الجلسة العملية الأولى والثانية

المجاهر وأدوات التشريح

يُستخدَم المجهر لتكبير الأشياء الصغيرة التي لا يمكن رؤيتها بالعين المجردة، ومشاهدتها بوضوح لغايات دراسة تفاصيلها الدقيقة والتعرف إلى أجزائها، ويُوجد العديد من المجاهر التي تختلف طبيعتها واستخداماتها طبقاً للغرض المستخدمة من أجله وأبسطها وأشهرها المجهر الضوئي بنوعيه البسيط والمركب وهو الأكثر استخداماً والأرخص ثمناً.

وللمجاهر أهميةٌ كبرى في علم الأحياء، ودراسة الكائنات الحية، والمواد غير الحية، كما أنَّ لها استخدامات متعددة في الحياة العملية، ويجب التعامل معها بحذر، لأنها أجهزة حسَّاسة وثمينة.

- **المجهر (Microscope)**: هو جهاز يَختصّ بتكبير الأشياء والأجسام الصّغيرة ممّا يُسهِّل دراستها، وهو مفيد بشكلٍ خاص لعلماء الأحياء الذين يقومون بدراسة الكائنات الحيّة، والخلايا التي تحتاج إلى وسائل وتقنيّات متطوّرة لتسهيل دراستها.

ولا تقتصر وظيفة المجهر على التكبير (Magnification) أي إظهار المادة التي يتم دراستها بحجمٍ أكبر، بل تتعداها إلى إظهار التفاصيل، وهو ما يُعرَف بالتمييز (Resolution).

- **أهميّة المجهر:**

يُستخدم المجهر بشكل أساسي لدراسة الكائنات الحية الدقيقة كالبكتيريا، والأميبا، والطحالب، وغيرها من الكائنات وحيدة الخلية، والنباتات، ومعرفة الكثير عن عالمها، ودراسة الخلايا الحية، وأجزائها، ومكوّناتها.

كما يستخدم في العديد من المجالات الأُخرى كدراسة المواد الفلزية والتأكد من سلامتها من الشُّقوق، والعيوب، والتصدُّعات، بالإضافة إلى دراسة بنيتها البلوريَّة.

- **المجاهر الضوئية (Optical microscopes) واستخداماتها:**

يَستَخدِم المجهر الضوئي (Optical microscopes) الضوء ومجموعة من العدسات لتكبير العيّنة؛ حيثُ يُعدّ من أكثر أنواع المجاهر انتشاراً وأبسطها، كما أنّه مُنخفض التكلفة، ومن مزاياه أنّه يوفّر إمكانية مراقبة أنشطة الخلايا الحية، مثل: الحركة، والانقسام، وامتصاص الغذاء.

- **المجهر الضوئي البسيط (Simple Optical Microscope)** يُعتبر أحد أنواع المجاهر الضوئية، وهو مجهر مُكوّن من عدسة واحدة فقط.

(المجهر الضوئي البسيط)

- **المجهر الضوئي المركَّب (Compound Optical Microscope):**

تتكوّن أبسط أنواع المجاهر الضوئية المركبة من عدسة عينيّة (Ocular lens) يمكن من خلالها رؤية العيّنة المراد دراستها، وعدسة شيئية (Objective lens) سُمّيت بهذا الاسم لأنّها تكون قريبة من الشيء المراد تكبيره، أمّا المجاهر المركبة الحديثة فهي أكثر تعقيداً، وتتكوّن من عدسة عينيّة و2–4 من العدسات الشَّيئيّة بالإضافة إلى مصباح كهربائي، أو مرآة تعمل على توجيه الضوء نحو الشريحة الزجاجية الشفافة التي تُوضع عليها العينة.

يمكن التحكم في بُعد العدسات الشيئيّة عن العينة من خلال الضابط الكبير الذي يُستخدم للضبط التقريبي، والضابط الصغير للضبط الدقيق.

تُوضع العينة –التي يجب أن تكون رقيقة–على الشريحة الزجاجية ويتمّ توجيه الضوء إليها، فتقوم العدسة الشيئيّة بتكبيرها، ثمّ تمرّ الصورة المكبَّرة عبر العدسة العينيّة التي تقوم بتكبيرها 10 مرات؛ أي (10×).

(المجهر الضوئي المركّب)

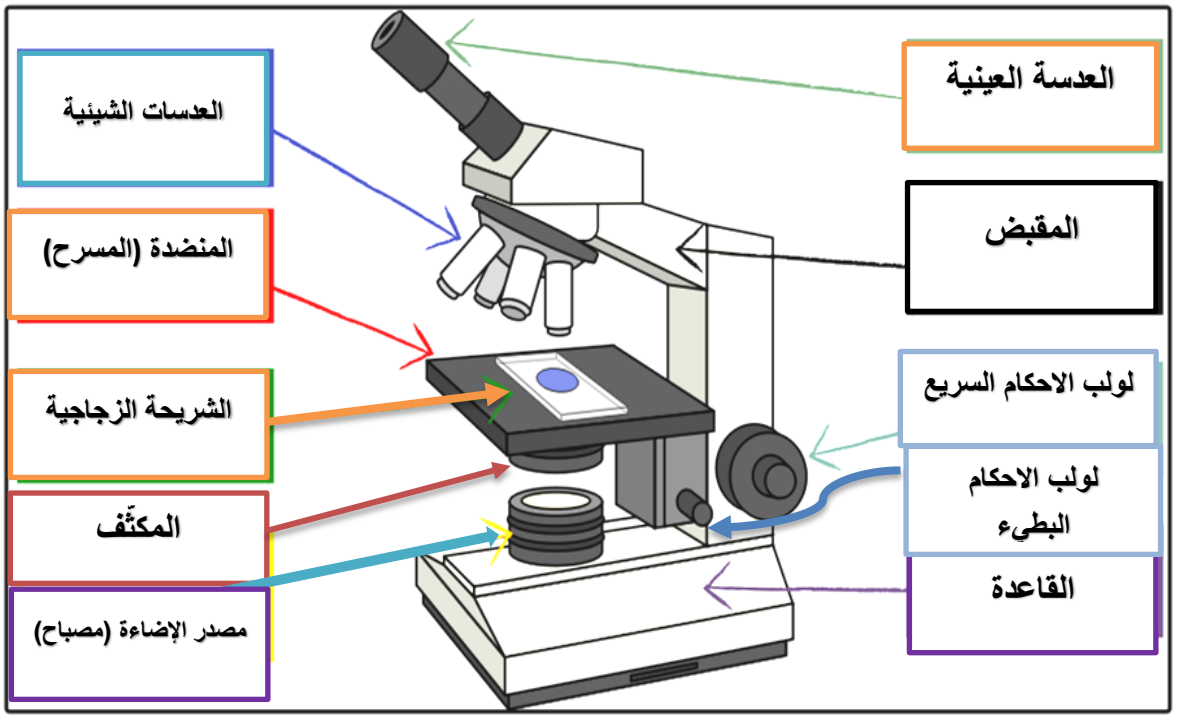
- **أجزاء المجهر الضوئي:**

1. المقبض (الحامل): يُساعِد في حمل المجهر ونقله، ويَتَّصِل من الأعلى بأنبوب ومن الأسفل بقاعدة المجهر. يتصل أيضاً بالمقبض المنضدة حيث يوضع عليها المُحضَّر المدروس. يوجد في منتصف المنضدة فتحة تسمح بمرور الأشعة الضوئية وتجهّز المنضدة بمشبكين يستخدمان في تثبيت المحضر عليها، ويوجد في الناحية السفلى للمقبض لولبا الاحكام السريع والبطيء اللذان يقومان بدور تحريك اللوحة إلى الأعلى أو إلى الأسفل لتأمين الرؤية الدقيقة للمحضّر.
2. لولب (ضابط) الإحكام السريع: يُستَخدم للضبط خلال دراسة المُحضَّر المجهري بالعدسة الشيئية ذات التكبير الضعيف، حيث يمكن تدويره لرفع أو خفض العدسات الشيئية عن المُحضَّر المجهري.
3. لولب (ضابط) الإحكام البطيء: يُستَخدم للتقريب عند دراسة المُحضَّر بالعدسات الشيئية ذات التكبير الأقوى.
4. الأنبوب: يحمل الأنبوب في ناحيته العلوية العدسة العينية وفي ناحيتها السفلية القرص الدوار الذي يكون مزود بالعدسات الشيئية.
5. عدسة عينية: وهي مثبتة في الطرف العلوي للأسطوانة المعدنية (الأنبوب) الموجودة في أعلى جزء من المجهر ومن خلال هذه العدسة تَنظُر العين إلى الداخل لرؤية العينة المراد فحصها، وتتألف العدسة العينية من عدستين إحداها عُلوية والأُخرى سفلية، ويمكن استبدال العدسة العُلوية عند الحاجة.
6. عدسات شيئية (جسمية): تُستخدم لتكبير العينة وهي مُثبَّتة على قرص متحرك بالطرف السفلي للأسطوانة المعدنية (الأنبوب) وتكون قريبة من الشيء المراد تكبيره أو العيّنة المراد فحصها، لذلك سميت بالعدسات الشيئية، ويتراوح عدد هذه العدسات بين (2 –4) عدسات، وتُثبَّت هذه العدسات في قرصٍ دائريّ يُستخدم

للتبديل بينها، وتختلف كلّ عدسة في قوة تكبيرها عن العدسات الأُخرى، ويُكتب على جانب كلِّ عدسة شيئيَّة عادة قوَّة تكبيرها، **ومن هذه العدسات:**

a. العدسة الشيئية الكبرى: وقوة تكبيرها عادة (40×).
b. العدسة الشيئية الوسطى: وقوة تكبيرها عادة (10×).
c. العدسة الشيئية الصغرى: وقوة تكبيرها عادة (4×).
d. العدسة الزيتية الغاطسة: وتصل قوة تكبيرها عادة إلى (100×).

7. منضدة (مسرح): مسطح مستوٍ يمكن رفعه أو خفضه أو يكون ثابتاً، وفي وسطه توجد فتحة وماسكان (مشبكان) معدنيان لتثبيت الشريحة الزجاجية التي توضع عليها العينة المطلوب تكبيرها.
8. المُكثِّف: يقع أسفل المنضدة، ويُستخدم لتجميع الضوء على العينة، وإضاءتها بشكلٍ مناسب.
9. مصدر الإضاءة (مصباح أو مرآة): يوجد هذا المصدر عند قاعدة المجهر، ويكون إمّا مصباحاً كهربائياً، أو مرآة تُستخدم لتوجيه الضوء على العينة لينفذ من فتحة المنضدة ويسلط على العينة المثبتة على الشريحة.



- **قوة تكبير المجهر المركّب:**

يُعرف المجهر المركب بهذا الاسم؛ لاحتوائه على عدستين للتكبير، إحداهما هي العدسة العينية، والأخرى هي العدسة الشيئيَّة، وتعتمد قدرة المجهر المركب في التكبير، على قوَّة العدسات المستخدمة في تركيبه، وكلما ازدادت قوة تكبير المجهر، ازدادت إمكانية رؤية تفاصيل أدق للعينة من قبل الفاحص.

يُمكن حساب قدرة تكبير المجهر للعينة عن طريق حساب حاصل ضرب قوة تكبير العدسة العينية، بقوة تكبير العدسة الشيئيّة، ليكون الناتج مقدار التكبير الكلي للمجهر المركب، **فمثلاً:** إذا كانت قوة تكبير العدسة العينية (10×)، وقوة تكبير العدسة الشيئية (40×)، يكون الناتج الكلي للتكبير لهذا المجهر 400×، حيث تعني (×) عدد مرات التكبير. وتتراوح قوة تكبير هذا المجهر عادةً بين 40، 1000 مرَّة عن الحجم الطبيعي للعينة.

يصل التكبير النموذجي للمجهر الضوئي المركب إلى 1500 مرة، بينما تصل قوة التمييز إلى 0.2 ميكروميتر.

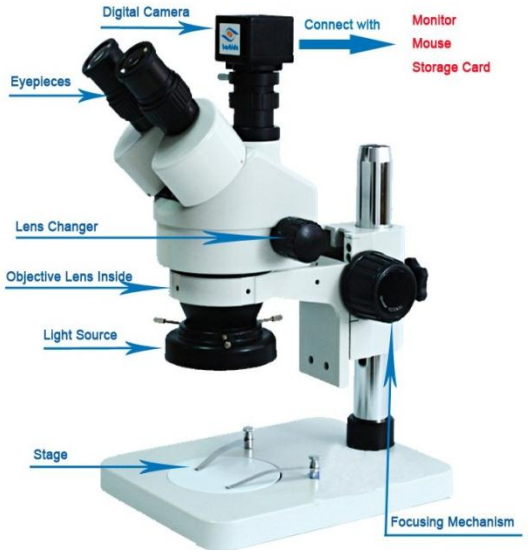
ويسمى عامل التكبير هذا قدرة التكبير Power of magnification للعدسة الشيئية، والتي يرمز إليها في هذه الحالة بـ 40×، ومن ناحيةٍ أُخرى تُكبّر العدسة العينية العينة 10 مرات (10×).

- **تُعرّف قوة التمييز (أو قوة الفصل) Resolution:** بأنّها القدرة على تمييز أقصر مسافة بين نقطتين على الشريحة، وتعتمد على طول الموجة للضوء المستخدم، فتزداد قدرة المجهر على تمييز التفاصيل الصغيرة للعينة كلّما كان الطول الموجي للضوء أقصر.

كما تتكوّن المجاهر الضوئية من نوعين آخَرَين هما:

1- المجهر التشريحي (Stereo or Dissecting Microscope):

يتكوّن المجهر التشريحي من عدستين عينيتين، وعدسات شيئية، ويعطي صورة ثلاثية الأبعاد لسطح العينة المراد دراستها ومكبَّرة خمسين مرة أو أقل. يُستخدم المجهر التشريحي في عمليات التشريح، والجراحة المجهرية، وصناعة الساعات، ودراسة العينات التي يمكن رؤيتها بالعين المجردة مثل الحشرات، والبلورات.



2- المجهر الإلكتروني (Electron Microscope):

المجاهر الإلكترونية أقوى بكثير من المجاهر الضوئية، ويمكن لبعض المجاهر الإلكترونية أن تظهر حتى محيط ذرّات منفصلة في إحدى العينات، يُستخدم المجهر الإلكتروني في العديد من المجالات، إذ يُستخدم لدراسة الكائنات الحية الدقيقة، والخلايا، وعينات الخزعات الطبية، والبُنية البلوريّة للمعادن، بالإضافة إلى الدراسات الخاصة بضمان الجودة، وتصنيع أشباه الموصلات (semiconductor device fabrication).

يَستخدِم المجهر الإلكتروني شعاعاً من الإلكترونات التي تقوم بتكبير الأجسام بدلاً من استخدام الضوء المرئيّ، ويمتاز بقدرة على التكبير أكثر بكثير ممّا تُوفّره المجاهر الضوئية، إذ يمكن تكبير العيّنة مليونيّ مرة، كما أنّ قدرته على إظهار التفاصيل أكبر؛ لأنَّ الطول الموجي للإلكترونات أصغر بكثير من الطول الموجي للضوء، ومن أنواعه:

a. **المجهر الإلكتروني النافذ (Transmission Electron Microscope)**: يُستخدم هذا النوع من المجاهر لدراسة المحتويات الداخلية للعينة، ويعتمد في عمله على إطلاق حزمة من الإلكترونات من مصدر كهربائي قوي يُعرف بـ Electron gun عبر شريحة عيّنة رقيقة جداً ويتمّ تركيز الإلكترونات باستخدام العدسات الكهروستاتيكية والكهرومغناطيسية، عند اصطدام هذه الإلكترونات بالعينة فإنّ بعضها يتمكّن من المرور خلالها وبعضها الآخر يتشتت، فعند خروج الإلكترونات التي اخترقت العينة فإنّها تكون محملّة بالمعلومات، وعندما تصل هذه الإلكترونات إلى شاشة عرض مفلورة مغطّاة بمادة فسفورية تظهر عليها صورة العيّنة مُكبَّرة. تقوم العدسات المغناطيسية بتكبير الصورة وضبطها بؤرياً على شاشة أو لوحة تصوير فوتوغرافي.

يُكبّر المجهر الإلكتروني النافذ الأشياء حتى 200.000 مرة، لكن من سلبياته أنه لا يمكن استخدامه لمشاهدة العينات وهي حية.

b. **المجهر الإلكتروني الماسح (Scanning Electron Microscope):** يعمل المجهر الإلكتروني الماسح بطريقة مختلفة عن المجهر الالكتروني النافذ، وذلك لأنَّ الإلكترونات التي تصل إلى العينة تُسبب إطلاق إلكترونات ثانويّة منخفضة الطاقة من العينة، ثمّ يتم بعد ذلك رصد الإلكترونات الثانويّة من قِبل شاشة فتتكون صورة مكبرّة وثلاثية الأبعاد لسطح العينة، يزودنا هذا النوع من المجاهر بصور مجسمة، ولا ضرورة لتقطيع العينة إلى شرائح من أجل رؤيتها، إنما يكفي رشها بطلاء معدني رقيق، تُرسل حزمة من الإلكترونات فوق سطح العينة، مما يدفع بالطلاء المعدني إلى إطلاق وابل من الإلكترونات نحو شاشة فلورية أو لوحة تصوير فوتوغرافي، فتعطي صورة لسطح الشيء المدروس.

تستطيع المجاهر الإلكترونية الماسحة تكبير الأشياء حتى 100000 مرة، إنما لا يمكن استخدامها لمشاهدة العينات وهي حية.

c. **المجهر الالكتروني النافذ الماسح (Scanning Transmission Electron Microscope):**

d. **المجهر الالكتروني العاكس (Reflection Electron Microscope)**: وهو شبيه بالمجهر الإلكتروني النافذ، إلّا أنّ تكوين الصورة يتم اعتماداً على رصد الأشعة المنعكسة عن سطح العينة.

- **عيوب المجاهر الإلكترونية:** بالرغم من الفوائد العديدة التي تقدمها المجاهر الالكترونية، إلّا أنَّ لها بعض العيوب ومنها:

1. ارتفاع تكلفتها، كما أنَّ تكاليف صيانتها مرتفعة.
2. الحاجة إلى الدقّة والخبرة عند إعداد العينة المراد دراستها.
3. الحاجة إلى وضع طبقة رقيقة من المعدن على العينة مثل الذهب، للسماح للإلكترونات بالانعكاس عنها.
4. عدم إمكانية استخدامها لمراقبة الخلايا الحية، وذلك لأنّ العينة يجب أن تخضع للتجفيف، ولجرعة عالية من الإشعاع مما يؤدي إلى موتها.
5. تشغل حيّزاً كبيراً.

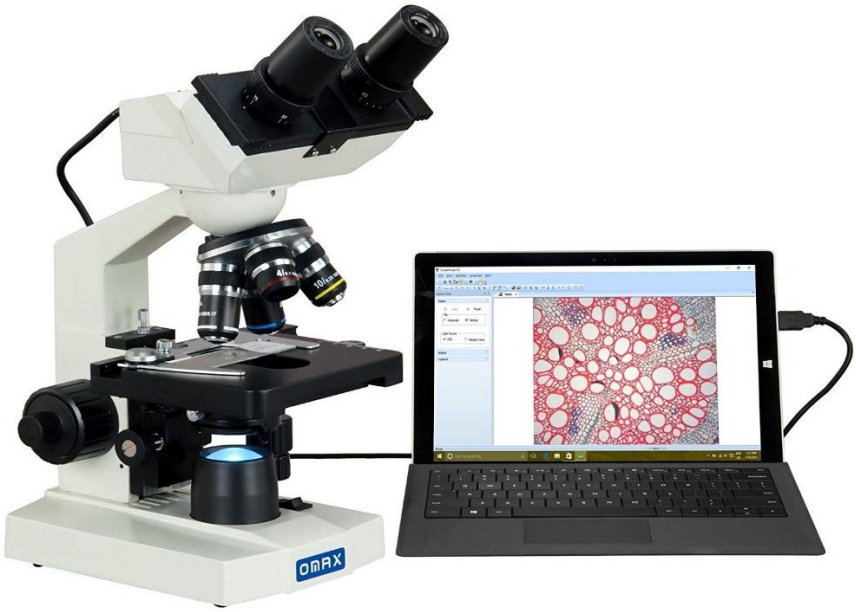
- **استخدام المجهر والتعامل مع العينات:**

يَستَعمِل علماء الأحياء عادةً لرؤية الكائنات الحية الصغيرة والخلايا مجهراً ضوئياً مركباً Compound light microscope، ولكي ترى بواسطة المجهر الضوئي المركب تضع العينة على شريحة زجاجية، لكن يجب أن تكون العيّنة رقيقة بما يكفي لتصبح شفافة، أو أن تكون صغيرة جداً.

تُوضَع الشريحة التي تحمل العينة فوق فتحة في منضدة المجهر، ومن مصدر ضوء، كمرآة أو مصباح مثبت في القاعدة، يوجَّه الضوء إلى الأعلى، ويمر الضوء عبر العينة وعبر العدسة الشيئية Objective lens الموضوعة مباشرةً فوق العينة، فتكبر العدسة الشيئية تلك العينة، بعد ذلك يتم إسقاط الصورة المكبرة عبر الأنبوب نحو العدسة العينية Ocular lens المثبتة في قطعة العين Eyepiece حيث تكبر أكثر.

تحتوي معظم المجاهر الضوئية على مجموعة عدسات شيئية ذات درجات تكبير مختلفة، يمكن اختيار عدسة وتركيزها في حقل الرؤية عبر تدوير القرص الحامل للعدسات.

بعض المجاهر الحديثة تم تزويدها بكاميرات رقمية سلكية أو لا سلكية وبشاشات لمس الكترونية لعرض العينة المكبّرة تحت العدسة مع امكانية التحكم بإطار الشاشة والوضوح وتسجيل فيديو وأخذ لقطات للشاشة أو صور وحفظها، مع إمكانية وصلها بأجهزة العرض والحواسيب والموبايلات وإدارتها عبر برامج خاصّة بها.



أدوات التشريح:

- تتطلَّب دراسة علم الحيوان بشكل عملي أدوات خاصّة للتشريح تكون موجودة في حقيبة خاصة، كما يجب توفر أدوات للرسم ودفتر مخصص لذلك.
- سيتم دراسة بعض المُحضَّرات المجهريّة التي ستكون مُحضَّرات وحيدة الخلية الحيوانية أو لأنواع النسج الأساسية عند الحيوانات الفقارية أو لحيوان بكامله أو لمقطع عرضي في جسم هذا الحيوان أو لأحد أعضائه، أما القسم الثاني من الجلسات العملية لعمل الحيوان سيكون لدراسة بعض الكائنات الفقارية واللافقارية وتشريحها.
- يلزم الطالب في أثناء دراسة المُحضَّرات المجهريّة الجاهزة أدوات رسم وهي:
  - دفتر تشريح (ورقة مخططة لكتابة الملاحظات والتصنيف العلمي عليها وورقة رسم تستخدم فقط لرسم المحضر وكتابة المسميات عليها)
  - قلم رصاص وممحاة ومسطرة مرقمة.
- ويلزمه في أثناء تشريح الحيوانات أو الأعضاء علبة تشريح يجب أن تحتوي على:
  - مقص كبير عريض النهاية.
  - مقص رفيع النهاية.
  - مشرط حاد ويوجد له عدّة أنواع ومقاسات، ويفضّل أن يكون من النوع الذي تكون فيه الشفرة قابلة للإزالة.
  - حربة مدبّبة.
  - ملاقط خاصّة.
  - إبرة تشريح (مسبر).

- أوراق خاصّة لتنظيف العدسات.
- قطعة قماش لتجفيف أدوات التشريح.
- دبابيس لتثبيت الحيوان الذي يراد تشريحه.
- صدرية (مريول) أبيض.
- قفازات مطاطية طبّية وكمّامة.

- قواعد وخطوات التشريح:

1- احضار أدوات التشريح المذكورة سابقاً وارتداء المريول الأبيض والقفازات الطبية والكمامة قبل البدء.

2- الالتزام بالنظافة والعقامة والانتباه عند استخدام الشفرات الحادة وأدوات التشريح.

3- تخدير أو قتل الحيوان المراد تشريحه (حسب الغرض من الدراسة).

4- وضع الحيوان المراد تشريحه وسط الحوض (صينية التشريح).

5- يتم تثبيت الحيوان المراد تشريحه بدبابيس تُغرز بشكل مائل في الشمع أو لوح الفلين أو الخشب، ولا يجوز غرز أدوات التشريح في هذا الشمع أما الحيوانات التي يُراد تشريحها على لوح خشبي فتثبت بواسطة أطرافها الأمامية والخلفية بخيوط قنّب تنتهي بمسامير متوضّعة في زوايا اللوح الخشبي.

6- البدء بتشريح الحيوان وسط الحوض المخصّص أو اللوح المخصص لذلك بعد تثبيته.

- تطبيقات في استعمال المجهر الضوئي:

- دراسة الكريات الحمراء عند الانسان:

لإعداد مُحضَّر الكريات الحمراء عند الإنسان نتبع الخطوات التالية:

1. تُستخدم شريحة وساترة جديدة، أو تُغسل صفيحة زجاجية وساترة بالماء والصابون جدياً وتترك حتى تجفّ.
2. يُعقّم دبوس على النار، وتُعقّم الاصبع بالكحول ثمَّ يوخز الاصبع بالدبوس أو الابرة بوخزة قوية نسبيّاً وسريعة، ثمّ توضع قطرة من الدّم في وسط الصّفيحة الزجاجيّة، ويمكن إضافة قطرة من الماء الفيزيولوجي وذلك للمحافظة على الكريّات بحالة مشابهة لحالة وجودها في الدّم.
3. تُسحَب قطرة الدّم بأحد أضلاع السّاترة بحيث تتكوّن طبقة رقيقة متجانسة من الدّم.
4. يُستر الجزء المتوسط من الطبقة الرّقيقة بالساترة ويجب أن يكون هذا الجزء في وسط الشريحة، ثم نفحصها بقوات تكبير مختلفة.

نهاية الجلسة العملية الأولى والثانية