

طراحی و شبیه سازی سلول خورشیدی پروسکایت با بکارگیری ماده آلی Pentacene در لایه انتقال دهنده حفره

امیر نورالهی^۱، زهرا آهانگری^۱

گروه الکترونیک، دانشکده مهندسی برق، دانشگاه آزاد اسلامی واحد یادگار امام خمینی (ره) شهری

noroolahi@yahoo.com

z.ahangari@iausr.ac.ir

چکیده

در این مقاله سلول خورشیدی پروسکایت با استفاده از لایه انتقال دهنده حفره آلی پنتاسن (Pentacene) مورد مطالعه و شبیه سازی قرار گرفته است. این ماده ذاتاً دارای آلایش نوع P است و فرایند ساخت ساده ای در فاز محلول دارد. در لایه انتقال دهنده الکترون نیز از ماده لایه نازک ایندیوم-گالیوم-اکسید زینک (IGZO) استفاده شده است. اثر پارامترهای مهم ساختاری بر عملکرد افزاره مورد بررسی قرار گرفته است. براساس نتایج شبیه سازی، بازده ۱۹.۲۴٪، ولتاژ مدار باز ۰.۸۸ Volt و جریانی اتصال کوتاه 28.36 mA/cm^2 در این افزاره دست آمده است.

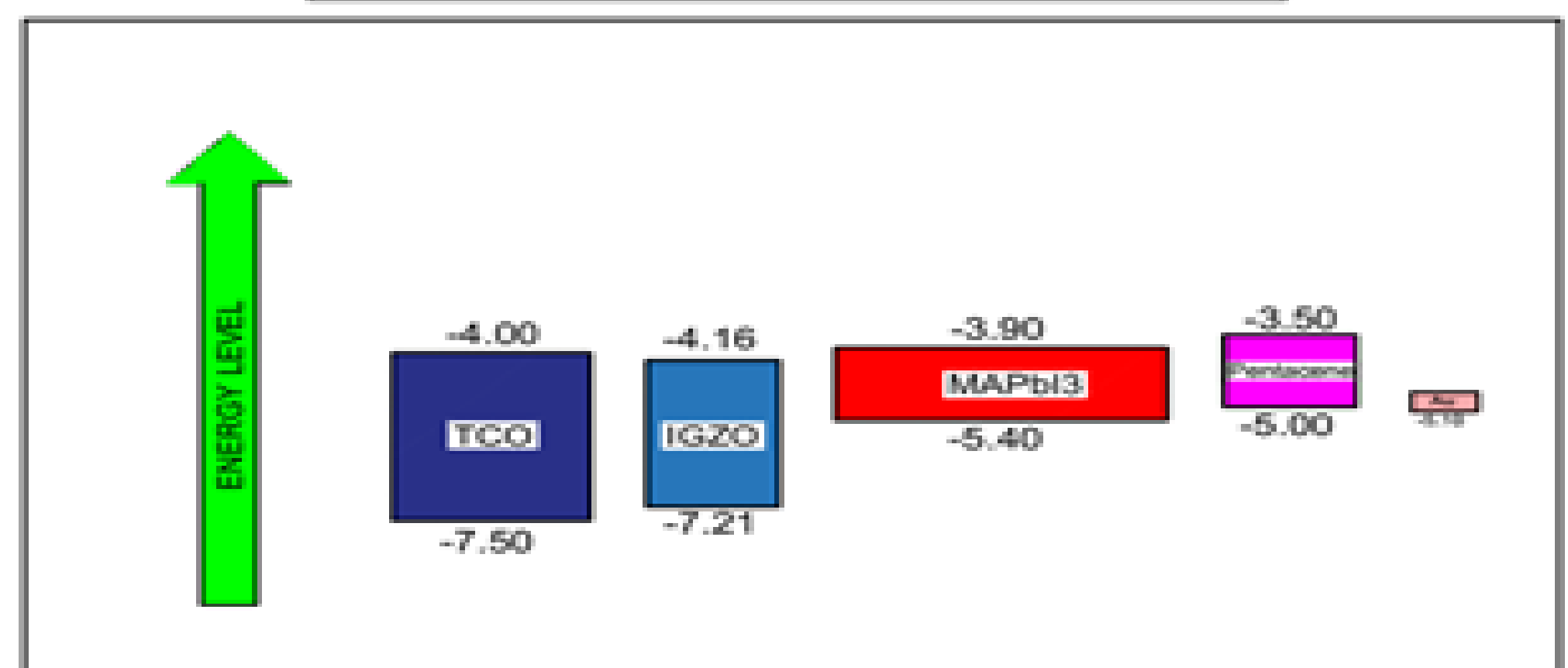
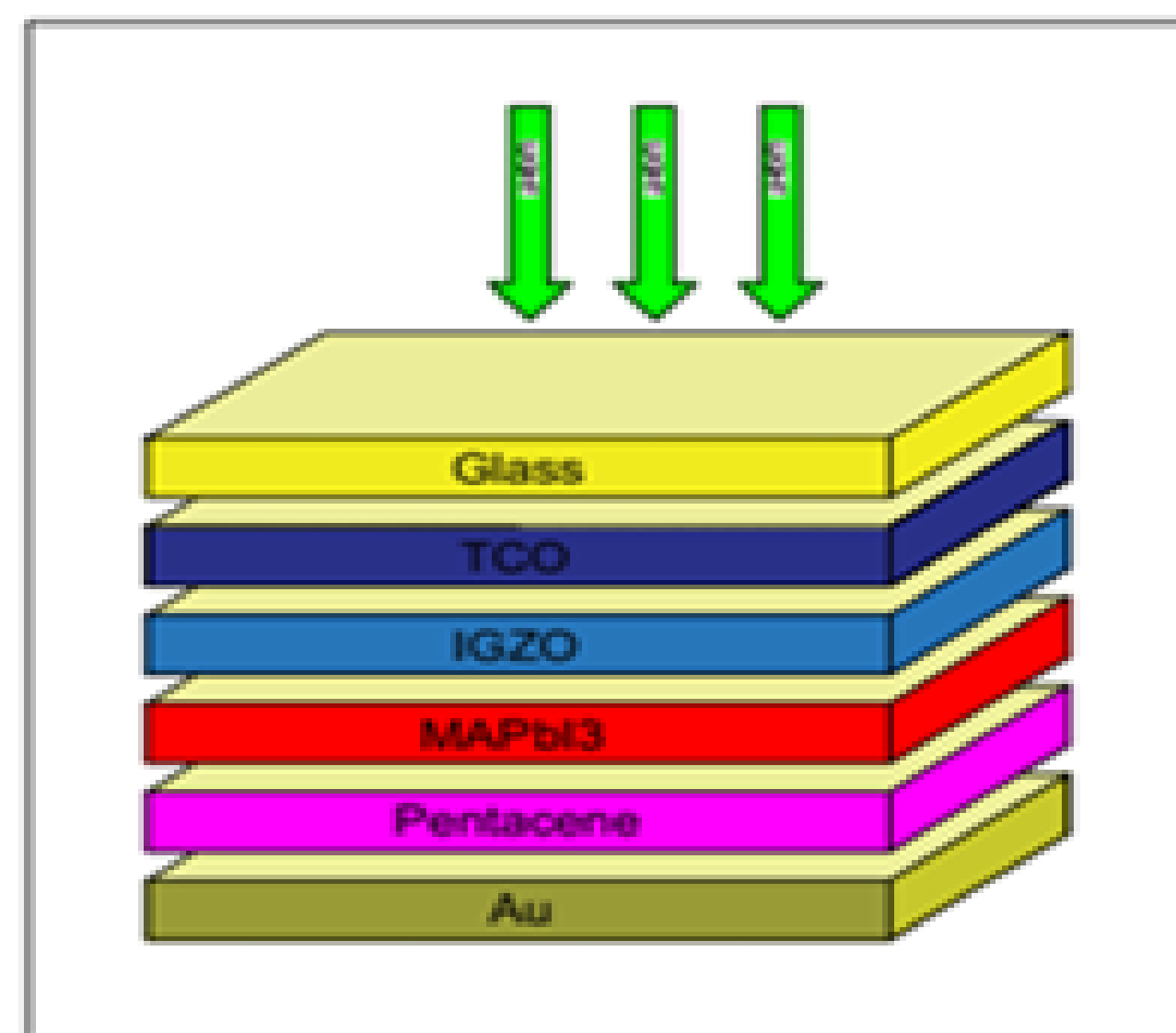
مقدمه:

در پژوهش حاضر سلول پروسکایتی بر مبنای لایه انتقال دهنده الکترون لایه جاذب و لایه انتقال دهنده حفره، مورد بررسی قرار گرفته و از دو ماده جدید با ویژگیهای الکتریکی منحصر به فرد برای افزایش بازدهی سلول خورشیدی استفاده شده است. در لایه انتقال دهنده الکترون از ماده ایندیوم-گالیوم-اکسیدزینک و در لایه انتقال دهنده حفره از ماده آلی پنتاسن استفاده شده است.

شبیه سازی افزاره در نرم افزار SCAPS-1D و پارامترهای شبیه سازی با توجه به داده های تجربی در نظر گرفته شده اند.

مواد و ابعاد:

ماده آلی Pentacene بعنوان لایه انتقال دهنده حفره که از پرکاربردترین مواد برای ساخت ترانزیستورهای آلی و از نوع هیدروکربن آلی پنج حلقه ای با فرمول شیمیایی $C_{22}H_{14}$ و ذاتاً نیمه هادی نوع P با قابلیت انعطاف مکانیکی بالایی می باشد.



نوار انرژی و لایه بندی ساختار

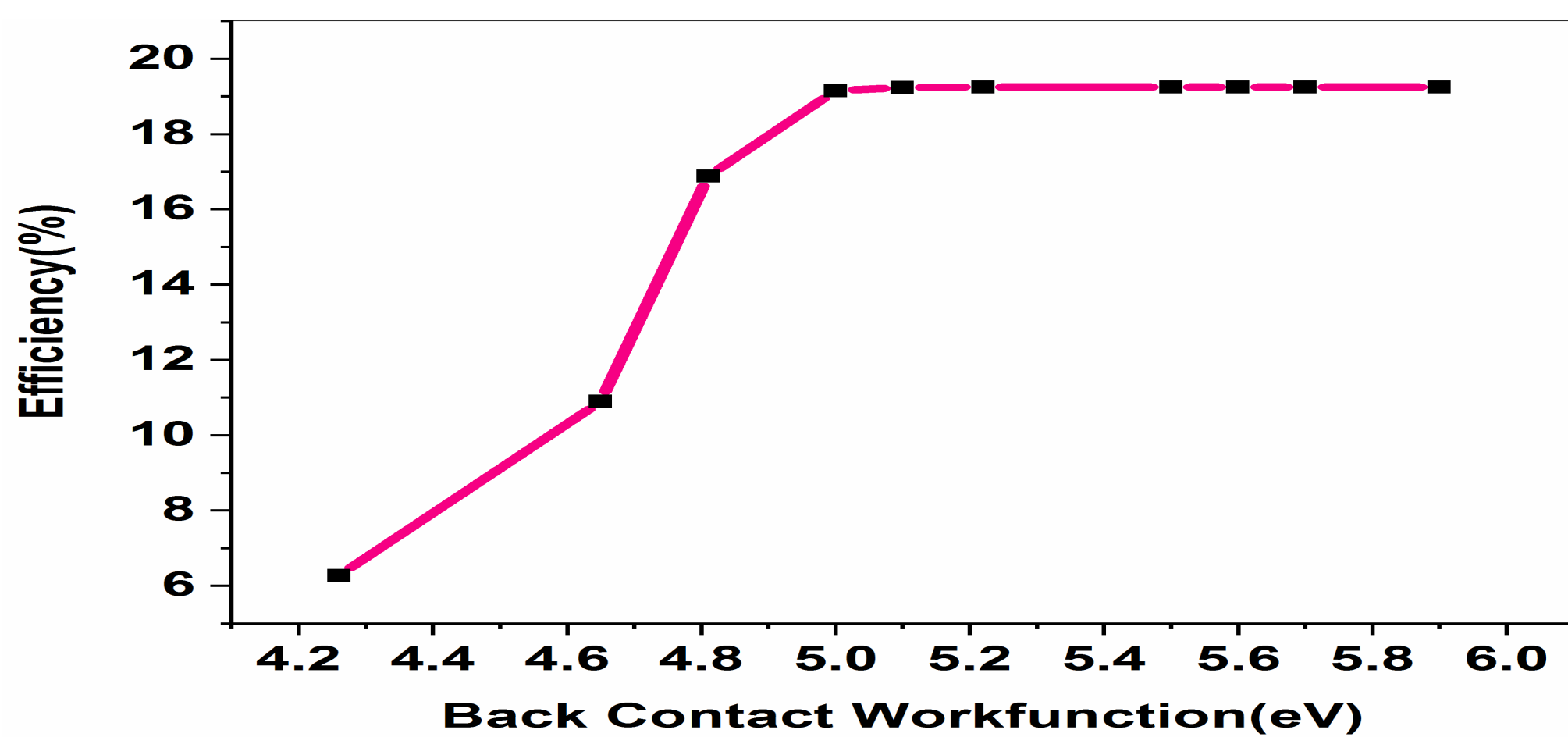
شبیه سازی

براساس مشخصات مواد و لایه ها، شبیه سازی با طیف نور AMG1.5 و با اعمال نقص های لایه جاذب و فصل مشترک لایه انتقال دهنده الکترون و لایه انتقال دهنده حفره انجام پذیرفت.

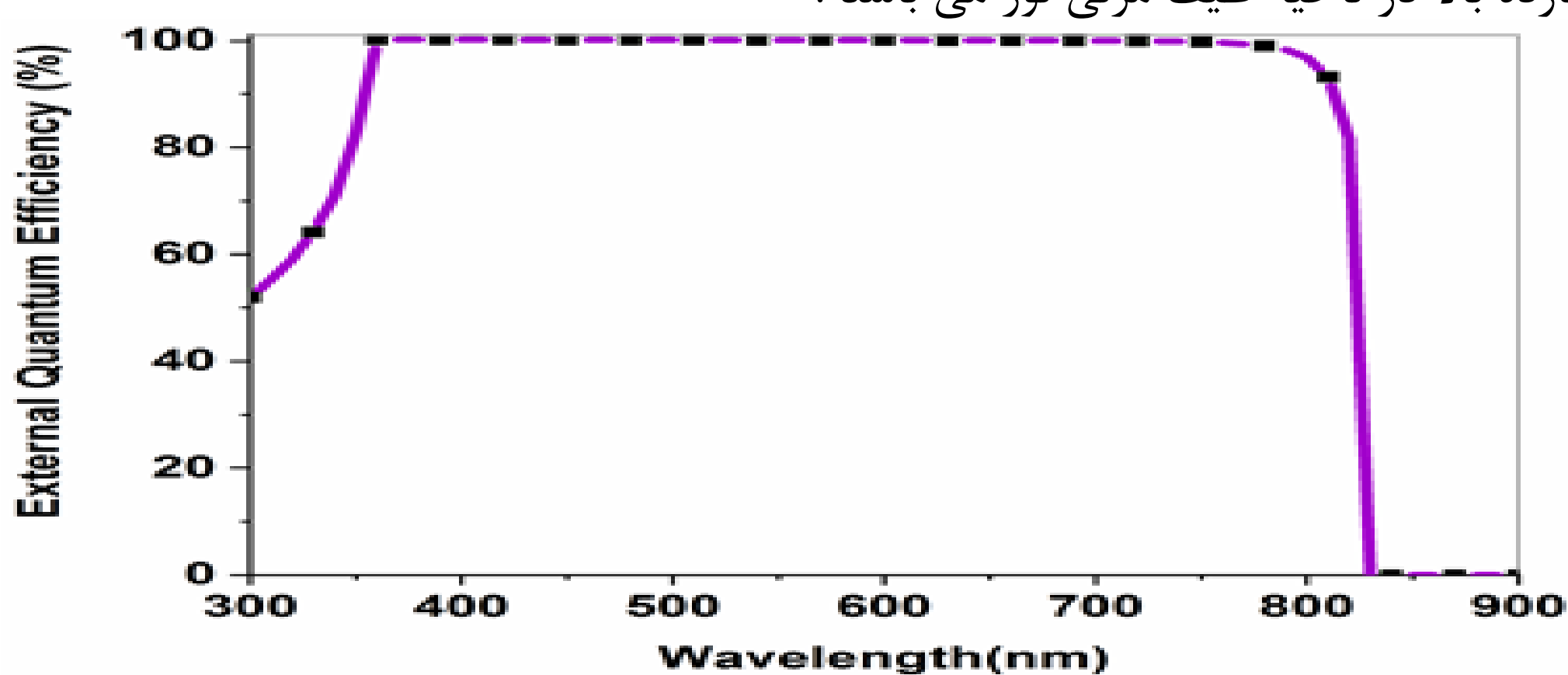
نتایج و بحث

بررسی میزان ضخامت لایه پنتاسن و بازدهی

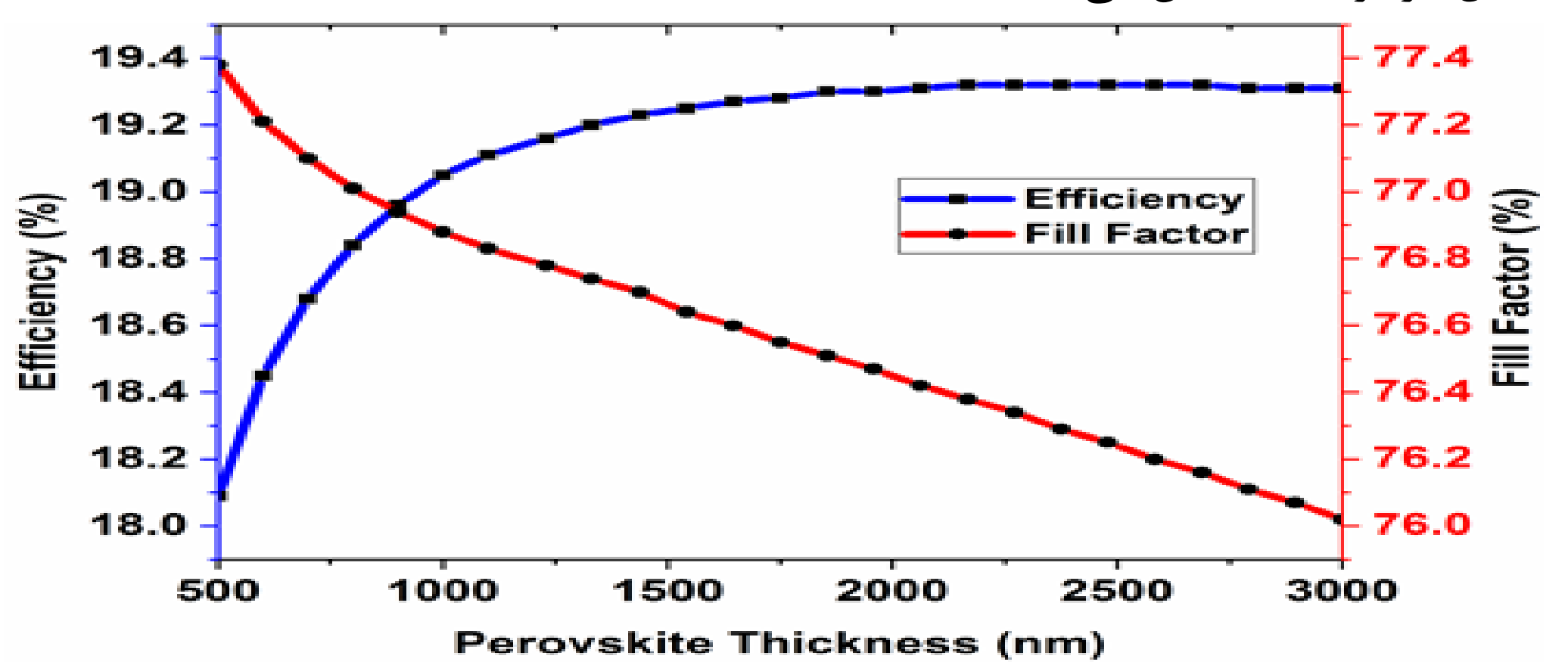
با افزایش تابع کارگیت، بازده افزایش می یابد. دلیل آن کاهش سد شاتکی در فصل مشترک لایه انتقال دهنده حفره و آند و سهولت خروج حامل ها از آند می باشد.



بازده کوانتومی سلول خورشیدی بر حسب طول موج نور تابشی بررسی و نشان دهنده بازده بالا در ناحیه طیف مرئی نور می باشد.



با افزایش ضخامت لایه جاذب پروسکایت، بازده سلول خورشیدی افزایش و به اشباع می رسد. نکته مهم این است که به دلیل سرعت بالای جداسازی الکترون و حفره احتمال باز ترکیب کاهش می یابد.



نتیجه گیری:

در ساختار پیشنهادی، بازدهی ۱۹.۲۴٪ برای سلول خورشیدی بدست آمده است. براساس نتایج بدست آمده، به ازای ضخامت لایه انتقال دهنده حفره کمتر از ۲۰ nm، سلول خورشیدی بازدهی قابل قبولی دارد. ماده بکارگرفته شده در لایه انتقال دهنده الکترون (IGZO) اصلی ترین ماده در ساخت ادوات لایه نازک است و دارای قابلیت حرکت بالایی برای الکترونها میباشد. براساس نتایج بدست آمده، میتوان از این ساختار در طراحی سلول خورشیدی لایه نازک انعطاف پذیر، مقرون به صرفه و با بازده بالا که قابلیت ساخت در فاز محلول را دارند استفاده نمود.

Voc(Volt)	Jsc(mA/cm ²)	FF(%)	eta(%)	V MPP(Volt)	J MPP(mA/cm ²)
۰.۸۸	۲۸.۳۶	۷۶.۶۶	۱۹.۲	۰.۷۲	۲۶.۷

مراجع

- [1] K. Deepthi Jayan and V. Sebastian, "Modelling and comparative performance analysis of tin based mixed halide perovskite solar cells with IGZO and CuO as charge transport layers," *Int. J. Energy Res.*, vol. 45, no. 11, pp. 16618-16632, 2021, doi: 10.1002/er.6909.
- [2] X. Yang et al., "Pentacene as a hole transport material for high performance planar perovskite solar cells," *Curr. Appl. Phys.*, vol. 18, no. 10, pp. 1095-1100, 2018.
- [3] A. Sunny, S. Rahman, M. M. Khatun, and S. R. Al Ahmed, "Numerical study of high performance HTL-free CH₃NH₃SnI₃-based perovskite solar cell by SCAPS-1D," *AIP Adv.*, vol. 11, no. 6, p. 65102, 2021.

