بیست و یکمین کنفرانس اپتیک و فوتونیک ایران
و هفتمین کنفرانس مهندسی و فناوری فوتونیک ایران
۲۳ تا ۲۵ دی ماه ۱۳۹۳، دانشگاه شهید بهشتی

# ساخت و بررسی دیود نورگسیل آلی با استفاده ازنانوساختارهای بر پایه‌ی $Alq_3$

سینا مدیری[۱]، محسن محسنی[۱*]، عزالدین مهاجرانی[۲] و محسن کوهکن[۲]

۱ دانشکده مهندسی پلیمر و رنگ، دانشگاه صنعتی امیرکبیر، تهران، ایران
۲ پژوهشکده لیزر و پلاسما، دانشگاه شهید بهشتی، تهران، ایران

**نویسنده مسئول:** *mmohseni@aut.ac.ir*

**چکیده – در این مقاله نانوساختارهای بر پایه $Alq_3$ به عنوان لایه نورگسیل با استفاده از روش لایه نشانی چرخشی در ساختار OLED مورد استفاده قرار گرفته و خواص نورگسیلی و جذب و انتشار آن ها مورد بررسی قرارگرفته است. نتایج به دست آمده حاکی از ایجاد سلول نورگسیل با ایجاد نور در ناحیه آبی تر (انتقال ماکزیمم گسیل نور به سمت طول موج های کمتر) نسبت $Alq_3$ معمولی با خواص نوری قابل توجه می باشد که این تغییر طول موج ماکزیمم تابش را می توان به گروه های جانبی متصل به ساختار $Alq_3$ نسبت داد. بنابراین در این ساختار دو پدیده نوع اعمال لایه نورگسیل و تغییر رنگ در مقایسه با $Alq_3$ معمولی ایجاد گردیده است.**

کلید واژه- انتقال به طول موج آبی، دیود نورگسیل آلی، لایه نشانی چرخشی، نانوساختار بر پایه $Alq_3$.

# Manufacturing and studying of organic light emitting diode based on $Alq_3$ nanostructure

Sina Modiri[1]. Mohsen Mohseni[1*], Ezzedin Mohajerani[2], Mohsen Kouhkan[2]

1. Department of Polymer Engineering and Color Technology, Amirkabir University of Technology, Tehran, Iran
2. Laser and Plasma Research Institute, Shahid Beheshti University, Tehran, Iran
*Corresponding author: mmohseni@aut.ac.ir

Abstract- In this paper nanostructure $Alq_3$ were used as emitting layer with spin coating deposition method in OLED devises. Light emitting and photo luminescent properties of samples were studied. Results showed emitting diode were produced with maximum intensity of absorption and emission wavelength were shifted to blue region (shorter wavelengths) in comparison to common $Alq_3$ with significant optical properties that this change in maximum emitted wavelength is produced because of side groups where attached to $Alq_3$ structure. So in this structure layer deposition method and color tuning is changed in comparison to common $Alq_3$.

Keywords: Blue shift, OLED, Spin coating, Nanostructure $Alq_3$.

[ Downloaded from www.opsi.ir on 2026-11-04 ]



این مقاله در صورتی دارای اعتبار است که در سایت www.opsi.ir قابل دسترسی باشد.

## ۱- مقدمه

دیودهای نورگسیل آلی ( Organic Light Emitting Diode, OLED) با توجه به مزایای فراوان از جمله هزینه ساخت پایین، کاربرد با کمترین مصرف انرژی، سازگاری با محیط زیست و ... ، حجم بسیار بالایی از تحقیقات را به خود اختصاص داده است [۱]. ساختارهای OLED به صورت لایه های نازک که به صورت ساندویچی بین آند و کاتد قرار می گیرند، به دست می آید. برای لایه نشانی این لایه ها معمولا از دو روش استفاده می گردد [۲]: روش اول لایه نشانی چرخشی (spin coating) می باشد که از این روش برای لایه نشانی پلیمرها و مواد آلی استفاده می شود که حلالیت مناسبی درحلال های شیمیایی داشته باشند؛ روش دوم لایه نشانی، روش تبخیری (PVD) می باشد که از این روش برای لایه نشانی فلزات و موادی استفاده می گردد که حلالیت بسیار پایینی دارند[۳].

یکی از مهمترین لایه ها در دیودهای نورگسیل آلی، لایه نورگسیل می باشد که تحقیقات فراوانی در ارتباط با تغییر طیف تابشی و همچنین تسهیل فرایند لایه نشانی بر روی این لایه انجام می پذیرد [۴ و ۵]. در این میان tris(8-hydroxyquinoline)aluminium ($Alq_3$) با توجه به خواص نورگسیلی مناسب و قابلیت هایی که دارد کاربردهای فراوانی یافته است. یکی از بزرگترین محدودیت های $Alq_3$ اعمال آن به روش تبخیری است که ناشی از حلالیت بسیار پایین آن می باشد. همچنین کار بر روی آن برای جابجایی طول موج ماکزیمم گسیل به سمت ناحیه آبی نیز از کارهای گزارش شده است [۶-۸]. در این پروژه نانوساختارهای $Alq_3$ با روش لایه نشانی چرخشی اعمال گردیده و خواص نورگسیلی آن در ساختار دیود نورگسیل آلی مورد بحث و بررسی قرار گرفته است.

## ۲- بخش تجربی

### ۲-۱ مواد و روش سنتز

مواد اولیه و حلال های مورد نیاز برای سنتز این ساختارها از درجه‌ی آزمایشگاهی بوده و از شرکت های Merck و Wacker تهیه گردیدند.

روش سنتز نانوساختارهای $Alq_3$ در مقاله دیگر مورد بحث قرار گرفته است و در آن به صورت کامل توضیح داده شده است و آزمون های شیمیایی و مورفولوژیکی کاملا توضیح داده شده است. به صورت خلاصه، گروه سولفونیک اسید ۸-هیدروکسی کوینولین ۵-سولفونیک اسید به گروه $SO_2Cl$ تبدیل شده و سپس سیلان آمین دار به آن متصل می گردد. پس از تبدیل این ترکیب به $Alq_3$ عامل دار شده در حضور یون آلومینیوم، در نهایت این ترکیب در به یک نانوساختار ایزوسیانات سیلان متصل گردیده و بدین صورت نانوساختارهای $Alq_3$ که به صورت محلول می باشند آماده لایه نشانی می گردند. پس از لایه نشانی در آون به مدت یک ساعت در دمای ۱۴۰ درجه سانتیگراد قرار می گیرند تا واکنش پخت (تراکم) انجام پذیرد.

### ۲-۲ تهیه دیود نورگسیل آلی

برای تهیه دیود نورگسیل آلی از ساختار لایه ای زیر استفاده می گردد:

ITO/PEDOT:PSS/PVK/$Alq_3$ nanosructure/PBD/Ag

که در آن ITO نقش آند شفاف را خواهد داشت. از PEDOT:PSS و PVK هر کدام به ضخامت ۴۰ نانومتر به عنوان لایه تزریق کننده و انتقال دهنده حفره استفاده گردید. نانوساختارهای $Alq_3$ به عنوان لایه نورگسیل با ضخامت ۴۰ نانومتر و PBD با نقش انتقال دهندگی الکترون با ضخامت ۳۰ نانومتر اعمال گردیدند. تمامی لایه هایی که تاکنون ذکر گردید با روش لایه نشانی چرخشی اعمال شده اند. در نهایت برای لایه نشانی کاتد از روش لایه نشانی تبخیری برای اعمال فلز نقره با ضخانت ۱۲۰ نانومتر و با سرعت لایه نشانی ۰/۵ انگستروم بر ثانیه استفاده شد. ذکر این نکته لازم است که سطح ITO قبل از شروع فرایندهای لایه نشانی به ترتیب با آب، شوینده، دی کلرومتان، آب مقطر و استن شستشو داده شد تا از هرگونه آلودگی عاری گردد.

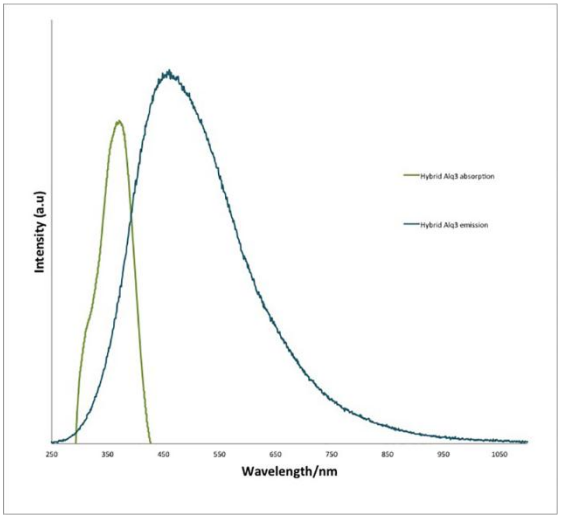
## ۳- نتایج و بحث

منحنی جذب و انتشار نور در نمونه نانو ساختار $Alq_3$ در شکل ۱ نشان داده شده است. همانگونه که در این شکل مشاهده می گردد این ساختارها به ترتیب ماکزیمم جذب و انتشاری در طول موج های ۳۷۰ و ۵۰۹ نانومتر از خود



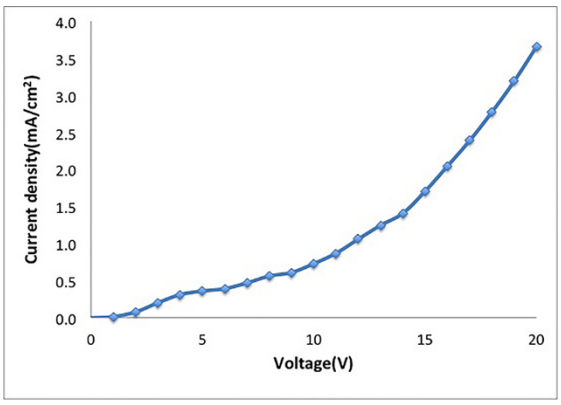
[ Downloaded from www.opsi.ir on 2026-11-04 ]

نشان می دهند که نسبت به $Alq_3$ پودری حدود ۲۰ نانومتر به طول موج های پایین تر انتقال پیدا کرده است. دلیل این شیفت آبی را باید در وجود گروه کشنده $SO_2$ بر روی حلقه فنیل در ساختار کوینولین در نانوساختار $Alq_3$ دانست.



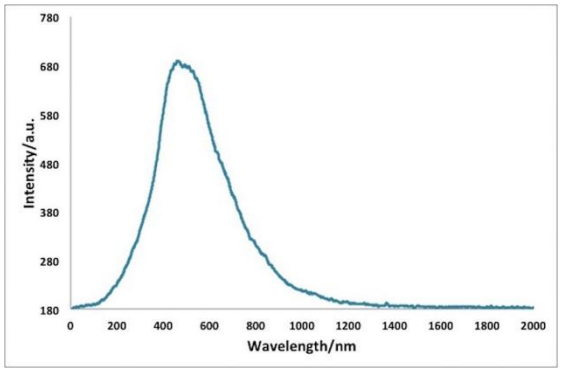

شکل ۱: منحنی جذب و انتشار نانوساختارهای $Alq_3$.

برای بررسی رفتار ساختارهای دیودی به دست آمده از منحنی جریان ولتاژ استفاده گردید که در شکل ۲ نشان داده شده است. همانطور که در این شکل دیده می شود رفتار نمونه های تهیه شده کاملا دیودی بوده و بنابراین انتقال الکترون و حفره به صورت مناسب در دیودها صورت می گیرد. بر طبق اطلاعات شکل ۲ دیودها در حدود ۴ ولت شروع به رفتار دیودی می کنند و انتظار می رود که در همین ولتاژ به بالا شروع به گسیل نور کنند.




شکل ۲: منحنی جریان بر حسب ولتاژ برای دیود ساخته شده.

برای بررسی خواص نوردهی دیودهای تهیه شده نمودار شدت نور تابش شده بر حسب طول موج (شکل ۳) مورد بررسی قرار می گیرد. همانگونه که مشاهده می شود نور گسیل شده در ولتاژ ۱۹ ولت در طول موج ماکزیمم ۵۱۰ نانومتر می باشد. بنابراین در مورد نور گسیل شده نیز مانند نمودارهای فتولومینسانس می توان انتقال طول موج ماکزیمم را در حدود ۲۰ نانومتر و به سمت ناحیه آبی (طول موج های پایین تر) مشاهده کرد. این انتقال را باید به گروه های شیمیایی متصل به ساختار $Alq_3$ در نانوساختار مرتبط دانست که باعث تغییر خواص طیفی نمونه ها می گردد. این تغییر به سمت ناحیه آبی می تواند کاربردهای بسیار زیادی در تحقیقات آتی جهت دسترسی به دیودهای با نور آبی و یا سفید داشته باشد.




شکل ۳: نمودار شدت نور تابش شده از دیود نورگسیل آلی بر حسب طول موج

## ۴- نتیجه گیری

دیودهای نورگسیل آلی با استفاده از نانوساختارهای بر پایه $Alq_3$ ساخته شد. از این نانوساختارها به عنوان لایه نورگسیل استفاده گردید. ویژگی بارز این لایه اعمال آن به روش لایه نشانی چرخشی می باشد که در مقایسه با روش لایه نشانی $Alq_3$ معمولی که توسط روش لایه نشانی تبخیری لایه نشانی می گردد مزایای زیادی از جمله هزینه کمتر و کنترل های آسان تر خواهد داشت. مزیت بزرگ دیگر این دیودها جابجایی طول موج ماکزیمم آن ها به سمت طول موج های کمتر می باشد که این امر قابلیت های بسیاری برای این خانواده از مواد برای ساخت



[ Downloaded from www.opsi.ir on 2026-11-04 ]

دیودهایی با نور آبی و یا سفید ایجاد می نماید.

## مراجع

[1] Sasabe, H. and J. Kido, *Development of high performance OLEDs for general lighting.* **J. Mater. Chem. C**, 1 (2013) 1699-1707.

[2] Thejo Kalyani, N. and S. Dhoble, *Organic light emitting diodes: Energy saving lighting technology—A review.* **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, 16 (2012) 2696-2723.

[3] El-Nahass, M., A. Farid, and A. Atta, *Structural and optical properties of Tris (8-hydroxyquinoline) aluminum (III)($Alq_3$) thermal evaporated thin films.* **Journal of Alloys and Compounds**, 507 (2010) 112-119.

[4] Cölle, M., et al., *Preparation and Characterization of Blue-Luminescent Tris (8-hydroxyquinoline)-aluminum ($Alq_3$).* **Advanced Functional Materials**, 13 (2003) 108-112.

[5] Pohl, R. and P. Anzenbacher, *Emission color tuning in $AlQ_3$ complexes with extended conjugated chromophores*. **Organic letters**, 5 (2003) 2769-2772.

[6] Shoji, E., et al., *Immiscible polymers in double spin-coated electroluminescent devices containing phenyl-substituted tris (8-hydroxyquinoline) aluminum derivatives soluble in a host polymer*. **Journal of Polymer Science Part A: Polymer Chemistry**, 41 (2003) 3006-3016.

[7] Duvenhage, M., O. Ntwaeaborwa, and H. Swart, *UV exposure and photon degradation of Alq3 powders.* **Physica B: Condensed Matter**, 407 (2012) 1521-1524.

[8] Heiskanen, J.P. and O.E. Hormi, *Absorption and photoluminescence properties of 4-substituted $Alq_3$ derivatives and tris-(4-hydroxypyridinoanthrene) aluminum.* **Tetrahedron**, 65 (2009) 8244-8249.

[ Downloaded from www.opsi.ir on 2026-11-04 ]