



## 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 هم رسبوبی تولید شده اند، نمونه ها با روش های پیشرفته مختلفی نظری طیف نگاری *UV-Vis* و *XRD* و *FT-IR* 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 می دهد با کاهش اندازه نانوذرات، لبه جذب به سمت طول موج های آبی جابه جا 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

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 ۱/۰ مولار سدیم هیدروکسید را به آرامی اضافه کرده با افزودن هیدروکسید سدیم، محلول غلیظ تر شده و ما رسوبات را مشاهده می‌کنیم 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 ۵۰ درجه سانتیگراد در کوره الکتریکی جهت کلسینه کردن قرار داده پس از اتمام کار رسوبات سبز رنگ متمايل به آبی به رنگ مشکی در می‌آيند. تولید نانوذرات نیكل اكسيد خالص و نیكل اكسيد آلائیده شده به مس با استفاده از سورفكتانت، طبق روش‌هایی که در بالا ذکر شد، می‌باشد با اين تفاوت که مقدار CC ۱۰ اتيلن گلیکول پس از انجام مراحل قبلی، در پایان آزمایش به محلول اضافه می‌شود و پس از اضافه کردن سورفكتانت، به مدت ۱۵ دقیقه محلول هم زده می‌شود. برای تعیین مشخصه نانوساختارها و بررسی ویژگی‌های 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 نیكل اكسيد آلائیده شده با مس در حضور و فاقد سورفكتانت اتيلن گلیکول بازیخت شده در دمای ۵۰۰ درجه سانتیگراد، در شکل ۱ نشان داده شده است. با توجه به شکل تمام پیک‌ها، در هر دو نمونه مربوط به ساختار مکعبی نانوذرات می‌باشد. با استفاده از رابطه شر می‌توان اندازه کریستالی نانوذرات را تخمین زد،

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

D قطر ذرات،  $\lambda$  طول موج پرتو ایکس به کار رفته شده در دستگاه،  $\beta$  پهنه‌ای پیک در نصف ارتفاع ماکزیمم بر حسب رادیان و  $\theta$  زاویه پراش بر حسب درجه می‌باشد.

### ۱- مقدمه

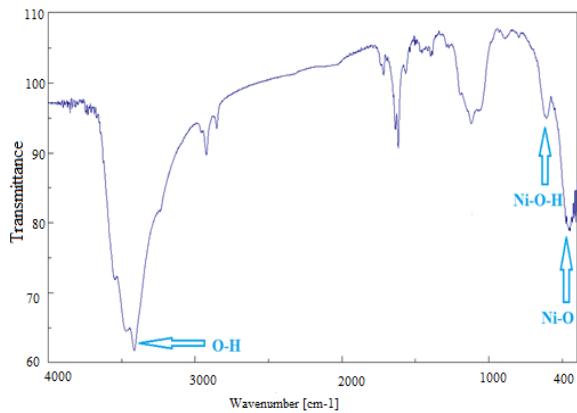
نیكل اكسيد، یک نیم رسانای نوع P و پودری سبز رنگ بوده که می‌تواند به عنوان دریافت کننده الکترون عمل کند [۱]. نیكل اكسيد دارای پهنه‌ای نوار انرژی ۳/۴ تا ۴ الکترون ولت و گاف نواری پهن می‌باشد و شفافیت اپتیکی زیادی در ناحیه‌ی مرئی دارد. معمولاً کاهش اندازه ذرات نیم رسانای نیكل اكسيد منجر به یک کاهش قابل توجه در پهنه‌ای نوارهای ظرفیت و هدایت می‌شود و این باعث افزایش گاف انرژی می‌گردد. در میان نانوذرات اکسیدفلزی، نیكل اكسيد خواص مغناطیسی، کاتالیستی، الکتریکی و اپتیکی منحصر به فردی دارد [۲،۳].

از خواص الکترونیکی نیكل اكسيد برای کاربردهای مثل آند در باطری‌های لیتیومی، سلول‌های خورشیدی، حسگرهای گاز شیمیایی استفاده می‌شود [۳،۲]. نیكل اكسيد کاربردهای زیادی در کاتالیست‌ها، باتری‌های کاتدی، حسگرهای گازی، فیلم‌های الکتروکرومیک، مواد معناطیسی فیبرهای فعال نوری، پیلهای سوختی، ساخت باتری‌های قلیایی، پنجره‌های هوشمند، کامپوزیت‌ها، خازن‌ها و حسگرهای شیمیایی دارد [۳،۲]. در سال‌های اخیر بررسی خواص اپتیکی نانوذرات نیم رسانا مورد توجه بسیار زیادی قرار گرفته است در این کار پژوهشی با اضافه کردن سورفكتانت اتيلن گلیکول به نانوذرات نیكل اكسيد آلائیده شده با مس، میانگین اندازه نانوذرات را کاهش دادیم که این خود منجر به افزایش گاف انرژی بین نوارهای و نوار ظرفیت می‌شود.

### ۲- روش انجام آزمایش

در این مقاله نانوذرات نیكل اكسيد آلائیده شده با مس به کمک روش ساده و کم‌هزینه هم‌رسوبی تولید شده اند. برای تولید نانوذرات نیكل اكسيد آلائیده شده به روش هم‌رسوبی، ۲/۳۲ گرم ماده اولیه شامل نیكل نیترات ۶ آبه  $\text{Ni}(\text{NO}_3)_2 \cdot 9\text{H}_2\text{O}$  (درصد خلوص ۹۹/۹٪) را با اسپانول آرام آرام به درون CC ۸۰ حلal اضافه کرده تا به خوبی هم خورده شود، پس از مدت ۱ ساعت که به خوبی هم زده شد، به محلول آبی نیكل 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 CC ۳۰ حلal بوده را توسط قطره چکان به آرامی در طی نیم ساعت به

می‌شود که نشان دهنده تشکیل پیوندگاهی 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 بازیخت ۵۰۰ درجه سانتی گراد

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

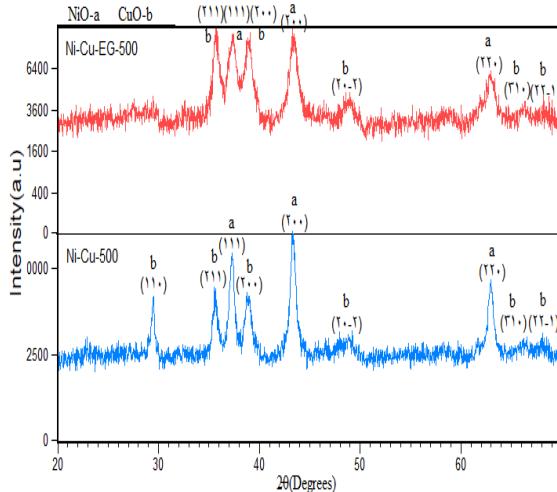
## UV-Vis نتائج - ٣- ٣

برای محاسبه خواص اپتیکی نمونه ها از آنها طیف 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. همان‌طور که طبق رابطه شر برای هر دو نمونه بدست آمد با کوچک تر شدن میانگین اندازه نانو ذرات نیکل اکسید آلائید شده با مس، لبه‌ی جذب به سمت طول موج‌های آبی جابه‌جا می‌شود. افروdon اتیلن گلیکول به نانوذرات نیکل اکسید آلائید شده با مس موجب افزایش گاف انرژی نمونه‌ها در مقایسه با نمونه‌های فاقد اتیلن گلیکول شده و همچنین گاف انرژی Eg نانوذرات نیم رساناً توسعه معادله‌ی زیر تعیین می‌شود:

$$(\alpha h\nu)^n = (h\nu - E_g) \quad (\text{?})$$

در این رابطه A یک ثابت،  $\alpha$  ضریب جذب،  $hv$  انرژی فوتون و  $E_g$  گاف انرژی می‌باشد. برای گذارهای مستقیم

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.



شكل 1: طيف پراش اشعه ايکس نانوذرات نيكل اكسيد آلائيد با مس در حضور و فاقد سورفكتانت

بر اساس این شکل، در طیف پراش اشعه ایکس مربوط به حضور اتیلن گلیکول در مقایسه با نمونه فاقد اتیلن گلیکول، پهنه‌ای پیک (FWHM) افزایش یافته است. این پهنه شدگی دلیلی بر تغییر میانگین اندازه‌ی است. طبق رابطه شر ب 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. سورفتکتانت اتیلن گلیکول مانع از به هم چسبیدن نانوذرات به یکدیگر شده است.

نتائج -٢-٣ FT-IR

دستگاه مورد استفاده جهت تعیین مشخصه طیف سنجی تبدیل فوریه Bruker Tensor 27 SP 1100 می باشد. شکل ۲ نمودار FT-IR مربوط به نانوذرات نیکل اکسید در دمای بازپخت  $C_50^0$  را نشان می دهد همان گونه که در شکل ۲ مشاهده می شود در  $447\text{ cm}^{-1}$  جذب هایی دیده

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.

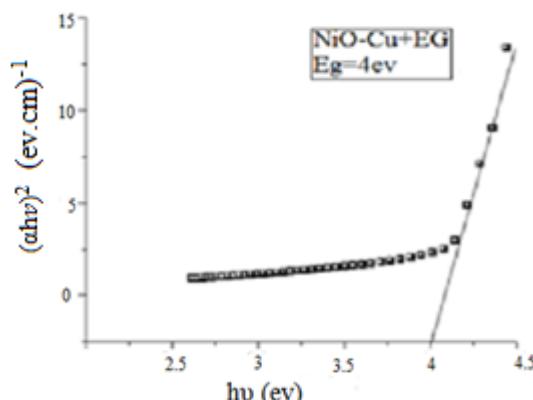
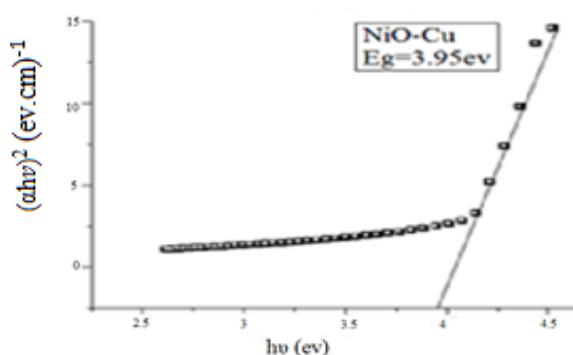
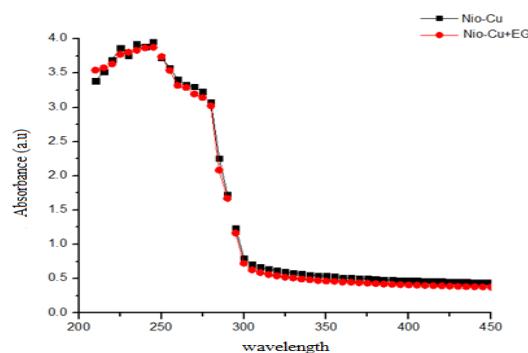
#### ۴- نتیجه گیری

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 سورفتانت 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 می شود و در نتیجه برای محدوده گستردۀ 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  $1/2$  است. برای تعیین گاف انرژی در نمونه های 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 یا 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 آلائیده شده با مس در حضور و فاقد EG از روی منحنی جذب