه تربیت مدرس، دانشکده فیزیک

در بین اکسیدهای فلزی مورد استفاده برای اهداف تجزیه فوتوالکتروشیمیایی آب، هماتیت به خاطر فراوانی‌اش در زمین و پایداری خوب در محلول‌های شیمیایی مورد توجه ویژه است اما به خاطر کوتاه بودن نفوذ کوتاه حامل‌های بار اقلیت آن نمی‌تواند بازده مطلوب و پیش‌بینی شده تئوری در تبدیل انرژی خورشیدی به هیدروژن به دست دهد. در این گزارش، از محاسبات میدان الکترومغناطیسی برای بررسی تاثیر ریخت‌شناسی نانوساختار آرایه‌ای اکسید هادی شفاف (TCO) بر روی گیراندازی نور خورشید در فوتوالکترود لایه نازک هماتیت استفاده شده است. نانوساختار به صورت آرایه‌ای از نانو نوارها و نانومیل‌های متناوب اکسید قلع آلیایده به فلوئور (FTO) در نظر گرفته می‌شود و تاثیر پارامترهای هندسی مثل اندازه ارتفاع نانومیل، ثابت شبکه تناوبی، کسر پرشوندگی و میزان خمیدگی گوشه نانومیل‌ها بر روی عملکرد فوتوآنود بررسی می‌شود. نتایج محاسبات نشان می‌دهد که برای ساختار هندسی با پارامترهای بهینه، مقدار چگالی جریان فوتونی در حد 10.4 mAcm^{-2} به دست می‌آید. پارامترهای هندسی به گونه‌ای در شبیه‌سازی‌ها به کار رفته‌اند که برای ساخت این فوتوالکترودها با استفاده از روش‌های لایه‌نشانی فیلم نازک عملیاتی باشد. شبیه‌سازی با استفاده از روش المان جزئی (FEM) و حل معادلات الکترومغناطیسی ماکسول انجام شده است و برای محاسبات چگالی جریان فوتونی از انتگرالگیری بر روی جذب اپتیکی در شار فوتونی AM 1.5 و در بازه طیفی 400-620 nm به دست می‌آید.



شکل ۱: طیف جذب اپتیکی برای آرایه نانومیل‌های هسته-پوسته $\text{FTO/Fe}_2\text{O}_3$ با ثابت شبکه یکسان و ارتفاع مختلف (سمت چپ) و محاسبه چگالی جریان فوتونی بر حسب ارتفاع نانومیل‌ها در لایه نازک 20 nm هماتیت (سمت راست). توزیع میدان الکتریکی در مد برانگیخته به ازای $H=400 \text{ nm}$, $\lambda=565 \text{ nm}$ درون شکل نمایش داده شده است.

1. Eftekharinia, B.; Moshaii, A.; Dabirian, A. Design rules of nanostructured transparent conductive electrodes for light trapping in hematite photoanodes, *Journal of photonics for energy*; 2017; p 15.

افزایش کارایی سلول‌های خورشیدی پروسکایت با استفاده از فرایند مهندسی بلور داربست متخلخل تیتانیا

محمد ایزدی زمان آبادی^۱، محمود زنده دل^{۱،۲}، نرگس یعقوبی‌نیا^۳

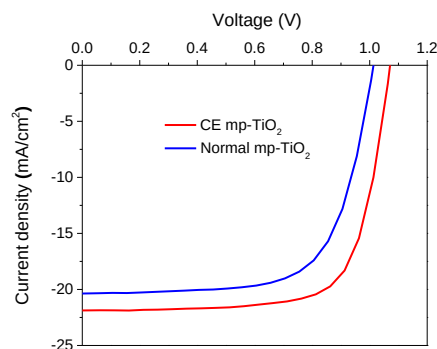
^۱ دانشگاه آزاد اسلامی واحد نجف آباد، دانشکده مهندسی مواد

^۲ پژوهشکده تحقیقاتی کیمیا سولار (K.S.R.I) - شرکت کیمیا سولار اسپادانا - ایران

^۳ مرکز انرژی خورشیدی هیبریدی و ارگانیک (C.H.O.S.E)، دانشگاه رم، رم، ایتالیا

سلول‌های خورشیدی پروسکایتی گونه جدیدی از نسل سوم سلول‌های خورشیدی هستند که به دلیل خواص منحصر به فرد بلورهای هیبریدی آلی-معدنی پروسکایت و بازده بالای این سلول‌ها امروزه بسیار مورد توجه قرار گرفته است. در این پژوهش برای اولین بار از فرایند مهندسی بلور داربست متخلخل تیتانیا جهت افزایش کارایی و پایداری سلول‌های خورشیدی پروسکایتی مبتنی بر ترکیب MAPbI₃ استفاده شده است. فرایند مهندسی بلور روشی است که در آن می‌توان با استفاده از پیوندهای بین مولکولی نظیر پیوند هیدروژنی و پیوند کئوردینانسی اقدام به طراحی ساختارهای مولکولی خاص و بلورین جهت کاربری مورد نظر نمود. در این پژوهش با استفاده از تکنیک هیدروترمال و تغییر ساختار سه بعدی فیلم نازک با استفاده از فرایند سل-ژل موفق به مهندسی ساختار متخلخل تیتانیای آنا تا ز بعنوان داربست رشد بلورهای پروسکایت (با روش لایه نشانی دو مرحله‌ای) شده‌ایم. به منظور بررسی خواص فیزیکی و ویژگی‌های مورفولوژیکی نمونه‌ها با استفاده از تکنیک‌های، پراش اشعه ایکس (XRD) طیف نگاری بازتابی نفوذی (DRS) و میکروسکوپ الکترون روبشی گسیل میدانی (FESEM) مورد بررسی قرار گرفتند. بررسی نتایج XRD و DRS رنگینه نشان دهنده تشکیل فاز آنا تا ز خالص و بررسی تصاویر میکروسکوپی الکترون روبشی گسیل میدانی نشان دهنده تشکیل یک بافت در نمونه‌های حاوی سل تیتانیم می‌باشد. پس از لایه نشانی لایه پروسکایت با استفاده از روش لایه نشانی چرخشی دو مرحله‌ای، به منظور بررسی خواص اپتیکی، فیزیکی و ویژگی‌های مورفولوژیکی رنگینه پروسکایت لایه نشانی شده بر روی تمامی نمونه‌ها مورد بررسی XRD, DRS و FESEM قرار گرفتند. سلول‌های خورشیدی پروسکایتی با استفاده از لایه انتقال دهنده حفره spiro-OMeTAD ساخته شدند. نمودارهای I-V تمامی نمونه‌ها به همراه پارامترهای فوتولتایی بدست آمده نشان دهنده این است که نمونه‌های مهندسی شده ساختار متخلخل بازده بالاتری نسبت به نمونه‌های فاقد این فرایند با دستیابی به بازده بالاتر از ۱۷٪ را نشان می‌دهند. همچنین استفاده از فرایند مهندسی بلور فاز تیتانیای متخلخل منجر به افزایش پایداری سلول‌های ساخته شده در شرایط تابش شبیه سازی شده نوری (Light Soaking) گردیده‌اند.

Sample	Voc (V)	Jsc (mA/cm ²)	FF	PCE (%)
CE mp-TiO ₂	1.063	21.733	0.737	17.02
Normal mp-TiO ₂	1.005	19.895	0.701	14.02



شکل ۱: نتایج حاصل از آنالیز ولتاژ-جگالی جریان سلول‌های خورشیدی پروسکایت مبتنی بر داربست معمولی متخلخل تیتانیا (نمودار آبی) و سلول ساخته شده با استفاده از فرایند مهندسی بلور شبکه متخلخل تیتانیا (نمودار قرمز)

افزایش بازدهی سلول خورشیدی پروسکایتی FAPbI_3 با افزودن Cs به ساختار

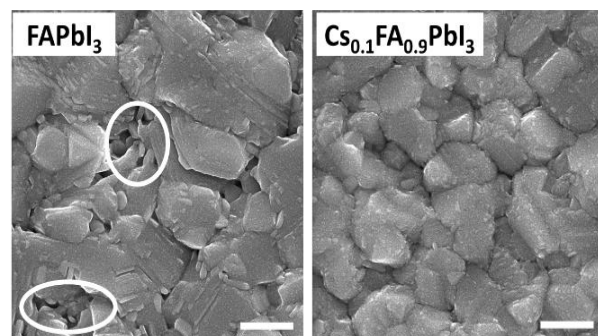
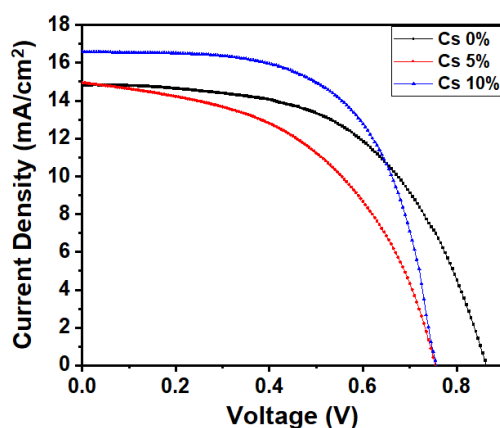
مهسا آراسته حق دوست^۱، رحیمه صدیقی^۱، نیما تقوی نیا^۲

^۱ دانشگاه صنعتی شریف، دانشکده فیزیک

^۲ دانشگاه صنعتی شریف، پژوهشکده علوم و فناوری نانو

سلول‌های خورشیدی پروسکایتی به دلیل ضریب جذب بالا، هزینه کم و سهولت روش ساخت امروزه مورد توجه قرار گرفته اند. مورفولوژی، استوکیومتری و بلورینگی این مواد به شدت به شرایط لایه نشانی، روش ساخت و نوع پیش ماده‌های استفاده شده وابسته است. تاکنون روش‌های متفاوتی از جمله روش‌های بر پایه محلول، لایه نشانی به کمک فاز بخار (VAP) و روش‌های مبتنی بر خلا، برای لایه نشانی این مواد به کار گرفته شده است. بر خلاف روش‌های بر پایه محلول، کنترل مورفولوژی و یکنواختی فیلم در روش‌های مبتنی بر خلا آسان‌تر است اما در این روش‌ها نیاز به استفاده از تجهیزات گران است. از سوی دیگر هر دو روش مناسب برای لایه نشانی فیلم در ابعاد بزرگ نیستند. روش لایه نشانی به کمک فاز بخار ضمن دارا بودن مزایای هر دو دسته از روش‌های ذکر شده، یعنی کنترل مناسب مورفولوژی فیلم و نیز لایه نشانی آسان و کم هزینه، امکان لایه نشانی در ابعاد بزرگ را نیز فراهم می‌سازد.

در این پژوهش از روش VAP به منظور نشان دادن فیلم پروسکایت FAPbI_3 استفاده شده است. جاذب پروسکایت FAPbI_3 نسبت به جاذب مرسوم MAPbI_3 از پایداری دمایی بالاتر و پهنای جذب بیشتری برخوردار است. تحقیقات نشان داده است که وجود کاتیون معدنی Cs در ساختار این فیلم، علاوه بر افزایش پایداری می‌تواند به تشکیل فاز مناسب پروسکایت کمک نماید. در این پژوهش به منظور بهبود خواص ساختاری و اپتیکی فیلم FAPbI_3 ، این فیلم با درصدهای مختلفی از سزیم دوپ شده و تاثیر آن بر روی خصوصیات فیلم و نیز عملکرد سلول بررسی شد. نتایج آزمایشات نشان داده است که وجود سزیم منجر به افزایش یکنواختی و پوشش سطحی فیلم شده است. در حالت بهینه (فیلم حاوی ۱۰٪ سزیم) بازدهی سلول‌ها از حدود ۷٫۱٪ برای فیلم FAPbI_3 به حدود ۷٫۸٪ برای فیلم $\text{Cs}_{0.1}\text{FA}_{0.9}\text{PbI}_3$ افزایش می‌یابد.



شکل ۱: تصویر FESEM فیلم $\text{Cs}_x\text{FA}_{1-x}\text{PbI}_3$ با Cs به درصدهای ۰٪، ۵٪ و ۱۰٪ و بزرگنمایی ۵۰۰ nm و شکل ۲: نمودار جریان بر حسب ولتاژ سلول خورشیدی پروسکایتی با پایه‌ی $\text{Cs}_x\text{FA}_{1-x}\text{PbI}_3$ با درصدهای مختلف Cs (۰٪، ۵٪، ۱۰٪)

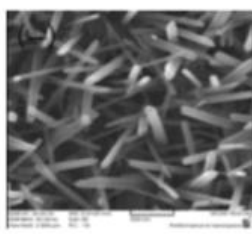
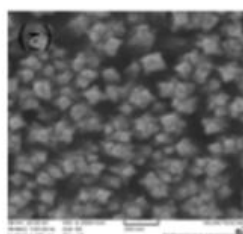
بهبود بازدهی در سلول‌های خورشیدی رنگدانه‌ای با استفاده از فوتوآند متشکل از

نانومیله‌های شاخه‌دار شده به روش هایدروترمال

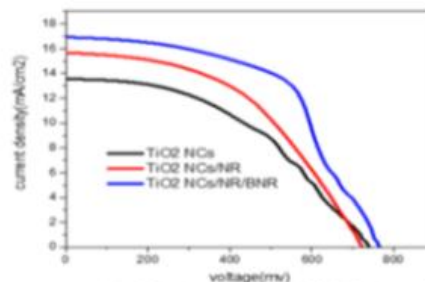
سنا آل جابر^۱، لیلا مرادی، مازیار مرندي^۱

^۱ دانشگاه اراک، دانشکده علوم پایه، گروه فیزیک

استفاده از نانو میله‌های شاخه‌دار شده TiO_2 به واسطه انتقال مستقیم الکترون‌ها و همچنین ایجاد پراکندگی نور می‌تواند منجر به بهبود عملکرد سلول‌های خورشیدی رنگدانه‌ای شود. در این تحقیق لایه‌ای از نانوذرات کریستالی TiO_2 با اندازه 20 nm با ضخامت $6\text{ }\mu\text{m}$ به روش دکتر بلید بر روی بستری از جنس شیشه / هادی شفاف FTO لایه‌نشانی می‌شوند. سپس نانومیله‌های عمودی TiO_2 بر روی این نانو کریستالها رشد داده می‌شوند. برای انجام این فرآیند محلولی شامل هیدروکلریک اسید و آب دی‌یونیزه تهیه شده و پس از افزودن مقداری از پیش ماده تترابوتیل تیتانات، به اتوکلاو شامل FTO ها منتقل می‌شود و در دمای $160\text{ }^\circ\text{C}$ به مدت 6 h حرارت دهی میگردد. بر اساس تصاویر SEM طول این نانومیله‌ها در حدود $2.5 - 2\text{ }\mu\text{m}$ می‌باشند. رشد نانومیله‌های عمودی بر روی زیرلایه میزان پراکندگی نور و در نتیجه بازدهی را در سلول خورشیدی رنگدانه‌ای افزایش می‌دهد. نتایج نشان می‌دهد که بازدهی سلول‌های خورشیدی رنگدانه‌ای با استفاده از فوتوآند‌های دو لایه شامل نانوذرات و نانومیله‌ها نسبت به فوتوآند تک لایه از نانومیله‌ها در حدود 83% افزایش می‌یابد. سپس در مرحله نهایی با شاخه‌دار کردن نانومیله‌ها شاهد عملکرد بهتر سلول می‌باشیم. برای انجام این مرحله محلولی شامل هیدروکلریک اسید و آب دی‌یونیزه تهیه شده و پس از افزودن مقدار معینی از تیتانیوم تری کلراید، به ظرف شامل FTO منتقل می‌شود و در دمای $80\text{ }^\circ\text{C}$ به مدت 2 h حرارت می‌بینند. طول شاخه‌ها در این مرحله بین $100 - 150\text{ nm}$ می‌باشد.



تصاویر SEM از سطح فوتوآند (ب) H1/NR6 و (ج) BNR6



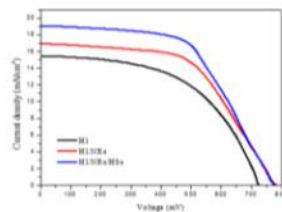
تصویر منحنی جریان-ولتاژ گرفته شده از فوتوآند‌های نانو کریستالهای TiO_2 و نانو کریستالهای TiO_2 / نانو میله‌ها ، نانو کریستالهای TiO_2 / نانومیله‌های شاخه‌دار

ساخت سلولهای خورشیدی رنگدانه ای با استفاده از فوتوآند سه لایه متشکل از نانو ذرات TiO_2 و ساختارهای پراکننده نور

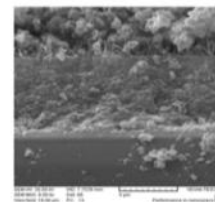
سمانه بیات^۱، سنا آل جابر^۱، مازیار مرنندی^۱

^۱دانشگاه اراک، دانشکده علوم پایه، گروه فیزیک

استفاده از نانو میله های TiO_2 به واسطه انتقال مستقیم الکترون ها و همچنین ایجاد پراکندگی نور می تواند منجر به بهبود عملکرد سلول های خورشیدی رنگدانه ای شود. رشد نانومیله های TiO_2 بر روی زیرلایه ای از نانوذرات TiO_2 با ضخامت حدود 20 nm بدست می آید. به این منظور زیر لایه های FTO های پوشش داده شده با نانوکریستالهای TiO_2 را درون محفظه تفلون شامل محلول آب، هیدروکلریک اسید (37% wt) و TBT (Terta-n-butyl orthotitanate) قرار می دهیم و طی یک فرآیند هایدروترمال به مدت ۶ ساعت حرارت دهی می شوند. لایه های آماده شده در این مرحله پس از پخت به صورت H1/NRs نامگذاری می شوند. در ادامه لایه ای از نانو کره های توخالی TiO_2 با ابعادی در حدود 510 nm بر سطح فوتوآند لایه نشانی می شود و فرآیند پخت آن ها صورت می پذیرد. فوتوآند سه لایه آماده شده به صورت H1/NRs/HSs نامگذاری می گردد. نتایج نشان می دهد که بازدهی سلول های خورشیدی رنگدانه ای با استفاده از فوتوآند های سه لایه شامل کریستال و نانومیله ها و نانو کره های توو خالی نسبت به فوتوآند تک لایه از نانوکریستال ها در حدود ۶۰٪ افزایش می یابد.



شکل ۲. منحنی های جریان - ولتاژ گرفته شده از فوتوآند های H1, H1/NRs و H1/NRs/HSs



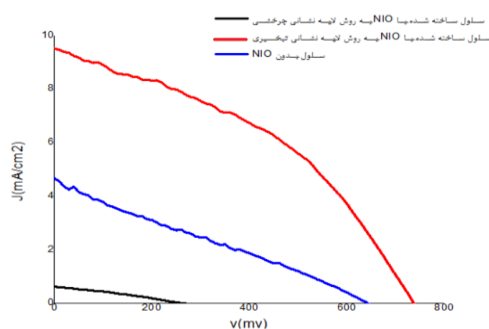
شکل ۱. تصویر SEM از سطح فوتوآند سه لایه H1/NRs/HSs

تأثیر اکسید نیکل لایه‌نشانی شده به دو روش مختلف بعنوان لایه انتقال دهنده حفره در عملکرد سلول خورشیدی پروسکایتی

معصومه بهرامی درشوری، فرزانه رضایی، سید محمد باقر قریشی

دانشگاه کاشان، دانشکده فیزیک

محققان دریافته‌اند که در سلول‌های خورشیدی پروسکایتی نوع n-i-p رساننده‌های حفره با داشتن خواصی از قبیل تحرک حفره بالا، کنترل سطوح HOMO و LUMO در HTM، توانایی جمع‌آوری حفره بالا در سطح پروسکایت/HTM باعث بهبود عملکرد می‌شوند. اکسید نیکل (NiO) یکی از مهمترین اکسیدهای فلزی نوع P است که به دلیل هزینه پایین، غیرسمی بودن، شفافیت نوری با کیفیت بالا، یک شکاف باند گسترده بین ۳/۶ و ۴ ولت در این پژوهش مورد توجه قرار گرفته است. بنا به دلایل ذکر شده در این پژوهش از ماده اکسید نیکل به عنوان ماده انتقال دهنده حفره در ساختار FTO/TiO₂(bl)/TiO₂(me)/CH₃NH₃PbI₃/NiO/Au ساخته شده است. برای لایه‌نشانی اکسید نیکل از دو روش لایه‌نشانی چرخشی و تبخیری حرارتی استفاده شد. به منظور تهیه محلول اکسید نیکل برای لایه‌نشانی چرخشی، ابتدا نیکل استات ۰/۵ مولار در ۱۰ میلی‌لیتر متوکسی اتانول حل شده و سپس ۰/۳ میلی‌لیتر مونو اتانول آمین به آن اضافه شد و به مدت یک ساعت بر روی همزن مغناطیسی هم زده شد. در نهایت محلول اکسید نیکل سبز رنگ با سرعت ۴۰۰ دور بر دقیقه و زمان ۶۰ ثانیه بر روی لایه پروسکایت، لایه‌نشانی شد و سپس درون کوره تحت دمای ۱۳۰ درجه به مدت ۲۰ دقیقه بازپخت شد. برای لایه‌نشانی به روش تبخیری حرارتی ماده اکسید نیکل ۹۹٪ با استفاده از دستگاه لایه‌نشانی تبخیری حرارتی تحت فشار ۳×۱۰^{-۴}، جریان بوته ۶۵ آمپر، آهنگ لایه‌نشانی ۰/۲ نانومتر بر ثانیه و ضخامت ۴۰ نانومتر لایه‌نشانی شد. بعد از ساخت نهایی سلول آنالیز I-V از آن گرفته شد که با توجه به شکل ۲ مشاهده می‌شود که سلول ساخته شده به روش لایه‌نشانی چرخشی دارای بازدهی کمتر از حالت پایه دارد که بررسی و تحقیقات نشان داد که در این روش حلال ماده اکسید نیکل و همچنین دمای بازپخت آن باعث تخریب لایه پروسکایت و در نتیجه کاهش بازدهی می‌شود. اما سلول ساخته شده با روش تبخیری حرارتی باعث افزایش چگالی جریان و در نتیجه افزایش بازدهی می‌شود. از مقایسه این دو روش می‌توان نتیجه گرفت که برای لایه‌نشانی اکسید نیکل در سلول‌های پروسکایتی با ساختار ذکر شده در بالا نمی‌توان از روش‌های لایه‌نشانی شامل محلول اکسید نیکل استفاده کرد و مناسب‌ترین روش، روش تبخیری حرارتی است.



شکل ۲: نمودار I-V سلول خورشیدی پروسکایتی

	$J_{sc}(mA/cm^2)$	$V_{oc}(mV)$	$FF(\%)$	$\eta(\%)$
بدون NiO	۴/۶	۶۷۰	۲۵/۶	۰/۸
با استفاده از NiO به روش تبخیری	۹/۵	۷۳۰	۴۱/۳	۲/۹
با استفاده از NiO به روش چرخشی	۰/۶۷	۲۶۵	۳۰	۰/۰۵

شکل ۱: پارامترهای مهم از محاسبه آنالیز I-V سلول خورشیدی

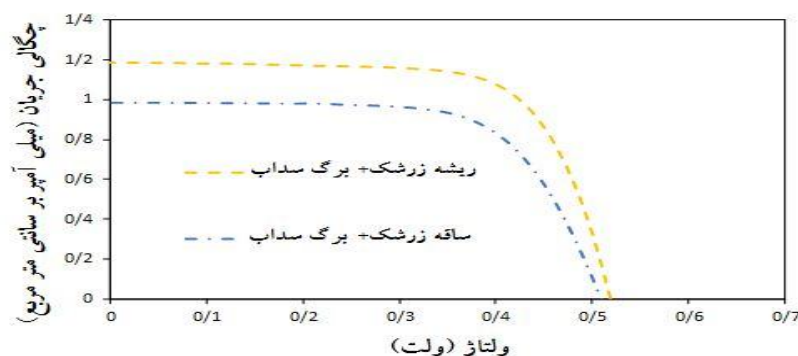
استفاده از مخلوط مواد رنگزای طبیعی استخراج شده از ریشه و ساقه گیاه زرشک دانه‌دار کوهی و برگ گیاه سداب در ساخت سلول‌های خورشیدی حساس شده با مواد رنگزا

حبیب‌الله بهمن^۱، کمال‌الدین قرنجیگ^{۱،۲} و شهره روحانی^{۱،۲}

^۱ موسسه پژوهشی علوم و فناوری رنگ و پوشش، گروه مواد رنگزای آلی

^۲ موسسه پژوهشی علوم و فناوری رنگ و پوشش، قطب علمی رنگ

در این پژوهش از مخلوط مواد رنگزای طبیعی استخراج شده از ریشه و ساقه گیاه زرشک دانه‌دار کوهی و برگ گیاه سداب در ساخت سلول‌های خورشیدی حساس شده با مواد رنگزا استفاده شده است. استخراج مواد رنگزا از ریشه و ساقه گیاه زرشک دانه‌دار کوهی و برگ گیاه سداب با حلال اتانول توسط دستگاه اولتراسونیک انجام شد. الکتروود فوتوآند از نانو ذره TiO_2 بر روی زیر لایه رسانای FTO به روش دکتر بلید با ضخامت ۷ میکرون لایه نشانی شد. سپس فوتوآند در محلول ماده رنگزا با غلظت ۰/۴ میلی مولار غوطه‌ور گردید. بدین ترتیب که ابتدا فوتوآند در محلول تهیه شده از برگ گیاه سداب به مدت ۲۴ ساعت قرار می‌گیرد، سپس در محلول ماده رنگزای ریشه و ساقه گیاه زرشک دانه‌دار کوهی با غلظت ۰/۴ میلی مولار به مدت ۲۴ قرار می‌گیرد. بعد از آن سلول خورشیدی حساس شده با مواد رنگزا ساخته شد. در نهایت پارامترهای مربوط به سلول‌های خورشیدی حساس شده با مواد رنگزا مورد بررسی قرار گرفت. اندازه‌گیری منحنی‌های جریان-ولتاژ از سلول‌های خورشیدی حساس شده با مواد رنگزای ساخته‌شده، تحت تابش نور سفید به‌عنوان نور خورشید شبیه‌سازی شده (AM1.5) و 100 mW.cm^{-2} انجام شد (شکل ۱).



شکل ۱: منحنی‌های جریان-ولتاژ برای سلول‌های خورشیدی حساس شده با مخلوط مواد رنگزای طبیعی استخراج شده از ریشه و ساقه گیاه زرشک دانه‌دار کوهی و برگ گیاه سداب در ساخت سلول‌های خورشیدی حساس شده با مواد رنگزا.

نتایج نشان می‌دهد، زمانی که مخلوط دو گیاه با هم برای ساخت سلول خورشیدی حساس شده با مواد رنگزا استفاده می‌شود. برای مخلوط مواد رنگزای ریشه زرشک دانه‌دار کوهی همراه با برگ گیاه سداب بازده سلول خورشیدی ۰/۴۳۱ درصد به دست می‌آید. در صورتی که برای مخلوط مواد رنگزای ساقه زرشک دانه‌دار کوهی همراه با برگ گیاه سداب بازده سلول خورشیدی ۰/۳۳۷ درصد به دست می‌آید (جدول ۱).

جدول ۱: پارامترهای فوتوالکتروشیمیایی از سلول خورشیدی حساس شده با مخلوط مواد رنگزای طبیعی استخراج شده از ریشه و ساقه گیاه زرشک دانه‌دار کوهی و برگ گیاه سداب در ساخت سلول‌های خورشیدی حساس شده با مواد رنگزا.

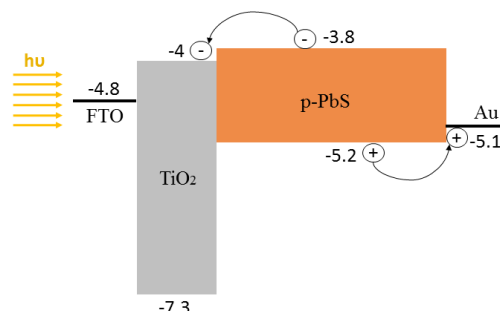
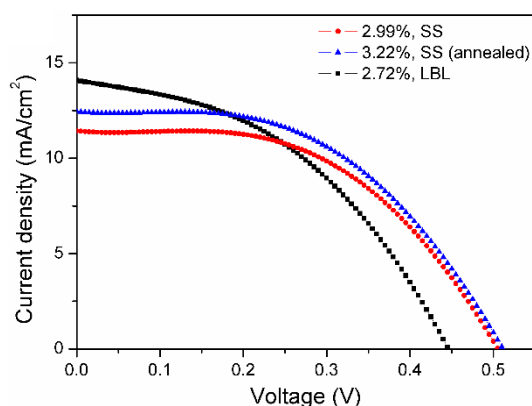
ماده رنگزا	V_{oc} (V)	J_{sc} (mA/cm^2)	FF	η (%)
ریشه زرشک + برگ سداب	۰/۵۲۴	۱/۱۸۷	۰/۶۹۲	۰/۴۳۱
ساقه زرشک + برگ سداب	۰/۵۰۹	۰/۹۸۶	۰/۶۷۱	۰/۳۳۷

ساخت سلول‌های خورشیدی نقطه کوانتومی توسط لایه نشانی فیلم PbS نوع p- به روش‌های LBL و رسوب یک مرحله‌ای جوهر اصلاح شده نانوذرات

حسین بیگی، سید عبدالکریم سجادی، ابوالفضل باباخانی

دانشگاه فردوسی مشهد، دانشکده مهندسی، گروه مهندسی مواد و متالورژی

روش تعویض لیگاند حالت جامد لایه به لایه (LBL) اغلب برای ساخت فیلم نازک نقاط کوانتومی در هنگام ساخت سلول خورشیدی نقطه کوانتومی مورد استفاده قرار می‌گیرد. این روش شامل تکرار متناوب مراحل رسوب کلئوئید نانوذرات بروی زیرلایه، تعویض لیگاند حالت جامد به کمک حلال شامل لیگاند جدید و شستشوی لایه تعویض لیگاند شده جهت رسیدن به ضخامت فیلم مورد نظر می‌باشد. فرایند سخت و زمانبر و همچنین اتلاف ۹۰-۹۹ درصد نقاط کوانتومی حین فرایند، این روش تعویض لیگاند را با محدودیت‌هایی مواجه کرده است. جهت رفع محدودیت‌های روش تعویض لیگاند LBL، روش تعویض لیگاند تک مرحله‌ای به کمک جوهر از پیش تعویض شده نقاط کوانتومی معرفی شده است. در این روش، نقاط کوانتومی پس از سنتز به روش‌های تعویض لیگاند محلولی توسط لیگاند Mercaptopropionic acid (MPA) اصلاح شده و در حلال DMSO تشکیل کلئوئیدهای پایدار (جوهر) می‌دهند. در ادامه، جوهر پیش تعویض شده حین ساخت لایه نازک نقاط کوانتومی (با ضخامت حدود ۳۰۰ نانومتر) به صورت تک مرحله‌ای و مستقیم بروی زیر لایه FTO+TiO₂ به روش ساده پوشش دهی چرخی رسوب داده شده و نهایتاً سلول‌هایی با ساختار اتصال شکل ۱ ساخته شده‌اند. در نمودار جریان-ولتاژ شکل ۲ نشان داده شده است که در مقایسه دو سلول مشابه که در آنها لایه نقاط کوانتومی اصلاح شده توسط MPA یکبار به روش LBL و بار دیگر به روش تک مرحله‌ای و به کمک جوهر نقاط کوانتومی ساخته شده‌اند، سلول ساخته شده به روش تک مرحله‌ای بازده تبدیل انرژی بیشتری را فراهم آورده است. مزایای روش تک مرحله‌ای در تشکیل لایه نقاط کوانتومی صاف و چگال و ممانعت از تخریب و اکسیداسیون لایه نقاط کوانتومی حین فرایندهای متناوب تعویض لیگاند حالت جامد را می‌توان به بازده بالاتر این سلول‌ها نسبت داد.



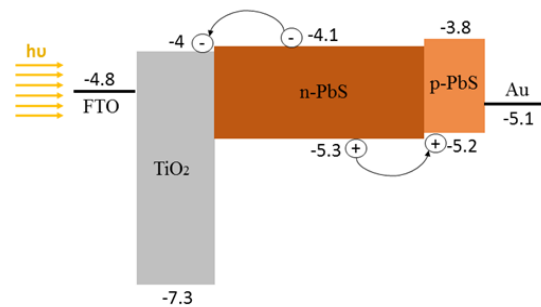
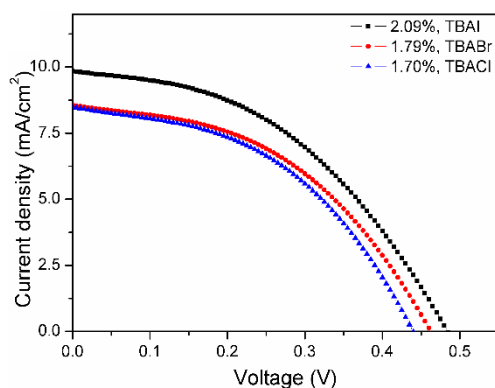
شکل ۱: ساختار نواری و سطوح انرژی لایه‌های مختلف سلول خورشیدی نقطه کوانتومی اتصال نامتناجس np بر اساس سطح انرژی خلا. شکل ۲: نمودار جریان-ولتاژ سلول‌های خورشیدی نقاط کوانتومی ساخته شده توسط جوهر نقاط کوانتومی اصلاح شده با لیگاند MPA به روش لایه به لایه، تک مرحله‌ای و تک مرحله‌ای آنیل شده.

اصلاح سطح هالید-هیبرید نقاط کوانتومی PbS جهت رسوب یک مرحله ای لایه نوع-n سلولهای خورشیدی نقطه کوانتومی p-i-n

حسین بیگی، سید عبدالکریم سجادی، ابوالفضل باباخانی

دانشگاه فردوسی مشهد، دانشکده مهندسی، گروه مهندسی مواد و متالورژی

گرچه لایه نقاط کوانتومی نوع-p جزء اساسی تمامی ساختارهای سلول‌های خورشیدی نقطه کوانتومی می باشد، حضور لایه نقاط کوانتومی نوع-n نیز در ساختار یک سلول خورشیدی به منظور مهندسی سطوح انرژی لایه ها و استخراج بهتر حاملهای بار بسیار موثر می باشد. سلول های خورشیدی شامل این دو لایه نقطه کوانتومی نوع-p و n که در واقع دارای ساختار اتصالات p-i-n می باشند تا کنون بهترین راندمان تبدیل جریان را در میان سلولهای نقطه کوانتومی ثبت کرده اند. در این ساختارها، لایه نقاط کوانتومی داپ شده نوع-n به عنوان لایه جاذب نور عمل کرده که حفره- الکترون های تشکیل شده در آن به ترتیب توسط لایه نقاط کوانتومی نوع-p (لایه پذیرنده حفره، HTL) و یک نیمه رسانای نوع-n با پهنای باند وسیع (لایه پذیرنده الکترون، ETL) جذب می شوند (شکل ۱). در این مقاله، فرایند های تعویض لیگندهای مختلف هالید-هیبرید به روش های محلولی برای ساخت نقاط کوانتومی PbS نوع-n مورد مطالعه قرار گرفته، و متعاقبا رسوب تک مرحله ای هر دو نوع کلئید این نانو ذرات و نقاط کوانتومی نوع-p برای ساخت سلول های p-i-n بررسی شده اند. بر اساس منحنی های شکل ۲ مشاهده می شود بازده تبدیل انرژی به ترتیب برای سلول های ساخته شده توسط کلئید نقاط کوانتومی پیش اصلاح شده با TBACl، TBABr و TBAI افزایش می یابد (شکل ۲). بازده بیشتر سلول ساخته شده توسط TBAI در مقایسه با دو سلول دیگر را می توان با توجه به رفتار فوتولومینسانس بهتر کلئید نقاط کوانتومی ساخته شده توسط این لیگاند تحلیل نمود. جریان مدار باز بیشتر سلول های ساخته شده توسط TBAI نسبت به دو سلول دیگر نشانه اصلاح سطح بهتر نقاط کوانتومی توسط این لیگاند، حفاظت بیشتر این لیگاند از سطح ذرات، هماهنگی بیشتر لیگاند با نقاط کوانتومی و در نتیجه انتقال بار بیشتر در لایه نقاط کوانتومی اصلاح شده توسط این لیگاند می باشد.



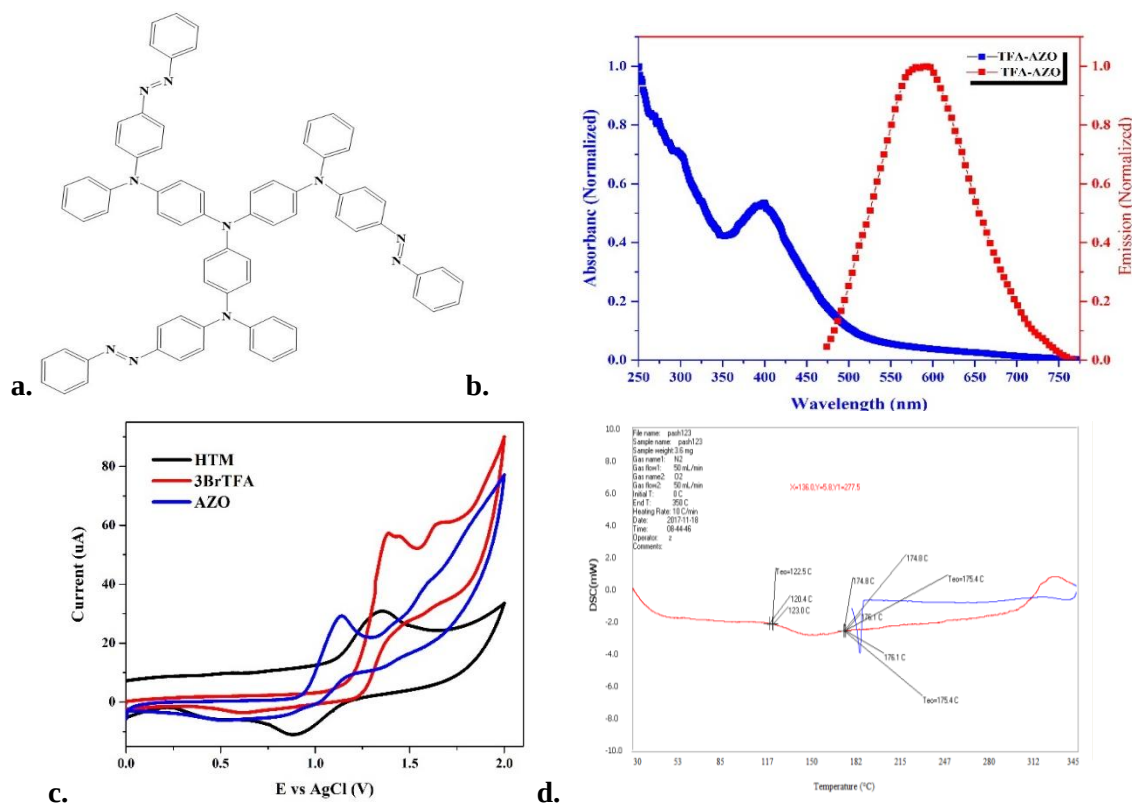
شکل ۱: ساختار نواری و سطوح انرژی لایه های مختلف سلول خورشیدی نقطه کوانتومی اتصال نامتناجس p-i-n بر اساس شکل ۲: نمودار جریان- ولتاژ سلول های خورشیدی ساخته شده توسط کلئید نقاط کوانتومی اصلاح شده با لیگندهای TBACl، TBABr و TBAI

سلول‌های خورشیدی پروسکایتی بر پایه انتقال دهنده‌های حفره جدید تری‌فنیل-آمین عامل دار شده توسط گروه‌های فنیل آزا

بابک پاشائی دوشنور^{۱*}، هاشم شهروسوند^۱

^۱دانشگاه زنجان، دانشکده علوم، گروه شیمی

در طول دهه گذشته، تری‌آریل‌آمین و مشتق‌های آن به طور چشمگیری باعث توسعه فوتوولتائیک‌های آلی و معدنی شده‌اند. بازده‌های تبدیل سلول‌های خورشیدی آلی، سلول‌های خورشیدی حساس‌شده با رنگ و سلول‌های خورشیدی پروسکایتی برپایه تری‌فنیل‌آمین به ترتیب بیش از ۱۱، ۱۴ و ۲۰ درصد گزارش شده‌اند. در این تحقیق ما یک انتقال دهنده حفره جدید بر پایه تری‌فنیل‌آمین TFA-AZO برای کاربرد در سلول‌های خورشیدی پروسکایتی سنتز کردیم (شکل ۱) و با استفاده از تکنیک‌های مختلف از جمله UV-Vis، NMR، FT-IR، ولتاژمتری چرخه‌ای و DSC مورد بررسی قرار دادیم. این ترکیب در مرحله اول با استفاده از برم دار تری‌فنیل‌آمین و در مرحله دوم با استفاده از ۴-فنیل‌آزو(دی‌فنیل‌آمین تهیه شد. طیف UV-Vis این ترکیب در کلروفرم در شکل نشان داده شده است. طیف جذبی TFA-AZO یک پیک جذبی در ۴۰۰ نانومتر نشان می‌دهد. طیف فلورسانس همچنین یک نشر ماگزیمی در ۵۸۶ نانومتر نشان می‌دهد. آنالیز DSC (شکل ۱d) این ترکیب نشان می‌دهد که دمای شیشه‌ای شدن این ترکیب نزدیک دمای شیشه‌ای شدن Spiro-OMeTAD می‌باشد.



شکل ۱. (a) ساختار ترکیب TFA-AZO، (b) طیف جذب و نشر TFA-AZO در کلروفرم، (c) ولتاژمتری چرخه ای TFA-AZO و (d) آنالیز DSC ساختار TFA-AZO.

1. X. Che, X. Xiao, J. D. Zimmerman, D. Fan and S. R. Forrest, *Adv. Energy Mater.*, 2014, **4**, 1400568.
2. K. Kakiage, Y. Aoyama, T. Yano, K. Oya, J.-i. Fujisawa and M. Hanaya, *Chem. Commun.*, 2015, **51**, 15894.
3. D. Bi, W. Tress, M. I. Dar, P. Gao, J. Luo, C. Renevier, K. Schenk, A. Abate, F. Giordano and J.-P. C. Baena, *Sci. adv.*, 2016, **2**, e1501170.

ساخت سلول خورشیدی حساس شده به مواد رنگزای استخراج شده از میوه آقطی

مسعود پیمان نیا^۱، کمال الدین قرن‌جیگ^۲ و امیر مسعود اعرابی^۳

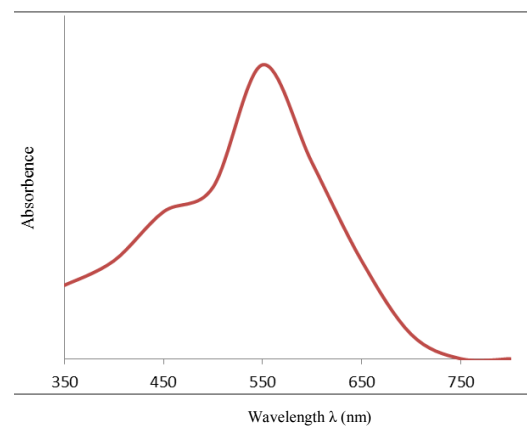
^۱ موسسه پژوهشی علوم و فناوری رنگ و پوشش، پژوهشکده مواد رنگزا، مواد رنگزای آلی

^۲ موسسه پژوهشی علوم و فناوری رنگ و پوشش، قطب علمی رنگ

^۳ موسسه پژوهشی علوم و فناوری رنگ و پوشش، پژوهشکده مواد رنگزا، رنگ‌های سرامیکی و لعاب

در این کار پژوهشی ساخت سلول خورشیدی حساس شده به مواد رنگزای استخراج شده از میوه آقطی مورد بررسی قرار گرفته است. استفاده از مواد رنگزای طبیعی می‌تواند جایگزین مناسبی برای مواد رنگزای مصنوعی باشد. میوه آقاطی با توجه به دارا بودن ترکیباتی با ساختارهای شیمیایی مانند آنتوسیانین و سیانیدین می‌تواند مواد رنگزای مناسبی برای استفاده در ساخت سلول‌های خورشیدی حساس شده به مواد رنگزا باشد. در این راستا ابتدا میوه‌های آقطی آسیاب شده و مواد رنگزای موجود در آن با استفاده از آب، اتانول و متانول استخراج شد. بدین ترتیب مناسب‌ترین حلال انتخاب گردید. در ادامه با استفاده از نرم افزار طراحی آزمایش دیزاین اکسپرت و با در نظر گرفتن متغیرهای دما، زمان و درصد حلال مطلوب‌ترین روش استخراج بدست آمد. طیف جذبی مواد رنگزای استخراج شده نشان داد که این مواد دارای طول موج جذب بیشینه ۵۴۸ نانومتر است (شکل ۱). مواد رنگزای تهیه شده برای ساخت سلول خورشیدی حساس شده به مواد رنگزا بکار رفت و آزمون‌های فوتوولتاییکی آن مورد بررسی قرار گرفت. در جدول ۱ داده‌های استخراج شده از آزمون فوتوولتاییک نشان داده شده است. نتایج این آزمون مشخص کرد که امکان استفاده از مواد رنگزای موجود در میوه آقاطی جهت ساخت سلول‌های خورشیدی امکان پذیر است. راندمان سلول خورشیدی تهیه شده در این پژوهش ۰/۵۲٪ بود.

سلول خورشیدی	V_{oc} (V)	J_{sc} (mA/cm ²)	FF	η (%)
ماده رنگزا	۰/۴۹۹	۱/۳۸۵	۰/۶۲۱	۰/۵۲



جدول ۱: داده‌های آزمون فوتوولتاییک سلول خورشیدی تهیه شده

شکل ۱: نمودار طیف جذبی ماده رنگزای استخراج شده

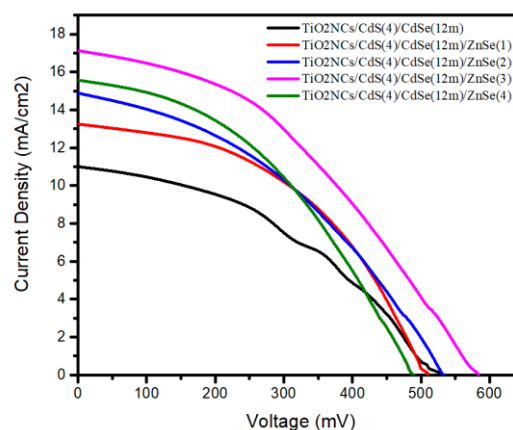
افزایش بازدهی سلول‌های خورشیدی حساس شده به نقاط کوانتومی CdS/CdSe توسط لایه غیرفعال کننده ZnSe

نرگس ترابی^۱، مازیار مرندي^۱، فاطمه صمدی^۱

^۱دانشگاه اراک، دانشکده علوم پایه، گروه فیزیک

در این تحقیق سلول‌های خورشیدی حساس شده به نقاط کوانتومی CdS/CdSe مورد بررسی قرار گرفته‌اند. نانو ذرات تیتانیوم دی‌اکسید (TiO₂) به عنوان نیم‌رسانا با شکاف انرژی پهن که به روش هایدروترومال سنتز شده است و بر روی زیرلایه شیشه/هادی شفاف FTO لایه نشانی می‌شود. سپس نقاط کوانتومی CdS به روش جذب متوالی لایه‌های یونی و انجام واکنش (SILAR) بر روی شبکه متخلخل نانو ذرات TiO₂ لایه نشانی می‌گردد. در این فرآیند از محلول‌های Cd(CH₃COO)₂ و Na₂S در متانول به عنوان پیش مواد Cd و S استفاده می‌شوند و این لایه نشانی در چهار چرخه متوالی انجام می‌پذیرد. همچنین نقاط کوانتومی CdSe به روش حمام شیمیایی (CBD) بر روی سطح فوتوآند آماده شده FTO/TiO₂NCs/CdS رشد داده می‌شود. در این فرآیند زیر لایه‌های شامل FTO/TiO₂NCs/CdS در محلولی شامل Na₂SeSO₃, Cd(CH₃COO)₂, NH₄OH به مدت ۱۲ دقیقه در یک حمام آب ۹۵°C قرار داده می‌شوند. به منظور جلوگیری از باز ترکیب حامل‌های بار از نقاط کوانتومی ZnSe استفاده می‌شود که به روش جذب متوالی لایه‌های یونی و انجام واکنش (SILAR) بر روی سطح فوتوآند FTO/TiO₂NCs/CdS/CdSe طی چرخه‌های متوالی برای به دست آوردن بهترین ضخامت رشد داده می‌شوند. به منظور انجام فرآیند سیلار ZnSe، محلول آبی Zn(CH₃COO)₂ و NaHSe به عنوان پیش ماده‌های Zn و Se مورد استفاده قرار می‌گیرند که طی فرآیند سیلار پیش ماده Se تحت گاز آرگون قرار می‌گیرد. در ساخت این سلول‌های خورشیدی از الکترولیت پلی سولفید که شامل محلولی از Na₂S و S در آب می‌باشد. الکترود شمارنده نیز با لایه نشانی ماده CuS بر سطح زیرلایه شیشه/هادی شفاف FTO به روش سیلار و با استفاده از پیش مواد Cu(NO₃)₂ و Na₂S در محلول‌های اتانول و آب/اتانول تهیه می‌شود. مطابق با نتایج به دست آمده لایه نشانی نقاط کوانتومی ZnSe در سه چرخه بهترین ضخامت به عنوان لایه غیرفعال کننده را ایجاد می‌نماید؛ سلول خورشیدی ساخته شده در این شرایط دارای جریان اتصال کوتاه (J_{sc}) ۱۷.۱۲ mA/cm²، ولتاژ مدار باز (V_{oc}) ۵۸۴ mV و عامل پرشدگی ۰.۳۹ (F.F) می‌باشد. شکل ۱ و ۲ به ترتیب نمودار جریان-ولتاژ و جدول فوتوولتائیک سلول‌های خورشیدی حساس شده با فوتوآندهای FTO/TiO₂NCs/CdS/CdSe را نشان می‌دهد.

Sample	J _{sc}	V _{oc}	η	F.F
TiO ₂ NCs/CdS(4)/CdSe(12m)	11	528	2.4	0.41
TiO ₂ NCs2/CdS(4)/CdSe(12m)/ZnSe(1)	13.25	510	3.1	0.45
TiO ₂ NCs/CdS(4)/CdSe(12m)/ZnSe(2)	14.87	533	3.11	0.39
TiO ₂ NCs/CdS(4)/CdSe(12m)/ZnSe(3)	17.12	584	3.9	0.39
TiO ₂ NCs/CdS(4)/CdSe(12m)/ZnSe(4)	15.56	489	3.14	0.41



شکل ۲: جدول فوتوولتائیک سلول‌های خورشیدی حساس شده با فوتوآندهای FTO/TiO₂NCs/CdS/CdSe و FTO/TiO₂NCs/CdS/CdSe/ZnSe(n=1-4)

شکل ۱: نمودار جریان-ولتاژ سلول‌های خورشیدی حساس شده با فوتوآندهای FTO/TiO₂NCs/CdS/CdSe و FTO/TiO₂NCs/CdS/CdSe/ZnSe(n=1-4)

شبیه سازی و مشخصه یابی دو سلول خورشیدی نانوساختاری متفاوت با استفاده از نرم افزار مدلسازی افزاره Silvaco Tcad/Atlas

رعنا ترقی خواه^۱ و مسعود مهربان^۲

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

^۲ دانشگاه مراغه، دانشکده علوم پایه، گروه فیزیک

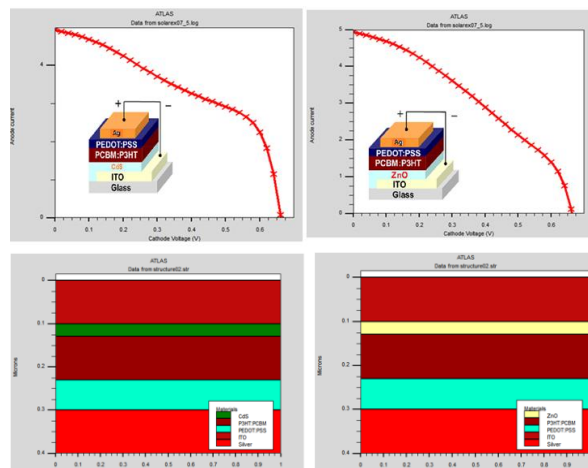
اهمیت روز افزون استفاده از سلولهای فتوولتائیک طراحان را به سمت آزمایش پارامترهای گوناگون برای دستیابی به بازدهی بیشتر سوق می دهد که تکرار آزمایشات لایه نشانی بعضا هزینه بر خواهد بود. شبیه سازی و مدلسازی به بهینه سازی ساختار سلول خورشیدی کمک نموده و در نتیجه باعث کاهش زمان و هزینه های مربوط به توسعه این سلول ها می گردد. نرم افزار Silvaco یکی از قدرتمند ترین نرم افزارهای ارائه شده در زمینه شبیه سازی افزاره های نیمه هادی می باشد. در این پروژه، دو سلول خورشیدی مبتنی بر نقاط کوانتومی با ساختارهای زیر با استفاده از نرم افزار SILVACO و توسط ماژول Atlas شبیه سازی و مورد بررسی و مقایسه قرار گرفت.

ITO/ZnO/P3HT&PCBM/Pedot:Pss/Ag و ITO/CdS/P3HT&PCBM/Pedot:Pss/Ag

نتایج حاصل از شبیه سازی نشان می دهد که ساختاری که دارای CdS می باشد بازده بیشتری دارد زیرا باتوجه به اینکه گاف انرژی CdS کمتر از ZnO و همچنین نرخ بازترکیب در ساختار دارای CdS کمتر است، بنابراین این عوامل منجر به افزایش ضریب پرشدگی (FF) در سلول می گردد. از طرفی، چون چگالی موثر الکترون ها و حفره ها در CdS بزرگتر از ZnO است، راندمان تبدیل انرژی نور به الکتریسیته به اندازه 33% افزایش می یابد. با تغییر دادن ضخامت لایه ها بازده هم تغییر می کند، برای مثال با افزایش ضخامت CdS از 30nm به 40nm میزان بازده سلول 12% افزایش می یابد و با کاهش ضخامت این لایه از 30nm به 20nm بازده 16% کاهش می یابد. با توجه به تحقیقات عملی صورت گرفته ضخامت بهینه 30nm در نظر گرفته شده است.

پارامترهای فوئولتائیکی	نتایج شبیه سازی ساختار دارای ZnO (ضخامت 20nm)	نتایج شبیه سازی ساختار دارای ZnO (ضخامت 30nm)	نتایج شبیه سازی ساختار دارای ZnO (ضخامت 40nm)	نتایج شبیه سازی ساختار دارای ZnO (ضخامت 50nm)
Jsc (mA/cm ²)	۴/۷۷	۴/۹۴	۵/۰۷	۵/۱۹
Vm	۰/۴	۰/۳۸	۰/۳۶	۰/۳۴
Im	۲/۸	۳/۰۴۳	۳/۰۸	۳/۱
FF (%)	۰/۳۶	۰/۳۵	۰/۳۵	۰/۳۸
EFF	۱/۱۲	۱/۱۶	۱/۱۷	۱/۱۸

پارامترهای فوئولتائیکی	نتایج شبیه سازی ساختار دارای CdS (ضخامت 20nm)	نتایج شبیه سازی ساختار دارای CdS (ضخامت 30nm)	نتایج شبیه سازی ساختار دارای CdS (ضخامت 40nm)	نتایج شبیه سازی ساختار دارای CdS (ضخامت 50nm)
Jsc (mA/cm ²)	۵/۰۸	۴/۹۴	۵/۰۸	۵/۲
Vm	۰/۵۴	۰/۵۴	۰/۵۴	۰/۵۴
Im	۲/۴۷	۲/۷۷	۲/۹۸	۳/۱۵
FF (%)	۰/۴۲	۰/۴۶	۰/۴۸	۰/۴۹
EFF	۱/۳۳	۱/۴۹	۱/۶۱	۱/۷



شکل ۲: مقایسه نتایج شبیه سازی دو سلول

شکل ۱: نمودارهای جریان - ولتاژ دو سلول

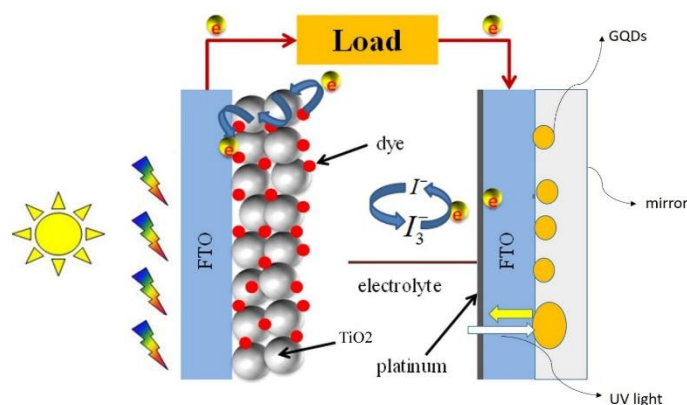
ساخت و بررسی عملکرد سلول‌های خورشیدی رنگدانه ای با استفاده از نقاط

کوانتومی گرافن

حکیمه تیموری نیا، مسعود صلواتی نیاسری*

دانشگاه کاشان، پژوهشکده علوم و فناوری نانو

در حال حاضر نقاط کوانتومی گرافن به علت خواص نوری منحصر بفردشان کاربردهای گوناگونی در زمینه های مختلف از جمله سلول‌های خورشیدی رنگدانه ای پیدا کرده‌اند. نقاط کوانتومی گرافن به علت توانایی بالا در جذب نور فرابنفش و تولید و انتقال الکترون به لایه اکسیدی می‌تواند باعث افزایش جریان تولیدی در این نوع سلول‌ها شود. در پروژه حاضر، ابتدا نقاط کوانتومی گرافن در شرایط زمانی و دمایی متفاوت با روش هیدروترمال و با استفاده از پیش ماده طبیعی پودر ذرت تهیه و سپس ویژگی‌های نوری و ساختاری آن با استفاده از آنالیزهای جذب فرابنفش- مرئی، فوتولومینسانس، میکروسکوپ الکترونی روبشی و پراش اشعه ایکس مورد بررسی و شناسایی قرار گرفت. سپس با استفاده از پوشش یک لایه نازک از N719 بر روی شیشه های FTO پوشش داده شده با یک لایه از اکسید تیتانیوم فوتوآند سلول مورد نظر تهیه شد. همچنین از شیشه رسانای FTO پوشش داده شده با لایه نازک پلاتین بعنوان فوتوکاتد استفاده شد. برای بررسی اثر نقاط کوانتومی گرافن در بازده سلول خورشیدی لایه نازکی از این مواد بر روی یه قطعه آینه پوشش داده و قطعه مورد نظر بر روی الکتروکد کمی قرار گرفت. این نقاط کوانتومی نور فرابنفش را جذب و باعث نشر نور با طول موج ۴۵۰ و ۵۲۰ نانومتر می‌شوند. مطالعات الکتروشیمیایی انجام شده بر روی رفتار فتوولتائیک سلول خورشیدی اصلاح شده با نقاط کوانتومی گرافن افزایش ۲۱ درصدی در چگالی جریان تولید شده در سلول در مقایسه با سلول مرجع را نشان داد که به دلیل افزایش تولید الکترون و انتقال آن به لایه اکسیدی که ناشی از افزایش جذب تعداد بیشتر فوتون با انرژی بالا در سلول می‌باشد که این پدیده به دلیل خاصیت Down conversion نقاط کوانتومی ساخته شده است.



شکل ۱: شماتیک سلول خورشیدی رنگدانه ای اصلاح شده

ساخت و مشخصه یابی سلول خورشیدی پروسکایت لایه نازک بر پایه فولرن

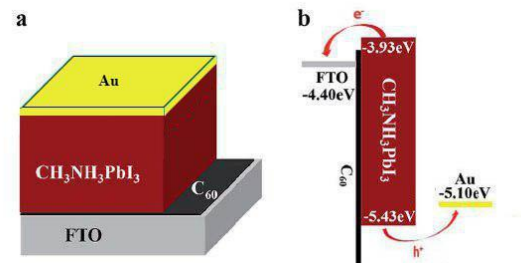
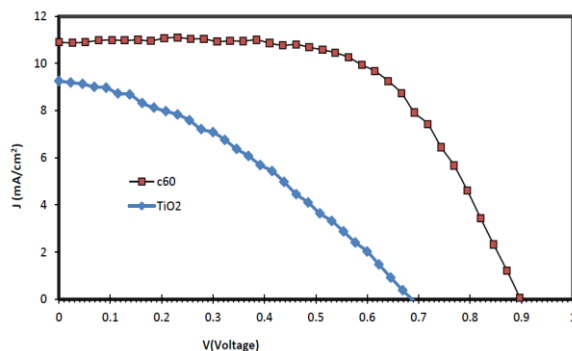
فاطمه جعفری ندوشن^۱، عباس بهجت^۱ و نعیمه ترابی^۲

^۱ گروه پژوهشی فوتونیک مرکز تحقیقات مهندسی، دانشگاه یزد

^۲ گروه اتمی مولکولی، دانشکده فیزیک، دانشگاه یزد

در این تحقیق سلول خورشیدی پروسکایت با ساختار بسیار ساده FTO/C60/CH₃NH₃PbI₃/Au ساخت و مشخصه یابی شد. فولرن (C₆₀) در این نوع ساختار که به ساختار لایه نازک نرمال شناخته می‌شود در نقش انتقال دهنده الکترون و سدکننده حفره جایگزین TiO₂ که به شکل رایج استفاده می‌شود، شده است. C₆₀ دارای شکل مولکولی کروی شکل است. برای فولرن تحرک پذیری الکترونی 1.6 cm⁻¹ V s⁻¹ و رسانندگی 2.3×10⁻³ S cm⁻¹ گزارش شده است. همین امر استفاده از فولرن در سلول‌های خورشیدی در نقش انتقال دهنده الکترون را ممکن می‌سازد. لازم به ذکر است که در این ساختار پرو سکایت هم نقش جاذب را ایفا می‌کند و هم نقش انتقال دهنده حفره.

در این تحقیق فولرن به عنوان انتقال دهنده الکترون و سدکننده حفره جایگزین TiO₂ که به شکل رایج استفاده می‌شود، شده است. مشخصه یابی جریان-ولتاژ سلول ساخته شده بازدهی قابل قبول ۵/۹٪ و ولتاژ مدار باز ۰/۹ و همچنین فاکتور پرشدگی ۶۱٪ را نشان می‌دهد. لایه نشانی C₆₀ به روش تبخیر در خلا صورت می‌گیرد و نیاز به پخت در دمای بالا ندارد که می‌توان این مورد را از مهمترین مزایای فولرن نسبت TiO₂ نام برد. فولرن با تحرک پذیری الکترونی مناسب و رسانندگی بالا می‌تواند جایگزین مناسبی برای TiO₂ در سلول‌های خورشیدی لایه نازک باشد.



شکل ۱: شکل شماتیک از ساختار سلول خورشیدی لایه نازک
شکل ۲: مقایسه نمودار جریان-ولتاژ سلول‌های ساخته شده بر پایه دی اکسید تیتانیوم و فولرن

Effect of Annealing Temperature on Morphology Evolution of $\text{CH}_3\text{NH}_3\text{PbI}_3$ Perovskite Deposited by Hot Casting Technique on Al_2O_3 Scaffold

Naser Jahanbakhshi Zadeh¹, Mahmoud Borhani Zarandi¹, Mohammad Reza Nateghi² and Ali Hatef³

¹Yazd University, Department of Physics

²Azad Islamic University of Yazd, Department of Chemistry

³Computational Physics Department of Computer Science and Mathematics, Nipissing University

We investigated the morphology evolution of $\text{CH}_3\text{NH}_3\text{PbI}_3$ perovskite layer in correlation with the annealing temperature and speed of the spin coating device for hot casting deposition technique. In hot casting deposition technique, by increasing the annealing temperature of substrate, morphology of perovskite layer turns from branch to lotus leaf shapes. By increasing substrate temperature from 140 °C to 175 °C, branch shape morphs are converted to lotus leaf shapes and perovskite layer is formed by islands that stick together which have a high compression coefficient and surface coverage (Figure 1). In this method, for low speed deposition, the presence of solvents (DMF and DMSO) on the perovskite layer leads to smaller islands than those prepared by higher speed deposition. In hot casting technique, as a result of an increase of temperature from 140 °C, the morphology of perovskite layer turns from the branch to lotus leaf-like island shapes. In fact, the crystalline growth of the Volmer-Weber growth method starts from this temperature and branch-shaped crystals completely disappear.

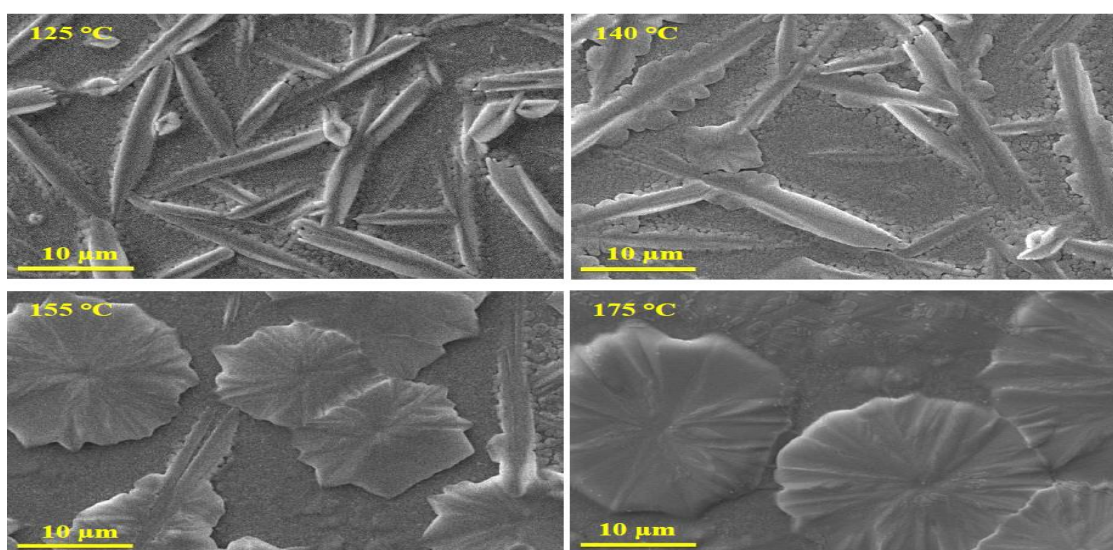


Fig. 1. Top view SEM images showing the change in morphology of perovskite layer created by hot casting technique.

بررسی اثر هیستریزیس بر روی سلول‌های خورشیدی پروسکایتی MAPbI_3

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

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

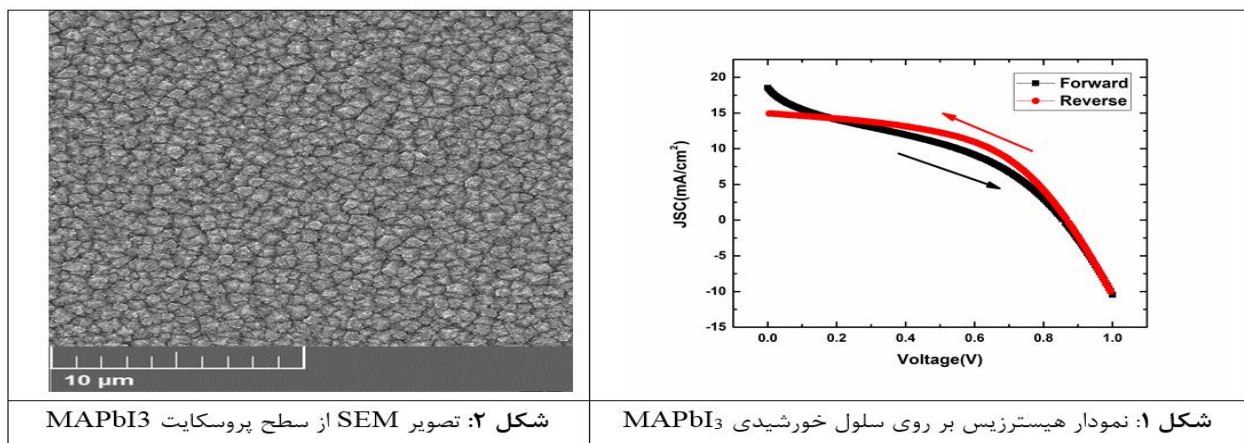
^۲ دانشگاه پدافند هوایی خاتم الانبیاء(ص)، دانشکده علوم پایه، گروه فیزیک

اثر پسماند (Hysteresis) در سلول‌های خورشیدی پروسکایتی که به معنای عدم انطباق مشخصه‌های فوتوولتایی در منحنی جریان-ولتاژ است وابسته به جهت و نرخ اسکن می‌باشد. درواقع پسماند مشکل اصلی استفاده از این سلول‌های خورشیدی پروسکایتی است، زیرا دستیابی به بازدهی صحیح و توان خروجی پایدار را برای استفاده عملی دشوار می‌کند و مانعی بر سر راه تجاری‌سازی این سلول‌هاست. این مسئله، پایداری طولانی‌مدت استفاده‌ی عملی از این سلول‌ها را نیز دچار مشکل کرده است. به همین دلیل در این مقاله به بررسی فهم منشأ و حذف پسماند پرداخته شده است. اگرچه منشأ پسماند همچنان نامشخص است، ولی چند مکانیزم مهم مانند اثر تله اندازی بار، اثر فروالکتریکی، اثر مهاجرتی یونی و اثرات خازنی برای این اثر پیشنهاد شده است. از بین این اثرات، مهاجرت یونی بیشترین گزارش را در بین پژوهشگران داشته است. در این مقاله اثر پسماند برای سلول‌های خورشیدی پروسکایتی MAPbI_3 به دلیل ولتاژ و بازدهی بالا بررسی شده است. پس از ساخت سلول به روش دو مرحله‌ای، از سطح پروسکایت تصویر SEM گرفته شد که مشاهده گردید که دارای مورفولوژی سطحی بسیار خوب و منظم می‌باشد که این نتیجه یکی از نشانه‌های کاهش اثر مهاجرت یونی می‌باشد؛ از این رو برای مشاهده این اثر، از سلول ساخته شده تست جریان-ولتاژ به صورت مستقیم و معکوس گرفته شد که مشاهده گردید که انطباق خوبی در دو نمودار وجود دارد و پسماند دارای مقدار کمی می‌باشد. برای بدست آوردن فاکتور شاخص هیستریزیس از رابطه ۱ استفاده گردید.

$$H_{\text{Hyst}} = \frac{J_{\text{sc}} (V_{\text{oc}}) - I_{\text{sc}} (V_{\text{oc}})}{J_{\text{sc}} (V_{\text{oc}})} \quad (1)$$

جدول ۱: پارامترهای اندازه گیری شده مربوط به سلول خورشیدی پروسکایتی MAPbI_3 با روش دو مرحله‌ای

	j_{sc} (mA/cm ²)	V_{oc} (V)	FF	PCE (%)	Hysteresis index factor
جریان مستقیم	20.6	0.86	0.35	6.14	0.23
جریان معکوس	16.6	0.87	0.50	7.3	



شکل ۲: تصویر SEM از سطح پروسکایت MAPbI_3

شکل ۱: نمودار هیستریزیس بر روی سلول خورشیدی MAPbI_3

مقایسه‌ی عملکرد سلول‌های خورشیدی رنگدانه‌ای تابش از پشت و تابش از روبرو بر پایه‌ی الکترودهای نانولوله‌ای تهیه‌شده با آندایز دو مرحله‌ای

زهره چمن زاده^۱، مصطفی زاهدی فر^۲ و محمد نور محمدی^۲

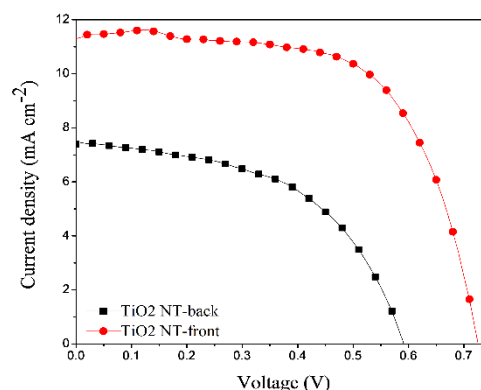
^۱ دانشگاه دامغان، دانشکده فیزیک

^۲ دانشگاه کاشان، دانشکده فیزیک

فیلم‌های نانولوله‌ای دی‌اکسید تیتانیوم ساخته‌شده به روش آندایز دو مرحله‌ای بر ورق تیتانیوم می‌توانند به دو روش تابش از روبرو و تابش از پشت در سلول‌های خورشیدی به کار روند. در سلول خورشیدی تابش از پشت، ورق تیتانیوم که در زیر فیلم نانولوله‌ای قرار دارد، اجازه‌ی تابش نور به سلول از سمت آند را نمی‌دهد و الکتروده شمارنده‌ی پلاتین تحت تابش قرار می‌گیرد. بنابراین به علت جذب یا بازتاب نور از الکترولیت و پلاتین اتلاف جذب نور توسط رنگدانه اتفاق می‌افتد. از سوی دیگر، فیلم‌های نانولوله‌ای می‌توانند از بستر تیتانیوم جدا شده و به شیشه‌های رسانای شفاف انتقال یافته و امکان تابش نور از سمت آند فراهم می‌شود. برای تهیه‌ی فتوآند سلول خورشیدی تابش از روبرو، از لایه‌های خود ایستاده نانولوله‌های دی‌اکسید تیتانیوم استفاده شد. به‌منظور ایجاد استحکام بیشتر در فیلم، نانولوله‌ها به مدت ۱ ساعت در دمای ۳۵۰ درجه پخت می‌شوند. سپس مجدداً نانولوله‌ها تحت فرایند آندایز قرار می‌گیرند، تا لایه‌ای از نانولوله‌های آمورف در زیر نانولوله‌های بلورینه شده ایجاد شود. سرانجام، با قرار گرفتن در محلول آبی ۰/۰۷ مولار هیدروفلوریک اسید به مدت ۱۰ دقیقه، مرز میانی نانولوله‌های بلورینه و آمورف خورده شده و فیلم نانولوله‌ای دی‌اکسید تیتانیوم از بستر تیتانیوم جدا می‌شوند. سرانجام برای تبدیل فاز آمورف به فاز کریستالی فیلم‌ها در دمای ۴۵۰ درجه‌ی سانتی گراد به مدت ۱ ساعت آنیل شدند. نانولوله‌های حاصل با استفاده از پراش اشعه‌ی X (XRD)، میکروسکوپ الکترونی روبشی (SEM) مشخصه‌یابی شدند. سرانجام به منظور ساخت سلول خورشیدی رنگدانه‌ای تابش از روبرو، فیلم آزاد شده‌ی نانولوله‌ای به شیشه رسانای شفاف پوشیده شده با خمیر نانوذرات دی‌اکسید تیتانیوم انتقال یافت. داده‌های فتوولتائیک بدست آمده از این دو سلول در شکل ۱ و جدول ۱ ارائه شده است. چنانچه مشاهده می‌شود، ساخت سلول خورشیدی تابش از روبرو از فیلم نانولوله‌ای تأثیر بسزایی بر خواص فتوولتائیک داشته است. در مقایسه با سلول خورشیدی تابش از پشت، چگالی جریان مدار کوتاه آن به میزان ۵۴/۸ درصد افزایش یافته است و بازده سلول خورشیدی ۲/۳ برابر شده است. در سلول خورشیدی تابش از روبرو تلفات نور کاهش یافته و عملکرد بهتری ایجاد می‌شود.

PCE (%)	FF	J_{sc} (mA/cm ²)	V_{oc} (V)	فتوالکتروده
۲/۲	۰/۵۱	۷/۳	۰/۵۹	TiO ₂ NT-back
۵/۲	۰/۶۵	۱۱/۳	۰/۷۲	TiO ₂ NT-front

جدول ۱: داده‌های فتوولتائیک سلول‌های خورشیدی



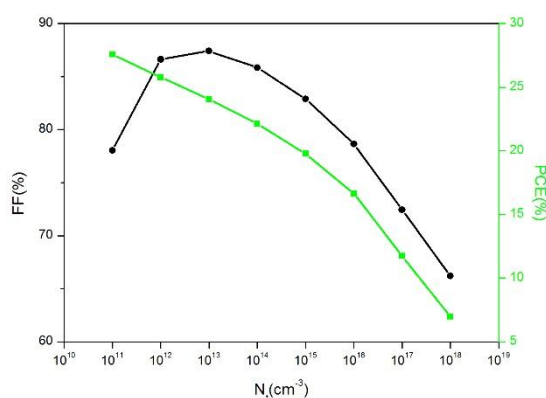
شکل ۱: منحنی چگالی جریان-ولتاژ سلول‌های خورشیدی

بررسی اثر ضخامت و چگالی دام لایه‌ی جاذب پروسکایت بر عملکرد سلول‌های خورشیدی پروسکایتی دمای پایین

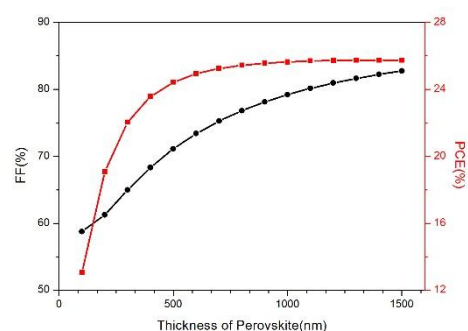
فرزانه حاذقی^۱، سید محمد باقر قریشی^۱

^۱ دانشگاه کاشان، دانشکده فیزیک

در این مقاله، اثر ضخامت و چگالی دام لایه‌ی جاذب پروسکایت بر عملکرد پارامترهای فوتوولتائیک سلول‌های خورشیدی پروسکایتی دمای پایین با استفاده از نرم افزار Scaps-1D شبیه سازی شد. در این شبیه‌سازی از مواد انتقال دهنده حفره و الکترون غیر آلی مناسب جهت بهبود پایداری، کاهش هزینه ساخت و عدم نیاز به دماهای بالا برای بازپخت، بعنوان لایه‌های انتقال دهنده حفره و الکترون استفاده شد. به علت نزدیک بودن تابع کار کربن (5ev-) به تابع کار طلا (5.1ev-)، کربن بعنوان اکتروکد کاند ارزان قیمت به جای کاتد مرسوم و گران قیمت طلا استفاده شد. بطور کلی افزایش ضخامت لایه‌ی پروسکایت به بالای ۸۰۰ نانومتر، بازدهی تبدیل توان سلول‌های خورشیدی پروسکایتی را افزایش می‌دهد و از طرفی افزایش چگالی دام لایه‌ی جاذب پروسکایت عملکرد سلول‌های خورشیدی پروسکایتی را کاهش می‌دهد. برنامه SCAPS-1D برای شبیه‌سازی عددی سلول‌های خورشیدی پروسکایتی مسطح با ساختار n-p-p استفاده شد. در این شبیه‌سازی ساختار Glass/FTO/ZnO/CH₃NH₃PbI₃/CuSCN/C برای سلول‌های خورشیدی پروسکایتی دمای پایین بررسی شد. لایه‌های جاذب نقش مهمی در عملکرد سلول‌های خورشیدی دارند. نتایج شبیه‌سازی نشان می‌دهد که عامل انباشت و بازدهی تبدیل توان با افزایش ضخامت لایه‌ی جاذب به وضوح افزایش می‌یابد (شکل ۱). این افزایش در پارامترهای مربوط را می‌توان به افزایش جذب نور در سلول نسبت داد. از آنجاییکه مواد پروسکایتی ضریب جذب بالایی دارند (10⁵cm⁻¹)، افزایش ضخامت جاذب سبب افزایش جذب نور و افزایش تولید حامل بار می‌شود. کیفیت لایه‌ی جاذب اهمیت قابل توجهی بر عملکرد سلول خورشیدی دارد، افزایش چگالی دام در لایه‌ی جاذب سبب افزایش بازترکیب حامل‌های بار و کاهش عملکرد سلول می‌شود. نتایج نشان می‌دهند که افزایش در چگالی دام لایه‌ی پروسکایت سبب کاهش قابل توجهی در بازدهی سلول خورشیدی می‌شود (شکل ۲). همچنین بررسی‌های تجربی این کار برای مقایسه با نتایج شبیه‌سازی در حال انجام است.



شکل ۲: اثر چگالی دام لایه پروسکایت بر عامل انباشت و بازدهی سلول خورشیدی پروسکایتی.



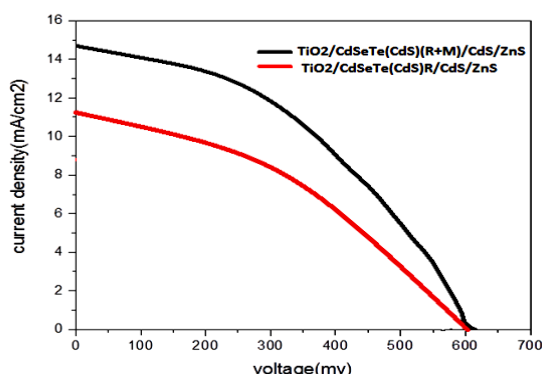
شکل ۱: اثر ضخامت لایه پروسکایت بر عامل انباشت و بازدهی سلول خورشیدی پروسکایتی.

بهبود بازدهی سلول‌های خورشیدی حساس شده به نقاط کوانتومی CdSeTe سنتز شده به روش ترکیبی رفلاکس و مایکروویو

سپیده حسین آبادی، مازیار مرندی

دانشگاه اراک، دانشکده علوم پایه، گروه فیزیک

در این تحقیق سنتز نقاط کوانتومی CdSeTe به روش آبی، از واکنش بین CdCl_2 با غلظت ۴ mM و NaHSe و NaHTe با غلظت ۰/۰۵ M در حضور عامل پوششی تیو گلیکولیک اسید (TGA) در دمای 100°C تهیه شدند و به عنوان حساس کننده بر روی نانوبلورهای TiO_2 سنتز شده به روش هایدروترمال، مورد استفاده قرار گرفتند. نقاط کوانتومی CdSeTe بار دیگر بعد از سنتز توسط دستگاه مایکروویو در توان ۵۱۰W رشد یافته اند و سپس با اضافه کردن ماده تیواستامید (TAA) روی نقاط کوانتومی CdSeTe پوسته CdS شکل گرفته است. نقاط کوانتومی CdSeTe/CdS حاصل، با استون سانتری فیوژ شد و بعد از جداسدن آب با 0.3M NaOH ، توسط التراسونیک همگن گردید و سپس به روش قطره چکانی (drop cast) طی ۲ ساعت حساس سازی انجام گرفت. برای لایه نشانی نقاط کوانتومی CdS به روش جذب متوالی لایه‌های یونی و انجام واکنش (SILAR) بر سطح فوتون‌انداز محلول‌های $\text{Cd}(\text{CHCOO})_2$ و Na_2S در متانول به عنوان پیش ماده Cd و S استفاده شده و این لایه نشانی در شش چرخه متوالی انجام گرفته است. برای جلوگیری از عمل باز ترکیب بار در بین سطوح از نقاط کوانتومی ZnS که به روش سیلار در محلول‌های $\text{Zn}(\text{CHCOO})_2$ و Na_2S به عنوان پیش ماده Zn و S لایه نشانی کرده، استفاده شده است. در ساخت این سلول‌های خورشیدی از محلول‌های $\text{KCl}\cdot\text{Na}_2\text{S}$ و S در آب و متانول به نسبت ۳/۷ به عنوان الکترولیت پلی سولفید و از الکترود شمارنده CuS که از سیلار زیر لایه هادی شفاف (FTO) در پیش ماده $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$ و Na_2S و محلول‌های اتانول و آب/اتانول به دست می‌آمده، بهره برده ایم. بازدهی سلول خورشیدی حساس شده به نقاط کوانتومی CdSeTe/CdS رشد یافته به روش ترکیبی نسبت به سلول خورشیدی حساس شده به نقاط کوانتومی CdSeTe بدون پوسته و سنتز شده به روش رفلاکس ۴۰٪ افزایش داشته است. چگالی جریان 14.69mA/cm^2 و ولتاژ 615mV مربوط به سلول خورشیدی حساس شده به نقاط کوانتومی CdSeTe/CdS رشد یافته به روش ترکیبی بازدهی ۳.۷۵٪ را نتیجه داده است. شکل زیر منحنی جریان-ولتاژ سلول خورشیدی حساس شده به نقاط کوانتومی با پوسته CdS را نشان می‌دهد.



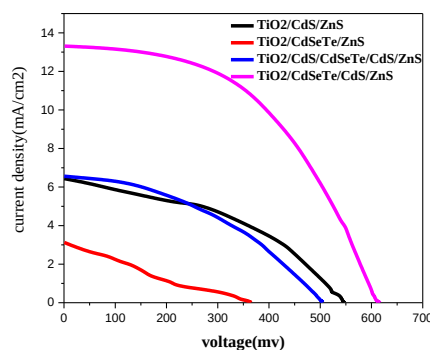
شکل ۱ منحنی جریان ولتاژ سلول خورشیدی حساس شده به نقاط کوانتومی CdSeTe

بررسی نقش لایه CdS روی نانوذرات TiO_2 حساس شده به نقاط کوانتومی CdSeTe به منظور بهبود عملکرد سلول‌های خورشیدی حساس شده به نقاط کوانتومی CdSeTe

سپیده حسین آبادی، مازیار مرندی

دانشگاه اراک، دانشگاه علوم پایه، گروه فیزیک

اخیراً سلول‌های خورشیدی حساس شده به نقاط کوانتومی CdSeTe پیشرفت خوبی در بازدهی تبدیل نور به الکتریسیته داشته‌اند. در این تحقیق سنتز نقاط کوانتومی CdSeTe به روش آبی، از واکنش بین CdCl_2 با غلظت ۴ mM و NaHSe و NaHTe با غلظت ۰/۰۵ M در حضور عامل پوششی تیو گلیکولیک اسید (TGA) در دمای 100°C تهیه شدند و به عنوان حساس کننده بر روی نانوبلورهای TiO_2 سنتز شده به روش هایدروترومال، مورد استفاده قرار گرفتند. نقاط کوانتومی CdSeTe حاصل، با استون سانتی فیوژ شد و بعد از جداسدن آب با ۰.۳M NaOH، توسط تراسونیک همگن گردید و سپس به روش قطره‌چکانی (drop cast) طی ۲ ساعت حساس سازی انجام گرفت. برای لایه نشانی نقاط کوانتومی CdS به روش جذب متوالی لایه‌های یونی وانجام واکنش (SILAR) بر سطح فوتوآند از محلول‌های $\text{Cd}(\text{CHCOO})_2$ و Na_2S در متانول به عنوان پیش ماده Cd و S استفاده شده و این لایه نشانی در شش چرخه متوالی انجام گرفته است. برای جلوگیری از عمل باز ترکیب بار در بین سطوح از نقاط کوانتومی ZnS که به روش سیلار در محلول‌های $\text{Zn}(\text{CHCOO})_2$ و Na_2S به عنوان پیش ماده Zn و S لایه نشانی شده، استفاده شده است. در ساخت این سلول‌های خورشیدی از محلول‌های $\text{KCl}\cdot\text{Na}_2\text{S}$ و S در آب و متانول به نسبت ۳/۷ به عنوان الکترولیت پلی سولفید و از الکتروده شمارنده CuS که از سیلار زیر لایه هادی شفاف (FTO) در پیش ماده $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$ و Na_2S و محلول‌های اتانول و آب/اتانول به دست می‌آمده، بهره برده‌ایم. در این پژوهش، بازدهی سلول خورشیدی با ساختار $\text{TiO}_2/\text{CdSeTe}/\text{CdS}/\text{ZnS}$ ، ۳۹۵٪ به دست آمده که در مقایسه با ساختار بدون لایه CdS $\text{TiO}_2/\text{CdS}/\text{ZnS}$ بیش از ۲۰٪ و در مقایسه با ساختار $\text{TiO}_2/\text{CdS}/\text{CdSeTe}/\text{ZnS}$ ، ۱۹۶٪ و ساختار $\text{TiO}_2/\text{CdS}/\text{ZnS}$ ، ۱۷۴٪ افزایش داشته است. جریان نوری $13.31 \text{ mA}/\text{cm}^2$ و ولتاژ ماکزیمم 617 mV نتیجه افزایش محدوده جذب با استفاده از نقاط کوانتومی CdSeTe و تزریق الکترون لایه CdS می‌باشد. لایه CdS بر روی نقاط کوانتومی باعث افزایش محدود جذب نور به اندازه ۱۰۰nm شده است. شکل ۱ نمودار I-V سلول‌های خورشیدی با ساختار $\text{TiO}_2/\text{CdSeTe}/\text{CdS}/\text{ZnS}$ و نمونه $\text{TiO}_2/\text{CdS}/\text{CdSeTe}/\text{ZnS}$ را نشان می‌دهد.



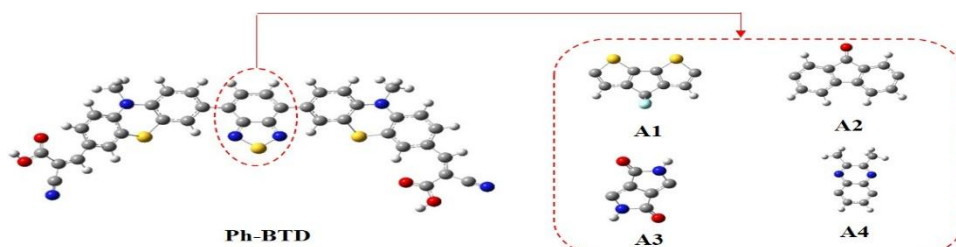
شکل ۱ منحنی جریان ولتاژ سلول خورشیدی حساس شده به نقاط کوانتومی $\text{TiO}_2/\text{CdSeTe}/\text{CdS}/\text{ZnS}$ و نمونه $\text{TiO}_2/\text{CdS}/\text{CdSeTe}/\text{ZnS}$

طراحی محاسباتی رنگدانه‌های آلی جدید با بازدهی فتوولتائیک بهبود یافته برای به کارگیری در سلول‌های خورشیدی حساس شده با رنگدانه

الهه حسین‌زاده^۱، ناصر هادی پور^۱

^۱ دانشگاه تربیت مدرس، دانشکده علوم پایه، گروه شیمی فیزیک

رنگدانه‌های آلی بدون فلز دارای پیکربندی معمول D- π -A هستند که در این پیکربندی D گروه الکترون دهنده، π پل مزدوج و A گروه گیرنده و نیز لنگری (گروه اتصال دهنده) می‌باشد. در سال‌های اخیر استفاده از رنگدانه‌های آلی با گروه‌های لنگری چندگانه به سبب برداشت نور بهتر، کاهش موثرتر برهمکنش بین مولکول‌ها و باز ترکیبی بار و نیز جذب محکم‌تر حساس کننده‌ها روی سطح TiO_2 و در نتیجه بهبود بازدهی سلول‌های خورشیدی حساس شده با رنگدانه مورد توجه زیادی قرار گرفته است. رنگدانه Ph-BTD که اخیراً به صورت آزمایشگاهی سنتز شده است، دارای دانسیته جریان مدار کوتاه نسبتاً پایین است، در حالی که فتوولتاژ مدار باز این رنگدانه نسبتاً بالاست (شکل ۱). محاسبات تئوری انجام شده روی این رنگدانه نشان می‌دهد که توزیع الکترونی LUMO این رنگدانه عمدتاً بر روی گروه فضای π در وسط مولکول توزیع شده است که این توزیع الکترونی برای تزریق الکترونی موثر مناسبت نیست. مقایسه طول موج بیشینه تجربی با مقدار تئوری نشان می‌دهد که طول موج بیشینه به دست آمده به کمک تابعی bmk و مجموعه پایه 6-311 g (p, d) بیشترین همخوانی را با نتایج تجربی دارد. بنابراین این سطح محاسباتی برای دست آوردن ویژگی‌های نورانی رنگدانه‌ها و پارامترهای انتقال بار انتخاب شد. رنگدانه‌های جدید با جایگزینی گروه BTD با گیرنده‌هایی با قدرت مختلف شامل A1، A2، A3 و A4 (شکل ۱) طراحی شد. مقادیر λ_{max} رنگدانه‌های مورد بررسی به ترتیب Ph-A4 (۴۴۱ nm) > Ph-A2 (۴۴۳ nm) > Ph-BTD (۴۶۲ nm) > Ph-A1 (۴۶۸ nm) > Ph-A3 (۵۲۹ nm) است. محاسبه پارامترهای انتقال بار نشان می‌دهد که رنگدانه Ph-A3 با قدرت الکترون کشندگی بالا در مقایسه با رنگدانه‌های طراحی شده دیگر و رنگدانه مرجع، به رغم دارا بودن بزرگ‌ترین طول موج بیشینه دارای پارامترهای انتقال بار ضعیف و نیروی محرکه تزریق الکترونی کم می‌باشد. از میان رنگدانه‌های طراحی شده، رنگدانه‌های Ph-A2 و Ph-A4 با قدرت کشندگی متوسط دارای پارامترهای انتقال بار بهبود یافته و نیروی محرکه تزریق الکترونی بهتر و نیز توزیع الکترونی موثرتر اوربیتال LUMO در مقایسه با رنگدانه مرجع و دیگر رنگدانه‌های طراحی شده و در نتیجه دانسیته فتوجریان بالاتر می‌باشند و می‌توانند به عنوان گزینه‌ای مناسب برای به کارگیری در سلول‌های خورشیدی با بازدهی بهبود یافته به کار گرفته شوند.



شکل ۱- ساختارهای مولکولی رنگینه‌های طراحی شده جدید و رنگینه مرجع (Ph-BTD).

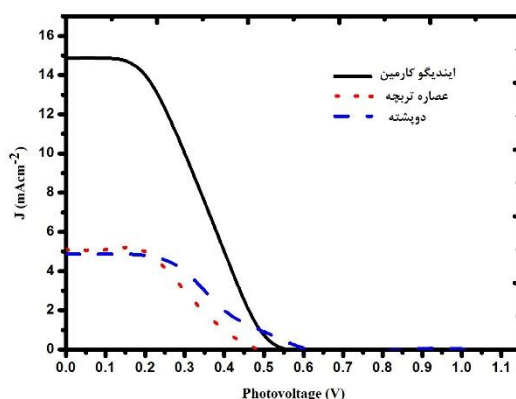
استفاده از روش دوپشته‌سازی برای بهبود راندمان تبدیل سلول‌های خورشیدی حساس شده به مواد رنگزای طبیعی

مژگان حسین نژاد^{۱،۲} و کمال الدین قرنجیگ^{۱،۲}

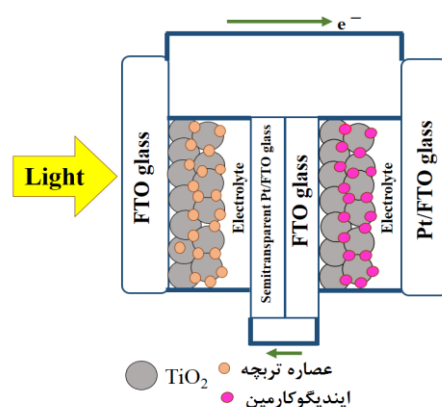
^۱ موسسه پژوهشی علوم و فناوری رنگ و پوشش، پژوهشکده مواد رنگزا، گروه پژوهشی مواد رنگزای آلی

^۲ موسسه پژوهشی علوم و فناوری رنگ و پوشش، قطب علمی رنگ

یکی از بخش‌های اصلی سلول‌های خورشیدی که نقش تولید الکترون را برعهده دارد، مواد رنگزا می‌باشد. مواد رنگزای طبیعی به دلیل قیمت پایین، دوستدار محیط زیست بودن و در دسترس قرار داشتن برای کاربرد در سلول‌های خورشیدی پیشنهاد می‌شوند. یکی از محدودیت‌های مواد رنگزای طبیعی راندمان تبدیل و مقاومت پایین آنها است. در این پژوهش از روش دوپشته‌سازی برای بهبود بازده تبدیل سلول خورشیدی استفاده شده است. در این پژوهش ابتدا تریچه، تمیز و به قطعات کوچک تقسیم شده و عصاره آن خارج می‌شود. خواص جذبی عصاره تهیه شده در حالت محلول و در حالت جذب شده بر روی لایه دی‌اکسید تیتانیوم ارزیابی شد. نتایج نشان داد که طول موج ماکزیمم جذب عصاره به ترتیب ۵۳۴ نانومتر است. طول موج ماکزیمم جذب شش عصاره بر روی لایه دی‌اکسید تیتانیوم ۵۴۰ نانومتر است که نسبت به حالت محلولی دارای شیف‌ت باتوکرومیک است. شیف‌ت باتوکرومیک مشاهده شده به دلیل تجمع‌های J مواد رنگزا بر روی لایه دی‌اکسید تیتانیوم است. ماده رنگزای ایندیگوکارمین به عنوان یک ترکیب شیمیایی خوراکی برای تهیه سلول خورشیدی دوم انتخاب گردید تا ویژگی بی‌خطر بودن مواد رنگزا در سلول خورشیدی دوپشته نهایی حفظ گردد. پارامترهای فتوولتائیک سل خورشیدی تهیه شده با استفاده از عصاره تریچه عبارتند از: $V_{OC} = 0.49$ ، $J_{SC} (mA/cm^2) = 5.1$ و $\eta = 1.47\%$. پارامترهای فتوولتائیک سل خورشیدی تهیه شده بر پایه دوپشته کردن عبارتند از: $V_{OC} = 1.05$ ، $J_{SC} (mA/cm^2) = 4.87$ و $\eta = 2.81\%$. نتایج نشان می‌دهد ولتاژ مدار باز در سلول خورشیدی دوپشته به دلیل اثر هم‌افزایی دو ولتاژ سلول‌های یگانه افزایش چشمگیری یافته است اما جریان به دلیل اثر عبور محدود شده و کاهش یافته است. در مجموع بازده سلول خورشیدی دوپشته با یک ماده رنگزای طبیعی و یک ترکیب خوراکی افزایش قابل قبولی دارد.



شکل ۲: نمودار J-V سلول‌های خورشیدی



شکل ۱: شمایی از سلول خورشیدی دوپشته

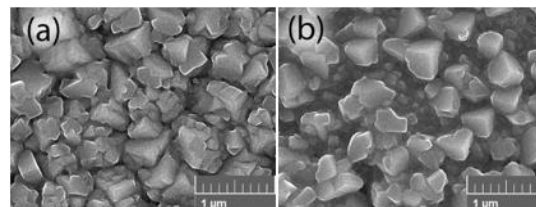
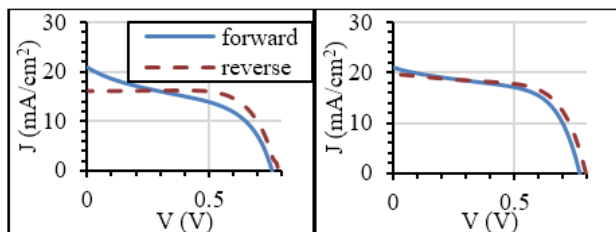
مطالعه پسماند در سلول‌های خورشیدی ساخته شده با حلال‌های مختلف

امیر حسین مردی^۱، احمد مشاعی^۱، مجید خدا بنده^۱، سبا نظامی نژاد^۱، زهرا باقری^۱، سارا عباسیان^۲

^۱ دانشگاه تربیت مدرس، دانشکده علوم پایه، بخش فیزیک

^۲ پژوهشگاه دانش‌های بنیادی (IPM)

سلول‌های خورشیدی پروسکایت یکی از زمینه‌های نوین در حوزه انرژی‌های تجدیدپذیر می‌باشد. وجود پسماند در این سلول‌ها یکی از چالش‌های پیش رو برای پیشرفت و صنعتی شدن این سلول‌های می‌باشد. در تحقیق حاضر به بررسی اثر حلال‌های PbI_2 به عنوان پیش‌لایه ساخت پروسکایت پرداخته‌ایم. سلول‌های پروسکایت متیل آمونیوم یدید ($MAPbI_3$) با روش دو مرحله‌ای ترتیبی توسط لایه‌نشانی چرخشی تولید شده‌اند. اندازه‌گیری‌های پارامترهای فوتوولتائیک با دستگاه شبیه ساز خورشید شریف سولار، و پتانسیواستات origalys انجام شده‌اند. برای ساخت لایه PbI_2 از حلال‌های DMF خالص، DMSO خالص، و همچنین مخلوط این دو به نسبت‌های ۱ به ۴ از DMF به DMSO و ۱ به ۴ آن استفاده شده است. نتایج حاصل نشان می‌دهد که وجود مقدار کمی از DMSO در DMF به عنوان حلال (مخلوط ۱ به ۴ از DMF به DMSO) می‌تواند یکنواختی و کیفیت لایه پروسکایت را ارتقا دهد. اندازه‌گیری پارامترهای فوتوولتائیک نشان داد بازده مناسب ۱۰٪ از سلول ساخته شده توسط مخلوط ۱ به ۴ از DMF به DMSO به دست می‌آید. همچنین تصاویر SEM یکنواختی بهتر لایه پروسکایت در این سلول را نشان می‌دهد. همچنین بنابر نتایج حاصل کمترین میزان پسماند نیز متعلق به سلول ساخته شده با مخلوط ۱ به ۴ از حلال‌های DMF به DMSO می‌باشد که میزان شاخص پسماند اندازه‌گیری شده برای آن ۰.۰۱۵ بوده است. ظاهراً علت این پدیده بهتر شدن کیفیت لایه پروسکایت از لحاظ یکنواختی در پوشش سطح و همچنین کاهش میزان حفره‌ها در لایه پروسکایت می‌باشد.



شکل ۲: نمودارهای $J-V$ برای روبش‌های مستقیم و معکوس ولتاژ برای سلول آماده شده با نسبت‌های مختلف حلال پروسکایت (راست) DMF خالص و (چپ) مخلوط ۱ به ۴ از DMF و DMSO

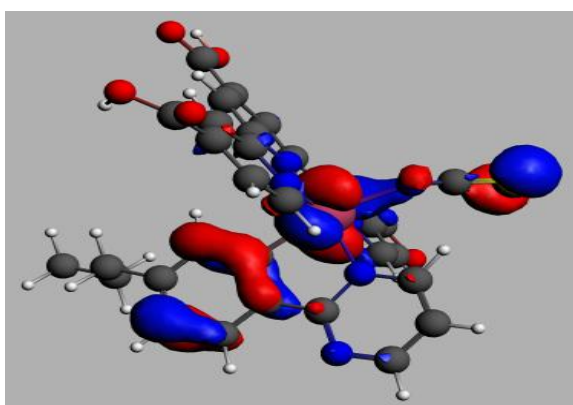
شکل ۱: تصویر SEM از سطح لایه پروسکایت ساخته شده توسط حلال‌های (a) DMF خالص و (b) مخلوط ۱ به ۴ از DMF و DMSO

مطالعه کوانتومی حساس‌کننده‌های Ru(II) در سل‌های خورشیدی رنگدانه‌ای

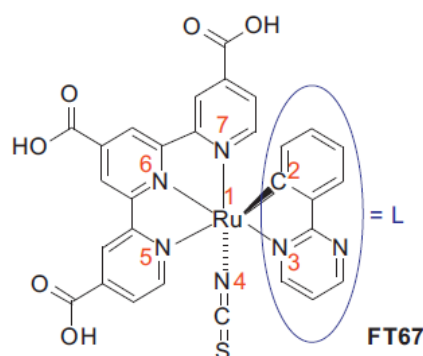
سیده مهناز حسینی، احمد مرادی سیوکی

با توجه به مشکلاتی که سوخت‌های فسیلی ایجاد می‌کنند، استفاده از انرژی خورشیدی و فناوری سل خورشیدی رنگدانه‌ای برای تولید الکتریسیته مورد توجه قرار گرفته است. در بین نسل‌های مختلف سل خورشیدی، سل خورشیدی حساس شده با رنگ به دلیل هزینه‌ی تولید کم و بازده بالا مورد توجه بسیار است. برای افزایش بازدهی در این روش راه‌های مختلفی وجود دارد که یکی از آن‌ها انتخاب مولکول رنگ مناسب است. در این مقاله روی رنگ‌های سری FT کار شده است که از مشتقات رنگ N749 به شما می‌روند. ده مولکول رنگ در دو دسته‌ی مختلف طبقه‌بندی گردید. دسته‌ی اول با افزودن طول استخلاف جانبی متصل به لیگاند فنیل پیریمیدین و دسته‌ی دوم با اضافه کردن فلئور به رنگ‌های دسته‌ی اول ایجاد می‌گردد. در این پژوهش اثر گروه الکترون‌کشنده و افزایش طول استخلاف بررسی می‌شود. در انجام تحقیق از روش نظریه‌ی تابعی چگالی استفاده می‌شود. تمامی محاسبات با نرم افزار تابعی چگالی آمستردام انجام گرفته و مجموعه پایه برای تمام اتم‌ها DZ و تابعی استفاده شده B3LYP می‌باشد.

طبق نتایج افزودن الکترون‌کشنده به رنگ روی خواص ساختاری رنگ تغییری ایجاد نمی‌کند و از طرفی باعث پایداری رنگ می‌شود. با توجه به محل استقرار اوربیتال‌ها سطوح انرژی HOMO-3 و LUMO+3 به جای HOMO و LUMO در فرایندهای الکتروشیمیایی تأثیرگذار می‌شوند. به طوری که تغییرات شکاف بین آن‌ها ناچیز بوده و در برانگیختگی رنگ تأثیری ندارد. همچنین افزودن اتم الکترون‌کشنده باعث کاهش اختلاف بین LUMO+3 و باند هدایت نیمه هادی می‌شود. در حالی که هر چه اختلاف بین این دو بیشتر باشد انتقال الکترون از رنگ به نیمه‌هادی بهتر انجام می‌شود. بنابراین رنگ‌های دسته‌ی اول در انتقال الکترون بهتر عمل می‌کنند ولی در مرحله‌ی بازسازی رنگ، افزودن اتم فلئور باعث بهبود عملکرد رنگ می‌شود. چرا که فاصله‌ی بین HOMO-3 و انرژی اکسایش/کاهش یخ‌تری‌دید را افزایش می‌دهد. این در حالی است که مقایسه‌ی همه‌ی رنگ‌های مورد بررسی با N3 نشان‌دهنده‌ی عملکرد بهتر این رنگ‌ها در هر دو مرحله‌ی بازسازی و انتقال الکترون به نیمه‌هادی می‌باشد.



شکل ۲: محل استقرار اوربیتال‌های مولکولی HOMO-3 در یکی از رنگ‌های مورد مطالعه



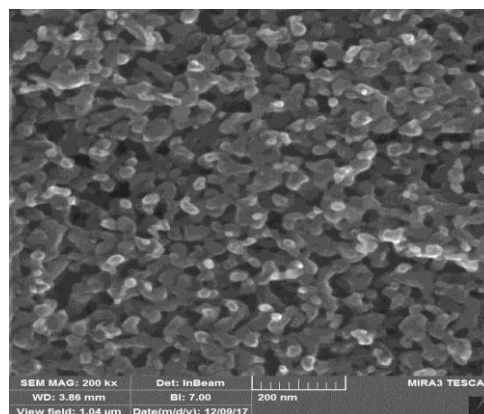
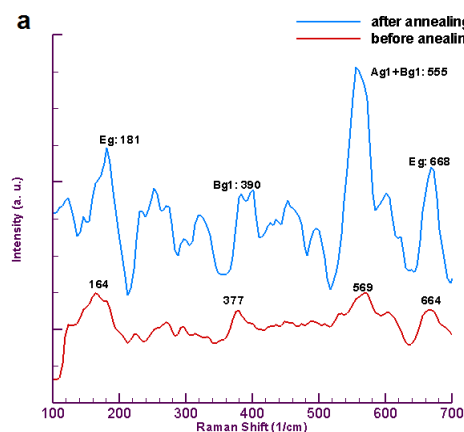
شکل ۱: ساختار کلی رنگ‌های سری FT

ساخت نانوساختار تیتانیا با اکسایش لایه‌ی نازک تیتانیوم لایه‌نشانی شده روی زیر لایه FTO

مریم حکمت، فاطمه رستمیان و عزیزاله شفیع‌خانی

دانشگاه الزهراء، گروه فیزیک

پژوهش حاضر روشی جدید در ساخت نانولوله‌های دی اکسید تیتانیوم بر روی زیر لایه FTO ارائه می‌دهد. لایه‌ی نازکی از تیتانیوم به روش کندوپاش مغناطیسی ساخته، اکسید شده و سپس در دمای 500°C پخت شده‌اند تا نانوساختار دی‌اکسید تیتانیوم حاصل شود. طیف جذبی لایه‌های نازک از نانو ذرات و نانوساختارهای ساخته نشان می‌دهند که لایه نشانی تیتانیوم در حدود 500 nm خواص مطلوب و متفاوتی نسبت به سایر روش‌های موجود دارند. تصویر SEM (شکل ۱) نشان دهنده ایجاد سطحی با تخلخل بالا بوده و اندازه نانو دانه‌ها در حد $20-30$ نانومتر است. با توجه به نتایج EDS و قله‌های طیف رامان این ساختارها TiO_2 بوده و فاز آناتاز غالب است. طیف سنجی پراش پرتو ایکس از نمونه‌ها درصد وزنی تیتانیوم 55.15% و اکسیژن را 44.85% نشان می‌دهد. شش مد اصلی فعال در طیف رامان وجود دارد در شکل ۲ حضور قله 181 cm^{-1} در طیف رامان نشان دهنده شکل گیری فاز آناتاز در همه نمونه‌ها است. فونون‌ها در طیف پراکندگی رامان این نانوساختارهای هم جهت شده حساسیت بیشتری نسبت به نور از خود نشان داده و بهبود مشخصه‌های پراکندگی رامان و طیف جذبی تایید می‌کنند لایه‌های نازکی که با این روش تهیه می‌شوند گزینه‌های مناسبی برای جایگزینی با فوتوآندهای رایج سلول‌های خورشیدی می‌باشند.



شکل ۱: تصویر SEM سطح از نمونه، اندازه دانه‌ها در حد $20-30$ نانومتر هستند.

شکل ۲: بررسی پراکندگی رامان با پخت نمونه‌ها.

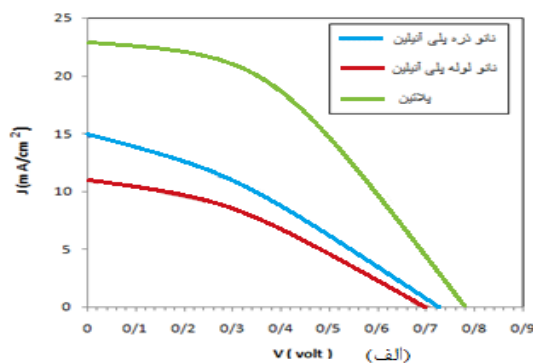
سنتز و مشخصه یابی اپتیکی نانو ذرات و لوله های پلی آنیلین و استفاده از آن ها در سلول های خورشیدی رنگدانه ای

صالحه حکیمی فر^۱، سمانه مظفری^۲، آزاده سادات نعیمی^۱

^۱ دانشگاه آزاد اسلامی واحد علی آباد، گروه فوتونیک

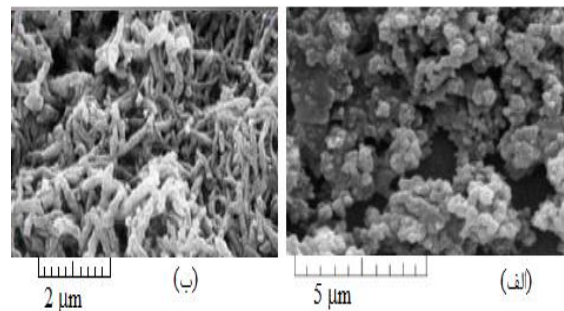
^۲ دانشگاه دریانوردی و علوم دریایی چابهار، دانشکده علوم

الکتروود شمارنده یکی از اجزاء مهم تشکیل دهنده سلول خورشیدی رنگدانه ای (DSSC) است، که نقش احیاء زوج اکسایش-کاهش را بر عهده دارد. تاکنون بیشترین مقدار بازدهی برای (DSSCs) با استفاده از الکتروود شمارنده پلاتین (Pt) به دست آمده است. اگرچه Pt از قدرت کاتالیزی بالا و رسانندگی الکتریکی خوبی برخوردار است، اما گرانی قیمت و کمیابی، کاربرد آن را در DSSCs محدود گردانیده است. از سوی دیگر لایه نشانی آن بر روی شیشه رسانای FTO به دمای بالاتر از ۴۰۰ °C نیاز دارد، که برای استفاده در ساخت DSSCs انعطاف پذیر مناسب نمی باشد. بنابراین با توجه به معایب فوق، جایگزینی مواد ارزان قیمتی نظیر پلیمرهای رسانا ضروری است. از بین پلیمرهای رسانا، پلی آنیلین به سبب تهیه آسان، پایداری محیطی مناسب، قابلیت های کاربردی بالا و ارزان قیمت بودن مورد توجه قرار گرفته است. در این پژوهش، ابتدا نانو ذرات و لوله های پلی آنیلین تهیه و سپس خواص اپتیکی آن ها از قبیل ضریب خاموشی، گاف نواری انرژی، ضریب شکست، ثابت های دی الکتریک و رسانایی نوری، توسط داده های طیف سنجی مرئی و فرابنفش محاسبه شدند. مشخصه جریان-ولتاژ سلول های خورشیدی رنگدانه ای ساخته شده بر پایه پلاتین، نانو ذرات و لوله های پلی آنیلین اندازه گیری و پارامترهای جریان-ولتاژ آن ها با یکدیگر مقایسه شدند. مشخص شد، سلول خورشیدی ساخته شده بر پایه نانو ذرات پلی آنیلین به سبب داشتن رسانندگی بهتر و گاف نواری انرژی کمتر، بازده بالاتری را در مقایسه با سلول خورشیدی ساخته شده بر پایه نانو لوله های پلی آنیلین نشان می دهد.



سلول خورشیدی	V_{oc} (v)	J_{sc} ($mA\ cm^{-2}$)	ff(%)	η (%)
پلاتین	۰/۷۸	۲۲/۹۷	۴۲	۷/۵۵
نانوذرات پلی آنیلین	۰/۷۲	۱۴/۷۸	۳۴	۳/۶۴
نانو لوله های پلی آنیلین	۰/۷۰	۱۰/۹۹	۳۴	۲/۶۶

(ب)



شکل ۱: تصاویر SEM (الف) نانو ذرات پلی آنیلین (ب) نانو لوله های پلی آنیلین

شکل ۲: (الف) نمودار جریان-ولتاژ سلول های خورشیدی با الکترودهای شمارنده مختلف (ب) پارامترهای به دست آمده از نمودار جریان-ولتاژ

بررسی عملکرد سلول‌های خورشیدی پروسکایتی در حضور انتقال دهنده‌های حفره

متفاوت

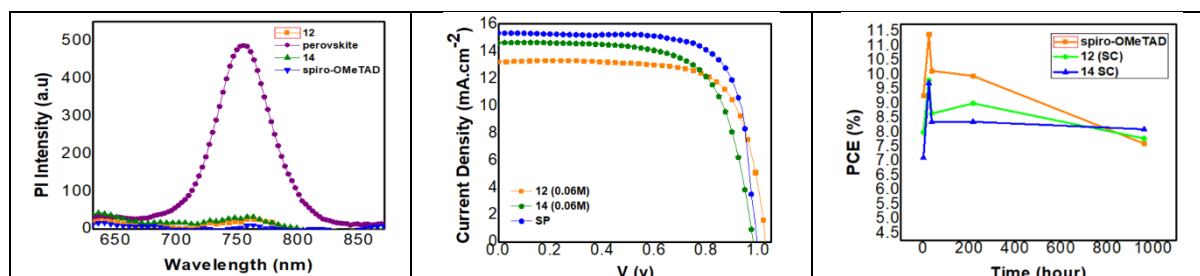
مهسا حیدری^۱، حسین طاهریان فرد^۲، حسین آهنگر^۳، نیما تقوی نیا^۴، فریبا تاج آبادی^۴، اسماعیل شیبانی^۲

^۱ دانشگاه تهران، دانشکده فیزیک، ^۲ دانشگاه صنعتی شریف، دانشکده فیزیک

^۳ دانشگاه اصفهان، دانشکده شیمی، ^۴ پژوهشگاه مواد و انرژی

ماده پروسکایت با فرمول عمومی ABX_3 که ترکیبی از کاتیون‌های آلی-غیرآلی (Formamidinium, Methylammonium, Cs)، فلزی (Sn, Pb) و آنیون هالوژنی نظیر (Cl, Br, I) است به عنوان یک پدیده شگفت انگیز و افق آینده تکنولوژی سلول‌های خورشیدی شناخته می‌شود. این ماده علاوه بر ویژگی‌هایی چون ضریب جذب و موبیلیتی بالا، طول دیفیوژن از مرتبه میکرومتر و قابل تنظیم بودن گاف نواری، رسانای خوب حفره نیز می‌باشد. به منظور تسهیل ترابرد حفره‌های تولید شده در لایه جاذب، حضور لایه انتقال دهنده حفره (HTM) امری ضروری است زیرا سطوح انرژی پروسکایت نسبت به الکتروده پستی در سطح پایین تری قرار دارند. همچنین پوشش یکنواخت و مناسب لایه پروسکایت توسط لایه HTM می‌تواند منجر به افزایش مقاومت لایه در مقابل حرارت و رطوبت، در نتیجه پایداری device شود. در اینجا اثر سه ماده انتقال دهنده حفره (12, 14, spiro-OMeTAD) بر دینامیک استخراج حفره‌ها در فصل مشترک لایه جاذب و HTM، پایداری و عملکرد نهایی سلول خورشیدی پروسکایتی مورد بررسی قرار گرفته است. با توجه به طیف فوتولومینسانس، دو ماده ۱۲ ($C_{79}H_{62}N_4O_6$) و ۱۴ ($C_{131}H_{102}N_8O_{10}$) سنتز شده در مقایسه با اسپایرو به عنوان HTM تجاری، توانایی خوبی را در انتقال حفره از لایه پروسکایت نشان می‌دهند. پوشش مناسب لایه پروسکایت توسط این HTM‌ها موجب پایداری device شده و پس از گذشت ۱۰۰۰ ساعت به ترتیب به 79% و 83% بازدهی اولیه خود می‌رسند، این در حالی است که پس از گذشت این زمان اسپایرو به 67% مقدار اولیه می‌رسد و افت بیشتری دارد. با استفاده از آنالیز SCLC موبیلیتی مواد برابر با $5.4 \times 10^{-4} \text{ cm}^2 \text{V}^{-1} \text{s}^{-1}$ برای ماده ۱۲ و $6.5 \times 10^{-4} \text{ cm}^2 \text{V}^{-1} \text{s}^{-1}$ برای ۱۴ اندازه‌گیری شد که در مقایسه با ماده اسپایرو $10^{-5} \times 5 \text{ cm}^2 \text{V}^{-1} \text{s}^{-1}$ بسیار قابل توجه است. این مواد که با روش‌های آسان و ارزان تر تهیه شده‌اند جایگزین مناسبی برای اسپایرو می‌باشند.

HTM Type	V_{oc} (v)	J_{sc} (mA.cm ⁻²)	FF	PCE (%)
Spiro-OMeTAD	0.99	15.3	0.75	11.4
12	1.03	13.2	0.72	9.8
14	0.98	14.6	0.68	9.7



شکل ۱: الف) طیف PL لایه انتقال دهنده‌های حفره که روی پروسکایت لایه نشانی شده‌اند. ب) منحنی J-V سلول خورشیدی بر پایه HTM‌های متفاوت. ج) نمودار تغییرات بازدهی device بر اساس زمان برای HTM‌های مختلف

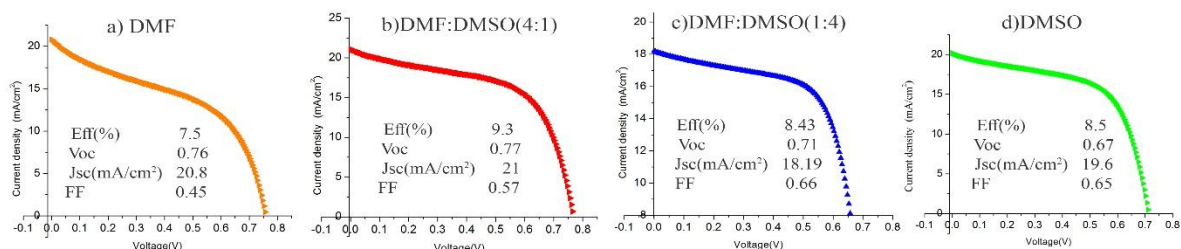
بستگی ساختار پروسکایت هالوژنی به نوع حلال و تاثیر آن بر عملکرد سلول‌های خورشیدی پروسکایتی

مجید خداپنده^۱، زهرا باقری^۱، احمد مشاعی^۱، سارا عباسیان^۲، سبا نظامی نژاد^۱، امیر حسین مردی^۱

^۱ دانشگاه تربیت مدرس، دانشکده فیزیک، بخش فیزیک

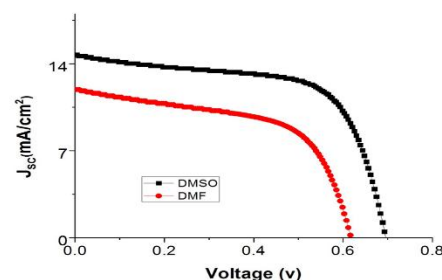
^۲ پژوهشگاه دانش‌های بنیادی، پژوهشکده فیزیک

پروسکایت‌ها ویژگی‌های اپتیکی و الکتریکی مطلوبی دارند که از جمله می‌توان ضریب جذب بالا، تحریک پذیری زیاد حامل‌های بار، گاف نواری مستقیم، طول نفوذ زیاد را نام برد. حلال‌هایی که برای ساخت لایه پروسکایت مورد استفاده قرار می‌گیرند در کیفیت و عملکرد سلول‌های خورشیدی ساخته شده تاثیرگذار است. در این پژوهش تاثیر حلال بر سلول خورشیدی پروسکایتی متیل آمونیومیدید (MAPbI₃) مورد بررسی قرار گرفته است. سلول‌های خورشیدی پروسکایتی به روش لایه نشانی اسپین چرخشی دومرحله‌ای، در حلال‌های آلی DMF خالص، DMSO خالص و نسبت‌های مختلف از دو حلال DMF:DMSO(1:4) و DMF:DMSO(4:1) ساخته شدند و مورد مطالعه قرار گرفتند. با بررسی مشخصه‌های فوتوولتایی، کیفیت مورفولوژی لایه پروسکایت با تصویربرداری (SEM) نشان داد که لایه پروسکایت ساخته شده از افزودن مقدار کمی حلال DMSO به DMF یعنی DMF:DMSO(4:1) باعث بهبود ساختار و کیفیت پروسکایت می‌شود. همچنین سلول‌های خورشیدی متیل آمونیومیدید در دو حلال DMF و DMSO به روش لایه‌نشانی چرخشی تک مرحله‌ای ضدحلال ساخته شدند که از کلروبنزن به عنوان ضدحلال استفاده شد. نتایج به دست آمده نشان می‌دهد که در این روش ساخت پارامترهای فوتوولتایی و بازده بدست آمده در سلول‌های خورشیدی که از DMSO به جای DMF به عنوان حلال پروسکایت استفاده شده است، بهتر می‌باشد.



شکل ۱- نمودار ولتاژ-جریان سلول‌های پروسکایتی ساخته شده به روش لایه نشانی چرخشی دومرحله‌ای در نسبت‌های مختلف حلال

SOLVENT	FF	Voc (V)	J _{sc} (mA/cm ²)	PCE (%)
DMSO	0.63	0.69	16.3	7.3
DMF	0.57	0.62	13.3	4.7



شکل ۲- نمودار ولتاژ-جریان و مشخصه‌های فوتوولتایی سلول‌های پروسکایتی ساخته شده به روش لایه نشانی چرخشی تک مرحله‌ای ضدحلال

استفاده از CuSCN ماده رسانای معدنی به عنوان لایه رسانای حفره در سلول

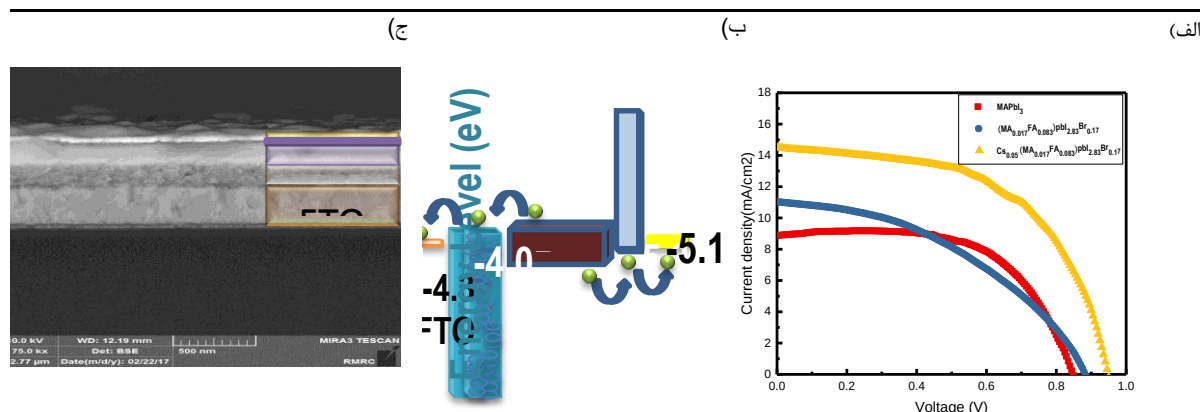
خورشیدی با جاذب پروسکایت های ، تک کاتیون MAPbI_3 ، دو

$\text{Cs}_{0.05}(\text{MA}_{0.017}\text{FA}_{0.083})\text{PbI}_{2.83}\text{Br}_{0.17}$ و سه کاتیون $(\text{MA}_{0.017}\text{FA}_{0.083})\text{PbI}_{2.83}\text{Br}_{0.17}$

اعظم خراسانی^۱، مازیار مرنندی^۱، نیما تقوی نیا^۲ و اعظم ایرجی زاد^۲

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

جذب بالای نور خورشید، تحرک پذیری بالای حامل های بار، گاف انرژی مناسب و قابل تنظیم ساختار پروسکایت منجر به رشد روز افزون بازدهی و عملکرد قابل قبول این جاذب ها در سلول های خورشیدی شده است. از طرفی مشکل پایداری این سلول ها مسأله ای مورد بحث می باشد. مواد رسانای آلی مانند اسپایرو گران قیمت بوده و نیز به دلیل آبدوستی بسیار زیاد دوپاند هایی که برای بهبود عملکرد لایه رسانای حفره استفاده می شود (مانند LITFS) به ساختار پروسکایت آسیب می زند. بنابراین ما به دنبال جایگزین کردن لایه رسانای حفره با هزینه کمتر و پایداری بیشتر در ساختار سلول خورشیدی هستیم. در این میان CuSCN به دلیل تحرک پذیری بالای حفره، هزینه مناسب و دما دهی پایین 65°C برای خشک کردن لایه انتخاب شده است. در این پژوهش محلول 0.05 مولار از CuSCN در حلال Dipropyl Sulfide تهیه شده و بروی پروسکایت تک، دو و سه کاتیون (هالید ترکیبی) به روش پوشش دهی چرخشی لایه نشانی شده است. بازدهی سلول های با جاذب پروسکایتی تک، دو و سه کاتیون به ترتیب مقادیر 4.7 ، 4.1 و 7.8 بدست آمد. بهترین سلول با جاذب پروسکایت سه کاتیون با هالید ترکیبی با ساختار متداول $\text{glass/FTO/C-TiO}_2/\text{Mp-TiO}_2/\text{Cs}_{0.05}(\text{MA}_{0.017}\text{FA}_{0.083})\text{PbI}_{2.83}\text{Br}_{0.17}/\text{CuSCN}/\text{Au}$ ولتاژ مدار باز 0.945V و جریان اتصال کوتاه 14.75 mA/cm^2 را نشان داد.



شکل (۱) الف) مقایسه ای نمودار I-V لایه CuSCN بر روی پروسکایت تک، دو و سه کاتیون. ب) تصویر شماتیک از جایگاه نوارهای انرژی. ج) تصویر SEM از سطح مقطع سلول خورشیدی

	MAPbI_3	$(\text{MA}_{0.017}\text{FA}_{0.083})\text{PbI}_{2.83}\text{Br}_{0.17}$	$\text{Cs}_{0.05}(\text{MA}_{0.017}\text{FA}_{0.083})\text{PbI}_{2.83}\text{Br}_{0.17}$
Jsc(mA/cm2)	8.87	11.4	14.75
Voc(V)	0.844	0.879	0.945
Eff	4.71	4.1	7.8
FF(%)	62	41	53

جدول (۱) مشخصات فوتوولتایی سلول خورشیدی، لایه رسانای حفره CuSCN بر روی جاذب پروسکایت تک، دو و سه کاتیون

سنتز ترکیب $\text{Cu}_2\text{BaSnS}_4$ (CBTS) با هدف کاربرد در سلول‌های خورشیدی

روح اله خسروشاهی^۱، مهدی دهقانی^۲، نسترن عالمگیر تهرانی^۲، مهران مین‌باشی^۴، نیما تقوی نیا^{۱،۲}، مجتبی باقرزاده^۲

^۱ دانشگاه صنعتی شریف، پژوهشکده علوم و فناوری نانو

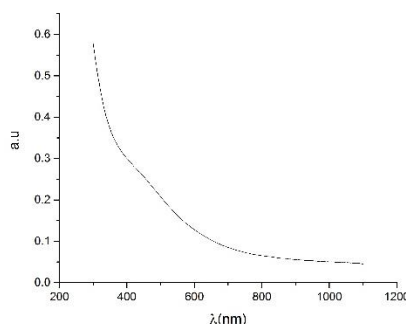
^۲ دانشگاه صنعتی شریف، دانشکده فیزیک

^۳ دانشگاه صنعتی شریف، دانشکده شیمی

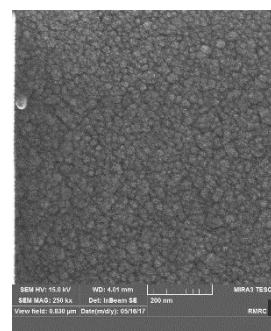
^۴ دانشگاه علم و صنعت، دانشکده فیزیک

یکی از مهمترین ترکیبات مورد استفاده در سلول‌های خورشیدی لایه نازک پایه کالکوژن، ترکیبات مرسوم CIGS با فرمول کلی $\text{Cu}(\text{In}_{1-x}\text{Ga}_x)(\text{S}_{1-y}\text{Se}_y)_2$ می‌باشد. این ساختار با وجود پایداری و جذب نور بسیار بالا و فراهم کردن امکان رقابت با سلول‌های خورشیدی سیلیکونی، به دلیل کمیاب بودن و گران بودن عناصر Ga و In گران است. به همین دلیل محققان به دنبال جایگزین کردن این عناصر با عناصر ارزان‌تر و در دسترس‌تر هستند. اولین ترکیب جایگزین، استفاده از عناصر Zn و Sn به جای Ga و In و دستیابی به ساختار $\text{Cu}_2\text{ZnSnS}_4$ (CZTS) بود. این ساختار، نسبت به CIGS ارزان‌تر بود. اما مشکل عمده‌ی آن ناپایداری فازی و نامنظمی کاتیونی بود که در عمل مشکلاتی را برای استفاده از آن فراهم کرد. اخیراً ترکیبات موسوم به CBTS یا $\text{Cu}_2\text{BaSnS}_4$ مورد توجه محققین قرار گرفته است. این ترکیب علاوه بر استفاده از عناصر ارزان، مشکلات ساختار CZTS را نیز ندارد و می‌تواند به عنوان جایگزین مناسبی برای CIGS و CZTS مطرح شود.

در این پژوهش، برای اولین بار سنتز شیمیایی این ترکیب با استفاده از حلال اولئیل آمین انجام شد. به این منظور، نمک‌های Ba، Cu و Sn به همراه عنصر S با ترکیب وزنی مناسب برای ساخت ترکیب نهایی $\text{Cu}_2\text{BaSnS}_4$ به میزان کافی حلال اولئیل آمین اضافه شد. فرآیند سنتز تحت شرایط رفلکس انجام شد. در ادامه، ابتدا در دمای 50°C و 100°C فرآیند گاززدایی انجام و سپس محلول تحت اتمسفر نیتروژن تا دمای 250°C برده شده و به مدت ۱۰ دقیقه در این دما نگه داشته شد. سپس دمای ظرف محتوی محلول به صورت طبیعی کاهش یافته و با استفاده از اتانول و کلروفرم و سانتریفیوژ محلول، فرآیند شستشوی نهایی انجام شده و نانوذرات حاصل شدند. نانوذرات سنتز شده با استفاده از آنالیزهای ICP، XRD، DLS، UV-Vis و SEM به ترتیب برای بررسی ترکیب، فاز، اندازه ذرات و توزیع آن‌ها، میزان جذب نور و همچنین کیفیت لایه مورد بررسی قرار گرفت. در نهایت سلول خورشیدی با بازدهی 0.5% با این ساختار ساخته شد.



شکل ۲: طیف UV-Vis ساختار CBTS



شکل ۱: تصویر SEM مربوط به نانوذرات CBTS

رشد حرارتی لایه‌ی جاذب CIS و CIGS در سلول‌های خورشیدی لایه نازک پایه

کالکوزن مبتنی بر روش‌های شیمیایی

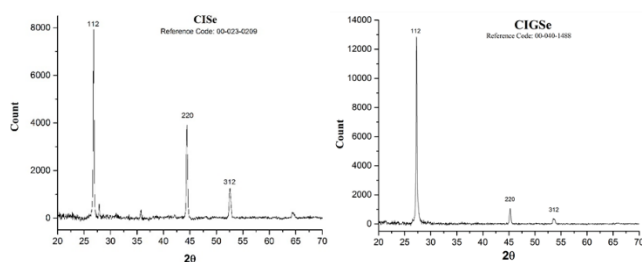
روح اله خسروشاهی^۱، مهدی دهقانی^۲، نسترن عالمگیر تهرانی^۲، نیما تقوی نیا^{۱،۲}، مجتبی باقرزاده^۳

^۱ دانشگاه صنعتی شریف، پژوهشکده علوم و فناوری نانو

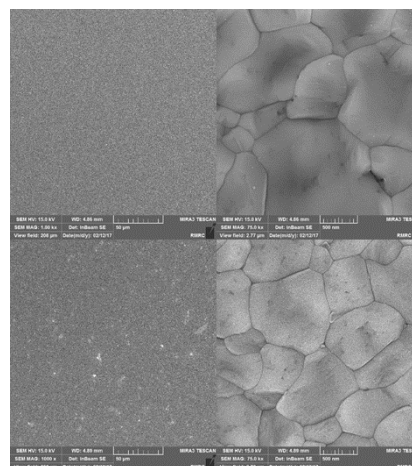
^۲ دانشگاه صنعتی شریف، دانشکده فیزیک

^۳ دانشگاه صنعتی شریف، دانشکده شیمی

یکی از مهمترین مشکلات در سلول‌های خورشیدی لایه نازک مبنی بر روش‌های شیمیایی، رشد دانه‌های لایه‌ی جاذب برای کاهش مرزدانه‌های به عنوان مراکز بازترکیب حامل‌های بار ایجاد شده در اثر برخورد نور خورشید هستند. همچنین، نلود هرگونه ترک و حفره در لایه‌ی جاذب برای دستیابی به خواص بهینه در سلول نهایی ضروری است. روش اصلی رشد دانه‌ها آنیل حرارتی در دمای بالا و اتمسفر مشخص است. همچنین برای جذب ترک و حفره از لایه‌ی جاذب، دستیابی به جوهر بسیار پایدار از نانوذرات و بهینه کردن شرایط لایه نشانی قبل از آنیل نهایی ضروری است. در این تحقیق، پیدا کردن شرایط بهینه آنیل برای دستیابی به دانه‌های با ابعاد بزرگ و همچنین بهینه کردن شرایط لایه‌نشانی توسط جوهر نانوذره مورد بررسی قرار گرفته است. برای این منظور، ابتدا جوهر نانوذرات CIS و CIGS که توسط اولئیل آمین سنتز شده بود، با استفاده از حلال کلروفرم تهیه شد. سپس این جوهر به روش لایه‌نشانی چرخشی بر روی زیرلایه اعمال و در نهایت تحت فرآیند سلنایز کردن توسط دستگاه حرارت‌دهی سریع (RTP) قرار گرفت. با استفاده از تصاویر SEM دانه‌های با ابعاد تا ۲ میکرومتر حاصل شد (تصویر ۱). در کنار دانه‌های بزرگ، نبود حفره و ترک در ابعاد بالا در لایه تا ۱۲ میکرومتر، از مهمترین مزایای لایه‌ی ایجاد شده است. همچنین با استفاده از آنالیز XRD، صحت فازی ترکیب نهایی مورد بررسی قرار گرفت که فاز مورد نظر تشکیل شده بود.



شکل ۲: طیف XRD مربوط به لایه‌ی CIS و CIGS بعد از سلنایز شدن و تبدیل از فاز سولفیدی به سلنیدی



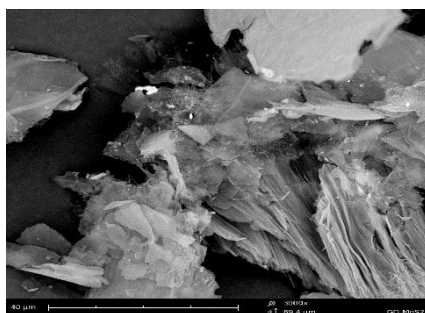
شکل ۱: تصویر SEM مربوط به CIS (بالا) و CIGS (پایین) بعد از فرآیند سلنایز کردن

سنتز نانورقه‌های سولفید مولیبدن-اکسید گرافن کاهش یافته برای کاربرد در سلول‌های خورشیدی بر پایه نقاط کوانتومی

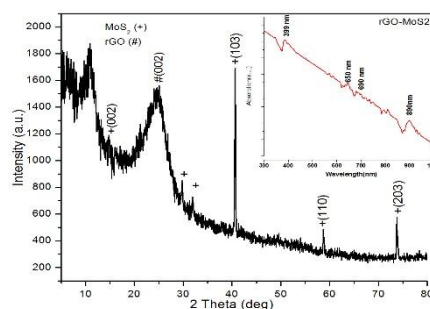
سپیده خضرای، مسعود کریمی پور، مهدی ملایی، شعیب مجتهدی و ریحانه شیدا

دانشگاه ولی عصر رفسنجان، دانشکده علوم پایه، گروه فیزیک

امروزه سلول‌های خورشیدی برپایه سولفیدهای نیم‌رسانا به دلیل گستره ی جذب در ناحیه ی مرئی و مادون قرمز توجه بسیاری را به خود جلب کرده است، نانورقه‌های سولفید مولیبدن، جذب آن در گستره ی ۴۵۰ تا ۸۰۰ نانومتر قرار دارد که پتانسیل خوبی را برای جذب طیف خورشیدی در این نواحی فراهم می‌کند. به عنوان مثال یک ساختار سلول خورشیدی لایه‌ای عمودی بر پایه ی ITO/Au/MoS₂ دارای بازده جریان کوتاه بسیار زیاد ۲۰/۹ میلی آمپر بر سانتی متر مربع و بازده تبدیل توان ۲/۸ درصد می‌باشد [۱]. از طرفی اکسید کاهش یافته به طور گسترده‌ای به عنوان الکتروود در کاربردهای مختلف از سلول‌های خورشیدی بخاطر رسانایی بسیار بالا، انعطاف پذیری و سطح تماس بسیار بالا مورد استفاده قرار گرفته است. یک آرایه‌ی فوتوولتایی بر پایه‌ی گرافن/سول‌فی‌دمولی‌بدن/n-Si دارای یک بازده ۱۱/۱ % که به طور چشمگیری از نمونه لایه نازک سولفیدمولیبدن بازده بیشتری داشته است [۲]، لذا در این گزارش سعی بر آن شده که این ساختارها به طور ورقه‌ای و به صورت هیبریدی سنتز و ساختارهای اولیه آن‌ها و ریخت‌شناسی آن‌ها مورد مطالعه قرار گیرد و سپس به عنوان الکتروود نوع n در سلول‌های خورشیدی حساس شده به نقاط کوانتومی استفاده شود. ابتدا گرافن اکسید به روش هماصلاح شده سنتز شده که در گزارش کریمی‌پور و همکاران آمده است [۳]. محلول نهایی مولیبدن سولفید و گرافن اکسید را درون یک اتوکلاو قرار داده شد. سپس رسوب سیاه رنگ حاصل در دمای اتاق خشک شد. شکل ۱ نشان دهنده ی طیف پراش پرتو ایکس نمونه که تشکیل یک قله ی پهن در حدود زاویه ۲۴ درجه مربوط به کاهش اکسید گرافن و احیا آن در حین واکنش است بعلاوه فاز بلوری سولفید مولیبدن با صفحه‌ی ارجح (۱۰۳) می‌باشد. شکل ۱ کوچک شده نشان دهنده ی طیف جذب این ساختار می‌باشد که تشکیل نانورقه‌های مولیبدن سولفید با مشاهده ی قله‌های جذب تایید می‌شود. شکل ۲ نمودار تشکیل نانورقه‌ها را نشان می‌دهد، عدم مشاهده ی نانوذرات نشان دهنده ی تشکیل نانورقه‌ها می‌باشد.



شکل ۲: تصویر میکروسکوپ الکترونی روبشی



شکل ۱: نمودار XRD و طیف جذب

[۱] Y. Tsuboi *et al.*, arXiv preprint arXiv:1503.05380 (2015).

[۲] S. Wi *et al.*, ACS nano 8, 5270 (2014).

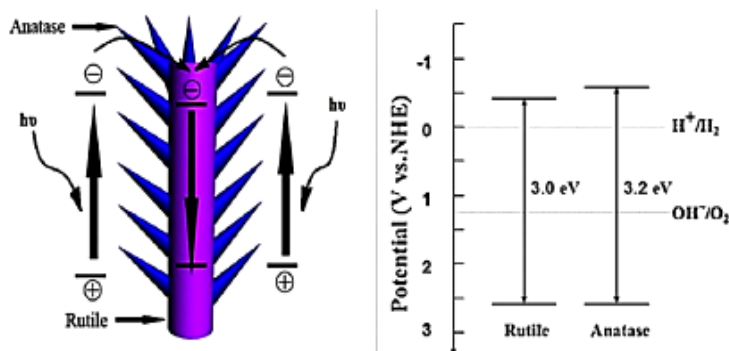
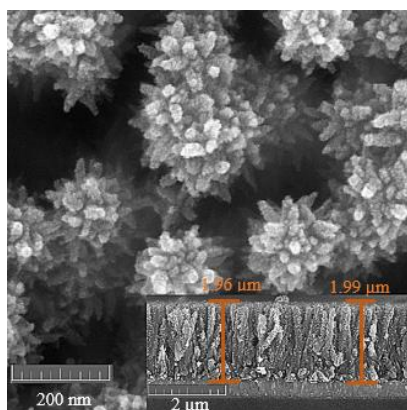
[۳] Karimipour, Masoud & Sanjari, M & Molaei, Mehdi. Journal of Materials Science: Materials in Electronics. 28. (2017).

سنتز و بررسی خواص ساختاری و نوری لایه نازک متشکل از نانومیله‌های نانوبرگی دی‌اکسید تیتانیوم دوفازی به منظور استفاده در سلول خورشیدی رنگ‌دانه‌ای

شروین دانشور اصل^۱ و سید خطیب‌الاسلام صدرنژاد^۱

^۱ دانشگاه صنعتی شریف، دانشکده مهندسی و علم مواد

نانومیله‌های نانوبرگ‌دار شده TiO_2 روی زیرلایه FTO با موفقیت به روش هیدروترمال برای سنتز نانومیله‌ها و به دنبال آن روش محلولی برای نانوبرگ‌دار کردن آن‌ها سنتز شدند. نتایج FESEM نشان دادند که لایه نازک متشکل از نانومیله‌ها عاری از ترک بوده و تمام سطح FTO را به طور یکنواخت پوشش داده است. نانومیله‌ها دارای قطر متوسط 90 nm و ارتفاع $2 \text{ }\mu\text{m}$ می‌باشند و به واسطه پیش‌جوانه‌گذاری TiO_2 که زبری سطحی FTO را کم کرده است، دارای چگالی مطلوب ($5 \times 10^9 \text{ NRs/cm}^2$) و جهت‌گیری عمودی نسبت به FTO هستند. کاهش زبری سطح FTO با ایجاد لایه جوانه TiO_2 روی آن توسط آزمون AFM تایید شد. تصاویر FESEM همچنین نشان دادند که نانوبرگ‌ها به طور یکنواخت روی تمام سطح نانومیله‌ها رشد کرده‌اند و مساحت سطح ویژه و زبری نانومیله‌ها را به طور قابل ملاحظه‌ای ارتقا داده‌اند که این مزیتی مهم در راستای بهبود فعالیت فتوولتائیک آن‌ها است. آنالیز EDS امکان دوپ شدن یون‌های F^- و Cl^- در TiO_2 را نشان داد. طیف‌های Raman لایه‌های نازک متشکل از نانومیله‌ها و نانومیله‌های نانوبرگ‌دار شده، ساختار دوفازی پوشش (نانومیله‌ها: روتایل - نانوبرگ‌ها: آناتاز) را تایید کردند. بدین ترتیب، مطابق با شکل ۱ با انتقال موثر الکترون از نوار هدایت آناتاز به روتایل جدایش و انتقال بار ارتقا می‌یابد. طیف‌های XRD این لایه‌های نازک مشخص کردند که فاز روتایل از TiO_2 سنتز شده است که دلیل ظاهر نشدن پیک‌های فاز آناتاز در پوشش متشکل از نانومیله‌های نانوبرگ‌دار شده، کم بودن درصد وزنی نانوبرگ‌ها در مقایسه با نانومیله‌ها است. این آزمون رشد بلوری آنیزوتروپ نانومیله‌ها (عمود بر سطح FTO) را نیز تایید کرد. آزمون DRS/DTS نشان داد که مقدار انرژی فاصله نواری برای لایه‌های نازک متشکل از نانومیله‌ها و نانومیله‌های نانوبرگ‌دار شده TiO_2 به ترتیب 2.78 eV و 2.82 eV است و میزان به دام اندازی نور در پوشش متشکل از نانومیله‌های نانوبرگ‌دار شده بیش‌تر است که این مزیتی در جهت افزایش فعالیت فتوولتائیک می‌باشد. حساس‌سازی این نانو ساختار با ذرات فلزی یا نقاط کوانتومی می‌تواند فعالیت فتوولتائیک آن را به طور قابل ملاحظه‌ای ارتقا دهد. این پژوهش یک ماده مناسب را برای جایگزینی با نانومیله‌های TiO_2 متداول مورد استفاده در سلول‌های خورشیدی، سنسورها و فتوکاتالیست‌ها معرفی می‌کند.



شکل ۱: سازوکار جدایش بار در نانومیله‌های نانوبرگی دی‌اکسید تیتانیوم دوفازی

ساخت و مشخصه‌یابی سلول خورشیدی پروسکایتی لایه نازک بدون انتقال‌دهنده حفره با استفاده از چند نوع انتقال‌دهنده الکترون

مریم دهقان^{۱،۲}، عباس بهجت^{۱،۲}

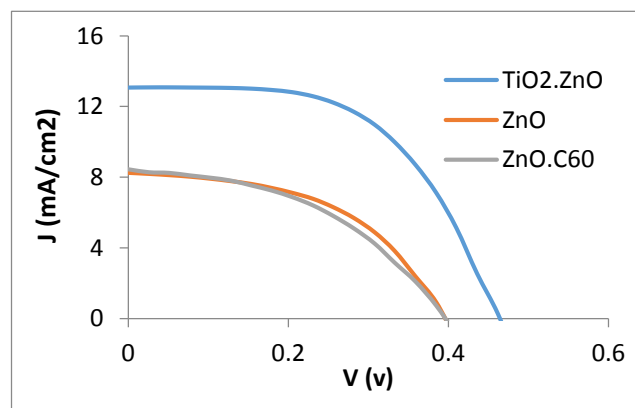
^۱ گروه پژوهشی فوتونیک، مرکز تحقیقات مهندسی، دانشگاه یزد

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

سلول‌های خورشیدی پروسکایتی هالید فلزی آلی-معدنی (PSCs) بدلیل تهیه ساده به روش محلول و راندمان حدود ۲۰ درصد آن‌ها توجه زیادی را به خود جلب کرده‌اند و به عنوان نسل جدید سلول‌های خورشیدی که امکان جایگزینی همتایان سیلیکونی خود را دارند در نظر گرفته می‌شوند. لایه انتقال‌دهنده الکترون نقش مهمی را در جذب و جمع‌آوری الکترون و جلوگیری از بازترکیب، بین الکترون‌ها در FTO و حفره‌ها در لایه پروسکایت، مخصوصاً در سلول‌های پروسکایتی لایه نازک دارد. ساختارهای فوتوولتائیکی لایه نازک با هدف کاهش هزینه‌ها در مقایسه با سلول‌های خورشیدی مرسوم سیلیکونی ساخته شدند. اکسیدهای فلزی TiO_2 بطور گسترده‌ای در اکثر مطالعات فناوری‌های جدید، به عنوان انتقال‌دهنده الکترون بکار رفته اما هنوز این مواد نیاز به دمای بالا برای بلورینگی بهتر و بدست آوردن انتقال دهی و حرکت بار مناسب دارند.

در این پژوهش سلول‌های پروسکایت لایه نازک با ساختار $\text{FTO/ETL/CH}_3\text{NH}_3\text{PbI}_3/\text{Au}$ ساخته شد. به منظور بررسی انتقال‌دهنده‌های الکترون مختلف و همچنین اثر آن در بازدهی سلول از سه نوع انتقال‌دهنده الکترون TiO_2 ، ZnO و C60 استفاده شد. برای مقایسه، سه نوع سلول مختلف بدون لایه مزوپوروس و با لایه‌های انتقال‌دهنده الکترون ZnO بصورت تنها، C60/ZnO (که هر دو در دمای زیر ۱۵۰ درجه پخت داده شدند) و همچنین سلول با لایه ترکیبی ZnO/TiO_2 ساخته شدند. برای رشد بلورهای پروسکایت در تمام این سلول‌ها از روش تک مرحله‌ای استفاده شد. بیشترین بازدهی برابر ۳،۳۸ و برای سلول‌های ترکیبی ZnO/TiO_2 ، بدست آمده است. همچنین بیشترین مقدار جریان اتصال کوتاه و فاکتور پرشدگی نسبت به دو سلول دیگر برای این نمونه‌ها اندازه‌گیری و محاسبه شد.

ETM	Voc	Jsc	FF	Eff.
ZnO	0.4۰	8.24	0.5۰	1.61
ZnO/C60	0.4۰	8.45	0.44	1.48
TiO2/ZnO	0.47	13.07	0.54	3.38



جدول ۱: پارامترهای فوتوولتائی سلول‌های ساخته شده با انتقال‌دهنده‌های الکترون مختلف

شکل ۱: نمودار جریان-ولتاژ برای سلول‌های پروسکایت با انتقال‌دهنده‌های الکترون مختلف

بررسی اثر غلظت پیش ماده‌های خمیر ZrO_2 بر عملکرد سلول‌های خورشیدی پروسکایتی بدون لایه انتقال دهنده حفره

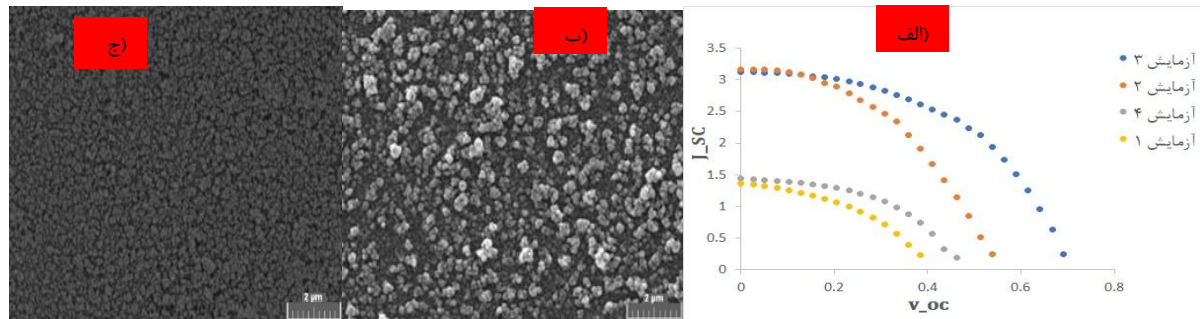
علی اکبر دهقانی تفتی^۱، محمود برهانی زرنندی^۱، ناصر جهان بخشی زاده^۱، حجت امراللهی بیوکی^۲، ابوالفضل صفاری^۱

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

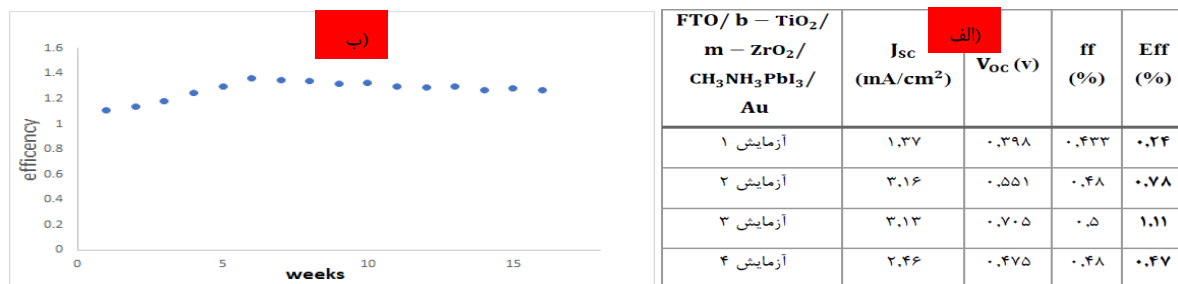
^۲گروه اتمی مولکولی، دانشکده فیزیک، دانشگاه یزد

یکی از انواع سلول‌های خورشیدی که اخیراً به دلیل خواص متمایزی مانند بازده تبدیل بالا، ساخت آسان و هزینه‌ی پایین مورد توجه بسیاری از محققان قرار گرفته، سلول‌های خورشیدی پروسکایتی است. تجاری سازی سلول‌های خورشیدی پروسکایتی با مشکل پایداری روبروست که یکی از راه‌های بهبود پایداری این سلول‌ها استفاده از اکسیدهای فلزی مانند Al_2O_3 ، ZrO_2 ، TiO_2 و ... است. در این مقاله اثر تغییر پیش ماده‌های خمیر ZrO_2 بعنوان لایه متخلخل سلول‌های خورشیدی پروسکایتی، بر عملکرد این نوع از سلول‌ها مورد بررسی قرار گرفته و نتایج آن شرح داده شده است. بدین منظور در شرایط آزمایشگاهی یکسان، چهار غلظت مختلف از پیش ماده‌های خمیر ZrO_2 در تهیه لایه متخلخل زیرین پروسکایت مورد استفاده قرار گرفت.

آزمایش ۱: مقادیر ۳ گرم ZrO_2 ، ۵۰ گرم آلفا-ترپینئول، ۱۵ میلی‌لیتر اتیل سلولز (۱۰٪ وزنی در اتانول) و ۰/۵ میلی‌لیتر استیک اسید
آزمایش ۲: مقادیر ۳ گرم ZrO_2 ، ۱۲/۵ گرم آلفا-ترپینئول، ۱۵ میلی‌لیتر اتیل سلولز (۱۰٪ وزنی در اتانول) و ۰/۵ میلی‌لیتر استیک اسید
آزمایش ۳: مقادیر ۳ گرم ZrO_2 ، ۱۲/۵ گرم آلفا-ترپینئول، ۳۰ میلی‌لیتر اتیل سلولز (۱۰٪ وزنی در اتانول) و ۰/۵ میلی‌لیتر استیک اسید
آزمایش ۴: مقادیر ۱/۵ گرم ZrO_2 ، ۱۲/۵ گرم آلفا-ترپینئول، ۱۵ میلی‌لیتر اتیل سلولز (۱۰٪ وزنی در اتانول) و ۰/۵ میلی‌لیتر استیک اسید
شکل (۱) تصاویر SEM مربوط به لایه ZrO_2 و نمودار جریان-ولتاژ سلول‌های ساخته شده و شکل (۲) پارامترهای مربوط به مشخصه‌یابی سلول‌های ساخته شده و پایداری سلول‌های آزمایش ۳ را طی ۱۶ هفته نشان می‌دهد.



شکل ۱- تصویر SEM مربوط به لایه ZrO_2 : (الف) آزمایش ۳ (ب) آزمایش ۱ (ج) نمودار IV



شکل ۲- (الف) پارامترهای مربوط به مشخصه‌یابی سلول‌های ساخته شده و (ب) پایداری بهترین سلول ساخته (آزمایش ۳) شده در ۱۶ هفته

همان‌طور که از شکل (۱) مشاهده می‌شود لایه ZrO_2 ایجاد شده در آزمایش شماره ۳ دارای یکنواختی و تخلخل بیشتری می‌باشد که باعث رشد بهتر بلور پروسکایت و در نتیجه عملکرد بهتر سلول ساخته شده می‌شود. همچنین مطابق انتظار، وجود ZrO_2 در ساختار سلول‌های ساخته شده باعث پایداری مناسب آنها شده است (۴ ماه).

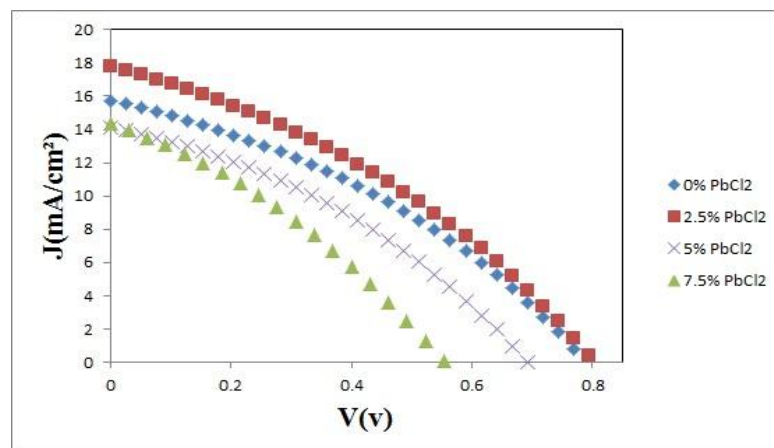
افزایش عملکرد سلول‌های خورشیدی پروسکایتی توسط آلیش پروسکایت CH₃NH₃PbI₃ با PbCl₂ و بدون لایه انتقال‌دهنده حفره

فاطمه دوست حسینی^{۱،۲}، عباس بهجت^{۱،۲} و عاطفه السادات میرباقری^{۱،۲}

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

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

امروزه پروسکایت‌های مبتنی بر هالید سرب آلی- غیرالی بسیار مورد توجه قرار گرفته‌اند که ناشی از ویژگی‌های اپتوالکترونیکی خوب و فرایند ساخت کم هزینه‌شان است. گزارش‌های اخیر نشان می‌دهد که مقادیر کمی از فاز ثانویه PbI₂ و یا CH₃NH₃PbCl₃ در فیلم پروسکایت منجر به بهبود عملکرد سلول می‌شود و باز ترکیب را کاهش می‌دهد. سلول‌های پروسکایتی مبتنی بر کلرید بازده بالاتری نسبت به سلول‌های بدون کلرید دارند و طول پخش الکترون و حفره از 100 nm به 1 μm افزایش می‌یابد که موجب کاهش باز ترکیب می‌شود. در این کار از PbCl₂ برای ساخت سلول‌های خورشیدی پروسکایتی به روش Lewis acid-base adduct استفاده شد. ساختار سلول‌ها به صورت FTO/c-TiO₂/meso-TiO₂/perovskite/Au است. پیش ماده پروسکایتی متشکل از PbI₂ و MAI در DMF و DMSO حل شده و به مدت یک ساعت تحت استیرر بوده است. پیش ماده پروسکایت‌های ترکیبی با افزودن مقادیر متفاوتی از PbCl₂ (۰.۵٪، ۲.۵٪، ۵٪، ۷.۵٪ نسبت مولی با توجه به PbI₂) به محلول CH₃NH₃PbI₃ آماده گردید و یک ساعت دیگر تحت استیرر بود. سپس این پیش ماده‌ها روی TiO₂ پروس به صورت تک مرحله‌ای اسپین شد. پس از بررسی و مشخصه‌یابی سلول‌ها مشاهده شد که افزودن PbCl₂ بر مورفولوژی، جریان و بازده سلول مؤثر است. برای مقادیر کمتر از ۲.۵٪ تغییر چشمگیری مشاهده نشد. بهترین بازده مربوط به غلظت ۲.۵٪ است که برابر با ۵ درصد است با چگالی جریان ۱۸ mA/cm² و ولتاژ مدار باز ۰.۸۰ ولت. با افزایش غلظت PbCl₂ به ۵٪ و ۷.۵٪ حفره‌های زیادی در مرزهای کریستال‌های پروسکایت در تصاویر SEM مشاهده شد که منجر به کاهش عملکرد سلول می‌گردد که بنظر می‌رسد تشکیل حفره‌ها در غلظت‌های بالا ممکن است ناشی از آهنگ متفاوت هسته‌گذاری و رشد رقابتی MAPbI₃، MAPbCl₃، PbI₂ باشد که روی پوشش سطحی فیلم مؤثر است.



شکل ۱: منحنی جریان-ولتاژ سلول‌های ساخته شده بدون لایه انتقال‌دهنده حفره

مقایسه ی بازده سلول های خورشیدی آلی در دو نوع پلیمری و رنگدانه ای

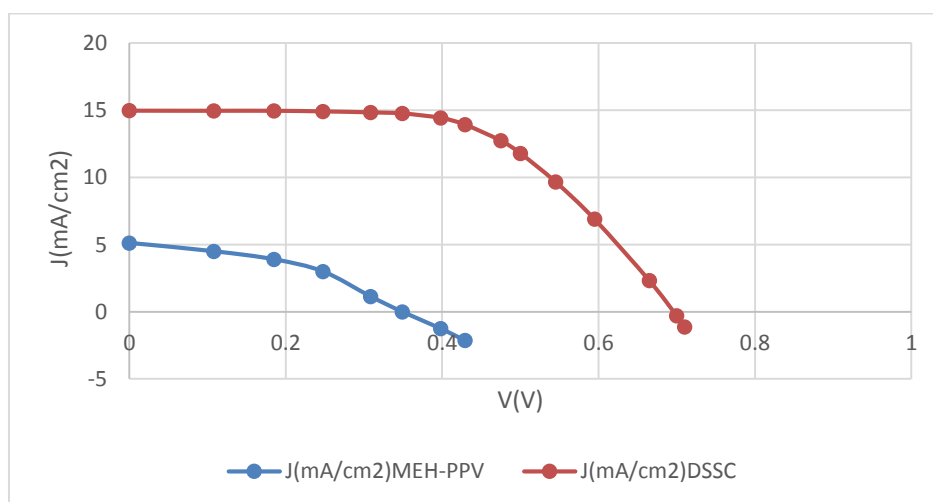
ملیکا دولت دوست ، فرهاد اکبری برومند

دانشگاه خواجه نصیرالدین طوسی، دانشکده مهندسی برق و کامپیوتر

هدف در این مقاله مقایسه سلول های خورشیدی آلی در دو نوع پلیمری و رنگدانه ای از نظر بازده است. در سلول پلیمری از ITO به عنوان آند استفاده شد و نانوکامپوزیت MEH-PPV:ZnO بعنوان ماده فعال بکار رفت و سپس آلومینیوم به عنوان کاتد آن به روش تبخیر حرارتی لایه نشانی شد. برای ساخت سلول رنگدانه ای از FTO به عنوان آند استفاده شد که پس از قرارگیری در محلول TiO_2 ، TiCl_4 به روش دکتر بلید لایه نشانی شد. نمونه ۲۴ ساعت در محلول رنگ N719 قرار گرفت و برای کاتد آن پلاتین استفاده شد. سپس آند و کاتد به هم متصل شدند و الکترولیت از طریق روزنه به درون سلول نفوذ داده شد. در سلول رنگدانه ای FTO دارای مقاومت الکتریکی پایین و میزان جذب رطوبت کمتر نسبت به ITO است، که باعث افزایش بازده این نوع سلول نسبت به سلول پلیمری می شود. نتایج حاصله از انجام آزمایش به این صورت است که سلول رنگدانه ای دارای بازده بالاتری نسبت به سلول خورشیدی پلیمری است. همانطور که در جدول ۱ مشاهده می شود بازده سلول رنگدانه ای تقریباً ۶ برابر بازده سلول پلیمری است. اختلاف بازده در سلول رنگدانه ای نسبت به پلیمری به دلیل وجود رنگدانه N719 در ناحیه مادون قرمز نزدیک تا ۹۰۰ نانومتر جذب دارد که باعث افزایش جذب نور نسبت به سلول پلیمری می شود. شکل ۱ مشخصه جریان-ولتاژ دو سلول را نشان می دهد. در نتیجه با توجه به شکل، سلول رنگدانه ای دارای بالاترین V_{oc} و دانسیته I_{sc} نسبت به نوع دیگر است، که باعث افزایش بازده سلول رنگدانه ای نسبت به سلول پلیمری می شود.

جدول ۱ مقایسه پارامترهای دو سلول خورشیدی پلیمری و رنگدانه ای

Device	$V_{oc}(V)$	$I_{sc}(mA/cm^2)$	FF(%)	η (%)
MEH-PPV:ZnO solar cells	0.34	5.12	0.41	0.74
Dye Sensitized Solar Cell	0.70	14.94	0.58	6.07



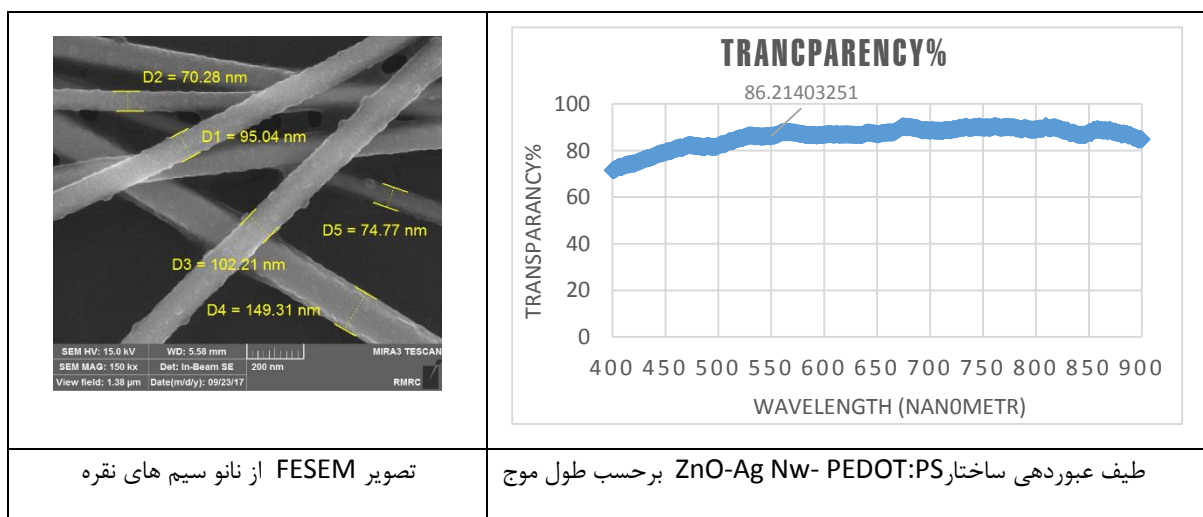
شکل ۱ مقایسه منحنی I-V دو سلول خورشیدی پلیمری و رنگدانه ای

الکتروود شفاف رسانای الکتریکی بر پایه‌ی نانو سیم‌های نقره جهت کاربرد در سلول خورشیدی

نوشین راستی^۱، علی امیری زرنندی^۲، مهدی دهقانی^۱، سارا مشحون^۳ محمد حسن خانمیرزایی^۱، نیما تقوی نیا^۱

^۱ دانشگاه صنعتی شریف، دانشکده فیزیک، ^۲ دانشگاه صنعتی امیرکبیر، دانشکده پلیمر، ^۳ دانشگاه صنعتی شریف، پژوهشکده علوم و فناوری نانو

کاندیدهای مختلفی برای لایه‌ی رسانای شفاف جهت جایگزینی ITO وجود دارد که از جمله‌ی آنها می‌توان لایه نازک AZO، فیلم‌های پلیمری رسانا، نانو لوله‌های کربنی، فیلم‌های گرافن و نانوسیم‌های فلزی را نام برد. در میان این موارد نانو سیم‌های نقره به دلیل ویژگی‌های عالی اپتیکی، رسانایی الکتریکی، سنتز در دمای پایین و همچنین قابلیت انعطاف‌پذیری مناسب آن‌ها در ساخت الکتروود، موردی ایده‌آل است. شبکه نانو نقره‌ها نتایج ارزشمند و قابل مقایسه با ITO را نشان می‌دهد همچنین نانوسیم‌های نقره انعطاف‌پذیری بسیار بهتری نسبت به لایه‌ی ITO دارند به طوری که بعد از ۱۰۰۰ بار خمش تنها ۱۰٪ در مقدار هدایت الکتریکی لایه تفاوت ایجاد می‌گردد. همچنین ایندیم عنصر کمیاب و گرانی است بنابراین استفاده از نانوسیم‌های نقره می‌تواند جایگزین صنعتی مناسبی در مقایسه با ITO باشد. نانو سیم‌های نقره با روش احیای محلول گرمایی سنتز شد و دارای طول در حدود $50 \mu\text{m}$ و میانگین قطر 98 nm هستند. از جمله موانعی که در ساخت این الکتروود شفاف موجود است می‌توان به چسبندگی نامناسب نانو سیم‌های نقره و اکسید شدن نانو نقره‌ها و همچنین رسانایی نامناسب در ابعاد کوچکتر بین نانوسیم‌های نقره است. به همین دلیل باید ماده‌ی رسانای پرکننده‌ای که موجب افزایش چسبندگی و رسانایی بین نانو سیم‌های نقره گردد را بر روی نانو سیم‌های نقره لایه نشانی نماییم. نانوسیم‌های نقره‌ای نقش هدایت الکتریکی در ابعاد میلیمتر را به عهده دارند و ماده‌ی رسانای پرکننده هدایت الکتریکی را در ابعاد میکرونی ایجاد می‌کنند. ما از پلیمر PEDOT:PSS که پلیمر شفاف و رسانایی است استفاده نمودیم. ابتدا ZnO را بر روی شیشه به روش کند وپاش لایه نشانی نمودیم، سپس نانو سیم‌های نقره را اسپری نمودیم و در مرحله‌ی آخر پلیمر PEDOT:PSS بر روی نانو سیم‌های نقره اسپین کوت نمودیم. در نهایت لایه‌ی الکتروود شفاف با مقاومت $R=9 \Omega/\square$ و عبور دهی ۸۶٪ در طول موج 550 nm و میانگین ناهمواری سطح برابر 17.41 nm را نتیجه داد.



کاهش فرایند باز ترکیب در سلول‌های خورشیدی مبتنی بر نقاط کوانتومی PbS

محمد رحمانی^۱، مسعود مهربان^۲، افسانه نباتی^۳

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

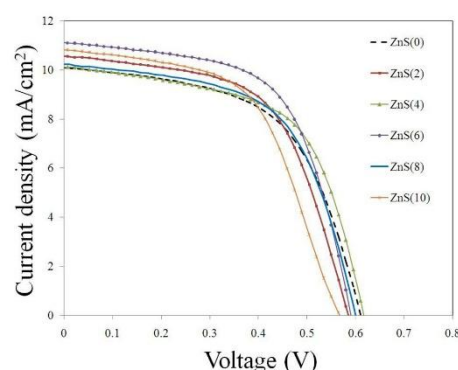
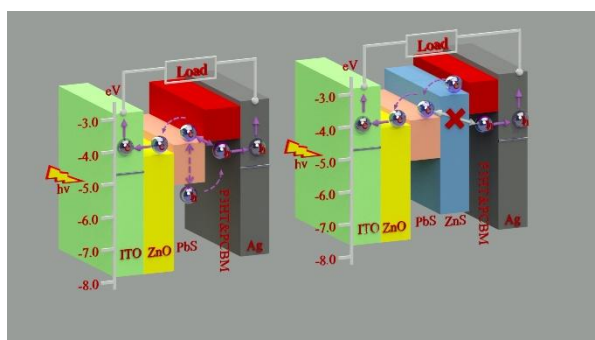
^۲دانشگاه مراغه، دانشکده علوم پایه، گروه فیزیک

^۳علوم تحقیقات تهران (مازندران)، دانشکده علوم پایه، گروه فیزیک

بازده نسبتاً پایین سلول‌های خورشیدی مبتنی بر نقاط کوانتومی عمدتاً ناشی از وجود باز ترکیب در فصل‌های مشترک (مرزها) است. در این پژوهش به منظور افزایش بازده سلول‌های خورشیدی مبتنی بر نقاط کوانتومی PbS از لایه مسدود کننده ZnS استفاده شده و اثر ضخامت این لایه روی خواص فوتولتایی مورد بررسی قرار گرفته است. تغییر ضخامت این لایه با تغییر دادن تعداد دور‌های لایه نشانی حاصل می‌گردد.

PCE (%)	FF (%)	J_{SC} (mA.cm ⁻²)	V_{OC} (V)	Coating Cycles (n)
3.48	56.46	10.10	0.61	0
3.59	57.57	10.64	0.59	2
3.70	59.20	10.13	0.62	4
3.96	60.37	11.11	0.59	6
3.65	58.39	10.21	0.60	8
3.47	55.00	10.83	0.57	10

نتایج تجربی نشان دادند که لایه مسدود کننده ZnS با کاهش فرایند باز ترکیب باعث بهبود خواص فوتولتایی سلول‌های خورشیدی می‌شود. سلولی که در آن از ZnS با 6 دور لایه نشانی استفاده شده بود بیشترین چگالی جریان مدار باز (J_{sc})، ضریب پر شدگی (FF) و بازدهی به ترتیب برابر 11.11 mA.cm⁻²، 60.37% و 3.96% را نشان داد. این در حالی است که سلول بدون ZnS دارای بازدهی 3.48% بود. همچنین نشان داده شد که با افزایش دوره‌های لایه نشانی تا n=6 ضریب پر شدگی افزایش می‌یابد که این افزایش ناشی از کاهش باز ترکیب غیرتابشی در فصل‌های مشترک است. با افزایش بیشتر دوره‌های لایه نشانی (n>6) ضریب پرشدگی کاهش می‌یابد که دلیل آن کاهش سرعت انتقال و جدایش بارها در فصل‌های مشترک می‌باشد.



شکل ۱. طرح شماتیک ساختار سلول و ترازهای انرژی لایه‌های تشکیل دهنده سلول

شکل ۲. نمودار جریان-ولتاژ سلول‌های ساخته شده با تعداد دورهای متفاوت از ZnS

بررسی فعالیت نوری نانوساختارهای BiVO₄ آرایش یافته در فصل مشترک پلاریزه شده دو فاز آبی-آلی در اکسایش آب با استفاده از تکنیک میکروسکوپ الکتروشیمیایی روبشی

شکوفه رستگار^۱ و گونتر ویشتاک^۱

^۱ دانشگاه کارل فون اوزیتسکی اولدنبورگ، انستیتو علوم طبیعی و شیمی، مرکز علوم فصل مشترک، دانشکده شیمی، اولدنبورگ، آلمان

فصل مشترک بین دو محلول الکترولیت اختلاط ناپذیر (ITIES)، فصل مشترک آبی-آلی نرم و بدون نقص (defect) را موجب می شود که همراه با ویژگی قابلیت پلاریزه شدن، بستری مناسب را برای آرایش نانوساختار فوتوکاتالیست‌های نیمه‌رسانا در اختیار می‌گذارد. شایان ذکر است که نیمه‌رساناها به طور گسترده برای جذب نور به منظور تولید جفت الکترون-حفره (hole) به کار گرفته می‌شوند. چنانچه این حامل های بار تحت واکنش‌های کنترل شده در فصل مشترک ذره-محلول قرار گیرند، قبل از اینکه فرایند ترکیب مجدد (recombination) رخ دهد، انرژی فوتون به طور موثر به انرژی شیمیایی تبدیل می‌شود، که اساس واکنش کلی شکافت آب (water splitting) و تولید انرژی تجدیدپذیر به طور مستقیم و یا غیر مستقیم و با تولید سوخت هیدروژن را تشکیل می‌دهد. بنابراین، با تثبیت مناسب این ذرات در فصل مشترک دو فاز، مسیر پیشرفت و کارایی این واکنش‌های القاء شده نوری انتقال بار بهبود می‌یابد، که البته این مهم با کنترل پلاریزاسیون فصل مشترک از طریق روش خارجی (اعمال پتانسیل با دستگاه پتانسیومتری) و یا روش شیمیایی (تغییر ترکیب و یا غلظت الکترولیت‌های حامل مشترک بین دو فاز آبی و آلی) ممکن می‌شود. در این کار نانوساختارهای وانادات بیسموت (BiVO₄) به عنوان نمونه کلاسیک فوتوکاتالیست تولید اکسیژن، آرایش یافته در فصل مشترک پلاریزه فاز آبی-آلی به عنوان لایه حساس به نور مریی جهت جداسازی جفت الکترون-حفره، معرفی شده است. در این مطالعه به طور گسترده و حرفه‌ای از تکنیک میکروسکوپ الکتروشیمیایی روبشی (Scanning Electrochemical Microscopy (SECM)) جهت شناسایی و مشخصه‌یابی واکنش‌های انتقال بار در دو طرف لایه وانادات بیسموت در فصل مشترک بین فازی استفاده شده است. نخست، با استفاده از میکروالکتروود طلا قرار داده شده در فاصله کنترلی ۲۰ میکرومتر از سطح نانوذرات در فصل مشترک، جریان نوری (photocurrent) نیمه رسانا ثبت شده که نتیجه انتقال الکترون بین نیمه‌رسانا و مولکول پذیرنده الکترون [Co(bpy)₃](PF₆)₃ در فاز آلی می‌باشد و سپس سینتیک این واکنش انتقال الکترون مرزی با پتانسیل اعمال شده در فصل مشترک با بکارگیری مد Feedback تکنیک SECM بررسی شد، به طوریکه پتانسیل اعمال شده با تغییر غلظت یون پرکلرات (ClO₄⁻) به عنوان یون الکترولیت حامل نسبتاً آب دوست مشترک بین دو فاز کنترل شده و پارامترهای سینتیکی از جمله ثابت سرعت انتقال الکترون استخراج شد که وابستگی آن به پتانسیل اعمال شده در فصل مشترک، با تئوری باتلر-ولمر مطابقت داشت. بدین ترتیب که با کاهش غلظت یون پرکلرات در فاز آبی و متعاقب آن افزایش نیروی محرک برای انتقال الکترون بین فازی، ثابت سرعت واکنش مربوطه افزایش یافت. به طور همزمان و موازی با آن، در سمت دیگر فصل مشترک در فاز آبی محصول اصلی واکنش اکسایش آب، اکسیژن مولکولی که حاصل انتقال حفره از نیمه رسانا به مولکول آب بوده است، شناسایی شده و پاسخ جریان نوری میکروالکتروود براساس اکسیژن تولید شده با تغییر پلاریزاسیون فصل مشترک ثبت شد. در این آزمایش مد Sample-Generation/Tip-Collection تکنیک SECM بکارگرفته شد. براساس نتایج حاصله، پلاریزاسیون سرعت تولید اکسیژن را در فصل مشترک آب-BiVO₄ افزایش می‌دهد که در نتیجه افزایش نیروی محرکه اکسایش آب، بهبود کارایی جداسازی حامل‌های بار در مرز بین فازی و افزایش پوشش (coverage) فیلم نانوذرات BiVO₄ حاصل می‌شود. در نهایت، یافته‌های حاصل مسیر جدیدی را در مشخصه‌یابی فوتوکاتالیست‌های تولید اکسیژن (به عنوان مرحله انرژی‌خواه شکافت آب) با پلاریزاسیون فصل مشترک بین دو فاز آبی-آلی در اختیار می‌گذارد که در طراحی و مهندسی سیستم‌های طرح-Z شکافت آبی حائز اهمیت است.

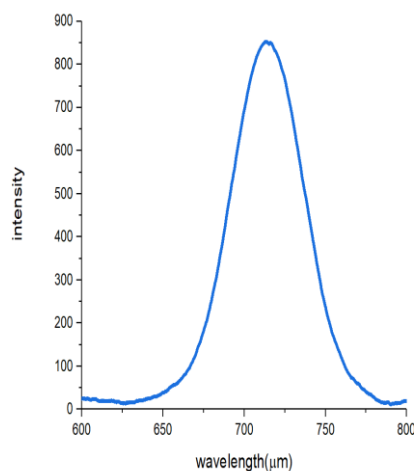
بررسی تاثیر استفاده از خلاء در لایه‌نشانی پروسکایت، بر عملکرد سلول

رأفت رفیعی راد^۱، بهرام عزیزا... گنجی^۱، مطهره میرحسینی^۲، مهدی دهقانی^۲، نیما تقوی نیا^۲

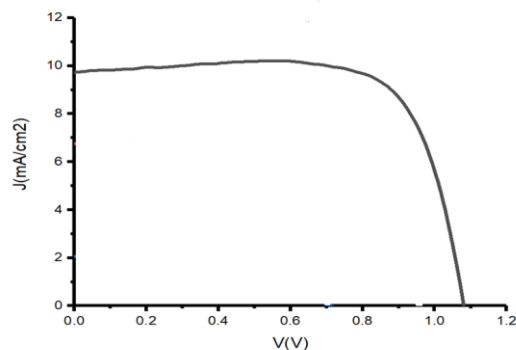
^۱ دانشگاه صنعتی نوشیروانی بابل، دانشکده برق

^۲ دانشگاه صنعتی شریف، دانشکده فیزیک

ضریب جذب بالا، طول عمر حامل‌ها گاف انرژی مناسب و... پروسکایت را به عنوان لایه جاذب مناسب برای نسل جدید سلول‌های خورشیدی معرفی میکنند. از زمان ظهور سلول‌های پروسکایتی تا کنون روش‌های مختلفی برای ساخت این نوع سلول‌ها پیشنهاد شده، روش معمول برای ساخت سلول‌های پروسکایتی روش ضد حلال است، بدین گونه که در مرحله اول یک محلول شامل حلال و پروسکایت روی نمونه لایه نشانی می‌شود و در مرحله دوم حلال حذف می‌شود. معمولاً از کلرو بنزن برای حذف حلال استفاده می‌شود. که ماده‌ای سمی است و کیفیت لایه تولید شده بشدت به زمان و ارتفاع تزریق و نیز کیفیت کلرو بنزن وابسته است. در این مقاله بجای کلرو بنزن از خلا برای حذف حلال‌ها استفاده می‌شود. در این روش نمونه‌های لایه نشانی شده، بعد از لایه نشانی پروسکایت به روش لایه نشانی چرخشی به مدت ۱ دقیقه و به طور میانگین با فشار ۳۰ پاسکال در محیط خلا و سپس ۱ ساعت در دمای ۱۰۰ درجه سانتی گراد روی هات پلیت قرار داده می‌شود. بازده سلول بدست آمده با این روش ۷۹/۷٪ است حذف حلال سمی، کیفیت ظاهری لایه‌ها، Voc بالا ۱/۰۸ V، شدت فوتولومینسانس بالا، ff، ۷۵٪ و امکان استفاده برای ساخت سلول‌های مقیاس بزرگ از جمله مزایای این روش می‌باشد.



شکل ۲: آنالیز فوتولومینسانس لایه پروسکایت، با زیر لایه مزو بر روی شیشه، بیشینه نشر در طول موج ۷۲۵ نانومتر



شکل ۱: منحنی J-V سلول خورشیدی پروسکایتی ساخته شده به روش خلاء

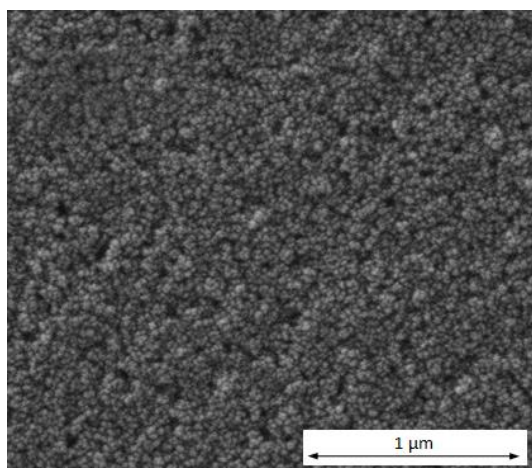
فوتوآند باریم تیتانات متخلخل جهت استفاده در سلول‌های خورشیدی

علی رضا رمضانی^۱، حسین عبدی زاده^{۱*}، محمدرضا گل و بستان فرد^۱

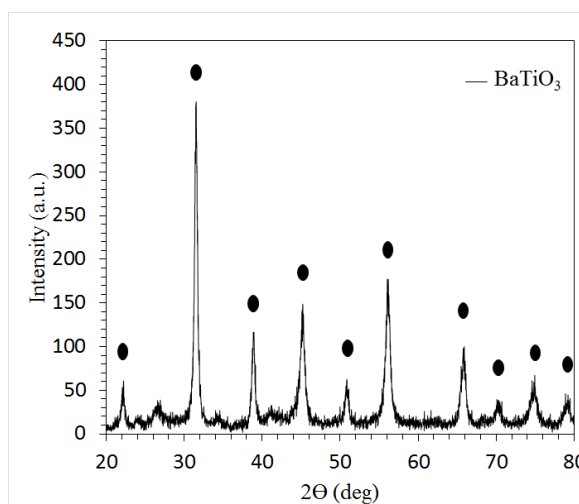
^۱ دانشکده مهندسی متالورژی و مواد، دانشگاه تهران، تهران، ایران

* قطب علمی مواد با کارایی بالا، دانشگاه تهران، تهران، ایران

در سال‌های اخیر سلول‌های خورشیدی و به خصوص سلول‌های خورشیدی نانوساختار توجه زیادی را به خود جلب کرده‌اند. دلیل این امر پاک بودن تولید انرژی به این روش نسبت به استفاده از سوخت‌های فسیلی، تجدیدپذیر بودن و میزان انرژی زیاد نور خورشید است. در این پژوهش هدف یافتن فوتوآندهای دیگری است که بتوان به جای تیتانیا که الکترودی مرسوم در سلول‌های خورشیدی نانو ساختار است، استفاده کرد. باریم تیتانات به عنوان یک ماده فروالکتریک کاربرد وسیعی در صنایع الکترونیک دارد. برای سنتز فوتوآند باریم تیتانات ابتدا نانوپودر باریم تیتانات به روش سل ژل و با استفاده از پیش ماده‌های استیک اسید، TTIP، باریم استات، آب دی یونیزه و استیل استون سنتز شد. پس از کلسینه شدن، این پودر با مقادیر مناسب استیک اسید و آب دی یونیزه شده و اتانول مخلوط شده، سپس به آن ترپینئول و اتیل سلولز اضافه شد و خمیر حاصل با روش لایه نشانی چرخشی بر روی زیرلایه ی تیتانیای فشرده اعمال شد. برای مشخص یابی پودر از XRD استفاده شد. پودر حاصل، باریم تیتانات با ساختار تتراگونال و تقارن P4mm و عاری از هرگونه ناخالصی بود. همچنین ابعاد ذرات به دست آمده، توسط SEM حدود ۵۰ نانومتر تخمین زده شد. در تصاویر SEM فیلم حاصل، ساختاری متخلخل با درصد تخلخل مناسب وجود داشت. برای بررسی شکاف انرژی از آنالیز UV-Vis استفاده شد و مشخص شد که باریم تیتانات سنتز شده دارای شکاف انرژی مستقیم به اندازه ی حدوداً ۳/۳ الکترون ولت است.



شکل ۲: تصویر میکروسکوپ الکترونی روبشی از فوتوآند باریم تیتانات



شکل ۱: طیف اشعه ایکس باریم تیتانات با ساختار تتراگونال P4mm

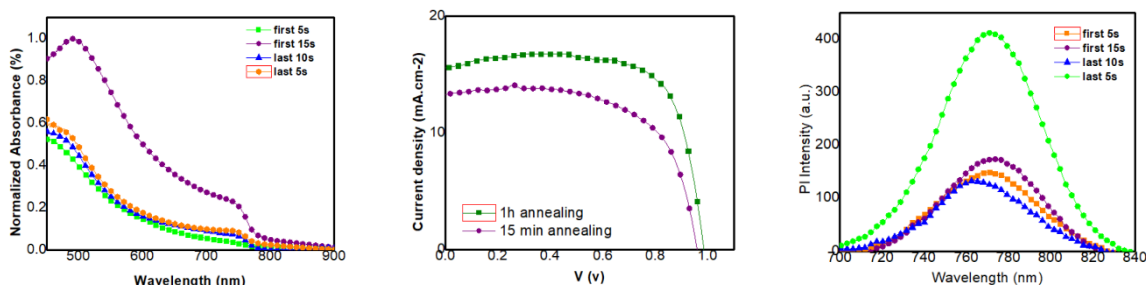
مشخصه یابی و ساخت سلول خورشیدی پروسکایتی تک کاتیونی با روش آنتی

سالونت

فهمیه زمان پور^۱، مهسا حیدری^۲، نیما تقوی نیا^۱

^۱ دانشگاه صنعتی شریف، دانشکده فیزیک، ^۲دانشگاه تهران، دانشکده فیزیک

ماده آلی-غیرآلی پروسکایت نه تنها پتانسیل فوق العاده ای برای استفاده در شاخه فوتوولتائیک از خود نشان می دهد بلکه در گستره ای از زمینه ها از قبیل سنسورها، لیزرها، پلاسمونیک ، دیودهای نوری و... کاربرد دارد. اخیرا سلول های خورشیدی پروسکایتی به دلیل رشد سریع و عملکرد چشمگیرشان بسیار مورد توجه قرار گرفته اند. در این گزارش عوامل موثر بر شکل گیری فیلم پروسکایت تک کاتیونی $(\text{CH}_3\text{NH}_3\text{PbI}_3)$ با روش آنتی سالونت مورد بررسی قرار گرفته است. در این روش عواملی چون دمای زیرلایه، زمان تزریق آنتی سالونت و زمان آنیلینگ فیلم پروسکایت بهینه سازی شده و در نهایت با توجه به شرایط بهینه device ساخته شده است. در این روش ابتدا محلول پیش ماده پروسکایت روی زیرلایه ۵۰ درجه سانتی گراد با سرعت ۱۰۰۰ rpm به مدت ۱۰ ثانیه لایه نشانی چرخشی می شود و سپس در مرحله بعدی چرخش $(4000\text{rpm}-30\text{s})$ اتیل استات به عنوان ضدحلال محلول پروسکایت در زمان های مختلف روی لایه به صورت قطره ای چکانده می شود. با توجه به طیف جذب فیلم پروسکایت در زمان های مختلف بهترین زمان تزریق ضدحلال در ثانیه ۱۵ ام می باشد. همچنین با توجه به نتایج حاصله از بیشینه توان خروجی device ها بهترین زمان آنیلینگ برای فیلم پروسکایت 1h می باشد. در واقع در این مدت، زمان کافی برای تبخیر کامل ضد حلال و رشد جوانه های تشکیل شده به هنگام تزریق ضدحلال و تشکیل بلور پروسکایت می باشد.



شکل ۱. الف) طیف جذب فیلم پروسکایت روی شیشه. ب) منحنی I-V سلول های خورشیدی در زمان های آنیلینگ متفاوت. ج) طیف PL فیلم پروسکایت روی شیشه

جدول ۱. ویژگی های فوتوولتائیک سلول های ساخته شده

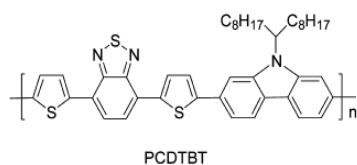
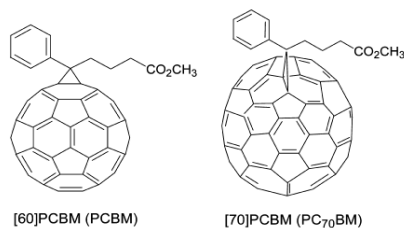
Sample	V_{oc} (v)	J_{sc} (mA.cm ⁻²)	FF	Eff (%)
15min annealing	0.96	13.26	0.66	8.34
1h annealing	0.98	15.54	0.76	11.7

طراحی و ساخت سل خورشیدی آلی بر پایه پلیمر - PCBM

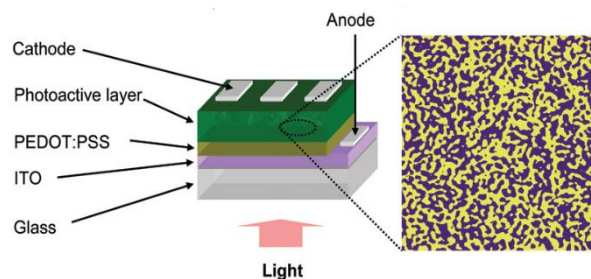
هادی سالاری^۱

^۱ دانشگاه شیراز، دانشکده علوم، بخش شیمی

از مهم ترین اجزا سلول های خورشیدی آلی مواد دهنده و گیرنده آن است که از مهم ترین مواد دهنده می توان به پلیمرهای هادی و از مواد گیرنده به مشتقات فولرن اشاره کرد. از بین روش های متفاوت اتصالات در سلول های خورشیدی روش اتصالات ناهمگن توده ای به دلیل افزایش سطح تماس گیرنده و دهنده و راحت تر شدن انتقال الکترون بهترین است. در سلول های فتوولتاییک با اتصالات ناهمگن توده ای، الکترون گیرنده و الکترون دهنده با هم مخلوط شده و تشکیل یک آلیاژ میدهند. اگر اندازه طول جدایی فاز مشابه طول نفوذ اکسایتون ۱۰۰ نانومتر باشد بیشترین مقدار اکسایتون های تولید شده امکان رسیدن به سطح مشترک را دارند که به این ترتیب اکسایتونها به طور کارایی گسست مییابند و الکترونها به طرف ناحیه گیرنده الکترون حرکت کرده و سپس در الکتروود مربوطه انباشته میشوند و حفره ها در مسیر مخالف کشیده شده و در الکتروود مقابل جمع میشوند. این نوع پیکربندی باعث افزایش مساحت بین سطحی فاز دهنده و گیرنده و در نتیجه منجر به بهبود کارایی سلول فتوولتاییک میشود. هدف از این طرح، طراحی و ساخت سل خورشیدی آلی بر پایه پلیمر-PCBM می باشد. از پلیمر PCDTBT برای ساخت ماده فعال نوری استفاده می شود. بررسی های انجام شده نشان داد لایه فعال نوری با ضخامت ۸۰ نانومتر بهترین عملکرد را در زمینه جذب مناسبت نور و همچنین انتقال بار دارد. ضخامت سنجی لایه پلیمری و بررسی جذب به ترتیب توسط دستگاه Profilometer و UV-Vis Spectrophotometer انجام شد. بازدهی سل ساخته شده با استفاده از المان های پتانسیل-جریان مقدار ۵,۴ درصد را نشان داد. استفاده از یک افزودنی مانند دی فنیل اتر بازدهی سل را تا ۶,۷ درصد افزایش می دهد. علت این امر تشکیل شبکه سه بعدی بهتر و امتزاج پذیری مناسب تر پلیمر و فولرن می باشد. مقدار V_{OC} و J_{SC} به ترتیب برابر ۰,۷۲ ولت و ۱۵ میلی آمپر بر سانتیمترمربع بود. پارامتر FF برای این سل ۵۸ درصد به دست آمد. تحرک پذیری حفره نیز با روش SCLC مورد بررسی قرار گرفت که در بهترین حالت مقدار $0.00007 \text{ cm}^2 \text{V}^{-1} \text{s}^{-1}$ را از خود نشان داد.



شکل ۲: ساختار مولکول PCBM و پلیمر PCDTBT



$$J = \frac{9}{8} \epsilon_0 \mu_0 \frac{V^2}{d^3} \exp(0.89 \beta \sqrt{V/d})$$

شکل ۱: ساختار کلی سل پلیمری و معادله جریان

تأثیر ترکیب نانو ذرات مختلف در لایه فعال رنگدانه بر پارامترهای الکتریکی

سلول‌های خورشیدی DSSC

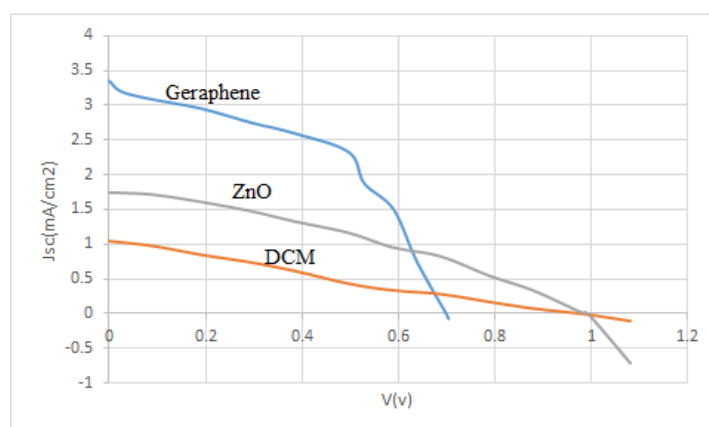
زهرا سالاری مقدم، فرهاد اکبری برومند، حبیب خدایی و امیر زاهدی

دانشگاه صنعتی خواجه نصیر، دانشکده مهندسی برق و کامپیوتر

در طول چند سال گذشته، سلول‌های خورشیدی رنگدانه ای به علت فرآیند ساخت ساده، هزینه تولید کم و جذب طیف وسیعی از طول موج نور خورشید، موضوع تحقیق بسیاری بوده است. در این مقاله به بررسی اثر رسوبدهی نانو ذرات DCM، ZnO و Graphene در راستای بهبود پارامترهای الکتریکی سلول خورشیدی حساس شده به رنگ پرداخته شده است. ساختار سلول ساخته شده به صورت $\text{Glass/FTO/TiO}_2/\text{N719/Nano-particle/Pt/FTO/Glass}$ می‌باشد. نتایج اندازه‌گیری نشان می‌دهد که بکارگیری نانو ذرات متفاوت در ناحیه‌ی فعال سبب بهبود جریان اتصال کوتاه، ولتاژ مدار باز و فاکتور پر شدگی (FF) می‌شود. در پایان منحنی‌های جریان-ولتاژ سلول خورشیدی رنگدانه‌ای ساخته شده با ترکیب فوق الذکر، توسط دستگاه منبع تغذیه HP 6622A و با استفاده از یک لامپ هالوژن برای روشنایی، استخراج شده است. جدول زیر نتایج اندازه‌گیری سلول‌های ساخته شده را نشان می‌دهد.

نانوذره	$I_{sc}(\text{mA}/\text{cm}^2)$	$V_{oc}(\text{V})$	FF(%)	PCE(%)
DCM	۱,۷۴	۰,۹۸	۳۳	۰,۵۸
ZnO	۱,۰۴	۰,۹۹۱	۲۳	۰,۲۷
Graphene	۳,۳۵	۰,۶۹۹	۴۹	۱,۳

بررسی‌های انجام شده نشان می‌دهد با graphene پارامترهای $V_{oc}=0.699\text{ v}$ و $I_{sc}=3.35\text{ (mA/cm}^2\text{)}$ و $FF=0.49$ بهترین عملکرد و ZnO پارامترهای $V_{oc}=0.991\text{ v}$ و $I_{sc}=1.04\text{ (mA/cm}^2\text{)}$ و $FF=0.23$ بدترین عملکرد را در مقایسه با دو ماده دیگر از خود نشان می‌دهند. لایه‌نشانی این ذرات سبب افزایش ضخامت لایه فعال و افزایش مقاومت‌های سری و موازی و در نتیجه سبب افزایش ولتاژ مدار باز و کاهش جریان اتصال کوتاه شده است.



ساخت سلول خورشیدی نقاط کوانتومی با فوتوآند چند

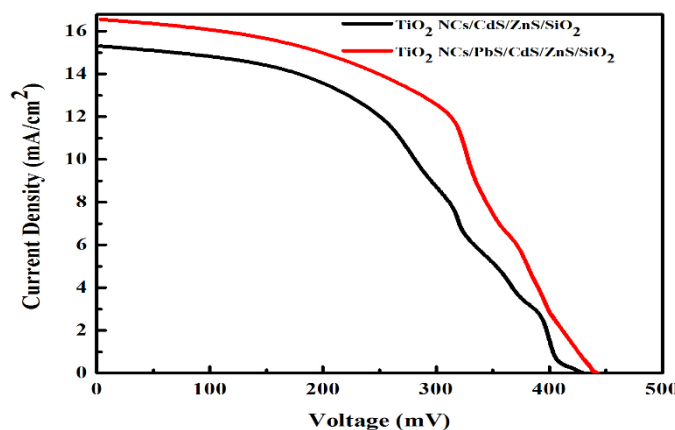
لایه‌ای $\text{TiO}_2\text{NCs/PbS/CdS/ZnS/SiO}_2$ و بررسی تاثیر نقاط کوانتومی PbS بر کارکرد

فوتوولتایی سلول‌ها

محبوبه ستوده ثیان^۱، مازیار مرندی^۱

^۱ دانشگاه اراک، گروه فیزیک

در این تحقیق لایه‌ای از نانوذرات کریستالی TiO_2 با ضخامت $8\ \mu\text{m}$ به روش دکتر بلید بر روی بستری از جنس شیشه‌های شفاف FTO لایه نشانی می‌شوند و از نقاط کوانتومی CdS و PbS برای حساس سازی و از نانو ساختارهای ZnS و SiO_2 برای غیر فعال سازی سطح فوتوالکترود این سلول های خورشیدی حساس شده با نقاط کوانتومی استفاده می‌شود. به منظور حساس سازی فوتوآند ، نقاط کوانتومی CdS و PbS به روش جذب متوالی لایه‌های یونی و انجام واکنش سیلار بر سطح فوتوآند رشد داده می‌شوند. سپس به منظور بهبود بازدهی، سطح فوتوآند با یک لایه از نانوذرات ZnS به عنوان لایه محدود کننده حرکت حفره نیز پوشانده می‌شوند و در ادامه لایه‌ی غیرفعال ساز متشکل از نانو ساختارهای SiO_2 نیز برای تکمیل این فرایند با استفاده از NH_4OH و تترااتیل اورتوسیلیکات محلول در اتانول با روش غوطه‌ور سازی به مدت یک ساعت بر سطح فوتوالکترود لایه نشانی می‌شود. بر اساس نتایج فوتوولتایی سلول‌های خورشیدی ساخته شده با فوتوالکترودهای شامل نقاط کوانتومی PbS، بازدهی فوتوولتایی 3.83% را نشان می‌دهد که این بازدهی نسبت به سلول خورشیدی با فوتوالکترود بدون نقاط کوانتومی PbS، 21.4% افزایش داشته است.



نمونه	Voc	Jsc	FF	η
$\text{TiO}_2\text{NCs/CdS/ZnS/SiO}_2$	430	15.31	0.45	3.01
$\text{TiO}_2\text{NCs/PbS/CdS/ZnS/SiO}_2$	443	16.65	0.52	3.83

شکل ۱: منحنی I-V سلولهای خورشیدی $\text{TiO}_2\text{NCs/CdS/ZnS/SiO}_2$ و $\text{TiO}_2\text{NCs/PbS/CdS/ZnS/SiO}_2$

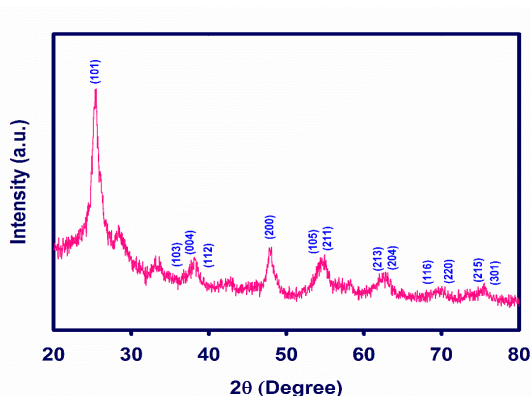
تاثیر نوع حلال و پراکنده ساز بر لایه نشانی الکتروفورتیکی TiO_2 برای تهیه‌ی فوتوالکترود در سلول‌های فتوالکتروشیمیایی

حلیمه السادات سجادی‌زاده، حسین احمدزاده و الهه گوهرشادی

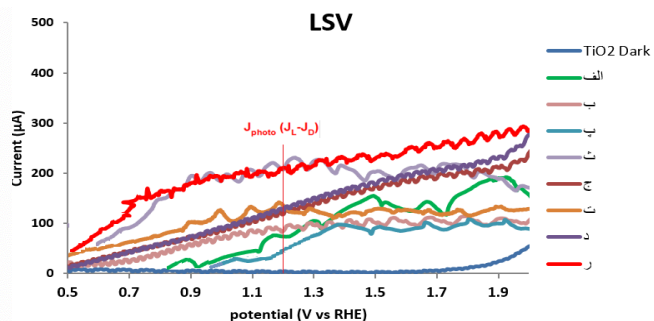
دانشگاه فردوسی مشهد، دانشکده علوم، گروه شیمی

معمولاً فیلم نارسا در سلول‌های خورشیدی و سلول‌های فتوالکتروشیمیایی، TiO_2 می‌باشد. در این تحقیق، نانوذرات TiO_2 با استفاده از روش تک‌مرحله‌ای هیدروترمال با میانگین اندازه‌ی ۸ نانومتر و مساحت سطحی ۲۳۶ مترمربع بر گرم تهیه شد. برای کنترل تخلخل، مساحت سطحی و چگالی فیلم فوتوالکترود، از لایه نشانی الکتروفورتیکی برای نشان دادن TiO_2 بر روی اکسیدقلع آلاییده شده با فلوئور (FTO) استفاده شد. لایه نشانی الکتروفورتیکی TiO_2 در ولتاژ ثابت DC در یک سلول با دو الکترود که به صورت عمودی در فاصله‌ی ۲ سانتی متری از یکدیگر در ۵۰ میلی لیتر از محلول قرار داشتند انجام شد. الکترود کار، یک قطعه‌ی FTO (با ابعاد ۱×۲، مقاومت ۱۵ اهم بر مربع، ضخامت شیشه‌ی ۳/۳ میلی متر) و الکترود مقابل، یک صفحه‌ی از پلاتین (با ابعاد ۸/۸×۲/۴×۰/۳) بود. تأثیر شرایط مختلف لایه‌نشانی توسط اندازه‌گیری منحنی ولتاژ-چگالی فوتوجریان بررسی شد. برای حذف جریان تاریکی و مقایسه‌ی بهتر چگالی جریان، ابتدا سطح FTO با یک لایه‌ی مسدود کننده (محلول الکلی از تیتانیوم ایزوپروپوکسید) به روش لایه نشانی دورانی نشانده شد و برای ۳۰ دقیقه در ۵۰۰ °C گرما داده شد.

برای لایه نشانی به روش الکتروفورتیک ۵۰ میلی لیتر سوسپانسیون پایدار از TiO_2 در الکترولیت‌های زیر الف) اتانول-آب (نسبت ۲:۱ و pH=4.5)، ب) محلول ایزوپروپانول / منیزیم نیترات-آب، پ) ایزوپروپانول / تری اتانول آمین، ت) استون / آید، ث) استیل استون / آید، ج) استیل استون-ایزوپروپانول / آید، د) استیل استون-اتانول / آید، ر) استیل استون-استون / آید تهیه شد. اثر نوع الکترولیت با به دست آوردن زمان و ولتاژ بهینه برای لایه نشانی الکتروفورتیکی در هر الکترولیت مورد بررسی قرار گرفت. با توجه به چگالی جریان و کیفیت فیلم بدست آمده، الکترولیت استیل استون-استون / آید به عنوان الکترولیت بهینه انتخاب شد. سپس، برای ایجاد لایه‌ای با چگالی بالا و بدون ترک، فاکتورهای موثر در لایه نشانی الکتروفورتیک، بررسی شد. مقادیر بهینه پس از این بررسی‌ها به صورت: ۲۰ میلی گرم نانوذرات TiO_2 ، ۵ میلی گرم ید و نسبت ۲:۱ از استیل استون به استون در ولتاژ ۴۰ ولت برای مدت ۲ دقیقه بود. برای بهبود بیش‌تر قبل از EPD محلول با دور rpm ۱۰۰۰ سانتریفیوژ گردید و از فرایند سینترینگ در دمای ۵۰۰ °C برای مدت زمان ۳۰ دقیقه استفاده شد. نتایج نشان داد که سانتریفیوژ باعث بهبود فیلم ایجاد شده می‌شود ولی سینترینگ ترک‌های فروانی در سطح ایجاد می‌کند.



شکل ۲) الگوهای پراش پرتوی ایکس نانوذرات TiO_2



شکل ۱) منحنی روبش خطی فوتوالکترود در الکترولیت‌های مختلف با سرعت روبش 10 mVs⁻¹ در محلول 0.5 M Na₂SO₄ تحت لامپ 110W

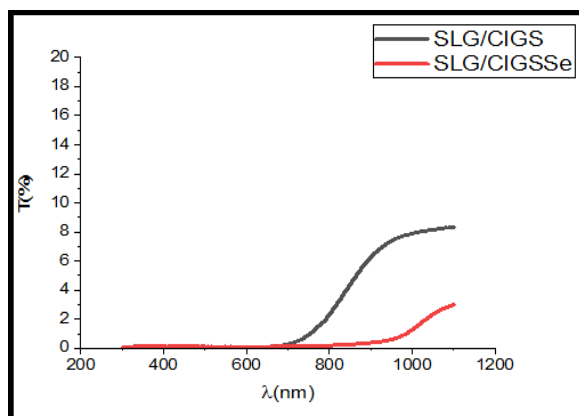
بهینه سازی لایه جاذب چاپ شده بوسیله ی اسپری جهت استفاده در سلول خورشیدی CIGS دورویه

فریدسلمانی^۱، خشایارعارفی^۱، مهدی دهقانی^۱ و نیما تقوی نیا^۱

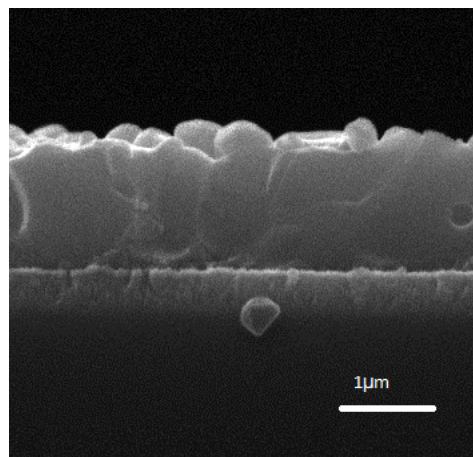
^۱ دانشگاه صنعتی شریف، دانشکده فیزیک

یکی از روش های لایه نشانی لایه ی جاذب $(\text{CuIn}_{1-x}\text{Ga}_x\text{Se}_{1-y}\text{S}_y)_2$ در روش بدون خلا، ساخت لایه ی جاذب بوسیله ی اسپری است. از مشکلات ناشی از این روش کم بودن ضخامت لایه است که باعث باز ترکیب حامل ها بدلیل نزدیک بودن ناحیه ی تهی با اتصال پشتی است. در این مقاله با استفاده از تغییر پیش ماده ها و همچنین افزایش غلظت پیش ماده ها، ضخامت لایه جاذب افزایش پیدا کرده است. استفاده از آب DI به عنوان حلال که نسبت به حلال های آلی به مراتب آلودگی کمتری دارد و از لحاظ زیست محیطی کاملاً بدون آلودگی است و خطری ندارد. همچنین در فرایند ساخت سلول، لایه ی کربنی بین تماس پشتی و لایه ی جاذب تشکیل نخواهد شد. تا کنون تمام گزارش هایی که با روش افشانه ی گرماکافت منتشر شده است حاکی از لایه ی بسیار نازکی از CIGS است. در هنگام افشانه کردن به نظر می رسد که ضخامت از ۵۰۰ نانومتر بیشتر نخواهد شد.

در این گزارش فرایند افشانه ی گرماکافت در دماهای مختلف و فاصله پالس های متفاوتی انجام شد که بهترین آن دمای ۳۴۰ درجه و فاصله ی زمانی ۲۰ ثانیه بود. در این حالت بیشترین درصد جذب لایه ی جاذب و بهترین نسبت استوکیومتری برای سولفور و سلنیوم را داشت. همچنین از لحاظ ریخت شناسی دانه های بزرگی تشکیل شده و سطح لایه بدون حفره است. این لایه ها در فرایند سلنیوم دار کردن یک لایه ی پکیده و بسیار عالی از $\text{CIG}(\text{S},\text{Se})_2$ را تشکیل می دهد. با استفاده از این بهینه سازی ها ضخامت لایه ی جاذب به ۱ میکرومتر رسیده است. آنالیزهای UV-Vis، EDST و XRD تشکیل یک لایه ی کم نقص را گواهی می دهد. در نهایت این لایه ها در ساختار دورویه $\text{FTO}/\text{MoO}_3/\text{CIGS}/\text{CdS}/\text{ZnO}/\text{AZO}$ مورد استفاده قرار گرفته شد و بازده ۵/۷ درصدی از این ساختار بدست آمد.



شکل ۲: نمودار آنالیز UV-Vis از لایه ی جاذب اسپری شده بر روی شیشه



شکل ۱: تصویر میکروسکوپ الکترونی از لایه ی $\text{CIG}(\text{S},\text{Se})_2$

بهبود بازده سلول خورشیدی آلی با استفاده از نقاط کوانتومی PbS

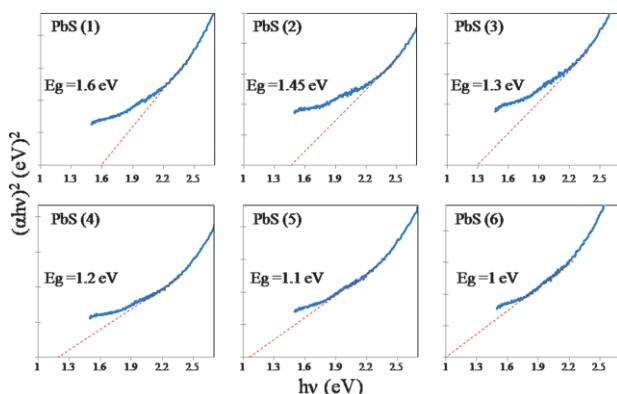
زهرا سلیمی^۱ و مسعود مهربان^۲

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

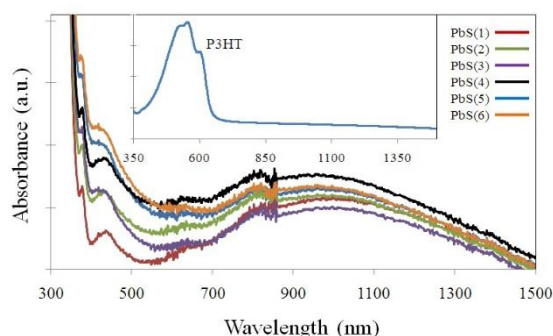
^۲ دانشگاه مراغه، دانشکده علوم پایه، گروه فیزیک

در این پژوهش سلول خورشیدی آلی با ساختار ITO/ZnO/P3HT/PCBM/Ag بعنوان سلول مرجع ساخته شد که در آن P3HT نقش دهنده الکترون و PCBM نقش گیرنده الکترون را ایفا می‌کند. این سلول آلی بازدهی η 1.5% با ولتاژ مدار باز (V_{oc}) 0.48%، چگالی جریان اتصال کوتاه (J_{sc}) 6.74 mA/cm^2 و ضریب پرشدگی (FF) 46.47% را نشان داد. در این سلول P3HT جاذب نور بوده که قادر به جذب نور مرئی می‌باشد. برای افزایش جذب نور و بهبود خواص فتوولتایی، از جاذب دیگری که بتواند نور مادون قرمز را نیز جذب کند استفاده کرده ایم. بدین منظور سلول خورشیدی هیبریدی با ساختار ITO/ZnO/PbS QDs/P3HT/PCBM/Ag ساخته شد که شامل دو ناحیه فعال می‌باشد که PbS ناحیه مادون قرمز نزدیک و P3HT نور مرئی را جذب می‌کند (شکل ۱). نقاط کوانتومی سولفید سرب توسط روش جذب و واکنش لایه های یونی متوالی بر اساس لایه نشانی چرخشی (Spin-SILAR) ساخته شد. تاثیر تعداد دورهای SILAR که منجر به تغییر گاف PbS می‌گردد بر خواص نوری و فتوولتاییکی سلول های ساخته شده مورد بررسی قرار گرفت (شکل ۲). سلول های خورشیدی ساخته شده، حداکثر بازدهی تبدیل توان 3.48%، جریان اتصال کوتاه 10.10 mA/cm^2 و ولتاژ مدار باز 0.61 V تحت تابش استاندارد نور خورشید AM 1.5 را نشان دادند.

تعداد دور های SILAR	V_{oc} (V)	J_{sc} (mA/cm^2)	FF (%)	η (%)
0	0.48	6.74	46.47	1.50
1	0.49	7.87	42.60	1.97
2	0.59	10.10	54.55	3.29
3	0.61	10.10	56.46	3.48
4	0.60	10.34	51.53	3.22
5	0.60	9.45	51.38	2.92
6	0.53	7.64	41.10	1.74



شکل ۲: محاسبه گاف انرژی نقاط کوانتومی PbS لایه نشانی شده با تعداد دورهای متفاوت SILAR.



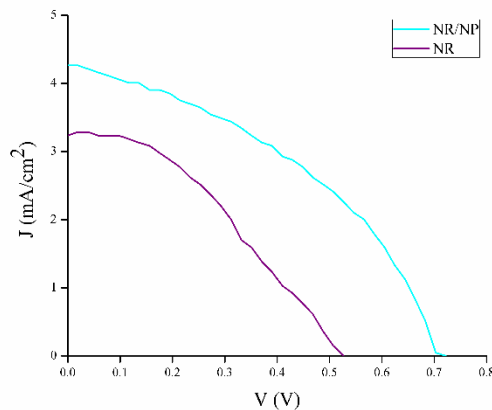
شکل ۱: طیف جذبی P3HT و نقاط کوانتومی PbS لایه نشانی شده با تعداد دورهای متفاوت SILAR.

سلول خورشیدی حساس شده به رنگ با ساختار کامپوزیتی اکسیدتیتانیوم

عبدالله سوددار، مرتضی عاصمی و مجید قناعت‌شعار

آزمایشگاه نانومغناطیس و نیمرساناهای مغناطیسی، پژوهشکده لیزر و پلاسما، دانشگاه شهید بهشتی، اوین، تهران
هسته پژوهشی سلول خورشیدی، دانشگاه شهید بهشتی، اوین، تهران

سلول‌های خورشیدی رنگدانه‌ای به علت ویژگی‌های خاص خود همچون هزینه پایین تولید، تنوع رنگ و شکل، انعطاف‌پذیری، سبک‌وزنی و غیره به عنوان جایگزینی برای سلول‌های خورشیدی سیلیکونی مطرح هستند. اغلب اکسیدتیتانیوم به علت ماهیت ضدآب بودن، خودتمیز شوندگی، زیست سازگاری و فوتوکاتالیستی به عنوان ماده مورد استفاده در فوتوآند انتخاب می‌شود. در فوتوآندهای مبتنی بر نانوذرات به علت مرزدهانه‌های متعدد، عیوب سطحی و زیاد بودن محل تله‌های الکترون حامل‌ها از دست می‌روند. اخیراً برای غلبه بر این مشکل از ساختارهای تک‌بعدی به عنوان فوتوآند استفاده می‌شود که آنها هم به علت سطح موثر کم جذب رنگ کافی ندارند. در این تحقیق نانومیل‌های اکسیدتیتانیوم به روش هیدروترمال با غلظت بهینه، دما و زمان مشخص رشد داده شد. در مرحله بعد پودر اکسیدتیتانیوم به روش سل-ژل سنتز و جهت تهیه خمیر لایه‌نشانی از آن استفاده شد. از روش لایه‌نشانی دکتر بلید جهت نفوذ هر چه بهتر نانوذرات بین نانومیل‌ها استفاده شد. ساختار ایجاد شده به طور همزمان از ویژگی جذب رنگ بالای نانوذرات و همچنین ترابرد سریع نانومیل‌ها برخوردار است. افزایش چگالی جریان از 3.29 mA/cm^2 نمونه نانو میل به 4.27 mA/cm^2 نمونه کامپوزیتی حاکی از افزایش سطح موثر فوتوآند توسط نانوذرات و در نتیجه افزایش میزان رنگ جذب شده توسط فوتوآند است. علاوه بر این با توجه به افزایش حامل‌ها در نتیجه جذب بیشتر رنگدانه و وجود نانومیل‌ها ولتاژ مدار باز از 0.53 V نمونه نانومیل به 0.72 V نمونه کامپوزیتی می‌رسد. مشخصات دو سلول ساخته شده در جدول ۱ و شکل ۱ دیده می‌شود. با کنترل شرایط رشد نانومیل‌ها و نیز نانوذرات، ابعاد ساختار و چگونگی پرشدن فضای بین نانومیل‌ها مدیریت خواهد شد. در پی این عمل بهینه‌سازی عملکرد سلول ممکن می‌شود.



sample	$V_{oc} \text{ (mv)}$	$J_{sc} \text{ (mA cm}^{-2})$	FF	$\eta \text{ (%)}$
NR	530	3.29	0.36	0.83
NR/NP	720	4.27	0.4	1.59

شکل ۱: نمودار چگالی جریان-ولتاژ حاصل از دو ساختار متفاوت

جدول ۱: پارامترهای فوتوولتائیک سلول خورشیدی رنگدانه‌ای

کاربرد کره‌های توخالی TiO_2 در لایه متخلخل متشکل از نانوذرات TiO_2 به منظور افزایش پراکندگی نور در سلول خورشیدی پروسکایتی بدون لایه انتقال دهنده حفره

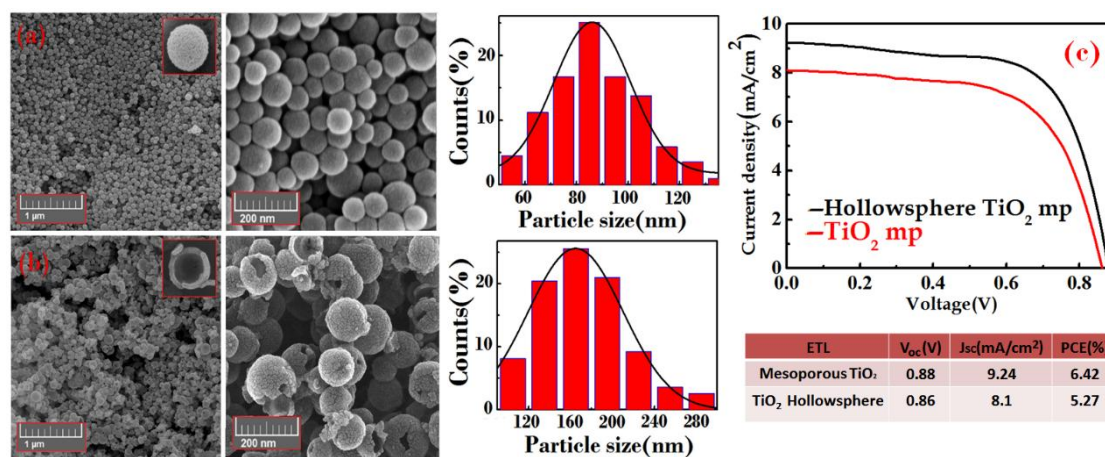
سیده مژگان سیدطالبی^۱، ایرج کاظمی نژاد^۱

^۱ دانشگاه شهیدچمران اهواز، دانشکده علوم پایه، گروه فیزیک

ازجمله راهکارها برای بهبود عملکرد سلول خورشیدی افزایش احتمال جذب نور می باشد. در این پژوهش سعی شده است با ایجاد حفره‌هایی در لایه عبور دهنده الکترون، با به دام اندازی نور در لایه TiO_2 متخلخل جذب نور را افزایش دهیم. به این منظور در ابتدا، کره‌های کربنی به روش هیدروترمال و با استفاده از پیش ماده ساکارز با قطر تقریبی ۸۵ نانومتر سنتز شد. سپس به روش رشد در فاز مایع (LPD) و با استفاده از پیش ماده TBOT، لایه ای از دی اکسید تیتانیوم با ضخامت حدود ۴۰ نانومتر بر سطح قالب‌های کربنی تشکیل شد. ذرات سنتز شده دارای توزیع اندازه نسبتاً یکنواخت می باشند. در مرحله بعد خمیر شامل نانوکره‌های توخالی با ابعاد کنترل شده در محیط اتانولی با استفاده از ترپینثول و اتیل سلولز تهیه شد. در این پژوهش سلول های خورشیدی پروسکایتی با ساختار کلی

FTO/bl- TiO_2 /mp- TiO_2 / $\text{CH}_3\text{NH}_3\text{PbI}_3$ /Au

ساخته شد و بواسطه اینکه پروسکایت $\text{CH}_3\text{NH}_3\text{PbI}_3$ می‌تواند بطور هم‌زمان به‌عنوان جمع آوری کننده نور و رسانای حفره عمل کند، در اینجا سلول‌های ساخته شده فاقد هرگونه ماده نوع p برای انتقال حامل بار مثبت می‌باشد. نتایج آنالیز جریان-ولتاژ نمونه‌های مورد بررسی، نشان دهنده بازدهی بالاتر سلول‌های خورشیدی پروسکایتی با لایه دی اکسید تیتانیوم متخلخل حاوی حفره های توخالی می باشد.



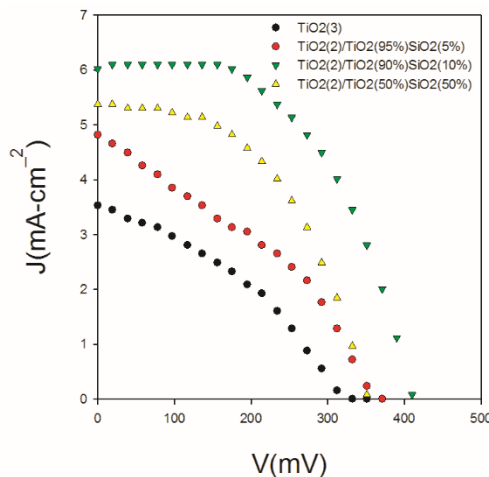
شکل ۱: تصویر FESEM و نمودار توزیع ذرات (a) کره های کربنی (b) حفره های توخالی دی اکسید تیتانیوم سنتز شده (c) مقایسه نمودار جریان-ولتاژ سلول خورشیدی پروسکایتی با لایه مزوپروس شامل حفره های توخالی و بدون حفره های توخالی

ساخت و به کارگیری نانوذرات سیلیکا به منظور بهبود بازدهی سلول‌های خورشیدی حساس شده با نقاط کوانتومی

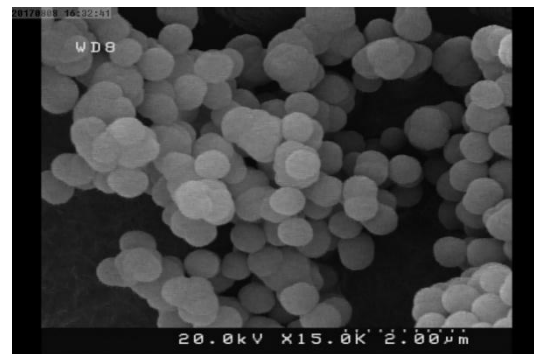
ضحی شرافتی^۱، محمود صمدپور^{۱*}

^۱ دانشگاه صنعتی خواجه نصیرالدین طوسی، دانشکده فیزیک

بررسی بیشینه بازدهی گزارش شده برای سلول‌های خورشیدی حساس شده با رنگدانه و نقاط کوانتومی و مقایسه آن با مقدار تئوری نشان می‌دهد که این سلول‌ها برای بهبود عملکرد نیاز به مطالعه بیشتری دارند. در این تحقیق بهبود ساختار آند به منظور افزایش بازدهی سلول مورد بررسی قرار گرفته است. میزان جذب نور توسط فتوآند، سهولت نفوذ الکترولیت در ساختار آند، انتقال سریع الکترون و کم بودن بازترکیب الکترون‌ها در فتوآند پارامترهایی هستند که بر عملکرد سلول تاثیر می‌گذارند. بررسی‌های انجام شده نشان می‌دهد که استفاده از نانوذرات سیلیکا در آند میتواند باعث افزایش جذب نور و کاهش بازترکیب الکترون‌ها شود. خاصیت پراکندگی این ذرات در گستره نور مرئی امکان جذب بیشتر نور توسط ذرات نیمه هادی و رنگدانه را فراهم می‌کند و همچنین عایق بودن این نانوذرات، باعث کاهش بازترکیب الکترون در لایه‌های آند می‌گردد. در این تحقیق نانوذرات کروی سیلیکا با استفاده از روش استور ساخته شدند و با درصدهای وزنی ۵-۱۰-۲۰-۵۰-۱۰۰ در ساختار آند به کار گرفته شدند. شکل ۱ تصویر میکروسکوپ الکترونی نانوذرات سیلیکا را نشان می‌دهد. همان‌طور که مشاهده می‌شود نانوذرات دارای توزیع سایز یکنواخت در حدود ۶۰۰ نانومتر هستند. شکل ۲ منحنی جریان ولتاژ سلول‌های ساخته شده با آندهای حاوی نانوذرات سیلیکا با درصدهای وزنی مختلف را که با نقاط کوانتومی CdS-CdSe-ZnS حساس شده‌اند را نشان می‌دهد. در اینجا بیشینه بازدهی برابر با ۴,۱ درصد بدست آمد که نسبت به سلول‌های شاهد (بدون سیلیکا) با بازدهی ۳,۵۱ درصد، افزایش ۱۶ درصدی را نشان می‌دهد. همچنین بیشینه بازدهی برای سلول‌های حساس شده با رنگدانه ۹,۱ درصد بدست آمد که در مقایسه با سلول‌های بدون نانوذرات (بازدهی ۷,۱۴ درصد) افزایش ۲۷ درصدی بازدهی را نشان می‌دهد.



شکل ۲: منحنی جریان ولتاژ سلول‌های حساس شده با نقاط کوانتومی



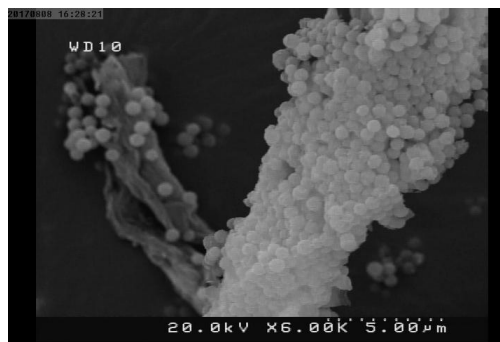
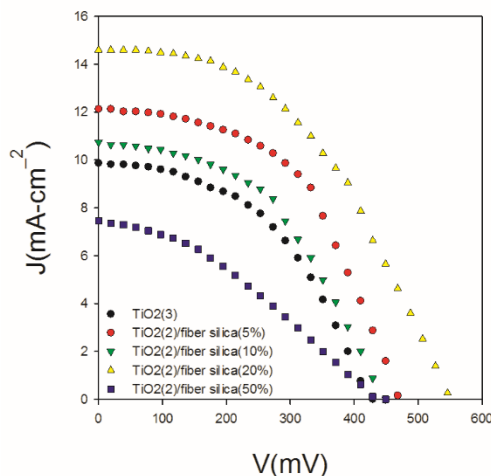
شکل ۱: تصویر میکروسکوپ الکترونی نانوذرات سیلیکا

ساخت کامپوزیت های نانوفایبر سیلیکا-نانوذرات سیلیکا به عنوان لایه پراکننده نور در سلول های خورشیدی حساس شده با نقاط کوانتومی CdS-CdSe-ZnS

ضحی شرافتی^۱، محمود صمدپور^{۱*}

^۱ دانشگاه صنعتی خواجه نصیر الدین طوسی، دانشکده فیزیک

در این تحقیق با استفاده از روشی نوین و ساده کامپوزیت های نانوفایبر سیلیکا ساخته شدند. به این منظور بعد از ساختن محلول کلوییدی حاوی نانوذرات سیلیکا به روش استوبر، الیاف پنبه به مدت ۱ ساعت در آن غوطه ور شدند. بعد از خروج الیاف و خشک شدن آن ها در دمای اتاق، به منظور حذف الیاف و تشکیل نانوفایبر های سیلیکا، نمونه ها به مدت ۲ ساعت در دمای ۵۰۰ درجه سانتی گراد پخت شدند. شکل ۱ تصویر میکروسکوپ الکترونی ساختار های تشکیل شده را نشان می دهد. تصاویر میکروسکوپ الکترونی نشان داد که الیاف ضمن دارا بودن طول چند میکرونی، دارای ساختار های نانومتری در دیواره خود هستند. همچنین نتایج نشان می دهد که نانوذرات کروی سیلیکا بر روی دیواره الیاف رشد کرده اند. در اینجا نانوفایبر های ساخته شده با درصد های وزنی ۵-۱۰-۲۰ و ۵۰ در ساخت سلول های خورشیدی به کار گرفته شدند. شکل ۲ منحنی جریان ولتاژ سلول ها را نشان می دهد. نتایج بدست آمده بیشینه افزایش بازدهی با استفاده از ۲۰ درصد وزنی را نشان می دهد. در اینجا بیشینه بازدهی برابر با ۳٫۷۲ درصد بدست آمد که نسبت به سلول های شاهد با بازدهی ۲٫۲۲ درصد، افزایش ۶۷ درصدی بازدهی را نشان می دهد.



شکل ۱: تصویر میکروسکوپ الکترونی کامپوزیت نانوفایبر سیلیکا

شکل ۲: منحنی جریان ولتاژ سلول های حساس شده با نقاط کوانتومی

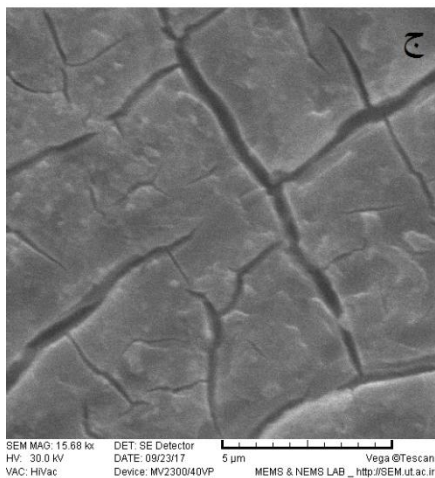
اثر گرمادهی بر لایه جاذب سلول خورشیدی CZTS ساخته شده به روش الکتروشیمیایی بر ورق انعطاف پذیر مولیبدنیوم

مهدی شریفیان نجف آبادی^۱ و مرتضی فتحی پور^۲

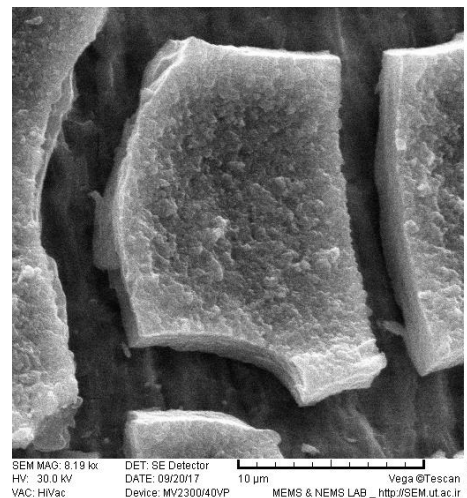
^۱ پردیس دانشکده های فنی دانشگاه تهران، دانشکده برق و کامپیوتر، آزمایشگاه سامانه های ریز الکترو مکانیکی

^۲ پردیس دانشکده های فنی دانشگاه تهران، دانشکده برق و کامپیوتر، آزمایشگاه شبیه سازی و مدل سازی افزاره

سلول خورشیدی CZTS از جمله سلول‌های لایه نازک با ضریب جذب بالا (10^4) و شکاف انرژی مناسب (1.5 eV) برای کاربردهای زمینی است، برخلاف هم‌خانواده خود، CIGS از مواد فراوان و ارزان قیمت پوسته زمین بدست می‌آید. همچنین مشکلات سمی بودن عناصر را، مانند سلول‌های لایه نازک CdTe ندارد. در این کار، با استفاده از روش الکتروشیمیایی، که از جمله روش‌های ساخت غیر خلأ و بنابراین ارزان قیمت است و بنابراین قابلیت صنعتی شدن دارد، برای ساخت لایه جاذب بهره برده شده است. لایه نشانی بر بستر انعطاف پذیری از ورق نازک مولیبدنیوم که به عنوان اتصال زیرین نیز مورد استفاده قرار می‌گیرد، انجام گرفته تا قابلیت انعطاف پذیری سلولی مطرح باشد. لایه نشانی با استفاده از نمک‌های کلریدی انجام گرفته است. عوامل بسیاری بر کیفیت لایه جاذب سلول، مؤثر است. در این کار به مطالعه اثر گرمادهی بر لایه جاذب، پرداخته ایم. ترمیم گرمایی به مدت ۳۰ دقیقه در دمای 330°C انجام گرفته است. تصاویر SEM قبل و بعد از گرمادهی لایه حاکی از چگال شدن بافت و افزایش اندازه دانه‌ها است. این نتیجه به کاهش مرز دانه‌ها در اثر ترمیم نست داده شده است.



شکل ۲: تصویر SEM لایه‌ی گرمادهی شده



شکل ۱: تصویر SEM لایه نشانی بدون گرمادهی

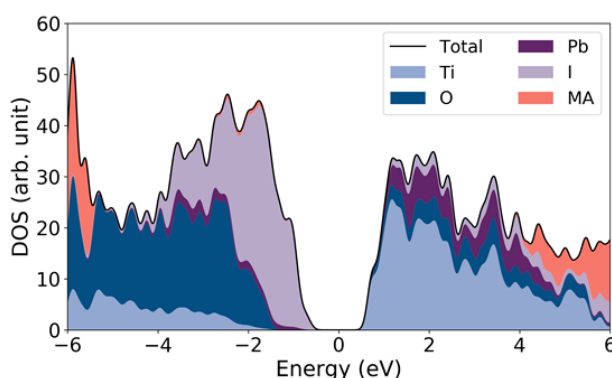
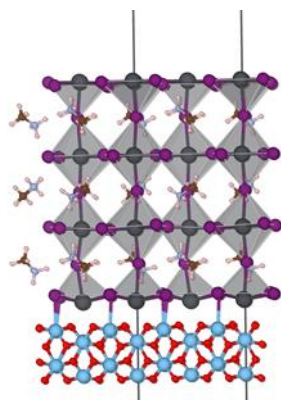
مطالعه نظری ساختار تعادلی و الکترونی فصل مشترک هالید پروسکایت / تیتانیا

کژال شلماش^۱، یاور تقی پورآذر^{۱،۲}

^۱ گروه فیزیک، واحد کرمانشاه، دانشگاه آزاد اسلامی، کرمانشاه، ایران.

^۲ پژوهشگاه علوم و فنون هسته ای، سازمان انرژی اتمی ایران

با توجه به نقش اساسی فصل مشترک هالید پروسکایت و تیتانیا در جداسازی حامل ها و ترابرد بار مطالعه دقیق مکانیسم‌های موجود در این فصل مشترک ها نقش کلیدی در طراحی و ارتقای بازدهی سلول‌های مبتنی بر پروسکایت دارد. با توجه به این مساله در این پژوهش ساختار تعادلی و الکترونی فصل مشترک هالید پروسکایت و تیتانیا در فاز روتایل با استفاده از روشهای ابتدا به ساکن مورد مطالعه قرار گرفته است. نتایج حاصل نشان می‌دهد تیغه پروسکایت در راستای (۰۰۱) تطابق مناسبی به لحاظ ساختار بلوری با زیرلایه تیتانیا در فاز روتایل دارد و پیوندهای نسبتاً قوی بین اتم های اتمهای ید با تیتانیوم می‌تواند پایداری مناسبی را برای سطح لایه نشانی شده تضمین نماید. همچنین بررسی دقیق چگالی حالت‌های تصویر شده بر اوربیتال های اتمی اتمهای پروسکایت و تیتانیا مؤید جهت گیری مناسب نوار رسانش پروسکایت نسبت به نوار رسانش تیتانیا در راستای تزریق الکترون برانگیخته شده از پروسکایت به سطح می‌باشد.



شکل ۲: ساختار هندسی فصل مشترک پروسکایت و تیتانیا

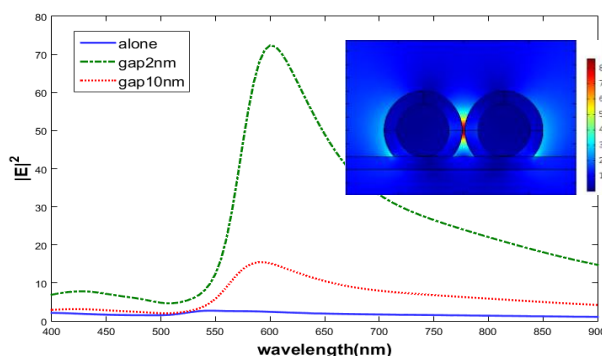
شکل ۱: چگالی حالت مربوط به فصل مشترک تیتانیا و پروسکایت و تصویر آن بر اتمهای Pb, I, O, Ti و MA

بررسی اثر جفت شدگی نانوذرات پلاسمونیک طلا در سلول‌های خورشیدی رنگدانه‌ای

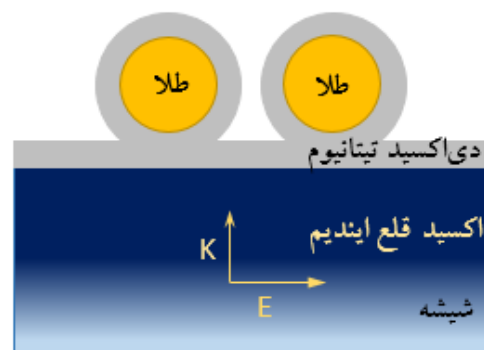
بنفشه شهبازی^۱، احمد محمدی^۱

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

از برهمکنش امواج الکترومغناطیسی با نانوذرات فلزی از جنس فلزات نجیب (طلا، نقره، آلومینیوم،...) پلاسمون سطحی جایگزیده به وجود می‌آید که خواص آن به شکل، اندازه و جنس نانوذره و همچنین ضریب شکست محیط پیرامون بستگی دارد. بر اثر تشکیل پلاسمون سطحی جایگزیده، یک میدان الکترومغناطیسی بسیار قوی در اطراف نانوذره به وجود می‌آید. شدت این میدان در بسامد تشدید به بیشینه مقدار خود می‌رسد. در صورتی که دو نانوذره که در فاصله چند نانومتری از یکدیگر قرار دارند، در معرض تابش نور قرار گیرند، جفت‌شدگی میان پلاسمون‌های تشکیل شده در هر نانوذره رخ می‌دهد. در نتیجه علاوه بر تقویت میدان در فضای بین دو ذره، طیف جذب و پراکندگی نسبت به نانوذرات منزوی تغییر می‌کند. مهمترین پارامتر موثر در میزان تقویت میدان و خصوصیات طیف، فاصله بین دو نانوذره است. با بهره‌گیری از میدان نزدیک بسیار قوی در گاف میان نانوذرات جفت‌شده، می‌توان میزان جذب فوتون توسط رنگدانه مورد استفاده در سلول خورشیدی رنگدانه‌ای را به طور قابل ملاحظه‌ای افزایش داد. میزان جذب نور متناسب با توان دوم میدان الکتریکی در محل رنگدانه است. بنابراین با قرار دادن مولکول‌های رنگدانه در مکان‌هایی با شدت میدان الکتریکی بسیار بالا می‌توان میزان جذب و در نتیجه بهره سلول را افزایش داد. به دلیل وجود الکترولیت درون سلول و ایجاد خوردگی در نانوذرات مورد استفاده، در عمل امکان قرار دادن نانوذرات فلزی به طور مستقیم وجود ندارد. برای رفع این مشکل از پوشش‌های دی‌الکتریک بر روی نانوذرات استفاده می‌شود. وجود این پوشش‌ها باعث ایجاد فاصله بین مولکول رنگدانه و سطح نانوذرات و در نتیجه کاهش اثرگذاری آنها در بهره سلول می‌گردد. بنابراین محاسبه دقیق پارامترهای موثر (مانند جنس و ضخامت لایه دی‌الکتریک، شکل، اندازه و جنس نانوذرات و فاصله بین آنها) برای دستیابی به بیشترین بهره ممکن، ضروری است. در این مقاله به مدلسازی برهمکنش نور با نانوساختار مورد نظر می‌پردازیم. به دلیل پیچیدگی در هندسه مسئله و میدان‌های تشکیل شده، حل تحلیلی امکان‌پذیر نیست و از روش محاسباتی المان متناهی برای این منظور استفاده می‌کنیم.



شکل ۲: مقایسه شدت میدان الکتریکی در نزدیکی یک نانوذره طلا با نانوذرات جفت شده طلا با فاصله ۲ و ۱۰ نانومتر



شکل ۱: مدلسازی نانوذره جفت شده طلا

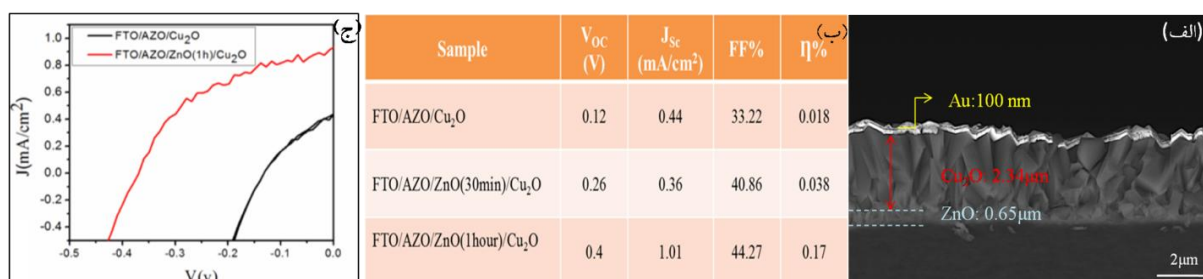
ساخت و بررسی سلول‌های خورشیدی توده‌ای و ناهمگون بر پایه اکسید مس

لیلا شوشتری^۱، راحله محمدپور^۱، اعظم ایرجی زاد^۲

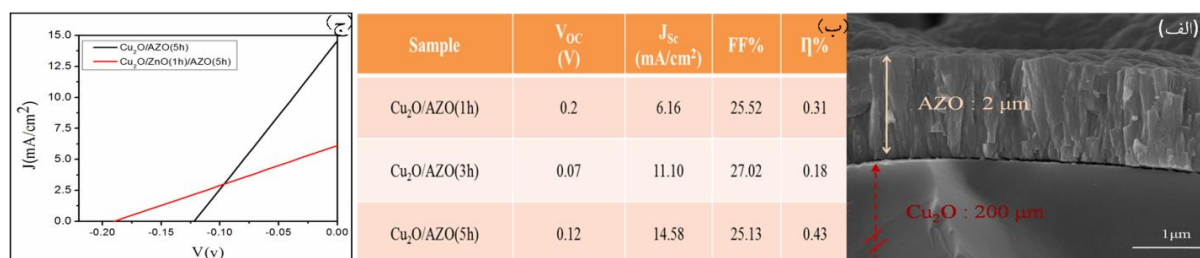
^۱پژوهشکده علوم و فناوری نانو، دانشگاه صنعتی شریف

^۲دانشکده فیزیک دانشگاه صنعتی شریف

از آنجاییکه علاوه بر بازده مناسب سلول خورشیدی، محیط زیست سازگار بودن مواد اولیه و هزینه تمام شده پایین برای آن‌ها از جمله پارامترهای مهم در این دسته ابزارات الکتریکی می‌باشد، گروه جدیدی از سلول‌های خورشیدی برپایه نیم‌رساناهای اکسید فلزی مشکل گرفته است. از جمله نیم‌رساناهای اکسیدی که بنابر ویژگی‌های فیزیکی خود بسیار مورد توجه است، اکسید مس می‌باشد. در این تحقیق از دو روش ساخت اکسیداسیون حرارتی و اکسیداسیون آندی برای ساخت پوشش Cu_2O استفاده شده است؛ که روش اول از حرارت دهی فویل مس و روش دوم از اعمال ولتاژ ثابت کاتدی در سلول سه الکترودی مشتمل بر الکترود رفرنس Ag/AgCl ، شمارش پلاتین و کار FTO ، حاصل می‌شود. در این تحقیق از لایه AZO و ZnO ، به ترتیب بعنوان لایه اکسید هادی شفاف و لایه بافر با روش‌های اسپاترینگ و اکسیداسیون آندی، استفاده می‌شود. در شکل زیر نحوه تاثیر لایه بافر ZnO در سلول خورشیدی تمام اکسیدی برپایه Cu_2O به روش اکسیداسیون آندی و اکسیداسیون حرارتی نشان داده شده است. مشخص است که حضور لایه بافر بازده سلول خورشیدی را در حدود ۹۰٪ در نمونه ی ساخته شده به روش اکسیداسیون آندی بهبود بخشیده است.



شکل ۱. الف) تصویر میکروسکوپ الکترونی از سلول خورشیدی ساخته شده برپایه Cu_2O به روش اکسیداسیون آندی، (ب) جدول پارامترهای سلول‌های خورشیدی برپایه Cu_2O با حضور لایه ZnO (ج) نمودار چگالی-جریان برای سلول خورشیدی با حضور لایه بافر ZnO



شکل ۲. الف) تصویر میکروسکوپ الکترونی از سلول خورشیدی ساخته شده برپایه Cu_2O به روش اکسیداسیون حرارتی، (ب) جدول پارامترهای سلول‌های خورشیدی برپایه Cu_2O با لایه AZO با ضخامت‌های مختلف. (ج) نمودار چگالی-جریان برای سلول خورشیدی با حضور لایه بافر ZnO

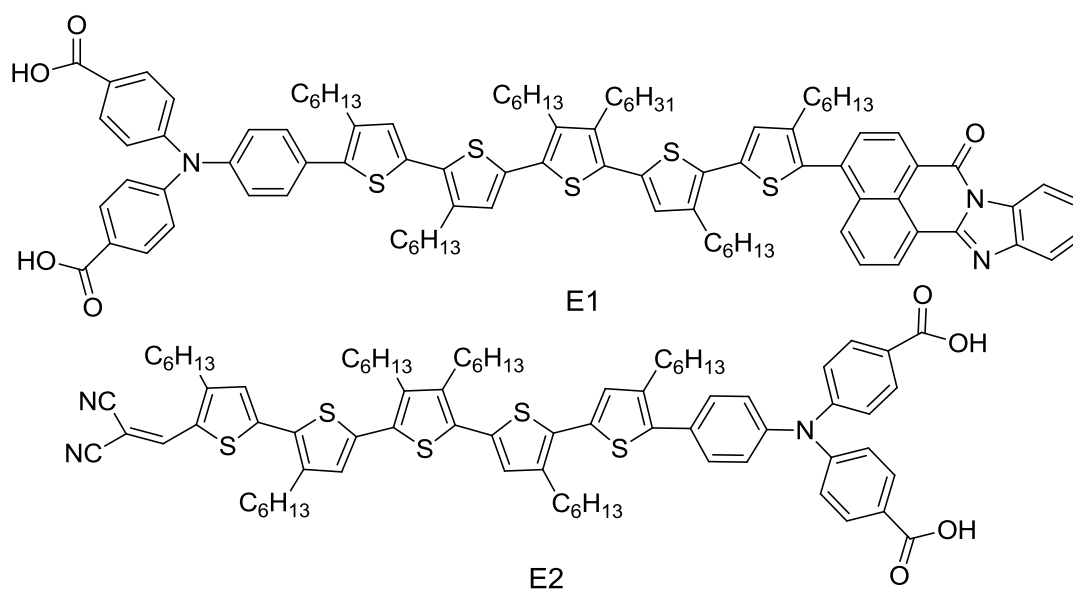
بررسی عملکرد رنگهای از نوع P سلولهای خورشیدی حساس به رنگ

اسماعیل شیبانی^۱، هاینینگ تیان^۲ لیف هامسترانگ^۲

^۱ دانشگاه اصفهان-دانشکده شیمی

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

تا کنون بسیاری از تحقیقات در سلول خورشیدی مربوط به نیمه رسانای n-type بر اساس TiO_2 یا ZnO است که به عنوان سلول گرتزل شناخته می‌شوند و راندمان تبدیل انرژی بیش از ۱۳٪ است. در مقایسه با n-type، تحقیقات بسیار کمی در مورد سلول خورشیدی P-type انجام گرفته است که اکثراً بر اساس نیمه هادی NiO است. در سلول خورشیدی تاندم لازم است یک فوتوکاتاد با کارایی مشابه با فوتوآنود داشته باشیم. رنگهای نوع P در پیل‌های سوختی برای تولید هیدروژن هم نیز کارایی دارند. برای اخیراً در گروه تحقیقاتی باخ راندمان ۱،۳٪ با پرلین مونوایمید به عنوان یک گروه گیرنده در حضور کبالت (II/III) بدست آوردند. پیش از این گروه تحقیقاتی سان اولین سلول خورشیدی p-type با ساختار دهنده-گیرنده طراحی کردند و مفاهیم جدیدی را برای افزایش بازدهی سلول خورشیدی p-type ارائه کردند. هدف از تحقیقات ما استفاده از پلی تیوفن به عنوان یک اتصال دهنده برای جداسازی طولانی مدت بار و از گروه نفتالین-۱،۲-بنزیمیدازول برای اولین بار به عنوان گروه الکترون کشنده استفاده شد. طیف سنجی جذب گذرا (TAS) نشان داد که رنگ E1 با یک واحد نفتالین-۱،۲-بنزیمیدازول (NBI) به عنوان گیرنده دارای عمر طولانی تر در حالت کاهش یافته نسبت به رنگ E2 با گروه گیرنده مالونونتریلی روی سطح NiO می‌باشد. در کار تحقیقاتی دیگر رنگ E2 و کومارین C343 همراه با NiO برای شفاف سازی مسیر انتقال بار توسط کاتالیست احیای پروتون با تکنیک طیف سنجی جذب گذرا مادون قرمز femtosecond مورد مطالعه قرار گرفت و نتایج آن در حال پیشرفت و آنالیز می‌باشد.



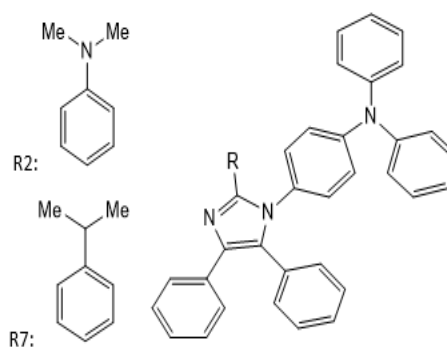
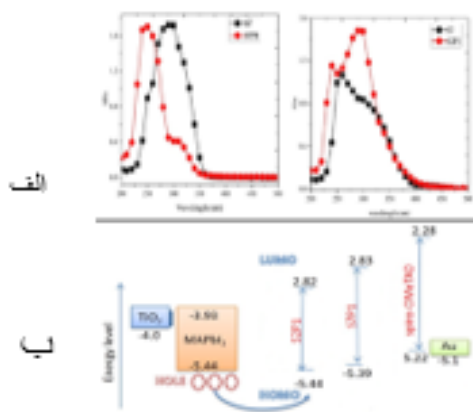
شکل ۱: ساختار رنگهای E1 و E2

مقایسه اثرات گروه‌های استخلافی دی متیل انیلین و دی فنیل بر روی عملکرد انتقال دهنده حفره در سلول‌های خورشیدی پروسکایتی

فاطمه صادقی، سمیه پارسا، هاشم شهروس وند

گروه شیمی، دانشکده علوم، دانشگاه زنجان

در سال‌های اخیر، سلول‌های خورشیدی پروسکایتی به علت مقرون به صرف بودن و رشد سریع بازده (% ۳/۸ در سال ۲۰۰۹ تا % ۲۲/۱ در سال ۲۰۱۶) مورد توجه شایانی قرار گرفته‌اند. از اجزای مهم این سلول‌ها، انتقال دهنده‌های حفره هستند که نقش مهمی در افزایش بازده ایفا می‌کنند. این مقاله به سنتز و بررسی دو نوع انتقال دهنده حفره بر پایه ایمیدازول که به تری فنیل آمین اتصال یافتند با نام‌های S2P1 و S7P1 که به ترتیب حاوی دی متیل آنیلین و دی فنیل میباشند، میپردازد و توسط روش‌های مختلفی همچون UV-Vis، FT-IR، HNMR مورد شناسایی قرار گرفتند. از مقایسه طیف‌های UV-Vis ترکیبات فوق میتوان نتیجه گرفت که در ترکیب S7 وجود گروه الکترون کشنده باعث جابه جایی انتقالات $\pi \rightarrow \pi^*$ به طول موج پایین شده است و با ۴۰ نانومتر جابجایی آبی پس از تشکیل ترکیب S7P1 باند جذبی بیشینه در ۲۴۰ نانومتر مشاهده شد در حالیکه در ترکیب S2 گروه الکترون دهنده باعث جابجایی انتقالات $n \rightarrow \pi^*$ می شود و با ۳۰ نانومتر جابجایی قرمز پس از تشکیل ترکیب S2P1 باند جذبی بیشینه در ۲۹۰ نانومتر ظاهر شد. همچنین در بررسی طیف فوتولومینسانس این ترکیبات، S7P1 دارای دو طول موج بیشینه است (۵۵۳ و ۵۰۰ نانومتر) و ترکیب S2P1 نیز دارای طول موج ۴۹۷ نانومتر می باشد. در پایان سلول خورشیدی پروسکایتی از انتقال دهنده‌های حفره سنتز شده به روش ۲ مرحله ای لایه نشانی جاذب با توجه به منابع ساخته و داده‌های فتوولتاییک آن ثبت شد.



شکل ۲: الف) طیف UV-Vis ب) دیاگرام سطوح انرژی انتقال دهنده

ها

شکل ۱: ساختار انتقال دهنده‌های حفره S2P1 و S7P1

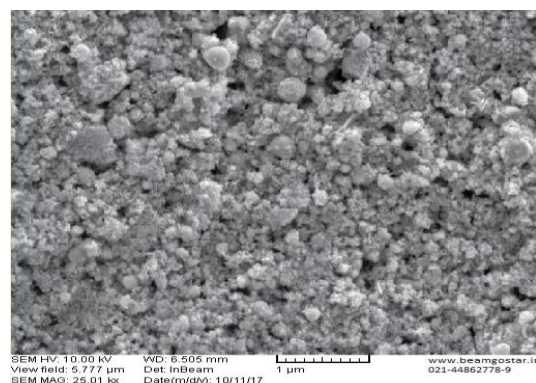
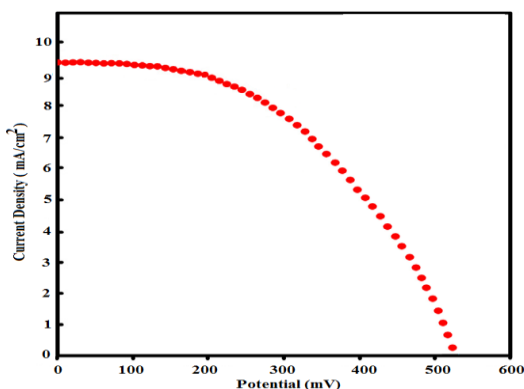
تهیه و مقایسه کارایی سلول خورشیدی حساس شده با نقاط کوانتومی کادمیوم سولفید دوپ شده با عناصر مختلف

محمد رسول صادقی ملکی، عبدالرئوف صمدی میبیدی

دانشگاه مازندران، دانشکده شیمی، بابلسر

در این تحقیق سلول‌های خورشیدی حساس شده با نقاط کوانتومی کادمیوم سولفید دوپ شده با عناصر مختلفی شامل: مس، آهن، نیکل، منگنز، روی، قلع، سرب، سلنیم و تلوریم تهیه و کارایی آنها با یکدیگر مقایسه گردید. ساختار سلول‌های خورشیدی تهیه شده به صورت FTO / لایه TiO_2 ۲۰ نانومتری / لایه نقاط کوانتومی / الکترولیت سولفید-پلی سولفیت / پلاتین بوده است. برای لایه نشانی نقاط کوانتومی از روش غوطه‌وری (dip coating) استفاده گردید. تصویر SEM فیلم نقاط کوانتومی کادمیوم سولفید تهیه شده بر روی الکترود FTO در شکل ۱ نشان داده شده است. الکترودهای تهیه شده به عنوان فوتوآند در ساخت سلول‌های خورشیدی حساس شده با نقاط کوانتومی به کار گرفته شدند و آنالیزهای مختلفی بر روی آنها انجام گرفت.

پس از مقایسه نتایج به دست آمده مشخص گردید؛ عناصر روی، مس و نیکل موجب کاهش بازده سلول خورشیدی تهیه شده از نقاط کوانتومی کادمیوم سولفید دوپ شده با هر یک از این عناصر در مقایسه با سلول خورشیدی ساخته شده از نقاط کوانتومی کادمیوم سولفید غیر دوپ شده می‌شوند، و از سوی دیگر دوپ کردن نقاط کوانتومی با عناصر منگنز، سلنیم و تلوریم موجب افزایش بازده سلول خورشیدی گردیده است. همچنین از مقایسه بازده سلول‌های خورشیدی شامل لایه کادمیوم سولفید غیر دوپ شده با سلول‌های خورشیدی شامل کادمیوم سولفید دوپ شده با سلنیم و تلوریم، مشخص گردید که با افزودن عنصر سنگین‌تر بازده سلول خورشیدی افزایش می‌یابد. در واقع با بررسی نتایج به نوعی قاعده سرانگشتی شبیه آنچه بر سلول‌های خورشیدی CIGS حاکم است مشاهده گردید که در آنها افزودن عنصر سنگین‌تر موجب کوچکتر شدن شکاف انرژی و افزایش بازده می‌گردد. بهترین عملکرد مربوط به سلول خورشیدی کادمیوم سولفید دوپ شده با تلوریم می‌باشد؛ نمودار J-V برای این سلول در شکل ۲ نشان داده شده و داده‌های فوتوولتایی برای این سلول عبارتند از: $\eta = 1/85\%$ ، $J_{sc} = 8/26 \text{ mA cm}^{-2}$ ، $V_{oc} = 515 \text{ mV}$ و $FF = 43/39\%$.



شکل ۲: نمودار دانسیته جریان بر حسب ولتاژ برای سلول خورشیدی کادمیوم سولفید دوپ شده با تلوریم

شکل ۱: تصویر SEM فیلم نقاط کوانتومی CdS بر روی FTO

تهیه و مقایسه کارایی سلول خورشیدی حساس شده با نقاط کوانتومی کادمیوم تلورید و برخی ترکیبات آلی رنگزای سنتزی

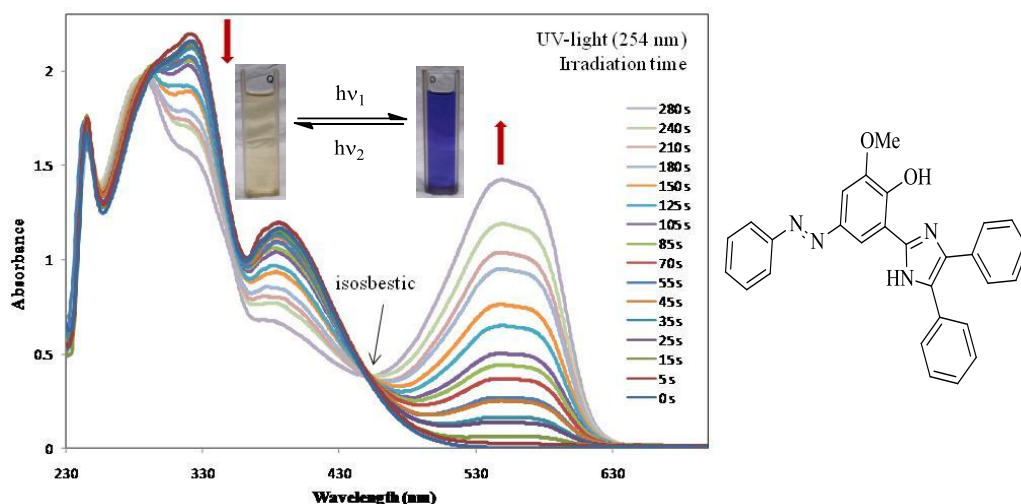
میثم پسندیده ندامانی^۱، محمد رسول صادقی ملکی^۲، عبدالرئوف صمدی میبدی^۲

^۱دانشگاه گیلان، دانشکده علوم پایه، گروه شیمی، رشت

^۲دانشگاه مازندران، دانشکده شیمی، بابلسر

در این تحقیق سلول‌های خورشیدی حساس شده با نقاط کوانتومی کادمیوم تلورید و برخی ترکیبات آلی آزوی رنگزای سنتزی تهیه و کارایی آنها با یکدیگر مقایسه گردید. ساختار سلول‌های خورشیدی تهیه شده به صورت FTO / لایه TiO_2 ۲۰ نانومتری / لایه نقاط کوانتومی / رنگ آزو/الکترولیت یدید-تری یدید/ پلاتین بوده است. برای لایه نشانی نقاط کوانتومی از روش غوطه‌وری (dip coating) استفاده گردید. از روش پوشش دورانی برای حساس سازی فوتوآند با ماده رنگزای آلی بر پایه آزو استفاده شد. مقایسه سلول‌های ساخته شده یکبار با CdTe خالی و بار دیگر با ترکیب ۱:۲ نقاط کوانتومی CdTe و ماده رنگزا انجام شد. ساختار شماتیک نمونه ای از ترکیبات آلی رنگزای سنتز شده و طیف جذبی آنها در شکل ۱ نشان داده شده است. الکترودهای تهیه شده به عنوان فوتوآند در ساخت سلول‌های خورشیدی به کار گرفته شدند و آنالیزهای مختلفی بر روی آنها انجام گرفت.

پارامترهای فتوولتائیک سلول‌های خورشیدی تهیه شده با استفاده از نقاط کوانتومی عبارتند از: $V_{oc} = 0.61$ ، $J_{sc}(\text{mAcm}^{-2}) = 0.95$ و $\eta = 0.30$ و برای سلول خورشیدی حساس شده با نقاط کوانتومی-مواد رنگزای آلی پارامترهای فتوولتائیک به دست آمده عبارت بودند از: $V_{oc} = 0.68$ ، $J_{sc}(\text{mAcm}^{-2}) = 2.05$ و $\eta = 0.70$. نتایج به دست آمده نشان داد در سلول خورشیدی حساس شده با نقاط کوانتومی و رنگدانه آلی فوتوجریان تولید شده به دلیل حضور ماده رنگزای آلی افزایش یافته است. بعبارت دیگر در اثر جذب فوتون تعداد بیشتری از الکترون به لایه رسانا منتقل گردیده است.



شکل ۱: تصویر شماتیک ترکیبات آزوی سنتزی و طیف جذبی آنها

بررسی اثر غلظت پیش ماده‌های خمیر Al_2O_3 بر عملکرد سلول‌های خورشیدی پروسکایتی بدون لایه انتقال دهنده حفره

ابوالفضل صفاری^{۱*}، محمود برهانی زرنندی^{۱*}، ناصر جهانبخشی‌زاده^{۲*}، حجت امراللهی بیوکی^{۱*}، علی اکبر دهقانی تفتی^{۱*}

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

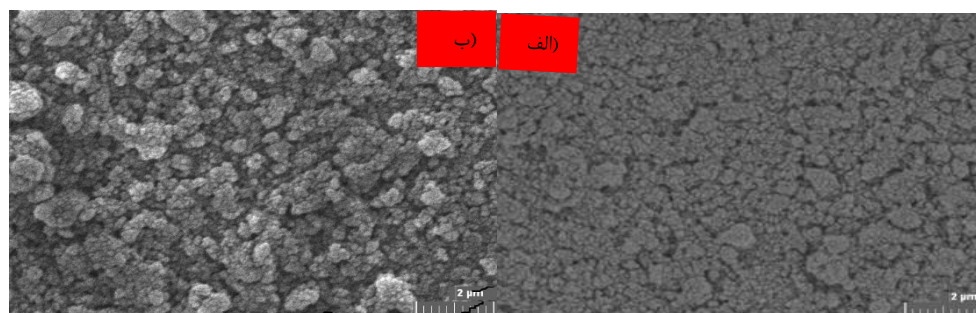
^۲گروه اتمی مولکولی، دانشکده فیزیک، دانشگاه یزد

از بزرگ‌ترین چالش‌های صنعتی شدن سلول‌های خورشیدی پروسکایتی پایداری نامناسب آن‌ها می‌باشد. بخش آلی پروسکایت‌ها در آب حل می‌شود و این امر به میزان زیادی باعث تخریب پروسکایت‌ها در محیط‌های مرطوب می‌شود. یکی از راه‌های بهبود پایداری این سلول‌ها استفاده از اکسیدهای فلزی مانند ZrO_2 ، ZNO ، Al_2O_3 و ... می‌باشد. همچنین استفاده از اکسید آلومینیوم (Al_2O_3) در سلول‌های پروسکایتی باعث انتقال سریع‌تر الکترون و افزایش قابل توجه پارامتر V_{OC} می‌شود. در این مقاله تاثیر پارامتر غلظت پیش ماده‌های خمیر Al_2O_3 بعنوان لایه متخلخل زیرین پروسکایت بر عملکرد سلول‌های خورشیدی پروسکایتی مورد بررسی قرار گرفته و نتایج آن شرح داده شده است. بدین منظور در دو آزمایش با شرایط آزمایشی یکسان، عملکرد سلول‌های خورشیدی پروسکایتی مورد بررسی قرار داده می‌شوند.

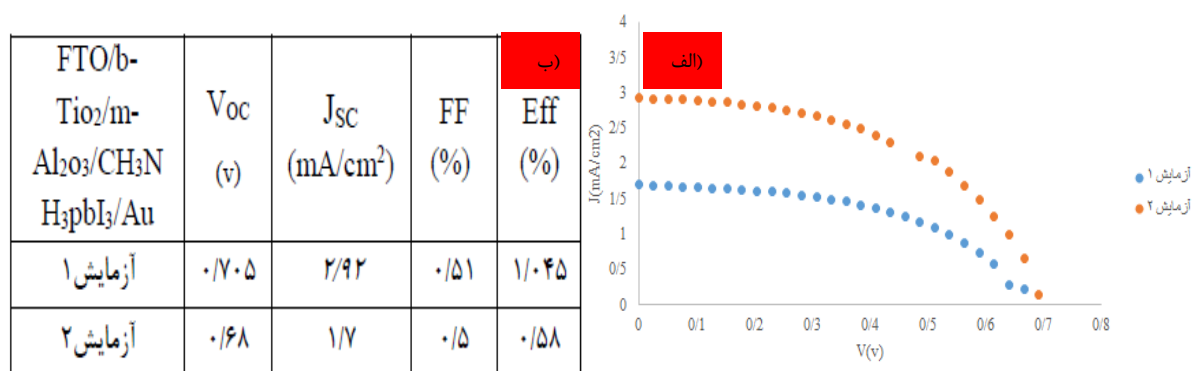
آزمایش شماره ۱: مقادیر ۳ گرم Al_2O_3 ، ۱۰ گرم آلفا-تریپنول، ۱۵ میلی لیتر اتیل سلولز (۱۰٪ وزنی در اتانول)

آزمایش شماره ۲: ۱/۵ گرم Al_2O_3 ، ۱۰ گرم آلفا-تریپنول، ۱۵ میلی لیتر اتیل سلولز (۱۰٪ وزنی در اتانول)

شکل (۱) تصاویر SEM لایه‌های Al_2O_3 ایجاد شده و شکل (۲) نمودار جریان ولتاژ و پارامترهای مربوط به مشخصه‌یابی سلول‌های خورشیدی پروسکایتی ساخته شده را نشان می‌دهد.



شکل ۱- تصویر SEM مربوط به Al_2O_3 ایجاد شده در: (الف) آزمایش شماره ۱ (ب) آزمایش شماره ۲



شکل ۲- (الف) نمودار IV و (ب) پارامترهای مربوط به مشخصه‌یابی سلول‌های خورشیدی پروسکایتی ساخته شده

باتوجه به SEM گرفته شده از سطح Al_2O_3 ، علت بهتر شدن بازدهی در آزمایش ۱ یکنواختی و تخلخل بیشتر سطح Al_2O_3 است که باعث رشد بهتر پروسکایت و در نتیجه بهبود بازدهی سلول ساخته شده می‌شود.

بررسی تئوری جایشانی اتم‌های هالوژن در ترکیب پروسکایت $\text{CH}_3\text{NH}_3\text{PbI}_3$ به منظور بهبود پایداری لایه جاذب پروسکایت

محدثه صفاری خمیرانی، میثم باقری تاجانی، حمید رحیم پور سلیمانی

آزمایشگاه نانوفیزیک محاسباتی، گروه فیزیک، دانشکده علوم پایه، دانشگاه گیلان

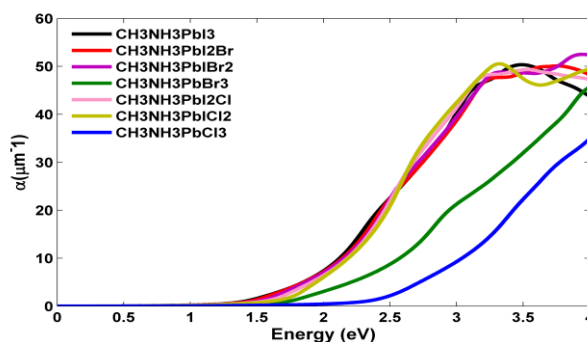
اهمیت و پیشرفت قابل توجه سلول‌های خورشیدی پروسکایتی در صنعت فتوولتائیک بر کسی پوشیده نیست. افزایش بازده در کنار هزینه ساخت پایین، این نسل از سلول‌ها را به کانون توجه دانشمندان و فعالان در زمینه انرژی‌های تجدیدپذیر تبدیل کرده است. اما چالشی که در مورد این نوع از سلول‌های خورشیدی با آن مواجه هستیم بهبود پایداری سلول ساخته شده بر پایه پروسکایت است. یکی از روشی‌هایی که برای افزایش پایداری انجام می‌شود ترکیب یا دوپینگ پروسکایت موردنظر با اتم‌های دیگر مثل Cl, Br, Sn, Cs و نیز ترکیبات آلی مثل $\text{HC}(\text{NH}_2)_2$ است. در این مقاله پروسکایت $\text{CH}_3\text{NH}_3\text{PbI}_3$ در فاز مکعبی در نظر گرفته شده است. مقادیر مختلف هالوژن‌های Cl و Br در ساختار جایگزین هالوژن ید شده اند که ترکیب‌های مورد بررسی در جدول نشان داده شده اند. محاسبات بر پایه نظریه تابعی چگالی انجام شده. ابتدا ساختارها با استفاده از نرم افزار Quantum espresso و با تقریب OB86-VWD-DF و مش فضای $(8 \times 8 \times 8)$ K بهینه شده اند. برای محاسبه ضریب جذب و انرژی هر ساختار از پکیج محاسباتی Siesta با در نظر گرفتن مش فضای $(50 \times 50 \times 50)$ K استفاده شده است. مقدار مش بندی انرژی در محاسبات 200Ry می‌باشد. همانطور که از جدول مشخص است با افزایش تعداد هالوژن‌های Cl و Br در ساختار پروسکایت، گاف انرژی افزایش و ثابت‌های شبکه کاهش می‌یابند. افزودن هالوژن‌های بزرگتر از ید به ساختار موجب افزایش برهم کنش‌های بین اوربیتال‌های اتم‌ها شده که تاثیر بسزایی در خصوصیات ساختار باند خواهد داشت و نتیجه آن شیفت به پایین ماکزیمم نوار ظرفیت و افزایش مقدار گاف انرژی است. مقادیر انرژی کل و انرژی میانگین مربوط به هر ساختار در جدول نشان داده است. همانطور که از مقادیر انرژی ساختارها مشخص است افزایش مقدار هالوژن در ترکیب خالص موجب کاهش انرژی ساختار و در نتیجه افزایش پایداری لایه جاذب می‌شود. [1,2]

جدول: ثابت‌های شبکه، گاف انرژی، انرژی کل و انرژی میانگین ترکیب‌های پروسکایت موردنظر

ساختار	a(Å)	b(Å)	c(Å)	Total energy(eV)	Mean energy(eV/atoms)	Eg(eV)
$\text{CH}_3\text{NH}_3\text{PbI}_3$	6.31	6.31	6.31	-1558.87	-129.91	1.38
$\text{CH}_3\text{NH}_3\text{PbI}_2\text{Br}$	6.30	5.93	6.30	-1612.30	-134.36	1.47
$\text{CH}_3\text{NH}_3\text{PbIBr}_2$	6.30	5.95	5.95	-1665.76	-138.81	1.59
$\text{CH}_3\text{NH}_3\text{PbBr}_3$	5.95	5.95	5.95	-1719.24	-143.27	1.81
$\text{CH}_3\text{NH}_3\text{PbI}_2\text{Cl}$	6.36	5.68	6.36	-1654.81	-137.90	1.66
$\text{CH}_3\text{NH}_3\text{PbICl}_2$	6.34	5.76	5.75	-1750.72	-145.89	1.82
$\text{CH}_3\text{NH}_3\text{PbCl}_3$	5.68	5.61	5.73	-1846.32	-153.86	2.46

[1] Mohaddeseh Saffari *et al* 2017 *J. Phys. D: Appl. Phys.* **50** 415501

[2] Mohebpour MA, Saffari M, Soleimani HR, Tagani MB (2017) High performance of mixed halide perovskite solar cells: role of halogen atom and plasmonic nanoparticles on the ideal current density of cell, arXiv:1709.03552



شکل ۱: ضریب جذب پروسکایت‌های موردنظر

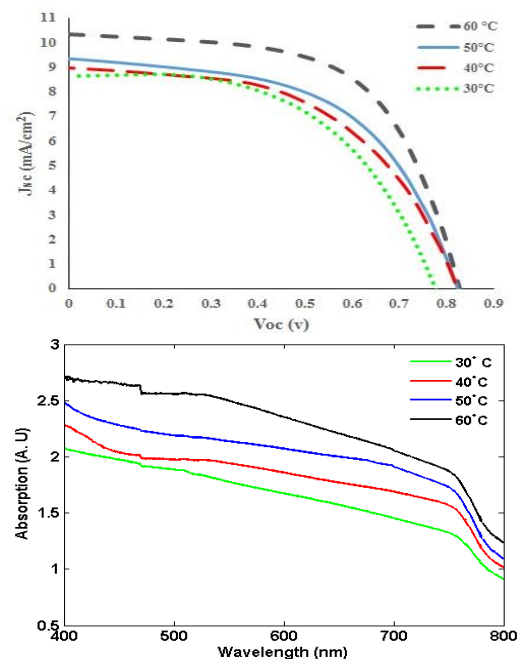
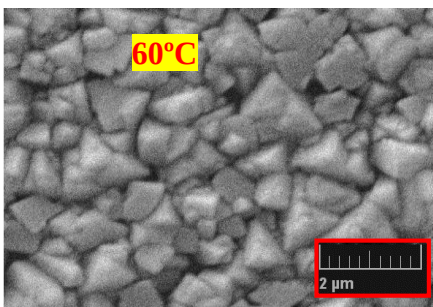
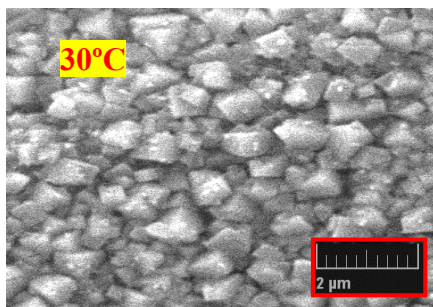
بهبود عملکرد سلول خورشیدی پروسکایت بدون لایه‌ی انتقال دهنده‌ی حفره با بهینه سازی دمای واکنش

زینب صفری^۱، محمود برهانی زرنندی^۱ و محمدرضا ناطقی^۲

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

^۲ دانشگاه آزاد اسلامی یزد، بخش شیمی

مورفولوژی و روش‌های لایه نشانی در لایه‌ی جاذب پروسکایت بر عملکرد سلول‌های خورشیدی بسیار تاثیرگذار می‌باشند. در روش لایه‌نشانی دو مرحله‌ای، دمای واکنش یک پارامتر کلیدی برای رسوب فیلم جاذب پروسکایت محسوب می‌شود. افزایش دمای واکنش پروسکایت (دمای غوطه‌وری MAI) علاوه بر اینکه سبب کاهش زمان نفوذ محلول MAI به درون فیلم pbI_2 لایه نشانی شده بر ساختار مزپورس TiO_2 می‌شود، باعث افزایش سایز دانه‌های بلور پروسکایت خواهد شد. بنابراین افزایش دمای واکنش، توانایی انتقال بار را افزایش داده، بازترکیب را کاهش می‌دهد و تاثیر چشمگیری در بهبود عملکرد سلول خورشیدی پروسکایت خواهد داشت. در این مقاله، بهینه سازی دمای واکنش فیلم جاذب پروسکایت بررسی و بهترین عملکرد سلول خورشیدی پروسکایتی بدون لایه‌ی انتقال دهنده‌ی حفره ($\eta = 5.3$) در دمای واکنش ۶۰ درجه سانتی‌گراد شده‌است.



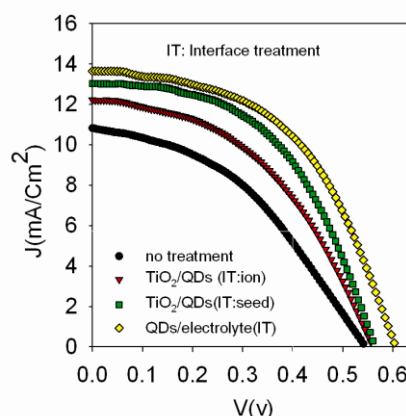
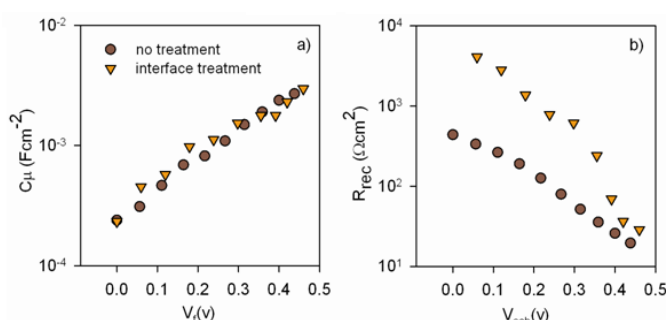
نمودار J-V سلول خورشیدی پروسکایتی با UV-VIS و دماهای واکنش ۳۰، ۴۰، ۵۰ و ۶۰ درجه سانتی‌گراد و همچنین تصاویر SEM در دمای ۳۰ و ۶۰ درجه سانتی‌گراد.

مهندسی فصل‌های مشترک در سلول‌های خورشیدی حساس شده با نقاط کوانتومی به منظور تغییر خواص انتقال بار در سلول‌ها

محمود صمدپور^۱

^۱ دانشگاه صنعتی خواجه نصیرالدین طوسی، تهران، ایران

در این تحقیق سلول‌های خورشیدی حساس شده با نقاط کوانتومی کادمیم سلینید ساخته شدند و خواص انتقال بار و بازدهی سلول‌ها مورد بررسی قرار گرفت. به منظور بهینه سازی خواص انتقال بار در این سلول‌ها، فصل مشترک لایه تیتانیوم اکسید و نقاط کوانتومی کادمیم سلینید به روش‌های ساده شیمیایی تغییر داده شدند. به این منظور قبل از لایه نشانی نقاط کوانتومی کادمیم سلینید، با قرار دادن لایه های تیتانیوم اکسید در آمونیوم فلوراید/ هیدروفلوئوریک اسید با غلظت ۰/۰۵ مولار، گروه های هیدروکسیل در سطح تیتانیوم اکسید با یونهای فلئور جاذب شدند. همچنین قبل از لایه نشانی کادمیم سلینید، لایه نازکی از نقاط کوانتومی کادمیم سولفید بر روی تیتانیوم اکسید پوشش داده شدند. میزان پوشش نقاط به گونه ای انتخاب شد که میزان جذب نور خورشید در سلول تقریباً ثابت باقی بماند. همچنین اثر لایه سدی سولفید روی در فصل مشترک نقاط کوانتومی و الکترولیت مورد بررسی قرار گرفت. شکل ۱ منحنی جریان ولتاژ سلول‌ها بعد از تغییرات اعمال شده در فصل مشترک را نشان می دهد. همان طور که مشاهده می شود اعمال تغییرات ساده در فصل مشترک و بدون تغییر کل ساختار فتوآند باعث افزایش چگالی جریان و ولتاژ در سلول‌ها شده است. به منظور تحلیل عملکرد تغییرات فصل مشترک در بازدهی سلول‌ها، نمونه ها به وسیله آنالیز آمپدانس الکتروشیمیایی مورد بررسی قرار گرفتند. شکل ۲، نمونه نوعی ظرفیت شیمیایی فتوآند و مقاومت باز ترکیب در سلول‌های مهندسی شده را در مقایسه با سلول‌های مرجع نشان می دهد. نتایج بررسیها نشان می دهد که در حالت کلی تغییرات اعمال شده در فصل مشترک، بدون تغییر مکان باند هدایت تیتانیوم اکسید باعث افزایش مقاومت باز ترکیب الکترون از فتوآند به الکترولیت می گردد. این نتایج نشان می دهد که در حالت کلی با اعمال تغییرات ساده در فصل مشترک، می توان بازدهی سلول‌ها را بدون تغییر کل ساختار با هزینه کم بهینه کرد.



شکل ۲: ظرفیت شیمیایی و مقاومت باز ترکیب در ولتاژهای بایاس مختلف

شکل ۱: منحنی جریان ولتاژ سلول شاهد و سلول‌های

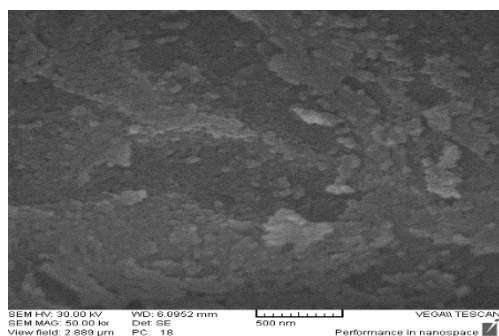
مهندسی شده

رشد آبی نانوذرات هسته-پوسته CdTe-CdS و استفاده از آنها در فوتوالکترود در سلول‌های خورشیدی حساس شده با نقاط کوانتومی CdS به منظور حساس سازی همزمان و بهبود بازدهی

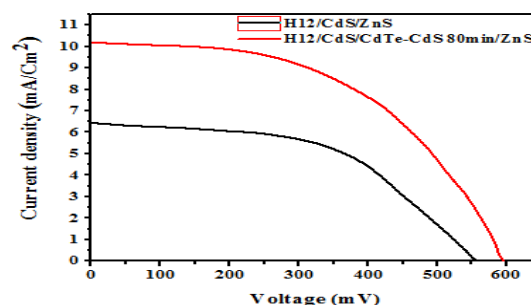
صمدی فاطمه^۱، میر احمدی بانی فرخنده سادات، مرندي مازیار^۱

دانشگاه اراک، دانشکده علوم پایه، گروه فیزیک

در این پژوهش از نقاط کوانتومی CdS و CdTe-CdS به منظور حساس سازی سلول‌های خورشیدی نقاط کوانتومی و از ZnS به عنوان غیرفعال کننده ی سطح فوتوالکترود استفاده می شود. برای ساخت این سلول ها از لایه ای متشکل از نانوکریستال های TiO_2 که به روش هایدروترمال تهیه و بر سطح زیرلایه شیشه/هادی شفاف به روش دکتر بلید جایگذاری شده، به عنوان فوتوآند استفاده می شوند. جهت حساس سازی فوتوآند، نقاط کوانتومی CdS به روش (SILAR) بر سطح فوتوآند رشد داده می شوند. در این فرآیند از محلول های $\text{Cd}(\text{CH}_3\text{COO})_2$ و Na_2S در متانول به عنوان پیش مواد Cd و S مورد استفاده قرار می گیرند و لایه نشانی در ۶ چرخه متوالی انجام می گیرد. نقاط کوانتومی CdTe نیز به روش رسوب دهی شیمیایی تهیه می شوند. سپس به نقاط کوانتومی با لبه جذب اپتیکی ۵۴۹ nm، پیش ماده تیواستامید به منظور تشکیل پوسته CdS اضافه می شود. نانوذرات هسته-پوسته CdTe-CdS در زمان های ۱۲۰ min-۲۰ نمونه برداری می شوند و پس از آن به روش چکاندن قطره به روی سطح فوتوآند TiO_2/CdS به مدت ۲ h لایه نشانی می شوند. جهت جلوگیری از برهم کنش نقاط کوانتومی هسته-پوسته CdTe-CdS توسط الکترولیت، لایه ای نانوکریستالی از نقاط کوانتومی ZnS به روش سیلار به روی سطح فوتوآند $\text{TiO}_2/\text{CdS}/\text{CdTe-CdS}$ لایه نشانی می گردد. در ساخت این سلول های خورشیدی از الکترولیت پلی سولفید استفاده می شود. الکترود کاتد نیز با لایه نشانی ماده CuS بر سطح زیرلایه شیشه/هادی شفاف FTO به روش سیلار تهیه می شود. نتایج نشان می دهند که بهینه بازدهی با استفاده از فوتوالکترود حساس شده با نقاط کوانتومی $\text{CdS}/\text{CdTe-CdS}/\text{ZnS}$ در زمان تشکیل پوسته ۸۰ min به دست می آید که نسبت به بازدهی سلول خورشیدی بدون CdTe-CdS، ۶۶٪ افزایش بازدهی داشته و دارای جریان اتصال کوتاه (J_{sc})، ۱۰،۱۸ mA/cm^2 ، ولتاژ مدار باز (V_{oc})، ۵۹۵ mV، عامل پرشدگی (FF)، ۰،۵۰ و بازدهی ۳،۰۵ می باشد. شکل ۱ منحنی I-V سلول های خورشیدی حساس شده با نقاط کوانتومی $\text{CdS}/\text{CdTe-CdS}/\text{ZnS}$ با حالت بهینه ضخامت پوسته CdS و همچنین حالت بدون استفاده از نقاط کوانتومی هسته-پوسته CdTe-CdS است.



تصویر SEM از سطح فوتوآند $\text{TiO}_2/\text{CdS}/\text{CdTe-CdS}$



منحنی I-V سلول های خورشیدی حساس شده با نقاط کوانتومی CdS/ZnS و $\text{CdS}/\text{CdTe-CdS}/\text{ZnS}$

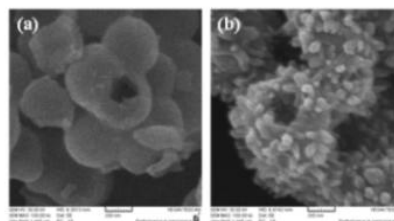
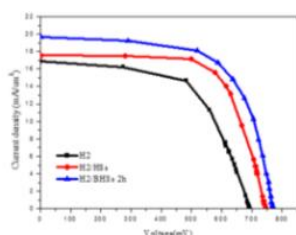
ساخت سلول‌های خورشیدی رنگدانه‌ای با استفاده از ساختار نانوکره‌های توخالی

شاخه دار TiO_2 به عنوان پراکننده نور

سمانه بیات^۱، فاطمه صمدی^۱، مازیار مرندی^۱

^۱ دانشگاه اراک، دانشکده علوم پایه، گروه فیزیک

استفاده از نانو کره‌های توخالی TiO_2 به واسطه انتقال مستقیم الکترون‌ها و همچنین ایجاد پراکندگی نور می‌تواند منجر به بهبود عملکرد سلول‌های خورشیدی رنگدانه‌ای شود. به منظور تهیه ساختار نانوکره‌های توخالی شاخه دار TiO_2 ، مقدار مشخصی از پودر نانوکره‌های توخالی TiO_2 با اندازه‌هایی در حدود ۵۱۰ nm را در محلول آب دیونیزه و هیدروکلریک اسید (37% wt) حل کرده. سپس مقدار معینی از TiCl_3 را به آن اضافه می‌کنیم و در نهایت محلول را به تفلون منتقل کرده و به مدت 2h حرارت دهی می‌شود. از پودر نهایی با استفاده از مقادیر مشخص از پلیمر اتیل سلولز و ترپینئول خمیری آماده کرده و به روش دکتر بلید لایه‌ای به ضخامت ۸ میکرومتر بر روی لایه‌ای از نانو ذرات TiO_2 با ضخامت ۸ میکرومتر (H_2) لایه‌نشانی می‌شود. در نهایت لایه‌ی آماده شده به صورت H_2/BHSS 2 h نامگذاری می‌شوند. بازدهی در حدود ۹٪ برای سلول خورشیدی H_2/BHSS 2 h نسبت به سلول H_2/HSs افزایش می‌یابد.



شکل ۱. تصاویر SEM از لایه‌های شامل نانوکره‌های توخالی TiO_2 (a) و نانوکره‌های توخالی شاخه دار TiO_2 (b)
شکل ۲. منحنی جریان ولتاژ گرفته شده از سلول‌های خورشیدی رنگدانه‌ای، آماده شده

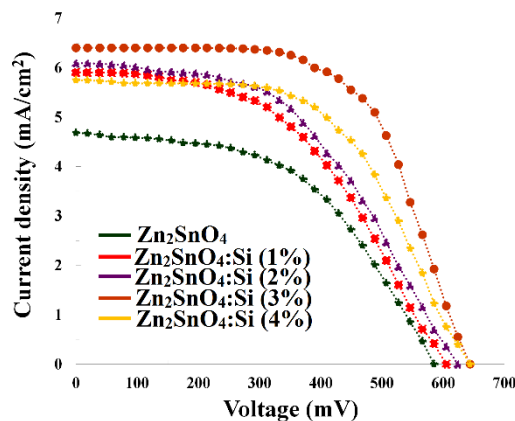
بهبود خواص فوتوولتائیک سلولهای خورشیدی حساس شده به رنگ بر پایه Zn_2SnO_4 با افزودن ناخالصی Si

مرتضی عاصمی، مجید قناعت‌شعار

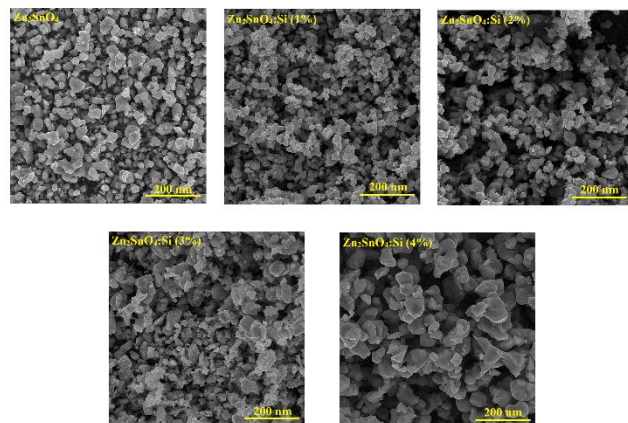
دانشگاه شهید بهشتی، پژوهشکده لیزر و پلاسما
دانشگاه شهید بهشتی، هسته پژوهشی سلولهای خورشیدی

از ترکیبات اکسیدی دوتایی و سه تایی مختلفی می‌توان در ساخت سلول خورشیدی حساس شده به رنگ استفاده کرد. تا به امروز از ترکیبات اکسیدی دوتایی نظیر TiO_2 ، SnO_2 و ZnO به وفور در ساخت این نوع سلولهای خورشیدی استفاده شده است. ترکیبات اکسیدی سه تایی گستره وسیعی از ترکیبات را شامل می‌شوند که با تغییر نسبت عناصر سازنده آن می‌توان خواص الکتریکی و اپتیکی آنها را بهبود بخشید. در این میان نیمرسانای اکسیدی Zn_2SnO_4 با دارا بودن گاف انرژی ۳/۶ الکترون ولت، تحرک حاملهای بار $10-15 \text{ cm}^2\text{V}^{-1}\text{s}^{-1}$ از ترکیبات اکسیدی سه تایی پرتعدادی است که در سالیان اخیر مورد توجه قرار گرفته است.

در این تحقیق، در ابتدا نانوذرات Zn_2SnO_4 به روش واکنشهای حالت جامد ساخته شده و در ادامه خواص الکتریکی و اپتیکی آنها با افزودن ناخالصی اتمهای Si بهبود داده شده است. نتایج کار نشان می‌دهد که افزودن ۳ درصد ناخالصی Si به طور چشمگیری خواص الکتریکی نانوذرات تهیه شده را بهبود می‌بخشد. در ادامه از نانوذرات ساخته شده در ساخت سلول خورشیدی حساس شده به رنگ استفاده شد. نتایج این بخش نشان می‌دهد که افزودن ناخالصی Si می‌تواند افزایش بازدهی سلولهای خورشیدی ساخته شده را در پی داشته باشد. در شکل زیر تصاویر FESEM نانوذرات ساخته شده و همچنین نمودار جریان-ولتاژ سلولهای ساخته شده نشان داده شده است.



شکل ۲: نمودار جریان-ولتاژ سلولهای ساخته شده.



شکل ۱: تصاویر FESEM گرفته شده از نانوذرات ساخته شده.

The Capacitance Spectroscopy Investigation of Water-Based Nanoparticulate Organic Solar Cells

Mohsen Ameri^{1,2}, Mathew Griffith¹, Natalie Holmes¹, Krishna Ferron¹, Xiaojing Zhou¹, Warwick Beltcher¹, Feridoun Samavat³, Ezzedin Mohajerani², Paul C. Dastoor¹

¹Center of Organic Electronics (COE), The University of Newcastle, Newcastle, Australia

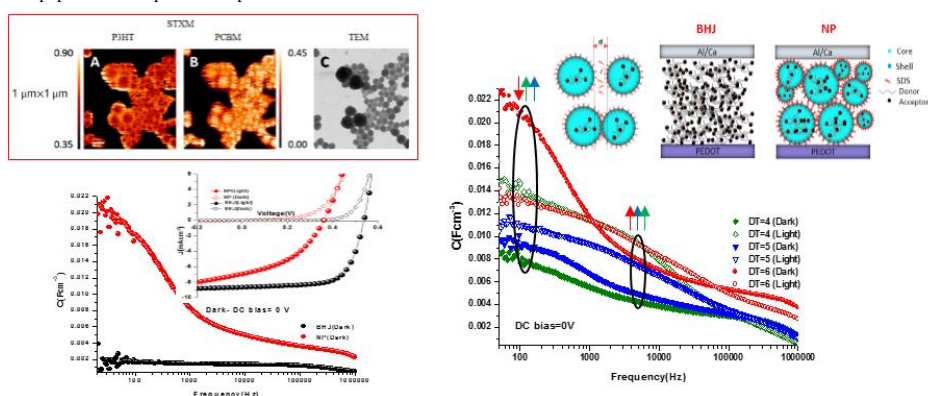
²POMP Lab, Laser & Plasma research institute, Shahid Beheshti University, Tehran, Iran

³Department of physics, Bu Ali Sina University, Hamedan, Iran

Organic photovoltaic cells (OPVs) are promising innovation due to their low cost and offering the possibility of large area fabrication on flexible substrates with soaring efficiencies [1]. Although these are important objectives, the principle challenge remains to transfer the technology from lab-scale to large area production. Hence, replacing the commonly used chlorinated solvents by environmentally friendly solvents is essential. A universally regarded approach to deposit organic semiconducting materials from eco-compatible solvents is the dispersion of photo-active organic materials in water or alcohol. This approach has recently received an increasing interest, with a range of diverse polymer and acceptor materials utilized to prepare nanoparticulate (NP) OPV devices with efficiencies ranging from 2% to 4% [2-4]. Compared to their bulk heterojunction counterpart, NP OPV devices also offer an exciting pathway towards controlling the morphology on the nanoscale in the particles prior to device fabrication. Furthermore, the amount of solvent needed for preparing the nanoparticle is relatively small as compared to normal BHJ devices. Currently, our group at center of organic electronics (COE), University of Newcastle, is the pioneer site in NP OPV development for R2R deployment under Australian ANFF & CSIRO funding.

In the present report, we present the first comprehensive study on the relationship between the capacitance- frequency response, morphology and the NP OPV device performance. Several device structures are fabricated, along with material variation to unravel the abnormal response of NP devices with regards to the NP active layer morphology. The results highlights the importance of the amount of surfactant ions in the NP film.

This work is supported by Australian Renewable Energy Agency (ARENA), CSIRO (Commonwealth Scientific and Industrial Research Organization, Australia) and MSRT, Iran. The paper manuscript is under peer review.



1) STXM compositional maps for: as-spun ((A) and (B)). (C) TEM image of as as-spun layer. (Bottom) Capacitance- frequency and J-V curves of NP and BHJ

2) Capacitance – frequency response of NP device by varying the surfactant amount under light and dark. (Inset) Schematic of NP and BHJ devices.

[1] Heliotech, 13.2%, February 2016, by Fraunhofer CSP. <http://www.heliotech.com/en/press/press-releases/details/heliotech-sets-new-organic-photovoltaic-world-record-efficiency-of-13-2>

[2] Gärtner, Stefan, et al. "Eco-Friendly Fabrication of 4% Efficient Organic Solar Cells from Surfactant-Free P3HT: ICBA Nanoparticle Dispersions." *Advanced Materials* 26.38 (2014): 6653-6657.

[3] Ulum, Syahrul, Natalie Holmes, Matthew Barr, AL David Kilcoyne, Bill Bin Gong, Xiaojing Zhou, Warwick Belcher, and Paul Dastoor. "The role of miscibility in polymer: fullerene nanoparticulate organic photovoltaic devices." *Nano Energy* 2, no. 5 (2013): 897-905.

[4] D'Olieslaeger, Lien, Martin Pfannmöller, Eduard Fron, Ilaria Cardinaletti, Mark Van der Auweraer, Gustaaf Van Tendeloo, Sara Bals et al. "Tuning of PCDTBT: PC 71 BM blend nanoparticles for eco-friendly processing of polymer solar cells." *Solar Energy Materials and Solar Cells* 159 (2017): 179-188.

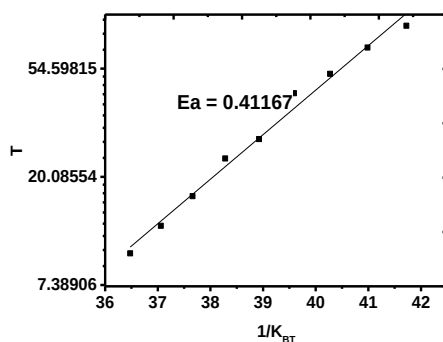
اندازه گیری افت ولتاژ مدار باز در سلول‌های خورشیدی پروسکایتی و محاسبه‌ی انرژی فعالسازی یونها با استفاده از آن

فیروزه عبادی^۱، راحله محمد پور^۱، نیما تقوی نیا^{۱،۲}

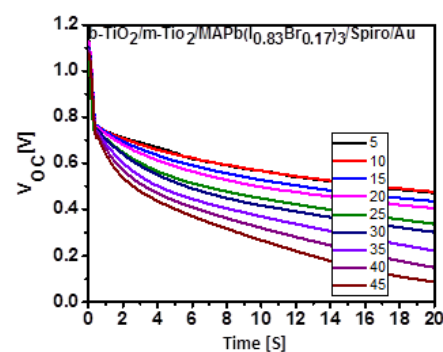
^۱ دانشگاه صنعتی شریف، پژوهشکده علوم و فناوری نانو

^۲ دانشگاه صنعتی شریف، دانشکده فیزیک

سلول‌های خورشیدی پروسکایتی علیرغم پیشرفت‌های قابل توجهی که در سال‌های اخیر در زمینه‌ی افزایش بازدهی و همچنین روش‌های تولید آسان داشته‌اند؛ همچنان با موانعی مانند پایداری نسبتاً کم مواجه هستند. غیرقابل پیش بینی بودن رفتار این سلول‌ها در طول زمان و در شرایط محیطی متفاوت یکی از عوامل مهم ناپایداری این سلول‌ها است. مهمترین گام برای فهم فرایندهای پیچیده‌ای که در طول زمان و تحت شرایط محیطی متفاوت روی می‌دهد، مشخصه‌یابی دقیق آنها است. به همین دلیل تحقیقاتی که بتوانند یافته‌های مفیدی در این زمینه ارائه دهند از ارزش قابل ملاحظه‌ای برخوردارند. همان‌طور که میدانیم یکی از ویژگی‌های مهم پروسکایت‌های آلی-معدنی مورد استفاده در ساختار سلول‌های خورشیدی وجود یونهای مهاجر است که با قرار گرفتن تحت نور و ولتاژ، با توجه به جهت پتانسیل موجود در بالک پروسکایت به سمت سطوح مشترک بین پروسکایت و لایه‌های انتقال‌دهنده‌ی الکترون و حفره حرکت کرده و پارامترهای مهم سلول‌های خورشیدی را مانند جریان، ولتاژ و در نتیجه بازدهی سلول‌ها را تحت تاثیر قرار می‌دهد. در این مقاله ما با اندازه‌گیری افت ولتاژ مدار باز برای سلول‌های خورشیدی با ترکیبات حاوی ید و برم، تاثیر حضور برم را در افت ولتاژ مدار باز بررسی کردیم و همچنین افت ولتاژ این سلول‌ها در دمای‌های مختلف اندازه‌گیری کردیم و با به دست آوردن معادلات نمایی مربوط به این نمودارها و با توجه به ثابت‌های زمانی به دست آمده انرژی فعالسازی برای تحرک یونها را محاسبه کردیم که در نهایت انرژی فعالسازی پروسکایت MAPbI_3 به دست آمد که نتیجه‌ی می‌گیریم که حضور برم در ساختار با توجه به پیوند‌های قوی تری که در ساختار ایجاد می‌کند منجر به پایداری بیشتر شبکه می‌شود که در نتیجه‌ی آن، انرژی فعالسازی یونها در این شبکه به وضوح افزایش پیدا می‌کند.



شکل ۲: نمودار ثابت زمانی به دست آمده برای نمودار شکل ۱ بر حسب $1/KBT$ که شیب آن برابر انرژی فعالسازی یون‌ها است.



شکل ۱: افت ولتاژ مدار باز سلول با ساختار نشان داده شده بر حسب زمان در دماهای بین ۵ تا ۴۵ درجه سانتیگراد.

سلول‌های فتوولتاییک پلیمری بازده بالا با لایه‌ی فعال بهینه شده با کوپلیمرهای

کویلی - میله‌ای

سمیرا آقبلاغی^۱، صالحه عباس پور^{۲،۳}، مژگان محمودی^{۲،۳}، سمیرا وفایی^۴، سمیه چاروقچی^{۲،۳}، سحر آقاپور^{۲،۳}، رعنا سروری^۵

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

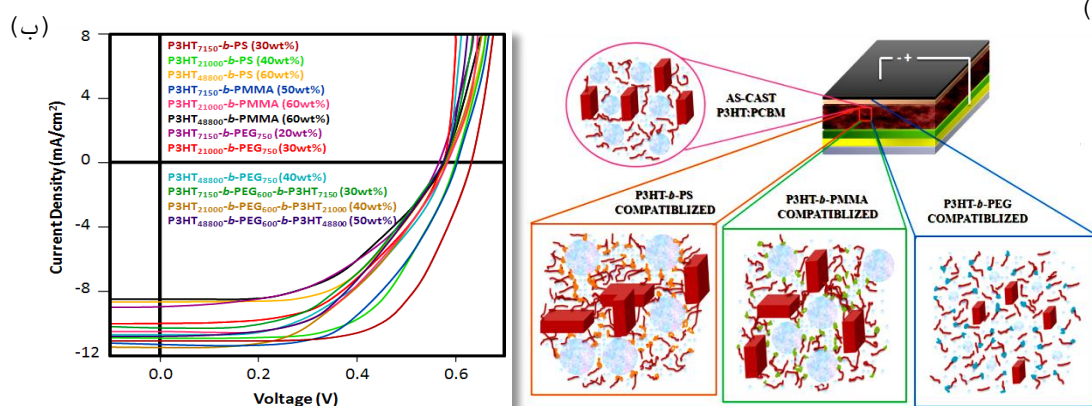
^۲ دانشگاه صنعتی سهند تبریز، پژوهشکده مواد پلیمری

^۳ دانشگاه صنعتی سهند تبریز، دانشکده مهندسی پلیمر

^۴ دانشگاه صنعتی سهند تبریز، دانشکده فیزیک

^۵ دانشگاه پیام نور تبریز، دانشکده شیمی

سلول‌های خورشیدی پلی (۳-هگزیل تیوفن) (P3HT) و فنیل-C71-بوتیریک اسید متیل استر (PC71BM) از نقطه نظر مورفولوژی لایه‌ی فعال و خواص الکتریکی مورد مطالعه قرار گرفتند. با استفاده از کوپلیمرهای با قطعه‌های میله‌ای پلی (۳-هگزیل تیوفن) با فضاویژگی بالای ۹۹٪ و قطعه‌های کویلی دی‌الکتریک پلی اتیلن گلیکول، پلی متیل متاکریلات و پلی استایرن به عنوان سازگارکننده، مورفولوژی نانومقیاس لایه‌ی فعال دستکاری و کنترل شد. کوپلیمرهای کویلی-میله‌ای به صورت همزمان مشخصه‌هایی نظیر بلورینگی، فواصل بین صفحات رشد، ابعاد نواحی فازی مختلف و پایداری حرارتی را بهبود بخشیدند. در سامانه‌های فتوولتاییک بهینه، بازده تبدیل توان (PCE) ۴۳٪، جریان مدار کوتاه (J_{sc}) ۱۱/۶۸ mA/cm^2 ، ولتاژ مدار باز (V_{oc}) ۰/۶۳ V و ضریب پرشدگی (FF) ۶۳٪ بدست آمده‌اند که بالاترین مقادیر گزارش شده برای سلول‌های خورشیدی پایه تیوفنی بهینه شده با کوپلیمرهای میله‌ای-کویلی بوده‌اند. سلول‌های خورشیدی ساخته شده، پایداری حرارتی و محیطی بسیار بالایی از خود نشان داده‌اند به گونه‌ای که افت بازده تبدیل توان در طول مدت یک ماه پس از ساخت تنها ۲٪ بوده است. علاوه بر این، توزیع اجزای الکترون‌دهنده و الکترون‌پذیرنده در عرض لایه‌ی فعال فیلم‌های اصلاح‌شده بهبود یافت و این منجر به افزایش FF تا ۶۹٪ نیز شد. در بخش بعدی، روش‌هایی نظیر هسته‌گذاری، aging و cycling برای تهیه‌ی لایه‌های فعال ضخیم‌تر بکار برده شدند و مشخصه‌های سلول‌های فتوولتاییک متناظر نظیر تحرک حفره‌ها ($8 \times 10^{-5} \text{ cm}^2/\text{V.s}$) و الکترون‌ها ($2.5 \times 10^{-3} \text{ cm}^2/\text{V.s}$)، J_{sc} ($12.02 \text{ mA}/\text{cm}^2$)، FF (۶۹٪) و PCE (۴۳٪) بدون نیاز به انجام تیمارهای خارجی افزایش یافتند. شکل ۱ (الف) شمایی از پیکربندی سلول‌های خورشیدی ساخته شده و مورفولوژی بدست آمده در حضور سازگارکننده‌های مختلف و شکل ۱ (ب) نمودارهای جریان-ولتاژ را نشان می‌دهند.



شکل ۱: (الف) شمایی مورفولوژی لایه‌ی فعال با سازگارکننده‌های مختلف؛ (ب) نمودارهای جریان-ولتاژ سلول‌های خورشیدی.

سلول‌های خورشیدی بر پایه‌ی سوپرامولکول‌های پیش‌ساخته‌ی گرافن/ پلی تیوفن

صالحه عباس پور^{۱،۲}، سمیرا آقبلاغی^۳، رعنا سروری^۴، سحر آقاپور^{۱،۲}، سمیه چاروقچی^{۱،۲}، مژگان محمودی^{۱،۲}، سمیرا وفایی^۵

^۱ دانشگاه صنعتی سهند تبریز، دانشکده مهندسی پلیمر

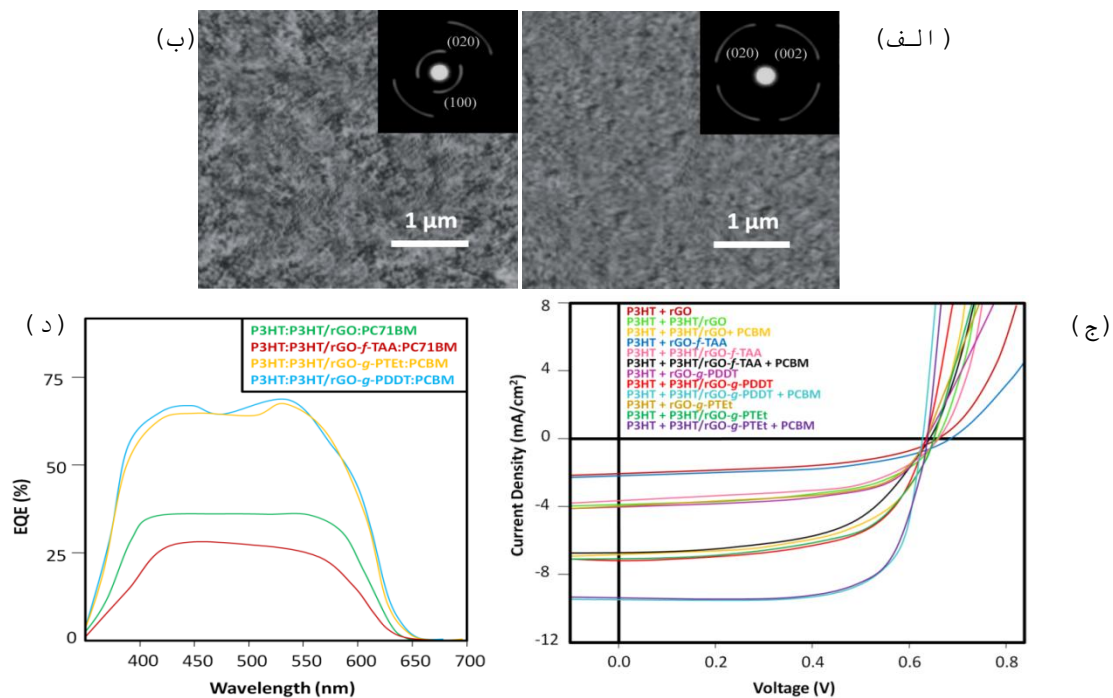
^۲ دانشگاه صنعتی سهند تبریز، پژوهشکده مواد پلیمری

^۳ دانشگاه شهید مدنی آذربایجان، دانشکده فنی مهندسی، گروه مهندسی شیمی

^۴ دانشگاه پیام نور تبریز، دانشکده شیمی

^۵ دانشگاه صنعتی سهند تبریز، دانشکده فیزیک

گرافن اکسید احیا شده با ۲-تیوفن استیک اسید عاملدار شده (rGO-f-TAA) و با پلی (۳-دودسیل تیوفن) (rGO-g-PDDT) و پلی (۳-تیوفن اتانول) (rGO-g-PTet) پیوند زده شد تا اثر اورینتیشن‌های مختلف در ساختارهای هیبریدی بر روی مشخصه‌های دیوایس‌های فتوولتاییک بررسی شود. سه نوع اورینتیشن شامل face-on بر روی rGO، edge-on بر روی rGO عاملدار شده و flat-on بر روی rGO پیوند خورده در حلال تولوین بدست آمد. سلول‌های خورشیدی با بهترین عملکرد از هیبریدهایی با پلی (۳-هگزیل تیوفن) (P3HT) flat-on بر روی rGO به عنوان ارتباط دهنده‌ی بین اجزا در لایه‌های فعال P3HT:PCBM حاصل شدند جدایش فازی در لایه‌های فعال با عملکرد بهتر (9.45 mA/cm^2 و 0.54 V و $16.3 \text{ \%}$)، بیشتر اتفاق افتاد (شکل‌های ۱ الف) و (ب)). با تغییر اورینتیشن از face-on به flat-on، جریان مدار کوتاه (J_{sc})، ضریب پرشدگی (FF) و بازده تبدیل توان (PCE) افزایش یافته و به مقادیر 7.11 mA/cm^2 ، 0.47 V و $14.2 \text{ \%}$ رسید (شکل ۱ ج)). نمودارهای EQE برای سیستم‌های فتوولتاییک مختلف در شکل ۱ د) گزارش شده‌اند.



شکل ۱: مورفولوژی لایه‌ی فعال (الف) P3HT:P3HT/rGO-f-TAA:PC71BM؛ (ب) P3HT:P3HT/rGO-g-PTet:PCBM؛ (ج) نمودارهای EQE؛ (د) نمودارهای EQE

P3HT:P3HT/rGO-g-PDDT:PCBM؛ (د) نمودارهای EQE؛ (ج) نمودارهای EQE؛ (د) نمودارهای EQE

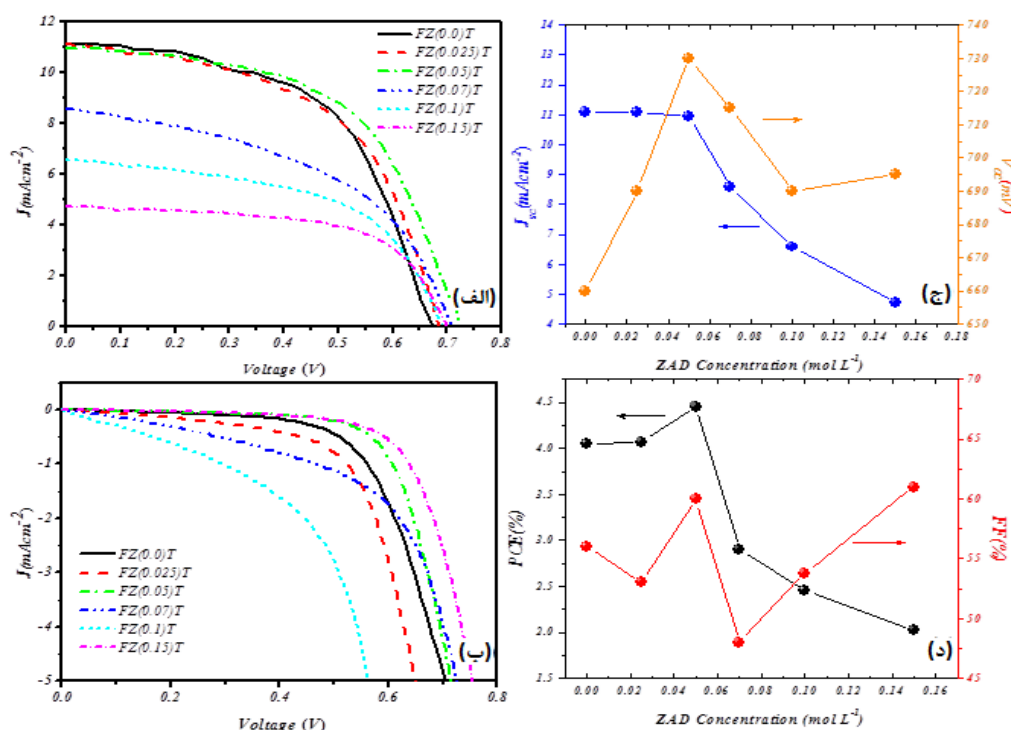
بهینه کردن عملکرد سلول خورشیدی رنگدانه ای با استفاده از لایه سدکننده فشرده ZnO

حسین عبدی شایگان^۱، محسن عامری^۱، عزالدین مهاجرانی^۲، فریدون سموات^۱

^۱ دانشگاه بوعلی سینا، دانشکده علوم، گروه فیزیک

^۲ دانشگاه شهید بهشتی، دانشکده فیزیک

در این پژوهش، با بهره‌گیری از کار تجربی و شبیه سازی به مشخصه‌یابی الکتریکی، اپتیکی و مورفولوژی و همچنین بهینه سازی عملکرد سلولهای خورشیدی رنگدانه ای پرداخته شده است. درانجام این پروژه از داده‌های تجربی جریان- ولتاژ، افت ولتاژ مدار- باز، جریان مدار- کوتاه با زمان، خواص اپتیکی، تصاویر میکروسکوپ الکترونی روبشی (SEM) و تصاویر میکروسکوپ نیروی اتمی (AFM) استفاده شده است. با استفاده از لایه‌ی سدکننده‌ی فشرده از جنس اکسید روی (ZnO) بین ناحیه‌ی فعال، شامل لایه‌ی دی اکسید تیتانیوم متخلخل (TiO_2) و زیر لایه‌ی شفاف رسانا (FTO)، به بهینه سازی عملکرد سلول خورشیدی رنگدانه ای پرداخته شده است. لایه های سدکننده ی فشرده بر روی FTO با غلظتهای مختلف (۰/۱۵، ۰/۱، ۰/۰۷، ۰/۰۵، ۰/۰۲۵، ۰/۰۱) مول بر لیتر (ZAD) به روش چرخشی لایه نشانی شدند. با توجه به نتایج تجربی، در غلظت ۰/۰۵ مول بر لیتر عملکرد سلول بهینه گردید و بازدهی آن ۱۲/۵ درصد نسبت به سلول مرجع بدون لایه‌ی سدکننده‌ی فشرده افزایش یافت. استفاده از این لایه ی سدکننده فشرده می‌تواند با بالا بردن بازدهی سلول خورشیدی رنگدانه‌ای به ویژه در شرایط سایه و شدت های پایین نور فرودی، از اتلاف توان در سلول جلوگیری کند.



منحنی های جریان- ولتاژ تحت (الف) نور و (ب) تاریکی. (ج) و (د) پارامترهای عملکرد سلولها با لایه‌های سدکننده‌ی فشرده با غلظتهای مولار مختلف ZAD

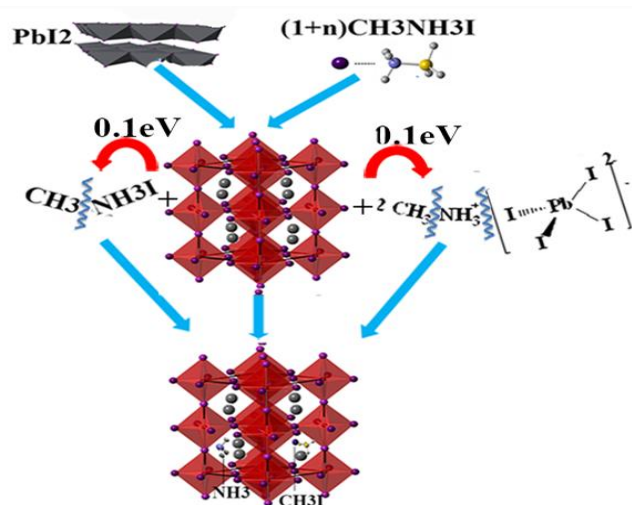
تشکیل و تفکیک درجا کمپلکس‌های هالیدی فلزی و کاتیون‌ها در حین تشکیل لایه پروسکایت

فرزانه عربپور^۱، فرزانه سادات قریشی^۲، وحید احمدی^{۱*}، علی شکراله زاده^۱، کریم عونی^۲

^۱ دانشگاه تربیت مدرس، دانشکده مهندسی برق و کامپیوتر v_ahmadi@modares.ac.ir

^۲ دانشگاه تربیت مدرس، دانشکده فنی مهندسی، گروه نانومواد

پروسکایت‌های هالیدی آلی-غیرآلی، به دلیل داشتن روش‌های ساخت آسان و کم هزینه، به عنوان مواد فوتوولتائیک مناسب در سلول‌های خورشیدی پروسکایتی استفاده شده‌اند. در ساخت سلول خورشیدی، استوکیومتری و شیمی پیش‌ماده‌ها از اصلی‌ترین عوامل کنترل‌کننده خواص ساختاری لایه جاذب پروسکایت به حساب می‌آیند. در این تحقیق نشان داده می‌شود که وقتی از محلول پیش‌ماده حاوی هالیدهای کاتیون اضافی ($\text{CH}_3\text{NH}_3\text{I}$) استفاده می‌شود، تفکیک در-جای کاتیون‌ها (CH_3NH_3^+) اتفاق می‌افتد. اغلب، یون‌های ید اضافی (I^-) در شکل‌گیری کمپلکس‌های یدی مانند PbI_3^- و PbI_4^{2-} شرکت می‌کنند. انرژی آزاد شده از واکنش شکل‌گیری بلور، مولکول‌های آزاد $\text{CH}_3\text{NH}_3\text{I}$ و کمپلکس‌های یدی را به مولکول‌های کوچک‌تری مانند CH_3I و NH_3 تفکیک می‌کند. با افزایش غلظت I^- در پیش‌ماده، کمپلکس‌های بیشتری شکل می‌گیرند و در نتیجه تفکیک بیشتری رخ می‌دهد. بر مبنای نتایج XPS، FTIR، XDR و UV-Visible، مکانیسم واکنش‌های رخ داده در حین تشکیل پروسکایت پیش‌بینی شده است که در شکل ۱ مشاهده می‌شود. این روند منجر به تشکیل و مهاجرت بیشتر یون‌ها می‌شود که منشا ناپایداری سلول خورشیدی پروسکایتی هستند.



شکل ۱: مکانیسم تشکیل پروسکایت، کمپلکس‌ها و تفکیک درجا آن‌ها به صورت همزمان.

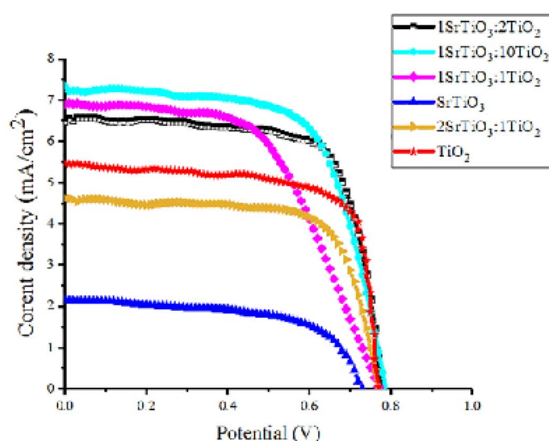
نتایج کامل این تحقیق در مقاله چاپ شده در Physical Chemistry C, DOI: 10.1021/acs.jpcc.7b03311 قابل مشاهده است.

تهیه سلول‌های خورشیدی حساس شده با رنگ با استفاده از استرانسیوم تیتانات تهیه شده با روش سل-ژل و بهبود عملکرد آن‌ها

سوسن غلامرضائی، مسعود صلواتی-نیاسری

دانشگاه کاشان، پژوهشکده علوم و فناوری نانو

سلول‌های خورشیدی حساس شده با رنگدانه (DSSC) نسل سوم سلول‌های خورشیدی هستند که هر یک از اجزای آن‌ها به نوبه خود می‌توانند بر عملکرد و بازدهی سلول تاثیر بگذارند. در این پژوهش به بررسی و تحقیق در رابطه با الکتروکاتود کار که یکی از اجزای مهم در ساخت سلول‌های خورشیدی حساس شده با رنگدانه می‌باشد، پرداخته شده است. الکتروکاتود شامل یک بخش نیمه‌رسانا است در تحقیق حاضر، از روش سل-ژل برای تهیه نانوساختارهای نیمه رسانای استرانسیوم تیتانات استفاده شده است. به منظور کنترل فرآیند و همچنین کنترل اندازه نانوذرات که یک فرآیند مهم اما پیچیده به شمار می‌آید از عوامل کمپلکس‌دهنده سنتزی باز شیف استفاده شده است. همچنین به منظور کنترل pH از آمین‌های که دارای ازدحام فضایی هستند و اندازه ذرات را کنترل می‌کنند، بهره گرفته شده است. به علاوه به منظور تهیه نانومواد با بالاترین میزان خلوص تاثیر حلال و دمای کلسیناسیون در فرآیند سنتز مورد بهینه‌سازی قرار گرفت. خواص فوتوولتائی محصولات تولید شده، در قالب سلول‌های خورشیدی رنگدانه‌ای مورد بررسی قرار گرفت و پارامترهای موثر بر بازدهی مانند شکل و اندازه ذرات، نوع رنگ مورد استفاده و ترکیب این نانوساختارها با تیتانیوم دی‌اکسید بررسی شد. نتایج نشان داده است که استفاده از نانوذرات با مورفولوژی یکنواخت‌تر تاثیر مناسبی بر عملکرد سلول خورشیدی بر پایه نانوذرات استرانسیوم تیتانات دارد. همچنین تاثیر استفاده از رنگ‌های طبیعی نیز بر عملکرد سلول‌ها مورد بررسی قرار گرفت تا بیشترین بازدهی مشاهده شود. همچنین با در نظر گرفتن ویژگی‌های استرانسیوم-تیتانات ترکیب این نانوذرات با تیتانیوم دی‌اکسید سبب بهبود خاصیت فوتوولتائی و بازده سلول‌های خورشیدی نانوساختار حساس شده با رنگ شده است.



Sample code	Weight ratio of	FF	J_{sc}	V_{oc}	η
	SrTiO ₃ :TiO ₂				
ST1	1:0	0.59	2.14	0.73	0.93
ST2	0:1	0.64	5.10	0.75	2.60
ST3	1:1	0.55	6.88	0.78	2.95
ST4	2:1	0.71	4.62	0.76	2.52
ST5	1:2	0.73	6.50	0.78	3.69
ST6	1:10	0.67	7.43	0.78	3.78

شکل ۱. نمودار ولتاژ-جریان و جدول بازدهی مربوط به سلول‌های خورشیدی تهیه شده از استرانسیوم تیتانات سنتزی با استفاده از N719

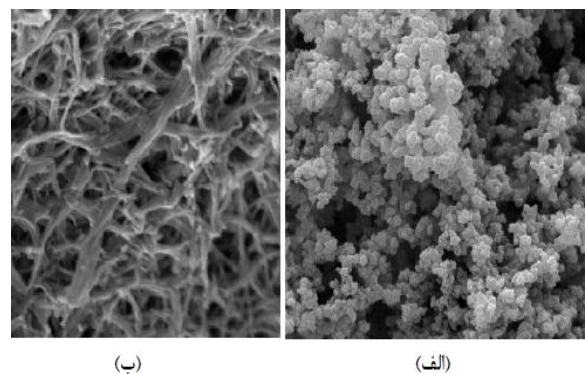
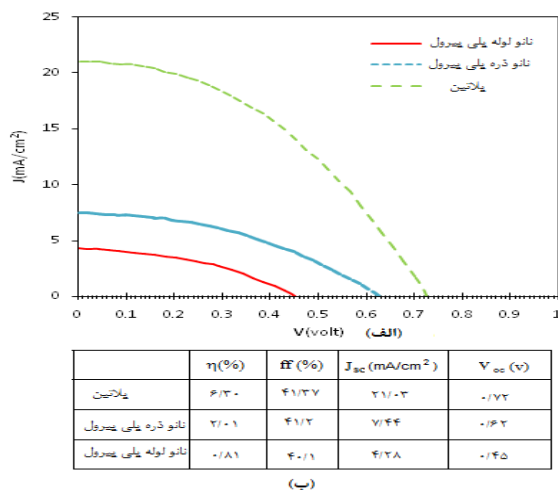
تهیه نانو ذرات و لوله های پلی پیرول و استفاده از آن به عنوان الکترود شمارنده برای سلول های خورشیدی حساس شده به رنگدانه

ساناز غلامی^۱، سمانه مظفری^۲، آزاده سادات نعیمی^۱

^۱ دانشگاه آزاد اسلامی واحد علی آباد، گروه فوتونیک

^۲ دانشگاه دریانوردی و علوم دریایی چابهار، دانشکده علوم پایه

پلاتین به دلیل هدایت خوب و فعالیت کاتالیستی فوق العاده ای که دارد، به عنوان الکترود شمارنده برای کاهیدن تری یدد (I_3^-) در سلول های خورشیدی رنگدانه ای بر روی بستر شیشه ای TCO لایه نشانی می شود. با وجود مزایای ذکر شده در بالا، پلاتین ماده ای گران قیمت و کمیاب است. این مسئله موجب شده است تا ضرورت یافتن ماده کاتالیستی ارزان قیمت با پایداری محیطی بالاتر مورد توجه قرار گیرد. پلیمرهای نیم رسانا زمینه تحقیقاتی جالبی را در چند دهه اخیر ایجاد کرده اند. خصوصیات الکتریکی، الکترو شیمیایی و نوری این مواد سبب شده است که از آن ها در صنایع الکتریکی، پوشش های ضد خوردگی و ذخیره سازی انرژی در سلول های خورشیدی استفاده شود. از بین پلیمرهای نیم رسانا، پلی پیرول به دلیل سنتز آسان، قیمت مناسب و خواص منحصر به فرد نوری و الکتریکی انتخاب شد. نانو ذرات و لوله های پلی پیرول به روش شیمیایی تهیه گردید و پس از بررسی خواص الکتروپاتیکی نظیر گاف نواری انرژی و رسانایی، در نقش الکترود شمارنده به عنوان جایگزین برای پلاتین مورد استفاده قرار گرفتند. مشخصه جریان-ولتاژ سلول های خورشیدی رنگدانه ای ساخته شده بر پایه کاتد پلاتین، نانوذرات و لوله های پلی پیرول اندازه گیری و پارامترهای جریان-ولتاژ آن ها با یکدیگر مقایسه شد. نتایج بررسی ها نشان می دهد که می توان از نانو ذرات و لوله های پلی پیرول به ترتیب با بازدهی 2.01% و 0.81% به عنوان الکترود شمارنده استفاده کرد.



شکل ۲: (الف) نمودار جریان-ولتاژ و (ب) پارامترهای به دست آمده از نمودار جریان-ولتاژ سلول فوتوولتائیک ساخته شده با کاتدهای مختلف

شکل ۱: تصاویر SEM (الف) نانو ذرات (ب) نانو لوله های پلی پیرول

بهبود جدایش فوتوالکتروشیمیایی آب توسط نانوکامپوزیت متخلخل سلسله مراتبی

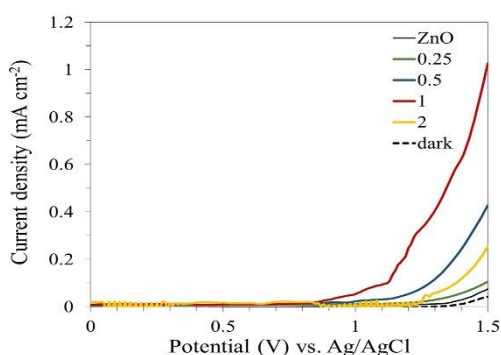
اکسیدروی/گرافن تهیه شده به روش سل-ژل

مینا قربانی^۱، حسین عبدی زاده^{۱،۲} و محمدرضا گل و بستان فرد^۱

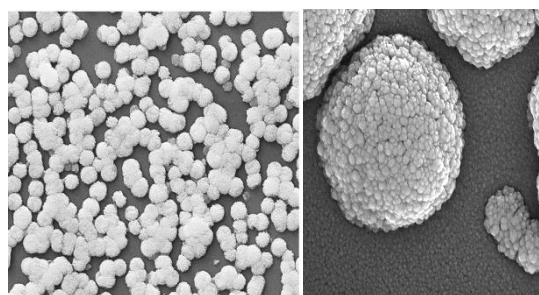
^۱ دانشگاه تهران، پردیس دانشکده‌های فنی، دانشکده مهندسی متالورژی و مواد

^۲ دانشگاه تهران، قطب علمی مواد با کارایی بالا

استفاده از انرژی خورشیدی برای جدایش آب و تبدیل آن به هیدروژن و اکسیژن به عنوان یک راه حل موثر برای مشکلات محیط زیستی مورد توجه بسیاری از دانشمندان قرار گرفته است. در این تحقیق، ابتدا اکسید گرافن به روش هلمر اصلاح شده سنتز شد، سپس فوتوآندهای کامپوزیتی متخلخل سلسله مراتبی اکسیدروی/گرافن به روش سل-ژل و لایه نشانی غوطه وری تهیه شد. روش های مشخصه یابی مختلفی برای بررسی خواص ساختاری و فوتوالکتروشیمیایی این کامپوزیت صورت گرفت. تصاویر FESEM نشان دادند که ساختار متخلخل اکسید روی با آگلومره های بزرگ که هر کدام شامل تعداد زیادی از نانوذرات هستند در این کامپوزیت تشکیل شدند. آنالیز های XRD و طیف سنجی رامان تایید کردند که احیا صفحات اکسید گرافن در حین مراحل سنتز و همزمان با تشکیل نانوکامپوزیت اکسیدروی/گرافن رخ داده است. اگرچه که باند گپ و شفافیت نانوکامپوزیت با افزودن گرافن تغییر محسوسی نکردند، اما اکسایتون اصلی فوتولومینسانس به طور قابل توجهی کاهش یافت که نشان دهنده افزایش طول عمر اکسایتون هست. به منظور بررسی خواص الکتروفوتوشیمیایی این کامپوزیت، از آزمایش الکتروشیمیایی سه الکترودی استفاده شد. نانوکامپوزیت متخلخل اکسیدروی/گرافن چگالی جریان بسیار بالاتری در حدود دوازده برابر (1.02 mA cm^{-2}) نسبت به اکسیدروی خالص (0.09 mA cm^{-2}) از خود نشان داد. افزودن گرافن احیا شده به ماتریکس اکسیدروی عملکرد الکتروشیمیایی الکتروکاتالیز می دهد که به خاصیت منحصر بفرد گرافن نسبت داده می شود. گرافن، الکترون های تولید شده را جمع آوری می کند و آنها را انتقال می دهد که به خوبی از باز ترکیب جفت الکترون-حفره جلوگیری می کند که در نهایت موجب افزایش طول عمر الکترون و بهبود فعالیت الکتروشیمیایی کامپوزیت می شود. همچنین تخلخل و مورفولوژی اکسید روی به واکنش متقابل بین اتم های اکسید روی و مولکول های آب بسیار کمک می کند به این دلیل که مکان های فعال و نفوذ راحت مولکول آب را فراهم می کند.



شکل ۲: رفتار الکتروشیمیایی کامپوزیت با مقادیر مختلف گرافن.



شکل ۱: تصاویر FESEM کامپوزیت متخلخل اکسیدروی/گرافن.

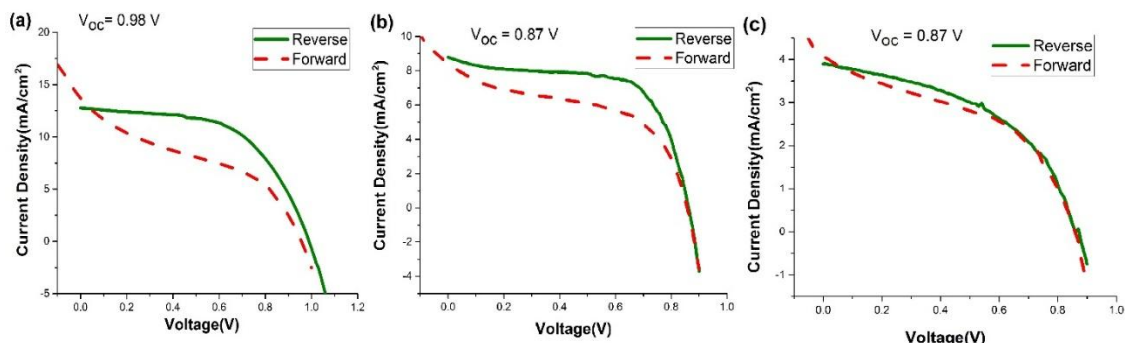
استفاده از دی اکسید آلومینیوم به عنوان لایه‌ی خنثی ساز برای بهبود ولتاژ مدار باز سلول‌های خورشیدی پروسکایتی

عاطفه قربانی کل تپه^۱، فرزاد مرده کنانی اصل^۱، بهرام عبدالحی نژند^{۱،۲}، محمد کاظم مروج فرشی^۱

^۱ دانشگاه تربیت مدرس، دانشکده مهندسی برق و کامپیوتر

^۲ جهاد دانشگاهی تربیت مدرس، گروه تکنولوژی نانوذرات

در این پژوهش، اثر نشانیدن لایه‌ی نازک دی اکسید آلومینیوم روی لایه‌ی متخلخل TiO_2 در خواص فوتوولتاییکی سلول‌های خورشیدی پروسکایتی با ساختار متداول (FTO/c-TiO₂/mp-TiO₂/(Al₂O₃)/CH₃NH₃PbI₃/spiro-OMeTAD/Au) بررسی شده است. لایه‌های نازک عایق دی اکسید آلومینیوم به طور گسترده در سلول‌های خورشیدی به عنوان لایه‌ی خنثی ساز به کار می‌رود. با توجه به مطلوب نبودن لایه یکنواخت دی اکسید آلومینیوم به عنوان پوشش عایق، از روش کندوپاش مگنوترون واکنشی (RMS) استفاده کرده‌ایم. در این کار، ولتاژ مدار باز سلول‌های خورشیدی پروسکایتی با لایه‌ی دی اکسید آلومینیوم با ولتاژ مدار باز سلول‌های بدون پوشش عایق مقایسه شده است. با نشانیدن لایه نازک دی اکسید آلومینیوم، علاوه بر افزایش تکرارپذیری سلول‌های خورشیدی، ولتاژ مدار باز بزرگتری نیز به دست می‌آید. مشخصه‌های چگالی جریان-ولتاژ در سلول‌های خورشیدی با لایه‌ی نازک دی اکسید آلومینیوم نشانده شده روی لایه‌ی متخلخل TiO_2 ، ولتاژ مدار باز ۰٫۹۸ ولت را نشان می‌دهد (شکل 1-a). در حالی که اندازه ولتاژ مدار باز برای سلول‌های خورشیدی عاری از لایه نازک خنثی ساز دی اکسید آلومینیوم ۰٫۸۷ ولت مشاهده شده است. (شکل 1-b). در ضمن، در این کار نشان داده‌ایم، ولتاژ مدار باز سلول‌های خورشیدی پروسکایتی بدون انتقال دهنده حفره (spiro-OMeTAD) حاوی لایه‌ی نازک دی اکسید آلومینیوم نیز برابر ۰٫۸۷ ولت است؛ (شکل 1-c) در حالی که برای نمونه‌های مشابه بدون لایه‌ی دی اکسید آلومینیوم این ولتاژ به طور میانگین ۰٫۵ ولت است. به علاوه، مشخصه‌ی جریان تاریک نمونه‌ها و آنالیز افت ولتاژ نیز مشاهدات فوق را تایید می‌کنند و حاکی از کاهش بازترکیب حامل‌ها پس از استفاده از لایه‌ی دی اکسید آلومینیوم هستند. بنابراین، قابلیت چشم‌گیر دی اکسید آلومینیوم برای استفاده به عنوان لایه‌ی خنثی ساز در سلول‌های خورشیدی پروسکایتی با لایه انتقال دهنده حفره (spiro-OMeTAD) و بدون آن نشان داده شده است. در حقیقت، نشانیدن لایه‌ی دی اکسید آلومینیوم روی لایه‌ی متخلخل TiO_2 ، مانع از برخورد احتمالی الکترون و لایه‌ی انتقال دهنده الکترون (mp-TiO₂) از طریق حفره‌های موجود در ساختار لایه‌ی جاذب پروسکایت می‌شود. بنابراین، استفاده از لایه‌ی دی اکسید آلومینیوم، به شدت مراکز بازترکیب در ساختار سلول‌های خورشیدی پروسکایتی را کاهش می‌دهد و در نتیجه، حتی در سلول‌های خورشیدی بدون لایه‌ی انتقال دهنده حفره، ولتاژ مدار باز بزرگتری به دست می‌آید.



شکل ۲

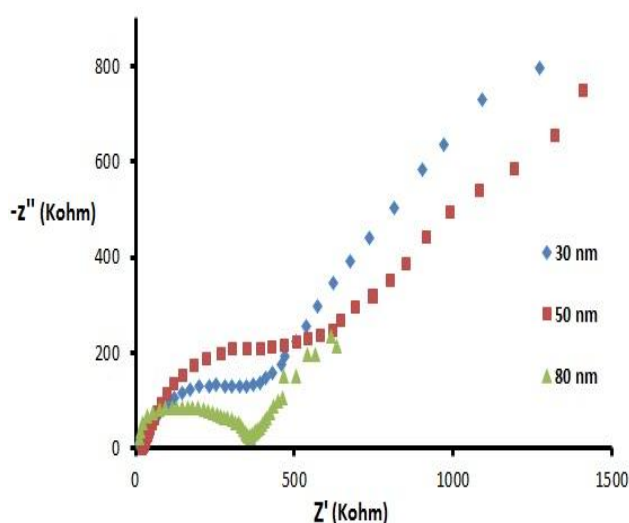
بهینه سازی ترابرد حامل‌ها در سلول خورشیدی پروسکایتی متخلخل

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

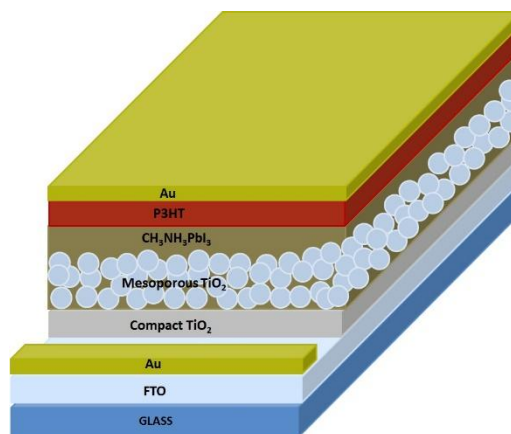
^۱ دانشگاه تربیت مدرس، دانشکده فنی و مهندسی، گروه نانومواد

^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 $\text{FTO/c-TiO}_2/\text{meso-TiO}_2/\text{CH}_3\text{NH}_3\text{PbI}_3/\text{P3HT}/\text{Au}$ ساخته شده است (شکل ۱). بهینه سازی ترابرد حامل‌ها بر مبنای ضخامت لایه انتقال دهنده حفره انجام شده است. سازوکار الکترونیکی سلول با استفاده از طیف‌سنجی امپدانس الکتروشیمیایی مطالعه شده و مقاومت بازترکیب 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 $\text{FTO/c-TiO}_2/\text{meso-TiO}_2/\text{CH}_3\text{NH}_3\text{PbI}_3/\text{P3HT}/\text{Au}$

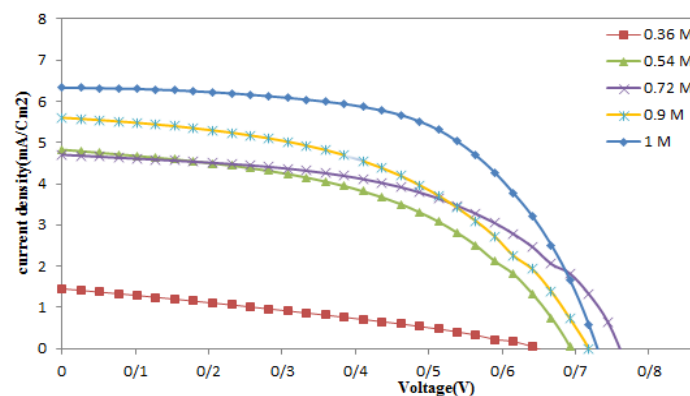
اثر تغییر غلظت سرب کلرید بر مشخصه‌های فوتوولتائیک سلول خورشیدی پروسکایت ترکیبی بدون لایه انتقال دهنده حفره

سعیده قضاوی^{۱*}، محمود برهانی زرنندی^{۱*}، ناصر جهانبخشی زاده^{۲*}

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

^۲ گروه اتمی مولکولی، دانشکده فیزیک، دانشگاه یزد

عمومی‌ترین حالت استوکيومتری پروسکایت‌ها به صورت ABX_3 می‌باشد که A کاتیون تک ظرفیتی آلی یا معدنی، M کاتیون فلزی دو ظرفیتی و X آنیون تک ظرفیتی (هالوژن‌های Cl^- ، Br^- و I^-) است. تغییر هریک از این مؤلفه‌ها بر کیفیت و عملکرد سلول خورشیدی مؤثر هستند. استفاده از کلر در ترکیب پروسکایت باعث افزایش طول عمر و طول انتشار حامل‌های بار و همچنین کاهش مقاومت لایه پروسکایت می‌شود. در این مقاله اثر تغییر غلظت سرب کلرید در پیش ماده پروسکایت ترکیبی بر عملکرد سلول خورشیدی پروسکایتی بدون لایه انتقال دهنده حفره مورد بررسی قرار گرفته شده است. بر این اساس غلظت‌های 0.36 M ، 0.54 M ، 0.72 M ، 0.9 M و 1 M مولار برای سرب کلرید در روش دو مرحله‌ای برای تشکیل لایه پروسکایت در نظر گرفته شد. سایر پارامترهای مربوط به فرایند تشکیل لایه پروسکایت برای این ۵ آزمایش یکسان در نظر گرفته شده‌اند. شکل (۱) نمودار جریان-ولتاژ و جدول ۱ پارامترهای مربوط به مشخصه‌یابی سلول‌های ساخته شده تحت شرایط مذکور را نشان می‌دهد.



شکل ۱- نمودار IV سلول‌های ساخته شده

جدول ۱- پارامترهای مربوط به مشخصه‌یابی سلول‌های ساخته شده

ردیف	$PbCl_2$ غلظت محلول (M/L)	V_{oc} (V)	J_{sc} (mA/cm ²)	(FF)	Efficiency
1	0.36	0.654	1.451	0.308	0.292
2	0.54	0.705	4.828	0.475	1.618
3	0.72	0.756	4.704	0.525	1.868
4	0.9	0.731	5.604	0.472	1.936
5	1	0.731	6.331	0.588	2.723

همانطور که مشاهده می‌شود سلول ساخته شده بر پایه‌ی غلظت ۱ مولار برای سرب کلرید، عملکرد مناسب‌تری نسبت به بقیه سلول‌ها که بر پایه‌ی غلظت‌های دیگری از سرب کلرید ساخته شده‌اند، دارد.

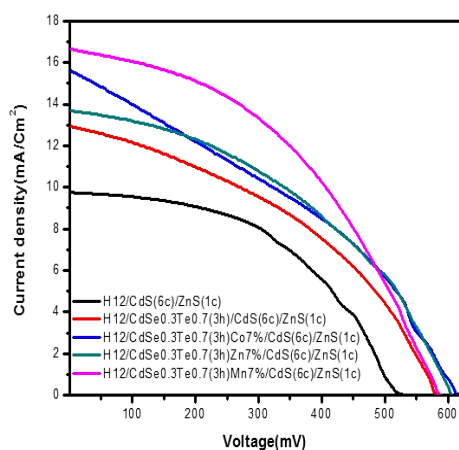
بهبود بازدهی سلول‌های خورشیدی حساس شده با نقاط کوانتومی آلیاژی $\text{CdSe}_{0.3}\text{Te}_{0.7}$ ناخالص شده با عناصر فلزی

زهرا قلخانی^۱، منیبا احمدی^{۱،۲}، مازیار مرندي^{۱،۳}

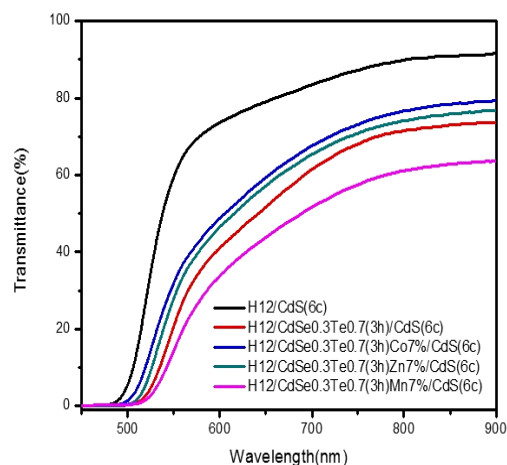
^۱ دانشگاه اراک، آزمایشگاه نانو ساختارها و قطعات نانو ساختاری

دانشگاه اراک، دانشکده علوم پایه، گروه فیزیک

شکاف انرژی نقاط کوانتومی آلیاژی با تغییر دو مولفه ی اندازه و نسبت عناصر متغیر قابل تنظیم است. بنابراین این دسته از نقاط کوانتومی به علت افزایش بازه ی جذب نور می توانند باعث بهبود بازدهی سلول‌های خورشیدی حساس شده با نقاط کوانتومی باشند. در این پژوهش نقاط کوانتومی آلیاژی $\text{CdSe}_{0.3}\text{Te}_{0.7}$ در محلول آبی و در حضور تیوگلیکولیک اسید (TGA) به عنوان عامل پوششی و در $\text{PH} = 7$ به روش رسوب دهی شیمیایی سنتز و با عتا صر فلزی مانند منگنز، روی و کبالت به میزان ۷٪ آلیایده شد. نانو ذرات TiO_2 تهیه شده به روش هایدروترمال، بر سطح FTO لایه نشانی شده سپس برای حساس سازی از نقاط کوانتومی $\text{CdSe}_{0.3}\text{Te}_{0.7}$ بر سطح فوتوآند به مدت دو ساعت، به روش چکاندن قطره انجام شد و در ادامه با نقاط کوانتومی CdS طی شش چرخه سیلار لایه نشانی و از نقاط کوانتومی ZnS به روش مشابه به عنوان لایه غیر فعال کننده استفاده شد. همچنین الکتروود شمارنده CuS به روش سیلار آماده سازی شد. نتایج نشان می دهد که، بهترین بازدهی برابر با ۴/۲٪، مربوط به سلول خورشیدی حساس شده با نقاط کوانتومی $\text{CdSe}_{0.3}\text{Te}_{0.7}$ ناخالص شده با منگنز سنتز شده در 3h است. در این حالت جریان اتصال کوتاه $16/26 \text{ mA/cm}^2$ و ولتاژ مدار باز 587 mV است. در این پژوهش ۲۷٪ بهبود بازدهی نسبت به سلول خورشیدی حساس شده با نقاط کوانتومی ناخالص نشده $\text{CdSe}_{0.3}\text{Te}_{0.7}$ مشاهده می شود.



شکل ۲: منحنی جریان ولتاژ سلول‌های خورشیدی حساس شده با نقاط کوانتومی آلیاژی $\text{CdSe}_{0.3}\text{Te}_{0.7}(3\text{h})$ و ناخالص شده



شکل ۱: منحنی عبور اپتیکی فوتوآندهای حساس شده با نقاط کوانتومی آلیاژی $\text{CdSe}_{0.3}\text{Te}_{0.7}(3\text{h})$ و ناخالص شده با عناصر منگنز، کبالت و روی

افزایش ولتاژ مدار باز در سلول‌های خورشیدی پروسکایتی با استفاده از کاتیون‌های بزرگ

سمیه قلی پور^۱، عبدالله مرتضی علی^۱، نیما تقوی نیا^{۲،۳}، فریبا تاج آبادی^۴، مایکل سلیبا^۵ و اندرس هاگفلت^۵

^۱ دانشگاه الزهراء، دانشکده فیزیک-شیمی

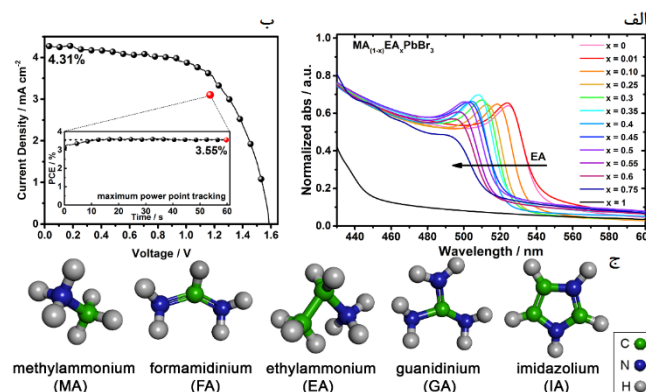
^۲ دانشگاه صنعتی شریف، پژوهشکده علوم و فناوری نانو

^۳ دانشگاه صنعتی شریف، دانشکده فیزیک

^۴ پژوهشگاه مواد و انرژی کرج، پژوهشکده فناوری نانو و مواد پیشرفته

^۵ دانشگاه پلی تکنیک فدرال لوزان

به دلیل رشد سریع در حوزه سلول‌های خورشیدی پروسکایتی، یافتن ترکیبات جدیدتر از پروسکایت‌های هیبریدی و همچنین، پیش بینی امکان تشکیل شدن پروسکایت‌های پایدار، بسیار مهم است. در واقع، افزودن هر کاتیون جدید، باعث ایجاد پروسکایت‌های مختلفی می‌شود که می‌تواند منجر به خواص مفید و غیرقابل انتظاری مانند پایداری و کاهش جدایش فازی هالوژن‌ها شود. استفاده از کاتیون‌های معدنی کوچک مانند سزیم، روبیدیم و کاتیون‌های آلی مختلف مانند متیل آمونیوم در ساختار بلوری FAPbI_3 ، باعث حذف فاز ناخواسته زرد رنگ و افزایش بازده تبدیل توان در این سلول‌ها می‌شود. در این تحقیق طبق محاسباتی که براساس فاکتور کروی بودن انجام شد، نشان داده شد، کاتیونی با شعاع یونی بزرگ، مانند اتیل آمونیوم، می‌تواند وارد ساختار سه بعدی پروسکایت شود و گاف انرژی آن را به صورت کاملاً کنترل شده در حد چند دهم نانومتر در ناحیه طول موجی سبز رنگ گسترش دهد (شکل ۱-الف). از آن جا در این ناحیه، چشم انسان می‌تواند کوچکترین تغییر در طول موج را تشخیص دهد، این دستاورد برای کاربرد در ادوات نورگسیل، لیزرها و نمایشگرها مناسب خواهد بود. براساس این نتایج، برای اولین بار پروسکایت‌هایی با بزرگترین گاف انرژی که لبه جذب شان به سمت ناحیه آبی جابجا می‌شود، در سلول‌های خورشیدی به کار گرفته شده است. علاوه براین، ترکیب مطالعه شده در این تحقیق، تا به امروز، دارای بالاترین ولتاژ مدار باز (V_{oc} ، حدود ۱٫۶ ولت) برای سلول‌های خورشیدی پروسکایتی استاندارد می‌باشد (شکل ۱-ب). این مطلب، نشان می‌دهد، انتخاب کاتیون‌های مختلف (شکل ۱-ج) با استفاده از فاکتور کروی بودن، از نظر تجربی معتبر است.



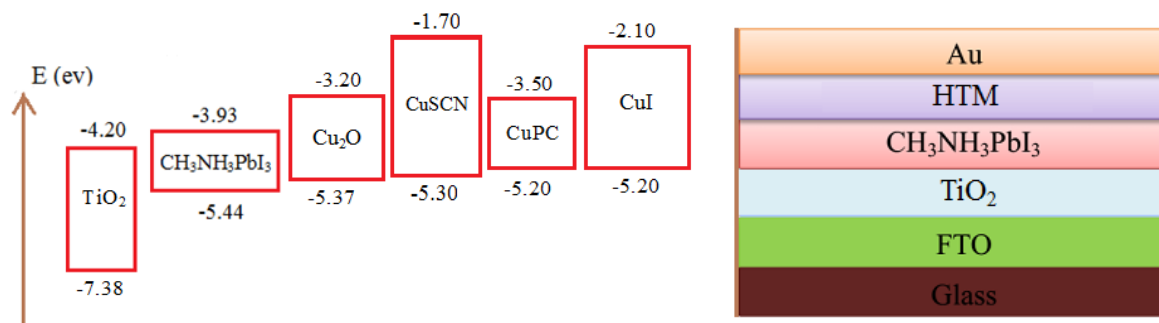
شکل ۳: الف) طیف جذب اپتیکی برای ترکیبات $\text{MA}_{(1-x)}\text{EA}_x\text{PbBr}_3$ برحسب طول موج، ب) منحنی جریان-ولتاژ برای سلول متشکل از لایه مزومخلخل TiO_2 و ترکیب $\text{MA}_{0.5}\text{EA}_{0.5}\text{PbBr}_3$ که با نرخ اسکن 10 mV s^{-1} در ولتاژ معکوس و مستقیم گرفته شده است. شکل داخلی ردیابی ماکزیمم توان در ۶۰ ثانیه را نشان می‌دهد، ج) ساختار سه بعدی برای کاتیون‌های آلی مختلف.

بررسی لایه‌های انتقال دهنده‌ی مواد معدنی در عملکرد سلول خورشیدی پروسکایت

الهام کریمی، سیدمحمدباقر قریشی

دانشگاه کاشان، دانشکده فیزیک، گروه لیزر فوتونیک

نسل جدید سلول‌های خورشیدی پروسکایت با فرمول عمومی RNH_3MX_3 می‌باشد که در آن $X=I, Br, Cl$ و $M=Pb$, $R=C_nH_{2n+1}$ می‌باشد. دلیل بالا بودن هزینه ساخت این سلول‌ها و پرهیز از سعی و خطا استفاده از مواد ارزان قیمت اثر لایه‌های مختلف بر عملکرد سلول قبل از هر گونه ساخت شبیه‌سازی گردید سپس با استفاده از نتایج آن ضخامت و نوع ماده محاسبه شده در فرآیند ساخت استفاده می‌گردد. ساختار سلول خورشیدی پروسکایتی مورد استفاده در شبیه‌سازی متشکل از یک لایه‌ی جاذب $CH_3NH_3PbI_3$ ، لایه‌های انتقال دهنده‌ی حفره $(Cu_2O, CuI, CuPC, CuSCN)$ و TiO_2 به عنوان لایه‌ی انتقال دهنده‌ی الکترون، FTO آند و Au به عنوان کاتد مورد استفاده قرار گرفته است (شکل ۱). به منظور بررسی نقش لایه‌ی انتقال دهنده‌ی حفره (HTM) در رابط‌های مختلف بر روی عملکرد سلول‌های خورشیدی پروسکایت، یک شبیه‌سازی از دستگاه با استفاده از نرم افزارهای AMPS و SCAPS انجام می‌گیرد. با استفاده از پارامترهای شبیه‌سازی ابتدا ضخامت لایه‌ی جاذب ۴۰۰ نانومتر فرض شده و بهینه از ضخامت‌های مواد لایه‌ی انتقال دهنده‌ی حفره: $Cu_2O, CuI, CuPC, CuSCN$ به ترتیب: ۲۰۰، ۱۵۰، ۱۵۰ و ۱۵۰ نانومتر بدست آمده است. سپس با استفاده از مقادیر بهینه‌ی لایه‌های HTM به بهینه‌ی ۴۵۰ نانومتری از لایه‌ی جاذب می‌رسیم. پس از آن با استفاده از مقادیر بهینه‌ی لایه‌های مختلف پارامترهای فتوولتائیک محاسبه شده توسط سلول خورشیدی با لایه‌های HTM متفاوت: $Cu_2O, CuI, CuPC, CuSCN$ محاسبه شده است (جدول ۱). که نشان می‌دهد لایه‌ی Cu_2O دارای بیش‌ترین بازده می‌باشد.



شکل ۱

HTM types	Voc (v)			Jsc (mA/cm ²)			FF (%)			PCE (%)		
	SCAPS	AMPS	Exp.	SCAPS	AMPS	Exp.	SCAPS	AMPS	Exp.	SCAPS	AMPS	Exp.
Cu ₂ O	۱,۱۹	۱,۲۰		۲۲,۷۴	۲۴,۷۵		۸۳,۰۵	۸۲,۱۴		۲۴,۳۴	۲۲,۰۱	
CuSCN	۱,۲۱	۱,۲۴	۱,۰۱	۲۰,۶۲	۲۳,۱۹	۱۹,۷۰	۷۹,۷۹	۷۷,۷۲	۶۲,۰۰	۲۰,۰۵	۲۲,۳۸	۱۲,۴۰
CuI	۱,۰۱	۱,۰۷	۰,۵۵	۲۱,۳۱	۲۳,۰۸	۱۷,۸۰	۸۰,۷۷	۷۸,۶۴	۶۰	۱۷,۵۴	۱۹,۶۰	۶,۰۰
CuPC	۱,۰۴	۱,۱۳	۰,۹۳	۲۰,۲۳	۲۲,۰۰	۱۴,۹۰	۸۱,۴۶	۷۹,۳۸	۷۵,۰۰	۱۷,۲۸	۱۹,۸۹	۷,۲۶

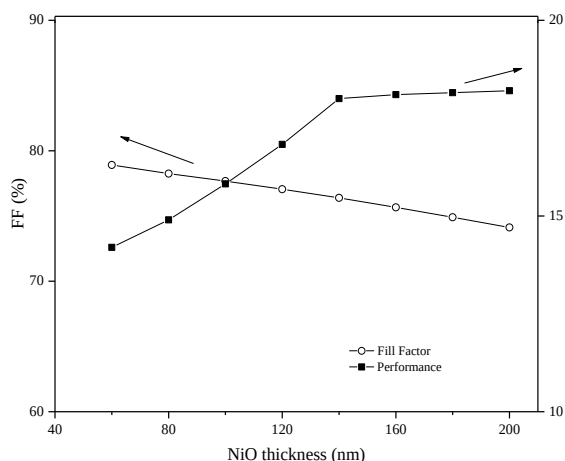
جدول ۱

بهینه‌سازی و شبیه‌سازی لایه انتقال دهنده حفره اکسید نیکل در سلول خورشیدی پروسکایت

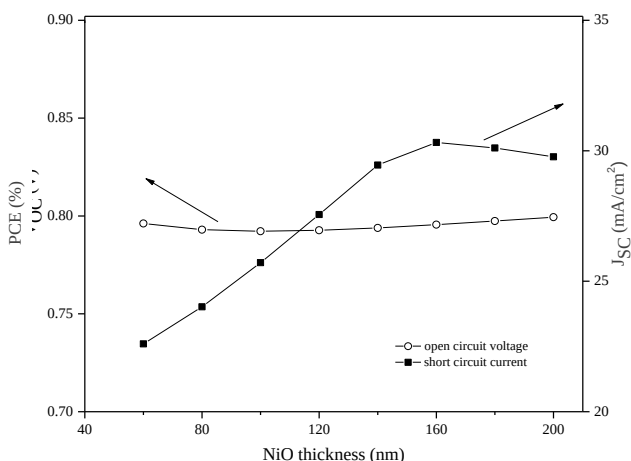
الهام کریمی، سیدمحمدباقر قریشی

دانشگاه کاشان، دانشکده فیزیک، گروه لیزر فوتونیک

جدیدترین رده از سلول‌های نسل جدید، سلول‌های بر پایه پروسکایت می‌باشند، که در دو شکل نانوساختاری (مزومخلخل) و لایه نازک ارائه شده‌اند. باتوجه به اینکه اغلب فرایندهای ساخت سلول‌های خورشیدی بسیار هزینه‌بر است، بدیهی است که امکان آن برای تمامی گروه‌های تحقیقاتی وجود نداشته باشد. از طرفی دیگر توسعه‌ی یک فرایند آزمایشگاهی به کمک شبیه‌سازی آسان‌تر، دقیق‌تر و کم هزینه‌تر خواهد بود. لذا در این تحقیق، به دنبال جایگزین نمودن لایه انتقال دهنده حفره معدنی (NiO) با هزینه‌ی کمتر به جای Spiro-ometod می‌باشیم. بنابراین ساختار اولیه سلول خورشیدی پروسکایت با استفاده از اطلاعات تجربی مقالات معتبر به صورت $\text{CH}_3\text{NH}_3\text{PbI}_3$ (لایه‌ی جاذب)، TiO_2 (لایه‌ی انتقال دهنده‌ی الکترون) و NiO (لایه انتقال دهنده حفره معدنی)، FTO (آند) و Au (کاتد)، با نرم افزار SCAPS-1D شبیه‌سازی و عملکرد سلول برای ضخامت‌های مختلف NiO بررسی می‌شود. شکل‌های ۱ و ۲ اثر تغییر ضخامت NiO بر عملکرد سلول شبیه‌سازی شده را نشان می‌دهند. براساس شکل ۱ با افزایش ضخامت NiO از ۶۰ تا ۲۰۰ نانومتر ولتاژمدار باز تقریباً است و جریان اتصال کوتاه از ۲۱،۶۴ تا ۳۰،۷۳ میلی آمپر بر سانتی مترمربع افزایش پیدا کرده است. افزایش J_{sc} به دلیل جذب در بخش طول موج‌های بلند می‌باشد. همچنین افزایش منطقه‌ی تخلیه و افزایش احتمال جمع‌آوری حامل را در پی دارد. بر طبق نتایج شبیه‌سازی شکل ۲ در روند بهره‌وری سلول نقطه‌ی عطفی وجود دارد. تغییر بازدهی ناشی از تغییرات ولتاژمدار باز، جریان اتصال کوتاه و ضریب پرشدگی بر حسب ضخامت NiO است. همانند ضریب پرشدگی که با افزایش ضخامت NiO از ۷۹،۱۲ به ۷۱،۴۳ به دلیل کسری جذب نور و تغییر در مقاومت سری کاهش پیدا می‌کند و بازدهی از ۱۴،۱۱ تا ۱۸،۰۱ افزایش یافته است و از ضخامت ۱۴۰ نانومتر به بعد تقریباً مقدار ثابتی است. بنابراین این سلول با ضخامت ۱۴۰ نانومتر از NiO بیشترین بهره‌وری را دارد و می‌توان جایگزین مناسبی برای ماده گران‌قیمت Spiro-ometod باشد. این نتایج با نتایج حاصل از کار تجربی گروه‌های تحقیقاتی دیگر هم‌خوانی خوبی دارند.



شکل ۲



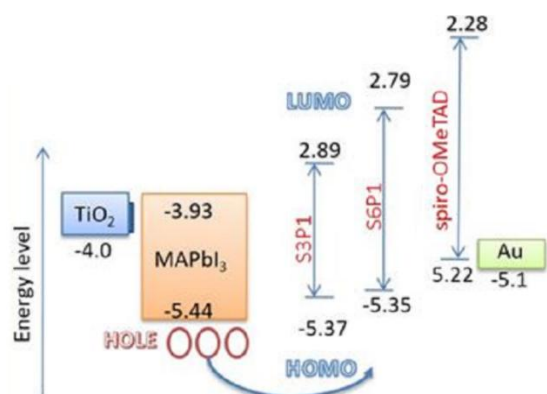
شکل ۱

بررسی اثرات گروه‌های استایرن و انیزول در انتقال دهنده های حفره بر پایه ایمیدازول برای استفاده در سلول‌های خورشیدی پروسکایتی

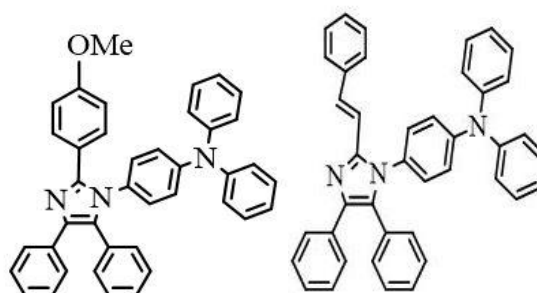
سهیلا کریمی^۱، سمیه پارسا^۱ و هاشم شهروس وند^۱

^۱ دانشگاه زنجان، دانشکده علوم، گروه شیمی

سلول های خورشیدی پرو سکایتی به دلیل سهولت فراوری و بازده رو به افزایش توجه بسیاری از محققین را به خود جلب کرده اند. در میان اجزای مختلف یک سل خورشیدی پرو سکایتی، عمده پژوهش ها بر روی انتقال دهنده های حفره (HTM) بوده که می توانند از طریق بهبود ویژگی های نوری و انتقال بار، بازده سل خورشیدی را افزایش دهند. از بین انواع HTM ها، مواد آلی به دلیل سهولت آماده سازی و توانایی تنظیم خواص، بیشتر مورد توجهند. این مطالعه به سنتز و شناسایی دو نوع انتقال دهنده حفره بر پایه ایمیدازول که به تری آریل آمین اتصال یافته اند با نام های S3P1 و S6P1 می پردازد، که در S3P1 اثرات گروه styrene و در S6P1 نیز اثرات گروه anisole مورد بررسی قرار می گیرد، ساختار این HTM ها در شکل ۱ نشان داده شده است. HTM های سنتز شده به وسیله طیفسنجی های UV-Vis، FT-IR، H-NMR و تکنیک CV و ویژگی های نوری آنها توسط PL مورد بررسی قرار گرفته است. در طیف های UV-Vis مربوطه، یک باند جذبی با شدت بالا و یک شانه مربوط به انتقالات درون لیگاندی $\pi \rightarrow \pi^*$ و $n \rightarrow \pi$ وجود دارد و پس از تشکیل HTM، باند های جذبی بی شینه نسبت به مشتق ایمیدازول اولیه، ۵۰ نانومتر جابجایی آبی داشته و از ۳۰۰ به ۲۵۰ نانومتر جابجا شد. طیف فوتولومینسانس S3P1 و S6P1 به ترتیب در نواحی ۴۸۸ و ۵۶۳ نانومتر (رنگ سبز - آبی) ظاهر شد. در نمودار مربوط به سطوح انرژی HTM ها (شکل ۲) نیز سازگاری مناسبی بین تراز انرژی HOMO و LUMO انتقال دهنده ها با پروسکایت MAPbI₃ و الکترو د طلا وجود دارد و شایان ذکر است که گروه styrene موجود در انتقال دهنده حفره S3P1 باعث پایداری تراز انرژی HOMO و LUMO در HTM و بهبود فرایند انتقال الکترون و حفره در این گونه شده است. در ادامه سلول خورشیدی پرو سکایتی بر پایه HTM های فوق ساخته شد که شامل شیشه پوشش داده شده با FTO، لایه ای از TiO₂ مزوپروس، لایه جاذب نور پروسکایتی متیل آمونیوم یداید و یدید سرب به روش ۲ مرحله ای ولایه انتقال دهنده حفره و الکترو د پستی طلا می باشد.



شکل ۲: سطوح انرژی انتقال دهنده های حفره



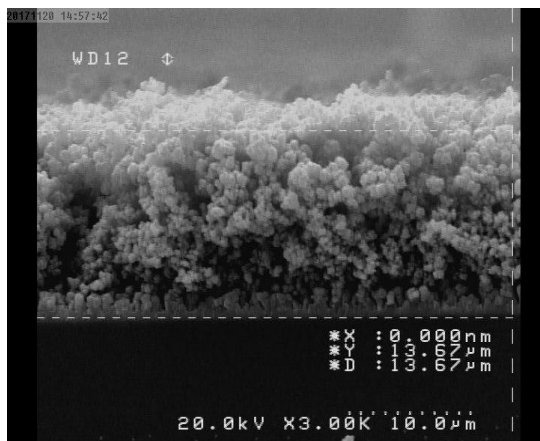
شکل ۱: ساختار انتقال دهنده های حفره S3P1 و S6P1

رشد لایه TiO_2 به روش الکتروانباشت جهت کاربرد در سلول‌های خورشیدی رنگدانه‌ای

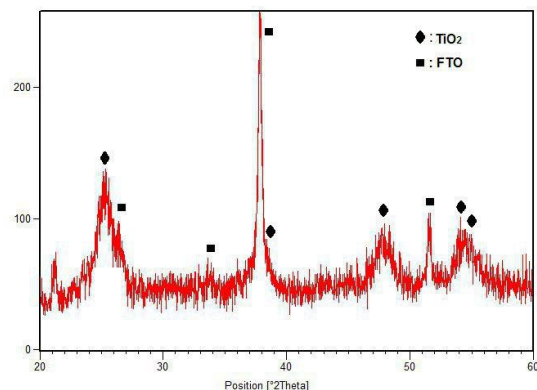
یلدا کیانی فر، زهرا حیدری، مصطفی مسندی شیرازی، محمدرضا کلاهدوز و ابراهیم اصل سلیمانی

دانشکده مهندسی برق و کامپیوتر، دانشگاه تهران

در این مقاله، بهره‌گیری از روشی جدید برای رشد لایه‌های دی اکسید تیتانیوم (TiO_2) در دو ساختار بلوری آناتاز و روتایل بر روی بستر شیشه‌ای FTO ارائه شده است. نیمه هادی TiO_2 دارای شکاف انرژی بزرگ در حدود $\text{eV} 2/3$ برای فاز آناتاز و $\text{eV} 3$ برای فاز روتایل است که استفاده از این لایه را به عنوان فتوالکترود در سلول‌های خورشیدی رنگدانه‌ای بسیار مناسب کرده است. لایه نشانی TiO_2 طی دو مرحله انجام شد: (۱) ابتدا لایه متخلخل $\text{Ti}(\text{OH})_4$ با محلول الکترولیتی حاوی $\text{M}2/0$ نیترات پتاسیم (KNO_3) و $\text{M}01/0$ تیتانیوم تتراکلراید (TiCl_4) در یک سلول الکتروشیمیایی سه الکترودی شامل شیشه FTO به عنوان الکترود کار (WE)، پلاتین به عنوان الکترود کاتر (CE) و Ag/AgCl به عنوان الکترود مرجع (RE) لایه نشانی شد، (۲) سپس، برای دست‌یابی به لایه TiO_2 یک مرحله حرارت‌دهی در معرض هوای محیط با دماهای ۴۰۰، ۵۰۰ و ۷۰۰ درجه سانتی‌گراد صورت گرفت. الکتروانباشت تحت مد استاندارد سیکلیک ولتامتری (CV) در تعداد سیکل‌های مختلف در بازه ولتاژ $-1/5$ تا صفر ولت در دمای محیط برای دستیابی به ضخامت بهینه مورد نظر در سلول‌های خورشیدی رنگدانه‌ای انجام شد. جهت بررسی نمونه‌های ساخته شده از نظر ضخامت و ساختار بلوری، همچنین ارزیابی اپتیکی لایه‌ها از میکروسکوپ الکترونی روبشی اثر میدان (FESEM)، پراش اشعه ایکس (XRD) و طیف سنجی UV-Vis و فتولومینسانس (PL) استفاده شد.



شکل ۲: تصویر FESEM از سطح مقطع TiO_2 لایه نشانی شده



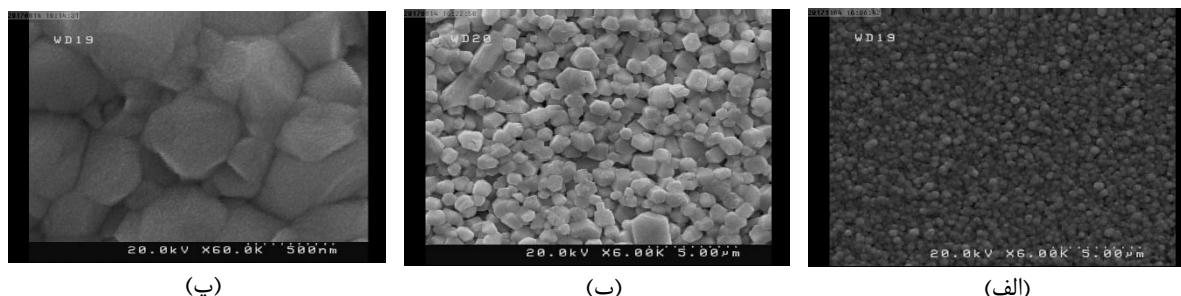
شکل ۱: طیف پراش اشعه ایکس (XRD) از یک نمونه TiO_2 . در ۳۰ سیکل و حرارت دهی شده در ۴۰۰ درجه سانتیگراد در معرض هوا.

الکتروانباشت لایه PbO_2 بر روی زیر لایه $C-TiO_2/FTO$ و تبدیل آن به $CH_3NH_3PbI_3$ با تکنیک دو مرحله ای لایه نشانی تبخیری

زهرا حیدری، حامد عبدی، آرش آل طیب، مصطفی مسندی شیرازی، یلدا کیانی فر، محمد رضا کلاهدوز و ابراهیم اصل سلیمانی

دانشکده مهندسی برق و کامپیوتر، دانشگاه تهران

سلول‌های خورشیدی پروسکایتی در چند سال اخیر مورد توجه گروه‌های تحقیقاتی مختلفی در سراسر جهان قرار گرفته است. پروسه ساخت این مواد در معرض هوای محیط و پایداری آن‌ها هنوز یک چالش مهم است که تولید انبوه این دسته از سلول‌های خورشیدی را با محدودیت مواجه کرده است. در این مطالعه موفق شدیم به کمک الکتروانباشت دی اکسید سرب (PbO_2) بر روی بسترهای compact- TiO_2/FTO و پس از آن دو مرحله تبدیل تبخیری به ترتیب در معرض بخار اسید هیدرویدیک (HI) و متیل آمونیوم یدید (CH_3NH_3I)، لایه‌های پروسکایت $CH_3NH_3PbI_3$ را بدون استفاده از گلاو باکس تولید کنیم. در این روش لایه نشانی PbO_2 تحت مد گالوانواستاتیک با محلول الکترولیت حاوی استات سرب و استات سدیم در یک سلول الکتروشیمیایی سه الکترودی شامل لایه نازک دی اکسید سرب (TiO_2) بر روی شیشه FTO به عنوان الکترود کار (WE)، پلاتین به عنوان الکترود کانترا (CE) و الکترود $Ag/AgCl$ به عنوان الکترود مرجع (RE) انجام شد. سپس، لایه PbO_2 در معرض بخار اسید هیدرویدیک (HI) تبدیل به یدید سرب (PbI_2) شده و در مرحله نهایی در معرض بخار متیل آمونیوم یدید (CH_3NH_3I) تبدیل به لایه پروسکایت شد. نمونه‌های ساخته شده به این روش با استفاده از میکرو سکوپ الکترونی روبشی اثر میدان (FESEM)، پراش اشعه ایکس (XRD) و طیفسنجی UV-Vis و فتولومینسانس (PL) مورد تحلیل و آنالیز قرار گرفته اند. بر طبق نتایج بدست آمده با کنترل شرایط الکتروانباشت از جمله زمان لایه نشانی، اسیدیته و دمای الکترولیت، لایه ای پروسکایتی با پوششی یکنواخت بدون سوراخ و با ضخامت چند صد نانومتر بر روی بستر TiO_2 ایجاد شده است. همچنین نشان داده شد که کیفیت و ضخامت لایه ایجاد شده با روش ارائه شده برخلاف روش معمول لایه نشانی چرخشی، با افزایش مساحت زیر لایه بدون تغییر مانده که سازگاری این تکنیک جهت تولید انبوه را نمایان می‌کند. به کمک این تکنیک موفق به ساخت سلول خورشیدی با بازده تبدیل انرژی ۰/۷۱٪، فاکتور پرکنندگی ۴۷/۲۸٪، ولتاژ مدار باز ۰/۷ ولت و چگالی جریان اتصال کوتاه $2/14 \text{ mA/cm}^2$ شده‌ایم.



(پ)

(ب)

(الف)

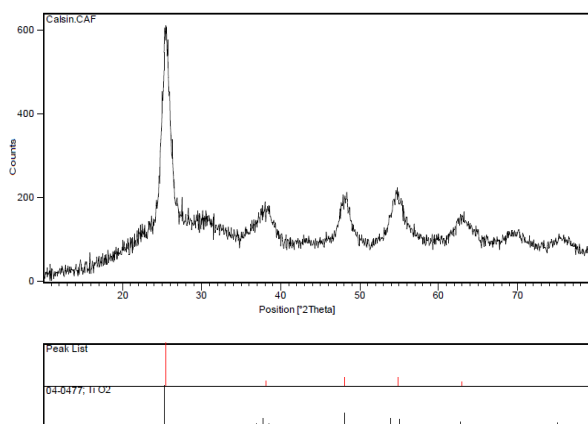
شکل (۱). الف) لایه PbO_2 الکتروانباشت شده تحت مد گالوانواستاتیک، ب) لایه PbI_2 حاصل از تبدیل لایه PbO_2 در معرض بخار HI و پ) لایه $CH_3NH_3PbI_3$ ایجاد شده در نتیجه تبدیل تبخیری PbI_2 در معرض بخار CH_3NH_3I .

ساخت و مشخصه‌یابی سلول‌های خورشیدی نانوساختار بر پایه‌ی اسکلت فلز-آلی حاوی تیتانیم

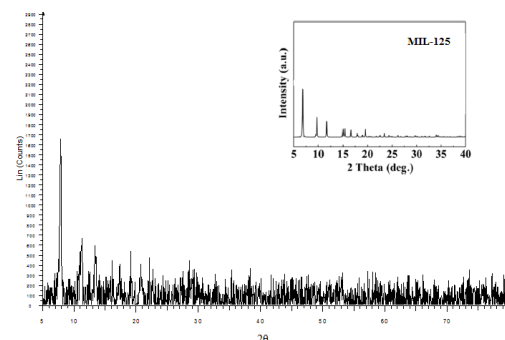
پریسا گلابی، ولی الله میرخانی، رضا کشاورزی، مجید مقدم، شهرام تنگستانی نژاد و ایرج محمدپور بلترک

دانشگاه اصفهان، دانشکده شیمی، گروه شیمی معدنی

به منظور کاهش هدر رفت انرژی در سلول‌های خورشیدی نانوساختار و در نتیجه بهبود عملکرد سلول، بخش اعظم تحقیقات روی نیمه‌هادی و شکل ساختاری آن صورت می‌گیرد. افزایش مساحت نیمه‌هادی مورد استفاده منجر به افزایش بازدهی نور جمع‌آوری شده و افزایش بازدهی تبدیل فوتون تابشی به جریان می‌شود. عامل مهم دیگر در فیلم نیمه‌هادی، تخلخل آن است که وجود آن باعث می‌شود مساحت سطح افزایش یافته و ماده‌ی حساسگر بیشتری به نیمه‌هادی جذب شود. دسته‌ای از مواد نانومتخلخل، اسکلت‌های فلز-آلی هستند که توجه بسیار زیادی را در ده سال اخیر به دلیل تخلخل، مساحت سطح بالا، جذب انتخاب‌پذیر و پاسخ‌های نوری در حضور مولکول‌های مهمان به خود جلب نموده‌اند. اخیراً در زمینه‌های کاربردی همچون باتری‌های یون لیتیم، ابرخازن‌ها، سلول‌های خورشیدی و شکافتگی آب فتوولتایی از این اسکلت‌ها استفاده شده است. از اسکلت‌های فلز-آلی به دلیل نظم و تخلخل بالا به عنوان پیش‌ماده برای تهیه مواد اکسیدی و کربنی متخلخل تحت شرایط حرارتی نیز استفاده می‌شود. در این پژوهش اسکلت فلز-آلی حاوی تیتانیم (MIL-125) با مساحت سطحی بالاسنتز شد. سپس از این ترکیب، نیمه‌هادی متخلخل تیتانیم دی‌اکسید تهیه شد و در ادامه، این مواد در سلول‌های خورشیدی نانوساختار مورد استفاده قرار گرفت و عملکرد آن بررسی شد.



شکل ۲: الگوی پراش پرتو ایکس TiO_2 سنتز شده



شکل ۱: الگوی پراش پرتو ایکس MIL-125

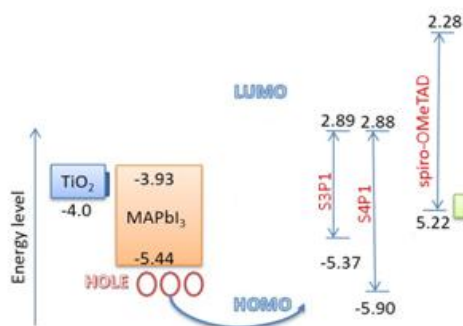
بررسی اثرات گروه‌های استخلافی نفتالن و استایرن بر روی عملکرد انتقال دهنده

های حفره در سلول‌های خورشیدی پروسکایتی

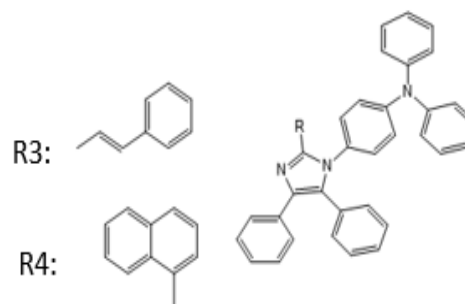
مصومه مجیدی نژاد، سمیه پارسا، هاشم شهروس وند

دانشگاه زنجان، دانشکده علوم، گروه شیمی

سلول‌های خورشیدی پروسکایتی که در چند سال اخیر به شدت مورد توجه و استقبال محققین قرار گرفته، از اجزای مختلفی تشکیل شده است که یکی از مهمترین آنها، انتقال دهنده‌های حفره هستند و نقش مهمی در بازده سلول‌های خورشیدی ایفا میکنند به گونه‌ای که بازده این سلول‌ها از ۳/۸٪ به بیش از ۲۰٪ افزایش یافته است. در این تحقیق به بررسی دو نوع انتقال دهنده حفره بر پایه ایمیدازول که به تری فنیل آمین اتصال داده شدند به نام‌های S4P1 و S3P1 (شکل ۱) پرداخته شده که توسط روش‌های مختلفی همچون UV-Vis، FT-IR، ¹H-NMR و... مورد شناسایی قرار گرفتند. در طیف فوتولومینسانس ترکیبات فوق، با تغییر لیگاند ایمیدازول در طول موج‌ها جابه‌جایی مشاهده شد که نشان‌دهنده قرارگیری گروه‌های مختلف روی حلقه بود و بیشینه طول موج انتقال دهنده‌های S4P1 و S3P1 به ترتیب در نواحی ۴۸۸ و ۵۰۱ نانومتر ظاهر شد. در دیاگرام سطوح انرژی انتقال دهنده‌ها که در شکل ۲ نمایش داده شده است گروه استخلافی استایرن در S3P1 باعث بهبود عملکرد این انتقال دهنده نسبت به S4P1 به دلیل ناپایدار شدن سطح انرژی مربوطه شده است. سلول خورشیدی پروسکایتی بر پایه انتقال دهنده‌های حفره جدید با استفاده از مراجع به روش دومرجله‌ای لایه نشانی جاذب ساخته شده و داده‌های فتوولتائیک آن ثبت گردید.



شکل ۲ - الف- دیاگرام سطوح انرژی HTM‌ها



شکل ۱- ساختار S4P1 و S3P1

تهیه پروسکایت در حلال DMSO با حلال کمکی ایزوپروپانول و بررسی سلول خورشیدی مربوطه

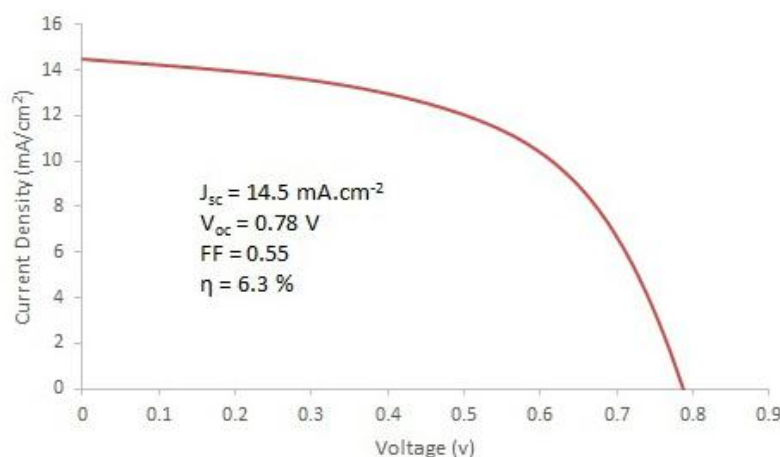
مرضیه محبی، ولی‌الله میرخانی، رضا کشاورزی، ایرج محمدپوربلترک، شهرام تنگستانی‌نژاد، مجید مقدم

دانشگاه اصفهان، دانشکده شیمی، گروه شیمی معدنی

بهبود عملکرد و بازده سلول‌های خورشیدی پروسکایتی به‌طور مستقیم به رشد بلور پروسکایت و کیفیت فیلم حاصل وابسته است. فرآیند تشکیل بلور پروسکایت از عوامل مختلفی نظیر دما، تعداد مراحل لایه‌نشانی (One-step or Sequential Method)، روش لایه‌نشانی و نیز نوع حلال تأثیر می‌پذیرد.

نوع حلال انتخاب شده برای تشکیل بلور پروسکایت بر سرعت تبخیر حلال و نیز میزان انحلال‌ناپذیری نهایی اجزای بلور در حلال موردنظر در حین لایه‌نشانی اثر می‌گذارد و بر همین اساس تلاش‌های بسیاری برای به‌دست آوردن بلور مناسب ساختار سلول‌های خورشیدی پروسکایتی در حلال‌های مختلف انجام شده است؛ این تلاش‌ها عمدتاً شامل تغییر حلال و استفاده از ترکیبی از چند حلال مختلف و نیز استفاده از یک حلال کمکی در حین لایه‌نشانی است. اولین و پرکاربردترین حلال برای تشکیل لایه پروسکایت حلال DMF می‌باشد اما فیلم حاصل از این حلال علاوه بر سایز بزرگ دانه‌های بلوری و در نتیجه عدم یکدستی لایه حاصل، پوشش نامناسبی دارد. همچنین نتایج متعددی مبنی بر به‌کاربردن حلال‌های کمکی به‌منظور بهبود چشمگیر کیفیت لایه و بازده سلول نهایی گزارش شده است.

در این پژوهش بلور پروسکایت $\text{CH}_3\text{NH}_3\text{PbI}_3$ در حلال DMSO و با حلال کمکی 2-Propanol تهیه و سپس در ساختار سلول خورشیدی پروسکایتی FTO/b-TiO₂/m-TiO₂/Perovskite/Spiro-OMeTAD/Au قرار گرفته و عملکرد سلول بررسی شد. حلال DMSO (نقطه جوش 119°C) به‌دلیل سرعت تبخیر کمتر نسبت به حلال DMF (نقطه جوش 153°C) علاوه بر تشکیل بلور بهتر، لایه‌هایی با کیفیت سطح بهتر به دست می‌دهد؛ بعلاوه استفاده از حلال کمکی ایزوپروپانول لایه‌هایی شفاف ایجاد می‌کند. منحنی جریان-ولتاژ (J-V) سلول حاصل در شکل ۱ آمده است. بازدهی این سلول، $6/3\%$ درصد با دانسیته جریان $14/5 \text{ mA}\cdot\text{cm}^{-2}$ ، ولتاژ مدار باز $0/78 \text{ V}$ و ضریب پرشدگی $0/55$ می‌باشد.



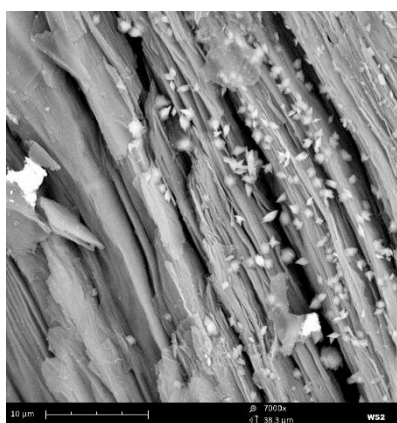
شکل ۱: منحنی دانسیته جریان-ولتاژ

سنتز نانورقه‌های سولفید تنگستن برای کاربرد در سلول‌های خورشیدی بر پایه نقاط کوانتومی

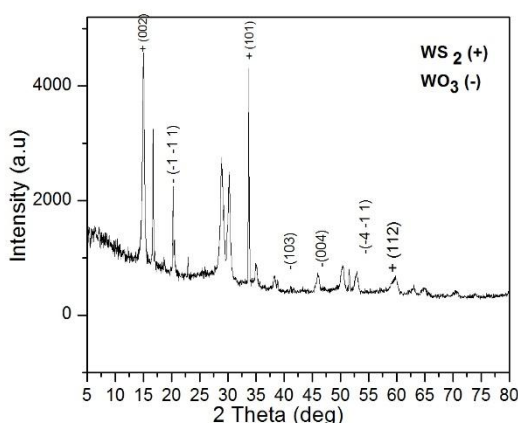
فاطمه مرادی، مسعود کریمی پور، مهدی ملایی، مرضیه درگاه زاده

دانشگاه ولی عصر رفسنجان، دانشکده علوم پایه، گروه فیزیک

در سال‌های اخیر استفاده از سولفید فلزات در تهیه سلول‌های خورشیدی به دلیل گستره جذب این نیم‌رساناها در ناحیه‌ی مرئی و مادون قرمز مورد توجه قرار گرفته است. از میان سولفیدهای فلزی نانورقه‌های سولفید تنگستن توجه بسیاری را به دلیل جذب گسترده در ناحیه‌ی مرئی و در ناحیه نزدیک مادون قرمز و به دلیل ساختار کوانتومی خاص آن به خود جلب کرده است. جذب نانورقه‌های آن در گستره‌ی ۴۵۰ تا ۸۰۰ نانومتر قرار دارد که پتانسیل خوبی را برای جذب طیف خورشیدی در این نواحی فراهم می‌کند. لذا سنتز نانورقه‌های سولفید تنگستن می‌تواند به طور موثری به عنوان الکتروآند سلول‌های خورشیدی مورد استفاده قرار گیرد، به عنوان مثال زیرک و همکاران [۱] در سال ۲۰۱۵ با ساخت نانورقه‌های سولفید تنگستن و قرار دادن نقاط کوانتومی CdS فعالیت فوتوالکتروشیمیایی این لایه‌ها را مورد بررسی قرار دادند که نتایج نشان دهنده‌ی انتقال موثر الکترون بین نقاط کوانتومی و نانورقه‌ها بود. لذا در این گزارش سعی بر آن شده که این ساختار به طور ورقه‌ای و ساختار اولیه آن و ریخت‌شناسی آن مورد مطالعه قرار گیرد. سپس نقاط کوانتومی مختلف به روش‌های شیمیایی مختلف بر روی این نانورقه‌ها رشد داده شده و خواص فوتوفولتایی آن‌ها بررسی خواهد شد. ابتدا ۰/۲ گرم سدیم تنگستات در ۵۰ میلی‌لیتر آب حل شده و سپس ۵۰ میلی‌لیتر آب که در آن ۵/۰ گرم سولفید سدیم حل شده اضافه گردید، محلول نهایی درون یک تفلون ریخته و درون اتوکلاو قرار داده شده است. اتوکلاو در آون ۲۰۰ درجه سانتیگراد به مدت ۱۲ ساعت قرار داده شد. پس از آن محلول راسانتریفیوژ کرده و رسوب آبی-خاکستری رنگ حاصل دو بار با اتانول شستشو داده، سپس در دمای اتاق خشک گردید. شکل ۱ نشان دهنده‌ی طیف پراش پرتو ایکس نمونه تهیه شده می‌باشد که در زاویه حدود ۱۴ درجه تشکیل فاز بلوری سولفید تنگستن با صفحه‌ی ارجح (۰۰۲) را نشان می‌دهد. اندازه‌ی فاصله‌ی صفحات اتمی برای این جهت رشد $6/2 \text{ \AA}$ می‌باشد. شکل ۲ تصویر میکروسکوپ الکترون روبشی تشکیل نانورقه‌ها را نشان می‌دهد. نانوذرات پراکنده نشان دهنده‌ی تشکیل جزئی اکسید تنگستن و صفحات موازی نشان دهنده‌ی تشکیل موفقیت آمیز نانورقه‌های سولفید تنگستن می‌باشد.



شکل ۲: تصویر میکروسکوپ الکترون روبشی



شکل ۱: نمودار XRD

[۱] M. Zirak, M. Zhao, O. Moradlou, M. Samadi, N. Sarikhani, Q. Wang, H. -L.Zhang, A.Z.Moshfegh, Solar Energy Materials & Solar Cells, 141(2015), 260–269.

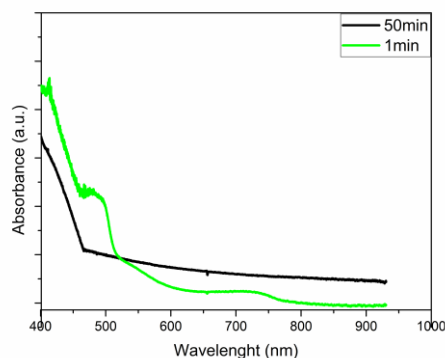
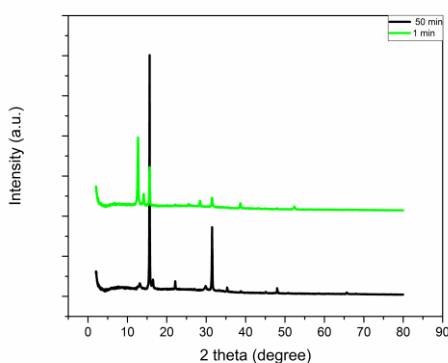
مطالعه استحاله ساختاری پروسکایت های ترکیب هالوژنی

فرزاد مرده‌کتانی اصل^۱، زهرا یگانگی^۱، بهرام عبداللهی نژند^{۱،۲} و محمدکاظم مروج فرشی^۱

^۱ دانشگاه تربیت مدرس، دانشکده مهندسی برق و کامپیوتر

^۲ جهاد دانشگاهی تربیت مدرس، گروه تکنولوژی نانوذرات

مواد پروسکایتی به صورت روز افزونی در افزاره‌های الکترونیک نوری، به ویژه سلول‌های خورشیدی کار می‌روند. با این وجود هم‌چنان مشکلات عدیده‌ای مانند عدم پایداری طولانی مدت بر سر راه استفاده گسترده از این مواد قرار دارد. به این ترتیب مطالعه نحوه تشکیل این بلورها و ترکیب‌های متنوع پیش‌ماده‌های مورد استفاده، می‌تواند یکی از راه حل‌های مشکلات این ساختارها باشد. در این تحقیق اثر متیل آمونیوم کلرید بر روی یدید سرب و نحوه تشکیل بلورهای پروسکایتی بررسی شده است. یدید سرب به عنوان پیش ماده اول رایج در روش لایه‌نشانی مرحله‌ای پروسکایت در این تحقیق نیز به همان صورت استفاده شده است. در مرحله بعدی این پیش ماده در زمان‌های مختلف در معرض محلول متیل آمونیوم کلرید قرار داده شده است. نتایج به دست آمده در این تحقیق نشانگر این است که در ابتدا بلورهای $CH_3NH_3PbI_3$ و $CH_3NH_3PbI_{3-x}Cl_x$ تشکیل می‌شود و با گذشت زمان با خارج شدن ید از ساختار فقط بلور $CH_3NH_3PbI_{3-x}Cl_x$ به رنگ سفید تشکیل می‌شود. همچنین با افزایش زمان غوطه ور شدن مقدار یدید سرب باقیمانده در ساختار نیز به حداقل می‌رسد. تحلیل نتایج تجربی جذب نوری و XRD این موضوع را به وضوح نشان می‌دهد. بدین ترتیب می‌توان تشکیل بلورهای پروسکایت و مقدار هالیدهای مختلف موجود در ساختار را برای کاربرد سلول‌های خورشیدی و دیودهای نورگسیل کنترل کرد.



شکل ۱: طیف جذب نوری لایه‌های تهیه شده در زمان‌های مختلف
شکل ۲: نتایج پراش اشعه ایکس برای لایه های تهیه شده در زمان‌های مختلف

حل مساله ناپایداری سلولهای خورشیدی پروفسکایتی با طراحی فصل مشترک قابل

چاپ بر پایه کربن

سارا مشحون^۱، یی هو^۲، های وی چن^۲، فاطمه بهروزنژاد^۳، فریبا تاج آبادی^۴، راحله محمد پور^۱، کریستوف برابک^۲ و نیما

تقوی نیا^{۱،۴}

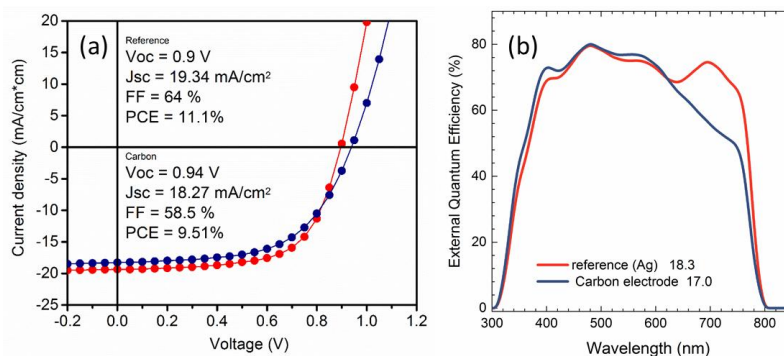
^۱ دانشگاه صنعتی شریف، پژوهشکده علوم و فناوری نانو

^۲ دانشگاه فردریش الکساندر (FAU)، دانشکده علوم و مهندسی مواد

^۳ دانشگاه صنعتی شریف، دانشکده فیزیک

^۴ پژوهشکده مواد و انرژی

پروفسکایت‌های هالید سرب به دلیل خواص فوق العاده ای نظیر ضریب جذب بزرگ، تحرک پذیری بالای حاملهای بار، طول نفوذ بلند و همچنین شکل گیری در دمای پایین و سهولت فرآوری، در صنعت فتوولتائیک مورد توجه قرار گرفته اند. با این وجود، نگرانیهای جدی در خصوص پایداری سلول های خورشیدی پروفسکایتی وجود دارد. و بایستی هزینه ساخت سلول با یافتن جایگزینی برای الکترود فلزی ایجاد شده بر پایه خلاء، کاهش یابد. به طور معمول، طلا یا نقره به عنوان الکترود برای سلولهای خورشیدی پروفسکایتی به کار میروند و به روش تبخیر حرارتی لایه نشانی میشوند. طلا فلزی گرانبها و پرهزینه است و نقره برای ساخت سلولهای پایدار پروفسکایتی مناسب نیست. در سالهای اخیر، سلولهای خورشیدی پروفسکایتی با الکترود کربنی به عنوان سلولهایی کم هزینه و پایدار ظاهر شده اند. در عین حال، چالشهایی چون لایه نشانی مستقیم کربن روی پروفسکایت یا لایه انتقال دهنده حفره، به دلیل ناپایداری پروفسکایت نسبت به اغلب حلالهای مرسوم، همچنان باقی است. مساله مهم دیگر آن است که در اغلب گزارشها، سلول های پروفسکایتی کربنی، شامل لایه مزوپوروس هستند که در دمای بالا (۴۵۰ درجه سانتیگراد) آنیل می شود. در این پژوهش، الکترود کربنی دما-پایین و بر پایه محلول برای سلول خورشیدی پروفسکایت با ساختار لایه ای گزارش میشود. افت عملکرد سلولهای ساخته شده تحت تابش نور گند بوده و سلولها از پایداری مناسبی برخوردارند. الکترود کربن روی سلولهای با ساختار ITO/ETL/MAPbI₃/HTL/Carbon پرینت میگردد. با مهندسی فصل مشترک مشترک، بازدهی و فاکتور پرکنندگی سلول بهبود یافتند. تمامی فرآیندها در دمای پایین (>۱۴۰ درجه سانتیگراد) انجام شده است. با بهینه سازی ضخامت لایه فصل مشترک، جریان مدار کوتاه و فاکتور پرکنندگی افزایش پیدا کرد. در بررسی پایداری سلول تحت نور، سلولهای مرجع ساخته شده با الکترود نقره طی ۶۰ ساعت عملکرد خود را از دست دادند در حالی که سلولهای با الکترود کربن با گذشت ۲۰۰ ساعت ۷۰٪ بازدهی اولیه خود را حفظ کردند.



شکل ۱: (a) منحنی جریان ولتاژ و (b) بازدهی کوانتومی خارجی برای سلول پروفسکایتی بهینه شده با الکترود کربنی در مقایسه با الکترود نقره

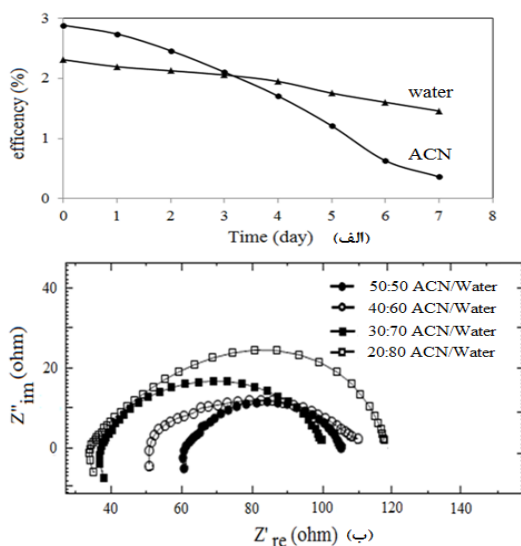
بررسی اثر ژل پلیمر الکترولیت بر پایه حلال آب بر روی عملکرد و طول عمر سلول فوتوولتائیک رنگدانه ای

سمانه مظفری^۱، محمد رضا ناطقی^۲

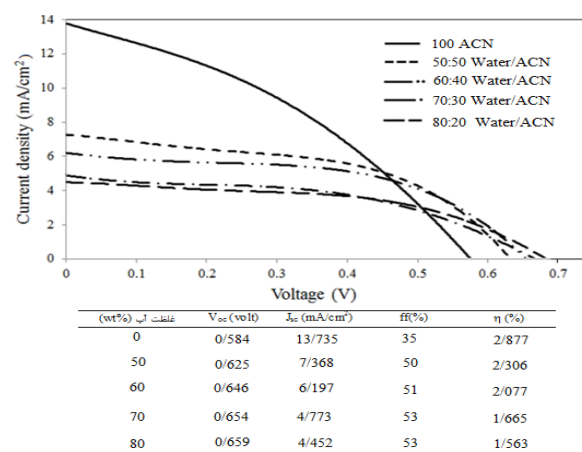
^۱ دانشگاه دریانوردی و علوم دریایی چابهار، دانشکده علوم

^۲ دانشگاه آزاد اسلامی واحد یزد، دانشکده شیمی

الکترولیت یکی از اجزاء اصلی در سلول فوتوولتائیک رنگدانه ای (DSSC) محسوب می شود که نقش تعیین کننده ای بر بازدهی و طول عمر آن دارد. اگرچه تاکنون استفاده از الکترولیت های مایع بر پایه حلال های آلی به ویژه استونیتریل به بازدهی های بالایی منجر شده است، اما فراریت، نشتی و در نتیجه ایجاد آلودگی های زیست محیطی سبب محدودیت در استفاده از آن ها می شود. همچنین از آنجایی که یک سلول فوتوولتائیک پس از تولید، باید در شرایط دما و رطوبت محیط قرار گیرد و وجود آب غیر قابل چشم پوشی است، جهت حل مشکلات ذکر شده، در این پژوهش به جای الکترولیت مایع بر پایه حلال آلی از ژل پلیمر الکترولیتی حاوی پلی اتیلن گلیکول، پلی وینیل پیرولیدین، ید و پتاسیم یدید بر پایه حلال آب استفاده شد. اثر افزودن درصد های مختلف آب بر روی عملکرد و طول عمر سلول ها مورد بررسی قرار گرفت. نتایج حاصل از نمودار جریان-ولتاژ نشان داد، که جریان مدار بسته و بازدهی سلول های فوتوولتائیک با افزایش درصد آب به ژل الکترولیت، کاهش می یابد، در حالی که ولتاژ مدار باز و فاکتور پرشدگی به علت کاهش میزان بازترکیب در مرز مشترک بین الکترولیت/رنگدانه/TiO₂ مقادیر بیشتری را نشان می دهد. به علاوه، جهت بررسی پایداری سلول ها، تست طول عمر انجام شد و مشخص شد، سلول فوتوولتائیک بر پایه الکترولیت حاوی حلال آلی استونیتریل کاهش بازدهی چشمگیری را از مقدار اولیه ۲/۸۷٪ به ۰/۳۶٪ در مدت ۱۶۸ ساعت نشان می دهد، در حالی که سلول فوتوولتائیک حاوی ۵۰٪ حلال آب کاهش بازدهی کمتری را از مقدار اولیه ۲/۵۳٪ به ۱/۴۵٪ در زمان مشابه نشان می دهد.



شکل ۲: (الف) متغیرهای فوتوولتائیک بر حسب زمان و (ب): نمودارهای Nyquist, DSSCs بر پایه ژل الکترولیت حاوی مقادیر مختلف آب



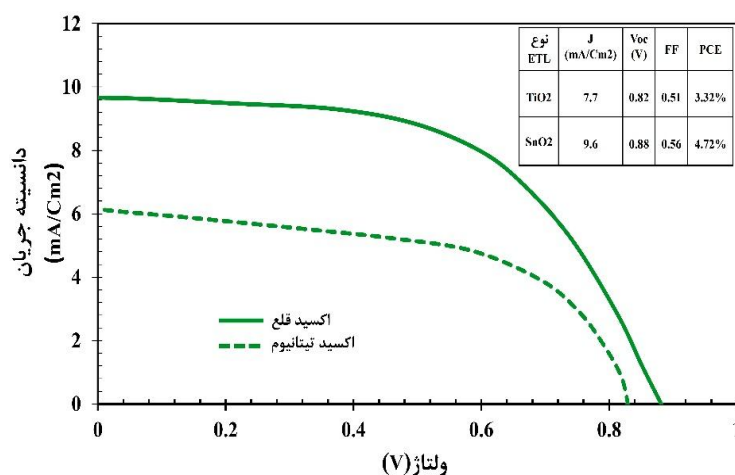
شکل ۱: نمودار جریان-ولتاژ سلول های خورشیدی با افزودن درصد های مختلف آب و پارامترهای به دست آمده از نمودار جریان-ولتاژ

ارزیابی تأثیر نوع ترکیب لایه انتقال دهنده الکترون بر بازده و پایداری سلول‌های خورشیدی پروسکایتی

سید احمد معنوی^۱

^۱ دانشگاه شهرکرد، دانشکده فنی و مهندسی

سلول‌های خورشیدی پروسکایتی برای اولین بار در سال ۲۰۰۹ با بازده پایین ۳/۸ در صدی و پایداری کم مطرح گردیدند. رشد سریع میزان بازده این سلول‌های خورشیدی در طی چند سال باعث جلب بیشتر توجه‌ها به سلول‌های خورشیدی پروسکایتی گردید. در حال حاضر این سلول‌ها بازدهی معادل با ۲۲ درصد ارائه می‌دهند. یکی از مهم‌ترین لایه‌ها در سلول‌های خورشیدی پروسکایتی، لایه انتقال دهنده الکترون (ETL) است که جابجایی الکترون‌ها از لایه پروسکایت به شیشه FTO (شیشه رسانای اکسید قلع با فلورین دوپ شده) را برعهده دارد. دو ترکیب مطرح برای ساخت این لایه در حال حاضر عبارت‌اند از اکسیدهای قلع و تیتانیوم. در این پژوهش با توجه به اهمیت بازده و پایداری بر کارایی سلول‌های خورشیدی، به بررسی انواع لایه انتقال دهنده الکترون پرداخته شده است. به گونه‌ای که، بر FTO لایه ETL از جنس TiO_2 و SnO_2 به صورت محلولی و با استفاده از روش پوشش‌دهی چرخشی (Spin Coating)، لایه‌نشانی صورت گرفت و به ترتیب لایه پروسکایت، HTL (لایه انتقال دهنده حفره) و طلا پوشش داده شد. براساس نتایج فتوولتائیک خلاصه شده در شکل ۱ و با توجه به ویژگی‌های SnO_2 نظیر باندگپ مناسب، قابلیت کار در دمای پایین و بازده بالاتر، اکسید قلع برای استفاده به عنوان لایه انتقال دهنده الکترون، گزینه مطلوب‌تری به نظر می‌رسد.



شکل ۱: مقایسه منحنی ولتاژ - دانسیته جریان سلول خورشیدی پروسکایتی با لایه‌های انتقال دهنده الکترون از جنس SnO_2 و TiO_2 .

سنتز رنگدانه های بر پایه کروم و بررسی آن ها در سلول های خورشیدی حساس

شده به رنگدانه

مینا مقبلی هنزائی^۱، زهره رشیدی رنجبر^۱ و لعلیا نجاتی مقدم^۱

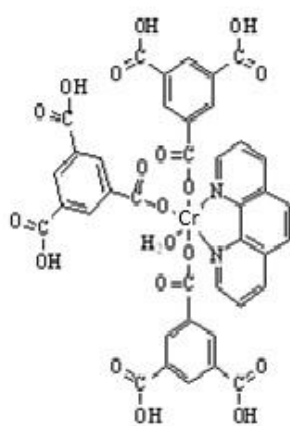
^۱ دانشگاه شهید باهنر کرمان، دانشکده علوم، بخش شیمی

سلول های خورشیدی ابزار کلیدی جهت تولید انرژی فوتوولتایی میباشد. در اغلب موارد نیمه رساناهای به عنوان مواد مورد استفاده در ساخت سلول خورشیدی به کار برده می شود. تبدیل انرژی شامل جذب انرژی نور توسط یک نیمه رسانا و تولید جفت های الکترون - حفره و سپس جدا کردن حامل های بار است. اما اغلب نیمه رساناها توانایی جذب نور در محدوده طول موج مرئی را ندارند و رنگدانه ها میتوانند در جذب گستره ی بزرگتری از نور خورشید به آن ها کمک کنند. در سال های اخیر سلول های خورشیدی نانوساختار حساس شده با رنگدانه برپایه فیلم اکسید فلزی نانو ساختار توجه زیادی را به خود جلب کردند.

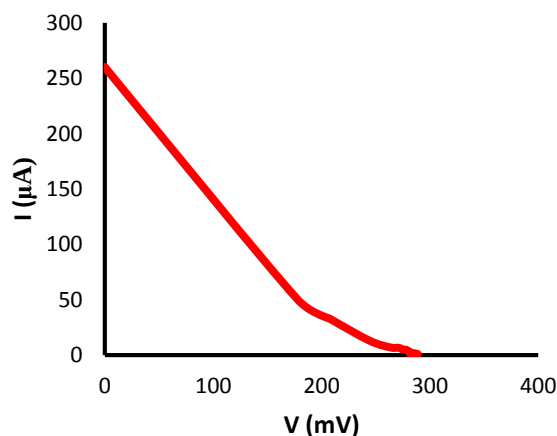
در این مقاله یک کمپلکس فلزی بر پایه فلز کروم و لیگندهای 1,10- فنانترویلین و 1,3,5- بنزن تری کربوکسیلیک اسید سنتز شد. تیتانیوم اکسید در مساحت و ضخامت مشخص روی FTO به روش دکتر بلید لایه نشانی گردید. پس از پخت در دما و زمان مشخص در محلولی از دو رنگدانه با نسبت یکسان به مدت ۲۴ ساعت قرار گرفت. ساختار دو لیگاند استفاده شده در تهیه کمپلکس های برپایه کروم در شکل ۲ آورده شده است. راندمان این سلول های خورشیدی با توجه به پارامترهای ذکر شده در جدول ۱ حدود ۰/۰۱ تخمین زده شده است. شکل ۱ منحنی I-V برای سلول خورشیدی تهیه شده را نشان می دهد.

جدول ۱. پارامترهای سلول خورشیدی بررسی شده

J_{SC} ($\mu A/cm^2$)	V_{OC} (mV)	FF	η (%)
260	287.4	0.12	0.01



شکل ۲: ساختار مولکول رنگ استفاده شده



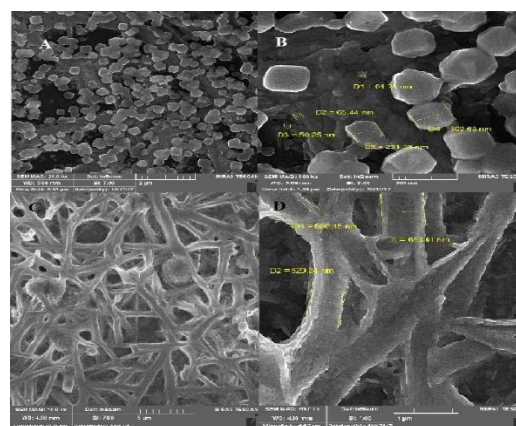
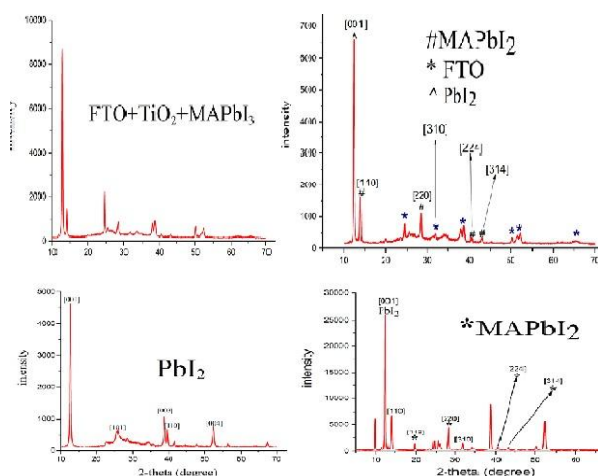
شکل ۱: منحنی I-V سلول خورشیدی بررسی شده

سنتز و مشخصه یابی لایه های جاذب پروسکایت یدید سرب / متیل آمونیوم یدید برای سلولهای خورشیدی پروسکایت

امید ملکان^۱، محمد مهدی باقر محقق^۱ و مهدی عادل^۱

^۱ دانشگاه دامغان، دانشکده فیزیک

سلول های خورشیدی با مواد جاذب آلی-معدنی پروسکایت به خاطر ویژگی های منحصر به فرد از قبیل بازده بالا، امکان سنتز لایه ها با روش های مبتنی بر محلول در دمای پایین و طول پخش بالای الکترون و حفره در نسل جدید از سلول های خورشیدی توجه پژوهشگران و دانشمندان را به خود جلب کرده اند. به همین منظور بررسی ویژگی های ساختاری و روش های سنتز لایه ی فعال این نوع از سلول های خورشیدی می تواند از اهمیت ویژه ای برخوردار باشد. در این تحقیق بعد از بهینه سازی روش سنتز لایه های سلول آلی-معدنی پروسکایت با پیش ماده های یدید سرب (PbI_2) و متیل آمونیوم یدید (CH_3NH_3I)، به مطالعه خواص ساختاری و ویژگی های سطحی لایه ها بدون لایه ی انتقال دهنده ی الکترون و حفره پرداخته می شود. در این پژوهش، ابتدا، محلول یدید سرب با حلال دی متیل فرامید خشک (DMF) و محلول متیل آمونیوم یدید (CH_3NH_3I) با حلال ایزوپروپانول آماده شد و بعد از آماده سازی، لایه ی یدید سرب به روش چرخشی با سرعت ۴۵۰۰ rpm و زمان ۵ 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 ساختار پروسکایت تشکیل شوند. در هر مرحله از آزمایش، از تمام لایه ها، آنالیز ساختاری پراش پرتو ایکس (XRD) تهیه شد و تشکیل ساختار بلوری نمونه ها مطالعه شد. تصاویر میکروسکوپ الکترونی از لایه ی یدید سرب، نشان دهنده ی ساختار شانه ای و منظم می باشد و تصویر گرفته شده از لایه پروسکایت تشکیل ساختار بلوری پروسکایت را تایید می کند و در برخی از نقاط، بلورک ها در ابعاد نانو تشکیل شده اند.



شکل ۲: الگوی پراش اشعه ی ایکس برای حالت های مختلف تشکیل لایه ی پروسکایت

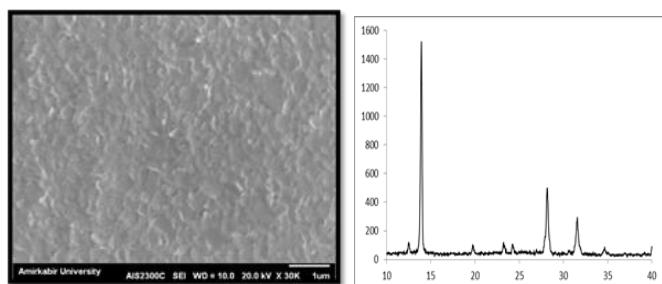
شکل ۱: A,B: تصویر SEM مورفولوژی سطحی لایه ی MAPbI3 و C,D: مورفولوژی لایه ی یدید سرب

بررسی اثر ضد حلال بر روی مورفولوژی لایه پروسکایت در سلول خورشیدی پروسکایتی

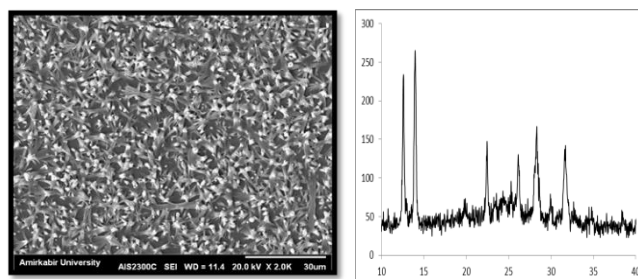
الهام ملکی^۱، سید ابولقاسم کاهانی^۱، مریم رنجبر^۲

دانشگاه کاشان - دانشکده شیمی - گروه شیمی معدنی^۲، سازمان پژوهش‌های علمی و صنعتی ایران - پژوهشکده فناوریهای شیمیایی

یکی از عواملی که می‌تواند بر روی عملکرد سلول‌های خورشیدی پروسکایتی موثر باشد مورفولوژی لایه پروسکایتی و نیز خروج مواد اولیه واکنش نداده از داخل لایه پروسکایتی می‌باشد. مشکلات حاصل از روش تک مرحله وجود مقداری PbI_2 اضافی در داخل لایه نهایی می‌باشد زیرا متیل آمونیوم یدید (MAI) اضافی در زمان حرارت دهی از لایه خارج می‌شود. و یکی از روش‌ها اصلاح سطح که می‌تواند هم روی مورفولوژی لایه موثر باشد و هم سبب خروج PbI_2 اضافی از داخل لایه شود استفاده از ضد حلال است. این پژوهش به بررسی و مقایسه دو ضد حلال، دی اتیل اتر و کلرو بنزن بر روی مورفولوژی لایه پروسکایت و نیز میزان خروج PbI_2 اضافی می‌پردازد. نتایج حاصل از این پژوهش نشان می‌دهد که اصلاح سطح بوسیله دو ضد حلال متفاوت سبب ایجاد لایه پروسکایتی با مورفولوژی‌های متفاوت می‌شود و نیز باعث خروج مقادیر متفاوت PbI_2 واکنش نداده از داخل لایه می‌شود. به دلیل آنکه دو ضد حلال مورد استفاده مکانیسم متفاوتی در خروج از لایه دارند و نیز تاثیر متفاوتی در کمک به خروج DMF اضافی در لایه دارند و نیز هر کدام مقدار متفاوتی از DMF اضافی را می‌توانند خارج کنند بنابر این سبب ایجاد مورفولوژی متفاوتی در لایه پروسکایت و نیز استخراج مقادیر متفاوت PbI_2 اضافی می‌شود. عدم حضور حفره‌های سوزنی و ایجاد لایه با پوشش دهی یکنواخت سبب افزایش در عملکرد سلول خورشیدی نهایی می‌گردد و این امر با مشاهد تصاویر SEM لایه‌های اصلاح شده بوسیله ضد حلال‌ها قابل بررسی است. با مشاهد الگو پراش پرتو ایکس هر یک از لایه‌ها می‌توان دریافت که کدام یک PbI_2 کمتری در لایه نهایی دارند. البته تاثیر نحوه عملکرد PbI_2 اضافی در کاهش بازده سل خورشیدی هنوز مشخص نیست اما می‌توان به طور قطعی گفت که تاثیر منفی بر روی بازدهی دارد.



Sample	η	FF%	V_{oc}	J_{sc}
لایه اصلاح شده توسط دی اتیل اتر	3.93	0.44	0.79	11.21



Sample	η	FF%	V_{oc}	J_{sc}
لایه اصلاح شده توسط کلروبنزن	2.70	0.39	0.67	10.20

شکل ۲: تصویر SE لایه اصلاح شده بوسیله ضد حلال دی اتیل اتر

شکل ۱: تصویر SEM لایه اصلاح شده بوسیله ضد حلال کلرو بنزن

افزایش طول عمر سلول‌های خورشیدی پروسکایتی هالیدی با استفاده از کپسوله کردن

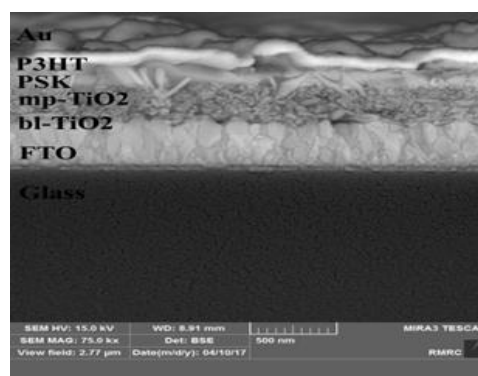
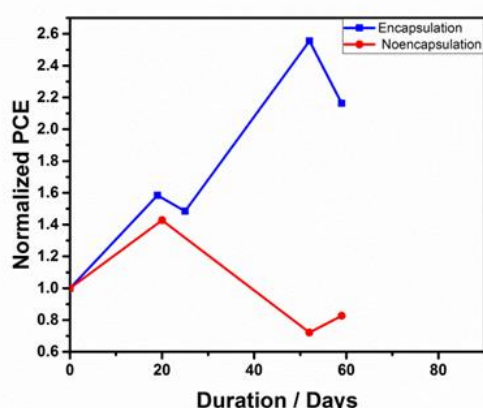
نسبیه منصور رضائی فومنی^۱، فرزانه عرب پور^۲، مریم عالی دائی^۲، سید مجتبی صدرعاملی^{۱*}، وحید احمدی^{۲*}، فرهود نجفی^۳

^۱ دانشگاه تربیت مدرس، دانشکده مهندسی شیمی

^۲ دانشگاه تربیت مدرس، دانشکده ی برق و کامپیوتر

^۳ پژوهشگاه پلیمر و رنگ

استفاده از پروسکایت در ساخت سلول خورشیدی، اولین بار در سال 2009 گزارش شد. نتایج قابل قبول این گزارش از یک سو و از سوی دیگر ویژگیهای منحصر به فرد پروسکایتها، باعث شد تا تحقیقات بیشتری برای بهبود عملکرد و رفع نواقص این سلولها انجام شود. در حال حاضر، طبق گزارش رسمی NREL بازده سلول‌های خورشیدی پروسکایتی به ۲۲٫۱٪ رسیده است که این بازده بسیار نزدیک به بازده سلول‌های خورشیدی سیلیکونی است. اگرچه راندمان سلول‌های خورشیدی پروسکایتی قابل مقایسه با سلول‌های خورشیدی تجاری است، اما طول عمر کوتاه آنها هنوز به عنوان یک چالش بزرگ باقی مانده است. به طوریکه، این ادوات حساسیت شدیدی به رطوبت، نور و گرما دارند که هر کدام از این عوامل باعث کاهش راندمان و همچنین کاهش طول عمر آنها می شود. در این پژوهش، سلول‌های خورشیدی پروسکایتی با ساختار FTO/c-TiO₂/meso-TiO₂/CH₃NH₃PbI₃/P3HT/Au ساخته شده است. به منظور بهبود طول عمر این سلول‌ها، از نوعی رزین پلیمری که پخت آن با نور UV انجام می شود، استفاده شده است. عملکرد فتوولتائیک سلول‌های کپسوله نشده و کپسوله شده در شرایط محیطی به مدت ۶۰ روز اندازه گیری شد. همچنین این ادوات با تست های XRD، SEM و طیف سنجی UV-visible مورد آنالیز قرار گرفته اند. نتایج نشان داده اند که سلول‌های کپسوله شده بیشتر از ۸۵٪ عملکرد اولیه خود را بعد از گذشت ۶۰ روز حفظ کرده اند. در حالی که سلول‌های کپسوله نشده در طول این مدت بازده اولیه خود را از دست داده اند. بنابراین با جلوگیری از نفوذ ملکول های آب به واسطه روش کپسوله سازی، تخریب سلول‌های خورشیدی پروسکایتی با تاخیر بیشتری صورت گرفته است.



شکل ۱: تصویر SEM از سطح مقطع سلول خورشیدی پروسکایتی

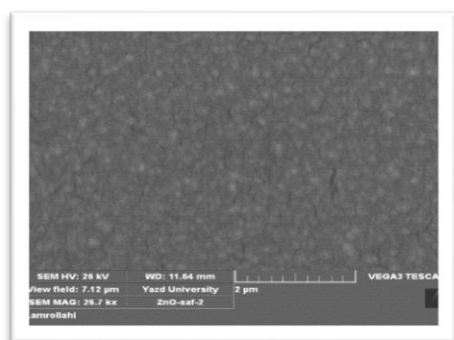
شکل ۲: تغییرات بازه برحسب زمان قبل و بعد از کپسوله کردن

ساخت و مشخصه یابی سلول خورشیدی پروسکایت لایه نازک بر پایه اکسید روی

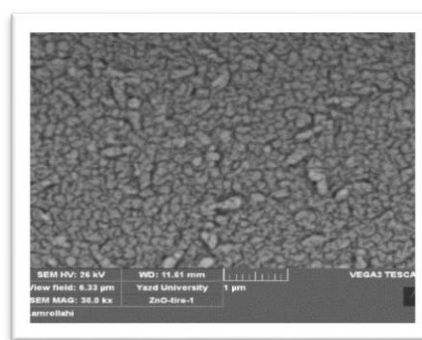
حمید مهرنژاد^۱، عباس بهجت^۲، بی بی فاطمه میرجلیلی^۱، نعیمه ترابی^۱، فاطمه جعفری^۱، ناصر جهانبخشی زاده^۱، عاطفه السادات میرباقری^۱

^۱ مرکز تحقیقات مهندسی، گروه پژوهشی فوتونیک، دانشگاه یزد- ^۲گروه اتمی مولکولی، دانشکده فیزیک، دانشگاه یزد
^۳گروه شیمی، دانشکده علوم پایه، دانشگاه یزد

استفاده از پروسکایت در سلول‌های خورشیدی، اولین بار در سال ۲۰۰۹ میلادی توسط میاساکا گزارش شد. از ویژگیهای این ماده می‌توان به گاف انرژی مناسب (۱/۵۵ eV) ضریب جذب بالا و طول پخش زیاد الکترون-حفره اشاره کرد. سلولهای خورشیدی پروسکایتی به دلیل ساخت آسان و ارزان و بازدهی مناسب نسبت به نسل‌های قبل سلولهای خورشیدی توجه بیشتری را معطوف خود کرده‌اند. در این مقاله سلول خورشیدی پروسکایت با ساختار FTO/ZnO/CH₃NH₃PbI₃/Au ساخته و مشخصه‌یابی شده است. لایه‌نشانی ZnO به دو روش چرخشی و کندوپاش انجام و نتیجه این کار بر عملکرد سلول خورشیدی پروسکایتی مورد بررسی قرار گرفته است. شکل ۱ تصاویر SEM لایه اکسید روی لایه نشانی شده به دو روش مختلف و شکل ۲ مشخصات فوتولتاییکی سلول ساخته شده را نشان می‌دهد.



(ب)

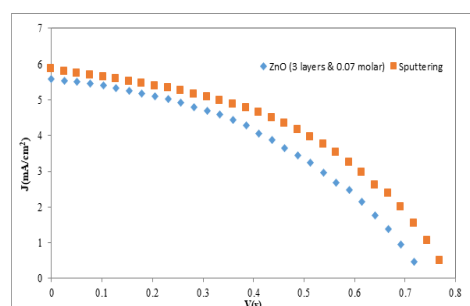


(الف)

شکل ۱: تصاویر SEM لایه اکسید روی لایه‌نشانی شده به روش: الف- لایه‌نشانی چرخشی ب- لایه‌نشانی کندوپاش

همان‌طور که از شکل بالا مشاهده می‌شود، لایه‌نشانی با دستگاه کندوپاش سطح یکنواخت‌تری نسبت به لایه‌نشانی با استفاده از دستگاه لایه‌نشانی چرخشی ایجاد می‌کند.

	$J_{sc}(\text{mA}/\text{cm}^2)$	$V_{oc}(\text{V})$	FF(%)	Eff(%)
لایه‌نشانی به روش چرخشی	۵/۵۸	۰/۷۳	۴۱	۱/۶۹
لایه‌نشانی به روش کندوپاش	۵/۸۵	۰/۷۸	۴۴	۲/۰۲



شکل ۲: الف) نمودار جریان-ولتاژ ب) مشخصات فوتولتاییکی سلول‌های ساخته شده با استفاده از دو روش لایه‌نشانی چرخشی و کندوپاش

همان‌طور که انتظار می‌رود، سلول ساخته شده بر پایه لایه اکسید روی که به روش کندوپاش لایه‌نشانی شده است، عملکرد بهتری دارد. این موضوع به دلیل یکنواختی و عدم وجود حفره در سطح لایه اکسید روی ایجاد شده به روش کندوپاش نسبت به لایه اکسید روی ایجاد شده به روش چرخشی می‌باشد.

بررسی اثر تالیم بر خواص الکتریکی و اپتیکی فیلم‌های نازک ZnO آلاییده شده با آلومینیوم

محمدرضا زمانی میمیان^۱، میرعلی موسوی^۱، محبوبه ربانی^۲

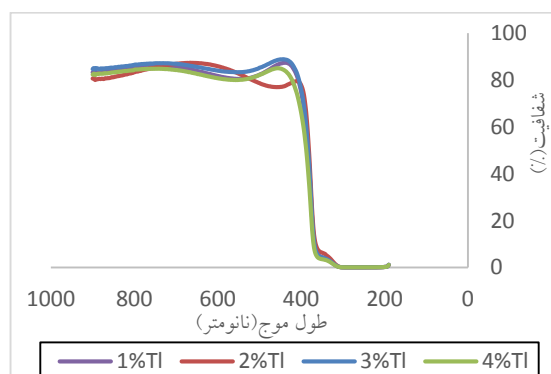
^۱دانشکده فیزیک، دانشگاه علم و صنعت ایران، نارمک، تهران

^۲دانشکده شیمی، دانشگاه علم و صنعت ایران، نارمک، تهران

در این پژوهش، فیلم نازک اکسیدروی آلاییده شده با آلومینیوم با تالیم با استفاده از روش سل-ژل اسپین کوتینگ روی شیشه تهیه شده و خواص الکتریکی و اپتیکی آن مورد بررسی قرار گرفته است. استات روی دوآبه، کلرید آلومینیوم و نیترات تالیم به ترتیب به عنوان پیش ماده‌های روی، آلومینیوم و تالیم استفاده شدند. دومتوکسی اتانول و مونواتانول آمین به ترتیب به عنوان حلال و پایدارساز به کار رفتند. یافته‌های به دست آمده از فیلم نازک اکسید روی آلاییده شده با آلومینیوم و تالیم با استفاده از آنالیز XRD نشان می‌دهد ساختار کریستالی اکسید روی شکل گرفته است. با استفاده از دستگاه اسپکتروفوتومتر جذب و عبور اپتیکی در محدوده طول موج ۱۹۰ تا ۹۰۰ نانومتر اندازه‌گیری شد و میزان شفافیت بالاتر از ۸۰٪ به دست آمد. دستگاه فورپوینت به منظور اندازه‌گیری مقاومت سطحی فیلم نازک استفاده گردید. مشخص گردید با حضور ۲٪ اتمی تالیم در اکسید روی، مقاومت الکتریکی سطحی به میزان ۲ درصد کاهش یافته است.

جدول مقاومت سطحی فیلم‌های نازک اکسیدروی آلاییده شده با تالیم و با آلومینیوم درصدهای ۱-۴ اتمی تالیم در 10mA

مقاومت سطحی (برحسب $m\Omega/square$)	درصد دوپ
۶/۶۳۴	Al ٪۱ - Tl ٪۱
۵/۲۱۸	Al ٪۱ - Tl ٪۲
۵/۹۶	Al ٪۱ - Tl ٪۳
۶/۳	Al ٪۱ - Tl ٪۴



نمودار عبوری مربوط به فیلم نازک اکسیدروی آلاییده شده با درصدهای ۱-۴ اتمی تالیم با یک درصد اتمی آلومینیوم در محدوده ۱۹۰-۹۰۰ نانومتر

دوپ کردن نانوذرات TiO_2 با نیتروژن به کمک روغن طبیعی برای بهبود بازده سلول‌های خورشیدی حساس با رنگ

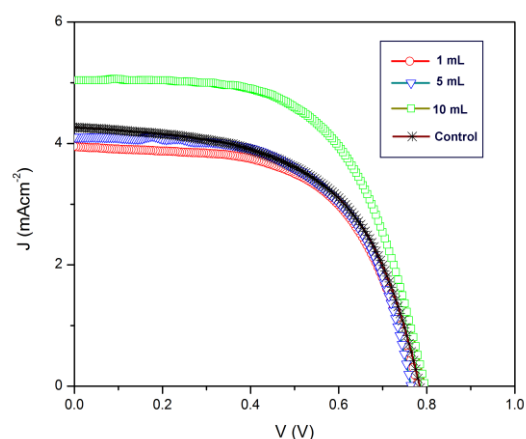
نفیسه معماریان^۱ و نوشین میر^{۲*}

^۱ دانشگاه سمنان، گروه فیزیک

^۲ دانشگاه زابل، گروه شیمی

سلول‌های خورشیدی حساس شده با رنگ (DSC) به دلیل بازده تبدیل انرژی نسبتاً بالا، هزینه تولید پایین، عدم سمیت و فرایند آسان تهیه همچنان مورد توجه هستند. DSC ها حاوی یک لایه نیمه‌هادی اکسیدی با گاف انرژی بزرگ در قلب ساختار خود هستند. به منظور افزودن سطوح انرژی جدید با انرژی کمتر برای انتقال تسهیل شده الکترون از نوار هدایت TiO_2 به FTO و کاهش باز ترکیب الکترون، می‌توان از افزودن برخی ناخالصی‌ها مانند نیتروژن استفاده کرد. در کلیه روش‌های گزارش شده، از ترکیبات شیمیایی مضر مانند آمونیاک و اوره به عنوان منبع نیتروژن استفاده شده است که ورود این ترکیبات به پساب‌ها به عنوان یکی از معضلات زیست‌محیطی شناخته شده است. در پژوهش حاضر، یک منبع جایگزین نیتروژن که کاملاً طبیعی بوده و در برخی درمان‌های سنتی نیز از آن استفاده می‌شود معرفی می‌گردد. این روغن که از یک حشره استخراج شده است به علت داشتن ترکیبات زیستی آمینو اسید و پروتئین، می‌تواند یک منبع طبیعی برای تأمین ناخالصی نیتروژن باشد. در این پژوهش، از سه مقدار متفاوت روغن حشره در روش سل-ژل هیدروترمال استفاده شد. محلول تهیه شده حاوی روغن حشره، نمک تیتانیوم و تری اتانول آمین به راکتور تفلونی منتقل گردید و به مدت مشخصی در دمای 140°C حرارت دید. منحنی ولتاژ-دانشسته جریان اندازه‌گیری شده از DSC های حاصل در شکل ۱ نشان داده شده و مقادیر مربوط به داده‌های فوتوولتائی در جدول ۱ ارائه شده است. همانطور که مشاهده می‌گردد، در مقادیر کم، این روغن تأثیر بسزایی در بهبود بازده سلول ندارد اما با افزایش مقدار روغن، بازده سلول خورشیدی حدود ۲۴٪ نسبت به شاهد (نمونه تهیه شده در غیاب روغن) افزایش می‌یابد.

نمونه	Voc (V)	Jsc (mA.cm^{-2})	FF	$\eta(\%)$
mL ۱	۰/۷۸	۳/۹۵	۰/۵۹	۱/۸۲
mL ۵	۰/۷۶۹	۴/۱۰۴	۰/۵۸	۱/۸۴
mL ۱۰	۰/۷۹۵	۵/۰۴	۰/۶	۲/۳۹
شاهد	۰/۷۸	۴/۲۶	۰/۵۶	۱/۸۷



شکل ۱: منحنی J-V برای سلول‌های خورشیدی تهیه شده در حضور مقادیر مختلف روغن حشره

جدول ۱: داده‌های فوتوولتائیکی برای سلول‌های خورشیدی تهیه شده

بررسی اثر استفاده از C₆₀ در سلول‌های خورشیدی پروسکایت

عاطفه‌السادات میرباقری^{۱،۲}، عباس بهجت^{۱،۲} و فاطمه دوست‌حسینی^{۱،۲}

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

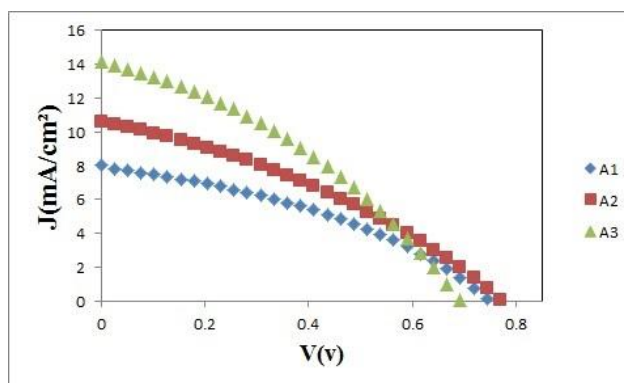
^۲ گروه اتمی و مولکولی، دانشکده فیزیک، دانشگاه یزد

در این تحقیق سه نوع سلول خورشیدی پروسکایت را مورد بررسی قرار دادیم. سلول خورشیدی پروسکایت مرجع با ساختار FTO/bl-TiO₂/mp-TiO₂/perovskite/Au ساخته و مشخصه‌یابی شد (A1). در این کار پروسکایت را به روش تک مرحله‌ای لایه‌نشانی کرده و در آخرین مرحله طلا را با روش اسپاترینگ بر روی پروسکایت لایه‌نشانی نمودیم. سلول خورشیدی پروسکایت با ساختار FTO/bl-TiO₂/mp-TiO₂/C₆₀/perovskite/Au ساخته و مشخصه‌یابی شد. در سلول اخیر یک لایه بسیار نازک از C₆₀ روی TiO₂ پروس با روش لایه‌نشانی چرخشی پوشانده شد. در اینجا C₆₀ به عنوان پذیرنده و ذخیره‌کننده الکترون عمل میکند (A2). سلول خورشیدی پروسکایت با ساختار FTO/bl-TiO₂/mp-TiO₂/perovskite-c₆₀/Au ساخته و مشخصه‌یابی شد. در این نمونه C₆₀ را در محلول پروسکایت بصورت 1w% پروسکایت آلاییده کردیم (A3). سلول‌های ساخته شده را با دستگاه شبیه‌ساز خورشیدی مشخصه‌یابی نموده و نمودار I-V آن را رسم کردیم. در نهایت مشخصه‌های سه سلول ساخته شده، مقایسه شد. اندازه‌گیری‌ها نشان داد سلولی که در آن C₆₀ را با محلول پروسکایت آلاییده کردیم، دارای بازده بیشتری نسبت به دو سلول دیگر و برابر ۳،۵٪ دارد. به نظر می‌رسد این آلاییدن منجر به افزایش سایز کریستال‌های پروسکایت شده و منفذها و مرزها را کاهش می‌دهد. در نتیجه مقاومت سری کاهش می‌یابد که از معکوس شیب نمودار جریان-ولتاژ در نقطه Voc مشخص می‌باشد و متقابلاً میزان بازترکیب کاهش یافته و شاهد افزایش جریان و بازده سلول هستیم.

جدول ۱: مشخصات فوتوولتائیک سلول‌های

A1, A2, A3

	V _{oc} (V)	J _{sc} (mA)	FF	Eff
A1	۰/۷۶	۸/۰۰	۰/۳۴	۲/۲۰
A2	۰/۷۸	۱۰/۵۹	۰/۳۳	۲/۸۰
A3	۰/۷۰	۱۴/۱۴	۰/۳۵	۳/۴۹



شکل ۱: منحنی جریان-ولتاژ سلول‌های A1, A2, A3

کاربرد جوهر نانوذرات طلا به منظور ایجاد اتصال پشتی در سلول‌های خورشیدی پروسکایتی

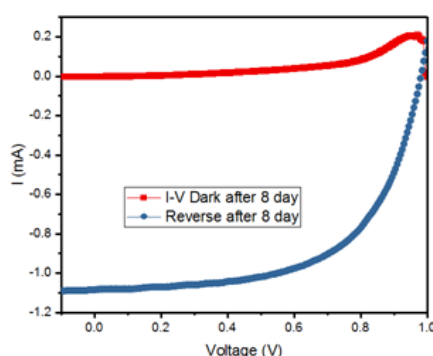
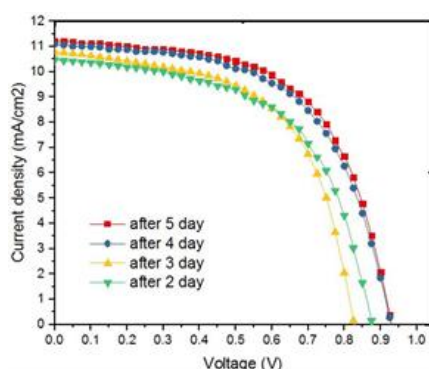
مطهره میرحسینی^۱، فرزانه اقاخانی مهیاری^۱، روح اله خسروشاهی^۲، رأفت رفیعی راد^۳، نیما تقوی نیا^{۱،۲}

^۱ دانشگاه صنعتی شریف، دانشکده فیزیک

^۲ دانشگاه صنعتی شریف، دانشکده پژوهشده علوم و فناوری نانو

^۳ دانشگاه صنعتی نوشیروانی بابل، دانشکده مهندسی برق

در سال‌های اخیر، بازده سلول‌های خورشیدی با جاذب پروسکایت به سرعت افزایش و به بیش از ۲۱٪ رسیده است. در ساختار سلول‌های متداول که بالاترین بازده را تولید می‌کند از فلز طلا به عنوان اتصال پشتی استفاده می‌شود که به روش تبخیر حرارتی (PVD) لایه نشانی می‌شود. با وجود بازدهی بالای این سلول‌ها، لایه نشانی طلا با سرعت کنترل شده باید انجام شود تا از نفوذ طلا به داخل لایه انتقال دهنده حفره ممانعت شود. نفوذ طلا به داخل لایه انتقال دهنده حفره و پروسکایت در دراز مدت منجر به تخریب مرز مشترک و کاهش طول عمر سلول می‌شود. علاوه بر این روش لایه نشانی تبخیری به تجهیزات گران قیمتی نیاز دارد و یک عامل محدود کننده در ساخت سلول‌های خورشیدی پروسکایت با روش رول به رول محسوب می‌شود. با اینکه در چند سال اخیر تحقیقات زیادی در لایه نشانی قسمتهای مختلف سلول پروسکایت از قبیل جاذب پروسکایت، لایه انتقال دهنده حفره و الکترون انجام شده است اما تحقیق در لایه نشانی لایه اتصال پشتی به روش‌های چاپی بسیار محدود است و عمدتاً شامل نانوسیم‌های نقره می‌شود. در این تحقیق از جوهر طلا برای لایه اتصال پشتی سلول در یک ساختار متداول شامل FTO/C-TiO₂/P-TiO₂/Perovskite/HTL/Au استفاده شده است. جوهر حاوی نانوذرات طلا با میانگین اندازه ذرات کمتر از ۵۰ نانومتر پخش شده در حلال تولوئن، یک حلال سازگار با پروسکایت، است و به روش قطره اندازی و یا دکتر بلید روی لایه انتقال دهنده حفره نشاندن می‌شود. مقاومت صفحه ای فیلم طلا حاصل از لایه نشانی جوهر کمتر از ۲ اهم بر سانتیمتر مربع است. پارامترهای مختلفی از قبیل نوع لایه نشانی، دما و زمان سینترینگ، حضور خلا و... جهت بهینه سازی لایه نشانی فیلم طلا و افزایش بازده سلول حاصل بررسی شدند. با اینکه سلول با اتصال پشتی حاصل از جوهر طلا در زمان ساخت بازده کمی نشان می‌دهد اما بعد از گذشت یک روز بازده افزایش یافته و به حدود ۴٪ می‌رسد و بعد از ۴ روز بازده به حدود ۷٪ می‌رسد. سلول حاصل در شرایط اتمسفر و تاریکی پایداری قابل توجهی حدود ۲ ماه نشان می‌دهد.



شکل ۲: منحنی جریان-ولتاژ سلول در روزهای مختلف

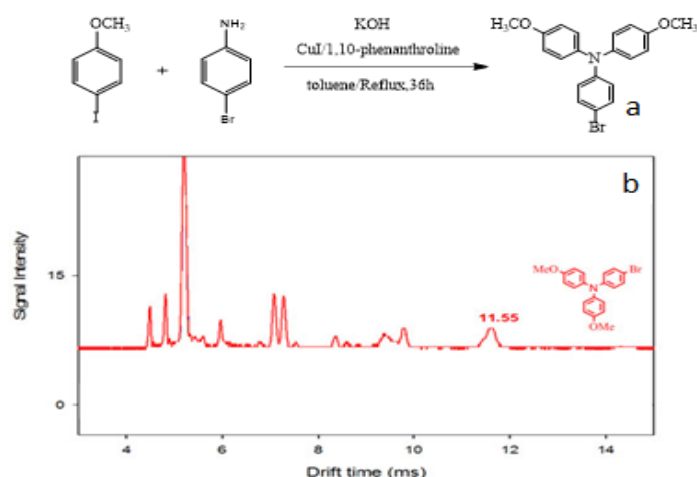
شکل ۱: منحنی جریان-ولتاژ سلول در تاریکی و مقایسه با جریان معکوس

سلولهای خورشیدی پروسکایتی بر پایه مواد انتقال دهنده های حفره پای گسترش یافته

منیر السادات میررحیمی^۱ اسمیه پارسا^۱، هاشم شهروسوند^۱

^۱ دانشگاه زنجان، دانشکده علوم، گروه شیمی

افزایش بازده تبدیل در سلولهای خورشیدی پروسکایتی به طور شگفت انگیزی در حال افزایش است تا به حدی که در آخرین گزارش ها به مقدار ۲۲ درصد هم رسیده است. انتقال دهنده های حفره یکی از اجزا مهم این دسته از سلولهای خورشیدی می باشد که عدم وجود آن، عملکرد سلول را تا به نصف کاهش می دهد. لذا تمرکز بسیاری از محققین بر روی سنتز و بهینه سازی نمون های جدیدی از انتقال دهنده های حفره می باشد. دو دسته اصلی که ساختمان انتقال دهنده های حفره را تشکیل می دهند شامل مشتقات اسپيرو و تری آريل آمين باشند که در این مطالعه از مشتقات تری آريل آمين به عنوان پایه و ایمیدازول به عنوان گرهای بهره گرفته شده است. دو ترکیب تری فنیل آمین و ایمیدازول، ترکیبات آلی هستند که جزء پرکاربردترین مواد در تهیه انتقال دهنده حفره برای سلول های خورشیدی پروسکایتی می باشند. در این راستا ما به سنتز و شناسایی ترکیباتی که بر پایه مواد تری فنیل آمین و ایمیدازول می باشند، پرداختیم. دو ترکیب تری آريل آمین و ایمیدازول که ساختارهای آنها به ترتیب دارای گروههای فنیل و آمین می باشد دارای طیف های جذبی در ناحیه های ۲۶۰nm می باشد که ترکیب تری آريل آمین حدود 30nm جابجایی به طرف طول موج های بالاتری نشان می دهد. طیف فوتولومینسانس انتقال دهنده های حفره ثبت شد. شدت فوتولومینسانس ترکیبات زیاد بوده و نشر سبز-آبی از خود نشان داده اند. همچنین طیف ولتامتری چرخه ای یک پیک در ناحیه مثبت و چند پیک در ناحیه منفی نشان می دهد. با استفاده از طیف های جذبی و نشری و همچنین ولتامتری چرخه ای، سطح انرژی و گاف نواری کمپلکس ها تعیین شد که در شکل زیر نمایش داده شده است. سطح HOMO و LUMO ترکیبات به ترتیب برابر با ۲،۴۱- و ۵،۳۴- که شرایط مطلوبی برای انتقال حفره از لایه پروسکایتی را از خود نشان می دهند. از انتقال دهنده های حفره سنتز شده، سلولهای خورشیدی پروسکایتی با روش متداول دومرحله ای ساخته شد و عملکرد فوتولتایی آنها مورد بررسی قرار گرفت.



شکل ۱: a. سنتز 4b-bromo-N,N-bis(4-methoxyphenyl)aniline. b. طیف مربوط به طیف سنجی IMS

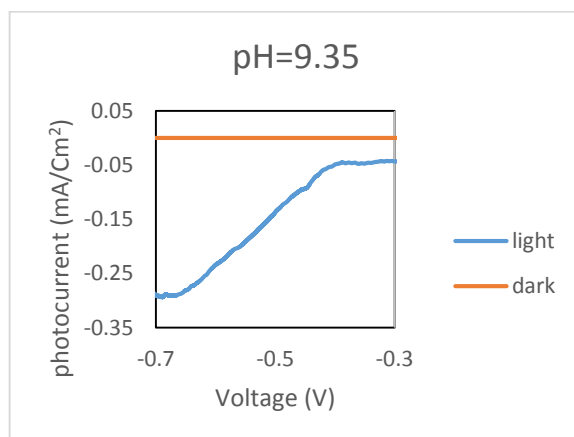
نقش متغیرهای فرایند آندایزینگ دمای بالای مس جهت تشکیل اکسید مس و بررسی خواص نوری آن

محمد میرزایی^۱، علی اشرفی^۲ و محمد محسن مومنی^۳

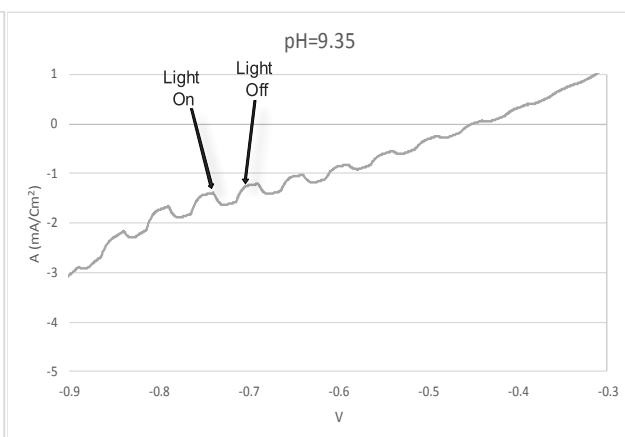
^۱ دانشجوی مهندسی مواد، دانشگاه صنعتی اصفهان

^۳ دانشکده شیمی، دانشگاه صنعتی اصفهان

یکی از مهمترین دغدغه‌های کنونی تحقیقات در زمینه تولید سلول‌های خورشیدی و فتوالکتروشیمیایی، کاهش هزینه تولید و ایجاد روشی آسان و صنعتی جهت تولید سلول‌هایی با پایداری خواص نوری مناسب می‌باشد. در این میان استفاده از عناصر معمول صنعتی از قبیل مس، آهن و ... بسیار مورد توجه است. مس به عنوان یکی از رایج‌ترین عناصر و اکسید مس بدلیل خواص نوری مناسب، مثل باند گپ بسیار کوچک آن و بدلیل محل مناسب قرارگیری باند هدایت جهت آزادسازی هیدروژن می‌تواند به عنوان یک سلول فتوالکتروشیمیایی مناسب جهت احیا هیدروژن مورد استفاده قرار گیرد. روش‌های مختلف الکتروشیمیایی جهت تولید اکسید مس بر روی زیرلایه مسی بیان شده است اما بدلیل سینتیک کند این فرایند نیاز به تحولی جهت اقتصادی کردن این اکسید با خواص مناسب می‌باشد. در این پژوهش، از فرایند آندایزینگ مس در دمای بالا جهت تشکیل اکسید مس چسبنده در زمان کوتاه‌تر، به عنوان یک روش اقتصادی استفاده شده است. بدین منظور فرایند آندایزینگ دما بالا در pH های مختلف صورت گرفته که در نمودارهای LSV اثر تغییر pH بخوبی مشاهده می‌شود. از طرفی آنالیزهای SEM جهت بررسی مورفولوژی تشکیل شده که ساختار نانو صفحات اره‌ای را در آن مشاهده می‌کنیم، آنالیز XRD جهت تعیین فازهای تشکیل شده که حضور اکسید مس را به صورت CuO در پیک فازی برای نمونه‌های آنیل شده نشان می‌دهد، تست UV جهت بررسی مقدار باندگپ تشکیل شده و همچنین آنالیز موت شاتکی جهت تعیین دانسیته حامل‌های موجود در نیمه هادی انجام گرفته است. با توجه به نتایج آزمایشات صورت گرفته، بیشترین میزان جریان نوری (فتوکارنت) در اکسید مس تهیه شده در pH=9.35 بدست آمده که میزان آن 0.294 mA/Cm^2 بوده است. این درحالی است که میزان جریان نوری بدست آمده در pH های ۸/۷ و ۱۰ به ترتیب 0.206 mA/Cm^2 و 0.141 mA/Cm^2 بوده است. بر اساس نتایج حاصل، می‌توان از فرایند آندایزینگ دمای بالا به عنوان یک روش مناسب برای تولید اکسید مس با خواص نوری مناسب استفاده کرد.



شکل ۲: نمودار دانسیته جریان نوری ایجاد شده



شکل ۱: نمودار LSV برای نمونه با pH=9.35

سنتز و شناسایی یک پروسکایت معدنی و بررسی کاربرد آن در سلول‌های

خورشیدی

لعیا نجاتی مقدم^۱ و زهره رشیدی رنجبر^۱

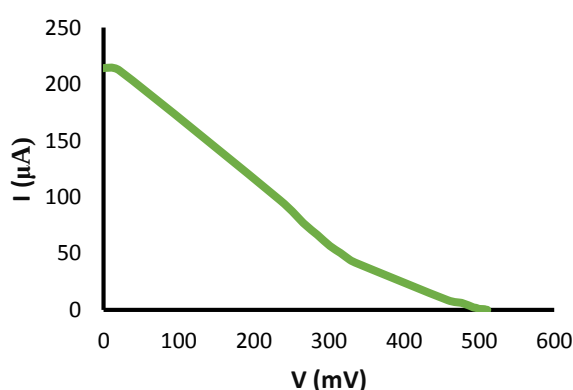
^۱ دانشگاه شهید باهنر کرمان، دانشکده علوم، بخش شیمی

پروسکایت‌ها در واقع گروهی از ترکیبات هم شکل با فرمول ساختاری ABO_3 هستند که دارای ساختمان مکعبی شکل می‌باشند. در این ترکیبات A (کاتیون بزرگ‌تر) به صورت دوازده تایی و B (کاتیون کوچک‌تر) به صورت شش تایی در کنوردیناسیون با آنیون‌های اکسیژن قرار دارند. A به طور معمول یک عنصر قلیایی خاکی یا لانتانید با شعاع اتمی بزرگ و B یک عنصر واسطه یا لانتانید با شعاع اتمی کوچکتر می‌باشد. این نوع پروسکایت معدنی ویژگی‌های قابل ملاحظه‌ای از جمله پایداری حرارتی و شیمیایی، باند گپ مناسب و قیمت پایین دارد که می‌تواند گزینه قابل قبولی برای کاربرد در سلول‌های خورشیدی باشد.

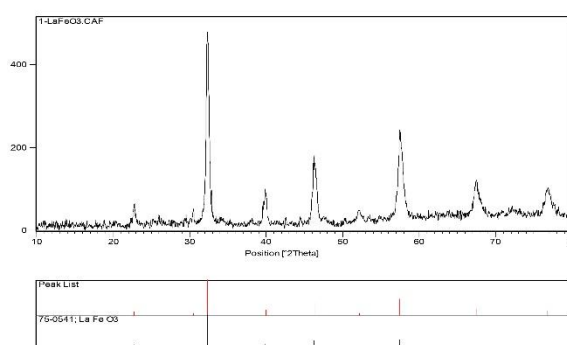
در راستای این پژوهش، پروسکایت کاملاً معدنی لانتانیم فریت با کمک روش ساده و ارزان قیمت هم‌رسوبی در دمای پایین تهیه گردید. ترکیب بدست آمده با آنالیزهای XRD, SEM, PL, DRS و EDX مورد ارزیابی قرار گرفت. طبق بررسی‌های انجام شده مقدار باند گپ حدود ۲/۸ الکترون ولت تخمین زده شد که می‌تواند رفتار فوتوولتایی مناسبی از خود نشان دهد. از این ترکیب در سلول خورشیدی به صورت ساختار زیر (شکل ۱) استفاده شد که بازده مناسبی (حدود ۰/۰۳۳) نسبت به هزینه آن دارد. شکل ۲ نمودار جریان-ولتاژ بدست آمده با این ساختار را نشان می‌دهد. پارامترهای مربوطه در جدول ۱ آورده شده‌اند.

جدول ۱. پارامترهای سلول خورشیدی تهیه شده

J_{SC} ($\mu A/cm^2$)	V_{OC} (mV)	FF	η (%)
214	510.6	0.21	0.03



شکل ۲: نمودار جریان-ولتاژ



شکل ۱: ساختار سلول خورشیدی تهیه شده

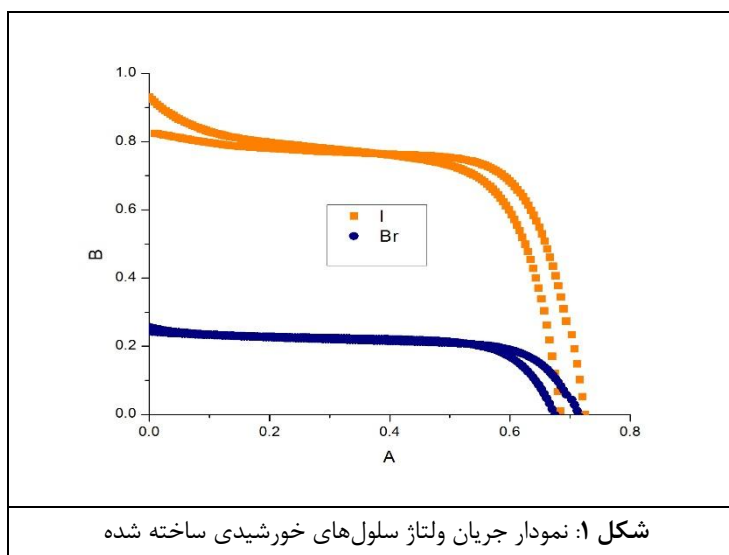
بررسی تاثیر ۲ هالوژن ید و برم در عملکرد سلولهای خورشیدی پروسکایتی هالوژنی

سبا نظامی نژاد^۱، مجید خدا بنده^۱ و احمد مشاعی^۱

^۱دانشگاه تربیت مدرس، دانشکده علوم پایه، بخش فیزیک

در سالهای اخیر، استفاده از مواد آلی- غیر آلی موسوم به پروسکایت، در ساخت سلولهای خورشیدی، مورد توجه قرار گرفته است. گاف مستقیم، ویژگیهای اپتیکی مناسب، تحرک پذیری مناسب حاملهای بار، در کنار ساخت نسبتاً ساده و ارزان، از ویژگیهای قابل توجه پروسکایت است. از آنجایی که لایه پروسکایت نقش مهمی در بهبود عملکرد سلول خورشیدی ایفا میکند، تنظیم خواص اپتیکی ماده ی پروسکایت از طریق کنترل ترکیبات سازنده ی آن امکان پذیر است، یکی از موارد تاثیرگذار در ساختار پروسکایت باتوجه به تغییر باندگپ و بهینه سازی جذب در سلول های خورشیدی پروسکایتی استفاده از هالوژن های مختلف (I, Br, Cl) و یا ترکیبات مختلف آن است. در این پژوهش از هالوژن های ید و برم استفاده و سلول های خورشیدی پروسکایتی $CH_3NH_3PbI_3$ و $CH_3NH_3PbBr_3$ ساخته شد. با مشخصه یابی های انجام شده، این نتیجه حاصل شد که ویژگی فوتولتایی سلول های خورشیدی مبتنی بر هالوژن ید بهتر از برم است.

Perovskite type	Voc	Isc	FF	PCE
MAPbI ₃	0.712	9.16	69.7	4.55
MAPbBr ₃	0.675	2.84	16.4	1.23



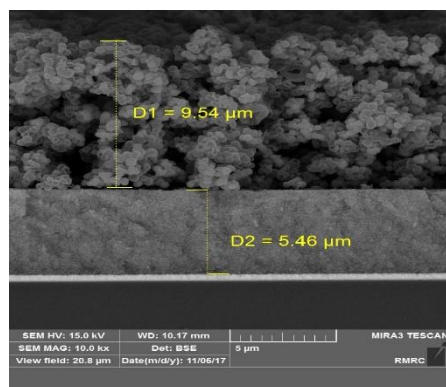
ساخت سلول خورشیدی نقاط کوانتومی با فوتوآند چند لایه‌ای $\text{TiO}_2\text{NCs}/\text{TiO}_2\text{HS}/\text{CdS}/\text{ZnS}/\text{SiO}_2$ و بررسی تاثیر لایه نانوساختاری غیر فعال SiO_2 بر کارکرد فوتوولتایی سلول ها

مائده نظری^۱/مازیار مرندي^۱/محبوبه ستوده ثیان^۱

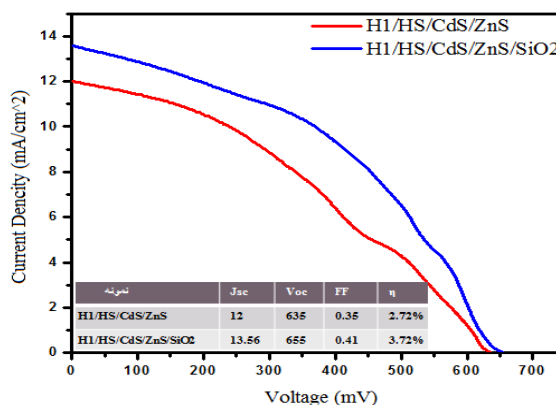
^۱ دانشگاه اراک، گروه فیزیک

در این تحقیق از نقاط کوانتومی CdS برای حساس سازی و از نانو ساختارهای ZnS و SiO_2 برای غیر فعال سازی سطح فوتوالکترود این سلول های خورشیدی حساس شده با نقاط کوانتومی استفاده می شود.

فوتوآند این سلول های خورشیدی، متشکل از یک زیر لایه ی نانو کریستالی TiO_2 با ضخامت $6\mu\text{m}$ و روی لایه ای از نانو کره های توخالی TiO_2 به عنوان لایه‌ی پراکننده نور می باشد. جهت حساس سازی فوتوآند، نقاط کوانتومی CdS به روش جذب متوالی لایه های یونی و انجام واکنش سیلار، با استفاده از محلول های Na_2S و $\text{Cd}(\text{CH}_3\text{COO})_2$ بر سطح فوتوآند رشد داده می شوند. سپس جهت کاهش باز ترکیب الکترون ها در فصل مشترک فوتوالکترود و الکترولیت، لایه‌ای از ZnS به روش سیلار بر سطح فوتوالکترود لایه نشانی می‌شود و در ادامه لایه‌ی غیر فعال ساز متشکل از نانو ساختارهای SiO_2 نیز برای تکمیل این فرایند و کاهش بیشتر باز ترکیب الکترون ها با استفاده از تترا اتیل اورتوسیلیکات محلول در اتانول با روش غوطه ور سازی به مدت یک ساعت بر سطح فوتوالکترود لایه نشانی می‌شود. سلول های خورشیدی نقاط کوانتومی ساخته شده با فوتوالکترودهای بدون لایه‌ی SiO_2 و شامل لایه‌ی SiO_2 مورد بررسی فوتوولتایی قرار گرفتند. بر اساس نتایج، سلول خورشیدی که با فوتو الکترودی که با لایه‌ی غیر فعال ساز SiO_2 تهیه شده، بازدهی فوتوولتایی 3.72% را نشان می‌دهد که این بازدهی نسبت به سلول خورشیدی با فوتوالکترود بدون لایه‌ی SiO_2 ، 26.88% افزایش داشته است.



(ب)



(الف)

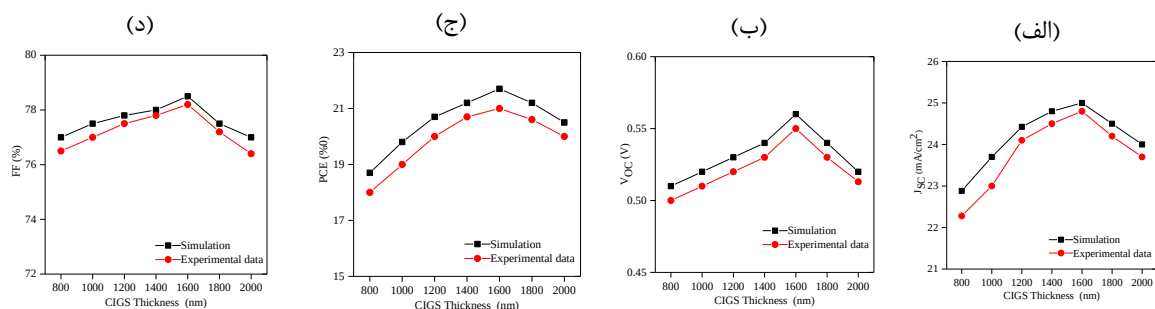
شکل ۱: الف. منحنی I-V سلولهای خورشیدی $\text{TiO}_2\text{NCs}/\text{TiO}_2\text{HS}/\text{CdS}/\text{ZnS}$ و $\text{TiO}_2\text{NCs}/\text{TiO}_2\text{HS}/\text{CdS}/\text{ZnS}/\text{SiO}_2$ ب. تصویر FESEM از مقطع عرضی فوتوالکترود $\text{TiO}_2\text{NCs}/\text{TiO}_2\text{HS}$

بهینه سازی ضخامت لایه جاذب CIGS در سلولهای خورشیدی بادر نظر گرفتن تزریق در لایه با فرو نقص ها

مریم هاشمی^۱، محمد باقر قریشی^۱

^۱ دانشگاه کاشان، دانشکده فیزیک، گروه لیزر فوتونیک

در طی سالهای اخیر، بازده تبدیل انرژی سلولهای خورشیدی مبتنی بر ترکیبات کلکوپیریت به میزان قابل توجهی افزایش یافته و به بیش از ۲۰٪ رسیده است. در این میان مس ایندیوم گالیم سولفید (CuInGaS(Se)) ترکیبی است که با دارا بودن جذب اپتیکی بالا و گاف انرژی مستقیم یکی از گزینه های مناسب برای استفاده در سلولهای خورشیدی است. به علت وجود مواد با خواص فیزیکی متفاوت، درجات آزادی بهینه سازی عملکرد این سلولهای چندلایه افزایش یافته است. تا کنون 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 آسانتر و کم هزینه تر فرایندهای آزمایشگاهی نیز می شود، 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 می باشد. به علاوه لایه بافر نیز با تزریق روی در نظر گرفته شده است زیرا ساخت یک سلول CIGS خوب نیازمند انتخاب یک لایه بافر نوع n است که با پارامترهای شبکه ای لایه جاذب خصوصاً در لبه نوارها منطبق شود. مواد سه گانه CdZnS با ساختار و رتزیتهای بهترین انطباق شبکه ای را با لایه نازک CIGS می سازد که منجر به بهبود عملکرد سلول می شود. بنابراین ساختار $\text{SLG/Mo/CIGS/CdZnS/ZnO/ZnO:Al}$ با نرم افزار SCAPS-1D شبیه سازی و عملکرد سلول برای ضخامتهای مختلف لایه جاذب به عنوان قلب سلولهای CIGS بررسی شده است. با توجه به نتایج به دست آمده کاهش ضخامت لایه جاذب باعث می شود سطح اتصال پشتی به ناحیه تخلیه نزدیک تر شود بنابراین الکترون ها به راحتی جذب سطح اتصال پشتی می شوند و به دلیل شرکت آنها در پدیده باز ترکیب میزان الکترون های تاثیر گذار بر روی بازده کم می شود و در نتیجه V_{oc} و J_{sc} کاهش می یابد (شکل الف) و (ب)). همچنین جذب نور و تولید واقعی حامل های بار تنها در این لایه اتفاق می افتد این لایه از اهمیت بالایی برخوردار است، به همین دلیل ضخامت این لایه از یک مقدار مشخص نمی تواند کمتر باشد و با افزایش بیشتر ضخامت این لایه بازده افزایش محسوسی نخواهد داشت (شکل ج) از طرفی ضریب پراش نیز با افزایش ضخامت لایه جاذب تا ۱۶۰۰ نانومتر افزایش می یابد که علت آن مقاومت حجمی نیمه رساناست (شکل د)). بنابراین طبق نتایج مذکور سلول در ضخامت ۱۶۰۰ نانومتر بیشترین بازدهی و بهترین عملکرد را دارد لذا بهینه ضخامت لایه جاذب در ۱۶۰۰ نانومتر با بازده ۲۱/۲۹٪ است که با نتایج حاصل از کارهای تحقیقاتی همخوانی دارد.



اثر ضخامت لایه جاذب بر (الف): چگالی جریان اتصال کوتاه (ب): ولتاژ مدار باز (ج): بازدهی (د): فاکتور پر شدگی برای سلول خورشیدی در دو حالت شبیه سازی و تجربی

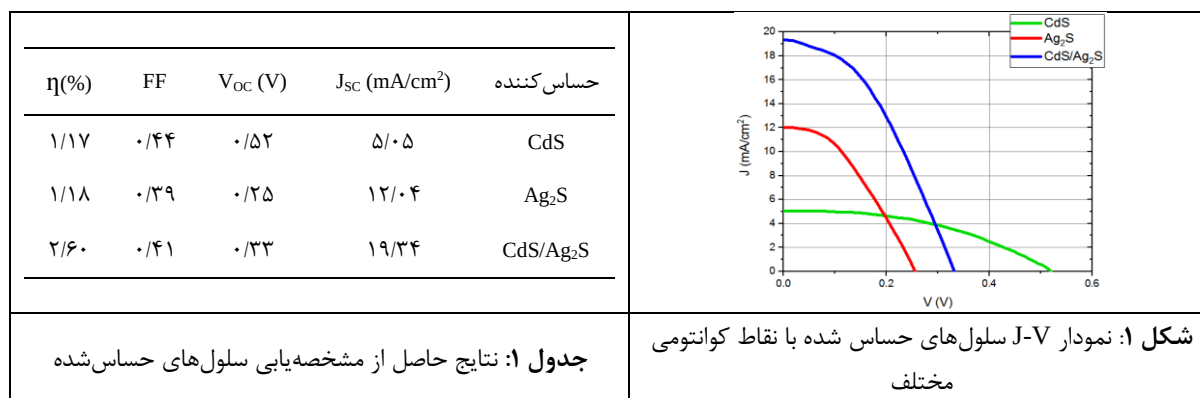
بهبود بازدهی سلول‌های خورشیدی حساس شده با نقاط کوانتومی با استفاده از دو

نوع نقاط کوانتومی CdS و Ag₂S

حسین وحید دستجردی^۱، حمیدرضا فلاح^۱ و مرتضی حاجی محمودزاده^۱

^۱ دانشگاه اصفهان، دانشکده فیزیک

در این پژوهش از نقاط کوانتومی CdS و Ag₂S به عنوان حساس کننده در سلول خورشیدی حساس شده با نقاط کوانتومی استفاده شده است. CdS با وجود داشتن مزایایی از جمله ضریب جذب بالا، تطابق مناسب ترازهای انرژی با TiO₂ و روش‌های سنتز ساده، دارای یک نقص عمده است. این نقاط کوانتومی به علت پهنای گاف انرژی آن‌ها دارای ناحیه‌ی طیفی جذب نور محدود می‌باشند که سبب پایین بودن چگالی جریان سلول می‌شود. استفاده از نقاط کوانتومی مانند PbS و PbSe که دارای گاف انرژی کم می‌باشند برای افزایش جذب طیف گسترده‌تری از نور مورد بررسی قرار گرفته است. سلول نهایی ساخته شده با این مواد نیز به علت بازترکیب شدید جفت الکترون-حفره‌ها دارای چگالی جریان چندان بالایی نیست. ما از ساختار TiO₂/CdS/Ag₂S برای آند استفاده کردیم. مزیت این ساختار نسبت به ساختارهای فوق، تولید چگالی جریان نسبتاً بالایی با جذب نور در محدوده‌ی وسیعی از طیف خورشید است. برای ساخت این سلول، ابتدا خمیر TiO₂ شامل ذرات با قطر ۲۰ نانومتر و سپس خمیر شامل ذرات با قطر چند صد نانومتر به روش دکتر بلید روی زیرلایه‌های تمیز FTO لایه‌نشانی شد. برای لایه نشانی نقاط کوانتومی CdS، محلول‌های آبی ۰/۵ مولار Cd(NO₃)₂ و ۰/۵ مولار Na₂S و برای لایه‌نشانی Ag₂S، محلول‌های آبی ۰/۱ مولار AgNO₃ و ۰/۱ مولار Na₂S تهیه شد و آن‌ها را به روش جذب و واکنش متوالی لایه‌ی یونی (سیلار) لایه نشانی کردیم. تعداد چرخه‌ی بهینه برای نقاط کوانتومی CdS و Ag₂S، به ترتیب ۱۰ و ۴ به دست آمد. زمان فروبردن زیرلایه در محلول‌ها برای لایه‌نشانی CdS یک دقیقه و برای لایه‌نشانی Ag₂S، ۳۰ ثانیه بود. برای آماده‌سازی کاتد نیز از کبالت سولفید (CoS) استفاده شده است. برای این منظور نیز FTO تمیز به روش سیلار توسط محلول‌های آبی ۰/۵ مولار کبالت استات و ۰/۵ مولار Na₂S در ۵ چرخه لایه‌نشانی شد. بعد از آماده‌سازی آند و کاتد، اتصال آن‌ها به یکدیگر و تزریق الکترولیت پلی سولفید میان آن‌ها، سلول‌های ساخته شده تحت شرایط استاندارد AM1.5 (۱۰۰ mW/cm²) مشخصه‌یابی شدند. نمودار چگالی جریان-ولتاژ مربوط به بهترین بازدهی دست‌یافته از نمونه‌های ساخته شده توسط حساس کننده‌های مختلف در شکل ۱ آورده شده است و در جدول ۱ نیز، نتایج حاصل از مشخصه‌یابی این سلول‌ها آورده شده است. همان‌طور که از نتایج به دست آمده پیداست می‌توان با استفاده از دو نوع نقاط کوانتومی با ترتیب CdS/Ag₂S، چگالی جریان اتصال کوتاه را نسبت به حالتی که تنها از CdS استفاده شده است بیش از ۳ برابر و بازدهی سلول خورشیدی را بیش از ۲ برابر افزایش داد.



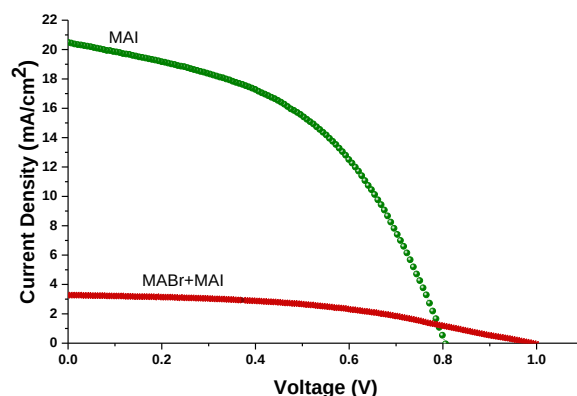
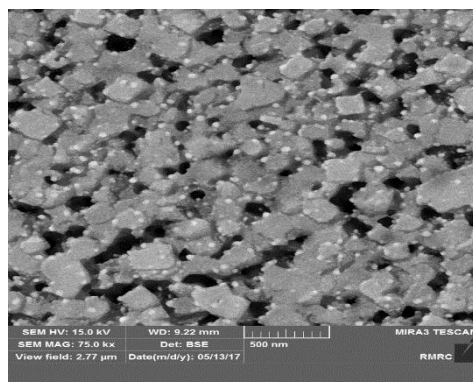
مطالعه اثر برم در تشکیل ساختار پروسکایت ترکیب هالوژنی با روش دو مرحله ای

زهرا یگانگی^۱، فرزاد مرده کتانی اصل^۱، بهرام عبداللهی نژند اصل^{۱،۲}، محمد کاظم مروج فرشی^۱

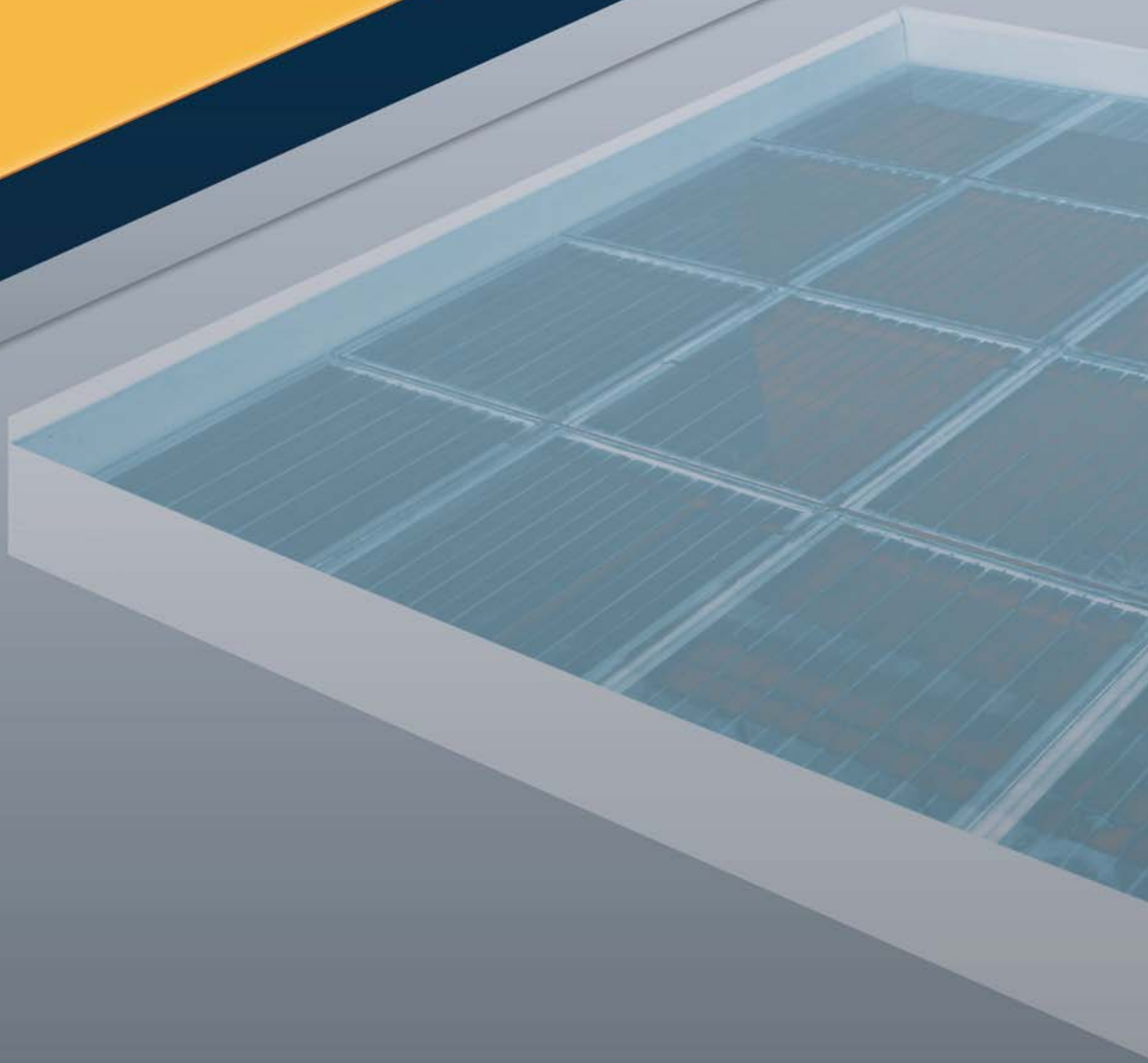
^۱ دانشکده مهندسی برق و کامپیوتر، دانشگاه تربت مدرس، تهران، ایران

^۲ گروه تکنولوژی نانوذرات، جهاد دانشگاهی دانشگاه تربیت مدرس، تهران، ایران

در این تحقیق، سلول خورشیدی پروسکایتی ترکیب هالوژنی با روش ساخت دو مرحله ای معرفی شده است. دو ماده موجود در ساختار لایه جاذب پروسکایتی یعنی سرب (Pb) و ید (I) به وسیله پیش ماده PbI_2 تهیه می شود، درحالی که برم از پیش ماده MABr تهیه می شود. هم چنین تاثیر برم بر روی ولتاژ مدار باز و گف انرژی پروسکایت لایه نازک، مطالعه شده است. در مقایسه با سلول خورشیدی پروسکایتی مبتنی بر ید، برم می تواند با بهبود گف انرژی پروسکایت و مورفولوژی سطح لایه پروسکایت باعث افزایش ولتاژ مدار باز در این نوع سلول ها شود. در سلولهای مبتنی بر ید با توجه به شکل ۱، ولتاژ برابر ۰.۸ ولت است در حالیکه با افزودن برم ولتاژ مدار باز ۱ ولت می شود؛ اما از طرف دیگر، برم باعث کاهش شدید جریان اتصال کوتاه سلول خورشیدی پروسکایتی می شود. گف انرژی لایه پروسکایت اسپین شده، به وسیله آنالیز UV-Visible، برابر ۲.۱۸ الکترون ولت اندازه گیری شده است. از گف انرژی نسبتا زیاد این سلول خورشیدی می توان در کاربردهای تاندم استفاده کرد.



شکل ۱: منحنی ولتاژ-جریان سلول های ساخته شده و مقایسه آنها
شکل ۲: تصویر FESEM لایه پروسکایت ترکیب هالوژنی ید و برم



دانشگاه صنعتی شریف
پژوهشکده علوم و فناوری نانو