



مطالعه خواص نوری و مغناطیسی نانو ذرات نیکل اکسید قبل و بعد از بازیخت

یحیی عزیزی، موسی علی احمد و مهسا قرنی

گروه فیزیک، دانشگاه سیستان و بلوچستان، زاهدان

چکیده - در این کار پژوهشی نیکل اکسید با استفاده از روش همرسوبی تهیه شده است. نمونه ها با روشهای مختلفی نظیر $UV-Vis$ ، VSM ، $FT-IR$ و XRD مشخصه یابی می شوند. نتایج XRD نمونه ها نشان می دهد که برای نمونه بازیخت شده پیک های مشخصی وجود دارد اما نمونه بازیخت نشده آمورف است. نتایج حاصل از VSM نشان می دهد که نمونه نیکل اکسید قبل از بازیخت خاصیت آنتی فرومغناطیس و بعد از بازیخت خاصیت سوپر پارامغناطیس دارد. نتایج حاصل از $UV-Vis$ نشان می دهد که هرچه اندازه ذرات کوچکتر می شود شکاف انرژی افزایش می یابد.

کلید واژه - سوپر پارامغناطیس، عبور اپتیکی، نانوذرات، نیکل اکسید

Experimental study of optical transmittance spectra in NiO nanoparticles, synthesized by chemical co-precipitation Method

Yahya Azizi, Mousa Aliahmad, and Mahsa Gharani

Department of Physics, University of Sistan & Baluchestan, Zahedan

Abstract- in this work, nickel oxide nanoparticles were prepared by using the co-precipitation method. Samples with different techniques such as $UV-Vis$, $FT-IR$ VSM , and XRD were characterized. XRD results for the annealed sample shows the crystalline peaks, but as synthesized sample is amorphous. The VSM results show antiferromagnetic and super-paramagnetic properties before and after annealing the sample, respectively. The $UV-Vis$ spectra show that band gap energy is increasing with decreasing the particle size.

Keywords: Super-paramagnetic, Optical transmittance, Nanoparticles, Nickel oxide

۱- مقدمه

در سال های اخیر بررسی خواص مغناطیسی و ایتیکی نانوذرات نیمرسانا مورد توجه زیادی قرار گرفته است. نیکل اکسید یک نیمرسانا نوع p با گاف انرژی مستقیم می باشد که کاربردهای بسیار متنوعی در زمینه های مختلف دارد [۱ و ۲].

خواص مغناطیسی نانوذرات نیکل اکسید در زمینه های مختلف از جمله، دارو رسانی و حافظه های مغناطیسی کاربرد دارند. این کاربردها به اندازه و شکل نانو ذرات مغناطیسی وابسته است زیرا خواص مغناطیسی وابسته به مشخصات فوق است. در اینجا با بازپخت اندازه ذرات افزایش یافته است که این خود منجر به افزایش جذب ایتیکی آنها (به دلیل کاهش گاف انرژی بین نوار هدایت و نوار ظرفیت) می شود.

۲- روش انجام آزمایش

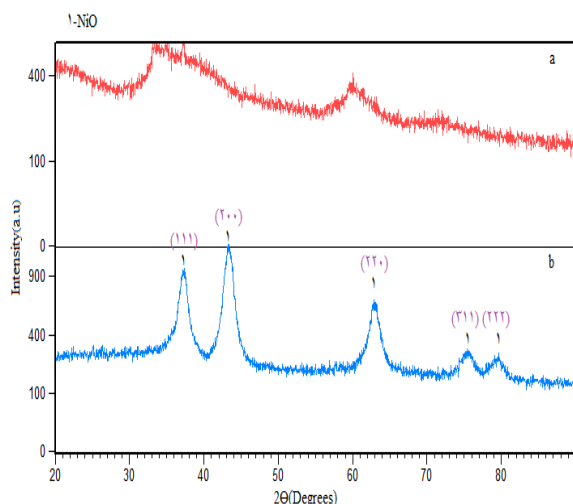
برای تولید نانوذرات نیکل اکسید با استفاده از روش هم رسوبی به این صورت عمل می کنیم که در ابتدا ۵/۹۴۱۲ gr نیکل کلرید ۶ آبه را در ۲۵۰ cc آب دوبار تقطیر که به عنوان حلال استفاده می شود حل شده است. محلول در اینجا به مدت ۴۰ دقیقه در دمای 50°C هم زده می شود. در مرحله ی بعد مقدار ۱۰ cc سدیم هیدروکسید ۰/۱ مولار به آن اضافه می شود تا رسوب سبز رنگ تشکیل شود بعد از آن رسوب ها را جمع آوری کرده و ۳ بار با آب و ۳ بار با اتانول شسته می شود. سپس، محصول نهایی را در آون در دمای 60°C به مدت ۱۴ ساعت قرار داده شده است تا خشک شود و برای اینکه کیفیت بلوری نانوذره بهتر شود نیمی از محصول نهایی در دمای 500°C به مدت ۲ ساعت بازپخت می شود که پس از عمل بازپخت از رنگ سبز به مشکی تغییر رنگ می دهد. برای بدست آوردن اندازه نانو بلورک ها از دستگاه XRD و از VSM برای بررسی خواص مغناطیسی استفاده شده است. طیف سنج FT-IR برای تشخیص پیوندهای موجود در نمونه و UV-Vis برای بررسی عبور ایتیکی نانوذرات استفاده شده است.

۳- بررسی نتایج

۱-۳ نتایج XRD

الگوهای پراش (XRD) مربوط به نمونه ی نیکل اکسید خالص در حالت بازپخت و بدون بازپخت در شکل ۱

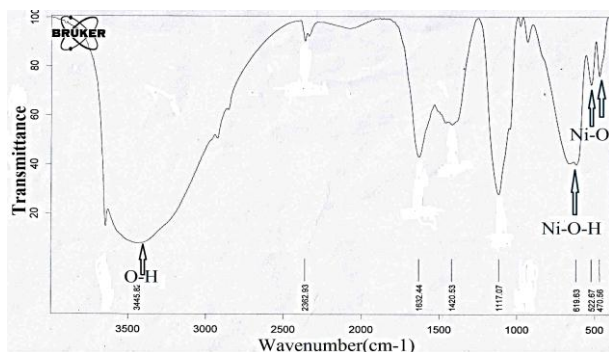
مشاهده می شود که در حالت بازپخت شده پیک هایی ظاهر می شود که مربوط به صفحات (۱۱۱)، (۲۰۰)، (۲۲۰)، (۳۱۱) و (۲۲۲) می باشد و مربوط به نیکل اکسید است. اندازه ذره برای نمونه ی نیکل اکسید ۳۳ nm بدست آمده است، در حالی که برای نمونه ی بدون بازپخت پیک های مشخصی وجود ندارد و نتایج حاصل از این طیف آمورف بودن نیکل اکسید را در این حالت تأیید می نماید (شکل ۱).



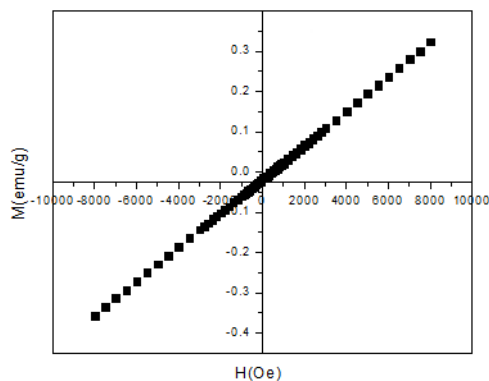
شکل ۱: الگوی پراش اشعه X نیکل اکسید (a) قبل از بازپخت (b) بعد از بازپخت

۲-۳ نتایج FT-IR

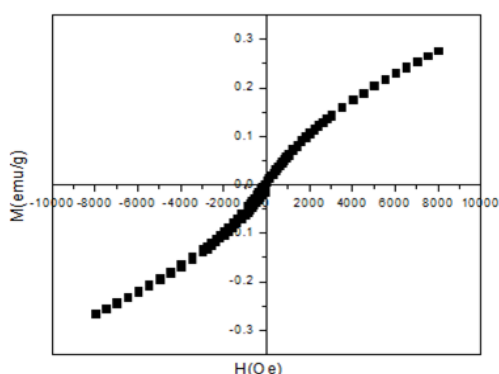
شکل ۲ و ۳ نمودار FT-IR مربوط به نانوذرات نیکل اکسید قبل و بعد از بازپخت را نشان می دهد. همان گونه که در این شکل مشاهده می شود در ۴۴۷ و ۴۷۰ cm^{-1} جذب هایی دیده می شود که نشان دهنده ی تشکیل پیوندهای Ni-O می باشد و نشان می دهد ترکیب NiO واقعاً تشکیل شده است.



شکل ۲: نمودار FT-IR مربوط به نانوذرات نیکل اکسید قبل از بازپخت



شکل ۴: منحنی مغناطش بر حسب شدت میدان برای نمونه نیکل اکسید در دمای اتاق قبل از بازپخت



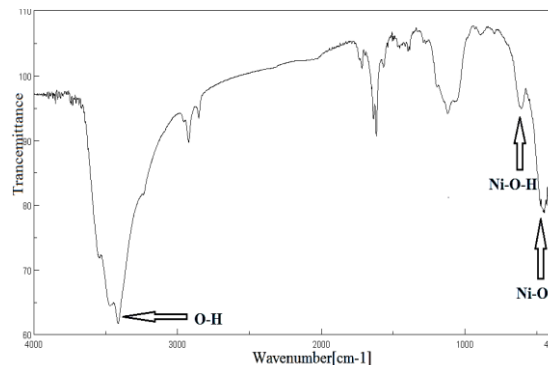
شکل ۵: منحنی مغناطش بر حسب شدت میدان برای نمونه نیکل اکسید در دمای اتاق بعد از بازپخت در دمای ۵۰۰ °C

از شکل ۴ و ۵ نتیجه می گیریم که نمونه نیکل اکسید قبل از بازپخت خاصیت آنتی فرومغناطیس و بعد از بازپخت خاصیت سوپراپارامغناطیس دارد.

۳-۳- نتایج UV-Vis

به منظور بررسی خواص اپتیکی نمونه‌ها از آنها طیف UV-Vis (شکل ۶) گرفته شد. انتظار می‌رود که میزان جذب اپتیکی به عوامل متعددی نظیر گاف انرژی و اندازه ذرات بستگی داشته باشد. همانطور که شکل ۶ نشان می‌دهد، میزان جذب اپتیکی نمونه‌ها با کاهش اندازه ذرات افزایش می‌یابد. بنابراین با کوچکتر شدن اندازه نانوذرات شکاف انرژی بین نوار هدایت و نوار ظرفیت بزرگتر می‌شود. به عبارت دیگر با افزایش شکاف انرژی، نمونه برای محدوده گسترده تری از طول موج‌ها از خود شفافیت اپتیکی نشان می‌دهد. شکاف انرژی نانوذرات را می‌توان توسط رابطه زیر بیان کرد:

$$(ah\nu)^2 = A(h\nu - E_g) \quad (2)$$

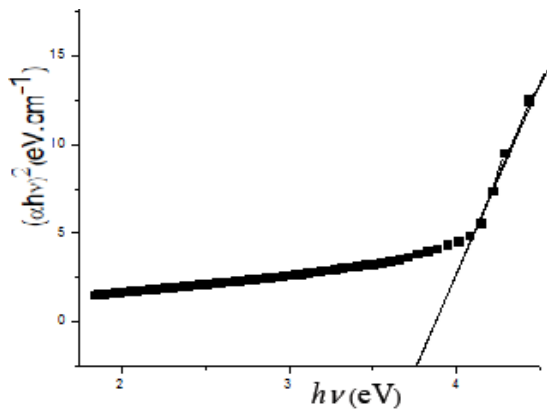


شکل ۳: نمودار FT-IR مربوط به نانوذرات نیکل اکسید بعد از بازپخت

همان‌گونه که در شکل ۳ و ۲ دیده می‌شود قله‌های موجود در حدود 3414 cm^{-1} نشان دهنده‌ی تشکیل پیوندهای O-H می‌باشد که نشانگر آب موجود در نمونه‌ها است. از نمودار FT-IR دو شکل ۲ و ۳ مربوط به نمونه‌های بازپخت شده و قبل از بازپخت نتیجه می‌گیریم که شدت جذب‌های مربوط به پیوندهای O-H بازپخت شده کمتر شده است که نشان دهنده‌ی کمتر شدن پیوندهای O-H در داخل نمونه می‌باشد یا به عبارت دیگر میزان آب درون نمونه کاهش یافته است.

۳-۳- نتایج VSM

شکل ۴ و ۵ نمودار مغناطش بر حسب میدان مغناطیسی برای نمونه نیکل اکسید قبل و بعد از بازپخت را نشان می‌دهد. همان‌گونه که در شکل ۴ مشاهده می‌شود نتیجه می‌گیریم که نمونه نیکل اکسید در حالت قبل از بازپخت خاصیت آنتی فرومغناطیس دارند زیرا نفوذپذیری مغناطیسی این مواد ضعیف ($0 - 0.1$) و در محدوده مواد پارامغناطیس مشخص می‌شوند همچنین در مواد آنتی فرومغناطیس حوزه‌های مغناطیسی کاملاً هم اندازه و مخالف جهت هم هستند که ترتیب پادموازی در این مواد نتیجه‌ی پذیرفتاری خیلی کم آنها است. اما همان‌گونه که از شکل ۵ مشاهده می‌شود نمونه نیکل اکسید خالص بازپخت شده در دمای اتاق خاصیت سوپراپارامغناطیس دارد، زیرا منحنی مغناطش آنها هیچ گونه سطحی ندارند و فاقد مغناطش باقیمانده هستند و ذرات در این مواد تک حوزوی هستند.



شکل ۸: تعیین شکاف انرژی نانوذرات بوسیله طیف جذبی آنها برای نمونه نیکل اکسید بعد از بازپخت در دمای 500°C

بر این اساس گاف انرژی برای نمونه نیکل اکسید قبل از بازپخت $5/6\text{ eV}$ و بعد از بازپخت برابر $3/75\text{ eV}$ می باشد.

۴- نتیجه گیری

نانوذرات نیکل اکسید بطور موفقیت آمیزی با استفاده از روش هم رسوبی تهیه شدند، نتایج طیف های FT-IR نشان می دهد که ترکیب NiO تشکیل شده است. الگوهای پراش اشعه ایکس نمونه ها نشان می دهد که برای نمونه بازپخت شده پیک های مشخصی وجود دارد اما برای نمونه بازپخت نشده اینگونه نیست و نشان دهنده آمورف بودن آن است. نتایج حاصل از VSM نشان می دهد که نمونه نیکل اکسید قبل از بازپخت خاصیت آنتی فرومغناطیس و بعد از بازپخت خاصیت سوپراپارامغناطیس دارد. نتایج حاصل از UV-Vis نشان می دهد که هرچه اندازه ذرات کوچکتر باشد شکاف انرژی بین نوار هدایت و نوار ظرفیت بزرگتر می شود.

مراجع

- [1] K. Anandan and V. Rajendran, *Nanoscience and Nanotechnology: An International Journal*; 2(4): (2012), pp. 24-29.
- [2] M. Aliahmad and M. Noori, *Indian journal of physics*, 87 (2013), pp.431- 434.
- [3] Mohsen Dehbashi and Mousa Aliahmad, *Experimental study of structural and optical band gap of nickel doped tin oxide nanoparticles*, *International Journal of Physical Sciences* 7(37), pp. 5415-5420, 30 (2012)

که A یک ثابت، E_g شکاف انرژی نانوذرات، $h\nu$ انرژی فوتون های فرودی و α ضریب جذب می باشد [۲].
با توجه به اینکه رابطه بین ضریب جذب و عبور به صورت زیر می باشد،

$$T = \exp(-\alpha L) \quad (3)$$

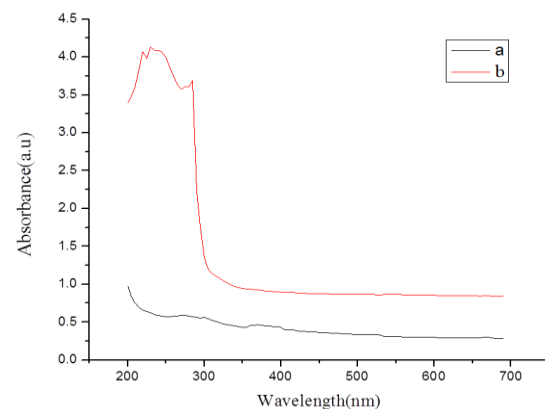
یا

$$\alpha = -\frac{(\ln T)}{L} \quad (4)$$

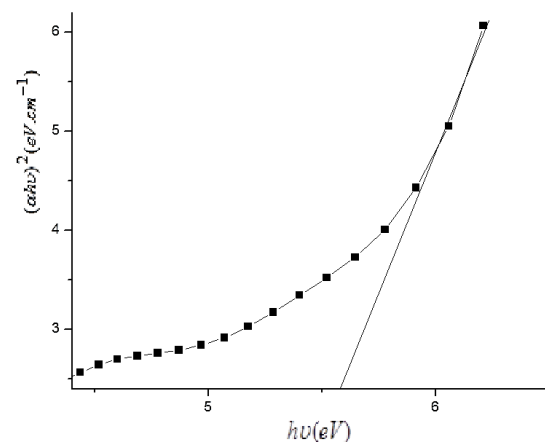
که L ضخامت نمونه می باشد، با جایگذاری رابطه ۴ در رابطه ۲ داریم [۳].

$$(h\nu \ln T)^2 = A^2 L^2 (h\nu - E_g) \quad (5)$$

با رسم نمودار $(\alpha h\nu)^2$ بر حسب $h\nu$ می توان شکاف انرژی نانوذرات را محاسبه کرد.



شکل ۶: طیف UV-Visible برای نمونه های نیکل اکسید (a) قبل از بازپخت (b) بعد از بازپخت



شکل ۷: تعیین شکاف انرژی نانوذرات بوسیله طیف جذبی آنها برای نمونه نیکل اکسید قبل از بازپخت