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

اثر دمای باز پخت بررفتار اپتیکی نانوذرات نیکل اکساید و ساختار هسته-پوسته NiO@GQDs

محدثه بغدادی، سیده ثریا موسوی، سید مهدی سیادتی، محمد حسین مجلس آرا

دانشگاه خوارزمی

چکیده –دمای بازپخت نقش مهمی در شکل‌گیری ساختار کریستالی مواد ایفا می‌کند و به تبع آن مشخصه‌های الکتریکی و اپتیکی مواد تغییر می‌کند. برای بررسی این اثر،در این پژوهش نانو ذرات اکسید نیکل را به روش رسوب شیمیایی سنتز و در دماهای ۳۵۰، ۵۰۰ و ۶۵۰ درجه سانتی‌گراد بازپخت کردیم. سپس ویژگی‌های ساختاری و نوری آن‌ها ازجمله گاف انرژی و میزان عبور با دستگاه میکروسکوپ الکترونی روبشی و طیف سنجی فرابنفش و مرئی با توجه به ساختار شکل گرفته در دماهای مختلف مورد بررسی قرار دادیم. در گام بعدی، تغییر رفتار اپتیکی این نانوذرات را در ساختار هسته-پوسته‌ی اکسید نیکل-نقاط کوانتومی گرافن مورد مطالعه قرار دادیم.

کلید واژه- اکسید نیکل،گاف انرژی، دمای بازپخت، نقاط کوانتومی گرافن

The Effect of annealing temperature and core-shell structure on the optical behavior of nickel oxide nanoparticles

Mohadeseh Baghdadi, Seyedeh Soraya Mousavy, Seyed Mehdi siadati, Mohammad Hossein Majles Ara

s.soraya.mosavy@gmail.com

Abstract- As annealing *temperature play a key role in formation of the crystalline structure of the material and consequently, the crystalline structure determines their electrical and optical behaviors. So for investigating these effects, in this article nickel oxide nanostructures were synthesized through precipitation method, and annealed at the temperatures of 350, 500, and 650 ° C Then, their structural and optical properties, including their band gap energies, and their absorption and transmission spectra studied by the use of scanning electron microscopy and UV-visible spectroscopy, respectively. In the next step the change of optical properties of the core-shell structure of NiO@GQDs, were also investigated.*

Keywords: Nickel oxide, Energy band gap, Annealing temperature, Graphene quantum dots

[Downloaded from opsi.ir on 2025-12-07]

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

مقدمه

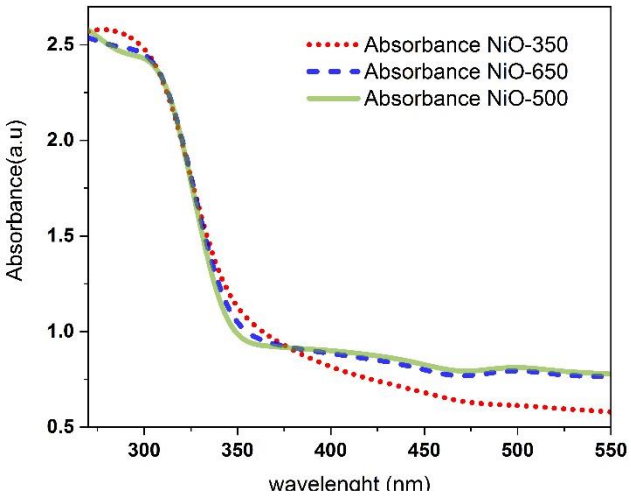
امروزه نانوذرات اکسید نیکل با توجه به کاربردهای بالقوه بسیار زیاد از قبیل حسگرهای شیمیایی، دستگاه‌های الکتروشیمیایی، کاتالیزرها، سلول‌های خورشیدی حساس به رنگ، مورد توجه پژوهش گران قرار گرفته‌اند. اکسید نیکل ماده‌ای با هزینه‌ی تولید به صرفه واز نظر کاربردی بسیار جذاب است. این ماده‌ی نیم‌رسانا از نوع P بوده و شکاف باند مستقیم آن در گستره‌ی انرژی ۳.۶ تا ۴ الکترون ولت قرار دارد[۱]. نانوذرات اکسید نیکل با استفاده از روش‌های مختلفی از جمله: رسوب بخار شیمیایی، سل-ژل، رسوب الکتروشیمیایی و... سنتز شده است. از میان روش‌های ذکر شده رسوب شیمیایی به دلیل کم هزینه بودن و امکان سنتز در دمای پایین بسیار سودمند است [۲]. بنابراین ما در این پژوهش نانوذرات اکسید نیکل را با استفاده از روش رسوب شیمیایی تهیه کردیم،همچنین روش های گوناگونی برای بهبود خواص الکتریکی و اپتیکی اکسید نیکل وجود دارد که از آن جمله می‌توان به بهره‌گیری از خواص ساختارهای هسته پوسته اشاره کرد [۳]. بنابراین ما برای اولین بار از نقاط کوانتومی گرافن برای تهیه ساختار هسته-پوسته اکسید نیکل-نقاط کوانتومی گرافن بهره بردیم.

روش تجربی

برای تهیه نانوذرات اکسید نیکل به روش رسوب شیمیایی ابتدا نیکل نیترات شش آبه را در آب دیونیزه که به عنوان حلال استفاده می‌شود حل کردیم. در مرحله بعد سدیم هیدروکسید را در آب دیونیزه بصورت جداگانه حل کرده و سپس PVP (۴۰۰۰۰MW) را به عنوان واکنش‌گر سطحی (برای کنترل اندازه ذرات) به محلول سدیم هیدرکسید اضافه می‌کنیم و برای چند دقیقه روی همزن مغناطیسی قرار می‌دهیم. محلول سبز رنگ اول را بصورت قطره قطره به محلول دوم اضافه می‌کنیم تا رسوب کرده و ۱۰-۵ بار با آب و اتانول شستشو می‌دهیم. سپس، محصول نهایی در آون در دمای ۵۰ درجه سانتی گراد به مدت ۲۴ ساعت قرار را در دماهای ۵۰۰، ۳۵۰ و ۶۵۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۲ ساعت بازپخت کردیم. نمونه‌ها پس از عمل بازپخت از رنگ سبز به مشکی تغییر رنگ دادند. در مرحله‌ی بعد، برای آماده‌سازی ساختار هسته- پوسته از نقاط کوانتومی گرافن بهره گرفتیم. به این طریق که پودر آماده شده در دمای بازپخت ۶۵۰ درجه سانتی‌گراد را بصورت انتخابی با گرافن کوانتوم دات به مدت ۲ ساعت مخلوط کردیم و آن را درون آون گذاشتیم تا خشک شود. بعد از آن پودر بدست آمده را برای ۲ ساعت در دمای ۱۵۰ درجه سانتی‌گراد بازپخت کردیم. سپس ویژگی‌های نوری نمونه‌های پودری بدست آمده و همچنین ساختار هسته-پوسته (NiO@GQDs)، را با طیف سنجی فرابنفش-مرئی مورد بررسی قرار دادیم. علاوه بر آن ریخت شناسی ذرا به دست آمده را با میکروسکوپ الکترونی روبشی (SEM) مورد مطالعه و بررسی قرار دادیم.

بحث و نتیجه‌گیری

یکی از مناسب‌ترین و دردسترس‌ترین روش‌ها به منظور تحلیل رفتار اپتیکی نانوذرات اعم از طول موج‌های جذبی، میزان عبور و همچنین گاف انرژی ذرات و گذارهای الکترونی،استفاده از طیف‌سنجی مرئی -فرابنفش امواج الکترو مغناطیس است. در این روش مشخصه‌های نوری نمونه‌ها از اندازه‌گیری‌های جذبی و تراگسیل بدست می‌آید شکل‌های ۱، ۲ و ۳ طیف جذبی و تراگسیل در نواحی مفرابنفش نانوذرات اکسید نیکل در دماهای مختلف و ساختار هسته-پوسته آن است.

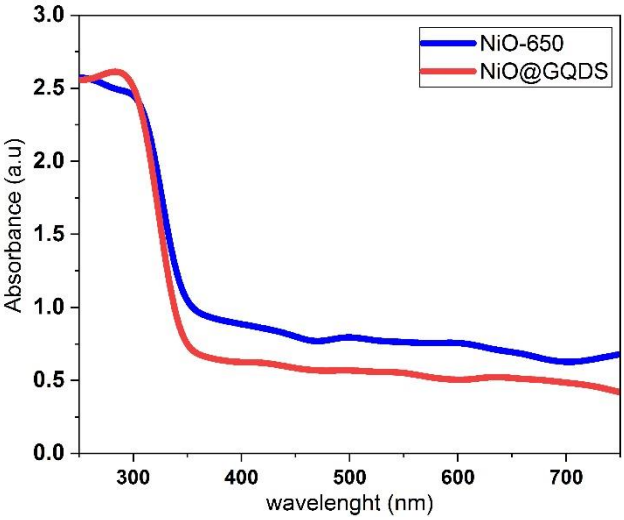


شکل ۱. طیف جذبی مرئی و فرابنفش نانوذرات اکسید نیکل دماهای باز پخت مختلف.

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

[Downloaded from opsi.ir on 2025-12-07]

همان‌طور که در شکل ۱ مشاهده می‌شود، بیشینه‌ی جذب برای هر یک از نمونه‌ها در ناحیه فرابنفش و در طول موج ۲۷۷ نانومتر است. مشاهده می‌شود که با افزایش دمای بازپخت بیشینه‌ی جذب نانوذرات انتقال قرمز را نشان می‌دهد. این جابجایی به سمت طول موج‌های بزرگ‌تر می‌تواند ناشی از افزایش اندازه نانوذرات در نتیجه‌ی افزایش دمای بازپخت باشد. ضمن آن که با افزایش دمای بازپخت جذب نانوذرات در ناحیه‌ی فربنفش روند کاهشی و در ناحیه مرپی طیف جذب روند افزایشی از خود نشان می‌دهد. شکل ۲ نمودار جذب ساختار هسته-پوسته اکسید نیکل و نانوذرات اکسید نیکل در دمای ۶۵۰ درجه سانتی‌گراد را نشان می‌دهد. استفاده از نقاط کوانتومی گرافن در این



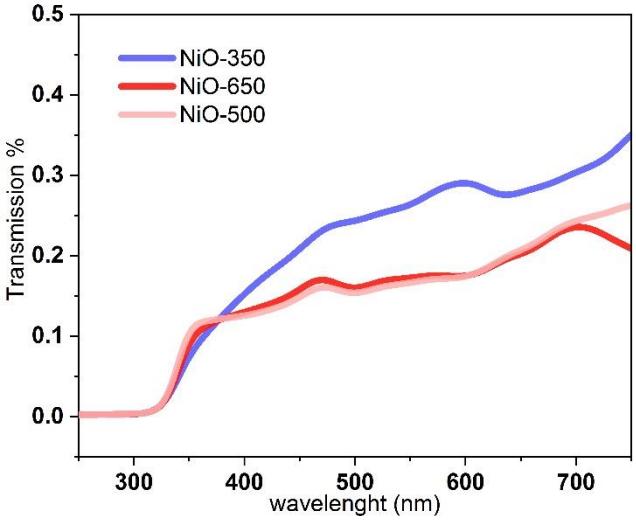
شکل ۲: نمودار جذب اکسید نیکل و ساختار هسته-پوسته نیکل

نانوساختارها باعث افزایش شدت جذب در ناحیه فرابنفش شده است. این امر ناشی از گاف انرژی بزرگ نقاط کوانتومی گرافن است که طول موج‌های محدوده‌ی طیفی فرابنفش را جذب می‌کند.

نمودار عبور مربوط به هر یک از نمونه‌ها در شکل ۳ با توجه به رابطه ۱ بدست آمد.

$$T = {}^{100}/_{10^{\alpha}} \qquad (۱)$$

در رابطه ۱ T میزان عبور و α ضریب جذب نمونه‌ها است. در ناحیه فرابنفش شدت بیناب‌های تراگسیل با افزایش دمای بازپخت سریعا کاهش می‌یابند که نشان دهنده بر همکنش قوی نور فرودی با الکترون‌های ماده است. در طول موج‌های مرئی نمونه‌ها از شفافیت بالاتری برخوردارند.

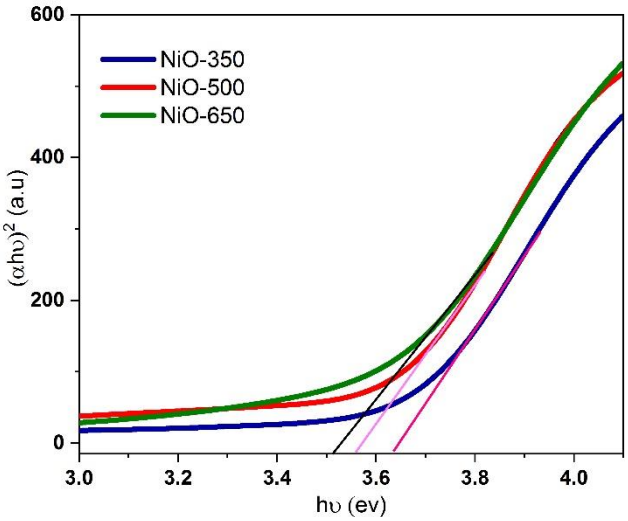


شکل۳: طیف عبور مرئی و فرابنفش نانوذرات اکسیدنیکل در دماهای مختلف

برای محاسبه گاف انرژی از رابطه تاک استفاده می‌شود. (معادله ۲)

$$\alpha h\nu = B\left(h\nu - E_g\right)^n \qquad (2)$$

در معادله (۲) ، α ضریب جذب اپتیکی ماده، B یک عدد ثابت، hν انرژی فوتون تابشی، E_g شکاف انرژی ماده و n به نوع گذار اپتیکی ماده بستگی دارد [۵]. برای اکسید نیکل با گذار مستقیم مجاز برابر n=1/2 است. همچنین با برون‌یابی نمودار تاک و رسم $(\alpha h\nu)^2$ بر حسب hν مقدار گاف انرژی محاسبه می‌شود. شکل۴، گاف انرژی اکسید نیکل را در دماهای بازپخت مختلف نشان می‌دهد.

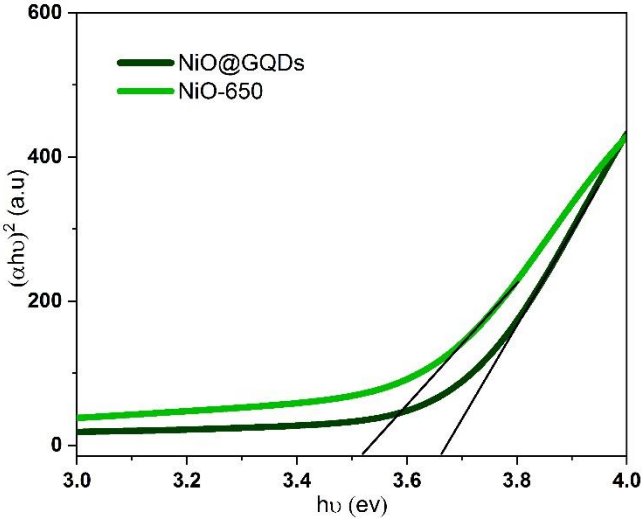


شکل۴: نمودار $(\alpha h\nu)^2$ برحسب hν برای اکسید نیکل در دماهای مختلف.

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

[Downloaded from opsi.ir on 2025-12-07]

برای نمونه اکسید نیکل در دمای ۳۵۰ درجه سانتی‌گراد گاف انرژی برابر ۳/۶۳±۰/۰۲ اکترون ولت و همچنین برای نمونه‌های ۵۰۰ و ۶۵۰ درجه سانتی‌گراد گاف انرژی به ترتیب برابر با ۳/۵۶±۰/۰۲ و ۳/۵۱±۰/۰۲ الکترون ولت است. با توجه به شکل ۴ با افزایش دمای بازپخت گاف انرژی نانوذرات اکسید نیکل کاهش یافته است. علت آن افزایش اندازه ذرات با افزایش دمای بازپخت است [۴]. که باعث پهن شدن ترازهای انرژی می‌شود. شکل۵ نمودار تاک ساختار هسته-پوسته نانوذره اکسید نیکل در دمای ۶۵۰ درجه سانتی‌گراد است. مقدار گاف انرژی برای ساختار هسته-پوسته اکسید نیکل ۳/۶۷ الکترون‌ولت است. استفاده از نقاط کوانتومی‌گرافن باعث شده که میزان گاف انرژی نسبت به اکسید نیکل خالص افزایش یابد.

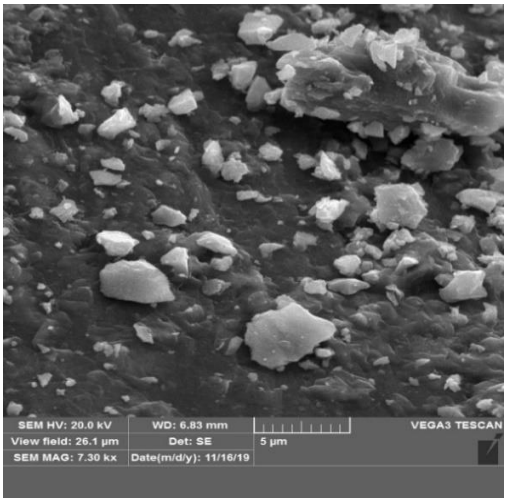


شکل ۵: نمودار تاک ساختارهسته-پوسته و خالص اکسید نیکل.

ریخت شناسی نمونه اکسید نیکل در دمای بازپخت ۵۰۰ درجه سانتی‌گراد توسط میکروسکوپ الکترون روبشی بررسی شد و تصویر آن در شکل ۶ آمده است.

نتیجه‌گیری

نانوذرات اکسید نیکل با استفاده از روش هم رسوبی و در دماهای باز پخت مختلف آماده گردید. با استفاده ازطیف سنجی فرابنفش و مرئی خواص نوری نمونه ها مورد بررسی قرارگرفت. نتایج حاصل از نمودار تاک نشان داد که با افزایش دمای بازپخت میزان گاف انرژی نانوذرات اکسید نیکل کاهش پیدا کرده است همچنین استفاده از نقاط کوانتومی گرافن در ساختار هسته-پوسته آن باعث افزایش در گاف انرژی شده است.



شکل۶ :تصویر میکروسکوپ الکترونی روبشی از نانوذرات اکسید نیکل در دمای ۵۰۰درجه سانتی‌گراد.

مرجع‌ها

[1] S. Sriram and A. Thayumanavan, “Structural, Optical and Electrical Properties of NiO Thin Films Prepared by Low Cost Spray Pyrolysis Technique,” Int. J. Mater. Sci. Eng., vol. 1, no. 2, pp. 118–121, 2014.

[2] V. P. Patil et al., “Effect of Annealing on Structural, Morphological, Electrical and Optical Studies of Nickel Oxide Thin Films,” J. Surf. Eng. Mater. Adv. Technol., vol. 01, no. 02, pp. 35–41, 2011.

[3] S. Sumithra and N. V. Jaya, “Synthesis, Structural, Optical and Magnetic Properties of Pure NiO and NiO@SiO2 Core–Shell Nanospheres,” J. Supercond. Nov. Magn., vol. 30, no. 5, pp. 1129–1136, 2017.

[4] Y. Bahari Molla Mahaleh, S. K. Sadrnezhaad, and D. Hosseini, “NiO nanoparticles synthesis by chemical precipitation and effect of applied surfactant on distribution of particle size,” J. Nanomater., vol. 2008, no. 1, pp. 4–7, 2008.

5] B. D. Viezbicke, S. Patel, B. E. Davis, and D. P. B. Iii, “Evaluation of the Tauc method for optical absorption edge determination : ZnO thin fi lms as a model system,” vol. 1710, no. 8, pp. 1700–1710, 2015.

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

[Downloaded from opsi.ir on 2025-12-07]