

# بهبود کارایی OLEDها و سلول‌های خورشیدی با استفاده از نانوذرات نقره

فائزه مردانی، نازنین عباسی، معراج رجائی

دانشگاه فنی و حرفه‌ای شریعتی تهران

تهران، ایران

f.mardani.2000@gmail.com

بهبود بازده‌شان می‌باشد. کار بر روی مواد در OLEDها و سلول‌های خورشیدی دارای اهمیت ویژه‌ای است زیرا در اکثر اوقات برای بهینه کردن ساختار به لایه‌هایی از مواد متفاوتی با خصوصیات متفاوتی نیاز است. در دیودهای آلی و سلول‌های خورشیدی به دلیل ساختاری که دیگر در آن محدودیت‌های شکل بلوری وجود ندارد و می‌تواند بی‌نظم باشد شرایط کنترل پارامترها بیشتر همراه با سنتز مواد پیش‌بینی می‌شود. دو ویژگی مهمی که در سنتز این ساختارها مورد توجه قرار می‌گیرد یکی خصوصیات نوری از قبیل شدت نورگسیلی، ناحیه گسیلی و پهنای طیف است و دیگری ویژگی الکتریکی است. لذا تحقیقات بر روی مواد در دو زمینه ویژه، یکی بر روی موادی که نقشی غیراز گسیل نور دارند و به عبارتی نقش هدایت حامل بار را به لایه نورگسیل دارند و دیگری به ساخت مواد نوردهنده معطوف است. در این مقاله، از طریق تغییر ضخامت لایه‌های سلول، تغییر مواد مورد استفاده و همچنین با استفاده از نانوذرات نقره کارایی سلول‌های خورشیدی و OLEDها بهبود یافته است.

در این مقاله به معرفی یکی از پرکاربردترین تکنولوژی‌های نوین مدیریت انرژی با نام دیودهای آلی متصاعدکننده نور (OLED) و روش‌هایی برای بهبود کارایی این دیودها و همچنین سلول‌های خورشیدی پلیمر بیان شده است. در حال حاضر تحقیقات زیادی بر روی نانو مواد و نقش آنها در سلول‌های خورشیدی و OLED انجام شده است. در اینجا با طراحی یک سلول نمونه و قرار دادن نانوذرات نقره و تغییر ضخامت لایه‌ها، کارایی این سلول‌ها افزایش یافته است. همچنین روش‌های دیگر افزایش کارایی این سلول‌ها و روشی مناسب برای سنتز نانوذرات نقره مورد بحث قرار می‌گیرد.

واژه‌های کلیدی — سلول‌های خورشیدی؛ دیودهای نورگسیل آلی؛

نانوذرات نقره

## ۱. مقدمه

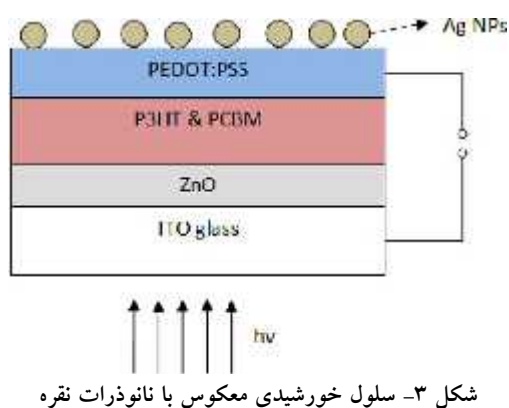
امروزه با توجه به درخواست‌های روز افزون جهانی در مورد انرژی، علاقه زیادی به استفاده از فن آوری سلول خورشیدی و همچنین تکنولوژی‌هایی مانند OLED که می‌توانند جایگزین مناسبی برای LED باشند، وجود دارد. با توجه به ساختار بسیار ساده پیکسل‌های OLED هزینه تولید بسیار پایین‌تری نسبت به LCDها دارند. همچنین به دلیل عدم نیاز به نور پیش‌زمینه پیکسل‌های OLED نسبت به LCD انرژی بسیار کمتری مصرف می‌کنند. در واقع OLEDها مدیریت مصرف انرژی بسیار بهتری نسبت به LCD دارند. اما مسئله مهم در سلول‌های خورشیدی و OLEDها

## ۲. آزمایش‌ها

### ۲.۱. ساخت OLED

دیودهای نور گسیل آلی از منابع نور جدید و جالب مطرح در صنعت نور هستند که بخش عمده‌ای از نور گسیلی آینده را در نمایشگرها و منابع نور روشنایی بر عهده خواهند گرفت. [1] ساختار پایه‌ای OLED شامل یک آند شفاف رسانا با تابع کار بالا و یک یا چند لایه از ماده آلی و یک

چرخشی با سرعت 2000rpm روی شیشه ITO قرار می‌گیرد و روی صفحه داغ  $275^{\circ}\text{C}$  به مدت 5 دقیقه گرم می‌شود. سپس فیلم روی اکسید شفاف با آب مقطر، استون و ایزوپروپانول شسته می‌شود تا مواد آلی باقی مانده از سطح آن برداشته شود ضخامت لایه روی اکسید حدود 70nm است. سپس لایه‌ی اکتیوی با قطر حدود 200nm، شامل ترکیب P3HT, PCBM (P3HT:PCBM:1:1) در  $20\text{mg/ml}$  و  $2\text{mg/ml}$  دی‌کلروبنزن، وزن 10 دقیقه حرارت داده روی ZnO قرار داده می‌شود و در  $110^{\circ}\text{C}$  برای 10 دقیقه حرارت داده می‌شود تا ورقه P3HT آمورف، شکل داده شود. بعد از آن لایه‌ی PEDOT:PSS با ضخامت حدود 100nm روی لایه پلیمر لایه نشانی چرخشی می‌شود. پس از آن عملیات حرارتی دیگری به مدت 10 دقیقه در  $120^{\circ}\text{C}$  برای خشک کردن ورقه PEDOT:PSS استفاده می‌شود. در نهایت نانوذرات نقره بر روی PEDOT تبخیر می‌شوند. مساحت فعال  $1\text{cm}^2$  می‌باشد. در این سلول خورشیدی لایه هادی PEDOT:PSS به عنوان آند عمل می‌کند. در نهایت تمام سلول خورشیدی بعد از قرار گیری نانوذرات نقره در  $150^{\circ}\text{C}$  برای 10 دقیقه حرارت داده می‌شوند تا شبکه‌ی منطقه‌ی ای بهم پیوسته فیلم نازک نقره شکل بگیرد. [3]



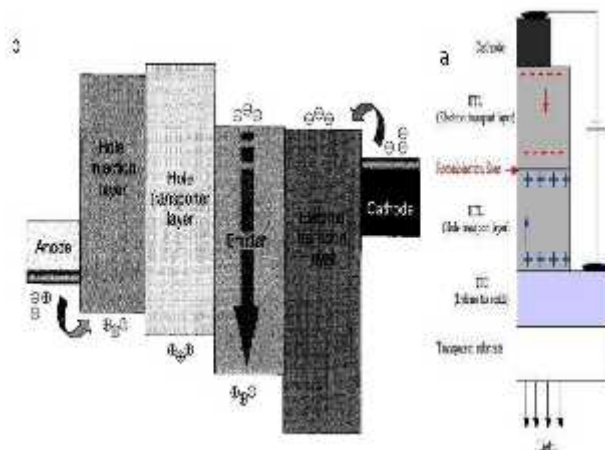
شکل ۳- سلول خورشیدی معکوس با نانوذرات نقره

### ۳. نتایج و بحث

#### ۳.۱. دیودهای نورگسیل آلی (OLED)

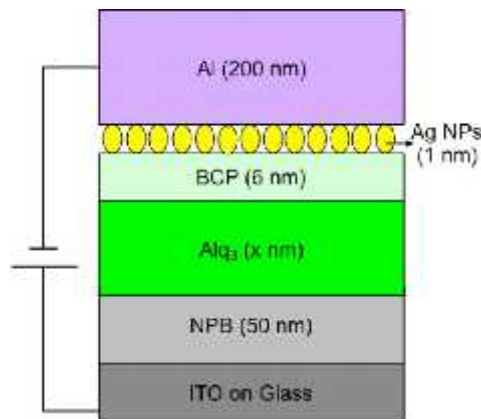
تفاوت سلول شکل ۲ با دیگر سلول های OLED قرار دادن نانوذرات نقره به وسیله تبخیر گرمایی روی لایه BCP می‌باشد که در اینجا به بررسی نقش نانوذرات در این سلول می‌پردازیم. به این منظور آزمایش‌هایی انجام شده است و نتایج آن در نمودارها و جداول ذکر شده است. در شکل 4 یک فیلم نازک نقره 1nm که با تبخیر حرارتی لایه نشانی شده نشان داده شده است. همانطور که در شکل مشخص است این ذرات با اندازه حدود ۴۰

کاتد با تابع کار پایین است. ساختار چند لایه ای آن در شکل ۱ نشان داده شده است. [2]



شکل ۱ (a) ساختار دو لایه ای وسیله، (b) ساختار چند لایه ای برای بهبود عملکرد وسیله

روش‌های مختلفی برای بهبود عملکرد OLED ها تا به امروز استفاده شده است. در شکل ۲ ساختار یک OLED نشان داده شده است. BCP, Alq3, NPB به ترتیب به عنوان لایه انتقال حفره، لایه انتشار و لایه انسداد اکسایتون، استفاده شده است. که ضخامت هر لایه بر روی شکل مشخص شده است و ضخامت لایه Alq3 نیز بین ۲۰ تا ۶۰ نانومتر متغیر است.

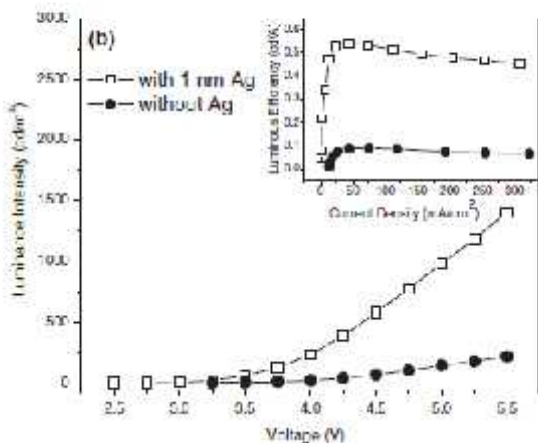
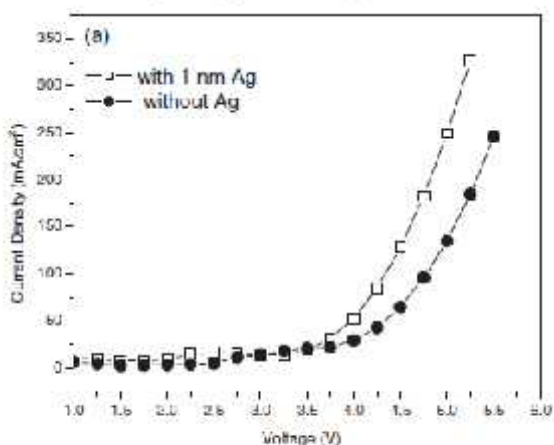


شکل ۲ - یک نمونه سلول OLED

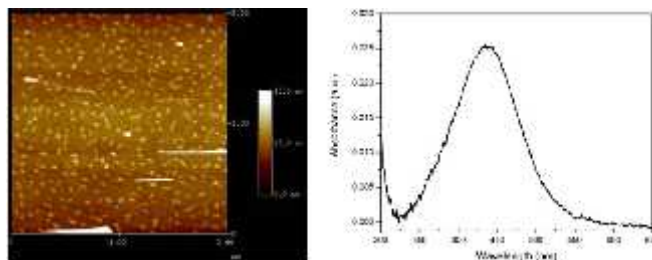
#### ۲.۲. ساخت سلول خورشیدی

یک سلول خورشیدی معکوس مانند شکل 3 با لایه روی اکسید (ZnO) روی فیلم ITO به عنوان لایه جمع کننده ی الکترون طراحی شده است. الکترو د ITO رسانا به عنوان کاتد عمل می کند. ZnO از طریق لایه نشانی

بهبود کارایی OLED ها و سلول‌های خورشیدی با استفاده از نانوذرات نقره  
 دومین کنفرانس تخصصی فناوری نانو در صنعت برق و انرژی - ۱۳۹۳ تهران، ایران



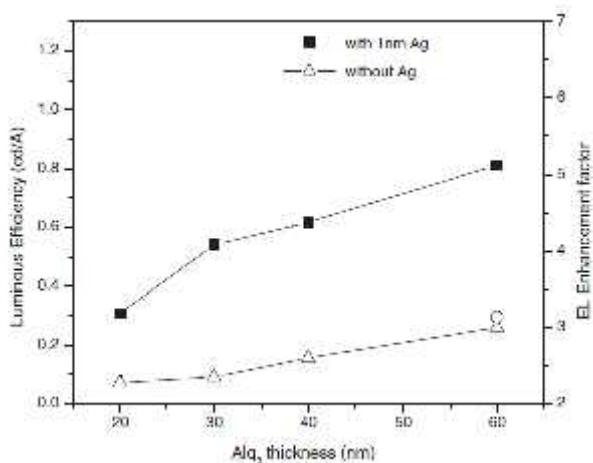
نانومتر و ارتفاع ۷ نانومتر به طور پراکنده قرار گرفته اند. این نوع قرارگیری و ترکیب باعث افزایش اثر فلئورسانس می‌شود. همانطور که در نمودار مشخص شده است حداکثر جذب در ۴۴۰nm رخ داده است که مطابق با رزونانس پلاسمون سطحی معمول نقره می‌باشد. [4-6]



شکل ۴- تصویر AFM از یک لایه 1nm نانوذرات نقره (چپ) - طیف UV-Vis لایه نانوذرات نقره (راست)

در شکل 5، منحنی J-V از OLED ها را در دو حالت (۱) با نانوذرات نقره (۲) بدون نانوذرات نقره نشان می‌دهد همانطور که در شکل 5-a مشاهده می‌کنید در ولتاژهای بالا با وجود نانوذرات نقره چگالی جریان به طور قابل توجهی افزایش یافته است. در شکل 5-b مشاهده می‌شود نانوذرات نقره ولتاژ روشن شدن را نیز کاهش داده اند. در بخشی از شکل 5-b بازده شدت روشنایی OLED نشان داده شده که به طور قابل توجهی افزایش یافته است. نانوذرات نقره باعث افزایش تزریق الکترون از کاتد به لایه های آلنی می‌شود و بازده شدت روشنایی OLED های Alq3 با ضخامت ۳۰ نانومتر را تا ۶ برابر افزایش می‌دهد. این موضوع در شکل 6 به وضوح مشخص می‌باشد. برای بررسی تاثیر ضخامت Alq3 ضخامت این لایه تغییر داده شده است. همانطور که در شکل 6 نشان داده شده است، بازده روشنایی OLED ها با افزایش ضخامت Alq3 در هر دو حالت یعنی با حضور نانوذرات نقره و بدون نانوذرات، افزایش می‌یابد. چون با کاهش ضخامت Alq3، منطقه انتشار به کاتد آلومینیوم نزدیکتر می‌شود در حقیقت وظیفه لایه Alq3 به تعادل رساندن تعداد حامل های اقلیت می‌باشد که با کاهش ضخامت این لایه انرژی اکسایتون های منتقل شده به کاتد افزایش می‌یابد که این موضوع بازده روشنایی را تضعیف می‌کند. [7]

شکل ۵ - (a) منحنی J-V از OLED ها با استفاده از نانوذرات نقره و بدون استفاده از آن با لایه Alq3 با ضخامت 30nm (b) بازده روشنایی - ولتاژ با استفاده از نانوذرات نقره و بدون استفاده از آن و در قسمتی از آن بازده روشنایی - چگالی جریان



شکل ۶ - بازده روشنایی OLED ها با استفاده از نانوذرات نقره و بدون استفاده از آن در ضخامت های مختلف Alq3

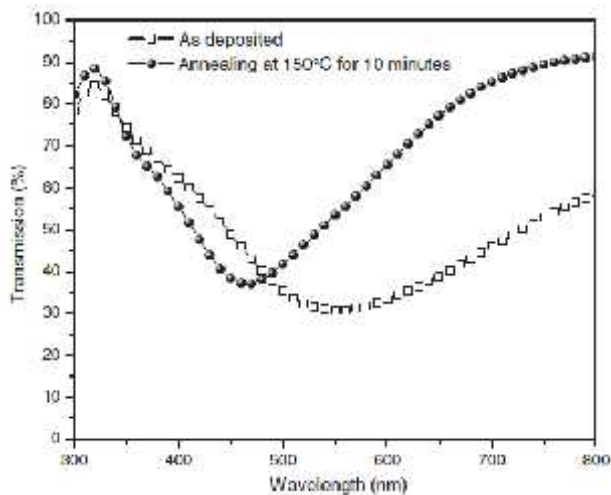
### ۳.۲. مواد بکار رفته در OLED ها

یکی از معایب Alq3 که در این سلول استفاده شده است اکسید شدن این مولکول در مجاورت آب می‌باشد که البته وقتی با پورفیرین‌ها آلائیده شود تا حدودی این موضوع برطرف می‌شود اما می‌توان از PVK:PBD به یک نسبت استاندارد به میزان 100:40 درصد وزن نیز استفاده شود. این ترکیب یک محیط دوقطبی از دو ماده انتقال دهنده حفره (PVK) و انتقال دهنده الکترون (PBD) ایجاد می‌کند. اولی پلیمر و دومی مولکول کوچک است که هر دو با هم کار انتقال حامل را بر عهده دارند.[12]

### ۳.۳. سلول خورشیدی

سلول شکل ۳ به منظور بررسی عملکرد نوری و الکتریکی نانوذرات فلزی ساخته شده است. در این سلول یک نوار نقره 14nm با روش حرارتی روی لایه شیشه ای قرار داده شده است و طیف تابشی آن به منظور یافتن تاثیر نانوذرات نقره بروی انتقال نور در یک سلول خورشیدی اندازه گرفته شده است.

همانطور که در شکل 7 نشان داده شده است طول موج تشدید قبل از حرارت دادن حدود 550nm است و بعد از حرارت دادن به میزان 150 درجه سلسیوس به مدت ۱۰ دقیقه، به 460nm می‌رسد. که حدوداً مطابق با طول موج رزونانس پلاسمون سطحی نقره که در شکل ۴ نشان داده شده می‌باشد.



شکل ۷ - انتقال طیفی فیلم نقره 14nm روی زیرلایه شیشه قبل و بعد از حرارت دادن

در این سلول از AL که دارای تابع کار پایین (0 ~ 4.3 eV) می‌باشد به عنوان کاتد استفاده شده است تا سد انرژی برای تزریق الکترون از  $E_F$  کاتد به پایین ترین تراز اوربیتالی مولکولی خالی (LUMO) مواد آلی کمینه شود. راه دیگر برای کمینه کردن سد به منظور تزریق الکترون وارد کردن یک لایه بسیار نازک (حدود ۱ نانومتر) لایه عایق از CsF, Lif یا AIOx بین لایه آلی آخر و کاتد آلومینیوم است. این لایه واسط تولید یک لایه دوقطبی می‌کند و کاهش سد برای تزریق الکترون به درون لایه آلی را به همراه دارد و باعث افزایش تزریق الکترون و بهبود بازده این سلول می‌شود.[8]

آزمایشات نشان می‌دهد وقتی پلاتین پورفیرین و یا پورفیرین ساده در داخل ALq3 به عنوان نور دهنده OLED آلائیده شود به ترتیب الکتروفوسفرانس قوی و الکتروفلورسانس را در طیف قرمز با پهنای خط باریک ایجاد می‌کند و رنگ قرمز اشباع شده با بازده بالا در جریان پایین تا متوسط به دست می‌دهد. این خصوصیات همراه با پهنای باریک طیف گسیلی آنها را برای مصرف نمایشگرها مورد توجه قرار داده است.

پورفیرین‌ها از جمله مهمترین مولکول‌ها در طبیعت هستند. آنها تقریباً در هر بافت بیولوژیکی پیدا می‌شوند. مشتقات این ترکیبات از کلروفیل در گیاهان که مسئول رنگ سبز و سنتز تا کلروفور موجود در هموگلوبین پورفیرین آهن در خون مهره داران وجود دارند. پورفیرین‌ها در مواد اپتیکی نیز دارای اهمیت هستند و از خصوصیات غیر خطی آنها استفاده می‌شود. همینطور در نقطه کانون تحقیقات زیادی از قبیل سلول‌های خورشیدی، کاتالیست ها و OLED قرار می‌گیرند. [9]مخصوصاً نوع ارگانو فلزی مزو تترا فنیل پورفیرین (PtTP) به دلیل نشر فسفرانس زیاد در OLED فراوان استفاده می‌شود. این مواد به دلیل وجود نیتروژن دارای الکترون دهنده خوبی هستند.[10-11]

از پورفیرین ها معمولاً با مواد میزبان مولکول کوچک، TPD، ALq3، CBP، با روش هم تبخیری، و مواد میزبان پلیمری چون PVK، PFO و PS به روش محلولی به عنوان لایه نور دهنده در OLED استفاده می‌شود.

همانطور که در شکل می‌بینیم در کل محدوده جذب برای سلول خورشیدی که نانوذرات بروی PEDOT قرار گرفته است افزایش جذب داشتیم.

بر طبق قانون پلاتانی فرمی، احتمال انتقال الکترون با مکعب طول میدان الکتریکی که مولکول‌ها تجربه می‌کنند، متناسب است. مولکول‌ها در مجاورت نانوکلاسترهای نقره میدان الکتریکی بیشتری را تحمل خواهند کرد. در این حالت نانو کلاسترهای نقره جذب P3HT را زیاد می‌کنند. [13]

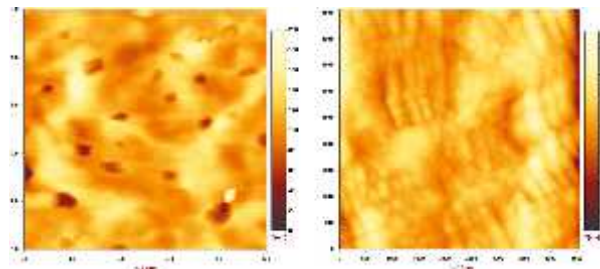
مشاهده می‌شود زمانیکه نانوذرات نقره بصورت فشرده بین نوارهای PEDOT و P3HT قرار می‌گیرند جذب بیشتر می‌شود چون که فاصله بین لایه پلیمر فعال و نانوذرات کوتاهتر می‌شود. در سلول‌های خورشیدی نانوذرات نقره باعث افزایش جذب نور می‌شوند. برای یک فیلم نازک سلول خورشیدی سیلیکون  $1.25\mu\text{m}$  در  $1200\text{nm}$  هفت برابر افزایش جذب و در  $1050\text{nm}$  بیشتر از ۱۶ برابر افزایش جذب مشاهده شده است که به علت سطح مقطع پراکندگی زیاد نانوذرات فلزی می‌باشد که باعث افزایش طول مسیر نوری می‌شود. در سلول‌های خورشیدی قراردادن یک لایه از نانوذرات نقره بین لایه انتقال حفره و لایه پلیمر، باعث افزایش جذب نوری می‌شود. در جدول ۱ تاثیر نانوکلاسترهای نقره بروی عملکرد سلول‌ها خلاصه شده است.

جدول ۱ - عملکرد سلول‌های خورشیدی معکوس با ترتیب لایه‌های متفاوت

	Anode	$I_{sc}$ ( $\text{mA}/\text{cm}^2$ )	$V_{oc}$ (V)	FF(%)	PCE(%)
Control sample	PEDOT:PSS	0.39	0.45	24	0.041
P3HT/Ag NCs/PEDOT	PEDOT:PSS	0.44	0.39	25	0.042
P3HT/PEDOT/Ag NCs	PEDOT:PSS	0.88	0.35	26	0.078
Control sample	Metal	9.76	0.43	33	1.40
P3HT/PEDOT/Ag NCs	Metal	12.16	0.44	31	1.66

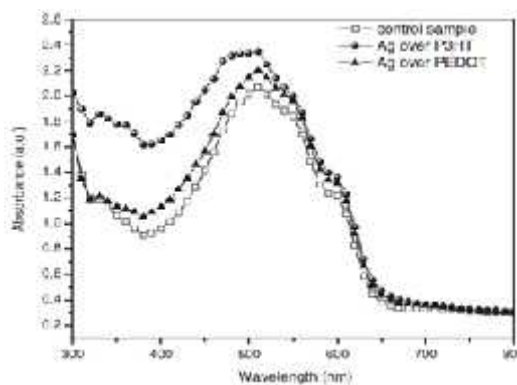
همانطور که در جدول ۱ مشاهده می‌کنید زمانیکه نانوکلاسترهای نقره بر روی لایه PEDOT قرار می‌گیرند چگالی جریان اتصال کوتاه ( $J_{sc}$ ) سلول بطور قابل توجهی از  $0.39$  به  $0.88$  ( $\text{mA}/\text{cm}^2$ ) افزایش می‌یابد. با تغییر آند نیز  $J_{sc}$  نمونه کنترل،  $9.76$  ( $\text{mA}/\text{cm}^2$ ) به مقدار  $12.16$  ( $\text{mA}/\text{cm}^2$ ) افزایش می‌یابد. همچنین بازده تبدیل توان (PCE) از مقدار  $1.4\%$  به  $1.66\%$  ارتقا یافته است. [14] که این نتایج به وضوح تاثیر نانوذرات نقره در افزایش بازده سلول‌های خورشیدی را نشان می‌دهد.

بعد از حرارت دادن فیلم نقره در ناحیه IR ظاهر می‌شود و تشدید در  $460\text{nm}$  رخ می‌دهد که مربوط به تجمع نانوذرات نقره می‌باشد. در حقیقت با حرارت دادن مراحل لایه نشانی تکمیل خواهد شد و به ناحیه کاری مطلوب می‌رسیم. به عنوان تایید اسکن های AFM از سطح نانوذرات نقره در شکل 8 نشان داده شده است. که مشاهده می‌شود بعد از حرارت دادن هیچ دسته/ذره قابل توجهی در نوار تشخیص داده نمی‌شود و ذرات نقره به صورت یکنواخت لایه نشانی شده اند. [3]



شکل ۸. تصویر نوار نقره ۱۴ نانومتری روی لایه آلی با ترتیب glass/ITO/P3HT/Ag قبل (چپ) و بعد (راست) از حرارت دادن در  $150^\circ\text{C}$  به مدت ۱۰ دقیقه.

اما سوالی که مطرح می‌شود محل قرارگیری نانوذرات نقره می‌باشد به این منظور دو نوع از سلول‌های خورشیدی بررسی شده است.  
۱- سلول‌هایی که نانوکلاسترهای نقره مستقیماً روی PEDOT قرار گرفته اند.  
۲- سلول‌هایی که این نوارها بصورت فشرده بین فیلمهای P3HT و PEDOT قرار گرفته‌اند. ما همچنین سلول‌های خورشیدی با نانو کلاسترهای نقره فشرده شده بین لایه‌های ZnO و P3HT را ساختیم. PCE (بازده تبدیل توان) این سلول‌ها دو مرتبه کمتر از نمونه کنترلی است. طیف جذبی این سلول‌ها در شکل 9 نشان داده شده است.



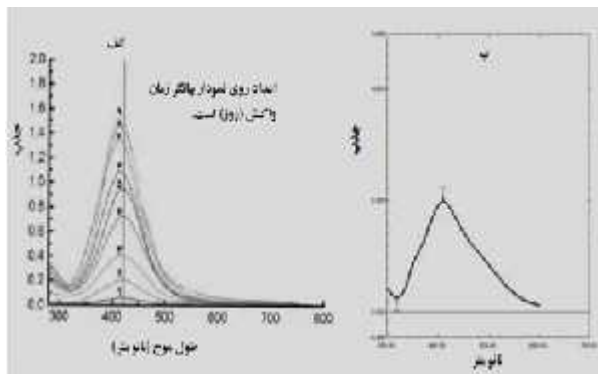
شکل ۹ - طیف جذبی سلول خورشیدی با ترتیب های مختلف : نمونه کنترل ،

Ag بر روی PEDOT ، Ag بین P3HT و PEDOT

1 power conversion efficiency

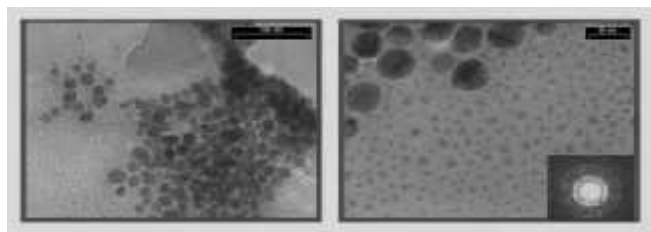


ذراتی در حدود ۱۸ نانومتر هستند. به طور کلی طی روش کاهش با میکروویو با کنترل شرایط زمانی و انتخاب انواع کاهنده ها در PVP می‌توان نانوذرات نقره را در اشکال و اندازه های مورد نظر سنتز کرد و در مصارف گوناگون به کار برد. برای اطلاعات بیشتر در مورد روش های سنتز نانوذرات نقره به مقاله های شیمی تجزیه مراجعه کنید. [16]



شکل ۱۰ - باندهای جذبی UV-Vis نانوذرات نقره

الف) در طول سه هفته ب) در میکروویو در مدت ۷۰ ثانیه



شکل ۱۱ - تصاویر TEM نانوذرات نقره تشکیل شده در متانول تحت میکروویو

#### ۴. نتیجه گیری

نانوذرات نقره راندمان تابشی OLEDها را تا ۶ برابر افزایش می‌دهد. در سلول‌های خورشیدی آلی معکوس، نانوکلاسترهای نقره جذب پلیمر P3HT را از طریق افزایش طول راه نوری و ضریب خاموشی افزایش می‌دهد. در نتیجه چگالی جریان اتصال کوتاه به طور قابل توجهی زیاد می‌شود. از طریق تغییر ضخامت لایه ی Alq3 نیز می‌توان بازده این سلول‌ها را بهبود بخشید در حقیقت نقش این لایه وادار کردن به تزریق الکترون می‌باشد. همچنین با ترکیب پلاتین پورفیرین و یا پورفیرین ساده در Alq3 به عنوان نوردهنده OLED الکتروفوسفرانس قوی و الکتروفلورسانس ایجاد می‌شود. Alq3 ماده میزبان مولکول کوچک محسوب

#### ۳.۴. سنتز نانو ذرات نقره

نانوذرات نقره عمدتاً، به دلیل خواص فیزیکی و شیمیایی ویژه‌ای که از خود نشان می‌دهند در مصارف الکترونیکی، نوری، دارویی و بهداشتی و کاتالیتیکی کاربرد فراوان دارند. بنابراین سنتز این ذرات از اهمیت بسزایی برخوردار است.

بین روش‌های سنتز نانوذرات شامل روش سنتز فاز بخار، فتولیز، الکتروشیمی و کاهش شیمیایی که اکثراً مورد استفاده قرار می‌گیرند روش سنتز نانوذرات نقره به وسیله ی موج میکروویو در محیط الکلی بسیار مناسب تر می‌باشد که پیشنهاد می‌شود برای ساخت سلول‌های خورشیدی و OLEDها از این روش استفاده شود. به منظور داشتن ذرات نقره در گستره ی نانومتر از پلی و پنیل پیرولیدن (PVP) به عنوان پایدار کننده استفاده می‌شود.

سنتز نانوذرات از طریق میکروویو دارای مزیت‌های عمده زیر است :

- سریع‌تر بودن واکنش
- تمیزتر بودن سازوکار عمل
- اقتصادی‌تر بودن ( به لحاظ انرژی، بسیار مقرون به صرفه است).

ضمناً علاوه بر موارد بالا، مهم‌ترین مزیت، در واقع تولید ذرات ریزتر با اندازه به نسبت یکنواخت‌تر است. چرا که مواد واکنش دهنده به طور یکسان و یکنواخت تحت حرارت قرار می‌گیرند و منجر به هسته گذاری یکنواخت و هموزن در زمان کوتاه‌تری می‌شود و اهمیت مرحله ی رشد ذرات بسیار کمتر خواهد شد. [15]

در اینجا مختصری از نتایج حاصل برای روش کاهش شیمیایی به وسیله میکروویو که یکی از مناسب‌ترین روش‌های ذکر شده است، آورده شده است. همانطور که در شکل (10) الف، مشخص است طی گذشت زمان، شدت جذب پیک در طول موج ۴۱۸ نانومتر افزایش یافته است که نشان دهنده ی رشد اندازه ی ذرات تشکیل شده است.

اما همانطور که در شکل (10) ب، مشهود است شدت جذب نانوذرات نقره، تشکیل شده در متانول تحت میکروویو، در طول موجی در حدود ۴۱۸ نانومتر است، ضمن اینکه تصویر TEM (شکل 11) ذرات نقره سنتز شده در متانول نشان می‌دهد که ذرات به طور کامل کروی اند و می‌توان ذرات تشکیل شده را به دو دسته مجزا در دو اندازه کاملاً متفاوت تقسیم کرد که دسته ی اول ذرات بسیار ریز در حدود سه نانومتر و دسته ی دوم

بهبود کارایی OLED ها و سلول‌های خورشیدی با استفاده از نانوذرات نقره

دومین کنفرانس تخصصی فناوری نانو در صنعت برق و انرژی - ۱۳۹۳ تهران، ایران

می‌شود می‌توان به جای این ماده از مواد میزبان پلیمری مانند PVK:PBD نیز استفاده کرد. تبخیر حرارتی با گرم کردن که تکنیک آسانی است برای قراردادن نانوذرات فلزی در OLED ها و سلول‌های خورشیدی روشی موثر برای بهبود بازده الکترونیک نوری دستگاهها می‌باشد. برای تولید نانوذرات فلزی هرچه واکنش ساده تر و تکرار پذیرتر باشد، روش مربوطه مناسب‌تر است. زمان انجام واکنش سنتز نیز از فاکتورهای بسیار مهم تولید کاربردی نانوذرات است. بنابراین با در نظر گرفتن تمام این موارد، از بین روش‌های تولید نانوذرات نقره، واکنش کاهش یون‌های نقره در حضور یک پایدارکننده از طریق مایکروویو، به نسبت مقرون به صرفه و مناسب‌تر برای استفاده در سلول‌های خورشیدی و OLEDها می‌باشد.

### منابع

- [1] C. W. Tang , S. A. VanSlyke , Apl. Phys. Lett. 51( 1987)913.
- [2] C. W. Tang , S. A. VanSlyke , Apl. Phys. Lett. 51( 1987)913.
- [3] L. Zou, V. Savvateev, J. Booher, Appl. Phys. Lett., 79 ( 2001)2282.
- [4] F. Liu, J.-M. Nunzi / Organic Electronics 13 (2012)
- [5] Liu, G. Aldea, J.M. Nunzi, J. Lumin. 130 (2010) 56.
- [6] J.R. Lakowicz, Y. Shen, S. D'Auria, J. Malicka, J. Fang, Z. Gryczynski, I. Gryczynski, Anal. Biochem. 301 (2002) 261.
- [7] P. Cheng, D. Li, Z. Yuan, P. Chen, D. Yang, Appl. Phys. Lett. 92 (2008) 041119.
- [8] C. Perez-Bolivar, S. Takizawa, G. Nishimura, V.A. Montes, P.
- [9] B.Choudhury, Phd thesis, Iowa State University, faculty of Electrical Engineering(2005).
- [10] N. Xiang, Y. Liu, W. Zhou, H. Huang, X. Guo, Z. Tan, B. Zhao, P. Shen, European Polymer Journal. 46 (2010) 1084-1092.
- [11] Introduction to Organic Electronic and Optoelectronic Materials and Devices, B.J.Thompson, CRC press, Taylor and Francis group, New York(2008).
- [12] G. B. Cunningham, Ph.D. Thesis, University Of Florida (2005).
- [13] V. A. Montes, C.P. Bolívar, L. A. Estrada, J. Shinar, P. Anzenbacher, Journal Of The American Chemical Society. 129 (2007).
- [14] N. Lagos, M.M. Sigalas, E. Lidorikis, Appl. Phys. Lett. 99 (2011) 063304
- [15] A.K. Pandey, J.M. Nunzi, B. Ratier, A. Moliton, Phys. Lett. A 372 (2008) 1333.
- [16] A. Slistan-Grijalva , R. Herrera – Urbina , J. F. Rivas- silva , M. Avalos-Borja , F. F. Castillon-Barraze , A. Posada-Amarillas. J. Physicae (2004)