



بررسی ساختار، ضریب تضعیف جرمی و خواص اپتیکی نانوکلوئید نقره تهیه شده به روش کریتون بعد از تابش پرتو گاما

زهرا دهقانی^۱، علیرضا وجدانی نقره‌ئیان^۱، محمد حسین مجلس‌آرا^۲

^۱ گروه فیزیک، دانشکده علوم پایه، دانشگاه نیشابور

^۲ آزمایشگاه فوتونیک، دانشکده فیزیک، دانشگاه خوارزمی، تهران

چکیده - در این مقاله ابتدا نانوذرات کلوئیدی نقره به روش کریتون ساخته شدند. سپس این نانوذرات تحت تاثیر تابش پرتو گاما به میزان ۱۰ کیلوگری قرار گرفتند. نمونه به‌دست آمده مورد مشخصه‌یابی قرار گرفت. با طیف‌سنجی ماوراء بنفش پیک جذبی این نانوذرات کلوئیدی در طول موج ۴۰۰ نانومتر قرار گرفت. سپس با طیف‌سنجی رامان ارتعاشات فونونی نانوذرات نقره بررسی شد. تصویر SEM نشان می‌دهد که اندازه ذرات در محدوده نانومتر است. ضریب جذب خطی این نانوذرات 2.9 cm^{-1} و ضریب جذب غیرخطی آن $9 \times 10^{-4} (\text{cm}/W)$ که به ترتیب به کمک روش محدودکنندگی اپتیکی و روش z-روبش- باز به‌دست آمد. ضریب شکست غیرخطی این نانوذرات کلوئیدی $7 \times 10^{-8} (\text{cm}^2 / W)$ به‌دست آمد. در نهایت ضریب تضعیف جرمی این نمونه به‌کمک طیف‌سنجی گاما مورد بررسی قرار گرفت.

کلیدواژه- نانوکلوئید نقره، طیف‌سنجی رامان، خواص اپتیکی، ضریب تضعیف جرمی، تابش پرتو گاما.

Structure, Mass Attenuation Coefficients and Optical Properties of Synthesized Colloidal Silver Nanoparticles by Creighton Method after Gamma-ray Irradiation

Z. Dehghani^{1,*}, A. Vejdani Noghreiyani¹, M. H. Majles Ara²

¹Department of Physics, University of Neyshabur, Neyshabur, P. O. Box 9319774400, I.R. Iran

²Photonics Lab., Physics Department, Kharazmi University, Tehran, Iran

Abstract- In this research, colloidal silver NPs were synthesized by creighton method. Then these NPs were placed under 10 kGy dose, gamma-ray irradiated. The produced sample were characterized. The UV-Vis spectrum of these nanoparticles exhibit an absorption peak at 400 nm region. The Raman spectroscopy results indicated the Phonon vibrations of colloidal silver NPs. SEM images showed that these colloidal silver NPs was in nano-scale region. The linear and nonlinear absorption were obtained 2.9 cm^{-1} and $9 \times 10^{-4} (\text{cm}/W)$ by using optical limiting and open aperture z-scan methods, respectively. The nonlinear refraction was calculated $7 \times 10^{-8} (\text{cm}^2 / W)$. In addition, the mass attenuation coefficients of the synthesized nanoparticles at different energies were measured by the gamma spectroscopy method.

Keywords: Colloidal silver nanoparticles, Raman spectroscopy, Optical properties, Mass attenuation coefficients, Gamma-ray irradiation

۱- مقدمه

۳-۲- بررسی ضریب تضعیف جرمی نانوکلوئید

نقره

در این پژوهش ضریب تضعیف کلوئید نقره بعد از پرتو دهی گاما به میزان ۱۰ کیلوگری توسط چشمه رادیواکتیو ^{60}Co برای گاما های $59/6\text{ keV}$ و $26/3\text{ keV}$ و 662 keV و 1173 keV و 1332 keV حاصل از چشمه های رادیواکتیو ^{241}Am و ^{137}Cs و ^{60}Co محاسبه شده است. در اندازه گیری ضریب تضعیف گاما برای هر نمونه و هر انرژی، آزمایش طیف نگاری گاما با حضور نمونه های کلوئید نقره با ضخامت های مختلف انجام شده و با نتیجه آزمایش طیف نگاری گاما بدون حضور نمونه مقایسه گردیده است. برای محاسبه شدت گاما هایی که بدون برهم کنش در داخل نمونه وارد آشکارساز شده اند از روش شمارش زیر قله فوتوالکتریک استفاده شده است.

در این روش پس از کم کردن طیف گاما های زمینه و حذف پیوستار کامپتون شمارش های زیر قله فوتوپیک در حالتی که نمونه بین چشمه و آشکارساز قرار داده نشده است به عنوان شدت اولیه (I_0) و شمارش های زیر قله فوتوپیک در حالتی که ضخامت مشخصی از نمونه نانوکلوئید نقره بین چشمه و آشکارساز قرار داده شده است به عنوان شدت کاهش یافته (I) در نظر گرفته می شود.

۴-۲- بررسی خواص اپتیکی نانوکلوئید نقره

خواص اپتیکی نمونه حاصله که در این مقاله مورد بررسی قرار گرفته است شامل ضریب شکست غیرخطی و ضریب جذب غیرخطی است که به کمک روش روبش-Z مورد بررسی قرار گرفته است و ضریب جذب خطی که به روش محدودکنندگی اپتیکی به دست آمده است که به طور مفصل جزئیات این دو روش را در مراجع [2,3] می توان مطالعه کرد.

۳- نتایج تجربی

شکل ۱ تصویر SEM نانوذرات کلوئیدی تهیه شده به روش کریتون که تحت تابش گاما قرار گرفته اند، می باشد. همانگونه که در شکل ملاحظه می فرمایید کلوئید تهیه شده در مقیاس نانو می باشد.

فلز های نجیب از جمله طلا و نقره در طول موج های اپتیکی، سطح مقطع پراکندگی بزرگی دارند. نوسانات پلاسما در ذرات با شکل ها و اندازه های مختلف، متفاوت است و اثرات برهم کنش میان ذرات و موج الکترومغناطیسی، از جمله مباحثی است که اخیراً توجه محققان را به خود جلب کرده است. این که نانوذرات در کدام ناحیه طیفی جذب داشته باشند، در کاربرد آنها بسیار مؤثر است و مشاهده می شود که با تغییر اندازه و شکل آنها می توان طیف جذبی آنها را تغییر داد. برای نانوذرات طلا و نقره، نوسان در ناحیه مرئی طیف الکترومغناطیس اتفاق می افتد. با به دست آوردن این فرکانس و تغییر دادن آن با تغییر پارامترهای نانوذرات، می توان از این نانوذرات در حسگرها، وسایل اپتیکی، وسایل الکترونیکی و... استفاده کرد [1]. همچنین ارزیابی ضریب تضعیف جرمی نانوذرات با توجه به این مهم که ساختار مولکولی می تواند در بزرگی ضریب تضعیف گاما نقش داشته باشد، حائز اهمیت می باشد و می تواند در بحث حفاظت در برابر پرتو و دزیمتری گاما کاربرد داشته باشد.

۲- تئوری و روش تجربی

۱-۲- تهیه نانوکلوئید نقره به روش کریتون

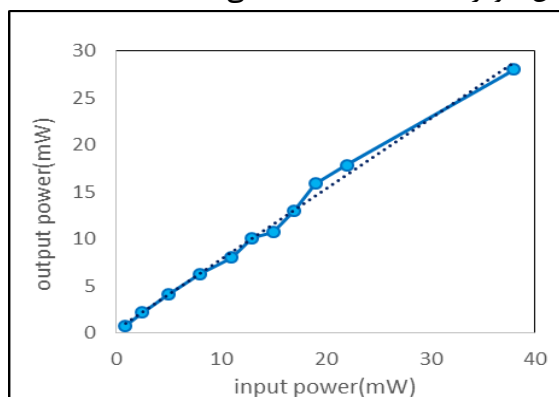
یک میلی لیتر از محلول نیترا نقره 10^{-2} مولار برداشته و به آن یک میلی لیتر محلول تری سدیم سیترات 3×10^{-2} مولار اضافه کرده و می گذاریم ۳۰ دقیقه هم بخورد. سپس محلول 5×10^{-3} مولار سدیم بورهیدرات را قطره قطره به محلول به دست آمده اضافه کرده تا رنگ زرد روشن حاصل شود. تمام مراحل بالا در حمام یخ انجام می شود.

نانوذرات کلوئیدی تهیه شده به این روش در سازمان انرژی اتمی تحت تاثیر تابش دهی گاما به میزان ۱۰ کیلوگری قرار می گیرد. سپس به بررسی خواص نانوذرات حاصله پرداخته می شود.

۲-۲- بررسی ساختار نانوکلوئید نقره

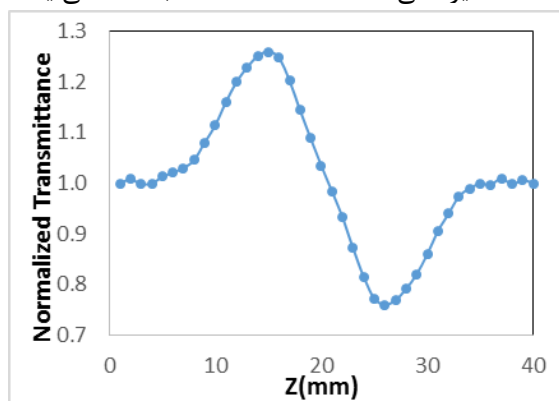
برای بررسی ساختار این نانوذرات کلوئیدی از طیف سنجی ماوراء بنفش، طیف سنجی رامان و تصویر SEM استفاده می شود که نتایج آن مفصلاً در ادامه آمده است..

شکل ۴ نمودار توان خروجی بر حسب توان ورودی را نمایش می‌دهد که به کمک شیب این نمودار ضریب جذب خطی این نانوذرات 2.9 cm^{-1} به دست می‌آید.



شکل ۴: نمودار محدودکنندگی اپتیکی نانوذرات کلئیدی نقره بعد از تابش گاما در شدت ورودی ۴۰ میلی‌وات

برای اندازه‌گیری ضریب شکست غیرخطی از چیدمان روبش-Z با دریچه بسته استفاده شده است. در این چیدمان از لیزر نفوذیم-یگ پیوسته با طول موج ۵۳۲ نانومتر استفاده شده است. توان ورودی لیزر ۴۰ میلی‌وات می‌باشد و فاصله کانونی عدسی مورد استفاده ۸ سانتی‌متر بوده است. گذار خطی دریچه مورد استفاده $0/3$ می‌باشد. شکل زیر منحنی روبش-Z با دریچه بسته را نشان می‌دهد. با توجه به وجود پیک-دره در نمودار، علامت ضریب شکست غیرخطی منفی و پدیده خودواگرایی در این نمونه وجود دارد. مقدار ضریب شکست غیرخطی $7 \times 10^{-8} (\text{cm}^2 / \text{W})$ به دست می‌آید.



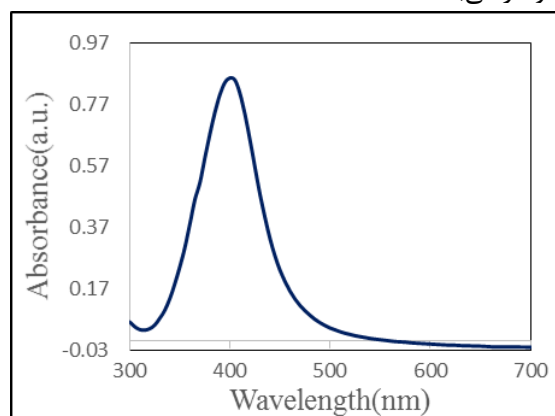
شکل ۵: منحنی روبش-Z با دریچه بسته نانوذرات کلئیدی نقره بعد از تابش گاما در توان ورودی ۴۰ میلی‌وات

شکل ۶ منحنی روبش-Z با دریچه باز را نشان می‌دهد که با داشتن دره در این نمودار ضریب جذب خطی هم منفی و پدیده جذب دو فوتونی را خواهیم داشت. مقدار ضریب جذب غیرخطی $9 \times 10^{-4} (\text{cm} / \text{W})$ به دست آمده است.



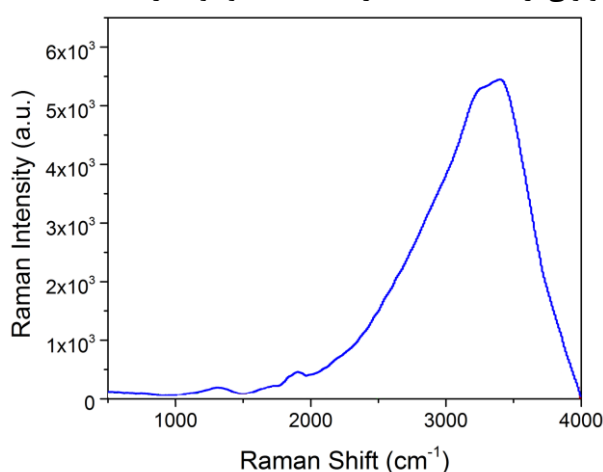
شکل ۱: تصویر SEM نانوذرات کلئیدی نقره بعد از تابش گاما

شکل ۲ نمودار طیف‌سنجی ماوراء بنفش را برای نمونه تهیه شده نشان می‌دهد. پیک جذبی این نمونه در طول موج ۴۰۰ نانومتر می‌باشد.



شکل ۲: نمودار UV-Vis نانوذرات کلئیدی نقره بعد از تابش گاما

شکل ۳ نمودار طیف‌سنجی رامان را نشان می‌دهد که چگالی فونونی ارتعاشات شبکه در 3480 cm^{-1} وجود دارد.

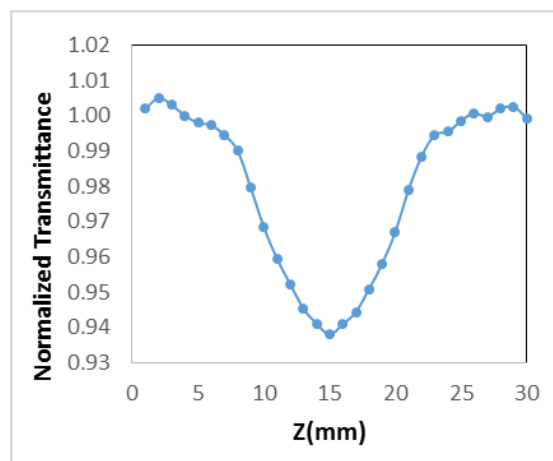


شکل ۳: طیف‌سنجی رامان برای نانوذرات کلئیدی نقره بعد از تابش گاما به میزان ۱۰ کیلوگری

چیدمان‌های محدودکنندگی نوری و روبش-z مورد مطالعه قرار گرفته است.

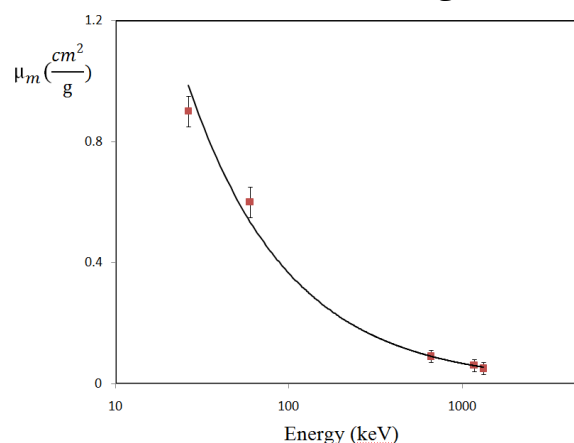
مراجع

- [1] S. Link, Z. L. Wang, and M. A. El-Sayed, "Alloy formation of gold-silver nanoparticles and the dependence of the plasmon absorption on their composition," *J. Phys. Chem. B*, vol. 103, no. 18, pp. 3529–3533, 1999.
- [2] Z. Dehghani, E. Saievar Iranizad, M. Nadafan, "Investigation of electric field effect on the third order nonlinear optical properties of Fe₃O₄ nanoparticles-doped nematic liquid crystal", *J. Opt. Commu.*, vol. 334, pp. 16–21, 2015.
- [3] E. Saievar Iranizad, Z. Dehghani, M. Nadafan, "Nonlinear optical properties of nematic liquid crystal doped with different compositional percentage of synthesis of Fe₃O₄ nanoparticles", *J. Mol. Liq.*, vol. 190, pp. 6–9, 2014.



شکل ۶: منحنی روبش-z با دریچه باز نانوذرات کلئیدی نقره بعد از تابش گاما در توان ورودی ۴۰ میلی‌وات

شکل ۷ نمودار تغییرات ضریب تضعیف جرمی نانوذرات نقره بعد از ۱۰ کیلوگری پرتودهی را برای گاماها با انرژی‌های مختلف حاصل از چشمه‌های رادیواکتیو ^{۲۴۱}Am و ^{۱۳۷}Cs و ^{۶۰}Co نشان می‌دهد.



شکل ۷ نمودار تغییرات ضریب تضعیف جرمی نانوذرات نقره پرتودهی شده بر حسب انرژی گاماها فرودی

همانطور که مشاهده می‌شود با زیاد شدن انرژی گاماها فرودی ضریب تضعیف جرمی نانوذرات نقره مورد استفاده به-عنوان حفاظ کاهش منظمی را نشان می‌دهد.

۴- نتیجه‌گیری

در این تحقیق نانوذرات کلئیدی نقره تهیه و تحت تابش پرتو گاما قرار گرفته است. سپس ساختار نمونه به‌دست آمده توسط تصویر SEM، طیف‌سنجی ماورای بنفش و طیف-سنجی رامان مورد بررسی قرار گرفته است. ضریب تضعیف جرمی نمونه در انرژی‌های مختلف با استفاده از طیف‌سنجی گاما به‌دست آمده است. خواص اپتیکی آن هم توسط