



بیست و هفتمین کنفرانس اپتیک و فوتونیک ایران و سیزدهمین کنفرانس مهندسی و فناوری فوتونیک ایران، دانشگاه سیستان و بلوچستان، زاهدان، ایران. ۱۴-۱۶ بهمن ۱۳۹۹



کد مقاله : ۱-۲۵۴۷-۱۰-A

بررسی خواص خطی و غیر خطی اپتیکی پوست بیماران اسکلرودرمی

سعیده بنادکوکي^۱، سلمان مهاجر مازندرانی^{۱،۲}، حمیدرضا محمودی^۳

آزمایشگاه بیوفوتونیک، دانشکده فیزیک، دانشگاه خوارزمی، کرج، پژوهشکده علوم کاربردی، دانشگاه خوارزمی، کرج، آگروه پوست، دانشکده علوم پزشکی تهران، تهران

Saeedehbanad1375@gmail.com, mohajer@khu.ac.ir, hrrmdmg.mahmoudi@gmail.com

چکیده - اسکلرودرمی یک بیماری بافت پیوندی مزمن با فیبروز پوست و اندام داخلی همراه است. این گروه از بیماری‌ها شامل اسکلروز سیستمیک و اسکلرودرمی موضعی است. در این مقاله تعداد ۹ نمونه پوست اسکلرودرمی در ضخامت‌های مختلف توسط دستگاه میکروتوم برش زده و روی لام تثبیت شد. سپس خواص اپتیکی نمونه‌ها در چیدمان‌های اندازه‌گیری جذب خطی و چیدمان روبش محوری در چیه بسته اندازه‌گیری شد. نتایج بدست آمده نشان می‌دهد که چگالی نوری (OD) نمونه‌ها در محدوده ۰.۹۶ تا ۱.۳۵ تغییر می‌کند و ضریب جذب خطی نیز با افزایش سن، کاهش می‌یابد. همچنین ضریب شکست غیرخطی نمونه‌ها از مرتبه $(\frac{cm^2}{W})^{10^{-6}}$ بدست آمد.

کلید واژه- اسکلرودرمی، روبش محوری، جذب خطی، چگالی اپتیکی

Study of Linear and Nonlinear Optical Properties of Skin Scleroderma Patients

Saeedeh Banadkouki¹, Salman Mohajer Mazandarani^{1,2}, H.Reza Mahmoudi³

¹Biophotonics laboratory, Physics department, Kharazmi University, Karaj, ²Applied Science Research Center, Kharazmi University, Karaj, ³Department of Dermatology, Tehran University of Medical Sciences, Tehran, Iran

Abstract- Scleroderma is a chronic connective tissue disease accompanied with skin and inner organ fibrosis. This group of disease includes systemic sclerosis and localized scleroderma. In this article, 9 samples skin scleroderma in different thicknesses were cut by Rotary microtome device and fixed on the slides. Then, the optical properties of the samples were measured in linear absorption measurements and closed-aperture Z-Scan arrangements. The results show that the optical density (OD) of the samples varies in the range of 0.96 to 1.35 and the linear absorption decreases with age. As well as, the nonlinear refractive index of the samples was obtained from the order of $10^{-6}(\frac{cm^2}{W})$.

Keywords: Linear absorption, Optical density, Scleroderma, Z-Scan

غیرخطی، از روش روبش محوری^۵ استفاده کرده که نمونه در جهت محور اپتیکی از منطقه ی کانونی می گذرد. قطر پرتو با فاصله از کانون تغییر می کند که منجر به تغییر شدت خروجی بر حسب فاصله می شود. شدت نور بالا در منطقه ی کانونی باعث القا پاسخ های نوری غیرخطی مانند جذب دوفوتونی یا شکست غیرخطی خواهد شد. در یک نمونه غیرخطی ضریب شکست وابسته به شدت است پس هر نقطه از نمونه تغییر فازی متناسب با شدت دریافتی از جبهه موج گاوسی را نشان می دهد. در چیدمان روبش محوری دریاچه بسته، وجود روزنه باعث می شود تنها پرتوهای بخش محوری عبور کند و با حرکت دادن نمونه در راستای محور روبش، شدت ورودی به آشکارساز تغییر کرده و ثبت می شود و می توان تغییر فاز و ضریب شکست را محاسبه کرد. ضریب شکست غیرخطی در این روش با استفاده از معادله زیر بدست می آید:

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

که I_0 بیشینه شدت در کانون عدسی است که با استفاده از رابطه $I_0 = \frac{2P_0}{\pi W_0^2}$ بدست می آید و s ضریب عبور روزنه است، که در این آزمایش برابر 0.981 است. α ضریب جذب خطی، L ضخامت نمونه و L_{eff} ضخامت موثر نمونه است که رابطه آن به صورت زیر می باشد [۵]:

$$L_{eff} = \frac{1 - e^{-\alpha L}}{\alpha} \quad (3)$$

مواد و روش ها

تعداد ۹ نمونه از بیماران مبتلا به اسکلرودرمی پوست که بصورت بلوک های جداگانه در بانک بیمارستان تخصصی

مقدمه

اسکلرودرمی^۱ به عنوان یک بیماری روماتیسمی و یا یک بیماری بافت همبند شناخته می شود [۱]. علائم بالینی معمولاً، بصورت سفت شدن پوست است که اغلب با ضخیم شدن پوست و چسبندگی زیاد به لایه زیرین پوست همراه است [۲]. این گروه از بیماری ها شامل اسکلروز سیستمیک^۲ و اسکلرودرمی موضعی^۳ است؛ اسکلرودرمی موضعی محدود به پوست و بافت های زیرین باقی می ماند و در مشاهدات بالینی متداول تر هستند [۱]؛ در حالی که در اسکلروز سیستمیک قسمت های مختلف بدن از جمله پوست، عروق خونی، سیستم گوارشی، قلب، ریه، کلیه ها، ماهیچه ها و مفاصل ها تاثیر می گذارد [۳]. پوست می تواند براق به نظر برسد، چون خیلی سفت است و حرکت ناحیه آسیب دیده ممکن است محدود باشد. شدت درگیری پوست و اندام های داخلی ممکن است با سیر بالینی بیماری مرتبط باشد [۴].

تئوری

رابطه جذب خطی با استفاده از قانون بیر-لامبرت^۴، رابطه بین شدت نور ورودی و جذب شده در ماده است، به صورت زیر بیان می کند:

$$\log \frac{I_0}{I} = \alpha L \quad (1)$$

در این رابطه مقدار $\frac{I_0}{I}$ را از شیب نمودار حاصل از چیدمان جذب خطی برای هر یک از نمونه ها را محاسبه کرده و سپس با استفاده رابطه (۱) مقدار ضریب جذب α را برای نمونه های اسکلرودرمی محاسبه می کنیم. در حالت

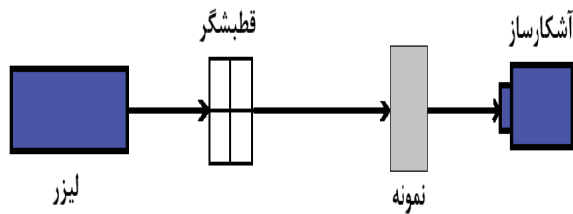
¹Scleroderma

²Systemic Sclerosis

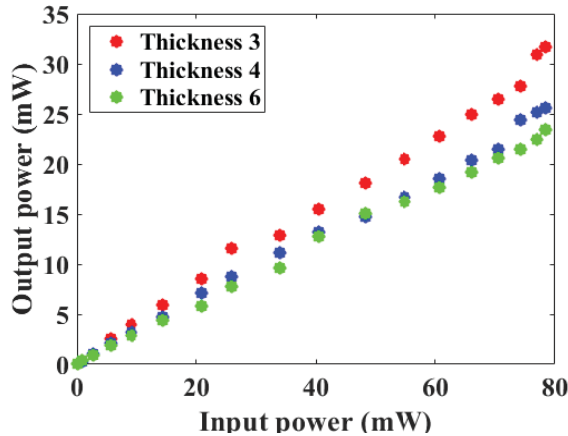
³Localized Scleroderma

⁴Beer-Lambert law

⁵Z-Scan Technique



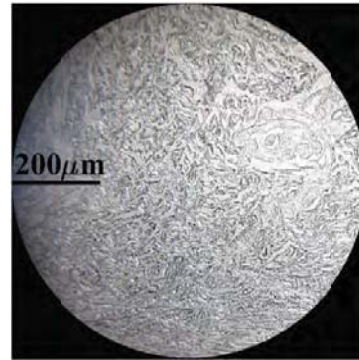
شکل ۲: چیدمان اپتیکی اندازه‌گیری ضریب جذب خطی



شکل ۳: (a) نمودار خطی توان خروجی برحسب توان ورودی برای نمونه پوست اسکرودرمی با ضخامت‌های مختلف.

برای اندازه‌گیری ضریب شکست غیرخطی در ضخامت‌های مختلف پوست اسکرودرمی، از چیدمان روبش محوری در شکل (۴) با منبع نور لیزر Nd:YAG با طول‌موج ۵۳۲ نانومتر و با پایداری شدت بعد از ۲ دقیقه و ۱۵ ثانیه، عدسی با فاصله کانونی ۸ سانتی‌متر و روزنه با قطر دهانه ۵ میلی‌متر استفاده شده است. نور در راستای محور ریل به نمونه تابیده می‌شود. 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 (n_2) بعد از ۵ بار تکرار آزمایش‌ها در قسمت‌های مختلف نمونه و بطور میانگین‌گیری شده برای ضخامت‌های متفاوت محاسبه شده استودر جدول (۱) گزارش شده است.

پوست رازی فریز شده بود، تهیه شد. سپس آن‌ها را دی‌فریز کرده و به پارافین آغشته و سپس سرد نموده، در ادامه بلوکرا توسط میکروتوم به ضخامت‌های ۳، ۴ و ۶ میکرومتر برش می‌دهیم. سپس نمونه برش داده‌شده را با استفاده از لام در داخل آب و اتانول قرار داده تا چروک‌ها باز شوند. سپس در داخل حمام آب گرم قرار می‌دهیم تا چروک‌های باقی مانده نیز باز شود و پوست صافی بر روی لام داشته باشیم. در نهایت در داخل دستگاه سردکن قرار داده تا بر روی لام فیکس شود.



شکل ۱: تصویر نمونه آماده‌شده از پوست اسکرودرمی

برای اندازه‌گیری جذب خطی از چیدمان شکل (۲) استفاده شده است. در این چیدمان برای کم کردن اثر پراکندگی به حداقل مقدار آشکارساز در کمترین فاصله ممکن تا نمونه قرار داده شد. برای اعمال ورودی‌های مختلف به نمونه از قطبشگر استفاده شده است. توان دریافتی بدون حضور نمونه و در حضور نمونه اندازه‌گیری شد و در شکل (۳) نمودار آن در نرم افزار متلب به ترتیب برای ضخامت‌های ۳، ۴ و ۶ میکرومتر رسم شد. شیب خط را با استفاده از برازش منحنی بدست آورده و با استفاده از رابطه (۱) ضریب جذب خطی محاسبه گشت. میزان جذب شیشه‌ای که نمونه روی آن تثبیت شده بود نیز محاسبه و از مقدار جذب کل کاسته شد.

۳	۶		0.05 ± 1.45	0.16 ± 18.85
۴	۳	زن-۴۶	-0.05 ± 2.81	0.33 ± 40.57
۵	۴		0.05 ± 4.46	0.25 ± 30.21
۶	۶		0.05 ± 2.37	0.16 ± 20.94
۷	۳	مرد-۱۲	-0.05 ± 4.51	0.33 ± 41.37
۸	۴		0.05 ± 1.73	0.25 ± 31.26
۹	۶		-0.05 ± 2.71	0.16 ± 24.18

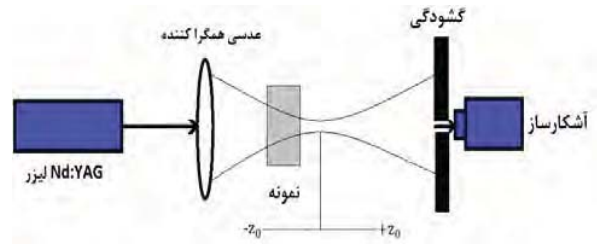
جدول ۱: نتایج ضریب شکست و جذب خطی نمونه‌های پوست اسکرودرمی برحسب ضخامت، سن و جنسیت.

سپاسگزاری

از بیمارستان تخصصی پوست رازی بابت همکاری تشکر و قدردانی می‌شود.

مرجع‌ها

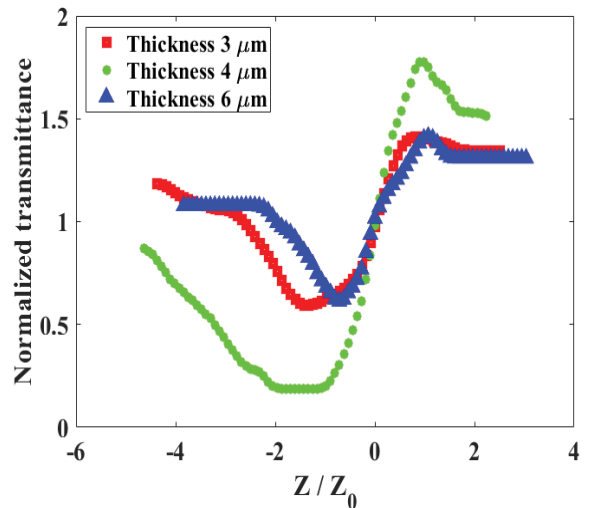
- [1] C. P. Denton and D. Khanna, "Systemic sclerosis," *Lancet*, vol. 390, no. 10103, pp. 1685-1699, 2017, doi: 10.1016/S0140-6736(17)30933-9.
- [2] T. Krieg, "Pathophysiological Mechanisms in Sclerosing Skin Diseases," vol. 4, no. August, 2017, doi: 10.3389/fmed.2017.00120.
- [3] M. Fabri and N. Hunzelmann, "Differential diagnosis of scleroderma and pseudoscleroderma," *JDDG - J. Ger. Soc. Dermatology*, vol. 5, no. 11, pp. 977-983, 2007, doi: 10.1111/j.1610-0387.2007.06311.x.
- [4] A. C. Gelber and F. M. Wigley, "Treatment of scleroderma," *Curr. Opin. Rheumatol.*, vol. 7, no. 6, pp. 551-559, 1995, doi: 10.1097/00002281-199511000-00015.
- [5] H. C. Lin and A. Y. G. Fuh, "Z-scan measurements of optical nonlinearities of dye-doped liquid crystals," *J. Nonlinear Opt. Phys. Mater.*, vol. 18, no. 3, pp. 367-400, 2009, doi: 10.1142/S0218863509004671.



شکل ۴: چیدمان اپتیکی روبش محوری دریچه بسته

نتیجه‌گیری

در این پژوهش نشان داده شده‌است که نمونه‌های پوست اسکرودرمی دارای خاصیت غیرخطی می‌باشند و ضریب شکست غیرخطی نیز برای هر نمونه متفاوت بود و از مرتبه $(\frac{cm^2}{W}) \times 10^{-6}$ بدست آمد. همچنین مقدار جذب خطی نمونه‌ها با افزایش سن، کاهش می‌یابد. لازم به ذکر است که این پژوهش با توجه به کثرت و تفاوت بافت پوست برای هر فرد نیاز به بررسی تعداد نمونه‌های بیشتری دارد تا یک الگوی دقیق برای آن ارائه شود.



شکل ۵: نمودار شدت عبوری نشان‌دهنده رفتار غیرخطی پوست اسکرودرمی با توجه به ضخامت‌های مختلف.

ضخامت نمونه (μm)	جنسیت و سن	$n_2 (10^{-6} \frac{cm^2}{W})$	$\alpha (cm^{-1})$
۱	۳	0.05 ± 2.07	0.33 ± 28.78
۲	۴	0.05 ± 4.16	0.25 ± 26.41