وزارة التربية والتعليم

رؤية عُمان 2040 OmanVision

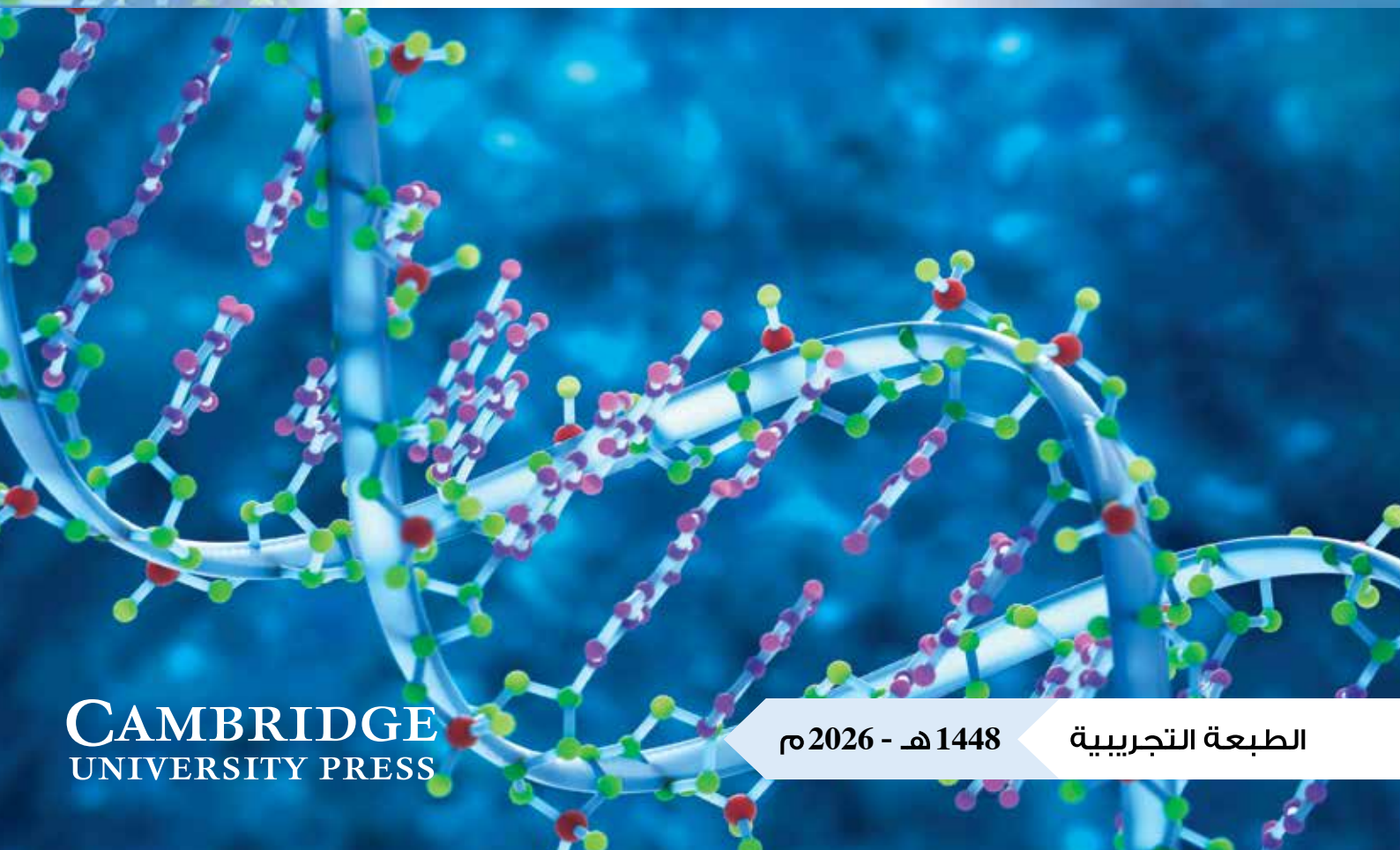
نتقدم بثقة Moving Forward with Confidence

الأحياء

الصف الثاني عشر

كتاب التجارب العملية والأنشطة

الفصل الدراسي الأول



CAMBRIDGE UNIVERSITY PRESS

الطبعة التجريبية

1448 هـ - 2026 م

وزارة التربية والتعليم

الأحياء

الصف الثاني عشر

كتاب التجارب العملية والأنشطة

الفصل الدراسي الأول

CAMBRIDGE
UNIVERSITY PRESS

الطبعة التجريبية 1448 هـ - 2026 م

CAMBRIDGE
UNIVERSITY PRESS

مطبعة جامعة كامبريدج، الرمز البريدي CB2 8BS، المملكة المتحدة.

يخضع هذا الكتاب لقانون حقوق الطباعة والنشر، ويخضع للاستثناء التشريعي
المسموح به قانونًا ولأحكام التراخيص ذات الصلة.
لا يجوز نسخ أي جزء من هذا الكتاب من دون الحصول على الإذن المكتوب من
وزارة التربية والتعليم في سلطنة عُمان.

الطبعة التجريبية ٢٠٢٣ م، طُبعت في سلطنة عُمان

هذه نسخة تمَّت مواءمتها من كتاب النشاط – الأحياء للصف الثاني عشر – من سلسلة كامبريدج للأحياء لمستوى الدبلوم العام والمستوى المتقدم AS & A Level للمؤلفين ماري جونز و ماثيو باركن.

تمت مواءمة هذا الكتاب بناءً على العقد الموقع بين وزارة التربية والتعليم ومطبعة
جامعة كامبريدج.

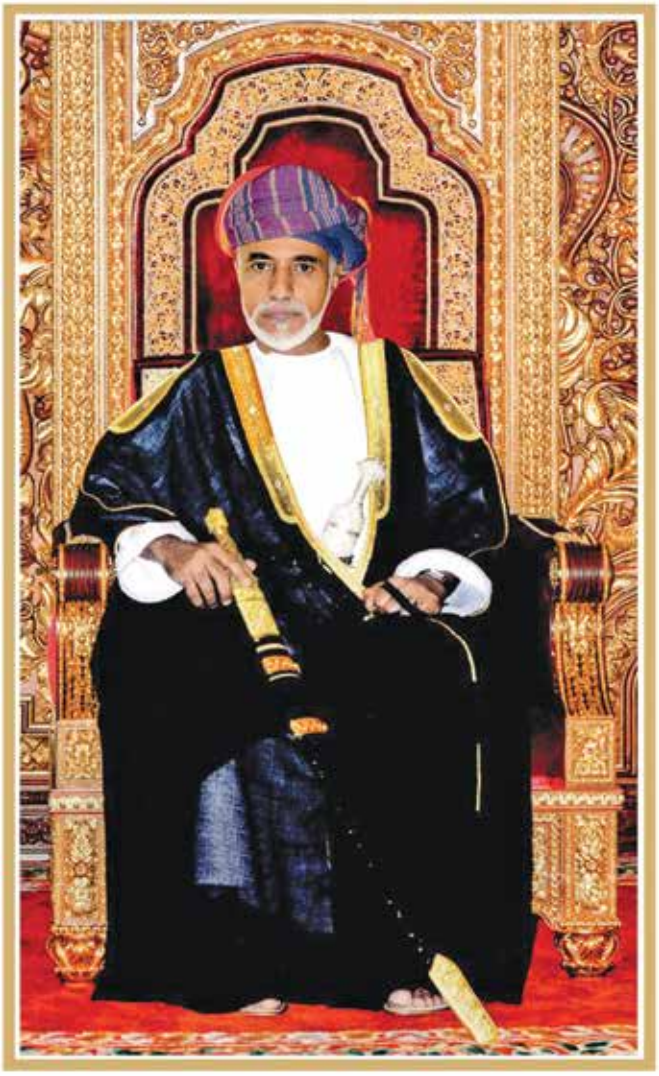
تمت مواءمة الكتاب

بموجب القرار الوزاري رقم ٣٦ / ٢٠٢٣ واللجان المنبثقة عنه

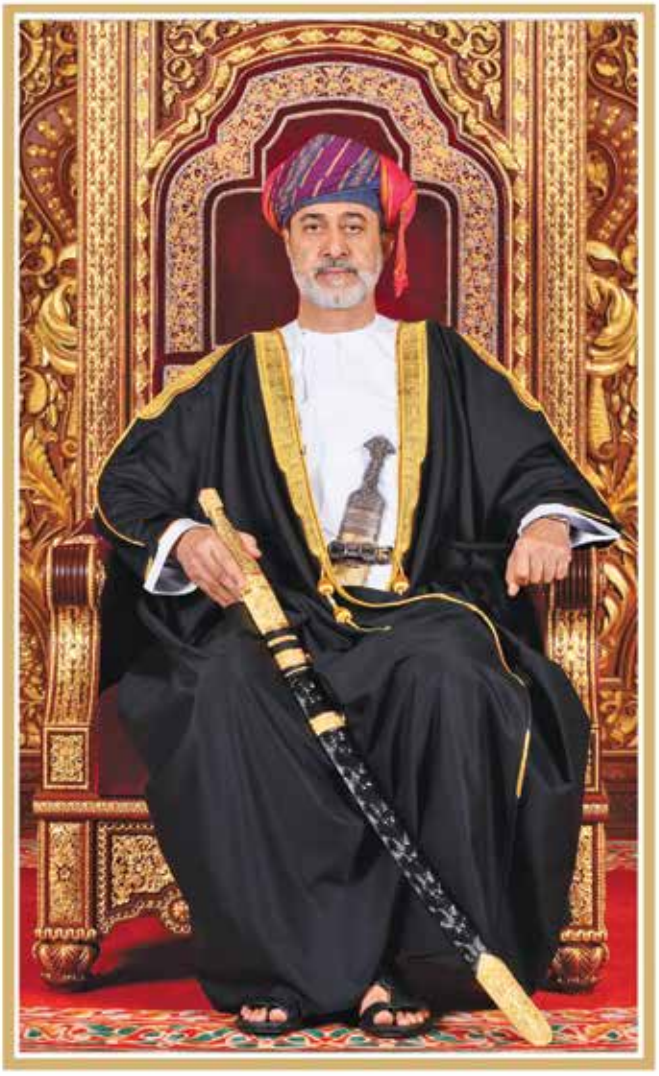


جميع حقوق الطبع والتأليف والنشر محفوظة لوزارة التربية والتعليم

ولا يجوز طبع الكتاب أو تصويره أو إعادة نسخه كاملاً أو مجزّأً أو ترجمته أو تخزينه في نطاق استعادة المعلومات بهدف تجاري بأي شكل من الأشكال إلا بإذن كتابي مسبق من الوزارة، وفي حالة الاقتباس القصير يجب ذكر المصدر.



المغفور له
السلطان قابوس بن سعيد
-طيّب الله ثراه-

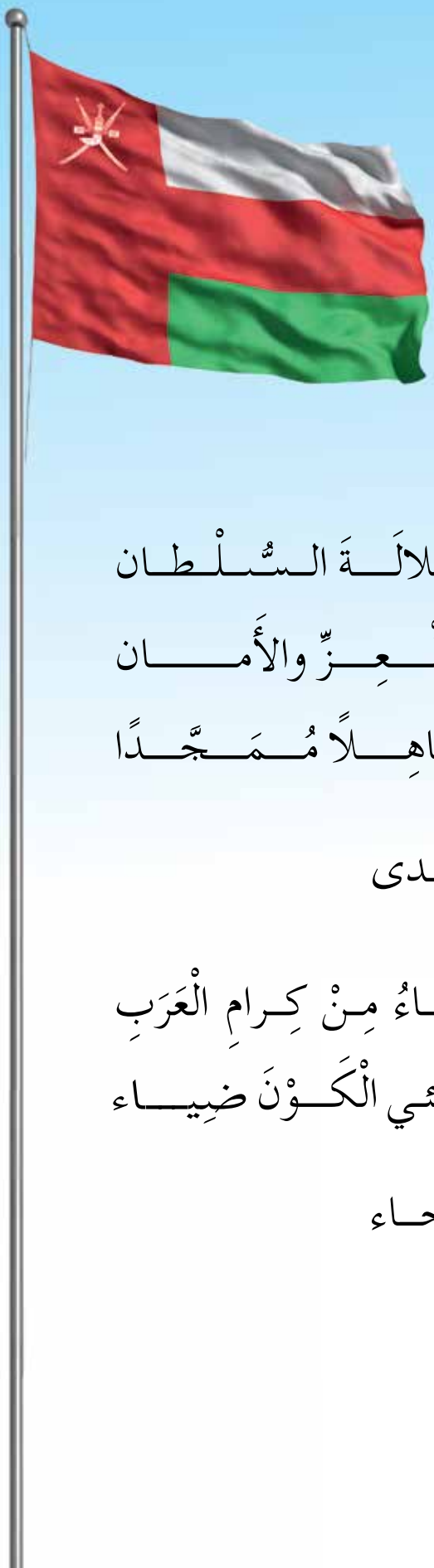


حضرة صاحب الجلالة
السلطان هيثم بن طارق المعظم
-حفظه الله ورعاه-

سلطنـــــة عُمـــــان

(المحافظات و الولايات)





النَّشيدُ الْوَطَنِيُّ

يا رَبَّنا احْفَظْ لنا جَلالَةَ السُّلْطان
وَالشَّعْبَ في الأَوْطان بِالْعِزِّ والأَمان
وَلْيَدُمْ مُؤَيَّدًا عاهِلًا مُمَجَّدًا
بِالنُّفوسِ يُفْتَدى

يا عُمانُ نَحْنُ مِنْ عَهْدِ النَّبي أَوْفِياءُ مِنْ كِرامِ الْعَرَبِ
فارْتَقي هامَ السَّماء وَامْلَئي الْكَوْنَ ضِياء
وَاسْعَدي وَانْعَمي بِالرَّخاء

تقديم

الحمد لله رب العالمين، والصلاة والسلام على خير المرسلين، سيّدنا مُحمَّد، وعلى آله وصحبه أجمعين. وبعد:

لقد حرصت وزارة التربية والتعليم على تطوير المنظومة التعليمية في جوانبها ومجالاتها المختلفة كافة؛ لتُلبّي مُتطلّبات المجتمع الحالية، وتطلُّعاته المستقبلية، ولتتواكب مع المُستجدّات العالمية في اقتصاد المعرفة، والعلوم الحياتية المختلفة؛ بما يؤدّي إلى تمكين المخرجات التعليمية من المشاركة في مجالات التنمية الشاملة للسلطنة.

وقد حظيت المناهج الدراسية، باعتبارها مكوِّنًا أساسيًا من مكوِّنات المنظومة التعليمية، بمراجعة مستمرة وتطوير شامل في نواحيها المختلفة؛ بدءًا من المقرّرات الدراسية، وطرائق التدريس، وأساليب التقويم وغيرها؛ وذلك لتتناسب مع الرؤية المستقبلية للتعليم في السلطنة، ولتتوافق مع فلسفته وأهدافه.

وقد أولت الوزارة مجال تدريس العلوم والرياضيات اهتمامًا كبيرًا يتلاءم مع مستجدات التطور العلمي والتكنولوجي والمعرفي. ومن هذا المنطلق اتَّجهت إلى الاستفادة من الخبرات الدولية؛ اتساقًا مع التطوُّر المتسارع في هذا المجال، من خلال تبنّي مشروع السلاسل العالمية في تدريس هاتَين المادّتَين وفق المعايير الدولية؛ من أجل تنمية مهارات البحث والتقصّي والاستنتاج لدى الطلبة، وتعميق فهمهم للظواهر العلمية المختلفة، وتطوير قدراتهم التنافُسية في المسابقات العلمية والمعرفية، وتحقيق نتائج أفضل في الدراسات الدولية.

إن هذا الكتاب، بما يحويه من معارف ومهارات وقيَم واتجاهات، جاء مُحقِّقًا لأهداف التعليم في السلطنة، وموائمًا للبيئة العمانية، والخصوصية الثقافية للبلد، بما يتضمَّنه من أنشطة وصور ورسوم. وهو أحد مصادر المعرفة الداعمة لتعلُّم الطالب، بالإضافة إلى غيره من المصادر المختلفة.

نتمنّى لأبنائنا الطلبة النجاح، ولزملائنا المعلّمين التوفيق فيما يبذلونه من جهود مُخلِصة، لتحقيق أهداف الرسالة التربوية السامية؛ خدمة لهذا الوطن العزيز، تحت ظل القيادة الحكيمة لمولانا حضرة صاحب الجلالة السلطان هيثم بن طارق المعظّم، حفظه الله ورعاه.

والله ولي التوفيق

د. مديحة بنت أحمد الشيبانية

وزيرة التربية والتعليم

المحتويات

المقدمة xii
كيف تستخدم هذه السلسلة xiv
كيف تستخدم هذا الكتاب xvi
الأمان والسلامة في مختبر الأحياء xvii
البحث العلمي والمهارات العملية xviii

الوحدة الأولى: الأحماض النووية وبناء البروتين

الأنشطة:
١-١ إجابة أسئلة الاختيار من متعدد عن DNA ٢٤
١-٢ كتابة إجابات جيدة للأسئلة ٢٨
١-٣ تكوين روابط عبر المواضيع المختلفة ٢٩

الاستقصاءات العملية:
١-١ استخلاص DNA البصل (إثرائي) ٣٢

الوحدة الثانية: الوراثة

الأنشطة:
٢-١ وصف الانقسام الاختزالي ٤٢
٢-٢ مصطلحات في علم الوراثة ٤٤
٢-٣ إجابات أسئلة تتضمن تزاوجات ثنائية الهجين ٤٦
٢-٤ تزاوج آخر لثنائي الهجين ٤٩
٢-٥ الارتباط بالكروموسوم الجسدي ٥١
٢-٦ الارتباط والعبور ٥٢
٢-٧ التفوق الجيني ٥٣
٢-٨ التحكّم في التعبير الجيني ٥٥

الاستقصاءات العملية:
٢-١ دراسة أطوار الانقسام الاختزالي في المتك ٥٧
٢-٢ نمذجة تكرار الأليلات ٦٠

الوحدة الثالثة: التقنية الجينية

الأنشطة:

٣-١ مصطلحات التقنيات الجينيّة ٦٧
٣-٢ استخدام الفصل الكهربائي الهلامي (إثرائي) ٦٨

الوحدة الرابعة: الاتزان الداخلي

الأنشطة:

٤-١ آلية عمل عقار ميتفورمين في ضبط تركيز
الجلوكوز في الدم ٨٠
٤-٢ التنظيم الأسموزي والمشروبات متساوية التركيز (إثرائي) ٨٧
٤-٣ فتح الثغور في النباتات ٩٠

الاستقصاءات العملية:

٤-١ تركيب الكُلية ٩٧
٤-٢ تحليل البول (إثرائي) ١٠٥

الوحدة الخامسة: التحكم والتنسيق

الأنشطة:

٥-١ النبضات العصبية ١٢٢
٥-٢ استخدام اللغة التقنية ١٢٧
٥-٣ تأثير الأكسين على نمو الجذر والساق ١٢٩

الاستقصاءات العملية:

٥-١ استقصاء ردود الفعل المنعكس عند الإنسان ١٣٢
٥-٢ تأثير الطول الموجي للضوء على الانتحاء الضوئي في بادرات القمح (إثرائي) ١٤٢

المقدمة

تم اختيار هذا الكتاب لتطوير المهارات التي تحتاج إليها أثناء تعلم موضوعات كتاب الأحياء للصف الثاني عشر. فلكي تحقق أهداف المنهج يجب أن تتوافر لديك معرفة وافية بموضوعات الكتاب، وأن تكون قادرًا على التفكير مثل العلماء. وفي أثناء دراستك موضوعات الكتاب ستحتاج إلى تطوير مهاراتك العمليّة ذات الصلة، وبناء الثقة بقدرتك على إجرائها بنفسك. لذا كان هذا الكتاب بأنشطته المتنوّعة ضروريًّا لتأمين الفرص لممارسة المهارات الآتية:

الأنشطة

توفر لك الأنشطة الموجودة في هذا الكتاب فرصًا لممارسة المهارات الآتية:

- فهم الظواهر، والنظريات العلمية التي تدرسها.
- حل الأمثلة العددية وغيرها من الأمثلة المختلفة.
- التفكير بشكل نقدي في التقنيات والبيانات التجريبية.
- اعتماد التنبّؤات، واستخدام الأسباب العلمية لدعم تنبّؤاتك.
- تخطيط التجارب والاستقصاءات التي تحقق استنتاجات صحيحة.
- تحليل البيانات لاستخلاص النتائج.
- اختيار الاختبارات الإحصائيّة واستخدامها للوصول إلى الاستنتاجات المناسبة.

وقد تم تصميم الأنشطة بدقّة، بحيث تتيح لك المجال لتطوير معرفتك، ومهاراتك، وفهمك، والموضوعات التي تم تناولها وتغطيتها في كتاب الطالب.

تسلّط المقدمة الموجودة في بداية كل تمرين الضوء على المهارات التي ستمارسها وأنت تجيب عن الأسئلة، بحيث يتم ترتيب الأنشطة وفق الترتيب نفسه للوحدات الموجودة في كتاب الطالب. وفي نهاية كل وحدة، يتم تقديم مجموعة من الأسئلة للحصول على مزيد من الدعم للمهارات التي حقّقتها، كما أنها تؤمّن لك فرصة ثمينة للتعرف على نوع التقييم الذي يُحتمل أن تواجهه في اختباراتك اللاحقة.

الاستقصاءات العملية

يعرّف علم الأحياء غالبًا على أنه دراسة تركيب العالم الطبيعي وسلوكه، عن طريق الملاحظة والتجريب، ويُعدّ الاستقصاء العملي جزءًا مهمًا من أي موضوع في علم الأحياء، إذ يدل على فهم أفضل لكيفيّة تفكير العلماء وللمحتوى النظري لهذه المادة.

لمحتوى الاستقصاءات العمليّة في هذا الكتاب عدة أهداف:

- توفير الإرشادات المناسبة لإجراء التجارب الواردة في المنهج، والمتطلبّة لكل من الاختبارات النظريّة والعمليّة.
- المساعدة في تطوير فهم للتقنيات العمليّة المفترض معرفتها، مثل كيفيّة إجراء التخفيف التسلسلي، وحساب مقدار التكبير، ورسم الخلايا والأنسجة.
- المساعدة في تعلم كيفيّة التخطيط لتجارب صحيحة وآمنة وموثوقة، وتدوين النتائج، وتحليل البيانات بشكل صحيح.
- المساعدة في فهم الموضوعات بشكل أفضل من خلال تدوين الملاحظات الخاصة.

غالبًا ما يكون الاستقصاء العملي في علم الأحياء مختلفًا قليلًا عنه في أيّة مادة علوم أخرى. فالكائنات الحيّة تتصف بتنوّع كبير، ولا تؤدي التجارب أحيانًا إلى النتائج المتوقعة بدقة. تذكّر دائمًا أن العلم يعتمد على الملاحظة والبحث عن الحقيقة. يجب أن تفسر النتائج كما هي حتى ولو لم تكن كما توقعت، وليس كما تعتقد أنها يجب أن تكون. وإذا كانت النتائج غير متوقعة، فمن المسموح التعليق على ما تعتقد أنه سبب ذلك، أو التفكير في محاولة توسيع التجربة أو تغييرها لتحسينها.

قد توجد تجارب في الكتاب لا يمكنك إجراؤها لعدم توافر مادة معيّنة أو أداة ما. وقد يساعدك معلمك على تأمين مجموعة من النتائج يمكنك تحليلها. كما يمكنك مشاهدة العديد من العروض التوضيحيّة لتقنيات معينة على شبكة الإنترنت.

يمثل إجراء جميع التجارب الواردة في هذا الكتاب فرصة ممتازة لتطوير مهاراتك العمليّة، وإدراكًا أن دراسة علم الأحياء يمكن أن تكون ممتعة ومرضية في حد ذاتها. فالكائنات الحيّة تحيط بنا، ونحن جزء أيضًا من علم الأحياء. لذا، حاول الاستمتاع بكل تجربة، واستخدمها نقطة انطلاق لأبحاثك الخاصة، ولاستقصاءاتك وإبداعاتك في تجارب أخرى.

نرجو أن يساعدك هذا الكتاب على النجاح في مادة الأحياء لهذا الصف، وعلى اكتساب المهارات العلميّة اللازمة لدراساتك المستقبليّة، وأن يلهمك حب علم الأحياء.

لقد صُمّم كتاب التجارب العملية والأنشطة هذا ليدعم كتاب الطالب، واختيرت الموضوعات التي تحقق للطلبة مزيدًا من الفرص لاكتساب مهاراتهم، كالتطبيق والتحليل والتقييم، بالإضافة إلى تطوير معرفتهم وفهمهم.

كيف تستخدم هذه السلسلة

تقدّم هذه المكوّنات (أو المصادر) الدعم للطلبة في الصف الثاني عشر في سلطنة عمان لتعلم مادة الأحياء واستيعابها، حيث تعمل كتب هذه السلسلة جميعها معًا لمساعدة الطلبة على تطوير المعرفة والمهارات العلمية اللازمة لهذه المادة. كما تقدّم الدعم للمعلمين لإيصال هذه المعارف للطلبة وتمكينهم من مهارات الاستقصاء العلمي.



يقدّم «كتاب الطالب» دعمًا شاملًا لمنهج الأحياء للصف الثاني عشر في سلطنة عمان، ويقدّم شرحًا للحقائق والمفاهيم والتقنيات العلمية بوضوح، كما يستخدم أمثلة من العالم الواقعي للمبادئ العلمية. والأسئلة التي تتضمنها كل وحدة تساعد على تطوير فهم الطلبة للمحتوى، في حين أن الأسئلة الموجودة في نهاية كل وحدة تحقق لهم مزيدًا من التطبيقات العلمية الأساسية.



يحتوي «كتاب التجارب العملية والأنشطة» على أنشطة وأسئلة نهاية الوحدة، والتي تمّ اختيارها بعناية، بهدف مساعدة الطلبة على تطوير المهارات المختلفة التي يحتاجون إليها أثناء تقدمهم في دراسة كتاب الأحياء. كما تساعد هذه الأسئلة الطلبة على تطوير فهمهم لمعنى الأفعال الإجرائية المستخدمة في الأسئلة، إضافة إلى دعمهم في الإجابة عن الأسئلة بشكل مناسب.

كما يحقّق هذا الكتاب للطلبة الدعم الكامل الذي سوف يساعدهم على تطوير مهارات الاستقصاء العملية الأساسية جميعها. وتشمل هذا المهارات تخطيط الاستقصاءات، واختيار الجهاز وكيفية التعامل معه، وطرح الفرضيات، وتدوين النتائج وعرضها، وتحليل البيانات وتقييمها.

يدعم دليل المعلم «كتاب الطالب» و «كتاب التجارب العملية والأنشطة»، ويعزز الأسئلة والمهارات العملية الموجودة فيهما. ويتضمّن هذا الدليل أفكارًا تفصيلية للتدريس وإجابات عن كل سؤال ونشاط وارد في «كتاب الطالب» وفي «كتاب التجارب العملية والأنشطة»، فضلًا عن الإرشادات التعليمية لكل موضوع، بما في ذلك خطة التدريس المقترحة، وأفكار للتعلم النشط والتقويم التكويني، والمصادر المرتبطة بالموضوع، والأنشطة التمهيدية، والتعليم المتمايز (تفريد التعليم) والمفاهيم الخاطئة وسوء الفهم. كما يتضمن أيضًا دعمًا مفصلًا لإجراء الاستقصاءات العملية وتنفيذها في «كتاب التجارب العملية والأنشطة»، بما في ذلك فقرات «مهم» لجعل الأمور تسير بشكل جيد، إضافة إلى مجموعة من عينات النتائج التي يمكن استخدامها إذا لم يتمكن الطلبة من إجراء التجربة، أو أخفقوا في جمع النتائج النموذجية.



كيف تستخدم هذا الكتاب

خلال دراستك هذا الكتاب، ستلاحظ الكثير من الميزات المختلفة التي ستساعدك في التعلم. هذه الميزات موضحة على النحو الآتي:

أهداف التعلّم

تظهر هذه الأهداف في بداية كل وحدة دراسية لتقدّم أهداف التعلم ولتساعدك على التنقل في المحتوى.

مهم

ستساعدك مربّعات النص هذه على إكمال التمارين والاستقصاءات، وستقدم لك الدعم في المجالات التي قد تجدها صعبة.

مصطلحات علمية

يتم تمييز المصطلحات الأساسية في النص عند تقديمها لأول مرة. ثم يتم تقديم تعريفات في الهامش تشرح معاني هذه المصطلحات.

الأنشطة

تفيدك التمارين في ممارسة المهارات المهمة لدراسة الأحياء.

الاستقصاءات العملية

تتوافر الاستقصاءات في جميع أقسام هذا الكتاب، وهي تساعدك على تطوير المهارات العملية التي تُعدّ ضرورية لدراسة الأحياء. كما تحتوي على مقدمة تحدد الهدف من العمل المخبري العملي، وعلى قائمة بالمواد والأدوات المطلوبة لإجراء الاستقصاء، وعلى نصائح تتعلق باحتياطات السلامة المهمة لضمان بقائك آمنًا أثناء إجرائه، مع متابعة حثيثة للعمل خطوة خطوة، إضافة إلى تخصيص مساحة لتدوين نتائجك التي حصلت عليها؛ ثم تُختتم بأسئلة التحليل والاستنتاج والتقييم التي تساعدك على تفسير نتائجك. وتحتوي الوحدات اللاحقة أيضًا على استقصاءات التخطيط التي تتيح لك ممارسة التخطيط لعملك المخبري الخاص بك، وعلى استقصاءات تحليل البيانات التي تؤمّن لك المزيد من الفرص لتعزيز تفكيرك التحليلي.

أفعال إجرائية

لقد تمّ إبراز الأفعال الإجرائية الواردة في المنهج الدراسي بلون غامق في أسئلة نهاية الوحدة، ويمكن استخدامها في الاختبارات، خصوصًا عندما يتم تقديمها للمرة الأولى. وستجد في الهامش تعريفًا لها.

أسئلة نهاية الوحدة

تقيس هذه الأسئلة مدى تحقّق الأهداف التعليمية في الوحدة، وقد يتطلب بعضها استخدام معارف علمية من وحدات سابقة.

الأمان والسلامة في مختبر الأحياء

تُعدّ المختبرات بشكل عام واحدة من أقل الأماكن في المدرسة التي يمكن أن تقع فيها الحوادث (أكثر الأماكن احتمالاً لوقوع الحوادث هو خارج المباني)، ويعود ذلك إلى اتباع المعلمين والطلبة مجموعة من القواعد في المختبرات مصمّمة للحفاظ على سلامة الجميع. من الضروري أن تتبع باستمرار جميع القواعد المكتوبة والمعروضة في المختبر أيضًا.

من المهارات التي يجب اعتمادها، تقييم المخاطر المرتبطة بالاستقصاءات في علم الأحياء؛ يجب أن تتعلم التفكير في المخاطر في كل مرة تجري فيها استقصاء. وبمجرد تحديد أي مستوى خطر، يجب عليك التفكير في كيفيّة تخفيضه. فمعظم استقصاءات علم الأحياء منخفضة المخاطر، لكن قد يتضمن بعضها مستوى متوسطًا من الخطورة.

القواعد العامة للعمل المختبري الآمن

- عليك دائمًا ارتداء النظارات الواقية عند استخدام أية سوائل.
- يفضل ارتداء معطف المختبر لوقاية الملابس من أيّ انسكاب للسوائل.
- تأكد من فهم أية مخاطر محددة ترتبط بالتجربة، كما يبيّنها معلمك (انظر الجدول ١) (انظر جدول السلامة ١).

يورد الجدول ١ قائمة ببعض مصادر المخاطر الشائعة المرتبطة باستقصاءات علم الأحياء.

مصدر الخطر	خفض احتماليّة حدوث الخطر	ملاحظات
الأواني الزجاجيّة والنصال الحادة	احتفظ بالأواني الزجاجيّة على سطح مستو– لا تحملها وتتجوّل بها من دون قصد. تعامل بحرص مع النصال الحادة، على سبيل المثال: نصل المشرط أو السكين أو الشفرة. ضع الجسم الذي تقطعه على سطح مستو، مثل لوح تقطيع أو بلاطة، ولا تمسكه بيدك. واحرص على أن يكون اتجاه القطع بعيدًا عن أصابعك، بحيث لا يجرحك النصل إذا انزلق. احرص أيضًا على ألّا تلمس الكواشف أو السوائل من العيّنات أيَّ جرح أو خدش في جلدك.	يشكل دفع الأنبوبة الزجاجيّة عبر ثقب السدادة المطاطيّة الضيق خطرًا. لذلك من الأفضل أن يقوم بهذا العمل فنّي المختبر أو معلمك، لا أنت.
السوائل الساخنة (على سبيل المثال: الماء الساخن في الحمّام المائي)	أبقِ السوائل الساخنة على المنضدة، ولا تتجوّل بها. استخدم ماسك أنابيب الاختبار عند إدخال الأنابيب إلى حمّام مائي حار أو عند إخراجها منه. لا تجلس وأنت تجري الاستقصاء، إلّا إذا كنت ترسم، لأنك إذا كنت واقفًا يكون بمقدورك التحرك بشكل أسرع لتفادي الانسكابات.	
الموادالكيميائيّة	احتفظ بجميع المواد الكيميائيّة التي تستخدمها في القوارير المكتوب عليها تسمياتها. إذا نقلت أيّة مادة كيميائيّة إلى وعاء آخر، فاكتب على الوعاء أولًا اسم المادة الكيميائيّة. ضع غطاء الوعاء مقلوبًا على المنضدة عندما ترفعه، لكي لا ينقل سطحه السفلي أية مواد كيميائيّة إلى سطح المنضدة.	يدرك معلمك نوع الخطر الذي تشكله كل مادة كيميائيّة تستخدمها، ومستواه، لذا اتّبع إرشادات السلامة التي يزودك بها.
التعامل مع كائنات حيّة أو مواد مستمدة منها	كن على علم بأي نوع من الحساسيّة قد يكون لديك (على سبيل المثال: المكسرات، أو البيض، أو الإنزيمات)، وتأكد من معرفة معلمك بها أيضًا. تأكد من قدرتك على تمييز أي نوع سام، أو يلدغ أو يعض، من النباتات أو الحيوانات التي تجمعها من مواطنها.	ارتدِ القفازات المطاطيّة عند التعامل مع عيّنات حيويّة أو مواد مستمدة منها. من المناسب ارتداء الجوارب الطويلة والأحذية الطويلة أثناء العمل في الخارج، بخاصة عند وجود نباتات طويلة. تعامل دائما مع الكائنات الحيّة التي تستخدمها في النشاط العملي أخلاقيا، وحافظ عليها.
العمل في الخارج	اعمل دائمًا برفقة زميل لك عندما يكون العمل في الخارج، فإذا واجه أي منكما مشكلة، يمكن للآخر الاتصال لطلب المساعدة.	

الجدول ١: جدول السلامة.

البحث العلمي والمهارات العملية

إن تطبيق مهارات البحث العلمي والمهارات العملية من الصفوف السابقة وتطويرها في سياقات جديدة خلال الصفَّين الحادي عشر والثاني عشر مطلب ضروري. وبالإضافة إلى تذكر المعلومات والظواهر والحقائق والقوانين والتعاريف والمفاهيم والنظريات المذكورة في المناهج الدراسية وإلى شرحها وتطبيقها، فمن المتوقع أن يكون الطلبة قادرين على حلّ المسائل في مواقف جديدة أو غير مألوفة باستخدام التفكير المنطقي.

ويُتوقع من الطلبة إظهار استيعابهم للمهارات العملية بما في ذلك القدرة على:

- تخطيط التجارب والاستقصاءات.
- جمع الملاحظات والقياسات والتقديرات وتسجيلها وتقديمها.
- تحليل البيانات الناتجة من التجارب للوصول إلى استنتاجات وتفسيرها.
- تقييم أساليب البيانات الناتجة من التجارب وجودتها واقتراح التحسينات الممكنة للتجارب.

أمثلة على المهارات العملية

في القوائم التالية أمثلة محددة على كل مهارة من المهارات العملية. وهذه الأمثلة المحددة توجّه إلى المزيد من البحث العلمي والمهارات العملية التي يتوقع من الطلبة اكتسابها كجزء من تعلمهم.

أضف إلى ذلك، يجب تطوير المهارات العملية الأربع وتوحيدها في كل وحدة دراسية. إلّا أن بعض الأمثلة المحددة في القوائم قد تكون أكثر صلة بالأنشطة العملية الموصى بها في وحدات دراسية معّينة.

تعطي هذه المهارات أمثلة عن محتوى AO3 ويمكن تقييمها في الورقة العملية.

تخطيط التجارب والاستقصاءات

- تحديد المتغيّرات المستقلة والتابعة وضبطها، ووصف كيفية قياسها وضبطها.
- وصف الإجراءات والتقنيات المستخدمة في التجارب، والتي تؤدي إلى جمع بيانات موثوقة ودقيقة.
- استخدام مخططات واضحة ومصنفة لإظهار ترتيب الجهاز عند الحاجة.
- وصف التجارب الضابطة المناسبة.

- شرح اختيار الجهاز وأداة القياس للوصول إلى دقة مناسبة.
- شرح اختيار المواد المستخدمة في إجراء التجارب
- وصف المخاطر الموجودة في التجربة وكيفية تقليلها.
- التنبؤ بالنتائج ووضع الفرضيات بناء على المعرفة والمفاهيم العامة.
- وصف كيفية استخدام البيانات للوصول إلى استنتاج، بما في ذلك الكمّيات المشتقة التي سوف تحسب بناءً على البيانات الخام لرسم تمثيل بياني مناسب أو وضع مخطط مناسب.

جمع الملاحظات والقياسات والتقديرات وتسجيلها وتقديمها

- تطبيق الطالب لفهمه معنى الضبط والدقة.
- تحديد قيم عدم اليقين في القياس في صورة قيم عدم يقين مطلق أو نسبة مئوية.
- جمع القياسات والملاحظات وتسجيلها بشكل منهجي، وتقديم البيانات باستخدام العناوين ووحدات القياس والأرقام ونطاق القياسات ودرجات الدقة المناسبة.
- استخدم الأساليب الرياضية أو الإحصائية المناسبة لمعالجة البيانات الخام وتسجيلها حتى العدد الصحيح من الأرقام المعنوية (يجب أن يكون هذا العدد هو نفسه أو أكثر بواحد من أصغر عدد من الأرقام المعنوية في البيانات المقدمة).
- رسم التمثيلات البيانية للعيّنات وتسميتها. وحساب القياسات الفعلية للأنسجة أو الخلايا أو العضيات.

تحليل البيانات الناتجة من التجارب للوصول إلى استنتاجات وتفسيرها

- معالجة البيانات وتقديمها، بما في ذلك الرسوم والمخططات والتمثيلات البيانية باستخدام الخطوط المستقيمة أو المنحنيات الأكثر ملاءمة. وتحليل التمثيلات البيانية، بما في ذلك ميل المنحنيات.
- جمع قيم عدم اليقين عند إضافة الكميّات أو طرحها وجمع النسب المئوية لعدم اليقين عند ضرب الكميات أو قسمتها.
- رسم الخط المستقيم الأفضل ملاءمة من خلال النقاط الموجودة على التمثيل البياني.
- استخدام قيم الانحراف المعياري أو الخطأ المعياري، أوالتمثيلات البيانية ذات أشرطة الخطأ المعيارية، لتحديد ما إذا كانت الاختلافات في القيم المتوسطة ذات دلالة إحصائية.

- تفسير الملاحظات والبيانات الناتجة من التجارب وتقييمها، وتحديد النتائج غير المتوقعة والتعامل معها بشكل مناسب.
- وصف الأنماط في البيانات والتمثيلات البيانية. وإجراء تنبؤات بناءً على الأنماط في البيانات.
- الوصول إلى الاستنتاجات المناسبة وتبريرها بالإشارة إلى البيانات واستخدام التفسيرات المناسبة، ومناقشة مدى دعم النتائج للفرضيات.

تقييم الأساليب واقتراح التحسينات

- تحديد الأسباب المحتملة لعدم اليقين، في البيانات أو في الاستنتاجات، واقتراح التحسينات المناسبة على الإجراءات وتقنيات إجراء التجارب.
- شرح تأثير الأخطاء المنهجية (بما في ذلك الأخطاء الصفرية) والأخطاء العشوائية على القياسات.
- وصف تعديلات على تجربة ما من شأنها تحسين دقة البيانات أو توسيع نطاق الاستقصاء.

الأحماض النووية وبناء البروتين

Nucleic acids and protein synthesis

أهداف التعلُّم

١-١ يصف تركيب النيوكليوتيدات، بما في ذلك النيوكليوتيد المفسفر ATP (الصيغة التركيبية غير مطلوبة).

١-٢ يذكر أن القاعدتَين أدنين وجوانين هما بيورينات يتكون كل منهما من حلقتَين، وأن القواعد سايتوسين وثايمين ويوراسيل هي بيريميدينات يتكون كل منها من حلقة واحدة (الصيغة التركيبية للقواعد غير مطلوبة).

١-٣ يصف تركيب جزيء DNA على أنه لولب مزدوج، متضمنًا:

- أهمية أزواج القواعد المكملة بين الشريط ′5 إلى ′3 والشريط ′3 إلى ′5 (شريطان متوازيان متعاكسا الاتجاه).
- الاختلافات في الرابطة الهيدروجينية بين أزواج القواعد C–G و A–T.
- ربط النيوكليوتيدات بواسطة روابط فوسفات ثنائية الإستر.

١-٤ يصف تركيب جزيء RNA، باستخدام RNA المرسال (mRNA) كمثال.

١-٥ يصف آلية التضاعف شبه المحافظ لجزيء DNA أثناء طور التضاعف S، من دورة الخلية، متضمنًا:

- أدوار إنزيم DNA بوليميريز وإنزيم DNA لايجيز (معرفة الإنزيمات الأخرى ذات الصلة بتضاعف DNA في الخلايا وأنواع DNA بوليميريز المختلفة ليست مطلوبة).
- الاختلافات بين الشريط المتقدم والشريط المتأخر.
- التضاعف نتيجة لقيام DNA بوليميريز بإضافة نيوكليوتيدات في الاتجاه ′5 إلى ′3 فقط.

١-٦ يصف مبدأ الشيفرة الجينية العالمية التي تشفر فيها ثلاثيات مختلفة من قواعد DNA لأحماض أمينية معيّنة أو أنها تمثل كودونات بدء وإيقاف.

١-٧ يصف كيف تُستخدم المعلومات في DNA أثناء عمليّتَي النسخ والترجمة لبناء عديدات الببتيد متضمنًا أدوار كل من:

- إنزيم RNA بوليميريز
- RNA المرسال (mRNA)
- الكودونات
- RNA الناقل (tRNA)
- الكودونات المضادة
- الرايبوسومات.

١-٨ يذكر أن شريط جزيء DNA المستخدم في عمليّة النسخ يسمّى شريط النسخ أو القالب وأن الشريط الآخر يسمّى شريط اللانسخ أو شريط اللاقالب.

١-٩ يشرح أنه في الخلايا حقيقية النواة، يتم تعديل جزيء RNA الذي ينتج عن عملية النسخ (النسخة الأولية) بإزالة التتابعات غير المشفّرة (الإنترونات) وربط التتابعات المشفّرة (الإكسونات) معًا لتكوين mRNA.

١-١٠ يذكر أن عديد الببتيد يُشفّر بواسطة الجين، وأن ذلك الجين عبارة عن تتابع من النيوكليوتيدات تكوّن جزءًا من جزيء DNA.

١-١١ يذكر أن الطفرة الجينية هي تغيّر في تتابع أزواج القواعد في جزيء DNA، والذي يمكن أن يؤدي إلى تكوين عديد ببتيد مختلف.

١-١٢ يشرح أن الطفرة الجينية تحدث نتيجة استبدال أو حذف أو إدخال نيوكليوتيدات في DNA، ويلخص كيف يؤثر كل نوع من هذه الطفرات في عديد الببتيد الناتج.

الأنشطة

نشاط ١-١ إجابة أسئلة الاختيار من متعدد عن DNA

مهم

تُعدّ بعض الأسئلة من نوع الاختيار من متعدد أكثر صعوبة من غيرها، لذا يفضل الإجابة عن الأسئلة المباشرة أولًا، ثم العودة إلى الأسئلة الأكثر صعوبة والتي تحتاج إلى مزيد من الوقت.

اضبط ساعة الإيقاف على دقيقة واحدة. اضغط على ابدأ «Start»، وأجب عن الأسئلة بتركيز حتى انتهاء الدقيقة. والتي يجب أن تمثل المدة اللازمة للإجابة عن سؤال اختيار من متعدد منخفض الصعوبة. يمكنك تخصيص زمن أطول للأسئلة عالية الصعوبة، أو تحديد متوسط الزمن اللازم للإجابة عن كل سؤال في ضوء الزمن الإجمالي المتاح.

انظر السؤال ١، ولا تستعجل الإجابة؛ لأن الهدف في هذه المرحلة هو اختيار الإجابة الصحيحة، مهما طال الزمن الذي ستستغرقه. اقرأ السؤال، ثم اتبع الخطوات الآتية لتساعدك في الوصول إلى الإجابة.

١. يبيّن الجدول ١–١ النسبة المئوية لكل نوع من القواعد في DNA خلايا كائنات حية مختلفة.

الكائن الحي	النسبة المئوية للقاعدة			
	أدنين	سايتوسين	جوانين	ثايمين
الإنسان	30.9	19.8	19.9	29.4
الجرادة	29.3	20.7	20.5	29.3
الخميرة	31.3	17.1	18.7	32.9
قنفذ البحر	32.8	17.3	17.7	32.1
القمح	27.3	22.8	22.7	27.1

الجدول ١–١: يبيّن النسبة المئوية لكل نوع من القواعد في DNA خلايا كائنات حية مختلفة.

ما الذي يمكن استنتاجه من البيانات في الجدول ١–١؟

أ. تحتوي النباتات على أدنين وثايمين أقل من الحيوانات.

ب. للاختلافات البسيطة في تتابع قواعد DNA تأثيرات كبيرة على خصائص الكائن الحي.

ج. توجد كمية DNA نفسها تقريبًا في خلايا جميع الكائنات الحية.

د. إجمالي النسبة المئوية للبيورينات هو تقريبًا إجمالي النسبة المئوية للبيريميدينات.

الخطوة ١ أولًا، انظر بعناية إلى جدول البيانات. تأكد من أنك تفهم ما يعرضه.

الخطوة ٢ الآن انظر إلى السؤال. لاحظ أن السؤال يطلب ما يمكن «استنتاجه من هذه البيانات». لذلك تحتاج إلى التفكير في ما تعرضه هذه البيانات فقط من دون التفكير في أي شيء آخر تعرفه.

الخطوة ٣ انتقل الآن إلى البدائل. ابدأ بالبديل أ. الذي يتمحور حول النباتات، اسأل نفسك أيّ محتويات الجدول هي نباتات؟ يوجد محتوى واحد فقط، لذا لا يمكننا استنتاج أي شيء حول النباتات؛ فأهمل البديل.

الخطوة ٤ انظر الآن إلى البديل ب. تلاحظ أن الجملة صحيحة، لكن هل يمكن استنتاجها من البيانات؟

الخطوة ٥ الآن البديل ج. انظر إلى عنوان الجدول. هل تدل البيانات على الكمية الفعلية من DNA في خلايا الكائنات الحية؟

الخطوة ٦ الآن انظر إلى البديل د. ستحتاج إلى أن تتذكر أي القواعد هي بيورينات وأيها بيريميدينات (تذكر أن A و G هي بيورينات، و C و T هي بيريميدينات). تفحص إجمالي النسبة المئوية في صفَّين في الجدول.

إذًا، أيّ العبارات صحيحة؟

بالنسبة إلى الأسئلة ٢-٦ الآتية، قد ترغب في رسم خط تحت أي كلمة في المعلومات أو الأسئلة التي تبدو مهمة. في الهامش اقتراحات "مهم" قد تساعدك.

٢. أي العبارات الآتية تصف تضاعف DNA؟

مهم

ما هي المصطلحات التي يتطلّب التركيز عليها في هذا السؤال؟

أ. تُنسخ المعلومات من DNA إلى mRNA.

ب. إنه تضاعف شبه محافظ.

ج. ينتج tRNA.

د. يحدث في الرايبوسوم.

مهم

حاولِ أن ترسم مخططًا بسيطًا لجزء صغير من جزيء DNA قبل التفكير في كل بديل.

٣. تمّ تحليل عيّنة DNA لتحديد النسب المئوية لمكوناته. ما النتائج المتوقعة؟

أ. نسب متساوية من الفوسفات والسكر الخماسي والأدينين والجوانين والسايتوسين والثايمين.

ب. نسب متساوية من البيورينات والبيريميدينات، ونصف العدد من السكر الخماسي والفوسفات.

ج. ضعف عدد القواعد مقارنة بالفوسفات والسكر الخماسي.

د. ضعف عدد الفوسفات والقواعد مقارنة بالسكر الخماسي.

مهم

رتّب الأحداث الأربعة بالترتيب الصحيح قبل التفكير في البدائل.

٤. توضح هذه القائمة الأحداث التي تحصل أثناء تضاعف DNA.

١. تزدوج القواعد الحرة مع القواعد البارزة على كل شريط DNA.

٢. تتكسر الروابط الهيدروجينية بين أزواج القواعد.

٣. يربط أنزيم DNA بوليميريز مجموعات السكر الخماسي والفوسفات المتجاورة معًا.

٤. تتشكل الروابط بين القواعد المكمّلة.

بأي ترتيب تجري هذه الأحداث؟

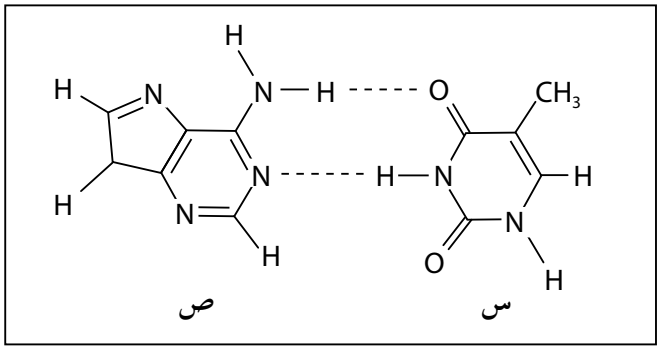
أ. 1، 4، 3، 2

ب. 2، 1، 4، 3

ج. 3، 2، 1، 4

د. 4، 1، 2، 3

٥. يبيّن الشكل ١–١ قاعدتَين: (**س**) و (**ص**) في جزيء DNA مرتبطتَين بروابط هيدروجينية.



الشكل ١–١: قاعدتان في جزيء DNA مرتبطتان بروابط هيدروجينية.

يبيّن الجدول ١-٢ الإجابات المحتملة التي تحدد اسمَي القاعدتَين المرتبطتَين معًا (**س**) و (**ص**) المبيّنتين في الشكل ١-١. ما البديل الذي يحدد اسمَي القاعدتَين الصحيحَين؟

	س	ص
أ	أدنين	ثايمين
ب	سايتوسين	جوانين
ج	جوانين	ثايمين
د	ثايمين	أدنين

الجدول ١-٢: الاسم المحتمل لكل من (**س**) و (**ص**).

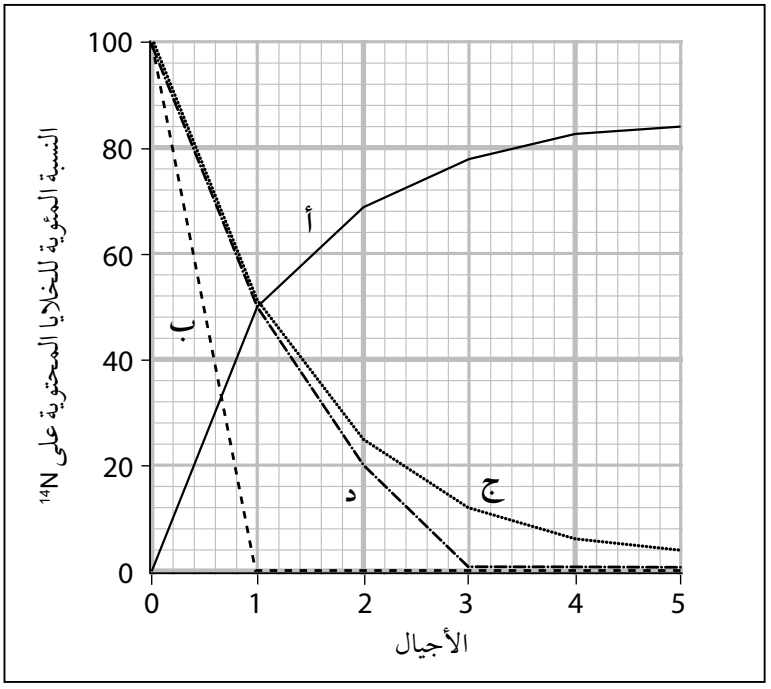
مهم

لا يُتوقع منك معرفة التركيب الجزيئي لكل من القواعد الأربع، وربما لا يمكنك الوصول إلى الإجابة من خلال ذلك. ولكن يجب عليك معرفة أن تركيب البيورينات ثنائي الحلقة، لذا يمكنك معرفة أي من القاعدتين هو البيورين، ومعرفة أن الأدينين والجوانين هما بيورينات. وأخيرًا ، يجب معرفة القواعد التي ترتبط معًا.

٦. يوجد نظيران مختلفان للنيتروجين هما ^{15}N، ^{14}N. جرى تنمية خلايا بكتيريا لعدة أجيال في وسط يحتوي ^{14}N، ثم نقلت إلى وسط يحتوي على ^{15}N فقط.
أي منحنى في الشكل ١-٢ يبيّن النسبة المئوية لأشرطة DNA البكتيريا التي تحتوي على ^{14}N في الأجيال الخمسة التالية؟

مهم

نفذ رسمًا تخطيطيًّا لجزيء DNA الأصلي – شريطان يحتوي كل منهما على ^{14}N. ثم ارسم الجزيئين اللذين سيتم إنتاجهما عندما يتضاعف هذا الـ DNA في الوسط الذي يحتوي على ^{15}N – تذكر أن الـ DNA يتضاعف بشكل شبه محافظ. ثم ارسم جزيئات الـ DNA الأربعة التي سيتم إنتاجها عندما يتضاعف كل من هذين الجزيئين الاثنين في الوسط الذي يحتوي ^{15}N. سيساعدك ذلك في تحديد المنحنى الصحيح.



الشكل ١-٢: **تمثيل** بياني يبيّن محتوى البكتيريا من ^{14}N في عدة أجيال.

نشاط ١-٢ كتابة إجابات جيدة للأسئلة

اقرأ سؤال العيّنة ١، حول الهيموجلوبين الطبيعي وهيموجلوبين فقر الدم المنجلي sickle cell anaemia، ثم اقرأ الأمثلة الثلاثة (س، ص، ع) للإجابات. راجع ما قرأت، ثم أجب عن الأسئلة.

١. تتابع DNA الذي يشفر للأحماض الأمينية السبعة الأولى في جين الهيموجلوبين الطبيعي وجين هيموجلوبين فقر الدم المنجلي هي الآتية:

DNA الهيموجلوبين الطبيعي: CAC GTG GAC TGA GGA CTC CTC

DNA هيموجلوبين فقر الدم المنجلي: CAC GTG GAC TGA GGA CAC CTC

يبيّن الجدول ١–٣ بعض ثلاثيات DNA التي تشفّر لستة أحماض أمينية. استخدم المعلومات في الجدول لتصف أوجه الشبه والاختلاف بين تركيب جزيء الهيموجلوبين الطبيعي وجزيء هيموجلوبين فقر الدم المنجلي.

ثلاثية DNA	الحمض الأميني
CTC ،CTT	حمض الجلوتاميك
GTA ،GTG	هستيدين
AAC ،GAC	ليوسين
GGA ،GGC	برولين
TGA ،TGG	ثريونين
CAA ،CAC	فالين

الجدول ١–٣: ثلاثيات DNA.

مثال على الإجابة س

لكلا نوعَي الهيموجلوبين الشيفرة الثلاثية نفسها لأول خمسة أحماض أمينية والحمض الأميني السابع. ومع ذلك، تختلف في شيفرة الحمض الأميني السادس: CTC – CAC، وذلك نتيجة طفرة الاستبدال. وهذا يبيّن أنه في حالة بقاء الجزيئات نفسها، فإن تتابع القواعد يمكن أن يختلف.

مثال على الإجابة ص

يحتوي هيموجلوبين فقر الدم المنجلي على CAC بدل CTC، لذا يحتوي على الفالين بدل حمض الجلوتاميك، الأمر الذي يسبّب اختلافًا في شكل جزيئات الهيموجلوبين. وبالتالي، تلتصق جزيئات الهيموجلوبين بعضها ببعض لدى الشخص الذي يعاني نقص الأكسجين، الأمر الذي يكسب خلايا الدم الحمراء الشكل المنجلي. وهي حالة مؤلمة جدًّا، وتعني أن الشخص يعاني مرض فقر الدم المنجلي.

مثال على الإجابة ع

يحتوي كلا نوعي الهيموجلوبين على تتابع من خمسة أحماض أمينية متطابقة هي: فالين، هستيدين، فالين، ثريونين، برولين. ويختلف الحمض الأميني السادس، لأنه حمض الجلوتاميك في الهيموجلوبين الطبيعي والفالين في هيموجلوبين فقر الدم المنجلي. سيؤثر هذا التغير في التركيب الأولي في الطريقة التي ينطوي بها الجزيء، وسيؤثر بالتالي في تركيبه الثالثي.

أ. المثال على الإجابة (س) لا يجيب عن السؤال المطروح. اشرح الخطأ الحاصل.

.....

.....

ب. المثال على الإجابة (ص) يعطي معلومات صحيحة، لكنها ليست هي المطلوبة في السؤال. فما هذه المعلومات؟

.....

.....

ج. أفضل إجابة هي المثال على الإجابة (ع). لكنها تتضمن خطأ واحدًا. صحّح هذا الخطأ.

.....

.....

نشاط ١-٣ تكوين روابط عبر المواضيع المختلفة

غالبًا ما تدفعك الأسئلة إلى التفكير في عدة مواضيع مختلفة من المنهج، والانتقال من موضوع إلى آخر. في هذا النشاط ستفكر في تركيب البروتين، ودورة الخلية، ودور DNA في بناء البروتين.

١. بالإشارة إلى تركيب الهيموجلوبين، اشرح المقصود بكل من المصطلحات الآتية:

أ. البروتين الكروي.

.....

.....

ب. التركيب الرابعي.

.....

.....

٢. يوجد جين عديد الببتيد ألفا (α) للهيموجلوبين على الكروموسوم 16، وجين عديد الببتيد بيتا (β) على الكروموسوم 11.

ما عدد نسخ جين عديد الببتيد ألفا (α) الموجودة في الخلية في الأطوار الآتية من دورة الخلية:

أ. بداية الطور البيني؟

.....

.....

ب. الطور التمهيدي؟

.....

.....

٣. يوجد جين عديد الببتيد بيتا (β) بأشكال مختلفة (أليلات)، مع اختلافات طفيفة في تتابع القواعد، الأمر الذي يؤدي إلى تتابعات أحماض أمينية مختلفة في عديد الببتيد بيتا (β) الناتج. أحد هذه الأليلات هو Hb^S، الذي يختلف عن الأليل الطبيعي Hb^A بقاعدة واحدة فقط، لكن البروتين الناتج منه يعمل بشكل مختلف جدًّا بحيث يسبب مرضًا وراثيًّا هو فقر الدم المنجلي. ويمكن أن يكون هذا المرض مميتًا إذا لم يتوافر العلاج الطبي.

لخّص كيف يؤدي الاختلاف في قاعدة واحدة في DNA إلى إنتاج بروتين يعمل بصورة مختلفة كليًا عن البروتين الطبيعي.

.....

.....

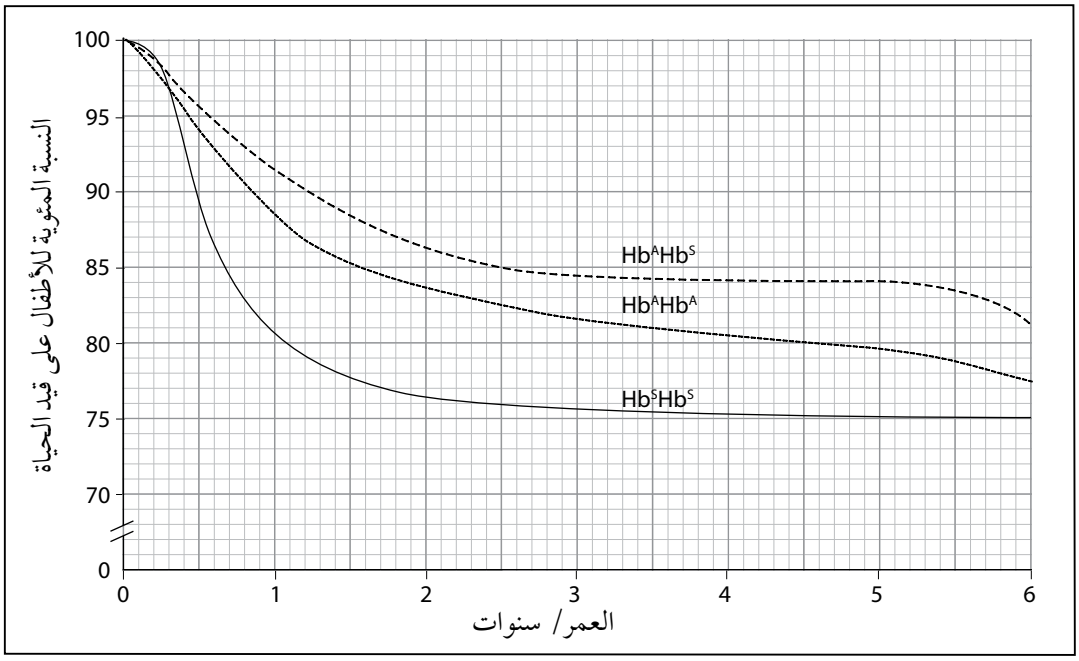
.....

.....

٤. الأليل Hb^S شائع بشكل خاص لدى جماعات السكان الذين يعيشون في مناطق ينتشر فيها مرض الملاريا.

لقد أُجري استقصاء في منطقة ريفية في كينيا، حيث ينتشر مرض الملاريا، لمعرفة ما إذا كان الأطفال الذين لديهم نسخة واحدة من هذا الأليل ونسخة واحدة من الأليل الطبيعي ($Hb^A\ Hb^S$) يملكون فرصة أفضل للبقاء على قيد الحياة من أولئك الذين لديهم نسختان من الأليل الطبيعي ($Hb^A\ Hb^A$) أو نسختان من أليل فقر الدم المنجلي ($Hb^S\ Hb^S$).

يبيّن الشكل ١-٣ النتائج.



الشكل ١-٣: منحنيات البقاء على قيد الحياة للأطفال ذوي الطرز الجينية المختلفة لجين عديد الببتيد بيتا (β) للهيموجلوبين.

مهم

فكّر في الأفعال الإجرائية الثلاثة الواردة في الأجزاء الثلاثة من السؤال ٤: صف – قارن – اقترح. تأكد من أنك تحاول الإجابة عنها بشكل مناسب.

أ. صف نمط البقاء على قيد الحياة للأطفال الذين يحملون نسختَين من الأليل الطبيعي Hb^A Hb^A.

.....

.....

ب. قارن نمط البقاء على قيد الحياة للأطفال الذين يحملون نسختَين من أليل فقر الدم المنجلي Hb^S Hb^S مع الأطفال الذين لديهم نسختان من الأليل الطبيعي Hb^A Hb^A.

.....

.....

ج. تدعم هذه النتائج الفرضية بأن وجود نسخة واحدة من أليل فقر الدم المنجلي يزيد من فرص البقاء على قيد الحياة في المناطق التي ينتشر فيها مرض الملاريا. اقترح مزيدًا من الاستقصاءات التي يمكن إجراؤها، أو مزيدًا من المعلومات التي يمكن الحصول عليها، لدعم الأدلة على هذه الفرضية.

.....

.....

الاستقصاءات العملية

استقصاء عملي ١-١: استخلاص DNA البصل (إثرائي)

أهداف الاستقصاء العملي

- جمع الملاحظات والقياسات والتقديرات وتسجيلها وتقديمها.

تستخدم عملية استخلاص DNA من المواد البيولوجية في العديد من المجالات المختلفة. ويمكن مضاعفته بكميات كبيرة بعد استخلاصه باستخدام تفاعل البوليميريز المتسلسل Polymerase chain reaction-PCR، وتحليله باستخدام الفصل الكهربائي Electrophoresis، وترتيب تتابع قواعده لإنتاج خصائص يمكن تحديدها والتعرف عليها. كما يمكن استخدام DNA في علم الطب الشرعي للمساعدة في التحقيقات الجنائية، وفي الاختبارات الطبية للحالات الوراثية، وفي علمَي الأحافير والآثار عند دراسة البقايا البيولوجية، وفي الهندسة الوراثية لإنتاج اللقاحات والهرمونات (انظر الوحدة الثالثة).

ستقوم في هذا الاستقصاء باستخلاص DNA من خلايا البصل، وذلك بتكسير جدران الخلايا وأغشية أسطح الخلايا وغلاف النواة لخلايا البصل، وتمسّخ الهستونات (بروتينات) المرتبطة بـ DNA. وأخيرًا ستستخدم الإيثانول كمذيب لترسيب DNA.

ستحتاج إلى

الموادّ والأدوات:

- سائل الغسيل 5 mL تقريبًا
- ملح طعام 3 g تقريبًا
- ماء صنبور 90 mL
- كأس زجاجية 250 mL عدد 2
- ملعقة
- بصل مقطع إلى مكعبات صغيرة
- ساعة إيقاف
- ورق ترشيح أو قطع شاش أو قطعة قماش
- قمع
- أنبوبة اختبار كبيرة
- قطارة ماصة عدد 2
- 2-3 قطرات من إنزيم بروتييز
- إيثانول بارد جدًّا من الثلاجة 10 mL
- ساق زجاج أو عيدان خشبية للتقليب
- حمّام مائي على درجة حرارة 60 °C
- حمّام مائي مثلج
- خلّاط كهربائي
- حامل أنابيب اختبار

⚠ احتياطات الأمان والسلامة

- تأكّد من قراءة النصائح الواردة في قسم السلامة في بداية هذا الكتاب، واستمع لنصائح معلّمك قبل تنفيذ هذا الاستقصاء.
- إنزيم البروتييز، مثل جميع الإنزيمات، مادة مهيّجة. إذا لامس جلدك فاغسله فورًا بكثير من الماء البارد.
- الإيثانول شديد القابلية للاشتعال، فاحرص على تنفيذ إجراء الاستقصاء بعيدًا عن اللهب المكشوف.

الطريقة

تتضمن الخطوات الأولى من استخلاص DNA تحلل خلايا البصل لفصل DNA.

١. أذب الملح في 90 mL ماء في كأس زجاجية، ثم أضف سائل الغسيل، واخلط بلطف لتجنّب تكوّن الرغوة.

٢. أضف مكعبات البصل إلى المحلول. ضع الكأس الزجاجية في الحمّام المائي على درجة حرارة 60 °C لفترة زمنية بين (12-15 min). لا تترك المزيج لمدة أطول لئلّا يبدأ DNA بالتفكك.

٣. أخرج الكأس بحذر من الحمّام المائي الساخن، وضعه في الحمّام المائي المثلج لمدة 5 دقائق، مع التحريك المستمر. سيبطئ هذا العمل أية تفاعلات، ويمنع تفكك DNA.

٤. ضع مزيج البصل في الخلاط، واخلط لمدة 5 دقائق.

٥. قم بترشيح المزيج باستخدام الكأس الزجاجية الثانية 250 mL وورق الترشيح (أو الشاش أو القماش).

كوّن جهاز الترشيح بحيث تضع القمع في الكأس الزجاجية، واثنِ ورقة الترشيح (أربع طيات، على شكل قمع) ثم ضعها في القمع. اسكب بحرص مزيج البصل في ورقة الترشيح أو الشاش أو قطعة قماش من دون تحريك لمنع تشكّل الرغوة أعلى المزيج فيلوّثه.

قد تستغرق هذه الخطوة بعض الوقت. يمكنك وضع الجهاز في الثلاجة طوال الليل، ثم إخراجه في اليوم التالي مع تحريك السائل الراشح بلطف أثناء إخراجه من الثلاجة.

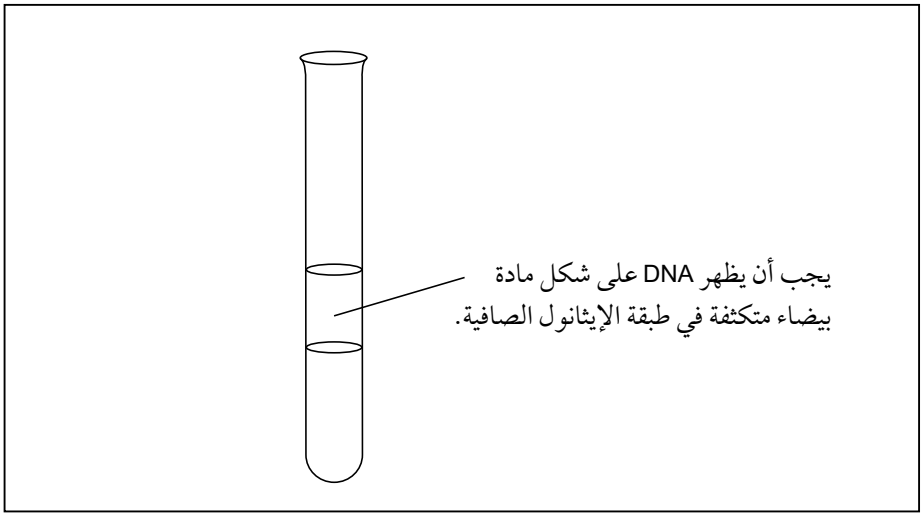
سيبقى في مكونات السائل الراشح بعض البروتينات، مثل الهستونات، مرتبطة بالحمض النووي DNA، والتي يمكنك إزالتها في الخطوة التالية.

٦. انقل بحرص 10 mL تقريبًا من راشح البصل (المستخلص) إلى أنبوبة اختبار كبيرة، وأضف 3 – 2 قطرات من إنزيم البروتييز، واخلط جيدًا بتحريك الأنبوبة بشكل دائري أو رجّها بلطف.

تمثل الخطوات الآتية طريقة فصل DNA من مستخلص البصل.

٧. أمسك الأنبوبة التي تحوي مستخلص البصل بوضع مائل، ثم أضف إليها بواسطة القطارة 10 mL من الإيثانول البارد جدًا بلطف وبشكل تدريجي.

٨. ضع الأنبوبة على حامل أنابيب الاختبار من دون تحريك لعدة دقائق، وراقب التفاعل بعناية. وبما أن الأحماض النووية غير قابلة للذوبان في الإيثانول البارد، فسيترسب DNA الموجود في مستخلص البصل خارجًا، في حين تبقى المكوّنات المتبقية من المزيج في المحلول. يمكنك رؤية DNA على شكل مادة بيضاء في طبقة الإيثانول الصافية (الشكل ١–١).



الشكل ١–١: الخطوة ٨ من الاستقصاء ١–١.

٩. أخرج DNA باستخدام ساق زجاجية أو عود خشبي، ولاحظ كيف تلتف المادة البيضاء حولها.

النتائج

سجّل ملاحظاتك عن DNA خلايا البصل هنا. يمكن أن تتضمن الملاحظات رسومًا تخطيطية وأوصافًا.

التحليل والاستنتاج والتقويم

١. اشرح كيف يساعد سائل الغسيل في فصل DNA من الخلايا.

.....

.....

.....

٢. اشرح سبب تسخين المزيج إلى درجة 60 °C.

.....

.....

.....

٣. يتأيّن كلوريد الصوديوم في المحلول إلى أيونات الصوديوم Na^+ وCl^-. كيف تستجيب مجموعات الفوسفات سالبة الشحنة في DNA إلى هذه الأيونات؟

.....

.....

.....

٤. ما دور إنزيم البروتييز في هذه التجربة؟

.....

.....

.....

٥. هل استخلاص DNA من بكتيريوم بالطريقة نفسها أصعب أم أسهل؟ اشرح إجابتك.

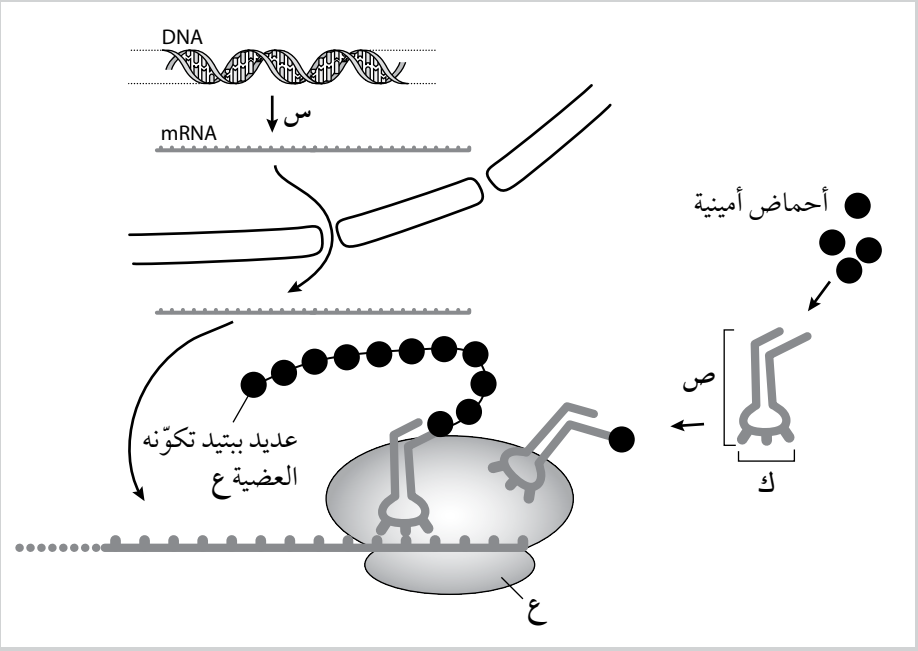
.....

.....

.....

أسئلة نهاية الوحدة

١. يحفز إنزيم التايروسينيز Tyrosinase تفاعلات تكوين الميلانين، وهي الصبغة البنية في الجلد التي توفر الحماية من تأثير الضرر الذي يسببه ضوء الشمس. يبيّن الشكل أدناه كيف يتم تكوين إنزيم التايروسينيز في خلايا الإنسان.



أ. ١- سمّ العملية **س**.

٢- سمّ الجزيء **ص**.

٣- سمّ العضية ع.

٤- **لخّص** أهمية التركيب **ك** في بناء إنزيم التايروسينيز.

ب. تحدث طفرة في بعض الأشخاص نتيجة تغير في تتابع قواعد جين تايروسينيز *TYR*. يتم في هذه الطفرة حذف النيوكليوتيد الذي يتضمن القاعدة سايتوسين من جزيء DNA الذي يتكوّن منه هذا الجين.

اشرح سبب عدم قدرة الشخص المصاب بهذه الطفرة على تكوين الميلانين.

مهم

تُعدّ مقدمة السؤال حافزًا على التفكير في الإنزيمات. لكن الإجابات المطلوبة هي حول بناء البروتين والطفرات. الجزء ب فقط يطلب معلومات حول الإنزيمات، وهو جزء ثانوي من السؤال.

أفعال إجرائية

لخّص Outline: ضع الخطوط العريضة أو النقاط الرئيسية.

اشرح Explain: اعرض الأهداف أو الأسباب / اجعل العلاقات بين الأشياء واضحة / توقّع لماذا و/ أو كيف وادعم إجابتك بأدلّة ذات صلة.

تابع

مهم

إليك سؤالًا آخر يشمل عدة مواضيع من المنهج. قد تتذكر شيئًا عن الإنسولين من دراستك السابقة، لكن لا تقلق إذا نسيت معلومة ما، لأن السؤال يوفر جميع المعلومات المطلوبة.

٢. الإنسولين هو بروتين تكوّنه خلايا بيتا–β في البنكرياس، وهو هرمون يحفز حدوث تفاعلات في خلايا الكبد ليقلل من تركيز جلوكوز الدم. يسبب نقص الإنسولين الفعّال وظيفيًّا الإصابة بمرض السكري.

فيما يأتي تتابع قاعدي لقطعة mRNA تشفر لتكوين الإنسولين المستخلص من خلايا بيتا–β:

GGUAUCGUGCAAUGUUGCACUUCCAUU

أ. ١– اكتب ثلاثيات القواعد التسع في DNA والتي نُسخ منها هذا الـ mRNA.

٢– اكتب الكودونات المضادة Anticodons لـ tRNA التي تكوّن روابط مؤقتة مع mRNA في الرايبوسوم أثناء الترجمة.

ب. لا يدخل الإنسولين خلايا الكبد، لكنه يؤثر عن طريق الارتباط بمستقبل على غشاء خلايا الكبد، فيسبب ارتباط مجموعات الفوسفات مع بروتينات معيّنة في الخلايا، والتي بدورها تؤدي إلى سلسلة من الأحداث التي تزيد من عدد البروتينات الناقلة للجلوكوز في غشاء الخلية.

١– بالإشارة إلى تركيب غشاء سطح الخلية، **اقترح** سبب عدم استطاعة جزيئات الإنسولين دخول خلايا الكبد.

٢– **اذكر** نوع الجزيء في غشاء سطح الخلية الذي يمكن أن يعمل كمستقبل للإنسولين.

٣– اشرح كيف تؤدي الزيادة في عدد البروتينات الناقلة للجلوكوز في غشاء خلايا الكبد إلى انخفاض تركيز الجلوكوز في الدم.

أفعال إجرائية

اقترح Suggest: طبّق المعرفة والفهم على المواقف التي تتضمّن مجموعة من الإجابات الصحيحة من أجل تقديم المقترحات.

اذكر State: عبّر بكلمات واضحة.

تابع

ج. تحدث عند بعض الأشخاص طفرة في ثلاثية واحدة من جين الإنسولين تسبب استبدال الفالين في البروتين بالليوسين. لا يستطيع هذا الإنسولين الارتباط بمستقبلاته.

١- اشرح المقصود بمصطلح الطفرة Mutation.

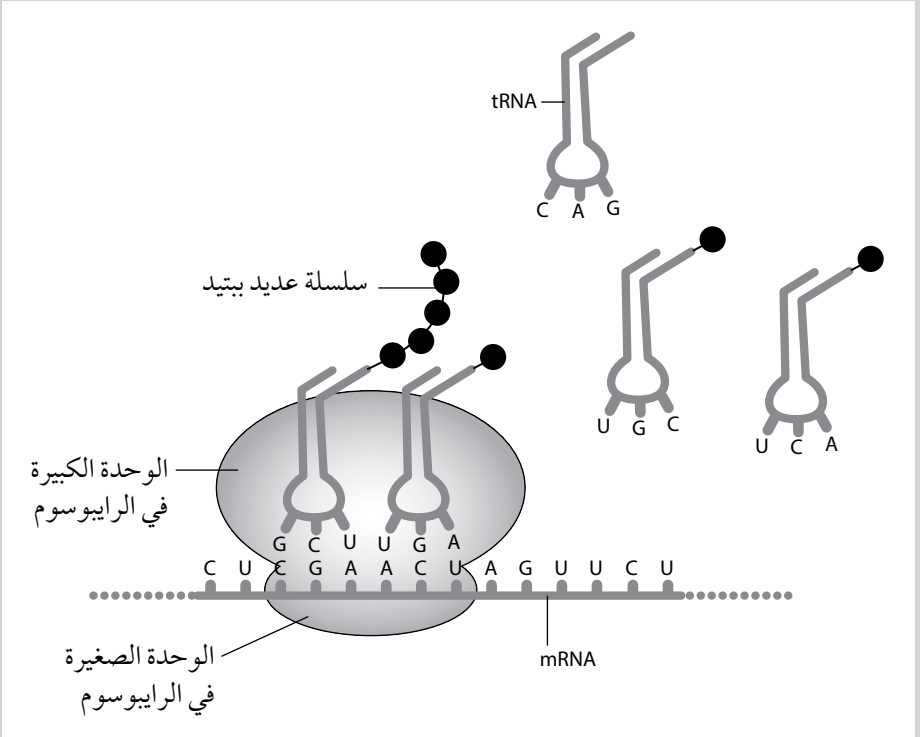
٢- اشرح كيف يمكن أن تسبب هذه الطفرة إنتاج إنسولين غير قادر على الارتباط بمستقبلاته.

٣- اقترح سبب أن الأشخاص الذين لديهم هذه الطفرة فقط على كروموسوم واحد، لا يظهرون عادة أي أعراض للسكري.

٣. أ. ١- اذكر كيف يختلف تركيب الرايبوسومات بين الخلايا بدائية النواة والخلايا حقيقية النواة.

٢- اذكر كيف يختلف توزيع الرايبوسومات بين الخلايا بدائية النواة والخلايا حقيقية النواة.

ب. يبيّن الشكل أدناه رايبوسوم، يحدث فيه بناء البروتين.



لخّص أدوار الرايبوسوم في بناء البروتين.

مهم

يتكوّن هذا السؤال من قسمَين قد يصعب التعامل معهما. تشمل الأخطاء الشائعة محتوى يتجاوز ما يتضمنه السؤال، أو يكرر المعلومة نفسها أكثر من مرة بدلًا من الانتقال إلى فكرة جديدة في الإجابة. تأكّد من تضمين إجابتك أربعًا أو خمس نقاط قوية على الأقل مرتبطة بالسؤال.

تابع

ج. فقر الدم المنجلي اختلال وراثي ناتج من طفرة جينية، يؤثر على خلايا الدم الحمراء. جزيء الهيموجلوبين هو الصبغة الحمراء في خلايا الدم الحمراء، وهو يحمل الأكسجين في جميع أنحاء الجسم. يتكوّن جزيء الهيموجلوبين من أربع سلاسل عديد ببتيد، تحتوي كل سلسلة على مجموعة هيم واحدة تتضمن الحديد في مركزها. تُسمّى سلسلتان من عديد الببتيد سلسلتَي α (ألفا)، وتُسمّى السلسلتان الأخريان سلسلتَي β (بيتا).

لدى المصابين بفقر الدم المنجلي طفرة في DNA الذي يشفر لسلسلة عديد الببتيد بيتا-β، تؤدي إلى تكوين تتابع قاعدي يحتوي على CAT بدلًا من CTT. كما أن الهيموجلوبين في الأفراد المصابين بفقر الدم المنجلي له شكل مختلف عن شكل الهيموجلوبين في الأصحاء، وينقل كميّات أكسجين أقل مما ينقله الهيموجلوبين الطبيعي.

١- ما نوع الطفرة التي أدت إلى فقر الدم المنجلي؟

٢- اشرح تأثيرات هذا النوع من الطفرات الجينية على عديد الببتيد.

يبيّن الجدول أدناه بعض كودونات mRNA لأحماض أمينية مختلفة.

كودون mRNA	الحمض الأميني
AAA	لايسين
AAU	أسباراجين
AUU	آيزوليوسين
CAA	جلوتامين
CAU	هيستدين
CUU	ليوسين
GAA	حمض الجلوتاميك
GAU	حمض الأسبارتيك
GUA	فالين

٣- لماذا تسبب طفرة فقر الدم المنجلي حدوث تغير في سلسلة عديد الببتيد-β الناتجة؟ استخدم المعلومات في الجدول لشرح إجابتك.

٤- اشرح كيف يمكن أن تحدث طفرة انزياح الإطار، وما تأثيرها على الناتج؟

الوراثة

Inheritance

أهداف التعلُّم

٢-١ يشرح معنى المصطلحات: الجين، أحادي المجموعة الكروموسوميّة (n)، ثنائي المجموعة الكروموسوميّة ($2n$).

٢-٢ يشرح المقصود بـ أزواج الكرموسومات المتماثلة.

٢-٣ يشرح ضرورة الانقسام المنصف خلال الانقسام الاختزالي لتكوين الأمشاج.

٢-٤ يصف سلوك الكروموسومات في الخلايا النباتية والخلايا الحيوانية أثناء الانقسام الاختزالي، بالإشارة إلى سلوك الغلاف النووي وغشاء سطح الخلية وخيوط المغزل (أسماء الأطوار الرئيسيّة للانقسام الاختزالي، مطلوبة: الطور التمهيدي الأول، الطور الاستوائي الأول، الطور الانفصالي الأول، الطور النهائي الأول، الطور التمهيدي الثاني، الطور الاستوائي الثاني، الطور الانفصالي الثاني، الطور النهائي الثاني).

٢-٥ يفسّر الصور المجهريّة الضوئيّة والرسوم التخطيطيّة للخلايا في مراحل الانقسام الاختزالي المختلفة، ويحدّد الأطوار الرئيسيّة للانقسام الاختزالي.

٢-٦ يشرح أن عمليّة العبور والاصطفاف العشوائي (التوزيع الحر) لأزواج الكروموسومات المتماثلة والكروماتيدات غير الشقيقة أثناء الانقسام الاختزالي تؤدي إلى تكوين أمشاج مختلفة جينيًّا، مع الإشارة إلى الأليلات والارتباط والموقع الكروموسومي.

٢-٧ يشرح أن الاندماج العشوائي للأمشاج عند الإخصاب يؤدي إلى تكوين أفراد مختلفين جينيًّا.

٢-٨ يشرح معنى المصطلحات: سائد، مُتنحٍّ، سيادة مشتركة، طراز مظهري، طراز جيني، متماثل الأليلات، وغير متماثل الأليلات.

٢-٩ يشرح معنى التلقيح الاختباري، الجيل الأول F1، الجيل الثاني F2، والارتباط بالجنس.

٢-١٠ يفسّر ويكوّن مخططات جينيّة بما في ذلك مربعات بانيت، ليشرح ويتنبأ بنتائج تزاوجات أحادية الهجين وتزاوجات ثنائية الهجين تتضمن السيادة التامة والسيادة المشتركة، والأليلات المتعددة والمرتبطة بالجنس.

٢-١١ يفسّر ويكوّن مخططات جينيّة بما في ذلك مربعات بانيت، ليشرح ويتنبأ بنتائج تزاوجات ثنائية الهجين تتضمن المرتبطة بالكروموسوم الجسدي والتفوق الجيني (معرفة النسب المتوقعة من أنواع الجينات المتفوقة ليست مطلوبة).

٢-١٢ يفسّر ويكوّن مخططات جينيّة بما في ذلك مربعات بانيت، ليشرح ويتنبأ بنتائج تزاوجات اختباريّة.

٢-١٣ يشرح الصلة بين الجينات والبروتينات والطراز المظهري مع الإشارة إلى:

- الجين *TYR*، وإنزيم تايروسينيز والمهق.
- الجين *HBB*، والهيموجلوبين وفقر الدم المنجلي.
- الجين *F8*، والعامل الثامن (VIII)، والهيموفيليا.
- الجين *HTT*، وبروتين هنتنغتن ومرض هنتنغتون.

٢-١٤ يصف الاختلافات بين الجينات التركيبيّة والجينات المنظمة والاختلافات بين الإنزيمات القابلة للتثبيط والإنزيمات القابلة للتحفيز.

٢-١٥ يصف تنظيم التحكّم الجيني في إنتاج البروتين في الخلايا بدائية النواة باستخدام أوبرون *lac* (معرفة دور أحادي فوسفات الأدنين الحلقي cAMP ليست مطلوبة).

٢-١٦ يذكر أن عوامل النسخ هي بروتينات ترتبط بـ DNA وتشارك في التحكّم بالتعبير الجيني في الخلايا حقيقية النواة عن طريق تقليل أو زيادة معدل النسخ.

الأنشطة

نشاط ٢-١ وصف الانقسام الاختزالي

يختبر هذا النشاط معرفتك وفهمك لتسلسل الأحداث في الانقسام الاختزالي، ومقارنتها مع الانقسام المتساوي. ستحتاج إلى التفكير مليًّا في بعض العبارات الواردة في الجزء الرابع من السؤال.

١. يتضمن العمود الثاني من الجدول ٢-١ أطوار الانقسام الاختزالي المختلفة. وتصف العبارات الواردة في العمود الثالث بعض الأحداث في أطوار مختلفة من الانقسام الاختزالي.

اكتب الأرقام من ١ إلى ٨ في العمود الأول، لتبيّن تسلسل الأطوار.

التسلسل	اسم الطور	أحداث الطور
	الانفصالي الأول	تنقسم السنترومیرات وتسحب خيوط المغزل الكروماتيدات إلى قطبَي الخلية
	الاستوائي الثاني	تصل الكروماتيدات إلى قطبَي الخلية ويتكوّن حولها الغلاف النووي
	التمهيدي الأول	تصطف أزواج الكروموسومات المتماثلة على خط استواء الخلية
	النهائي الأول	تصطف الكروموسومات المفردة، والتي يتكوّن كل منها من زوج من الكروماتيدات المرتبطة معًا بواسطة السنترومير، على خط استواء الخلية
	التمهيدي الثاني	تنفصل الكروموسومات المتماثلة وتسحب إلى قطبَي الخلية بواسطة خيوط المغزل
	النهائي الثاني	تكوّن الكروموسومات مجموعات على كلا جانبَي الخلية ويمكن أن يتكوّن الغلاف النووي
	الاستوائي الأول	تتكثف الكروموسومات وتصبح مرئية، وتزدوج الكروموسومات المتماثلة لتكوّن الثنائيات المتكافئة
	الانفصالي الثاني	يتفكك الغلاف النووي، وتصبح الكروموسومات المفردة مرئية

الجدول ٢-١: أطوار الانقسام الاختزالي المختلفة.

٢. ارسم خطًّا يربط بين اسم كل طور ووصف الأحداث التي تحدث أثناءه.

٣. أضف علامة النجمة (*) في عمود «اسم الطور» إلى الأطوار التي يحدث فيها عبور.

٤. ضع علامة (✔) عند العبارة الصحيحة لأي من نوعي الانقسام، وعلامة (✘) عند العبارة غير الصحيحة.

العبارة	الانقسام المتساوي	الانقسام الاختزالي
يمكن أن تنتج خلايا أحادية المجموعة الكروموسومية من خلايا أحادية المجموعة الكروموسومية		
يمكن أن تنتج خلايا أحادية المجموعة الكروموسومية من خلايا ثنائية المجموعة الكروموسومية		
يمكن أن تنتج خلايا ثنائية المجموعة الكروموسومية من خلايا ثنائية المجموعة الكروموسومية		
يمكن أن يحدث فقط في خلية تحتوي على عدد زوجي من الكروموسومات		
تنتج خلايا جديدة متطابقة جينيًا		
يتضمّن توزيعًا حرًا للكروموسومات		
يتضمّن عبورًا بين كروماتيدات الكروموسومات المتماثلة		
يحدث أثناء تكوين الأمشاج		
يحدث في الأمشاج		
يحدث في الزيجوت		

الجدول ٢-٢: مقارنة بين الانقسام المتساوي والانقسام الاختزالي.

نشاط ٢-٢ مصطلحات في علم الوراثة

يحتوي علم الوراثة على عدد كبير جدًا من المصطلحات المتخصصة، التي يجب أن تعرفها وأن تكون قادرًا على استخدامها وتهجئتها بشكل صحيح.

يتطلب اكتمال كل جملة أدناه واحدًا أو أكثر من المصطلحات الوراثية. اختر المصطلحات من القائمة أدناه، ثم اكتب الجملة كاملة، مبرزًا المصطلح أو المصطلحات التي اخترتها. قد تحتاج إلى استخدام بعض المصطلحات أكثر من مرة واحدة. وفي بعض الحالات تحتاج إلى استخدام المصطلح بصيغة الجمع.

أليل ارتباط بالكروموسوم الجسدي سيادة مشتركة سائد التفوق الجيني
F1 F2 جين طراز جيني غير متماثل الأليلات متماثل الأليلات
الموقع الكروموسومي تعدد الأليلات الطراز المظهري مُتنحّ
ارتباط بالجنس تزاوج اختباري Y X

١. الكروموسوم جزء من DNA يحتوي على عدد كبير من ..... يشفر كل منها لبروتين معيّن، ويسمّى موضع كل منها على الكروموسوم ..... .

٢. تحتوي الكروموسومات المتماثلة على العدد نفسه من الجينات في ..... نفسه، ومع ذلك ربما لا تكون ..... الجين هي نفسها.

٣. توجد بعض الجينات على جزء من الكروموسوم ..... ليس له امتداد مطابق على الكروموسوم ..... ومن المرجح أن تظهر الأليلات المُتنحية لهذه الجينات في الطراز المظهري للكائنات الحية الذكور وليس الإناث، لوجود نسخة واحدة فقط من الأليل، وتسمّى هذه ....

٤. توجد نسختان من كل ..... في الخلية ثنائية المجموعة الكروموسومية، في حين توجد نسخة واحدة في الخلية أحادية المجموعة الكروموسومية.

٥. يستخدم المصطلح ..... ليصف صفات الكائن الحي، والتي تحدد جزئيًّا من خلال ..... .

٦. الأليل ..... هو الذي يؤثر فقط على الطراز المظهري إذا كان الأليل ..... للجين نفسه غير موجود.

٧. عندما يكون الأبوان معًا ..... لأليلَين مختلفَين يعرف النسل الناتج باسم الجيل ..... وسيكون طرازهما الجيني ..... وعند تزاوج أفراد هذا الجيل ينتج الجيل ..... .

٨. يستخدم المصطلح ..... ليصف ..... اثنَين يؤثر كلاهما على الطراز المظهري عندما يوجدان معًا في كائن حي ..... .

٩. لبعض الجينات ثلاثة أشكال مختلفة أو أكثر، تعرف باسم ..... .

١٠. عندما يوجد جينان متجاوران على الكروموسوم نفسه، غير الكروموسوم الجنسي، فإنهما يميلان إلى أن يورثا معًا، بما يسمّى ..... .

١١. لا يمكن تحديد الطراز الجيني للكائن الحي إذا كان الطراز المظهري ناتجًا من ..... سائد. يمكن استخدام ..... لتحديد طرازه الجيني.

١٢. يمكن أن يؤثر جينان في موقعَين كروموسومَين مختلفَين على صفات الطراز المظهري نفسها. على سبيل المثال، قد يشفر أحد الجينات لإنزيم يعمل كمادة متفاعلة لإنزيم يشفره جين آخر، بما يسمّى ..... .

نشاط ٢-٣ إجابات أسئلة تتضمن تزاوجات ثنائية الهجين

من المهم أن تتوافر لديك استراتيجية موثوقة لمعالجة المسألة، وأن تكون حريصًا أيضًا في الطريقة التي تضع بها إجابتك.

فيما يأتي مسألة وراثية، تتضمن تزاوجًا ثنائي الهجين.

يحدد جينان مختلفان نوع الشعر في نوع من الحيوانات، يوجدان على كروموسومَين مختلفَين. يحدد أحد الجينَين **A/a** طول الشعر، والأليل السائد فيه **A** يشفر للشعر القصير، في حين يشفر الأليل المُتنحي **a** للشعر الطويل. ويحدد الجين الآخر **B/b** ما إذا كان الشعر أملس أو خشن، والأليل السائد فيه **B** يشفر للشعر الخشن، ويشفر الأليل **b** للشعر الأملس.

١. أكمل الجدول ٢-٣.

الطراز الجيني	الطراز المظهري
AABB	شعر قصير، خشن
AaBB	
aaBB	
AABb	
AaBb	
aaBb	
AAbb	X
Aabb	
aabb	

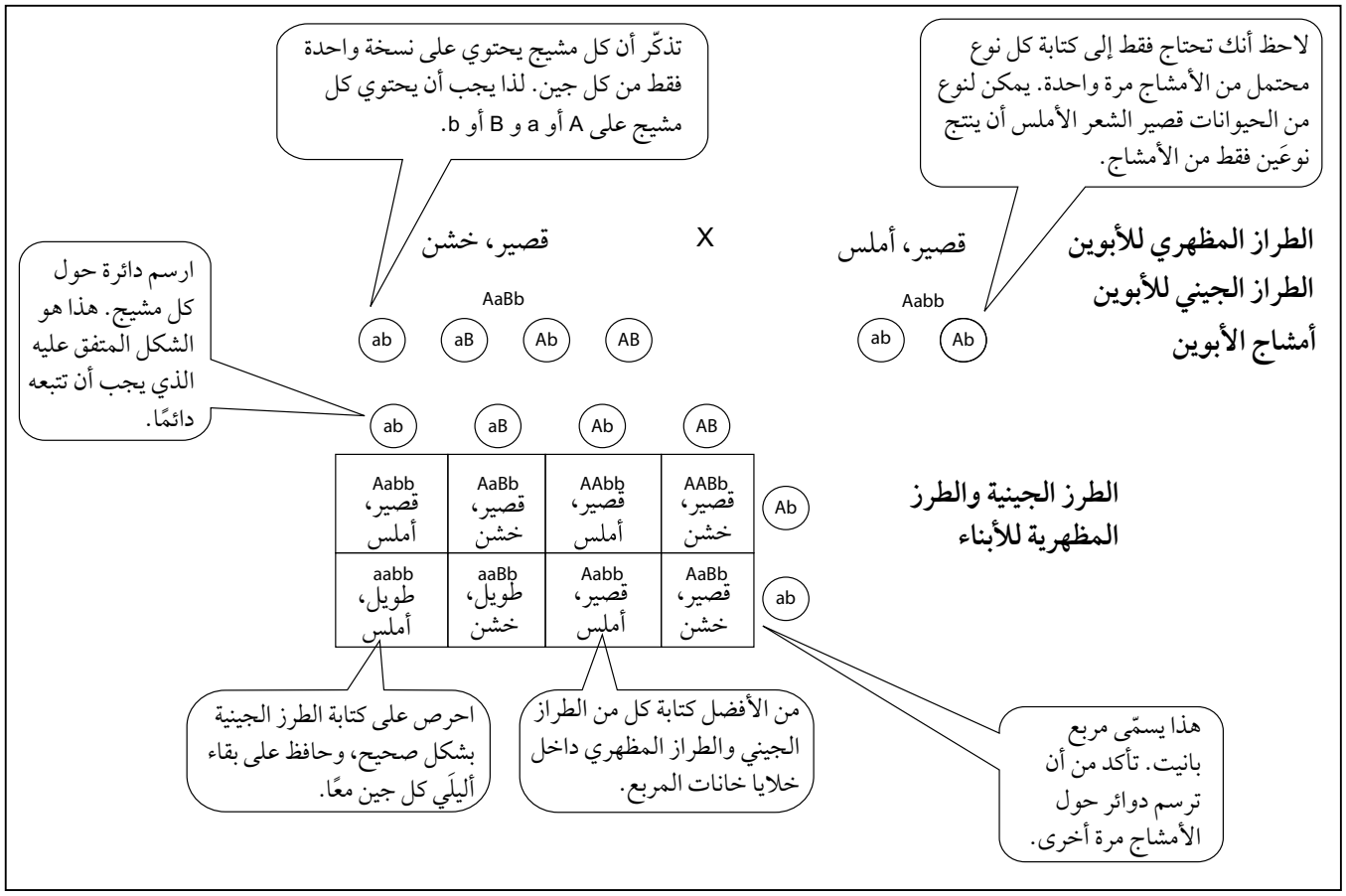
الجدول ٢-٣: الطراز الجيني والطراز المظهري.

مهم

فيما يأتي بعض الإرشادات التي تساعدك في حل مسائل الوراثة.

- إذا أعطيت أحرفًا معيّنة لتستخدمها في تمثيل الأليلات في مسألة وراثية، يجب عليك استخدام هذه الأحرف وعدم اقتراح أحرف من عندك.
- إذا احتجت إلى اقتراح أحرف من عندك، يجب أن تختار حرفًا واحدًا لكل جين، ثم تستخدم الحرف الكبير للأليل السائد والحرف الصغير للأليل المُتنحي. لا تستخدم الحرفَين S/s لطول الشعر، لأنه سيكون من الصعب جدًا التفريق بين الحرف الكبير والحرف الصغير عند كتابتهما.
- يستحسن دائمًا قبل البدء بالإجابة عن السؤال تكوين جدول يتضمن جميع الطرز الجينية والطرز المظهرية المحتملة. إذ سيفيدك ذلك أثناء حل السؤال.
- عندما تكتب طرازًا جينيًّا ثنائي الهجين، فاكتب أليلَي الجين الواحد، ثم أليلَي الجين الثاني.

٢. كوّن مخططًا جينيًّا للتنبؤ بالطرز الجينية والطرز المظهرية للأفراد الناتجين من تزاوج بين أبوَين من هذا النوع من الثدييات أحدهما شعره قصير وأملس غير متماثل الأليلات لجين طول شعر غطاء الجسم، والآخر شعره قصير وخشن غير متماثل الأليلات لكلا الجينَين.
حاول حل السؤال، قبل التحقق من إجابتك من المثال أدناه في الشكل ٢-١.



الشكل ٢-١: كيف ترسم مخططًا جينيًّا؟

٣. ما النسب المتوقعة للطرز المظهرية المختلفة في الأبناء الناتجين من هذا التزاوج؟

.....

٤. تمّ إنتاج 11 فردًا من هذا التزاوج. ما العدد المحتمل لظهور أفراد شعرها طويل وأملس؟

.....

مهم

تذكّر أن ما أظهرته في مربع بانيت ليس هو عدد الأفراد المختلفين الذين سينتجون. إنه النسب المحتملة لظهور كل من الطرز الجينية المحتملة.

مهم

يوجد شكل متفق عليه لرسم المخطط الجيني كما هو مبيّن في الشكل ٢-١. لا تختصر في إجابتك. قد يبدو أن الرسم يتطلب وقتًا طويلًا، لكن هذه هي الطريقة الوحيدة للتأكد من ضمان حصولك على الدرجة الكاملة.

٥. تخيّل وجود فرد شعره قصير، خشن، تريد معرفة طرازه الجيني عن طريق إجراء تزاوج اختباري بينه وبين فرد آخر، وملاحظة الطرز المظهرية للأفراد الناتجة.

أ. ما نوع الفرد الذي تختاره ليتزاوج مع الفرد ذي الشعر القصير الخشن؟ وضّح إجابتك.

.....

.....

.....

ب. اشرح كيف يمكن استخدام الطرز المظهرية للأبناء لتحديد الطراز الجيني للأب ذي الشعر القصير والخشن. يمكنك استخدام مخطط جيني للمساعدة في شرحك.

.....

.....

.....

نشاط ٢-٤ تزاوج آخر لثنائي الهجين

يتضمن هذا التزاوج زوجًا واحدًا من أليلات السيادة المشتركة، وزوجًا فيه أليلات سائدة ومُتنحية. تأكد من أن تستخدم الحرف الأساسي لكلا الأليلَين في حالة السيادة المشتركة، ثم تستخدم الأحرف العلوية لتمثل الأليلات المختلفة. يتطلب هذا السؤال قدرًا كبيرًا من العمل الاستكشافي.

جرى تزاوج بين ثور عديم القرون شعره أحمر وبقرة بقرون شعرها أبيض، فأنجبا ستة عجول كانت جميعها كستنائية Roan (خليط من الشعر الأحمر والأبيض). وكان لاثنين من العجول قرون، وكان أربعة منها بدون قرون.

جرى تزاوج آخر بين الثور نفسه وبقرة مختلفة عديمة القرون شعرها أبيض، فأنجبا سبعة عجول كانت جميعها كستنائية الشعر. وكان خمسة من العجول عديمي القرون واثنين بقرون.

١. ما الطرز الجينية للثور والبقرتَين؟ استخدم مخططات جينية لشرح إجابتك.

.....

.....

فيما يأتي استراتيجية ممكنة لحل هذا السؤال.

- أفصل الصفتَين – القرون ولون الشعر – في عقلك، وفكر في كل منهما على حدة.
- يوجد طرازان مظهريان فقط للقرون (وجود قرون أو عدم وجود قرون)، الأمر الذي يقترح حالة سائد/ مُتنحّ بسيطة.
- ما الأدلة المتوافرة على أليل وجود القرون سواء كان سائدًا أم مُتنحيًّا؟ (التزاوج مع البقرة الثانية هو الأكثر فائدة للحل). الآن، اختر أحرفًا مناسبة لترمز إلى أليل وجود القرون وأليل عدم وجود القرون.
- قد يكون مفيدًا رسم مخططات بسيطة للتزاوجات. لذا ارسم للتزاوج الأول ثورًا بدون قرون وبقرة بقرون والعجول الستة. يمكن أن يساعد ذلك في معرفة كيفية وراثة الصفة.
- توجد ثلاثة طرز مظهرية للون الشعر، الأمر الذي يقترح حالة سيادة مشتركة. اختر الحرف الأساسي لترمز إلى جين لون الشعر (على سبيل المثال C). ثم اختر حرفَين مختلفَين كأحرف علوية. على سبيل المثال، يمكن اختيار C^R لأليل لون الشعر الأحمر و C^W لأليل لون الشعر الأبيض.
- اكتب في بداية الإجابة بوضوح ما يمثله كل حرف. على سبيل المثال، C^R هو أليل الشعر الأحمر.
- الآن، كوّن جدولًا مثل ذلك الوارد في النشاط ٢-٣، السؤال ١، لتضع فيه قائمة بالطرز الجينية التسعة المحتملة وطرزها المظهرية.

- ارجع الآن إلى ما درسته عن الثور والأبقار والأفراد الناتجة. هل يمكن استنتاج أي من طرزها الجينية؟ ابدأ مع لون غطاء الجسم، فمن السهل دائمًا استنباط الطرز الجينية في حالة السيادة المشتركة. تذكر أنه يمكنك معرفة الطراز الجيني للكائن الحي الذي يظهر الصفة المُتنحية في حالة وجود أليل سائد وأليل مُتنحّ.
- ارسم مخططات جينية لمعرفة مدى صحة ما فكرت فيه. أخيرًا ارسم مخططات جينية كاملة للإجابة عن السؤال.

نشاط ٢-٥ الارتباط بالكروموسوم الجسدي

لا يظهر التوزيع الحر في حالة وجود الجينين على الكروموسوم نفسه. وبدلًا من ذلك، يورث الجينان معًا أي أنهما مرتبطان، بما يسمّى الارتباط بالكروموسوم الجسدي، للتمييز بينه وبين الارتباط بالجنس (وجود الجين على جزء من الكروموسوم X من دون أن تكون له منطقة مماثلة على الكروموسوم Y).

١. جرى تزاوج بين نبات أزهاره حمراء وأوراقه مسننة، غير متماثل الأليلات لكلا موقعَي الجينين ونبات أزهاره صفراء وأوراقه ملساء.

أ. ارسم مخططًا جينيًّا يساعدك في التنبؤ بنسب الطرز المظهرية في الأفراد الناتجة من هذا التزاوج، بافتراض أن كلا الجينَين يوجدان على كروموسومَين مختلفَين. استخدم الأحرف **R/r** لترمز إلى جين لون الأزهار و**T/t** لترمز إلى جين شكل الأوراق.

ب. كوّن مخططًا جينيًّا باستخدام الأحرف نفسها للتنبؤ بنسب الطرز المظهرية إذا كان الجينان قريبَين أحدهما من الآخر على الكروموسوم نفسه.

مهم

تذكّر:

- إذا وُجد جينان على الكروموسوم نفسه فهما مرتبطان، وسيورثان معًا.
- يمكن تحديد الأليلات المرتبطة معًا من خلال الكائن الحي الذي يتكوّن طرازه الجيني من أليلَين مُتنحيَين. الطراز الجيني له **rrtt**، بما يدل على أن **r** و **t** يوجدان متجاورَين.
- أحد الأبوين غير متماثل الأليلات طرازه الجيني **RrTt**. والأليلان **r** و **t** مرتبطان معًا على الكروموسوم نفسه، و **R** و **T** مرتبطان على الكروموسوم الآخر. لذا يكتب الطراز الجيني هنا: (**rt**) (**RT**). وبدلًا من أنواع الأمشاج الأربعة التي يجب أن تظهر في (أ)، فإن الجينات المرتبطة هكذا يمكن أن تنتج فقط نوعَين من الأمشاج بالطرز الجينية **rt** و **RT**.

مهم

تذكّر:

- ابدأ دائمًا بتكوين جدول يبيّن الطرز الجينية والطرز المظهرية المحتملة.
- ثم كوّن مخططًا جينيًّا مكتملًا، متذكرًا رسم دوائر حول الأمشاج.
- أخيرًا، اكتب جملة تلخص النسب المتوقعة للطرز المظهرية المختلفة.

نشاط ٢-٦ الارتباط والعبور

من النادر جدًّا أن يرتبط جينان معًا ارتباطًا كاملًا. إذ غالبًا ما يحدث عبور بين كروماتيدات الكروموسومَين المتماثلَين أثناء الانقسام الاختزالي. لذلك، تتكوّن بعض الأمشاج من تراكيب مختلفة من الأليلات، بما يعطي نسبًا غير عادية من الطرز المظهرية.

١. في نوع من الحشرات، أليل لون الجسم الأخضر سائد على أليل لون الجسم البني. وأليل الأجنحة الطويلة سائد على أليل الأجنحة القصيرة. جرى تزاوج بين حشرة لون جسمها أخضر وأجنحتها طويلة وحشرة لون جسمها بني وأجنحتها قصيرة. كانت الأفراد الناتجة كما يأتي:

جسم أخضر، أجنحة طويلة	132
جسم أخضر، أجنحة قصيرة	31
جسم بني، أجنحة طويلة	29
جسم بني، أجنحة قصيرة	135

كوّن مخططًا جينيًّا لتفسير نتائج هذا التزاوج.

مهم

- إنتاج أبناء تُظهر صفات ناتجة من أليلات مُتنحية، يشير إلى أن أحد الأبوَين؛ أخضر الجسم وطويل الجناح؛ غير متماثل الأليلات لكلا الجينين.
- لاحظ ظهور النسبة 1: 1 للطرز المظهرية للأبوَين (أخضر، طويل: بنّي، قصير)، مع ظهور عدد قليل من طرز مظهرية «مختلفة». تسمّى هذه الطرز المختلفة «التراكيب العبورية»، لاختلاف مجموعات الصفات فيها عن تلك التي لدى الأبوَين.
- عند تكوين المخطط الجيني، يجب إظهار الأمشاج الأربعة المحتملة من الأب غير متماثل الأليلات، لكن مع الإشارة إلى أن اثنَين منها سيكونان نادرَين نسبيًّا (لأنهما ينتجان فقط عند حدوث عبور بين موقعَي الجينَين).

نشاط ٢-٧ التفوق الجيني

يؤثر أحد الجينات في كثير من الأحيان على جين آخر. على سبيل المثال، قد يشفر أحد الجينات لإنزيم ضروري لتحويل بروتين يشفره جين آخر إلى ناتج. لا يمكن بدون وجود هذين الجينَين الحصول على أي ناتج. يسمّى هذا النوع من التفاعل التفوّق الجيني.

١. يتحكّم الجين **E/e** في الخيول بإنتاج الصبغة السوداء المسماة يوميلانين Eumelanin. حيث يتسبب الأليل **E** بإنتاج الصبغة، في حين لا يسبب الأليل **e** إنتاج يوميلانين.

ويحدد جين آخر **A/a** توزيع الصبغة السوداء في غطاء الجسم. يحصر الأليل **A** اللون الأسود على العرف والذيل والأذنَين وأسفل الساقَين في أجسام الخيول، ويكون باقي الجسم بلون بنّي. ويسبب الأليل **a** إنتاج الصبغة السوداء في كافة أنحاء الجسم.

يسمّى لون الحصان البني مع لون أسود للعرف والذيل والأذنَين وأسفل الساقَين، حصان الخليج Bay (انظر الصورة ٢-١). ويسمّى لون الحصان بنّي اللون بالكامل كستنائيًّا.



الصورة ٢-١: حصان الخليج.

أ. انقل وأكمل الجدول ٢-٤.

الطراز الجيني	الطراز المظهري
EEAA	حصان الخليج (بني مع مناطق سوداء)
EEAa	
EEaa	
EeAA	
EeAa	
Eeaa	
eeAA	
eeAa	كستنائي
eeaa	

الجدول ٢-٤: الطرز الجينية والطرز المظهرية.

مهم

في الجزء ب من السؤال، ابدأ بكتابة ما يمكنك عمله فيما يرتبط بالطراز الجيني للمهر الكستنائي. ثم فكر في كيفية الحصول على هذه الأليلات، واكتب الطراز الجيني للحصان الأسود.

ب. جرى تزاوج بين فرس الخليج وحصان أسود اللون. فنتج مهر لونه كستنائي.

١- ما الطراز الجيني للحصان الأسود؟ اشرح إجابتك.

.....

.....

٢- ما الطرازان الجينيان المحتملان لفرس الخليج، والطرازان الجينيان المحتملان للمهر الكستنائي. اشرح إجابتك.

.....

.....

نشاط ٢-٨ التحكّم في التعبير الجيني

يُعدّ أوبِرون *lac* في بكتيريوم الإشريكية القولونية *Escherichia coli* أحد أفضل الأمثلة التي تمّت دراستها حول كيفية التحكّم في التعبير الجيني. في هذا النشاط، ستتدرب على استخدام الأسماء الصحيحة للمكوّنات المتنوعة للأوبرون وDNA المجاور، ووصف كيفية حدوث العملية.

١. تمثل الصناديق أدناه المكوّنات المتنوّعة التي تتحكم في ترجمة الجينات إلى بيتا (β) جلاكتوسيديز في بكتيريوم الإشريكية القولونية.

أ. انقل الصناديق ورتّبها كما هي مرتبة في الكروموسوم البكتيري.

محفز للجين المنظم	جين بيتا (β) جلاكتوسيديز	مشغّل operator
محفز للجين التركيبي	جين منظم	

ب. حدد مكوّنات أوبرون *lac* و DNA المجاور مع كل من الأدوار الآتية. تناسب بعض المكوّنات أكثر من وصف واحد.

١- تشفير mRNA الذي يُستخدم في إنتاج بيتا (β) جلاكتوسيديز.

.....

٢- تشفير mRNA الذي يُستخدم في إنتاج بروتين المثبط *lac*.

.....

٣- موقع ارتباط بروتين المثبط *lac*.

.....

٤- موقع ارتباط RNA بوليميريز الذي يمكنه أن يبدأ بنسخ الجين التركيبي.

.....

٥- جين تركيبي.

.....

٦- موقع ارتباط RNA بوليميريز الذي يمكنه أن يبدأ بنسخ الجين المنظم.

.....

ج. اشرح: ما الذي يسبب إنتاج إنزيم بيتا (β) جلاكتوسيديز عندما تمتص البكتيريا اللاكتوز؟

.....

.....

.....

.....

.....

الاستقصاءات العملية

استقصاء عملي ٢-١: دراسة أطوار الانقسام الاختزالي في المتك

أهداف الاستقصاء العملي

- جمع الملاحظات والقياسات والتقديرات وتسجيلها وتقديمها.
- تحليل البيانات الناتجة من التجارب للوصول إلى استنتاجات وتفسيرها.

يحدث الانقسام الاختزالي في النباتات الزهرية في المُتك والبويضات. ستدرس في هذا الاستقصاء شرائح مجهرية جاهزة لمتك غير ناضج، حيث تنقسم خلايا حبوب اللقاح الأصلية ثنائية المجموعة الكروموسومية Diploid pollen mother cells بالانقسام الاختزالي لتكوين خلايا أحادية المجموعة الكروموسومية. ستتعرف على الخلايا التي تمر بأطوار الانقسام الاختزالي المختلفة. وترسم رسومًا تخطيطية تكتب مسمياتها.

ستحتاج إلى

الموادّ والأدوات:

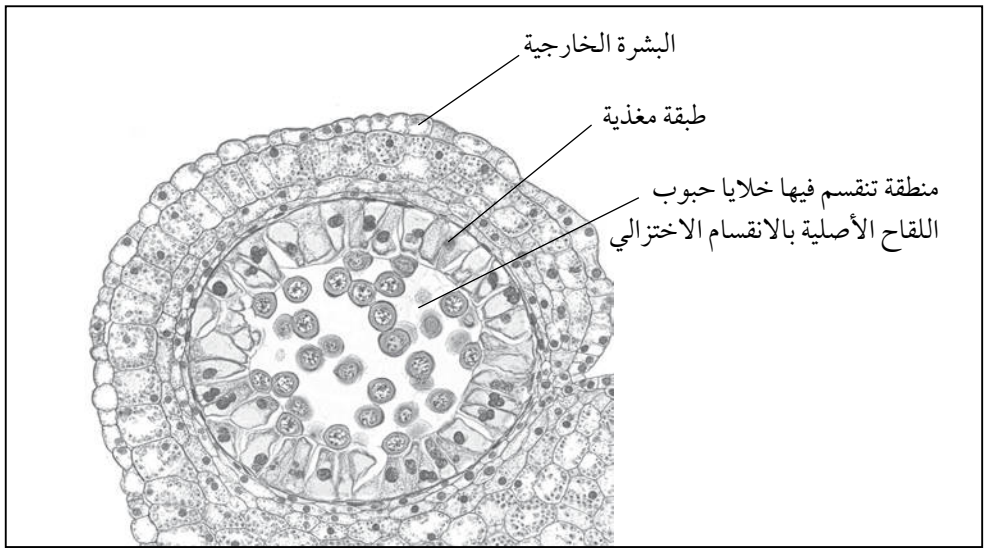
- مجهر ضوئي (مجهر كهربائي / مجهر محوسب).
- شرائح مجهرية جاهزة للانقسام الاختزالي في مُتك نبات زنبق غير ناضج مصبوغة لإظهار الكروموسومات.
- صور مجهرية ضوئية مرجعية (على سبيل المثال من الإنترنت أو الكتب المدرسية) لخلايا في أطوار مختلفة من الانقسام الاختزالي.
- أجهزة حاسب آلي محمولة لربط المجاهر المحوسبة.

⚠ احتياطات الأمان والسلامة

- تأكّد من قراءة النصائح الواردة في قسم السلامة في بداية هذا الكتاب، واستمع لنصائح معلّمك قبل تنفيذ هذا الاستقصاء.

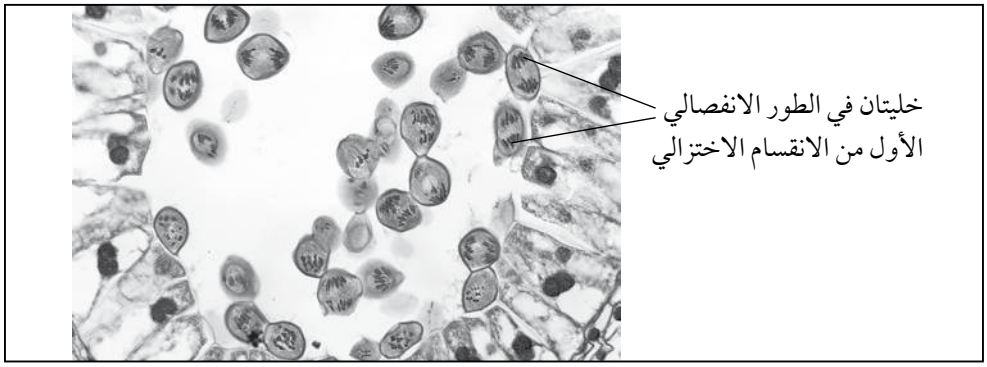
الطريقة

١. جهّز المجهر، وضع الشريحة على المنضدة. استخدم العدسة الشيئية الصغرى أو المتوسطة لتحديد المنطقة التي تحتوي على خلايا في حالة انقسام، والتي توجد في وسط أكياس اللقاح (الصورة ٢-١).



الصورة ٢-١: صورة مجهرية ضوئية لمقطع عرضي في كيس حبوب لقاح.

٢. حرّك العدسة الشيئية الكبرى فوق الشريحة، لتستكشف محتويات أحد أكياس حبوب اللقاح، وركّز على الخلايا التي تمر بانقسام اختزالي. ارجع إلى الصور المجهرية الضوئية (في كتاب الطالب أو على الإنترنت) لتساعدك في تحديد الأطوار المختلفة. ستلاحظ أن الخلايا صغيرة، لذا ليس من السهل تحديد الكروموسومات (الصورة ٢-٢).

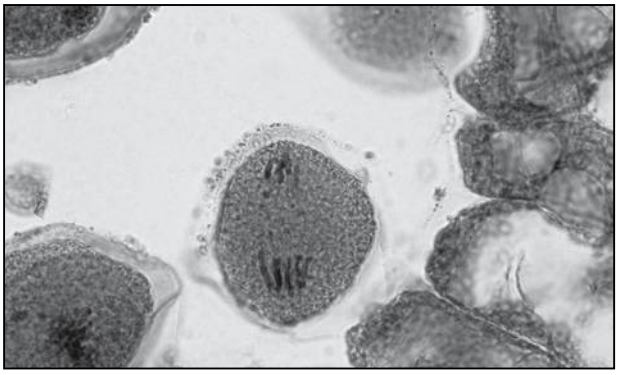


الصورة ٢-٢: صورة مجهرية ضوئية تبيّن خلايا في حالة انقسام.

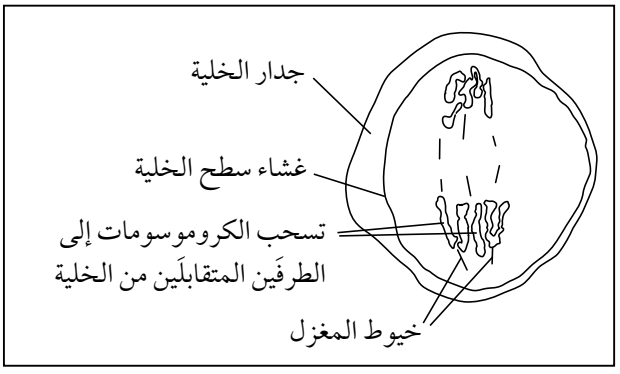
مهم

قد تجد أن جميع الخلايا في الشريحة تمر بالطور نفسه من الانقسام الاختزالي. حاول، إن لاحظت ذلك، تبادل الشريحة مع زميل لك لملاحظة أطوار مختلفة من الانقسام.

٣. ارسم في قسم النتائج رسومًا لبعض الخلايا التي يمكنك رؤيتها واكتب مسمياتها. تعرض الصورة ٢-٣ والشكل ٢-١ مثالًا على ذلك.



الصورة ٢-٣: صورة مجهرية ضوئية تبيّن خلايا في الطور الانفصالي الأول من الانقسام الاختزالي.



الشكل ٢-١: رسم تخطيطي يبيّن خلية في الطور الانفصالي الأول من الانقسام الاختزالي.

النتائج

استقصاء عملي ٢-٢: نمذجة تكرار الأليلات

أهداف الاستقصاء العملي

- جمع الملاحظات والقياسات والتقديرات وتسجيلها وتقديمها.
- تحليل البيانات الناتجة من التجارب للوصول إلى استنتاجات وتفسيرها.

للعديد من الجينات أشكال مختلفة من النسخ يختلف فيها تتابع القواعد النيتروجينية قليلًا، وتسمّى أليلات. ويوجد في كل فرد من الجماعة الأحيائية نسختان من الجين. قد تكون النسختان من الأليل نفسه (متماثل الأليلات)، أو من أليلات مختلفة (غير متماثل الأليلات). يبحث علم وراثة الجماعات الأحيائية في مدى شيوع كل أليل في الجماعة الأحيائية ككل، بما يسمّى تكرار الأليل Allele frequency.

ستستخدم في هذا الاستقصاء بذور فاصوليا بألوان مختلفة (أو أجسام صغيرة أخرى) لتمثيل الأليلات في جماعة من الكائنات الحية. ستقوم بنمذجة ما يحصل عندما تنتقل هذه الأليلات إلى الجيل التالي، عندما يتكاثر أفراد الجماعة فيما بينها بشكل عشوائي.

ستحتاج إلى

الموادّ والأدوات:

- وعاءان كبيران
- 100 بذرة فاصوليا من اللون نفسه و 100 بذرة فاصوليا مماثلة للأولى ولكن من لون آخر.

⚠ احتياطات الأمان والسلامة

- تأكّد من قراءة النصائح الواردة في قسم السلامة في بداية هذا الكتاب، واستمع لنصائح معلّمك قبل تنفيذ هذا الاستقصاء.

الطريقة

١. يمثّل اللونان المختلفان للبذور أليلَي جين، **A** و **a**. الأليل **A** سائد، والأليل **a** مُتنحّ. حدّد اللون الذي يمثل كل أليل.

البذور ..... تمثل الأليل .....

البذور ..... تمثل الأليل .....

٢. افترض أن هذَين الأليلَين شائعان بشكل متساوٍ في جماعة الكائنات الحية. ضع في وعاء كبير 100 بذرة تمثل الأليل **A** و 100 بذرة تمثل الأليل **a** واخلطهما جيدًا.

٣. أغمض عينيك واختر من الوعاء بذرتَين. تمثل البذرتان مشيجَين مندمجَين، يحتويان على أليل **A** أو أليل **a**. ضع علامة في جدول النتائج عند العمود الذي يمثل الطراز الجيني الذي حصلت عليه. ضع البذرتَين في وعاء آخر.

٤. كرّر الإجراء إلى أن تنفد جميع البذور الموجودة في الوعاء الكبير، ثم سجّل مجموع العلامات التي وضعتها في كل مربع.

النتائج

الطراز الجيني	AA	Aa	aa
عدد مرات الحصول على الطراز الجيني			
المجموع			

الجدول ٢-١: جدول حساب مجموع النتائج.

التحليل والاستنتاج والتقويم

١. ما النسبة بين الطرز الجينية للكائنات الحية في نسل هذه الجماعة الأحيائية؟

.....

٢. ما النسبة بين الطرز المظهرية لهذا النسل؟

.....

٣. ما تكرار الأليل **A** و الأليل **a** في هذا النسل؟

.....

٤. إذا بقيت جميع أفراد هذا النسل على قيد الحياة وتكاثرت فيما بينها عشوائيًّا، فماذا تتوقّع أن تكون نسبة الطرز الجينية في الجيل التالي؟

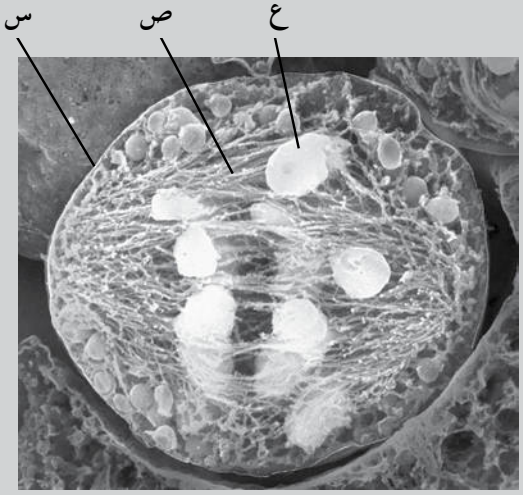
.....

٥. إذا بقيت جميع أفراد هذا النسل على قيد الحياة وتكاثرت عشوائيًّا، فماذا تتوقع أن يكون تكرار الأليلَين **A** و **a** في الجيل التالي؟

.....

أسئلة نهاية الوحدة

١. أ. تبيّن الصورة المجهرية خلية نباتية في الطور الانفصالي الأول من الانقسام الاختزالي.



١- اكتب اسم نوع المجهر الذي استخدم لالتقاط هذه الصورة. **اشرح** إجابتك.

٢- **حدّد** أجزاء الخلية المسماة **س** و **ص**.

٣- التركيب المسمّى (ع) هو كروموسوم. **صف** ما يحدث للكروموسومات في هذا الطور من الانقسام الاختزالي.

ب. اشرح كيف يسبب التوزيع الحر للكروموسومات أثناء الانقسام الاختزالي التباين الجيني في الخلايا الناتجة.

مهم

يختبر هذا السؤال مدى معرفتك وفهمك للانقسام الاختزالي.

أفعال إجرائية

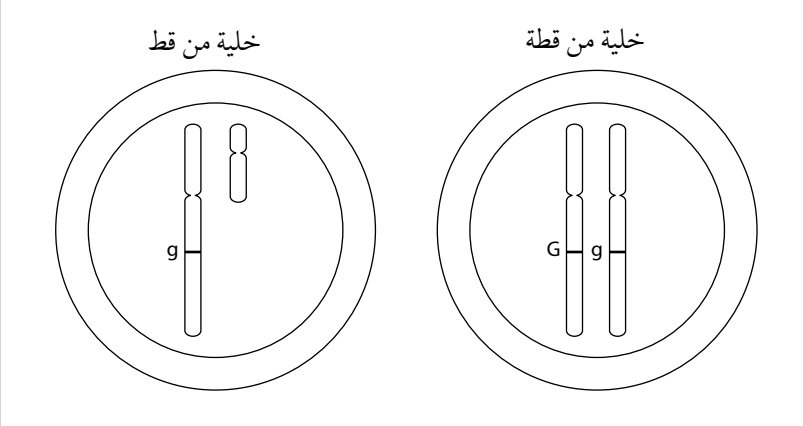
اشرح Explain: اعرض الأهداف أو الأسباب / اجعل العلاقات بين الأشياء واضحة / توقّع لماذا و/ أو كيف وادعم إجابتك بأدلّة ذات صلة.

حدّد Identify: سمِّ، اختر، تعرّف.

صف Describe: قدّم الخصائص والميزات الرئيسية.

تابع

٢. يبيّن الشكل الآتي الكروموسومات الجنسية في قط وقطة. تظهر أليلات جين في موقع على الكروموسوم X.



يؤثر هذا الجين على لون الفراء. يشفر الأليل G لفراء الزنجبيل (البرتقالي المحمر)، ويشفر الأليل g للفراء الأسود. في القطة، يوجد كروموسوم فعّال واحد من كروموسومَي X في كل خلية. ويتحدّد هذا عشوائيًّا في الجنين في وقت مبكر، لذا، إذا كانت القطة غير متماثلة الأليلات عند موقع هذا الجين، فإنه سيعبّر عن أحد الكروموسومات في بعض مجموعات الخلايا ويعبّر عن الكروموسوم الآخر في خلايا أخرى. وينتج ذلك قطة فراؤها مبقع باللونَين الأسود والبرتقالي، بما يسمّى صدفة السلحفاة.

أ. ١- **اذكر** الطراز المظهري للقطط المبيّنة خلاياها في الشكل أعلاه.

٢- استخدم المخطط الجيني لتبيّن النسبة المحتملة للألوان في الأفراد الناتجة من تزاوج بين القط والقطة.

ب. يؤثّر جين آخر يوجد على كروموسوم جسمي أيضًا في لون الفراء. الأليل السائد **W** يقلل من تكوين الخلايا التي تنتج الصبغات وتعطي الفراء لونه، لذا تبدو القطة بيضاء اللون.
تزاوج قط طرازه الجيني X^gYWW مع قطة طرازها الجيني X^GX^gww.
اذكر لون أو ألوان الأفراد الناتجة. اشرح إجابتك.

ج. يشفر جين ثالث أليليه **T/t** لإنتاج إنزيم تايروسينيز. لماذا يكون قط طرازه الجيني **tt**، أمهق، بغض النظر عن الطراز الجيني للجينات الأخرى التي تؤثّر في لون غطاء الجسم؟ اشرح إجابتك.

مهم

يبدأ هذا السؤال بمثال على الارتباط بالجنس، ويتضمن موضع جين واحد- تزاوج أحادي الهجين. ثم ينتقل في الجزء ب إلى كيفية عمل هذا الجين مع جين آخر. توجد طريقة سريعة جدًا وبسيطة للإجابة عن هذا الجزء، يمكن التفكير فيها. يطلب الجزء الأخير تذكر ما درسته عن إنزيم تايروسينيز.

أفعال إجرائية

اذكر State: عبّر بكلمات واضحة.

تابع

٣. الصلع الذكوري النمطي حالة يتساقط فيها الشعر من أعلى الرأس. تحدث هذه الحالة جزئيًّا بسبب المستويات المرتفعة من إنزيم مختزلة الألفا 5-α (5α-reductase)، والذي يحوّل تستوستيرون إلى ثنائي هيدروتستوستيرون (DHT). ثنائي هيدروتستوستيرون هو ستيرويد ينتقل في الدم إلى جميع خلايا الجسم، وله مستقبل الأندروجين، يوجد في سيتوبلازم الخلايا عند قاعدة بصيلات الشعر. يرتبط مستقبل الأندروجين عادة ببروتينات تسمّى بروتينات الصدمة الحرارية. ويرتبط ثنائي هيدروتستوستيرون عند وجوده مع مستقبل الأندروجين محررًا هذا المستقبل من بروتينات الصدمة الحرارية. ينتقل عندها مستقبل الأندروجين إلى النواة، ويرتبط مع تتابع معيّن من DNA ينظم التعبير الجيني. وهذا يؤثر بدوره في إنتاج البروتينات التي تشارك في تساقط الشعر، على الرغم من عدم وضوح آلية ذلك.

أ. اذكر اسم المادة التي وردت في الفقرة السابقة وتعمل كعامل نسخ. اشرح إجابتك.

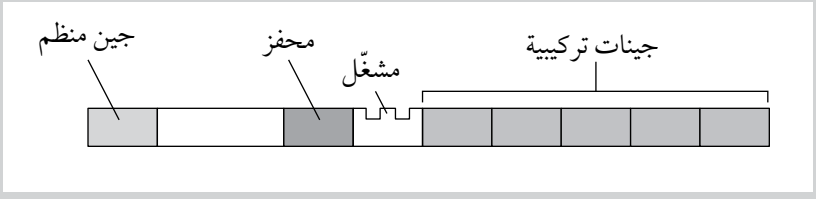
ب. ثنائي هيدروتستوستيرون هو ستيرويد. **اقترح** سبب وجود مستقبل الأندروجين في السيتوبلازم وليس في غشاء سطح الخلية.

ج. فيناستيرايد دواء لجزيئات شكله يماثل المادة المتفاعلة الطبيعية مختزلة الألفا 5-α.

١- اشرح كيف يمنع فيناستيرايد إنتاج ثنائي هيدروتستوستيرون.

٢- اشرح كيف يمكن أن يمنع هذا الدواء حدوث الصلع الذكوري النمطي.

٤. يبيّن الشكل جزءًا من DNA في بكتيريوم تتحكّم بإنتاج الحمض الأميني تربتوفان. تشفر الجينات التركيبية للإنزيمات التي تحفز بناء تربتوفان.



يرتبط تربتوفان عند وجوده، ببروتين مثبط. فيسمح هذا البروتين عند ذلك بارتباط البروتين المثبط مع مشغل.

مهم

على الرغم من كل ما تعلمته في السنوات الأخيرة عن الجينوم البشري، لا يزال هناك الكثير جدًا ينتظر الاكتشاف حول كيفية تأثير الجينات في الطرز المظهرية. يرغب كثير من الرجال المصابين بالصلع أن يكونوا قادرين على تنمية شعرهم، وتجري الأبحاث للتوصل إلى علاجات تحقق لهم ذلك.

أفعال إجرائية

اقترح Suggest: طبّق المعرفة والفهم على المواقف التي تتضمّن مجموعة من الإجابات الصحيحة من أجل تقديم المقترحات.

مهم

لقد درست كيف يتم التحكم في البكتيريا ببناء الإنزيمات التي تحفز أيض اللاكتوز. وعليك في هذا السؤال تطبيق ما درسته في سياق غير مألوف.

تابع

أ. **اذكر** المصطلح البيولوجي الصحيح لجزء DNA المبيّن في الشكل أعلاه.

ب. اذكر وظيفة الجين المنظم في الشكل.

ج. بالإشارة إلى الشكل، اشرح كيف يؤثر وجود كمية كبيرة من تربتوفان في الخلية على تقليل إنتاج تربتوفان.

د. اقترح ميزة آلية التحكّم هذه في البكتيريوم.

هـ. اذكر ما إذا كانت الإنزيمات اللازمة لإنتاج تربتوفان هي إنزيمات قابلة للتحفيز أو قابلة للتثبيط. اشرح إجابتك.

٥. يتم التحكّم في فصائل الدم في الإنسان عن طريق أليلات متعددة، تستخدم لها الأحرف I^O، I^B، I^A. ويتحكّم في المهق أليل مُتنحّ من جين يحدد إنتاج الميلانين.

أ. اقترح أحرفًا مناسبة لترمز إلى أليلات الجين الذي يتحكم بإنتاج الميلانين.

ب. امرأة فصيلة دمها A وتصبّغ جلدها طبيعي، ورجل فصيلة دمه B، وتصبّغ جلده طبيعي، ولد لهما طفل فصيلة دمه O ومصاب بالمهق.
كوّن مخططًا جينيًّا يوضح كيفية حدوث ذلك.

ج. ما احتمال أن يولد للزوجَين طفل آخر فصيلة دمه O ومصاب بالمهق؟

أفعال إجرائية

اذكر State: عبّر بكلمات واضحة.

مهم

يطلب هذا السؤال تكوين مخطط جيني لتزاوج ثنائي الهجين يتضمن أليلات متعددة على أحد مواضع الجينات.

التقنية الجينية

Genetic technology

أهداف التعلُّم

٣–١ يشرح معنى المصطلح DNA معاد التركيب.

٣–٢ يشرح أن الهندسة الجينية هي المعالجة المقصودة للمادة الجينية لتعديل خصائص معيّنة في الكائن الحي، وقد يشمل ذلك نقل جين إلى الكائن الحي ليتم التعبير عنه.

٣–٣ يشرح أن الجينات التي تنقل إلى الكائن الحي قد تكون:
- مستخلصة من DNA كائن حي مانح.
- مصنعة من mRNA كائن حي مانح.
- مصنعة كيميائيًّا من نيوكليوتيدات.

٣–٤ يشرح دور كل من إنزيمات القطع إندونيوكلييز وDNA لايجيز والبلازميدات وDNA بوليميريز، وإنزيم ترانسكريبتيز العكسي، في نقل الجين إلى الكائن الحي.

٣–٥ يشرح سبب نقل المحفز إلى الكائن الحي بالإضافة إلى الجين المطلوب.

٣–٦ يشرح كيف يمكن تأكيد التعبير الجيني باستخدام العلامات الجينية التي تشفر للمنتجات المتوهجة.

٣–٧ يصف ويشرح المراحل المتضمنة في تفاعل البوليميريز المتسلسل (PCR) لاستنساخ وتضخيم DNA بما في ذلك دور *Taq* بوليميريز.

٣–٨ يصف ويشرح كيفية استخدام الفصل الكهربائي الهلامي لفصل قطع DNA مختلفة الطول.

٣–٩ يشرح ميزات استخدام بروتينات الإنسان المعاد تركيبها في معالجة الأمراض باستخدام أمثلة الإنسولين، والعامل الثامن VIII، وإنزيم الأدينوسين دي أمينيز.

٣–١٠ يحدّد ميزات الفحص الجيني باستخدام الأمثلة من سرطان الثدي (*BRCA2*)، (*BRCA1*)، مرض هنتنغتون، والتليّف الكيسي.

٣–١١ يناقش الاعتبارات الاجتماعيّة والأخلاقيّة لاستخدام الفحص الجيني في الطب.

٣–١٢ يشرح أن الهندسة الجينية قد تساعد في حل مشكلة الطلب العالمي للغذاء من خلال تحسين جودة وإنتاجية حيوانات المزرعة والمحاصيل الزراعية، باستخدام أمثلة السلمون المعدل جينيًّا، ومقاومة مبيدات الأعشاب في فول الصويا ومقاومة الحشرات في القطن.

٣–١٣ يناقش الآثار الأخلاقية والاجتماعية لاستخدام الكائنات المعدلة جينيًّا في إنتاج الغذاء.

الأنشطة

نشاط ٣-١ مصطلحات التقنيات الجينيّة

مهم

يوجد العديد من مصطلحات التقنية ذات الصلة بهذا الموضوع. سيساعدك هذا الاستقصاء في استخدام المصطلح بشكل مناسب.

١. اختر من القائمة المصطلح الذي يطابق كل وصف مما يأتي. إذا لم تكن متأكدًا من أي منها (حتى لو كان بإمكانك تخمين الإجابة)، فهذا يشير إلى أنك بحاجة إلى بذل المزيد من الجهد في هذا الموضوع.

إنزيم DNA لايجيز	**الفصل الكهربائي الهلامي**
تفاعل البوليميريز المتسلسل (PCR)	**بادئة**
محفز	**معاد التركيب**
إنزيم القطع إندونيوكلييز	**إنزيم ترانسكريبتيز العكسي**
***Taq* بوليميريز**	

أ. إنزيم يستخدم لقطع DNA عند تتابع قاعدي معيّن.

ب. إنزيم يستخلص من البكتيريا المتكيفة للعيش في ينابيع المياه الحارة. للإنزيم درجة حرارة مثلى عالية جدًّا، ويستخدم لبناء جزيئات جديدة من DNA أثناء تفاعل البوليميريز المتسلسل.

ج. إنزيم يحفز الروابط بين مجموعات الفوسفات والسكر منقوص الأكسجين أثناء بناء DNA.

د. إنزيم يكوّن شرائط DNA مكملة باستخدام قالب RNA.

هـ. جزء من DNA يتحكم في التعبير عن الجين.

و. جزء من DNA بتتابع قاعدي مكمل لجزء من شريط DNA الذي سيتم نسخه أثناء تفاعل البوليميريز المتسلسل.

ز. صفة تستخدم لوصف DNA، أو أي كائن حي، جرى فيه تعديل DNA بحيث يحتوي على تتابعات قاعدية من أكثر من كائن حي واحد من النوع نفسه أو من نوع آخر.

ح. طريقة لفصل قطع من DNA أو البروتينات تبعًا لكتلتها النسبية أو شحنتها.

ط. طريقة (آلية تلقائية بالكامل) للإسراع في إنتاج نسخ عديدة من عيّنة DNA صغيرة.

نشاط ٣-٢ استخدام الفصل الكهربائي الهلامي (إثرائي)

أهداف الاستقصاء العملي

– تحليل البيانات الناتجة من التجارب للوصول إلى استنتاجات وتفسيرها.

يحتوي DNA في نوى حقيقيات النواة على تتابعات قواعد قصيرة غالبًا ما تتكرر عدة مرات. وتوجد قطع DNA ذات التتابعات المتكررة في مواقع معيّنة على الكروموسومات، ويحتوي DNA في كل موقع على عدد مختلف من التكرارات. على سبيل المثال، قد يتكرر تتابع ACA، 65 مرة على كروموسوم واحد من زوج من الكروموسومات المتماثلة، و 118 مرة على الموقع نفسه من الكروموسوم المتماثل الآخر. وكل موقع له العديد من المتغيرات التكرارية، كل منها بعدد مختلف من تكرارات تتابع القواعد، تورث بالطريقة نفسها التي تورث بها أليلات الجينات (الوحدة الثانية).

١. ما المقصود بمصطلح كروموسوم متماثل الأليلات؟

.....

.....

٢. لماذا تعتقد أن تتابعات القواعد القصيرة المتكررة لا تُعدّ أليلات لجينات؟

.....

.....

أدى اكتشاف هذه التتابعات المتكررة إلى طرائق في تحديد البصمة الجينية. من بين أول التتابعات التي استخدمت DNA الساتل الصغير Minisatellite، والذي يحتوي على تتابع قواعد يتراوح بين 10 إلى 100 زوج قاعدي يتكرّر بين 5 مرات و50 مرة. يمكن قطع هذه السواتل الصغيرة من DNA بواسطة إنزيمات القطع إندونيوكلييز، وتحدد أطوال قطع DNA بالفصل الكهربائي الهلامي، وكلما زاد عدد التكرارات زاد طول قطعة DNA. تعرف السواتل أيضًا بالعدد المتغير من التكرارات الترادفية VNTRs، وقد اُستخدمت في الشكل الأول من البصمة الجينية لتكوّن الشرائط الشبيهة بالسلم على الهلام. احتمال أن يكون الطول نفسه لـ VNTRs لشخصَين ضئيل جدًّا، لكن عدد VNTRs في الشخص يمثل صفة وراثية.

٣. فيما يأتي تتابع ل DNA.

AGGTACGAGTCGGTAAGAGTCGGTAAGAGTCGGTAAGAGTCGGTAAGAGTCGGTAAGGCTA

أ. ما التتابع القاعدي للساتل الصغير الموجود في هذا التتابع لـ DNA؟

.....

.....

ب. ما عدد مرات تكراره؟

.....

.....

حلّت التكرارات الترادفية القصيرة (STRs)، وتعرف أيضًا بالسواتل الدقيقة microsatellites، إلى حد كبير محل السواتل الصغيرة في بصمة DNA. السواتل الدقيقة تتابعات قواعد متكرّرة أصغر بكثير من السواتل الصغيرة. وتتكوّن السواتل الدقيقة من قاعدتَين إلى 5 قواعد تتكرر من 10 مرات إلى 30 مرة. أحد هذه السواتل له تتابع قاعدي CACACA يتكرر بين 5 و 20 مرة. وعدد التكرارات في أي ساتل دقيق متغير كما في السواتل الصغيرة.

ج. ابتكر تتابع DNA يتكوّن من 50 قاعدة تحتوي على سواتل دقيقة.

.....

.....

توجد السواتل الصغيرة والسواتل الدقيقة في الإنسان على الـ 22 كروموسومًا جسديًا، وكذلك على الكروموسومَين الجنسيَّين X و Y. وقد أمكن تحديد أطوال المتغيرات المختلفة من السواتل الدقيقة المختارة في بصمة DNA. توجد العديد من السواتل الدقيقة المستخدمة في بصمة DNA في مناطق غير مشفرة من DNA بين الجينات التركيبية. يستخدم مكتب التحقيقات الفيدرالي (FBI) في الولايات المتحدة الأمريكية 20 من هذه السواتل الدقيقة (وبعضها على الكروموسومات X و Y) في قاعدة بيانات DNA.

٤. أ. اقترح سبب استخدام مكتب التحقيقات الفيدرالي FBI السواتل الدقيقة من الكروموسومات X و Y في قاعدة بياناته.

.....

.....

جُمعت عيّنة DNA من مسرح جريمة وأرسلت للتحليل. كما جُمعت عيّنات من ثلاثة أشخاص مشتبه بهم للمقارنة.

ب. يجب تضخيم عيّنات DNA قبل إجراء المزيد من التحليل. لخّص مراحل الإجراء المستخدم للقيام بذلك، واشرح سبب ضرورة إجرائه.

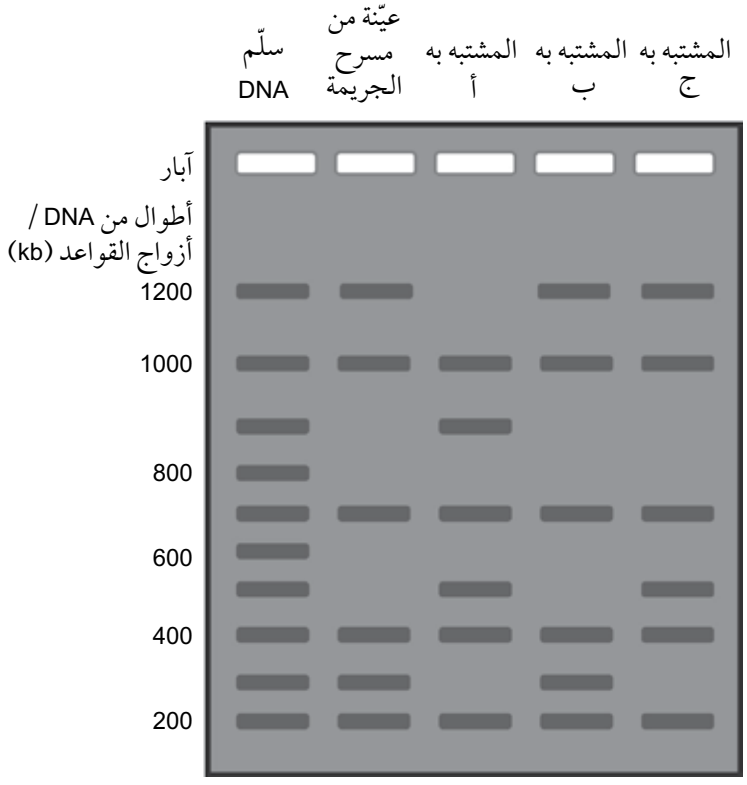
.....

.....

.....

.....

يظهر مخطط الفصل الكهربائي الآتي نتائج العيّنات.



ج. لخّص كيف يتسبب الفصل الكهربائي في تحرك DNA عبر الهلام، وسبب ظهور الأشرطة.

.....

.....

د. كيف يتم تكوين سلّم DNA على يسار الهلام؟

.....

.....

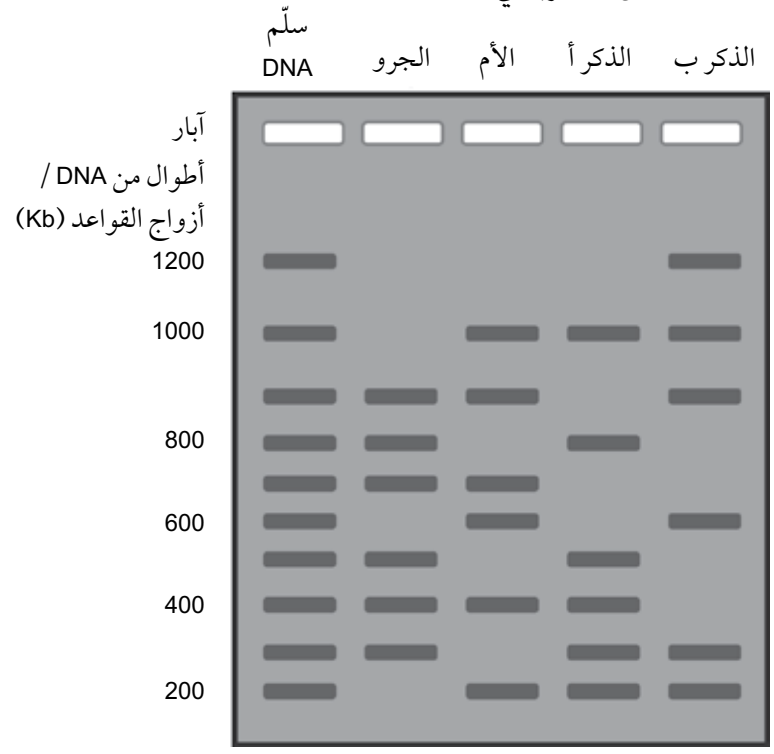
هـ. أي مشتبه به من المرجح أن يكون قد ارتكب الجريمة؟ اشرح إجابتك.

.....

.....

وجد مربّي كلاب أن إحدى كلابه الإناث كانت حاملًا. طلب المربي بعد ولادة إحدى إناث الكلاب إجراء تحليل DNA ليحدّد أب الجرو، نظرًا إلى أهمية تحديد سجل النسب لهذه السلالة. كان يعلم أن أب الجرو هو واحد من ذكرَين، الذكر (أ)، والذكر (ب). جُمعت عيّنات DNA من الكلاب الأربعة جميعها – الجرو والأم والذكرَين.

استُخدم الفصل الكهربائي الهلامي للعيّنات، وظهرت النتائج كما هو مبيّن في مخطط الفصل الكهربائي.



٥. أي ذكر، (أ) أو (ب)، هو أب الجرو؟ اشرح إجابتك.

.....

.....

أسئلة نهاية الوحدة

١. أ. تحتوي النباتات على إنزيم يسمّى جلوتامين سينثيز، والذي يحفز تفاعل الجلوتامات والأمونيا لإنتاج الجلوتامين. تحتوي بعض مبيدات الأعشاب على مركب الغلوفوسينات الذي يمكن أن يرتبط مع موقع ارتباط الجلوتامات بجلوتامين سينثيز. ما يؤدي إلى تراكم الأمونيا في النبات، وقتله.

اشرح كيف يؤدي الغلوفوسينات إلى تراكم الأمونيا.

ب. جرى تعديل عدة أصناف من اللفت *Brassica napus* جينيًّا لمقاومة مبيدات الأعشاب المحتوية على غلوفوسينات. تحتوي أصناف اللفت المقاوم لمبيدات الأعشاب على جين بار Gene *bar*، الذي يشفر لإنزيم فوسفينوثرايسين أسيتيل ترانسفيريز (Phosphinothricin acetyl transferase) (PAT).

إنزيم PAT يغيّر الغلوفوسينات Glufosinate إلى مركب غير نشط.

اشرح كيف تنتج زراعة نباتات اللفت التي تحتوي على جين بار محصولًا وافرًا من بذور اللفت.

ج. طوّرت الشركة التي تنتج وتبيع بذور اللفت المعدلة جينيًّا والمقاومة لمبيدات الأعشاب صنفًا جديدًا من الجيل الأول F1 الهجين نتج من تزاوج بين أصناف نقية السلالة مقاومة لمبيدات الأعشاب تسمّى MS8 و RF3.

١- اشرح المقصود بالمصطلح الجيل الأول الهجين.

٢- **اقترح** فائدة واحدة للمزارع من زراعة صنف هجين من بذور اللفت الزيتية، بدلًا من صنف سلالة نقية.

٣- يحتوي MS8 (المعقم الذكري) على جين يسمّى بارناس *barnase* يشفر لإنزيم ريبونيوكليز الذي يتم التعبير عنه في متوك الأزهار فقط. وهذا يؤثر في بناء RNA ويوقف نمو المتك.

يحتوي RF3 (استعادة الخصوبة) على جين يسمّى بارستار *barstar* الذي يشفر لمثبط إنزيم ريبونيوكليز، والذي يتم التعبير عنه في المتوك فقط. وهذا يمكن أن يثبط إنزيم ريبونيوكليز الذي يشفره بارناس.

اشرح كيف يمكن للشركة استخدام هذَين الصنفَين لتنتج على نطاق واسع بذورًا هجينة 100%.

مهم

تتضمن الأسئلة عن التقنية الجينية في كثير من الأحيان سياقات وبيانات غير مألوفة، تحفزك على تطبيق معرفتك وفهمك. وقد تشمل أيضًا موضوعات أخرى. فيما يأتي يبدأ النشاط بالسؤال عن موضوع ذي صلة بالإنزيمات، وينتهي بالطلب إليك التفكير في استخدام تقنية جديدة لإنتاج نباتات هجينة مقاومة لمبيدات الأعشاب.

أفعال إجرائية

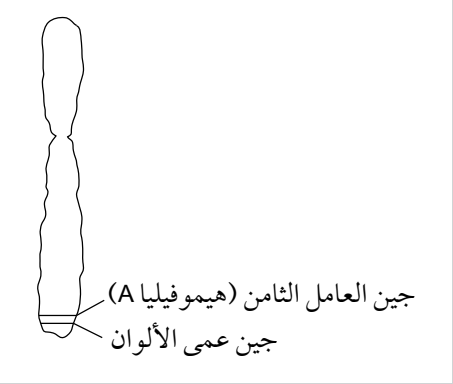
اشرح Explain: اعرض الأهداف أو الأسباب / اجعل العلاقات بين الأشياء واضحة / توقّع لماذا و/ أو كيف وادعم إجابتك بأدلّة ذات صلة.

اقترح Suggest: طبّق المعرفة والفهم على المواقف التي تتضمّن مجموعة من الإجابات الصحيحة من أجل تقديم المقترحات.

تابع

٤- **تنبّأ** ما إذا كانت النباتات النامية من البذور الهجينة ستكون خصبة. اشرح إجابتك.

٢. أ. يبيّن الشكل مكان وجود جينَين مرتبطَين باختلالَين وراثيين على الكروموسوم X للإنسان.



١- **اذكر** المصطلح المستخدم لوصف مكان الجين على الكروموسوم.

٢- هذان الجينان مرتبطان بالجنس. اشرح المقصود بهذا المصطلح.

ب. يشفر الجين المرتبط بالهيموفيليا A لبروتين يسمّى العامل الثامن (VIII). رجل لديه أليل واحد من عدة أليلات مختلفة متنحية من هذا الجين، التي لا تشفر لعامل ثامن فعّال وظيفيًّا. يمكن أن تعالج الهيموفيليا A بحقن الشخص بالعامل الثامن. والعمر المتوقع للرجل المصاب بالهيموفيليا والذي يمكن أن يعالج بهذا العلاج عند الحاجة يماثل العمر المتوقّع لرجل غير مصاب بهذا المرض.

١- أصبح من الممكن الآن فحص الأجنة للكشف عن وجود أليل الهيموفيليا A. **لخّص** مزايا هذا الفحص.

٢- اقترح الاعتبارات الأخلاقية التي يجب مراعاتها عند فحص الأجنة للكشف عن وجود أليل الهيموفيليا.

ج. تعالج الهيموفيليا A بالعامل الثامن الذي يتم الحصول عليه من بلازما الدم من إنسان متبرع مانح، أو بالعامل الثامن معاد التركيب الناتج من الهندسة الجينية لخلايا كائن حي ثديي تُنمّى في زراعة نسيجية.

مهم

يتضمن الجزء الأول من هذا السؤال علم الوراثة، لكنه ينتقل بعد ذلك إلى موضوعات مرتبطة بتقييم البيانات ومناقشة القضايا الأخلاقية. القضايا الأخلاقية والقضايا الاجتماعية متداخلة. وعلى العموم، القضايا الأخلاقية هي تلك التي تتعلق بقيم الصواب والخطأ، أمّا القضايا الاجتماعية فتتعلق بالمواقف والصراعات في المجتمع. تذكّر أن الفعل الإجرائي "ناقش" يعني أنه يتوجب عليك معالجة وجهتَي النظر المختلفتَين للقضية.

أفعال إجرائية

تنبّأ Predict: اقترح ما قد يحدث بناءً على المعلومات المتاحة.

اذكر State: عبّر بكلمات واضحة.

لخّص Outline: ضع الخطوط العريضة أو النقاط الرئيسية.

تابع

قد يكون الأطباء والمرضى قادرين على اختيار ما يمكن استخدامهما من نوعَي العامل الثامن المذكورين. فلكليهما القدرة الجيدة نفسها في السيطرة على الحالة. لكن الاعتبارات الأخرى الواجب مراعاتها هي كلفة العلاج (العامل الثامن معاد التركيب باهظ الكلفة)، واحتمال تطور ردود فعل مناعية تجاه المنتجَين. فبعض المرضى يكوّنون أجسامًا مضادة للعامل الثامن الذي يحقن، بما يثبط فاعليته، ومن المحتمل أن يؤثر مصدر العامل الثامن على الأجسام المضادة التي سينتجها.

١- أجريت العديد من الدراسات لمحاولة تحديد أي نوع من العامل الثامن يرجح أن يسبب إنتاج المرضى لأجسام مضادة.

يبيّن الجدول نتائج 12 دراسة من هذه الدراسات.

الدراسة	نوع العامل الثامن المستخدم	عدد الأشخاص في الدراسة	النسبة المئوية لإنتاج أجسام مضادة (%)
1	مستخلص من البلازما	48	6.25
2	مستخلص من البلازما	16	0.00
3	مستخلص من البلازما	37	2.70
4	مستخلص من البلازما	89	28.09
5	مستخلص من البلازما	19	5.26
6	مستخلص من البلازما	135	21.48
7	معاد التركيب	59	23.73
8	معاد التركيب	50	18.00
9	معاد التركيب	181	29.28
10	معاد التركيب	35	5.71
11	معاد التركيب	47	36.17
12	معاد التركيب	101	31.68

اقترح أسباب التباين الواسع في النتائج المبيّنة في الجدول.

تابع

٢- جرى التخطيط لتجربة مستقلة أخرى في هذه التجربة:

- سيطلب إلى آباء الأبناء الذكور الذين تم تشخيص إصابتهم للتو بالهيموفيليا المشاركة في تجربة عشوائية.
- سيزوّد الآباء بمعلومات وافية عما هو معروف عن أمان وفاعلية كلا نوعَي العلاج.
- عند موافقة الآباء، سيوزع الأبناء عشوائيًا في مجموعة تحقن بالعامل الثامن المستخلص من البلازما، ومجموعة تحقن بالعامل الثامن معاد التركيب.
- سيُفحص الأبناء على فترات للكشف عن الأجسام المضادة المحتمل تكوينها، وستؤخذ التدابير اللازمة للتعامل مع ذلك في حالة حدوثه.

اقترح سبب اقتصار الدراسة فقط على الأبناء الذين شُخّصوا للتو بإصابتهم بالهيموفيليا.

٣- **ناقش** القضايا الأخلاقية والقضايا الاجتماعية التي يمكن أن تثيرها تنفيذ هذه الدراسة.

أفعال إجرائية

ناقش Discuss: اكتب حول الموضوع بطريقة منظمة.

٣. الذرة محصول حبوب يزرع في أجزاء كثيرة من العالم. وأكثر من 90% من نباتات الذرة المزروعة في العديد من البلدان هجينة من الجيل الأول F1. تعطي الذرة الهجينة إنتاجية من الحبوب أعلى بكثير من الذرة نقية السلالة.

أ. اشرح المقصود بكل من:

١- هجين الجيل الأول.

٢- السلالة النقية.

ب. التفوق والإنتاجية الأكبر للسلالة الهجينة مقارنة بالسلالة النقية يطلق عليه مصطلح تفوق الهجين الجيني. لا يدرك علماء الأحياء حتى الآن إدراكًا تامًا السبب الذي يؤدّي إلى التفوق الجيني للهجين. تفترض إحدى النظريات أن الأليلات السائدة في الهجين تحجب الأليلات المتنحية الضارة الموجودة عند الأبوَين. وتفترض نظرية أخرى أن مستوى التعبير لأليل معيّن قد يكون أكبر أو أقل في الهجين مقارنة بأي من الأبوَين (النقيين).

أجري استقصاء لتحديد مستوى التعبير لدى 13999 جين في صنفَين من الذرة النقية B73 و Mo17، والهجين من تزاوجهما.

تابع

- زرعت أعداد كبيرة من البادرات بالطرز الجينية النقية B73 و Mo17 والهجين B73 × Mo17 في ظروف متحكّم بها.
- زرع كل طراز جيني 10 مرات.
- حصدت الأجزاء النامية فوق الأرض من جميع الطرز الجينية الثلاثة بعد 14 يومًا.
- استخلص RNA من البادرات.
- استخدم RNA لتكوين شريط مفرد من cDNA بتتابع قاعدي مكمل.
- وُسمت شرائط cDNA بصبغات متوهّجة.

١- اشرح سبب استخلاص الباحثين RNA من البادرات وليس DNA.

٢- سمّ الإنزيم الذي سيستخدم لتكوين شريط DNA مفرد من RNA المستخلص.

ج. وجد الباحثون أنه من بين 13999 جين تمّ اختبارها، جرى التعبير عن 1367 إلى مستويات مختلفة في الهجين مقارنة بأي من الأبوَين.

من بين هذه الجينات 1367:

- تمّ التعبير عن 1062 بدرجة متوسطة بين تلك التي للأبوَين.
- تمّ التعبير عن 34 بدرجة عالية في الهجين مقارنة بأي من الأبوَين.
- تمّ التعبير عن 10 بدرجة منخفضة في الهجين مقارنة بأي من الأبوَين.

اقترح الأسباب التي تجعل من الممكن التعبير عن الجين في الهجين بمستويات مختلفة مقارنة بأي من الأبوَين.

٤. جرى تحديد الطراز الجيني ل 104000 شخص في آيسلندا، وتمّ تحديد التسلسلات الكاملة لجينومات 2636 شخصًا. توفر قواعد البيانات من هذه المعلومات رؤى جديدة عن التباين الجيني البشري وتأثيراته بين الناس.

مهم

عام 2015م، نشرت تفاصيل عن أكبر مجموعة من جينومات الإنسان على الإطلاق، ونتائج تحليلات مختلفة لهذه البيانات. جرى في هذه الدراسة فحص سكان آيسلندا، لأن سكان آيسلندا نشأوا قبل 1100 سنة فقط من مجموعة صغيرة نسبيًّا من الناس، وتعرف سلاسل الأنساب الكاملة (مخطط سلالة العائلة) لنسبة عالية جدًّا من الناس. يطلب إليك هذا السؤال تطبيق المعرفة على حالة غير مألوفة لإجراء بعض الحسابات، والتفكير في الاعتبارات الأخلاقية المرتبطة بتتابع الجينوم.

تابع

أ. وجد أن 93% من الاختلاف بين تتابعات القواعد ل 2636 شخصًا ناتجة من تغيّر في قاعدة واحدة، و 7% المتبقية كانت نتيجة طفرات إدخال أو حذف.

كانت إحدى مجموعات الباحثين مهتمة بطفرات فَقد الوظيفة، التي تمنع تشفير الجين إلى بروتين مفيد. وجد في الجينومات التي حللت لـ 2636 شخصًا، 6795 طفرة فَقد وظيفة في 4924 جين. ومن بين هذه الطفرات كان هناك 3979 طفرة نتيجة التغيير في قاعدة واحدة، و2816 طفرة نتيجة الإدخال أو الحذف.

١- احسب النسبة المئوية لطفرات فَقد الوظيفة نتيجة الإدخال أو الحذف.

٢- اشرح أسباب الاختلاف بين القيمة التي حسبتها في الجزء (١) والقيمة 7% المعطاة في الجزء (أ) من السؤال.

ب. وافق سكان آيسلندا الذين جمعت منهم هذه البيانات على استخدام المعلومات الخاصة بهم لأغراض البحث العلمي. وقد حدّد تحليل جينومات العديد من الأشخاص الذين يحملون طفرات قد تزيد من خطر الإصابة بحالات مرضية مثل سرطان الثدي ومرض الزهايمر.

ناقش الاعتبارات الأخلاقية المرتبطة باتخاذ قرار عما إذا كان يجب الاتصال مع هؤلاء الأشخاص أم لا من خلال أطبائهم، وإعطاء المعلومات عن نتائج تحليل جينوماتهم.

الاتزان الداخلي

Homeostasis

أهداف التعلُّم

٤-١ يعرّف الاتزان الداخلي ويذكر أهميته في الثدييات.

٤-٢ يذكر مبادئ الاتزان الداخلي من حيث المنبهات الداخلية والخارجية والمستقبلات وأجهزة التنسيق (الجهاز العصبي وجهاز الغدد الصماء) والمستجيبات (العضلات والغدد) والتغذية الراجعة السلبية.

٤-٣ يذكر أن اليوريا يتم إنتاجها في الكبد من خلال نزع المجموعة الأمينية من الأحماض الأمينية الزائدة.

٤-٤ يصف تركيب كُلية الإنسان، مقتصرًا على:

- المحفظة الليفية
- القشرة
- النخاع
- حوض الكُلية
- الحالب
- فروع الشريان الكلوي والوريد الكلوي.

٤-٥ يحدّد في الرسوم التخطيطية، والصور المجهرية الضوئية والصور المجهرية الإلكترونية، أجزاء النفرون والأوعية الدموية والتراكيب المرتبطة بها، مقتصرًا على:

- الكُبيبة
- محفظة بومان
- الأُنيبيب الملتوي القريب
- التواء هنلي
- الأُنيبيب الملتوي البعيد
- القناة الجامعة.

٤-٦ يصف ويشرح تكوين البول في النفرون، مقتصرًا على:

- تكوين راشح الكُبيبة بالترشيح الفائق في محفظة بومان
- إعادة الامتصاص الانتقائي في الأُنيبيب الملتوي القريب.

٤-٧ يلخص كيف يتم ضبط تركيز البول، مع الإشارة إلى التواء هنلي والأُنيبيب الملتوي البعيد والقناة الجامعة.

٤-٨ يربط التركيب الدقيق لمحفظة بومان والأُنيبيب الملتوي القريب بوظائفها في تكوين البول.

٤-٩ يصف أدوار تحت المهاد والغدة النخامية الخلفية والهرمون المانع لإدرار البول (ADH) والأكوابورينات والقنوات الجامعة في تنظيم الأسموزية.

٤-١٠ يشرح كيف تنظم آليات التغذية الراجعة السلبية تركيز الجلوكوز في الدم، مع الإشارة إلى تأثير الإنسولين على خلايا العضلات وخلايا الكبد وتأثير الجلوكاجون على خلايا الكبد.

أهداف التعلُّم

٤-١١ يصف مبادئ التأشير الخلوي باستخدام مثال التحكم في تركيز سكر الدم عن طريق هرمون الجلوكاجون، مقتصرًا على:

- ارتباط الهرمون بمستقبل سطح الخلية ما يسبب تغيرات الشكل الفراغي
- تنشيط البروتين G الذي يؤدي إلى تحفيز إنزيم أدينيليل سيكليز
- تكوين المرسال الثاني cAMP (أحادي فوسفات الأدينوسين الحلقي)
- تنشيط بروتين كاينيز A بواسطة أحادي فوسفات الأدينوسين الحلقي الذي يؤدي إلى بدء تتالي الإنزيمات
- تضخيم الإشارة من خلال تتالي الإنزيمات نتيجة لتنشيط المزيد من الإنزيمات عن طريق الفسفرة
- الاستجابة الخلوية التي يتم فيها تنشيط الإنزيم النهائي في المسار، يؤدي إلى حفز تفكيك الجلايكوجين.

٤-١٢ يشرح مبادئ عمل شرائط الاختبار وأجهزة الاستشعار الحيوية لقياس تركيز الجلوكوز في البول والدم، مع الإشارة إلى إنزيمَي الجلوكوز أكسيديز والبيروكسيديز.

٤-١٣ يصف تركيب الخلايا الحارسة ووظيفتها.

٤-١٤ يشرح أن الثغور تستجيب للتغيرات في الظروف البيئية عن طريق الفتح والإغلاق، وأن تنظيم فتحة الثغر يوازن بين الحاجة إلى امتصاص ثاني أكسيد الكربون بالانتشار والحاجة إلى تقليل فقد الماء عن طريق النتح.

٤-١٥ يصف آلية فتح وإغلاق الثغور.

الأنشطة

نشاط ٤-١ آلية عمل عقار ميتفورمين في ضبط تركيز الجلوكوز في الدم

ينتج مرض السكري النوع الثاني من عدم قدرة خلايا الكبد والعضلات على الاستجابة للإنسولين. لا يمكن علاج المرض بداية بحقن الإنسولين نظرًا إلى أن مستويات **الإنسولين** عند الأشخاص عندما يتم تشخيص إصابتهم بالمرض تكون غالبًا طبيعية أو أعلى من المعتاد. يستخدم عقار ميتفورمين غالبًا للمساعدة أولًا في خفض مستويات الجلوكوز في الدم. في هذا النشاط، سوف:

- تطوّر فهمك لتنظيم تركيز الجلوكوز في الدم والتأشير الخلوي.
- تطوّر مهاراتك التحليلية من خلال فحص البيانات الخاصة بتأثير عقار ميتفورمين على تركيز الجلوكوز في الدم.
- تطوّر فهمك في استخدام الاختبار الإحصائي، والخطأ المعياري.

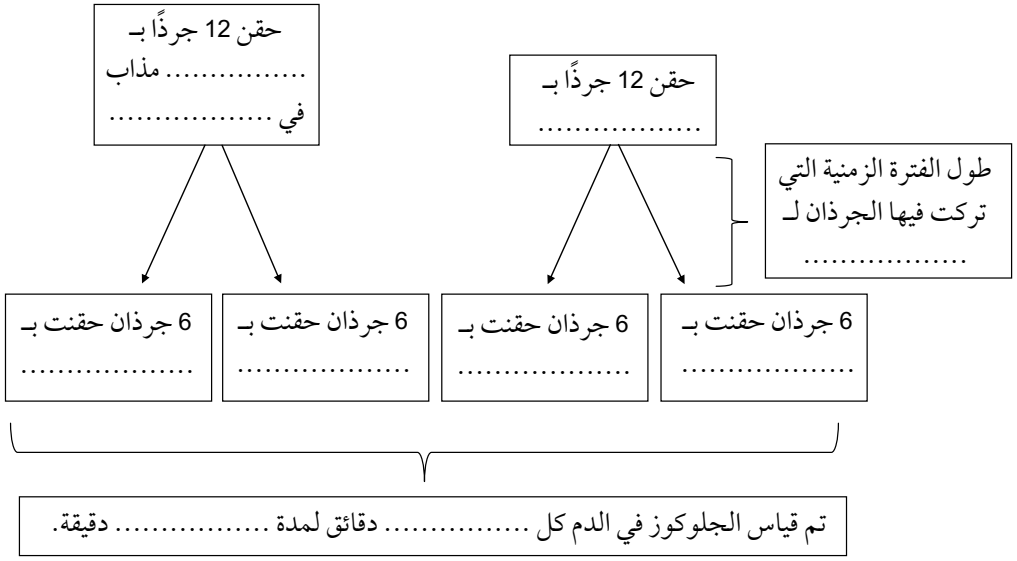
مصطلحات علمية

الإنسولين Insulin:
هرمون ببتيدي صغير تفرزه خلايا بيتا في جُزيرات لانجرهانس في البنكرياس ليخفض من تركيز الجلوكوز في الدم.

الجلوكاجون Glucagon:
هرمون ببتيدي تفرزه خلايا ألفا في جُزيرات لانجرهانس في البنكرياس ليزيد من تركيز الجلوكوز في الدم.

١. أجريت تجربة حُقنت فيها مجموعتان في كل منهما 12 جرذًا إما بالماء أو بعقار ميتفورمين مذاب في الماء. تم قياس تركيز الجلوكوز في الدم في جميع الجرذان في البداية، ثم بعد 30 دقيقة، ثم بعد 60 دقيقة. وحُقِنَ نصف جرذان كل مجموعة بعد 60 دقيقة إما بمحلول ملحي أو **بجلوكاجون** مذاب في محلول ملحي. تم قياس تركيز الجلوكوز في الدم كل 10 دقائق لمدة 30 دقيقة.

أ. هذه تجربة معقدة إلى حد ما. لذا يمكن لمخطط انسيابي Flowchart أن يساعد في تمثيلها. املأ الفراغات في الشكل ٤-١.



الشكل ٤-١: مخطط انسيابي لتصميم تجربة.

ب. اذكر المتغيرات المستقلة (يوجد متغيران).

.....

.....

ج. اقترح ثلاثة عوامل يجب ضبطها.

.....

.....

.....

د. اشرح السبب الذي أدّى إلى حقن مجموعة من الفئران بالماء والمحلول الملحي بدلاً من الميتفورمين والجلوكاجون؟

.....

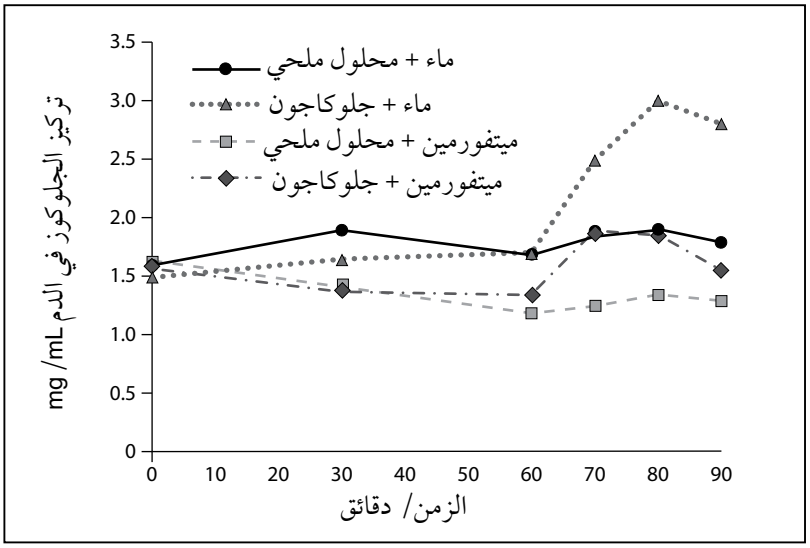
.....

هـ. اشرح السبب الذي يؤدّي إلى احتمال وجود تراكيز أعلى من المعتاد من الإنسولين في دم مرضى السكري النوع الثاني.

.....

.....

٢. يبيّن الشكل ٤-٢ نتائج التجربة.



الشكل ٤-٢: تراكيز الجلوكوز في دم الجرذان بعد المعالجة بالميتفورمين والجلوكاجون.

يُعدّ وصف أنماط البيانات المعقدة مهارة مهمة، يجدر البحث عنها بتفحّص الأجزاء المختلفة من التمثيل البياني ومعرفة ما عليك أن تقارنه. تفحّص جيدًا التمثيل البياني في الشكل ٤–٢، وأجب عما يأتي:

أ. قارن تأثير الحقن بالماء والميتفورمين (لكل من مجموعتي الجرذان) على تركيز الجلوكوز في الدم من الدقيقة صفر إلى الدقيقة 60. ستبحث في هذه المقارنة عن الاختلافات بين المعالجة بالماء والمعالجة بالميتفورمين.

.....

.....

ب. حُقن الجلوكاجون والمحلول الملحي في الدقيقة 60. نفذ المقارنات الثلاث الآتية:

- أولًا، قارن تأثير حقن الماء + الجلوكاجون مع تأثير حقن الماء + المحلول الملحي. سيبيّن لك ذلك التأثير العادي للجلوكاجون في غياب الميتفورمين. وهو التأثير الأساسي للجلوكاجون.

.....

.....

- ثانيًا، قارن الجرذان التي حقنت بالماء + الجلوكاجون مع تلك التي حقنت بالميتفورمين + الجلوكاجون. سيبيّن ذلك ما إذا كان الميتفورمين يؤثر في عمل الجلوكاجون.

.....

.....

- ثالثًا، قارن الجرذان التي حقنت بالميتفورمين + المحلول الملحي مع تلك التي حقنت بالميتفورمين + الجلوكاجون. سيبيّن ذلك مقدار ارتفاع تركيز الجلوكوز في الدم عند إضافة الجلوكاجون مع أو بدون الميتفورمين.

.....

.....

ج. تفحّص مقارناتك. ثم كوّن استنتاجًا صحيحًا حول ما إذا كان للميتفورمين تأثير على تركيز الجلوكوز في الدم، وكيفية تأثيره.

.....

.....

د. اقترح كيف يمكنك جعل استنتاجك أكثر دقة. وما هي المعلومات التي قد تحتاج إليها لإثبات ذلك؟

.....

.....

٣. في نهاية التجربة، جرى أيضًا استقصاء تأثير الميتفورمين والجلوكاجون على إنتاج AMP الحلقي (cAMP) في خلايا كبد الجرذ. أُزيل نسيج الكبد من الجرذان نفسها، وقيست مستويات cAMP. يبيّن الجدول ٤-١ نتائج التجربة. لاحظ أن التعبير عن cAMP يأتي من خلال كتلته كنسبة من إجمالي كتلة البروتين الخلوي.

المادة التي حقنت	كتلة cAMP من البروتين الخلوي pmol/µg							
	1	2	3	4	5	6	المتوسط	الانحراف المعياري
ماء متبوعًا بمحلول ملحي	9	10	8	6	7	10	8.3	1.6
ماء متبوعًا بالجلوكاجون	65	68	53	54	58	61	59.8	6.0
ميتفورمين متبوعًا بمحلول ملحي	5	7	12	9	7	6	7.7	2.5
ميتفورمين متبوعًا بالجلوكاجون	24	23	18	16	17	18	19.3	3.3

الجدول ٤-١: تأثير الميتفورمين والجلوكاجون على إنتاج AMP الحلقي (cAMP) في خلايا كبد الجرذ. الانحراف المعياري هو قياس مقدار انحراف كل قيمة مسجلة عن قيمة المتوسط (انظر إلى الاستقصاء العملي ٥-١ للمزيد من المعلومات حول كيفية حساب الانحراف المعياري).

أ. ١- ارسم تمثيلًا بيانيًّا يبيّن تأثيرات المعالجات المختلفة على خلايا كبد الجرذ على متوسط كتلة cAMP.

تشير التجربة إلى أن متوسط كتلة cAMP يختلف اختلافًا كبيرًا تبعًا للمعالجات المختلفة. إذا كرَّرتَ كل معالجة مرة أخرى، فهل ستكون النتائج نفسها؟ لا يمكن أبدًا التأكد من ذلك، لكن يمكن إجراء عملية حسابية لتحديد ما إذا كانت قيمة المتوسط Mean value قريبة من القيمة الحقيقية True value له. تفيد العملية الحسابية في إيجاد قيمة الخطأ المعياري Standard error (SE) للمتوسط، الذي يخبرنا إلى أي مدى يمكن أن نكون متأكدين من أن قيمة المتوسط هي القيمة الحقيقية.

صيغة SE هي:

$$SE = \frac{s}{\sqrt{n}}$$

حيث:

SE الخطأ المعياري

s الانحراف المعياري

n حجم (عدد) العينة

يمكن التأكد بنسبة 95% أو إذا أجريت تجربة أخرى، فستكون النتائج في حدود ضعف قيمة SE. يعرف هذا النطاق أو المدى حول المتوسط بأنه حد الثقة Confident limit 95%، والذي يعني أن يكون هناك خطأ بنسبة 5% أو يمكنك أن تكون واثقًا بنسبة 95% أن مدى القيم التي حصلت عليها تتضمن قيمة المتوسط الحقيقية للعينة.

اتبع الخطوات لحساب حدود الثقة 95% والمتعلقة بكون كتلة cAMP تعود إلى الماء متبوعًا بالمعالجة بالمحلول الملحي.

الخطوة الأولى: احسب الخطأ المعياري باستخدام الصيغة: $SE = \frac{s}{\sqrt{n}}$

$$SE = \frac{1.6}{\sqrt{6}}$$

$$SE = 0.65$$

الخطوة الثانية: احسب الآن حد الثقة 95%:

$$2 \times SE = 1.3$$

هذا يعني أنه يمكن الثقة بنسبة 95% بأن المتوسط من العيّنة الثانية سيكون: 8.3 ± 1.3 ما يعني أن 95% من حدود الثقة هي بين 7 و 9.6.

مصطلحات علمية

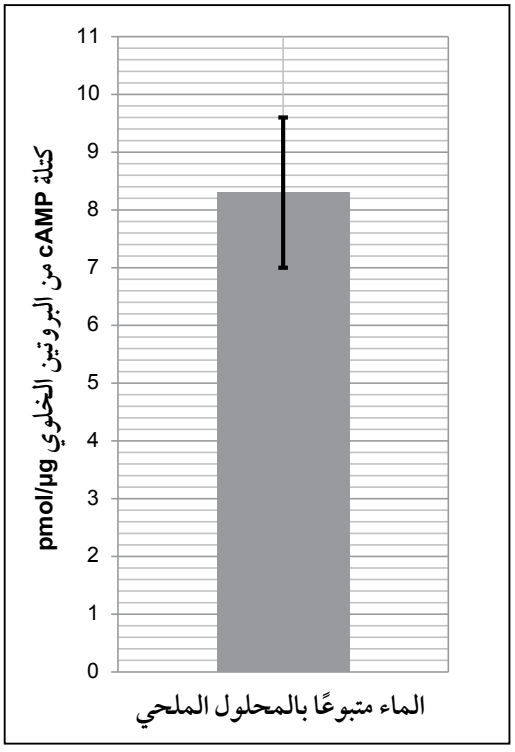
عمود الخطأ Error bar: خط يرسم عبر نقطة أو قمة عمود على الرسم البياني على امتداد خطأين معياريَّين فوق أو تحت القيمة المتوسطة المشار إليها بنقطة أو عمود. يمكن أن تكون متأكدًا بنسبة 95% أن القيمة الحقيقية تقع ضمن النطاق المشار إليه بعمود الخطأ.

٢- احسب الخطأ المعياري وحدود الثقة 95% بالنسبة إلى المعالجات المتبقية.

.....

.....

يمكن استخدام حدود الثقة على شكل أعمدة خطأ على التمثيل البياني. إذا لم تتداخل **أعمدة الخطأ**، فلا يمكننا تأكيد القول إن الاختلاف في قيم المتوسطات مهم، ولكننا نعلم أن هناك احتمالًا لذلك. يبيّن الشكل ٤-٣ عمود الخطأ للماء متبوعًا بالمعالجة بالمحلول الملحي. يمكن ملاحظة أن عمود المتوسط يرسم تبعًا لقيمة متوسط البروتين الخلوي 8.3 pmol/µg، وأن عمود الخطأ يمتد 1.3 وحدات فوق المتوسط وتحته.



الشكل ٤-٣

٣- استخدم قيم حدود الثقة 95% التي حسبتها لإضافة أعمدة الخطأ إلى تمثيلك البياني. يجب أن يكون عمود الخطأ العلوي SE × 2 فوق المتوسط. ويجب أن يكون عمود الخطأ السفلي SE × 2 تحت المتوسط.

مصطلحات علمية

كاينيز فسفوريليز Phosphorylase kinase: إنزيم من تتالي الإنزيمات التي تعمل استجابة للجلوكاجون. ينشط الإنزيم جلايكوجين فوسفوريليز بإضافة مجموعة فوسفات.

ب. اشرح ما تبيّنه البيانات حول تأثيرات ميتفورمين وجلوكاجون على إنتاج cAMP. هل تشير هذه البيانات إلى أن الجلوكاجون يستخدم نظام مرسال ثانوي؟ هل تشير إلى أن إحدى الطرائق التي يخفض بها ميتفورمين الجلوكوز في الدم، تتمثّل في تقليل استجابة خلايا الكبد للجلوكاجون؟

.....

.....

٤. أ. يجب أن تكون قادرًا على فهم دور cAMP كمرسال ثانوي. يحتوي الجدول ٤-٢ على مجموعة من العبارات حول عمل هرمون الجلوكاجون. ضع العبارات بالترتيب الصحيح.

أ	يتم تنشيط البروتين G، والذي بدوره ينشط إنزيم أدينيليل سيكليز لتحويل ATP إلى cAMP.
ب	ينشط **كاينيز فسفوريليز** بواسطة بروتين كاينيز.
ج	ينشط بروتين كاينيز بواسطة cAMP.
د	يرتبط الجلوكاجون بمستقبل الجلوكاجون على سطح غشاء خلية الكبد.
هـ	ينتشر الجلوكوز إلى خارج خلايا الكبد عبر قنوات GLUT2 الناقلة.
و	ينشط جلايكوجين فسفوريليز بواسطة كاينيز فسفوريليز.
ز	يُحول جلايكوجين فسفوريليز الجلايكوجين إلى جلوكوز.

الجدول ٤-٢: بيانات حول آلية عمل هرمون الجلوكاجون.

ب. الآن استخدم العبارات لتشرح سبب قدرة ميتفورمين على خفض تركيز الجلوكوز في الدم.

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

نشاط ٤-٢ التنظيم الأسموزي والمشروبات متساوية التركيز (إثرائي)

أهداف الاستقصاء العملي

- تحليل البيانات الناتجة من التجارب للوصول إلى استنتاجات وتفسيرها.

توصف العديد من المشروبات الرياضية بأنها متساوية الأسموزية. يُقترح أن تعويض السوائل في الجسم يكون أكثر فاعلية إذا احتوت المشروبات على سائل مساوٍ في تركيزه لسوائل الجسم الطبيعية، بدل أن يكون من المياه النقية. في هذا النشاط سوف:

- تطوّر فهمًا لعملية التنظيم الأسموزي من خلال مراجعة التجربة التي تستقصي تأثير تراكيز مختلفة من كلوريد الصوديوم في المشروبات على إخراج البول.
- تطوّر فهمًا للمولارية.

١. تخيل أنك تخطط لتجربة عن تأثير تناول مشروبات بتراكيز مختلفة من كلوريد الصوديوم على إعادة امتصاص الماء في الكليتَين بعد أداء الرياضيّين لتمارين مجهدة. تحتاج أولًا إلى تحضير مجموعة من المشروبات بتراكيز مختلفة من كلوريد الصوديوم.

أ. يبيّن الجدول أدناه التراكيز المختلفة للمشروبات التي يمكن أن تستخدم في هذا الاستقصاء. أعطيت التراكيز كنسبة مئوية من الحجم الكلي للمحلول. انقل الجدول ٤-٣ واكتب كتلة كلوريد الصوديوم اللازمة لتحضير 1 L من كل محلول.

ب. احسب مولارية كل محلول واكتبها في الجدول ٤-٣.

الكتل الجزيئية التي تحتاج إليها هي:

الصوديوم: 23

الكلوريد: 35.5

تركيز محلول كلوريد الصوديوم (%) بالنسبة إلى الحجم	كتلة كلوريد الصوديوم المذابة في 1 L / g	تركيز محلول كلوريد الصوديوم mol/L
0.0		
0.3		
0.6		
0.9		
1.2		
1.5		
1.8		

الجدول ٤-٣: جدول النتائج.

٢. في هذه التجربة، طُلب إلى 18 طالبًا تتراوح أعمارهم بين 18 و 21 عامًا، متماثلين في لياقتهم البدنية، تحريك دواسة دراجة بالقوة نفسها تقريبًا ولمدة ساعة واحدة. أُعطي الطلبة بعد هذه الساعة مشروبًا بنسب تركيز محددة ومتزايدة بين 0.0% و 1.2% من كلوريد الصوديوم. وكان الطلبة قد شربوا السوائل نفسها خلال الساعات الأربع التي سبقت التجربة.

يتصف تركيز 0.9% من كلوريد الصوديوم بتركيز مساوٍ لسوائل الجسم.

استخدمت خمسة مشروبات بدرجات ملوحة مختلفة. وتناول ثلاثة طلبة المقدار نفسه من كل مشروب، بما مجموعه 1000 mL. في حين لم يتناول ثلاثة طلبة أي مشروب. جرى قياس الحجم الإجمالي من البول من كل طالب على مدى ثلاث ساعات التالية. يبيّن الجدول ٤–٤ نتائج التجربة.

تركيز المحلول الملحي (%) بالنسبة إلى الحجم	حجم البول الناتج على مدى 3 ساعات / mL			
	الطالب 1	الطالب 2	الطالب 3	المتوسط
0.0	348	374	325	349.0
0.3	325	359	345	343.0
0.6	254	275	288	272.3
0.9	201	245	242	229.3
1.2	204	195	202	200.3
بدون تناول مشروب	143	129	133	235.0

الجدول ٤–٤: جدول النتائج.

أ. اذكر المتغيرات المستقلة والتابعة.

.....

.....

ب. اذكر أربعة متغيرات تمّ ضبطها.

.....

.....

ج. صف نمط تأثير زيادة تركيز كلوريد الصوديوم في المشروب على حجم البول.

.....

.....

د. اقترح تفسيرًا للنمط الذي وصفته. يجب أن تفكّر في جهد الماء، ومستقبلات الأسموزية، وفقد الملح، وانتشار الأملاح إلى الدم.

.....

.....

هـ. يمكن أن تسبب محاليل الشرب ذات التراكيز المرتفعة من كلوريد الصوديوم ارتفاعًا في تركيز كلوريد الصوديوم في الدم. تنبأ واشرح تأثيرات شرب المحلول مرتفع التركيز 1.8% من كلوريد الصوديوم على الجسم.

.....

.....

٣. ضع العبارات الآتية عن التنظيم الأسموزي بالترتيب الصحيح.

الحرف	العبارة
أ	تتحسس مستقبلات أسموزية في تحت المهاد جهد الماء المنخفض، وترسل نبضات عصبية إلى الغدة النخامية الخلفية
ب	يصبح جهد ماء الدم أقل (أكثر سلبية)
ج	يرتبط (ADH) بمستقبلاته في أغشية خلايا القنوات الجامعة
د	يتم تنشيط إنزيم فوسفوريليز
هـ	يطلق (ADH) إلى الدم
و	يمر الماء عبر الأكوابورينات إلى تجويف القناة الجامعة
ز	تنتقل الحويصلات المحتوية على الأكوابورينات إلى غشاء سطح الخلية وتندمج معه
ح	يرتفع جهد الماء ويتوقف إطلاق (ADH)
ط	يؤدي ارتفاع معدلات التعرق إلى تبخر الماء

الجدول ٤-٥: العبارات عن التنظيم الأسموزي.

نشاط ٤-٣ فتح الثغور في النباتات

أهداف الاستقصاء العملي

– تحليل البيانات الناتجة من التجارب للوصول إلى استنتاجات وتفسيرها.

مصطلحات علمية

الوسيط Median: القيمة الوسطى لجميع القيم في مجموعة البيانات.

المنوال Mode (الفئة المنوالية): القيمة أو الفئة الأكثر شيوعًا، أو تكرارًا في مجموعة النتائج.

تفتح النباتات الثغور وتغلقها استجابة لمجموعة متنوعة من العوامل، بما فيها شدة الضوء والرطوبة وجهد الماء وارتفاع تركيز ثاني أكسيد الكربون. في هذا النشاط، سوف:

- تطوّر فهمًا لكيفية فتح الثغور وإغلاقها.
- تطوّر فهمًا للاختلافات بين المتوسط و**الوسيط** و**المنوال**.
- تطوّر فهمًا لكيفية استخدام المدى الرُبيعي (المدى بين ربيعين).

١. تفتح النباتات الثغور وتغلقها في نمط إيقاعي يستمر لفترة من الوقت إذا توقف نمط الضوء/ الظلام. أجريت تجربة على الإيقاع الطبيعي لفتح الثغور في نباتات ترادسكانتيا (العنكبوتية). كانت النباتات تعرض للإضاءة يوميًّا من الساعة 06:00 إلى الساعة 18:00، ثم توضع في الظلام من الساعة 18:00 إلى الساعة 06:00 من اليوم التالي. استمرت هذه الدورة لمدة أسبوعين. تبيّن أن أكثر من 80% من الثغور على الأوراق كانت مفتوحة كل يوم في الساعة 13:00، وأن أقل من 5% من الثغور كانت مفتوحة في الساعة 00:00 (24:00). بعد استمرار دورة الضوء والظلام لمدة أسبوعين، وضعت النباتات في ظلام تام، وجرى تحديد النسبة المئوية للثغور المفتوحة في الساعة 12:00 بعد 24 ساعة، ثم بعد 48 ساعة. وكانت النتائج في 50 ورقة مختلفة كما هو مبيّن أدناه.

النسبة المئوية للثغور المفتوحة في الساعة 12:00 بعد 24 ساعة	النسبة المئوية للثغور المفتوحة في الساعة 12:00 بعد 48 ساعة
54, 56, 58, 59, 58, 62, 62, 61, 63, 64, 65, 67, 68, 68, 67, 69, 67, 68, 68, 70, 73, 72, 71, 72, 71, 71, 73, 74, 73, 75, 74, 73, 74, 75, 78, 76, 78, 77, 78, 79, 78, 79, 78, 81, 84, 82, 83, 83, 87, 89	44, 44, 48, 48, 49, 49, 49, 49, 51, 51, 51, 52, 52, 52, 52, 52, 53, 54, 56, 56, 57, 57, 57, 58, 58, 58, 58, 59, 59, 59, 60, 61, 61, 61, 61, 62, 62, 63, 63, 64, 64, 66, 67, 68, 68, 69, 69, 69, 73, 74

الجدول ٤–٦: الإيقاع الطبيعي لفتح الثغور في نباتات ترادسكانتيا (العنكبوتية).

يمكن رسم التوزيع التكراري لمقارنة مجموعتَي البيانات.

أولًا، حدّد فواصل مناسبة، الفواصل هنا 5% مثالية. الجدول أدناه جدول تكراري للبيانات. أكمل النسبة المئوية للثغور المفتوحة بعد 24 ساعة.

أ. أكمل الجدول ٤-٧ بكتابة التكرارات للنسب المئوية للثغور المفتوحة بعد 48 ساعة.

النطاق (النسبة المئوية للثغور المفتوحة)	عدد الأوراق ذات الثغور المفتوحة بعد 24 ساعة	عدد الأوراق ذات الثغور المفتوحة بعد 48 ساعة
≤45	0	
46-50	0	
51-55	1	
56-60	4	
61-65	6	
66-70	9	
71-75	14	
76-80	9	
81-85	5	
≥86	2	

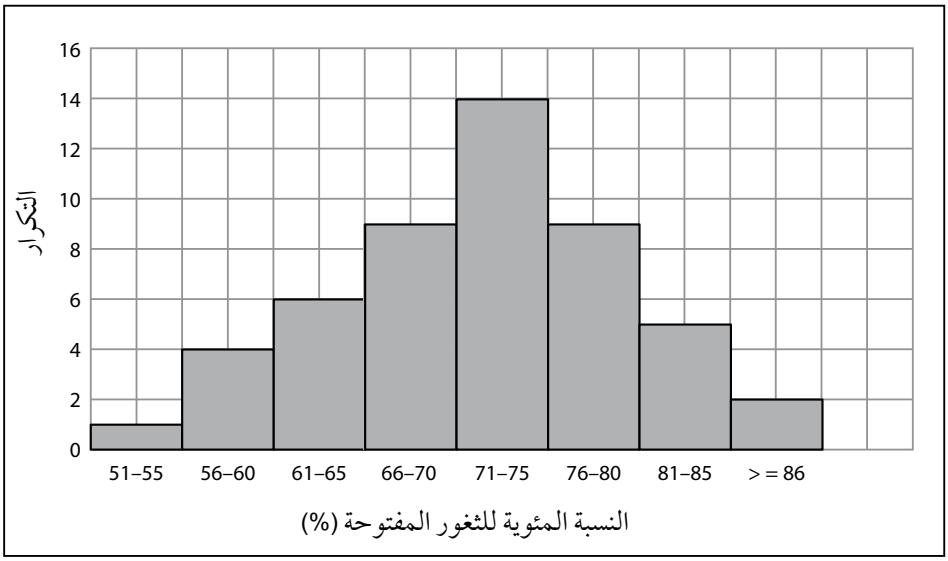
الجدول ٤-٧: التكرارات للنسب المئوية المختلفة للثغور المفتوحة بعد 24 ساعة وبعد 48 ساعة.

يمكن تمثيل هذه البيانات. برسم مدرج تكراري Histogram. ويمكن رسم المدرج التكراري عندما يكون لكلا المحورَين متغيرات مستمرة، على عكس التمثيل البياني بالأعمدة Bar chart الذي يرسم عندما يحتوي أحد المحورَين على بيانات فئوية. لرسم المدرج التكراري، ضع الفواصل على المحور س كما هو مبيّن في الشكل ٤-٤، واكتب مسمى المحور **س** «النسبة المئوية للثغور المفتوحة (%). يمثل المحور **ص** تكرار كل مجموعة- اكتب مسمى هذا المحور «التكرار».

مهم

تذكّر:

تتكوّن المدرجات التكرارية من أعمدة متلاصقة. تكون الأعمدة في التمثيل البياني أعمدة غير متلاصقة، حيث يوجد مسافات فاصلة بينها (فجوات بين الأعمدة).



الشكل ٤–٤: مدرج تكراري يبيّن تكرار الأوراق بنسب مئوية مختلفة من الثغور المفتوحة بعد 24 ساعة.

ب. ارسم مدرّجًا تكراريًّا لتبيّن تكرار فتح الثغور بعد 48 ساعة.

ج. احسب متوسط عدد الثغور المفتوحة بعد 24 ساعة و 48 ساعة.

.....

.....

لا يوفر المتوسط أحيانًا الصورة الكاملة، لذا من المفيد تحديد الوسيط Median (القيمة الوسطى) والمنوال Modal class (المجموعة الأكثر تكرارًا).

اتبع الخطوات الآتية لتحسب قيمة الوسيط.

الخطوة الأولى: رتّب البيانات الأولية من الأصغر إلى الأكبر. وللنسبة المئوية للثغور المفتوحة بعد 24 ساعة تكون كما يأتي:

54, 56, 58, 58, 59, 61, 62, 62, 63, 64, 65, 67, 67, 67, 68, 68, 68, 68, 69, 70, 71, 71, 71, 72, 72, 73, 73, 73, 73, 74, 74, 74, 75, 75, 76, 77, 78, 78, 78, 78, 78, 79, 79, 81, 82, 83, 83, 84, 87, 89.

الخطوة الثانية: يكون الوسيط هو القيمة الوسطى في حال وجود عدد فردي Odd number من القيم. ويكون الوسيط هو المتوسط بين قيمتَين وسطيتَين في حال وجود عدد زوجي Even number من القيم.

يوجد 50 (عدد زوجي) قيمة في بيانات النسبة المئوية للثغور المفتوحة بعد 24 ساعة. لذا سيكون الوسيط متوسط القيمتَين اللتين ترتيبهما 25، 26.

$$(72\% + 73\%) \div 2 = 72.5\%$$

د. والآن من الجدول ٤-٦، احسب الوسيط للنسبة المئوية للثغور المفتوحة بعد 48 ساعة.

.....

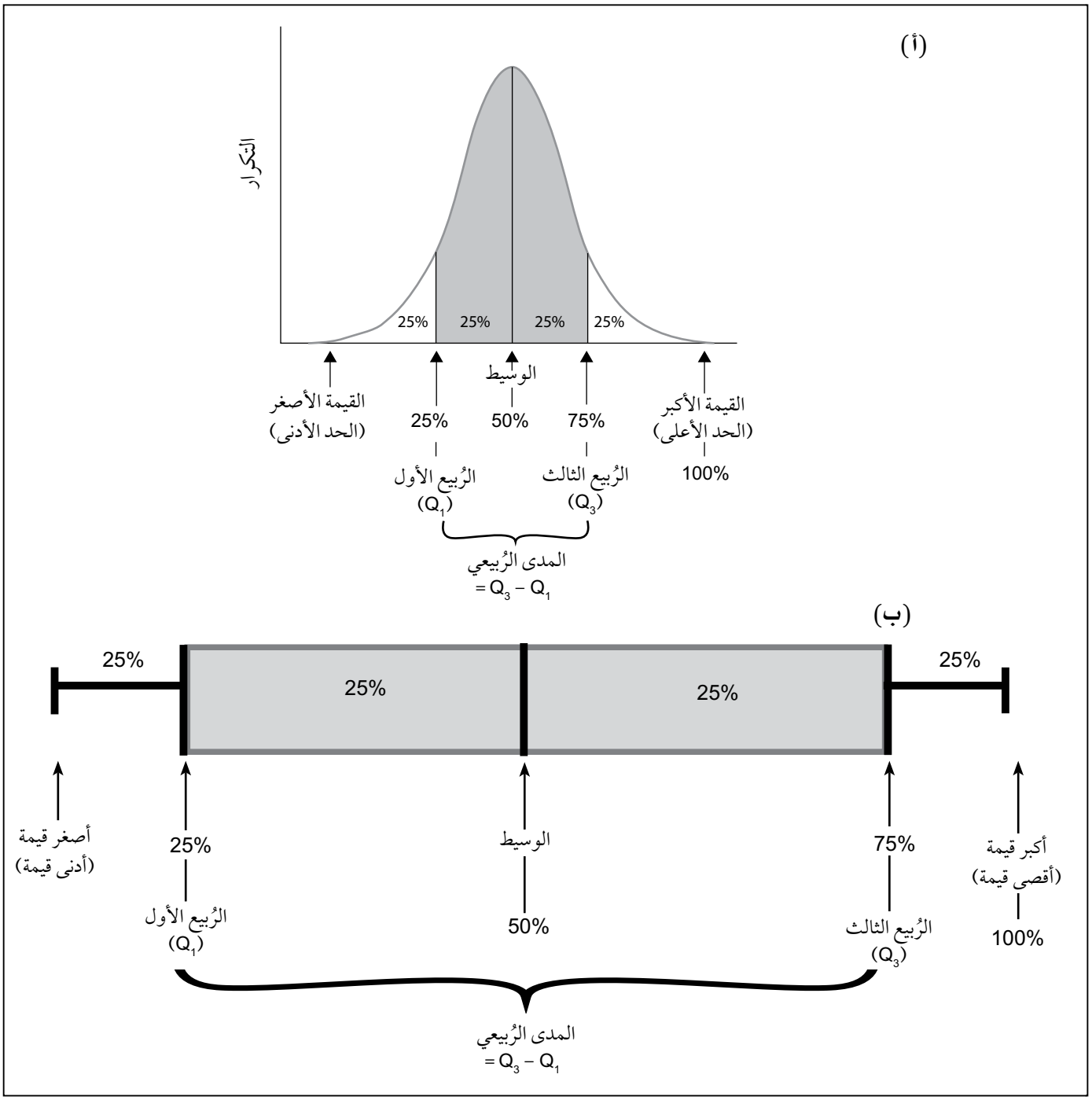
.....

المنوال هو العدد أو القيمة الأكثر تكرارًا من البيانات الأساسية. والنسبة المئوية للثغور المفتوحة بعد 24 ساعة هي 78%. لا يكون المتوسط الحسابي مفيدًا دائمًا مثل الفئة المنوالية، والتي هي النطاق على المدرج التكراري الذي يحتوي على أعلى تكرار. يبيّن الشكل ٤-٥ أن الفئة المنوالية للنسبة المئوية للثغور المفتوحة بعد 24 ساعة هي 71% – 75%.

هـ. احسب المنوال والفئة المنوالية للنسبة المئوية للثغور المفتوحة بعد 48 ساعة.

.....

من المفيد أحيانًا النظر إلى المدى الرُبيعي Interquartile range. وهذا هو مدى البيانات الذي يوجد فيه 50% من البيانات، ويتجاهل بالتالي القيم المتطرفة (القصوى). وهو ما يبيّنه المنحنى الجرسي في الشكل ٤–٥أ والمخطط الصندوقي Box plot في الشكل ٤–٥ب (يمكنك استخدام أحدهما في الحل).



الشكل ٤–٩: التوزيع التكراري الذي يبيّن المدى الرُبيعي في (أ) المنحنى الجرسي وفي (ب) المخطط الصندوقي.

يتطلب حساب المدى الرُبيعي حساب الرُبيع الأول Q_1 والرُبيع الثالث Q_3 كما هو مبيّن في الشكل ٤-٥. يمكنك إجراء ذلك كما يأتي:

- حدد قيمة n (عدد القيم الموجودة).

.....

- نقطة الرُبيع الأول هي القيمة $(n+1) \div 4$، وستكون قيمة الرُبيع الثاني $(n+1) \div 2$، وسيكون الرُبيع الثالث $3\ (n+1) \div 4$، وسيكون الرُبيع الأخير 100%، عند n. إذا لم تكن قيمة الرُبيع الأول والرُبيع الثالث عددًا صحيحًا، يحسب أيضًا العدد المتوسط للعددَين الأعلى والأقل.

استنادًا إلى بيانات النسبة المئوية للثغور المفتوحة بعد 24 ساعة:

الوسيط = متوسط القيمتَين اللتَين ترتيبهما يكون الثانية عشرة والثالثة عشرة؛ 72.5%.

قيمة الرُبيع الأول:

$Q_1 = (n + 1) \div 4 = (50 + 1) \div 4 = 12.75$.

وهذا يعني أن الرُبيع الأول Q_1، سيكون متوسط القيمتَين اللتَين ترتيبهما 12 و 13 ضمن البيانات.

$$Q_1 = (67 + 67) \div 2 = 67\%$$

قيمة الرُبيع الثالث:

$Q_3 = 3(n + 1) \div 4 = 3(50 + 1) \div 4 = 38.25$.

وهذا يعني أن الرُبيع الثالث Q_3 سيكون متوسط القيمتَين اللتَين ترتيبهما 38 و 39 ضمن البيانات.

$$Q_3 = (78 + 78) \div 2 = 78\%$$

وبالتالي سيكون المدى الرُبيعي، والذي يساوي الرُبيع الثالث ناقص الرُبيع الأول:

78% – 67% = 11%، وهذا يعني أن 50% من قيمة النسبة المئوية للثغور المفتوحة بعد 24 ساعة هي بين 67% و 78%.

و. احسب المدى الرُبيعي لعدد الثغور المفتوحة بعد 48 ساعة.

.....

ز. قارن بين النسبة المئوية للثغور المفتوحة في الساعة 12:00 بعد 24 ساعة مع النسبة المئوية للثغور المفتوحة بعد 48 ساعة. استخدم المتوسطات، والوسيطات، والفئات المنوالية، والمدى الرُبيعي، لاقتراح الاستنتاجات التي يمكن التوصل إليها من هذه البيانات.

.....

.....

.....

.....

الاستقصاءات العملية

استقصاء عملي ٤-١: تركيب الكُلية

أهداف الاستقصاء العملي

- تخطيط التجارب والاستقصاءات.
- جمع الملاحظات والقياسات والتقديرات وتسجيلها وتقديمها.
- تحليل البيانات الناتجة من التجارب للوصول إلى استنتاجات وتفسيرها.

يساعد هذا الاستقصاء العملي في تطوير فهم الطلبة للتركيب الداخلي لكُلية الثدييات. من أهم مهارات علم الأحياء الربط بين التركيب والوظيفة. يمثل تشريح الكُلية خير مثال على كيفية ملاءمة تركيب الأعضاء لأداء وظائف معيّنة، وهي هنا الإفراز والتنظيم الأسموزي.

ستحتاج إلى

الموادّ والأدوات:

- كُلية واحدة طازجة لخروف
- مشرط
- ملقط
- إبرة تثبيت
- حوض تشريح (للاحتفاظ بالكُلية أثناء التشريح)
- بيروكسيد الهيدروجين تركيزه 20%
- قطارة
- شريحة مجهرية جاهزة للكُلية
- مغسلة
- ماء صنبور
- أدوات تنظيف وغسل اليدين
- قفازات
- لباس عمل مخبري ونظارات واقية
- مطهّر أو معقّم

⚠ احتياطات الأمان والسلامة

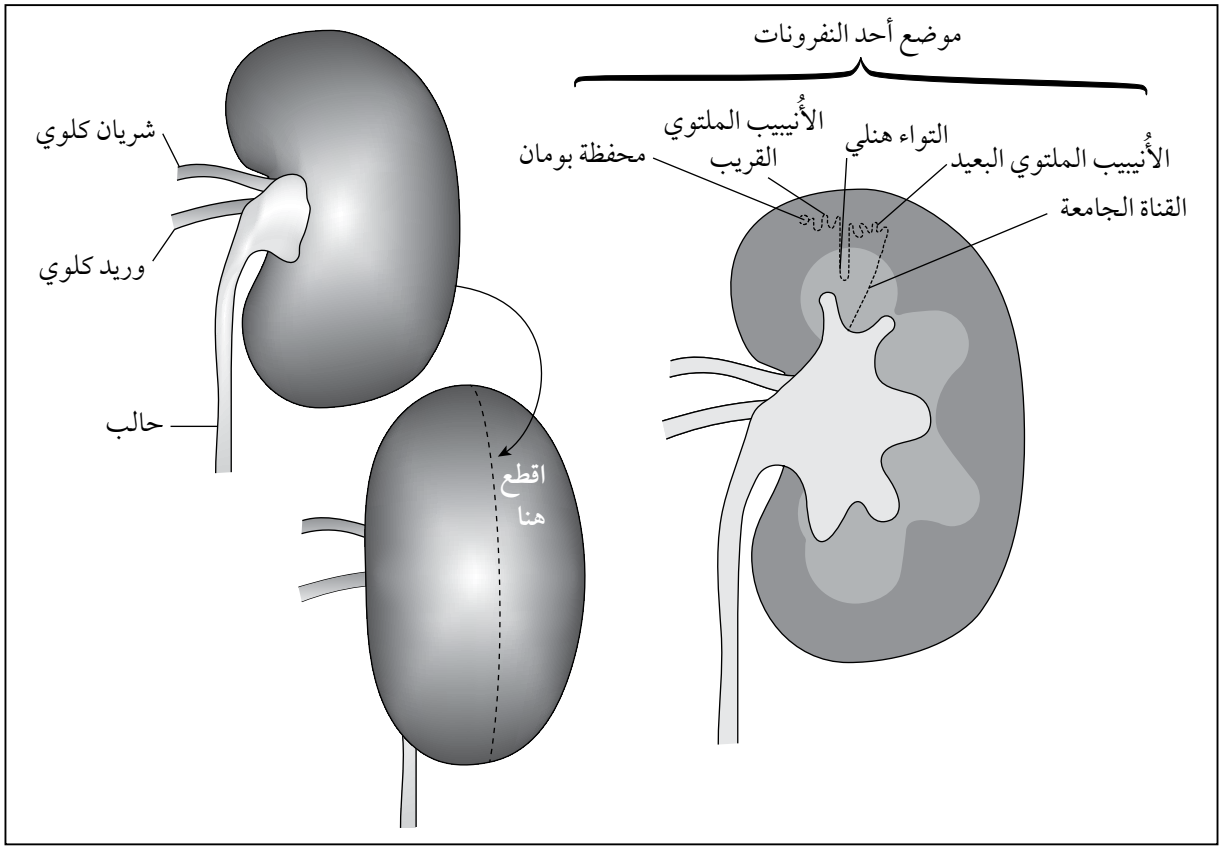
- تأكّد من قراءة النصائح الواردة في قسم السلامة في بداية هذا الكتاب، واستمع لنصائح معلّمك قبل تنفيذ هذا الاستقصاء.
- اغسل يديك بالماء والصابون بعد الانتهاء من تشريح الكُلية. وامسح جميع الأسطح بمطهّر بعد الاستقصاء.
- يصنف بيروكسيد الهيدروجين على أنه مادة كاوية ومهيّجة بخاصة للعين. يجب ارتداء نظارات واقية طوال الوقت. إذا لامس جلدك فاغسله فورًا بالماء.
- يجب التعامل مع المشارط والملاقط وإبر التثبيت بحرص إذ يمكن أن تحدث جروحًا بسهولة.

الطريقة

الجزء الأول: تشريح الكُلية

١. ضع الكُلية في طبق التشريح. إذا كانت مغطاة بالدهون الصلبة، فأزل بعناية الدهون، مع الحرص على عدم المساس بالحالب والأوعية الدموية.

٢. ضع الكُلية على جانبها كما يبيّن الشكل ٤–١. حاول تحديد الحالب والشريان الكلوي والوريد الكلوي.



الشكل ٤–١: تراكيب خارجية وداخلية للكُلية.

٣. اقطع الكُلية لفتحها، بشكل طوليّ مقابل الحالب والأوعية الدموية. اقطع الكُلية إلى نصفَين وافصل أحدهما عن الآخر. حدّد الأجزاء الآتية (المبينة في الشكل ٤–١).

- القشرة – المنطقة الخارجية بنيّة اللون، ويمكن رؤية بقع صغيرة حمراء اللون (الكُبيبات).
- النخاع – المنطقة الوسطى حمراء اللون التي يبهت لونها ويتحوّل إلى الأبيض في الوسط.

- حوض الكُلية – القسم الداخلي أصفر اللون.
- الحالب – أنبوبة سميكة تتصل بحوض الكُلية.
- الشريان الكلوي والوريد الكلوي – الوعاءان الدمويان القريبان من الحالب.

٤. ارسم رسمًا تخطيطيًّا للكُلية في المساحة أدناه مع تسمية كافة الأجزاء التي تشاهدها.

٥. استخدم القطارة لإضافة بعض القطرات من بيروكسيد الهيدروجين فوق القشرة والنخاع. ستتكوّن رغوة كثيفة. اكشط الرغوة بعناية. قد تكون الآن قادرًا على تحديد القنوات الجامعة، والتواءات هنلي، والأُنيبيبات الكلوية، حيث تكوّنت الفقاعات داخل الأُنيبيبات.

الجزء الثاني: التركيب الدقيق للكُلية

٦. ضع الكُلية جانبًا، وجهّز المجهر. تفحّص المقطع العرضي الجاهز من الكُلية (بقوة التكبير الوسطى). حاول التمييز بين القشرة والنخاع. تحتوي القشرة على الكُبيبات التي لا توجد في النخاع.

٧. انتقل إلى قوة التكبير الكبرى، وركّز على منطقة القشرة. حاول تحديد الكُبيبات ومحفظة بومان والمقاطع العرضية في الأُنيبيبات الكلوية. قد يمكنك التمييز بين الأُنيبيبات الملتوية القريبة والأُنيبيبات الملتوية البعيدة (استخدم الصورة ٤-١ التي تبيّن التركيب الدقيق لقشرة الكُلية، مبيّنًا الكُبيبات ومحفظة بومان والأُنيبيبات الملتوية القريبة والأُنيبيبات الملتوية البعيدة لتساعدك في تعرّف التراكيب).

مهم

لخلايا الأُنيبيب الملتوي القريب حافة زغبية من الخملات الدقيقة على الوجه الداخلي للأنبوبة، والتجويف فيها ضيق قليلًا.

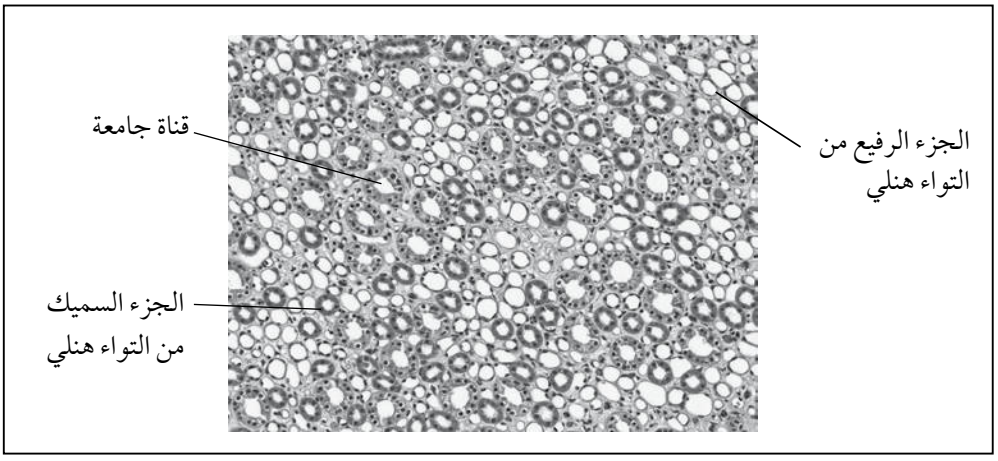
لا تحتوي الأنبوبة الملتوية البعيدة على حافة زغبية ويكون التجويف فيها أوسع.



الصورة ٤-١: صورة مجهرية ضوئية لمقطع عرضي في قشرة الكُلية.

٨. ارسم رسمًا تخطيطيًّا مسطّحًا يبيّن بعض الأُنيبيبات في مستويات مختلفة. اكتب تسمية بعض الكُبيبات والأُنيبيبات الكلوية (القريبة والبعيدة إن أمكن)، ومحافظ بومان.

٩. ركّز على قسم من النخاع، وحاول تحديد القنوات الجامعة والجزء السميك والجزء الرفيع من التواء هنلي والشعيرات الدموية للأوعية الدموية المستقيمة asa recta المحيطة بالتواء هنلي.



الصورة ٤-٢: صورة مجهرية ضوئية لمقطع عرضي في نخاع الكُلية.

١٠. ارسم رسمًا تخطيطيًّا مع كتابة مسميات أكبر عدد ممكن من هذه التراكيب التي يمكنك تحديدها (للمساعدة استخدم الصورة ٤-٢ التي تبيّن مقطعًا في نخاع الكُلية يظهر القنوات الجامعة والجزأين السميك والرفيع من التواء هنلي).

- القنوات الجامعة وهي الأُنيبيبات ذات القطر الأوسع وذات الخلايا الطلائية العمادية السميكة.
- الأجزاء السميكة من التواء هنلي، وهي أُنيبيبات في النفرونات ذات القطر الواسع (على الرغم من كونه أصغر من القنوات الجامعة) والخلايا الطلائية المكعبة السميكة.
- الأجزاء الرفيعة من التواءات هنلي، ذات القطر الأضيق والطبقة الرقيقة من الخلايا الطلائية المسطحة.
- الشعيرات الدموية للأوعية المستقيمة المحيطة بالتواء هنلي والتي يصعب تمييزها عن الأجزاء الرفيعة من التواء هنلي. وهي ضيقة ذات نسيج طلائي رقيق، وشكلها أقل انتظامًا، وقد تحتوي بداخلها على خلايا دم.

التحليل والاستنتاج والتقويم

١. استخدم نتائجك ومعرفتك لشرح كيف يتناسب تركيب كل جزء من النفرون مع وظيفته، من خلال إكمال الجدول ٤-١.

جزء النفرون	الميزات التركيبية	الوظيفة
الكُبيبات ومحفظة بومان		
الأُنيبيب الملتوي القريب		
الأُنيبيب الملتوي البعيد		
التواء هنلي		
القناة الجامعة		

الجدول ٤-١: ميزات مكوّنات النفرون ووظائفها.

٢. اشرح سبب ظهور بعض الأُنيبيبات بشكل دائري، وظهور بعضها الآخر بشكل أسطواني.

.....

.....

٣. خطّط لاستقصاء في كيفية استخدام إنزيم يوريز لملاحظة تأثير البروتين في النظام الغذائي على تركيز اليوريا في بول الإنسان. يجب أن يتضمن الاستقصاء ما يأتي:

- الفرضية.
- طريقة قياس المتغير التابع بتفاصيل عملية.
- كيفية ضمان الدقة.
- العوامل اللازم توحيدها وكيفية توحيدها.

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

استقصاء عملي ٤-٢: تحليل البول (إثرائي)

أهداف الاستقصاء العملي

- جمع الملاحظات والقياسات والتقديرات وتسجيلها وتقديمها.
- تحليل البيانات الناتجة من التجارب للوصول إلى استنتاجات وتفسيرها.
- تقييم الأساليب واقتراح التحسينات.

يمكن أن تكون مكوّنات البول مؤشرًا جيدًا على الحالة الصحية أو الفسيولوجية للإنسان. على سبيل المثال، غالبًا ما يكون لدى مرضى السكري تراكيز مرتفعة جدًّا من جلوكوز الدم. ويمثل الكشف عن الجلوكوز في البول إحدى الطرائق المستخدمة لتشخيص مرض السكري. وغالبًا ما يكون لدى مرضى ضغط الدم المرتفع أيضًا بروتين في البول يرتبط بضغط الترشيح المفرط.

ستجري في هذا الاستقصاء مجموعة من الاختبارات البيوكيميائية على عيّنات مختلفة من البول لتشخيص الحالات التي قد تشير إليها.

ستحتاج إلى

الموادّ والأدوات:

- موقد بنزن، وحامل ثلاثي القوائم، وشبكة تسخين (أو حمام مائي ساخن)
- محلول بايوريت، 30 mL
- محلول بندكت، 30 mL
- أربعة دوارق مخروطية، 250 mL
- محقن، 5 mL أو 2 mL
- محلول نترات الفضة 0.1 mol/L، 50 mL
- ثيوسينات البوتاسيوم 0.1 mol/L، 100 mL
- محلول نترات الحديد الثلاثي المشبع في قارورة تقطير 10 mL
- ساعة إيقاف
- أربع عيّنات تحاكي البول مسماة أ، ب، ج، د 20 mL من كل منها في كأس زجاجية مكتوب عليها مسمياتها
- ماصة 10 mL
- كأس زجاجية كبيرة 500 mL
- 16 أنبوبة اختبار

⚠ احتياطات الأمان والسلامة

- تأكّد من قراءة النصائح الواردة في قسم السلامة في بداية هذا الكتاب، واستمع لنصائح معلّمك قبل تنفيذ هذا الاستقصاء.
- يُصنف ثيوسينات البوتاسيوم على أن ابتلاعه ضار، ويجب عدم تسخينه.
- محلول نترات الفضة ونترات الحديد الثلاثي المشبع ضارّان لدى ملامستهما للجلد، أو ابتلاعهما، وهما عاملان مؤكسدان.
- يجب ارتداء نظارات واقية وغسل جميع الانسكابات بالماء.

الطريقة

الجزء الأول: اختبار بندكت

١. سمّ أربع أنابيب اختبار أ، ب، ج، د.

٢. استخدم ماصة لوضع 5 mL من كل من العيّنات المحاكية للبول (أ، ب، ج، د) في أنابيب الاختبار المناسبة.

٣. جهز الحمّام المائي على درجة حرارة 80 °C باستخدام كأس زجاجية 500 mL وموقد بنزن وحامل ثلاثي القوائم وشبكة تسخين أو ماء ساخن من الغلاية.

٤. أضف 5 mL من محلول بندكت إلى كل أنبوبة اختبار.

٥. ضع أنابيب الاختبار في الحمّام المائي الساخن، واتركها لمدة 10 min.

٦. سجّل لون المحلول في كل أنبوبة في الجدول ٤–٢.

الجزء الثاني: اختبار بايوريت

٧. سمّ أربع أنابيب اختبار **أ، ب، ج، د.**

٨. استخدم ماصة لوضع 5 mL من كل من العيّنات المحاكية للبول (**أ، ب، ج، د**) في أنابيب الاختبار المناسبة.

٩. أضف 5 mL من محلول بايوريت إلى كل أنبوبة اختبار.

١٠. رجّ الأنابيب، ثم سجّل لون المحلول في كل أنبوبة في الجدول ٤–٢.

الجزء الثالث: اختبار كلوريد الصوديوم

١١. سمّ الدوارق المخروطية **أ، ب، ج، د.**

١٢. ضع 2 mL من العيّنات المحاكية للبول في الدورق المناسب.

١٣. أضف 10 mL من محلول نترات الفضة 0.1 mol/L إلى كل من الدوارق المخروطية واخلطه. يجب أن تصبح العّينة المحاكية للبول عكرة لأن أيونات الكلوريد تترسب على هيئة كلوريد فضة أبيض. اترك المزيج لمدة تتراوح بين 5 و 10 دقائق.

١٤. أضف خمس قطرات من محلول نترات الحديد الثلاثي المشبع إلى المحاليل في الدوارق المخروطية. هذا المحلول يعمل كمؤشر لثيوسينات البوتاسيوم الزائدة.



الشكل ٤-٢: تقنية لطريقة الجزء ٣ من الاستقصاء العملي ٤-٢.

١٥. املأ المحقن بمحلول ثيوسينات البوتاسيوم. أضف بحرص (قطرة بعد قطرة) محلول ثيوسينات البوتاسيوم إلى الدورق أ. حرك الدورق طوال الوقت (انظر الشكل ٤-٢). توقف عندما يظهر لون أحمر ويبقى لمدة 15 ثانية على الأقل. قد تحتاج إلى إعادة ملء المحقن. سجّل الحجم الإجمالي لثيوسينات البوتاسيوم اللازمة في الجدول ٤-٢. كرر ذلك مع العيّنات المحاكية للبول الأخرى في الدوارق **ب**، **ج**، **د**.

النتائج

العيّنات المحاكية للبول	لون محلول بندكت	لون كاشف بايوريت	حجم ثيوسينات البوتاسيوم المضافة /mL
أ			
ب			
ج			
د			

الجدول ٤-٢: جدول النتائج.

التحليل والاستنتاج والتقويم

تحديد تركيز الملح في عيّنات البول

تسمّى الطريقة التي استخدمتها لتحديد تركيز أيونات كلوريد الصوديوم في العيّنات المحاكية للبول، المعايرة الراجعة Back titration. تحتوي جميع العيّنات المحاكية للبول على كلوريد الصوديوم في محلول (مذاب في الماء) (NaCl).

عندما أذيب NaCl في الماء، تفكك إلى أيونات Na^+ و Cl^-.

$$NaCl(s) \rightarrow Na^+(aq) + Cl^-(aq) (aq = \text{مذابة في الماء})$$

عندما أضيف محلول نترات الفضة، تفاعلت أيونات الفضة مع أيونات الكلوريد لتكوين راسب من كلوريد الفضة غير ذائب في الماء.

$$AgNO_3 + NaCl \rightarrow AgCl \text{ (راسب صلب)} + NaNO_3$$

أدى هذا الراسب إلى تقليل تركيز أيونات الكلوريد وأيونات الفضة في المحلول. يعني التركيز المرتفع من الملح (أيونات الكلوريد) في البول، إزالة المزيد من أيونات الفضة. أضيفت نترات الفضة بشكل زائد بحيث لم يعد يوجد كلوريد في المحلول عندما اكتمل الترسيب. يعتمد تركيز أيونات الفضة المتبقية على كميّة الكلوريد التي كانت موجودة. وسيقلل التركيز المرتفع من أيونات الكلوريد من تركيز أيونات الفضة أكثر من التركيز المنخفض لأيونات الكلوريد.

أُضيف مؤشر الحديد (Fe^{3+})، ومعايرة المحلول مع محلول ثيوسينات البوتاسيوم. تفاعلت ثيوسينات البوتاسيوم مع نترات الفضة غير المترسبة.

$$KCNS + AgNO_3 \rightarrow KNO_3 + AgCNS$$

يتفاعل ثيوسينات البوتاسيوم مع مؤشر محلول نترات الحديد الثلاثي عند استخدام كل محلول نترات الفضة مكوّنًا ثيوسينات الحديد الثلاثي الأحمر.

١. يمكن حساب كتلة أيونات الكلوريد (g) في 2 mL من العّينة المحاكية للبول باستخدام الصيغة:

$$(10 - x) \times \left(\frac{35.5}{10}\right) \times \left(\frac{1}{1000}\right)$$

حيث x هي حجم ثيوسينات البوتاسيوم المضافة.

أ. أحسب كتلة أيونات الكلوريد الموجودة في كل 2 mL من كل من العيّنات المحاكية للبول بالجرامات، وسجّل القيم في الجدول ٤–٣.

ب. حوّل كتلة الكلوريد الموجودة في 2 mL من العيّنة المحاكية للبول إلى تركيز في g/mL. سجّل نتائجك في الجدول ٤–٣.

العيّنة المحاكية للبول	حجم ثيوسينات البوتاسيوم المضافة mL/(x)	كتلة الكلوريد في 2 mL من العيّنة/g	تركيز أيونات الكلوريد في العيّنة g/mL
أ			
ب			
ج			
د			

الجدول ٤–٣: جدول النتائج.

٢. لخّص نتائجك من اختبارات بندكت واختبارات بايوريت وتراكيز الملح في الجدول ٤–٤.

العيّنة المحاكية للبول	وجود/ عدم وجود الجلوكوز	وجود/ عدم وجود البروتين	تركيز أيونات الكلوريد في العيّنة g/mL
أ			
ب			
ج			
د			

الجدول ٤–٤: جدول النتائج.

٣. طُلب إليك دراسة 4 عيّنات مختلفة من البول كما يأتي:

- عيّنة من شخص نظامه الغذائي كثير الملح.
- عيّنة من شخص مصاب بالسكري من النوع الأول.
- عيّنة من شخص مصاب بضغط دم مرتفع.
- عيّنة ضابطة من شخص مجهول الإصابة بأي حالة ونظامه الغذائي عادي.

حدّد كل عيّنة من عيّنات البول، واستخدم معرفتك لتقديم شرح مفصل لأسباب مكوّنات البول في كل حالة.

أ. نظام غذائي كثير الملح.

.....

.....

.....

.....

ب. سكري من النوع الأول.

.....

.....

.....

.....

ج. ضغط دم مرتفع.

.....

.....

.....

.....

د. مجهول الإصابة بأي حالة، ونظام غذائي عادي.

.....

.....

.....

.....

٤. أ. حدّد أي الاختبارات أعطى نتائج نوعية أو كميّة.

.....

.....

ب. اقترح كيف يمكن تعديل النشاط بحيث تعطي جميع الاختبارات نتائج كميّة.

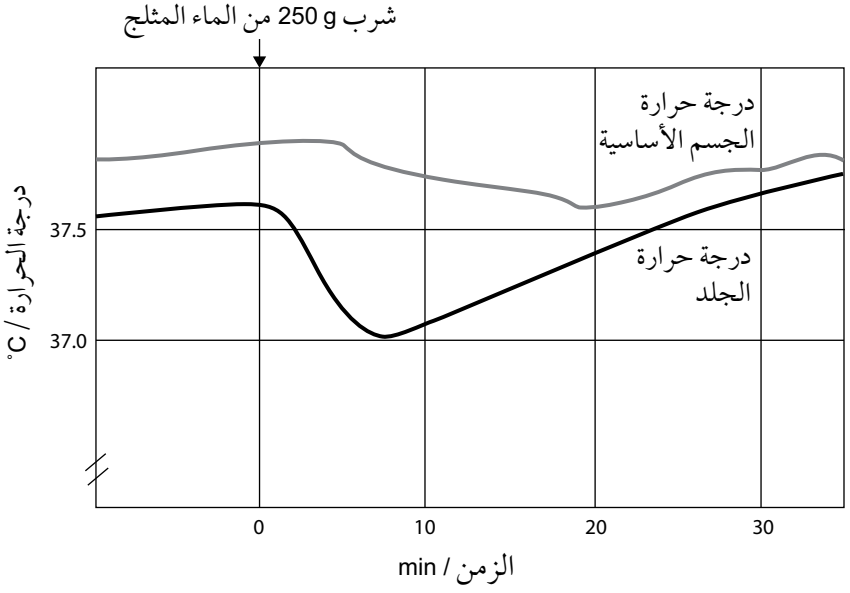
.....

.....

أسئلة نهاية الوحدة

١. أ. **اشرح** المقصود بمصطلح الاتزان الداخلي، ولخّص باستخدام أمثلة محددة أهميته للكائنات الحية.

ب. أجرى طالب استقصاء عن تأثير شرب الماء المثلج على درجة حرارة الجلد ودرجة حرارة الجسم الأساسية (الداخلية). قاس درجة حرارة الجلد ودرجة حرارة الجسم الأساسية، وشرب g 250 من الماء المثلج، ثم قاس درجة الحرارة باستمرار باستخدام مجس درجة الحرارة الإلكتروني لمدة 35 دقيقة. يبيّن الشكل أدناه النتائج.



١- **قارن** تأثيرات الماء المثلج على درجة حرارة الجسم الأساسية ودرجة حرارة الجلد.

٢- انطلاقًا من معرفتك السابقة بالتنظيم الحراري، اشرح التغيرات في درجة حرارة الجسم الأساسية ودرجة حرارة الجلد.

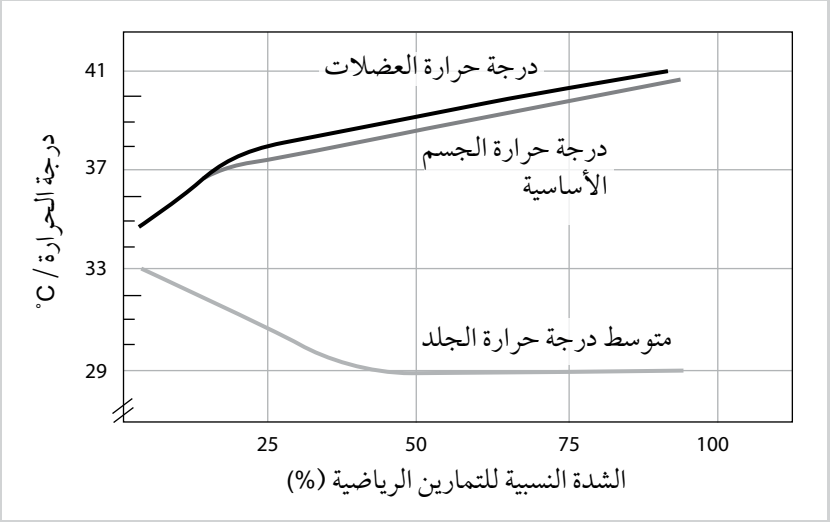
أفعال إجرائية

اشرح Explain: اعرض الأهداف أو الأسباب / اجعل العلاقات بين الأشياء واضحة / توقّع لماذا و/ أو كيف وادعم إجابتك بأدلّة ذات صلة.

قارن Compare: حدّد أوجه التشابه و/ أو الاختلاف معلّقًا عليها.

تابع

٢. يبيّن الشكل تأثير الزيادة في شدة التمارين الرياضية على العضلات ودرجة حرارة الجسم الأساسية.



أ. ١- **صف** واشرح تأثير زيادة شدة التمارين الرياضية على درجة حرارة العضلات ودرجة حرارة الجسم الأساسية.

٢- **اقترح** وصِف تفسيرًا لتأثير زيادة شدة التمارين الرياضية على درجة حرارة الجلد.

ب. بعد التمارين الرياضية غالبًا ما يأخذ الرياضيون حمّامًا باردًا لتبريد أجسادهم. أجريت تجربة على تأثير درجة حرارة ماء الاستحمام على درجة حرارة الجسم الأساسية. قام رياضيون بتمارين رياضية ثم أخذوا حمامًا لمدة عشر دقائق. تعرض ثلاثة رياضيين مختلفين لماء استحمام بدرجات حرارة مختلفة. قيست درجة حرارة الجسم الأساسية كل دقيقتين أثناء الاستحمام وبعد ذلك بعشر دقائق. يبيّن الجدول النتائج.

درجة حرارة ماء الاستحمام / °C	درجة حرارة الجسم الأساسية / °C										
	0 min	2 min	4 min	6 min	8 min	10 min	12 min	14 min	16 min	18 min	20 min
4	39.5	39.4	38.9	38.5	38.4	38.5	38.7	38.9	38.5	38.3	38.1
12	41.2	40.9	40.4	39.8	39.7	38.7	38.6	38.4	38.3	38.1	37.9
16	42.1	41.1	40.5	39.7	38.5	38.5	38.5	38.2	38.1	37.8	37.6

أفعال إجرائية

صف Describe: قدّم الخصائص والميزات الرئيسية.

اقترح Suggest: طبّق المعرفة والفهم على المواقف التي تتضمّن مجموعة من الإجابات الصحيحة من أجل تقديم المقترحات.

تابع

١- **اذكر** المتغير المستقل.

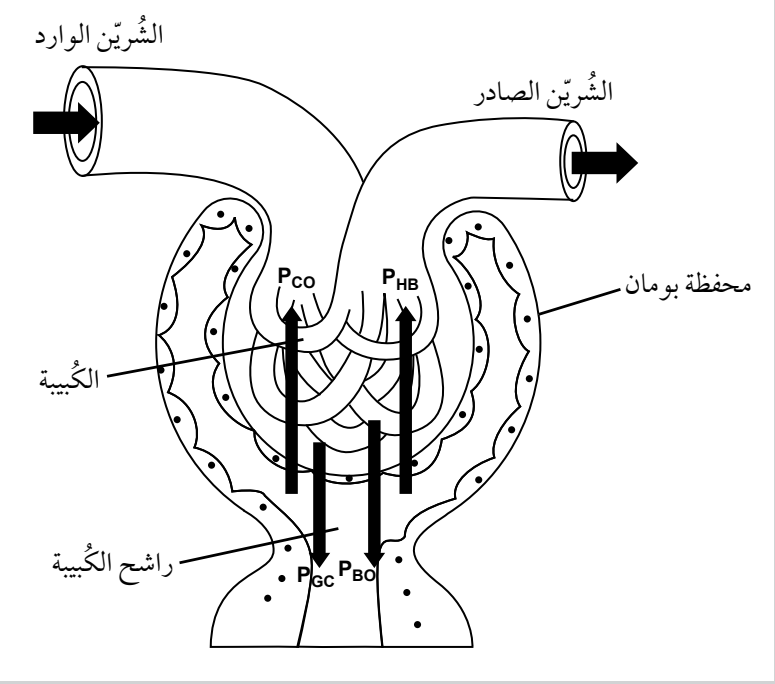
٢- اقترح متغيّرَين يجب التحكم فيهما.

٣- اشرح ما إذا كان يمكن استخلاص استنتاج صحيح من التجربة.

٤- **قارن** تأثير درجات حرارة ماء الاستحمام المختلفة على تبريد درجات حرارة الجسم الأساسية للرياضيين.

٥- اقترح واشرح سبب تأثير درجة حرارة ماء الاستحمام 4°C على درجة حرارة الجسم الأساسية.

٣. يبيّن الشكل رسمًا تخطيطيًّا لمحفظة بومان.



ضغط الترشيح الفائق هو القوة الكُلية التي تدفع الراشح من الشعيرات الدموية للكُبيبة إلى محفظة بومان. يحسب هذا الضغط باستخدام الصيغة الآتية:

ضغط الترشيح الفائق (P_F) = (ضغط الشعيرات الدموية الكُبيبية المائي (P_{GC})) + الضغط الأسموزي الغروي Oncotic pressure لمحفظة بومان (P_{BO}) – (الضغط الأسموزي الغروي للشعيرات الدموية (P_{CO}) + ضغط محفظة بومان المائي (P_{HB})).

أفعال إجرائية

اذكر State: عبّر بكلمات واضحة.

قارن Compare: حدّد أوجه التشابه و/ أو الاختلاف معلّقًا عليها.

تابع

أ. ١- حددت الضغوط الآتية لكلية تعمل بشكل طبيعي:

P_{GC}= 8.0 kPa, P_{BO} =0.0 kPa, P_{CO} =3.8, P_{HB} = 2.0 kPa

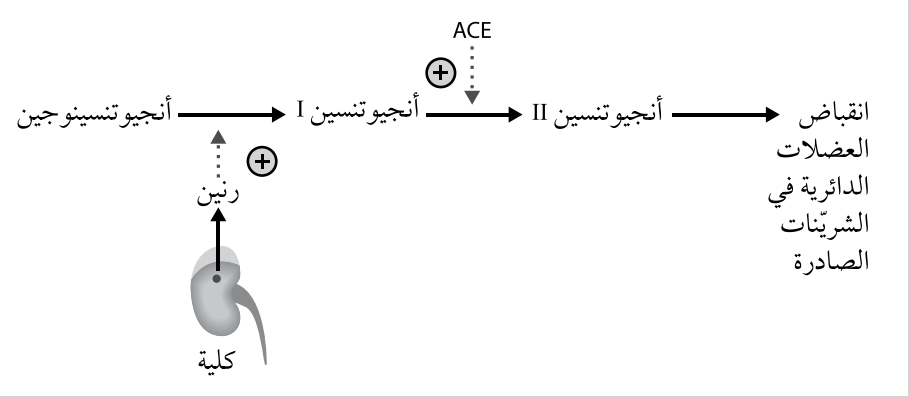
استخدم هذه الضغوط لتحدد ضغط الترشيح الفائق P_F.

٢- الضغط الأسموزي الغروي يمثل ضغط البروتينات في البلازما أو الراشح لسحب الماء باتجاهها. استفد من معرفتك بتركيب محفظة بومان لشرح سبب كون ضغط محفظة بومان الأسموزي الغروي P_{BO} يساوي 0.

يدخل من بلازما الدم إلى الشريّن الوارد في الدقيقة في الظروف الطبيعية 625 mL، ويخرج من بلازما الدم عبر الشريّن الصادر 500 mL.

٣- **احسب** كمية الراشح الناتج في يوم واحد.

ب. تطلق الكليتان في حالة انخفاض الضغط المائي للدم إنزيم رنين، الذي يحوّل بروتين أنجيوتنسينوجين Angiotensinogen في بلازما الدم إلى بروتين يسمّى أنجيوتنسين I، والذي يحوّله بعد ذلك إنزيم آخر يسمّى ACE إلى أنجيوتنسين II. يحفز أنجيوتنسين II انقباض العضلات الدائرية في الشريّنات الصادرة للكُبيبة، كما هو مبيّن في الشكل.



١- اقترح سبب استخدام تتالي التنشيط الأنزيمي لتكوين أنجيوتنسين II النشط.

٢- مثبطات الإنزيم ACE أدوية تستخدم لعلاج ارتفاع ضغط الدم. اشرح كيف تؤدي مثبطات ACE إلى تقليل معدلات الترشيح.

أفعال إجرائية

احسب Calculate: استخلص، من الحقائق المعطاة، المعلومات أو الأرقام.

تابع

٤. أُعطي طالب طب ثلاث عيّنات من البول وأدوات فحوص مخبرية بسيطة. أُخذت عيّنات البول من:

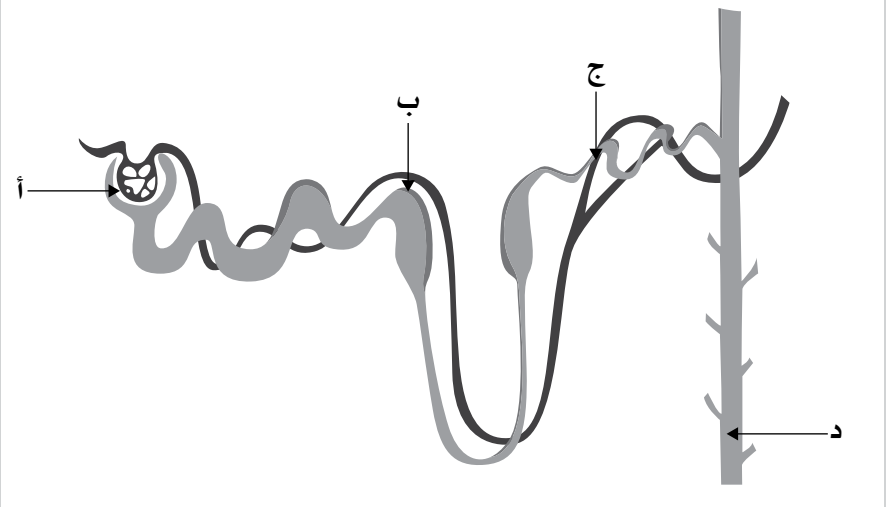
- مريض سكري.
- مريض حدّد على أنه في مرحلة ما قبل السكري، لا يرتفع مستوى الجلوكوز في دمه بقدر ارتفاعه في دم المصاب بالسكري.
- مريض مصاب بضغط الدم المرتفع والذي يؤدي إلى ارتفاع في مستويات البروتين في البول. لم تكتب تسميات العيّنات، وطُلب إلى الطالب تحديد كل عيّنة عن طريق إجراء مجموعة من الاختبارات.

كما طُلب إلى الطالب تحديد تركيز الجلوكوز في الدم لمرضى السكري.

أ. كيف يمكن تحديد كل عيّنة بول عن طريق الاختبارات البيوكيميائية؟ اذكر كل التفاصيل العملية.

يبيّن الجدول الآتي التراكيز النسبية لبعض المواد في مناطق النفرون المسماة **أ**، **ب**، **ج**، **د** على الشكل الذي يلي الجدول.

منطقة النفرون	التركيز النسبي للمادة مقارنة بالتراكيز في المنطقة أ			
	بروتين	جلوكوز	يوريا	ملح
أ	1	1	1	1
ب	0	0	50	45
ج	0	0	175	125
د	0	0	500	295



تابع

ب. **اشرح** التغيرات في التركيز النسبي للمواد خلال مرورها عبر النفرون.

١- البروتين.

٢- الجلوكوز.

٣- يوريا وملح.

ج. لماذا يكون تركيز اليوريا في د أعلى بعد ممارسة التمارين الرياضية بدون شرب الماء؟ اشرح إجابتك بالتفصيل.

٥. أ. صف كيف تفكك الثدييات الأحماض الأمينية الفائضة.

ب. يوصف التواء هنلي بأنه مضاعف التيار المعاكس Counter-current multiplier. اشرح معنى مصطلح مضاعف التيار المعاكس، وصف كيف يضاعف التواء هنلي إعادة امتصاص الماء.

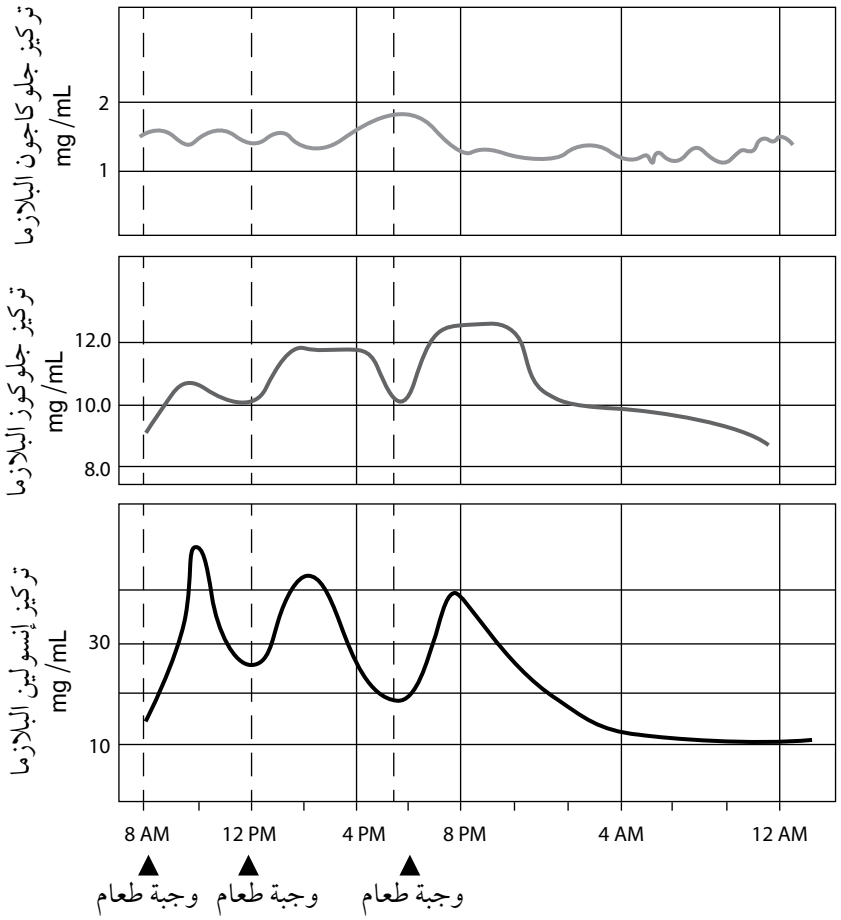
ج. اشرح السبب الكامن وراء الحاجة الضرورية إلى أيونات الصوديوم والبوتاسيوم لإعادة امتصاص الجلوكوز في خلايا الأُنيبيب الملتوي القريب.

أفعال إجرائية

اشرح Explain: اعرض الأهداف أو الأسباب / اجعل العلاقات بين الأشياء واضحة / توقّع لماذا و/ أو كيف وادعم إجابتك بأدلّة ذات صلة.

تابع

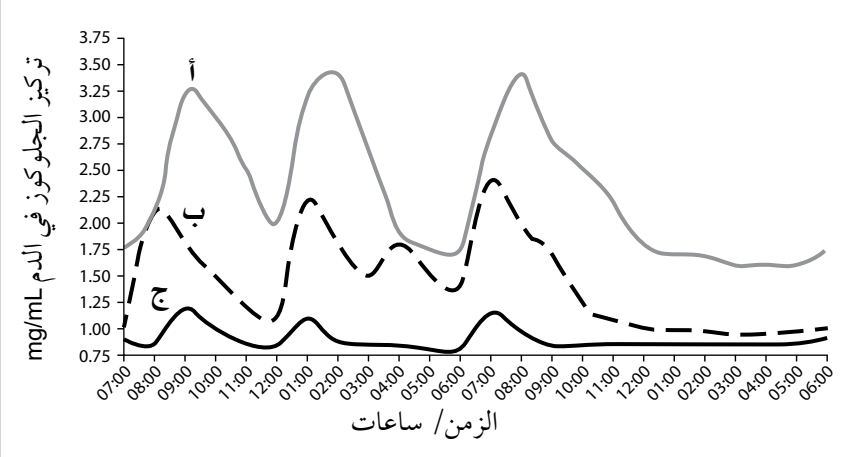
٦. يبيّن الشكل الآتي التقلبات في تركيز الإنسولين والجلوكاجون والجلوكوز في بلازما دم الإنسان على مدى 24 ساعة. أوقات وجبات الطعام التي تمّ تناولها مبيّنة على التمثيل البياني.



أ. اشرح التغيرات في تركيز الجلوكوز والإنسولين والجلوكاجون في بلازما الدم على مدار 24 ساعة.

ب. يبيّن الشكل الآتي التغيرات في تركيز الجلوكوز في الدم على مدى فترة 24 ساعة لثلاثة أشخاص أ، ب، ج. أحد الأشخاص طبيعي، والثاني مصاب بالسكري، والثالث في مرحلة ما قبل السكري غير المشخص. يتم تشخيص مرحلة ما قبل السكري عندما يكون المريض أقل قدرة على التحكم بتركيز الجلوكوز في الدم مقارنة بالشخص الطبيعي. وتتطور الحالة غالبًا إلى السكري من النوع الثاني إذا تُرك المريض من دون علاج.

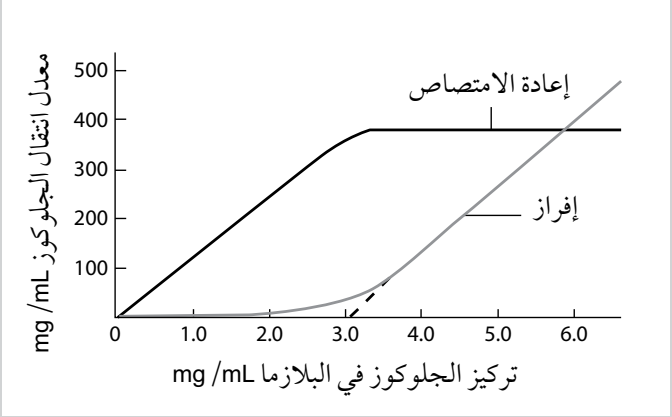
تابع



١- حدّد الشخص الأكثر احتمالًا أن يكون مصابًا بمرض السكري. اشرح إجابتك.

٢- طُلب إلى الأشخاص الثلاثة تناول ثلاث وجبات طعام خلال فترة 24 ساعة. تناول أحدهم أيضًا وجبة خفيفة إضافة إلى الوجبات الثلاث. اذكر أي شخص تناول الوجبة الخفيفة الإضافية، واذكر الوقت التقريبي الذي تناول فيه الوجبة الخفيفة هذه.

يُعاد امتصاص الجلوكوز بالامتصاص الانتقائي في الكُلية. يبيّن الشكل أدناه تأثير زيادة تركيز الجلوكوز في الدم على إعادة امتصاص وإفراز الجلوكوز في البول.



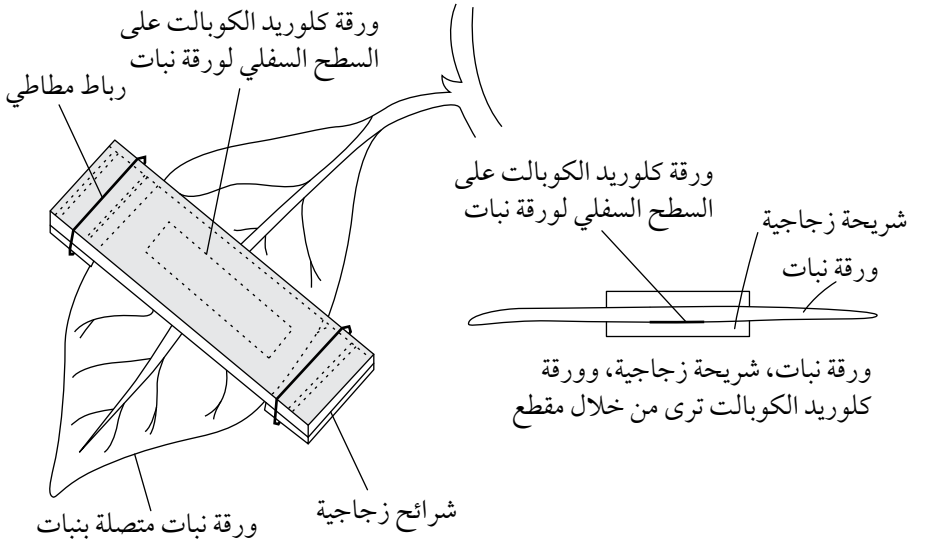
تابع

٣- صف واشرح تأثير تركيز الجلوكوز في الدم على إعادة امتصاص وإفراز الجلوكوز.

٤- أُعطي المريض المصاب بالسكري والمريض في مرحلة ما قبل السكري غير المشخّص مجموعة من شرائط فحص الجلوكوز التي تحدّد وجود الجلوكوز في البول.

أثبتت الشرائط تشخيص السكري في أحد المرضى، لكنها لم تشر إلى أية مشكلة في التحكم بجلوكوز الدم لدى المريض في مرحلة ما قبل السكري. استخدم الشكلَين في الجزئية (ب) لتشرح هذه النتائج.

٧. يتلوّن ورق كلوريد الكوبالت باللون الأزرق عندما يكون جافًا، ويتحوّل إلى اللون الوردي عندما يصبح رطبًا. يمكن وضع ورقة كلوريد الكوبالت على السطح السفلي لورقة نبات بين شريحتَين مجهريتَين كما في الشكل.



أ. ١- لماذا تتحوّل ورقة كلوريد الكوبالت من الأزرق إلى الوردي على السطح السفلي لورقة النبات؟ اشرح إجابتك.

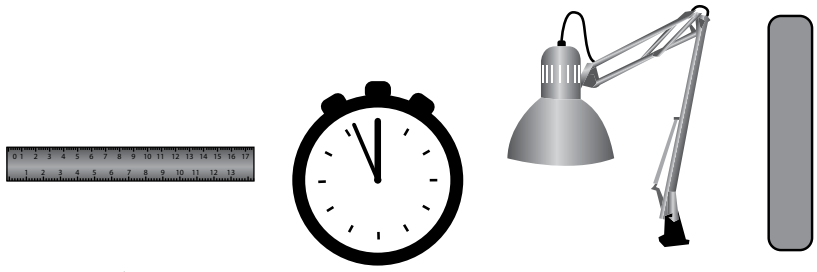
٢- **تنبّأ** واشرح تأثير زيادة شدة الضوء على الوقت الذي يستغرقه تحوّل ورقة كلوريد الكوبالت من الأزرق إلى الوردي.

أفعال إجرائية

تنبّأ Predict: اقترح ما قد يحدث بناءً على المعلومات المتاحة.

تابع

٣- يبيّن الشكل أدناه بعض الأجهزة المختبرية. خطّط لاستقصاء متحكّم به باستخدام نبات وورقة كلوريد الكوبالت، كما هو مبيّن في الشكل في بداية السؤال ٧، والأجهزة في الشكل أدناه، لاستقصاء تأثير شدة الضوء على فتح الثغور.



حاجز حراري من زجاج الأكريل (برسبيكس)

مصباح

ساعة إيقاف

مسطرة

التحكم والتنسيق

Control and coordination

أهداف التعلُّم

٥-١ يقارن سمات الجهاز العصبي وجهاز الغدد الصماء.

٥-٢ يصف تركيب ووظيفة الخلية العصبية الحسية والخلية العصبية الحركية ويذكر أن الخلية العصبية الموصلة تربط بين الخلية العصبية الحسية والخلية العصبية الحركية.

٥-٣ يلخص دور خلايا المستقبلات الحسية في تحسس المنبهات وتحفيز انتقال النبضات العصبية في الخلايا العصبية الحسية.

٥-٤ يصف تسلسل الأحداث التي تؤدي إلى تكوّن جهد الفعل في الخلية العصبية الحسية، باستخدام خلية مستقبل كيميائي مثل برعم التذوق.

٥-٥ يصف ويشرح التغيرات في جهد غشاء الخلايا العصبية، بما في ذلك:
- كيفية الحفاظ على جهد الراحة
- الأحداث التي تحدث أثناء جهد الفعل
- كيفية استعادة جهد الراحة أثناء فترة الجموح.

٥-٦ يصف ويشرح الانتقال السريع للنبضة العصبية في الخلايا العصبية المايلينية مع الإشارة إلى النقل الوثبي.

٥-٧ يشرح أهمية فترة الجموح في تحديد تكرار النبضات العصبية.

٥-٨ يصف تركيب التشابك العصبي الكوليني ويشرح كيف يعمل، بما في ذلك دور أيونات الكالسيوم.

٥-٩ يصف التركيب الدقيق للعضلة المخططة مع الإشارة إلى القطعة العضلية باستخدام الصور المجهرية الإلكترونية والرسوم التخطيطية.

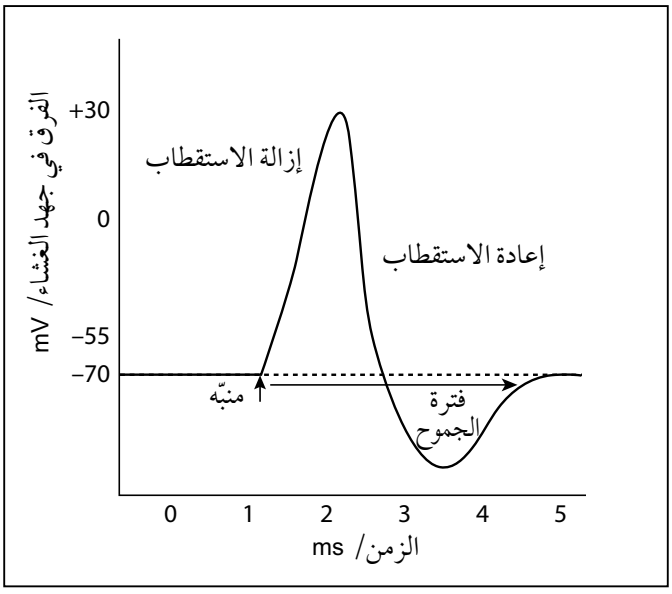
٥-١٠ يشرح نموذج الخيط المنزلق للانقباض العضلي بما في ذلك دور تروبونين، وتروبوميوسين، وأيونات الكالسيوم و ATP.

٥-١١ يشرح دور الأكسين في نمو الاستطالة عن طريق تحفيز ضخ البرتوتونات المسببة لحموضة جدران الخلايا.

الأنشطة

نشاط ٥-١ النبضات العصبية

في هذا النشاط، ستحتاج إلى فهم طبيعة النبضة العصبية بالتفصيل، وهذا يشمل كيفية الحفاظ على جهد الراحة، وكيفية حدوث إزالة الاستقطاب وإعادة الاستقطاب.



الشكل ٥–١: جهد الفعل.

في هذا النشاط سوف:

- تطوّر فهمك لأدوار بروتينات غشاء الخلية العصبية المختلفة، وكيفية تداخل الأدوية والسموم معها.
- تطوّر فهمك لطبيعة جهد الفعل.
- تطوّر مهاراتك التحليلية باستقصاء تأثيرات السموم على الخلايا العصبية.

يبيّن الشكل ٥–١ فرق الجهد عبر غشاء **الخلية العصبية**، مبيّنًا **جهد الراحة** و**جهد الفعل**. يوجد عدة أنواع مختلفة من بروتينات الغشاء التي تنتج كلًا من جهد الراحة وجهد الفعل.

١. أ. انقل وأكمل الجدول ٥–١ أدناه لتبيّن البروتينات الغشائية التي تكون نشطة أثناء أطوار **جهد الراحة** و**إزالة الاستقطاب** و**إعادة الاستقطاب**، ثم اشرح اتجاه حركة الأيونات في كل منها.

مصطلحات علمية

الخلية العصبية Neurone: خلية متخصصة في توصيل النبضات العصبية.

جهد الراحة Resting potential: الفرق في الجهد الكهربائي الذي يتم الحفاظ عليه عبر غشاء سطح الخلية للخلايا العصبية عندما لا يمر جهد فعل، وعادة ما يكون نحو Vm 70– بالداخل ويتم الحفاظ عليه جزئيًّا بواسطة مضخات الصوديوم–البوتاسيوم.

جهد الفعل Action potential: تغيير قصير ووجيز في فرق الجهد من mV 70– إلى mV 30+ عبر أغشية سطح الخلايا العصبية وخلايا العضلات ناتج من حركة أيونات الصوديوم إلى داخل الخلية.

البروتين الغشائي	الطور					
	جهد الراحة		إزالة الاستقطاب		إعادة الاستقطاب	
	مفتوحة/ مغلقة/ نشطة	اتجاه حركة الأيونات	مفتوحة/ مغلقة/ نشطة	اتجاه حركة الأيونات	مفتوحة/ مغلقة/ نشطة	اتجاه حركة الأيونات
قناة الصوديوم	مفتوحة	تدخل أيونات الصوديوم إلى الخلية العصبية	مفتوحة	تدخل أيونات الصوديوم إلى الخلية العصبية	مفتوحة	تدخل أيونات الصوديوم إلى الخلية العصبية
قناة البوتاسيوم						
قناة الصوديوم المبوبة بالفولتية						
قناة البوتاسيوم المبوبة بالفولتية						
مضخة الصوديوم – البوتاسيوم						

الجدول ٥–١: البروتينات الغشائية التي تكون نشطة أثناء جهد الراحة وإزالة الاستقطاب وإعادة الاستقطاب.

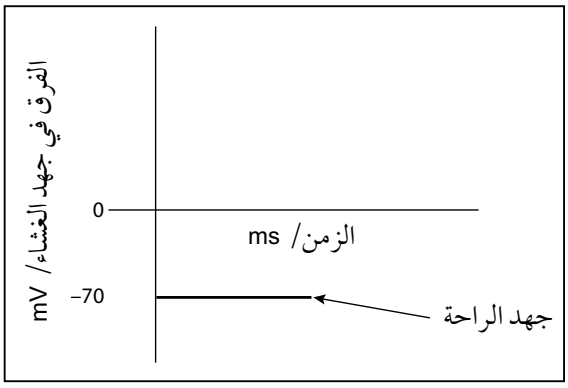
ب. يوجد العديد من الأدوية والسموم العصبية المختلفة التي تؤثر في توليد جهد الراحة وجهد الفعل. تثبّط مادة وابين *Ouabain* مضخة الصوديوم – البوتاسيوم (Na^+-K^+)، وهي مادة سامة تكوّنها بشكل طبيعي نباتات ثبيرة شمبري *Acokanthera schimperi*، وكانت تستخدم في شرق أفريقيا في صنع السهام السامة. يمضغ الجرذ الأفريقي المتوّج جذور هذه النباتات واللحاء ويلطخ بلعابه فروة ظهره التي تتصف بقدرتها على الامتصاص، ليدافع عن نفسه ضد المفترسات.

مصطلحات علمية

إزالة الاستقطاب Depolarisation: انعكاس جهد الراحة عبر غشاء سطح خلية عصبية أو عضلية، بحيث يصبح الداخل مشحونًا بشحنة موجبة مقارنة بشحنة الخارج.

إعادة الاستقطاب Repolarisation: إعادة فرق الجهد عبر غشاء سطح خلية عصبية أو عضلية إلى وضعه الطبيعي الذي يتبع عملية إزالة الاستقطاب.

يبيّن الشكل ٥–٢ جهد الراحة عبر غشاء الخلية العصبية. انسخ وأكمل التمثيل البياني للتنبؤ بتأثير إضافة مادة الوابين على جهد الراحة. اشرح التمثيل البياني الذي رسمته.



الشكل ٥–٢: جهد الراحة في خلية عصبية قبل وضع وابين.

ج. التيترودوتوكسين (Tetrodotoxin TTX) – سُمّ عصبي تنتجه مجموعة كبيرة من الأنواع بما فيها سمك الفوجو *Takifugu.sp*. وهو يرتبط بقنوات الصوديوم المبوبة بالفولتية فيثبط نشاطها. يسبب التسمم المرتبط بتناول هذه الأسماك فقدان الإحساس في الفم وصعوبة في التنفّس وشللًا عضليًّا.
استفد من معرفتك بجهود الفعل لتشرح تأثير التيترودوتوكسين. تحتاج إلى فهم تسلسل الأحداث التي تحدث في **التشابكات العصبية**.

٢. أ. يبيّن الجدول ٥–٢ تسلسل الأحداث التي تبدأ عندما يصل جهد الفعل إلى النهاية قبل التشابكية للوصلة العصبية العضلية Neuromuscular junction. رتّب الأحداث بالترتيب الصحيح.

أ	يصل جهد الفعل إلى النهاية قبل التشابك العصبي.
ب	يحلل إنزيم **أستيل كولين إستريز**، أستيل كولين في الشقّ التشابكي، ويمتص الغشاء قبل التشابكي نواتج التحليل.
ج	تفتح المستقبلات بعد التشابكية (قنوات الصوديوم) مسببة انتشار أيونات Na^+ في الخلية العصبية بعد التشابكي.
د	تتحرك الحويصلات باتجاه الغشاء قبل التشابكي وتندمج معه.
هـ	تنتشر أيونات Ca^{2+} في النهاية قبل التشابكية.
و	ينتشر أستيل كولين عبر الشق التشابكي ويرتبط بمستقبلات غشاء بعد التشابكي.
ز	يُطلق **أستيل كولين** في الشق التشابكي.
ح	تفتح قنوات الصوديوم المبوبة بالفولتية عند الوصول إلى جهد العتبة، ما يؤدي إلى حدوث جهد فعل في الخلية العصبية بعد التشابكي.
ط	تفتح قنوات Ca^{2+} المبوبة بالفولتية.

الجدول ٥–٢: تسلسل الأحداث منذ بداية وصول جهد الفعل إلى النهاية قبل التشابكية للوصلة العصبية العضلية.

مصطلحات علمية

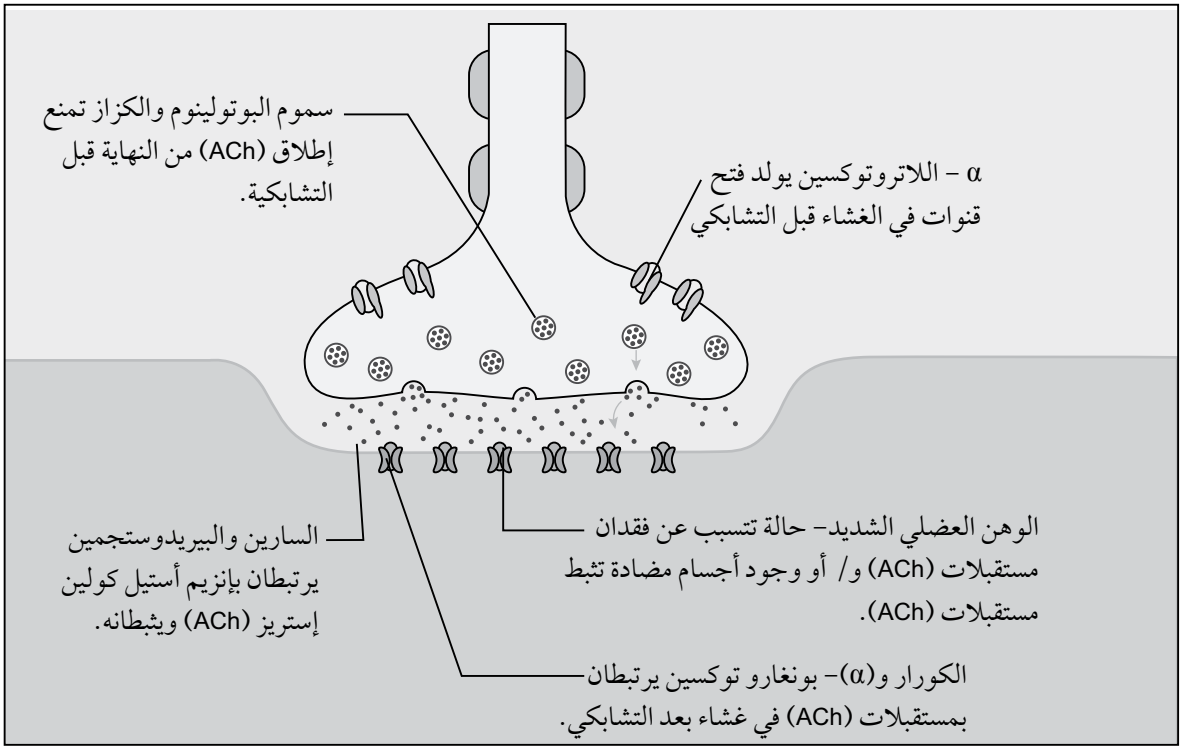
التشابكات العصبية Synapses: نقاط الاتصال بين الخلايا العصبية أو بين الخلايا العصبية والمستجيبات مثل العضلات الهيكلية.

الأستيل كولين إستريز Acetylcholinesterase: إنزيم يوجد في الشق التشابكي وتحديدًا على الغشاء بعد التشابكي يحلل أستيل كولين إلى أسيتات وكولين.

الأستيل كولين Acetylcholine: جزيء يتكوّن من مرافق إنزيم A ومجموعة أستيل 2C (ثنائية الكربون)، المهمة في تفاعلات الربط. وهو نوع من النواقل العصبية تطلقه التشابكات العصبية الكولينية.

العديد من الأسئلة ستقدم لك أمثلة غير مألوفة عن السموم العصبية والأدوية التي تعمل على التشابكات العصبية، وسيطلب إليك تحديد تأثيراتها. لا يتوقّع منك أن تتعلم تأثيرات كل دواء أو سُمّ - بل تطبيق معرفتك على التشابكات العصبية في كل حالة.

ب. الكورار Curare سُمّ يوجد في العديد من نباتات أمريكا الجنوبية بما فيها أغصان الوبراء *Chondrodendron tomentosum*، التي استخدمت في صنع السهام ورؤوس السهام السامة. ألفا (α) - بونغارو توكسين يوجد في سُمّ الأفعى التايوانية متعددة الخطوط. يرتبط كلا السمّان بمستقبلات (ACh) في غشاء بعد التشابكية ويغلقانها، بما يمنع انقباض العضلات مسببًا الشلل. يبيّن الشكل ٥-٣ مواقع عمل تفاعل السموم والأدوية وتأثيرها على الوصلات العصبية العضلية.



الشكل ٥-٣ : مواقع تأثير السُّمّ في الوصلة العصبية العضلية.

اقرأ النص أدناه وتنبّأ بما يجب، شارحًا تأثيرات هذه السموم.

١- ألفا (α) – لاتروتوكسين سُمّ يوجد في لدغة عنكبوت الأرملة السوداء. وهو يسبب فتح عدد كبير من قنوات الكالسيوم في الغشاء قبل التشابكي.

.....

.....

٢- تمنع سموم البوتولينوم والكزاز اندماج الحويصلات بالغشاء قبل التشابكي.

.....

.....

٣- يثبط عامل غاز الأعصاب السارين ودواء البيريدوستجمين عمل إنزيم أستيل كولين إستريز في الشق التشابكي.

.....

.....

٤- الوهن العضلي الوبيل – حالة تسبب ضعف العضلات. يوجد في بعض الحالات مستقبلات (ACh) أقل في الغشاء بعد التشابكي. ويوجد في حالات أخرى أجسام مضادة للمناعة الذاتية ترتبط بمستقبلات (ACh). اشرح سبب استخدام البيريدوستجمين غالبًا في علاج هذه الحالة.

.....

.....

٥- اشرح سبب استخدام البيريدوستجمين غالبًا في علاج حالات سموم الكورار وألفا (α) – بونغارو توكسين، علمًا أنه غير مفيد في حالات التسمم بالكزاز والبوتولينوم.

.....

.....

نشاط ٥-٢ استخدام اللغة التقنية

تذكّر عند الإجابة عن الأسئلة أن تستخدم دائمًا لغة دقيقة وصحيحة. يجب أن تكون واضحًا قدر الإمكان، وتقدم مستوى من التفاصيل يناسب السؤال ويعكس مقدار الدرجات المخصصة له.

في هذا النشاط سوف:

- تطوّر مهاراتك في الكتابة عن طريق وضع درجات على ثلاث إجابات موسعة مختلفة.

١. ضع الدرجات على الإجابات الموسعة الآتية باستخدام سلّم الدرجات المرفق. جرى إنجاز تقويم الإجابة الأولى مع التعليقات كمثال.

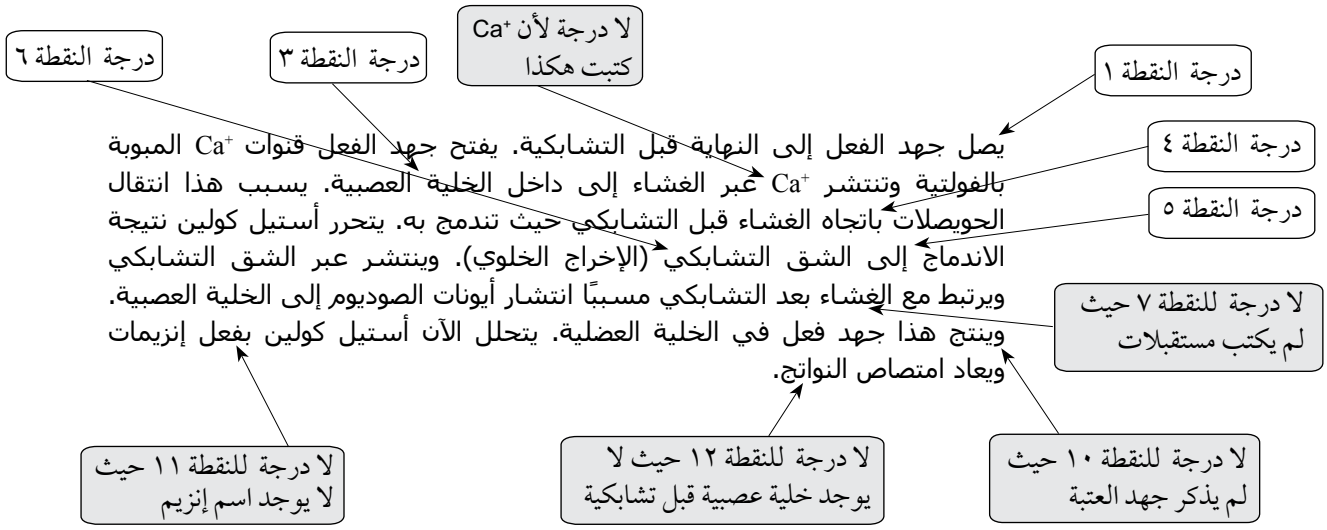
السؤال: صف الأحداث التي تحصل عند الوصلة العصبية العضلية بعد تنبيه الخلية العصبية الحركية.

مصطلحات علمية

جهد العتبة Threshold potential: فرق الجهد الحرج عبر غشاء سطح الخلية لمستقبلات حسية أو لخلية عصبية والذي يجب الوصول إليه قبل بدء جهد الفعل.

سلّم الدرجات

١. جهد الفعل / نبضة / إزالة الاستقطاب إلى الطرف قبل التشابكي/ زر تشابكي.
٢. تفتح قنوات الكالسيوم/Ca^{2+} المبوبة بالفولتية.
٣. انتشار الكالسيوم/Ca^{2+} إلى الخلية العصبية **قبل التشابكي** (يحاسب على Ca^{2+} مرة واحدة فقط).
٤. تنتقل الحويصلات باتجاه **الغشاء قبل التشابكي وتندمج به.**
٥. يُطلق (ACh) في **الشق التشابكي/ الإخراج الخلوي.**
٦. ينتشر (ACh) عبر الشق التشابكي.
٧. يرتبط (ACh) **بمستقبلاته** على **الغشاء بعد التشابكي** (يجب ذكر غشاء وعدم الاكتفاء بذكر خلية عصبية فقط) (يحاسب على خطأ الناقل العصبي مرة واحدة فقط/يستخدم مصطلح الناقل العصبي بدل (ACh).
٨. تفتح قنوات الصوديوم في الغشاء بعد التشابكي/ الخلية العصبية بعد التشابكي.
٩. ينتشر الصوديوم إلى داخل الخلية العصبية بعد التشابكي/ ما يعادله.
١٠. عند الوصول إلى **جهد العتبة**/ أو ما يعادله، يحدث جهد الفعل/ تنتج نبضة عصبية.
١١. يحلل **أستيل كولين إستريز**، (ACh).
١٢. يعاد امتصاص **الكولين** من قبل الخلية العصبية **قبل التشابكي**/ أو ما يعادله.



هذه إجابة جيدة، لكن يمكن تحسينها، لأنها لا تتضمن تفاصيل كافية ودقيقة.

والآن، حاول وضع درجة لهذه الإجابات.

أ. تصل النبضة العصبية إلى الطرف قبل التشابكي. وهذا يسبب فتح قنوات الكالسيوم، فتنتقل أيونات الكالسيوم إلى داخل الخلية العصبية قبل التشابكية. ثم يدخل الكالسيوم إلى الحويصلات والتي تتحرك باتجاه طرف الخلية العصبية قبل التشابكية. تطلق الحويصلات الكالسيوم إلى الشق التشابكي، والذي ينتشر إلى الغشاء بعد التشابكية، مولّدًا جهد فعل.

ب. يصل جهد الفعل نهاية (طرف) الخلية العصبية قبل التشابكية. وهو يفتح قنوات الكالسيوم المبوبة بالفولتية بحيث تنتشر أيونات الكالسيوم إلى الخلية العصبية قبل التشابكية. تتحرك الحويصلات باتجاه الغشاء قبل التشابكي وتطلق أستيل كولين في الشق التشابكي. ثم يرتبط أستيل كولين بمستقبلاته على الخلية العصبية بعد التشابكية. تفتح قنوات الصوديوم في الغشاء بعد التشابكي وتتدفق أيونات الصوديوم إلى الداخل. تفتح قنوات الجهد الكهربائي عند الوصول إلى جهد العتبة بحيث ينتج جهد فعل في الخلية العصبية بعد التشابكية. عندها، يعاد امتصاص أستيل كولين من قبل الغشاء قبل التشابكي لمنعه من الارتباط بالمستقبلات بعد التشابكية.

ج. يصل جهد الفعل إلى الطرف قبل التشابكي. وهذا يفتح قنوات الكالسيوم، فتنتقل أيونات الكالسيوم إلى الخلية العصبية قبل التشابكية. ينبّه الكالسيوم الحويصلات لتتحرك باتجاه الغشاء قبل التشابكي وتندمج به لتطلق الناقل العصبي (أستيل كولين أو دوبامين) إلى الشق التشابكي. يرتبط الناقل العصبي بمستقبلات في الغشاء بعد التشابكي، ما يسبب فتح قنوات الصوديوم، الذي يؤدي إلى تدفق أيونات الصوديوم مع منحدرها. يؤدي تدفق أيونات الصوديوم هذا إلى الخلية العصبية بعد التشابكية إلى إنتاج جهد فعل. يحلل إنزيم أستيل كولين أستيريز النواقل العصبية ويعاد امتصاص الكولين.

نشاط ٥-٣ تأثير الأكسين على نمو الجذر والساق

أهداف الاستقصاء العملي

- تحليل البيانات الناتجة من التجارب للوصول إلى استنتاجات وتفسيرها.

يمكن أن يكون لهرمونات الأكسين مجموعة من التأثيرات على نمو النباتات. كما يمكن أن يكون للتراكيز المختلفة من الأكسين تأثيرات نمو مختلفة على الأنسجة نفسها. في هذا النشاط، سوف:

- تطوّر فهمك لكيفية تثبيط وتحفيز التراكيز المختلفة من الأكسينات لنمو الجذر والساق.
- تطور فهمك لكيفية تحضير محاليل بتراكيز مختلفة.
- تطور فهمك لكيفية استخدام المقاييس اللوغاريتمية عند وجود متغيرات ذات نطاقات عالية جدًّا.

١. أُجريت تجربة على بادرات الطماطم لاستقصاء تأثير تركيز الأكسين على إحداث أكبر زيادة في نمو الجذر والساق.

تم تنمية بادرات الطماطم على آجار مغذٍ لخمسة أيام. وأضيف الأكسين بتراكيز مختلفة إما إلى الآجار المغذي لتحفيز نمو الجذر، أو كرذاذ إلى الساق والأوراق. قم بقياس نمو الجذور والسيقان بعد خمسة أيام. يبيّن الجدولان ٥-٣، ٥-٤ نتائج تأثير الأكسين بالتراكيز المختلفة على نمو الجذر والساق.

تركيز الأكسين المضاف mg/L	تركيز اللوغاريتم 10 mg/L	الطول الأولي للجذر / mm	الطول النهائي للجذر/ mm	نسبة الطول النهائي إلى الطول الأولي
0.000001	-6	12	24	
0.000010		14	32	
0.000100		12	30	
0.001000		15	34	
0.010000		14	25	
0.100000		12	19	
1.000000		11	13	
10.000000		16	16	
100.000000		14	14	
1000.000000		12	12	

الجدول ٥-٣: تأثير تراكيز الأكسين المختلفة على نمو الجذر.

تركيز الأكسين المضاف mg/L	تركيز اللوغاريتم 10 mg/L	الطول الأولي للساق mm /	الطول النهائي للساق/ mm	نسبة الطول النهائي إلى الطول الأولي
0.000001	-6	17	17	
0.000010		16	16	
0.000100		17	17	
0.001000		14	15	
0.010000		18	27	
0.100000		21	82	
1.000000		23	90	
10.000000		17	87	
100.000000		18	32	
1000.000000		19	21	

الجدول ٥–٤: تأثير تراكيز الأكسين المختلفة على نمو الساق.

تتراوح تراكيز الأكسين التي استخدمت بين 0.000001 mg/L و 1000 mg/L. من الواضح أنه نطاق كبير جدًّا، ويتطلب رسم تمثيل بياني محوره طويل جدًّا. يتمثل الحل برسم تمثيل بياني يستخدم المحور اللوغاريتمي، وذلك بأخذ لوغاريتمات الأساس 10 من التركيز.

تحسب اللوغاريتمات كما يأتي: اللوغاريتم لرقم 10 هو القوة التي ترفع إليها 10 للحصول على هذا الرقم. على سبيل المثال:

التركيز 0.000001 هو نفسه 10^{-6}، لذا يكون $\log_{10}$ 0.000001 هو 6 –.

يجب أن تكون قادرًا على استخدام الآلة الحاسبة لتحديد قيم $\log_{10}$ للأعداد. ستختلف طريقة إجراء ذلك تبعًا لنوع الآلة الحاسبة وطرازها، لكن معظم الآلات الحاسبة تحتوي على زر يسمّى «log». استخدم الآلة الحاسبة لتحديد قيم $\log_{10}$ لكل من:

مهم

من الملاحظ أن قيم $\log_{10}$ هي أرقام متماثلة في مقدارها، بما يمكّن من تمثيلها بيانيًّا.

أ. 0.00006 .....

ب. 12 000 000 .....

ج. 12 .....

د. 0.0000325 .....

هـ. 0.0025 .....

و. الآن، انقل الجدولَين ٥-٣، ٥-٤، واكتب قيم $\log_{10}$ لجميع تراكيز الأكسين.
يتم التعبير عن متوسط نمو الجذور والسيقان على شكل نسبة من الطول النهائي إلى الطول الأولي. تعني النسبة 1.0 أن القيمتَين متماثلتان، بمعنى آخر، لم ينمُ الجذر أو الساق مطلقًا. وتكون نسبة الطول النهائي إلى الطول الأولي بالنسبة إلى الجذر مع الأكسين بتركيز 0.000010 هي:

32 mm/14 mm = 2.3

ز. احسب نسبة الطول النهائي إلى الطول الأولي لجميع تراكيز الأكسين للجذور والسيقان، وسجّلها في الجدولَين.

ح. يمكن الآن مع لوغاريتمات التراكيز رسم تمثيل بياني للنتائج. اتبع الخطوات الآتية لرسم التمثيل البياني:

الخطوة الأولى: اكتب مسمى المحور السيني: تركيز $\log_{10}$ للأكسين/ mg/L. أضف مقياسًا بزيادات متساوية لكل قيمة من $\log_{10}$ بدءًا من 6 –.

الخطوة الثانية: اكتب مسمى المحور الصادي: نسبة الطول النهائي إلى الطول الأولي، وأضف مقياسًا مستمرًا.

الخطوة الثالثة: حدد على الرسم نقاط مواقع كل من بيانات نمو الجذر والساق، ثم صل النقاط ببعضها لكل واحدة منها، وأضف مفتاحًا إلى الرسم.

ط. قارن تأثير زيادة تركيز الأكسين على الجذور والسيقان.

.....

.....

٢. في تجربة أخرى صممت لتحديد التركيز الأمثل للأكسين لاستطالة الجذر والساق، استخدمت نطاقات مختلفة من تراكيز الأكسين. اشرح نطاق التراكيز التي ستختار لاستقصاء استطالة الجذر والساق.

.....

.....

الاستقصاءات العملية

استقصاء عملي ٥-١: استقصاء ردود الفعل المنعكس عند الإنسان

أهداف الاستقصاء العملي

- جمع الملاحظات والقياسات والتقديرات وتسجيلها وتقديمها.
- تحليل البيانات الناتجة من التجارب للوصول إلى استنتاجات وتفسيرها.

يؤدّي الجهاز العصبي دورًا مهمًا في التنسيق عند الإنسان. يقارن هذا الاستقصاء زمن ردود الفعل عند الاستجابة للرؤية واللمس والسمع.

ستحتاج إلى

- زميلك في الصف

الموادّ والأدوات:

- مسطرة مترية عدد 1

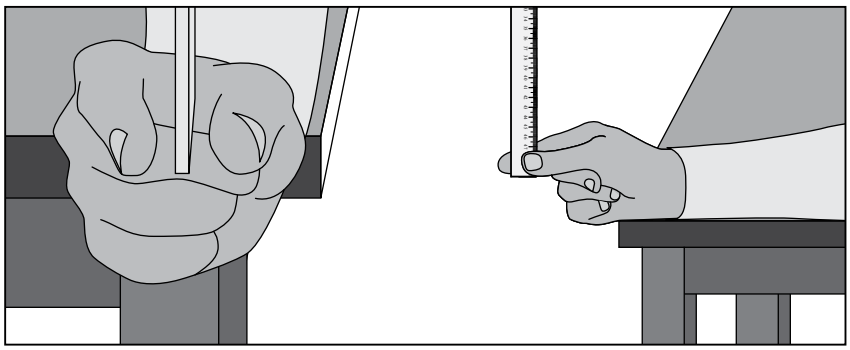
⚠ احتياطات الأمان والسلامة

- تأكّد من قراءة النصائح الواردة في قسم السلامة في بداية هذا الكتاب، واستمع لنصائح معلّمك قبل تنفيذ هذا الاستقصاء.

الطريقة

١. على الطالب الذي سيُجرى عليه الاستقصاء الجلوس على المقعد ومد ساعده على الطاولة بحيث تمتد فوق الحافة (كما هو مبيّن في الشكل ٥–١).

٢. يراعى أن يكون الإبهام والسبّابة للطالب المشارك متباعدَين بحدود 3 cm، وأن يكون طرف المسطرة السفلي بينهما بمحاذاة الإبهام.



الشكل ٥-١: طريقة الاستقصاء.

٣. يتم إسقاط المسطرة عموديًا من دون أي تنبيه مسبق، وعلى الطالب الإمساك بها بمجرد رؤيته لحركتها. قس مسافة سقوط المسطرة إلى الجزء السفلي من الإبهام. كرر ذلك بحيث تأخذ عشر قراءات. سجّل نتائجك في الجدول ٥-١.

٤. كرّر التجربة، لكن بالاعتماد على حاسة اللمس في تحسس سقوط المسطرة. يكون الطالب معصوب العينَين، وتكون المسطرة بين الإبهام والسبّابة بحيث تكون ملامسة للسبابة فقط. سجّل نتائجك في الجدول ٥-١.

٥. كرّر التجربة للمرة الأخيرة، مع اعتماد السمع في تحسس سقوط المسطرة. يكون الطالب معصوب العينَين، وتكون المسطرة بين الإبهام والسبّابة من دون أن تلمس أيًا منهما. عند إسقاط المسطرة، ينبّه الطالب بصوت يناديه: "انطلق" ليمسك بالمسطرة حين ذلك. سجّل نتائجك في الجدول ٥-١.

مهم

تأكد في استقصاء اللمس من أن المسطرة تلمس السبّابة، إذ بخلاف ذلك، ستقيس التجربة إدراكًا حسيًا مختلفًا (الحاسة السادسة).

النتائج

رقم المحاولة	المسافة التي قطعتها المسطرة وزمن ردود الفعل للحواس الثلاث					
	الرؤية		اللمس		السمع	
	المسافة / cm	زمن رد الفعل / s	المسافة / cm	زمن رد الفعل / s	المسافة / cm	زمن رد الفعل / s
1						
2						
3						
4						
5						
6						
7						
8						
9						
10						
المتوسط						
الانحراف المعياري						

الجدول ٥–١: جدول النتائج.

التحليل والاستنتاج والتقويم

١. ستحدد أولًا زمن ردود الفعل الفعلية لكل رد فعل منعكس.

أ. أولًا: احسب الزمن المستغرق (حتى ثلاث منازل عشرية) للإمساك بالمسطرة لكل من القراءات في الجدول ٥–١، باستخدام المعادلة:

$$t = \sqrt{\frac{d}{4.9}}$$

يتم الحصول على القيمة 4.9 عن طريق خفض التسارع بفعل الجاذبية الأرضية وهو $9.8\ m/s^{-2}$ إلى النصف. وهذا لأن الصيغة المستخدمة لتحديد الزمن المستغرق مستمدة من إعادة ترتيب معادلة الحركة.

$$d = \frac{1}{2}\ at^2$$

حيث:

d تمثل المسافة التي قطعتها المسطرة (cm)

a تمثل التسارع بفعل الجاذبية ($9.8\ m/s^2$)

t تمثل الزمن المستغرق (s)

.....

.....

ب. احسب متوسط المسافة التي قطعتها المسطرة، ومتوسط زمن ردود الفعل لكل تجربة. سجّل القيم في الجدول (٥-١).

مصطلحات علمية

الانحراف المعياري
Standerd deviation:
قياس مدى انتشار مجموعة من البيانات على كلا جانبَي المتوسط.

الانحراف المعياري

يدل الانحراف المعياري على مدى بُعد نقاط البيانات الفردية عن المتوسط. ويمكن الاستنتاج أنه كلما قل الانحراف المعياري، زاد عدد نقاط البيانات المتجمعة معًا. يمكن أيضًا استخدام الانحراف المعياري لحساب حدود الدقة للبيانات (انظر النشاط ٤-١).

لحساب الانحراف المعياري يجب أولًا حساب تباين كل نقطة بيانات عن المتوسط. ويمكن تحقيق ذلك بطرح المتوسط من كل نقطة بيانات باستخدام الصيغة:

$$(x-\bar{x})$$

حيث

x = قيمة التكرار (نقاط البيانات)

$\bar{x}$ = متوسط نقاط البيانات

ثم عندها نربّع كل حد $(x-\bar{x})$ ونجمع كل الحدود

مجموع حدود $\sum(x-\bar{x})^2 = (x-\bar{x})^2$

أخيرًا نستخدم الصيغة الآتية لحساب الانحراف المعياري:

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum(x-\bar{x})^2}{n-1}}$$

حيث:

σ = الانحراف المعياري

x = قيمة التكرار (نقاط البيانات)

$\bar{x}$ = متوسط نقاط البيانات

n = عدد التكرارات

مجموع حدود $\sum(x-\bar{x})^2 = (x-\bar{x})^2$

ج. احسب الانحرافات المعيارية لزمن ردود الفعل، واكتب إجاباتك في الجدول ٥–١. يمكنك تكوين جدول بأعمدة تكتب فيها نتيجة كل خطوة من خطوات الحساب قبل كتابة قيمة الانحراف المعياري النهائية ضمن الجدول ٥–١.

٢. يمكن الآن الاستفادة من معرفة زمن ردود الفعل في حساب سرعة انتقال النبضات العصبية على طول المسارات.

- الرؤية: العينان ← الدماغ ← عبر الحبل الشوكي نزولًا إلى الكتفَين ← عبر الذراع.
- اللمس: جلد الإصبع ← عبر الذراع إلى الحبل الشوكي ← عبر الحبل الشوكي صعودًا إلى الدماغ ← عبر الحبل الشوكي نزولًا إلى الكتفَين ← عبر الذراع.
- السمع: الأذنان ← الدماغ ← عبر الحبل الشوكي نزولًا إلى الكتفَين ← عبر الذراع.

أ. قس المسافات التي قطعتها النبضات العصبية في كل من ردود الفعل المختلفة. فكّر في المكان الذي تشكّلت فيه النبضة (المستقبل) وصولًا إلى حيث يوجد الجهاز العصبي المركزي وإلى مكان وجود المستجيب.

ناقش ما تتوصل إليه مع زملائك ومعلّمك. سجّل مقدار المسافات في الجدول ٥-٢. سجّل أيضًا متوسط زمن ردود الفعل.

نوع رد الفعل	المسافة التي تقطعها النبضة العصبية / cm	متوسط زمن رد الفعل / s	سرعة انتقال النبضة العصبية cm/s
الرؤية			
اللمس			
السمع			

الجدول ٥-٢: جدول النتائج.

ب. تحسب سرعة انتقال النبضة العصبية باستخدام الصيغة الآتية:

سرعة الانتقال = متوسط المسافة التي قطعتها النبضة العصبية ÷ متوسط زمن رد الفعل

احسب سرعة الانتقال لكل نوع من ردود الفعل وسجّل نتائجك في الجدول ٥-٢.

٣. قارن زمن ردود الفعل وسرعة الانتقال للأنواع الثلاثة من ردود الفعل المنعكسة، مع تفسير الاختلافات بينها. فكّر في أطوال المسارات وتأثير عدد التشابكات العصبية.

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

"يمكنك التوقف هنا وعدم تنفيذ اختبار (t-test). فإذا توفر لك زمن كاف من الحصة فتدرّب مع زملائك على تنفيذه، يكسبكم أحد التطبيقات الهامة في الإحصاء الحيوي Biostatistics، والتي سوف تحتاجون إليها في الدراسة الجامعية" (إثرائي).

مصطلحات علمية

اختبار t-test (t): اختبار إحصائي لتحديد ما إذا كان الفرق مهمًا بين متوسط عيّنيتَين.

٤. على الرغم من وجود اختلاف في متوسط زمن ردود الفعل لردود الأفعال المنعكسة المختلفة، فهذا لا يعني أن الاختلافات كبيرة. يمكن استخدام **اختبار (t)** لتحديد احتمال وجود فروق مهمة ذات دلالة إحصائية.

أ. ستقارن في الاختبار الأول زمن رد فعل الرؤية بزمن رد فعل اللمس. ستحتاج أولًا إلى صياغة فرضية صفرية (فرضية عدم). تنصّ الفرضية الصفرية على عدم وجود فرق بين العاملَين اللذَين تجري مقارنتهما. أكمل الفرضية الصفرية لتقارن بين زمنَي ردود الفعل.

«لا يوجد اختلاف بين...».

.....

.....

مهم

أقواس الخط المستقيم $|\bar{x}_1 - \bar{x}_2|$ تعني "قيمة مطلقة"، لذا يتم تجاهل أي علامة سالبة إذا كان الفرق بين المتوسطات سالبًا.

ب. صيغة اختبار (t) كما يأتي:

$$t = \frac{|\bar{x}_1 - \bar{x}_2|}{\sqrt{\left(\frac{s_1^2}{n_1} + \frac{s_2^2}{n_2}\right)}}$$

حيث:

$\bar{x}_1$ هي متوسط العيّنة 1 (الرؤية)

$\bar{x}_2$ هي متوسط العيّنة 2 (اللمس)

s_1 هي الانحراف المعياري للعيّنة 1 (الرؤية)

s_2 هي الانحراف المعياري للعيّنة 2 (اللمس)

n_1 هي عدد التكرارات في العيّنة 1 (الرؤية)

n_2 هي عدد التكرارات في العيّنة 2 (اللمس)

استخدم الصيغة والنتائج في الجدول ٥-٢ لحساب قيمة (t) لمقارنة ردود الفعل المنعكسة للرؤية واللمس.

(t) = ...

ج. الآن احسب عدد درجات الحرية لجميع البيانات باستخدام الصيغة:

$$v = (n_1 - 1) + (n_2 - 1)$$

درجات الحرية = ...

د. الآن يمكنك استخدام قيمة (t) التي حسبتها ودرجات الحرية لتبيان احتمال وجود فرق مهم بين الفترات الزمنية لردود الفعل للرؤية واللمس عن طريق القيمة الحرجة في جدول اختبار (t) (الجدول ٥-٣). انظر إلى طول الخط الخاص بعدد درجات الحرية التي حسبتها، وحدّد أيًا من القيم الحرجة التي حسبتها لقيمة (t) أكبر منها. يمكن أن نأخذ احتمالًا قدره 0.05 أو أقل للفرق الناتج من الصدفة باعتباره الفرق الحرج الذي يمثل فرقًا مهمًا ذا دلالة إحصائية. على سبيل المثال، إذا كانت قيمة (t) أكبر من 2.20 مع 11 درجة حرية، يوجد احتمال أقل من 0.05 بأن الفرق ناتج من الصدفة.

درجات الحرية	قيمة (t)			
1	6.31	12.70	63.7	63.6
2	2.92	4.30	9.93	31.6
3	2.35	3.18	5.84	12.9
4	2.13	2.78	4.60	8.61
5	2.02	2.57	4.03	6.87
6	1.94	2.45	3.71	5.96
7	1.90	2.37	3.50	5.41
8	1.86	2.31	3.36	5.04
9	1.83	2.26	3.25	4.78
10	1.81	2.23	3.17	4.59
11	1.80	2.20	3.11	4.44
12	1.78	2.18	3.06	4.32
13	1.77	2.16	3.01	4.22
14	1.76	2.15	2.98	4.14
15	1.75	2.13	2.95	4.07
16	1.75	2.12	2.92	4.02
17	1.74	2.11	2.90	3.97
18	1.73	2.10	2.88	3.92
19	1.73	2.09	2.86	3.88
20	1.73	2.09	2.85	3.85
22	1.72	2.07	2.82	3.79
24	1.71	2.06	2.80	3.75
26	1.71	2.06	2.78	3.71
28	1.70	2.05	2.76	3.67
30	1.70	2.04	2.75	3.65
30<	1.64	1.96	2.58	3.29
احتمال أن قيمة (t) هذه نتجت من الصدفة	0.10	0.05	0.01	0.001
مستوى الدقة	10%	5%	1%	0.1%

الجدول ٥–٣: جدول اختبار (t).

أكمل ما يأتي:

"قيمة (t) التي حسبت ل ..... (أكبر من/ أصغر من) القيمة الحرجة ل ..... بمقدار ..... درجة حرية. وهذا يعني احتمالاً قدره (0.05 < / 0.05 >)، بأن الفرق في زمن رد الفعل ناتج من الصدفة، بما يعني وجود فرق (غير مهم/ مهم)، وأن الفرضية الصفرية (غير مرفوضة / مرفوضة)".

٥. نفذ اختبارات (t) لتحدّد ما إذا كان هناك فرق مهم في زمن رد الفعل عند مقارنة ردود الفعل المنعكسة. علق في كل حالة على مستوى الأهمية وصحة الاستنتاج.

أ. مقارنة اللمس مع السمع.

.....

.....

.....

.....

.....

ب. مقارنة الرؤية مع السمع.

.....

.....

.....

.....

.....

استقصاء عملي ٥-٢: تأثير الطول الموجي للضوء على الانتحاء الضوئي في بادرات القمح (إثرائي)

أهداف الاستقصاء العملي

- جمع الملاحظات والقياسات والتقديرات وتسجيلها وتقديمها.
- تحليل البيانات الناتجة من التجارب للوصول إلى استنتاجات وتفسيرها.

الانتحاء الضوئي Phototropism هو استجابة النبات للنمو في اتجاه الضوء أو بعيدًا عنه. تنمو سيقان النباتات عادة باتجاه الضوء نتيجة لإعادة توزيع هرمون الأكسين (IAA) استجابة لاتجاه الضوء. يجب أن تحتوي قمة ساق النبات على بعض مستقبلات الضوء التي تستجيب له. الهدف من هذا النشاط العملي استقصاء أي الأطوال الموجية للضوء يمكن للمستقبل الضوئي تحسّسه.

ستحتاج إلى

الموادّ والأدوات:

- خمسة صناديق أحذية توجد فتحة على أحد وجوهها (يمكن تشاركها بين عدة مجموعات)
- خمسة أطباق بتري تحتوي على بادرات قمح
- مصابيح منضدة
- مسطرة 30 cm
- مرشحات ضوء من السيلوفان، أحمر، أزرق، أخضر، شفّاف (غير ملوّن)
- بطاقة سوداء صغيرة تناسب قياس الفتحة

⚠ احتياطات الأمان والسلامة

- تأكّد من قراءة النصائح الواردة في قسم السلامة في بداية هذا الكتاب، واستمع لنصائح معلّمك قبل تنفيذ هذا الاستقصاء.
- تأكد من أنه ليس لديك أي حساسية تجاه النباتات والبذور.

الطريقة

١. استخدم شريطًا لاصقًا لإلصاق مرشح سيلوفان مختلف على فتحة كل صندوق، بحيث تكون ألوان المرشحات مختلفة على الصناديق المنوّعة، على أن يكون مرشح السيلوفان الشفّاف (غير الملوّن) على أحد الصناديق، ويسمح بمرور جميع الأطوال الموجية للضوء، وتغطّى فتحة صندوق آخر بالبطاقة السوداء بحيث لا تسمح بنفاذ أي ضوء من خلالها (انظر الشكل ٥-٢).

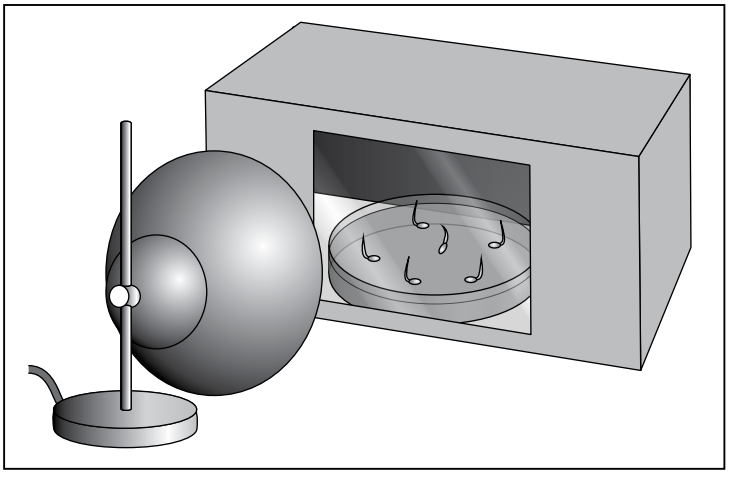
مهم

يغطي الساقَ في بعض النباتات مثل القمح غلاف، يسمى الغمد البرعمي الأولي.

٢. خذ طبق بتري يحتوي على أغماد البراعم الأولية Coleoptiles لنبات القمح، واستخدم ملقطًا لإزالة أي بادرة سقطت، أو التي لها أغماد براعم أولية يقل طولها عن 10 mm أو يزيد عن 50 mm، أو تلك التي لا تنمو بشكل سليم.

٣. قس أطوال الأغماد المتبقية وسجّلها في جزء النتائج في الجدول ٥-٤.

٤. أضف قليلًا من الماء إلى طبقة القطن (في أسفل أطباق بتري التي تنمو عليها الأغماد) لكي لا تجف البادرات، ثم ضع طبق بتري داخل الصندوق الذي يغطي فتحته مرشح شفاف. ضع الصندوق على بعد 30 cm من مصدر ضوء مثل مصباح المنضدة، كما هو مبيّن في الشكل ٥-٢. كرر ذلك مع جميع الصناديق الأخرى ذات مرشحات الضوء المختلفة.



الشكل ٥-٢: جهاز الاستقصاء ٥-٢.

٥. افحص بادرات القمح بعد 24-48 ساعة. قس أطوال الأغماد، وعدّ تلك التي اتجهت في نموها نحو مصدر الضوء. سجّل نتائجك في الجدولَين ٥-٥ و٥-٦. سجّل أيضًا عدد بادرات القمح في كل طبق بتري. اكتب تعليقًا وصفيًّا عن درجة انحناء الغمد في كل حالة، والتقط، إن أمكن، صورة تلصقها في دفتر ملاحظاتك.

النتائج

الطول الأولي للغمد لكل لون ضوء/ mm					
	بطاقة سوداء	شفاف	أحمر	أخضر	أزرق
المتوسط					

الجدول ٥-٤: جدول النتائج: الطول الأولي.

الطول النهائي للغمد لكل لون ضوء/ mm					
	بطاقة سوداء	شفاف	أحمر	أخضر	أزرق
المتوسط					

الجدول ٥-٥: جدول النتائج: الطول النهائي.

لون الضوء	عدد الأغماد التي نمت باتجاه مصدر الضوء	العدد الإجمالي للأغماد	النسبة المئوية للأغماد التي نمت باتجاه مصدر الضوء	ملاحظات حول الانحناء
بطاقة سوداء				
شفاف				
أحمر				
أخضر				
أزرق				

الجدول ٥-٦: جدول النتائج المجمّعة.

التحليل والاستنتاج والتقويم

١. احسب متوسط أطوال الأغماد في بداية الاستقصاء العملي وبعد 24 ساعة. سجّل القيم في الجدولَين ٥-٤ و ٥-٥ على التوالي.

.....

.....

٢. احسب النسبة المئوية للأغماد التي نمت باتجاه مصدر الضوء لكل لون ضوئي. سجّل حساباتك في الجدول ٥-٦.

.....

.....

٣. احسب التغير في متوسط أطوال الأغماد، وسجّله في الجدول ٥-٧.

.....

.....

لون الضوء	التغير في متوسط أطوال الأغماد / mm
بطاقة سوداء	
شفاف	
أحمر	
أخضر	
أزرق	

الجدول ٥-٧: جدول حساب النتائج.

٤. مثل بياناتك بيانيًّا على الشبكة الآتية، لتعرض نتائجك.

٥. صف تأثير التغير في لون الضوء على نمو الأغماد.

.....

.....

.....

.....

٦. اشرح ما تظهره النتائج عن حساسية بادرات القمح لألوان الضوء المختلفة. علّق على تأثير لون الضوء على طول الغمد وانحنائه.

.....

.....

.....

.....

٧. اقترح متغيّرَين لم يتم توحيدهما في التجربة.

.....

.....

٨. علّق على قوة استنتاجك (في ضوء بياناتك). اقترح قيودًا على طريقة التحليل المستخدمة.

.....

.....

٩. اقترح كيف يمكن تحسين التحليل للتحقق مما إذا كانت التغيرات في طول وعدد البادرات التي تنمو باتجاه مصدر الضوء ذات دلالة إحصائية.

.....

.....

.....

.....

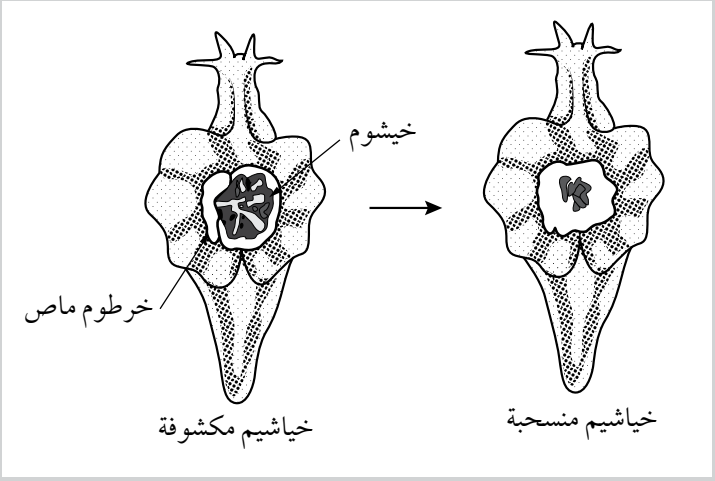
.....

.....

.....

أسئلة نهاية الوحدة

١. استخدم حيوان أرنب البحر *Aplysia* لاستقصاء سلوك الحيوانات بسيطة التركيب. وهو نوع من الرخويات البحرية التي تتمتع بخرطوم ماص Siphon وخياشيم لتبادل الغازات، كما هو مبيّن في الشكل. يضخ الخرطوم الماء للخياشيم لتبادل الغازات. ويؤدي لمسه لبدء قوس الانعكاس الذي يتسبّب بانسحاب الخياشيم.



أُجري استقصاء لحساب الزمن الذي تنسحب فيه الخياشيم بعد لمس الخرطوم الماص بشكل متكرر بفرشاة طلاء. جرى لمس الخرطوم الماص بفرشاة الطلاء، وتسجيل الزمن الذي تستغرقه الخياشيم لتفتح بالكامل. جرى لمس الخرطوم الماص مرة أخرى عندما كانت الخياشيم مكشوفة بالكامل. تمّ تكرار المحاولة 10 مرات. يبيّن الجدول التالي نتائج الاستقصاء.

تابع

عدد مرات اللمس	زمن انسحاب الخيشوم/s
1	25
2	15
3	10
4	8
5	6
6	4
7	3
8	2
9	1
10	3

أ. ١- **اذكر** المتغير التابع.

٢- **أعط** متغيّرَين يجب توحيدهما.

ب. تمّ اقتراح وجود ترابط بين عدد اللمسات وزمن انسحاب الخياشيم. اذكر فرضية عدم (فرضية صفرية) للترابط بين عدد مرات اللمس وزمن انسحاب الخياشيم.

ج. نفّذ تمثيلًا بيانيًّا يبيّن تأثير عدد المحاولات على زمن انسحاب الخياشيم.

د. يعيش حيوان أرنب البحر *Aplysia* في مناطق غابات عشب البحر، والتي تعيش فيها حيوانات مفترسة. اقترح أسبابًا لتأثير اللمس المتكرر للخرطوم الماص على زمن انسحاب الخياشيم.

أفعال إجرائية

اذكر State: عبّر بكلمات واضحة.

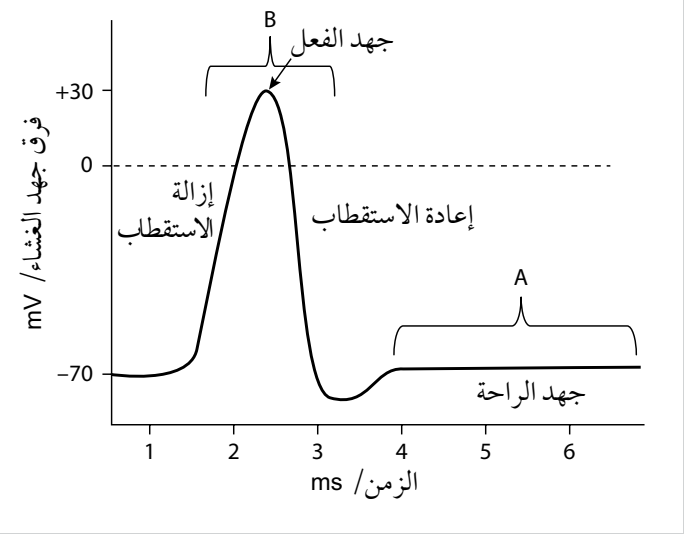
أعط Give: استخرج إجابة من مصدر معيّن أو من الذاكرة.

تابع

٢. يبيّن الشكل التغير في فرق الجهد عبر غشاء الخلية العصبية.

أ. **اشرح** كيف يحافظ الغشاء على جهد الراحة، المسمى A في الشكل.

ب. اشرح كيفية إزالة الاستقطاب وإعادة الاستقطاب في القسم B في الشكل.



ج. **اقترح** واشرح تأثير استخدام مثبط تنفّسي على جهد الراحة.

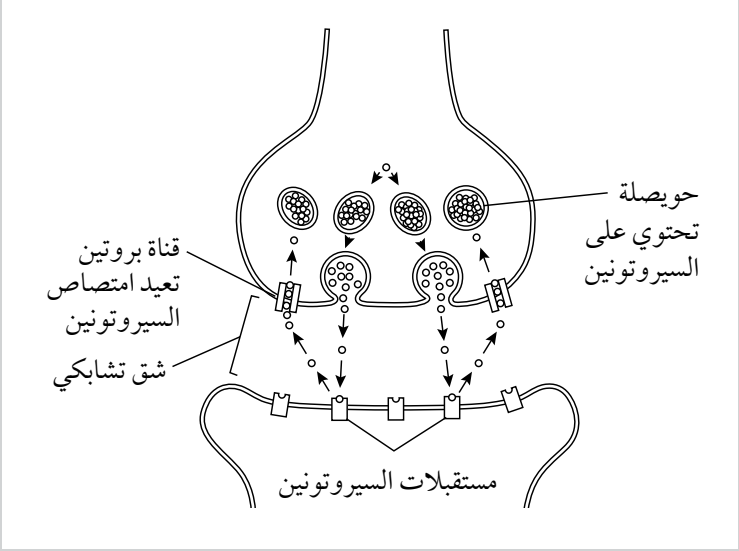
٣. السيروتونين Serotoni ناقل عصبي له عدة وظائف في الجسم. يُعتقد أن إحدى وظائفه «تحسين المزاج». يبيّن الشكل تشابكًا عصبيًّا في الجهاز العصبي المركزي الذي يستخدم السيروتونين. يرسل التحفيز طويل الأمد للخلية العصبية بعد التشابكية نبضات عصبية إلى «مراكز السعادة» في الدماغ.

أفعال إجرائية

اشرح Explain: اعرض الأهداف أو الأسباب / اجعل العلاقات بين الأشياء واضحة / توقّع لماذا و/ أو كيف وادعم إجابتك بأدلّة ذات صلة.

اقترح Suggest: طبّق المعرفة والفهم على المواقف التي تتضمّن مجموعة من الإجابات الصحيحة من أجل تقديم المقترحات.

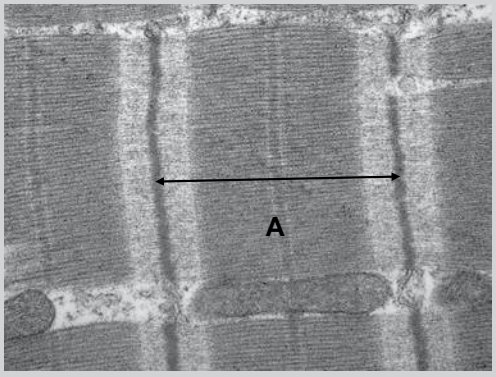
تابع



أ. **صف** كيف تنتقل النبضة العصبية من الخلية العصبية قبل التشابكية إلى الخلية العصبية بعد التشابكية في الشكل السابق.

ب. يشبه شكل بعض الأدوية المضادة للاكتئاب شكل السيروتونين، لكنها لا تنبّه مباشرة لجهد فعل في الخلية العصبية بعد التشابكية. استخدم الشكل أعلاه لاقتراح كيفية عملها لتحسين المزاج.

٤. أ. في ما يلي صورة مجهرية إلكترونية للقطعة العضلية Sarcomere.



(x13500)

١- احسب طول القطعة العضلية المسماة **A** في الشكل.

٢- استخدم إجابتك على الجزئية (أ-١) **لحساب** عدد القطع العضلية إذا كانت العضلة التي استلخصت منها طولها 20 cm.

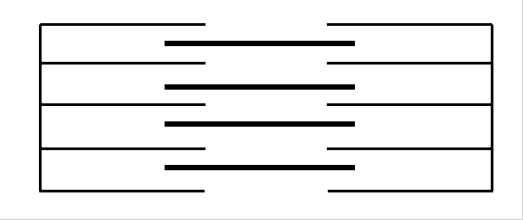
أفعال إجرائية

صِف Describe: قدّم الخصائص والميزات الرئيسية.

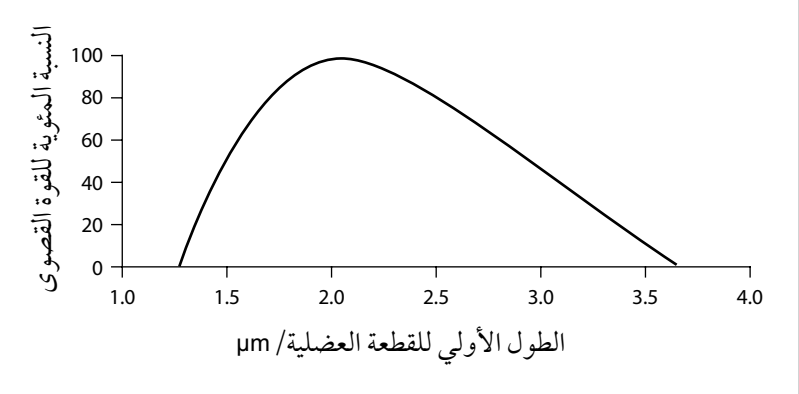
احسب Calculate: استخلص، من الحقائق المعطاة، المعلومات أو الأرقام.

تابع

٣- يبيّن الشكل قطعة عضلية في عضلة في حالة انبساط. **ارسم رسمًا تخطيطيًّا** للقطعة العضلية كما تظهر في عضلة منقبضة بشكل كامل. اكتب بوضوح المسميَين: خيوط **الأكتين** والميوسين.



ب. يبيّن الشكل القوى القصوى التي يمكن للعضلة توليدها عند بدء انقباضات القطع العضلية ذات أطوال أولية مختلفة.



١- صف تأثير التغير في طول القطعة العضلية على القوة التي تولدها العضلة.

٢- اشرح تأثير التغير في الطول الأولي للقطعة العضلية على القوة القصوى التي تولدها العضلة.

أفعال إجرائية

ارسم مخططًا Sketch: أنشئ رسمًا بسيطًا يوضح الميزات الرئيسية.

مصطلحات علمية

أكتين Actin: البروتين الذي يكوّن الخيوط الرفيعة في العضلة المخططة.

تابع

٥. يوجد في العضلة المخططة عدة أنواع من الألياف العضلية، بما في ذلك النوع I والنوع IIa والنوع IIx. وضع أحد العلماء فرضية تنصّ على أن ألياف النوع IIx تستخدم بشكل رئيسي في العدْو لمسافة قصيرة بسرعة كبيرة. استقصى العالِم ذلك من خلال فحص النسبة المئوية للعضلات الهيكلية التي يوجد فيها ألياف من النوع IIx في حيوانات مختلفة، ومقارنتها بأقصى سرعة يمكن للحيوان تحقيقها. يبيّن الشكل أدناه النتائج.



أ. اشرح ما إذا كانت النتائج الواردة في الجدول تدعم فرضية العالِم.

ب. يبيّن الجدول بعض خصائص أنواع الألياف العضلية المختلفة.

	نوع الليف العضلي		
	ألياف النوع I	ألياف النوع IIa	ألياف النوع IIx
زمن الانقباض	بطيئة	معتدلة	سريعة
مقاومة الإعياء (التعب)	مرتفعة	معتدلة	منخفضة
القوة الناتجة	منخفضة	متوسطة	مرتفعة
وجود الميوجلوبين	مرتفع	متوسط/ منخفض	منخفضة جدًّا
كثافة الشعيرات الدموية	مرتفعة	متوسطة	منخفضة
كثافة الميتوكندريا	مرتفعة جدًّا	مرتفعة	منخفضة
جزيئات التخزين الكبيرة	الدهون الثلاثية	الجلوكوز، فوسفات الكرياتين	ATP، فوسفات الكرياتين

تابع

استخدم المعلومات لشرح السبب الذي يؤدّي إلى وجود مكوّنات عضلات في الحيوانات التي تتحمل الجري لمسافات طويلة تختلف عن مكوّنات عضلات الحيوانات القادرة على العدْو السريع لمسافة قصيرة.

٦. اشرح كيف توفر طبيعة تركيب الليف العضلي Myofibril إمكانية انقباض العضلة.

٧. صف كيف تسبب الأكسينات تغيرات في نمو النبات.



رقم الإيداع: ٢٠٢٣/٦٥٤٧

طبع بالمطابع العالمية - سلطنة عُمان - ت : ٢٤٨١٥٧٧١

الأحياء – كتاب التجارب العملية والأنشطة

صمّم كتاب التجارب العملية والأنشطة هذا لدعم كتاب الطالب؛ الأمر الذي يساعد المعلّم على الربط بين التدريس النظري والتطبيق العملي إذ يتضمّن موضوعات تم اختيارها خصيصًا للاستفادة من المزيد من الفرص لتطبيق المهارات العملية، مثل التطبيق والتحليل والتقييم، إضافة إلى تطوير المعرفة والفهم. كما يتضمن هذا الكتاب أنشطة بنائية، وضعت لتدعم المواضيع والمفاهيم الدراسية في كل وحدة تضمّنها كتاب الطالب، كما أنه يحتوي على أفعال إجرائية لمساعدتك على التعرف على كيفية استخدامها، وأسئلة للتركيز على المهارات التي تمنحك فرصًا لرسم التمثيلات البيانية أو تقديمها.

توفر الاستقصاءات العملية الموجهة خطوةً بخطوة، فرصًا لتطوير المهارات العملية، مثل: التخطيط، وتحديد المواد والأدوات والأجهزة، ووضع الفرضيات، وتسجيل النتائج، وتحليل البيانات، وتقييم النتائج، كما تمنح الأسئلة فرصة لاختبار معرفتك والمساعدة في بناء ثقتك في التحضير للامتحانات.

- تحقّق لك الأسئلة التركيبية الموجودة في نهاية كل وحدة تدريبًا مكثفًا ضمن تنسيق مألوف يراعي مكتسباتك.
- يرتفع مستوى الأنشطة بشكل تدريجي، مع وجود تلميحات ونصائح ضمن فقرة «مهم» تمنحك القدرة على بناء المهارات اللازمة.
- أسئلة نهاية الوحدة والأسئلة الموجودة ضمن الأنشطة تساعدك على قياس فهمك، كما تكون معينة لك على استخدام الأفعال الإجرائية بفاعلية استعدادًا لعملية التقييم، حيث تتوافر إجابات هذه الأسئلة في دليل المعلم.

يشمل منهج الكيمياء للصف الثاني عشر من هذه السلسلة أيضًا:

- كتاب الطالب
- دليل المعلّم

www.moe.gov.om

CAMBRIDGE
UNIVERSITY PRESS