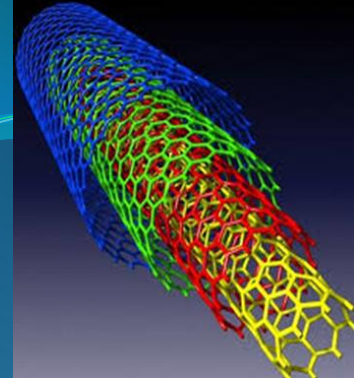




# بسمه تعالی



سمینار درس نانو الکترونیک

## ادوات گسیل میدانی مبتنی بر نانولوله های کربنی

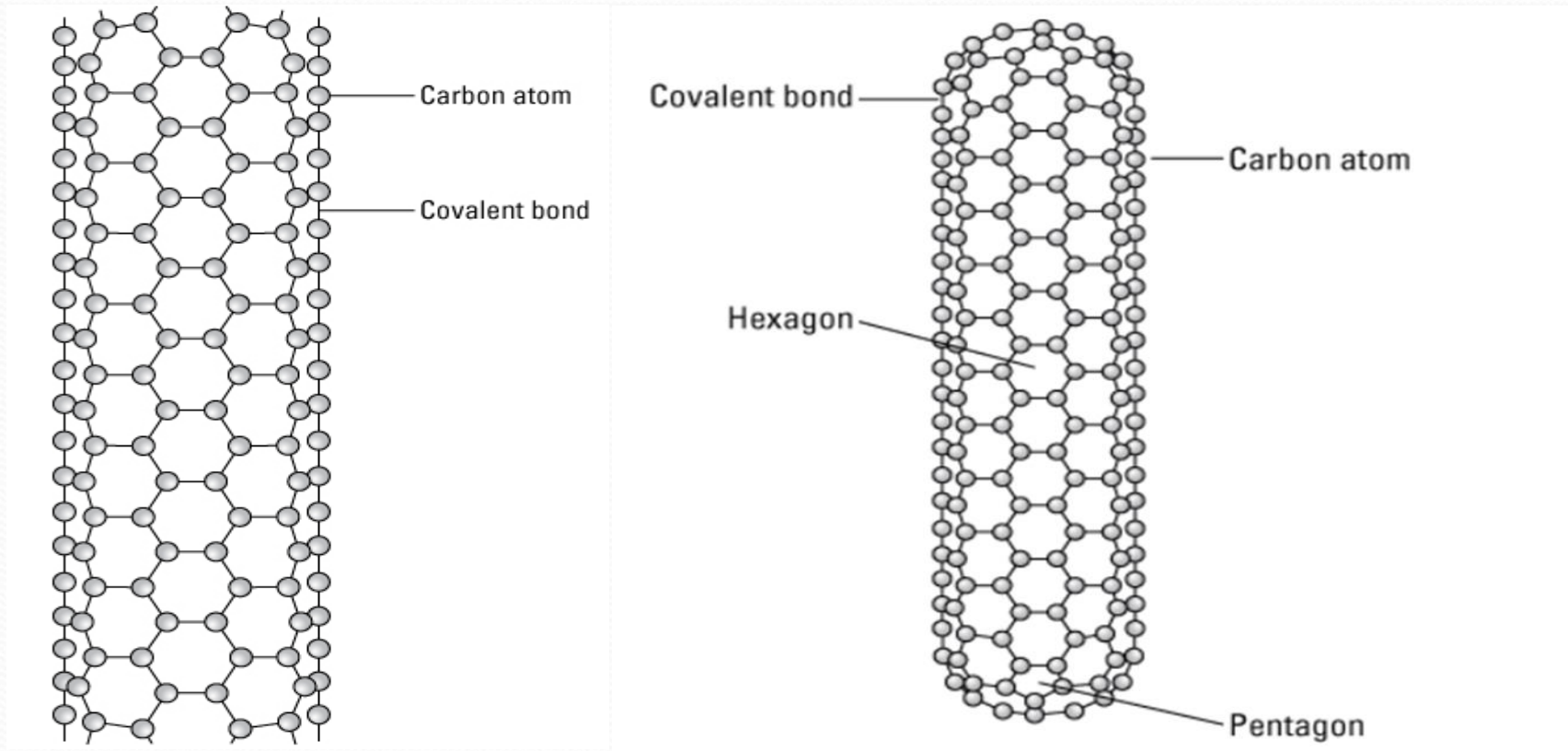
استاد : آقای دکتر محمد نژاد

بهار ۹۵

# موضوعات مورد بررسی

- معرفی نانولوله های کربنی
- انواع نانولوله های کربنی
- ویژگی های نانولوله های کربنی
- کاربردهای نانولوله های کربنی
- گسیل میدان
- کاربردهای گسیل میدانی نانولوله های کربنی
- روش های بهبود گسیل میدان نانولوله های کربنی

# معرفی نانولوله های کربنی

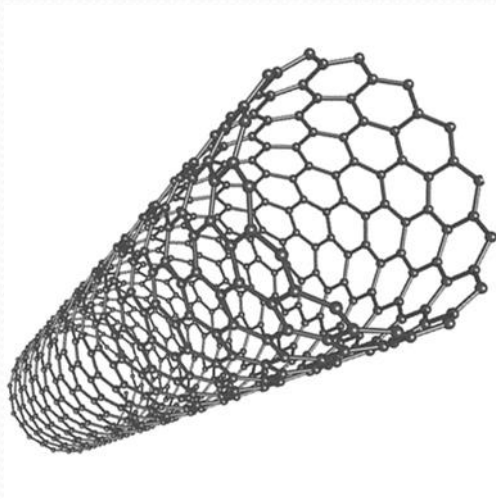


● در سال ۱۹۹۱ توسط Ijima بطور اتفاقی کشف شد.

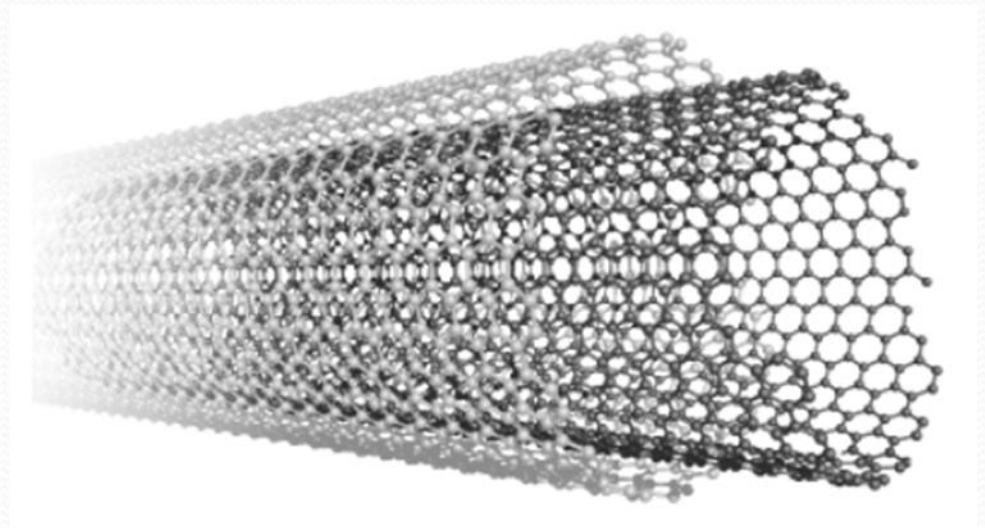


# انواع نانولوله های کربنی

- قطر SWNT ها در رنج ۱ تا ۲ نانومتر است اما قطر MWNT ها حدود ۲۰ تا ۱۰۰ نانومتر است.



SWNT



MWNT



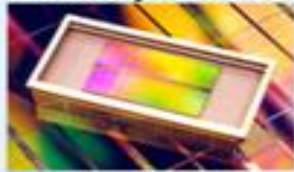
# ویژگی های نانو لوله های کربنی

- نسبت ابعاد ( Aspect Ratio ) بالا
- هدایت گرمایی خوب
- تابع کار پایین
- استحکام مکانیکی بالا
- ساخت فیلم های نانولوله های کربنی



# کاربردهای نانولوله های کربنی

**Terabit  
memory device**



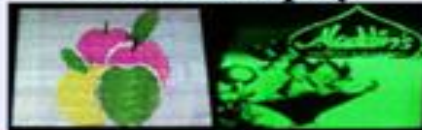
**Conductive composite**



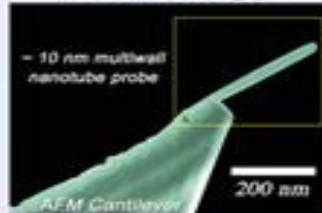
**Fuel cell &  
Hydrogen storage**



**Field  
emission display**



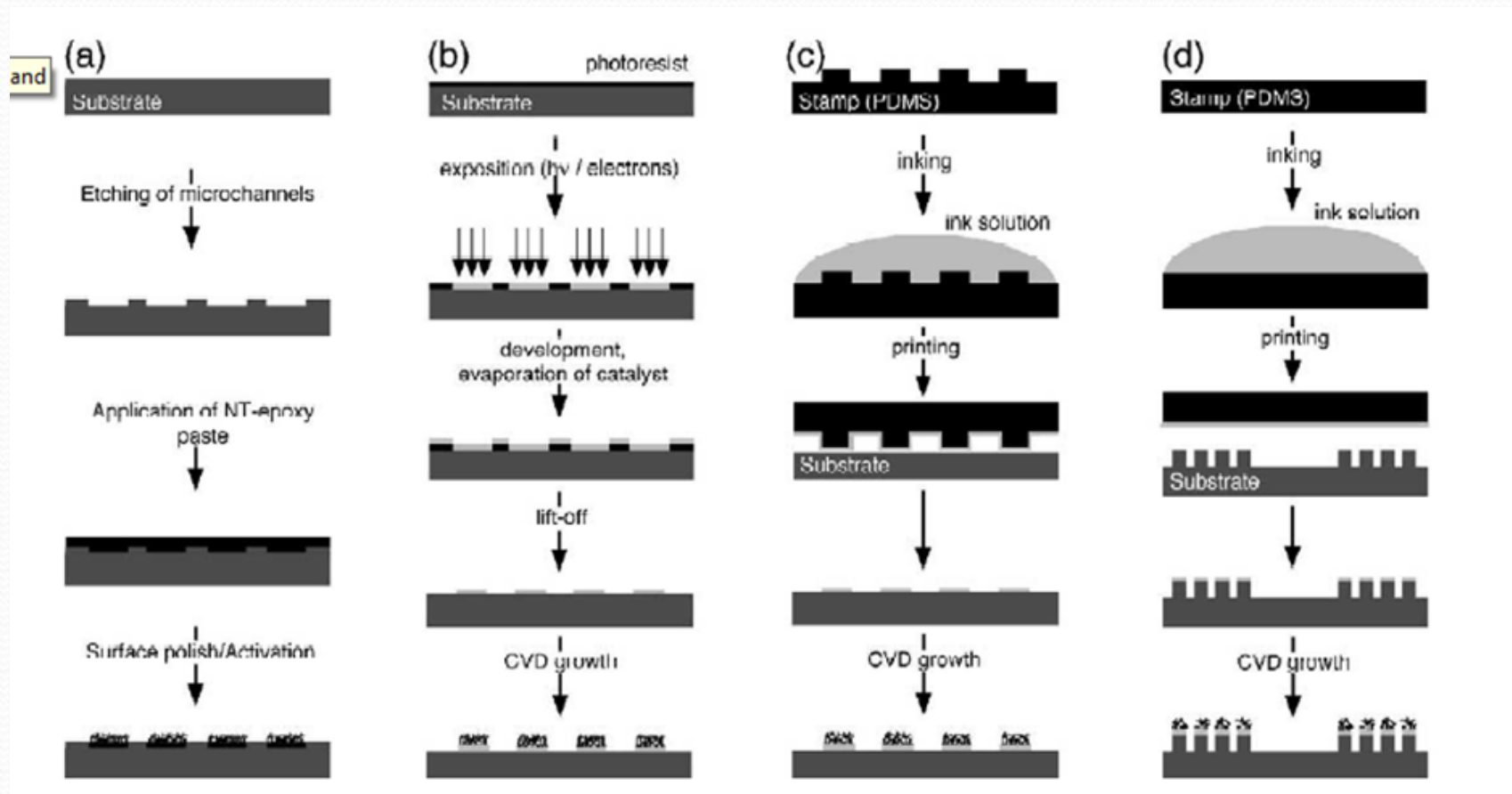
**Microscopy**



**Super capacitor**



# ساخت فیلم های نانولوله های کربنی



# گسیل میدان

• به خارج شدن الکترون ها از جامد از طریق تونل زنی از سطح پتانسیل سطحی گسیل میدان گفته می شود.

$$F = \beta E = \beta V/d \quad \bullet$$

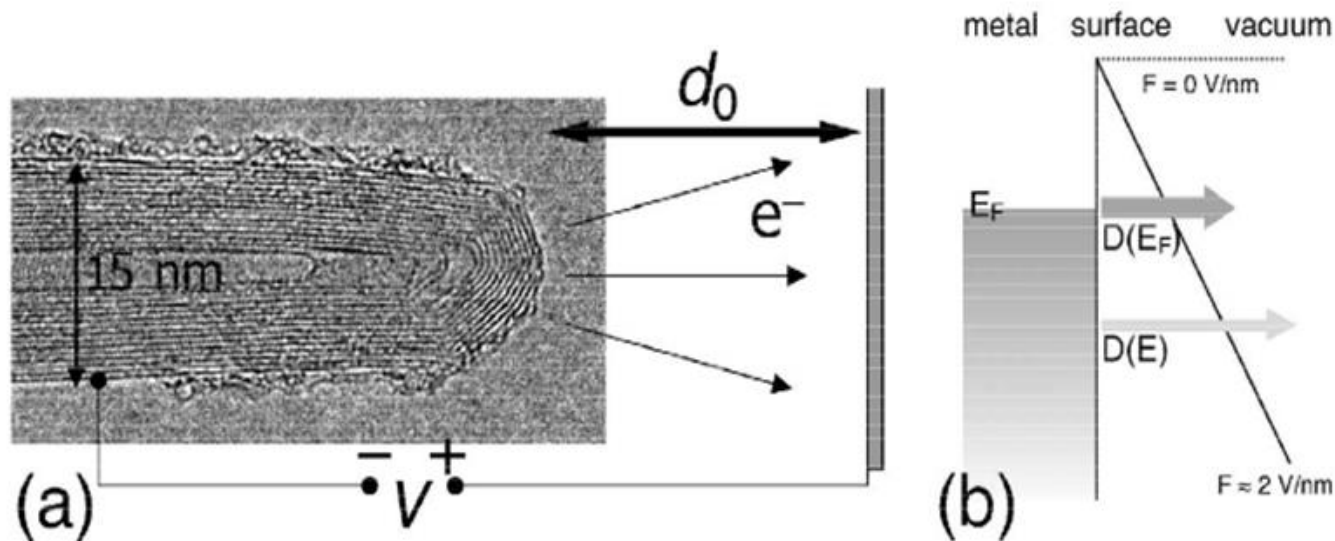
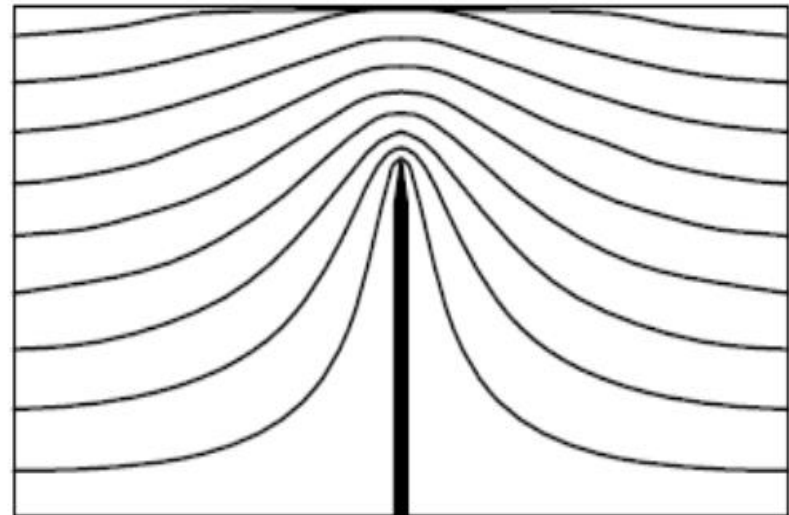
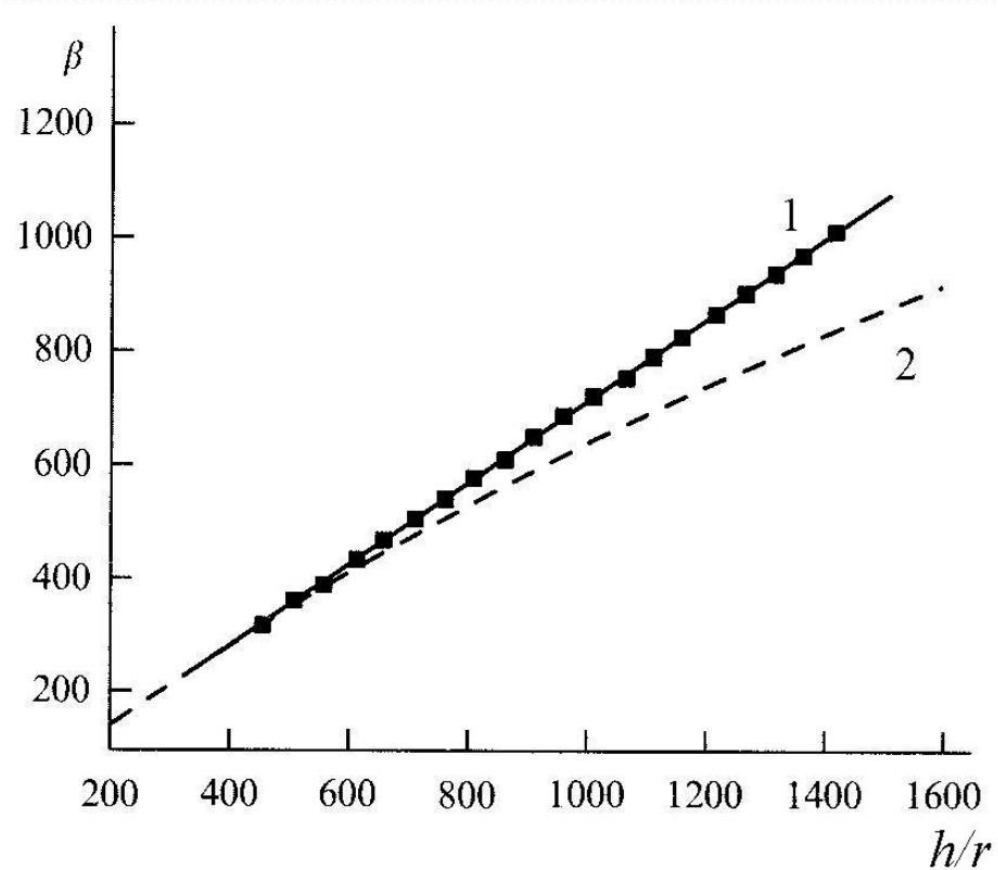


Fig. 1. (a) Schematic of a field emission experiment: a potential is applied between a nanotube (transmission electron microscopy (TEM) micrograph) and a counterelectrode located at a distance  $d_0$ . (b) Standard field emission model from a metallic emitter.



# (نسبت ابعاد) aspect ratio

(نسبت ابعاد) aspect ratio  $\longrightarrow \alpha = h/d$  •



# هندسه نوک گسیلنده

- هر چه نوک گسیلنده تیزتر باشد احتمال گسیل الکترون هم بیشتر است.



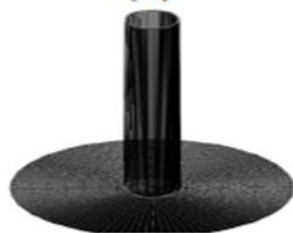
(a)



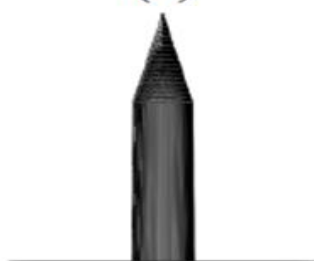
(b)



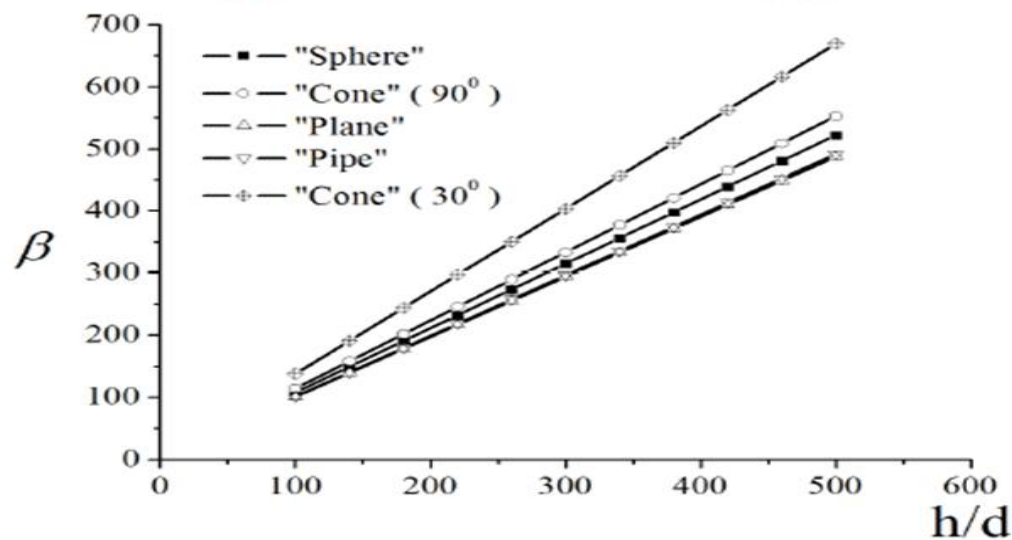
(c)



(d)



(e)



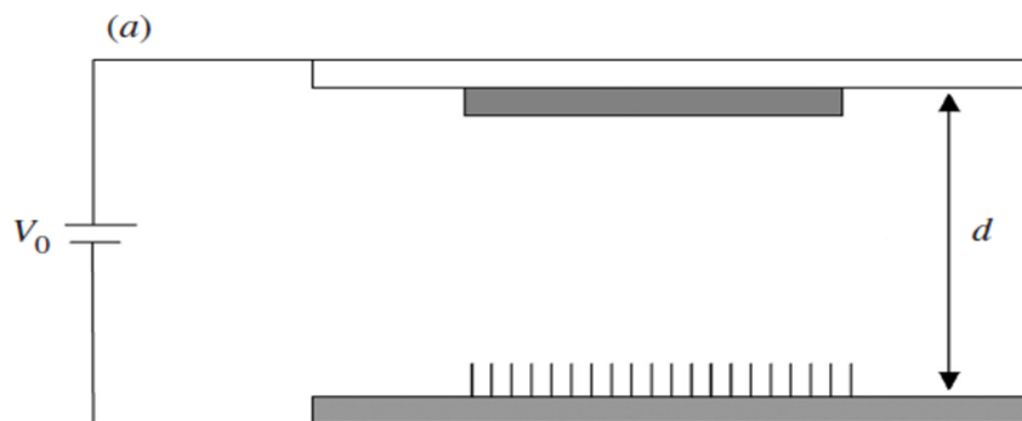
(f)

# کاربردهای گسیل میدانی نانولوله های کربنی

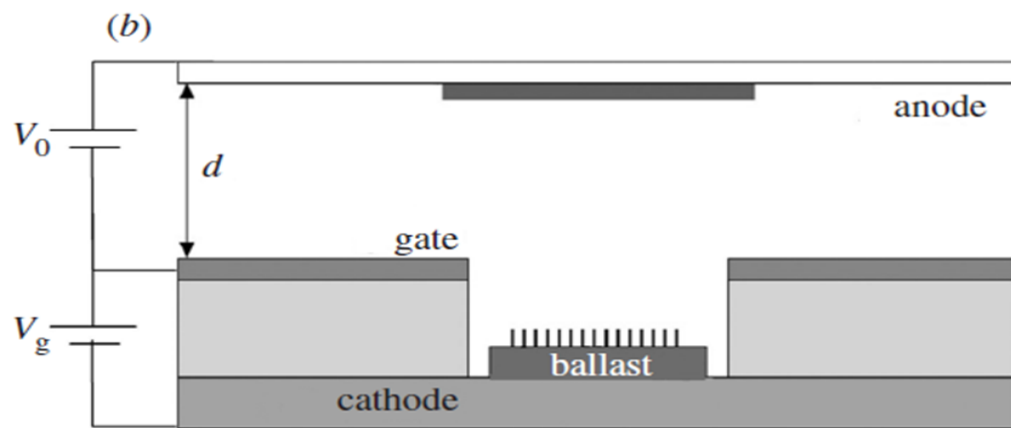
- نانولوله های کربنی قابلیت گسیل جریان های بالا را در میدان های پایین دارند.
- گسیلنده های میدانی دارای مزیت هایی نسبت به گسیلنده های حرارتی هستند :
- گسیلنده نیاز نیست که گرم شود
- این گسیلنده ها براحتی در ابعاد میکروسکوپی قابل پیاده سازی هستند
- می توان با ولتاژ اعمالی گسیل را کنترل نمود.



# ساخت پیکسل با نانولوله های کربنی

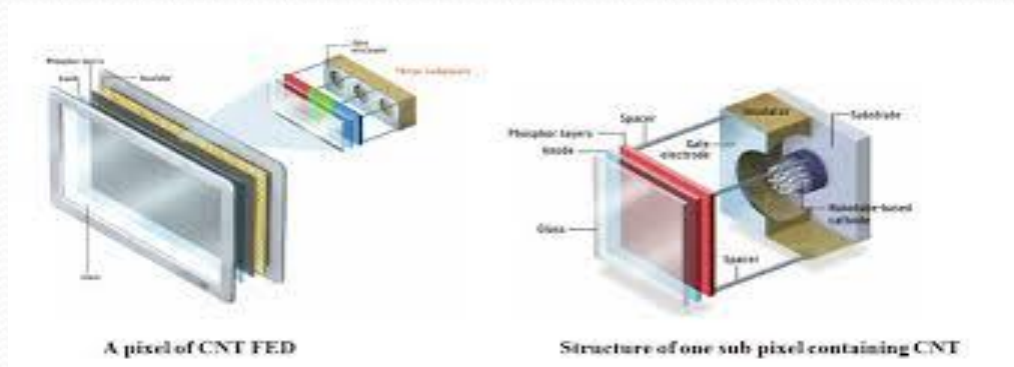


● ساختار دیود

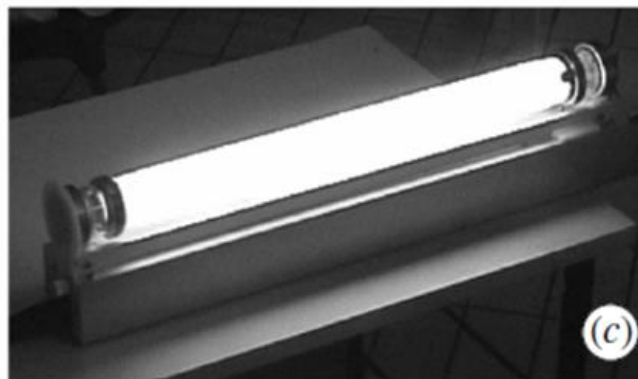
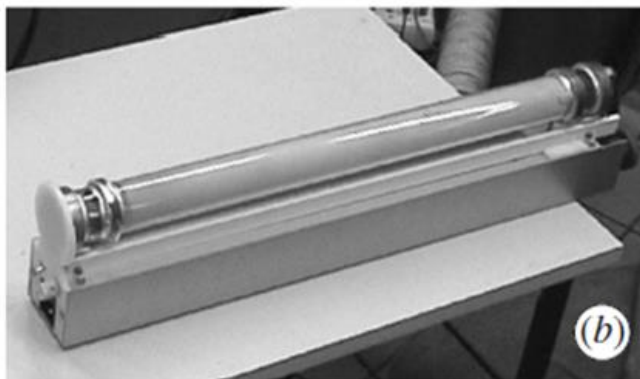
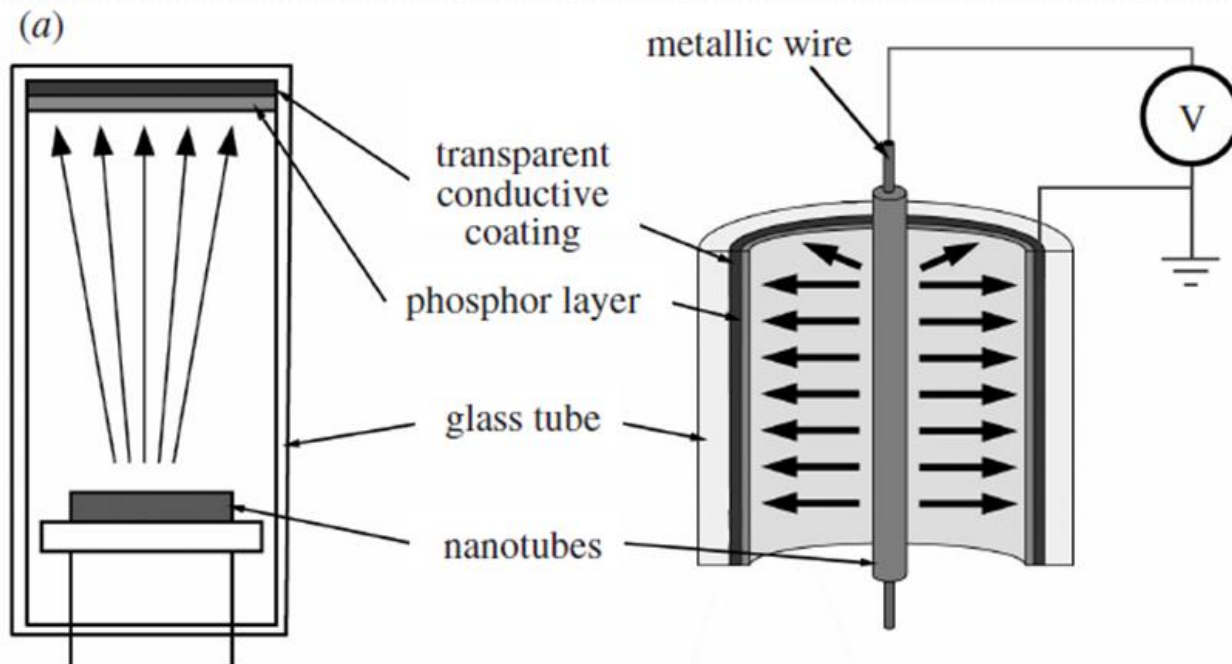


ساختار تریود

# نمایشگر گسیل میدان CNT با ساختار گیتی



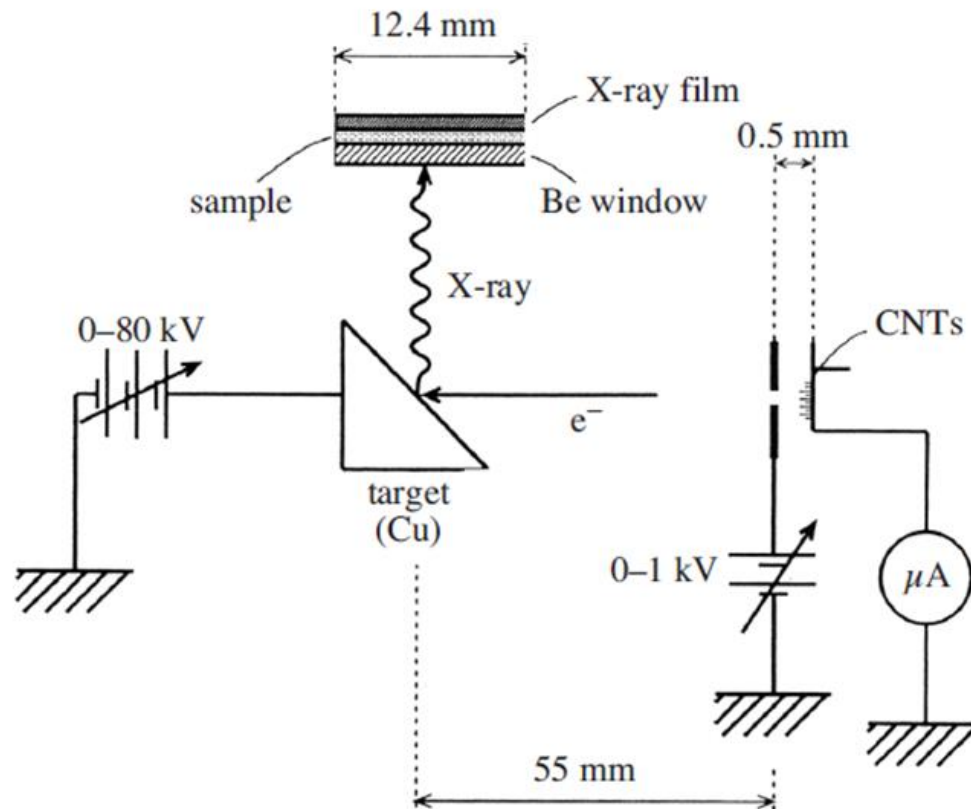
# لامپ های گسیل میدانی





# منابع X-ray

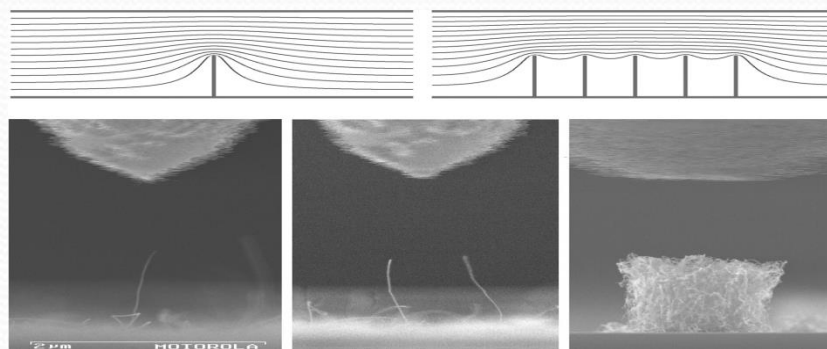
- مهم ترین مزیت این روش نسبت به منابع X-ray معمولی این است که نیاز به منبع حرارتی الکترون ندارد.



# سایر کاربردهای گسیل میدانی نانولوله های کربنی

- در تقویت کننده های میکروویو
- رزوناتورهای مکانیکی
- تلسکوپ های فضایی
- میکروسکوپ های الکترونی
- لایه نشانی با کمک پرتو الکترونی
- لیتوگرافی با پرتو الکترونی

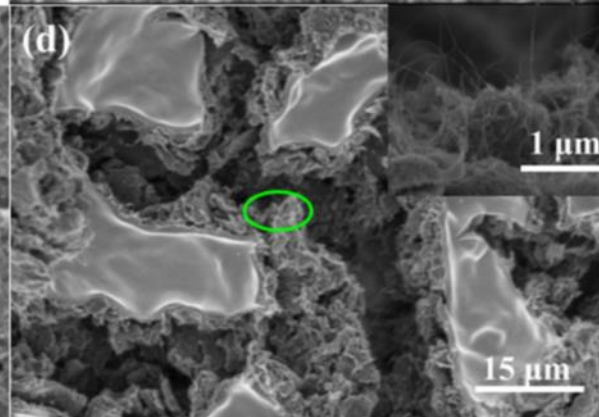
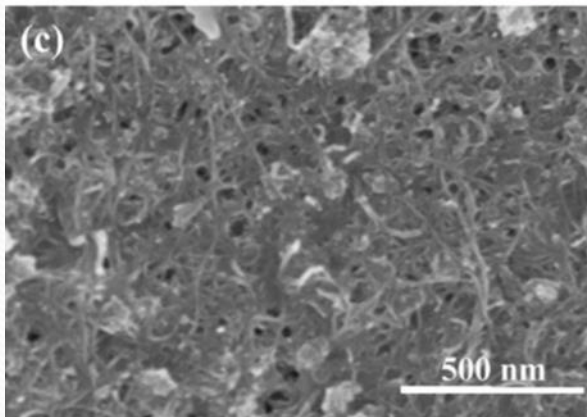
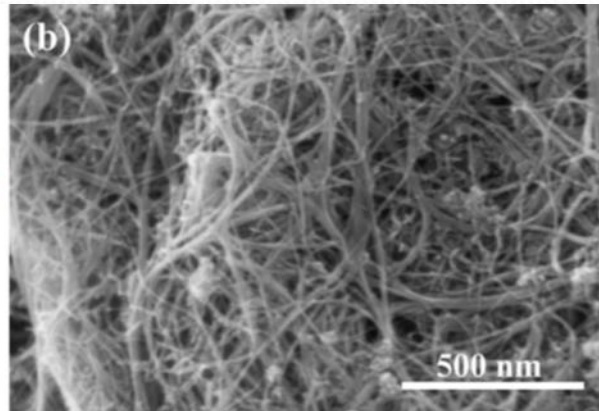
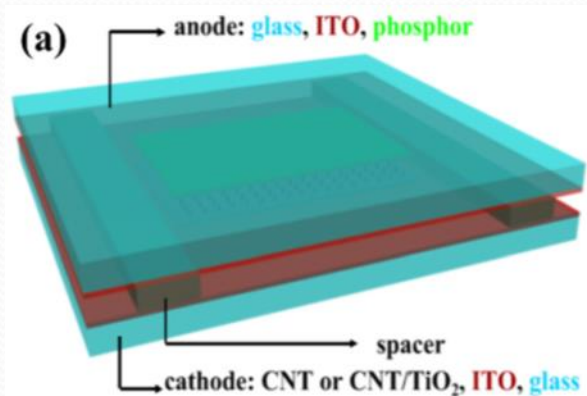
# روشی برای بهبود گسیل میدان



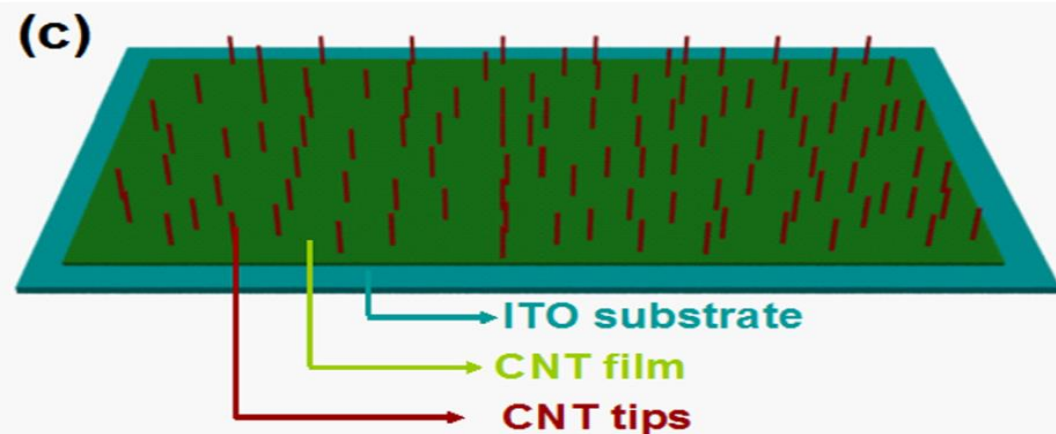
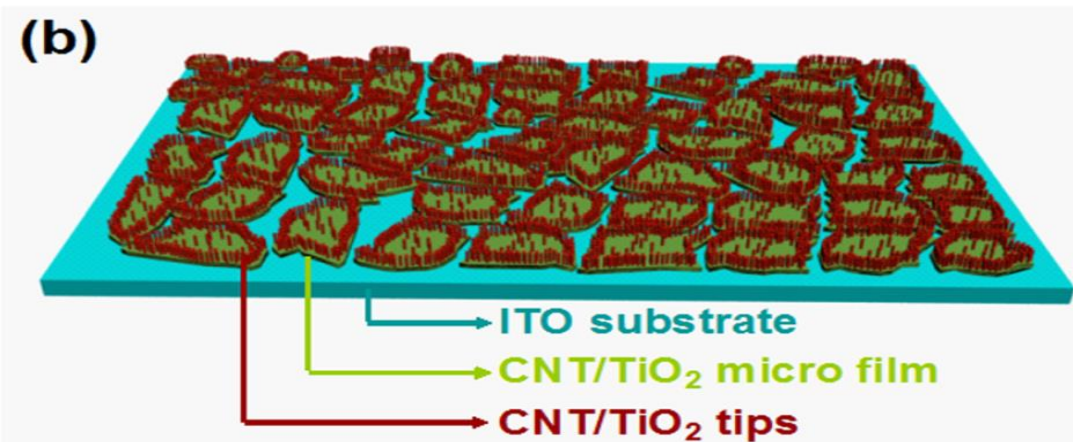
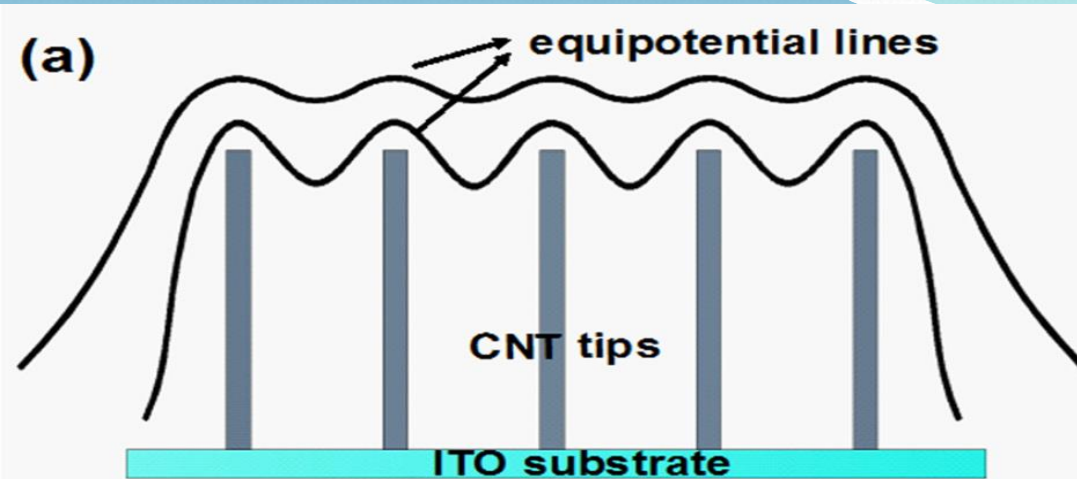
- برای بهبود عملکرد گسیل میدان علاوه بر شکل و هندسه گسیلنده ها نحوه چینششان در کنار هم از اهمیت برخوردار است.
- هم چنین برای افزایش تعداد موثر گسیلنده ها تلاش براین است که نانو لوله ها کاملاً به صورت ایستاده و عمودی روی سطح قرار بگیرند.
- کامپوزیت کردن CNT ها با نانوذرات فلزی و فیلم های نازک اکسید فلزی باعث بهبود گسیل الکترون می شوند.
- $\text{TiO}_2$ ,  $\text{ZnO}$ ,  $\text{MgO}$ ,  $\text{SiO}_2$ , anatase



# استفاده از کامپوزیت CNT/TiO<sub>2</sub>



- CNT/TiO<sub>2</sub>-4
- CNT/TiO<sub>2</sub>-20



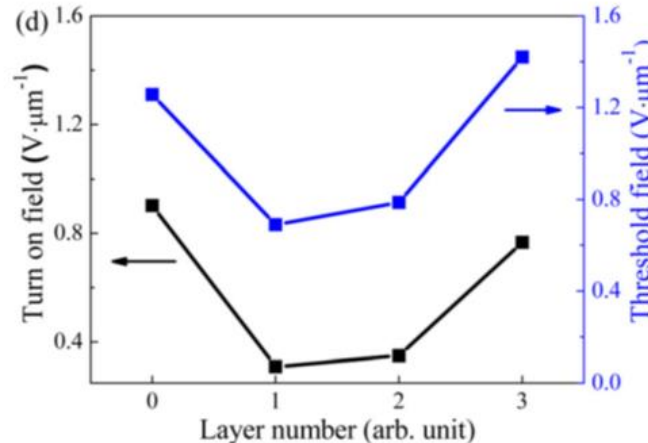
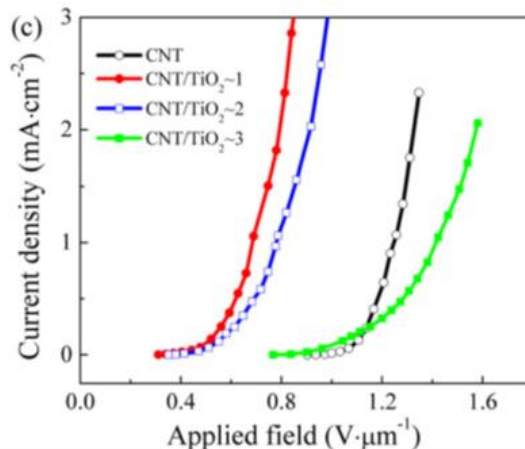
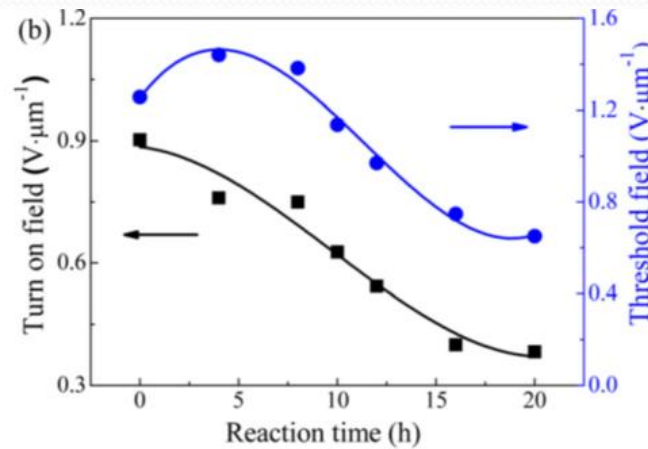
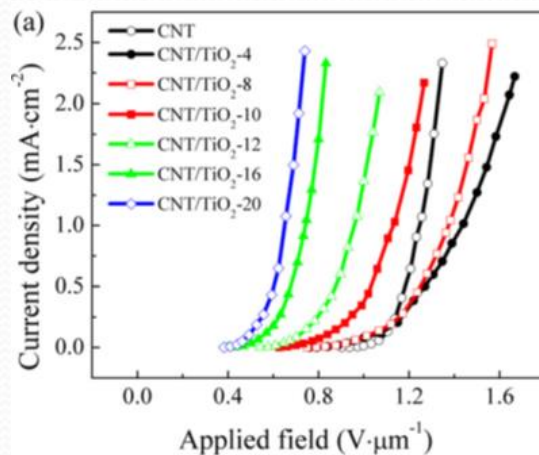
- (a) نمایش خطوط هم پتانسیل
- اطراف نانولوله کربن پس از
- گسیل
- (b) ایجاد میکرو فیلم ها
- پس از کامپوزیت کردن با
- CNT<sub>20</sub>
- (c) قرار گیری عادی CNT
- ها بصورت عادی روی
- فیلم



# مقایسه گسیل میدان در حالات مختلف

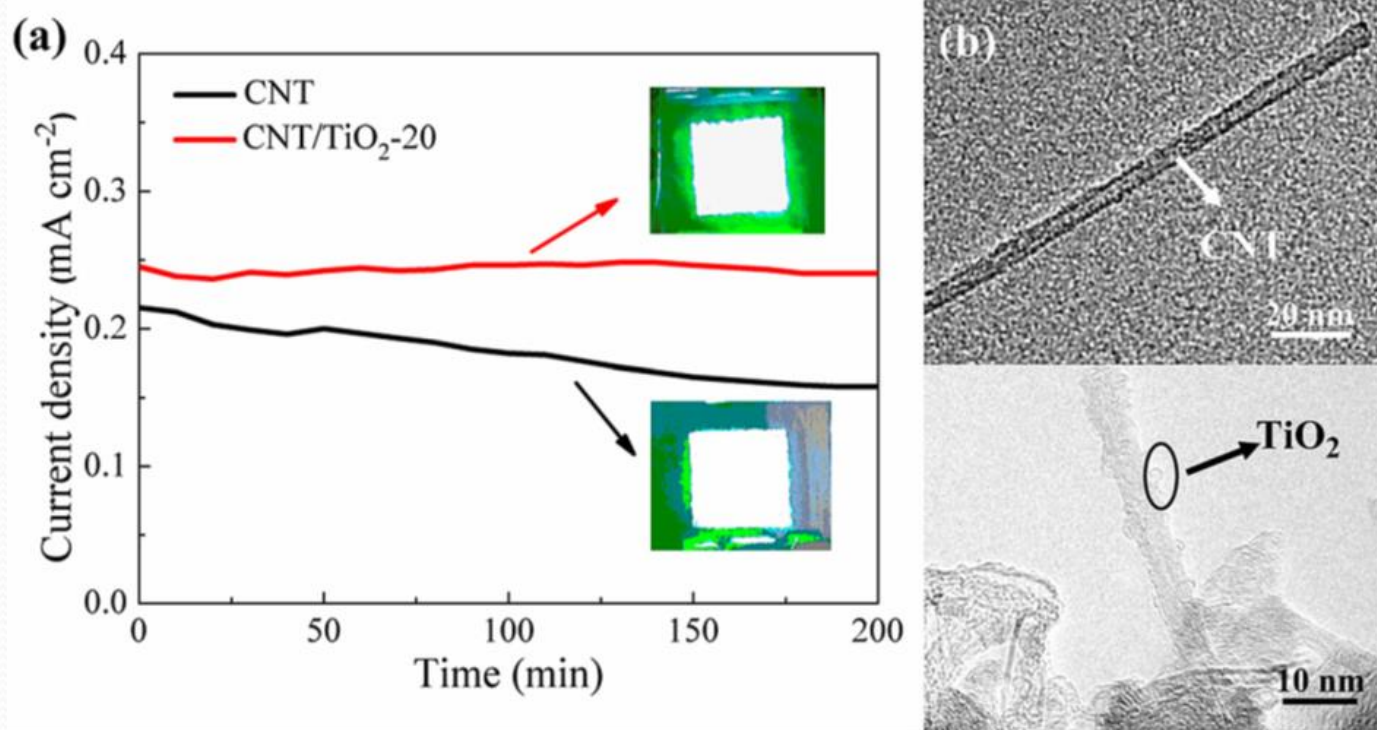
• Eth میدان مورد نیاز برای گسیل  $1 \text{ A/cm}^2$

• Eto میدان مورد نیاز برای گسیل  $10 \text{ uA/cm}^2$

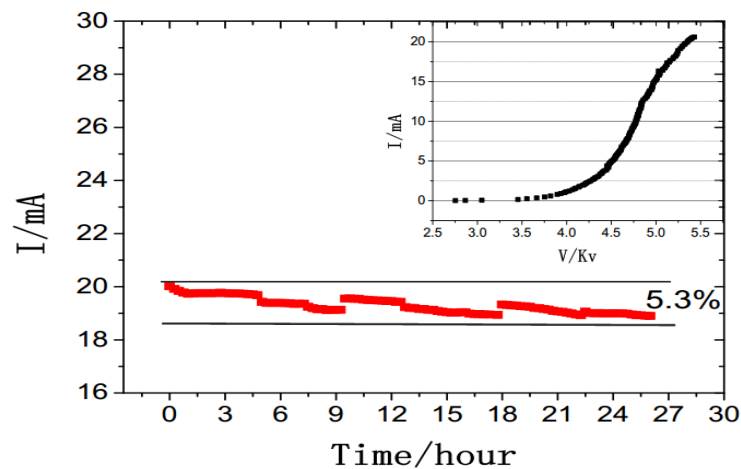
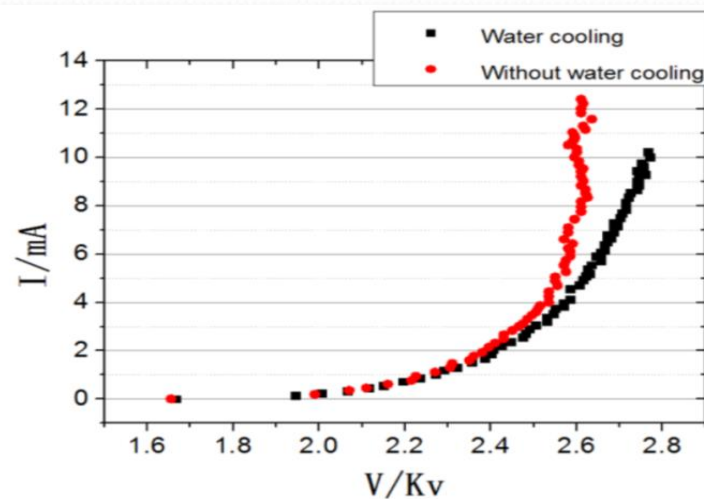
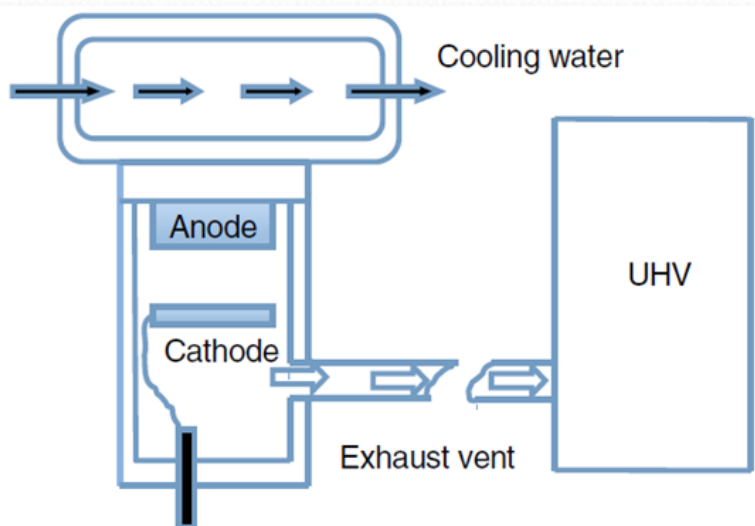




# مقایسه جریان خروجی پس از گذشت ۲۰۰ دقیقه



# پایداری سازی جریان





# مراجع

- 1.Chang, Hsuan-Chen, Chien-Chang Li, Shuo-Fang Jen, Chun-Chieh Lu, Ian Yi-yu Bu, Po-Wen Chiu, and Kuei-Yi Lee. "All-carbon field emission device by direct synthesis of graphene and carbon nanotube." *Diamond and Related Materials* 31 (2013): 42-46.
- 2.Saito, Yahachi, and Sashiro Uemura. "Field emission from carbon nanotubes and its application to electron sources." *Carbon* 38, no. 2 (2000): 169-182.
- 3.Bonard, Jean-Marc, Mirko Croci, Christian Klinke, Ralph Kurt, Olivier Noury, and Nicolas Weiss. "Carbon nanotube films as electron field emitters." *Carbon* 40, no. 10 (2002): 1715-1728.
- 4.Xu, Jinzhuo, et al. "Outstanding field emission properties of wet-processed titanium dioxide coated carbon nanotube based field emission devices." *Applied Physics Letters* 106.7 (2015): 073501
- 5.Yu, Cairu, et al. "Very stable large current density printed carbon nanotube field-emission cathode applied in electron gun." *Vacuum Electronics Conference (IVEC), 2015 IEEE International*. IEEE, 2015.



## مراجع

- 6.10M. H. M. O. Hamanaka, V. P. Mammana, and P. J. Tatsch, in NanoCarbon 2011, edited by C. Avellaneda (Springer, Berlin, Heidelberg, 2013), Vol. 3, p. 1.
- 7. Lee, J., Jung, Y., Song, J., Kim, J. S., Lee, G. W., Jeong, H. J., & Jeong, Y. (2012). High-performance field emission from a carbon nanotube carpet. *Carbon*, 50(10), 3889-3896.
- 8.7S. P. Morev, N. P. Aban'shin, B. I. Gorfinkel, A. N. Darmaev, D. A. Komarov, A. E. Makeev, and A. N. Yakunin, J. Commun. Technol. Electron. 58, 357 (2013).
- 9. Zanin, H., et al. "Field emission from hybrid diamond-like carbon and carbon nanotube composite structures." *ACS applied materials & interfaces* 5.23 (2013): 12238-12243.



● از توجه شما سپاسگزارم