

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



## بررسی اپتیکی و ساختاری نانوفیبرهای پلی آنیلین و نانوکامپوزیت MWCNT/PANI

مهدی اسکندری، رسول ملکفر

دانشگاه تربیت مدرس، دانشکده علوم پایه، بخش فیزیک، گروه اتمی مولکولی،

تهران صندوق پستی ۱۷۵–۱۴۱۱۵

چکیده – به دلیل افزایش نیاز بشـر به منابع انرژی پاک، توسـعه فناوری های ذخیره انرژی بسـیار حائز همیت اسـت. لذا توانایی ذخیرهسازی انرژی با کمترین هزینه بسیار حائز اهمیت میباشـد. سـامانههای ذخیرهساز انرژی پاک شـامل خازنها، ابرخازنها باتریها و غیره میباش ند. هدف از این مقاله بررسـی خواص اپتیکی و سـاختاری پلی آنیلین و کامپوزیت پلی آنیلین / نانولوله های کربنی اسـت که به عنوان مواد مورد اسـتفاده در الکترود ابرخازن ها به حسـاب میآیند. پلی آنیلین در فاز رسـانای خود و کامپوزیت پلی آنیلین/نانولوله کربنی به شیوه درجا سـنتز شـده اند و خواص اپتیکی و سـاختاری شامل طیف سنجی رامان و پراش سـنجی پر تو ایکس مورد بررسی قرار گرفت. بعلاوه ریخت شناسی ساختارها با FESEM مورد بررسی قرار گرفت.

کلید واژه: نانوفیبرهای پلیمری، نانوکامپوزیت، طیف های رامان، ابرخازن.

## Optical and structural investigation of PANI nanofibers and MWCNT/PANI nanocomposites

## Mehdi Eskandari, Rasoul Malekfar

Physics Department, Faculty of Basic Sciences, Tarbiat Modares University, Tehran P.O. Box 14115-175, I.R. Iran

Abstract- Due to the increasing need for clean energy sources, energy storage systems are expanding rapidly. So, the ability of storing energy with cost benefit methods is so important. Clean energy storage systems are capacitor, supercapacitor, batteries, etc. In this study, optical and structural properties of poly aniline and MWCNTs/PANI nanocomposites as applied material in supercapacitor electrodes were investigated. PANI in conductive phase and MWCNT/PANI composite were synthesized by in situ method and optical and structural properties including Raman spectra and were investigated. Besides, the morphology of samples was studied by FESEM.

Keywords: polymer nanofiber, nanocomposite, Raman spectra, supercapacitor.

مقدمه

درجه سلسیوس رسانده می شود. لازم به ذکر است نرخ مولی بین APS و مونومر آنیلین ۱۱:۱/۵ است. پلیمرازیسیون با مخلوط کردن سریع، دومحلول سرد شده و حفظ دمای صفردرجه سلسیوس در حال هم زدن به مدت ۸ ساعت ادامه داده می شود. محلول حاصل را چندین بار با آب دوباریونیزه و اتانول شستشو داده و در دمای C<sup>o</sup> ۷۰ به مدت ۷ ساعت در کوره خشک می شود تا اتانول به طور کامل حذف شود. به منظور تهیه نانوفیبرهای پلی آنیلین، تمام مراحل بالا بدون نانوذرات انجام می شود.



نتيجەگىرى

بهمنظور بررسی بلورینگی نانوساختارها از پراش سنجی اشعه ایکس (XRD) استفادهشده است. شکل ۲ بیانگر پراش پرتو ایکس زنجیره پلیآنیلین میباشد که شیب نمودار نشاندهنده تکرار زنجیره میباشد. در شکل دو پیک کوچکی در زوایای۲۱ و۲۹ مشاهده میشود که مربوط به صفحات (۲۰۰) و (۲۰۰) پلیآنیلین می-باشد و به جهت رشد مونومرها در موازات و عمود بر ساختار پلیآنیلین مرتبط میباشد. شکل پیکی در ۲۰<sup>o</sup> آنیلین مونومر پایه برای سنتز پلی آنیلین میباشد. پارامتر تعیین کننده در شکل گیری حالتهای پلی آنیلین اکسیداسیون است. اکسیداسیون به معنای جدا شدن الكترون از مولكول است و ازآنجاكه نيتروژن بار منفى دارد جدا شدن الكترون منجر به جدا شدن اتم هیدروژن می شود و پیوند آمیداین شکل می گیرد که واحد حاصل از اكسيداسيون واحدكوينويد ناميده مي شود. پليآنيلين بنا به درصد اكسيداسيون بين صفر تا صد درصد، حالتهای مختلفی را شکل میدهد. که در كمترين درصد لوكوامر آلدين (كاملاً كاهشيافته) و در بیشترین درصد اکسیداسیون پرنیگرآنیلین (کاملاً اکسایشی) نامیده می شود [۱]. بین این دو حالت دیگری نیز وجود دارد که امرآلدین (نیم اکسایشی ٪۵۰) نامیده می شود که به دلیل حالت ویژهای که در سنتز دارد بسیار مهم است. لازم به ذکر است که دوحالت ديگر هم ميان اين درصدها وجود دارد كه پروتوامر آلدین(٪۲۵)ونیگر آنیلین (٪۷۵) نامیده می شود. اسامی حالتهای مختلف اکسایشی ناشی از رنگهای متفاوت آنها است. امر آلدین در حالت آلاییده سبزرنگ بوده و در حالت غیر آلاییده به رنگ آبی درمیآید و پرنیگرآنیلین در حالت مایع به صورت بنفش پررنگ بوده و در حالت یودری به رنگ سیاه درمیآید [۲٫۳].

مواد و روشها

بهمنظور سنتز نانوفیبرهای پلی آنیلین و نانوکامپوزیت نانولولههای کربنی/ پلیآنیلین MWCNT در MS 15 ml میلیلیتر HCl یک مولار با حمام فراصوت بهطور کامل پخش میشود. سپس، µ1 100 آنیلین به محلول حاصل اضافه میشود و بهطور کامل عمل پخش مجددا انجام میشود. APS بهعنوان اکسیدانت در HCl 15 ml یک مولار پخش میشود. دو محلول حاصل را به دمای صفر

(JCPDS card No. ۴۱-۱۴۸۷) میباشد [4]. همان طور که دیده می شود با افزایش میزان نانولوله های کربنی پیک مرتبط با فاز کربنی افزایش مییابد.



شکل۲:الگوهای پراش پرتو ایکس نانوفیبرهای پلی آنیلین و کامپوزیت پلی آنیلین/ نانولوله های کربنی



شکل ۳: طیف رامان نانوفیبرهای پلی آنیلین و کامپوزیت پلی آنیلین/ نانولوله های کربنی



شکل۴: تصاویر FESEM نانوفیبرهای پلیآنیلین و کامپوزیت MWCNT/PANI.

به منظور بررسی خواص اپتیکی و وضعیت پیوندها از طیف سنجی رامان در محدوده طول موجی ۲۰۰ تا ۱۸۰۰  $^{1-}$  m استفاده شده است. شکل ۳ پیک های رامان مرتبط با پلی آنیلین را نشان می دهد. دو پیک ۳۲۶ و  $^{1-}$  m ۸۳۶ به ترتیب مرتبط با گذار  $^{+}\pi - \pi$  حلقه های بنزوئید و کونوئید می باشد. ویژگی های پیک پلی آنیلین، شامل پیوند ارتعاشی می باشد. ویژگی های پیک پلی آنیلین، شامل پیوند ارتعاشی  $^{-}N-^{-}$  ساختار پولارونی در  $^{1-}$  m ۰۳۰ و پیوند کششی M-N در  $^{-1}$  ماختار پولارونی در  $^{1-}$  مام در براتعاش پولارون ها در سازگاری پلیمری در ۱۳۸۷ و ارتعاش پولارون ها در سازگاری پلیمری در ۱۳۸۷ و  $^{1-}$  مام داده شده است. دو پیک در ۲۰۴ و  $^{1-}$  m ۹۶۶ مرتبط با تغییر شکل آمین و حلقه می باشد [8]. پیک طیف رامانی مربوط

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

٨۵۵

بیست و ششمین کنفرانس اپتیک و فوتونیک ایران و دوازدهمین کنفرانس مهندسی و فناوری فوتونیک ایران، دانشگاه خوارزمی، تهران، ایران، ۵۱–۱۶ بهمن ۱۳۹۸

- [3] K. Wang, H. Wu, Y. Meng, and Z. Wei, "Conducting polymer nanowire arrays for high performance supercapacitors," *Small*, vol. 10, no. 1, pp. 14–31, (2014).
- [4] S. B. Kondawar, Conducting polymer nanocomposites for supercapacitors. 2015..
- [5] J. P. Mensing, T. Lomas, and A. Tuantranont, "Ammonia strengthened graphene/CNT-wrapped polyaniline-nanofiber composites loaded with palladium nanoparticles for coin cell supercapacitors," *Electrochim. Acta*, vol. 263, pp. 17–25, (2018).
- [6] A. L. Cabezas, Z. Bin Zhang, L. R. Zheng, and S. L. Zhang, "Morphological development of nanofibrillar composites of polyaniline and carbon nanotubes," *Synth. Met.*, vol. 160, no. 7–8, pp. 664– 668, (2010)
- [7] Q. Wang, Q. Yao, J. Chang, and L. Chen, "Enhanced thermoelectric properties of CNT/PANI composite nanofibers by highly orienting the arrangement of polymer chains," *J. Mater. Chem.*, vol. 22, no. 34, p. 17612,(2012).
- [8] N. Jabeen, Q. Xia, M. Yang, and H. Xia, "Unique Core-Shell Nanorod Arrays with Polyaniline Deposited into Mesoporous NiCo2O4Support for High-Performance Supercapacitor Electrodes," *ACS Appl. Mater. Interfaces*, vol. 8, no. 9, pp. 6093– 6100, (2016)..

است و پیکهای مرتبط با نانولوله کربنی است که در پلی-آنیلین میباشد.

ریختشناسی و ساختار درونی نانوساختارهای متخلخل با استفاده از میکروسکوپ FESEM مورد بررسی قرار گرفته اند. درشکل ۴ ساختارهای نانوفیبرهای پلی آنیلین و کامپوزیت پلی آنیلین/نانولوله های کربنی قابل مشاهده میباشد. لایه هایی از پلی آنیلین روی سطح نانولوله های کربنی را پوشانده است.

## مرجعها

- [1] M. (University of S. Geoghegan and G. (University of B. Hadziioannou, *Polymer Electronics*, First. Oxford University Press, (2013).
- [2] R. Ramya, R. Sivasubramanian, and M. V. Sangaranarayanan, "Conducting polymers-based electrochemical supercapacitors - Progress and prospects," *Electrochim. Acta*, vol. 101, pp. 109– 129, (2013).