



بیستمین کنفرانس اپتیک و فوتونیک ایران
و ششمین کنفرانس مهندسی و فناوری فوتونیک ایران
۸ تا ۱۰ بهمن ماه ۱۳۹۲ - دانشگاه صنعتی شیراز



سنتز و بررسی خواص اپتیکی نانوذرات نیکل اکسید آلائیده شده با مس در حضور

سورفکتانت اتیلن گلیکول

مهسا قرنی و محمد سعید هادوی

گروه فیزیک، دانشگاه سیستان و بلوچستان، زاهدان

چکیده - نانوذرات نیکل اکسید آلائیده شده با مس با استفاده از روش هم‌رسوبی تولید شده اند، نمونه ها با روش های پیشرفته مختلفی نظیر طیف نگاری *UV-Vis*، *FT-IR* و *XRD* مشخصه یابی شدند. بر اثر افزودن سورفکتانت اتیلن گلیکول میانگین اندازه نانوذرات نیکل اکسید آلائیده شده با مس از ۴۹ نانومتر به ۴۷ نانومتر کاهش یافته است. طیف نگاری اپتیکی *UV-Vis* نانوذرات نیکل اکسید آلائیده شده با مس نشان می‌دهد با کاهش اندازه نانوذرات، لبه ی جذب به سمت طول موج های آبی جابه‌جا شده اند و همچنین افزودن سورفکتانت اتیلن گلیکول موجب بزرگتر شدن گاف انرژی شده است.

کلید واژه - گاف انرژی، مس، نانوذرات، نیکل اکسید

Synthesis and optical properties of nickel oxide doped with copper nanoparticles in the presence of ethylene glycol fractionation surfactant

Mahsa Gharani and M.S.Hadavi

Department of Physics, University of Sistan & Baluchestan, Zahedan

Abstract- Nickel Oxide nanoparticles doped with Copper were synthesized by the co-precipitation method, The samples characterised by various advanced techniques such as UV-Vis spectroscopy, Fourier transform infrared spectroscopy (FT-IR) and X-ray diffraction (XRD). The addition of ethylene glycol surfactant doped Nickel Oxide Nanoparticles with average size of 49 nm to 47 nm Copper reduced. Optical spectroscopy in the UV-Vis spectrum of Nickel Oxide Nanoparticles doped with Copper nanoparticles show a reduction in size, the absorption edge is displaced toward the blue wavelengths and The addition of surfactant results in larger energy gap is ethylene glycol.

Keywords: Energy Gap, Copper, Nanoparticles, Nickel Oxide

۱- مقدمه

نیکل اکسید، یک نیم رسانای نوع p و پودری سبز رنگ بوده که می تواند به عنوان دریافت کننده الکترون عمل کند [۱]. نیکل اکسید دارای پهنای نوار انرژی ۳/۴ تا ۴ الکترون ولت و گاف نواری پهن می باشد و شفافیت اپتیکی زیادی در ناحیه ی مرئی دارد. معمولاً کاهش اندازه ذرات نیم رسانای نیکل اکسید منجر به یک کاهش قابل توجه در پهنای نوارهای ظرفیت و هدایت می شود و این باعث افزایش گاف انرژی می گردد. در میان نانوذرات اکسیدفلزی، نیکل اکسید خواص مغناطیسی، کاتالیتی، الکتریکی و اپتیکی منحصر به فردی دارند [۲،۳].

از خواص الکترونیکی نیکل اکسید برای کاربردهایی مثل آند در باتری های لیتیومی، سلول های خورشیدی، حسگرهای گاز شیمیایی استفاده می شود [۳،۲]. نیکل اکسید کاربردهای زیادی در کاتالیست ها، باتری های کاتدی، حسگرهای گازی، فیلم های الکتروکرومیک، مواد مغناطیسی فیبرهای فعال نوری، پیل های سوختی، ساخت باتری های قلیایی، پنجره های هوشمند، کامپوزیت ها، خازن ها و حسگرهای شیمیایی دارد [۳،۲]. در سال های اخیر بررسی خواص اپتیکی نانوذرات نیم رسانا مورد توجه بسیار زیادی قرار گرفته است در این کار پژوهشی با اضافه کردن سورفکتانت اتیلن گلیکول به نانوذرات نیکل اکسید آلاییده شده با مس، میانگین اندازه نانوذرات را کاهش دادیم که این خود منجر به افزایش گاف انرژی بین نوار هدایت و نوار ظرفیت می شود.

۲- روش انجام آزمایش

در این مقاله نانوذرات نیکل اکسید آلاییده شده با مس به کمک روش ساده و کم هزینه هم رسوبی تولید شده اند. برای تولید نانوذرات نیکل اکسید آلاییده شده به روش هم رسوبی، ۲/۳۲ گرم ماده اولیه شامل نیکل نیترات ۶ آبه $\text{Ni}(\text{NO}_3)_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$ (درصد خلوص ۹۹/۹ %) را با اسپاتول آرام آرام به درون ۸۰ CC حلال اضافه کرده تا به خوبی هم خورده شود، پس از مدت ۱ ساعت که به خوبی هم زده شد، به محلول آبی نیکل نیترات، محلول آبی مس نیترات ۶ آبه $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$ (درصد خلوص ۹۹/۹ %) که شامل ۰/۷۲ گرم مس نیترات حل شده در ۳۰ CC حلال بوده را توسط قطره چکان به آرامی در طی نیم ساعت به

محلول اولیه اضافه کرده تا به خوبی هم زده شود پس از اضافه کردن محلول مس، محلول از حالت سبز رنگ تا حدودی به رنگ آبی در می آید سپس محلول ۰/۱ مولار سدیم هیدروکسید را به آرامی اضافه کرده با افزودن هیدروکسید سدیم، محلول غلیظ تر شده و ما رسوبات را مشاهده می کنیم سپس محلول را چندین بار سانتریفیوژ کرده و رسوبات سبز رنگ به دست آمده را به مدت ۱۴ ساعت در دمای ۱۰۰ درجه در آون قرار داده تا خشک شود سپس رسوبات خشک شده را به مدت ۲ ساعت در دمای ۵۰۰ درجه سانتریگراد در کوره الکتریکی جهت کلسینه کردن قرار داده پس از اتمام کار رسوبات سبز رنگ متمایل به آبی به رنگ مشکی در می آیند. تولید نانوذرات نیکل اکسید خالص و نیکل اکسید آلاییده شده به مس با استفاده از سورفکتانت، طبق روش هایی که در بالا ذکر شد، می باشد با این تفاوت که مقدار ۱۰ CC اتیلن گلیکول پس از انجام مراحل قبلی، در پایان آزمایش به محلول اضافه می شود و پس از اضافه کردن سورفکتانت، به مدت ۱۵ دقیقه محلول هم زده می شود. برای تعیین مشخصه نانوساختارها و بررسی ویژگی های ساختاری از دستگاه پراش پرتو ایکس (XRD) استفاده شده است. همچنین با تحلیل طیف های جذب گرفته شده از طیف سنج UV-Vis مقدار انرژی گاف نواری محاسبه گردیده است.

۳- بررسی نتایج

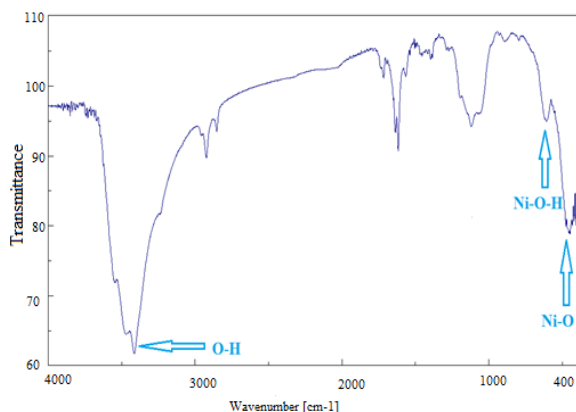
۳-۱- نتایج XRD

طیف پراش پرتو ایکس مربوط به نمونه های نانوذرات نیکل اکسید آلاییده شده با مس در حضور و فاقد سورفکتانت اتیلن گلیکول بازپخت شده در دمای ۵۰۰ درجه سانتریگراد، در شکل ۱ نشان داده شده است. با توجه به شکل تمام پیک ها، در هر دو نمونه مربوط به ساختار مکعبی نانوذرات می باشد. با استفاده از رابطه شرر می توان اندازه کریستالی نانوذرات را تخمین زد،

$$D = \frac{0.9\lambda}{\beta \cos(\theta)} \quad (1)$$

D قطر ذرات، λ طول موج پرتو ایکس به کار رفته شده در دستگاه، β پهنای پیک در نصف ارتفاع ماکزیمم بر حسب رادیان و θ زاویه پراش بر حسب درجه می باشد.

می‌شود که نشان دهنده تشکیل پیوندهای Ni-O می‌باشد و نشان می‌دهد که ترکیب NiO واقعاً تشکیل شده است.



شکل ۲: نمودار FT-IR مربوط به نانوذرات نیکل اکسید در دمای بازپخت ۵۰۰ درجه سانتی گراد

همان گونه که در شکل ۲ دیده می‌شود قله‌های موجود در حدود 3414 cm^{-1} نشان دهنده تشکیل پیوندهای O-H می‌باشد که نشان دهندهی آب موجود در نمونه‌ها است.

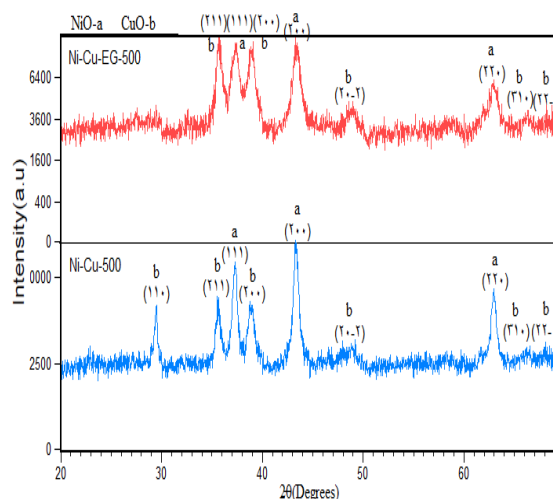
۳-۳- نتایج UV-Vis

برای محاسبه خواص اپتیکی نمونه‌ها از آنها طیف UV-Vis (۳) گرفته شده است. انتظار می‌رود که مقدار جذب اپتیکی به عوامل متعددی نظیر گاف انرژی و اندازه ذرات بستگی داشته باشد. همانطور که نمودار ترکیبی شکل ۳ نشان می‌دهد لبه‌ی جذب در نمونه‌های دارای اتیلن گلیکول نسبت به نمونه‌های فاقد اتیلن گلیکول به سمت طول موج‌های آبی جابه‌جا شده است. همان طور که طبق رابطه شرر برای هر دو نمونه بدست آمد با کوچک تر شدن میانگین اندازه نانو ذرات نیکل اکسید آلاییده شده با مس، لبه‌ی جذب به سمت طول موج‌های آبی جابه‌جا می‌شود. افزودن اتیلن گلیکول به نانوذرات نیکل اکسید آلاییده شده با مس موجب افزایش گاف انرژی نمونه‌ها در مقایسه با نمونه‌های فاقد اتیلن گلیکول شده و همچنین گاف انرژی Eg نانوذرات نیم رسانا توسط معادله‌ی زیر تعیین می‌شود:

$$(\alpha h\nu)^n = (h\nu - E_g) \quad (2)$$

در این رابطه A یک ثابت، α ضریب جذب، $h\nu$ انرژی فوتون و Eg گاف انرژی می‌باشد. برای گذارهای مستقیم

شکل ۱ نمودار ترکیبی مربوط به دو نمونه نانوذرات نیکل اکسید آلاییده شده با مس در حضور و فاقد سورفکتانت اتیلن گلیکول را نشان می‌دهد.



شکل ۱: طیف پراش اشعه ایکس نانوذرات نیکل اکسید آلاییده با مس در حضور و فاقد سورفکتانت

بر اساس این شکل، در طیف پراش اشعه ایکس مربوط به حضور اتیلن گلیکول در مقایسه با نمونه فاقد اتیلن گلیکول، پهنای پیک (FWHM) افزایش یافته است. این پهن شدن دلیلی بر تغییر میانگین اندازه‌ی است. طبق رابطه شرر با محاسبه D مربوط به تمام پیک‌ها و متوسط گیری از تمام آن‌ها (برای هر نمونه به طور مجزا) میانگین اندازه نانوذرات با حضور اتیلن گلیکول، ۴۷ نانومتر می‌باشد در حالیکه میانگین اندازه نانوذرات فاقد اتیلن گلیکول ۴۹ نانومتر می‌باشد. سورفکتانت اتیلن گلیکول مانع از به هم چسبیدن نانوذرات به یکدیگر شده است.

۳-۲- نتایج FT-IR

دستگاه مورد استفاده جهت تعیین مشخصه طیف سنجی تبدیل فوریه Bruker. Tensor 27 SP 1100 می‌باشد. شکل ۲ نمودار FT-IR مربوط به نانوذرات نیکل اکسید در دمای بازپخت 500°C را نشان می‌دهد همان گونه که در شکل ۲ مشاهده می‌شود در 447 cm^{-1} جذب‌هایی دیده

همان طور که در شکل ۳ مشاهده می شود، گاف انرژی به ترتیب برای نمونه نانوذرات نیکل اکسید آلانید شده با مس در حضور و فاقد اتیلن گلیکول ۴ eV و ۳/۹۵ eV تخمین زده شد.

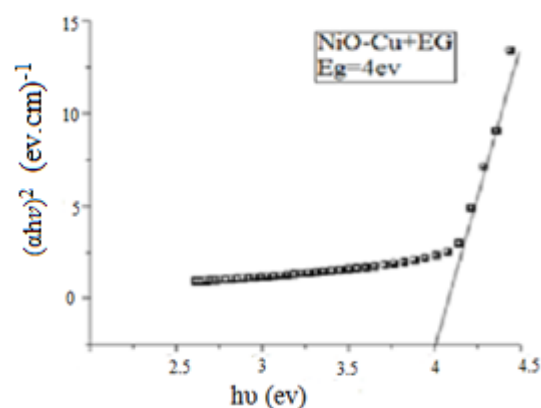
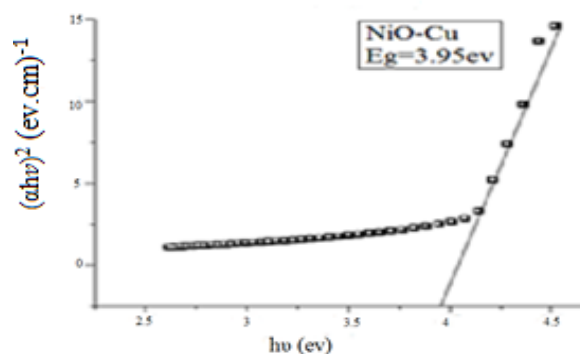
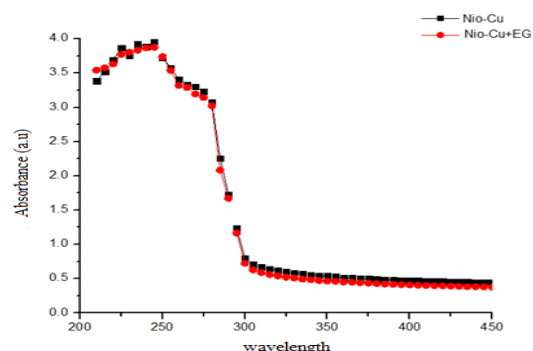
۴- نتیجه گیری

نانوذرات نیکل اکسید آلانید شده با مس با استفاده از روش همرسوبی تهیه شده است. نتایج طیف پراش اشعه ایکس نشان می دهد میانگین اندازه نانوذرات در حضور سورفکتانت اتیلن گلیکول کوچکتر شده است. طیف سنجی UV-Vis نشان می دهد با افزودن اتیلن گلیکول به نانوذرات نیکل اکسید آلانید شده با مس گاف انرژی بین نوار هدایت و نوار ظرفیت بزرگتر می شود و در نتیجه برای محدوده گسترده تری از طول موج از خود شفافیت اپتیکی نشان می دهد.

مراجع

- [1] Sato. H., Minami. T, Takata . S. and Yamada. T., *Thin Solid Films* 23611993, P.27
- [2] Anandann. K., Rajendran.V, *Morphological and size effects of NiO nanoparticles via solvothermal process and their optical properties*, Department of Physics, Presidency College, Chennai 600 005, Tamil Nadu, India
- [3] Han., D.Y. *Synthesis and size control of NiO nanoparticles by water-in- microemulsion*, State Key Laboratory for Corrosion and Protection, Institute of Metal Research, The Chinese Academy of Sciences, Shenyang 110016, China

مجاز $n=2$ و برای گذارهای غیرمستقیم مجاز $n=1/2$ است. برای تعیین گاف انرژی در نمونه های نیکل اکسید آلانید شده با مس، منحنی تغییرات $(\alpha h\nu)^2$ بر حسب از روی طیف جذبی نمونه در نرم افزار origin رسم شده و با برون یابی از نمودارها، بهترین تابعیت خطی در طیف وسیعتری از انرژی فوتون انتخاب شد که بدین ترتیب انرژی گاف نواری تعیین گردد.



شکل ۳: نمودار ترکیبی منحنی جذب و تعیین گاف نواری نانوذرات نیکل اکسید آلانید شده با مس در حضور و فاقد EG از روی منحنی جذب