دانشگاه صنعتي اصفهان

دانشكده مهندسي نساجي

مطالعه و بررسي خواص نوري و رنگي پليمرهاي ساطع كننده نور

پايان نامه كارشناسي ارشد شيمي نساجي و علوم الياف

رقيه ميرافضلي سريزدي

استاد راهنما

دكتر هاله خليلي

١٣٩٢

دانشگاه صنعتي اصفهان

دانشكده مهندسي نساجي

پايان‌نامه كارشناسي ارشد رشته شيمي نساجي و علوم الياف خانم رقيه ميرافضلي سريزدي

تحت عنوان

مطالعه و بررسي خواص نوري و رنگي پليمرهاي ساطع كننده نور

در تاريخ توسط كميته تخصصي زير مورد بررسي و تصويب نهايي قرار گرفت.

١- استاد راهنماي پايان‌نامه	دكتر هاله خليلي
٢- استاد مشاور پايان‌نامه	دكتر عبدالكريم حسيني
٣- استاد داور	دكتر حسين ايزدان
٤- استاد داور	دكتر صديقه برهاني
٥- سرپرست تحصيلات تكميلي دانشكده	دكتر مصطفي يوسفي

تشکر و قدردانی

سزاست که در آغاز سر تعظیم بر آستان بزرگ پروردگاری بسایم که فرصت آموختن را به ما عطا نمود و ناهمواری مسیر خردورزی را خردمندانه برایمان خرد و کوچک جلوه گر کرد. تجلیل بی بدیل مانثار تمامی معلمین گرانقدر که در راه علم آموزی سخاوتمندانه بر هوت نادانی مان را به گلستان دانش مزین کردند. حال که توفیق جمع آوری و تهیه این مجموعه را یافته ام بر خود واجب می دانم از تمامی عزیزانی که در طی انجام این پژوهش از راهنمایی و یاری شان بهره مند گشته ام تشکر و قدردانی کنم.

از استاد راهنمای ارجمند سرکار خانم دکتر هاله خلیلی که با سعه صدر و صبوری مرا راهنمایی نموده و با ارائه نظرات سازنده و رهنمودهای بی دریغشان در پیشبرد این پایان نامه سعی تمام مبذول داشتند، کمال تشکر را دارم. همچنین از استاد ارجمند جناب آقای دکتر عبدالکریم حسینی به دلیل مشاوره های مفید و سازنده شان صمیمانه سپاسگزارم.

از جناب آقای مهندس طیبی که در پیشبرد این پایان نامه مرا یاری کردند کمال تشکر را دارم.

از مادر مهربانم که نه میتوانم موهایش را که در راه عزت من سفید شد، سیاه کنم و نه برای دستهای پینه بسته اش که ثمره تلاش برای افتخار من است، مرهمی باشم، توفیقم ده که هر لحظه شکر گزارش باشم و ثانیه های عمرم را در عصای دست بودنش بگذرانم.

از همراه همیشگیم همسر مهربانم احسان خانی که تکیه گاه من در مواجهه با مشکلات و وجودش مایه دلگرمیم بوده و هست و دوستان عزیزم مهروز پشم فروش و ژاله فایضی زاده که حضور سبزشان سختی دوری از خانواده را برایم آسان کرد صمیمانه سپاسگزارم.

كليه حقوق مادي مترتب بر نتايج مطالعات، ابتكارات و نوآوري‌هاي ناشي از تحقيق موضوع اين پايان‌نامه (رساله) متعلق به دانشگاه صنعتي اصفهان است.

تقدیم به خورشید زندگیم

مادر مهربانم

و

یار و همراه زندگیم احسان عزیزم

فهرست مطالب

عنوان.....صفحه

فهرست مطالب.....هشت

فصل اول: کلیات

۱-۱- مقدمه ۲

۱-۲- پیشینه پلیمر ۳

۱-۳- رسانایی الکتریکی و حمل و نقل بار در پلیمرهای مزدوج..... ۴

۱-۴- معرفی فرآیندهای لومینسانس و فوتولومینسانس ۵

۱-۵- انواع لومینسانس ۶

۱-۶- انواع فلورسانس..... ۶

۱-۷- ترکیبات لومینسانس دهنده ۷

۱-۷-۱- ترکیبات مولکولی لومینسانس دهنده ۷

۱-۷-۲- نانومواد لومینسانس دهنده..... ۷

۱-۸- فرآیندهای آسایش در پدیده لومینسانس ۸

۱-۹- کارایی کوانتومی و بازده توان..... ۸

۱-۱۰- طول عمر لومینسانس ۹

۱-۱۱- خاموشی لومینسانس ۹

۱-۱۲- طراحی دستگاه های لومینسانس..... ۹

۱-۱۳- حالت های انرژی مواد و نحوه بر هم کنش نور با ماده در ناحیه فرابنفش / مرئی..... ۱۱

۱-۱۴- نانو مواد ۱۱

۱-۱۴-۱- ابعاد نانو مواد ۱۱

۱-۱۵- نانوالیاف ۱۲

۱-۱۵-۱- کاربرد نانوالیاف ۱۲

۱-۱۶- نانوذرات ۱۳

۱-۱۶-۱- روش های ساخت نانوذرات ۱۳

۱-۱۷- مهمترین کاربردهای نانوذرات در نساجی ۱۳

۱-۱۷-۱- ضد آتش ۱۳

۱-۱۷-۲- ضد میکروب ۱۳

۱-۱۷-۳- آبخورشوندگی ۱۳

۱-۱۷-۴- خود تمیزشوندگی ۱۴

۱-۱۷-۵- محافظت در برابر اشعه ماوراء بنفش ۱۴

۱-۱۷-۶- مقاومت در برابر چروک ۱۴

۱-۱۷-۷- بهبود رنگپذیری ۱۴

۱-۱۷-۸- آنتی استاتیک ۱۴

۱-۱۷-۹- ضد آب ۱۴

۱-۱۸- الکتروریسی ۱۴

۱-۱۹- پارامترهای الکتروریسی ۱۵

۱-۱۹-۱- خواص محلول ۱۵

۱-۱۹-۲- شرایط فرآیند ۱۶

۱-۱۹-۳- شرایط محیط ۱۷

۱-۲۰- پلیمر ساطع کننده نور(LEP) ۱۷

۱-۲۱- دستگاه ساطع کننده نور پلیمری ۱۸

۱-۲۲- نانوکامپوزیتهای پلیمر ساطع کننده نور ۱۹

۱-۲۳- خواص پلیمرهای ساطع کننده نور ۱۹

۱-۲۴- انواع صفحات نمایش پلیمرهای ساطع کننده نور ۲۱

۱-۲۵- انواع پلیمرهای ساطع کننده نور ۲۲

۱-۲۵-۱- FOLED ۲۲

۱-۲۵-۲- SOLED ۲۳

۱-۲۵-۳- TOLED ۲۳

۱-۲۶- ساختار پایه و طرز کار ۲۴

۱-۲۶-۱- تزریق شارژ و رابط بین پلیمر و الکترودها ۲۴

۱-۲۶-۲- حامل های بار نوترکیبی و انتشار نور ۲۵

۱-۲۷- ساخت و شکل دهی ۲۷

۱-۲۷-۱- فرآیند پوشش چرخشی ۲۸

۱-۲۷-۲- چاپ گراور ۲۹

۱-۲۷-۳- چاپ جوهر افشان ۲۹

۱-۲۸- مزایای استفاده از LEP ۲۹

۱-۲۹- معایب استفاده از LEP ۳۰

۱-۳۰- محدودیت استفاده از LEP ۳۰

۱-۳۰-۱- پیریLEP ۳۰

۱-۳۰-۲- فضای تاثیر شارژ ۳۰

۱-۳۱- برنامه ها و تحولات آینده ۳۰

۱-۳۲- خصوصیات پلی متیل متاکریلات (PMMA) ۳۱

۱-۳۳- مروری بر تحقیقات انجام شده ۳۱

۱-۳۴- اهمیت تحقیق ۳۲

فصل دوم:تجربیات

۲-۱- مقدمه ۳۳

۲-۲- معرفی و مشخصات مواد مربوطه ۳۳

۲-۳- وسایل مورد استفاده ۳۵

۲-۴- نرم افزارهای مورد استفاده ۳۶

۲-۵- آماده سازی محلول ها و الکتروریسی ۳۶

۲-۶- میکروسکوپ نوری ۳۷

۲-۷- میکروسکوپ الکترونی روبشی ۳۷

۲-۸- دستگاه FTIR ۳۷

۲-۹- دستگاه اسپکتروفوتومتر انعکاسی ۳۸

فصل سوم: بحث و بررسی

۳-۱- مقدمه ۳۹

۳-۲- تعیین غلظت و شرایط مناسب الکتروریسی ۳۹

۳-۳- بررسی قطر الیاف ۴۰

۳-۳-۱- بررسی قطرنانو الیاف پلی متیل متاکریلات خالص ۴۰

۳-۳-۲- بررسی قطر نانو الیاف پلی متیل متاکریلات حاوی پلیمرساطع نور ۴۱

۳-۴- بررسی خواص انعکاسی نانو الیاف ۴۲

۳-۴-۱- بررسی رفتار طیفی زمینه های استاندارد..... ۴۳

۳-۴-۲- بررسی رفتار طیفی نمونه ها روی زمینه های استاندارد ۴۳

۳-۵- بررسی خواص رنگی نانو الیاف ۴۵

۳-۵-۱- بررسی تغییرات خلوص روی زمینه های استاندارد با منابع نوری D65 و A حاوی اشعه ماوراء بنفش. ۴۶

۳-۵-۲- بررسی تغییرات L^* روی زمینه های استاندارد با منابع نوری D65 و A حاوی اشعه ماوراء بنفش ۴۸

۳-۵-۳- بررسی پراکندگی a^* - b^* روی زمینه های استاندارد با منبع نورD65..... ۵۰

۳-۵-۴- تصاویر نانو الیاف پلی متیل متاکریلات حاوی پلیمر ساطع کننده نور زیر کابین نور..... ۵۲

۳-۶- بررسی نتایج طیف سنجی مادون قرمز (FTIR)..... ۵۳

فصل چهارم: نتیجه گیری و پیشنهادات

۴-۱- مقدمه..... ۵۴

۴-۲- بررسی قطر نانو الیاف پلی متیل متاکریلات حاوی پلیمر ساطع نور..... ۵۴

۴-۳- بررسی خواص نوری نانو الیاف پلی متیل متاکریلات حاوی پلیمر ساطع نور ۵۴

۴-۴- بررسی خواص رنگی نانو الیاف پلی متیل متاکریلات حاوی پلیمر ساطع نور..... ۵۴

۴-۴-۱- بررسی تغییرات خلوص روی زمینه های استاندارد با منابع نوری D65 و A حاوی اشعه ماوراء بنفش. ۵۴

۴-۴-۲- بررسی تغییرات L^* روی زمینه های استاندارد با منابع نوری D65 و A حاوی اشعه ماوراء بنفش ۵۵

۴-۴-۳- بررسی پراکندگی a^* - b^* روی زمینه های استاندارد با منبع نوری D65..... ۵۵

۴-۵- بررسی نتایج طیف سنجی مادون قرمز (FTIR)..... ۵۵

۴-۶- پیشنهادات ۵۵

مراجع..... ۵۶

فهرست اشکال

شکل ۱-۱- کاربرد پلیمرهای کانژوگه ۴

شکل ۱-۲- حالت های الکترونی مولکول، زیر حالت های ارتعاشی و انتقالات بین این حالت ها..... ۸

شکل ۱-۳- دیاگرام نوری فلورومتر (الف) و اسپکتروفلورومتر (ب) تک پرتویی..... ۱۰

شکل ۱- ۴- شمای کلی دستگاه الکتروریسی..... ۱۵

شکل ۱-۵- ساختار پلیمر نور ساطع..... ۱۷

شکل ۱- ۶- (آ) دستگاه تک لایه. (ب) پیکربندی متقارن دستگاه جریان متناوب ساطع کننده نور..... ۲۱

شکل ۱-۷- ماتریس فعال و غیر فعال..... ۲۲

شکل ۱-۸- ساختار کلی از LEP..... ۲۴

شکل ۱-۹- ساختار یک سری از LEP ها ۲۷

شکل ۱-۱۰- طیف نور مرئی پوشیده شده با LEP های ۲، ۳، ۴ ،۷ و ۱۲..... ۲۷

شکل ۱-۱۱- روش spin – coat..... ۲۸

شکل ۱-۱۲- شماتیک چاپ جوهر افشان برای مواد PLED..... ۲۹

شکل ۲-۱- ساختار شیمیایی پلی متیل متاکریلات..... ۳۴

شکل ۲-۲- ساختار شیمیایی PFO..... ۳۴

شکل۲-۳- طیف جذب و انتشار PFO در محلول تترا هیدرو فوران..... ۳۵

شکل ۲- ۴- دستگاه الکتروریسی مورد استفاده در تحقیق..... ۳۵

شکل ۳-۱- تصویر SEM و هیستوگرام نانو الیاف پلی متیل متاکریلات خالص..... ۴۰

شکل ۳-۲- تصویر SEM و هیستوگرام نانو الیاف ۱درصد وزنی PMMA / PFO..... ۴۱

شکل ۳-۳- تصویر SEM و هیستوگرام نانو الیاف ۱۰ درصد وزنی PMMA / PFO..... ۴۱

شکل ۳-۴- تصویر SEM و هیستوگرام نانو الیاف ۳۰ درصد وزن PMMA / PFO..... ۴۱

شکل ۳-۵- نمودار تغییرات قطر الیاف بر حسب غلظت..... ۴۲

شکل ۳-۶- طیف انعکاسی زمینه سفید، سبز و مشکی.....۴۳
شکل ۳-۷- طیف انعکاسی نانو الیاف روی زمینه سفید در حضور ٪ ۵۰ اشعه ماوراء بنفش.....۴۴
شکل ۳-۸- طیف انعکاسی نانو الیاف روی زمینه سبز در حضور ٪ ۵۰ اشعه ماوراء بنفش.....۴۴
شکل ۳-۹- طیف انعکاسی نانو الیاف روی زمینه مشکی در حضور ٪ ۵۰ اشعه ماوراء بنفش.....۴۴
شکل ۳-۱۰- تغییرات خلوص نانو الیاف زیر منبع نوری D65 روی زمینه سفید در حضور اشعه ماوراء بنفش.....۴۶
شکل ۳-۱۱- تغییرات خلوص نانو الیاف زیر منبع نوری D65 روی زمینه سبز در حضور اشعه ماوراء بنفش.....۴۶
شکل ۳-۱۲- تغییرات خلوص نانو الیاف زیر منبع نوری D65 روی زمینه مشکی در حضور اشعه ماوراء بنفش.....۴۷
شکل ۳-۱۳- تغییرات خلوص نانو الیاف زیر منبع نوری A روی زمینه سفید در حضور اشعه ماوراء بنفش.....۴۷
شکل ۳-۱۴- تغییرات خلوص نانو الیاف زیر منبع نوری A روی زمینه سبز در حضور اشعه ماوراء بنفش.....۴۷
شکل ۳-۱۵- تغییرات خلوص نانو الیاف زیر منبع نوری A روی زمینه مشکی در حضور اشعه ماوراء بنفش.....۴۸
شکل ۳-۱۶- تغییرات L^* نانو الیاف زیر منبع نوری D65 روی زمینه سفید در حضور اشعه ماوراء بنفش.....۴۸
شکل ۳-۱۷- تغییرات L^* نانو الیاف زیر منبع نوری D65 روی زمینه سبز در حضور اشعه ماوراء بنفش.....۴۹
شکل ۳-۱۸- تغییرات L^* نانو الیاف زیر منبع نوری D65 روی زمینه مشکی در حضور اشعه ماوراء بنفش.....۴۹
شکل ۳-۱۹- تغییرات L^* نانو الیاف زیر منبع نوری A روی زمینه سفید در حضور اشعه ماوراء بنفش.....۴۹
شکل ۳-۲۰- تغییرات L^* نانو الیاف زیر منبع نوری A روی زمینه سبز در حضور اشعه ماوراء بنفش.....۵۰
شکل ۳-۲۱- تغییرات L^* نانو الیاف زیر منبع نوری A روی زمینه مشکی در حضور اشعه ماوراء بنفش.....۵۰
شکل ۳-۲۲- پراکندگی a^* - b^* نانو الیاف زیر منبع نوری D65 روی زمینه سفید بدون حضور اشعه ماوراء بنفش.....۵۱
شکل ۳-۲۳- پراکندگی a^* - b^* نانو الیاف زیر منبع نوری D65 روی زمینه سبز بدون حضور اشعه ماوراء بنفش.....۵۱
شکل ۳-۲۴- پراکندگی a^* - b^* نانو الیاف زیر منبع نوری D65 روی زمینه مشکی بدون حضور اشعه ماوراء بنفش....۵۱
شکل ۳-۲۵- نانو الیاف حاوی ۱ درصد پلیمر ساطع کننده نور(a)زیر منبع نوری D65، (b) زیر اشعه ماوراء بنفش.....۵۲
شکل ۳-۲۶- نانو الیاف حاوی ۱۰ درصد پلیمر ساطع کننده نور(a)زیر منبع نوری D65،(b) زیر اشعه ماوراء بنفش.....۵۲
شکل ۳-۲۷- نانو الیاف حاوی ۳۰ درصد پلیمر ساطع کننده نور(a)زیر منبع نوری D65، (b) زیر اشعه ماوراء بنفش....۵۲
شکل ۳-۲۸- طیف سنجی مادون قرمز نانو الیاف پلی متیل متاکریلات خالص و حاوی پلیمر ساطع کننده نور.....۵۳

فهرست جداول

جدول ۱-۱- طبقه بندی انواع لومینسانس.....۶

جدول ۲-۱- مشخصات حلال های به کار رفته.....۳۳

جدول ۲-۲- مشخصات مواد شیمیایی به کار رفته.....۳۳

جدول ۲-۳- مشخصات فیزیکی PFO.....۳۴

جدول ۲-۴- روش تهیه محلول‌های ریسندگی.....۳۶

جدول ۳- ۱- شرایط بهینه الکتروریسی.....٤٠

جدول ۳-۲- مقادیر ΣR^{2} برای ۲مرتبه تکرار آزمایش.....۴۵

چکیده:
در این تحقیق خواص نوری و رنگی پلیمرهای ساطع کننده نور مورد بررسی قرار گرفته است. پلیمرهای ساطع کننده نور پلیمر-هایی هستند که به هنگام اعمال ولتاژ از خود نور منتشر می کنند. پیشرفت‌های اخیر در زمینه پلیمرهای ساطع کننده نور به علت کشف پلیمرهای کانژوگه بوده است، که آن نوعی از پلیمرهای فلورسنت است که توسط یک جریان الکتریکی نور را منتشر می‌کنند. در فرایند فلورسانس، الکترون‌های ماده پلی فلورسانس که در شرایط معمول در تراز انرژی پایه به سر می برند، با گرفتن انرژی از یک منبع مشخص به ترازهای پر انرژی برانگیخته می شوند. در بازگشت الکترون‌های ماده از حالت بر انگیخته به حالت پایه، انرژی برانگیختگی به صورت نور منتشر می‌شود. در این تحقیق هدف تولید نانو الیاف پلیمری است که بتواند در ناحیه آبی از خود نور منتشر کنند. در راستای رسیدن به این هدف ابتدا پلیمر پلی متیل متاکریلات را با نسبت‌های مختلف از پلیمر پلی فلورسانس ساطع کننده نور در ناحیه آبی، ترکیب و در مخلوط حلال تترا هیدرو فوران و دی متیل فرمامید کاملا حل کرده و در شرایط بهینه الکتروریسی گردید. سپس روی الیاف بدست آمده آزمون‌های اسپکتروفوتومتری، انعکاس طیفی، میکروسکوپ الکترونی روبشی و طیف سنجی مادون قرمز انجام شد و نتایج با یکدیگر مقایسه شد. نتایج بدست آمده مؤید این موضوع است که با افزایش درصد پلیمر پلی فلور سانس قطر الیاف افزایش یافته است. با افزایش درصد پلیمر پلی فلور سانس ساطع کننده نور آبی در ترکیب‌ها میزان انعکاس نور هم در حضور اشعه ماوراء بنفش و هم در غیاب اشعه ماوراء بنفش در ناحیه آبی افزایش یافت. هم چنین نتایج طیف سنجی مادون قرمز گویای این مطلب است که هیچ‌گونه واکنشی بین پلی متیل متاکریلات و پلیمر ساطع کننده نور انجام نشده است.
کلمات کلیدی: پلیمرهای ساطع کننده نور، الکتروریسی، انعکاس طیفی، میکروسکوپ الکترونی روبشی، طیف سنجی مادون قرمز .

فصل اول
کلیات

۱-۱- مقدمه

آیا تاکنون تصور داشتن یک لباس که از صفحه نمایش ساخته شده است را داشته‌اید؟ آیا تصور یک تلویزیون با کیفیت بالا، با ضخامت کمتر از یک چهارم اینچ، با مصرف برق بسیار کمتری از تلویزیون‌هایی با ۸۰ اینچ عرض، را داشته‌اید؟ که پس از تماشای اخبار در تلویزیون، آن‌را مانند یک دستمال بزرگ جمع کرده و داخل کیف قرار دهید و در اتوبوس یا قطار آن را از کیف خارج کنید و آخرین اخبار از بازار سهام در شبکه های تلوزیونی را جویا شوید یا برای به‌روز رسانی اطلاعات در عرض چند ثانیه نقشه یا کیفیت بالا که توسط ماهواره برداشت شده‌است را ببینید [۱]؟ در حال حاضر ۴۰ میلیارد دلار در بازار صفحات نمایش، برای LCD[۱] ها (استاندارد در لپ تاپ) و CTR[۲] ها (استاندارد در تلویزیون) و دستگاه‌های نمایش ساطع کننده نور LEP[۳] تمام رنگ که کارآمدتر، روشن‌تر و ساده‌تر برای تولید می‌باشند، در حال گردش است. بنابراین انتظار می‌رود که مواد آلی ساطع کننده نور فناوری‌های قدیمی‌تر از صفحات نمایش، مانند دیسک‌های فشرده و نوار کاست را به بایگانی بفرستند [۲]. این دستگاه‌ها در آینده‌ای نزدیک با کمک از OLED[۴] ها به بازار عرضه خواهند شد. OLED دستگاه الکترونیکی است که با قرار دادن یک سری از لایه‌های نازک آلی بین دو هادی ساخته شده است، وقتی جریان الکتریکی برقرار شود، نور ساطع خواهد شد. این فرایند الکتروفسفرسنس[۵] نامیده می‌شود. تولید نور در این دستگاه‌ها بسیار شبیه LED هاست، با این تفاوت که بارهای مثبت و منفی در ترکیبات آلی سریع‌تر از نیمه هادی‌های کریستالی جاری می‌شوند. آن‌ها در سراسر ناحیه مرئی، فرابنفش و مادون قرمز از خود طول موج منتشر می‌کنند [۳]. درک فیزیکی و شیمیایی خواص این مواد جدید

---

[۱] Liquid Crystal Device
[۲] Cathod Radiation
[۳] Light Emitting Polymers
[۴] Organic Light Emitting Diodes
[۵] Electro Phosphourescence

به‌عنوان دستگاه‌های جدید الکترونیکی و الکترونیک نوری، منجر به تولید دیود، ترانزیستور[۱]، LED های پلیمری، لیزر و سلول‌های خورشیدی شده‌است [۴]. برای اجرای این برنامه‌ها، امکان قرارگیری مواد ساطع کننده نور در الیاف بسیار مهم و قابل بررسی است. الکتروریسی[۲] جزء روش‌های جذاب برای ساخت نانوالیاف پلیمری حاوی مواد ساطع کننده نور است [۵،۳]. هم‌چنین لایه فعال پلیمرLED را می‌توان با استفاده از روش‌های پوشش دهی ساده، مانند چرخش پوششی[۳] آماده نمود. در حال حاضر امکان تولید صفحاتی با ضخامت ۱ میلیمتر با قابلیت نمایش رنگ‌های زیادی امکان‌پذیر است. روشنایی بالا را می‌توان در مصرف برق پایین و با عمر طولانی بیش از ۳۰۰۰۰ ساعت به دست آورد. تولید آن‌ها از طریق فرایند چاپ جوهر افشان[۴] نیز ممکن است. در این روش، محلول‌های پلیمری قرمز، سبز و آبی رنگ به مناطق مشخصی در بستر پرتاب شده و یکنواختی ضخامت فیلم به وسیله چندین مرتبه عبور با سرعت کم و با کنترل جریان در هر نازل بدست می‌آید [۶].

در حال حاضر انواع محصولات پیشرفته نوری و الکترونیکی بر اساس پلیمرهای ساطع کننده نور مانند دیودها، ترانزیستورهای فیلم نازک، سلول‌های فتوولتائیک، حسگرها، لیزرهای پلاستیکی، و سیستم های نوری غیر خطی در بازار موجود هستند. با این حال، انتظار می‌رود در آینده این پلیمرها برای یک نسل کاملا جدیدی از دستگاه‌هایی با هزینه فوق العاده کم، سبک وزن و دستگاه‌های الکترونیکی قابل انعطاف مثل نمایشگرهای پوشیدنی با ویژگی‌های تعاملی، استتار و غیره استفاده شوند [۷،۱].

۱-۲- پیشینه پلیمر

پلیمرها از قطعات کوچکتر زنجیره‌ای به نام مونومر ساخته شده‌اند. پلیمرها در انواع بسیاری اعم از بسیار ساده (الگوهای تکراری از یک زنجیره‌ی مونومر) تا الگوهای مولکولی تا حدودی پیچیده تر در کوپلیمرها[۵] (پلیمرهای متشکل از دو یا چند مونومر شیمیایی) وجود دارد. کو پلیمرها را به روش‌های گوناگون می‌توان تهیه نمود:

الف) پلیمرهای بلوک[۶] که در آن بخش‌های بزرگی در طول زنجیره تکرار می‌شوند؛

ب) پلیمرهای پیوندی[۷] که در آن یک پلیمر دیگر به عنوان یک زنجیره جانبی متصل شده است؛

ج) پلیمرهای تصادفی[۸] که در آن واحدهای مونومر مختلف تصادفی به صورت زنجیره پلیمری، کنار هم قرار می‌گیرند [۸]؛

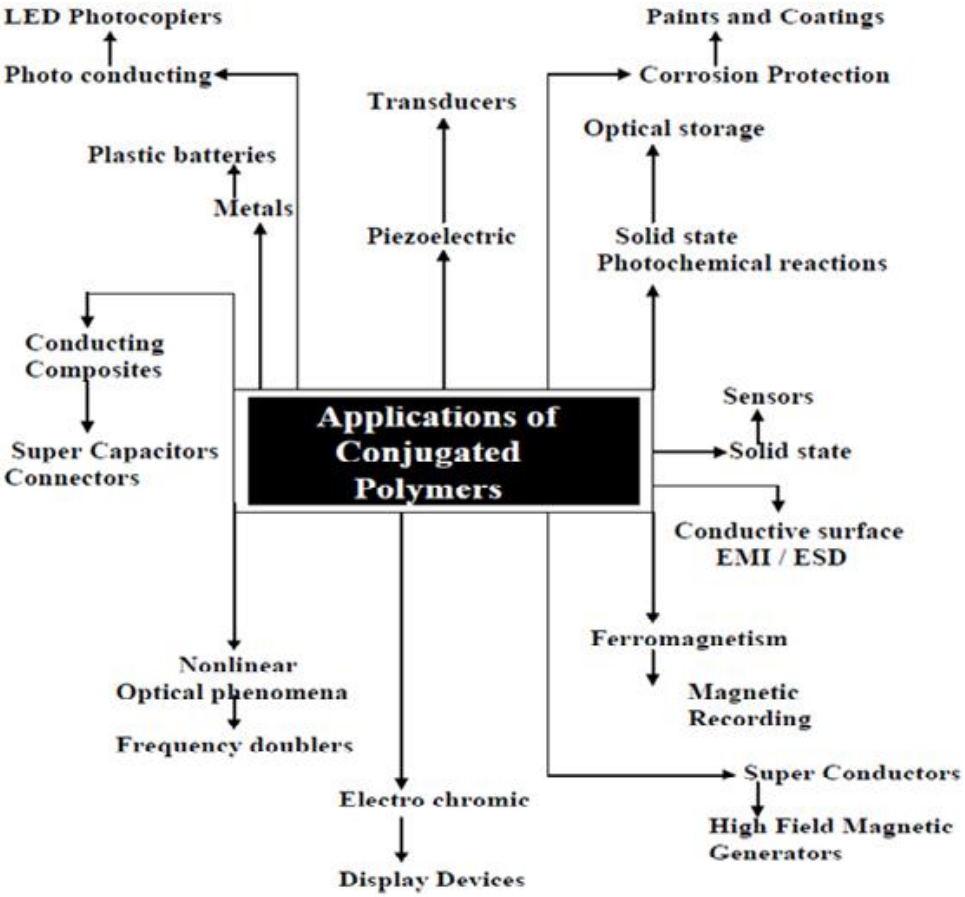
د) یکی از کلاس‌های مهم کوپلیمرها، پلیمر کانژوگه[۹] است. پلیمرهای کانژوگه مولکول‌های آلی هستند که حداقل دارای یک زنجیره متناوب دو و تک پیوندی باشند. آنها خواص نیمه هادی خود را از عدم استقرار الکترون‌های پیوند π در طول زنجیره پلیمر دارند [۹]. خواص قابل توجهی را می‌توان با گنجاندن گروه کاربردی و همچنین جایگزینی اسکلت پلیمرها با گروه های آلکوکسی و آلکیل تغییر داد [۱۰،۱۱]. توصیف ما از پلیمرهای ساطع کننده نور محدود به کلاس منحصر به فردی از مولکول‌های آلی آروماتیک است که رفتار نیمه هادی و ساطع کردن نور را در

---

[۱] Transistor
[۲] Electro Spining
[۳] Spin Coating
[۴] Ink Jet Printing
[۵] CoPolymer
[۶] Block Polymer
[۷] Graft Polymer
[۸] Random Polymer
[۹] Conjugate Polymer

زمانی که تحریک الکتریکی دارند، نشان می‌دهند. در نتیجه، هنگامی که توسط اشعه ماوراء بنفش تحریک می‌شوند روشنایی الکتریکیشان[1] بخوبی روشنایی نوری[2] آنها است [۱۲].

پلیمرهای مزدوج با میزان زیاد الکترون غیر مستقر π در حالت برانگیخته خود به عنوان فلزات آلی و در حالت خنثی و غیر برانگیخته، به عنوان مواد نیمه هادی رفتار می‌کنند. بسیاری از پلیمرهای پایه، روشنایی نوری قوی در محدوده مرئی و نزدیک مادون قرمز نشان می‌دهند. تغییر بین حالات پایه و برانگیخته باعث تغییرات در تعدادی از خواص پلیمر ساطع کننده نور از قبیل حجم پلیمر، جذب رنگ و برگشت پذیری روشنایی نوری می‌شود. این تغییرات کنترل شده استفاده از پلیمرهای ساطع کننده نور را برای سامانه‌های مختلف فراهم کرده است [13]. در شکل ۱-۱ تعدادی از کاربردهای پلیمرهای کانژوگه نشان داده شده است [2].



شکل ۱-۱- کاربرد پلیمرهای کانژوگه [2]

۱-۳- رسانایی الکتریکی و جابجایی بار در پلیمرهای مزدوج

بررسی ساختار درونی یک هادی الکتریکی از طریق حامل‌های بار که در سراسر یک فیلم پلیمری کانژوگه قابل جریان هستند امکان‌پذیر است. در این حالت، فعل و انفعالات به عنوان انتقال الکترون از یک بخش شارژ از زنجیره

[1] EL:Electro Luminescent
[2] PL:Photo Luminescent

پلیمر به بخش خنثی از زنجیره‌ی مجاور اتفاق می‌افتد. بنابراین هدایت الکتریکی در پلیمرهای کانژوگه به شدت مربوط به آرایش فیزیکی مولکول‌ها در حالت جامد است. هر دو عامل موقعیت و جهت گیری مولکول‌ها نسبت به یکدیگر در این حالت مهم است. در حمل و نقل بار درون و بین زنجیرهای پلیمری انرژی ارتعاشی اتم نقش مهمی دارد. بنابراین، با افزایش دما، انرژی جابجایی از باند ظرفیت به باند هدایت به دلیل پراکندگی فوتون بیشتر، کاهش می‌یابد. در مکانیزم جابجایی بار از باند ظرفیت به باند هدایت، حامل‌های بار بین زنجیرهای موضعی با توجه به انرژی باند گپ حرکت می‌کنند [۱۳].

۱-٤- معرفی فرآیندهای لومینسانس و فوتولومینسانس

نور یکی از صورت‌های انرژی است. از آنجا که برای تولید نور، شکل دیگری از انرژی باید صرف شود، دو راه عمده برای آن وجود دارد: فرآیند التهاب[۱] و فرآیند لومینسانس[۲].

در فرایند التهاب، نور از انرژی گرمایی تولید می‌شود. زمانی که جسمی تا دماهای بالا حرارت داده می‌شود شروع به درخشیدن می‌کند. التهاب، نور قرمز ساطع شونده از فلزی است که در کوره یا شعله قرار داده شده است. نور سفید حاصل از لامپ های معمولی نتیجه حرارت دادن رشته تنگستن درون آن‌ها است. نور حاصل از خورشید و ستارگان نیز به دلیل فرایند التهاب ساطع می‌گردد. در فرایند لومینسانس، الکترون‌های ماده هدف که در شرایط معمول در حالت یا تراز انرژی پایه به سر می‌برند، با گرفتن انرژی از یک منبع مشخص به حالت‌های پر انرژی تر برانگیخته می‌رود. در بازگشت الکترون‌های ماده از حالت برانگیخته به حالت پایه، انرژی برانگیختگی به صورت نور (انرژی فوتون ها) نشرمی‌شود. به طور معمول (به جز در موارد خاص) انرژی برانگیختگی به دلیل دخالت برخی از انتقالات درون مولکولی (یا اتمی) از جمله اتلاف انرژی به صورت گرمایی، از انرژی نور نشر شده بیشتر است. از آن جهت که فرآیند لومینسانس نیازمند دماهای بالا نبوده و در دماهای معمول و نسبتا پایین اتفاق می‌افتد، به نور ساطع شده، نور سرد هم گفته می‌شود [۱۴].

فلورسانس یکی از انواع فوتولومینسانس است که در آن اتم‌ها یا ملکول‌ها امواج الکترومغناطیس را جذب کرده، برانگیخته می‌شوند و در بازگشت به حالت پایه نیز، انرژی اضافی خود را در قالب فوتون از دست می‌دهند. فلورسانس اتمی شامل نشر نور از توده ای بخاری شکل شامل ماده به صورت اتمی است که به وسیله جذب فوتون تحریک شده است. طول موج نور نشر شده از ویژگی های مشخصه اتم مورد نظر است. در مورد فلورسانس، مدت زمانی که گونه در حالت برانگیخته است بسیار کوتاه است و نشر نور بلافاصله بعد از برانگیختگی اتفاق می‌افتد. در صورتی که مدت زمان نشر نور بعد از برانگیختگی طولانی‌تر شود به این نوع لومینسانس، فسفرسانس[۳] گفته می‌شود. با توجه به اینکه تغییر اسپین مستلزم صرف زمان است، بنابراین فسفرسانس طول عمر بیشتری دارد [۱۵].

لومینسانس فرایند نشر نور از حالت‌های برانگیخته الکترونی است. بسته به اینکه برانگیختگی توسط چه منبع انرژی صورت گرفته باشد، لومینسانس انواع مختلف دارد. در فوتولومینسانس که یکی از پرکاربرد ترین انواع لومینسانس است، برانگیختگی توسط فوتون نور انجام می‌شود. فلورسانس و فسفرسانس از انواع فوتولومینسانس می‌باشند [۱۶].

---

[۱] Incandescence
[۲] Luminescence
[۳] Phosphourescence

۱-۵- انواع لومینسانس

از یک دیدگاه، لومینسانس به دو دسته مولکولی و اتمی تقسیم بندی می‌شود. در لومینسانس اتمی، نشر نور از اتم ها و در لومینسانس ملکولی از ملکول‌ها صورت می‌گیرد. لومینسانس ملکولی به دو دسته طبقه بندی می‌شود:

الف) بر اساس نوع منبع انرژی مورد استفاده برای برانگیخته کردن ملکول؛

ب) نوع حالت برانگیخته .

انواع مختلف لومینسانس در جدول ۱-۱ خلاصه شده است [۱۶].

جدول ۱-۱- طبقه بندی انواع لومینسانس [۱۶]

انرژی تحریک	نوع لومینسانس
جذب نور مرئی- فرا بنفش	فوتو لومینسانس[۱]
انرژی واکنش شیمیایی	شیمی لومینسانس[۲] ،بیو لومینسانس[۳]
باز ترکیب یون فعال شده به شیوه گرمایی	ترمولومینسانس[٤]
تزریق بار	الکترولومینسانس[٥]
انرژی نور یا ذرات پر انرژی	رادیولومینسانس[٦]، کاتدولومینسانس[۷] لومینسانس[۷]
اصطکاک	تریبولومینسانس[۸]
انرژی امواج صوتی	سونولومینسانس[۹]
واکنش‌های اکسایش/کاهش ناهمگن	الکتروشیمی‌لومینسانس[۱۰]

۱-٦- انواع فلورسانس

فلورسانس به دو دسته اتمی و ملکولی تقسیم می‌شود. در فلورسانس اتمی، نشر نور از اتم‌های برانگیخته و در فلورسانس ملکولی از ملکول‌های برانگیخته صورت می‌گیرد. فلورسانس اتمی به پنج دسته تقسیم بندی می‌شود: فلورسانس رزونانسی[۱۱]، فلورسانس خطی مستقیم[۱۲]، فلورسانس خطی گام به گام[۱۳]، فلورسانس حساس شده[۱٤] و فلورسانس با فوتون‌های چندگانه[۱٥] [۱۵].

---

[۱] Photoluminescence
[۲] Chemiluminescence
[۳] Bioluminescence
[٤] Termoluminescence
[٥] Electroluminescence
[٦] Radioluminescence
[۷] Cathodoluminescence
[۸] Triboluminescence
[۹] Sonoluminescenc
[۱۰] Electrochemiluminescence
[۱۱] Resonance Fluorescence
[۱۲] Direct-Line Fluorescence
[۱۳] Stepwise-Line Fluorescence
[۱٤] Sensitized Fluorescence
[۱٥] Multiphoton Fluorescence