



بیست و ششمین کنفرانس اپتیک و  
فوتونیک ایران و دوازدهمین  
کنفرانس مهندسی و فناوری  
فوتونیک ایران،  
دانشگاه خوارزمی،  
تهران، ایران.  
۱۵-۱۶ بهمن ۱۳۹۸



## رشد کامپوزیت نانومیله‌های اکسیدروی و پلیمرهای رسانا بر بستر پارچه کربنی

زهرا پاینده‌داری‌نژاد<sup>۱</sup>، علی غفاری‌نژاد<sup>۲</sup>، شهاب نوروزیان<sup>۱</sup>، بیژن غفاری<sup>۱\*</sup>

۱- دانشکده فیزیک، دانشگاه علم و صنعت ایران، تهران، ایران

۲- دانشکده شیمی، دانشگاه علم و صنعت ایران، تهران، ایران

Za.payaneh@gmail.com<sup>1</sup>, ghaffarinejad@iust.ac.ir<sup>2</sup>, sh.norouzian@gmail.com<sup>1</sup>

ghafary@iust.ac.ir<sup>1\*</sup>

چکیده - در این مقاله، رشد کامپوزیتی از نانوساختارهای اکسید روی و پلی‌آنیلین به عنوان یک اتصال p-n به منظور استفاده در قطعات فوتونیک بررسی شده است. هر دو ساختار بوسیله روش الکتروشیمیایی بر روی پارچه کربنی رشد داده شده‌اند. مورفولوژی و شکل ساختار با تصویر SEM بررسی شده و با آنالیز EDX-MAP و XRD وجود، مقدار مواد و شکل بلور، در نمونه‌ها بررسی شده است. در پایان نشان داده می‌شود که این اتصال می‌تواند به طور بالقوه در ساخت قطعات اپتوالکترونیکی به خصوص آشکارسازهای نوری استفاده شود.

کلید واژه- اکسیدروی، پلی‌آنیلین، روش الکتروشیمیایی

## Nanorode zno and conductive polymer composite synthesis on carbon cloth substrate

Zahra Payandehdarinejad<sup>1</sup>, Ali Gaffarinejad<sup>2</sup>, Shahab Norouzian<sup>1</sup> and Bijan Ghaffari<sup>1\*</sup>

1-Department of Physic , Iran University of Science and Technology, Tehran, Iran

2-Department of Chemestry , Iran University of Science and Technology , Tehran, Iran

Abstract- In this article, we have developed synthesis of a new composite by zincoxide nanoparticles and polyaniline as a p-n junction to be used in photonic device. Both structures are synthesized based on a carbon cloth through electrochemical methods. Morphological analysis were performed by SEM imaging and proportion of materials were analyzed and measured by EDX-MAP and XRD. Finally, it was shown that this new pn junction may have potential application in photoelectronic devices as photodetector.

Keywords: zincoxide, polyaniline, electrochemical method

## روش انجام آزمایش

ابتدا باید نانومیله‌های روی اکسید با روش الکتروشیمیایی بر زیر لایه‌ی پارچه کربنی نشانده شود. برای این کار به محلول الکترولیتی نیاز داریم که شامل آمونیم نیترات  $0.05$  مولار و روی نیترات  $0.01$  مولار در دمای  $70$  درجه است و به مدت  $1$  ساعت جریان  $2$  میلی آمپر را از آن عبور می‌دهیم تا ساختارهای میله‌ای روی اکسید بدست آید. سپس با قرار دادن دوباره این ساختارها در محلولی شامل  $0.3$  مولار پلی‌آنیلین در  $5$  میلی لیتر بافر فسفات، با  $20$  دور گردش با دامنه روبشی  $0.4$  تا  $1.2$  و سرعت روبش  $0.3$  ولت بر ثانیه باعث نشست نانوساختارهای آنیلین بر روی نانومیله‌های روی اکسید می‌شویم.

هر گونه تغییری در مراحل رشد اکسیدروی باعث به وجود آمدن ساختار متفاوتی از آن خواهد شد. در نتیجه باید با کمک تصاویر SEM از درست بودن مورفولوژی مورد نظر، اطمینان حاصل کرد.

مورفولوژی بدست آمده بر روی این نمونه‌ها با تست‌های SEM و EDX-MAP و XRD بررسی شده است.

## نتایج

نانوساختارهای میله‌ای روی اکسید خواص منحصر به فردی در انتقال الکترون دارند و به دلیل شکل ساختاریشان مسیر یک طرفه‌ای برای عبور الکترون‌ها بوجود می‌آورند. پس بهتر است در آشکارسازها، از ساختار میله‌ای اکسیدروی استفاده شود تا هم رسانایی بهتری داشته باشیم و هم نرخ بازترکیب الکترون‌ها و حفره‌ها کمتر شود [۵]. از کنار هم قرار گرفتن این دو نیمه هادی، نوعی دیود p-n شکل می‌گیرد و می‌توان پس از برخورد نور فرابنفش به این دیود، الکترون-حفره‌های تولید شده را تحت یک میدان الکتریکی خارجی جمع‌آوری کرد [۶].

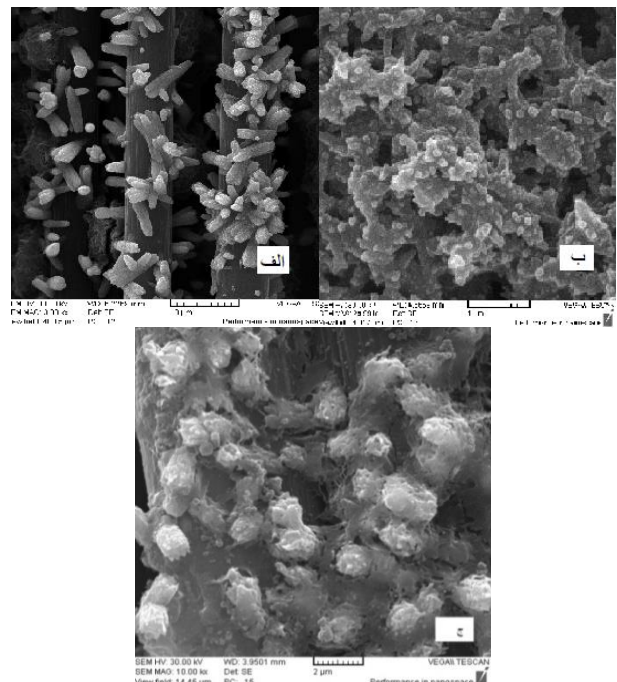
## مقدمه

روی اکسید در مقیاس نانو، یک نیمه‌هادی نوع n با شفافیت زیاد در دمای اتاق است و به علت جذب اشعه فرابنفش دارای کاربردهای ویژه‌ای از قبیل استفاده در ابزارهای نوری و فوتوالکترونیکی، سطوح صوتی، مواد پیزوالکتریک، فوتودیود، سلول خورشیدی و... می‌باشد [۱]. اکسیدروی دارای یکی از غنی‌ترین نانوساختارها از نظر تنوع مورفولوژی و کاربرد است، که باعث بروز ویژگی‌ها و کاربردهای منحصر به فردی در آن می‌گردد. از انواع مورفولوژی‌های نانوساختار اکسیدروی به مورفولوژی کروی، صفحه‌ای، ویسکرز و گل مانند می‌توان اشاره کرد [۱]. گزارش‌های زیادی توسط گروه‌های محقق داده شده که یک اتصال بین نیمه هادی‌های نوع n و p باعث بهبود پاسخدهی نور در دیودهای نوری خواهد شد [۲]. برخی از پلیمرهای رسانا که با اندکی دوپ‌شدگی نیمه رسانای نوع p هستند می‌توانند این اتصال را با اکسید روی برقرار کنند. به عنوان یک نیمه هادی نوع p موفق می‌توان از پلی‌آنیلین نام برد [۳]. نانوساختارهای پلی‌آنیلین در تجهیزات اپتوالکترونیکی از اهمیت زیادی برخوردار هستند. اتصال نانوساختارهای اکسیدروی و این پلیمررسانا باعث بوجود آمدن ناحیه تخلیه شده و در اثر برخورد نور در ناحیه‌ی تخلیه الکترون-حفره تولید می‌شود [۴].

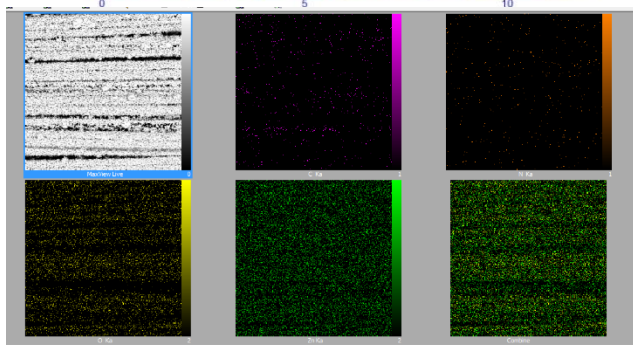
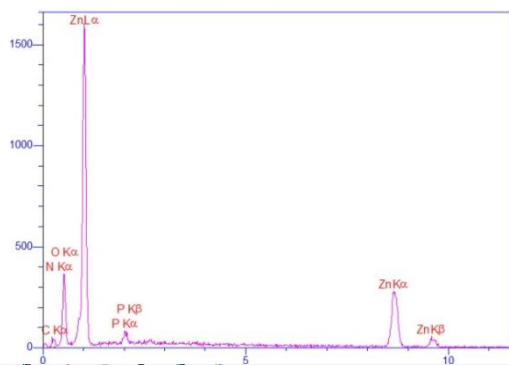
پارچه‌های کربنی بستری مناسب برای رشد این ساختارها می‌باشند که علاوه بر تمایل نشست نانوساختارها بر روی آن‌ها به علت رسانایی خوب، توان انتقال الکترون‌های تولید شده را دارند.

این مقاله به هدف ساخت دیود نوری و در ادامه، استفاده از آن‌ها در ساخت آشکارساز نوری، به رشد کامپوزیتی از روی اکسید و پلیمرهای رسانا، بر بستری از پارچه‌های کربنی پرداخته است.

شکل (۲) الگوی XRD مربوط به کامپوزیت روی اکسید-آنیلین را نشان می‌دهد. در این الگو پیک‌های مشاهده شده در زاویه بین ۳۰ تا ۴۰ درجه می‌باشند که نشان دهنده رشد هگزاگونال بلور روی اکسید بر طبق استاندارد (JCPDS data card 36-1451) است. بلندتر شدن پیک مربوط به صفحه‌ی (002) نشان می‌دهد که بلور، مایل به رشد عمودی بر سطح زیر لایه می‌باشد. رشد عمودی بلور نشان‌دهنده شکل‌گیری نانومیله‌های روی اکسید است و همچنین نشان می‌دهد کامپوزیت کردن آن‌ها با پلیمر تاثیری بر شکل هگزاگونال اکسیدروی نگذاشته است.



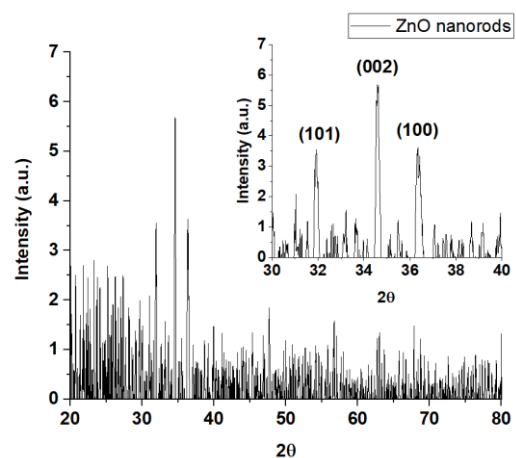
شکل ۱: تصاویر SEM: تصویر الف نانومیله‌های اکسیدروی، تصویر ب نانوسیم‌های پلی‌آنیلین، تصویر ج نانوکامپوزیت اکسیدروی-پلی‌آنیلین.



شکل ۳: نمودار EDX-MAP از کامپوزیت اکسیدروی-پلی‌آنیلین

در شکل (۳) نمودار EDX-MAP نمونه کامپوزیت اکسیدروی و آنیلین را نشان می‌دهد. همان‌طور که دیده می‌شود عناصر تشکیل دهنده هر دو ماده در نمونه وجود دارند و همچنین نشان می‌دهد مقدار ذرات عنصر روی، بیشتر از بقیه‌ی عناصر می‌باشد. می‌توان میزان ترکیب مواد سازنده کامپوزیت را با افزایش و یا

شکل (۱) تصویر الف نانومیله‌های اکسید روی می‌باشند و طول هر کدام از آن‌ها در حدود ۳ تا ۴ میکرومتر است. در تصویر ب ساختار آنیلین نشان داده شده، که به شکل نانوسیم‌هایی با قطر در حدود ۱۰۰ نانومتر بر سطح پارچه-ی کربنی نشسته است. عکس ج کامپوزیت نانوساختار اکسید روی با آنیلین می‌باشد که به شکل یک اتصال p-n شکل گرفته‌اند.

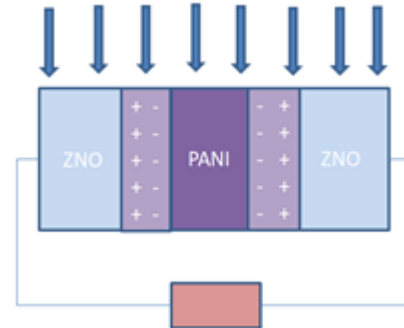


شکل ۲: الگوی XRD از کامپوزیت اکسیدروی-آنیلین

کاهش دوره‌های چرخه CV، به منظور بدست آوردن  
بهترین کارایی دیود نوری تغییر داد.

## مراجع

- [1] A. Kolodziejczak-Radzimska and T. Jesionowski, "Zinc oxide—from synthesis to application: A review," *Materials*. 2014.
- [2] C. Xia, B. Xue, T. Wang, Y. Peng, and Y. Jia, "Interlayer coupling effects on Schottky barrier in the arsenene-graphene van der Waals heterostructures," *Appl. Phys. Lett.*, 2015.
- [3] Z. Zhang, Y. Zhou, S. Yu, M. Chen, and F. Wang, "Ag-BiOCl nanocomposites prepared by the oxygen vacancy induced photodeposition method with improved visible light photocatalytic activity," *Mater. Lett.*, 2015.
- [4] X. Lu *et al.*, "Large-area synthesis of monolayer and few-layer MoSe<sub>2</sub> films on SiO<sub>2</sub> substrates," *Nano Lett.*, 2014.
- [5] S. Hoang, S. Guo, N. T. Hahn, A. J. Bard, and C. B. Mullins, "Visible light driven photoelectrochemical water oxidation on nitrogen-modified TiO<sub>2</sub> nanowires," *Nano Lett.*, 2012.
- [6] H. Wang, G. Yi, X. Zu, P. Qin, M. Tan, and H. Luo, "Photoelectric characteristics of the p-n junction between ZnO nanorods and polyaniline nanowires and their application as a UV photodetector," *Mater. Lett.*, 2016.



شکل ۴: شماتیکی از یک دیود نوری بر پایه کامپوزیت  
اکسیدروی- پلی‌آنیلین

در شکل (۴) به طور شماتیک نشان داده شده که از کنار هم قرار گرفتن روی اکسید و پلی‌آنیلین ناحیه‌ی تخلیه بوجود می‌آید و با برخورد فوتون‌های نور فرابنفش به این ناحیه، الکترون-حفره تولید می‌شود و این الکترون-حفره‌ها تحت میدان الکتریکی خارجی به حرکت در آمده و جریان الکتریکی تولید می‌شود، در نمونه واقعی تعداد زیادی از این دیودها می‌توانند جریان قابل توجهی بوجود آورند که با اندازه‌گیری این جریان، میزان نور ورودی آشکارسازی می‌شود. بنابراین می‌توان گفت که این دیودها پایه‌ی ساخت آشکارساز نور فرابنفش می‌باشند.

## نتیجه‌گیری

رشد نانوساختارهای اکسیدروی با روش‌های متفاوتی انجام می‌شود. روش الکتروشیمیایی یکی از روش‌هایی است که، در زمان کوتاه و در شرایط ساده، منجر به رشد این نانوساختارها می‌گردد. در این پژوهش، رشد نانومیله-های اکسیدروی بر بستر پارچه‌های کربنی و سپس کامپوزیت کردن آنها با نانوساختارهای پلی‌آنیلین به روش الکتروشیمیایی انجام شده است که به منظور ساخت یک اتصال p-n برای استفاده در یک آشکارساز نوری بررسی می‌شود.