

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

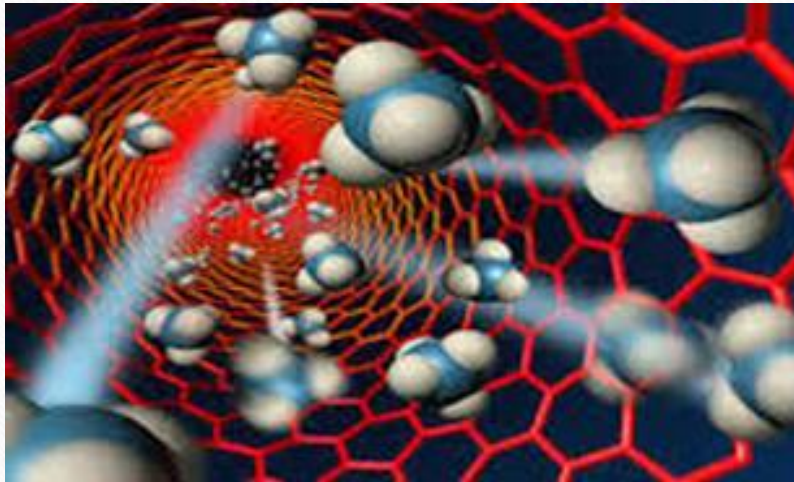
معرفی کاربرد نانو ساختارهای نیمه رسانا

ارائه دهنده: اعظم جعفری
دبیر فیزیک منطقه ۵ تهران



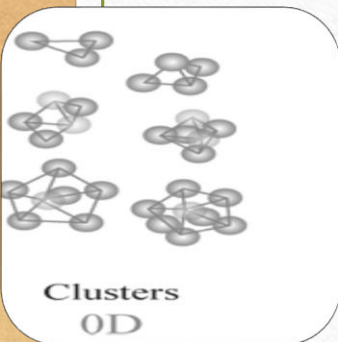
- مقدمه
- تعریف نانوساختارها و انواع آن
- نانوساختارهای نیمه رسانا
- کاربرد نانوساختارهای نیمه رسانا
- یک مثال
- پخش فیلم از کاربرد نانوساختارهای نیمه رسانا

تعریف نانو ساختارها



به چه موادی نانومواد یا نانو ساختار میگویند؟
هر ماده از سه بعد تشکیل شده است. اگر حداقل یکی از این ابعاد در مقیاس نانو باشد به این ماده، یک ماده نانو ساختار گفته میشود (محدوده ای بین یک تا صد نانومتر)

انواع نانو ساختارها



صفر بعدی:

موادی که در هر سه بعد دارای اندازه ی نانومتری می باشند و هیچ بعد آزادی ندارند. مانند نانوذرات و کوانتوم دات ها
کاربرد: ضد خش کردن بدنه، ضد بخار کردن شیشه ها، لاستیکهای مقاوم، ساخت داروهای جدید، تشخیص علائم بیماریها، تصفیه آب و پساب، الکترونیک، صنایع نظامی و...



یک بعدی:

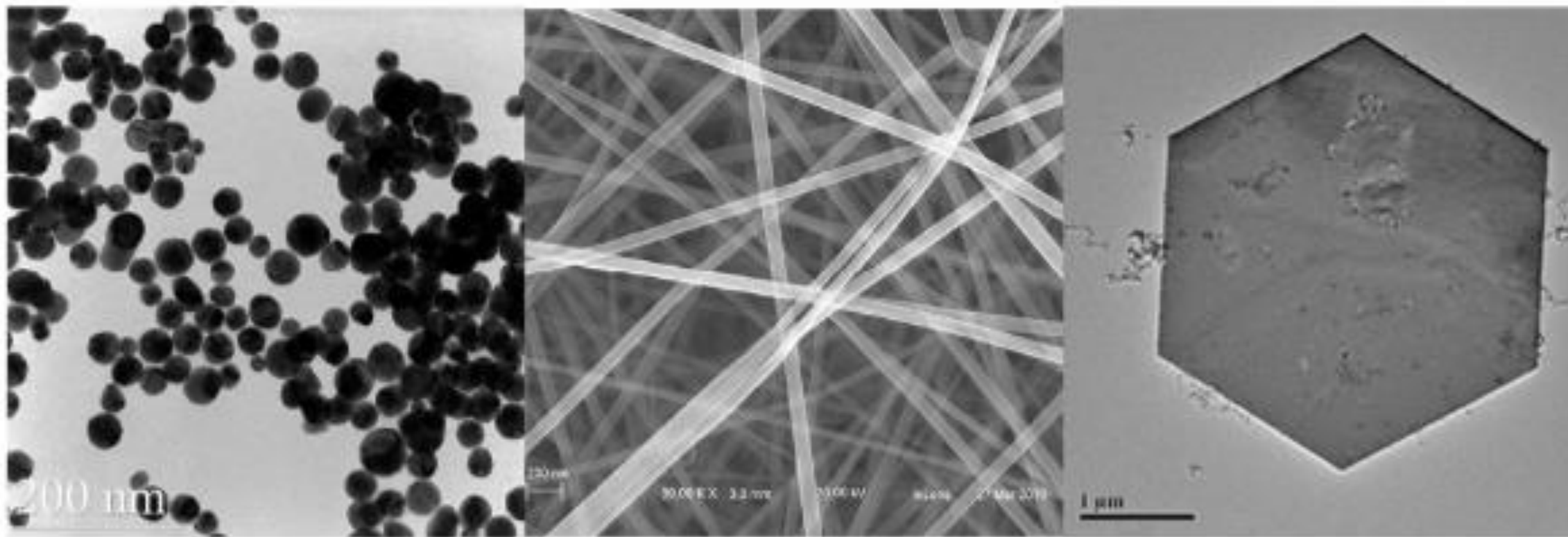
دارای دو بعد در مقیاس نانو و یک بعد آزاد می باشند مانند: نانوسیم ها، نانو لوله ها، نانو میله ها و کوانتوم وایرها
کاربرد: ساخت رایانه های بسیار کوچک با سرعت بسیار بالا، ساخت لیزرهای بسیار کوچک، تشخیص بیماریها، حافظه های مغناطیسی و...



دو بعدی

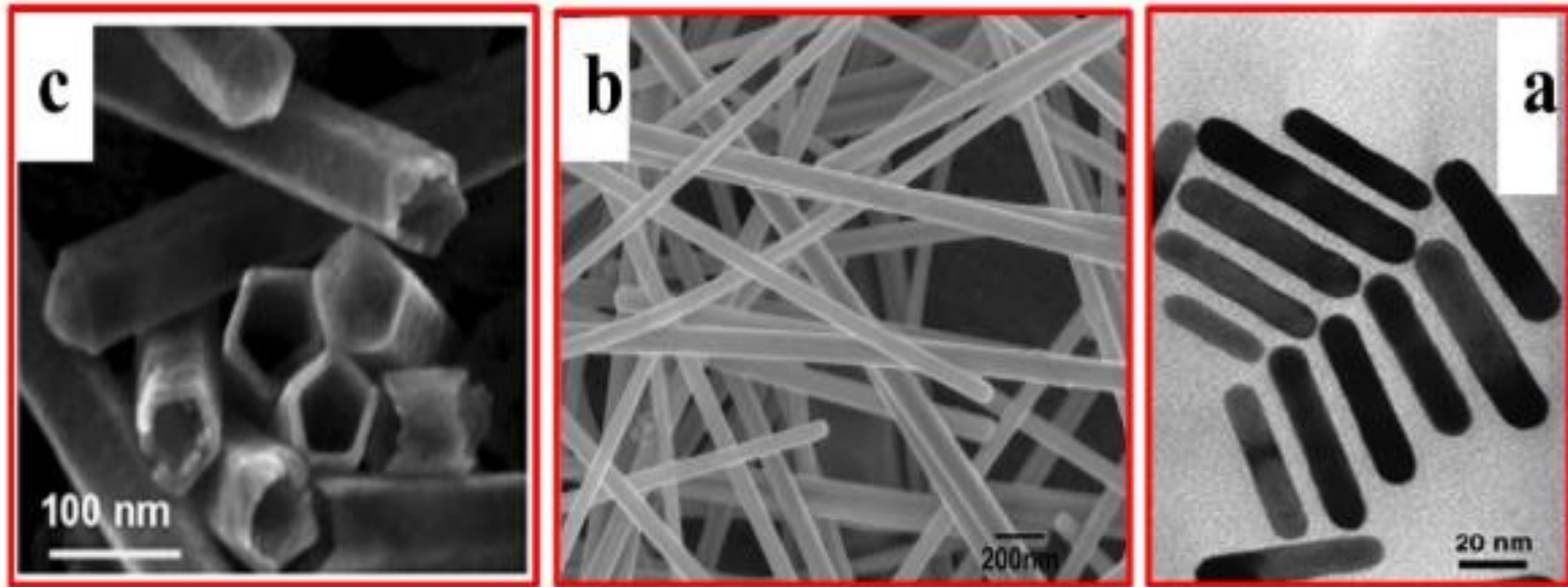
این مواد دارای دو بعد آزاد و یک بعد در مقیاس نانو میباشند.
کاربرد: ⁶نانوپوشش ها، ساخت ادوات الکترونیکی و اپتیکی، ایجاد ویژگی های سطحی دلخواه مثل مقاومت به خوردگی، مقاومت به سایش و...

انواع نانوساختارها



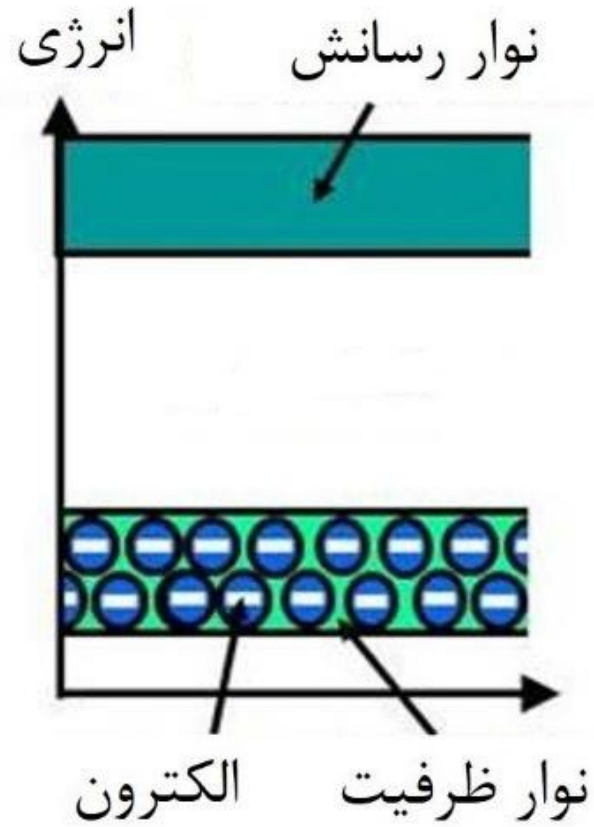
7 به ترتیب از چپ به راست تصاویر میکروسکوپ الکترونی نانوساختارهای صفر بعدی، یک بعدی و دو بعدی

انواع نانوساختارها



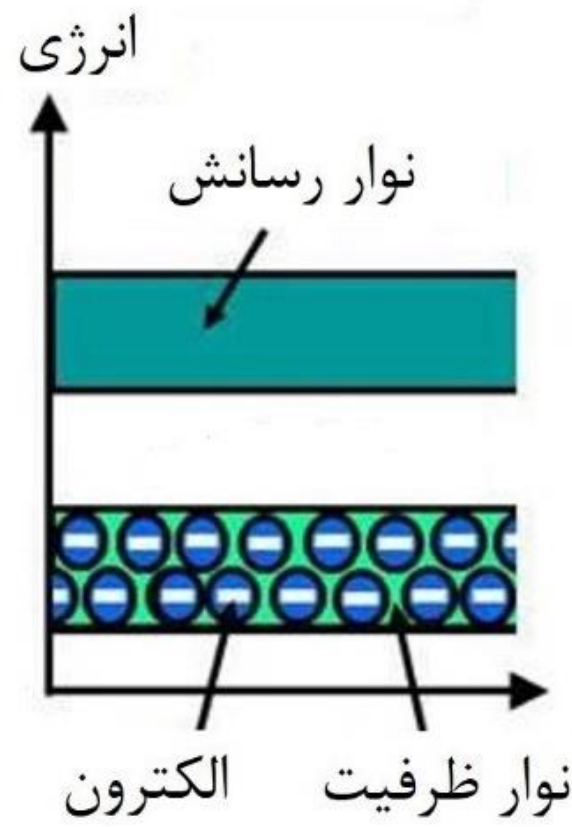
نمایش مهم ترین اشکال یک بعدی -a نانومیله، -b نانوسیم، -c نانولوله

نارسانا



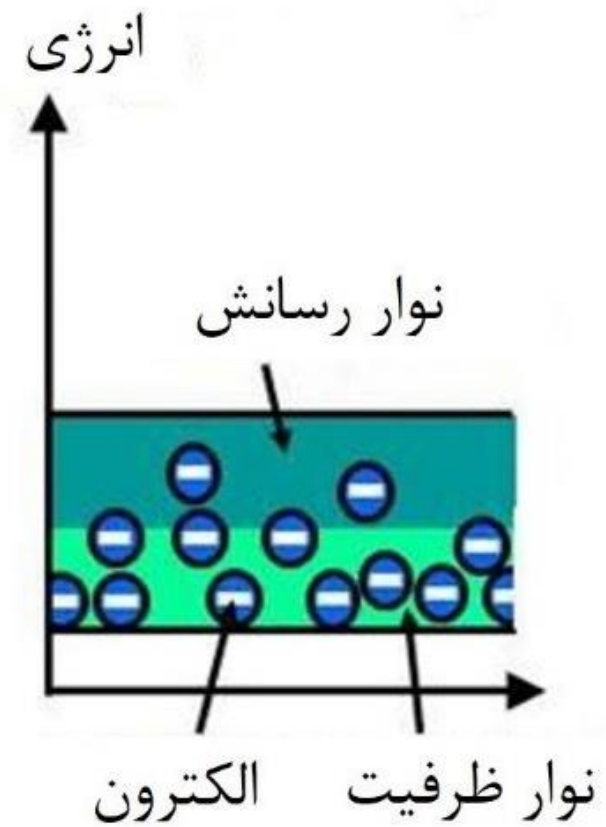
شکاف انرژی پهن

نیمه رسانا



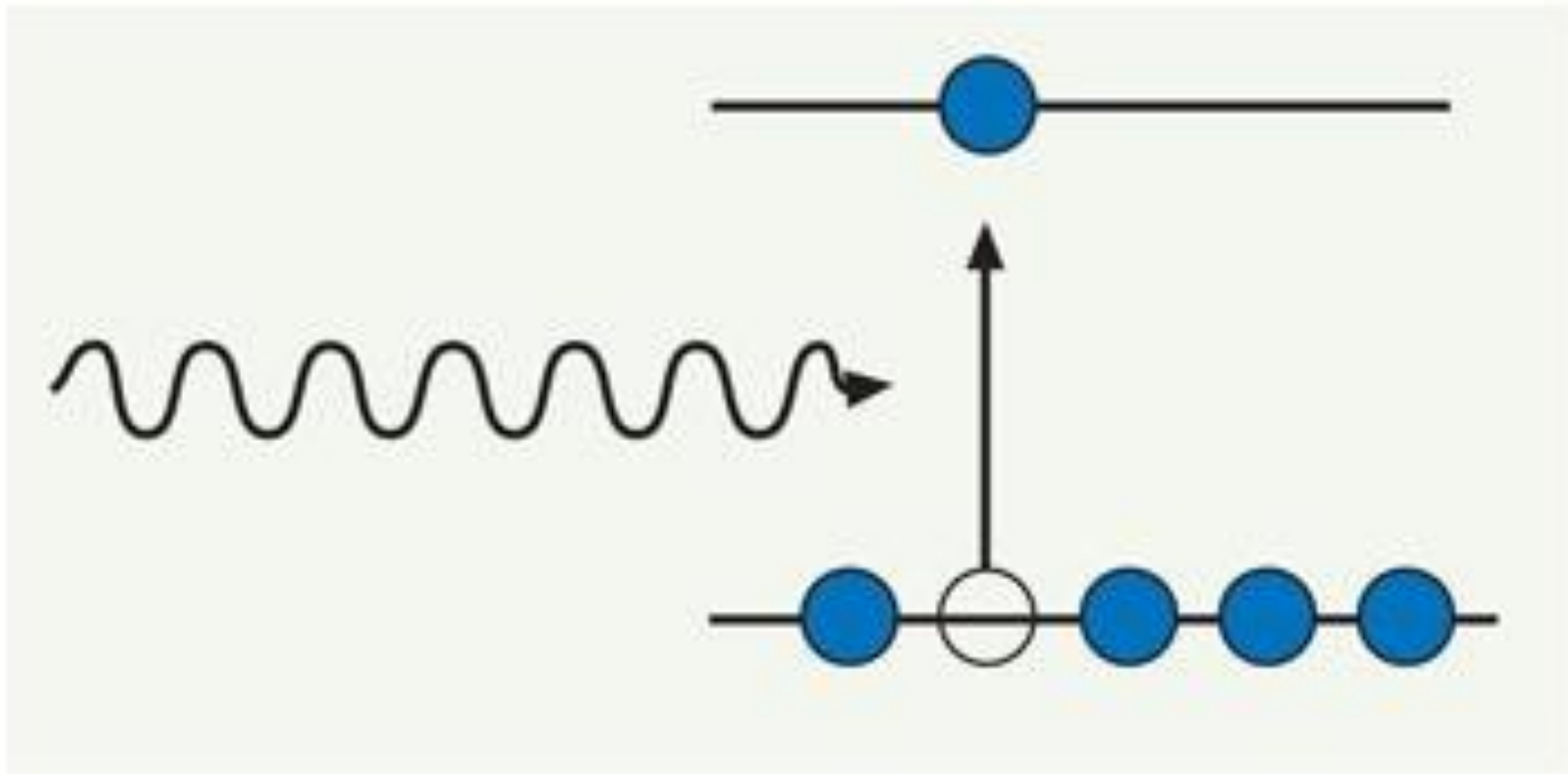
شکاف انرژی باریک

رسانا

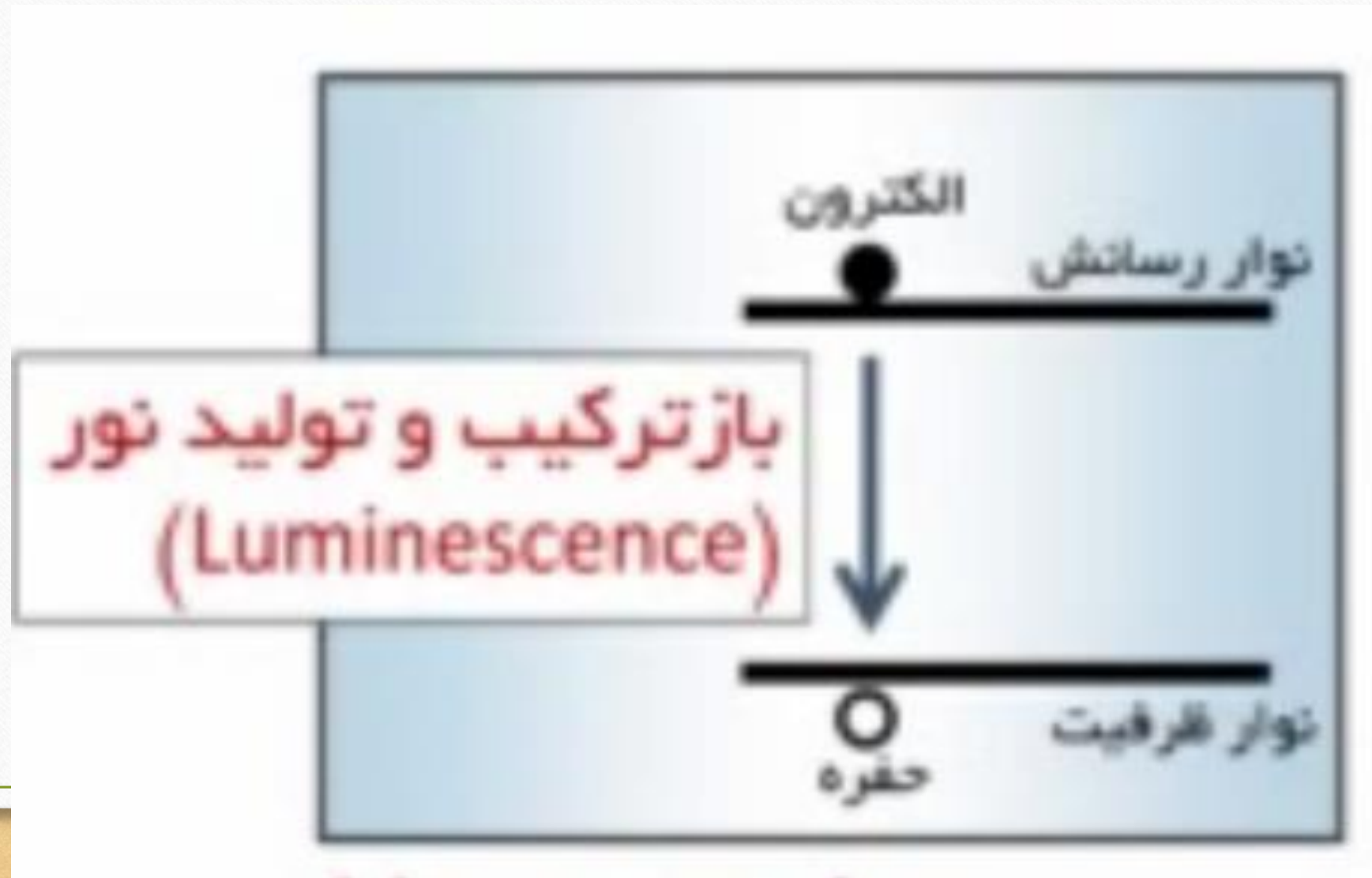


بدون شکاف انرژی

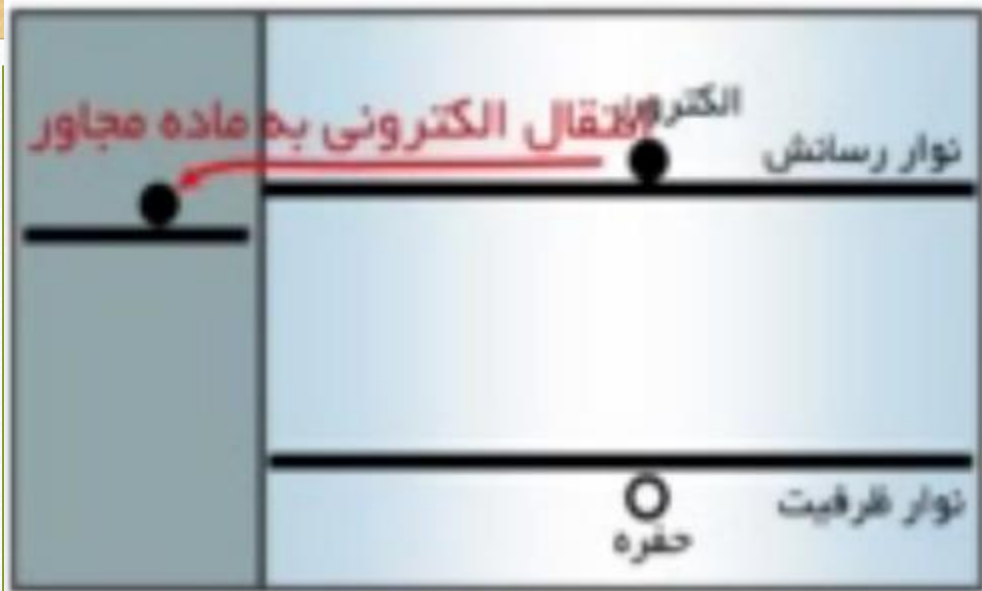
کاربرد نانوساختارهای نیمه رسانا



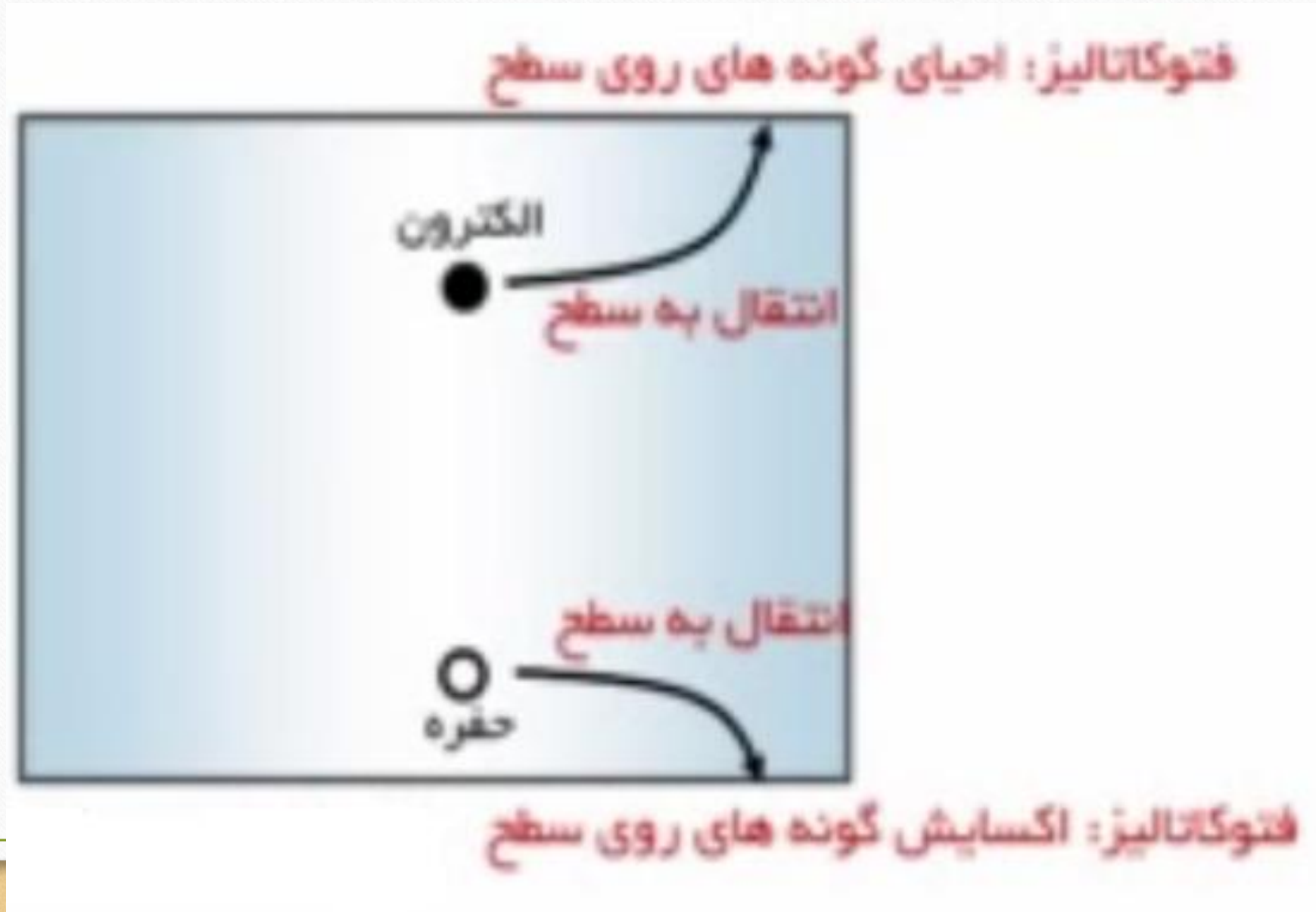
کاربرد نانوساختارهای نیمه رسانا



کاربرد نانو ساختار های نیمه رسانا

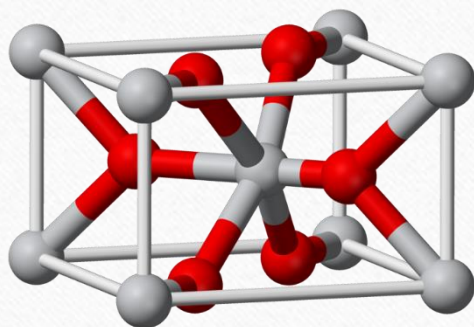


کاربرد نانو ساختار های نیمه رسانا

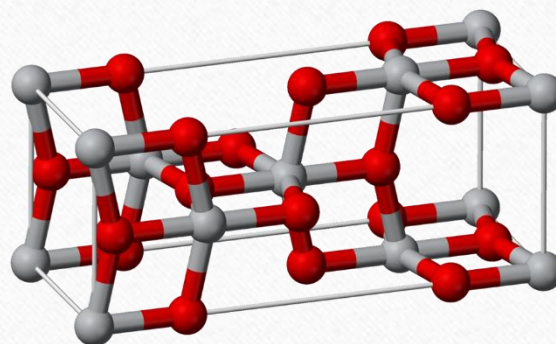


یک مثال

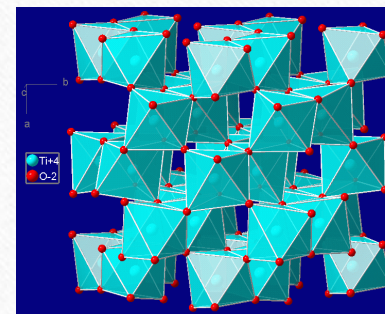
- گاف انرژی فاز آناتاز 3.2 eV و فعالیت فوتوکاتالیستی بالا
- کاربرد فاز آناتاز رنگ‌های حساس نوری و کاتالیزهای نوری
- فاز روتایل در دی‌الکتریک‌ها و حسگرهای اکسیژن دمای بالا
- فاز روتایل پایدارتر است



Rutile



Anatase



Brookite

یک مثال

Application of TiO_2 Technology

Antidazzle



Antibacterial



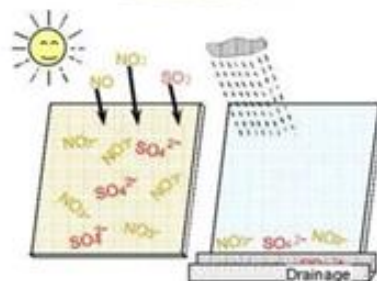
Self cleaning



Water cleaning



$\text{TiO}_2 + \text{U.V}$



Air pollution removal



کاربردها :

خودتمیز شونده

استفاده در محیط های بهداشتی مانند آزمایشگاه ها و بیمارستان ها

صنایع دارویی و مواد غذایی

برنامه های حفاظت از گیاهان

تصفیه فاضلاب و پساب

ضد عفونی کردن آب آشامیدنی

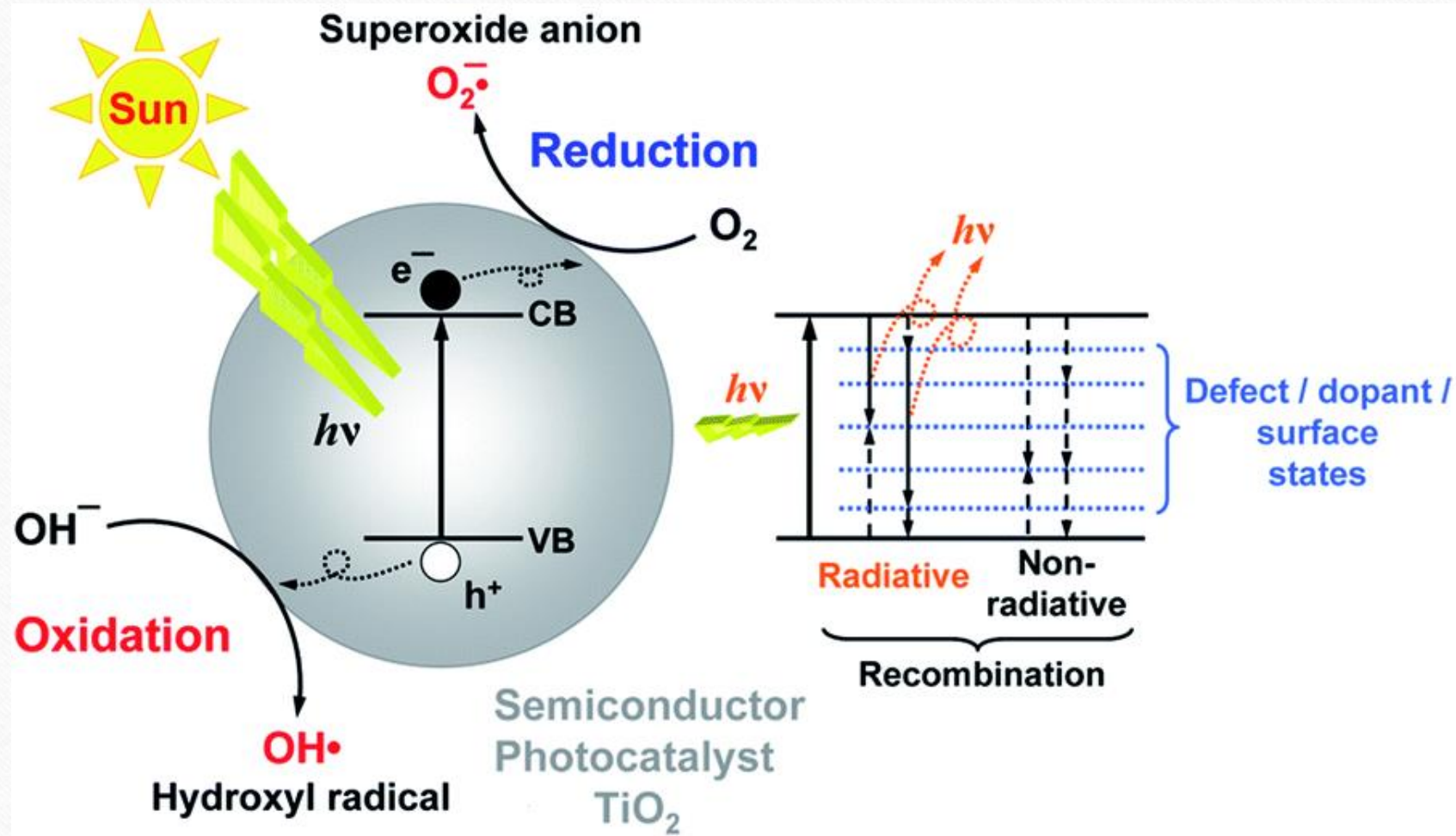
سلولهای خورشیدی

تکنولوژی پوشش دهی

دیوایس های الکتریکی

فوتوکاتالیست

یک مثال



نانوذرات دی اکسید تیتانیوم به عنوان یک فوتوکاتالیست

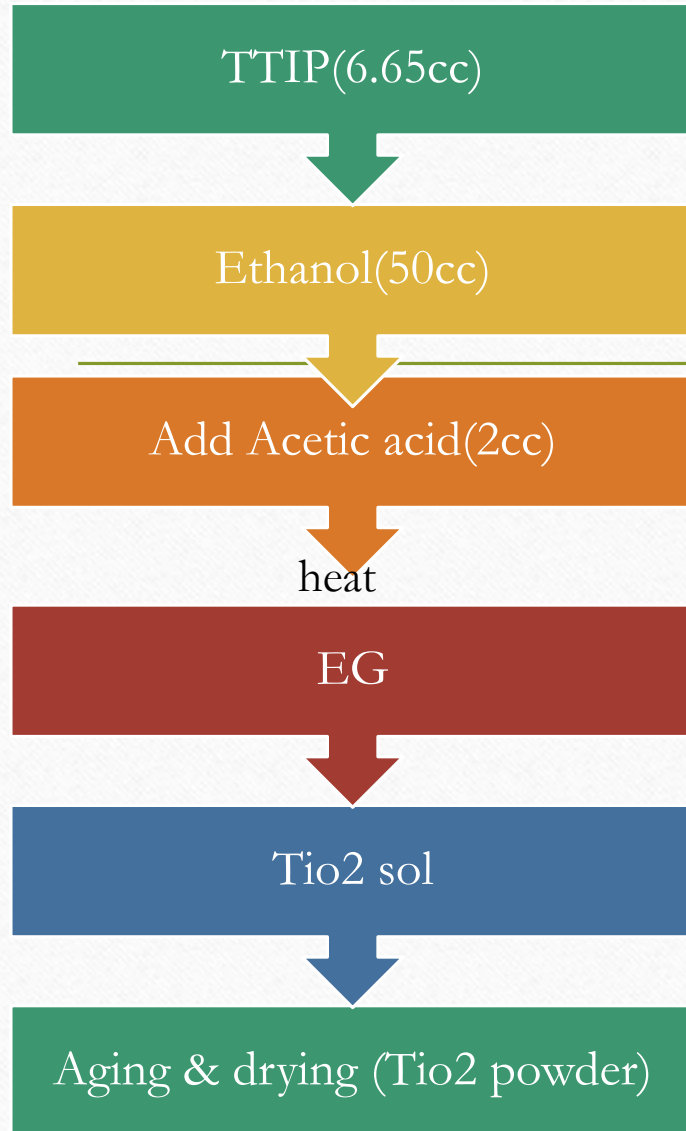
روش‌های سنتز



- روش سل – ژل
- روش هم رسوبی
- روش هیدروترمال
- روش قوس الکتریکی (arc)

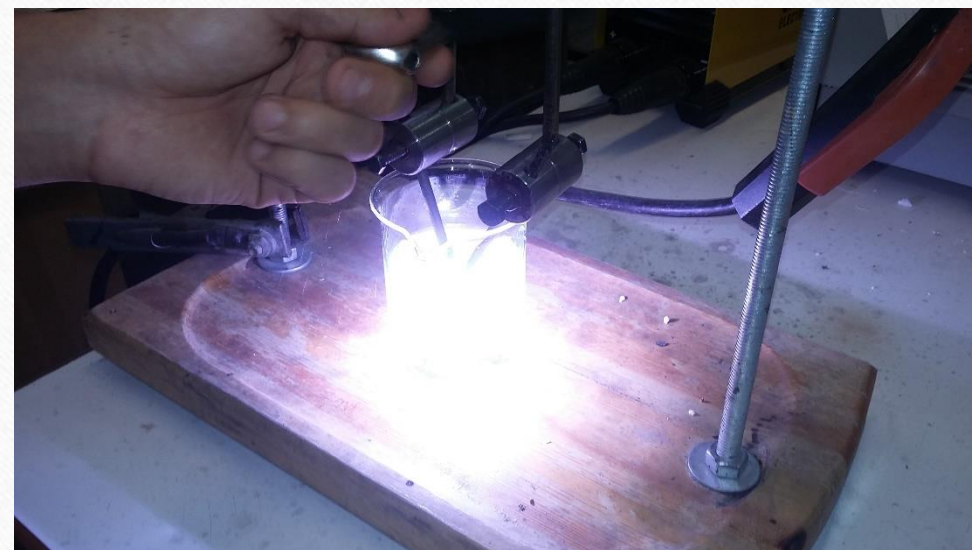


روش سل – ژل (Sol-gel)

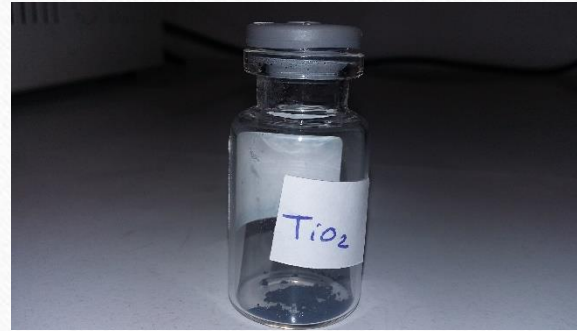
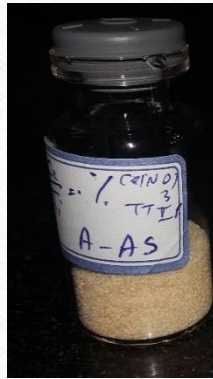




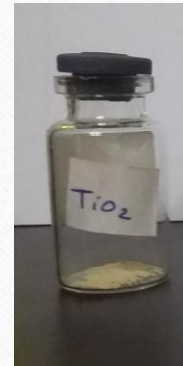
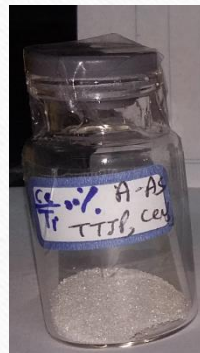
روش قوس الکتریکی (arc)



یک مثال



نمونه ها قبل از قرار گرفتن در کوره



نمونه ها بعد از قرار گرفتن در کوره

روشهای آنالیز نانو ساختار ها

۱- روش های آنالیز میکروسکوپی

۲- روش های آنالیز غیر میکروسکوپی

۱- روش های آنالیز میکروسکوپی

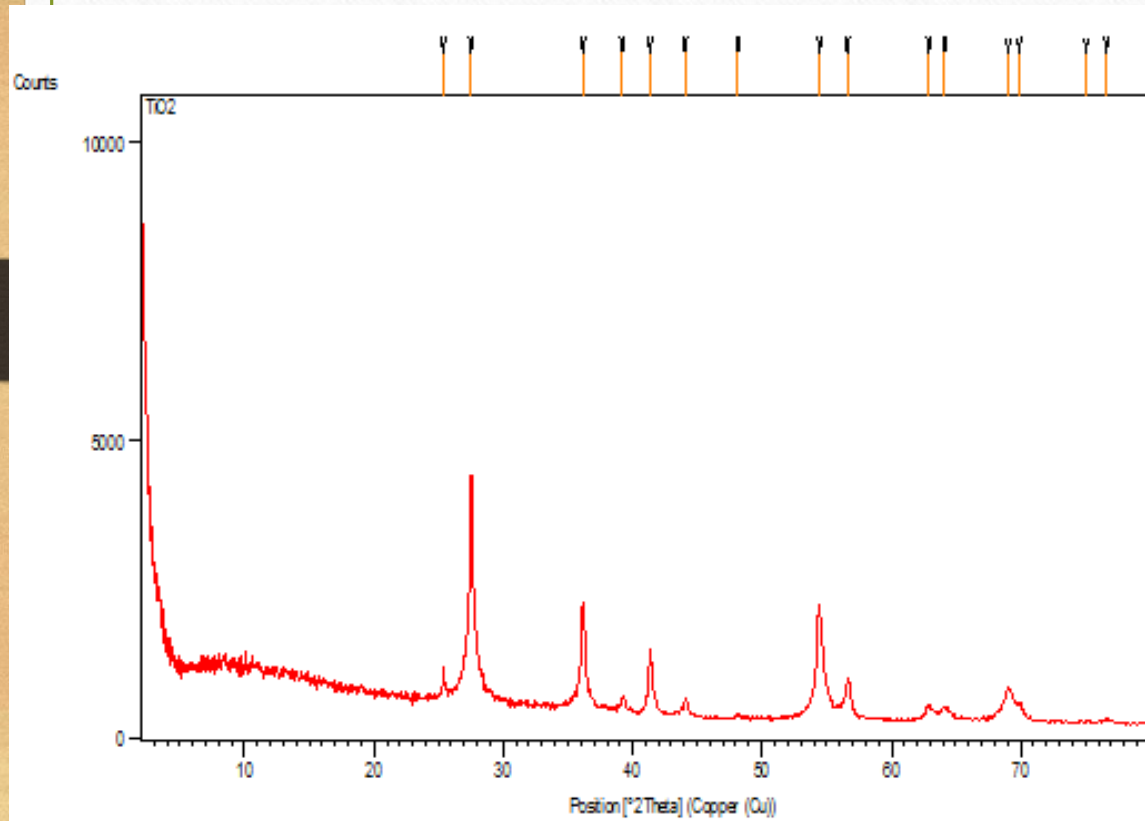
1. میکروسکوپ الکترونی عبوری (TEM)
2. میکروسکوپ الکترونی روبشی (SEM)
3. میکروسکوپ تونلی روبشی (STM)
4. میکروسکوپ نیروی اتمی (AFM)
5. میکروسکوپ نیروی مغناطیسی (MFM)
6. میکروسکوپ نوری روبشی میدان نزدیک (SNOM)

۲- روش های آنالیز غیر میکروسکوپی

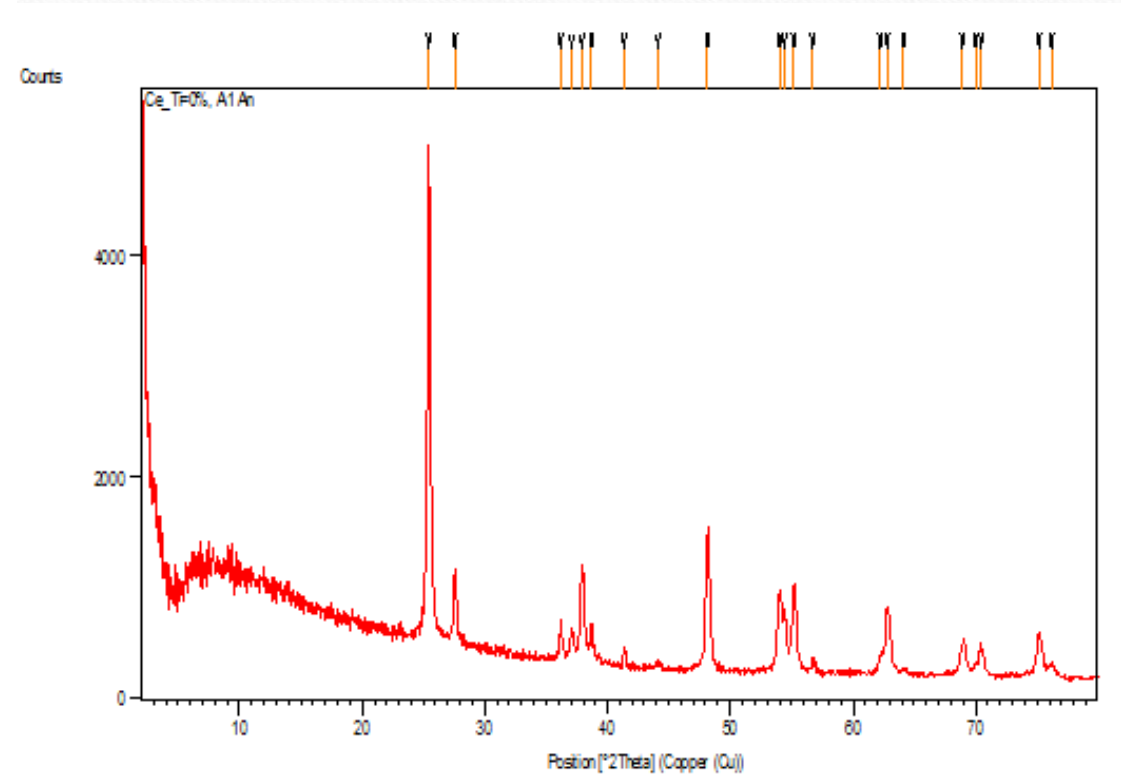
1. روشهای طیف سنجی
 - I. طیف سنجی نوری
 - II. طیف سنجی اتمی
 - III. طیف سنجی اشعه x
 - IV. طیف سنجی جرمی
2. روشهای جداسازی
3. روشهای تعیین اندازه و بار ذرات
4. روشهای مبتنی بر الکترون
5. روشهای تعیین سطح ویژه
6. اندازه گیری خواص مغناطیسی

یک مثال

نتایج XRD



آنالیز XRD نمونه سنتز شده به روش آرک

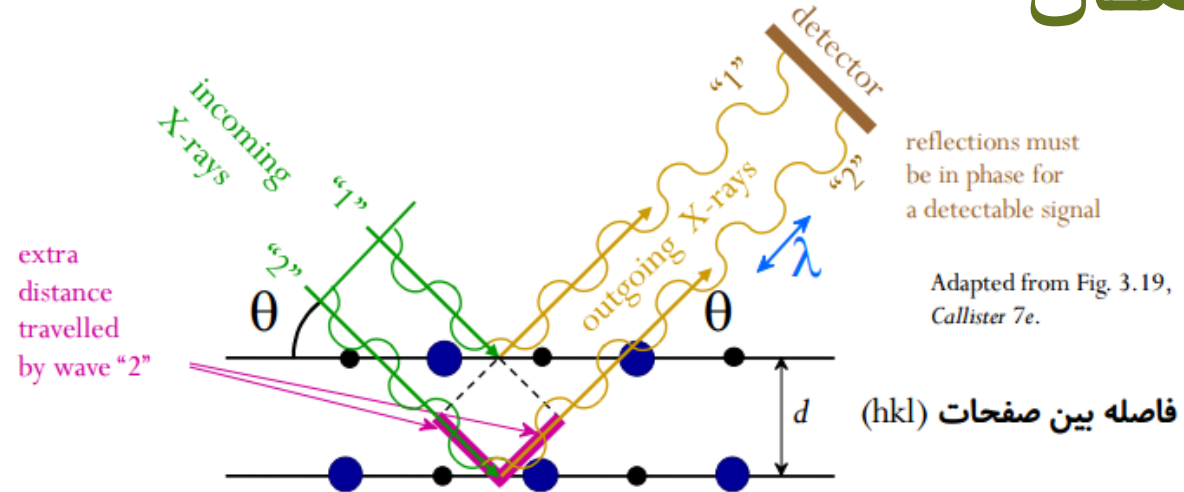
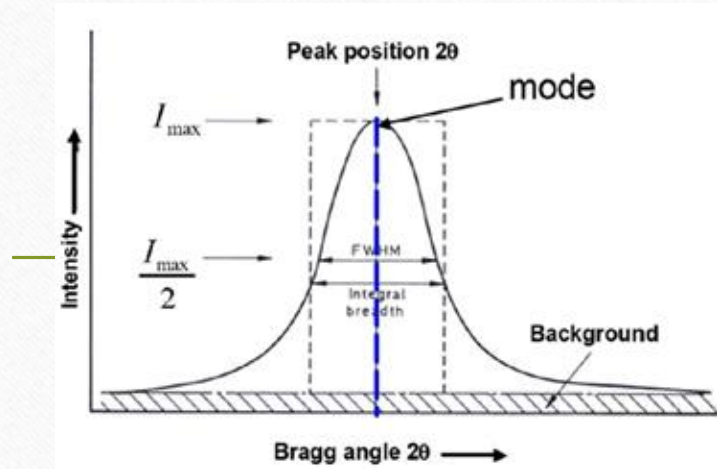


آنالیز XRD نمونه سنتز شده به روش سل ژل

محاسبه اندازه کریستالیت و ثابتهای شبکه

رابطه‌ی شرر (Scherrer) $D = (0.9 \times \lambda) / (\beta \cos \theta)$

یک مثال



Tetragonal $a=b \neq c$

$$\alpha = \beta = \gamma = 90^\circ$$

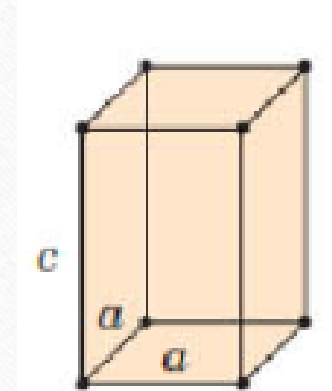
$$\frac{1}{d^2} = \frac{h^2 + k^2}{a^2} + \frac{l^2}{c^2}$$

$$\frac{1}{d^2} = \left(\frac{2 \sin \theta}{\lambda} \right)^2$$

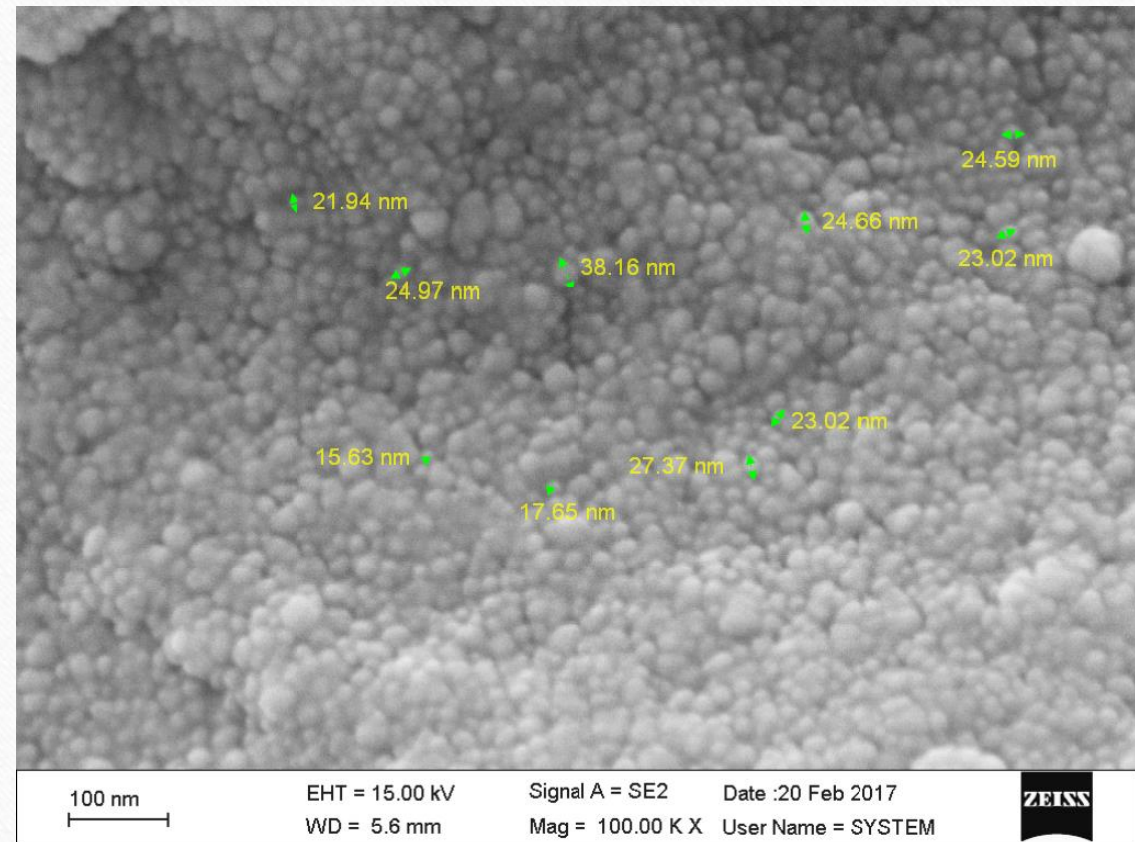
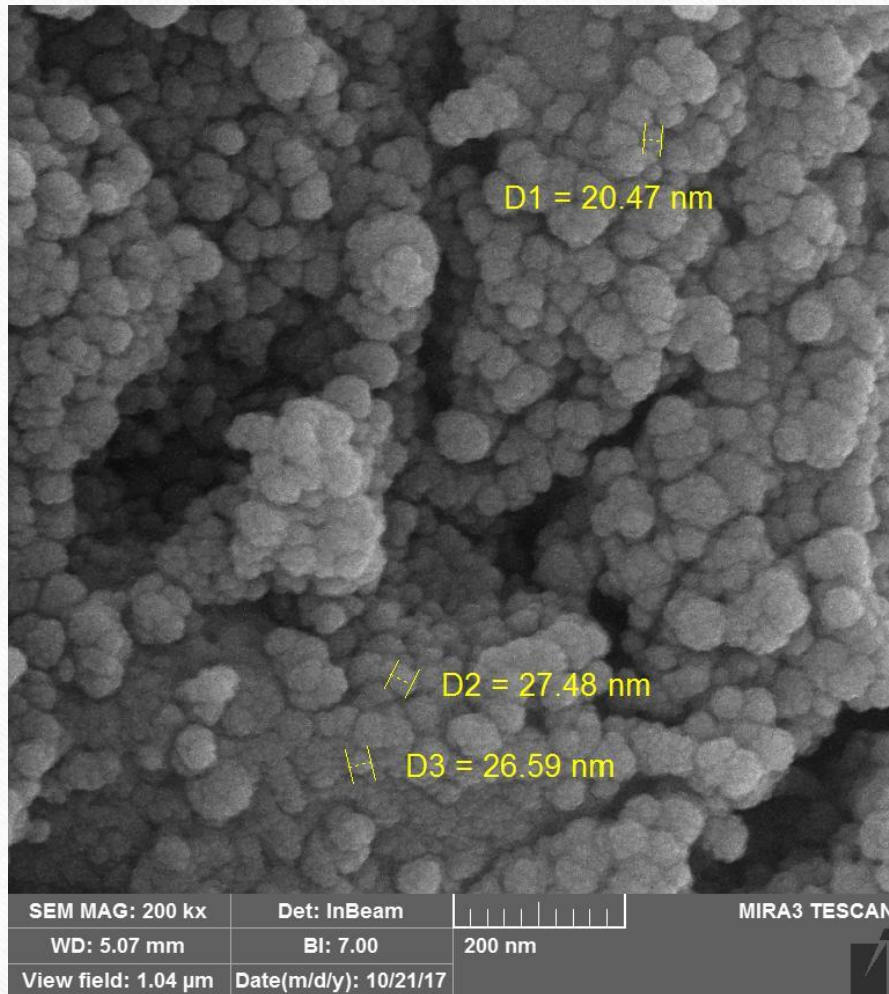
$$\sin^2 \theta = \frac{\lambda^2}{4} \left[\frac{h^2 + k^2}{a^2} + \frac{l^2}{c^2} \right]$$

$$a = \frac{\lambda}{\sin \theta}, (200), 2\theta$$

$$c = \frac{2\lambda}{\sin \theta}, (004), 2\theta$$



یک مثال

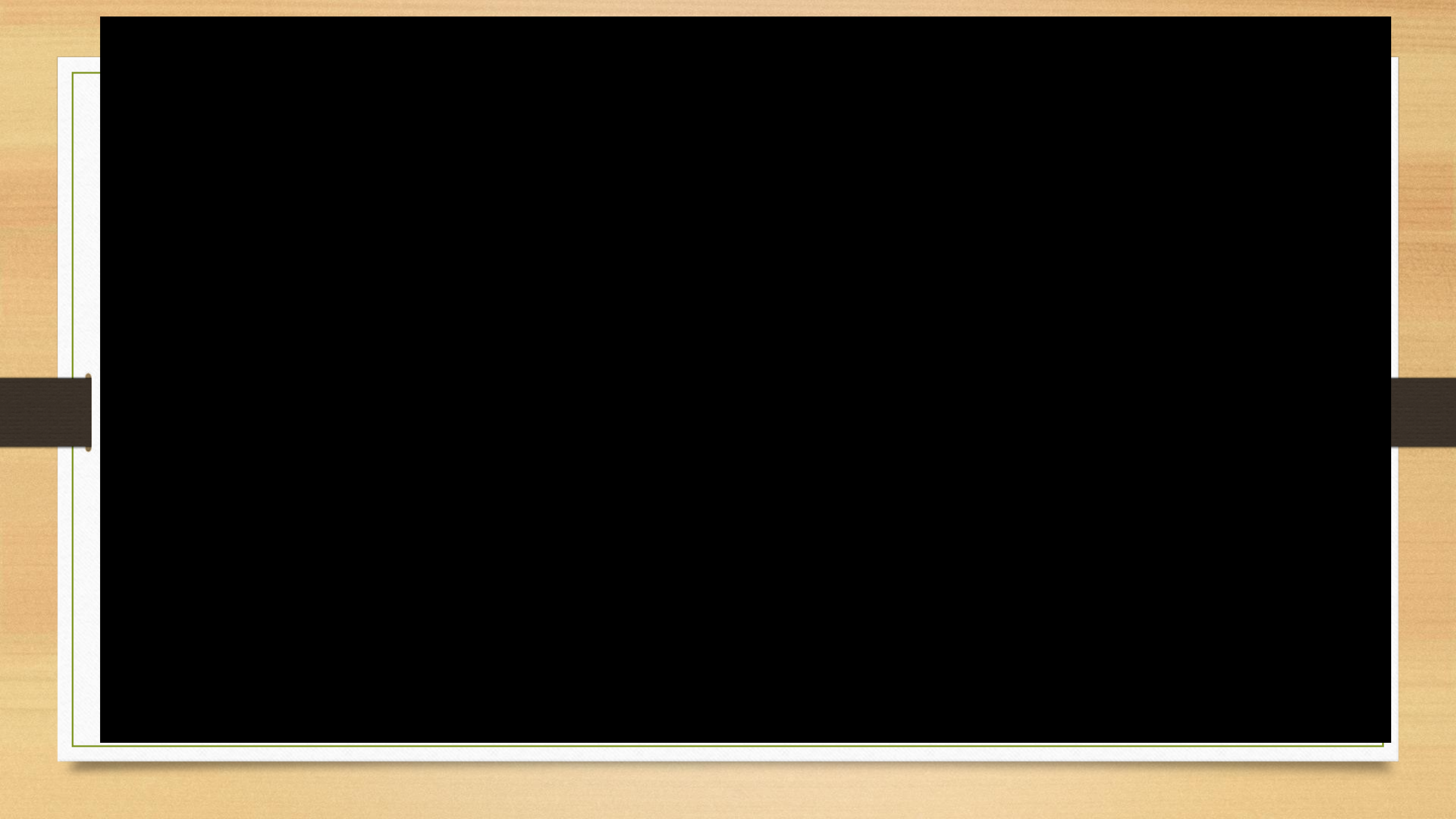


تصویر SEM نمونه سنتز شده به روش آرک

تصویر SEM نمونه سنتز شده به روش سل ژل

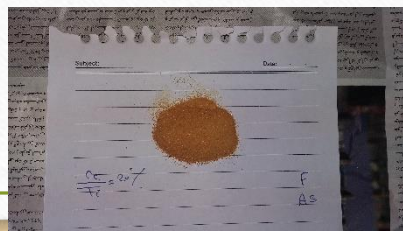






References:

1. Yang, H.Y., Lee, M.F., Huang, C.H., Lo, Y.S., Chen, Y.J. and Wang, M.S., (2009) "Glancing angle deposited titania films for dye-sensitized solar cells, Thin films" 518, 1590-1594.
2. Chung-Yi, W., Yuan-Ling, L., Yu-Shiu, L., Chen-Jui, L. and Chen-Hou, W., (2013) Thickness dependent photocatalytic performance of nanocrystalline TiO_2 thin films prepared by sol-gel spin coating" Applied Surface Sciences, 280, 737-744.
3. Ma, W.H., Lu, Z., Zhang, M.S., (1998) "Investigation of structural transformations in nanophase titanium dioxide by Raman spectroscopy" Applied Physics A, 66, 621-627.
4. O'Regan, B., Grätzel, M., (1991) "A low-cost, high-efficiency solar cell based on dye-sensitized colloidal TiO_2 films" Nature, 353, 737-740.
5. Xue, W., Zhang, G., Xu, X., Yang, X., Liu, C and, Xu, Y., (2011) "Preparation of titania nanotubes doped with cerium and their photocatalytic activity for glyphosate" Chemical Engineering Journal 167,397-402.
6. Yanagawa, M., Chen, H. and Han, L., (2012) Surface treatment for effective dye adsorption on nanocrystalline TiO_2 . Japanese Journal of Applied Physics, 51, 10-16.
7. Choi, H.C., Jung, Y.M., Kim and S.B., (2005) "Size effects in the Raman spectra of TiO_2 nanoparticles" Vibration Spectroscopy, 37, 33-38.
8. Ramazani, M., Farahmandjou, M. and Firoozabadi, T.P., (2015) "Fabrication and Characterization of Rutile TiO_2 Nanocrystals by Water Soluble Precursor" Physical. Chemistry Research, 3, 293-298.
9. Ramazani, M., Farahmandjou, M. and Firoozabadi, T.P., (2015) "Effect of Nitric acid on Particle Morphology of the Nano- TiO_2 " International journal of Nanoscience and Nanotechnology, 11, 115-122.
10. Sathish, M., Viswanathan, B., Viswanath, R. P. and Gopinath, C. S., (2005) "Synthesis, characterization, electronic structure, and photocatalytic activity of nitrogen-doped TiO_2 nanocatalyst" Chemical Materials, 17, 6349-6353.
11. Ohno, T., (2005) "Preparation of S-doped TiO_2 and its sensitization" Electrochemistry, 73, 1047-1051.
12. Xiaoyuan, J., Li, H. and Zheng, X., (2008) Catalytic activity of CuO loaded $\text{TiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$ for NO reduction by CO" Journal of Material Sciences 43, 6505-6512.
13. Popa, M., Diamandescu, L., Vasiliu, F., Teodorescu, C.M., Cosoveanu, V., Baia, M., Feder, M., Baia, L., Danciu, V., (2009) "Synthesis, structural characterization, and photocatalytic properties of iron-doped TiO_2 aerogels" Journal of Material Sciences, 44, 358-364.
14. Marimuthu, T., Anandhan, N., Rajendran, S., Mummooorthy, M. and Vidhya. M., (2014) "Studies on pure and Ce doped TiO_2 thin films prepared by sol-gel technique" International Journal of ChemTech Research, 6(13), 5309-5314.
15. Gusev A. I. Nanomaterials, Nanostructures, and Nanotechnologies (in Russian) // Fizmatlit, Moscow (2007) - 416 pp.
16. Gusev A. I., Rempel A. A. Nanocrystalline Materials. — Cambridge: Cambridge International Science Publishing, 2004. — 351 p.
17. The British Standard for terms BSI PAS-132 / Nanomaterial. The British Standard for terms BSI PAS-132 / Nanostructured.





با تشکر از توجه شما