

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

و اگر همه درختان روی زمین قلم شوند و دریاها مرکب و هفت

دریای دیگر به مددش بیاید ، سخنان خدا پایان نمی یابد و خدا

پیروزمند و حکیم است

قرآن کریم سوره : لقمان آیه : ۲۷



خداوند مهربانم در آغاز هر راهی بر تو توکل می کنم و در هر لحظه که با دشواری ها مواجه می

شوم با نام و یاد تو اطمینان پیدا می کنم که با کسب آگاهی بیشتر می توانم بر مشکلات فایز آیم.

خداوند مهربانم از اینکه توانستم اندکی از علم بی کرانت را مطالعه کنم بسیار سپاسگزار هستم.

از خانواده گرانقدرم که همواره پشتیبان و همراه من هستند بسیار متشکرم.

طی این راه بدون راهنمایی های ، استاد عالیقدرم دکتر سهراب احمدی میسر نبوده است. بابت تمام

راهنمایی ها ایشان سپاسگزارم. همچنین از استاد مشاورم، دکتر ناصر ارسلانی کمال تشکر را دارم.

از دکتر حبیب خوش سیما بابت داوری و نظرات مفیدشان بسیار سپاسگزارم. از سایر اساتیدم در

دوره تحصیلات دانشگاهیم بسیار متشکرم.

از دوستان و همکلاسی های عزیزم که همواره مشوقم بوده اند متشکرم.

از تمامی کارکنان پژوهشکده محترم فیزیک کاربردی و ستاره شناسی متشکرم.



پژوهشکده فیزیک کاربردی و ستاره‌شناسی

گروه فوتونیک

پایان نامه جهت دریافت درجه کارشناسی ارشد در رشته فوتونیک

عنوان

ایجاد و مطالعه الگوهای نانو خودسامانده بر روی فیلم پلیمری آزو با
استفاده از منبع نوری پالسی

استاد راهنما

دکتر سهراب احمدی کندجانی

استاد مشاور

دکتر ناصر ارسلانی

پژوهشگر

لیلا مظاهری

شهریور 1390

نام خانوادگی: مظاهری	نام: لیلا
استاد راهنما: دکتر سهراب احمدی کندجانی	
استاد مشاور: دکتر ناصر ارسلانی	
عنوان پایان نامه: ایجاد و مطالعه الگوهای نانو خودسامانده بر روی فیلم پلیمری آزوبا استفاده از منبع نوری پالسی	
مقطع: کارشناسی ارشد	رشته: فوتونیک
دانشگاه: تبریز	گرایش: فیزیک-فوتونیک
تعداد صفحه: 114	دانشکده: پژوهشکده فیزیک کاربردی و ستاره شناسی
تاریخ فارغ التحصیلی: شهریور 1390	
کلید واژه: فیلم پلیمری آزو، جهت گیری آزوبنزن، توری ضریب شکست، حرکات نور القایی، الگوهای برجسته سطحی نانو خودسامانده، واهلش	
<p>چکیده: کارهای تجربی این پایان نامه شامل ثبت الگوهای برجسته سطحی نانو خودسامانده بر روی فیلم پلیمری آزو تحت تابش پالسی است. رنگینه آزو به صورت جانبی به زنجیره پلیمری متصل است. فیلم نازک پلیمری روی زیر لایه شیشه ای به روش لایه نشانی چرخشی محلول پلیمری آماده شده است. برای ثبت الگوها از طول موج 532 نانومتر تک باریکه لیزر دیودی استفاده شده است. برای کنترل پهنای پالسها (مدت زمان روشنایی) و سرعت تکرار آنها از چاپگر مکانیکی استفاده شده است. جهت گیری مولکولهای استوانه ای شکل آزو نسبت به قطبش باریکه نویسنده منجر به شکل گیری توری ضریب شکست می شود و تحت تابش طولانی تر حرکات نور القایی در مقیاس میکرومتر منجر به شکل گیری الگوهای برجسته سطحی می شود. رشد الگوها با آشکارسازی شدت پراش باریکه کاوشگر (لیزر</p>	

هلیوم-نئون) مورد مطالعه قرار گرفت. شکل گیری الگوی برجسته سطحی خودسامانده را با استفاده از میکروسکوپ نیروی اتمی بررسی کردیم. برای شدت باریکه نویسنده 400 میلی وات بر سانتی متر مربع در روی نمونه ای به ضخامت 620 نانو متر الگوی برجسته سطحی خودسامانده با عمق 120 نانومتر و پای توری 1250 نانومتر شکل گرفت.

با تغییر پهنای پالس ها و سرعت تکرار آنها، آستانه شکل گیری این الگوها را بدست آورده ایم. به ازای سرعت تکرار کمتر، سرعت رشد منحنی ها کاهش یافته است تا آنجایی که دیگر الگوها شکل نگرفته اند. واهلش حرکت های مولکولی رشد الگوها را به تاخیر انداخته است.

تاثیر قطبش باریکه کاوشگر روی سرعت رشد منحنی شدت پراش مطالعه شده است. تغییر قطبش باریکه کاوشگر در بازخوانی توری ضریب شکست موثر است. زمانی که قطبش باریکه نویسنده و کاوشگر موازی هستند، جهت گیری آزوبنزنها در ناحیه روشن موجب می شود تا در این ناحیه کاوشگر ضریب شکست کمتری نسبت به ناحیه تاریک درک کند. برای توری برجسته سطحی هم ناحیه روشن دره است و ضریب شکست کمتری نسبت به ناحیه تاریک دارد در نتیجه در این حالت توری ضریب شکست و توری برجسته سطحی همفاز هستند.

تحت تابش پالسی، رفتار واهلشی الگوها در زمان های مختلف ثبت مطالعه شده است. در ابتدا با خاموشی لیزر نویسنده، تنها واهلش ساده رخ داده ولی تحت تابش طولانی تر، رفتار واهلشی تغییر کرده است. با خاموشی لیزر نویسنده، شدت پراش پس از یک خیز سریع به آهستگی واهلش یافته و با روشنایی لیزر، شدت پراش پس از افت سریع به رشد خود ادامه داده است. شیب افت و خیز سریع شدیداً وابسته به قطبش باریکه کاوشگر است. این نشان می دهد که بازجهت گیری آزوبنزن ها نقش مهمی را در این فرایندهای غیر عادی دارد برای بررسی تاثیرات دمایی روی شکل گیری و واهلش الگوهای برجسته سطحی، ثبت الگوها در دماهای مختلف صورت گرفته است. با افزایش دما سرعت رشد الگوها افزایش یافته و با نزدیک شدن به دمای گذار شیشه ای سرعت رشد الگوها کاهش می یابد.

برخی بر این باورند که الگوهای برجسته سطحی (خصوصاً برجسته سطحی خود سامان ده) از فصل مشترک هوا و فیلم آغاز می شود. برای تکمیل تحقیقات خود نمونه پلیمری را از طرف زیرلایه تحت تابش قرار دادیم. انتظار می رفت تحت تابش نور از طرف زیرلایه، توری برجسته سطحی تشکیل نشود، ولی در این حالت هم توری شکل گرفته که ماهیت آن مشخص نیست. این توری پایدار است. فرض ما این است که توری در حجم فیلم پلیمری شکل گرفته است. ادامه تحقیقات نیازمند بررسی سطح با میکروسکوپ نیروی اتمی است.

فهرست

1	مقدمه
	فصل اول : بررسی منابع
3	1-1) رنگینه آزو بنزن
3	1-2) ارتباط ساختمانی مولکولی
5	1-3) ساختار و فعالیت ترکیبات آزویی
7	1-4) مکانیزم ایزومراسیون آزوبنزن
8	1-4-1) مکانیزم ایزومریزاسیون حرارتی
9	1-4-2) مکانیزم ایزومریزاسیون نوری
9	1-5) حرکت های نور القایی در مولکولهای آزوبنزن
9	1-5-1) حرکت مولکولی
10	1-5-2) جهت گیری نوری
12	1-6) قرار گیری رنگینه آزو در پلیمر
12	1-7) حرکت های نور القایی در پلیمرهای حاوی آزو بنزن
14	1-7-1) دو شکستی (حرکت مولکولی)
18	1-7-2) انتقال سطحی جرم (حرکت ماکروسکوپی)
21	1-8) عوامل موثر در شکل گیری توری برجسته سطحی

22	1-8-1) نحوه قرار گیری آزو ها در زنجیره پلیمری
22	2-8-1) قطبش باریکه های نویسنده
23	3-8-1) ضخامت نمونه
24	4-8-1) تاثیرات دما
25	9-1) کاربرد های توری برجسته سطحی
25	1-9-1) لیتوگرافی
26	2-9-1) ثبت نوری اطلاعات
27	3-9-1) کوپلر
27	4-9-1) فیلتر قطبش
28	5-9-1) جهت دهی بلور مایع
29	10-1) مدل های تئوری تشکیل توری برجسته سطحی
29	1-10-1) مدل حجم آزاد
30	2-10-1) مدل گرادیان دمایی
32	3-10-1) مدل گرادیان میدان الکتریکی
33	4-10-1) مدل جریان ماده ویسکوز
34	5-10-1) مدل مهاجرت
35	11-1) ساختار های خود سامانده: (تابش تک باریکه)
38	1-11-1) لپس

45	11-2) الگو های خود سامانده (توری برجسته سطحی خود سامانده)
	فصل دوم : مواد و روشها
48	مقدمه
48	1-2) ماده مورد استفاده
50	2-2) آماده سازی فیلم نازک از پلیمر
51	3-2) چیدمان تجربی
52	4-2) آستانه تشکیل توری برجسته سطحی خودسامانده
53	5-2) واهلش توری برجسته سطحی
59	6-2) فرایند های غیر عادی واهلشی الگوهای برجسته سطحی خودسامانده
62	7-2) تاثیر قطبش باریکه کاوشگر
62	8-2) تاثیرات دمای روی شکل گیری الگوهای خودسامانده و فرایندهای غیرعادی
63	9-2) آشنای با میکروسکوپ نیروی اتمی
	فصل سوم : نتایج و پیشنهادات
66	1-3) طیف جذبی
66	2-3) شکل گیری الگوی برجسته سطحی خودسامانده
69	3-3) آستانه تشکیل توری برجسته سطحی
72	4-3) فرایند های غیر عادی واهلشی

75	5-3) تاثیر قطبش باریکه کاوشگر بر اندازه گیری میزان شدت نور پراش یافته از توری برجسته سطحی خودسامانده
79	6-3) وابستگی تشکیل الگو های خودسامانده و فرایندهای غیر عادی واهلشی به دما
83	7-3) بهره پلاستیکی
85	8-3) تابش از طرف زیر لایه
89	نتیجه گیری
91	پیشنهادات
	منابع
93	منابع
	فهرست اشکال
	فصل اول : بررسی منابع
3	1-1) آزوبنزن مادر [5]
6	2-1) ایزومریزاسیون آزو بنزن [5]
6	3-1) انواع مختلف مولکولهای آزو بنزن [6]
8	4-1) مکانیزم ایزومراسیون [6]
10	5-1) جهت گیری نوری کاتوره ای آزو بنزن ها. [6]
15	6-1) چیدمان تجربی برای اندازه گیری دو شکستی نور القایی [4]
17	7-1) ایجاد و واهلش دوشکستی [4]

- 19 8-1) طرحی از توری برجسته سطحی با پای توری Λ و دامنه h. [6]
- 20 9-1) چیدمان تجربی ثبت توری برجسته سطحی
- 21 10-1) طرح توری های متفاوتی که در طول تابش یک نمونه آزو شکل می گیرند [6]
- 11-1) تصاویر میکروسکوپ نیروی اتمی از توری برجسته سطحی برای حالت های مختلف
- 23 قطبش دو باریکه
- 24 12-1) تشکیل توری برجسته سطحی برای ضخامت های مختلف [10]
- 13-1) شدت پراش نرمالیزه مرتبه اول در دما های مختلف برای تشکیل توری برجسته سطحی
- 25 روی پلیمر DR 1 M [12]
- 27 14-1) نمایش نمادین از کوپلاژ نور توسط توری برجسته سطحی [4]
- 28 15-1) فیلتر قطبش دایروی راست و چپ [4]
- 29 16-1) جهت دهی بلور مایع با توری برجسته سطحی [4]
- 30 17-1) طرحواره مدل حجم آزاد
- 33 18-1) نمودار طرحواره ای از مدل گرادیان نیرو [4]
- 34 19-1) طرحواره مدل جریان ماده ویسکوز [5]
- 35 20-1) حرکت کرم مانند نور القای مولکول آزو dre1. [4]
- 36 21-1) هندسه بی نظمی های روی سطح [4]
- 22-1) تصویر میکروسکوپ نیروی اتمی از ساختار شبیه شانه تخم مرغ با تداخل دو باریکه
- 42 قطبیده p بعد از 200 پالس [28]

- 44 23-1) تصویر میکروسکوپ نیروی اتمی روی پلی آمید در شار های متفاوت [26]
- 46 24-1) چیدمان تجربی برای تشکیل الگو های برجسته سطحی خود سامانده [4]
- فصل دوم : مواد و روشها
- 49 1-2) ساختار مونومر
- 49 2-2) ساختار پلیمر
- 52 3-2) چیدمان تجربی
- 4-2) خود پراش باریکه نویسنده از الگو خودسامانده به اشباع رسیده تحت تابش عمود با
- 52 قطبش خطی [4]
- 53 5-2) شدت پراش باریکه کاوشگر برای تابش پالسی 2 ثانیه روشنایی 5 ثانیه خاموشی
- 55 6-2) بهره پراش وابسته به زمان در دماهای مختلف [14]
- 57 7-2) تاثیر قطبش باریکه کاوشگر روی واهلش نابهنجار [14]
- 58 8-2) اندازه گیری واهلش جهت گیری آزوبنزن ها [14]
- 60 9-2) فرایند های غیر عادی در لحظه خاموشی و روشنایی لیزر
- 61 10-2) تابش پالسی دوباریکه ای روی پلیمر DR1M [12]
- 64 11-2) شکل نمادین میکروسکوپ نیروی اتمی [32]
- فصل سوم : نتایج و پیشنهادات
- 66 1-3) طیف جذبی فیلم پلیمری آماده شده
- 67 2-3) توری به اشباع رسیده برای تابش پالسی 20 ثانیه روشنای و 20 ثانیه خاموشی

- 3-3: تصویر میکروسکوپ نیروی اتمی (AFM) از الگوی برجسته سطحی خودسامانده روی پلیمر آزو با ضخامت 620 نانومتر 68
- 4-3) شدت باریکه پراش یافته به عنوان تابعی از زمان (a) پهنای پالس 2 ثانیه (b) پهنای پالس 20 ثانیه 70
- 5-3) تغییرات سریع نمودار شدت پراش برای دمای زیر 20 درجه سانتی گراد تحت تابش پالسی 20 ثانیه روشنای 40 ثانیه خاموشی 73
- 6-3) تغییرات سریع نمودار شدت پراش برای دمای 23 درجه سانتی گراد تحت تابش پالسی 60 ثانیه روشنای 40 ثانیه خاموشی 73
- 7-3) نمودار افت سریع 74
- 8-3) شیب خیز و افت سریع به عنوان تابعی از زمان 74
- 9-3) شدت پراش باریکه کاوشگر برای دو حالت قطبش موازی و عمود نسبت به قطبش باریکه نویسنده. 76
- 10-3) ضریب شکست متفاوت برای دو حالت قطبش کاوشگر 77
- 11-3) رفتار واهلشی برای دو حالت قطبش باریکه کاوشگر: (a) افت و خیز سریع شروع نشده است (b) افت و خیز سریع با روشنایی و خاموشی باریکه نویسنده 78
- 12-3) وابستگی دمایی سرعت رشد الگوهای خود سامانده 81
- 13-3) شدت پراش باریکه کاوشگر برای دمای 23 درجه سانتی گراد 81

- 14-3) شدت پراش باریکه کاوشگر بر حسب زمان در دمایی 45 درجه سانتی گراد (a) در
 83 نزدیکی (T2 . b) پس از T3 واهلش آهسته مشاهده نشده است.
- 84 15-3) بهره پلاستیکی
- 16-3) وابستگی دمایی بهره پلاستیکی (b) وابستگی بهره پلاستیکی به تعداد پالسها (زمان) برای
 85 الگو به اشباع رسیده (c) نقطه عطف منحنی شدت پراش
- 17-3) چیدمان اندازه گیری شدت پراش باریکه کاوشگر برای تابش براریکه نویسنده از طرف
 86 زیر لایه
- 18-3) مقایسه ی بین توری های شکل گرفته با تابش از طرف زیر لایه (شکل 1) و توری
 86 شکل گرفته با تابش از طرف پلیمر
- 19-3) افت و خیز سریع با روشنایی و خاموشی لیزر برای توری تشکیل شده از طرف زیر لایه
 87 تحت تابش پالسی
- 20-3) شدت خود پراش باریکه نویسنده برای تابش از طرف زیر لایه
 87
- 21-3) چیدمان اندازه گیری شدت خود پراش باریکه نویسنده برای تابش از طرف زیر لایه
 88

مقدمه:

الگو دهی نوری پیشرفت قابل ملاحظه ای در شاخه فوتونیک بوجود آورده است. روش هولوگرافی یکی از ساده ترین راه های ایجاد الگوهای تناوبی است. در این روش نه تنها دامنه بلکه فاز موج نوری نیز ثبت می شود، که با استفاده از روشهای تداخل سنجی انجام میگیرد. در واقع نور یک منبع همدوس لیزری با استفاده از شکافنده باریکه تقسیم می شود این دو باریکه که راههای مختلفی را طی می کنند روی صفحه ای حساس به نور (هولوگرام) به هم می رسند. اغلب تغییرات فوتوشیمیایی حاصل از طرح تداخلی منجر به الگو دهی نوری می شود.

مولکولهای آزو بنزن و پلیمر هایی که با رنگینه آزو آلائیده شده اند به علت اینکه موقعیت مولکولی و جهت گیری و تراکم آنها با نور قابل کنترل است به عنوان هولوگرام مورد استفاده بوده است. مولکول آزو بنزن دو شکل فضایی سیس و ترانس دارد. زمانی که مولکولهای آزو بنزن تحت تابش باریکه لیزری قطبیده ی خطی در بازه ی جذبیشان قرار می گیرند، چرخه ایزومریزاسیون ترانس - سیس - ترانس صورت می گیرد. مولکولها به گونه ای جهت گیری می کنند که دیگر تابش لیزر را جذب نمی کنند (محور بلند مولکول عمود بر صفحه نوسانی بردار الکتریکی موج نور قرار می گیرد). در این حالت ایزومریزاسیون متوقف می شود. از آنجایی که این مولکولها دارای شکل ناهمسانگردی هستند جهت گیری منجر به تغییر ضریب شکست محیط می شود. این تغییر ضریب شکست به القای دوشکستی در نمونه مورد نظر منجر می شود. علاوه بر جهت گیری، طی فرایند، ایزومریزاسیون، مولکولهای آزو در راستای قطبش نور حرکت می کنند. هنگامی که آزو بنزن متصل به زنجیره پلیمری است، تاثیر و نتایج

حاصل از حرکات نور القایی بیشتر قابل مشاهده است. به طوریکه وقتی فیلم نازک پلیمر آزو تحت تابش طرح تداخلی دو باریکه قطبیده لیزری قرار می گیرد، انتقال جرمی صورت میگیرد و پلیمر آزو از نواحی روشن به نواحی تاریک طرح تداخلی مهاجرت می کنند و الگوهای برجسته سطحی روی فیلم ایجاد می شود. نقطه جالب توجه این است که این الگوها در شرایط عادی پایدار هستند و از طرف دیگر قابل برگشت نیز هستند به طوریکه با افزایش دما تا بالاتر از دمای گذار شیشه یا با تاباندن ماده با نوری قطبیده دایروی سطح ماده به شکل اولیه بر می گردد.

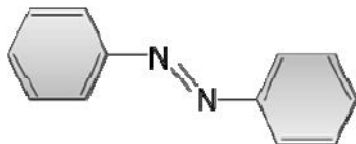
شگفت انگیز تر اینکه شکل گیری چنین الگوهایی تحت تابش تک باریکه لیزری هم امکان پذیر است، که در سال های اخیر بسیار مورد توجه بوده است. در این حالت هیچ طرح تداخلی روی سطح اعمال نمی شود. بلکه ایجاد الگو از طریق برخی مکانیزم های خود ساماندهی میسر است.

الگوهای ایجاد شده روی پلیمر آزو با پارامترهای همچون، قطبش باریکه فرودی، زاویه تابش، شدت تابش و ضخامت نمونه قابل کنترل می باشند. دامنه و تناوب برجستگی های ایجاد شده در بازه نانو تا میکرومتر می باشد. ویژگی قابل کنترل بودن الگوها، امکان ایجاد الگویی با تناوب و دامنه دلخواه را بوجود آورده است. الگویی با تناوب و دامنه دلخواه در صنعت لیتوگرافی، سلول خورشیدی و فناوری نانو مورد نیاز است. از طرفی مولکولهای آزو بنزن می توانند در سویچ زنی نوری به کار روند چرا که تابش دهی آزو بنزن با نور منجر به تغییر سریع و موثر پیکر بندی مولکول می شود.

1-1) رنگینه آزو بنزن:

رنگینه آزو بنزن به رنگهای اطلاق می گردد که سیستمهای آروماتیک در آنها به وسیله یک رنگساز

$-N=N-$ که گروه آزوئیک نامیده میشود به همدیگر متصل شده اند. [1]



شکل 1-1: آزو بنزن مادر [5]

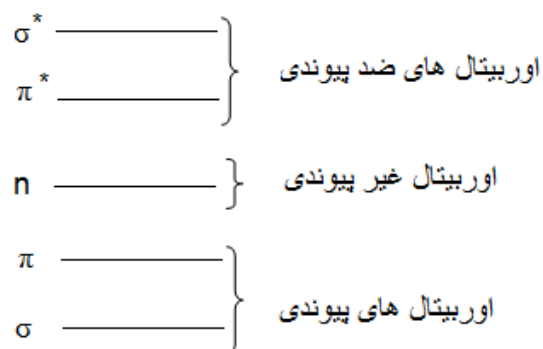
طبق تئوری کوانتومی نور جذب شده میتواند انرژی های الکترونی، ارتعاشی و چرخشی را تغییر دهد. انرژی گذار الکترونی در مقایسه با انرژی گذار ارتعاشی و چرخشی بیشتر است (فرکانس بالا و طول موج کوتاهتر)، لذا در مورد گذار الکترونی جذب در ناحیه ی ماوراء بنفش و مرئی انجام میگردد ولی در گذارهای ارتعاشی و چرخشی، عمل جذب در ناحیه ی مادون قرمز دور و نزدیک اتفاق می افتد. عمل جذب نور موقعی در یک مولکول انجام می پذیرد که گشتاور دوقطبی در آن مولکول تغییر یابد. پس هر چه مولکول بیشتر متقارن باشد دوقطبی کوچکتر و نور جذب شده کمتر خواهد بود، در نتیجه هر گروهی که تقارن مولکول را کم نماید میتواند شدت نور جذب شده را بیشتر کند. [2]

2-1) ارتباط ساختمانی مولکولی:

هر اتم دارای اوربیتالهایی است و انرژی الکترون مشخص کننده ی محل آنها می باشد. نحوه ی پر شدن اوربیتال ها به وسیله ی قاعده ی هوند و اصل طرد پاولی با توجه به اسپین الکترون مشخص می

شود. اوربیتال مولکولی در اثر هم پوشانی اوربیتال های تنهای اشغال شده ی دو یا چند اتم بوجود می آید و انواع مختلف این اوربیتال های مولکولی از نظر خواص ، شکل ، اندازه و انرژی آنها عبارتند از :

σ^* , π^* , n , π , σ در مولکولهای ساده سطوح انرژی را می توان بترتیب زیر نشان داد:



پس جذب نور توسط مواد رنگی باعث گذار الکترونی بین اوربیتال های مختلف مولکول می شود و طول موجهای جذب شده مشخص کننده اختلاف انرژی بین اوربیتال ها میباشد. تفاوت های جزئی در ساختمان مولکولی بین یک ماده ی جاذب نور با دیگری باعث ایجاد تغییراتی در محل λ_{max} ، شدت جذب نور و یا هر دو میگردد . جابجایی طول موج ماکزیمم به طرف طول موج بلندتر به اثر بتو کرومیک¹ معروف است که باعث پر رنگ شدن جسم میشود و متقابلا تغییر مکان بطرف طول موج کوتاهتر به اثر هیپسو کرومیک² مشهور است . پس در نتیجه میتوان گفت که شرط لازم برای اینکه ماده ای رنگی باشد وجود تعدادی الکترون های متحرک در مولکول آن است که بتوانند از حالت عادی به حالت تهیج شده گذار یابند. [۲،۳]

¹ Bathochromic shift

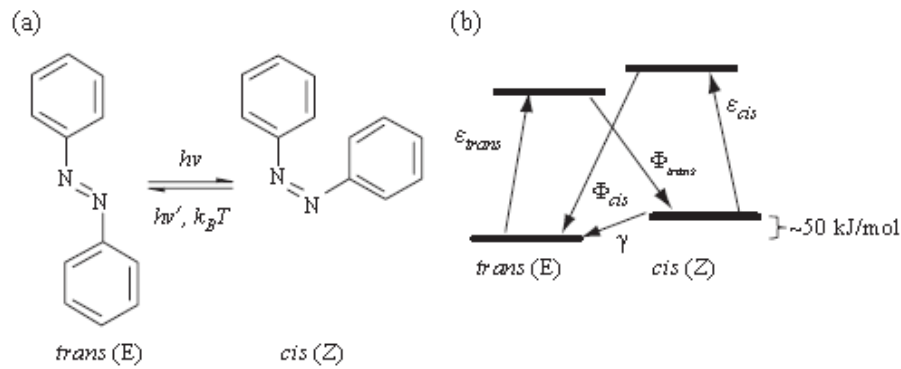
² Hypsochromic shift

3-1) ساختار و فعالیت ترکیبات آزویی:

مولکول آزوبنزن دو شکل فضایی سیس و ترانس دارد. حالت ترانس کشیده و حالت سیس خمیده است. انرژی حالت پایه ی ترانس پایین تر از حالت سیس بوده و پایدارتر است. در یک سیستم شامل مولکولهای آزوبنزن ، اغلب مولکولها در حالت ترانس خواهند بود و در تعادل ترمودینامیکی جمعیت حالت سیس قابل چشم پوشی است.

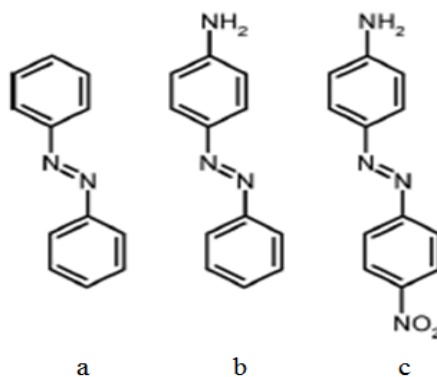
دو ایزومر می توانند با طول موج های ویژه سویچ شوند ، نور آبی یا فرابنفش که منطبق بر انرژی گذار $\pi-\pi^*$ برای ایزومریزاسیون ترانس به سیس و نور آبی که مساوی گذار $n-\pi^*$ برای ایزومراسیون سیس به ترانس است. حالت سیس می تواند بصورت حرارتی به حالت ترانس که پایدارتر است برگردد. حالت ترانس تقریبا به اندازه $50 \frac{\text{KJ}}{\text{mol}}$ پایدارتر است و سد ایزومراسیون نوری در حدود $200 \frac{\text{KJ}}{\text{mol}}$ است. (شکل (2))

برای مولکول آزو بنزن مادر اگر ایزومر ترانس تحت تابش نور قرار گیرد به ایزومر سیس تبدیل می شود، همان نور نمی تواند سیس را به ترانس برگرداند. اگر از لحاظ شیمیایی کاری کنیم که سیس ها پایدار شوند در این حالت می توان سویچ اپتیکی درست کرد.



شکل (2-1) ایزومریزاسیون آزو بنزن [5]

برای داشتن مولکولهای آزوبنزی که طیف جذبی ترانس و سیس آنها همپوشانی کند باید کاری کرد که باند جذبی سیس با ترانس همپوشانی کند و در این حالت با یک طول موج می توان دو حالت را به هم تبدیل کرد. برای نزدیک کردن دو طیف به هم در دو انتهای مولکولها می توان مولکولهای دهنده یا گیرنده ای اضافه کرد. طول موجی که در آن ایزومراسیون آزوبنزن اتفاق می افتد وابسته به ساختار خاص هر مولکول آزو است. در حالت کلی مولکولهای آزو به سه کلاس تقسیم بندی می شوند که در شکل 3 آورده شده است. [4]



شکل 3-1: انواع مختلف مولکولهای آزو بنزن [6]

این آزو بنزن ها به ترتیب زرد (a)، نارنجی (b)، و قرمز (c) هستند.