

SID



سرویس های ویژه



سرویس ترجمه تخصصی



کارگاه های آموزشی



بلاگ مرکز اطلاعات علمی



عضویت در خبرنامه



فیلم های آموزشی

کارگاه های آموزشی مرکز اطلاعات علمی جهاد دانشگاهی



مباحث پیشرفته یادگیری عمیق؛
شبکه های توجه گرافی
(Graph Attention Networks)



کارگاه آنلاین آموزش استفاده از
وب آو ساینس



کارگاه آنلاین مقاله روزمره انگلیسی

بررسی خواص حسگری گازی نانوالیاف پلی آنیلین در دمای اتاق

زشکی، اعظم^۱؛ رحمانی، محمدباقر^۱؛ مصدرالامور، فاطمه^۲؛ حسامی پيله رود، سعید^۱

^۱ دانشکده فیزیک، دانشگاه شاهرود، بلوار دانشگاه، شاهرود

^۲ دانشکده شیمی، دانشگاه شاهرود، بلوار دانشگاه، شاهرود

چکیده

در این تحقیق ابتدا محلول پلی آنیلین به روش پلیمریزاسیون شیمیایی اکسایشی آنیلین سنتز شد. سپس این محلول به روش روشنشانی چرخشی بر روی زیرلایه شیشه لایه نشانی شد. خواص ساختاری لایه ها با استفاده از اندازه گیری های طیف (UV-Vis) و میکروسکوپ الکترونی روبشی اثر میدانی (FE-SEM) مورد بررسی قرار گرفتند. تصاویر FE-SEM شکل گیری نانوالیاف پلی آنیلین را بر روی زیرلایه شیشه نشان دادند. همچنین پاسخ نمونه تهیه شده نسبت به گاز آمونیاک در دمای اتاق به روش مقاومت سنجی مورد بررسی قرار گرفت. نتایج حسگری حساسیتی در حدود ۱۲۴٪ را به ۳۰۰ ppm گاز آمونیاک نشان داد.

Gas sensing properties of polyaniline nanofibers at room temperature

Zoshki, Azam¹; Rahmani, Mohammad Bagher¹; Masdarolomoor, Fatemeh²; Hessami Pilehrood, Saied¹

¹ Department of Physics, University of Shahrood, Shahrood

² Department of Chemistry, University of Shahrood, Shahrood

Abstract

In this research, polyaniline was first synthesized by oxidative chemical polymerization of polyaniline. The polyaniline dispersion in water was then spin-coated on glass substrate. Structural properties of the layers were studied by UV-Vis spectroscopy and field effect scanning electron microscopy (FE-SEM). FE-SEM images showed the formation of nano-fibers of polyaniline on the glass substrate. The response of the prepared samples to the ammonia gas was investigated by resistivity measurements at room temperature. A sensitivity of about 124% to 300 ppm of ammonia gas was obtained for polyaniline samples. 51,73,81,82,87.

مقدمه

در حالت های متفاوت اکسایش دارای ویژگی ها و رسانایی الکتریکی و رنگ های متفاوت است [۳]. در بین حالت های مختلف پلی آنیلین، نمک امرالدین^۱ رسانا است. و پرنیگرآنیلین^۲ و لکوامرالدین^۳ نارسانا هستند. پلی آنیلین به دو روش اکسایش الکتروشیمیایی و اکسایش شیمیایی سنتز می شود [۴-۶]. در روش اکسایش شیمیایی، به طور معمول به محلول آبی اسیدی حاوی

یکی از متداول ترین پلیمرهای رسانا پلی آنیلین است که به دلیل ویژگی هایی از قبیل هزینه ساخت پایین، پایداری زیست محیطی بالا [۱] و عملکرد آنها در دمای اتاق توجه زیادی را به خود جلب کرده است [۲]. ویژگی های الکتریکی، الکتروشیمیایی و نوری پلی آنیلین آن را به ماده ای جذاب برای کاربرد در صنایع الکترونیکی، پوشش های ضد الکتریسیته ساکن، پوشش های ضد خوردگی و حسگر گازی تبدیل کرده است [۱]. پلی آنیلین

¹ Emeraldine salt

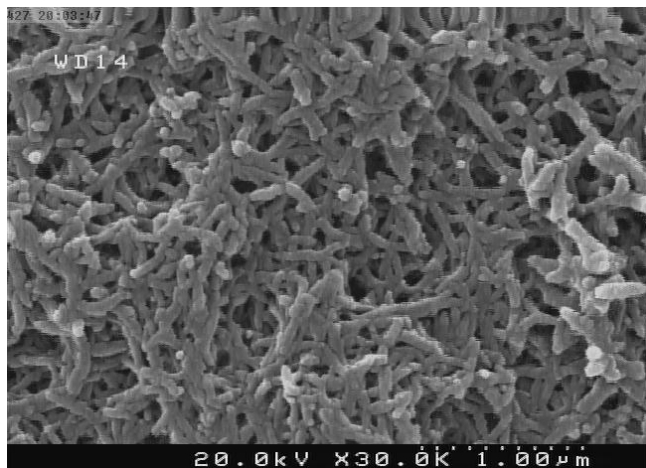
² Pernigraniline

³ Leucoemeraldine

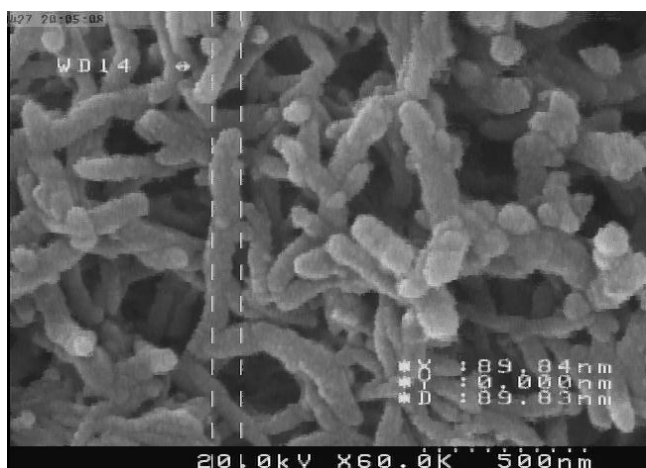
نتایج و بحث

مورفولوژی سطح

شکل (۱) تصاویر FE-SEM گرفته شده از سطح نمونه را با استفاده از دستگاه میکروسکوپ الکترونی روبشی نشان می دهد. مطابق این تصاویر مورفولوژی سطح نمونه نانو الیاف با تخلخل زیاد و قطر میانگین 80 nm و ضخامت لایه حدود $1\text{ }\mu\text{m}$ می باشد. این مورفولوژی که سطح موثر (نسبت سطح به حجم) بالایی را در اختیار قرار می دهد برای فرآیندهایی شامل برهم کنش های سطحی، بسیار مطلوب است.



(الف)



(ب)

شکل ۱: (الف) و (ب) تصاویر FE-SEM از سطح نمونه های سنتز شده

خواص نوری

آنیلین، یک ماده اکسید کننده اضافه می شود که باعث پلیمریزه شدن اکسایشی آنیلین می شود در صورت نیاز به مقدار زیادتر پلیمر، سنتز شیمیایی پلی آنیلین مناسب است [۷، ۸].

حسگرهای گازی متداول که امروزه به کار می روند از اکسیدهای رسانای شفاف عمدتاً برای برهمکنش با گاز واکنش گر نیاز به دماهای بالا (در حدود $300\text{ }^{\circ}\text{C}$ و حتی بالاتر) دارند. این دماها برای آشکارسازی برخی از گازهایی که قابلیت انفجار دارند (مانند گاز متان در معادن) بسیار بالاست و خطر جانی به همراه دارد. از این رو نیاز به حسگرهایی که در محدوده دمای اتاق کار می کنند وجود دارد. یکی از کاندیداهای مهم و مورد توجه در این زمینه حسگرهای گازی پلیمری می باشند، که علاوه بر عملکرد در دمای اتاق، پاسخ خوبی نیز به گازهای خطرناک دارند [۹].

در این تحقیق لایه های نازک پلی آنیلین به روش رونشانی چرخشی^۴ بر روی زیرلایه شیشه، لایه نشانی شدند و خواص حسگری آنها تحت گاز آمونیاک به روش مقاومت سنجی مورد بررسی قرار گرفتند، همچنین از گاز اسید کلریدریک برای دوپه شدن نمونه استفاده شد. برای مطالعه مورفولوژی سطح نمونه ها از دستگاه میکروسکوپ الکترونی اثر میدانی FESEM مدل (Hitachi s.4160) و برای بررسی خواص اپتیکی از طیف سنج نوری مدل (Shimadzu UV-Vis 1800) استفاده شد.

روش ها و جریات کار آزمایشگاهی

برای سنتز پلی آنیلین، از محلول آبی $0/15$ مولار مونومر آنیلین در اسید کلریدریک 1 مولار و محلول $0/04$ مولار پتاسیم پرسولفات به عنوان اکسید کننده در دمای اتاق مطابق روش ارائه شده در مرجع [۲] استفاده گردید و به روش سانتریفیوژ کردن خالص سازی شد. محلول آبی نانوالیاف پلی آنیلین به روش رونشانی چرخشی روی زیرلایه شیشه نشاندند. تعداد لایه ها، 4 لایه و سرعت 6000 دور بر ثانیه و زمان هر لایه نشانی 30 ثانیه انتخاب شد.

⁴ Spin coating

هوا روی سطح پلیمری جذب سطحی می شود. جذب سطحی اکسیژن گونه های یونی O_2^- ، O^- ، O^{2-} را شامل می شود که الکترون مورد نیاز را از نوار رسانش می گیرند که منجر به کاهش رسانندگی می شود. با قرار دادن ماده در معرض گاز کاهنده، واکنش گونه های اکسیژن با گاز کاهنده منجر به آزاد شدن الکترون و افزایش رسانندگی می شود.

پاسخ نسبت به گاز از رابطه (۱) محاسبه می شود [۱۱]:

$$S = (R_a - R_g) / R_a = \Delta R / R_a \quad (1)$$

که در آن R_a مقاومت حسگر در حضور هوا و R_g مقاومت آن در حضور گاز مورد نظر می باشد. از پارامترهای مهم در فرآیند حسگری زمان پاسخ و زمان بازیابی می باشد. زمان پاسخ میزان زمان مورد نیاز حسگر برای رسیدن به ۹۰٪ تغییرات خود در زمان ورود گاز و زمان بازگشت، زمان مورد نیاز بعد از خروج گاز برای رسیدن به ۹۰٪ شرایط اولیه می باشد [۱۲].

منحنی زمان پاسخ و بازگشت برای نمونه مورد نظر در شکل (۳) رسم شده است. پارامترهای حسگری نمونه نسبت به گاز آمونیاک در غلظت ۳۰۰ ppm بررسی و نتایج آن در جدول (۱) آورده شده است. همچنین بعد از گذشت حدود ۶۰ روز نمونه رسانایی خود را از دست داد و مجدداً با قرار گرفتن تحت بخار کلریدریک اسید رسانا شد، حسگری نمونه گرفته شد که پارامترهای آن در جدول (۲) آورده شده است و منحنی زمان پاسخ و بازگشت در شکل (۴) رسم شده است.

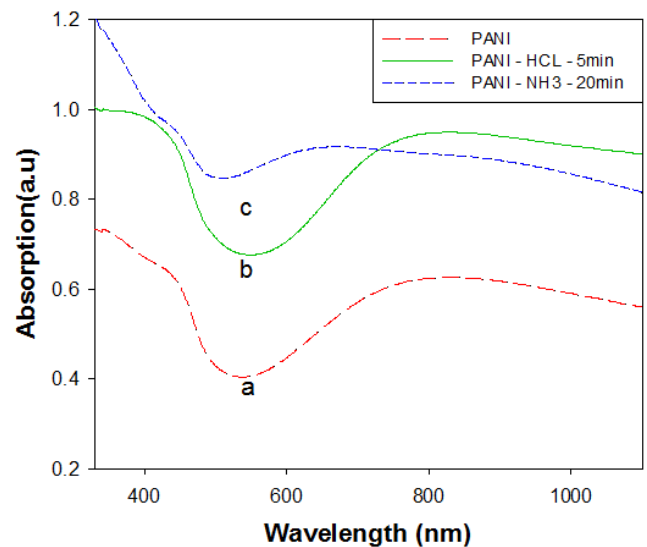
جدول ۱: پاسخ برحسب درصد، زمان پاسخ و زمان بازگشت نمونه در دمای اتاق در غلظت ثابت ۳۰۰ ppm گاز آمونیاک.

پاسخ (%)	زمان پاسخ (s)	زمان بازگشت (s)
~۱۲۴	~۵	۳۷۵

جدول ۲: پاسخ برحسب درصد، زمان پاسخ و زمان بازگشت نمونه در دمای اتاق در غلظت ثابت ۳۰۰ ppm گاز آمونیاک بعد از گذشت ۶۰ روز

پاسخ (%)	زمان پاسخ (s)	زمان بازگشت (s)
~۷۹	~۱۰	۲۰۹۰

به منظور بررسی خصوصیات طیفی لایه نازک پلی آنیلین، طیف جذبی لایه بعد از تهیه و نیز بعد از اینکه در معرض گاز آمونیاک قرار داده شد به دست آمد (شکل ۲). طیف جذبی فیلم پلی آنیلین (منحنی a) دو پیک در طول موج های حدود ۶۶۰ و ۸۲۰ نانومتر نشان می دهد که مربوط به انتقالات π -پلارون در حالت نمک امرالدین است. هنگامی که فیلم در معرض گاز آمونیاک قرار می گیرد به حالت امرالدین بازی تبدیل می شود که پیک مشخصه ای در حدود ۶۶۰ نانومتر دارد که مربوط به انتقال بار بین حلقه کوئینوئید و واحدهای ایمین-فیل-آمین مجاور است [۱۰]. قرار گرفتن فیلم به مدت ۳۰ دقیقه در معرض گاز آمونیاک خصوصیات طیفی فیلم پلی آنیلین را به حالت امرالدین بازی تغییر می دهد (منحنی c). در صورتی که فیلم در معرض گاز اسید کلریدریک قرار گیرد، نمک امرالدین پلی آنیلین در حالت دوبه شده با پیک جذبی مشخصه در حدود ۸۲۰ نانومتر ایجاد می گردد (منحنی b).



شکل ۲: طیف جذبی لایه نازک پلی آنیلین

خواص حسگری لایه

برای بحث در مورد نتایج حسگری، ابتدا درباره سازوکار حسگرهای گازی پلیمری نکاتی بیان می شود. سازوکار حسگری حسگرهای گازی پلیمری بر پایه ی تغییر مقاومت می باشد. زمانی که سطح پلیمر در مجاورت هوا قرار می گیرد، اکسیژن موجود در

[۱] نظر زاده زارع، احسان؛ « شرایط بهینه برای سنتز نانو ذره های پلی آنیلین با استفاده از پلیمریزه شدن اکسایشی تحت امواج فراصوت و گاز بی اثر»؛ نشریه پژوهش های شیمی کاربردی (JACR)، سال ۴، شماره ۱۳، ۱۳۸۹.

[۲] A.Z. Sadek, W. Wlodarski, K. Kalantar-Zadeh, C. Baker, R.B. Kaner; "Doped and dedoped polyaniline nanofiber based conductometric hydrogen gas sensors"; Sensors and Actuators A 139, (2007) 53–57.

[۳] R. Arsat, X.F. Yu, Y.X. Li, W. Wlodarski, K. Kalantar-zadeh; "Hydrogen gas sensor based on highly ordered polyaniline nanofibers"; Sensors and Actuators B 137, (2009) 529–532.

[۴] Tran,H; Ian, N; Julio,M; Arcy,D; Tsang, H; Wan g,Y; Benjamin,R; "Synthesis of Dendritic Polyaniline Nanofibers in surf/Surfactant Gel"; Macromolecules 41, (2008) 7405-7410.

[۵] Ginic-Markovic, M; Janis, G; Cervini, R; George, P; "Ultra sonic Irradiation: A Novel Approach To Prepare Conductive Polyaniline/Nanocrystalline Titanium Oxide Composites"; Chem. Mater 18, (2006) 6258-6265.

[۶] Cho, J-S; Sato, S; Takeoka, S; Tsuchida, E; "Synthesis of disulfide-containing aniline and copolymerization with aniline"; Macromolecules 34, (2001) 2751-2756.

[۷] Chio, N.R; Epstein, A.J; "A Simple Approach to Control the Growth of Polyaniline Nanofibers"; Synth. Met 153, 69;(2005).

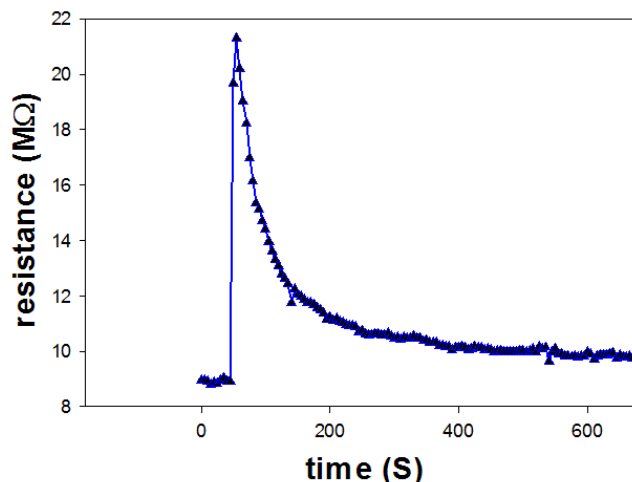
[۸] Hung, J.X; Kaner, R.B; "Nanofiber formation in the chemical polymerization of aniline: a mechanistic study"; Chem Int. Ed 43, (2004) 5817-5821.

[۹] N.G. Deshpand, Y.G. Gudage, Ramphal Sharma, J.C. Vyas, J.B. Kim, Y.P. Lee; "Studies on tin oxide-intercalated polyaniline nanocomposite for ammonia gassensing applications"; Sensors and Actuators B 138, (2009) 76–84.

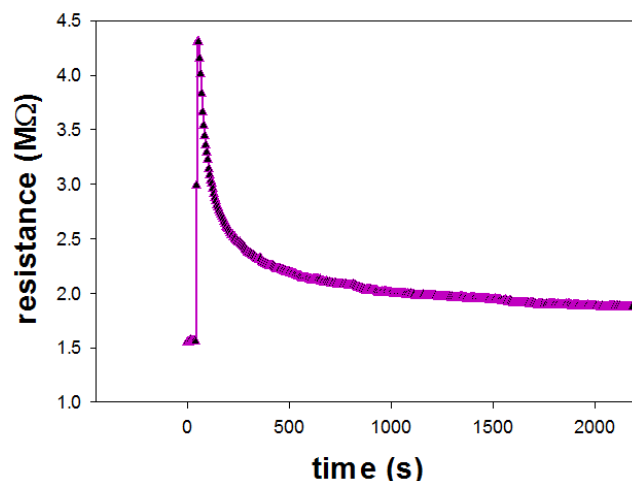
[۱۰] Miroslava Trchová, Zuzana Morávková, Michal Bláha, Jaroslav Stejska; "Raman spectroscopy of polyaniline and oligoaniline thin films"; Electrochimica Acta 122, (2014) 28-38.

[۱۱] V. Balouria, A. Kumar, S. Samant, A.Singh, A.K. Debnath, A. Mahajan, R.K. Bedi, D.K. Aswal, S.K. Gupta; "Nano-crystalline Fe_2O_3 thin films for ppm level detection of H_2S "; Sensors and Actuators B:Chemical 181, (2013) 471-478.

[۱۲] M. Sorescu, L. Diamandescu, A. Tomescu, D. Tarabasanu-Mihaila, V. Teodorescu; "Structure and sensing properties of $0.1SnO_2-0.9 \alpha-Fe_2 O_3$ system"; Sensors and Actuators B:Chemical 107, (2008) 127-131.



شکل ۳: نمودار پاسخ دینامیکی حسگر پلی آنیلین به ۳۰۰ ppm گاز آمونیاک



شکل ۴: نمودار پاسخ دینامیکی حسگر پلی آنیلین به ۳۰۰ ppm گاز آمونیاک بعد

از گذشت ۶۰ روز

نتیجه گیری

در این تحقیق لایه های پلی آنیلین با روش روشنشانی چرخشی تهیه شدند. تصاویر FE-SEM نشان دهنده نانو الیاف با تخلخل زیاد است. طیف جذبی لایه نشان می دهد با دی داپد شدن نمونه تغییرات پیک به سمت طول موج های کمتر است. از بررسی اثر حسگری لایه حساسیتی در حدود ۱۲۴٪ به ۳۰۰ ppm گاز آمونیاک مشخص شد.

مرجع ها

SID



سرویس های
ویژه



سرویس ترجمه
تخصصی



کارگاه های
آموزشی



بلاگ
مرکز اطلاعات علمی



عضویت در
خبرنامه



فیلم های
آموزشی

کارگاه های آموزشی مرکز اطلاعات علمی جهاد دانشگاهی



مباحث پیشرفته یادگیری عمیق؛
شبکه های توجه گرافی
(Graph Attention Networks)



کارگاه آنلاین آموزش استفاده از
وب آوساینس



کارگاه آنلاین مقاله روزمره انگلیسی