



## خواص اپتیکی غیر خطی ماده رنگ فلورسین در ماتریس پلیمری PVA

محمدزاده، فاطمه<sup>۱</sup>؛ عطاران کاخکی، ابراهیم<sup>۱</sup>؛ شریفی، سهیل<sup>۲</sup>

گروه فیزیک، واحد مشهد، دانشگاه آزاد اسلامی، مشهد، ایران

گروه فیزیک دانشگاه فردوسی مشهد

چکیده - لیزرهای مواد رنگ جزء لیزرهای قابل کوک شدن در فرکانس است که بسیار مورد توجه میباشد. در بسیاری از این لیزرها مواد رنگی آلی مورد استفاده است. این مواد خواص نوری غیر خطی دارند و جذب آن اشباعی است. در کار انجام شده ماده رنگی آلی فلورسین در ماتریس پلیمر PVA (پلی وینیل الکل) استفاده گردید و محدوده جذب و ضریب شکست غیرخطی آن اندازه گیری شده است. از روش روبشی محور (Z-Scan)Z و طیف سنجی مرئی- فرابنفش (UV-vis) استفاده شده است اندازه گیری مقدار ضریب شکست غیر خطی  $n_2 = 6 \times 10^{-8} \frac{cm^2}{w}$  و طول موج جذب را ۲۷۶ و ۴۹۴ نانومتر نشان می دهد.

کلید واژه- ضریب شکست غیر خطی، مواد رنگ، فلورسین و پلیمر

## Nonlinear optical properties of fluorescein dye in the polymer matrix PVA

Mohammadzadeh, Fatemeh<sup>1</sup>; Attarankakhki, Ebrahim<sup>1</sup> ; Sharifi, Soheil<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Department of physics, Mashhad Branch, Islamic Azad University, Mashhad, Iran

<sup>2</sup>Department of Physics, Ferdowsi University of Mashhad

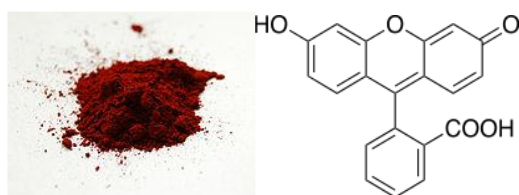
Abstract- Dye lasers are tunable lasers and are under consideration. In most of these lasers organic dye are used. Material should have optical nonlinearity properties such as nonlinear refractive index and saturation absorption. In this work we used Z-scan technique and UV.vis spectroscopy to measure the nonlinear refractive index and nonlinear absorption of fluorescein doped in PVA polymer. Measurement has shown the nonlinear refractive index  $n_2 = 6 \times 10^{-8} \frac{cm^2}{w}$  and absorption wavelength 276 and 494 nm.

Keywords: nonlinear refractive index, dye, fluorescein and polymer

## ۱- مقدمه

از جمله موادی که خواص غیر خطی مرتبه سوم دارند می‌توان به رنگ‌های آلی اشاره کرد. از جمله این مواد رنگ فلورسین است. کاربردهای این مواد تولید لیزرهای رزین‌ای و کلید زنی است.

فلورسین یک ترکیب آلی مصنوعی است که به طور گسترده‌ای به عنوان یک ردیاب فلورسنت برای بسیاری از برنامه‌های کاربردی استفاده می‌شود. مشخصات و آرایش مولکولی این ماده به شکل زیر نشان داده شده است.



شکل ۱: آرایش مولکولی فلورسین

جدول ۱: خصوصیات فیزیکی فلورسین

| خصوصیات            |                                                                         |
|--------------------|-------------------------------------------------------------------------|
| فرمول مولکولی      | $C_{20}H_{12}O_5$                                                       |
| جرم مولی           | Gmol-1332.31                                                            |
| دمای ذوب           | ۳۱۴ تا ۳۱۶ درجه سلسیوس (۵۹۷ تا ۶۰۱ درجه فارنهایت؛ ۵۸۷ تا ۵۸۹ درجه کلین) |
| انحلال پذیری در آب | Slightly                                                                |

طیف سنجی مطالعه اثر متقابل پرتو الکترومغناطیس با ماده است بدون آنکه اثرهای شیمیایی ماده در نظر گرفته شوند. پرتویی که میدان الکتریکی و میدان مغناطیسی آن در یک سطح نوسان می‌کنند پرتوی پلاریزه نامیده می‌شوند.

طیف سنجی مرئی - فرابنفش بر اساس برهمکنش تابش الکترومغناطیس با ماده بنیان‌گذاری شده است. انرژی نورانی در برهمکنش با ماده و جذب آن توسط ماده باعث برانگیختن ماده به ترازهای انرژی بالاتر می‌گردد. مقدار

در نورشناسی غیر خطی ضریب شکست محیط، به صورت تابعی از شدت نور تابشی است. علت آنست که قطبش محیط تابع به صورت زیر بیان می‌شود [3]

$$p(t) = \chi^{(1)} E^1(t) + \chi^{(2)} E^2(t) + \chi^{(3)} E^3(t) + \dots \quad (1)$$

$$p(t) = p^{(1)} + p^{(2)} + p^{(3)} + \dots \quad (2)$$

که در آن  $\chi^{(1)}$  پذیرفتاری خطی و  $\chi^{(2)}$  پذیرفتاری غیرخطی مرتبه دوم و  $\chi^{(3)}$  پذیرفتاری غیر خطی مرتبه سوم است. بر این اساس پدیده‌های مختلفی به وجود می‌آید. از جمله آنها تولید هم‌هنگ دوم، جمع و تفاضل فرکانس‌ها، تولید هم‌هنگ سوم و پدیده جذب اشباعی است. در پدیده جذب اشباعی ضریب جذب با تابع [1]

$$\alpha = \frac{\alpha_0}{1 + \frac{I}{I_s}} \quad (3)$$

$I$  شدت تابش لیزر فرودی،  $I_s$  شدت اشباعی و  $\alpha_0$  کمترین ضریب جذب است و به صورت

$$\alpha_0 = \frac{1}{L \ln\left(\frac{1}{T}\right)} \quad (4)$$

مشخص می‌گردد که در آن  $L$  ضخامت نمونه،  $T$  ضریب عبور خطی است.

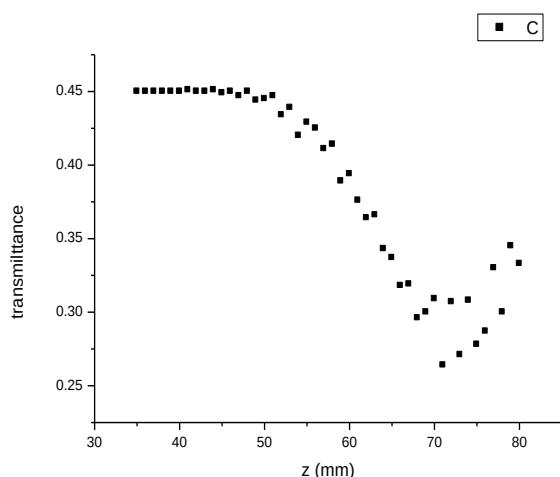
پدیده هم‌هنگ دوم و سوم با تعیین ضریب شکست و وابستگی آن به شدت نور که در مرتبه دوم با رابطه [1,2]

$$n = n_0 + n_2 I \quad (5)$$

مشخص می‌شود، که در آن  $n_0$  ضریب شکست خطی است. ضریب  $n_2$  خود با رابطه زیر تعیین می‌گردد [3, 4]

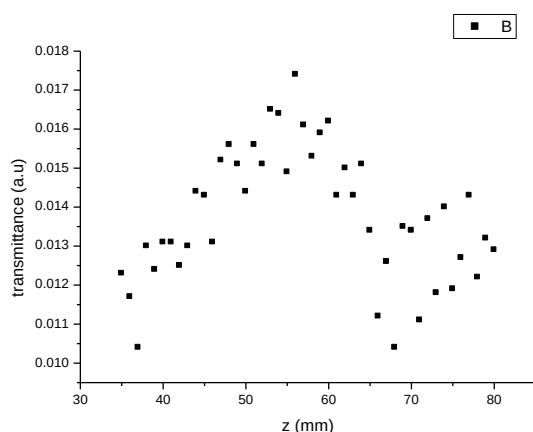
$$n_2 = \frac{\Delta T}{0.406 I_0 L_{eff} k} \quad (6)$$

که در آن  $\Delta T$  تفاوت بین میزان عبور ماکزیمم و مینیمم،  $I_0$  شدت اولیه نور،  $L_{eff}$  ضخامت موثر و  $k = \frac{2\pi}{\lambda}$  است.



شکل ۳: منحنی عبور در روزنه باز

شکل ۴ نشان دهنده عبور در روزنه بسته دستگاه می‌باشد. باتوجه به نمودار مقدار  $\Delta T = 0/012$  است. و مقدار ضریب شکست با توجه به رابطه (۶) برابر است با  $n_2 = 6 \times 10^{-8} \frac{cm^2}{w}$



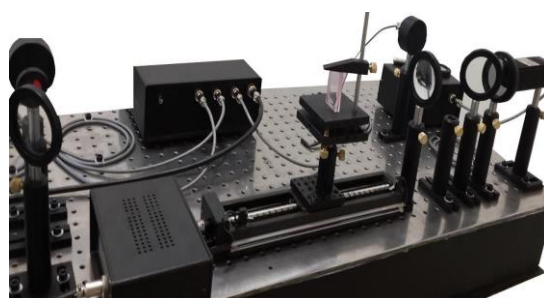
شکل ۴: منحنی عبور در روزنه بسته

شکل ۵ طیف جذبی را که توسط طیف نمای مرئی - فرابنفش اندازه‌گیری شده را نشان می‌دهد و مشخص است که جذب در دو طول موج ۲۷۶ و ۴۹۴ نانومتر اتفاق می‌افتد. لذا می‌توان گفت که عدد اندازه‌گیری شده با سایر مراجع [3,4] مطابقت دارد.

تابش جذب شده به ضخامت محیط و غلظت گونه‌های جذب کننده بستگی دارد.

## ۲- روش آزمایش

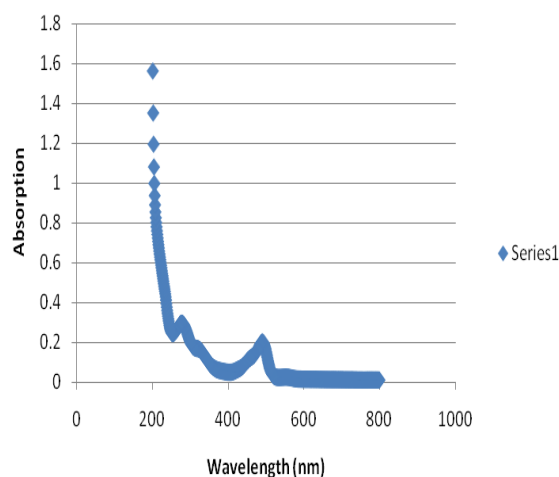
در کار انجام شده ماده رنگ فلورسین در محلول پلیمر PVA مورد بررسی قرار گرفته و برای تهیه محلول ابتدا ۰/۰۲ گرم ماده رنگ فلورسین در ۱۰ cc آب دوبار یونیزه حل شد و همزمان مقدار ۲ گرم پودر پلیمر PVA در ۵۰ cc آب ریخته و به مدت ۲ ساعت در دمای ۷۰ درجه سانتیگراد قرار گرفته و با همزن مغناطیسی کاملاً حل گردیده است. برای تعیین مشخصات نوری غیر خطی محلول از Z-Scan که در آن از نور لیزر دیودی با طول موج ۴۳۰ nm که به صورت کانونی به محلول می‌تابد استفاده شده است. شکل ۲ شمای از دستگاه z.scan است. در این اندازه‌گیری هم روش روزنه بسته و هم روش روزنه باز سیستم بکار رفته است. ضمناً همزمان برای تعیین طول موج جذب از طیف سنجی نوری مرئی-فرابنفش (UV-Vis) استفاده گردیده است.



شکل ۲: دستگاه Z-Scan

## ۳- نتایج

شکل ۳ منحنی عبور توسط دستگاه z-scan در حالت روزنه باز است که نشان دهنده جذب غیر خطی با شدت نور تابشی است. در نقطه کانونی (Z=70mm) جذب به حداکثر خود می‌رسد.



شکل ۵: طیف جذبی مرئی - فرابنفش

## مراجع

- [1] Seik Weng " Larer emission from Sodium Fluorescein doped Poly Vinyl Alcohol " Japanese Journal of applied Physics 33 (10) 5855-5858 october 2000.
- [2] Mansoor Sheik – Bahae, Michael Phassaibeak, "Handbook of Optics Vo.IV, Chapter17, (2000). ppl – 50.
- [3] Amal Faisal Jaffar . Journal of Al-Nahrain University , Vol .15 (2) , June , 2012 , pp.106 – 112 .
- [4] M. Sheik – Bahae, et al., "Nonlinear refraction and optical limiting in thick media", Optical Engineering, Vol.30, pp1228-1235, 1991.