

راهنمای آسان شروع کار با میکروسکوپ پروبی روبشی (SPM) با پایه‌ی مدل Granite و روبش‌گر مدل 95-200E کمپانی DME



در این دفترچه‌ی راهنما، قسمت‌های مختلف دستگاه معرفی و نحوه‌ی راه‌اندازی، پروب‌گذاری و استفاده از حالت کاری AC-AFM توضیح داده شده است. ادامه‌ی آموزش، صرفاً پس از کسب مهارت در مراحل توضیح داده شده در این دفترچه و ارسال تصاویر نمونه‌های مختلف به شرکت مهارفن ابزار، امکان‌پذیر است. برای تایید مهارت، لطفاً فایل **mif**. تصاویر مربوط به تمرین آخر دفترچه را به آدرس lab@maharfan.com بفرستید.

فهرست

- ۱ آشنایی با اجزای مختلف میکروسکوپ پروبی روبشی (SPM)
- ۲ راهنمای مرحله به مرحله کار با دستگاه
 - ۱-۲ روشن کردن دستگاه
 - ۲-۲ نمونه گذاری
 - ۳-۲ فوکوس کردن نمونه
 - ۴-۲ پروب گذاری AC-AFM
 - ۵-۲ انجام تنظیمات
 - ۶-۲ تصویر گیری
 - ۷-۲ خاموش کردن دستگاه

اکیدا توصیه می شود که قبل از شروع کار با دستگاه، این دفترچه ی راهنما به دقت و به صورت کامل، مطالعه و مراحل ذکر شده به دقت و به همین ترتیب دنبال شوند. یاد گرفتن و کسب مهارت کامل در انجام مراحل مطرح شده در این دفترچه، برای حفاظت از دستگاه و فراهم آوردن امکان ادامه ی آموزش و فعالیت حرفه ای کار با میکروسکوپ های پروبی روبشی، کاملاً ضروری است.

باز کردن بسته های دستگاه، نصب، راه اندازی، جابه جایی، تغییر یا تعمیر دستگاه باید با هماهنگی کارشناسان شرکت مهارفن ابزار انجام شود.

فقط کارشناسان دارای گواهی آموزش از شرکت مهارفن ابزار مجاز به استفاده از این دستگاه هستند.

بدیهی است گارانتی و پشتیبانی از دستگاه منوط به رعایت دقیق موارد فوق است.

۱- اجزای مختلف میکروسکوپ پروبی روبشی (SPM)

الف) اجزای اصلی

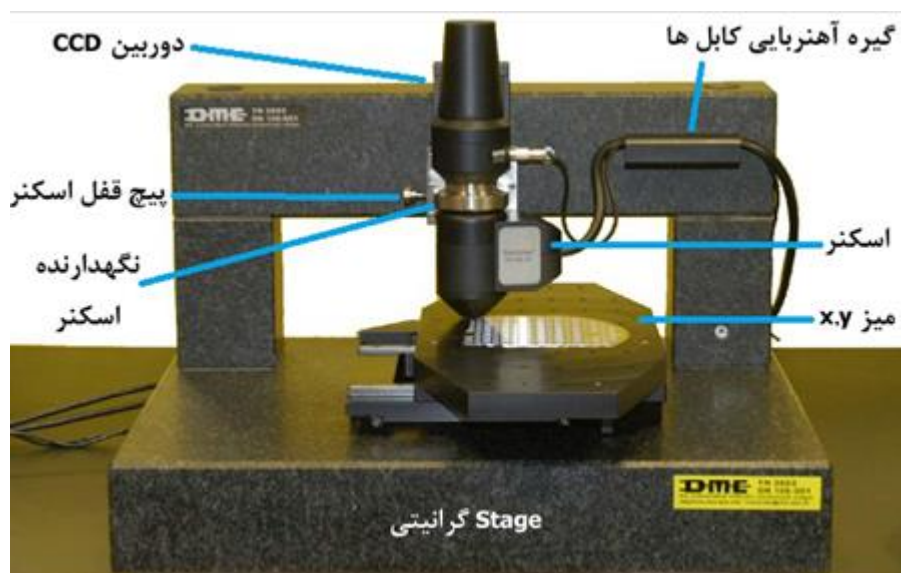
اجزای اصلی دستگاه، در شکل ۱ نشان داده شده‌اند.



شکل ۱. اجزای اصلی میکروسکوپ پروبی روبشی

ب) پایه، روبش‌گر و دوربین CCD

پایه، روبش‌گر و دوربین CCD میکروسکوپ در شکل ۲ نشان داده شده است.



شکل ۲. پایه، روبش گر و دوربین CCD

پ) کنترلر

نمای پشت کنترلر مدل C-26 در شکل ۳ نشان داده شده است.



شکل ۳. نمای پشت کنترلر مدل C-26

ت) منبع تغذیه ی روبش گر

نمای جلو و پشت منبع تغذیه ی روبش گر در شکل ۴ نشان داده شده است.



شکل ۴. نمای جلو (بالا) و پشت (پایین) منبع تغذیه‌ی روبش‌گر

۲- راهنمای مرحله به مرحله کار با میکروسکوپ پروبی روبشی

۱-۲ چک کردن دستگاه

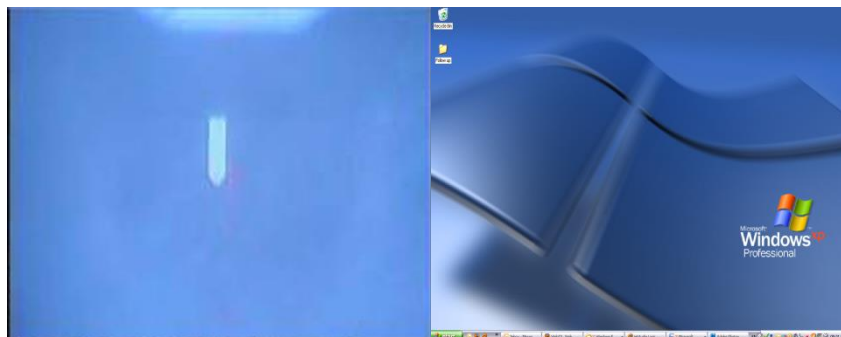
قبل از شروع کار با دستگاه، قسمت‌های مختلف آن را چک کنید و از برقراری صحیح اتصال‌ها، وجود فاصله بین روبش‌گر و میز X,Y و تمیز بودن محیط کار اطمینان حاصل کنید. دوربین CCD و روبش‌گر را از روی پایه بردارید و از محکم بودن پیچ‌ها اطمینان حاصل کنید.

توجه: نباید با بیش از حد محکم کردن پیچ‌ها باعث هرز شدن آن‌ها شد. البته اگر پیچ‌ها به میزان کافی محکم نباشند، باعث جدا شدن روبش‌گر از سه‌پایه، افتادن و از بین رفتن آن خواهد شد.

۲-۲ روشن کردن دستگاه

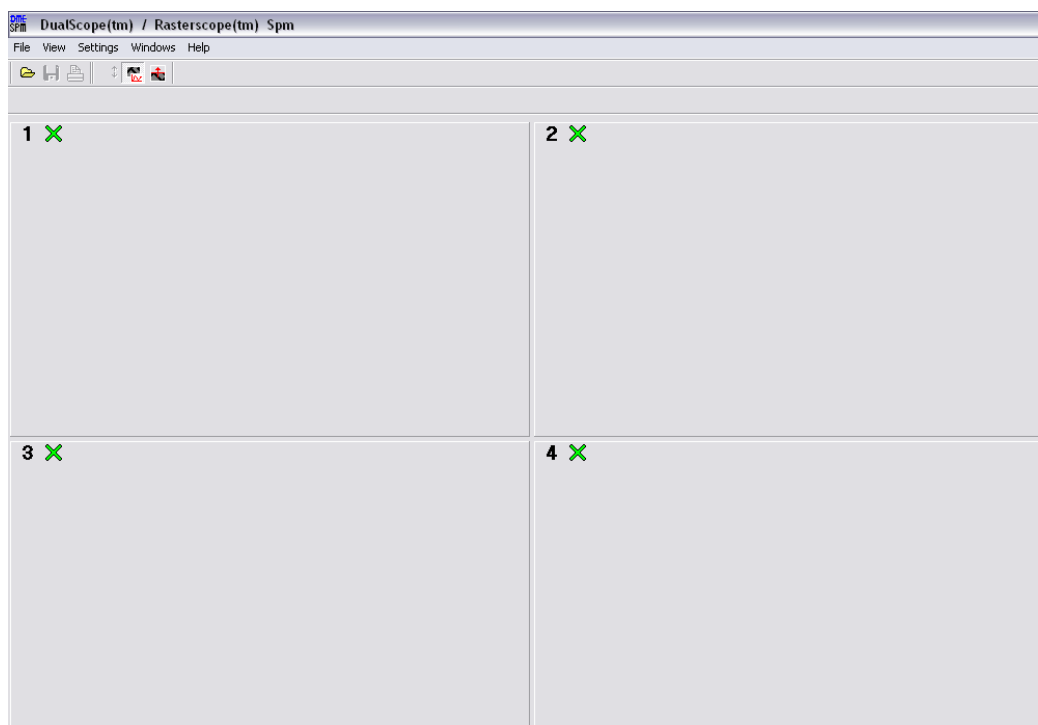
۱- کامپیوتر را روشن کنید.

۲- پس از بالا آمدن صفحه‌ی ویندوز، کنترلر و منبع تغذیه‌ی دوربین CCD را روشن کنید. اکنون تصویر دوربین CCD روی یکی از نمایش‌گرها و صفحه‌ی ویندوز روی نمایش‌گر دیگر مشاهده می‌شود (شکل ۵).



شکل ۵. تصویر صفحه‌ی ویندوز (راست) و دوربین CCD (چپ) روی دو نمایش‌گر سیستم

۳- نرم‌افزار DME-SPM را باز کنید. اکنون صفحه‌ی نرم‌افزار روی نمایش‌گر مربوط به ویندوز دیده می‌شود (شکل ۶).



شکل ۶. صفحه‌ی نرم‌افزار DME-SPM

۲-۳ نمونه‌گذاری

۱- قفل روبش‌گر را باز کنید



۲- روبش‌گر و CCD را با دو دست روی پایه برگردانید، به این صورت که با یک دست روبش‌گر و با دست دیگر CCD را نگه داشته و روی پایه برگردانید



۳- چسب دوطرفه را روی صفحه شیشه‌ای نمونه بچسبانید.

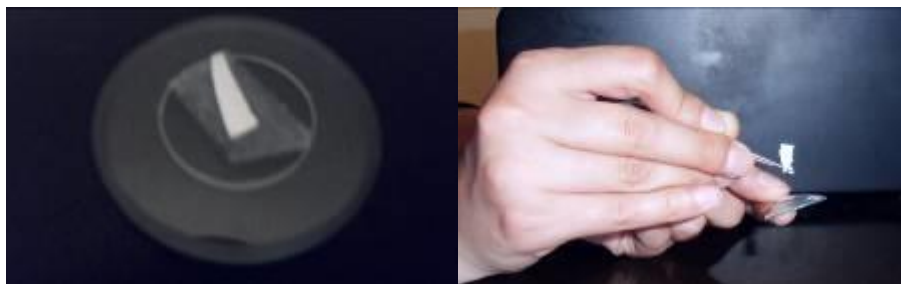
۴- یک CD یا DVD حاوی اطلاعات را به آرامی بشکنید (شکل ۷).



شکل ۷. یک DVD شکسته شده‌ی حاوی اطلاعات

توجه: ارتفاع نمونه باید کمتر از ۵ سانتی‌متر، قطر آن کمتر از ۲۰ سانتی‌متر و بیشینه زبری آن برابر ۱۵ میکرون باشد. توصیه می‌شود از CD حاوی اطلاعات به عنوان اولین نمونه استفاده شود. اطلاعات، روی سطح براق پوسته‌ی نازک نوشته شده است. این یک نمونه‌ی متداول دارای زبری پایین است.

۵- از طرف رنگ شده‌ی CD، پوسته‌ی نازکی که حاوی اطلاعات است را با پنس روی چسب دوطرفه و در مرکز آن بچسبانید (شکل ۸. Error! Reference source not found.).



شکل ۸. کندن پوسته‌ی نازک روی یک CD حاوی اطلاعات (راست) و چسباندن آن روی چسب دوطرفه (چپ)

۶- میز موتوری را با استفاده از دکمه‌ی On، روشن کنید. اکنون چراغ Power روشن می‌شود. میز به صورت خودکار به مکان اولیه رفته و دوباره به حالتی برمی‌گردد که مرکز میز زیر روبش‌گر قرار بگیرد. کلید غیرفعال‌سازی میز موتوری را فشار دهید. چراغ Active خاموش می‌شود.

توجه: چنانچه زبری نمونه زیاد باشد یا به صاف بودن نمونه اطمینانی نیست، ابتدا می‌توان مطابق بخش ۲-۴، روبش‌گر را بدون پروب روی پایه قرار داده، تصویر سطح نمونه را فوکوس کرده و بعد پروب‌گذاری کرد. به این ترتیب، خطر شکستن پروب، بسیار کاهش می‌یابد.

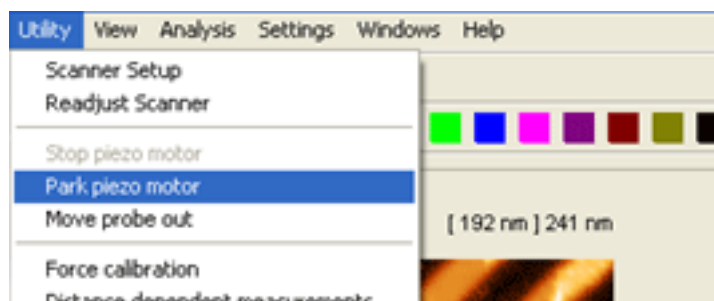
۲-۴ پروب‌گذاری AC-AFM

۱- برنامه‌ی DME-SPM را باز کنید. در سمت چپ نوار پایین نرم‌افزار کلمه Parked مشاهده می‌شود که به معنی پارک بودن پیزو موتور است (شکل ۹).



شکل ۹. پارک بودن موتور پیزو هنگام باز کردن نرم‌افزار

۲- همیشه قبل از دست زدن به روبش‌گر یا تعویض پروب و نمونه باید از پارک بودن پیزو اطمینان حاصل کرد. اگر موتور پیزو پارک نباشد، در قسمت Utility گزینه‌ی Park Piezo motor را انتخاب کنید (شکل ۱۰) **Error!** **Reference source not found.** و وقتی کلمه Parked مشاهده شد، پروب یا نمونه را تعویض نمایید.



شکل ۱۰. نحوه‌ی پارک کردن موتور پیزو

۳- یک پروب از خشاب AC انتخاب کنید. برای راحتی کار از شماره ۱ تا ۱۰ را روی خشاب شماره‌گذاری کنید.

۴- درب خشاب را به طرف پروب موردنظر بچرخانید تا امکان برداشتن آن وجود داشته باشد (شکل ۱۱).



شکل ۱۱. خشاب پروب

۵- حال خشاب را طوری بچرخانید که هیچ پروب یا بخشی از آن بیرون نباشد تا گرد و خاک و آلودگی روی آن ننشیند. خشاب را در جعبه مربوط به خود قرار دهید.

۶- میله‌ی مغناطیسی بلند را بردارید (شکل ۱۲).



شکل ۱۲. میله‌ی مغناطیسی بلند برای برداشتن پروب

۷- میله را به صورت عمود روی پروب قرار دهید، به گونه‌ای که نقطه‌ی قرمز روی سر میله را روی شکاف پروب قرار گیرد (شکل ۱۳).



شکل ۱۳. قرار دادن میله‌ی مغناطیسی بلند روی پروب

توجه: زمانی که پروب روی میله‌ی مغناطیسی قرار دارد، از تماس دست با آن خودداری کنید. سوزن پروب رو به بیرون قرار دارد و هر لحظه امکان شکستن و آسیب رسیدن به آن وجود دارد.

۸- میله‌ی مغناطیسی بلند و کوتاه را به گونه‌ای روی هم قرار دهید که نقاط قرمز روی سر آن‌ها روی هم قرار گیرد (شکل ۱۴).



شکل ۱۴. قرار دادن میله‌های مغناطیسی بلند و کوتاه روی هم

۹- دکمه‌ی پشت میله‌ی مغناطیسی کوتاه را فشار دهید تا نیروی مغناطیسی آن بیش‌تر از نیروی مغناطیسی میله‌ی بلندتر شده و پروب از میله‌ی مغناطیسی بلند جدا و جذب میله‌ی مغناطیسی کوتاه شود (شکل ۱۵).



شکل ۱۵. فشردن دکمه‌ی پشت میله‌ی مغناطیسی کوتاه

- ۱۰- میله‌ی مغناطیسی بلند را از میله‌ی مغناطیسی کوتاه جدا کرده و در جای خود روی نگه‌دارنده قرار دهید.
- ۱۱- با انطباق نقطه‌ی مشکی میله‌ی مغناطیسی کوتاه با شکاف پنجره‌ی روبش‌گر یا انطباق نقطه‌ی قرمز میله‌ی مغناطیسی کوتاه با برجستگی روی پنجره‌ی روبش‌گر، آن را روی پنجره‌ی روبش‌گر قرار دهید (شکل ۱۶). شکاف و برآمدگی موجود روی پنجره‌ی روبش‌گر در زاویه‌ی عمود نسبت به مرکز آن قرار دارند.



برجستگی روی
پنجره روبش‌گر



شکل ۱۶. قراردادن میله‌ی مغناطیسی کوتاه روی پنجره‌ی روبش‌گر

توجه: تا قرار گرفتن پروب روی روبش گر، دست خود را از روی دکمه‌ی پشت میله‌ی کوتاه برندارید. در غیر این صورت این احتمال وجود دارد که پروب به درستی روی پنجره‌ی روبش گر قرار نگرفته باشد و آسیب ببیند.

۱۲- دکمه‌ی پشت میله‌ی مغناطیسی را آزاد کنید تا پروب جذب پنجره‌ی روبش گر شود.

توجه: در صورت جا نیفتادن پروب، با پنس ضربه‌ی بسیار آرامی به گوشه‌ی پروب بزنید تا در جای خود قرار بگیرد. هنگام ضربه زدن مراقب باشید به کانتی‌لیور آسیب نرسانید. ضربه را به قسمتی وارد کنید که کانتی‌لیور قرار نداشته باشد تا آسیبی به آن وارد نشود.

۱۳- میله‌ی مغناطیسی کوتاه را از پنجره‌ی روبش گر جدا کرده و در جای خود روی نگه‌دارنده قرار دهید. اکنون پروب روی پنجره‌ی روبش گر قرار گرفته است (شکل ۱۷).



شکل ۱۷. پروب قرار گرفته روی پنجره‌ی روبش گر

۱۴- پیچ روی پایه را قبل از برگرداندن روبش گر و CCD تا حدی به صورت ساعت گرد بچرخانید که روبش گر پس از برگرداندن، با نمونه برخورد نکند (شکل ۱۸). توجه داشته باشید که دندانه‌ی زرد رنگ برای نمونه CD تا حدود یک سوم از فضای تعبیه شده بالا آمده باشد. به این ترتیب، پس از برگرداندن روبش گر، پروب در کمینه فاصله‌ی ایمن از سطح نمونه قرار می‌گیرد. برای نمونه‌های دیگر، پیچ فوکوس را تا آخر بپیچانید.



شکل ۱۸. پیچ فوکوس

۲-۵ فوکوس کردن نمونه

۱- روبش گر و CCD را با دو دست روی پایه برگردانید. دقت کنید که نگهدارنده از بالا وارد ریل شود. به آرامی آن را پایین آورده و اگر بیش از حد به نمونه نزدیک شد، روبش گر را روی نگه دارنده برگردانید و پیچ فوکوس را بیش تر در جهت ساعت گرد بپیچانید. حال عمل برگرداندن روبش گر روی پایه را دوباره انجام دهید (شکل ۱۹).



شکل ۱۹. قرار دادن روبش گر و CCD روی پایه

توجه: قفل روبش گر باید هنگام جابجا کردن روبش گر و فوکوس کردن تصویر باز باشد.

۱- پیچ فوکوس را به صورت آهسته و مداوم به صورت پادساعت گرد بچرخانید تا روبش گر به نمونه نزدیک شود. تا حدی این کار را انجام دهید که تصویر CCD روی نمونه فوکوس شود.

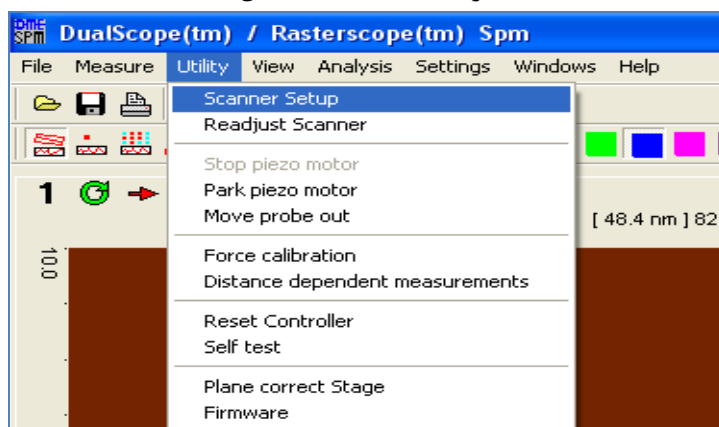
توجه: هنگام فوکوس کردن، احتمالاً ابتدا کثیفی‌های روی پنجره‌ی روبش گر فوکوس می‌شوند. برای تشخیص این که آیا تصویر فوکوس شده مربوط به سطح نمونه یا پنجره‌ی روبش گر است، باید نمونه را توسط کنترلر موتوری حرکت دهید. در صورتی که نقاط فوکوس شده حرکت کنند، سطح نمونه فوکوس شده است. در غیر این صورت، این نقاط روی پنجره‌ی روبش گر قرار دارند و باید فوکوس کردن ادامه پیدا کند تا روی سطح نمونه فوکوس شود. سپس باید نمونه را جابه‌جا کرد تا قسمت تمیزی از نمونه، زیر پروب قرار گیرد.

توجه: طی فوکوس کردن، نباید کانتی‌لیور یا نگه‌دارنده‌ی آن فوکوس شوند و اگر این اتفاق افتاد، روبش گر بیش از حد به نمونه نزدیک شده است و باید با پیچاندن پیچ فوکوس در جهت ساعت گرد، روبش گر را از نمونه دور کرد و مجدداً این مرحله را از ابتدا انجام داد.

در ادامه، نحوه‌ی کار با حالت کاری AC-AFM شرح داده می‌شود. بهتر است همیشه آموزش میکروسکوپ پروبی روبشی، با این حالت کاری شروع شود.

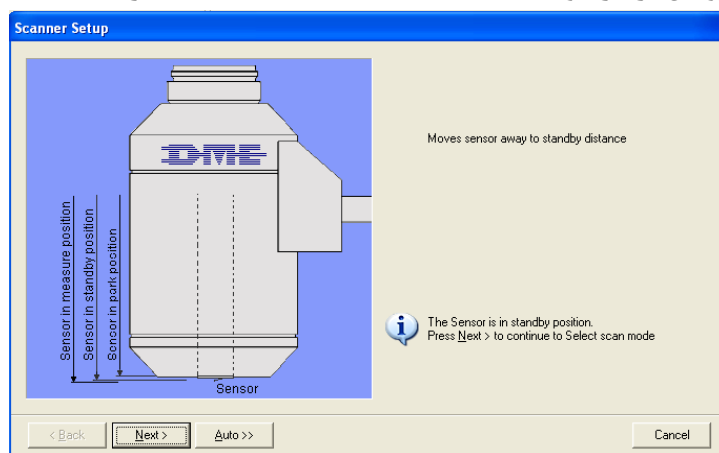
۲-۶ انجام تنظیمات

۱- در قسمت Utility، گزینه‌ی Scanner setup را انتخاب کنید (شکل ۲۰).



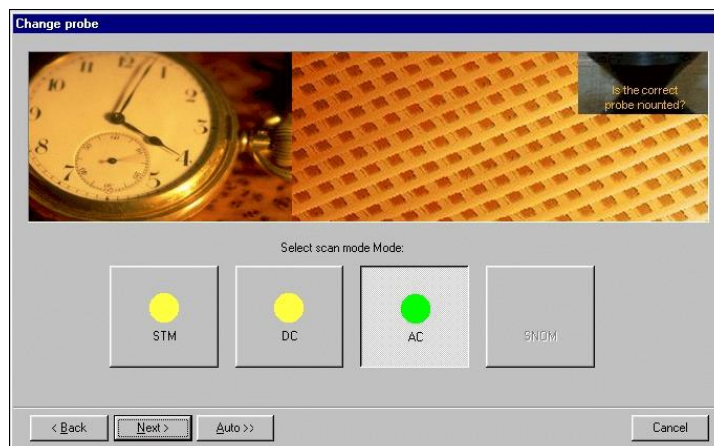
شکل ۲۰

۲- در این حالت، پنجره‌ی روبش‌گر در موقعیت stand by است. دکمه‌ی Next را انتخاب کنید (شکل ۲۱).



شکل ۲۱

۳- حالت کاری AC را انتخاب کنید و مطمئن شوید که پروبی که روی پنجره‌ی روبش‌گر قرار داده‌اید نیز AC است. روی دکمه‌ی Next کلیک کنید (شکل ۲۲).



شکل ۲۲

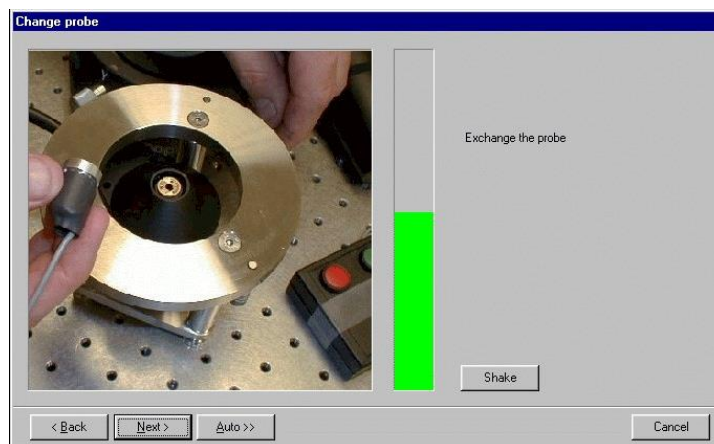
۴- روبش گر و CCD را با دو دست روی نگه‌دارنده برگردانید. به این منظور، با یک دست روبش گر و با دست دیگر CCD را نگه داشته و روی نگه‌دارنده قرار دهید (شکل ۲۳).



شکل ۲۳

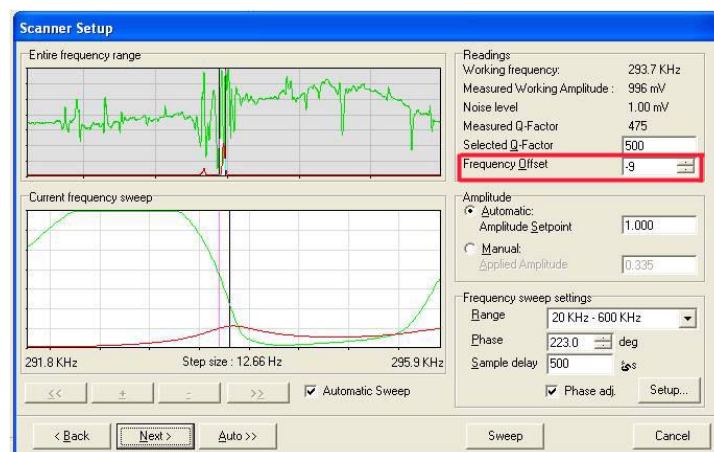
۵- پروب را روی پنجره‌ی روبش گر قرار دهید. روی دکمه‌ی Next کلیک کنید.

توجه: در صورتی که نوار مربوط به نور لیزر که به پشت کانتی‌لیور برخورد می‌کند سبز باشد، پروب سالم است و به درستی نصب شده است (دقت کنید که پروب را از خشاب AC برداشته و حالت کاری AC را انتخاب کرده باشید). در صورتی که این نوار قرمز است، یک بار روی گزینه‌ی Shake کلیک کنید تا نوار به رنگ سبز درآید (شکل ۲۴). در صورتی که باز هم نوار قرمز باقی بماند، یا پروب شکسته یا به خوبی جا نیفتاده است.



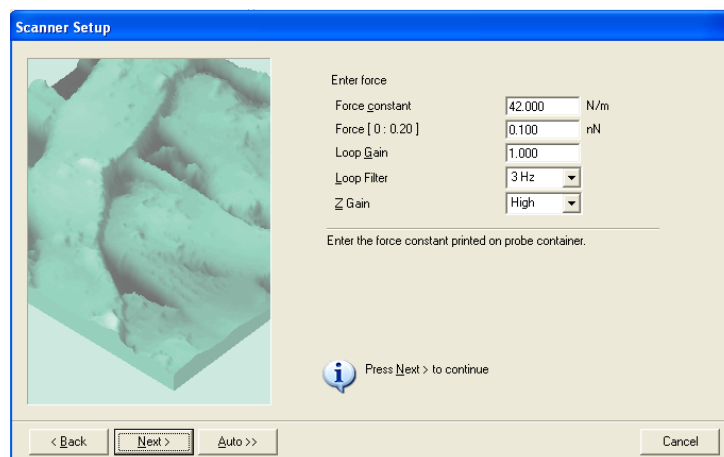
شکل ۲۴

۶- در این مرحله، دستگاه به صورت خودکار بهترین فرکانس رزونانس را انتخاب می‌کند. مقدار Frequency Offset باید ۹- انتخاب شود. روی دکمه‌ی Next کلیک کنید (شکل ۲۵).



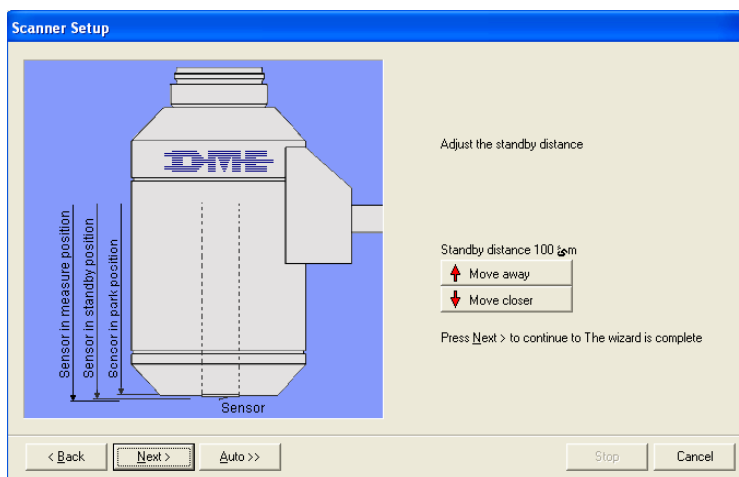
شکل ۲۵

۷- تنظیمات موردنیاز برای روبش گر را با توجه به شکل ۲۶ برای حالت کاری AC وارد کرده و روی دکمه‌ی Next کلیک کنید.



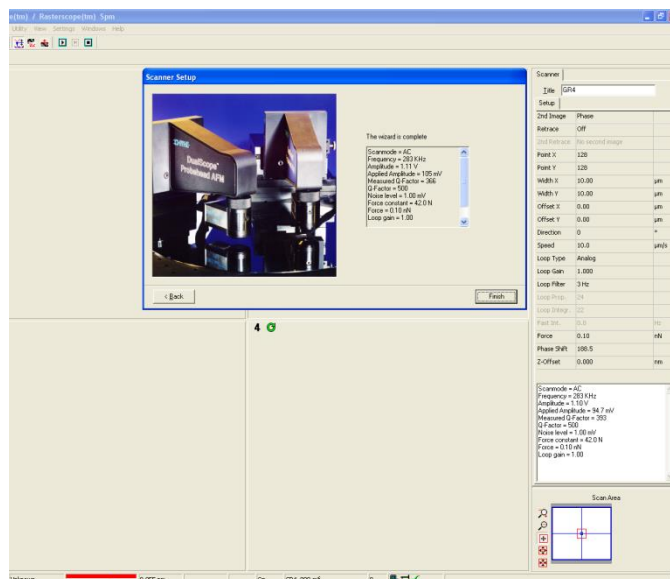
شکل ۲۶

۸- این پنجره میزان فاصله گرفتن از سطح نمونه توسط هر بار Break را نشان می‌دهد که معمولاً برابر $100\mu\text{m}$ است و روی دکمه‌ی Next کلیک کنید (شکل ۲۷).



شکل ۲۷

۹- تنظیمات انتخاب شده را در این مرحله چک کنید. در صورت تمایل می‌توانید آن را کپی کرده و در قسمت پایین سمت راست نرم‌افزار وارد کنید (شکل ۲۸).



شکل ۲۸

۱۰- پارامترهای موردنظر را در قسمت سمت راست پنجره‌ی نرم‌افزار به ترتیب زیر انتخاب کنید (شکل ۲۹).

- 2nd image: تصویر Phase را انتخاب کنید.
- Point X,Y: ۱۲۸ انتخاب شود.
- مساحت روبش: در شروع روبش مساحت $10\mu m \times 10\mu m$ را انتخاب کنید تا قسمت بیش‌تری از نمونه روبش شود.
- در مراحل بعد، باید سطح روبش کاهش داده شود تا قسمت موردنظر در بزرگ‌نمایی بالاتری مورد بررسی قرار بگیرد.
- Offset: در شروع و پایان کار باید صفر باشد. این پارامتر نباید حین روبش تغییر داده شود.
- زاویه: باید صفر باشد. در مورد نمونه‌ی CD، بهترین تصویر با روبش در جهت عمود بر رشته‌ها به دست می‌آید. در صورت عدم دستیابی چنین تصویری، زاویه را تغییر دهید.
- سرعت روبش: برای اجتناب از صدمه دیدن پروب در شروع روبش، سرعت را برابر پهنای روبش در نظر بگیرید.
- نوع لوپ: آنالوگ انتخاب شود.
- نیرو: باید برابر 0.1 nN باشد.

Scanner		
Title		
Setup		
2nd Image	Phase	
Retrace	Off	
2nd Retrace	No second image	
Point X	128	
Point Y	128	
Width X	10.0	μm
Width Y	10.0	μm
Offset X	0.0	μm
Offset Y	0.0	μm
Direction	0	$^{\circ}$
Speed	15	$\mu\text{m/s}$
Loop Type	Analog	
Loop Gain	1.000	
Loop Filter	3 Hz	
Loop Prop.	24	
Loop Integr.	22	
Fast Int.	0.0	Hz
Force	0.10	nN
Phase Shift	225.7	
Z-Offset	0.000	nm

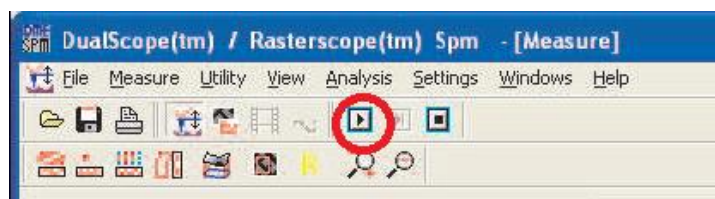
Scanmode = AC
 Frequency = 294 KHz
 Amplitude = 1.10 V
 Applied Amplitude = 321 mV
 Measured Q-Factor = 487
 Q-Factor = 500
 Noise level = 1.00 mV
 Force constant = 42.0 N
 Force = 0.10 nN
 Loop gain = 1.00
 Loop filter = 3 Hz

شکل ۲۹

 توجه: بقیه‌ی پارامترهای موجود در این نوار را به هیچ عنوان تغییر ندهید.

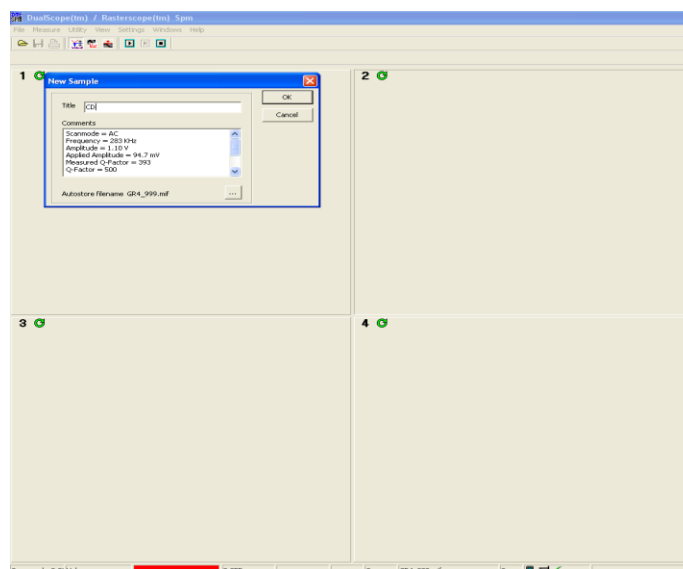
۷-۲ تصویرگیری

- ۱- قفل روبش‌گر را ببندید.
- ۲- دکمه‌ی F2 روی صفحه‌کلید یا دکمه‌ی Play () روی نوارابزار اصلی نرم‌افزار دستگاه را فشار دهید (شکل ۳۰).

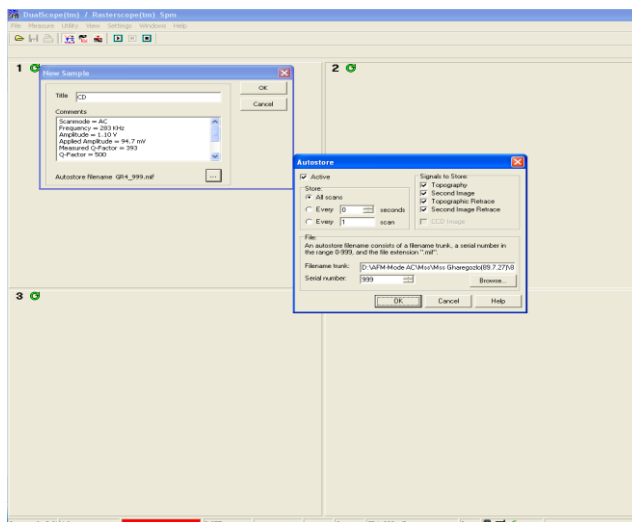


شکل ۳۰

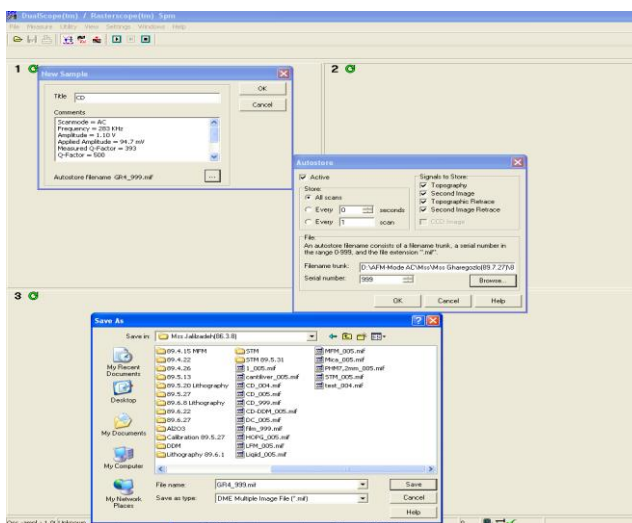
۳- در پنجره‌ی New Sample، روی دکمه‌ی  کلیک کنید (شکل ۳۱). در پنجره‌ی جدید روی دکمه‌ی Browse کلیک کنید (شکل ۳۲). نام و محل ذخیره‌ی فایل را مشخص کرده و روی دکمه‌ی Save کلیک کنید (شکل ۳۳). پس از فشردن دکمه‌ی Ok در دو پنجره‌ی قبلی، پروب شروع به نزدیک شدن به سطح نمونه می‌کند و پس از رسیدن به فاصله‌ی مناسب، روبش آغاز می‌شود. اکنون حرکت پروب در نمایش گر مربوط به CCD قابل مشاهده است.



شکل ۳۱

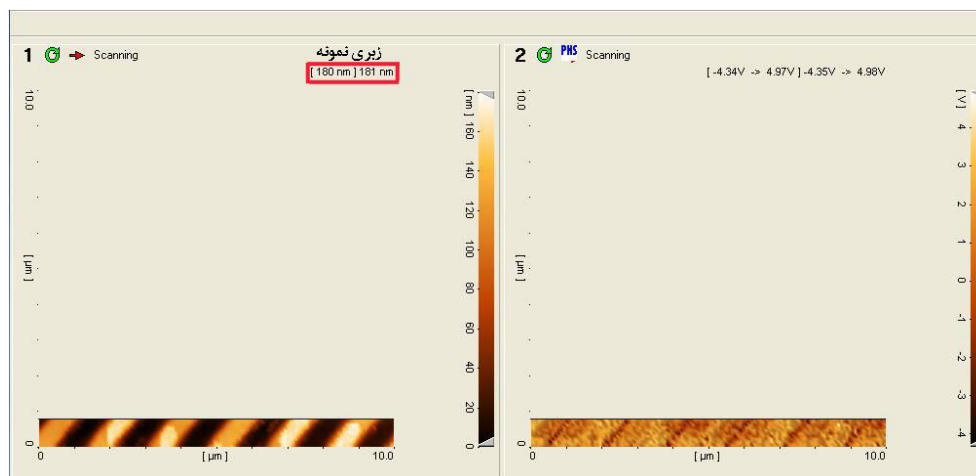


شکل ۳۲



شکل ۳۳

۴- در قاب‌های Scanning و PHS Scanning از صفحه‌ی نرم‌افزار، به ترتیب روند تشکیل تصویر توپوگرافی و تصویر فاز متناظر با آن مشاهده می‌شود. این دو تصویر به طور هم‌زمان گرفته می‌شود (شکل ۳۴).



شکل ۳۴

توجه: برای روبش گر مدل 95-200E، زبری نمونه نباید بیش از ۱۵ میکرون باشد. این پارامتر در بالای تصویر توپوگرافی نوشته می شود (شکل ۳۴).

۵- با فشار دادن دکمه‌ی F3 یا کلیک کردن روی Stop Scan، بعد از کامل شدن تصویر، روبش متوقف شده و پروب در فاصله‌ی ۱۰۰ μm نسبت به سطح نمونه قرار می گیرد (شکل ۳۵).

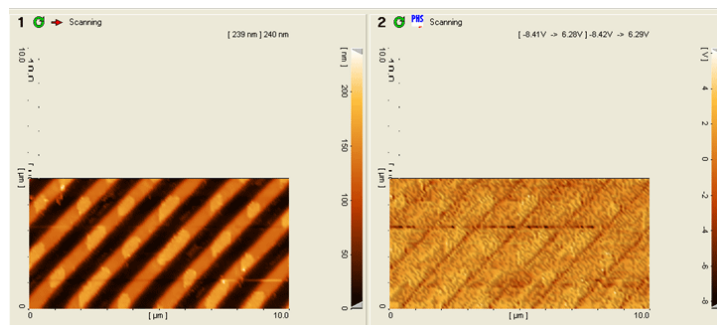


شکل ۳۵

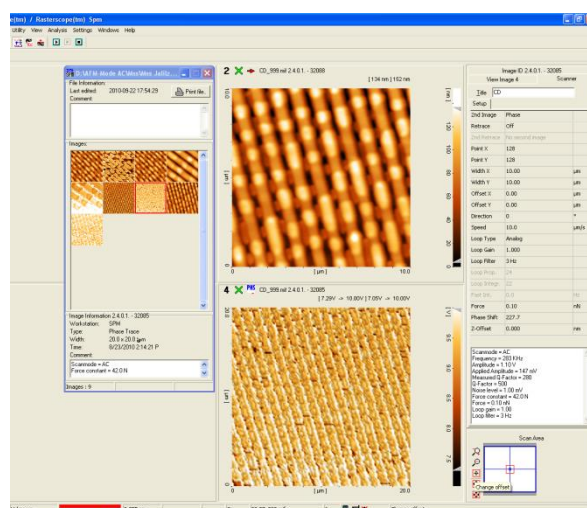
توجه: در صورت مشاهده‌ی هر گونه آلودگی در تصویر سطح نمونه، باید مکان تصویرگیری روی سطح را تغییر دهید. برای این منظور، روی دکمه‌ی Break کلیک کنید (شکل ۳۶). در این صورت روبش در همان لحظه قطع شده و تصویر کامل نمی شود (شکل ۳۷). روی گزینه‌ی Change Offset (پایین سمت راست شکل ۳۸) کلیک کنید. با کلیک روی آخرین تصویر گرفته شده، مرکز تصویر بعدی را تعیین کرد (شکل ۳۹). سپس با کلیک مجدد روی نشانه‌ی Offset آن را غیرفعال کنید تا با حرکت موس تغییر نکند.



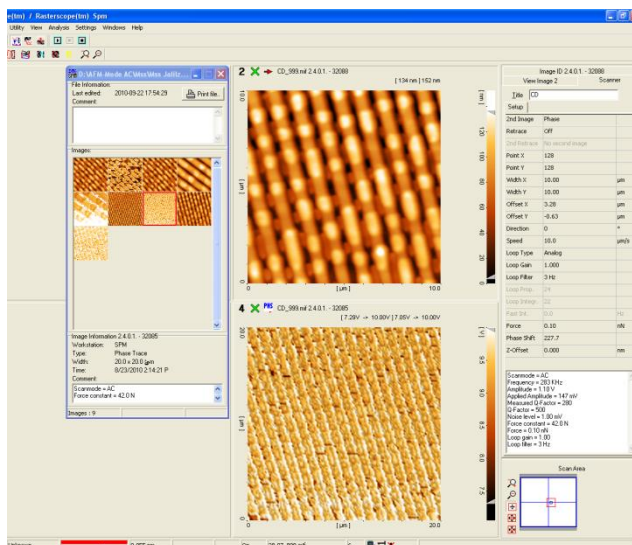
شکل ۳۶



شکل ۳۷



شکل ۳۸



شکل ۳۹

۶- مقادیر Width X و Width Y (مساحت روبش) در نوار سمت راست صفحه‌ی نرم‌افزار را به $50\mu\text{m}$ تغییر دهید. سرعت روبش را برابر با مساحت روبش ($50\mu\text{m/s}$) تغییر دهید.

توجه: با تغییر مساحت روبش، نسبت سرعت به پهنای روبش حفظ می‌شود که ممکن است به پروب صدمه بزند (مثلا اگر در حال روبش سریع مساحت کوچکی از یک قسمت صاف از نمونه هستیید و می‌خواهید مساحت روبش را ناگهان افزایش دهید، در روبش بعدی، روبش با سرعت زیادی انجام می‌شود که اگر نمونه زبر باشد، احتمال شکستن پروب وجود دارد. بهتر است گزینه‌ی توقف بعد از پایان روبش را انتخاب کرده و بعد از توقف روبش، پارامترها را تغییر داده و سرعت روبش مناسب را انتخاب کنید.

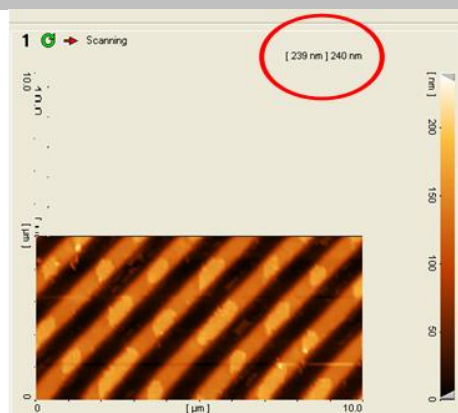
۷- روی دکمه‌ی Play کلیک کنید تا تصویرگیری در مقیاس جدید شروع شود.

۸- مراحل ۵، ۶ و ۷ را برای مساحت روبش $10\mu\text{m} \times 10\mu\text{m}$ و سپس $5\mu\text{m} \times 5\mu\text{m}$ تکرار کنید.

توجه: اگر کیفیت تصویر مناسب نیست، ممکن است به دلیل فوکوس نبودن نمونه یا کم بودن نیرو برای نمونه‌های خاص باشد. ابتدا باید از فوکوس بودن نمونه اطمینان حاصل کنید. برای این کار پروب را پارک نمایید. پیچ فوکوس را تا انتها باز نموده و از ابتدا شروع به فوکوس نمایید. اگر باز هم مشکل برطرف نشد می‌توان نیرو را کمی تغییر داد. حتماً به نمایش‌گر مربوط به تصویر پروب توجه کنید تا پروب بیش از اندازه به نمونه نزدیک نشود و احتمال شکستن سوزن وجود نداشته باشد. مقدار

نیرو را از ۰/۱nN تا ۰/۲nN و هر بار ۰/۱nN می‌توانید افزایش داد. باید مراقب بود که با اضافه کردن نیرو به میزان یک‌صدم نانونیوتن، کانتی‌لیور فوکوس شود و به نمونه برخورد نکند و آسیب نبیند.

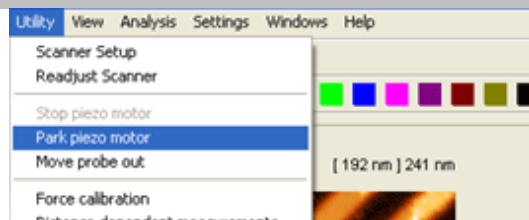
توجه: اگر بالای تصویر توپوگرافی عددی بیش از ۱۵ میکرومتر گزارش شد، F4 یا Break را بزنید (شکل ۴۰). این موضوع به دلیل بیش از حد بودن زبری نمونه است و باید جای نمونه را تغییر داد. برای این منظور چند مرتبه دکمه‌ی Break را فشار دهید تا پروب کاملاً از سطح نمونه دور شود. حال توسط کنترلر موتوری، جای نمونه را روی میز xy تغییر داد. حال دکمه‌ی Play را فشار دهید.



شکل ۴۰

توجه: اگر با تعویض جای نمونه باز هم زبری نمونه زیاد است، باید نمونه را عوض کرد.

توجه: در صورتی که بخواهید پروب یا نمونه را عوض کنید، مطمئن شوید که مقادیر Offset روی صفر باشند. حال در قسمت Utility، گزینه‌ی Park Piezo motor را انتخاب کنید، صبر کنید تا پروب کاملاً پارک شده و در پایین نرم‌افزار پارک بودن Piezo motor را چک کنید (شکل ۴۱).



شکل ۴۱

۹- روی دکمه‌ی Stop scan کلیک کنید.

۸-۲ خاموش کردن دستگاه

- ۱- مقادیر Offset را برابر صفر قرار دهید.
- ۲- از پارک بودن موتور پیرو (مشاهده‌ی کلمه‌ی Parked در قسمت پایین، سمت چپ پنجره‌ی نرم‌افزار) اطمینان حاصل کنید.
- ۳- پیچ فوکوس را به صورت ساعت گرد بپیچانید تا با روشن کردن دوباره‌ی میز موتوری یا تعویض نمونه، مشکلی برای روبش‌گر به وجود نیاید.
- ۴- میز موتوری را خاموش کنید.
- ۵- نرم‌افزار را ببندید.
- ۶- کنترلر و منبع تغذیه را خاموش کنید.
- ۷- نمایش‌گر مربوط به تصویر CCD را خاموش کنید.
- ۸- کامپیوتر را خاموش کنید.

تمرین

لطفاً فایل mif. تصویر CD حاوی اطلاعات را در سطح روبش $50\mu m \times 50\mu m$ ، $10\mu m \times 10\mu m$ و $5\mu m \times 5\mu m$ تهیه کنید. تصویر فاز (Phase) را به عنوان تصویر دوم انتخاب کنید.