



دانشگاه سیام نور
پی

آزمایشگاه تشریح و مورفولوژی گیاهی

(رشته زیست شناسی)

محبت نداف

بسم الله الرحمن الرحيم

پیشگفتار ناشر

کتاب‌های دانشگاه پیام نور حسب مورد و با توجه به شرایط مختلف یک درس در یک یا چند رشته دانشگاهی، به صورت کتاب درسی، متن آزمایشگاهی، فرادرسی، و کمک‌درسی چاپ می‌شوند.

کتاب درسی ثمره کوشش‌های علمی صاحب اثر است که براساس نیازهای درسی دانشجویان و سرفصل‌های مصوب تهیه و پس از داوری علمی، طراحی آموزشی، و ویرایش علمی در گروه‌های علمی و آموزشی، به چاپ می‌رسد. پس از چاپ ویرایش اول اثر، با نظرخواهی‌ها و داوری علمی مجدد و با دریافت نظرهای اصلاحی و متناسب با پیشرفت علوم و فناوری، صاحب اثر در کتاب تجدیدنظر می‌کند و ویرایش جدید کتاب با اعمال ویرایش زبانی و صوری جدید چاپ می‌شود.

متن آزمایشگاهی (م) راهنمایی است که دانشجویان با استفاده از آن و کمک استاد، کارهای عملی و آزمایشگاهی را انجام می‌دهند.

کتاب‌های فرادرسی (ف) و **کمک‌درسی** (ک) به منظور غنی‌تر کردن منابع درسی دانشگاهی تهیه و بر روی لوح فشرده تکثیر می‌شوند و یا در وبگاه دانشگاه قرار می‌گیرند.

مدیریت تولید مواد و تجهیزات آموزشی

فهرست

هفت

پیشگفتار

۱	بخش اول. آشنایی با میکروسکوپ
۱۵	بخش دوم. تهیه مقاطع بافت‌های گیاهی
۱۵	الف) تهیه برش بدون استفاده از میکروتوم
۱۶	ب) تهیه مقاطع بافتی به روش میکروتومی
۳۱	بخش سوم. مشاهده سلول‌های گیاهی
۳۱	۱. دیواره سلولی
۳۲	۲. پلاست‌ها
۳۶	۳. واکوئل‌ها
۳۷	— ترکیبات ارگاستیک
۳۹	— مشاهده سیستولیت
۳۹	— مشاهده غشاء سلولی
۴۱	بخش چهارم. بافت‌های گیاهی
۴۱	— بافت مریستمی
۴۳	— بافت پارانشیم
۴۷	— بافت محافظ
۵۸	— بافت‌های کلانشیم
۶۰	— بافت اسکلرانشیمی
۶۴	— بافت‌های هادی
۶۹	— بافت ترشحی
۷۵	بخش پنجم. تشریح اندام‌های گیاهی
۷۵	— ریشه
۸۲	— ساقه
۸۶	— برگ
۹۱	— گل
۹۳	— دانه
۹۷	بخش ششم. مورفولوژی
۹۷	— ریشه
۱۰۶	— ساقه
۱۱۴	— برگ
۱۲۵	— گل
۱۳۶	— میوه

۱۴۳

منابع

تقدیم به مادرم که یگانه ترانه سستی ام بود

و

پدرم که نام و یادش مانا خواهد ماند

پیشگفتار

حمد و سپاس فراوان خداوند بزرگ و مهربان را، که توفیق نگارش کتاب حاضر را به من عطا کرد. تا در جهت اعتلای علم و دانش در کشور عزیزمان ایران سهم کوچکی داشته باشم. کتاب آزمایشگاه تشریح و مورفولوژی گیاهی که حاصل تجارب چندین ساله تدریس این واحد درسی است، باتوجه به نیاز دانشجویان نگاشته شده است. این مجموعه دارای اطلاعات پایه‌ای برای دانشجویان گیاه‌شناسی است که علاوه بر آموختن مطالب نظری با انجام آزمایش‌های مربوطه آموزه‌های علمی را برای فراگیرنده تثبیت خواهد کرد.

کتاب حاضر دارای ۶ بخش است که هر بخش آن دارای ویژگی‌های ذیل است: بخش اول: به معرفی ابزار مطالعاتی تشریح و مورفولوژی گیاهی یعنی انواع میکروسکوپ می‌پردازد.

بخش دوم: روش‌های تهیه‌ی مقاطع بافتی را مد نظر قرار می‌دهد.

بخش سوم: مفاهیم اساسی درباره‌ی سلول‌های گیاهی و روش‌های مطالعه‌ی آن را در بردارد.

بخش چهارم: به شرح انواع بافت‌های گیاهی پرداخته است.

بخش پنجم: تشریح اندام‌های گیاهی را در بر دارد.

بخش ششم: انواع مورفولوژی اندام‌های رویشی و زایشی را توضیح می‌دهد.

بدیهی است کتاب حاضر خالی از اشکال نخواهد بود، لذا صادقانه تأکید می‌کنم که پذیرای نظرات، پیشنهادات و انتقادات استادان بزرگوار و دانشجویان گرامی هستم.

همچنین بر خود لازم می‌دانم از مدیر محترم گروه زیست‌شناسی جناب آقای دکتر
ناظم و از زحمات و تلاش‌های بی‌دریغ آقایان مهندس مجید حلیمی و مهندس مصطفی
مرتضوی و سرکار خانم مهندس مهناز بلالی که در نگارش کتاب صمیمانه مرا یاری کردند
قدردانی نمایم .

و نیز از زحمات دانشجویان محترم آقای محمد عزیزی و خانم‌ها رجبی،
جهانجو، سارونه ، ناصری، باغچقی، قادری و رضوانی که در رسم تصاویر یاری‌گر
تدوین اثر بوده‌اند سپاس‌گزاری می‌کنم.
شایان ذکر است که کتاب حاضر بدون حمایت همسر و فرزندانم فاطمه و علی
مقدور و میسر نبود.

محبت نداف

زمستان ۱۳۸۶

بخش اول

آشنایی با میکروسکوپ

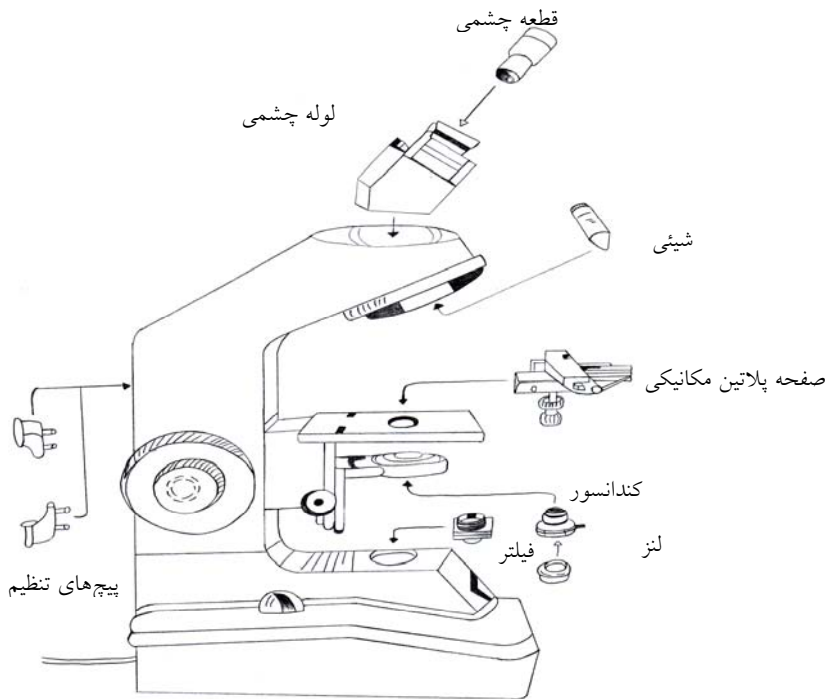
چون اکثر سلول‌ها کوچکند و با چشم غیر مسلح قابل رؤیت نیستند، برای مطالعه آنها از ابزار خاصی به نام میکروسکوپ (Microscope) استفاده می‌شود. میکروسکوپ از نظر لغوی از دو بخش میکرو (Micro) به معنی کوچک و سکوپ (Scope) به معنی رؤیت یا مشاهده تشکیل شده است بنابراین میکروسکوپ در واقع ابزار مشاهده ساختمان‌های کوچک (ریزبین) می‌باشد شکل (۱).

انواع میکروسکوپ

۱- میکروسکوپ مرکب

شرح قسمت‌های مختلف میکروسکوپ: میکروسکوپ از سه قسمت اصلی پایه (Base Plate)، دسته (Arm or handle)، استوانه یا لوله (Barrel) تشکیل شده است. پایه معمولاً فلزی است و سنگین می‌باشد و به شکل نعل یا مثلث ساخته می‌شود تا باعث استوار به جای ماندن میکروسکوپ گردد. بر روی پایه، آینه (Mirror) یا چراغ (Lamp) قرار می‌گیرد و منبع نور را تشکیل می‌دهد. پایه به وسیله لولا (Inclination joint) به دسته متصل است. به دسته در قسمت جلو، استوانه‌ای متصل بوده که در انتهای فوقانی آن عدسی چشمی (Ocular) قرار دارد که ممکن است از یک یا دو عدسی که در دو انتهای استوانه کوچکی نصب شده، تشکیل شده باشد.

درشت نمایی (Magnification) عدسی چشمی کنار استوانه یا دور حلقه عدسی فوقانی آن حک شده است. به انتهای تحتانی استوانه یا لوله میکروسکوپ، قطعه مدوری به نام صفحه گردان (Revolving nosepiece) قرار دارد که حول محور خود می چرخد، و بر روی آن سه یا چهار یا پنج عدسی شیئی (Objective lens) با درشت نمایی های مختلف نصب شده است. هر عدسی شیئی نیز از یک یا دو عدسی که درون استوانه کوچکی نصب شده است، تشکیل شده و درشت نمایی هر یک بر روی استوانه آن حک شده است. درشت نمایی عدسی های شیئی عبارتند از: ۴، ۱۰، ۴۰، ۶۰، ۱۰۰.



شکل ۱- میکروسکوپ مرکب Compound microscope

عدسی های شیئی که درشت نمایی آنها بیشتر است بلندتر و آنهایی که درشت نمایی کمتری دارند کوتاه ترند. با چرخاندن صفحه گردان هر یک از عدسی های شیئی را به دلخواه می توان مقابل لوله در امتداد محور بینایی قرار داد و زمانی که عدسی

شیئی مورد نظر درست مقابل لوله قرار بگیرد صدای کوچکی می‌نماید که حتماً باید شنیده یا حس گردد.

عمل شیئی‌ها ایجاد تصویر بزرگی از شیئی مورد نظر است، عمل عدسی چشمی ایجاد تصویر درشت‌تری از تصویری می‌باشد که عدسی‌های شیئی ایجاد کرده‌اند. پس برای محاسبه اینکه جسم مورد مطالعه چند بار بزرگ شده است، بدین طریق عمل می‌کنیم: اگر چنانچه عدسی شیئی شماره ۱۰ مقابل لوله در محور بینایی بود، درشت‌نمایی آنرا یعنی عدد ۱۰ را در درشت‌نمایی عدسی چشمی ۱۰ ضرب می‌کنیم. حاصل می‌شود ۱۰۰. یعنی جسم مورد مطالعه ۱۰۰ بار بزرگتر شده است و بدین ترتیب همیشه درشت‌نمایی کل برابر است با درشت‌نمایی عدسی شیئی ضرب در درشت‌نمایی عدسی چشمی. بر روی دسته در اغلب میکروسکوپ‌ها دو پیچ قرار دارد. پیچ فوقانی یا ماکرومتر (Coarse focus control) که چرخاندن آن باعث می‌شود صفحه به سرعت حرکت کند و پیچ تحتانی یا میکرومتر (Fine focus control) که با چرخاندن آن باعث حرکت صفحه به کندی می‌شود ولی در برخی میکروسکوپ‌ها، ماکرومتر و میکرومتر هر دو از یک پیچ تشکیل شده و در موقعی که آنرا می‌گردانید باید حس کنید تا جایی که پیچ روان می‌چرخد صفحه را به کندی و موقعی که کمی سفت‌تر بچرخد صفحه را به سرعت حرکت می‌دهید. معمولاً چرخاندن ماکرومتر و میکرومتر هنگام میزان کردن میکروسکوپ به کار می‌روند.

در قسمت پایین دسته، صفحه (Stage) قرار دارد که در اغلب میکروسکوپ‌ها ثابت بوده و در وسط آن سوراخ مدوری جهت عبور نور قرار دارد و بر روی صفحه گیره‌ای (Slide clips) جهت قرار گرفتن لام (Slide) قرار دارد. این گیره با چرخاندن دو پیچ (Slid carriage control) که در سمت راست صفحه قرار دارد، جلو و عقب و راست و چپ حرکت کرده و لام را با خود حرکت می‌دهد.

در زیر صفحه حاوی اسلاید، کندانسور (Condansor) و دیافراگم (Diaphragm) قرار دارد. کندانسور معمولاً از یک یا چند عدسی محدب تشکیل شده که باعث تمرکز نور می‌شود. دیافراگم که صفحه سوراخداری است و اهرمی (Diaphragm control) دارد که در نتیجه حرکت دادن آن سوراخ دیافراگم باز و بسته می‌شود. دیافراگم و کندانسور بوسیله پیچ دیگری که بر روی قسمت تحتانی دسته قرار دارد، بالا و پایین می‌روند و باعث تنظیم نور می‌شوند.

طرز کار با میکروسکوپ و میزان کردن آن

- ۱- میکروسکوپ را روی میز طوری قرار دهید که دسته آن به سمت شما باشد و در حدود ۱۰ سانتیمتر از لبه میز فاصله داشته باشد.
- ۲- صفحه گردان را بچرخانید تا ضعیف‌ترین عدسی شیئی در امتداد لوله قرار گیرد.
- ۳- چراغ میکروسکوپ را روشن کنید.
- ۴- دیافراگم را به کمک اهرم کنترل آن کاملاً باز کنید و اجازه دهید تا حداکثر نور عبور کند.
- ۵- کندانسور را به کمک پیچ کنترل آن کاملاً بالا آورید.
- ۶- اسلاید را روی صفحه میکروسکوپ بین گیره‌ها قرار دهید و مواظب باشید لامل (cover slide) در سطح فوقانی باشد و به کمک پیچ‌های کنترل لام، قسمت مورد نظر اسلاید را در حالی که از بیرون نگاه می‌کنید، در مرکز سوراخ صفحه قرار دهید.
- ۷- در حالی که از خارج نگاه می‌کنید به کمک ماکرومتر استوانه را با آهستگی تا حد مناسب پایین بیاورید.
- ۸- با چشم در حالی که هر دو چشم باز است، از درون عدسی چشمی نگاه کنید و به کمک ماکرومتر با آهستگی صفحه را بالا بیاورید تا سطح لام دیده شود، سپس به کمک میکرومتر کاملاً میزان کنید، تا اسلاید واضح‌تر دیده شود.

۹- بدون آنکه به ماکرومتر دست بزنید و یا کوچکترین تغییری بنمایید به ترتیب در حالی که از بیرون نگاه می کنید عدسی شیئی ۱۰،۴۰ را مقابل لوله قرار دهید و اسلاید را با درشت‌نمایی‌های بیشتر مشاهده کنید. مواظب باشید هیچ یک از عدسی‌های شیئی میکروسکوپ با لام و لامل تماسی پیدا نکند، چون باعث خراشیدگی و یا شکستگی عدسی که بسیار گران قیمت است می‌شود.

چون حوزه دید عدسی‌های شیئی قویتر، کمتر است، هنگامی که با آنها کار می‌کنید احتیاج به نور بیشتری دارید، بنابراین باید از کندانسور و دیافراگم کمک بگیرید. اغلب میکروسکوپ‌ها طوری ساخته می‌شوند که هنگامی که با میکروسکوپ با عدسی شیئی ضعیف نسبت به عدسی چشمی میزان می‌شود، بدون تغییر ماکرومتر یا میکرومتر، وقتی عدسی شیئی قوی‌تر را مقابل لوله قرار دهیم، خود به خود باز هم نسبت به آن جسم میزان است و فقط گاهی لازم است کمی به کمک میکرومتر بیشتر میزان شود.

۱۰- هنگام کار با عدسی ۱۰۰ یک قطره روغن سدر (Oil emersion) بر روی اسلاید بچکانید و پس از تنظیم با عدسی ۴، ابژکتیو ۱۰۰ را مقابل لوله قرار دهید و اسلاید را با درشت‌نمایی بیشتر مشاهده کنید.

نحوه استفاده صحیح از میکروسکوپ

۱- در صورت امکان، میکروسکوپ را می‌باید بر روی میز مخصوصی ثابت قرار داد و با روپوش پلاستیکی پوشاند تا گرد و خاک بر روی آن ننشیند.

۲- میز میکروسکوپ باید محکم و به دور از ارتعاش باشد زیرا مطالعه میکروسکوپی با بزرگ‌نمایی‌های بالا در میز مرتعش غیر ممکن است.

۳- صندلی مورد استفاده در جلوی میکروسکوپ می‌باید حتی‌الامکان راحت و دارای ارتفاعی صحیح باشد.

۴- هنگام جابجا کردن میکروسکوپ می‌باید نهایت دقت مبذول گردد. همیشه دسته میکروسکوپ را با یک دست و پایه آن را در کف دست دیگر قرار دهید.

۵- میکروسکوپ را از لبه میز دورتر نگه دارید تا احتمال سقوط آن از بین برود.

- ۶- هنگام کار با میکروسکوپ ابتدا عدسی ضعیف را در میدان دید قرار داده و با پیچ میزان بزرگ تنظیم نمایید و سپس عدسی قوی‌تر را میزان نمایید.
- ۷- هنگام مشاهده میکروسکوپی هرگز میکروسکوپ را کج ننمایید زیرا سبب افتادن نمونه و ریختن مواد مایع روی لام و احتمالاً واژگون شدن میکروسکوپ می‌گردد.
- ۸- عدسی‌های میکروسکوپ را همیشه با کاغذ مخصوص (Lens paper) پاک کردن عدسی یا دستمال کاغذی نرم تمیز نمایید.
- ۹- در صورت کثیف بودن بیش از حد عدسی‌ها می‌توانید از گزیلول یا استون استفاده کنید. کاغذ مخصوص را به چند قطره گزیلول یا استون آغشته نموده و سپس عدسی را پاک نمایید. هرگز به وسیله انگشت عدسی‌ها را تمیز نکنید.
- ۱۰- اگر حتی به طور موقت با میکروسکوپ کار ندارید میزان نور آن را به حداقل برسانید.
- ۱۱- پس از انجام کار به خاطر داشته باشید که لام مورد مطالعه را از زیر عدسی خارج نموده و عدسی ضعیف را در میدان دید قرار دهید.
- ۱۲- چراغ میکروسکوپ را همیشه بعد از پایان کار خاموش نموده، سیم میکروسکوپ را از پریز برق خارج کنید و به صورت حلقه شده در کنار آن قرار دهید.
- ۱۳- قبل از ترک آزمایشگاه عدسی‌های میکروسکوپ را تمیز نموده و میکروسکوپ را با روکش مخصوص خود بپوشانید.

برخی تجربیات مقدماتی با میکروسکوپ

جسمی با میکروسکوپ قابل مشاهده است که نازک بوده و نور به راحتی بتواند از آن نفوذ نماید. واضح است که اجسامی که بیش از ۴۰ - ۲۵ میکرومتر ضخامت داشته باشند با میکروسکوپ نوری قابل رؤیت نمی‌باشند.

برای تهیه یک نمونه میکروسکوپی بخشی از بدن جانوران یا گیاهان مورد مطالعه را جدا نموده و سپس به دو طریق زنده یا فیکسه شده نمونه مناسب تهیه می‌نمایند.

تجربه استفاده از حروف روزنامه

- لام تمیزی را برداشته و با قطره چکان قطره‌ای آب در وسط آن بریزید.
- حرفی از روزنامه مثلاً حرف E یا R یا P را برداشته و با پنس بر روی قطره آب در وسط لام قرار دهید.
- روی نمونه را با لامل بپوشانید و با میکروسکوپ مشاهده نمایید.
- در هنگام گذاشتن لامل بر روی لام به نکات زیر می‌باید توجه کنید:
- لامل را با زاویه ۴۵ درجه بر روی لام تکیه داده و به آرامی پایین بیاورید تا سطح نمونه مورد مطالعه را بپوشاند. دقت نمایید که از تشکیل حباب هوا بین لام و لامل جلوگیری شود.
- لبه لام و لامل را طوری در دست بگیرید که از تماس انگشتان دست یا سطح آنها اجتناب گردد.
- اگر با تمام احتیاطات به جا آمده حباب هوایی ایجاد گردید با نوک مداد یا سوزن کمی لامل را فشار دهید تا حباب هوا خارج گردد.

تجربه استفاده از عکس روزنامه

- قطعه‌ای از عکس روزنامه را برداشته و به روش فوق آماده نمایید و با میکروسکوپ مشاهده کنید.
- پرسش ۱- در بزرگ‌نمایی‌های مختلف چه تفاوت‌هایی مشاهده می‌کنید. به عنوان مثال در یک محدوده مشخص چه تغییراتی در بافت روزنامه، تعداد نقاط مشاهده شده در بزرگ‌نمایی‌های مختلف دیده می‌شود؟

تجربه استفاده از تار مو

- دو تار مو را بر روی هم به شکل + روی لام قرار دهید و سپس قطره‌ای آب بر روی آن اضافه نمایید و با لام بپوشانید.

- پرسش ۱- در زیر میکروسکوپ چه خواهید دید؟
- پرسش ۲- آیا هنگام تنظیم میکروسکوپ ابتدا موی بالایی واضح دیده می‌شود یا موی پایینی؟ چرا؟
- پرسش ۳- وقتی موها را با عدسی قوی مشاهده می‌کنید هنگامی که موی بالایی را کاملاً واضح می‌بینید آیا موی پایینی نیز همانقدر واضح دیده می‌شود یا خیر؟ چرا؟
- پرسش ۴- آیا با عدسی قوی می‌توان به طور همزمان هر دو را کاملاً واضح دید؟

تجربه استفاده از خط‌کش میلی‌متری

- با استفاده از یک خط‌کش میلی‌متری کوچک و شفاف قطر میدان دید میکروسکوپ را در بزرگ‌نمایی‌های مختلف اندازه‌گیری نموده و اعداد به دست آمده را یادداشت نمایید.

- پرسش ۱- آیا به نظر شما قطر میدان دید میکروسکوپ در بزرگ‌نمایی‌های مختلف تغییر می‌کند؟
- در صورت مثبت یا منفی بودن جواب، دلایل خود را بیان نمایید.

به سؤالات زیر پاسخ دهید

- ۱- میکروسکوپی که با آن کار نمودید واجد چند عدسی شیئی می‌باشد. اعداد حک شده بر روی هر عدسی شیئی مشخص‌کننده چیست؟ توضیح دهید.
- ۲- از مقایسه این اعداد در عدسی‌های شیئی مختلف چه نتایجی می‌گیرید؟
- ۳- مخروط روشنائی چیست؟
- ۴- رابطه بین درشت‌نمایی عدسی شیئی با توان تفکیک یا قدرت تفکیک چگونه است؟
- ۵- کار عدسی شیئی چیست؟
- ۶- هر دور پیچ ماکرومتر معادل چند دور پیچ میکرومتر است؟
- ۷- نقش کندانسور در یک میکروسکوپ چیست؟

۸- نقش دیافراگم چیست؟

۹- علت استفاده از روغن ایمرسیون در درشت‌نمایی بالا ($\times 100$) چیست؟

۱۰- از فیلترها چه استفاده‌ای در میکروسکوپ می‌شود؟

۱۱- چگونه می‌توان قدرت تفکیک میکروسکوپ را اصلاح نمود و بالا برد؟

۱۲- اگر تصویر ایجاد شده که به چشم شما می‌رسد تصویری مجازی و معکوس باشد،

پس چگونه با نصب دوربین‌های عکاسی بر روی میکروسکوپ از تصویر به دست آمده عکس گرفته می‌شود؟

۱۳- آیا بخشی از تصویر جسم که در میدان دید عدسی شیئی قرار دارد در

بزرگ‌نمایی‌های مختلف تغییر می‌کند. چطور؟

۱۴- تغییر دیافراگم میکروسکوپی که با آن کار می‌کنید، چه تأثیری در تغییر قطر میدان

دید میکروسکوپ دارد؟

۲- استریو میکروسکوپ (Sterio microscope)

این میکروسکوپ در حقیقت از دو میکروسکوپ یک چشمی تشکیل شده است که بوسیله آن نمونه همزمان از دو جهت دیده می‌شود. در نتیجه تصویر آن سه بعدی و برجسته به نظر می‌آید. سیستم چشمی آن دو عدد بوده و قابل تنظیم با چشم است. پیچ میکرومتر و ماکرومتر وجود ندارد و فقط یک پیچ جهت تنظیم فاصله عدسی شیئی با زمینه بر روی دسته قرار دارد. در انواع قدیمی‌تر از چراغ رومیزی به عنوان منبع نور استفاده می‌شود ولی در نمونه‌های پیشرفته‌تر منبع نور بر روی خود دستگاه تعبیه شده است. نور پس از برخورد به سطح جسم وارد عدسی شیئی شده و تصویری مستقیم از آن ایجاد می‌کند. این میکروسکوپ برای مطالعه شکل خارجی اجسام به کار می‌رود.

۳- میکروسکوپ فاز متضاد (Phase contrast microscope)

به خاطر نیاز مبرمی که جهت مشاهده سلولهای زنده و مراحل تقسیم میتوز احساس می‌گردید، فردیک زرینگ (Zerinke) هلندی را بر آن داشت تا به اختراع میکروسکوپ فاز متضاد دست یازد. در این میکروسکوپ، کندانسور ویژه‌ای که مجهز به دیافراگم حلقوی است با عدسی‌های شیئی مخصوصی که در آنها صفحات حلقوی سبب تأخیر فاز در مسیر اشعه نورانی می‌شوند تلفیق و هماهنگ گردیده است. از آنجا که برای مشاهدات فاز کنتراست می‌توان میکروسکوپ معمولی را فقط با اضافه نمودن کندانسور و عدسی‌های شیئی ویژه به میکروسکوپ فاز کنتراست تبدیل نمود. امروزه این میکروسکوپ‌ها بسیار متداول هستند و مورد توجه قرار گرفته‌اند. در این گونه مشاهدات استفاده از فیلتر سبز سبب افزایش کنتراست می‌گردد.

از این میکروسکوپ می‌توان برای مشاهده ساختمان‌های داخل سلول نظیر هسته و هم شکل ظاهری و تغییرات جنبشی در ارگانسیم‌های کم کنتراست استفاده کرد.

۴- میکروسکوپ تداخلی (Interference microscope)

از نظر عمل اصول مشابهی با میکروسکوپ فاز متضاد دارد، با این برتری که به کمک آن اطلاعات کمی، را نیز می‌توان بدست آورد. به کمک این دستگاه می‌توان اختلافات فاز نوری ساختمان‌های مختلف سلولی را مشخص کرد، و در نتیجه وزن خشک نسبی آنها را سنجید. علاوه بر این میکروسکوپ تداخلی امکان می‌دهد که تغییرات جزئی و ممتد ضریب شکست را مشخص سازیم در حالیکه میکروسکوپ فاز متضاد تنها ضریب شکست‌های ناپیوسته را آشکار می‌سازد. در میکروسکوپ تداخلی، تغییرات فاز بوسیله تغییرات رنگ و تا آن حد مشخص می‌شود که سلول زنده ممکن است شبیه سلولی تثبیت شده و رنگ‌آمیزی شده به نظر برسد.

یک دسته از شعاع‌های نورانی از جسم می‌گذرند و دسته دیگر بدون عبور از جسم وارد دستگاه می‌شوند. سپس این دو دسته پرتو با یکدیگر تلاقی کرده و تداخل

پیدا می‌کنند. با میکروسکوپ تداخلی می‌توان ضخامت جسم، تراکم ماده خشک و مقدار آب آنرا همزمان با هم و با اندازه‌گیری‌های پیوسته (پشت سرهم) اختلافات فاز نوری در دو محیط که ضریب شکست آنها مشخص است اندازه‌گیری کرد.

۵- میکروسکوپ زمینه تاریک (Dark field microscope)

اساس ساختمان این میکروسکوپ همانند میکروسکوپ نوری معمولی است با این تفاوت که دیافراگم کندانسور آن به نحوی ساخته شده که بخش میانی آن غیرشفاف و مانع عبور پرتوهای نوری مرکزی است. پرتوها تنها از کناره‌های دیافراگم و به طور مایل به جسم می‌تابند.

موارد استفاده از میکروسکوپ زمینه تاریک به شرح زیر است:

۱- بررسی ساختمان درونی امکان پذیر نیست و فقط وجود هسته، هستک، میتوکندری و پلاست‌ها مشخص می‌شود که به تناسب بزرگی و تراکم خود درخشندگی متفاوتی دارند.

۲- مشاهده جنبش ذرات موجود در محلول‌های به حال کلوئیدی (جنبش براونی).

۳- دیدن نمونه‌های خاص مثل میکروب سفلیس.

۴- مشاهده ذرات کوچک شفاف مثل شیلومیکرون‌ها (Chylomicron) (ذراتی که سبب جذب کلسترول و تری‌گلیسرید از روده باریک می‌شوند) که در زمینه روشن قابل مطالعه نمی‌باشند.

در میکروسکوپ زمینه تاریک ضخامت لام دارای اهمیت است. لام باید تمیز و عاری از چربی بوده و عدسی شیئی در کانون کندانسور قرار گیرد. چون فاصله کانونی کندانسور $1/2 \text{ mm}$ می‌باشد، بنابراین اگر ضخامت لام زیاد باشد کانون کندانسور در زیر عدسی شیئی قرار می‌گیرد و نور ضعیفی به عدسی شیئی می‌رسد. در هنگام استفاده لام‌های نازک فاصله بین کندانسور و لام باید از روغن سدر پر شود.