

به نام خدا



مرکز دانلود رایگان مهندسی متالورژی و مواد

www.Iran-mavad.com



میکروسکوپ نوری روبشی میدان نزدیک

- مهدی کدخدائی - کارشناسی ارشد - مهندسی فناوری نانو - دانشگاه شیراز دانشکده فنی و مهندسی گروه مهندسی مواد
- محمد هادی مقیم - دکتری تخصصی - مهندسی مواد - دانشگاه شیراز دانشکده فنی و مهندسی گروه مهندسی مواد

در این مقاله به معرفی یکی دیگر از میکروسکوپ های پروبی روبشی، به نام میکروسکوپ نوری روبشی میدان نزدیک، پرداخته خواهد شد. اصول حاکم بر این میکروسکوپ مبنای اپتیکی داشته و لزوم آشنایی با مفاهیمی چون میدان نزدیک و دور؛ و نحوه عملکرد دستگاه در هر دو حالت را می طلبد. از این رو در کنار معرفی این مفاهیم، نحوه عملکرد دستگاه تبیین شده و حالات کاری مهم در آن بطور خلاصه ذکر میگردد.

مقدمه

میکروسکوپ های نوری روبشی میدان نزدیک، زیر مجموعه دیگری از مجموعه بزرگ میکروسکوپ های پروبی روبشی هستند که در آنها از یک منبع نوری کوچک با طول موجی کمتر از طول موج نور برای پروب (کاوشگر) روبش کننده استفاده می شود. در این نوع از میکروسکوپ ها، با استفاده از یک فیبر نوری نوک تیز و از طریق بهره گیری از روشی که در آن امواج نوری تداخل مخرب ندارند، امکان مطالعه انواع محیط ها وجود دارد. پروب در ارتفاعی حدود چند نانومتر بالای سطح نمونه حرکت نموده و پس از روشن کردن آن توسط چشمه نور با ابعاد زیر طول موج (sub wavelength) نور مرئی، در محدوده میدان نزدیک (Near-Field)، تصاویری با رزولوشن (قدرت تفکیک) بسیار بالاتر از حد پراش (diffraction limit)، بدست می آورد.

تاریخچه

پس از طرح ایده ادوارد هاتچینسن سینج در سال ۱۹۲۸، درباره وسیله ای که با جمع آوری پراش در میدان نزدیک، ایجاد تصویر نماید، مطالعات متعددی توسط دانشمندان و محققان مختلف از جمله آلبرت انیشتین، در این زمینه صورت گرفت. در سال ۱۹۷۲ مبنای کاری میکروسکوپ نوری روبشی میدان نزدیک روبشی (SNOM)، توسط اریک آلبرت اش و نیکولز، با استفاده از امواج با طول موج میکرو و شکستن حد پراش در تئوری ارنست ابه مطرح شد. اولین اندازه گیری های مربوط به اپتیک میدان نزدیک بوسیله دایتر پل، در آزمایشگاه IBM زوریخ

سوئیس در سال ۱۹۸۲ میلادی بطور رسمی اعلام شد. نخستین میکروسکوپ نوری روبشی میدان نزدیک روبشی در سال ۱۹۹۱ توسط اریک بتزیگ و همکارانش در مجله Science، معرفی گردید

اصول عملکرد اپتیکی

یکی از قوانین پایه فیزیک نور (اپتیک)، وجود حد پراش است که حداقل اندازه ذره ای (R) را برای اینکه بتواند بوسیله یک سیستم نوری با استفاده از نوری با طول موج λ ، تصویر شود، بصورت زیر تعریف می شود:

$$R = \frac{\lambda}{2n} \quad \text{رابطه ۱}$$

که n، ضریب شکست ماده دربرگیرنده ذره مورد نظر است. برای طول موجهای محدوده مرئی، اندازه بحرانی حدود ۲۰۰-۳۰۰ نانومتر است.

روش ها و حالات معمولی برای ایجاد تصاویر نوری، بعثت پراش نوری، با محدودیت های ذاتی و اساسی روبرو هستند بسیاری از پدیده های نوری در ابعاد کوچکتر از طول موج نور، رفتار غیر معمولی دارند. اصل عدم قطعیت هایزنبرگ، از تمرکز و بررسی در نواحی بسیار کوچکتر از طول موج نور، ممانعت می نماید. این محدودیت ناشی از برهمکنش امواج الکترومغناطیس و نمونه است که امواج الکترومغناطیس را به دو صورت پراکنده می کند:

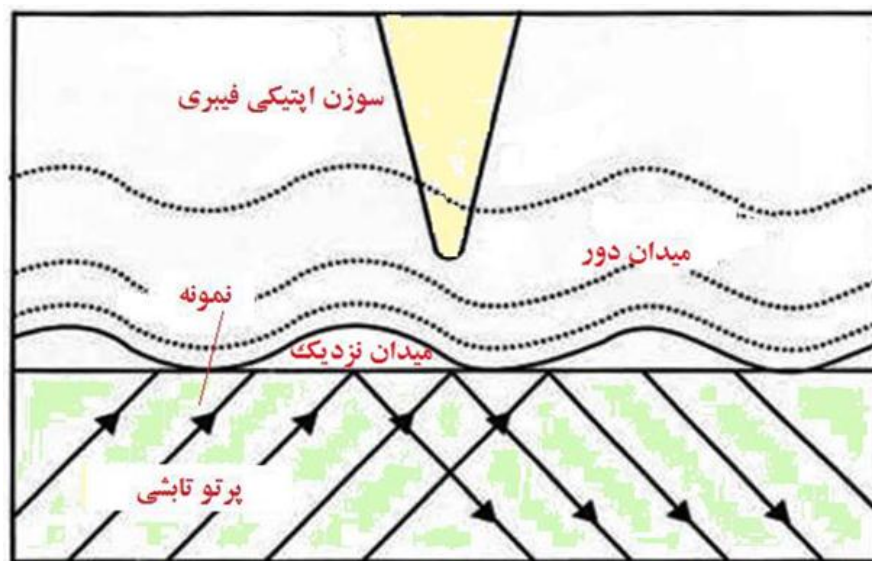
الف) امواج پیش رونده با بسامد فضایی کم ($< 2\lambda^{-1}$)

ب) امواج پیش رونده با بسامد فضایی کم ($> 2\lambda^{-1}$)

محدود کردن نور به فضایی کوچکتر از $\lambda/2$ نصف طول موج نور که همان حد پراش است، با استفاده از عدسی های متداول ممکن نیست.

میدان دور و میدان نزدیک

تشعشع الکترومغناطیسی که توسط یک دوقطبی الکتریکی ایجاد می شود، که ماهیت نور هم همین است، در واقع از دو قسمت تشکیل شده است که میدان دور (Far Field) و میدان نزدیک نامیده می شوند. در این راستا، روش نوری کلاسیک، به محدوده میدان دور مربوط است که فقط امواج پیش رونده باقی می ماند، در حالیکه امواج ناپایدار و میرا، مربوط به ناحیه میدان نزدیک، در فاصله کمتر از طول موج نسبت به نمونه، هستند. به عبارت دیگر به قسمت تشعشعی میدان الکترومغناطیس نزدیک به منبع انتشار نور، محدوده ای از فاصله که کمتر از طول موج نور لازم برای روشن کردن سطح نمونه باشد، میدان نزدیک گفته می شود



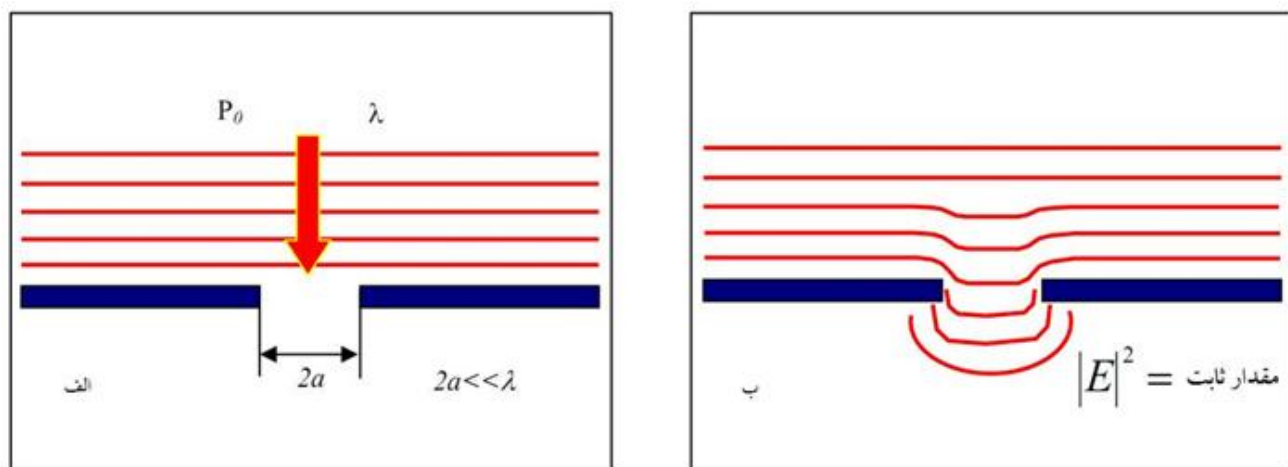
شکل ۱- میدان نزدیک و میدان دور در میکروسکوپ نوری روبشی میدان نزدیک

در روش‌های قدیمی اطلاعات مربوط به پرتوی با بسامد فضایی بالا از موج پراش یافته در محدوده میدان دور، از دست می‌روند و بنابراین آندسته از مشخصه‌های نمونه که مربوط به فواصل زیر حد طول موج می‌شود، بازیابی نمی‌گردند. اما در میکروسکوپی میدان نزدیک، این موانع برطرف شده و روشهای مختلفی برای ایجاد تصویر استفاده می‌شود. این روشها اجازه غلبه بر محدودیت پراش و دستیابی به رزولوشن فضایی تا مرتبه ۱۰ نانومتر را ایجاد کرده است.

به دلیل اینکه انتشار مربوط به میدان نزدیک فقط مربوط به چند نانومتری سطح است، معمولا مورد توجه قرار نگرفته و براحتی قابل آشکارسازی نیست. اما در عین حال محدودیت پراش نیز برای انتشار میدان نزدیک نور اعمال نمی‌شود. اساسا میکروسکوپ نوری روبشی میدان نزدیک از میدان نزدیک استفاده کرده تا بر محدودیت پراش غلبه نماید. این کار با قرار دادن آشکارساز یا منبع نور، معمولا یک فیبر نوری، در نزدیکی سطح نمونه، با فاصله ای کمتر از طول موج، انجام می‌گردد.

اساس عملکرد اپتیکی میکروسکوپ نوری روبشی میدان نزدیک

اساس تولید دستگاه میکروسکوپی میدان نزدیک، بر پایه پدیده عبور نور از میان دیافراگمی با اندازه کوچکتر از طول موج نور (sub wavelength) ، دریچه هایی با قطری بسیار کمتر از طول موج تابشی، است.



شکل ۲- الف) عبور نور از میان یک دریچه با اندازه زیر طول موج واقع در یک پرده ب (خطوط شدت ثابت تابش نوری در ناحیه دریچه زیر طول موجی

در طی عبور نور از میان یک دریچه با اندازه کوچکتر از طول موج نور، پدیده های گوناگونی مشاهده شده است. میدان الکترومغناطیسی نزدیک دریچه نیز ساختار پیچیده ای دارد، بدین صورت که ناحیه میدان نزدیک دقیقاً در پشت دریچه در محدوده $Z < 10 \cdot a$ واقع شده است که در این حالت میدان الکترومغناطیسی موضعی بطور ناپایدار و میرا (evanescent) ، و نه پیشرونده، ایجاد می شود. در ناحیه میدان دور ($Z > 10 \cdot a$)، تنها مدهای تابشی مشاهده می گردد .

قدرت تابش پشت یک این دریچه ، در ناحیه میدان دور، میتوان با فرمول زیر برآورد کرد:

$$P_{tr} = \frac{128}{27\pi} k^4 a^6 W_0$$

رابطه ۲

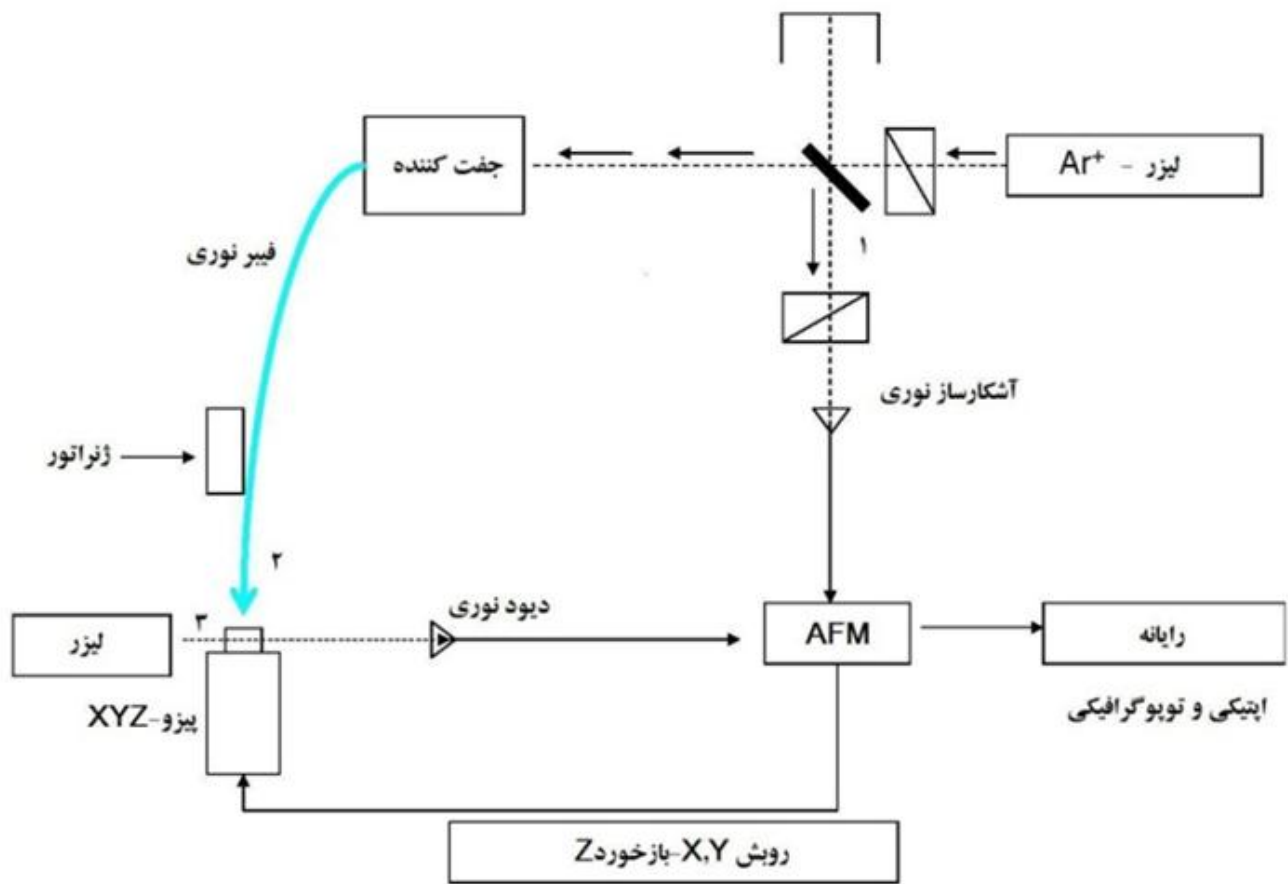
در این رابطه k بردار موج و W دانسیته توان تابشی است.

برآوردها حاکی از آن است که برای تابشی با طول موج مرتبه ۵۰۰ نانومتر و دیافراگمهایی با دریچه ای حدود ۵ نانومتر، توان تابشی در ناحیه میدان دور به توان ده برابر کمتر از توان تابشی مشخصه است. بنابراین در اولین نگاه بنظر می رسد که استفاده از دریچه های کوچک برای دسترسی به محل مناسب ایجاد تصاویر نوری، از نظر عملی ممکن باشد. اما چنانچه ذره مورد بررسی، دقیقاً پشت یک دریچه در ناحیه میدان نزدیک واقع شده باشد، بعلت برهمکنش مدهای ناپایدار و میرا با نمونه، مقداری از انرژی میدان الکترومغناطیسی به مدهای تابشی انتقال می یابد که شدت آن بوسیله یک آشکارساز نوری، قابل ضبط خواهد بود. بنابراین تصویر میدان نزدیک بوسیله روبش نمونه با دیافراگم معرفی شده و توسط ثبت و ضبط نحوه توزیع شدت تابش نور بعنوان یک تابع دو بعدی از موقعیت دیافراگم $I(x,y)$ ، می تواند شکل گیرد.

کنتراست تصویر SNOM، بوسیله فرآیند بازتاب (reflection)، شکست (refraction)، جذب (absorption) و پراکنش نور (dispersion of light)، تعیین می شود و در این راستا به خواص نوری موضعی نمونه وابسته است.

اجزاء دستگاه

اجزای اصلی میکروسکوپ نوری روبشی میدان نزدیک، شامل چشمه نور، سوزن روبش کننده، آشکارساز و بلور پیزوالکتریک در کنار یک کنترل کننده و نرم افزار SPM است



شکل ۳- بلوک دیاگرام نمونه ای از میکروسکوپهای نوری روبشی میدان نزدیک

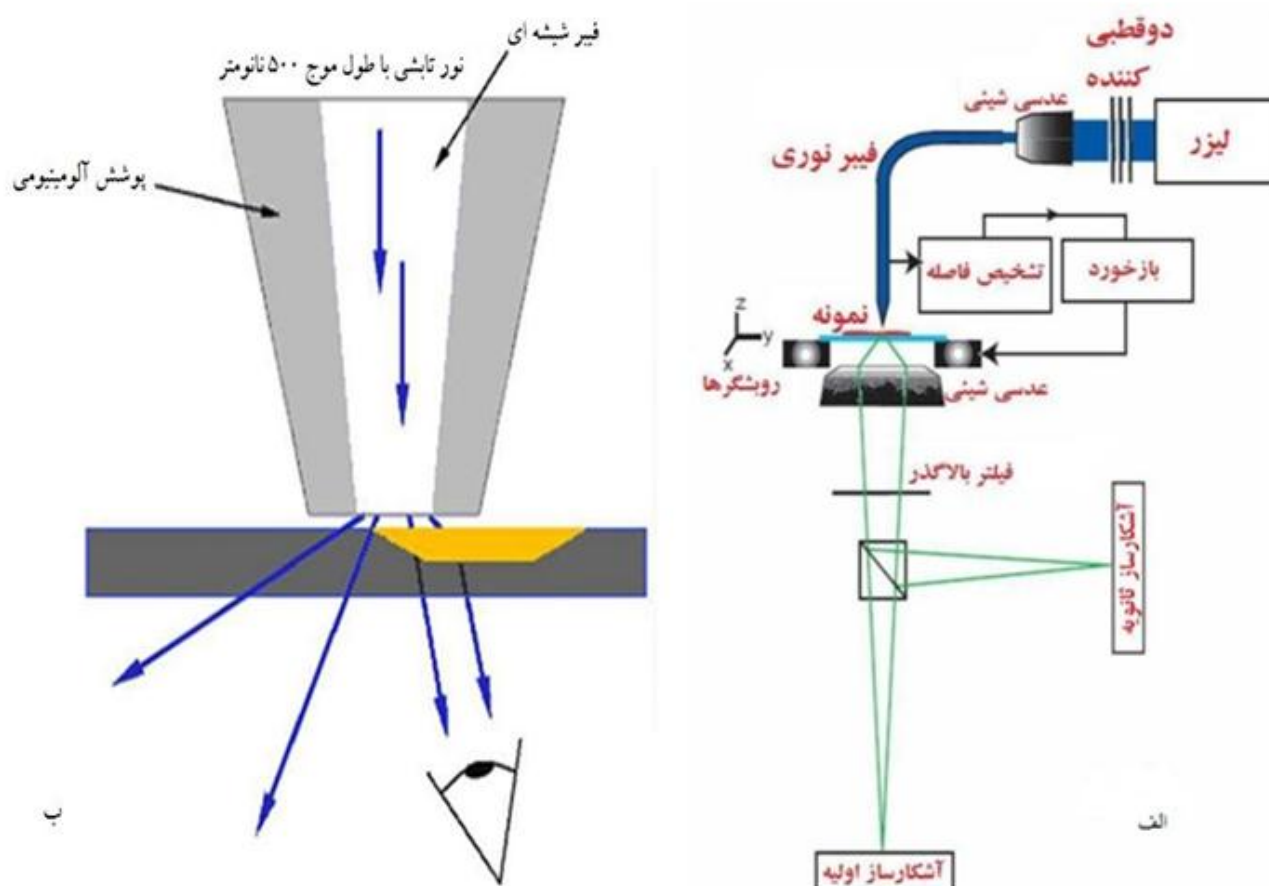
چشمه نور

چشمه نور معمولاً یک پرتو لیزر است که بوسیله یک پلاریزر (polarizer دو قطبی کننده)، یک شکافنده پرتو (Beam splitter) و یک جفت کننده (Coupler) کوپل کننده) فیبر، درون یک فیبر نوری متمرکز می شود. لازم به ذکر است که پلاریزر و شکافنده پرتو برای حذف نورهای متفرقه از نور برگشتی و بازتابی بکار می روند.

ابتدا برای جدا کردن رنگ های ناخواسته از نور، نور لیزر از یک فیلتر عبور داده می شود و سپس به منظور کنترل پلاریزاسیون، نور از ترکیب یک صفحه نیم موج و یک صفحه ربع موج عبور داده می شود. سپس این نور به یک

فیبر نوری که انتهای آن سوزن SNOM را تشکیل می دهد، هدایت می گردد. معمولا سوزن بر یک لوله پیزو که در حین روبش، فاصله نمونه را با سوزن کنترل میکند، سوار است. نور خروجی از سوزن SNOM، باعث برانگیختگی نمونه و تابش فلئوئورسانس شده که با استفاده از روزنه یک عدسی شیئی از قسمت زیر جمع می شود. مابقی نور برانگیخته با استفاده از فلیترها حذف شده و سیگنال فلئوئورسانس باقی مانده، بوسیله یک آشکارساز از نوع شمارش فوتونی، ثبت می گردد.

در نهایت پس از پردازش رایانه ای، تصویر به نمایش در می آید. شمای کلی دستگاه SNOM، در شکل ۳ و ۴، نشان داده شده است



شکل ۴- الف) شمای کلی دستگاه؛ ب) سوزن SNOM

پروب دستگاه SNOM

در میکروسکوپ نوری روبشی میدان نزدیک، از یک فیبر نوری استفاده می شود که سر آن تیز شده است. تیز کردن بصورتی انجام می شود که به نور اجازه دهد تا تنها از سر آن وارد شده و به آرامی در فاصله نزدیکی از سطح نمونه حرکت نماید. بطور کلی در یک سامانه SNOM، پروب نوری معمولا یک فیبر باریک و نوک تیز با پوشش فلزی (آلومینیومی) یا یک پروب توخالی AFM و یا یک میکروپیپت نوک تیز پوشش داده شده با لایه نازک فلزی است. در نوک این پروب، دریچه ای با اندازه کوچکتر از میکرومتر وجود دارد (شکل ۴- ب)

جدول ۱- نمونه ای از مشخصات موجود در SNOM های رایج

مشخصات	زیرمجموعه مورد بررسی	عامل اصلی مورد بررسی
$\lambda = 500 \text{ nm}$	طول موج	پروب
$a = 25-100 \text{ nm}$	اندازه دریچه	
a/π	میدان ناپایدار	
$5-50 \text{ nm}$	فاصله شکاف سوزن - نمونه	
$\langle \lambda \rangle$	اندازه خصیصه	نمونه
$0-\infty$	عمق پوسته	
$1-100 \text{ nm}$	آشکارساز میدان دور	اپتیک
$\lambda/4$	اثرات تداخلی	

ساز و کار بازخورد

برای آسانتر شدن استفاده از دستگاه میکروسکوپ نوری روبشی میدان نزدیک، و به کار بردن آن برای نمونه هایی با توپوگرافی معمولی، بهتر است که از سازوکارهای بازخوردی استفاده شود. در این صورت در تمام مدت روبش، دریچه در فاصله چند نانومتری از سطح قرار می گیرد که معمولاً منجر به تشکیل تصویر با وضوح بالاتر می شود. بطور کلی، دو نوع سازوکار بازخورد برای برقراری فاصله کاری مناسب پروب از نمونه استفاده می شود که در زیر بیان می گردند:

سازوکار بازخورد نوع اول

روش اول کاملاً شبیه به سامانه بازخورد در AFM است که در آن با استفاده از یک سوزن تیز متصل به تیرک، سطح نمونه روبش می شود. نیروهای درگیر بین سوزن و سطح نمونه باعث خم شدن یا انحراف تیرک شده و به کمک انحراف پرتو نور لیزر، نیروهای درگیر بین سوزن و سطح پایش می شوند. با استفاده از روبش سطح بوسیله یک سوزن متصل به تیرک، به کمک انحراف نور، نیروی عمودی وارده به سوزن، پایش می شوند.

سازوکار بازخورد نوع دوم

در روش دوم که معمولاً به عنوان بازخورد نیروی برشی معروف است، از یک تیرک تنظیم کننده استفاده می شود. با اتصال به این تیرک تنظیم کننده، که در بسامد تشدیدش نوسان میکند، می توان همزمان با حرکت سوزن روی سطح نمونه، تغییرات دامنه نوسان را پایش کرد. در این روش سوزن بصورت جانبی حرکت می کند.

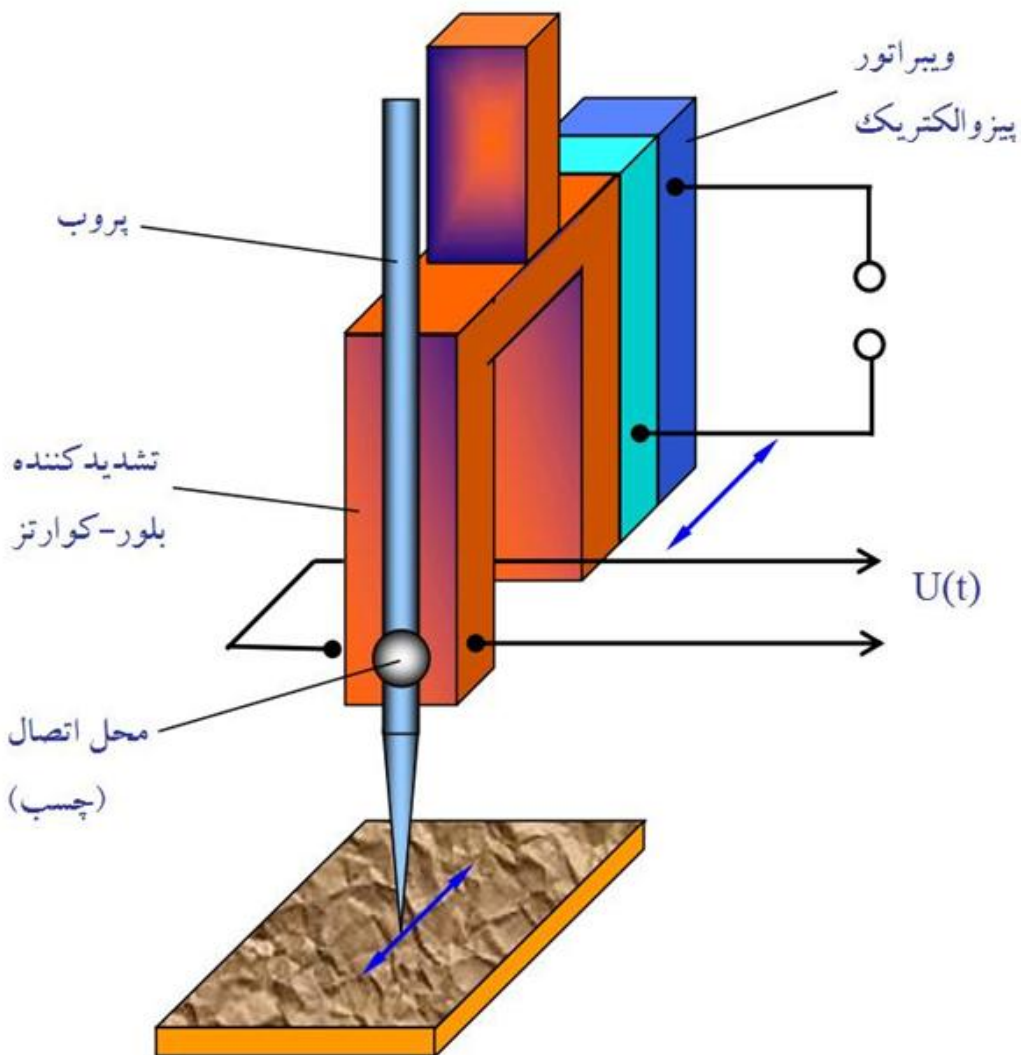
لازم به ذکر است که ساز و کارهای دیگری مانند: تونل زنی در خلاء، سازوکار ظرفیت، تونل زنی فوتونی و بازتاب میدان نزدیک نیز به این منظور استفاده شده است.

به عنوان مثال از تونل زنی در خلاء بین یک بخش کوچک فلزی، در انتهایی ترین قسمت جلویی دریچه، و نمونه به عنوان یک سازوکار خودکار برای قرار دادن پروب نوری نزدیک سطح نمونه، بدون تماس با آن، استفاده شده است.

در حال حاضر نیز روش پرکاربرد تنظیم فاصله نمونه با پروب، بر اساس آشکارسازی نیروهای برشی بین انتهای پروب و نمونه، استفاده می شود. در این سیستم ها امکان ثبت نیروی روبشی به تنهایی و یا همزمان با تصویرگیری میدان نزدیک فراهم شده است.

حالت «نیروی برشی» در رصد فاصله سوزن - سطح در SNOM

در طول کاربرد SNOM، ضروری است سوزن در فاصله ای حدود ۱۰ نانومتر یا کمتر از سطح نمونه نگهداری شود. هرچند این کار با تکنیکهای مختلفی قابل انجام است، اما راه حل رایج و مناسب تر، استفاده از SNOM در حالت به اصطلاح «نیروی برشی» (Shear-force) است.



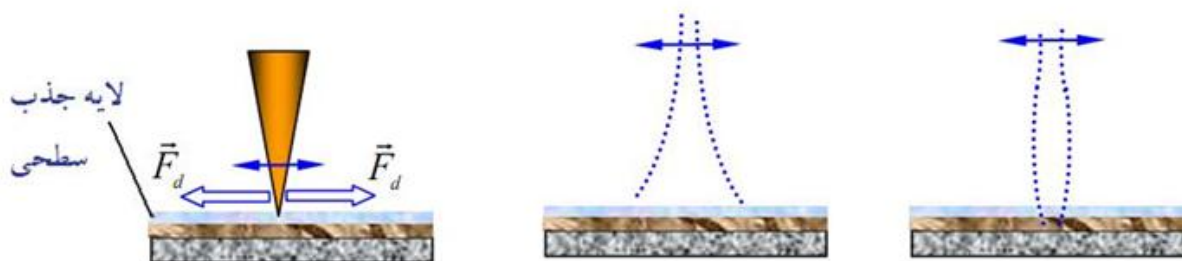
شکل ۵- شماتیک حالت نیروی برشی در فاصله سوزن- سطح و سوار بودن پروب بر یک دیافازون

اکثر مدهای نیروی برشی، از یک مبدل پیزوالکتریک جهت تحریک دیافازون (tuning fork)، رزوناتور (resonator) یا تشدیدکننده (شکل ۵)، استفاده می کنند.

سوزن SNOM، به یک تشدیدکننده بلور کوارتز چسبیده است. دیافازون بوسیله ویراتور (= vibrator) لرزانگر پیزوالکتریک، با فرکانس نزدیک به فرکانس تشدید سیستم رزوناتور کوارتز- سوزن، شروع به نوسان می کند. لذا از این طریق سوزن حرکات ارتعاشی موازی با سطح نمونه انجام می دهد. اندازه گیری های نیروی برهمکنش

سوزن-سطح نمونه، توسط تغییرات دامنه و فاز و با توجه به ولتاژ محرک $U(t)$ اعمالی به الکترودهای پیزو انجام می‌شود.

در هنگام نزدیک شدن سوزن به سطح نمونه اثرات متعددی مشاهده می‌شود. در ابتدا گونه ای پراکنش اضافی (additional dissipative)، در برهمکنش سوزن با سطح نمونه، بعلت سایش چسبناک (viscous friction) در لایه ای نازک از هوا نزدیک سطح و در لایه ای نازک از مولکولهای جذب شده (adsorbed) روی سطح نمونه، رخ می‌دهد. این پدیده موجب افت کیفی در پارامتر رزونانس (تشدید) و در نتیجه کاهش دامنه نوسان و پهن شدگی پیک تشدید و منحنی پاسخ فازی می‌گردد.



شکل ۶- نیروهای پراکنش اثرگذار بر سوزن و ایجاد تغییراتی در حالت نوسانی سوزن نزدیک سطح نمونه

سپس در مرحله دوم، تغییری در حالت نوسانی و در فاصله کم سوزن- سطح رخ می‌دهد. حالت نوسانی در فواصل بزرگ، با نوسان میله ای با سر آزاد مطابقت دارد؛ در حالیکه در فاصله کوچک، یا با سوزنی در تماس با سطح، حالت نوسانی بصورت نوسان میله ای با سر درگیر، تغییر می‌کند. این امر باعث افزایش فرکانس تشدید می‌گردد؛ بعنوان مثال منحنی فرکانس-دامنه به فرکانسهای بالاتر تغییر می‌یابد. تغییرات دامنه و فاز نوسانات خمشی در سیستم رزوناتور بعنوان سیگنالهای بازخورد (feedback)، جهت کنترل فاصله سوزن-نمونه در SNOM، استفاده می‌شوند.

رزولوشن در سیستم دستگاهی میکروسکوپ نوری روبشی میدان نزدیک

تئوری مطرح

از نظر تئوری، رزولوشن نوری یک میکروسکوپ نوری روبشی میدان نزدیک نامحدود است لیکن از لحاظ عملی، رزولوشن با اندازه دریچه فیبر محدود می شود که معمولاً حدود ۵۰ تا ۸۰ نانومتر است. رزولوشن میکروسکوپ های نوری معمولی، که روشنایی آنها توسط نور معمولی و نه منبع لیزر تأمین می شود، با پدیده پراش نور و بصورت رابطه زیر محدود می شود:

$$y \geq 0.61 \frac{\lambda}{A_N} = 0.61 \frac{\lambda}{n \sin \sigma} \quad \text{رابطه ۳}$$

در این رابطه y ، حداقل فاصله بین دو نقطه قابل تشخیص از یکدیگر، λ ، طول موج نور مورد استفاده برای روشنایی و $A_N = n \sin \sigma$ ضریب دریچه (Numerical aperture) عدسی شیئی میکروسکوپ است. همچنین، ضریب شکست محیط بین عدسی شیئی و نمونه و، نصف زاویه دید دریچه از نقطه قرارگیری نمونه می باشد. در نتیجه معمولاً رزولوشن ضریبی از طول موج یعنی در حدود ۰.۵ تا ۱ میکرومتر است. در عمل معمولاً اندازه نصف طول موج نور، حد وضوح را برای میکروسکوپی نوری تعیین می کند.

در روش میدان نزدیک با استفاده از چشمه نور شبه نقطه ای با قطری بسیار کوچکتر از طول موج نور، می توان به وضوحی بهتر از حد پراش دست یافت، اما لازم است که پروب به اندازه کافی، در فاصله ای کمتر از طول موج نور، به سطح نزدیک باشد.

راهکارهای بهبود رزولوشن

برای بدست آوردن وضوح مطلوب در میکروسکوپ SNOM، سطح نمونه بوسیله روزنه ای کوچک که در ارتفاع حدود چند نانومتری بالای سطح قرار دارد، روبش می شود. در این میکروسکوپ، روزنه فوق در انتهای یک فیبر باریک و نوک تیز قرار دارد که نور لیزر با عبور از آن به سطح میرسد [۱۶]. نور گسیل شده از این روزنه به سرعت پراش می یابد و تصویر تمامی نقاط روبش شده از سطح نمونه، ثبت می شود. هنگامی که فاصله بین سطح نمونه و روزنه به اندازه کسر کوچکی از اندازه روزنه باشد، وضوح تصویر به طول موج نور مرتبط نیست و به اندازه روزنه بستگی دارد. با این روش وضوحی خیلی بیشتر از آنچه که با میکروسکوپیهای متداول حاصل می شود، قابل ثبت است. برای بدست آوردن وضوح بالا، برای مثال از مرتبه ۲۵nm، حدود $\lambda/20$ ، قطر دریچه باید در ابعاد نانومتر باشد و در فاصله کمتر از ۱۰ نانومتری سطح نمونه قرار گیرد. زیرا با افزایش فاصله (s)، از دریچه، امواج میرا بسرعت مستهلک شده و شدت میدان (I)، به نسبت عکس توان چهارم فاصله کاهش می یابد. $(I \propto s^{-4})$ این رابطه که در محدوده میدان نزدیک معتبر است، متفاوت از رفتار موج در میدان دور است که در آن شدت میدان با توان دوم فاصله نسبت عکس دارد.

اساسا برای بهبود رزولوشن در میکروسکوپ، راههای مختلفی دیگری نیز وجود دارد. می توان با قراردادن محیطی با ضریب شکست بالاتر بین نمونه و عدسی شیئی، معمولا روغنی با ضریب شکست حدود ۱.۴، رزولوشن را کمی بهبود بخشید.

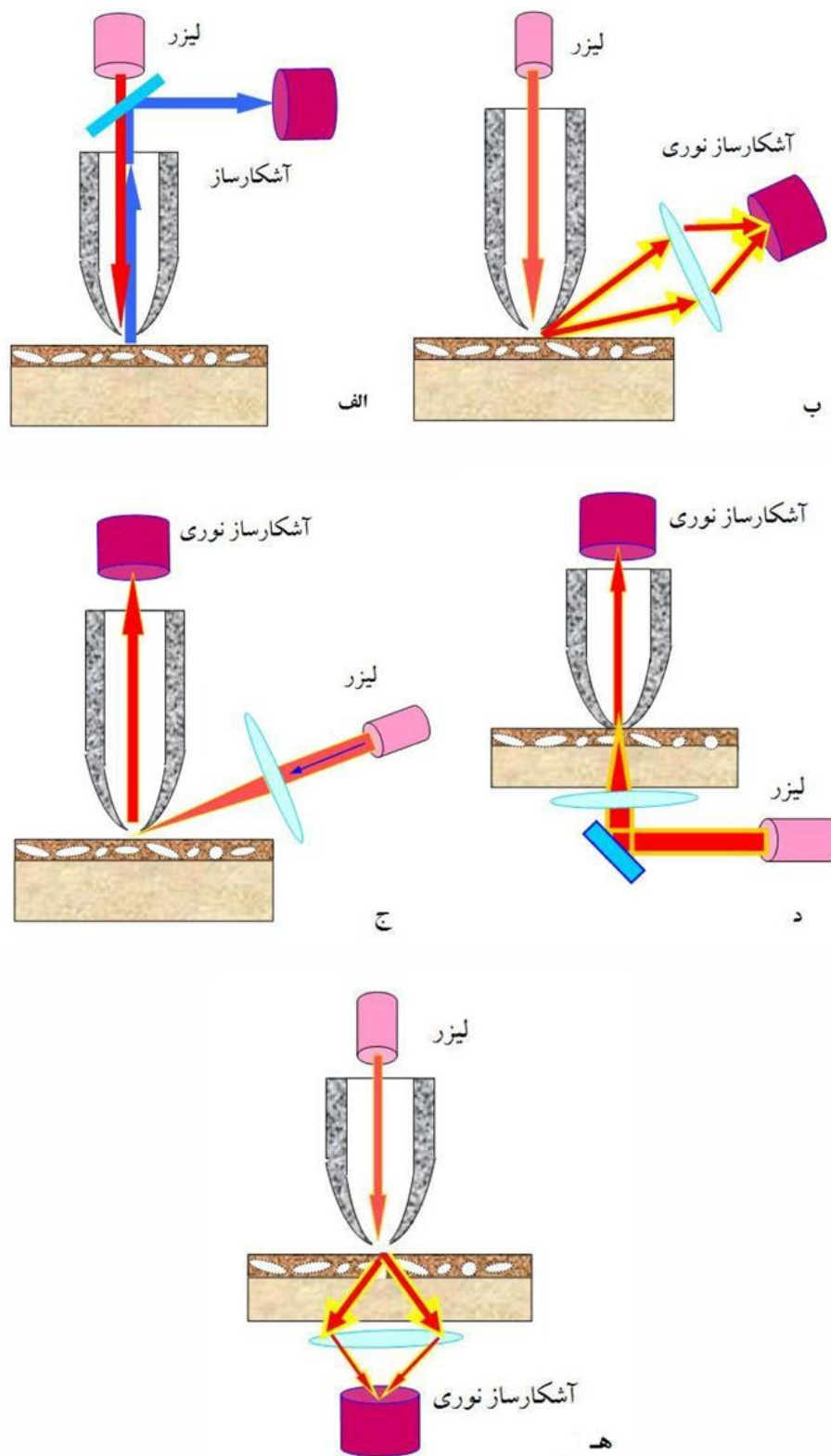
راه دیگر، استفاده از پرتویی با طول موج بسیار کوتاه تر است. میکروسکوپ UV مثالی از این روش است که برای بهبود رزولوشن، از نور UV برای روشنایی استفاده می کند. مثال دیگر میکروسکوپ الکترونی است که از این حقیقت که طول موج الکترونها بسیار کوتاهتر از نور است، بهره می برد.

حالات کاری دستگاه SNOM

میتوان میکروسکوپ SNOM را در حالات مختلف به کار برد. شکل ۷، حالات کاری مختلف را نشان می دهد. در سه حالت اول، روشنایی و آشکارسازی هر دو از یک طرف انجام می شود در حالی که در دو حالت آخر، نور از نمونه عبور کرده و روشنایی و آشکارسازی در دو طرف مختلف نمونه انجام می گیرد.

شرط لازم برای این دو حالت آخر اینست که نمونه از نظر نوری شفاف باشد.

در صورتیکه نمونه منبع نور باشد، مثلاً LED، میتوان روشنایی را حذف و فقط قسمت آشکارساز را استفاده نمود. همچنین میتوان از SNOM برای لیتوگرافی نوری استفاده کرد که در این حالت قسمت آشکارساز حذف می شود. در حالات دیگر، اجزاء نوری اضافی بایستی به گونه ای تنظیم شوند که قسمتهای روشنایی یا آشکارسازی دقیقاً روی موقعیت جاری نوک فیبر، متمرکز شوند. در غیراینصورت، شدت نور آنقدر ضعیف می گردد که قابل آشکارسازی توسط فیبر نخواهد بود و یا نور جمع آوری شده توسط آشکارساز خارجی بیش از حد کم خواهد بود. از آنجا که نوک فیبر خیلی کوچک است، این تنظیم باید به کمک یک میکروسکوپ نوری اضافی، انجام شود.

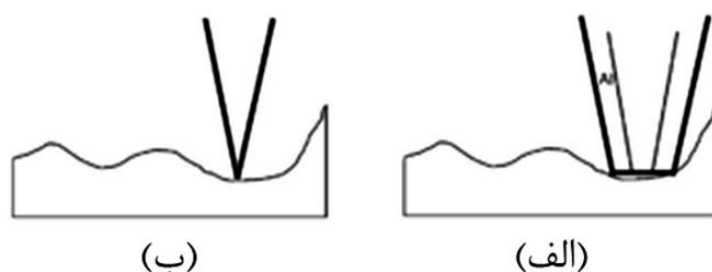


شکل ۷- شکل های ممکن و رایج در طراحی میکروسکوپ نوری روبشی میدان نزدیک

به منظور افزایش حساسیت دستگاه، پرتو بازتاب شده یا عبور یافته از نمونه، بوسیله یک آینه یا لنز بر روی یک آشکارساز نوری متمرکز می شود. این شکل SNOM، بطور گسترده ای در لیتوگرافی نوری میدان نزدیک استفاده می شود. همچنین هنگامی که مقادیر بالایی از پمپاژ نوری نیاز است، بطور مثال جهت مطالعه خواص غیرخطی موضعی، طراحی و پیکربندی متفاوتی استفاده می شود که تابش لیزری قدرتمندی به نمونه مستقیماً تابانده شود و تابش، بازتابی یا عبوری، توسط یک سوزن میدان نزدیک، جمع آوری گردد.

حالات کاری دستگاه SNOM

بسته به نوع نمونه و حالت عملکردی بدون دریچه و یا با دریچه، چند حالت کاری برای میکروسکوپ SNOM وجود دارد. شکل ۸ این حالت های کاری را نشان می دهد.

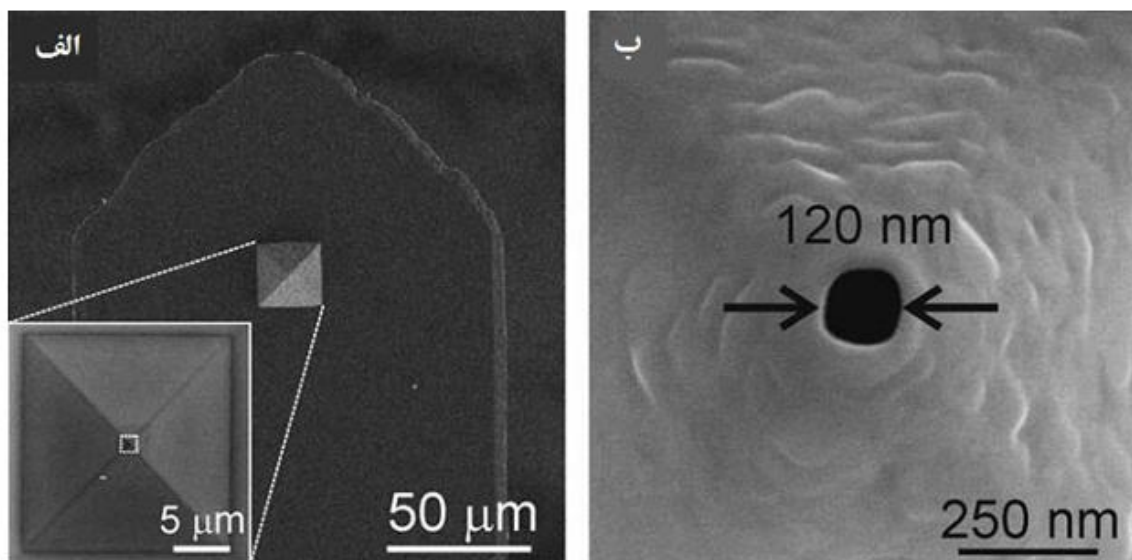


شکل ۸ الف) سوزنهای پوشش دار؛ ب) سوزنهای تیز بدون پوشش

میکروسکوپ میدان نزدیک روبشی دریچه ای:

اولین سیستم میکروسکوپی روبشی میدان نزدیک، نوع دریچه ای (A-SNOM= Aperture SNOM) است. با وجود مشکلات فراوان در رابطه با سوزنهای دریچه دار؛ نظیر گرم شدن، عیوب زمان ساخت، کنتراست، حساسیت، توپولوژی و تداخل؛ این حالت کاری هنوز از محبوبیت زیادی برخوردار است و تصاویر بسیار خوبی را با وضوح بالا

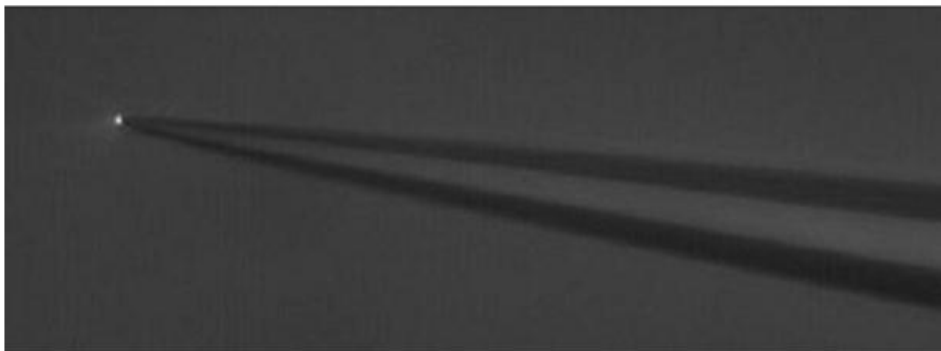
تهیه می کند در SNOM با دریچه، پنج حالت کاری تابش، جمع آوری، تابش-جمع آوری، بازتاب و بازتاب-جمع آوری را می توان استفاده کرد



شکل ۹ پروبهای هرمی شکل میان تهی میدان نزدیک الف) تصویر میکروسکوپ الکترونی SEM از سوزن هرمی شکل سوار بر کانتیلور ب) دریچه با قطر ۱۲۰ نانومتر بزرگنمایی بیشتر تصویر

میکروسکوپی روبشی میدان نزدیک بدون دریچه:

حالت کاری دیگری که امروزه استفاده می شود، حالت بدون دریچه است. سوزن های استفاده شده در مدل بدون دریچه، بسیار تیز هستند و پوشش فلزی ندارند. تجهیز و استفاده از این حالت نیز پیچیده تر است .



شکل ۱۰- تصویر سوزن SNOM

در SNOM بدون دریچه، چهار حالت تونل زنی فوتونی (PSTM) استفاده می شود که عبارتند از:

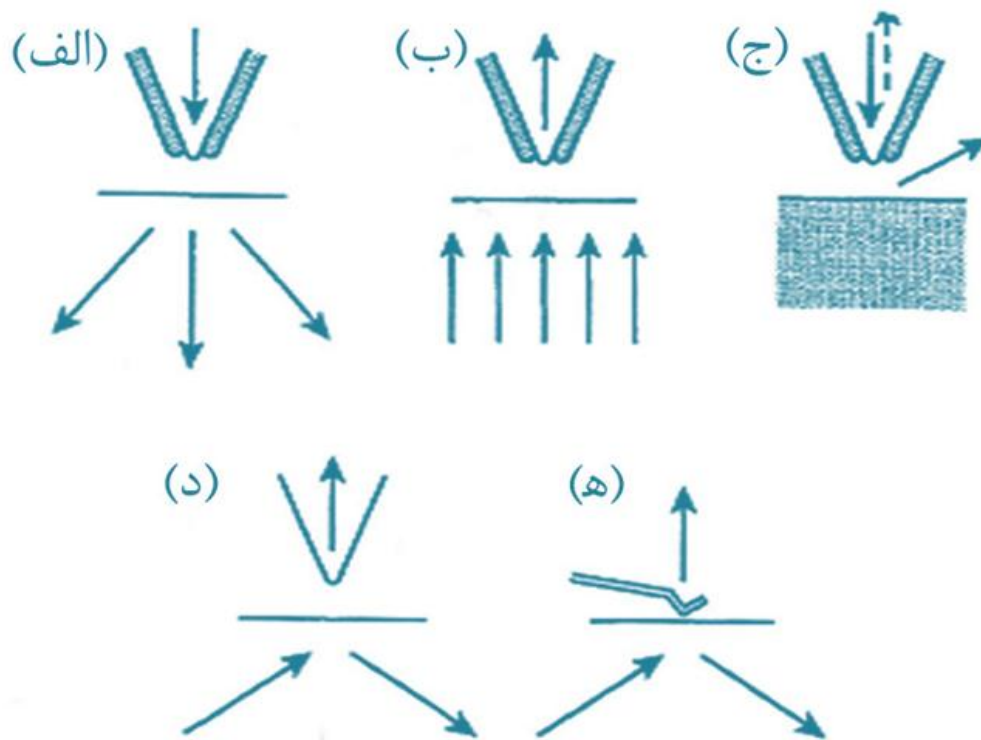
حالت تونل زنی فوتونی (PSTM) بوسیله سوزن شفاف تیز

حالت تونل زنی فوتونی (PSTM) بوسیله سوزن مات

حالت تداخلی

حالت تابش-بازتاب

در شکل ۱۱، چند حالت کاری مرسوم این دستگاه نشان داده شده است.

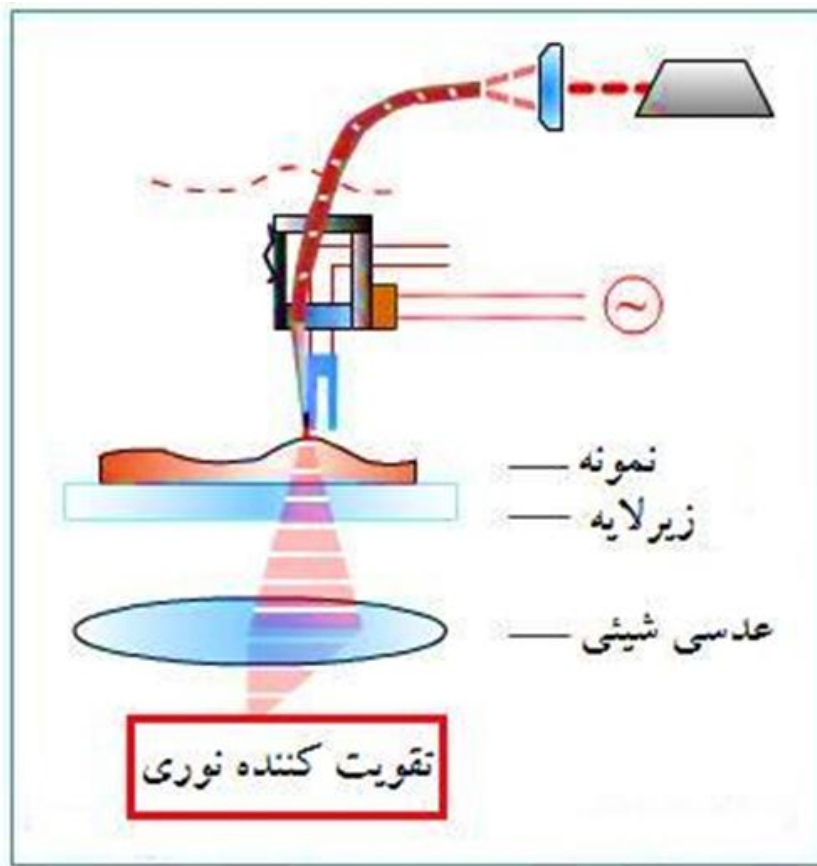


شکل ۱۱- حالات متفاوت کاری در: SNOM (الف) عبوری ؛ (ب) جمع آوری ؛ (ج) بازتابی ؛ (د) عبوری- جمع آوری ؛ (ه) میکروسکوپی
تونل زنی فوتونی روبشی

بررسی حالات رایج کاری

حالت عبوری :

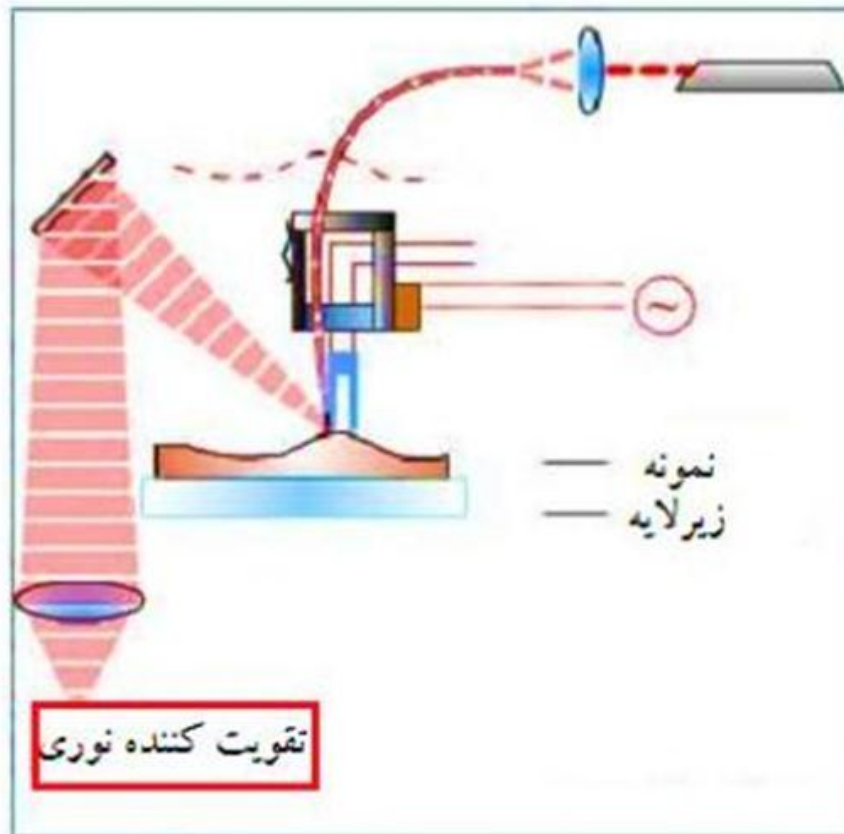
پرتوی نور با عبور از میان دریچه پروب، از نمونه نیز عبور کرده و زیر نمونه جمع می شود. این حالت عملکرد برای نمونه های شفاف کاربرد دارد.



شکل ۱۲ شمای کلی دستگاه در حالت عملکرد عبوری

حالت بازتابی:

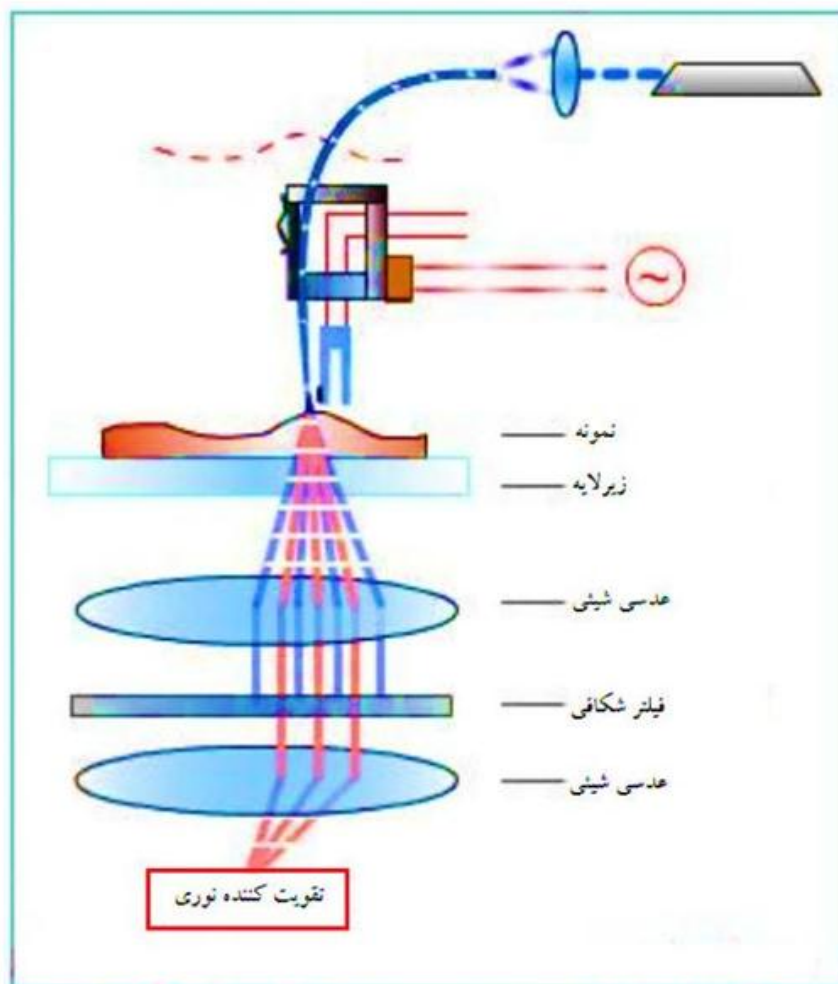
پرتوی نور از یک پروب دی الکتریک به سوی نمونه می تابد. سپس نور بازتاب شده بوسیله عدسی، در میدان دور، و یا بوسیله خود پروب فیبری، در این حالت اغلب سوزنهای فیبری بدون پوشش استفاده می شوند، جمع آوری می گردد. شدت نور در این حالت کمتر است و بستگی به سوزن دارد. این حالت کاری فقط برای نمونه های مات قابل استفاده است.



شکل ۱۲ شمای کلی دستگاه در حالت عملکرد بازتابی

حالت جمع آوری:

نمونه بوسیله منبع نوری بزرگ بیرونی، میدان دور، روشن شده و پروب، نور بازتاب شده را جمع آوری می کند. این حالت کاری برای پایش الکترولومینسانس مناسب است که در آن، برانگیختگی تابش بصورت الکتریکی صورت می گیرد و بوسیله سوزن SNOM جمع آوری می شود.



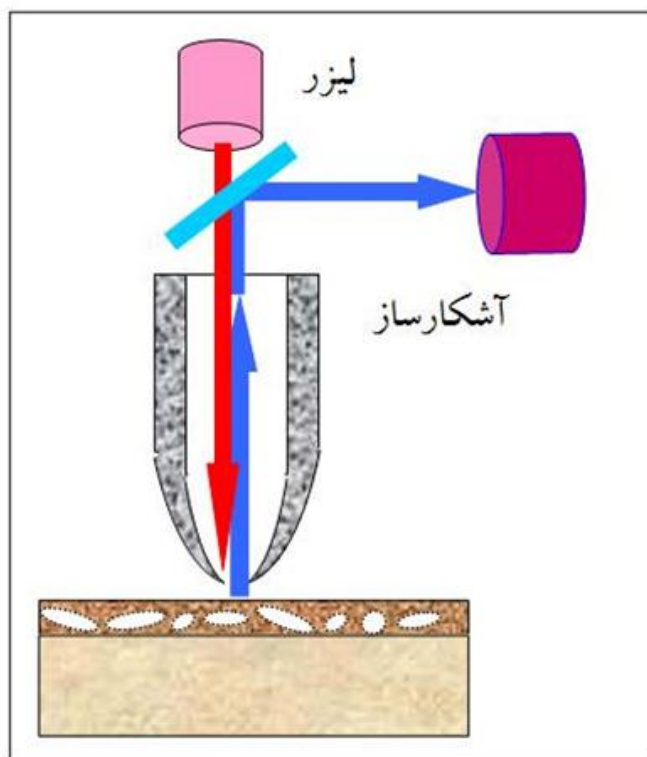
شکل ۱۳ شمای کلی دستگاه در حالت عملکرد جمع آوری

حالت نوردهی - جمع آوری:

سیستم دیگری نیز وجود دارد که ساده ترین حالت کاری محسوب می شود و در آن پروب، هم به نمونه تابش میکند، نمونه توسط فیبر نوری روشن می شود، و هم نور بازتابی را جمع آوری می کند. در این حالت که "حالت نوردهی - جمع آوری" است، "حالت انعکاسی" نیز نامیده می شود. در این حالت فیبر هم بعنوان منبع نور و هم جمع آوری کننده نور عمل می کند. بنابراین هر دو وظیفه نوردهی (روشنایی) و جمع آوری نشر میدان نزدیک نمونه، توسط سوزنی مشابه شکل ۱۴، انجام می پذیرد. نور بازتابی از طریق یک جداکننده پرتو (Beam splitter)

به یک دیود نوری می رود. در اینجا نور به یک جریان الکتریکی تبدیل می شود. بدین صورت در این سامانه پرتو نور، دو بار از میان یک دریچه با اندازه ای کوچکتر از طول موج عبور می کند. در نتیجه، سیگنالی که به آشکارساز نوری می رسد، شدت بسیار کمی دارد. از این رو روشهای تشخیصی با حساسیت بالا نیاز است. چنین ترکیبی از منبع میدان نزدیک با دریافت کننده میدان نزدیک، روش تقریباً نوید بخشی است که رزولوشن فضایی بالایی را تأمین می کند. به کمک این مجموعه می توان به عنوان مثال شدت انعکاس یا فوتولومینسانس نمونه را اندازه گیری نمود. کاربرد دیگر آن اندازه گیری انتشار نور در بلورهای فوتونیک یا هدایت کننده های موجی (Wave guiding) در ساختارهای لیزری است .

برای اندازه گیری فوتولومینسانس، معمولاً جهت اجتناب از رسیدن نور لیزر اولیه به آشکارساز، یک مانع قرار داده می شود. می توان با SNOM، نمونه را روبش کرده طیف نوری هر نقطه از سطح نمونه را جمع آوری نمود تا تمام اطلاعات ممکن بدست آید. در حالت انعکاسی تنها تنظیم لازم کوپل کننده فیبر (Fiber coupler) است که در اینجا باید دقیقاً در نوک فیبر متمرکز شود.



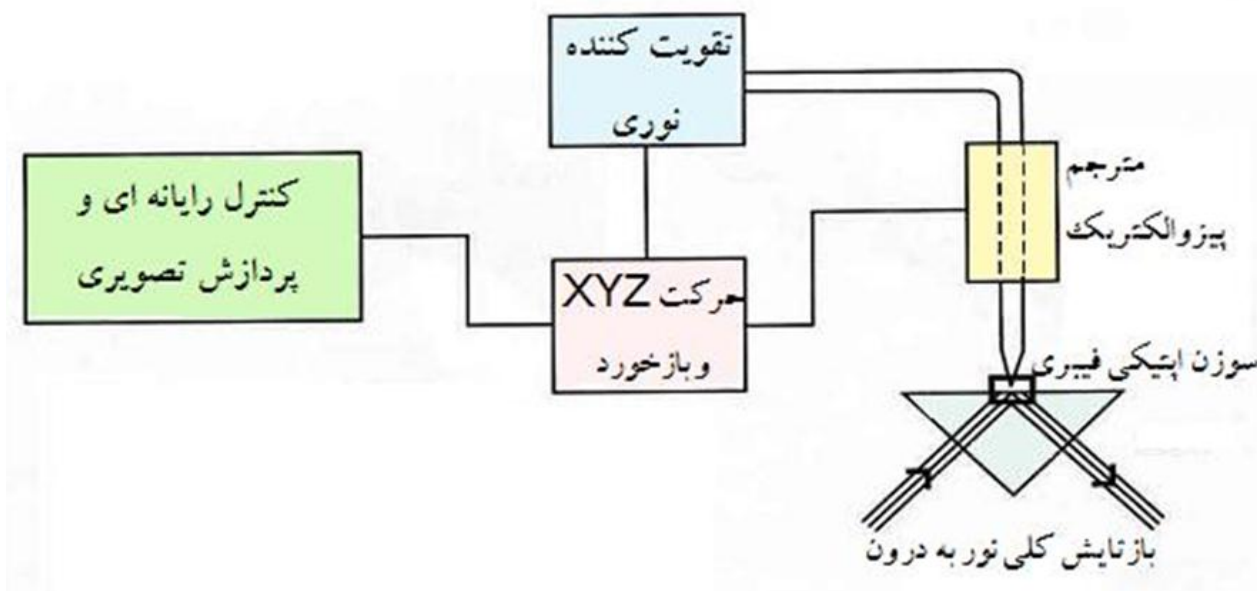
شکل ۱۴ شماتیک SNOM، زمانیکه هر دو عمل نوردی و جمع آوری پرتو نثری، بوسیله یک سوزن انجام می شود

حالت میکروسکوپی تونل زنی روبشی فوتونی (اپتیکی):

اساس عملکرد در این حالت، بسیار شبیه میکروسکوپ تونلی روبشی (STM)، است و شدت نور آشکار شده بصورت نمایی با افزایش فاصله سوزن - نمونه، افت می کند و از این رو به STM فوتونی (PSTM= Photon Scanning Tunneling Microscopy)، معروف شده است.

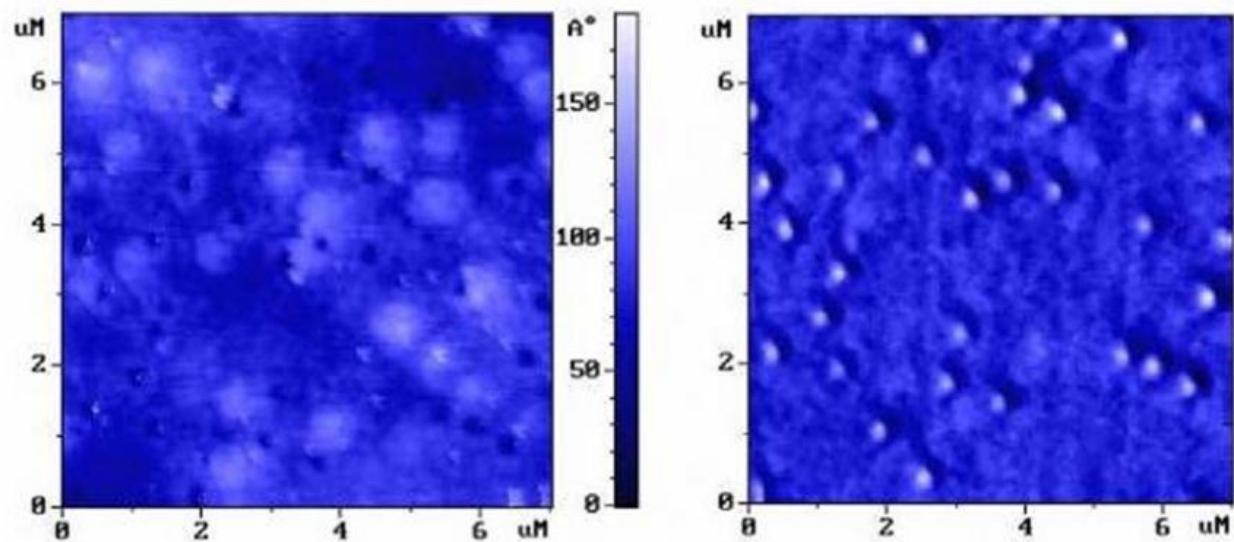
یک پروب دی الکتریک، با سوزن شفاف بدون پوشش، موج ناپایدار و میرای بوجود آمده در سطح نمونه در اثر بازتاب کلی داخلی را خنثی می کند. در واقع سوزن پروب، به عنوان پراکنده کننده میدان ناپایدار و میرا عمل می کند. قرار دادن نمونه روی سطح دی الکتریک، خصوصیات میدان میرا را تغییر می دهد. هنگام روبش سطح نمونه

بوسیله سوزن متصل به بلور پیزوالکتریک، تونل زنی فوتون ها بین سوزن و نمونه، تقویت شده، بوسیله تقویت کننده فوتونی که به انتهای دیگر فیبر متصل است، و بوسیله آشکارساز تشخیص داده می شود. در این حالت اگرچه بکاربردن SNOM آسان است، ولی تفسیر داده ها مشکل خواهد بود.



شکل ۱۵ شمای کلی دستگاه میکروسکوپ تونل زنی فوتونی روبشی. میدان میرای مدوله شده توسط نمونه و باریکه پرتو بازتابش کلی به درون شده، قابل ردیابی است.

با وجود تفاوت‌های کوچک در طراحی، همه میکروسکوپ های SNOM ویژگی مشترکی دارند. به عنوان نمونه، در همه آنها سوزن نازک نانومتری به عنوان چشمه برانگیختن فلوئورسانس و جمع کننده نور استفاده می شود. همچنین سازوکاری مشابهی جهت قرار دادن و نگه داشتن سوزن در فاصله نانومتری از سطح نمونه در حال روبش وجود دارد.



شکل ۱۶ توپوگرافی نیروی برشی (چپ) و تصویر نوری میدان نزدیک (راست) از نمونه ای با نقاط کوانتومی InAs. از مرجع

تصویر توپوگرافی AFM/SNOM از نمونه InAs/GaAs ، با نقاط کوانتومی بدست آمده بوسیله یک میکروسکوپ با عملکردی مشابه شکل ۱۱-ب ، در شکل ۱۶، نشان داده شده است. در این روش، از لیزر HeCd با طول موج ($\lambda=442\text{nm}$) ، استفاده شده است. تصویر نوری میدان نزدیک، انباشتگی تابشهای بازتابیده از سطح نمونه و نشر لومینسانس (luminescent emission) ، را نشان می دهد که با گذار بین سطوح کوانتایز شدن ابعادی، در نقاط InAs ، مطابقت دارد. اضافه یک تکفام کننده (monochromator) به میکروسکوپ اجازه می دهد که مطالعات طیف سنجی موضعی نیز انجام پذیرد.

شباهتها و تفاوت های میکروسکوپ نوری روبشی میدان نزدیک با دیگر میکروسکوپیها

مقایسه SNOM با میکروسکوپ نوری

همانطور که در گذشته نیز بحث شد، میکروسکوپیهای نوری، دارای یک حد نهایی هستند که به آن حد پراش گفته می شود و محاسبات ریاضی آن در سال ۱۸۷۰ توسط ارنست ابه انجام شده است. کوچکترین شیئی که می توان

آنها با استفاده از بهترین میکروسکوپ نوری مشاهده نمود، باید از نصف طول موج نوری که برای دیدن آن استفاده می شود، بزرگتر باشد. در میکروسکوپیهای نوری روبشی میدان نزدیک، این حد شکسته شده است و می توان به رزولوشنهایی کمتر از ۱۰ نانومتر و مستقل از طول موج بکار گرفته شده، دست پیدا کرد.

دو تفاوت اصلی بین روش میکروسکوپی میدان نزدیک و روش مرسوم میکروسکوپی میدان دور وجود دارد: در میکروسکوپی میدان نزدیک، ناحیه برهمکنش در هر لحظه بسیار کوچکتر از ناحیه برهمکنش در میکروسکوپی میدان دور است؛ همچنین در میکروسکوپی میدان نزدیک، فاصله بین چشمه نور و نمونه، کمتر از طول موج است؛ در حالیکه در میکروسکوپی میدان دور، این فاصله بیشتر است.

SNOM تنها دستگاهی است که اندازه گیری های نوری را با رزولوشنی به مراتب بهتر از آنچه که طول موج نور مورد استفاده برای روشنایی و یا آشکارسازی اجازه می دهد، امکان پذیر می سازد. اما برخلاف میکروسکوپ نوری، که کار با آن ساده است، نتایج بدست آمده از SNOM نیاز به ارزیابی دقیق دارد. غالباً تشخیص و خطاهای اندازه گیری، بسیار مشکل است. در اینجا استفاده از طیف نگاری میدان نزدیک (Spectroscopic SNOM)، که نه تنها چگالی نور را بلکه طیف نوری کامل نور برگشتی از نمونه را آشکار می سازد، کار را بسیار آسانتر می کند. SNOM به یک آشکارساز نوری بسیار حساس نیز نیاز دارد زیرا اندازه سطحی که نور از آن آشکار می شود بسیار کوچک است. وقتی از یک تکرنگ ساز (monochromator) برای جداسازی طول موجهای مختلف استفاده می شود، آشکارساز باید به اندازه کافی حساس باشد تا سیگنالی را که شامل فقط چند فوتون در میلی ثانیه باشد، شناسایی کند.

بطور خلاصه، فقط وقتی از SNOM برای اندازه گیری های اپتیکی استفاده می شود که به رزولوشن نوری بالاتری نسبت به میکروسکوپ معمولی، میدان دور، نیاز است.

مقایسه SNOM با میکروسکوپ نیروی اتمی

علیرغم این حقیقت که SNOM یک میکروسکوپ نوری است، به میکروسکوپ های نیروی اتمی (AFM) بیشتر شباهت دارد تا به میکروسکوپ های نوری متداول SNOM. هم مثل AFM توپوگرافی سطح نمونه را با رزولوشن بسیار بالا در جهت عمودی، آنالیز می کند.

تفاوت SNOM و AFM در پروبی است که برای روبش سطح استفاده می گردد AFM. از یک " کانتی لور" برای حس کردن توپوگرافی استفاده می کند. اهرم بازویی معمولاً یک قطعه سیلیسیم با سوزن بسیار تیز است که بصورت مکانیکی سطح را روبش می کند. این در حالیست که در SNOM به جای سوزن بسیار تیز معمولاً از فیبر نوری استفاده می شود.

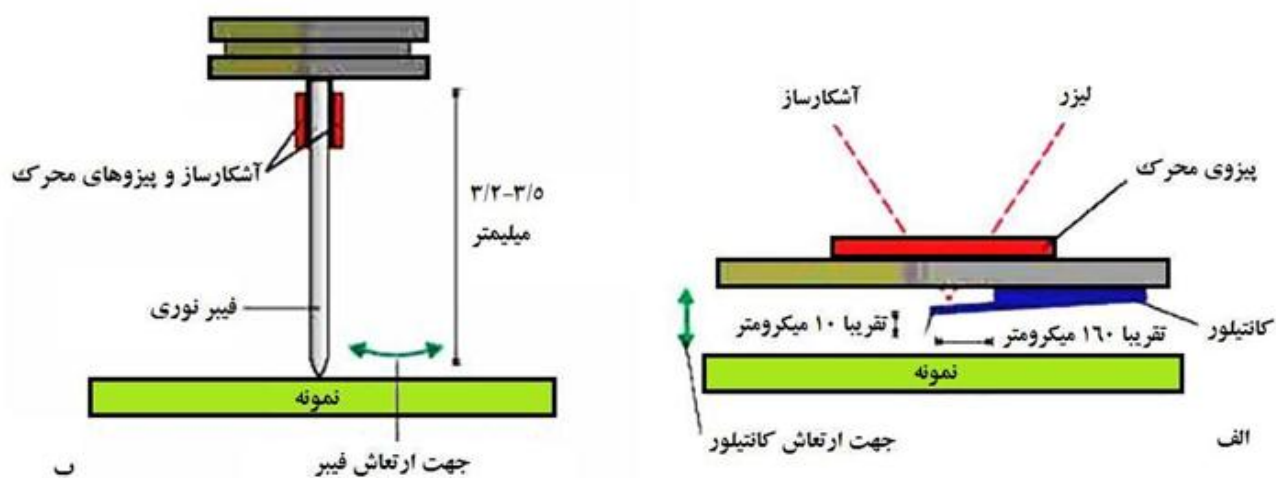
برخلاف AFM، فیبر نوری نه تنها برای آنالیز توپوگرافی بلکه برای برانگیختگی اپتیکی، آشکارسازی نوری و یا هر دو اینها به کار می رود که به مجموعه SNOM مورد استفاده بستگی دارد

بر خلاف AFM، SNOM فقط می تواند در حالت دینامیکی کار کند، یعنی سوزن در فرکانس رزونانس خود ارتعاش می کند و فاصله سوزن تا سطح توسط میزان کاهش ارتعاش (damping) اندازه گیری می شود.

AFM و SNOM نه تنها در نوع پروب، بلکه در جهت ارتعاش نسبت به سطح نمونه و همچنین اصول آشکارسازی ارتعاش، با هم تفاوت دارند (سوزن SNOM به دلیل طول نسبتاً زیادش برای این کار در زیر سطح مایع نیز مناسب است). جهت اجتناب از تداخل در اندازه گیری های اپتیکی، ارتعاش SNOM بصورت مکانیکی آشکار می شود.

یکی دیگر از تفاوت های میکروسکوپ های SNOM با AFM، در نوع سوزن روبشگر است. سوزن دستگاه AFM، از جنس سیلیکون و سوزن دستگاه SNOM، از یک فیبر نوری تشکیل شده است. برخلاف میکروسکوپ

AFM، سوزن دستگاه SNOM، علاوه بر تعیین توپوگرافی سطح، برای نوردهی سطح نمونه نیز بکار می رود. در شکل ۱۷، دستگاه SNOM با دستگاه AFM مقایسه شده است [۸، ۱۲، ۱۳]،



شکل ۱۷- مقایسه سوزن دستگاههای الف AFM (ب) SNOM)

مقایسه SNOM با میکروسکوپ تونلی روبشی

امروزه برای SNOM رزولوشن حدود ۵۰ نانومتر به اثبات رسیده است. که نسبت به STM و AFM در سطح پایینتری قرار دارد. اما SNOM اطلاعات ارزشمندی که فقط با کنتراست نوری قابل دسترسی است را در اختیار می گذارد و می بایست SNOM را به عنوان یک ابزار مکمل در نظر گرفت.

در روش SNOM، همانند میکروسکوپ تونلی روبشی (STM)، تصویرگیری در دو حالت شدت جریان ثابت و ارتفاع ثابت انجام می گیرد. اما در میکروسکوپهای پروبی روبشی نظیر STM و AFM، شکل و خواص الکترونیکی نمونه و در میکروسکوپ نوری روبشی میدان نزدیک، سیگنالهای نوری مورد بررسی قرار می گیرد.

مزایای استفاده از میکروسکوپ نوری روبشی میدان نزدیک

از مزایای میکروسکوپ نوری روبشی میدان نزدیک ، می توان به موارد زیر اشاره نمود:

- با بکارگیری خواص امواج ناپایدار و میرا، محدودیت تفکیک میدان دور، در روش میکروسکوپی نوری میدان نزدیک برداشته شده و در ناحیه میدان نزدیک، حد پراش، به آسانی پشت سر گذاشته می شود .
- در بررسی سطح نمونه با استفاده از یک میکروسکوپ در ناحیه میدان نزدیک، وضوح بالایی بدست می آید. لازم به ذکر است که وضوح تصویر بدست آمده، به طول موج نور تابشی وابسته نیست بلکه به اندازه درجه آشکارساز مربوط می شود. بعلاوه میتوان با ایجاد تغییر در ابعاد ساختار و استفاده از روزه ها یا شکافهای کوچک در نزدیک نمونه مورد بررسی، وضوح بالاتری نیز بدست آورد.
- می توان از میکروسکوپ نوری روبشی میدان نزدیک، در هر نوع محیطی استفاده نمود، بدون اینکه نیاز به انجام فرآیند آماده سازی خاصی بروی نمونه باشد.
- در میکروسکوپ نوری روبشی میدان نزدیک، از سیگنال های نوری استفاده شده و نمونه مورد نظر عملاً مشاهده می شود، در حالیکه در میکروسکوپهای پروبی روبشی نظیر STM و AFM ، شکل و خواص الکترونیکی نمونه مورد بررسی قرار می گرفت.
- اندازه گیری های طیف نگاری در میکروسکوپ نوری روبشی میدان نزدیک، امکان پذیر است.
- در روش میکروسکوپی نوری میدان نزدیک، عملاً سوزن دستگاه با نمونه برخورد نمی کند. به همین دلیل این روش جزء روشهای تست غیر مخرب (NDT= Non-Distructive Testing) ، طبقه بندی می شوند.

محدودیت های کاری روش میکروسکوپی نوری میدان نزدیک

روش میکروسکوپی نوری میدان نزدیک، با وجود برخورداری از مزایایی که در فوق ذکر شد، با محدودیت هایی نیز روبروست که از جمله عبارتند از:

- محدوده کاری خیلی کم و عمق کم میدان؛
- محدود به مطالعه سطح ماده؛
- برای مطالعه مواد نرم، به ویژه در حالت کاری نیروی برشی مناسب نیست؛
- برای نمونه های بزرگ و در تصویرگیری با وضوح بالا، زمان روبش طولانی است؛

در نمونه هایی مانند مواد نیمرسانا، بدلیل نیاز به برقراری حساسیت مناسب و وضوح طیفی خوب در برخی موارد، دمای کاری پایین الزامی است. در چنین شرایطی مشکلات فنی در آزمایش های SNOM به وجود می آید. در این حالت، پروب SNOM باید برای کار در دمای پایین نیز تطابق داشته باشد [۱۴]. از سوی دیگر، سازوکار بازخورد نیروی برشی نیز باید برای کار در دمای پایین مناسب باشد و یا نمونه باید به قدر کافی مسطح باشد تا تصویرگیری در ارتفاع ثابت میسر گردد .

کاربردهای میکروسکوپ نوری روبشی میدان نزدیک

در چند سال اخیر، روش SNOM بطور گسترده ای در زمینه مشخصه یابی نانومواد بکار برده شده است. این روش را می توان با همه روشهای معروف در میکروسکوپی نوری کلاسیک مانند روش لومینسانس، پلاریزاسیون و همچنین روش تضاد رنگ، ترکیب نمود و بنابراین میتوان از مزیت روش های متداول تضاد رنگ و وضوح بالاتر بهره برد.

سازوکارهای نوری از نوع تضاد رنگ که بوسیله SNOM، امکان پذیر هستند، شامل جذب، فلوئورسانس، پلاریزاسیون، صریب شکست و رسانش الکتریکی نوری هستند. به اینصورت که با تغییر در پلاریزاسیون نور یا شدت نور بصورت تابعی از طول موج ورودی، می توان از روشهای تضاد رنگ استفاده نمود

تضاد رنگ را با استفاده از تغییر در ضریب شکست، ضریب بازتاب، تنش موضعی، ساختار شیمیایی و خواص مغناطیسی فراهم کرد. از این روش همچنین در مطالعه خواص دینامیکی در محدوده زیر طول موج می توان استفاده نمود.

SNOM با وضوح بالا، برای بررسی نوری ساختارهای غیر همگن نیمه رسانا- با ابعاد حدود ۱۰۰ نانومتر، بخوبی قابل استفاده است. بوسیله روش SNOM جمع آوری کننده، میتوان آنالیزهای فتولومینسانس (SRPL= Spatial Resolution Photoluminescence) را با وضوح بالا انجام داد که امکان بررسی جزئیات ساختارها را فراهم می سازد. در این زمینه نقاط کوانتومی، گزینه های مطلوبی هستند زیرا دارای تراز انرژی مجزا بوده و خطوط فتولومینسانس باریکی را ایجاد می نمایند.

به کمک دستگاه SNOM، تصاویر بسیار خوبی از توپوگرافی نمونه ها با رزولوشن عمودی خوب، بدست می آید. از دیگر کاربردهای SNOM، تهیه تصاویر با رزولوشن بالا از سلولها، بررسی ساختار فازها در پلیمرهای لایه ای و بررسی ساختار داخلی ژلهای پلیمری است. از این دستگاه همچنین در لیتوگرافی نوری برای نوشتن استفاده می شود.

در واقع میتوان توپوگرافی و خواص فیزیکی سطوح حساس نوری مانند مقاومتهای نوری را به کمک پالسهایی لیزری گسیل شده از پروب SNOM تغییر داد، که در نتیجه وضوحی که بوسیله سیستمهای لیزری و نوری متداول غیرممکن است، بوسیله SNOM بدست می آید.

به صورت خلاصه بعضی از کاربردهای دستگاه SNOM عبارتند از:

- تهیه تصاویر با رزولوشن بالا از سلول‌ها
- بررسی ساختار فازها در پلیمرهای لایه‌ای
- بررسی ساختار داخلی ژل‌های پلیمری
- شکل‌دهی پلیمر توسط میکروسکوپ نوری میدان -نزدیک
- اسپکتروسکوپی تک مولکول‌ها توسط SNOM

نتیجه گیری

میکروسکوپ روبشی میدان نزدیک، تنها دستگاهی است که اندازه گیری های نوری را با رزولوشنی بهتر از آنچه طول موج نور تابیده برای روشنایی و یا آشکارسازی اجازه می دهد، امکان پذیر می سازد زیرا در این میکروسکوپ ها، وضوح تصویر، به طول موج نور تابشی وابسته نیست بلکه به اندازه دریچه آشکارساز مربوط می شود. در میکروسکوپ روبشی میدان نزدیک بسته به نوع نمونه و وجود دریچه، حالات کاری مختلفی برای ایجاد تصویر وجود دارد. حالات کاری میکروسکوپ روبشی میدان نزدیک با دریچه شامل پنج حالت کاری تابش، جمع آوری، تابش-جمع آوری، بازتاب و بازتاب-جمع آوری و در میکروسکوپ های بدون دریچه، دارای چهار حالت تونل زنی فوتونی (PSTM) می باشد.

روش میکروسکوپ روبشی میدان نزدیک بطور گسترده در زمینه مشخصه یابی نانومواد بکار برده شده است که خلاصه بعضی کاربردهای آن، تهیه تصاویر با رزولوشن بالا از سلول‌ها، بررسی ساختار فازها در پلیمرهای لایه‌ای ،

بررسی ساختار داخلی ژل‌های پلیمری، شکل‌دهی پلیمر توسط میکروسکوپ نوری میدان -نزدیک و اسپکتروسکوپی تک مولکول‌ها می باشد.

تشعشع الکترومغناطیسی ایجاد شده توسط دوقطبی الکتریکی از دو قسمت میدان دور و میدان نزدیک تشکیل شده است. روش نوری کلاسیک، به محدوده میدان دور مربوط است. به قسمت تشعشعی میدان الکترومغناطیس نزدیک به منبع انتشار نور (محدوده فاصله کمتر از طول موج نور لازم برای روشن کردن سطح نمونه)، میدان نزدیک گفته می شود. میکروسکوپ نوری روبشی میدان نزدیک براساس استفاده از میدان نزدیک و غلبه بر محدودیت پراش بکار گرفته شده است. این کار با قرار دادن آشکارساز یا منبع نور (فیبر نوری)، در نزدیکی سطح نمونه و با فاصله ای کمتر از طول موج، انجام می گردد. اجزای اصلی این میکروسکوپ ها شامل چشمه نور، فیبر نوری، آشکارساز و بلور پیزوالکتریک، کنترل کننده و نرم افزار SPM است. رزولوشن عملی میکروسکوپ نوری روبشی میدان نزدیک، معمولاً حدود ۵۰ تا ۸۰ نانومتر است اما برای بدست آوردن وضوح بالا، بایستی قطر دریچه در ابعاد نانومتر و در فاصله کمتر از ۱۰ نانومتری سطح نمونه قرار گیرد.