برنامج مقياس تعليمي موجه لطلاب المدارس العليا للأساتذة ومؤسسات التكوين الملحق بها

ملح المتكّون المستهدف: أستاذ التعليم المتوسط/ أستاذ التعليم الثانوي لمادة العلوم الطبيعية					
السداسي: الأول	المستوى: السنة الأولى				
الحجم الساعي الكلي	الأعمال التطبيقية	المحاضرات	المعامل	الرمز	عنوان المقياس
6 سا	3 سا	3 سا	4	BIOC13	علم الخلية
<p>القدرات و/أو الكفاءات المستهدفة (الأهداف التعليمية): تمكين الطالب من تعريف الخلية كوحدة بنوية للكائنات الحية، ووصف مختلف الآليات الخلوية كالنقل داخل الخلية، والانقسام والدورة الخلوية. كما يُنتظر منه التمييز بين الخلية النباتية والحيوانية، وربط البنية بالوظيفة عند دراسة مختلف المكونات الخلوية. إضافة إلى ذلك، يُطوّر المتعلم مهارة استخدام المجهر الضوئي، وتحليل صور المجهر الإلكتروني، مع القدرة على إنجاز رسومات علمية دقيقة لمكونات الخلية، مع تحديد البيانات والعناوين وفقاً للمعايير البيولوجية المعتمدة.</p>					
<p>القيم والسلوكيات المنتظرة: تُجسّد القيم والسلوكيات المنتظرة من خلال توظيف المعارف المكتسبة حول بنية ووظائف الخلية في تحليل ظواهر علمية وحياتية، مثل تفسير بعض الآليات المرتبطة بظهور الأمراض أو فهم التفاعلات الحيوية. كما يُنتظر أن يُستلهم من التنظيم الدقيق للخلية نموذجاً للحياة المتوازنة في البيئة، مما يُعزز لدى الطالب-الأستاذ روح الملاحظة، والربط بين العلم والحياة اليومية، ويُنمي لديه حسّاً تربوياً قائماً على التفسير المنطقي والوعي البيئي.</p>					
<p>المكتسبات القبلية اللازمة: يُفترض بالطالب أن يكون على دراية بمفهوم الخلية كوحدة بنوية ووظيفية للكائنات الحية، وأن يمتلك معلومات أولية حول بنيتها كما تُشاهد بالمجهر الضوئي والإلكتروني. كما يجب أن يكون ملماً بمكونات النواة الأساسية، ويُميز بين وسائل الرصد المجهرية المختلفة، لا سيما من حيث درجة الدقة والوظيفة، تمهيداً لفهم أعمق لبنية الخلية ووظائفها.</p>					
<p>أشكال تقويم تحقق الأهداف: تُعتمد صيغ تقويم متنوعة لقياس مدى تحقق الأهداف التعليمية، منها إنجاز بحوث فردية أو جماعية حول مواضيع خلوية، والمشاركة في أعمال تشاركية كتصميم مجسمات. يُكلّف الطلبة أيضاً بإنشاء خرائط ذهنية تُبرز ترابط المفاهيم وتسلسلها، وإعداد فيديوهات تعليمية تفاعلية باستعمال أدوات الذكاء الاصطناعي. كما تُقيّم تقارير الأعمال التطبيقية التي تتضمن ملاحظات مجهرية ورسومات علمية، بالإضافة إلى اختبارات تحصيلية لقياس مدى فهم المفاهيم وتطبيقها.</p>					

الحجم الساعي	توجيهات بيداغوجية للبناء والإرساء والتقويم التكويني		الموارد المعرفية المغذية للقدرات و/أو الكفاءات المستهدفة
	الجانب العملي (أعمال تطبيقية)	الجانب النظري (المحاضرات)	
42 ساعة محاضرات 42 ساعة أعمال تطبيقية	<p>يُبنى الجانب العملي لهذا المحور كحصة تأسيسية محورية، تُمثّل مدخلاً منهجياً لجميع الأعمال التطبيقية اللاحقة. وتهدف هذه الحصة إلى إكساب الطالب-الأستاذ المهارات الأساسية في التعامل مع الخلية ككائن مجهري، عبر أدوات وتقنيات حديثة تمكّنه من ملاحظتها وفهم بنيتها بدقة علمية . يبدأ النشاط العملي بتقديم مفهوم سلم الأحجام المجهرية، حيث يتعلم الطالب مقارنة أبعاد الخلايا مع وحدات القياس المناسبة (الميكرومتر، النانومتر)، مما يرسّخ وعياً دقيقاً بحجم العناصر البيولوجية المختلفة .</p> <p>يُستكمل التعلم من خلال التعرف على أنظمة الرؤية المجهرية، بداية بالمجهر الضوئي ومكوناته، مروراً بالمجهر الإلكتروني بأنواعه (الماسح والنافذ)، مع إبراز الفرق بينهما من حيث القدرة الفاصلة، ومستويات التكبير، ومجال الاستعمال. تُدرج أنشطة مقارنة تحليلية تمكّن الطالب من إدراك الوظيفة التقنية لكل نوع، وتعزز لديه القدرة على تفسير الصور المجهرية. كما يتعرّف على خطوات تحضير العينات لكل نوع من المجاهر (التركيز على تقنيات</p>	<p>يُستهل هذا المحور بعرض بصري لتاريخ اكتشاف الخلية، من خلال صور توضيحية للمجهر البدائي الذي استخدمه روبرت هوك سنة 1665 لملاحظة خلايا الفلين، مما يساعد الطالب على إدراك البدايات الفعلية للمعرفة المجهرية. كما تُعرض رسومات توثّق ملاحظات أنطوني فان ليفينهوك للكائنات الدقيقة، في سياق يعزّز فهم الطالب لأهمية الأدوات في تطور المعرفة العلمية.</p> <p>يُقدّم بعد ذلك مدخل عام لعلم الخلية، يُدمج فيه البعد التاريخي والنظري، لتتبع تطور هذا العلم من مجرد مشاهدات وصفية إلى مجال دقيق مدعوم بتقنيات حديثة. يُبرز هذا العرض كيف أسهمت جهود العلماء الأوائل في تأسيس علم الخلية كمجال مستقل، مركزي في جميع فروع علوم الحياة.</p> <p>ثم تُشرح مبادئ النظرية الخلوية، كما صاغها العالمان الألمانيان شلايدن (Matthias Schleiden) وشوان (Theodor Schwann) بين عامي 1838-1839، مع</p>	<p>المحور الأول: مدخل عام إلى علم الخلية</p> <p>يُقدّم علم الخلية كأحد الفروع الأساسية في علوم الحياة، يُعنى بدراسة بنية الخلية ووظائفها وتنظيمها الحيوي، مما يجعله ضرورياً لفهم الظواهر البيولوجية على مختلف المستويات.</p> <p>يُعزّز هذا المدخل باستعراض تاريخي لاكتشاف الخلية، من ملاحظات روبرت هوك إلى إسهامات فان ليفينهوك، مع إبراز أثر التطورات المجهرية في تقدم المعرفة الخلوية.</p> <p>تُعرض المبادئ الثلاثة للنظرية الخلوية بوصفها أساساً لفهم الحياة: كل الكائنات تتكون من خلايا، الخلية هي وحدة الحياة، والخلايا تنشأ من خلايا سابقة.</p> <p>ويُختم المحور بعرض تسلسلي لمستويات التنظيم البيولوجي من الجزيء إلى الكائن الحي، ما يُمكن الطالب-الأستاذ من الربط بين التفاصيل المجهرية والتكامل البنوي في الكائنات الحية.</p>

<p>التلوين). يُتدرَّب الطالب عمليًا على استعمال المجهر الضوئي، من خلال ضبط الإضاءة، تركيز الصورة، واختيار العدسات المناسبة، بينما تُستثمر صور من المجهر الإلكتروني لتحليل البنية الدقيقة لبعض الكائنات المجهرية، وخاصة الفيروسات، بهدف التمييز بين بنيتها وشكلها، وفهم طبيعتها غير الخلوية.</p>	<p>التركيز على ثلاثة مبادئ أساسية: 1. جميع الكائنات الحية تتكون من خلايا، 2. الخلية هي الوحدة البنوية والوظيفية الأساسية، 3. كل خلية تنشأ من خلية أخرى. يُدمع هذا العرض بأمثلة تساعد الطالب على إدراك أهمية النظرية في تفسير تنوع الكائنات الحية ووحدتها.</p>	
<p>يُخصَّص الجانب التطبيقي لهذا المحور لتدريب الطالب على ملاحظة الفروق البنوية بين أنواع الخلايا، عبر توظيف المجهر الضوئي والمجهر الإلكتروني كوسيلتين تكمليتين لفهم البنية الخلوية. يبدأ النشاط العملي باستعمال المجهر الضوئي لمعاينة خلايا حية من نماذج مختلفة، تشمل خلية بكتيرية، خلية نباتية (مثل بشرة ورقة البصل)، خلية حيوانية مثل خلايا الظهارة الفموية أو برامسيوم (الأوليات الحيوانية). يُوجَّه الطلبة نحو التمييز بين مكونات الخلية المشاهدة تحت المجهر الضوئي، مع تسجيل الملاحظات، وتمثيلها برسم علمي يبرز الفروق في الشكل، القد، والمكونات الخلوية. في المرحلة الثانية، يُستكمل الدرس بتحليل صور لمختلف أنواع الخلايا التقطت بالمجهر الإلكتروني النافذ (MET)</p>	<p>يُفتح المحور بالتطرق إلى الأشكال اللاخلوية، من خلال تعريف الفيروسات وشرح بنيتها الأساسية. يُطرح سؤال إشكالي للنقاش: هل يُعد الفيروس كائنًا حيًّا؟، بهدف تحفيز التفكير العلمي وتعزيز المقاربة الجدلية. يُعزز هذا العرض بتحليل صور مجهرية وإبراز خصائص الفيروسات التي تميزها عن باقي الكائنات الحية، مثل عدم قدرتها على التكاثر الذاتي خارج الخلية المضيفة. كما يتم شرح آليتي التكاثر الفيروسي: دورة التحلل ودورة الاندماج، مع التركيز على التفاعلات الخلوية التي تحدث داخل الخلية المصابة. في مرحلة ثانية، تُقدَّم الأشكال الخلوية من خلال تمييز طليعات النواة عن حقيقيات النواة. يتم توضيح خصائص كل نوع، حيث تتميز طليعات النواة بغياب نواة حقيقية وعضيات غشائية، مع عرض مكوناتها الأساسية: الجدار</p>	<p>المحور الثاني: تقسيم الكائنات الحية حسب الخلية يُعرّف هذا المحور الطالب-الأستاذ بتصنيف الكائنات الحية بناءً على بنيتها الخلوية، مبررًا التمايز بين الأشكال اللاخلوية والخلوية، وعلاقة ذلك بمستوى التعقيد الحيوي. أولاً: الكائنات اللاخلوية - الفيروسات تُدرس الفيروسات من حيث تعريفها وخصائصها العامة، وتركيبها. كما تُعرض آليات تكاثرها وفق نمطي دورة التحلل ودورة الاندماج. ثانيًا: الكائنات الخلوية طليعات النواة: تتميز بغياب النواة الحقيقية والعضيات الغشائية. تشمل البكتيريا والبكتيريا الزرقاء. يُعرض</p>

<p>والمجهر الإلكتروني الماسح (MEB)، بهدف التعرف على البنية الدقيقة غير المرئية بالمجهر الضوئي. تُوظف هذه الصور لدراسة الفروقات الدقيقة بين الخلايا، وتعميق الفهم البنيوي.</p> <p>تهدف الحصة إلى تمكين الطالب من اكتساب كفاءة تقنية في استعمال المجهر الضوئي، التمييز بين الخلايا المختلفة على أساس البنية والوظيفة.</p>	<p>الخلوي، الغشاء البلازمي، السيتوبلازم، والمادة الوراثية الحرة، إضافة إلى المكونات غير الدائمة مثل المحفظة والأسواط والأهداب والبلازميد.</p> <p>تُعرض حقيقتات النواة بوصفها خلايا أكثر تطورًا، تحتوي على نواة محاطة بغلاف وعضيات داخلية متخصصة. يُدعم هذا العرض بصور ورسومات خلوية مقارنة بين الخلايا النباتية والحيوانية والبكتيرية، بهدف توضيح الفروق البنيوية والوظيفية، مع استغلالها في النقاشات الصفية وتعزيز القدرة على التفسير البيولوجي لدى الطالب-الأستاذ.</p>	<p>تركيب الخلية البدائية من خلال مكوناتها الدائمة (الجدار، الغشاء، السيتوبلازم، المادة الوراثية) وغير الدائمة (المحفظة، البلازميد، الأسواط، الأهداب).</p> <p>حقيقتات النواة: تتصف بوجود نواة حقيقية وعضيات محاطة بأغشية. من أمثلتها: الخلايا النباتية، الحيوانية، الفطريات، الكائنات وحيدة الخلية ومتعددة الخلايا.</p>
<p>يُستهل الجانب التطبيقي لهذا المحور لدراسة البنية الدقيقة للغشاء السيتوبلازمي من خلال تحليل صور مأخوذة بالمجهر الإلكتروني لغشاء سيتوبلازمي معزول، تُظهر بوضوح البنية ثلاثية الوريقات، حيث يتم التركيز على تموضع الوريقات، سماكتها، مع قياس الأبعاد الدقيقة لهذه البنية. كما تُعرض صور خاصة بالمعطف الخلوي، مما يسمح بفهم التنظيم السطحي الخارجي للغشاء.</p> <p>في الجزء الثاني من العمل التطبيقي، ينتقل الطالب إلى تحليل صور مقاطع طولية وعرضية للزغيبات المعوية والإنغمادات الكيسية في الخلايا الكلوية، بهدف التعرف على مظاهر تمايز الغشاء ودورها في زيادة سطح التبادل.</p> <p>أما في القسم الأخير، فيتم فحص صور مجهرية ثنائية</p>	<p>يُخصَّص هذا المحور لدراسة بنية الغشاء السيتوبلازمي ووظائفه الحيوية، انطلاقًا من صور مأخوذة بالمجهر الإلكتروني التي تُظهر بوضوح البنية ثلاثية الوريقات، بوصفها التفسير البنيوي الدقيق للغشاء. ويُقدَّم التركيب الكيميائي للغشاء في إطار تكاملي يشمل الدهون الفوسفورية، البروتينات الغشائية، والسلاسل السكرية، ضمن ما يعرف بالنموذج الفسيفسائي المائع، الذي طُوِّر من طرف سينغر ونيكلسون (1972)، الذي يُعبّر عن طبيعته الديناميكية والمرنة. يقوم الطالب بمقارنة هذا النموذج والبنية الدقيقة للغشاء ويصل إلى التوافق بينهما.</p> <p>يُسلَّط الضوء على دور الغشاء في التحكم بحركة المواد من وإلى الخلية، سواء من خلال النفوذية الجزئية (الانتشار</p>	<p>المحور الثالث: الأغشية الخلوية- البنية والوظيفة</p> <p>يتناول هذا المحور بنية الغشاء السيتوبلازمي، حيث تُعرض البنية ثلاثية الوريقات كتمثيل دقيق لتركيبه. يتم تفسير مكوناته الكيميائية: الدهون الفوسفورية، البروتينات الغشائية، والسكريات، في ضوء النموذج الفسيفسائي المائع الذي يوضح مرونة الغشاء وديناميكيته.</p> <p>يُبرز المحور وظائف الغشاء في تنظيم النقل الخلوي، سواء عبر النفاذية الجزئية أو بواسطة الحويصلات. يُقدَّم أيضًا تحليل لتمايزات الغشاء في الخلايا</p>

<p>وثلاثية الأبعاد لمختلف أنواع الارتباطات بين الخلايا، مثل الوصلات المحكمة، الفجوية، واللاصقة. تُدعم هذه الصور بمخططات توضيحية تُسهّل تصور الترتيب الجزيئي لهذه البنيات، وتوجّه المتعلم لفهم دقيق لوظيفتها البنوية والتنسيقية داخل النسيج.</p> <p>ويُختتم العمل التطبيقي بإعداد تقرير فردي يتضمّن رسومات علمية دقيقة للبنيات المدروسة، مع توضيح الأبعاد، وتسميات الأجزاء، وشرح مختصر يربط بين البنية والوظيفة</p>	<p>البسيط، الانتشار الميسّر، والنقل النشط)، أو عبر آليات النقل بالحوصلات (كالإدخال والإخراج الخلوي).</p> <p>كما يتناول المحور مظاهر تمايز الغشاء في الخلايا الحيوانية، من حيث البنية والوظيفة، مثل الزغيبات المعوية في الخلايا الطلائية للأمعاء، والانغمادات الكلوية في الأنابيب الكلوية. ويُدرّس أيضًا نظام الارتباطات بين الخلايا: الارتباطات المحكمة، اللاصقة، والفجوية، من حيث بنيتها الجزيئية، وظائفها، وتوزيعها في الأنسجة الحيوانية المختلفة.</p>	<p>الحيوانية، مثل الزغيبات المعوية والانغمادات الكلوية التي تزيد من سطح التماس، إلى جانب دراسة الارتباطات الخلوية (المحكمة، اللاصقة، الفجوية) من حيث بنيتها ووظيفتها وتوزيعها في الأنسجة.</p>
<p>في الجانب العملي، يُخصّص للمحور الرابع حصة واحدة تهدف إلى تمكين الطالب-الأستاذ من ملاحظة وتحليل الهيالولبلازم في سياقه البنوي والوظيفي. تتضمن هذه الحصة دراسة مقاطع مجهرية لخلايا حيوانية أو نباتية تُظهر التوزيع غير المتجانس للهيالولبلازم، وذلك باستخدام المجهر الضوئي.</p> <p>يُطلب من الطالب التعرف على التوزع الداخلي للعضيات داخل الهيالولبلازم، وملاحظة الحركية السيتوبلازمية في خلايا حية إن أمكن (مثل خلايا نباتية مرصوصة كالإوديا). كما يتم دعم النشاط بصور مأخوذة بالمجهر الإلكتروني توضّح تمايز الشبكة السيتوبلازمية واحتواءها على مكونات دقيقة مثل الأنابيب والخيوط الدقيقة. ينجز الطالب في نهاية الحصة رسومات تفسيرية، ويقدم وصفًا</p>	<p>في الجانب النظري من هذا المحور، يتم تقديم الهيالولبلازم كأحد المكونات الأساسية للخلية، إذ يُعرّف على أنه الجزء السائل من السيتوبلازم المحيط بالعضيات، ويُشكل وسطًا حيًا وفعالًا يتم فيه تنظيم معظم الأنشطة الخلوية. يُشرح طبيعة هذا الوسط ومكوناته.</p> <p>يُبرز المحتوى النظري أهمية هذا الوسط الديناميكي، من خلال كونه مسرحًا للتفاعلات الحيوية المختلفة (مثل التحلل، التخليق، النقل)، كما يساهم في الحفاظ على الشكل الخلوي وتوزيع العضيات وتقلها. كما يُناقش دوره في الحركية الخلوية كالإنتشار السيتوبلازمي وحركة الحوصلات، إلى جانب مشاركته في تنظيم الدورة الخلوية بفضل مكوناته الهيكلية.</p>	<p>المحور الرابع: الهيالولبلازم</p> <p>يتناول هذا المحور الهيالولبلازم باعتباره الوسط الأساسي داخل الخلية، حيث يُعرّف كبيئة حية ديناميكية تحتوي على مكونات خلوية دقيقة، وتشكّل مسرحًا لعدد كبير من التفاعلات الحيوية. يُبرز دوره كمادّة أساسية حافظة للعضيات ووسيط فعال للتبادلات والنشاطات الكيميائية داخل الخلية، مما يمنحه وظيفة محورية في التنظيم الخلوي العام.</p>

<p>علمياً دقيقاً للصور، مما يعزز مهاراته في التحليل البنيوي والربط بين المعطيات المجهرية والوظيفة الحيوية.</p>	<p>يُدمج هذا الطرح بصور توضيحية حديثة مأخوذة بالمجهر الإلكتروني تُظهر البنية غير المتجانسة للهياولوبلازم، مما يعزز الفهم التصوري لدى الطالب ويؤهله لتحليل هذا الوسط من منظور بنيوي ووظيفي متكامل.</p>	
<p>تُخصّص هذه الحصة التطبيقية لتعميق فهم الطالب لمكونات الهيكل الخلوي ووظائفه، من خلال تحليل صور مأخوذة بالمجهر الإلكتروني النافذ، ما يتيح الانتقال من المفاهيم النظرية إلى التصورات البصرية الدقيقة. وتُعدّ هذه الحصة فرصة لتدريب المتعلم على الربط بين البنية المجهرية والوظيفة الخلوية، وهو ما يُعزز كفاءته في تحليل الصور العلمية واستخدامها في التعليم.</p> <p>في البداية، يُطلب من الطالب تحليل صور إلكترونية تُظهر خيوط الأكتين، الأنابيب الدقيقة، والخيوط الوسطية كلّ على حدة. تسمح هذه المشاهد بتمييز الخصائص المورفولوجية لكل عنصر من حيث القطر، البنية، مستوى التنظيم. تتم المقارنة بين هذه العناصر بناءً على معايير محددة، مما يمكّن الطالب من التعرف الدقيق إلى كل مكون وفهم دوره البنيوي أو الوظيفي داخل الخلية.</p> <p>بعد ذلك، ينتقل لطالب إلى تحليل صوراً مجهرية إلكترونية للجسيم المركزي والمريكزات، فيلاحظ بوضوح تنظيمها الجزئي ويحدد دورها في تنظيم الأنابيب الدقيقة خلال الانقسام الخلوي. يُدرك كذلك أن الجسيم المركزي يُعد مركز تنظيم</p>	<p>يتناول هذا المحور دراسة الهيكل الخلوي كشبكة ديناميكية من البروتينات البنائية التي تمنح الخلية شكلها، تدعم بنيتها الداخلية، وتسهم في حركتها ونقل مكوناتها. يتكوّن هذا الهيكل من:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. خيوط الأكتين (الخيوط الدقيقة): تتشكّل من تجمع بروتين G-actin في خيوط F-actin قطبية. تسهم في الدعم تحت الغشائي، في تشكيل الامتدادات الغشائية مثل الأرجل الكاذبة والزغبيات غير الحركية، وفي تكوين الحلقة الانقباضية خلال الانقسام الخلوي. كما تشارك في النقل داخل الخلية عبر تفاعلها مع بروتينات محرّكة من نوع الميوزين. 2. الأنابيب الدقيقة: أنابيب مجوفة مبنية من ثنائيات α- و β-توبولين، تنمو من الجسيم المركزي بشكل شعاعي. تؤدي دوراً محورياً في تكوين الجهاز المغزلي أثناء الانقسام، وفي نقل الحويصلات والعُضَيَات عبر بروتينات الكينيزين والدينين. كما تدخل مباشرة في بنية المريكزات، الأهداب والأسواط. 3. الخيوط الوسطية: تُبنى من بروتينات مختلفة حسب نوع الخلية (كيراتين، فيمينتين، لامينات...)، وتوفر 	<p>المحور الخامس: الهيكل الخلوي والمادة خارج خلوية</p> <p>يتناول هذا المحور مكونات الهيكل الخلوي باعتباره شبكة ديناميكية من الدعائم الداخلية التي تمنح الخلية شكلها وتدعم تنظيمها البنيوي والحركي. يُعرّف الهيكل الخلوي من خلال ثلاثة مكونات رئيسية تختلف في البنية والوظيفة:</p> <ul style="list-style-type: none"> • الخيوط الدقيقة (أكتين) وهي خيوط بروتينية رفيعة تلعب دوراً في دعم الشكل الخلوي، وفي حركة الخلية وانقسامها. • الأنابيب الدقيقة: عبارة عن أنابيب مجوفة تُسهم في تنظيم حركة العُضَيَات داخل الخلية وتكوين المغزل أثناء الانقسام الخلوي. • الخيوط المتوسطة: تمنح الخلية مقاومة ميكانيكية وتساهم في تثبيت العُضَيَات في مواضعها. <p>كما يُخصّص جزء من المحور لدراسة المادة خارج خلوية في الخلايا الحيوانية، حيث تُعرض بوصفها شبكة بروتينية-سكرية تحيط بالخلايا وتشارك في</p>

<p>تنظيم تماسك الأنسجة ونقل الإشارات الكيميائية بين الخلايا. تُبرز مكوناتها الأساسية مثل الكولاجين، الإيلاستين، والبروتيوغليكانات، وتُوضَّح وظائفها في الاستقرار البنيوي والتفاعل الخلوي ضمن الأنسجة المتخصصة.</p>	<p>مقاومة للشدّ، وتساهم في استقرار موقع النواة، وتدخل في بنية الروابط الخلوية مثل الديسموزومات.</p> <p>يُستكمل المحور بدراسة المادة خارج خلوية في الأنسجة الحيوانية، التي تتكون من ألياف بروتينية (كولاجين، إيلاستين) ومادة أساسية (بروتيوغليكانات وجليكوبروتينات). تُؤدّي هذه المادة أدوارًا حيوية في ربط الخلايا ببعضها، تنظيم البيئة الخلوية، ونقل الإشارات البيوكيميائية والميكانيكية. كما ترتبط ارتباطاً وثيقاً بالهيكل الخلوي الداخلي عبر بروتينات الغشاء، وتشكل وحدة متكاملة مع الارتباطات بين الخلايا (اللاصقة، المحكمة، الفجوية).</p>	<p>هذه البنى داخل الخلية. ينتقل بعدها إلى تحليل مقاطع مجهرية طولية وعرضية لبنى خلوية مرتبطة بالحركة، الأهداب والأسواط، حيث يُميّز من خلال الصور المجهرية البنية الداخلية، ويفهم الفرق في وظيفتها.</p> <p>في كل نقطة تُرفق الصور الإلكترونية برسوم تخطيطية توضيحية، تُساعد الطالب على بناء تصور مكاني دقيق للبنى المجهرية، مع تعزيز قدرته على ترجمة المشاهدات إلى رسوم علمية مفهومة.</p> <p>وفي نهاية الحصة، يُطلب من الطالب إنجاز رسومات علمية دقيقة للبنى المدروسة، إلى جانب تقرير موجز يصف الخصائص البنيوية والوظيفية لكل عنصر من عناصر الهيكل الخلوي. بهذا التمرين، يكتسب الطالب مهارات علمية وتربوية تسمح بتوظيف الصور المجهرية التفسيرية في دروسه المستقبلية بطريقة فعالة.</p>
<p>المحور السادس: النظام الغشائي الداخلي</p> <p>يركّز هذا المحور على دراسة عناصر النظام الغشائي الداخلي للخلية، ويشمل كلاً من الشبكة الهيولية الداخلية، جهاز كولجي، والليزوزومات (الجسيمات الحالة). يُقدّم كل مكون من حيث بنيته الدقيقة كما تُظهرها الصور المأخوذة بالمجهر الإلكتروني النافذ، ويُشرح تركيبه الجزيئي، ولا سيما طبيعة الأغشية التي</p>	<p>يتناول هذا المحور دراسة مكونات النظام الغشائي الداخلي باعتبارها وحدة تنظيمية ديناميكية داخل الخلية، تضم ثلاث عضيات رئيسية: الشبكة الهيولية الداخلية، جهاز كولجي، والليزوزومات (الجسيمات الحالة). يتم تقديم كل عنصر منها على حدة من حيث البنية الدقيقة، التركيب الجزيئي، وسمك الغشاء، مع التركيز على الدور الوظيفي الذي يؤديه في الخلية.</p>	<p>في الجانب التطبيقي من محور النظام الغشائي الداخلي، يُخصّص العمل لتوجيه الطالب نحو فهم دقيق لبنية كل عنصر من عناصر هذا النظام، من خلال تحليل صور مجهرية إلكترونية عالية الدقة، وتفسيرها في ضوء المعارف النظرية المكتسبة.</p> <p>يبدأ العمل التطبيقي بتحليل صور للشبكة الهيولية، حيث يُطلب من الطالب التعرّف على بنية الشبكة الهيولية</p>

<p>المحببة، وتوضيح اتصالها بغلاف النواة، مما يبرز دورها في تخليق البروتينات. كما يتعرف على الشبكة الملساء ويلاحظ بنيتها الأنبوبية المميزة، التي ترتبط بوظائف متنوعة.</p> <p>ينتقل الطالب بعد ذلك إلى تحليل بنية جهاز غولجي، ممثلاً بالديكتيوزوم، وهو الوحدة البنوية الأساسية له، وتفسير العلاقة بين بنيتها ووظيفتها في تعديل وتغليف الجزيئات.</p> <p>وفي ما يتعلق بالليزوزومات، يُطلب من الطالب التعرف على بنيتها والتمييز بين أنواعها: الأولية والثانوية، وذلك استناداً إلى مظهرها الداخلي ومحتواها في الصور المجهرية.</p> <p>ترافق الصور المأخوذة بالمجهر الإلكتروني برسوم تخطيطية تفسيرية، ويُطلب من إنجاز رسوم علمية دقيقة ضمن تقرير، يصف فيه الخصائص البنوية الواضحة لكل عضية ووظيفتها، مما يُكرس لديه فهماً متكاملًا للعلاقة البنوية-الوظيفية ضمن النظام الغشائي الداخلي.</p>	<p>1. الشبكة الهيولية الداخلية: تُعرض الشبكة الهيولية الداخلية بوصفها نظاماً غشائياً مترابطاً، وتنقسم إلى قسمين: الشبكة المحببة والشبكة الملساء. يتم التمييز بين الشبكتين من حيث الوظيفة وهذا على ضوء البنية الدقيقة، مما يساعد الطالب على فهم تخصص كل جزء ضمن السيرورة الخلوية.</p> <p>2. جهاز كولجي: يُقدم جهاز كولجي كبنية غشائية تتكون من صفائح أو أكياس مسطحة مترابطة، تختلف من حيث الشكل بين الوجه المحدب (cis) والوجه المقعر (trans). يجب إبراز يُبرز الوظيفة الدقيقة لجهاز كولجي في المراحل المتقدمة من السيالة الغشائية.</p> <p>3. الليزوزومات: تُعرض الليزوزومات كوحدات غشائية تحتوي على مجموعة من الإنزيمات المحللة. تُصنّف إلى أولية وثانوية. وتُبرز وظيفتها وأهميتها في الحفاظ على التوازن الداخلي للخلية الحيوانية</p> <p>تُختتم الدراسة بإبراز التكامل الوظيفي بين هذه العضيات في إطار ما يُعرف بالسيالة الغشائية.</p>	<p>تحيط به، من حيث السمك والتنظيم المورفولوجي.</p> <p>تُقدّم الشبكة الهيولية بأنواعها، المحببة والملساء، بوصفها الدقيق مع تقديم دورها في تصنيع البروتينات أو الليبيدات وهذا حسب نوعها. ويُعرض جهاز كولجي كمركز لتعديل البروتينات وتصنيفها وتوجيهها نحو وجهاتها النهائية داخل الخلية أو خارجها. أما الليزوزومات، فتوصف بوظيفتها الأساسية في الهضم داخل الخلوي وتفكيك المكونات المتلفة أو الوافدة من الخارج.</p> <p>تُوضّح العلاقة التكاملية بين مكونات النظام الغشائي الداخلي من خلال تتبع مسار الجزيئات المصنعة، مع إبراز التنسيق الوظيفي الدقيق داخل النظام الغشائي الداخلي.</p>
<p>تهدف الحصة التطبيقية إلى تمكين الطالب من ترجمة المفاهيم النظرية المتعلقة بالعضيات شبه الذاتية إلى تصورات بصرية دقيقة، وذلك من خلال تحليل صور مجهرية إلكترونية عالية الدقة. يبدأ الطالب بملاحظة بنية الميتوكوندري، حيث يُطلب منه التعرف على الغشاء الخارجي والداخلي وامتدادته (الأعراف)، إضافة إلى المادة</p>	<p>في هذا المحور، يُوجّه الطالب إلى التعرف على الخصائص العامة التي تميز العضيات شبه الذاتية، كالميتوكوندري والبلاستيدات، من حيث امتلاكها لمادة وراثية خاصة بها DNA حلقي وقدرتها على التضاعف شبه الذاتي، مما يمنحها استقلالية نسبية داخل الخلية.</p>	<p>المحور السابع: العضيات شبه ذاتية</p> <p>يتناول هذا المحور العضيات شبه الذاتية داخل الخلية، والتي تُميّز بامتلاكها لمادة وراثية خاصة بها وقدرتها الجزيئية على التضاعف الذاتي، مما يعكس استقلالية نسبية عن باقي مكونات الخلية. وتشمل هذه العضيات</p>

<p>الميتوكوندري، الصانعات (البلاستيدات). تُقدّم الميتوكوندري باعتبارها مركز إنتاج الطاقة في الخلية الحيوانية والنباتية، حيث يتم تحليل بنيتها الداخلية وإبراز علاقتها بوظيفة الميتوكوندري في تحويل الطاقة خلال عملية التنفس الخلوي، مما يجعلها عنصرًا محوريًا في التوازن الطاقي الخلوي. تُقدّم البلاستيدات باعتبارها عضيات شبه ذاتية توجد حصريًا في الخلايا النباتية، وتصنف من حيث البنية والوظيفة إلى عدة أنواع (الخضراء، الملونة، عديمة اللون). تُعدّ البلاستيدات الخضراء الأهم بينها، نظرًا لدورها الحيوي في عملية التركيب الضوئي، حيث تحتوي على نظام غشائي داخلي معقد. تُستعرض البيروكسوزومات كعضيات محاطة بغشاء منفرد، تحتوي على إنزيمات مؤكسدة. وتتكامل وظيفيًا مع الميتوكوندري والبلاستيدات الخضراء في التنفس الضوئي.</p>	<p>تُقدّم الميتوكوندري كمركز إنتاج الطاقة في الخلية الحيوانية والنباتية، حيث يتم التركيز على بنيتها الدقيقة. يُحلّل دورها في التنفس الخلوي وإنتاج جزيئات الـATP، مما يرسّخ فهم التوازن الطاقي الخلوي. بالنسبة للبلاستيدات، يُوجّه الطالب إلى التمييز بين أنواعها الثلاثة: البلاستيدات الخضراء، البلاستيدات الملونة، والبلاستيدات عديمة اللون. يتم التركيز بشكل خاص على البلاستيدة الخضراء، من خلال تحليل وفهم دورها في تحويل الطاقة الضوئية إلى طاقة كيميائية مخزنة عبر عملية التركيب الضوئي. يُحثّ الطالب على ربط هذه البنية بوظائفها الحيوية وفق منطوق العلاقة "بنية-وظيفة". أما البيروكسوزومات، فيُقدّم تعريفها كعضيات غشائية، تحتوي على أنزيمات مؤكسدة، وتؤدي وظائف مهمة في الأكسدة والتخلص من السموم الخلوية. رغم أنها لا تصنّف ضمن العضيات شبه الذاتية، إلا أن الطالب يُرشد إلى فهم علاقتها الوظيفية التكاملية مع الميتوكوندري والبلاستيدات الخضراء في مسارات الأيض والطاقة، خاصة في سياق التنفس الضوئي في الخلية النباتية.</p>	<p>الأساسية، مع الربط بين كل مكّون ووظيفته في عملية إنتاج الطاقة عبر التنفس الخلوي. ينتقل بعد ذلك إلى دراسة البلاستيدات، وبشكل خاص البلاستيدة الخضراء، من خلال صور تُظهر بوضوح الصفائح الحشوية والتيلاكويدات. يُرشد الطالب إلى فهم التنظيم الداخلي لهذه البنية وربطها بآلية تحويل الطاقة الضوئية إلى طاقة كيميائية. كما يُطلب منه تمييز البلاستيدات الأخرى (الملونة وعديمة اللون) عبر خصائصها البنوية والوظيفية، استنادًا إلى صور مقارنة. أما في ما يتعلق بالبيروكسوزومات، فتُقدّم صور مجهرية إلكترونية تُظهر بنيتها الدقيقة، ويُرشد الطالب إلى استنتاج التكامل الوظيفي بينها وبين الميتوكوندري والبلاستيدات. يُطلب من الطالب في نهاية الحصة رسم دقيق لهذه العضيات الثلاث يصف الخصائص البنوية لكل منها. هذا النشاط يُعزز قدرته على الوصف والتحليل، ويدعمه في إعداد موارد تعليمية دقيقة وفعالة مستقبلاً.</p>
<p>المحور الثامن: النواة والانقسام الخلوي والدورة الخلوية يركز هذا المحور على النواة بوصفها مركز التحكم الخلوي المسؤول عن تخزين وتنظيم التعبير الوراثي،</p>	<p>في هذا المحور، يُوجّه الطالب-الأستاذ إلى تحليل بنية النواة ودورها خلال الطور البيني، وفهم ديناميكية الدورة الخلوية باعتبارها أساس تنظيم تكاثر الخلايا. يتم التركيز على الربط بين التنظيم البنوي للخلية وآليات الانقسام الخلوي، من</p>	<p>يُوجّه الطالب إلى توظيف المجهر الضوئي والصور المأخوذة بالمجهر الإلكتروني لفهم البنية الدقيقة للنواة وديناميكية الانقسام الخلوي. يقوم الطالب بملاحظة النواة باستخدام المجهر الضوئي، ثم بتحليل صور مأخوذة</p>

وعلى الانقسام الخلوي باعتباره آلية حيوية لضمان نمو الخلايا وتجديدها. من خلاله، يكتسب الطالب-الأستاذ فهماً دقيقاً لبنية النواة ودورة الحياة الخلوية.

1. **النواة في الطور البيني:** يُركّز هذا الجزء على دراسة بنية النواة كما تُشاهد خلال الطور البيني، حيث تُعد مركز تخزين وتنظيم المادة الوراثية. تتكوّن من غلاف نووي مزدوج مثقب يسمح بالتبادلات الانتقائية مع السيتوبلازم، ونوية مسؤولة عن إنتاج الوحدات الفرعية للريبوزومات، بالإضافة إلى الكروماتين الذي يمثل الحمض النووي في حالته غير المكثفة المرتبطة بالبروتينات. تؤدي هذه البنية دوراً حيوياً في تنظيم التعبير المورثي داخل الخلية.

2. **الانقسام الخلوي والدورة الخلوية:** يتناول هذا الجزء آليات تكاثر الخلية من خلال مراحل الدورة الخلوية والانقسام المتساوي. تبدأ الدورة بالطور البيني، الذي يشمل مراحل النمو، وتضاعف المادة الوراثية، ثم التحضير للانقسام. تليه أربعة أطوار للانقسام: التمهيدي، الاستوائي، الانفصالي، والنهائي، حيث تنتظم الكروموزومات وتنقسم الخلية إلى خليتين بنتين.

توفر هذه المعارف أساساً لفهم شامل لآليات ديناميكية

خلال أنشطة تفسيرية وتمثيلية.

النواة في الطور البيني: يُوجّه الطالب إلى تحديد مكونات النواة الأساسية خلال الطور البيني، وهي الغلاف النووي المزدوج الذي يحتوي تقوياً بتنظم التبادل النووي-السيتوبلازمي، النوية التي تصنّع الوحدات الفرعية للريبوزومات، والكروماتين (الحقيقي والمتغاير) الذي يمثل المادة الوراثية. يتم شرح دور كل مكون في الحفاظ على وظيفة النواة كمركز تنظيمي للمعلومة الوراثية.

الانقسام الخلوي والدورة الخلوية: يتناول هذا الجزء مراحل الدورة الخلوية التي تشمل المرحلة البينية (G_1 ، S، G_2) حيث تنمو الخلية وتضاعف مادتها الوراثية، تليها مرحلة الانقسام (M) التي قد تكون انقساماً متساوياً لإنتاج خليتين بنتين، أو انقساماً منصفاً لإنتاج خلايا جنسية. يُطلب من الطالب التمييز بين النمطين من حيث مدة الدورة وعدد الخلايا الناتجة، مع إبراز أهمية كل مسار في تجديد الخلايا أو الحفاظ على الصفات الوراثية.

بالمجهر الإلكتروني النافذ تُظهر الغلاف النووي وتقويه، النوية، والكروماتين. يتم التمييز بين الكروماتين الحقيقي والمتغاير، كما يُعرّف بالمعقد النووي كهيكل تنظيمي يساهم في التعبير الجيني.

يُطلب من الطالب دراسة أطوار الانقسام الخلوي عملياً عبر ملاحظة عينات للمنطقة المرستيمية لجذور البصل أو الثوم المثبتة والملونة (محضرة مخبرياً أو جاهزة)، لرؤية المراحل الأربعة للانقسام المتساوي. كما يتم تحليل صور المأخوذة بالمجهر الإلكتروني توضح بنى صبغية مميزة، مثل الصبغيات العملاقة (Polytene chromosomes)، الصبغيات الريشية (Lampbrush chromosomes)، والصبغيات خلال الطور الاستوائي، بهدف تعزيز الفهم البنيوي لآليات التضاعف والانقسام.

يُطلب من الطالب إعداد تقرير علمي يتضمن رسم دقيق للنواة في الطور البيني، يُبيّن فيه الغلاف النووي، الثقوب النووية، النوية و الكروماتين (الحقيقي والمتغاير)، مع وضع جميع البيانات.

			<p>وتكاثر الخلية، وتشكل عنصرًا محوريًا في تفسير النمو الخلوي السليم.</p>
	<p>في هذا الجزء التطبيقي من المحور المتعلق بالفجوات والجدار الخلوي في الخلية النباتية، يتم توجيه الطالب إلى إنجاز ملاحظات مجهرية وتحليل صور إلكترونية دقيقة تُمكنه من الربط بين البنية والوظيفة.</p> <p>تُفتتح الحصة بملاحظة تطور الفجوات في خلايا جذور القمح المننشة، وذلك من خلال إنباتها في وسط ملون بـ"أحمر المعتدل" بدل الماء. يسمح هذا الإجراء بكشف التدرج في تكون الفجوات العصارية، ابتداءً من الفجوة البدائية إلى الفجوة المتميزة. كما يمكن ملاحظة الفجوات الجافة في أنسجة البذور، والتي تظهر غالبًا في شكل حبيبات الألورون. من خلال هذه المعايير، يكتشف الطالب ديناميكية النظام الفجوي وتطوره خلال نمو الخلية النباتية.</p> <p>بعد ذلك، ينتقل إلى دراسة صور مجهر إلكتروني توضح بدقة البنية المورفولوجية للجدار الخلوي. يُطلب من الطالب تحليل مكونات الجدار الأولي والجدار الثانوي. يتم أيضًا تحليل صور تمثل مختلف مراحل تشكل الجدار، من الصفيحة الوسطى إلى التمايزات الجدارية مثل النقر، ويُقارن الطالب بين النقر البسيطة والنقر المصفوفة.</p>	<p>يركز في هذا المحور على مكونين أساسيين يميّزان الخلية النباتية عن الخلية الحيوانية، وهما الجدار الخلوي والفجوة العصارية، وذلك من خلال دراسة بنيتهما الكيميائية وخصائصهما البنوية ووظائفهما الحيوية.</p> <p>الجدار الخلوي: يُدرّس الجدار الخلوي بوصفه بنية خارجية صلبة تحيط بالخلية النباتية وتمنحها الدعامة الميكانيكية والحماية. يتكوّن أساسًا من مركبات كربوهيدراتية تشمل السليلوز، الهيميسليلوز، البكتين، وقد يُضاف إليه اللجنين في مراحل لاحقة من التطور الخلوي. يتم التمييز بين الجدار الأولي، الذي يتصف بالمرونة ويسمح بامتداد الخلية أثناء النمو، والجدار الثانوي، الذي يتشكل لاحقًا في بعض الخلايا المتميزة، ويتميز بالصلابة نتيجة توازي ألياف السليلوز وتراكم اللجنين و/أو السوبرين. كما يُبرز دور الجدار في التماسك الخلوي، وتحديد شكل الخلية، وتنظيم مرور المواد عبر الوصلات البلازمية (plasmodesms) والنقر البسيطة أو المصفوفة.</p> <p>الفجوة العصارية: تُقدّم الفجوة العصارية على أنها عضوية غشائية كبيرة الحجم تملأ جزءًا واسعًا من السيتوبلازم في الخلايا النباتية الناضجة، وتُحاط بغشاء يُعرف بالتونوبلاست. تحتوي الفجوة على محلول مائي غني</p>	<p>المحور التاسع: الجدار والفجوات في الخلية النباتية</p> <p>يتناول هذا المحور مكونين أساسيين يميّزان الخلية النباتية عن الخلية الحيوانية، وهما: الجدار الخلوي والفجوة العصارية.</p> <p>1. الجدار الخلوي: يُقدّم الجدار الخلوي بوصفه بنية خارجية صلبة تُكسب الخلية الشكل والدعامة، ويتكوّن أساسًا عند الخلية النباتية من السليلوز، مدعومًا بمركبات أخرى مثل الهيميسليلوز، البكتين. وتُشرح وظائف الجدار في دعم النسيج النباتي، الحماية، وتنظيم مرور بعض الجزيئات.</p> <p>2. الفجوة العصارية: تدرس من حيث بنيتها بوصفها عضوية غشائية كبيرة محاطة بغشاء يُعرف بـ"التونوبلاست"، تحتوي على عصارة خلوية. تُبرز أهم وظائفها، مثل تخزين الماء والأيونات والمواد العضوية، والمساهمة في الحفاظ على توازن الضغط الأسموزي داخل الخلية، ما يضمن نمو الخلية وثبات شكلها. كما يُشار إلى تطوّر النظام الفجوي من فجوات صغيرة متعددة في الخلايا الفتية إلى فجوة مركزية واحدة كبيرة في الخلايا</p>

<p>في نهاية الحصة، يُكلف الطالب بإعداد تقرير عملي يُرفق برسومات علمية تمثل المشاهدات المجهرية أو الصور الإلكترونية. إضافة إلى ذلك، يُشجّع الطالب على إنجاز مجسمات تعليمية ثلاثية الأبعاد لبنى معقدة مثل: هندسة الغشاء، النقر، أو الارتباطات الخلوية، وذلك بهدف دعم الفهم البصري والتطبيقي. كما يمكنه اختيار مفهوم غامض مرتبط بالمحور وإنجاز بحث مبسط حوله يُقدّم لاحقاً في شكل عرض تعليمي مختصر.</p>	<p>بالأملاح، السكريات، الأحماض العضوية، وبعض المركبات الثانوية مثل الأصباغ أو المواد الدفاعية (مستقلبات ثانوية). تُبرز وظيفتها في تنظيم الضغط الأسموزي الداخلي، بما يحفظ حالة الإمتلاء الضرورية لدعامة النسيج والمساهمة في النمو الخلوي. كما يُوضح تطورها من عدة فجوات صغيرة في الخلايا الفتية إلى فجوة مركزية واحدة في الخلايا المتمايزة، مما يعكس تخصص الخلية وتقدّمها في النضج.</p>	<p>المتمايزة. من خلال هذا المحور، يُنتظر من الطالب أن يكتسب القدرة على تحليل العلاقة بين البنية الخلوية النباتية ووظيفتها الفيزيولوجية، وأن يكون مؤهلاً لنقل هذه المفاهيم بسلاسة ودقة ضمن السياقات التعليمية الخاصة بعلوم الحياة.</p>
--	--	---

محطات الخرجات الميدانية، أهدافها، وأنشطتها

في إطار تنفيذ البرنامج التكويني وتدعيم المعارف النظرية بممارسات ميدانية ملموسة، يتم تنظيم **خرجة ميدانية** في المحور الثالث، والمتعلق بدراسة الأغشية الخلوية والهيالوبلازم.

محطة الخرجة الميدانية: زيارة مخبر المجهر الإلكتروني في مؤسسة جامعية أو مركز بحث: تستهدف هذه الخرجة تمكين الطالب من الاطلاع الميداني على تجهيزات المجهر الإلكتروني النافذ والماسح، والتعرف على طرق إعداد العينات ومبادئ عمل هذه الأجهزة المتقدمة، وذلك لتعميق الفهم النظري المكتسب في المحاضرات والأعمال التطبيقية. تهدف هذه الخرجة الميدانية إلى ربط المفاهيم النظرية المتعلقة ببنية الغشاء الخلوي والعضيات الخلوية الدقيقة بالملاحظة الفعلية والصور المجهرية المعتمدة. كما تسعى إلى تطوير كفاءته في قراءة وتفسير الصور المجهرية عالية الدقة، بما يُعزّز قدراته التحليلية والتفسيرية.

يُطلب من الطالب إعداد تقرير مختصر في ختام الخرجة، يُدرج ضمن عناصر التقييم الخاصة بالمراقبة المستمرة، ويُستخدم لاحقاً كوثيقة دعم مرجعية تُوظّف في الأنشطة التعليمية داخل الصف.