بیست و هشتمین کنفرانس اپتیک و
فوتونیک ایران و چهاردهمین کنفرانس
مهندسی و فناوری فوتونیک ایران،
دانشگاه شهید چمران اهواز،
خوزستان، ایران.
۱۲-۱۴ بهمن ۱۴۰۰

بررسی خواص اپتیکی فولویک اسید

مجید مهرپوری[۱]، سلمان مهاجر مازندرانی[۱،۲*]

[۱]آزمایشگاه بیوفوتونیک، دانشکده فیزیک، دانشگاه خوارزمی، کرج، [۲]پژوهشکده علوم کاربردی، دانشگاه، کرج

mohajer@khu.ac.ir*, mehrpori10@gmail.com

چکیده – فولویک اسید گونه‌ای از پلیمرهای اسیدی آلی طبیعی است که از هوموس موجود در خاک استخراج می‌شود. فولویک اسید از اسید آمینه، حلقه های فنولی، قندها و ویتامین‌ها تشکیل شده و دارای خواص آنتی‌اکسیدانی و آنتی‌باکتریایی بالایی است. در این مقاله پس از صحت‌سنجی، به وسیله‌ی تست FTIR چهار غلظت با حلال آب از اسید فولویک موجود ساخته شد. به وسیله‌ی چیدمان های اپتیکی جذب خطی و اسکن زد، مقادیر ضریب جذب خطی اندازه‌گیری شد و ضریب شکست غیرخطی از مرتبه $10^{-9}\ cm^2/w$ بدست آمد. مشخص شد با افزایش غلظت، ضرایب جذب خطی و شکست غیرخطی افزایش می‌یابند.

کلید واژه- اسید فولویک، زد اسکن، جذب خطی، ضریب شکست غیرخطی

Investigation of optical properties of fulvic acid

Majid Mehrpouri[1], Salman Mohajer Mazandarani[1,2]

**[1]Biophotonics Laboratory, Physics Department, Kharazmi University, Karaj,
[2]Applied Science Research Center, Kharazmi University, Karaj**

mohajer@khu.ac.ir*, mehrpori10@gmail.com

Abstract - Fulvic acid is a type of natural organic acid polymers made from humus in the soil. Fulvic acid is composed of amino acids, phenolic rings, sugars and vitamins and has antioxidant and antibacterial properties. In this paper, after validation, it is made of fulvic acid by FTIR four test with water solvent. By linear absorption and scanning optical arrangements, the absorption coefficient was linear and the nonlinear refractive index was reduced from $10^{-9}\ cm^2/w$. It was found that with increasing, linear absorption coefficient and nonlinear refractive index increase.

Keywords: Fulvic Acid, Linear absorption, Nonlinear refractive index, Z-Scan

[Downloaded from www.opsi.ir on 2026-11-01]

مقدمه

فولویک اسید، یکی از دو دسته پلیمرهای آلی اسیدی طبیعی است که می‌توان از هوموس موجود در خاک، رسوبات یا محیط‌های آبی استخراج کرد. نام آن از لاتین *fulvous* گرفته شده است که نشان‌دهنده رنگ زرد آن است[1].

آسم، آلرژی و اگزما، به همراه بسیاری از اختلالات دیگر، با سلول‌های ایمنی بیش فعال مرتبط هستند[2]. داروهای ضد التهابی برای کاهش علائم این گونه بیماری ها، حیاتی است. چندین مطالعه نشان می‌دهد که فولویک اسید می‌تواند با کاهش انتشار واسطه‌های پیش‌التهابی از سلول‌ها، به عنوان یک ضد التهاب عمل کند[3].

مطالعات حیوانی نشان می‌دهد که اسید فولویک ممکن است کلسترول بد یا LDL را کاهش دهد. طبق یک مطالعه انسانی روی ۳۰ نفر، ممکن است کلسترول خوب یا HDL را نیز افزایش دهد[4]. مطالعات نشان داده است که تجمع محصولات استرس اکسیداتیو در بافت مغز ارتباط نزدیکی با ایجاد بیماری آلزایمر دارد. از این رو می‌توان از فولویک اسید که دارای خواص آنتی‌اکسیدانی بالایی هست برای جلوگیری از این اختلال مغزی استفاده کرد[5].

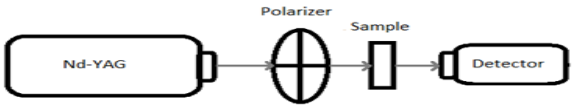
با توجه به تاثیرات زیادی که اسید فولویک به عنوان یک پلی‌فنل بر روی سلامتی انسان دارد برای تعین غلظت دوز دارویی که از اسید فولویک ساخته می‌شود می‌توان از ضریب شکست غیرخطی آن استفاده کرد.

تئوری

قانون بیر-لامبرت بیانگر رابطه جذب خطی یعنی نسبت شدت نور ورودی به ماده و شدت نور خروجی از آن است که شکل آن به صورت زیر می‌باشد:

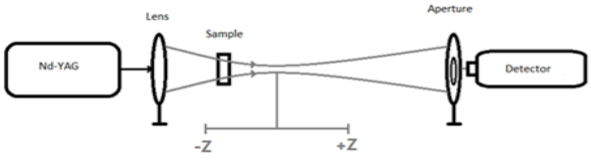
$$log\frac{I_0}{I} = \alpha L \qquad (۱)$$

که در آن مقدار $\frac{I_0}{I}$ را از شیب نمودار حاصل از چیدمان جذب خطی (شکل ۱) برای هر یک از نمونه‌ها را محاسبه کرده و سپس با استفاده رابطه (۱) مقدار ضریب جذب α را برای غلظت‌های مختلف محاسبه می‌کنیم.



شکل ۱: چیدمان جذب خطی

در این مقاله از روش زد اسکن برای محاسبه ضریب شکست غیر خطی استفاده شده است به این ترتیب که پس از چیدمان اپتیکی (شکل ۲) نور لیزر که در مسیر ریل اپتیکی منتشر می‌شود پس از عبور از عدسی همگراکننده تشکیل یک کمره باریکه می‌دهد و با تغییر مکان نمونه در راستای z از فاصله‌ی کانونی، شدت عبوری پرتو بر حسب فاصله‌ی نمونه نسبت به نقطه کانونی پس از عبور از روزنه‌ای که در فاصله ۷۸ سانتی‌متر از عدسی قرار دارد به وسیله‌ی آشکار ساز نیمه‌هادی اندازه‌گیری می‌شود. عبور نور لیزر با شدت بالا از نمونه باعث ایجاد پدیده‌های خودکانونی یا واگرایی نور لیزر در داخل نمونه می‌شود. وجود این پدیده‌ها موجب تغییر فاز و در نهایت موجب تغییر شدت اندازه‌گیری شده در آشکار ساز می‌شود.



شکل ۲: چیدمان جاروب محوری

برای محاسبه ضریب شکست غیر خطی از رابطه:

$$n_2 = \frac{\lambda\Delta T_{p-v}}{2\pi I_0 L_{eff}(0.406)(1-S)^{0.25}} \qquad (۲)$$

استفاده می‌شود[6] که در این رابطه ΔT_{P-V} فاصله قله تا دره در نمودار غیر خطی، λ طول موج نور لیزر، I_0 بیشینه شدت در کانون عدسی است که با استفاده از رابطه $I_0 = \frac{2P_0}{\pi W_0^2}$ به

[Downloaded from www.opsi.ir on 2026-11-01]

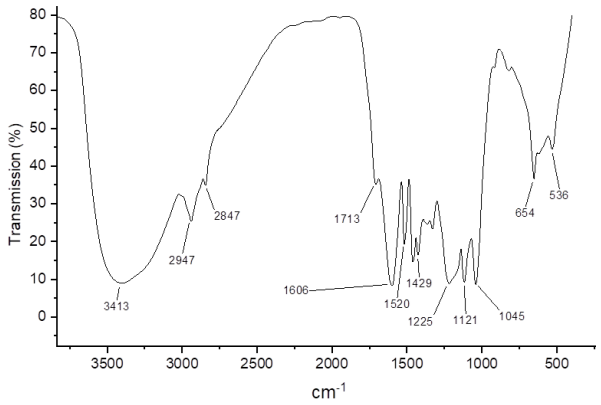
دست می‌آید. P_0 توان ورودی،W_0 ،شعاع کمره پرتو (۴۰میکرومتر) و s ضریب عبور روزنه است، که در این آزمایش برابر ۰,۰۹۸۱ است. α ضریب جذب‌خطی، L ضخامت نمونه و L_{eff} ضخامت موثر نمونه است که رابطه آن به صورت زیر می‌باشد[6]:

$$L_{eff} = \frac{1-e^{-\alpha L}}{\alpha} \quad (۳)$$

مواد و روش‌ها

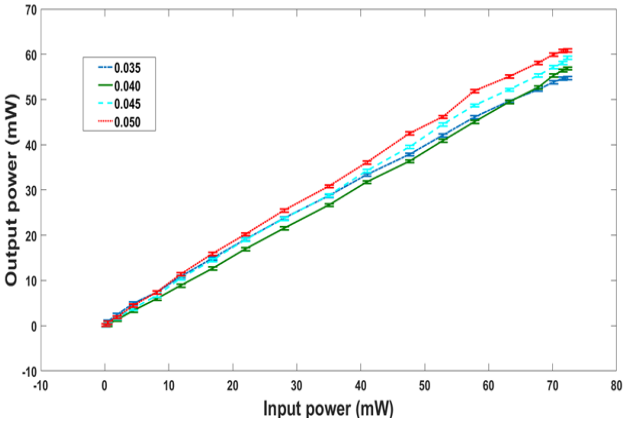
ابتدا برای صحت‌سنجی اسید فولویک از تست FTIR استفاده می‌شود. با مقایسه نمودار موجود در شکل۳ با نمودار مرجع[7] و مقایسه پیک‌های آن‌ها، اسید فولویک موجود برای انجام آزمایش‌های مورد نظر، از کیفیت قابل قبولی برخوردار است. سپس برای ساخت غلظت‌های ۰/۰۳۵، ۰/۰۴۰، ۰/۰۴۵، ۰/۰۵۰ گرم بر میلی‌لیتر، ابتدا مقدار گرم مورد نیاز را از ماده‌ی اسید فولویک با استفاده از ترازوی دیجیتال وزن کرده و آن را داخل بشر ریخته می شود و سپس ۵۰ میلی‌لیتر آب مقطر را به آن اضافه کرده و به مدت بیست دقیقه در داخل دستگاه همگن ساز فراصوتی قرار داده می شود تا محلول کاملا همگن شود. پس از اطمینان از همگن شدن مقداری از محلول را به وسیله سرنگ به داخل سل کوارتز یا همان کووت با ضخامت یک میلی‌متر جهت انجام تست های اپتیکی جذب خطی و زد اسکن منتقل می‌شود. برای محاسبه ضریب جذب خطی از چیدمان جذب خطی شکل (۱) استفاده می‌شود، به منظور کم شدن اثر پراکندگی آشکارساز را باید در حد امکان به نمونه نزدیک شود. نمودار جذب برای هر کدام از غلظت‌های تهیه شده در شکل (۴) قابل مشاهده است که این نمودارها برحسب نسبت نور ورودی به آشکار ساز بدون حضور نمونه و با حضور نمونه است و در نهایت می‌توان با استفاده از شیب نمودارهای به دست آمده مقدار α را به دست آورد.

برای محاسبه ضریب شکست غیر خطی از چیدمان زد اسکن استفاده شده است (شکل۲). در این روش برای محاسبه ضریب شکست غیر خطی در غلظت‌های مختلف از لیزر Nd:YAG با طول موج ۵۳۲ نانومتر و بیشینه توان ۵۰ میکرومتر مورد استفاده قرار گرفته است. در این آزمایش یک عدسی همگرا کننده با فاصله کانونی ۸ سانتی متر به کار برده شده است. فاصله روزنه تا نقطه کانونی ۷۸ سانتی متر و قطر دهانه روزنه ۲,۵ میلی‌متر است. نمودار شدت عبوری برحسب مکان نمونه در شکل ۵ نشان داده شده است. از روی منحنی برازش شده بر این نمودارها مقدار اختلاف قله-دره ΔT_{P-V} بدست آمده و مقدار عددی ضریب شکست غیرخطی بعد از چندین بار تکرار آزمایش‌ها در قسمت‌های مختلف نمونه بطور میانگین‌گیری شده برای غلظت‌های متفاوت محاسبه شده است و در جدول ۱ گزارش شده است.

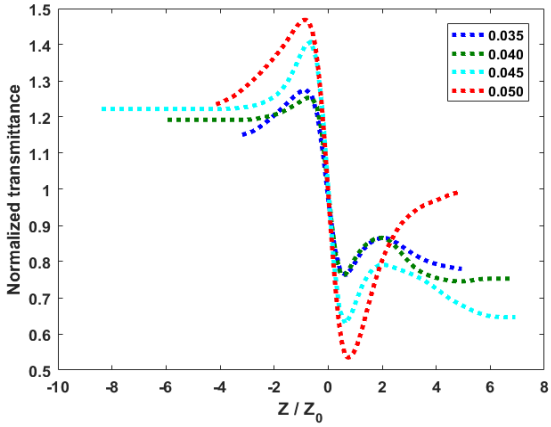


شکل ۳: : نمودار FTIR نمونه اسید فولویک

[Downloaded from www.opsi.ir on 2026-11-01]



شکل ۴: نمودار جذب نمونه اسید فولویک بر اساس غلظت



شکل ۵: نمودار شدت عبوری بهنجار شده در چیدمان جاروب محوری

جدول ۱: نتایج ضریب شکست غیرخطی و جذب خطی نمونه اسید فولویک برحسب غلظت‌های متفاوت

غلظت(gr/ml)	$n_2\left(\times 10^{-9}\frac{cm^2}{W}\right)$	$\alpha\left(cm^{-1}\right)$
۰,۰۳۵	-۴,۹۴	۰,۸۲
۰,۰۴۰	-۵,۴۱	۱,۲۱
۰,۰۴۵	-۹,۹۰	۱,۵۹
۰,۰۵۰	-۱۲,۳	۲,۰۱

نتیجه‌گیری

با افزایش غلظت نمونه های اسیدفولویک ضریب جذب خطی و قدرمطلق ضریب شکست غیرخطی افزایش می‌یابند، ضریب شکست غیرخطی برای تمام غلظت‌های اسید فولویک منفی است و از مرتبه $10^{-9}\ cm^2/w$ می‌باشد.در واقع با افزایش غلظت پلی فنل میزان اینترکشن نور پر شدت با چگالی الکترونی محلول کاهش می یابد و در نتیجه ضریب شکست کل ماده کم می‌شود.

مرجع‌ها

[1] Britannica, The Editors of Encyclopedia. "fulvic acid". Encyclopedia Britannica, 28 Sep. 2016, https://www.britannica.com/science/fulvic-acid. Accessed 14 November 2021

[2] Wilson, E., Rajamanickam, G. V., Dubey, G. P., Klose, P., Musial, F., Saha, F. J., ... & Dobos, G. J. (2011). Review on shilajit used in traditional Indian medicine. *Journal of ethnopharmacology*, *136*(1), 1-9.

[3] Senesi, N., & Loffredo, E. (2018). The chemistry of soil organic matter. In *Soil physical chemistry* (pp. 239-370). CRC press.

[4] Chang, Q., Lu, Z., He, M., Gao, R., Bai, H., Shi, B., & Shan, A. (2014). Effects of dietary supplementation of fulvic acid on lipid metabolism of finishing pigs. *Journal of animal science*, *92*(11), 4921-4926.

[5] Feng, Y., & Wang, X. (2012). Antioxidant therapies for Alzheimer's disease. *Oxidative medicine and cellular longevity*, *2012*.

[6] Lin, H. C., & Fuh, A. Y. G. (2009). Z-scan measurements of optical nonlinearities of dye-doped liquid crystals. *Journal of Nonlinear Optical Physics & Materials*, *18*(03), 367-400.

[7] Simeoni, M. A., Batts, B. D., & McRae, C. (2003). Effect of groundwater fulvic acid on the adsorption of arsenate by ferrihydrite and gibbsite. *Applied Geochemistry*, *18*(10), 1507-1515.

[Downloaded from www.opsi.ir on 2026-11-01]