الوحدة 1 الخليّة

مقدّمة الوحدة

تُعَدّ الخليّة أصغر وحدة حيّة، وتتكوّن جميع الكائنات الحيّة من خليّة واحدة أو أكثر. يساعد الجزء الأوّل من هذه الوحدة على شرح أوجه الشبه والاختلاف بين نوعَيْن رئيسَيْن من الخلايا: الخلايا بدائيّة النواة والخلايا حقيقيّة النواة. تشرح هذه الوحدة أيضًا الميزات الفريدة داخل الخلايا التي تُكوِّن تراكيب مُتخصِّصة تُسمّى العضيّات. تؤدّي العضيّات وظائف متخصّصة داخل الخلايا حقيقيّة النواة. يتعلّق الجزء الأخير من الوحدة بالمجاهر. بدون المجاهر، لن نتمكّن من مشاهدة الخلايا لأنّها صغيرة جدًّا. يتبع تطوُّر نظريّة الخليّة، من نواحٍ عديدة، تطوّر تقنيّة المجهر.

B1001 يصف نظريّة الخليّة، ويشرح الفرق بين الخلايا حقيقيّة النواة والخلايا بدائيّة النواة.

B1002 يشرح أثر الفحص المجهريّ في معرفتنا وفهمنا للخليّة وتركيبها الدقيق.

B1003 يصف التركيب الدقيق للخلايا، ويربط تركيب العضيّات بوظائفها.

الدرس 1-1 الخلايا: وحدات الحياة

- مذكّرات من أنطوني فون ليفينهوك
- نظريّة الخليّة
- حجم الخليّة وتنوّعها
- تخصُّص الخلايا والعضيّات
- بدائيّات النواة وحقيقيّات النواة
- تركيب الخلايا في بدائيّات النواة
- أهميّة العُضيّات
- ملاحظة الخلايا حقيقيّة النواة

الدرس 1-2 عضيّات الخليّة

- بناء البروتين
- التركيب الداخلي للخلايا
- الغشاء الخلويّ والجدار الخلويّ
- السيتوبلازم والهيكل الخلويّ
- النواة
- الشبكة البلازميّة الداخليّة والرايبوسومات
- الميتوكندريا
- البلاستيدات الخضراء
- جهاز جولجي
- مُلخَّص تراكيب الخلايا الحيوانيّة
- مُلخَّص تراكيب الخلايا النباتيّة

الدرس 1-3 الخلايا والفحص المجهري

- أهميّة المجهر في علم الأحياء
- المجهر الضوئي المُركّب
- التكبير وقوّة الفصل
- أنواع المجاهر الضوئيّة
- قياس حجوم الخلايا
- المجاهر الإلكترونيّة
- إسهام المجاهر الإلكترونيّة في تطوير الكثير من مجالات علم الأحياء
- المجهر الإلكتروني والتركيب الدقيق للخليّة
- العُضيّات بالفصل المجهري العالي

الوحدة 1: 5E

5E	العناصر
يندمج	الدرس 1-1: مذكّرات من أنطوني فون ليفينهوك
	الدرس 1-2: بناء البروتين
يستكشف	الدرس 1-1: ملاحظة الخلايا حقيقيّة النواة
	الدرس 1-3: قياس حجوم الخلايا
يشرح	الدرس 1-1: حجم الميكوبلازما، الخلايا البدائيّة النواة في مقابل الخلايا الحقيقيّة النواة
	الدرس 1-3: ما المجهر الأفضل؟
يتوسّع	الدرس 1-1: بحث في الأصباغ الحيويّة
	النشاط 1-3: قِس كائنات حيّة
يقيّم	تقويم الدرس 1-1 و 1-2، وتقويم الوحدة

الوحدة 1 تركيب الخلية ووظيفتها

ملخّص الوحدة

يعرّف الطلّاب الخليّة على أنّها الوحدة التركيبيّة والوظيفيّة للكائنات الحيّة في الدرس 1-1. ويتعلّمون أيضًا عن العلماء ونظريّة الخليّة، ومدى الأحجام وتنوّعها، والترتيبات، وتصنيف الخلايا على أنّها بدائيّات النواة أو حقيقيّات النواة. يتمّ تعريفهم بتركيب خليّة البكتيريا، ويتعلّمون أنّ هناك اختلافَين رئيسَين بين بدائيّات النواة وحقيقيّات النواة، وهما وجود نواة وعضيّات مُحاطة بأغشية أو غيابهما.

تتمّ مناقشة الخلايا الحيوانيّة والنباتيّة جنبًا إلى جنب مع تركيباتها وعضيّاتها في الدرس 1-2. كما يتعلّم الطلّاب اسم ووظيفة العضيّات المهمّة وكيف تتفاعل بعض العضيّات لبناء البروتينات.

يصف الدرس 1-3 ويوضّح أنواعًا مختلفة من المجاهر الضوئيّة والإلكترونيّة ويشرح استخدامها وأهمّيتها في تطوير علم الأحياء.

أخطاء شائعة

- **تنتج الميتوكندريا الطاقة للخلايا.** الميتوكندريا تحوّل الطاقة أو تطلقها أو تنقلها في الخليّة. لا يمكن إنتاج الطاقة أو تدميرها، بل يتغيّر شكلها فقط.

- **جميع الخلايا تكون إمّا نباتيّة أو حيوانيّة.** ولأنّ الكتب والمتخصّصين يعتمدون مخطّطات مركّبة وموضِّحة، يعتقد الطلّاب أنّ جميع الكائنات الحية لها التركيب نفسه. بالإضافة إلى ذلك، يعتقد الطلّاب أنّ نموذج الخليّة المُعَمَّم لخليّة نباتيّة وحيوانيّة هو شكل جميع الخلايا. لا توجد خليّة حيوانيّة أو خليّة نباتيّة واحدة تشبه هذا النموذج، فهي مُركَّبات من العديد من الخلايا. في الواقع، تكون خلايا الكائنات الحيّة المختلفة وأنسجتها الفريدة عالية التخصُّص، ولن تتطابق خليّتان من النوع نفسه.

- **الخلايا بدائيّة النواة والخلايا حقيقيّة النواة لها الحجم نفسه.** لمعظم الخلايا حقيقيّة النواة نحو 10 أضعاف حجم الخلايا بدائيّة النواة.

- **الغشاء الخلويّ هو نفسه الجدار الخلويّ.** كلاهما يحيط بالخلية ولكن هناك فرق، حيث أنّ جميع الخلايا لها أغشية خلويّة. أمّا الحواجز الإضافيّة التي تُسمّى الجدران الخلويّة فهي توجد في بعض البكتيريا القديمة والطلائعيّات وجميع الفطريّات والنباتات، لكنّ تركيبها يتكوّن من موادّ وترتيبات مُختلِفة.

مخطط الوحدة

الدرس	عدد الحصص	مخرجات التّعلم	الكفايات
1-1 الخلايا: وحدات الحياة	6	B1001.1 B1001.2 B1001.3	
2-1 عضيّات الخليّة	6	B1003.1 B1003.2 B1003.3	
3-1 الخلايا والفحص المجهري	5	B1002.1 B1002.2 B1002.3	

الكفايات

- التفكير الإبداعي والناقد
- الكفاية اللغوية
- التعاون والمشاركة
- حلّ المشكلات
- الكفاية العددية
- التواصل
- البحث والاستقصاء

المهارات العلمية والكفايات

- يُتوقّع من الطلّاب تنفيذ نشاطَي خبرة تعلّم.
- مهارات الرياضيّات مُطبّقة في الدرس 1-3، ونشاط خبرة التعلّم 1-3، والتقويمات.
- المهارات اللغوية مُطبّقة في نشاط يندمج 1-1.
- مهارات التواصل مستخدمة في أنشطة خبرة التعلُّم والتقويمات.
- مهارات تكنولوجيا المعلومات والاتّصالات مستخدمة في نشاط خبرة التعلّم 1-3.
- مهارات البحث والاستقصاء مستخدمة في الدرس 1-1 في نشاط التوسُّع ومشروع البحث.
- العالِم المُلقى عليه الضوء هو ابن الهيثم.

الدرس 1-1
الخلايا: وحدات الحياة

مصادر تعلّم الدرس

الوقت	العناوين/المحتوى	موارد كتاب الطالب	موارد دليل المعلم
1 حصّة	مقدّمة الدرس مذكّرات من أنطوني فون ليفينهوك	الصفحتان 4، 5	افتتاحيّة الدرس 1.1E نشاط كتابيّ
1 حصّة	نظريّة الخليّة	الصفحة 6	مراجع المقاطع المُصوّرة
1 حصّة	حجم وتنوّع وتخصّص الخليّة	الصفحتان 7، 8	محاضرة
2 حصّة	بدائيّات النواة وحقيقيّات النواة تركيب الخلايا في بدائيّات النواة أهمّية العُضيّات	الصفحات 9-11	بطاقات المراجعة مخطّط فن للصّف
1 حصّة	1-1 ملاحظة الخلايا حقيقيّة النواة	الصفحة 12	ورقة العمل 1-1

الزمن المقترح للدرس

يستغرق تنفيذ هذا الدرس ستّ حصص دراسيّة، ويشتمل على نشاط خبرة تعلّم واحد.

الأنشطة	مواد من أجل النشاط
1-1 ملاحظة الخلايا حقيقيّة النواة	مجاهر ضوئيّة، شرائح زجاجيّة، أغطية شرائح زجاجيّة، عيدان أسنان، قطّارات، ماء مقطّر، أزرق الميثيلين، شرائح مُعدّة لمقطع عرضيّ في أوراق نبات الليلك *Syringa*.

مخرجات التعلّم

B1001.1 يعرّف نظرية الخليّة بأنّ جميع الكائنات الحيّة تتكوّن من خلايا.

B1001.2 يشرح أهميّة التقسيم الداخلي في الخلايا حقيقيّة النواة.

B1001.3 يميّز بين الخلايا بدائيّة النواة والخلايا حقيقيّة النواة.

المعرفة السابقة

يجب أن يكون الطلاب قد عرفوا:

- الأجزاء الأساسيّة للخلايا ووظائف العضيّات من المستوى السابع.
- الفرق بين الانتشار والخاصية الأسموزيّة من المستوى السابع.
- كيفيّة استخدام مجهر ضوئيّ مُركّب لملاحظة الشرائح المُعدّة من المستوى السابع.
- كيفيّة إعداد مخطّطات بسيطة من الملاحظات باستخدام المجاهر الضوئيّة المُركّبة من المستوى السابع.
- التمييز بين الكائنات وحيدة الخليّة والكائنات متعدّدة الخلايا من المستوى الثامن.
- تحديد نسبة المساحة السطحيّة إلى الحجم لأحجام الخلايا وكفاءتها من المستوى الثامن.

المفردات

Cell	الخليّة
Cell theory	نظرية الخليّة
Microorganism	الكائنات الحيّة الدقيقة
Micrometer µm (micron)	الميكرومتر
Nanometer (nm)	النانومتر
Single-celled	وحيد الخليّة
Colony	المستعمرة
Multicelled	متعدّد الخلايا
Organelle	العضيّة
Prokaryote	بدائيّ النواة
Eukaryote	حقيقيّ النواة
Flagellum	السوط
Nucleoid	المنطقة النّوويّة
Organism	الكائن الحيّ
Virus	الفيروس
Tissue	النسيج
Organ	العضو
Organ system	الجهاز

افتتاحية الدرس

يصف الدرس 1-1 نظرية الخليّة، ونتعلم فيه:

- الخصائص المشتركة بين الخلايا.
- كيف تختلف الخلايا في الحجم والشكل والتركيب.
- كيف تكون الخلايا مُتخصّصة ومُرتّبة في الكائنات الحيّة.

اسأل الطلّاب عمّا يعرفونه عن الخلايا. هل يعرفون أنّ الخلايا صغيرة ولا يمكن رؤيتها بالعين المجردة؟ هل يمكنهم إعطاء تقدير لحجم خليّة واحدة بالنسبة إلى أجسامهم؟

التزامًا بالأفكار الرئيسة المُناسبة للمستوى العاشر، يميّز الدرس بين النوعَين الرئيسَين من الخلايا: بدائيّات النواة وحقيقيّات النواة. كما أنّه يقدّم العضيّات وأهمّيتها في مناطق متخصّصة لتفاعُلات الخلايا. يستخدم الطلّاب أيضًا المجهر الضوئيّ المُركّب لفحص حقيقيّات النواة الشائعة في نشاط خبرة تعلّم.

الدرس 1-1

الخلايا: وحدات الحياة

Cells: The Units of Life

على الرغم من الاختلافات في المظهر أوالشكل أو الحجم، تعمل جميع الخلايا بطرائق متماثلة بشكل كبير. تتميّز الكائنات الحية المعقّدة، بأنّ خلاياها تحتوي على نواة، وهي البقعة الداكنة في كل خلية ظاهرة في **الشكل 1-1 a**. أمّا الكائنات وحيدة الخلية مثل البكتيريا فلا تحتوي خليتها على نواة حقيقية (**الشكل 1-1 b**).

تأخذ كل خلية العناصر الغذائية وتحافظ على بيئتها الداخلية وتطرح الفضلات. تشترك مُعظم الخلايا في أنّها تنمو وتنقسم. وتحتوي الكائنات الحية المعقّدة على العديد من الخلايا المتخصّصة مثل الخلايا العضلية والخلايا العصبية.

يبحث هذا الدرس في التراكيب الأساسية للخلايا وسلوكها. وفي حين أن بعض الخصائص تكون مُشتركة بين جميع الخلايا، تقتصر بعض الخصائص الأخرى على أنواع معيّنة من الخلايا.

مخرجات التّعلُّم

B1001.1 يعرّف نظرية الخلية بأن جميع الكائنات الحيّة تتكوّن من خلايا.

B1001.2 يشرح أهميّة التقسيم الداخلي في الخلايا حقيقية النواة.

B1001.3 يميّز بين الخلايا بدائية النواة والخلايا حقيقية النواة.

الشكل 1-1 صور مجهرية (a) خلايا باطن فم الإنسان (b) بكتيريا كروية.

المفردات

Cell	الخلية
cell theory	نظرية الخلية
Microorganisms	الكائنات الحيّة الدقيقة
Micrometer	الميكرومتر
Nanometer	النانومتر
Single-celled	وحيد الخلية
Colony	المستعمرة
Multicelled	متعدد الخلايا
Organelle	العضيّة
Prokaryote	بدائي النواة
Eukaryote	حقيقي النواة
Flagellum	السوط
Nucleoid	المنطقة النّووية
Organism	الكائن الحي
Virus	الفيروس
Tissue	النسيج
Organ	العضو
Organ system	الجهاز

4

مُذكّرات من أنطوني فون ليفينهوك

الموادّ المطلوبة: كاميرا عرض، مقطع مُصوّر للكائن الطلائعي *Vorticella* حيّ. أقلام رصاص.

1. أعدّ نسخًا من ورقة نشاط مذكّرات من أنطوني فون ليفينهوك 1-1.
2. قبل الدّخول إلى الصف، قم بتنزيل أو تحديد موقع مقطع مصوّر لكائن ليفينهوك الغامض الـ *Vorticella*.
3. اطلب إلى الطلّاب قراءة مُقتطف من الرسالة الأصليّة ومحاولة رسم الكائنات الحيّة الموصوفة.
4. عندما يبلغ الطلّاب الوقت المُحدّد، ينبغي لهم التوقُّف عن الرسم. اكشف عن *Vorticella* واعرض لهم المقطع المصوّر.
5. ناقش التحدّي. ربّما لاحظ ليفينهوك العديد من الكائنات الحيّة ورسمها، ولكن لم تصل كلّ أعماله، وتمّ التعرُّف إلى عدد قليل جدًّا من مجاهره.
6. إذا سمح الوقت بذلك، ناقش الإجابات عن الأسئلة الموجودة في أوراق نشاط الطلّاب.

a. في حالة عدم وجود بيانات أخرى، هل يمكننا تحديد الكائن الحيّ الذي رآه ليفينهوك؟ وضّح.

لا، يمكننا اقتراح فرضيّة وجمع أدلّة إضافيّة والتوصُّل إلى اتّفاق، إنّما هناك مجال للخطأ.

a. لماذا تعتقد أنّ علماء الأحياء يفضّلون تكرار التجارب التي أجراها علماء آخرون قبل استخلاص استنتاجاتهم الخاصّة؟

يوفّر تكرار التجارب المزيد من الأدلّة، ممّا يسمح لعلماء الأحياء بزيادة أو تقليل الثقة في استنتاجاتهم.

الدرس 1-1: الخلايا: وحدات الحياة

تهيئة: مذكّرات من أنطوني فون ليفينهوك

كيف اكتشفنا أن الكائنات الحيّة مكوّنة من خلايا؟

ما الذي كان يظنّه الناس قبل اكتشاف الخلايا؟

عَرف البشر الأعضاء والأنسجة في الجسم بشكل جيد قبل عام 1600. أما ما تتكوّن منه الأنسجة فقد كان لغزًا. لكنّ هذا الأمر تغيّر في العام 1665 عندما شاهد روبرت هوك Robert Hooke خلايا الفلّين بوساطة المجهر الذي اخترعه، ورأى "مناطق صغيرة تشبه الحجرات".

كان أنطوني فون ليفينهوك الهولندي صانع قبعات، وكانت هوايته صناعة العدسات (**الشكل 1-2**). واستخدم ليفينهوك بين العامين 1672 و1684، مجهرًا بسيطًا صنعه لملاحظة أجسام وكائنات حيّة في محاليل مختلفة. وقد وصف النتائج التي توصّل إليها في 285 رسالة أرسلها إلى الجمعية الملكية. وتمّ تضمين حوالي نصف هذه الرسائل بأكثر من ألف رسم تفصيلي.

عندما تُرجمت رسائل ليفينهوك وطُبعت الأشكال التي رسمها على ألواح نحاسية، لم يظنّ معظم الناس أن الصور حقيقية بل كانوا خائفين منها. يُظهر (**الشكل 1-3**) بعض رسوم ليفينهوك بتفاصيلها حول ما رآه في مجهره. ففي سنة 1684، تمثّلت الطريقة الوحيدة لتسجيل الصور في رسمها! وكان يتعيّن على عالم الأحياء وقتها أن يكون رسامًا ماهرًا بالإضافة إلى كونه عالمًا جيدًا. بينما في وقتنا الحالي نستطيع التقاط صور فوتوغرافية للعيّنات المجهرية.

الشكل 1-2 أنطوني فون ليفينهوك

(a) (b) (c)

الشكل 1-3 (a) خشب جوز الهند، (b) عصب في بقرة، (c) وتر في فأر

5

نظريّة الخليّة

المواد المطلوبة: كاميرا عرض، الخطّ الزمنيّ لنظريّة الخليّة، مقطع مصوّر للأميبا *Amoeba proteus*، صورة لتنظيم جسم الإنسان.

1. قبل الدخول إلى الصفّ، حدّد على شبكة الإنترنت موقع صور أو خطًّا زمنيًّا تمّ إنشاؤه لنظريّة الخليّة والذي يمثّل المحطّات الرئيسة والاكتشافات، بما في ذلك العلماء الإضافيّون الذين لم يتمّ ذكرهم في النصّ.
2. حدّد مقطعًا مصوّرًا للأميبا *Amoeba proteus* وهي تأكل وتتحرّك.
3. خلال العمل في الصفّ، قدّم تعريفات لمفهومَين مهمَّين:
   - **الخليّة**- الوحدة الأساسيّة التركيبيّة والوظيفيّة في الكائنات الحيّة.
   - **نظرية الخليّة** - مبدأ توحيد هامّ في علم الأحياء.
4. اطلب إلى الطلّاب تسجيل المبادئ الثلاثة الموحّدة لنظريّة الخليّة واستخدام مقطع مصوّر للأميبا وحيدة الخليّة ومقطع مصوّر يوضح مستويات التنظيم في جسم الإنسان لوضع كلّ مبدأ في سياقه.

https://www.youtube.com/watch?v=-Y1QHXwZGUU

https://www.youtube.com/watch?v=dva-f_btvlk

- الخليّة هي الوحدة الأساسيّة للتركيب والوظيفة في جميع الكائنات الحيّة.

إنّ تركيب الأميبا عبارة عن خليّة واحدة تعمل جميع مكوّناتها معًا لإبقائها على قيد الحياة.

- تتكوّن جميع الكائنات الحيّة من خليّة واحدة أو أكثر.

الأميبا مُكوّنة من خليّة واحدة. البشر أكثر تعقيدًا ويتكوّنون من العديد من الخلايا.

- تتكوّن الخلايا الجديدة من خلايا حيّة أخرى فقط.

يمكن أن تنقسم الأميبا لإنتاج خلايا جديدة، ولكن فقط إذا كانت حيّة. تنقسم الخلايا البشريّة لتكوين خلايا حيّة جديدة. لا يمكن أن تتكوّن من خلايا ميّتة.

الوحدة 1: تركيب الخلية ووظيفتها

نظرية الخلية

الخلية Cell هي الوحدة التركيبية والوظيفية في أجسام الكائنات الحية. تحتوي الخلية على محلول من موادّ كيميائية محاطٍ بغشاء يفصل المكونات الداخلية للخلية عن مُحيطها الخارجي. وتقوم الخلية بجميع الوظائف الأساسية للحياة. وتُعدّ نظرية الخلية Cell theory مبدأ أساسيًا في علم الأحياء، وتتلخّص نظرية الخلية في ثلاث نقاط رئيسة هي:

1. الخلية هي الوحدة الأساسية للتركيب والوظيفة عند جميع الكائنات الحيّة.
2. جميع أجسام الكائنات الحية مكوّنة من خلية واحدة أو أكثر.
3. تنشأ الخلايا الجديدة من انقسام خلايا حيّة سابقة لها.

الخلية هي الوحدة الأساسية للحياة.

كان هوك من أوائل الذين أتقنوا صناعة المجهر البسيط، وهو أول من استخدم مصطلح "خلية" في الكتابات العلمية. ففي العام 1665 استخدم هوك مجهرًا صنعه بنفسه لملاحظة شرائح رقيقة من الفلّين المقطوع من سيقان نباتات ميتة. وسمّى الأشكال التي شاهدها الحجرات الصغيرة، ثم أطلق عليها اسم الخلية Cell (الشكل 1-4).

وبسبب تقدم صناعة المجاهر والعدسات، أسهم عدد من العلماء إلى جانب ليفينهوك وهوك في تطوّر نظرية الخلية، الذي استغرق ما يزيد عن 150 عامًا. فيما يلي أسماء العلماء و أفكارهم، وهي جزء من الخط الزمني لتطوّر نظرية الخلية في القرن التاسع عشر.

1824 هنري دوتروشيه - أوّل من اقترح أن جميع الكائنات الحيّة مكوّنة من خلايا.

1828 روبرت براون- أوّل من وصف نواة الخلية.

1830's ماثياس شلايدن وثيودور شوان - أوّل عالِمَين استنتجا أن جميع النباتات والحيوانات مكوّنة من خلايا.

1855 رودولف فيرشو - أوّل من اقترح أن جميع الخلايا تنشأ من خلايا موجودة مسبقًا.

1879 والتر فلمينغ - أول من وصف خطوات الانقسام الخلوي.

الشكل 1-4 رسم هوك الشهير لخلايا الفلين، والذي تم نشره في العام 1665.

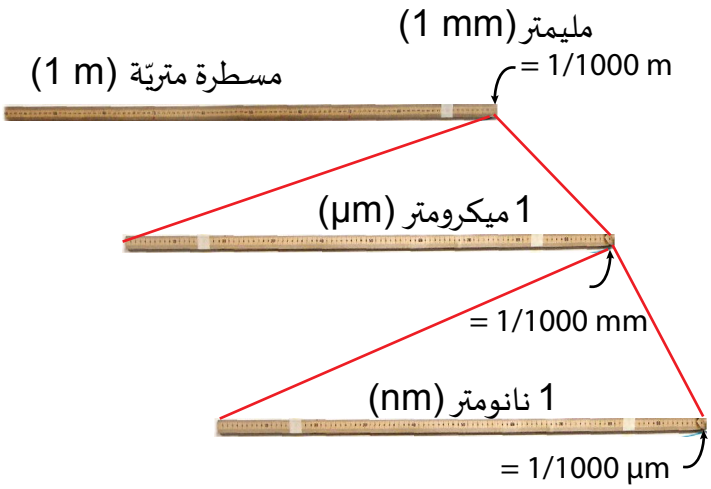
6

حجم الخليّة وتنوّعها

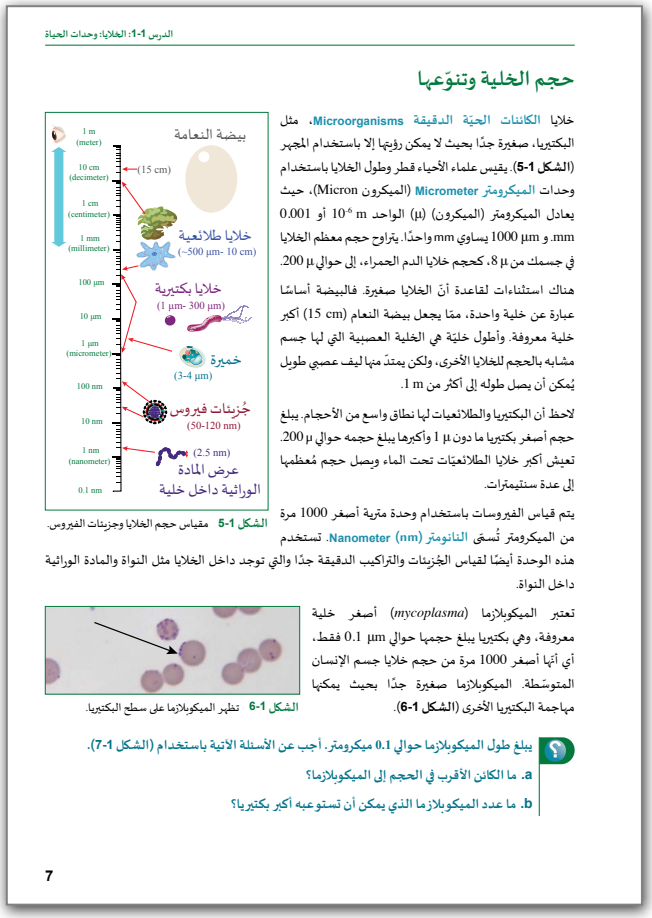
المواد المطلوبة: كاميرا عرض، شريط لاصق، ثلاث مساطر مترية، صور لخلايا الدم الحمراء، أو شعر بشريّ، أو أشياء أخرى ذات قياس مجهريّ.

1. عرّف **الكائنات الحيّة الدقيقة**: كائنات حيّة صغيرة جدًّا لا يمكن رؤيتها بالعين المجرّدة.
2. عرّف **الميكرون**: وحدة طول تعادل جزءًا من المليون من المتر.

   1 ميكرون = 10^{-6} m = 1 µm.
3. أشِر إلى أنّ الوحدات تُعرَف أيضًا باسم ميكرومتر (ميكرون)، ثمّ ساعد الطلّاب في كتابة الاختصار، µm.
4. ثبّت ثلاث مساطر مترية على الحائط أو السبّورة البيضاء كما هو مُبيَّن. مثّل تقسيم المتر إلى (1/1000) mm ثمّ إلى µm بكسر 1/1000، ثمّ إلى نانومتر مع الكسر نفسه 1/1000.



5. ضمّن صورتَيْن تمّ قياسهما كمراجع لكائنات صغيرة جدًّا، مثل خلايا الدم الحمراء، قطرها نحو 10 ميكرون (10 µm). قطر شعر الإنسان يتراوح بين 10 و100 µm .
6. إذا عانى الطلّاب مع الأقسام الأصغر، دعهم يصمّمون نموذج مقياس مُحدَّد على ورق الرسم البياني مثل النموذج المُوضَّح في كتاب الطالب، ويذكرون أمثلة جديدة على الكائنات الحيّة في أماكن مختلفة.
7. يمكن أيضًا استخدام الرواق لإنشاء مقياس أكبر باستخدام لفّات من شريط ورقيّ و / أو أشرطة قياس قابلة للسحب.



الدرس 1-1: الخلايا: وحدات الحياة

حجم الخلية وتنوّعها

خلايا الكائنات الحيّة الدقيقة Microorganisms، مثل البكتيريا، صغيرة جدًا بحيث لا يمكن رؤيتها إلا باستخدام المجهر (الشكل 1-5). يقيس علماء الأحياء قطر وطول الخلايا باستخدام وحدات الميكرومتر Micrometer (الميكرون Micron)، حيث يعادل الميكرومتر (الميكرون) (µ) الواحد 10^{-6} m أو 0.001 mm. و 1000 µm يساوي mm واحدًا. يتراوح حجم معظم الخلايا في جسمك من 8 µ، كحجم خلايا الدم الحمراء، إلى حوالي 200 µ.

هناك استثناءات لقاعدة أنّ الخلايا صغيرة. فالبيضة أساسًا عبارة عن خلية واحدة، ممّا يجعل بيضة النعام (15 cm) أكبر خلية معروفة. وأطول خليّة هي الخلية العصبية التي لها جسم مشابه بالحجم للخلايا الأخرى، ولكن يمتدّ منها ليف عصبي طويل يُمكن أن يصل طوله إلى أكثر من 1 m.

لاحظ أن البكتيريا والطلائعيات لها نطاق واسع من الأحجام. يبلغ حجم أصغر بكتيريا ما دون 1 µ وأكبرها يبلغ حجمه حوالي 200 µ. تعيش أكبر خلايا الطلائعيّات تحت الماء ويصل حجم مُعظمها إلى عدة سنتيمترات.

يتم قياس الفيروسات باستخدام وحدة مترية أصغر 1000 مرة من الميكرومتر تُسمّى النانومتر Nanometer (nm). تستخدم هذه الوحدة أيضًا لقياس الجُزيئات والتراكيب الدقيقة جدًا والتي توجد داخل الخلايا مثل النواة والمادة الوراثية داخل النواة.

الشكل 1-5 مقياس حجم الخلايا وجزيئات الفيروس.

تعتبر الميكوبلازما (*mycoplasma*) أصغر خلية معروفة، وهي بكتيريا يبلغ حجمها حوالي 0.1 µm فقط، أي أنّها أصغر 1000 مرة من حجم خلايا جسم الإنسان المتوسّطة. الميكوبلازما صغيرة جدًا بحيث يمكنها مهاجمة البكتيريا الأخرى (**الشكل 1-6**).

الشكل 1-6 تظهر الميكوبلازما على سطح البكتيريا.

يبلغ طول الميكوبلازما حوالي 0.1 ميكرومتر. أجب عن الأسئلة الآتية باستخدام (الشكل 1-7).

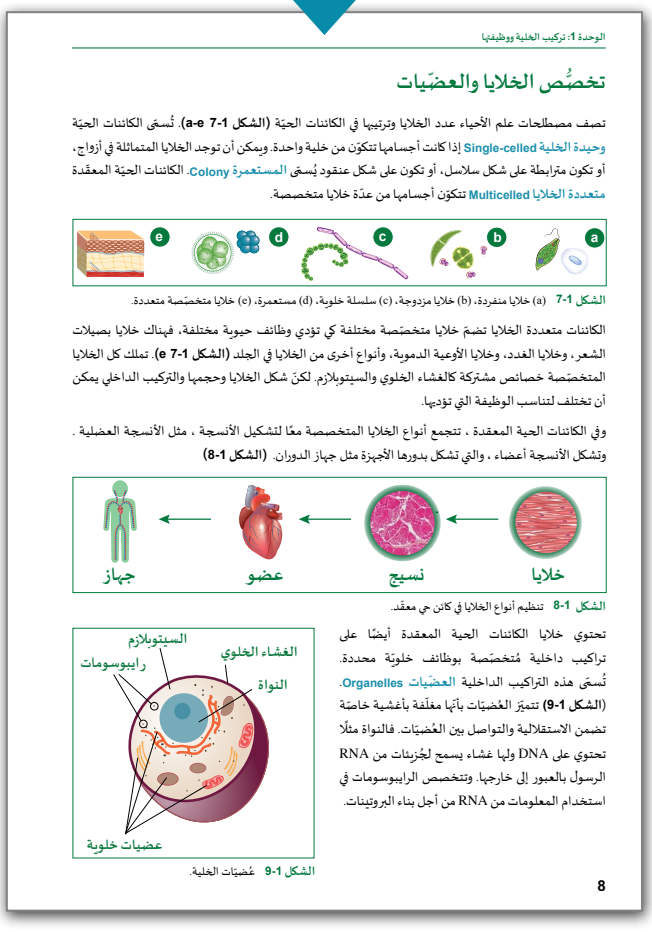
a. ما الكائن الأقرب في الحجم إلى الميكوبلازما؟

b. ما عدد الميكوبلازما الذي يمكن أن تستوعبه أكبر بكتيريا؟

7

تخصّص الخلايا والعضيّات

1. عرّف المفردات التي تصف أشكال الخلايا وناقشها، ثمّ اطلب إلى الطلّاب رسم أمثلة مختلفة للمُصطلحات المُتعلّقة بأشكال الخلايا تلك في دفاتر ملاحظاتهم أو على بطاقات المراجعة: وحيدة الخليّة، أزواج، سلاسل، خيوط، مُستعمرات (مجموعات)، الكائنات الحيّة المعقّدة متعدّدة الخلايا. البكتيريا والطلائعيات هي مراجع مفيدة.
2. قدّم مستويات التنظيم مستخدمًا الجهاز اللحافي للمساعدة على كسر المفاهيم الخاطئة حول الجلد، الذي هو جهاز وليس نسيجًا. أضِفْ جهازًا جسميًّا آخر مثل الجهاز الهضميّ أو العصبيّ أو الجهاز العظميّ لتقديم مثال آخر على التنظيم. الطلّاب أكثر معرفة بالجهاز الهضميّ.
3. راجع تعريف العضيّة من المستوى السابع. ساعد الطلّاب على أن يتعرَّفوا أنّ معظم عضيّات الخلايا حقيقيّة النواة مُحاطة بأغشية مع وجود استثناءات مثل الرايبوسومات، هذه التراكيب الدقيقة عبارة عن بروتينات ذات أسطح حيث يتمّ تجميع الجُزَيْئات الحيوية للوحدات الفرعيّة للجُزَيْئات الحيويّة التي تُسمى الأحماض الأمينيّة في جُزَيْئات حيويّة أكبر تُسمّى البروتينات. كلاهما عبارة عن جُزَيْئات حيويّة أساسيّة في بدائيّات النواة وحقيقيّات النواة كي تعمل الخلايا وتنمو وتتطوّر.



الوحدة 1: تركيب الخلية ووظيفتها

تخصُّص الخلايا والعضّيات

تصف مصطلحات علم الأحياء عدد الخلايا وترتيبها في الكائنات الحيّة (**الشكل 1-7 a-e**). تُسمّى الكائنات الحيّة وحيدة الخلية Single-celled إذا كانت أجسامها تتكوّن من خلية واحدة. ويمكن أن توجد الخلايا المتماثلة في أزواج، أو تكون مترابطة على شكل سلاسل، أو تكون على شكل عنقود يُسمّى المستعمرة Colony. الكائنات الحيّة المعقّدة متعددة الخلايا Multicelled تتكوّن أجسامها من عدّة خلايا متخصصة.

الشكل 1-7 (a) خلايا منفردة، (b) خلايا مزدوجة، (c) سلسلة خلوية، (d) مستعمرة، (e) خلايا متخصّصة متعددة.

الكائنات متعددة الخلايا تضمّ خلايا متخصّصة مختلفة كي تؤدي وظائف حيوية مختلفة، فهناك خلايا بصيلات الشعر، وخلايا الغدد، وخلايا الأوعية الدموية، وأنواع أخرى من الخلايا في الجلد (**الشكل 1-7 e**). تملك كل الخلايا المتخصّصة خصائص مشتركة كالغشاء الخلوي والسيتوبلازم. لكنّ شكل الخلايا وحجمها والتركيب الداخلي يمكن أن تختلف لتناسب الوظيفة التي تؤديها.

وفي الكائنات الحية المعقدة ، تتجمع أنواع الخلايا المتخصصة معًا لتشكيل الأنسجة ، مثل الأنسجة العضلية . وتشكل الأنسجة أعضاء ، والتي تشكل بدورها الأجهزة مثل جهاز الدوران. (**الشكل 1-8**)

الشكل 1-8 تنظيم أنواع الخلايا في كائن حي معقّد.

تحتوي خلايا الكائنات الحية المعقدة أيضًا على تراكيب داخلية مُتخصّصة بوظائف خلويّة محددة. تُسمّى هذه التراكيب الداخلية العضيّات Organelles. (**الشكل 1-9**) تتميّز العُضيّات بأنّها مغلّفة بأغشية خاصّة تضمن الاستقلالية والتواصل بين العُضيّات. فالنواة مثلًا تحتوي على DNA ولها غشاء يسمح لجُزيئات من RNA الرسول بالعبور إلى خارجها. وتتخصص الرايبوسومات في استخدام المعلومات من RNA من أجل بناء البروتينات.

الشكل 1-9 عُضيّات الخلية.

8

بدائيّات النواة وحقيقيّات النواة

المواد المطلوبة: أقلام مُلوّنة، بطاقتا مراجعة لكلّ طالب.

1. بعد أن يقرأ الطلّاب هذه الصفحات الثلاث، أشر إلى أوجه الشبه والاختلاف الرئيسة بين بدائيّة النواة وحقيقيّة النواة:
   - كلاهما لهما غشاء خلوي، وسيتوبلازم، ورايبوسومات، ومادة وراثيّة.
   - لدى بدائيّات النواة جدار خلويّ ومنطقة نوويّة في السيتوبلازم حيث يوجد DNA. يحتوي بعضها على كبسولة لزجة أو سوط واحد أو أكثر، لكن لا توجد عضيّات ذات أغشية.
   - حقيقيّات النواة أكثر تعقيدًا مع نواة لفصل DNA عن السيتوبلازم، ورايبوسومات وعضيّات مُحاطة بأغشية، والأخيرة هي عبارة عن مناطق متخصّصة حيث تتمّ أنشطة خاصّة أو تخزين جُزَيْء حيويّ، مثل الميتوكندريا، وجهاز جولجي، والبلاستيدات الخضراء، والفجوات.
2. بعد ذلك، اطلب إلى الطلّاب رسم أو إعداد بطاقة مراجعة لنموذج الخليّة حقيقيّة النواة والخليّة بدائيّة النواة، على أن تتضمّن على جانب رسمًا تخطيطيًّا، وعلى جانب آخر أسماء التراكيب وأوصافها.

الدرس 1-1: الخلايا: وحدات الحياة

بدائيات النواة وحقيقيات النواة

يصنّف معظم علماء الأحياء المعاصرين الكائنات الحيّة بناءً على ترتيب خلاياها وتراكيبها الخلوية إلى ستّ مجموعات، هي: البكتريا القديمة" الأركيا"، والبكتيريا، والطلائعيات، والفطريات، والنباتات، والحيوانات. وتشتمل المجموعات الثلاث الأولى (البكتيريا القديمة، البكتيريا، معظم الطلائعيات) على كائنات حيّة وحيدة الخلية. وفي حين تشتمل الفطريات على كائنات حيّة وحيدة الخلية ومتعددة الخلايا، فإنّ جميع النباتات والحيوانات كائنات متعددة الخلايا.

يتمثّل أحد أهم الاختلافات بين خلايا الممالك الست للكائنات الحية في وجود النواة أو عدم وجودها. لذلك تم تصليفها إلى مجموعتين على النحو الآتي:

1. حقيقية النواة Eukaryote تحتوي الخلايا حقيقية النواة على نواة محاطة بغشاء نووي، وتكون المادة الوراثية داخل النواة. (**الشكل a10-1**)، ومن الأمثلة على حقيقية النواة الطلائعيات والفطريات والنباتات والحيوانات. تفقد أنواع معيّنة من الخلايا حقيقية النواة نواتها لاحقًا، مثل خلايا الدم الحمراء؛ ومع ذلك ، فإنّ هذه الخلايا لا تزال حقيقية النواة.
2. بدائية النواة Prokaryote: خلية لا تحتوي على نواة. حيث تكون المادة الوراثية في السيتوبلازم (**الشكل b10-1**)، وسميت بدائيات النواة لأنها لا تمتلك نواة ولا عضيات غشائية، وهي من أقدم أنواع الخلايا التي نشأت على الأرض. تصنّف بدائيات النواة إلى مجموعتين، هما البكتيريا القديمة والبكتيريا.

a خلية حقيقية النواة

b خلية بدائية النواة

الشكل 1-10 (a) خلية نموذجية من كائن حقيقي النواة، (b) خلية كائن بدائي النواة.

حقيقية النواة تحتوي على نوى حقيقية، أمّا بدائيات النواة فلا تحتوي على نوى.

صنّف الكائنات الحيّة الموضّحة في الصور إلى بدائي النواة أو حقيقي النواة، مستعينًا بما قرأت عن الخلايا.

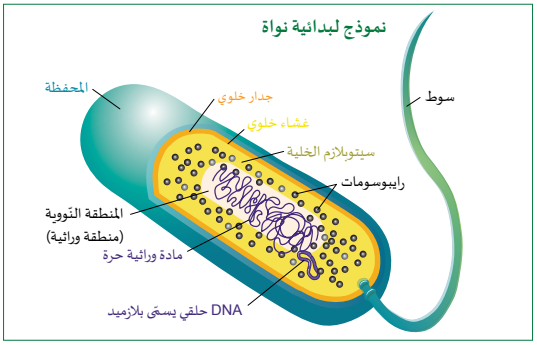
حقيقية النواة أم بدائية النواة؟

تركيب الخلايا في بدائيات النواة

تُعدّ بدائيات النواة كائنات حية بسيطة التركيب تكيف غلافها الخارجي لإبقاء الخلية على قيد الحياة، حيث يحيط بالغشاء الخلوي جدار سميك مكون من سكريات مرتبطة بوحدات من البروتين، كما يمكن لبعض الخلايا أيضًا أن تفرز محفظة خارجية لزجة لمساعدتها على الالتصاق بالأسطح (**الشكل 1-11**).

هناك طريقة أخرى لتكيّف بعض بدائيات النواة وهي وجود ذيل يُسمّى السوط Flagellum. تمتلك بعض بدائيات النواة سوطًا واحدًا بينما يمتلك بعضها الآخر أسواطًا متعدّدة تبرز من الطرفين المتقابلين. تستخدم الأسواط للحركة، ويمكن استخدامها أيضًا لاستشعار خلايا أخرى قريبة.

نموذج لبدائية نواة



الشكل 1-11 نموذج لبدئيات النواة هذه البكتيريا العصويّة لها ميزات خلوية أساسية جدًا، إضافة إلى المحفظة، لها سوط منفرد للحركة.

يحتوي الكائن بدائي النواة على منطقة فاتحة اللون تُسمّى المنطقة النّووية Nucleoid، وهي المكان الذي توجد فيه المادة الوراثية (DNA). تحتوي بعض أنواع البكتيريا على مادة DNA إضافيّة موجودة في تراكيب صغيرة حلقيّة تُدعى البلازميدات. وتكون المناطق الأخرى التي تُصنع فيها الجُزيئات الحيوية، مثل البروتين، أكثر كثافة ولونها داكن.

تُشكّل الجسيمات الكروية الصغيرة التي تُسمّى الرايبوسومات Ribosomes المواقع التي يتمّ فيها بناء البروتينات. ويبدو السيتوبلازم محبّبًا بسبب كثرة الرايبوسومات.

أهميّة العُضيّات

3. أشر إلى الأسباب التالية التي تجعل العضيّات تساعد حقيقيّات النواة على البقاء:

- تزيد العضيات من حجم الخلايا و تجعلها أكثر كفاءة في استخدام الطاقة اللازمة لأداء وظائفها. راجع محتوى نسبة المساحة السطحيّة إلى الحجم والحسابات من المستوى الثامن. مع نموّ الخلايا وزيادة حجمها، تقلّ قدرتها على تبادل الموادّ من السطح إلى أجزاء الداخل بشكل كبير إلى أن يصبح هذا التبادل غير ممكن إذا أكملت الخلية نموها. اشرح أنّ هذه المشكلة يتمّ حلّها عن طريق عضيّات ذات مناطق متخصّصة لزيادة المساحة السطحيّة.
- توفّر العُضيّات مناطق متخصّصة جزيئيّة حيويّة للتفاعُلات الكيميائيّة المُعقّدة. لكلّ جزيء من الجزيئات الحيوية وظيفة أو وظائف محدّدة، لا تتداخل مع وظائف الجزيئات الأخرى داخل الخلية.
- العُضيّات لها أغشية تفصل بين بيئتَين مختلفتَين. يُعدّ هذا مهمًّا لتكوين منحدرات تركيز. وهو مهمّ أيضًا لحركة الجُزَيْئات الحيويّة والغازات والفضلات والماء (الخاصّيّة الأسموزيّة).
- اطلب إلى الطلّاب مشاركة مُخطّطات بدائيّات النواة وحقيقيّات النواة مع زملائهم لتصحيحها أو مراجعتها، ثمّ اسمح لهم ببدء مراجعة الدرس في أثناء التحضير لنشاط خبرة التعلُّم.

4. إذا سمح الوقت، ناقش أوجه الشبه والاختلاف، وتحدَّ طلّاب الصفّ لإعداد مُخطّط فن معًا.

الدرس 1-1: الخلايا: وحدات الحياة

أهميّة العُضيّات

تسمح العُضيّات للخلايا بأن تكبر كثيرًا وتوفر القدرة على نشوء المزيد من وظائف الخلايا المعقدة. تخيل أن منزلك غرفة واحدة ضخمة فقط بلا خزانات أو جوارير أو تراكيب تنظيمية، أو حمّامات منفصلة أو غرف نوم، سوف يكون كل شيء مبعثرًا بشكل عشوائي في كل مكان. وبالتالي، سوف يستغرق منك الأمر وقتًا طويلًا لكي تعثر على كل الأشياء التي قد تحتاج إليها للقيام بمهمة. وبمثل هذه الطريقة يتم تنظيم البكتيريا من الداخل.

يمكن القول إنّ العُضيّات في الخلايا حقيقية النواة عبارة عن تراكيب متخصّصة يمكن للخلية فيها تنظيم وظائف محددة. فالجُزَيئات اللازمة لأداء الوظيفة تكون جاهزة وفي مكانها المناسب بدلاً من أن تكون مبعثرة في جميع أنحاء الخلية (**الشكل 1-12**). تتركز الجُزَيئات اللازمة لتوليد الطاقة، مثلًا، في الميتوكوندريا، بينما تتركز الجُزَيئات اللازمة لقراءة وإنتاج نسخ من DNA في النواة.

الشكل 1-12 تُنظّم الخلايا حقيقية النواة العمليات في العُضيّات.

بالإضافة إلى ذلك، تكمن أهميّة العُضيّات في أنّ العديد من العمليات في الخلايا تحدث بسبب الفرق في البيئة بين طرفي الغشاء. فكر في مستويين من الماء يفصل بينهما سد. المستوى الأعلى على جانب واحد يُعدّ مصدر الطاقة الذي أنشأه السد، ويُمكن استخدام الماء المتدفّق من خلال السدّ لتنفيذ شُغْل (**الشكل 1-13 a**). وتكون الأغشية حول بعض العُضيّات أشبه بسد، حيث يفصل الغشاء الاختلاف في التركيز بين داخل العضية وخارجها. ويُعدّ الفرق في تركيز الأيونات، مثل أيون H^+، مصدرًا لإنتاج الطاقة اللازمة للقيام بوظائف الخلية (**الشكل 1-13 b**).

الشكل 1-13 السد والغشاء كلاهما حدود فاصلة تُنشئ اختلافًا يمكن استخدامه كمصدر للطاقة.

11

نشاط 1-1 ملاحظة الخلايا حقيقيّة النواة

الإجابات/ عيّنة بيانات

موادّ للمعلّم: أماكن غسيل الأيدي أو مناديل مُطهّرة.

الموادّ المطلوبة: مجاهر ضوئيّة، شرائح زجاجيّة، أغطية شرائح زجاجيّة، عيدان أسنان، قطّارات، ماء مقطّر، أزرق الميثيلين، ورق نشّاف، شرائح مُعدّة لمقطع عرضي في أوراق نبات الليلك *Syringa*.

1. أعدّ نسخًا من ورقة النشاط 1-1 وورقة العمل 1-1 وحدّد أحجام مجموعات الطلّاب. عيّن النشاط 1-1 كواجب منزلي، وراجع طرائق العناية بالمجهر وأجزائه.
2. قبل الدخول إلى الصفّ، أحضر الموادّ، وأعدّ 5 mL من أزرق الميثيلين المُخفَّف في زجاجات تقطير، أو استخدم قطّارات يمكن التخلُّص منها وفكّر في السلامة من الميكروبات.
3. سوف يقوم الطلّاب بجمع وصبغ خلايا الخدّ الداخليّة الخاصّة بهم. ينبغي لهم أن يغسلوا أيديهم قبل هذه الخطوة وبعدها. وإذا كان هذا مصدر قلق، اطلب شرائح مُعدّة مسبقًا بدلًا من ذلك.
4. خلال العمل في الصفّ، ذكّر الطلّاب بأنّ اللُّعاب ينقل الفيروسات والبكتيريا، لذا ركّز على غسل اليدَين والتخلُّص الآمن من أعواد الأسنان المُلوّثة.
5. اعرض التقنيّة المناسبة لإعداد الشريحة الرطبة والصبغ كما هو مُوضّح في ورقة العمل. تعمل هذه التقنيّة بشكل أفضل بعد إضافة غطاء شريحة لمنع وجود الكثير من الصبغة وفقدان العيّنة. البديل الفعّال هو جعل المُعلّم يضيف الكمّية الصحيحة من الصبغة، ممّا يوفّر الوقت ويزيل المُشكلات.
6. اعرض للطلّاب كيف سيتمّ الحصول على خلايا الخدّ عبر الكشط اللطيف باستخدام عود الأسنان. ذكّرهم بأنّه ليست هناك حاجة إلى القشط بقوة، لأنّ ذلك يؤدي إلى طيّ الخلايا أو تلف الأغشية.
7. تجوّل في غرفة الصفّ لمراقبة الطلّاب أثناء تشغيلهم المجاهر.

الوحدة 1: تركيب الخلية ووظيفتها

نشاط 1-1 ملاحظة الخلايا حقيقية النواة

سؤال الاستقصاء	كيف تتم ملاحظة الخلايا الحيوانية والنباتية بوساطة المجهر؟
المواد المطلوبة	مجاهر ضوئية ، شرائح زجاجية ، أغطية شرائح زجاجية، عيدان أسنان، قطّارات، ماء مقطّر، أزرق الميثيلين، شرائح مُعدّة لمقطع عرضي في ورقة نبات الليلك *Syringa*.

1. قبل البدء، راجع أجزاء المجهر الضوئي الخاص بك وكيفية عمله. احصل على موافقة معلمك قبل البدء بالتجربة.
2. استخدم عود أسنان لتجميع خلايا من باطن الخدّ، وأعدّ شريحة رطبة باستخدام الإرشادات الموجودة في ورقة العمل.
3. استعنْ بورقة العمل لإضافة قطرة من أزرق الميثيلين المخفّف إلى الشريحة الخاصة بك.
4. اسحب السائل تحت غطاء الشريحة باستخدام ورق نشّاف.
5. افحص الخلايا باستخدام العدسة الشيئية بقوة تكبير 10× ثم افحصها بالعدسة الشيئية بقوة تكبير 40× وارسمها.
6. تخلّص من الشريحة الخاصة بك وفقًا لتعليمات المعلم.
7. نظّف منطقة العمل ومنضدة المجهر وتأكد من عدم وجود بقع الصبغة قبل الانتقال إلى مرحلة أخرى.
8. احصل على شريحة معدّة لمقطع عرضي من ورقة نبات الليلك، وتفحّص الخلايا والأنسجة عند التكبير 40×، و400× (**الشكل 1-14**).
9. حدد مكان الأجزاء التي شاهدتها، وسمّها مستخدمًا ورقة العمل.
10. أجب عن أسئلة الملخّص جميعها.

الشكل 1-14 مقطع عرضي في ورقة نبات الليلك.

بحث في الأصباغ الحيوية

استخدم الإنترنت لتحديد صبغة حيوية آمنة وفاعلة في مشاهدة الأجزاء أدناه بوضوح أكبر تحت المجهر.

a. جدر خلوية نباتية
b. سيتوبلازم الخلية
c. بكتيريا
d. خلايا الدم الحمراء

12

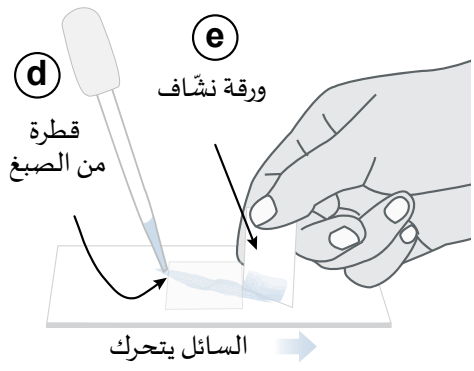
نشاط 1-1 ملاحظة الخلايا حقيقيّة النواة - تابع

الإجابات/ عيّنة بيانات

8. بعد أن يقوم الطلّاب بتفحّص خلايا الخدّ، اطلب إليهم تنظيف المنضدة قبل تقديم الشرائح المُعدّة من أوراق الليلك *Syringa*، وأكمل حصّة المُختبر.

الخطوات- الجزء 1 الشريحة الرطبة للخلايا الحيوانيّة

1. في حال لم يتوافر عدد كافٍ من المجاهر يمكنك العمل مع زميلك في الصف.
2. قبل البدء، راجع أجزاء المجهر الضوئيّ الخاصّ بك وكيفيّة تشغيله. احصل على موافقة المُعلّم وأمّن الموادّ قبل المتابعة.
3. اغسل يدَيك.
4. استخدم الخطوات أدناه لتجميع بعض خلايا الخدّ وإعداد الشريحة الرطبة.
   a. ضَعْ قطرة كبيرة من الماء المُقطَّر في مركز شريحة مجهر نظيفة.
   b. استخدم عود أسنان لتجميع خلايا من باطن الخدّ برفق ولعدّة مرّات. يمكن أن يؤدّي الكشط بشدّة إلى إتلاف الخلايا.
   c. دوّر حافة عود الأسنان في قطرة الماء من دون مسحها، ثمّ ضَعْ غطاء الشريحة.
   d. راجع (**الشكل 1-4**)، ثمّ أضِفْ قطرة صغيرة من أزرق الميثيلين إلى إحدى حافّات غطاء الشريحة.
   e. سيؤدّي وضع الورق النشّاف على الحافّة المُقابلة الرطبة إلى سحب السائل تحت الغطاء إلى الورقة. إذا لم تنتشر البقعة بالتساوي، أضف قطرة ماء أخرى على الحافة المُلطَّخة واسحَب السائل عبرها مرّة أخرى بورق نشّاف جديد.
   f. امسَح الشريحة النهائيّة للتأكُّد من عدم مُلامسة أيّ سوائل للمجهر.
5. أوّلا، افحَص الخلايا على قوّة تكبير صغيرة (40×) ثمّ افحصها على قوّة تكبير 400×. استخدِم ملاقط المنضدة لمنع الشريحة من التحرُّك بعيدًا جدًّا بينما تقوم بتركيز الخليّة المصبوغة في مدى الرؤية.
6. إذا لم تظهر أيّ خلايا، كرّر الخطوات من a إلى f على شريحة جديدة.
7. ارسُمْ مخطّطًا لخليّة واحدة أو خليّتَيْن عند قوّة التكبير 400× و40×. سَمِّ أجزاء المُخطّط عند قوّة التكبير العالية باستخدام المصطلحات الآتية: النواة، الغشاء الخلويّ والسيتوبلازم.
8. عند الانتهاء، نظِّفْ وفق تعليمات المعلّم، واحصل على موافقته للمتابعة والانتقال إلى الجزء 2.



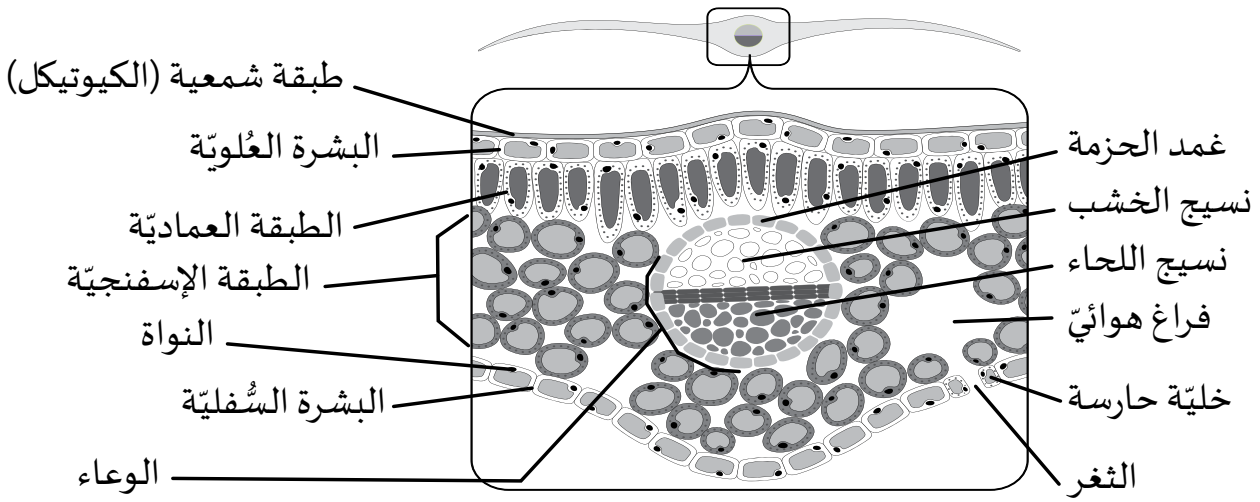
نشاط 1-1 ملاحظة الخلايا حقيقيّة النواة - تابع

الإجابات/ عيّنة بيانات

الخطوات – الجزء 2 شرائح مُعدّة من مقطع عرضيّ لورقة الليلك *Syringa*.

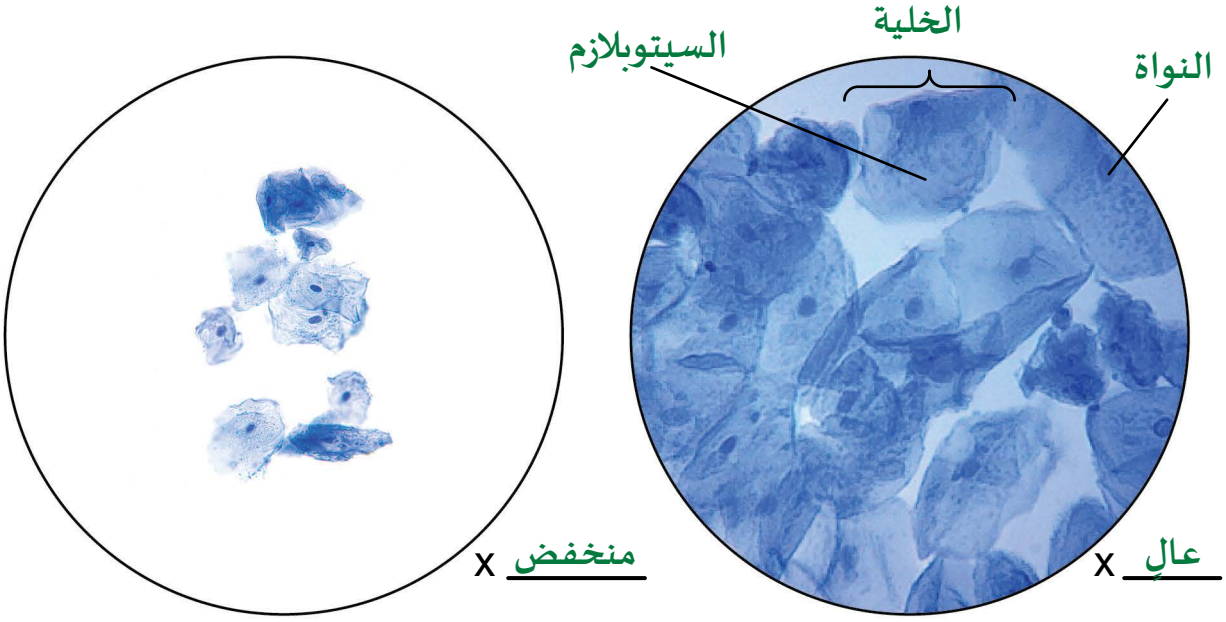
1. افحص المجهر الخاصّ بك للتأكُّد من أنّه نظيف وجافّ.
2. احصل على شريحة مُعدّة لمقطع عرضيّ من ورقة نبات الليلك، وضعْها على المنضدة. وجِّه الشريحة بحيث لا يكون المُلصَق الورقيّ مقلوبًا.
3. ابدأ بتفحُّص الخلايا باستخدام العدسة الشيئية ذات قوّة تكبير 4× وحدّد موقع الأنسجة المختلفة المرئيّة في ورقة نموذجيّة. الورقة عبارة عن عضو يمثّل جزءًا من الجهاز الوعائيّ (جهاز النقل) في النبات. الأنسجة هي طبقات خلويّة داخل الأعضاء. في النباتات أنسجة مختلفة ولكلّ منها أنواع فريدة من الخلايا.
4. تحول الى العدسة الشيئية ذات قوّة التكبير 10× وتفحّص كلّ طبقة من الخلايا. حاوِلْ أن ترسم مخطّطًا بسيطًا لكلّ طبقة من نسيج.
5. طابق الرسم التخطيطيّ المُسمّى في (**الشكل 1-5**) الذي يوضح كلّ تركيب بالرقم الصحيح الموجود على مُخطّط المجهر؛ اكتب الأرقام 1-7 على الخطوط المُتاحة.
6. حاول تحديد موقع زوج من الخلايا يتحكّم في فتح مسام تبادُل الغازات.
7. استخدم العدسة الشيئية ذات قوّة التكبير 40× للتركيز على التركيب الدائريّ المُكوَّن من عدّة أنواع من الخلايا. تحتوي العروق على طبقة واقية ونسيجَيْن للنقل. قد يظهر طلاء شمعيّ رقيق (كيوتيكل) على السطح العُلويّ عند قوّة التكبير العليا.
8. حدّد التراكيب المُرقَّمة 8-12 على الأسطر المُقدَّمة، وأعِد كلّ الموادّ وأجب عن جميع أسئلة التلخيص.

تشريح ورقة النبات



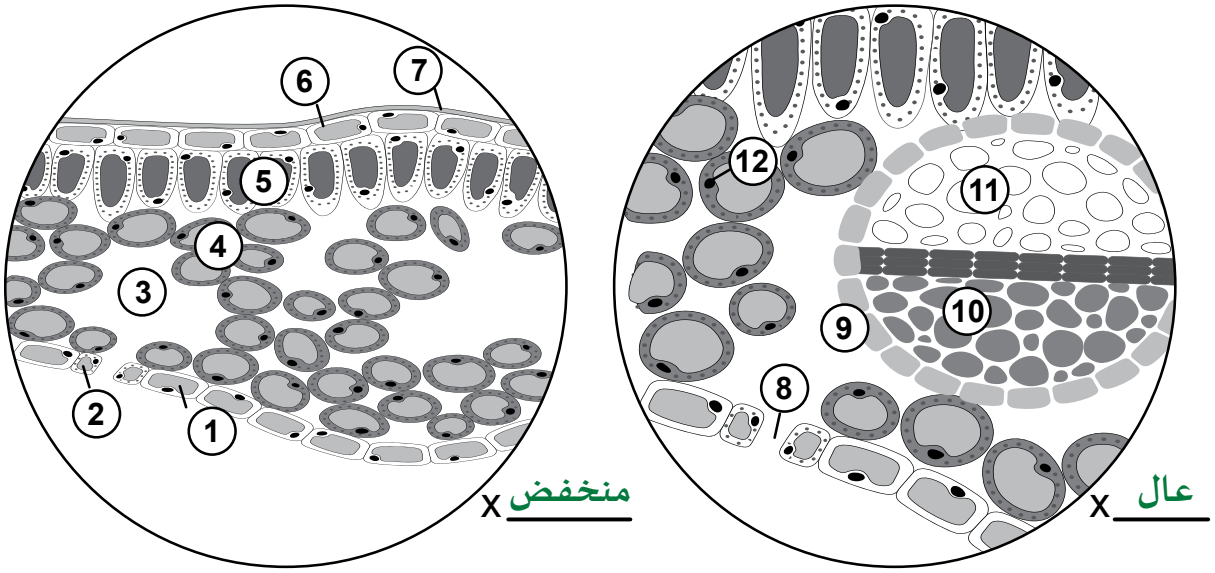
نشاط 1-1 ملاحظة الخلايا حقيقيّة النواة - تابع

الإجابات/ عيّنة بيانات



(a) خلايا باطن خدّ الإنسان

(b) خلايا باطن خدّ الإنسان



(a) ورقة الليلك

(b) ورقة الليلك

1. البشرة السفليّة
2. خليّة حارسة
3. فراغ هوائيّ
4. الطبقة الإسفنجيّة
5. الطبقة العماديّة
6. البشرة العُلويّة
7. الطبقة الشمعية
8. الثغر
9. حزمة وعائية
10. نسيج اللحاء
11. نسيج الخشب
12. النواة

نشاط 1-1 ملاحظة الخلايا حقيقيّة النواة - تابع

الإجابات/ عيّنة بيانات

الأسئلة

a. اكتب التراكيب الموجودة في الخليّة الحيوانيّة التي صُبِغَت بأزرق الميثيلين.

النواة- داكنة، السيتوبلازم- فاتح

ملاحظة: يصبغ أزرق الميثيلين الجُزَيْئات سالبة الشحنة في الخليّة بما فيها DNA وRNA. يجب أن يلاحظ الطلّاب أنّ النواة مصبوغة جيّدًا وكذلك السيتوبلازم مُلوّن باللون الأزرق الفاتح. هذا هو المكان الذي يمكن العثور فيه على RNA. يتيح التباين أيضًا زيادةً في وضوح الغشاء الخلويّ.

b. عدّد مستويات التنظيم الأربعة للخلايا في الكائنات الحيّة المُعقّدة من أصغر مستوى إلى أكبر مستوى.

الخليّة، النسيج، العضو، الجهاز

الخلايا في الطبقات المختلفة (الأنسجة) من ورقة *Syringa* ليست كلّها مُتشابِهة. كثيرٌ منها ليس لديه تركيب أو شكل مُوحَّد. على سبيل المثال، المنطقة الدائريّة المتخصِّصة (الحزمة الوعائية) عبارة عن عرق يحتوي على طبقة نسيج خارجيّة للحماية، ونسيج ينقل الماء والأملاح ونسيج ينقل الغذاء (السكر) إلى أجزاء أخرى من النبات.

c. لماذا تضمّ الكائنات الحيّة المعقّدة كالنباتات أنواعًا مختلفة من الخلايا؟

قد تتعدّد الإجابات. يؤدّي كلّ نوع من الخلايا وظيفة معيّنة ويُناسب تركيبه أداء تلك الوظيفة. يمكن أن تنظّم/ تتعاون أنسجة الخلايا لأداء مهامّ أكبر مثل نقل موادّ مُتعدّدة.

d. كيف تتشابه وظيفة العرق في ورقة النبات مع وظيفة الأوعية الدموية؟

قد تختلف الإجابات ولكن يجب دعمها بمثال. كلاهما يُستخدمان للنقل أو تبادل الموادّ. تنقل الأوراق السكّريات (النشويات) والماء وينقل الشريان الدم الغني بالأكسجين بينما ينقل الوريد الدم الغني بثاني أكسيد الكربون.

e. هل تعتقد أنّ الخلايا الموجودة في الأوعية الدموية هي نفسها الخلايا الموجودة في العرق النباتيّ؟ استخدِمْ ما تعرفه عن تركيب الخلايا الحيوانيّة والنباتيّة لشرح لماذا نعم أو لماذا لا.

لا، الخلايا النباتيّة والخلايا الحيوانيّة لها تراكيب مختلفة. تحتوي الخلايا النباتيّة على جدران خلويّة وبلاستيدات خضراء.

تقويم الدرس 1-1

الإجابات

1. لماذا تُسمّى الخلايا "الوحدات الوظيفية للحياة"؟ استخدم المصطلحين "الوظيفة" و"الكائن الحي" في إجابتك.

سوف تتنوّع الإجابات. تنصّ نظريّة الخليّة على أنّ جميع الكائنات الحيّة تتكوّن من وحدات تؤدّي وظائفها على المستوى الخلوي.

2. أيّ ممّا يلي ليس من النقاط الرئيسة في نظرية الخلية؟

c. الخلية أصغر تركيب يُمكنه إنتاج نِسخ عن نفسه.

العُضَيّات، مثل البلاستيدات الخضراء والميتوكندريا، والجُزيئات الحيوية، مثل DNA، قادرة على التكاثر (داخل الخلايا).

3. طابق بين اسم العالم وإنجازاته الصحيحة في تطوير نظرية الخلية.

a. براون **b.** دوتروشيه **c.** فلمينغ
d. شلايدن وشوان **e.** فيرشو.

1. أوّل من وصف نواة الخلية. *a*
2. أوّل من وصف خطوات انقسام الخلية. *c*
3. أوّل من استنتج أنّ جميع الكائنات الحيّة مكوّنة من خلايا. *b*
4. أوّل من استنتج أنّ جميع النباتات والحيوانات مكوّنة من خلايا. *d*
5. أوّل من استنتج أنّ جميع الخلايا تنشأ من خلايا سابقة. *e*

4. * أيّ ممّا يلي هو الفرق بين الخلايا بدائية النواة والخلايا حقيقية النواة؟

b. تحتوي الخلايا حقيقية النواة على نواة، أمّا الخلايا بدائية النواة فلا تحتوي على نواة.

5. أعطِ مثالَين على الوظائف التي يؤديها الغشاء الخلوي.

يفصل الغشاء الخلوي محتويات الخليّة عن البيئات الأخرى (الحماية). يتحكّم في نقل الموادّ إلى داخل الخليّة وإلى خارجها.

6. هل الخلايا البشرية في جسمك بدائية النواة أم حقيقية النواة؟ اشرح إجابتك وادعمها بحقيقة واحدة على الأقل.

الخلايا البشرية هي حقيقية النواة لأنّها تحتوي جميعها على DNA داخل نواتها.

7. أعطِ سببَين يدعمان أنّ العُضَيّات تحسّن وظيفة الخلية.

يجب على الطلاب ذكر سببَين من 3 أسباب: العُضَيّات تقسّم الخلية إلى مناطق مُتخصّصة، حيث يمكن أن تُجرى عمليات، مثل بناء البروتينات في بيئات مختلفة، وتزيد من سطح الغشاء الداخلي، وتتحكّم وتحافظ على تركيز ثابت من الجُزيئات الحيوية في داخل كلّ منطقة متخصّصة وخارجها.

إعادة تدريس

موادّ للمعلّم: الوصول إلى شبكة الإنترنت، صور لخلايا وأنسجة مختلفة من: البكتيريا، والطلائعيّات، والفطريّات، والنباتات، والحيوانات.

1. اجمَعْ صورتَيْن إلى ثلاث صور، ومُخطّطات معيّنة عليها أجزاؤها وغير معيّنة للخلايا والأنسجة من كلّ مجموعة من المجموعات الخمس المُدرَجة. كلّما أمكن، اذكُر قوّة التكبير أو الحجم بالميكرومتر.
2. اعرض كلّ صورة واسأل الطلّاب:
   a. ما إذا كانت الصورة تُظهر كائنات وحيدة أو متعدّدة الخلايا.
   b. ما إذا كانت الصورة تُظهر ميزات خليّة بدائيّة النواة أو حقيقيّة النواة.
   c. إلى أيّ مجموعة قد تنتمي الخليّة أو الأنسجة.
3. اعتمادًا على الصورة، أعِد ترتيب الأسئلة الثلاثة بناءً على العضيّات المرئيّة أو الصبغات. على سبيل المثال، إذا كانت الخليّة أو الأنسجة تُظهر بوضوح صبغة خضراء طبيعيّة، فكِّر في مُطالبة الطلّاب بتضييق المجموعة المُحتمَلة أوّلًا. ثمّ قرّر تصنيفها على أنّها بدائيّات النواة أو حقيقيّات النواة.
4. اطلب إلى الطلّاب اقتراح ومشاركة السبب الذي ساعدهم على تخمين المجموعة في الرسم التخطيطي أو الصورة.

إثراء - بحث في الأصباغ الحيويّة

موادّ للمعلّم: الوصول إلى شبكة الإنترنت، صور لخلايا وأنسجة مختلفة من: البكتيريا، والطلائعيّات، والفطريّات، والنباتات، والحيوانات.

1. حدِّد الصبغات البيولوجيّة التي تريد أن يبحث الطلّاب عنها وما إذا كانوا سيعملون بمفردهم أو ضمن مجموعات. اطلب إليهم تسجيل موضوعاتهم لمنع اختيار جميع الطلّاب الموضوع نفسه.
2. أعدّ نموذج تقييم للتوقُّعات وضمّنه المحتوى وتنسيق العرض التقديميّ وتواريخ الاستحقاق. ضمِّن الحدّ الأدنى من المحتوى مثل:
   - ما الهدف من الخليّة أو العضيّة؟
   - من أوّل من اكتشفها أو استخدمها؟
   - كيف هو شكلها؟ هل هي نباتيّة أو اصطناعيّة؟
   - ما لون الصبغ؟
   - صورة الصبغة أو العنصر المصبوغ.
3. اطلب إلى الطلّاب مشاركة معلوماتهم بشكل غير رسميّ ضمن مجموعات أو عرضها.

الدرس 1-2
عُضيّات الخليّة

مصادر تعلّم الدرس

الوقت	العناوين/المحتوى	موارد كتاب الطالب	موارد دليل المعلم
1 حصّة	مقدّمة الدرس بناء البروتين	الصفحتان 14، 15	افتتاحيّة الدرس نشاط البروتين
1 حصّة	التركيب الداخليّ للخلايا الغشاء الخلويّ والجدار الخلويّ	الصفحتان 16، 17	بطاقات المراجعة
3 حصّص	عُضيّات الخليّة	الصفحات 18-23	جدول عُضيّات الخليّة
1 حصّة	ملخّصات تراكيب الخلايا الحيوانيّة والنباتيّة	الصفحتان 24، 25	ورقة النشاط 1-2

الزمن المقترح للدرس

يستغرق تنفيذ هذا الدرس ستّ حصص دراسيّة، ولا يشتمل على أيّ نشاط خبرة تعلُّم، ولكنّه يتضمّن ورقة نشاط مُلخّص للمراجعة.

مخرجات التعلّم

B1003.1 يصف التركيب الدقيق للخلايا حقيقيّة النواة، بما في ذلك النواة، والسيتوبلازم، والغشاء الخلويّ، والجدار الخلويّ، والهيكل الخلويّ، وجهاز جولجي، والميتوكندريا، والبلاستيدات الخضراء، والمريكز، والجُسَيْمات المُحللة، والشبكة البلازميّة الداخليّة (الإندوبلازميّة)، والرايبوسومات.

B1003.2 يستذكر مبادئ نسبة المساحة السطحيّة إلى الحجم، ويحسب نسبة المساحة السطحيّة إلى الحجم لخلايا وكائنات حيّة نموذجيّة.

B1003.3 يربط تركيب العضيّات الخلويّة بوظائفها، مضمّنًا الإشارة إلى نسبة المساحة السطحية إلى الحجم بطريقة ملائمة.

المعرفة السابقة

يجب أن يكون الطلاب قد عرفوا:

- المفردات من المستوى السابع إلى المستوى التاسع: الغشاء الخلويّ، السيتوبلازم، النواة، الجدار الخلويّ، فجوة الخليّة، البلاستيدات الخضراء، والميتوكندريا.

المفردات

الرايبوسوم	Ribosome
الشبكة البلازميّة الداخليّة (الإندوبلازميّة)	Endoplasmic reticulum (ER)
الميتوكندريا	Mitochondria
سيتوبلازم الخلية	Cell cytoplasm
الغشاء الخلوي	Cell membrane
البلاستيدات الخضراء	Chloroplast
الرايبوسومات	Ribosomes
جهاز جولجي	Golgi apparatus
نواة	Nucleus
الجُسَيمات المُحللة	Lysosome
الهيكل الخلوي	Cytoskeleton

افتتاحية الدرس

يُعرّف الدرس 1-2 الطلّاب إلى التركيب الداخلي للخليّة ويقدّم أسماء العُضيّات المهمّة ووظائفها. في المُلخّص النهائيّ، يُظهر الدرس العُضيّات والتراكيب الرئيسة الموجودة في نموذج مُركّب للخلايا الحيوانيّة والنباتيّة. تراجع هذه المادّة أيضًا المحتوى في المستويات من السابع إلى التاسع.

للبدء، اسأل الطلّاب عن سبب وجود أعضاء مختلفة في جسم الإنسان.

الأعضاء مُتخصّصة للقيام بوظائف مختلفة.

اسأل عمّا تفعله الأعضاء المختلفة.

سوف تختلف الإجابات ولكنّها تشمل معلومات مثل أنّ الرّئتَين تؤمّنان تبادل الأكسجين وثاني أكسيد الكربون، وأنّ القلب يضخّ الدم، وأنّ الكلى ترشّح الفضلات من الدم، وأنّ المعدة تهضم الطعام.

اسأل الطلاب عمّا إذا كانوا يعتقدون أنّ هناك تقسيمات متشابهة للوظائف داخل كلّ خليّة في جسمهم.

قد يعرف بعض الطلّاب أنّ في كلّ خليّة أيضًا تراكيب مُتخصّصة دقيقة (عُضيّات) لها وظائف متخصّصة أيضًا.

الدرس 1-2

عُضيّات الخلية

Cell Organelles

تحتوي جميع الآلات المعقدة على أنظمة فرعية تؤدي وظائف فردية تدعم عمل الآلة ككل. على سبيل المثال، يحتوي الكمبيوتر على نظام ذاكرة ونظام إدخال وإخراج ونظام عرض ومصدر طاقة.

الخلايا عبارة عن آلات بيولوجية ولديها أيضًا أنظمة فرعية متخصّصة. فكل عضيّة في الخليّة تكون متخصّصة لأداء وظيفة معينة. على سبيل المثال، الميتوكندريا هي مصدر الطاقة للخلية، تبني الرايبوسومات البروتينات، وتحتوي النواة على DNA الخلية وتُعدّ مركز التحكم فيها.

مخرجات التّعلُّم

B1003.1 يصف التركيب الدقيق للخلايا حقيقية النواة، بما في ذلك النواة، والسيتوبلازم، والغشاء الخلوي، والجدار الخلوي، والهيكل الخلوي، وجهاز جولجي، والميتوكندريا، والبلاستيدات الخضراء، والمريكز، والجُسَيمات المُحللة، والشبكة البلازمية الداخلية (الإندوبلازمية)، والرايبوسومات.

B1003.2 يستذكر مبادئ نسبة المساحة السطحية إلى الحجم، وبحسب نسبة المساحة السطحية إلى الحجم لخلايا وكائنات حية نموذجية.

B1003.3 يربط تركيب العضيّات الخلوية بوظائفها، مضمنًا الإشارة إلى نسبة المساحة السطحية إلى الحجم بطريقة ملائمة.

المفردات

Ribosome	الرايبوسوم
Endoplasmic reticulum	الشبكة البلازمية الداخلية (الإندوبلازمية)
Mitochondria	الميتوكندريا
Cell cytoplasm	سيتوبلازم الخلية
Cell membrane	الغشاء الخلوي
Chloroplast	البلاستيدات الخضراء
ribosomes	الرايبوسومات
Golgi Apparatus	جهاز جولجي
nucleus	نواة
Lysosome	الجُسَيمات المُحللة
Cytoskeleton	الهيكل الخلوي

14

بناء البروتين

موادّ للمعلّم: مجهر عرض، صور البروتينات ثلاثيّة الأبعاد الشائعة.

الموادّ المطلوبة: مجموعات النموذج الذرّي للكيمياء العضويّة.

1. اسأل الطلّاب عن البروتين.

اشرح أنّه في علم الأحياء، البروتين هو جُزَيْء مكوّن من سلسلة من الأحماض الأمينيّة. هذا يختلف عن المعنى الغذائيّ "للّحوم والأسماك والبيض" وأنّ البروتينات توجد في جميع النباتات وجميع الحيوانات.

2. اشرح أنّ الحمض الأميني هو جُزَيْء صغير، وأنّه عندما يتمّ ربطه بوحدات أخرى يشكّل جُزَيْئًا حيويًّا كبيرًا يُسَمّى بروتينًا.

3. اطلب إلى الطلّاب العمل ضمن مجموعات ثلاثية (15 دقيقة). تبني كلّ مجموعة واحدًا من الأحماض الأمينيّة الثلاثة المُوضَّحة. إذا تمّ استخدام حلوى الجيلاتين، تأكَّد من أنّ طلّاب الصفّ يستخدمون الألوان نفسها. اطلب إلى الطلّاب وضع مفتاح لكلّ لون مُستخدَم لكلّ ذرّة.

4. يقوم الطلّاب معًا بربط الأحماض الأمينيّة الثلاثة لتكوين بروتين عن طريق إزالة جُزَيْء ماء واحد أو أكثر.

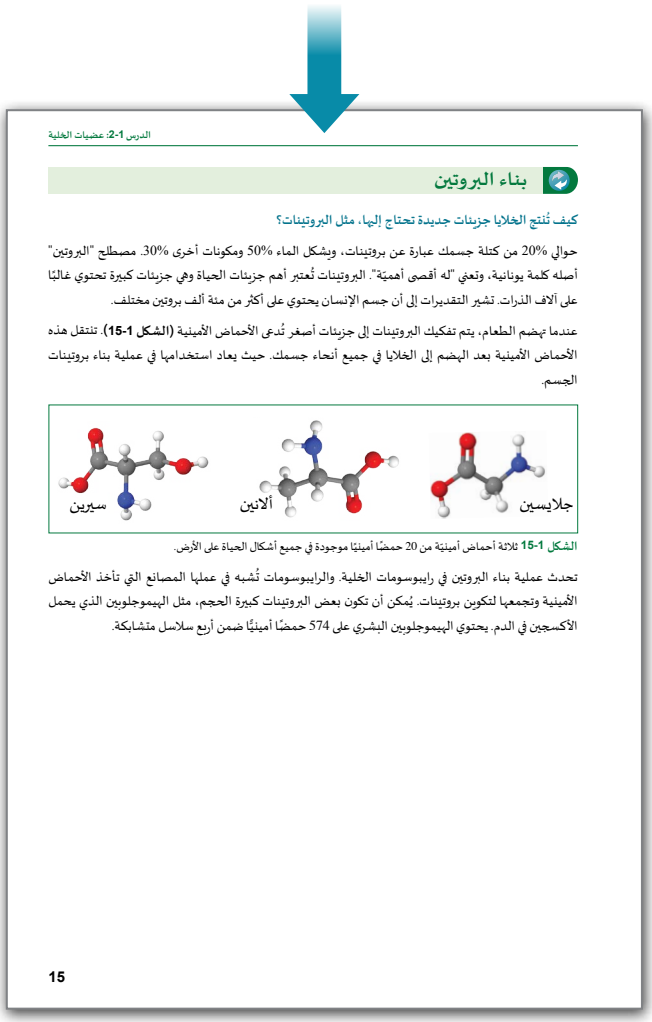
5. خلال تفكيك كلّ نموذج ووضعه بعيدًا، أظهر للطلّاب بعضًا من البروتينات ثلاثيّة الأبعاد الكبيرة التي يمكنك تنزيلها أو عرضها على موقع الويب.

   a. الرايبوسومات
   https://pdb101.rcsb.org/learn/flyers-posters-and-calendars/flyer/the-ribosome

   b. فيروس الكورونا
   https://pdb101.rcsb.org/sci-art/goodsell-gallery/coronavirus

   c. الهيموجلوبين
   https://pdb101.rcsb.org/motm/41

   d. المقطع العرضيّ للحصبة
   https://pdb101.rcsb.org/sci-art/goodsell-gallery/measles-virus-proteins


الدرس 1-2: عضيات الخلية

بناء البروتين

كيف تُنتج الخلايا جزيئات جديدة تحتاج إليها، مثل البروتينات؟

حوالي 20% من كتلة جسمك عبارة عن بروتينات، ويشكل الماء 50% ومكونات أخرى 30%. مصطلح "البروتين" أصله كلمة يونانية، وتعني "له أقصى أهميّة". البروتينات تُعتبر أهم جزيئات الحياة وهي جزيئات كبيرة تحتوي غالبًا على آلاف الذرات. تشير التقديرات إلى أن جسم الإنسان يحتوي على أكثر من مئة ألف بروتين مختلف.

عندما نهضم الطعام، يتم تفكيك البروتينات إلى جزيئات أصغر تُدعى الأحماض الأمينية (**الشكل 1-15**). تنتقل هذه الأحماض الأمينية بعد الهضم إلى الخلايا في جميع أنحاء جسمك. حيث يعاد استخدامها في عملية بناء بروتينات الجسم.

الشكل 1-15 ثلاثة أحماض أمينية من 20 حمضًا أمينيًا موجودة في جميع أشكال الحياة على الأرض.

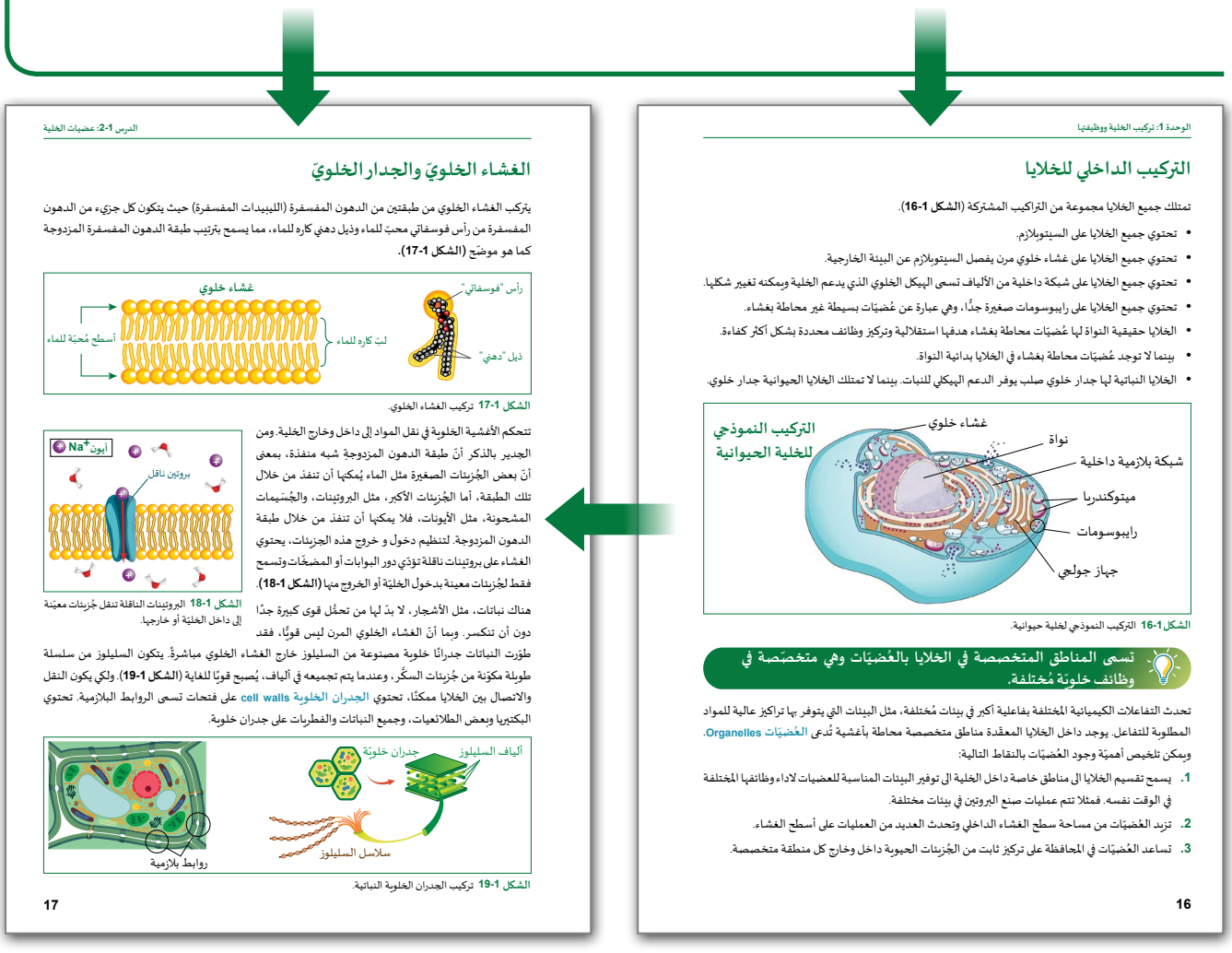
تحدث عملية بناء البروتين في رايبوسومات الخلية. والرايبوسومات تُشبه في عملها المصانع التي تأخذ الأحماض الأمينية وتجمعها لتكوين بروتينات. يُمكن أن تكون بعض البروتينات كبيرة الحجم، مثل الهيموجلوبين الذي يحمل الأكسجين في الدم. يحتوي الهيموجلوبين البشري على 574 حمضًا أمينيًا ضمن أربع سلاسل متشابكة.

15

التركيب الداخليّ للخلايا والغشاء الخلويّ والجدار الخلويّ

المواد المطلوبة: أقلام ملوّنة، أوراق رسم أو بطاقات مراجعة A6

1. اطلب إلى الطلّاب قراءة المحتوى في هاتَين الصفحتَين، ثمّ قدّم تعريفًا للعُضيّة. اشرح أنّ معظم العُضيّات مُحاطَة بأغشية وفيها مناطق مُتخصّصة. أشر إلى أنّ الرايبوسومات والجدر الخلويّة والهيكل الخلويّ عبارة عن تراكيب جُزَيْئِيّة حيويّة كبيرة لا يحيط بها غشاء.
2. اطلب إلى الطلّاب رسم مخطّطاتهم الخاصّة وتلوينها وتسميتها كالخليّة الحيوانيّة والغشاء الخلويّ المُوضَّحَين في كتاب الطالب.
3. عند اكتمال المُخطّطات، أشر إلى اختلافَيْن بين الخليّة الحيوانيّة والخلايا النباتيّة المُوضَّحة:
   - تحتوي الخلايا النباتيّة الموجودة في النباتات البرّيّة على جدران خلويّة مكوّنة من ألياف السليلوز مُرتّبة في شبكة لدعم استطالة النبات.
   - وضّح أنّ بعض النباتات مائيّة، لذا فهي تحتاج إلى دعم أقلّ أو لها تركيب جدار خلويّ مختلف، لكنّها لا تزال تحتوي على السليلوز.



الوحدة 1: تركيب الخلية ووظيفتها

التركيب الداخلي للخلايا

تمتلك جميع الخلايا مجموعة من التراكيب المشتركة (**الشكل 1-16**).

- تحتوي جميع الخلايا على السيتوبلازم.
- تحتوي جميع الخلايا على غشاء خلوي مرن يفصل السيتوبلازم عن البيئة الخارجية.
- تحتوي جميع الخلايا على شبكة داخلية من الألياف تسمى الهيكل الخلوي الذي يدعم الخلية ويمكنه تغيير شكلها.
- تحتوي جميع الخلايا على رايبوسومات صغيرة جدًّا، وهي عبارة عن عُضيّات بسيطة غير محاطة بغشاء.
- الخلايا حقيقية النواة لها عُضيّات محاطة بغشاء هدفها استقلالية وتركيز وظائف محددة بشكل أكثر كفاءة.
- بينما لا توجد عُضيّات محاطة بغشاء في الخلايا بدائية النواة.
- الخلايا النباتية لها جدار خلوي صلب يوفر الدعم الهيكلي للنبات. بينما لا تمتلك الخلايا الحيوانية جدار خلوي.

الشكل 1-16 التركيب النموذجي لخلية حيوانية.

تسمى المناطق المتخصصة في الخلايا بالعُضيّات وهي متخصّصة في وظائف خلويّة مُختلفة.

تحدث التفاعلات الكيميائية المختلفة بفاعلية أكبر في بيئات مُختلفة، مثل البيئات التي يتوفر بها تراكيز عالية للمواد المطلوبة للتفاعل. يوجد داخل الخلايا المعقّدة مناطق متخصصة محاطة بأغشية تُدعى **العُضيّات Organelles**. ويمكن تلخيص أهميّة وجود العُضيّات بالنقاط التالية:

1. يسمح تقسيم الخلايا الى مناطق خاصة داخل الخلية الى توفير البيئات المناسبة للعضيات لاداء وظائفها المختلفة في الوقت نفسه. فمثلا تتم عمليات صنع البروتين في بيئات مختلفة.
2. تزيد العُضيّات من مساحة سطح الغشاء الداخلي وتحدث العديد من العمليات على أسطح الغشاء.
3. تساعد العُضيّات في المحافظة على تركيز ثابت من الجُزَيئات الحيوية داخل وخارج كل منطقة متخصصة.

16

الدرس 2-1: عضيات الخلية

الغشاء الخلويّ والجدار الخلويّ

يتركب الغشاء الخلوي من طبقتين من الدهون المفسفرة (الليبيدات المفسفرة) حيث يتكون كل جزيء من الدهون المفسفرة من رأس فوسفاتي محبّ للماء وذيل دهني كاره للماء، مما يسمح بترتيب طبقة الدهون المفسفرة المزدوجة كما هو موضّح (**الشكل 1-17**).

الشكل 1-17 تركيب الغشاء الخلوي.

تتحكم الأغشية الخلوية في نقل المواد إلى داخل وخارج الخلية. ومن الجدير بالذكر أنّ طبقة الدهون المزدوجة شبه منفذة، بمعنى أنّ بعض الجُزَيئات الصغيرة مثل الماء يُمكنها أن تنفذ من خلال تلك الطبقة، أما الجُزَيئات الأكبر، مثل البروتينات، والجُسَيمات المشحونة، مثل الأيونات، فلا يمكنها أن تنفذ من خلال طبقة الدهون المزدوجة. لتنظيم دخول و خروج هذه الجزيئات، يحتوي الغشاء على بروتينات ناقلة تؤدّي دور البوابات أو المضخّات وتسمح فقط لجُزَيئات معينة بدخول الخليّة أو الخروج منها (**الشكل 1-18**).

الشكل 1-18 البروتينات الناقلة تنقل جُزَيئات معيّنة إلى داخل الخليّة أو خارجها.

هناك نباتات، مثل الأشجار، لا بدّ لها من تحمُّل قوى كبيرة جدًا دون أن تنكسر. وبما أنّ الغشاء الخلوي المرن ليس قويًّا، فقد طوّرت النباتات جدرانًا خلوية مصنوعة من السليلوز خارج الغشاء الخلوي مباشرةً. يتكون السليلوز من سلسلة طويلة مكوّنة من جُزَيئات السكّر، وعندما يتم تجميعه في ألياف، يُصبح قويًا للغاية (**الشكل 1-19**). ولكي يكون النقل والاتصال بين الخلايا ممكنًا، تحتوي **الجدران الخلوية cell walls** على فتحات تسمى الروابط البلازمية. تحتوي البكتيريا وبعض الطلائعيات، وجميع النباتات والفطريات على جدران خلوية.

الشكل 1-19 تركيب الجدران الخلوية النباتية.

17

السيتوبلازم والهيكل الخلويّ والنواة

المواد المطلوبة: أقلام رصاص، أقلام ملوّنة، أوراق رسم.

1. اطلب إلى الطلّاب قراءة الصفحات الستّ التالية.
2. ساعد على إعداد جدول كبير ينظّم ما يأتي:
   - اسم كلّ تركيب.
   - وظيفته في الخليّة.
   - ارسُم مخطّطًا صغيرًا وسمِّ الملامح المهمّة في عمود واحد.
3. لتوفير الوقت، وزّع الطلّاب ضمن مجموعات تضمّ كلّ مجموعة ستّة طلاب، وحدّد لهم خمس دقائق للتأكُّد من أنّهم لا يركّزون على الإتقان.
4. اطلب إلى كلّ طالب إنشاء صفّ واحد من الجدول، ثمّ امنحهم الوقت لمشاركة عملهم ضمن المجموعة وإجراء التصحيحات.
5. بعد إجراء تصحيحات المجموعة، راجِع التفاصيل مع طلّاب الصفّ.
6. إذا سمح الوقت، اطلب إلى الطلّاب أن يُدرِجوا ويسمّوا أيضًا: النواة والرايبوسومات والأهداب أو الأسواط والحويصلات.

السيتوبلازم والهيكل الخلوي

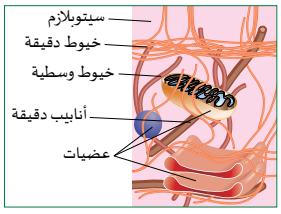
السيتوبلازم cytoplasm مادة هلامية تملأ الحيز الموجود بين الغشاء الخلوي والنواة. ويتكون السيتوبلازم من وسط هلامي يدعى السيتوسول، ومجموعة من التراكيب تعرف بعضيات الخلية. وعلى الرغم من أنّ الماء يشكّل 50% من السيتوسول فإنّ كثافته تشبه كثافة الهلام بسبب التركيز العالي للبروتينات المذابة. تشكّل البروتينات في الخلايا النموذجية حوالي 20% من كتلة السيتوسول. وتشمل الكتلة المتبقّية أيونات البوتاسيوم والصوديوم والكلوريد والبيكربونات بالإضافة إلى مركّبات أخرى، مثل الجلوكوز والسكّريات البسيطة الأخرى والسكّريات المعقّدة والأحماض الأمينية والأحماض النووية والأحماض الدهنية.

يجدر القول إنّ السيتوبلازم هو المكان الذي يحدث فيه العديد من التفاعُلات الأيضية في الخلايا حقيقية النواة، بما في ذلك تصنيع البروتين. والمكان الذي تحدث فيه جميع التفاعلات الأيضية في الخلايا بدائية النواة.

الشكل 1-20 فجوة عضية داخل الخلية النباتية.

تحتوي الخلايا النباتية على مساحة كبيرة مملوءة بسائل وتسمّى الفجوة، وهي عضية يحيط بها غشاء (**الشكل 1-20**). ويعدّ تبادل الماء والمواد المذابة بين الفجوة والسيتوبلازم وسيلة مهمة تتحكّم من خلالها الخلايا النباتية في توازن الماء. حجم الفجوة في الخلايا الحيوانية صغير.

يحتوي السيتوبلازم على شبكة من الألياف التي يتكوّن منها الهيكل الخلوي cytoskeleton، الذي يوفّر ركيزة للعُضيّات ويتكون الهيكل الخلوي من ثلاثة انواع من الالياف البروتينية هي:



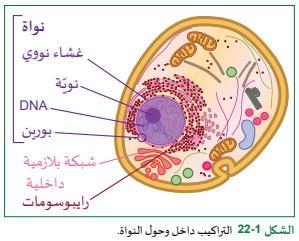
الشكل 1-21 تساعد مكوّنات الهيكل الخلوي في تثبيت العُضيّات.

- الأنابيب الدقيقة هي أكبر الخيوط ويبلغ قطرها حوالي 20-25 نانومترًا (nm). تساعد هذه الأنابيب في تثبيت العضيّات الخلوية في مواقعها، ولها دور رئيسي في فصل الكروموسومات أثناء الانقسام الخلوي (**الشكل 1-21**).
- الخيوط الوسطية، يبلغ قطرها حوالي 10 nm. وهي مصنوعة من بروتينات مختلفة لها دور كبير في دعم شكل الخلية.
- خيوط دقيقة (خيوط الأكتين) هي النوع الأصغر، ولها قطر يبلغ حوالي 6 nm فقط. يمكن أن يغيّر الأكتين شكله بسرعة وهو المسؤول عن حركة الخلية.

النواة

تحتوي الخلايا حقيقية النواة على نواة nucleus محاطة بغشاء، وهي العضية المتخصّصة التي تشكّل مركز معالجة المعلومات وإدارة الخلية. تُعدّ النواة أكبر عضيّة، إذ أنّها تشغل حوالي 10% من حجم الخلية. وللنواة وظيفتان رئيستان:

1. تخزّن المادة الوراثية للخلية (DNA).
2. تُنسّق أنشطة الخلية بما في ذلك النمو والأيض وتصنيع البروتينات والتكاثر (انقسام الخلايا).

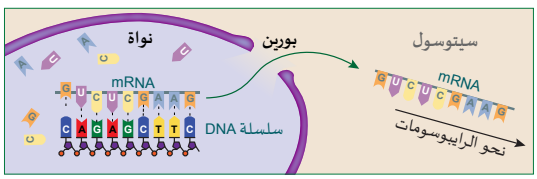


الشكل 1-22 التراكيب داخل وحول النواة.

خلال معظم حياة الخلية، يكون DNA في النواة ملفوفًا على شكل ألياف طويلة ملتوية تُدعى الكروماتين. أثناء تكاثر الخلايا، يتكثّف DNA على شكل كروموسومات.

تحتوي النواة على تركيب أصغر يسمى النويّة. وتتمثّل وظيفتها في إنتاج الرايبوسومات (**الشكل 1-22**).

يحتوي الغشاء النووي على ثقوب صغيرة تسمى البورينات. تسمح البورينات لجُزيئات كبيرة محددة بدخول النواة والخروج منها. ويُعدّ أحد أهمّ هذه الجُزيئات الحمض النووي الرايبوزي الرسول (mRNA) (**الشكل 1-23**).



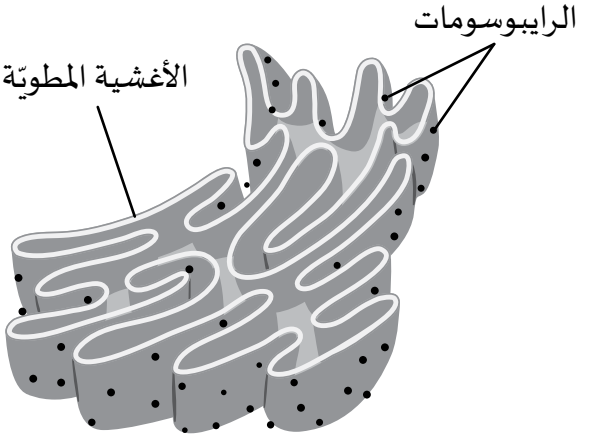
الشكل 1-23 يتم نقل المعلومات الوراثية من النواة بواسطة الحمض النووي الرايبوزي الرسول (mRNA).

الشبكة الاندوبلازمية والرايبوسومات، والميتوكندريا

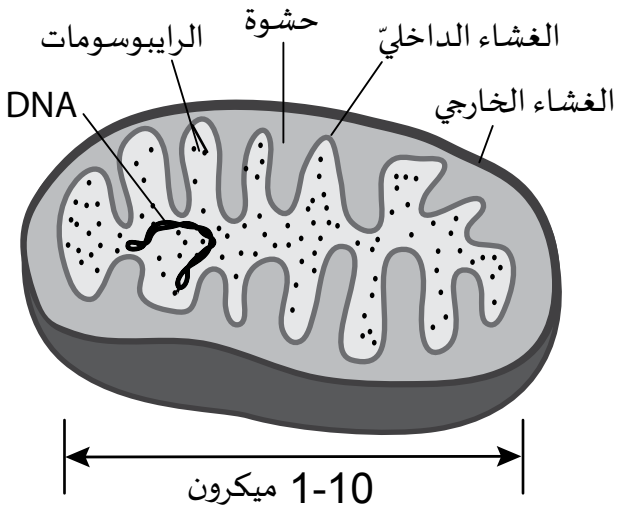
7. إذا رغبت، استخدم بطاقات المراجعة، اطلب إلى الطلّاب أن يرسموا على جانب واحد منها. اكتب الأسماء والوظائف والأجزاء على بطاقات منفصلة. اجمع جميع البطاقات لتكوين مجموعة واحدة، واقلب وجهًا إلى الأسفل لإعداد لعبة مطابقة.

8. في الواجب المنزلي، يمكن للطلّاب استخدام الألوان بحيث يتطابق لون المصطلح المكتوب مع لون كلّ عضيّة. المطلوب مُخطّطات مبسَّطة.

الشبكة الإندوبلازمية
(الخشنة أو الملساء)



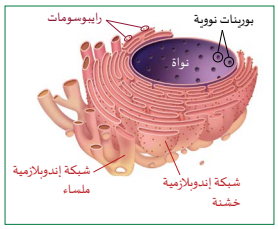
الميتوكندريا



الشبكة الإندوبلازمية والرايبوسومات

يوجد خارج النواة مباشرةً تركيب يتكوّن من أغشية مطويّة بكثرة، يُطلق عليه اسم **الشبكة البلازمية الداخلية (الشبكة الإندوبلازمية) Endoplasmic reticulum (ER)**، وكما هو موضح في (**الشكل 1-24**)، فإنّ التجويف الداخلي للشبكة الإندوبلازمية متصل بالبورينات في الغشاء النووي، ممّا يُنشئ اتصالًا وثيقًا جدًا بين الشبكة الإندوبلازمية (ER) والنواة.

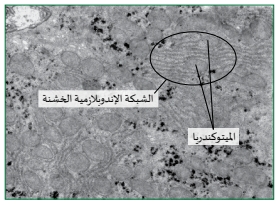
تكسو الرايبوسومات أغشية الجزء الداخلي من الشبكة الإندوبلازمية، ويُطلق على هذا الجزء اسم الشبكة الإندوبلازمية الخشنة بسبب ظهور الرايبوسومات تحت المجهر (**الشكل 1-25**).



الشكل 1-24 الشبكة الإندوبلازمية (ER) تركيب ذو أغشية مطوية بكثرة.

تساهم الشبكة الاندبلازمية الداخلية في نقل البروتينات التي تقوم الرايبوسومات ببنائها من الأحماض الأمينية بحسب تسلسل mRNA. وتشغل الشبكة الإندوبلازمية أكثر من نصف الكميّة الكلية من الأغشية الموجودة في الخلية.

الرايبوسومات Ribosomes جُزيئات صغيرة تتكوّن من جُزيء RNA واحد متخصّص بالإضافة إلى 12 بروتينًا من البروتينات الداعمة. وتعمل الرايبوسومات على بناء البروتين وفقًا لتسلسل mRNA من النواة. أمّا الجزء الآخر من الشبكة الإندوبلازمية فلا يحمل الرايبوسومات وتسمى الشبكة الإندوبلازمية الملساء، التي تُشكّل موقع إنتاج الدهون، مثل الكوليسترول والليبيدات المُفسفرة، من أجل صنع أغشية خلوية جديدة. وتؤدّي الشبكة الإندوبلازمية الملساء في بعض الخلايا الخاصّة في الكبد، دورًا مهمًا في تفكيك الأدوية والمواد الكيميائية الضارة.

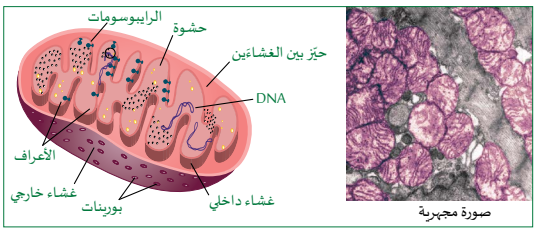


الشكل 1-25 صورة المجهر الإلكتروني للشبكة الإندوبلازمية الخشنة.

الميتوكندريا

الميتوكندريا Mitochondria هي العُضيّات المتخصّصة لإنتاج الطاقة في الخلايا. تستخدم الخلايا الطاقة على هيئة جُزيء أدينوسين ثلاثي الفوسفات، (ATP). يشبه ATP بطارية مشحونة. تستخدم الميتوكندريا الطاقة من الجلوكوز لإنتاج ATP الذي يمكن استخدامه في عمليات أخرى في الخلية.

توجد الميتوكندريا في جميع الخلايا حقيقية النواة. وتبلغ حجمها النموذجي 1-3 ميكرون (ميكرومتر) مقارنة بـ 10-100 ميكرون لخلية حقيقية النواة متوسطة. يعتمد عدد الميتوكندريا على وظيفة الخلية، فالخلايا العضليّة تحتاج إلى الكثير من الطاقة وبالتالي قد تحتوي على 1000 ميتوكندريا أو أكثر (**الشكل 1-26**). أمّا الخلايا النباتية، فهي تحتاج إلى كميّة أقلّ من الطاقة، وبعضها قد يحتوي فقط على ميتوكندريا واحدة كبيرة الحجم أو اثنتين. وفي المقابل، فإن خلايا الدم الحمراء في جسم الإنسان لا تحتوي على أيّ ميتوكندريا على الإطلاق.

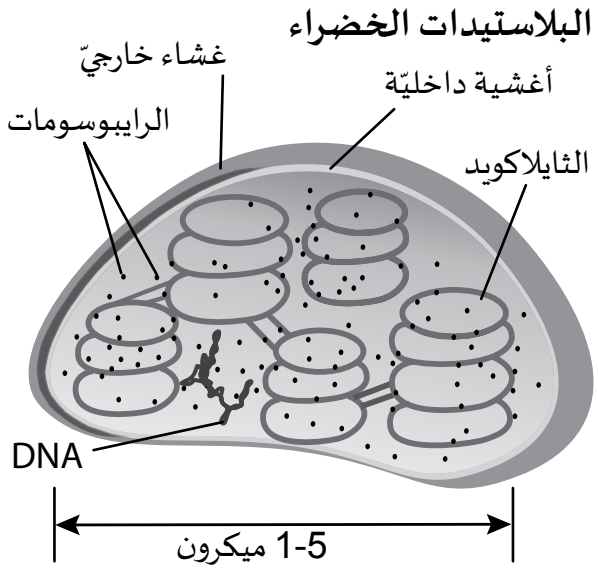


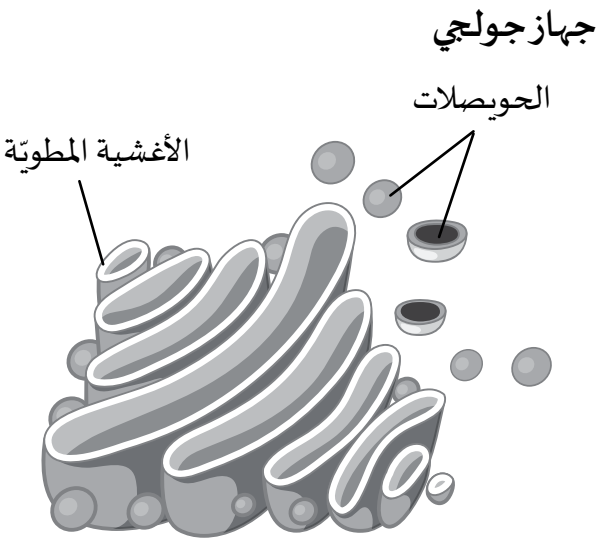
الشكل 1-26 تركيب الميتوكندريا وصور للعديد من الميتوكندريا في خلايا عضلية حقيقية.

تختلف الميتوكندريا عن عُضيّات خلويّة أخرى في بعض العناصر المهمة:

- لدى الميتوكندريا بنية غشائية مزدوجة تشتمل على غشاء داخلي وآخر خارجي.
- لدى الميتوكندريا DNA الخاص بها الذي ينتقل إلى الطفل من الأم فقط أثناء التكاثر.
- تتكاثر الميتوكندريا داخل الخلية ذاتيًا عن طريق الانقسام بطريقة مشابهة جدًا للبكتيريا.
- تحتوي الميتوكندريا على الرايبوسومات الخاصّة بها لتصنيع البروتينات، خاصّةً تلك المستخدمة في إنتاج ATP.

البلاستيدات الخضراء وجهاز جولجي

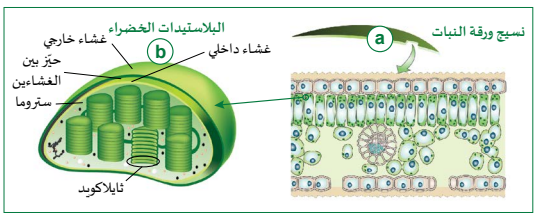




البلاستيدات الخضراء

يعد البناء الضوئي المصدر الأساسي للطاقة التي تدعم فعليًا جميع السلاسل الغذائية على كوكب الأرض. يستخدم البناء الضوئي الطاقة من ضوء الشمس لإنتاج الجلوكوز من الماء وثاني أكسيد الكربون الموجود في الغلاف الجوي. تتمّ عمليّة البناء الضوئي في عُضيّات تُدعى **البلاستيدات الخضراء Chloroplasts**. توجد البلاستيدات الخضراء في الخلايا النباتية وتوجد بكثرة في خلايا أنسجة أوراق النبات العلوية المواجهة للشمس.(**الشكل 1-27 a**). تحتوي كل خلية نباتية على عدد من البلاستيدات الخضراء يتراوح بين 10 و100.

يتراوح حجم البلاستيدات الخضراء بين 1-5 ميكرون ولها تركيب داخلي معقّد(**الشكل 1-27 b**). على غرار الميتوكندريا، تحتوي البلاستيدات الخضراء على غشاءين وحيّز بينهما. وتحتوي جميع البلاستيدات الخضراء مجموعات من التراكيب الشبيهة بالأقراص تُدعى الثايلاكويدات، والتي تحدث فيها تفاعلات البناء الضوئي باستخدام ضوء الشمس.



الشكل 1-27 تركيب البلاستيدات الخضراء.

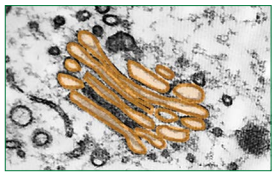
تمتلك البلاستيدات الخضراء، مثلها مثل الميتوكندريا، DNA خاصًا بها، وريبوسومات، وتتكاثر بنفسها أيضًا عن طريق الانقسام داخل الخلية بطريقة مشابهة لانقسام البكتيريا.

تحتوي النباتات على كلٍ من الميتوكندريا والبلاستيدات الخضراء لأنها تحتاج إلى عمليتي البناء الضوئي والتنفس الخلوي.

الشكل 1-28 يمكن رؤية البلاستيدات الخضراء بسهولة في خلايا نبات الهيدرلا.

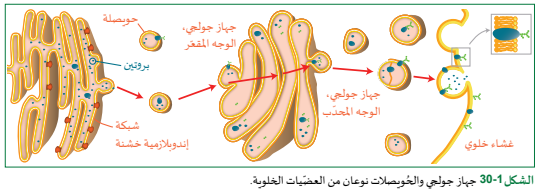
جهاز جولجي

يتشكل غشاء خلويّ جديد في الخلايا الحية بشكلٍ مستمرّ. وتُعدّ عملية تشكيل الغشاء من وظيفة **جهاز جولجي Golgi Apparatus** (**الشكل 1-29**). ويُعتبر نقل الجُزيئات إلى خارج الخلية واحدة من طرائق إعادة تشكيل الغشاء الخلويّ باستمرار.



الشكل 1-29 جهاز جولجي وحُويصلات مع موادّ (صورة من المجهر الإلكتروني النافذ (TEM) لها لون غير حقيقي).

يُشكّل جهاز جولجي "فقّاعات" صغيرة من الغشاء البلازمي، تسمّى الحويصلات. تمتلك كل حويصلة التركيب المناسب لـ"الغشاء الداخلي" و"الغشاء الخارجي". وهي تحتوي عادةً على جُزيئات من الفضلات أو بروتينات كبيرة لا يمكن أن تنفذ من خلال الغشاء الخلوي. يتمّ طرح هذه الجُزيئات من الخلية بينما تندمج الحُويصلة مع الغشاء الخلوي (**الشكل 1-30**).



الشكل 1-30 جهاز جولجي والحُويصلات نوعان من العضيّات الخلوية.

الأجسامُ المُحَلِّلَةُ Lysosomes هي حُويصلاتٌ صغيرةٌ تنشأ من جهاز جولجي في الخلايا الحيوانية، تحتوي على تركيزٍ عالٍ من إنزيماتِ التحلُّلِ المائي، وتقومُ الأجسامُ المُحَلِّلَةُ بالعديد من الوظائف منها:

1. هضمُ جزيئاتِ الغذاء؛ يتحدُ الجسمُ المُحَلِّلُ مع الحويصلاتِ الغذائيةِ التي تدخلُ الخلية، ويُحلِّلُ مكوناتِها بفعل الإنزيماتِ الهاضمةِ إلى موادَّ بسيطةٍ.
2. هضمُ وتدميرُ الأجسامِ الغريبةِ كالبكتيريا والفيروساتِ والمساهمةُ في التَّخلُّصِ منها؛ لذلك تكثرُ الأجسامُ المُحَلِّلَةُ في خلايا الدم البيضاء.
3. هضمُ التراكيبِ والعُضيّاتِ القديمة والمتهالكة لتتمكنَ الخليةُ من إعادةِ استخدامِ جزيئاتِها.

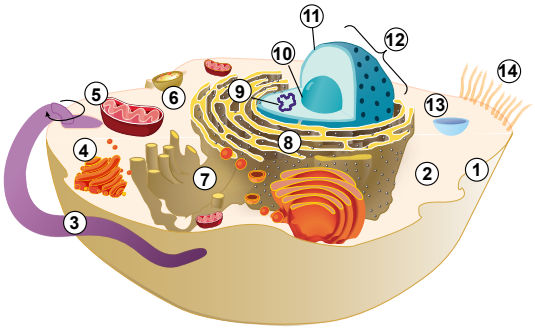
ملخّص تراكيب الخلايا الحيوانيّة والنباتيّة والبكتيريّة

1. أعدّ نسخًا من ورقة النشاط 1-2 لتوزيعها، والتي تجمع فهم الخلايا وتركيبها من الدرسَين 1-1 و1-2.
2. معظم محتوى هذه الصفحات عبارة عن مراجعة للمستوى السابع مع بعض التراكيب المُضافة الجديدة.
3. بعد أن يقرأ الطلّاب هاتَين الصفحتَين، اطلب إليهم أوّلًا محاولة تسمية الأجزاء في ورقة النشاط بقلم الرصاص من دون استخدام كتاب الطالب.
4. بعد 10-15 دقيقة، اطلب إليهم فتح كتاب الطالب وتصحيح الإجابات.
5. عند مقارنة خصائص الخليّة، اطلب إلى الطلّاب كتابة المصطلح الصحيح أو كتابة "الجميع"، أو "البعض"، أو "لا يوجد" حيثما كان ذلك مناسبًا.
6. صحِّح الإجابات مع الطلّاب واستخدمها كتقييم قبليّ.

ملخص تراكيب الخلايا الحيوانية

جميع الخلايا الحيوانية حقيقية النواة لأن مادتها الوراثية موجودة في النواة، لكن لاتملك جميع الخلايا الحيوانية العضيات الخلوية نفسها. يظهر (**الشكل 1-31**) التراكيب التي تشترك فيها معظم الخلايا الحيوانية.

نموذج خلية حيوانية



مفتاح الرسم

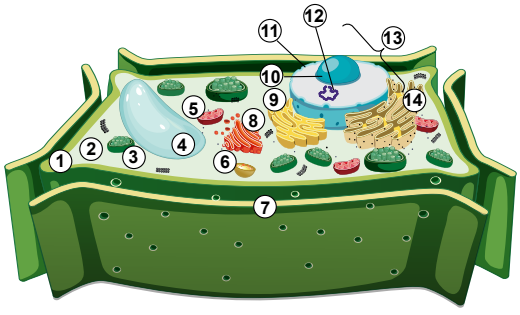
1. الغشاء الخلوي	8. شبكة إندوبلازمية خشنة مع رايبوسومات
2. سيتوبلازم الخلية	9. مادة وراثية
3. سوط	10. نوية
4. جهاز جولجي والحويصلات	11. الغلاف النووي
5. ميتوكندريا	12. النواة
6. جسيمات مُحللة (ليسوسوم)	13. فجوة
7. شبكة إندوبلازمية ملساء	14. أهداب

الشكل 1-31 تركيب خلية حيوانية مع قائمة بالعضيات الرئيسة فيها.

ملخص تراكيب الخلايا النباتية

تمتلك النباتات، مثلها مثل الحيوانات، خلايا خاصّة في المواقع المختلفة. فخلايا الجذور تختلف في تركيبها الدقيق عن خلايا الساق أو خلايا الورقة. تمتاز الخلايا النباتية بامتلاكها تركيبين إضافيّين لا تمتلكهما الخلايا الحيوانية هما: الجدار الخلويّ والبلاستيدات الخضراء. يجمع (**الشكل 1-32**) أدناه الخصائص المشتركة لخلايا النباتات.

نموذج خلية نباتية



مفتاح الرسم

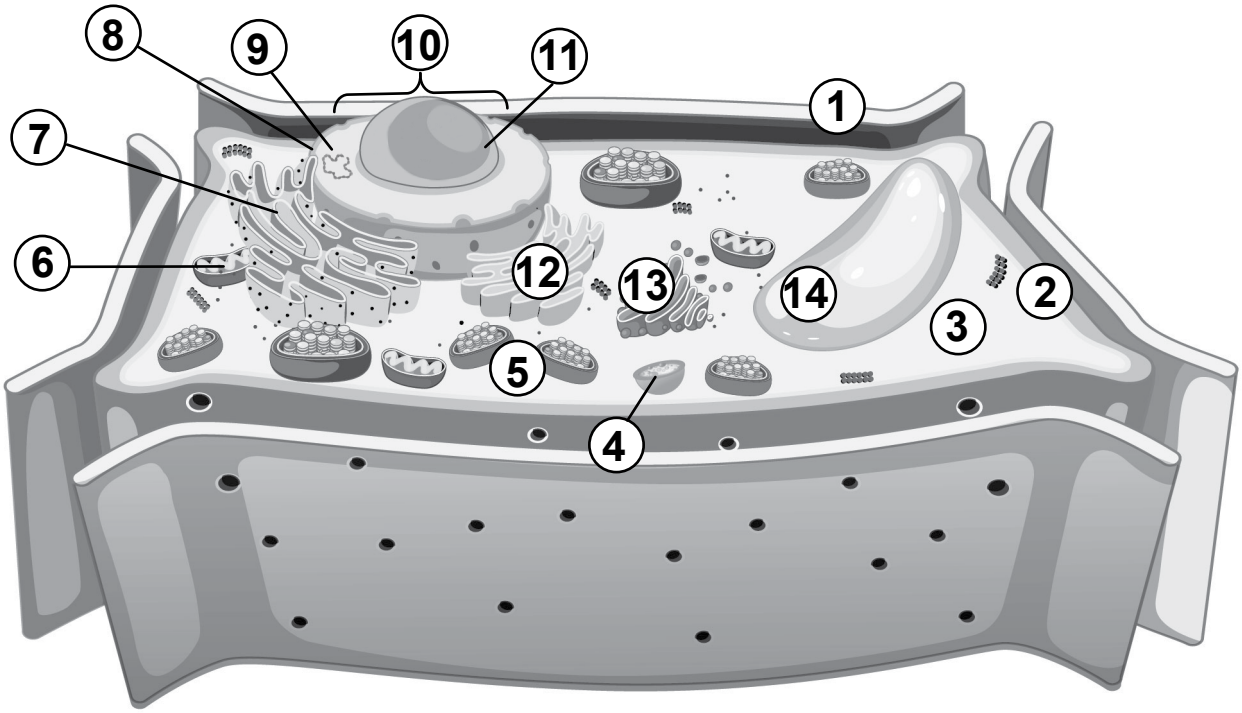
1. الغشاء الخلوي	8. جهاز جولجي والحويصلات
2. سيتوبلازم الخلية	9. شبكة إندوبلازمية ملساء
3. بلاستيدات خضراء	10. النويّة
4. فجوة	11. الغلاف النووي
5. ميتوكندريا	12. مادة وراثية
6. جسيمات مُحللة (ليسوسوم)	13. النواة
7. جدار خلوي	14. شبكة إندوبلازمية خشنة ورايبوسومات

الشكل 1-32 تركيب خلية نباتية مع مفتاح بالعضيات الرئيسة فيها.

نشاط 2-1 تركيب الخليّة العام

الإجابات/
عيّنة بيانات

A. نموذج خليّة نباتيّة



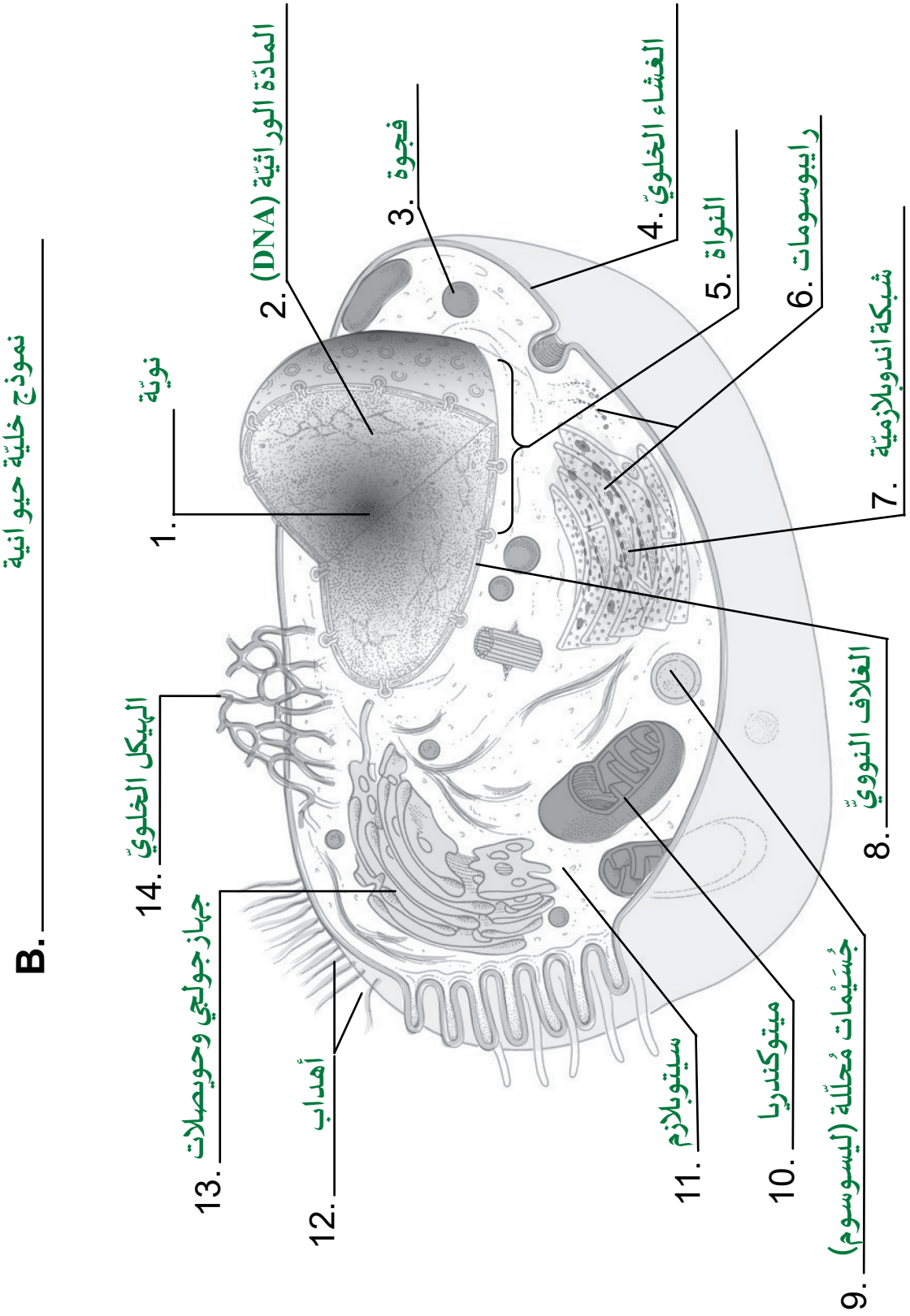
المفتاح

1. جدار خلويّ
2. غشاء خلويّ
3. سيتوبلازم الخليّة
4. جُسَيْمات مُحلّلة (ليسوسوم)
5. بلاستيدات خضراء
6. ميتوكندريا
7. شبكة إندوبلازميّة خشنة مع رايبوسومات
8. الغلاف النوويّ
9. المادة الوراثيّة (DNA)
10. النواة
11. نويّة
12. شبكة إندوبلازميّة ملساء
13. جهاز جولجي وحويصلات
14. فجوة

نشاط 2-1 تركيب الخليّة العام - تابع

الإجابات/
عيّنة بيانات

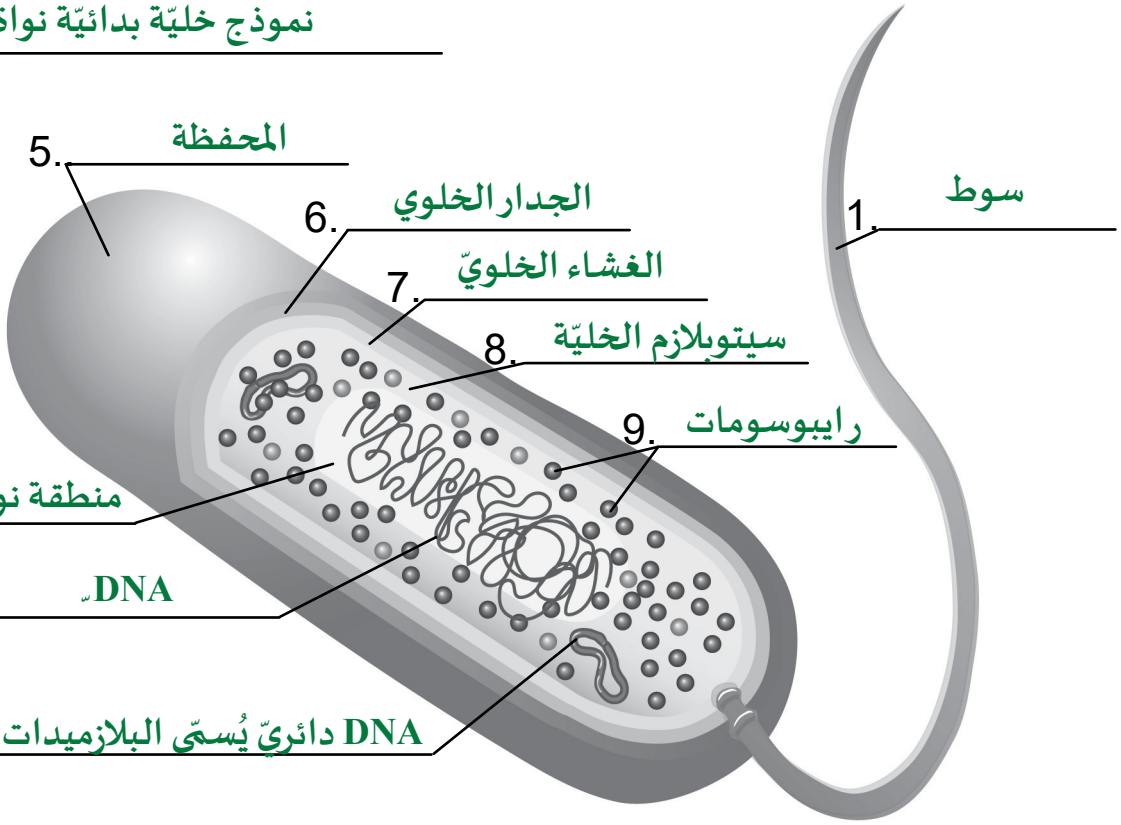
B. نموذج خليّة حيوانية



نشاط 2-1 تركيب الخليّة العام - تابع

الإجابات/
عيّنة بيانات

C. نموذج خليّة بدائيّة نواة



نشاط 1-2 تركيب الخليّة العام - تابع

الإجابات/
عيّنة بيانات

اكتب المصطلح الصحيح أو اكتب "الجميع"، أو "البعض"، أو " معظم"، أو "لا يوجد" حيثما كان ذلك مناسبًا.

خصائص الخليّة أو تركيبها	البكتيريا	الحيوانات	النباتات
بدائيّة النواة او حقيقيّة النواة	بدائيّة النواة	حقيقيّة النواة	حقيقيّة النواة
وحيدة الخليّة أو متعدّدة الخلايا؟	وحيدة	متعدّدة	متعدّدة
متوسّط الحجم (ميكرومتر)	1-300 µm	10-20 µm	10-30 µm
الموقع الأساسيّ للمادّة الوراثيّة	المنطقة النوويّة	النواة	النواة
الغشاء الخلويّ	الجميع	الجميع	الجميع
الجدار الخلويّ	الجميع	لا يوجد	الجميع
سيتوبلازم الخليّة	الجميع	الجميع	الجميع
كبسولة هلاميّة	البعض	لا يوجد	لا يوجد
الرايبوسومات	الجميع	الجميع	الجميع
الميتوكندريا	لا يوجد	الجميع	الجميع
الشبكة الإندوبلازميّة	لا يوجد	الجميع	الجميع
البلاستيدات الخضراء	لا يوجد	لا يوجد	معظم
الأهداب	البعض	البعض	لا يوجد
الأسواط	البعض	البعض	لا يوجد

تقويم الدّرس 1-2

الإجابات

1. أيٌّ من الآتي وظيفته الأساسيّة تثبيت العضيّات داخل الخليّة؟

b. الهيكل الخلويّ.

2. ما الوظيفة الرئيسة للشبكة الإندوبلازميّة الخشنة؟

b. بناء البروتينات.

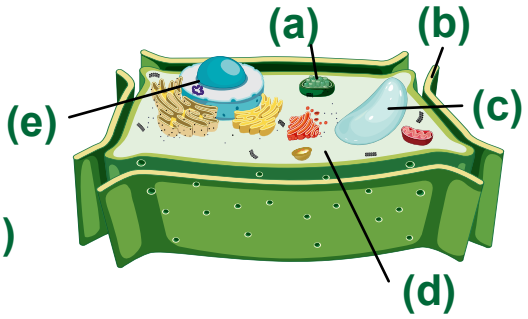
3. ما وظيفة البلاستيدات الخضراء؟

d. استخدام الطاقة من ضوء الشمس لتكوين الجلوكوز.

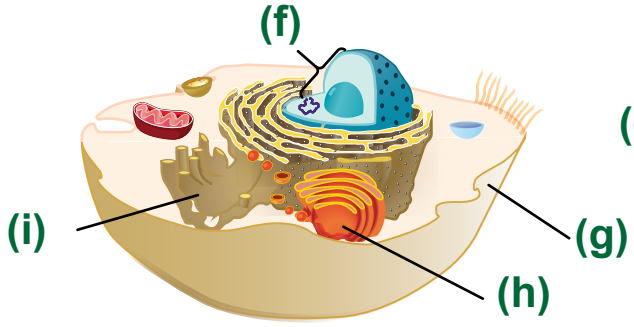
4. تؤدّي الخليّة وظائف مثل الآلات. اذكر اسم تركيبَين من تراكيب الخليّة، ثمّ صِف الوظيفة التي يؤديها كلٌّ منهما لمواصلة الخليّة عملها.

يمكن للطلاب اختيار أيّ تركيبَين يشبهان الآلة. وعلى سبيل المثال، فإنّ النواة تشبه الذاكرة الموجودة في جهاز كمبيوتر، وهي تعطي (DNA) التعليمات لأجزاء الخلية. النواة هي المكان الذي يتم فيه تخزين التعليمات، تمامًا مثل القرص الصلب. تشبه الفجوة القرص المدمج أو محرّك الأقراص المحمول، وهو موقع للتخزين، إلّا أنّ الفجوات تخزّن الجُزيئات الحيوية وليس المعلومات.

5. اذكر اسم التراكيب المحدّدة في الرسوم المبيّنة أدناه.



خلية نباتية



خلية حيوانية

a) بلاستيدات خضراء

b) الجدار الخلوي

c) فجوة

d) سيتوبلازم الخلية

e) النويّة (داخل النواة)

f) النواة

g) الغشاء الخلوي

h) جهاز جولجي

i) الشبكة الإندوبلازمية الملساء

تقويم الدّرس 1-2

الإجابات

6. صِف ثلاث طرائق تتشابه بها الميتوكندريا مع البلاستيدات الخضراء وتختلفان بها عن العُضَيّات الأخرى.

تتشابه الميتوكندريا والبلاستيدات الخضراء في أنّهما تحتويان على DNA وغشاء خارجي وغشاء داخلي ومناطق مُتخصّصة. كلتاهما لهما دور في إمداد الخلايا بالطاقة، ولكنهما تعملان بطرائق مختلفة. تقوم الميتوكندريا بتحويل الطاقة التي في السكّريات إلى ATP، وهو شكل يمكن استخدامه في الخلية. تقوم البلاستيدات الخضراء بتحويل الطاقة من ضوء الشمس حيث تقوم الخلايا بإنتاج السكريات وتخزينها. وهناك اختلاف آخر، وهو أنّ البلاستيدات الخضراء تحتوي على صبغة تُسمّى الكلوروفيل تجعل الخلية خضراء اللون، أمّا الميتوكندريا فليس فيها أصباغ. يمكن للطلاب أن يناقشوا في أنّ لديهما أحجامًا مختلفة مع أنّهما في الحقيقة متماثلان تقريبًا.

7. صِف وظيفة البورينات النوويّة.

البورينات ثقوب محاطة ببروتينات تُفتَح أو تُغلَق لتحديد الموادّ التي تدخل أو تخرج من النواة.

8. ما وظيفة النويّة في الخليّة؟

تنتج النويّة الر ايبوسومات التي تستخدمها الخلايا لبناء البروتين.

إعادة تدريس

موادّ للمعلّم: كعكات بطبقة واحدة مخبوزة مسبقًا (1 دائرية، 1 مربّعة)، كريمة بيضاء، ملوّن طعام أخضر، حلوى تشبه كلّ عضيّة.

1. عيّن المشروع للعمل خارج الصفّ، أو اطلب إلى الطلّاب القيام بعصف ذهنيّ وإحضار المكوّنات لصنع كعكات الخلايا، مُستخدِمين الحلوى كعضيّات.
2. يمكن تقسيم عبوة خليط الكيك لإنتاج طبقتَين منفردتَين عند سكبهما في كفّة مستديرة أو مربّعة من الألومنيوم أو الزجاج.
3. ادهَن الخليّة النباتيّة بمُلوّن باللون الأخضر وضع الحلوى التي تشبه كلّ عضيّة في الأعلى.
4. قبل أن يتمكّن الطلّاب من تناول الكعكة، يجب أن تحدّد مجموعتهم وظيفة كلّ عضيّة على كعكة المجموعة أو الصفّ بشكل صحيح. إذا كان لا يُسمح للطلّاب بتناول الطعام في الصفّ، عيّن أحد المشاريع الثلاثة الأخرى باستخدام موقع Wiki How الآتي:

https://www.wikihow.com/Make-a-Model-Cell

إثراء

المواد المطلوبة: مجاهر رقميّة، زروع حيّة من طلائعيّات مختلطة تشمل الطحالب والأوّليات والدياتومات، شرائح مجهريّة، أغطية شرائح، قطّارات، ميثيل السليلوز، ألياف القطن.

1. احصل للطلّاب على عيّنات من الكائنات الحيّة الدقيقة التي تعيش في المياه العذبة أو البحريّة لاستكشافها وتصويرها.
2. اسمح للطلاب بتحديد مكان الكائنات الحيّة ومشاهدتها قبل إضافة ميثيل السليلوز (المياه العذبة) أو ألياف القطن (المياه المالحة) لإبطاء حركتها للتسجيل.
3. في نهاية العمل في الصفّ، اطلب إلى الطلّاب مشاركة المقاطع المصوّرة الخاصّة بهم.
4. إذا سمح الوقت، احصل على مفاتيح لميكروبات المياه العذبة وتعرّف إليها. تكون العيّنات المأخوذة من مياه البحر أفضل إذا كانت عيّنات من القاع الذي يحتوي على رمل نظيف أو طين مستنقعات. الكائنات الحيّة الشائعة هي الدياتومات (الطلائعيّات)، والديدان، والدّوّارات، وبيض الأسماك أو يرقات الأسماك، والقنافذ البحريّة، والرّخويّات، إلخ.

الدرس 1-3
الخلايا والفحص المجهري

مصادر تعلّم الدرس

الوقت	العناوين/المحتوى	موارد كتاب الطالب	موارد دليل المعلم
1 حصّة	مقدّمة الدرس أهمّية المجهر في علم الأحياء المجهر الضوئيّ المُركّب	الصفحات 29 ،27	محاضرة مراجعة المجهر
1 حصّة	التكبير وقوّة الفصل أنواع المجاهر الضوئيّة	الصفحتان 31 ،30	محاضرة
1 حصّة	3-1 قياس حجوم الخلايا	الصفحة 32	ورقة العمل 3-1
2 حصّة	المجاهر الإلكترونيّة تطوُّر المجاهر الإلكترونيّة التركيب الدقيق للخليّة العُضيّات بالفصل المجهريّ العالي	الصفحات 36-33	محاضرة مخطّط فن

الزمن المقترح للدرس

يستغرق تنفيذ هذا الدرس 5 حصص دراسيّة، ويشتمل على نشاط خبرة تعلّم واحد.

الأنشطة	مواد من أجل النشاط
3-1 قياس حجوم الخلايا	مجاهر رقميّة أو ضوئيّة (شبكات قياس)، شرائح مُعدّة لدبّ الماء *Tardigrada*، سبيروجيرا *Spirogyra*، خميرة العجين *Saccharomyces*، براميسيوم *Paramecium*، بكتيريا تحليل النفط العصوية الدقيقة *Bacillus subtilis*، آلات حاسبة.

مخرجات التعلّم

B1002.1 يشرح كيف ساهمت المجاهر الضوئيّة في معرفتنا بتركيب الخليّة.

B1002.2 يعرّف قوّة الفصل، ويحسب قوّة التكبير للمجاهر الضوئيّة.

B1002.3 يشرح كيف ساهمت المجاهر الإلكترونيّة في معرفتنا بالتركيب الدقيق للخليّة.

المعرفة السابقة

يجب أن يكون الطلاب قد عرفوا:

- أجزاء المجهر الضوئيّ المُركّب وآليّة تشغيله من المستوى السابع إلى المستوى التاسع.
- مصطلحات الخليّة والمجهر من المستوى السابع.
- مصطلح الإلكترون من المستوى الثامن.

المفردات

المجهر الضوئيّ المُركّب	Compound light microscope
الفصل	Resolution
المجهر الميدانيّ	Field microscope
المجهر التشريحيّ	Dissecting microscope
المجهر الرقميّ	Digital microscope
التكبير	Magnification
الإشعاع	Radiation
المجهر الإلكترونيّ النافذ (TEM)	Transmission electron microscope (TEM)
المجهر الإلكترونيّ الماسح (SEM)	Scanning electron microscope (SEM)
التركيب الدقيق	Ultrastructure
الحمض النوويّ الرايبوزي منقوص الأكسجين (DNA)	Deoxyribonucleic acid (DNA)

افتتاحية الدرس

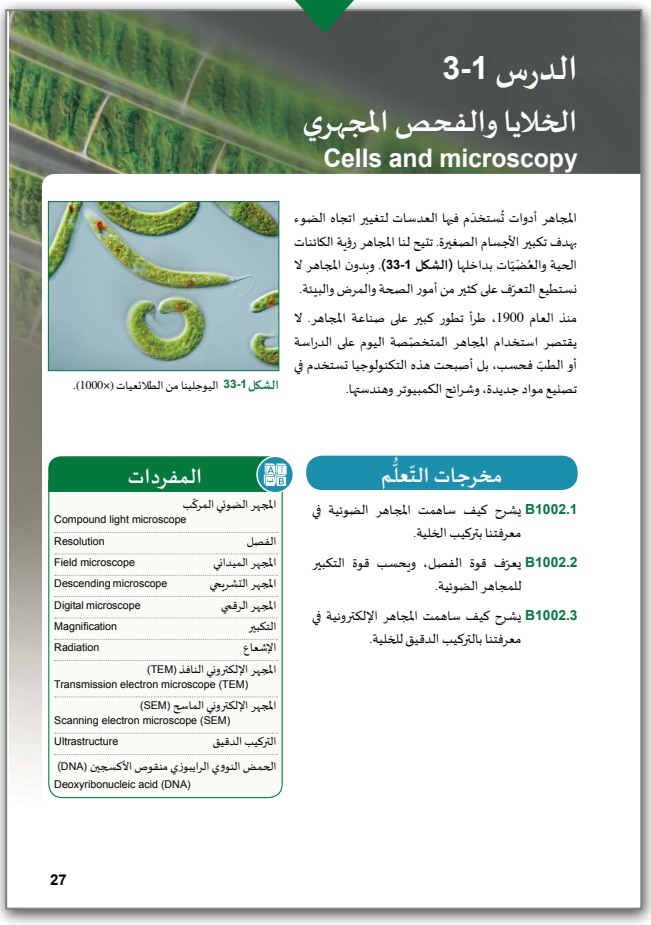
يقدّم الدرس 1-3 للطلّاب أنواعًا مختلفة من المجاهر ويراجع أجزاء المجهر الضوئيّ المُركّب. يتوقّع من الطلّاب:

- شرح كيف ساهم المجهر في فهمنا لعلم الأحياء.
- حساب التكبير والقياس باستخدام المجهر.
- التمييز بين الصور المُلتقَطة باستخدام المجاهر المُختلفة.

يراجع الطلّاب أجزاء المجهر الضوئيّ المُركّب وكيفيّة تنظيفه والتعامل معه بأمان.

يجب أن تتوافر المجاهر لديك للملاحظة. أشر إلى الأجزاء المختلفة مثل المنضدة والضابط والعدسة.

إذا كان لديك مجهر مُزوّد بأداة USB، اعرض صورًا للأشياء بتكبيرات مختلفة. تُعَدّ ورقة الريال النقديّة بداية جيّدة لأنّ في النقود تفاصيل دقيقة تظهر جيّدًا تحت المجهر عند قوّة تكبير منخفضة.



الدرس 1-3

الخلايا والفحص المجهري

Cells and microscopy

المجاهر أدوات تُستخدَم فيها العدسات لتغيير اتجاه الضوء بهدف تكبير الأجسام الصغيرة. تتيح لنا المجاهر رؤية الكائنات الحية والعُضَيّات بداخلها (**الشكل 1-33**). وبدون المجاهر لا نستطيع التعرّف على كثير من أمور الصحة والمرض والبيئة.

منذ العام 1900، طرأ تطور كبير على صناعة المجاهر. لا يقتصر استخدام المجاهر المتخصّصة اليوم على الدراسة أو الطبّ فحسب، بل أصبحت هذه التكنولوجيا تستخدم في تصنيع مواد جديدة، وشرائح الكمبيوتر وهندستها.

الشكل 1-33 البوجلينا من الطلائعيات (1000×).

مخرجات التّعلُّم

B1002.1 يشرح كيف ساهمت المجاهر الضوئية في معرفتنا بتركيب الخلية.

B1002.2 يعرّف قوة الفصل، ويحسب قوة التكبير للمجاهر الضوئية.

B1002.3 يشرح كيف ساهمت المجاهر الإلكترونية في معرفتنا بالتركيب الدقيق للخلية.

المفردات

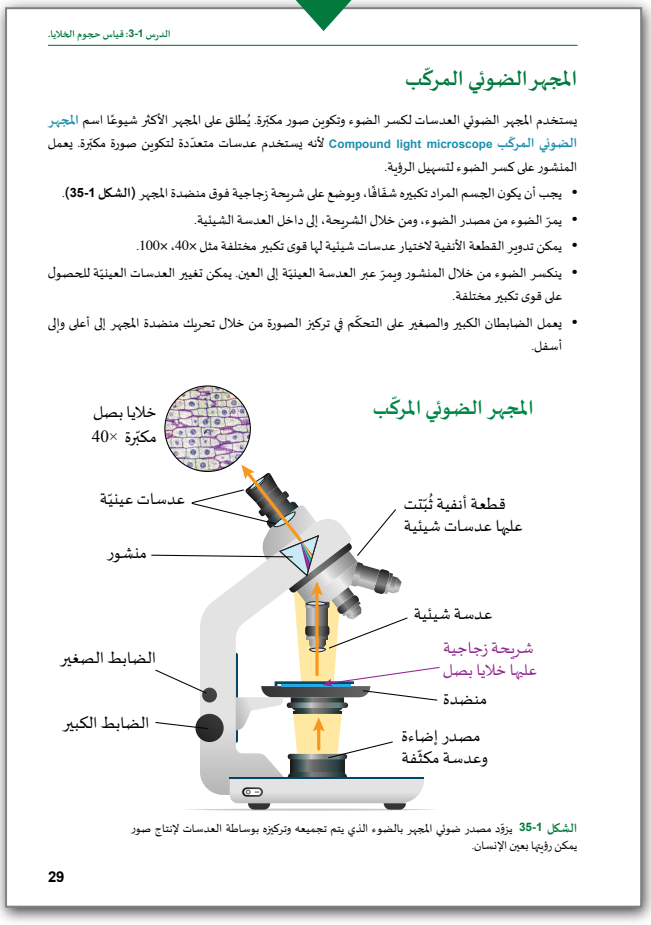
المجهر الضوئي المركّب	Compound light microscope
الفصل	Resolution
المجهر الميداني	Field microscope
المجهر التشريحي	Descending microscope
المجهر الرقمي	Digital microscope
التكبير	Magnification
الإشعاع	Radiation
المجهر الإلكتروني النافذ (TEM)	Transmission electron microscope (TEM)
المجهر الإلكتروني الماسح (SEM)	Scanning electron microscope (SEM)
التركيب الدقيق	Ultrastructure
الحمض النووي الرايبوزي منقوص الأكسجين (DNA)	Deoxyribonucleic acid (DNA)

27

أهمّية المجهر، والمجهر الضوئيّ المُركّب

المواد المطلوبة: كاميرا عرض، صور تصاميم مجاهر، الخطّ الزمنيّ للمجهر على شبكة الإنترنت، مجاهر ضوئيّة، شرائح مُعدّة.

1. قبل الدّخول إلى الصفّ، حدّد موقع عيّنات صور والخطّ الزمنيّ لاختراع المجهر.
2. حضّر مجاهر ضوئيّة مُركّبة كافية للطلّاب لمشاهدتها.
3. بعد أن يقرأ الطلّاب الصفحتَيْن، قدّم الموضوع وركّز على العلماء الرئيسيّين والتواريخ المذكورة في كتاب الطالب.
4. بعد ذلك، استخدم الرسم التخطيطيّ في كتاب الطالب لمراجعة أجزاء المجهر الضوئيّ المُركّب وطريقة تشغيله. إذا لزم الأمر، امنح الطلّاب وقتًا للتدرُّب باستخدام شريحة مُعدّة مسبقا. فيما يأتي المشكلات الشائعة التي يواجهها الطلّاب:
   - عدم تنظيف العدسات العينيّة والعدسات الشيئيّة أو المنضدة بورقة العدسة الخاصّة.
   - عدم إضافة غطاء الشريحة، أو توسيط العيّنة في مجال الرؤية قبل التحوُّل إلى العدسة الشيئيّة ذات تكبير أعلى.
   - كسر الشرائح الزجاجيّة تحت ملاقط المنضدة.
   - الاستخدام غير الصحيح للضابط الصغير والكبير مع العدسة الشيئيّة الصحيحة.



أهميّة المجهر في علم الأحياء

قبل اختراع المجهر، لم يكن بالإمكان الإجابة علميًا عن كثير من الأسئلة المتعلّقة بعلم الأحياء، لأنه لم يكن ممكنًا إجراء ملاحظات مباشرة.ومن الأمثلة على هذه الأسئلة:

- ما سبب نموّ العفن على الطعام؟ ما سبب فساد الطعام؟
- ظنّ الناس أن الحياة تتولّد بشكل تلقائي، لأن حشرات، مثل الذباب، تظهر على اللحوم المتعفّنة. وتبدو كأنها تتكوّن من لا شيء.
- ما سبب العدوى والمرض؟ غالبًا ما كان المرض يُعزى إلى "الأبخرة الرديئة" أو "الأرواح الشريرة" أو يُفسَّر تفسيرات أخرى غير علمية.

صُنع أول مجهر حقيقي في العام 1590 صنعه فريق الأب والابن الهولنديين هانز وزاكرياس يانسن. وفي العام 1667، نُشر كتاب "*Micrographia*" الشهير لروبرت هوك مع رسوماته التفصيلية الجميلة للتفاصيل المجهرية، مثل عين الذبابة. جاءت البداية الحقيقية لعلم أحياء الخلية الحديثة بعد ذلك بوقت قصير، عندما اكتشف أنطوني فون ليفينهوك البكتيريا (**الشكل 1-34**).

الشكل 1-34 (a) مجهر بدائي، (b) ما يمكن أن يكون ليفينهوك قد شاهده.

قبل اختراع المجهر، كان عالم البكتيريا والخلايا مجهولاً للعلماء والناس. وبعد اختراع المجهر، ازداد فهم علم الأحياء بسرعة. افترض العالم الألماني أثناسيوس كيرشنر Athanasius Kirchner في العام 1646 لأول مرة النظرية الجرثومية، وقد أثبتها عمليًا الإيطالي أجوستينو باسي Agostino Bassi في تجارب أجراها بين العامين 1808 و 1813. ويُعدّ اكتشاف الترّ فليمنج للانقسام الخلوي والكروموسومات في العام 1879 أحد أهم 100 اكتشاف علمي في كل العصور.

طوّرت التقنيات الحديثة، مثل المجهر الإلكتروني، فهمنا لتركيب الخلايا والفيروسات، فقد أصبح بإمكاننا أن نرى الفيروسات والعُضَيّات والتفاصيل الداخلية للخلايا بكل وضوح.

المجهر الضوئي المركّب

يستخدم المجهر الضوئي العدسات لكسر الضوء وتكوين صور مكبّرة. يُطلق على المجهر الأكثر شيوعًا اسم **المجهر الضوئي المركّب Compound light microscope** لأنه يستخدم عدسات متعدّدة لتكوين صورة مكبّرة. يعمل المنشور على كسر الضوء لتسهيل الرؤية.

- يجب أن يكون الجسم المراد تكبيره شفّافًا، ويوضع على شريحة زجاجية فوق منضدة المجهر (**الشكل 1-35**).
- يمرّ الضوء من مصدر الضوء، ومن خلال الشريحة، إلى داخل العدسة الشيئية.
- يمكن تدوير القطعة الأنفية لاختيار عدسات شيئية لها قوى تكبير مختلفة مثل ×40، ×100.
- ينكسر الضوء من خلال المنشور ويمرّ عبر العدسة العينيّة إلى العين. يمكن تغيير العدسات العينيّة للحصول على قوى تكبير مختلفة.
- يعمل الضابطان الكبير والصغير على التحكّم في تركيز الصورة من خلال تحريك منضدة المجهر إلى أعلى وإلى أسفل.

الشكل 1-35 يزوّد مصدر ضوئي المجهر بالضوء الذي يتم تجميعه وتركيزه بوساطة العدسات لإنتاج صور يمكن رؤيتها بعين الإنسان.

التكبير و أنواع المجاهر الضوئيّة

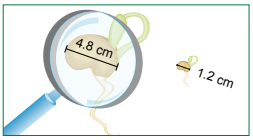
المواد المطلوبة: أنواع مختلفة من المجاهر: المجهر المُركّب، المجهر الميداني، المجهر التشريحيّ، المجهر الرقميّ.

1. اعرض عددًا قليلاً من المجاهر المختلفة لتصبح مألوفة للطلّاب.
2. عند مناقشة التكبير، يجب ألّا يحتاج الطلّاب إلى دعم خلال تطبيق عمليّة حسابيّة بسيطة باستخدام عدسة مكبّرة، ولكن تطبيق المصطلحات على التكبير باستخدام العدسات الشيئيّة قد يكون مُحيّرًا لهم عندما يُطلب إليهم تطبيق المنطق نفسه.
3. اشرح أنّ هناك عدسات متعدّدة في أماكن مختلفة في المجاهر. عند الجمع بين عدستَين، يتضاعف تكبير كلّ "قوّة". مثلًا، قوّة تكبير العدسة العينيّة (10×) × قوّة تكبير العدسة الشيئيّة (100×) = (10×).
4. ارجع إلى شكل المجهر الضوئيّ المُركّب الذي يوضح أجزاءه وذلك للإشارة إلى أنّ موقع العدسات وعددها يمكن أن يغيّرا الصورة لعكسها أو قلبها. سيتمّ تذكيرهم بهذه الظاهرة عندما يكملون نشاط خبرة التعلّم 3-1.

التكبير وقوة الفصل

العدسة اليدوية مكوّنة من عدسة واحدة يمكنها تكبير جسم مثل بذرة نابتة (**الشكل 1-36**). يعرّف **التكبير Magnification** بأنه عدد المرات التي تظهر فيها صورة جسم أكبر مقارنة بالحجم الفعلي له. على سبيل المثال: العدسة 5× تجعل الصورة تبدو أكبر بخمس مرات.

قوة التكبير = قوة تكبير العدسة العينية × قوة تكبير العدسة الشيئية



الشكل 1-36 تكوّن العدسة اليدوية صورة لبذرة نابتة.

مثال 1

السؤال: ما تكبير عدسة يد إذا كان طول البذرة 1.2 cm وطول الصورة التي كوّنها 4.8 cm؟

المعطيات: الطول الفعلي للبذرة بعد قياسها بمسطرة مترية = 1.2 cm؛ طول البذرة في الصورة باستخدام المسطرة = 4.8 cm؛

العلاقات: التكبير = I/A

الحل: في هذه الحالة، تتمّ قسمة طول الصورة (I) على الطول الفعلي (A)
التكبير: 4 = (1.2)/(4.8)، 4 مرات أو 4×

تصف قوة **الفصل Resolution** أصغر التفاصيل التي يمكن ملاحظتها بوضوح باستخدام المجهر. تقدّم قوة الفصل العالية في المجاهر مزيدًا من التفاصيل. ومع ذلك، فإن قوة الفصل محدودة بالخصائص الأساسية للعدسات والضوء وهذه الخصائص هي:

- لا يمكن تركيز الضوء في نقطة أصغر من طول موجي واحد. هذا يعني أن التفاصيل الأصغر من الطول الموجي للضوء لا يمكن رؤيتها. غالبًا ما يكون الحدّ الأقصى لتكبير المجاهر الضوئية هو 1000× بسبب الطول الموجي للضوء المرئي. يبلغ أقصر طول موجي مرئي للضوء 400 nm؛ لذلك لا يستطيع المجهر الضوئي تكوين صورة واضحة لفيروس يبلغ طوله 50 nm.
- لدى العدسات حدّ لانحراف الضوء الذي يحدّد أصغر حجم نقطة يمكن تركيزها.

تكون قوة الفصل في المجهر الضوئي محدودة فعليًا وتبلغ تقريبًا 0.2 µ، بالتالي لا يستطيع المجهر الضوئي أن يميّز بين نقطتين بينهما مسافة أقل من 0.2 µ.

أنواع المجاهر الضوئية

تتيح المجاهر الضوئية المختلفة مشاهدة الكائنات الحية ذات الأحجام المختلفة في بيئات مختلفة. يوضح (**الشكل 1-37**) ثلاثة أنواع مجاهر ضوئية.

المجهر الميداني Field microscope

يشير وجود المرايا على المجاهر الميدانية إلى عدم الحاجة إلى الكهرباء. يعمل هذا المجهر في الخارج وفي البيئات المائية. وقد تصل قوة التكبير فيه إلى 400×، وغالبًا ما يستخدم لملاحظة الكائنات الحية خارج المختبر.

المجهر التشريحي Descending microscope

تستخدم المجاهر التشريحية تكبيرات منخفضة (10×-50×)، ولكنها تمكننا من رؤية أجسام معتمة ثلاثية الأبعاد وكائنات شفافة أيضًا. تحتوي المجاهر التشريحية على عدستين ومنشورين أو أكثر لإعطاء رؤية ثلاثية الأبعاد. لا تظهر صورة العينة مقلوبة في المجاهر التشريحية، ما يساعدنا على ملاحظة الأنسجة وتشريحها وإجراء العمليات الجراحية الدقيقة.

المجهر الرقمي Digital microscope

تعتبر المجاهر الضوئية الرقمية ابتكارًا جديدًا. وهي تتيح لنا تسجيل الصور ومقاطع الفيديو مباشرة من خلال العدسة العينيّة. ويمكن استبدال العدسات العينيّة بشاشة تعرض صورًا مكبّرة. يقوم البرنامج بتحويل الصور إلى وحدات بكسل، ما يجعل قياسات الخلايا والأنسجة أكثر دقّة.

الشكل 1-37 ثلاثة أنواع من المجاهر الضوئية.

ما المجهر الأفضل؟

a. لمشاهدة عضلات رجل الضفدع.

b. لجعل الآخرين يشاهدون خلايا تتحرك.

نشاط 1-3 قياس حجوم الخلايا

الإجابات/ عيّنة بيانات

موادّ للمعلّم: كاميرا عرض للمجهر الرقميّ، صور لشرائح مُعدّة مسبقًا.

الموادّ المطلوبة: مجاهر رقميّة، شرائح معدّة لدبّ الماء *Tardigrada*، سبيروجيرا *Spirogyra*، خميرة العجين *Saccharomyces*، براميسيوم *Paramecium*، بكتيريا عصوية *Bacillus subtilis*، آلات حاسبة.

1. أعِدّ نسخًا من ورقة العمل 1-3.
2. يمكن إجراء هذا الاختبار باستخدام مجهر ضوئيّ وعدسة عينيّة مع تدريج، ولكن يجب معايرة ميكرومتر منضدة المجهر أوّلًا لتوفير الوقت، وسيحتاج الطلّاب إلى آلات حاسبة. بمجرد معايرتها، يمكن استخدام القياسات نفسها في كلّ مرّة يستخدم فيها الطلّاب الأداة.
3. قبل الدّخول إلى الصفّ، راجع العمليّة وأيّة توصيات برمجيّة مُصاحبة للمجاهر الرقميّة الخاصّة بالطالب من أجل القياسات. إذا لزم الأمر، قدّم مجموعة موجزة من التعليمات الخاصّة بنموذج المجهر.

الوحدة 1: تركيب الخلية ووظيفتها

نشاط 1-3 قياس حجوم الخلايا

سؤال الاستقصاء	كيف يمكن استخدام المجاهر الرقمية في قياس الخلايا؟
الموادّ المطلوبة	مجاهر رقمية، شرائح معدّة لدب الماء *Tardigrada*، سبيروجيرا *Spirogyra*، خميرة العجين *Saccharomyces*، براميسيوم *Paramecium*، بكتيريا عصوية *Bacillus subtilis*، آلات حاسبة.

1. أعِدّ المجهر الخاص بك وفقًا للتعليمات.
2. احصل على شريحة مُعدّة لدبّ الماء *Tardiagrada* وضعها على منضدة المجهر.
3. وضّح مجال الرؤية بتحريك الضابط الكبير واستخدام عدسة شيئية ذات قوة التكبير الصغرى.
4. ضع الشريحة في مركز مجال الرؤية كما هو موضّح في **الشكل 1-38**.
5. تستخدم قوة التكبير ×100.
6. سيرشدك المعلم إلى كيفية التقاط صورة باستخدام برنامج المجهر.
7. تستخدم العدسة الشيئية ذات قوة التكبير العليا (400×) واضبط موقع الشريحة لملاحظة دبّ الماء مرة أخرى. التقط صورة أخرى.
8. استخدم برنامج المجهر لقياس طول دبّ ماء واحد وسجّل القياس في الجدول 1 في ورقة العمل .
9. كرّر الخطوات من 1 إلى 7 للشرائح الأربع الأخرى.
10. اتبع الإرشادات الموجودة على ورقة العمل الخاصة بك لمقارنة الصور وأجب عن الأسئلة.

الشكل 1-38 مجال الرؤية.

قِسْ كائنات حية

يمكن مشاهدة الكائنات الحية المجهرية النشطة باستخدام شرائح زجاجية مقعّرة مع خيط القطن أو محاليل ميثيل السليلوز لإبطاء حركة الكائنات .

a. ابحث في الإنترنت عن كيفية إعداد الشريحة المقعّرة لمشاهدة أفلام قصيرة عن الطلائعيات أو الحيوانات وسجّلها. اكتب قائمة بالخطوات مع تلميحات.

b. احصل على موافقة المعلم على خطّتك قبل تصوير مقاطع لكلّ من الأميبا أو البراميسيوم أو دبّ الماء .

32

4. أثناء العمل في الصفّ، تفقّد الطلّاب للتأكّد من الاستخدام الصحيح لملاقط المنضدة، والضابط، والتركيز الدقيق.
5. ساعد الطلّاب في العمليات الحسابيّة المحدّدة اللازمة لتحويل خطوط العدسة المدرّجة إلى قياس متريّ أو فهم كيفيّة تطبيق أدوات التصوير والقياس المتوافرة في برنامج المجهر الخاصّ بهم بشكل صحيح.
6. يجب على كلّ طالب، كحدّ أدنى، ملاحظة وتقدير حجمَي كائنَين مختلفَين أو كائنَين متشابهَين من الشريحة نفسها.

نشاط 1-3 قياس حجوم الخلايا - تابع

الإجابات/ عيّنة بيانات

الخطوات

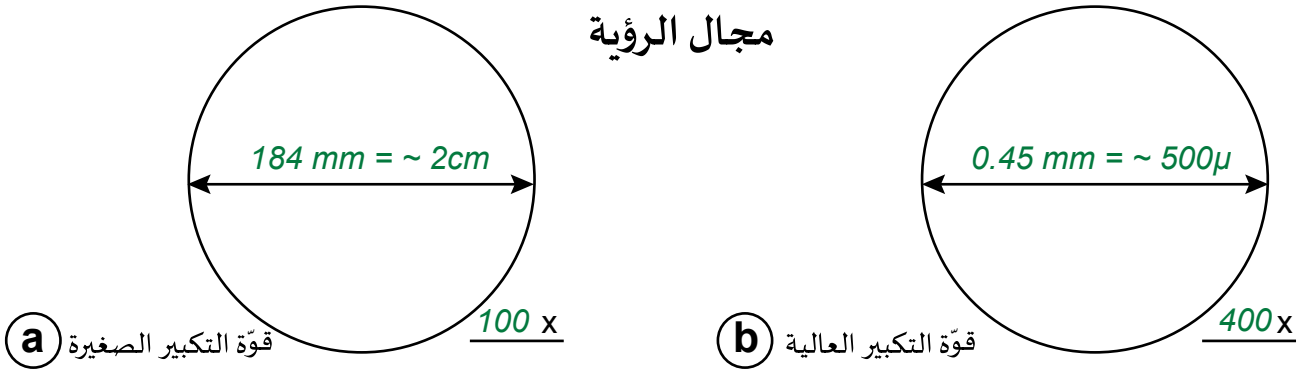
1. أعِدّ المجهر الخاصّ بك وفقًا للتعليمات.
2. احصل على شريحة مُعدّة لدبّ الماء *Tardiagrada* وضعها على منضدة المجهر.
3. وضّح مجال الرؤية بتحريك الضابط الكبير واستخدام عدسة شيئيّة ذات قوّة التكبير الصغرى.
4. ضَع الشريحة في مركز مجال الرؤية كما هو موضّح في الشكل 1-8 على ورقة العمل 1-3.
5. تحوّل إلى قوّة التكبير ×100. سيرشدك المعلّم إلى كيفيّة التقاط صورة باستخدام برنامج المجهر. قم بقياس وتسجيل مجال الرؤية عند ×100 بمساعدة معلّمك.
6. تحوّل إلى العدسة الشيئيّة ذات قوّة التكبير العليا (×40) واضبط الشريحة لملاحظة دبّ الماء مرّة أخرى. قُمْ بقياس مجال الرؤية والتقط صورة أخرى.
7. استخدم برنامج المجهر لقياس طول دبّ ماء واحد وسجّل القياس في الجدول 1.
8. كرّر الخطوات نفسها للشرائح الأربع الأخرى.
9. عند الانتهاء من الوصف في الجدول 1، تأكّد من ملاحظة الاختلاف بين قياس تسجّله لخليّة واحدة وقياس تسجّله للكائن الحيّ بأكمله.
10. إذا كانت لديك أسئلة حول الكائن الحيّ أو ما يجب قياسه، اسأل معلّمك.

نشاط 1-3 قياس حجوم الخلايا - تابع

الإجابات/ عيّنة بيانات

الملاحظات

مجال الرؤية



الجدول 1. الملاحظات على الكائنات الحيّة المعدّة

اسم الكائن	الوصف (وحيدة الخلية /متعدّدة الخلايا، خلايا بدائية النواة/ خلايا حقيقية النواة)	قياس الطول عند قوة التكبير الصغيرة (الوحدات)	قياس الطول عند قوة التكبير العالية (الوحدات)
دبّ الماء *Tardigrada*	حقيقيّ النواة مُتعدّد الخلايا	سيختلف	متوسّط 1 mm = 1000 µm
السبيروجيرا *Spirogyra*	حقيقيّة النواة متعدّدة الخلايا (قياس خليّة واحدة)	سيختلف	متوسّط 100-400 µm
خميرة العجين *Saccharomyces*	حقيقيّة النواة وحيدة الخليّة	سيختلف	متوسّط 5-50 µm
البراميسيوم *Paramecium*	حقيقيّة النواة وحيدة الخليّة	سيختلف	متوسّط 100-320 µm
بكتيريا عصوية *Bacillus subtilis*	حقيقيّة النواة وحيدة الخليّة	سيختلف	متوسّط 4-10 µm

نشاط 1-3 قياس حجوم الخلايا - تابع

الإجابات/ عيّنة بيانات

الأسئلة

بناءً على قياساتك لقطر مجال الرؤية،

a. ماذا يحدث للقطر مع زيادة قوّة التكبير؟

كلّما زادت قوّة التكبير، تناقص قطر مجال الرؤية.

b. استخدم إجابتك عن (a) وعبارة "مجال الرؤية" لتوضّح لماذا ترى خلايا أقلّ أو جزءًا أصغر من الكائن الحيّ بأكمله أثناء زيادة تكبير المجهر.

لأنّ العدسات تجعل الجزء المحدّد أكبر، يمكن رؤية جزء أقلّ من العيّنة في مجال الرؤية في الوقت نفسه.

c. كم عدد المرّات التي يظهر فيها الجسم أكبر على قوّة التكبير العليا بالنسبة إلى قوّة التكبير الصغرى؟

تزيد قوّة التكبير×40 عن قوّة التكبير×10 بمقدار 4 مرّات.

تزيد قوّة التكبير×10 عن قوّة التكبير×4 بمقدار 2.5 مرّة.

d. يحتوي *Tardigrada* على ما يقرب من 1000 خليّة لكلّ كائن. بناء على هذا الافتراض، ما هو الطول التقريبيّ لإحدى خلاياه؟ تأكّد من استخدام وحدات SI المناسبة.

يجب أن يجد الطلّاب أنّ طول دبّ الماء هو نحو 1mm، وهذا يعني أنّ الخليّة الواحدة ستكون نحو 1µ، لأنّ 1000 µ = 1 mm

e. قارِن القياسات التي حصلت عليها مع زميل في الصفّ. اختار صور الكائن الحيّ نفسه لتحليلها. هل كانت متشابهة أم مختلفة؟ اشرح السبب.

سوف تختلف الإجابات كثيرًا. سيعتمد ذلك على ما إذا كان الطلّاب قد قاموا بقياس أو استخدام الشريحة نفسها أو الكائن الحيّ نفسه بشكل صحيح.

f. استخدم الصيغة أدناه لحساب النسبة المئويّة للفرق بين قياساتك وقياسات زميلك عند قوّة التكبير نفسها. اعرض كلّ الخطوات.

اقبل جميع الإجابات الصحيحة التي توضح كيف وصلوا إلى نسبة اختلافاتهم المئويّة.

المجاهر الإلكترونيّة

1. اطلب إلى الطلّاب قراءة الصفحات الأربع التالية.
2. عرِّف مصطلح **الإشعاع** كشكل من أشكال الطاقة الكهرومغناطيسيّة التي تنبعث عادة على شكل ضوء أو حرارة.
3. قدِّم النوعَيْن الرئيسَيْن من المجاهر الإلكترونيّة وركّز على سماتهما الرئيسة:
   - المجهر الإلكترونيّ النافذ (TEM)
   - المجهر الإلكترونيّ الماسح (SEM)
4. اطلب إلى الطلّاب مقارنة الصور المعروضة المأخوذة بواسطة المجهرَين المختلفَين.
5. عرّف **التركيب الدقيق** على أنّها التراكيب الصغيرة داخل الخلايا التي لا يمكن رؤيتها عادةً إلّا بواسطة المجاهر الإلكترونيّة.
6. أعدّ مُخطّط فن بسيطًا مع الطلّاب بشكل جماعيّ للمقارنة بين هذين النوعَين الرئيسَين من المجاهر والصور التي ينتجها كلّ نوع.
7. أشِر إلى أنّ الصور التي تمّ تكوينها بالأبيض والأسود يمكن تلوينها بواسطة برنامج للمساعدة على تحديد الميزات وغالبًا ما تتمّ تسميته "بالألوان غير الحقيقية"، فألوان الأجسام نفسها لا تنتقل.

الدرس 1-3: قياس حجوم الخلايا.

المجاهر الإلكترونية

تستخدم المجاهر الضوئية والمجاهر الإلكترونية شكلًا من أشكال **الإشعاع** Radiation. الإشعاع هو انبعاث للطاقة على شكل موجات كهرومغناطيسية. تستخدم المجاهر الضوئية الموجات الضوئية بين 400 nm و 700 nm. أمّا المجاهر الإلكترونية فتستخدم الإلكترونات التي يكون طولها الموجي أقصر بـ 100000 مرة من الضوء المرئي. يعني الطول الموجي الأصغر أنّ المجاهر الإلكترونية تمتلك قوة فصل أكبر.

لا تركّز المجاهر الإلكترونية الصور باستخدام العدسات، مثل المجاهر الضوئية، أو تشكّل الصور بالطريقة نفسها. تتشكّل صورة المجهر الإلكتروني على شاشة يمكن إعادة إنتاجها، مثل المجهر الرقمي. تحتاج جميع العيّنات إلى تحضيرها قبل الفحص، مما يعني قتل العينة، لأنّه لا يتم فحص عيّنات حيّة بالمجهر الإلكتروني.

تتوفّر اليوم كثير من التصاميم والاستخدامات المختلفة للمجاهر الإلكترونية. يظهر في **(الشكل 1-39)**، اثنان منها أصبح استخدامهما شائعًا في علم الأحياء.

الشكل 1-39 أنواع المجاهر الإلكترونية، (a و c) تصاميم مجاهر إلكترونية ماسحة. (b) مجهر إلكتروني نافذ.

المجهر الإلكتروني النافذ Transmission electron microscope (TEM)

تمّ اختراع TEM في العام 1931، وهو يحتوي على مغانط ضخمة لها شكل كعكة دائرية لتغيير مسار الإلكترونات. يتمّ تقطيع العيّنات إلى شرائح رقيقة بحيث يمكن للإلكترونات المرور بسهولة من خلالها. غالبًا ما يتمّ غمرها في مادة بلاستيكية مرشوشة بطبقة فلزية ضبابية. حتى الأجسام المنتظمة التي تفصل بينها مسافة 0.5 nm فإنها تبدو أجسامًا منفصلة في TEM. يمكن لهذا النوع من المجاهر تكبير الأجسام حتى ×2000000 وتكوين صور مفصّلة لها.

المجهر الإلكتروني الماسح Scanning electron microscope (SEM)

بدلًا من مرور الإلكترونات عبر طبقات رقيقة، يتمّ السماح للإلكترونات بالارتداد في المجهر الإلكتروني الماسح SEM. يعني ذلك تكوُّن صورة ثلاثية الأبعاد. تمّ اختراع SEM في العام 1937، وهو يكبّر حتى × 1000000. يُستخدَم التجميد السريع للكائنات الحية الكاملة وتُجفَّف ثمّ تُطلى بالذهب. ويُعدّ استخدام سبيكة من البلاتين والذهب خيارًا آخر، و هذا يجعل صور SEM باهظة الثمن.

الوحدة 1: تركيب الخلية ووظيفتها

إسهام المجاهر الإلكترونية في تطوير الكثير من مجالات علم الأحياء

ساعد الفحص المجهري الإلكتروني علماء أحياء الخلية على اكتشاف كائنات حية دقيقة جديدة، وعلى فهم التركيب والوظيفة في جميع أنواع الخلايا. وقبل إمكانية الحصول على الصور بوساطة المجاهر الإلكترونية، كانت ملاحظة نواة الخلية صعبة للغاية.

قدّمت الصور التي تمّ إنتاجها بوساطة SEM وTEM معلومات مختلفة لعلماء الأحياء في العديد من المجالات. تخيّل أنك أول من يرى حبوب اللقاح باستخدام SEM **(الشكل 1-40 a)**. يمكن لعالم النبات الآن تحديد نبات في الصخور المتحجّرة، وإن لم يتبقَ منه ساق أو أوراق، عن طريق فحص الشكل والبنية الفريدين لحبوب اللقاح.

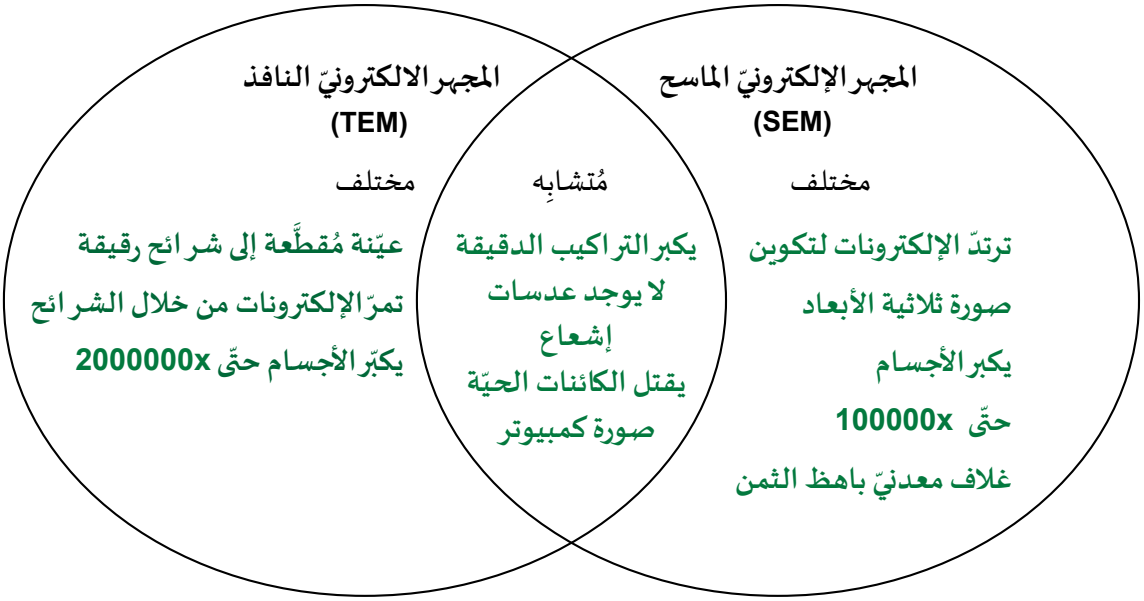
أظهرت صور TEM لعلماء أحياء الخلية أن الميتوكندريا لا تكون دائمًا على شكل النقانق، فبعضها مستدير **(الشكل 1-40 b)**. ويمكن لبعضها أن يلتفّ ويغيّر شكله بمرور الوقت.

عندما بدأت جائحة COVID-19 عالميًا في العام 2020، تمّت مشاركة صورة الفيروس على الفور بين العلماء. ساعدت صور TEM الأطباء وعلماء المناعة على اكتشاف مكان الفيروس وكيف يهاجم الأنسجة **(الشكل 1-41)**. ويتوافر حاليًا لقاحات لتقوية جهاز المناعة لهذه الجسيمات القاتلة.

الشكل 1-40 (a) حبوب لقاح (SEM)، (b) ميتوكندريا مستديرة (TEM)

الشكل 1-41 SARS-Cov-2 داخل خلية (TEM) تسبّب هذه الجسيمات جائحة كورونا COVID-19.

التركيب الدقيق والعُضيّات بالفصل المجهريّ العالي



8. اطلب إلى الطلّاب الإجابة عن أسئلة التفسير.

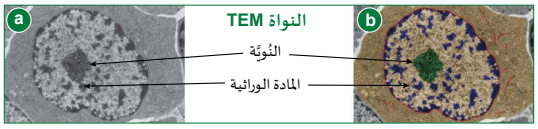
a. حويصلة الخميرة الواحدة هي نحو 100 nm في هذه الصورة.

b. إذا كانت الحويصلة = 100 nm؛ فإنّ خليّة خميرة واحدة = 4 µm ؛ 1000 nm = 1 µm، وبالتالي 40 حويصلة يجب أن تتناسب مع خليّة خميرة واحدة.

المجهر الإلكتروني والتركيب الدقيق للخلية

تمثّل أحد أكبر الإسهامات التي قدّمتها المجاهر الإلكترونية في علم أحياء الخلية. فقد أصبح بالإمكان رؤية التراكيب الصغيرة في داخل الخلايا، أي رؤية **التركيب الدقيق Ultrastructure** للخليّة، وذلك باستخدام TEM. وقد ساعد ذلك علماء الأحياء على فهم آليّة عمل العُضَيّات معًا في الخلايا.

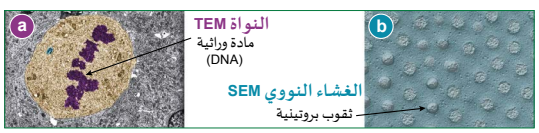
عرف علماء الأحياء نواة الخلية منذ ثلاثينات القرن التاسع عشر. وقد كشفت المجاهر الضوئية عن وجود مركز كثيف في الخلية يُسمّى "النُوَيّة" ومواد وراثية تنظّم الانقسام الخلوي. توضّح صور TEM في **الشكل 1-42 a و b**، كيف يمكن للّون غير الحقيقي أن يُظهر مزيدًا من التباين لرؤية موقع هذه التراكيب.



الشكل 1-42 (a) صورة طبيعية النقطت بوساطة TEM (b) تمّ توضيح مواقع النُوَيّة والمادة الوراثية باستخدام ألوان غير حقيقية.

النواة مركز التحكّم في الخلية. تخزن النواة مادة وراثية تُسمّى DNA.

مع تحسُّن تقنيات المجهر، تمكّن علماء الأحياء من دراسة العملية الخلوية لكيفية نقل المعلومات التي يحملها **الحمض النووي الرايبوزي منقوص الأكسجين Deoxyribonucleic acid** (DNA) الموجود في النواة **(الشكل 1-43 a)** إلى خارجها. وقد كشفت صور TEM عن ثقوب بروتينية كبيرة تسمّى البوربنات تسمح لـ RNA بعبور الغلاف النووي وحمل المعلومات إلى الريبوسومات حيث تكوّن البروتينات **(الشكل 1-43 b)**.

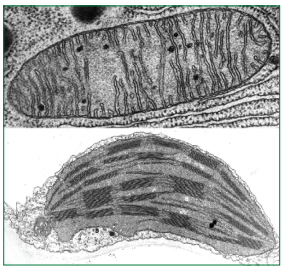


الشكل 1-43 (a) صورة للنواة النقطت بوساطة TEM، (b) صورة SEM توضّح ثقوبًا مكوّنة من البروتين في الغشاء النووي.

وهناك إنزيمات أساسية تعمل على تضاعف DNA مثل DNA بوليمريز يتم إنتاجها خارج النواة. تسمح الثقوب البروتينية لتلك الجُزيئات الكبيرة بالعبور إلى داخل النواة حيث يتم استخدامها.

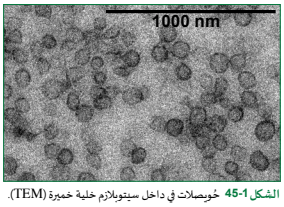
العُضَيّات بالفصل المجهري العالي

تكشف صور TEM ذي القدرة العالية على الفصل عن أوجه تشابه بين عُضَيَّتين: الميتوكوندريا والبلاستيدة الخضراء **(الشكل 1-44)**. تحتوي كلتاهما على مناطق متخصّصة لحدوث النشاطات الكيميائية بشكل منفصل. وكلتا العضيتين لهما أغشية خارجية، ولهما أغشية داخلية لزيادة مساحة السطح بغية حدوث المزيد من التفاعلات الكيميائية. تنقل الميتوكندريا الطاقة الكيميائية في روابط كيميائية إلى شكل مختلف تستخدمه الخلايا. وتحوّل البلاستيدات الخضراء طاقة ضوء الشمس إلى طاقة كيميائية لتزويد الميتوكندريا بها.



الشكل 1-44 تتضمّن الميتوكندريا والبلاستيدات الخضراء أغشية داخلية وخارجية تكوّن مناطق متخصّصة في داخل الخلية.

ساعدت مجاهر SEM وTEM علماء الأحياء أيضًا في تحديد مواقع التراكيب الخلوية الصغيرة جدًا وفي التعرّف إليها. فالحويصلات مثلًا أكياس صغيرة تحتوي على مواد يتمّ إطلاقها من عُضَيّات أخرى، مثل جهاز جولجي. وإذا قلنا إن الخمائر فطريات وحيدة الخلية قياسها 4 µm تقريبًا، فإنّ الحُويصلات في سيتوبلازم خلية الخميرة تكون أصغر من ذلك **(الشكل 1-45)**.



الشكل 1-45 حُويصلات في داخل سيتوبلازم خلية خميرة (TEM).

أتاحت صور المجهر الإلكتروني للعلماء أيضًا تطوير مقاييس لمقارنة حجوم الخلايا والعُضَيّات بدقّة أكثر.

قياس الشريط الأسود في الشكل 1-45 يبلغ 1000 نانومتر.

a. ما قياس الحُويصلة الواحدة التي صوّرها مجهر TEM؟

b. إذا كان قياس الخميرة 4 ميكرومتر، فما عدد الحويصلات التي يمكن أن تستوعبها خلية خميرة واحدة؟

تقويم الدّرس 1-3 — الإجابات

1. صِفْ مشكلتين حدّتا من جودة المجاهر الأولى.

اقبل كل الإجابات الصّحيحة. لم تستطع المجاهر الأولى تكبير الأشياء جيّدًا، وربّما لم تستخدم مصادر ضوء أخرى إلى جانب ضوء الشمس.

2. اذكر جسمَين شفّافَين في مجهر ضوئي مركّب يغيّران اتجاه الضوء ويركّزانه.

العدسات الزجاجية والمنشور موجودان في معظم المجاهر الضوئية المركّبة.

3. كيف يمكن لعالم الأحياء استخدام المجهر الميداني لفهم انتشار الطحالب الخضراء السامة التي تقتل الأسماك؟

اقبل كل الإجابات الصّحيحة. يمكن استخدام المجهر الميداني لفحص عيّنات المياه المأخوذة من المنطقة للتعرُّف إلى الطحالب الخضراء السامة قبل موت الأسماك وبعده.

4. استخدم الإنترنت لمعرفة إمكانية استخدام الطبيب أو الجراح لمجهر ضوئي رقمي. حدّد اختصاص الطبيب وصِف المهمّة التي يساعده المجهر على القيام بها.

اقبل كلّ الإجابات الصّحيحة. يمكن للطلاب أن يذكروا جرّاح أعصاب يجري جراحة دقيقة بمساعدة مجهر رقمي يمكن أن يكبّر الأنسجة بشكل أفضل ويعطي صورة حقيقية بدلًا من صورة مقلوبة أو معكوسة.

5. احسب قدرة تكبير العدسة الشيئيّة المستخدمة في مجهر ضوئي مركّب، إذا كوّنَت عدسة عينيّة قدرتها 10× صورة لبراميسيوم مكبّرة 400 مرة.

من أنشطة خبرة التعلُّم، يجب أنّ يعرف الطلاب أن حساب التكبير الكليّ للمجهر يتمّ بضرب تكبير كلّ من العدسة العينية والعدسة الشيئيّة. فإذا كان التكبير الكليّ 400، فهذا يعني أنّ تكبير العدسة الشيئية (×) هي 40× بحسب المعادلة: 10× (×) = 400.

تقويم الدّرس 1-3 — الإجابات

6. قارن بين المجاهر الضوئية والمجاهر الإلكترونية.

يمكن للطلاب تضمين أيّ اثنين من أوجه التشابه والاختلاف من مخطّط ڤن Venn الذي قاموا بإنشائه في الدّرس 1- 3.

7. * اذكر المجهر الذي يتيح أفضل رؤية في كلّ حالة من الحالات التالية:

a. تراكيب سطحية شعرية تُسمّى "الأهداب" موجودة على براميسيوم ميت، تمّت مشاهدتها باستخدام قوة تكبير ×12000. *SEM*

b. المادة الوراثية داخل النواة تمّ تكبيرها × 120000. *TEM*

c. مقطع مصوّر عن حيوان مائي يبيّن أنه يدور ويغيّر اتجاه حركته. مجهر رقمي

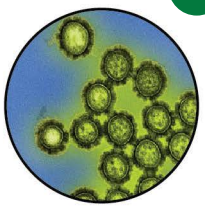
8. أيّ أنواع المجاهر الإلكترونية أم الضوئية يمكن بواسطتها رؤية التراكيب الخلوية في الجدول أدناه علمًا بأنّ قوّةَ الفصلِ للمجهرِ الإلكتروني 0.5 nm، وللمجهرِ الضوئي 0.2 mμ.

التركيب	النواة	الأنيبيات الدقيقة	الجسم المركزي	سمك الميتوكوندريا	سمك البلاستيدة
المقاس	5 -10 µm	0.0025 µm	0.15 µm	0.5 - 1 µm	0.5 - 1 µm

بحسب البيانات في الجدول يمكن رؤية التراكيب (النواة، الميتوكندريا، البلاستيدة) بالمجهر الضوئي ولكن لا يمكن رؤية تراكيبها الداخلية، ويمكن رؤية جميع التراكيب بالمجهر الإلكتروني ودراسة تركيبها الداخلي.

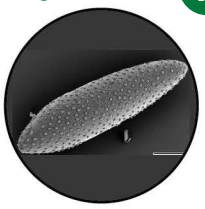
9. ما اسم المجهر المُستخدَم لمشاهدة ودراسة كلّ الأشكال الآتية:

c فيروس الإنفلونزا



TEM (c

b بيضة بعوضة



SEM (b

a حشرة الجرادة

a) المجهر الضوئي

إعادة تدريس

موادّ المعلّم: مقاطع مُصوَّرة على شبكة الإنترنت، اتّصال الطالب أو المعلّم بشبكة الإنترنت.

1. حدّد موقع بعض المقاطع المصوّرة القصيرة على شبكة الإنترنت التي تعرض وتشرح تقنيّات المجهر والاستخدامات المتنوّعة للفحص المجهريّ الإلكترونيّ في البيئات العلميّة، وفيما يأتي بعض الأمثلة على الابتكارات الجديدة.

https://www.hhmi.org/news/new-microscopy-technique-shows-cells-3-d-ultrastructure-in-new-detail

https://www.britannica.com/video/186257/breakthroughs-nanotechnology-concepts-scientists-field-pharmacology-particle

2. حدّد صور عضيّات أو كائنات أخرى مأخوذة باستخدام المجاهر TEM و SEM وحدّد قوّة تكبيرها.
3. اطلب إلى الطلّاب محاولة التمييز بين تلك التي تمّ تصويرها باستخدام TEM وتلك التي تمّ تصويرها باستخدام SEM.
4. تحقّق ممّا إذا كان يمكن للطلّاب أيضًا تحديد العضيّات المرئيّة في صور TEM المختلفة للخلايا.

إثراء

المواد المطلوبة: مجاهر رقميّة، عيّنات حيّة من طلائعيّات مختلطة، دياتومات أو دوّارات، شرائح مجهريّة، أغطية شرائح، ميثيل السليلوز، شبكة الإنترنت والأجهزة (متاحة للمعلّم).

1. إذا قام الطلّاب بتنفيذ إثراء الدرس 1-2، استخدم مقاطعهم المُصورّة الرقميّة وقم بإيقافها ثمّ التقط لقطات تُظهر بوضوح كائنًا حيًّا واحدًا.
2. استخدم البرنامج المُزوّد بالكاميرا لقياس حجم الكائن الحيّ بالطريقة نفسها التي تمّ استخدامها في نشاط خبرة التعلّم 1-3.
3. يجب على الطلّاب مقارنة القياسات والوحدات الفعليّة الخاصّة بهم لتقريب الأحجام إلى تلك الموجودة في البحث على شبكة الإنترنت أو التي يوفّرها المعلّم.
4. ناقش التبايُن في الكائنات الحيّة الذي يظهر في دورة حياتها، وأصناف مختلفة من نوع الكائن نفسه، أو ما إذا كان يمكن لحجم الحيوانات المجهريّة أن يختلف بحسب الجنس.

اختيار من متعدد

1. أيٌّ من الآتي يمثّل إحدى النقاط الثلاث الرئيسة ضمن نظريّة الخليّة؟

a. جميع الخلايا تنشأ من خلايا سابقة.

2. أيٌّ ممّا يأتي ليس جزيئًا حيويًا؟

c. الماء

3. أيٌّ ممّا يأتي يعتبر سببًا لاحتواء الخلايا على عُضيّات؟

b. تزيد العُضَيّات من عدد التفاعلات التي يمكن أن تقوم بها الخلية.

4. أيُّ المجموعاتِ الثنائيةِ الآتية ليس صحيحًا فيما يتعلق بالتركيب والوظيفة؟

c. جهاز جولجي- معالجة المعلومات وإدارة الخلية

5. أيٌّ من الكائنات الحية الآتية بدائيّ النواة؟

a. البكتيريا العصوية الرقيقة.

6. أيٌّ من الكائنات الحيّة الآتية متعدّد الخلايا؟

c. السيبروجيرا.

7. أيُّ العضيات الآتية توجد في الخلية النباتية ولا توجد في الخلية الحيوانية؟

c. البلاستيدة الخضراء

8. أيٌّ من الآتي ليس من وظائف الغشاء الخلويّ؟

c. توفير قوّة هيكليّة، في غصن الشجرة على سبيل المثال.

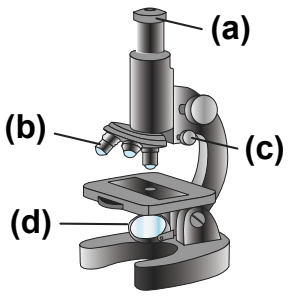
9. أيٌّ من الآتي يمثّل إحدى الوظائف الرئيسة للشبكة الإندوبلازميّة؟

b. دعم الريبوسومات التي تصنع البروتينات.

10. يُمكن رؤية داخل الخليّة إحدى العُضَيّات التي يبلغ حجمها 0.5 ميكرون عند تكبير ×400. ما حجم هذه العضية الظاهريّ في الصورة؟

c. 200 ميكرون

11. أيّ الأجزاء على الرسم التخطيطيّ يُمكن ضبطه لنجعل الصورة المجهريّة شديدة التركيز؟



c .c

12. أيٌّ من الآتي يمثّل أهمّ ميزة مُفيدة في علم الأحياء للمجهر الإلكترونيّ يتميّز بها عن المجهر الضوئيّ؟

c. التكبير أعلى بكثير.

13. أيٌّ من الآتي يمثّل الوظيفة الرئيسة للميتوكندريا؟

b. إنتاج الطاقة للخليّة.

أسئلة الإجابات القصيرة

الدرس 1-1: الخلايا: وحدات الحياة

14. قارنْ بين الخلايا بدائيةِ النواةِ وحقيقيَّةِ النواةِ من حيثُ: التركيبُ والحجمُ، ومثال على كلّ منهما.

الخلايا البدائية لا تحتوي على نواة وعضيات محاطة بأغشية، بينما الخلايا الحقيقية تحتوي على نواة وعضيات محاطة بأغشية، ويكون حجم الخلايا البدائية أصغر من حجم الخلايا حقيقية النواة. ومن الأمثلة على الخلايا البدائية البكتيريا، ومن الأمثلة على الخلايا الحقيقية خلايا النباتات والحيو انات.

اقبل جميع الإجابات الصحيحة المشابهة للمخطّطات الآتية.

15. عرّف كلًّا من المصطلحات الآتية بأسلوبك.

a. الغشاء الخلوي.

b. السيتوبلازم الخلوي.

c. حقيقيات النواة.

d. بدائيات النواة.

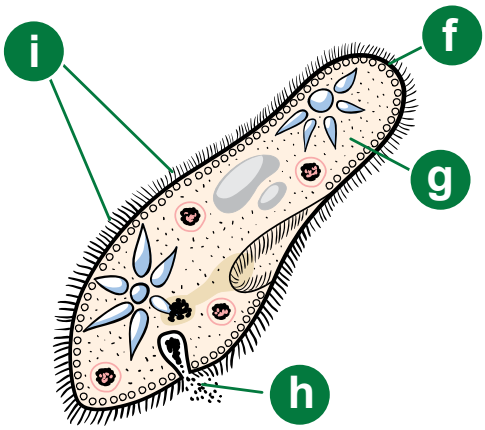
a. الغشاء الخلوي هو طبقة دهنية مزدوجة تحيط بالخلية.

b. يشمل السيتوبلازم الخلوي كلًّا من العُضَيّات والمواد المذابة في سائل موجود في داخل الخلية.

c. حقيقي النواة هو أيّ كائن حيّ له نواة حقيقية.

d. بدائي النواة هو أيّ كائن حيّ يحتوي على DNA في السيتوبلازم، لكنه يفتقر إلى نواة حقيقية وعُضَيّات معقّدة.

16. يمثل (**الشكل 1- 48**) أحد الكائنات الحية وحيدة الخلية. ادرس الشكل ثم أجب عن الأسئلة الآتية.



a. حدّد التراكيب المشار إليها بالحروف في الشكل.

(f) الغشاء الخلوي

(g) السيتوبلازم

(h) الفتحة الشرجية

(i) الأهداب

b. هل هو بدائي النواة أم حقيقي النواة؟ اشرح كيف عرفت ذلك.

حقيقي النواة: هناك عُضَيّات محاطة بأغشية في الخلية.

c. ما التراكيب التي يشترك فيها هذا الكائن الحي مع باقي الخلايا؟

(f) الغشاء الخلوي

(g) السيتوبلازم

d. ما الحرف الذي يشير إلى التركيب الذي يساعد هذا الكائن على التحرك في بيئته؟

(i) الأهداب هي شعيرات صغيرة للحركة

e. ما نوع المجهر الذي يُستخدَم لمشاهدة هذا الكائن الحي؟

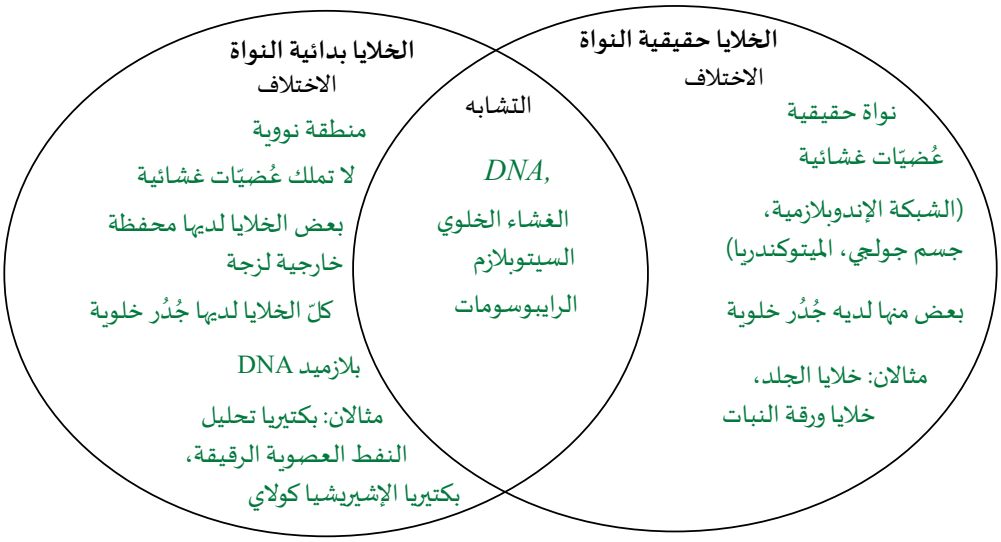
يمكن للطلاب اختيار أيّ مجهر باستثناء المجهر التشريحي، ولكن يجب تبرير الإجابات. يمكن استخدام المجاهر الضوئية لمشاهدة الكائن سواء أكان حيًّا أو كان على شكل شرائح معدّة. يمكن للمجاهر الرقمية أن تسجّل حركة الكائن الحيّ. إذا كان التركيب الدقيق مهمًّا فإنّ المجهر الإلكتروني النافذ TEM يكون هو الأفضل. أمّا دراسة الأهداب على السطح فتفرض استخدام المجهر الإلكتروني الماسح SEM.

f. كيف تحصل على هذا الكائن الحيّ، وكيف تعدّه في أربع خطوات لتشاهده بالمجهر؟

اقبل جميع الإجابات الصّحيحة في أربع خطوات.

1. لمشاهدة كائن حيّ يتمّ إدخال قطّارة في العيّنة ونقلها إلى شريحة مجهر نظيفة.
2. يضاف غطاء الشريحة. (تقتل الصبغة الكائن الحي)
3. يتمّ وضع الشريحة على المنضدة على قوة التكبير الصغرى، ويتمّ إظهارها بوساطة الضابط الكبير.
4. يوضع الكائن الحيّ في مركز مجال الرؤية؛ لذلك، فإذا تمّ تغيير العدسة الشيئية للعرض على قوة كبيرة يمكن رؤية الكائن الحيّ، ثم تحسين التركيز باستخدام الضابط الصغير.

17. ارسم مخطّط فن لتقارن بين بدائيات النواة وحقيقيات النواة محدّدًا خمس خصائص، ثم اكتب مثالَين على كل منهما.



الدّرس 1-2: عضيّات الخليّة

18. صِف الوظائف الرئيسة للميتوكندريا والبلاستيدات الخضراء، واذكر وجهَين من أوجه الشبه بين هاتين العضيّتين.

اقبل كل الإجابات الصحيحة. تحوّل الميتوكندريا الطاقة التي في الجلوكوز إلى جُزيء أدينوسين ثلاثي الفوسفات ATP يمكن للخلايا استخدامه. البلاستيدات الخضراء هي عُضَيّات الخلية النباتية التي تحوّل الطاقة من ضوء الشمس إلى جلوكوز وهو الجزيء الرئيس اللازم لتحويل الطاقة بوساطة الميتوكندريا.

تؤدّي العُضَيّتان كلتاهما دورًا في تحويل الطاقة ولديهما DNA و لكلّ منهما غشاء داخلي وغشاء خارجي وحيّز بين الغشاءَين.

19. ما العلاقة بين وظيفة الشبكة البلازميّة الداخليّة ووظيفة النواة من ناحية إنتاج البروتينات؟

يتمّ إنتاج البروتينات داخل الر ايبوسومات الموجودة في الشبكة البلازمية الداخلية. تتّصل الشبكة البلازمية الداخلية بالبورينات في الغشاء النووي حيث يحمل mRNA الشفرة الوراثية من DNA إلى السيتوبلازم.

20. عرّف الأنبوب الدقيق وصِف دوره داخل الخليّة.

الأنبوب الدقيق هو أكبر نوع من الخيوط الموجودة في سيتوبلازم الخلية. يساعد الأنبوب الدقيق في تثبيت العضيّات الخلوية في مو اقعها، وله دور رئيس في فصل الكروموسومات أثناء الانقسام الخلوي.

21.* صِف العلاقة بين جهاز جولجي والحويصلات ونقل الموادّ إلى خارج الخليّة.

يتمّ في داخل جهاز جولجي تجميع الليبيدات (الدهون) والبروتينات الغشائية وجُزيئات أخرى في حُويصلات تندمج مع الغشاء الخلوي لتخرج البروتينات إلى خارج الخلية.

22. صِف ثلاثة فروقات أساسيّة بين الأغشية الخلويّة والجدران الخلويّة.

تتكوّن الأغشية الخلويّة من طبقة دهنية مزدوجة شبه منفذة، لديها بروتينات ناقلة لمساعدة جُزيئات معيّنة على المرور. توجد هذه الأغشية في جميع الخلايا.

تتكوّن الجُدر الخلويّة من ألياف السليلوز المرتّبة لتقوية الخلايا، تحتوي هذه الجُدر على فتحات تُسمّى الرو ابط البلازمية plasmodesmata للاتصال بين الخلايا، وتحتوي البكتيريا وبعض الطلائعيات وجميع النباتات والفطريات على جُدُر خلوية.

23. اذكر ثلاث طرائق تكون من خلالها الأغشية الإضافيّة في العضيّة مُفيدةً للخليّة.

1. تقسم العُضَيّات في الخلية إلى مناطق مُتخصّصة حيث تتمّ عمليات محدّدة، مثل بناء البروتينات، في بيئات مختلفة.

2. تزيد العُضَيّات من مساحة سطح الغشاء الداخلي، مع الإشارة إلى أنّ العمليات تحدث في معظمها على أسطح الغشاء.

3. تساعد العُضَيّات في المحافظة على تركيز ثابت من الجُزيئات الحيوية في داخل كل منطقة مُتخصّصة وفي وخارجها.

24. ماذا يحدثُ إذا تَمَّ إزالةُ أغشيةِ الأجسامِ المحللة داخل الخلية الحية؟

اقبل كلّ الإجابات الصحيحة. تخرج إنزيمات التحلُّل المائيّ الموجودة في الأجسام المُحلّلة وتعمل على تحليل مُكوّنات الخليّة وبالتالي موتها.

الدرس 1-3: الخلايا والفحص المجهري

25. اذكر ثلاثة مجاهر، وحدّد طريقة واحدة لكل منها أدّت إلى تطوير فهمنا للخلايا أو علم الأحياء.

اقبل كل الإجابات الصحيحة. يمكن للطلاب أن يذكروا أي ثلاثة من ستة مجاهر: المجهر الضوئي المركّب أوالمجهر الميداني، أوالمجهر التشريحي، أو TEM أو SEM، ولكن يجب أن يشرحوا كيف طوّر كل منها علم الأحياء إما كقاعدة معرفية أو كأداة مفيدة لتحسين النتائج، مثل الجراحة أو مشاركة المعلومات

26.* أجب عن الأسئلة الآتية المتعلّقة باستخدام المجهر الضوئي المركّب.

a. ما مجال الرؤية في المجهر؟

مجال رؤية المجهر هو المنطقة الموجودة على الشريحة التي يمكن رؤيتها بالعدسة العينية عند تكبير معيّن. عندما يتغيّر التكبير، تتغيّر مساحة (وقطر) مجال الرؤية أيضًا.

b. ماذا يحدث لمجال الرؤية عندما تتحوّل إلى عدسات شيئية بقوة تكبير أعلى؟

يتناقص مجال الرؤية.

c. ما مقدار تكبير العدسة العينيّة للصورة؟

10x

27. أكمل الجدول الآتي بالقيَم الصحيحة:

العدسة العينيّة	العدسة الشيئيّة	التكبير الكليّ
5x	10x	**(a) 50x**
10x	**(b) 10x**	100x
(c)10x	40x	400x
10x	**(d) 10x**	100x

28. ماذا يعني أن صورة TEM لها لون غير حقيقي؟

يمكن أن يُظهِر اللون الكاذب مزيدًا من التباين لنلاحظ موقع تراكيب الخلية. يمكن تلوين الصور من TEM بوساطة برنامج على الكمبيوتر حيث لا يوجد لون في الكائن الحي.

مشروع البحث

اختر أنطوني فون ليفينهوك أو روبرت هوك كمشروع للبحث.

a. اكتب أربع حقائق عن حياته وعمله.

b. أيّ عالم تودّ أن تقابله إذا تسنّى لك ذلك؟ ولماذا؟

c. اكتب سؤالَين يتعلّقان بعملهما، وترغب في أن يجيبا عنهما.

الفئة	3 (يتجاوز المطلوب)	2 (يفي بالمطلوب)	1 (أدنى من المطلوب)	الدرجة
الفكرة الرئيسة	أُعيدت صياغة الفكرة الرئيسة.	تطابق مع الفكرة الرئيسة.	لم يتمّ تضمين الفكرة الرئيسة.	
الأدلّة الداعمة والأمثلة	جميع الأدلة والأمثلة محدّدة وذات صلة، وأعطيت شروحات تبيّن كيف يدعم كلّ دليل الموضوع.	دليل واحد على الأقل ومثل ذو صلة، وشرح واحد يبيّن كيف يدعم الدليل الموضوع.	الدليل والأمثلة ليست ذات صلة مع شرح أو بدونه.	
تسلسل الموضوع	الحجج والأدلّة واقعية، ويتم عرضها بترتيب منطقي يجعل من السهل متابعة أفكار المؤلف.	بعض الحجج الداعمة ليست واقعية أو لم تُعرَض بترتيب منطقي، أو إنّها تشتّت أفكار القارئ وتجعل المقالة مربكة بعض الشيء.	معظم الحجج الداعمة ليست واقعية، أو أنها لم تُعرَض بترتيب منطقي، وتشتّت انتباه القارئ وتجعل المقال مربكًا للغاية.	
الخاتمة	خاتمة تلخّص الحجّة	ترتبط الخاتمة ارتباطًا ضعيفًا بالموضوع	لا يوجد خاتمة	
			الدرجة الكلية	

ملاحظات

أوراق عمل

الاسم ..... التاريخ .....

مذكّرات من أنطوني فون ليفينهوك

سؤال الاستقصاء	ماذا رأى فون ليفينهوك عام 1676؟
الموادّ المطلوبة	أقلام رصاص، أوراق.

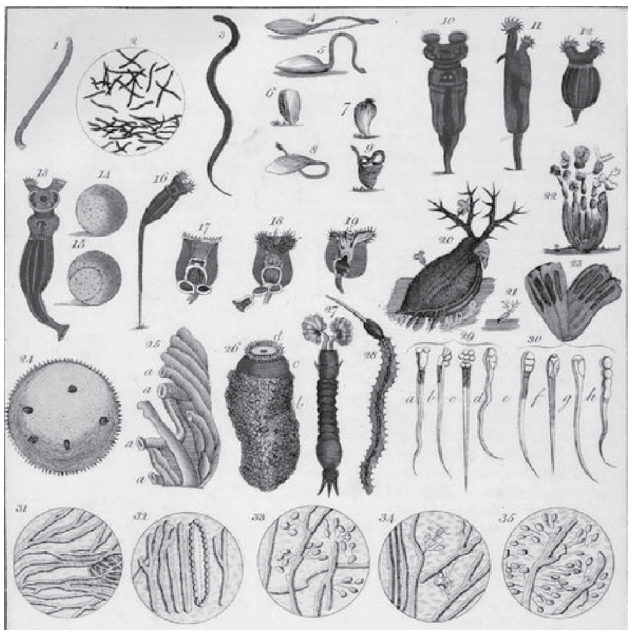
خلفيّة الموضوع

كان أنطوني فون ليفينهوك الهولندي صانع قبّعات، وكانت هوايته صناعة العدسات واستخدم ليفينهوك بين العامين 1672 و 1684 ، مجهرًا بسيطًا صنعه لملاحظة أجسام وكائنات حيّة في محاليل مختلفة. وقد وصف النتائج التي توصّل إليها في 285 رسالة أرسلها إلى الجمعية الملكية. وتمّ تضمين نحو نصف هذه الرسائل بأكثر من ألف رسم تفصيلي.

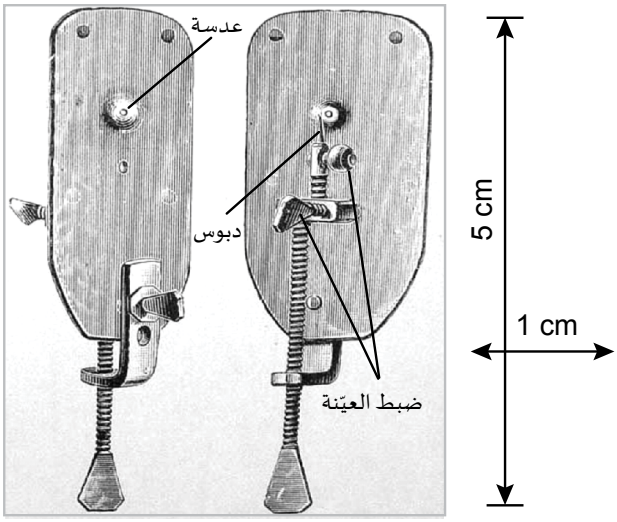
عندما تُرجمت رسائل ليفينهوك وطُبعت الأشكال التي رسمها على ألواح نحاسية، لم يظنّ معظم الناس أنّ الصور حقيقية بل كانوا خائفين منها. يُظهر (**الشكل 1-1**). بعض رسوم ليفينهوك بتفاصيلها حول ما رآه في مجهره. ففي سنة 1684، تمثّلت الطريقة الوحيدة لتسجيل الصور في رسمها! وكان يتعيّن على عالم الأحياء وقتها أن يكون رسامًا ماهرًا بالإضافة إلى كونه عالمًا جيدًا. بينما في وقتنا الحالي نستطيع التقاط صور فوتوغرافية للعيّنات المجهرية.

واجه بعض العاملين بالمجاهر صعوبة في رؤية ما وصفه ليفينهوك أو في رؤية النتائج نفسها. لم تكن تصميمات مجاهرهم وعدساتها جيدة ولم يكونوا قادرين على متابعة الخلايا المتحرّكة.

كانت مجاهر ليفينهوك صغيرة جدًّا لأنّها كانت تُحمل قريبة جدًا من العين أو ملامسة لها (**الشكل 1-2**).



(**الشكل 1-1**) حيوانات ليفينهوك الصغيرة التي أعيد رسمها في عام 1795، بعد وفاته.



(**الشكل 1-2**) مجهر بسيط.

وتراوح تكبيرها بين 70× و 266× فقط. وقد قدم ليفينهوك نحو 550 جهازًا في حياته، كانت معظمها عدسات. لا يزال أحد عشر مجهرًا بسيطًا موجودًا، وثلاثة منها فقط من المحتمل أن تكون من صنع ليفينهوك.

الاسم ..... التاريخ .....

التعليمات الجزء 1

1. اقرأ عن وصف ليفينهوك لكائن حيّ دقيق لاحظه في قطرات مياه الأمطار الذي تم اقتباسه من إحدى رسائله عام 1676.
2. استخدم المساحة المتوفرة في الصفحة التالية لرسم هذه الحيوانات الصغيرة كما تعتقد أنّها بدت عليه.

عندما يقدّم معلّمك الإجابة، يمكنك تسمية وإجراء تغييرات أو إضافات إلى رسمك.

" .....عن النوع الأول الذي اكتشفته في مياه الأمطار، رأيت تلك الأجسام تتكوّن من 5 أو 6 أو 7 أو 8 كريات شفافة جدًّا، ولكن من دون جلد يمسك هذه الكريات معًا ..."

عندما تحرّكت هذه الحيوانات الصغيرة، كانت أحيانًا تُظهر قرنَين صغيرَين كانا يتحرّكان باستمرار على غرار أذنَي الحصان.

كان الجزء بين القرون الصغيرة مسطّحًا ومستديرًا، إلّا أنّه مُمتدّ إلى نقطة في النهاية الخلفية. في النهاية المدببة كان للحيوانات ذيل طوله تقريبًا أربعة أضعاف طول الجسم كلّه، وبدا سميكًا مثل نسيج العنكبوت. في الطرف الآخر من هذا الذيل كانت هناك حبة كبيرة بحجم الجسم.

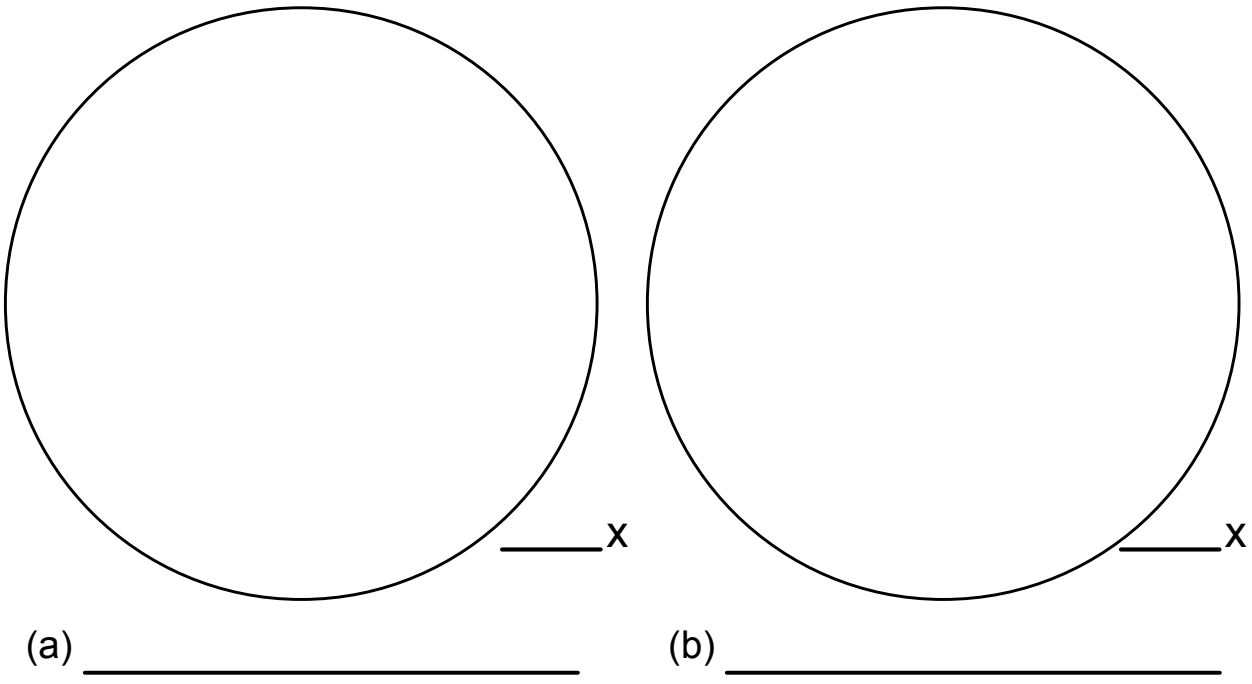
كانت هذه الحيوانات الصغيرة أكثر المخلوقات التي رأيتها في حياتي. وبسبب وجود الحبة كانت هذه الحيوانات تصطدم بأي جُسيمات أو خيوط صغيرة (توجد منها الكثير في الماء). وقد علقت في تلك الخيوط، وسحبت أجسامها إلى شكل بيضاوي وكافحت من خلال تمديد أنفسها بقوة لتحرير الذيل، حيث قفزت أجسامها بالكامل مرة أخرى نحو الحبة التي في طرف الذيل.

ثمّ تلتف ذيولها على شكل ثعبان، مثل الأسلاك النحاسية أو الحديدية الملتفة حول عصا مستديرة ثم تُنتزع وتحتفظ بلفاتها. وتستمرّ حركة هذا التمدُّد وشد الذيل معًا. لقد رأيت عدة مئات من الحيوانات الصغيرة عالقة في خيوط قليلة، مستلقية بالقرب من حبة رمل خشنة.

الاسم ..... **التاريخ** .....

ارسم

1. استخدم ما قرأته لتتخيّل شكل وحجم الكائن الحي وارسمه في الشكل الدائري (a) أدناه.
2. اكتب التكبير الأدنى الذي ربما استخدمه ليفينهوك والأقرب إلى مجهرك الضوئي الحالي.
3. بعد أن يقدّم معلمك الإجابة، ارسم مخططًا ثانيًا للكائن في الشكل الدائري (b). ليكن المخطط الثاني كما يبدو تحت أعلى قوة تكبير ربما استخدمها ليفينهوك والأقرب إلى مجهرك الضوئي الحالي.



الأسئلة

a. في حالة عدم وجود بيانات أخرى، هل يمكننا تحديد الكائن الحي الذي رآه ليفينهوك؟ اشرح ذلك.

b. لماذا تعتقد أنّ علماء الأحياء يفضّلون تكرار التجارب التي أجراها العلماء الآخرون وجمع بياناتهم الخاصة قبل استخلاص استنتاجاتهم الخاصة؟

الاسم ..... التاريخ .....

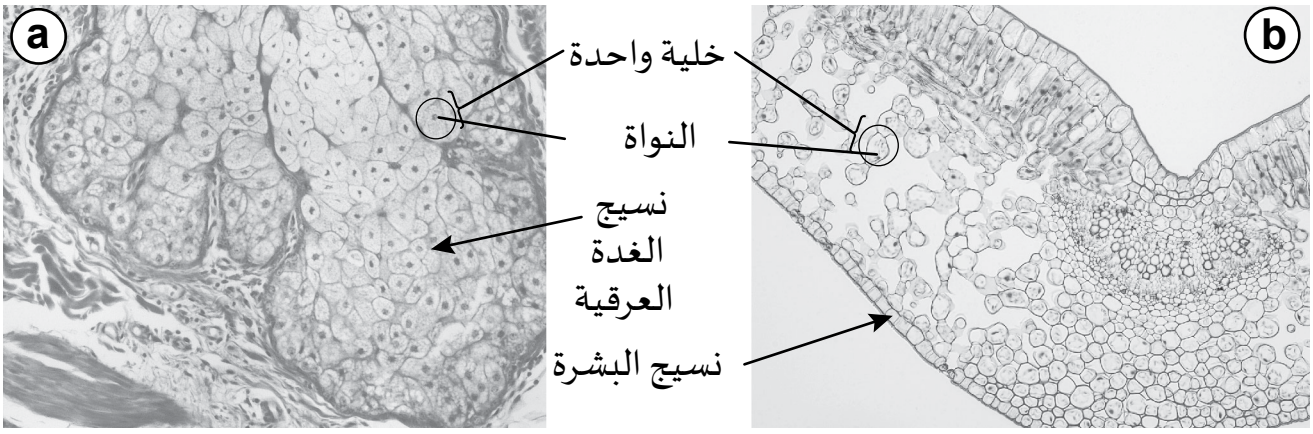
نشاط 1-1 ملاحظة الخلايا حقيقية النواة

سؤال الاستقصاء	كيف تتم ملاحظة الخلايا الحيوانية والنباتية بوساطة المجهر؟
الموادّ المطلوبة	مجاهر ضوئية، شرائح زجاجية، أغطية شرائح زجاجية، عيدان أسنان، قطّارات، ماء مقطّر، أزرق الميثيلين، شرائح مُعدّة لمقطع عرضي في ورقة نبات الليلك *Syringa*.

خلفيّة الموضوع

تحدث معظم الأنشطة في الخلايا حقيقية النواة داخل العُضيّات. العُضيّات لها وظائف مختلفة. يمكن لكلّ نوع من العُضيات كالنواة أو الشبكة الإندوبلازمية التنسيق مع عُضيّات أخرى لإكمال وظيفةٍ ما. تتمّ عمليتا إنتاج وتوزيع البروتين في مناطق مختلفة من الخلية وتشملان العديد من العُضيات المختلفة.

يمكن رؤية عدد قليل جدًّا من العُضيّات داخل الخلايا الحيوانية باستخدام المجاهر الضوئية لأنّ العُضيّات صغيرة جدًا والخلايا تتراكم في طبقات أو أنسجة. في الخلايا الكبيرة، بعض العضيات كالغشاء الخلوي والنواة والحُويصلات الكبيرة تكون مرئية، و تظهر الكروموسومات أثناء الانقسام الخلوي (**الشكل 1-3**).



(الشكل 1-3) (a) خلايا الغدد العرقية البشرية. (b) الأنسجة في ورقة *Syringa*.

عادةً تتطلّب مشاهدة العُضيّات في الخلايا النباتية عدسة تغطيس وخبرة. الخلايا النباتية هي غالبًا أكبر، ولكنّها تتصل بعضها ببعض أيضًا كأنسجة (**الشكل 1-3 b**). تحتوي معظم الخلايا النباتية على عدد كبير من العضيات والتي تسمى البلاستيدات، والتي تخزن أصباغ ملونة. إذا احتوت البلاستيدات على صبغة الكلوروفيل الخضراء، تسمى هذه البلاستيدات البلاستيدات الخضراء.

تستخدم النباتات الطاقة التي تلتقطها هذه الأصباغ لصنع وتخزين النشا في فجوات كبيرة. كما تقوم النباتات ببناء الجدار الخلوي من السيليلوز. فجوات النشا الكبيرة والجُدر الخلوية مرئية في العادة، بسبب ألوانها الواضحة. تكون العُضيّات الأخرى صغيرة جدًّا. يقع غشاء الخلية النباتية مباشرة داخل جدار الخلية.

الاسم ..... التاريخ .....

الخطوات- الجزء 1 شريحة رطبة للخلايا الحيوانية

1. اعتمادًا على عدد المجاهر، يمكنك العمل مع زميل.
2. قبل البدء، راجع أجزاء مجهرك الضوئي وكيفية عمله. احصل على موافقة معلمك قبل البدء بالتجربة.
3. اغسل يديك.
4. استخدم الخطوات أدناه لتجميع بعض خلايا الخد وإعداد الشريحة الرطبة.

a. ضع قطرة كبيرة من الماء المقطّر في مركز شريحة مجهر نظيفة.

b. استخدم عود أسنان لتجميع خلايا من باطن الخدّ برفق ولعدة مرات. يمكن أن يؤدي الكشط بشدة إلى إتلاف الخلايا.

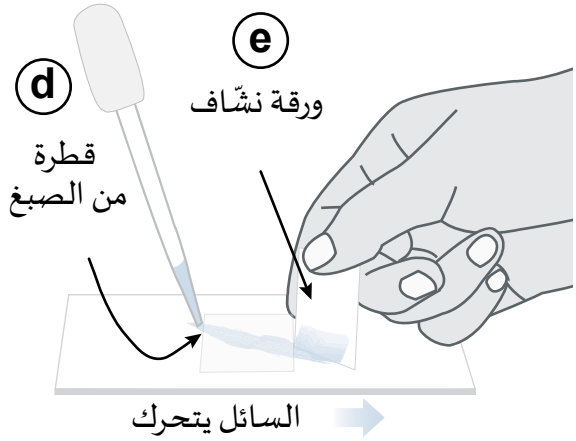
c. دوّر طرف عود الأسنان في قطرة الماء من دون مسحها ثمّ ضع غطاء الشريحة.

d. راجع (**الشكل 1-4**)، ثم أضف قطرة صغيرة من أزرق الميثيلين إلى إحدى حافات غطاء الشريحة.

e. سيؤدّي وضع الورق النشّاف على الحافة المقابلة الرطبة إلى سحب السائل تحت الغطاء إلى الورقة. إذا لم تنتشر البقعة بالتساوي، أضف قطرة ماء أخرى على الحافة الملطخة واسحب السائل مرة أخرى بورق نشّاف جديد.

f. امسح الشريحة النهائية للتأكد من عدم ملامسة أيّ سوائل للمجهر.

5. أوّلًا، افحص الخلايا على قوة تكبير صغيرة (40×) ثمّ افحصها على قوة التكبير 400×. ثبّت الشريحة على المنضدة بينما تقوم بالتركيز لتكون الخلية المصبوغة في مجال الرؤية.
6. إذا لم تظهر أي خلايا، كرّر الخطوات a-f على شريحة جديدة.
7. ارسم مخططا لخلية واحدة أو خليتين عند قوة التكبير 40× و 400×. سمّ أجزاء الرسم عند قوة التكبير العالية مستخدمًا المصطلحات الآتية: النواة، الغشاء الخلوي والسيتوبلازم.
8. عند الانتهاء، قم بالتنظيف وفقًا لتعليمات المعلم واحصل على موافقته للمتابعة إلى الجزء 2.



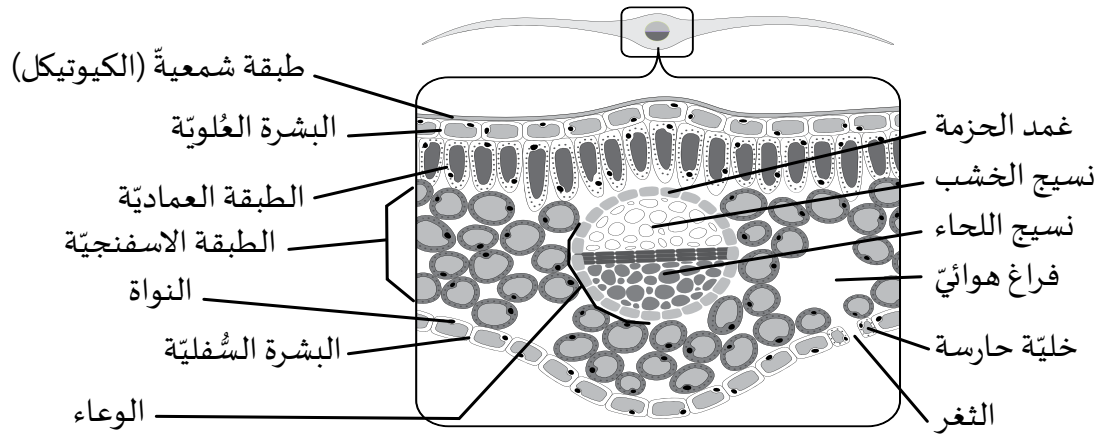
(الشكل 1-4) خطوات إعداد الشريحة الرطبة التي تتطلب الصبغ هي: (d) إضافة قطرة من الصبغة إلى حافة غطاء الشريحة، ثم (e) وضع ورق نشّاف على الحافة المقابلة لسحب الصبغة تحت الغطاء. تنتشر الصبغة في الماء تحت غطاء الشريحة.

الاسم ..... التاريخ .....

الخطوات - الجزء 2 شريحة معدّة من مقطع عرضي في ورقة نبات الليلك *Syringa*

1. افحص المجهر الخاص بك للتأكد من أنّه نظيف وجاف.
2. احصل على شريحة معدّة لمقطع عرضي من ورقة نبات الليلك، وضعها على المنضدة. وجّه الشريحة بحيث لا يكون الملصق الورقي مقلوبًا.
3. ابدأ بتفحص الخلايا بالعدسة الشيئية ذات قوة التكبير ×4 وحدّد موقع الأنسجة المختلفة المرئية في الورقة النموذجية. الورقة عبارة عن عضو يمثل جزءًا من الجهاز الوعائي (جهاز النقل) للنبات. الأنسجة هي طبقات خلوية داخل الأعضاء. النباتات تضم أنسجة مختلفة وفي كلّ منها أنواع فريدة من الخلايا.
4. تحوّل إلى العدسة الشيئية ×10 ولاحظ كلّ طبقة من الخلايا. حاول أن ترسم مخططًا بسيطًا لكلّ طبقة نسيج.
5. طابق المخطط المسمى في (**الشكل 1-5**) الذي يوضح كلّ تركيب بالرقم الصحيح الموجود على مخطط المجهر، واكتب الأرقام 1-7 على الخطوط المتاحة.
6. حاول تحديد موقع زوج من الخلايا الذي يتحكم في فتح الثغور وهي ثقوب لتبادل الغازات.
7. استخدم العدسة الشيئية ×40 للتركيز على التركيب الدائري المكون من عدّة أنواع من الخلايا. تحتوي العروق على طبقة واقية (غلاف الحزمة) ونسيجَين للنقل. قد تظهر طبقة شمعية رقيقة أو كيوتيكل على السطح العلوي عند قوة التكبير العليا.
8. حدّد التراكيب المرقّمة من 8 إلى 12 على الأسطر المتاحة، وأعد كلّ الموادّ وأجب عن جميع أسئلة التلخيص.
9. الخلايا في الطبقات (الأنسجة) المختلفة من ورقة *Syringa* ليست كلها متشابهة. فالكثير منها ليس لديها تركيب أو شكل موحّد. على سبيل المثال المنطقة المتخصّصة المستديرة هي عرق يحتوي على طبقة نسيج خارجية للحماية ونسيج لنقل الماء ونسيج لنقل الغذاء (السكر) إلى أجزاء أخرى من النبات.

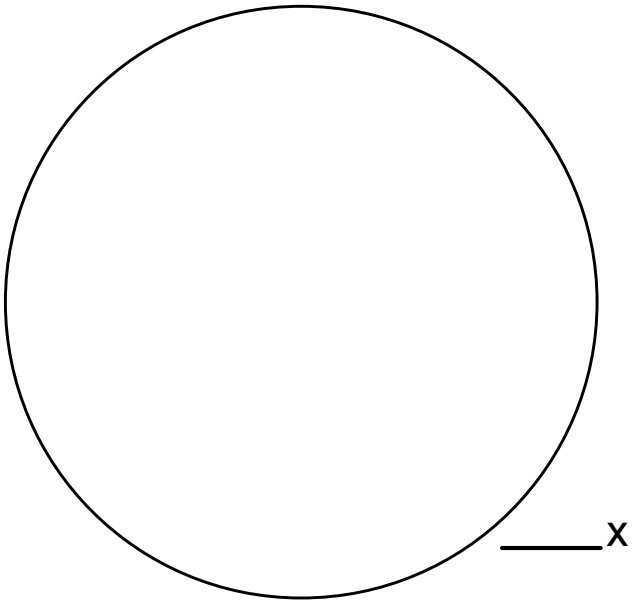
تشريح ورقة النبات



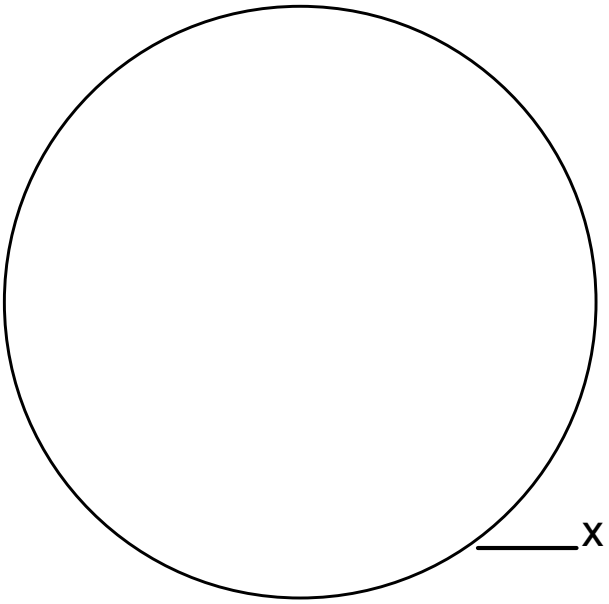
(الشكل 1-5) أوراق النبات عبارة عن أعضاء تضم طبقات من الأنسجة المختلفة التي تتكوّن من خلايا محاطة بفراغات هوائية. تسمح الثغور في السطح السفلي بتبادل الغازات ويتحكم بها خلايا تسمى الخلايا الحارسة.

الاسم ..... التاريخ .....

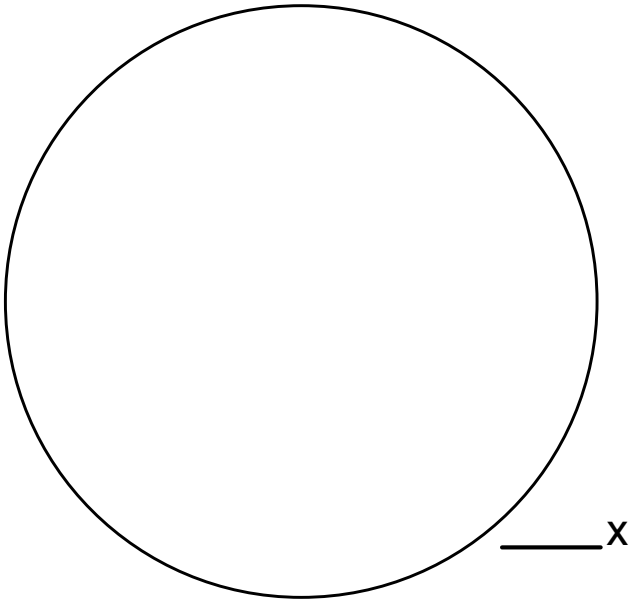
الملاحظات



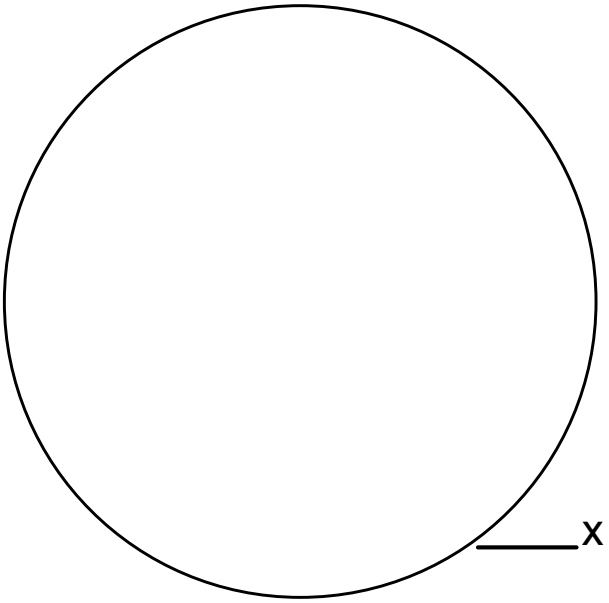
(a) _____



(b) _____



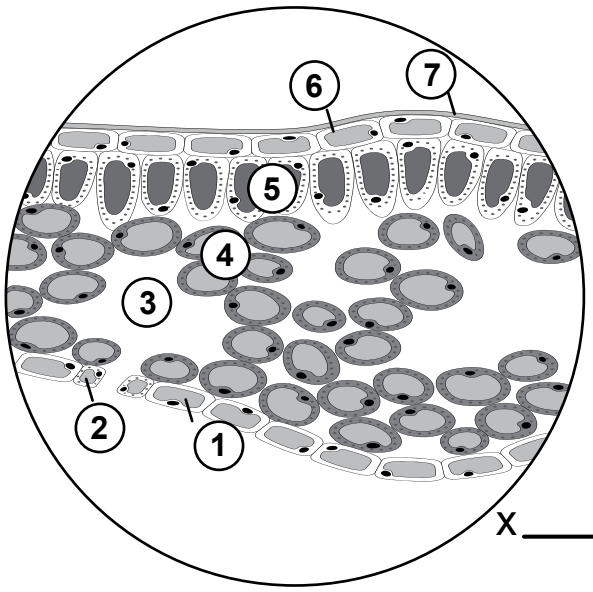
(a) _____



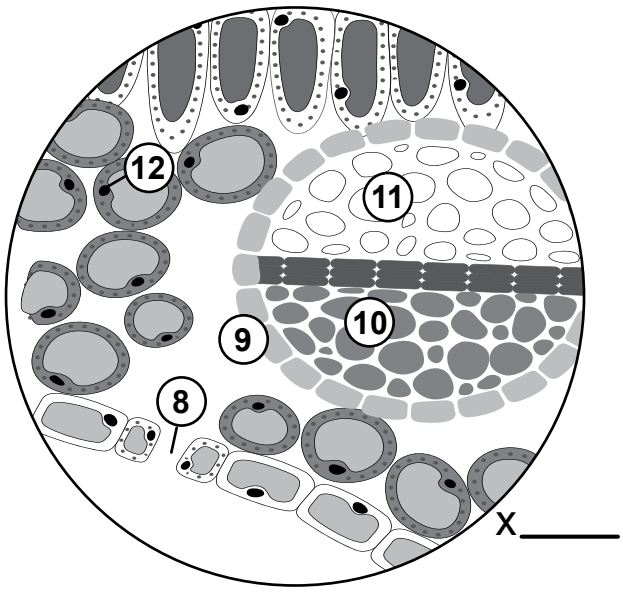
(b) _____

الاسم ..... التاريخ .....

التحليل



(a) _____



(b) _____

1. .....
2. .....
3. .....
4. .....
5. .....
6. .....
7. .....
8. .....
9. .....
10. .....
11. .....
12. .....

الاسم ..... **التاريخ** .....

الأسئلة

a. اكتب التراكيب الموجودة في الخلية الحيوانية التي صبغت بأزرق الميثيلين.

b. عدّد المستويات الأربعة لتنظيم الخلايا الموجودة في الكائنات الحيّة المعقدة من أصغر مستوى إلى أكبر مستوى.

c. لماذا تضم الكائنات الحيّة المعقدة مثل النباتات أنواعًا مختلفة من الخلايا؟

d. كيف تتشابه وظيفة العرق في ورقة النبات مع وظيفة الأوعية الدموية؟

e. هل تعتقد أن الخلايا الموجودة في الأوعية الدموية هي نفسها الخلايا الموجودة في العرق النباتي. استخدم ما تعرفه عن تركيب الخلايا الحيوانية والنباتية لشرح لماذا نعم أو لماذا لا.

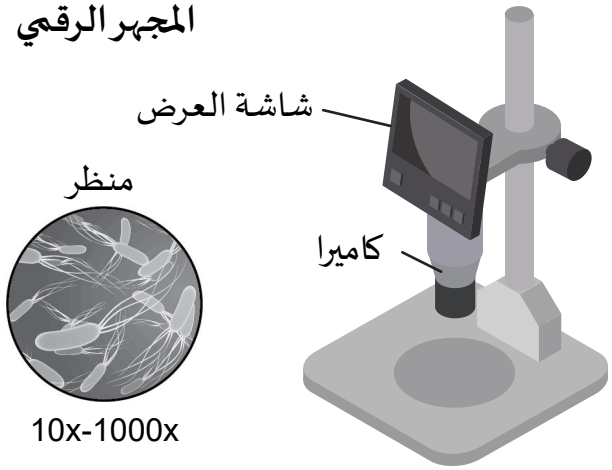
الاسم ..... التاريخ .....

نشاط 1-3 قياس حجوم الخلايا

سؤال الاستقصاء	كيف يمكن استخدام المجاهر الرقمية في قياس الخلايا؟
الموادّ المطلوبة	مجاهر رقمية، شرائح معدّة لدب الماء *Tardigrada*، سبيروجيرا *Spirogyra*، خميرة العجين *Saccharomyces*، براميسيوم *Paramecium*، بكتيريا عصوية *Bacillus subtilis*، آلات حاسبة.

خلفيّة الموضوع

استخدم العلماء المجاهر لمئات السنين. في عام 1986، تمّ اختراع واحد من أقدم المجاهر الرقمية في اليابان. منذ ذلك الحين، ازداد استخدام المجهر الرقمي في البحث ومختبرات التشخيص والتعليم (**الشكل 1-6**).



(**الشكل 1-6**) نموذج مجهر رقمي مع صورة.

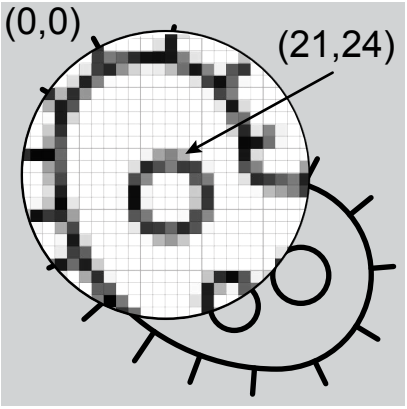
للمجاهر الرقمية ثلاث مزايا رئيسة على المجاهر الضوئية النموذجية.

1. الصورة الناتجة ليست عادةً مقلوبة أو معكوسة.

2. يمكن للمجاهر الرقمية تخزين ونقل الصور لمشاهدتها في المستقبل.

3. تقدّر المجاهر قياسات الأشياء في الواقع.

الصور التي تتكوّن بواسطة المجاهر الرقمية هي بشكل عام مربعة أو مستطيلة على الرغم من أن مجال الرؤية غالبًا ما يكون مستديرًا (**الشكل 1-7**). يتمثّل كلّ بكسل أو النقطة التي يكوّنها الكمبيوتر في الصورة بزوج من الإحداثيات مشابه لشبكة الرسم البياني. يتم ترتيب قيَم محدّدة x وy في نظام إحداثي ديكارتي. يحدّد الإحداثي x وهو الموقع الأفقي، موقع عمود البكسل. ويحدّد الإحداثي y رقم الصف أو الموقع العمودي.



(**الشكل 1-7**) عمود البكسل.

يبدأ البكسل الموجود عند الإحداثيات (0،0) في الزاوية اليسرى العليا من الصورة. البيكسل الموجود في (21، 24) هو المكان الذي يلتقي فيه العمود 24 والصف 21. عادةً تكون قيمة x و y القصوى هي عدد البكسل، ممّا يشير إلى الجودة.

الاسم ..... التاريخ .....

تختلف برامج القياس الخاصة للمجاهر الرقمية على نطاق واسع. كُلُّ أنظمة المجهر الرقمي تقريبًا لديها القدرة على قياس الأشياء المجهرية في بعدَين (2D). عادةً يتم إجراء القياسات على شاشة الجهاز باستخدام أداة رسم لتمييز بكسل البداية وبكسل النهاية، ويتم تحويلها إلى طول بوحدات مثل ميكرومتر (µm) أو نانومتر (nm).

يقوم برنامج الكمبيوتر بتحويل طول نصف القطر أو القطر المُقاس لتقدير مساحة أو حجم الأشياء. بعض الأنظمة قادرة على عدّ الجُسيمات أو إجراء تحليل لصور متعدّدة ملتقطة على أعماق أو مستويات مختلفة. يمكن أن تنتج البيانات المجمّعة من العديد من الصور قياسات ثلاثية الأبعاد (3D).

يمكن استخدام برنامج لإضافة لون يُسمّى اللون الكاذب على صور الكمبيوتر التي تنتجها المجاهر الرقمية والإلكترونية، وهو غير موجود فعليا في الهدف أو الكائن الحي ويستخدم لتوفير مزيد من التباين للدراسة.

المجاهر الضوئية لها طرائق مختلفة لتقدير طول الأجسام على شرائح المجهر.

1. يمكن أن تحتوي العدسات العينية على شبكات أو شريط مقياس مدمج في ما يسمى العدسة العينية المدرّجة. على غرار المسطرة، يمكن أن يؤدي تحريك الشريحة إلى محاذاة حافة مسطرة على علامة الصفر أو شريط مرقّم بحيث يمكن حساب كلّ طول. قد تكون هناك حاجة إلى بعض التحويل لأنّ القياسات معروضة بكسور مختلفة من المليمترات.
2. يمكن أن تساعد معرفة قطر مجال الرؤية عند كلّ تكبير على تقدير الطول بدون العدسة العينية المدرّجة. مجال الرؤية في المجهر هو المساحة على الشريحة التي يمكن رؤيتها في العدسة بتكبير معيّن. عندما تتغيّر قوة التكبير، تتغيّر مساحة (وقطر) مجال الرؤية أيضًا. على سبيل المثال، إذا كان الجسم يشغل 50% من قطر مجال الرؤية عند قوة تكبير عالية، والقطر المعروف لمجال الرؤية هو 0.5 mm أو 500 µm ، فإنّ الجسم يكون نحو 0.25 mm أو 250 µm.

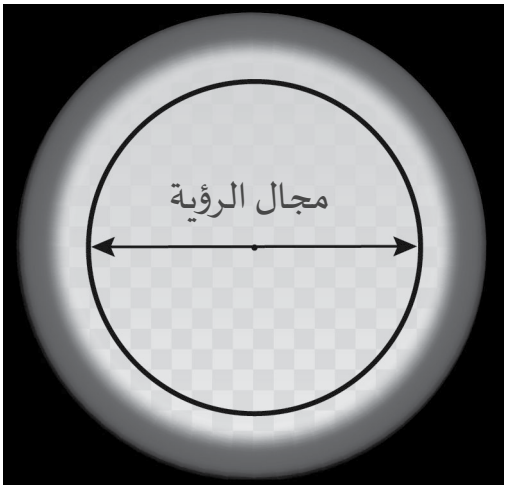
في بعض الأحيان، تكون معرفة حجم جسم ما عند تكبيره أمرًا مهمًّا. على سبيل المثال، عند نشر الصور ضمن نصوص أو عبر الإنترنت، يكون من المفيد معرفة مقدار تكبير أو تصغير الصورة عن الحجم الواقعي.

بمجرد قياس حجم الجسم المجهري بالمجهر عند قوة تكبير معروفة، يمكن قياس الصورة المكبَّرة كما تظهر في العدسة العينية عن طريق إعادة ترتيب صيغة قوة التكبير.

قوة التكبير = I/A I = طول الصورة A = الطول الحقيقي

الاسم ..... **التاريخ** .....

الخطوات



(الشكل 1-8) مجال الرؤية.

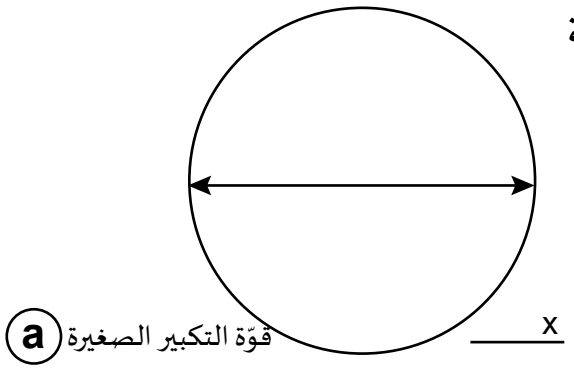
1. أعِدّ المجهر الخاص بك وفقًا للتعليمات.
2. احصل على شريحة مُعدّة لدبّ الماء *Tardiagrada* وضعها على منضدة المجهر.
3. وضّح مجال الرؤية بتحريك الضابط الكبير واستخدام عدسة شيئية ذات قوة التكبير الصغرى.
4. ضع الشريحة في مركز مجال الرؤية كما هو موضّح في (**الشكل 1-8**).
5. استخدم قوة التكبير ×100. سيرشدك المعلم إلى كيفية التقاط صورة باستخدام برنامج المجهر. قم بقياس وتسجيل مجال الرؤية عند ×100 بمساعدة معلمك.
6. تحوّلْ إلى العدسة الشيئية ذات قوة التكبير العليا (×40) واضبط موقع الشريحة لملاحظة دبّ الماء مرّة أخرى. قم بقياس مجال الرؤية والتقط صورة أخرى.
7. استخدم برنامج المجهر لقياس طول دبّ ماء واحد وسجّل القياس في **الجدول 1** في **ورقة العمل**.
8. كرّر الخطوات من 2 إلى 7 للشرائح الأربع الأخرى.
9. عند الانتهاء من الوصف في **الجدول 1**، تأكّد من ملاحظة الاختلاف بين أيّ قياس تسجله لخلية واحدة وقياس تسجله للكائن الحيّ بأكمله.
10. إذا كانت لديك أسئلة حول الكائن الحي أو حول ما يجب قياسه، فاسأل معلمك.

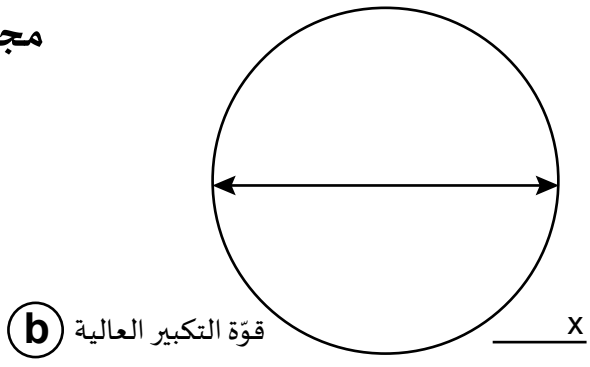
الاسم ..... **التاريخ** .....

الملاحظات

1. اكتب قطر مجال الرؤية وقوة التكبير في المخطط.
2. سجّل القياسات لكلّ من الكائنات الحية في الجدول 1 عند قوة التكبير الصغيرة والعالية من الصور الملتقطة بواسطة المجهر الرقمي الخاص بك.
3. بعد ذلك، اختر زوجًا واحدًا من الصور للكائن الحي نفسه الذي تظهر أبعاده عند قوة التكبير الصغيرة والعالية. وإذا أمكن، اطبع كلتا الصورتَين أو ألصقهما في قسم الملاحظة في التقرير النهائي.

مجال الرؤية





الجدول 1. الملاحظات على الكائنات الحيّة المعدّة

اسم الكائن	الوصف (وحيدة الخلية /متعدّدة الخلايا، خلايا بدائية النواة/ خلايا حقيقية النواة)	قياس الطول عند قوة التكبير الصغيرة (الوحدات)	قياس الطول عند قوة التكبير العالية (الوحدات)
دبّ الماء *Tardigrada*			
السبيروجيرا *Spirogyra*			
خميرة العجين *Saccharomyces*			
البراميسيوم *Paramecium*			
بكتيريا عصوية *Bacillus subtilis*			

الاسم ..... التاريخ .....

الكائن المختار (قوة التكبير الصغيرة والعالية)

1. قم بوَصل أو إلصاق صورتَي الكائن الحي نفسه الذي اخترته.
2. عيّن على كلّ صورة اسم الكائن الحي وقوة التكبير التي استخدمتها عند التقاط الصورة.

الاسم ..... **التاريخ** .....

الأسئلة

بناءً على قياساتك لقطر مجال الرؤية:

a. ماذا يحدث للقطر مع زيادة قوة التكبير؟

b. استخدم إجابتك من (a) وعبارة "مجال الرؤية" لتوضح لماذا ترى خلايا أقل أو جزءًا أصغر من الكائن الحي بأكمله أثناء زيادة قوة تكبير المجهر.

c. كم عدد المرات التي يظهر فيها الجسم أكبر على قوة التكبير العالية بالنسبة إلى قوة التكبير الصغيرة؟

d. يحتوي *Tardigrada* على ما يقرب من 1000 خلية لكلّ كائن. بناء على هذا الافتراض، ما هو الطول التقريبي لإحدى خلاياه؟ تأكّد من استخدام وحدات SI المناسبة.

e. قارن القياسات التي حصلت عليها مع زميل في الصف اختار صور الكائن الحي نفسها لتحليلها. هل كانت متشابهة أم مختلفة؟ اشرح السبب.

f. استخدم الصيغة أدناه لحساب النسبة المئوية للفرق بين قياساتك وقياسات زميلك عند قوة التكبير نفسها. اعرض كلّ الخطوات.

$$\text{الفرق } \% = \frac{|a-b|}{\frac{(a+b)}{2}} \times 100\%$$

a = نتيجتك

b = نتيجة زميلك

الاسم ..... التاريخ .....

w 3-1 استخدام مجهر ضوئي

سؤال الاستقصاء	ما أجزاء المجاهر الضوئية؟ وما استخداماتها؟
الموادّ المطلوبة	مجهر ضوئي مركّب أو مجهر ميداني

خلفيّة الموضوع

المجهر الضوئي أداة مهمة لعلماء الأحياء. يعتمد نوع المجهر المستخدم على نوع العمل ونوع الصورة سواء حقيقية أم وهمية. الأنواع الشائعة من المجاهر هي الظاهرة في (**الشكل 1-9**).

a. يشير وجود المرايا على المجاهر الميدانية إلى عدم الحاجة إلى الكهرباء. هذا المجهر لا يزال يعمل في الهواء الطلق وفي البيئات المائية.

b. تستخدم المجاهر التشريحية تكبيرًا منخفضًا (10× - 50×)، ولكنّه مفيد لأنّه لا يعكس اتجاه الصورة، ما يساعدنا على ملاحظة الأنسجة وتشريحها وإجراء العمليات الجراحية الدقيقة.

c. تتيح لنا المجاهر الضوئية الرقمية تسجيل الصور ومقاطع الفيديو مباشرة من خلال العدسة العينيّة أو استبدال العدسة العينيّة كليّاً. يقوم البرنامج بتحويل الصور إلى وحدات بكسل، ممّا يجعل قياسات الخلايا والأنسجة أكثر دقّة.

(الشكل 1-9) (a) المجهر الميداني، و(b) المجهر التشريحي، و(c) والمجهر الرقمي.

الاسم ..... التاريخ .....

العناية بالمجهر

1. المجاهر باهظة الثمن وتحتوي على أجزاء زجاجية تُكسر أو تُخدش بسهولة ويصعب تنظيفها. لا تلمس أبدًا أجزاء الزجاج بأصابعك.
2. قم بتخزين المجهر بِوَضع غطاء الغبار الخاص به دائمًا للحفاظ على نظافته.
3. احمل المجهر دائمًا بكلتا يديك. امسك ذراع المجهر بيد واحدة واحمل القاعدة براحة يدك. تؤدي إمالة أو قلب المجهر إلى سقوط العدسات العينية أو انزلاق الزجاج.
4. ضع المجهر دائمًا على سطح مستوٍ.
5. قبل البدء:

a. تحقق من عمل مصدر الضوء.

b. افحص زجاج العدسات العينية والشيئية، والمنضدة، ومصدر الضوء من أجل الغبار أو البقع. إذا لزم الأمر، امسح الأسطح الزجاجية باستخدام ورق خاص بالعدسة.

c. قم بالإبلاغ عن أيّ مشكلات على الفور لتجنب سوء الفهم.

6. عند الانتهاء من استخدام المجهر:

a. أوقف تشغيل المجهر.

b. افصل أيّ كابلات خاصّة بالطاقة.

c. تحوّل إلى قوة التكبير الصغرى (×410).

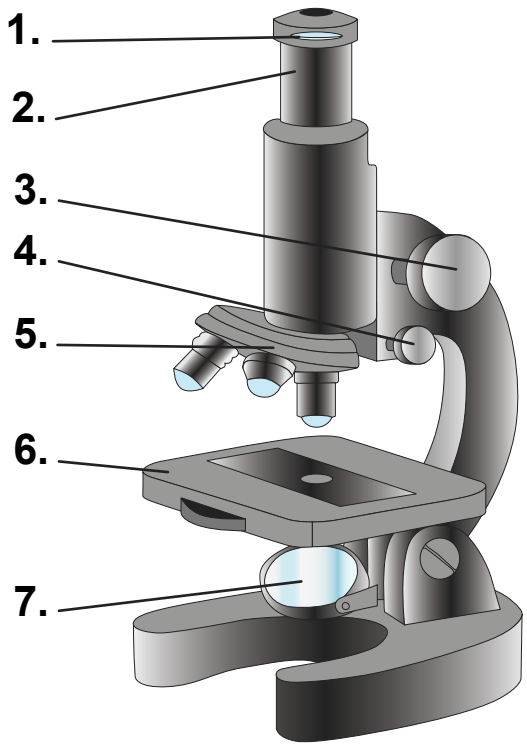
d. اخفض المنضدة.

e. غطّ المجهر بغطاء الغبار.

f. احمل المجهر بشكل صحيح إلى منطقة التخزين الخاصّة به.

أجزاء المجهر

1. استخدم الفراغات في الصفحة التالية لتسمية الأجزاء المرقمة للمجهر الميداني في (**الشكل 1-10**).
2. استخدم نصّ كتاب الطّالب في **الدرس 1-3** أو شبكة الإنترنت إذا احتجت إلى المزيد من المساعدة.



(الشكل1-10) المجهر الميداني.

الاسم ..... التاريخ .....

أجزاء المجهر

1. .....
2. .....
3. .....
4. .....
5. .....
6. .....
7. .....

الاسم ..... التاريخ .....

w 2-1 تركيب الخلية العام

سؤال الاستقصاء	كيف تختلف الخلايا في المجالات المختلفة؟
الموادّ المطلوبة	أقلام ملوّنة، اتصال بشبكة الإنترنت.

خلفية الموضوع

هناك العديد من أنواع الخلايا وذلك لأنّ كلّ خلية تتناسب بشكل فريد مع كلّ كائن حيّ. تجمع معظم المخطّطات التي تراها عادةً بين جميع الميزات الشائعة للكائنات الحيّة، لذلك لا تبدو أيّ خلية منفردة مثل الخلية العامّة. علم الخلايا هو مجال من علم الأحياء يركّز على تركيب ووظيفة كلّ من الخلايا الطبيعية وغير الطبيعية.

على سبيل المثال، تركيب البكتيريا بسيط جدًّا، فهي تفتقر إلى العُضيّات المحاطة بالأغشية الموجودة في الخلايا الحقيقية النواة. تتطلب الأنسجة العضلية البشرية كمّيات كبيرة من الطاقة، لذلك يكثر فيها وجود عضيات تُسمّى الميتوكندريا. تخزن الخلايا الموجودة في جذور أو سيقان النباتات السكّريات الزائدة على شكل جُزيئات حيوية تُسمّى النشا. من المنطقي أن يكون في النباتات فجوات كبيرة ومتعدّدة تشغل معظم حجم خلاياها.

ستساعدك مخطّطات الخلية العامة في ورقة العمل على مراجعة أيّ من التراكيب يمكن العثور عليه في الخلايا الحيوانية في مقابل الخلايا النباتية. لا تمثّل الخلايا أو تشبه أيّ خلية حقيقية!

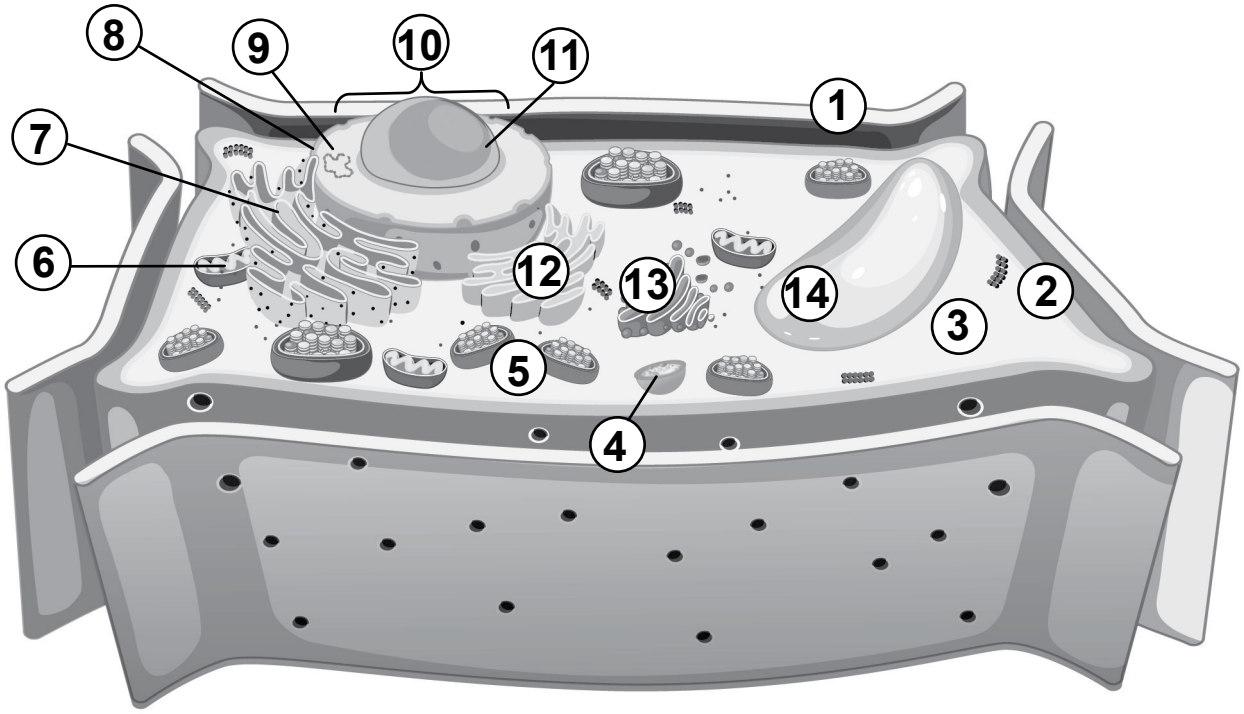
التعليمات

1. استخدم كتاب الطالب لتحديد موقع الخلية ونوعها وتسمية التراكيب والعُضيّات المختلفة في كلّ مخطّط في الصفحات القليلة التالية.
2. أكمل اللوحة التي سوف تساعدك على تقييم أيّ من التراكيب والعُضيّات توجد أو لا توجد في كلّ فئة من الخلايا.
3. إذا لزم الأمر، استخدم شبكة الإنترنت للحصول على المساعدة.

الاسم ..... التاريخ .....

مخطط الخلية A

A. _____

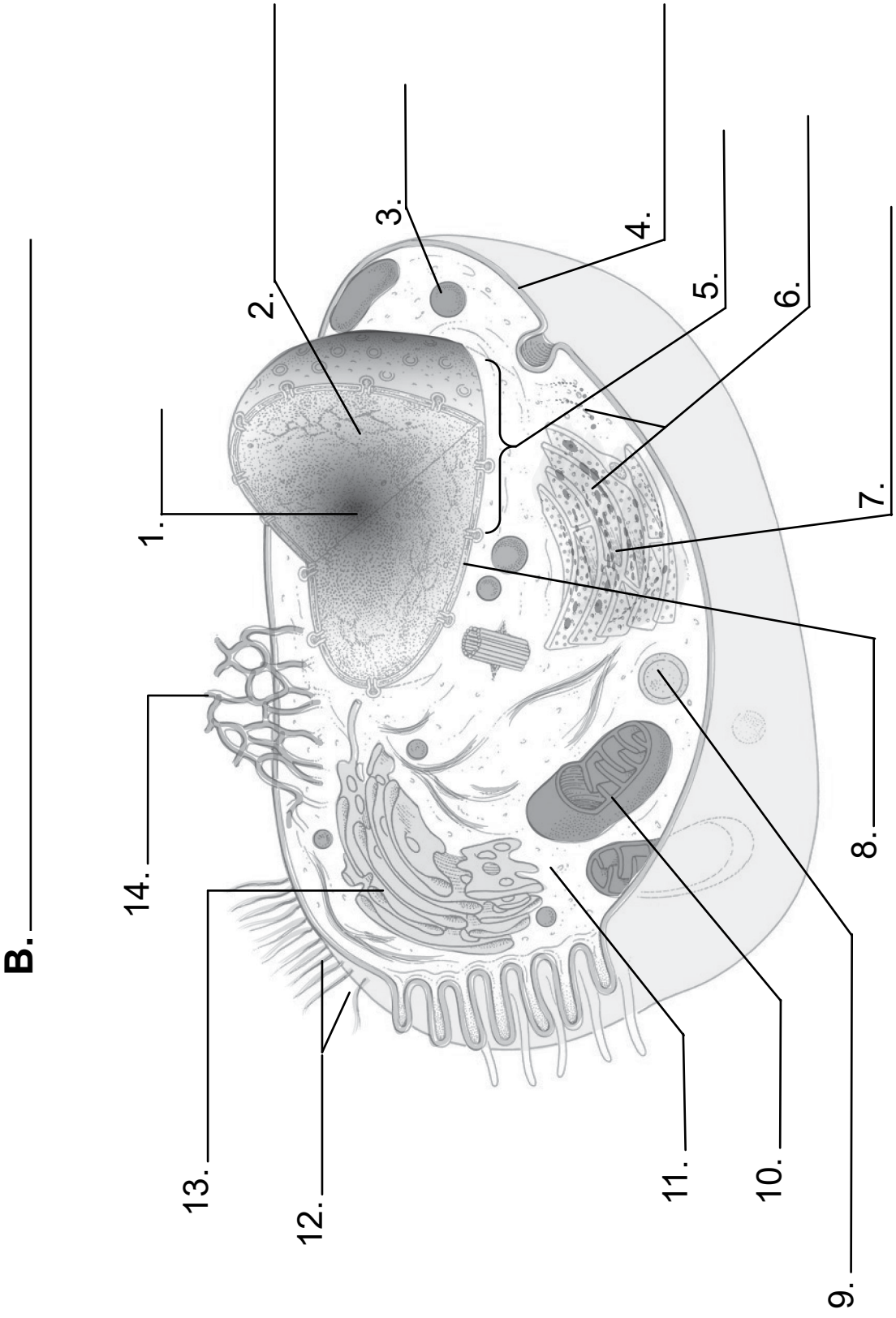


المفتاح

1. _____
2. _____
3. _____
4. _____
5. _____
6. _____
7. _____
_____

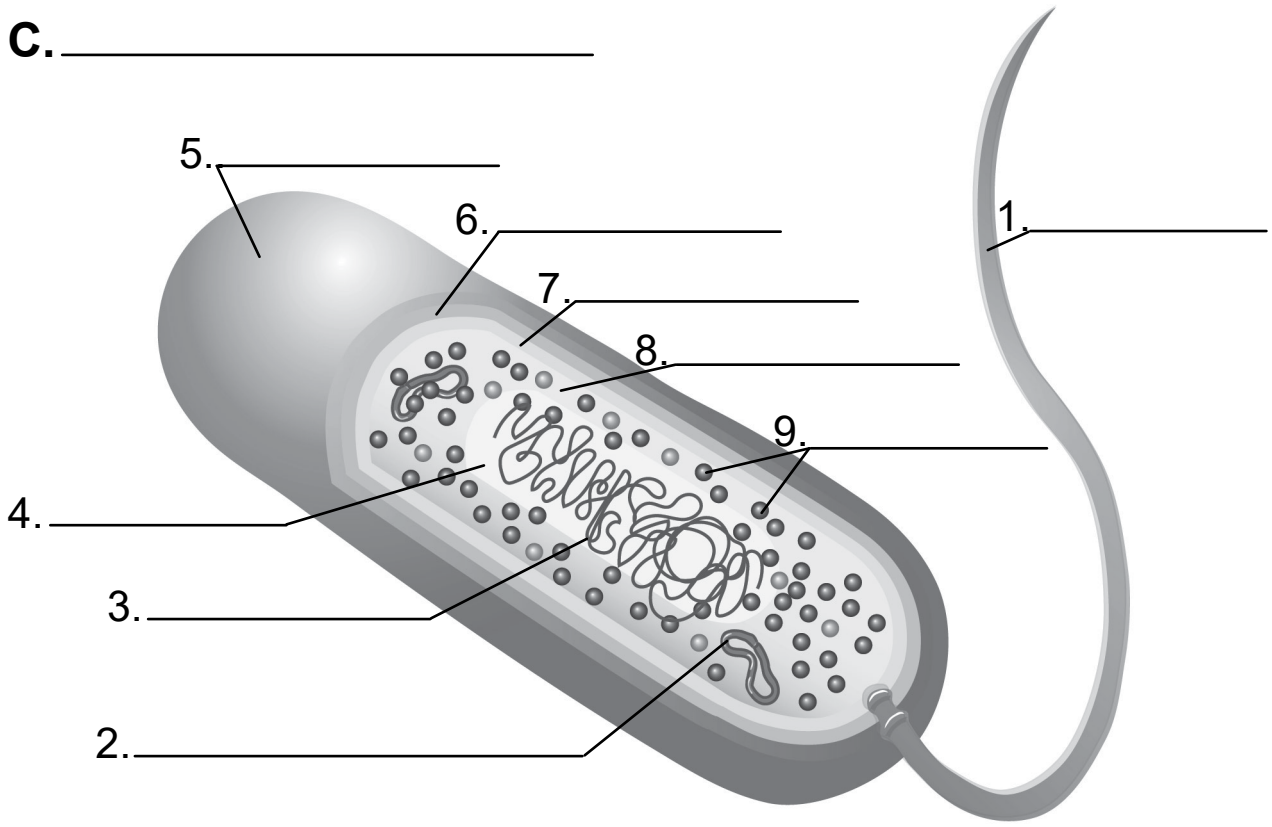
8. _____
9. _____
10. _____
11. _____
12. _____
13. _____
14. _____

مخطط الخلية B



مخطط الخلية C

C. _____



الاسم ..... **التاريخ** .....

قارن أنواع الخلايا

اكتب المصطلح الصحيح أو اكتب "الجميع"، أو "البعض"، أو "لا يوجد" حيثما كان ذلك مناسبًا.

خاصية الخلية أو التركيب	البكتيريا	الحيوانات	النباتات
بدائية النواة أو حقيقية النواة			
وحيدة الخلية أو متعدّدة الخلايا			
متوسط الحجم (ميكرومتر)			
موقع المادّة الوراثية			
الغشاء الخلوي			
الجدار الخلوي			
سيتوبلازم الخليّة			
الكبسولة الهلامية			
الرايبوسومات			
الميتوكندريا			
الشبكة الإندوبلازمية			
البلاستيدات الخضراء			
الأهداب			
الأسواط			

الوحدة 2 نموّ الخليّة وانقسامها

مقدّمة الوحدة

كيف نفسّر نموّ كائن حيّ من منظور الخلايا؟ هل تكبر الخلايا؟ هل تتكاثر؟ تشهد معظم الكائنات الحيّة المعقّدة حدوث كلتا العمليّتَيْن عندما تكبر الخلايا قليلًا، ثمّ تتكاثر. تُسمّى عملية نموّ الخلايا وانقسامها "دورة الخليّة". سوف ينظر الطلاب في دورة الخليّة على مستويَيْن: مستوى الخليّة بشكل عام، ومستوى الكيمياء الحيوية للخطوات الرئيسة في عملية تكاثر الخلايا.

B1004 يصفُ مراحل دورة الخليّة ويُوضح أهميتها للكائنات الحيّة.

B1005 يتعرّف إلى سلوك الكروموسومات ويصفه أثناء انقسام الخلايا غير المباشر (الميتوزي/المتساوي) ويشرح كيف يؤدي ذلك إلى تكوين خلايا وليدة متطابقة جينيًّا.

B1007 يتعرّف إلى سلوك الكروموسومات ويصفه أثناء الانقسام المُنصّف ويشرح كيف يتيح ذلك تمرير عدد ثابت من الكروموسومات من جيل إلى جيل.

الدرس 2-1 دورةُ الخليّة

- الدورات الحيوية
- تتكاثر الخلايا عن طريق الانقسام
- لماذا لا يُصبح حجم الخلايا كبيرًا جدًّا؟
- دورة الخلية: الطور البَيْني
- الانقسام المتساوي والانقسام السيتوبلازمي
- أهمّية الانقسام المتساوي
- ملاحظة الانقسام الخلوي (نشاط)
- العوامل المؤثّرة على انقسام الخلايا
- دور العلماء في اكتشاف بروتينات التحكُّم في الانقسام الخلوي
- نِقاط التحكُّم في دورة الخليّة

الدرس 2-2 الكروموسومات والانقسام المتساوي

- المخطّط الكروموسومي البشري
- DNA والكروماتين
- الكروموسومات
- تركيب الكروموسوم
- الخلايا الجسمية والأمشاج
- الخطوات الرئيسة للانقسام المتساوي
- الانقسام المُتساوي والانقسام السيتوبلازمي في الخلايا الحيوانية
- الانقسام المُتساوي والانقسام السيتوبلازمي في الخلايا النباتية
- ملاحظة الانقسام المُتساوي والانقسام السيتوبلازمي تحت المجهر
- الانقسام المُتساوي (نشاط)

الوحدة 2: 5E

الدرس 2-3 الانقسام المُنصّف

- عدد الكروموسومات وخرائطها
- الانقسام المُنصّف (الانقسام الاختزالي)
- الانقسام المُنصّف الأوّل والعبور
- الانقسام المُنصّف الثاني
- الانقسام المُنصّف في الخلايا الحيوانية
- مقارنة بين الانقسام المتساوي والانقسام المُنصّف
- أهمية الانقسام المُنصّف
- الانقسام المُنصّف انقسام اختزالي (نشاط)

5E	العناصر
يندمج	الدرس 2-1: الدورات الحيوية.
	الدرس 2-2: المخطّط الكروموسومي البشري.
	الدرس 2-3: عدد الكروموسومات وخرائطها.
يستكشف	الدرس 2-1: ملاحظة الانقسام الخلوي.
	الدرس 2-2: الانقسام المُتساوي.
	الدرس 2-3: الانقسام المُنصّف.
يشرح	الدرس 2-1: الرسم البياني للسيكلين.
	الدرس 2-1: تركيب الكروموسوم.
	الدرس 2-3: مراجعة الكروموسومات.
يتوسّع	الدرس 2-1: البحث في التكاثر الفيروسي.
	الدرس 2-2: قم بإعدادِ شريحتك.
	الدرس 2-3: بناء نموذج للعبور في الانقسام المُنصّف.
يقيّم	تقويم الدرس 2-1 و 2-2 و 2-3 وتقويم الوحدة.

الوحدة 2 نموّ الخليّة وانقسامها

ملخّص الوحدة

تعرض هذه الوحدة دورة الخلية التي تتضمّن الخطوات الرئيسة لكيفية تحكّم الخلايا في النمو والانقسام. نبدأ بمراجعة الطرائق التي تتكاثر بها أنواع مختلفة من الخلايا. تنقسم معظم الخلايا حقيقية النواة إلى خلايا وليدة متطابقة في سلسلة من التغييرات التي تحدث في النواة. هذه العملية، التي تُسمّى "الانقسام المُتساوي"، وتنتج خلايا مطابقة للخلية الأم. تحدث عملية ثانية أطول تُسمّى "الانقسام المُنصّف" ينتج عنها الخلايا الجنسية (الأمشاج). تحتوي الأمشاج التي تشكّلت من خلال الانقسام المُنصّف على نصف عدد الكروموسومات مقارنةً بالخلايا العادية (الجسمية). هذا يسمح بزيادة التنوّع الوراثي عندما تتّحد الأمشاج من الأم والأب لتكوين كائن حيّ جديد.

أخطاء شائعة

- **دورة الخلية والانقسام المُتساوي هما الشيء نفسه.** تتضمّن دورة الخلية الطور البَيْني، والانقسام المُتساوي، والانقسام السيتوبلازمي. يشمل الانقسام المُتساوي الأحداث التي تؤدّي إلى انقسام النواة ومحتوياتها.
- **تحدث دورة الخلية مرّة واحدة.** دورة الخلية هي نشاط دوريّ يمكن أن يحدث في الخلية نفسها عدّة مرّات.
- **خلية واحدة «تلد» أو تطلق خليَّتين إضافيتَيْن.** تنقسم الخلية، فتتضاعف محتوياتها ثمّ تنقسم إلى خليّتَيْن.
- **تقضي الخلايا كل وقتها في الانقسام.** تقضي الخلايا معظم وقتها تنمو في الطور البَيْني. لا ينتهي الانقسام في بعض الخلايا مثل الخلايا العضلية أو الخلايا العصبية.
- **الانقسام المُتساوي هو انقسام في الخلية.** الانقسام المُتساوي هو انقسام النواة. تنقسم محتويات الخلية في أثناء الانقسام السيتوبلازمي، وهو ليس جزءًا من الانقسام المُتساوي.

مخطط الوحدة

الدرس	عدد الحصص	مخرجات التّعلم	الكفايات
1-2 دورةُ الخليّة	6	B1004.1 B1004.2 B1004.3	
2-2 الكروموسومات والانقسام المتساوي	5-6	B1005.1 B1005.2 B1005.3 B1005.4	
3-2 الانقسام المُنصّف	5	B1007.1 B1007.2	

الكفايات

التفكير الإبداعي والناقد

الكفاية اللغوية

التعاون والمشاركة

حلّ المشكلات

الكفاية العددية

التواصل

البحث والاستقصاء

المهارات العلمية والكفايات

- يُتوقّع من الطلّاب تنفيذ ثلاثةٍ من أنشطة خبرة التعلّم.
- المهارات الرياضية مطبّقة في نشاط خبرة التعلّم 2-2.
- مهارات التواصل مستخدمة في نشاط خبرة التعلّم 2-3.
- مهارات تكنولوجيا الاتصالات والمعلومات يمكن استخدامها في نشاطَي خبرة التعلم 2-1 و 2-3، وتقويم الدرس 2-2.
- مهارات البحث والاستقصاء تستخدم في مواضيع المحتوى، مثل التوسّع 2-1 و2-2.
- العالم المميّز والثر فلمينغ.

الدرس 1-2
دورةُ الخليّة

مصادر تعلّم الدرس

الوقت	العناوين/المحتوى	موارد كتاب الطالب	موارد دليل المعلم
1 حصة	مقدّمة الدرس يندمج – الدورات الحيوية تتكاثر الخلايا عن طريق الانقسام	الصفحات 46 –48	افتتاحية الدرس نشاط بحثي
1 حصة	لماذا لا يُصبح حجم الخلايا كبيرًا جدًّا؟	الصفحة 49	العرض
2 حصة	دورة الخليّة في حقيقيات النواة	الصفحات 50-52	ورقة النشاط 1-2 طبق ورقي نموذج
1 حصة	نشاط 1-2 ملاحظة الانقسام الخلوي	الصفحة 53	ورقة العمل 1-2
1 حصة	العوامل المؤثّرة على انقسام الخلايا دور العلماء في اكتشاف بروتينات التحكُّم في الانقسام الخلوي نِقاط التحكُّم في دورة الخليّة	الصفحات 54-6	محاضرة

الزمن المقترح للدرس

يستغرق تنفيذ هذا الدرس 6 حصص، ويشتمل على نشاط خبرة تعلّم واحد.

الأنشطة	مواد من أجل النشاط
1-2 ملاحظة الانقسام الخلوي	مجاهر ضوئية، شرائح جاهزة لانشطار البراميسيوم *Paramecium* واليوجلينا *Euglena*، محلول (الخميرة) *Saccharomyces*، شرائح زجاجية، أغطية شرائح، قطّارات، كاميرات رقمية.

مخرجات التعلم

B1004.1 يحدد المراحل الرئيسة لدورة الخليّة - الطور البَيْني (Interphase)، الذي تنمو فيه وتتضاعف العضيّات والحمض النووي (DNA)، والانقسام غير المباشر) الميتوزي/ المتساوي)، والانقسام السيتوبلازمي الذي تنقسم فيه الخليّة.

B1004.2 يشرح أهمية انقسام الخلايا غير المباشر (الميتوزي/المتساوي) وإنتاج خلايا وليدة (ابنة) متطابقة جينيًّا للكائنات الحيّة من حيث التكاثر اللاجنسي والنموّ وتعويض الخلايا التالفة.

B1004.3 يشرح كيف يتم التحكُّم في معدل الانقسام الخلوي عند نقاط التحكُّم في دورة الخليّة (تفاصيل العملية غير مطلوبة).

المعرفة السابقة

يجب أن يكون الطلاب قد عرفوا:

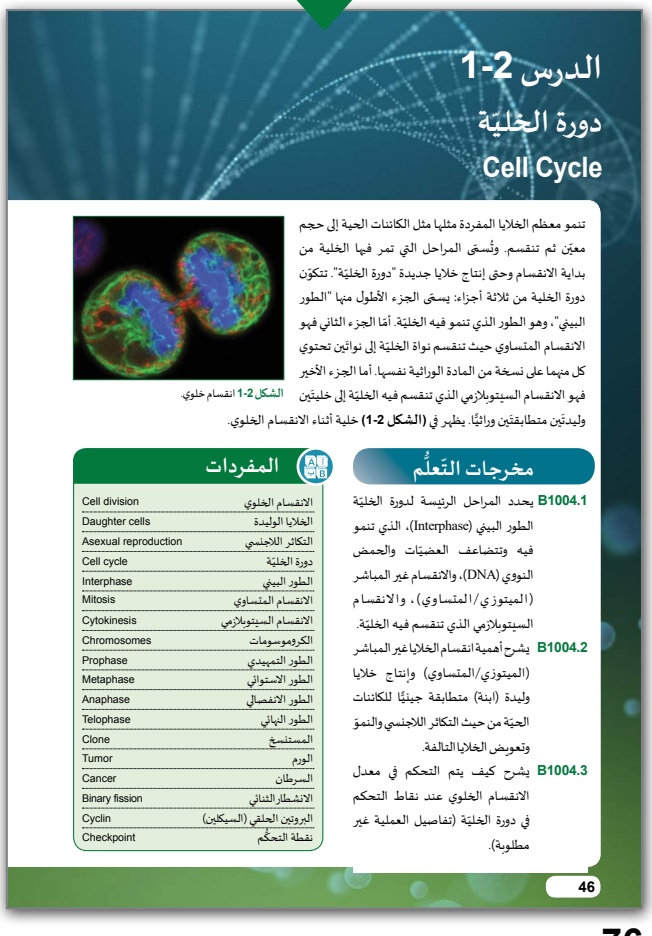
- تعريف التكاثر اللاجنسي والجنسي من المستوى التاسع.
- الفرق بين الخلايا ثنائية المجموعة الكروموسومية والخلية أحادية المجموعة الكروموسومية من المستوى التاسع.

المفردات

Cell division	الانقسام الخلوي
Daughter cells	الخلايا الوليدة
Asexual reproduction	التكاثر اللاجنسي
Cell cycle	دورة الخليّة
Interphase	الطور البَيْني
Mitosis	الانقسام المتساوي
Cytokinesis	الانقسام السيتوبلازمي
Chromosomes	الكروموسومات
Prophase	الطور التمهيدي
Metaphase	الطور الاستوائي
Anaphase	الطور الانفصالي
Telophase	الطور النهائي
Clone	المستنسخ
Binary fission	الانشطار الثنائي
Tumor	الورم
Cancer	السرطان
Cyclin	البروتين الحلقي (السيكلين)
Checkpoint	نقطة التحكُّم

افتتاحية الدرس

1. كلّف الطلاب قراءة مقدّمة الدرس التي توضّح مفهوم DNA والكروموسومات وعددها.
2. يتضمّن الدرس:
   - مراجعة المعرفة السابقة ومفردات الانقسام الخلوي
   - تقديم مصطلحات جديدة تتعلّق بالانقسام النووي
   - تفاصيل دورة الخليّة
   - تقديم لمحة عامة عن الانقسام المُتساوي.



الدرس 2-1
دورة الخليّة
Cell Cycle

تنمو معظم الخلايا المفردة مثلها مثل الكائنات الحية إلى حجم معيّن ثم تنقسم. وتُسمّى المراحل التي تمر فيها الخلية من بداية الانقسام وحتى إنتاج خلايا جديدة "دورة الخليّة". تتكوّن دورة الخلية من ثلاثة أجزاء: يسمّى الجزء الأطول منها "الطور البيني"، وهو الطور الذي تنمو فيه الخليّة. أمّا الجزء الثاني فهو الانقسام المتساوي حيث تنقسم نواة الخليّة إلى نواتَين تحتوي كل منهما على نسخة من المادة الوراثية نفسها. أما الجزء الأخير فهو الانقسام السيتوبلازمي الذي تنقسم فيه الخليّة إلى خليتَين وليدتَين متطابقتَين وراثيًّا. يظهر في **(الشكل 2-1)** خلية أثناء الانقسام الخلوي.

الشكل 2-1 انقسام خلوي.

مخرجات التّعلُّم

B1004.1 يحدد المراحل الرئيسة لدورة الخليّة الطور البيني (Interphase)، الذي تنمو فيه وتتضاعف العضيّات والحمض النووي (DNA)، والانقسام غير المباشر (الميتوزي/المتساوي)، والانقسام السيتوبلازمي الذي تنقسم فيه الخليّة.

B1004.2 يشرح أهمية انقسام الخلايا غير المباشر (الميتوزي/المتساوي) وإنتاج خلايا وليدة (ابنة) متطابقة جينيًّا للكائنات الحيّة من حيث التكاثر اللاجنسي والنموّ وتعويض الخلايا التالفة.

B1004.3 يشرح كيف يتم التحكم في معدل الانقسام الخلوي عند نقاط التحكم في دورة الخليّة (تفاصيل العملية غير مطلوبة).

المفردات

Cell division	الانقسام الخلوي
Daughter cells	الخلايا الوليدة
Asexual reproduction	التكاثر اللاجنسي
Cell cycle	دورة الخليّة
Interphase	الطور البيني
Mitosis	الانقسام المتساوي
Cytokinesis	الانقسام السيتوبلازمي
Chromosomes	الكروموسومات
Prophase	الطور التمهيدي
Metaphase	الطور الاستوائي
Anaphase	الطور الانفصالي
Telophase	الطور النهائي
Clone	المستنسخ
Tumor	الورم
Cancer	السرطان
Binary fission	الانشطار الثنائي
Cyclin	البروتين الحلقي (السيكلين)
Checkpoint	نقطة التحكّم

46

الدورات الحيوية

مواد للطالب: موارد المكتبة أو الإنترنت والأجهزة المزوّدة ببرنامج معالجة الكلمات.

1. اختصارًا للوقت وقبل بداية الحصّة الدراسيّة، قم بإعداد قائمة بالأسماء الشائعة للنباتات والحيوانات التي يسهل على الطلاب استكشافها، ومرّر ورقة تسجيل للطلاب للاختيار من القائمة.
2. كلّف الطلاب قراءة محتوى هذه الصفحة.
3. قم بإعداد الموارد أو سهّل للطلاب الوصول إلى الإنترنت لاختيار نبات أو حيوان والإجابة عن الأسئلة الثلاثة الآتية:
   - كيف تبدأ حياة الكائن الحيّ الذي اخترته؟
   - هل يمكنك تعيين الأحداث المُهمّة التي تُحدّد دورة حياته؟
   - ما مدّة حياته الإجماليّة؟
4. كلّف الطلاب أن يتشاركوا في قراءة النتائج التي توصّلوا إليها ضمن مجموعات والإجابة عن الأسئلة الرئيسة على الصفحة:

الدرس 2-1: دورة الخليّة

الدورات الحيوية

هل هناك سلوكيات مُشتركة بين جميع الأنظمة الحيوية؟

ما أنواع الأحداث المُشتركة بين جميع الكائنات الحية؟

غالبًا ما يُطلق على مراحل حياة الكائن الحي عند جميع الكائنات اسم "دورة الحياة"، ويتمّ تحديدها عادةً بأنّها تبدأ بالولادة وتنتهي بالموت. ومن الجدير بالذكر أنّ لجميع الكائنات مُتعدّدة الخلايا دورة حياة بنفس التسلسل العام، ولكنّها غالبًا ما تختلف من حيث التفاصيل وتوقيت بعض الأحداث المعيّنة عند كلّ كائن محدّد.

من أجل فهم دورة الحياة ينبغي ملاحظة الأحداث المُهمّة فيها، التي تتّصف عمومًا بمعيارَين رئيسَين، هما:

- أنّها مشتركة بين جميع أفراد النوع نفسه.
- أنّها تدلّ على مراحل مختلفة من العمليات الحيوية.

يوضّح **(الشكل 2-2)** دورة حياة الجراد الصحراوي، وهو حشرة شائعة. ينمو الجراد عبر خمس عمليّات انسلاخ يطرح فيها قشرته الخارجيّة. ويدلّ كلّ انسلاخ على نهاية أحد الأطوار (نهاية مرحلة).

الشكل 2-2 دورة حياة الجراد الصحراوي.

اختر نباتًا أو حيوانًا

- كيف يبدأ الكائن الحي الذي اخترته حياته؟
- هل يمكنك تعيين الأحداث المُهمّة التي تُحدّد دورة حياته؟
- ما مدّة حياته الإجماليّة؟

معلوم أنّ أصغر وحدات الحياة هي الخلية. وبعد أن عرف علماء الأحياء معلومات أكثر عن الخلايا، اكتشفوا أنّ لها أيضًا دورات حياة. وكما هي دورة حياة الجراد، تحتوي دورة حياة الخلية على أحداث مُميّزة تدلّ على المراحل المهمّة. ومن المألوف في مجال العلوم، أنّ تقنيّات المراقبة والملاحظة تسبق عمليات فهم ما يحدث بالفعل. وبالتالي، تمّت تسمية العديد من الأحداث في دورة الخلية بحسب التغيُّرات المرئية التي أمكن ملاحظتها. أمّا في يومنا الحالي، فنحن نعلم أنّ العمليات التي أدّت إلى التغيُّرات المرئية تبدأ قبل أن نتمكّن من رؤية التغيُّر. أضف إلى ذلك أنّ بعض الأحداث المهمّة في الخلايا لا تُرى تحت المجهر، لذلك لم يتم التعرُّف عليها وتسميتها.

47

- "هل هناك سلوكيّات مُشتركة بين جميع الأنظمة الحيوية؟"

ستختلف الإجابات، ولكنها قد تشمل: نعم، الخلايا لها دورات، أو تموت الخلايا ويتمّ استبدالها، أو الكائنات الحيّة لديها أجهزة تؤدّي وظائف مماثلة.

- ما أنواع الأحداث المُشتركة بين جميع الكائنات الحيّة؟

ستختلف الإجابات، ولكنها قد تشمل النموّ والتطوّر والتكاثر والموت ...

تتكاثر الخلايا عن طريق الانقسام

تنقسم الخلايا لأنّ نسبة مساحة السطح في الخليّة إلى الحجم تصبح أكبر من أن تسمح بانتشار المواد الغذائية والفضلات. لتصوّر هذه الفكرة، يُظهر هذا العرض التوضيحي أنّ هيدروكسيد الصوديوم NaOH يمكن أن ينتشر إلى مركز مكعّب الأجار (طول ضلعه 1 cm) الذي يحتوي على بعض الفينول فثالين، ما يجعل المكعّب كلّه ورديًّا. يستغرق تحوّل المكعّب 2 cm وقتًا أطول، ولا يتحوّل مركز المكعّب 3 cm إلى اللون الوردي، ما يشير إلى أنّ هيدروكسيد الصوديوم لن يصل إلى المركز.

العرض هو توضيح قوي لهذا المفهوم المجرّد، لكنّه مفهوم مهمّ.

المواد المطلوبة: 1M NaOH 300 mL، الماء المقطّر، محلول فينول فثالين 1%، مخبار مدرّج، وعاء زجاجي، مكعّبات أجار مبرّدة مقطعة إلى ثلاثة أحجام (cm^3 3، 2، 1)، مسطرة، 3 دوارق 150 mL، كاميرا عرض، ساعة عادية أو ساعة توقيت، ملاعق، 3 أطباق بتري، قلم تعليم، غلاف بلاستيكي، مشرط.

1. قبل الحصة، قم بإعداد المواد للعرض.
2. قم بإعداد مكعّبات الأجار وفقًا للتعليمات الآتية:
   a. محلول 2% أجار عن طريق خلط 10 g من الآجار مع 1 L من الماء المقطّر.
   b. سخّن المحلول حتى الغليان تقريبًا مع التحريك المتكرر حتى يصبح المحلول صافيًا.
   c. ارفع المحلول عن النار وأضف 10 mL من محلول الفينول فثالين 1% واخلط.
   d. صُبَّ الآجار في وعاء زجاجي غير عميق أو (صواني مكعّبات الثلج السيليكون) بعمق لا يقل عن 3 cm وأتركه حتّى صباح اليوم التالي.
   e. قبل الحصّة مباشرة، ضعْ كلّ مكعّب من المكعّبات الثلاثة ذات الأحجام المختلفة في الجزء السفلي من طبق بتري، وكل منها مكتوب عليه حجم المكعّب.
   f. استخدم المسطرة والسكين لتقطيع الأجار بعناية إلى مكعّبات ذات أحجام ثلاثة: cm^3 3، 2، 1.
   g. قطّع ما يكفي من المكعّبات مكرّرًا عرض الفئات الأخرى.
   h. قم بتغطيتها بلفافة لمنع الجفاف.

الوحدة 2: نموّ الخليّة وانقسامها

تتكاثر الخلايا عن طريق الانقسام

تبدأ جميع الكائنات الحيّة بخليّة واحدة. يحدث النموّ عندما تنقسم الخلايا لتتكاثر وتصبح خلايا جديدة من خلال الانقسام الخلوي Cell division (الشكل 2-3).

- في الانقسام المتساوي، تنقسم الخليّة الأم لإنتاج خليتَين وليدتَين Daughter cells متطابقتَين وراثيًا تتمّ مضاعفة المادّة الوراثيّة، لكنّ حجم كلّ خلية وليدة يُعادل نصف حجم الخلية الأم تمامًا.
- في أثناء دورة خلوية واحدة، تستطيع خليّة واحدة أن تنقسم إلى خليتَين فقط.

الشكل 2-3 ينتج انقسام خلوي واحد نسختَين أصغر من الخلية الأم.

ينتج عن انقسام الخليّة خليّتان وليدتان، هما نسختان من الخليّة الأم.

يُعدّ الانقسام المتساوي شكلًا من أشكال التكاثر اللاجنسي Asexual reproduction، حيث أن خليّة أمّ واحدة تنقسم لإنتاج الخليتَين الوليدتَين. تتكاثر جميع الخلايا في الكائنات متعدّدة الخلايا عن طريق عملية الانقسام المتساوي.

تختلف سرعة الانقسام المتساوي من كائن حي إلى آخر بحسب نوع الخلية ومكانها. حيث يمكن للبكتيريا إيشريشيا كولاي *E.coli* أن تتكاثر في 20-60 دقيقة. أمّا الخلايا الكبيرة، مثل الخميرة، فقد يستغرق انقسامها وانفصالها 52 دقيقة تقريبًا. وتختلف الخلايا البشرية بشكل كبير في سرعة انقسامها بين دقائق وعدّة أيام.

تُسمّى عملية تكاثر الكائنات وحيدة الخلية بالانشطار الثنائي Binary fission، حيث تتضاعف المادة الوراثية، ثمّ يبدأ انقسام السيتوبلازم لإنتاج خليتَين جديدتَين متطابقتَين وراثيًا.

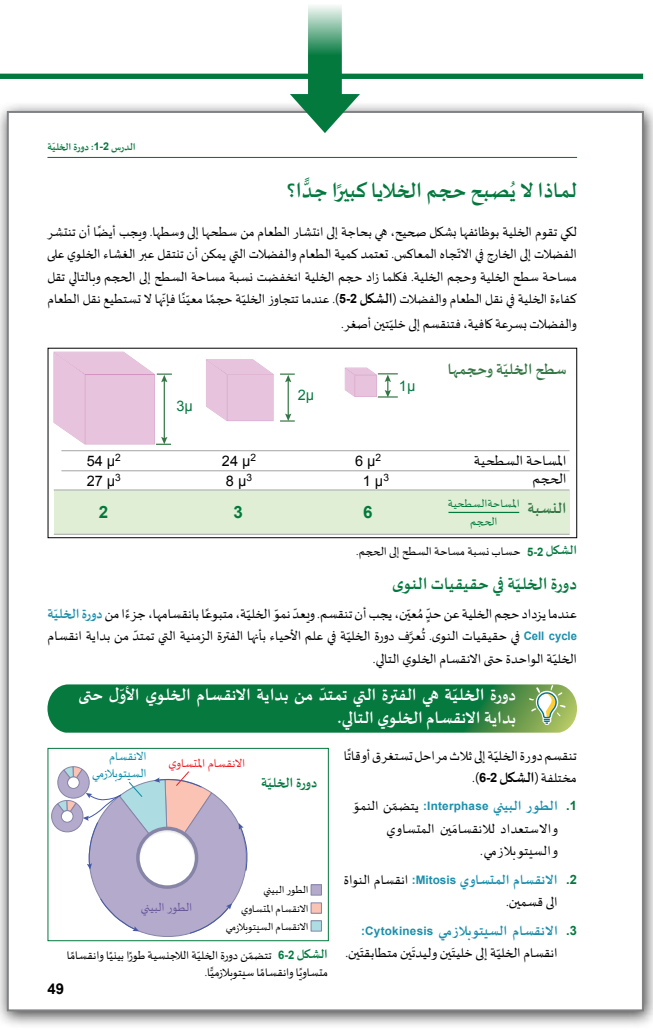
في الخميرة وبعض الفطريات الأخرى، تنتج الخلية الأم برعمًا ينفصل عنها ليصبح خليّة جديدة (الشكل 2-4). في أثناء عملية التبرعم budding، وفي الوقت الذي تنمو الخليّة الوليدة، تتضاعف نواة الخليّة الأمّ وعضيّاتها. وتنتقل إحدى النواتَين إلى البرعم ويصبح البرعم خليّة منفصلة.

الشكل 2-4 تبرعم الخميرة.

48

لماذا يُصبح حجم الخلايا كبيرًا جدًّا؟

3. ضع كلّ مكعّب أجار في دورقٍ خاصٍ به يحتوي على 0.1M NaOH، وراقب الوقت.
4. في أثناء انتظار الطلاب، 10 دقائق تقريبًا، عرّف المصطلحات الواردة في المحتوى.
5. ثم اسأل: «هل يُعدّ حجم الخلية الحيّة الكبير ميزة إيجابية ام سلبية؟»
6. اطلب إلى الطلاب كتابة أفكارهم الخاصّة بإيجاز.
7. بعد 10 دقائق، استخدم الملعقة لإعادة كلّ مكعّب إلى طبقه الخاص.
8. في الوقت الذي يراقب فيه الطلاب هذه التجربة، استخدم مسطرة واقطع كلّ مكعّب إلى نصفين بالمشرط، وضعه على نحو يكون السطح المقطوع مرئيًّا من الأعلى.
9. كلّف الطلاب مقارنة السطوح وناقش إجاباتهم عن السؤال. سوف يكتشفون أنّ مركز المكعّب 3 cm لم يتحوّل إلى اللون الوردي.



الدرس 2-1: دورة الخلية

لماذا لا يُصبح حجم الخلايا كبيرًا جدًّا؟

لكي تقوم الخلية بوظائفها بشكل صحيح، هي بحاجة إلى انتشار الطعام من سطحها إلى وسطها. ويجب أيضًا أن تنتشر الفضلات إلى الخارج في الاتجاه المعاكس. تعتمد كمية الطعام والفضلات التي يمكن أن تنتقل عبر الغشاء الخلوي على مساحة سطح الخلية وحجم الخلية. فكلما زاد حجم الخلية انخفضت نسبة مساحة السطح إلى الحجم وبالتالي تقل كفاءة الخلية في نقل الطعام والفضلات (**الشكل 2-5**). عندما تتجاوز الخليّة حجمًا معيّنًا فإنّها لا تستطيع نقل الطعام والفضلات بسرعة كافية، فتنقسم إلى خليّتين أصغر.

سطح الخليّة وحجمها

المساحة السطحية	6 μ^2	24 μ^2	54 μ^2
الحجم	1 μ^3	8 μ^3	27 μ^3
النسبة $\frac{\text{المساحة السطحية}}{\text{الحجم}}$	6	3	2

الشكل 2-5 حساب نسبة مساحة السطح إلى الحجم.

دورة الخليّة في حقيقيات النوى

عندما يزداد حجم الخلية عن حدّ مُعيّن، يجب أن تنقسم. وبعدَ نموّ الخليّة، متبوعًا بانقسامها، جزءًا من دورة الخليّة Cell cycle في حقيقيات النوى. تُعرّف دورة الخليّة في علم الأحياء بأنها الفترة الزمنية التي تمتدّ من بداية انقسام الخليّة الواحدة حتى الانقسام الخلوي التالي.

دورة الخليّة هي الفترة التي تمتدّ من بداية الانقسام الخلوي الأوّل حتى بداية الانقسام الخلوي التالي.

تنقسم دورة الخليّة إلى ثلاث مراحل تستغرق أوقاتًا مختلفة (**الشكل 2-6**).

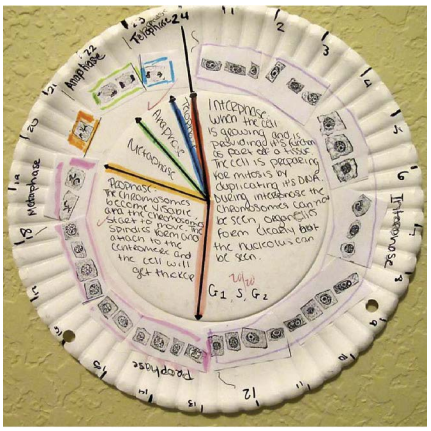
1. **الطور البيني Interphase**: يتضمّن النموّ والاستعداد للانقسامَين المتساوي والسيتوبلازمي.
2. **الانقسام المتساوي Mitosis**: انقسام النواة الى قسمين.
3. **الانقسام السيتوبلازمي Cytokinesis**: انقسام الخليّة إلى خليتَين وليدتَين متطابقتَين.

الشكل 2-6 تتضمّن دورة الخليّة اللاجنسية طورًا بينيًا وانقسامًا متساويًا وانقسامًا سيتوبلازميًّا.

49

دورة الخلية في حقيقيات النواة

1. قبل بداية الحصّة الدراسية، قم بنسخ ورقة العمل 2-1.
2. كلّف الطلاب قراءة الصفحات الثلاث من كتاب الطالب.
3. أوضح أنّ هناك طريقتين لنرى كيف تعمل دورة الخليّة: هي كالساعة والدومينو الساقطة، لكن العمليات الكيميائية التي تشترك فيها جميع الخلايا لم يتمّ فهمها تمامًا بعد.
4. وهنا مقالة علمية قصيرة عن الخلفية العلمية لكيفية التوافق بين النموذجين: https://www.nature.com/scitable/topicpage/the-domino-and-clock-models-of-cell-14233440/.



في أثناء عمل الطلاب، تجوّل بينهم للتأكّد من فهمهم للخطوات وكيفية استخدام المنقلة. أوصِ باستخدام قلم الرصاص أولًا. بعد الانتهاء، يمكن للطلاب تظليل كلّ جزء بشكل خفيف إذا سمح الوقت بذلك.

5. بعد أن يكمل الطلاب النشاط القصير، ناقش بإيجاز أسباب قيام الخلايا بالانقسام.

دورة الخلية: الطور البيني

يبدأ الطور البيني عندما تنمو الخليّة إلى حجم النضوج وتقوم بمهامها بشكل طبيعي. ويُعتبر الطور البيني أطول مراحل دورة الخلية، حيث تقضي الخلية 90%-80% من دورة حياتها خلال هذا الطور. تتضمّن أنشطة الخليّة خلال الطور البيني إنتاج الجُزيئات الحيوية والعضيّات، وبرافق ذلك ازدياد في حجم الخلية.

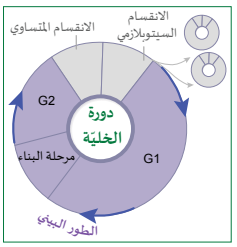
ينقسم الطور البيني إلى ثلاث مراحل:

مرحلة النموّ الأولى (G1): هي أطول مرحلة، حيث يزداد حجم الخلية، وتتمّ مضاعفة أعداد العضيات وكمّية السيتوبلازم والأنزيمات.

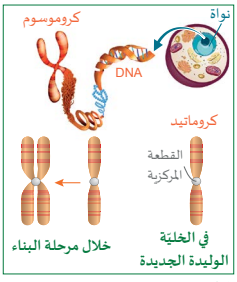
مرحلة بناء الـ DNA (S): خلال هذه المرحلة يتم تضاعف كمّية المادة الوراثية، حيث تنسخ الخليّة DNA استعدادًا للانقسام. ويوجد DNA ضمن تراكيب تُسمّى **الكروموسومات Chromosomes**. في بداية هذه المرحلة، يكون كل كروموسوم مكوّنًا من كروماتيد واحد يحتوي على نسخة كاملة من DNA. وفي أثناء التضاعُف، يتمّ بناء كروماتيد ثانٍ مُطابق للأوّل. حيث يتّصل الكروماتيدان عند نقطة مركزية تُسمّى "القطعة المركزية" (**الشكل 2-8**).

مرحلة النموّ الثانية (G2): هي المرحلة الأخيرة من الطور البيني الذي تستأنف فيه الخليّة نموّها استعدادًا للانقسام. خلال هذه المرحلة، يتضاعف المُريكز مشكّلًا زوجًا من المُريكزات، وتستمر الخلية في النموّ حتى بدأ الانقسام.

لا يحدث الانقسام الخلوي في جميع الخلايا. فالخلايا العصبية، مثلًا، لا تنقسم، بل إنّ لها طورًا بينيًّا مختلفًا يُسمّى طور النمو الصفري Gap zero (G0) يُشبه G1 الممتدّ.



الشكل 2-7 مراحل الطور البيني.



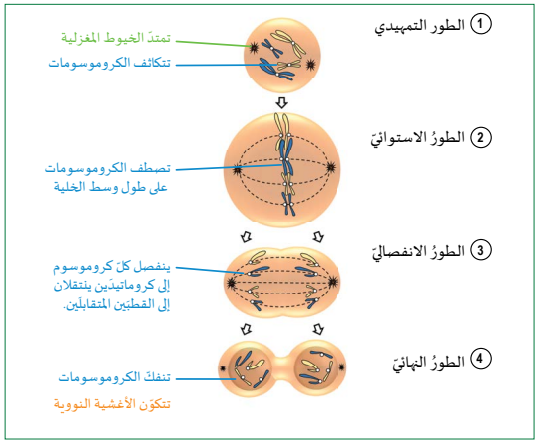
الشكل 2-8 يكوّن DNA الكروموسومات التي تتضاعف قبل أن تنقسم الخلية.

الانقسام المتساوي والانقسام السيتوبلازمي

الانقسام المتساوي

يتم في أثناء الانقسام المتساوي، انقسام كل كروموسوم إلى كروماتيدَيْن متطابقَين ينتقلان إلى الجانبَين المتقابلَين من الخلية (القطبَين المتقابلَين).

يقسّم علماء الأحياء الانقسام المتساوي إلى أربعة أطوار. وقد سُمّي كل طور استنادًا إلى التغيُّرات المرئية التي شوهدت بالمجهر. يوضّح (**الشكل 2-9**) هذه الأطوار، وقد تمّ تصويرها باستخدام تقنية الأصباغ الفلورية.



الشكل 2-9 الأطوار الأربعة في الانقسام المتساوي.

الانقسام السيتوبلازمي

بعد انقسام النواة، ينقسم السيتوبلازم الخلوي والغشاء الخلوي لإنشاء خليتَين مستقلّتَين ومتماثلتَين. يختلف الانقسام السيتوبلازمي في الخلايا الحيوانية حقيقية النواة عن الخلايا النباتية حقيقية النواة أيضًا، لأن الخلايا النباتية يجب أن تبني جدارًا خلويًا جديدًا بين الخلايا الوليدة. وسوف ندرس تفاصيل الأحداث الأخرى في الانقسام المتساوي والانقسام السيتوبلازمي الدرس في 2-2.

دورات الخليّة وأهميتها

7. كلّف الطلاب تسجيل عدّة أهداف مختلفة:

a. تتلف الخلايا الموجودة في الأنسجة أو تموت، وتحتاج إلى استبدال في الكائنات الحيّة الكبيرة المتعدّدة الخلايا.

b. تنمو الخلايا وتصل إلى حجم يحدّ من التبادل الفعّال للمواد في المناطق الأبعد من سطح الغشاء.

c. تُنتج الخلايا نسلًا مطابقًا لنفسها للحفاظ على المحتوى الوراثي للأجيال.

8. أعِد النظر في نشاط الطبق الورقي بعد الانتهاء من النشاط 2-1.

الوحدة 2: نموّ الخليّة وانقسامها

أهمّية الانقسام المتساوي

يتّصف الانقسام المتساوي بأنّه عملية معقّدة تستهلك موارد الخلايا. لذلك يتبيّن من حقيقة حدوث الانقسام المتساوي في جميع الخلايا حقيقية النواة أنّ هناك مزايا قوية لهذا الانقسام مقارنة بالوسائل الأخرى لانقسام الخلايا، كالانشطار الثنائي والتبرعُم (**الشكل 2-10**).

a. تعويض الأنسجة التالفة

عند تعرّض نسيج لجرح أو شقّ، يتمّ تسريع الانقسام الخلوي غير المباشر في هذه المنطقة لتعويض الأنسجة التالفة. ويُعدّ انقسام خلايا الجلد من أهم الأمثلة على ذلك، حيث يحدث الانقسام المتساوي لإنتاج المزيد من خلايا الجلد (**الشكل 2-10 a**).

b. النموّ وتكوين الأنسجة المتخصّصة

يمكّن الانقسام المتساوي الكائن الحيّ متعدّد الخلايا من إضافة المزيد من الخلايا إلى أماكن محدّدة. خذ إحدى الشتلات مثالًا على ذلك، حيث تضيف النباتات الصغيرة المزيد من الخلايا إلى أطراف الجذور والسيقان لتنمو نحو الماء أو ضوء الشمس (**الشكل 2-10 b**).

يضيف الانقسام المتساوي صفوفًا من الخلايا أو الأنسجة. وهو يُستخدَم لتكثيف الطبقات وتمكين الكائنات الحيّة من أن تصبح أكبر وأقوى. فالأشجار من جهتها تُضيف المزيد من الخلايا تحت القلف لزيادة عدد حلقات الخلايا في جذعها (**الشكل 2-10 c**).

واصبح الآن بالامكان انتاج مستنسخ من نبات او حيوان من خلال الانقسام، فمثلا يمكن استنساخ نباتات مشابهة للنبات الأصيل عن طريق استخدام تقنية زراعة الانسجة، ويتم ذلك بوضع خلية او مجموعة خلايا من النبات الأصيل في بيئة غذائية مناسبة، فتأخذ الخلايا بالانقسام وتنتج كتلة من الخلايا، حتى يتم نموها وتمايز خلاياها الى نبات كامل (**الشكل 2-10 d**).

c. التكاثر اللاجنسي في بعض أنواع الكائنات الحية

فمثلاً تتكاثر البكتيريا عن طريق الانشطار الثنائي، حيث تتضاعف المادة الوراثية ويزداد حجم الخلية قبل أن تنشطر كل خلية إلى خليتَين جديدتَين متطابقتَين.

الشكل 2-10 الانقسام المتساوي مفيد لـ (a) لتعويض الخلايا التالفة، و(b) للنموّ في منطقة مُستهدَفة، و(c) لتشكيل الأنسجة، و(d) لتكوين الكائنات المُستنسخة.

يسمح الانقسام المتساوي للكائنات متعددة الخلايا بتعويض الخلايا التالفة، وانقسام الخلايا المُستهدَفة، وتشكيل طبقات في مناطق معيّنة.

52

نشاط 2-1 ملاحظة الانقسام الخلوي

الإجابات/ عيّنة بيانات

المواد المطلوبة: مجاهر ضوئية رقمية، شرائح جاهزة لانشطار البراميسيوم *Paramecium* واليوجلينا *Euglena*، محلول (الخميرة) *Saccharomyces*، شرائح زجاجية، أغطية شرائح، قطّارات.

1. قم بإعداد نسخ من ورقة العمل 2-1 واحصل على مواد الطالب.
2. قبل الحصّة مباشرة، قم بإعداد محلول من خميرة الخباز الحيّة في ماء دافئ. استخدم المجهر للتحقُّق من أن خلايا الخميرة نشطة.
3. وفقًا لعدد المجاهر المتاحة، قسّم الطلاب إلى مجموعات.
4. سوف يختار الطلاب أفضل صورة لديهم لتضمينها في تقريرهم. قد يحتاجون إلى مساعدة لطباعة صورتهم أو إرفاقها بالتقرير.
5. شارك في اختيار الصور المناسبة وتأكّد من فهم الطلاب للاختلافات.

الدرس 2-1: دورة الخلية

نشاط 2-1 ملاحظة الانقسام الخلوي

سؤال الاستقصاء	كيف تنقسم بعض الخلايا لاجنسيًا؟
المواد المطلوبة	مجاهر ضوئية، شرائح جاهزة لانشطار البراميسيوم *Paramecium* والاقتران في اليوجلينا *Euglena*، محلول (الخميرة) *Saccharomyces*، شرائح زجاجية، أغطية شرائح، قطّارات، كاميرات رقمية.

يمكنك العمل ضمن فريق أو مجموعة وفقًا لعدد المجاهر المتاحة. احصل على الشرائح المعدّة والمواد من معلّمك.

الخطوات

1. اتبع التوجيهات الواردة في ورقة العمل لمراقبة البراميسيوم واليوجلينا، وهما اثنان من الطلائعيّات الشائعة في المياه العذبة.
2. لاحظ كل كائن باستخدام القوة المنخفضة، واستخدم الضابط الكبير لاظهار الكائنات الحية.
3. امسح الشريحة كاملة وحدّد الخلايا التي تقوم بالانقسام، وقم بتوسيطها في مجال الرؤية، ثم تحوّل إلى قوة التكبير العالية واضبط الإضاءة وفقًا للحاجة.
4. التقط الصور وسجّل اسم الكائن وتكبيره.
5. عند الانتهاء من الشرائح المعدّة، قم بإعداد شريحة لمحلول يحتوي على خميرة الخباز، وكرّر الخطوات من 3 إلى 5.
6. اختر أفضل صورة لديك واعرضها على زملائك في الصف (**الشكل 2-11**).

الشكل 2-11 البراميسيوم. ×400

أسئلة

أجب عن الأسئلة التالية. استخدم الإنترنت، إذا لزم الأمر.

a. ما الشيء المُشترك بين البراميسيوم واليوجلينا والخمائر؟
b. حدّد كائنًا آخر يقوم بالانشطار الثنائي، وصفه.
c. هل يمكن أن تتكاثر الخميرة جنسيًا؟ اشرح ذلك.

البحث في التكاثر الفيروسي

استخدم الإنترنت أو موارد المكتبة للتعرّف إلى الطريقة التي تتكاثر بها جُسَيْمات الفيروس. لماذا لا تُعدّ هذه العملية انقسامًا خلويًا أو تناسلًا؟ أجب عن السؤال، واشرح العملية في فقرة قصيرة. ضمّن تقريرك النهائي صورة أو مخطّطات للخطوات.

53

نشاط 2-1 ملاحظة الانقسام الخلوي - تابع

الإجابات/ عيّنة بيانات

يعمل الطلاب ضمن فريق أو مجموعة وفقًا لعدد المجاهر المتاحة. احصل على الشرائح المعدّة والمواد من معلّمك.

الخطوات

1. اتّبع التوجيهات الواردة في ورقة العمل لمراقبة البراميسيوم واليوجلينا، اللذين يعيشان في المياه العذبة.
2. لاحظ كلّ كائن باستخدام قوّة التكبير الصغيرة، واستخدم الضابط الكبير لإظهار الكائنات الحية.
3. امسح الشريحة كاملة وحدّد الخلايا التي تنقسم، وقم بتوسيطها في مجال الرؤية، ثم تحوّل إلى قوة التكبير العالية واضبط الإضاءة وفقًا للحاجة.
4. التقط الصور وسجّل اسم الكائن وتكبيره.
5. عند الانتهاء من الشرائح المعدّة، قم بإعداد شريحة لمحلول يحتوي على خميرة الخبّاز، وكرّر الخطوات من 3 إلى 5.
6. اختر أفضل صورة لديك واعرضها لزملائك في الصف.

نشاط 2-1 ملاحظة الانقسام الخلوي - تابع

الإجابات/
عيّنة بيانات

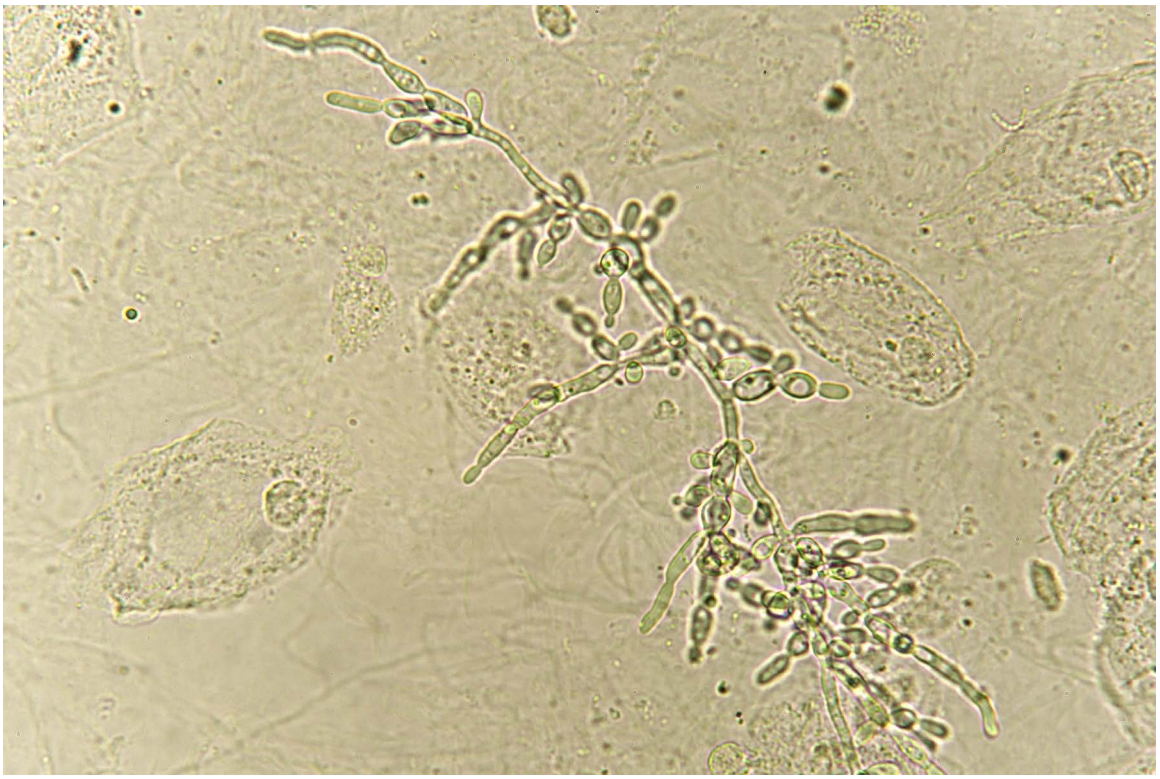
عيّنة من صور الانقسام الخلوي التي التقطها الطلاب.

صورة الانشطار الثنائي في البراميسيوم *Paramecium* (التكاثر اللاجنسي).

نشاط 2-1 ملاحظة الانقسام الخلوي - تابع

الإجابات/
عيّنة بيانات

عيّنة من صور الانقسام الخلوي التي التقطها الطلاب.



صورة تبرعم الخميرة (التكاثر اللاجنسي).

الأسئلة

a. ما الشيء المُشترك بين الباراميسيوم واليوجلينا والخمائر؟

اقبل جميع الإجابات الصحيحة، مثل: إنّها كائنات مجهرية، وكلّها وحيدات الخلية، وكلّها حقيقيّات النوى ويمكن أن تنقسم.

b. حدّد كائنًا آخر يقوم بالانشطار الثنائي، وصِفْه.

قد يحتاج الطلاب إلى الاتصال بالإنترنت لاكتشاف الإجابة. كما هو مذكور في ورقة العمل، يحدث الانشطار الثنائي في بدائيات النوى (البكتيريا)، ولكنّه يحدث أيضًا في بعض حقيقيّات النوى، مثل الطلائعيات والطحالب الخضراء.

c. هل يمكن أن تتكاثر الخميرة جنسيًّا؟ اشرح ذلك.

نعم، إنّ التبرعم والتجزئة وإنتاج الأبواغ اللاجنسية من طرق التكاثر الشائعة في الخميرة.

العوامل المؤثّرة في انقسام الخلايا والتحكّم في البروتين

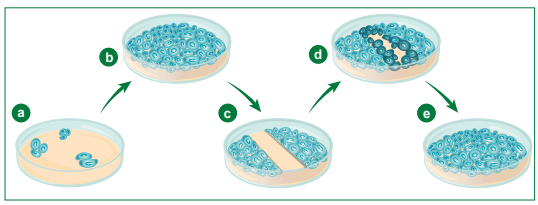
1. اطلب إلى الطلاب قراءة الصفحات الثلاث الأخيرة من الدرس.
2. قم بمراجعة الرسم التخطيطي الذي يوضح سلوكَيْن خلويَّين لم يتمكّن الباحثون الأوائل في انقسام الخليّة من تفسيرهما. وقد لاحظ الباحثون:
   - أنّ الخلايا يمكن أن تتوقّف عن الانقسام عندما تلامس خلايا أخرى، أو قد تبدأ جميعها بالانقسام دفعةً واحدةً في مكانٍ معينٍ.
3. اهتم الباحثون بسبب انقسام الخلايا غير المنضبط في الأورام Tumors. عرّف مصطلح الورم والسرطان وساعد الطلاب على أن يدركوا أنّ بعض الأورام تسبّب السرطان وبعضها الآخر لا يفعل ذلك.
4. أوضح أنّ بعض أنواع السرطان لا تشكّل أورامًا. وتشمل هذه: سرطان الدم (اللوكيميا)، ومعظم أنواع سرطان الغدد الليمفاوية، والورم النخاعي.
5. أشر إلى البحث الذي أجراه السير بول نورس Paul Nurse، وتيم هانت Tim Hunt، وليلاند هارتويل Leyland Hartwell، وحاز جائزة نوبل في الطب لعام 2001 لأنّه أجاب عن الأسئلة الرئيسة المُتعلقة بالانقسام الخلوي الذي يُشكّل الأساس لشرح دورة الخليّة.
6. اذكر أنّ السير بول نورس ربط التغيّرات في DNA بالتغيّرات في سلوك الخلية في أثناء الانقسام.

العوامل المؤثّرة على انقسام الخلايا (العدد والمساحة)

لم يعرف العلماء الأوائل ما الذي يتحكّم في الانقسام الخلوي. وحتّى مُنتصف القرن العشرين، كان هناك كثير من الأسئلة التي لم تتمّ الإجابة عنها، ومنها:

- لماذا لا تنقسم كل الخلايا في الموقع نفسه في الوقت نفسه؟
- لماذا تنقسم الخلايا، ثم تتوقّف عن الانقسام حين تلامس خلايا أخرى؟
- لماذا يندر انقسام بعض الخلايا ولا تنقسم خلايا أخرى أبدًا؟

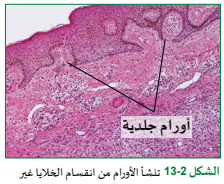
تمّ إجراء تجارب لمراقبة نموّ الخلايا وانقسامها على سطح هلام مغذّ، وتبيّن أنّه عندما يتمّ وضع عدد قليل من الخلايا على طبق بتري من الهلام المغذّي، تستمرّ هذه الخلايا في الانقسام حتى تشكّل طبقة رقيقة من الخلايا تغطّي سطح الهلام كاملًا، فلا تبقى أيّة مساحة فارغة (**الشكل 2-12 a-b**).



الشكل 2-12 خمس خطوات في تجربة انقسام خلوي.

عندما يتمّ كشط الخلايا بعيدًا، تُفعّل منطقة الضرر سريعًا بالخلايا المنقسمة حديثًا. لكن هذه الخلايا تتوقّف عن الانقسام عند تكون في مواجهة الخلايا الموجودة بالفعل (**الشكل 2-12 c-e**). فأدرك علماء الأحياء من هذه الملاحظات وغيرها أن الخلايا في كائن حي معقّد لا بدّ وأنّ لها طريقة للتواصل في ما يتعلّق بالحاجة إلى الانقسام وإنتاج خلايا جديدة.

بدأ البحث في نموّ الخلايا والتنام الأنسجة أمرًا مُهمًّا للغاية. فإذا استطاع الأطبّاء فهم ما يتحكّم في انقسام الخلايا، فقد يكونون قادرين على أن يعالجوا أو يوقفوا شكلًا من أشكال نموّ الخلايا غير المنضبط، المعروف باسم **الورم Tumor** (**الشكل 2-13**). تعرف الأورام بأنّها كتل من الخلايا غير الطبيعية التي تنتشر في داخل أنسجة الجسم. وقد تُسبّب بعض الأورام **السرطان Cancer**. وهو اضطراب خلوي يحدث عندما تفقد خلايا الجسم القدرة على التوقّف عن النموّ والانقسام.



الشكل 2-13 تنشأ الأورام من انقسام الخلايا غير المنضبط.

دور العلماء في اكتشاف بروتينات التحكُّم في الانقسام الخلوي (إثرائي)

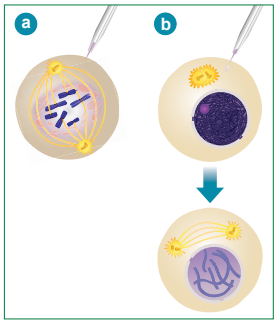
ساهم اكتشاف بروتينات خاصة تنظّم انقسام الخلايا في الإجابة عن الكثير من الأسئلة المُتعلّقة بالانقسام الخلوي ودورة الخليّة. ففي العام 2001، تقاسم السير بول نرس Paul Nurse وتيم هانت Tim Hunt وليلاند هارتويل Leyland Hartwell جائزة نوبل في الطب لثلاثة اكتشافات ذات صلة بدورة الخلية، وهي:

- تتحكّم قطع من DNA تحتوي عليها جميع الخلايا حقيقية النواة في دورة الخليّة.
- هناك بروتين حلقي **السيكلين Cyclin**، يعطي إشارة بدء الانقسام الخلوي وإيقافه.
- تحتوي الخلايا المنقسمة على "نقاط تحكُّم" للتحكّم في أحداث الانقسام الخلوي.

أجرى نرس تجربته على خميرة الخبّاز، فوجد أنّه، عندما تمّ تغيير قطع من DNA فيها، لم تستطع الخلايا أن تنقسم، أو أنّها انقسمت في وقت مبكرٍ جدًّا. وعندما ألصق قطعة صغيرة من DNA بشري تحمل الشيفرة نفسها في الخميرة، انقسمت الخلايا بشكل طبيعي.

اكتشف هانت أن بروتين السيكلين قد حفّز توقيت الانقسام (**الشكل 2-14**)، فقام بنقل سيتوبلازم من خليّة ذات خيوط مغزلية متصلة بالكروموسومات إلى خليّة في مرحلة النموّ ضمن الطور البيني،لايوجد بها خيوط مغزلية، فبدأت نواة الخليّة الثانية بالانقسام مبكرًا!

ساعدت تجارب هارتويل المبكرة في صياغة فكرة " نقاط التَّحكُّم " في دورة الخليّة، التي تحتوي على نقاط تحكّم في الانقسام الخلوي خلال الظروف غير المناسبة، أو لتسريع الدورة أو إبطائها. علمًا أنّ أيّ خلل يحدث في نقاط التَّحكُّم قد يسبّب فقدان الخلايا قدرتها على التحكّم في عملية الانقسام، فتصبح خلايا سرطانية تشكّل الأورام.



الشكل 2-14 يمكن لنقل Cyclin من الخليّة a أن يحفز الانقسام المتساوي في الخليّة b.

نِقاط التحكُّم في دورة الخليّة

7. عرّف السيكلين Cyclin كمجموعة من البروتينات المسؤولة عن بدء دورة الخلية وإيقافها، وقد تمّ اكتشاف أولها من قبل تيم هانت Tim Hunt.

8. قدّم نقاط التحكُّم بوصفها أماكن في دورة الخلية تتحكّم في قدرة الخلايا على التوقّف وبدء انقسام الخلية ما لم يتمّ استيفاء شروط معينة. أسهم في فكرة نقاط التحكُّم ليلاند هارتويل.

9. تعمل نقطة التحكُّم Checkpoint «كمُوقِّت» كيميائي في داخل الخليّة، يتحكّم في وقت تقدّم الخليّة إلى المرحلة التالية من دورة الخليّة.

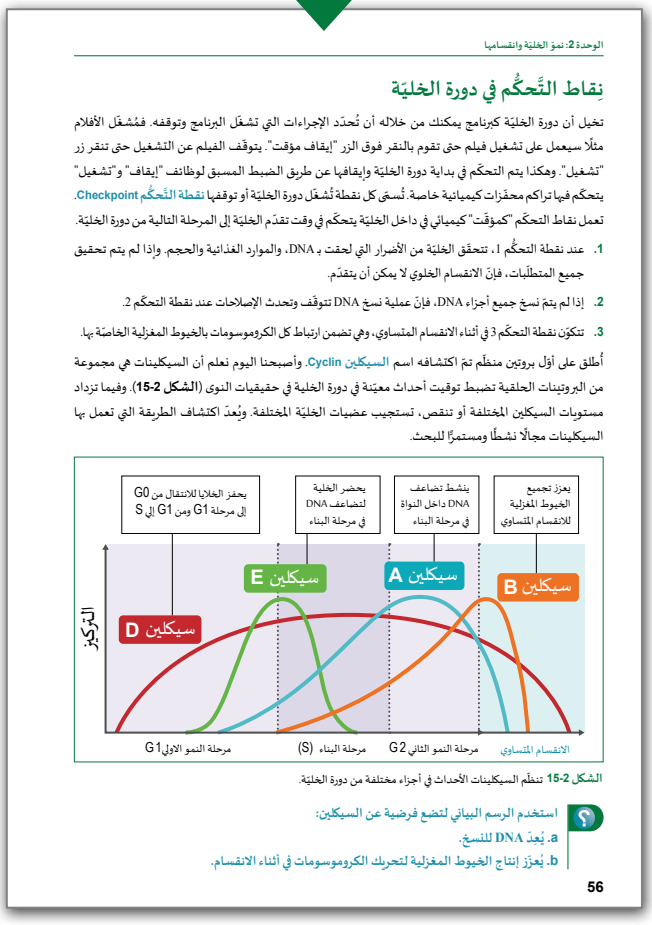
10. امنح الطلاب وقتًا لاستخدام الرسم البيانيّ الذي يُوضح كيف تؤثّر كمّيات السيكلينات الأربع المختلفة (تُسمّى الآن بحسب الرقم) في الأحداث التي تقع في الأجزاء المختلفة من دورة الخليّة، والإجابة عن الأسئلة بمشاركة الصفّ كلّه.

11. أيُّ السيكلينات يُعِدّ DNA للنسخ؟

السيكلين E لأنّ مستوياته ترتفع وتنخفض في أثناء الطور البَيْني.

12. أيُّ السيكلينات يُعزّز إنتاج الخيوط المغزلية لتحريك الكروموسومات في أثناء الانقسام؟

السيكلين B، لأنّ كمّيات من السيكلينات الأخرى الموضحة موجودة أيضًا في مراحل أخرى من دورة الخلية.



الوحدة 2: نموّ الخليّة وانقسامها

نِقاط التَّحكُّم في دورة الخليّة

تخيل أن دورة الخليّة كبرنامج يمكنك من خلاله أن تُحدّد الإجراءات التي تشغّل البرنامج وتوقفه. فمُشغّل الأفلام مثلًا سيعمل على تشغيل فيلم حتى تقوم بالنقر فوق الزر "إيقاف مؤقت". يتوقف الفيلم عن التشغيل حتى تنقر زر "تشغيل". وهكذا يتم التحكّم في بداية دورة الخليّة وإيقافها عن طريق الضبط المسبق لوظائف "إيقاف" و"تشغيل" يتحكّم فيها تراكم محفّزات كيميائية خاصة. تُسمّى كل نقطة تُشغّل دورة الخليّة أو توقفها **نقطة التَّحكُّم Checkpoint**. تعمل نقاط التحكّم "كموقّت" كيميائي في داخل الخليّة يتحكّم في وقت تقدّم الخليّة إلى المرحلة التالية من دورة الخليّة.

1. عند نقطة التحكُّم 1، تتحقق الخليّة من الأضرار التي لحقت بـ DNA، والموارد الغذائية والحجم. وإذا لم يتم تحقيق جميع المتطلّبات، فإنّ الانقسام الخلوي لا يمكن أن يتقدّم.
2. إذا لم يتمّ نسخ جميع أجزاء DNA، فإنّ عملية نسخ DNA تتوقف وتحدث الإصلاحات عند نقطة التحكّم 2.
3. تتكوّن نقطة التحكّم 3 في أثناء الانقسام المتساوي، وهي تضمن ارتباط كل الكروموسومات بالخيوط المغزلية الخاصّة بها.

أُطلق على أوّل بروتين منظّم تمّ اكتشافه اسم **السيكلين Cyclin**. وأصبحنا اليوم نعلم أن السيكلينات هي مجموعة من البروتينات الحلقية تضبط توقيت أحداث معيّنة في دورة الخلية في حقيقيات النوى (**الشكل 2-15**). وفيما تزداد مستويات السيكلين المختلفة أو تنقص، تستجيب عضيات الخليّة المختلفة. ويُعدّ اكتشاف الطريقة التي تعمل بها السيكلينات مجالًا نشطًا ومستمرًّا للبحث.

الشكل 2-15 تنظّم السيكلينات الأحداث في أجزاء مختلفة من دورة الخليّة.

استخدم الرسم البياني لتضع فرضية عن السيكلين:

a. يُعدّ DNA للنسخ.

b. يُعزّز إنتاج الخيوط المغزلية لتحريك الكروموسومات في أثناء الانقسام.

56

تقويم الدّرس 2-1

الإجابات

1. ما المقصود بالانشطار الثنائي؟ وفي أيّ نوع من الكائنات الحية يحدث؟

الانشطار الثنائي عمليّة تكاثر الكائنات وحيدة الخلية، حيث تتضاعف المادة الوراثية، ثمّ يبدأ انقسام السيتوبلازم لإنتاج خليّتَين جديدتَين متطابقتَين وراثيًّا.

2. أجب عن الأسئلة الآتية المتعلّقة بالانقسام الخلوي اللاجنسي:

a. ما عدد الخلايا الأمّ المشاركة؟

واحدة

b. هل الخلايا الوليدة متطابقة دائمًا؟ اشرح ذلك.

سوف تختلف الإجابات، ولكن يجب أن تكون مبرّرة. في معظم الأوقات، يكون المحتوى الوراثي للخلايا الوليدة متطابقًا مع الخلايا الأم. الخلايا ليست متطابقة على الإطلاق. يحدث خطأ أحيانًا عند نسخ الحمض النووي ما يؤدّي إلى تغييرات وراثية.

c. انطلاقًا من خلية واحدة، ما عدد الخلايا الوليدة التي ستنتج عن الانقسام الخلوي الخامس؟

بالنظر إلى أنّ كلّ انقسام لاجنسي ينتج خليتين جديدتين، فإنّ الخلايا تتضاعف في كلّ انقسام. هذه الزيادة أسّية، أو 2^n، إذا كانت $n = 5$ ، تكون النتيجة 32 خلية.

3. * هل يُعدّ الانقسام المتساوي الطريقة الوحيدة التي يمكن أن تتكاثر بها الخلايا لاجنسيًّا؟ اشرح ذلك.

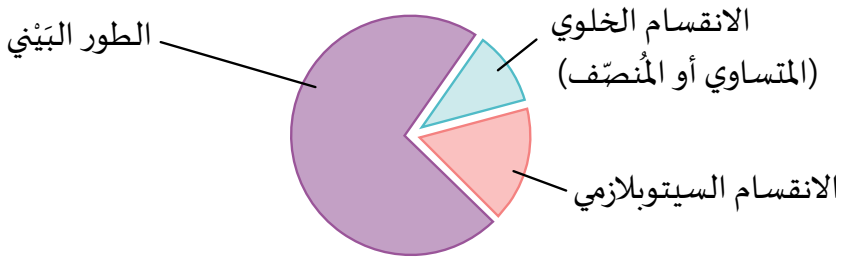
لا. يمكن لبعض الخلايا التكاثر لاجنسيًّا باستخدام الانشطار الثنائي أو التبرعم أو الأبواغ.

4. اذكر ميزة للانقسام المتساوي.

اقبل جميع الإجابات الصحيحة، مثل:

إصلاح الخلايا الميتة أو التالفة في الكائنات متعدّدة الخلايا؛ يستهدف مناطق نموّ مُحدّدة من الكائن الحيّ؛ يكوّن طبقات من الخلايا (الأنسجة)، أو ينتج نسخًا طبق الأصل من النسل.

5. قم بإعداد مخطّط دائري، وعيّن عليه الأجزاء الثلاثة لدورة الخليّة.



تقويم الدّرس 2-1

الإجابات

في المسائل من 6 إلى 12، اختر الحرف الذي يقع فيه الحدث ضمن دورة الخليّة.

a. الطور البَيْني **b.** الانقسام المُتساوي **c.** الانقسام السيتوبلازمي

6. تنمو الخليّة. *(a)*

7. تنقسم الخليّة إلى خليتَين جديدتَين. *(c)*

8. يتمّ نسخ DNA. *(a)*

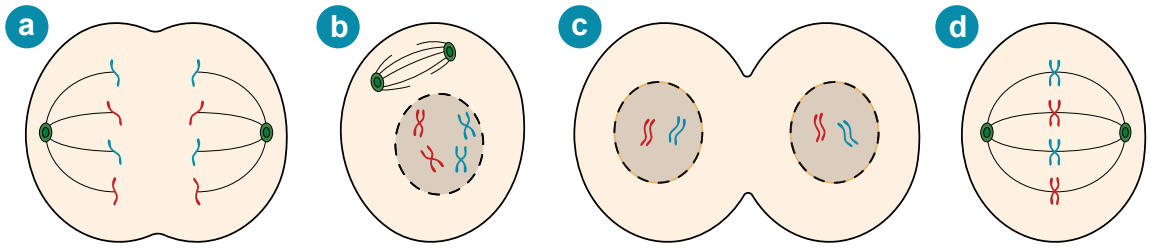
9. تمتصّ الخليّة العناصر الغذائية وتجعل الماء متوازنًا وتطرح الفضلات. *(a)*

10. تنقسم النواة. *(b)*

11. تضمن نقطة التحكُّم 3 أنّ الخيوط المغزلية مرتبطة بالكروموسومات. *(b)*

12. تتضاعف العضيّات بحيث تحتوي كلّ خليّة جديدة على مجموعة منها. *(a)*

13. أعدْ ترتيب حروف الأطوار الآتية للحصول على الترتيب الصحيح لخطوات الانقسام الخلوي:

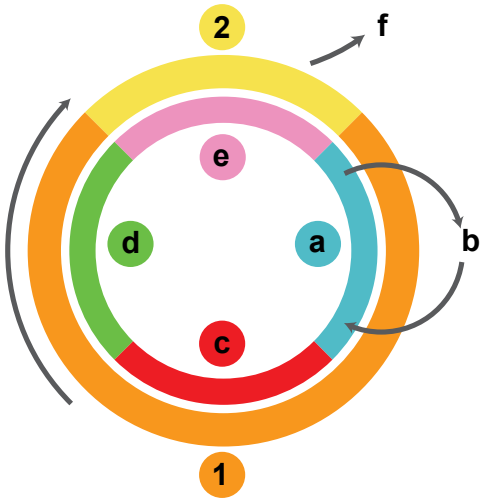


(b)، (d)، (a) و (c)

إعادة تدريس- دورة الخليّة

المواد المطلوبة: المواد الحرفية مثل: الورق الفارغ، وأقلام الرصاص الملوّنة، والمشابك المعدنية، والمنقلة أو الأقراص المضغوطة / أقراص DVD المعاد تدويرها، والغراء الأبيض.

1. تحدَّ الطلاب في إعداد نموذج اختبار بصري لدورة الخلية اللاجنسية التي يمكن تدويرها. يجب أن تتضمّن التصاميم جميع الخطوات المُهمّة. في أثناء عملهم، قم بإعداد اختبار تقويم ورقي.
2. على جانبٍ من النموذج، يجب أن تظهر الأجزاء المرقّمة أو ذات الحروف فقط من الدورة. على الجانب الخلفي، يجب أن يذكر الطلاب مفتاح إجابة.
3. كلّف الطلاب تبادل النماذج وتقييمها. يمكنهم اقتراح تحسينات أو تصحيحات.



إثراء- بحث في التكاثر الفيروسي

المواد المطلوبة: موارد المكتبة أو اتصال بالإنترنت والأجهزة.

1. يطلب إلى الطلاب كتابة فقرة للإجابة عن هذا السؤال. وإذا رغبت في ذلك، اطلب أيضًا صورة أو رسمًا تخطيطيًّا يوضح العملية.
2. يجب أن تجيب الفكرة الرئيسة للفقرة عن السؤال الرئيس: لماذا لا تُعدّ هذه العملية انقسامًا خلويًّا أو تكاثرًا؟
3. قد يواجه الطلاب صعوبة في الإجابة عن السؤال الذي تمّ تصميمه لتغيير المفهوم الخاطئ بأنّ الفيروسات كائنات حية. تشمل التفسيرات المحتملة ما يأتي:
   - لا تتكوّن الفيروسات من خلايا، ولا يمكنها التكاثر من تلقاء نفسها.
   - لا تنقسم الجُسَيْمات أو تنسخ مادتها الوراثية.
   - تتطلّب مضيفًا للتكاثر، لكنّها تختلف عن الطفيليات، لأنّه يمكن للطفيليات نفسها أداء وظائفها الحيوية الخاصة.
4. اقبل جميع الإجابات الصحيحة لأنّ أفكارًا أخرى قد تخطر في بال الطلاب.

ملاحظات

الدرس 2-2
الكروموسومات والانقسام المتساوي

مصادر تعلّم الدرس

الوقت	العناوين/المحتوى	موارد كتاب الطالب	موارد دليل المعلم
1 حصة	مقدّمة الدرس يندمج– المخطّط الكروموسومي البشري	الصفحتان 58 و59	افتتاحية الدرس أعدّ مخطّط كروموسومي عبر الإنترنت
2 حصة	DNA والكروماتين الكروموسومات تركيب الكروموسوم الخلايا الجسمية والأمشاج	الصفحات 63-60	بناء نموذج
2 حصة	الخطوات الرئيسة للانقسام الانقسام المُتساوي والانقسام السيتوبلازمي في الخلايا الحيوانية الانقسام المُتساوي والانقسام السيتوبلازمي في الخلايا النباتية ملاحظة الانقسام المُتساوي والانقسام السيتوبلازمي تحت المجهر	الصفحات 67-64	ورقة النشاط 2-2
2-1 حصة	2-2 الانقسام المُتساوي	الصفحة 68	ورقة العمل 2-2

الزمن المقترح للدرس

يستغرق تنفيذ هذا الدرس 6 إلى 7 حصص، ويشتمل على نشاط خبرة تعلّم واحد.

الأنشطة	مواد من أجل النشاط
2-2 الانقسام المُتساوي (غير المباشر)	مجاهر ضوئية، شرائح جاهزة عن الانقسام المتساوي في جنين *Coregonus* (السمكة البيضاء)، أو *Ascaris megalocephala* (دودة الحصان الأسطوانية)، قِمّة جذر *Allium cepa* (البصل)، آلات حاسبة.

مخرجات التعلم

B1005.1 يصف الخلايا الجسمية كخلايا ثنائية المجموعة الكروموسومية (Diploid) والخلايا الجنسية كخلايا أحادية المجموعة الكروموسومية (Haploid) ويوضّح كيف يتم التفاف الحمض النووي في الكروموسومات، بما في ذلك الفرق بين الكروماتين والكروموسومات.

B1005.2 يصف الكروماتيدات، والقطعة المركزية (السنترومير)، والقطع الطرفية (التيلوميرات).

B1005.3 يشرح أهمية الكروموسومات المتماثلة.

B1005.4 يصف المراحل الرئيسة للانقسام غير المباشر (الميتوزي/ المتساوي)؛ وتشمل الطور التمهيدي (Prophase)، والطور الاستوائي (Metaphase)، والطور الانفصالي (Anaphase)، والطور النهائي (Telophase).

المعرفة السابقة

يجب أن يكون الطلاب قد عرفوا:

- مصطلحات الكروموسوم، وثنائية المجموعة الكروموسومية وأحادية المجموعة الكروموسومية من المستوى التاسع.
- التراكيب الأساسية للخلايا الحيوانية والنباتية من المستوى السابع والمستوى التاسع.
- المحتوى الوراثي الذي ينتج عندما تنقسم نواة الخلية عن طريق الانقسام المُتساوي هو ثنائي المجموعة الكروموسومية من المستوى التاسع.

المفردات

Histones	الهيستونات
Nucleosom	الجُسَيْم النووي
Chromatin	الكروماتين
Identica	متطابقة وراثيًا
Sister chromatid	الكروماتيد الشقيق
Somatic cell	الخلية الجسمية
Gamete	المشيج
Diploid	ثنائية المجموعة الكروموسومية
Haploid	أحادية المجموعة الكروموسومية
Homologous chromosomes	الكروموسومات المتماثلة
Fertilization	الإخصاب
Centromere	القطعة المركزية
Telomere	القطعة الطرفية
Spindle	المغزل
Cell plate	الصفيحة الخلوية

افتتاحية الدرس

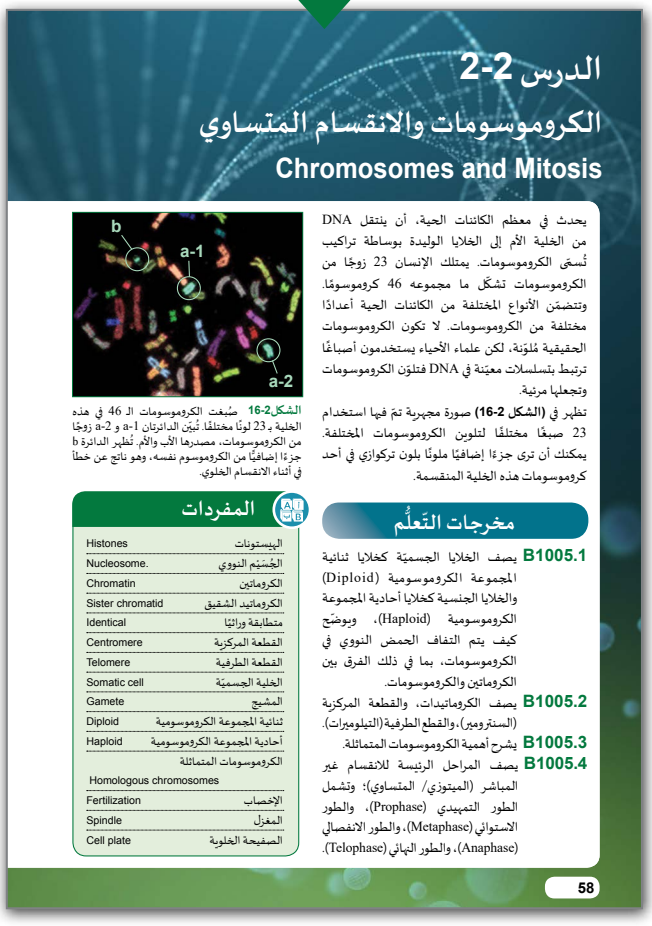
1. كلّف الطلاب قراءة افتتاحية الدرس حول DNA. قم بمناقشة ما يعرفونه عن DNA ووظيفته.

سوف يعرف معظم الطلاب الأفكار الأساسية، مثل: إنّ الحمض النووي DNA هو أساس الهندسة الوراثية وهو يتعلّق بالتكاثر. ربّما لا يعرف الطلاب أنّ DNA نفسه موجود في كلِّ خلية وأنّه يتضاعف ملايين المرّات كلّ يوم نتيجة انقسام كلّ خلية في الجسم. قد يعرف بعض الطلاب معلومات عن الخلايا الجذعية، وأنّ كلّ خلية تحمل DNA نفسه، إلّا أنّه لا يمكن لجميع الخلايا أن تنمو لتصبح كائنًا حيًّا جديدًا بالكامل.

2. حاول أن تتأكّد من أنّ الطلاب يستطيعون تحديد موقع الكثير من الألوان ومطابقتها في صورة الكروموسوم المصبوغ.

3. أشر إلى أهداف الدرس:

- مراجعة الفرق بين عدد الكروموسومات في الخلايا ثنائية المجموعة الكروموسومية والخلايا أحادية المجموعة الكروموسومية.
- التعرّف إلى أجزاء الكروموسومات التي تظهر في مراحل مختلفة من دورة الخليّة.
- شرح الكروموسومات المتماثلة.
- وصف المراحل الرئيسة للانقسام المُتساوي، وهو انقسام نووي وجزء من دورة الخلية.



الدرس 2-2

الكروموسومات والانقسام المتساوي

Chromosomes and Mitosis

يحدث في معظم الكائنات الحية، أن ينتقل DNA من الخلية الأم إلى الخلايا الوليدة بوساطة تراكيب تُسمّى الكروموسومات. يمتلك الإنسان 23 زوجًا من الكروموسومات تشكّل ما مجموعه 46 كروموسومًا. وتتضمّن الأنواع المختلفة من الكائنات الحية أعدادًا مختلفة من الكروموسومات. لا تكون الكروموسومات الحقيقية مُلوّنة، لكن علماء الأحياء يستخدمون أصباغًا ترتبط بتسلسلات معيّنة في DNA فتلوّن الكروموسومات وتجعلها مرئية.

تظهر في **(الشكل 2-16)** صورة مجهرية تمّ فيها استخدام 23 صبغًا مختلفًا لتلوين الكروموسومات المختلفة. يمكنك أن ترى جزءًا إضافيًا ملونًا بلون تركوازي في أحد كروموسومات هذه الخلية المنقسمة.

b
a-1
a-2

الشكل 2-16 صُبغت الكروموسومات الـ 46 في هذه الخلية بـ 23 لونًا مختلفًا. تُبيّن الدائرتان 1-a و 2-a زوجًا من الكروموسومات، مصدرها الأب والأم. تُظهر الدائرة b جزءًا إضافيًا من الكروموسوم نفسه، وهو ناتج عن خطأ في أثناء الانقسام الخلوي.

مخرجات التّعلُّم

B1005.1 يصف الخلايا الجسميّة كخلايا ثنائية المجموعة الكروموسومية (Diploid) والخلايا الجنسية كخلايا أحادية المجموعة الكروموسومية (Haploid)، ويوضّح كيف يتم التفاف الحمض النووي في الكروموسومات، بما في ذلك الفرق بين الكروماتين والكروموسومات.

B1005.2 يصف الكروماتيدات، والقطعة المركزية (السنترومير)، والقطع الطرفية (التيلومرات).

B1005.3 يشرح أهمية الكروموسومات المتماثلة.

B1005.4 يصف المراحل الرئيسة للانقسام غير المباشر (الميتوزي/ المتساوي): وتشمل الطور التمهيدي (Prophase)، والطور الاستوائي (Metaphase)، والطور الانفصالي (Anaphase)، والطور النهائي (Telophase).

المفردات

Histones	البيستونات
Nucleosome.	الجُسَيْم النووي
Chromatin	الكروماتين
Sister chromatid	الكروماتيد الشقيق
Identical	متطابقة وراثيًا
Centromere	القطعة المركزية
Telomere	القطعة الطرفية
Somatic cell	الخلية الجسميّة
Gamete	المشيج
Diploid	ثنائية المجموعة الكروموسومية
Haploid	أحادية المجموعة الكروموسومية
الكروموسومات المتماثلة	
Homologous chromosomes	
Fertilization	الإخصاب
Spindle	المغزل
Cell plate	الصفيحة الخلوية

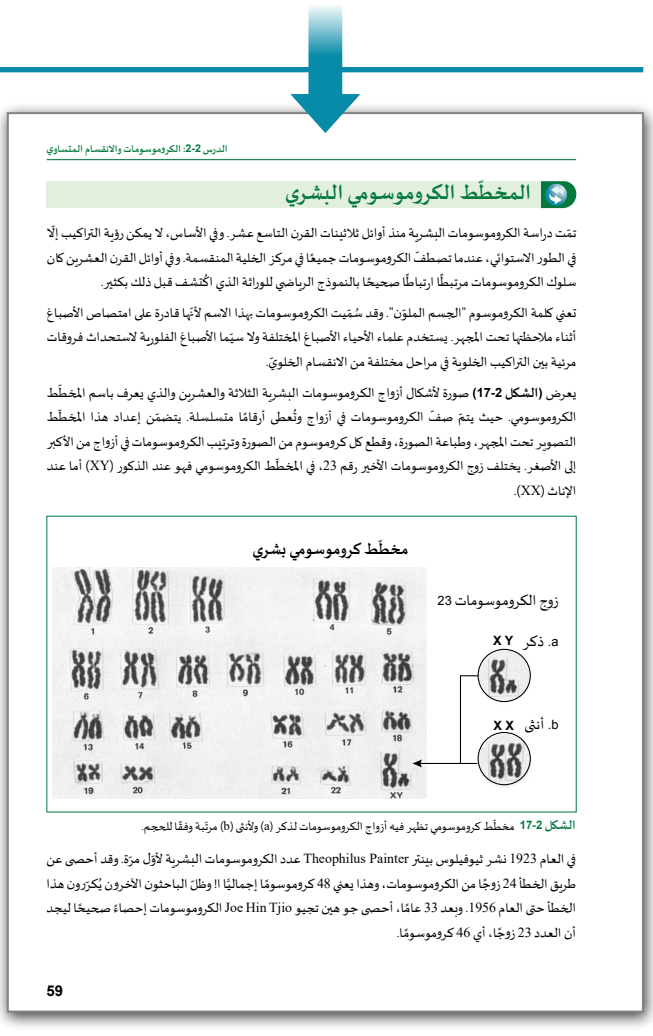
58

المخطّط الكروموسومي البشري

1. قبل بداية الحصّة، تحقّق من أنّه يمكن للطلّاب الوصول إلى نشاط «أعدّ المخطّط الكروموسومي» التفاعلي عبر الإنترنت على أجهزتهم والموجود عبر الرابط الآتي:

   https://learn.genetics.utah.edu/content/basics/karyotype/

2. التعليمات بسيطة: وهي تطلب إلى الطلاب أن يضغطوا ويسحبوا ويسقطوا كروموسومًا مطابقًا من مجموعة الكروموسومات على المخطّط الكروموسومي غير المكتمل.
3. قبل أن يبدأ الطلاب، دعهم يلاحظون نمط الحزم على كلّ كروموسوم يتكوّن نتيجة عملية الصبغ.
4. أشر إلى أنّ المعلومات في شكل DNA على كلّ مجموعة من الكروموسومات هي تسلسل فريد للبشر.
5. امنح الطلاب وقتًا، من 5 إلى 10 دقائق، لإكمال النشاط القصير.



الدرس 2-2: الكروموسومات والانقسام المتساوي

المخطّط الكروموسومي البشري

تمّت دراسة الكروموسومات البشرية منذ أوائل ثلاثينات القرن التاسع عشر. وفي الأساس، لا يمكن رؤية التراكيب إلّا في الطور الاستوائي، عندما تصطفّ الكروموسومات جميعًا في مركز الخلية المنقسمة. وفي أوائل القرن العشرين كان سلوك الكروموسومات مرتبطًا ارتباطًا صحيحًا بالنموذج الرياضي للوراثة الذي اكتُشف قبل ذلك بكثير.

تعني كلمة الكروموسوم "الجسم الملوّن". وقد سُمّيت الكروموسومات بهذا الاسم لأنّها قادرة على امتصاص الأصباغ أثناء ملاحظتها تحت المجهر. يستخدم علماء الأحياء الأصباغ المختلفة ولا سيّما الأصباغ الفلورية لاستحداث فروقات مرئية بين التراكيب الخلوية في مراحل مختلفة من الانقسام الخلويّ.

يعرض **(الشكل 2-17)** صورة لأشكال أزواج الكروموسومات البشرية الثلاثة والعشرين والذي يعرف باسم المخطّط الكروموسومي. حيث يتمّ صفّ الكروموسومات في أزواج وتُعطى أرقامًا متسلسلة. يتضمّن إعداد هذا المخطّط التصوير تحت المجهر، وطباعة الصورة، وقطع كل كروموسوم من الصورة وترتيب الكروموسومات في أزواج من الأكبر إلى الأصغر. يختلف زوج الكروموسومات الأخير رقم 23، في المخطّط الكروموسومي فهو عند الذكور (XY) أما عند الإناث (XX).

مخطّط كروموسومي بشري

زوج الكروموسومات 23

a. ذكر XY

b. أنثى XX

الشكل 2-17 مخطّط كروموسومي تظهر فيه أزواج الكروموسومات لذكر (a) ولأنثى (b) مرتّبة وفقًا للحجم.

في العام 1923 نشر ثيوفيلوس بينتر Theophilus Painter عدد الكروموسومات البشرية لأوّل مرّة. وقد أحصى عن طريق الخطأ 24 زوجًا من الكروموسومات، وهذا يعني 48 كروموسومًا إجماليًا !! وظلّ الباحثون الآخرون يُكرّرون هذا الخطأ حتى العام 1956. وبعد 33 عامًا، أحصى جو هين تجيو Joe Hin Tjio الكروموسومات إحصاءً صحيحًا ليجد أن العدد 23 زوجًا، أي 46 كروموسومًا.

59

DNA والكروماتين والكروموسومات

الموادّ المطلوبة: عِصيّ خشبية يدوية، ألوان مختلفة من خيوط الغزل، أقلام تعليم

1. قبل بداية الحصّة، قم بتصميم نموذج تقييم بسيط يتضمّن المتطلّبات الأساسية لبناء نموذج لانتقال DNA إلى تشكيل تراكيب على شكل قضبان تُسمّى «الكروموسومات». ضمّن نموذج التقييم المصطلحات المطلوبة، مثل: الكروموسوم، والكروماتين، والجين، والكروماتيدات الشقيقة.
2. قم بإعداد نسخ من نموذج التقييم للطلاب لتسليمها مع نماذجهم.

- بعد أن يقرأ الطلاب هذه الصفحات الأربع، قدّم أدوات حرفية بسيطة واترك 30-20 دقيقة للنشاط.
- وزّع المواد وحدّد مهلة زمنية. أشر إلى أنّ هذه النماذج لا يمكن بناؤها بمقياس حقيقي، لكنّها نماذج مفاهيمية.
- اختصارًا للوقت، يجب أن يعمل الطلاب ضمن مجموعات ثنائية بحيث يقوم كلّ منهم بإنشاء كروموسوم واحد فقط.

3. قوّم نماذج الطلاب للتحقّق من فهمهم.

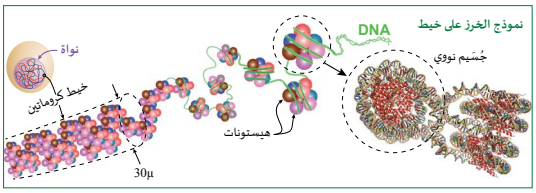
DNA والكروماتين

يتم تسجيل المعلومات الوراثية الفريدة لكل كائن حي في DNA. يتّخذ جُزيء DNA شكل السلّم اللولبي مع "درجات" تتضمّن أزواجًا من القواعد النيتروجينية، هي: الأدينين(A)، والجوانين (G)، والثايمين (T) والسايتوسين (C). ولا يتشكّل سوى أربعة أزواج ممكنة، هي: AT و TA و CG و GC. يحدّد التسلسل الدقيق لهذه الأزواج الأربعة المعلومات الوراثية، وهو فريد لكل فرد. نجد مثلًا أنّ التسلسل ATTGCC الموجود على جانب واحد من جزيء DNA يحمل معلومات للخلية لتصنيع جزء من بروتين معيّن. أمّا التسلسل ATAAGC فيحمل معلومات للخلية عن كيفية تكوُّن جزء من بروتين مختلف. يوضّح **(الشكل 2-18)** كيفية ترتيب أزواج القواعد النيتروجينية.

الشكل 2-18 DNA في شكل سلّم لولبي.

قد يصل طول جُزيء DNA إلى عدة مليارات من النيوكليوتيدات، ويتكون كل نيوكليوتيد من ثلاث مكونات رئيسة: مجموعة فوسفاتية، وسكر خماسي الكربون، وقاعدة نيتروجينية.. ويمتدّ إلى أكثر من متر واحد! ولكي تتناسب مع نواة الخلية الصغيرة، البالغ قطرها 5×10^{-6}m فقط، تشكّل جُزيئات DNA تراكيب ملتفّة تقلّل الطول بأكثر من مليون مرة.

تقوم خيوط DNA الرفيعة داخل النواة بالالتفاف حول كتل من البروتينات تُسمّى **الهيستونات Histones**. يتكوّن كل هيستون من 8 بروتينات، ويُطلق على كلّ تركيب من DNA ملتفّ حول أحد الهيستونات اسم **الجُسَيْم النووي Nucleosome**. يتشكّل خيط DNA في سلسلة من النيوكليوسومات nucleosomes مثل "خرز على خيط" **(الشكل 2-19)**. ثم تلتفّ خيوط DNA والهيستونات على نفسها لتكوّن **الكروماتين Chromatin**. الكروماتين عبارة عن خيط يبلغ قطره 30µ تقريبًا ويتألف من DNA وهستونات. يتّخذ DNA شكل ألياف الكروماتين في معظم دورة الخلية.

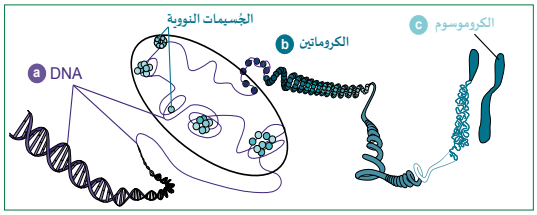


الشكل 2-19 تركيب الكروماتين والجُسَيْمات النووية.

الكروموسومات

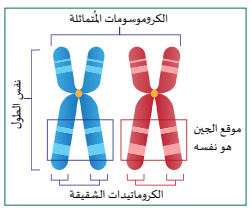
لا يكون DNA في الخلايا حقيقية النواة جُزيئًا واحدًا مستمرًّا، بل يكون مقسومًا إلى أقسام مميّزة من خيوط الكروماتين. يمكن تشبيه DNA بكتاب، فكلاهما يتألّف من مجموعة أقسام. ينقسم الجمض النووي البشري إلى 23 قسمًا، لكنّ كل قسمٍ من هذه الأقسام يختلف عن الأقسام الأخرى ويحتوي على جزء مختلف من DNA الكامل. تحتوي الخلايا البشرية على نسختين من كل قسم، وهي تشكّل ما مجموعه 46 خيطًا فرديًّا من الكروماتين في النواة.

تظلّ الخلية في معظم حياتها (المرحلة G1)، تستخدم DNA في وظائفها. حيث تقوم بقراءته مستخدمة حمضًا نوويًّا آخر يُسمّى RNA. قبل انقسام الخلية، يلتف الكروماتين بإحكام ويتكثّف ليُشكّل تركيب الكروموسوم الكثيف **(الشكل 2-20)**.



الشكل 2-20 يتكثّف الكروماتين قبل انقسام الخلية ليُشكّل الكروموسومات.

تُشكّل الـ46 كروموسومًا في المخطّط الكروموسومي البشري 23 زوجًا من الكروموسومات. تتضمّن **الكروموسومات المتماثلة Homologous chromosomes** الجينات نفسها، في المواقع ذاتها **(الشكل 2-21)**. فزوجا الكروموسوم 21 مثلًا متماثلان. وأنت ترث نسخة كروموسوم 21 واحدة من أمّك، والأخرى من أبيك. أمّا الجمض النووي الموجود في الكروموسومات المتماثلة، فلا يكون متطابقًا ورائيًا، لأنّ أحد الكروموسومات من الأب والآخر من الأم.



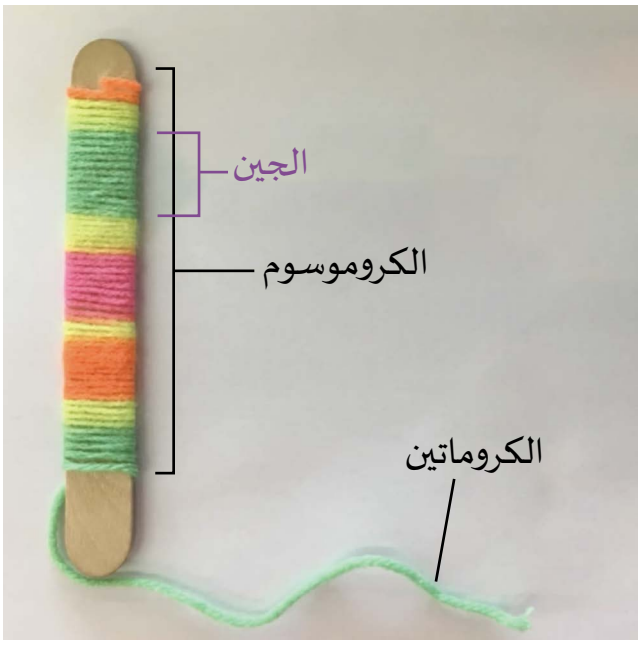
الشكل 2-21 تحتوي الكروموسومات المُتماثلة على الجينات نفسها في ذات المواقع.

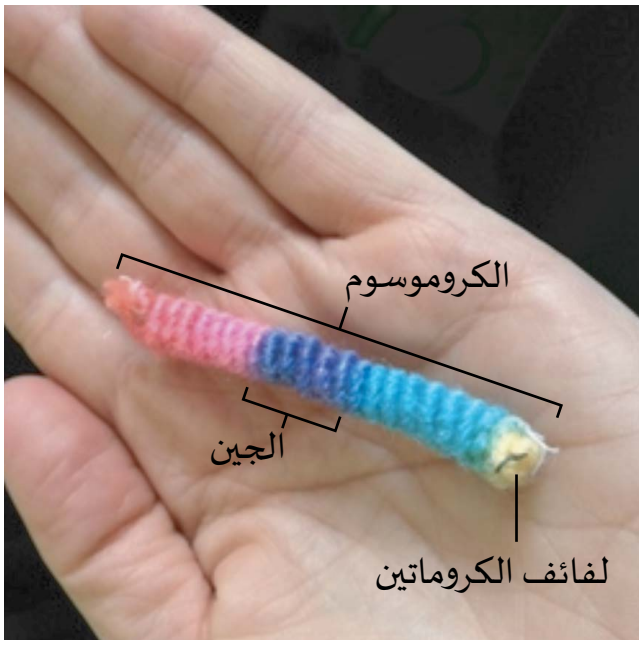
نشاط تركيب الكروموسوم

أسس تقويم بناء النموذج

المحتوى	العلامة
النموذج هو تمثيل صحيح يعتمد على النماذج المدروسة. يتضمّن النموذج المعلومات الأساسية التي تربط المكوّنات بالمصطلحات أو الأوصاف في شكل مفتاح. المعلومات مناسبة ودقيقة.	5
قد يحتوي النموذج على واحد أو أكثر من المكوّنات غير الصحيحة بناءً على النماذج المدروسة. تمّ تضمين مفتاح، ولكن قد يكون مكوّن واحد أو أكثر مفقودًا.	3
لا يتمّ تضمين المفتاح، أو المعلومات غير صحيحة أو غير دقيقة.	1
العرض	
النموذج ملوّن ومرتّب والمفتاح مقروء. مقياس النموذج مناسب، إذا كان المقياس مطلوبًا.	5
ربّما لا يكون النموذج مرتّبًا أو ملوّنًا، أو قد يكون المفتاح غير مقروء. إذا كان المقياس مطلوبًا، فقد لا يتمّ تضمينه.	3
النموذج ليس أنيقًا أو ملوّنًا أو يفتقر إلى المفتاح و / أو إلى المقياس.	1
المجموع	

حلول الطلاب الممكنة





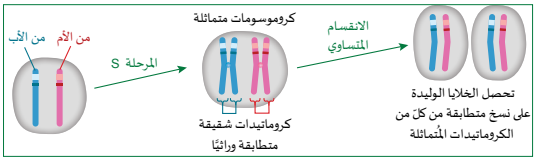
تركيب الكروموسومات وعددها

4. يتمّ عرض نموذج تقييم وأمثلة لنماذج الطلاب في الصفحة التالية.
5. إذا لزم الأمر، ساعد الطلاب على التمييز بين الكروماتيدات الشقيقة وزوج الكروموسوم المتماثل باستخدام الشرح والمخطّطات المُعَدَّة.
6. قبل الانتهاء من الدرس، راجع بإيجاز مفهوم عدد الكروموسومات الذي يميّز بين **الخلايا الجسمية** و**المشيج**، أو الخلية الجنسية.
7. أشر إلى أنّ عدد الكروموسومات الموجودة في الأمشاج، مثل البويضة والحيوانات المنوية، هو نصف عدد الكروموسومات الموجودة في خلايا الجسم. اشرح أنّه، عندما تتّحد الأمشاج، سيكون للخلية المخصبة حديثًا العدد الطبيعي الموجود في خلايا الجسم.
8. اجمع نماذج الطلاب لنشاط الدرس 2-3 أو تأكّد من حفظها جميعها.

تركيب الكروموسوم

تتركّب الكروموسومات بشكل يسمح للخلايا الوليدة الناتجة من الانقسام المتساوي بأن تتلقى مجموعة كاملة من 46 كروماتيدًا، تتضمّن نسخًا متطابقة لكل من الكروماتيدات الـ 23 المختلفة من الأم والكروماتيدات الـ 23 المختلفة من الأب.

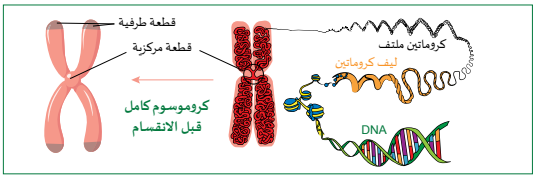
قبل انقسام الخلية، يُنتج كل كروموسوم نسخة مطابقة تمامًا من حمضه النووي ليُعدّ **كروماتيدَين شقيقَين** **Sister chromatids** متطابقَين وراثيًا. يشتمل الشكل "X" للكروموسوم قبل انقسام الخلية على الكروماتيدَين الشقيقَين وهما متّصلان معًا. وتتميّز الكروماتيدات الشقيقة بأنّها **متطابقة وراثيًا** **Genetically identical**، فهي تحتوي على أقسام DNA نفسها، اما الكروماتيدات المتماثلة في الخلايا الوليدة فلا تكون متطابقة وراثيًا (**الشكل 2-22**).



الشكل 2-22 الفرق بين الكروماتيدات المتماثلة والكروماتيدات المتطابقة.

يتشكّل الكروماتيد بالتفاف خيوط الكروماتين على نفسها مرارًا وتكرارًا ثلاث مرّات في عملية تُسمّى "فرط الالتفاف" (**الشكل 2-23**). وترتبط الكروماتيدات الشقيقة بتركيب يُسمّى **القطعة المركزية** **Centromere** في الكروموسوم الكامل. تحفظ القطعة المركزية الكروماتيدَين الشقيقَين معًا حتى نهاية الانقسام المُتساوي فتحصل كل خلية وليدة على واحد من كل كروماتيدَين شقيقَين.

ينتهي كل كروماتيد شقيق بتركيب يُسمّى **القطعة الطرفية** **Telomere**. وهي تركيب من DNA وبروتين يحميان



الشكل 2-23 تركيب الكروموسوم.

DNA الكروموسوم من الانحلال عند النهايات. يمكنك أن تشبّه القطعة الطرفية بقلنسوة صغيرة تمنع الطرف الحر لـ DNA من النشاط الكيميائي.

الخلايا الجسميّة والأمشاج

تعتمد كمّية DNA في الخلية على نوع الكائن الحي ونوع الخلايا. حيث أنّ عدد الكروموسومات وكمّية DNA يختلفان باختلاف الكائنات الحية (**الجدول 2-1**). يمتلك الإنسان مثلًا 23 زوجًا، في حين أن القطط تمتلك 19 زوجًا.

يتضمّن جسم الكائن الحي نفسه نوعَين من الخلايا: خلية الجسم العادية، وتُسمّى **الخلية الجسميّة** **Somatic cell**. وتحتوي على كمية DNA نفسها كالخلية الأم. أمّا النوع الثاني من الخلايا فيسمّى **المشيج** **Gamete**. تحتوي الأمشاج على نصف DNA الخلايا الجسميّة لأن مشيجًا واحدًا يتّحد مع مشيج من الأب الآخر لإنشاء مجموعة كاملة من DNA في أثناء التكاثر. فالخلية الجسميّة البشرية مثلًا تحتوي على 46 كروموسومًا، ويحتوي المشيج البشري (الحيوان المنوي أو البويضة) على 23 كروموسومًا فقط.

الجدول 2-1 بعض الكائنات الحية وعدد الكروموسومات فيها.

الكائن		عدد الكروموسومات في الخلية الجسميّة	العدد الكلّي للكروموسومات	عدد الكروموسومات في الأمشاج
السبانخ		6 أزواج	12	6
القطة المنزلية		19 زوجًا	38	19
الإنسان		23 زوجًا	46	23
الحصان		32 زوجًا	64	32

تكون معظم الخلايا في الإنسان خلايا جسميّة تحتوي جميعها على 46 كروموسومًا. ويُعدّ الإنسان ومعظم الثدييات كائنات **ثنائية المجموعة الكروموسومية** **Diploid**. ويُقصد بهذه الثنائية أن كل خلية جسميّة تحتوي على نسختَين من كل كروموسوم، واحدة في الأصل من الأم وواحدة من الأب.

أمّا الأمشاج فتكون **أحادية المجموعة الكروموسومية** **Haploid**، ما يعني أن لديها نسخة واحدة فقط من كل كروموسوم. تحتوي البُوَيضة أو الحيوان المنوي البشري على نصف عدد الكروموسومات. ولا بدّ من اتّحاد المشيجَين لإنتاج خلية يمكن أن تتطوّر إلى إنسان كامل. ويحدث **الإخصاب** **Fertilization** من اتحاد خلية بُوَيضة أحادية المجموعة الكروموسومية وحيوان منوي أحادي المجموعة الكروموسومية. وبذلك يستعيد الإخصاب العدد الثنائي للكروموسومات ويجمع DNA كلا الأبوَين.

يستعيد إخصاب مشيجَين العدد الكامل من الكروموسومات ويخلط محتوى الخليّتَين من الـ DNA.

الخطوات الرئيسة للانقسام المتساوي في الخلايا الحيوانية

المواد المطلوبة: الاتصال بالإنترنت، والرسوم المتحرّكة، أو مقاطع مصوّرة عن الانقسام المُتساوي، وكاميرا الإسقاط

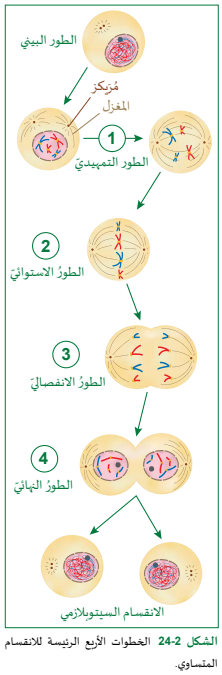
1. قبل بداية الحصّة، قم بإعداد نسخ من ورقة النشاط 2-2 وحدّد موقع الوسائط الرقمية التي يمكن للطلاب مشاهدتها أو إكمالها والتي تتضمّن خطوات الانقسام المُتساوي في الخلايا النباتية أو الحيوانية.
2. وفيما يأتي بعض الأمثلة:
   - ***https://en.wikipedia.org/wiki/Mitosis#/media/File:Mitosis_ Mesenchymal_ Stem_Cells.gif***
   - ***https://vcell.science/project/mitosis***
   - ***https://www.youtube.com/watch?v=Q6ucKWIIFmg***
3. بعد أن يقوم الطلاب بقراءة الصفحات الأربع الأخيرة ومراجعة الوسائط الرقمية، قم بتوزيع نسخ من ورقة النشاط كتقويم قبليّ. تتضمّن صفحات كتاب الطالب وورقة النشاط الانقسام الخلوي الحيواني وتهيّئ الطلاب للتعرّف إلى الاختلافات بين الانقسام المُتساوي في الخلية الحيوانية وفي الخلية النباتية.

الخطوات الرئيسة للانقسام

يتمثّل الانقسام المُتساوي في التسلسل المعقّد للأحداث الذي تشهده الخلية فتُفصّل الكروموسومات إلى كروماتيداتها الشقيقة. تحصل كل خلية وليدة على كروماتيد شقيق واحد من كل كروموسوم. يتم عرض الخطوات الأربع الرئيسة للانقسام في **الشكل (2-24)**. حيث سمّيت الخطوات وفقًا لما ظهر تحت المجهر.

الطور التمهيديّ prophase. تختفي النوية، وتتحرّك تراكيب صغيرة تُسمّى "المريكزات" باتّجاه القطبَين المتقابلَين للخلية. تنمو من **المريكزات centrioles** أنابيب دقيقة تُسمّى "الخيوط المغزلية" ويتّجه بعضها نحو بعض لتشكيل **الخيوط المغزلية spindle**. أمّا الكروموسومات فتتكثّف بشكل كامل. ويشهد الجزء الثاني من الطور تحلُّل الغشاء النووي وبدء ارتباط خيوط المغزل بالكروموسومات.

1. **الطورُ الاستوائيّ Metaphase.** تصطفّ الكروموسومات في وسط الخلية بين المريكزات. وترتبط الخيوط المغزلية من المريكزات المتقابلة ببروتينات تُسمّى الحيّز الحركي *kinetochore* على كل من الكروماتيدات الشقيقة التي تشغل الجانبَين المتقابلَين من القطعة المركزية.
2. **الطورُ الانفصاليّ Anaphase.** قبل أن يبدأ الطور الانفصالي مباشرة تتحقّق الخلية من أن جميع الكروموسومات مرتبطة ارتباطًا صحيحًا بالخيوط المغزلية، ثم تتقلّص الخيوط المغزلية وتسحب معها الكروماتيدات الشقيقة، فتفصلها عن بعضها بعضًا نحو الأطراف المتقابلة للخلية. هذا الفعل يمدّد الخلية.
3. **الطورُ النهائيّ Telophase.** تستعد الخلية للانقسام. حيث تتحلّل الخيوط المغزلية. وتتكوّن نواتان جديدتان، واحدة لكل مجموعة من الكروموسومات. وتظهر الأغشية النووية والنويّات مرة أخرى. تتمدّد الكروموسومات مرّة أخرى لتتحوّل إلى خيوط الكروماتين، ويبدأ الغشاء الخلوي بالتحضر في الوسط لتنقسم الخلية إلى خليتَين وليدتَين مُتطابقتَين مع الخلية الأم.



الشكل 2-24 الخطوات الأربع الرئيسة للانقسام المتساوي.

الانقسام المُتساوي والانقسام السيتوبلازمي في الخلايا الحيوانية

يتميز الانقسام المتساوي في الخلية الحيوانية بأن الخطوط المغزلية تتكوّن فقط حول المريكزات. وفي الانقسام السيتوبلازمي يتحضّر الغشاء الخلوي المرن لتشكيل أخدود انشقاق يقسم الخلية إلى خليتَين اثنتَين (**الشكل 2-25**).

الشكل 2-25 دورة الخلية الحيوانية ويظهر فيها الطور البيني والانقسام المُتساوي والانقسام السيتوبلازمي. وقد تمّت تسمية التراكيب الرئيسة في الخلايا الحيوانية.

1. تُكمل الكروماتيدات الشقيقة تكثّفها وتزدوج عند القطعة المركزية. ويتشكّل المغزل الانقسامي حول المريكزات.
2. ترتبط الكروموسومات بالخطوط المغزلية عند خط استواء الخلية.
3. تنفصل الكروماتيدات الشقيقة عند القطعة المركزية وتتحرّك نحو الجانبَين المتقابلَين من الخلية.
4. تتجمّع الكروماتيدات ويحيط بها غشاء نووي جديد. وتتفكّك الكروماتيدات مرّة أخرى وتتحوّل إلى الكروماتين.
5. يحدث الانقسام السيتوبلازمي عن طريق انقباض حلقة بروتينية حول خطّ الاستواء للخلية لتحضّر الغشاء الخلوي، فتُحدث فيه ما يُسمّى "أخدود الانشقاق".

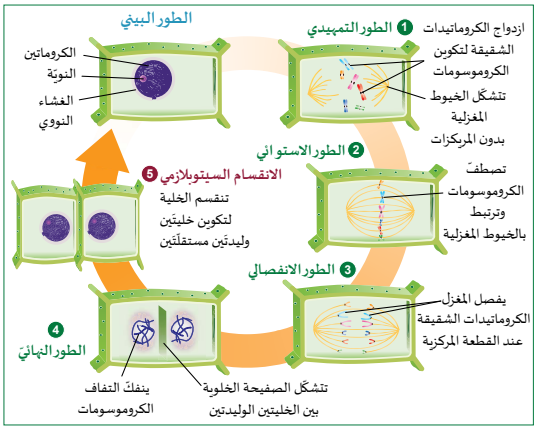
الانقسام المُتساوي والانقسام السيتوبلازمي في الخلايا النباتية

4. كلّف الطلاب تبادل الأوراق للتحقّق من الفهم. تتمّ إزالة الأسطر عن عمد من نسخة الطالب، بحيث يتعرّف الطلاب في أثناء اختبار الوحدة إلى أنّ بعض التسميات لا تزال صحيحة على الرغم من أنّ كتابتها قد تمّت في مواقع مختلفة، لأنّ بعض التراكيب موجودة في أكثر من طور من أطوار الانقسام المُتساوي. أشر إلى أحداث معينة وتراكيب خلوية تميّز طورًا من آخر.

5. تأكّد من قدرة الطلاب على التعرّف إلى الاختلافات بين الأطوار الأربعة للانقسام المُتساوي في الخلايا النباتية والاتفاق عليها قبل البدء في نشاط خبرة التعلّم.

الانقسام المُتساوي والانقسام السيتوبلازمي في الخلايا النباتية

يمثّل **(الشكل 2-26)** نموذجًا لكيفية انقسام الخلايا الجسدية لاجنسيًّا في أوراق وساق وجذور النبات. وتتمثّل الاختلافات الرئيسة في النباتات بتكوين جدار خلية جديد بين الخلايا الوليدة وعدم تكوين مريكزات.

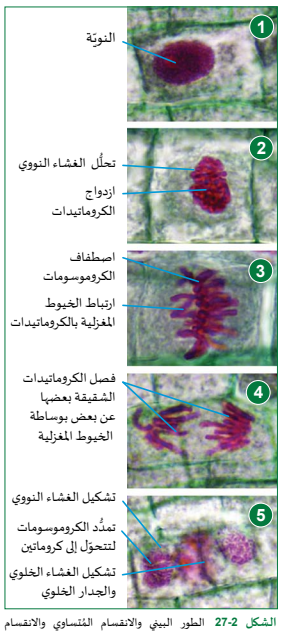


الشكل 2-26 تنقسم الخلايا الجسدية للسبانخ لاجنسيًّا بوساطة الانقسام المُتساوي.

1. يشهد الطور التمهيدي تكثُّف الكروماتيدات الشقيقة من الكروماتين وارتباطها عند القطعة المركزية، وتشكّل الخيوط المغزلية، ولكن بدون مريكزات.
2. يشهد الطور الاستوائي اصطفاف الكروموسومات وسط الخلية وارتباط الكروموسومات بالخيوط المغزلية.
3. يشهد الطور الانفصالي فصل الكروماتيدات الشقيقة عند القطعة المركزية، وسحبها على طول الخيوط المغزلية إلى الجانبَين المتقابلَين من الخلية.
4. يشهدالطور النهائي إحاطة المجموعات المنفصلة من الكروماتيدات بأغشية نووية جديدة وانفكاك التفاف الكروماتيدات مرة أخرى إلى كروماتين. تبدأ **الصفيحة الخلوية Cell plate** بالتشكّل بين النواتَين.
5. يحدث الانقسام السيتوبلازمي عندما تصل الصفيحة الخلوية إلى جدار الخلية القديمة وتقسم الخلية إلى خليتَين وليدتَين مستقلّتَين.

ملاحظة الانقسام المُتساوي والانقسام السيتوبلازمي تحت المجهر

يحتوي نبات البصل على 16 كروموسومًا (8 أزواج) في خلاياه. وتتضمّن قمم جذوره مناطق سريعة النمو، ويمكننا مراقبة انقسام الخلايا فيها باستخدام المجهر. أمّا الكروموسومات ومعظم التراكيب الخلوية الأخرى فليس لها لون طبيعي، ولا يمكن تمييزها إلا إذا كانت مصبوغة. ومن الجدير بالذكر أنّ الأصباغ المختلفة ترتبط بمركّبات مختلفة. وقد تمّ إعداد الصور في **(الشكل 2-27)** مع صبغَين مختلفين يلوّن أحدهما الجدران الخلوية ويلوّن الثاني DNA.



الشكل 2-27 الطور البيني والانقسام المُتساوي والانقسام السيتوبلازمي في قمة جذر البصل.

1. **الطور البيني**
تحتوي النواة على نويّة معتمة مرئية في بداية الطور البيني. ويكون حمض DNA فيها غير مرئي. ويظهر الكروماتين كحُبيبات قبل أن يتكثّف إلى الكروموسومات.

2. **الطور التمهيدي**
يتحلّل الغشاء النووي وتنطلق الكروموسومات المكثّفة في السيتوبلازم. كذلك تزدوج الكروماتيدات الشقيقة وترتبط عند القطع المركزية. وتبدأ الخطوط المغزلية بالتشكّل، ولكنه لا يُرى في الخلايا النباتية.

3. **الطور الاستوائي**
تصطفّ الكروموسومات. وترتبط الخيوط المغزلية بالكروماتيدات.

4. **الطور الانفصالي**
يفصل المغزل الكروماتيدات الشقيقة،وتتحرك إلى الجانبَين المتقابلَين من الخلية.

5. **الطور النهائي والانقسام السيتوبلازمي**
تفقد الكروماتيدات شكلها، وتبدأ غشاءان نوويان جديدان بتشكيل الخلايا الوليدة. تتشكّل الصفيحة الخلوية لتقسم الخلية إلى خليتَين بين النواتَين الجديدتَين.

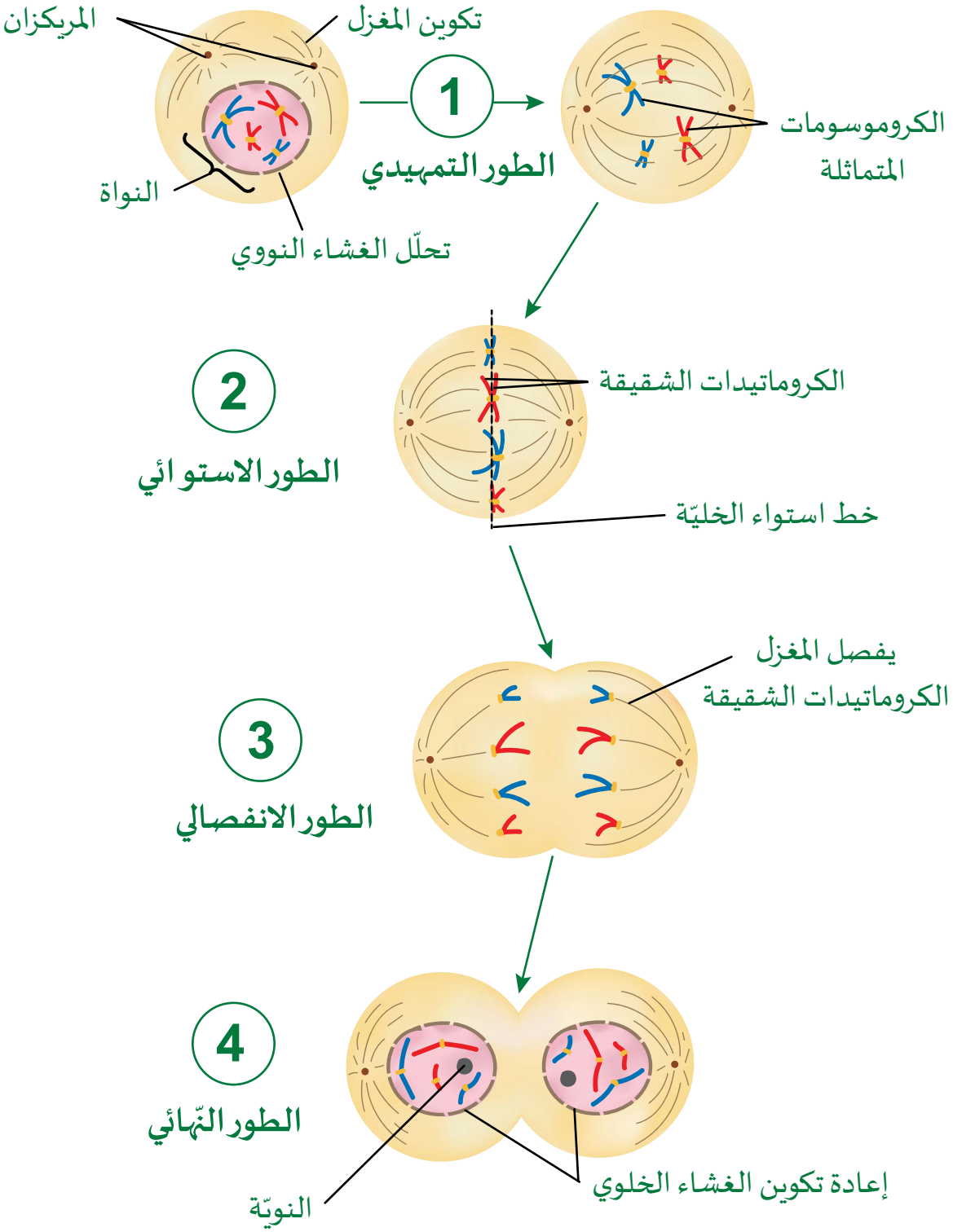
W2-2 الانقسام المُتساوي في الخلايا الحيوانية والنباتية

الإجابات/ عيّنة بيانات

التعليمات

رقّم أطوار الانقسام المُتساوي بالأحرف، ثم أكمل كلّ المخطّط باستخدام التسميات: المريكزان، خط استواء الخليّة، تحلّل الغشاء النووي، الكروموسومات المتماثلة، إعادة تكوين الغشاء النووي، النواة، النويّة، الكروماتيدات الشقيقة، تكوين المغزل، يفصل المغزل الكروماتيدات الشقيقة

ملاحظة: ناقش سبب اختلاف تسمية الطلاب للمواقع عند المراجعة.



W 2-2 الانقسام المُتساوي في الخلايا الحيوانية والنباتية - تابع

الإجابات/ عيّنة بيانات

الأسئلة

استخدم كتاب الطالب والمخطّطات التي وضعت تسميات عليها للإجابة عن الأسئلة الآتية.

a. استخدم ما تتذكّره من الوحدة لتعداد أجزاء الخلية التي تختلف بين الخلايا الحيوانية والنباتية.

يجب على الطلاب تضمين هذه الاختلافات الرئيسة في أجزاء الخلية: تنتج الخلايا الحيوانية المريكزات. تحتوي الخلايا النباتية على الجُدُر الخلوية والبلاستيدات الخضراء.

b. قارن الطور التمهيدي للخلية الحيوانية والطور التمهيدي للخلية النباتية. ما الاختلاف المحدّد الذي تلاحظه؟

لا تقبل أن تتضمّن الإجابة الاختلاف في شكل الخليتَين وحجمهما، لأنّ هاتين الصفتين تختلفان بشكلٍ كبيرٍ بين الكائنات الحيّة. لا تنتج الخلايا النباتية الخيوط المغزلية باستخدام المريكزات.

c. عندما تكمل الخلايا النباتية دورتها، فيمَ يختلف الانقسام السيتوبلازمي في الخلايا الحيوانية عن الانقسام السيتوبلازمي في الخلايا النباتية؟

يختلف الانقسام السيتوبلازمي في الخلايا الحيوانية حقيقية النواة عن الخلايا النباتية لأنّ الخلايا النباتية يجب أن تبني جدارًا خلويًّا جديدًا يُسمّى الصفيحة الخلوية الوسطى بين الخلايا الوليدة.

نشاط 2-2 الانقسام المُتساوي

الإجابات/ عيّنة بيانات

المواد المطلوبة: مجهر إسقاط. مجاهر ضوئية أو رقمية، شرائح جاهزة عن الانقسام المُتساوي في جنين *Coregonus* (السمكة البيضاء)، أو *Ascaris megalocephala* (دودة الحصان الأسطوانية)، قِمّة جذر *Allium cepa* (البصل)، آلات حاسبة، طابعات*.

1. قم بإعداد نسخ من ورقة العمل رقم 2-2.
2. قبل بداية الحصّة، قم بإعداد مجهر إسقاط مع شريحة البصل *Allium*.
3. في بداية الحصّة، استخدم الشريحة لمساعدة الطلاب على مراجعة الشكل في كلّ طور وتحديد الخصائص التي تميّز بوضوح كلَّ مرحلة كي يتّفق الطلاب عليها. على سبيل المثال، قم بالعدّ إذا كان العرض يظهر >50% من الخلية ولم تتضرّر.
4. ساعد الطلاب بتقديم دعم في الرياضيات يسهّل عليهم حساب النسب المئوية، إذا لزم الأمر.

ملاحظة: إذا كان لدى الطلاب مجاهر رقمية، فإنّ بإمكانهم التقاط الصور وطباعتها. هذا يجعل العدّ والمقارنات في مجال الرؤية نفسه أسرع وأسهل بكثير، لأنه يسهّل تمييز الخلية في كلّ طور وعدّها.

الوحدة 2: نموّ الخلية وانقسامها

نشاط 2-2 الانقسام المُتساوي (غير المباشر)

سؤال الاستقصاء	كم من الوقت تقضيه الخلايا في كل طور من الانقسام المتساوي؟
المواد المطلوبة	مجاهر ضوئية، شرائح جاهزة عن الانقسام المتساوي في تطور جنين *Coregonus* (السمكة البيضاء)، أو *Ascaris megalocephala* (دودة الحصان الأسطوانية)، قمّة جذر *Allium cepa* (البصل)، آلات حاسبة.

وفقًا لعدد المجاهر، اعمل منفردًا أو ضمن مجموعة.

الخطوات

1. احصل على مجهر ضوئي وشرائح جاهزة.
2. لاحظ كل شريحة على التكبير العالي، وحدّد موقع كل مرحلة من المراحل الأربع للانقسام في الخلايا الحيوانية والنباتية.
3. سيحدّد معلّمك المجموعة أو المجموعات التي سوف تلاحظ الخلايا الحيوانية (الأسماك/الديدان) وتحصيها، والمجموعات التي ستلاحظ الخلايا النباتية (البصل) وتحصيها (**الشكل 2-28**).
4. اتبع الإرشادات الواردة على ورقة العمل لإكمال **الجدول 1** والحسابات لشريحتك.
5. أجب عن الأسئلة وكن مستعدًا لتشارك زملاءك في قراءة بياناتك.

الشكل 2-28 (a) الانقسام المُتساوي في السمك الأبيض، (b) الانقسام المُتساوي في البصل.

أسئلة التلخيص

a. اذكر اثنين من الاختلافات التي لاحظتها في الانقسام المتساوي بين خلايا الحيوانات والنباتات.

b. كيف كانت نتائج مجموعتك مقارنة بنتائج الصف لكل شريحة؟

c. ناقش مشكلة واحدة واجهها أنت أو مجموعتك، أثناء تنفيذ العمل في المختبر، واقترح حلًا.

قم بإعداد شريحتك

ابحث عن تقنية بهدف إعداد شريحة لقمّة جذر البصل من بصلات متجذّرة في الماء. لخّص المواد وخطوات استخدام 1M HCl وصبغة التولويدين الأزرق على ورقة. احصل على الإذن لإعداد شريحتك قبل السير في التجربة.

68

نشاط 2-2 الانقسام المُتساوي - تابع

الإجابات/ عيّنة بيانات

وفقًا لعدد المجاهر، يمكن أن يعمل الطالب منفردًا أو ضمن مجموعة.

الخطوات

1. احصل على مجهر ضوئي وشرائح جاهزة.
2. ستلاحظ كل شريحة على التكبير العالي (400x)، وتحدّد موقع كلّ مرحلة من المراحل الأربع للانقسام في الخلايا الحيوانية والنباتية، والطور البَيْني والانقسام السيتوبلازمي. استخدم الأوصاف والصور من كتاب الطالب أو في الصفحات السابقة لتوجيه عملك.
3. سيحدّد معلّمك المجموعة أو المجموعات التي سوف تلاحظ الخلايا الحيوانية (الأسماك/الديدان) وتحصيها، والمجموعات التي ستلاحظ الخلايا النباتية (البصل) وتحصيها.

a. قم بوضع شريحتك في الوسط وحدّد المنطقة التي تنقسم فيها الخلايا، وقم بالتبديل إلى قوّة التكبير العالية وركّز. ملاحظة: تقع منطقة جذر النبات الأكثر نشاطًا خلف قبّعة الجذر الواضحة بالقرب من القمّة والجوانب.

b. قدّر العدّ الخاص بك وسجّله على قصاصات الورق.

c. من دون تغيير مجال الرؤية، قم بحساب عدد الخلايا في كلّ مرحلة من مراحل دورة الخلية وقم بتسجيلها بجوار المرحلة الصحيحة.

d. اجمع العدد الإجمالي للخلايا في كلّ مرحلة وسجّلها في الصف السفلي من الجدول.

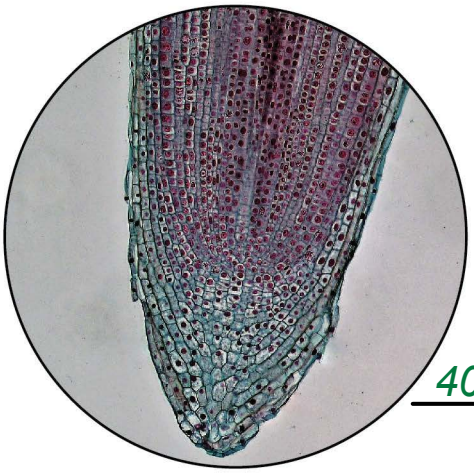
e. قارن هذا الرقم بتقديرك في الخطوة (a). يجب أن يكون هذان الرقمان متماثلين؛ ولكن، إذا اختلفت الأعداد بأكثر من خليّتَين، تحقَّق من الإضافة أو كرّر الخطوات a-c.

5. أجب عن الأسئلة، وكن مستعدًّا لتشارك زملاءك في بياناتك.

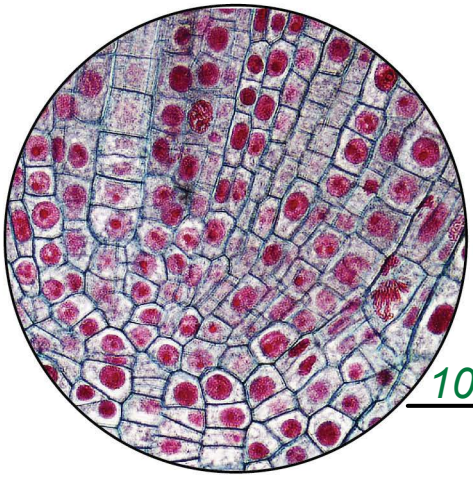
نشاط 2-2 الانقسام المُتساوي - تابع

الإجابات/
عيّنة بيانات

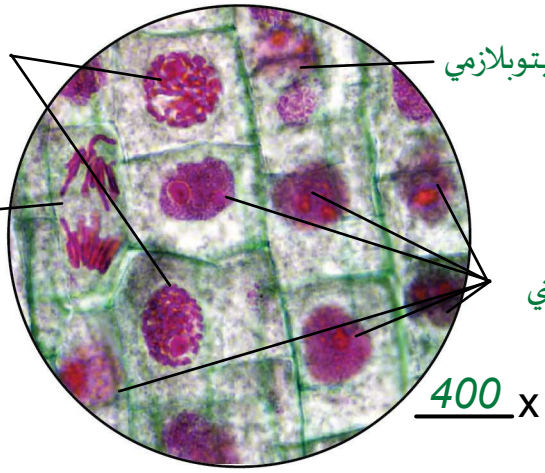
الملاحظات



(a) قِمّة جذر البصل



(b) قِمّة جذر البصل



(c) قِمّة جذر البصل

نشاط 2-2 الانقسام المُتساوي - تابع

الإجابات/
عيّنة بيانات

البيانات

عدد الخلايا النباتية ومراحلها	الأعداد في المجال #1	الأعداد في المجال #2	متوسّط العدد	النسبة المئوية من إجمالي الخلايا (%)
1. الطور البَيْني	6	6	6	54.5%
2. الطور التمهيدي	2	2	2	18.1%
3. الطور الاستوائي	0	2	1	9%
4. الطور الانفصالي	1	1	1	9%
5. الطور النهائي	0	1	0.5	4.5%
6. الانقسام السيتوبلازمي	1	0	0.5	4.5%
مجموع عدد الخلايا في المراحل			11	99.6%

نشاط 2-2 الانقسام المُتساوي - تابع

الإجابات/
عيّنة بيانات

أسئلة التلخيص

a. اذكر اثنين من الاختلافات التي لاحظتها في الانقسام المتساوي بين خلايا الحيوانات وخلايا النباتات.

اقبل جميع الإجابات الصحيحة التي تتضمّن اختلافات مثل:

- تُكوّن الخلايا الحيوانية الخيوط المغزلية من المريكزات. أمّا في النباتات،يتشكّل المغزل الانقسامي بدون المريكزات.
- تتخصّر الخلايا الحيوانية لتكوين الغشاء الخلوي في الانقسام السيتوبلازمي. تنتج الخلايا النباتية غشاءً خلويًّا وجدارًا خلويًّا في الانقسام السيتوبلازمي يُسمّى الصفيحة الخلوية الوسطى.

b. كيف كانت نتائج مجموعتك مقارنة بنتائج الصف لكلّ شريحة؟

قد تختلف الإجابات بشكلٍ كبيرٍ بسبب كل من أخطاء العدّ والاختلافات بين الشرائح الجاهزة. لا يمكن أن تنتج شريحتان نتائج متطابقة. على سبيل المثال، قد يحتوي بعضها على عددٍ أكبر أو أقلّ من الخلايا في كل مرحلة، ولكن يمكن الحصول على متوسّط تقريبي إذا كانت نتائج العيّنات كبيرة بدرجة كافية.

c. ناقش مشكلة واحدة واجهتها أنت أو مجموعتك في أثناء تنفيذ العمل في المختبر، واقترح حلًّا.

قد تختلف الإجابات بشكلٍ كبيرٍ، ولكن يجب أن تذكر المشكلة وأن تقترح الحلّ. ربّما كان لدى الطلاب جميعًا مشكلات تتعلّق بحجم الخلايا، أو عدّها إذا كانت كثيرة، أو تتبّع عدد الخلايا في كلّ مرحلة. قد يكون تحديد المراحل وتصنيفها أمرًا صعبًا لأنّ المراحل تتمازج معًا ويمكن أن تختلف المظاهر المميّزة.

يتمثّل أحد الحلول في إنشاء وتوزيع صورة واحدة لقِمّة الجذر تمّ التقاطها عند مجال الرؤية نفسه لجميع الطلاب في الصف. إنّ قيام طلاب كثيرين بالتحليل نفسه من شأنه أن يؤدّي إلى الدقّة والضبط.

تقويم الدّرس 2-2

الإجابات

1. فسّر كيف تحتوي نواة الخلية الصغيرة على جُزَيء DNA والذي يمتدّ طوله لأكثر من متر.

تشكّل جُزيئات DNA تراكيب ملتفّة تقلّل الطول بأكثر من مليون مرّة. حيث تقوم خيوط DNA الرفيعة داخل النواة بالالتفاف حول كتل من البروتينات تُسمّى الهيستونات. يتشكّل خيط DNA في سلسلة من النيوكليوسومات مثل «خرز على خيط ثمّ تلتفّ خيوط DNA والهستونات على نفسها لتكوّن الكروماتين.

2. * كيف تعرف أنّ هناك DNA وبروتينًا يوجدان معًا في كلّ من الكروماتين والكروموسومات؟

النواة التي تحتوي على الكروماتين (ملفوفة حول البروتين) في الطور البَيْني والكروموسومات في أثناء الانقسام تصبغ باللون نفسه.

3. وضّح العلاقة بين DNA والكروموسوم والكروماتين.

يتركب الكروموسوم من كروماتين ملتف ومكثف بإحكام ، والكروماتين عبارة عن خيط يتألف من DNA وهستونات.

4. استخدم الإنترنت لإنشاء جدول بسيط يضم ثلاثة كائنات حيّة لم يرد ذكرها في الدرس. أعطِ العدد الإجمالي الصحيح للكروموسومات، والعدد في الخلية الجسمية من جهة وفي المشيج من جهة أخرى.

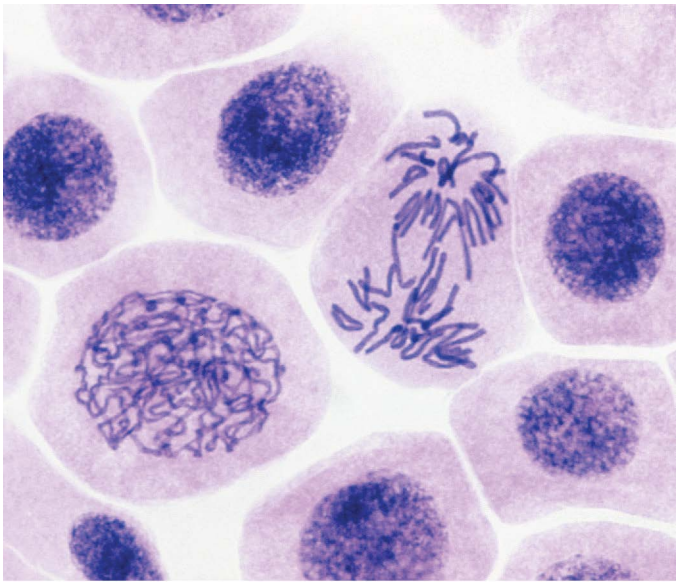
اقبل كلّ الإجابات الصحيحة. الكائنات حقيقيات النوى فقط تنتج الأمشاج.

الكائن (حقيقي النواة)	عدد الكروموسومات في الخلية الجسدية (ثنائي المجموعة الكروموسومية)	عدد الكروموسومات في المشيج (أحادية المجموعة الكروموسومية)
البقرة	*60 (2n = 60)*	*30*
الفأر	*40(2n= 40)*	*20*
البصل (*Allium*)	*16 (2n =16)*	*8*

تقويم الدّرس 2-2

الإجابات

5. استعن (**بالشكل 2-29**)، للإجابة عن الأسئلة الآتية:



(الشكل 2-29)

a. هل الشريحة المجهرية في الشكل المجاور للخلايا نباتية أم حيوانية؟ اشرح ذلك.

تعود الشريحة لخلية حيوانية لأنّ الجدار الخلوي غير مرئي.

b. ما الطور الذي يظهر في أكبر عدد من الخلايا؟

الطور البَيْني (5)

c. ما عدد الخلايا التي تظهر في الطور التمهيدي؟ وكيف تعرف ذلك؟

1، لا يوجد غشاء، أو نوية والكروموسومات شبيهة بالخيوط.

d. ما عدد الخلايا التي تظهر في الطور الانفصالي؟ وكيف تعرف ذلك؟

1، تنفصل الكروموسومات بوساطة الخيوط المغزلية.

e. أيّ طور ليس ظاهرًا في الشكل؟

الطور الاستوائي والطور النهائي ليسا ظاهرَيْن في الشكل.

6. * قام باحث بأخذ عيّنتَين من كبد دجاجة (A) ودجاجة (B)، وقام بإجراء زراعة نسيجيّة للعيّنتَين، وجمع بيانات حول زمن دورة الخليّة لكلّ منهما. يوضح الجدول الآتي مقارنة بين دورة الخلايا في كلّ نسيج، ادرسه وأجب عن الأسئلة الآتية:

a. قارن بين دورة الخلايا A والخلايا B من حيث الزمن اللازم؟

b. قارن بين الأطوار لكلّ من العيّنتَين، في أيّ طور يكون الزمن أقصر نسبيًّا؟

a. الزمن اللازم لدورة الخلية (A) أطول من الزمن اللازم لدورة الخلية (B).

b. يكون الزمن النسبي أقصر في الطور البيني في خلايا العيّنة (B).

تقويم الدّرس 2-2 — الإجابات

7. وضّح أوجه الاختلاف بين الانقسام المتساوي في الخلايا الحيوانية والانقسام المتساوي في الخلايا النباتية.

تتمثّل الاختلافات الرئيسة في النباتات بتكوين جدار خليّة جديد بين الخلايا الوليدة وعدم تكوين مريكزات. بينما يتميّز الانقسام المتساوي في الخلية الحيوانية بأنّ الخطوط المغزلية تتكوّن فقط حول المريكزات. وفي الانقسام السيتوبلازمي يتحضّر الغشاء الخلوي المرن لتشكيل أخدود انشقاق يقسم الخلية إلى خليّتَين اثنتَين.

إعادة تدريس- كتب الانقسام المُتساوي

المواد المطلوبة: نموذج لكتاب الطيّ أو نموذج YouTube عبر الإنترنت (مثال: https://www.youtube.com/watch?v=kNp6fb4EHKs).
ورق أبيض فارغ، أو رزم ملاحظات لاصقة صفراء أو بطاقات المراجعة (7 cm × 7 cm تقريبًا)، أقلام رصاص مبريّة، أقلام ملوّنة.

1. قبل بداية الحصّة افصل رزم الملاحظات المقسّمة إلى 80-100 ورقة لكلّ منها.
2. الهدف هو تحريك الخلايا لإظهار كيفية التغيّر في الخلية بمرور الوقت. يستغرق إظهار التغيّر عادةً دقيقة و20 ورقة لكلّ طور، ولكن يكون التتبّع سريعًا.
3. كلّف الطلاب وضع خطّة، واستخدام قلم رصاص لتتبّع الأطوار الأربعة للانقسام المُتساوي في خطوات متسلسلة من مخطّط الدرس على صفحات فارغة.
4. يمكن للطلاب البدء بالرسم التوضيحي في الصفحة 1 أو الصفحة الأخيرة. بالضغط بشدّة على الورق، ستُظهر الآثار من الصفحة 1 المكان الأخير للشيء. يمكن في الغالب رؤية العناصر المظلمة في الصفحة الأخيرة من خلال أوراق الملاحظات ذات الألوان الفاتحة. كرّر الرسومات على 3-4 صفحات حتّى تتمكّن العين من رؤيتها قبل تحريكها ببطء. التحرّك بعيدًا سيجعل الشيء يقفز. في حالة حدوث أخطاء، يمكن إزالة هذه الصفحات بعناية.
5. رمز الظل واللون: أزواج الكروموسومات، المريكزات والخيوط المغزلية، والأغشية النووية والخلوية.

إثراء- قم بإعداد شريحتك

المواد المطلوبة: البصل أو البصل الأخضر المتجذّر في الماء، 1M HCl وأزرق التولويدين، تحضيرات السلامة الكيميائية.
المواد البحثية، الوصول إلى الإنترنت، قائمة المواد لإعداد الشرائح، المجاهر الرقمية.

1. كلّف الطلاب البحث في التقنيات المختلفة المستخدمة لإعداد شريحة قِمّة الجذر لنبات البصل من نبات حيّ متجذّر في الماء، بما في ذلك قائمة بالمواد والخطوات.
2. راجع نتائج الصف ولخّص أفضل نهج.
3. جهّز المواد ليتمكّن الطلاب من إعداد الشريحة وعرض النتائج أيضًا في اليوم نفسه.
4. كلّف الطلاب تسجيل الصور ليتمكّنوا من مراجعة أفضل إعداد للشرائح، ثمّ اطلب إليهم أن يحفظوا نسخة من دفاتر ملاحظات الطلاب ويوزّعوها أو يطبعوها.

الدرس 3-2
الانقسام المُنصّف

مصادر تعلّم الدرس

الوقت	العناوين/المحتوى	موارد كتاب الطالب	موارد دليل المعلم
1 حصة	افتتاحية الدرس يندمج – عدد الكروموسومات وخرائطها	الصفحتان 70 و 71	افتتاحية الدرس الرسم الفكري للكروموسومات
2 حصة	الانقسام المُنصّف (الانقسام الاختزالي) الانقسام المُنصّف الأوّل والعبور الانقسام المُنصّف الثاني	الصفحات 72-74	الكروموسوم نموذج النشاط 1
1 حصة	الانقسام المُنصّف في الخلايا الحيوانية مقارنة بين الانقسام المُتساوي والانقسام المُنَصّف أهمّية الانقسام المُنصّف	الصفحات 75-77	وسائل الإعلام الرقمية
1-2 حصة	3-2 الانقسام المُنصّف: انقسام اختزالي	الصفحة 78	ورقة العمل 3-2

الزمن المقترح للدرس

يستغرق تنفيذ هذا الدرس 5 إلى 6 حصص، ويشتمل على نشاط خبرة تعلّم واحد.

الأنشطة	مواد من أجل النشاط
3-2 الانقسام المُنصّف: انقسام اختزالي	كمبيوتر متّصل بالإنترنت مع برنامج مخطّط قصّة *Storyboard* أو برنامج *Flipgrid* أو مواد حرفية يقدّمها المعلّم.

مخرجات التعلم

B1007.1 يتعرّف إلى سلوك الكروموسومات ويصفه خلال المراحل الرئيسة للانقسام الاختزالي (الميوزي/المُنصّف).

B1007.2 يوضّح كيف يسمح الانقسام الاختزالي (الميوزي/ المُنصّف) بانتقال عدد ثابت من الكروموسومات من جيل إلى جيل.

المعرفة السابقة

يجب أن يكون الطلاب قد عرفوا:

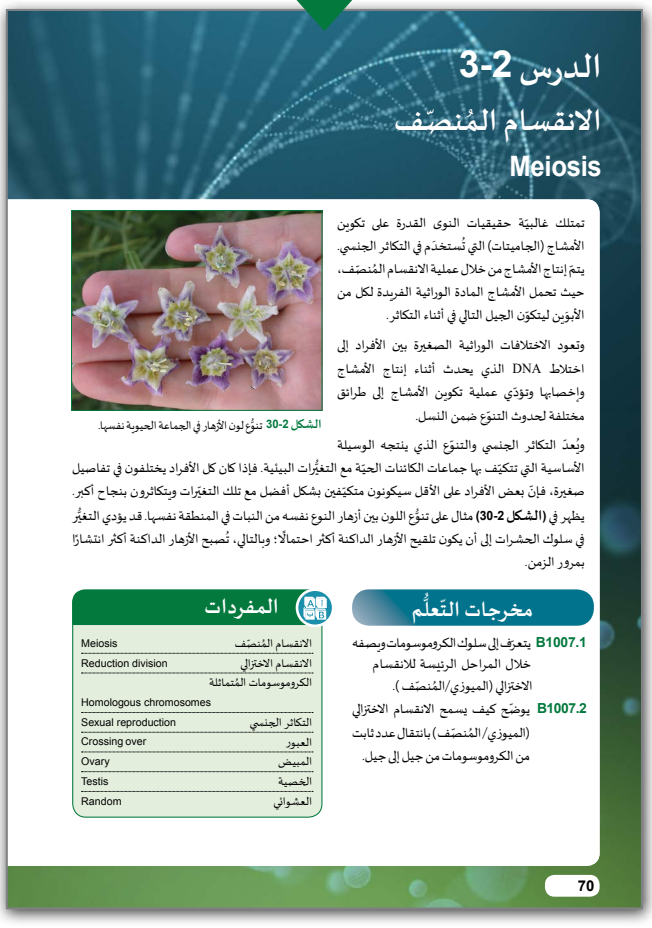
- المحتوى الوراثي الذي ينتج عندما تنقسم نواة الخلية عن طريق الانقسام الاختزالي هو أحادي المجموعة الكروموسومية من المستوى التاسع.

المفردات

الانقسام المُنصّف	Meiosis
الانقسام الاختزالي	Reduction division
المبيض	Ovary
الخصية	Testis
الكروموسومات المُتماثلة	Homologous chromosomes
التكاثر الجنسي	Sexual reproduction
العبور	Crossing over
العشوائي	Random

افتتاحية الدرس

1. يتعلّم الطّلاب في هذا الدّرس أنّ الانقسام المُنصّف هو نوع آخر من الانقسام الخلوي الذي يُعَدّ جزءًا من التّكاثر الجنسي في العديد من الخلايا حقيقية النواة.
2. تقدم افتتاحية الدرس الانقسام المُنصّف كطريقة يمكن للكائنات الحيّة أن تزيد بها التباين في الجماعات الحيوية.
3. بنهاية الدرس، سوف يفهم الطلاب الخطوات الرئيسية، والاختلافات عن الانقسام المُتساوي، وأهمية الانقسام المُنصّف للكائنات الحيّة.



عدد الكروموسومات وخرائطها

موادّ للمعلّم: عيّنة من الخرائط الكروموسومية، وكاميرا إسقاط.

1. قبل بداية الحصّة، حدّد صورًا عبر الإنترنت لخرائط الكروموسومات البشرية المختلفة. تُسمّى المخطّطات رسومات الكروموسومات الفكرية *chromosome ideogram*. الرسم الفكري هو رسم لمفهوم أو فكرة. يمكن العثور على الأمثلة في جدول بحسب رقم الكروموسوم أو على ويكيبيديا، ويمكن تنزيلها هنا:
   - ***https://en.wikipedia.org/wiki/Chromosome***
   - ***/https://en.wikipedia.org/wiki***
   - ***Ideogram human chromosome MT.svg***
2. قم بتكبير صورة أو اثنتين من الرسومات ذات شكل يمكن التعرُّف إليه.
3. أشر إلى أنّ قياس هذه الخرائط يتمّ في العادة بوحدات المسافة المقاسة من النقاط المرجعية. الوحدات المسمّاة «centimorgans» سُمّيت تيمّنًا بتوماس مورغان.

الدرس 2-3: الانقسام المُنصّف

عدد الكروموسومات وخرائطها

قبل التطوّر التكنولوجي لم تكن خرائط الكروموسوم التي تُظهر مواقع الخصائص الموروثة موجودة، أو كانت غير كاملة. وقد وضع ت. هـ. مورجان T. H. Morgan أوّل خريطة كروموسومية لذبابة الفاكهة في العام 1911.

قام مورجان بتهجين الذباب لملاحظة أنواع التغيرات التي حدثت في مظهر العين والجناح (**الشكل 2-31**). وقد اختار ذبابة الفاكهة لأنها حشرة تتكاثر وتتطوّر بسرعة، وتكون بيوضها شفّافة.

تحتوي ذبابة الفاكهة على 4 أزواج من الكروموسومات، ولكن معرفة الخصائص التي ينقلها الذباب البالغ إلى النسل كانت بطيئة. وبحلول العام 2000، كشفت التكنولوجيا عن خريطة كاملة لكل الـ14000 صفة موروثة، لتدعم بعد ذلك البحوث الوراثية التي تناولت كائنات حية أخرى.

ليس لمواقع الصفات، أو السمات، علاقة بعدد الكروموسومات، أو بحجم أو مدى تعقيد الكائن الحي.

يظهر في **الجدول 2-2** أن خلايا الخميرة البسيطة تحتوي على كروموسومات أكثر من ذبابة الفاكهة، وأن الطلائعيات تحتوي على عدّة آلاف من الكروموسومات القصيرة جدًّا.

الجدول 2-2 عدد الجينات والكروموسومات في بعض الكائنات الحية.

النوع	الاسم الشائع	عدد الكروموسومات	عدد الجينات
Escherichia coli	البكتيريا	1	4400
Saccharomyces cerevisiae	خميرة الخبّاز	16	6300
Anopheles gambiae	البعوض	3	14000
Drosophila melanogaster	ذبابة الفاكهة	8	12800
Oxytricha trifallax	أحد الطلائعيّات	16000	18500
Homo sapiens	الإنسان	46	< 21000

الشكل 2-31 صفات ذبابة الفاكهة.

راجع ما درست عن الكروموسومات.
(a) ما الجِنسان الحيوان اللذان تتكوّن منهما الكروموسومات؟
(b) متى تكون الكروموسومات مرئية في الخلايا؟

71

الانقسام المُنصّف- الانقسام الاختزالي والعبور

موادّ للمعلّم: الاتصال بالإنترنت أو الرسوم المتحرّكة أو مقاطع مصوّرة للانقسام المُتساوي، كاميرا إسقاط.

1. قبل بداية الحصّة، حدّد الوسائط الرقمية التي يمكن للطلاب مشاهدتها أو إكمالها والتي تتضمّن خطوات الانقسام المُنصّف في الخلايا النباتية أو الحيوانية.
2. بعد أن يقرأ الطلاب هذه الصفحات الثلاث يقدّمون تعريفًا **للانقسام المُنصّف *Meiosis***، وهو عملية انقسام خلوي تختزل عدد الكروموسومات في الخلايا الناتجة بمقدار النصف.
3. أوضح أن عدد الكروموسومات في الخلايا التي ينتجها الانقسام المُنصّف يُسمّى المجموعة **الكروموسومية الأحادية *Haploid*** (نصف) ونرمز لها بـ n. هذه الخلايا تُعرف باسم «الأمشاج»، أو «الخلايا الجنسية».

الانقسام المُنصّف (الانقسام الاختزالي)

الانقسام المُنصّف meiosis نوع من الانقسام الخلوي يُنتج الأمشاج، مثل البُوَيضات أو الحيوانات المنوية. وعلى عكس الخلايا الوليدة التي ينتجها الانقسام المُتساوي، فإن الأمشاج تضم فقط نصف المادة الوراثية التي في الخلية الجسميّة.

الانقسام المُنصّف هو انقسام خلوي ينتج البويضات أو الحيوانات المنوية التي تحتوي على نصف المادة الوراثية للخلية الجسميّة.

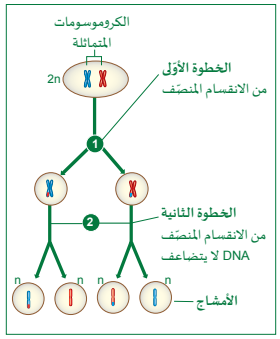
نُميّز عادة بين الخلايا الجسميّة والأمشاج، باستخدام العدد n، لنرمز به إلى المجموعة الكروموسومية الأحادية **Haploid number**. فالمشيج البشري يحتوي على عدد أحادي من 23 كروموسومًا (n). وبما أنّ الخلية الجسميّة البشرية ثنائية المجموعة الكروموسومية **Diploid**، فإنّها تحتوي على 46 كروموسومًا (2n).

نظرة عامة على الانقسام المُنصّف

تحصل الخلايا البشرية على مجموعة واحدة من الكروموسومات من الأم ومجموعة واحدة من الأب، ليصبح الإجمالي 2n (ثنائية المجموعة الكروموسومية).

يحصل تضاعف DNA خلال الطور البيني قبل دخول الخلية في المرحلة الأولى من الانقسام المنصف، ويتمّ في نهاية هذه المرحلة إنتاج خليّتين في كلٍّ منهما نصف عدد الكروموسومات الأصلي.

تتمثّل الخطوة الثانية من الانقسام المُنصّف في تكوّن الأمشاج التي تحتوي على عدد أحادي من المجموعات الكروموسومية n = 1، ويحدث هذا بسبب عدم تضاعف DNA قبل الانقسام.

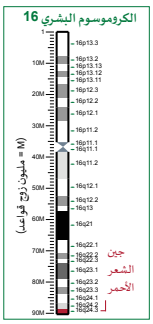


الشكل 2-32 نظرة عامة على الانقسام المُنصّف.

الانقسام المُنصّف الأوّل والعبور

يقسم علماء الأحياء أحداث الانقسام المُنصّف إلى مرحلتين مرقّمتين تُسمّيان "الانقسام المُنصّف الأوّل" و"الانقسام المُنصّف الثاني". نجد أنّ الانقسام المُنصّف مشابه للانقسام المُتساوي، مع وجود اختلافات في الطريقة التي تزدوج بها الكروموسومات للسماح بمزيد من الاختلاف الوراثي.

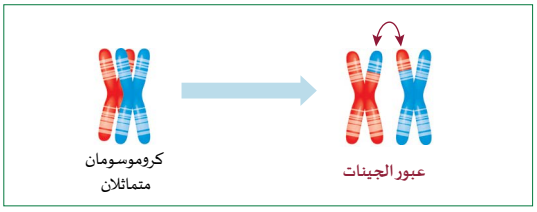
يوضّح الفرق بين الانقسام المُنصّف الأوّل والانقسام المُتساوي آليّة تنظيم المعلومات الوراثية على الكروموسومات. ويكون الجين جزء DNA الذي يؤثّر في صفة معيّنة، مثل لون الشعر. تشغل الجينات مواقع محدّدة على كل كروموسوم. **(فالشكل 2-33)** مثلًا يوضّح أن جين الشعر الأحمر(16q24.3) يقع على الكروموسوم 16 وبعد حوالي 88 مليون زوج من القواعد النيتروجينية عن أحد طرفيه. ويُقدَّر DNA البشري بأنّه يحتوي على أكثر من 20,000 جين موزّعة على 23 كروموسومًا. تحتوي الخلية الجسميّة على نسختين من كل جين. وقد تكون النسختان مختلفتَين وراثيًا لأن أحد الجينَين يأتي من كل أب.



الشكل 2-33 خارطة كروموسومية.

يحدث في أثناء الانقسام المُنصّف، ازدواج الكروموسومات المُتماثلة مؤقتًا، وتوافقها من حيث الحجم والشكل. يحدث ذلك مباشرة بعد التضاعف في الطور التمهيدي الأول. يسمح هذا الازدواج لبعض الجينات بتبديل أماكنها في عملية تُسمّى **العبور Crossing over**. كأن يتبادل جين من كروموسوم موروث من الأم مكانه مع الجين نفسه على الكروموسوم الموروث من الأب **(الشكل 2-34)**.

تتميز المرحلة الأولى من الانقسام المنصّف بإمكانية حدوث عبور للجينات ضمن الكروموسومات المتماثلة.



الشكل 2-34 يبادل العبور بين بعض الجينات على الكروموسومات المتماثلة.

الانقسام المُنصّف الثاني

5. وضّح أنّ الخلايا البادئة تنتج عن الأنسجة في الأعضاء التّناسلية للذكور والإناث وهي ثنائية **المجموعة الكروموسومية *Diploid***، ويُكتَب العدد على شكل **2n**.

6. تخضع الخلية لانقسامين خلويين يعرفان بالانقسام المُنصّف الأول والانقسام المُنصّف الثاني. أشر إلى أنّ DNA في الانقسام النووي الثاني لا يتضاعف، لذا، فإنّ عدد الكروموسومات النهائي هو النصف. لهذا السبب، يُطلق على الانقسام المُنصّف في الغالب اسم «الانقسام الاختزالي».

7. بعد ذلك، كلّف الطلاب مشاهدة الرسوم المتحرّكة أو المقاطع المصوّرة. بعد الانتهاء، اعرضها مرّة ثانية وقم بتجميد الإطار للتركيز على حدث يُسمّى **العبور *Crossing over***. عرّف المصطلح كازدواج للكروموسومات المُتماثلة. يسمح هذا الازدواج لبعض الجينات بتبديل أماكنها وتغيير الشفرة الوراثية. يحدث هذا مباشرة بعد التضاعف في الطور التمهيدي الأول ويزداد التباين في الأمشاج المنتجة.

الوحدة 2: نموّ الخلية وانقسامها

الانقسام المُنصّف الثاني

يكتمل الانقسام المُنصّف الأوّل مع الطور الاستوائي الأوّل، والطور الانفصالي الأوّل، والطور النهائي الأوّل. وتنتج من ذلك نواتان، تتضمّن كل منهما عددًا أحادي المجموعة الكروموسومية n. وقد تم خلط بعض الجينات من خلال العبور. لذلك لا تكون الكروموسومات كما كانت قبل الانقسام المُنصّف. يحدث الانقسام السيتوبلازمي وتنقسم الخلايا، أمّا الكروموسومات فتتمدّد نحو الكروماتين. ومع ذلك، لاتنتقل الخلايا الوليدة إلى الطور البيني ودورة الخلية. وبدلًا من ذلك تتقدّم على الفور إلى الانقسام المُنصّف الثاني لتنقسم مرّة أخرى (**الشكل 2-35**).

الشكل 2-35 نظرة عامة على الانقسام المنصّف الثاني.

تدخل الخليتان الوليدتان الطور التمهيدي الثاني مع نسخة واحدة من كل كروموسوم، لعدم وجود مرحلة بناء (S). يحدث في الطور الانفصالي الثاني، أن تُفصَل الكروماتيدات بعضها عن بعض بوساطة الخيوط المغزلية لتشكّل نواتَين جديدتَين. ويتمّ سحب الكروماتيدات إلى الخلايا الجديدة بطريقة عشوائية. عندما تتشكّل الأغشية النووية مرة أخرى، يبدأ الانقسام السيتوبلازمي بتخصير الخلية وتشكيل أخدود لفصل الخلايا. ينتج عن الانقسام المُنصّف الثاني تكوين أمشاج أحادية المجموعة الكروموسومية (n).

- يتمّ خلط الكروموسومات بشكل عشوائي مع فرصة 50/50 لأيّ كروموسوم ليكون من الأب أو الأم.
- يتمّ تبادل بعض الجينات الأصلية للآباء والأمهات من خلال العبور.

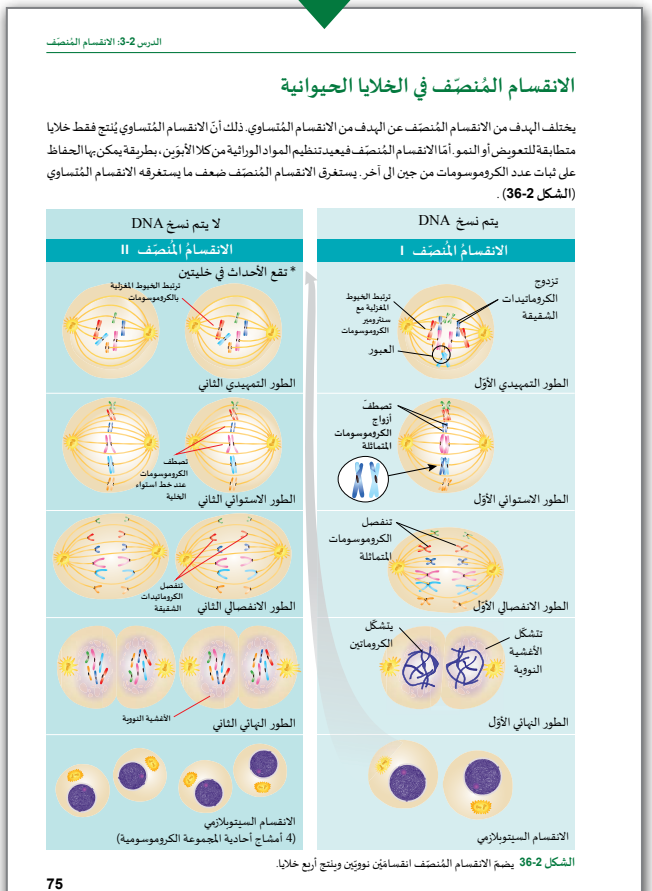
يحدث الانقسام المُنصّف في **المبيض Ovary** عند الإناث. فإذا كان لدى الكائن الحي زوج واحد من الكروموسومات مثلًا، فسينتج الانقسام المنصّف نظريًا أربع بويضات مختلفة وراثيًا. ويتمّ بطريقة مشابهة إنتاج أربع خلايا منوية فريدة في الانقسام المُنصّف في **الخصية Testis** عند الذكور. هناك احتمالات أكثر للتنوّع لدى الأنواع التي تمتلك كروموسومات كثيرة، كالإنسان مثلًا.

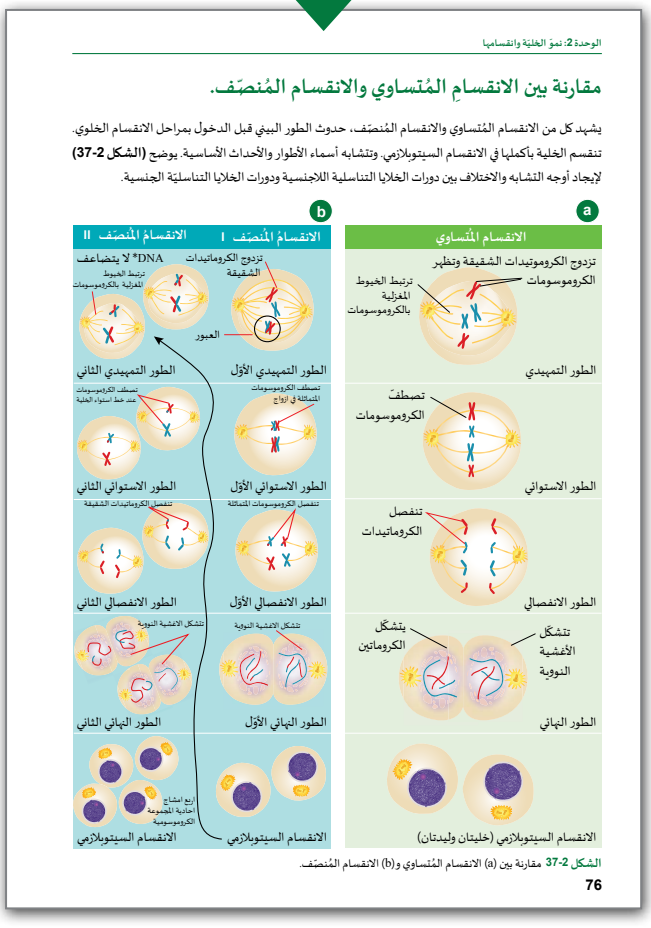
74

الانقسام المُنصّف في الخلايا الحيوانية ومقارنة بين الانقسامِ المُتساوي والانقسام المُنصّف

موادّ للمعلّم: نماذج الطلاب من الدرس 2-2، *عِصيّ خشبية اختيارية للحِرَف اليدوية، ألوان مختلفة من خيوط الغزل، أقلام تعليم.

1. بعد أن يقرأ الطلاب الصفحات الثلاث الأخيرة من الوحدة، عُدْ إلى نماذج الكروموسومات الحرفية التي صنعوها في الدرس 2-2.
2. وزع الطلاب ضمن مجموعات رباعية. اسمح للطلاب بما يقرب من 10 دقائق للتعرُّف إلى كيفية تعديل النماذج الأربعة التي صنعها كلّ طالب لتمثيل أحداث الانقسام المُنصّف بدلًا من الانقسام المُتساوي.
3. كلّف الطلاب أن يدوّنوا ضمن مجموعة أفكارهم وأن يشاركوها مع الصف.
4. إذا سمح الوقت، اسمح للطلاب بتعديل نماذجهم السابقة باستخدام مواد حرفية، أو قُمْ بإعداد قائمة بالتعليمات لصنع نموذج حرفي جديد.
5. بعد أن ينتهي الطلاب، راجع مخطّطات الكتاب وسلّط الضوء على المقارنة بين الانقسام المُتساوي (على غرار الانقسام المُنصّف الأول) والانقسام المُنصّف. أشر إلى أنّ الاختلاف الرئيس هو العبور لأنّ الكروموسومات المُتماثلة تزدوج في الطور التمهيدي الأول من الانقسام المُنصّف، ولكن ليس في أثناء الانقسام المُتساوي.





أهمّية الانقسام المُنصّف

6. استخدم الصفحة الأخيرة للإشارة إلى الأسباب التي قد تتكيّف بها الكائنات الحيّة مع طريقة التّكاثر الجنسي بدلًا من مجرد التضاعف وإنتاج نسل متطابق.
7. أشر إلى أنّ الخلايا المتضاعفة مفيدة إذا كانت هناك حاجة إليها لأداء الوظيفة نفسها، ولكنّ النسل يتمّ إنتاجه لضمان بقاء الكائن الحيّ بأكمله (الجماعة الحيوية).
8. يؤثّر أيّ حدث فردي أو حالة متغيّرة في سلوك الكائنات الحيّة التي تعيش معًا ويصبح من السهل تدمير كلّ الخلايا أو الكائنات الحيّة الكاملة المتطابقة بشكل دائم. يزيد التباين في داخل الجماعة الحيوية من فرصة البقاء.
9. يضمن الحفاظ على عدد الكروموسومات استمرار نسل الكائنات الحيّة، ولكن الخلط العشوائي الذي ينتج عندما تندمج خليتان يزيد من بقاء كلّ الجماعة الحيوية التي تعيش في المكان نفسه.

الدرس 2-3: الانقسام المُنصّف

أهمّية الانقسام المُنصّف

إنّ تكوين أمشاج فريدة أحادية المجموعة الكروموسومية الذي يهدف إلى زيادة التنوّع ضمن النسل يتطلّب حدوث الانقسام المنصّف.

- يحدث التنوّع في DNA ضمن كلّ كروموسوم في الطور التمهيدي الأوّل، بسبب العبور. فكلّما زاد العبور ضمن الكروموسومات، ازداد تنوّع DNA والنسل.
- يُحافظ الانقسام المنصّف على ثبات عدد الكروموسومات عند أفراد النوع نفسه.

العبور ودمج اثنَين من الأمشاج ذوَي DNA مختلف يزيدان التنوّع في النسل.

يرى بعضهم أنّ الانقسام المُنصّف يحدث في الأعضاء التناسلية للنباتات والحيوانات، لأنه يمكّن الجيل التالي من التنوّع. لا يكون مقدار التباين كبيرًا كما كان يُظنّ في البداية، لكن الانقسام المُنصّف يسمح بخلط DNA **بعشوائية Random** في أثناء التكاثر.

تعني العشوائيّة أنّ النتائج "غير مُتوقّعة"، فلا نحصل على نتيجتَين متطابقتَين تمامًا. يزيد خلط DNA من احتمالات النسل، لكن لن يكون مختلفًا بحيث لا يستطيع التزاوج، بل يتنوّع بما يكفي لاحتمال أن يعيش بعضه وينجب نسلًا.

77

نشاط 2-3 الانقسام المُنصّف: انقسام اختزالي

الإجابات/
عيّنة بيانات

المواد المطلوبة: نموذج تقييم المشروع.
معجون بخمسة ألوان _ (أبيض، أزرق، أحمر، أصفر، بنّي)، سكّين.

1. قم بنسخ ورقة العمل رقم 2-3.
2. وفقًا للوقت المُتاح أو لمخطّط الوحدة الأخرى، اختر بين أن يعمل كلّ طالب بمفرده وأن يشارك زميلًا آخر له .
3. قم بتحرير أو تحديث نموذج التقييم في ورقة العمل بحيث يفهم الطلاب التوقّعات الخاصة بتجربة التعلّم بناءً على الإمدادات المتاحة. على سبيل المثال، لا يتضمّن نموذج الصورة من كتاب الطالب جميع الإطارات التسعة المذكورة في ورقة العمل.
4. إذا كانت تقنية الأجهزة أو البرامج لا تدعم الوصول إلى الإنترنت أو إنشاء القصص المصوّرة، فدَعْ الطلاب يستخدمون مواد حرفية بسيطة لتقليد كتاب هزلي أو ملصق أو مشروع آخر ذي صلة بالحِرَف اليدوية.
5. تقدّم بعض مواقع الويب الآتية موارد إعادة التعلّم:
   - https://thescienceteacher.co.uk/ cell-division/

الوحدة 2: نموّ الخلية وانقسامها

نشاط 2-3 الانقسام المُنصف: انقسام اختزالي

سؤال الاستقصاء	ابن نموذجاً يوضح خطوات الإنقسام المنصف
المواد المطلوبة	معجون بخمسة الوان _ (ابيض، ازرق، احمر، اصفر، بني)، سكين..

احذر عند التعامل مع الأدوات الحادة.

الخطوات

بالتعاون مع زملائك في المجموعة، نفذ الخطوات التالية:

1. شكل كروموسوم (زوج من الكروماتيدات) من كل لون من المعجون، اجعل اللون البني يمثل السنترومير لجميع الكروموسومات.
2. اجمع الكروموسوم الأحمر والأزرق كما في الشكل، واعمل نقاط التصالب واقطع وبدل القطع بين الكروماتيدات ;كما في (الشكل 2-38)
3. اعمل نموذج اخر باللونين الأبيض والاصفر ونفذ نفس الخطوات لكن غير مناطق التصالب بحيث تحصل على نمط جديد من الكروماتيدات.
4. ضع كلا الزوجين من الكروموسومات على ورقة واحدة تمثل الخلية.
5. افصل الكروموسومات المتماثلة في كل ورقة، وضعهما على ورقتين مختلفتين (كل ورقة تمثل خلية جديدة). بهذا ينتهي الانقسام المنصف الأول والانقسام المنصف الثاني.
6. احضر ورقتين فارغتين ثم افصل كل كروموسوم ا (لأزرق- احمر) الى كروماتيدين، اترك احد الكروماتيدين مكانه وانقل الاخر الى الورقة الجديد
7. كرر نفس الخطوات مع الكروموسومين الاخرين (ابيض-اصفر)

ملاحظة: كل كروماتيد سوف ينسخ نفسه متحولا الى كروموسوم في نهاية الطور النهائي الثاني

الشكل 2-38 نموذج التصالب والعبور

الأسئلة والتحليل

a. كم خلية نتج لديك؟
b. كم كروماتيد يوجد على كل ورقة الان؟
c. هل الكروماتيدات في الخلايا الناتجة متشابهة؟
d. ماذا تسمى هذه الخلايا؟
e. ماهي المجموعة الكروموسومية في كل خلية؟
f. ارسم ما نتج لديك من كروماتيدات بشكل ملون في أيّ طور (أطوار) يتكوّن الغشاء النووي؟
g. عدّد ثلاثة اختلافات بين الانقسام المتساوي والانقسام المُنصّف.

78

نشاط 2-3 الانقسام المُنصّف: انقسام اختزالي - تابع

الإجابات/ عيّنة بيانات

الأسئلة والتحليل

a. كم خلية نتجت لديك؟

ينتج أربعة أمشاج فريدة (4 خلايا).

b. كم كروماتيد يوجد على كلّ ورقة الآن؟

كروماتيدين.

c. هل الكروماتيدات في الخلايا الناتجة متشابهة؟

لا. الكروماتيدات الناتجة غير متشابهة (فريدة) بسبب حدوث العبور.

d. ماذا تُسمّى هذه الخلايا؟

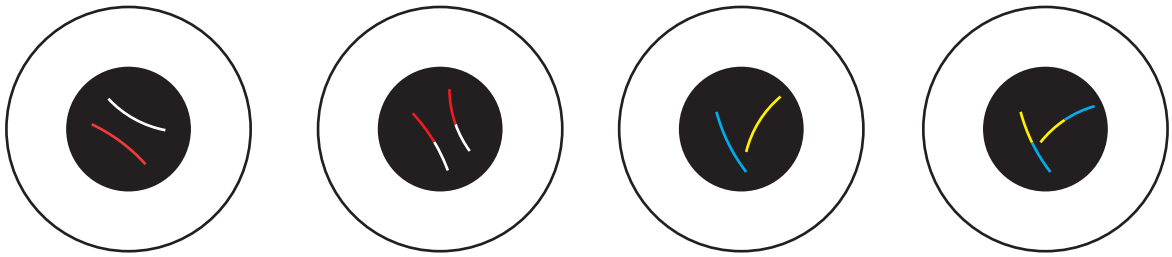
أمشاج

e. ما هي المجموعة الكروموسومية في كلّ خلية؟

ينتج الانقسام المُنصّف خلايا (أحادية المجموعة الكروموسومية) بنصف عدد الكروموسومات الموجودة في الخلايا الأم (n)

f. ارسم ما نتج لديك من كروماتيدات بشكل ملوّن. في أيّ طور (أطوار) يتكوّن الغشاء النووي؟

تُقبل جميع الرسومات وفيما يلي أمثلة عليها:



يتكون الغشاء النووي في الطور النهائي الأول.

g. عدّد ثلاثة اختلافات بين الانقسام المُتساوي والانقسام المُنصّف.

	الانقسام المتساوي	الانقسام المُنصّف
غدد المراحل	مرحلة واحدة	مرحلتين
عدد الخلايا الناتجة	*2*	*4*
عدد الكروموسومات في الخلايا الناتجة	*2n*	*1n*
نوع الخلايا التي يحدث بها	جسمية	جنسية

نشاط 2-3 الانقسام المُنصّف: انقسام اختزالي - تابع

الإجابات/ عيّنة بيانات

نموذج تقييم مشروع مخطّط قصّة storyboard

المحتوى	العلامة
تستخدم المعلومات بلغة بسيطة ومناسبة ودقيقة في كلّ إطار. يتضمّن التخطيط الرسم الصحيح وتسلسل الخطوة في كلّ إطار. يتمّ تضمين التسميات والأوصاف عند الاقتضاء.	5
معظم المعلومات دقيقة في المحتوى والرسومات. قد يفتقر تسلسل الإطار الصحيح وبعض الرسومات والخطوات. بعض التسميات أو الأوصاف مفقودة أو غير صحيحة.	3
المعلومات غير دقيقة في المحتوى و/أو الرسومات. كثير من التسميات أو الأوصاف مفقودة أو غير صحيحة.	1
العرض	
مرتّب ومطبوع وقابل للقراءة مع الرسوم التوضيحية الملوّنة أو الجداول أو المخطّطات الداعمة للخطوات. القواعد اللغوية والتهجئة جيّدتان.	5
مرتّب وقابل للقراءة، لكنه يحتوي على نصوص تحتوي على القليل من الرسوم التوضيحية أو المخطّطات أو لا يحتوي على أيّ منها. القواعد اللغوية والتهجئة مقبولتان.	3
الكتابة اليدوية رديئة أو مكتوبة بقواعد لغوية وأخطاء إملائية.	1
المجموع	

تقويم الدّرس 2-3

الإجابات

1. عرّف الانقسام المُنصّف، وقدّم مثالًا على زمن حدوثه.

الانقسام المُنصّف هو نوع من الانقسام الخلوي الذي يُنتج الأمشاج، مثل تكوين البُويضات عند الإناث، و تكوين الحيوانات المنوية عند الذكور.

2. يحتوي المها في العادة على 29 زوجًا من الكروموسومات. اكتب عدد الكروموسومات في الخلايا ذات المجموعة الأحادية وفي الخلايا ذات المجموعة الثنائية.

رقم المجموعة الأحادية هو n = 29 ، ورقم المجموعة الثنائية هو 2n=58.

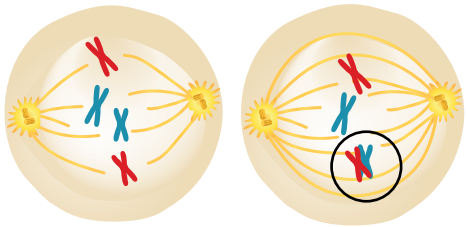
3. لماذا سُمّي الانقسام المُنصّف «الانقسام الاختزالي»؟

يُطلق على الانقسام المُنصّف اسم «الانقسام الاختزالي»، لأنّ عدد الكروموسومات المتماثلة ينقسم (يختزل عدد الكروموسومات المتماثلة للنصف) إلى النصف ثمّ ينفصل إلى خليتين مختلفتين.

4. * اشرح الفرق بين الكروماتيدات الشقيقة والكروموسومات المُتماثلة. تلميح: أشر إلى أصول الكروموسوم.

الكروماتيدات الشقيقة متطابقة لأنّها تنتُج من نَسْخ DNA. تحتوي الكروموسومات المُتماثلة على أجزاء من DNA ترمز إلى الصفة نفسها، ولكنّها ليست فريدة لأنّها من فردين مختلفين.

5. وضّح أوجه الاختلاف بين الأحداث في الطور التمهيدي الأوّل من الانقسام المُنصّف والأحداث في الطور التمهيدي من الانقسام المُتساوي.



الانقسام المُنصّف
الطور التمهيدي I

الانقسام المُتساوي
الطور التمهيدي I

يجب أن تشير رسومات الطلاب إلى أنّ عدد الكروموسومات هو نفسه، ولكن يحدث العبور بين الكروموسومات المُتماثلة في الطور التمهيدي الأول من الانقسام المُنصّف.

6. إذا تمّ نسخ DNA في الطور البَيْني الأوّل، فلماذا تحتوي الخلايا في نهاية الانقسام المُنصّف على نصف المادة الوراثية التي في الخلية الأوّلية؟

بعد الانقسام المُنصّف I، تنتقل الخلية إلى المرحلة II، لكن لا يتمّ نسخ DNA؛ وبالتالي، فإنّ الخلايا الناتجة فيها نصف كروموسومات الخلية الأصلية.

تقويم الدّرس 2-3

الإجابات

7. * إذا كانت الكروموسومات في خلية كائن حي 2n=8 فكم عدد الكروموسومات والكروماتيدات في كلّ من:

a. الطور الاستوائي للانقسام المتساوي.

a. الكروموسومات (8) والكروماتيدات (16)

b. الطور الاستوائي الأوّل للانقسام المُنصّف.

b. الكروموسومات (8) والكروماتيدات (16)

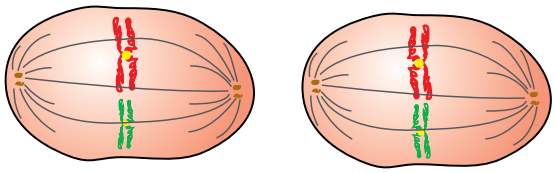
c. الطور الاستوائي الثاني للانقسام المُنصّف.

c. الكروموسومات (4) والكروماتيدات (8)

8. كيف تساعد عملية العبور على تنوّع الأفراد؟

يسمح الانقسام المُنصّف بالخلط العشوائي للحمض النووي DNA في أثناء التكاثر، ما يسمح بازدياد التباين وحدوث التنوّع وهذا يؤدّي إلى زيادة فرص البقاء على قيد الحياة.

9. * قم بإعداد مخطّط لخلية كان عدد كروموسوماتها بدايةً 2n=4، لكنّها الآن في الطور الاستوائي الثاني من الانقسام المُنصّف.



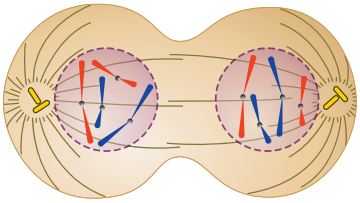
10. أجب عن الأسئلة المتعلّقة بالشكل 2-39.

a. ما المرحلة الظاهرة من الانقسام المُنصّف؟

الطور النهائي، لأنّ إعادة تشكيل الغشاء النووي تتم في أثنائه. (بدون مفتاح اللون أو عدد الكروموسومات، لا يمكن تحديد ما إذا كان الطور النهائي هو الأوّل أو الثاني.)

b. قم بإحصاء عدد الكروموسومات. كم كان عددها في الخلية عند البداية وقبل تضاعُف DNA؟

إذا كان هذا هو الطور النهائي I، 2n=4، إذا كان هذا هو الطور الثاني، 2n=8.



الشكل 2-39 خلايا ذات كروموسومات مرئية.

c. ماذا يحدث للكروموسومات بعد هذه المرحلة؟

ينفكّ التفاف الكروموسومات وتتحوّل إلى كروماتين.

d. هل هذه الخلية نباتية أم حيوانية؟ كيف تعرف ذلك؟

هذا انقسام لخلية حيوانية، لأنّ المُريكزات مرئية، ولا يوجد صفيحة خلوية.

إعادة تدريس- الانقسام المُنصّف

موادّ المعلّم: شريط مصوّر أو كمبيوتر تفاعلي وأجهزة.

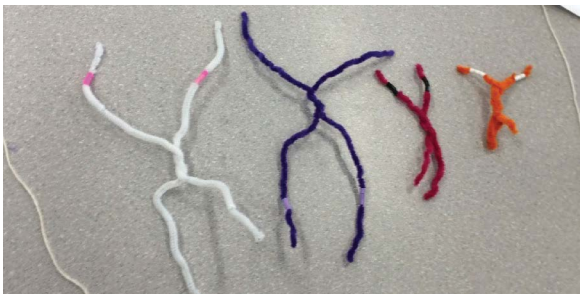
1. حدّد مقطعًا مصوّرًا على الإنترنت أو زوّد الطلاب بأجهزة يمكنها الوصول إلى الانقسام المُنصّف التفاعلي.
2. قم بمراجعة المواد ووضع بعض الأسئلة التي تتضمّن المفردات والأحداث التي ترغب في استخدامها كتقييم قبلي وتقييم بعديّ.
3. لاحظ النشاط وقم بتقييم مخرجات التقييم. إذا لزم الأمر، قدّم موارد إضافية أو مساعدة للطلاب بشكل فرديّ.

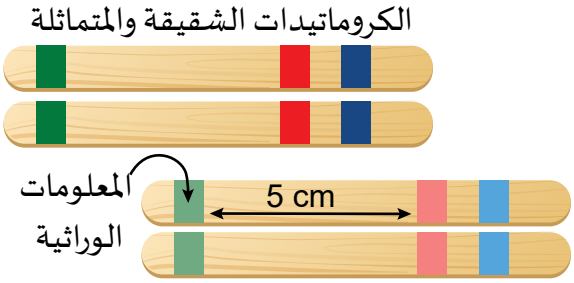
إثراء- بناء نموذج للعبور في الانقسام المُنصّف

المواد المطلوبة: مواد حِرَفيّة، مثل: أسلاك الربط، والخرز البلاستيكي الملوّن، ومسدسات الغراء، وعِصيّ خشبية للحِرَف اليدوية، أقلام تلوين، مساطر.

1. استخدم الإنترنت لتحديد موقع نشاط يمكن تكراره بسهولة في غرفة الصّفّ. زوّد الطلاب بقائمة من المفردات المطلوبة: كروموسوم متماثل، وسنترومير، وكروماتيد شقيق، ومعلومات وراثية (DNA).
2. إذا رغبت، قم بتزويد الطلاب بالمواد واطلب إليهم بناء نماذجهم الخاصة التي يمكن تصحيحها.

- يمكن استخدام أسلاك الربط من اللون نفسه لتمثيل الكروموسومات المُتماثلة. يمكن أن تظهر الخرزات أو أسلاك المقطوعة من اللون نفسه معلومات وراثية في مواقع مختلفة (مواضع). يمكن لمسدسات الغراء الساخن تثبيت الخرز في مكانه لكلّ خطوة من نماذج الطلاب.
- يمكن أن تمثّل العِصيّ الخشبية كل كروماتيد والكروماتيد المتماثل معه. يمكن استخدام علامات من اللون نفسه لرسم خطوط في مواقع مختلفة. إذا لزم الأمر، كلّف الطلاب استخدام المساطر للنظر في المواقع. يستخدم الطلاب الكثير من العِصيّ المعلّمة لإظهار ما يحدث عند العبور.





الاختيار من متعدد

1. أيٌّ من الجمل الآتية تشرح بشكل صحيح الانقسام الخلوي في الكائنات ذات الخلية الواحدة؟
   c. يتمّ إنتاج خليتَين متطابقتَين في أثناء التكاثر اللاجنسي.
2. ما أفضل جملة تصف التبرعُم في الخميرة؟
   b. ينمو من الخلية الأم برعم وليد يمكن أن يسقط أو يكوّن سلسلة.
3. فيمَ يتشابه الانقسام المتساوي في الكائنات ذات الخلية الواحدة والكائنات ذات الخلايا المتعدّدة؟
   a. يُنتج كلاهما خلايا وليدة متطابقة.
4. في أيّ جزء من دورة الخلية يتمّ نسخ DNA؟
   a. الطور البَيْني
5. في أيّ جزء من دورة الخلية تنقسم الخلية إلى خليتَين؟
   d. الانقسام السيتوبلازمي
6. ما الهدف الصحيح من نقاط التحكُّم في دورة الخلية؟
   b. تتيح للخلية التحكُّم في استمرار دورة الخلية.
7. أيّ من الوظائف الآتية هي الوظيفة الصحيحة للكروموسوم في الانقسام الخلوي؟
   c. تحمل خطط الخلية في شيفرة DNA إلى الخلايا الجديدة.
8. ما التسلسل الصحيح للأطوار في أثناء الانقسام المُتساوي؟
   d. الطور التمهيدي، الطور الاستوائي، الطور الانفصالي، الطور النهائي
9. ماذا يحدث في الطور التمهيدي في أثناء الانقسام المُتساوي؟
   c. ترتبط الكروماتيدات الشقيقة عند القطع المركزية.
10. ماذا يحدث في الطور الاستوائي الأول للانقسام المُنصّف؟
    d. يتمّ نسخ DNA.
11. ماذا يحدث في الطور الاستوائي الثاني للانقسام المُنصّف؟
    c. تصطفّ الكروموسومات عند خطّ استواء الخلية.
12. ما طور (أطوار) الانقسام الخلوي في الحيوانات، والذي يتمّ فيه إنتاج المغزل؟
    b. الطور التمهيدي الأول والثاني
13. عدد الكروموسومات في مشيج هو n=23. أيّ من الجمل الآتية صحيحة؟
    d. كلّ ما تقدّم صحيح.
14. أيٌّ من الأحداث الآتية لا يقع في أثناء الانقسام المُنصّف للخلايا النباتية والحيوانية؟
    b. لا تحتوي خلايا النباتات على مريكزات أو خيوط مغزليّة مرئيّة.

أسئلة الإجابات القصيرة

الدرس 2-1: دورة الخلية

15. ناقش العبارة الآتية، وقدم أدلّة لدعم موقفك. «الانقسام المُتساوي هو الانقسام الخلوي نفسه.»

يمكن للطلاب عدم الموافقة على العبارة ودعمها بالقول:

a. لا تشمل جميع أنواع الانقسامات الخلوية الانقسام المُتساوي. يشمل بعضها الانقسام المُنصّف.

b. الانقسام المُتساوي هو انقسام النواة ويحدث الانقسام الخلوي في الواقع أثناء الانقسام السيتوبلازمي.

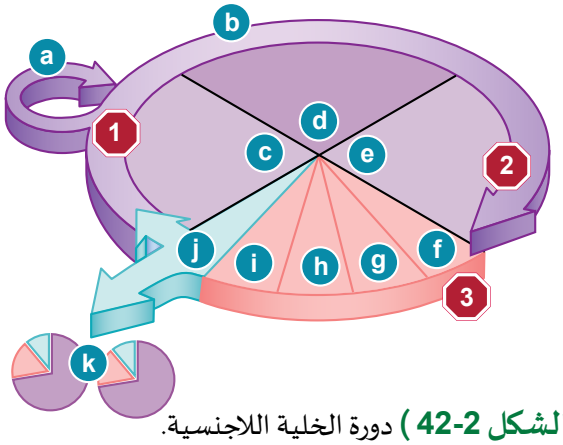
16. هل تقوم جميع الخلايا بالتكاثر اللاجنسي من خلال الانقسام المُتساوي؟ اشرح مستدلًّا بمثال على ذلك.

لا. تستخدم بعض الخلايا أشكالًا أخرى، مثل التبرعم أو التجزئة أو الأبواغ.

17. صِف دورة حياة الخلية العصبية، وحدّد طريقتَين بارزتَين على الأقلّ تختلف فيهما دورة حياتها عن دورة حياة الخلية الجسميّة العادية.

لا يحدث الانقسام الخلوي في الخلايا العصبية. فالخلايا العصبية لا تنقسم، بل إنّ لها طورًا بينيًّا مختلفًا يُسمّى طور النموّ الصفري G0 يُشبه G1 الممتدّ.

18. استعِنْ بالمخطّط في الشكل 2-42 للإجابة عن الأسئلة الآتية حول دورة الخلية اللاجنسية:



(الشكل 2-42) دورة الخلية اللاجنسية.

a. حدّد جزء دورة الخلية المشار إليه بالأحرف a-k.

a. تتحقّق الخلايا من تَلَف DNA وتُصلِحه في الطور البَيْني.

b. الطور البَيْني

c. G1

d. مرحلة البناء

e. G2

f. الطور التمهيدي

g. الطور الاستوائي

h. الطور الانفصالي

i. الطور النهائي

j. الانقسام السيتوبلازمي

k. خليتان وليدتان متطابقتان

b. ماذا تمثّل إشارات الوقوف المرقّمة 1-3.

نقاط التحكُّم حيث تتوقّف الخلية موقّتًا للتحقّق من تلبية متطلّبات معيّنة قبل المتابعة.

c. فيمَ تشبه إشارات الوقوف ما يحدث في دورة الغسّالة أو آلة غسيل الأطباق؟ إذا دعت الحاجة، استخدم شبكة الإنترنت لقراءة المزيد عن طريقة عمل تلك الأدوات المنزلية.

اقبل كلّ الإجابات الصحيحة. على سبيل المثال، لن يبدأ مقياس درجة الحرارة في آلة غسيل الأطباق في تدوير الماء إلى أن يصبح ساخنًا بدرجة كافية.

b. يمكن لتشغيل مفتاح الضغط الموجود في الغسّالة تشغيل إطلاع الآلة لوقف الملء ثمّ يمكن أن تبدأ الغسيل.

19. لماذا يُعدّ البحث في النمو غير الطبيعي للخلايا أمرًا مهمًّا جدًّا؟

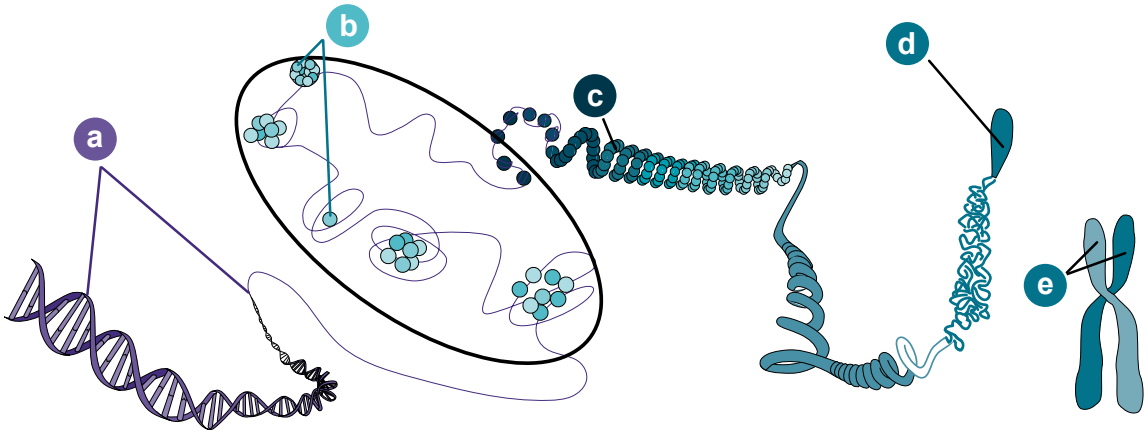
يمكن أن يؤدي النمو غير الطبيعي للخلايا إلى حدوث أورام. يمكن أن تنتشر الأورام السرطانية في الجسم مسبّبة المرض والموت. إذا تمكّن الأطباء من التحكُّم في نمو الخلايا غير الطبيعي، فإنّ بإمكانهم علاج المرضى.

20. اختر كائنًا متعدّد الخلايا كمثال، واشرح سببًا واحدًا لأهمية الانقسام المُتساوي لديه.

اقبل كلّ الإجابات الصحيحة. على سبيل المثال، يمكن للكائن ذي الخلايا المتعدّدة استبدال الخلايا الميتة أو التالفة، أو إنشاء طبقات خلايا وظيفية جديدة.

الدرس 2-2: الكروموسومات والانقسام المُتساوي

21. استخدم المخطّط الآتي لتحديد المفردات a-e.



a. DNA

b. الهيستونات (البروتينات)

c. الكروماتين

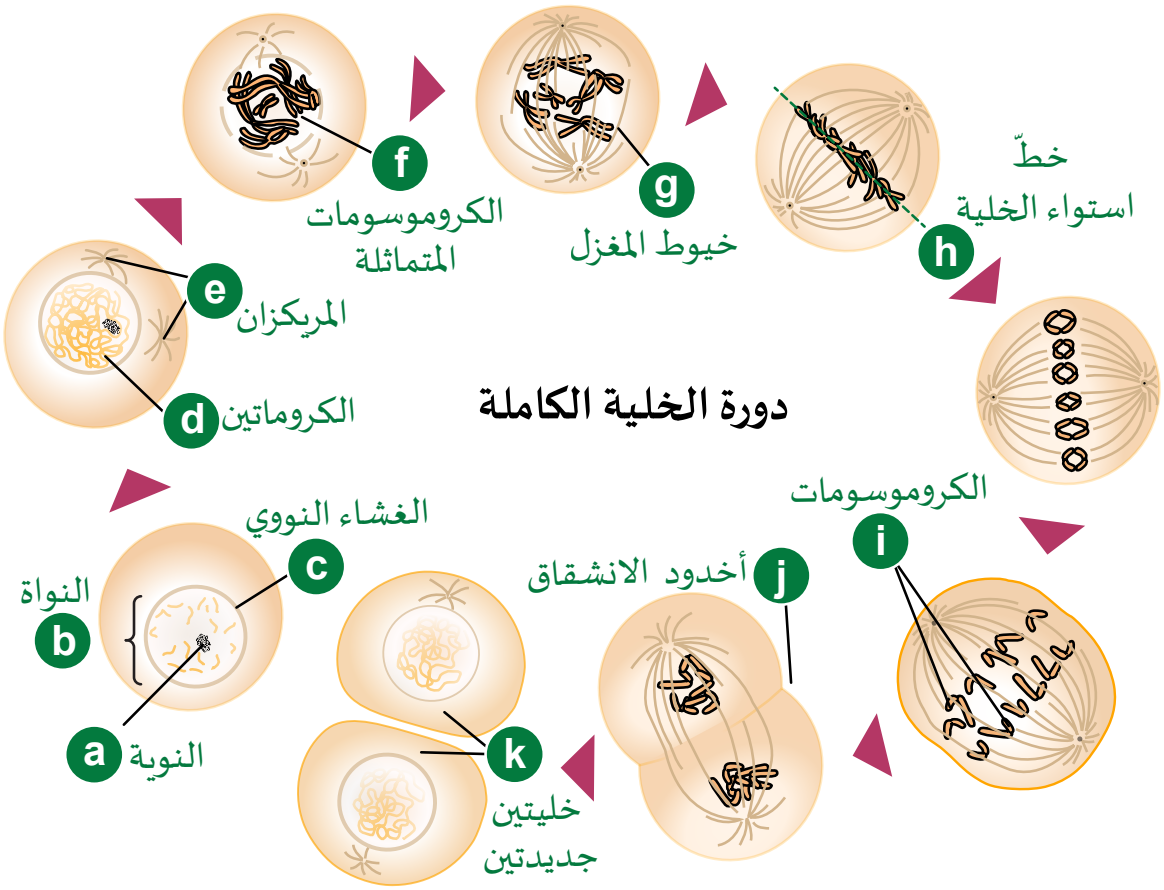
d. الكروموسوم

e. الكروماتيدات الشقيقة

22.* صف أحداث مرحلة الطور النهائي من الانقسام المتساوي؟

في الخلايا الحيوانيّة تتجمّع الكروماتيدات ويحيط بها غشاء نووي جديد. وتتفكّك الكروماتيدات مرّة أخرى وتتحوّل إلى الكروماتين. وفي خلايا النبات يشهد الطور النهائي إحاطة المجموعات المنفصلة من الكروماتيدات بأغشية نووية جديدة أيضًا، ولكن تبدأ الصفيحة الخلوية بالتشكّل بين النواتَين.

23. استخدم مخطّط دورة الخلية الكاملة الآتية لتحديد أسماء التراكيب المشار إليها بالأحرف وليس المراحل.



a. النوية
b. النواة
c. الغشاء النووي
d. الكروماتين
e. المريكز
f. الكروموسومات المتماثلة
g. المغزل
h. خطّ الاستواء
i. الكروموسوم
j. أخدود الانشقاق
k. خليتان جديدتان

الدرس 2-3 الانقسام المُنصّف

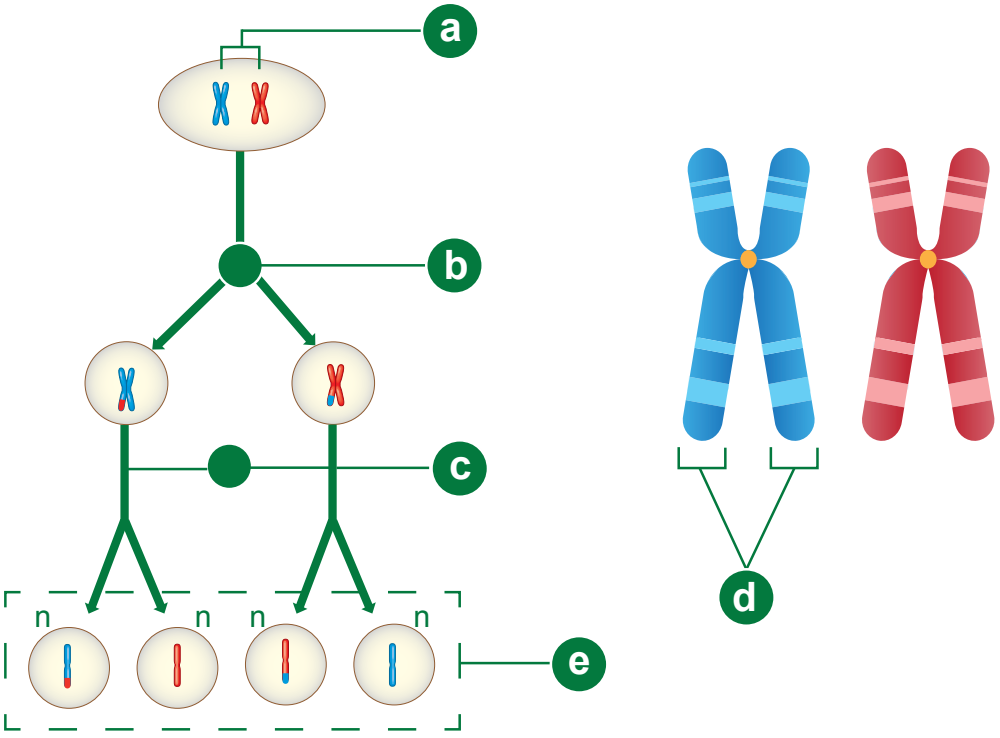
24. فسّر الجملة الآتية: وقدّم أدلّة لدعم موقفك، «الانقسام المُتساوي والانقسام المُنصّف هما نوعان من الانقسام الخلوي.»

يجب أن يوافق الطلاب على ما ورد في الجملة، لأنّ الانقسام المُتساوي والانقسام المُنصّف هما في الواقع انقسامان لنواة الخلايا، وهما دورتان مختلفتان للخلية تشمل كلتاهما الطور البَيْني والانقسام السيتوبلازمي.

25. ما الكروموسومات المُتماثلة؟ وكيف تُسهم في تنوُّع الخلايا الوليدة؟

الكروموسومات المُتماثلة هي أزواج من الكروموسومات التي لها الطول وموضع السنترومير نفسهما وهي أزواج تتضاعف في أثناء الطور البَيْني الأول للانقسام المُنصّف. إنّها تقدّم تباينًا عندما تتداخل أجزاء من DNA ويتمّ تبديل الأماكن في أثناء الحركة في الطور التمهيدي الأول.

26. حدّد ما تشير إليه الحروف في المخطّط الآتي، ثم أجب عن الأسئلة الآتية:



a. الكروموسومات او الكروموسومات المتماثلة

b. المرحلة الأولى من الانقسام المُنصّف أو الانقسام المُنصّف I

c. المرحلة الثانية من الانقسام المُنصّف أو الانقسام المُنصّف II

d. الكروماتيدات الشقيقة

e. الأمشاج أو الخلايا الجنسية

27. هل الانقسام المُنصّف هو الجزء الوحيد من دورة الخلية المعروضة؟ اشرح ذلك.

لا، يظهر الانقسام السيتوبلازمي أيضًا، لأن الخلايا (الأمشاج) قد انفصلت ولم تعد الكروموسومات مرئية في كل نواة.

28. ما الأطوار التي لم تظهر في المخطّط؟

لا يظهر الطور البَيْني

29. اكتب الترميز الصحيح لعدد الكروموسومات في الخلية (a).

يظهر الطور التمهيدي الأوّل الخلية بأربعة كروموسومات (زوجان من الكروموسومات)، إذًا 2n=2.

30. ما الذي حدث قبل الخطوة (a) لتضاعف كل الكروموسومات؟

تمّ نسخ DNA لإنتاج كروماتيدات شقيقة متطابقة ثم وَصْلُها بواسطة السنترومیرات.

31. اشرح ثلاثة اختلافات رئيسة بين الانقسام المُتساوي والانقسام المُنصّف.

تُقبل جميع الإجابات الصحيحة التي تتضمّن ثلاثة اختلافات مثل:

- الانقسام المُتساوي هو شكل من أشكال التّكاثر اللاجنسي للخلايا. الانقسام المُنصّف هو شكل من أشكال التكاثر الجنسي للخلايا.

- ينتج الانقسام المتساوي في العادة خليتين وليدتين متطابقتين من خلية واحدة. ينتج الانقسام المُنصّف أربعة أمشاج فريدة من اندماج خليتين.

- يقسم الانقسام المتساوي في العادة النواة لمرةٍ واحدةٍ. يبلغ طول الانقسام المُنصّف ضعف طول الانقسام المُتساوي ويُقسم النواة مرتين حيث لا يتكاثر الحمض النووي DNA في الانقسام الثاني.

- ينتج الانقسام المُتساوي خلايا (ثنائية المجموعة الكروموسومية) بعدد الكروموسومات نفسه، مثل الخلية الأم (2n).

- ينتج الانقسام المُنصّف خلايا (أحادية المجموعة الكروموسومية) بنصف عدد كروموسومات الخلايا الأم (n).

- يمكن أن يحدث العبور في الطور التمهيدي الأول من الانقسام المُنصّف.

أوراق عمل

الاسم ..... التاريخ .....

نشاط 2-1 ملاحظة الانقسام الخلوي

سؤال الاستقصاء	كيف تنقسم بعض الخلايا لاجنسيًّا؟
الموادّ المطلوبة	مجاهر ضوئية، شرائح جاهزة لانشطار البراميسيوم *Paramecium* واليوجلينا *Euglena*، محلول (الخميرة) *Saccharomyces*، شرائح زجاجية،أغطية شرائح، قطّارات، كاميرات رقمية.

خلفية الموضوع

تظهر الحياة على الأرض بأشكالٍ عديدةٍ؛ لكن معظم الكائنات الحيّة لا تعيش لفترة طويلة جدًّا بل تموت جميعها في إطار زمني محدّد. لضمان البقاء، يمكن للكائنات الحيّة أن تنتج نسلًا مطابقًا لنفسها في أثناء التكاثر اللاجنسي *Asexual reproduction*، أو نسلًا فريدًا ناتجًا عن دمج المادة الوراثية لكائنين (أو أكثر) في التكاثر الجنسي.

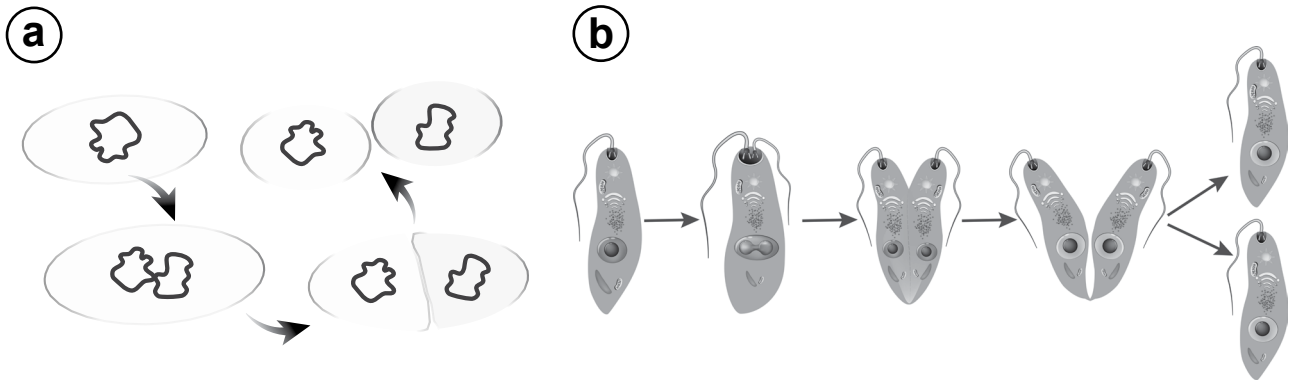
وفي ما يأتي أربع طرائق مختلفة للتكاثر اللاجنسي *Sexual reproduction*.

a. الانشطار

الانشطار هو انقسام خلية واحدة إلى خليتين أو أكثر حيث تكون الأجزاء في داخل الخلية متطابقة مع الأصل. يشير الانشطار الثنائي *Binary fission* إلى مضاعفة أجزاء الخلية متبوعًا بتقسيم الخلية إلى خليتين (**الشكل 2-1a**). هذا شائع في البكتيريا وفي الكثير من الطلائعيات والطحالب الخضراء.

b. التجزئة

في أثناء التجزئة في الكائنات ذات الخلايا المتعدّدة أو المستعمرات، ينقسم الكائن الحيّ إلى أجزاء (**الشكل 2-1b**). يمكن أن يتطوّر كلّ جزء إلى فرد متطابق. تشمل الكائنات الحيّة القادرة على التجزئة بعض الطحالب الخضراء والزرقاء والفطريات والإسفنج والديدان. يمكن أن تخضع الأوراق والجذور والسيقان لنوع من التجزئة يُسمّى «التكاثر الخضري». عند حدوث ذلك، تنفصل مجموعات الخلايا (الأنسجة) عن الأم وتطوّر الأجزاء المفقودة، ثمّ تنمو لتصبح نباتات جديدة متطابقة.



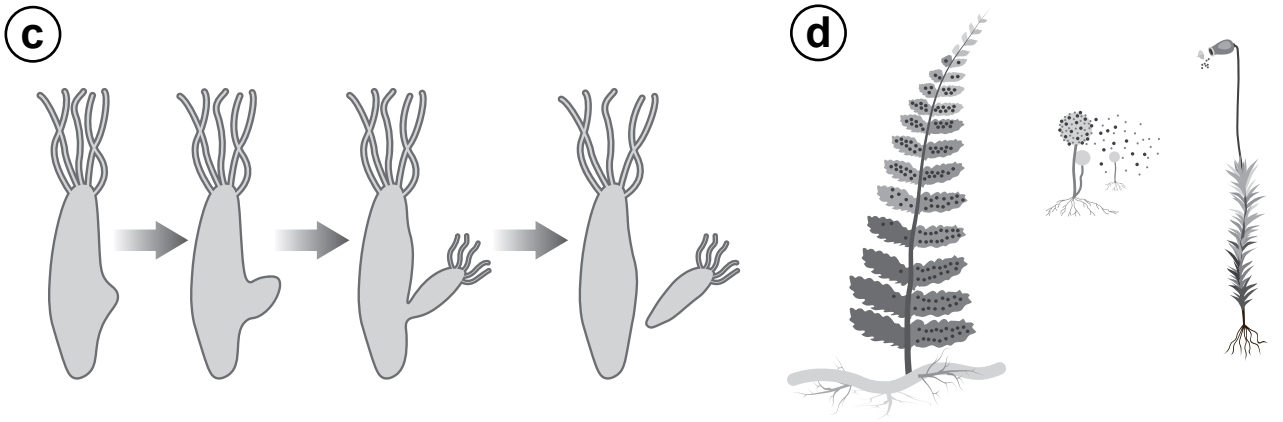
(الشكل 2-1) (a) الانشطار الثنائي في البكتيريا. (b) الانشطار في اليوجلينا.

c. التبرعم

في أثناء التبرعم، تتكوّن خلية فردية جديدة في موقع على الخلية الأم، ثمّ تنمو ثمّ تنفصل (**الشكل 2-2c**). هذا شائع جدًّا في خميرة الخبّاز والمرجان وقنديل البحر وشقائق النعمان البحرية.

d. الأبواغ

الأبواغ هي نوع من الخلايا التناسلية التي يمكن أن تتطوّر إلى كائنات حيّة متطابقة جديدة، إلّا أنّها تفعل ذلك من دون الاندماج في أيّ خلايا أخرى. على غرار البذرة، يمكن أن تعيش الأبواغ حتّى تصبح الظروف البيئية مناسبة. تُنتج بعض البكتيريا والطحالب والنباتات وجميع الفطريات الأبواغ.

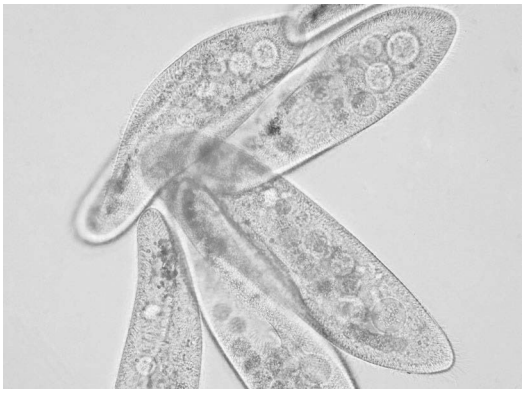


(الشكل 2-2) (c) التبرعم في الهيدرا *Hydra*، (d) الفطريات والحزازيات والسراخس تنتج الأبواغ.

الاسم ..... **التاريخ** .....

يمكنك العمل ضمن فريق أو مجموعة، ووفقًا لعدد المجاهر المتاحة. احصل على الشرائح المعدّة والمواد من معلّمك.

الخطوات



(الشكل 2-3) البراميسيوم (400x) .

1. اتّبع التوجيهات الواردة في ورقة العمل لمراقبة البراميسيوم واليوجلينا، وهما يعيشان في المياه العذبة.
2. لاحظ كلّ كائن باستخدام قوة التكبير الصغيرة، واستخدم الضابط الكبير لإظهار الكائنات الحية.
3. امسح الشريحة كاملة وحدّد الخلايا التي تقوم بالانقسام، وقم بتوسيطها في مجال الرؤية، ثمّ تحوّل إلى قوة التكبير العالية واضبط الإضاءة وفقًا للحاجة.
4. التقط الصور وسجّل اسم الكائن وتكبيره.
5. عند الانتهاء من الشرائح المعدّة، قم بإعداد شريحة لمحلول يحتوي على خميرة الخبّاز، وكرّر الخطوات من 3 إلى 5.
6. اختر أفضل صورة لديك واعرضها على زملائك في الصف (الشكل 2-3).

الملاحظات

ضمّن تقريرك مسودة الصور.

الاسم ..... **التاريخ** .....

الأسئلة

أجب عن الأسئلة الآتية. استخدم الإنترنت، إذا لزم الأمر.

a. ما الشيء المُشترك بين البراميسيوم واليوجلينا والخمائر؟

b. حدّد كائنًا آخر يقوم بالانشطار الثنائي، وصِفْه.

c. هل يمكن أن تتكاثر الخميرة جنسيًّا؟ اشرح ذلك.

الاسم ..... التاريخ .....

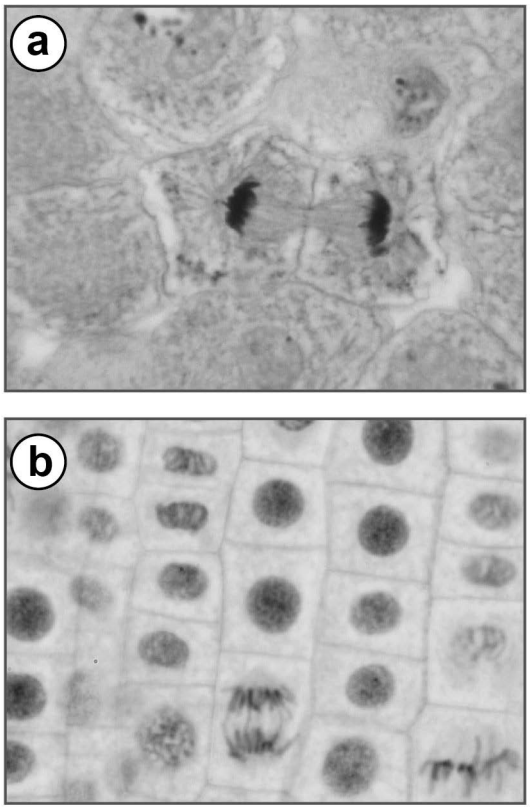
نشاط 2-2 الانقسام المُتساوي (غير المباشر)

سؤال الاستقصاء	كم من الوقت تقضيه الخلايا في كلّ طور من الانقسام المتساوي؟
الموادّ المطلوبة	مجاهر ضوئية، شرائح جاهزة عن الانقسام المتساوي في جنين *Coregonus* (السمكة البيضاء)، أو *Ascaris megalocephala* (دودة الحصان الأسطوانية)، قِمّة جذر *Allium cepa* (البصل)، آلات حاسبة.

خلفية الموضوع

يُعدّ تطوّر بيض الأسماك أو الديدان وقِمّة جذر البصل مفيدًا لعلماء الأحياء، لأنّه يُسهّل رؤية المراحل المختلفة لانقسام الخلايا وتطوّرها. بيض السمك الأبيض وديدان الحصان الأسطوانية شفّاف وينمو وينقسم بسرعة. الديدان الأسطوانية طفيليات في الثدييات، بما في ذلك الحيوانات الأليفة والماشية. بيض السمك مثل السمك الأبيض متوفر (**الشكل 2-4a**). الأريمة هي مرحلة نموّ مبكرة في جنين السمكة قبل أن تبدأ الخلايا في التحوّل إلى أنواع مختلفة. إنّ قمة جذر أيّ نبات هي منطقة نموّ سريع (**الشكل 2-4b**). يغطّي كلّ جذر قبّعة من الخلايا الميتة لحماية المنطقة الواقعة خلفه والتي تنمو بسرعة من خلال الانقسام. يحتوي البصل على خلايا كبيرة بشكل خاص وتسهّل رؤية كروموسوماتها بمجرّد صبغها.

عند فحصها تحت المجهر، تكون الخلايا ذات الكروموسومات المرئية في الطور البَيْني أو تقوم بالانقسام المُتساوي. في أثناء انقسام الخلية اللاجنسي، تمرّ النواة بمراحل رئيسة يمكن ملاحظتها من خلال سمات مميّزة (**الشكل 2-5**).



(الشكل 2-4) الانقسام المُتساوي (a) للسمكة البيضاء و (b) قمة جذر البصل.

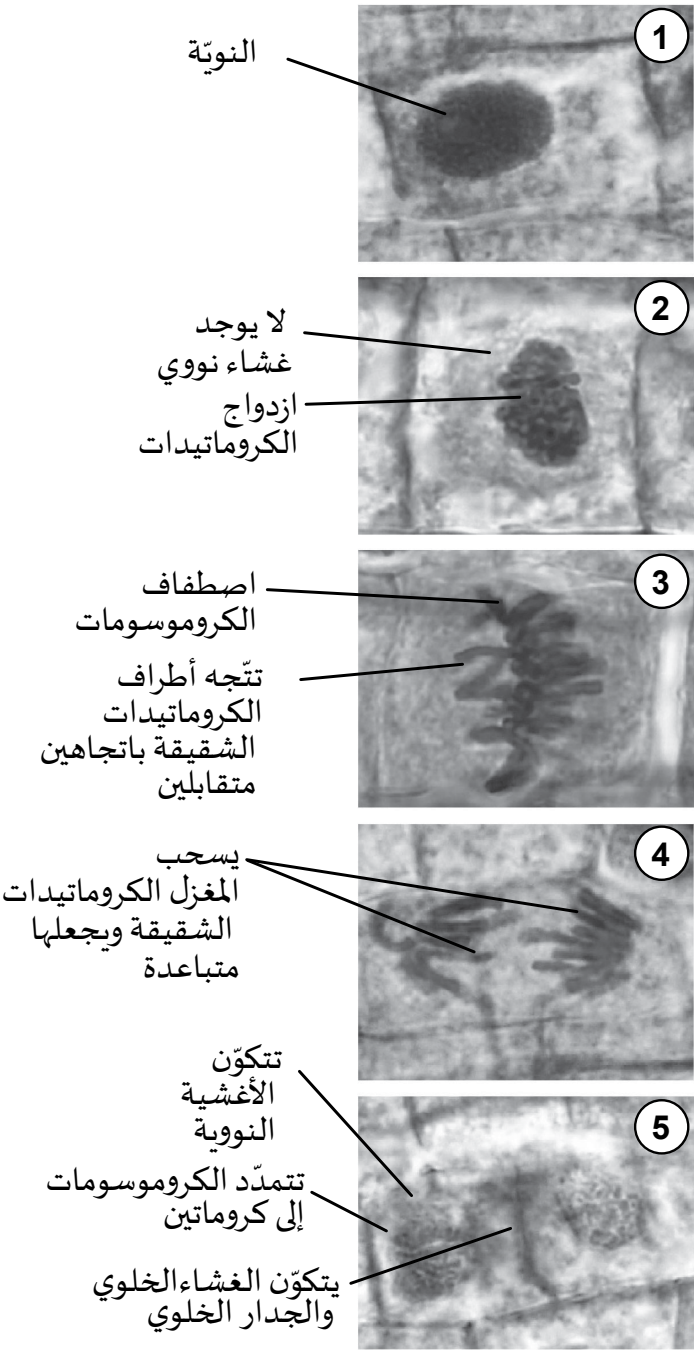
1. **الطور البَيْني**: الخلايا التي تبدو نواتها طبيعية ومصبوغة قليلًا هي في الطور البَيْني. قرب نهاية الطور البَيْني يتغيّر تركيب الشكل الخيطي للحمض النووي DNA المُسمّى «الكروماتين»، ويصبح أكثر كثافة فتظهر النواة المصبوغة أكثر كثافة وأكثر قتامة. قد تظهر كلّ من الخلية والنواة أكبر، لأنّ النموّ يحدث في أثناء الطور البَيْني استعدادًا للانقسام المُتساوي.

2. **الطور التمهيديّ**: يتحلّل الغشاء النووي وتنطلق الكروموسومات المكثّفة في السيتوبلازم بحيث لا تكون النواة مستديرة. وتظهر الكروماتيدات الشقيقة المرئية مزدوجة ومرتبطة عند السنتروميرات.

3. **الطور الاستوائيّ**: تكون هذه المرحلة في الغالب هي الأسهل للتعرّف إلى الكروموسومات، لأن الكروموسومات تصطفّ في وسط الخلية المنقسمة. تكون أطراف الكروموسومات متّجهة إلى الجوانب المتقابلة من الخلية. قد يكون المغزل في الخلايا الحيوانية مرئيًّا..

4. **الطور الانفصاليّ**: تُظهر هذه المرحلة انفصال الكروموسومات في داخل الخلية. يمكن رؤية المغزل في الخلايا الحيوانية يسحب الكروموسومات. في الخلايا النباتية، يبدو أنّ السيتوبلازم يتمدّد. في المرحلة المتأخّرة، يظهر كلّ كروماتيدان شقيقان كلّ منهما على أحد جانبي الخلية.

5. **الطور النهائي**: تفقد الكروماتيدات شكلها. ويبدأ غشاءان نوويان جديدان بتشكيل الخليتين الوليدتين. تتشكّل الصفيحة الخلوية في النباتات بين النواتين الجديدتين لتقسم الخليّة إلى خليّتين. ستكونان خليتين متطابقتين أصغر وجنبًا إلى جنب.



(الشكل 2-5) انقسام خلية البصل.

6. **الانقسام السيتوبلازمي**: بعد انقسام النواة، ينقسم السيتوبلازم الخلوي وينقسم غشاء الخلية لتكوين خليتين مستقلتين. يختلف الانقسام السيتوبلازمي في الخلايا الحيوانية حقيقية النواة عن الخلايا النباتية لأنّ الخلايا النباتية يجب أن تبني جدارًا خلويًّا جديدًا بين الخلايا الوليدة. تشكّل الخلايا الحيوانية أخدود الانشقاق الذي يضغط على الخلية فيتشكّل غشاءان حول كل خلية جديدة.

الاسم ..... **التاريخ** .....

وفقًا لعدد المجاهر، اعمل منفردًا أو ضمن مجموعة.

الخطوات

1. احصل على مجهر ضوئي وشرائح جاهزة.

2. لاحظ كلّ شريحة على التكبير العالي، وحدّد موقع كلّ مرحلة من المراحل الأربع للانقسام في الخلايا الحيوانية والنباتية، والطور البَيْني، والانقسام السيتوبلازمي. استخدم الأوصاف والصور في كتاب الطالب أو في الصفحات السابقة لتوجّهك في عملك.

3. سيحدّد المعلم المجموعة التي ستلاحظ الخلايا الحيوانية (سمكة أو دودة) وتحصيها والمجموعة التي ستلاحظ الخلايا النباتية (البصل) وتحصيها.

a. قم بوضع شريحتك في الوسط وحدّد المنطقة التي تنقسم فيها الخلايا، وتحوّل إلى قوة التكبير العالية وركّز. ملاحظة: تقع منطقة جذر النبات الأكثر نشاطًا خلف قبّعة الجذر الواضحة بالقرب من قمّته وجوانبه.

b. قدّر العدّ الخاص بك وسجّله على قصاصات الورق.

c. من دون تغيير مجال الرؤية، قم بحساب عدد الخلايا في كلّ مرحلة من مراحل دورة الخلية وقم بتسجيلها بجوار المرحلة الصحيحة.

d. اجمع العدد الإجمالي للخلايا في كلِّ مرحلة وسجّلها في الصف السفلي من الجدول.

e. قارن هذا الرقم بتقديرك من الخطوة (a). يجب أن يكون هذان الرقمان متماثلين؛ ولكنْ، إذا اختلفت الأعداد بأكثر من خليتين، فتحقّق من الإضافة أو كرّر الخطوات من a-c.

4. أجب عن الأسئلة وكنْ مستعدًا لتشارك زملاءك في بياناتك.

الاسم ..... التاريخ .....

بيانات الملاحظات

الجدول 1. النسبة المئوية للخلايا الحيوانية في التكاثر اللاجنسي

عدد الخلايا النباتية ومراحلها	الأعداد في المجال #1	الأعداد في المجال #2	متوسّط العدد	النسبة المئوية من إجمالي الخلايا (%)
1. الطور البَيْني				
2. الطور التمهيدي				
3. الطور الاستوائي				
4. الطور الانفصالي				
5. الطور النهائي				
6. الانقسام السيتوبلازمي				
مجموع عدد الخلايا في المراحل				

الجدول 2. النسبة المئوية للخلايا النباتية في التكاثر اللاجنسي

عدد الخلايا النباتية ومراحلها	الأعداد في المجال #1	الأعداد في المجال #2	متوسّط العدد	النسبة المئوية من إجمالي الخلايا (%)
1. الطور البَيْني				
2. الطور التمهيدي				
3. الطور الاستوائي				
4. الطور الانفصالي				
5. الطور النهائي				
6. الانقسام السيتوبلازمي				
مجموع عدد الخلايا في المراحل				

الاسم ..... **التاريخ** .....

الأسئلة

a. اذكر اثنين من الاختلافات التي لاحظتها في الانقسام المتساوي بين خلايا الحيوانات والنباتات.

b. كيف كانت نتائج مجموعتك مقارنة بنتائج الصفّ لكلّ شريحة؟

c. ناقش مشكلة واحدة واجهتها أنت أو مجموعتك في أثناء تنفيذ العمل في المختبر، واقترح حلًّا.

الاسم ..... التاريخ .....

نشاط 2-3 الانقسام المُنصّف: انقسام اختزالي

سؤال الاستقصاء	ابنِ نموذجًا يوضح خطوات الانقسام المُنصّف.
الموادّ المطلوبة	معجون بخمسة ألوان _ (أبيض، أزرق، أحمر، أصفر، بنّي)، سكّين.

خلفية الموضوع

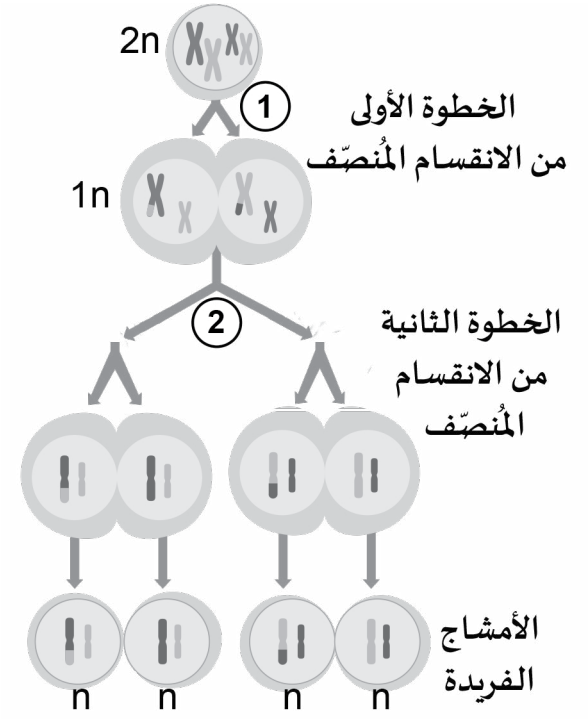
يتضمّن التكاثر الجنسي عمليتين أساسيتين:

1. إنتاج الخلايا الجنسية التي تُسمّى «الأمشاج» *Gametes*.
2. اندماج الأمشاج، أو الإخصاب، الذي يعيد العدد الأصلي الإجمالي للكروموسومات.

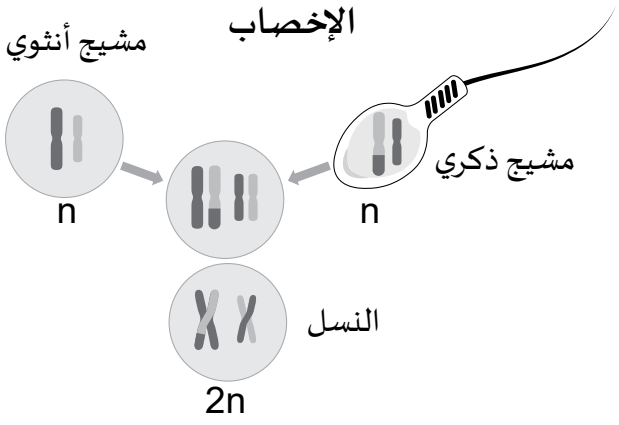
تتضمّن العملية الأولى تقسيم الكروموسومات إلى النصف لإنتاج خلايا أحادية المجموعة الكروموسومية *Haploid*. الانقسام المُنصّف *Meiosis* هو نوع من الانقسام النووي ينتج الأمشاج. تُسمّى الأمشاج في الغالب «البُويضة» أو «الحيوانات المنوية». على عكس الخلايا الوليدة الناتجة عن الانقسام المُتساوي، فإنّ العملية أطول، وتحتوي الأمشاج الفريدة على نصف المادة الوراثية، وتؤدي العملية إلى المزيد من الخلايا (**الشكل 2-6**).

في عملية ثانية منفصلة، يتمّ بعد ذلك اتحاد خليتين أحاديتي المجموعة الكروموسومية فريدتين لاستعادة عدد الكروموسومات الطبيعي، أو المجموعة الكروموسومية الثنائية.

في كائن افتراضي لديه أربعة كروموسومات فقط، أو زوجان، ينتج كلّ كائن من النوع نفسه الأمشاج أوّلًا. يوضح (**الشكل 2-7**) الإخصاب الذي هو عبارة عن اتحاد الكروموسومات من خلية أم أنثوية فريدة مع خلية أب ذكرية فريدة. والنتيجة في الجماعة الحيوية هي إنتاج أفراد جدد وفريدين.



(الشكل 2-6) يتمّ إنتاج الأمشاج بوساطة الانقسام المُنصّف في خطوتين أساسيتين.



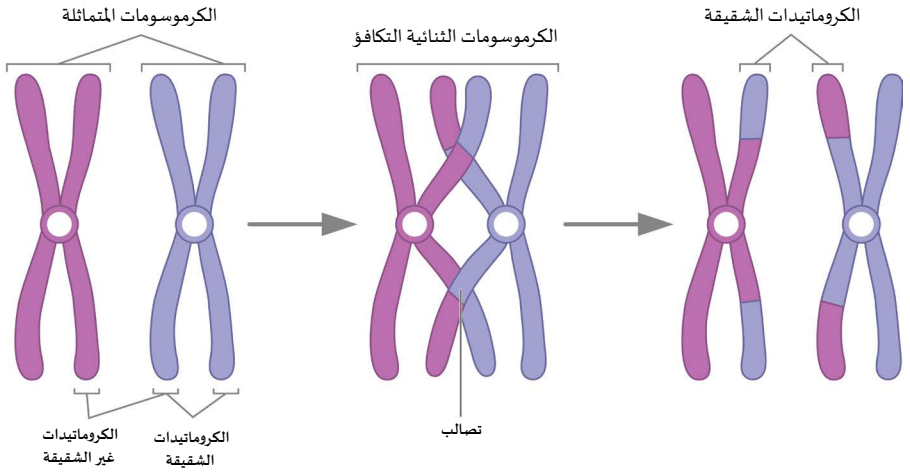
(الشكل 2-7) الإخصاب هو اتحاد الكروموسومات من خليتين فريدتين.

الاسم ..... التاريخ .....

الخطوات

بالتعاون مع زملائك في المجموعة، نفّذ الخطوات الآتية:

1. شكّل كروموسوم (زوج من الكروماتيدات) من كلّ لون من المعجون، اجعل اللون البني يمثّل السنترومير لجميع الكروموسومات.
2. اجمع الكروموسوم الأحمر والأزرق كما في الشكل، وضع نقاط التصالب واقطع وبدّل القطع بين الكروماتيدات؛ كما في الشكل المرفق.
3. أعدّ نموذجًا آخر باللونَين الأبيض والأصفر ونفّذ الخطوات نفسها لكن غيّر مناطق التصالب بحيث تحصل على نمط جديد من الكروماتيدات.



الشكل 2-8 نموذج التصالب والعبور

4. ضع كلا الزوجَين من الكروموسومات على ورقة واحدة تمثّل الخلية.
5. افصل الكروموسومات المتماثلة في كلّ ورقة، وضعهما على ورقتَين مختلفتَين (كلّ ورقة تمثّل خلية جديدة). بهذا ينتهي الانقسام المُنصّف الأوّل.

الانقسام المُنصّف الثاني

6. احضر ورقتَين فارغتَين.
7. افصل كلّ كروموسوم ا (أزرق- أحمر) الى كروماتيدَين؛ اترك أحد الكروماتيدَين مكانه وانقل الآخر إلى الورقة الجديدة.
8. كرّر الخطوات نفسها مع الكروموسومَين الآخرَين (أبيض-أحمر) .

ملاحظة: كلّ كروماتيد سوف ينسخ نفسه متحوّلًا إلى كروموسوم في نهاية الطور النهائي الثاني.

الاسم ..... **التاريخ** .....

الأسئلة

a. كم خلية نتجت لديك؟

b. كم كروماتيد يوجد على كلّ ورقة الآن؟

c. هل الكروماتيدات في الخلايا الناتجة متشابهة؟

d. ماذا تُسمّى هذه الخلايا؟

e. ما المجموعة الكروموسومية في كلّ خلية؟

f. ارسم ما نتج لديك من كروماتيدات بشكل ملوّن.

الاسم ..... التاريخ .....

المحتوى	العلامة
النموذج هو تمثيل صحيح يعتمد على النماذج المدروسة. يتضمّن النموذج المعلومات الأساسيّة التي تربط المكوّنات بالمصطلحات أو الأوصاف. المعلومات مناسبة ودقيقة.	5
قد يحتوي النموذج على واحد أو أكثر من المكوّنات غير الصحيحة بناءً على النماذج المدروسة. قد يكون مكوّن واحد أو أكثر مفقودًا.	3
المعلومات غير صحيحة أو غير دقيقة.	1
العرض	
• النموذج أنيق. • مقياس النموذج مناسب.	5
• ربّما لا يكون النموذج أنيقًا. • المقياس غير مناسب.	3
• المعلومات غير صحيحة أو غير دقيقة.	1
المجموع	

الاسم ..... التاريخ .....

1-2W دورة الخلية

سؤال الاستقصاء	ماذا يحدث في كلّ مرحلة من مراحل دورة الخلية؟
الموادّ المطلوبة	أقلام رصاص، منقلة، أطباق ورقية كبيرة، أقلام ملوّنة.

الخلفية العلمية

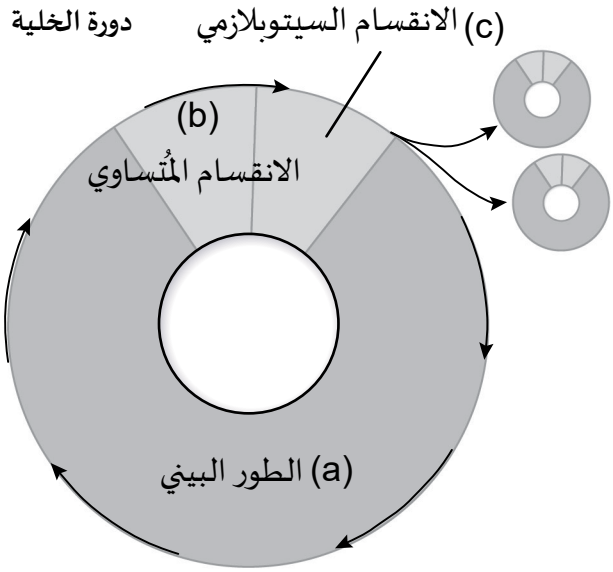
جميع خلايا حقيقيات النوى قادرة على الانقسام لإنتاج خلايا جديدة. ويتم ذلك لعدة أسباب. مع نمو الكائن الحي، هناك حاجة إلى خلايا جديدة ليصبح أكبر. يجب استبدال الخلايا التالفة أو الميتة: يضمن التكاثر بقاء الجيل التالي من الخلايا لتكرار دورة تعرف باسم **دورة الخلية *Cell cycle*** (**الشكل 2-9**).

تتكوّن دورة الخلية من ثلاث مراحل أساسية:

a. الاستعداد للانقسام (**الطور البَيْني**) ***Interphase***،

b. الاستعداد لانقسام النواة

c. انقسام الخلية لإنتاج خليتين (**الانقسام السيتوبلازمي**) ***Cytokinesis***.



(الشكل 2-9) تتضمّن دورة الخلية استعدادًا في (a) الطور البَيْني) قبل أن تنقسم (b) النواة، ثم (c) الخلية..

من المهم أن تتذكّر أنّ دورة الخلية يتمّ التحكُّم فيها من خلال تغيّرات كيميائية حيوية مختلفة. بمجرّد أن تبدأ الخلايا الطبيعية العملية، فإنّها لا تتوقّف. ما لم تكتشف الخلية ظروفًا غير طبيعية، تستمرّ دورة الخلية.

يُظنّ أنّ المرحلة الأولى من دورة الخلية، الطور البَيْني، هي مرحلة الراحة. نحن نعلم اليوم أن الطور البَيْني طويل ومعقّد ويتضمّن فترة من النشاط الطبيعي والنموّ والإصلاح وتضاعف المادة الوراثية (DNA) والعضيات لتهيئة الخلية للانقسام.

تقسم معظم الخلايا نواتها باستخدام عملية تُسمّى «الانقسام المُتساوي» *Mitosis*، وهو تكاثر لاجنسي سريعٌ وفعّالٌ. يتكوّن الانقسام المُتساوي من أربعة أطوار تتميّز أوّلًا بالتغيرّات المرئية تحت المجهر الضوئي: الطور التمهيدي *Prophase*، الطور الاستوائي *Metaphase*، الطور الانفصالي *Anaphase*، الطور النهائي *Telophase*. بعد انقسام النواة، تنقسم محتويات الخلية لتشكيل خليتين وليدتين جديدتين.

الاسم ..... **التاريخ** .....

التعليمات

1. استخدم منقلة لإنشاء نموذج لدورة الخلية على طبق ورقي بقطر 10 cm على الأقل.
2. مثل الساعة، افترض أنّ محيط الطبق الورقي يمثّل 24 ساعة في دورة الخلية.
3. لتقسّم الطبق إلى 24 قطعة على شكل دائري قم باستخدام المنطق الآتي.
   a. «إذا كانت الدائرة 360 درجة، فكم درجة تساوي ساعة واحدة؟»
   b. اقسم الطبق في المنتصف عموديًّا باستخدام حافة المنقلة، ثمّ إلى نصفين مرة أخرى أفقيًّا، وهذا يعطي أربعة أرباع، كلّ منها 90 درجة.
   c. يمكن بسهولة تقسيم كلّ ربع إلى 6 ساعات كلّ منها 15 درجة.
4. استخدم قلم رصاص لتعليم كلّ ساعة على الطبق الورقي.
5. قم بتضمين الرسم التخطيطي لدورة الخلية اللاجنسية المفردات الآتية: الانقسام السيتوبلازمي، مرحلة النموّ الأولى (G1)، مرحلة النموّ الثانية (G2)، الطور البَيْني، الانقسام المتساوي، البناء.
6. إذا سمح الوقت، قم بإعداد مفتاح في الخلف، وقم بتظليل المناطق المقابلة من الطبق قليلًا.

الاسم ..... التاريخ .....

2-2W الانقسام المُتساوي في الخلايا النباتية والحيوانية

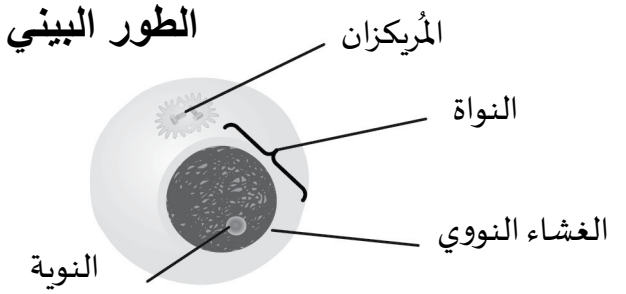
سؤال الاستقصاء	فيمَ يختلف الانقسام المُتساوي في الخلايا الحيوانية عن الانقسام المُتساوي في الخلايا النباتية؟
الموادّ المطلوبة	أقلام.

الخلفية العلمية

في دورة حياة الخلية، أطول المراحل هي الاستعداد الذي يحدث في الطور البَيْني (**الشكل 2-10**). في بعض الخلايا، يستمر من **12** إلى **24** ساعة (مثل خلايا الدم الحمراء). الانقسام المُتساوي، وهو انقسام النواة، أقصر بكثير، ويحدث في الخلايا الجسمية (**الشكل 2-11 a-d**). في أثناء الانقسام المُتساوي، تنتج خليتان وليدتان متطابقتان للخلية الأم الأصلية. يكون للخلايا الأم والخلايا الوليدة المعلومات الوراثية نفسها. وبالتالي، فهي متطابقة في التركيب والوظيفة.

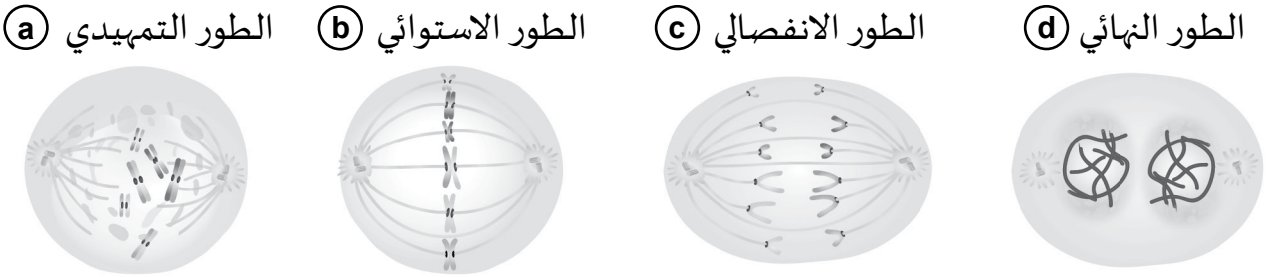
ينقسم الانقسام المُتساوي إلى أربعة أطوار:

- الطور التمهيدي (**الشكل 2-11 a**)
- الطور الاستوائي (**الشكل 2-11 b**)
- الطور الانفصالي (**الشكل 2-11 c**)
- والطور النهائي (**الشكل 2-11 d**)



(الشكل 2-10) الطور البَيْني.

يمكن أن يتراوح الانقسام المتساوي من **20** دقيقة إلى عدة ساعات ووفقًا لنوع الخلية والكائن الحي. تختلف دورات الخلايا في جميع الكائنات الحيّة، لكن الخلايا النباتية والحيوانية تخضع لعملية مشابهة للغاية مع استثناءات قليلة. في الخلايا الحيوانية، تظهر تراكيب تُسمّى «المريكزان» *Centrioles*، وتطلق المغزل *Spindle*، وتهاجر إلى جوانب متقابلة من الخلية المنقسمة. عندما تخضع الخلية للانقسام السيتوبلازمي *Cytokinesis*، يتشكّل أخدود الانشقاق *Cleavage furrow* لفصل الخلية إلى خليتين. في الخلايا النباتية، يتشكّل المغزل، لكن المُريكزات لا تتشكّل في أثناء الانقسام السيتوبلازمي، تتشكّل الصفيحة الخلوية بدلًا من أخدود الانشقاق. تصبح الصفيحة الخلوية جدار الخلية، والتي تتشكّل بشكل منفصل عن أية أغشية خلوية.

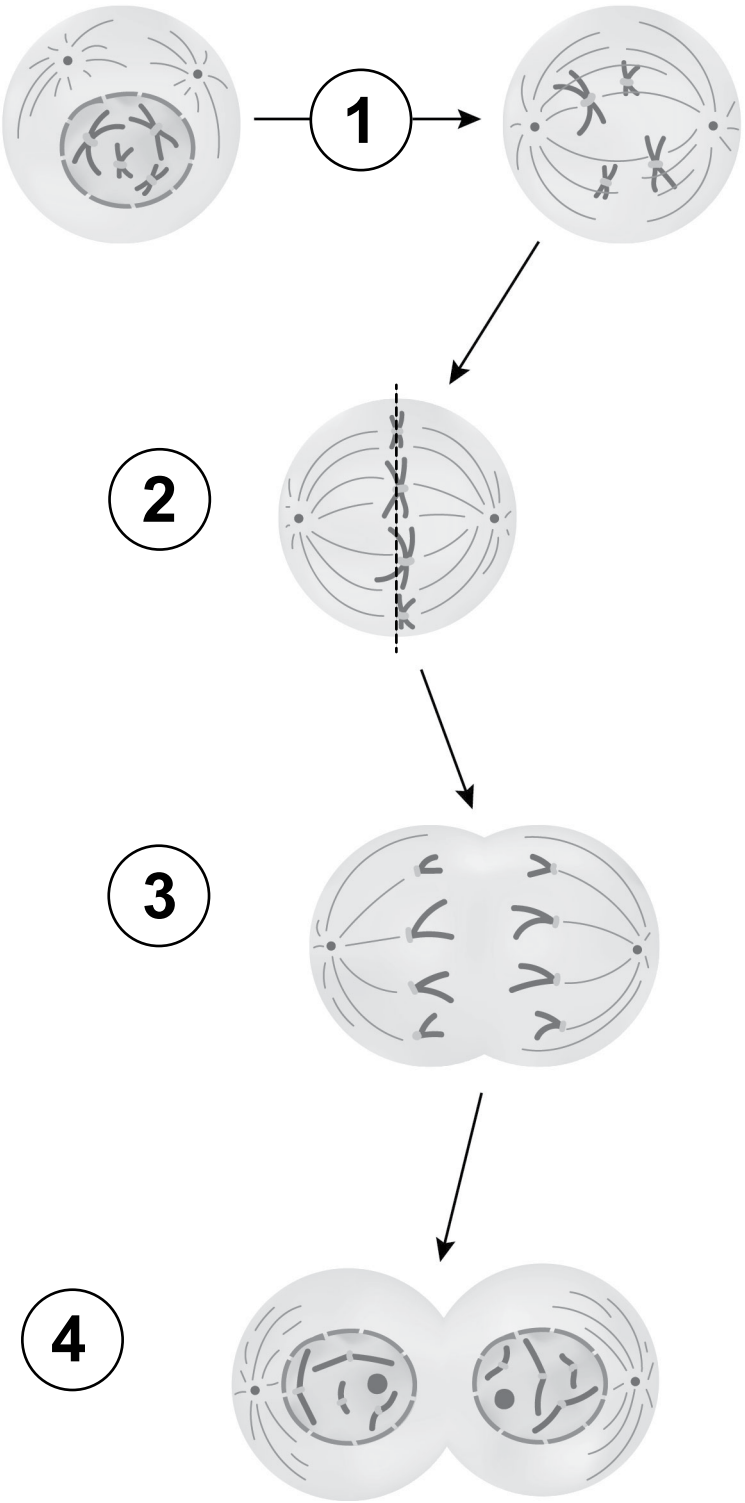


(الشكل2-11) الأطوار الأربعة للانقسام المُتساوي في الخلايا الحيوانية: (a) الطور التمهيدي ، (b) الطور الاستوائي، (c) الطور الانفصالي، و (d) الطور النهائي.

الاسم ..... التاريخ .....

التعليمات

رقّم أطوار الانقسام المُتساوي بالأحرف ثم أكمل كلّ مخطّط باستخدام التسميات: المريكزان، خطّ الاستواء، تحلّل الغشاء النووي، الكروموسومات المُتماثلة، إعادة تكوين الغشاء النووي، النواة، النويّة، الكروماتيدات الشقيقة، تكوين المغزل، يفصل المغزل الكروماتيدات الشقيقة.



الاسم ..... **التاريخ** .....

الأسئلة

استخدم كتاب الطالب والمخطّطات التي وضعت التسميات عليها للإجابة عن الأسئلة الآتية.

a. استخدم ما تتذكّره من الوحدة لتعداد أجزاء الخلية التي تختلف بين الخلايا الحيوانية والنباتية.

b. قارن بين الطور التمهيدي في الخلية الحيوانية والطور التمهيدي في الخلية النباتية. ما الاختلاف المحدّد الذي تلاحظه؟

c. عندما تكمل الخلايا النباتية دورة الخلية، فيمَ يختلف الانقسام السيتوبلازمي في الخلايا الحيوانية عن الانقسام السيتوبلازمي في الخلايا النباتية؟

الوحدة 3 الأنماط الوراثية

مقدّمة الوحدة

إنّ النسل الذي ينتمي إلى النوع نفسه يشبه آباءه. بالرغم من أنّ الأمر يبدو واضحًا، إلّا أنّ الآلية التي ينتج بها الصقر صقرًا وليس نسرًا يتمّ دراستها حاليًّا. يُشبه كلّ مولود جديد أبوَيه في كثير من الصفات ويختلف عنهما في صفات صغيرة كثيرة. يأتي علم الوراثة ليبحث في كيفية انتقال الصفات الوراثية من جيل إلى جيل آخر يأتي بعده. يهدف مهجّنو الصقور من تزويج الذكور والإناث ذوات الصفات الجيّدة إلى إنتاج نسل يرث أفضل الصفات من الأبوَين.

استخدم البشر الأنماط الوراثية ومعرفتهم بعلم الوراثة لتغيير نباتات المحاصيل والحيوانات الأليفة وتحسين نوعها منذ أكثر من 10,000 سنة. ومع ذلك، فإنّنا لم نبدأ بفهم كيفية حدوث الوراثة إلّا في الأعوام الخمسين الماضية.

B1008 يشرح مبادئ الوراثة المندلية، ويستخدم المخططات الوراثية لحل المسائل الوراثية التي تشتمل على تزاوج أحادي التهجين.

B1009 يشرح تحديد الجنس عند الإنسان ووراثة الصفات المرتبطة بالكروموسوم (X) (المرتبطة بالجنس).

الدرس 3-1 علم الوراثة المندلية

- الميزات الفريدة للخيول
- الصفات والوراثة
- الجينات: وحدات الوراثة
- غريغور مندل: مؤسّس علم الوراثة
- تجارب مندل مع نباتات البازلاء ذات السلالة النقيّة
- نظرية مندل للأليلات السائدة والأليلات المُتنحّية
- التزاوُجات البسيطة (الأحادية)
- مبادئ علم الوراثة المندلية
- مربّع بانيت
- نسب الطُرز المظهرية والطُرز الجينية
- الاحتمال في الوراثة
- الاحتمال والنسب المئوية
- وصف نتائج الصفات
- الصفات ذات السيادة المشتركة والأليلات المتعدّدة
- الصفات ذات الجينات المتعدّدة

الدرس 3-2 تحديد الجنس والصفات المُرتبطة بالجنس

- المخطّطات الكروموسومية وتشخيص الاضطرابات الكروموسومية
- الكروموسومات الجسمية والكروموسومات الجنسية
- تحديد الجنس في النسل
- الجينات المرتبطة بالجنس
- حلّ مسائل عن الصفات المرتبطة بالجنس
- تشخيص الإصابة بعمى الألوان

الوحدة 3: 5E

5E	العناصر
يندمج	الدرس 3-1: الميزات الفريدة للخيول.
	الدرس 3-2: المخطّطات الكروموسومية وتشخيص الاضطرابات الكروموسومية.
يستكشف	الدرس 3-1: تهجين الكائنات الحيّة من أجل التباين.
	النشاط والتجربة 3-1a: الاحتمال والنِسَب المئوية.
	النشاط والتجربة 3-1b: وصف نتائج الصفات.
	النشاط والتجربة 3-2: تشخيص مرض عمى الألوان.
	الدرس 3-2: المخطّط الكروموسومي غير البشري.
يشرح	الدرس 3-1: مثال على ميزة أو سلوك غير موروث.
	الدرس 3-1: السيادة غير التامة.
	الدرس 3-2: كيف يتمّ تحديد جنس المولود.
يتوسّع	الدرس 3-1: السيادة غير التامة.
	الدرس 3-2: بحث حول G6PD.
يقيِّم	تقويم الدرس 3-1 و 3-2 وتقويم الوحدة 3.

الوحدة 3 الأنماط الوراثية

ملخّص الوحدة

تقدّم هذه الوحدة التمهيدية في علم الوراثة أساسًا مبسّطًا لفهم علم الوراثة الحديث ونظرية الجينات. تسلّط هذه الوحدة الضوء على المفاهيم الرئيسة، مثل الصفات والموروثات. يمكن متابعة التفاصيل في الدروس القادمة.

تنقسم الوحدة إلى قسمين يستكشف فيهما الطلاب علم الوراثة المندلية لنبات البازلاء، وكيفية تحديد الجنس بوساطة الكروموسومات الجنسية عند البشر.

في الدرس 3-1، يقوم الطلاب بمراجعة مفردات ومهارات رياضيّات جديدة وتطبيقها لتوقّع النتائج المحتملة للتزاوجات الوراثية. يساعد الدرس 3-2 الطلاب على أنّ يدركوا أن كلًّا من الجينات والبيئة تتحكّم في الصفات، وأنّ الكروموسومات تنقل هذه الصفات من جيل إلى آخر، ويمكن أن يتحكّم بعضها في جوانب النمو، وقد يسبّب بعضها الآخر اضطرابات أو مرضًا.

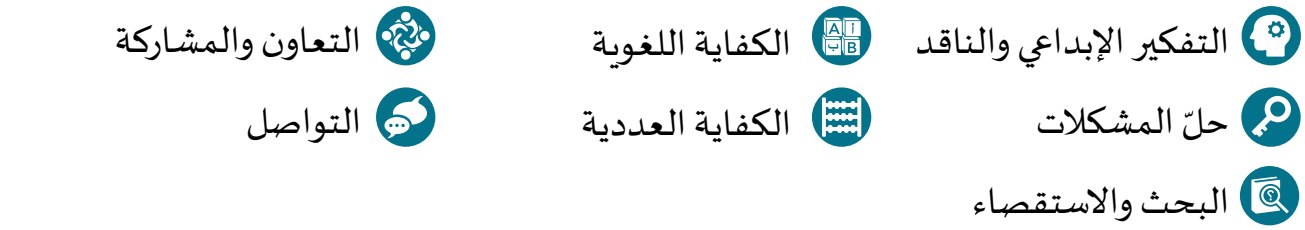
أخطاء شائعة

- **يمكن أن تكون الخصائص المكتسبة موروثة.** يتمّ توريث الخصائص التي تتحكّم فيها الجينات والكروموسومات فقط. وعلى سبيل المثال، فإنّ الندب المكتسبة في حياة الكائن الحيّ لا تنتقل إلى الأبناء.
- **يمكنك توقّع كلّ جانب من الجوانب الحيوية للكائن الحيّ من خلال الجينات.** تُعدّ بعض السلوكيات والتعلّم نتاجًا لوراثة الكائن الحيّ وبيئته. تؤدّي الجينات دورًا مهمًّا، لكنها لا تتحكّم في جميع الجوانب الحيوية للكائن.
- **يرمز الجين الواحد إلى صفة تشريحية أو سلوكية محدّدة.** ترمز الجينات إلى البروتينات التي يساهم وجودها أو غيابها في الكيمياء والتطوّر على المستوى الخلوي. هناك دائمًا كثير من الخلايا والبروتينات المشاركة في كلّ صفة تشريحية أو سلوكية.
- **الجينات هي مخطّط لشكل الكائن الحي وسلوكه.** يُسمّى DNA «المخطّط» أو «مخطّطات» الحياة، وهو موجود في الجينات، وإن كانت البيئة تؤدّي دورًا دائمًا. المدى الذي يتحكّم فيه كلّ عامل لم يتمّ حتّى الآن فهمه.
- **الجينات هي أجزاء غير منقطعة من DNA تقوم بالتشفير لبروتين واحد فقط.** تحتوي أقسام منفصلة أيضًا على أجزاء مرتبطة بالبروتينات المطلوبة لتضاعف DNA وإصلاحه.

مخطط الوحدة

الدرس	عدد الحصص	مخرجات التّعلم	الكفايات
1-3 علم الوراثة المندلية	9	B1008.1 B1008.2 B1008.3	
2-3 تحديد الجنس والصفات المُرتبطة بالجنس	5	B1009.1 B1009.2	

الكفايات



المهارات العلمية والكفايات

- يُتوقّع من الطلّاب تنفيذ ثلاثة أنشطة خبرة تعلّم.
- تُطبَّق مهارات الرياضيات في عيّنة المسائل الوراثية، والأنشطة والتجارب 3-a1 و3-b1، وتقويم الدرس، وتقويم الوحدة.
- تُستخدَم مهارات التواصل في أنشطة خبرة التعلّم 3-a1 و3-b1 و3-2، والتقويم.
- تُستخدَم مهارات تكنولوجيا المعلومات والاتصالات في نشاط خبرة التعلّم 3-2.
- تُستخدَم مهارات البحث والاستقصاء في التوسّع 3-2 وتقويم الدرس 3-2 ، 7.
- العالم المميّز هو غريغور مندل.

الدرس 3-1
علم الوراثة المندلية

مصادر تعلم الدرس

المدة	العناوين/المحتوى	موارد كتاب الطالب	موارد دليل المعلم
$\frac{1}{2}$ حصة	مقدّمة الدرس يدمج– الميزات الفريدة للخيول	الصفحتان 90 و 91	افتتاحية الدرس التحدّي الموقوت
1 حصة	الصفات والوراثة الجينات: وحدات الوراثة	الصفحتان 92 و 93	نشاط تذوّق الطالب
2 حصة	غريغور مندل: مؤسّس علم الوراثة تجارب مندل مع نباتات البازلاء نظرية مندل للأليلات التزاوُجات البسيطة مبادئ علم الوراثة المندلية	الصفحات 94-98	بطاقات المراجعة
1 حصة	مربّع بانيت نسب الطُرز المظهرية والطُرز الجينية	الصفحتان 99 و 100	ورقة النشاط 3-1 مربّعات بانيت
$\frac{1}{2}$ حصة	الاحتمال في الوراثة	الصفحة 101	تعاون الرياضيات
1 و$\frac{1}{2}$ حصة	a1-3 الاحتمال والنسب المئوية	الصفحة 102	ورقة العمل a1-3
1 حصة	b1-3 وصف نتائج الصفات	الصفحة 103	ورقة العمل b1-3
1 و$\frac{1}{2}$ حصة	الصفات ذات السيادة المشتركة و الأليلات المتعدّدة الصفات ذات الجينات المتعدّدة	الصفحتان 104 و 105	محاضرة

الزمن المقترح للدرس

يستغرق تنفيذ هذا الدرس 9 حصص، ويشتمل على نشاط خبرة تعلّم واحد.

مخرجات التعلم

B1008.1 يصف المبادئ الأساسية لعلم الوراثة المندلية.

B1008.2 يعرّف المصطلحات: المتنحي، والسائد، والطراز الشكلي (المظهري)، والطراز الجيني، والسيادة التامة، والسيادة المشتركة، والأليلات المتعدّدة.

B1008.3 يستخدم المخططات الوراثية (مربّعات بانيت) لحل مسائل وراثية تشتمل على تزاوجات أحادية التهجين، ويحسب نسب الطُّرز الجينية والمظهرية في النسل.

الأنشطة	مواد من أجل النشاط
a1-3 الاحتمال والنِسب المئوية	مكعّبات أعداد (جوانب مرقّمة 6-1)، كوب بلاستيكي، آلات حاسبة.
b1-3 وصف مخرجات الصفات	أقراص بلاستيكية فارغة من لونَين، أكواب بلاستيكية، أقلام تعليم، آلات حاسبة.

المعرفة السابقة

يجب أن يكون الطلاب قد عرفوا:

- تركيب الكروموسومات وسلوكها في أثناء انقسام الخلية من الوحدة الثانية.
- كيفية حساب النسب المئوية.

المفردات

Trait	الصفة الوراثية
Heredity	الوراثة
Gene	الجين
Genetics	علم الوراثة
Probability	الاحتمال
Purebred	نقيّ السلالة
Parental (P1) generation	جيل الآباء (P1)
First generation offspring (F1)	الجيل الأوّل (F1)
Crossbred	التهجين
Second generation offspring (F2)	الجيل الثاني (F2)
Dominant	السائد
Recessive	المتنحي
Monohybrid	أحادي التهجين
Allele	الأليل
Polygenic trait	الصفة ذات الجينات المتعدّدة
Multiple alleles	الأليلات المتعدّدة
Punnett square	مربّع بانيت
Phenotype	الطراز المظهري
Genotype	الطراز الجيني
ABO blood type	فصائل الدم ABO
Complete dominance	السيادة التامّة

افتتاحية الدرس

1. ابدأ الدرس بسؤال الطلاب: هل يمكن أن يكون لنوع واحد نسلٌ من نوع مختلف. على سبيل المثال: هل يمكن للصقر أن يضع بيضة تُنتج نسرًا؟ يجب أن يعلم جميع الطلاب أنّ هذا غير ممكن. ثمّ اسأل: هل يمكن أن يكون للصقر ذي الريش الرمادي نسل ذو ريش بنّي؟ يجب أن يدرك الطلاب أنّ هذا ممكن. الهدف هو فتح النقاش حول الوراثة. الحقيقة أنّ الصقر يمكنه فقط إنتاج صقر آخر، وأنّ التغيّرات الصغيرة المحتملة في النسل هي من مبادئ الوراثة.
2. يقدّم الدرس 3-1 الطلاب للمبادئ الوراثية التاريخية التي استندت إليها نظريات الوراثة المبكرة:
   - مبدأ السيادة،
   - مبدأ الانعزال،
   - مبدأ التوزيع المُستقلّ.
3. يتعلّم الطلاب اللغة التي يستخدمها علماء الوراثة للتنبؤ والتواصل بشأن النتائج المحتملة عند تزاوج كائنين.

الدرس 3-1

علم الوراثة المندلية

Mendelian Genetics

تُظهر الأدلّة التاريخية أنّ البشر قاموا بتهجين الكلاب والحبوب منذ 12,000 سنة على الأقلّ. ونحن اليوم نقوم بتهجين الماشية للحصول على لحوم ذات جودة عالية، أو لإنتاج المزيد من الحليب أو إنتاج صوف أكثر سمكا ونقوم بتهجين النباتات لإنتاج المزيد من الفواكه والخضروات بألوان ونكهات مرغوبة أكثر (**الشكل 3-1**). وأصبحنا نمتلك أدوات وراثية تغيّر DNA لإنتاج نباتات أكثر مقاومةً للأمراض، أو ثمارٍ أطيب مذاقًا. بدأ علم الوراثة الحديث مع تجارب غريغور مندل الذي طوّر نظرية تنبأت بدقة بكيفية انتقال الصفات من الآباء إلى الأبناء في نباتات البازلاء.

المفردات

Trait	الصفة الوراثية
Heredity	الوراثة
Gene	الجين
Genetics	علم الوراثة
Probability	الاحتمال
Purebred	نقيّ السلالة
Parental (P_1) generation	جيل الآباء (P_1)
First generation offspring (F_1)	الجيل الأوّل (F_1)
Crossbred	التهجين
Second generation offspring (F_2)	الجيل الثاني (F_2)
Dominant	السائدة
Recessive	المتنحي
Monohybrid	أحادي التهجين
Allele	الأليل
Polygenic trait	الصفة ذات الجينات المتعدّدة
Multiple alleles	الأليلات المتعدّدة
Punnett square	مربّع بانيت
Phenotype	الطراز المظهري
Genotype	الطراز الجيني
ABO blood type	فصائل الدم ABO
Complete dominance	السيادة التامّة

الشكل 3-1 يمكن للعلماء تغيير الألوان والنكهات الطبيعية.

مخرجات التّعلُّم

B1008.1 يصف المبادئ الأساسية لعلم الوراثة المندلية.

B1008.2 يعرّف المصطلحات:المتنحي او الأليل المتنحي، السائد او الأليل السائد، والطراز الشكلي (المظهري)، والطراز الجيني، والسيادة التامة، والسيادة المشتركة، والأليلات المتعددة.

B1008.3 يستخدم المخططات الوراثية (مربّعات بانيت) لحل مسائل وراثية تشتمل على تزاوجات أحادية التهجين، وبحسب نسب الطُّرز الجينية والمظهرية في النسل.

90

الميزات الفريدة للخيول

مواد للمعلّم: ساعة توقيت أو مؤقّت.

1. بعد أن يقرأ الطلاب الصفحة، اضبط ساعة التوقيت لمدة 60 ثانية واسمح للطلاب بإدراج جميع الكائنات الحيّة التي تمّ تهجينها للحصول على مجموعة متنوّعة من الميزات.
2. اجمع إجابات الصف وقارن بينها. غالبًا ما يفكّر الطلاب في الحيوانات فقط؛ لذا، تأكّد من تذكيرهم بأمثلة مألوفة، مثل التفاح والطماطم.
3. صف الفرق بين السلالة في الحيوانات والصنف في النباتات.
4. أخبر الطلاب أنّهم سيتعرّفون إلى الطريقة التي يعتمدها علماء الأحياء لتجميع الأنواع المختلفة من الحيوانات والنباتات ووصفها في الوحدة الخامسة.

الدرس 3-1: علم الوراثة المندلية

الميزات الفريدة للخيول

يوجد اليوم أكثر من 350 صنفًا مختلفًا من الخيول، ولكنّها لم تكن كلها موجودة سابقًا. يختلف الحصان العربي كثيرًا عن حصان شتلاند الصغير؛ ومع ذلك، فقد جاء الحصانان من السلف نفسه (**الشكل 3-2**).

الشكل 3-2 (a) تمّ تهجين الحصان العربي لغرض مختلف عن (b) الحصان القزم شتلاند.

تُعدّ سلالة الحصان العربي ذي الرأس الدقيق والذيل العالي واحدة من أقدم سلالات الخيول. تُظهر الأدلّة الأثرية وDNA أنّ الخيول العربية تشبه الخيول التي كانت تعيش في المنطقة نفسها منذ 4500 عام. تمّ تهجين الخيول العربية لتكون سريعة وقادرة على تحمّل مشقّات الحرب، ثم انتقلت لتنتشر في مختلف أنحاء العالم.

تمّ العثور على مهور شتلاند في جزر شتلاند شمال شرق اسكتلندا. هذه الحيوانات قوية، وشديدة التحمّل وقصيرة، ولديها فرو كثيف مناسب للمناخات الباردة، وأرجل قصيرة ذات عظام ثقيلة. تُستخدَم مهور شتلاند لسحب العربات وحمل الفحم الثقيل وحرث الأرض الصلبة. يبلغ عمر هذا النسل 1500 سنة تقريبًا.

وصلت الخيول إلى قارّات مختلفة نتيجةً للتجارة أو الحرب أو السرقة، أو كهدايا. وقد بدأت المجتمعات بتهجينها للحصول على ميزات مرغوبة لتلبية احتياجات العمل، مثل القوة أو الذكاء. وتمّ تهجين بعضها لتكون ذات عضلات كبيرة تمنحها القدرة على إنجاز الأعمال الزراعية الشاقّة. وقد وقع خيار الأرستقراطيين على الخيول السريعة والجميلة لعربات السباق. وكانت القدرة على التحمّل أمرًا حيويًا لعبور الصحاري.

عرف الناس كيفيّة تهجين الخيول للحصول على بعض الميزات التي يريدونها قبل وقت طويل من اكتشاف علماء الأحياء للكروموسومات أو فهم كيفية عمل DNA. وعلى مدى أجيال من التهجين أصبحت الخيول اليوم مختلفة في جميع أنحاء العالم.

ما الكائنات الحية الأخرى التي نهجّنها للحصول على مجموعة متنوّعة من الميزات؟

عندما يقول لك معلّمك "انطلق"، عدّد أقصى ما يمكنك من الأمثلة في 20 ثانية.

91

الصفات، الوراثة، والجينات

الموادّ للطالب: أكواب ماء، أكواب فارغة، مناشف ورقية، أوراق الاختبار: ، فينيل ثيوكاربامايد (PTC)، بنزوات الصوديوم، ثيوريا.

1. بعد أن يقرأ الطلاب هاتين الصفحتين، أعطِهم خلفية عن مستقبلات التذوّق الموروثة الموجودة في براعم التذوّق في الفم.
   - تستجيب مستقبلات التذوّق للمواد الكيميائية المكوّنة للأطعمة والتي تذوب في اللعاب.
   - نكتشف في الغالب خمس صفات طعم: المرّ، المالح، الحامض، الحلو، والأومامي (الطعم اللاذع اللطيف).
   - من أجل تذوّق شيء ما، ترتبط جزيئات التذوق في الفم بمستقبل تذوّق معيّن على اللسان. هذا يولّد إشارة يتمّ إرسالها من الخلية إلى الدماغ، ما يسمح له بتفسير المذاق.
   - تتأثّر مستقبلات كلّ شخص بالجينات (أجزاء من DNA) الموروثة كمجموعة من الجينات من كلا الوالدين.
2. وزّع مجموعة من أوراق الاختبار على مناشف ورقية لكلّ طالب. وجّه الطلاب لاستخدام أوراق التحكّم أوّلًا، والغسل والبصق بين الاختبارات.

الصفات والوراثة

الصفة الوراثية Trait هي خاصّية للكائن الحي قد تنتقل إلى نسله. يمكن أن تكون الصفة جسدية، مثل لون الشعر أو العين أو شكل شحمة الأذن (**الشكل 3-3**). ويمكن أن تظهر الصفة في سلوك الكائن، وقد تسبّب له مرضًا.

تكون شحمة الأذن "متّصلة" إذا كانت ملتصقة بالفك (**الشكل 3-3 a**). وتكون "حرّة" إذا كانت غير متصلة بالفك، (**الشكل 3-3 b**).

لاحظ شحمة أذن زميلك أو أحد أفراد عائلتك. قارنها بشحمة أذنك. هل هما متشابهتان؟

تنتقل صفة شحمة الأذن المتّصلة مثلًا من الأم أو الأب إلى الابن. إلّا أنّ تلك الصفات تختلف عن الخصائص التي تكتسبها في مراحل حياتك. فإذا كان لون العين صفة موروثة، فإنّ القدرة على التحدّث بلغة معيّنة ليست صفة موروثة. سوف يسلّط هذا الدرس الضوء على الصفات الجسدية الموروثة، مثل لون العين.

الشكل 3-3 شكلان من شحمة الأذن (a) المتّصلة أو (b) الحرّة.

ترث الحيوانات في البرية الكثير من السلوكيات الفطرية؛ ومن الأمثلة عليها بناء المأوى والمغازلة ومطاردة الفريسة. تفقس فراشة الملك وهي تعرف كيف تضع البيض على الجانب السفلي من أوراق الصقلاب، لأنّه مصدر الغذاء الوحيد ليرقاتها الصغيرة (**الشكل 3-4**).

الشكل 3-4 تفقس فراشات الملك وهي تعرف مكان وضع البيض.

أعطِ مثالًا على ميزة أو سلوك غير موروث.

الجينات: وحدات الوراثة

الجين Gene هو جزء من الكروموسوم، وهو وحدة المادة الوراثية التي تحدّد الصفة. عندما وُضع مبدأ الجينات لأوّل مرّة، لم تكن الآليّة البيولوجية معروفة. وأصبحنا في يومنا الحالي نعلم أنّ لكل جين موقع محدد على الكروموسوم، حيث يتحكّم جزء مُحدّد من DNA في صفة ما.

الجين هو وحدة الوراثة التي تحدّد صفة وموقعًا على الكروموسوم حيث يتحكّم DNA في الصفات.

يُعدّ الشعر الأحمر صفة غير شائعة في العالم (**الشكل 3-5**). وهو ناتج عن صبغة يتمّ تنشيطها بوساطة جين يُسمّى MC1R. يقع الجين MC1R على قمّة الكروموسوم البشري رقم 16.

الشكل 3-5 (a) الشعر الأحمر صفة غير شائعة. (b) يُنتج الجين MC1R على الكروموسوم #16 صبغة تعطي الشعر لونه الأحمر.

علم الوراثة Genetics هو العلم الذي يهتم بدراسة الجينات وتوارثها ومايلتج عنها من تنوع حيوي. وقد أشارت التجارب التي أجريت في أربعينات القرن العشرين وأوائل الخمسينات، إلى أنّ DNA هو المكوّن الكروموسومي الذي يحمل الجينات. وكان أولئك الذين درسوا علم الوراثة مهتمّين في الغالب بتحسين الزراعة أو بتهجين الحيوانات أو بتتبّع الأمراض الوراثية في العائلات. وقد أدّى اكتشاف تركيب DNA في العام 1953 إلى ظهور علم يُسمّى "علم الوراثة الجُزيئي" الذي يشرح كيف تُعبّر الجُزيئات الحيوية مثل DNA عن الصفات باستخدام البروتينات.

يُجري علماء الوراثة التجارب على جينات الكائنات الدقيقة التي تكون شيفرة DNA الخاصّة بها معروفة. وبمكن أن تُقارن بنتائج الكائنات الحية الأخرى. يُدخل العلماء أخطاء DNA في بعض الخلايا ويقومون بتتبُّع التغيُّرات في وظائفها. ثم تتمّ مشاركة النتائج في قواعد البيانات مع مختلف أنحاء العالم. يهتمّ مشروع الجينوم القطري بتحسين صحّة المواطنين في دولة قطر باستخدام البيانات البشرية المقدّمة (**الشكل 3-6**).

الشكل 3-6 يدرس مشروع الجينوم القطري الجينات البشرية.

فقد تمكّن مشروع الجينوم القَطري من جمع ما يزيد على 28000 جينوم كامل للأفراد حتى الآن، مع توقُّع ارتفاع هذا العدد . تتيح هذه البيانات للباحثين فهم جينوم السكّان فهما أفضل في المنطقة، وتُساعدهم على تشكيل سياسة العلاج الطبي للمنطقة.

الصفات، الوراثة، والجينات- تابع

3. اختبر ورقة PTC (المرّ) في الصف. كلّف الطلاب إغماض أعينهم أوّلًا واستخدام "العدّ التنازلي" لتجنّب ردود فعل من بعض الطلاب على استجابة طلاب آخرين.
4. بعد كلّ اختبار، كلّف الطلاب تدوين ملاحظة سريعة حول جودة النكهة وقياس الاستجابة على مقياس ليكرت البسيط مثل:
   a. نكهة قوية
   b. نكهة ضعيفة
   c. لا تذوّق
5. راجع المصطلحات المقدمة واربطها بتجربة التذوّق.
   - الصفة الوراثية - وهي خاصّية قد ينقلها الكائن الحي إلى نسله.
   - الجين- وحدة المادة الوراثية (DNA) التي تحدّد صفةً ما.
   - علم الوراثة- دراسة الجينات والوراثة.
6. إذا رغبت، أرسل ورقة PTC إلى المنزل حتى يتمكّن الطلاب من اختبار أفراد الأسرة الأقرباء المباشرين.

غريغور مندل: تجاربه ونظرياته

مواد للطالب: بطاقات المراجعة، أقلام ملوّنة.

1. إذا رغبت، قبل بدء الحصّة الدراسية، حدّد موقعًا وقم بتنزيل نسخة PDF من 1901 نسخ باتسون (باللغة الإنجليزية) لمنشور غريغور مندل عام 1865 Versuche über Plflanzenhybriden، تجارب في تهجين النبات. في العام 1996، أُصدرت نسخة من قبل مشروع النشر العلمي الإلكتروني Electronic Scholarly Publishing Project .
2. قم بإنشاء أو تنزيل عرض تقديمي بسيط يقدّم غريغور مندل ويلخّص تجاربه التي تضمّنت دراسة لصفات نبات البازلاء السبع.
3. بعد أن يقرأ الطلاب الصفحات الخمس، قم بتقديم المفردات التي تُستخدَم للتمييز بين السلالات النقية والمختلطة (الهجينة)، والسلالات الأبوية وترقيم النسل.

- **السلالة النقيّة** (نقيّ السلالة) - ينتج التكاثر بين والدين نقيّي السلالة أبناء بصفات مماثلة للوالدين. يطبّق كتاب الطالب هذا على النباتات، ولكنه يستخدم أيضًا على صفات محدّدة عند تزاوج أي كائن حيّ. وأوضح مثال على ذلك هو تربية قطط Siamese لإنتاج العيون الزرقاء واللون الداكن الخاص الموجود على أطراف الأذنين والذيل.

غريغور مندل: مؤسّس علم الوراثة

كان غريغور مندل عالمًا نمساويًا عاش في القرن التاسع عشر. في ذلك الوقت، كان الناس يظنّون أنّ تهجين اثنين من الكائنات الحية يُنتج مزيجًا متوسّطًا من كلا الأبوَين. لاحظ مندل أنّ هذا لم يحدث في البازلاء. فعند مزاوجة نبات بازلاء أرجواني الأزهار مع نبات بازلاء أبيض الأزهار لم تُنتَج نباتات بازلاء بدرجات مختلفة من اللون الأرجواني. لاحظ مندل وجود أزهار بيضاء أو أرجوانية فقط وليس لوناً بين اللونَين. لاحظ أيضًا أنّ مزاوجة نبات البازلاء الأرجواني الأزهار النقي مع النبات ذي الأزهار البيضاء تُنتج نباتات أرجوانية الأزهار فقط، في الجيل الأوّل. لكن مزاوجة أفراد الجيل الأوّل في هذه النباتات بعضها مع بعض أنتجت نباتًا واحدًا أبيض الأزهار لكل ثلاثة نباتات أرجوانية الأزهار.

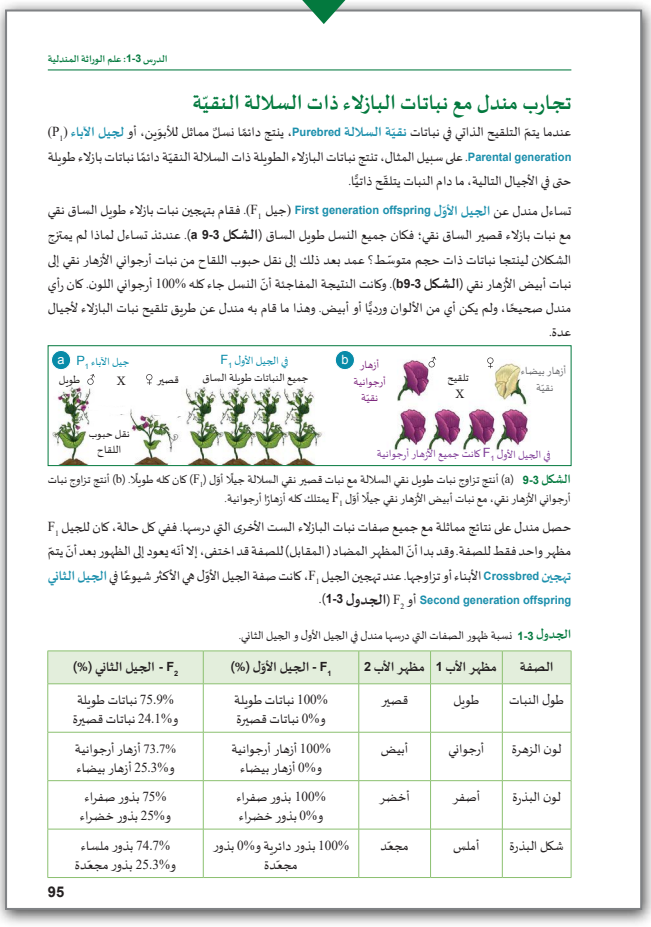
قام مندل بتهجين أجيال من نباتات البازلاء، واحتفظ بملاحظات مفصّلة سجّلت صفات الآباء والأبناء في 28,000 نبات على مدى 10 سنوات من التجارب.

لاحظ مندل وجود 7 صفات في نباتات البازلاء التي عمل عليها. تحمل كل صفة منها مظهرَين متناقضَين. يُظهر **(الشكل 3-7)** أربعًا من تلك الصفات. على سبيل المثال، استطاع مندل تهجين نباتات بازلاء أرجوانية الأزهار أو بيضاء الأزهار. تكون نباتات البازلاء طويلة أو قصيرة، وتكون بذورها صفراء أو خضراء، مستديرة الشكل أو مجعّدة.

الشكل 3-7 درس مندل الصفات المتضادة في البازلاء: (a) لون الزهرة، (b) طول النبات، (c) لون البذور، (d) شكل البذور.

تمتلك نباتات البازلاء أعضاء ذكرية وأعضاء أنثوية في نفس الزهرة. وقد عرف مندل أنه لا يستطيع السيطرة على تجاربه ما لم يستطع منع كل زهرة من تلقيح نفسها، فأزال جميع الأعضاء الذكرية من الأزهار ونقل حبوب اللقاح التي فيها إلى الأجزاء الأنثوية في زهرة أخرى باستخدام فرشاة صغيرة. وهكذا استطاع اجراء تلقيح خلطي بين الأزهار ومنع كل زهرة من تلقيح نفسها **(الشكل 3-8)**.

الشكل 3-8 أزال مندل الأجزاء الذكرية من جميع الأزهار، ثم رشّ حبوب اللقاح على الأجزاء الأنثوية من نباتات أخرى.



تجارب مندل مع نباتات البازلاء ذات السلالة النقيّة

عندما يتمّ التلقيح الذاتي في نباتات **نقيّة السلالة Purebred**، ينتج دائمًا نسلٌ مماثل للأبوَين، أو **لجيل الآباء** (P_1) **Parental generation**. على سبيل المثال، تنتج نباتات البازلاء الطويلة ذات السلالة النقيّة دائمًا نباتات بازلاء طويلة حتى في الأجيال التالية، ما دام النبات يتلقّح ذاتيًا.

تساءل مندل عن **الجيل الأوّل First generation offspring** (جيل F_1). فقام بتهجين نبات بازلاء طويل الساق نقي مع نبات بازلاء قصير الساق نقي؛ فكان جميع النسل طويل الساق **(الشكل 3-9 a)**. عندئذ تساءل لماذا لم يمتزج الشكلان لينتجا نباتات ذات حجم متوسّط؟ عمد بعد ذلك إلى نقل حبوب اللقاح من نبات أرجواني الأزهار نقي إلى نبات أبيض الأزهار نقي **(الشكل 3-9b)**. وكانت النتيجة المفاجئة أنّ النسل جاء كله 100% أرجواني اللون. كان رأي مندل صحيحًا، ولم يكن أي من الألوان ورديًا أو أبيض. وهذا ما قام به مندل عن طريق تلقيح نبات البازلاء لأجيال عدة.

الشكل 3-9 (a) أنتج تزاوج نبات طويل نقي السلالة مع نبات قصير نقي السلالة جيلاً أول (F_1) كان كله طويلاً. (b) أنتج تزاوج نبات أرجواني الأزهار نقي، مع نبات أبيض الأزهار نقي جيلاً أول F_1 يمتلك كله أزهارًا أرجوانية.

حصل مندل على نتائج مماثلة مع جميع صفات نبات البازلاء الست الأخرى التي درسها. ففي كل حالة، كان للجيل F_1 مظهر واحد فقط للصفة. وقد بدا أنّ المظهر المضاد (المقابل) للصفة قد اختفى، إلا أنّه يعود إلى الظهور بعد أنْ يتمّ **تهجين Crossbred** الآباء أو تزاوجها. عند تهجين الجيل F_1، كانت صفة الجيل الأوّل هي الأكثر شيوعًا في **الجيل الثاني Second generation offspring** أو F_2 **(الجدول 3-1)**.

الجدول 3-1 نسبة ظهور الصفات التي درسها مندل في الجيل الأول و الجيل الثاني.

الصفة	مظهر الأب 1	مظهر الأب 2	F_1 - الجيل الأول (%)	F_2 - الجيل الثاني (%)
طول النبات	طويل	قصير	100% نباتات طويلة و0% نباتات قصيرة	75.9% نباتات طويلة و24.1% نباتات قصيرة
لون الزهرة	أرجواني	أبيض	100% أزهار أرجوانية و0% أزهار بيضاء	73.7% أزهار أرجوانية و25.3% أزهار بيضاء
لون البذرة	أصفر	أخضر	100% بذور صفراء و0% بذور خضراء	75% بذور صفراء و25% بذور خضراء
شكل البذرة	أملس	مجعّد	100% بذور دائرية و0% بذور مجعّدة	74.7% بذور ملساء و25.3% بذور مجعّدة

غريغور مندل- تابع

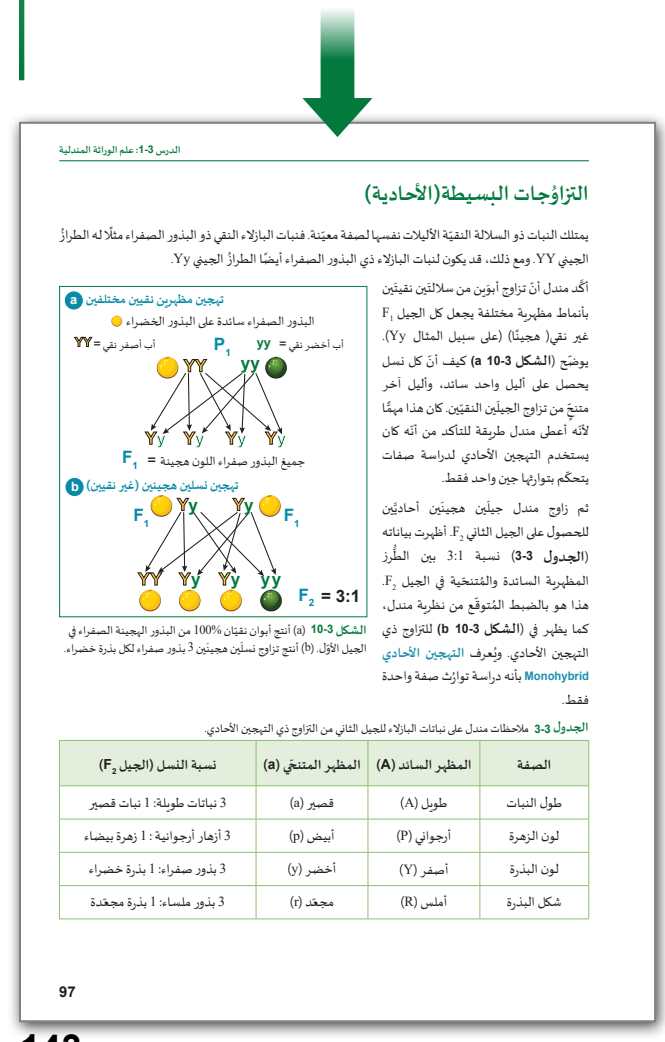
- **الجيل الأوّل** (F_1)
- **الجيل الثاني** (F_2)

4. اختر إحدى الصفات من الجدول الموضح في الصفحة 95 لمساعدة الطلاب على فهم الفرق بين الصفة و«عوامل» مندل التي نسميها الآن **الأليلات**، أو الأشكال المختلفة للجين نفسه.

5. ميّز بين **الأليل السائد والأليل المُتنحي** وبيّن أنّ الترميز يختلف عند كتابتهما.

6. يمكن أن تختلف طريقة كتابة الأليلات. لا يوجد هناك قوانين ثابتة. في اللغة الإنجليزية، يتمّ تخصيص أحرف مختلفة للصفات ويتمّ تخصيصها بشكل عشوائي، باستثناء بعض التطبيقات الطبية لأمراض أو خصائص، مثل فصيلة الدم. يتم دائمًا تسجيل الأليل السائد في أيّة صفة أوّلًا. على سبيل المثال، يعبّر jZ و Zj دائمًا عن الخاصية نفسها عندما يكونان موجودين معًا.

7. ميّز بين **الطراز الجيني** (مزيج الأليلات المسجلة كأحرف) و**الطراز المظهري** وهو التعبير الخارجي للطراز الجيني.



الوحدة 3: الأنماط الوراثية

نظرية مندل للأليلات السائدة والأليلات المُتنحّية

رأى مندل أنّ كل صفة، مثل طول النبات، تتحكّم فيها عوامل نسمّيها اليوم "الجينات الموروثة من الآباء". تكون نسخة واحدة من كل جين موروثة من الأم، والأخرى من الأب. رأى مندل أنّ كل جين له شكلان مختلفان في الصفات غير النقية، ومتماثلان في الصفات النقية، نسمّيهما الآن **الأليلات Alleles**. ويكون أحد الأليلَين أقوى من الآخر. وقد وصف مندل الأليل الأقوى **بالسائد Dominant**، والأليل الأضعف **بالمتنحّي Recessive**. وعمد في تتبّع الأليلَين المختلفَين، إلى استخدام الأحرف الكبيرة والأحرف الصغيرة. هذه الطريقة لا تزال تُستخدَم حتى اليوم (**الجدول 3-2**).

- يتمّ تمثيل الأليل السائد بحرف كبير مثل A.
- يتمّ تمثيل الأليل المتنحّي بحرف صغير مثل a.

يوضّح **الجدول 3-2** أليلات أربعة من الصفات التي درسها مندل. صفة الطول أو القِصَر لها الأليل السائد "A"

> تُسمّى الأشكال المختلفة من الجين نفسه "الأليلات".
> يتضمّن كل جين في أيّ كائن حيّ أليلَين على الأقلّ.

والأليل المتنحّي "a". ويكون هناك أربعة تراكيب محتملة: AA وAa وAa وaa.

- لاحظ أنّ التراكيب AA وAa وAa تنتج نباتات طويلة بسبب وجود الأليل A السائد.
- يظهر النبات القصير فقط عندما لا يكون الأليل السائد موجودًا، وهذا يحدث فقط مع وجود مجموعة من اثنين من الأليلات المُتنحّية: aa.

الجدول 3-2 المظاهر السائدة والمُتنحّية التي درسها مندل في نباتات البازلاء.

تراكيب الأليلات							
AA Aa	aa	PP Pp	pp	YY Yy	yy	RR Rr	rr
نبات طويل	نبات قصير	زهرة أرجوانية	زهرة بيضاء	بذرة صفراء	بذرة خضراء	بذرة دائرية	بذرة مجعّدة
الصفات							

يمثل **الطراز الجيني Genotype** للكائن الحي مجموعة الأليلات. المجموعات AA و Aa و Aa و aa هي الطُرز الجينية الأربعة الممكنة لصفة طول النبات. أمّا **الطراز المظهري Phenotype** فهو الصفة المعبَّر عنها. الطرازُ الجيني "aa" هو الوحيد الذي ينتج الطراز المظهري: النبات القصير.

96

الدرس 3-1: علم الوراثة المندلية

التزاوُجات البسيطة(الأحادية)

يمتلك النبات ذو السلالة النقيّة الأليلات نفسها لصفة معيّنة. فنبات البازلاء النقي ذو البذور الصفراء مثلًا له الطرازُ الجيني YY. ومع ذلك، قد يكون لنبات البازلاء ذي البذور الصفراء أيضًا الطرازُ الجيني Yy.

أكّد مندل أنّ تزاوج أبوَين من سلالتَين نقيتَين بأنماط مظهرية مختلفة يجعل كل الجيل F_1 غير نقي(هجينًا) (على سبيل المثال Yy). يوضّح (**الشكل 3-10 a**) كيف أنّ كل نسل يحصل على أليل واحد سائد، وأليل آخر متنحٍ من تزاوج الجيلَين النقيّين. كان هذا مهمًّا لأنّه أعطى مندل طريقة للتأكد من أنّه كان يستخدم التهجين الأحادي لدراسة صفات يتحكّم بتوارثها جين واحد فقط.

ثم زاوج مندل جيلَين هجينَين أحاديَّين للحصول على الجيل الثاني F_2. أظهرت بياناته (**الجدول 3-3**) نسبة 3:1 بين الطُّرز المظهرية السائدة والمُتنحّية في الجيل F_2. هذا هو بالضبط المُتوقّع من نظرية مندل، كما يظهر في (**الشكل 3-10 b**) للتزاوج ذي التهجين الأحادي. ويُعرف **التهجين الأحادي Monohybrid** بأنه دراسة توارُث صفة واحدة فقط.

الشكل 3-10 (a) أنتج أبوان نقيان 100% من البذور الهجينة الصفراء في الجيل الأوّل. (b) أنتج تزاوج نسلَين هجينَين 3 بذور صفراء لكل بذرة خضراء.

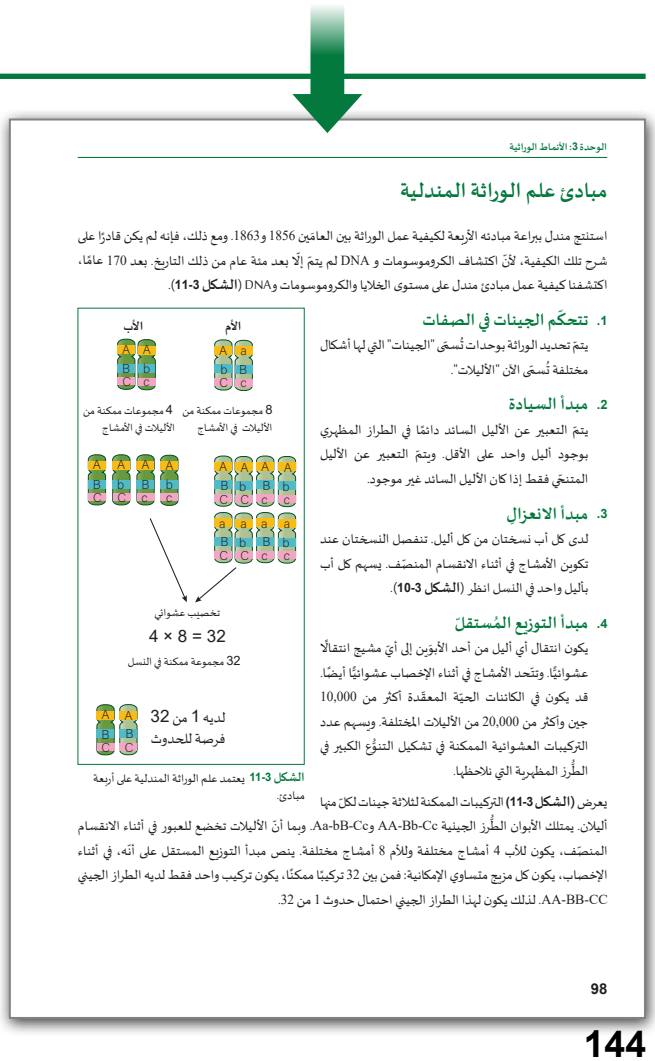
الجدول 3-3 ملاحظات مندل على نباتات البازلاء للجيل الثاني من التزاوج ذي التهجين الأحادي.

الصفة	المظهر السائد (A)	المظهر المتنحّي (a)	نسبة النسل (الجيل F_2)
طول النبات	طويل (A)	قصير (a)	3 نباتات طويلة: 1 نبات قصير
لون الزهرة	أرجواني (P)	أبيض (p)	3 أزهار أرجوانية : 1 زهرة بيضاء
لون البذرة	أصفر (Y)	أخضر (y)	3 بذور صفراء: 1 بذرة خضراء
شكل البذرة	أملس (R)	مجعّد (r)	3 بذور ملساء: 1 بذرة مجعّدة

97

غريغور مندل- تابع

1. قدّم مصطلح الهجين hybrid كطريقة لوصف النسل الذي لديه مجموعة من الصفات الناتجة عن تزاوج كائنين من سلالات نقيّة لديهما صفات مختلفة.
2. عرّف **التهجين الأحادي** على أنّه دراسة آليّة توارث صفة واحدة فقط.
3. وزّع بطاقات المراجعة ليتمكّن الطلاب من تحديد أمثلة لجميع المفردات الوراثية والمبادئ المندلية الأربعة وتوضيحها. سوف يطبّق الطلاب هذه الشروط في نشاط خبرة التعلّم 3-b1.



الوحدة 3: الأنماط الوراثية

مبادئ علم الوراثة المندلية

استنتج مندل ببراعة مبادئه الأربعة لكيفية عمل الوراثة بين العامَين 1856 و1863. ومع ذلك، فإنه لم يكن قادرًا على شرح تلك الكيفية، لأنّ اكتشاف الكروموسومات و DNA لم يتمّ إلّا بعد مئة عام من ذلك التاريخ. بعد 170 عامًا، اكتشفنا كيفية عمل مبادئ مندل على مستوى الخلايا والكروموسومات وDNA (**الشكل 3-11**).

1. تتحكّم الجينات في الصفات

يتمّ تحديد الوراثة بوحدات تُسمّى "الجينات" التي لها أشكال مختلفة تُسمّى الآن "الأليلات".

2. مبدأ السيادة

يتمّ التعبير عن الأليل السائد دائمًا في الطراز المظهري بوجود أليل واحد على الأقل. ويتمّ التعبير عن الأليل المتنحّي فقط إذا كان الأليل السائد غير موجود.

3. مبدأ الانعزال

لدى كل أب نسختان من كل أليل. تنفصل النسختان عند تكوين الأمشاج في أثناء الانقسام المنصّف. يسهم كل أب بأليل واحد في النسل انظر (**الشكل 3-10**).

4. مبدأ التوزيع المُستقلّ

يكون انتقال أي أليل من أحد الأبوَين إلى أيّ مشيج انتقالًا عشوائيًا. وتتّحد الأمشاج في أثناء الإخصاب عشوائيًا أيضًا. قد يكون في الكائنات الحيّة المعقّدة أكثر من 10,000 جين وأكثر من 20,000 من الأليلات المختلفة. ويسهم عدد التركيبات العشوائية الممكنة في تشكيل التنوُّع الكبير في الطُّرز المظهرية التي نلاحظها.

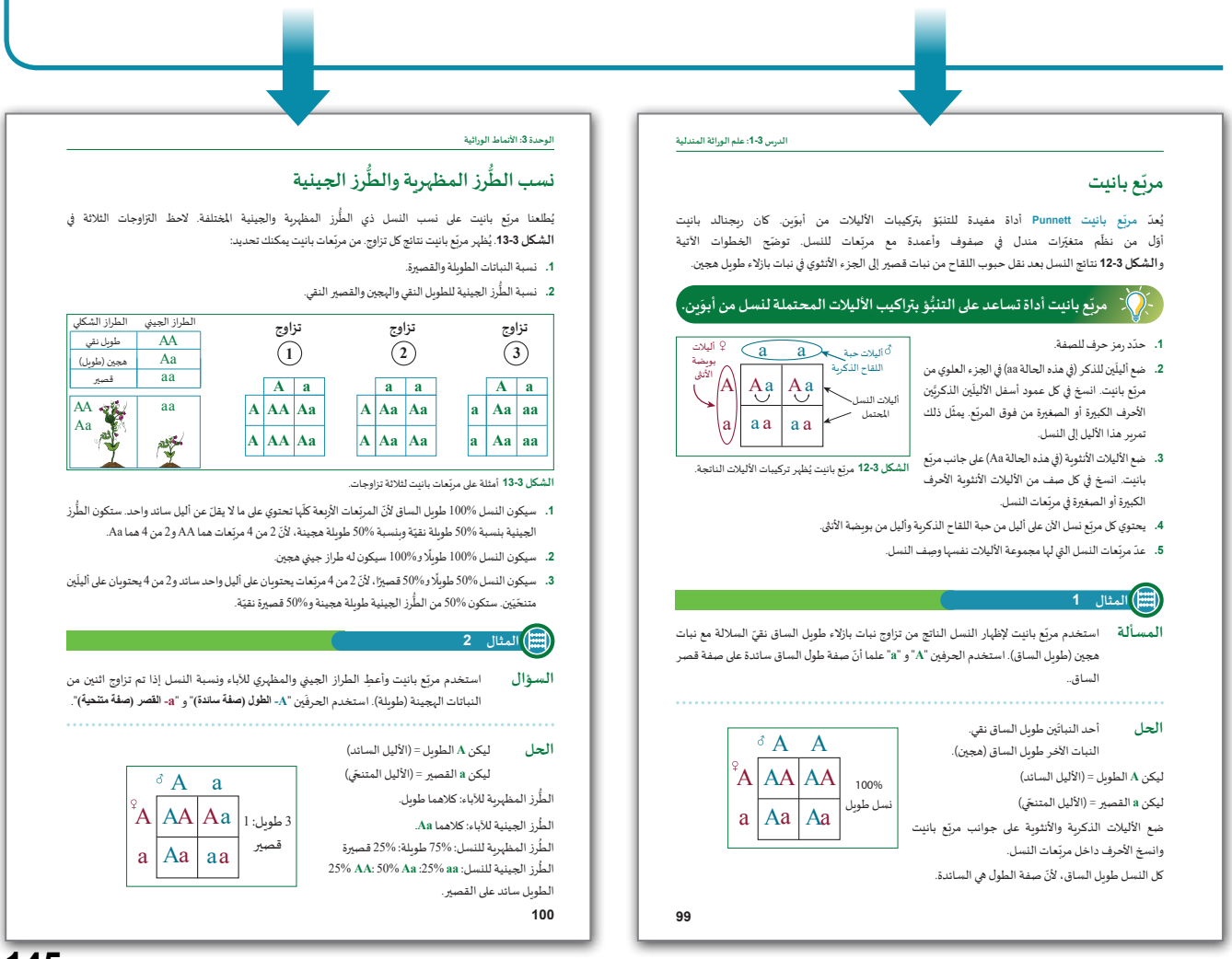
الشكل 3-11 يعتمد علم الوراثة المندلية على أربعة مبادئ.

يعرض (**الشكل 3-11**) التركيبات الممكنة لثلاثة جينات لكلّ منها أليلان. يمتلك الأبوان الطُّرز الجينية AA-Bb-Cc وAa-bB-Cc. وبما أنّ الأليلات تخضع للعبور في أثناء الانقسام المنصّف، يكون للأب 4 أمشاج مختلفة وللأم 8 أمشاج مختلفة. ينص مبدأ التوزيع المستقل على أنّه، في أثناء الإخصاب، يكون كل مزيج متساوي الإمكانية: فمن بين 32 تركيبًا ممكنًا، يكون تركيب واحد فقط لديه الطراز الجيني AA-BB-CC. لذلك يكون لهذا الطراز الجيني احتمال حدوث 1 من 32.

98

مربّع بانيت للتنبّؤ بتركيبات الأليلات

1. قم بإعداد نسخ من ورقة النشاط 1-3W.
2. قم بتعيين الصفحتين التاليتين للطلاب لقراءتهما واستكشاف نماذج للمسائل والحلول الخاصة من كتاب الطالب.
3. بعد أن يقرأ الطلاب الصفحات، اطلب إليهم إكمال ورقة النشاط وتبادل الأوراق وإجراء التصحيحات كتقويم قبلي.
4. في أثناء توزيع ورقة النشاط، ذكّر الطلاب:
   - يمكن أن تختلف اصطلاحات كتابة الأليلات بشكل كبير.
   - قد يكون الترميز الوراثي باللغتين العربية والإنجليزية محيّرًا بسبب استخدام الأحرف الكبيرة لتمثيل الأليلات السائدة. غالبًا ما يرتبط اختيار الحروف المُستخدَمة في المسائل باسم الصفة مثل F للريش أو T للطول.
   - تمّ اختيار الأحرف الموجودة في ورقة النشاط لأنّ الأحرف الكبيرة والصغيرة ليس لها مظهر مماثل عند الطباعة (T أو t).



الدرس 3-1: علم الوراثة المندلية

مربّع بانيت

يُعدّ مربّع بانيت Punnett أداة مفيدة للتنبّؤ بتركيبات الأليلات من أبوَين. كان ريجنالد بانيت أوّل من نظّم متغيّرات مندل في صفوف وأعمدة مع مربّعات للنسل. توضّح الخطوات الآتية والشكل 3-12 نتائج النسل بعد نقل حبوب اللقاح من نبات قصير إلى الجزء الأنثوي في نبات بازلاء طويل هجين.

مربّع بانيت أداة تساعد على التنبّؤ بتراكيب الأليلات المحتملة لنسل من أبوَين.

1. حدّد رمز حرف للصفة.
2. ضع أليلَين للذكر (في هذه الحالة aa) في الجزء العلوي من مربّع بانيت. انسخ في كل عمود أسفل الأليلَين الذكريّين الأحرف الكبيرة أو الصغيرة من فوق المربّع. يمثّل ذلك تمرير هذا الأليل إلى النسل.
3. ضع الأليلات الأنثوية (في هذه الحالة Aa) على جانب مربّع بانيت. انسخ في كل صف من الأليلات الأنثوية الأحرف الكبيرة أو الصغيرة في مربّعات النسل.
4. يحتوي كل مربّع نسل الآن على أليل من حبة اللقاح الذكرية وأليل من بويضة الأنثى.
5. عدّ مربّعات النسل التي لها مجموعة الأليلات نفسها وصِف النسل.

الشكل 3-12 مربّع بانيت يُظهر تركيبات الأليلات الناتجة.

المثال 1

المسألة استخدم مربّع بانيت لإظهار النسل الناتج من تزاوج نبات بازلاء طويل الساق نقيّ السلالة مع نبات هجين (طويل الساق). استخدم الحرفين "A" و "a" علمًا أنّ صفة طول الساق سائدة على صفة قصر الساق.

الحل أحد النباتَين طويل الساق نقي.
النبات الآخر طويل الساق (هجين).
ليكن A الطويل = (الأليل السائد)
ليكن a القصير = (الأليل المتنحّي)
ضع الأليلات الذكرية والأنثوية على جوانب مربّع بانيت وانسخ الأحرف داخل مربّعات النسل.

كل النسل طويل الساق، لأنّ صفة الطول هي السائدة.

نسب الطُّرز المظهرية والطُّرز الجينية

يُطلعنا مربّع بانيت على نسب النسل ذي الطُّرز المظهرية والجينية المختلفة. لاحظ التزاوجات الثلاثة في الشكل 3-13. يُظهر مربّع بانيت نتائج كل تزاوج. من مربّعات بانيت يمكنك تحديد:

1. نسبة النباتات الطويلة والقصيرة.
2. نسبة الطُّرز الجينية للطويل النقي والهجين والقصير النقي.

الشكل 3-13 أمثلة على مربّعات بانيت لثلاثة تزاوجات.

1. سيكون النسل 100% طويل الساق لأنّ المربّعات الأربعة كلّها تحتوي على ما لا يقلّ عن أليل سائد واحد. ستكون الطُّرز الجينية بنسبة 50% طويلة نقيّة وبنسبة 50% طويلة هجينة، لأنّ 2 من 4 مربّعات هما AA و2 من 4 هما Aa.
2. سيكون النسل 100% طويلًا و100% سيكون له طراز جيني هجين.
3. سيكون النسل 50% طويلًا و50% قصيرًا، لأنّ 2 من 4 مربّعات يحتويان على أليل واحد سائد و2 من 4 يحتويان على أليلَين متنحّيَين. ستكون 50% من الطُّرز الجينية طويلة هجينة و50% قصيرة نقيّة.

المثال 2

السؤال استخدم مربّع بانيت وأعطِ الطراز الجيني والمظهري للآباء ونسبة النسل إذا تم تزاوج اثنين من النباتات الهجينة (طويلة). استخدم الحرفَين "A- **الطول (صفة سائدة)**" و "a- **القصر (صفة متنحية)**".

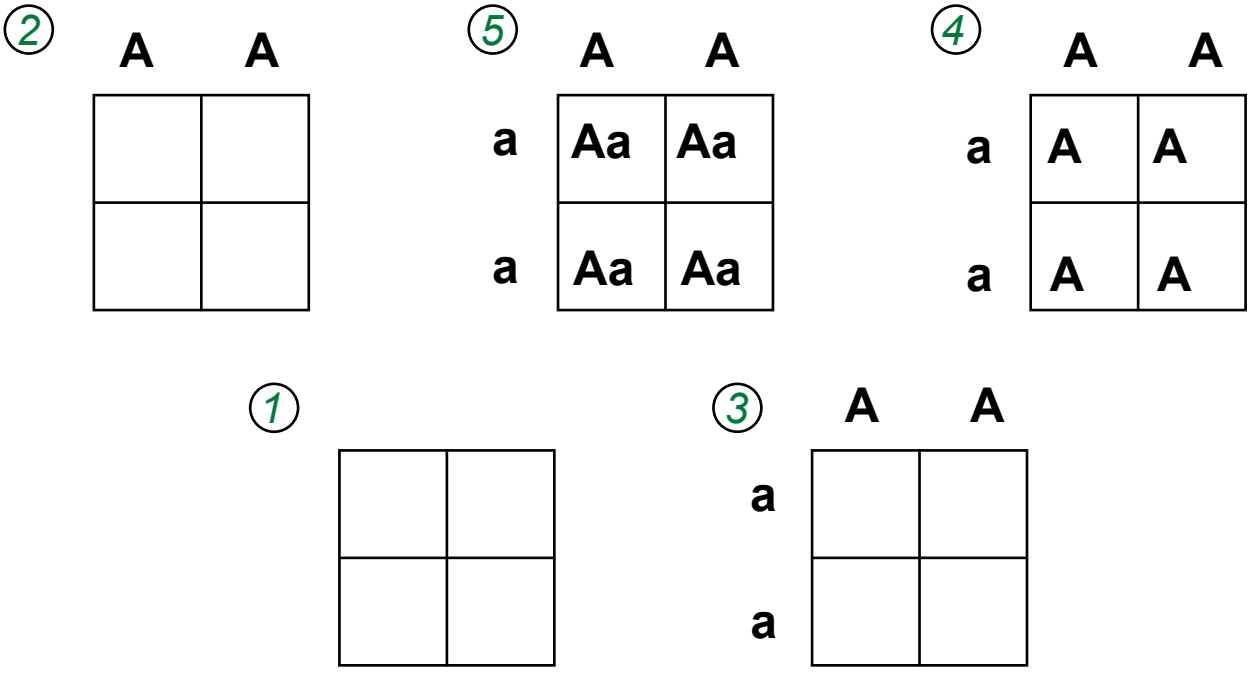
الحل ليكن A الطويل = (الأليل السائد)
ليكن a القصير = (الأليل المتنحّي)
الطُّرز المظهرية للآباء: كلاهما طويل.
الطُّرز الجينية للآباء: كلاهما Aa.
الطُّرز المظهرية للنسل: 75% طويلة؛ 25% قصيرة
الطُّرز الجينية للنسل: 25% aa؛ 50% Aa؛ 25% AA
الطويل سائد على القصير.

W 1-3 مربّعات بانيت

الإجابات/
عيّنة بيانات

المسائل

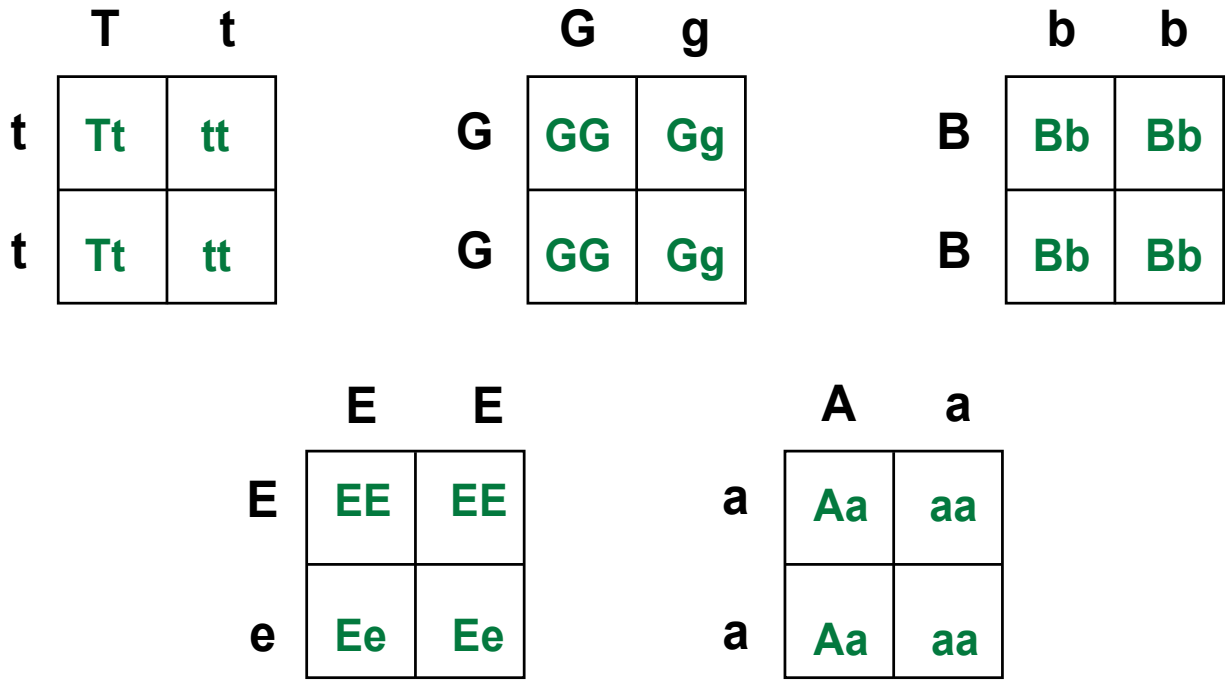
1. رقّم الخطوات في الدائرة في كلّ رسم بترتيب كيفية إكمال طريقة مربّع بانيت.



2. أكمل كلّ مربّع من مربّعات بانيت بالطُرز الجينية الصحيحة.

a. ضع دائرة حول مربّع بانيت الذي ينتج الجيل F1 الذي يتطابق طرازه الجيني وطرازه المظهري مع جيل الآباء (P1).

b. ظلّل جيل F1 الذي يكون طرازه الجيني أحاديّ التهجين.



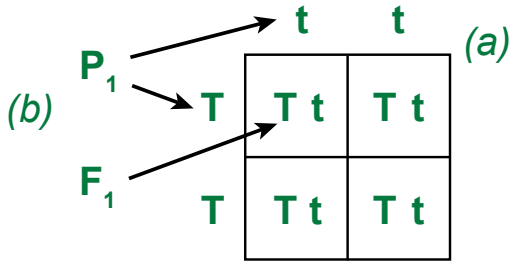
W 1-3 مربّعات بانيت - تابع

الإجابات/
عيّنة بيانات

3. لنفترض أنّ لون الطماطم يتمّ تحديده بوساطة زوج واحد من الأليلات (T أو t) وأنّ لون الطماطم الأحمر هو السائد على لون الطماطم الأصفر.

a. أظهر مربّع بانيت إذا كان أحد الوالدين نقي السلالة للطماطم الصفراء وقد تمّ تزويجه بنبات من الطماطم الحمراء من سلالة نقيّة أيضًا.

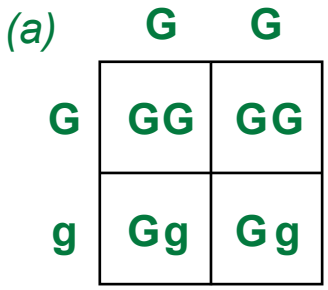
b. قم بتعيين الجيلين F1 وP1 على مربّع بانيت الخاص بك.



4. لنفترض أنّ لون شرنقة دودة القز يتمّ تحديده بوساطة زوج واحد من الأليلات (G أو g) والشرنقة الخضراء هي السائدة على الشرنقة البيضاء.

a. أظهر مربّع بانيت إذا كان أحد الوالدين يملك لونًا أخضر ويتحدّر من سلالة نقيّة والآخر كان هجينًا للون الشرنقة.

b. صف الطُرز الجينية والمظهرية للنسل باستخدام النسب المئوية.



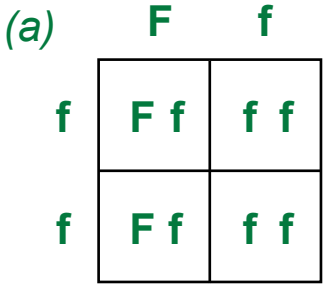
(b) نسبة الطُرز الجينية: 50% Gg ،GG 50%

نسبة الطرز المظهرية: 100% شرنقة خضراء

5. لنفترض أنّ لون الريش في طائر يتحكّم فيه زوج واحد من الأليلات (F أو f). إذا كان الريش الأبيض هو السائد على الريش الأسود:

a. اعرض نتائج التهجين بين طائر هجين اللون وطائر ذي لون متنحٍّ من سلالة نقيّة باستخدام مربّع بانيت.

b. حدّد نسب الطُرز الجينية والمظهرية للنسل.



(b) نسب الطُرز الجينية: 50% Ff: 50%ff

نسب الطرز المظهرية: 50% ريش أبيض: 50% ريش أسود

الاحتمال في الوراثة

1. يدمج هذا المحتوى علم الأحياء بالرياضيات. قبل بداية الحصة، تعاون مع مدّرس رياضيات للصف التاسع أو العاشر للحصول على دعم تعليمي، مثل ورقة عمل أو محتوى رياضي مفيد للاحتمالات وتحويل الكسور إلى نسب مئوية.
2. قد يحتاج الطلاب إلى دعم إضافي لكتابة النِسب.
3. بعد تعريف الطلاب بالمحتوى، سيقومون بتطبيق ما تعلّموه في أنشطة خبرة التعلّم.

الدرس 3-1: علم الوراثة المندلية

الاحتمال في الوراثة

تأمّل مثال المسألة الأخيرة التي كان فيها أحد المربّعات الأربعة قصيرًا (aa). هذا يعني أنّ 25% من النسل قصيرًا، لكنّه لا يعني أنّ زراعة أربعة نباتات ستنتج نباتًا قصيرًا واحدًا وثلاثة نباتات طويلة. تعني نسبة 25% أنّ كل نسل لديه احتمال 1 من 4 أنّ يكون قصيرًا.

الاحتمال هو إمكانية وقوع حدث.

إذا كانت جميع النتائج متساوية في احتمال الحدوث، فإنّ النتيجة المحتملة تكون عندئذٍ عدد الطرائق التي يمكن أنّ تحدث بها نتيجة محددة مقسومة على العدد الإجمالي للنتائج الممكنة. ونُعدّ رمي مكعّب أرقام سداسي الجوانب مثالًا جيّدًا. هناك ست نتائج محتملة: 1 و2 و3 و4 و5 و6، وكل نتيجة متساوية الاحتمال في الحدوث. لذلك، تكون فرصة ظهور الرقم 5 هي 1 من 6 أو 16.7%. يوضّح **الشكل 3-14** كيفية إجراء الحساب.

الشكل 3-14 خطوات احتساب الاحتمال بعد رمية واحدة لمكعّب رقمي.

إذا رميت المكعّب فاستقرّ على 5، ثم رميت المكعّب مرة أخرى، فما هي فرصة الحصول على الرقم 5 أخرى؟ الفرصة هي نفسها: 16.7%. تكون نتيجة كل تجربة في العملية العشوائية مستقلّة عن نتائج أيّة تجربة قبل ذلك أو بعده. وتُعدّ هذه النقطة مهمّة في علم الوراثة. ما لم يكن الاحتمال 100% أو 0% فإنّ من المستحيل التنبُّؤ بأيّة نتيجة. ومع ذلك، وكما فعل مندل، فإنّنا نستطيع أنّ نتوقّع متوسّط الكثير من النتائج.

المثال 3

السؤال توقع الاحتمال بالنسبة المئوية للحصول على رقم زوجي إذا تم رمي مكعّب سداسي الجوانب مرة واحدة.

الحل

لكي يكون عددًا زوجيًا، يجب أنّ يستقرّ المكعّب على 2 أو 4 أو 6.
النتائج المحتملة هي 1 أو 2 أو 3 أو 4 أو 5 أو 6.
عدد النتائج لعدد زوجي = 3
إجمالي النتائج الممكنة = 6
الاحتمال هو 3/6 = 50%.

101

نشاط a1-3 الاحتمال والنسب المئوية

الإجابات/ عيّنة بيانات

مواد للطالب: مكعّبات أعداد (جوانب مرقّمة 6-1)، كوب بلاستيكي، آلات حاسبة.

1. قم بإعداد نسخ من ورقة العمل a1-3. إذا لزم الأمر، اطلب الدعم من معلّم الرياضيات للصف العاشر وقم بتنسيق درس حول الاحتمالية.
2. وزّع مكعّبات الأرقام؛ إذا أمكن؛ امزج المجموعات بطريقة يحصل فيها كلّ طالب على زوج، لكن بلونين مختلفين. يؤدي رجّ المكعّبات ورمْيها من الكوب إلى زيادة الضوضاء، ولكنّ ذلك يقلّل من فرصة تأثير الطلاب في الرمْي.
3. بعد أن يقرأ الطلاب الخلفية، انتقل إلى الجزء الأول للتأكّد من فهم الطلاب وإكمالهم جدول المحاولات باستخدام مكعّب واحد.
4. في الجزء الثاني، يكمل الطلاب جدولًا بالنتائج الممكنة التي يمكن أن تنتج عن رمْي مكعّبين. يقوم الطلاب بعد ذلك بِرمْي مكعّبين، وجمع بيانات التكرارات والمقارنة بين نتائجهم التجريبية والقيم المتوقّعة في التحليل.

الوحدة 3: الأنماط الوراثية

نشاط a 1-3 الاحتمال والنسب المئوية

سؤال الاستقصاء	كيف نتوقّع الاحتمال ونفسّر النتائج؟
المواد المطلوبة	مكعّبات أعداد (جوانب مرقّمة 1-6)، كوب بلاستيكي، آلات حاسبة.

الخطوات - الجزء 1

1. قم أنت وزميلك برمي مكعّب رقمي واحد 24 مرّة، واحسب النتائج في جدول التكرارات. فإذا ظهر الرقم 6 مثلًا أربع مرات، اكتب "4" في العمود و"6" في صف المحاولة #1.
2. كرّر التجربة ثلاث مرّات وسجّل البيانات في كل محاولة.
3. لخّص البيانات الخاصة بك ليتم تجميعها مع بيانات الصف.

الشكل 3-15 يعتمد الاحتمال في مكعّبات الأعداد على عدد المكعّبات التي تمّ رميها والجانب الذي يظهر في الأعلى.

الخطوات- الجزء 2

1. قم بإعداد جدول يعرض جميع النتائج الممكنة التي يمكن أنّ تنتج عن رمي مكعّبين.
2. استخدم جدولك الخاص لتقدير احتمال كل رقم. ضع النتائج في الجدول 1 في صف الاحتمالات.
3. احسب القيمة المتوقعة لكل رقم من الاحتمالات، وضع النتيجة في الجدول 1.
4. استخدم عددًا من المحاولات يساوي 24 للمقارنة مع بياناتك التجريبية.
5. أكمل قسم "التحليل" وأجب عن الأسئلة قبل أنّ يدير المعلم مناقشة بيانات الصف.

أسئلة التلخيص

a. ما مدى قرب النتائج المتوقّعة من البيانات الفعلية بعد تجميعها من الصف كلّه؟

b. اشرح كيف تكون جداول البيانات وأجهزة الكمبيوتر أكثر فائدة من الورقة والقلم للتنبُّؤ بنتائج أعداد ثلاثة مكعّبات.

102

نشاط 3-a1 الاحتمال والنسب المئوية - تابع

الإجابات/
عيّنة بيانات

الخطوات- الجزء 1

1. قم أنت وزميلك بِرمْي مكعّب رقمي واحد 24 مرّة، واحسب النتائج في جدول التكرارات. فإذا ظهر الرقم 6 على سبيل المثال أربع مرات، فاكتب «4» في العمود «6» في صف المحاولة #1.
2. كرّر التجربة ثلاث مرّات وسجّل البيانات في كلّ محاولة.
3. لخّص البيانات الخاصة بك ليتمّ تجميعها مع بيانات الصف.

الخطوات- الجزء 2

1. قم بإعداد جدول يعرض جميع النتائج الممكنة التي يمكن أن تنتج عن رمي مكعّبين.
2. استخدم جدولك الخاص لتقدير احتمال كلّ رقم. ضع النتائج في الجدول 2 في صف الاحتمالات.
3. احسب القيمة المتوقّعة لكلّ رقم من الاحتمالات، وضع النتيجة في الجدول 1.
4. استخدم عددًا من المحاولات يساوي 24 لمقارنته ببياناتك التجريبية.
5. أكمل قسم «التحليل» وأجب عن الأسئلة قبل أن يدير المعلم نقاشًا حول بيانات الصف.

نشاط 3-1a الاحتمال والنسب المئوية - تابع

الإجابات/
عيّنة بيانات

الملاحظات والبيانات- الجزء 1

الجدول a1. تكرارات رمي مكعّب رقمي واحد

تكرارات الرمي						
رقم المحاولة	1	2	3	4	5	6
#1	4	3	5	4	5	3
#2	4	4	4	3	5	4
#3	3	5	4	4	4	4
#4	5	5	3	3	4	4
المجموع	16	17	16	14	18	15

ملاحظة: يجب أن تختلف بيانات الطالب حيث يجب أن تظهر هذه القوائم نتيجة عشوائية.

الجدول b1. تكرارات رمي مكعّب رقمي واحد (الصف)

تكرارات الصف						
رقم المحاولة	1	2	3	4	5	6
#1	4	3	4	5	4	4
#2	4	4	4	4	4	4
#3	3	5	4	4	4	4
#4	4	4	4	4	4	4
المجموع	15	16	16	17	16	16

ملاحظة: يجب أن تُظهر بيانات الصف توزيعًا متساويًا أوضح لكلّ رمي.

نشاط a1-3 الاحتمال والنسب المئوية - تابع

الإجابات/ عيّنة بيانات

الملاحظات والبيانات- الجزء 2

الجدول 2. الرميات الممكنة لمكعّبين رقميّين

النتائج الممكنة		المكعّب #1					
		1	2	3	4	5	6
المكعّب #2	1	(1,1)	(1,2)	(1,3)	(1,4)	(1,5)	(1,6)
	2	(2,1)	(2,2)	(2,3)	(2,4)	(2,5)	(2,6)
	3	(3,1)	(3,2)	(3,3)	(3,4)	(3,5)	(3,6)
	4	(4,1)	(4,2)	(4,3)	(4,4)	(4,5)	(3,6)
	5	(5,1)	(5,2)	(5,3)	(5,4)	(5,5)	(3,6)
	6	(6,1)	(6,2)	(6,3)	(6,4)	(6,5)	(3, 6)

الجدول a3. تكرار مجموع مكعّبين رقميّين

المحاولة #1										
2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12

الجدول a3. تكرار مجموع مكعّبين رقميين (الصف)

المحاولة #1										
2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12

a1-3 الاحتمال والنسب المئوية - تابع

الإجابات/
عيّنة بيانات

التحليل- الجزء 1

1. احسب النسبة المئوية للاحتمالات لكلّ محاولة رمي لمكعّب واحد في الجدول a4.
2. احسب احتمالات الصف لكلّ محاولة رمي لمكعّب واحد في الجدول b4.

الجدول a4. الاحتمالية المتوقّعة لرمي مكعّب واحد

الاحتمالات المتوقّعة لظهور الأرقام (%)						
	1	2	3	4	5	6
المجموع	*16.66*	*16.66*	*16.66*	*16.66*	*16.66*	*16.66*

الجدول b4. الاحتمالية الفعلية لرمي مكعّب واحد (الصف)

احتمالات الصف (%)						
	1	2	3	4	5	6
المجموع	سوف يختلف	سوف يختلف	سوف يختلف	سوف يختلف	سوف يختلف	سوف يختلف

التحليل- الجزء 2

1. احسب الاحتمالات المتوقّعة لمجموع مكعّبين في الجدول a5.
2. احسب الاحتمالات الفعلية لمجموع مكعّبين في الجدول b5.

الجدول a5. الاحتمالات المتوقّعة لمجموع مكعّبين (%)

الاحتمالات (%)										
2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
2.78	*5.56*	*8.33*	*11.11*	*13.89*	*16.92*	*13.89*	*11.11*	*8.33*	*5.56*	*2.78*

الجدول b5. الاحتمالات الفعلية لمجموع مكعّبين (الصف)

احتمالات الصف (%)										
2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
سوف يختلف	سوف يختلف	سوف يختلف	سوف يختلف	سوف يختلف	سوف يختلف	سوف يختلف	سوف يختلف	سوف يختلف	سوف يختلف	سوف يختلف

نشاط a1-3 الاحتمال والنسب المئوية - تابع

الإجابات/
عيّنة بيانات

أسئلة التلخيص

a. ما مدى قرب النتائج المتوقّعة من البيانات الفعلية بعد تجميعها من الصف كلّه؟

سوف تختلف الإجابات، ولكن النتائج المتوقّعة يجب أن تكون أقرب إلى البيانات الفعلية، لأنّ المزيد من عمليات الرمي يجب أن تقلّل من التباين.

b. اشرح كيف تكون جداول البيانات وأجهزة الكمبيوتر أكثر فائدة من الورقة والقلم للتنبُّؤ بنتائج ثلاثة مكعّبات رقمية.

اقبل كلّ الإجابات المعقولة. يمكن أن يكون اقتراح الطلاب واضحًا بمجرد برمجة جدول البيانات بشكل صحيح. قد تكون هناك أخطاء أقلّ وربّما لا توجد أخطاء في العمليات الحسابية. يمكن تعديل جدول البيانات لمزيد من المكعّبات الرقمية. يمكن إنتاج الرسوم البيانية بسرعة.

نشاط b1-3 وصف نتائج الصفات

الإجابات/ عيّنة بيانات

مواد للطالب: أقراص بلاستيكية من لونَين، أكواب بلاستيكية، أقلام تعليم، آلات حاسبة.

1. قم بإعداد نسخ من ورقة العمل رقم b1-3.
2. قم بإعطاء كلّ طالب ضمن مجموعة ثنائية قرصًا ملوّنًا مختلفًا وقم بتوفير أقراص فارغة إضافية إذا أخطأ الطلاب. عند الانتهاء، يجب أن يكون لدى كلّ طالب ثلاثة أقراص معلّمة من اللون نفسه: AA وAa وaa.
3. في الجزء 1، يعمل الطلاب معًا لإنشاء ميزات لكائن حيّ خيالي. يتمّ إعادة القرصَين اللذين يختارهما كُلّ فريقٍ من الطلاب مرة أخرى إلى الكوب بعد كلّ رمية.
4. في الجزء 2، يستخدم الطلاب جدولًا لتعيين الطُرز الشكلية للطُرز الجينية التي قاموا برَمْيها لعدّة صفات وينشئون خصائص جسدية للكائن الخيالي.
5. بعد الانتهاء من النشاط، اطلب إلى الصف مقارنة نتائج الجدول 1: نتائج قلب الأقراص مع زميل. يجب أن تختلف النتائج على نطاق واسع.
6. ناقش الإجابات عن أسئلة التلخيص.

الدرس 3-1: علم الوراثة المندلية

نشاط b 1-3 وصف نتائج الصفات

سؤال الاستقصاء	كيف نصف نتائج النسل باستخدام الطُرز المظهرية والطُرز الجينية بالنسب المئوية؟
المواد المطلوبة	أقراص بلاستيكية من لونَين، أكواب بلاستيكية، أقلام تعليم، آلات حاسبة.

الخطوات - الجزء 1

1. توقع مستخدمًا مربّعات بانيت وفقًا للإرشادات الواردة في ورقة العمل.
2. احصل على ثلاثة أقراص وعلّم كل جانب منها وفقًا للإرشادات في ورقة العمل الخاصة بك (**الشكل 3-16**). سيكون لزميلك أقراص ذات لون مختلف. ضعها جميعها في كوب.
3. بعد ذلك، قم أنت وزميلك برجّ كل كوب، وأغمضا أعينكما، ثم يختار كل منكما قرصًا واحدًا. سجّلا الحروف على كل جانب من القرص في المساحة المخصّصة للآباء في الجدول 1.
4. اقلبا القرصَين معًا في الهواء، ثم سجّلا الأحرف التي سيستقرّ عليها القرصان. سجّل الأحرف كنسل في الجدول 1. كرّر الخطوات من 1 إلى 3 تسع مرّات أخرى باستخدام الأقراص نفسها.

الشكل 3-16 توقّع نتائج تزاوجات تتناول صفة واحدة وصفتَين.

الخطوات- الجزء 2

1. ستعمل هذه المرة بمفردك. أخرج قرص واحد من الأقراص الثلاثة من الكوب عشوائيًا وضعه جانبًا.
2. سجّل في الجدول رقم 2، الرموز الموجودة على الأقراص المتبقّية في الكوب.
3. رجّ الكوب واسكب كلا القرصَين. سجّل في العمود الصحيح من الجدول 2 كلا الحرفَين اللذَين يظهران.
4. أعد الأقراص الثلاثة وكرّر الخطوات من 1 إلى 3 عشر مرّات.
5. قارن بياناتك ببيانات زملائك وناقش النتائج ثم أجب عن جميع الأسئلة أوّلًا.

أسئلة التلخيص

a. ما نوع التزاوج الذي مثّله الجزء 1 والجزء 2؟
b. كيف تقارن نتيجتك المتوقّعة بنتائج الصف؟

103

نشاط b1-3 وصف نتائج الصفات- تابع

الإجابات/ عيّنة بيانات

الخطوات- الجزء 1

1. افحص مربّعات بانيت الثلاثة غير المكتملة في **الشكل 3-4**. لكلّ جزء من الأجزاء الفارغة من مربّعات بانيت، توقّع ما يأتي:
   a. الطراز الجيني للنسل.
   b. النسبة المئوية لاحتمال الطراز الجيني.
3. احصل على 3 أقراص من اللون نفسه وعلّم كلّ جانب منها باستخدام علامة دائمة. سيقوم زميلك بإنشاء مجموعة مكرّرة، ولكن باستخدام أقراص ذات لون مختلف.
   a. على القرص # 1، اكتب «A» على الجانب 1. اقلب القرص واكتب «A» على الجانب 2. يعرض هذا القرص الطراز الجيني AA.
   b. ضع علامة على القرص # 2 «a» على الجانب 1، و «a» على الجانب 2. يعرض هذا القرص الطراز الجيني aa.
   c. ضع علامة على القرص # 3، «A» على الجانب 1، ثمّ «a» على الجانب 2. يعرض هذا القرص الطراز الجيني Aa.
4. ضع كلّ الأقراص في كوب. يكون لزميلك كوب مختلف.
5. بعد ذلك، قم أنت وزميلك برجّ كلّ كوب، وأغمضا أعينكما، ثمّ يختار كلّ منكما قرصًا واحدًا. ثمّ سجّلا الأحرف على كلّ جانب من القرص في المساحة المخصّصة للآباء في الجدول المُعدّ.
6. اقلبا القرصَين معًا، ثمّ سجّلا الأحرف التي سيستقرّ عليها القرصان. سجّل الأحرف كنسل في الجدول. أعد الأقراص الثلاثة من اللون نفسه إلى الكوب الصحيح وكرّر الخطوات تسع مرّات أخرى. أكمل باقي الجدول.

الخطوات- الجزء 2

1. ستعمل هذه المرة بمفردك. اخرج قرصًا واحدًا من الأقراص الثلاثة من الكوب عشوائيًّا وضعه جانبًا.
2. رجّ الكوب واسكب كلا القرصَين. سجّل في العمود الصحيح من الجدول 2 كلا الحرفَين اللذَين يظهران.
3. أَعِدِ الأقراص الثلاثة وكرّر الخطوات من 1 إلى 3 عشر مرّات.
4. قارن بياناتك ببيانات زملائك وناقش النتائج؛ ثمّ أجب عن جميع الأسئلة أوّلًا.

نشاط b1-3 وصف نتائج الصفات - تابع

الإجابات/ عيّنة بيانات

توقّعات الطالب لمربّعات بانيت

1

♀ \ ♂	A	A
A	*A A*	*A A*
A	*A A*	*A A*

نسب الطراز الجيني (%):
100% AA:0% Aa:0% aa

2

♀ \ ♂	a	a
a	*a a*	*a a*
a	*a a*	*a a*

نسب الطراز الجيني (%):
0% AA:0% Aa:100% aa

3

♀ \ ♂	A	A
a	*A a*	*A a*
a	*A a*	*A a*

نسب الطراز الجيني (%):
0% AA:100% Aa:0% aa

4

♀ \ ♂	A	A
A	*A A*	*A A*
a	*A a*	*A a*

نسب الطراز الجيني (%):
50% AA:50% Aa:0% aa

5

♀ \ ♂	a	a
A	*A a*	*A a*
a	*a a*	*a a*

نسب الطراز الجيني (%):
0% AA:50% Aa:50% aa

6

♀ \ ♂	A	a
A	*A A*	*A a*
a	*A a*	*a a*

نسب الطراز الجيني (%):
25% AA:50% Aa:25% aa

نشاط b1-3 وصف نتائج الصفات - تابع

الإجابات/
عيّنة بيانات

عيّنة بيانات الجزء 1 (ستختلف بيانات الصف بسبب الرمي العشوائي).

الجدول 1. نتائج قلب القرصيّن مع زميلك.

الصفة	نتائج الطُرز الجينية والمظهرية (*ستكون مختلفة)			
	أليلات الأب #1	أليلات الأب #2	الطراز الجيني للنسل	الطراز المظهري للنسل
1	*A*	*a*	*Aa*	الجسم الأسود
2	*A*	*A*	*AA*	قرون استشعار طويلة
3	*A*	*a*	*Aa*	وجود مخالب
4	*a*	*a*	*aa*	عيون زرقاء
5	*A*	*A*	*AA*	5 عيون
6	*A*	*a*	*Aa*	ساق مع شعر
7	*a*	*a*	*aa*	ذيل قصير
8	*A*	*a*	*Aa*	أجنحة كبيرة
9	*a*	*A*	*Aa*	أجنحة خضراء وبرتقالية
10	*a*	*A*	*Aa*	أجنحة مرقّطة

نشاط b1-3 وصف نتائج الصفات - تابع

الإجابات/ عيّنة بيانات

الجدول 2. الطُرز الجينية والمظهرية (مرجع).

المحاولة #	النتائج		
	AA	Aa	aa
لون الجسم	أسود	أسود	بنّي
طول قرون الاستشعار	طويلة	طويلة	قصيرة
المخالب	موجودة على كلّ الأرجل	موجودة على كلّ الأرجل	موجودة على اثنتين من الأرجل فقط
لون العين	أحمر	بنفسجي	أزرق
عدد العيون	5	5	3
شعر الساق	ساق مع شعر	ساق مع شعر	ساق بدون شعر
الذيل	طويل	طويل	قصير
الأجنحة	كبيرة	كبيرة	صغيرة
لون الأجنحة	أخضر	أخضر وبرتقالي	برتقالي
نمط الأجنحة	منقّط	منقّط	بلون واحد

نشاط b1-3 وصف نتائج الصفات

الإجابات/ عيّنة بيانات

البيانات الجزء 2.

نتائج الرمي #1	التكرار والنسبة المئوية للاحتمال (* يعتمد على الأقراص التي يختارها الطالب عشوائيًا. على سبيل المثال، AA × AA)			
	تكراراتك	الاحتمالية %	تكرار العيّنة الكبيرة	الاحتمالية %
AA	10	100%	AA	نفسها
Aa	0	0%	Aa	نفسها
aa	0	0%	aa	نفسها

نتائج الرمي #6	التكرار والنسبة المئوية للاحتمال (* يعتمد على الأقراص التي يختارها الطالب عشوائيًا. على سبيل المثال، AA × AA)			
	تكراراتك	الاحتمالية %	تكرار العيّنة الكبيرة	الاحتمالية %
AA	2	20%	AA	يمكن اختلافها
Aa	6	60%	Aa	يمكن اختلافها
aa	2	20%	aa	يمكن اختلافها

ملاحظة: هناك ستة جداول مختلفة يمكن للطلاب إنتاجها. اثنان منها موضّحان في أعلاه. في ثلاثة من الجداول، لا يتأثر الاحتمال الفعلي والمتوقّع بحجم العينة، بالنظر إلى وجود نتيجة واحدة محتملة. انظر السؤال رقم 2 في الصفحة التالية.

التحليل

1. ضع قائمة بصفات الكائن الحيّ التي تتبع مبدأ مندل للسيادة.

لون الجسم، المخالب، لون العين، عدد العيون، شعر الساق، الذيل، الأجنحة، نمط الأجنحة.

نشاط b1-3 وصف نتائج الصفات -تابع

الإجابات/
عيّنة بيانات

2. ضع قائمة بصفات الكائن الحيّ التي لا تتبع مبدأ مندل للسيادة واقترح نمطًا وراثيًا محتملاً قد تشكّله الأليلات بدلًا من ذلك.

لا يتبع لون العين ولون الأجنحة مبدأ مندل للسيادة. يبدو أنّ لون العين (Aa) هو مزيج من الأليلين. وقد يكون ذلك بسبب السيادة غير التامة. يظهر لون الجناح (Aa) كلا اللونين وقد يكون بسبب السيادة المشتركة.

أسئلة التلخيص

a. ما نوع التزاوج الذي مثّله الجزء 1 والجزء 2؟

يمثّل الجزء الأول والجزء الثاني تزاوجات بسيطة، لأنّها تتبع مبدأ مندل للسيادة. صفتان في الجزء 1: لون العين ولون الأجنحة أكثر تعقيدًا بسبب الأليلات المتعدّدة.

b. كيف تقارن نتيجتك المتوقّعة بنتائج الصف؟

بالنظر إلى أنّ الطلاب يستخدمون أقراص الجزء 2 نفسها، فإنّ النتائج المتوقّعة والفعلية تعتمد على الأقراص المختارة في البداية.

ملاحظة: النتيجة المتوقّعة والنتائج الفعلية لتقليب العملات المعدنية مثل مربّع بانيت رقم 1 ورقم 2 ورقم 3 ستكون متطابقة. هناك ستّ نسب مختلفة من الطُرز الجينية الممكنة. بالنسبة لثلاثة من هذه الطرز لا يمكن تغيير النتيجة فيها. لذلك، فإنّ نسبة الاحتمال المئوية لا يمكن أن تكون مختلفة.

1. AA × AA = 100 % AA ؛ 0 % Aa؛ 0 % aa. لا يمكن أن تختلف الاحتمالات المتوقّعة والفعلية.
2. aa × aa =0 % AA ؛ 0 % Aa؛ 100 % aa. لا يمكن أن تختلف الاحتمالات المتوقّعة والفعلية.
3. AA x aa= 0 % AA؛ 100 % Aa؛ 0 % aa. لا يمكن أن تختلف الاحتمالات المتوقّعة والفعلية.
4. AA x Aa=0 % AA ؛ 50 % Aa؛ 50 % aa. يمكن أن تختلف بعض الاحتمالات المتوقّعة والفعلية بسبب صغر حجم العيّنة.
5. aa x Aa=0 % AA ؛ 50 % Aa؛ 50 % aa. يمكن أن تختلف بعض الاحتمالات المتوقّعة والفعلية بسبب صغر حجم العيّنة.
6. Aa x Aa=25 % AA ؛ 50 % Aa؛ 25 % aa. يمكن أن تختلف بعض الاحتمالات المتوقّعة والفعلية بسبب صغر حجم العيّنة.

الصفات ذات الأليلات المتعدّدة

مواد للمعلّم: صور للتباين في لون شعر الإنسان أو لون معطف الحيوان، مسائل إضافية في الأليلات المتعدّدة، كاميرا الإسقاط.

1. قبل بداية الحصّة، حدّد صورًا للتباين في لون شعر الإنسان أو ألوان أغطية أجسام الحيوانات. من الأمثلة الجيدة الخيول والأرانب بالنظر إلى تاريخها الطويل في التهجين الذي حدث قبل فترة طويلة من معرفتنا بالجينات و DNA.
2. قم بإعداد بعض المسائل الإضافية التي تتضمّن تزاوجًا من فصائل الدم المختلفة ليكملها الطلاب.
3. بعد أن يقرأ الطلاب المحتوى الموجود في هاتين الصفحتين، قدّم فصيلة الدم على أنّها صفة مهمة جدًا تتحكّم فيها أليلات متعدّدة.
4. أجب عن أسئلة حول مسألة عيّنة ودع الطلاب يتدرّبون على حلّ التزاوجات الأخرى باستخدام فصيلة الدم التي صنعتها.

الصفات ذات السيادة المشتركة و الأليلات المتعدّدة

تمتلك بعض الصفات أكثر من أليلَين. وتُعدّ فصيلة دم الإنسان مثالًا جيّدًا على ذلك. هناك ثلاثة أليلات تحدّد البروتين الذاتي على خلايا الدم الحمراء: I^A و I^B و i^O **الأليلات المتعددة Multiple alleles**.وهناك أربعة طُرز مظهرية محتملة: A و B و AB و O في **نظام فصائل الدم ABO blood type**. يوضّح الجدول **4-3** الفصائل الأربع للدم وطرزها الجينية. الأليل i^O متنحٍ والأليلان I^B و I^A كلاهما سائدان. كما وُجدَ أنه عند اجتماع الأليلين السائدين (IA) و (IB)، فإنه يظهرُ تأثيرُهما معًا في الطراز المظهري ولا يختفي أثرُ أي منهما؛ أي تكونُ فصيلة الدم AB ، ويُسمَّى هذا النمطُ من التوارث السيادةَ المشتركة Codominance.

الجدول 4-3 نظام فصائل الدم ABO.

فصيلة دم الطفل	الطراز الجيني الممكن	أليل(أليلات) الوالد 1	أليل (أليلات) الوالد 2
الفصيلة A	I^AI^A أو I^Ai^O	I^A	I^A أو i^O
الفصيلة B	I^BI^B أو I^Bi^O	I^B	I^B أو i^O
الفصيلة AB	I^AI^B	I^A	I^B
الفصيلة O	i^Oi^O	i^O	i^O

لا شك أنّ معرفة فصيلة دمك أمرٌ مهمٌ، لأنّ تلقّي الدم الخاطئ في حالة الطوارئ قد تنتج عنه مشكلات خطيرة. سوف يكتشف جهازك المناعي أنّ خلايا الدم المنقولة إليك غريبة ويهاجمها.

المثال 4

السؤال إنّ لفرو الأرنب ستّة ألوان مختلفة يُمكن ملاحظتها بوضوح، ومن المعروف أنّ صفة اللون يتحكّم فيها جين واحد. هل تتضمن الآلية الوراثية لهذه الصفة على أليلَين أم أكثر؟ اشرح أسبابك.

الحل يجب أن تتضمّن الآلية الجينية أكثر من أليلَين، لأنّ وجود أليلَين فقط ينتج عنه شكلان مختلفان فقط من الطراز المظهري: السائد أو المتنحّي. فلكي يكون لصفة ما أكثر من طرازَين مظهريّين مُميّزَين، يجب أن تكون الصفة مُتعدّدة الجينات، أو لها أكثر من أليلَين. وبما أننا نعلم أنّ الصفة يتحكّم فيها جين واحد، فإن الإجابة يجب أن تكون وجود أكثر من أليلَين.

الصفات ذات الجينات المتعدّدة

من عيوب عمل مندل أنّه لم يستطع أنْ يفسّر السبب الذي يجعل للصفات أكثر من مظهرَين مرئيَّين، مثل لون شعر الإنسان ولون العين. ذلك أنّ كلتا الصفتَين تتضمن الكثير من الاختلافات بدلًا من اختلافَين اثنين فقط. يظهر **الشكل 3-17** بعض الاختلافات الممكنة في لون العين.

الشكل 3-17 تعمل عدة جينات لتؤثر على صفة واحدة، مثل لون العين البشرية.

تُسمّى الصفة التي يتحكّم فيها أكثر من جين **الصفة ذات الجينات المتعدّدة Polygenic trait**. يتم التحكّم في لون العيون عند البشر بواسطة ثمانية جينات مختلفة، بعضها لا يقع حتى على الكروموسوم نفسه. تتحكّم بعض الجينات في اللون؛ أمّا الجينات الأخرى فتتحكّم في كمّية الصبغة، ما يعطي مدى أوسع من الألوان الممكنة.

يتم التحكّم في الصفات ذات الجينات المتعدّدة بوساطة جينات متعدّدة *polygenes* والجين المتعدّد هو مجموعة من الجينات التي يتم التعبير عنها كوحدة. علمًا أنّ جزء من الجين المتعدّد ينتج عنه تأثير. يضيف هذا الجزء صفة إلى الصفة المحدّدة عندما يجتمع مع الأجزاء الأخرى. ويُعدّ لون الجلد البشري مثالًا آخر على الصفة ذات الجينات المتعدّدة. وكما هي الحال في معظم الجينات المتعدّدة، فإنّ الطراز المظهري يكون متفاوتاً متدرجاً كما هو موضّح في **الشكل 3-18**. ونجد في البشر أمثلة واضحة على الصفات ذات الجينات المتعدّدة كالطول ولون البشرة ولون الشعر ولون العين. تشمل الصفات ذات الجينات المتعدّدة الأقل وضوحًا مرض السكّري من النوع 2 وأمراض القلب التاجية والسرطان والتهاب المفاصل.

	ABC	ABc	AbC	Abc	aBC	aBc	abC	abc
ABC	AABBCC	AABBCc	AABbCc	AABbCc	AaBBCC	AaBBCc	AaBbCC	AaBbCc
ABc	AABBCc	AABBcc	AABbCc	AABbcc	AaBBCc	AaBBcc	AaBbCc	AaBbcc
AbC	AABbCC	AABbCc	AAbbCC	AAbbCc	AaBbCC	AaBbCc	AabbCC	AabbCc
Abc	AABbCc	AABbcc	AAbbCc	AAbbcc	AaBbCc	AaBbcc	AabbCc	Aabbcc
aBC	AaBBCC	AaBBCc	AaBbCC	AaBbCc	aaBBCC	aaBBCc	aaBbCC	aaBbCc
aBc	AaBBCc	AaBBcc	AaBbCc	AaBbcc	aaBBCc	aaBBcc	aaBbCc	aaBbcc
abC	AaBbCC	AaBbCc	AabbCC	AabbCc	aaBbCC	aaBbCc	aabbCC	aabbCc
abc	AaBbCc	AaBbcc	AabbCc	Aabbcc	aaBbCc	aaBbcc	aabbCc	aabbcc

الشكل 3-18 بعض التزاوجات المحتملة لثلاثة من الجينات التي تتحكّم في لون البشرة عند الإنسان.

تقويم الدّرس 3-1

الإجابات

1. عرِّف المصطلح «صفة وراثية» وأعطِ مثالين على صفات ورثتها.

الصفة الوراثية هي خاصّية (سمة) للكائن الحي قد تنتقل إلى نسله. يجب على الطلاب أيضًا إعطاء مثالَيْن للصفات الوراثية التي ورثوها، مثل لون الشعر أو لون العين أو الطول.

2. أعطِ مثالًا على خاصّية غير موروثة.

لا يمكن أن تنتقل الخصائص المكتسبة من الآباء إلى الأبناء، مثل الندوب والسلوكيات المكتسبة، مثل ركل الكرة أو تعلّم السباحة.

3. * وضّح الفرق بين علم الوراثة وعلم الوراثة الجزيئي.

علم الوراثة Genetics هو العلم الذي يهتم بدراسة الجينات وتوارثها وما ينتج عنها من تنوّع حيوي، أمّا علم الوراثة الجُزيئي فيشرح كيف تُعبّر الجُزيئات الحيويّة مثل DNA عن الصفات باستخدام البروتينات.

4. ما هو الاحتمال؟ اشرح فائدته في علم الوراثة.

الاحتمال هو توقع إمكانية وقوع حدثٍ ما. إنّه مفيد كأداة لتحليل النتائج الممكنة عند تهجين كائنات مختلفة.

5. مصطلح «هجين» له معانٍ متعدّدة اليوم.

a. أعطِ مثالاً على هجين في الزراعة غير البازلاء.

من الأمثلة الأخرى على النباتات الهجينة في الزراعة: الطماطم والجزر والذره والأرز، تقبل اي أمثلة اخرى صحيحة.

b. كيف يتمّ استخدام المصطلح «هجين» اليوم أيضًا؟ اشرح مثالًا.

يستخدم التهجين في الاحياء لاجراء تزاوج بين كائنين من سلالات أو أصناف أو أنواع أو أجناس مختلفة لانتاج نسل هجين يجمع بين الصفات المرغوبة من كلا الابوين، مثل تهجين الماشية للحصول على نسل يمتلك لحومًا ذات جودة عالية وينتج المزيد من الحليب أو الصوف السميك. وتهجين النباتات لإنتاج المزيد من الفواكه والخضروات بألوان ونكهات مرغوبة أكثر.

ويستخدم مصطلح الهجين هذه الأيام على بعض أنواع السيارات الحديثة التي تجمع في عملها بين الطاقة الكهربائية والبنزين وفقًا للحاجة.

تقويم الدّرس 3-1 — الإجابات

6. ارسم ولوّن مخطّطًا (لا تستخدم مربّع بانيت) يُظهر تزاوجًا بين بذور خضراء نقيّة وبذور خضراء هجينة، وقم بالإجراءات الآتية عليه:

a. سمِّ البذور كأفراد من الجيل P أو F1.

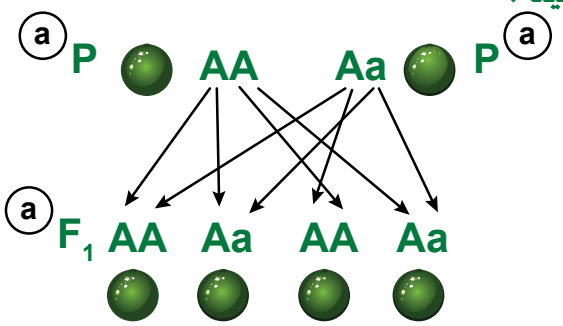
انظر إلى الصورة.

b. حدّد الصفة باستخدام الحرفَين A وa.

AA= خضراء نقيّة، Aa= خضراء هجينة.

c. أعطِ الطُرز الجينية والمظهرية لجيل P.

P= خضراء نقيّة (AA) × خضراء هجينة (Aa)



d. اشرح النتيجة المحتملة كنسبة مئوية.

50% AA: 50% Aa: 0%aa

أو 100% أخضر : 0% اللون المقابل

انظر إلى الصورة. تقبل نسب الطراز الجيني والمظهري بأعداد صحيحة أو نسب مئوية. انظر إلى الصورة.

e. أعرض نسبة الطُّرز المظهرية للجيل F2.

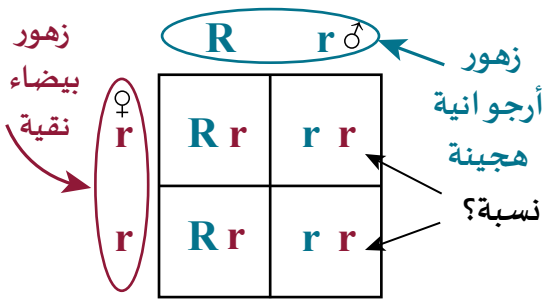
هناك 3 احتمالات تزاوج للجيل الثاني F2، وهي:

a. نسب الطراز المظهري (AA و AA): 4 أخضر، 0 اللون المقابل أو 100% أخضر و0% اللون المقابل

b. نسب الطراز المظهري (AA و Aa): 4 أخضر، 0 اللون المقابل أو 100% أخضر و0% اللون المقابل

c. نسب الطراز المظهري (Aa و Aa): 3 أخضر، 1 اللون المقابل أو 75% أخضر و25% اللون المقابل

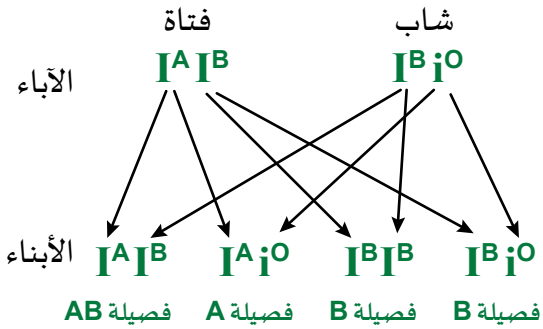
7. أكمل مربّع بانيت الظاهر باستخدام الحرف R. صف النسل عبر نسب الطُّرز الجينية.



تقويم الدّرس 3-1

الإجابات

8.* تزوجَ شابٌّ فصيلةُ دمِهِ B غيرُ مُتماثلِ الأليلاتِ بفتاةٍ فصيلةُ دمِها AB. اكتب: الطرازَ الجينيَّ لفصيلةِ دمِ الأبوين، والطُرُزَ الجينيةَ والمظهرية المحتملةَ للأبناء.



9.* أجري تلقيحٌ بين نباتَي طماطم، وكان أليلُ طولِ الساق (T) سائدا على أليلِ قِصَرِ الساق (t)، ادرس المربع الآتي الذي يمثّل عملية التلقيح، وأجبْ عن الأسئلةِ الآتية:

		Tt	
		T	t
Tt	T	TT	Tt
	t	Tt	tt

a. اكتبِ الطرازَ الجينيَّ لكلّ من الأبوَين. **Tt**، **TT**.

b. اكتبِ الطرازَ الجينيَّ للجاميت المشار إليه بالرقم (1). **t**.

c. اكتبِ الطرازَ الجينيَّ والمظهري للفردَين المشار إليهما بالرقمَين 2 و3.

2: TT طويل الساق نقي

3: Tt طويل الساق هجين

10.* البازيلا المجعّدة ليست مرغوبة بسبب قوامها. إذا زُرعت البازلاء الملساء فقط، ينتج الجيل F1 100% بازلاء ملساء. في أوقات أخرى، يتمّ زرع البازلاء المستديرة وتنتج 25 % تقريبًا من البذور المجعّدة في الجيل F1. اشرح كيف يتمّ ذلك، وادعم تفسيرك بأدلّة من مربّعات بانيت.

	R	r
R	RR	Rr
r	Rr	rr

تسود البازلاء الملساء على البازلاء المجعّدة. تزاوج اثنين من البازلاء النقية (RR) سوف ينتج دائمًا بازلاء ملساء (RR). لإنتاج 25% من البازلاء المجعدة(rr)، يجب أن يكون التزاوج بين نبتتَيْ بازلاء هجينة ملساء (Rr ×Rr).

إعادة تدريس- الأليلات المتعدّدة

موادّ للمعلّم: المواد الحرفية مثل: الورق الفارغ، وأقلام الرصاص الملوّنة، والمشابك المعدنية، والمنقلة أو الأقراص المضغوطة / أقراص DVD المعاد تدويرها، والغراء الأبيض.

1. قبل بداية الحصّة، احصل على صور لأرانب ذات ألوان فراء متنوّعة.
2. ذكّر الطلاب بأنّ بعض الصفات لها أليلات متعدّدة يمكن أن ينتج عنها أكثر من طرازين مظهريّين مختلفين.
3. أشر إلى أنّه، على الرغم من وجود أليلات متعدّدة في الجماعة الحيوية، فإنّ النسل يبقى قادرًا على وراثة أليلين فقط، ويعبّر عن أليلين في الطراز المظهري.
4. اعرض صورة مشابهة للصورة الآتية توضح الطرز الجينية والمظهرية لكلّ نوع من أنواع فراء الأرانب.

أليلات الطراز الجيني	CC / Cc^{h}	$c^{ch}c^{ch}$ / $c^{ch}c^{h}$	$c^{h}c^{h}$	$c\ c$
	Cc^{ch} / $C\ c$	$c^{ch}\ c$	$c^{h}\ c$	
الطراز الشكلي اللون	البنّي	الرمادي	الأبيض والأسود	الأبيض

5. أوضح أنّ الحالة السائدة للون الشعر هي البنّي (C) agouti والشكل المُتنحّي هو الأبيض (c)، لكن ألوان الشعر المُتنحّية الأخرى ممكنة مثل الرمادي (c^{ch}) chinchilla والأبيض والأسود.
6. اكتب وحدّد الطُرز الجينية والطُرز الشكلية المختلفة كصف وعيّن المسائل للفرق أو المجموعات واطلب إليهم أن يتشاركوا في إجاباتهم.

مجموعات أليلات الأرنب البنّي المحتملة
= CC, or Cc^{h}, or Cc^{ch}, or Cc

الأليلات الممكنة للأرنب الأبيض
= cc

الأليلات الممكنة للأرنب الرمادي
= $c^{ch}c^{ch}$, or $c^{ch}c^{h}$, or $c^{ch}c$

	C	c^{ch}
c	C c	c^{ch} c
c	C c	c^{ch} c

إثراء- السيادة غير التامة

1. اعرض للطلاب أربعة طُرز مظهرية محتملة لأزهار الكاميليا.
2. حدّد صفة لون زهرة باستخدام الحرف «F».
3. كلّف الطلاب مراجعة تعريفات السيادة المشتركة والسيادة غير التامة من كتاب الطالب.
4. أوضح أن الكاميليا قد تمّ تهجينها صناعيًّا لعدة قرون، لأنّ أوراقها تستخدم في صنع الشاي ولها أزهار جميلة. يمكن أنّ تظهر أزهار الكاميليا سيادة مشتركة أو سيادة غير تامة. تسيطر الزهور الحمراء على الزهور البيضاء.
5. بمساعدة الطلاب، حدّد الطُرز الجينية للزهرة الحمراء والبيضاء على النحو الآتي: أحمر = RR، أبيض = WW.
6. دع الطلاب يتوقعّون رمز الأليل للسيادة غير التامة والسيادة المشتركة من خلال تطبيق التعاريف.
7. بعد ذلك، كلّف الطلاب إعداد مربّعات بانيت كبيرة بما يكفي لتضمين كلّ مربّع نتائج الطُرز الجينية والمظهرية. زاوج بين كاميليا حمراء نقية وكاميليا بيضاء نقية. يجب أن ينتجوا طرز P1 الجينية، الأحمر = RR ، الأبيض = WW ، الوردي= RW.

الدرس 3-2
تحديد الجنس والصفات المُرتبطة بالجنس

مصادر تعلم الدرس

المدة	العناوين/المحتوى	موارد كتاب الطالب	موارد دليل المعلم
1 حصة	مقدمة الدرس المخطّطات الكروموسومية وتشخيص الاضطرابات الكروموسومية	الصفحتان 107 و 108	افتتاحيّة الدرس مناقشة
1 و$\frac{1}{2}$ حصة	الكروموسومات الجسمية والكروموسومات الجنسية تحديد الجنس في النسل	الصفحتان 109 و 110	بطاقات المراجعة (تابع من 3-1)
1 حصة	الجينات المرتبطة بالجنس حلّ مسائل عن الصفات المرتبطة بالجنس	الصفحتان 111 و 112	حلّ مسائل
1 و$\frac{1}{2}$ حصة	تشخيص الإصابة بعمى الألوان	الصفحة 113	ورقة العمل 3-2

الزمن المقترح للدرس

يستغرق تنفيذ هذا الدرس 5 حصص، ويشتمل على نشاط خبرة تعلّم واحد.

الأنشطة	مواد من أجل النشاط
3-2 الإصابة بعمى الألوان	اختبار الإصابة بعمى الألوان، مفتاح اختبار عمى الألوان

مخرجات التعلم

B1009.1 يصف كيف تحدّد كروموسومات X و Y الجنس في الإنسان، ويشرح لماذا الأب هو الذي يحدّد جنس الطفل.

B1009.2 يتعرّف إلى نمط توارث الصفات المرتبطة بالكروموسوم X، ويحل مسائل وراثية متعلقة بالصفات المرتبطة بالكروموسوم X باستخدام مربّعات بانيت.

المعرفة السابقة

قد يكون لدى الطلاب معرفة قليلة بهذه الموضوعات وقد تكون تلك المعرفة شبه معدومة.

المفردات

Autosomes	الكروموسومات الجسمية
Sex chromosomes	الكروموسوماتُ الجنسية
Y chromosome	الكروموسوم Y
X chromosome	الكروموسوم X
Sex-linked gene	الجين المرتبط بالجنس
X-linked gene	الجين المرتبط بالكروموسوم X
Colorblindness	عَمى الألوان
Hemophilia	نَزْفُ الدمِ
Y-linked gene	الجين المرتبط بالكروموسوم Y

افتتاحية الدرس

1. كلّف الطلاب قراءة افتتاحية الدرس.
2. قدّم بإيجاز الأهداف الرئيسة في الدرس.
3. يصف كيف تحدّد الكروموسومات X وY الجنس في الإنسان، ويشرح السبب الذي يجعل الأب هو من يحدّد جنس الطفل.
4. يتعرّف إلى نمط توارث الصفات المرتبطة بالكروموسوم X، ويحلّ مسائل وراثية متعلّقة بالصفات المرتبطة بالكروموسوم X باستخدام مربّعات بانيت.

الدرس 3-2

تحديد الجنس والصفات المُرتبطة بالجنس

Gender and Sex Linkage

يحدث التكاثر الجنسي في كل من النباتات والحيوانات وتُحمَل بعض الصفات على كروموسومات جنسية خاصة. ولا تكون أزواج الكروموسومات الجنسية كالكروموسومات الأخرى، لأنّها تملك أحجامًا مختلفة ومحتوى وراثيًا مختلفًا في الذكور والإناث. تحدّد الكروموسومات الجنسية جنس النسل في معظم الكائنات الحية.

ومع ذلك، فإنّنا نجد تنوُّعًا كبيرًا في أنحاء الأرض، فعلى سبيل المثال يعتمد جنس السلاحف البحرية (**الشكل 3-19**) على درجة الحرارة التي يتطوّر عندها البيض. فإذا كانت درجة حرارة الرمال المحيطة ببيض السلاحف 31°C، تكون كل السلاحف إناثًا. لكن إذا كانت درجة حرارة الرمال أقلّ من 27.8°C، فإنّ السلاحف كلّها تكون ذكورًا. تسبّب درجات الحرارة المتأرجحة بين هاتين القيمتين إنتاج ذكور وإناث معًا، وبأعداد متساوية تقريبًا.

الشكل 3-19 يتحدّد جنس السلاحف البحرية وفقًا لدرجة حرارة الرمال المحيطة. إذا كانت درجات حرارة الرمال أدنى من المعتاد، فإنّ جنس الصغار يكون ذكرًا.

مخرجات التّعلُّم

B1009.1 يصف كيف تحدد كروموسومات X و Y الجنس في الإنسان، ويشرح لماذا الأب هو الذي يحدد جنس الطفل.

B1009.2 يتعرّف إلى نمط توارث الصفات المرتبطة بالكروموسوم X، ويحل مسائل وراثية متعلقة بالصفات المرتبطة بالكروموسوم X باستخدام مربعات بانيت.

المفردات

Autosomes	الكروموسومات الجسمية
Sex chromosomes	الكروموسوماتُ الجنسية
Y chromosome	الكروموسوم Y
X chromosome	الكروموسوم X
Sex-linked gene	الجين المرتبط بالجنس
X-linked gene	الجين المرتبط بالكروموسوم X
Colorblindness	عمى الألوان
Hemophilia	نَزَفُ الدم
Y-linked gene	الجين المرتبط بالكروموسوم Y

107

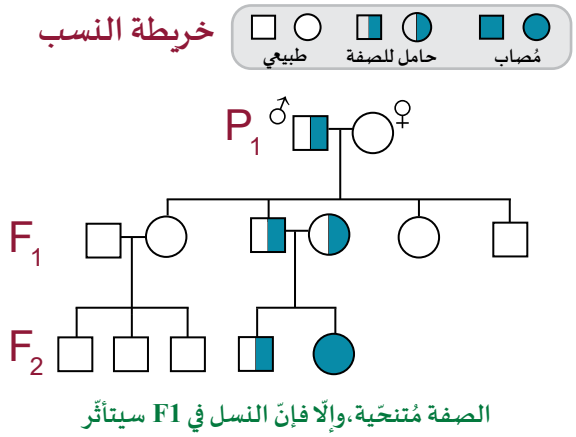
المخطّطات الكروموسومية وتشخيص الاضطرابات الكروموسومية

مواد للمعلّم: صور مخطّطات كروموسومية للحيوانات، خرائط الأنساب، كاميرا الإسقاط.

1. قبل بداية الحصّة، ابحث عبر الإنترنت عن الصور الرقمية لمخطّطات كروموسومية لأنواع أخرى، مثل الثدييات والطيور وخرائط أنساب بسيطة تُظهر أنماط التوارث التي تمّت مناقشتها في الدرس 3-1.
2. بعد أن يقرأ الطلاب الصفحة، ناقش بإيجاز الأنواع الأربعة الأساسية لأدوات التشخيص.
3. اكشف عن إجابة السؤال في النص: «إنّ المخطّط الكروموسومي في الشكل 3-20 ليس للإنسان. كيف تعرف ذلك؟»

   يُظهر المخطّط الكروموسومي عدد الكروموسومات = 21 وليس 23.
4. قدّم الصور المطبوعة أو الرقمية التي يمكن تقييمها. على سبيل المثال، كلّف الطلاب إحصاء العدد الإجمالي لأزواج الكروموسومات في المخطّط الكروموسومي للطيور وإعطاء العدد الثنائي الصحيح للمجموعة الكروموسومية لهذا الكائن الحيّ.
5. ارسم خريطة نسب كالتالية وكلّف الطلاب أن يعدّوا مفتاحًا بسيطًا، ثمّ يحلّلون الجيل F1 وF2 من الخريطة.

   يجب أن تكون الصفة مُتنحّية. الأنثى في الجيل F2 والتي تمثلها الدائرة مصابة.



الصفة مُتنحّية،وإلّا فإنّ النسل في F1 سيتأثّر

الوحدة 3: الأنماط الوراثية

المخطّطات الكروموسومية وتشخيص الإضطرابات الكروموسومية

تتوفّر أدوات كثيرة يمكننا بها أنّ نتوقّع ونشخّص الاضطرابات الوراثية التي تسبّبها الطفرات الكروموسومية. يستحيل علاج معظم هذه الاضطرابات، إلّا إذا تمّ اكتشافها في أثناء الحمل أو عند حديثي الولادة. تشمل أدوات الكشف ما يلي:

1. فحص السائل الأمنيوسي

يمكن استخراج عينة من السائل الأمنيوسي المحيط بالجنين والذي يحتوي على خلايا جنينية وتحليلها بطريقة آمنة حيث يتمّ تحليل الأغشية الخلوية بطريقة تسمح باستخلاص الكروموسومات، أو يتمّ استخلاص DNA أو مواد أخرى للاختبار.

2. المخطّط الكروموسومي

المخطّط الكروموسومي هو صورة فوتوغرافية للكروموسومات بعد إزالتها من الخلية، وصبغها وترتيبها في لوحة وفقًا للحجم وترقيمها (**الشكل 3-20**). يمكن لهذه التقنية الكشف عن الكروموسومات الناقصة أو الزائدة والمساعدة في تشخيص المشكلات الطبية.

الشكل 3-20 الكروموسومات مرقّمة ومرتبة وفقًا للحجم والشكل.

المخطّط الكروموسومي في الشكل 3-20 ليس للإنسان. كيف تعرف ذلك؟

3. خريطة النسب

خريطة النسب هي مخطّط يتتبّع الطُرز المظهرية لمجموعة ذات قرابة من الكائنات الحية. غالبًا ما تُستخدم خرائط النسب لتهجين الماشية. ولكنها مفيدة أيضًا للعائلات البشرية إذا تعذّر الحصول على DNA لعدة أجيال سابقة.

يوضّح (**الشكل 3-21**) خريطة نسب حيث يظهر الذكور كمربّعات والإناث كدوائر.

a. الشكل الفارغ لا يملك الصفة.
b. الشكل المملوء جزئيًا هو حامل للصفة.
c. الشكل المملوء مصاب بالاضطراب أو المرض.

الشكل 3-21 تتبُّع خريطة النسب للصفات الموروثة باستخدام تاريخ العائلة.

4. الاستشارة الوراثية

يقوم مستشارو الوراثة المدرّبون بدعم الأطباء ومساعدة الأزواج والعائلات على التخطيط أو التعامل مع الاضطرابات والأمراض الموروثة بعد تشخيصها.

108

الكروموسومات الجسمية والكروموسومات الجنسية وتحديد الجنس في النسل

المواد المطلوبة: بطاقات المراجعة وأقلام الرصاص الملوّنة (تضاف إلى المجموعة التي تمّ إنشاؤها في الدرس 3-1).

1. كلّف الطلاب قراءة هاتين الصفحتين.
2. بعد ذلك، عرّف واشرح الفرق بين الكروموسومات الجسمية والكروموسومات الجنسية.
3. أشر إلى الاختلافات الرئيسة بين الكروموسومين الجنسيَّين X و Y:
   - تكون الكروموسومات الذكرية Y أصغر، ولديها ذراعان أقصر في الجزء العلوي.
   - يؤثّر هذا في تحديد موقع جينات معيّنة ويعني أنّ جينات موجودة في كروموسومات X لا تكون موجودة في كروموسومات Y؛ لذلك، فعندما يكون كلّ من X و Y موجودين، فهما ليسا زوجًا متماثلًا.
   - تكون الجينات مرتبطة بالجنس إذا وجدت على الكروموسوم X أو Y فقط.
4. امنح الطلاب وقتًا لإعداد بطاقات مراجعة تتضمّن هذه المفردات والمصطلحات المتعلّقة بالاضطرابات الناجمة عن الارتباط الجنسي.

الدرس 2-3: تحديد الجنس والصفات المرتبطة بالجنس

الكروموسومات الجسمية والكروموسومات الجنسية

يمتلك الإنسان 46 كروموسومًا مرتّبة في 23 زوجًا من الكروموسومات، منها 22 زوجًا متشابهًا لدى الذكر والأنثى وتسمّى الكروموسومات الجسمية Autosomes. أمّا الزوج رقم 23 فيسمّى زوج الكروموسومات الجنسية Sex chromosomes وهو مختلف بين الذكور والإناث كما يوضّح (الشكل 3-22).

يظهر في النموذجين الآتيين 22 زوجًا من الكروموسومات الجسميّة مرتّبة وفقًا للحجم ومرقّمة. يمثّل الزوج الثالث والعشرون المحاط بدائرة الكروموسومين الجنسيّين. يعرض (الشكل 3-22 a) مجموعة الكروموسومات لدى الذكر، في حين يعرض (الشكل 3-22 b) مجموعة الكروموسومات لدى الأنثى. عند إزالة الكروموسومات من الأمشاج وصبغها وتصويرها فإنّها ستظهر كقضبان مفردة ذات شرائط داكنة وشرائط فاتحة. تبدو بعض الكروموسومات ملتوية لأنها كانت في وسط سائل على الشريحة عند تصويرها.

الشكل 3-22 مجموعتان كاملتان من الكروموسومات البشرية تظهران 22 زوجًا من الكروموسومات الجسميّة مرتّبة وفقًا للحجم. تمّ فصل كروموسومي الزوجين 23 وسُمّيا "الكروموسومات الجنسيّة".

كروموسوما الزوج الثالث والعشرين ليسا دائمًا متماثلين أو فيهما الجينات نفسها بسبب الحجم. يمتلك الإنسان الذكر كروموسوم X واحدًا وكروموسوم Y chromosome Y واحدًا، وهو أقصر، مع عدد أقلّ من الجينات (الشكل 3-23 a). وتمتلك أنثى الإنسان اثنَين من الكروموسوم X chromosome X لتحديد جنسها (الشكل 3-23 b). سُمّي الكروموسومان الجنسيان X و Y بسبب مظهرهما عندما يرتبطان بالقطع المركزية في أثناء انقسام الخلية. تظهر في أزواج الكروموسومات حزم قاتمة وحزم فاتحة عندما يتمّ تصويرها بمجاهر عالية التكبير.

الشكل 3-23 يتمّ تصنيف الزوج الثالث والعشرين من الكروموسومات البشرية XY للذكور، و XX للإناث.

تحديد الجنس في النسل

يولد البشر بنسبة متوقّعة لكل حالة إنجاب، 50% من الذكور: 50% من الإناث. تنقل الأمشاج الأنثوية الكروموسومات X فقط إلى الجيل التالي. وتسهم الأمشاج الذكرية بالكروموسوم الثاني الذي يمكن أن يكون X أو Y (الشكل 3-24).

الشكل 3-24 مربع بانيت للكروموسومات الجنسية ينتج نسبة 1:1.

؟ من المسؤول عن تحديد جنس المولود، الأم أم الأب؟ وضح إجابتك.

تمتلك الأنثى الطراز الكروموسومي XX، لذلك تنتج نوعًا واحدًا من البويضات تحتوي على الكروموسوم الجنسي X. في حين أن الطراز الكروموسومي للذكر هو XY، لذا يكون نصف الأمشاج التي ينتجها (الحيوانات المنوية) يحتوي على الكروموسوم X، ونصفها الآخر يحتوي على الكروموسوم Y. الكروموسوم الذي يساهم به الحيوان المنوي هو الذي يحدّد ما إذا كان الطفل ذكرًا أم أنثى.

الشكل 3-25 الكروموسوم X والكروموسوم Y (SEM).

الكروموسومان X و Y لدى الذكر ليسا متماثلين في الحجم؛ لذا، فإنّ الكروموسومين لا يحتويان على الجينات نفسها. يساوي حجم الكروموسوم Y 1/3 حجم الكروموسوم X ويحمل عددًا من الجينات بنسبة أقلّ من 50% مما يحمله الكروموسوم X تقريبًا (الشكل 3-25).

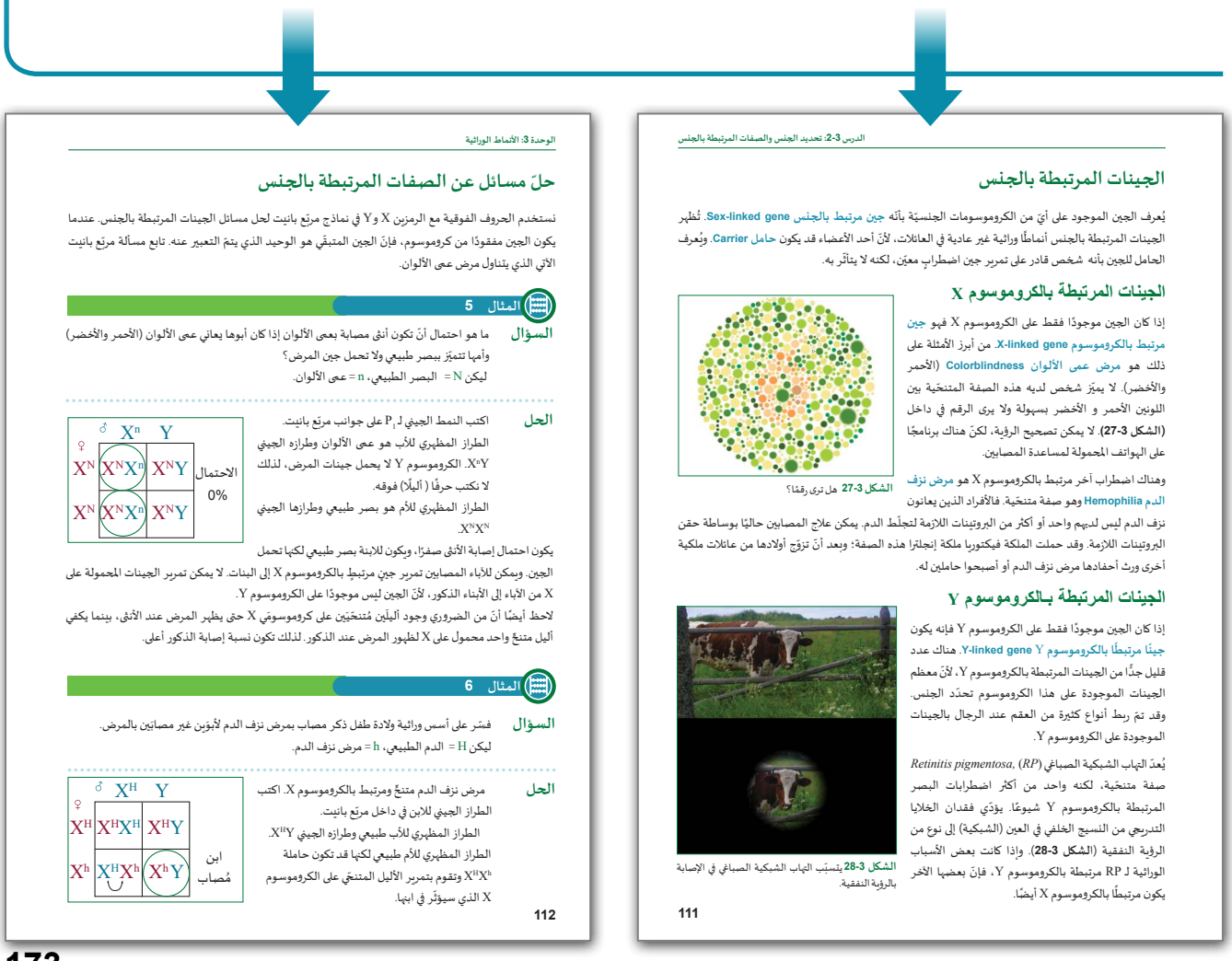
للكروموسوم Y (الشكل 3-26 a) ذراعان قصيرتان جدًا فوق القطعة المركزية. لاحظ أنّ الجين رقم 2 مفقود من تلك الأذرع، لكنه موجود في الكروموسومَين X للذكر و للأنثى (الشكل 3-26 b).

الشكل 3-26 تركيب الكروموسوم في (a) ذكر و(b) أنثى.

الجينات المرتبطة بالجنس وحلّ مسائل

المواد المطلوبة: اتّصال بالإنترنت، كاميرا إسقاط.

1. قبل بداية الحصّة، حدّد موقع مسائل إضافية عن الصفات المرتبطة بالجنس عبر الإنترنت.
   - في ذبابة الفاكهة (*Drosophila melanogaster*)، يكون لون العين من النوع البرّي (الأحمر) (X^R) سائدًا على لون العين الأبيض (X^r).
   - يظهر النمط المرقّط في لون فراء القطط عند الإناث.
   - في ريش الدجاج، يمكن أن تظهر القضبان في مقابل الريش الأسود.
2. بعد أن يقرأ الطلاب المسائل والحلول، قم بإعداد نماذج وحلّ بعض المسائل للصف.
3. إذا لزم الأمر، راجع الصفات المختلفة للإنسان التي يمكن أن تتسبّب بها الناقلات الذكرية أو الأنثوية للمرض، مثل عمى الألوان ومرض نَزْفِ الدمِ.



الجينات المرتبطة بالجنس

يُعرف الجين الموجود على أيّ من الكروموسومات الجنسيّة بأنه **جين مرتبط بالجنس Sex-linked gene**. تُظهر الجينات المرتبطة بالجنس أنماطًا وراثية غير عادية في العائلات، لأنّ أحد الأعضاء قد يكون **حامل Carrier**. ويُعرف الحامل للجين بأنه شخص قادر على تمرير جين اضطرابٍ معيّن، لكنه لا يتأثّر به.

الجينات المرتبطة بالكروموسوم X

إذا كان الجين موجودًا فقط على الكروموسوم X فهو **جين مرتبط بالكروموسوم X-linked gene**. من أبرز الأمثلة على ذلك هو **مرض عمى الألوان Colorblindness** (الأحمر والأخضر). لا يميّز شخص لديه هذه الصفة المتنحّية بين اللونين الأحمر و الأخضر بسهولة ولا يرى الرقم في داخل **(الشكل 3-27)**. لا يمكن تصحيح الرؤية، لكنّ هناك برنامجًا على الهواتف المحمولة لمساعدة المصابين.

الشكل 3-27 هل ترى رقمًا؟

وهناك اضطراب آخر مرتبط بالكروموسوم X هو **مرض نزف الدم Hemophilia** وهو صفة متنحّية. فالأفراد الذين يعانون نزف الدم ليس لديهم واحد أو أكثر من البروتينات اللازمة لتجلّط الدم. يمكن علاج المصابين حاليًا بوساطة حقن البروتينات اللازمة. وقد حملت الملكة فيكتوريا ملكة إنجلترا هذه الصفة؛ وبعد أنْ تزوّج أولادها من عائلات ملكية أخرى ورث أحفادها مرض نزف الدم أو أصبحوا حاملين له.

الجينات المرتبطة بالكروموسوم Y

إذا كان الجين موجودًا فقط على الكروموسوم Y فإنه يكون **جينًا مرتبطًا بالكروموسوم Y Y-linked gene**. هناك عدد قليل جدًّا من الجينات المرتبطة بالكروموسوم Y، لأنّ معظم الجينات الموجودة على هذا الكروموسوم تحدّد الجنس. وقد تمّ ربط أنواع كثيرة من العقم عند الرجال بالجينات الموجودة على الكروموسوم Y.

الشكل 3-28 يتسبّب التهاب الشبكية الصباغي في الإصابة بالرؤية النفقية.

يُعدّ التهاب الشبكية الصباغي (*Retinitis pigmentosa, (RP*) صفة متنحّية، لكنه واحد من أكثر اضطرابات البصر المرتبطة بالكروموسوم Y شيوعًا. يؤدّي فقدان الخلايا التدريجي من النسيج الخلفي في العين (الشبكية) إلى نوع من الرؤية النفقية **(الشكل 3-28)**. وإذا كانت بعض الأسباب الوراثية لـ RP مرتبطة بالكروموسوم Y، فإنّ بعضها الآخر يكون مرتبطًا بالكروموسوم X أيضًا.

حلّ مسائل عن الصفات المرتبطة بالجنس

نستخدم الحروف الفوقية مع الرمزين X وY في نماذج مربّع بانيت لحل مسائل الجينات المرتبطة بالجنس. عندما يكون الجين مفقودًا من كروموسوم، فإنّ الجين المتبقّي هو الوحيد الذي يتمّ التعبير عنه. تابع مسألة مربّع بانيت الآتي الذي يتناول مرض عمى الألوان.

المثال 5

السؤال ما هو احتمال أنّ تكون أنثى مصابة بعمى الألوان إذا كان أبوها يعاني عمى الألوان (الأحمر والأخضر) وأمها تتميّز ببصر طبيعي ولا تحمل جين المرض؟

ليكن N = البصر الطبيعي، n = عمى الألوان.

الحل اكتب النمط الجيني لـ P_1 على جوانب مربّع بانيت.

الطراز المظهري للأب هو عمى الألوان وطرازه الجيني X^nY. الكروموسوم Y لا يحمل جينات المرض، لذلك لا نكتب حرفًا (أليلًا) فوقه.

الطراز المظهري للأم هو بصر طبيعي وطرازها الجيني X^NX^N.

♀ \ ♂	X^n	Y
X^N	X^NX^n	X^NY
X^N	X^NX^n	X^NY

الاحتمال 0%

يكون احتمال إصابة الأنثى صفرًا، ويكون للابنة بصر طبيعي لكنها تحمل الجين. ويمكن للآباء المصابين تمرير جينٍ مرتبطٍ بالكروموسوم X إلى البنات. لا يمكن تمرير الجينات المحمولة على X من الآباء إلى الأبناء الذكور، لأنّ الجين ليس موجودًا على الكروموسوم Y.

لاحظ أيضًا أنّ من الضروري وجود أليلَين مُتنحّيَين على كروموسومَي X حتى يظهر المرض عند الأنثى، بينما يكفي أليل متنحٍّ واحد محمول على X لظهور المرض عند الذكور. لذلك تكون نسبة إصابة الذكور أعلى.

المثال 6

السؤال فسّر على أسس وراثية ولادة طفل ذكر مصاب بمرض نزف الدم لأبوَين غير مصابَين بالمرض.

ليكن H = الدم الطبيعي، h = مرض نزف الدم.

الحل مرض نزف الدم متنحٍّ ومرتبط بالكروموسوم X. اكتب الطراز الجيني للابن في داخل مربّع بانيت.

الطراز المظهري للأب طبيعي وطرازه الجيني X^HY.

الطراز المظهري للأم طبيعي لكنها قد تكون حاملة X^HX^h وتقوم بتمرير الأليل المتنحّي على الكروموسوم X الذي سيؤثّر في ابنها.

♀ \ ♂	X^H	Y
X^H	X^HX^H	X^HY
X^h	X^HX^h	X^hY

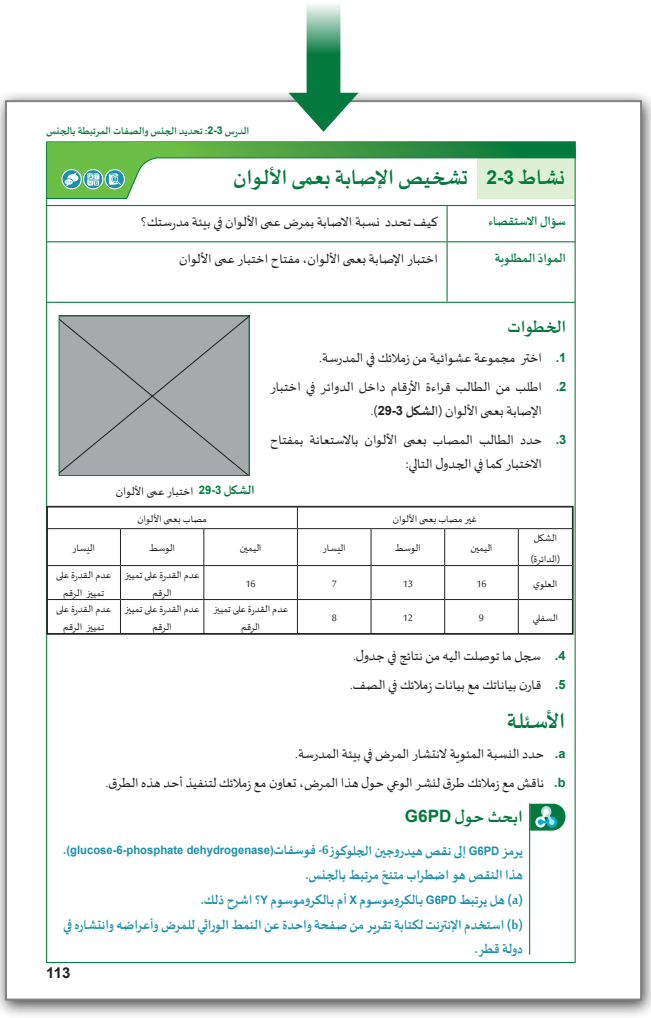
ابن مُصاب

نشاط 3-2 تشخيص الإصابة بعمى الألوان

الإجابات/ عيّنة بيانات

المواد المطلوبة: اختبار الإصابة بعمى الألوان، مفتاح اختبار عمى الألوان

1. قبل بداية الحصّة، حدّد عدد الطلاب لكلّ مجموعة قبل إعداد نسخ من ورقة العمل رقم 3-2.j تتضمن ورقة العمل اختبار الاصابة بعمى الألوان ومفتاح الاختبار.
2. كلّف الطلاب باختيار مجموعة عشوائية من زملائهم في المدرسة.
3. تابع بعد ذلك شارحًا كيف يجب على الطلاب استخدام اختبار الاصابة بعمى الألوان.
4. ذكِّر الطلاب بحفظ عملهم بشكل متكرّر.
5. ذكر الطلاب بتسجيل نتائجهم في الجدول.



الدرس 3-2: تحديد الجنس والصفات المرتبطة بالجنس

نشاط 3-2 تشخيص الإصابة بعمى الألوان

سؤال الاستقصاء	كيف تحدد نسبة الاصابة بمرض عمى الألوان في بيئة مدرستك؟
المواد المطلوبة	اختبار الإصابة بعمى الألوان، مفتاح اختبار عمى الألوان

الخطوات

1. اختر مجموعة عشوائية من زملائك في المدرسة.
2. اطلب من الطالب قراءة الأرقام داخل الدوائر في اختبار الإصابة بعمى الألوان (**الشكل 3-29**).
3. حدد الطالب المصاب بعمى الألوان بالاستعانة بمفتاح الاختبار كما في الجدول التالي:

الشكل 3-29 اختبار عمى الألوان

الشكل (الدائرة)	غير مصاب بعمى الألوان			مصاب بعمى الألوان		
	اليمين	الوسط	اليسار	اليمين	الوسط	اليسار
العلوي	16	13	7	16	عدم القدرة على تمييز الرقم	عدم القدرة على تمييز الرقم
السفلي	9	12	8	عدم القدرة على تمييز الرقم	عدم القدرة على تمييز الرقم	عدم القدرة على تمييز الرقم

4. سجل ما توصلت اليه من نتائج في جدول.
5. قارن بياناتك مع بيانات زملائك في الصف.

الأسئلة

a. حدد النسبة المئوية لانتشار المرض في بيئة المدرسة.
b. ناقش مع زملائك طرق لنشر الوعي حول هذا المرض، تعاون مع زملائك لتنفيذ أحد هذه الطرق.

ابحث حول G6PD

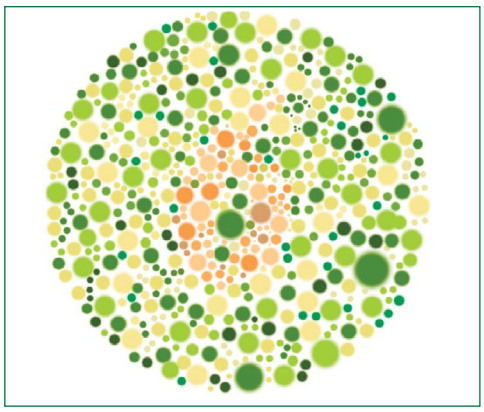
يرمز G6PD إلى نقص هيدروجين الجلوكوز6- فوسفات(glucose-6-phosphate dehydrogenase).
هذا النقص هو اضطراب متنحٍ مرتبط بالجنس.
(a) هل يرتبط G6PD بالكروموسوم X أم بالكروموسوم Y؟ اشرح ذلك.
(b) استخدم الإنترنت لكتابة تقرير من صفحة واحدة عن النمط الوراثي للمرض وأعراضه وانتشاره في دولة قطر.

113

نشاط 3-2 تشخيص الاصابة بعمى الألوان - تابع

الإجابات/ عيّنة بيانات

الخطوات



اختبار عمى الألوان.

1. اختر مجموعة عشوائية من زملائك في المدرسة.
2. اطلب إلى الطالب قراءة الأرقام داخل الدوائر في اختبار الإصابة بعمى الألوان، كما في الشكل المقابل.
3. حدّد الطالب المصاب بعمى الألوان بالاستعانة بمفتاح الاختبار، كما في الجدول الآتي:

الشكل (الدائرة)	غير مصاب بعمى الألوان			مصاب بعمى الألوان		
	اليمين	الوسط	اليسار	اليمين	الوسط	اليسار
العلوي	16	13	7	16	عدم القدرة على تمييز الرقم	عدم القدرة على تمييز الرقم
السفلي	9	12	8	عدم القدرة على تمييز الرقم	عدم القدرة على تمييز الرقم	عدم القدرة على تمييز الرقم

4. سجّل ما توصّلت اليه من نتائج في جدول.
5. قارن بياناتك مع بيانات زملائك في الصف.

أسئلة التلخيص

a. حدّد النسبة المئويّة لانتشار المرض في بيئة المدرسة

ستختلف الإجابات بناء على العيّنة العشوائية التي أخذها الطلاب.

b. ناقش مع زملائك طرائق تسهم في نشر الوعي حول هذا المرض. تعاون معهم لتنفيذ إحدى هذه الطرائق.

اقبل جميع الإجابات المنطقية. ومن الإجابات الممكنة: إجراء فحص عمى الألوان للأطفال لمعرفة ما إذا كانوا مصابين بعمى الألوان، إجراء فحص عمى الألوان للسائقين بشكل دوري، وقد يعزّز ارتداء مرشّح ملوَّن فوق النظارات أو العدسات اللاصقة الملوَّنة من إدراك التباين بين بعض الألوان.

تقويم الدّرس 2-3 — الإجابات

1. اشرح الفرق بين الكروموسومات الجسمية والكروموسومات الجنسية.

الكروموسومات الجسمية هي كروموسومات متشابهة عند الذكور والإناث وتشفّر إلى الصفات نفسها. الكروموسومات الجنسية هي كروموسومات تختلف بين الذكور والإناث وتحدّد الجنس.

2. يرغب شابّ غير مصاب بنزف الدم بالزواج من فتاة لا يعرف ما إذا كانت مصابةً بالمرض أم لا، إلّا أنّ والدها مصاب بهذا المرض وكذلك إخوانها الذكور جميعهم مصابون، مع العلم أنّه لا تظهر على الفتاة ووالدتها أعراض المرض. فهل تنصح ذلك الشابّ بالزواج من تلك الفتاة؟ ادعم نصيحتك بمخطّط يظهر الطّرز الجينية والمظهرية للفتاة ووالديها.

والد الفتاة X^hY X والدة الفتاة X^HX^h

♀ \ ♂	X^h	Y
X^H	X^HX^h	X^HY
X^h	X^hX^h	X^hY

لا أنصح الشاب بالزواج من الفتاة، لأنّها احتمال آن تكون حاملة للمرض بنسبة 50%، ويمكن أن تورث هذه اليل الاصابة لأبنائها وخاصة الذكور كما يظهر في المخطط.

3. عرّف مصطلح الجين المرتبط بالجنس، وأعطِ مثالًا عليه.

يُعرّف الجين الموجود على أيّ كروموسوم جنسي بأنّه الجين المرتبط بالجنس. مثال على ذلك هو الجين المرتبط بالكروموسوم X الذي يؤثّر على رؤية الألوان ويسبّب عمى الألوان.

4. استخدم مربّع بانيت لتحديد نسبة الطُّرز الجينية والطُّرز المظهرية المحتملة للأبناء عندما تكون الأم حاملة لمرض نزف الدم، ويكون الأب مصابًا بمرض نزف الدم.

نَزْفُ الدم مُتنحّ مرتبط بالكروموسوم $X^hX^h = X$
الطُرز المظهرية للأولاد:
أنثى تحمل المرض = $25\%\ X^HX^h$
أنثى مصابة = $25\%\ X^hX^h$
ذكر طبيعي = $25\%\ X^HY$
ذكر مُصاب بنَزْف الدم= $25\%\ X^hY$

♀ \ ♂	X^h	Y
X^H	X^HX^h	X^HY
X^h	X^hX^h	X^hY

5. ما النسبة المئوية لوجود ابن مصاب بمرض عمى الألوان (الأحمر والأخضر) وُلد من أمّ مصابة بعمى الألوان ولكن أباه غير مصاب؟

عمى الألوان متنحّ مرتبط بالكروموسوم $X = X^nX^n$
الطُرز المظهرية للأولاد:
أنثى تحمل المرض = X^NX^n
أنثى مصابة = X^nX^n
ذكر مصاب = X^nY
100% فرصة إصابة الأطفال الذكور.

♀ \ ♂	X^N	Y
X^n	X^nX^N	X^nY
X^n	X^nX^n	X^nY

تقويم الدّرس 2-3

الإجابات

6.* توجد صفات مرتبطة بالجنس في حيوانات أخرى غير البشر. تكون الكروموسومات الجنسية في الطيور Z وW، حيث إنّ الذكر=ZZ والأنثى = ZW. ارسم مربّع بانيت يُظهر النسبة المئوية للنسل. أيٌّ من الأبوَين يحدّد جنس الأبناء؟

الطراز الجيني لإناث الطيور = Z W
الطراز الجيني لذكر الطيور = Z Z
تحدّد أنثى الطائر جنس المولود لأنّها تسهم في W الذي يؤثّر في تكوين جنس الطائر.

♀ \ ♂	Z	Z
Z	Z Z	Z Z
W	W Z	W Z

7. استخدم الإنترنت وأعطِ مثالًا على حيوان آخر يتضمّن نظام ZW.

تستخدم بعض الأسماك والقشريات أيضًا نظام ZW.

8. استخدم مربّع بانيت المتعلّق بضمور دوشين العضلي Duchenne muscular dystrophy للإجابة عن الأسئلة. D= غير مصاب، d= مُصاب.

a) هل يرتبط جين الإصابة بالكروموسوم X أم بالكروموسوم Y؟ اشرح ذلك.

هذا الجين مرتبط بالكروموسوم X لأنّ الإناث يجب أن ترث كلا الأليلين المتنحيّين للإصابة.

b) النسبة المئوية لاحتمال أن تكون الأنثى حاملة للجين؟

♀ \ ♂	X^D	Y
X^D	X^DX^D	X^DY
X^d	X^dX^D	X^dY

تُظهر خريطة النسب أنّ هناك فرصة 1 من 4، أو 25٪ من النسل إناث تحمل الصفة إلى الجيل التالي.

إعادة تدريس- تركيب الكروموسوم الجنسي والجينات

المواد المطلوبة: نسخ مطبوعة من الخرائط الكروموسومية للكروموسومات X وY، (4) عصي خشبية لكلّ طالب، ومقصّ، وغراء، وأقلام تعليم باللونين الأحمر والأزرق.

1. قبل بداية الحصّة، احصل على صور حديثة من «إيديوغرام» لخرائط كروموسومية للكروموسومات X و Y البشرية. يمكن تنزيلها من هنا:
wikipedia.org/wiki/X_chromosome#/media/File:Human_ chromosome_X_-_400_550_850_bphs.png
https://en.wikipedia.org/wiki/Y_chromosome#/media/File:Human_ chromosome_Y_-_400_550_850_bphs.png
2. قم بتكبير الرسومات بحيث يمكن قصّها ولصقها على العصي الخشبية لتمثيل الكروموسومات الجنسية. قم بإعداد نسخ لكلّ طالب. تأكّد من الاحتفاظ بمقاييس الصور.
3. يجب على الطلاب قطع الجزء الزائد من الكروموسوم Y الخشبي.
4. اشرح كيف يمكن المقارنة بين أطوال الشرائط النسبية والمواقع التي لوحظت تحت المجهر.
5. كلّف الطلاب استخدام علامات ملونة مختلفة للتمييز بين الكروموسوم من الوالد والكروموسوم من الوالدة.
6. كلّف الطلاب استخدام نموذج «إيديوغرام» للتعرّف إلى الشرائط المفقودة في كروموسومات Y والسبب الذي يجعل صفة مرتبطة بالكروموسوم X تؤثّر المحتوى الجيني للذكور.

إثراء - بحث G6PD

المواد المطلوبة: موارد المكتبة أو اتصال بالإنترنت والأجهزة

1. استخدم أو عدّل نموذج التقويم البسيط في الصفحة التالية وقم بإعداد نسخ للطلاب. قدّم مراجع مكتبية أو اقترح مواقع على الإنترنت يمكن للطلاب استخدامها.
2. قم بتوجيه الطلاب في أثناء بحثهم عن هذا الاضطراب وفي أثناء الإجابة عن الأسئلة:
   a. هل يرتبط G6PD بالكروموسوم X أم بالكروموسوم Y؟ اشرح ذلك.

      G6PD هو اضطراب مُتنحٍّ مرتبط بالكروموسوم X.

   b. استخدم الإنترنت لكتابة تقرير من صفحة واحدة عن نمطه الوراثي وأعراضه وانتشاره في دولة قطر.

      خلايا الدم الحمراء التي لا تحتوي على كمية كافية من G6PD لديها حساسيّة لبعض الأدوية والأطعمة والالتهابات. عندما تؤدّي هذه الأشياء إلى فقدان سريع لخلايا الدم الحمراء في فترة قصيرة، فإنّها تُسمّى أزمة «انحلال الدم».

نموذج تقييم مشروع بحث على الإنترنت

المحتوى	العلامة
يجيب المحتوى عن السؤال الأساسي، وهو ملخّص وموجز، ويُلَبّي أو يتجاوز الطول المطلوب أو عدد المواقع المطلوبة.	5
يجيب المحتوى عن السؤال الأساسي ويُلَبّي الطول المطلوب أو عدد المواقع المطلوبة.	3
لا يجيب المحتوى عن السؤال الأساسي أو لا يُلَبّي الطول المطلوب أو عدد المواقع المطلوبة.	1
جودة المصدر	
جميع المصادر حديثة. تتنوّع المصادر بين الخبراء والمنظّمات والشركات المؤهّلة أو الأفراد المدرّبين والمعترف بهم. يتمّ تضمين التنسيق بين جميع الاقتباسات.	5
ما لا يقلّ عن 50% من المصادر الحديثة. تشمل المصادر خبيرًا واحدًا معترفًا به على الأقل، ومنظمة واحدة، وشركة واحدة مؤهّلة أو فردًا مدرّبًا. تنسيق المصدر صحيح بنسبة 50% على الأقل أو يحاول التنسيق المطلوب	3
المصادر ليست حديثة أو تفتقر إلى القوة أو تكون مفقودة. لا تتوافق اقتباسات المصدر مع التنسيق المطلوب.	1
التقرير	
أنيق ومطبوع وقابل للقراءة، ويتضمّن عددًا من الرسوم التوضيحية، أو الجداول، أو الأشكال، أو المخطّطات التي تدعم السؤال الأساسي. يستخدم قواعد اللغة والإملاء بصورة جيّدة.	5
أنيق ومقروء. يتضمّن النص قليلًا من الرسوم التوضيحية أو المخطّطات، أو يخلو منها. والقواعد النحوية والإملائية مقبولة.	3
مكتوب بشكل سيّئ، أو مكتوب بقواعد نحوية ضعيفة وأخطاء إملائية.	1
المجموع	

تحضير للاختبار

1. أيٌّ ممّا يأتي صفة موروثة؟
   b. لون عينَيك الطبيعي.

2. أيٌّ ممّا يأتي يمثّل صفة سائدة نقية؟
   a. AA

3. لماذا تملك البازلاء ذات الطُرز الجينية AA وAa الطراز المظهري نفسه؟
   a. يوجد أليل سائد في كلا الطرازَين.

4. أيُّ الطرز الجينية الأبوية يمكن أن تُنتج مربّع بانيت الموضّح؟

Hh	hh
Hh	hh

   c. Hhوhh

5. ما الفارق المميّز بين الكروموسوم الجسمي والكروموسوم الجنسي؟
   c. الكروموسوم الجسمي هو نفسه للذكور والإناث.

6. أيٌّ ممّا يأتي يمثّل تزاوجًا بين هجينَيْن أحاديَّيْن؟
   d. Aa×Aa

7. عندما زاوج مندل بين نباتات البازلاء ذات الساق الطويلة (AA) ونباتات هجينة (طويلة الساق) (Aa) كان النسل بنسبة:
   b. 100% طويلًا

8. تسود في البازلاء الأزهار الأرجوانية على الأزهار البيضاء. إذا تمّ تلقيح نباتي بازيلاء أحدهما أرجواني الأزهار نقيّ الصفة مع آخر أبيض الأزهار ثمّ تبعه تهجين الجيل الأوّل، أيّ نسبة ستظهر؟
   d. 25% بيضاء

9. ما نسبة الطراز المظهري الصحيحة إذا تمّ تلقيح نباتَين من البازلاء القصيرة؟
   d. 100% قصير: 0% طويل

10. أيٌّ تزاوجٍ ممّا يلي ينتج، % 25 من نسله طرازًا مظهريًّا متنحّيًا؟
    a. Aa × Aa

11. لماذا يتمّ تحديد الجنس عند البشر بوساطة كروموسومات الأب؟
    a. يمكن للذكور تمرير الكروموسوم X فقط إلى الإناث و Y إلى الذكور.

12. ما العدد الإجمالي الطبيعي للكروموسومات الجسمية في خلية جسم الإنسان؟
    b. 44

13. ما الصحيح في ما يتعلّق بالاختلاف بين الكروموسومات X و Y؟

c. تؤثّر معظم الجينات الموجودة في كروموسوم Y على تحديد الجنس، والبعض منها مفقود.

14. أيٌّ ممّا يأتي ليس نتيجة جين مرتبط بالجنس؟

a. كروموسوم X الهشّ

15. ذكر مصاب بمرض نزف الدم. زوجته لديها أليلان طبيعيّان. أيّ من الجمل الآتية صحيحة بشأن نسله؟

d. هناك احتمال بنسبة 100 % أن ترث بناته الجين.

16. أيٌّ من الجينات الآتية يقع على الكروموسومات الجنسية؟

b. مرض نزف الدم

17. تزوجت فتاة حاملة مرض نزف الدم، والداها غير مصابين بالمرض من شابّ غير مصاب، فأنجبا ذكرًا مصابًا. ما مصدر الأليل المسبّب لظهور صفة المرض الذي ورثه الابن الذكر؟

c. والدةُ الأم

18. ما الطراز الكروموسومي الطبيعي الذي يمثّل جنس الذكور عند الانسان؟

c. XY

أسئلة الإجابات القصيرة

الدرس 3-1: علم الوراثة المندلية

19. صحّح الخطأ في كلّ من العبارات الآتية.

a. الخلية البشرية التي تحتوي على 46 كروموسومًا هي مشيج.

الخلية البشرية التي تحتوي على 46 كروموسومًا هي خلية جسميّة (جسدية).

إذا استبدل الطلاب الرقم، فامنحهم علامة جزئية.

b. الأليلات هي أقسام من DNA أو الكروموسومات التي تتحكّم في الصفات.

الجينات هي أقسام من DNA على الكروموسومات والتي تتحكّم في الصفات.

c. عرِف مندل DNA والكروموسومات.

لاحظ مندل ثمانية أشكال متناقضة من الصفات.

d. جرّب مندل الصفات بوساطة تهجين الثديّيات.

جرّب مندل الصفات بوساطة تهجين البازلاء.

e. اخترع مندل أداة للتنبّؤ باحتمالات الأليل في النسل.

اخترع بانيت أداة للتنبّؤ باحتمالات الأليل في النسل.

f. الطراز المظهري لهجين أحادي هو Aa.

الطراز الجيني لهجين أحادي هو Aa.

g. إذا تمّ تهجين نبات ذي بذور صفراء نقية سائدة (SS) مع نبات متنحّ (Ss)، فإنّ 100 % من النسل ينتج بذورًا صفراء.

إذا تمّ تهجين نبات ذي بذرة صفراء سائدة نقية (SS) مع نبات هجين (Ss)، فإنّ 100 % من النسل ينتج بذورًا صفراء.

h. يحتوي كلّ كائن حيّ على ثلاثة أليلات على الأقل للصفة ومعظم الكائنات لديه أكثر.

يحتوي كلّ كائن حيّ على أليلين على الأقل للصفة ومعظم الكائنات لديه أكثر.

20. أكمل جميع مربّعات بانيت في الشكل 3-32 وأجب عن كلّ الأسئلة. ليكن S = البذور الملساء و s = البذور المجعّدة.

a. ما نسبة الطُرز المظهرية في مربّع بانيت 1؟

4 بذور ملساء: 0 بذور مجعّدة

b. أيُّ مربّع بانيت هو تزاوج بين هجينَين أحاديَّين؟

3

c. ما الطُرز المظهرية لجيل P في مربّع بانيت 2؟

الطُرز المظهرية للآباء: بذور ملساء نقية (SS)، بذور ملساء هجينة (Ss).

d. أيُّ تهجين سينتج نسبة 1: 2: 1 من الطُرز الجينية؟

3

e. ما النسبة المئوية للبازلاء الملساء في مربّع بانيت 3؟

75% من النسل دائرية.

1

♀ \ ♂	S	S
S	S S	S S
S	S S	S S

2

♀ \ ♂	S	S
S	S S	S S
s	S s	S s

3

♀ \ ♂	S	s
S	S S	S s
s	S s	s s

4

♀ \ ♂	s	s
s	s s	s s
s	s s	s s

21. لماذا يمكن أن يعطي نمطان مختلفان الطراز المظهري نفسه؟

يمكن أن يعطي نمطان مختلفان الطراز المظهري نفسه لأنّ بعض أشكال الصفة هي سائدة أو تهيمن على الشكل الآخر.

22. اكتب مبدأ مندل عن السيادة مستخدمًا مثالًا.

مبدأ السيادة: يتمّ التعبير عن الأليل السائد دائمًا في الطراز المظهري بوجود أليل واحد على الأقلّ. ويتمّ التعبير عن الأليل المتنحّي فقط إذا كان الأليل السائد غير موجود. في البازلاء، إذا كان الأليل السائد للون الأصفر موجودًا، فإن نسل البازلاء يكون أصفر.

23.* اشرح كيف كانت نتائج مندل لتختلف لو لم تُنتَج نباتات البازلاء ذات النسل النقيّ.

اقبل كلّ الإجابات المعقولة. ربّما لا يكون مندل قد وجد أنماطًا في بياناته أو ربّما لم يفهمها لأنّ تهجين النباتات المختلطة أو الهجينة سيزيد من احتمال حدوث عدد من النتائج المختلفة في الأجيال القادمة من النباتات. لم يكن بإمكانه عزل الشكلين المختلفين لكلّ صفة من الصفات الثماني.

24. خزّن مُزارع بذور بازلاء صفراء نتجت في الصيف، ثمّ قام بزراعتها في الربيع التالي. عندما أنتجت النباتات القرون، تبين أنّ معظم البذور كانت صفراء في داخلها ، لكن بعضها كان أخضر. وقد أحصى 148 قرنًا في داخله بذور صفراء و 52 قرنًا في داخله بذور خضراء.

a. اشرح نتائجه باستخدام مربع بانيت.

يجب على الطالب استخدام مربّعات بانيت ليبيّن أنّ 1 من كلّ 4 نبات بازلاء يمكن أن تكون خضراء فقط إذا تمّ زرع بذور البازلاء الصفراء المهجّنة.

b. ما نسبة الطُرز المظهرية في الجيل F_2؟

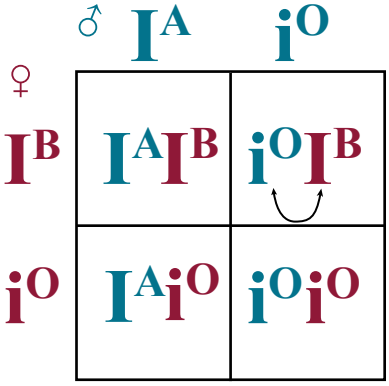
يتمّ تحديد الطراز الجيني لأفراد الجيل الثاني كما يأتي:

- في حال تلقيح Yy مع Yy ينتج: 75% بذور صفراء: 25% بذور خضراء

- هناك احتمال آخر وهو تلقيح Yy مع yy وينتج عن ذلك 50% بذور صفراء : 50% بذور خضراء

- وهناك احتمال تلقيح YY مع أي من الأفراد ينتج 100% بذور صفراء : 0 بذور خضراء

25. أكمل مربّع بانيت في (**الشكل 3-33**). أجب عن جميع الأسئلة.



الشكل 3-33 صفة بشرية.

a. ما الصفة التي يعبّر عنها مربّع بانيت المجاور؟

فصيلة الدم البشرية.

b. لماذا تُعدّ معرفة طرازك المظهري لهذه الصفة أمرًا مهمًّا؟

يمكن أن يؤدي تلقّي فصيلة دم خاطئة إلى قيام الجهاز المناعي بمهاجمة خلايا الدم الجديدة.

c. هل يمثّل هذا النموذج الأليلات المتعدّدة؟ اشرح ذلك.

نعم، لأنّ هناك أكثر من ثلاثة تركيبات وراثية محتملة يمكن أن تنتج أكثر من ثلاثة طُرز مظهرية.

d. ما الطُرز الجينية الظاهرة في الجيل P؟

الأنماط الجينية للآباء: الذكر = I^AI^O الأنثى I^BI^O

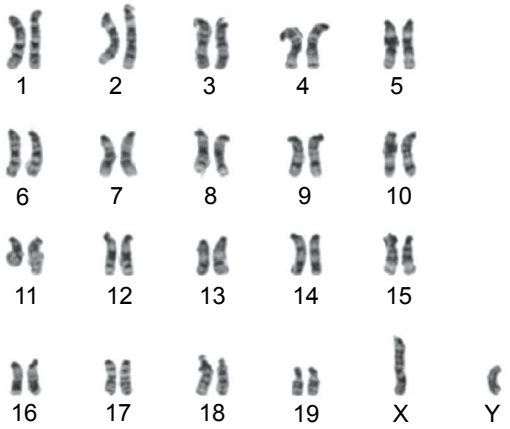
e. ما نسبة الطُرز المظهرية في الجيل F_1؟

النسل لديه جميع فصائل الدم الممكنة:

الطُرز المظهرية: 25% فصيلة AB: 25% فصيلة A: 25% فصيلة B: 25% فصيلة O.

الدرس 3-2: تحديد الجنس والصفات المرتبطة بالجنس

26. يوضّح (**الشكل 3-34**) مجموعة كروموسومات فأر.



الشكل 3-34 كروموسومات فأر.

a. هل هذا الفأر ذكر أم أنثى؟ اشرح ذلك.

الفأر ذكر، لأنّ كروموسوم الجنس الثاني هو Y.

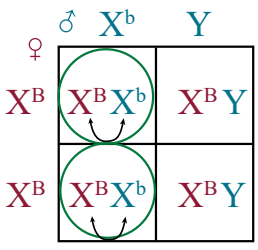
b. أعطِ وجهَ شَبَه ووجهَ اختلاف بين الكروموسومات عند الفئران وعند البشر.

اقبل كلّ الإجابات الصحيحة. كلّ من الكروموسومات على شكل قضيب، ولها مواقع محدّدة وتستخدم نظام XY. تحتوي الفئران على عدد أقل من الكروموسومات وتختلف أشكالها وأحجامها وشرائطها.

c. فيمَ تختلف كروموسومات الطيور عن كروموسومات البشر والفئران؟

تستخدم الطيور نظام ZW ويستخدم الإنسان نظام XY. امنح الطلاب درجات إضافية إذا استطاعوا توضيح الفرق بين النظامين. الذكور هي ZZ والإناث هي ZW.

27. الصَلْع النمطي عند الذكور صفة مرتبطة بالكروموسوم X. يفقد الذكر الذي يملك الجين رقعة من الشعر على فروة الرأس. قم بإعداد مربّع بانيت يوضّح السبب الذي يمنع الأب الذي لديه هذه الصفة من نقلها إلى أبنائه الذكور.



الصلع صفة مرتبطة بالكروموسوم X، وبالتالي يمكن للآباء الذين لديهم هذه الصفة تمرير جينها إلى البنات فقط، ولا يمكن تمريرها من الآباء إلى الأبناء الذكور، لأنّ الآباء يعطون أبناءهم الذكور كروموسوم Y، والجين ليس موجودًا على كروموسوم Y، كما يوضح مربّع بانيت حيث اعتُمد الأليلان: B للشعر الطبيعي، و b للصلع

28.* استخدم الوراثة المندلية للإجابة عن الأسئلة، بناءً على **الشكل 3-35**، والمفتاح والمعلومات المُتاحة.

تمّ تزاوج ثور وبقرة. تجد في الجدول الآتي وصفًا لزوجَيْن من الكروموسومات ومخطّطات تحتوي على الأليلات التي تتحكّم في صفات كلّ حيوان.

المفتاح:

الصفة A = نمط غطاء الجسم	A = لون واحد	a = بقع بيضاء
الصفة B = لون الشعر	B = بنّي	b = أبيض
الصفة C = طول الذيل	C = ذيل طويل	c = ذيل قصير
الصفة D = طول القرون	D = قرون طويلة	d = قرون قصيرة
الصفة E = كمية العضلات	E = أكثر	e = أقل

الجنس = XX أو XY

a. اذكر الطراز الجيني، وصف كلّ طراز مظهري للبقرة.

البقرة (أنثى) هي:

X^AX^a = لون واحد | **dd = قرون قصيرة**

Bb = شعر بنّي | **EE = عضلات أكثر**

CC = ذيل طويل

b. اذكر الطراز الجيني، وصف كلّ طراز مظهري للثور.

الثور (الذكر) هو:

X^AY = لون واحد | **DD = قرون طويلة**

Bb = شعر بنّي | **ee = عضلات أقل**

Cc = ذيل طويل

c. هل كان لأيٍّ من أبوَي الثور قرون طويلة؟

نعم، تلقّى الثور أليلين سائدين للقرون الطويلة (D) ومرّر كلا الوالدين الأليلات السائدة؛ لذلك، يجب أن يكون لديهما قرون طويلة.

d. هل يخبرك الطراز الجيني للبقرة ما إذا كان أيٌّ من أبوَيها لديه قرون طويلة؟ اشرح ذلك.

لا، بالنظر إلى أنّ كلّ والد يمرّر كروموسومًا واحدًا فقط من زوج الكروموسومات الجسمية وكان الأليل متنحّيًا (d)، فإنّنا لا نعرف ما إذا كان الأليل الموجود على كروموسوم الوالد الآخر (للزوج) سائدًا (D) أو متنحّيًا (d).

e. وراثة نمط غطاء الجسم ليست كالجينات الأخرى. لماذا؟

يوجد نمط غطاء الجسم على الكروموسومات الجنسية، وهذا الجين مفقود في أليلات الماشية Y؛ لذلك، فهو مرتبط بالكروموسوم X ونمط التوارث ليس نفسه كما في الجينات الأخرى الموضّحة.

f. إذا أعطى كلّ حيوان الكروموسومات المحاطة بدوائر لإنتاج عجل، فماذا سيكون جنسه والطراز الجيني والمظهري لكلّ صفة؟

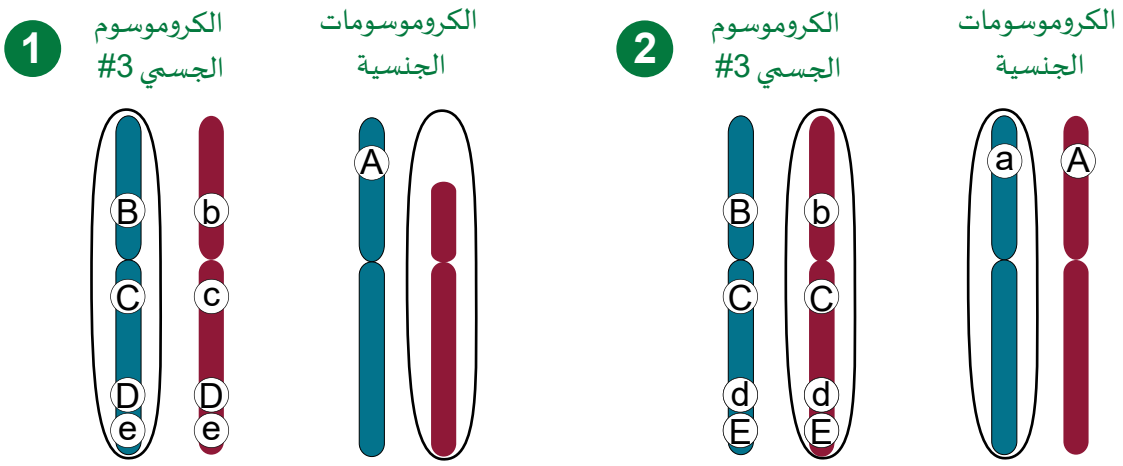
العجل ذكر، لأنّ الذكر يمرّر الكروموسوم Y.

الطراز الجيني والطراز المظهري للعجل هو: $X^aYBbCCDdEe$

aa = بقع بيضاء **Dd = شعر طويل**

Bb = شعر بنّي **Ee = عضلات أكثر**

CC = ذيل طويل



الشكل 3-35 زوجان من الكروموسومات من جنسيَن من الأبقار.

ملاحظات

أوراق عمل

الاسم ..... التاريخ .....

نشاط a1-3 الاحتمال والنسب المئوية

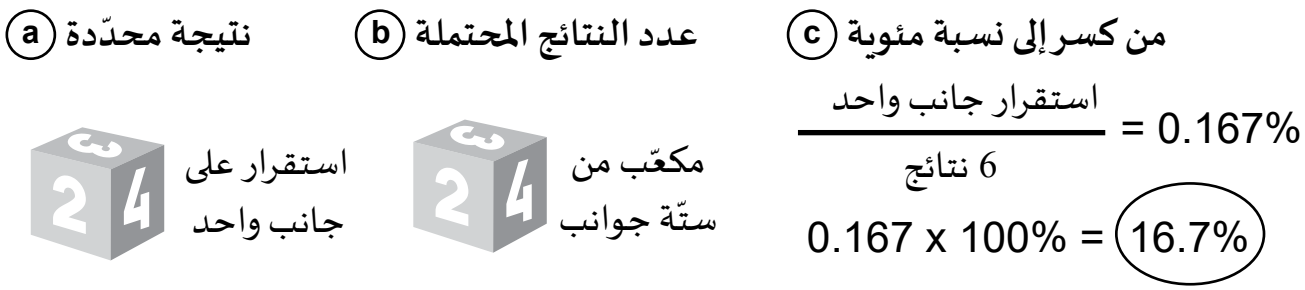
سؤال الاستقصاء	كيف نتوقّع الاحتمال ونفسّر النتائج؟
الموادّ المطلوبة	مكعّبات أعداد (جوانب مرقّمة 1-6)، كوب بلاستيكي، آلات حاسبة.

خلفية الموضوع

لاستخدام قوانين الوراثة والاحتمالات، فإنّ استخدام أحجام عيّنات كبيرة يُعدّ أمرًا ضروريًا. تخضع العيّنات الصغيرة لانحرافات كبيرة خاضعة للمصادفة. قام مندل بتهجين كميات كبيرة من نباتات البازلاء والتي سُميت «**جيل الآباء**» **P** لإنتاج نباتات نقيّة السلالة تُنتج صفاتها نفسها في الأجيال المتعاقبة. ولأنّ مندل لاحظ عددًا كبيرًا من النتائج، فقد قام بحساب الاحتمالات لكلّ صفة ظهرت في الأبناء، أو **الجيل الأوّل F1**. أظهر هذا العمل كيفية انتقال **الأليلات** الأبوية، أو العوامل الفردية للصفة من الجيل P1 إلى الجيل F1. بمجرد معرفة الأليلات الفردية في النبات، يمكن التنبّؤ بتركيبات الأليلات في الأبناء وصفاتهم.

تعتمد وراثة النبات لصفة مثل البازلاء الخضراء أو الصفراء على ثلاثة أشياء:

1. الأشكال المختلفة من صفة لون البازلاء (الأليلات) التي تملكها النباتات الآباء، حيث يسهم كلّ من الأبوين في تكوين خلايا البويضات والحيوانات المنوية في أثناء الانقسام المُنصّف.
2. **الاحتمال**، أو الصدفة: هناك طريقة أخرى لوصف الاحتمال وهي إمكانية وقوع حدث. يُحسب الاحتمال على أنّه عدد الطرائق التي يمكن أن تحدث بها نتيجة محدّدة مقسومة على العدد الإجمالي للنتائج الممكنة. في حالة وجود مكعّب رقمي سداسيّ الجوانب، فإنّ فرصة الاستقرار على الرقم («2») هي نتيجة محدّدة (**الشكل a1-3**). بالنظر إلى أنّ ستة جوانب مختلفة يمكن أن تستقرّ.
3. احتمال أن يستقرّ المكعّب على «5» هو واحد مقسوم على ستة، أو 0.167. بالنسبة المئوية يكون الاحتمال 16.7%.

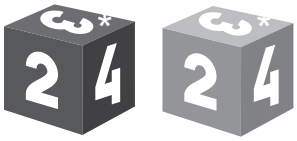


الشكل a1-3 احتمال الاستقرار على أي رقم على مكعّب رقمي مكوّن من 6 أرقام هو 16.7%.

الاسم ..... **التاريخ** .....

يتضمّن حساب الاحتمال في حالة استخدام أكثر من مكعّب رقمي عمليات حسابية إضافية. عند رَمْي مكعّبين من ستة (6) جوانب، يكون هناك 36 نتيجة ممكنة (**الشكل 3-2**).

نتيجة محدّدة (a)



يستقرّ كلا المكعّبين على الرقم"3" لأعلى

عدد النتائج المحتملة (b)

المكعّب #1 = 6 نتائج

المكعّب #2 = 6 نتائج

(**6**) x (**6**) = 36

من كسر إلى نسبة مئوية (c)

$$\frac{\text{استقرار جانب واحد}}{\text{36 نتيجة}} = 0.028$$

$$0.028 \times 100\% = 2.8\%$$

الشكل 3-2 احتمال الاستقرار على ثنائي فريد على مكعبّين مكوّنين من 6 أرقام هو 2.8%.

الاسم ..... **التاريخ** .....

الخطوات - الجزء 1

1. قم أنت وزميلك برَمْي مكعّب رقمي واحد 24 مرّة، وسجّل النتائج في جدول التكرارات. وعلى سبيل المثال، فإذا ظهر الرقم 6 أربع مرّات، فاكتب «4» في العمود المعنوَن «6» في صف المحاولة #1.
2. كرّر التجربة ثلاث مرّات وسجّل البيانات في كلّ محاولة.
3. لخّص البيانات الخاصة بك ليتمّ تجميعها مع بيانات الصف.

الخطوات - الجزء 2

4. قم بإعداد جدول يعرض جميع النتائج الممكنة التي يمكن أن تنتج عن رَمْي مكعّبين. واستخدمه لتقدير احتمال كلّ ناتج، وسجّل النتائج في الجدول 1.
5. استخدم عددًا من المحاولات (24 محاولة) للمقارنة مع بياناتك التجريبية.
6. أكمل قسم «التحليل» وأجب عن الأسئلة قبل أن يدير المعلم نقاشًا حول بيانات الصف.

الاسم ..... **التاريخ** .....

الملاحظات والبيانات- الجزء 1

الجدول a1. تكرارات رَمْي مكعّب رقمي واحد

تكرارات الرَمْي						
رقم المحاولة	1	2	3	4	5	6
#1						
#2						
#3						
#4						
المجموع						

الجدول b1. تكرارات رَمْي مكعّب رقمي واحد (الصف)

تكرارات الصف						
رقم المحاولة	1	2	3	4	5	6
#1						
#2						
#3						
#4						
المجموع						

الاسم ..... **التاريخ** .....

الملاحظات والبيانات- الجزء 2

الجدول 2. النتائج الممكنة لرَمْي مكعّبين رقميّين

النتائج الممكنة		المكعّب #1					
		1	2	3	4	5	6
المكعّب #2	1	(1, 1)				(1, 5)	
	2				(2, 4)		
	3			(3, 3)			
	4		(4, 2)				
	5	(5, 1)					
	6						(6, 6)

الجدول a3. تكرار مجموع مكعّبين رقميّين

المحاولة #1										
2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12

الجدول b3. تكرار مجموع مكعّبين رقميّين (الصف)

المحاولة #2										
2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12

الاسم ..... **التاريخ** .....

التحليل- الجزء 1

1. احسب النسبة المئوية للاحتمالات لكلّ محاولة رَمْي لمكعّب واحد في الجدول a4.

2. احسب احتمالات الصف لكلّ محاولة رَمْي لمكعّب واحد في الجدول b4.

الجدول a4. نسبة الاحتمال المئوية المتوقّعة لرَمْي مكعّب واحد

الاحتمالات (%)						
	1	2	3	4	5	6
المجموع						

الجدول b4. نسبة الاحتمال الفعلي المئوية لرَمْي مكعّب واحد (الصف)

احتمالات الصف (%)						
	1	2	3	4	5	6
المجموع						

التحليل- الجزء 2

1. احسب الاحتمالات المتوقّعة لمجموع رَمْي مكعّبين في الجدول a5.

2. احسب الاحتمالات الفعلية للصف لمجموع رَمْي مكعّبين في الجدول b5.

الجدول a5. الاحتمالات المتوقّعة لمجموع رَمْي مكعّبين (%)

الاحتمالات (%)										
2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12

الجدول b5. الاحتمالات الفعلية لمجموع رَمْي مكعّبين (الصف)

احتمالات الصف (%)										
2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12

الاسم ..... **التاريخ** .....

أسئلة التلخيص

a. ما مدى قرب النتائج المتوقّعة من البيانات الفعلية بعد تجميعها من الصف كلّه؟

b. اشرح كيف تكون جداول البيانات وأجهزة الكمبيوتر أكثر فائدة من الورقة والقلم للتنبُّؤ بنتائج أعداد ثلاثة مكعّبات.

الاسم ..... التاريخ .....

نشاط b1-3 وصف نتائج الصفات

سؤال الاستقصاء	كيف نصف نتائج النسل باستخدام الطُرز المظهرية والطُرز الجينية بالنسب المئوية؟
الموادّ المطلوبة	أقراص بلاستيكية من لونَين، أكواب بلاستيكية، أقلام تعليم، آلات حاسبة.

خلفية الموضوع

اشتمل عمل غريغور مندل في الغالب على تجارب تهجين نباتات البازلاء. بدأ علماء الوراثة الأوائل الآخرون في تطبيق عمل مندل على النباتات والحيوانات الأخرى من دون نجاحٍ يُذكر. اكتشفوا في النهاية بعض التقنيات لجعل أبحاثهم أسهل وأكثر كفاءة من زراعة الحدائق وانتظار نمو النباتات.

الصفات الأربع لنبات البازلاء

السائد	طويل	زهرة أرجوانية	بذرة صفراء	بذرة ملساء
المُتنحّي	قصير	زهرة بيضاء	بذرة خضراء	بذرة مجعّدة

الشكل 3-3 درس مندل صفات نبات البازلاء.

بدأ توماس هانت مورجان وهو عالم حيوان، دراساته على ذبابة الفاكهة في أوائل القرن العشرين بسبب اهتمامه بالحشرات وبعمل مندل . استخدم مورجان ذبابة الفاكهة لأنّها تملك الكثير من المزايا.

- ذباب الفاكهة صغيرُ الحجم ويسهل إيواؤه وتغذيته في المختبر.
- دورة الحياة من البيضة إلى الذبابة البالغة هي أسبوعان تقريبًا.
- ذباب الفاكهة البالغ سريع التكاثر ويمكنه إنتاج مئات الأبناء.

كان مورجان أول من أظهر من خلال التجارب أنّ الجينات توجد في الكروموسومات. يحتوي ذباب الفاكهة على 4 أزواج من الكروموسومات فقط على الرغم من أجسامها المعقّدة. وجد أيضًا أنّ بعض صفات ذبابة الفاكهة (لون العين الأبيض في مقابل اللون الأحمر) توجد على الكروموسوم نفسه الذي يحدّد جنسها أيضًا. أصبحت الأبحاث الوراثية اليوم ذات قيمة كبيرة للتقدّم في الزراعة وتربية الماشية والطب.

الاسم ..... **التاريخ** .....

الخطوات- الجزء 1

1. افحص مربّعات بانيت الثلاثة غير المكتملة في (**الشكل 3-4**). لكلّ جزء من الأجزاء الفارغة من مربّعات بانيت، توقّع ما يأتي:

a. الطراز الجيني للنسل.

b. النسبة المئوية لاحتمال الطراز الجيني.

2. احصل على (3) أقراص من اللون نفسه وعلّم كلّ جانب منها باستخدام علامة دائمة. سيقوم زميلك بإنشاء مجموعة مكرّرة ولكن باستخدام أقراص ذات لون مختلف.

a. على القرص 1، اكتب «A» على الجانب 1. اقلب القرص واكتب «A» على الجانب 2. يعرض هذا القرص الطراز الجيني AA.

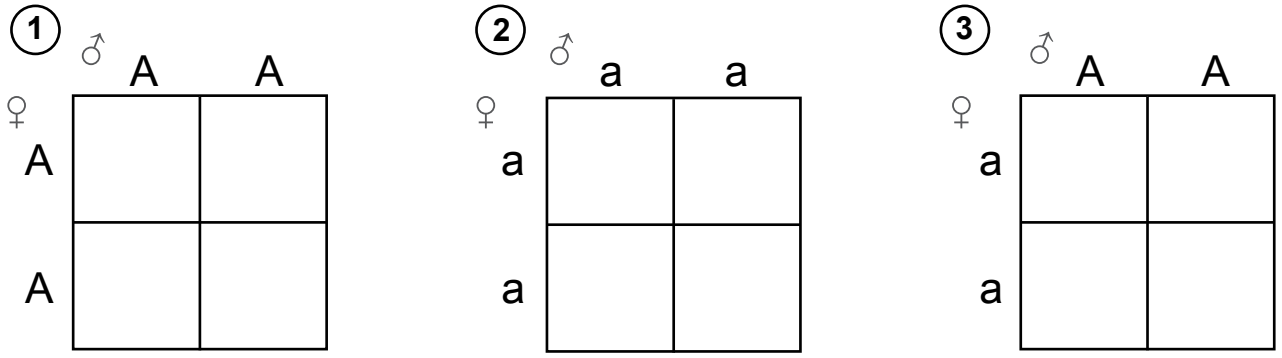
b. ضع علامة على القرص 2 «a» على الجانب 1، و «a» على الجانب 2. يعرض هذا القرص الطراز الجيني aa.

c. ضع علامة على القرص 3، «A» على الجانب 1، ثمّ «a» على الجانب 2. يعرض هذا القرص الطراز الجيني Aa.

3. ضع الأقراص الثلاثة كُلّها في كوب. يكون لزميلك كوب مختلف.

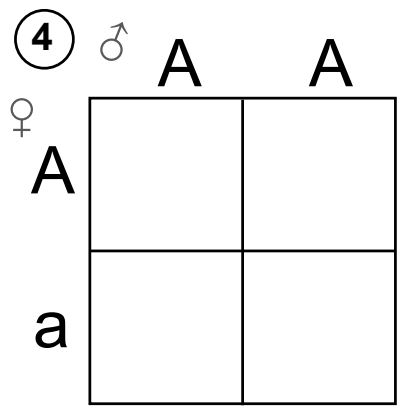
4. بعد ذلك، قم أنت وزميلك برجّ كلّ كوب، وأغمضا أعينكما، ثمّ يختار كلّ منكما قرصًا واحدًا. سجّلا بعد ذلك الأحرف على كلّ جانب من القرص في المساحة المخصّصة للآباء في الجدول المُعدّ.

5. اقلبا القرصَين معًا، ثمّ سجّلا الأحرف التي سيستقرّ عليها القرصان. سجّل الأحرف كنسل في الجدول. أعد الأقراص الثلاثة من اللون نفسه إلى الكوب الصحيح وكرّر الخطوات تسع مرّات أخرى. أكمل باقي الجدول.

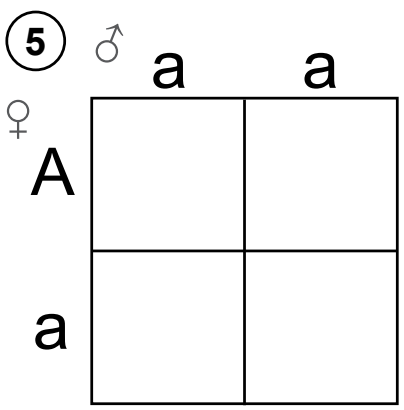


الشكل 3-4 بعض التوقّعات لمربّعات بانيت .

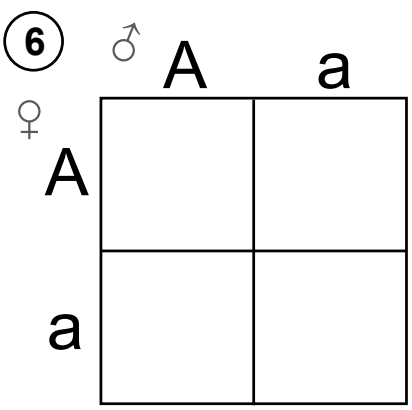
الاسم ..... التاريخ .....



نسب الطراز الجيني (%):



نسب الطراز الجيني (%):



نسب الطراز الجيني (%):

الخطوات- الجزء 2

1. ستعمل هذه المرة بمفردك. اخرج قرصًا واحدًا من الأقراص الثلاثة من الكوب عشوائيًّا وضعه جانبًا.

2. رجّ الكوب واسكب كلا القرصَين. سجّل في العمود الصحيح من الجدول 2 كلا الحرفَين اللذَين يظهران.

3. أعد القرصين وكرّر الخطوات من 1 إلى 3 عشر مرّات.

4. قارن بياناتك ببيانات زملائك وناقش النتائج؛ ثمّ، أجب عن جميع الأسئلة أوّلًا.

الاسم ..... التاريخ .....

الملاحظات والبيانات- الجزء 1

1. يمثّل تقليب الأقراص الذي قمت به ذلك النسل الذي تمّ تكوينه عند اتحاد طرازين جينيَّيْن للأبوين لإعطاء المخلوق صفات للطُرز الشكليّة الخيالية. النموذج مبسّط إلى حدّ بعيد لكنه يساعد على أن تشرح كيف تتمّ وراثة بعض الصفات.
2. استخدم الجدول الآتي لتسجيل نتائج الطراز الجيني للتقليب مع زميلك (التجربة رقم 1). قم بتسجيل نتائج لون قرصك كالأليل الذي أسهم فيه الأب رقم 1 في العمود 1. يجب تسجيل نتائج تقليب زميلك باستخدام لون آخر على أنها الأليلات في العمود 2، من أصل الأب رقم 2.
3. في العمود 3، ادمج الطراز الجيني بشكل صحيح عن طريق تسجيل الأليل السائد أوّلًا.
4. لإكمال الجدول، استخدم الجدول المرجعي في الصفحة التالية الذي يقوم بتعيين الصفة الشكلية لكلّ من الصفات الوهمية العشر. استخدم الجدول في اليوم التالي صفحة لتحديد الطراز الظاهري لكلّ من الصفات العشر الآتية.

الجدول 1. نتائج قلب القرصيْن مع زميلك.

المحاولة	نتائج الطُرز الجينية والمظهرية (قطعتان معدنيتان)			
	أليلات الأب #1	أليلات الأب #2	الطراز الجيني للنسل	الطراز المظهري للنسل
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				
9				
10				

الاسم ..... التاريخ .....

الجدول 2. نتائج قلب القرصَيْن بدون زميلك.

الصفة	نتائج الطُرز الجينية والمظهرية(3 قطع معدنية)			
	أليلات الأب #1	أليلات الأب #2	الطراز الجيني للنسل	الطراز المظهري للنسل
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				
9				
10				

الاسم ..... التاريخ .....

الجدول 3. الطُرز الجينية والمظهرية (مرجع).

#المحاولة	النتائج		
	AA	**Aa**	**aa**
لون الجسم	أسود	أسود	بنّي
طول قرون الاستشعار	طويلة	طويلة	قصيرة
المخالب	موجودة على كلّ الأرجل	موجودة على كلّ الأرجل	موجودة على اثنتين من الأرجل فقط
لون العين	أحمر	بنفسجي	أزرق
عدد العيون	5	5	3
شعر الساق	ساق مع شعر	ساق مع شعر	ساق بدون شعر
الذيل	طويل	طويل	قصير
الأجنحة	كبيرة	كبيرة	صغيرة
لون الأجنحة	أخضر	أخضر وبرتقالي	برتقالي
نمط الأجنحة	منقّط	منقّط	بلون واحد

الاسم ..... التاريخ .....

الملاحظات والبيانات- الجزء 2

1. اكتب الأليلات الموجودة على كلّ عملة معدنية في الفراغ الموجود في عنوان الجدول الآتي.
2. سجّل تكرار كلّ تقليب تقوم به بنفسك في أدناه.
3. بعد التقليب 10 مرات، احسب النسبة المئوية على أساس 10 تقلّبات.
4. سوف يطلب منك معلمك أن تشارك زملاءك في قراءة نتائجك لتدمجها مع الذين اختاروا تركيبة العملة نفسها لفهم الاحتمال وحجم العيّنة بشكلٍ أفضل.

الجدول 4. نتائج قلْب القرصَيْن: _____×_____

النتائج	التكرار والنسبة المئوية للاحتمال			
	تكراراتك	الاحتمالية (%)	تكرار العيّنة الكبيرة	الاحتمالية (%)
AA				
Aa				
aa				

الاسم ..... التاريخ .....

التحليل

1. ضع قائمة بصفات الكائن الحيّ التي تتبع مبدأ مندل للسيادة.

2. ضع قائمة بصفات الكائن الحيّ التي لا تتبع مبدأ مندل للسيادة واقترح نمطًا وراثيًا محتملًا قد تشكّله الأليلات بدلًا من ذلك.

أسئلة التلخيص

a. ما نوع التزاوج الذي مثّله الجزء 1 والجزء 2؟

b. قارن نتيجتك المتوقّعة بنتائجك العملية؟

الاسم ..... التاريخ .....

نشاط 2-3 تشخيص الإصابة بعمى الألوان

سؤال الاستقصاء	تحدد نسبة الإصابة بمرض عمى الألوان في بيئة مدرستك؟
الموادّ المطلوبة	اختبار الإصابة بعمى الألوان، مفتاح اختبار عمى الألوان

خلفية الموضوع

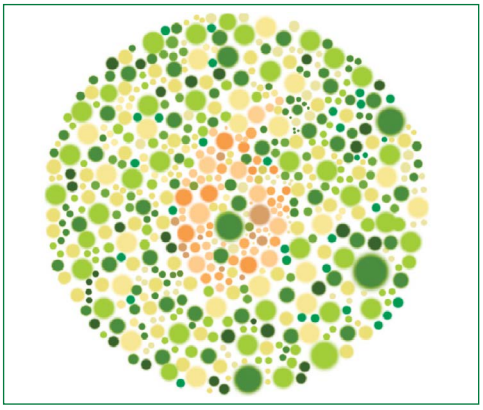
مرض عمى الألوان Color Blindness وهو عدم القدرة على التمييز بين اللونين الأحمر والأخضر، فالأشخاص المصابون بهذه الصفة يرون اللون الأحمر بلون بنّي محمرّ، والأخضر الفاتح بلون بنّي مائل إلى الصفرة، واللون الأخضر الغامق باللون البنّي. ولذا يجب على المصاب بالمرض الحذر عند قيادة المركبة.

والأليل المسؤول عن مرض عمى الألوان متنحٍّ ومحمول على الكروموسوم الجنسي X، لذا يلزم وجود أليلين متنحيّين لظهور المرض عند الانثى (X^bX^b)،في حين يكفي أليل متنح واحد لظهور المرض عند الذكور (X^bY)، لأنّ الكروموسوم الجنسي (Y) لا يحمل الأليل.

الاسم ..... التاريخ .....

الخطوات

1. اختر مجموعة عشوائية من زملائك في المدرسة.
2. اطلب من الطالب قراءة الأرقام داخل الدوائر في اختبار الإصابة بعمى الألوان، كما في (**الشكل 3-5**).
3. حدّد الطالب المصاب بعمى الألوان بالاستعانة بمفتاح الاختبار، كما في الجدول الآتي:



الشكل 3-5 اختبار عمى الألوان.

غير مصاب بعمى الألوان			مصاب بعمى الألوان		
الشكل (الدائرة)	اليمين	الوسط	اليسار	اليمين	الوسط	اليسار
العلوي	16	13	7	16	عدم القدرة على تمييز الرقم	عدم القدرة على تمييز الرقم
السفلي	9	12	8	عدم القدرة على تمييز الرقم	عدم القدرة على تمييز الرقم	عدم القدرة على تمييز الرقم

4. سجّل ما توصّلت إليه من نتائج في جدول.
5. قارن بياناتك مع بيانات زملائك في الصف.

الاسم ..... **التاريخ** .....

أسئلة التلخيص

a. حدد النسبة المئوية لانتشار المرض في بيئة المدرسة.

b. ناقش مع زملائك طرائق تسهم في نشر الوعي حول هذا المرض. تعاون معهم لتنفيذ إحدى هذه الطرائق.

الاسم ..... التاريخ .....

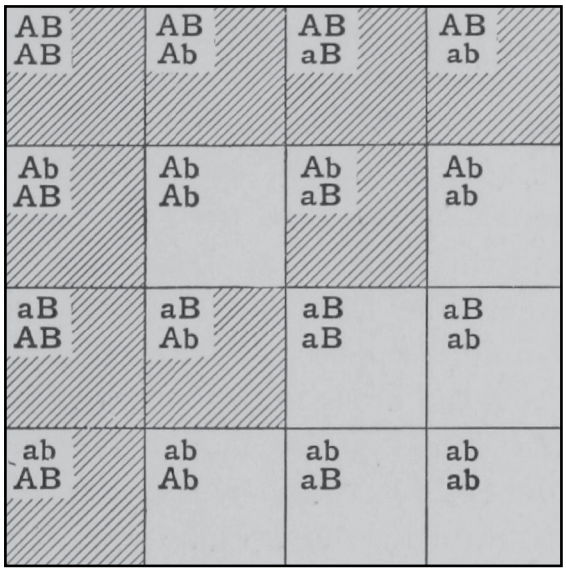
1-3W مربّعات بانيت

سؤال الاستقصاء	كيف يتمّ استخدام مربّعات بانيت للتنبؤ بنتائج التكاثر؟
الموادّ المطلوبة	أقلام رصاص

خلفية الموضوع

يُعدّ مربّع بانيت أداةً مفيدة للتنبُّؤ بتركيبات الأليلات من أبوَين. كان ريجنالد بانيت Reginald Punnett أوّل من نظّم متغيّرات مندل في صفوف وأعمدة مع مربّعات للنسل.

ظهر استخدام بانيت للمربّعات لعرض مجموعات الأليلات الممكنة من جيل الآباء لأول مرة في كتابه بعنوان «المندلية Mendelism» في العام 1911 (**الشكل 3-6**). مثل جداول البيانات، جعلت المخطّطات الأليلات والصفات أسهل في الرؤية في الأشكال المنشورة وتوصيل المعلومات.



الشكل 3-6 استخدام ريجنالد بانيت للمربّعات المنشورة في كتاب المندلية (1911).

لم يتمّ التعرف إلى أهمية عمل مندل على نطاق واسع حتى ما يقرب من 30 عامًا بعد وفاته. أصبحت مربّعات بانيت مفيدة في التجارب التاريخية المبكرة قبل فهم دور جزيء DNA. بدأت طريقة بانيت بالانتشار واستخدامها في تهجين الماشية واختيار أصناف نباتية لخصائصها المرغوبة.

يمكن تقييم كميات كبيرة من البيانات الخاصّة بالنسل من تهجين مختلف النباتات والماشية بطريق التهجين التجريبية. إذا كانت الطُّرز الجينية لصفات الوالدين غير معروفة، فإنّ التكاثر لصفات معينة ينطوي على إجراء ما يعرف باسم التزاوج الاختباري. تتمّ التزاوجات الاختبارية في الغالب عند تزاوج أحد الوالدين بصفة مُتنحّية ذات سلالة نقيّة من أحد الوالدين الذي يكون طرازه الجيني غير معروف. بهذه الطريقة، يمكن أن تساعد نسب الطرز الجينية والشكلية الناتجة في تحديد الطراز الجيني غير المعروف.

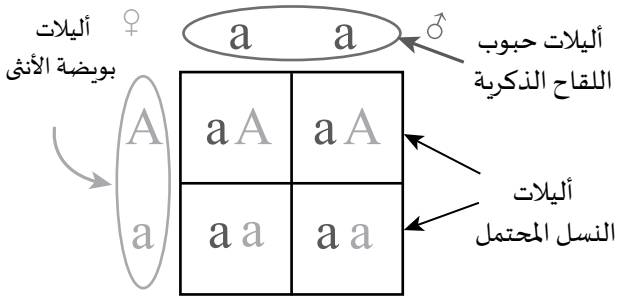
الاسم ..... **التاريخ** .....

التعليمات

استخدم الخطوات و(**الشكل 3-7**) الآتية لمساعدتك على حلّ كلّ المسائل الوراثية.

1. حدّد رمز حرف للصفة.

2. ضع أليلين لأحد الآباء (الذكر هنا) في الجزء العلوي من مربّع بانيت. انسخ في كلّ عمود أسفل الأليلَين الذكريَّين الأحرف الكبيرة أو الصغيرة من فوق المربّع. يمثّل ذلك تمرير هذا الأليل إلى النسل.



الشكل **3-7** استخدام مربع بانيت.

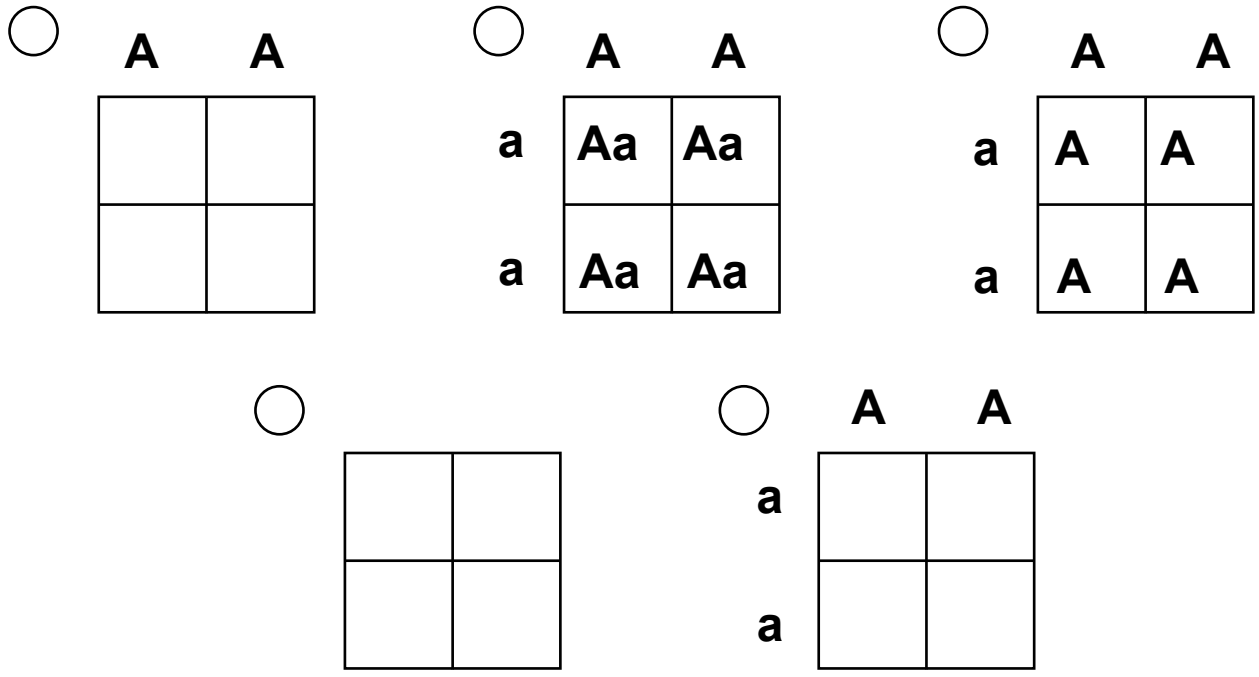
3. ضع الأليلات الأنثوية على جانب مربّع بانيت. في كلّ صف من الأليلات الأنثوية انسخ الأحرف الكبيرة أو الصغيرة في مربّعات النسل.

4. في هذا المثال، يحتوي كلّ مربّع نسل الآن على أليل من حبة اللقاح الذكرية وأليل من بويضة الأنثى.

5. عدّ مربّعات النسل التي لها مجموعة الأليلات نفسها وصِف النسل.

المسائل

1. قم بترقيم الخطوات في الدائرة في كلّ رسم بترتيب الخطوات التي تُكمل بها مربّع بانيت.

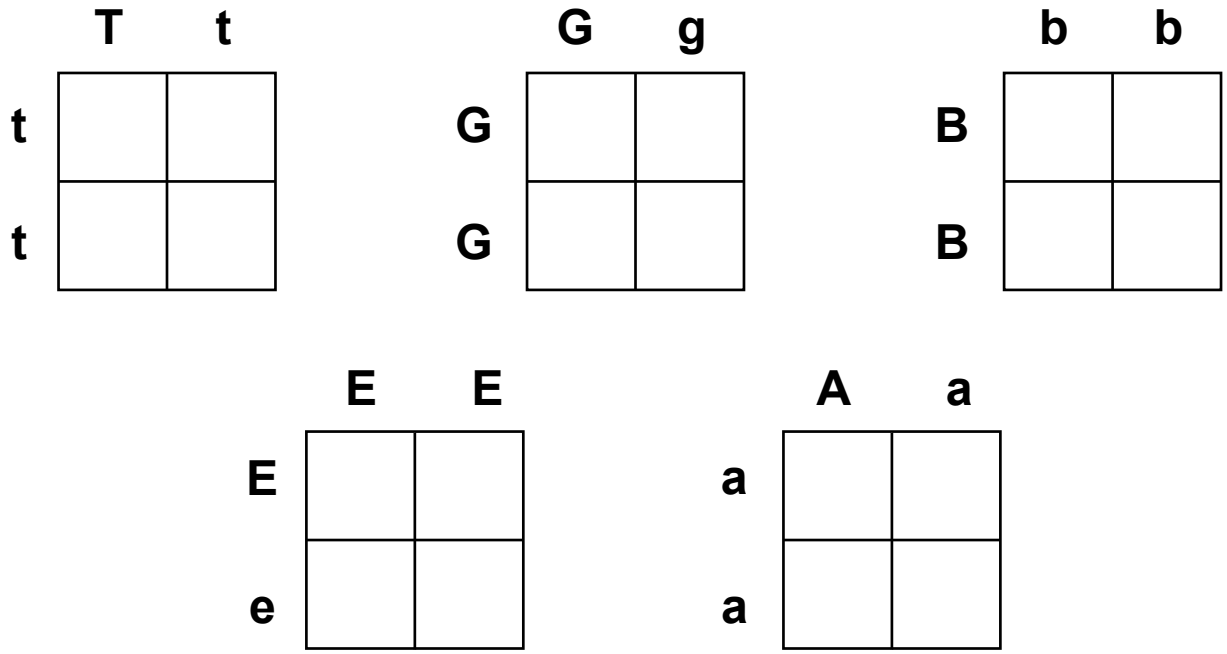


الاسم ..... التاريخ .....

2. أكمل كلّ مربّع من مربّعات بانيت بالطرز الجينية الصحيحة.

a. ضع دائرة حول مربّع بانيت الذي ينتج الجيل F1 الذي يتطابق طرازه الجيني وطرازه المظهري مع جيل الآباء (P1).

b. ظلّل الجيل F1 الذي يكون طرازه الجيني أحاديّ التهجين.



3. لنفترض أنّ لون الطماطم يتمّ تحديده بوساطة زوج واحد من الأليلات (T أو t) وأنّ لون الطماطم الأحمر هو السائد على لون الطماطم الأصفر.

a. أظهِر مربّع بانيت إذا كان أحد الوالدين نقيّ السلالة للطماطم الصفراء وتزاوج من نبات من الطماطم الحمراء ذات السلالة النقيّة.

b. عيّن الأجيال F1 و P1 على مربّع بانيت الخاص بك.

الاسم ..... التاريخ .....

4. لنفترض أنّ لون شرنقة دودة القز يتمّ تحديده بوساطة زوج واحد من الأليلات (G أو g) والشرنقة الخضراء هي السائدة على الشرنقة البيضاء.

a. أظهر مربّع بانيت إذا كان أحد الوالدين أخضر نقيّ السلالة، والآخر هجين للون الشرنقة.

b. صف الطُّرز الجينية والمظهرية للنسل باستخدام النسب المئوية.

5. لنفترض أنّ لون الريش في طائر يتحكّم فيه زوج واحد من الأليلات (F أو f). إذا كان الريش الأبيض هو السائد على الريش الأسود.

a. اعرض نتائج التهجين بين طائر هجين للون الريش وطائر متنحٍّ نقيّ السلالة باستخدام مربّع بانيت.

b. حدّد نسب الطُّرز الجينية والمظهرية للنسل.

السلام عليكم ورحمة الله وبركاته

اهلا وسهلا بكم متابعنا الكرام

نتشرف نحن إدارة منتديات صقر الجنوب التعليمية – المنهاج القطري

ان تتابعونا في موقعنا وعلى جميع مواقع السوشيال ميديا

.....

صفحتنا على الفاسبوك: اضغط هنا للدخول

مجموعتنا على الفيس بوك : اضغط هنا للدخول

قنوات اليوتيوب :. اضغط هنا للدخول

قناتنا على التلقرام :. اضغط هنا للدخول

www.jnob-jo.com