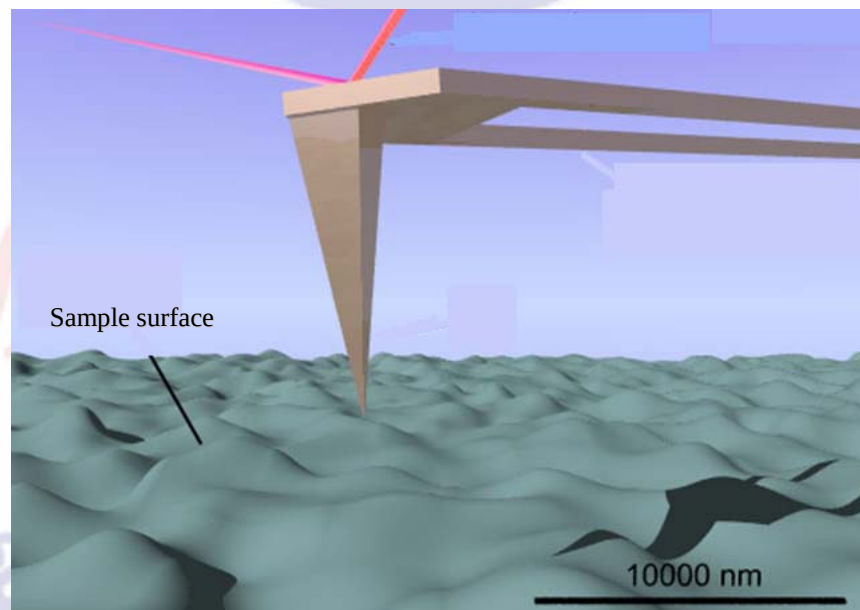
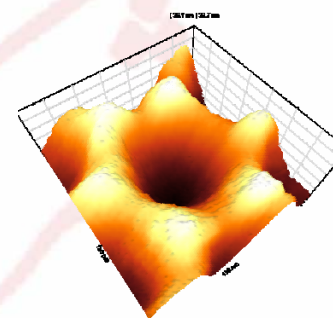
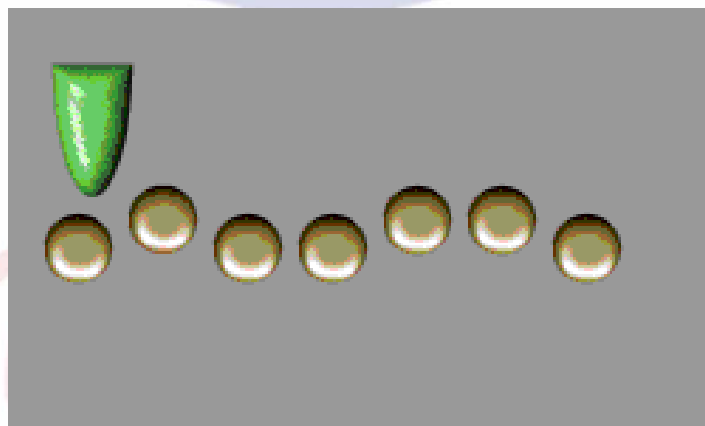
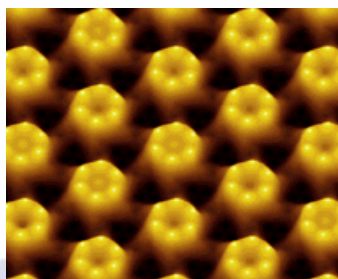
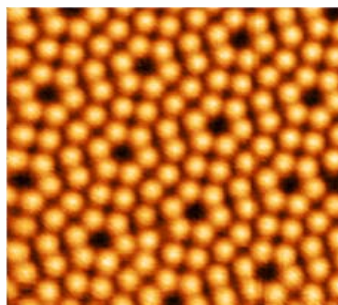
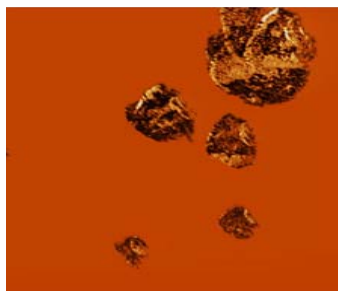


میکروسکوپ نیروی اتمی (AFM) و کاربردهای آن در پلیمر



میکروسکوپ‌های پروبی روبشی

- خانواده‌ای از تکنیک‌های میکروسکوپی
- استفاده از یک پروب برای روبش سطح
- معمولاً دارای قدرت تفکیک بسیار بالا
- توانایی نمایش تصاویر به صورت سه‌بعدی



میکروسکوپ تونلی روبشی (استفاده از جریان تونلی)

STM: Scanning Tunneling Microscope

میکروسکوپ نیروی اتمی (استفاده از نیروهای بین اتمی)

AFM: Atomic Force Microscope

میکروسکوپ اپتیکی میدان نزدیک روبشی (استفاده از اپتیک میدان نزدیک)

SNOM: Scanning Near-Field Optical Microscope

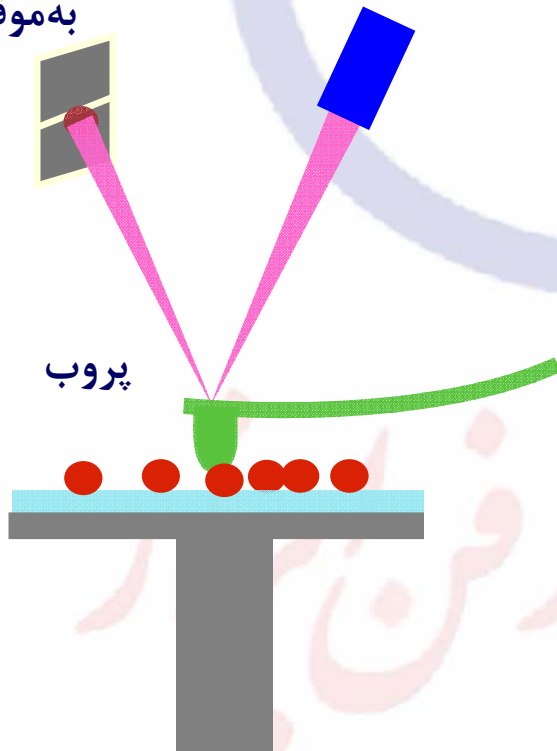
میکروسکوپ نیروی اتمی (AFM)

نام دیگر: میکروسکوپ نیروی روبشی (SFM)

آشکارساز حساس
به موقعیت

لیزر

پروب



اسکن سطح نمونه توسط یک پروب

مواد عایق، هادی یا نیمه هادی

قابلیت‌های میکروسکوپ نیروی اتمی

- تهیه تصویر توپوگرافی با رزولوشن بسیار بالا
- تعیین کمی و کیفی خواص مکانیکی مواد (الاستیسیته، چسبندگی، انرژی سطحی، ...)
- تصویرسازی فاز جهت تعیین فازهای متفاوت در مواد
- تصویرسازی اصطکاک جهت مطالعه تغییرات آن
- تصویرسازی مغناطیسی
- ...

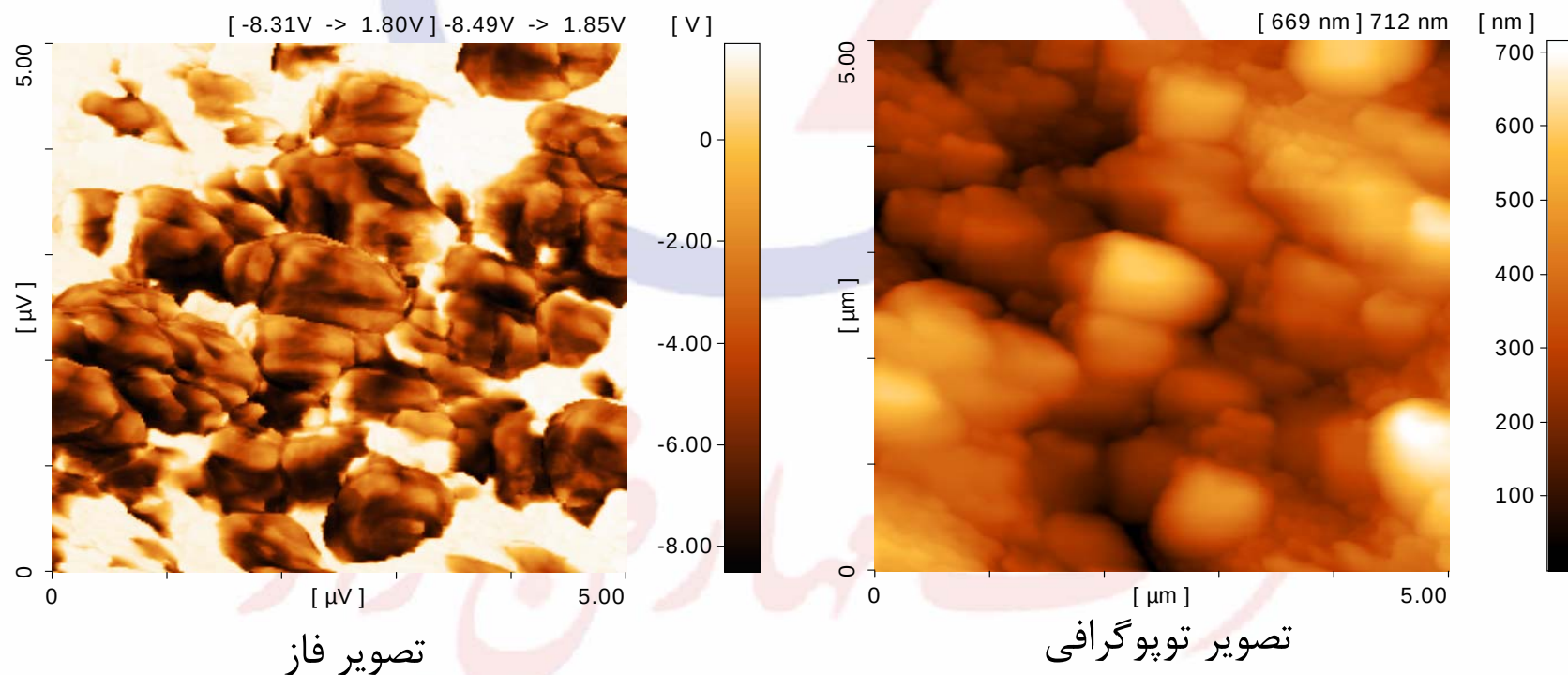


- بیولوژی
- ذخیره اطلاعات
- بررسی خصوصیات اپتیکی سطح
- علم مواد
- نیمه‌هادی‌ها
- سطوح فلزات
- پلیمرها

تصاویر AFM نمونه‌های پلیمری (تهیه شده در آزمایشگاه SPM شرکت مهارفن ابزار)

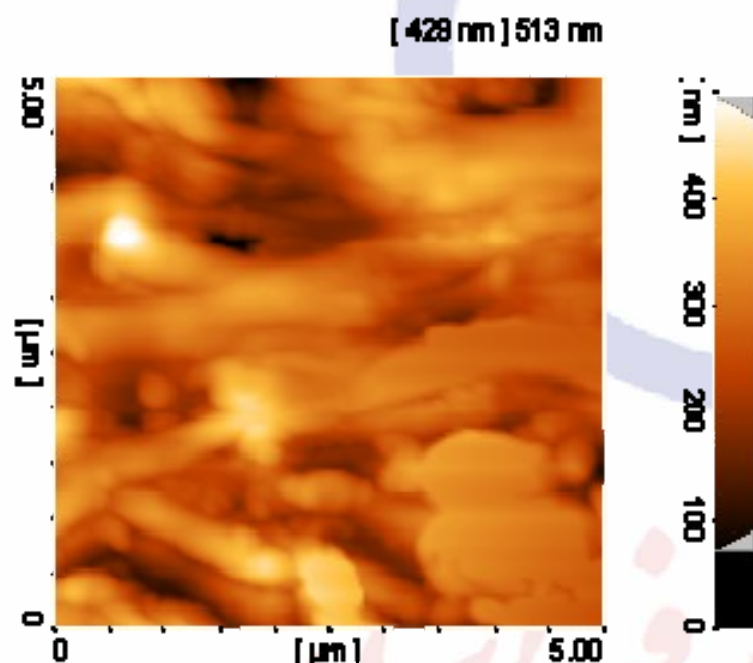


تغییر رنگ تصویر فاز: نشان دهنده تغییرات جنس سطح

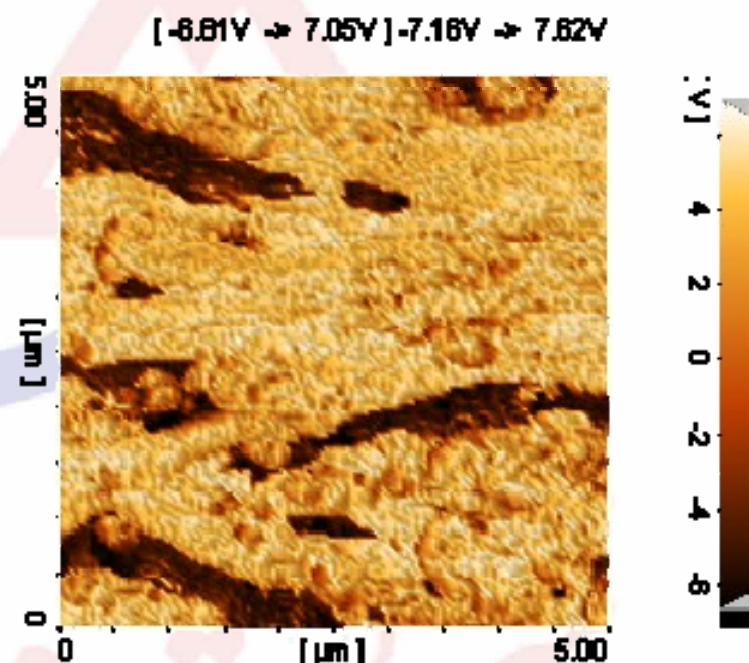


آلیاژ پلیمری پلی پروپیلن و EPDM

■ پلی اتیلن پر شده با کربنات کلسیم



تصویر توپوگرافی



تصویر فاز

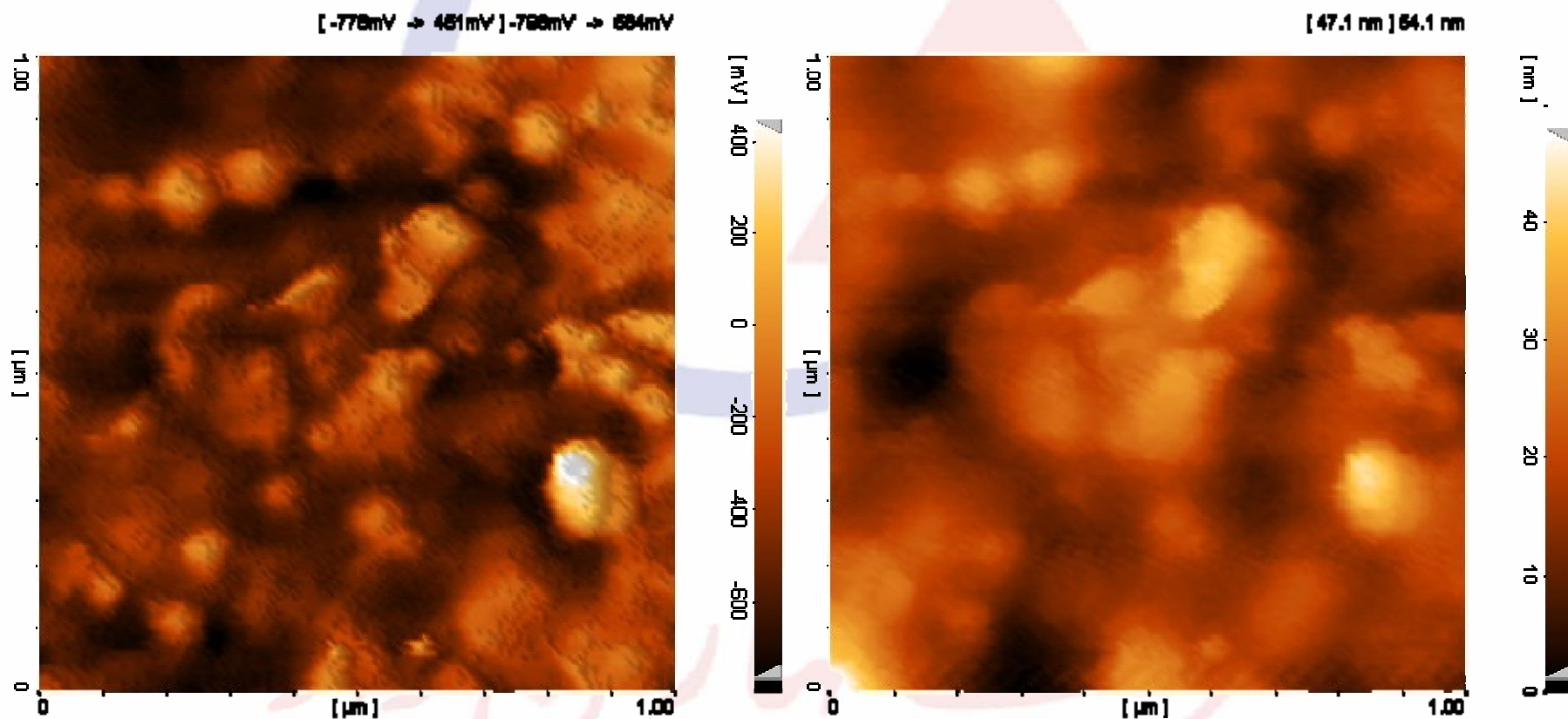
نمونه پلیمری فیلم قابل تنفس (Breathable Film) تهیه شده به روش تولید فیلم Cast



شرکت مهارفن ابزار

Mahar Fan Abzar Co.

رسوبات سیلان روی فیلم پلیمری



تصویر فاز

تصویر توپوگرافی

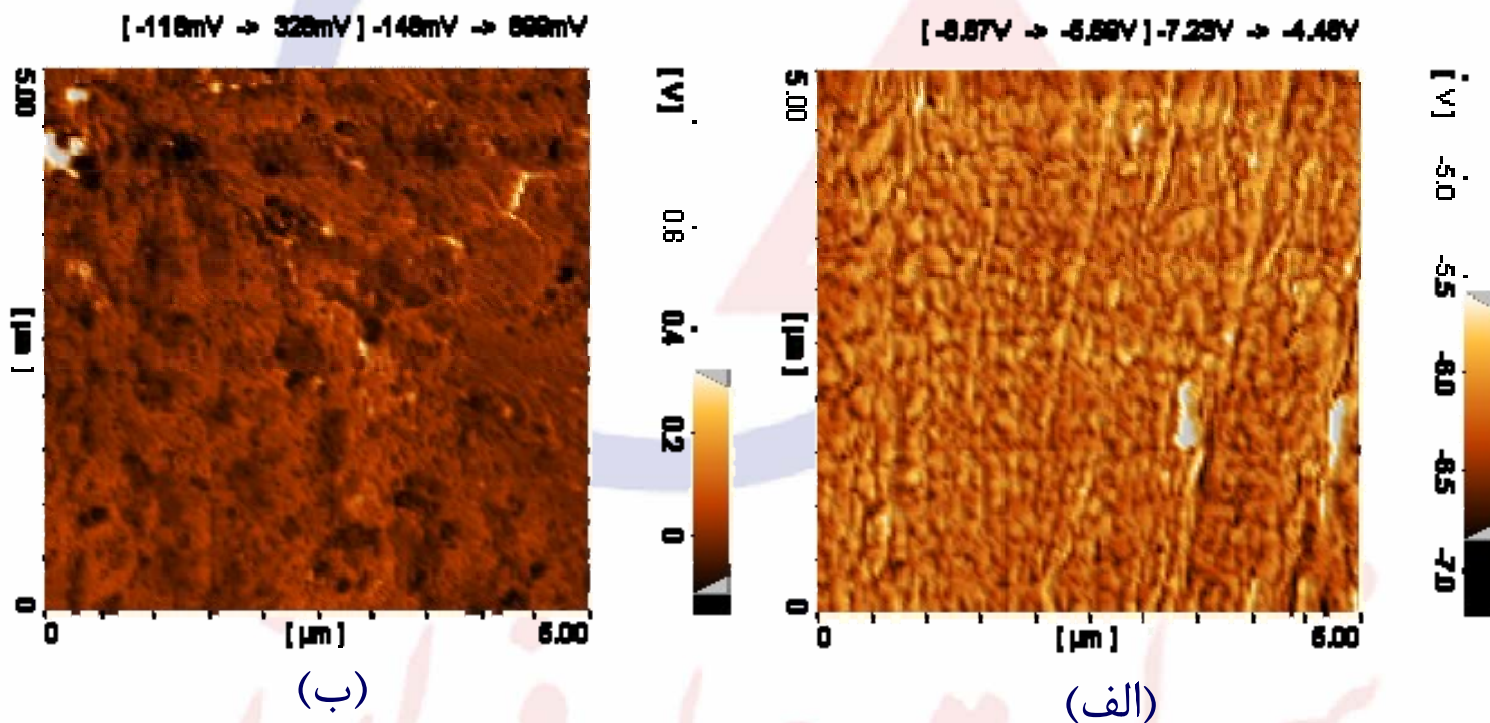
Mahar Fan Abzar Co.



شرکت مهارفن ابزار

Mahar Fan Abzar Co.

تصویر AFM پلی اتیلن در فازهای آمورف و کریستال



الف) تصویر فاز نمونه پلی اتیلن که نواحی کریستالی روی آن مشخص شده است

ب) تصویر فاز نمونه پلی اتیلن که نواحی آمورف روی آن مشخص شده است.

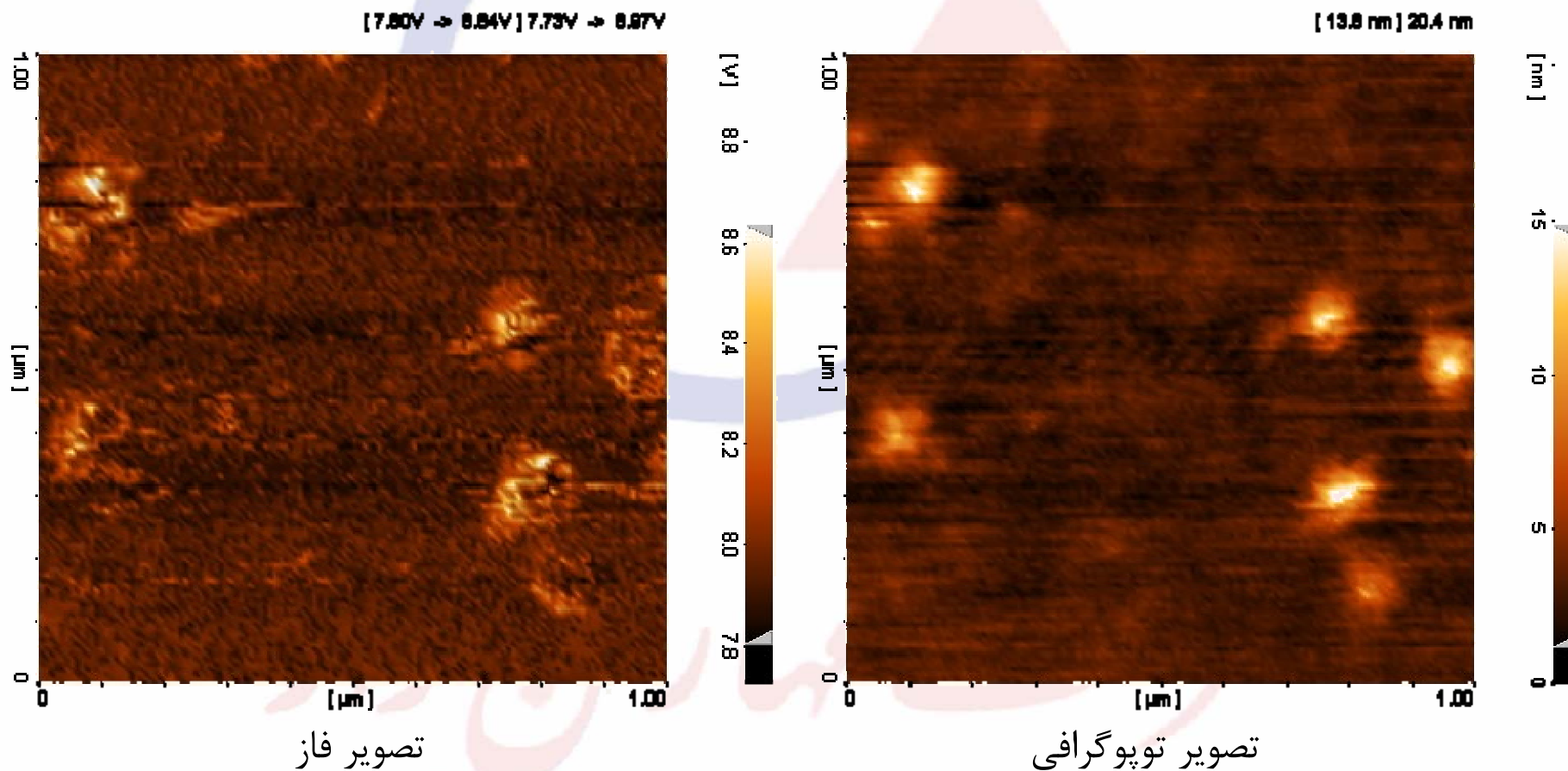
Mahar Fan Abzar Co.



شرکت مهارفن ابزار

Mahar Fan Abzar Co.

لایه نازک پلیمر / TiO_2



کاربرد: فوتوکاتالیست

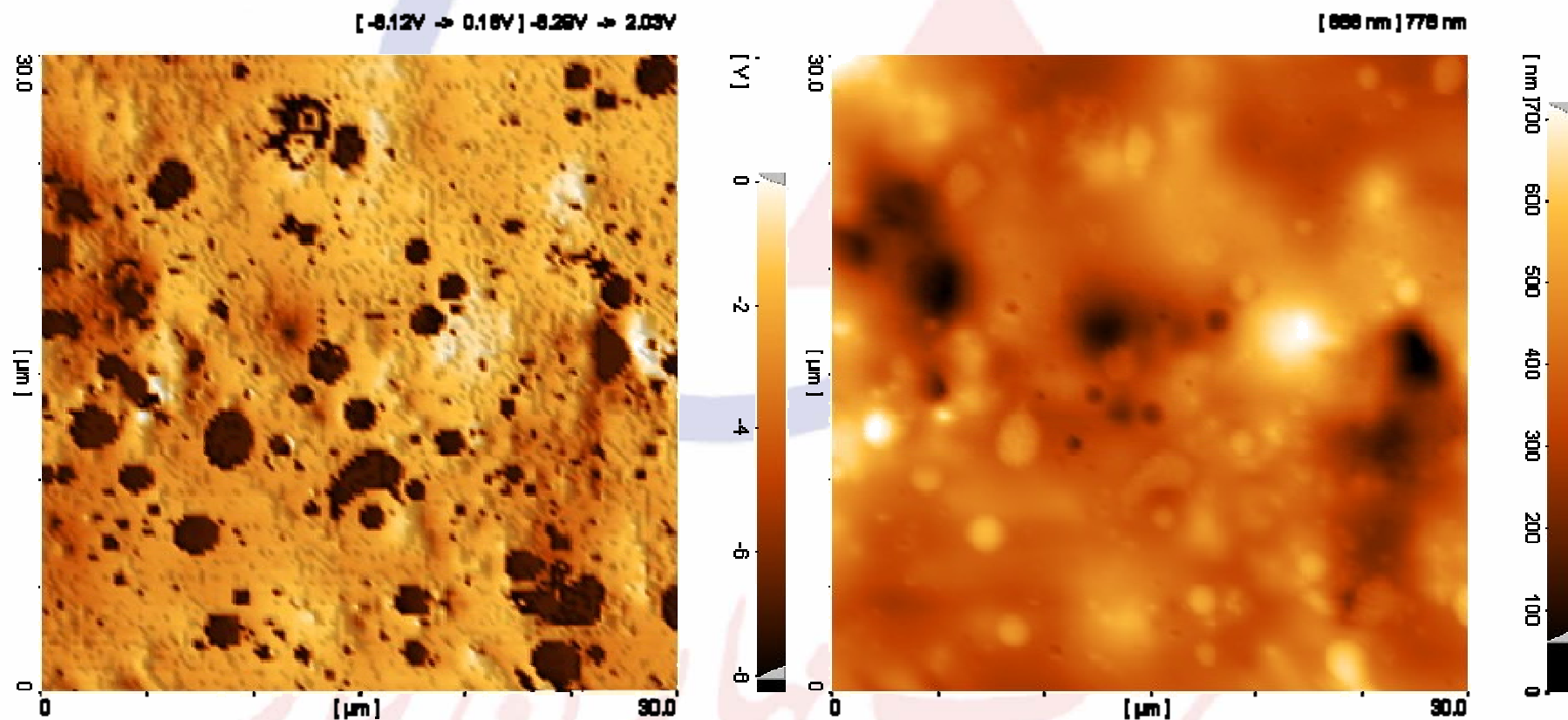
Mahar Fan Abzar Co.



شرکت مهارفن ابزار

Mahar Fan Abzar Co.

فیلم های پلاستیکی خوراکی



تصویر فاز

تصویر توپوگرافی

فیلم های زیست تخریب پذیر (کاربرد: صنایع بسته بندی غذایی)

Mahar Fan Abzar Co.

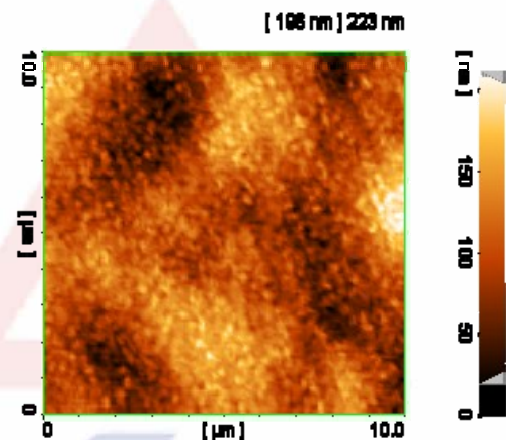


شرکت مهارفن ابزار

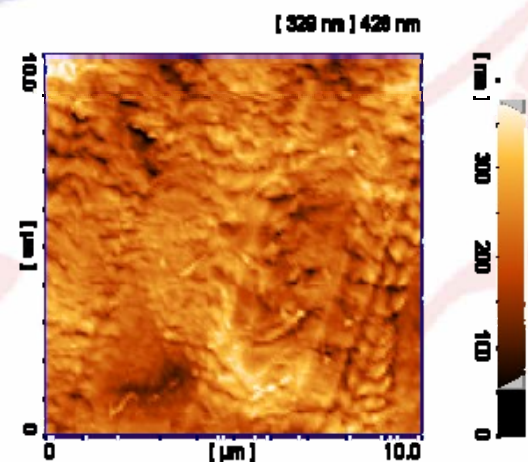
Mahar Fan Abzar Co.

تصویر AFM نمونه پلی اتیلن و پارامترهای زبری

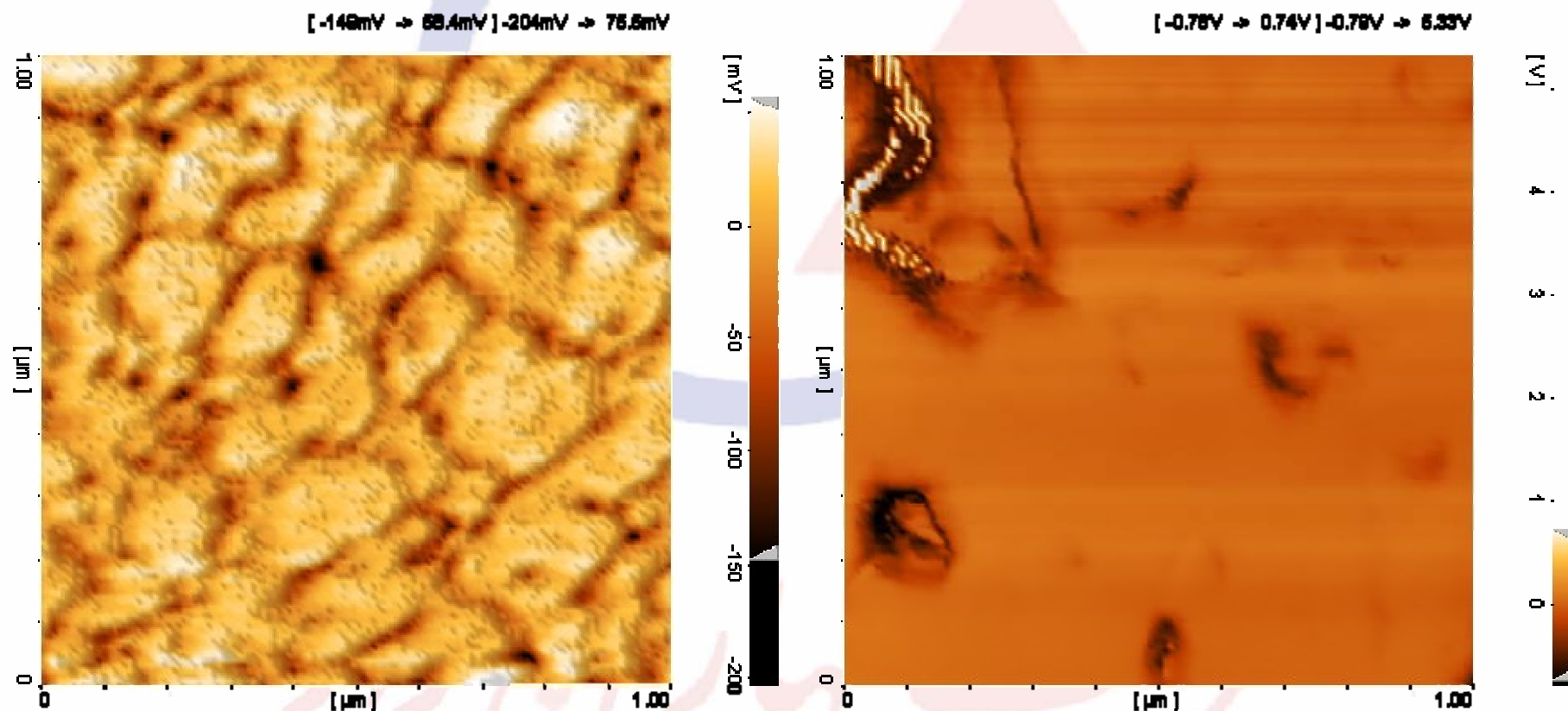
	Line	Blue
ImgProc	100 %	100 %
Gy	223 nm	426 nm
Gz	214 nm	399 nm
Sa	27.8 nm	38.6 nm
Rq	34.8 nm	49.1 nm
Ssk	0.26	-0.076
Sku	2.60	3.34
Stdq	0.29	0.52
Max	4.52 μm^{-1}	4.15 μm^{-1}
Min	3.24 μm^{-1}	12.7 μm^{-1}
Sda	8.17 μm^{-2}	8.12 μm^{-2}
Str	0.65	0.63
Std	45.0 °	-45.0 °
Ral	118 μm	892 nm
Rhi	0.79	0.74
Sci	0.019	0.026
Svi	2.45	4.12
Sm	6.97 μm	-0.39 μm
So	626 μm	1.19 nm
Sv	120 nm	202 nm



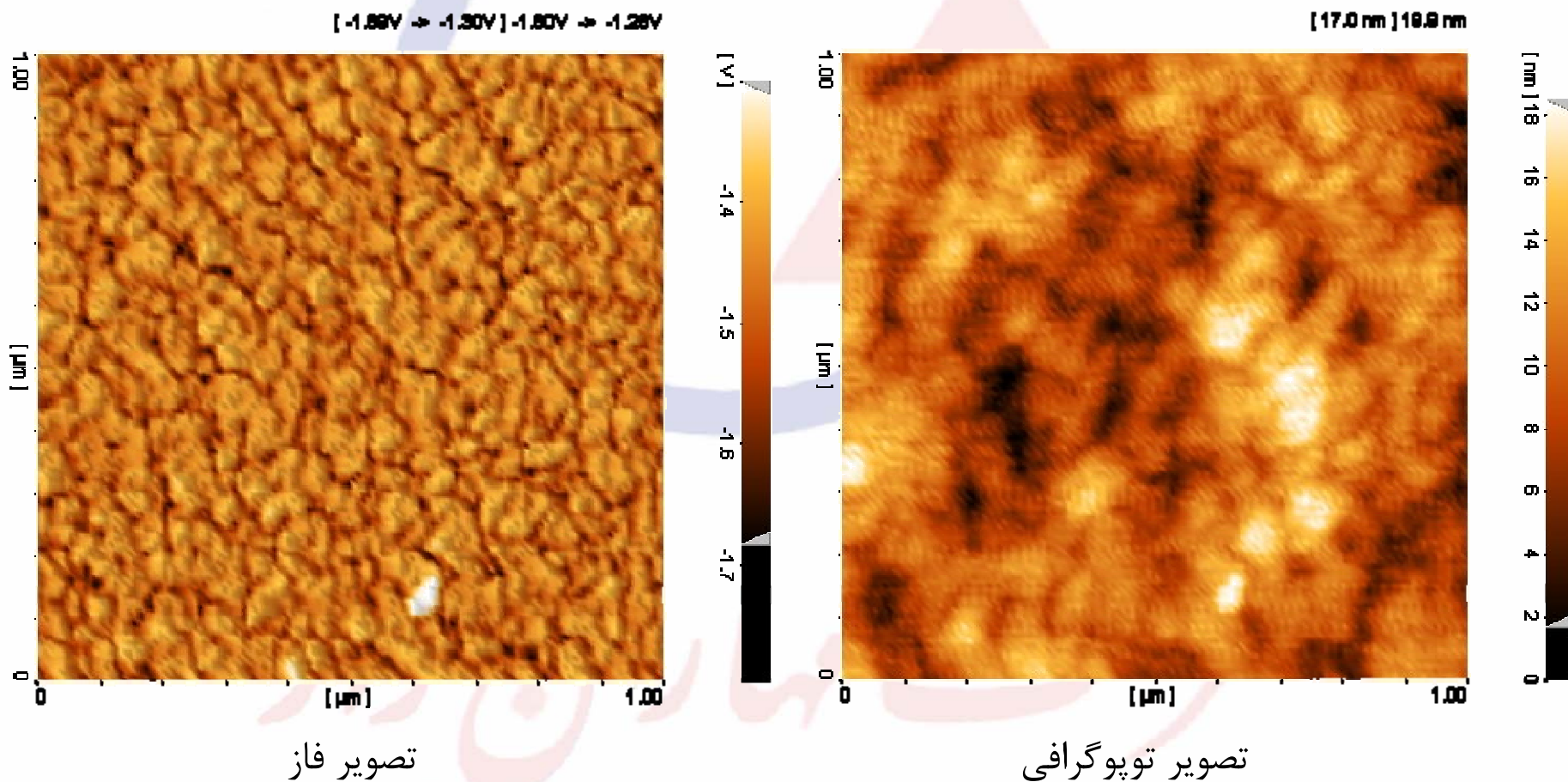
تصویر توپوگرافی نمونه پلی اتیلن آماده سازی شده به روش پلاسما در گاز CO_2



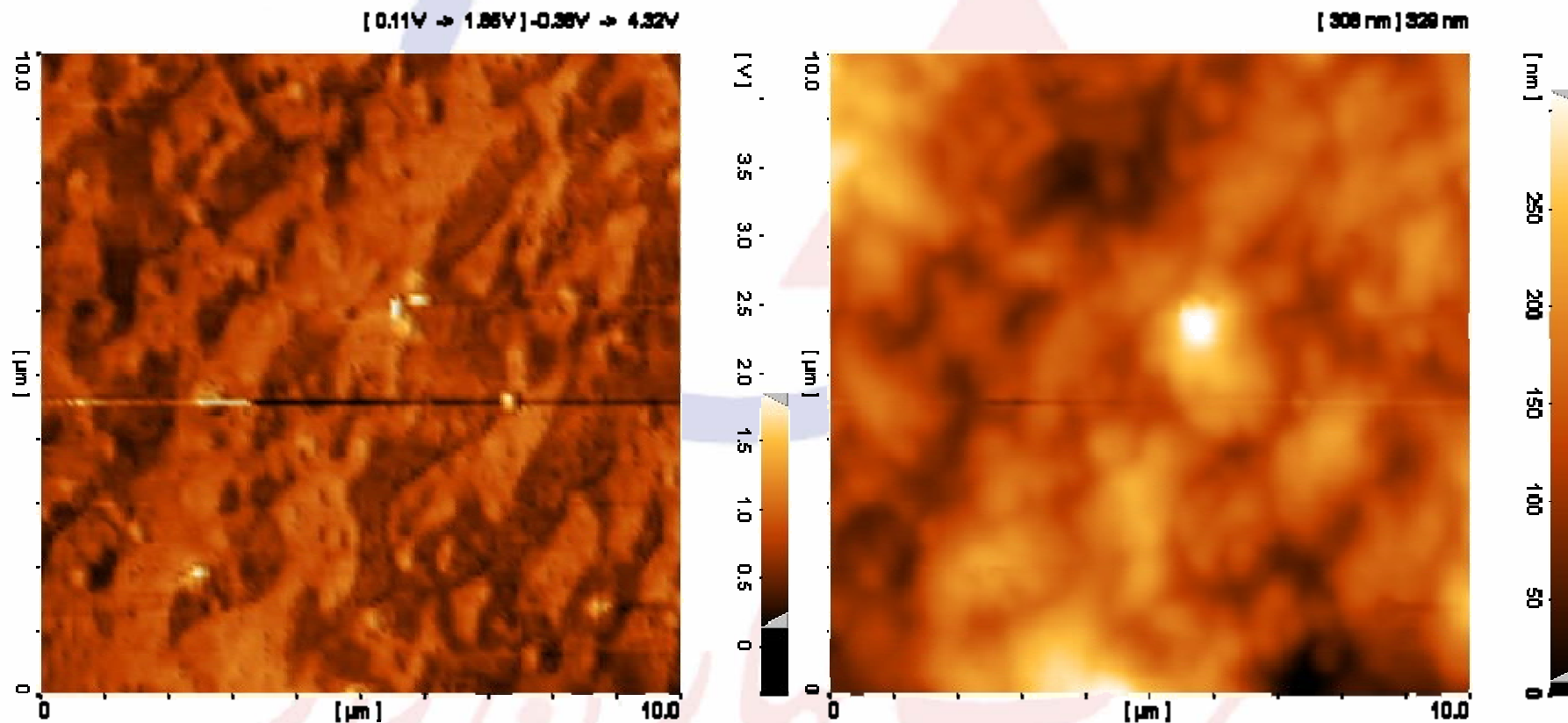
تصویر توپوگرافی نمونه پلی اتیلن آماده سازی شده به روش پلاسما در گاز N_2



غشاهای پلی اتر سولفون (کاربرد: در فرآیند همودیالیز خون)



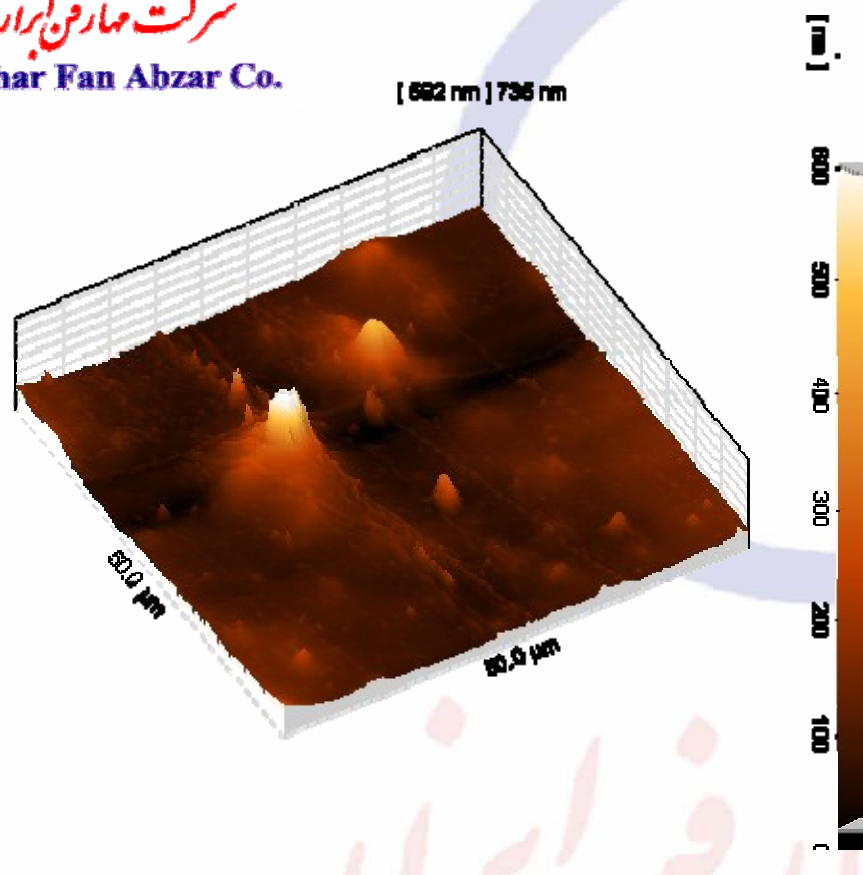
قابل استفاده به عنوان فیلتر برای جداسازی آلودگی های نانومتری و میکرونی از حلال ها و آب ها



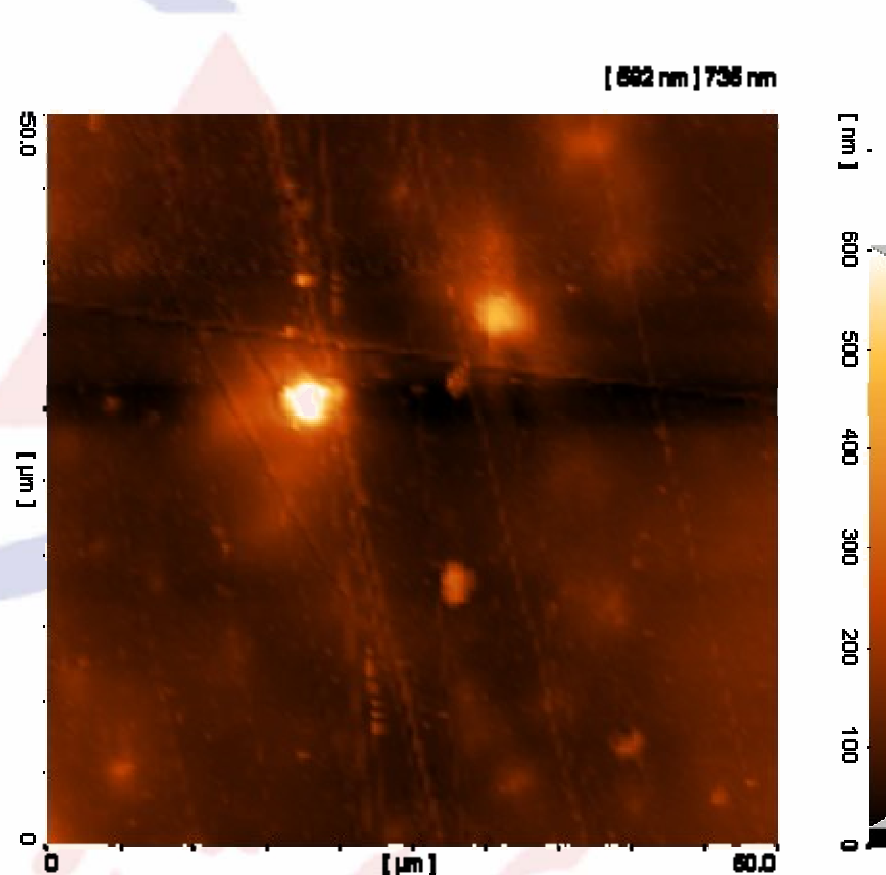
تصویر فاز

تصویر توپوگرافی

کوپلیمر پلی آمید / پلی اتیلن اکساید (کاربرد عمده: غشاهای هیبریدی آلی / معدنی)



تصویر سه بعدی



تصویر توپوگرافی

کاربرد: در ساخت عروق مصنوعی

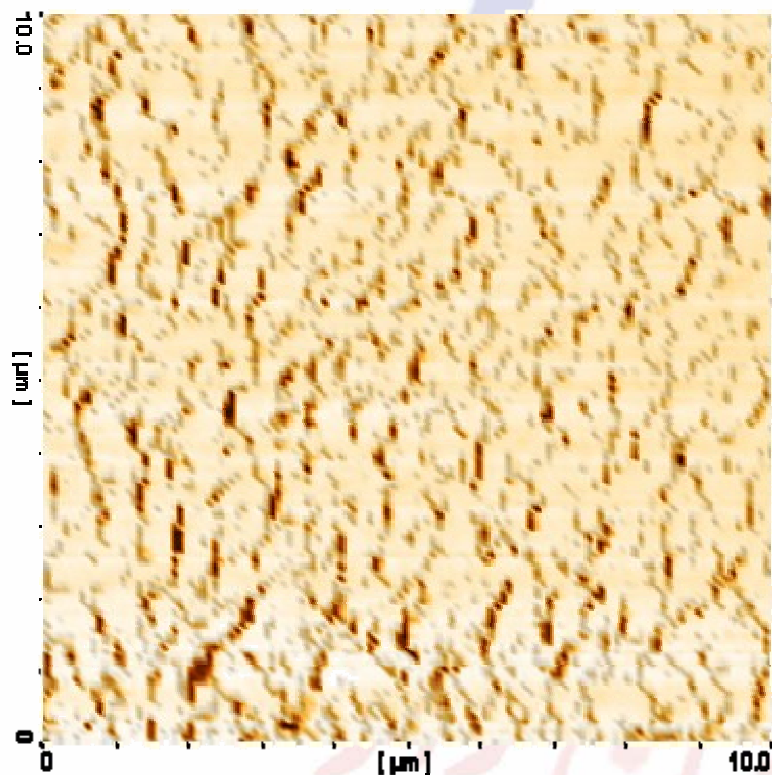


شرکت مهارفن ابزار

Mahar Fan Abzar Co.

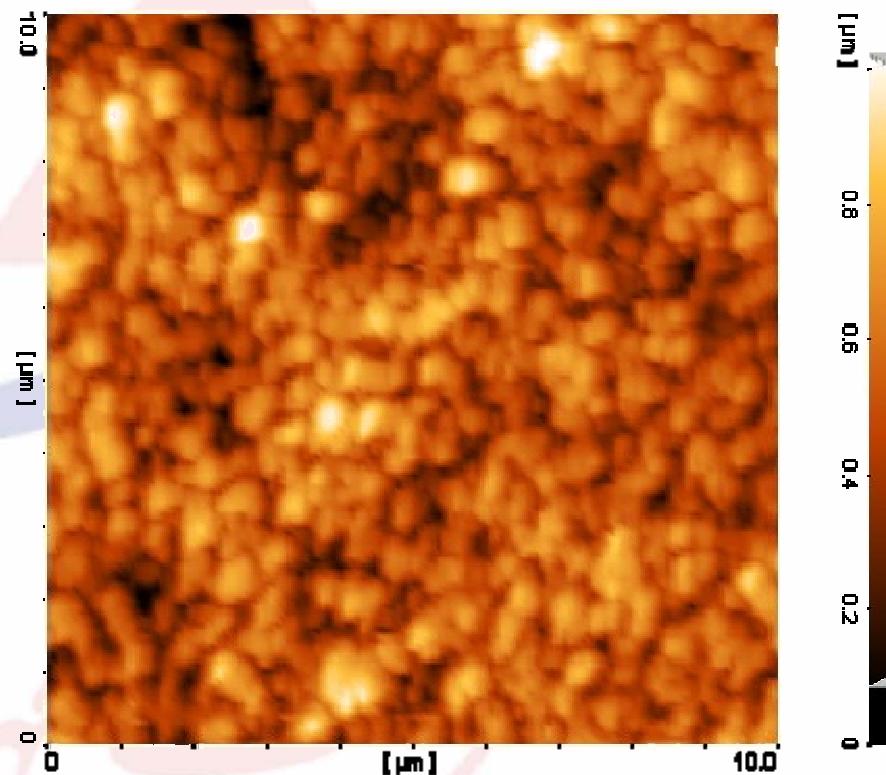
پلیمری از خانواده پلی هیدروکسی آلکانوات

[-2.24V → 3.97V] -3.35V → 3.94V



تصویر فاز

[849 nm] 1.08 μm



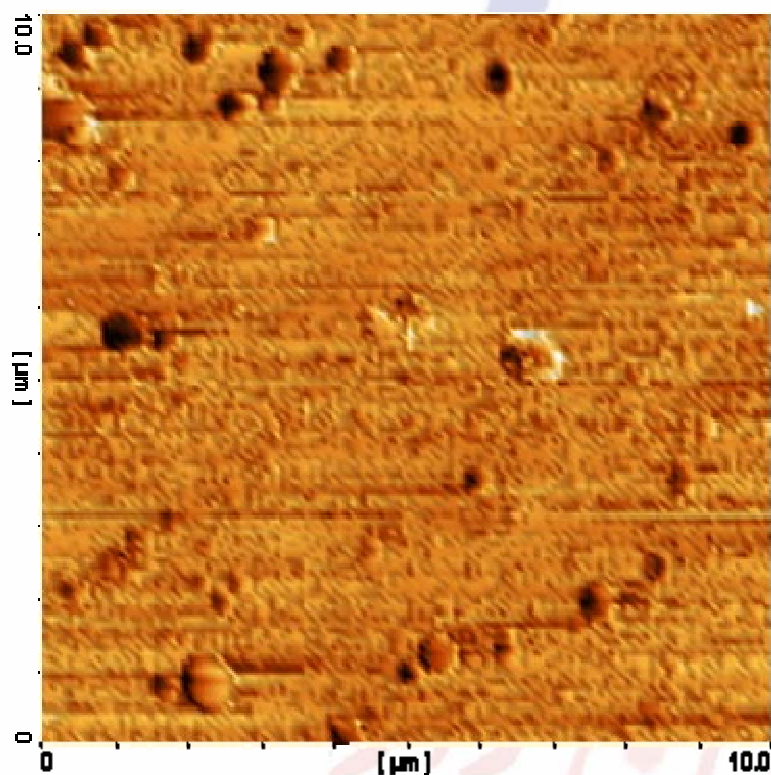
تصویر توپوگرافی

کاربرد: تولید نخ بخیه، ساخت داربست های غضروفی و ترمیم اعصاب

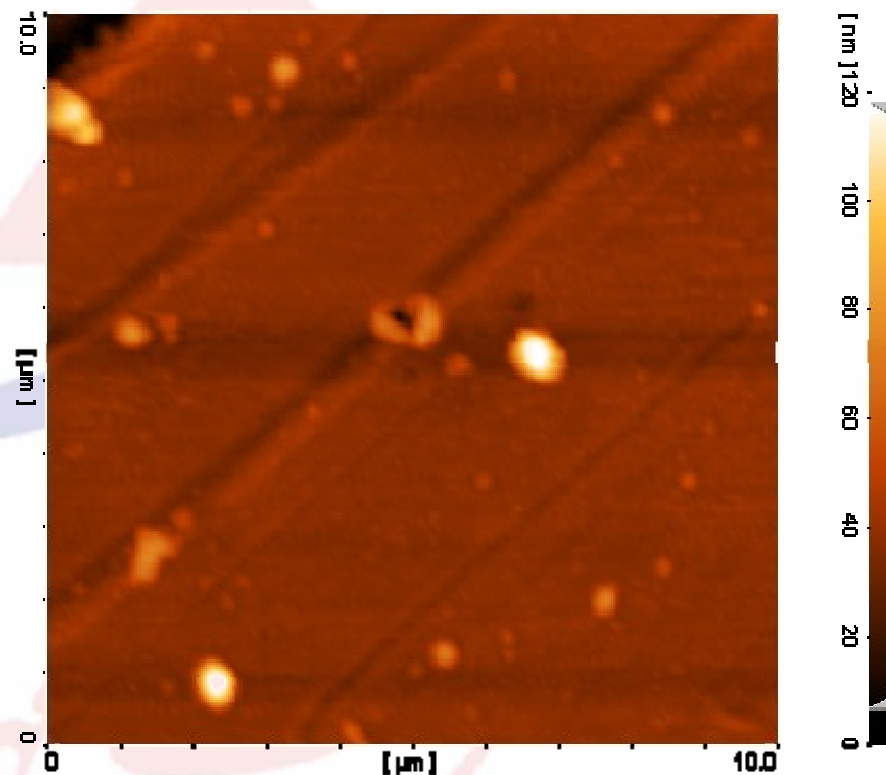


[-2.94V → 2.04V] -3.48V → 3.23V

[113 nm] 134 nm



تصویر سه بعدی



تصویر توپوگرافی

پوشش آلی - معدنی

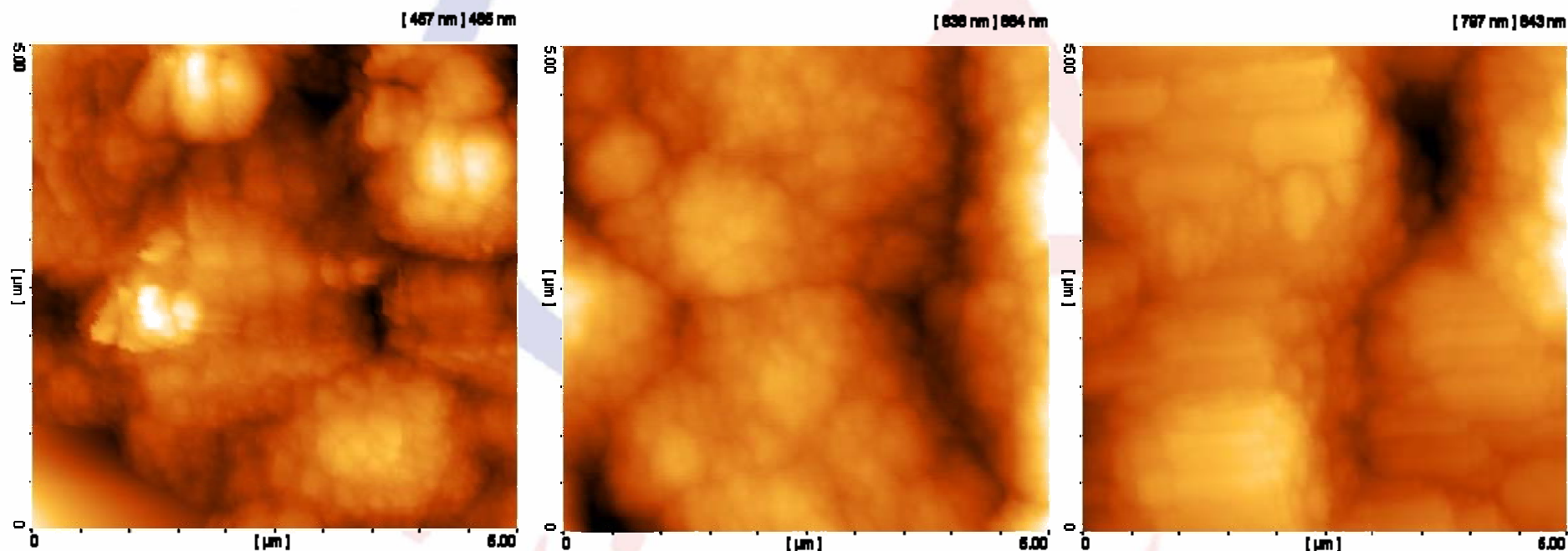


شرکت مهارفن ابزار

Mahar Fan Abzar Co.

پوشش پلیمری پلی پیرول

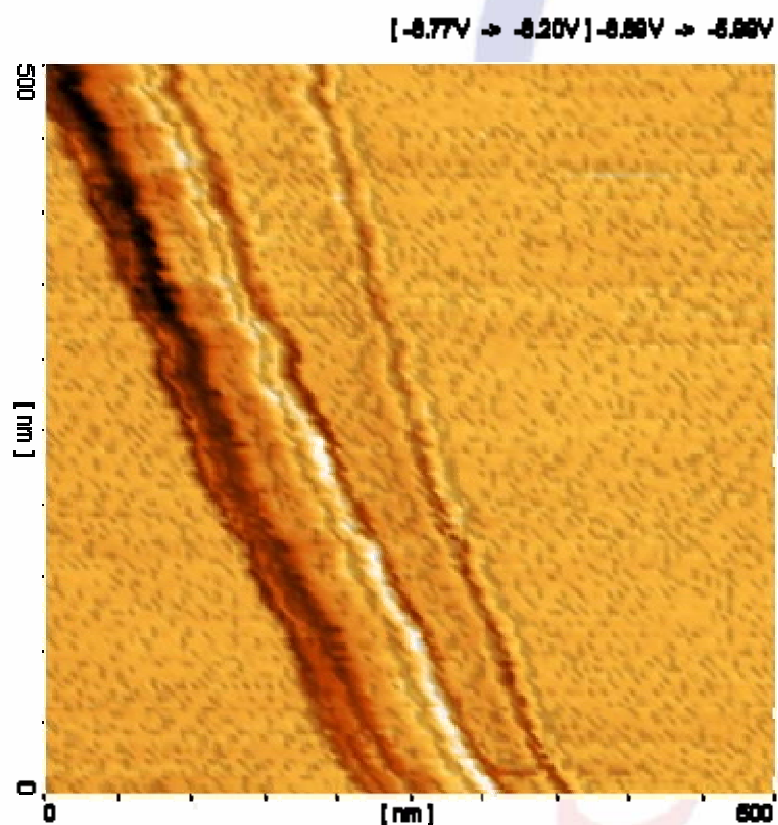
تصاویر توپوگرافی



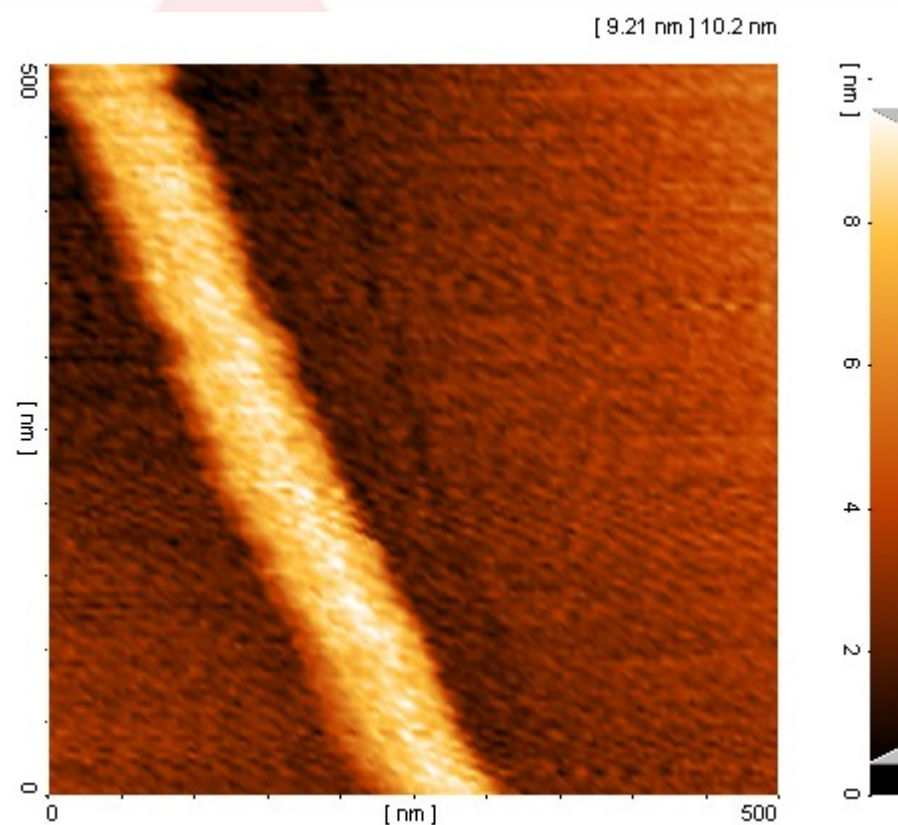
کاهش تخلخل

کاربرد: آستر و رنگ ضد خوردگی

Mahar Fan Abzar Co.



تصویر فاز



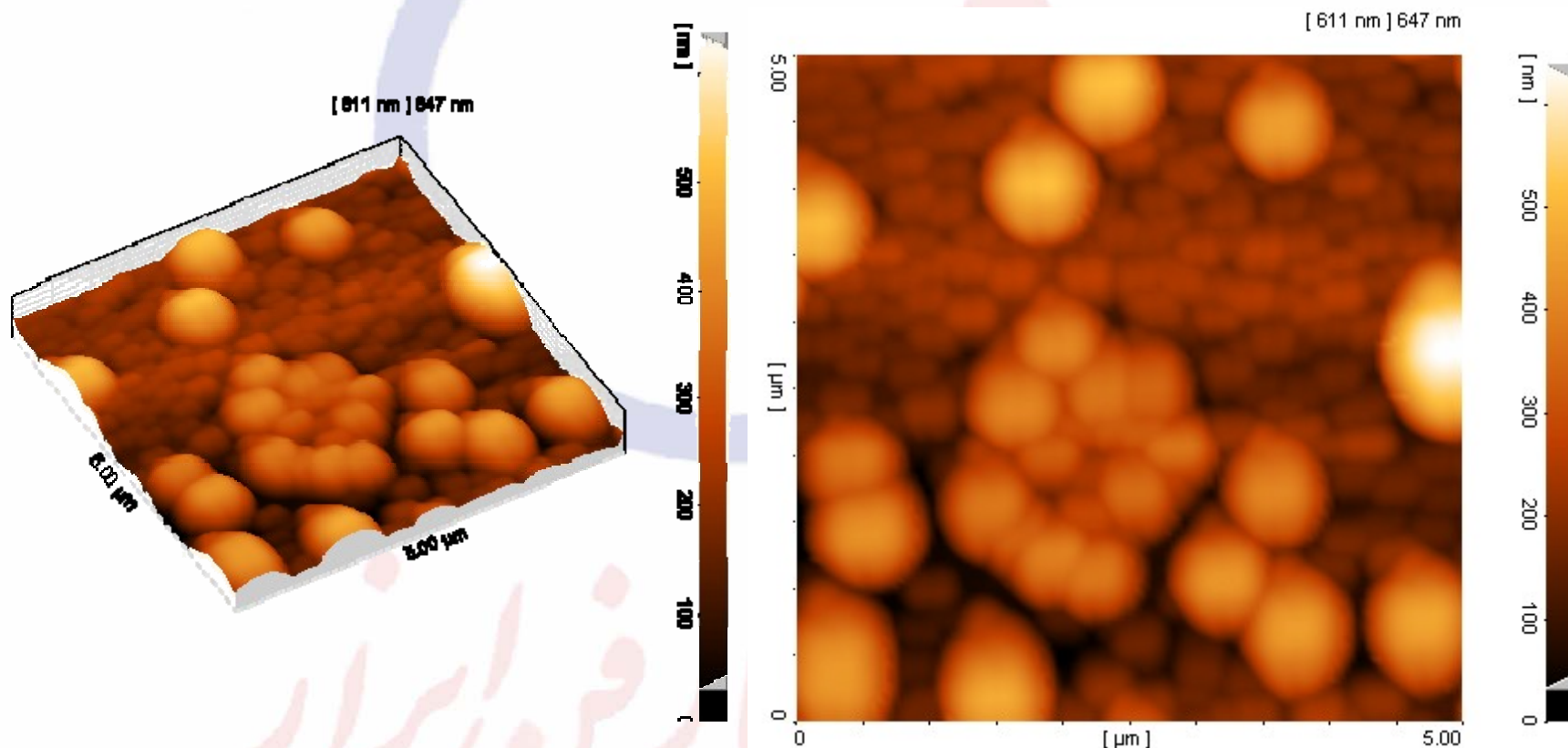
تصویر توپوگرافی



شرکت مهارفن ابزار

Mahar Fan Abzar Co.

ترکیب دارویی کاتالیتی (پودر)



تصویر سه بعدی

تصویر توپوگرافی

Mahar Fan Abzar Co.



شرکت مهارفن ابزار

Mahar Fan Abzar Co.

AFM چگونه کار می کند؟

شرکت مهارفن ابزار

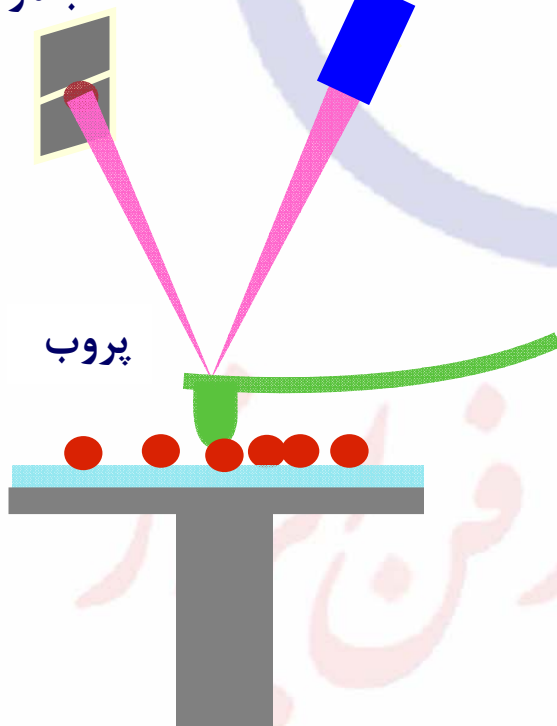
Mahar Fan Abzar Co.



آشکارساز حساس
به موقعیت

لیزر

پروب

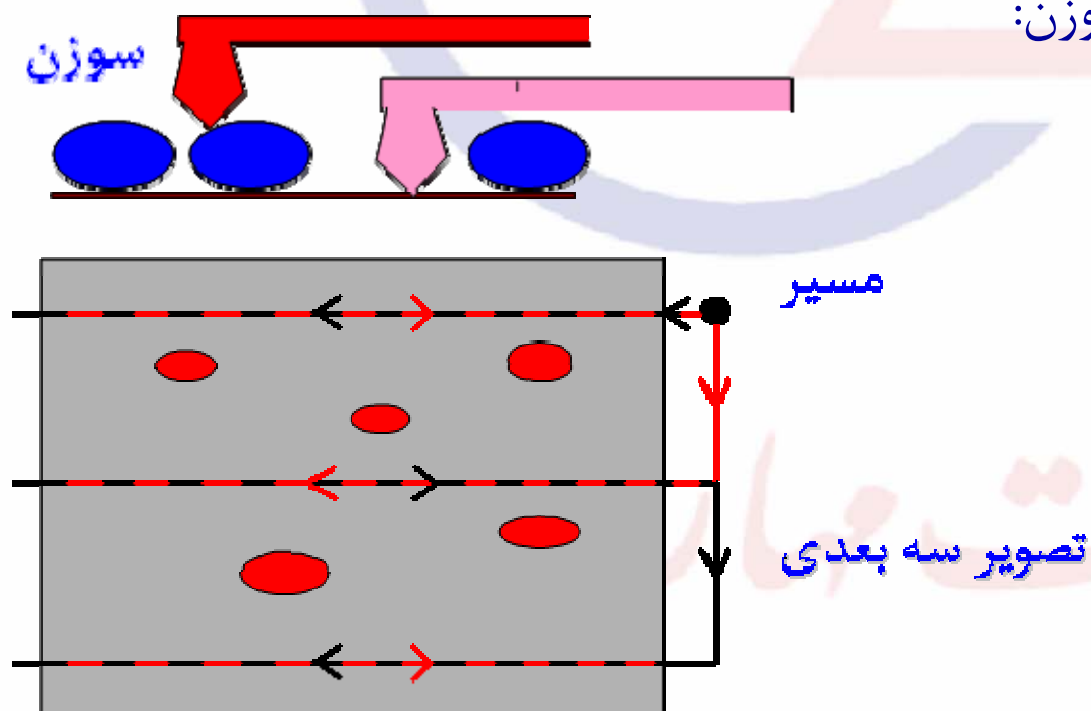


■ استفاده از نیروهای واندروالس بین سوزن و نمونه

■ نمونه عایق، هادی یا نیمه هادی

■ استفاده از فوتودیود برای آشکارسازی

رویش سطح نمونه توسط سوزن:

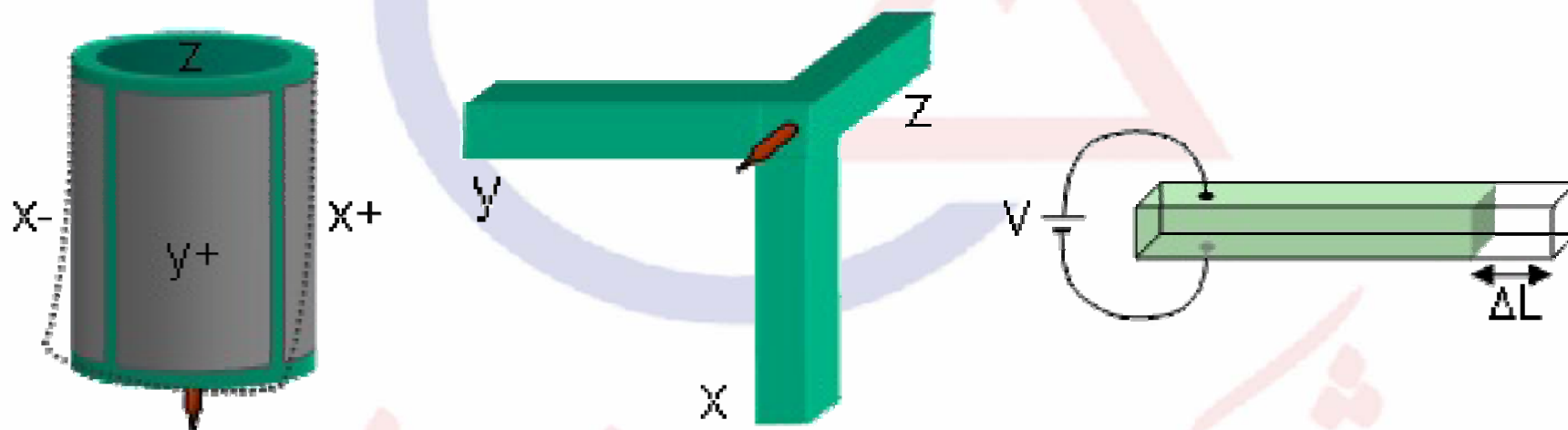




شرکت مهارفن ابزار

Mahar Fan Abzar Co.

سیستم‌های حرکتی پیزوالکتریک



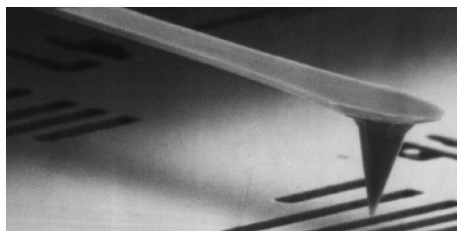
اعمال ولتاژ ← تغییر طول عامل پیزو

کریستال پیزوی استوانه‌ای
(SPMهای جدید)

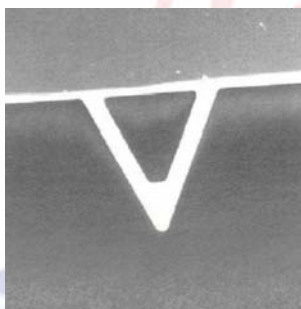
ترکیب سه عنصر پیزو ← حرکت
نوک SPM در سه جهت x , y و z

Mahar Fan Abzar Co.

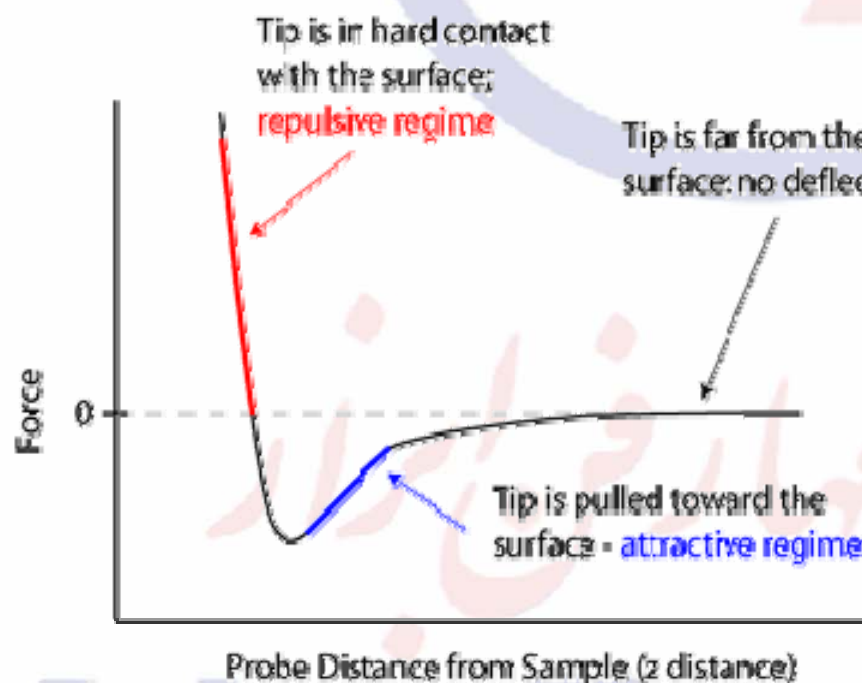
- سیلیکون و نیتريد سیلیکون، موادی هستند که برای ساخت کانتی لیور ترجیح داده می‌شوند.
- کانتی لیور سیلیکونی معمولاً از مواد تک کریستال ساخته می‌شود.
(شعاع نوک: ۱۰ nm)



- کانتی لیور نیتريد سیلیکون به صورت تجاری، به شکل مثلثی ساخته می‌شود.
(شعاع نوک: ۲۰-۵۰ nm)



حالت‌های کاری میکروسکوپ نیروی اتمی:



■ DC -AFM (استاتیک)

■ AC -AFM (دینامیک)

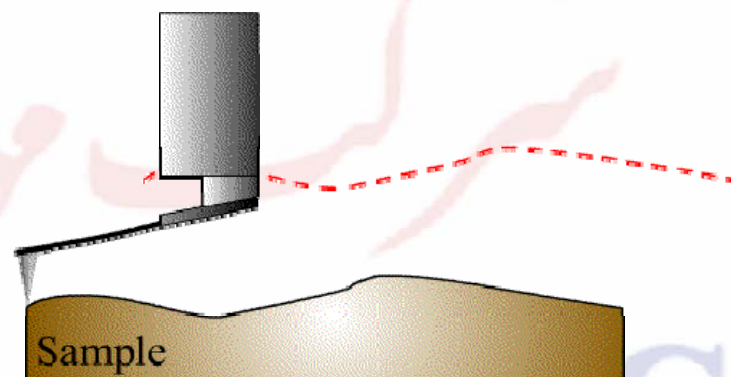
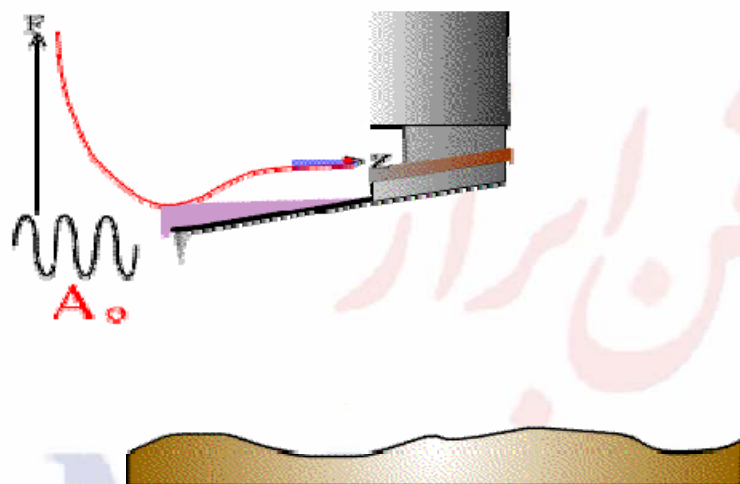


حالت دینامیک (AC)

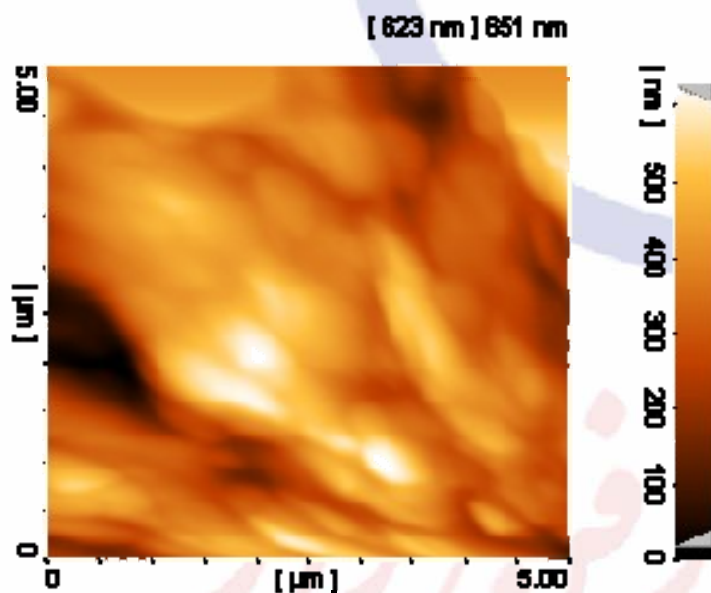
- نیروهای جاذبه و اندروالس
- فاصله بین سوزن و نمونه بین چند ده تا چند صد آنگسترم
- نیروی بین سوزن و نمونه ۰.۱ نانو نیوتون

حالت استاتیک (DC)

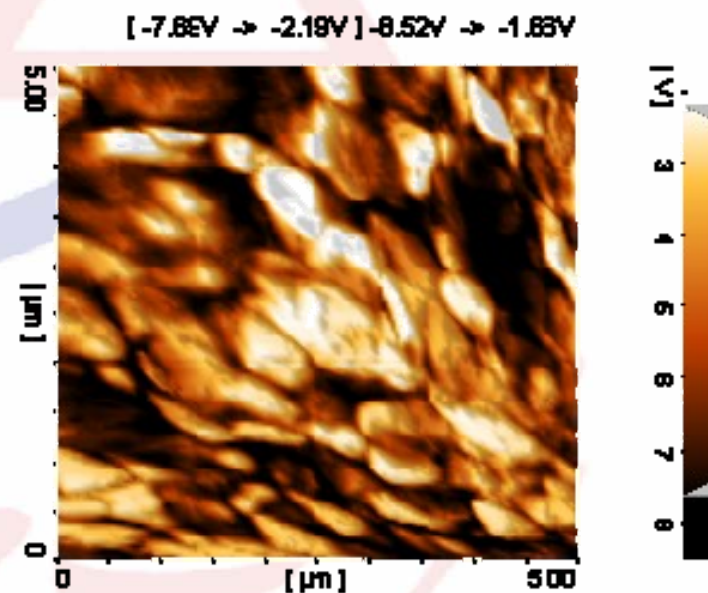
- نیروهای دافعه و اندروالس
- فاصله بین سوزن و نمونه حدود یک تا دو آنگسترم
- نیروی بین سوزن و نمونه ۱۰-۱۰۰ نانو نیوتون



■ تصویر نانوکامپوزیت پلی پروپیلن و EPDM



تصویر توپوگرافی



تصویر فاز



شرکت مهارفن ابزار

Mahar Fan Abzar Co.

نانو لیتوگرافی روی سطح پلیمر



با تشکر و آرزوی موفقیت

Mahar Fan Abzar Co.