بیست و سومین کنفرانس اپتیک و فوتونیک و نهمین کنفرانس مهندسی و فناوری فوتونیک ایران
دانشگاه تربیت مدرس
۱۴-۱۲ بهمن ۱۳۹۵
23rd Iranian Conference on Optics and Photonics and 9th Conference on Photonics Engineering and Technology
Tarbiat Modares University, Tehran, Iran
January 31- February 2, 2017

بررسی خواص نوری غیر خطی محلول آبی رنگینه اگزازین ۱ حاوی نانو ذرات نقره

کریم میلانچیان[۱] ، زهرا عینی[۱] ، سهراب احمدی [۲] ، مهسا سفید وطنی[۱]

[۱]گروه فیزیک، دانشگاه پیام نور، صندوق پستی ۳۶۹۷-۱۹۳۹۵ تهران

[۲] پژوهشکده فیزیک کاربردی و ستاره شناسی دانشگاه تبریز

چکیده – در این کار تجربی خواص نوری غیر خطی محلول رنگینه اگزازین ۱ خالص و حاوی نانوذرات کلوئیدی نقره به‌کمک روش روبش z بررسی شده است. بدین منظور چهار نمونه ۰/۲ میلی مولار از محلول آبی رنگینه خالص و محلولهای حاوی نانو ذرات نقره در مقادیر ۲۰۰ ، ۳۰۰، و ۴۰۰ ppm تهیه گردید. مقادیر ضرایب شکست غیر خطی برای نمونه های مذکور از مرتبه 10^{-8} cm^2/W و با علامت منفی بدست آمد. مشاهده شد که با افزایش نانو ذرات مقدار ضریب شکست غیر خطی کاهش می‌یابد. بنظر می‌رسد این کاهش ضریب شکست غیر خطی بخاطر کاهش جذب خطی نمونه ها با افزایش نانو ذرات باشد.

کلید واژه- غیر خطیت نوری، رنگینه اگزازین ۱، نانو ذرات نقره، روبش Z

Study of optical nonlinear properties of aqueous solution of oxazizne 1 containing Ag nanoparticles

Karim Milanchian[1], Zahra Eyni[1], Sohrab Ahmadi[2], Mahsa Sefid Vatani[1]

[1]Department of Physics, Payame Noor University, PO BOX 19395-3697 Tehran, IRAN

[2]Research Institute of Applied Physics and Astronomy, Tabriz University

Abstract- In this experimental work optical nonlinear properties of aqueous solution of oxazine 1 dye and solutions containing of Ag nanoparticles were studied. For this purpose four samples as 0.2 mM aqueous solution of dye and solutions of dye containing 200, 300 and 400 ppm of colloidal Ag nanoparticles were prepared. All the aqueous samples showed a negative nonlinearity of the order of 10^{-8} cm^2/W. Also it was shown that adding nano-particles decreases nonlinear refractive index of solutions. It seems that these decreases in nonlinear refractive indexes were due to reduction of linear absorption of samples because of adding nano-particles.

Keywords: Optical nonlinearity, Oxazine 1 dye, Silver nano particle, Z scan

[Downloaded from opsi.ir on 2026-11-13]

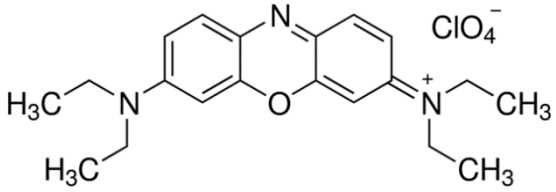
این مقاله به شرط در دسترس بودن در وبگاه www.opsi.ir معتبر است.

۱- مقدمه

بررسی خواص نوری غیرخطی مواد بخاطر کاربردهای متعدد در فن آوری ارتباطات نوری، مورد توجه بسیاری قرار گرفته است[۱]. از طرفی مواد آلی بخاطر خواص منحصر بفردی که دارند توجه پژوهشگران این شاخه از اپتیک را بخود جلب کرده اند، که می‌توان خواص نوری غیرخطی بالا، کنترل آسان خواص نوری، امکان سنتز و تولید روز افزون مواد جدیدتر را نام برد. اگزازینها گروه مهمی از رنگینه های آلی هستند که خواص فتو فیزیکی و خواص نوری غیر خطی آنها تحت تاثیر محیط حلال اطرافشان است [۲]. از کاربردهای این رنگینه‌ها می‌توان به استفاده از آنها بعنوان محیط فعال لیزرهای رزینه و کاوشگرهای زیستی و شیمیایی اشاره نمود. در مطالعه‌ای که اخیرا روی خواص نوری غیرخطی مرتبه سوم رنگینه اگزازین ۷۲۰ در حلالهای مختلف انجام دادیم[۳]، مشاهده شد که مولکولهای این دسته از رنگینه ها بخاطر طبیعت یونی، خاصیت تجمعی از خود نشان می‌دهند که باعث تغییر خواص نوری آنها می‌شود. برای مثال در طیف جذبی آنها علاوه بر قله اصلی یک قله فرعی مشاهده می‌شود که به شانه (shoulder) معروف است. همچنین مشاهده شد تجمع مولکولی رنگینه ها، علاوه بر تغییر خواص نوری خطی، باعث تغییر شدید خواص نوری غیرخطی رنگینه‌های خانواده اگزازین می‌شود. از طرفی تحقیقات دانشمندان در دهه‌های اخیر نشان داده است افزودن نانوذرات میتواند خواص نوری مواد مختلف را تغییر دهد به همین خاطر ما نیز در این کار تجربی تاثیر نانو ذرات نقره را بر روی خواص نوری خطی و غیر خطی رنگینه اگزازین ۱ را بررسی نموده‌ایم.

۲- مواد و روش های آزمایش

در این کار تجربی از رنگینه اگزازین ۱ استفاده شد که ساختار شیمیایی آن در شکل ۱ نشان داده شده است .



شکل ۱: ساختار شیمیایی اگزازین ۱ پرکلرات

مقدار وزنی مناسب رنگینه توسط ترازو سارتوریوس با دقت میکروگرم اندازه‌گیری کرده و در حجم مناسبی از آب مقطر حل گردید تا محلول آبی یک میلی مولار از آن تهیه شود. همچنین نانو ذرات کلوئیدی نقره با غلظت ۵۰۰ قسمت در میلیون و با اندازه های زیر100 نانو متر سنتز گردید. سپس با استفاده از این نانو ذرات و با رقیق کردن محلول، به ترتیب چهار نمونه با غلظت ۰/۲ میلی مول از رنگینه خالص و حاوی نانو نقره با مقادیر ۲۰۰ ، ۳۰۰، و ۴۰۰ قسمت در میلیون آماده گردید. طیف جذب خطی نمونه در سلول کوارتزی یک میلیمتری و با استفاده از دستگاه طیف سنج دو پرتوئی شیمادزو ثبت گردید.

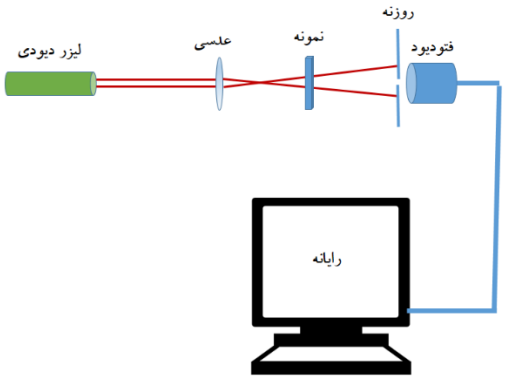
۱-۲- روش روبش z

برای بررسی ضریب شکست غیرخطی از روش تک پرتوی روبش z که توسط شیخ بهائی و همکارانش توسعه یافت استفاده گردید[۲]. این روش بر اساس تغییر نیمرخ عرضی نور لیزر هنگام عبور از محیط غیرخطی است. ضریب شکست محیط غیرخطی بصورت رابطه زیر است:

$$n = n_0 + n_2 I$$

که n_2 به ضریب شکست غیرخطی موسوم است.

چیدمان مورد استفاده در (شکل۲) نشان داده شده است. این چیدمان شامل یک لیزر دیودی پیوسته کار با نیمرخ عرضی گوسی دایروی مناسب، با مد عرضی TEM_{00} و با طول موج ۶۴۲ نانو متری بود که توان خروجی آن با تغییر جریان الکتریکی ورودی تنظیم می‌گردید.



شکل ۲ : چیدمان روبش z

توان لیزر توسط توان‌سنج دقیق (تورلب) اندازه‌گیری می‌شد. برای بررسی خواص نوی غیر خطی نمونه ها از سه توان مختلف ۸ ، ۵، ۲/۸ میلی واتی استفاده شد. سیستم

این مقاله به شرط در دسترس بودن در وبگاه www.opsi.ir معتبر است.

[Downloaded from opsi.ir on 2026-11-13]

جابه‌جا کننده خطی با دقت بیست و پنج میکرومتر برای روبش z استفاده گردید. نور لیزر توسط عدسی با فاصله کانونی ۱۰ سانتیمتری روی نمونه کانونی شد. نور تراگسیلی از نمونه حین تغییر موقعیت آن از کانون عدسی، از پشت یک روزنه بکمک یک فتو دیود متصل به رایانه ثبت می‌گردید.

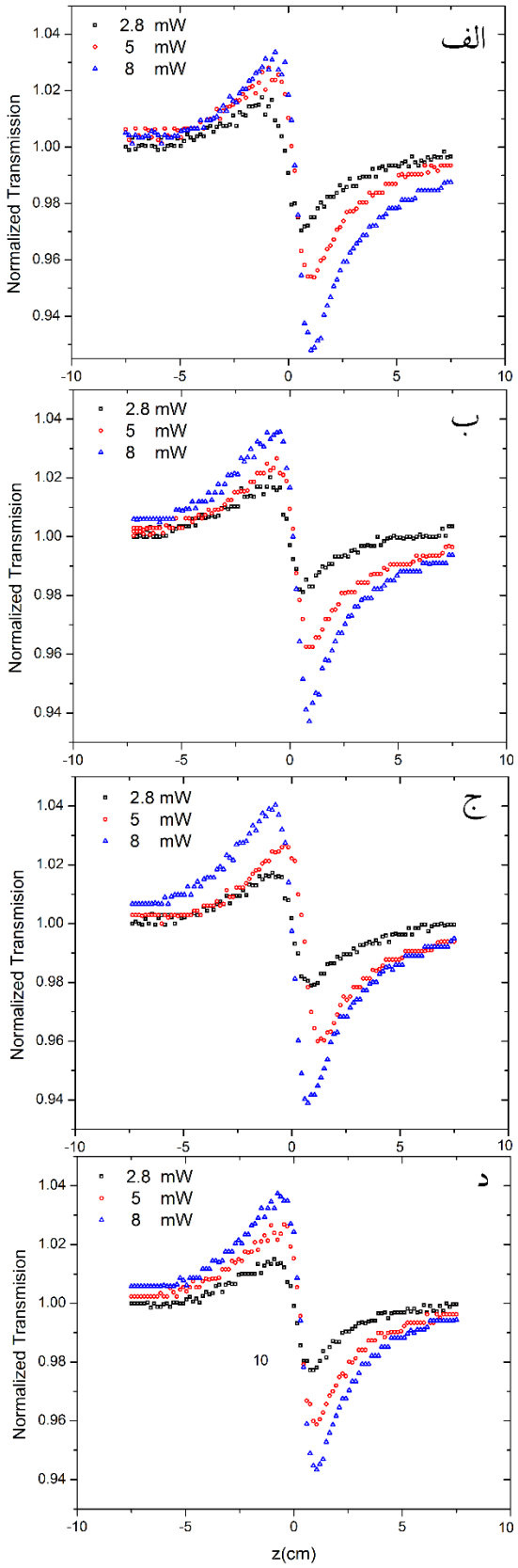
۲-۲- نتایج و بحث

منحنی‌های روبش Z، برای محلول خالص رنگینه و محلولهای حاوی نانو ذرات با سه توان متفاوت در شکل(۳) نشان داده شده است. ترتیب قله و دره در این منحنی‌ها نشانگر خاصیت خود واکانونی-کنندگی نمونه‌ها و علامت منفی ضریب شکست غیرخطی آنها است. برای به‌دست آوردن ضریب شکست غیرخطی از اختلاف تراگسیل نمونه‌ها در قله و دره منحنی-های روبش z استفاده می‌شود[۴]. نتایج حاصل از تحلیل منحنی‌ها در جدول (۱) آورده شده است :

جدول ۱ : نتایج بدست آمده برای ضرایب شکست غیرخطی

	$\alpha(cm^{-1})$	n_2 *	n_2 *	n_2 *
نمونه حاوی ۴۰۰ ppm	۱۹,۰۴	۵,۰۵	۴,۹۰	۴,۴۰
نمونه حاوی ۳۰۰ ppm	۲۰,۷۲	۵,۴۹	۵,۰۸	۴,۸۲
نمونه حاوی ۲۰۰ ppm	۲۱,۸۷	۵,۷۵	۵,۲۹	۵,۰۷
نمونه محلول خالص	۲۳,۱۱	۷,۲۴	۶,۳۵	۵,۶۶

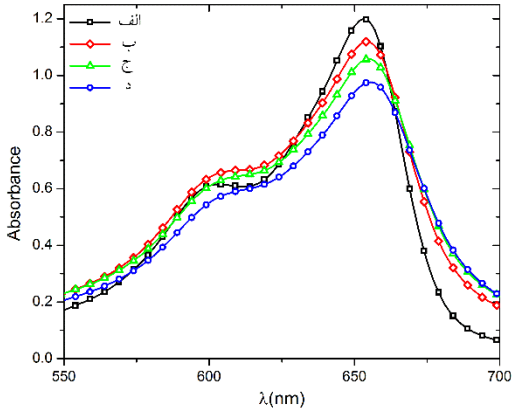
*ضرایب شکست غیر خطی بدست آمده از مرتبه $(\frac{10^{-8}cm^2}{w})$ بوده و به ترتیب از ستون سوم برای توانهای ۲,۸ ، ۵ میلی وات بدست آمده‌اند.



شکل ۳ – منحنی‌های روبش z برای نمونه‌های: الف- محلول خالص، ب، ج و د به‌ترتیب: نمونه‌های حاوی ۲۰۰ ، ۳۰۰ و ۴۰۰ قسمت در میلیون از نانو ذرات نقره

این مقاله به شرط در دسترس بودن در وبگاه www.opsi.ir معتبر است.

[Downloaded from opsi.ir on 2026-11-13]



شکل ۴ - منحنی طیف جذبی نمونه‌های الف- محلول خالص ب- محلول حاوی نانو نقره به مقدار ۲۰۰ قسمت در میلیون ج-۳۰۰ قسمت در میلیون و د- ۴۰۰ قسمت در میلیون

با توجه به جدول (۱) مشاهده می‌شود افزایش نانو ذرات نقره باعث کاهش مقدار ضریب شکست غیرخطی نمونه‌ها می‌شود. علت این امر، را میتوان از طیف جذبی نمونه ها توجیه کرد (شکل ۴). رنگینه اگزازین ۱ بخاطر حل شدن یونی در آب، خاصیت تجمعی شدیدی از خود نشان می‌دهد. قله‌های سمت راست منحنی‌های جذب، مربوط به مولکولهای تجمع نیافته یا قله اصلی طیف جذبی رنگینه هستند در حالیکه قله‌های کوتاهتر (درسمت چپ) مربوط به مولکوهای تجمع نیافته هستند. از تقسیم مقادیر جذب دو قله بر هم در هر منحنی جذب ، می‌توان معیار نسبی از تجمع مولکولی رنگینه در حلال بدست آورد. مشاهده شد در نمونه‌های مورد نظر، افزودن نانو ذرات نقره باعث کاهش مقدار تجمع و همچنین کاهش مقدار جذب رنگینه‌ها در محلول آبی می‌شود. با توجه به اینکه سازوکار غیرخطی مشاهده شده از نوع حرارتی است کاهش مقدار جذب رنگینه‌ها بواسطه افزودن نانو ذرات، باعث کاهش گرادیان حرارت ایجاد شده در آنها می‌شود و این امر منجر به کاهش مقدار ضریب شکست غیرخطی بدست آمده می‌گردد.

سپاسگزاری

نویسندگان این مقاله از آقای مهندس قنبرزاده کارشناس آزمایشگاههای پژوهشکده فیزیک کاربردی و ستاره شناسی دانشگاه تبریز بخاطر کمکها و زحمات فراوانشان سپاسگزاری می‌نمایند.

مراجع

[1] H.A. Murata, M.A. Izutsu, and T.A. Sueta, Optical bistability and all-optical switching in novel waveguide functions with localized optical nonlinearity. *J. Light. Technol.A* **16** (1998)833-840.
[2] A. Ghanadzadeh, , H Tajalli, P. Zirack, and J. Shirdel,."On the photo-physical behavior and electro optical effect of oxazine dyes in anisotropic host*". Spectrochemi Acta A.* **60**:(2004) 2925-2932.
[3] K. Milanchian, H. Tajalli, Z. Eyni, M. Zakerhamidi. "Study of molecular aggregation effects on the nonlinear refractive index and absorption of Oxazin 720 laser dye ".Canadian Journal of Physics, **94** (2016) 834-838
[4] M. Sheik-Bahae, A. A. Said, T.H. Wei, D.J. Hagan, and E.W. Van Stryland, " Sensitive measurement of optical nonlinearities using a single beam". *IEEE J.Quant.Electron*. **26**: (1990)760-769.

این مقاله به شرط در دسترس بودن در وبگاه www.opsi.ir معتبر است.

[Downloaded from opsi.ir on 2026-11-13]