این مقاله طبق مجوز شماره ۹۳/۱۷/۸۰۵ مرکز منطقه ای اطلاع رسانی علوم و فناوری RICeST زیر نظر وزارت علوم، تحقیقات و فناوری در آن مرکز نمایه و منتشر شده است.

شبیه‌سازی و بهبود عملکرد سلول‌های خورشیدی پروسکایت با افزایش چگالی ناخالصی لایه جاذب

سعید رحمان نسب [۱]، عبدالنبی کوثریان [۲]، کریم انصاری اصل [۳]

[۱]دانشگاه شهید چمران اهواز، saeed2261372@yahoo.com
[۲]دانش یار دانشگاه شهید چمران اهواز ، akovsarian@yahoo.com
[۳]استاد یار دانشگاه شهید چمران اهواز، karim.ansari@scu.ac.ir

چکیده

امروزه یکی از دغدغه‌های سلول‌های خورشیدی، دستیابی به بازدهی بالا ضمن پایین آوردن هزینه‌های فرآیند ساخت است که سلول‌های پروسکایت پتانسیل برآورده کردن این دو خواسته را دارند. سلول‌های خورشیدی پروسکایت، از نسل سوم سلول‌های خورشیدی محسوب می‌شوند که تاکنون قابلیت‌های بسیاری از خود نشان داده‌اند به‌گونه‌ای که از آن‌ها به‌عنوان گزینهٔ اصلی جایگزینی سلول‌های خورشیدی پرهزینهٔ معدنی، یاد می‌شود. مواد با ساختار پروسکایت به‌طورکلی به‌صورت ترکیب سه‌بعدی MBX_3 می‌باشند که امروزه ترکیبات پروسکایت هالیدی به‌صورت I-IV-VII$_3$، توجه زیادی را به خود جلب کرده است. نیمه‌رسانای هیبریدی $MAPbI_3$ دارای دو خاصیت مهم و منحصربه‌فرد جاذب قوی نور و انتقال‌دهندگی مناسب حامل‌ها می‌باشد، ازاین‌رو ساختاری مناسب برای سلول خورشیدی محسوب می‌شود. این شبیه‌سازی توسط نرم‌افزار شبیه‌ساز سیلواکو[۱] و از ماژول اطلس انجام می‌گیرد که با افزایش ناخالصی لایه جاذب از 10^{13} به 10^{17} بازده سلول از ۱۴/۴۹ به ۱۷/۴۲ افزایش می‌یابد.

واژه‌های کلیدی

کلیدواژه- بازدهی بالا، سلول خورشیدی، پروسکایت، سیلواکو، افزایش ناخالصی

مقدمه

دو عامل اصلی که در عملکرد هر سلول خورشیدی موردتوجه قرار می‌گیرد افزایش بازدهی و کاهش هزینه ساخت می‌باشد. بر این اساس مواد و فناوری‌های مختلفی موردمطالعه قرارگرفته‌اند. اخیراً نمونه جدیدی از سلول‌های خورشیدی نسل سوم با نام سلول‌های پروسکایت کشف و موردپژوهش قرارگرفته‌اند که نمونه‌های اولیه آن عملکردی مشابه سلول‌های حساس شده با رنگ داشتند، اما به دلایلی ازجمله ناپایداری که از مایع بودن الکترولیت ناشی می‌شد، جای خود را به سلول‌های پروسکایت حالت‌جامد دادند که ازنظر پایداری مناسب‌ترند. امروزه سلول‌های پروسکایت به خاطر ارزان قیمت بودن و سرعت شگفت‌انگیز در افزایش بازده تبدیل توان الکتریکی، بسیار موردتوجه قرارگرفته‌اند. سلول‌های خورشیدی بر پایه جاذب‌های نور هالیدهای آلی_فلزی تکنولوژی مطمئنی برای تبدیل انرژی با بازده بالا و هزینه‌های پایین را معرفی می‌کند. از زمانی که سلول‌های خورشیدی پروسکایت با طول عمر بالا و بازده ۹/۷ درصد در سال ۲۰۱۲ گزارش شد [۱]، بازده ۱۹/۳درصد در سال ۲۰۱۴ گزارش شد [۲] که بازده ۲۰/۴ درصد در سال ۲۰۱۵ مورد تأیید قرارگرفته است [۳]. چنین بازده فوتوولتاییک بالا به خواص جذبی بالا این سلول‌ها و تعادل در میزان انتقال بار با طول نفوذ بالا مربوط می‌شود. بااین‌وجود همچنان ناشناخته‌های بسیاری درزمینهٔ اساس چنین بازده بالایی وجود دارد. اصول و مکانیزم کاری سلول‌های خورشیدی پروسکایت تاکنون به‌درستی مشخص نشده است که مهم‌ترین جز برای فهم دقیق سلول‌های خورشیدی پروسکایت می‌باشد. این سلول‌ها با توجه به بازده بسیار بالای (۲۰/۴) درصد و هزینه ساخت بسیار پایینشان در مقایسه با سایر سلول‌های خورشیدی بازده بالا از قبیل سیلیکونی، کادمیم تلوراید،CIGS و گالیم آرسنایید، بسیار موردتوجه دانشمندان قرارگرفته است

در این مقاله به کمک نرم‌افزار سیلواکو مشخصه‌های سلول خورشیدی پروسکایت ازجمله جریان اتصال کوتاه، ولتاژ مداراز، ضریب پرکنندگی و بازده محاسبه می‌شوند. هدف این تحقیق شبیه‌سازی سلول خورشیدی پروسکایت و بهبود عملکرد آن با افزایش ناخالصی لایه جاذب می‌باشد

حل عددی

یک سلول خورشیدی در ساده‌ترین حالت یک پیوند p-n است که مشخصه جریان-ولتاز آن مطابق شکل زیر به ناحیه چهارم منتقل‌شده، به این معنی که به بار توان تحویل می‌دهد. جریان اتصال کوتاه سلول برابر با حامل‌های تولیدشدهٔ نوری هستند که توسط میدان جداسازی و به ترمینال‌های خارجی منتقل‌شده‌اند؛ اما با توجه به بازترکیب‌های موجود در قطعه این مقدار همواره از حامل‌های نوری تولیدشده کمتر است.

[1] Silvaco