

مطالعه اثر فیزیکی پلاسمای RF روی مشخصه های اپتیکی غیرخطی فیلم PVC

یاسمن گلیان*، فریده شهباز طهماسبی، داود درانیان

گروه فیزیک، واحد علوم و تحقیقات، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران

تاریخ پذیرش: ۸۸/۱۱/۱۴

تاریخ دریافت: ۸۸/۱۰/۸

چکیده

مقدمه: ترکیبات پلیمری برای عایق سازی مواد مختلف مورد استفاده قرار می گیرد. به واسطه کاربرد های جدید اپتوالکترونیکی، اخیراً، خصوصیات اپتیکی و الکتریکی پلیمرها نیز به طور گسترده ای مورد توجه قرار گرفته است. مواد پلیمری با ضریب شکست غیرخطی مثبت در اپتیک بسیار با اهمیت هستند، زیرا در شدتهای مناسب، باعث کانونی شدن پرتو می شود. تغییرات ضریب شکست نور معمولاً با رابطه $n=n_0+n_2I$ بیان می شود که n_0 ضریب شکست خطی، I شدت نور و n_2 ضریب شکست غیرخطی است. این پدیده اثرات قابل ملاحظه ای روی انتشار امواج الکترومغناطیسی در محیط دارد که می تواند منجر به خودکانونی، خود واگرایی، خود خمشی و ... می شود.

هدف: در این آزمایش اثر پلاسمای RF روی خصوصیات فیلم پلیمر PVC آمیخته با رنگ red lake بررسی شده است. ضریب شکست غیرخطی مثبت این پلیمر و کاهش این ضریب در بازه های زمانی مختلف پلاسمای دو پدیده مهم و جالب مشاهده شده در این تحقیق هستند.

روش بررسی: در این آزمایش فیلم PVC آمیخته با رنگ red lake را در معرض پلاسمای RF در فشار پایین در بازه های زمانی ۵ تا ۱۵ دقیقه قرار داده ایم. آزمایشات متعددی را برای مطالعه رفتاری اثر پلاسمای RF روی خصوصیات اپتیکی غیرخطی فیلم PVC انجام داده ایم که شامل پهن شدگی باریکه، حد اپتیکی و آزمایشات Z – اسکن روزنه باز و بسته است.

نتایج: با اندازه گیری پهنای باریکه انتشاری از میان نمونه های تحت اثر پلاسمای RF، ضریب شکست غیرخطی فیلم، مثبت به دست می آید و این میزان تحت اثر زمانی پلاسمای RF، کاهش پیدا می کند. رفتار حد

* عهده دار مکاتبات: y.golian@gmail.com، تلفن: ۰۱۹۷۰۱۲۸۰۷۰۹۱۲۸۰ فکس: ۰۲۱-۴۴۸۶۹۶۳۰

اپتیکی از اندازه گیری عبور از نمونه ای که تحت اثر پلاسمای RF بوده است، بدون تغییر باقی می ماند. پذیرفتاری مرتبه سوم غیرخطی، با استفاده از داده های Z - اسکن اندازه گیری می شود و نتایج آزمایشگاهی نشان می دهد که هر دو قسمت موهومی و حقیقی پذیرفتاری غیرخطی، با افزایش زمان اثر پلاسمای RF، کاهش می یابد. نتیجه گیری: اثر پلاسمای RF را روی نمونه PVC برای فواصل زمانی مختلف مورد آزمایش قرار داده ایم که یک روش معمول برای بهبود بخشیدن مشخصه های سطحی پلیمری است. ضریب شکست و جذب، مشابه پذیرفتاری غیرخطی مرتبه سوم تغییر کرده است در حالیکه پارامترهای خطی این پلیمر بدون تغییر می ماند.

واژه های کلیدی: اپتیک غیرخطی، ضریب شکست، جذب غیرخطی، Z - اسکن، پهن شدگی باریکه، دوفوتون جذبی، پلاسمای RF.

مقدمه

ترکیبات پلیمری برای عایق سازی مواد مختلف مورد استفاده قرار می گیرد و در مواردی نظیر کابل ها، پوشش ها، فیلم های خازنی و نیز ساخت قطعات مصنوعی بدن بطور وسیعی کاربرد دارند. به واسطه کاربرد های جدید اپتوالکترونیکی، اخیراً، خصوصیات اپتیکی و الکتریکی پلیمرها نیز به طور گسترده ای مورد توجه قرار گرفته است. مواد پلیمری، خواص یکتایی هم چون چگالی پایین، وزن سبک و انعطاف پذیری بالا دارند، همچنین ارزانی این مواد باعث می شود در بخش های صنعتی به شکل گسترده ای از آنها استفاده شود. (۲۰)

مواد پلیمری با ضریب شکست غیرخطی مثبت در اپتیک بسیار با اهمیت هستند، زیرا در شدتهای مناسب، باعث کانونی شدن پرتو می شود. تغییرات ضریب شکست نور معمولاً با رابطه $n = n_0 + n_2 I$ بیان می شود که n_0 ضریب شکست خطی، I شدت نور و n_2 ضریب شکست غیرخطی است.

این پدیده اثرات قابل ملاحظه ای روی انتشار امواج الکترومغناطیسی در محیط دارد که می تواند منجر به خودکانونی، خود واگرایی، خود خمشی و ... می شود. در این آزمایش اثر پلاسمای RF روی خصوصیات فیلم پلیمر PVC آمیخته با رنگ red lake بررسی شده است. ضریب شکست غیرخطی مثبت این پلیمر و کاهش این ضریب در بازه های زمانی مختلف پلاسمای RF دو پدیده مهم و جالب مشاهده شده در این تحقیق هستند.

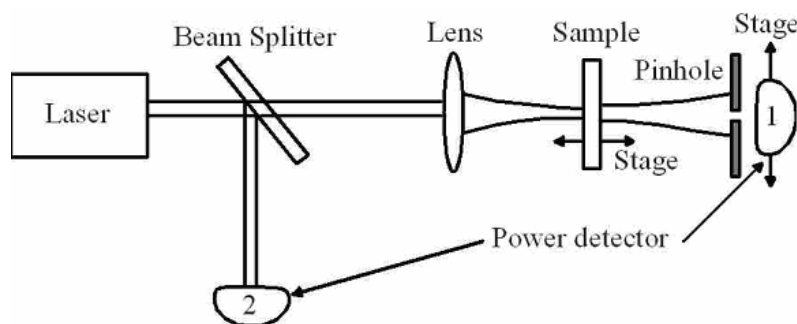
مواد و روشها

جزئیات آزمایشگاهی

در این آزمایش ضخامت فیلم PVC آمیخته با رنگ red lake (که به وسیله شرکت نیام - پلاستیک تهران - ایران ساخته شده است) ۰/۲ میلی متر است. فیلم PVC را در معرض پلاسمای RF آرگون، در فشار ۰/۲ تور، توان ۱۰۰ وات، چگالی 10^{12} بر سانتی متر مکعب و در دمای اتاق در بازه های زمانی ۵ تا ۱۵ دقیقه قرار داده ایم.

تغییرات طیف جذبی نمونه ها به وسیله دستگاه اسپکتروفوتومتر- varian cary500 در دمای اتاق اندازه گیری شده است و با استفاده از لیزر Nd-Yag پیوسته با توان ۲۰ میلی وات و طول موج ۵۳۲ نانومتر، رفتار های غیرخطی فیلم های PVC خام و تحت اثر پلاسمای RF را مطالعه کرده ایم. چیدمان وسایل آزمایشگاهی در شکل (۱) آمده است.

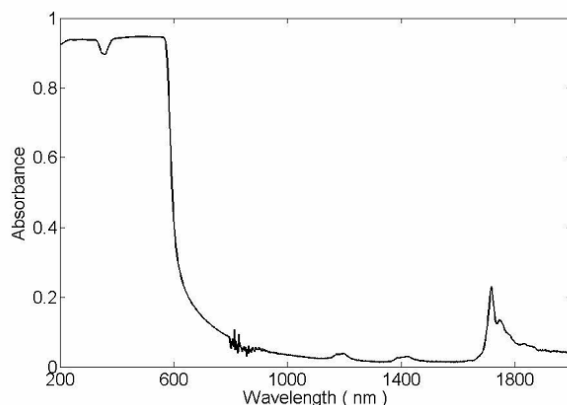
در این آزمایش قطر باریکه لیزر ۲ میلی متر است. هم چنین این باریکه توسط عدسی با فاصله کانونی ۶/۵ سانتی متر همگرا شده که منجر به طول ریلی $Z_0=1/7$ میلی متر می شود. فاصله بین نقطه کانونی عدسی و توان سنج ۱، در طول آزمایش ۶ سانتی متر و قطر روزنه ۰/۸ میلی متر است.



شکل ۱- طرح شماتیک چیدمان آزمایش

شرح آزمایشات

در شکل (۲) طیف های جذبی $A(\lambda)$ نمونه های مورد نظر، برای بازه طول موج ۲۰۰-۲۰۰۰ نانومتر نشان داده است که این نمودار برای تمامی نمونه ها یکسان به دست آمده است.



شکل ۲- نمودار طیف جذبی نمونه ها

در اینجا ما، آزمایشات متعددی را برای مطالعه رفتاری اثر پلاسمای RF روی خصوصیات اپتیکی غیرخطی فیلم PVC انجام داده ایم که شامل پهن شدگی باریکه، حد اپتیکی و آزمایشات Z-اسکن روزنه باز و بسته است.

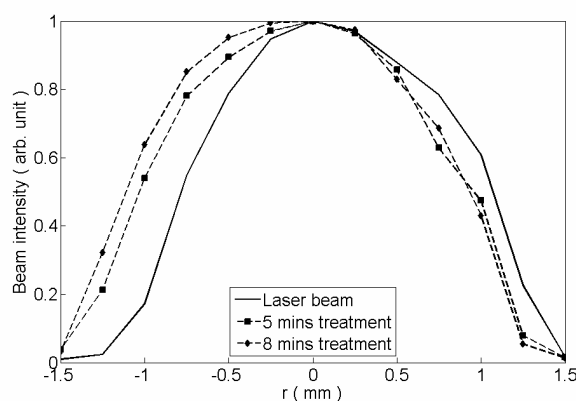
نتایج و بحث

پهن شدگی باریکه

خود همگرایی و پهن شدگی باریکه لیزر در مد غیرخطی، یکی از اثرات مشهوری است که در آزمایشات تعیین ضریب شکست غیرخطی n_2 رخ می دهد. عدسی، باریکه ورودی لیزر را جمع کرده و باریکه کانونی شده به نمونه برخورد می کند. شدت این باریکه بعد از عبور از روزنه به وسیله آشکار ساز نوری که متصل به یک توان سنج است اندازه گیری می شود. در این آزمایش شکافنده باریکه و توان سنج ۲ شامل ترکیب اصلی آزمایش نیستند. برای اندازه گیری پهنای باریکه، آشکارساز و روزنه در جهت I حرکت می کنند که جهت I عمود بر جهت انتشار باریکه لیزر است.

توزیع شدت باریکه گسیل شده به فیلم PVC یک نمودار گاوسی شکل با FWHM (پهنای نیمه بیشترین ارتفاع)، $1/85$ میلی متر را نمایش می دهد که در آن، اولین اندازه گیری بدون نمونه است. پهنای باریکه انتشار یافته از هوا و نمونه های تحت اثر پلاسمای RF در شکل (۳) نشان داده شده است.

اندازه FWHM بعد از عبور از نمونه های تحت اثر پلاسمای RF در بازه های زمانی ۵ و ۸ دقیقه به ترتیب $1/97$ و $2/04$ میلی متر است. FWHM باریکه انتشاری برای نمونه های خام، ۱۲ و ۱۵ دقیقه در جدول آمده است که نسبت به حالت بدون نمونه پهن تر شده است، در نتیجه خود واگرایی رخ داده است. این اثر، نتایج محاسبه ضریب شکست غیرخطی نمونه ها را که در جدول از آزمایشات Z-اسکن به دست آمده را تایید می کند.



شکل ۳- نمودار شدت باریکه عبوری از میان هوا و نمونه های تحت اثر پلاسمای RF فیلم PVC

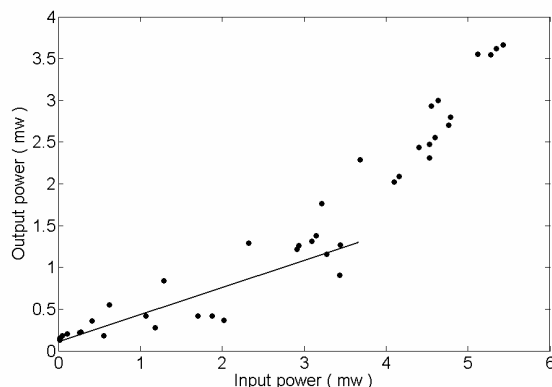
لازم به توضیح است که در نمودارهای رسم شده نرمال سازی صورت گرفته و سپس اندازه FWHM هر کدام از باریکه ها محاسبه شده است.

حد اپتیکی

حد اپتیکی نمونه ها در واقع توان بحرانی باریکه لیزری است که در آن آثار غیرخطی واکنش نمونه ها آغاز می شود. در این آزمایش نمونه نزدیک صفحه کانونی عدسی قرار می گیرد و شدت باریکه ورودی را با استفاده از فیلترهای اپتیکی مختلف تغییر می دهیم. شکافنده باریکه 50% باریکه ورودی را به دو نیم تقسیم می کند. پرتو لیزر

بعد از عبور از شکافنده باریکه به عدسی می رسد. باریکه گسیلی از نمونه ای که در فاصله کانونی عدسی قرار گرفته، عبور می کند. در این بخش از آزمایش روزنه استفاده نشده و باریکه به آشکارساز و توان سنج ۲ با مکان ثابت می رسد. بنابراین توان خروجی باریکه گسیلی اندازه گیری می شود. باریکه ورودی به وسیله توان سنج ۲ اندازه گیری می شود و توان سنج ۱ برای اندازه گیری توان خروجی باریکه گسیلی کانونی شده از بین نمونه فیلم PVC استفاده می شود.

در شکل (۴) توان خروجی باریکه لیزر بر حسب تابعی از توان ورودی رسم شده است. توان ورودی در محدوده ۰ تا ۶ میلی وات است. روشن است که در توان ورودی پایین تر از ۳/۵ میلی وات، توان خروجی به طور خطی تغییر می کند و برای توان ورودی بالاتر از ۴ میلی وات عبور غیرخطی می شود. رفتار مشاهده شده در این شدت باریکه، به دلایل مختلفی وابسته است. به طور کلی در فیلم های پلیمری که گسترش گرمایی بزرگ دارند، جذب بالای غیرخطی مواد منجر به افزایش دما می شود و این گرمای وابسته به جذب لیزر است که مسئول مکانیزمی برای تغییر ضریب جذب و اثر حد اپتیکی است. (۴۳)



شکل ۴ - رفتار عبور غیرخطی فیلم PVC آمیخته با رنگ red lake

در این آزمایش نمونه های تحت اثر پلاسما و نمونه خام نتایج یکسانی دارند که می تواند با این حقیقت توضیح داده شود که جذب نمونه ها در این طول موج بزرگ است، بنابراین در توان باریکه لیزر ۳/۵ میلی وات، حتی برای نمونه ای با کمترین ضریب جذب غیرخطی، پدیده اشباع اتفاق می افتد.

نتایج بیان می کند که فیلم PVC آمیخته با رنگ red lake بهترین گزینه برای حد اپتیکی در طول موج ۵۳۲ نانومتر برای لیزرهای CW (موج پیوسته) است.

رفتار مشاهده شده در شدت باریکه عبوری، برای شدت های ورودی بالاتر نیز می تواند پدید آید که به عنوان دلایل اصلی پدید آمدن آن می توان واگرایی گرمایی (thermal defocusing) و خود پراشی (self diffraction) (۵) را نام برد.

آزمایش Z - اسکن

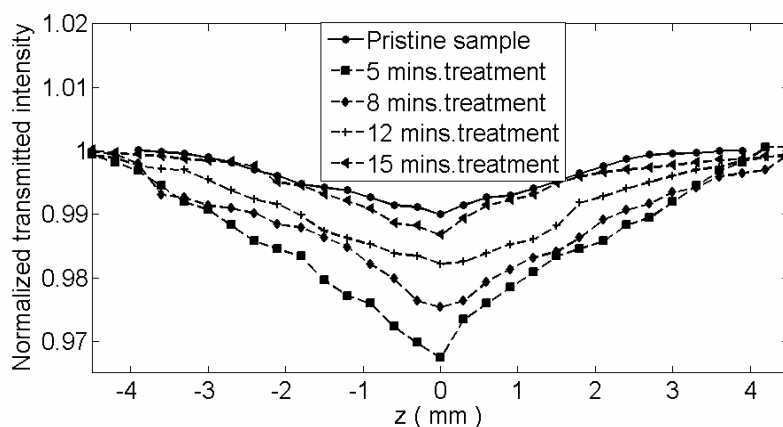
تکنیک Z-اسکن، یک روش مؤثر و ساده برای تعیین خصوصیات غیرخطی انواع مختلف مواد است، زیرا علاوه بر تعیین مقدار قسمت حقیقی و موهومی پذیرفتاری غیرخطی مرتبه سوم χ^3 ، علامت آن را نیز تعیین می کند. قسمت حقیقی پذیرفتاری غیرخطی مرتبه سوم متناسب با ضریب شکست غیرخطی n_2 و قسمت موهومی آن متناسب با ضریب جذب غیرخطی β است. (۵)

در این بخش از آزمایش، پرتو لیزر پس از برخورد به عدسی، در محل نمونه کانونی شده و پس از عبور از نمونه به آشکار ساز برخورد می کند. در آزمایشات Z-اسکن روزنه باز و بسته، نمونه در راستای Z (که جهت Z قبل و بعد از فاصله کانونی در راستای پرتو است) حرکت می کند. در این بخش، مکان آشکار ساز ثابت است. در Z-اسکن روزنه بسته، روزنه به آشکار ساز متصل است و در Z-اسکن روزنه باز، روزنه برداشته می شود. وقتی نمونه به باریکه کانونی شده نزدیک می شود، شدت تابش افزایش یافته و منجر به (خود همگرایی) self lensing در نمونه می شود. self-lens منفی (مثبت) باعث واگرایی (همگرایی) باریکه در far field (دور-میدان)، روی روزنه قبل از صفحه کانونی می شود. بنابراین توان تراگیسیل اندازه گیری شده کاهش (افزایش) می یابد. بعد از صفحه کانونی اثر معکوس رخ می دهد. در واقع ضریب شکست غیرخطی نمونه، وقتی ضخامت کمتر از طول پراش باریکه کانونی است، به عنوان یک عدسی با فاصله کانونی متغیر عمل می کند.

در مورد Z-اسکن روزنه باز، روزنه برداشته می شود و باریکه عبوری بدون هیچ محدودیتی به آشکار ساز می رسد که در اینصورت می توان جذب غیرخطی نمونه را اندازه گرفت. در این مورد، زمانی که نمونه از میان صفحه کانونی باریکه لیزر می گذرد، توان تراگیسیل نمونه برحسب تابعی از شدت اندازه گیری می شود.

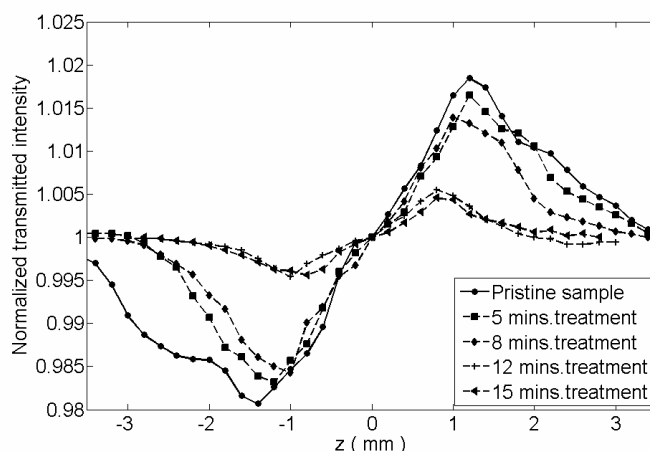
در ناحیه غیرخطی، جذب، تابع غیرخطی از تابش در نقطه مورد نظر است. اگر ضریب جذب غیرخطی β مثبت باشد، با افزایش توان ورودی عبور افزایش می یابد (جذب دوفوتون - two photon absorption)، اگر β منفی باشد با افزایش توان ورودی عبور کاهش می یابد (جذب اشباع - saturation absorption).

برای انجام این آزمایش در چیدمان آزمایشگاهی شکل (۱)، نمونه در جهت Z حرکت داده می شود و شدت عبوری از میان روزنه در far field به عنوان تابعی از مکان نمونه، Z، نسبت به صفحه کانونی اندازه گیری می شود. چنانچه نمونه در نزدیکی کانون باریکه (در $z=0$) حرکت کند خود همگرایی یا واگرایی، شدت باریکه آشکارسازی شده را تغییر می دهد.



شکل ۵- نمودار Z-اسکن روزنه باز برای نمونه خام و نمونه های تحت اثر پلاسمای RF

در شکل (۵) نتایج آزمایشات Z-اسکن روزنه باز مربوط به دوفوتون جذبی نمایش داده شده است. در شکل (۶) نمودار Z-اسکن روزنه بسته، برای نمونه PVC خام و نمونه های تحت اثر پلاسما RF با دانسیته شدت باریکه لیزر $I_0 = 4/26$ کیلو وات بر سانتی متر مربع نشان داده شده است. مشاهده دره و قله در این نمودار، که از آزمایش Z-اسکن روزنه بسته بدست آمده است، نشان می دهد علامت ضریب شکست غیرخطی مثبت است. در نمونه خام $\Delta z_{p-v} = 2/6$ میلی متر ($1/52 Z_0$) است در حالی که در نمونه های تحت اثر پلاسما این میزان تا $1/6$ میلی متر ($0/94 Z_0$) کاهش پیدا کرده است و در نتیجه منجر به کاهش ضریب شکست غیرخطی می شود.



شکل ۶ - نمودار Z-اسکن روزنه بسته برای نمونه خام و نمونه های تحت اثر پلاسما RF

Z-اسکن روزنه باز، نسبت به شکست غیرخطی حساس نیست، بنابراین انتظار می رود داده ها نسبت به کانون متقارن باشد اما جذب در نمونه، قله را از بین می برد و دره را در منحنی Z-اسکن روزنه بسته کاهش می دهد، در نتیجه یک توزیع متقارن در $Z=0$ منحنی Z-اسکن داریم. اثر مشاهده شده در شکل (۵) مربوط به گرمای غیرخطی است که از مقدار جذب تابش در طول موج 532 نانومتر نتیجه می شود. جذب جایگزیده باریکه انتشاری همگرا شده که به علت جذب رنگ PVC در محیط است، منجر به توزیع های دمایی متفاوت در نمونه های تحت اثر پلاسما RF و خام و تغییرات فضایی ضریب شکست می شود که نمونه در این اختلاف فازهای باریکه منتشر شده به عنوان یک عدسی گرمایی عمل می کند.

به طور کلی تغییر ضرایب شکست و جذب غیرخطی ماده، تابعی از تغییرات پیوندها و ترکیبات شیمیایی فیلم پلیمری است. این تغییرات را می توان با آنالیز FT-IR نمونه ها مورد بررسی قرار داد. در تغییرات ساختاری نیز ما شاهد این روند هستیم که با گذشت زمان اثر پلاسما روی پلیمر، ساختار به حالت اولیه نزدیک می شود.

بر طبق تئوری شیخ بهایی^(۵) چند فوتون جذبی در فیلم های ترکیبی دیده می شود. چنانچه دیده شد، به شکل کلی اندازه گیری های توان تراگسیل شده بهنجار نسبت به مکان نمونه، برای موارد روزنه بسته و باز، منجر به تعیین ضریب شکست غیرخطی n_2 و دوفوتون جذبی β می شود.

ضریب جذب غیرخطی β از مقادیر Z - اسکن روزنه باز محاسبه می شود که S توان تراگسیل خطی روزنه، برابر $0/5$ است که از معادله (۱) بدست می آید:

$$S = 1 - \exp\left(\frac{-2r_a^2}{\omega_a^2}\right) \quad (1)$$

در این معادله I_a شعاع روزنه، ω_a پهنای کمر باریکه در روزنه است:

$$\omega_a^2 = \omega_0^2 \left(1 + \left(\frac{z_a}{z_0}\right)^2\right) \quad (2)$$

که ω_0 پهنای کمر باریکه در کانون و z_a فاصله بین روزنه و فاصله کانونی است.

توان تراگسیل بهنجار در شرایط روزنه باز با معادله زیر محاسبه می شود:

$$T(z, S=1) = \sum_{m=0}^{\infty} [-q_0(z)]^m / (m+1)^{3/2} \quad (3)$$

برای $|q_0| < 1$ داریم:

$$q_0(z) = I_0 L_{eff} \beta / (1 + z_a^2 / z_0^2) \quad (4)$$

که طول مؤثر $L_{eff} = (1 - \exp(-\alpha l)) / \alpha$ ضخامت نمونه، α ضریب جذب خطی، λ طول موج لیزر و I_0 شدت باریکه لیزر در کانون ($z=0$) است. زمانی که توان تراگسیل روزنه بسته بوسیله شکست و جذب غیرخطی تحت تأثیر قرار می گیرد، تعیین n_2 به شکل مستقیم از Z - اسکن روزنه بسته ممکن نیست. بنابراین لازم است اثر شکست غیرخطی را از جذب غیرخطی جدا کنیم. یک روش ساده و تقریبی برای بدست آوردن اثر مستقیم n_2 ، تقسیم توان تراگسیل روزنه بسته به روزنه باز مطابق آن است. مقادیر بدست آمده در این روش، اثر مستقیم شکست غیرخطی n_2 را نشان می دهد. ^(۶) ضریب شکست غیرخطی برای نمونه خام و نمونه های تحت اثر پلاسمای RF می تواند در اثر مکانیزم های فیزیکی مختلف همچون:

اثر کر (kerr effect)، خودهمگرایی گرمایی (thermal self focusing)، واگرایی (defocusing) ... باشد. ^(۷) این تغییرات را می توان به تغییرات القا شده گرمایی در ضریب شکست نسبت داد که در نتیجه ی جذب خطی فیلم PVC است.

ملاحظه می شود که جذب خطی این مواد در ۵۳۲ نانومتر (طول موج لیزر Yag-Nd) اتفاق می افتد و فیلم PVC در این طول موج غیرفلورسان است. با یک نگاه کلی می توان در نظر گرفت که انرژی جذب شده تبدیل به گرما می شود.

در محاسبات n_2 ، از تئوری Z - اسکنی که بوسیله شیخ بهایی پیشنهاد شده است، ^(۸) استفاده می کنیم:

$$\Delta T_{p-v} = 0.406(1-S)^{0.25} |\Delta\phi_0| \quad (5)$$

که ΔT_{p-v} اختلاف بین قله و دره ی توان تراگسیل تقسیم شده است. $|\Delta\Phi_0|$ تغییر فاز القایی تابش عبوری از نمونه است. ضریب شکست غیرخطی n_2 با معادله زیر محاسبه می شود:

$$n_2 = \lambda |\Delta\phi_0| / 2\pi I_0 L_{eff} \quad (۶)$$

قسمت حقیقی پذیرفتاری غیرخطی اپتیکی مرتبه سوم χ^3 ، از ضریب شکست غیرخطی n_2 و قسمت موهومی χ^3 از ضریب جذب غیرخطی β ، بر طبق معادلات زیر بدست می آیند:

$$\text{Re } \chi^3 (\text{esu}) = (10^{-4} \varepsilon_0 c^2 n_0^2 / \pi) \times n_2 (\text{cm}^2 / \text{W}) \quad (۷)$$

$$\text{Im } \chi^3 (\text{esu}) = (10^{-4} \varepsilon_0 c^2 n_0^2 \lambda / 4\pi^2) \times \beta (\text{cm/W}) \quad (۸)$$

که ε_0 نفوذ پذیری خلأ و c سرعت نور در خلأ است. نتایج آزمایشات و محاسبات n_2 ، β و χ^3 در جدول (۱) برای نمونه خام و نمونه های تحت اثر پلاسمای RF نشان داده شده است.

جدول ۱- مقادیر محاسبات n_2 ، β و χ^3 برای نمونه خام و نمونه های تحت اثر پلاسمای RF

Treated time (min)	FWHM (mm)	$n_2 \times 10^{-8}$ (cm^2/W)	Δz_{p-v} (mm)	β (cm/W)	$\text{Re}(\chi^3) \times 10^{-7}$ (esu)	$\text{Im}(\chi^3) \times 10^{-4}$ (esu)
۰	۱/۹۲	۷۴۹۷/۱	۶/۲	۶۳۱۳/۰	۵۵۴/۵	۸۴۸/۰
۵	۱/۹۷	۶۵۷۸/۱	۴/۲	۲۱۳۶/۲	۳۱۹۵/۵	۰۰۷۱/۳
۸	۲/۰۴	۳۳۲۷/۱	۲	۵۱۰۷/۰	۲۶۱۱/۴	۰۴۴۹/۲
۱۲	۲/۰۹	۴۶۷/۰	۸/۱	۱۲۳۴/۱	۴۷۰۴/۱	۴۳۶۴/۱
۱۵	۲/۰۷	۴۱۰/۰	۶/۱	۵۲۱۰/۰	۲۶۸۱/۱	۰۷۴/۱

آنچه در نتیجه این تحقیق روشن است اینکه کلیه کمیت‌های اپتیک غیرخطی نمونه های PVC، با افزایش زمان اعمال پلاسمای روندی کاهشی داشته اند. این تغییرات مستقیماً ناشی از تغییرات ساختاری است که اجزا پلاسمای در پلیمر مورد آزمایش ایجاد می کنند. با اعمال پلاسمای، پلیمر در معرض پرتو UV و برخورد ذرات باردار با سطح آن قرار می گیرد. پیوندهایی شکسته شده و پیوندهای جدیدی جایگزین آنها می شوند. انرژی سطحی و مورفولوژی سطح به شکل فزاینده ای تغییر می کنند.

نتایج آنالیزهایی چون FT-IR بیانگر تحولات زیادی است که در اثر پلاسمای روی پلیمر ایجاد شده که باید به مطالعه آنها پرداخت. تنها موردی که هماهنگی نتایج به دست آمده را نقض می کند، افزایش ضریب جذب غیرخطی نمونه ۵ دقیقه نسبت به نمونه خام است که در این مرحله توضیحی برای آن نداریم. در غیر اینصورت، در این نمونه نیز با افزایش مدت زمان اثر پلاسمای ضریب جذب غیرخطی کاهش یافته است.

نتیجه گیری

چنانچه دیده شد، پلاسمای RF روی پارامترهای غیرخطی پلیمر اثر می گذارد. در اینجا ما از اثر پلاسمای RF را روی نمونه PVC برای فواصل زمانی مختلف استفاده کردیم که یک روش معمول برای بهبود بخشیدن

مشخصه های سطحی پلیمری است. ضریب شکست و جذب، مشابه پذیرفتاری غیرخطی مرتبه سوم تغییر کرده است در حالیکه پارامترهای خطی این پلیمر بدون تغییر می ماند. پدیده های مشاهده شده، بوسیله تغییرات ایجاد شده در باندهای شیمیایی و ساختاری روی سطح تحت اثر پلاسمای RF توضیح داده می شود. مقدار ضریب شکست غیرخطی و ضریب جذب غیرخطی در نمونه های تحت اثر پلاسمای RF کاهش پیدا کرده است.

References:

1. Tarkuc, S., Sahmetlioglu, E., Tanyeli, C., Akhmedov., I.M, Toppare, L., *Opt. Mater*, **30**, 1489 (2008).
2. Jiabao, L., Kehan, Y., Hongyu, W., Junfang, H., Guanghua, C., Chunyang, Q., Jianming, L., Wei, W., Bo, P., *Opt. Mater*, **30**, 1531 (2008).
3. Rashidian, M., Dorrnian, D., Ahmadi Darani, S., Saghafi, S., Ghoranneviss, M., *Optik*, **120**, 1000 (2009).
4. Hagen, D.J., *Handbook Optics IV*, chapter 19, Mc Graw Hill (2001).
5. Sheik-Bahae, M., Said, A.A., Wei, T.H., Hagen, D., Styland, E.W., *IEEE J. Quantum Electron*, **26**, 760 (1990).
6. Geethakrishnan, T., Palanisamy, P.K., *Opt. Commun*, **270**, 424 (2007).
7. Kumar, G.S., Milka, B.V., Muneera, C.I., Sathiyamoorthy, K., Vijayan, C., *Opt. Mater*, **30**, 311 (2007).
8. Sheik-Bahae, M., Hasselbeck, M.P., *OSA Handbook of Optics*, **IV**, 17 (2000).