

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

نانو روبان های ملکولی به عنوان شاهراه های الکترونیکی



دانشکده مهندسی برق و الکترونیک دانشگاه علم و صنعت ایران

## فهرست مطالب

مولکول فولرن

مولکول pcbm

ساخت نانو صفحات ملکولی pcbm

ساخت نانو میله های PCBm

برسی نانو روبان های ملکولی

نتیجه گیری



## ملکول فولرن

یکی از دگر شکل های کربن است که از گرما دادن به گرافیت به دست می آید و به طور گسترده در دستگاه های الکتریکی و فتو ولتائیک آلی استفاده می شود

این مولکول های قفس مانند با فرمول های  $C_6$ ،  $C_7$  و  $C_{78}$  شناخته شده اند و ساختمان  $C_6$  دارای ۲۰ وجه شش گوشه است

فرمول فولرن ها

توپ باکی : که کوچکترین آن ها  $C_2$  و متداولترین آن ها  $C_6$  است.  
نانولوله ها : لوله های توخالی بسیار کوچک که عملکردی عالی در صنعت الکترونیک دارند.  
مگالوله ها

انواع فولرن ها

pcbm

Phenyl-C61-butyrlic acid methyl ester ▶

برای تشکیل ملکول pcbm یک ملکول فولرن C60 با یک گروه عاملی پیوند شیمیایی برقرار می کند

گروه عاملی: به گروه های معینی از اتم های یک ملکول در شیمی آلی گفته می شود که در واکنش های شیمیایی آن ملکول شرکت می کند و سبب رفتار هایی می شود که ماده ای که به آن متصل است در طول واکنش از خود نشان می دهند

حلالیت را در فولرن C60 افزایش می دهد و سبب تسهیل ساخت دستگاههایی می شود که از روش انحلال ساخته می شود

تقارن ملکول C60 را از بین می برد پس روی ساختار کریستالی فولرن هم تاثیر می گذارد

تاثیر ملکول عاملی  
بر روی فولرن

## ساختار و مشتقات یک بعدی فولرن

مانند نانو میله ها و نانو روبان ها

می توانند به عنوان کانال های انتقال با قابلیت تحرک بالای الکترون استفاده شوند

می توانند سطح تماس بالایی در پیوند های نا همگن با جز دیگر داشته باشند

استفاده در مدار های مجتمع و دستگاه های فتو ولتائیک آلی

با روش های معمول رشد کریستال می توانیم نانو میله هایی با قطر بزرگ تر از ۱۵۰ نانو متر رشد دهیم

ساختار های یک بعدی برای دستگاه های الکترونیکی باید به اندازه طول انتشار بار الکترونیکی (حدودا ۱۰ نانومتر) باشد

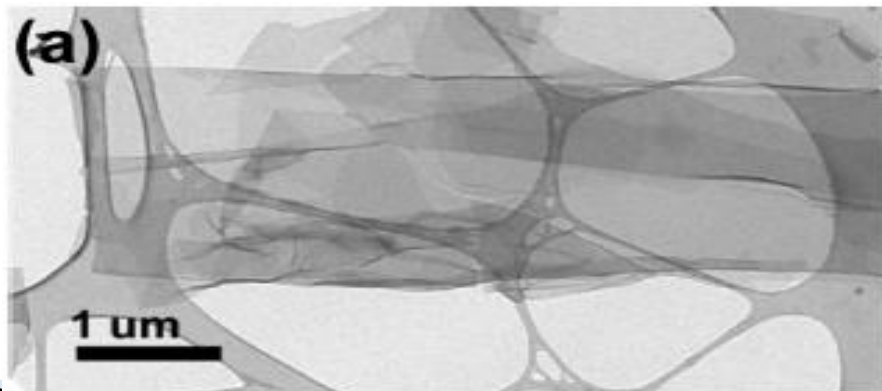
محدود بودن نمونه عملی از نانومیله ها و نانو روبان ها

## ساخت نانو صفحات ملکولی pcbm

ساخت نانو صفحات پcbm از روش کم هزینه و مقیاس پذیر LLIP

ملکول pcbm را در حلال های کلروفرم و متانول حل می کنیم

محلول را در معرض امواج فراصوت قرار می دهیم

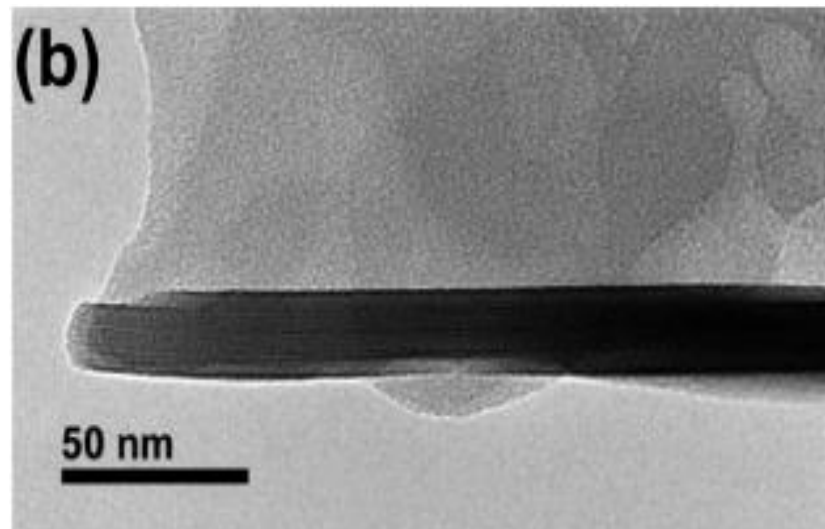


تصویر نانو صفحه ایجاد  
شده توسط میکروسکوپ  
TEM

## ساخت نانو ساختار های PCBM

نانو صفحات ساخته شده را به مدت ۳۰ دقیقه در معرض امواج فراصوت قرار می دهیم

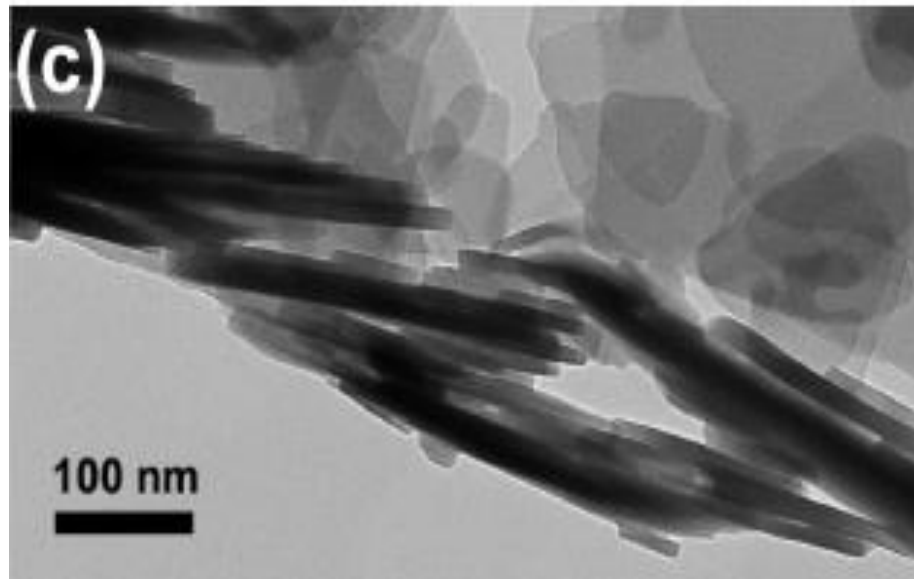
این امواج نانو صفحات را تا می زنند به صورت شکل زیر





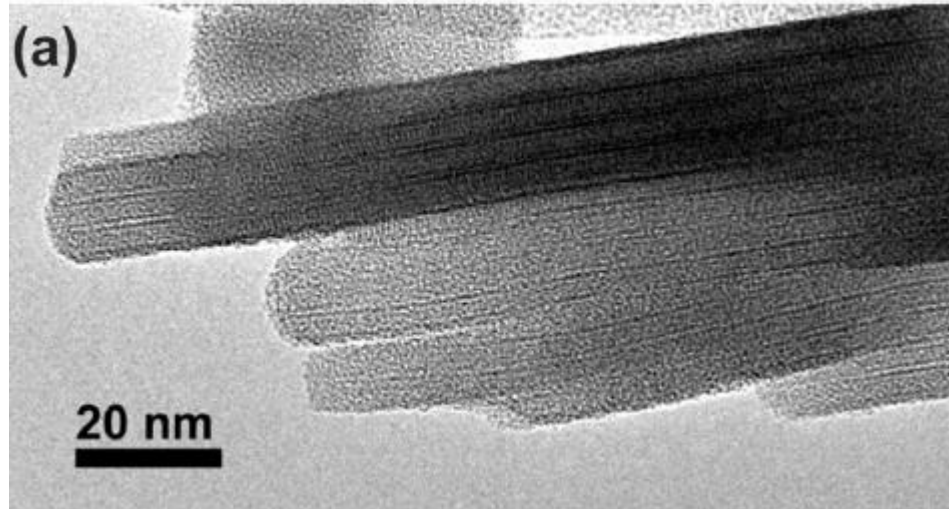
## ساخت نانو میله های PCBM

بعد از امواج فرا صوت ماده بدست آمده شامل تعداد زیادی نانو میله به همراه مقداری نانو صفحه می باشد



افزایش زمان و یا قدرت امواج فرا صوت باعث افزایش تعداد نانو میله ها می شود

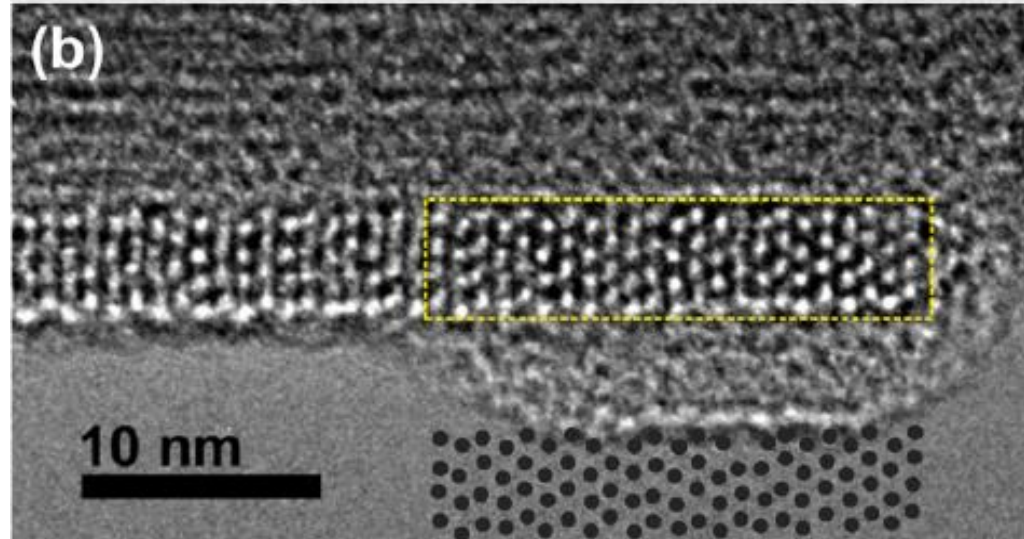
## ساختار نانو روبان های PCBM



هر نانو میله شامل تعدادی نانو روبان موازی است که مرزهای آنها کاملاً مشخص است

همه نانو روبان ها دارای عرض  $3/8$  نانومتر است که دقیقاً برابر با ضخامت  $4$  ملکول PCBM است که در به راستا قرار دارند

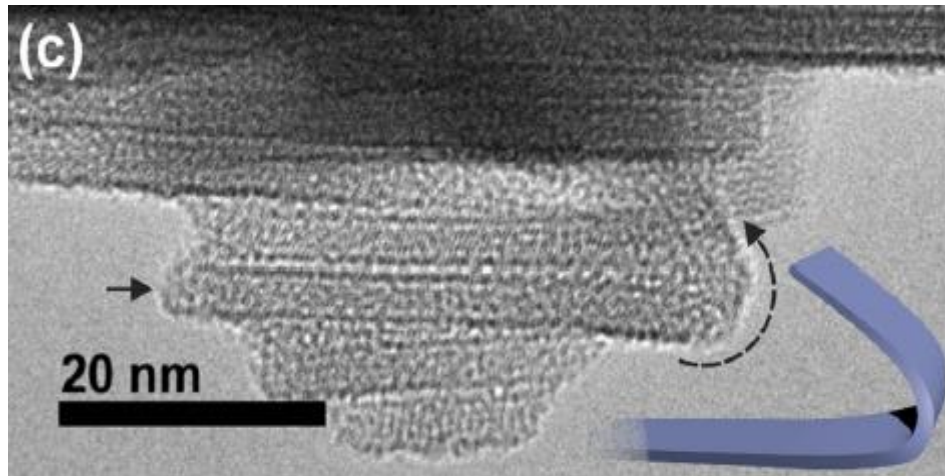
## ساختار نانو روبان های PCBM



نانو روبان های ملکولی در لبه ساختار و در جهت رشد به صورت زیگزاگ هستن مثل نانو روبان های گرافنی زیگزاگ

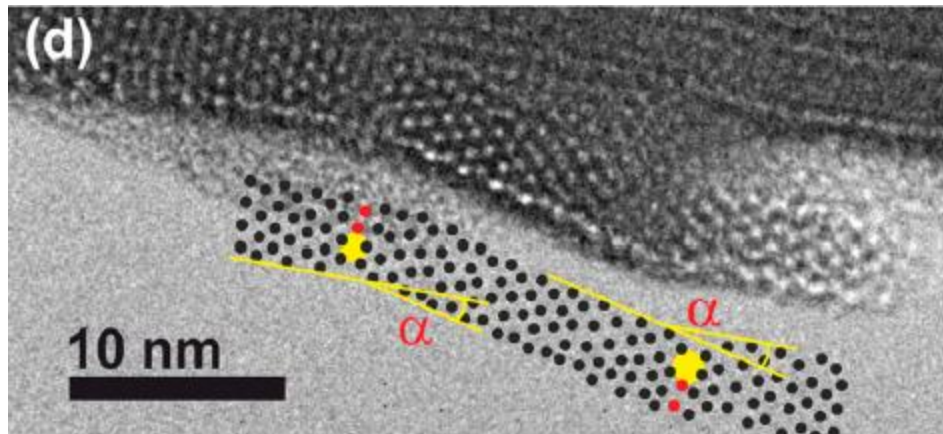
طول نانو روبان ها بین ۲۰ تا ۴۰۰ نانومتر است

## ساختار نانو روبان های PCBM



خمیدگی در نانو روبان نشانگر انعطاف پذیری آن است

## ساختار نانو روبان های PCBM



نقص در نانو روبان باعث تغییر جهت رشد شده

## تأثیر قطبیت ماده حلال بر روی مقدار نانو روبان های تولیدی

به علت ماهیت آبگریزی ملکول  $pcbm$  قطبیت ماده حلال در فرآیند تولید نانو روبان بسیار مهم است

متانول و آب < متانول > اتانول و آب < اتانول

مقدار نانو روبان تولید  
شده در حلال های  
مختلف

## بررسی عدم وجود ملکول حلال در نانو روبان از pcbm از طریق طیف نگار افت انرژی الکترون

طیف نگار افت انرژی الکترون: در این روش باریکه از الکترون ها با نمونه مورد نظر برخورد غیر الاستیک می کند الکترون هایی که پراکنده می شوند بدون تغییر جهت مقداری از انرژی خود را از دست می دهند. برای هر نوع اتم که بر همکنش انجام می دهد مقدار مشخصی انرژی از دست می دهد با محاسبه مقدار انرژی الکترون پراکنده شده و کسر آن از انرژی الکترون ورودی مقدار انرژی از دست رفته بدست می آید این افت انرژی نشان می دهد چه اتمی با الکترون برخورد داشته

طیف نگار افت انرژی الکترون هیچ ملکول حلالی در ساختار بدست آمده نشان نمی دهد

## بررسی عدم وجود ملکول حلال در نانو روبان از pcbm از طریق تجزیه و تحلیل گرمایی

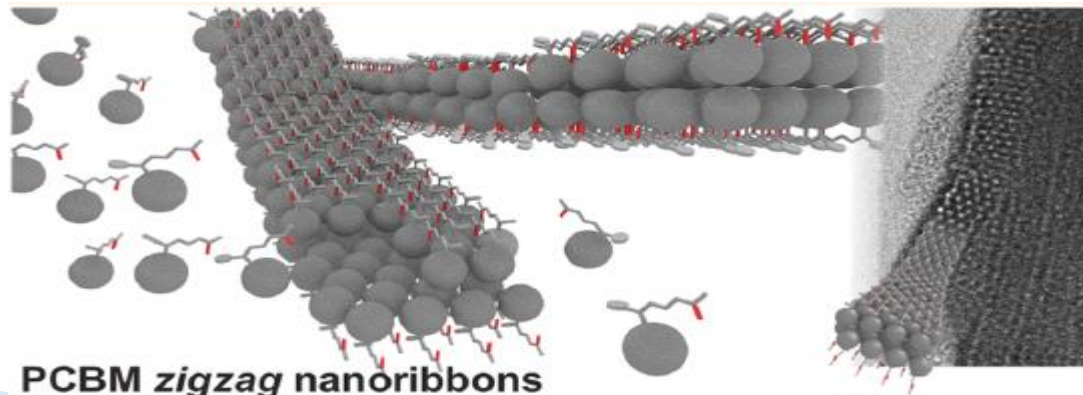
با گرم کردن نانو روبان تا دمای ۳۰۰ درجه سانتیگراد در اتمسفر نیتروژن از جرم نانو روبان کاسته نشد

نانو روبان در دمای ۲۰۰ درجه سانتیگراد و در خلا به مدت ۱۲ ساعت قرار گرفت و هیچ تغییری در ساختار نانو روبان از قبیل ترک خوردن و یا ایجاد حفره ناشی از تبخیر مولکول حلال ایجاد نشد



## نتیجه گیری

ساختار نانو روبان های یک بعدی PCBM را بررسی کردیم که از ملکول های PCBM شش وجهی ساخته شده و عرض این نانو روبان برابر با  $3/8$  نانومتر است که معادل ۴ ملکول pcbm است و طول نانو روبان می تواند بین ۲۰ تا ۴۰۰ نانومتر متغیر باشد و بازده تولید آنها با تغییر قطبیت ماده حلال تغییر می کند و با توجه به ویژگی های فیزیکی و ابعاد نانو روبان می توانند به عنوان ماده پذیرنده در سلول های خورشیدی آلی استفاده شوند به همین دلیل به آنها می گویند شاهراه های الکترونیکی



1. Anthopoulos, T. D.; Singh, B.; Marjanovic, N.; Sariciftci, N. S.; Ramil, A. M.; Sitter, H.; Colle, M.; de Leeuw, D. M. High Performance n-Channel Organic Field-Effect Transistors and Ring Oscillators Based on C-60 Fullerene Films. Appl. Phys. Lett. 2006, 89, 213504.
2. Dzwilewski, A.; Wagberg, T.; Edman, L. Photo-Induced and Resist-Free Imprint Patterning of Fullerene Materials for Use in Functional Electronics. J. Am. Chem. Soc. 2009, 131, 4011–4006.
3. Kitamura, M.; Arakawa, Y. Low-Voltage-Operating Complementary Inverters with C-60 and Pentacene Transistors on Glass Substrates. Appl. Phys. Lett. 2007, 91, 053505.
4. Meijer, E. J.; de Leeuw, D. M.; Setayesh, S.; van Veenendaal, E.; Huisman, B. H.; Blom, P. W. M.; Hummelen, J. C.; Scherf, U.; Klapwijk, T. M. Solution-Processed Ambipolar Organic Field-Effect Transistors and Inverters. Nat. Mater. 2003, 2, 682–678.



با تشکر از توجه شما