بیست و هشتمین کنفرانس اپتیک و
فوتونیک ایران و چهاردهمین کنفرانس
مهندسی و فناوری فوتونیک ایران،
دانشگاه شهید چمران اهواز،
خوزستان، ایران.

تاثیر گلیسین بر خواص اپتیکی نانوذرات کلوییدی اکسید ایندیوم

زهرا اسدیان[۱]، مرتضی ساسانی قمصری[۲]، علی باکوئی[۱]

[۱] گروه اپتیک و لیزر، بخش فیزیک، دانشکده علوم پایه، دانشگاه تربیت مدرس

[۲] پژوهشکده فوتونیک و فناوری‌های کوانتومی، پژوهشگاه علوم و فنون هسته‌ای، سازمان انرژی اتمی،

z_asadian@modares.ac.ir, abakouei@gmail.com, msghamsari@yahoo.com

چکیده- در این تحقیق اثر ناخالصی گلیسین بر ویژگی های اپتیکی محلول کلوییدی نانوذرات اکسید ایندیوم به روش تجربی مورد بررسی قرار گرفته است. محلول کلوییدی نانوذرات اکسید ایندیوم و محلول کلوییدی نانوذرات اکسید ایندیوم با ناخالصی گلیسین با روش شیمیایی تر سل-ژل با استفاده از نمک ایندیوم و گلیسین پودری تهیه شده و پس از مشاهده پایداری محلول با گذشت چند روز طیف جذبی محلول‌ها ثبت و گاف نواری مربوط به هرکدام محاسبه شدند. طیف فوتولومینسانس و FT-IR نیز برای بررسی بیشتر خواص اپتیکی و همچنین پیوندهای به وجود آمده در محلول ها ثبت و با هم مقایسه شده‌اند که بهبود خواص اپتیکی مشاهده شد.

کلید واژه- اکسید ایندیوم، خواص اپتیکی، سل-ژل، گلیسین.

Glycine effects on the optical properties of colloidal In_2O_3 nanoparticles

Zahra Asadian[1], Morteza Sasani Ghamsari[2], Ali Bakouei [1]

[1]Department of Physics, Optics and Laser, Faculty of Basic Sciences, Tarbiat Modares University, Tehran, Iran
[2]Photonics and Quantum Technologies Research Institute, Nuclear Science and Technology Research Institute, 11155-3486, Tehran, Iran
z_asadian@modares.ac.ir, abakouei@gmail.com, msghamsari@yahoo.com

Abstract- In this research, experimentally the effect of glycine impurity on the optical properties of colloidal solution of indium nanoparticles has been investigated. Colloidal solution of indium oxide nanoparticles and colloidal solution of indium oxide nanoparticles with glycine impurity were prepared by sol-gel method which is a wet chemical method, using indium salt and powdered glycine. After observing the stability of the solution, after a few days, the absorption spectra of the solutions were recorded and the band gap corresponding to each was calculated. Photoluminescence and FT-IR spectra were also recorded and compared to further investigate the optical properties as well as to investigate the bonds formed in the solutions, which show an improvement in optical properties.

Keywords: Colloidal Nanoparticles, In_2O_3, Sol-Gel Method.

[Downloaded from www.opsi.ir on 2025-12-16]

مقدمه

کاربرد وسیع نیمه رساناهای اکسیدی در تکنولوژی، الکترونیک و میکروالکترونیک، ارتباطات نوری، حسگر-های گازی، ترانزیستورها، سلول های خورشیدی و ... باعث شده است تا توجه زیادی را به دلیل ویژگی‌های نوری-الکتریکی به خود جلب کنند. با کوچک شدن اندازه ذرات اکسیدی و ورود به محدوده نانو با تغییر برخی از خواص فیزیکی به ویژه خواص نوری آن‌ها مواجه می‌شویم. دو مورد از مهم‌ترین تغییرات، افزایش نسبت سطح به حجم و ورود اندازه ذرات به قلمرو اثرات کوانتومی است. افزایش نسبت سطح به حجم ناشی از کم شدن اندازه ذره است که منجر به غلبهٔ رفتار اتم‌های واقع در سطح ذره به رفتار اتم‌های درونی می‌شود. افزایش سطح، خواص نوری نانوذرات اکسیدی را به مقدار زیاد تغییر می‌دهد[۱]. یکی از مهم‌ترین راه‌های کنترل تاثیر اندازه ذرات بر روی خواص نوری آن‌ها، قرار دادن آن‌ها در یک محیط کلوئیدی در حضور یک ماده فعال سطحی و یا ترکیبات آن‌هاست [۲]. برای مثال نانو ذرات فلزی در معرض هوا به سرعت اکسید می‌شوند، لذا برای حفظ خواص مورد نظر نانو ذرات و جلوگیری از واکنش بیشتر پایدار کننده‌هایی را به آن اضافه می‌کنند. اکسید ایندیوم ماده‌ایی نیمه هادی با فرمول شیمیایی In_2O_3 است که شامل اتم‌های اکسیژن و ایندیوم است که اگر تناسب عنصری در ترکیب آن برقرار باشد یک عایق محسوب می‌شود. در حالی که اگر تناسب عنصری موجود نباشد رفتار یک نیمه رسانا با شفافیت بالا در ناحیه مریی را از خود بروز می‌دهد[۳]. مورد توجه بودن بسیار این ماده به دلیل گاف نواری بزرگ (>۳/۵ ev) شفافیت بالا، پایداری شیمیایی بالا، پویایی و رسانندگی الکتریکی زیاد آن است. استفاده از آن در الکترونیک، فوتوولتاییک، وسایل اپتوالکترونیک مثل حسگر های گازی، LED و لایه های ضدبازتاب بسیار مرسوم است[۴]. گلیسین (glycine) یک آمینو اسید است که یک اتم هیدروژن به عنوان زنجیره کناری دارد. گلیسین ساده‌ترین آمینواسید پایدار است که فرمول شیمیایی آن به صورت NH_2-CH_2-COOH است. این آمینواسید در محیط‌های مختلف خواص اسیدی و بازی متفاوتی از خود نشان می‌دهد. افزایش درصد نیتروژن در ترکیب ماده به عنوان بهبود دهنده باعث بهتر شدن خواص اپتیکی آن خواهد شد[۵]، لذا به دلیل وجود یک نیتروژن در ساختار گلیسین از آن به عنوان منبع این ماده برای بهبود خواص اپتیکی استفاده می‌شود.

روش سنتز

روش سل ژل است یک روش تهیه نانو ذرات از محلول آبی نمک های فلزی است.

سنتز اکسید ایندیوم: مقدار ۰/۷۵۱ گرم از نمک نیتریدی ایندیوم با مقدار ۱/۲۰۲ گرم سیتریک اسید (به عنوان عامل مختلط کننده) در آب و الکل به نسبت ۲:۱ به مدت ۲۰ دقیقه در دمای ۴۰ درجه مخلوط شدند. سپس به مدت ۳ ساعت در دمای ۱۲۰ درجه تحت عمل رفلاکس قرار گرفتند. در نهایت سل اکسید ایندیوم تهیه شده به مدت ۲ روز پیرسازی شد تا از پایداری آن اطمینان حاصل شود[۶].

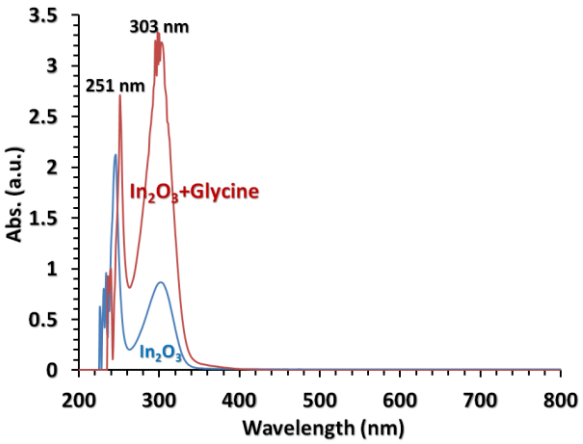
سنتز اکسید ایندیوم با گلیسین : مقدار ۳/۶۱۰ گرم گلیسین در ۶۰ میلی لیتر آب مقطر حل شده و سپس در دمای ۱۲۰ درجه به مدت ۳ ساعت در شرایط عمل رفلاکس قرار گرفت سپس مقدار ۱/۱۷۰ گرم نمک نیتریدی ایندیوم به همراه مقدار ۱/۸۷۳ گرم سیتریک اسید در آب و الکل به نسبت ۲:۱ به مدت ۱ ساعت و ۳۰ دقیقه در دمای ۱۲۰ درجه در حالت رفلاکس قرار گرفتند و به محلول گلیسین افزوده شدند، محلول نهایی به مدت ۲ ساعت دیگر در دمای ۱۲۰ درجه در حالت رفلاکس قرار گرفت و در نهایت محلول همگن و شفافی حاصل شد که پس از گذشت ۲۴ساعت پایدار مانده بود.

[Downloaded from www.opsi.ir on 2025-12-16]

به منظور بررسی خواص اپتیکی و ساختاری از روش های طیف سنجی نوری و آنالیز FTIR استفاده شده است.

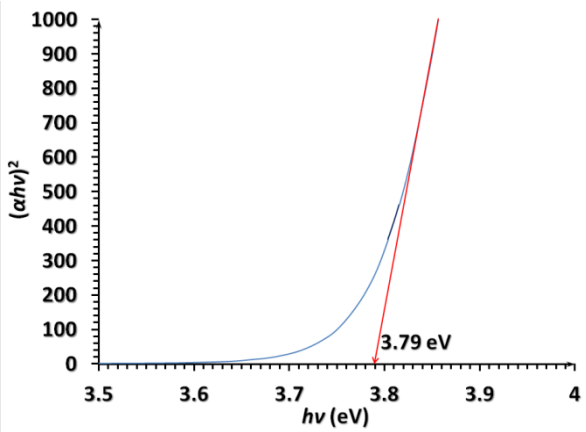
بررسی نتایج

طیف سنجی فرابنفش-مرئی یا اسپکتروسکوپی UV-Vis یکی از پرکاربردترین روش های آنالیز مواد شیمیایی است. اساس طیف بینی جذبی فرابنفش-مرئی اندازه گیری میزان جذب یک پرتوی نوری، در محدوده طیفی ناحیه مرئی از طول موج ۳۸۰ تا ۷۷۰ نانومتر و فرابنفش۳۸۰-۲۰۰ نانومتر، با عبور از درون یک نمونه یا بعد از انعکاس از سطح یک نمونه است. همانگونه که از شکل (۱) مشخص است طول موج های جذب برای ماده‌ی اکسید ایندیوم در ۲۵۰ و بازه‌ی ۲۹۵-۳۰۵ قرار دارد در حالی که از شکل(۱) طول موج های جذب برای ماده‌ی اکسید ایندیوم حاوی گلیسین در ۲۴۵ و ۳۰۵ قرار دارد.



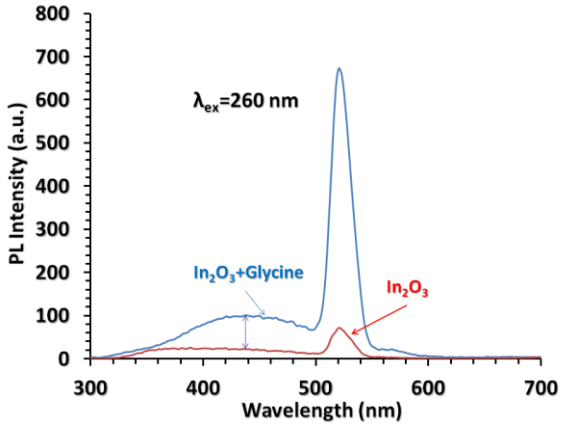
شکل ۱ : طیف جذبی اکسید ایندیوم و اکسید ایندیوم حاوی گلیسین.

از طیف جذبی به دست آمده و بررسی لبه جذب با دانستن اینکه گاف نواری این ماده مستقیم است با رسم نمودار $(\alpha h\upsilon)^2$ برحسب $h\upsilon$ و رسم خط مماس بر آن (محل تقاطع خط مماس قرمز رنگ و محور افقی نشان دهنده گاف نواریست)، گاف نواری مطابق شکل (۲) بدست می‌آید. مقدار گاف نواری در ترکیب اکسید ایندیوم ۳/۶۸ الکترون ولت است که طبق نمودار شکل (۲) با اضافه کردن گلیسین به مقدار ۳/۷۹ الکترون ولت افزایش می یابد.



شکل ۲ : نمودار $(\alpha h\upsilon)^2$ بر حسب $h\upsilon$ برای اکسید ایندیوم تهیه شده در حضور گلسین.

در شرایط عادی الکترون های ماده در تراز انرژی پایه قرار دارند. با تحریک الکترون ها توسط فوتون های نور فرودی آن‌ها برانگیخته شده و به تراز انرژی بالاتر می روند و سپس بازگشت آن ها به تراز انرژی پایین تر همراه با نشر فوتون است ، لذا به آن طیف نشری هم می گویند. نتایج این طیف برای هر دو ماده مورد نظر در شکل(۳) آورده شده اند.

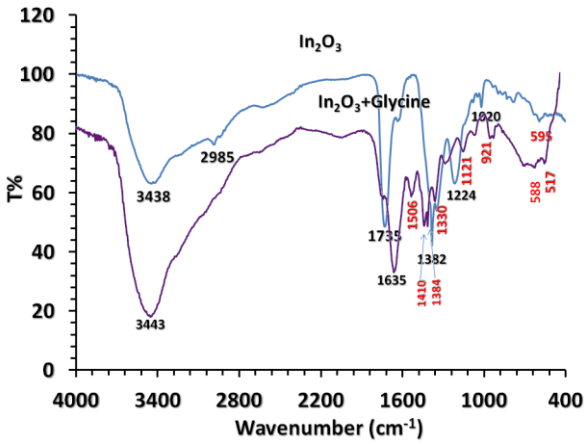


شکل ۳ : طیف نشری فوتولومیسانس اکسید ایندیوم و طیف نشری مربوط به اکسید ایندیوم حاوی گلیسین.

طیف‌سنجی تبدیل فوریه یک تکنیک اندازه‌گیری است که به وسیله‌ی آن، بر اساس اندازه‌گیری همدوسی منبع

[Downloaded from www.opsi.ir on 2025-12-16]

تابشی، طیف بدست می‌آید. یکی از وظایف اصلی طیف سنجی تشخیص دادن این است که در هر طول موج چه مقدار نور منتشر شده است. از روی تحلیل نتایج این طیف به ترکیبات موجود در ماده و قدرت آن‌ها می‌توان پی برد. در شکل(۴) طیف FTIR نمونه اکسید ایندیوم و طیف نمونه اکسید ایندیوم حاوی گلیسین آورده شده است .



شکل ۴ :طیف FTIR اکسید ایندیوم (آبی) و اکسید ایندیوم حاوی گلیسین(بنفش).

در این نمونه پیک های ۵۳۲/۶۴ ، ۵۹۵ مربوط به پیوند های In-O هستند و طول موج های ۷۸۴/۳۴ تا ۱۰۸۱/۴۵ مربوط به پیوندهای کربنی است. پیک ۱۲۲۴ مربوط به پیوند In-O-H می‌باشد. سایر پیک‌های موجود نشان دهنده‌ی پیوندهای کربن_اکسیژن، کربن_هیدروژن و اکسیژن_هیدروژن موجود در ترکیب ناشی از وجود الکل ،اسید و آب در سنتز می‌باشد. در طیف ارائه شده در شکل(۵)، پیک‌های ۱۱۲۱، ۱۵۰۶ مربوط به گروه (NH^{3+}) در ساختار گلیسین هستند. پیک‌های ۵۱۷، ۹۲۱ و ۱۶۳۵ مربوط به گروه کربوکسیلی گلیسین هستند. پیک‌های ۱۳۳۰ و ۱۳۸۴ مربوط به پیوند نیتروژن و اکسیژن است. پیک‌های ۱۲۵۵/۵۰ و ۵۸۸ طبق نتایج بالا مربوط به ترکیبات حاوی ایندیوم هستند. سایر پیوندها مربوط به ترکیبات کربن و هیدروژن و اکسیژن موجود در حلال‌ها و ترکیبات نمک میباشند[۷].

نتیجه گیری

با افزودن گلیسین به ماده گاف نواری بزرگتر شده که حاکی از کوچک شدن سایز نانوذرات است. پیک بلندتر در طیف نشری محلول با ناخالصی گلیسین نشان دهنده تغییر گاف نواری و گذار بیشتر اتم ها از تراز بالا به پایین است. نتایج طیف ها بر تغییر در اندازه (کوچک شدن) و شکل نانوذرات دلالت دارد پس این محلول برای کاربرد-های لایه نشانی مانند سنسورهای گازی، نمایشگر ها و ... موجب سطوح با جاهای خالی کمتر خواهد شد.

مراجع

[۱] قاسمی پیربلوطی، فاطمه. ساخت لایه های ایندیوم اکسید آلاینده به نانوذرات جهت کاربرد در حسگر گازی . پایان نامه کارشناسی ارشد . دانشگاه شهرکرد . (۱۳۹۸)

[۲] قیصریه، افسانه. محلول، کلویید و سوسپانسیون و خواص کلویید ها . (۱۳۹۱)

[3] C. X. Pedersen, Ph. D, *"Growth and characterization of indium oxide (InOx) films"*, Greece. 1 (1998).

[4] A. Yahia, A. Attaf, H. saidi, M. Dahnoun, C. Kheelifi, A. Bouhdjer, A. Saadi, H. Ezzaouia. *"Structural, optical, morphological and electrical properties of indium oxide thin films prepared by sol gel spin coating process"*, Surfaces and Interfaces, 14, (2019) 158-165.

[5] Zhi Wang, Xinming Zhuang, Binghao Wang, Wei Huang, Tobin J. Marks, and Antonio Facchetti, "*Doping Indium Oxide Films with Amino-Polymers of Varying Nitrogen Content Markedly Affects Charge Transport and Mechanical Flexibility"*, advanced functional materials, (2021).

[6] M.-M. Bagheri-Mohagheghi, N. Shahtahmasebi, E. Mozafari, M. Shokooh-Saremi, *" Effect of the synthesis route on the structural properties and shape of the indium oxide (In_2O_3) nano-particles"*, Physica E: Low-dimensional Systems and Nanostructures, 41 (2009) 1757-1762.

[7] N. V. Chukaonov, M. Vigasina, *Vibrational (Infrared and Raman) spectra of minerals and related compounds*. Springer. 2020.

[Downloaded from www.opsi.ir on 2025-12-16]

[Downloaded from www.opsi.ir on 2025-12-16]