بیستمین کنفرانس اپتیک و فوتونیک ایران
و ششمین کنفرانس مهندسی و فناوری فوتونیک ایران
۸ تا ۱۰ بهمن ماه۱۳۹۲ - دانشگاه صنعتی شیراز

اندازه گیری ضریب شکست غیر خطی پلیمر آلاییده به دی متیل آمینو آزو بنزن با استفاده از روش جاروب-z

ابراهیم صفری[۱]، مریم فراحیان[۱]،محمد صادق ذاکر حمیدی[۲]ومستانه مرادی[۱]

[۱] دانشکده فیزیک، دانشگاه تبریز، تبریز، ایران

[۲] پژوهشکده ستاره شناسی و فیزیک کاربردی، دانشگاه تبریز، تبریز، ایران

چکیده -در این مقاله ضریب شکست غیر خطی مرتبه سوم برای دو ضخامت متفاوت پلیمر*PMMA* آلاییده با دی متیل‌آمینو آزو بنزن محاسبه و مقایسه شده است. آزمایش‌ها به روش جاروب-z و با استفاده از لیزرپیوسته نئودیمیم-یاگ هارمونیک دوم (۵۳۲نانومتر) با توان خروجی ۴۰ میلی وات انجام شد. اندازه گیری‌های انجام شده به روش جاروب بسته نشان می‌دهد که فیلم *PMMA* آلاییده به رنگینه، ضریب شکست مثبتی از خود نشان میدهد، و برای ضخامت‌های متفاوت، با کاهش ضخامت ضریب شکست کاهش میابد و این ناشی از کاهش اختلاف فاز غیر خطی در ضخامت‌های کم است.

کلید واژه- پلیمرPMMA آلاییده با دی متیل آمینو بنزن، خود واکانونی، روش جاروب-z ، فیلم نازک.

Measurement nonlinear diffraction of dimethylaminoazobenzene doped Polymer

E. SAFARI[1], M. FARAHIAN[1], M. S. ZAKERHAMIDI[2], M. MORADI[1]

[1]Department of Physics, University of Tabriz, Tabriz, Iran

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

Abstract- In this experimental work we measure and compare third order nonlinear diffraction for two different thickness of Dimethylaminoazobenzene doped PMMA .z scan experiment was performed using Nd:Yag laser at 532 nm with the power output of 40 mw. The experimental results for close aperture show that the Dimethylaminoazobenzene doped PMMA films exhibits positive refractive index, and with thickness diminution refraction index decrease, this is due to the decreasing of the nonlinear phase shift in the samples.

Keywords: Defocusing, Dimethylaminoazobenzene doped PMMA, thin film, z-scan technique.

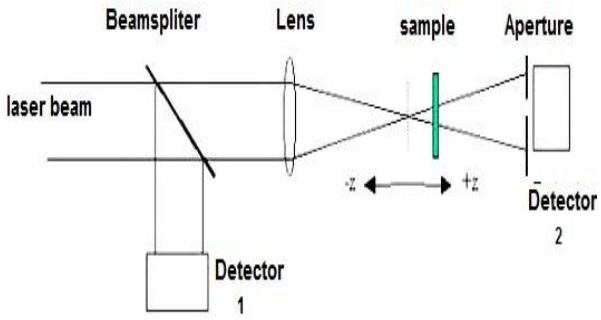
[Downloaded from www.opsi.ir on 2026-11-06]

۱- مقدمه

تکنیک جاروب z اولین بار توسط شیخ بهایی و همکارانش معرفی شد. این روش به طور کلی برای اندازه گیری ضریب شکست غیر خطی و ضریب جذب غیر خطی کاربرد دارد[۱]. ضریب شکست غیر خطی و جذب غیر خطی دو پدیده اپتیکی مهم هستند که به طور گسترده در سوویچینگ اپتیکی، برچسب زنی اپتیکی و محدود کننده‌های نوری استفاده می‌شوند[۲]. مواد با خواص غیر خطی مرتبه سوم برای کاربردهای سویچینگ موضوع تحقیقات متعددی در سالهای اخیر شده است. برای اینکه یک ماده با خاصیت غیر خطی مرتبه سوم برای کاربردهای سویچینگ جذاب باشد، باید دارای پاسخ غیر خطی قوی(ضریب شکست غیر خطی بالا) باشد. همچنین باید پاسخ سریعی به شدت نور تابشی (در محدوده زیر پیکو ثانیه) از خود نشان دهد. علاوه برموارد فوق در برخی موارد هم میتوان خصوصیاتی که ضریب شکست وابسته به آنهاست را در نمونه های مختلف با هم مقایسه کرد.برای مثال در علم پزشکی وجود مقادیر مختلف پروتئین در خون باعث مشاهده ضرایب شکست متفاوتی میشود، بنابراین با استفاده از اندازه گیری ضریب شکست میتوان غلظت پروتئین موجود در خون را محاسبه کرد[۳].

۲- چیدمان آزمایشگاهی وبحث

بعلت خاصیت غیر خطی، نمونه رفتاری شبیه یک عدسی مثبت و یا منفی به ترتیب در مورد خودکانونی شدن و یا عکس آن از خود نشان می‌دهد. با حرکت نمونه شدت نور در صفحه روزنه تغییر می‌کند. هنگامی که عدسی از کانون دور شود(z مثبت) جاروب z کامل میشود. بنابراین یک کمینه تراگسیلیدگی قبل از کانون(دره) و یک بیشینه تراگسیلی بعد کانون نشانگر ضریب شکست مثبت است. با حرکت نمونه در طول کانون و ایجاد خود کانونی، شدتی که به آشکارساز میرسد در z های مختلف تغییر می‌کند و این تغییرات توسط آشکارساز ثبت می‌شود. چیدمان آزمایشگاهی جاروب z در شکل (۱) نشان داده شده است.

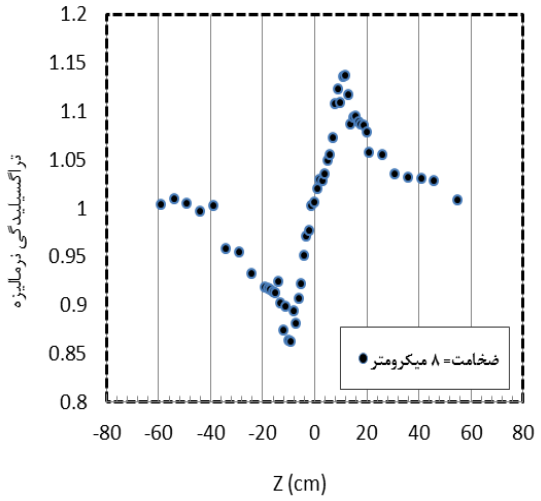


شکل۱.چیدمان آزمایشگاهی جاروب- z .

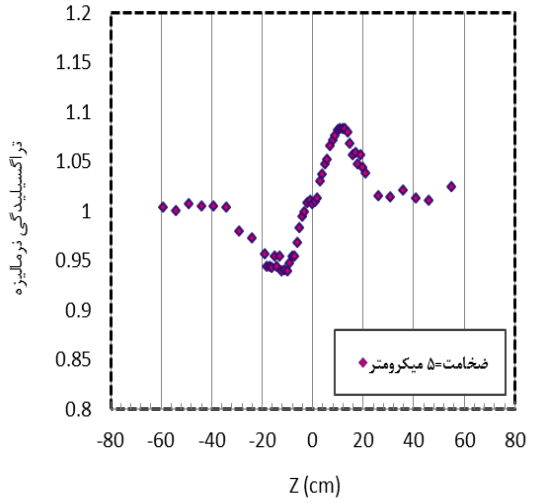
لیزر استفاده شده در این چیدمان لیزرسبز هارمونیک دوم(۵۳۲ نانومتر) Nd:YAG با حداکثر توان خروجی ۴۰ میلی وات است. نمونه های استفاده شده پلیمر PMMA آلاییده با رنگینه دی متیل آمینو آزو بنزن است که به روش لایه نشانی چرخشی[۱] با ضخامت های ۸ میکرون و ۵ میکرون روی شیشه کوارتز لایه نشانی شده است. با حرکت نمونه در اطراف کانون، تراگسیلندگی دریافت شده توسط آشکارسازها ثبت می‌شود. برای بهنجار کردن داده-ها، میانگین اولین داده‌ی تجربی را با آخرین داده، معادل ۱ میگیریم و سپس مقادیر خام برای ترگسیلندگی را بر میانگین بدست آمده تقسیم می‌کنیم. میزان تراگسیلیدگی نرمالیزه بر حسب z در شکل (۲) نمایش داده شده است.

[۱] Spin coating

[Downloaded from www.opsi.ir on 2026-11-06]



شکل ۲-(الف)



شکل۲- (ب)

شکل۲-(الف) و (ب) : تراگسیلیدگی نرمالیزه بر حسب فاصله از محل کانون(نقطه صفر) به ترتیب برای ضخامت ۸ میکرون و ۵ میکرون رسم شده است.اندازه ی قله-دره با کاهش ضخامت کمتر میشود.

رابطه نظری بین T و z برای جاروب-z با دریچه بسته به صورت زیر بیان شده است:

$$T = 1 + \frac{4\Delta\varphi_0 \left(z/z_0\right)}{\left[\left(z/z_0\right)^2 + 9\right]\left[\left(z/z_0\right)^2 + 1\right]}$$

پس از محاسبه شیب منحنی ΔT_{p-v} برحسب $|\Delta\varphi_0|$، به ازای مقادیر مختلف ۰.۵ >S> ۰.۱ ، و به کار بردن روش برازش عددی رابطه‌ی تجربی زیر بدست می‌آید. این رابطه برای اختلاف فاز های بزرگتر از π به صورت زیر است:

$$\Delta T_{p-v} = 3.06\left[1 - e^{\left(-|\Delta\varphi_0|/5.81\right)}\right]\left(1-s\right)^{0.25}$$

ضریب شکست غیر خطی بر حسب تغییر فاز به صورت زیر بدست می‌آید:

$$n_2 = \frac{\Delta\varphi_0}{kI_0L_{eff}}$$

که k عدد موج $\left(k = 2\pi/\lambda\right)$ ، I_0 شدت در نمونه در محل کانون $\left(I_0 = 2p/\pi\omega^2\right)$ و L_{eff} طول موثر است که از رابطه‌ی تجربی زیربدست می‌آید[۴]:

$$L_{eff} = \frac{1-e^{-\alpha L}}{\alpha}$$

که α ضریب جذب خطی $\left(\alpha = \frac{1}{L\ln\left(\frac{1}{T}\right)}\right)$ نمونه است[۳].

۳- نتیجه‌گیری

با توجه به نمودار تراگسیلی در دو نمونه، قله و دره در فاصله یکسان از کانون تشکیل می‌شود، ولی برای نمونه ۸ میکرونی اندازه ی قله-دره بزرگتر از قله دره‌ی نمونه‌ی ۵ میکرونی است. با اندازه گیری مقادیر اختلاف تراگسیلی قله-دره ۰.۶ و ۱.۱، مقدار ضریب شکست غیر خطی برای ضخامت‌های ۵ میکرون و ۸ میکرون به ترتیب $1.019\times10^{-6}\ m^2W^{-1}$ و $1.476\times10^{-6}\ m^2W^{-1}$ محاسبه شده است، اختلاف ایجاد شده می‌تواند حاکی این حقیقت باشد که با افزایش ضخامت تعداد مولکولهای رنگینه افزایش میابد و منجر به افزایش اختلاف فازی می-شود که علت افزایش ضریب شکست است[۵]. ضریب شکست های بالای بدست آمده برای پلیمر آلاییده به دی متیل آمینو آزو بنزن آن را کاندید مناسبی برای سویچینگ می‌نماید.

[Downloaded from www.opsi.ir on 2026-11-06]

سپاسگزاری

با تقدیر و تشکر از پژوهشکده ستاره‌شناسی و فیزیک کاربردی دانشگاه تبریز، که نهایت همکاری را داشته‌اند.

مراجع

[1] sheik-Bahae,M.A.A. said, T, Wei, D.J Hagan and E.W.van Stryland. Sensitive measurement of optical nonlinearities using a single beam, 1990.

[2] Marek Samoc, Anna Samoc, and Barry Luther-Davies, Femtosecond Z-scan and degenerate four-wave mixing measurements of real and imaginary parts of the third-order nonlinearity of soluble conjugated polymers, Australian National University, 1997.

[3] A.N.Dhinaa, P.K.Palanisamy, Z-Scan technique: To measure the total protein and albumin in blood, Anna University Chennai.

[4] Stryland. E.W. Van, Sheik-Bahae,M. Z-Scan Measurements of Optical Nonlinearities, University of Central Florida,1998.

[5] Esmaeil Shahriari and W. Mahmood Mat Yunus. Single Beam Z-Scan Measurements of Nonlinear Refraction and Nonlinear Absorption Coefficients in Silver Nano-Fluid, University Putra Malaysia,2010.

[Downloaded from www.opsi.ir on 2026-11-06]