



نوزدهمین کنگره اپتیک و فوتونیک ایران و پنجمین کنگره مهندسی فوتونیک ایران

۳ تا ۵ بهمن ماه ۱۳۹۱ - دانشگاه سیستان و بلوچستان



اثر پارامترهای آزمایشگاهی بر بهینه سازی بازتابندگی در مزدوج فاز نوری در پلیمر PMMA آلا بیده به رنگینه آزو

سمیه سلمانی^۱، ابراهیم صفری^۱، محمد حسین مجلس آرا^۲

۱. دانشکده فیزیک، دانشگاه تبریز، تبریز، ایران

۲. آزمایشگاه فوتونیک، گروه فیزیک، دانشگاه خوارزمی، تهران، ایران

چکیده- در این مقاله، مزدوج فاز اپتیکی در فیلمهای نازک پلیمری PMMA آلا بیده با رنگینه Disperse Red1 (DRI) با درصد وزنی 8٪ تحت تابش لیزر پیوسته Nd:Yag با طول موج 532 nm و توان 50 mW مورد بررسی قرار گرفته است. همچنین اثر اختلاط چهارموجی تبهگن (DFWM) برای تولید نور مزدوج فاز (OPC) استفاده شده و میزان بازتاب نور مزدوج فاز (R) را نسبت به شدت های پمپ جلو، پمپ عقب و سیگنال با معرفی پارامترهای M و q بهینه کردیم. در نهایت رفتار زمانی و ماکزیمم بازتابندگی مزدوج فاز تولید شده را مورد بحث قرار دادیم.

کلید واژه- مزدوج فاز نوری، اختلاط چارموجی، مواد پلیمری، بازتابندگی

کد PACS - 090.0090, 190.0190

The effect of Experimental parameters on Optimization of Reflectivity in Optical Phase Conjugation in PMMA Polymer doped azo-dye

S.Salmani¹, E. Safari¹, M. H. Majles Ara²

1. Physics Dept. Tabriz University, Tabriz, Iran

2. Photonics Lab, Physics Dept, Kharazmi University, Tehran, Iran

Abstract- In this paper, the Optical Phase Conjugation In PMMA thin films doped with DRI with 8% (W/W) under CW Nd:YAG laser with 532 nm wavelength and 50 mW incident power irradiation has been investigated. Also, We used Degenerate Four Wave Mixing (DFWM) technique for producing Optical Phase Conjugation beam and optimized the Reflectivity (R) relate to Signal, Forward and Backward pump intensity titled with parameters M and q. Finally, We have discussed temporal behavior and maximum of Phase Conjugation Reflectivity.

Keywords: Optical Phase Conjugation, Degenerate Four Wave Mixing, Polymer Materials, Reflectivity

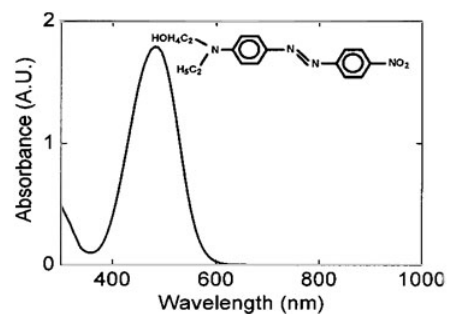
PACS No: 090.0090, 190.0190

1- مقدمه

برای داشتن یک پلیمر نورشکننده ایده آل باید به دنبال موادی بود که یا خود دارای ویژگی غیرخطی بودن نوری و تولید حاملین بار در اثر تابش نور را داشته باشد یا بتوان پلیمر را با مولکولهایی که این خواص را ایجاد می کنند آلائیده کرد. مشاهده شده است که اکثر پلیمرهای مناسب حاملین بار را با جذب در ناحیه فرابنفش تولید می کنند، با اضافه کردن رنگینه ها به این مواد ناحیه جذب آنها به سمت مرئی شیفت پیدا می کند. در سالهای اخیر مقالات زیادی دربارهی رنگینه های آزو نیز منتشر شده است. [1-3] این استقبال به سبب کاربردهای وسیع این مواد و ویژگی های بیوشیمیایی، فیزیکی و شیمیایی آنهاست. تولید مزدوج فاز اپتیکی با استفاده از تکنیک اختلاط چارموجی تبهگن (DFWM) در بسیاری از موارد مشاهده شده است [4]. دو پرتو نوری قوی (پمپ) را در دو جهت مخالف به محیط های نورشکست تابانده و سپس با تابش یک پرتوی ضعیف تر (سیگنال) به ماده، پرتو چهارم بدست می آید که مزدوج فاز پرتو سیگنال است. تاکنون مطالعات انجام شده بر روی این نوع رنگینه با لیزرهای پالسی انجام شده بود. [5-6] ما توانستیم با استفاده از لیزرهای پیوسته کار و با بهینه سازی شرایط آزمایشگاهی به بازتابندگی حدود 10^{-2} دست بیابیم. در این مقاله نور مزدوج فاز بدست آمده از اثر DFWM را روی پلیمر PMMA که با 8٪ رنگینه DR1 دوپ شده است و به صورت فیلمهای نازکی با ضخامتهای 0.8، 2.4 و 3 μm در آمده است تحت تابش لیزر پیوسته Nd:Yag با طول موج 532nm بررسی می کنیم.

2- مشخصات رنگینه:

ساختار شیمیایی و فرمول مولکولی رنگینه و طیف جذبی UV-Vis DR1 در شکل 1 نشان داده شده است. این رنگینه تقریباً در محدوده طول موجی 488 nm بیشترین جذب را دارا می باشند.

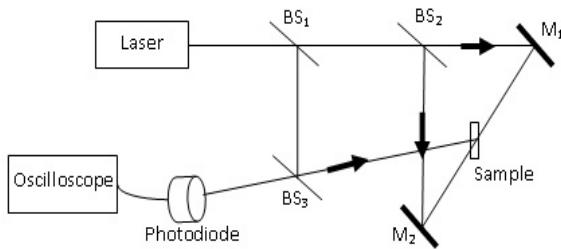


شکل 1: ساختار شیمیایی و طیف جذب رنگینه DR1

3- چیدمان آزمایشگاهی

چیدمان آزمایشگاهی برای تولید نور مزدوج فاز با استفاده از روش اختلاط چارموجی تبهگن در شکل 2 نشان داده شده است. ابتدا باریکه نور لیزر از BS_1 به دو باریکه جدا می شود. باریکه عبوری

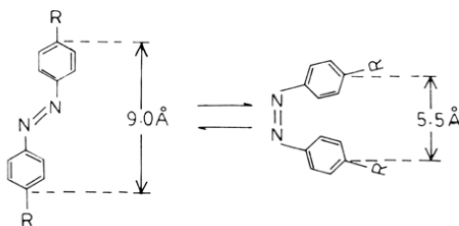
به BS_2 رفته و باریکه عبوری پس از بازتاب از آینهی M_1 به نمونه می تابد. ما این باریکه را پمپ جلو نامگذاری می کنیم. باریکه عبوری بازتابیده از BS_2 پس از بازتاب از آینهی M_2 به نمونه می رسد و پمپ عقب نامیده می شود. پرتوی بازتابیده از BS_1 توسط BS_3 به نمونه می تابد. این پرتو، سیگنال نامیده می شود. نور مزدوج فاز تولید شده برطبق جورشدگی فازی در راستای پرتوی سیگنال بوده و پس از عبور از BS_3 از پرتوی سیگنال جدا شده و به آشکارساز می رسد. فاصله بین آینه ها و BS_3 از ماده، با دقت میلیمتر یکسانند.



شکل شماره 2: چیدمان آزمایشگاهی

4- تحلیل نتایج:

بر اساس مقالات منتشر شده بیان شده است که مکانیسم غالب پاسخ غیرخطی در رنگینه DR1 در طول موجهای مابین 400nm تا 700nm فوتوایزومریزاسیون Cis-Trans می باشد که به این شکل تعریف می شود: وقتی نوری با بسامد نزدیک ماکزیمم جذب تشدید می شود به رنگینه های آزو می تابد باعث تغییر شکل مولکول از trans به cis می شود. در حین این فرایند فاصله مابین دو کربن از 0.9 \AA به 5.5 \AA از گروههای دهنده و پذیرنده کم می شود که منجر به کاهش تکانه دوقطبی مولکول و قطبش پذیری می گردد در نتیجه یک غیرخطیت بزرگ منفی القا می کند. دکتروانگ و همکارانش در مورد دینامیک فرایند فوتوایزومریزاسیون با توجه به سطوح انرژی بحث کردند [7].



از آنجایی که مواد مورد مطالعه دارای پاسخ زمانی بوده و مزدوج فازی تولید شده نیز بسیار به نوسانات محیطی حساس می باشد در نتیجه سیگنال ایجاد شده رفتار زمانی دارد. در شکل 3 مزدوج فازی تولید شده برای سه ضخامت 0.8، 2.4 و 3 میکرومتری فیلمهای نازک DR1 نشان داده شده است. به طور عمومی، تمامی شکلها نشان می دهند که یک نوسانی تا رسیدن به حالت پایدار وجود دارد. زمان رسیدن به حالت پایدار برای ضخامت 0.8 میکرومتر، 15 ثانیه می باشد اما با افزایش ضخامت، این زمانها به 7 و 5 ثانیه به ترتیب برای 2.4 و 3 میکرومتر کاهش می یابد. بنابراین به این نتیجه می رسیم

$$A_1(z) = \frac{e^{(-\frac{1}{2}\Gamma z)} + qe^{(-\frac{1}{2}\Gamma z)}}{1 + qe^{(-\frac{1}{2}\Gamma z)}} A_1(0) \quad (2)$$

$$A_4^*(z) = \left(\frac{A_3^*}{A_2} \right) \frac{e^{(-\frac{1}{2}\Gamma z)} - e^{(-\frac{1}{2}\Gamma L)}}{1 + qe^{(-\frac{1}{2}\Gamma L)}} A_1(0)$$

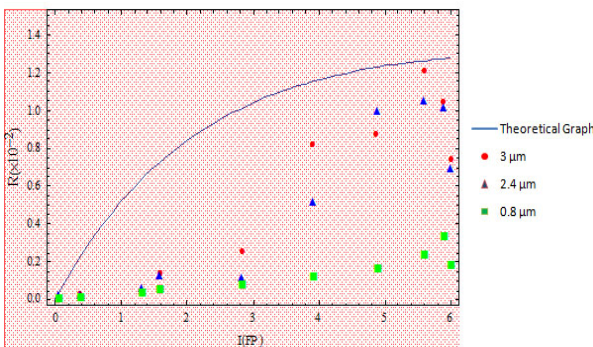
که در آن Γ ثابت کوپل شدگی و L طول نمونه است. برای تعیین ضریب بازتابندگی و بهره کارایی نور مزدوج فازی سه پارامتر به شکل زیر نیز تعریف می‌گردد:

$$R = \frac{I_{opc}}{I_{signal}} \quad M = \frac{I_{signal}}{I_{FP}} \quad q = \frac{I_{FP}}{I_{BP}} \quad (3)$$

همچنین، با استفاده از روابط (2) ضریب بازتابندگی به شکل زیر بیان می‌شود:

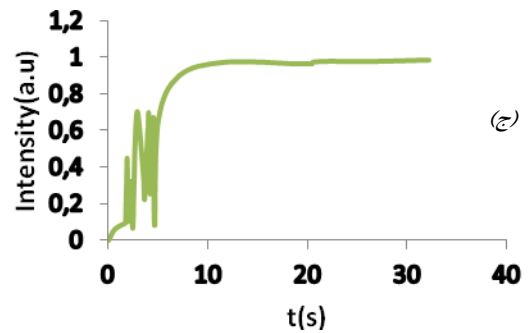
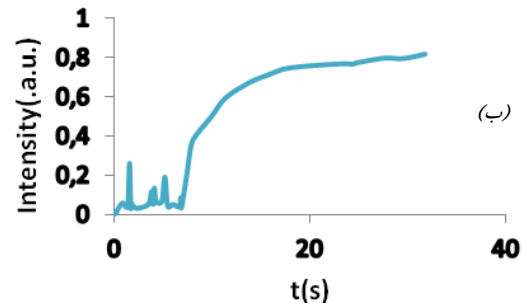
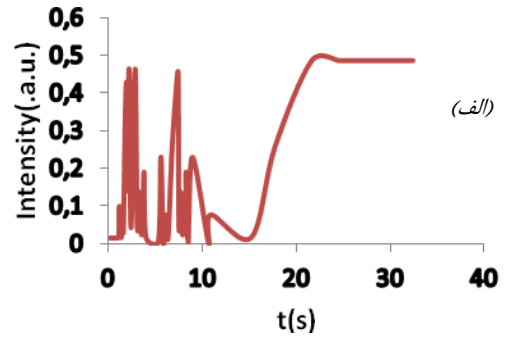
$$R = \left| \frac{\sinh\left(\frac{1}{4}\Gamma L\right)}{\cosh\left(\frac{1}{4}\Gamma L - \ln\sqrt{q}\right)} \right|^2 \quad (4)$$

از روابط تئوری بیان شده برای فیت داده های تجربی و تئوری استفاده خواهیم کرد. مطابق با چیدمان آزمایشگاهی، برای بررسی تغییرات ضریب بازتابندگی OPC، پرتو پمپ عقب و پرتو سیگنال به ترتیب در $3.20mw$ و $0.96 mW$ ثابت نگه داشته می‌شوند و شدت پرتو پمپ جلویی را تغییر می‌دهیم. شکل 4 تغییرات بازتابندگی را نسبت به تغییرات پمپ جلو برای ضخامت‌های مختلف از فیلم‌های نازک پلیمری نشان می‌دهد. همانطور که مشاهده می‌شود با افزایش ضخامت نمونه‌ها که متناسب با افزایش طول برهمکنش می‌باشد بازتابندگی افزایش می‌یابد. همچنین این ضریب با افزایش شدت باریکه پمپ جلویی نیز افزایش می‌یابد و زمانیکه شدت پمپ جلو بیش از شدت پمپ عقب می‌گردد به ماکزیمم مقدار خود می‌رسد. در حالیکه در اکثر مقالات منتشر شده نسبت ثابتی بین شدت پمپ‌های جلو و عقب در آزمایش DFWM گزارش شده است [5]. علت اختلاف بین نمودار تئوری و نقاط تجربی، رقابت بین پایداری ساختاری و قدرت تحریک مولکول‌های DRI است که در روابط تئوری این پارامترها در نظر گرفته نشده‌اند.



شکل 4. تغییرات بازتابندگی با افزایش شدت پمپ جلو

که ضخامت فیلم‌های نازک اثر مثبتی بر روی رسیدن به حالت پایدار در تولید مزدوج فاز نوری دارد.



شکل 3: تغییرات زمانی OPC در ضخامت‌های (الف) 0.8، (ب) 2.4 و (ج) 3 میکرومتر.

بعد از مشاهده مزدوج فاز نوری ایجاد شده به دنبال بهینه سازی پارامترهای آزمایشگاهی هستیم. همانطور که در منابع آمده است با حل معادلات میدان چهار معادله کوپل شده برای اثر چارموجی بدست می‌آید:

$$\frac{d}{dz} A_1 = -\frac{1}{2}\Gamma(A_1 A_2^* + A_3 A_4^*) A_2 / I_0 \quad (1)$$

$$\frac{d}{dz} A_2 = \frac{1}{2}\Gamma^*(A_1^* A_2 + A_3^* A_4) A_1 / I_0$$

$$\frac{d}{dz} A_3 = \frac{1}{2}\Gamma(A_1 A_2^* + A_3 A_4^*) A_4 / I_0$$

$$\frac{d}{dz} A_4 = \frac{1}{2}\Gamma^*(A_1^* A_2 + A_3^* A_4) A_3 / I_0$$

با در نظر گرفتن تقریب پمپ‌های قوی و تغییرات کند دامنه داریم:

5- نتیجه‌گیری

در این مقاله، تولید نور مزدوج فاز در فیلم‌های نازک پلیمر PMMA آلاینده با رنگینه DRI با درصد وزنی 8%، با استفاده از اثر اختلاط چارموجی در طول موج 532nm با لیزر پیوسته Nd:Yag در ضخامت‌های مختلف از مرتبه چند میکرومتر بررسی شده است. در مقایسه با مقالات منتشر شده در این زمینه توانستیم نسبت بهینه شدت پرتوهای پمپ جلو، پمپ عقب و پمپ سیگنال را برای این نوع ماده پلیمری بدست آوریم که به ترتیب $q = \frac{I_{FP}}{I_{BP}} = 2.5$ و

$$M = \frac{I_{signal}}{I_{FP}} = 0.2$$

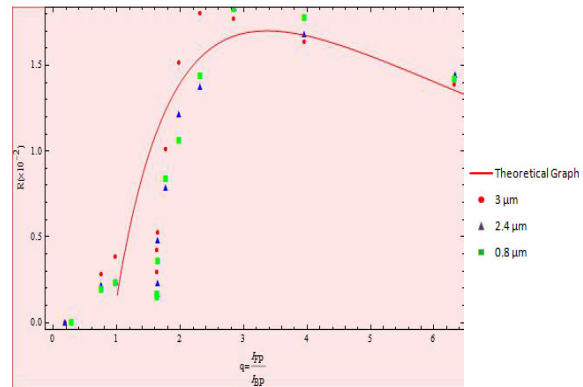
همچنین رفتار زمانی سیگنال مزدوج فازی مورد بررسی قرار گرفته است. بازتابندگی بدست آمده در این فیلم پلیمری آلاینده شده با رنگینه DRI از مرتبه 10^{-2} است که نسبت به موارد گزارش شده و همچنین نمونه‌ها بلوری قابل مقایسه می‌باشد.

مراجع

- [1] "P. N. Prasad, Y. Zang, X. Gao, H. Pan." *A New Class of Heterocyclic Compounds for Nonlinear Optics*, **Chem. Mat.**, 1995, Issue 7, p. 816.
- [2] E. Mohajerani, N. hosain nataj, "the effect of chromophore structure on linear polarization holographic grating in azo dye doped polymer films", **J. Optoelectronics and advanced Mat** 9, 2138-2144, 2007.
- [3] Zyss, D. S., *Non linear optical properties of organic molecules and crystals*. Orlando, : **Academic Press**, 1987
- [4] F. Dong, Y. Shen, "Sub-picosecond resonant third-order nonlinear optical response of azobenzene-doped polymer film", **J. Appl. Phys** 81, 7073-7075, 1997.
- [5] Liu, Sean, Lin Wang, Wei, " Photoreactive phase conjugation strength in Methy Red doped Poly(methylmethacrylate) thin films", **J. Appl. Phys** 97,013103-1, 2005.
- [6] S. Yamakava, K. Hamashima, " Temporal solitary subpicosecond pulse propagation in a dye-doped polymer slab waveguide with a negative nonlinear refractive index ", **Appl. Phys. Lett.**, 72, 1562-1564, 1998.
- [7] Y. Wang, J. Zhan, "Dynamic studies of

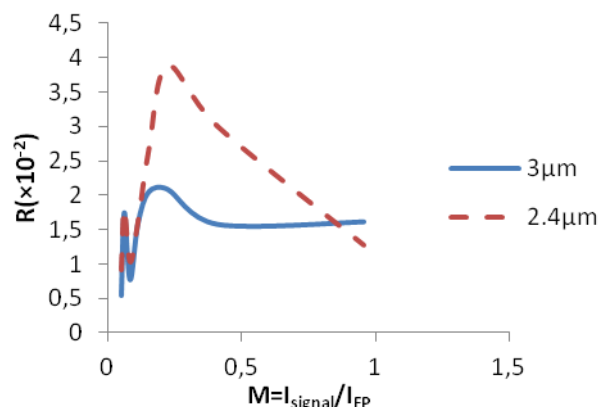
degenerate four-wave-mixing in an

برای بدست آوردن بهینه ترین نسبت بین شدت پمپها، تغییرات ضریب بازتابندگی را نسبت به پارامتر $q = \frac{I_{FP}}{I_{BP}}$ رسم می‌کنیم (شکل 5). این نمودار نیز کاملاً نمودار قبلی را تایید می‌کند که در بررسی اثر چارموجی در این نوع فیلم پلیمری، نامساوی بودن شدت پمپها حالت بهینه را ایجاد میکند. مقدار میانگین ضریب q برای ضخامت‌های مختلف حدود 2.5 می‌باشد.



شکل 5: تغییرات ضریب بازتابندگی به پارامتر q

در نهایت نیز برای داشتن بهترین بهره مزدوج فازی، باید نسبت شدت نور سیگنال به شدت پمپ جلو را بهینه بدست آورد. به همین منظور، با تغییرات موج سیگنال نمودار R را نسبت به پارامتر $M = \frac{I_{signal}}{I_{FP}}$ در شکل 6 رسم کرده ایم. مطابق با این نمودار مشاهده می‌شود که ماکزیمم بازتابندگی برای مقدار $M=0.2$ بدست می‌آید در حالیکه در سایر منابع این مقدار 0.1 گزارش شده است.



شکل 6: تغییرات ضریب بازتابندگی بر حسب پارامتر M

همانطور که در تمامی نمودارها نشان داده شده است ضریب بازتابندگی از مرتبه 10^{-2} می‌باشد. این ضریب از ضرایب گزارش شده [8] برای این نوع فیلم پلیمری با لیزرهای پیوسته کار بزرگتر است و بهره خوبی را نشان می‌دهد.

azobenzene-doped polymer film with an optical

pump “,J. Chem. Phys.103, 5357-5361, 1996.

[8] *Bian, Soaping, G. Kuzyk, Mark, ”Phase conjugation by low-power continuous-wave DFWM in nonlinear optical fibers”, Appl. Phys. Lett, 84(6), 858-860, 2004.*



نوردهیمن کنفرانس اپتیک و فوتونیک ایران و پنجمین کنفرانس مهندسی فوتونیک ایران

۵ تا ۳ بهمن ماه ۱۳۹۱ - دانشگاه سیستان و بلوچستان



بررسی اثر فیدبک خارجی روی دو پایایی نوری در رنگینه آزو

سمیه سلمانی^۱، محمد حسین مجلس آرا^۲، ابراهیم صفری^۱

۱. دانشکده فیزیک، دانشگاه تبریز، تبریز، ایران

۲. آزمایشگاه فوتونیک، گروه فیزیک، دانشگاه خوارزمی، تهران، ایران

چکیده- در این مقاله نتایج مربوط به دوپایایی نوری (OB) در فیلمهای نازک پلیمری PMMA آلابیده با رنگینه Disperse Red1 (DRI) با درصد وزنی 8٪ در تداخل سنج ماخ-زندر با و بدون اعمال فیدبک خارجی مورد مطالعه قرار گرفته است. به منظور بررسی اثر دوپایایی از یک لیزر پیوسته Nd:Yag با طول موج 532 nm و توان 300mW، استفاده شده است. نتایج، یک حلقه هیسترسیس به دلیل دوپایایی نوری را نشان می دهند و نمودارها بیان می کنند که با افزایش 20٪ در فیدبک اعمالی خارجی، بهره دوپایایی افزایش می یابد. فوتوایزومریزاسیون سیس-ترانس و اثرات گرمایی باعث مشاهده اثر دوپایایی نوری در فیلمهای نازک پلیمری می باشند.

کلید واژه- دو پایایی نوری، تداخل سنج ماخ-زندر، مواد پلیمری، فیدبک خارجی

کد PACS - 090.0090, 190.0190

The investigation of External feedback on Optical Bistability in azo-dye

S.Salmani¹, M. H. Majles Ara², E. Safari¹

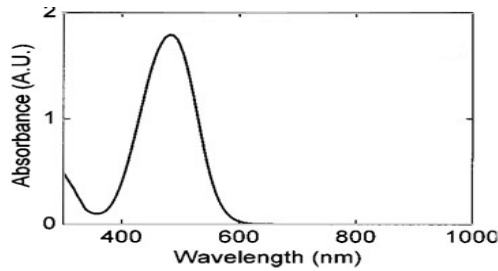
1. Physics Dept. Tabriz University, Tabriz, Iran

2. Photonics Lab, Physics Dept, Kharazmi University, Tehran, Iran

Abstract- In this paper, experimental results concerning the Optical Bistability(OB) of DRI-doped PMMA polymer with 8% W/W on Mach-Zehnder interferometer with and without external feedback are studied. For investigation of Optical Bistability effect, a CW Nd:YAG laser radiation of 300mW at 532nm wavelength was used. The experiments show a hysteric loop due to optical bistability and obtained plots demonstrate that with increasing feedback in 20% percent in external feedback, the gain in the optical bistability increases. Cis-Trans isomerization and local thermal effect are responsible for observing optical bistability in polymeric thin films.

Keywords: Optical Bistability, Makh-Zehnder interferometer, Polymer Materials, External feedback.

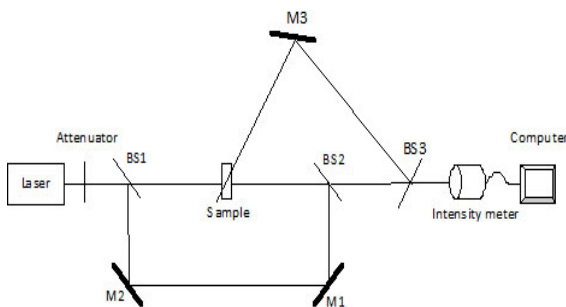
PACS No: 090.0090, 190.0190



شکل 1: طیف جذب رنگینه DRI

چیدمان آزمایشگاهی

تداخل سنچ ماخ-زندر به عنوان سیستم فیدبک مطابق شکل 2 برای مشاهده اثر دوپایایی (OB) در فیلمهای نازک پلیمری به کار رفته است. یک لیزر Nd:YAG با تابش 300mW و طول موج 532nm توسط BS1 به دو پرتو تقسیم می شود. مطابق با شکل به دلیل وجود آینه های M1 و M2 و تقسیم کننده های BS1 و BS2 فیدبک مورد نیاز داخلی تامین می گردد. آزمایش را در سه حالت مختلف انجام می دهیم: 1- استفاده از فیدبک داخلی بدون استفاده از M3 و BS3. 2- استفاده از BS3 و M3 برای اعمال فیدبک خارجی به سیستم از سیگنال خروجی و 3- تغییر BS3 با ضریب بازتابندگی بیشتر برای بررسی اثر افزایش فیدبک خارجی. توسط یک کاهنده شدت ورودی را تغییر داده تا بتوانیم تغییرات سیگنال خروجی را با افزایش و سپس کاهش شدت ورودی بررسی کنیم.



شکل شماره 2: چیدمان آزمایشگاهی

3. تحلیل نتایج:

همانطور که بیان شد، تداخل سنچ M-Z یکی از سیستم های نوری است که گذارش وابسته به شکست غیرخطی است. از آنجایی که شدت پرتو اعمالی به نمونه در بازوی اصلی (بین BS1 و BS2) بزرگ است، ضریب شکست غیرخطی وابسته به شدت در نمونه القا می شود که منجر به مشاهده دوپایایی پاشنده می شود.

دو پایایی با فیدبک داخلی

همانطور که بیان شد تداخل سنچ M-Z دارای یک فیدبک داخلی است. مطابق با شکل 3، نتایج آزمایشگاهی یک حلقه دوپایداری در سه ضخامت فیلمهای نازک DRI نشان می دهد. دو مکانیسم غالب برای مشاهده OB وجود دارد: ایزومریزاسیون سیس-ترانس و اثرات

1. مقدمه:

با پیشرفت تکنولوژی، همواره تقاضای زیادی برای استفاده از مدارهایی با عملکرد اپت-الکترونیکی وجود دارد. در کنار مواد ترجیحی مثل نیمه هادیهای III/V و بلورهای الکترواپتیک، مولفه های آلی به دلیل امکان ترکیب آنها با بقیه ساختارهای آلی بسیار مورد توجه قرار گرفته اند [1-2]. این ترکیبهای مهمان-میزبان برای اثرات الکترواپتیک و اپت-اپتیک استفاده می شوند. در میان مواد آلی، آزو دای ها بخاطر رفتارهای اپت-اپتیکال بسیار مورد توجه هستند. بخصوص توجه ویژه ای به Disperse Red 1 معطوف شده که یک دای پایدار و قطبیده است و یک ممان دوقطبی بزرگی دارد [3]. غیرخطیتهای بزرگ در بعضی مواد آزو دای به دلیل تغییر در ضریب شکست مشاهده شده است. معمولا این اثر توسط ایزومریزاسیون سیس-ترانس القا می شود که ساختار مولکولهای آزو دای و حساسیت پذیری نوری ماکروسکوپیکی را به راحتی تغییر می دهد.

این روزها دوپایایی نوری یک موضوع مورد بحث گسترده به دلیل کاربرد آن در پروسسورهای اطلاعات اپتیک و کامپیوترها می باشد [4-5]. دو پایایی یعنی دو حالت گذار نور متفاوت در یک سیستم اپتیک برای یک شدت نور اعمالی داده شده. به همین دلیل فقط در سیستم های نوری خاصی رخ می دهد. دو مشخصه برای ساخت یک وسیله دوپایا مورد نیاز است: فیدبک و غیرخطیت [6]. یک وسیله دو پایایی نوری به وسیله استفاده از یک عنصر غیرخطی شناخته می شود به نحوی که پرتوی خروجی از آن در یک سیستم فیدبک برای کنترل گذار نور از همان عنصر غیرخطی استفاده می شود. مثالهایی از این سیستم ها تداخل سنجهای فابری-پرو و ماخ زندر هستند که شامل یک محیط کر می باشند [7]. در این پژوهش از یک تداخل سنچ ماخ-زندر (M-Z) با اعمال فیدبک خارجی و بدون آن بر روی نمونه های نازک غیرخطی DRI در سه ضخامت متفاوت برای مطالعه اثر دو پایایی نوری استفاده می کنیم.

2. پارامترهای آزمایشگاهی

مواد

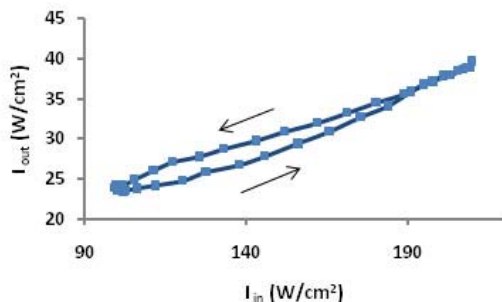
مولکول DRI و حلال استفاده شده، همچنین پلیمر PMMA از شرکت Aldrich بدون نیاز به خالص سازی اضافه ای خریداری شده و جهت تهیه نمونه ها به کار رفته اند. نمونه ها نیز توسط روش dip-coating بر روی یک زیر لایه شیشه ای تمیز با نسبت 8٪ وزنی آماده شدند. ضخامت لایه های نازک 0.8، 2.4 و 3 میکرومتر می باشد.

طیف جذب

طیف جذبی UV-Vis نمونه در بازه طول موجی 300 تا 800 نانومتر توسط اسپکترومتر Shimadzu UV-2450 ثبت شده است که شکل 1 طیف جذبی DRI در پلیمر PMMA را نشان می دهد. این رنگینه تقریبا در محدوده طول موجی 488 nm بیشترین جذب را دارا می باشند.

همیشه یک افزایش دمای (ΔT) و در نتیجه یک تغییرات ضریب

شکست به شکل $(\Delta n)_{\text{thermal}} = \left(\frac{dn}{dT}\right) \Delta T$ القا می شود. از آنجاییکه پرتولیزی دارای مد گاوسین TEM₀₀ است، ΔT در مرکز بزرگتر از دور از محور می باشد که یک توزیع فضایی غیریکنواخت ایجاد می کند که منجر به مشاهده رفتار دوپایا می شود [10].



شکل 3: حلقه دو پایایی برای فیلمهای نازک پلیمری در ضخامت (الف) 0.8، (ب) 2.4 و (ج) 3 میکرومتر

دو پایایی با اعمال فیدبک خارجی

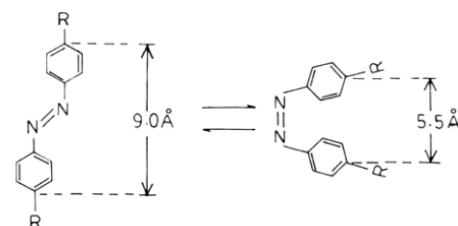
در مرحله بعد، مشاهده OB با استفاده از BS3 و M3 در چیدمان آزمایشگاهی به عنوان فیدبک خارجی انجام شده است. از BS3 با ضریب بازتاب 30٪ استفاده شده که در شکل با فیدبک 1 نشان داده شده است. شکل 4a حلقه هیسترسیس دوپایایی نوری در حضور فیدبک خارجی برای ضخامت 0.8 میکرومتر را نشان می دهد. هر دو مکانیسم ایزومریزاسیون سیس-ترانس و اثرات گرمایی در این پاسخ اثر دارند زیرا گرادیان دمایی در منطقه برهمکنش وجود دارد. در ضخامت 2.4 μm (شکل 4b) یک تعادلی بین اثرات گرمایی و ایزومریزاسیون سیس-ترانس وجود دارد. در آخرین نمودار از اونجاییکه ضخامت نمونه 3 μm است اثرات گرمایی در حلقه دوپایایی غالب می باشد.

دو پایایی نوری با افزایش فیدبک خارجی

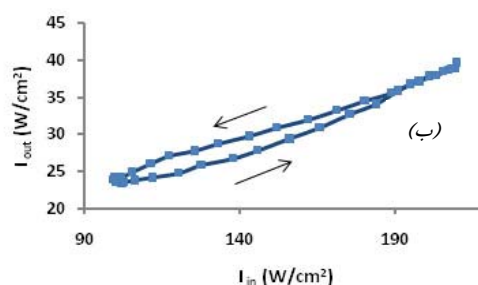
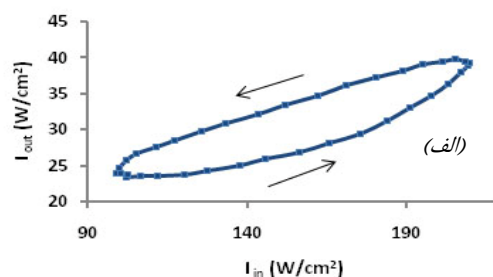
در نهایت، فیدبک اعمالی خارجی را به اندازه 20٪ دیگر افزایش دادیم که در نمودارهای شکل 4 برای مقایسه با حالت قبلا با فیدبک 2 نشان داده شده است. با افزایش فیدبک خارجی، اثر گرمای محلی بسیار موثرتر است. همانطور که از نمودارها پیداست، با افزایش فیدبک بهره کمی افزایش می یابد. همچنین می توان ادعا کرد که بهره دوپایایی با افزایش ضخامت نمونه ها بیشتر می شود. گرچه ظاهرا اثرات گرمایی به دلیل ایجاد اغتشاشات در محیط مورد مطالعه می بایست بهره اثر دو پایایی را کاهش دهد اما اثر مثبتی بر روی ایزومریزاسیون سیس-ترانس دارد زیرا در این ماده (DRI) تبدیل حالت سیس به ترانس و برگشت به حالت اولیه تحت اثر دما نیز

گرمایی. در دو ضخامت پایین تر، 0.8 و 2.4 میکرومتری اثر ایزومریزاسیون سیس ترانس غالب است.

از آنجاییکه گروههای کربنی در PMMA با گروههای هیدروژنی مولکولهای DRI در فیلمهای نازک پلیمری برهمکنش می کند، این برهمکنش پایداری ساختاری دای های DRI را بیشتر می کند [8]. از طرف دیگر رقابتی بین پایداری ساختاری و قدرت تحریک DRI منجر به شکلهای متفاوتی برای پارامترهای اپتیکی می شوند. بر اساس مقالات منتشر شده بیان شده است که مکانیسم غالب پاسخ غیرخطی در رنگینه DRI در طول موجهای مابین 400nm تا 700nm فوتوایزومریزاسیون Cis-Trans می باشد که به این شکل تعریف می شود: وقتی نوری با بسامد نزدیک ماکزیمم جذب تشدیدی به رنگینه های آزو می تابد باعث تغییر شکل مولکول از trans به cis می شود. در حین این فرایند فاصله مابین دو کربن از 9 \AA به 5.5 \AA از گروههای دهنده و پذیرنده کم می شود که منجر به کاهش تکانه دوقطبی مولکول و قطبش پذیری می گردد در نتیجه یک غیرخطیت بزرگ منفی القا می کند. دکتر وانگ و همکارانش در مورد دینامیک فرایند فوتوایزومریزاسیون با توجه به سطوح انرژی بحث کردند [9].



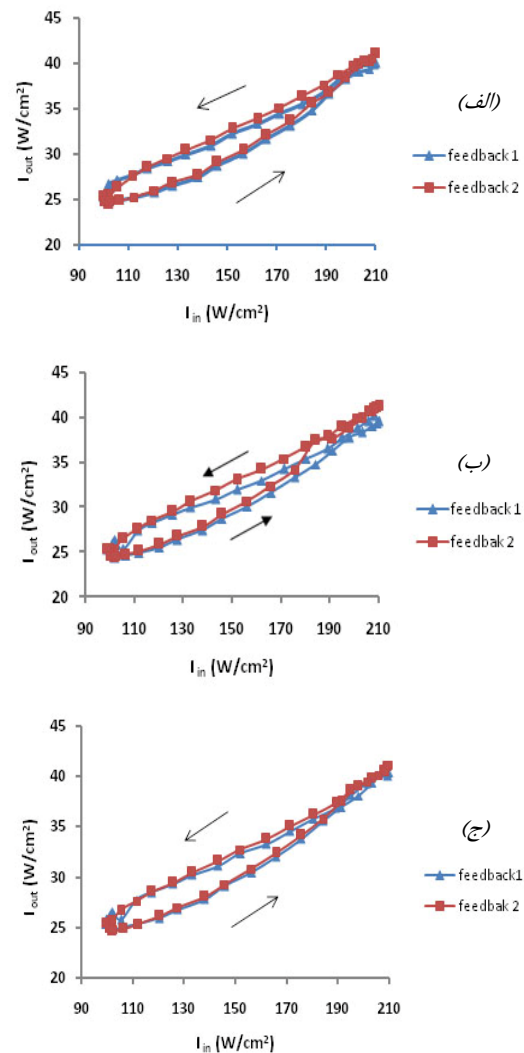
همانطور که از شکل 3a مشخص است، بدلیل جذب غیرخطی پایین در این حالت، بهره OB در 0.8 میکرومتر به دلیل غالب شدن اثر سیس-ترانس بسیار بیشتر است. برای ضخامت بیشتر، 3 میکرومتری، اثرات گرمایی موثر است.



امکان پذیر است. بنابراین اثرات گرمایی باعث ایجاد بهره بیشتر در اثر دوپایایی نوری در ضخامت‌های بالاتر می شود.

مراجع

- [1] L. P. Ma, J. Liu, and Y. Yanga, *Appl. Phys. Lett* (80), 16 (2002) 2997-2999.
- [2] Th. Luckmeyer and H. Franke, *Applied Physics A* 55(1992) 41-48.
- [3] Pier Luigi Beltrame, Ernestina Dubini Paglia, Antonella Castelli, Gian Franco Tantardini, Alberto Seves, Bruno Marcandalli, *J. Appl. Pol. Sci* 49 (1993) 2235-2239.
- [4] Y.-K. Yoon, Ryan S. Bennink, Robert W. Boyd, J.E. Sipe, *Opt. Commun.* 179(2000) 577.
- [5] Partha P. Banerjee, *Nonlinear optics: Theory, Numerical modeling and Applications*, Taylor & Francis 2004.
- [6] Robert W. Boyd, *Nonlinear Optics*, third ed. Academic Press, New York, 2007.
- [7] H. Rezig, G. Vitrant, *Opt. Commun.* 200 (2001) 261.
- [8] M. S. Zakerhamidi, M. Keshavarz, H. Tajalli, A. Ghanadzadeh, S. Ahmadi, M. Moghadam, S. H. Hosseini, V. Hooshangi, *J. Mol Liq* 154 (2010) 94-101.
- [9] Brzozowski, E. H. Sargent, *J. Mat. science: Materials in Electronics* 12 (2001) 483-489.
- [10] Y. Wang, J. Zhan, *J. Chem. Phys.* 103 (1996) 5357-5361.



شکل 4: اثر افزایش فیدبک بر روی دوپایایی فیلمهای نازک DRI در ضخامت‌های (الف) 0.8، (ب) 2.4 و (ج) 3 میکرومتر

4. نتیجه‌گیری

در این مقاله، غیرخطیت بالای آزو دای امکان مشاهده دوپایایی نوری را ممکن می سازد. در این آزمایش، حلقه دوپایایی در پلیمر PMMA که با فیلمهای نازک DRI دوپ شده اند مورد بررسی قرار گرفته اند. نتایج آزمایشگاهی با استفاده از تداخل سنج ماخ-زندر با و بدون اعمال فیدبک خارجی بدست آمده است. تمام پاسخهای غیرخطی ای که در این پژوهش بدست آمده از رقابتی بین ایزومریزاسیون سیس-ترانس و اثرات گرمایی در فیلمهای نازک DRI بسته به اعمال فیدبک خارجی و ضخامت نمونه ها ناشی شده است. نتایج نشان می دهد که بهره دوپایایی نوری با اعمال فیدبک خارجی افزایش می یابد. به علاوه، با افزایش 20٪ در فیدبک خارجی، اثرات گرمایی در فیلم با ضخامت بیشتر دارای اثر مثبتی بوده و منجر به پاسخ دوپایایی نوری بهتری می شود.