



بیست و ششمین کنفرانس اپتیک
و فوتونیک ایران و دوازدهمین
کنفرانس مهندسی و فناوری
فوتونیک ایران،
دانشگاه خوارزمی،
تهران، ایران.
۱۶-۱۵ 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 ۱۴۱۱۵-۱۷۵

چکیده - به دلیل افزایش نیاز بشر به منابع انرژی پاک، توسعه فناوری‌های ذخیره انرژی بسیار حائز اهمیت است. لذا توانایی ذخیره‌سازی انرژی با کمترین هزینه بسیار حائز اهمیت می‌باشد. سامانه‌های ذخیره‌ساز انرژی پاک شامل خازن‌ها، ابرخازن‌ها، باتری‌ها و غیره می‌باشد. هدف از این مقاله بررسی خواص اپتیکی و ساختاری پلی آنیلین و کامپوزیت پلی آنیلین / نانولوله‌های کربنی است که به عنوان مواد مورد استفاده در الکتروود ابرخازن‌ها به حساب می‌آیند. پلی آنیلین در فاز رسانای خود و کامپوزیت پلی آنیلین/نانولوله کربنی به شیوه درجا سنتز شده اند و خواص اپتیکی و ساختاری شامل طیف سنجی رامان و پراش سنجی پرتو ایکس مورد بررسی قرار گرفت. بعلاوه ریخت شناسی ساختارها با FESEM مورد بررسی قرار گرفت.

کلید واژه: نانوفیبرهای پلیمری، نانوکامپوزیت، طیف‌های رامان، ابرخازن.

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

Mehdi Eskandari, Rasoul Malekfar

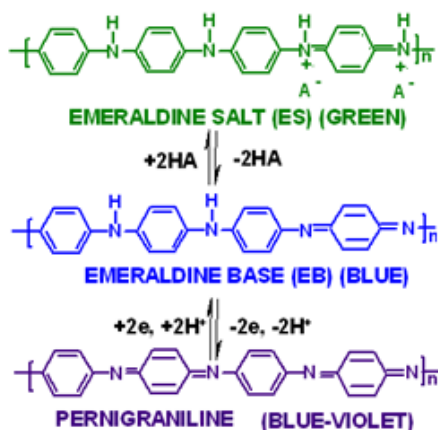
Physics Department, Faculty of Basic Sciences, Tarbiat Modares University, Tehran P.O. Box 14115-175, I.R. Iran

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 ۱:۱/۵ است. پلیمرازیسیون با مخلوط کردن سریع، دوماحلول سرد شده و حفظ دمای صفر درجه 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 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.



شکل ۱: انواع پلی آنیلین براساس میزان اکسیداسیون

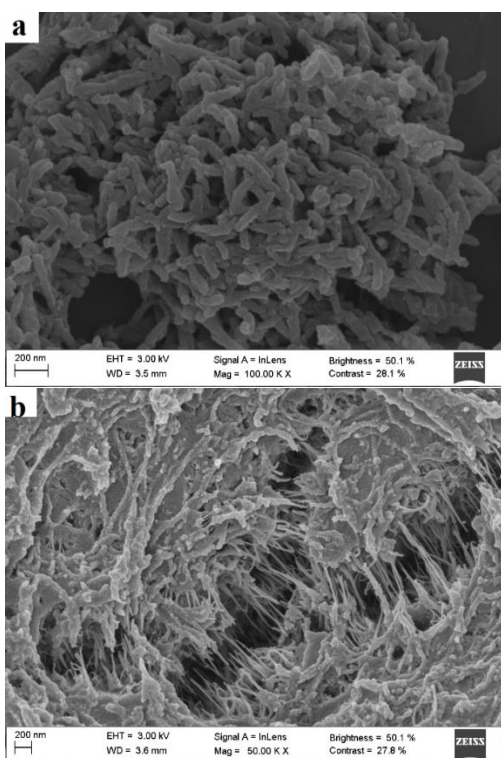
نتیجه گیری

به منظور بررسی بلورینگی نانوساختارها از پراش سنجی اشعه ایکس (XRD) استفاده شده است. شکل ۲ بیانگر پراش پرتو ایکس زنجیره پلی آنیلین می باشد که شیب نمودار نشان دهنده تکرار زنجیره می باشد. در شکل دو پیک کوچکی در زوایای ۲۱ و ۲۹ مشاهده می شود که مربوط به صفحات (۰۲۰) و (۰۰۲) پلی آنیلین می باشد و به جهت رشد مونومرها در موازات و عمود بر ساختار پلی آنیلین مرتبط می باشد. شکل پیکی در ۳۰° نشان می دهد که بیانگر پراش صفحه (۰۰۲) فاز کربنی

آنیلین مونومر پایه برای سنتز پلی آنیلین می باشد. پارامتر تعیین کننده در شکل گیری حالت های پلی آنیلین اکسیداسیون است. اکسیداسیون به معنای جدا شدن الکترون از مولکول است و از آنجا که نیتروژن بار منفی دارد جدا شدن الکترون منجر به جدا شدن اتم هیدروژن می شود و پیوند آمیداین شکل می گیرد که واحد حاصل از اکسیداسیون واحد کوینوید نامیده می شود. پلی آنیلین بنا به درصد اکسیداسیون بین صفر تا صد درصد، حالت های مختلفی را شکل می دهد. که در کمترین درصد لوکوامرآلدین (کاملاً کاهش یافته) 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 ویژه ای که در سنتز دارد بسیار مهم است. لازم به ذکر است که دو حالت دیگر هم میان این درصدها وجود دارد که پروتوامرآلدین (۲۵٪) و نیگرآنیلین (۷۵٪) نامیده می شود. اسامی حالت های مختلف اکسایشی ناشی از رنگ های متفاوت آنها است. امرآلدین در حالت آلائیده سبزرنگ بوده و در حالت غیر آلائیده به رنگ آبی درمی آید و پرنیگرآنیلین در حالت مایع به صورت بنفش پررنگ بوده و در حالت پودری به رنگ سیاه درمی آید [۲،۳].

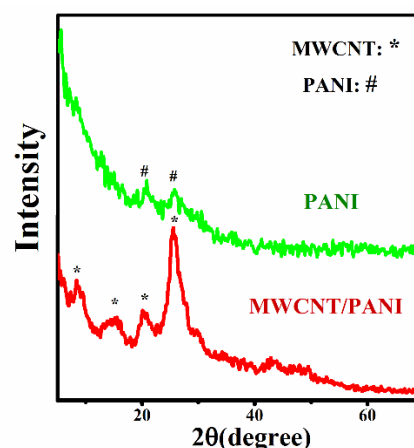
مواد و روش ها

به منظور سنتز نانوفیبرهای پلی آنیلین و نانوکامپوزیت نانولوله های کربنی / پلی آنیلین MWCNT در 15 ml میلی لیتر HCl یک مولار با حمام فراصوت به طور کامل پخش می شود. سپس، 100 µl آنیلین به محلول حاصل اضافه می شود و به طور کامل عمل پخش مجدداً انجام می شود. APS به عنوان اکسیدانت در 15 ml HCl یک مولار پخش می شود. دو محلول حاصل را به دمای صفر



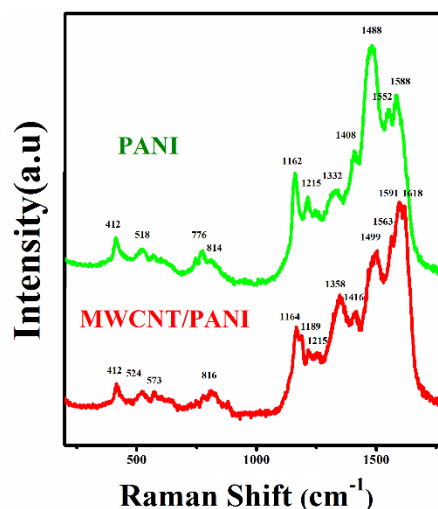
شکل ۴: تصاویر FESEM نانوفیبرهای پلی آنیلین و کامپوزیت MWCNT/PANI.

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



شکل ۲: الگوهای پراش پرتو ایکس نانوفیبرهای پلی آنیلین و کامپوزیت پلی آنیلین/ نانولوله های کربنی

به منظور بررسی خواص اپتیکی و وضعیت پیوندها از طیف سنجی رامان در محدوده طول موجی ۲۰۰ تا ۱۸۰۰ cm^{-1} استفاده شده است. شکل ۳ پیک های رامان مرتبط با پلی آنیلین را نشان می دهد. دو پیک ۳۲۶ و 638 cm^{-1} به ترتیب مرتبط با گذار $\pi-\pi^*$ حلقه های بنزوئید و کونوئید می باشد. ویژگی های پیک پلی آنیلین، شامل پیوند ارتعاشی C-N+ ساختار پولارونی در 1330 cm^{-1} و پیوند کششی C=N در 1479 cm^{-1} ، پیوند کششی N-H در 1508 cm^{-1} ، پیوند کششی C-C در 1590 cm^{-1} و ارتعاش پولارون ها در سازگاری پلیمری در 1387 cm^{-1} و 1643 cm^{-1} می باشد [5-7]. طیف رامان نانوکامپوزیت در شکل نشان داده شده است. دو پیک در 542 cm^{-1} و 596 cm^{-1} مرتبط با تغییر شکل آمین و حلقه می باشد [8]. پیک طیف رامانی مربوط به کامپوزیت MWCNT/PANI در شکل نشان داده شده



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

- [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 NiCo₂O₄ Support 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 گرفته‌اند. در شکل 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).