پژوهشکده فیزیک کاربردی و ستاره شناسی

گروه فوتونیک آلی

عنوان پایان نامه

بررسی تجربی واهلش توری‌های برجسته سطحی خود سامان ده بر روی فیلم پلیمری آزو

استاد راهنما

دکتر سهراب احمدی کندجانی

استاد مشاور

دکتر حبیب خوش سیما

پژوهشگر

زهرا بهجت

بهمن ۸۹

با تمام احترام تقدیم به

پدر و مادر بزرگوارم

تقدیر و تشکر

سپاس خدای عزوجل را که هرچه داریم از اوست.

طی این راه فائق آمدن بر مشکلات و دشواری ها ممکن نبوده است مگر به لطف و یاری کسانی که از وجودشان بهره مند بوده ام

و به نوعی در پیشرفت و موفقیت من موثر بوده اند. از این رو بر خود لازم می دانم از این عزیزان کمال تقدیر و تشکر را نمایم:

پدر و مادر عزیزم که در تمامی مراحل زندگی، سختی ها و مشکلات مرا تحمل نموده اند تا شاهد رشد و بالندگی من باشند.

استاد گرانقدر جناب آقای دکتر سهراب احمدی کند جانی که در پیشبرد این پایانامه همواره از راهنمایی های بی دریغ ایشان بهره مند بوده ام.

خواهر عزیزم، به خاطر تمام دلگرمی ها و حمایت او در طول پروژه.

برادر بزرگوارم که مشوق اصلی من در تمام دوران تحصیل بوده اند.

و با تشکر از همسر مهربان ام

و در نهایت از دوستان و همکلاسی هایم، دانشجویان فوتونیک ورودی ۸۷ کمال تشکر را دارم.

نام خانوادگی: بهجت **نام**: زهرا

استاد راهنما: دکتر سهراب احمدی کندجانی

استاد مشاور: دکتر حبیب خوش سیما

عنوان پایان نامه: بررسی تجربی واهلش توری های برجسته سطحی خود سامان ده بر روی فیلم پلیمری آزو

مقطع: کارشناسی ارشد **رشته**: فوتونیک **گرایش**: آلی

دانشگاه: تبریز **دانشکده**:پژوهشکده فیزیک کاربردی و ستاره شناسی

تعداد صفحه: ۱۰۷ **تاریخ فارغ‌التحصیلی**: بهمن ۱۳۸۹

کلید واژه: توری برجسته سطحی، الگوی خود سامان ده، فیلم پلیمری آزو، فوتوایزومریزاسیون، واهلش

چکیده:

کارهای تجربی این پایان نامه، شامل ثبت توری برجسته سطحی خود سامان ده بر روی فیلم پلیمری آزو و بررسی نقش عوامل مختلف در واهلش این توری در مقاطع زمانی مختلف از ثبت توری می باشد. پلیمر و رنگینه بکار رفته در این کار تجربی برای ساخت فیلم نازک به ترتیب بوتیل دو- متیل آکریلیت و سولفونوآمین آکریلات می باشند، که به اختصار ماده پلیمری آزو را (MB2I) می نامیم. نحوه قرار گیری مولکولهای آزو در داخل ساختار پلیمری، اتصال از زنجیره کناری پلیمر می باشد.

در این کار تجربی توریهای برجسته سطحی خود سامان ده با استفاده از تک باریکه لیزر، بر روی فیلم پلیمری آزو ثبت شدند. برای بررسی واهلش توری های برجسته سطحی خود سامان ده شدت پراش مرتبه اول یک لیزر کاوشگر بررسی شد. نتایج نشان داد، در مورد توری های برجسته سطحی خود سامان ده ، با قطع نور نویسنده قبل از رسیدن به حالت اشباع، بهره پراش لیزر کاوشگر افزایش می‌یابد. این وضعیت برخلاف سایر توری های ضریب شکست ایجاد شده بر روی فیلم پلیمری آزو، که ثبت اطلاعات تنها بر اساس جهت گیری رنگینه های آزو است، می باشد. برای بررسی عوامل احتمالی افزایش در بهره پراش،

قطبش باریکه کاوشگر را تغییر داده و شدت پراش لیزر کاوشگر را در هر مرحله بصورت دینامیکی و همزمان با ثبت توری اندازه‌گیری کردیم. نتایج نشان داد، میزان اندازه‌گیری افزایش بهره پراش به هنگام خاموشی لیزر تویسنده، وابستگی شدیدی به تغییر قطبش لیزر کاوشگر دارد. همچنین توری برجسته سطحی خود سامان ده را در محدوده دمایی از دمای اتاق تا دمای گذار شیشه ای پلیمر مورد نظر ثبت کرده و تاثیر افزایش دما بر زمان ثبت و چگونگی واهلش توری بررسی شد. با ترتیب آزمایشهای فوق به این نتیجه می رسیم که عامل تغییرات باز جهت گیری رنگینه های آزو، مهمترین عامل افزایش در بهره پراش لیزر کاوشگر به هنگام خاموشی لیزر نویسنده می باشد. گرچه در کنار آن احتمال تغییرات پروفایل برجستگی توری نیز وجود دارد.

همچنین در این کار تجربی نشان داده شده است که اطلاعات ثبت شده بر روی توریهای برجسته سطحی خود سامان ده، از نوع حافظه های برگشت پذیر و قابل پاک شدن هستند. بدین منظور پاک شوندگی اپتیکی توری های برجسته سطحی خود سامان ده قبل و بعد از رسیدن به حالت اشباع مورد مطالعه قرار گرفت. نتایج نشان داد که هنگام پاک کردن توریها ، افت شدت نور پراش یافته در ابتدا سریعتر بوده اما با گذشت زمان این روند کاهش می یابد. بنابراین دو مولفه کوتاه مدت و بلند مدت از واهلش قابل تعریف می باشد.

دربخش تئوری کار، با استفاده از معادله پخش فیک و مدل کوپلاژ باریکه، فرآیند ایجاد توری های برجسته سطحی خود سامان ده بر روی فیلم پلیمری آزو را تحلیل کردیم.

پیشگفتار..... ۱

فصل اول: بررسی منابع

۱-۱)توری های برجسته سطحی خود سامان ده به عنوان الگوی خودبخودی ۳
۱-۱-۱)مفهوم پدیده خود سامان ده ۳
۱-۱-۲) الگوهای خود سامان ده در اپتیک ۴
۱-۲)معرفی گروه آزوبنزن و دلایل کاربرد فراوان این گروه در اپتیک ۶
۱-۲-۱)حالتهای ترانس و سیس به عنوان ایزومرهای گروه آزو ۹
۱-۲-۲) ایزومریزاسیون بین حالت های ترانس و سیس ۱۰
۱-۲-۳)ساز و کار ایزومراسیون ترانس- سیس- ترانس ۱۱
۱-۲-۴)مدل های تفسیر کننده پدیده ایزومراسیون ترانس- سیس- ترانس ۱۳
۱-۳)باز جهت گیری نور القا در رنگینه های آزو ۱۴
۱-۴) قرار گیری رنگینه های آزو در محیط های مختلف.....۱۶
۱-۵)حرکات نور القاء در پلیمر های حاوی آزو بنزن ۱۷
۱-۵-۱)حرکت در ابعاد مولکولی ۱۹
۱-۵-۲)حرکت در ابعاد حوزه ای ۲۲
۱-۵-۳)حرکت جرمی ماده پلیمری ۲۴
۱-۶) ثبت توری های برجسته سطح ۲۴
۱-۶-۱)ثبت توری های برجسته سطح ناشی از دو باریکه ۲۵
۱-۶-۲)مدلهای تفسیر کننده توری برجسته سطحی دو باریکه ای ۲۸
۱-۶-۲-۱)مدل گرادیان فشار ۲۸
۱-۶-۲-۲)مدل گرادیان دمایی ۲۹

۱-۶-۲-۳)مدل گرادیان میدان الکتریکی ۳۰
۱-۶-۲-۳)مدل مهاجرت ۳۰

۱-۷) توری برجسته سطحی خود سامان ده..... ۳۱

۱-۷-۱)مکانیسم تولید توری های برجسته سطحی خود سامان ده ۳۳
۱-۷-۲)مدلی برای تفسیر توری برجسته سطحی خود سامان ده ۳۴

۱-۸) واهلش دینامیکی توری ها ۳۷
۱-۸-۱) واهلش توری های برجسته سطحی دو باریکه ای قبل از رسیدن یه حالت اشباع به ازای خاموشی نور نویسنده..... ۳۷
۱-۸-۱-۱) بررسی وابستگی قطبش لیزر کاوشگر بر فرآیند واهلش ۳۹
۱-۸-۱-۲) بررسی وابستگی دما در فرآیند واهلش ۴۰
۱-۸-۱-۳) جمع بندی در مورد واهلش توری های برجسته سطح دو باریکه ای به ازای قطع لیزرنویسنده..... ۴۲

۱-۸-۲)واهلش توری های برجسته سطحی تک باریکه ای ۴۲

۱-۹)کاربرد های توری برجسته سطح..... ۴۳
۱-۹-۱)ذخیره سازی نوری اطلاعات..... ۴۳
۱-۹-۲) کاربرد توری برجسته سطحی برای کوپلاژ باریکه..... ۴۴
۱-۹-۳)کاربرد توری های برجسته سطح برای جهت گیری بلور های مایع..... ۴۵

فصل دوم: مواد و روشها

مقدمه..... ۴۶

۲- ۱) مواد مورد استفاده..... ۴۷
۲-۲) آماده سازی نمونه و طیف جذبی نمونه آماده شده..... ۴۸

۲- ۳) ترتیبات تجربی برای ثبت توری..... ۴۹

۲-۴) بررسی واهلش توری های برجسته سطحی خود سامان ده..... ۵۰

۲- ۵) تاثیر قطبش پرتو کاوشگر..... ۵۲

۲- ۶) برگشت پذیری اپتیکی توری های برجسته سطحی خود سامان ده.....۵۳

۲- ۷) بررسی تاثیر افزایش دما در ثبت و واهلش توری.....۵۴

۲- ۸) تحلیل فرآیند ایجاد توری برجسته سطحی خود سامان ده با استفاده از تئوری کوپلاژ باریکه ..۵۴

۲- ۸-۱) بررسی خودبخودی بودن ایجاد پدیده توری برجسته سطحی خود سامان ده.....۶۱

فصل سوم: نتایج و پیشنهادات

مقدمه.....۶۴

۳- ۱) نتایج مربوط به اندازه گیری طیف جذبی فیلم پلیمری آزو.....۶۴

۳-۲) نتایج مربوط به تشکیل توری خود سامان ده ۶۵

۳-۳) نتایج مربوط به تاثیر قطبش باریکه کاوشگر در ثبت توری ۶۶

۳-۴) واهلش توری خود سامان ده بعد از رسیدن به حالت اشباع ۶۷

۳-۵) نتایج مربوط به واهلش توری های برجسته سطحی خود سامان ده قبل از نقطه عطف ۶۸

۳-۶) نتایج مربوط به واهلش توری های برجسته سطحی خود سامان ده بعد از نقطه عطف.....۷۰

۳-۷) مروری بر نتایج مشاهده شده از واهلش توریهای برجسته سطحی خود سامان ده به هنگام خاموشی لیزر نویسنده و بحث در مورد دلایل ممکن.....۷۱

۳-۸)ثبت واهلش توری برجسته سطحی خود سامان ده در شرایط دمایی مختلف.....۷۲

۳-۹) نتیجه گیری در مورد افزایش در بهره پراش توری های برجسته سطحی خود سامان ده به ازای خاموشی لیزر نویسنده.....۷۴

۳- ۱۰) نتایج تجربی مربوط به پاک شوندگی اپتیکی توری برجسته سطحی خود سامان ده.....۷۴

۳ـ۱۱) بررسی توری برجسته سطحی خود سامان ده از دیدگاه نظری.....۷۷

۳-۱۲)نتیجه گیری کلی.....۷۹

۳-۱۳) پیشنهادات.....۸۱

فهرست منابع.....۸۲

فهرست اشکال

فصل اول(بررسی منابع)

(۱-۱):توری های برجسته سطحی خود سامان ده به عنوان الگوی خودبخودی ۳

(۱-۲) : تصویر نوعی توسط میکروسکوپ نیروی اتمی(دو بعدی) از ساختار توری برجسته سطحی ایجاد شده بر روی فیلم پلیمری آزو.....۶

(۱-۳): اوربیتالهای مولکولی از نظر سطح انرژی.....۷

(۱-۴): انواع مختلف گروههای آزو بنزن.....۸

(۱-۵): ایزو مر های مولکولی گروه آزو بنزن و نحوه تبدیل آنها به یکدیگر ۱۱

(۱-۶): فرآیند ایزومریزاسیون ترانس به سیس از دید انرژی.....۱۳

(۱-۷) : مدل چرخشی و وارونی.....۱۴

(۱-۸) : باز جهت گیری مولکولهای آزو..... ۱۵

(۱-۹): انواع حرکات مولکولی گروه آزو در فیلم پلیمری.....۱۸

(۱-۱۰) : نمودار دوشکستی بر حسب زمان.....۲۰

(۱-۱۱): چیدمان اپتیکی برای اندازه گیری میزان دو شکستی القاءشده به فیلم پلیمری.....۲۲

(۱-۱۲) : دو شکستی بر حسب زمان برای آزو پلیمر های کریستالی.....۲۳

(۱-13):چیدمان نوعی برای ثبت توری برجسته سطحی دو باریکه ای و آشکارسازی پراش مرتبه اول از این توری ثبت شده.....۲۶

(۱-۱۴):تصویر سه بعدی میکروسکوپ نیروی اتمی نوعی از توری برجسته سطحی.....۲۶

(۱-۱۵): مدل گرادیان فشار.....۲۹

(۱-۱۶) : نمایش شماتیکی از مدل مهاجرت.....۳۱

(۱-۱۷): وابستگی زمان ثبت توری برجسته سطحی خود سامان ده به شدت باریکه لیزر نویسنده.....۳۳

(۱-۱۸): چیدمان مربوط به آشکارسازی پراش مرتبه اول از توری برجسته سطحی دو باریکه ای.....۳۸

(۱-۱۹): نمودار کارآیی پراش بر حسب زمان برای توری برجسته سطحی دو باریکه ای.....۳۹

(۱-۲۰- الف): شدت نور پراشی بر حسب زمان به ازای لیزر کاوشگر با قطبش عمود بر راستای بردار راهنمای توری ۴۰

(۱-۲۰- ب): شدت نور پراشی بر حسب زمان به ازای لیزر کاوشگر با قطبش موازی با راستای انتشار بردار راهنمای توری.....۴۰

(۱-۲۱): نمودار کارآیی پراش لیزر کاوشگر از توری برجسته سطحی دو باریکه ای بر حسب زمان در دماهای مختلف.....۴۱

(۱-۲۲):چیدمان اپتیکی مربوط به ایجاد هولوگرام از جسم توسط توری برجسته سطح.....۴۳

(۱-۲۳) : نمایش شماتیکی از کوپلاژ نور توسط توری های برجسته سطحی.....۴۴

(۱-۲۴): جهت گیری مولکول های کریستال مایع توسط توری برجسته سطح.....۴۵

فصل دوم: مواد و روشها

(۲- ۱) : ساختار آزو پلیمر مورد استفاده برای ثبت توری برجسته سطحی خود سامان ده.....۴۷

(۲- ۲): چیدمان مربوط به ثبت توری برجسته سطحی خود سامان ده و آشکارسازی شدت پراش باریکه کاوشگر.....۵۰

(۲-۳) : تغییرات زمانی شدت نور پراشی از توری برجسته سطحی خود سامان ده.....۵۱

(۲-۴) : تابش نور به سطح فیلم پلیمری و کوپلاژ آن به داخل فیلم (برگرفته شده از مرجع ۴).....۵۵

(۳- ۱) : طیف جذبی پلیمر آزو MB2I.....۶۴

(۳ - ۲) : شدت نور پراشی لیزر کاوشگر از توری برجسته سطحی خود سامان ده بر حسب زمان.....۶۵

پیشگفتار:

اخیرا توریهای برجسته سطحی، به دلیل داشتن پتانسیل کاربردی وسیعی در زمینه اپتیک کاربردی مورد توجه خاصی قرار گرفته اند. مطالعات فراوانی از کاربرد توری های برجسته سطحی برای ساخت توری های تمام نگاری جهت بکارگیری در زمینه های ذخیره سازی نوری اطلاعات، کوپل کردن نور به موجبرها و الکترونیک نوری غیرخطی صورت گرفته است . [۱و۲] در تمامی گزارشهایی که تاکنون در مورد ثبت توری های برجسته سطحی انجام گرفته است، از فیلم نازک پلیمری آزو استفاده شده است. یکی از مزایای رنگینه های آزو تغییرات ضریب شکست بزرگی است که در حین تابش نور در بازه جذبی آنها، ایجاد می شود. این تغییر ضریب شکست به القای دو شکستی در نمونه مورد نظر منجر می شود. همچنین تابش نور در ناحیه جذبی برای مدت زمانهای طولانی تر علاوه بر جهت گیری رنگینه های آزو در راستای عمود بر قطبش نور، منجر به حرکت رنگینه ها در راستای قطبش نور فرودی می شود. این حرکات نور القا به دلیل تمایل مولکولهای آزو به حرکات دسته جمعی به صورت دسته جمعی در ابعاد ماکروسکوپی انجام میگیرد، به دنبال حرکت دسته جمعی مولکولهای آزو، زنجیره پلیمری نیز در راستای قطبش نور حرکت کرده و توری های برجسته سطحی را تولید می‌کنند. ثبت اطلاعات، در توریهای برجسته سطحی دو باریکه ای، از طریق طرح تداخلی حاصل از لیزر با طول موجی که توسط ماده مورد نظر جذب می شود، ایجاد میگردد.

اخیرا ثابت شده است که اندرکنش یک تک پرتو، میتواند الگوی خود سامان ده سطحی ایجاد کند. از آنجائیکه هر سطح در مقیاس میکروسکوپی شامل ناصافی است؛ می توان یک سطح را جمع فوریه بی نهایت توری در نظر گرفت که از هرکدام ، نور پراش می یابد و زمانی که یکی از این توری ها نور فرودی را به صورت موازی با سطح پراش دهد، این توری سریعا رشد کرده و تقویت می شود.[۳]

اخیرا بر اساس معادله پخش فیک، میزانی از تغییرات چگالی به هنگام خاموشی لیزر نویسنده در توری های برجسته سطحی خود سامان ده پیشگویی شده است[۴]، ولی بررسی دقیق چگونگی این تغییرات، نیازمند

مشاهدات عملی و اعمال شرایط مختلف است. قابل ذکر است واهلش توریهای برجسته خود سامان ده تاکنون بررسی نشده بود، لذا ما در این پروژه توری برجسته سطحی خود سامان ده را بر روی فیلم نازک پلیمری آزو ثبت کرده و به ازای قطع نور نویسنده، واهلش توری ثبت شده را در مقاطع زمانی مختلف و با استفاده از قطبش های مختلف باریکه کاوشگر بررسی کرده و نتایج بدست آمده را تفسیر کرده‌ایم. برای بررسی تاثیر افزایش دما در روند ثبت و واهلش توری برجسته سطحی خود سامان ده، نمونه پلیمری آزو را در محفظه دمایی قرار داده و به تدریج دمای محفظه را از دمای اتاق تا بالاتر از دمای گذار شیشه‌ای پلیمر مورد استفاده تغییر داده و نتایج حاصل را تحلیل کرده‌ایم. برای ثبت توری از باریکه نوری در ناحیه طیف جذبی بیشینه فیلم پلیمری آزو، با قطبش خطی استفاده می‌کنیم. با تابش چنین باریکه قطبیده خطی مولکولها در راستای عمود بر قطبش باریکه لیزری جهت گیری کرده و در راستای قطبش نور فرودی حرکت می کنند. انتظار می‌رود با تغییر قطبش باریکه نویسنده از خطی به دایروی بتوان اطلاعات ثبت شده بر روی توری های برجسته سطحی خود سامان ده را به روش اپتیکی پاک کرد. لذا چیدمان مربوط به پاک شوندگی اپتیکی توری های برجسته سطحی خود سامان ده را ترتیب داده و این خاصیت را بررسی کردیم.

همچنین در بخش تئوری کار، با استفاده از معادله پخش فیک و مدل کوپلاژ باریکه، فرآیند ایجاد توری های برجسته سطحی خود سامان ده بر روی فیلم پلیمری آزو تحلیل شده است.[۴]

فصل اول

بررسی منابع

(مفاهیم اساسی و پیشینه پژوهش)

۱. فصل اول

۱-۱) توری های برجسته سطحی خود سامان ده به عنوان الگوی خودبخودی

معمولا برای ایجاد توری‌های قطبشی یا شدتی از تداخل دو باریکه همدوس استفاده میشود.[۵و۶] اولین بار تولید توری برجسته بر سطح فیلم پلیمری آزو ، از بر هم کنش دو باریکه لیزری گزارش شده است. اخیرا توری های برجسته سطحی[۱] توسط تابش تک باریکه لیزری بر سطح فیلم‌های پلیمری آزو نیز ایجاد شده‌اند. از آنجائیکه این توری‌ها توسط تک باریکه لیزری ایجاد می‌شوند به آنها توری‌های برجسته سطحی خود سامان ده [۲] گفته می شود[۷]. برای درک بهتر از پدیده ایجاد توری برجسته سطحی خود سامان ده، ابتدا مفهوم پدیده خود سامان ده را به صورت دقیق تر بررسی می‌کنیم و در ادامه، با ارائه مثالهایی از ایجاد الگوهای خود سامان ده در اپتیک به مطالعه توری های برجسته سطحی خود سامان ده می پردازیم.

۱-۱-۱)مفهوم پدیده خود سامان ده

سیستم خود سامان ده، به سیستمی اطلاق می شود که درتشکیل و رخداد آن هیچ نیروی خارجی دخیل نباشد. بعبارت دیگر یک پدیده خود سامان ده ناشی از بر هم کنش بین مولفه های سیستم و فر آیندهای داخلی آن می باشد. ما در زندگی روزمره شاهد بسیاری از پدیده های خود سامان ده هستیم، لذا بسیاری از رخداد های طبیعی به عنوان مثالهایی از پدیده های خود بخودی می باشند.[۸]

اکثر الگوهای حاکم بر طبیعت به صورت خودبخودی تمایل به جهت‌گیری در ساختارهایی با تقارن بالاتر دارند.گرچه گاهی اوقات پدیده های خود سامان ده، به شکل الگوهای نامتقارن نیز یافت می شوند. در ادامه، نحوه ایجاد انواع ساختار های متقارن تحت تابش باریکه لیزری را شرح می دهیم.

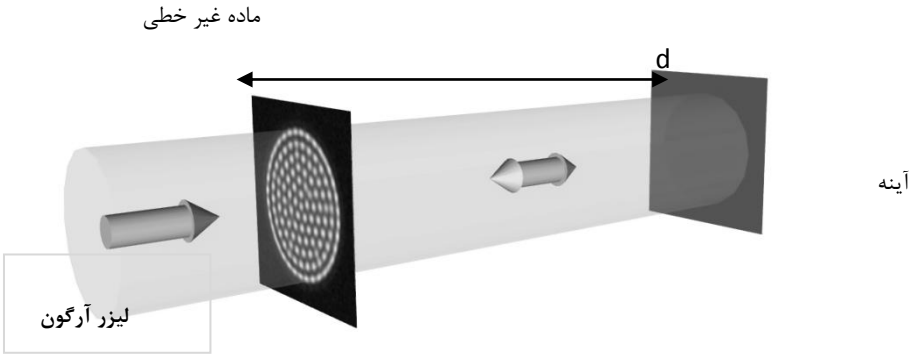
---

[1] Surface relief grating

[2] Self-organized surface relief grating

۱-۱-۲) الگو های خود سامان ده در اپتیک۱

بر هم کنش باریکه لیزری با یک محیط غیرخطی (محیطی که ویژگی های اپتیکی در آن، وابسته به شدت نور تابشی است) می تواند منجر به ایجاد الگو های خود بخودی شود. آریکچی[۱] و همکارانش در سال ۱۹۹۹ الگو های ایجاد شده توسط تابش باریکه لیزری به موادی با خاصیت غیر خطی مختلف را بررسی کردند.[۹] آزمایش پسخورد تک آینه ای[۲] یکی از رایج ترین آزمایشها برای نشان دادن ساختار الگوهای اپتیکی است که چیدمان ساده ای به شکل زیر دارد.



شکل(۱-۱) :چیدمان مربوط به آزمایش پسخورد تک آینه ای

چنین سیستمی شامل یک محیط غیر خطی باریک می باشد که از یک سو تحت تابش باریکه ی لیزری قرار دارد. در سوی دیگر یک آینه پسخورد با فاصله d برای بازتاب باریکه به محیط غیر خطی تعبیه می شود. مولفه عرضی موج فرودی، به هنگام عبور از ماده غیر خطی دچار مدولاسیون فازی می شود. اگر فاصله بین ماده غیر خطی و آینه پسخورد در فواصلی متناسب با $(\frac{1}{4}+n)Z_T$ باشد ($Z_T=\frac{8\pi^2}{\lambda q^2}$ ، بیان گر طول تالبوت[۳] می‌باشد، که λ طول موج باریکه فرودی و q عدد موج فضایی میباشد) شدت باریکه بازگشتی از

[1] Arecchi

[2] Single-mirror feedback

[3] Talbot length

آینه پسخورد با تغییرات فاز نسبت مستقیمی پیدا می کند، بعبارتی در این فواصل مدولاسیون فاز تبدیل به مدولاسیون دامنه شده و به محیط غیرخطی باز می گردد. این ناپایداری های فضایی در ماده غیر خطی باعث ایجاد الگوی منظم می شوند. [۹و۱۰]

گروههای دیگر با استفاده از مواد مختلفی مانند بلور های مایع، کریستال های نور شکستی، بخارات اتمی فلزات، الگوهای خود سامان ده مختلفی مانند الگوهای راه راه[۱] ، مربعی [۲]، مثلثی [۳]، لانه زنبوری[۴] را ایجاد کردند. [۱۱و۱۲]

لازم به یادآوری است که الگو های فوق، گر چه از نوع خود سامان ده هستند ولی نباید این الگوها را با توری های برجسته سطحی خود سامان ده یکسان در نظر گرفت. توری بر جسته سطحی خود سامان ده برای اولین بار توسط هابرت[۵] و همکارانش در سال۲۰۰۳، مشاهده شد. این گروه برای نشان دادن ساختار های خود سامان ده از فیلم پلیمری آزو استفاده کرده و با تابش باریکه ی لیزری در بازه جذبی مولکول های آزو ، ساختاردو بعدی لانه زنبوری را مشاهده کردند. [۱۳] یک تصویر نوعی از سا ختار توری برجسته سطحی تولید شده بر روی فیلم پلیمری آزو، توسط میکروسکوپ نیروی اتمی [۶] در شکل (۱-۲) ارائه شده است. تابش لیزر باعث ایجاد ساختار منظم دایروی می شود که با قرار گرفتن شش دایره در کنار هم ، یک ساختار هگزاگونال به وجود می آید. محور اصلی این ساختار هگزاگونال در جهت قطبش نور فرودی می باشد. دوره تناوب این ساختار از مرتبه طول موج لیزر فرودی (نانومتر) می باشد. [۳]

---

[1] Stripes

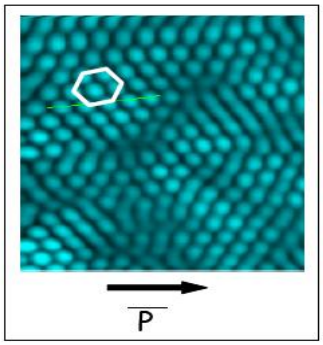
[2] squares

[3] triangle

[4] hexagonal

[5] hubert

[6] Atomic force microscope

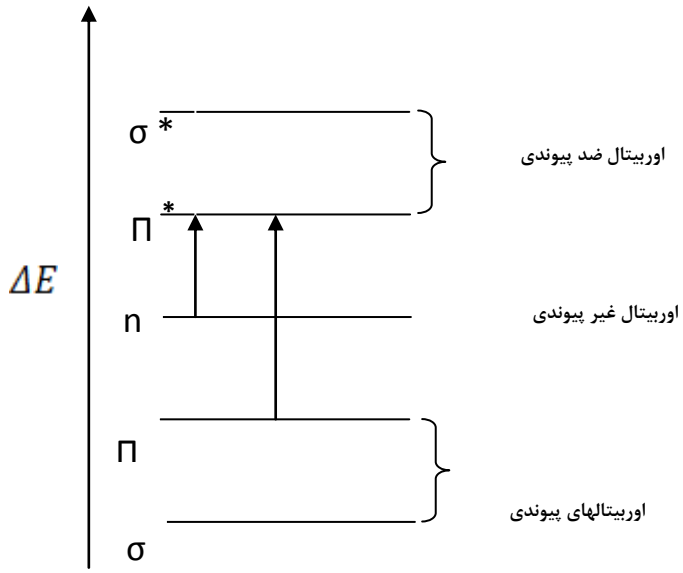


شکل (۱-۲) : تصویر نوعی توسط میکروسکوپ نیروی اتمی(دو بعدی) از ساختار توری برجسته سطحی ایجاد شده بر روی فیلم پلیمری آزو توسط تابش لیزر پیوسته کار یون آرگون با طول موج ۵۱۴nm و قطبش خطی[۳]

۱-۲) معرفی گروه آزوبنزن و دلایل کاربرد فراوان این گروه در اپتیک

ترکیباتی که شامل گروه عاملی (-N=N-) می باشند آزو نامیده می شوند. ساده ترین حالت مربوط به ترکیبات آزو، آزو بنزن پایه است که در آن دو حلقه بنزن با گروه (- N=N-) پیوند برقرار کرده اند. پیوند دوگانه N=N ، شامل یک پیوند قوی سیگما و یک پیوند ضعیف پای است، پیوند سیگما ناشی از همپوشانی سر به سر اربیتالهای هیبریدی و پیوند پای ناشی از همپوشانی جانبی اربیتالهای هیبریدی است. از آنجائیکه انرژی پیوند پای کمتر از پیوند سیگما است، این پیوند دراثر تابش نور در بازه جذبی منطبق بر آن زودتر تحت تاثیر قرار می‌گیرد و منجر به خواص فوتو فیزیکی بیشماری می شود.

هر مولکول از مجموعه اوربیتالهای مولکولی تشکیل شده است. الکترونها در آرایش اتمی، در داخل اوربیتالهای اتمی قرار دارند، همچنین به هنگام برقراری پیوند های اتمی، الکترون های پیوندی یا غیر پیوندی در اوربیتالهای مولکولی قرار می گیرند. اوربیتالهای مولکولی در اثر هم پوشانی اوربیتالهای دو یا چند اتم بوجود می آیند. انواع مختلف این اوربیتالهای مولکولی از نظر خواص، شکل، اندازه و انرژی آنها عبارتند از :σ،σ^*، Π، Π^*، n. در شکل (۱-۳) انواع اوربیتالهای مولکولی از نظر سطح انرژی نشان داده شده اند:



شکل(۱-۳): اوربیتالهای مولکولی از نظر سطح انرژی

مولکولهای آزو بنزن نیز، از نظر سطوح انرژی اوربیتالهای مولکولی به شکل فوق طبقه بندی می شوند. الکترونهایی که در اوربیتالهای پیوندی یا غیر پیوندی هستند، می توانند با جذب فوتون به اوربیتالهای ضد پیوندی گذار کنند. در شکل فوق دو گذار الکترونی از اوربیتال n به Π^* و Π به Π^* مشاهده می شود.

مولکولهای گروه آزو بنزن بر اساس رفتار طیفی و فوتو فیزیکی شان، که به الگوی استخلافی آنها بستگی دارد؛ به سه گروه تقسیم میشوند. این گروهها عبارتند از آزوبنزن ها[۱]، آمینو آزو بنزن ها[۲]، سودواستیلنبن ها[۳]. تفاوت در طیف جذبی مولکولی این گروهها منجر به تفاوت رنگ آنها نیز می شود به صورتیکه گروههای ذکر شده به ترتیب زرد، نارنجی و قرمز رنگ می باشند. شکل (۱-۴) انواع مختلف مولکولهای گروه آزو بنزن را نشان می دهد.[۱۴]

[1] azobenzene

[2] aminoazobenzene

[3] Pseudo-stilbene