بیستمین کنفرانس اپتیک و فوتونیک ایران
و ششمین کنفرانس مهندسی و فناوری فوتونیک ایران
۸ تا ۱۰ بهمن ماه۱۳۹۲ - دانشگاه صنعتی شیراز

سنتز و بررسی خواص اپتیکی نانوذرات نیکل اکسید آلاییده شده با مس در حضور سورفکتانت اتیلن گلیگول

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 روش‌های پیشرفته مختلفی نظیر طیف‌نگاری *FT-IR, UV-Vis* 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، لبه‌ی جذب به سمت طول موج‌های 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

[Downloaded from www.opsi.ir on 2025-11-16]

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 می‌باشد و شفافیت اپتیکی زیادی در ناحیه‌ی مرئی دارد. معمولا کاهش اندازه ذرات نیم‌رسانای نیکل اکسید منجر به یک کاهش قابل توجه در پهنای نوارهای ظرفیت و هدایت می‌شود و این باعث افزایش گاف انرژی می‌گردد. در میان نانوذرات اکسیدفلزی، نیکل اکسید خواص مغناطیسی، کاتالیستی، الکتریکی و اپتیکی منحصر به فردی دارند[۲،۳].

از خواص الکترونیکی نیکل اکسید برای کاربردهایی مثل آند در باطری‌های لیتیومی، سلول های خورشیدی، حسگرهای گاز شیمیایی استفاده می‌شود[۳،۲]. نیکل اکسید کاربردهای زیادی در کاتالیست‌ها، باتری‌های کاتدی، حسگرهای گازی، فیلم های الکتروکرومیک، مواد مغناطیسی فیبرهای فعال نوری، پیل‌های سوختی، ساخت باتری‌های قلیایی، پنجره‌های هوشمند، کامپوزیت‌ها، خازن‌ها 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 آلائیده شده با مس، میانگین اندازه نانوذرات را کاهش دادیم که این خود منجر به افزایش گاف انرژی بین نوارهدایت و نوار ظرفیت می شود.

۲- روش انجام آزمایش

در این مقاله نانوذرات نیکل‌اکسید آلائیده شده با مس به کمک روش ساده و کم‌هزینه همرسوبی تولید شده اند. برای تولید نانوذرات نیکل‌اکسید آلائیده شده به روش هم‌رسوبی، ۲/۳۲ گرم ماده اولیه شامل نیکل نیترات ۶ آبه $Ni(NO_3)_2.\ H_2O$(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 $Cu(NO_3)_2$(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 می‌آید 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 سانتیگراد 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 روش‌هایی که در بالا ذکر شد، می‌باشد با این تفاوت که مقدارCC ۱۰ اتیلن گلیکول پس از انجام مراحل قبلی، در پایان آزمایش به محلول اضافه می‌شود و پس از اضافه کردن سورفکتانت، به مدت ۱۵ دقیقه محلول هم زده می‌شود. برای تعیین مشخصه نانوساختارها و بررسی ویژگی های ساختاری از دستگاه پراش پرتو ایکس (XRD) استفاده شده است. همچنین با تحلیل طیف‌های جذب گرفته شده از طیف سنج UV-Vis مقدار انرژی گاف نواری محاسبه گردیده است.

۳- بررسی نتایج

۳-۱- نتایج XRD

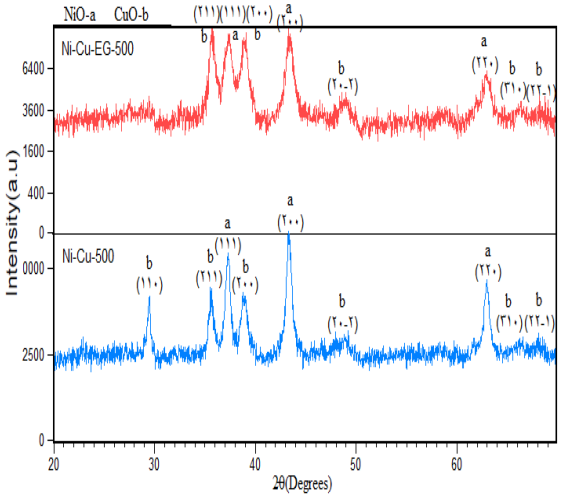
طیف پراش پرتو ایکس مربوط به نمونه‌های نانوذرات نیکل اکسید آلائیده شده با مس در حضور و فاقد سورفکتانت اتلین گلیکول بازپخت شده در دمای ۵۰۰ درجه سانتیگراد، در شکل ۱ نشان داده شده است. با توجه به شکل تمام پیک ها، در هر دو نمونه مربوط به ساختار مکعبی نانوذرات می‌باشد. با استفاده از رابطه شرر می توان اندازه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

$$D = \frac{0.9\lambda}{\beta COS(\theta)} \qquad (۱)$$

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 می‌باشد.

[Downloaded from www.opsi.ir on 2025-11-16]

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

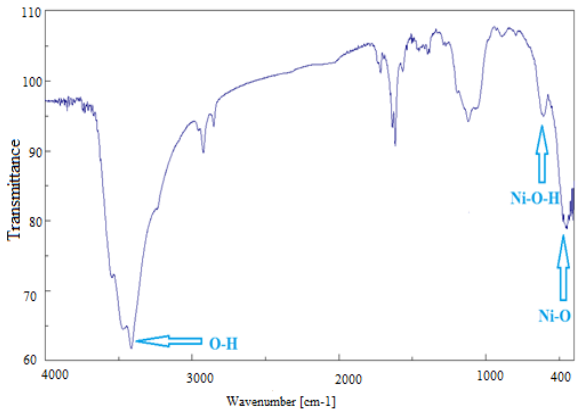


شکل۱: طیف پراش اشعه ایکس نانوذرات نیکل اکسید آلائیده با مس در حضور و فاقد سورفکتانت

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 شدگی دلیلی برتغییر میانگین اندازه‌ی است. طبق رابطه شرر با محاسبه D مربوط به تمام پیک ها و متوسط گیری از تمام آن ها (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. شکل۲ نمودار FT-IR مربوط به نانوذرات نیکل اکسید در دمای بازپخت $۵۰۰\ ^0C$ را نشان می‌دهد همان‌گونه که در شکل ۲مشاهده می‌شود در $۴۴۷\ cm^{-1}$ جذب‌هایی دیده می‌شود که نشان دهنده تشکیل پیوندهای Ni-O می‌باشد و نشان می‌دهد که ترکیب NiO واقعاً تشکیل شده است.



شکل۲: نمودار FT-IR مربوط به نانوذرات نیکل اکسید در دمای بازپخت ۵۰۰ درجه سانتی گراد

همان‌گونه که در شکل ۲ دیده می‌شود قله‌های موجود در حدود $۳۴۱۴\ cm^{-1}$ نشان دهنده‌ی تشکیل پیوندهای O-H می‌باشد که نشان دهنده‌ی آب موجود در نمونه‌ها است.

۳-۳- نتایج UV-Vis

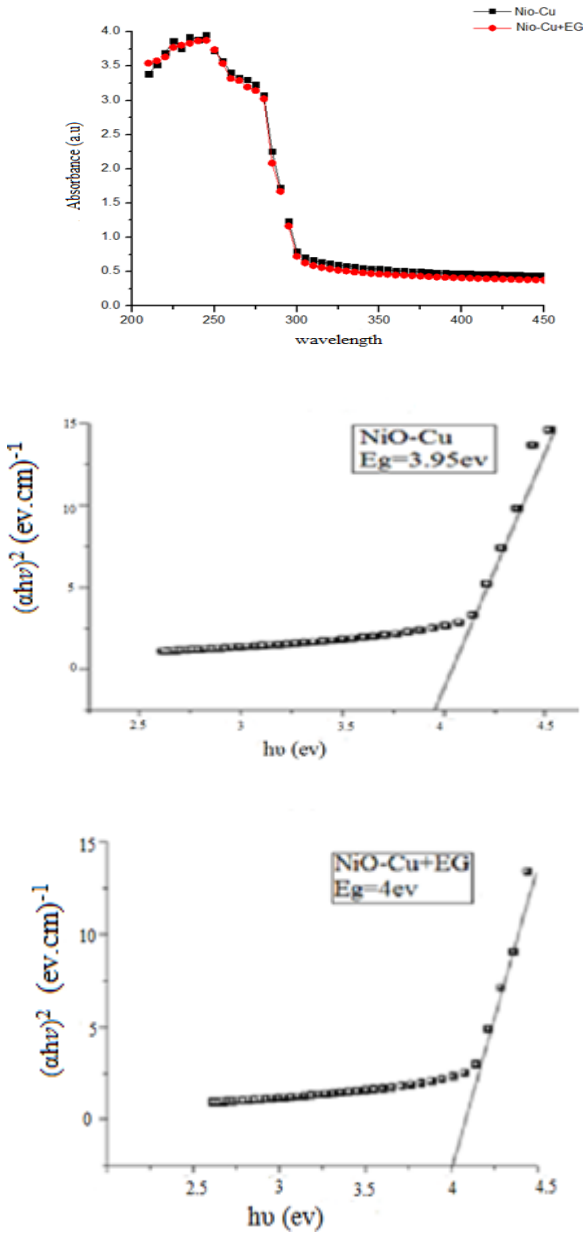
برای محاسبه خواص اپتیکی نمونه ها از آنها طیف UV-Vis شکل (۳) گرفته شده است. انتظار می رود که مقدار جذب اپتیکی به عوامل متعددی نظیر گاف انرژی و اندازه ذرات بستگی داشته باشد. همانطور که نمودار ترکیبی شکل ۳ نشان می دهد لبه‌ی جذب در نمونه‌های دارای اتیلن گلیکول نسبت به نمونه‌های فاقد اتیلن گلیکول به سمت طول 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 آلائیده شده با مس ، لبه‌ی جذب به سمت طول موج های آبی جابه‌جا می‌شود. افزودن اتیلن گلیکول به نانوذرات نیکل اکسید آلائیده 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:

$$(\alpha h\upsilon)^n = (h\upsilon - E_g) \qquad (۲)$$

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

[Downloaded from www.opsi.ir on 2025-11-16]

مجاز n=۲ و برای گذارهای غیرمستقیم مجاز n= ۱/۲ است. برای تعیین گاف انرژی در نمونه‌های نیکل اکسید آلائیده 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.



شکل۳: نمودار ترکیبی منحنی جذب و تعیین گاف نواری نانوذرات نیکل اکسید آلائیده شده با مس در حضور و فاقد EG از روی منحنی جذب

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

۴- نتیجه گیری

نانوذرات نیکل اکسید آلائیده 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 آلائیده شده با مس گاف انرژی بین نوار هدایت و نوار ظرفیت بزرگتر می‌شود 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

[Downloaded from www.opsi.ir on 2025-11-16]