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 اثر تغییر غلظت اسیداوریک بر ضریب شکست غیرخطی خون کامل انسان

مریم بهروان، سمیه سلمانی شیک، علی کاویان فر، محمدحسین مجلس آرا

آزمایشگاه فوتونیک، دانشکده فیزیک، دانشگاه خوارزمی، تهران

**از آنجاییکه خواص اپتیکی خون انسان نقش مهمی در نحوه برهم کنش با نور ایفا می کند، در این مقاله با استفاده از روش جاروب محوری، ضریب شکست غیرخطی ($n_2$) اسمیر خون کامل انسان با غلظت های مختلف اسید اوریک به صورت *in-vitro* محاسبه شده است. اندازه گیری با استفاده از منبع گازی همدوس و پیوسته *He-Ne* در محدوده طول موجی ۶۳۲/۸ نانومتر با بیشینه توان خروجی ۵۰ میلی وات انجام گردیده است. نتایج بدست آمده برای ضریب شکست غیرخطی ($n_2$) از مرتبه $10^{(-9)}$ $cm^2/W$ می باشد. هم چنین این نتایج با نتایج بدست آمده توسط سایر محققان دارای همخوانی خوبی است.**

کلید واژه- اسید اوریک، خون کامل انسان، ضریب شکست غیر خطی، جاروب محوری.

# The Study of Different levels of Acid Uric Effect on Nonlinear Refractive Index of Human Whole Blood

Maryam Behravan, Somayeh Salmani Shik, Ali Kavianfar, Mohammad Hosein Majles Ara

Department of physics, kharazmi university, Tehran

As the optical properties of human whole blood are important parameters in knowing the optical response in the light-blood interaction, in this paper we have investigated the z-scan technique to determine the nonlinear refractive index ($n_2$) of blood smear with abnormal level of uric acid in-vitro. The measurements were fulfilled at 632.8nm using He-Ne CW laser with irradiation of 50mW. The results of nonlinear refractive index ($n_2$) are in order of 10(-9) $cm^2/W$. Also we see that the obtained values of $n_2$ confirmed the previous studies using this technique.

Keywords: Uric acid, Human whole blood, Nonlinear refractive index, Z-scan technique.



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

[ Downloaded from www.opsi.ir on 2026-10-31 ]

## مقدمه

پس از اختراع لیزر توسط مایمن در سال ۱۹۶۰، کاربردهای لیزر در زمینه های مختلف از جمله زمینه پزشکی دارای رشد چشمگیری بوده است[۱]. امروزه محققان همه مشخصه های قسمت های مختلف بدن انسان مانند بافت، خون، ادرار و غیره را مورد بررسی قرار می دهند. در این میان خون نیز یکی از مهم ترین سیالات درون بدن انسان است. بسیاری از مراحل تشخیص و درمان بیماری های خونی که با استفاده از لیزر انجام می شود بر اساس اثرات گرمایی ناشی از نور لیزر است. از اینرو، به وضوح، دانستن خواص اپتیکی خون انسان حائز اهمیت است[۲]. در دهه های گذشته محققان بسیاری از خواص اپتیکی نمونه های خونی ازجمله ضریب جذب و پراکندگی را اندازه گیری کرده اند[۳][۴][۵].

خون انسان شامل اجزای مختلفی از جمله گلبول های سفید، گلبول های قرمز و پلاکت ها است. در این میان اسیداوریک به عنوان محصولی دفعی از پورین نقش مهمی در سلامت بدن انسان ایفا می کند، به طوریکه ممکن است افزایش آن در سطح خون منجر به بیماری های مختلفی مانند نقرس، سنگ کبد، سرطان و امثال آن شود.

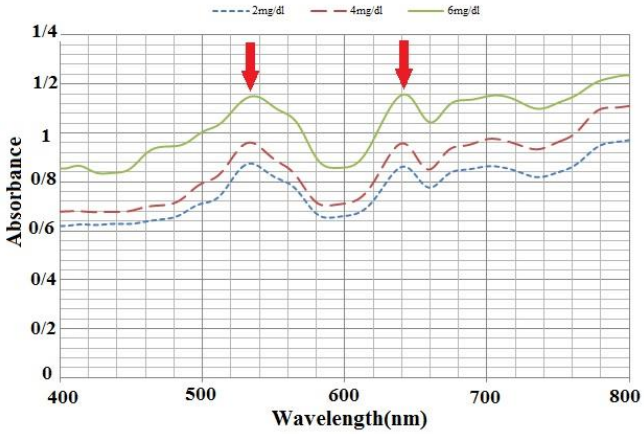
در این مقاله با استفاده از روش جاروب محوری، ضریب شکست غیرخطی نمونه های خونی $A^+$ و $O^+$ در سه غلظت مختلف اسیداوریک بدست آمد. دلیل انتخاب این دو نوع گروه خونی شایع بودن آن در میان انواع گروه خونی در سطح جهان می باشد.

## آماده سازی نمونه ها

نمونه ها از دو نوع نمونه خونی $A^+$ و $O^+$ از سازمان انتقال خون تهران تهیه شده است. به منظور بررسی خواص اپتیکی نمونه های خونی با غلظت های مختلف اسیداوریک، این نمونه ها در سه غلظت مختلف ۴،۲و۶ میلی گرم بر دسی لیتر تهیه شدند. در دمای آزمایشگاه و به صورت مایع، نمونه های خونی تنها ۳ الی ۴ ساعت دوام می آورند و البته می بایست از ضد انعقاد های مختلف مانند هپارین به منظور جلوگیری از انعقاد و دلمه شدن خون استفاده کرد. به همین منظور نمونه های خونی به صورت اسمیر بر روی لام آماده شدند. ضخامت این نمونه ها به اندازه ۱ میلیمتر می باشد. به طور کلی دو نوع مختلف نمونه خونی در سه غلظت مختلف اسیداوریک تهیه شدند که در مجموع شش نمونه برای مطالعه آماده گردید.

## طیف مرئی-فرابنفش

طیف مرئی-فرابنفش نمونه های خونی در سه غلظت مختلف اسیداوریک توسط دستگاه طیف سنج Photonix Ar 2015 electron P. P. Co. Ltc در محدوده طیفی ۸۰۰-۲۰۰ نانومتر بدست آمد. شکل ۱ نمودار این طیف را در سه غلظت مختلف برای نمونه های خونی نشان می دهد.




شکل ۱: طیف مرئی-فرابنفش نمونه خونی در غلظت های مختلف اسید اوریک

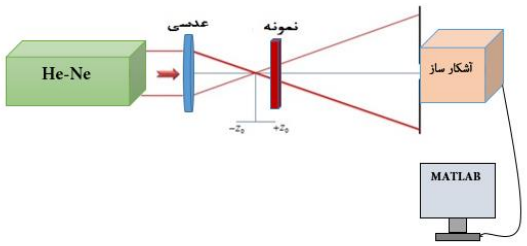
## چیدمان جاروب محوری

چیدمان آزمایشگاهی مورد استفاده ما چیدمان جاروب محوری (Z-scan) می باشد. در آزمایشگاه با استفاده از نور همدوس لیزر، عدسی همگرا، نگهدارنده و یک توان سنج، چیدمان جاروب محوری، روی میز اپتیکی آماده شد. تنظیم ادوات بکار رفته در این چیدمان دارای اهمیت بسیاری است، به طوریکه نور می بایست در یک خط مستقیم و با ارتفاع ثابتی حرکت کند. در این مقاله، سیستم جاروب محوری به صورت دریچه بسته استفاده شده است. در این چیدمان ابتدا نور لیزر پس از عبور از عدسی، کانونی شده و نمونه در مقابل باریکه لیزر، در یک نگهدارنده قرار داده می شود. پرتو لیزر پس از عبور از نمونه از یک دریچه عبور کرده و سپس به توان سنج می رسد. داده های بدست آمده مستقیما وارد دستگاه توان سنج شده و توان خروجی بدست می آید. شکل ۲ شماتیک چیدمان جاروب محوری با دریچه بسته را نشان می دهد.



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

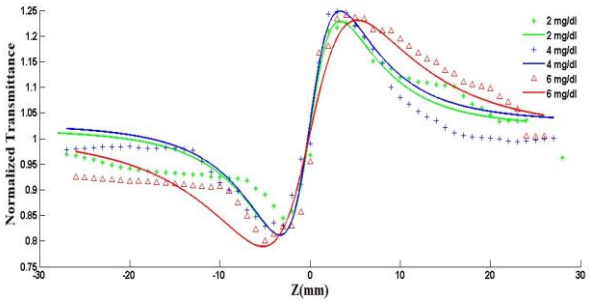
[ Downloaded from www.opsi.ir on 2026-10-31 ]

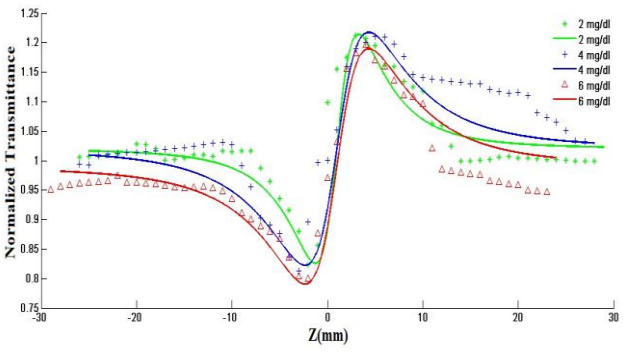



شکل ۲: شماتیک چیدمان جاروب محوری با دریچه بسته

یکی از مزایای روش جاروب محوری این است که ضریب شکست غیرخطی از روی اطلاعات بدست آمده براحتی مشخص می شود و علامت آن نیز از طریق یک تحلیل ساده برای محیط هایی با ضخامت اندک بدست می آید. در نمودار های حاصل از جاروب محوری با دریچه بسته، توان عبوری بهنجار شده بر حسب مکان بدست می آید که در این نمودارها همواره یک دره و یک قله وجود دارد. اگر ابتدا دره و سپس قله باشد، ضریب شکست غیر خطی مثبت بوده و اگر ترتیب قله و دره بلعکس بود، ضریب شکست منفی می باشد.

شکل ۳ نمودار توان عبوری بهنجار شده برای نمونه های خونی با غلظت های مختلف اسید اوریک را نشان می دهد. همانطور که مشاهده می شود، ضریب شکست غیر خطی برای هر دو نوع نمونه های خونی $A^+$ و $O^+$ دارای علامت مثبت است.




شکل ۳: نمودار بهنجار شده توان عبوری بر حسب مکان در دو نوع نمونه خونی $A^+$ (تصویربالا) و $O^+$ (تصویرپایین)

با استفاده از روابط زیر می توان مقدار ضریب شکست غیر خطی را با کمک اندازه گیری ضریب جذب خطی و هم چنین محاسبه اختلاف قله و دره در نمودار های توان عبوری بهنجار شده بدست آورد. معادله (۱) رابطه اختلاف فاز ایجاد شده با اختلاف قله و دره در نمودار توان عبوری بهنجار شده را نشان می دهد.

$$\Delta T_{pv} \cong 0.406(1-S)^{0.25}\left|\Delta\varphi_0\right| \qquad (۱)$$

رابطه اختلاف فاز و ضریب شکست غیرخطی به صورت رابطه (۲) می باشد:

$$\Delta\varphi_0 = \frac{2\pi}{\lambda} n_2 I_0 L_{eff} \qquad (۲)$$

مقادیربدست آمده برای ضریب شکست غیرخطی در جدول ۱ برای هر دو گروه خونی نمایش داده شده اند.

جدول۱: مقادیر بدست آمده ضریب جذب خطی و ضریب شکست غیرخطی برای نمونه های خونی با غلظت های مختلف اسیداوریک

| گروه خونی | غلظت mg/dl | ضریب جذب خطی $\alpha(\mu m^{-1}) \times 10^{-3}$ | ضریب شکست غیرخطی $(cm^2/w) *10^{-9}$ |
|---|---|---|---|
| $A^+$ | ۲ | ۰/۳۰ | ۱/۱۲ |
| $A^+$ | ۴ | ۰/۴۱ | ۱/۲۸ |
| $A^+$ | ۶ | ۰/۵۴ | ۱/۵۰ |
| $O^+$ | ۲ | ۰/۳۲ | ۱/۰۸ |
| $O^+$ | ۴ | ۰/۴۲ | ۱/۲۶ |
| $O^+$ | ۶ | ۰/۵۱ | ۱/۴۴ |

همانطور که در جدول۱ مشاهده می شود، مقدار ضریب شکست غیرخطی نمونه های خونی $A^+$ با غلظت ۲میلی گرم بر دسی لیتر از اسیداوریک به اندازه ۱/۱۲ تا غلظت ۶ میلی گرم بر دسی لیتر از اسید اوریک به اندازه ۱/۵۰ افزایش پیدا می کند. این مقدار در گروه خونی $O^+$از مقدار ۱/۰۸ در غلظت ۲ میلی گرم بر دسی لیتر به ۱/۴۴ در غلظت ۶ میلی گرم بر دسی لیتر افزایش داشته است.



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

[ Downloaded from www.opsi.ir on 2026-10-31 ]

## نتیجه‌گیری

**در این مقاله، ضریب شکست غیرخطی در دو نوع نمونه خونی $A^+$ و $O^+$ با غلظت های مختلف اسیداوریک محاسبه شد. این مقدار با روش جاروب محوری در طول موج ۶۳۲/۸ نانومتر اندازه گیری شده است. نتایج نشان می دهد که ضریب شکست غیر خطی در هر دو نمونه خونی، با افزایش غلظت اسید اوریک افزایش پیدا می کند. به عنوان یک نتیجه مهم دیگر می توان اشاره نمود که این مقدار در هر دو گروه خونی انتخاب شده، دارای تفاوت قابل صرف نظری می باشد و مرتبه توانی آنها مشابه می باشد.**

## سپاسگزاری

از سرکار خانم موسوی، مسئول محترم آزمایشگاه نانو دانشگاه خوارزمی بخاطر همکاری شان نهایت سپاس و قدر دانی را داریم.

## مراجع

[1] H. Jelinkova, Lasers for Medical Applications Diagnostics, *Therapy and Surgery*, p. 4, Woodhead Publishing Series in Electronic and Optical Materials, 2013.

[2] A. M. K. Nilsson, G. W. Lucassen, W. Verkruysse, S. Andersson-Engels, M. J. C. van Gemert, "Changes in spectral shape of tissue optical properties in conjunction with laser-induced thermotherapy", Photochemistry and Photobiology, Vol.37, No. 7, pp. 1256-1267, 2016.

[3] D.K. Sardar and L.B. Levy, "Optical properties of whole blood",Lasers Med Sci, Vol.13, No. 6, pp. 106-111, 1998.

[4] A. Roggan, M. Friebel, K. Dorschel, A. Hahn, G. Muller, "Optical Monitoring of Fresh and Processed Agricultural Crops", Journal of biomedical optics, Vol. 4, No. 1, pp. 36-46, 1999.

[5] H. Li, L. Lin, S. Xie, "Optical Monitoring of Fresh and Processed Agricultural Crops", In Laser-Tissue Interaction XI, Vol. 1, No. 8 , pp. 36-46, 2000.

[ Downloaded from www.opsi.ir on 2026-10-31 ]



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