بیست و ششمین کنفرانس اپتیک و
فوتونیک ایران و دوازدهمین کنفرانس
مهندسی و فناوری فوتونیک ایران،
دانشگاه خوارزمی،
تهران، ایران.
۱۵-۱۶ بهمن ۱۳۹۸

بررسی خواص نوری خطی و غیرخطی نانو ذرات طلا و نقره در اثر تابش گاما

محمدجوادآزرم ،علیرضا کشاورز

دانشکده فیزیک،دانشگاه صنعتی شیراز، شیراز

M.Azarm@sutech.ac.ir

keshavarz@sutech.ac.ir

چکیده- با توجه به تاثیر تابش گاما روی مواد در ابعاد نانو در این مقاله نانو ذرات طلا و نقره با دو غلظت ۰,۰۵ و ۰,۰۰۵ مولار به روش کاهش شیمیایی و سنتز به کمک تابش گاما توسط چشمه Co-60 با دوز دریافتی ۴,۷۹ میلی گری تولید شد و در ادامه پارامترهای جذب خطی و غیر خطی آن‌ها مورد برر سی قرار گرفت. در جذب خطی نواحی مرئی شاهد بی شینه جذب در محدوده‌ی ۵۳۰ نانومتر برای طلا و در محدوده‌ی۴۰۰ نانومتر برای نقره بودیم و همچنین جا به جایی به سمت قرمز در طیف برای مواد سنتز شده با گاما مشاهده شد علاوه بر این در بررسی مواد به کمک دستگاه روبش z ضریب شکست غیر خطی از مرتبه‌ی $10^{-8}\ \frac{cm^2}{w}$ و ضریب جذب غیر خطی از مرتبه‌ی $10^{-3}\ \frac{cm}{w}$ اندازه‌گیری شد و در نهایت نتیجه تاثیر مثبت تابش گاما با دوز پایین را در خواص شیمیایی و نوری نانوذرات بیان می‌کند.

کلید واژه- نانو ذرات طلا و نقره، پرتو دهی گاما، روبش_Z

linear and Nonlinear Optical properties of Au and Ag with Gamma radiation

Mohamadjavad Azarm , Alireza Keshavarz

Abstract- Considering the effects of low dose Gamma radiation on nanoparticles in this paper gold and silver with 0.05 and 0.005 concentration have been synthesized in two ways, chemical reduction and radiation of gamma source Co-60 with total dose 4.79 (mGy). And then Optical properties are obtained by using Visible Spectroscopy for linear characterization. for gold absorption peak is around 530(nm) and silver peaks around 400(nm) and surely red-shift was seen for nanoparticles which prepared with Gamma. Also we use z-scan for nonlinear refractive and absorption index that shows the sign and order of indexes for absorption index is in order of 10^{-3} (cm/W)and for refractive index is in order of 10^{-8} (cm^2/W).The results indicate better performance in chemical and optical features of nanoparticles with low dose Gamma radiation.

Keywords: Gold and Silver nanoparticles, Gamma radiation, z-scan

این مقاله درصورتی دارای اعتبار است که در سایت www.opsi.ir قابل دسترسی باشد.

[Downloaded from www.opsi.ir on 2026-10-30]

مقدمه

با توجه به اســـتفاده از نانوذرات فلزی در دهه اخیر در این مقاله خواص اپتیکی خطی و غیر خطی این نانوذرات در اثر تابش گاما مورد برر سی قرار گرفت. نانوذرات فلزی حا صل از فلزات نجیب از اهمیت بیشـــتری برخوردارند زیرا خواص اپتیکی این نانوذرات در ساخت ادوات فوتونیکی و بالاخص الکترونیک نوری بی شتر ا ست. برای نمونه می‌توان به طیف جذبی وســـیع این نانوذرات در محدوده طیف مرئی اشـــاره کرد. همچنین با به کارگیری این ســـاختار ها در ادوات فوتونیکی می‌توان به ایجاد نوســـان پلاســـمون ســـطحی در مدار مجتمع الکترونیک نوری دســـت یافت. نانوذرات فلزی متشـــکل از فلزات نجیب خواص نوری خطی و غیر خطی خوبی دارند که ســـاده ترین روش موجود برای رســـیدن به خواص غیر خطی مواد روش روبش z استفاده می‌شود [۱].

برای اســـتفاده از نانوذرات فلزی در مدارهای فوتونیکی باید ساختار شیمیایی آن‌ها مورد برر سی قرار گیرند زیرا میزان پا یداری مواد اهم یت بســـزایی در میزان بازده ادوات فوتونیکی دارد. با توجه به این که زمان متغیر خواهد بود برای دســـت‌یابی به نانوذراتی ایده‌آل دو روش مد نظر قرار گرفته اســـت: (۱) ســـنتز ســـبز نانوذرات به طریق کاهش شـــیمیایی، (۲) ســـنتز نانوذرات به کمک تابش گاما، در روش‌های یاد شده از خواص سنتز با پرتودهی گاما استفاده شده که سنتزی ساده، بدون آلودگی و بدون تخریب برای مواد خواهیم داشت که درصد خلوص نانوذرات پایدار بیشتر از روش‌های دیگر سنتز است [۲].

استفاده از نانوذرات در مدارهای فوتونیکی مستلزم آن است که مواد ســـنتز شـــده از لحاظ اپتیکی بازده مطلوبی داشـــته باشـــند فلذا با آزمودن مواد با روش‌های آزمایشـــگاهی از جمله طیف ســـنجی UV-Visible به دنبال یافتن مطلوب ترین روش سنتز و پایدارترین حالت نانوذراتی ه ستیم که دارای طیف جذبی مناســـبی باشـــند. در بین ســـاختارهای فلزات در این تحقیق نـــانو ذرات طلا و نقره را در نظر می‌گیریم البته دلیل انتخاب این فلزات خواص وکاربردهای بسیار آن‌ها در ساختارهای پلاسمونیکی ادوات نوری است. بخش اعظم بررســـی روش‌های مختلف برای تولید نانوذرات نیز برای دستیابی به نانوذرات با اندازه ذرات در محدوده ای مطلوب می‌باشد.

سنتز نانو ذرات

مواد شـــیمیایی مورد نیاز: نیترات نقره $AgNO_3$ ،هیدروژن تتراکلروطلا $HAuCl_4$، پلی وینیل پیرولیدون (وزن مولکولی ۴۰۰۰۰) سدیم بور هیدرات $NaBH_4$ و تری‌سدیم سیترات $Na_3C_6H_5O_7.H_2O$ تماماً از شرکت مرک تهیه شدند. گاز نیتروژن با خلوص ۹۹٪ و منبع گاما(کبالت۶۰) با نرخ دوز ۱۹۹,۶۸میکروگری برساعت.

۱-روش کاهش شیمیایی

اولین بار ترکویچ در ســـال ۱۹۵۱ به کمک روش کاهش شیمیایی تو سط سیترات نانوذرات فلزی را سنتز کرد. در این روش ســـیترات به عنوان کاهنده به محلول کلوییدی اضـــافه می‌شـــود[۳]. لازم به ذکر اســـت که ســـیترات برای محلول طلا هم عامل پایدار کننده خواهد بود و هم عامل کاهنده در حالی که برای نقره از پلی‌وینیل‌پیرولیدون (PVP) به عنوان عامل پایداری اســـتفاده خواهیم کرد، علاوه بر این می‌توان از ســـدیم بور هیدرات در ســـنتز نانو ذرات نقره به عنوان عامل کاهنده بهره برد [۴].

محلول آبی از نمک‌های فلزی موجود تهیه شـــد. برای نقره از PVP برای پایداری محلول استفاده کرده و محلول‌ها در هنگام هم خوردن تا دمای جوش گرم شـــدند و محلول ۱٪ تری ســـدیم ســـیترات به عنوان عامل کاهنده به محلول حاوی طلا و ســـدیم بور هیدرات به محلول نقره اضـــافه شـــدند، در نهایت به مدت ۲۰ دقیقه محلول‌ها در دمای نزدیک دمای جوش هم خوردند. در این فرایند از هر ماده دو غلظت ۰,۰۵ مولار و ۰,۰۰۵ مولار تهیه شـــد رنگ محلول کلوئیدی طلا از مشـــکی به قرمز متمایل شـــد و محلول‌های حاوی نقره رنگی متمایل به قهوه‌ای به خود گرفتند.

این مقاله درصورتی دارای اعتبار است که در سایت www.opsi.ir قابل دسترسی باشد.

[Downloaded from www.opsi.ir on 2026-10-30]

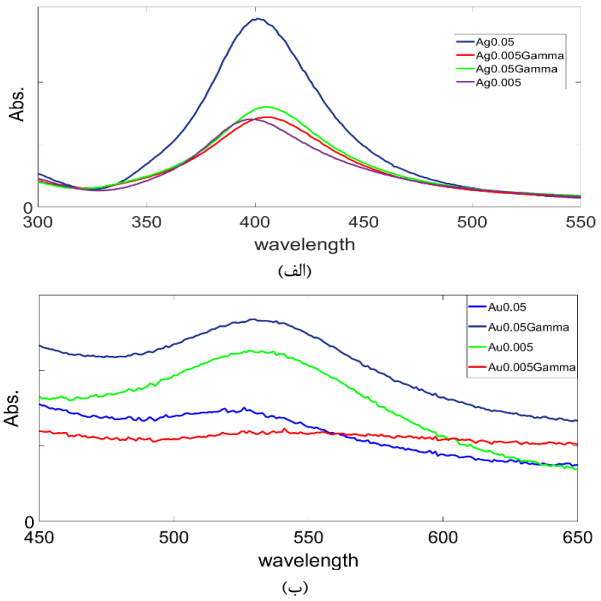
۲-روش سنتز با تابش گاما

همچون روش قبل نمک فلزات را در آب حل شد از PVP به عنوان عوا مل پا یداری در محلول نقره بهره بردیم و جریان نیتروژن در محلول‌های مورد نظر به مدت ۲۰ دقیقه دمیده شد تا اکسیژن از محلول‌ها حذف شود سپس توسط منبع CO-60 با متوسط دوز در یافتی ۱۹۹,۶۸(میکرو گری بر ساعت) به مدت ۲۴ ساعت پرتو دهی گاما به محلول انجام شد. در این فرایند محلول نقره به رنگ قهوه‌ای تیره و محلول طلا به رنگ قرمز در آمدند و تفاوت غلظت باعث ایجاد تفاوت در رنگ محلول‌ها می‌شود.

انجام آزمایشات فیزیکی و مشخصه یابی نانوذرات فلزی ساخته شده شامل دو بخش خطی و غیر خطی می‌با شد که برای بررسی خواص خطی مواد حاصل از دستگاه طیف سنج ماورای‌بنفش UV-Visible استفاده شد تا طیف جذبی خطی مواد سنتز شده در محدوده مرئی به‌دست‌آید. برای بررسی خواص غیر خطی مواد از دستگاه روبشZ استفاده شد و برای محاسبه‌ی ضریب شکست غیر خطی از دریچه‌ی بسته ا ستفاده شد، اختلاف فاز به وجود آمده در منبع و این دریچه محا سبه شد در این حالت در داده‌های نهایی یک بیشینه و یک کمینه در دو طرف کانون خواهیم داشت که ترتیب بیشینه و کمینه، علامت ضریب شکست غیر خطی را معلوم می‌کند بدین صورت که کمینه و سپس پیشینه، علامت ضریب شکست غیر خطی را مثبت می‌کند. ضریب جذب غیر خطی نیز با کمک دریچه‌ی باز به د ست می‌آ ید که با تو جه به فعا لیت های شیخ بهایی و هم‌کارانش[۵] دو حا لت خواهیم داشت: ۱- جذب دو فوتونی (two photon absorption) با یک کمینه در داده‌ها مشخص می‌شود، ۲- جذب اشباع (saturation absorption) با یک بیشینه مشخص می‌شود.

نتایج و بحث

یکی از قابل اهمیت ترین خواص نانوذرات فلزی طلا و نقره خواص نوری است که متناسب با شکل و اندازه ذرات متغیر خواهد بود. در این نانو ذرات شاهد طیف تشدید پلاسمون سطحی خواهیم بود که متناسب با شکل ذرات، اندازه‌ی آن‌ها، فاصله‌ی ذرات و ضریب شکست محیط متغیر است. بازه‌ی جذبی نانو ذرات نقره بین ۴۰۰ تا ۵۰۰ نانومتر ا ست که این بازه برای فلز طلا در محدوده‌ی ۵۰۰ تا ۶۰۰ نانومتر خواهد بود. در این فرایند با تابش گاما به نانو ذرات متوجه شدیم نانوذرات حاصل از تاباندن گاما، دارای قله‌ای متمایل به طول موج‌های بالا تر هستند که نشان دهنده کوچک شدن اندازه ذرات می‌با شد. که در شکل (۱) طیف جذبی در ناحیه مرئی (الف) نانوذرات نقره و (ب) نانوذرات طلا را مشاهده می‌کنید.



شکل ۱. طیف جذبی در محدوده‌ی طیف مرئی برای دو غلظت ۰,۰۵ و ۰,۰۰۵ مولار (الف) نانوذرات نقره، (ب) نانوذرات طلا بررسی شده‌اند.

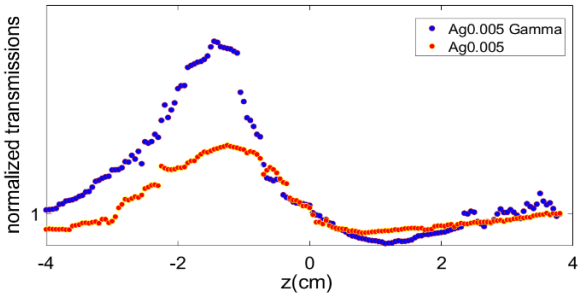
برای برر سی خواص غیر خطی از د ستگاه روبشZ در طول موج ۵۳۲ نانومتر استفاده شد و به کمک این آزمایش ضریب شکست و ضریب جذب غیر خطی مواد به‌د ست آمد. به عنوان نمونه داده های خروجی از دستگاه روبشZ برای نقره در شکل(۲) رسم شد و به طور جامع نتایج

این مقاله درصورتی دارای اعتبار است که در سایت www.opsi.ir قابل دسترسی باشد.

[Downloaded from www.opsi.ir on 2026-10-30]

به‌دســت آمده از آزمایش‌های خطی و غیر خطی در جدول (۱) برای نقره و جدول(۲) برای طلا آورده شده.

شکل۲. داده های خروجی حاصل از دهانه‌ی بسته‌ی دستگاه روبشz برای نانو ذرات نقره با غلظت ۰،۰۰۵ مولار (آبی) سنتز به روش کاهش شیمیایی، (قرمز) سنتز با کمک تابش گاما



				(گاما)
-3.626	1.336	0.70	397	0.005مولار
-1.505	1.923	0.718	406	0.005مولار (گاما)

جدول۱: خواص نوری غیر خطی نقره

جدول۲: خواص نوری غیر خطی طلا

n_2 (cm^2/w) $\times 10^{-8}$	β(cm/w) $\times 10^{-3}$	ضریب جذب (α) Absorbance	بیشینه جذب در طول موج(nm)λ	غلظت
-1.134	0.038	0.070	526	0.05 مولار
-3.685	0.563	0.134	530	0.05 مولار (گاما)
-2.656	0.860	0.113	533	0.005مولار
-3.285	0.679	0.060	528	0.005مولار (گاما)

نتیجه‌گیری

در ابتدا نانو ذرات نقره و طلا با دو غلظت ۰،۰۵ و۰،۰۰۵ مولار به دو روش کاهش شیمیایی و ا ستفاده از تابش گاما سنتز شد و با توجه به مشخصه‌های اپتیکی در طیف مرئی تســت گرفته شــد که شــاهد پیک جذبی در طیف مرئی بودیم که برای نانوذرات طلا در محدوده ۵۳۰ نانومتر و برای نقره در محدوده ۴۰۰ نانومتر بودکه برای هر دو حالت جابه‌جایی به سمت قرمزمشاهده شد که نمایانگر کوچکتر شدن ذرات سنتز شده با تابش گاما بود. سپس برای بررسی خواص غیر خطی از دســتگاه روبش Z اســتفاده‌شــدکه به کمک آن ضــریب شــکســت و جذب غیر خطی مواد که به ترتیب از مرتبه‌ی $10^{-3}cm/W$ $10^{-8}cm^2/W$ به‌د ست آمد. در فرایند این پژوهش با توجه نتایج به‌دســت آمده متوجه شــدیم نانو ذرات نقره تابش داده شــده با گاما انتخاب مناسبی برای ادوات فوتونیکی می‌باشند این در حالی است که داده های بدســت آمده نشــان می‌دهند نانو ذرات طلا بدون تابش گاما خواص نوری مطلوب تری نســبت به نانو ذرات تابش داده شده دارند.

مرجع‌ها

[1] **Kometani, Noritsugu, et al. "Preparation and optical absorption spectra of dye-coated Au, Ag, and Au/Ag colloidal nanoparticles in aqueous solutions and in alternate assemblies." *Langmuir* 17.3 (2001): 578-580.**

[2] **Li, Taihua, Hyun Gyu Park, and Seong-Ho Choi. "γ-Irradiation-induced preparation of Ag and Au nanoparticles and their characterizations." *Materials Chemistry and Physics* 105.2-3 (2007): 325-330**

[3] **Billot, Laurent, et al. "Surface enhanced Raman scattering on gold nanowire arrays: evidence of strong multipolar surface plasmon resonance enhancement." *Chemical physics letters* 422.4-6 (2006): 303-307.**

[4] **Firouzi, Mojtaba, et al. "Effect of low dose gamma ray on the plasmonic behavior of gold nanoparticle." *Radiation Physics and Chemistry* 159 (2019): 190-194.**

[5] **Sheik-Bahae, Mansoor, et al. "Sensitive measurement of optical nonlinearities using a single beam." *IEEE journal of quantum electronics* 26.4 (1990): 760-76**

[Downloaded from www.opsi.ir on 2026-10-30]

این مقاله درصورتی دارای اعتبار است که در سایت www.opsi.ir قابل دسترسی باشد.