همایش نانوفوتونیک ایران ۱۳۹۹- ۱ و ۲ آبان
Iranian Nano-Photonic Conference 2020
October 23 and 24

بررسی اثر فرآیند بلورسازی سرب یدید بر عملکرد سلول های خورشیدی پروسکایتی

محمدجعفرنیک چی*[۱و۲]، محمود برهانی زرندی[۱و۲]، ناصرجهانبخشی زاده[۱و۲]، حجت امراللهی بیوکی[۱و۲]
فاطمه سادات موسوی[۱و۲]

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

چکیده: پروسکایت آلی- معدنی $CH_3NH_3PbI_3$ به دلیل خواص منحصربه فردی همانند طول انتشار بالای حامل‌های بار،گاف انرژی قابل تنظیم و فرآیند ساخت آسان به‌عنوان لایه جاذب نور در سلول‌های خورشیدی پروسکایتی مورد استفاده قرار می‌گیرد. مورفولوژی لایه پروسکایت که تاثیری مستقیم بر عملکرد سلول خورشیدی دارد متأثر از پارامترهای مختلفی است که از جمله آن‌ها، شرایط لایه نشانی لایه پروسکایت است. در این مقاله، لایه پروسکایت به روش دو مرحله‌ای ایجاد شده و اثر زمان به هم خوردن محلول سرب یدید بر مورفولوژی لایه پروسکایت و همچنین عملکرد سلول خورشیدی پروسکایتی مورد بررسی قرار گرفته است. نتایج نشان می‌دهد برای زمان ۱۲ ساعت بلورهای پروسکایت بهتری تشکیل شده‌اند و منجر به ولتاژ مدار- باز بیشتری شده است.

کلید واژگان:پروسکایت، سرب یدید، سلول خورشیدی، لایه نشانی، مورفولوژی

Investigation of the effect of lead iodide crystallization process on the function of perovskite solar cells

M. J. Nickchi[1,2]*, M. Borhani Zarandi[1,2], N. Jahanbakhshi Zadeh[1,2], H. Amrollahi Bioki[1,2], F. Musavi[1,2]

1 Photonic Research Group, Yazd University, Yazd, Iran.

2 Dept. of Physics, Faculty of Science, Yazd University, Yazd, Iran

Abstract- Organic-inorganic perovskite $CH_3NH_3PbI_3$ due to their particular properties such as high diffusion lengths of charge carriers, tunable band-gap and easy construction method, is used as absorbing layer in perovskite solar cells. Morphology of perovskite layer which has a direct impact on performance of solar cell, is influenced by various parameters, including the conditions of deposition of perovskite layer.In this paper, the perovskite layer is created by a two-step method and the effect of stirring time the PbI_2 solution on the morphology of the perovskite layer as well as the performance of the perovskite solar cell is investigated.

Keywords: Deposition, Lead Iodide, Morphology, Perovskite, Solar Cell

*J.nickchi@gmail.com

این مقاله در صورتی دارای اعتبار است که در سایت www.opsi.ir قابل دسترسی باشد.

[Downloaded from opsi.ir on 2026-11-13]

۱- مقدمه

پروسکایت های آلی- معدنی به عنوان نسل جدیدی از مواد حساس به نور درسلول‌های خورشیدی به کار برده می‌شوند. درسال ۲۰۰۹ اولین سلول خورشیدی پروسکایتی حساس شده به رنگ توسط میاساکا معرفی گردید[۱]. ساختار معمول این سلول‌ها متشکل از چهار لایه سدکننده حفره، مزومتخلخل TiO_2، پروسکایت و رسانای حفره است، که برروی FTO لایه نشانی شده و طلا نیز به عنوان کاتد برروی لایه انتقال دهنده حفره لایه نشانی می‌شود[۲]. رایج ترین ماده پروسکایت مورد استفاده در ساختار سلول های خورشیدی $CH_3NH_3PbX_3$ است که اتم X می تواند یون‌های هالوژنی مانند برم، ید یا کلر باشد[۱].تراکم‌پذیری و اندازه بلورهای تشکیل شده در لایه پروسکایت به شرایط لایه‌نشانی لایه پروسکایت بستگی دارد[3]. در این مقاله اثر فرآیند بلورسازی لایه نشانی سرب یدید بر مورفولوژی لایه پروسکایت و عملکرد سلول خورشیدی پروسکایتی بدون انتقال دهنده حفره مورد بررسی قرار گرفته است و نتایج آن شرح داده شده است.

۲- روش آزمایش

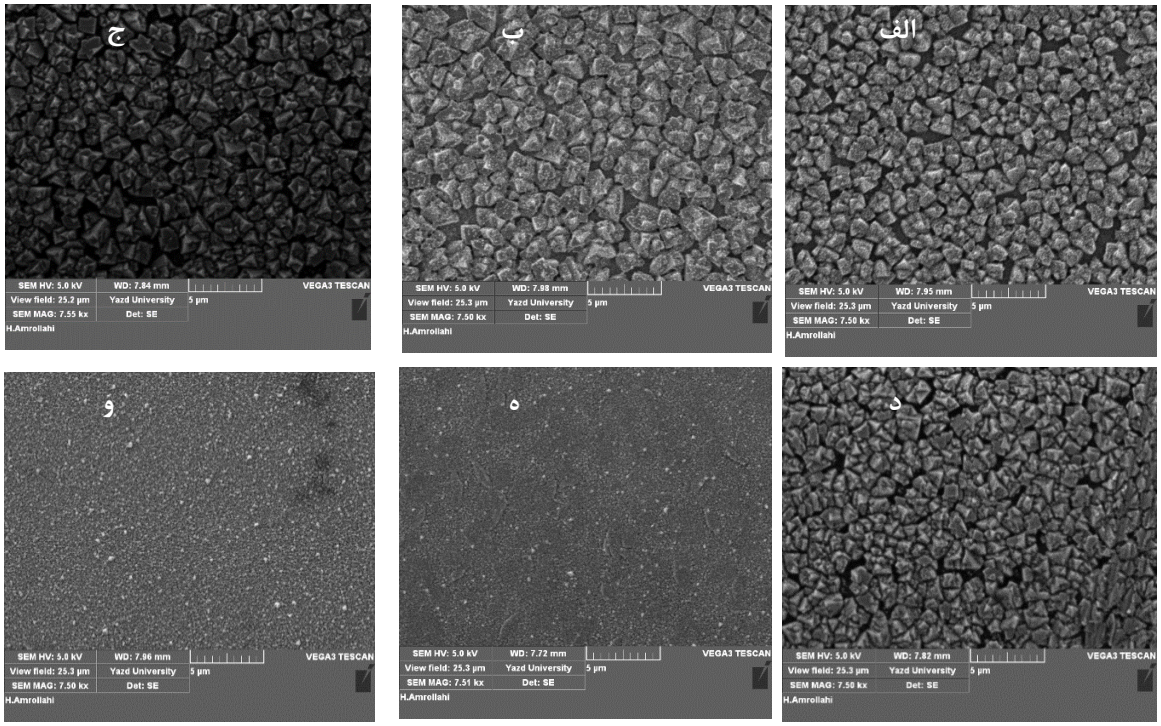
ابتدا لایه‌ی FTO به روش شیمیایی (با استفاده از پودر روی و هیدروکلریک اسید) با توجه به مدل مورد نیاز الگودهی شد. سپس پس از شست و شو توسط استون، آب مقطر و اتانول، لایه‌ی سدکننده‌ی حفره با ضخامتی در حدود ۱۰۰ نانومتر با روش لایه‌نشانی چرخشی، لایه‌نشانی و سپس تا دمای ۵۰۰ °C به مدت ۳۰ دقیقه پخت داده شد. بعد از آن لایه‌ای از محلول رقیق شده خمیر اکسید تیتانیوم با روش لایه‌نشانی چرخشی با سرعت ۴۰۰۰ دور بر دقیقه، به مدت ۶۰ ثانیه لایه‌نشانی شد و سپس به مدت یک ساعت، تحت دمای ۵۰۰ °C پخت داده شد. برای لایه‌نشانی پروسکایت بر روی لایه‌ی متخلخل از روش دو مرحله‌ای غوطه‌وری استفاده شد. در این روش، ابتدا ۴۶۰ میلی گرم پودر سرب یدید در ۱ میلی‌لیتر دی‌متیل فرم‌آمید در دمای ۷۰ °C طی زمان های مختلف به هم خورد و بعد به روش لایه‌نشانی چرخشی با سرعت ۲۵۰۰ دور بر دقیقه لایه‌نشانی شد. سپس به مدت ۱۵ دقیقه در دمای ۷۰ °C خشک شد. در مرحله بعدی هر کدام از نمونه‌ها به مدت ۵ دقیقه در محلول متیل‌آمونیوم‌یدید در ۲۵ درجه سانتی‌گراد (دمای محیط) غوطه‌ور شده و سپس به مدت ۱۵ دقیقه داخل دسی‌کاتور قرارگرفت و بعد به مدت ۱۵ دقیقه در دمای ۷۰ °C پخت داده شده و در نهایت لایه نازک طلا با ضخامت ۶۰ نانومتر با روش اسپاترینگ در خلأ بر روی لایه پروسکایت قرار گرفت. به منظور بررسی اثر زمان به هم خوردن محلول سرب‌یدید در بلورینگی لایه پروسکایت زمان های مختلف از ۲ تا ۱۴ ساعت در بازه زمانی دو ساعته برای تشکیل سرب یدید انتخاب شد.

۳- نتیجه گیری

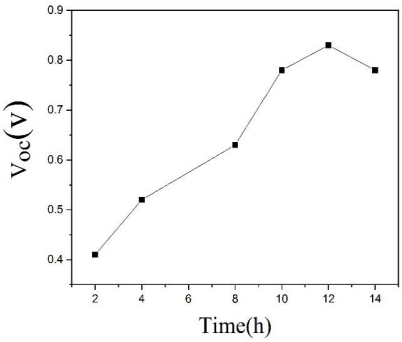
تصاویر میکروسکوپ الکترونی روبشی (SEM) پروسکایت تشکیل شده در شکل ۱ نشان داده شده اند. همانطور که در شکل ۱مشاهده می‌شود بلورهای پروسکایت برای زمان ۱۲ ساعت به صورت بلورهای با اندازه نقریبی ۲۰۰ نانومتر و به صوت کاملاً فشرده و منظم تشکیل شده است. وجود حفره‌های سطحی در دیگر نمونه‌ها باعث افزایش احتمال به دام افتادگی حامل‌های بار در لایه پروسکایت و درنتیجه تضعیف در ولتاژ مدار- باز (Voc) سلول خورشیدی پروسکایتی و در نتیجه کاهش بازدهی سلول می‌شود. نتایج مربوط به تاثیر زمان بهم خوردن محلول PbI_2 بر روی ولتاژ مدار باز سلول در نمودار شکل ۲، با نتایج تصاویر میکروسکوپی الکترونی (شکل ۱) سازگاری دارد و باتوجه به عدم استفاده از لایه انتقال دهنده حفره، بازده سلول ها بالانبوده و با نتایج دیگران مطابقت دارد.

این مقاله در صورتی دارای اعتبار است که در سایت www.opsi.ir قابل دسترسی باشد.

[Downloaded from opsi.ir on 2026-11-13]



شکل۱- تصاویر میکروسکوپ الکترونی پروسکایت تشکیل شده مربوط به زمان های مختلف به هم خوردن محلول سرب‌یدید،الف)۲ ساعت، ب)۴ ساعت، ج)۸ ساعت، د)۱۰ ساعت، ه)۱۲ ساعت، و) ۱۴ ساعت



شکل۲- نمودار ولتاژ مدار- باز بر حسب زمان هایی که محلول سرب‌یدید بهم زده شده است.

همانطور که مشاهده می‌شود زمان ۱۲ ساعت بهم خوردن محلول PbI_2 بیشترین ولتاژ مدار- باز را دارد. زیرا بلورهای آن فشرده تر وفضای خالی بین آن ها کم تر است.

مراجع

1. A. Sharenko et. al. ***J.* Am. Chem. Soc *138*(2)**, 463-470.
2. C. Chenghao et. al. **Chem. Mater 28(8)**, 2742-2749.
3., N. J. Zadeh et. al. **Thin Solid Films** , *660*, 65-74.
1. A. Sharenko and M. F. Toney, "Relationships between lead halide perovskite thin-film fabrication, morphology, and performance in solar cells," **Journal of the American Chemical Society 138**, 463-470, 2016. https://doi.org/10.1021/jacs.5b10723
2. C. Cao, C. Zhang, J. Yang, J. Sun, S. Pang, H. Wu, et al., "Iodine and chlorine element evolution in CH3NH3PbI3–x Cl x thin films for highly efficient planar heterojunction perovskite solar cells," **Chemistry of Materials 28**, 2742-2749, 2016. https://doi.org/10.1021/acs.chemmater.6b00429
۳. N. J. Zadeh, M. B. Zarandi, and M. R. Nateghi, "Effect of crystallization strategies on CH3NH3PbI3 perovskite layer deposited by spin coating method: Dependence of photovoltaic performance on morphology evolution. **Thin Solid Films**, *660*, 65-74. https://doi.org/10.1016/j.tsf.2018.03.038.

این مقاله در صورتی دارای اعتبار است که در سایت www.opsi.ir قابل دسترسی باشد.

[Downloaded from opsi.ir on 2026-11-13]