

## راهنمای آسان شروع کار با میکروسکوپ پروبی روبشی (SPM) با پایه‌ی مدل Iglou و روبش‌گر مدل 95-50E 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](mailto:lab@maharfan.com) بفرستید.

## فهرست

3	1	آشنایی با اجزای مختلف میکروسکوپ پروبی روبشی (SPM)
5	2	راهنمای مرحله به مرحله کار با میکروسکوپ پروبی روبشی
5	2-1	چک کردن دستگاه
5	2-2	روشن کردن دستگاه
6	2-3	نمونه گذاری
8	2-4	پروب گذاری AC-AFM، فوکوس کردن نمونه و انجام تنظیمات نرم افزاری
20	2-5	تصویرگیری
28	2-6	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، کاملا 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 آموزشی 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.

## 1- اجزای مختلف میکروسکوپ پروبی روبشی (SPM)

### الف) اجزای اصلی

اجزای اصلی دستگاه، در شکل 1 نشان داده شده‌اند.



شکل 1. اجزای اصلی میکروسکوپ پروبی روبشی

### ب) پایه، روبش گر و دوربین CCD

پایه، روبش گر و دوربین CCD میکروسکوپ در شکل 2 نشان داده شده است.



شکل 2. پایه، روبش گر و دوربین CCD

**پ) کنترلر**

نمای پشت کنترلر مدل C-26 در شکل 3 نشان داده شده است.



شکل 3. نمای پشت کنترلر مدل C-26

**ت) منبع تغذیه‌ی روبش‌گر**

نمای جلو و پشت منبع تغذیه‌ی روبش‌گر در شکل 4 نشان داده شده است.



شکل 4. نمای جلو (بالا) و پشت (پایین) منبع تغذیه‌ی روبش‌گر

## 2- راهنمای مرحله به مرحله کار با میکروسکوپ پروبی روبشی

### 2-1 چک کردن دستگاه

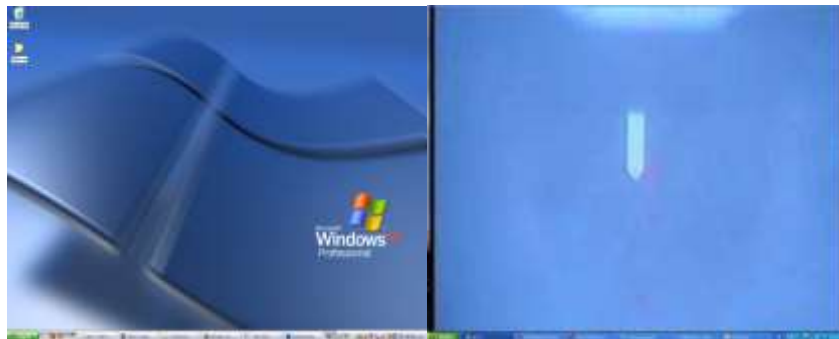
قبل از شروع کار با دستگاه، قسمت‌های مختلف آن را چک کنید و از برقراری صحیح اتصالات و تمیز بودن محیط کار اطمینان حاصل کنید. دوربین CCD و روبش‌گر را از روی پایه بردارید و از شل نبودن پیچ‌ها اطمینان حاصل کنید.

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

### 2-2 روشن کردن دستگاه

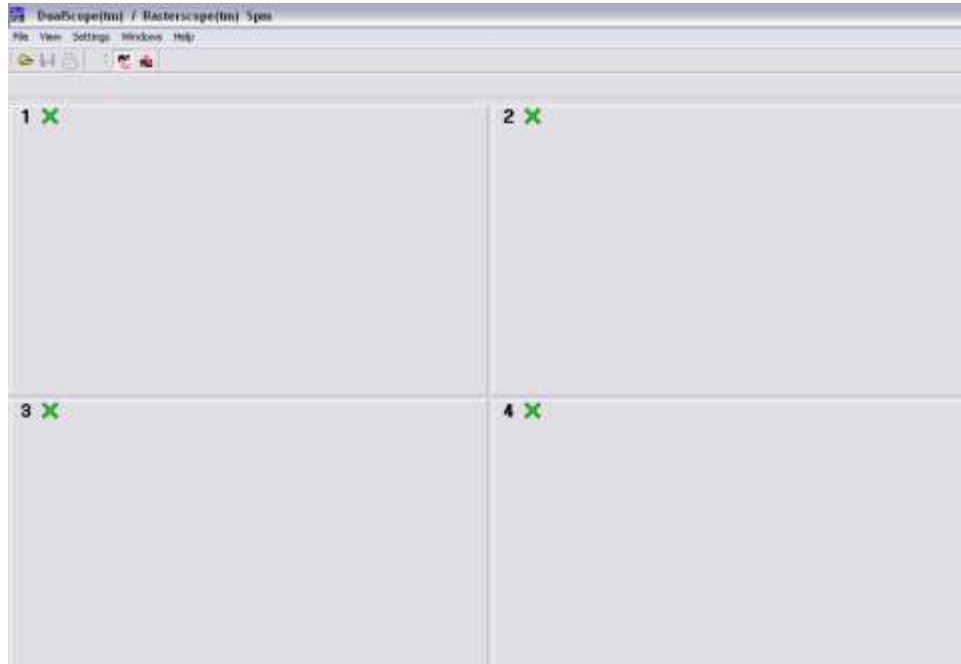
1- کامپیوتر را روشن کنید.

2- 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 5).



شکل 5. تصویر صفحه‌ی ویندوز (راست) و دوربین CCD (چپ) روی دو نمایش‌گر سیستم

3- نرم‌افزار DME-SPM را باز کنید. اکنون صفحه‌ی نرم‌افزار روی نمایش‌گر مربوط به ویندوز دیده می‌شود (شکل 6).



شکل 6. صفحه‌ی نرم‌افزار DME-SPM

### 2-3 نمونه‌گذاری

1- چنانچه روبش‌گر روی میز XY قرار دارد، روبش‌گر و CCD را با دو دست روی نگه‌دارنده‌ی برگردانید. به این منظور، با یک دست روبش‌گر و با دست دیگر CCD را نگه‌داشته و روی نگه‌دارنده قرار دهید (شکل 7).



شکل 7

2- با استفاده از پیچ‌های مربوط به موقعیت  $x$  و  $y$  (دو پیچ کناره‌ی میز)، قسمت دایره‌ی درونی را در وسط قرار دهید به صورتی که فاصله‌ی دایره‌ی درونی از لبه‌ی میز  $xy$  به یک اندازه باشد و لبه‌های صفحه‌ی سفید زیر دایره، در فاصله‌ی بین آن و لبه‌ی میز  $xy$  دیده نشود (شکل 8).



شکل 8. میز  $xy$

- 3- صفحه‌ی شیشه‌ای مخصوص چسباندن نمونه را روی میز  $xy$  قرار دهید.
- 4- چسب دوطرفه را روی مرکز شیشه بچسبانید. توجه کنید که چسب و نمونه باید در وسط شیشه قرار داشته باشد تا زیر پنجره روبش‌گر قرار گیرد.
- 5- یک  $CD$  یا  $DVD$  حاوی اطلاعات را به آرامی بشکنید (شکل 9).



شکل 9. یک  $DVD$  شکسته شده‌ی حاوی اطلاعات

**توجه:** ارتفاع نمونه باید کم‌تر از 3 میلی‌متر، قطر آن کم‌تر از 3 سانتی‌متر و بیشینه زبری آن برابر ۲٫۷ میکرون باشد. این مقادیر مربوط به روبش‌گر مدل 95-50E است و با توجه به مدل روبش‌گر دستگاه

تغییر می‌کند. از این رو توصیه شده است 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.

6- از طرف رنگ شده‌ی CD، پوسته‌ی نازکی که حاوی اطلاعات است را با پنس روی چسب دوطرفه و در مرکز آن بچسبانید (شکل 10).



شکل 10. چسباندن چسب دو طرفه در وسط صفحه‌ی شیشه‌ای (راست)، کندن پوسته‌ی نازک روی یک CD حاوی اطلاعات (وسط) و چسباندن آن روی چسب دوطرفه (چپ)

7- در صورت لزوم، با استفاده از پیچ‌های مربوط به موقعیت  $x$  و  $y$  (دو پیچ کناره‌ی میز)، مکان نمونه را در وسط میز  $xy$  تنظیم کنید (شکل 6)

توجه: چنانچه زبری نمونه زیاد باشد یا به صاف بودن نمونه اطمینانی نیست، ابتدا مطابق بند 19 بخش 2-4، روبش‌گر را بدون پروب روی پایه قرار داده، تصویر سطح نمونه را فوکوس کرده و بعد پروب‌گذاری کنید. به این ترتیب، خطر شکستن پروب، بسیار کاهش می‌یابد.

#### 2-4 پروب‌گذاری AC-AFM

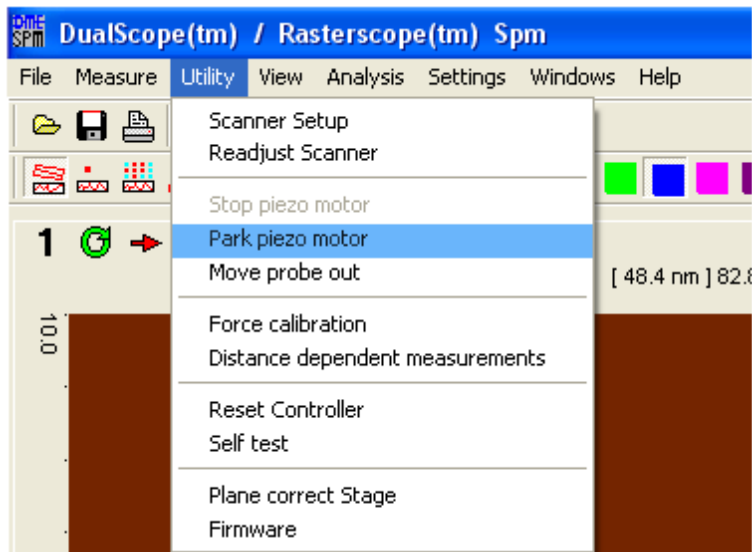
1- برنامه‌ی DME-SPM را باز کنید. در سمت چپ نوار پایین نرم‌افزار کلمه Parked مشاهده می‌شود که به معنی پارک بودن پیزو موتور است (شکل 11).



شکل 11. پارک بودن موتور پیزو هنگام باز کردن نرم‌افزار



2- همیشه قبل از دست زدن به روبش‌گر یا تعویض پروب و نمونه باید از پارک بودن پیزو اطمینان حاصل کرد. اگر پیزو پارک نباشد، در قسمت Utility گزینه‌ی Park Piezo motor را انتخاب کنید (شکل 12) و وقتی کلمه Parked مشاهده شد، پروب یا نمونه را تعویض نمایید.



شکل 12. نحوه‌ی پارک کردن موتور پیزو

3- پروب موردنظر برای استفاده را روی خشاب مشخص کنید. برای راحتی کار از شماره 1 تا 10 را روی خشاب شماره‌گذاری کنید.

4- درب خشاب را به طرف پروب موردنظر بچرخانید تا امکان برداشتن آن وجود داشته باشد (شکل 13).



شکل 13. خشاب پروب

- 5- حال خشاب را طوری بچرخانید که هیچ پروب یا بخشی از آن بیرون نباشد تا گرد و خاک و آلودگی روی آن ننشیند. حال خشاب در جعبه مربوط به خشاب مورد نظر قرار دهید.
- 6- میله‌ی مغناطیسی بلند را بردارید (شکل 14)



شکل 14. میله‌ی مغناطیسی بلند برای برداشتن پروب

- 7- میله را به صورت عمود روی پروب قرار دهید، به گونه‌ای که نقطه‌ی قرمز روی سر میله را روی شکاف پروب قرار بگیری (شکل 15).



شکل 15. 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 امکان شکستن و آسیب رسیدن به آن وجود دارد.

- 8- میله‌ی مغناطیسی بلند و کوتاه را به گونه‌ای روی هم قرار دهید که نقاط قرمز روی سر آن‌ها روی هم قرار بگیرد (شکل 16).



شکل 16. قرار دادن میله‌های مغناطیسی بلند و کوتاه روی هم

9- دکمه‌ی پشت میله‌ی مغناطیسی کوتاه را فشار دهید تا نیروی مغناطیسی آن بیش‌تر از نیروی مغناطیسی میله‌ی بلند شده و پروب از میله‌ی مغناطیسی بلند جدا و جذب میله‌ی مغناطیسی کوتاه شود (شکل 17).



شکل 17. فشردن دکمه‌ی پشت میله‌ی مغناطیسی کوتاه

10- میله‌ی مغناطیسی بلند را از میله‌ی مغناطیسی کوتاه جدا کرده و در جای خود روی نگه‌دارنده قرار دهید.  
11- 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 18) شکاف و برآمدگی موجود روی پنجره‌ی روبش‌گر در زاویه‌ی عمود نسبت به مرکز آن قرار دارند.



شکل 18. قراردادن میله‌ی مغناطیسی کوتاه روی پنجره‌ی روبش‌گر

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

12- دکمه‌ی پشت میله‌ی مغناطیسی را آزاد کنید تا پروب جذب پنجره‌ی روبش‌گر شود.

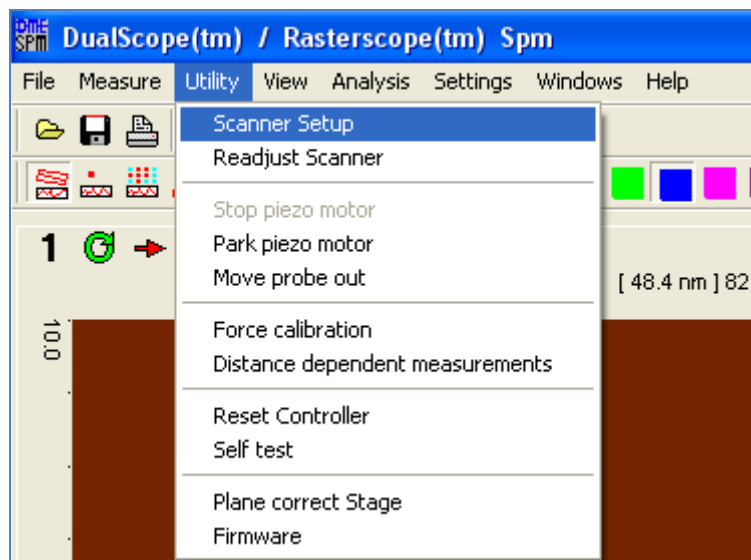
**توجه:** در صورت جا نیفتادن پروب، گوشه‌ای از پروب که کانتی‌لیور قرار نداشته باشد را، با پنس به آرامی فشار دهید تا در جای خود قرار بگیرد. مراقب باشید به کانتی‌لیور آسیب نرسانید.

13- میله‌ی مغناطیسی کوتاه را از پنجره‌ی روبش‌گر جدا کرده و در جای خود روی نگه‌دارنده قرار دهید. اکنون پروب روی پنجره‌ی روبش‌گر قرار گرفته است (شکل 19).



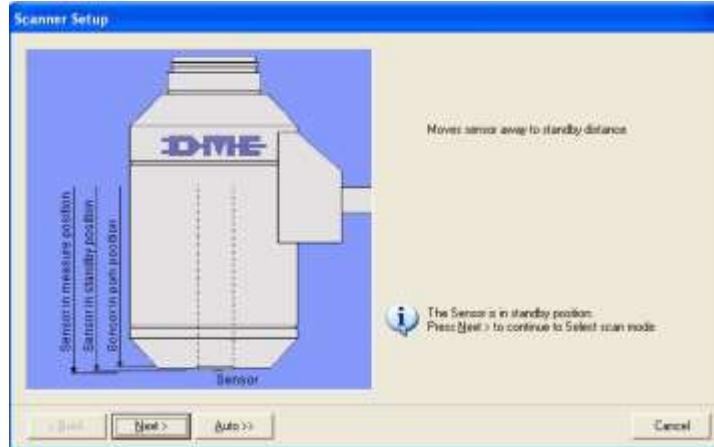
شکل 19. پروب قرار گرفته روی پنجره‌ی روبش‌گر

14- در قسمت Utility، گزینه‌ی Scanner setup را انتخاب کنید (شکل 20).



شکل 20

15- در این حالت، پنجره‌ی روبش‌گر در موقعیت standby است. دکمه‌ی Next را انتخاب کنید (شکل 21).



شکل 21

16- 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 22).



شکل 22

**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. در صورتی که این نوار قرمز است، یک بار روی گزینه‌ی Shake کلیک کنید تا نوار به رنگ سبز درآید (شکل 23). اگر نوار، سبز نشد، می‌توانید با نوک پنس به آرامی به قسمتی از پروب که کانتی‌لیور روی آن قرار ندارد، فشار کوچکی وارد کنید تا پروب به خوبی در جای خود قرار گیرد. در صورتی که باز هم نوار قرمز باقی بماند، یا پروب شکسته یا به خوبی جا نیفتاده است.



شکل 23

17- سه پیچ روی پایه (شکل 24) را قبل از برگرداندن روبش گر و CCD تا انتها بپیچانید (ساعت گرد). توجه داشته باشید که نوک پیچها کاملا از پایه بیرون آمده باشند. به این ترتیب، پس از برگرداندن روبش گر، پروب در بیشترین فاصله از سطح نمونه قرار خواهد گرفت.



شکل 24. پیچهای فوکوس

18- روبش گر و CCD را با دو دست گرفته و روی میز xy قرار دهید (شکل 25).



شکل 25. قرار دادن روبش گر و CCD روی پایه

**توجه:** انتهای سه پیچ زیر پایه باید روی سه قطعه‌ی مغناطیسی روی میز XY قرار بگیرد.

19- پیچ‌های فوکوس را به صورت مداوم به یک اندازه بچرخانید (پادساعتگرد) تا به نمونه نزدیک شود (اول نیم‌دور پیچ‌های عقب بعد نیم‌دور پیچ جلو). تا حدی این کار را انجام دهید که تصویر CCD روی نمونه فوکوس شود.

**توجه:** هیچ‌وقت پیچ جلویی را اول نپیچانید. در این صورت احتمال شکستن سوزن وجود دارد.

20- با استفاده از دکمه‌ی سمت چپ جلوی منبع تغذیه‌ی روبش گر، شدت نوری که از زیر نمونه تابیده می‌شود را افزایش دهید. در صورتی که سطح مشاهده شده روشن تر شد، این تصویر مربوط به چسب است و اگر تغییری نکرد، تصویر مربوط به نمونه است (این آزمایش برای نمونه‌هایی که شفاف نیستند، مفید است).

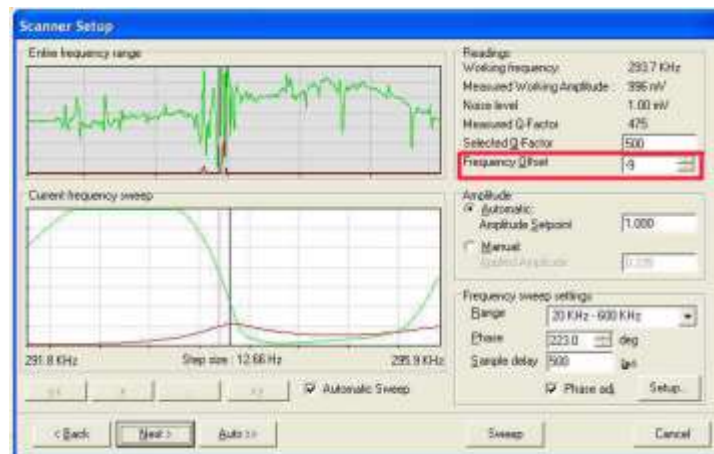
**توجه:** این عمل برای اطمینان از قرارگیری صحیح نمونه در وسط میز و درست زیر پنجره‌ی روبش گر انجام می‌شود. در این صورت مطمئن خواهید شد که سطح مشاهده شده مربوط به نمونه است و مربوط به چسب نیست.



**توجه:** هنگام فوکوس کردن، احتمالاً ابتدا آلودگی‌های روی پنجره‌ی روبش‌گر فوکوس می‌شوند. برای تشخیص این‌که آیا تصویر فوکوس شده مربوط به سطح نمونه است یا پنجره‌ی روبش‌گر، باید نمونه را توسط پیچ‌های X و Y حرکت دهید. در صورتی که نقاط فوکوس شده حرکت کنند، سطح نمونه فوکوس شده است و اگر حرکت نکنند، این نقاط روی پنجره‌ی روبش‌گر قرار دارند و باید فوکوس ادامه پیدا کند تا سطح نمونه فوکوس شود. سپس باید نمونه را جا به جا کرد تا قسمت تمیزی از نمونه، زیر پروب قرار گرفته و مورد بررسی واقع شود.

**توجه:** توجه کنید که طی فوکوس کردن، نباید کانتی‌لیور یا نگهدارنده‌ی آن فوکوس شوند و اگر این اتفاق افتاد، روبش‌گر بیش از حد به نمونه نزدیک شده است و باید با پیچاندن پیچ‌های فوکوس در جهت ساعت‌گرد، روبش‌گر را از نمونه دور کرد و مجدداً این مرحله را از ابتدا انجام داد.

21- در این مرحله، دستگاه به صورت خودکار بهترین فرکانس رزونانس را انتخاب می‌کند. مقدار Frequency Offset باید 9- انتخاب شود. روی دکمه‌ی Next کلیک کنید (شکل 26).



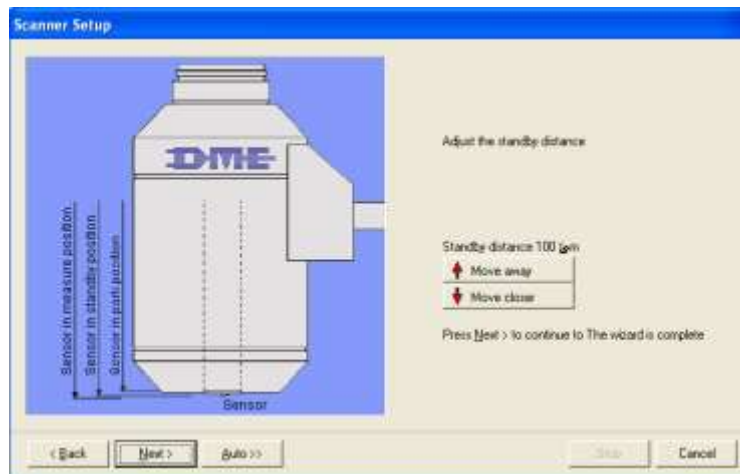
شکل 26

22- تنظیمات موردنیاز برای روبش‌گر را با توجه به شکل 27 برای حالت AC وارد کرده و روی دکمه‌ی Next کلیک کنید.



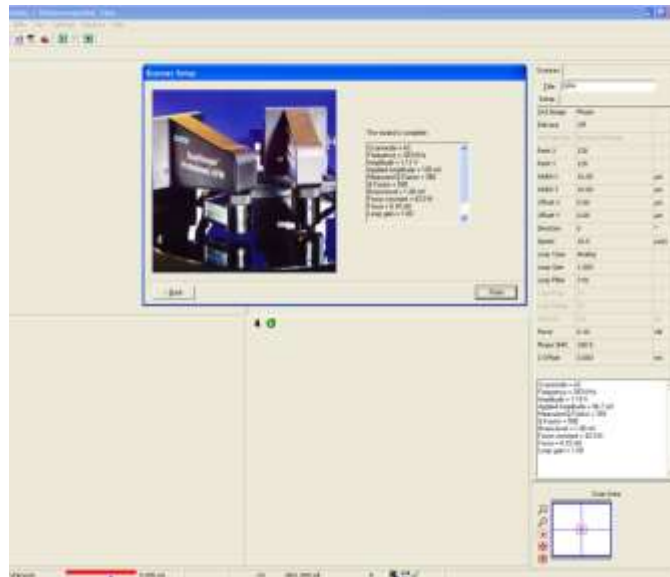
شکل 27

23- 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 28).



شکل 28

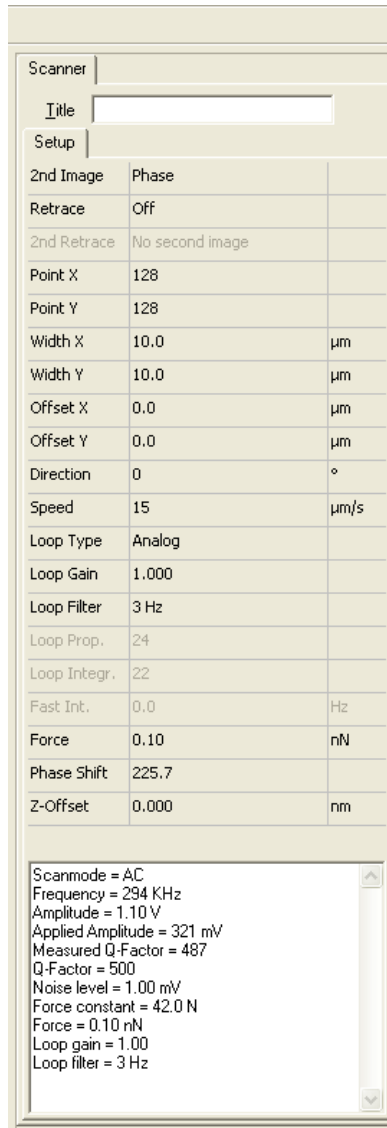
24- تنظیمات انتخاب شده را در این مرحله چک کنید. در صورت تمایل می‌توانید آن را کپی کرده و در قسمت پایین سمت راست نرم‌افزار وارد کنید (شکل 29).



شکل 29

25- پارامترهای موردنظر را در قسمت سمت راست پنجره‌ی نرم‌افزار به ترتیب زیر انتخاب کنید (شکل 30).

- 2nd image: تصویر Phase را انتخاب کنید.
- Point X,Y: ۱۲۸ انتخاب شود.
- مساحت روبش: در شروع روبش مساحت  $10\mu\text{m} \times 10\mu\text{m}$  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  $0.1\text{nN}$  باشد.

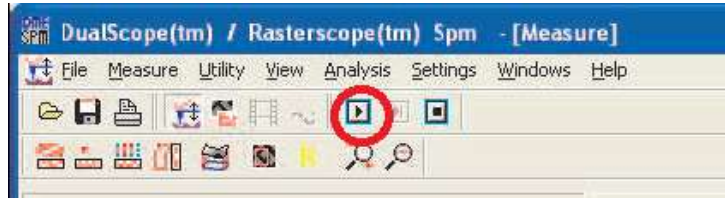


شکل 30

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

## 2-5 تصویرگیری

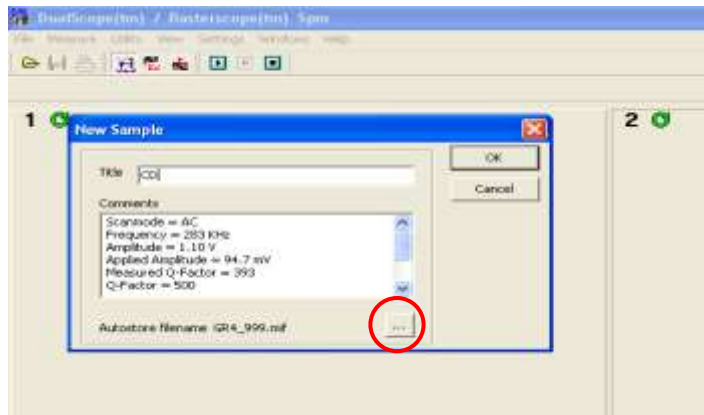
1- دکمه‌ی F2 روی صفحه‌کلید یا دکمه‌ی Play (▶) روی نوارابزار اصلی نرم‌افزار دستگاه را فشار دهید (شکل 31).



-2

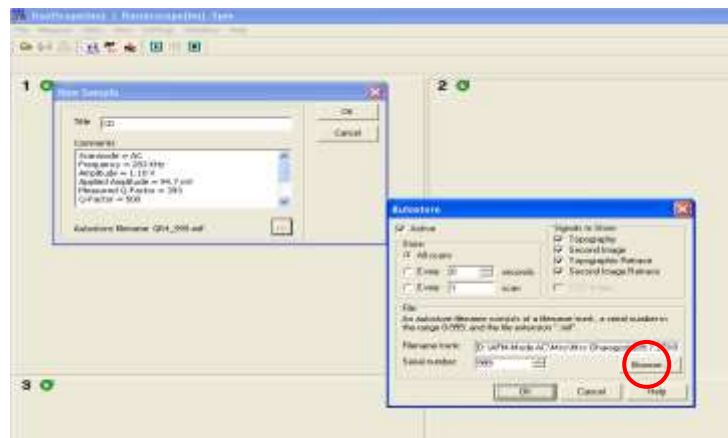
شکل 31

3- در پنجره‌ی New Sample، روی دکمه‌ی کلیک کنید (شکل 32).



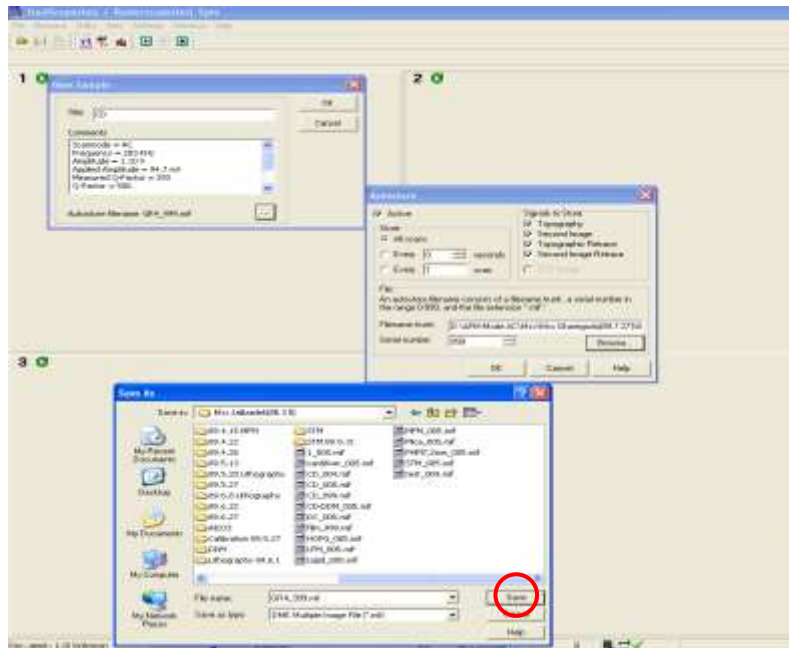
شکل 32

4- در پنجره‌ی جدید روی دکمه‌ی Browse کلیک کنید (شکل 33).



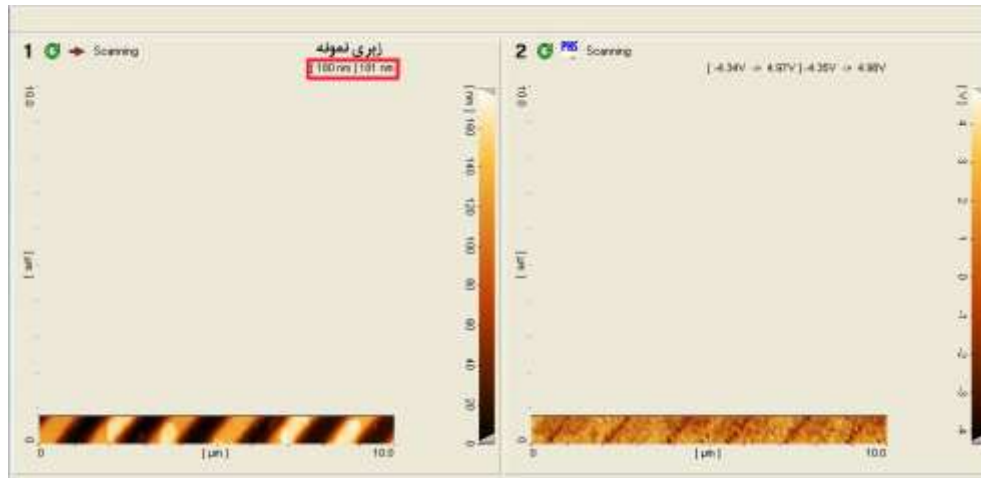
شکل 33

5- نام و محل ذخیره‌ی فایل را مشخص کرده و روی دکمه‌ی Save کلیک کنید (شکل 34). 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 نمایش‌گر مربوط به CCD قابل مشاهده است.



شکل 34

6- 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 35).



شکل 35

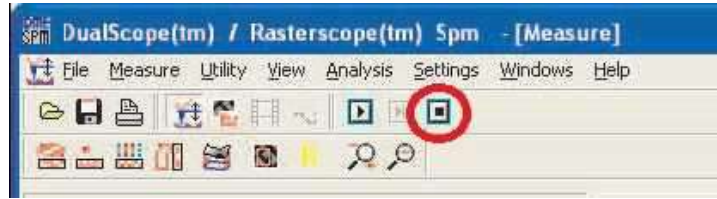
**توجه:** برای روبش گر مدل 95-50 E، زبری نمونه نباید بیش از 2,7 میکرون باشد. این پارامتر در بالای تصویر توپوگرافی نوشته می شود (شکل 35)

7- با فشار دادن دکمه‌ی F3 یا کلیک کردن روی Stop Scan، بعد از کامل شدن تصویر، روبش متوقف شده و پروب در فاصله‌ی 100μm نسبت به سطح نمونه قرار می‌گیرد (شکل 36).



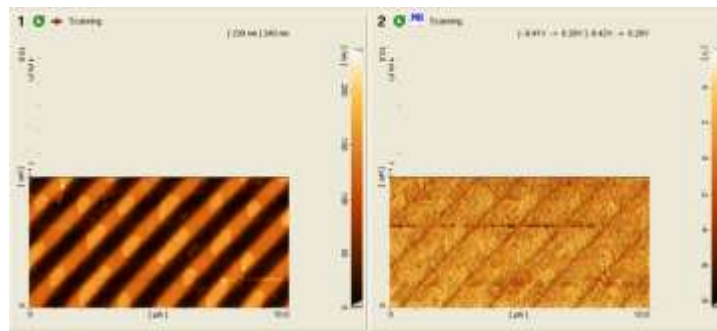
شکل 36

**توجه:** برای روبش گر مدل 95-50E، زبری نمونه نباید بیش از 2,7 میکرون باشد. این پارامتر در بالای تصویر توپوگرافی نوشته می‌شود (شکل 36). اگر بالای تصویر توپوگرافی عددی بیش از 2,7 میکرومتر گزارش شد، نمونه بیش از حد زیر است و باید جای آن عوض شود. برای این منظور، F4 یا Break را بزنید (شکل 37).



شکل 37

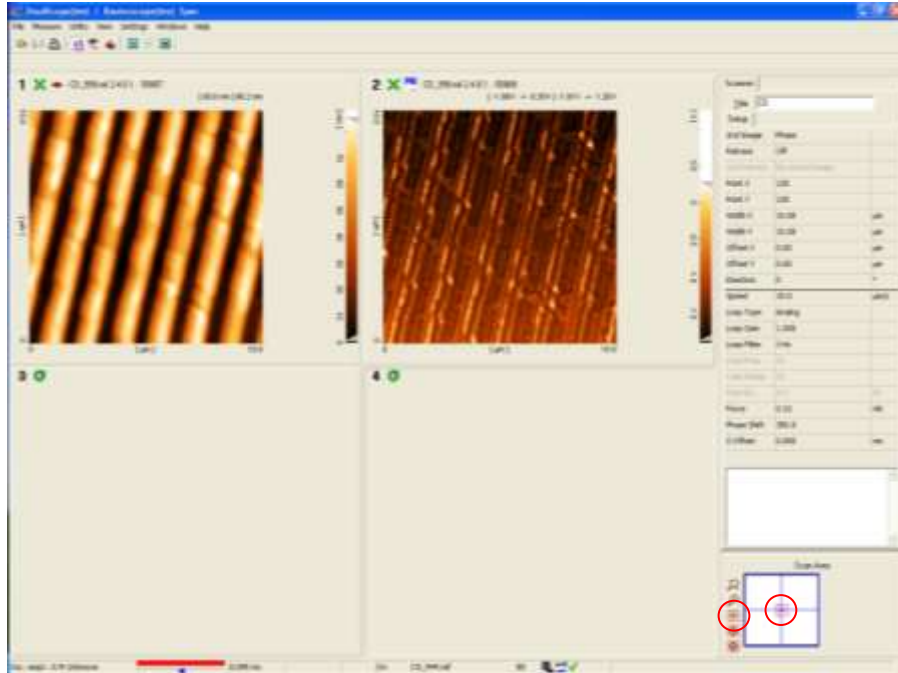
در این صورت روبش در همان لحظه قطع شده و تصویر کامل نمی‌شود (شکل 38).



شکل 38

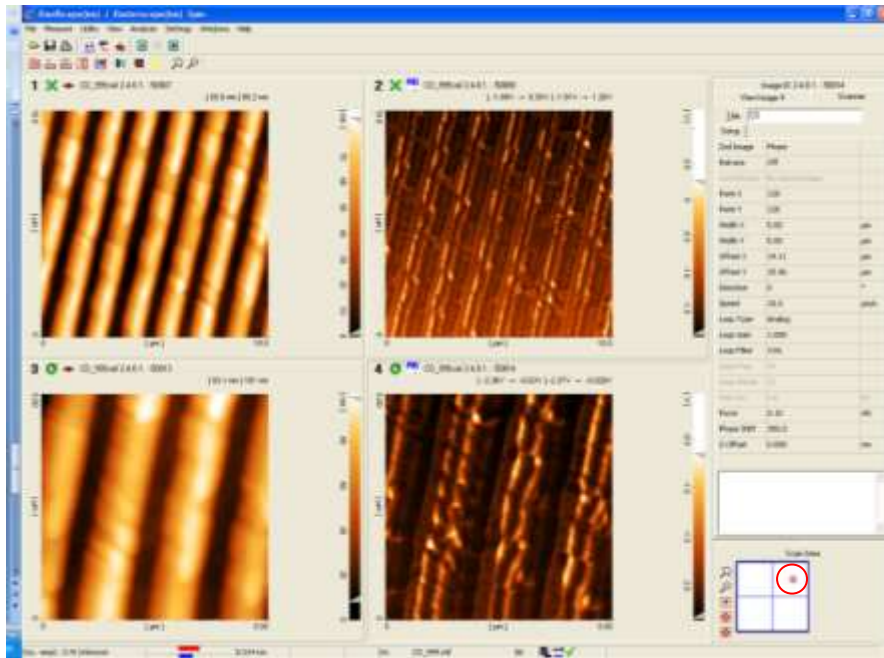
روی گزینه‌ی Change Offset (پایین سمت راست شکل 39) کلیک کنید.





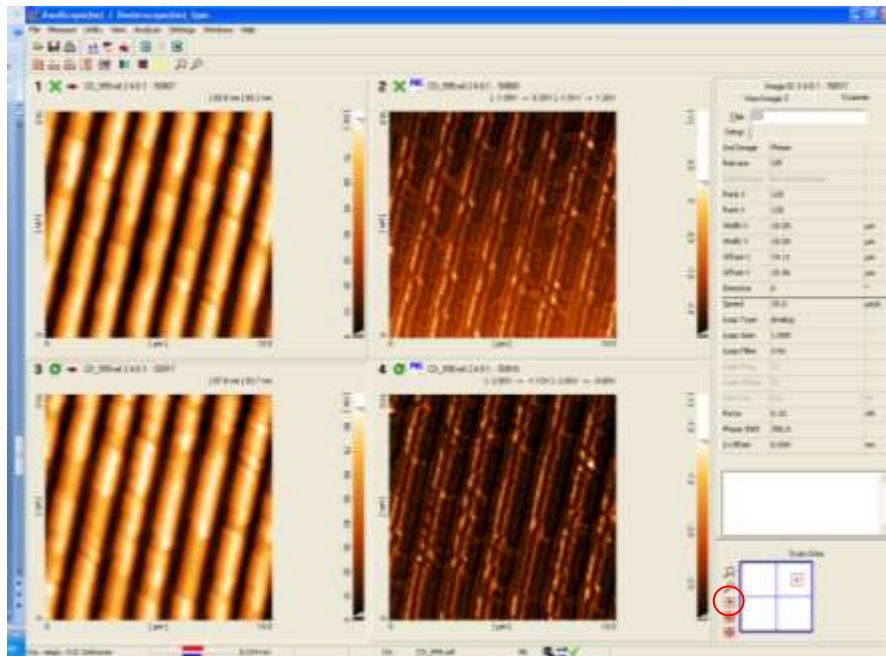
شکل 39

با کلیک روی آخرین تصویر گرفته شده، مرکز تصویر بعدی را تعیین کنید (شکل 40).



شکل 40

سپس با کلیک مجدد روی نشانه‌ی Offset آن را غیرفعال کنید تا با حرکت موس تغییر نکند (شکل 41).



شکل 41

**توجه:** بهتر است اجازه دهید دو یا سه تصویر از یک نقطه تهیه شود. معمولاً وقتی که توسط Offset، جای روبش روی نمونه عوض می‌شود، در روبش‌های دوم و سوم، تصویر بهتری به دست می‌آید.

**توجه:** اگر زبری نمونه هنوز زیاد است، باید قسمت دیگری از نمونه را بررسی کرد. برای این منظور چند مرتبه دکمه‌ی Break را فشار دهید تا پروب کاملاً از سطح نمونه دور شود. توسط کنترلر موتوری، جای نمونه را روی میز xy تغییر دهید. حال دکمه‌ی Play را فشار دهید. اگر با تعویض جای نمونه باز هم زبری نمونه زیاد است، باید نمونه را عوض کنید.

**توجه:** در صورت مشاهده‌ی هر گونه آلودگی در تصویر سطح نمونه نیز، باید تصویرگیری را بلافاصله متوقف کرده و مکان تصویرگیری روی سطح را تغییر دهید. برای این منظور، روی دکمه‌ی Break کلیک کنید و سایر مراحل توضیح داده شده در فوق را دنبال کنید.

**توجه:** برای بررسی قسمت‌های مختلف نمونه نیز، باید با احتیاط و مطابق توضیحات فوق، از گزینه‌ی Change Offset برای بررسی قسمت‌های اطراف محل اولیه و یا از روش دور کردن پروب از سطح نمونه (با چند بار فشار دادن دکمه Break) و تغییر جای نمونه روز میز XY، برای دیدن قسمت‌های مختلف نمونه، استفاده کنید.

8- 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 هستید 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.

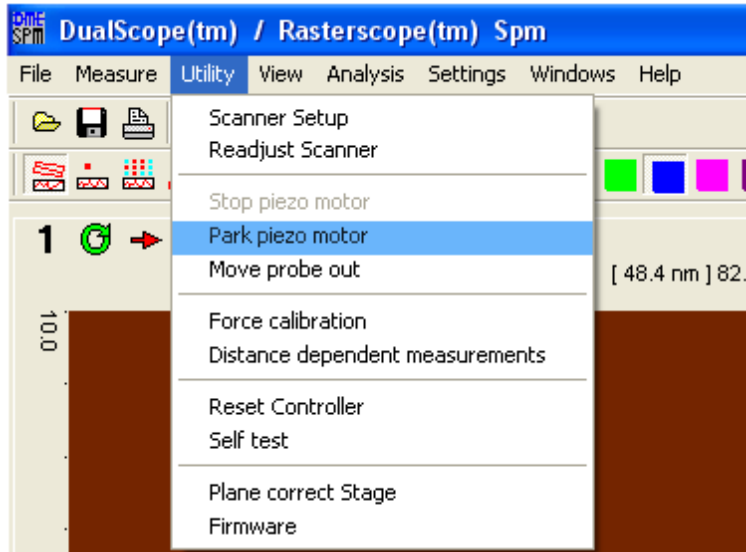
9- روی دکمه‌ی Play کلیک کنید تا تصویرگیری در مقیاس جدید شروع شود.

10- مراحل 4، 5 و 6 را برای مساحت‌های 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 با توجه به ارتفاع نمونه تنظیم کنید و از ابتدا شروع به فوکوس نمایید. اگر باز هم مشکل برطرف نشد می‌توانید نیرو را کمی افزایش دهید. حتما به نمایش‌گر مربوط به تصویر پروب توجه کنید تا پروب بیش از اندازه به نمونه نزدیک نشود و احتمال شکستن سوزن وجود نداشته باشد. می‌توانید مقدار نیرو را از  $0.1\text{nN}$  تا  $0.2\text{nN}$  و هر بار  $0.1\text{nN}$  افزایش دهید. باید مراقب باشید که با اضافه کردن نیرو به میزان یک صدم نانونیوتن، کانتی‌لیور به نمونه برخورد نکند و آسیب نبیند.

**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 (شکل 42)، صبر

کنید تا پروب کاملاً پارک شود. در پایین پنجره نرم‌افزار، پارک بودن Piezo motor را چک کنید (شکل 11).



شکل 42

11- روی دکمه‌ی Stop scan کلیک کنید.

### 6-2 خاموش کردن دستگاه

- 1- مقادیر Offset را برابر صفر قرار دهید.
- 2- از پارک بودن موتور پیزو (مشاهده‌ی کلمه‌ی Parked در قسمت پایین، سمت چپ پنجره‌ی نرم‌افزار) اطمینان حاصل کنید.
- 3- نرم‌افزار را ببندید.
- 4- کنترلر و منبع تغذیه را خاموش کنید.
- 5- نمایش‌گر مربوط به تصویر CCD را خاموش کنید.
- 6- کامپیوتر را خاموش کنید.

تمرین

لطفا فایل mif. تصویر سطح یک CD حاوی اطلاعات را در سطح روبش  $50\mu\text{m}\times 50\mu\text{m}$ ،  $10\mu\text{m}\times 10\mu\text{m}$  و  $5\mu\text{m}\times 5\mu\text{m}$  را به آدرس [lab@maharfan.com](mailto:lab@maharfan.com) بفرستید. تصویر فاز (Phase) را به عنوان تصویر دوم انتخاب کنید.