سلطنة عمان
وزارة التربية والتعليم

رؤية عمان 2040
نتقدم بثقة
Moving Forward with Confidence

الأحياء

الصف الثاني عشر

دليل المعلّم

الفصل الدراسي الأول

CAMBRIDGE UNIVERSITY PRESS

الطبعة التجريبية
1445 هـ - 2023 م

سلطنة عمان
وزارة التربية والتعليم

الأحياء

الصف الثاني عشر

دليل المعلّم

الفصل الدراسي الأول

CAMBRIDGE
UNIVERSITY PRESS

الطبعة التجريبية 1445 هـ - 2023 م

CAMBRIDGE
UNIVERSITY PRESS

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

تشكل مطبعة جامعة كامبريدج جزءًا من الجامعة.
وللمطبعة دور في تعزيز رسالة الجامعة من خلال نشر المعرفة، سعيًا وراء
تحقيق التعليم والتعلم وتوفير أدوات البحث على أعلى مستويات التميز العالمية.

© مطبعة جامعة كامبريدج ووزارة التربية والتعليم في سلطنة عُمان.

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
مطبعة جامعة كامبريدج ومن وزارة التربية والتعليم في سلطنة عُمان.

الطبعة التجريبية ٢٠٢٣ م، طُبعت في سلطنة عُمان

هذه نسخة تمَّت مواءمتها من دليل المعلم – الأحياء للصف الثاني عشر – من سلسلة كامبريدج للأحياء
لمستوى الدبلوم العام والمستوى المتقدم AS & A Level دايفيد مارتينديل، وماري جونز، وماثيو باركن.

تمت مواءمة هذا الكتاب بناءً على العقد الموقع بين وزارة التربية والتعليم ومطبعة
جامعة كامبريدج.
لا تتحمل مطبعة جامعة كامبريدج المسؤولية تجاه المواقع الإلكترونية
المستخدمة في هذا الكتاب أو دقّتها، ولا تؤكد أن المحتوى الوارد على تلك المواقع دقيق
وملائم، أو أنه سيبقى كذلك.

تمت مواءمة الكتاب

بموجب القرار الوزاري رقم ٢٠٢٣/٣٦ واللجان المنبثقة عنه

جميع حقوق الطبع والتأليف والنشر محفوظة لوزارة التربية والتعليم
ولا يجوز طبع الكتاب أو تصويره أو إعادة نسخه كاملًا أو مجزّأ أو ترجمته
أو تخزينه في نطاق استعادة المعلومات بهدف تجاري بأي شكل من الأشكال
إلّا بإذن كتابي مسبق من الوزارة، وفي حال الاقتباس القصير يجب ذكر المصدر.

المغفور له

السلطان قابوس بن سعيد

-طيّب اللّه ثراه-

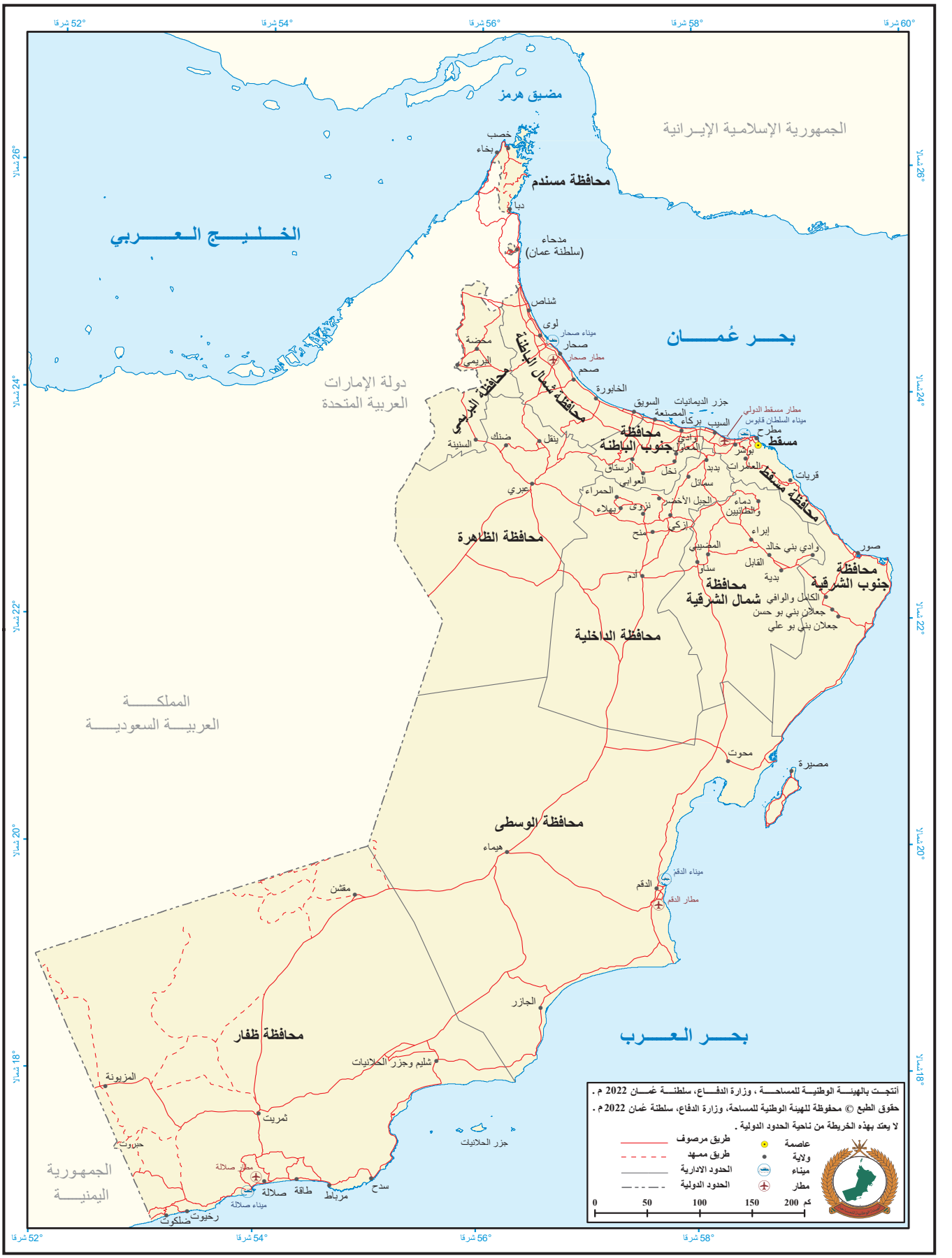
حضرة صاحب الجلالة

السلطان هيثم بن طارق المعظم

-حفظه اللّه ورعاه-

سلطنـــــة عُمـــــان

(المحافظات والولايات)



النَّشيدُ الْوَطَنِيُّ

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

يا عُمانُ نَحْنُ مِنْ عَهْدِ النَّبي أَوْفِياءُ مِنْ كِرامِ الْعَرَبِ
فارْتَقي هامَ السَّماء وَامْلَئي الْكَوْنَ ضياء
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 الدليل xvi
طرائق للتدريس والتعلم xvii
التعلم النشط xviii
التقويم من أجل التعلم xix
استخدام الأسئلة لتحسين التعلم xxi
التفكير ما وراء المعرفة (توسيع التفكير) xxiv
التعليم المتمايز (تفريد التعليم) xxvi
مهارات من أجل الحياة xxix
تقنيات التدريس xxxii
احتياطات الأمان والسلامة xxxvi
الأهداف التعليمية xxxvii

الوحدة الأولى: الأحماض النووية وبناء البروتين

نظرة عامة ٤٥
مخطط التدريس ٤٥
الموضوع ١-١: تركيب DNA و RNA ٤٦
الموضوع ١-٢: تضاعف DNA ٥٠
الموضوع ١-٣: الشيفرة الجينية ٥٤
الموضوع ١-٤: بناء البروتين ٥٧
الموضوع ١-٥: الطفرات الجينية ٦٢
إجابات كتاب الطالب ٦٦
إجابات كتاب التجارب العملية والأنشطة ٧١
إجابات الأنشطة ٧١
إجابات الاستقصاءات العملية ٧٣
إجابات أسئلة نهاية الوحدة ٧٦

الوحدة الثانية: الوراثة

نظرة عامة ٧٨
مخطط التدريس ٧٨
الموضوع ٢-١: الأمشاج والتكاثر ٧٩
الموضوع ٢-٢: كيف يحدث التباين الجيني؟ ٨٤
الموضوع ٢-٣: الوراثة ٨٨
الموضوع ٢-٤: الوراثة والمخططات الجينية .. ٩١
الموضوع ٢-٥: الجينات والبروتينات والطراز المظهري ٩٦
الموضوع ٢-٦: التحكم في التعبير الجيني .. ٩٩
إجابات كتاب الطالب ١٠٣
إجابات كتاب التجارب العملية والأنشطة ١١٥
إجابات الأنشطة ١١٥
إجابات الاستقصاءات العملية ١٢١
إجابات أسئلة نهاية الوحدة ١٢٦

الوحدة الثالثة: التقنية الجينية

نظرة عامة ١٢٩
مخطط التدريس ١٢٩
الموضوع ٣-١: الهندسة الجينية؟ ١٣٠
الموضوع ٣-٢: أدوات تقني الجينات ١٣٣
الموضوع ٣-٣: فصل وتضخيم DNA ١٣٨
الموضوع ٣-٤: التقنية الجينية والطب ١٤٢
الموضوع ٣-٥: التقنية الجينية والزراعة ١٤٥
إجابات كتاب الطالب ١٤٨
إجابات كتاب التجارب العملية والأنشطة ١٥٩
إجابات الأنشطة ١٥٩
إجابات أسئلة نهاية الوحدة ١٦٠

الوحدة الرابعة: الاتزان الداخلي

نظرة عامة ١٦٢
مخطط التدريس ١٦٢
الموضوع ٤-١: الاتزان الداخلي ١٦٣
الموضوع ٤-٢: تركيب الكُلية ١٦٧
الموضوع ٤-٣: التحكم في
المحتوى المائي ١٧٢
الموضوع ٤-٤: التحكم في تركيز
جلوكوز الدم ١٧٦
الموضوع ٤-٥: الاتزان الداخلي
في النباتات ١٨١
إجابات كتاب الطالب ١٨٥
إجابات كتاب التجارب العملية والأنشطة ٢٠٠
إجابات الأنشطة ٢٠٠
إجابات الاستقصاءات العملية ٢٠٤
إجابات أسئلة نهاية الوحدة ٢١٥

الوحدة الخامسة: التحكم والتنسيق

نظرة عامة ٢١٩
مخطط التدريس ٢١٩
الموضوع ٥-١: مقارنة جهاز الغدد الصماء
والجهاز العصبي ٢٢٠
الموضوع ٥-٢: التواصل العصبي ٢٢٤
الموضوع ٥-٣: الانقباض العضلي ٢٣٢
الموضوع ٥-٤: التحكم والتنسيق
في النباتات ٢٣٦
إجابات كتاب الطالب ٢٤٠
إجابات كتاب التجارب العملية والأنشطة ٢٥٥
إجابات الأنشطة ٢٥٥
إجابات الاستقصاءات العملية ٢٦١
إجابات أسئلة نهاية الوحدة ٢٧١

المقدمة

يأتي دليل المعلم لكتاب الأحياء للصف الثاني عشر هذا ليواكب أفضل الممارسات في علم أصول التدريس.

تم إعداد هذا الدليل ليكون مفيدًا ولمساعدتك ما أمكن في إيجاد احتياجاتك اليومية في التدريس، من خلال الأنشطة والتقويم والتكامل مع المناهج، والمفاهيم الخاطئة وسوء الفهم في كل موضوع، والدعم بالاستقصاءات العمليّة، آملين أن يلهمك ويدعمك، ويختصر وقتًا أنت في أمس الحاجة إليه.

نرجو أن تستمتع بهذا الدليل، وأن يؤمّن لك موردًا تنهل منه ما يساعدك على الاستمرار في إلهام الطلبة وتشويقهم إلى دراسة هذا الموضوع الحيوي. ولا تتردد في التواصل معنا إذا كان لديك أية أسئلة، لأن ملاحظاتك واقتراحاتك ستكون بالغة الأهمية في مساعدتنا على تطوير الدليل بما يفيد المعلمين والطلبة على حد سواء.

مقدمة إلى الاستقصاءات العملية

النشاط العملي جزء أساسي لأي كتاب أحياء.

وقد أختيرت الاستقصاءات العملية بدقّة في هذا الكتاب بهدف:

- تحقيق متطلبات جميع الأهداف التعليمية التي تستلزم من الطلبة إجراء أنشطة عمليّة معيّنة.
- توفير توجيه وممارسة متدرّجَين في المهارات العمليّة.

يستغرق النشاط العملي وقتًا طويلًا، لكنه جزء أساسي من دراسة الطلبة العلميّة. فالطلبة يستفيدون من الممارسة العمليّة أكثر بكثير مما يستفيدونه من التعلم النظري فقط. ومع ذلك، فمن المحتمل ألّا تتمكّن من تنفيذ جميع الاستقصاءات العملية الواردة في كتاب التجارب العمليّة والأنشطة، لذا ستعمد إلى اختيار مجموعة من الأنشطة التي تراها أكثر فائدة للطلبة، وتوفير المواد والأدوات اللازمة لتنفيذها.

من المعروف أن التجارب في علم الأحياء غير موثوقة مقارنة بالتجارب العلمية في الكيمياء والفيزياء. ويعود ذلك إلى كونك تتعامل مع أنظمة معقدة، بحيث يتعذر توحيد جميع المتغيرات بشكل مناسب، كما تكون تقنيات القياسات صعبة أو غير دقيقة. يود الطلبة بطبيعة الحال الحصول على نتائج «صحيحة»، لكن ذلك لا يتحقق دائمًا، وليس عليهم أو عليك توقعها. فخبرات التعلم المهمة عند تنفيذ الأنشطة العمليّة هي مجموعة المهارات التي يجري استخدامها أو تطويرها في إطار عمليات التخطيط، والتنفيذ، والملاحظة، والتسجيل، والتحليل، وما إلى ذلك. يجب عدم إغفال النتائج غير المتوقعة (أو التي لا تتحقق مطلقًا) لكونها تدل على أن التجربة «لم تنجح»؛ وإنما على الطلبة مراجعة خطوات عملهم، والبحث عن الأسباب المحتملة للنتائج غير المتوقعة التي حصلوا عليها. يمثل ذلك نشاطًا ذا قيمة كبيرة، ويمكن أن يساعد على تنمية مهارات التفكير العليا مثل التقييم والتحليل. إضافة إلى أن كل استقصاء عملي يتضمن مجموعة من نتائج العيّنة يستفيد منها

الطلبة الذين لم يحصلوا على مجموعة كاملة من النتائج خلال تجربتهم، بما يمكّنهم من متابعة الإجابة عن جميع الأسئلة.

فالاستقصاءات العملية صمّمت لمساعدة الطلبة على تطوير مهاراتهم.

قسمت الاستقصاءات العملية في هذا الكتاب إلى أقسام مختلفة لتساعدك في التخطيط والتنفيذ. كما تضمّن الكتاب إرشادات لدعم الطلبة الذين يواجهون صعوبة في بعض جوانب الاستقصاء العملي، وقد أشير إليها بالرمز . كما تضمّن أفكارًا للطلبة المجيدين وأشير إليها بالرمز .

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 الدليل

يحتوي دليل المعلم هذا على إرشادات عامة وملاحظات تعلّمية تساعدك في عمليّة التدريس.

توجد **أفكار للتدريس** لكل وحدة من وحدات «كتاب الطالب». وتحتوي كل مجموعة من هذه الأفكار على ميزات تساعدك في كيفية تدريس الوحدة كالآتي:

توجد في بداية كل وحدة فقرة بعنوان **نظرة عامة**، تقدم مخططًا موجزًا للمحتوى والمهارات العمليّة والفرص، لتغطي أهداف التقويم التي تعرضها الوحدة. كما تتوافر روابط مع الموضوعات ذات الصلة في موضوعات أخرى من الوحدة.

يتبع النظرة العامة **مخطط التدريس**، والذي يلخص الموضوعات الواردة في الوحدة، بما في ذلك عدد الحصص، والمصادر في «كتاب الطالب» و «كتاب التجارب العملية والأنشطة» التي يمكن استخدامها لتدريس الوحدة.

توجد غالبًا **مفاهيم خاطئة وسوء فهم** مرتبطة بموضوعات تعلّمية معيّنة. وهي ترد مع اقتراحات لاستنباط أدلة عليها مع الطلبة واقتراحات لتفنيدها.

كما توجد مجموعة مختارة من **أنشطة تمهيدية**، **والأنشطة الرئيسية**، **وتلخيص الأفكار والتأمّل فيها**، لكل موضوع. يمكنك اختيار ما يناسبك منها وملاءمتها بما يناسب احتياجات الطلبة والواقع. تشمل الأنشطة اقتراحات حول كيفيّة تمايزها حسب مستويات التحصيل لدى الطلبة، واستخدامها في توفير فرص للتقويم والتفكير.

ترد فقرة **سؤال مفصلي** لمساعدتك على تقييم مدى استعداد الطلبة للانتقال إلى المرحلة التالية من التعلم. تم تصميم السؤال المفصلي لطرحه على الطلبة أثناء الدرس، لتقرر في ضوء إجابات الطلبة ما إذا كانوا قد فهموا المفهوم أو النظرية جيدًا، أم أنهم يحتاجون إلى مزيد من الوقت قبل متابعة شرح الدرس.

وتوجد أفكار **للتعليم المتمايز (تفريد التعليم)** في تدريس كل موضوع، مع أفكار وأنشطة «التوسّع والتحدي» لتوسّع فرص التعلم، وأنشطة «الدعم»، وأفكار وتعديلات للطلبة الذين يحتاجون إلى ممارسة إضافيّة أو مساعدة.

توفر **التكامل مع المناهج** اقتراحات للربط بين مجالات مختلفة في المنهج.

أخيرًا، تتوافر **إجابات** لأسئلة «كتاب الطالب» و «كتاب التجارب العمليّة والأنشطة» في نهاية كل وحدة من دليل المعلم هذا.

طرائق للتدريس والتعلم

في ما يلي موجز لطرائق التدريس الرئيسيّة التي تشكل جزءًا من أساس كتاب الأحياء، وتعريفها واستخدامها في دليل المعلم هذا، وسيتم لاحقًا شرح هذه الطرائق بتوسع. تؤمّن أفكار الأنشطة الواردة في كتاب التجارب العملية والأنشطة ودليل المعلم إمكانيّة الاستفادة من هذه الطرائق وتضمينها في مخطط الدرس.

التعلم النشط

التعلم النشط ممارسة تربويّة تركز على الطالب، حيث تشدّد على كيفيّة تعلمه وليس على ما يتعلمه فقط. يجب حثّ الطلبة على «التفكير» بدل تلقي المعلومات بشكل سلبي. وبالتالي، فإن التعلم النشط يحفز الطلبة على تحمل مسؤوليّة تعلمهم، ويوفر الدعم لهم ليكونوا متعلمين مستقلين وواثقين بأنفسهم داخل المدرسة وخارجها.

التقويم من أجل التعلم

التقويم من أجل التعلم نهج تعلمي يؤمّن تغذية راجعة يمكن الاستفادة منها في تحسين تعلم الطلبة. ومن خلاله، يصبح الطلبة أكثر اندماجًا في عمليّة التعلم، فيكتسبون بالتالي الثقة في ما يتوقع منهم تعلمه وبأي معيار. وهو يفيد المعلم في تكوين صورة عن مستوى الطلبة في فهم مصطلح أو موضوع معيّن، الأمر الذي يساعده في تحديد الدعم الذي سيقدمه لهم.

التفكير ما وراء المعرفة (توسيع التفكير)

يصف التفكير ما وراء المعرفة أو توسيع التفكير ما يقوم به الطلبة من تخطيط ومراقبة وتغيير ذات صلة بأنماط سلوك تعلمهم، بما يساعدهم على التفكير في تعلمهم بشكل أكثر وضوحًا، والتأكد من قدرتهم على تحقيق هدف التعلم الذي حدّدوه بأنفسهم، أو حدّده المعلم لهم.

التعليم المتمايز (تفريد التعليم)

يتطلع المعلم إلى توفير أقصى فائدة ممكنة للطلبة وتنظيم تعلمهم، بحيث يعيش كل منهم تجربة تعلم تحقق المشاركة والنجاح. يجب المزج بين ما ندرّسه وكيف ندرّسه، وبين ما يحتاج إليه الطالب وما هو قادر على تعلمه. لا يكفي التأكد من حصول الطالب على التعلم المستهدف، بل التأكد أيضًا من تلقي كل طالب للدعم والاهتمام المناسبَين له، بما يعطي معنى للتعلم.

مهارات للحياة

كيف نُعدّ الطلبة للنجاح في عالم سريع التغيّر، وللتعاون مع الآخرين من جميع أنحاء العالم، وفي استخدام مهارات تفكير متطورة للتعامل مع تحديات أكثر تعقيدًا؟ يساعد هذا الدليل المعلّمين على فهم كيفيّة دمج هذه الطرائق المرتبطة بالمهارات الحياتيّة وتطوير القدرات في طرائق تدريسهم. ترد هذه المهارات في الدليل في ستة مجالات متخصصة يمكن دمجها في عمليّة التعليم والتعلم، وبما يناسب كل مرحلة فيها.

التعلم النشط

ما هو التعلم النشط؟

تشير الدراسات إلى أنه من غير الممكن نقل الفهم إلى الطلبة بمجرد إخبارهم بما يحتاجون إلى معرفته. بدلًا من ذلك، من المهم العمل على تحدي تفكير الطلبة ودعمهم لتكوين فهمهم الخاص. يشجع التعلم النشط على عمليات التفكير الأكثر تعقيدًا، مثل التقييم والتحليل والتركيب، بما يعزز تكوين عدد أكبر من التشابكات العصبيّة بين خلايا الدماغ. وعلى الرغم من قدرة بعض الطلبة على تكوين معانيهم الخاصة من المعلومات التي يتلقونها بشكل سلبي، فإن الطلبة الآخرين لا يستطيعون ذلك. إلّا أن التعلم النشط يمكّن جميع الطلبة من تكوين المعرفة والفهم استجابة للفرص التي تتوافر لهم.

لماذا نتبنّى نهج التعلم النشط؟

يمكن إثراء جميع مجالات المنهاج، في جميع المراحل، من خلال تبنّي نهج التعلم النشط.
يجري في التعلم النشط التفكير في عمليّة التعلم وليس في المحتوى فقط. إذ يؤمّن هذا التعلم للطلبة مزيدًا من المشاركة في تعلمهم والتحكم فيه، بما يشجع جميع الطلبة على الاستمرار في التركيز على تعلمهم، ويجعلهم في معظم الأحيان أكثر اهتمامًا به. فالتعلم النشط محفز فكري، ويشجع تبنّيه على الاهتمام أكثر بالمناقشة الأكاديميّة مع الطلبة، بما يحقق المتعة للمعلم أيضًا. وتعني المناقشة الصحيّة تشارك الطلبة مع المعلم في عمليّة تعلمهم.

سيكون الطلبة أكثر قدرة على القيام بالمراجعة للاختبار، أي ستكون المراجعة أشبه بـ «إعادة رؤية» للأفكار التي يفهمونها فعلًا.

يطوّر التعلم النشط مهارت التحليل لدى الطلبة، ويدعم قدرتهم على حل المشكلات بشكل أفضل، وعلى تطبيق المعرفة بشكل أكثر فاعليّة. وسيكون الطلبة على استعداد لمواجهة التحديات والتعامل مع المواقف غير المتوقعة. ونتيجة لذلك، سيكونون أكثر ثقة بقدرتهم على مواصلة تعلمهم بعد التخرّج من المدرسة، وسيكونون مستعدين بشكل أفضل للانتقال إلى مرحلة التعليم العالي، وسوق العمل.

ما هي تحديات التعلم النشط؟

عندما يبدأ المعلم بالتفكير في ممارسة التعلم النشط، فإنه غالبًا ما يخطئ عندما يميل نحو الأنشطة التي يريد تصميمها أكثر من التفكير في التعلم بحد ذاته. أهم ما عليه الاهتمام به هو وجود الطالب والتعليم في مركز التخطيط. يمكن أن تكون المهمة بسيطة جدًا، لكنها لا تزال تحفز الطلبة على التفكير بشكل ناقد ومستقل. لا تساعد المهمة المعقدة في بعض الأحيان على تطوير التفكير والفهم لدى الطلبة مطلقًا. ولذلك يحتاج المعلم إلى التفكير بعناية في ما يريد أن يعلمه أو يُفهمه للطلبة، ليكمل بالتالي المهمة التي تحقق المرتجى.

التقويم من أجل التعلم

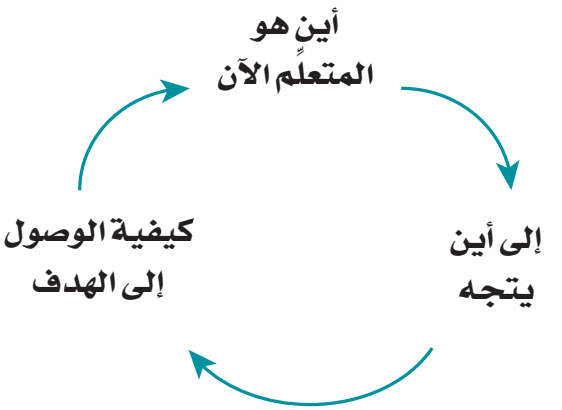
ما هو التقويم من أجل التعلم؟

التقويم من أجل التعلم نهج تعلمي يؤمّن تغذية راجعة يمكن الاستفادة منها في تحسين تعلم الطلبة. ومن خلاله، يصبح الطلبة أكثر اندماجًا في عمليّة التعلم، فيكتسبون بالتالي الثقة في ما يتوقع منهم تعلمه على كافة المستويات. وهو يفيد المعلم في تكوين صورة عن مستوى الطلبة في فهم مفهوم أو موضوع معيّن، الأمر الذي يساعده على تحديد الدعم الذي سيقدمه لهم.

يحتاج المعلم إلى فهم معنى الملاحظات وطريقة إعطائها بشكل يهدف إلى تحسين عملية التعلم. يمكن أن تكون التغذية الراجعة غير رسميّة كالملاحظات الشفويّة لمساعدة الطلبة على التفكير في المسائل، أو رسميّة كاستخدام سلالم التقدير للمساعدة في توضيح أهداف التعلم والتقويم.

لماذا نستخدم التقويم من أجل التعلم؟

إن اتّباع نهوج جيدة التصميم للتقويم من أجل التعلم قد يحقق فهمًا أفضل لكيفيّة تعلم الطلبة، بما يفيد في التخطيط للتعليم على مستوى الصف ككل أو على مستوى كل طالب بشكل منفرد (انظر الرسم التخطيطي الآتي). ومساعدة الطلبة لمعرفة ما يهدفون إليه، وفهم ما عليهم عمله لتحقيق ذلك أمر مشروع. فالتقويم من أجل التعلم يجعل التعلم أكثر وضوحًا، بما يساعد الطلبة على فهم طبيعة المادة التي يتعلمونها، بشكل أكثر دقة، وفهم أنفسهم كمتعلمين. كما تصبح جودة التفاعلات والتغذية الراجعة بين الطلبة والمعلمين بالغة الأهميّة لدعم عمليّة التعلم.



يمكن استخدام التقويم من أجل التعلم لمساعدة الطلبة على التركيز على جوانب محددة في تعلمهم، وتحمل المزيد من المسؤوليّة عن كيفيّة متابعة التعلم. إذ يكوّن التقويم من أجل التعلم ارتباطا قيمًا بين التقويم وأنشطة التعلم، حيث سيكون لتوضيح الأهداف تأثير مباشر على كيفيّة تصميم استراتيجيات التعليم والتعلم. ويمكن أن تدعم تقنيات التقويم من أجل التعلم الطلبة ليصبحوا أكثر ثقة بما يتعلمونه، وللتفكير في الطريقة التي يتعلمون بها. ومن المرجح أن يجربوا نهوجًا جديدة، ويكونوا أكثر انخراطًا بما يطلب إليهم تعلمه.

ما صعوبات استخدام التقويم من أجل التعلم؟

لا يعني استخدام التقويم من أجل التعلم الحاجة إلى اختبار الطلبة بشكل متكرر. سيكون من السهل فقط زيادة مقدار التقويم النهائي، واستخدام هذا التقويم كطريقة منظمة للمساعدة في تحديد ما يجب عمله في عمليّة التعليم. يمكن الحكم على مقدار ما تحقق من تعلم بوسائل أخرى غير الاختبار، بما في ذلك –وقبل كل شيء– التواصل مع الطلبة بطرائق متنوّعة، ومعرفتهم بشكل أفضل كأفراد.

استخدام الأسئلة لتحسين التعلم

لا يتطوّر التفكير من خلال الإجابات بل بالأسئلة. ويحقق الطلبة تعلمًا أفضل عندما تتوافر لهم الفرص الكافية للتعامل مع الأسئلة وإجابتها. يمكن استخدام الأسئلة بفاعليّة في غرفة الصف لما يأتي:

- مراجعة التعلم.
- حفز تفكير الطلبة.
- حفز اهتمام الطلبة ودافعيتهم للمشاركة بنشاط في الدرس.
- تنمية مهارات التفكير الناقد.
- حفز الطلبة على طرح الأسئلة.

تتوافر عدة طرائق يمكن من خلالها تحقيق ذلك.

ومن المحتمل أنك –اعتمادًا على محتوى الدرس وأهدافه– ستستخدم ثلاثة أنواع من الأسئلة مع الأمثلة كالآتي:

مساعدة

يجب أن تعدّ الأسئلة مسبقًا لضمان مناسبتها لجميع الطلبة.

أسئلة المناقشة

وهي أسئلة سابرة تسهّل المناقشة وتؤمّن فهمًا أفضل لتفكير الطلبة (وفي بعض المواقف قدرتهم على التخيل).

مثال: لماذا تعتقد ذلك؟

نشاط: يمكن تطبيقه على مستوى مجموعات من اثنين، أو مجموعات صغيرة، أو على مستوى الصف ككل. لا تتطلب أسئلة المناقشة «إجابة صحيحة»، إذ تكمن أهميتها في مساعدة الطلبة على التفكير، والمشاركة والمناقشة.

أسئلة تشخيصية

تؤمّن هذه الأسئلة نظرة ثاقبة سريعة عن مدى تعلم الطلبة لما درّسته إيّاهم. قد تحدّد الإجابات أجزاء من المحتوى تتطلب إعادة التدريس لتوضيح المفاهيم الخاطئة أو ملء الثغرات. ويمكنها تحديد ثغرات معينة في فهم الطلبة من دون التأثير على سير الحصة.

مثال: صح أم خطأ.

نشاط: يمكن أن يكون في بداية الدرس (باستخدام ألواح الكتابة الصغيرة أو أوراق الملاحظات اللاصقة)، أو كجزء من اختبار قصير، أو أي شكل آخر للتقويم.

يجب أن يكون لجميع أسئلة التشخيص هدف محدّد. يجب استخدام المعلومات المجمّعة للمساعدة في توجيه التدريس. وفي الصفحة التالية اقتراحات حول كيفيّة استخدام نتائج التشخيص في التغذية الراجعة.

الأسئلة المفصليّة

«المفصل» هو النقطة التي تنتقل عندها من فكرة أو نشاط أو نقطة مفتاحيّة إلى أخرى. والأسئلة المفصليّة نوع معيّن من الأسئلة التشخيصيّة التي قد تكون مفيدة بعد التعلم، للمساعدة في اتخاذ قرار للاستمرار في التدريس أو التلخيص أو إعادة التدريس. عادة ما يكون فهم المحتوى قبل نقطة المفصل شرطًا أساسيًا للجزء التالي من التعلم. وهذا أمر مهم، لأن الانتقال هنا أمر خطرٌ إذا لم تكن المفاهيم المفتاحيّة مكتسبة تمامًا. بالمقابل، إذا أخطأت وأعدت التدريس بدون جدوى، فستكون المشاركة معدومة.

مثال: ماذا تعلمنا اليوم؟ وما أهميته؟

نشاط: قائمة بالأفكار (محدّدة الوقت)، في إطار عمل فردي أو ضمن ثنائيات، ويمكن كتابتها على ورق لاصق أو تشاركها شفويًا.

لكي تكون الأسئلة المفصليّة مفيدة، يجب أن تكون قادرًا على استنباط المعلومات من الطلبة بشكل فوري، وأن تكون قادرًا على فهمها، والتصرّف بناء عليها بسرعة. ويفترض أحد المقترحات أنه يجب على الطلبة الإجابة في غضون دقيقة واحدة، وأن يكون المعلم قادرًا على عرض الإجابات وتفسيرها في غضون ١٥ ثانية. تهدف الأسئلة المفصليّة للحصول على إجابة على شكل جملة قصيرة وليس مقالة.

يفترض استخدام مجموعة متنوّعة من الأسئلة في ضوء الممارسات المهنيّة، وبما يتناسب مع الصف والموضوع ومستوى الطلبة.

استخدام التغذية الراجعة لتحسين التدريس والتعلم

تعمل الأسئلة على تطوير فهم الطلبة لموضوع معيّن وتساعد في استكشاف أهدافه، كما تساعدهم في تحديد المجالات التي لا يكونون واثقين من فهمها، بما يمثل جزءًا مهمًا في عمليّة التعلم. فالتغذية الراجعة تدعم الطلبة في تجاوز حالة عدم الثقة، وتعزز من كفاءتهم. لأنه بمجرد أن يتضح لهم ما عليهم عمله لتجاوز حدود تعلمهم الحاليّة، فإنهم سيكونون قادرين على تحقيق تقدم أكبر.

يجب أن تكون التغذية الراجعة:

- شفوية أو كتابية.
- مناسبة للطلبة.
- تتضمن معلومات توجه الطالب إلى المصدر الذي يفيده (على سبيل المثال، صفحات في كتاب الطالب).

التغذية الراجعة فعالة لتحسين التدريس والتعلم حيث يجب تأمين بيئة تحفز الطلبة على التفكير في خبرات تعلمهم وتحديد مسيرتهم التعلمية. وقد تأخذ هذه الخطوات شكل أسئلة إضافيّة عن الموضوع الذي يرغب الطلبة في البحث عن إجابات لها، أو تكون مرتبطة بمعرفتهم من كتاب الطالب (لمزيد من المعلومات حول التفكير ما وراء المعرفة، ارجع إلى النصوص ذات الصلة في هذه المقدمة).

التقييم الذاتي/ تقييم الأقران

يمكن للطلبة تقييم مدى تقدمهم أو تقدم زملائهم في المجموعة، بثقة، بدلًا من الاعتماد دائمًا على تقييم المعلم. ويمكن للطلبة الذين تتاح لهم إمكانيّة الإطلاع على عملهم، وعلى سلم العلامات الذي يعكس أهدافًا ومعايير واضحة، تقييم مدى جودة عملهم. سيساعدهم ذلك في المشاركة في عمليّة تعلمهم ويحسّن استقلاليتهم ودافعيتهم.

مراجع إضافيّة

Gaunt, A. and Stott, A. (2019) Transform teaching and learning through talk: the oracy imperative, Rowman and Littlefield Education, Lanham, MD.

Gershon, M. (2013) How to use questioning in the classroom: the complete guide, Amazon Media.

Paul, R.W. and Elder, L. (2000), Critical thinking: basic theory and instructional structures handbook, Foundation for Critical Thinking, Tomales, CA.

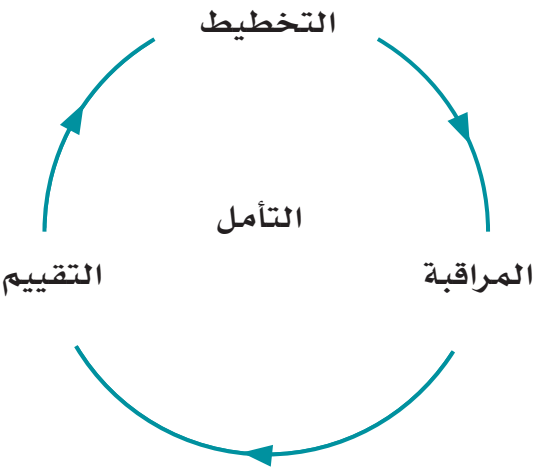
Wiliam, D. (2011), Embedded Formative Assessment, Solution Tree Press, Bloomington, IN.

التفكير ما وراء المعرفة (توسيع التفكير)

ما هو توسيع التفكير ؟

يصف مصطلح التفكير ما وراء المعرفة العمليات التي يقوم بها الطلبة بالتخطيط والتتبع والتقييم وتغيير سلوكيات التعلم. وهي تجعل تفكير الطلبة في تعلمهم أكثر وضوحًا، كما تجعلهم متأكدين من قدرتهم على تحقيق هدف التعلم الذي حدّدوه لأنفسهم أو حدّده المعلم لهم.

يتعرّف الطلبة في التفكير ما وراء المعرفة على الموضوعات التي يجدونها سهلة أو صعبة. ويدركون متطلبات المهمات التعلميّة المختلفة، ويكونون قادرين على تحديد النهوج المختلفة التي يمكنهم استخدامها للتعامل مع المشكلات. كما يمكنهم إجراء تعديلات على تعلمهم، وهم يتابعون تقدمهم نحو تحقيق هدف معيّن. يوضح الرسم التخطيطي التالي طريقة مفيدة للتفكير في المراحل المتضمنة في التفكير ما وراء المعرفة.



يفكر الطلبة أثناء مرحلة التخطيط في هدف التعلم الواضح المحدّد لهم، وفي متطلبات تنفيذه. ومن المهم التوضيح للطلبة كيف تكون المهمة ناجحة قبل القيام بها. ويبني الطلبة على معارفهم السابقة، ويفكرون في الاستراتيجيات التي استخدموها سابقًا، وكيف سيتعاملون مع المهمة الجديدة.

يتابع الطلبة باستمرار أثناء تنفيذ خطتهم مدى تقدمهم تجاه تحقيق هدف التعلم. وفي حالة عدم نجاح الاستراتيجيات المستخدمة، يمكنهم تجربة استراتيجيات أخرى.

يحدّد الطلبة مدى نجاح الاستراتيجية المستخدمة لتحقيق هدف التعلم بمجرد الانتهاء من المهمة. ويفكرون أثناء تقييمهم في الأمور التي سارت بشكل جيد وتلك التي لم تحقق المطلوب، بما يساعدهم في العمل بشكل مختلف في المرة القادمة. قد يفكرون أيضًا في أنواع المشكلات الأخرى التي يمكن حلها باستخدام الاستراتيجية نفسها.

التفكير جزء أساسي في عمليّة التخطيط – تتبع التقييم– وتوجد عدة طرائق لدعم تفكير الطلبة في عمليّة تعلمهم. ويحتاج الطلبة في تطبيق نهج التفكير ما وراء المعرفة إلى تعرّف مجموعة من الاستراتيجيات التي يمكنهم استخدامها، وتعرّف بيئة الصف التي تحفزهم على استكشاف مهارات التفكير ما وراء المعرفة وتطويرها.

لماذا نعلّم مهارات التفكير ما وراء المعرفة؟

تشير الأبحاث إلى أن استخدام مهارات التفكير ما وراء المعرفة يؤدّي دورًا مهمًا في التعلم الناجح. فهذه المهارات تساعد الطلبة على تتبع تقدمهم والتحكم في تعلمهم، والذين يمارسونها يفكرون في أخطائهم، ويتعلمون منها، ويعدلون استراتيجيات تعلمهم تبعًا لذلك. كما يجد الطلبة الذين يستخدمون مهارات التفكير ما وراء المعرفة أنها تحسّن من تحصيلهم في الموضوعات المختلفة، حيث تساعدهم على نقل ما تعلموه من سياق إلى سياق آخر، أو من مهمة سابقة إلى مهمة جديدة.

ما الصعوبات التي تواجه تطوير مهارات التفكير ما وراء المعرفة؟

من المهم حفز الطلبة على تخصيص وقت للتفكير في مهارات التفكير ما وراء المعرفة والتعلم من أخطائهم، لتكون هذه المهارات شائعة في غرفة الصف. يخشى العديد من الطلبة ارتكاب الأخطاء، بما يعني أنهم أقل احتمالاً للتعرّض للمخاطر واستكشاف طرائق جديدة في التفكير أو معالجة مشكلات غير مألوفة. وحيث إن المعلم يسهم في تشكيل ثقافة التعلم في غرفة الصف، ولكي تنشط ممارسات التفكير ما وراء المعرفة، يحتاج الطلبة إلى الشعور بالثقة الكافية أثناء ارتكاب الأخطاء، ومناقشتها، وعرضها في النهاية كونها فرصًا تعلميّة قيّمة، وفي كثير من الأحيان ضروريّة.

التعليم المتمايز (تفريد التعليم)

ما هو التعليم المتمايز؟

يقدم التعليم المتمايز عادة كممارسة تعليميّة ينظر فيها المعلم إلى الطلبة كأفراد، وإلى التعلم كعمليّة شخصيّة. وعلى الرغم من أن التعريفات الدقيقة يمكن أن تختلف، إلّا أنه ينظر عادة إلى الهدف الرئيسي للتعليم المتمايز باعتباره ضمان إحراز جميع الطلبة –بغض النظر عن قدراتهم واهتماماتهم– تقدمًا نحو تحقيق نتاجات التعلم.

يتعلق الأمر باتّباع نهوج مختلفة وإدراك الاختلافات بين الطلبة لمساعدتهم على تحقيق التقدم. لذا يحتاج المعلم إلى أن يكون مستجيبًا وراغبًا وقادرًا على تكييف تدريسه بما يلبي متطلبات الطلبة.

لا يوجد نهج واحد على المعلم اتّباعه، ولا يفترض للمعلم مراعاة ما يميّز كل طالب كل يوم. لكن عليه تحديد اللحظات المناسبة أثناء الدرس لتعرّف ما يميّز الطالب. بكلمات أخرى، تمثل مراعاة التعليم المتمايز الفاعل جزءًا من خطة الدرس اليوميّة للمعلم المتمرس. من المهم أن يكون المعلم قادرًا على الاستجابة لمتطلبات الطلبة، واستخدام التقنيات التي يراها أكثر ملاءمة.

قد يصعب تنفيذ جميع محتوى المنهاج ودعم جميع الطلبة وضمان مشاركتهم المستمرة في عمليّة التعلم، وهو ما يمثل تحديًا يواجهه جميع المعلمين في العالم.

وعلى الرغم من عدم وجود صيغة واحدة لتفريد التعليم بين جميع الطلبة، إلّا أن محاولة مراعاته ستؤمّن فرصًا للابتكار والتفكير تعزّز التعليم والتعلم بما لا يمكن تحقيقه في درس يكون فيه الطلبة «على مقاس واحد».

من الواضح مدى التداخل بين مراعاة تفريد التعليم ونهج التقويم من أجل التعلم. فكلاهما يهدف إلى تحسين التعلم باستخدام تقنيات متماثلة مثل طرح الأسئلة وتوفير التغذية الراجعة والتركيز على الطالب. التقويم المستمر في الصف أساسي في مراعاة الفروق الفرديّة. إذ يحتاج المعلم إلى معرفة ما يعرفه الطالب حاليًا، وما يمكنه معرفته، ليصبح قادرًا على تحديد ما يحتاج إليه وعلى كيفية تحقيق ذلك. إنه نهج يتضمن مجموعة من الاستراتيجيات، ويعتمد كثيرًا على ثقافة المدرسة والصف لتوجيه النشاط العملي بما يحقق أهداف التعلم.

تعتمد المراعاة الفاعلة للتعليم المتمايز بشكل كبير على مقدرة المعلم على الاستجابة لكل طالب، وعلى الفهم التام لاحتياجاته، لتوفير الدعم اللازم له على أفضل وجه ممكن. ويعتمد كل ذلك على قدرات المعلم، ودافعيته، والصعوبات التي يجب التغلب عليها، والتدريب.

دور الطالب

من المهم لنجاح التعليم المتمايز التعرّف إلى كل طالب على حدة. وليكون هذا الأمر فاعلًا، يجب معرفة ما يعرفه الطالب وما يمكنه القيام به.

ومع ذلك، فإن التعرّف إلى الطالب، يعني أكثر من مجرد اسكتشاف ما يعرفه، فهو يعني فهمًا أوسع لما يجعله مختلفًا عن غيره. يمكن أن يرجع اختلاف الطلبة واختلاف تعلمهم عن غيرهم إلى عدة أسباب: قد يختلف مستوى اهتمامهم بالموضوع، وقد يختلف مستوى تحفيزهم، وتختلف قدرتهم على تذكر المعلومات، وتختلف ثقتهم بأنفسهم، ويختلفون في دقة كتابتهم وتعبيرهم، وفي المفردات التي يمتلكونها.

إن تعرّف المعلم إلى الطالب سيساعده على التخطيط للتعلم بدلًا من التخطيط للتدريس، ويضمن أن يدعم دائمًا تقدم الطلبة. يتصف الصف الدراسي الذي يراعى فيه تفريد التعليم بتعاون المعلم مع الطلبة في عمليّة التعلم، وبامتلاك الطلبة للشعور بالملكيّة والمسؤوليّة. ويمكن لتوفير حرية الاختيار أن تشجع حق الملكيّة في العمل الفردي والتعلم، وإيجاد بيئة تعلميّة «لا يخشى فيها» الطالب، بل يبذل جهدًا ليحقق الهدف ويكتسب مهارات من أجل الحياة.

التقنيات

نواتج التعلم

نظرًا لأن مراعاة الفروق الفرديّة تهدف إلى دعم جميع الطلبة باتجاه تحقيق نتاجات تعلم معيّنة، فمن المهم التفكير جيدًا في ماهيّة نتاجات التعلم والتركيز باستمرار على الهدف العام للتعلم وعلى معايير النجاح. يمكن للمعلم بعد ذلك إجراء تقييم تكويني واكتشاف احتياجات الطلبة.

يُعدّ مفهوم الجودة المشترك بين الطالب والمعلم عاملًا حيويًا في تقدم الطالب. وهذا يشمل وضوح نتاجات التعلم واستخدام أمثلة العمل الجيد. سيكون الطلبة أكثر قدرة على التقييم الذاتي وتقييم الأقران إذا كانوا يدركون ماهيّة العمل الجيد.

دعم التعلم

يهدف دعم التعلم إلى تمكين الطلبة من تجاوز ما هم قادرون على القيام به، ويمكن أن يكون عنصرًا رئيسيًا في عمليّة مراعاة تفريد التعلم الناجحة.

تتضمن هذه الاقتراحات نمذجة العمل والمهمات، واستخدام إطارات الاستماع والكتابة، وتأمين كلمات أو جمل استهلاليّة، وموجز للمحتوى، والاستخدام الداعم للأسئلة، وتشجيع العمل في مجموعات أو ثنائيات.

التغذية الراجعة

وهي أداة أساسيّة في مساعدة جميع الطلبة لإحراز تقدم في تعلمهم. يمكن أن تساعد التغذية الراجعة الجيدة الطلبة في تحقيق نتاجات تعلم خاصة بهم، شرط أن يفهموها ويعملوا وفقًا لمقتضياتها ويتعلموا منها. يجب أن تعالج التغذية الراجعة أية مفاهيم خاطئة تكشف عنها أنشطة الطالب.

العمل في مجموعات (العمل الجماعي)

يجب أن يستخدم المعلم أساليب متنوّعة في غرفة الصف، وذلك باستخدام مزيج من تعليم الصف بأكمله، والعمل الفردي، والعمل في مجموعات صغيرة، وتعليم الأقران. يمكن أن يكون العمل في مجموعات وسيلة جيدة لمراعاة الفروق الفرديّة، إذ يؤمّن للطلبة المعرفة من زملائهم، ويساعدهم على التعلم بعضهم من بعض، ويستخدم المناقشة، ويؤمّن توزيعًا للمهمات اعتمادًا على قدرات الطلبة المختلفة.

يجب تحقيق التوازن بين تقنية العمل في مجموعات وتعليم المعلم. ويرى بعض الباحثين أن تعليم المعلم المباشر بالشكل الصحيح له تأثير أكبر من التعلم ضمن مجموعات يتم فيها العمل بشكل غير صحيح أو غير مناسب.

دعم التعليم المتمايز (تفريد التعليم) في موارد التعلم

تحتوي موارد التعلم على فرص كثيرة للتقييم المستمر في غرفة الصف بهدف مساعدة المعلم على معرفة ما يفهمه الطلبة، أو ما يمكنهم عمله حاليًا للتوصل إلى ما يحتاجون إلى معرفته أو عمله. سيساعد ذلك في تحديد المفاهيم الخاطئة أو سوء الفهم وتوجيه الإجراءات.

من خلال مسار الأنشطة في موارد التعلم هذه، ستتم مراعاة تفريد التعليم بالدرجة الأولى بالطرائق الآتية:

- مراعاة تفريد التعليم من خلال طرح الأسئلة (تضمين استراتيجيات طرح الأسئلة لتحقيق الأفضل لاحقًا).
- مراعاة تفريد التعليم من خلال المجموعات (استخدام مجموعات القدرات المختلطة).
- مراعاة تفريد التعليم حسب النتاجات (أنماط متعددة من نتاجات التعلم أو كيف يظهر الطلبة تعلمهم).
- مراعاة تفريد التعليم حسب المهمات (أوراق عمل إضافيّة).

لا توجد طريقة واحدة مثلى لتعليم يراعي تفريد التعليم، ومع ذلك يمكن تقديم مجموعة مختارة من الاستراتيجيات لمساعدة المعلم على أن يكون أكثر ثقة بممارساته التدريسيّة.

مهارات من أجل الحياة

كيف نُعدّ الطالب للنجاح في عالم سريع التغيّر؟ وللتعاون مع الآخرين في مختلف أنحاء العالم؟ وللابتكار مع تزايد الاعتماد على التكنولوجيا في الأعمال الروتينيّة؟ ولاستخدام التكنولوجيا في مواجهة تحديات أكثر تعقيدًا؟ وللقدرة على التكيف مع التغيّرات المستمرة؟ سيحاول هذا الدليل تسليط الضوء على الإجابة عن هذه الإشكاليات.

إطار كامبريدج للمهارات الحياتيّة

توجد عدة أطر تهدف إلى التعامل مع المهارات والكفاءات التي يحتاج إليها الطلبة في مستويات الدراسة المختلفة لدخول عالم العمل في القرن الحادي والعشرين.

يؤمّن هذا الدليل ما يحتاج إليه المعلم لفهم الطرائق المختلفة لمهارات الحياة والكفاءة المرتبطة بتعليم الطلبة في مختلف المستويات، ودعم تطوير سمات الطالب الدارس لهذا المنهاج، وكيف يمكن ترسيخ مهارات الطلبة من خلال تعلمهم.

يؤمّن الدليل تحليلًا للمكوّنات الأساسيّة لهذه الكفاءات العالميّة، وتفسيرًا للطرائق والمبادرات المختلفة لتكوين إطار مشترك لمهارات الحياة وكفاءاتها التي يمكن للطلبة في جميع المستويات من دارسي هذا المنهاج تعلمها وامتلاكها.

تأتي هذه المهارات في ستة مجالات رئيسيّة من الكفاءات، يمكن دمجها في عمليّة التدريس، والتعامل معها في مراحل التعليم المختلفة، بأشكالها المتنوعة والمرتبطة بكل مرحلة.

وفي كل مجال من هذه المجالات، تأتي مهارات الجانب العملي مصنفة بشكل يساعد على فهم ما تتضمنه كل كفاءة.

مجالات الكفاءات الستة الرئيسيّة

في ما يأتي توضيح لمجالات المهارات الستة الرئيسيّة التي تؤمّنها موارد المعلم وكتاب الطالب في هذا المنهاج.

١. الإبداع

القدرة على توليد أفكار أو بدائل أصليّة ومبتكرة ذات قيمة وجدوى. ومن صفات الإبداع: التفكير الحر (المتشعب)، التخيل، المرونة المعرفيّة، رحابة الصدر تجاه الغموض أو التقلب والدوافع الذاتيّة.

وفي ما يأتي ثلاث كفاءات رئيسيّة في مجال الإبداع ترد في السياق التعليمي:

- المهارات اللازمة للمشاركة في الأنشطة الإبداعيّة.
- إنشاء محتوى جديد من الأفكار أو الموارد.
- اكتشاف الهويّة الشخصيّة والمشاعر والتعبير عنها من خلال الأنشطة الإبداعيّة.

٢. التعاون

يوصف التعاون غالبًا بأنه مهارة أساسيّة في تعليم القرن ٢١. ويمتاز التعاون إضافة إلى حل المشكلات على المستوى الفردي، بالتقسيم الفعال للعمل، وباستخدام المعلومات من مصادر ووجهات نظر وخبرات متنوّعة، وبمستوى عال من الإبداع وجودة الحلول. فعندما يتشارك الناس في التفاعل اللفظي، فإنهم لا يتشاركون المعلومات ببساطة، وإنما يدعمون بعضهم بعضًا في التفكير الجماعي. ويتيح هذا النهج التعاوني للمشاركين تحقيق أهدافهم أكثر ممّا يستطيعونه بمفردهم. في ما يأتي ثلاث كفاءات رئيسيّة في مجال التعاون:

- تحمل المسؤوليّة الشخصيّة عن مساهمة الفرد في مهمة جماعيّة.
- الاستماع باحترام والاستجابة البناءة لإسهامات الآخرين.
- إدارة توزيع المهام في المشروع.

٣. التواصل

التواصل مهارة مهنيّة ومهارة حياتيّة تتضمن تشارك الناس للمعلومات والأفكار والمعرفة. وهي عمليّة نشطة تتضمن عناصر مثل السلوك غير اللفظي، والتأثير الكبير للأنماط الشخصيّة في تفسير الأحداث وإسنادها إلى أحداث أخرى. إن إتقان التواصل الفعال مهارة يحتاج إليها الطلبة للتشارك الفعال والمجدي للمعلومات أو الأفكار أو المعرفة في البيئات التعليميّة وبيئة العمل، والتي يمكن تطويرها وشحذها على جميع المستويات والمراحل. في ما يأتي سبع كفاءات رئيسيّة في مجال التواصل:

- استخدام اللغة المناسبة للسياق.
- إدارة المحادثات.
- التغلب على المعوّقات الشخصيّة في اللغة.
- المشاركة بثقة ووضوح مناسبَين.
- دعم الآخرين للتواصل بنجاح.
- تنظيم المحتوى.
- استخدام اللغة للتأثير.

٤. التفكير الناقد

المستويات العليا من التفكير التي يحتاج الطلبة إلى تطويرها تمكنهم من التفكير بشكل فعال وعقلاني (منطقي) حول ما يريدون عمله وما يعتقدون أنه أفضل عمل يؤدّونه. وهو يتكوّن من روابط محددة بين الأفكار وتحليل وجهات النظر وتقييم الحجج والأدلة الداعمة والاستدلال والاستنتاجات. في ما يأتي ست كفاءات للتفكير الناقد:

- التحليل لفهم النقاط المفتاحيّة والروابط بين الأفكار.
- تقويم النصوص والأفكار والحجج.
- توليف الأفكار والمعلومات.
- تحديد المشكلات وترتيبها بحسب أهميتها.
- تقييم الخيارات.
- طرح أسئلة فعالة.

٥. التعلم للتعلم

من الضروري الاستمرار في تعلم مهارات ومعارف جديدة طوال الحياة العمليّة. يتمثل هدف التعلم في التركيز على مهارات التعلم بقدر التركيز على مخرجات التعلم. في ما يأتي ست كفاءات رئيسيّة في مجال التعلم للتعلم:

- تنمية مهارات التشارك في التعلم.
- اتخاذ القرار بشأن التعلم الشخصي.
- التفكير في التعلم الشخصي وتقييمه.
- تحديد تقنيات التعلم الفعال واستراتيجياته واستخدامها.
- تدوين الملاحظات وحفظها واسترجاعها.
- إدارة الاستعداد للامتحان.

٦. المسؤوليّات الاجتماعيّة

يؤمّن العالم «المعولم» سريع التغيّر ومتعدّد الثقافات فرصًا واضحة للشباب للتفاعل مع الآخرين وللوصول إلى المعلومات عبر الزمان والمكان. لكنه مع ذلك يجلب تحديات لم يواجهها أي جيل آخر. فالتغيّر المناخي، والحروب والنزاعات، واللاجئون، والفقر، وعدم تكافؤ الفرص والعدالة، تتطلب إجراءات عالميّة وممارسات وخطابات جديدة في تعلم الشباب. تشير المسؤوليّة الاجتماعيّة إلى الحقوق والواجبات التي ترتبط بكون الفرد مواطنًا في بلد معيّن، وبكونه كيانًا على المستوى العالمي. في ما يأتي ست كفاءات رئيسيّة في مجال المسؤوليّة الاجتماعيّة:

- فهم المسؤوليات الشخصيّة والاجتماعيّة للفرد كمواطن عالمي.
- التصرّف بشكل متسق مع المسؤوليات الشخصيّة والاجتماعيّة للفرد.
- إظهار مهارات القيادة.
- فهم الثقافة الشخصيّة وثقافات الآخرين.
- فهم القضايا العالميّة ومناقشتها.
- فهم خيارات التطور الوظيفي وتقنياته وإدارة هذه الخيارات.

تقنيات التدريس

تصف هذه المقدمة التمهيدية الموجزة بعض استراتيجيات التدريس المفيدة وطرائقها في تطوير الأنشطة، والتي عُرض العديد منها في دليل المعلم هذا. وهي ترتبط بالتقويم، والعمل ضمن مجموعات، واستراتيجيات مثل الخرائط المفاهيمية والخرائط الذهنية وإعداد أسئلة الاختبار وأنشطة تشخيصية مثل «إشارات المرور».

التقويم

يستغرق التقويم في موضوع العلوم الكثير من وقت المعلم، بما في ذلك تصحيح الواجبات. ويصعب معرفة الوقت الذي يستغرقه الطلبة في قراءة ما يكتبه المعلم على أوراق إجاباتهم من ملاحظات ذات صلة بالإجابات الخاطئة، على الرغم من أن الدلائل تشير إلى أنهم نادرًا ما يقرأونها، ويكتفون بملاحظة الدرجة فقط. يتضمن «دليل المعلم» هذا طرائق مختلفة للتقويم يمكن أن تؤمّن الوقت للمعلم وتكون أكثر فاعليّة من الطرائق المستخدمة حاليًا. قد يكون الطلبة مع بدء هذا الفصل الدراسي، على دراية بطرائق التقويم المختلفة والعمل في مجموعات، فإن لم يكونوا كذلك، فهذا هو الوقت المناسب في حياتهم الأكاديميّة لتعرّف طرائق جديدة في التعلم لأنهم يتوقعون شيئًا مختلفًا.

تقييم الأقران

تقييم الأقران فاعل جدًا، ويمكن إجراؤه بطرائق مختلفة: على سبيل المثال ضمن مجموعات، على أساس تقييم الطالب لزميله، أو من خلال تقييم طلبة الصف ككل عندما تقدم المجموعة عرضًا تقديميًا.

يمكن إجراء التقويم نفسه وفقًا لسلم الدرجات المحدّد، أو باستخدام مقياس عام جدًا للمستوى المنخفض ← المرتفع. في حال سلم الدرجات يمكن للطلبة المشاركة باقتراح ما يمكن تضمينه، وتخصيص بعض الوقت لتفسير محتوى السلم. ربّما لا يتوافر وقت كاف في بعض الأحيان لوضع معايير للدرجات، لذا يمكن الطلب إلى الطلبة تقييم جزء من العمل، وتحديد نقاط قوته، واقتراح تحسينات عليه. على سبيل المثال، قد يُطلب إليهم تكوين خريطة ذهنيّة ترتبط بالمفاهيم التي تم تعلمها في الوحدة ووصفها. ويمكن تقسيم الطلبة إلى مجموعتَين، تحدّد المجموعة الأولى نقاط القوة في الخريطة الذهنيّة، وتقترح الأخرى التحسينات. يمكن أيضًا استخدام أوراق الملاحظات اللاصقة لكتابة عبارات/ اقتراحات موجزة قد تلصق على الخريطة الذهنيّة من دون الإضرار بها.

التقييم الذاتي

يمكن أن يعتمد التقييم الذاتي على سلم الدرجات، ويكون أكثر فائدة للطالب من إرشاد المعلم أو درجة يدوّنها على الورقة. عندما يضع الطالب درجة على إجابته، فإنه يقيّم مدى تقدمه منذ آخر مرة أجرى فيها تقييمًا، كما يمكنه تعرّف مدى فهمه للموضوع. وبالطبع، يمكن للمعلم التحقق من أن الطالب كان صادقًا مع نفسه ومع المعلم.

التقييم النهائي أو الختامي

التقييم النهائيّ الوارد في نهاية الوحدة يمكن أن يشرك الطلبة أيضًا في عملية التقييم. على سبيل المثال، يمكن توزيع أوراق الاختبار بعد تسليمها، ليصحح كل طالب ورقة طالب آخر. كما يمكن توزيع سلم الدرجات أو عرضه على شاشة بحيث يعمد جميع الطلبة إلى تصحيح السؤال. الطريقة الأخيرة جيدة، لأنها تمكّن المعلم من معرفة ما إذا كانت بعض الإجابات مقبولة أم لا. ويمكن أن يصحح الطلبة الأوراق من دون كشف أسمائهم بما يسمح بذكر الملاحظات.

العمل ضمن مجموعات (العمل الجماعي)

يمكن أن يكون للعمل ضمن مجموعات قيمة كبيرة في مناقشة الموضوعات المختلفة. إذ في مجموعات الطلبة ذوي القدرات المختلطة، تمكّن الطلبة ذوي القدرات العالية من توضيح ما يفهمونه للطلبة ذوي القدرات المحدودة. من أهم جوانب العمل ضمن مجموعات تشجيع الطلبة على شرح ما يفهمونه، وتعلم الأسباب الكامنة وراء فهمهم، إضافة إلى قدرتهم على إدراك متى لا يفهمون.

التعاون في النشاط العملي ضروري لبعض التجارب. توجد عدة فرص عمليّة في «دليل المعلم»، والكثير منها يمكن تحسينها عند تجربتها إذا سبقها مناقشة لما يجب عمله، أو الترتيب الذي يجب القيام به، ومن سيقوم بذلك.

العمل ضمن مجموعات يساعد الطلبة على التفكير في النشاط الذي يقومون بتنفيذه. وللفِرق المكوّنة من طالبَين (ثنائيات) حرّية اختبار أحدهما الآخر، أو التعاون عن طريق تدوين نقاط الدرس/ الدروس الرئيسيّة، وتقييم مدى تقدمهم. من الطبيعي أن تكون بعض المجموعات أكثر ثقة وتعاونًا من مجموعات أخرى، الأمر الذي يولّد قناعة لدى بعض الطلبة بأنهم نفذوا العمل أفضل ممّا كانوا يعتقدون، وذلك من خلال سرد نقاط القوة.

مهمات القدرات المختلطة

يمكن مراعاة الفروق الفردية في القدرات من خلال العمل ضمن مجموعات. تعمل هذه الاستراتيجيّة بشكل عام على النحو الآتي:

- يقسّم الصف في مجموعات من ثلاثة أو أربعة طلبة بقدرات مختلطة، اعتمادًا على حجم الصف.
- تخصص مهمات لكل طالب في المجموعة، إمّا بتنظيم من المجموعة نفسها أو من المعلم.
- تعطى في نهاية الوقت المخصص إجابات الأسئلة المختلفة إلى الطلبة الآخرين. يجب عند الضرورة الطلب إلى الطلبة شرح الإجابات لفظيًا لزملائهم في المجموعة.

قد يجد المعلم صعوبة في إعداد هذا النشاط، وقد يتمثل البديل بالطلب إلى الطلبة تدوين ملاحظاتهم عن ٣- ٤ أسئلة أو مراجعتها مع زملائهم. وقد يجد بعض الطلبة صعوبة أيضًا في تدوين الملاحظات، وقد يجدون الأمر مملًا. يمكن تخفيف العبء، لكن مع محاولة منح الطلبة ميزة تعلمهم بأنفسهم.

تمرينات تشخيصية

اختبار الإجابات السريعة

تحتوي هذه الأسئلة على جملة واحدة تتطلب إجابة قصيرة.

على سبيل المثال، قد يحتاج المعلم إلى تكوين فكرة عن مدى إنجاز الطلبة «واجب القراءة المنزلي»، وهي مهمة قد تكون أساسية لفهم الدرس التالي. للأسف، يرى الطلبة غالبًا أن واجب القراءة المنزلي غير ضروري، لأنه لا يمكن التحقق منه. يمكن الاستفادة هنا من اختبار الإجابات السريعة للتحقق ما إذا كانوا قد نفذوا الواجب فعلًا أم لا. إنه ليس اختبار «إتقان»، لكنه يتمثل بأسئلة قصيرة ذات صلة مباشرة بالقراءة.

يمكن استخدام اختبار الإجابات السريعة في أي وقت من الدرس، لكن بداية الدرس ونهايته هما الوقتان المناسبان.

استخدام سبورة المسح الجاف

يمكن شراء سبورة المسح الجاف، إلّا أن ورقة الرقائق (المغلفة) قد تفيد أيضًا. قد تستخدم هذه السبورة لاختبارات الإجابة السريعة في بداية الدرس أو نهايته. وقد تعتمد الاختبار «كبوابة خروج» حيث تسمح الإجابة الصحيحة للطالب بمغادرة الحصة مبكرًا عن غيره. يتمثل السبب الرئيسي في استخدام هذه السبورة أنه يمكن للطالب كتابة إجابته عليها وتقديمها للمعلم، وتبقى إجابته مخفية عن الآخرين. ويمكن عند الانتهاء من التمرين، مسح سبورة الطلبة بسهولة باستخدام قطعة قماش جافة، وإعادة استخدامها.

إشارات المرور

إشارات المرور طريقة يمكن بها للمعلم تقييم مدى فاعليّة تدريسه وتزويده بفكرة عما يجب عليه تعزيزه أو مراجعته أو إعادة النظر فيه مستقبلًا. في هذه الطريقة، يعطى الطلبة مجموعة من الأسئلة ذات صلة بموضوع يمكن كتابته على ورقة أو عرضه أمامهم. ويعطى كل طالب سبورة مسح جاف أو ثلاث قطع ورقية عليها بقعة حمراء أو صفراء أو خضراء. يقرأ المعلم الأسئلة أو العبارات، ويجيب الطلبة برفع الورقة ذات البقعة الخضراء دلالة على الفهم التام، أو الصفراء دلالة على الفهم الناقص، أو الحمراء دلالة على عدم الفهم. يمكن للمعلم تصنيف الأسئلة أو العبارات التي أعطيت البقعة الخضراء باعتبارها مفهومة جيدًا من الصف. وإذا وُجدت أوراق ذات بقع صفراء أو حمراء كثيرة، فهذا يعني حاجة المفهوم أو الموضوع إلى التوضيح لاحقًا.

طريقة الإكمال (CLOZE)

تتمثل طريقة الإكمال بفقرة ينقصها كلمات ذات صلة بالموضوع، يمكن تطبيقها في غرفة الصف بعدة أشكال. ويمكن للطلبة مثلًا العثور على الكلمات الناقصة من خلال البحث، أو الاختيار من قائمة كلمات تعرض في أعلى الفقرة لا يكون لبعضها صلة بالموضوع، أو الاختيار من بدائل تكتب داخل الفراغات في الفقرة. طريقة الإكمال من الطرائق الجيدة جدًا لبدء تدريس الموضوع أو لكشف مستوى معرفة الطلبة عنه. وتشمل طريقة الإكمال تمرينات فهم أو تذكر.

الخريطة المفاهيمية

يفيد هذا النشاط في تنشيط فهم الطلبة للمفاهيم والمفردات عن طريق تكوين روابط ذات معنى بين المفاهيم باستخدام كلمات/ عبارات بسيطة. وهي تعطي المعلم فكرة عن مدى جودة فهم الطلبة لمجموعة من المفاهيم.

- تُعطى كل مجموعة من الطلبة ورقة A3 ومستطيلات صغيرة مكتوب عليها الكلمات المستخدمة في الدرس/ الدروس (لعمل مستطيلات صغيرة يمكن للطلبة طي ورقة A4 مرة واحدة طوليًا ثم مرتَين أو ثلاث مرات عرضيًا، وقص المستطيلات الناتجة).
- يُعطى الطلبة أيضًا مقصّات وأقلام تعليم وبعض الصمغ.
- يمكن عرض الكلمات المطلوبة على الشاشة أو يقترح طلبة الصف الكلمات في مناقشة قبل النشاط.
- يمكن للطلبة، إن رغبوا، إضافة المزيد من الكلمات، لكن لا يفترض بالمعلم كتابتها.
- تكون الكلمات مرتبة على ورقة كبيرة، ويربط الطلبة بينها بعبارات أو كلمات.

الخرائط الذهنية

تختلف الخريطة الذهنيّة عن المخطط العنكبوتي. فكلاهما مثال على التفكير الإشعاعي، لكن المخطط العنكبوتي أكثر فائدة عند إجراء جلسة عصف ذهني للتأكّد من مستوى معرفة الطلبة بالمصطلحات وفهمهم لها.

شاعت الخريطة الذهنيّة على يد طوني بوزان (Tony Buzan)، وكانت جزءًا من الممارسة التعليميّة المقبولة لبضع سنوات. وقد ثبت أنها تساعد الطلبة على تنظيم معرفتهم وفهمهم في تركيب بصري يكوّنه الطالب، بما يكسبه ميزة تعلّمه بنفسه. والشيء الجيد في الخرائط المفاهيميّة والخرائط الذهنيّة عدم وجود إجابة صحيحة أو إجابة خاطئة أو طريقة مثاليّة أو غير كاملة في إعدادها. يمثل تجميع المعلومات في أشكال كبيرة طريقة جيدة لمعالجة تلك المعلومات. لا توجد قيود عند رسم خريطة ذهنيّة أو توضيحها، وبالتالي فهي تحفز الإبداع. وهي توفر أيضًا وقتًا مناسبًا للحديث أو لتدوين الملاحظات، وتمثل طريقة ممتازة للتخطيط للمهمات ولتحضيرها.

يجب التأكيد هنا على أنه من الأفضل إعداد الخرائط المفاهيميّة والخرائط الذهنيّة بالتعاون بين الطلبة. ثمة حاجة إلى مجموعات من ثلاثة طلبة على الأقل في كل منها لتكوين هذه الخرائط لتحقيق أقصى استفادة من التمرين.

كتابة أسئلة الاختبار

كتابة أسئلة الاختبارّ طريقة أخرى يعبّر فيها الطلبة عن معرفتهم وفهمهم للمفاهيم والأفكار ذات الصلة بالموضوع. يواجه الطلبة أوراق الاختبار في هذا المستوى، ويدركون ما يستلزم سؤال الاختبار. تتطلب كتابة سؤال الاختبار أيضًا إعداد سلّم للدرجات. يجد الطلبة متعة في إعداد أسئلة الاختبار بخاصة بعد إنهاء دراستهم للوحدة.

احتياطات الأمان والسلامة

تمثل سلامة الطلبة والمعلمين والفنّيين أمرًا بالغ الأهميّة عند تخطيط استقصاءات علم الأحياء وتنفيذها. تحتوي معظم هذه الاستقصاءات على مستوى مخاطر منخفض نسبيًا، لكن مع ذلك، لا يمكن تجاهل أي مستوى من المخاطر المحتملة.

تقع على عاتق معلم الأحياء مسؤولية إجراء تقييم شامل للمخاطر قبل كل استقصاء. ويجب أن يفي الاستقصاء بالمعايير التي تضعها وزارة التربية والتعليم، لضمان عدم تعرض الطلبة والفنّيين لأية مخاطر يمكن تفاديها.

يلخص الجدول الوارد في قسم احتياطات الأمان والسلامة في كتاب التجارب العمليّة والأنشطة الأنواع الرئيسيّة من المخاطر المرتبطة باستقصاءات علم الأحياء.

يوصى بشدة بالرجوع إلى موقع الإنترنت http://science.cleapss.org.uk/ للحصول على معلومات حول المخاطر المرتبطة بكل مادة كيميائيّة تستخدم في المختبر، ونسخ من العلامات التحذيرية CLEAPSS Hazcards لكل منها. تتضمن هذه أنواع المخاطر المرتبطة بكل مادة كيميائيّة، وإرشادات حول التعامل مع المادة الكيميائيّة والانسكابات أوالتلوث. يجب أن تتاح هذه المعلومات للطلبة أثناء عملهم في المختبر، بحيث يكون الجميع على علم بالمخاطر وكيفيّة التعامل معها.

قد ترغب أيضًا في تنزيل أوراق سلامة الطالب المجانيّة من موقع CLEAPSS، والتي يمكن طباعتها وتزويد الطلبة بها. تتوافر إصدارات Word التي يمكن تعديلها بما يناسب واقع المختبر.

يؤمّن موقع Cambridge Assessment International Education إرشادات ممتازة حول جميع جوانب تصميم مختبرات العلوم واستخدامها، بما في ذلك السلامة، ضمن وثيقة **دليل التخطيط العملي للعلوم** Guide to Planning Practical Science. يمكنك العثور على هذا المستند كمستند pdf قابل للتنزيل على موقع الإنترنت Cambridgeinternational.org website.

الأهداف التعليمية

الأهداف التعليمية	
الوحدة الأولى: الأحماض النووية وبناء البروتين	
١-١ تركيب DNA و RNA	
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 الاتّجاه). • الاختلافات في الرابطة الهيدروجينية بين أزواج القواعد C-G و A-T. • ربط النيوكليوتيدات بواسطة روابط فوسفات ثنائية الإستر.
١-٢ تضاعف DNA	
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. • التضاعف نتيجة لقيام DNA بوليميريز بإضافة نيوكليوتيدات في الاتجاه '5 إلى '3 فقط.
١-٣ الشيفرة الجينية	
١-٦	يصف مبدأ الشيفرة الجينية العالمية التي تشفر فيها ثلاثيات مختلفة من قواعد DNA لأحماض أمينية معيّنة أو أنها تمثل كودونات بدء وإيقاف.
١-١٠	يذكر أن عديد الببتيد يُشفّر بواسطة الجين، وأن ذلك الجين عبارة عن تتابع من النيوكليوتيدات تكوّن جزءًا من جزيء DNA.
١-٤ بناء البروتين	
١-٤	يصف تركيب جزيء RNA، باستخدام RNA المرسال (mRNA) كمثال.

١-٧	يصف كيف تُستخدم المعلومات في DNA أثناء عمليّتَي النسخ والترجمة لبناء عديدات الببتيد متضمنًا أدوار كل من: • إنزيم RNA بوليميريز • المرسال (mRNA) • الكودونات • 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.
١-٥ الطفرات الجينية	
١-١١	يذكر أن الطفرة الجينية هي تغيّر في تتابع أزواج القواعد في جزيء DNA، 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.
الوحدة الثانية: الوراثة	
٢-١ الأمشاج والتكاثر	
٢-١	يشرح معنى المصطلحات: الجين، أحادي المجموعة الكروموسومية (n)، وثنائي المجموعة الكروموسومية ($2n$).
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 النباتيّة والخلايا الحيوانيّة 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	يفسر الصور المجهريّة الضوئيّة والرسوم التخطيطيّة للخلايا في مراحل الانقسام الاختزالي المختلفة، ويحدّد الأطوار الرئيسيّة للانقسام الاختزالي.

٢-٢ كيف يحدث التباين الجيني؟	
٢-٦	يشرح أن عمليّة العبور والاصطفاف العشوائي (التوزيع الحر) لأزواج الكروموسومات المتماثلة والكروماتيدات غير الشقيقة أثناء الانقسام الاختزالي تؤدي إلى تكوين أمشاج مختلفة جينيًا، مع الإشارة إلى الأليلات والارتباط والموقع الكروموسومي.
٢-٧	يشرح أن الاندماج العشوائي للأمشاج عند الإخصاب يؤدي إلى تكوين أفراد مختلفين جينيًا.
٢-٣ الوراثة	
٢-٨	يشرح معنى المصطلحات: سائد، مُتنحٍّ، سيادة مشتركة، طراز مظهري، طراز جيني، متماثل الأليلات وغير متماثل الأليلات.
٢-٤ الوراثة والمخططات الجينية	
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.
٢-٥ الجينات والبروتينات والطراز المظهري	
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.
٢-٦ التحكم في التعبير الجيني	
٢-١٤	يصف الاختلافات بين الجينات التركيبيّة والجينات المنظمة والاختلافات بين الإنزيمات القابلة للتثبيط والإنزيمات القابلة للتحفيز.
٢-١٥	يصف تنظيم التحكم 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 ب DNA وتشارك في التحكم بالتعبير الجيني في الخلايا حقيقيّة النواة عن طريق تقليل أو زيادة معدل النسخ.

الأهداف التعليمية

الوحدة الثالثة: التقنية الجينية

٣-١ الهندسة الجينية

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.

٣-٢ أدوات تقني الجينات

٣-٤	يشرح دور كل من إنزيمات القطع إندونيوكلييز و DNA لايجيز والبلازميدات و DNA 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.

٣-٣ فصل وتضخيم DNA

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.

٣-٤ التقنية الجينية والطب

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*)، ومرض هنتنغتون، والتليّف الكيسي.
٣-١١	يناقش الاعتبارات الاجتماعيّة والأخلاقيّة لاستخدام الفحص الجيني في الطب.

٣-٥ التقنية الجينية والزراعة

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.

الأهداف التعليمية

الوحدة الرابعة: الاتزان الداخلي

٤-١ الاتزان الداخلي

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.

٤-٢ تركيب الكُلية

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.

٤-٣ التحكم في المحتوى المائي

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

٤-٤ التحكم في تركيز جلوكوز الدم	
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.
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.
٤-٥ الاتزان الداخلي في النباتات	
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.

الأهداف التعليمية

الوحدة الخامسة: التحكّم والتنسيق

٥-١ مقارنة جهاز الغدد الصماء والجهاز العصبي

٥-١	يقارن سمات الجهاز العصبي وجهاز الغدد الصماء.

٥-٢ التواصل العصبي

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 مستقبِل كيميائي مثل برعم التذّوق.
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.

٥-٣ الانقباض العضلي

٥-٩	يصف التركيب الدقيق للعضلة المخططة مع الإشارة إلى القطعة العضلية باستخدام الصور المجهرية الإلكترونية والرسوم التخطيطية.
٥-١٠	يوضح نموذج الخيط المنزلق للانقباض العضلي بما في ذلك دور تروبونين، وتروبوميوسين، وأيونات الكالسيوم و ATP.

٥-٤ التحكم والتنسيق في النباتات

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

الوحدة الأولى

الأحماض النووية وبناء البروتين

نظرة عامة

- تبنى هذه الوحدة على معرفة الخلايا والجزيئات الحيوية من الصف الحادي عشر، وتستكشف تركيب ووظيفة DNA في الخلايا. وهي تشكل أيضًا مقدمة لوحدتَين أخريَين ترتبطان بعلم الوراثة في هذا الفصل الدراسي.
- تتوافر فرص لتطوير المهارات التحليلية والتطبيقية إضافة إلى المهارات الحسابية، واستقصاء عملي إثرائي يتيح للطلبة استخلاص DNA.

مخطط التدريس

أهداف الموضوع	الموضوع	عدد الحصص	المصادر في كتاب الطالب	المصادر في كتاب التجارب العملية والأنشطة
١-١ ١-٢ ١-٣	١-١ تركيب DNA وRNA	٤	• قبل أن تبدأ بدراسة الوحدة • العلوم ضمن سياقها: تتشابه من الخارج وتختلف من الداخل • الأشكال من ١-١ إلى ١-٦ • الصورتان ١-١ و ١-٢ • الجدول ١-١ • الأسئلة من ١ إلى ٣ • أسئلة نهاية الوحدة: ١ و ٢ و ٤ و ١٠	• استقصاء عملي ١-١: استخلاص DNA البصل (إثرائي)
١-٥	١-٢ تضاعف DNA	٢	• الأشكال من ١-٧ إلى ١-٩ • السؤالان ٤ و ٥ • أسئلة نهاية الوحدة: ٥	• نشاط ١-١: إجابة أسئلة الاختيار من متعدِّد عن DNA
١-٦ ١-١٠	١-٣ الشيفرة الجينية	٢	• السؤالان ٦ و ٧ • أسئلة نهاية الوحدة: ٣	
١-٤ ١-٧ ١-٨ ١-٩	١-٤ بناء البروتين	٥	• الأشكال من ١-١٠ إلى ١-١٣ • السؤال ٨ • أسئلة نهاية الوحدة: ٦ و ٨ و ٩	• أسئلة نهاية الوحدة: ٣
١-١١ ١-١٢	١-٥ الطفرات الجينية	٢	• الجدول ١-٢ • السؤالان ٩ و ١٠ • أسئلة نهاية الوحدة: ٧	• نشاط ١-٢: كتابة إجابات جيدة للأسئلة • نشاط ١-٣: تكوين روابط عبر المواضيع المختلفة • أسئلة نهاية الوحدة: ١ و٢ و٣

الموضوع ١-١: تركيب DNA و RNA

يقدم هذا الموضوع النيوكليوتيدات وتركيب DNA و RNA.

الأهداف التعليمية

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 الاتّجاه).
- الاختلافات في الرابطة الهيدروجينية بين أزواج القواعد C-G و A-T.
- ربط النيوكليوتيدات بواسطة روابط فوسفات ثنائية الإستر.

عدد الحصص المقترحة للتدريس

يخصص لتنفيذ هذا الموضوع أربع حصص كل واحدة منها ٤٠ دقيقة.

المصادر المرتبطة بالموضوع

المصدر	الموضوع	الوصف
كتاب الطالب	قبل أن تبدأ بدراسة الوحدة	• أهمية اكتشاف «جزيء الحياة» في الخلية
	العلوم ضمن سياقها	• توضيح أن السمات المظهرية للكائنات الحية لا تسمح بتحديد ما إذا كانت تنتمي إلى النوع نفسه
	الأشكال من ١-١ إلى ١-٦	• الأشكال المرتبطة بتركيب DNA
	الصورة ١-١ الصورة ١-٢	• التشابه في المظهر الخارجي لنوعين مختلفين من البلابل • صورة العالمة المرتبطة باستكشاف تركيب DNA
	الجدول ١-١	• الجدول الذي يبيّن الكميّات النسبية من القواعد الأربع في كائنات حية مختلفة
	الأسئلة من ١ إلى ٣	• الأسئلة المرتبطة بتركيب DNA
	أسئلة نهاية الوحدة: ١ و ٢ و ٤ و ١٠	• الأسئلة المرتبطة بتركيب DNA
كتاب التجارب العملية والأنشطة	استقصاء عملي: ١-١	• استخلاص DNA البصل (إثرائي)

المفاهيم الخاطئة وسوء الفهم

- يخلط الطلبة عادة بشكل غير صحيح بين المصطلحات العلمية عند وصف DNA، ويشمل ذلك: **عديد النيوكليوتيد، الحمض النووي، البوليمر، الجزيء الكبير، الأشرطة.**

- يخطئ الطلبة عادة في استخدام المصطلحَين العلميين: «**محدّد ومكمّل**»، عند وصف تركيب DNA. من الصحيح أن نقول، «للقواعد المختلفة أشكال محددة، وهي مكملة بعضها لبعض».
- غالبًا ما يعتقد الطلبة خطأ أن نوع السكر في ATP هو رايبوز منقوص الأكسجين (بدلًا من رايبوز).
- قد يخطئ الطلبة في القوة الإجمالية للروابط الهيدروجينية، فيذكروا أن الروابط الهيدروجينية قوية.
- من المثير للدهشة الاعتقاد الشائع لدى الطلبة أن الأحماض النووية تتكوّن من أحماض أمينية، أو أن الأحماض النووية تتكوّن من أشرطة من القواعد بدل النيوكليوتيدات.
- يخلط الطلبة عادة بين الأدنين والأدينوسين، ويكتبون الثايمين عادة، ثيامين، والذي هو فيتامين.

أنشطة تمهيدية

فيما يأتي اقتراحان لنشاطَين يمكن استخدامهما كمحفزَين للموضوع. يعتمد اختيار النشاط على المصادر المتوافرة، وعلى الزمن المتاح، وعلى مدى تقدم الطلبة في هذا الموضوع.

١ فكرة (أ)

أخبر الطلبة أن جزيء DNA هو الجزيء الأكثر شهرة في علم الأحياء. اطلب إليهم تفسير سبب ذلك. قد تشمل الاقتراحات:

- ارتباطه بالوراثة.
- ارتباطه بالمرض.
- ارتباطه بقصة معاصرة ومثيرة للجدل عن العمل الاستكشافي العلمي.

ناقش اقتراحات الطلبة، واستنبط حقيقة أن DNA هو الجزيء الذي ينقل المعلومات من جيل إلى آخر.

› **أفكار للتقويم:** اطلب إلى الطلبة إعداد ورقة معلومات قصيرة باستخدام نقاط محددة لتلخيص مضمون المناقشة الصفية، ثم اجمع الأوراق منهم قبل البدء بالأنشطة الرئيسية لتعرف ما إذا كانوا قادرين على تذكر المعلومات التي درسوها.

٢ فكرة (ب)

وجّه الطلبة إلى المشاركة في «دفيئة الأفكار». شجعهم على العمل في مجموعات ثنائيّة لكتابة ما يعرفونه عن DNA الذي سيدرسونه في هذه الوحدة، وساعدهم على كتابة اقتراحات على السبورة. وبعد دقيقتين إلى ثلاث دقائق من المناقشة، اطلب إلى هذه المجموعات العمل معًا في مجموعات رباعيّة، ثم ثمانية لمناقشة ما كتبوه بشكل موسّع وللتوصل إلى قائمة بالنقاط المتفق عليها. واطلب إلى طالب أو طالبَين كتابة أفكار المجموعة على السبّورة لتكوين «خريطة ذهنيّة».

› **أفكار للتقويم:** اطلب إلى الطلبة نقل الخريطة الذهنيّة على دفاترهم، باستخدام اللون الأخضر لخانة «كنت أعرف»، واللون الأحمر للمعلومات «الجديدة». يمكن الإشارة إلى ذلك في نهاية الموضوع ليعرف الطلبة مدى تقدمهم.

الأنشطة الرئيسية

فيما يأتي أنشطة تعلمية متعددة يمكنك اختيار ما تراه مناسبًا منها لتكييف الموضوع بما يتواءم مع احتياجات الطلبة.

١ عمل الأشكال (٩٠ دقيقة)

يجب أن يكون الطلبة قادرين على وصف تركيب النيوكليوتيدات بما فيها النيوكليوتيدات المفسفرة ATP والنيوكليوتيدات الرايبوزية منقوصة الأكسجين لـ DNA، ويجب أن يكونوا قادرين على شرح أهمية ازدواج القواعد المكملة ووجود الروابط

الهيدروجينية بين أزواج القواعد في DNA. وعلى الرغم من أن الصيغ التركيبية للقواعد ليست مطلوبة، إلا أنه يجب على الطلبة أن يعرفوا أن الأدنين والجوانين هي بيورينات تتكوّن من حلقتَين، وأن السايتوسين والثايمين هي بيريميدينات تتكوّن من حلقة واحدة. زوّد الطلبة بأوراق أو بطاقات مقصوصة بأشكال معيّنة تمثل النيوكليوتيدات لتساعدهم في تصوّر تركيب القواعد وكيف يتناسب بعضها مع بعض. اطلب إليهم التجوّل في الصف والعمل معًا، مع التركيز على ارتباط A مع T، وارتباط C مع G، وعلى أن حجم الزوج A + T يماثل حجم الزوج C + G. استخدم هذا النشاط في اقناع الطلبة بالحقائق الآتية:

- ازدواج التراكيب (بيورين + بيورين) و (بيريميدين + بيريميدين) غير ممكنة. تزدوج قواعد البيورينات دائمًا مع قواعد البيريميدينات وهذا يسمح بتكوّن شريطَي DNA متوازيَين ومتعاكسَي الاتجاه، ويضمن وجود مسافة تباعد متساوية بين عمودي سكر – فوسفات.
- يجب أن يمتد شريطا عديد النيوكليوتيد في اتجاهَين متوازيين ومتعاكسين بحيث تواجه القواعد بعضها بعضًا.
- الجزيء مستقر، فعلى الرغم من ضعف الروابط الهيدروجينية المفردة، إلا أن وجودها يربط الشريطَين معًا.

› **أفكار للتقويم:** اطلب إلى الطلبة رسم نيوكليوتيد كما يتذكرونه وبدون الرجوع إلى الكتاب، ثم عرض كيفية ارتباط النيوكليوتيدات معًا لتكوين عديد نيوكليوتيد ثم اطلب إليهم كتابة مسميات نوعَي الروابط (رابطة الفوسفات ثنائية الإستر والرابطة الهيدروجينية). اعرض رسمًا تخطيطيًّا بالترتيب الصحيح، واطلب إلى الطلبة تصويب عملهم.

٢ استقصاء عملي ١-١ استخلاص DNA البصل (إثرائي) (٤٠ دقيقة)

ارجع إلى الاستقصاء العملي ١-١ الوارد في كتاب التجارب العملية والأنشطة. هذا النشاط إثرائي، لذا فهو ليس ضروريًّا لتحقيق أهداف التعلم. لكنه سيكسب الطلبة خبرة عملية، وغالبًا ما يكون لديهم شغف في رؤية كيف تبدو مادة DNA، والعديد منهم يكونون مندهشين بالنتيجة النهائية!

٣ السباق لمعرفة تركيب DNA (٢٠ دقيقة)

تاريخ اكتشاف التركيب الجزيئي لـ DNA مشهور حيث إنه يبيّن كيف يمكن أن يعمل العلماء فرديًا، أو يوحّدون عملهم ونتائجهم للتوصل إلى استنتاجات، بالإضافة إلى العلاقات الشخصية بين العلماء المشاركين في العمل. اطلب إلى الطلبة البحث على شبكة الإنترنت عن تاريخ هذا الاكتشاف، وتكوين جدول زمني للأحداث المهمة، ابتداء من اكتشاف النيوكلين Nuclein عام 1871م إلى تطوير التعديل الجيني في القرن الحادي والعشرين. يوجد جدول زمني تفاعلي جيد على الموقع الإلكتروني:

http://www.bbvaopenmind.com/en/science/bioscience/history-dna-timeline/.

التعليم المتمايز (تفريد التعليم)

التوسّع والتحدي

- ناقش اكتشاف تركيب DNA، واطلب إلى الطلبة التعليق على هذه العبارة من الورقة العلمية لـ (واتسون وكريك) في عام ١٩٥٣م (وهي واحدة من أكثر التصريحات العلمية المبسطة) «لهذا التركيب ميزات جديدة ذات أهمية بيولوجية كبيرة». أورد إنجازات ليفين وتشارجاف وغيرهما للتوسع في المناقشة.
- ناقش ما يمكن استدلاله من حقيقة أنه يمكن استخلاص DNA من كائنات حية منقرضة محفوظة للدراسة (**الجزيء شائع في جميع الكائنات الحية، وهو مستقر، وما إلى ذلك**).

- شجع الطلبة على قراءة فقرة «العلوم ضمن سياقها» الواردة في بداية الوحدة، والتي تلخص كيفية استخدام تتابعات DNA للتمييز بين نوعين متشابهين جدًا بالمظهر الخارجي، وتجيب عن سؤال حول فائدة معرفة جينوم الكائن الحي، وعن التطبيقات المستخدمة لتتابعات DNA.

الدعم

- اعمل على إعداد كلمات متقاطعة تحتوي على جميع المصطلحات العلمية التي ترد في هذا الموضوع مع مؤشرات واضحة. سيوفر هذا العمل عند اكتماله ورقة تعريفات ممتازة، فاطلب إلى الطلبة الاحتفاظ بنسخهم للرجوع إليها أثناء دراستهم للوحدة.
- وفر «عوامل جذب ذهنية»، مثل:
  - البنتوز سكر أحادي خماسي (له شكل خماسي الأضلاع).
  - يبدو تركيب مجموعة الفوسفات مثل حرف P المرتبط بذرة الكربون الخامسة من الحلقة.
  - يمكن تخيل القواعد على أنها بشكل حرف B يكون لقواعد أخرى شكل مكمل لها.

تلخيص الأفكار والتأمّل فيها

- اطلب إلى الطلبة تحديد «المصطلح العلمي الشاذ» بين مجموعة من المصطلحات العلمية. على سبيل المثال، المصطلح الشاذ من المجموعة «رايبوز، رايبوز منقوص الأكسجين، أدنين» هي أدنين، لأنها ليست سكرًا خماسيًّا. يمكن أن تشمل الأمثلة ما يأتي:
  - سايتوسين، جوانين، ثايمين.
  - حمض نووي، نيوكليوتيد، عديد نيوكليوتيد.
  - فوسفات ثنائية الإستر، هيدروجين، عمود فقري.
- جهز ثلاثة أو أربعة من أسئلة الاختبارات السابقة، يفضل أن تكون من نمط الاختيار من متعدّد أو التي تتطلب إجابة قصيرة، ليجيب عنها الطلبة ويسلموها في نهاية الحصة. يمكن أن توفر تقنية «بطاقة الخروج» هذه فرصة للتقويم التكويني، والتي تساعد في تقرير مدى الحاجة إلى مزيد من التعزيز للمادة في الحصة التالية.
- يتضمن هذا الموضوع العديد من المصطلحات العلمية والمفاهيم الجديدة.، فاطلب إلى كل طالب كتابة المصطلح العلمي أو المفهوم المتأكد من معرفته، وذاك غير المتأكد منه، والمصطلح العلمي أو المفهوم الذي يحتاج إلى معرفة المزيد عنه. يمكن تنظيم الطلبة في مجموعات تبعًا لدرجة تأكدهم، وإدارة مناقشة بينهم حول الموضوع.
- يوجد موقع إلكتروني مجاني ممتاز هنا: http://www.yourgenome.org/activities/origami-dna/. يستخدم الطلبة في هذا النشاط قطعة من الورق المقوى لتكوين نموذج DNA.

التكامل مع المناهج

مهارة القراءة والكتابة

يعزز عرض المصطلحات العلمية الأساسية على السبورة فور مناقشتها، مدى أهميتها، ويساعد الطلبة لأن يكونوا على دراية بها.

المهارة الحسابية

يمكن أن توفر الحسابات التي تركز على عدد القواعد في جينوم الإنسان أو في الكروموسوم فرصًا للتعامل مع الأعداد الكبيرة وتمثيلها في أشكال قياسية (بطول 3×10^9 أزواج من القواعد).

الموضوع ١-٢: تضاعف DNA

يستكشف هذا الموضوع كيفية التضاعف شبه المحافظ لـ DNA، بما في ذلك الآليات المختلفة المطلوبة لتكوين الشريط المتقدم والشريط المتأخر.

الأهداف التعليمية

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.

عدد الحصص المقترحة للتدريس

يخصص لتنفيذ هذا الموضوع حصتان كل واحدة منهما ٤٠ دقيقة.

المصادر المرتبطة بالموضوع

المصدر	الموضوع	الوصف
كتاب الطالب	الأشكال من ١-٧ إلى ١-٩	• الأشكال المرتبطة بتضاعف DNA
	السؤالان ٤ و ٥	• السؤالان المرتبطان بتضاعف DNA
	أسئلة نهاية الوحدة: ٥	• السؤال المرتبط بتضاعف DNA
كتاب التجارب العملية والأنشطة	نشاط ١-١	• إجابة أسئلة الاختيار من متعدد عن DNA

المفاهيم الخاطئة وسوء الفهم

- يعتقد الطلبة عادة أن التضاعف يتضمن قواعد فقط وليس نيوكليوتيدات كاملة.
- يواجه الطلبة عادة صعوبة في التمييز بين المصطلحين العلميين **الكروماتيد** و**الكروموسوم**. ويصبح الفرق بين المصطلحَين أكثر وضوحًا عند ربطهما بالتضاعف.
- يفترض الطلبة أحيانًا، ربما بسبب الحجم الكبير للكروموسومات، أن الكروموسوم الواحد يحتوي على العديد من جزيئات DNA، وليس على جزيء واحد فقط.

أنشطة تمهيدية

قد يتذكر الطلبة أن الكروموسومات تتضاعف في الطور البيني من الانقسام المتساوي، وأن الانقسام المتساوي يفصل الكروماتيدات المتطابقة الناتجة. ذكّرهم أيضًا بأن تضاعف DNA هو نشاط أيضي بنائي يتطلب موارد، وإنزيمات مناسبة وطاقة، وبأن الكروموسوم يحتوي على جزيء DNA طويل جدًّا.

فيما يأتي اقتراحان لنشاطَين يمكن استخدامهما كمحفزَين للموضوع. يعتمد اختيار النشاط على المصادر المتوافرة، وعلى الزمن المتاح، وعلى مدى تقدم الطلبة في هذا الموضوع.

١ فكرة (أ)

كوّن «لوحة مصطلحات» من الموضوعات السابقة تشمل المصطلحات العلميّة الأساسية ذات الصلة ثم اعرضها أمام الطلبة. ضمّن أسماء القواعد، ومصطلحات علمية مثل **التكثيف** و**البلمرة** و**الجزيئات الكبيرة** ، واطلب إلى الطلبة رفع اليد عند ذكر أي مصطلح يعرفونه، ثم اطلب إليهم إبقاء أيديهم مرفوعة عند الرغبة في الربط بين مصطلَحين علميَين على الأقل. من الأمثلة المتوقعة:

- DNA والنيوكليوتيدات (**يتكوّن DNA من نيوكليوتيدات منقوصة الأكسجين**).
- فوسفات ثنائية الإستر وهيدروجين (**تربط روابط فوسفات ثنائية الإستر في DNA النيوكليوتيدات معًا، في حين تربط الروابط الهيدروجينية القواعد معًا**).

› **أفكار للتقويم:** اطلب إلى الطلبة تدوين ملاحظة لاثنتَين أو ثلاث من الحقائق أو المفاهيم تعرفوا عليها من المناقشة ولم يكونوا يعرفونها سابقًا.

٢ فكرة (ب)

زوّد الطلبة بمجموعة من الجمل غير المكتملة لتنشيط معرفتهم بالمصطلحات العلمية الأساسية التي قد يكونون على دراية بها. ابدأ بنشاط «فكر، شارك زميلك، شارك الصف»، ثم اطلب إلى الطلبة إكمال الجمل بتكوين نهاية جملة أو بداية جملة، ثم اطلب إليهم قراءة ما كتبوه، واطلب تعليقات من المجموعات الأخرى. يفيد هذا النشاط في تنشيط المعرفة السابقة. قد تشمل الأمثلة ما يأتي:

- يتكوّن DNA من ..... .
- ..... مونومر يكوّن DNA عندما يتبلمر بالتكثيف .
- الأدنين و..... هي بيورينات.

› **أفكار للتقويم:** اطلب إلى الطلبة نقل الجمل على دفاترهم، مع كتابة «كنت أعرف» بالأخضر، والمعلومات «الجديدة» بالأحمر. يمكن الإشارة إلى ذلك في نهاية الموضوع ليعرف الطلبة مدى تقدمهم.

الأنشطة الرئيسية

فيما يأتي أنشطة تعلمية متعددة يمكنك اختيار ما تراه مناسبًا منها لتكييف الموضوع بما يتواءم مع احتياجات الطلبة.

١ نمذجة تضاعف DNA (٦٠ دقيقة)

زوّد الطلبة برسم تخطيطي بدون مسميات يتكوّن من صفين من النيوكليوتيدات المكدسة فوق بعضها وفي اتجاه متوازٍ، بحيث يبيِّن هذا الرسم الأشكال البسيطة (**منخفض الصعوبة**) أو جميع الذرات (**عالي الصعوبة**). من المهم ألا تكون النيوكليوتيدات مكملة لبعضها في أي من الصفين. اطلب إلى الطلبة:

- رسم دائرة حول نيوكليوتيد.
- كتابة مسمّيات النيوكليوتيد.

- تبيان كيف يمكن أن ترتبط جميع النيوكليوتيدات في أحد الصفين معًا (بلمرة) لتكوين شريط عديد النيوكليوتيد، وكتابة اسم الرابطة.

أخبر الطلبة أنهم مثلوا عمل DNA بوليميريز، وهو الذي يحفز تكوين روابط فوسفات ثنائية الإستر عن طريق تفاعلات التكثيف بين وحدات النيوكليوتيدات، واطلب إليهم قص النيوكليوتيدات في الصف الآخر (والتي لم يتم ربطها معًا)، وتبيان كيف ترتبط هذه النيوكليوتيدات بالشريط الآخر، ثم اطلب إليهم تمثيل DNA بوليميريز وتبيان كيف يمكن أن ترتبط النيوكليوتيدات معًا، وكيف تتكوّن روابط هيدروجينية بين أزواج القواعد المتجاورة.

› **أفكار للتقويم:** اسأل الطلبة مجموعة أسئلة لتشخيص سوء الفهم والمفاهيم الخاطئة التي يمكن أن ينتج خلال تنفيذ هذا النشاط. على سبيل المثال:

- لماذا يجب فصل شريطَي DNA ليحدث تضاعف DNA؟
- ما هو الإنزيم اللازم لتكوين الشريط الثاني؟

٢ تحويل الرسوم التخطيطية إلى كلمات (٣٠ دقيقة)

يتطلب هذا الموضوع من الطلبة تفسير الرسوم التخطيطية أو الرسوم المتحركة لعملية التضاعف شبه المحافظ. قد يتعلم الطلبة كيفية إنجاز رسومهم، على الرغم من صعوبة شرحها بالكلمات، فشجعهم على وصف العملية لزملائهم الذين يطرحون أسئلة طالبين الاستيضاح.

› **أفكار للتقويم:** شجع اثنين أو أربعة من الطلبة على قراءة اقتراحاتهم أمام طلبة الصف ككل، واطلب إليهم تقديم ملاحظاتهم حولها. ويمكن عندها تطوير الوصف «المثالي» ليقوموا بتدوينه في دفاتر ملاحظاتهم.

التعليم المتمايز (تفريد التعليم)

التوسع والتحدي

- صف الدليل التجريبي للتضاعف شبه المحافظ، وزوّد الطلبة بقطع من خيطَين بلونَين مختلفَين، واطلب إليهم نمذجة المقصود بالتضاعف شبه المحافظ، ثم نمذجة التضاعفين البديلين: التضاعف المشتت Dispersive والتضاعف المحافظ Conservative.
- ناقش آلية عمل أدوية العلاج الكيميائي المختلفة والتي تمنع تضاعف DNA وتبطئ من سرعة انقسام الخلية.

الدعم

- ساعد الطلبة في توضيح المقصود بكل من: **شبه محافظ، متقدم، متأخر.**
- كوّن نموذجًا بسيطًا باستخدام قطع من الخيوط لشرح كيف أن تضاعف DNA يحصل بشكل مختلف في الشريط المتقدم والمتأخر.
- اطلب إلى الطلبة الرجوع إلى النشاط ١-١ الوارد في كتاب التجارب العملية والأنشطة: «إجابة أسئلة الاختيار من متعدد عن DNA». سيثير ذلك اهتمام الطلبة من خلال عملية تحديد الإجابة الصحيحة من بين البدائل الأربعة.

تلخيص الأفكار والتأمّل فيها

- ارسم جدولًا لمقارنة عملية تضاعف الشريط المتقدم والشريط المتأخر. ضمّن الجدول ما إن كان يتطلب DNA لايجيز، أو يحدث في الاتجاه 5′ إلى 3′، وهكذا.
- اطلب إلى الطلبة تنفيذ نشاط «ما السؤال؟» عندما تزودهم بإجابة، واختر مجموعة من المصطلحات العلمية والجمل البسيطة المرتبطة بالموضوع، تتضمن الأمثلة ما يأتي:

١. DNA لايجيز.

(السؤال: ما الإنزيم المسؤول عن ربط قطع أوكازاكي معًا أثناء بناء الشريط المتأخر؟)

٢. لأن DNA بوليميريز يمكنه فقط إدخال نيوكليوتيدات إلى سلسلة عديد الببتيد في الاتجاه 5′ إلى 3′.

(السؤال: لماذا يجب تضاعف شريطَي DNA بطرائق مختلفة؟)

٣. إضافة النيوكليوتيدات في الأشرطة الجاري نسخها.

(السؤال: ما دور إنزيم DNA بوليميريز في تضاعف DNA؟)

للتوسع في النشاط، اطلب إلى الطلبة تقديم أفضل فعل إجرائي يناسب كل سؤال. في الأمثلة: (١) = اذكر، (٢) = اشرح، (٣) = صف.

التكامل مع المناهج

مهارة القراءة والكتابة

تحتاج العديد من المصطلحات العلمية الأساسية التي يتعلمها الطلبة إلى المزيد من التوضيح، وفي هذا الإطار قد يكون مفيدًا عرض عدد قليل من الرسوم التخطيطية المختارة بعناية للسكريات والكربوهيدرات الواردة في الموضوع. أضف المصطلحات العلمية الأساسية كمسميات عند ورودها.

المهارة الحسابيّة

تتوافر فرص قليلة في هذا الموضوع لتطوير المهارات الحسابية. ومع ذلك، يمكن تقدير سرعة التضاعف (وبالتالي الإشارة إلى المسافة والزمن) في بدائيات النواة وحقيقيات النواة.

الموضوع ١-٣: الشيفرة الجينية

يقدم هذا الموضوع مفهوم الشيفرة الجينية التي توفر «البصمة» الخاصة للكائن الحي.

الأهداف التعليمية

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

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

عدد الحصص المقترحة للتدريس

يخصص لتنفيذ هذا الموضوع حصتان كل واحدة منهما ٤٠ دقيقة.

المصادر المرتبطة بالموضوع

المصدر	الموضوع	الوصف
كتاب الطالب	السؤالان ٦ و ٧	• السؤالان المرتبطان بالشيفرة الجينية
	أسئلة نهاية الوحدة: السؤال ٣	• السؤال المرتبط بالصيغة العامة للشيفرة الجينية.

المفاهيم الخاطئة وسوء الفهم

- يجب على الطلبة توخي الحذر في استخدام المصطلح العلمي «**كودون**» بشكل مناسب، إذ يجب حفظ استخدام هذا المصطلح العلمي لـ mRNA فقط لارتباطه به. فالمجموعة المكوّنة من ثلاث قواعد في DNA، هي **ثلاثية**. والكودون المضاد مرتبط فقط بـ tRNA.

أنشطة تمهيدية

فيما يأتي اقتراح لنشاط يمكن استخدامه كمحفز للموضوع. تنفيذ النشاط يعتمد على المصادر المتوافرة، وعلى الزمن المتاح، وعلى مدى تقدم الطلبة في هذا الموضوع.

فكرة

أبجدية الحياة: اطلب إلى الطلبة حساب عدد التراكيب الفريدة التي يمكن تكوينها من حرفَين أبجديَّين فقط، وتقتصر على أشرطة ثنائية **(BB، BA، AB، AA)**. واطلب إليهم تكرار الحساب من ثلاثة أحرف، على أن تبقى محددة بتتابع ثنائي لهذه الأحرف. كرر ذلك مع أعداد مختلفة من الأحرف وتتابعاتها، وناقش عدد الأحرف المختلفة في الأبجدية، وعدد الكلمات والجمل التي يمكن تكوينها من ذلك الاختيار المحدود للرموز التمثيلية.

أفكار للتقويم: استفد من المعرفة المكتسبة في الموضوع السابق، واطلب إلى الطلبة كتابة تراكيب القواعد المختلفة في DNA، عند الاقتصار على تتابعات ثلاثية.

الأنشطة الرئيسية

فيما يأتي أنشطة تعلمية متعددة يمكنك اختيار ما تراه مناسبًا منها لتكييف الموضوع بما يتواءم مع احتياجات الطلبة.

١ مقارنة جينومات كائنات حية مختلفة (٣٠ دقيقة)

اطلب إلى الطلبة البحث في أطوال جينومات كائنات حية مختلفة من البكتيريا إلى الإنسان، إضافة إلى معلومات عن الجينات «المشفرة للبروتينات» مقارنة بالطول الإجمالي للجينوم. قد يتفاجأ الطلبة من طول جينومات بعض الكائنات الحية «بسيطة التركيب» مقارنة بالكائنات الحية «معقدة التركيب».

› **أفكار للتقويم:** تجوّل في غرفة الصف واطلب إلى الطلبة تقديم ما توصلوا إليه، بما في ذلك معلومات مثيرة للدهشة عن الجينومات، ووجّههم إلى مقارنة ما توصلوا إليه عن الكائنات الحية مع ما توصل إليه زملاؤهم. وفي حال توافر الوقت اطلب إليهم، تكوين تمثيل بياني بالأعمدة لحجوم الجينومات.

٢ مشروع الجينوم البشري (٣٠ دقيقة)

ناقش الطلبة في سبب الحاجة إلى معرفة الجينوم، وميزات معرفة البصمة الجينية للكائنات الحية المختلفة، ثم اعرض مقطع فيديو عن مشروع الجينوم البشري (على سبيل المثال،

https://youtu.be/qOW5e4BgEa4 من المشروع الوطني للجينوم البشري).

هذه كانت بداية صناعة تكنولوجيا الجينات، والتي سيتعلم الطلبة المزيد عنها في الوحدة الثالثة.

› **أفكار للتقويم:** يمكن تزويد الطلبة بتتابعات بسيطة من عديد الببتيد، والطلب إليهم استنتاج تتابع الثلاثيات التي يمكن أن تشفر لها. تأكد من أنهم يتذكرون تضمين كودونات «بدء» وكودونات «إيقاف».

التعليم المتمايز (تفريد التعليم)

التوسع والتحدي

- اطلب إلى الطلبة البحث في شبكة الإنترنت عن المدة اللازمة لفكّ شيفرة جينومات كائنات حية مختلفة، مثل ذبابة الفاكهة، ورشاد الصخر، والإنسان، و**بكتيريوم الأشريكية القولونية**. اسألهم: كيف تغير الزمن اللازم لفك الجينوم بمرور الوقت؟ وما التقنيات التي ساعدت في ذلك؟

الدعم

- جهز بطاقات أحماض أمينية وبطاقات قواعد متعددة، واطلب إلى الطلبة تكوين ثلاثيات من بطاقات القواعد، ثم استخدام الملحق 2 لاختيار الحمض الأميني الذي قاموا بتشفيره، واطلب إليهم تكوين عديد ببتيد يتكوّن من تتابع من 10 ثلاثيات.

تلخيص الأفكار والتأمّل فيها

- اطلب إلى الطلبة رسم «عجلة» جينية تبيّن الكودون، ويوجد في مركزها دائرة مقسمة إلى أرباع يحتوي كل ربع منها على أحد القواعد الأربع (G, A, U, C). ودائرة ثانية حولها مقسمة إلى 16 قسمًا يحتوي كل قسم منها على واحد من القواعد الأربع، ودائرة ثالثة تلي الدائرة الثانية ومقسمة إلى 46 قسمًا ويحتوي كل منها على أحد القواعد الأربع. وأخيرًا، دائرة خارجية حول الدوائر الثلاث تحتوي على الأحماض الأمينية التي تشفرها الثلاثيات.

انظر كمثال:

https://www.genome.gov/genetics-glossary/Genetic-Code

التكامل مع المناهج

مهارة القراءة والكتابة

قد تكون الإشارة إلى الحروف الأبجدية وتطور اللغة مفيدة عند التحدث عن الكودون.

المهارة الحسابيّة

يمكن للطلبة حساب عدد تراكيب القواعد والأحماض الأمينية المقابلة (المتوافقة معها).

الموضوع ١-٤: بناء البروتين

يستكشف هذا الموضوع كيفية تكوين البروتينات من وحدات الأحماض الأمينية من خلال عمليتَي النسخ والترجمة.

الأهداف التعليمية

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

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.

عدد الحصص المقترحة للتدريس

يخصص لتنفيذ هذا الموضوع خمس حصص كل واحدة منها ٤٠ دقيقة.

المصادر المرتبطة بالموضوع

المصدر	الموضوع	الوصف
كتاب الطالب	الأشكال من ١-١٠ إلى ١-١٣	• الأشكال المرتبطة بخطوات بناء البروتين
	السؤال ٨	• السؤال المرتبط ببناء البروتين
	أسئلة نهاية الوحدة: ٦ و ٨ و ٩	• الأسئلة المرتبطة ببناء البروتين
كتاب التجارب العملية والأنشطة	أسئلة نهاية الوحدة السؤال ٣	• السؤال المرتبط بتشفير الأحماض الأمينية لبناء البروتين.

المفاهيم الخاطئة وسوء الفهم

- قد يجد الطلبة صعوبة في التمييز بين المصطلحين العلميين **النسخ الأولي** و **mRNA**. وقد يشار إلى mRNA أيضًا بشكل غير صحيح على أنه «نسخة مطابقة من DNA».
- يجب على الطلبة الحرص على استخدام المصطلح العلمي «**الكودون**» بشكل مناسب، إذ يجب حفظ استخدام هذا المصطلح لـ mRNA فقط لارتباطه به. فالمجموعة المكوّنة من ثلاث قواعد في DNA تسمّى **ثلاثية**. والكودون المضاد مرتبط فقط بـ tRNA.

- قد يعتقد الطلبة خطأ أن الإنترونات «تُترَك ضمن الشريط» بعد عملية الربط لكنها في الواقع، تتم إزالتها.
- يتخيل الطلبة أحيانًا أن جزيئات tRNA «الفارغة» ترتبط مع mRNA وعندها فقط ترتبط بالأحماض الأمينية.
- يعتقد الطلبة أحيانًا أن موقع الربط في الحمض الأميني مسؤول عن ربط mRNA بحمض أميني معيّن بدلًا من الكودون المضاد.

أنشطة تمهيدية

قد يتذكر الطلبة أن الرايبوسومات هي مواقع بناء البروتين، وقد يتذكرون أن تنوّع الأحماض الأمينية (والاختلاف في طول البروتين) يعني إمكانية تكوّن عدد لانهائي تقريبًا من التراكيب الأولية للبروتين. قد يحتاج الطلبة إلى تذكيرهم بالاختلافات في التركيب بين DNA و RNA، وبقاعدة ارتباط القواعد ببعضها.

فيما يأتي اقتراحان لنشاطَين يمكن استخدامهما كمحفزَين للموضوع. يعتمد اختيار النشاط على المصادر المتوافرة، وعلى الزمن المتاح، وعلى مدى تقدم الطلبة في هذا الموضوع.

١ فكرة (أ)

اعرض على السبورة التركيب الأولي لبروتين بسيط، مثل الإنسولين، لتذكير الطلبة أن البروتينات تتكوّن من أحماض أمينية مرتبة في تتابع دقيق، وأخبرهم أن DNA يحتوي على التعليمات اللازمة لبناء البروتينات، وأن البروتينات تحدد الخصائص في الخلية. أدر مناقشة مفتوحة تشجع فيها الطلبة على اقتراح كيفية حدوث ذلك، واستنبط معهم أن تتابع القواعد في DNA يتم تحويله إلى تسلسل للأحماض الأمينية في البروتين.

› **أفكار للتقويم:** اطرح على الطلبة مجموعة من الأسئلة على شكل اختبار بحيث يجيبون عنها في مجموعات ثنائية، لمراجعة معلوماتهم عن تركيب البروتين ووظيفته.

٢ فكرة (ب)

نشّط معرفة الطلبة بالبروتينات من خلال إجراء اختبار قصير (كتابة أسئلة اختيار من متعدِّد على السبورة) مستفيدًا من المعرفة السابقة، ووزّع عليهم أوراق A4 مكتوبًا على أحد وجهَي الورقة حرف واحد من الأحرف (أ، ب، ج، د)، ثم اطلب إليهم رفع الورقة التي يعتقدون أن الحرف المكتوب عليها يمثل الإجابة الصحيحة لكل من أسئلة الاختيار من متعدد المدونة على السبورة.

قد تشمل أسئلة الاختيار من متعدّد هذه الأمثلة:

- ما أفضل وصف للتركيب الأولي للبروتين؟
  - أ. جزيء له شكل ثلاثي الأبعاد.
  - ب. لولب ألفا وصفيحة بيتا الملتفة.
  - ج. تتابع الأحماض الأمينية في سلسلة عديد الببتيد (**صحيح**).
  - د. تركيب من سلسلتَي عديد ببتيد أو أكثر.
- ما عدد الأحماض الأمينية المختلفة التي توجد طبيعيًّا في الجسم؟
  - أ. 20 (**صحيح**).
  - ب. 23
  - ج. 46
  - د. 64

- كيف يرتبط حمضان أمينيان معًا؟

أ. عن طريق تكوين رابطة جلايكوسيدية في تفاعل تحلل مائي.

ب. عن طريق تكوين رابطة ببتيدية في تفاعل تحلل مائي.

ج. عن طريق تكوين رابطة جلايكوسيدية في تفاعل تكثيف.

د. عن طريق تكوين رابطة ببتيدية في تفاعل تكثيف (**صحيح**).

› **أفكار للتقويم:** يمكن استخدام هذا النشاط للتقويم التكويني قبل البدء بدراسة هذا الموضوع، وفي ضوء إجابات الطلبة، وتمهيدًا للدرس، خصص خمس دقائق لمناقشة معرفتهم التي أظهروها.

الأنشطة الرئيسية

فيما يأتي أنشطة تعلمية متعددة يمكنك اختيار ما تراه مناسبًا منها لتكييف الموضوع بما يتواءم مع احتياجات الطلبة.

١ جدول زمني لبناء البروتين (٤٠ دقيقة)

تتكوّن عملية بناء البروتين من مجموعة من الخطوات التي تحدث بترتيب معيّن، فزوّد الطلبة بورق ملصقات أو لفافة ورقية واطلب إليهم رسم سلسلة من الرسوم التخطيطية أو كتابة سلسلة من الجمل في مخطط انسيابي، واحدة تلو الأخرى بالترتيب الصحيح، لتوضيح العملية، ثم اطلب إليهم لصق أوراقهم على لوحة الحائط أو تعليقها على حبل لعرضها. أخيرًا ناقش أي عمل هو الأفضل في وصف العملية، وشجعهم على التفكير مليًا في عملهم واقتراح التحسينات عليه.

يمكن استخدام الرسوم المتحركة للمساعدة في هيكلة هذا النشاط، إذ على شبكة الإنترنت العديد من المواقع المجانية الممتازة:

- نسخ DNA (تفاصيل أساسية)

https://youtu.be/8M198uHJd_8

- نسخ DNA (تفاصيل متقدمة)

https://youtu.be/-AnsJILjbz8

- الترجمة (تفاصيل أساسية)

https://www.biointeractive.org/classroom-resources/translation-basic-detail/

أو

https://youtu.be/waMKsvxgM1Y

- الترجمة (تفاصيل متقدمة)

https://www.biointeractive.org/classroom-resources/translation-advanced-detail or https://youtu.be/tTlZQQtoq5Q

- تحويل DNA إلى RNA وإلى بروتين (يغطي أيضًا الربط)

https://dnalc.cshl.edu/view/16933-3D-Animation-of-DNA-to-RNA-to-Protein.html

› **أفكار للتقويم:** زوّد الطلبة بسلسلة من العبارات المرقمة تصف عملية بناء البروتين، لكنها بترتيب خاطئ. وسّع نطاق تفكيرهم بالسؤال عن المراحل التي تحدث فيها تفاعلات تكثيف، والمواقع التي تحدث فيها هذه الأحداث في الخلية.

٢ بناء البروتين - لعب الأدوار (٤٠ دقيقة)

نفّذ مسرحية يحاكي فيها الطلبة «عملية بناء البروتين»، بحيث يؤدي فيها كل طالب دورًا معيّنًا.

- يمسك بعض الطلبة بورق أو بالونات لتمثيل الأحماض الأمينية، بحيث يرتبط بكل منها قطعة من الخيط (استخدم ألوانًا مختلفة أو اختصارات من ثلاثة أحرف مكتوبة على الأوراق أو البالونات لأحماض أمينية مختلفة).
- يمثل بعض الطلبة جزيئات tRNA المناسبة؛ يحمل كل طالب منهم بطاقة كودون مضاد.
- يمثل أحد الطلبة دور الرايبوسوم.
- يقف الرايبوسوم في بداية تتابع كودونات مكتوبة على قطع منفصلة من ورق A3 وضعت على الأرض. اعرض على السبورة جدولًا يبيّن الكودونات والأحماض الأمينية التي تشفرها، بحيث يرتبط أول tRNA بالحمض الأميني المناسب الأول، وينقله إلى الرايبوسوم الذي يقف على أول كودونين. ويرتبط tRNA الثاني بالحمض الأميني المناسب الثاني، ويربط الرايبوسوم معًا البالونات التي يمسكها الطالب الثاني (من الطلبة الذين يمثلون الأحماض الأمينية). ثم يدفع الرايبوسوم الطالب الأول بعيدًا، ويأتي tRNA بالحمض الأميني الثالث إلى الموقع (الخالي) بعد أن يتقدم الرايبوسوم مسافة كودون واحد. سيساعد لعب الأدوار الطلبة على تقدير الطبيعة الديناميكية في بناء البروتين، وكيف يحدد تتابع mRNA تتابع الأحماض الأمينية للبروتين المشفر.

› **أفكار للتقويم:** قم بإعداد نص مكتوب يلخص عملية بناء البروتين، مضمّنًا إيّاه خمسة إلى عشرة أخطاء إملائية ومفاهيمية مثل الآتية:

- يصنع RNA بوليميريز جزيئًا من mRNA في الترجمة.
- تحتوي جزيئات tRNA على كودون يرتبط بالكودون المضاد على mRNA.
- يحفز الرايبوسوم تفاعل تحلل مائي بين حمضَين أمينيَّين.

كلّف الطلبة رصد أكبر عدد ممكن من الأخطاء ورسم دائرة حولها، وتقديم التصويبات. يمكن تحويل النشاط إلى مسابقة، يفوز فيها الطالب الذي يحدد الأخطاء أولًا.

التعليم المتمايز (تفريد التعليم)

التوسع والتحدي

- اطلب إلى الطلبة البحث ومناقشة الأسئلة الآتية:
- كيف تتداخل المضادات الحيوية مثل تتراسيكلين مع بناء البروتين لقتل البكتيريا؟
- كيف يمكن أن تؤدي الطفرات التي تؤثر على الربط، إلى حدوث المرض؟
- لماذا يستغرق بناء البروتين في بدائيات النواة وقتًا أقل منه في حقيقيات النواة؟
- حفّز الطلبة على مناقشة ما يأتي: «يتطلب حدوث بناء البروتين؛ بروتينات». تمثل هذه العبارة قصة الدجاجة والبيضة. أشر إلى أن العديد من البروتينات مثل RNA بوليميريز ضرورية للعملية- التي يتم إنتاجها أيضًا بالطريقة نفسها.
- تحدَّ الطلبة، في نشاط لعب الأدوار الخاص ببناء البروتين، لتقييم «إنتاجهم»، وتحديد الطرائق التي لا تمثل فيها العملية تمثيلًا دقيقًا.

الدعم

- اطلب إلى الطلبة تكوين تشبيهات لبناء البروتين؛ على سبيل المثال، تخيل كيف يمكن أن تكون عملية تصوير لبعض التعليمات (**mRNA**) من صفحة في موسوعة (**جين على كروموسوم**) في المكتبة (**النواة**) لبناء شيء في قسم التكنولوجيا في المدرسة (**الرايبوسوم**).
- ساعد الطلبة على فهم الأساس المنطقي لتسمية المصطلحات المتضمنة في العملية، بما فيها النسخ (**الكتابة**)، الترجمة (**تحويل لغة إلى أخرى**)، شريط النسخ وشريط اللانسخ.
- أشر إلى «الاختصارات»، على سبيل المثال: الكودون هي الشيفرة المكملة لثلاثية DNA التي تُنسخ منها، والكودون المضاد هو الشيفرة المكملة للكودون على mRNA. يمكننا استنتاج أن الكودونات المضادة هي نفسها ثلاثيات DNA المكملة باستثناء أن U تحل مكان T.
- ساعد الطلبة على استخدام الجداول والتي تبيّن أي أحماض أمينية تتوافق مع أي كودون أو كودون مضاد.

تلخيص الأفكار والتأمّل فيها

- يستفيد الطلبة من الوسائل المرئية لوصف بناء البروتين. فمثلًا، عروض الملصقات التي ينتجها فريق من العلماء وسيلة مهمة لإيصال المعلومات في المؤتمرات العلمية. اطلب إلى الطلبة العمل في مجموعات صغيرة لإعداد ملصق على قطعة كبيرة من الورق (أو الورق المقوى) باستخدام مجموعة من المواد المناسبة. أحد الخيارات للتوسع في النشاط، عمل «متجر» والذي يقف فيه أحد طلبة المجموعة بجوار الملصق، ويشرح عنه لبقيّة المجموعات أثناء تجولهم في غرفة الصف للتعرف على الملصقات. يمكن أن يقدم الطلبة عرضًا توضيحيًّا باستخدام البوربوينت، كبديل إلا أنه قد يستغرق وقتًا أطول للمشاركة.
- اطلب إلى الطلبة إعداد مجموعة من خمس عبارات يمكن تصنيفها على أنها «صحيحة دائمًا» أو «صحيحة أحيانًا» أو «غير صحيحة أبدًا». يمكن أن تشمل الأمثلة:
  - يحتوي RNA و DNA على الأدنين. (صحيحة دائمًا)
  - يوجد mRNA في النواة. (صحيحة أحيانًا– أثناء النسخ وليس أثناء الترجمة)
  - تلتصق الكودونات المضادة على tRNA بثلاثيات قواعد DNA. (غير صحيحة أبدًا)

التكامل مع المناهج

مهارة القراءة والكتابة

ورد عدد كبير من المصطلحات العلميّة الجديدة في هذا الموضوع إلى الطلبة من خلال العمل في ثنائيات تنفيذ نشاط «تخمين الكلمة من وصفها»، ليصفوا المصطلحات العلمية لبعضهم من دون استخدام أي مصطلح علمي من قائمة المصطلحات العلمية الواردة في الموضوع. على سبيل المثال، يصعب على الطلبة وصف الترجمة من دون استخدام المصطلحات العلمية الثلاثة: أحماض أمينية، tRNA، رايبوسوم. يمكن أن يوفر التجوّل في غرفة الصف للاستماع إلى مناقشات الطلبة الفرصة لمعالجة سوء الفهم والمفاهيم الخاطئة.

المهارة الحسابيّة

اطلب إلى الطلبة استخدام قاموس جيني لـ DNA للإجابة عن السؤال: ما عدد جزيئات tRNA اللازمة لحدوث الترجمة؟ يمكن أن يستخدم الطلبة الملحق 2 الوارد في كتاب الطالب. الإجابة هي: $4^3 = 64$.

الموضوع ١-٥: الطفرات الجينية

يطوّر هذا الموضوع فهم الطلبة لكيفية استخدام الجينات في تكوين البروتينات، وكيف يمكن أن تسبب التغيرات في التركيب الأولي للبروتين تغيرًا في الوظيفة.

الأهداف التعليمية

١-١١ يذكر أن الطفرة الجينية هي تغيّر في تتابع أزواج القواعد في جزيء DNA، 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.

عدد الحصص المقترحة للتدريس

يخصص لتنفيذ هذا الموضوع حصتان كل واحدة منهما ٤٠ دقيقة.

المصادر المرتبطة بالموضوع

المصدر	الموضوع	الوصف
كتاب الطالب	الجدول ١-٢	• جدول يلخِّص الاختلافات بين DNA و mRNA (ليكمله الطلبة)
	السؤالان ٩ و ١٠	• السؤالان المرتبطان ب DNA و mRNA وبناء البروتين
	أسئلة نهاية الوحدة: ٧	• السؤال المرتبط بتأثير الطفرة على بناء البروتين ووظيفته
كتاب التجارب العملية والأنشطة	نشاط ١-٢	• كتابة إجابات جيدة للأسئلة
	نشاط ١-٣	• تكوين روابط عبر المواضيع المختلفة
	أسئلة نهاية الوحدة: ١ و ٢ و ٣	• أسئلة على بناء إنزيم تايروسينيز وهرمون إنسولين والمهق والسكري (نتيجة النقص في بروتينات معيّنة)، وبناء البروتينات والطفرات المرتبطة بفقر الدم المنجلي

المفاهيم الخاطئة وسوء الفهم

- قد يواجه الطلبة صعوبات في استخدام المصطلحَين العلميين **جين** و**أليل** بشكل صحيح.
- قد يشعر الطلبة بالحيرة من عدد الثلاثيات التي تشفر لبعض الأحماض الأمينية، فاسألهم: لماذا لا تتكوّن الشيفرة الجينية من قاعدتين؟ ولماذا من غير الضروري أن تتكوّن من أربع قواعد؟ اشرح معنى المصطلح، تكرار الشيفرة الجينية (تشفير حمض أميني واحد بأكثر من ثلاثية قاعدية واحدة).
- يفترض الطلبة عادة أن الطفرة الجينية ضارة دائمًا بالكائن الحي، والواقع أنه في كثير من الأحيان لا تسبب أي اختلاف بسبب الوفرة في الشيفرات الجينية، وفي بعض الحالات تؤدي إلى تكوين بروتين يلتف بشكل مختلف ويكون له تأثير مفيد.

أنشطة تمهيدية

يدرك الطلبة من دراستهم السابقة أهمية تركيب البروتين وكيف يحدد وظيفته. قد يتذكرون أن الرابطة الببتيدية يمكن أن تتكوّن بين أي حمضَين أمينيَّين في تفاعل تكثيف ، وربما لا يعرفون أنه حتى التغير البسيط في التركيب الأولي يمكن أن يكون له تأثير مهم على وظيفة البروتين.

فيما يأتي اقتراحان لنشاطَين يمكن استخدامهما كمحفزَين للموضوع. يعتمد اختيار النشاط على المصادر المتوافرة، وعلى الزمن المتاح، وعلى مدى تقدم الطلبة في هذا الموضوع.

١ فكرة (أ)

ذكّر الطلبة بأنهم درسوا عن التركيب الأولي للبروتين، فناقش معهم أهمية التركيب الأولي ، واستنتج أنهم قد فهموا ما يمكن أن يحدث عند استبدال، أو حذف، أو إدخال حمض أميني واحد. قد تكون المقاربة هنا مفيدة إذ تشير إلى كيفية حدوث عواقب وخيمة في بعض الحالات نتيجة تغير بسيط.

› **أفكار للتقويم:** اطلب إلى الطلبة تنفيذ نشاط «فكر، شارك زميلك، شارك الصف»، لتضمين خمسة مصطلحات علمية في فقرة قصيرة. تشير هذه المصطلحات إلى التركيب الأولي للبروتينات، والروابط بين البروتينات وخصوصية شكل البروتين بوظيفته.

٢ فكرة (ب)

اعرض للطلبة تتابع DNA لأليل Hb^A (الطبيعي) لجين بيتا جلوبين، ثم الأليل Hb^S الطافر (الذي حدث فيه طفرة). اطلب إليهم تنفيذ نشاط «فكر، شارك زميلك، شارك الصف»، لوصف الاختلاف، واقتراح كيفية حدوثه.

› **أفكار للتقويم:** اطلب إلى الطلبة من خلال المناقشة الصفية طرح الأفكار حول ما حدث للوصول إلى إجماع في الرأي. أكد على المصطلحات العلمية التي يفترض أن يكون الطلبة على دراية بها (مثلًا: قواعد، ثلاثية، مقابل، محدد).

الأنشطة الرئيسية

فيما يأتي أنشطة تعلمية متعددة يمكنك اختيار ما تراه مناسبًا منها لتكييف الموضوع بما يتواءم مع احتياجات الطلبة.

١ من رسالة «ذات معنى» إلى «رسالة فارغة المحتوى» (٣٠ دقيقة)

اطلب إلى الطلبة تكوين جملة تتكوّن كلماتها من ثلاثة أحرف فقط. تشمل الأمثلة:

زرع بدر شجر خوخ/ توت.

حصد فهد حقل قمح.

نام طفل بين يدي أمّه.

اطلب إلى الطلبة قص الأحرف وترتيبها في جمل أخرى. اعرض الآن كيف أن استبدال حرف واحد يمكن أن يبقي الجملة ذات معنى، لكنّ حذف حرف أو إدخال حرف يغير الكثير.

اِطوِ الآن طوليًا من المنتصف عدة قطع طويلة من البطاقات، بحيث يمكن أن توقِف كل بطاقة على الطاولة أمام مجموعة من الطلبة، واكتب تتابع قواعد على البطاقات بحيث يمكن للطلبة ترجمته إلى تتابع من الأحماض الأمينية التي توضح أحرفها الأولى الرسالة. أدخِل الآن طفرة، بحيث يمكن اختيارها لتغيير الرسالة إلى أخرى لا معنى لها، أو ليس لها تأثير أو

تغيّر في المعنى. ويمكن تمرير البطاقات على المجموعات. قد تطلب إلى الطلبة تكوين رسائلهم الخاصة كواجب منزلي، بحيث تقوم مجموعات أخرى بترجمته في الصف.

› **أفكار للتقويم:** تحدَّ الطلبة في تفسير السؤال: لماذا قد يكون للطفرة التي تسبب حذف نيوكليوتيد واحد تأثير أكبر من الطفرة التي تسبب استبدال نيوكليوتيد بآخر؟ يمكن أن يكوّن الطلبة مخططات انسيابية لتساعدهم في توضيح إجابتهم.

٢ دراستان شاملتان (دراسات سينوبتيكية Synoptic studies) (٤٠ دقيقة)

في ضوء دراسة الطلبة لجميع المصطلحات الرئيسية والآليات في هذه الوحدة، اطلب إليهم تكوين تتابع قاعدي على قطع صغيرة منفصلة من الورق (بطول 15 قاعدة، على سبيل المثال: GACTACGACACCAGA). واطلب أن يطرح كل طالب على زميل له أكبر عدد ممكن من الأسئلة حول هذا الموضوع. على سبيل المثال:

- ما أقصى عدد من الأحماض الأمينية التي يمكن تشفيرها بواسطة هذا التتابع؟
- انسخ هذا التتابع إلى mRNA، ثم ترجم mRNA لتكوين تتابع أولي من الأحماض الأمينية.
- استخدم هذا التتابع لتوضيح تأثير أنواع الطفرات المختلفة.
- اقترح كيف سيكون لهذه الطفرة تأثير على البروتين المشفر.

› **أفكار للتقويم:** اطلب إلى الطلبة من خلال العمل في مجموعات تكوين خريطة مفاهيمية أو خريطة ذهنية أو أي شكل آخر من أشكال المنظمات البيانية لتوضيح تأثير أنواع الطفرات الثلاثة المختلفة على تركيب البروتين ووظيفته. قد تكون فكرة جيدة تزويد كل مجموعة بالمصطلحات العلمية لاستخدامها في عملهم.

التعليم المتمايز (تفريد التعليم)

التوسع والتحدي

- اطلب إلى الطلبة البحث في تعريف «الجين» وتقييمه، وهو تتابع محدد من DNA يشفر لعديد ببتيد.
- تحدَّ الطلبة لشرح سبب احتمال أن يكون لاستبدال بعض وحدات الأحماض الأمينية تأثير أكبر على وظيفة البروتين مقارنة بوحدات أخرى. يحتوي السيستين على كبريت في مجموعته المتغيّرة، ما يجعله قادرًا على تكوين روابط ثنائية الكبريتيد المهمة في التركيب الثالثي.
- يحفز النشاط ١-٢ (كتابة إجابات جيدة للأسئلة) الوارد في كتاب التجارب العملية والأنشطة الطلبة على تقييم إجابات ثلاثة طلبة وهميّين عن سؤال حول أليل فقر الدم المنجلي.
- الأسئلة عالية الصعوبة والمرتبطة بهذا الموضوع هي أسئلة نهاية الوحدة ١-٣ الواردة في كتاب التجارب العملية والأنشطة، وسؤال ٧ من أسئلة نهاية الوحدة الواردة في كتاب الطالب، وهي عن تأثير الطفرات على وظيفة البروتين.

الدعم

- يمكن إيجاد المصادر التي توفر العديد من الأمثلة على الطفرات الشائعة وتأثيراتها على الجسم، على الموقع الإلكتروني:

https://youtu.be/NJu-hsX0rSI

- وفّر إطار كتابة لمساعدة الطلبة على تحديد الخطوات التي تجري لتغيير وظيفة البروتين عندما تحدث طفرة، ويجب أن يحتوي الإطار على مجموعة من الجمل النموذجية مع إزالة المصطلحات العلمية. فاطلب إلى الطلبة إكمال الجمل باستخدام بحثهم.

تلخيص الأفكار والتأمّل فيها

- يربط النشاط ١-٣: تكوين روابط عبر المواضيع المختلفة، الوارد في كتاب التجارب العملية والأنشطة، السمات الرئيسية للدراسات السابقة حول الجزيئات الحيوية بالتعلم الجديد في هذه الوحدة.
- كلّف الطلبة مشاركة لعبة «بنغو» لتعزيز فهم المصطلحات العلمية التي وردت في المواضيع السابقة، وزوّدهم بشبكة من تسعة مربعات، واكتب على السبورة 20 مصطلحًا من المصطلحات العلميّة التي درسوها، طالبًا إليهم اختيار تسعة مصطلحات بشكل عشوائي ليضعها كل طالب في شبكته، ثم قم بتعريف كل مصطلح منها، وأول طالب يضع علامة «صح» لمصطلحاته التسعة يقول «بنغو» ويفوز بالمسابقة.
- «السؤال والإجابة» تقنية مفيدة للاستخدام بعد الانتهاء من الموضوع، فاطلب إلى الطلبة كتابة سؤال عن شيء من هذه الوحدة على شريط ورقي ملوّن، وكتابة إجابته على شريط ورقي ملوّن آخر. نظّم الطلبة في مجموعات من ٦ إلى ٨ طلبة، ووزع عليهم الأشرطة، بحيث يحصل كل طالب على سؤال وإجابة. واطلب إلى أحد الطلبة أن يقرأ سؤاله، ثم يقرأ الطالب الذي لديه الإجابة الصحيحة هذه الإجابة، متبوعة بسؤاله.

التكامل مع المناهج

مهارة القراءة والكتابة

يوجد عدد قليل من المصطلحات العلمية في هذا الموضوع. لذا، يجب التركيز على مساعدة الطلبة لتقدير كيفية استخدامها في سياق الطفرة وتأثيرها على الكائن الحي.

المهارة الحسابيّة

يوفر هذا الموضوع فرصة أخرى للطلبة للتعرف على مجموعة واسعة من تراكيب البروتينات بسبب وجود 20 حمضًا أمينيًا مختلفًا، والطول المتغير للبروتينات.

إجابات كتاب الطالب

قبل أن تبدأ بدراسة الوحدة

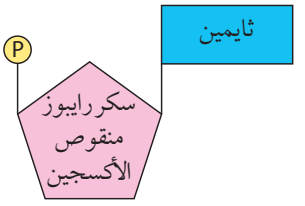
- يوجد DNA في النواة.
- لأن DNA هو الجزيء الذي يحمل الشيفرة الجينية التي تتحكم في أنشطة الخلية، وبالتالي يحدِّد ما إذا كانت الخلية ستبقى على قيد الحياة أو ستموت. ويمكنه أن يضاعف نفسه.
- توجد عدة طرائق لتبرير أهمية اكتشاف تركيب DNA. ستستمر معرفة تركيب DNA والشيفرة الجينية وتقنية تتابع الجينوم بتزويدنا بالعديد من الفوائد الطبية والتجارية. لقد ساعد هذا الأمر في إحداث ثورة في فهم العلاقات بين الكائنات الحية وهو يوفر – من بُعد فلسفي أوسع – فهمًا أساسيًا للإنسان كنوع حي، ولطبيعة الحياة. فالبصمات الجينية مفيدة في الطب الشرعي وفي تحديد صلة القرابة (النسب) بين الكائنات الحية.

العلوم ضمن سياقها: تتشابه من الخارج وتختلف من الداخل

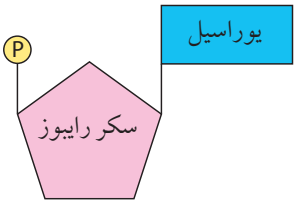
- من المهم تحديد أن الكائنات الحية المتشابهة تختلف في تتابعات DNA الخاص بها للأسباب الآتية:
  - معرفة أنهما نوعان مختلفان قد يساعد في بذل الجهود في الحفاظ على النوع المستهدف والأكثر عرضة للخطر (أو كلا النوعين إذا كانت أعدادهما قليلة).
  - قد تؤثر المعرفة على المراقبة والتحكم في انتشار الأمراض ومسبباتها في كل نوع.
  - قد يساعد البحث في جينومات الأنواع المختلفة في اكتشاف كيفية تآلف هذه الأنواع مع بيئتها والتفاعل معها، الأمر الذي قد يساعد في الأنشطة البشرية الأخرى مثل الزراعة.
- يمكن أن تشمل التطبيقات الأخرى لتتابعات DNA الآتي:
  - التتابع في البيولوجيا الجزيئية لتحديد الطفرات وارتباطها بالأمراض.
  - تحديد مسببات الأمراض أو الأنواع الدالة في البيئة، على سبيل المثال وجود الكوليرا في مياه الشرب والتفاعل معها، الأمر الذي يساعد في أنشطة الإنسان الأخرى، مثل الزراعة.
  - دراسة تتابع مسببات الأمراض مثل COVID-19 أو أنفلونزا الطيور لتتبع المرض وإدارة انتشاره.
  - استخدامها في الاختبارات الجينية للأمراض الوراثية أو تشخيص الأمراض النادرة.
  - تحقيقات الطب الشرعي في مسرح الجريمة.

إجابات أسئلة موضوعات الوحدة

١. أ. الرسم كما في الشكل ١-١ مع كتابة مسمى سكر رايبوز منقوص الأكسجين، وكتابة مسمى القاعدة: أدنين أو جوانين أو ثايمين أو سايتوسين.



ب. الرسم كما في الشكل ١-١ مع كتابة مسمى سكر رايبوز، وكتابة مسمى القاعدة: أدنين، أو جوانين أو يوراسيل أو سايتوسين.



٢. أ. رابطة ببتيدية.

ب. رابطة جلايكوسيدية.

٣. تدل نسب القواعد المبيّنة في الجدول ١-١ على أن في كل نوع من الكائنات الحية نسبة السايتوسين دائمًا تساوي نسبة الجوانين، ونسبة الأدنين دائمًا تساوي نسبة الثايمين (ما عدا في آكل البكيتريا فهو شريط مفرد من DNA) أو A = T ،G = C في جميع الكائنات الحية (ضمن الخطأ التجريبي).

٤. أ. DNA، نيوكليوتيدات DNA، DNA بوليميريز، DNA لايجيز.

ب. شريطا DNA يستخدمان كقالب لبناء شريطي DNA جديدين.
النيوكليوتيدات ضرورية لتكوين DNA (DNA هو عديد نيوكليوتيد).
DNA بوليميريز ينسخ DNA فهو يضيف النيوكليوتيدات المكملة لنيوكليوتيدات شريط DNA الذي يجري نسخه ويعمل على ازدواجها بالشكل الصحيح.
DNA لايجيز يربط النيوكليوتيدات المتجاورة بروابط فوسفات ثنائية الإستر.

ج. النواة.

٥. أ. يجب أن يتكوّن الجزيئان الناتجان من شريط باللون الأزرق وشريط باللون الأحمر.

ب. يجب أن يتكوّن أحد الجزيئَين الناتجَين من شريطَين بلون أحمر، ويجب أن يتكوّن الجزيء الآخر من شريطَين بلون أزرق.

٦. 4^n، حيث n = عدد القواعد التي تشفر لحمض أميني واحد. يمثل رقم 4 عدد القواعد النيتروجينية التي يتكوّن منها الحمض النووي.

٧. هذا يعني أن الشيفرات الجينية نفسها تشفر للأحماض الأمينية نفسها في جميع الكائنات الحية (بمعنى أن المعلومات الجينية قابلة للانتقال بين الأنواع).

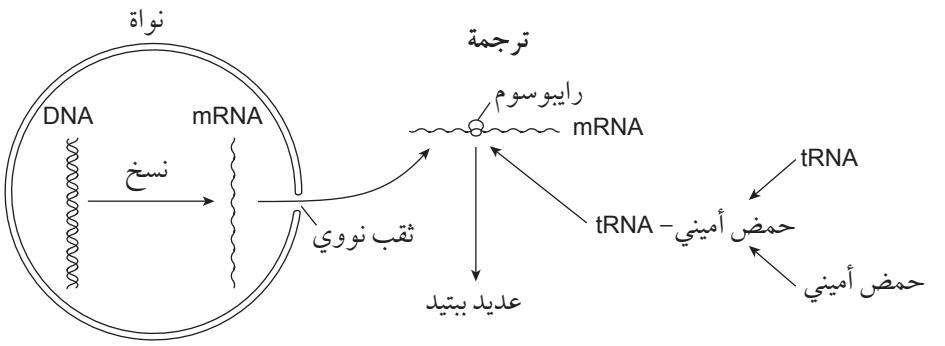
٨. TTT = لايسين، GAA = ليوسين، CCC = جلايسين.

٩.

الميزة	DNA	mRNA
السكر الذي يوجد في التركيب	الرايبوز منقوص الأكسجين	الرايبوز
القواعد المستخدمة في التركيب	أدنين، جوانين، ثايمين، سايتوسين	أدنين، جوانين، يوراسيل، سايتوسين
عدد الأشرطة	2	1
التركيب العام	لولب مزدوج	شريط مفرد/ غير ملتف
الموقع في الخلية	النواة	النواة والسيتوبلازم
الوظيفة	يحمل التعليمات للخلية/ يحمل الشيفرة لبناء البروتين/ جزيء يحمل المعلومات الجينية	يحمل الكودون لبناء عديد الببتيد من DNA / أو من النواة إلى الرايبوسوم

١٠. يمكنك استخدام الرسوم التخطيطية أو المخططات الانسيابية الممكنة.
هذه بعض النماذج:

ينفك التفاف DNA وينفصل الشريطان في النواة.
↓
يبنى جزيء mRNA المكمل مقابل شريط DNA واحد (عملية نسخ).
↓
يغادر جزيء mRNA النواة عبر ثقب نووي لينتقل إلى السيتوبلازم حيث يرتبط بالرايبوسوم. ويرتبط الحمض الأميني المناسب بـ tRNA.
↓
يرتبط حمض أميني – tRNA المناسب مع كودن واحد على mRNA (عملية ترجمة).
↓
تتكوّن رابطة ببتيدية بين الأحماض الأمينية المتجاورة، وتتكرر العملية ليتم إنتاج عديد ببتيد.



في النواة، ينفك التفاف جزيء DNA وينفصل الشريطان ← ينسخ أحد الشريطَين لتكوين جزيء mRNA مكمّل (نسخ) ← يغادر mRNA النواة عبر ثقب نووي وينتقل ليرتبط بالرايبوسوم ← يحمل tRNA حمضًا أمينيًا مناسبًا ليرتبط مع أول كودون على mRNA (ترجمة) ← تتكرر العملية مع حمض أميني ثان– tRNA ← تتكوّن رابطة ببتيدية بين الحمضَين الأمينيَّين المتجاورَين ← تستمر العملية لتكوين عديد ببتيد.

إجابات أسئلة نهاية الوحدة

١. ب

٢. ج

٣. د

٤. د

٥. **يجب أن تشمل التعليقات التوضيحية على الرسم الآتي:**

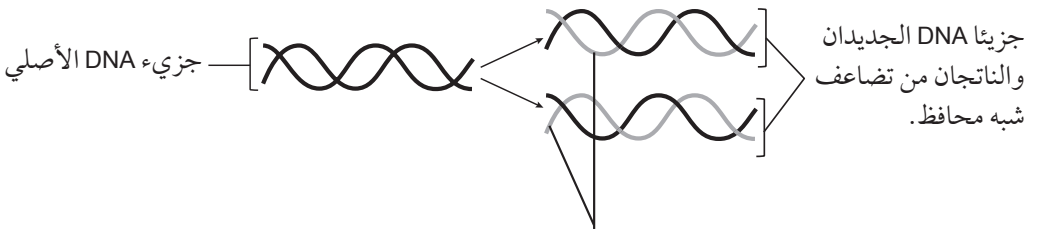
جزيء DNA الأصلي

الجزيئان الجديدان

يعمل DNA الأصل كقالب

شريطا DNA جديدان يتكوّنان من نيوكليوتيدات ترتبط مع كل من شريطي DNA الأصلي (أو القديم) أو DNA الأصل بواسطة ازدواج القواعد المكمّلة.

تضاعف شبه محافظ



شريطان جديدان من DNA يتكوّنان من نيوكليوتيدات ترتبط بكل من شريطي DNA الأصلي بواسطة ازدواج القواعد المكملة.

٦.

الكودون في mRNA	الكودون المضاد في tRNA	ثلاثية DNA الذي استنسخ منها mRNA
UUA	AAU	AAT
UUG	AAC	AAC
CUU	GAA	GAA
CUC	GAG	GAG
CUA	GAU	GAT
CUG	GAC	GAC

٧. أ. طفرة استبدال.

ب. الشيفرة الجينية مكررة وتُشفر بعض الأحماض الأمينية بأكثر من ثلاثية.

ج. قد يؤثر التغير في الحمض الأميني المشفر في التركيب الأولي لعديد الببتيد، فيغيّر في التركيب الثالثي. وقد يؤثر بالتالي في وظيفة عديد الببتيد.

د. ستتأثر جميع الأمشاج الناتجة من هذه الخلية، وبالتالي ستتأثر جميع خلايا الفرد الناتجة من تلك الأمشاج.

هـ. يؤدي حذف أو إدخال نيوكليوتيد واحد إلى انزياح الإطار (أو أي صياغة بديلة). تتأثر جميع الثلاثيات التي تلي الطفرة. قد تتحوّل الثلاثية إلى كودون إيقاف. وإذا أُدخلت أو حذفت ثلاث قواعد، فلن يحدث انزياح الإطار بعد حذف أو إدخال القاعدة الثالثة لأن الشيفرة تقرأ في مجموعات من ثلاث قواعد. سيتم إدخال أو حذف حمض أميني واحد في عديد الببتيد النهائي، وبالتالي ربما لا يكون ذلك ضارًا أو ربما لا يؤثر في وظيفة عديد الببتيد.

٨.

	النسخ	الترجمة
موقع حدوثه في الخلية	النواة	الرايبوسوم (في السيتوبلازم)
الجزيء المستخدم كقالب	DNA	mRNA
الجزيء الناتج	mRNA	عديد ببتيد/ بروتين
الجزيئات المكوّنة (المونومرات) للجزيء الناتج	نيوكليوتيدات (RNA)	أحماض أمينية
جزيء واحد آخر ضروري لحدوث العملية	RNA بوليميريز	tRNA / rRNA البروتين الرايبوسومي/ الإنزيم الذي يضيف الحمض الأميني إلى tRNA

٩. أ. **U** mRNA

V رايبوسوم (الوحدة الكبيرة)

W حمض أميني

X tRNA

Y عديد ببتيد

ب. رابطة ببتيدية.

ج. يتحرك الرايبوسوم على امتداد شريط mRNA. فهو يتقدم في كل مرة أثناء قراءة الشيفرة الجينية مسافة ثلاث قواعد، أو كودون واحد. ويجلب tRNA في كل مرة حمضًا أمينيًا آخر إلى الرايبوسوم.

١٠. أ. يكون DNA في الطحال والغدة الثيموسية هو نفسه في الكائن الحي نفسه، أو يكون DNA في جميع خلايا الكائن الحي هو نفسه، أو توجد الجينات نفسها في كلا العضوَين.

ب. يختلف DNA في الأنواع المختلفة، أو توجد جينات مختلفة.

ج. عدد A و T متماثل، و عدد C و G متماثل، لأن A ترتبط مع T و C ترتبط مع G.

د. لا يحدث ازدواج قاعدي (لأن DNA الفيروس هنا مكوّن من شريط مفرد).

إجابات كتاب التجارب العملية والأنشطة

إجابات الأنشطة

نشاط ١-١: إجابة أسئلة الاختيار من متعدد عن DNA

١. د.
٢. ب.
٣. ب.
٤. ب.
٥. د.
٦. ج.

نشاط ١-٢: كتابة إجابات جيدة للأسئلة

١. أ. تصف الإجابة تتابع القواعد في DNA وليس تركيب الهيموجلوبين الذي سيتكوّن. وكان يجب أن تتضمّن الإجابة وصفًا لتتابع الأحماض الأمينية في البروتين، والتي تتطلب خطوة أخرى في التفكير تفوق الاختلاف في تتابع القواعد في DNA.

ب. الجملة الأولى من الإجابة بداية جيدة، حيث تصف الاختلاف في تتابع الأحماض الأمينية بين نوعَي الهيموجلوبين. لكن بعد ذلك، وبدلًا من التركيز على السؤال، تنحرف الإجابة إلى وصف تأثير هذا التغير على الشخص- والذي لم يتطلبه السؤال. يركّز السؤال فقط على التركيب وليس الوظيفة. بدلًا من إجراء ذلك، يُفترض أن تشمل الإجابة وصف أوجه التشابه بين نوعَي الهيموجلوبين.

ج. يوجد خطأ في تتابع الأحماض الأمينية المدرجة. يجب أن يكون الحمض الأميني الثالث ليوسين وليس فالين. عدا ذلك، هذه الإجابة ممتازة.

نشاط ١-٣: تكوين روابط عبر المواضيع المختلفة

١. أ. البروتين الكروي هو البروتين الذي تلتف جزيئاته بشكل معقد ثلاثي الأبعاد، لتكوين تركيبه الثالثي الذي يُكسبه شكلًا كرويًا محددًا، مثل الهيموجلوبين. العديد من البروتينات الكروية نشطة أيضيًا، مثل الإنزيمات وهرمون الإنسولين.

ب. التركيب الرابعي للبروتين هو الارتباط بين سلسلتين أو أكثر من عديد الببتيد معًا. يتكوّن جزيء الهيموجلوبين، على سبيل المثال، من أربع سلاسل عديدة الببتيد: سلسلتَي ألفا وسلسلتَي بيتا، بالإضافة إلى أربع مجموعات هيم.

٢. أ. نسختان. تذكّر أنه توجد مجموعتان كاملتان من الكروموسومات في كل خلية (إنها ثنائية المجموعة الكروموسومية).

ب. أربع نسخ. يتضاعف DNA في كل كروموسوم مباشرة قبل انقسام الخلية ليكوّن كروماتيدَين متطابقَين يرتبطان بواسطة السنترومير، ويحمل كل كروماتيد (جزيء DNA) نسخة واحدة من كل جين.

٣. قد يساعدك تقسيم إجابتك إلى نقاط محددة بحيث تتضمن خمس نقاط على الأقل. لكن من الأفضل عند كتابة إجابتك النهائية، أن تكتبها على شكل سلسلة متدفقة من الجمل.

- يحدّد تتابع القواعد في جزيء DNA تتابع الأحماض الأمينية في البروتين.
- تشفّر ثلاث قواعد في DNA – الثلاثية- لحمض أميني واحد.

- سيؤثر التغيّر في قاعدة واحدة (استبدال) على ثلاثية واحدة فقط، ما يعني أن حمضًا أمينيًا مختلفًا سيستخدم في تكوين البروتين.
- ومع ذلك، ربما لا يحدث فرق مطلقًا، لأن أكثر من ثلاثية واحدة تشفّر للحمض الأميني نفسه.
- إذا تمّ حذف أو إدخال قاعدة، فلن يؤثر ذلك فقط على تلك الثلاثية، بل أيضًا على البقية التي تتبعها- وهذا يسمى انزياح الإطار.
- يمكن أن يؤدي هذا إلى تكوين بروتين فيه تتابع كامل غير صحيح من الأحماض الأمينية.
- لن ينثني هذا البروتين بشكل صحيح إلى تركيبه الثالثي، وبالتالي لن يكون قادرًا على القيام بوظيفته على الإطلاق.

٤. أ. 77.5% تقريبًا من الأطفال ما زالوا على قيد الحياة في سن 6 سنوات، لذلك يتوفى 22.5% قبل هذا العمر. المعدل الأعلى للوفيات هو بين الولادة وعمر السنة (بين العمر 0 و 1 سنة في الشكل)، عندما يكون المنحنى أكثر انحدارًا.

ب. معدل البقاء على قيد الحياة للأطفال $Hb^S\ Hb^S$ أقل من الأطفال $Hb^A\ Hb^A$، حيث يعيش حتى سن السادسة 75% فقط من هؤلاء. لذلك، من المرجح أن يبقى على قيد الحياة 2.5 % طفل أكثر من كل 100 طفل يحملون نسختَين من الأليل Hb^A، مقارنة مع من لديهم نسختان من الأليل Hb^S.

أخطر عمر في كلا المجموعتَين عندما يكون معدل الوفيات الأكبر، هو بين الولادة وعمر السنة. وهذا يبرر الفرق بين المجموعتَين. أكبر فرق في البقاء بين مجموعتي الأطفال هو في عمر السنة إلى السنتَين تقريبًا.

ج. توجد عدة احتمالات، على سبيل المثال:

- يمكن إجراء استقصاء في منطقة أخرى ينتشر فيها مرض الملاريا، لمعرفة ما إذا كان نمط البقاء على قيد الحياة في هذه المنطقة هو نفسه. فإن كان كذلك، فهذا سيدعم الفرضية.
- يمكن إجراء استقصاء في منطقة أخرى حيث لا ينتشر فيها مرض الملاريا، لمعرفة ما إذا كان يظهر نمط البقاء على قيد الحياة في هذه المنطقة، مما قد يقترح إلى أن لا صلة للملاريا بالاختلافات في البقاء على قيد الحياة.
- يمكن تسجيل أسباب الوفيات بين الأطفال المتوفين.

إجابات الاستقصاءات العملية

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

الأهداف التعليمية
• يجمع الملاحظات والقياسات والتقديرات ويسجلها ويقدمها.

المدّة

يمكن إكمال هذا النشاط في حصة واحدة مدتها ٤٠ دقيقة، ومع ذلك، قد ترغب في ترك محلول البصل في الثلاجة طوال الليل ليترشح جيدًا (الخطوة 5).

توجيهات حول الاستقصاء

- يجب أن يكون الطلبة على دراية بالمكوّنات العملية في هذا الاستقصاء.

ستحتاج إلى

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

ملاحظات وتوجيهات إضافيّة

- يمكن تزويد الطلبة ببصل مقطع لتوفير الوقت. إذا لم يتوافر البصل، يمكن تكرار الاستقصاء باستخدام البازلاء المفلوقة (المقسومة) Split peas، أو بيض السمك. ويمكن تكليف مجموعات الطلبة اختيار عيّنات مختلفة لمقارنة المواد الحيوية. توصي بعض المصادر باستخدام الفراولة والموز، لكن هذه الأنواع من الفاكهة تنتج البكتين بدلًا من DNA.

- يجب استخدام إيثانول شديد البرودة للحصول على نتائج جيدة. ضعه في الثلاجة داخل زجاجة بلاستيكية محكمة الإغلاق غير منفذة للبخار لمدة 24 ساعة على الأقل، قبل تنفيذ الاستقصاء. يمكن تزويد الطلبة به مباشرة من الثلاجة، أو خزنه في غرفة الصف في حمّام مائي مثلج.
- يمكن استخدام عصير الأناناس أو محلول تنظيف العدسات اللاصقة أو مطري اللحوم Meat tenderiser في حال عدم توافر إنزيم البروتييز، ويمكن إضافة عصير الأناناس أو محلول تنظيف العدسات اللاصقة بكمية إنزيم البروتييز نفسها (2-3 قطرات تقريبًا). استخدم جزءًا واحدًا من مطري اللحوم مع 19 جزءًا من الماء لتحضير محلول إنزيمي، أو ببساطة، ثم أضف مقدارًا قليلًا جدًا منه إلى أنبوبة الاختبار الكبيرة.
- قد يضع الطلبة DNA تمّ جمعه على منشفة ورقية جافة، وقياس كتلته مقارنة بكتلة البصل الأولية (اختياري).
- يمكن صنع خطاف من ماصة بلاستيكية عن طريق تسخين طرفها بلطف إلى أن تصبح مرنة، مع استخدام الملقط لتشكيلها بحسب الرغبة. ويمكن بعد ذلك استخدام الخطاف لالتقاط DNA من أنبوبة الاختبار الكبيرة.

⚠ احتياطات الأمان والسلامة

- يجب أن يقرأ الطلبة قسم إرشادات السلامة الوارد في كتاب التجارب العملية والأنشطة قبل إجراء هذا الاستقصاء.
- يجب اتّباع إجراءات السلامة القياسية في المختبرات دائمًا.
- يجب أن يرتدي الطلبة نظارات واقية.
- يجب توخّي الحذر عند التعامل مع إنزيم البروتييز، كما في التعامل مع الإنزيمات الأخرى، لمنع ملامسته للجلد والعينَين. ويجب أن يرتدي الطلبة نظارات واقية، وأن يتجنبوا ملامسة الإنزيم للجلد، وغسل أي انسكاب على الجلد فورًا.
- الإيثانول المستخدم سيكون شديد البرودة، لذا يجب توخّي الحذر عند الإمساك بحاوياته.
- الإيثانول شديد القابلية للاشتعال لذا تأكد من عدم وجود لهب مكشوف قريب من مكان العمل، وخزّنه في حاوية منتصبة محكمة الإغلاق غير منفذة للبخار، مع كتابة مسمياتها.

توجيهات حول إجراء الاستقصاء

- يزيد استخدام الإيثانول المثلج والماء المثلج من إنتاج DNA. وتبطئ درجات الحرارة المنخفضة من نشاط إنزيمات ديوكسي ريبونوكلييز DNase التي يمكن أن تكسّر DNA. يساعد الإيثانول البارد أيضًا على ترسب DNA بسرعة أكبر.

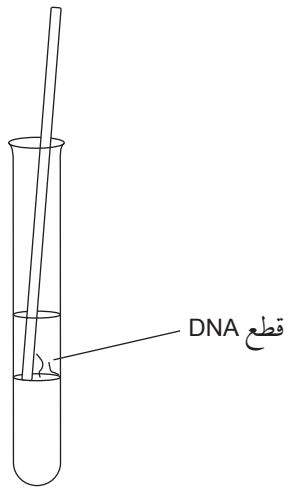
إذا واجه الطلبة صعوبة في رؤية DNA، فحاول غمس ساق زجاجية أسفل السطح الفاصل بين محلول البصل والإيثانول، ثم حرك الساق بلطف إلى الأعلى باتجاه طبقة الإيثانول لحفز الترسيب. قد تكون بحاجة إلى تركه لبضعة دقائق قبل محاولة استخلاص DNA.

هذا إجراء بسيط بحيث يمكن اتباعه، لذا وكتحدٍّ إضافي، زوّد الطلبة بمواد حيوية مختلفة للتقييم، واطلب إليهم أن يزنوا موادهم الحيوية في البداية، ثم يزنوا DNA المستخلص في النهاية، وحساب النسبة المئوية للمادة الجينية في عيّناتهم.

نتائج عيّنة

انظر الشكل ١-١.

- عند السطح الفاصل للسائلين (الإيثانول البارد ومستخلص البصل)، يمكن مشاهدة تكوّن مادة بيضاء. وعند إدخال ساق زجاجية في هذه المادة، وتحريكها بشكل دائري ثم رفعها إلى الأعلى برفق، يمكن سحب خيوط بيضاء طويلة من أنبوبة الاختبار.
- هذه المادة البيضاء هي DNA ويمكن إجراء المزيد من الفحص والتحليل لها.



الشكل ١-١

إجابات أسئلة كتاب التجارب العملية والأنشطة (باستخدام نتائج العيّنة)

١. سيفكّك سائل الغسيل غشاء سطح الخلية والغلاف النووي عن طريق تكسير الدهون في الطبقة الثنائية للدهون المفسفرة فيهما. وسيؤدي ذلك إلى إطلاق المادة النووية من الخلية، وسيبدأ أيضًا بتكسير بروتينات الهستون المرتبطة بـ DNA، والتي تبقي DNA ملتفًا في الكروموسومات.

٢. ستمسخ الحرارة المرتفعة أي إنزيمات موجودة، بما في ذلك إنزيمات DNase، والتي كانت ستبدأ بتكسير DNA إلى أجزاء أصغر. وستحفز الحرارة أيضًا تكسير أغشية الخلية وجدارها الخلوي لإطلاق DNA.

٣. سترتبط أيونات الصوديوم موجبة الشحنة بمجموعات الفوسفات سالبة الشحنة في جزيئات DNA. وهذا يساعد على ترسب جزيئات DNA في الماء بدل ذوبانها فيه.

٤. سيقوم إنزيم البروتييز بمسخ بروتينات الهستون المرتبطة ب DNA، ما يسبب فكّ التفاف DNA إلى خيوط بيضاء طويلة.

٥. لا تحتوي بدائيات النواة مثل البكتيريا على DNA داخل غلاف نووي، لذلك يؤدي تحلل غشاء الخلية فقط إلى إطلاق DNA، كما لا تحتوي بدائية النواة على هستونات مرتبطة ب DNA، وبالتالي لا توجد حاجة إلى إضافة البروتييز (على الرغم من وجود بعض البروتينات الأساسية الشبيهة بالهستون والتي ترتبط بـ DNA). لذلك، قد يكون استخلاص DNA من مزرعة بكتيرية أسهل.

إجابات أسئلة نهاية الوحدة لكتاب التجارب العملية والأنشطة:

١. أ. ١. عملية نسخ.

٢. RNA الناقل/ tRNA.

٣. رايبوسوم.

٤. التركيب (ك) يرتبط مؤقتًا بالكودون المكمل على mRNA، ويحدد الكودون المضاد لـ tRNA الحمض الأميني المعيّن الذي سيحمله tRNA، وبالتالي يضمن tRNA وكودونه المضاد نقل الحمض الأميني الصحيح ويربطه بسلسلة عديد الببتيد النامية.

ب. يؤدي حذف نيوكليوتيد واحد إلى تغيّر في الشيفرة الثلاثية، لذا ستشفر حمضًا أمينيًا مختلفًا، يُدرج في عديد الببتيد. وبالإشارة إلى انزياح الإطار، ستتأثر جميع الثلاثيات أو الأحماض الأمينية التالية، ويختلف التركيب الأولي للبروتين، وبالتالي التركيب الثالثي، ولا يستطيع الموقع النشط الارتباط مع المادة المتفاعلة.

٢. أ. ١. CCA TAG CAC GTT ACA ACG TGA AGG TAA

يجب أن تكون جميع القواعد صحيحة ومرتبة على شكل ثلاثيات.

٢. CCA UAG CAC GUU ACA ACG UGA AGG UAA

يجب أن تكون جميع القواعد صحيحة ومرتبة على شكل ثلاثيات.

ب. ١. جزيء الإنسولين كبير جدًا، وهو محب للماء أو لا يمكن أن يمر عبر الطبقة الثنائية للدهون المفسفرة.

٢. بروتين سكري.

٣. لا يمكن أن يمر الجلوكوز عبر الطبقة الثنائية للدهون المفسفرة، ويمكن أن ينتقل فقط إلى داخل الخلية عبر البروتينات الناقلة بواسطة الانتشار المسهّل (اقبل النقل النشط). ينتقل الجلوكوز مع منحدر التركيز (إلى داخل الخلية) ولذلك فإن زيادة عدد هذه البروتينات يؤدي إلى زيادة انخفاض تركيز الجلوكوز في الدم.

ج. ١. الطفرة هي تغيّر عشوائي أو غير متوقع في تتابع قواعد DNA. وهي تغيّر في عدد الكروموسومات أو تركيبها.

٢. ملاحظة: تم تغيير حمض أميني واحد فقط – وبالتالي لن يحدث انزياح الإطار في تتابع الأحماض الأمينية أو التركيب الأولي للإنسولين، ما أدى إلى تغيّر في تركيبه الثالثي. وبالتالي لم يعد شكل موقع الارتباط مكملًا لشكل المستقبل.

٣. لديهم كروموسومان يحملان جين الإنسولين. قد يكون الجين الآخر طبيعيًا، لذا لا يزال بإمكانهم إنتاج بعض الإنسولين الطبيعي.

٣. أ. ١. الرايبوسومات في بدائية النواة أصغر منها في حقيقية النواة.

٢. تتوزع الرايبوسومات حرة في السيتوبلازم في بدائية النواة؛ أما في حقيقية النواة، فتتوزع الرايبوسومات حرة في السيتوبلازم كما توجد على الشبكة الأندوبلازمية الخشنة، ويوجد بعضها في البلاستيدات الخضراء والميتوكندريا.

ب. تثبت الرايبوسومات tRNA في موقع الكودون المكمل على mRNA، ويمكن أن يستقبل الرايبوسوم جزيئَين من tRNA في الوقت نفسه في موقعين لربط جزيئين من tRNA في كل مرة. تتكوّن رابطة ببتيدية بين الأحماض الأمينية المتجاورة. ويتحرك الرايبوسوم على طول شريط mRNA، لذا يرتبط جزيئا tRNA بتتابع يحدده تتابع الكودونات على mRNA. أي إجابة صحيحة أخرى، على سبيل المثال، أن يذكر كودونات البدء والإيقاف.

ج. ١. طفرة استبدال

٢. يجب أن تشمل الإجابات ما يلي:

- تشفر ثلاثية أو كودون واحد لحمض أميني واحد،
- الكودون الوحيد الذي يتغير، يمكن أن ينتج منه حمض أميني مختلف في سلسلة عديد الببتيد الناتجة،
- والذي يمكن أن يؤدي إلى تغيير في طريقة ارتباط الأحماض الأمينية بعضها مع بعض في التركيب الثانوي/الثالثي لعديد الببتيد،
- لذلك ربما لا يكون عديد الببتيد أو البروتين الناتج فاعلًا أو لا يعمل بشكل جيد.

٣. يمكن أن تشمل الإجابات ما يلي:

- في فقر الدم المنجلي، تشمل الطفرة تغيير الثلاثية CTT إلى CAT في تتابع DNA.
- تحل القاعدة U (اليوراسيل) مكان القاعدة T (الثايمين) في RNA.
- mRNA مكمل لـ DNA
- لذا، فإن الثلاثية CTT في DNA ستشفر لـ GAA في mRNA، لكن CAT في DNA ستشفر لـ GUA في mRNA.
- يشفر الكودون GAA للحمض الأميني حمض الجلوتاميك بينما يشفر الكودون GUA للحمض الأميني فالين.
- لذا فإن تغيير حمض أميني واحد يؤدي إلى تغيير في سلسلة عديد الببتيد الناتجة.

٤. تحدث طفرة انزياح الإطار عن طريق إدخال قاعدة أو حذفها الأمر الذي يُحدث تغيير في الشيفرات الجينية التالية بأكملها، حيث يحدث انزياح لجميع القواعد من موضع الطفرة حتى النهاية، وبالتالي من المحتمل أن تكون جميع الأحماض الأمينية المشفرة غير صحيحة، ما يؤدي إلى عديد ببتيد غير فعّال وظيفيًا.

الوحدة الثانية

الوراثة

نظرة عامة

في هذه الوحدة، يبني الطلبة معرفتهم بتركيب DNA ووظيفته، التي اكتسبوها من الوحدة الأولى لاستكشاف كيفية توارث الخصائص أو الصفات في الكائنات الحية. ثمّة فرصة متاحة للاستخدام العملي للفحص المجهري بهدف دراسة الانقسام الاختزالي، وكذلك فرص للطلبة لتطوير مهاراتهم الحسابية.

مخطط التدريس

أهداف الموضوع	الموضوع	عدد الحصص	المصادر في كتاب الطالب	المصادر في كتاب التجارب العملية والأنشطة
٢-١ ٢-٢ ٢-٣ ٢-٤ ٢-٥	٢-١ الأمشاج والتكاثر	٣	• قبل أن تبدأ بدراسة الوحدة • الأشكال من ٢-١ إلى ٢-٣ • الصور من ٢-٢ إلى ٢-٤ • الجدول ٢-١ • الأسئلة من ١ إلى ٦	• استقصاء عملي ٢-١: دراسة أطوار الانقسام الاختزالي في المتك • أسئلة نهاية الوحدة: ١ الجزئية (أ)
٢-٦ ٢-٧	٢-٢ كيف يحدث التباين الجيني؟	١	• الأشكال من ٢-٤ إلى ٢-٦ • الجدول ٢-٢	• نشاط ٢-١: وصف الانقسام الاختزالي • أسئلة نهاية الوحدة: ١ الجزئية (ب)
٢-٨	٢-٣ الوراثة	١	• العلوم ضمن سياقها: قطط الأوسي	• نشاط ٢-٢: مصطلحات في علم الوراثة
٢-٩ ٢-١٠ ٢-١١ ٢-١٢	٢-٤ الوراثة والمخططات الجينية	٥	• الشكلان ٢-٧ و ٢-٨ • الأسئلة من ٧ إلى ٢٢ • أسئلة نهاية الوحدة: ١ و ٢ و ٣	• نشاط ٢-٣: إجابات أسئلة تتضمن تزاوجات ثنائية الهجين • نشاط ٢-٤: تزاوج آخر لثنائي الهجين • نشاط ٢-٥: الارتباط بالكروموسوم الجسدي • نشاط ٢-٦: الارتباط والعبور • نشاط ٢-٧: التفوق الجيني • استقصاء عملي ٢-٢: نمذجة تكرار الأليلات
٢-١٣	٢-٥ الجينات والبروتينات والطراز المظهري	٢	• الشكل ٢-٩ • الصورة ٢-٥	• أسئلة نهاية الوحدة: ٢ و ٥
٢-١٤ ٢-١٥ ٢-١٦	٢-٦ التحكم في التعبير الجيني	٢	• الشكلان ٢-١٠ و ٢-١١ • أسئلة نهاية الوحدة: ٤ و ٥	• نشاط ٢-٨: التحكم في التعبير الجيني • أسئلة نهاية الوحدة: ٣ و ٤

الموضوع ٢-١: الأمشاج والتكاثر

يطوّر الموضوع معرفة الطلبة بعملية الانقسام الاختزالي.

الأهداف التعليمية

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

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 النباتيّة والخلايا الحيوانيّة 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 يفسر الصور المجهريّة الضوئيّة والرسوم التخطيطيّة للخلايا في مراحل الانقسام الاختزالي المختلفة، ويحدّد الأطوار الرئيسيّة للانقسام الاختزالي.

عدد الحصص المقترحة للتدريس

يخصص لتنفيذ هذا الموضوع ثلاث حصص كل واحدة منها ٤٠ دقيقة.

المصادر المرتبطة بالموضوع

المصدر	الموضوع	الوصف
كتاب الطالب	قبل أن تبدأ بدراسة الوحدة	• ما الذي يجعل الانقسام المتساوي ينتج خلايا جديدة متطابقة مع الخلية الأصلية؟
	الأشكال من ٢-١ إلى ٢-٣	• الأشكال تبيّن أهمية أن تكون الأمشاج أحادية المجموعة الكروموسومية، وأطوار عملية الانقسام الاختزالي، ورسم تفسيري للثنائيات المتكافئة
	الصور ٢-٢ إلى ٢-٤	• الصور المرتبطة بالكروموسومات، وأطوار الانقسام الاختزالي
	الجدول ٢-١	• الجدول المرتبط بالسؤال ٦
	الأسئلة من ١ إلى ٦	• الأسئلة المرتبطة بالانقسام الاختزالي
كتاب التجارب العمليّة والأنشطة	استقصاء عملي ٢-١	• دراسة أطوار الانقسام الاختزالي في المتك
	أسئلة نهاية الوحدة: ١ الجزئية (أ)	• السؤال المرتبط بالانقسام الاختزالي في النبات

المفاهيم الخاطئة وسوء الفهم

- غالبًا ما يخلط الطلبة بين المصطلحَين العلميين **الكروموسوم** و**الكروماتيد**. ساعد الطلبة على تنفيذ رسم تخطيطي يوضح DNA لخلية خلال سلسلة من العمليات، بما في ذلك الانقسام المتساوي، والانقسام الاختزالي، والتلقيح والإخصاب، طوال فترة من الزمن.
- غالبًا ما يعتقد الطلبة خطأً أن أحداث الانقسام الاختزالي الثاني هي تكرار للانقسام الاختزالي الأول.

أنشطة تمهيدية

في ما يأتي اقتراحان لنشاطَين يمكن استخدامهما كمحفزَين للموضوع. يعتمد اختيار النشاط على المصادر المتوافرة، وعلى الزمن المتاح، وعلى مدى تقدم الطلبة في هذا الموضوع.

١ فكرة (أ)

شجِّع الطلبة على تذكر الانقسام المتساوي، الذي درسوه في الصف الحادي عشر، ثم وزّع عليهم أوراق A4 مكتوبًا على أحد وجهَي الورقة حرف واحد من الأحرف: (أ) أو (ب) أو (ج) أو (د). اختر ثلاثة إلى خمسة أسئلة اختيار من متعدد واكتبها على السبورة أو اعرضها على الشاشة، واطلب إليهم رفع الورقة التي يعتقدون أن الحرف المكتوب عليها يمثل الإجابة الصحيحة، لكل من أسئلة الاختيار من متعدد المدونة على السبورة.

يمكن أن تشمل الأسئلة الأمثلة الآتية:

١. في أي طور من أطوار دورة الخلية يحدث تضاعف DNA؟

أ. الطور M

ب. الطور G_2

ج. الطور S (**إجابة صحيحة**)

د. الطور G_1

٢. أحد أدوار الانقسام المتساوي هو:

أ. إنتاج الأمشاج

ب. التكاثر اللاجنسي (**إجابة صحيحة**)

ج. توليد الطاقة

د. إنتاج أبناء مختلفين جينيًّا

٣. يسمى الطور حيث تصطف الكروموسومات على امتداد خط استواء الخلية:

أ. الطور الانفصالي

ب. الطور النهائي

ج. الطور التمهيدي

د. الطور الاستوائي (**إجابة صحيحة**)

› **أفكار للتقويم:** ناقش أسئلة الاختيار من متعدد التي أجاب عنها معظم الطلبة بإجابات غير صحيحة، وشجعهم على العمل في ثنائيات لبناء سلسلة من «أفضل النصائح» لطلبة الصف الحادي عشر لمساعدتهم في فهم الانقسام المتساوي.

٢ فكرة (ب)

قطع الدومينو الديناميكية. زوّد كل طالب بقطعة من الورق مقسمة إلى نصفَين، بحيث يحتوي النصف الأول على مصطلح علمي يرتبط بالانقسام المتساوي، ويحتوي النصف الآخر على تعريف لا يرتبط بالمصطلح العلمي نفسه. ومن الأمثلة على ذلك الطور الانفصالي، وخط الاستواء للخلية، وخيوط المغزل، والحيز الحركي. اسمح للطلبة بالتجول في جميع أنحاء غرفة الصف للعثور على الزميل الذي لديه الدومينو مع تعريف المصطلح العلمي الخاص بهم، وعلى زميل آخر لديه المصطلح العلمي المناسب للتعريف الذي لديهم. وفي النهاية، يجب على الطلبة أن يصطفوا لترتيب التعريفات بمحاذاة المصطلحات العلمية المرتبطة بها.

› **أفكار للتقويم:** يمكن استخدام هذا النشاط للتقويم التكويني للمعرفة السابقة للطلبة بالانقسام المتساوي قبل البدء بدراسة هذا الموضوع ذي الصلة. بناءً على الصعوبة التي يواجهها الطلبة، وفي ضوء إجاباتهم، وتمهيدًا لهذا الموضوع، يمكنك تخصيص خمس دقائق في مراجعة معرفتهم لبعض المفاهيم التي تمّت دراستها في الصف الحادي عشر.

الأنشطة الرئيسية

في ما يأتي أنشطة تعلميّة يمكنك اختيار ما تراه مناسبًا منها لتكييف خطة الموضوع بما يتواءم مع احتياجات الطلبة.

١ نمذجة الانقسام الاختزالي (٤٥ دقيقة)

يمكن استخدام قصبات بلاستيكية ملونة والخرز لتكوين نماذج للكروموسومات، ويمكن تمثيل كل كروموسوم عن طريق تكوين صفَّين متوازيَّين من الخرز، يمثل كل صف منهما كروماتيدًا واحدًا. صل كل صفَّين معًا بطريقة ما (بواسطة مشبك أو أي أداة تثبيت صغيرة أخرى) لتمثيل السنترومير. ومن المفيد أن تكون ثلاثة نماذج من أزواج الكروموسومات المتماثلة من حجوم أو ألوان مختلفة. اطلب إلى الطلبة استعراض سلوك زوجَين متماثلين من الكروموسومات المتماثلة في الانقسام الاختزالي الأول والثاني. يجب أن يفهموا أن ازدواج الكروموسومات المتماثلة وانفصالها هو قوام مبدأ التوزيع الحر لأزواج الأليلات. وباستخدام نماذج الكروموسومات، ساعد الطلبة على ترتيبها كما في الطور الاستوائي الأول والثاني من الانقسام الاختزالي، قبل مطالبتهم بإكمال كل عملية. سيمكّنك التجول في غرفة الصف وتحدي الطلبة لتوضيح عملهم من إجراء تقويم فعّال في الوقت المخصص للتعلم، وإعطائهم التغذية الراجعة بالوسائل المرئية.

› **أفكار للتقويم:** يجب تشجيع الطلبة على تنفيذ رسوم تخطيطية بسيطة للنماذج التي يطوّرونها في هذا النشاط؛ ويمكنك بدلًا من ذلك، تزويدهم برسوم تخطيطية للكروموسومات المتماثلة ملوّنة بألوان مختلفة، تبيّن مواقع الكيازماتا. فاطلب إلى الطلبة عمل رسوم تخطيطية للكروموسومات الهجينة (زوج من الكروموسومات كل كروموسوم بلون مختلف عن الأخر) التي يتوقع أن يتم تكوينها.

٢ الاستقصاء العملي ٢-١: دراسة أطوار الانقسام الاختزالي في المتك (٤٠ دقيقة)

اطلب إلى الطلبة الرجوع إلى الاستقصاء العملي ٢-١ الوارد في كتاب التجارب العملية والأنشطة. في هذا الاستقصاء، سيشاهد الطلبة أطوار الانقسام الاختزالي في شرائح مجهرية معدّة لمتك غير ناضج من نبات **الزنبق** *Lilium*. في مقاطع المتك، تظهر خلايا حبوب اللقاح الأصلية ثنائية المجموعة الكروموسومية وهي تنقسم عن طريق الانقسام الاختزالي

لتكوين خلايا أحادية المجموعة الكروموسومية، فاطلب إلى الطلبة تحديد أطوار الانقسام الاختزالي المختلفة، ورسم رسوم تخطيطية لها مع كتابة مسمياتها. الصورة ٢-٤ الواردة في كتاب الطالب تساعد الطلبة في تحديد الأطوار في الصور المجهرية.

› **أفكار للتقويم:** اطلب إلى الطلبة رسم أي طور من أطوار الانقسام الاختزالي وإضافة تعليقات توضيحية على رسومهم التخطيطية، وأكد لهم أن عليهم استخدام شبكة العدسة العينية ومقياس المنضدة لقياس أبعاد الرسوم وإضافة شريط مقياس مرجعي.

٣ مقارنة الأمشاج (٢٠ دقيقة)

شجع الطلبة على إجراء بحث للعثور على عدد الكروموسومات في الخلايا ثنائية المجموعات الكروموسومية وفي الأمشاج لمجموعة من الكائنات الحية، بما في ذلك تلك التي تحتوي على عدد قليل جدًا (مثل البعوض $2n = 6$)، إلى عدد كبير جدًا (مثل الدب القطبي $2n = 74$). بالنسبة إلى خلية بها عدد صغير من الكروموسومات، قم بتحدي الطلبة لرسم عدد من أطوار الانقسام الاختزالي لإظهار موضع الكروموسومات، و/أو تحديد عدد الثنائيات المتكافئة في الطور الاستوائي الأول، والأجسام المركزية في الطور الانفصالي الثاني، وهكذا.

› **أفكار للتقويم:** تحدَّ الطلبة لكتابة أقصر جملة ممكنة باستخدام المصطلحات العلمية (**مشيج، اندماج، إخصاب، أحادية المجموعة الكروموسومية، ثنائية المجموعة الكروموسومية، زيجوت**) والقيم العددية ذات الصلة بالكائنات التي درسوها في هذا النشاط. هذه طريقة جيدة لتركيز الطلبة على تطوير مهارات التفكير العليا لديهم لفهم معنى هذه المصطلحات، العلمية بدلًا من مجرد تذكرها. ولتمكين بعض الطلبة من تنفيذ هذه المهمة، زوِّدهم بالعبارتَين الأولى والأخيرة أو قلل عدد المصطلحات العلمية التي يُتوقع منهم استخدامها.

التعليم المتمايز (تفريد التعليم)

التوسّع والتحدي

- شجع الطلبة على تحويل صورة مجهرية ضوئية أو رسم تخطيطي للانقسام الاختزالي إلى سلسلة من العبارات (أو العكس).
- قدم بعض المعلومات الأساسية عن الاختلالات الكروموسومية مثل متلازمة داون Down syndrome، واطلب إليهم أن يقترحوا كيف يمكن وراثة كروموسومين متماثلين من أب واحد. قدم للطلبة أفكارًا للحل إذا احتاجوا إليها (على سبيل المثال، «استخدم المصطلحات سنترومير، خيوط المغزل، قطبي الخلية في إجابتك»).

الدعم

- وفر إطار كتابة لمساعدة الطلبة على كتابة استنتاج وتقييم للاستقصاء العملي. يجب أن يحتوي هذا الإطار على سلسلة من الجمل النموذجية، ولكن مع إزالة المصطلحات العلمية.
- يجب على الطلبة مراجعة الانقسام المتساوي بتعمق قبل البدء بدراسة الانقسام الاختزالي. يُعدّ رسم الجداول، وكتابة الملخصات، والإجابة عن أسئلة بسيطة أنشطة أولية قبلية مفيدة. وبدلًا من ذلك يمكن تكوين مخطط فن (Venn diagram)، والذي يتضمن:
  - الأطوار الفرعية للانقسام الاختزالي
  - التراكيب التي تنفصل
  - ما إذا كانت هناك آليات تُدخل التباين الجيني في الأمشاج أم لا.

تلخيص الأفكار والتأمّل فيها

- اطلب إلى الطلبة تنفيذ مخططات انسيابية أو عمل شريط كرتوني، يعرض جميع أطوار الانقسام الاختزالي بالترتيب. يجب على الطلبة إضافة مسميات الرسوم والتعليقات التوضيحية بدقة، واطلب اليهم استخدام ألوان متنوعة للكروموسومات المختلفة. كما يجب أن يساعد الشكل ٢-٢ في تنفيذ هذا النشاط.

التكامل مع المناهج

مهارة القراءة والكتابة

اعرض المصطلحات العلميّة عند ورودها خلال الموضوع على السبورة، فهو يعزز أهميّة المصطلحات ويساعد الطلبة على استخدامها بصورة أفضل.

المهارة الحسابية

سيساعد حساب عدد الكروموسومات والكروماتيدات في كل طور من أطوار الانقسام الاختزالي في ضمان فهم الطلبة للعملية. كرر ذلك مع عدد مختلف من الكروموسومات للتحقق من فهمهم.

الموضوع ٢-٢: كيف يحدث التباين الجيني؟

يستمر هذا الموضوع في تطوير معرفة الطلبة بعملية الانقسام الاختزالي، مع التركيز على الأحداث التي تؤدي إلى الطبيعة الفريدة جينيًا للأمشاج أحادية المجموعة الكروموسومية.

الأهداف التعليمية

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

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

عدد الحصص المقترحة للتدريس

يخصص لتنفيذ هذا الموضوع حصة واحدة من ٤٠ دقيقة.

المصادر المرتبطة بالموضوع

المصدر	الموضوع	الوصف
كتاب الطالب	الأشكال من ٢-٤ إلى ٢-٦	• الأشكال المرتبطة بالأليلات والتباين الجيني
	الجدول ٢-٢	• يبيّن الجدول أسباب وتأثيرات المصادر الثلاثة للتباين الجيني
كتاب التجارب العمليّة والأنشطة	نشاط ٢-١	• وصف الانقسام الاختزالي
	أسئلة نهاية الوحدة: ١ الجزئية (ب)	• السؤال المرتبط بكيفية حدوث التباين الجيني

المفاهيم الخاطئة وسوء الفهم

- من الشائع جدًا أن يصف الطلبة عملية العبور بتفاصيل غير كافية أو بشكل غير دقيق، حيث يتم تعريفه على أنه «تبادل المادة الجينية بين الكروماتيدات غير الشقيقة للكروموسومات المتماثلة أثناء الانقسام الاختزالي الأول».
- من الخطأ الشائع التفكير في حدوث عملية العبور بين الكروموسومات أثناء عملية الإخصاب. يتم تبادل المادة الجينية في الكروموسومات الموروثة من الوالدَين في الخصيتَين أو المبيضَين.

أنشطة تمهيدية

في ما يأتي اقتراح لنشاط يمكن استخدامه كمحفز للموضوع. يعتمد اختيار النشاط على المصادر المتوافرة، وعلى الزمن المتاح، وعلى مدى تقدم الطلبة في هذا الموضوع.

فكرة

اعرض المصطلحات العلمية المرتبطة بالدروس السابقة في شكل «لوحة مصطلحات». قم بتضمين مسميات أطوار الانقسام الاختزالي، وكذلك المصطلحات العلمية مثل **الإخصاب**، و**الزيجوت**، و**الكروموسومات المتماثلة**. واطلب إلى الطلبة إعداد

ثلاثة أسئلة اختيار من متعدد خاصة بكل منهم باستخدام المصطلحات العلمية المذكورة في «لوحة المصطلحات» كخيارات للإجابات المتعددة لكل سؤال اختيار من متعدد يكتبونه.

› **أفكار للتقويم:** شجع الطلبة على أن يختبر بعضهم بعضًا في استخدام أسئلة الاختيار من متعدد لتقويم مدى فهمهم واستيعابهم.

الأنشطة الرئيسية

توضيح الاصطفاف العشوائي (٣٠ دقيقة)

من أكثر الطرائق فاعلية لتوضيح كيف ينتج من الاصطفاف العشوائي والتوزيع الحر عدد كبير من الأمشاج الممكنة هي صنع واستخدام نماذج مشابهة لتلك التي تم إنتاجها في النشاط السابق (نمذجة الانقسام الاختزالي)، فمن الناحية المثالية، يجب استخدام ما لا يقل عن ثلاثة أزواج متماثلة من الكروموسومات، يتكوّن كل منها من زوج من الكروماتيدات الشقيقة. وضّح للطلبة كيف يمكن فصل هذه الكروماتيدات إلى ثمانية أمشاج فريدة التركيب الكروموسومي (يمكن استخدام كاميرا رقمية لتصوير مجموعات التراكيب المختلفة للكروموسومات). إذا توافر لديك وقت، فأضف زوجًا رابعًا من الكروموسومات المتماثلة إلى العرض التوضيحي، وبيّن كيف يمكن إنتاج 16 مشيجًا كل منها فريد في تركيبه الكروموسومي. تحدَّ الطلبة للتنبؤ بعدد الأمشاج الفريدة التركيب الكروموسومي التي سيتم إنتاجها إذا تمّ استخدام خمسة أو ستة أو أكثر من أزواج الكروموسومات المتماثلة.

› **أفكار للتقويم:** زوّد الطلبة بسلسلة من الرسوم التخطيطية التي تبيّن الاصطفاف العشوائي والتوزيع الحر للكروموسومات. وقدّم الدعم لهم لكتابة وصف شامل للعملية. هذا مفهوم من المفاهيم التي يصعب وصفها، لذلك يمكنك توفير مقطع نصّي يحتوي على عدد من الكلمات المفقودة (والتي يتم توفيرها للطلبة لاختيار ما يناسب منها) ليستعينوا بها لإنجاز المهمة.

التعليم المتمايز (تفريد التعليم)

التوسع والتحدي

- اطلب إلى الطلبة أن يبحثوا عن سبب تعرض موز كافنديش Cavendish banana، وهو من أكثر أنواع الموز شهرة، للتهديد (بالانقراض) بسبب نقص التباين الجيني. لماذا من المهم إذًا الحفاظ على التباين الجيني في السلالات والأنواع الزراعية التي نستخدمها؟ وكيف يمكن القيام بذلك؟ سوف يعاود الطلبة دراسة موضوع علم الوراثة والحفاظ على التباين عندما يتعرفون إلى الجهود المبذولة للحفاظ على التنوع البيولوجي في الفصل الدراسي الثاني.
- ناقش كيف يمكن لشقيقين أن يكونا متشابهين جدًّا على الرغم من أنهما تكوّنا من أمشاج مختلفة. شجع الطلبة على التفكير في الإحصاءات السكانية واحتمالات الاصطفاف العشوائي والتوزيع الحر للكروموسومات التي تؤدي إلى إنتاج أمشاج متشابهة وإن كانت غير متطابقة.

الدعم

- اطرح الأسئلة باستخدام المصطلحات العلمية الرئيسية؛ على سبيل المثال:
  - باستخدام المصطلحَين العلميين **منصف** و **تباين** في إجابتك، اشرح أهمية الانقسام الاختزالي في الكائنات الحية التي تتكاثر جنسيًا.

- الرسوم المتحركة للانقسام الاختزالي، مثل هذه:

https://www.cellsalive.com/meiosis_js.htm

مفيدة بشكل كبير، لأنها توضح كيف يمكن أن يؤدي الانقسام الاختزالي الثاني إلى تشكل أو استدارة خيوط المغزل أو خط أستواء الخلية بـ 90° مقارنة بموضع خيوط المغزل أو خط استواء الخلية في الانقسام الاختزالي الأول، وكيف تكون الكروموسومات المتماثلة المختلفة الملوّنة قادرة على تبادل المادة الجينية أثناء عملية العبور.

- النشاط ٢-١: وصف الانقسام الاختزالي الوارد في كتاب التجارب العملية والأنشطة هو نشاط منخفض الصعوبة ومرتبط بالموضوع. في هذا النشاط، يُطلب إلى الطلبة مطابقة أسماء أطوار الانقسام الاختزالي مع أحداث كل طور، ثم يطلب إليهم إضافة نجمة إلى المرحلة (المراحل) التي تحدث فيها عملية العبور.
- الرسوم المتحركة التي تبيّن عملية العبور مفيدة أيضًا، مثل هذه الرسوم المتحركة من موقع «الحمض النووي من البداية» أو «DNA from the beginning»

وهذا من الموقع الإلكتروني:

http://www.dnaftb.org/11/animation.html

تلخيص الأفكار والتأمّل فيها

اطلب إلى الطلبة العمل في ثنائيات أو مجموعات من ثلاثة طلبة لتحديد «المصطلح الشاذ» بين ثلاثة مصطلحات علمية. اعرض المصطلحات الثلاثة على السبورة أو زوّد الطلبة بها على ورق، طالبًا إليهم مناقشة المصطلح العلمي الأقل ارتباطًا بالمصطلحَين العلميين الآخرَين، مع تبرير أجوبتهم. تشمل الأمثلة:

- ما المصطلح الشاذ: الطور الاستوائي الأول، الطور الانفصالي الأول، الطور الاستوائي الثاني؟

(الطور الاستوائي الثاني هو المصطلح الشاذ لأنه لا يحتوي على الكروموسومات المتماثلة).

- ما المصطلح الشاذ: عملية العبور، الاصطفاف العشوائي، الإخصاب العشوائي؟

(الإخصاب العشوائي هو المصطلح الشاذ لأنه لا يمثل عملية ينتج منها حدوث التباين في الأمشاج).

افتح مجالًا للمناقشة بين جميع الطلبة حول الإجابات المقدّمة. لاحظ أن نمط الأمثلة الذي يتضمن شطب المصطلح العلمي «الشاذ» ليس محسومًا، ويمكن أن يؤدي إلى مناقشات متعمقة وجدال كبير.

التكامل مع المناهج

مهارة القراءة والكتابة

إن الطلب إلى الطلبة كتابة تعريفاتهم الخاصة للتوزيع الحر والإخصاب العشوائي وعملية العبور (من دون الرجوع إلى كتاب الطالب) سيساعدهم على التفكير في الاختلافات والتشابهات بين هذه المصطلحات العلمية.

المهارة الحسابيّة

اطلب إلى الطلبة أن يبيّنوا أنه، بسبب التوزيع الحر للكروموسومات أثناء الانقسام الاختزالي، هناك $2n$ محتملة من الكروموسومات لكلا الأبوين، حيث n هو العدد الفردي للكروموسومات.

الموضوع ٢-٣: الوراثة

يستعرض هذا الموضوع المصطلحات العلمية الشائعة المستخدمة في دراسات علم الوراثة وأنماط الوراثة. لقد سبق للطلبة دراسة هذه المفاهيم في الصف العاشر، وقد يتذكّرون أنماط الوراثة لبعض هذه الصفات، وربما لا يعرف الطلبة عن وراثة الصفات أو الخصائص ذات السيادة المشتركة، أو وراثة الصفات ذات الأليلات المتعددة أو وراثة الجينات المرتبطة بالجنس.

الأهداف التعليمية

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

عدد الحصص المقترحة للتدريس

يخصص لتنفيذ هذا الموضوع حصة واحدة من ٤٠ دقيقة.

المصادر المرتبطة بالموضوع

المصدر	الموضوع	الوصف
كتاب الطالب	العلوم ضمن سياقها	• قطط الأوسي Ocicats
كتاب التجارب العمليّة والأنشطة	نشاط ٢-٢	• مصطلحات في علم الوراثة

المفاهيم الخاطئة وسوء الفهم

- غالبًا ما يكتب الطلبة «**الجين**» في حين يقصدون «**الأليل**».
- عندما يختار الطلبة الرموز لتمثيل الأليلات، شجعهم على استخدام أحرف لا يمكن أن يخطئوا فيها (على سبيل المثال **A** و **a** بدلًا من **S** و **s**).
- غالبًا ما يشير الطلبة إلى وراثة الأمراض كأمثلة، متجاهلين وراثة الصفات (الخصائص).

أنشطة تمهيدية

فيما يأتي اقتراحان لنشاطَين يمكن استخدامهما كمحفزين للموضوع. يعتمد اختيار النشاط على المصادر المتوافرة، وعلى الزمن المتاح، وعلى مدى تقدم الطلبة في هذا الموضوع.

١ فكرة (أ)

وجّه الطلبة إلى المشاركة في «دفيئة الأفكار»، بحيث يعملون في ثنائيات لإنجاز قائمة حول ما يعرفونه عن المصطلحات العلمية الأساسية التي تمّت دراستها في هذا الموضوع. اطلب إلى الثنائيات الانضمام إلى مجموعات من أربعة ثم إلى مجموعات من ثمانية، لمناقشة القوائم بشكل أوسع والتوصل إلى قائمة متّفق عليها من النقاط. شجع طالبًا أو اثنَين من كل مجموعة على كتابة نقاطهم على لوحة غرفة الصف على شكل «خريطة ذهنية».

› **أفكار للتقويم:** قيّم مدى معرفة الطلبة، واعمل على توسيع تفكيرهم من خلال التنقل بين المجموعات وإضافة المصطلحات العلمية إلى المناقشات. يجب أن تشمل هذه المصطلحات العلمية: **الجين**، و**الأليل**، و**الطراز الجيني**، و**الطراز المظهري**، و**متماثل الأليلات وغير متماثل الأليلات**.

٢ فكرة (ب)

اطلب إلى الطلبة قراءة محتوى «العلوم ضمن سياقها» الوارد في كتاب الطالب: قطط الأوسي Ocicats. وزّعهم في ثنائيات، واطلب إليهم تكوين سجل النسب (شجرة العائلة) لإظهار كيف تمّ إنتاج قطط الأوسي الموصوفة.

› **أفكار للتقويم:** اطرح أسئلة إضافية بما في ذلك تلك المدرجة في كتاب الطالب.

- في ضوء معرفتك بكيفية عمل الجينات، اقترح كيف يمكن للأشكال المختلفة من الجين إنتاج ألوان فراء مختلفة في قطة أو في حيوان آخر.
- في ضوء معرفتك بالجينات وكيفية عملها، كيف تفسر إنجاب قطة مرقطة من أبوين غير مرقطين؟

الأنشطة الرئيسية

دوارة (كاروسيل) مصطلحات علمية رئيسية (٤٠ دقيقة)

ضع على الجدران حول غرفة الصف عددًا من الأسئلة الوراثية واطلب إلى الطلبة التجول حول الغرفة لحلها ضمن عمل ثنائي. صنّف هذه الأسئلة التعاونية بالإشارة إلى مستوى التحدي الخاص بها، بدءًا من تلك التي تطلب تزاوجًا أحادي الهجين بسيطًا يتضمن أليلات سائدة ومتنحية، إلى تلك التي تتناول السيادة المشتركة والأليلات المتعددة (مثل فصائل الدم ABO البشرية)، إلى الجينات المرتبطة بالجنس. يمكن تضمين تزاوج اختباري كخيار للتمييز بين الطرز الجينية السائدة متماثلة الأليلات وغير متماثلة الأليلات. ولضبط وتيرة سير النشاط، دُقّ جرسًا أو أطلق إنذارًا بعد كل دقيقتَين إلى ثلاث دقائق للإشارة إلى أن المجموعات يجب أن تنتقل إلى السؤال التالي.

بمجرد إنهاء جميع المجموعات لجميع الأسئلة، لخص أهم نتاجات التعلم في مناقشة صفية، بما في ذلك:

- النسب المعتادة للطرز المظهرية التي لوحظت في هذه التزاوجات.
- ظهور الطرز المظهرية الثلاثة عندما يتم التحكم في الصفة بأليلات ذات سيادة مشتركة.
- ملاحظة أن هناك عددًا أقل من المواقع الكروموسومية على الكروموسوم Y مقارنة بالكروموسوم X، لذا تكون الصفات المرتبطة بالجنس أكثر شيوعًا عند الذكور منها عند الإناث.

› **أفكار للتقويم:** وفّر للطلبة مخططات نسب تُظهر أنماط الوراثة للحالات المرضية الوراثية التي تظهر سيادة تامة (مثل التليف الكيسي)، والسيادة المشتركة (مثل فقر الدم المنجلي)، والأليلات المتعددة (مثل نظام فصائل الدم ABO في الإنسان) والجينات المرتبطة بالجنس (مثل الهيموفيليا). اطلب إلى الطلبة تحديد نوع نمط الوراثة وإيجاد الطرز الجينية للأفراد ضمن المخططات، بحيث يمكنهم أيضًا التنبؤ بالطرز الجينية والطرز المظهرية للأطفال قبل ولادتهم.

التعليم المتمايز (تفريد التعليم)

التوسّع والتحدي

- اطلب إلى الطلبة البحث في عمل جريجور مندل Gregor Mendel. يمكن للأسئلة التي يقترحونها أن تُسهم في تطوير مهارات التفكير العليا لديهم، وقد تشمل ما يلي:

- إلى أي مدى كان عمل مندل سبّاقًا وفتح أفقًا جديدًا لدراسة علم الأحياء؟
- لماذا لم يتم التعرف على قيمة عمل مندل على الفور؟
- يقال في كثير من الأحيان إن مندل كان «محظوظًا» في اختياره الصفات التي درسها عند استقصائه لعملية وراثة الصفات في نبات البازلاء. هل توافق على ذلك؟
- إلى أي مدى لا تزال استنتاجات مندل مدعومة بمعرفتنا الحالية حول علم الوراثة؟

الدعم

- تأكّد من أن الطلبة لديهم معرفة واضحة عن تركيب الكروموسوم من دراساتهم السابقة، وخصوصًا فيما يتعلق بالكروموسومَين X و Y.
- يمثل النشاط ٢-٢: «مصطلحات في علم الوراثة»، الوارد في كتاب التجارب العملية والأنشطة، نشاطًا بسيطًا لمساعدة الطلبة على استخدام المصطلحات العلمية الأساسية في هذا الموضوع. يوفر النشاط قائمة بالمصطلحات العلمية الرئيسية و ١٢ عبارة تتضمّن كلمات مفقودة على الطلبة إيجادها، كما يساعد الطلبة على اكتساب الثقة في استخدام المصطلحات العلمية الصحيحة.

تلخيص الأفكار والتأمّل فيها

- اطلب إلى الطلبة اختيار «صحيح دائمًا» أو «صحيح أحيانًا» أو «غير صحيح أبدًا» كإجابة عن عبارات مثل ما يلي:
  - الأفراد غير متماثلي الأليلات يظهرون دائمًا الطراز المظهري الذي يحدده الأليل السائد لذلك الجين. (**صحيحة دائمًا**)
  - لإجراء تزاوج اختباري، يتزاوج الفرد ذو الطراز الجيني غير المعروف مع فرد متماثل الأليلات السائدة. (**غير صحيحة إطلاقًا**)
  - يتم التحكم في سمة فردية في الطراز المظهري بواسطة جين واحد. (**صحيحة أحيانًا**)

› **أفكار للتقويم:** شجع الطلبة على الإفصاح عن الأسئلة التي وجدوا صعوبة في الإجابة عنها – وذكر السبب. قم بإجراء مناقشة يتم فيها تحديد بعض المفاهيم الخاطئة الأكثر شيوعًا. يتضمن ذلك استخدام الرموز العلوية بجوار الموقع الكروموسومي لفصيلة الدم ABO، وكيفية اختيار الحرف في حالة الأليلات السائدة والمتنحية (يجب استخدام الحرف نفسه، بشكليه الكبير والصغير)، والأليلات ذات السيادة المشتركة (يجب استخدام أحرف مختلفة).

التكامل مع المناهج

مهارة القراءة والكتابة

اعرض المصطلحات العلميّة عند ورودها خلال الموضوع على السبورة، فهو يعزز أهميّة المصطلحات ويساعد الطلبة على استخدامها بصورة صحيحة.

المهارة الحسابيّة

يمكن للطلبة البدء بتفحص النسبة المئوية للنسل الناتج من عملية تزاوج، والذي يُظهر طرازًا مظهريًا معيّنًا. سيتم تطوير هذه المهارة بشكل أكبر في الموضوع التالي.

الموضوع ٢-٤: الوراثة والمخططات الجينية

في هذا الموضوع، يستخدم الطلبة المخططات الجينية لشرح أنماط التزاوج أحادي الهجين، بما في ذلك تلك التي تتضمن الجينات المرتبطة بالجنس، والسيادة التامة، والسيادة المشتركة، والأليلات المتعددة. ويتم توضيح أنماط الوراثة من خلال أمثلة تشمل المهق، وفقر الدم المنجلي، والهيموفيليا ومرض هنتنغتون، حيث يحتاج الطلبة إلى أن يكونوا قادرين على تحديد تأثيرات هذه الأليلات الطافرة على الطرز المظهرية. سيستخدم الطلبة بعد ذلك المخططات الجينية لحل المسائل الوراثية التي تتضمن تزاوجات ثنائية الهجين، بما في ذلك تلك التي تتضمن الارتباط بالكروموسوم الجسدي والتفوق الجيني.

الأهداف التعليميّة

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.

عدد الحصص المقترحة للتدريس

يخصص لتنفيذ هذا الموضوع خمس حصص كل واحدة منهما ٤٠ دقيقة.

المصادر المرتبطة بالموضوع

المصدر	الموضوع	الوصف
كتاب الطالب	الشكلان ٢-٧ و ٢-٨	• أشكال مرتبطة بنمط وراثة قرون الاستشعار في ذبابة الفاكهة
	الأسئلة من ٧ إلى ٢٢	• أسئلة مرتبطة بالتزاوجات أحادية الهجين وثنائية الهجين، والمخططات الجينية
	أسئلة نهاية الوحدة: ١ و ٢ و ٣	• أسئلة مرتبطة بالتزاوجات الوراثية
كتاب التجارب العمليّة والأنشطة	استقصاء عملي ٢-٢	• نمذجة تكرار الأليلات
	نشاط ٢-٣	• إجابات أسئلة تتضمن تزاوجات ثنائية الهجين
	نشاط ٢-٤	• تزاوج آخر لثنائي الهجين
	نشاط ٢-٥	• الارتباط بالكروموسوم الجسدي
	نشاط ٢-٦	• الارتباط والعبور
	نشاط ٢-٧	• التفوق الجيني

المفاهيم الخاطئة وسوء الفهم

- لا يدرك الطلبة دائمًا أن نسب الصفات القابلة للتوريث تعتمد على الاحتمالات.
- غالبًا ما يقدم الطلبة مربع بانيت بمفرده بدلًا من عمل تكوين مخطط جيني كامل يتضمن مربع بانيت.
- عند رسم المخططات الجينية، لا يربط الطلبة دائمًا الطرز الجينية بالطرز المظهرية الصحيحة للأبناء.
- يخلط الطلبة أحيانًا بين سبب أو أعراض فقر الدم المنجلي والهيموفيليا.
- غالبًا ما يخطئ الطلبة في كتابة حرف علوي بجوار كروموسوم Y في المخططات الجينية.
- من المفاهيم الخاطئة الشائعة أن الكروموسوم X يحمل جينات أكثر أهمية للإناث. هذا بالتأكيد ليس صحيحًا – كما يتضح من مرض الهيموفيليا (الذي يؤثر على الدم)، الحَثَلُ العضلي (ضمور العضلات) الدوتشيني DMD – وعمى ألوان الأحمر والأخضر (يؤثر في الشبكية).
- غالبًا ما يكتب الطلبة الطرز الجينية ثنائية الهجين غير المرتبطة على النحو **ABab**، بدلًا من **AaBb**.
- يجد بعض الطلبة صعوبة في تحديد الأمشاج من الطراز الجيني في التزاوج ثنائي الهجين، فيقومون بكتابة أليلات الجينين في أمشاج منفصلة (على سبيل المثال (A) و (B) في دوائر منفصلة بدلًا من كتابة (AB) في دائرة واحدة).
- قد يجد الطلبة صعوبة في فهم الفرق بين الارتباط بالجنس والارتباط بالكروموسوم الجسدي، فذكّرهم بأن كلَيهما مرتبط بحقيقة وجود جينات متعددة على الكروموسوم نفسه.
- قد يخلط الطلبة فهمهم للتفاعلات بين الأليلات المختلفة لجين معيّن واحد في موقع كروموسومي واحد وبين التفوق الجيني (التفاعل بين جينَين في موقعَين كروموسوميَّين مختلفَين، يؤثر أحدهما في تعبير الجين الآخر).

أنشطة تمهيديّة

يجب أن يكون الطلبة قادرين على تذكّر عملية العبور ونتائجها، بالإضافة إلى المقدرة على تحليل البيانات المتعلقة بالتزاوجات أحادية الهجين. من المحتمل أنهم لا يعرفون عمليات حساب نتائج التزاوجات ثنائية الهجين، والنسب غير المتوقعة للطرز المظهرية بسبب الارتباط بالكرموسوم الجسدي والتفوق الجيني.

فيما يأتي اقتراحان لنشاطَين يمكن استخدامهما كمحفزين للموضوع. يعتمد اختيار النشاط على المصادر المتوافرة، وعلى الزمن المتاح، وعلى مدى تقدم الطلبة في هذا الموضوع.

١ فكرة (أ)

تأكد من أن الطلبة يفهمون تداعيات عملية العبور من الموضوع ٢-٢. قدم فكرة استقصاء وراثة جينَين مختلفَين، يتحكّم كل منهما في سمة مظهرية مختلفة، عن طريق تكوين مخططَين جينيين على السبورة لجينَين مختلفَين. واطلب إلى الطلبة استنباط فكرة أن عملية وراثة الصفات المختلفة تحدث بشكل مستقل بعضها عن بعض، وأن إحدى الطرائق لدراسة كيفية وراثة هذه الصفات هي الجمع بين المخططَين الجينيَّين.

› **أفكار للتقويم:** أعدّ سلسلة الخطوات المتبعة لكتابة مخطط جيني، ولكن بترتيب خاطئ، مشجعًا الطلبة على إيجاد الترتيب الصحيح.

٢ فكرة (ب)

شجع الطلبة على تذكّر معرفتهم بالمخططات الجينية من الموضوع السابق، واطلب إليهم المشاركة في نشاط «فكِّر، شارك زميلك، شارك الصف» لاقتراح إجابات للأسئلة التالية:

- ما هي الخطوات المستخدمة لتكوين مخطط جيني؟

(الطرز المظهرية للآباء، الطرز الجينية للآباء، الأمشاج، مربع بانيت، والطرز الجينية والمظهرية المتوقعة للأبناء).

- ما هي الأخطاء الأكثر شيوعًا في عملية تكوين مخطط جيني؟

(التحديد الخاطئ للطرز الجينية للآباء، ربط الطرز الجينية بالطرز المظهرية الخاطئة في الأبناء، وما إلى ذلك)

› **أفكار للتقويم:** من خلال مناقشة صفية، استنبط أفكارًا من الطلبة للتوصل إلى إجماع. يُعدّ هذا النشاط مقدمة جيدة للمخططات الجينية الأكثر تعقيدًا التي يواجهها الطلبة في هذا الموضوع.

الأنشطة الرئيسية

في ما يأتي أنشطة تعلميّة يمكنك اختيار ما تراه مناسبًا منها لتكييف خطة الموضوع بما يتواءم مع احتياجات الطلبة.

١ من بصري إلى لفظي (٣٠ دقيقة)

اطلب إلى الطلبة العمل في ثنائيات، وزوّد طالبًا واحدًا من كل ثنائية بأربعة أمثلة لمخططات جينية كاملة تم تكوينها، اثنين منها لتزاوجات أحادية الهجين، وبمثالَين آخرين لتزاوجات ثنائية الهجين (يمكن أن يُظهر هذان المثالان جينات غير مرتبطة أو جينات مرتبطة أو التفوق الجيني)، ثم زوّد الطالب الآخر بأربعة مخططات جينية فارغة. يتناوب كل واحد من الطلبة على وصف المثال المحلول لزميله باستخدام الكلمات المنطوقة فقط (لا يمكنهم الوصف عن طريق الرسم أو استخدام إشارات اليد)، بحيث يتعيّن على الزميل إعادة بناء المخطط الجيني أثناء عملية الوصف. يساعد هذا النشاط المفيد الطلبة على إدراكهم لأهمية تنظيم وإعداد مخطط جيني لتزاوج ثنائي الهجين خطوة خطوة.

› **أفكار للتقويم:** اعرض مثالًا على مخطط جيني لطالب يتضمن عدة أخطاء، قد تشمل هذه الأخطاء طرزًا جينية خاطئة، أو طرزًا جينية تمّ وضعها بشكل غير صحيح و/أو ربط الطرز الجينية بالطرز الظاهرية غير الصحيحة مع بعضها. شجع الطلبة على تصحيح هذه الأخطاء من خلال مناقشة صفية.

٢ نمذجة الجينات المرتبطة (٣٠ دقيقة)

وضّح للطلبة سبب وراثة الجينات المرتبطة (الموجودة على الكروموسوم نفسه) بطريقة غير مستقلة، وذلك عن طريق إضافة مشبكَي ورق، يمثلان جينين، إلى نماذج الكروموسومات التي أنتجها الطلبة سابقًا. في حالة الجينات المرتبطة، يتم وضع مشبكي الورق على كروموسوم واحد؛ وفي حالة الجينات غير المرتبطة، يُضاف مشبك ورق واحد إلى كروموسوم مستقل واحد. يمكن توضيح أن "تمرير" أي مشبكَين ورقيَّين على الكروموسوم نفسه سيكون في مجموعات – قد تستخدم مشابك ورق ملوّنة وألوان للإشارة إلى أن الفرد سيميل إلى وراثة أليلات معيّنة من الجينات المرتبطة. واستخدام نماذج الكروموسومات، ساعد الطلبة على فهم أن العبور قد يؤدي إلى ظهور تراكيب جديدة من الأليلات في الكروموسومات الهجينة.

› **أفكار للتقويم:** شجع الطلبة على عمل رسوم تخطيطية للنماذج التي طوروها في هذا النشاط.

٣ استقصاء عملي ٢-٢: نمذجة تكرار الأليلات (٢٠ دقيقة)

اطلب إلى الطلبة الاطلاع على الاستقصاء العملي ٢-٢ الوارد في كتاب التجارب العملية والأنشطة. في هذا الاستقصاء، يلاحظ الطلبة تكرار الأليلات في الجماعات الأحيائية من خلال نمذجة الوراثة باستخدام بذور الفاصوليا. هذا استقصاء جيد للطلبة الذين يحتاجون إلى مزيد من الدعم في فهم هذا الموضوع.

› **أفكار للتقويم:** يمكن للطلبة القيام بنمذجة أليلات الجينات المرتبطة بالجنس أو التزاوجات ثنائية الهجين.

التعليم المتمايز (تفريد التعليم)

التوسع والتحدي

يمثل هذا الموضوع فرصة جيدة للطلبة للبحث وتقديم عرض تقديمي قصير حول مرض أو صفة وراثية تثير اهتمامهم، من خلال:

- التخطيط الدقيق: يمكنك توفير فرصة التعلم المعكوس أو الصف المقلوب؛ فقد تطلب إلى الطلبة قراءة الموضوع ذي الصلة من كتاب الطالب مسبقًا، وإجراء المزيد من الأبحاث، وتقديم ملخصات قصيرة للمفاهيم في درس لاحق.
- تزويد الطلبة المتقدمين دراسيًا بتزاوجات ثنائية الهجين أكثر تعقيدًا (على سبيل المثال، تزاوجات ثنائية الهجين لمواقع كروموسومية لجينات ذات السيادة المشتركة). ومن المفيد هنا توظيف وراثة فصائل الدم (ABO) والعامل الريزيسي (Rhesus) في الإنسان.
- الأسئلة عالية الصعوبة، والأنشطة المرتبطة بهذا الموضوع هي:
- يتوقع في نشاط ٢-٤ تزاوج آخر لثنائي الهجين، الوارد في كتاب التجارب العملية والأنشطة من الطلبة حل المسائل حول تزاوجات تتضمّن زوجًا واحدًا من أليلات السيادة المشتركة، وزوجًا آخر من أليلات سائدة ومتنحية. يُعدّ التعامل مع هذا السؤال صعبًا نوعًا ما، ولكن هذ النشاط يوفر للطلبة مثالًا لاستراتيجية حل المشكلات (المسائل).
- يساعد نشاط ٢-٥: الارتباط بالكروموسوم الجسدي ونشاط ٢-٦: الارتباط والعبور، الواردان في كتاب التجارب العملية والأنشطة الطلبة على فهم فكرة أنه عندما يوجد جينان على الكروموسوم نفسه، فإن مبدأ التوزيع الحر لا ينطبق عليهما. بدلًا من ذلك، يتم توريثهما معًا، ويقال إنهما مرتبطان (لون الزهرة وشكل الورقة مقابل الطرز المظهرية للحشرات -لون الجسم وطول الأجنحة- والتزاوج الاختباري).
- يركز نشاط ٢-٧: التفوق الجيني الوارد في كتاب التجارب العملية والأنشطة على لون غطاء الجسم في الخيول لتزويد الطلبة بفرصة لاستكشاف فهمهم للتفوق الجيني.

الدعم

- اعمل مع الطلبة، وبشكل دقيق ومتدرّج، على تزاوج أحادي الهجين يتضمن أليلات سائدة وأخرى متنحية. قد تشمل هذه التزاوجات وراثة مرض هنتنغتون أو المهق، وتكوين مخطط جيني وشرح المصطلحات العلمية المستخدمة. تحدَّ الطلبة لمحاولة العمل على مثال آخر مشابه بدون تقديم أي توجيه إليهم، ثم قم بإدارة تمرين تقييم الأقران لتحديد مجالات التحسين.
- نشاط ٢-٣: إجابات أسئلة تتضمن تزاوجات ثنائية الهجين، الوارد في كتاب التجارب العملية والأنشطة هو نشاط ذو مستوى عالٍ من الدعم حيث يُطلب إلى الطلبة تحديد الطراز المظهري لنوع من الحيوانات اعتمادًا على جينَين لكل واحد منهما أليلانِ. يدعم السؤال تقدم الطالب من خلال تقديم رسم مربع بانيت.

تلخيص الأفكار والتأمّل فيها

- اكتب فقرة تلخص مجموعة كبيرة من المفاهيم التي درسها الطلبة في هذا الموضوع، مضمّنًا إيّاها ما بين خمسة إلى عشرة أخطاء متنوّعة، قد تشمل أخطاء في القراءة، أو أخطاء مفاهيميّة، مثل:
  - عند دراسة وراثة فصائل الدم (ABO) في الإنسان، يجب أن تظهر الأليلات الثلاثة بأحرف صغيرة كحروف علوية للحرف (I).
  - هناك احتمال 0.75 لأن يولد طفل بفصيلة دم AB عند حدوث تزاوج بين ذكر متماثل الأليلات لفصيلة الدم A وأنثى متماثلة الأليلات لفصيلة الدم B.
  - للجين *HTT* (الذي يشفر لإنتاج بروتين هنتنغتن ويسبب مرض هنتنغتون) فقط أليلان مختلفان.

› **أفكار للتقويم:** شجّع الطلبة على رصد أكبر عدد ممكن من الأخطاء ورسم دائرة حولها، وتصحيحها. يمكن تحويل هذه المهمة إلى مسابقة، يفوز فيها من يرصد جميع الأخطاء أولًا.

- لتلخيص العمل الأخير حول نتائج التزاوجات بين الطرز الجينية المختلفة، اطلب إلى الطلبة العمل في ثنائيات للإجابة عن سؤالَين يركّزان على سلسلة من النسب المتوقعة للطرز المظهرية المختلفة للأبناء على النحو التالي:
  - 3 :1
  - 1 : 1
  - 1 : 2 : 1
  - 9 : 3 : 3 : 1
  - 1 : 1 : 1 : 1
- لكل من هذه النسب، يجب على الطلبة أن يحدِّدوا:
- نوع التزاوج الذي يمكن أن يؤدي إلى ظهور هذه النسبة من الطرز المظهرية في النسل.
- الصفات الموروثة (نوع الصفة) في هذا التزاوج والذي يؤدي إلى ظهور هذه النسبة من الطرز المظهرية في النسل.

التكامل مع المناهج

مهارة القراءة والكتابة

يوجد عدد قليل من المصطلحات العلميّة في هذا الموضوع، والعديد منها قد واجهها الطلبة خلال الموضوع السابق فيما يتعلق بالتزاوج أحادي الهجين في الصف العاشر. ومع ذلك، يجب تقييم درجة الفهم بانتظام لضمان استخدام المصطلحات العلمية بشكل صحيح.

المهارة الحسابيّة

اطلب إلى الطلبة إظهار أن نسبة 1 : 3 : 3 : 9 هي النسبة 1 : 3 المتوقعة للطرز المظهرية للأفراد الناتجة من تزاوج أحادي الهجين مربعة (مضروبة في نفسها)، أي $(1 : 3)^2$. شجع الطلبة على استخدام التعبير n^2 لحساب عدد الطرز الجينية للأمشاج الفريدة التي يتم إنتاجها في كائن حي والتي تحتوي خلاياه على العدد n من أزواج الكروموسومات المتماثلة بسبب الاصطفاف العشوائي والتوزيع الحر.

الموضوع ٢-٥: الجينات والبروتينات والطراز المظهري

في هذا الموضوع، سيدرس الطلبة أربعة جينات تؤثر على الطرز المظهرية للإنسان، وسيفكرون في كيفية حصول هذه التأثيرات لتلك الجينات.

الأهداف التعليميّة

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.

عدد الحصص المقترحة للتدريس

يخصص لتنفيذ هذا الموضوع حصّتان كل واحدة منهما ٤٠ دقيقة.

المصادر المرتبطة بالموضوع

المصدر	الموضوع	الوصف
كتاب الطالب	الشكل ٢-٩	• يبيّن الشكل موقع الجينَين *TYR* و *HBB* على الكروموسوم 11
	الصورة ٢-٤	• تبيّن الصورة ولدًا مصابًا بالمهق
كتاب التجارب العمليّة والأنشطة	أسئلة نهاية الوحدة: ٢ و ٥	• أسئلة ترتبط بأنماط الوراثة

المفاهيم الخاطئة وسوء الفهم

- غالبًا ما يخلط الطلبة عند استخدام الاختصارات المكونة من ثلاثة أحرف بشكل مائل للتعبير عن الجينات لدى الإنسان، واستخدام الاختصارات نفسها المكتوبة بحروف غير مائلة للتعبير عن البروتينات التي تشفرها هذه الجينات.

أنشطة تمهيدية

في ما يأتي اقتراحان لنشاطَين يمكن استخدامهما كمحفزَين للموضوع. يعتمد اختيار النشاط على المصادر المتوافرة، وعلى الزمن المتاح، وعلى مدى تقدم الطلبة في هذا الموضوع.

١ فكرة (أ)

أدر مناقشة بين جميع الطلبة حول معرفتهم السابقة المتعلقة بوراثة الطرز المظهرية، بحيث يبدأ الطلبة بإعداد قائمة خاصة بالصفات الوراثية للإنسان، ثم يشكلون ثنائيات ويتعاونون مع زميل لهم لمقارنة القوائم. يمكن لكل ثنائي بعد ذلك الانضمام إلى ثنائي آخر ومعرفة ما إذا كانت هناك أي صفات جديدة في قوائم زملائهم الجدد لإضافتها إلى قائمتهم. ثم تعرض النتائج على الصف بأكمله لمعرفة الخصائص التي تعرف إليها الطلبة على أنها موروثة.

› **أفكار للتقويم:** اطلب إلى الطلبة إبراز (تظليل) الخصائص التي قد تكون ناجمة عن جينات غير طبيعية، والتي قد يكون لها تأثير سلبي على صحة الشخص، لتقييم معرفتهم السابقة حول هذا الموضوع.

٢ فكرة (ب)

اطلب إلى الطلبة أن يرسموا خلية دم حمراء طبيعية وخلية دم حمراء من شخص يعاني فقر الدم المنجلي. راجع معرفتهم السابقة بفقر الدم المنجلي من خلال مطالبتهم بإعداد مسودة نشرة تثقيفية للآباء الجدد.

› **أفكار للتقويم:** راجع النشرات التي أعدها الطلبة لتقييم معرفتهم السابقة بفقر الدم المنجلي استعدادًا لدراسة كيفية توريثه.

الأنشطة الرئيسية

في ما يأتي أنشطة تعلميّة يمكنك اختيار ما تراه مناسبًا منها لتكييف خطة الموضوع بما يتواءم مع احتياجات الطلبة.

١ ملصق عرض عن الجينات الأربعة *TYR* و *HBB* و *F8* و *HTT* (٨٠ دقيقة)

يمكن للطلبة استخدام الإنترنت لإنتاج ملصق عرض لإظهار أسباب وأعراض ومضاعفات إحدى الحالات المذكورة في هدف التعلم ٢-١٣ (مع التأكد من أن يغطي كل طلبة الصف جميع الجينات الأربعة). تأكّد من أن الطلبة يبحثون في المعلومات الخاصة بالمهق الجلدي البصري (OCA)، وليس المهق البصري أو المهق المرتبط بأمراض وراثية نادرة أخرى. يمكن للطلبة العمل في ثنائيات أو مجموعات صغيرة لإنتاج ملصقاتهم، كما يمكنهم أيضًا بناء ثلاثة أو أربعة أسئلة اختيار من متعدد في نهاية العرض التقديمي. وبعد درس واحد من إجراء البحث، يتعيّن عليهم تقديم ملصقاتهم إلى زملائهم في الصف، وعلى الطلبة الذين يشاهدون العروض أن يقدموا ملاحظاتهم الخاصة حولها.

› **أفكار للتقويم:** استخدم ملصقات الطلبة لتقييم فهمهم للحالة، وأسئلة الاختيار من متعدد لتقويم فهمهم للحالات الأخرى التي تم عرضها في الصف.

٢ استشارة وراثية (٣٠ دقيقة)

يقضي الطلبة خمس دقائق ليمثلوا دور «خبراء» في أحد الجينات التي تمّت دراستها، فاطلب إليهم بعد ذلك أن يمارسوا لعب الأدوار بتمثيل دور أحد الآباء الذي اكتشف، من خلال المسح الجيني، أنه وزوجته يحملان الجينات غير الطبيعية التي تسبب إحدى الحالات الممثلة لمرض المهق، أو مرض فقر الدم المنجلي، أو مرض الهيموفيليا، أو مرض هنتنغتون. يقوم الأب بزيارة «الأخصائي»، الذي يمكنه شرح الحالة، والأسباب (بما في ذلك احتمال انتقالها بالوراثة للأبناء) والأعراض، والعلاج المحتمل المتاح لطفل مصاب قد ينجبه الوالدان. هذه فرصة جيدة لمناقشة أخلاقيات المسح الجيني، وكذلك مدى فهم الطلبة للاحتمالات في الوراثة.

٣ الملوك الأوروبيون والهيموفيليا (١٥ دقيقة)

قد يكون الطلبة مهتمين بإلقاء نظرة على مخططات سجل النسب للعائلات المالكة في أوروبا، ووراثة (انتقال) مرض الهيموفيليا من الملكة فيكتوريا في المملكة المتحدة إلى العديد من العائلات الملكية في أوروبا، بما في ذلك إسبانيا وألمانيا وروسيا. اعرض عليهم شجرة عائلة تتعقب انتقال مرض الهيموفيليا عبر الأجيال، ولاحظ ما إذا كان بإمكانهم تحديد الأنماط الشائعة لعملية وراثة المرض للاستدلال عن كيفية انتقاله (الذكور فقط عانوا هذه الحالة المرضية

الوراثية، ويمكن للإناث أن يكنَّ حاملات لأليلات المرض من دون إظهار أعراضه، وبالتالي فإن نمط وراثة هذا المرض يكمن في أنه مرتبط بالجنس ومتنحٍّ). هناك العديد من المصادر على الإنترنت للاطلاع على مخططات سجل النسب وأنماط الوراثة، مثل ويكيبيديا:

https://en.wikipedia.org/wiki/Haemophilia_in_European_royalty.

› **أفكار للتقويم:** عيّن للطلبة فردًا من سلالة الملكة فيكتوريا (في أي جيل، مثل الأميرة أليس *Princess Alice* من المملكة المتحدة أو ملكة إسبانيا، فيكتوريا يوجيني في باتنبرغ *Victoria Eugenie of Battenberg*، أو الأمير روبرت في تيك *Prince Rupert of Teck*) واطلب إليهم تكوين مخطط جيني للتنبؤ باحتمال إنجاب هذا الفرد أطفالاً مصابين بالهيموفيليا.

التعليم المتمايز (تفريد التعليم)

التوسّع والتحدي

- يبحث سؤال نهاية الوحدة ٢ الوارد في كتاب التجارب العملية والأنشطة في وراثة الارتباط بالجنس في القطط والتي سيتمكن الطلبة من ربطها بمعرفتهم بالمهق.

الدعم

- سؤال نهاية الوحدة ٥ الوارد في كتاب التجارب العملية والأنشطة هو سؤال جيد يركز على وراثة المهق.

تلخيص الأفكار والتأمّل فيها

- اطلب إلى الطلبة كتابة ثلاث أفكار تعلموها خلال دراستهم لهذا الموضوع، ثم اطلب إليهم مشاركة أفكارهم في مجموعات وتجميع قائمة رئيسية منها، بحيث تكون الأفكار الأكثر أهمية في أعلى القائمة، واطلب مشاركة هذه الأفكار، ولاحظ أي المجموعات الأخرى وافقت عليها. ولجعل هذا النشاط أكثر فاعلية وشمولية، لا تقم باختيار الطلبة على أساس «رفع اليد»، بل اخترهم بشكل عشوائي.

التكامل مع المناهج

مهارة القراءة والكتابة

سوف يتعرف الطلبة على عدد من المصطلحات العلمية الجديدة في هذا الموضوع، بما في ذلك مسميات الجينات والحالات الطبية المرضية الوراثية.

المهارة الحسابيّة

هناك فرصة ضئيلة للمهارة الحسابية في هذا الموضوع. ومع ذلك، قد تتضمن أبحاث الطلبة في الحالات المرضية الوراثية معدلات حدوثها حول العالم، أو حساب النسبة المئوية لفرص وراثة الأبناء لحالة وراثية ما.

الموضوع ٢-٦: التحكم في التعبير الجيني

يتوقع من الطلبة في هذا الموضوع أن يميّزوا بين الجينات التركيبية والجينات المنظمة، وبين الإنزيمات القابلة للتثبيط وتلك القابلة للتحفيز. ويتوقع منهم كذلك أن يتمكنوا من شرح عملية التحكم الجيني في إنتاج البروتين في بدائيات النواة باستخدام **أوبرون** *Lac* كمثال، وكذلك شرح وظيفة عوامل النسخ في حقيقيات النواة.

الأهداف التعليميّة

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

٢-١٥ يصف تنظيم التحكم 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 التحكم بالتعبير الجيني في الخلايا حقيقيّة النواة عن طريق تقليل أو زيادة معدل النسخ.

عدد الحصص المقترحة للتدريس

يخصص لتنفيذ هذا الموضوع حصّتان كل واحدة منهما ٤٠ دقيقة.

المصادر المرتبطة بالموضوع

المصدر	الموضوع	الوصف
كتاب الطالب	الشكلان ٢-١٠ و ٢-١١	• يبيّن الشكلان أوبرون Lac والآلية التي تقوم بها عوامل النسخ
	أسئلة نهاية الوحدة: ٤ و ٥	• أسئلة مرتبطة بالتعبير الجيني وعملية النسخ
كتاب التجارب العمليّة والأنشطة	نشاط ٢-٨	• التحكم في التعبير الجيني
	أسئلة نهاية الوحدة: ٣ و ٤	• أسئلة مرتبطة بالتعبير الجيني والنسخ

المفاهيم الخاطئة وسوء الفهم

- يعتقد بعض الطلبة أن الجينات التركيبية يجب أن ترمز إلى البروتينات التي تشكل جزءًا لتراكيب الكائن الحي.
- من الشائع أن يخلط بعض الطلبة بين أدوار كل من الجين المنظم والجين المشغل والجين المحفز (للجينات التركيبية والجين المنظم) في أوبرون *Lac*.
- على الرغم من أن مبدأ تثبيط الإنزيم غير التنافسي مشابه لكيفية عمل أوبرون *Lac*، إلا أنه يجب على الطلبة توخّي الحذر وعدم الإشارة إلى «الموقع النشط» أو «المثبط» عند وصف آلية التحكم في عملية النسخ في حالة أوبرون *Lac*.

أنشطة تمهيدية

في ما يأتي اقتراحان لنشاطَين يمكن استخدامهما كمحفزَين للموضوع. يعتمد اختيار النشاط على المصادر المتوافرة، وعلى الزمن المتاح، وعلى مدى تقدم الطلبة في هذا الموضوع.

١ فكرة (أ)

من المتطلبات المهمة عند تدريس الجزء الأول من هذا الموضوع تذكير الطلبة بإيجاز بعملية بناء البروتين، مع التركيز بشكل خاص على إنزيم RNA بوليميريز، فاعرض لهم مقطع فيديو موجزًا أو رسمًا توضيحيًا يوضح أن إنزيم RNA بوليميريز يقوم بنسخ جين لتشكيل RNA المرسال (mRNA). أكّد أنه من الممكن «تشغيل» جين معيّن عن طريق تنشيط هذا الإنزيم، وأنه من الممكن أيضًا إيقاف تشغيله عن طريق منع الإنزيم من القيام بدوره.

› **أفكار للتقويم:** أعدّ سؤالَين أو ثلاثة أسئلة مفصلية لتحديد ما إذا كان الطلبة قد تذكروا المصطلحات العلمية الأساسية المرتبطة بهذا الموضوع. لن يستغرق هذا وقتًا طويلًا، إلّا أنه أداة تشخيصية جيدة لتقييم مدى فهمهم للعلاقات بين الأرقام؛ على سبيل المثال:

- لماذا يُعدّ قياس تركيز RNA المرسال (mRNA) الموجود في الخلية مؤشرًا دقيقًا يبيّن ما إذا كان جين معيّن قيد «التشغيل» أم لا؟ اشرح إجابتك.

أ. لأن mRNA يتم إنتاجه بواسطة إنزيم RNA بوليميريز في عملية الترجمة.

ب. لأن mRNA يقرأ بواسطة إنزيم RNA بوليميريز في عملية الترجمة.

ج. لأن mRNA يتم إنتاجه بواسطة إنزيم RNA بوليميريز في عملية النسخ. (**صحيح**)

د. لأن mRNA يقرأ بواسطة إنزيم RNA بوليميريز في عملية النسخ.

وضِّح أخطاء أي إجابة غير صحيحة واستنبط منهم فهمًا مشتركًا صحيحًا.

٢ فكرة (ب)

نظّم جلسة تشجع فيها الطلبة على التفكير في أكبر عدد ممكن من الحالات التي يتم فيها «تشغيل» الجين أو «إيقاف تشغيله» اعتمادًا على مكان وجوده في جسم الكائنات الحية عديدة الخلايا أو استجابة لمنبّهات معيّنة. تشمل الأمثلة الإنزيمات والهرمونات، التي تفرزها فقط الخلايا في غدد معيّنة استجابةً لمنبّهات مختلفة؛ والجينات بما في ذلك تلك التي تحدد الجنس، وخصائص الخلايا الجذعية والنمو.

› **أفكار للتقويم:** شجع الطلبة على طرح سؤال: «ما هو السؤال؟» عند إعطائهم إجابة تتعلق بعملهم السابق حول بناء البروتينات التي درسوها في الوحدة الأولى؛ على سبيل المثال، ستكون العبارة: «إنزيم RNA بوليميريز» هي الإجابة على السؤال: «اذكر اسم الإنزيم اللازم لنسخ DNA إلى mRNA» أو ما يشبه ذلك.

الأنشطة الرئيسية

في ما يأتي نشاطان تعلميّان يمكنك اختيار ما تراه مناسبًا منهما لتكييف الموضوع بما يتواءم مع احتياجات الطلبة.

١ مناقشة صفية موجّهة (١٥ دقيقة)

صف آلية تنظيم أوبرون *Lac* ثم شجع الطلبة على القيام بنشاط «فكِّر، شارك زميلك، شارك الصف» لإنتاج مجموعة من البطاقات يكتبون اسم مكوّن معيّن على أحد وجهَي البطاقة، وخصائص هذا المكوّن على الوجه الآخر. من الممكن أن يشكل هذا النشاط أساسًا للعبة يختار فيها الطلبة مجموعة من البطاقات بشكل عشوائي، وعليهم التجول في غرفة الصف للعثور على الزملاء الذين لديهم البطاقات التي يحتاجون إليها لإكمال تسلسل آلية تنظيم أوبرون *Lac*. هذا النشاط مفيد لتوسيع فهمهم للمكوّنات الرئيسية لأوبرون *Lac* ووظائفها. اطلب إلى الطلبة الرجوع إلى الشكل ٢–١٠ من كتاب الطالب للحصول على الدعم والمساعدة.

› **أفكار للتقويم:** اطرح مجموعة من الأسئلة المفصلية لتحفيز استخدام مهارات التفكير العليا بين الطلبة. يمكنك أن تطلب إليهم مقارنة المصطلحات الأساسية لتعزيز معرفتهم بالتعريفات الرئيسية، على سبيل المثال:

- **تركيبية ومنظمة**
- **محفز ومشغل**
- **مثبط و لاكتوز**

٢ أوبرون *Lac*: لعب الأدوار (٣٠ دقيقة)

بعد وصف آلية عمل أوبرون ***Lac***، اطلب إلى الطلبة كتابة «إنتاج مسرحي» لتوضيح كيفية تفاعل تتابعات DNA المختلفة مع البروتينات. قدم المساعدة والتوجيه بحسب الضرورة، ربما من خلال تزويدهم باقتراحات في حالة تعثرهم أو عدم قدرتهم على الكتابة. قد تشمل هذه الأفكار أنه يمكن تمثيل تتابعات DNA المختلفة كمناطق محددة على قطعة من خيط أو حبل تمّ مدّه على الأرض؛ وأن يحمل المثبط علامة «قف» لمنع إنزيم RNA بوليميريز من نسخ الجينات التركيبية الثلاثة؛ ويمكن اقتراح بنود مختلفة لتمثيل اللاكتوز.

› **أفكار للتقويم:** تأكّد من أن الطلبة يستوعبون أن الآليات هي سلسلة من الخطوات التي تحدث دائمًا بالترتيب نفسه، ويمكن تعزيز ذلك من خلال تشجيع الطلبة على إعادة ترتيب عدد صغير من العبارات مثل:

أ. ينسخ إنزيم RNA بوليميريز الجينات التركيبية.

ب. يتغير شكل البروتين المثبط.

ج. يرتبط اللاكتوز بالبروتين المثبط.

د. ينفصل البروتين المثبط عن منطقة المشغل.

٣ عوامل النسخ والدباغة واصطباغ الجلد (٣٠ دقيقة)

يتم التحكم بتصبّغ البشرة (إنتاج الميلانين في خلايا متخصصة في الجلد) بواسطة عامل نسخ منشط يسمى *MITF* (microphthalmia–associated transcription factor)، الذي ينشط نسخ الجين *TYR* من بين جينات أخرى، ما يؤدي إلى إنتاج صبغة الميلانين في الجلد. اطلب إلى الطلبة أن يتخيلوا أنهم قد اخترعوا مرهمًا موضعيًا يزيد من مستويات *MITF* في الجلد، وأن عليهم تصميم نشرة معلومات مرافقة للمنتج (الكريم) تتضمن كيفية عمله، وماهية عامل النسخ وكيف يمكن أن يساعد الناس على تقليل خطر الإصابة بسرطان الجلد. شجعهم على تضمين المصطلحات العلمية الرئيسية بوضوح عبر رسوم تخطيطية مشروحة لمساعدة العملاء (المستهلكين) على فهم فاعلية هذا المرهم.

لمعلومات إضافية، يمكن للمعلم الاطلاع على الورقة الموجودة على الرابط:

https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3753666/

وعلى العكس من ذلك، فقد ثبت أن مستخلص شجرة السرو يثبط *MITF* وقد يكون مفيدًا للأشخاص الذين يعانون تصبّغًا جلديًّا غير طبيعي أو سرطان الجلد، راجع:

https://www.whatisepigenetics.com/cypress-trees-epigenetically-protect-cancer/

https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC7149725/

أفكار للتقويم: راجع النشرات الإعلامية والمخططات التي أعدها الطلبة لتقييم قدرتهم على شرح ماهية النسخ.

التعليم المتمايز (تفريد التعليم)

التوسّع والتحدي

- الأسئلة عالية الصعوبة تتضمن السؤال ٣ من أسئلة نهاية الوحدة الواردة في كتاب التجارب العملية والأنشطة، والذي يركز على تأثير عامل نسخ على صفة الصلع الذكوري النمطي. والسؤال ٤ من أسئلة نهاية الوحدة الواردة في كتاب التجارب العملية والأنشطة يركز على الأوبرون الذي ينظم عملية بناء الحمض الأميني تربتوفان.

الدعم

- يوجد المزيد من الأسئلة الداعمة حول موضوع التحكم في التعبير الجيني، وهي الأسئلة الواردة في كتاب التجارب العملية والأنشطة، النشاط ٢-٨: التحكم في التعبير الجيني. يقدم هذا النشاط مفهوم تنظيم عملية النسخ ويتطلب من الطلبة نقل الصناديق التي تمثل مكوّنات تنظيم هذه العملية وترتيبها كما هي مرتبة في الكروموسوم البكتيري، وربط وظائف المكوّنات بمسمياتها، وعرض العملية كاملة.
- يحتوي الموقع الإلكتروني الآتي:

https://www.youtube.com/watch?v=AVuj0q4mKa8

على رسم متحرك لأوبرون *Lac* وبعض الخلفية التاريخية لاكتشافه بواسطة العالِمين جاكوب ومونود *Jacob and Monod*.

تلخيص الأفكار والتأمّل فيها

- شجع الطلبة على تنفيذ رسوم تخطيطية انسيابية تبيّن تسلسل الأحداث في عملية التحكم في النسخ بواسطة أوبرون *Lac*.
- كوّن جدولًا تميز فيه بين الجينات التركيبية والجينات المنظمة، والإنزيمات القابلة للتثبيط والإنزيمات القابلة للتحفيز.
- قم بإعداد ثلاثة أو أربعة من الأسئلة السابقة، ومن الأفضل أن تكون أسئلة الاختيار من متعدد أو أسئلة ذات الإجابة القصيرة، والتي يمكن للطلبة إكمالها وتمريرها إليك عند مغادرتهم غرفة الصف. يمكن أن توفر تقنية "بطاقة الخروج" هذه فرصة للتقييم التكويني، ما يتيح لك معرفة ما إذا كان المزيد من التعزيز للمحتوى ضروريًا في الموضوع التالي.

التكامل مع المناهج

مهارة القراءة والكتابة

تمّ تقديم عدد كبير من المصطلحات العلمية الأساسية، سواء الأسماء أو الأفعال، في هذا الموضوع، فتأكّد من قيام الطلبة بعمل «قائمة مصطلحات» خاصة بهم – وهذا الأمر مفيد في بناء المعرفة لديهم.

المهارة الحسابيّة

توجد فرص ضئيلة لتطوير مهارات الحساب الأساسية في هذا الموضوع.

إجابات كتاب الطالب

قبل أن تبدأ بدراسة الوحدة

تأكد من أن الطلبة قد فهموا أنه:

- ينتج من الانقسام المتساوي خلايا جديدة تحتوي على كروموسومات وجينات متطابقة مع تلك التي احتوتها الخلية الأصلية.
- تشفر الجينات بناء البروتين.
- تحدد البروتينات التي تنتجها الخلية وظائف هذه الخلية.

العلوم ضمن سياقها: قطط الأوسي Ocicats

- يجب أن يكون الطلبة قادرين على توضيح أن الأشكال المختلفة للجين قد تشفر لبروتينات مختلفة. قد تكون هذه البروتينات إنزيمات تحفز التفاعلات التي تنتج ألوانًا مختلفة في خلايا جلد قط.
- يجب أن يتذكر الطلبة أن كل خلية في جسم القط البالغ تحتوي على نسختَين من كل جين، وأن هاتَين النسختَين قد تكونان غير متطابقتَين، لأن الجينات توجد في أشكال مختلفة تسمى الأليلات. تظهر بعض الأليلات فقط في الصفات التي يمكن ملاحظتها (الطرز المظهرية) إذا لم يكن هناك أليل آخر موجود. قد تكون هذه هي الحال هنا؛ ربما كان لدى كلا الوالدَين أليل النمط المرقط، والذي لم ينتج منه فراء مرقط لأن أليلًا سائدًا آخر تسبب في حجبه (عدم ظهور تأثيره). تمّ إنتاج الفراء المرقط فقط عندما ورثت القطة أليل الفراء المرقط هذا من كلا الوالدَين.

في الواقع، تُعدّ الوراثة الجينية للون الفراء في القطط أكثر تعقيدًا من ذلك، وتتضمن تفاعلات بين الجينات المختلفة، بما في ذلك التفوّق الجيني. قد ترغب في العودة إلى هذا السياق في نهاية الوحدة، والطلب إلى الطلبة القيام بالبحث في الجينات الوراثية للون الفراء في قطط الأوسي لمحاولة شرحها وتفسيرها بشكل أكمل وأوسع.

إجابات أسئلة موضوعات الوحدة

١. يتم ترتيب الكروموسومات حسب حجم كل منها (من الأكبر إلى الأصغر) وحسب موقع السنترومير.

٢. يتم التقاط صور الكروموسومات في الطور التمهيدي؛ لأن في هذا الطور تظهر الكروموسومات ككروماتيدَين مرتبطَين بواسطة سنترومير.

٣. يحدث الانقسام المتساوي في المرحلة التي يتم خلالها نمو الزيجوت حتى الوصول إلى شخص بالغ.

٤. أ. الطور التمهيدي الأول (في الواقع، تزدوج الكروموسومات المتماثلة قبل ذلك، وتحديدًا خلال الطور البيني، ولكن يتم رؤيتهما لأول مرة خلال الطور التمهيدي الأول).

ب. الطور التمهيدي الأول

ج. الطور الانفصالي الأول

د. الطور الانفصالي الثاني

هـ. الطور النهائي الأول

٥. لا يمكن أن يحدث الانقسام الاختزالي في خلية ثلاثية العدد الكروموسومي (*3n*)، لأن هناك عددًا فرديًا من كل كروموسوم، لذلك لن تتمكن الكروموسومات من الازدواج. من الناحية النظرية، يمكن أن يحدث الانقسام الاختزالي في خلية رباعية العدد الكروموسومي (*4n*)، لأن هناك عددًا زوجيًا من كل نوع من الكروموسوم، بحيث يمكن لكل منهما الازدواج مع كروموسوم آخر. من الناحية العملية، غالبًا ما يكون الانقسام الاختزالي صعبًا جدًا في خلية (*4n*) لأنه إذا كان هناك أربعة كروموسومات متماثلة، فستصطف جميعها بشكل متجاور، بحيث تميل إلى الانضمام بعضها إلى بعض. وسيؤدي العبور بين كروماتيدات الكروموسومات المختلفة إلى تشابك معقّد، لذلك لا يمكن أن يستمر الانقسام الاختزالي بشكل فعال.

٦.

	الانقسام المتساوي	الانقسام الاختزالي
عدد دورات الانقسام	1	2
عدد الخلايا الناتجة	2	4
عدد كروموسومات كل نواة في الخلايا الناتجة	8	4

٧.

الطرز المظهرية للأبوَين	ذكر، فصيلة دمه **AB**	X	أنثى، فصيلة دمها **AB**
الطرز الجينية للأبوَين	I^AI^B		I^AI^B
أمشاج الأبوَين	(I^A) أو (I^B)		(I^A) أو (I^B)

الطرز الجينية والطرز المظهرية للأبناء		أمشاج الذكر (الأب) (I^A)	أمشاج الذكر (الأب) (I^B)
	أمشاج الأنثى (الأم) (I^A)	I^AI^A فصيلة الدم **A**	I^AI^B فصيلة الدم **AB**
	أمشاج الأنثى (الأم) (I^B)	I^AI^B فصيلة الدم **AB**	I^BI^B فصيلة الدم **B**

النسبة المتوقعة للطرز المظهرية للأبناء:

1 فصيلة الدم B: 1 فصيلة الدم A: 2 فصيلة الدم AB

هناك احتمال واحد من أربعة احتمالات أن تكون فصيلة دم الطفل B .

٨. للإجابة عمّا يطلبه السؤال (تحديد الطرز الجينية للرجل والمرأة) يجب أن تضاف إلى هذين الأبوين ابنة فصيلة دمها O ذات الطراز الجيني، I^OI^O ما يعني أنها ورثت أليل I^O واحدًا من كل من الأبوين، وبالتالي يجب أن يكون الطراز الجيني لكلا الأبوين غير متماثل الأليلات فيكون الطراز الجيني للأم I^AI^O والطراز الجيني للأب I^BI^O.

(تُعدّ الإجابة صحيحة إذا عبّر عن الأليلات بطريقة صحيحة بدون توضيح الحرف الأساسي (I))

الطرز المظهرية للأبوَين	أنثى، فصيلة دمها **A**	X	ذكر، فصيلة دمه **B**
الطرز الجينية للأبوَين	I^AI^O		I^BI^O
أمشاج الأبوَين	(I^O) أو (I^A)		(I^O) أو (I^B)

الطرز الجينية والطرز المظهرية للأبناء		أمشاج الذكر (الأب/ الرجل) (I^B)	أمشاج الذكر (الأب/ الرجل) (I^O)
	أمشاج الأنثى (الأم/ المرأة) (I^A)	I^AI^B فصيلة الدم **AB**	I^AI^O فصيلة الدم **A**
	أمشاج الأنثى (الأم/ المرأة) (I^O)	I^BI^O فصيلة الدم **B**	I^OI^O فصيلة الدم **O**

النسبة المتوقعة للطرز المظهرية للأبناء:

1 فصيلة الدم A: 1 فصيلة الدم B: 1 فصيلة الدم AB: 1 فصيلة الدم O

٩.

الطرز المظهرية للأبوَين	ذكر بنّي	X	أنثى بيضاء
الطرز الجينية للأبوَين	BB		bb
أمشاج الأبوَين	(B)		(b)

الطراز الجيني لجميع أفراد النسل الناتج (F_1) سيكون Bb، والطراز المظهري للجميع سيكون «بنّيًا»

١٠.

الطرز المظهرية للأبوَين	ذكر بنّي	X	أنثى بنّية
الطرز الجينية للأبوَين	Bb		Bb
أمشاج الأبوَين	(b) أو (B)		(b) أو (B)

		أمشاج الذكر	
		(B)	(b)
أمشاج الأنثى	(B)	**BB** بنّي	**Bb** بنّي
	(b)	**Bb** بنّي	**bb** أبيض

الطرز الجينية والطرز المظهرية للجيل الثاني F_2

النسبة المتوقعة للطرز المظهرية للأبناء:

3 بنّي: 1 أبيض

١١. أ. انظر إجابة السؤال ٩ لتوضيح أنه لا يمكن إنتاج نسل أبيض إذا كان الأرنب البني متماثل الأليلات. ولكن إذا كان بنّيًا غير متماثل الأليلات فسيظهر كالآتي:

الطرز المظهرية للأبوَين	ذكر بنّي	X	أنثى بيضاء
الطرز الجينية للأبوَين	Bb		bb
أمشاج الأبوَين	(b) أو (B)		(b)

		أمشاج الأنثى
		(b)
أمشاج الذكر	(B)	**Bb** بنّي
	(b)	**bb** أبيض

الطرز الجينية والطرز المظهرية للأبناء

النسبة المتوقعة للطرز المظهرية للأبناء:

1 بنّي: 1 أبيض

ب. على الرغم من أن المخطط الجيني في الجزئية (أ) يُظهر احتمال إنتاج أعداد متساوية من النسل البنّي والأبيض، ولكن هذه النتائج تعود إلى الصدفة. من الممكن، عن طريق الصدفة، أن يكون كل النسل الناتج بنّيًا، على الرغم من أن الأب البنّي كان غير متماثل الأليلات. قبل أن تؤكد أن الأب بني، ستحتاج إلى أعداد أكبر بكثير من الأفراد الناتجة وكلها بنّية، ولا تحتوي على الأليل b.

١٢. لدى الرجل كروموسوم X وكروموسوم Y واحد، لذا فإن نصف حيواناته المنوية (أمشاجه) يحمل كروموسوم X ونصفها يحمل كروموسوم Y. لدى المرأة اثنان من الكروموسوم X، لذلك تحتوي كل بويضاتها على كروموسوم X.

إذا لقّح حيوان منوي يحمل الكروموسوم X بويضة، فإن الطفل الناتج سيكون لديه كروموسوما (XX) وسيكون جنسه أنثى. وإذا لقّح حيوان منوي يحمل الكروموسوم Y بويضة، فإن الطفل الناتج سيكون لديه زوج كروموسومات جنسية (XY) وسيكون جنسه ذكرًا.

يوجد جين تخثر الدم على الكروموسوم X، ويتلقى الابن الذكر الكروموسوم Y والذي لا يحمل جين التخثر، من أبيه، لذلك لا يمكن للأب أن ينقل أليل الهيموفيليا لابنه.

١٣. أ. على سبيل المثال، يرمز الحرف **R** إلى الأليل الطبيعي السائد ويرمز الحرف **r** إلى الأليل المتنحي (من الجيد دائمًا اختيار حرف يكون فيه للأحرف الكبيرة والصغيرة أشكال مختلفة، بحيث لا يمكنك أن تخطئ بينها).

ب.

الطرز المظهرية للأبوَين	رجل طبيعي الرؤية	X	امرأة طبيعية الرؤية
الطرز الجينية للأبوَين	X^RY		X^RX^r
أمشاج الأبوَين	(Y) أو (X^R)		(X^R) أو (X^r)

الطرز الجينية والطرز المظهرية للأبناء		أمشاج الذكر: (X^R)	أمشاج الذكر: (Y)
أمشاج الأنثى	(X^R)	X^RX^R أنثى طبيعية الرؤية	X^RY ذكر طبيعي الرؤية
	(X^r)	X^RX^r أنثى طبيعية الرؤية	X^rY ذكر مصاب بعمى الألوان

هناك احتمال واحد من أربعة احتمالات أن يكون الطفل ذكرًا مصابًا بعمى الألوان.

١٤. أ. لا يمكن أن تكون ذكور القطط من نوع صدفة السلحفاة، لأن قطة صدفة السلحفاة يجب أن تحمل أليلَين مختلفَين من جين هذه الصفة. وبما أن الجين يوجد على الكروموسوم **X**، وأن لذكور القطط كروموسوم **X** واحدًا فقط وكروموسوم **Y** واحدًا أيضًا، فلا يمكن أن يكون لديها سوى أليل واحد من الجين على الكروموسوم **X**.

ب.

الطرز المظهرية للأبوَين	ذكر برتقالي الفراء	X	أنثى بفراء صدفة السلحفاة
الطرز الجينية للأبوَين	$X^{cO}Y$		$X^{cO}X^{cB}$
أمشاج الأبوَين	(Y) أو (X^{cO})		(X^{cB}) أو (X^{cO})

الطرز الجينية والطرز المظهرية للأبناء		أمشاج الذكر: (X^{cO})	أمشاج الذكر: (Y)
أمشاج الأنثى	(X^{cO})	$X^{cO}X^{cO}$ أنثى برتقالية الفراء	$X^{cO}Y$ ذكر برتقالي الفراء
	(X^{cB})	$X^{cO}X^{cB}$ أنثى بفراء صدفة السلحفاة	$X^{cB}Y$ ذكر أسود الفراء

النسبة المتوقعة للطرز المظهرية للأبناء:

1 أنثى برتقالية الفراء: 1 أنثى بفراء صدفة السلحفاة، 1 ذكر برتقالي الفراء: 1 ذكر أسود الفراء.

(اقبل الإجابة إذا عبّر عن الأليلات بطريقة صحيحة ووضع الحرف O أو B بجانب الحرف C مع وجود X)

١٥. أ.

الطرز المظهرية للأبوَين	ذكر بجسم رمادي وعينان قاتمتان	X	أنثى بجسم أبيض وعينان فاتحتان
الطرز الجينية للأبوَين	**GGDD**		**ggdd**
أمشاج الأبوَين	(GD)		(gd)

الطرز الجينية والطرز المظهرية للأبناء

	أمشاج الذكر
	(GD)
أمشاج الأنثى (gd)	**GgDd** جسم رمادي وعينان قاتمتان

سيكون جميع الأبناء (100%) الناتجين في الجيل الأول (F1) غير متماثلي الأليلات **GgDd**، وسيكون الطراز المظهري للجميع جسمًا رمادي اللون ولون عينَين قاتمتين.

ب.

الطرز المظهرية للأبوَين	ذكر بجسم رمادي وعينَين قاتمتَين	X	أنثى بجسم رمادي وعينَين قاتمتَين
الطرز الجينية للأبوَين	**GgDd**		**GgDd**
أمشاج الأبوَين	(gd) أو (gD) أو (Gd) أو (GD)		(gd) أو (gD) أو (Gd) أو (GD)

الطرز الجينية والطرز المظهرية للجيل الثاني (F_2)

		أمشاج الذكر			
		(GD)	(Gd)	(gD)	(gd)
أمشاج الأنثى	(GD)	**GGDD** رمادي، قاتمة	**GGDd** رمادي، قاتمة	**GgDD** رمادي، قاتمة	**GgDd** رمادي، قاتمة
	(Gd)	**GGDd** رمادي، قاتمة	**GGdd** رمادي، فاتحة	**GgDd** رمادي، قاتمة	**Ggdd** رمادي، فاتحة
	(gD)	**GgDD** رمادي، قاتمة	**GgDd** رمادي، قاتمة	**ggDD** أبيض، قاتمة	**ggDd** أبيض، قاتمة
	(gd)	**GgDd** رمادي، قاتمة	**Ggdd** رمادي، فاتحة	**ggDd** أبيض،قاتمة	**ggdd** أبيض، فاتحة

النسبة المتوقعة للطرز المظهرية للأبناء: 9 جسم رمادي عينَان قاتمتان: 3 جسم رمادي عينان فاتحتان: 3 جسم أبيض عينان قاتمتان: 1 جسم أبيض عينان فاتحتان.

١٦. مفتاح الرموز المستخدمة للأليلات:

(تُعدّ إجابة الطالب صحيحة إذا عبّر عن الأليلات بطريقة صحيحة ووضع الحرف G أو W بجانب الحرف L)

T = أليل الساق الطويل (سيادة تامة)

t = أليل الساق القصير (متنحٍّ)

L^G = أليل لون الأوراق الأخضر (سيادة مشتركة)

L^W = أليل لون الأوراق الأبيض (سيادة مشتركة)

الطراز المظهري للأبوين	نبات سيقانه طويلة وأوراقه خضراء	X	نبات سيقانه قصيرة وأوراقه مبرقشة
الطرز الجينية للأبوَين	TTL^GL^G		ttL^GL^W
أمشاج الأبوَين	(TL^G)		(tL^G) أو (tL^W)

الطرز الجينية والطرز المظهرية للأبناء

		أمشاج الذكر	
		(tL^G)	(tL^W)
أمشاج الأنثى	(TL^G)	TtL^GL^G طويلة الساق، أوراق خضراء	TtL^GL^W طويلة الساق، أوراق مبرقشة

النسبة المتوقعة للطرز المظهرية للأبناء: 1 نباتات طويلة الساق، وأوراق خضراء: 1 نباتات طويلة الساق، أوراق مبرقشة

١٧. أ. الطرز الجينية المحتملة لحيوان بعينَين سوداوَين وفراء طويل هي: **BbFf**، **BbFF**، **BBFf**، **BBFF**

ب. إجراء تزاوج اختباري – أي مزاوجة الحيوان (مجهول الطراز الجيني) مع حيوان بطراز مظهري لكلتا الصفتَين المتنحّيتَين. إذا ظهرت في الأبناء إحدى الصفات المتنحّية، فيجب أن يكون الحيوان «مجهول الطراز الجيني» غير متماثل الأليلات لهذه الصفة.

١٨. أ.

الطرز المظهرية للأبوَين	ذكر ليجهورن الأبيض – ريش أبيض	X	أنثى وايندوت الأبيض – ريش أبيض
الطرز الجينية للأبوَين	**FFGG**		**ffgg**
أمشاج الأبوَين	(FG)		(fg)

الطرز الجينية والطرز المظهرية للأبناء

أمشاج الأنثى \ أمشاج الذكر	(FG)
(fg)	FfGg ريش أبيض

ستكون جميع الأبناء (100%) في الجيل الأول من الطراز الجيني غير متماثل الأليلات **FfGg** ذات ريش أبيض.

ب.

الطرز المظهرية للأبوَين	ريش أبيض	X	ريش أبيض
الطرز الجينية للأبوَين	**FfGg**		**FfGg**
أمشاج الأبوَين	(fg) أو (fG) أو (Fg) أو (FG)		(fg) أو (fG) أو (Fg) أو (FG)

الطرز الجينية والطرز المظهرية للجيل الثاني (F_2)

أمشاج الأنثى \ أمشاج الذكر	(FG)	(Fg)	(fG)	(fg)
(FG)	**FFGG** ريش أبيض	**FFGg** ريش أبيض	**FfGG** ريش أبيض	**FfGg** ريش أبيض
(Fg)	**FFGg** ريش أبيض	**FFgg** ريش أبيض	**FfGg** ريش أبيض	**Ffgg** ريش أبيض
(fG)	**FfGG** ريش أبيض	**FfGg** ريش أبيض	**ffGG** ريش ملون	**ffGg** ريش ملون
(fg)	**FfGg** ريش أبيض	**Ffgg** ريش أبيض	**ffGg** ريش ملون	**ffgg** ريش أبيض

النسبة المتوقعة للطرز المظهرية للأبناء في الجيل الثاني: 13 ريش أبيض: 3 ريش ملون

١٩. أ.

الطرز الجينية المحتملة	الطرز المظهرية
AABB	أرجواني
AABb	أرجواني
AAbb	وردي
AaBB	أرجواني
AaBb	أرجواني
Aabb	وردي
aaBB	أبيض
aaBb	أبيض
aabb	أبيض

ب.

الطرز المظهرية للأبوَين	نبات أزهاره وردية	X	نبات أزهاره بيضاء
الطرز الجينية للأبوَين	**AAbb**		**aaBB**
أمشاج الأبوَين	(Ab)		(aB)
الطرز الجينية والطرز المظهرية للجيل الأول (F1)	لجميع أفراد الجيل الأول الطراز الجيني **AaBb** وذات لون أرجواني		

ج.

الطرز المظهرية (للأبوين) لأفراد الجيل الأول (F1)	أرجواني	X	أرجواني
الطرز الجينية للأبوَين	**AaBb**		**AaBb**
أمشاج الأبوَين	(AB) أو (Ab) أو (aB) أو (ab)		(AB) أو (Ab) أو (aB) أو (ab)

الطرز الجينية والطرز المظهرية للجيل الثاني (F_2)

		أمشاج الذكر (AB)	أمشاج الذكر (Ab)	أمشاج الذكر (aB)	أمشاج الذكر (ab)
أمشاج الأنثى	(AB)	**AABB** أرجواني	**AABb** أرجواني	**AaBB** أرجواني	**AaBb** أرجواني
	(Ab)	**AABb** أرجواني	**AAbb** وردي	**AaBb** أرجواني	**Aabb** وردي
	(aB)	**AaBB** أرجواني	**AaBb** أرجواني	**aaBB** أبيض	**aaBb** أبيض
	(ab)	**AaBb** أرجواني	**Aabb** وردي	**aaBb** أبيض	**aabb** أبيض

النسبة المتوقعة للطرز المظهرية للأبناء في الجيل الثاني: 9 أرجواني: 3 وردي: 4 أبيض

٢٠. أ.

الطرز المظهرية للأبوَين	ذكر، جسم رمادي، قرن استشعار طبيعي	X	أنثى، جسم أبنوسي، قرن استشعار أريستوبيديا
الطرز الجينية للأبوَين	**EeAa**		**eeaa**
أمشاج الأبوَين	(ea) أو (eA) أو (Ea) أو (EA)		(ea)

الطرز المظهرية والطرز الجينية للأبناء

أمشاج الأنثى \ أمشاج الذكر	(EA)	(Ea)	(eA)	(ea)
(ea)	**EaAa** جسم رمادي، قرن استشعار طبيعي	**Eeaa** جسم رمادي، قرن استشعار أريستوبيديا	**eeAa** جسم أبنوسي، قرن استشعار طبيعي	**eeaa** جسم أبنوسي، قرن استشعار أريستوبيديا

النسبة المتوقعة للطرز المظهرية للأبناء في الجيل الثاني: 1 جسم رمادي، قرن استشعار طبيعي: 1 جسم رمادي، قرن استشعار أريستوبيديا: 1 جسم أبنوسي، قرن استشعار طبيعي: 1 جسم أبنوسي، قرن استشعار أريستوبيديا.

٢١. أ.

الطرز المظهرية للأبوَين	بذور ملساء وصفراء	X	بذور مجعدة وخضراء
الطرز الجينية للأبوَين	الأنثى **RrYy**		الذكر **rryy**
أمشاج الأبوَين	(RY) أو (Ry) أو (rY) أو (ry)		(ry)

الطرز المظهرية والطرز الجينية للأبناء

أمشاج الذكر \ أمشاج الأنثى	(RY)	(Ry)	(rY)	(ry)
(ry)	**RrYy** بذور ملساء وصفراء	**Rryy** بذور ملساء وخضراء	**rrYy** بذور مجعدة وصفراء	**rryy** بذور مجعدة وخضراء

النسبة المتوقعة للطرز المظهرية للأبناء: 1 بذور ملساء وصفراء: 1 بذور ملساء وخضراء: 1 بذور مجعدة وصفراء: 1 بذور مجعدة وخضراء.

ب. بما أن لأحد الأبوين (الذكر) طرازًا جينيًا **rryy** وللأب الآخر (الأنثى) طرازًا جينيًا RrYy يمكننا أن نفترض بأن الأليلين **r** و **y** مرتبطان معًا على الكروموسوم نفسه، وبالتالي فإن الطراز الجيني (ry)(ry) يمكنه أن ينتج تركيبًا جينيًا واحدًا للأمشاج وهو **ry**. الأب الآخر (الأنثى) وطرازه الجيني **(RY)(ry)** فإن هناك تركيبين جينيين للأمشاج هما **RY** و **ry**.

الطرز المظهرية والطرز الجينية للأبناء الناتجة:

أمشاج الذكر	أمشاج الأنثى	
	(RY)	(ry)
(ry)	(RY)(ry) بذور ملساء، وصفراء	(ry)(ry) بذور مجعدة وخضراء

النسبة المتوقعة للطرز المظهرية للأبناء هي: 1 بذور ملساء وصفراء: 1 بذور مجعدة، وخضراء.

ج. إذا حدث عبور، فإن القليل من الأمشاج سيكون لها الطرازان الجينيان **Ry** و **rY** الأمر الذي يسمح بفرص قليلة لإنتاج أبناء بتراكيب عبورية (بذور ملساء، خضراء؛ وبذور مجعدة، وصفراء).

٢٢. أ. 1 : 1 : 1 : 1

ب. بسبب الارتباط؛ إذ إن الموقع الكرموسومي لكلا الجينين هو على الكروموسوم نفسه بحيث يميلان إلى أن يورثا معًا، لا يتوزعان بشكل مستقل؛ أي أن الموقعَين الجينيَّين موجودان على الكروموسوم نفسه. توجد الأليلات الخاصة بالجسم الرمادي والأجنحة المستقيمة على كروموسوم متماثل واحد في الفرد غير متماثل الأليلات، بينما توجد الأليلات الخاصة باللون الأبنوسي والأجنحة الملتفة على الكروموسوم المتماثل الآخر.

ج. $\frac{30 + 29}{113 + 30 + 29 + 115} \times 100\% = 20.6\%$

إجابات أسئلة نهاية الوحدة

١. أ. **الطراز الجيني:** الأليلات التي توجد في الكائن الحي أو التكوين الجيني لكائن حي ذات الصلة بجين واحد أو مجموعة من الجينات.

الطراز المظهري: تعبير أليلات معيّنة لجين أو لجينات موجودة في الفرد لصفة ملحوظة. أو الصفات الظاهرة على الكائن الحي، وهي تتأثر بالجينات وبالبيئة.

ب. **متماثل الأليلات:** يصف المصطلح كائنًا حيًا ثنائي المجموعة الكروموسومية ($2n$) يوجد فيه أليلان لجين معيّن في الموقع الكروموسومي نفسه على الكروموسومين المتماثلين أو وجود أليلَين متطابقَين من الجين.

غير متماثل الأليلات: يصف كائنًا حيًا ثنائي المجموعة الكروموسومية ($2n$) يوجد فيه أليلان مختلفان على الموقع الكروموسومي للجين على الكروموسومات المتماثلة أو وجود أليلَين مختلفين لجين معيّن.

ج.

		أمشاج الذكر (ab)
أمشاج الأنثى (AB)	الطراز الجيني:	AaBb
	الطراز المظهري:	أزهار أرجوانية وحبوب لقاح متطاولة الشكل
أمشاج الأنثى (Ab)	الطراز الجيني:	Aabb
	الطراز المظهري:	أزهار أرجوانية وحبوب لقاح كروية الشكل
أمشاج الأنثى (aB)	الطراز الجيني:	aaBb
	الطراز المظهري:	أزهار حمراء وحبوب لقاح متطاولة الشكل
أمشاج الأنثى (ab)	الطراز الجيني:	aabb
	الطراز المظهري:	أزهار حمراء وحبوب لقاح كروية الشكل

سينتج أربعة طرز مظهرية بنسبة 1:1:1:1

٢. أ. **الأليل:** شكل من أشكال جين معيّن،

السائد: الأليل الذي يعبّر عن نفسه دائمًا في الطراز المظهري عندما يكون موجودًا.

ب.

الطرز المظهرية للأبوَين	ذكر من النوع البرّي	X	أنثى من النوع البرّي
الطرز الجينية للأبوَين	**AaBb**		**AaBb**
أمشاج الأبوَين	(ab) أو (aB) أو (Ab) أو (AB)		(ab) أو (aB) أو (Ab) أو (AB)

الطرز المظهرية والطرز الجينية للأبناء

	أمشاج الذكر (AB)	أمشاج الذكر (Ab)	أمشاج الذكر (aB)	أمشاج الذكر (ab)
أمشاج الأنثى (AB)	**AABB** النوع البرّي	**AABb** النوع البرّي	**AaBB** النوع البرّي	**AaBb** النوع البرّي
أمشاج الأنثى (Ab)	**AABb** النوع البرّي	**AAbb** جسم رمادي، وأجنحة ضامرة	**AaBb** النوع البرّي	**Aabb** جسم رمادي، وأجنحة ضامرة
أمشاج الأنثى (aB)	**AaBB** النوع البرّي	**AaBb** النوع البرّي	**aaBB** جسم أبنوسي، وأجنحة طويلة	**aaBb** جسم أبنوسي، وأجنحة طويلة
أمشاج الأنثى (ab)	**AaBb** النوع البرّي	**Aabb** جسم رمادي، وأجنحة ضامرة	**aaBb** جسم أبنوسي، وأجنحة طويلة	**aabb** جسم أبنوسي، وأجنحة ضامرة

٣. أ. ١. GGC^DC^P

٢. ggC^PC^P

ب. الطرز الجينية للأبوَين: GGC^DC^P و ggC^DC^P

الأمشاج: GC^D أو GC^P و gC^D أو gC^P

الطرز الجينية والطرز المظهرية للأبناء:

		أمشاج الذكر (GC^D)	أمشاج الذكر (GC^P)
أمشاج الأنثى	(gC^D)	GgC^DC^D أخضر زيتوني	GgC^PC^D أخضر داكن
أمشاج الأنثى	(gC^P)	GgC^DC^P أخضر داكن	GgC^PC^P أخضر فاتح

النسبة المتوقعة للطرز المظهرية للأبناء: 1 أخضر زيتوني: 2 أخضر داكن: 1 أخضر فاتح.

٤. أ. ١. **الأوبرون:** مجموعة من الجينات التي يتحكّم بها المحفز نفسه.

٢. **الجين التركيبي:** هو الذي يشفّر إلى بروتين له وظيفة في الخلية.

٣. **الإنزيم القابل للتحفيز:** هو إنزيم يتم بناؤه فقط عند وجود مادته المتفاعلة.

ب. يحفز وجود اللاكتوز في الوسط المحيط حدوث الآتي: (أي خمس نقاط من النقاط الآتية)

- تمتص البكتيريوم سكر اللاكتوز.
- يرتبط اللاكتوز بالبروتين المثبط.
- يُمنع البروتين المثبط من الارتباط بالحمض النووي DNA، في موقع المشغل.
- لم يعد النسخ مثبطًا.
- يتم إنتاج mRNA من جين بيتا (β) – جلاكتوسيديز أو من قبل الجينات التركيبية الثلاثة.
- يمكن ترجمة mRNA في الرايبوسوم (لإنتاج إنزيم بيتا (β) – جلاكتوسيديز).

ج. تستخدم عملية بناء البروتينات الطاقة أو الأحماض الأمينية، وسيتم إهدارها في حال تم صنع بروتين غير مطلوب.

٥. أ. لأن الأحماض الأمينية التي تدخل في تركيب هرمونات الغدة الدرقية تكون قطبية أو محبّة للماء، لذلك لا يمكنها أن تنتقل خلال الطبقة الثنائية للدهون المفسفرة.

ب. ١. عامل النسخ

٢. يشترك الميوسين في انقباض العضلات. يسبب هرمون الغدة الدرقية بناء المزيد من الميوسين، وبالتالي زيادة الكتلة العضلة أو قوة العضلة أو قدرة العضلة على الانقباض.

ج. ١. الأليل سائد، حيث يكون له تأثير حتى عند وجود أليل واحد منه فقط.

٢. يتسبب هرمون الغدة الدرقية عادة في نسخ الجينات بوساطة مستقبلاته، ومع أنه لا يزال بإمكانه دخول الخلايا، إلا أنه لا يستطيع الارتباط بمستقبلاته، ولذلك يستمر منع أو تثبيط عملية النسخ.

إجابات كتاب التجارب العملية والأنشطة

إجابات الأنشطة

نشاط ٢-١: وصف الانقسام الاختزالي

١ و ٢ و ٣.

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

٤.

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

نشاط ٢-٢: مصطلحات في علم الوراثة

١. الجينات، الموقع الكروموسومي.
٢. الموقع الكروموسومي (المواقع الكروموسومية)، أليلات
٣. X، Y، الارتباط بالجنس
٤. جين
٥. الطراز المظهري، الطراز الجيني
٦. المتنحي، السائد
٧. متماثلو الأليلات، F1، غير متماثل الأليلات، F2
٨. سيادة مشتركة، أليلان، غير متماثل الأليلات
٩. تعدد الأليلات
١٠. الارتباط بالكروموسوم الجسدي
١١. أليل، التزاوج الاختباري
١٢. التفوق الجيني

نشاط ٢-٣: إجابات أسئلة تتضمن تزاوجات ثنائية الهجين

١.

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

٢. انظر الشكل ٢-١ في النشاط ٢-٣ الوارد في كتاب التجارب العملية والأنشطة.

٣. 3 قصير، خشن: 3 قصير، أملس: 1 طويل، خشن: 1 طويل، أملس

٤. احتمال ظهور أفراد شعرها طويل أملس هو 1 من 8. لذلك، في المتوسط يتوقع أن يكون فرد واحد من 11 لديه شعر طويل وأملس.

٥. أ. يجب إجراء التزاوج الاختباري بين الفرد ذي الشعر القصير والخشن والفرد ذي الشعر الطويل والأملس. أولًا، يمكننا معرفة تركيبه الجيني من طرازه المظهري. ثانيًا، سنكون قادرين على معرفة الطراز الجيني للأب الآخر من خلال الطرز المظهرية للأفراد الناتجة.

ب. يجب أن يكون الطلبة قد فهموا أن الطراز المظهري للأب ذي الشعر القصير والخشن يمكن أن يكون أحد أربعة طرز جينية: **AABB** أو **AaBB** أو **AaBb** أو **AABb**.

إذا جرى تزاوج الفرد ذي الشعر القصير والخشن المجهول الطراز الجيني مع فرد آخر، وكان لفرد ناتج طراز مظهري «شعر طويل» فإننا نعلم أن الأب ذا الشعر القصير والخشن مجهول الطراز الجيني يجب أن يكون لديه الأليل المتنحي a، وبالتالي يجب أن يكون الطراز الجيني لصفة طول الشعر لديه Aa. وبالمثل، إذا كان لأي فرد ناتج من هذا التزاوج شعر أملس، فيجب أن يكون لدى الأب مجهول الطراز الجيني الأليل المتنحي b، وبالتالي يجب أن يكون الطراز الجيني له هو Bb.

قد يرسم الطلبة مخططًا جينيًّا لكل من الطرز الجينية الأربعة المحتملة للأب ذي طراز مظهري شعر قصير وخشن. فيما يلي مثال على أحد التزاوجات المحتملة التي يمكن أن توضح أنه إذا كان لدى أي من الأفراد الناتجة من تزاوج الأبوَين شعر طويل أو أملس، فيجب أن يكون الأب ذو الشعر القصير والخشن غير متماثل الأليلات.

الطرز المظهرية للأبوَين	ذكر بشعر قصير، خشن	X	أنثى بشعر طويل، أملس
الطرز الجينية للأبوَين	**AaBb**		**aabb**
أمشاج الأبوَين	(ab) أو (aB) أو (Ab) أو (AB)		(ab)

الطرز الجينية والطرز المظهرية للأبناء

		أمشاج الذكر			
		(AB)	(Ab)	(aB)	(ab)
أمشاج الأنثى	(ab)	**AaBb** قصير، خشن	**Aabb** قصير، أملس	**aaBb** طويل، خشن	**aabb** طويل، أملس

نشاط ٢-٤: تزاوج آخر لثنائي الهجين

رموز الأليلات:

C^R لأليل الشعر الأحمر، C^W لأليل الشعر الأبيض

H لأليل عديم القرون، و **h** هو أليل صفة وجود القرون

يمكننا القول إن أليل وجود القرون متنحٍّ، لأن هذه الصفة لوحظت في الأفراد الناتجة من تزاوج ثور عديم القرون وبقرة بقرون.

الطراز الجيني	الطراز المظهري
C^RC^RHH	شعر أحمر، عديم القرون
C^RC^RHh	شعر أحمر، عديم القرون
C^RC^Rhh	شعر أحمر، ذو قرون
C^RC^WHH	شعر كستنائي، عديم القرون
C^RC^WHh	شعر كستنائي، عديم القرون
C^RC^Whh	شعر كستنائي، ذو قرون
C^WC^WHH	شعر أبيض، عديم القرون
C^WC^WHh	شعر أبيض اللون، عديم القرون
C^WC^Whh	شعر أبيض اللون، وذو قرون

التزاوج مع البقرة الأولى

الطرز المظهرية للأبوَين	ثور بشعر أحمر عديم قرون	X	بقرة بشعر أبيض ذات قرون
الطرز الجينية للأبوَين	C^RC^RHh		C^WC^Whh
أمشاج الأبوَين	(C^RH) أو (C^Rh)		(C^Wh)

الطرز الجينية والطرز المظهرية للأبناء

		أمشاج الأنثى/البقرة
		(C^Wh)
أمشاج الذكر/الثور	(C^RH)	C^RC^WHh شعر كستنائي، بدون قرون
	(C^Rh)	C^RC^Whh شعر كستنائي، ذو قرون

التزاوج مع البقرة الثانية

الطرز المظهرية للأبوَين	ثور بشعر أحمر، بدون قرون	X	بقرة بشعر أبيض، بدون قرون
الطرز الجينية للأبوَين	C^RC^RHh		C^WC^WHh
أمشاج الأبوَين	(CRh) أو (CRH)		(CWh) أو (CWH)

	أمشاج الأنثى (CWH)	أمشاج الأنثى (CWh)
أمشاج الذكر (CRH)	C^RC^WHH شعر كستنائي عديم القرون	C^RC^WHh شعر كستنائي عديم القرون
أمشاج الذكر (CRh)	C^RC^WHh شعر كستنائي عديم القرون	C^RC^Whh شعر كستنائي ذو قرون

الطرز الجينية والطرز المظهرية للأبناء

نشاط ٢-٥: الارتباط بالكروموسوم الجسدي

١. أ.

الطراز الجيني	الطراز المظهري
RRTT	أزهار حمراء، أوراق مسننة
RRTt	أزهار حمراء، أوراق مسننة
RRtt	أزهار حمراء، أوراق ملساء
RrTT	أزهار حمراء، أوراق مسننة
RrTt	أزهار حمراء، أوراق مسننة
Rrtt	أزهار حمراء، أوراق ملساء
rrTT	أزهار صفراء، أوراق مسننة
rrTt	أزهار صفراء، أوراق مسننة
rrtt	أزهار صفراء، أوراق ملساء

الطرز المظهرية للأبوَين

	أزهار حمراء، أوراق مسننة	X	أزهار صفراء، أوراق ملساء
الطرز الجينية للأبوَين	**RrTt**		**rrtt**
أمشاج الأبوَين	(Rt) أو (RT) (rt) أو (rT)		(rt)

الطرز الجينية والطرز المظهرية للأبناء

	أمشاج الذكر (rt)
أمشاج الأنثى (RT)	**RrTt** أزهار حمراء، أوراق مسننة
أمشاج الأنثى (Rt)	**Rrtt** أزهار حمراء، أوراق ملساء
أمشاج الأنثى (rT)	**rrTt** أزهار صفراء، أوراق مسننة
أمشاج الأنثى (rt)	**rrtt** أزهار صفراء، أوراق ملساء

إذا كانت الجينات على كروموسومات مختلفة، وتُظهر توزيعًا مستقلًا، فإننا نتوقع نسبة الأبناء:

1 أزهار حمراء، أوراق مسننة: 1 أزهار حمراء، أوراق ملساء: 1 أزهار صفراء، أوراق مسننة: 1 أزهار صفراء، أوراق ملساء

ب. الأليلان المرتبطان هما r و t لأنهما موجودان عند أحد الأبوين ذات أزهار صفراء وأوراق ملساء.

الطرز المظهرية للأبوَين	أنثى، أزهار حمراء، أوراق مسننة	X	ذكر، أزهار صفراء، أوراق ملساء
الطرز الجينية للأبوَين	(RT)(rt)		(rt)(rt)
أمشاج الأبوَين	(rt) أو (RT)		(rt)

الطرز الجينية والطرز المظهرية للأبناء		أمشاج الذكر (rt)
أمشاج الأنثى	(RT)	**(RT)(rt)** أزهار حمراء، أوراق مسننة
	(rT)	**(rt)(rt)** أزهار صفراء، أوراق مسننة

إذا كانت الجينات مرتبطة، تكون النسبة المتوقعة للطرز المظهرية للأبناء: ١ أزهار حمراء، أوراق مسننة: ١ أزهار صفراء، أوراق ملساء، (بنسبة ١ : ١).

الطرز المظهرية للأبوَين	أنثى، جسم أخضر، أجنحة طويلة	X	ذكر، جسم بني، أجنحة قصيرة
الطرز الجينية للأبوَين	**GgLl**		**ggll**
أمشاج الأبوَين	الأغلبية (بنسبة عالية/عدد كبير) (gl) (GL) عدد قليل (بنسبة قليلة) (Gl) (gL)		(gl)

الطرز الجينية والطرز المظهرية للأبناء		أمشاج الذكر (gl)
أمشاج الأنثى	(GL)	**GgLl** جسم أخضر، أجنحة طويلة
	(gl)	**ggll** جسم بني، أجنحة قصيرة
	(Gl)	**Ggll** جسم أخضر، أجنحة قصيرة
	(gL)	**ggLl** جسم بني، أجنحة طويلة

سيكون معظم النسل بجسم أخضر مع أجنحة طويلة، أو بجسم بنّي مع أجنحة قصيرة، بنسبة 1 : 1. سيكون هناك عدد قليل من الأفراد الناتجة يحمل الطرز المظهرية: جسم أخضر مع أجنحة قصيرة، أو جسم بنّي مع أجنحة طويلة، بنسبة 1 : 1.

نشاط ٢-٦: الارتباط والعبور

١. أ. الرموز المستخدمة:

G لأليل لون الجسم الأخضر، و **g** لأليل لون الجسم البنّي

L لأليل الأجنحة الطويلة، و **l** لأليل الأجنحة القصيرة.

الطراز الجيني	الطراز المظهري
GGLL	جسم أخضر، أجنحة طويلة
GGLl	جسم أخضر، أجنحة طويلة
GGll	جسم أخضر، أجنحة قصيرة
GgLL	جسم أخضر، أجنحة طويلة
GgLl	جسم أخضر، أجنحة طويلة
Ggll	جسم أخضر، أجنحة قصيرة
ggLL	جسم بني، أجنحة طويلة
ggLl	جسم بني، أجنحة طويلة
ggll	جسم بني، أجنحة قصيرة

نشاط ٢-٧: التفوق الجيني

١. أ.

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

يجب أن يكون الأليل **E** موجودًا لإنتاج الصبغة السوداء، لذا فإن كل حصان يحمل الطراز الجيني **ee** سيكون كستنائيًا (بنّي اللون بالكامل، وبدون أي لون أسود).

يمكن لجميع الخيول التي لديها **EE** أو **Ee** إنتاج صبغة سوداء. تلك التي لديها **AA** أو **Aa** ستحمل الطراز المظهري لحصان الخليج، وتلك التي لديها **aa** ستكون ذات لون أسود بالكامل.

ب. ١. يجب أن يكون للمهر الكستنائي الطراز الجيني **ee**، لكن لا يمكننا تحديد الأليلات التي يمتلكها للجين **A/a**.

فقد ورث المهر الكستنائي الأليل **e** من كل من أمه وأبيه، لكن لكلَيهما اللون الأسود في غطاء الجسم، لذا يجب أن يكون لديهما أيضًا الأليل **E**، وأن يكون لكل منهما الطراز الجيني **Ee**.

يتميز الحصان الأسود باللون الأسود في جميع أنحاء غطاء جسمه، لذلك لا بد أن لديه نسختَين من الأليل **a**. وبذلك، يكون طرازه الجيني هو **Eeaa**.

٢. نحن نعلم أن لفرس الخليج الأليلَين **Ee**، وأنها لا تمتلك الأليلَين **aa** (وإلا فستكون سوداء)، لكن يمكن أن يكون طرازها الجيني أيًا من الطرازَين الجينيَّين المحتملين **EeAA** أو **EeAa**. لقد ورث المهر الكستنائي الأليل **e** من كل من والديه. ويمكن أن يكون قد ورث إما الأليل A أو الأليل a من أمه. لذلك من المحتمل أن يكون طرازه الجيني إما **eeAa** أو **eeaa**.

نشاط ٢-٨: التحكم في التعبير الجيني

١. أ. يجب ترتيب المكوّنات في الصناديق بجانب بعضها كما هي مرتبة في الكروموسوم البكتيري، وبالترتيب التالي: محفز للجين المنظم؛ جين منظم؛ محفز للجين التركيبي؛ المشغل operator؛ جين بيتا (β) – جلاكتوسيديز.

ب. ١. جين بيتا (β) – جلاكتوسيديز

٢. جين منظم

٣. المشغل operator

٤. محفز للجين التركيبي

٥. جين بيتا (β) – جلاكتوسيديز

٦. محفز للجين المنظم

ج. عندما تمتص البكتيريا اللاكتوز، فإنه يرتبط مع البروتين المثبط Lac، الأمر الذي يؤدي إلى تغيير شكله ومنعه من الارتباط مع موقع المشغل. يسمح هذا لإنزيم RNA بوليميريز بالارتباط بالمحفز، بحيث يمكن إجراء نسخ الجين الذي يشفر لإنزيم اللاكتيز (الجين التركيبي). لذلك يتم إنتاج mRNA، الذي ينتقل إلى الرايبوسوم حيث يتم بناء إنزيم بيتا (β) – جلاكتوسيديز.

إجابات الاستقصاءات العملية

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

الأهداف التعليمية

- يجمع ويسجل ويقدم الملاحظات والقياسات والتقديرات.
- يحلِّل ويفسر البيانات التجريبية للوصول إلى الاستنتاجات.

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

٢-٤ يصف سلوك الكروموسومات في الخلايا النباتيّة والخلايا الحيوانيّة 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 يفسر الصور المجهريّة الضوئيّة والرسوم التخطيطيّة للخلايا في مراحل الانقسام الاختزالي المختلفة، ويحدّد الأطوار الرئيسيّة للانقسام الاختزالي.

المدّة

يخصص لتنفيذ هذا الاستقصاء ٤٠ دقيقة.

توجيهات حول الاستقصاء

- يجب أن يكون الطلبة على دراية بأطوار الانقسام الاختزالي.
- سيكون من المفيد دراسة الصور المجهرية الضوئية للخلايا خلال عملية الانقسام الاختزالي، وتحديد الخصائص المميِّزة لكل طور والتي تساعده في التمييز بينها.

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

- يجب أن يقرأ الطلبة قسم إرشادات السلامة الوارد في كتاب التجارب العمليّة والأنشطة، قبل إجراء هذا الاستقصاء.
- يجب اتباع إجراءات السلامة المعياريّة في المختبرات دائمًا.

توجيهات حول إجراء الاستقصاء

- تكون الخلايا التي تمر بالانقسام الاختزالي صغيرة، وقد يكون من الصعب رؤية الكروموسومات في داخلها بوضوح. تزويد الطلبة بمجاهر وشرائح ذات جودة عالية يساعدهم في إتمام مهمتهم بنجاح. كلما كانت المجاهر والشرائح المجهرية التي تزود بها الطلبة ذات جودة عالية، مكّنتهم من مشاهدة تفاصيل أكثر. وإذا أمكن، استخدم العدسة الزيتية ذات قوة تكبير x100.

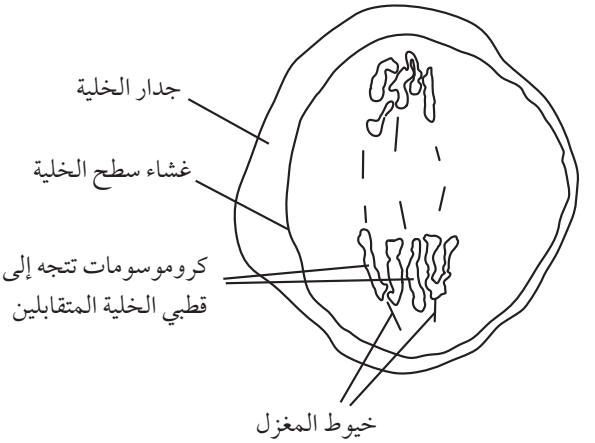
الطلبة الذين يواجهون صعوبة كبيرة في رؤية الخلايا أو التعرف عليها قد يحتاجون إلى المساعدة في ضبط تركيز مجاهرهم، خصوصًا إذا كانوا يستخدمون العدسة الزيتية. وكخيار أخير، يمكن إعطاؤهم صورًا مجهرية ضوئية لتنفيذ رسومهم التخطيطية، بدلًا من رسمها من شريحة مجهرية.

يمكن أن يُطلب إلى الطلبة الذين يمتلكون القدرة على التحدي الإضافي تنفيذ رسم تخطيطي سطحي لمقطع عرضي في متك الزنبق مع مسمياته لوصف تركيب ووظيفة كل طبقة نسيج.

يمكن أن يُعِدّوا قائمة بالمزايا التي تمكنهم من تحديد الخلايا في كل طور من أطوار الانقسام الاختزالي.

نتائج عيّنة

انظر الشكل ٢-١ الوارد في كتاب التجارب العملية والأنشطة كمثال على رسم تخطيطي لخلية في الطور الانفصالي. قد يرغب الطلبة في رسم خلايا في أطوار أخرى. يفيد الشكل ٢-٢ الوارد في كتاب الطالب في تحديد كل طور من الأطوار. يجب تقييم الرسوم التخطيطية باستخدام المعايير المعتادة لتقييم الرسوم التخطيطية ذات قدرة تكبير عالية.



الشكل ٢-١ يبيّن رسمًا تخطيطيًا لخلية في الطور الانفصالي.

استقصاء عملي ٢-٢: نمذجة تكرار الأليلات

الأهداف التعليمية

- يجمع ويسجل ويقدم الملاحظات والقياسات والتقديرات.
- يحلِّل ويفسر البيانات التجريبية للوصول إلى الاستنتاجات.

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

المدّة

هذا الاستقصاء العملي هو عرض توضيحي بسيط لتكرار الأليلات، ويتوقع أن يستغرق نحو 20 دقيقة حتى يكتمل.

توجيهات حول الاستقصاء

- يجب أن يكون الطلبة واثقين من استخدام المصطلحات العلمية: الجين، والأليل، والزيجوت، والطراز الجيني، والطراز المظهري، والجماعة الأحيائية.

ستحتاج إلى

الموادّ والأدوات:

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

ملاحظات وتوجيهات إضافيّة

- يجب أن يكون نوعا الفاصوليا متشابهَين في الحجم (القياس) والشكل والملمس قدر الإمكان، ولكن يجب أن يختلفا في اللون.
- يمكن استخدام فاصوليا مونج Mung (خضراء) وفاصوليا أدزوكي Adzuki (بنّي محمر) إن توافرتا، كونهما مناسبتَين لهذا الاستقصاء. ومع ذلك، قد يجد بعض الطلبة أن الحجم (القياس) الصغير لهذين النوعَين من حبات الفاصوليا يجعل استخدامها في هذا النشاط صعبًا، فمن السهل إسقاطها، أو التقاط ثلاث بذور مثلًا في الوقت نفسه بدلًا من اثنتَين. قد تفضل استخدام بذور فاصوليا كبيرة الحجم، مثل الفاصوليا الحمراء.
- كبديل عن ذلك، يمكن استخدام أي أشياء صغيرة بلونَين مختلفَين، مثل قطع المعكرونة الملونة بالصبغة، أو الخرز، أو قطع العد Counters الملوّنة.

⚠ احتياطات الأمان والسلامة

- يجب أن يقرأ الطلبة قسم إرشادات السلامة الوارد في كتاب التجارب العمليّة والأنشطة، قبل إجراء هذا الاستقصاء.
- يجب اتباع إجراءات السلامة المعياريّة في المختبرات دائمًا.

توجيهات حول إجراء الاستقصاء

- إن عملية جمع البيانات في هذا الاستقصاء هي عملية واضحة ومباشرة. تتمثل الصعوبة الرئيسية في عملية جمع البيانات كونها عملية متكررة، ومن السهل فقدان التركيز ووضع أزواج من بذور الفاصوليا في الوعاء الخطأ، أو تدوين البيانات في المكان الخطأ. ومواجهة هذه المشكلة هي بمثابة تجربة تعليمية جيدة للطلبة، لأنهم سيحتاجون إلى إيجاد طريقة للحفاظ على التركيز والدقة طوال المهمة. يمكن أن يعمل الطلبة فرديًّا أو في ثنائيات.

الصعوبة الرئيسية التي يحتمل أن يواجهها الطلبة هي كيفية تنظيم أنفسهم بحيث يعرفون دائمًا أي حبات الفاصوليا يُفترض أن تكون في الوعاء المخصص لها، وأن يكون لديهم طريقة دقيقة لتسجيل نتائجهم. من الأفضل تركهم يعملون على حل هذه المشكلة بأنفسهم، والتدخل فقط عند ارتباكهم.

الإجراءات التي يمكن أن تساعد هي:

- ضع دائمًا الجماعة الأحيائية لحبّات الفاصوليا التي تختار منها (أي الجماعة الأحيائية التي ستتزاوج فيما بينها) في الوعاء نفسه.
- ضع الأليلات المزدوجة (الأبناء) في وعاء مختلف، والذي يمكن تمييزه بسهولة عن الوعاء الأول.
- إذا كان الطلبة يعملون في ثنائيات، فيجب أن يقوم الشخص نفسه دائمًا باختيار حبات الفاصوليا، على أن يقوم الشخص الثاني بتسجيل النتائج.
- يجدر التحقق من وقت إلى آخر أنه لا يزال لديك 100 حبة من كل لون، وأنك لم تفقد أيًا منها.

يمكن للطلبة الذين يحتاجون إلى تحدٍ إضافي استخدام هذه التقنية لاستقصاء أحد الأمور التالية:

- ماذا يحدث لتكرارات الأليل ولنسب الطرز المظهرية بوجود ضغط انتقائي يعمل ضد الأفراد غير متماثلي الأليلات؟
- الانجراف الجيني: قم بإعداد جماعة أحيائية تتزاوج فيما بينها يكون فيها تكرار أحد الأليلات منخفضًا. ماذا يحدث لتكرارات الأليل إذا تمّ عزل جزء صغير من جماعة أحيائية يتم اختياره عشوائيًا عن باقي الجماعة؟

نتائج عيّنة

الجزء الأول: استقصاء تكرار أليل بدون وجود ضغط انتقائي

انظر الجدول ٢-١

الطراز الجيني	AA	Aa	aa
عدد مرات الحصول على الطراز الجيني	𝍸 𝍸 𝍸 𝍸 ||	𝍸 𝍸 𝍸 𝍸 𝍸 𝍸 𝍸 𝍸 𝍸 |	𝍸 𝍸 𝍸 𝍸 𝍸 ||
العدد الإجمالي	22	46	27

الجدول ٢-١ جدول حساب مجموع النتائج.

إجابات أسئلة كتاب التجارب العملية والأنشطة (باستخدام نتائج العيّنة)

١. تقريبًا: **AA** 1 : **Aa** 2 : **aa** 1

٢. 3 الصفة السائدة: 1 الصفة المتنحية.

٣. من بين الأليلات الثمانية الموجودة في عيّنة من أربعة طرز جينية (تشمل الطرز الجينية aa 1، Aa 2، AA 1 ثمانية أليلات)، هناك أربعة أليلات A وأربعة أليلات a. لذلك فإن نسبة تكرار كل أليل هو 50% = 100 × (8 ÷ 4) من العدد الإجمالي للأليلات 0.5 = (8 ÷ 4) إذا لم يتم حسابها كنسبة مئوية).

٤. إذا بقي جميع الأبناء (النسل) على قيد الحياة وتكاثروا عشوائيًا، فسيكون لدى الجماعة الأحيائية العدد الإجمالي نفسه للأليلات ويُتوقع الحصول على النتيجة نفسها من نسبة الطرز الجينية 1:2:1.

٥. إذا بقي جميع الأبناء (النسل) على قيد الحياة وتكاثروا عشوائيًا، فسيكون لدى أفراد الجماعة الأحيائية العدد الإجمالي نفسه للأليلات ويُتوقع الحصول على النتيجة نفسها بتكرار 50% لكل أليل حيث إنه لم يتم إزالة أي منها من الجماعة الأحيائية.

إجابات أسئلة نهاية الوحدة لكتاب التجارب العملية والأنشطة:

١. أ. ١. باستخدام المجهر الإلكتروني الماسح، الصورة ثلاثية الأبعاد.

٢. (س) جدار الخلية، (ص) خيوط المغزل.

٣. تنفصل أزواج الكروموسومات المتماثلة، ويتم سحبها بواسطة خيوط المغزل المتصلة بالسنترومیرات.

ب. تصطف الثنائيات المتكافئة عشوائيًا على خط استواء الخلية في الطور الاستوائي الأول، لذلك تحتوي الخلايا الناتجة على تراكيب مختلفة من الكروموسومات (من الأبوين)؛ قد تحمل كروموسومات الأم والأب أليلات مختلفة، لذا، ستحتوي الخلايا الجديدة الناتجة على مجموعات من الأليلات ذات تراكيب مختلفة.

٢. أ. ١. القط الذكر بفراء أسود، والقطة الأنثى بفراء صدفة السلحفاة.

٢.

الطرز المظهرية للأبوَين	قط (ذكر) أسود الفراء	X	قطة (أنثى) بفراء صدفة السلحفاة
الطرز الجينية للأبوَين	X^gY		X^GX^g
أمشاج الأبوَين	Y أو X^g		X^g أو X^G

الطرز الجينية والطرز المظهرية للأبناء

		أمشاج الأنثى	
		X^G	X^g
أمشاج الذكر	X^g	X^GX^g قطة (أنثى) بفراء صدفة السلحفاة	X^gX^g قطة (أنثى) بفراء أسود
	Y	X^GY قط (ذكر) برتقالي محمر	X^gY قط (ذكر) بفراء أسود

النسبة المتوقعة للطرز المظهرية للأبناء: 1 أنثى بفراء صدفة السلحفاة، 1 أنثى بفراء أسود، 1 ذكر بفراء برتقالي محمر، 1 ذكر بفراء أسود، تحقق من أن الطالب قد أدرج ما يلي:

- استخدام الرموز الصحيحة، X و Y مع الأحرف العلوية.
- الطرز الجينية للأبوَين صحيحة.
- جميع الأمشاج صحيحة.
- الطرز الجينية للأفراد الناتجة صحيحة.
- الطرز المظهرية للأفراد الناتجة صحيحة، ومرتبطة بالطرز الجينية بشكل صحيح.
- التعبير عن النسب بشكل صحيح.

ب. جميعها بيضاء، الجميع سوف يرث الأليل W من القط الذكر.

ج. لا ينتج القط ذو الطراز الجيني tt إنزيم التايروسينيز، وبالتالي لا يمكن لخلاياها تحويل التايروسين إلى دوبا DOPA، فلا يتشكل الدوباكينون Dopaquinone، ولن يتكوّن الميلانين لذلك يظهر القط أمهق.

٣. **أ.** مستقبل الأندروجين، فهو يرتبط بالحمض النووي DNA ويؤثر على عملية نسخه.

ب. تتميز الستيرويدات بأنها قابلة للذوبان في الدهون ويمكنها بالتالي أن تمر من خلال الطبقة الثنائية للدهون المفسفرة.

ج. ١. يرتبط الفيناستيرايد بالموقع النشط للإنزيم المختزل 5 ألفا (5-alpha reductase)، ويمنع ارتباط هرمون التستوستيرون، فيقوم بالتثبيط التنافسي.

٢. يتم تحويل كميات قليلة من هرمون التستوستيرون أو عدم تحويله إلى ثنائي هيدروتستوستيرون (Dihydrotestosterone -DHT)، وبالتالي سترتبط كميّات قليلة من DHT أو لن يكون هناك أي كمية من DHT لترتبط بمستقبلات الأندروجين، ويبقى مستقبل الأندروجين مرتبطًا ببروتينات الصدمة الحرارية، لا تدخل مستقبلات الأندروجين إلى نواة الخلية ولا ترتبط مع DNA، وبناء على ذلك لا يتم بناء بروتينات فقدان الشعر.

٤. **أ.** أوبرون

ب. يشفر الجين المنظم لبروتين يسمّى المثبط.

ج. يرتبط التربتوفان عند وجوده بكميات كبيرة ببروتين المثبط، والذي يرتبط بعد ذلك مع المشغل، ويمنع إنزيم RNA بوليميريز من الارتباط بالمحفز على جزيء DNA. وبالتالي لا يتم نسخ mRNA، لذلك لا يتم إنتاج التربتوفان.

د. تتحكم أو تنظم آلية التحكم في هذه البكتيريا كمية التربتوفان التي يتم إنتاجها في الخلية، وتتجنب إهدار الموارد أو الطاقة (الإشارة إلى التغذية الراجعة السلبية).

هـ. الإنزيمات اللازمة لإنتاج التربتوفان هي إنزيمات قابلة للتثبيط، لأنه يتم التعبير عن الجين بشكل طبيعي، ولكن يمنع التعبير عنه عن طريق تنشيط البروتين المثبط.

٥. **أ.** حرف واحد، حرف كبير لأليل لون الجلد الطبيعي وحرف صغير لأليل المهق (مثل M و m).

ب.

الطرز المظهرية للأبوَين	امرأة فصيلة دمها A، وتصبّغ جلدها طبيعي	X	رجل فصيلة دمه B، وتصبّغ جلده طبيعي
الطرز الجينية للأبوَين	I^AI^oMm		I^BI^oMm
أمشاج الأبوَين	I^Am أو I^AM I^om أو I^oM		I^Bm أو I^BM I^om أو I^oM

الطرز الجينية والطرز المظهرية للأبناء

		أمشاج الذكر			
		I^BM	I^Bm	I^OM	I^Om
أمشاج الأنثى	I^AM	I^AI^BMM فصيلة دم AB، جلد طبيعي	I^AI^BMm فصيلة دم AB، جلد طبيعي	I^AI^OMM فصيلة دم A، جلد طبيعي	I^AI^OMm فصيلة دم A، جلد طبيعي
	I^Am	I^AI^BMm فصيلة دم AB، جلد طبيعي	I^AI^Bmm فصيلة دم AB، مصاب بالمهق	I^AI^OMm فصيلة دم A، جلد طبيعي	I^AI^Omm فصيلة دم A، مصاب بالمهق
	I^OM	I^BI^OMM فصيلة دم B، جلد طبيعي	I^BI^OMm فصيلة دم B، جلد طبيعي	I^OI^OMM فصيلة دم O، جلد طبيعي	I^OI^OMm فصيلة دم O، جلد طبيعي
	I^Om	I^BI^OMm فصيلة دم B، جلد طبيعي	I^BI^Omm فصيلة دم B، مصاب بالمهق	I^OI^OMm فصيلة دم O، جلد طبيعي	I^OI^Omm فصيلة دم O، مصاب بالمهق

- استخدام الرموز الصحيحة لفصائل الدم طوال الوقت.
- استخدام الحرف I مع حرف علوي للتعبير عن الطرز الجينية.
- الطرز الجينية للأبوَين صحيحة.
- الأمشاج كلها صحيحة.
- جميع الطرز الجينية للأبناء صحيحة، مع وضع أليلات الجين الواحد معًا.
- تحديد الطفل ذي فصيلة الدم O والمصاب بالمهق في الوقت نفسه.

ج. 1/16

الوحدة الثالثة

التقنية الجينية

نظرة عامة

- تبنى هذه الوحدة على المعرفة المكتسبة من الصف الحادي عشر، والوحدة الأولى: الأحماض النووية وبناء البروتين، والوحدة الثانية: الوراثة، لاستكشاف كيفية استخدام التقنية الجينية في الهندسة الجينية والعلاج الطبي والتطبيقات الزراعية.
- لا تتوافر فرص عملية مهمة في هذه الوحدة، لكن توجد العديد من الفرص لتطوير التطبيقات التحليلية والمهارات الحسابية.

مخطط التدريس

أهداف الموضوع	الموضوع	عدد الحصص	المصادر في كتاب الطالب	المصادر في كتاب التجارب العملية والأنشطة
٣-١ ٣-٢ ٣-٣	٣-١ الهندسة الجينية	١	• السؤال ١	
٣-٤ ٣-٥ ٣-٦	٣-٢ أدوات تقني الجينات	٢	• الأشكال من ٣-١ إلى ٣-٥ • الصور من ٣-٢ إلى ٣-٤ • الأسئلة من ٢ إلى ٧ • الجدول ٣-١ • أسئلة نهاية الوحدة: ١أ و ٣أ و ب	• نشاط ٣-١: مصطلحات التقنيات الجينيّة • أسئلة نهاية الوحدة: ٣
٣-٧ ٣-٨	٣-٣ فصل وتضخيم DNA	٤	• الأشكال من ٣-٦ إلى ٣-٩ • الصور ٣-١ ومن ٣-٥ إلى ٣-٨ • الأسئلة من ٨ إلى ١٠ • العلوم ضمن سياقها • أسئلة نهاية الوحدة: ٢	• نشاط ٣-٢: استخدام الفصل الكهربائي الهلامي
٣-٩ ٣-١٠ ٣-١١	٣-٤ التقنية الجينية والطب	٣	• الشكل ٣-١٠ • الصورة ٣-٩ • السؤالان ١١ و ١٢ • الجدول ٣-٢ • أسئلة نهاية الوحدة: ١ب و ٦	• أسئلة نهاية الوحدة: ٢ و ٤
٣-١٢ ٣-١٣	٣-٥ التقنية الجينية والزراعة	٢	• الصور من ٣-١٠ إلى ٣-١٤ • السؤالان ١٣ و ١٤ • أسئلة نهاية الوحدة: ٣ (ج) و (د) و ٤ و٥	• أسئلة نهاية الوحدة: ١

الموضوع ٣-١: الهندسة الجينية

يقدم هذا الموضوع المفهوم والنظرة العامة الأساسية للهندسة الجينية، وتعرض الموضوعات الآتية العديد من الأفكار بمزيد من التعمّق.

الأهداف التعليمية

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.

عدد الحصص المقترحة للتدريس

يخصص لتنفيذ هذا الموضوع حصة واحدة مدتها ٤٠ دقيقة تقريبًا.

المصادر المرتبطة بالموضوع

المصدر	الموضوع	الوصف
كتاب الطالب	السؤال ١	• السؤال المرتبط بمقارنة الهندسة الجينية بالتكاثر الانتقائي

المفاهيم الخاطئة وسوء الفهم

- قد يجد الطلبة صعوبة في تقبل أن البكتيريا يمكن أن تمتص البلازميدات، لأنهم لم يتعرفوا حتى الآن على عناصر بهذا الحجم تمتصها الخلايا.
- لا يبدي بعض الطلبة قناعة باستخدام مصطلح ناقل Vector في سياق التقنية الجينية، لكونهم درسوه سابقًا في سياق الأمراض المعدية فقط.
- لا يميز الطلبة أحيانًا بين الهندسة الجينية للبلازميد (إدخال DNA غريب (المطلوب) لتكوين DNA معاد التركيب)، والتغير اللاحق في الخلايا المضيفة بفعل هذا الجزيء.

أنشطة تمهيدية

لقد توصل الطلبة إلى دور البلازميدات في بدائيات النواة، ودرسوا بناء DNA في الطور S من دورة الخلية في الصف الحادي عشر، كما درسوا عملية بناء البروتين في الوحدة الأولى، وتعرّفوا بعض جوانب التحكّم الجيني في الوحدة الثانية. ومن المحتمل أن يكونوا على دراية بمفهوم الهندسة الجينية، فالأنشطة التمهيدية لهذا الموضوع يجب أن تعزز معرفتهم بهذا المفهوم.

١ فكرة (أ)

قد يأتي الطلبة عند دراستهم لهذا الموضوع بأفكار مسبقة عن الهندسة الجينية، فوجّه الطلبة إلى المشاركة في «دفيئة الأفكار»، واطلب إليهم العمل في مجموعات ثنائيّة لكتابة قائمة بما يعرفونه عن الهندسة الجينية قبل البدء بدراسة هذا الموضوع. ساعد الطلبة على كتابة اقتراحات على السبورة، ثم بعد دقيقتين إلى ثلاث دقائق من المناقشة، اطلب إلى المجموعات الثنائية العمل معًا في مجموعات رباعيّة، ثم ثمانيّة لمناقشة ما كتبوه بشكل موسّع والتوصل إلى قائمة متفق عليها. اطلب إلى طالب أو طالبَين كتابة أفكار المجموعة على لوحة الصف لتكوين «خريطة ذهنيّة». وفّر أثناء تنفيذ النشاط، محفزات مفتاحية بناء على المعلومات المسبقة، تساعد الطلبة الذين يجدون صعوبة في تنفيذ النشاط، قد تشمل هذه المحفزات صورًا لتركيب DNA، وملخصًا لعملية بناء البروتين بما في ذلك دور mRNA.

› **أفكار للتقويم:** اطلب إلى الطلبة نقل الخريطة الذهنيّة على دفاترهم، الأفكار التي يعرفونها، «كنت أعرف» باللون الأخضر، والمعلومات "الجديدة" باللون الأحمر. يمكن الإشارة إلى ذلك في نهاية الدرس لمعرفة مدى تقدم الطلبة.

الأنشطة الرئيسية

لمحة عامة عن الهندسة الجينية (٢٠ دقيقة)

قدّم للطلبة وصفًا مبسطًا للهندسة الجينية، مضمّنًا الوصف فكرة عن استخلاص جين من كائن حي لإدخاله في كائن حي آخر من النوع نفسه أو من نوع آخر، بحيث يمكن للكائن الحي المتلقي التعبير عن الجين، ثم اطلب إلى الطلبة التفكير في كيفية حدوث ذلك، وتفسيره.

زوّد الطلبة الذين يجدون صعوبة في تنفيذ النشاط بمحفزات مفتاحية، والتي يمكن أن تشمل الإشارة إلى المصطلحات العلمية الرئيسية مثل **البلازميد** و**البكتيريا** و**الخميرة** و**الإنسولين**. اطلب إليهم على وجه التحديد اقتراح ميزات إنتاج بروتينات بشرية بواسطة تقنيات DNA معاد التركيب.

› **أفكار للتقويم:** ناقش اقتراحات الطلبة واستنبط فكرة أن الهندسة الجينية ممكنة، لأن جزيء DNA يمثل جزيء الوراثة الشائع لدى الأنواع، والذي ينقل المعلومات الجينية من جيل إلى الجيل التالي (يحتوي DNA على شيفرة جينية ثلاثية عالمية).

التعليم المتمايز (تفريد التعليم)

التوسّع والتحدي

- اطلب إلى الطلبة التفكير في كيفية استخدام الهندسة الجينية لتحقيق نتائج إيجابية في مجالات مختلفة مثل الزراعة، ومشكلات إدارة النفايات أو التلوث، والتغير المناخي وما إلى ذلك.

الدعم

- استخدم الرسوم المتحركة من مركز تعلم DNA (DNA Learning Center)

https://dnalc.cshl.edu/resources/3d/20-mechanism-of-recombination.html

للمساعدة في شرح الخطوات المتبقية في تكوين DNA معاد التركيب (يوجد العديد من الرسوم المتحركة على هذا الموقع ستكون مفيدة في الموضوعات التالية أيضًا).

تلخيص الأفكار والتأمّل فيها

- قد يواجه الطلبة صعوبة في مناقشة أخلاقيات تعديل صفات الكائنات الحية، فاطلب إليهم من خلال العمل في مجموعات مناقشة بعض الإرشادات الأساسية التي يفترضون أنه يجب وضعها للمساعدة في توجيه العلماء بما يتصل بالاعتبارات الأخلاقية لأبحاثهم. قد تشمل نقاط المناقشة ما يأتي:
  - هل ينبغي أن تقتصر الهندسة الجينية على البكتيريا، أم يمكن أن تشمل النباتات والحيوانات؟
  - هل تشتمل الهندسة الجينية على أي اعتبارات بشأن الرفق بالحيوان؟
  - ما الضوابط الواجب وضعها لمنع استخدام الهندسة الجينية لتكوين كائنات حية قد تشكل خطرًا على الكائنات الحية الأخرى، مثل تكوين سلالة جديدة من البكتيريا المقاومة للمضادات الحيوية.
  - هل يمكن أن تنتقل الصفات التي تغيّرت بفعل الهندسة الجينية إلى الأجيال التالية؟ وهل يشكل هذا مصدر قلق، عندما يتم تزاوج، مثلًا، جماعات أحيائية برية غير معدّلة جينيًا مع كائنات معدّلة جينيًّا؟
  - هل يمكن أن تساعد الهندسة الجينية في مواجهة تحديات المستقبل، مثل التغير المناخي والأوبئة والتلوث وما إلى ذلك؟
  - هل ينبغي السماح بتطبيق الهندسة الجينية على جسم الإنسان؟

التكامل مع المناهج

مهارة القراءة والكتابة

يعزّز عرض المصطلحات العلمية الأساسية على السبورة فور ورودها في الدرس من أهميتها، ويساعد الطلبة على تعرفها.

المهارة الحسابية

تتوافر فرص قليلة في هذا الدرس التمهيدي لتطوير المهارات الحسابية.

الموضوع ٣-٢: أدوات تقني الجينات

يستعرض هذا الموضوع آليات الهندسة الجينية والإنزيمات المشاركة في إجرائها، كما أنه يعرض السبب الذي يتعيّن، في الهندسة الجينية، نقل المحفزات والجينات التي تشفر للإنزيمات المتوهجة والمواد سهلة الصبغ إلى داخل DNA معاد التركيب والجين المطلوب.

الأهداف التعليمية

٣-٤ يشرح دور كل من إنزيمات القطع إندونيوكلييز وDNA لايجيز والبلازميدات و DNA 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.

عدد الحصص المقترحة للتدريس

يخصص لتنفيذ هذا الموضوع حصتان مدة كل منهما ٤٠ دقيقة.

المصادر المرتبطة بالموضوع

المصدر	الموضوع	الوصف
كتاب الطالب	الأشكال من ٣-١ إلى ٣-٥	• الأشكال المرتبطة بعملية الهندسة الجينية
	الصور من ٣-٢ إلى ٣-٤	• صورة إنسولين معاد التركيب، وصور الكائنات الحية المعدلة جينيًّا
	الجدول ٣-١	• الجدول المرتبط بإنزيمات القطع إندونيوكلييز
	الأسئلة من ٢ إلى ٧	• الأسئلة المرتبطة بعملية الهندسة الجينية
	أسئلة نهاية الوحدة: ١أ و ٣أ و ب	• الأسئلة المرتبطة بعملية الهندسة الجينية
كتاب التجارب العملية والأنشطة	نشاط ٣-١	• مصطلحات التقنيات الجينية
	أسئلة نهاية الوحدة: ٣ و ٤أ و ب	• الأسئلة المرتبطة بعملية الهندسة الجينية

المفاهيم الخاطئة وسوء الفهم

- غالبًا ما يسيء الطلبة فهم المقصود بتتابعات DNA المتناظرة، إذ يعتقدون أن التتابع يقرأ نفسه في اتجاهَين متعاكسَين على الشريط الواحد، بدلًا من اتجاهَين متعاكسَين على الشريطَين المكمّلَين. يبيّن الجدول ٣-١ الوارد في كتاب الطالب أمثلة على أربعة إنزيمات قطع والتتابعات المتناظرة التي تعمل عليها.
- يعتقد الطلبة خطأ أن إنزيم ترانسكريبتيز العكسي يساعد في تحوّل DNA أحادي الشريط إلى DNA مزدوج الشريط.
- قد يسيء الطلبة تفسير مصطلح إندونيوكلييز على أنه يعني داخل النواة، وليس داخل عديد النيوكليوتيد أو الحمض النووي.
- قد يلتبس على الطلبة التمييز بين مجموعات البكتيريا الثلاث: تلك التي تمتص البلازميد معاد التركيب، والتي تمتص البلازميد غير المعدل، والبكتيريا التي لا تمتص أي بلازميد.

- قد يسيء الطلبة تفسير وظيفة المحفزات ويشيرون أحيانًا إلى دورها في تضاعف DNA، بدلًا من النسخ.
- شجّع الطلبة على التأكد من عدم الخلط بين معنى العلامات الجينية والمحفزات.

أنشطة تمهيدية

إن الطلبة على دراية بالحمض النووي DNA معاد التركيب من الدرس السابق، والذي يتضمن عادة وجود جين إنسان في البلازميد، كما يجب أن يكونوا على دراية بمفهوم التحكّم الجيني من الوحدة الثانية. ستساعد الأنشطة التمهيدية في تنشيط الدرس، للتأكد من استخدام الطلبة المصطلحات العلمية الصحيحة منذ البداية.

فيما يأتي اقتراحان لنشاطَين يمكن استخدامهما كمحفزَين للموضوع. يعتمد اختيار النشاط على المصادر المتوافرة، وعلى الزمن المتاح، وعلى مدى تقدم الطلبة في هذا الموضوع.

١ فكرة (أ)

زوّد الطلبة بمجموعة من الجمل غير المكتملة لتنشيط معرفتهم بالمصطلحات العلمية الرئيسية التي قد يكونون على دراية بها، وابدأ بنشاط «فكر، شارك زميلك، شارك الصف»، ثم اطلب إلى الطلبة تكوين نهاية جملة أو بداية جملة، وأخيرًا اطلب إليهم قراءة ما كتبوه، وشجّع المجموعات الأخرى على تقديم ملاحظاتهم. يفيد هذا النشاط في تنشيط المعرفة السابقة بحيث تشمل الأمثلة ما يأتي:

- DNA معاد التركيب هو .....
- دور البلازميد هو ..... .
- ..... و DNA لايجيز يستخدمان لهذا الغرض.

أفكار للتقويم: اطلب إلى الطلبة نقل الجمل على دفاترهم، «كنت أعرف» بالأخضر، والمعلومات «الجديدة» بالأحمر. يمكن الإشارة إلى ذلك في نهاية الدرس ليعرف الطلبة مدى تقدمهم.

٢ فكرة (ب)

اعرض المصطلحات العلمية من الموضوع السابق على شكل «لوحة مصطلحات»، بما في ذلك، **الهندسة الجينية**، **DNA معاد التركيب**، **الناقل**، والمصطلحات العلمية ذات الصلة بالتحكّم الجيني في بناء البروتين في بدائية النواة (الوحدة الثانية). ذكّر الطلبة بأدوار المنظمات والمحفزات والمشغلات؛ وبينما تقرأ كل مصطلح بصوت عال، اطلب إلى الطلبة رفع اليد لدى معرفتهم بالمصطلح الذي قرأته، وإبقاء اليد مرفوعة عند الرغبة بربط مصطلحَين علميَّين على الأقل معًا. عند النشاط بعد أول درس في هذا الموضوع، يمكن تضمين المزيد من المصطلحات الأخرى، قد تكون الأمثلة المتوقعة:

- الناقل والكائن الحي المعدل جينيًّا (**يستخدم الناقل لإيصال الجين المختار إلى كائن حي جديد، والذي سيصبح كائنًا حيًّا معدلًا جينيًّا**).
- DNA معاد التركيب والهندسة الجينية (**الهندسة الجينية إجراء يستخدم DNA معاد التركيب لتغيير الجين في الكائن الحي**).
- البلازميد وإنزيم القطع (**يصبح البلازميد الحلقي خطيًا عندما يُقطَع بإنزيم القطع**).
- المحفّز والجين (**يلزم وجود محفز لبدء عملية النسخ ليتم التعبير عن الجين**).

أفكار للتقويم: اطلب إلى الطلبة تدوين حقيقتَين أو ثلاث حقائق أو مفاهيم طُرحت في هذه المناقشة ولم يكونوا يعرفونها سابقًا.

الأنشطة الرئيسية

فيما يأتي أنشطة تعلمية متعددة يمكنك اختيار ما تراه مناسبًا منها لتكييف الموضوع بما يتواءم مع احتياجات الطلبة.

١ التشبيهات المفيدة (٣٥ دقيقة)

يشار في كثير من الأحيان إلى التراكيب والإنزيمات المستخدمة في الهندسة الجينية على أنها جزء من «مجموعة أدوات». وقد يساعد الطلبة كثيرًا التفكير في العملية بأن لها مكوّنات (البلازميد، الجينات، العلامات وهكذا)، و«أدوات» تُستخدم لربطها معًا (الإنزيمات المختلفة)، فاستخدم الأشكال ٣-٣ (البلازميد) و٣-٤ (إدخال جين إنسان في البلازميد البكتيري) و ٣-٥ (إنتاج الإنسولين من البكتيريا المعدلة جينيًّا) الواردة في كتاب الطالب لمساعدة الطلبة على تكوين تشابهات مع هذه العناصر. قد تشمل الأمثلة مقصًّا لتمثيل إنزيمات القطع، وغراء لتمثيل DNA لايجيز.

› **أفكار للتقويم:** اطلب إلى الطلبة الرجوع إلى الشكل ٣-٥ والصورة ٣-٢ الواردَين في كتاب الطالب. يبيِّن الشكل ٣-٥ طريقة تكوين إنسولين الإنسان من البكتيريا المعدلة جينيًّا، وتبيِّن الصورة ٣-٢ شكلًا من الإنسولين معاد التركيب والذي يباع تحت العلامة التجارية NovoLog®. اطلب إلى الطلبة كتابة قصة موجزة بنقاط محددة تصف كيف تمّ تطوير إنسولين الإنسان معاد التركيب، ثم بيّن لهم أن طبيعة البروتين الناتج تعتمد كليًا على DNA الذي أُدخل في البلازميد: يمكن إنتاج البروتينات الأخرى مثل العامل الثامن (VIII) أو أدينوسين دي أمينيز بطريقة مماثلة جدًا.

٢ تحويل الرسوم التخطيطية إلى كلمات (٤٠ دقيقة)

قدّم للطلبة وصفًا واضحًا لأهمية فحص تحديد البكتيريا المعاد تركيبها، مستخدمًا، على سبيل المثال، الجين الذي يشفر للإنزيم المنتج للضوء الأخضر (مثل البروتين المتوهج الأخضر GFP) أو (مثل بيتا (β)-جلاكتوسيديز الذي يستخدم مع المادة المتفاعلة X- gal)، فاطلب إليهم تدوين ملاحظات موجزة، قد تكون على شكل إطار كتابة إذا كانوا يحتاجون إلى مزيد من الدعم، واعرض بعد ذلك رسمًا تخطيطيًّا بدون مسميات أو تعليقات توضيحية يلخص عملية كشف العلامات الجينية في خلية معادة التركيب، ثم كلّفهم من خلال العمل في ثنائيات كتابة المسميات والتعليقات التوضيحية.

› **أفكار للتقويم:** اطلب إلى مجموعة من طالبَين أو مجموعتَين قراءة اقتراحاتهم أمام طلبة الصف ككل، ليقدموا لهم تغذية راجعة لعملهم. وبذلك، سيتم تطوير مجموعة مسميات مع توضيحات «مثالية» يسجلها الطلبة في دفاتر ملاحظاتهم.

التعليم المتمايز (تفريد التعليم)

التوسع والتحدي

- اطلب إلى الطلبة من خلال العمل في ثنائيات أو في مجموعات صغيرة مناقشة إجاباتهم عن الأسئلة العالية الصعوبة الآتية:
  - لماذا استخدم mRNA بدل DNA نقطة انطلاق في الإنتاج المبكر لهرمون إنسولين الإنسان بالتقنية الجينية؟
  - لماذا يُفضَّل استخدام تتابع DNA الذي يتم استخلاصه من الجينوم أو يتم بناؤه في المختبر على استخدام تتابع DNA الذي يتم إنتاجه من mRNA لتكوين البلازميدات معادة التركيب؟
  - لماذا تنتج البكتيريا إنزيمات قطع؟
  - لماذا تفضل النهايات اللاصقة على النهايات غير الحادة؟ (يبيّن الشكل ٣-١ الوارد في كتاب الطالب كيف يقطع إنزيم القطع DNA BamHI بشكل متعرّج لتعطي نهايات لاصقة).

- اطلب إلى الطلبة تبيان أهمية إدخال العلامات الجينية والمحفزات في البلازميدات معادة التركيب من خلال اقتراح تأثيرات غيابها على الكائن الحي معاد التركيب.
- سيكون من المفيد أن توضح للطلبة أن الجينات المقاومة للمضادات الحيوية (مثل مقاومة الأمبيسيلين ومقاومة تتراسيكلين) كانت شائعة الاستخدام سابقًا كعلامات على البلازميدات، لكن توجد أسباب منطقية لعدم استخدامها. ناقش ذلك (بسبب المخاوف ذات الصلة بانتشار مقاومة المضادات الحيوية في البكتيريا).
- السؤال ٦ الوارد في كتاب الطالب سؤال مفتوح يحفز الطلبة على التفكير في سبب كون البكتيريا التي تعطي نتيجة إيجابية لناتج العلامة الجينية ربما لا تكون امتصت الجين الذي يؤمل إدخاله فيها. بدلًا من ذلك، اطلب إلى الطلبة حل السؤال ٣ من أسئلة نهاية الوحدة الواردة في كتاب الطالب لتطبيق معرفتهم بأهمية العلامات الجينية في شرح سبب كونها ضرورية لمجموعة متنوعة من سمك السلمون الذي عدّل جينيًّا لينمو بشكل أسرع.

الدعم

- يتضمن السؤال ٧ الوارد في كتاب الطالب مجموعة من عشر عبارات يطلب إلى الطلبة إعادة ترتيبها لتبيّن الخطوات المتبعة في تكوين البكتيريا القادرة على صنع بروتين إنسان معاد التركيب مثل الإنسولين والعامل الثامن (VIII).
- اطلب إلى الطلبة الإجابة عن سؤال نهاية الوحدة 1 (المفردة «أ» فقط) الوارد في كتاب الطالب. سيتطلب منهم ذلك أن يصفوا بإيجاز دور كل إنزيم مشارك في الهندسة الجينية.
- يجد الطلبة صعوبة في إدراك مفهوم العلامة الجينية، ولتساعدهم في ذلك، اعرض مجموعة من الصور عن تأثير العلامات الجينية في الكائنات الحية؛ من الأمثلة الجيدة الواردة في كتاب الطالب: الفأر المعدل جينيًّا الذي يعبّر عن جين لبروتين متوهج (الصورة ٣-٣)، ونباتات الندية التي يحوّل فيها إنزيم GUS مادة عديمة اللون إلى جزيء بلون أزرق داكن (الصورة ٣-٤).

تلخيص الأفكار والتأمّل فيها

- اطلب إلى الطلبة تحديد «المصطلح العلمي الشاذ» بين مجموعة من المصطلحات العلمية. على سبيل المثال، المصطلح العلمي الشاذ بين مجموعة المصطلحات العلمية: «إندونيوكلييز، DNA لايجيز، ترانسكريبتيز العكسي» هو DNA لايجيز، لأنه الإنزيم الوحيد الذي يحفز تكوين رابطة فوسفات ثنائية الإستر (يحفز الإنزيمان الآخران التحلل المائي).
- اطلب إلى الطلبة تنفيذ نشاط «ما السؤال؟» عندما تزودهم بإجابة، واختر مجموعة من المصطلحات العلمية المفردة وجملًا بسيطة ترتبط بها؛ تشمل الأمثلة:
  - المحفز (**السؤال: ما قسم DNA المسؤول عن بدء نسخ الجينات؟**).
  - لأن الفأر كان متوهجًا (السؤال: اشرح كيف يعرف العلماء أنه تمّ تعديل الفأر جينيًّا بنجاح).
  - للتأكد من أن الخلايا التي زرعت في جهاز التخمير تحتوي على بلازميد DNA معاد التركيب، لذا أنتجت البروتين المطلوب (لتحقيق أقصى قدر من الإنتاجية). (**السؤال: اقترح سبب أهمية الكشف عن العلامات الجينية في البكتيريا المعدلة جينيًّا**).

للتوسع في هذا النشاط بشكل أكبر، اطلب إلى الطلبة تقديم المصطلح الإجرائي الذي يناسب كل سؤال بشكل أفضل.

التكامل مع المناهج

مهارة القراءة والكتابة

تحتاج العديد من المصطلحات العلمية الجديدة إلى تعريف واضح للطلبة. تشمل الأمثلة: المحفز، المتوهج، العلامات الجينية.

المهارة الحسابيّة

تتوافر فرص قليلة في هذا الموضوع لتطوير المهارات الرياضية (الحسابية)، ومع ذلك، يمكن حساب معدل عدد الكائنات الحية المعدلة جينيًّا بنجاح.

الموضوع ٣-٣: فصل وتضخيم DNA

يطوّر هذا الموضوع معرفة الطلبة بمبادئ تفاعل البوليميريز المتسلسل (PCR) لاستنساخ وتضخيم DNA. ويدرس الطلبة أيضًا عملية الفصل الكهربائي الهلامي وكيفية استخدامها للتمييز بين الأطوال المختلفة لجزيئات DNA.

الأهداف التعليمية

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.

عدد الحصص المقترحة للتدريس

يخصص لتنفيذ هذا الموضوع أربع حصص مدة كل منها ٤٠ دقيقة.

المصادر المرتبطة بالموضوع

المصدر	الموضوع	الوصف
كتاب الطالب	الأشكال من ٣-٦ إلى ٣-٩	• الأشكال المرتبطة ب PCR والفصل الكهربائي الهلامي، بالإضافة إلى مخطط سلالة العائلة لمرض هنتنغتون
	الصور ٣-١ ومن ٣-٥ إلى ٣-٨	• الصورة المرتبطة بمقالة العلوم ضمن سياقها بالإضافة إلى الصور المرتبطة ب PCR والفصل الكهربائي الهلامي
	العلوم ضمن سياقها	• مكافحة الجرائم عبر DNA
	الأسئلة من ٨ إلى ١٠	• الأسئلة المرتبطة ب PCR والفصل الكهربائي الهلامي
	أسئلة نهاية الوحدة: ٢	• السؤال المرتبط ب PCR
كتاب التجارب العملية والأنشطة	نشاط ٣-٢ استخدام الفصل الكهربائي الهلامي	• بعض الأمثلة البسيطة على مخططات الفصل الكهربائي الهلامي.

المفاهيم الخاطئة وسوء الفهم

- غالبًا ما يشير الطلبة إلى «بوليميريز» عندما يفترض بهم الإشارة إلى DNA بوليميريز.
- ربما لا يدرك الطلبة أنه سيتم أيضًا تضخيم أي DNA ملوث يوجد في العيّنة الأصلية، في تفاعل PCR.
- غالبًا ما يخلط الطلبة بين القطب الكهربائي الموجب والقطب الكهربائي السالب عند الإشارة إلى الأقطاب الموجبة والسالبة المستخدمة في الفصل الكهربائي الهلامي.
- ربما لا يدرك الطلبة أن معدل حركة الجزيء في الفصل الكهربائي الهلامي تعتمد على شحنته، إذ لا يعتمد فقط على طول جزيئات DNA.

أنشطة تمهيدية

يجب أن يتذكر الطلبة مكوّنات جزيء DNA وعملية تضاعف DNA (الوحدة الأولى والوحدة الثانية).

فيما يأتي اقتراحان لنشاطَين يمكن استخدامهما كمحفزَين للموضوع. يعتمد اختيار النشاط على المصادر المتوافرة، وعلى الزمن المتاح، وعلى مدى تقدم الطلبة في هذا الموضوع.

١ فكرة (أ)

اعرض على الطلبة مجموعة من الصور لجزيئات DNA، وناقش معهم كيف يعرفون أنها حمض نووي، وكيف تختلف عن بعضها. قد يكون بعضها طويلًا وبعضها الآخر قصيرًا، كما قد يحتوي بعضها على تتابعات متكررة، وبعضها الآخر على تتابعات فريدة.

› **أفكار للتقويم:** يمكن طرح مجموعة من الأسئلة المختارة بعناية لحفز مهارات التفكير العليا لدى الطلبة. يتمثل أحد الخيارات بالطلب إليهم المقارنة بين المصطلحات العلميّة لتعزيز معرفتهم بالتعريفات الرئيسيّة، بما في ذلك:

- **أسئلة منخفضة الصعوبة**، مثل: شريط مزدوج وشريط مفرد.
- **أسئلة متوسطة الصعوبة**، مثل: الفوسفات والقاعدة.
- **أسئلة عالية الصعوبة**، مثل: بناء وتضاعف.

٢ فكرة (ب)

نفذ نشاطًا قصيرًا بطرح مجموعة عبارات يجيب عنها الطلبة بـ «صح أو خطأ»، لتنشيط المعرفة السابقة ب DNA، تمهيدًا لتقديم PCR. قد تشمل هذه الأمثلة ما يأتي:

- DNA له شحنة سالبة. (**صح**)
- يحفز إنزيم DNA بوليميريز التحلل المائي لبوليمرات النيوكليوتيدات. (**خطأ**)
- يكون DNA دائمًا على شكل شريطَين. (خطأ)

زوّد كل طالب بورقة مكتوب على أحد وجهَيها كلمة «صح» وعلى الوجه الآخر كلمة «خطأ»، واطلب إليهم رفع الورقة لإظهار إجاباتهم.

› **أفكار للتقويم:** يمكن الاستفادة من هذا النشاط أساسًا للتقويم التكويني للتعلّم السابق استعدادًا لمحتوى هذه الوحدة.

الأنشطة الرئيسية

فيما يأتي أنشطة تعلمية متعددة يمكنك اختيار ما تراه مناسبًا منها لتكييف الدرس بما يتواءم مع احتياجات الطلبة.

١ PCR في السياق (٨٠ دقيقة)

قد يكون مفيدًا جدًا توفير سياق للتهيئة للدرس وتزويد الطلبة بمثال من الاستخدام العملي للمادة التي سيدرسونها، فاطلب إليهم الرجوع إلى العلوم ضمن سياقها المدرجة في بداية الوحدة من كتاب الطالب: مكافحة الجرائم عبر DNA، وشجعهم على التفكير فيما يأتي أثناء التحقيق الجنائي:

- «السكين تعتبر ..... وسلمت إلى الطب الشرعي للتحليل».
- «كمية صغيرة من الدم تؤخذ عن هذه السكين تكفي ..... ».
- «يستخلص DNA من خلايا الدم البيضاء».
- «يتم هضم أي بروتين متبقٍ في العيّنة بواسطة البروتييز ..... ».

طوّر المناقشة واعرض رسمًا تخطيطيًا لعملية PCR كاملة وللفصل الكهربائي الهلامي (تؤخذان من الشكلَين ٣-٦، ٣-٧ والصورتَين ٣-٦، ٣-٧ كما وردت في كتاب الطالب). اطلب إلى الطلبة تحويل الرسم التخطيطي إلى سلسلة (قائمة ذات تعداد نقطي) من العبارات Bullet-point statements المختصرة والقصيرة.

أفكار للتقويم: اطلب إلى الطلبة الإجابة عن السؤال ١٠ الوارد في كتاب الطالب والذي يتضمن عمل نانسي ويكسلر وجهودها لتحديد الأليل المسؤول عن مرض هنتنغتون. يعتمد ذلك على معرفة الطلبة وفهمهم لتفاعل PCR والفصل الكهربائي الهلامي.

٢ تحديد الاختلافات (٤٠ دقيقة)

تشترك عملية تضاعف DNA خلال الطور S من دورة الخلية والعملية المختبرية لتفاعل PCR في عدد من السمات، مع وجود بعض الاختلافات الواضحة، فاطلب إلى الطلبة تحديد الاختلافات بينهما بقص صناديق في جدول مقارنة، وخلطها، ثم لصق الصناديق على ورقة بيضاء لإعادة تكوين الجدول.

أفكار للتقويم: اطلب إلى الطلبة كتابة «تضاعف DNA» على أحد وجهَي ورقة و «PCR» على الوجه الآخر، ثم رفع الورقة بحيث يكون الوجه الصحيح مواجهًا لك عند طرحك بصوت عالٍ عبارة مثل:

- يتضمن DNA بوليميريز (**تضاعف DNA**).
- يحدث عند درجة حرارة محددة (**تضاعف DNA**).
- يتطلب بادئات (**PCR**).
- ينسخ جينوم الكائن الحي كاملًا (**تضاعف DNA**).

التعليم المتمايز (تفريد التعليم)

التوسع والتحدي

- وفّر للطلبة، إن أمكن، الفرصة لأداء نشاط عملي يتضمن الفصل الكهربائي الهلامي مثل فصل أجزاء DNA أو فصل صبغات موجبة وسالبة.
- اطرح مجموعة من الأسئلة أو العبارات عالية الصعوبة عن PCR والفصل الكهربائي الهلامي، بما في ذلك ما يأتي، ثم قدّم مساهماتك وتوضيحاتك أثناء مناقشة الطلبة لأفكارهم.
- لماذا لا يمكن استخدام PCR لتكوين جزيئات RNA؟
- يستخدم المحلول المنظم (يوفر بيئة كيميائية مناسبة لنشاط إنزيمات *Taq* بوليميريز) مع أيونات المغنيسيوم (يعمل كعامل مساعد Cofactor لإنزيمات *Taq* بوليميريز).
- لا ضرورة لإضافة الإنزيمات إلى كل دورة.
- لماذا تستخدم إنزيمات DNA بوليميريز معيّنة فقط، مثل تاك (*Taq*) بوليميريز، في PCR؟
- اقترح أسباب عدم التحام البادئات التي تستخدم في PCR معًا.
- ما الذي يمكن أن يحدث في الفصل الكهربائي الهلامي لأليل عادي وأليل طافر مع حذف، أو لأليل عادي وأليل طافر مع تكرار؟
- قد يهتم الطلبة للتوسع بمعرفة المزيد عن كيفية تحديد تتابع DNA باستخدام طريقة إنهاء السلسلة، فاطلب إليهم تكوين رسم تخطيطي انسيابي يوضح تتابع الجين بهذه الطريقة. يتوافر لدى مركز تعلم DNA في مختبر كولد سبرنغ هاربور (Cold Spring Harbor) واحد من الرسوم المتحركة يمكن للطلبة الاستفادة منه.

https://dnalc.cshl.edu/resources/animations/cycseq.html.

الدعم

- اعرض للطلبة صورة لجهاز PCR وجهاز الفصل الكهربائي الهلامي لمساعدتهم في تصوّر الإجراءات التي يصعب تخيلها. يفيد في ذلك الصور ٣–٥ و٣–٦ و٣–٧ الواردة في كتاب الطالب.
- وفّر للطلبة أثناء تنفيذهم نشاط «تحديد الاختلافات» الفرصة لطلب الدعم، ويمكن تحقيق ذلك عن طريق إنتاج مجموعة من «بطاقات دليل التلميح» تكون متاحة عند الطلب، بحيث يمكن للطالب طلب بطاقة إذا شعر بأنه في حاجة إلى الدعم. توفر كل بطاقة «تلميحًا» يهدف إلى تزويد الطالب بمعلومات كافية تساعده على الاستمرار في عمله (على سبيل المثال، «فكّر في الإنزيمات» أو «في درجة الحرارة»).
- يستعرض النشاط ٣–٢ بعض الأمثلة البسيطة على مخططات الفصل الكهربائي الهلامي ليفسرها الطلبة.

تلخيص الأفكار والتأمّل فيها

- اطلب إلى الطلبة كتابة أقصر جملة ممكنة باستخدام المصطلحات العلمية الآتية: التمسخ، البادئة، الالتصاق، الحرارة، المكمل. تمثل هذه العملية طريقة جيدة يركز فيها الطلبة على تطوير مهارات عالية الصعوبة من مهارات التفكير العليا لدعم بعض الطلبة في هذا النشاط، فزوّدهم بالمعلومات ليفهموا معنى هذه المصطلحات العلمية بدلًا من مجرد تذكّرها. ولدعم بعض الطلبة في هذا النشاط، زودهم بالجملتين الأولى والأخيرة، أو قلل من عدد الكلمات المتوقع استخدامها.
- اطلب إلى الطلبة إكمال المربعات المفقودة في المخطط الانسيابي لتلخيص عملية تفاعل RCP و/ أو الفصل الكهربائي الهلامي.

التكامل مع المناهج

مهارة القراءة والكتابة

يوجد عدد قليل من المصطلحات العلمية الجديدة في هذا الموضوع، والعديد منها يشبه المصطلحات العلمية التي درسها الطلبة لـ DNA. جهّز ورقة من الجناس الناقص (إعادة ترتيب الأحرف) لمساعدة الطلبة على تعرف المصطلحات العلمية بما يمثل تمرينًا ذا قيمة.

المهارة الحسابيّة

المراحل الثلاث من PCR، (التمسخ، والالتصاق، والإطالة)، تكررت (n) مرة، لتعطي العدّ 2^n من DNA الأصلي. اطلب إلى الطلبة حساب عدد جزيئات DNA الناتجة من شريط مزدوج واحد بعد عدد معيّن من تكرار الدورات (على سبيل المثال، السؤال ٩ الوارد في كتاب الطالب).

الموضوع ٣-٤: التقنية الجينية والطب

يطوّر هذا الموضوع فهم الطلبة لمزايا فحص الحالات الجينية مع الإشارة إلى جينات معيّنة مثل، *BRAC-1, BRCA-2*، إذ يوجد تركيز على الاعتبارات الاجتماعية والأخلاقية في استخدام الفحص الجيني، لا سيما عندما يكون الاختبار لحالة لا يتوافر علاج لها.

الأهداف التعليمية

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.

عدد الحصص المقترحة للتدريس

يخصص لتنفيذ هذا الموضوع ثلاث حصص مدة كل منها ٤٠ دقيقة.

المصادر المرتبطة بالموضوع

المصدر	الموضوع	الوصف
كتاب الطالب	الصورة ٣-٩	• الصورة التي تبيّن كيف يمكن استخدام DNA الجنين في الفحص الجيني
	السؤالان ١١ و ١٢ الجدول ٣-٢	• السؤالان المرتبطان بالفحص الجيني • يبيّن الأسباب المؤيدة والمعارضة للفحص الجيني
	أسئلة نهاية الوحدة: ١ب و ٦	• الأسئلة المرتبطة بالفحص الجيني
كتاب التجارب العملية والأنشطة	أسئلة نهاية الوحدة: ٢ و ٤	• الأسئلة المرتبطة بالفحص الجيني

المفاهيم الخاطئة وسوء الفهم

- ربما لا يدرك الطلبة الفرق بين الآثار الاجتماعية والأخلاقية، وقد يذكرون في كثير من الأحيان العيوب فقط عند سؤالهم عن الاعتبارات والآثار الاجتماعية والأخلاقية.
- قد يواجه الطلبة صعوبة في فهم طبيعة نتائج الاختبار السلبية الكاذبة والإيجابية الكاذبة.

أنشطة تمهيدية

لا شك أن الطلبة يدركون أهمية الطفرة من دراستهم للوحدة الأولى، ويعرفون كيف يمكن أن تؤدي هذه الطفرة إلى الإصابة بمرض وراثي مثل المهق وفقر الدم المنجلي والهيموفيليا ومرض هنتنغتون (الوحدة الثانية)، لذا يجب أن تعزز الأنشطة التمهيدية هذه المعرفة.

فيما يأتي اقتراحان لنشاطَين يمكن استخدامهما كمحفزَين للموضوع. يعتمد اختيار النشاط على المصادر المتوافرة، وعلى الزمن المتاح، وعلى مدى تقدم الطلبة في هذا الموضوع.

١ فكرة (أ)

اعرض للطلبة تتابع DNA من أليل طبيعي لجين معيّن ثم لجين طافر، ثم اطلب إليهم تنفيذ نشاط «فكر، شارك زميلك، شارك الصف»، لوصف الاختلاف وتنشيط معرفتهم في كيفية حدوث الطفرة، والسبب الذي يؤدي إلى حدوث تغير في الطراز المظهري.

› **أفكار للتقويم:** شجع الطلبة على إبداء آرائهم وطرح أفكارهم من خلال مناقشة صفية للوصول إلى إجماع لتوضيح ما يحدث، مؤكدًا في المناقشة على المصطلحات العلمية التي سيدرس عنها الطلبة (القواعد، ثلاثية، مقابلة، مخصص، وما إلى ذلك).

٢ فكرة (ب)

اعرض للطلبة أسماء حالات موروثة درسوها في الوحدة الثانية: المهق، فقر الدم المنجلي، الهيموفيليا، ومرض هنتنغتون، ثم اطلب إليهم تكوين خريطة مفاهيمية لكل حالة بحيث تتضمن المجالات الآتية: الأسباب، الأعراض، العلاج.

› **أفكار للتقويم:** يمكن استخدام هذا النشاط للتقويم التكويني قبل البدء بدراسة هذا الموضوع، وفي ضوء إجابات الطلبة، وتمهيدًا للدرس، خصص خمس دقائق لمناقشة بعض المعارف التي أظهروها خلال النشاط.

الأنشطة الرئيسية

فيما يأتي أنشطة تعلمية متعددة يمكنك اختيار ما تراه مناسبًا منها لتكييف الدرس بما يتواءم مع احتياجات الطلبة.

١ تقنيات DNA معاد التركيب في الطب (٤٠ دقيقة)

اطلب إلى الطلبة من خلال العمل ضمن ثنائيات تكوين مخطط انسيابي كبير للعرض يوضح كيفية استخدام DNA معاد التركيب في إنتاج إنسولين الإنسان والعامل الثامن VIII، وإنزيم أدينوسين دي أمينيز. يجب أن يشمل المخطط عملية بناء هذه البروتينات، واستخدامها أيضًا في علاج حالات مثل السكري والهيموفيليا والنقص المناعي المشترك الحاد (SCID).

› **أفكار للتقويم:** اطلب إلى الطلبة كتابة عدة أسئلة من نوع الاختيار من متعدد حول موضوع تقنيات DNA معاد التركيب وتطبيقاته، وإجراء اختبارات فيما بينهم حول مدى معرفتهم بذلك.

٢ إنتاج ملصق (٤٠ دقيقة)

ناقش الاعتبارات الاجتماعية والأخلاقية لاستخدام الفحص الجيني (انظر الجدول ٣-٢ الوارد في كتاب الطالب)، مضمّنًا المناقشة الفحص الجيني لحالات قد يتوافر أو لا يتوافر علاج لها، وكذلك استخدام الإخصاب خارج الجسم (IVF) وخزعة الجنين والاختيار المسبق لجنس الجنين وإنهاء الحمل العلاجي. اطلب إلى الطلبة من خلال العمل ضمن مجموعات صغيرة إعداد ملصق إعلامي بشأن توافر الفحص الجيني للاستخدام في حملات التوعية العامة، وذكّرهم بضرورة استخدام لغة بسيطة مبنية على تفسيرات علمية دقيقة.

› **أفكار للتقويم:** خصص ١٠-١٥ دقيقة لتنفيذ نشاط «المتجر»، تزوّد فيه الطلبة بأوراق ملاحظات لاصقة يكتبون عليها ملاحظاتهم حول أعمال زملائهم، ثم يتم تثبيتها على جدران غرفة الصف. وجّه الطلبة إلى أن تكون ملاحظاتهم إيجابية وتغذيتهم الراجعة بناءة، وأن يحترموا آراء غيرهم، ثم حدّد في نهاية النشاط عددًا من هذه الأوراق واستخدمها للتأكيد على الرسائل الموجهة حول الاعتبارات الاجتماعية والأخلاقية لهذه التقنية الناشئة.

التعليم المتمايز (تفريد التعليم)

التوسع والتحدي

- اطلب إلى الطلبة الإجابة عن السؤال ٦ الوارد في أسئلة نهاية الوحدة في كتاب الطالب. إنه سؤال صعب يركز على الأسباب الجينية لسرطان الثدي، بما في ذلك إجراء الفحص الجيني.
- اطلب إلى الطلبة البحث عن أمثلة أدّى فيها الفحص الجيني والاستشارة الجينية إلى تقليل تكرار ولادة أطفال بحالات وراثية شديدة.

الدعم

- يمكن العثور على مصادر تحتوي على العديد من الأمثلة على الطفرات الشائعة وتأثيراتها على الجسم في:

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

تلخيص الأفكار والتأمّل فيها

- كلّف الطلبة المشاركة في لعبة "بنغو" لتعزيز فهمهم للمصطلحات العلمية التي وردت في الموضوعات السابقة، وزوّدهم بشبكة من تسعة مربعات، واكتب على السبورة ٢٠ مصطلحًا من المصطلحات العلمية التي درسوها، طالبًا إليهم اختيار تسعة مصطلحات علمية بشكل عشوائي ليضعها كل طالب في شبكته، ثم اقرأ، بصوت عالٍ، تعريف كل مصطلح علمي منها، وأول طالب يضع علامة «صح» على مصطلحاته العلمية التسعة يقول "بنغو"، فيفوز بالمسابقة. تذكّر أن المصطلحات العلمية قد وردت مع تعريفاتها متضمنة في موضوعات الوحدة الثالثة من كتاب الطالب، كما أنها توجد في لائحة المصطلحات العلمية في نهاية كتاب الطالب ودليل المعلم.
- "السؤال والإجابة"، تقنية مفيدة للاستخدام بعد الانتهاء من الموضوع، فاطلب إلى الطلبة كتابة سؤال عن شيء من هذه الوحدة على شريط ورقي ملوّن، وكتابة إجابته على شريط ورقي ملوّن آخر. نظّم الطلبة في مجموعات من ٦–٨، ووزّع عليهم الأشرطة، بحيث يحصل كل طالب على سؤال وإجابة، ثم اطلب إلى أحدهم قراءة سؤاله، على أن يقرأ الطالب الذي لديه الإجابة الصحيحة هذه الإجابة، متبوعة بسؤاله.

التكامل مع المناهج

مهارة القراءة والكتابة

تضمّن الموضوع القليل من المصطلحات العلمية الجديدة، لكن على الطلبة أن يكونوا على دراية باللغة التي يستخدمونها عند الحديث عن اعتبارات اجتماعية وأخلاقية معقدة، ومراعاة الناس الذين يتوجهون إليهم بحديثهم (سواء كانوا مختصين بعلم الأحياء، أو لمشاركة المعلومات مع مرضى محتملين غير مختصين).

المهارة الحسابيّة

يوجد بعض الفرص لدراسة البيانات التي توضح انتشار الحالات الجينية بين السكان بعد إجراء الفحص الجيني.

الموضوع ٣-٥: التقنية الجينية والزراعة

يطوّر هذا الموضوع فهم الطلبة لكيفية استخدام الهندسة الجينية في تحسين نوعية وإنتاجية المحاصيل الزراعية والثروة الحيوانية لتلبية الطلب العالمي على الغذاء.

الأهداف التعليمية

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.

عدد الحصص المقترحة للتدريس

يخصص لتنفيذ هذا الموضوع حصتان مدة كل منهما ٤٠ دقيقة.

المصادر المرتبطة بالموضوع

المصدر	الموضوع	الوصف
كتاب الطالب	الصور من ٣-١٠ إلى ٣-١٤	• الصورة المرتبطة بالتقنية الجينية والإنتاج الزراعي
	السؤالان ١٣ و ١٤	• السؤالان المرتبطان بالتقنية الجينية والإنتاج الزراعي
	أسئلة نهاية الوحدة: ٣ (ج) و (د) و ٤ و٥	• السؤالان المرتبطان بالتقنية الجينية والإنتاج الزراعي
كتاب التجارب العملية والأنشطة	أسئلة نهاية الوحدة: ١	• السؤال المرتبط بالتقنية الجينية والإنتاج الزراعي

المفاهيم الخاطئة وسوء الفهم

- ربما لا يدرك الطلبة الفرق بين الآثار الاجتماعية والأخلاقية. وقد يذكرون في كثير من الأحيان العيوب فقط عندما يطلب إليهم ذكر الاعتبارات الأخلاقية أو الاجتماعية وآثارها.

أنشطة تمهيدية

يجب أن يكون الطلبة قادرين على تذكّر المعرفة التي درسوها في بداية هذا الموضوع حول التراكيب الجزيئية والإنزيمات المشاركة في الهندسة الجينية، والإشارة إلى الاعتبارات الأخلاقية التي قد يثيرها الفحص الجيني. فكلا المفهومَين مهمّان لهذا الدرس ويجب مراجعتهما في البداية.

فيما يأتي اقتراحان لنشاطَين يمكن استخدامهما كمحفزَين للموضوع. يعتمد اختيار النشاط على المصادر المتوافرة، وعلى الزمن المتاح، وعلى مدى تقدم الطلبة في هذا الموضوع.

١ فكرة (أ)

اكتب مجموعة من الجمل ذوات التراكيب المختلطة (جمل تحتوي على أجزاء لا تتناسب معًا بسبب المعنى) على السبورة، واطلب إلى الطلبة إعادة تركيبها لتكوين جمل ذات معنى؛ على سبيل المثال:

- إنتاج نباتات جينية يمكن أن تقاوم هندسة مبيدات الأعشاب.

(الإجابة: يمكن أن تنتج الهندسة الجينية نباتات مقاومة لمبيدات الأعشاب).

أفكار للتقويم: اطلب إلى الطلبة من خلال العمل ضمن ثنائيات تكوين جمل مختلطة أخرى حول هذا الموضوع. قد ترغب في تقديم بعض المصطلحات العلمية الأخرى لمساعدة الطلبة على تنظيم أفكارهم، فاحرص على تعميم أفضل الأمثلة على جميع الطلبة.

٢ فكرة (ب)

جهز شبكة كلمات متقاطعة بمؤشرات للمصطلحات العلمية المرتبطة بمواضيع الوحدة ذات الصلة بمحتوى هذه الدروس. يمكن تنفيذ النشاط ضمن ثنائيات وعلى شكل مسابقة، يفوز فيها من ينهون الكلمات المتقاطعة أولًا.

أفكار للتقويم: يمكن استخدام هذا النشاط للتقويم التكويني قبل البدء بدراسة هذا الموضوع، فاطلب إلى الطلبة إبراز المصطلحات العلمية التي واجهوا صعوبة بالغة في تذكرها عن طريق رسم خط تحتها أو استخدام أقلام تعليم ملوّنة.

الأنشطة الرئيسية

فيما يأتي أنشطة تعلمية متعددة يمكنك اختيار ما تراه مناسبًا منها لتكييف الدرس بما يتواءم مع احتياجات الطلبة.

١ مناقشة صفية (٦٠ دقيقة)

اطرح على الطلبة مجموعة من الأسئلة المصممة لتشجيع الطلبة على التفكير في بعض الآثار الأخلاقية والاجتماعية لاستخدام الكائنات الحية المعدلة جينيًّا في إنتاج الغذاء، مشيرًا إلى أن لاستخدام الكائنات الحية المعدلة جينيًّا في الزراعة العديد من الفوائد المحتملة، لكن الآثار المترتبة على إطلاق هذه الكائنات إلى البيئة هي موضوع نقاش في بعض البلدان. تأكد من ذكر الأمثلة الرئيسية الواردة في الوحدة أثناء المناقشة، بما في ذلك سمك السلمون المعدل جينيًّا، ومقاومة مبيدات الأعشاب في فول الصويا، ومقاومة الحشرات في القطن، مشيرًا للطلبة إلى أنه يصعب إيجاد مواقع إنترنت توفر معلومات محايدة عن التعديل الجيني، إذ يتم الترويج لمعظم هذه المواقع أو تمويلها من منظمات تؤيد الإدعاءات التي يطرحها الموقع.

أفكار للتقويم: اطلب إلى الطلبة التصويت لصالح أو ضد الإدعاءات التي يطرحها موقع الإنترنت، وحدِّد طالبَين أو ثلاثة لشرح سبب اقتناعهم بالادعاءات التي تم التعرف عليها، ثم اختتم النشاط بالطلب إلى الطلبة تكوين جدول موجز يلخص محتوى المناقشة.

التعليم المتمايز (تفريد التعليم)

التوسع والتحدي

- يتضمّن السؤال ١ من أسئلة نهاية الوحدة الواردة في كتاب التجارب العملية والأنشطة تطوير أصناف نباتات مقاومة لمبيدات الأعشاب. هذا سؤال تحدٍّ للطلبة يتطلب التفكير في العديد من المصطلحات والأفكار غير المألوفة.

الدعم

- اختر مثالًا محددًا للتقنية الجينية في الزراعة، واذكر فوائدها ومخاطرها، وحدّد أيًّا منها له الآثار الاجتماعية أو الأخلاقية.

تلخيص الأفكار والتأمّل فيها

- اطلب إلى الطلبة الإجابة عن السؤال ٤ من أسئلة نهاية الوحدة الواردة في كتاب الطالب، والمرتبط بمقاومة حشرات المن، أو السؤال ٥ المرتبط بنباتات الصويا التي جرى تعديلها جينيًّا لتكون مقاومة لآفات حشرية معيّنة.
- اكتب قائمة بالطرائق المختلفة التي يمكن من خلالها استخدام التقنية الجينية لتغيير جينومات النباتات والحيوانات والكائنات الحية المختلفة وكذلك الإنسان. لخص الفوائد والمخاطر المرتبطة بكل من هذه التقنيات الجينية الموصوفة في هذه الوحدة.
- استخدم طريقة مناسبة لعرض فوائد ومخاطر استخدام التقنيات الجينية.
- اسأل الطلبة أسئلة لتحليل عملهم على هذا الموضوع. قد تشمل: كيف توصلت إلى طريقة مناسبة لتقديم المعلومات في هذا النشاط؟ هل وجدت أنه من المفيد التحدث مع الآخرين؟ وإن كان الأمر كذلك، فما المساعدة التي قدموها لك؟

التكامل مع المناهج

مهارة القراءة والكتابة

يوجد عدد قليل من المصطلحات العلمية في هذا الموضوع، فركّز على مساعدة الطلبة لتقدير كيفية استخدام مجموعة كبيرة من المصطلحات العلمية التي درسوها في سياق التقنية الجينية وتأثيرها على الكائن الحي.

المهارة الحسابيّة

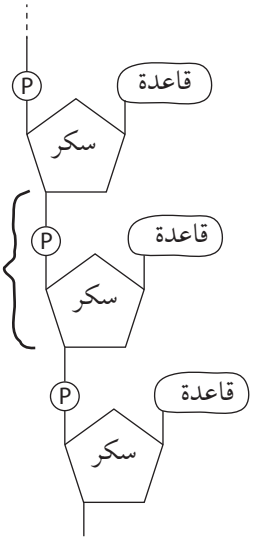
اطلب إلى الطلبة البحث في عدد المحاصيل المحلية المعدلة جينيًّا، إن وجدت، ومقدار المساحة التي تزرع فيها مقارنة بالمحاصيل التقليدية، فقد يتعلم الطلبة من ذلك معالجة البيانات بالشكل المعياري أو على شكل نسب مئوية.

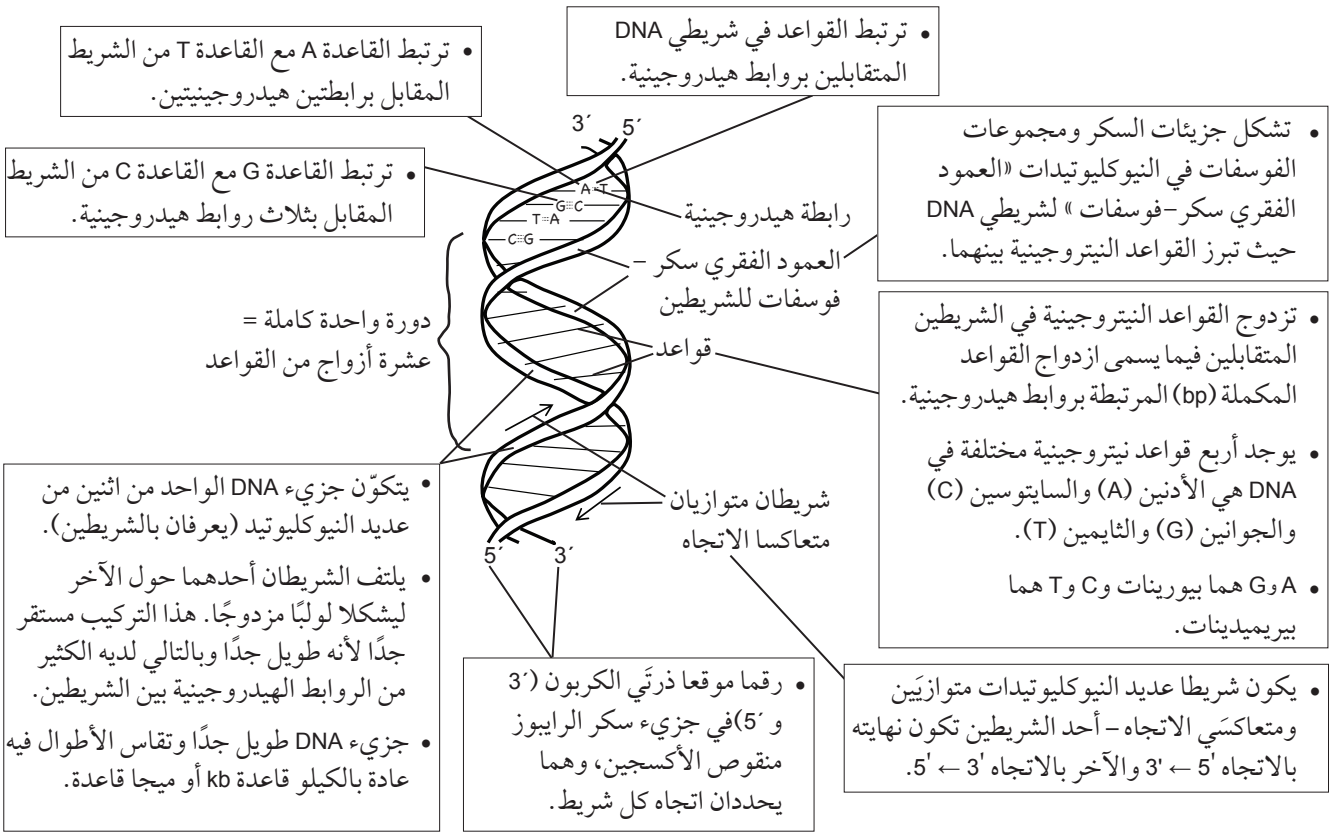
إجابات كتاب الطالب

قبل أن تبدأ بدراسة الوحدة

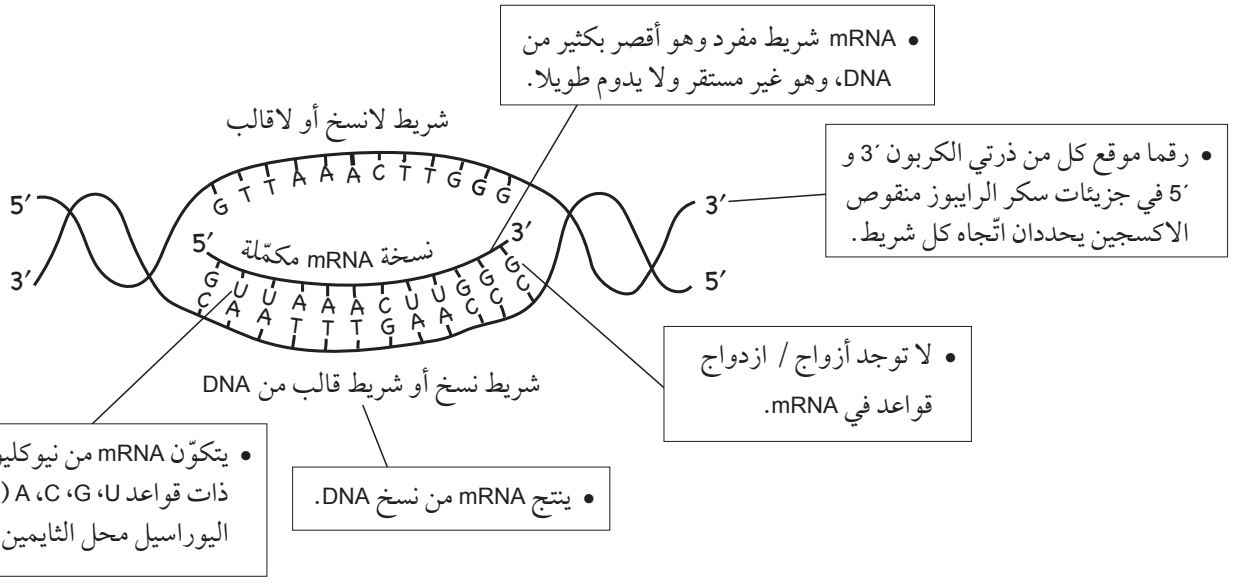
خصائص DNA:

- DNA هو عديد نيوكليوتيد- يتكوّن من عدة نيوكليوتيدات.
- يتكوّن كل نيوكليوتيد من سكر خماسي (رايبوز منقوص الأكسجين)، ومجموعة فوسفات وقاعدة نيتروجينية.

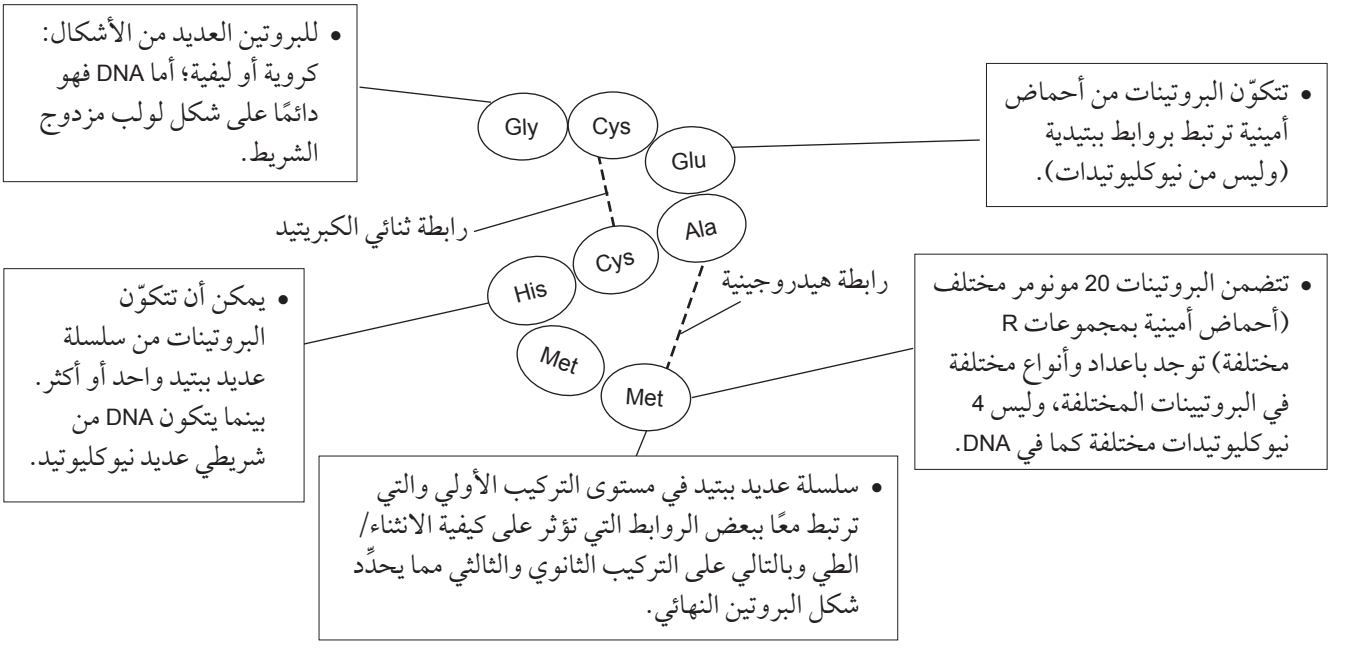




الاختلافات بين DNA و mRNA:



ملاحظة (قد يختلف الطلبة في طريقة الرسم وقد يضيفون المزيد من الاختلافات الصحيحة).



العلوم ضمن سياقها: مكافحة الجرائم عبر DNA

- الأشخاص الوحيدون الذين لديهم DNA متطابق هم التوائم المتماثلة (أو التوائم الثلاثية المتماثلة أو التوائم الرباعية المتماثلة)، لأنهم تكوّنوا من البويضة المخصّبة (الزيجوت) نفسها. كل شخص آخر لديه DNA فريد من نوعه أو بسبب حدوث عملية العبور /التوزيع الحر/الإخصاب العشوائي. يتكوّن DNA الإنسان من ثلاثة مليارات زوج من القواعد، بما يوفر الكثير من الفرص لحدوث الطفرات نتيجة التغير في تتابع القواعد. يعتقد أن كل شخص ليس من التوائم المتماثلة يكون لديه DNA مختلف عن أي شخص آخر على كوكب الأرض.

إجابات أسئلة موضوعات الوحدة

١. لا يتضمن التكاثر الانتقائي إدخال جين معيّن مباشرة في DNA الكائن الحي لتكوين DNA معاد التركيب. تتزاوج في التكاثر الانتقائي أصناف محددة من النباتات أو الحيوانات أو الكائنات الحية الدقيقة (على سبيل المثال الخمائر) لتحسين صفة معيّنة أو لإنتاج تركيب من الصفات مرغوب فيه. وهو ما يتحقق عن طريق جمع الجينات المرغوب فيها من الأبوَين في التكاثر الجنسي. لا تتضمّن الهندسة الجينية أيّ تزاوج بين الأفراد.

٢. أ. النهاية اللاصقة امتداد تتابع قاعدي من شريط مفرد يتكوّن من عدة نيوكليوتيدات في نهاية جزء من DNA وقد يكوّن روابط هيدروجينية مع أي امتداد/تتابع قاعدي مكمل. تتكوّن النهايات اللاصقة بواسطة إنزيمات القطع التي تقطع DNA بشكل متعرج، وقد تتكوّن أيضًا بإضافة جزء قصير من شريط DNA مفرد إلى جزء ذي نهاية مستقيمة من شريط DNA المزدوج (انظر الشكل ٣-٢).

ب. 6 A
8 B
1 C
4 D

ج. تكون مواقع القطع متناظرة، حيث يقرأ تتابع القطع نفسه في الاتجاه 5′ إلى 3′ كما في الاتجاه 3′ إلى 5′. تقطع إنزيمات القطع HindIII، EcoRI، BamHI عبر DNA بشكل متعرج لينتج قطعًا ذات نهايات لاصقة، ويقطع إنزيم القطع HaeIII عبر DNA بشكل مستقيم لينتج قطعًا ذات نهايات حادة /مستقيمة.

د. يقطع كل إنزيم قطعًا دائمًا عند الموقع المحدد نفسه في DNA، بحيث تعطي بعض إنزيمات القطع (مثل HindIII و EcoRI) نهايات لاصقة لتكوّن أزواجًا قاعدية مع تتابع القواعد المكملة. ومن الممكن إدخال/ربط قطعتَين من DNA من مصدرَين مختلفَين إذا قطعا بإنزيم القطع نفسه. ويمكن رسم خريطة لموضع مواقع القطع في أجزاء DNA (على سبيل المثال الكروموسومات)، وفي الجينومات.

٣. rDNA هو DNA معاد التركيب مكوّن من امتدادات/أجزاء من DNA من مصادر مختلفة؛ على سبيل المثال، من نوعَين مختلفَين أو من كائنَين حيَّين مختلفَين من النوع نفسه. أحد أشكال DNA معاد التركيب هو البلازميد الذي يحتوي على الجين المطلوب.

cDNA هو DNA مكمل يتم نسخه من شريط mRNA؛ كقالب للنسخ بواسطة إنزيم ترانسكريبتيز العكسي.

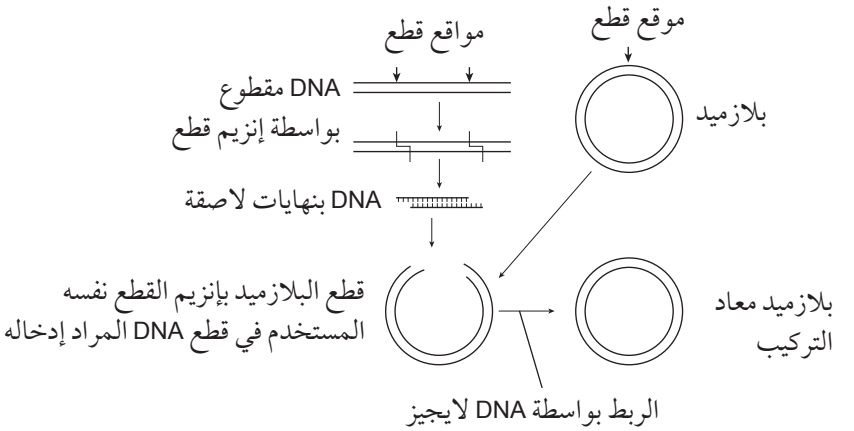
٤. **تتمثل مزايا استخدام البلازميدات كنواقل بما يأتي:**

- توجد طبيعيًّا في البكتيريا، إذ إن البكتيريا قادرة على امتصاصها من محيطها.
- صغيرة بحيث يسهل استخدامها.
- يمكن تكوينها صناعيًّا بجمع أطوال/بربط تتابعات من DNA من مصادر مختلفة.
- ذات شريط مزدوج، لذا يمكن إدخال الجينات من بدائيات النواة وحقيقيات النواة.
- يمكنها التضاعف بشكل مستقل في داخل البكتيريا لاستنساخ أي جينات يتم إدخالها فيها.
- يمكن نقلها بين الأنواع البكتيرية المختلفة.

٥. **يجب أن يبيّن الرسم ما يأتي:**

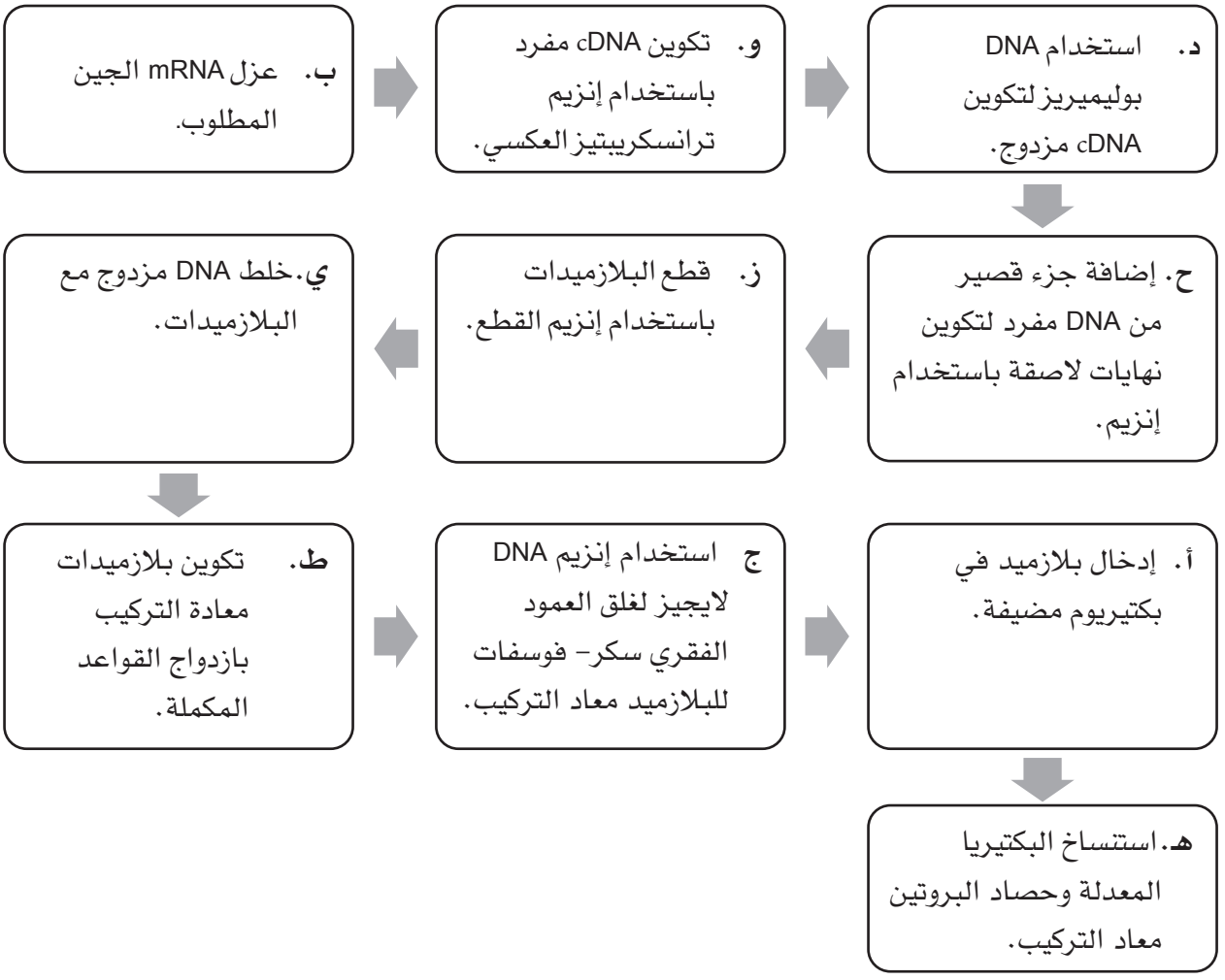
- قطعة من DNA (الجين المراد إدخاله) قُطعت من امتداد طويل بواسطة إنزيم قطع لتكوين نهايات لاصقة.
- بلازميد مقطوع بإنزيم القطع نفسه كقطعة DNA ليعطي نهايات لاصقة مكملة لنهايات الجين اللاصقة.
- ارتباط نهايات الجين اللاصقة والبلازميد معًا. ويمكن تبيان ذلك بتضمين قواعد مكملة في النهايتَين اللاصقتَين.

- يمكن تبيان كيفية عمل النهايات اللاصقة مع شرح توضيحي يستخدم ليشرح دور DNA لايجيز في حفز تكوين روابط فوسفات ثنائية الإستر بين النهايات اللاصقة على كلا جانبَي قطعة DNA.



٦. ليس بالضرورة، إذ يعتمد ذلك على مكان إدخال الجين المتوهج في البلازميد، ومن الممكن أن تكون بعض البكتيريا قد امتصّت بلازميدات لا تحتوي على الجين المرغوب فيه، لكنها لا تزال تحتوي على الجين المتوهج.

٧. يجب أن يكون تسلسل الخطوات في المخطط الانسيابي كما يأتي من اليسار:



٨. أ. البادئات مطلوبة لأنه لا يمكن أن يبدأ إنزيم DNA بوليميريز في بناء DNA بدون شريط موجود للبناء عليه. ترتبط البادئات بالتتابع القاعدي على جانبي شريط DNA الجاري تضخيمه، عن طريق تكوين روابط هيدروجينية.

ب. لا تلتصق البادئات معًا لأنه ليس لها تتابع قواعد مكملة. وإذا كان لديها تتابع قواعد مكملة، فإنها سوف تكوّن DNA مزدوج، وستكون غير مجدية كبادئات.

ج. أنواع النيوكليوتيدات الأربعة الحرة (dNTPs) هي: dTTP، dATP، dCTP، dGTP

د. يجب أن تكون إنزيمات DNA بوليميريز مستقرة حراريًا– قابلة لتحمل درجات الحرارة المرتفعة المستخدمة في PCR لفصل شريطَي DNA. من المهم تسميتها إنزيمات DNA بوليميريز لأن إنزيمات RNA بوليميريز لا تعمل في جهاز PCR لنسخ DNA.

هـ. ينفك (يتمسخ) شريطا DNA أحدهما عن الآخر بفعل الحرارة التي تكسر الروابط الهيدروجينية بين أزواج القواعد. تلتصق البادئات بالنهايات المتقابلة لشريطَي DNA. تبني إنزيمات DNA بوليميريز شريط DNA مكملًا وجديدًا ليكوّن DNA مزدوجًا.

٩. أ. $2^8 = 256$

ب. لا يوجد إنزيم يستخدم قالب RNA لتكوين RNA مزدوج. بدلًا من ذلك، يستخدم إنزيم ترانسكريبتيز العكسي قالب RNA لتكوين شريط DNA مفرد.

يمكن بعد ذلك نسخ DNA هذا باستخدام DNA بوليميريز. ويمكن أن يُستخدم في PCR كما في الشكل ٣-٦. بهذه الطريقة، يمكن تكوين عدة نسخ من cDNA والتي تحمل المعلومات الموجودة في mRNA الأصلي.

١٠. أ. يضخم PCR عيّنات DNA من كل فرد من أفراد العائلة، لذا من الممكن رؤية DNA على شكل قطع/ حزم/ أشرطة في مخطط الفصل الكهربائي الهلامي.

ب. تمر قطع DNA ذات الأطوال المختلفة عبر الهلام بسرعات مختلفة، فتنتقل القطع الأكبر ببطء أكثر عبر الثقوب في الهلام مقارنة بالقطع الأصغر.

ج. للفرد D شريط واحد، لذا يجب أن يكون متماثل الأليلات للأليل الطبيعي. ولدى الآخرين الذين جرى فحصهم شريطان، لذا يكونون جميعهم غير متماثلي الأليلات.

د. جميع الأشخاص الذين تطور لديهم مرض هنتنغتون لديهم قطعة/شريط (كبير) من DNA لم ينتقل مسافة بعيدة/طويلة.

الأشخاص الذين لديهم أجزاء صغيرة من DNA لم يتطور لديهم مرض هنتنغتون.

مرض هنتنغتون سببه أكثر من 40 تكرارًا من التتابع CAG.

الأشخاص الذين لديهم قطع/أجزاء، أكبر (أطول) من DNA تطور لديهم مرض هنتنغتون في أعمار أبكر من الأشخاص الذين لديهم قطع/أجزاء، أصغر (أقصر). الأمر الذي يبيّن وجود ارتباط بين طول DNA والعمر الذي تظهر فيه الأعراض لأول مرة. على سبيل المثال، الشخص K لديه قطع/أجزاء أكبر من A، وقد ظهرت عليه الأعراض في عمر 22 سنة مقارنة مع العمر 50 للشخص A.

الشخصان B و F لم تظهر عليهما الأعراض، لكنّ لديهما أليلَين مختلفَين، وأحد الأليلين لديه تكرارات أكثر من الآخر، إنما ليست كافية للتسبب بمرض هنتنغتون.

هـ. ورث الشخص K الأليل السائد من أبيه (H). قد يكون الأشخاص الآخرون في العائلة في الجيلَين 3 و 4 ورثوا أيضًا الأليل السائد من (C) ومن (H)، لكن ليس مؤكدًا أنهم يملكون ذلك إلا إذا تمّ إجراء فحص جيني لهنتنغتون.

١١. سيكون الطراز الجيني إما متماثل الأليلات سائدًا أو غير متماثل الأليلات للجين CFTR.

١٢. فحص السائل الأمنيوسي: فحص يتم فيه أخذ عيّنات من السائل الأمنيوسي باستخدام إبرة حقنة تحت الجلد، في الأسبوع (١٥–١٦) من الحمل، للبحث عن الطفرات الكروموسومية.

فحص الخملات المشيمية (CVS): فحص يتم فيه أخذ عيّنة من المشيمة في الرحم، باستخدام إبرة رفيعة، خلال الأسبوع (١٠–١٣) من الحمل، للكشف عن التشوهات الجينية.

فحص ما قبل الولادة غير الجراحي: فحص يتم فيه أخذ عيّنات من دم الأم، وفحصها بحثًا عن أجزاء من DNA الجنين التي تكوّنت في المشيمة. يتم بعد ذلك فحص تتابعها القاعدي وتحليلها بحثًا عن تشوهات وراثية.

١٣. أ. يعمد المزارعون إلى زراعة أصناف نباتات Bt لأن سم Bt يقتل الآفات، لذلك يستخدمون كميّات أقل من مبيدات الحشرات، ويفقدون كميّات أقل من محاصيلهم بسبب الآفات، الأمر الذي يحسّن من ذلك الإنتاجية، ويقلل التكلفة ويزيد من أرباح المزارعين. توجد أيضًا فوائد صحية للعاملين في المزارع في العديد من البلدان الذين تعوّدوا رش المبيدات من دون أخذ الاحتياطات المناسبة.

ب. تنمية الخلايا في زراعات نسيجية وإدخال الجينات في الخلايا المفردة. وقد تنمو كل خلية معدلة إلى نبات كامل، وبالتالي ستوجد جميع الجينات التي تم إدخالها في جميع خلايا النبات. تنمّى النباتات التي عدّلت جينيًّا وتظهر جميع الصفات المرغوبة فيها؛ على سبيل المثال، مقاومة المبيدات والإنتاجية العالية.

١٤. المخاطر المحتملة لزراعة أصناف زراعية معدلة جينيًّا:

- انتشار مقاومة الأعشاب الضارة لمبيدات الأعشاب التي ستصبح «أعشابًا خارقة» ولا يمكن قتلها برشّ المواد الكيميائية.
- قد تنتشر الجينات المقاومة إلى محاصيل غير معدلة جينيًّا وتفسد طبيعتها العضوية. وهذا مهم بشكل خاص في البلدان التي تشكك في المحاصيل المعدلة جينيًّا.
- قد تنتقل الجينات إلى الأنواع البرية لنباتات المحاصيل وتغير من جيناتها.
- قد يؤدي التعديل الجيني إلى جعل نباتات المحاصيل أو الأنواع البرية ذات القرابة لتصبح غازية وتنتشر بسرعة إلى أماكن غير مرغوب فيها أو جعلها سامة للحياة البرية.
- يزيد استخدام الجينات المقاومة للمبيدات من انتفاء القدرة على مقاومة المبيدات في أنواع الآفات (على سبيل المثال، الاستخدام واسع النطاق لذرة Bt يزيد من انتقاء ديدان جذور الذرة التي لا يقتلها Bt).
- يمكن أن تنتج المحاصيل المعدلة جينيًّا مواد تعزز من ردود الفعل التحسسية لدى الناس (على سبيل المثال، إدخال الجين من الجوز الهندي إلى فول الصويا لتحسين نوعيته يؤدي إلى استجابة تحسسية لدى الناس).

طرائق لتقليل المخاطر:

- استخدام الدورات الزراعية سنة تلو أخرى بدلًا من زراعة النباتات نفسها في الحقول نفسها لتقليل أي آثار ضارة للمحاصيل المعدلة جينيًّا.
- اختبار تأثير الأصناف المعدلة جينيًّا على البيئة قبل استخدام المزارعين لها.

- منع نقل الجينات من المحاصيل المعدلة جينيًّا من خلال منع تزاوجها مع أنواع أخرى ذات صلة قرابة في البيئة المجاورة.
- إيجاد مناطق عازلة حول حقول المحاصيل المعدلة جينيًّا لتقليل انتقال الجينات إلى الأنواع القريبة منها أو المحاصيل العضوية.

إجابات أسئلة نهاية الوحدة

١. أ.

الإنزيم	الدور
DNA لايجيز	تحفيز تكوين روابط فوسفات ثنائية الإستر لتربط معًا العمود الفقري سكر– فوسفات
DNA بوليميريز	بناء عديد نيوكليوتيد/ شرائط DNA في التضاعف (شبه المحافظ)، من نيوكليوتيدات حرة (dNTPs) / نيوكليوتيدات (DNA) نشطة
إنزيم القطع إندونيوكلييز	قطع DNA في مواقع قطع معينة
إنزيم ترانسكريبتيز العكسي	بناء cDNA من نيوكليوتيدات حرة (dNTPs) /نيوكليوتيدات نشطة على طول قالب RNA

ب. يمكن أن تشمل المزايا:

- يزيل عدم اليقين لمن لديه مرض وراثي في العائلة.
- يوفر الفحص الجيني معلومات حول زيادة المخاطر للناس الذين يعانون أمراضًا وراثية (مثل سرطان الثدي).
- يتيح فرصة التشخيص المبكر للمرض وبدء العلاج، والذي قد يحسّن من جودة الحياة و/ أو متوسط العمر المتوقع.
- يتيح للناس فرصة الاستعداد للأمراض الجينية التي تحدث في عمر متأخر مثل مرض هنتنغتون.
- يمكن أن تحدّد الفحوص الجينية ما إذا كانت الأجنة الناتجة من الإخصاب خارج الجسم (IVF) أو الأجنة النامية في الرحم ستطوّر مرضًا وراثيًّا.
- يحدّد الأجنة التي ستحتاج إلى علاج مبكر في حالة استمرار الحمل، ما يسمح للآباء بأن يستعدوا لولادة طفل سيحتاج إلى علاج لفترة طويلة أو حتى طوال الحياة.
- تحديد الأشخاص الحاملين للأمراض الجينية.
- المساعدة في توفير تشخيص مبكر.
- يساعد الزوجَين اللذَين يحمل كلاهما المرض الوراثي لاتخاذ القرار حول تكوين أسرة، أو إنجاب المزيد من الأطفال، أو اللجوء إلى الإخصاب خارج الجسم وخزعة الجنين.
- تقليل عدد الأشخاص المصابين بأمراض وراثية طويلة الأمد أو غير القابلة للشفاء، وبالتالي توفير المال الذي كان سينفق لتغطية كلفة العلاج.
- أي نقاط أخرى صحيحة.

يمكن أن تشمل العيوب:

- قد تكون نتائج الفحوصات خاطئة، إيجابية أو سلبية.
- ربما لا يوفر الفحص الجيني اختبارًا لجميع الطفرات.
- ربما لا تكون نتائج الاختبارات متاحة للمرض الوراثي في العائلة.
- تسبب النتائج الإيجابية التوتر والقلق.
- ربما لا يؤدي وجود الجين الطافر إلى الإصابة بالمرض.

- يمثل مشكلة للناس الذين يفصحون عن أو: يعلنون نتائج الفحص (على سبيل المثال، الأصدقاء أو العائلة).
- التمييز في المعاملة من قبل أرباب (أصحاب) العمل أو شركات التأمين.
- القضية (القضايا) الأخلاقية التي يثيرها إنهاء الحمل بعد الفحص ما قبل الولادة.

٢. أ. DNA بوليميريز أو (*Taq*) بوليميريز (المستقر حراريًّا).

ب. ١. يتمسخ (يتفكك) DNA المزدوج عند درجات الحرارة المرتفعة.
تتكسر الروابط الهيدروجينية لذا ينفصل شريطا DNA لتتكشف القواعد.

٢. *Taq* البوليميريز مستقر حراريًّا أو لا يتمسخ (يتفكك) عند درجة الحرارة المرتفعة.
الإشارة إلى الرابطة التي تحافظ على التركيب الثالثي.

٣. يحافظ المحلول المنظم على ثبات pH بين 7 إلى 8.
هذا هو الرقم الهيدروجيني الأمثل لـ DNA بوليميريز.

ج. ١. **المرحلة الثانية هي مرحلة الالتصاق:**
ترتبط البادئات بالتتابع القاعدي المستهدف على DNA حيث يوجد تتابع قاعدي مكمل لها.
المرحلة الثالثة مرحلة الإطالة أو التمديد:
يضيف DNA بوليميريز نيوكليوتيدات إلى البادئة لتكوين DNA مزدوج باستخدام الشريط الأصلي كقالب.

٢. DNA الذي يتم انفصال شريطيه في الدورة الأولى هو DNA العيّنة بأكملها. وهو أطول بكثير من الشرائط التي تنفصل خلال الدورات اللاحقة. يوجد المزيد من الروابط الهيدروجينية التي يجب أن تتكسر أثناء الدورة الأولى.

د. لكل DNA مستهدف مختلف له تتابع قاعدي مختلف، لذا لا يكون زوج البادئات مثل ذلك الذي تم استخدامه سابقًا مناسبًا.

هـ. بسبب تركيز البادئات المرتفع جدًا وتركيز DNA مفرد/أحادي الشريط منخفض جدًا.
احتمال إعادة تكوين DNA مفرد/أحادي الشريط لتكوين DNA مزدوج/ثنائي الشريط منخفض جدًا.

و. يحدث PCR على درجات حرارة بين 50°C و 95°C، وليس على درجات حرارة أقل من 40°C.
إضافة بادئة DNA.
يُنسخ DNA في الخلية بأكمله. في حين ينسخ PCR أجزاء/أطوال صغيرة فقط من DNA.
DNA بوليميريز في PCR مستقر حراريًّا، وهو ليس كذلك في معظم الكائنات الحية / في الكائنات الحية المحبة للحرارة فقط.
موقع PCR خارج الخلية في بيئة إصطناعية.

٣. أ. ١. تنسخ العلامة الجينية مع الجين (الجينات) التركيبية. وينتج البروتين المتوهج الأخضر بالإضافة إلى البروتين المطلوب. فيتوهج البروتين الأخضر.
تشير الخلايا المتوهجة أو الكائنات الحية المتوهجة إلى أنها قد عُدِّلَت أو تلقّت الجين المطلوب (الغريب).

٢. يمكن أن ينتج الإنزيم في حال توفير المادة المتفاعلة كميّة أكبر من المادة المتوهجة مقارنة بنسخ وترجمة جين البروتين المتوهج الأخضر.
تكون شدة اللون أقل اعتمادًا على مستوى تعبير العلامة الجينية.

ب. ١. **إما** استخدام PCR مع بادئة مناسبة لتضخيم المنطقة من الجينوم التي تحتوي على الجين.

أو تحديد mRNA من خلية مناسبة واستخدام النسخ العكسي ترانسكريبتيز لبناء cDNA.

أو استخدام تتابع الحمض الأميني لهرمون النمو من سمك سلمون شينوك لتوقع تتابع النيوكليوتيدات.

أو بناء DNA مصنع من دون الحاجة إلى DNA موجود مسبقًا.

أو تجزئة DNA باستخدام إنزيمات القطع أندونيوكلييزوفصل الأجزاء بالفصل الكهربائي الهلامي ثم تحديد الجين المناسب.

٢. المحفز هو المشغل للجينات التركيبية.

المحفز هو موقع/منطقة DNA حيث ترتبط (بعض) عوامل النسخ مع DNA لبدء النسخ.

يحدّد المحفز الخلايا المعيّنة التي حدث فيها التعبير عن الجين التركيبي ويحدّد متى وكيف يحدث تعبير أكثر.

٣. يقطع التتابع بواسطة إنزيمات القطع لتكوين «نهايات لاصقة».

ترتبط النهايات "اللاصقة" بروابط هيدروجينية.

ازدواج القواعد المكملة أو A–T و C–G.

تربط / تُلحم بواسطة DNA لايجيز.

يحفز DNA لايجيز تكون روابط الفوسفات ثنائية الإستر.

٤. استخدام ناقل على سبيل المثال فيروس.

يحقن في الخلايا التكاثرية/الجرثومية أو البويضة.

يدخل مباشرة بالحقن في الخلايا.

التثقيب الكهربائي.

صدمة كهربائية لغشاء الخلية.

ج. مزايا السلمون (*3n*) المعدل جينيًّا:

يوجد ثلاث نسخ من كل جين.

تنتج كميّة كبيرة من هرمون النمو مقارنة بالسلمون ثنائي المجموعة الكروموسومية (*2n*).

ينمو السمك ثلاثي المجموعة الكروموسومية (*3n*) أسرع أو أكبر من السمك ثنائي المجموعة الكروموسومية (*2n*).

الكائنات الحية ثلاثية المجموعة الكروموسومية (*3n*) عقيمة.

لا تستطيع الكروموسومات الاقتران في بداية الانقسام الاختزالي لذا لا تتكوّن أمشاج.

لا يستطيع السمك ثلاثي المجموعة الكروموسومية (*3n*) التزاوج مع سمك بري.

د. يمكن أن يهرب السلمون المعدل جينيًّا من مزارع الأسماك وينجح في منافسة السلمون البري أو أنواع أخرى من السلمون. يمكنه أيضًا إدخال أمراض جديدة أو طفيليات، أو تغيير النظام البيئي أو الشبكة الغذائية.

قد يؤدي حدوث طفرة إلى تكوّن سمكٍ ثنائي المجموعة الكروموسومية (*2n*). قد يتزاوج هذا السمك المعدل جينيًّا ثنائي المجموعة الكروموسومية (*2n*) مع السمك البري ويغيّر من جينوم السمك البري.

أي نقاط إضافية صحيحة.

٤. أ. ناقل.

ب. ١. استخدام الشيفرة الجينية.

كل ثلاثية DNA، أو شيفرة جينية (على الشريط اللانسخ أو الشريط اللاقالب) تشفر لحمض أميني معيّن.

٢. يبحثون في قاعدة البيانات عن بروتين يكون تتابع أحماضه الأمينية مطابقًا أو مشابهًا.

يحدّدون تطابقًا مع تتابع الأحماض الأمينية لبروتين آخر تعرف وظيفته.

يتوقعون التركيب الثالثي لعديد الببتيد الذي سينتج من التركيب الأولي.

يقارنون مع أشكال من البروتين المعروفة وظيفتها.

٣. يتغيّر الترابط بين مجموعات R.

على سبيل المثال، لم تعد تتكوّن رابطة أيونية أو هيدروجينية (أي مثال).

تغيّر في التركيب الثالثي أو التركيب الثلاثي الأبعاد لـ AChE.

تغير في الشكل لجزء من AChE، أو البروتين، حيث روابط مبيدات الأعشاب.

لم يعد بإمكان جزيء مبيدات الأعشاب الارتباط مع AChE.

ج. حدوث طفرة تلقائية.

تغيّر في تتابع قواعد DNA (للجين Ace).

على سبيل المثال، استبدال قاعدة (اذكر المثال الوارد في السؤال واستخدم الشيفرة الجينية لتعرف القاعدة المتغيرة).

حشرات المن التي تعبّر عن الطفرة لا تقتل بواسطة بيريمي كارب أو المبيدات الحشرية.

لا يمكن أن يرتبط بيريمي كارب مع AChE، لذا يبقى نشطًا.

لحشرات المن المقاومة فرصة أكبر للتكاثر.

يزداد تكرار الأليل المقاوم.

يبقى الأليل مفيدًا طالما يُستخدم بيريمي كارب.

٥. أ. ليتيح لإنزيم RNA بوليميريز البدء بالنسخ في خلايا المضيف أو النبات.

موقع عمل عوامل نسخ المضيف لتنشيط النسخ.

ب. يربط العمود الفقري فوسفات – سكر لـ DNA معًا.

يحفز تكوين روابط فوسفات ثنائية الإستر.

يربط المحفز بجين سم Bt ويربط الجين مع المحفز بالبلازميد.

ج. يشفر الجين cry لتتابع الأحماض الأمينية في البروتين السام، ويتم نسخه لتكوين mRNA. ينتقل mRNA من النواة إلى السيتوبلازم ويرتبط بالرايبوسوم حيث تحدث الترجمة. تجلب جزيئات tRNA أحماضًا أمينية معيّنة إلى الرايبوسوم حيث يوجد ازدواج/اقتران بين الكودونات على mRNA والكودونات المضادة على tRNA. يحفز إنزيم (في الرايبوسوم) تكوين روابط ببتيدية (بين الأحماض الأمينية). ثم يقوم الرايبوسوم بتجميع الأحماض الأمينية لتكوين بروتين سام.

الإشارة إلى جهاز جولجي وتعديل البروتين.

د. أي سببَين مناسبَين، أمثلة:

لمعرفة ما إذا كانت المحاصيل المعدلة جينيًّا تنمو جيدًا في ظروف مثالية أو نطاق من الظروف البيئية.

لمعرفة ما إذا كانت المحاصيل المعدلة جينيًّا تعطي إنتاجية عالية.

للتأكد من أن المقاومة فاعلة.

للتأكد من أن النباتات ليست ضارة بالبيئة.

للتأكد من أن النباتات تستجيب للأسمدة.

هـ. **الحجج المقدمة لإدخال المحاصيل المعدلة جينيًّا لمقاومة مبيدات الآفات/الحشرات:**

تقليل خسارة المحاصيل بفعل الآفات.

تقليل استخدام المبيدات.

أفضل لصحة عمال المزارع أو السكّان المحليين.

بقايا مبيدات آفات أقل في المحاصيل.

أفضل لصحة المستهلكين.

لا يسبب الضرر أو ضررًا بنسبة أقل للأنواع الأخرى غير الآفات.

أقل تلوثًا.

الحجج المقدمة لإدخال المحاصيل المعدلة جينيًا لمقاومة مبيدات الأعشاب:

منافسة أقل مع الأعشاب تجاه الموارد (المسماة).

فكرة زيادة الغذاء المتاح لعدد السكان المتزايد.

أي نقطة إضافية صحيحة (سواء لمبيدات الآفات أو مبيدات الأعشاب أو لكليهما).

٦. أ. ١. طفرة استبدال.

٢. يتغير التركيب الثالثي للبروتين أو عديد الببتيد.

ينثني عديد الببتيد بشكل مختلف لأن الأحماض الأمينية مع مجموعات R غير القطبية تكون مناطق كارهة للماء داخل التركيب الثالثي.

تكوّن الأحماض الأمينية مع مجموعات R القطبية روابط هيدروجينية.

ربما لا تتكوّن المناطق الكارهة للماء عندما يستبدل البرولين بالجلوتامين.

قد تغيّر مجموعة R الكارهة للماء (غير القطبية) التي استبدلت بمجموعة R قطبية محبة للماء، من ذوبانية البروتين.

أي نقطة إضافية صحيحة.

ب. الأليل الطافر لجين BRCA-1 سائد:

سيتم التعبير عن الأليل الطافر في كل شخص يحمل الأليل حيث يؤدي إلى زيادة مخاطر الأصابة بسرطان الثدي.

الأليل الطافر لجين CFTR متنحٍ:

أي شخص يحمل أليلًا واحدًا لجين CFTR الطافر لا يتم التعبير عنه أو يكون الشخص حاملًا للأليل، لذا لن يتعرض لخطر الإصابة بالتليّف الكيسي.

المرأة التي يحمل أحد أبوَيها أليلًا طافرًا واحدًا من BRCA-1 لديها احتمال بنسبة 50% لزيادة مخاطر سرطان الثدي المرتبط بالأليل الطافر.

الشخص الذي يحمل أحد أبويه أليلًا طافرًا من CFTR لديه احتمال 0% لوراثة المرض أو التليّف الكيسي. يكون كلا أبوَي الشخص المصاب بالتليَف الكيسي حاملًا للأليل (أو حجة عكسية).

ج. ١. يؤدي الحذف إلى إزاحة الإطار أو يوصف كتغيّر في إطار القراءة.

يؤدي إلى كودون إيقاف في DNA.

لا يوجد tRNA لكودون الإيقاف لذا تنتهي الترجمة (عند الحمض الأميني 38).

٢. تأثير الأصل أو المؤسس.

تنحدر جميع مجموعات الناس من مجموعات سكانية صغيرة جدًا.

التزاوج ضمن المجموعة بدلًا من التزاوج مع أشخاص من مجموعات أخرى يزيد من احتمال أن يصبح تكرار الأليل الطافر داخل المجموعة أكثر شيوعًا.

٣. قد تكون نسبة السكان الذين لديهم طفرات من BRCA-1 و BRCA-2 صغيرة جدًا.

يمكن توفير الفحص لعائلات معيّنة معرضة للخطر، وهو أكثر فاعلية من حيث الكلفة من الفحص الشامل للأليل الطافر.

يمكن تقديم الاستشارة الجينية للأشخاص الذين تمّ تحديدهم بأنهم "معرضون للخطر"، بما يوفر لهم معلومات مناسبة حول تأثيرات الطفرة.

أي نقطة إضافية صحيحة.

إجابات كتاب التجارب العملية والأنشطة

إجابات الأنشطة

نشاط ٣-١: مصطلحات التقنيات الجينيّة

١. أ. إنزيم القطع إندونيوكلييز.

ب. *Taq* بوليميريز.

ج. إنزيم DNA لايجيز.

د. إنزيم ترانسكريبتيز العكسي.

هـ. محفز.

و. بادئة.

ز. معاد التركيب.

ح. الفصل الكهربائي الهلامي.

ط. تفاعل البوليميريز المتسلسل (PCR).

نشاط ٣-٢: استخدام الفصل الكهربائي الهلامي (إثرائي)

١. «الكروموسوم متماثل الأليلات» هو كروموسوم من زوج الكروموسومات المتماثلة بالتتابع الجيني نفسه. يتكوّن الزوج متماثل الأليلات من كروموسوم من الأب وكروموسوم من الأم.

٢. الجين تتابع من القواعد يشفر لعديد ببتيد أو بروتين معيّن. هذه التتابعات غير مشفرة، وبالتالي ليست جينات.

٣. أ. AGTCGGTAAG

ب. خمس مرات.

ج. ستختلف الإجابات لكن يوجد مثال أدناه.

CTCATACTACTACTACTACTACTAC

TACTACTACTACTACTACTACG

٤. أ. تستخدم STRs من الكروموسومات X و Y لتحديد جنس الشخص الذي يُجرى اختبار DNA له.

ب. يتطلب الإجراء تضخيم DNA باستخدام تفاعل البوليميريز المتسلسل (PCR). يتم أولًا تمسيخه عن طريق تسخينه إلى 95°C تقريبًا، ما يتسبب في انفصال شريطَي DNA أحدهما عن الآخر وتكسر الروابط الهيدروجينية. ثم يتم إضافة البادئات التي ترتبط مع تتابع القواعد على كلا جانبَي DNA الجاري تضخيمه. وهذا يتيح لـ DNA بوليميريز الارتباط بشريط DNA مفرد، واستخدام dNTPs لبناء شريط مكمل من DNA. يمكن تكرار هذه العملية عدة مرات، وهذا ضروري للتمكن من رؤية أشرطة DNA على مخطط الفصل الكهربائي الهلامي.

ج. يحتوي خزان الفصل الكهربائي الهلامي على قطب كهربائي سالب متصل بطرف الآبار، وقطب موجب متصل بالطرف الآخر. وتنجذب العيّنات الموضوعة في الآبار إلى القطب الموجب نظرًا إلى احتواء DNA على مجموعات فوسفات سالبة الشحنة في العمود الفقري للسكر. ستتحرك قطع DNA الأصغر (ذات العدد الأقل من أزواج القواعد) عبر الأجاروس Agarose بسرعة أكبر، وبالتالي مسافة أبعد عبر الهلام مقارنة بالقطع الأكبر ذات أزواج القواعد الأكثر، وسيؤدي ذلك إلى فصل قطع DNA إلى أشرطة ترى في مخطط الفصل الكهربائي الهلامي.

د. تستخدم عيّنة مرجعية من قطع DNA بأطوال معروفة من أزواج القواعد.

هـ. يطابق المشتبه به (ب) مع عيّنة مسرح الجريمة لجميع القطع/الأشرطة الستة، وبالتالي من المرجح جدًا أن يكون الشخص ب هو مصدر عيّنة مسرح الجريمة.

٥. الذكر أ هو الأب. فمن بين القطع/الأشرطة الستة في خط الجرو، يتشارك ثلاثة أشرطة مع الأم عند 900 زوج من القواعد، و 700 زوج، و 400 زوج. ويتشارك أربعة قطع/أشرطة مع الذكر أ، عند 800 زوج، و 500، و 400، و 300. ويتشارك قطعتان/ شريطان فقط مع الذكر ب عند 900 زوج، و 300 زوج.

إجابات أسئلة نهاية الوحدة لكتاب التجارب العملية والأنشطة:

١. أ. **تثبيط تنافسي:** يمنع الغلوفوسينات ارتباط الجلوتامات بالموقع النشط لجلوتامين سينثيز، بالتالي لا يمكن أن ترتبط الأمونيا بالجلوتامات (لذا تتراكم الأمونيا).

ب. يمكن رشّ مبيدات الأعشاب على المحصول لقتل الأعشاب الضارة (من دون الإضرار بنباتات المحصول)، تقليل منافسة الأعشاب الضارة على الضوء والأملاح المعدنية، والماء، والملقحات، لذا يمكن أن يزيد معدل التمثيل الضوئي، ما يوفر نموًّا أكبر أو إنتاج بذور أكثر.

ج. ١. الجيل الناتج من أبوَين متماثلَي الأليلات لأليلات مختلفة.

٢. قوة الهجين (ناتجة من مبيدات MS8 و RF3).

٣. زراعة نباتات من كلًّا من MS8 و RF3، إخصاب MS8 بحبوب لقاح من RF3. جمع بذور نباتات MS8 فقط.

٤. سوف تكون خصبة، لأنها تحتوي على كل من بارناس وبارستار. لكلّ من MS8 و RF3 نسل نقي أو متماثل الأليلات، لذا سيرث جميع النسل بارناس من MS8 وبارستار من RF3.

٢. أ. ١. الموقع الكروموسومي.

٢. يكون الجين على الجزء غير المتماثل من الكروموسوم X، أو يوجد الجين فقط على كروموسومات X وليس على كروموسوم Y. الفكرة أن الذكر يحتوي فقط على نسخة واحدة من الجين محمولة على الكروموسوم X، ومن المرجح أن يظهر الطراز المظهري الناتج من الأليل المتنحي في الذكور أكثر من الإناث.

ب. ١. يتيح الفحص الجيني التشخيص المبكر للهيموفيليا. وقد يقلل عدم وجود الأليل من قلق وتوتر الأبوَين. ويمكن بدء العلاج بعد الولادة مباشرة في حالة وجود الأليل. وسيتم اختيار الأجنّة التي تخلو من الأليل في حال كانت العملية إخصابًا خارج الرحم IVF.

٢. قد يرغب الآباء في إجهاض الجنين الحامل للأليل، مع أن الهيموفيليا ليست قاتلة، ويمكن معالجتها. يمكن أن تكون نتيجة الاختبار خاطئة أو الإشارة إلى عواقب النتيجة الخاطئة السلبية أو النتيجة الخاطئة الإيجابية، وأي نقطة صحيحة أخرى.

ج. ١. الأعداد الصغيرة التي شملتها بعض الدراسات. الإشارة إلى الصدفة، متغيرات/عوامل أخرى ربما لم يتم التحكم فيها. تحديد متغير/عامل واحد محتمل غير متحكم به (على سبيل المثال، عمر المريض، مصدر العامل الثامن المشتق من البلازما، تعرض المريض سابقًا للعامل الثامن)، تحديد متغير/عامل ثانٍ محتمل غير متحكم به.

٢. فكرة التحكم بالمتغيّر للتأكد من أنه لم يسبق له التعرض للعامل الثامن، وللتأكد من أن ليس لديه بالفعل أجسام مضادة للعامل الثامن.

٣. **الاعتبارات المعارضة:** الآباء هم من يتخذون القرار وليس الأبناء، ما يعني أن الابن ربما لا يتلقى العلاج الأفضل له. لن يشعر الأبناء بالراحة، أو سينزعجون من الاختبارات الإضافية.

الاعتبارات المؤيدة: للعلاجَين المستوى نفسه من الفاعلية، لذلك ينبغي أن لا يحدث أي اختلاف فيما يتصل بنجاح علاج الابن. قد تضمن الاختبارات الإضافية أن صحة الأبناء يتم متابعتها بحرص أكبر مقارنة بمن لم يشاركوا في التجربة. وقد تجعل نتائج التجربة اتخاذ قرارات جيدة حول علاج أبناء آخرين في المستقبل أمرًا في غاية السهولة.

٣. أ. ١. الأبناء غير متماثلة الأليلات الناتجة من أبوَين متماثلَي الأليلات.

٢. متماثلة الأليلات لجينات معيّنة.

ب. ١. أرادوا معرفة الجينات التي جرى التعبير عنها، وليس فقط الجينات الموجودة. يشير mRNA إلى أي جينات جرى نسخها. كلما زاد وجود نوع معيّن من mRNA، زاد تعبير الجين الذي نسخ منه.

٢. إنزيم ترانسكريبتيز العكسي.

ج. الفكرة، أن هذا لا يفسر السؤال الآتي: لماذا يكون التعبير في الأفراد الناتجة أقل من التعبير الأدنى لأحد الأبوين وأعلى من التعبير الأعلى للأب الآخر؟ قد يكون ذلك بتأثير التفوق الجيني. قد تؤدي التراكيب المختلفة من الأليلات في موقع كروموسومي معيّن في الهجين إلى مستويات مختلفة من التعبير الجيني في موقع كروموسومي آخر. وقد تكون الاختلافات في إنتاج عوامل النسخ، أو قد يمتلك الهجين جينًا لعامل نسخ، وجينًا يتأثر به، في حين لا يوجد لدى أي من الأبوَين هذا التركيب، ما قد يفسر إمكانية التعبير عن الجين في الهجين أكثر من كلا الأبوَين. أي نقطة أخرى صحيحة.

٤. أ. ١. 41%.

٢. من الأرجح أن الإدخال والحذف يسبب فقدان الوظيفة بشكل أكبر مقارنة بالتغيرات المرتبطة بقاعدة مفردة، الإشارة إلى إزاحة الإطار، الفكرة أن الإدخال والحذف يسببان تغيرًا في جميع ثلاثيات القواعد المتتالية التي تلي الطفرة، منتجًا تأثيرًا كبيرًا جدًا في التركيب الأولي، أو تتابع الأحماض الأمينية في البروتين. لذا يكون للبروتين شكل ثلاثي الأبعاد مختلف أو تركيب ثالثي مختلف.

ب. **المعارضون:** أُعطي الإذن للبحث، وليس لأسباب طبية. الفكرة أن بعض الناس قد يفضلون تجاهل أي خطر متزايد لديهم. ربما لا يرغب بعض الناس في تشارك المعلومات مع طبيبهم، ولذلك لن توجد فائدة للمعرفة، إذا لم يوجد شيء يمكن عمله للحد من مخاطر تطور المرض.

المؤيدون: يمكن للأفراد اختيار تشارك المعرفة حول أية مخاطر أمكن تحديدها. يمكن للمعرفة عن طفرة معيّنة توفير إمكانية اتخاذ إجراء لتقليل المخاطر. وحتى لو لم يكن بالإمكان تقليل المخاطر، فقد يستفيد الشخص من المعلومات (على سبيل المثال) في التخطيط لبقية حياته لتحقيق أقصى قدر ممكن من السعادة أو لضمان بناء أسرة سعيدة.

الوحدة الرابعة

الاتزان الداخلي

نظرة عامة

تؤكد هذه الوحدة على المفهوم الأساسي بأن الخلايا ديناميكية، تساعد الكيمياء الحيوية وعلم الأحياء الجزيئية على شرح أسباب وكيفية عمل الخلايا. سيتعرف الطلبة كيف تعمل الهرمونات وأهميتها في الاتزان الداخلي، ويشمل ذلك تنظيم تركيز الجلوكوز في الدم وجهد الماء فيه. وسيتعرف الطلبة، في تنظيم جهد الماء للدم، التركيب العام للكلية والتركيب الدقيق لوحدات الترشيح الوظيفية فيها، النفرونات. توفِّر الوحدة بعض الفرص للأنشطة العملية يقوم فيها الطلبة بملاحظات نوعية من إجراء تشريح الكُلية، وتحليل مقاطع من أقسام نسيج الكُلية، كما توفر فرصًا لتطوير المهارات الحسابية، بما في ذلك معدلات التدفق وتحليل تراكيز الهرمونات من التمثيلات البيانية.

مخطط التدريس

أهداف الموضوع	الموضوع	عدد الحصص	المصادر في كتاب الطالب	المصادر في كتاب التجارب العملية والأنشطة
٤-١ ٤-٢ ٤-٣	٤-١ الاتزان الداخلي	١	• الشكلان ٤-١ و ٤-٢ • الصورة ٤-١ • العلوم ضمن سياقها: النوم العميق لدى الدب الأسود • السؤالان ١ و ٢	• أسئلة نهاية الوحدة: ١ و ٢
٤-٤ ٤-٥ ٤-٦ ٤-٧ ٤-٨	٤-٢ تركيب الكُلية	٤	• الأشكال من ٤-٣ إلى ٤-١١ • الصور من ٤-٢ إلى ٤-٦ • الجدول ٤-١ • الأسئلة ٣ و ٤ و ٥ و ٦ • أسئلة نهاية الوحدة: ١ و ٢	• الاستقصاء العملي ٤-١: تركيب الكُلية • أسئلة نهاية الوحدة: ٥
٤-٩	٤-٣ التحكم في المحتوى المائي	١	• الأشكال من ٤-١٢ إلى ٤-١٨ • الأسئلة ٧ و ٨ و٩ • أسئلة نهاية الوحدة: ٣	• نشاط ٤-٢: التنظيم الأسموزي والمشروبات متساوية التركيز (إثرائي) • أسئلة نهاية الوحدة: ٤
٤-١٠ ٤-١١ ٤-١٢	٤-٤ التحكم في تركيز جلوكوز الدم	٤	• الأشكال من ٤-١٩ إلى ٤-٢٤ • الصور من ٤-٧ إلى ٤-١٠ • الأسئلة ١٠ و ١١ و ١٢ و ١٣ و ١٤ و ١٥ و١٦ • أسئلة نهاية الوحدة: ٤ و٥ و٦ و ٧	• نشاط ٤-١: آلية عمل عقار ميتفورمين في ضبط تركيز الجلوكوز في الدم • الاستقصاء العملي ٤-٢: تحليل البول (إثرائي) • أسئلة نهاية الوحدة: ٣ و ٦

٤-١٣ ٤-١٤ ٤-١٥	٤-٥ الاتزان الداخلي في النباتات	٣	• الشكلان ٤- ٢٥ و ٤- ٢٦ • الصور من ٤- ١١ إلى ٤- ١٣ • السؤالان ١٧ و ١٨	• نشاط ٤-٣: فتح الثغور في النباتات • أسئلة نهاية الوحدة: ٧

الموضوع ٤-١: الاتزان الداخلي

يستعرض هذا الموضوع معرفة الطلبة السابقة بالاتزان الداخلي، ويعزز أهميته في الكائنات الحية، كما يستعرض مفاهيم جهاز الغدد الصماء، وتطبيقات التغذية الراجعة السلبية للحفاظ على بيئة داخلية ثابتة.

الأهداف التعليمية

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.

عدد الحصص المقترحة للتدريس

يخصص لتنفيذ هذا الموضوع حصة واحدة من ٤٠ دقيقة.

المصادر المرتبطة بالموضوع

المصدر	الموضوع	الوصف
كتاب الطالب	الشكلان ٤-١ و ٤-٢	• الأشكال المرتبطة بالتغذية الراجعة السلبية ونزع المجموعة الأمينية من الأحماض الأمينية
	الصورة ٤-١	• صورة الدب الأسود من العلوم ضمن سياقها
	السؤالان ١ و ٢	• السؤالان المرتبطان بجهاز الغدد الصماء
	العلوم ضمن سياقها	• النوم العميق لدى الدب الأسود
	السؤالان ١ و ٢	• السؤالان المرتبطان بالاتزان الداخلي وإنتاج الفضلات
كتاب التجارب العملية والأنشطة	أسئلة نهاية الوحدة: ١ و ٢	• الأسئلة المرتبطة بالتحكم في درجة الحرارة في الكائنات الحية

المفاهيم الخاطئة وسوء الفهم

- يفترض بعض الطلبة أن الاتزان الداخلي يُبقي العوامل الداخلية ثابتة دائمًا، لكن الواقع أن قيمها تتقلب طوال الوقت. يعتمد تنظيم العوامل الداخلية بالتغذية الراجعة السلبية على مراقبة هذه التقلبات، ليتم اتخاذ إجراءات تصحيحية.
- يعتقد الطلبة خطأً في كثير من الأحيان أن **التبرز Egestion** شكل من أشكال **الإفراز**.
- يحدث نزع المجموعة الأمينية في الكبد، ومع ذلك فمن الشائع أن يفترض الطلبة أن اليوريا تتكوّن في الكلى.

أنشطة تمهيدية

درس الطلبة عن الهرمونات، وقد يتذكرون تعريفها، أو قد يدركون أن الجسم يتطلب بقاء بعض العوامل في نطاق ضيق. وتشمل هذه الدراسة درجة الحرارة وتركيز الجلوكوز في الدم ومستويات الماء.

فيما يأتي اقتراحان لنشاطَين يمكن استخدامهما كمحفزَين للموضوع. يعتمد اختيار النشاط على المصادر المتوافرة، وعلى الزمن المتاح، وعلى مدى تقدم الطلبة في هذا الموضوع.

١ فكرة (أ)

نفّذ اختبارًا قصيرًا باستخدام ملخص المصطلحات العلمية والمفاهيم الأساسية التي درسها الطلبة سابقًا، والتي تتضمّن استخدام الجلوكوز في التنفس والنقل عبر الأغشية والأسموزية. وزّع على الطلبة أوراق A4 مكتوبًا على كلا وجهَي الورقة حرف واحد من الأحرف (أ، ب، ج، د)، واطلب إليهم رفع الورقة التي يعتقدون أن الحرف المكتوب عليها يمثل الإجابة الصحيحة لكل من أسئلة الاختيار من متعدد المدونة على السبورة.

› **أفكار للتقويم:** يمكن الاستفادة من هذا النشاط أساسًا للتقويم التكويني للتعلم السابق استعدادًا لدراسة الطلبة لهذه الوحدة، وفي ضوء إجابات الطلبة، وتمهيدًا للدرس، خصص خمس دقائق لمراجعة بعض المفاهيم التي تمّت تغطيتها في الوحدة الأولى.

٢ فكرة (ب)

اعرض مقطع فيديو قصيرًا يتناول الظروف القاسية التي يمكن أن يتعرض لها الإنسان (لفترة قصيرة)، ومنها: درجة الحرارة المرتفعة التي يتعرض لها رجال الإطفاء، والبرودة الشديد التي يتعرض لها بعض الناس عند اختيارهم السباحة في المياه المثلجة.

› **أفكار للتقويم:** اطلب إلى الطلبة إكمال مجموعة من الجمل غير المكتملة والمرتبطة بمقطع الفيديو وتقديم الموضوع؛ على سبيل المثال:

- التعرق هو استجابة، لأن .....
- يكشف الدماغ درجة حرارة الجسم المنخفضة وينشط مُستجيبات تشمل .....
- توجد المستقبلات التي تتحسس التغير في درجة الحرارة في .....

(لاحظ أن التنظيم الحراري لم يرد في المنهاج الحالي، لكن الطلبة يدركون بعض عملياته من تعلمهم السابق وخبراتهم الخاصة).

الأنشطة الرئيسية

فيما يأتي أنشطة تعلمية متعددة يمكنك اختيار ما تراه مناسبًا منها لتكييف الموضوع بما يتواءم مع احتياجات الطلبة.

١ المنظمات الحرارية (٢٠ دقيقة)

استخدم مثالًا تشبيهًيا يعرفه الطلبة لتقديم هذا الموضوع، ثم أدر نقاشًا عن كيفية عمل حمّام مائي يتم التحكم به حراريًا. يمكنك، الطلب إلى الطلبة بإصرار عدم «رفع اليدين» إلا لطرح سؤال خلال قيامك بذلك، ويمكنك أيضًا استخدام تقنية

«طرح سؤال– وقفة– وثبة–ارتداد وثبة 'pose–pause–pounce–bounce'» وتعني هذه التقنية أنك أن تطرح سؤالًا ثم تتوقف لخمس ثوان على الأقل بحيث يفكر الطلبة فيه، وبعد ذلك تختار عشوائيًا أحد الطلبة ليجيب عن السؤال، ثم تطلب إلى طالب آخر التعليق على الإجابة. قدم أثناء التشبيه مصطلحات علمية أساسية مثل: **منبّه** (داخلي وخارجي)، **مستقبل**، **مركز تنسيق**، **مستجيب**، إجراء تصحيحي (**استجابة**).

› **أفكار للتقويم:** اطلب إلى الطلبة رسم «موجة جيبية Sine wave» لإظهار درجة حرارة جهاز يتحكم به منظم حراري بمرور الوقت. يجب أن تتقلب درجة الحرارة إلى أعلى وأسفل (فوق وتحت) درجة الحرارة المحدّدة مسبقًا. اطلب إلى الطلبة كتابة المسميات على الرسم باستخدام المصطلحات العلمية الأساسية التي قدمتها لهم؛ وهناك برامج محاكاة يمكن أن تعرضها للطلبة توضح لهم الموجة الجيبية.

https://www.compadre.org/osp/EJSS/4018/128.htm

٢ التوصل إلى تعريف (٣٠ دقيقة)

قسّم لوحة الصف إلى عدة أقسام، واضعًا العناوين لهذه الأقسام انطلاقًا من العوامل التي يتحكم الجسم في بقائها ضمن نطاق ضيّق: درجة الحرارة، تركيز الأكسجين، تركيز ثاني أكسيد الكربون، الرقم الهيدروجيني pH، تركيز الجلوكوز في الدم، مستويات الماء. زوّد الطلبة بأقلام للسبورة ليكتبوا عليها، في غضون دقيقتَين إلى ثلاث دقائق، المصطلحات العلمية التي يعتقدون أنها ترتبط بهذه العوامل. ولأن هذا النشاط سريع، اضبط ساعة إيقاف للعد التنازلي، وعندما تشير الساعة إلى انتهاء الوقت، ارسم دائرة حول المصطلحات العلمية التي سيتضمنها تعريف الاتزان الداخلي.

› **أفكار للتقويم:** اطلب إلى الطلبة من خلال العمل في مجموعات ثنائية قراءة إجاباتهم بعضهم لبعض، وكتابة ما يتفقون عليه، ثم مشاركة مجموعات أخرى للتوصل أخيرًا إلى إجابة يتفق عليها الجميع فتكتب على السبورة. اطلب إليهم التفكير في كيفية اختلاف إجاباتهم عن الإجابة النهائية. التي تشمل المصطلحات العلمية الآتية: **المنبهات**، **المستقبِل**، **جهاز التنسيق**، **مستجيب**، إجراء تصحيحي (**استجابة**). سيفيد الاستعانة بالشكل ٤–١ الوارد في كتاب الطالب.

التعليم المتمايز (تفريد التعليم)

التوسّع والتحدي

- اطلب إلى الطلبة البحث عن المقصود بالتغذية الراجعة الإيجابية، وإيجاد الأمثلة المناسبة، والتي يمكن أن تشمل تنظيم الإباضة والولادة.
- اطلب إلى الطلبة وصف بعض ملاءمة تركيب الثدييات والنباتات مع الظروف القاسية. يجب أن يتضمن الوصف إشارة إلى كيفية تقليلها من ضرورة الاتزان الداخلي.
- اطلب إلى الطلبة البحث في المشكلات الناتجة من عدم طرح بعض المواد من الجسم كما يجب، لتتراكم في الدم والأنسجة؛ وتشمل هذه المشكلات، ثاني أكسيد الكربون واليوريا والماء وأيونات الصوديوم والكلوريد، فاطلب إليهم تحديد التراكيز الطبيعية لهذه المواد في الجسم.

الدعم

- ساعد الطلبة في نشاط «منظمات الحرارة» على تقدير طريقة عمل منظم الحرارة بكتابة قائمة بالأجهزة التي تستخدم هذه المنظمات- على سبيل المثال، الأفران، وأنظمة التدفئة المركزية ووحدات التكييف. بدلًا من ذلك، اكتب مجموعة من العبارات على بطاقات تصف مثالًا لآلية التنظيم الحراري، واطلب إلى الطلبة تنظيمها في ترتيب منطقي.
- اعرض رسمًا متحركًا يساعد على تعزيز مفهوم التغذية الراجعة السلبية. يمكن العثور على شرح بسيط للتغذية الراجعة السلبية على الموقع الآتي:

https://youtu.be/14SQT97EE4c

تلخيص الأفكار والتأمّل فيها

- ابدأ بنشاط «فكر، شارك زميلك، شارك الصف»، لتحفيز الطلبة على تصميم «خريطة مفاهيمية» توضح بطريقة مرئية ما تعلموه من الدرس. زوّدهم بمجموعة من المصطلحات العلمية تساعدهم في عملهم. ولمزيد من التحدي، أضف مصطلحات علمية إلى الخطوط التي تربط بين مصطلحات علمية مختلفة، على سبيل المثال: بين **المستقبل** و**المؤثر** و**مركز التنسيق**.
- اكتب ثلاثة أو أربعة أسئلة، يفضل أن تكون من نمط الاختيار من متعدّد أو التي تتطلب إجابة قصيرة، ليجيب عنها الطلبة ويسلموها في نهاية الحصة. يمكن أن توفر تقنية «بطاقة الخروج» هذه فرصة للتقويم التكويني، تساعد في تقرير مدى الحاجة إلى مزيد من التعزيز للمادة في الحصة التالية.
- يمكن تنشيط معرفة الطلبة بالمصطلحات العلمية عن طريق تزويدهم بورقة مقسمة إلى نصفَين، مكتوب على النصف الأول منها اسم مصطلح، وعلى النصف الآخر تعريف لمصطلح آخر. من الأمثلة على المصطلحات التي يجب تضمينها: **منبه**، **مستقبل**، **مؤثر**، **مركز تنسيق**، **مستجيب**. اطلب إليهم أن يتجوّلوا في غرفة الصف، وأن يبحث كل منهم عن الطالب الذي يحمل التعريف المطابق لمصطلحه، وعن الطالب الذي يحمل المصطلح العلمي المطابق لتعريفهم أيضًا. وفي النهاية اطلب إليهم الوقوف في صفَّين متوازيَين بحيث تكون المصطلحات العلمية وتعريفاتها متجاورة.

التكامل مع المناهج

مهارة القراءة والكتابة

ورد عدد قليل من المصطلحات العلميّة في هذا الموضوع. يمكنك تطوير الأفكار بشكل أكبر عن طريق تزويد الطلبة برسم تخطيطي بسيط عن حلقة التغذية الراجعة السلبية على شكل مجموعة من المربعات الفارغة، فاطلب إلى الطلبة إضافة المصطلحات إلى المربعات الفارغة المناسبة على الرسم التخطيطي.

المهارة الحسابية

يتوافر عدد قليل جدًا من الفرص لتطوير المهارات الرياضية في هذا الدرس، فزوّد الطلبة بقيم تراكيز جزيئات وأيونات في الدم، واطلب إليهم تحويلها إلى الشكل المعياري أو بين الوحدات (على سبيل المثال g إلى mg، والترميز «لكل 100 mL» على شكل 100 mL).

الموضوع ٤-٢: تركيب الكُلية

يطور هذا الموضوع فهم الطلبة للتركيب العام والوظيفة للكُلية، كما يستكشف وحدات الترشيح، (النفرونات) وكيف تعمل في تعديل محتويات الدم وإنتاج البول.

الأهداف التعليمية

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.

عدد الحصص المقترحة للتدريس

يخصص لتنفيذ هذا الموضوع أربع حصص كل واحدة منها ٤٠ دقيقة.

المصادر المرتبطة بالموضوع

المصدر	الموضوع	الوصف
كتاب الطالب	الأشكال من ٤-٣ إلى ٤-١١	• الأشكال المرتبطة بتركيب ووظيفة الكلية
	الصور من ٤-٢ إلى ٤-٦	• الصور المرتبطة بتركيب الكلية
	الجدول ٤-١	• الجدول المرتبط بإنزيمات القطع ترانسكريبتيز
	الأسئلة ٣ و ٤ و ٥ و ٦	• الأسئلة التي تبيّن تراكيز المواد في الدم وفي راشح الكبيبة
	أسئلة نهاية الوحدة: ١ و ٢	• الأسئلة المرتبطة بتركيب ووظيفة الكلية
كتاب التجارب العملية والأنشطة	استقصاء عملي ٤-١	• تركيب الكلية
	أسئلة نهاية الوحدة: ٥	• السؤال المرتبط بتركيب ووظيفة الكلية

المفاهيم الخاطئة وسوء الفهم

- يعتقد الطلبة خطأ أن المثانة هي مكان إنتاج البول.
- يخلط الطلبة أحيانًا بين الحالب والإحليل، إضافة إلى عدم إدراكهم للاختلافات بين موضع مجرى البول في جسم كل من الذكر والأنثى.

أنشطة تمهيدية

يجب أن يدرك الطلبة أن الإفراز يتضمن إزالة المنتجات السامة لعمليات الأيض/التمثيل الغذائي (على سبيل المثال، ثاني أكسيد الكربون، واليوريا) من الجسم. لا يعرف الطلبة سوى القليل عن دور الكُلية في ترشيحها من الدم.

في ما يأتي اقتراحان لنشاطَين يمكن استخدامهما كمحفزَين على الموضوع. يعتمد اختيار النشاط على المصادر المتوافرة، وعلى الزمن المتاح، وعلى مدى تقدم الطلبة في هذا الموضوع.

١ فكرة (أ)

نفّذ نشاط «فكر، شارك زميلك، شارك الصف»، واطلب إلى الطلبة تطوير تعريف الإفراز، ثم مشاركة التعريف فيما بينهم ودمجه في تعريف شامل للإفراز بأنه تخلص الجسم من نواتج الأيض والمواد الزائدة، مع الأمثلة.

› **أفكار للتقويم:** زوّد الطلبة بورقة تتضمن قائمة بالمواد التي يتم إفرازها عن طريق الكُلية (على سبيل المثال، اليوريا، الملح، الماء، الهرمونات الصغيرة)، واطلب إليهم تلخيص العناصر الموجودة في كل من هذه المواد وأصلها. يمثل هذا النشاط طريقة جيدة لتنشيط معرفة الطلبة بهذه المواد قبل استكشاف دور الكلى في إفرازها.

٢ فكرة (ب)

جهّز شبكة كلمات متقاطعة تحتوي على المصطلحات العلمية المرتبطة بمحتوى هذا الموضوع، على سبيل المثال، **الإفراز**، **يوريا**، **كلية**، **بول**، **حالب**. يمكن تنفيذ النشاط من خلال مجموعات ثنائية وعلى شكل منافسة، والمجموعة التي تنهي شبكة الكلمات المتقاطعة أولًا هي المجموعة الفائزة.

› **أفكار للتقويم:** يمكن استخدام هذا النشاط للتقويم التكويني قبل أن يبدأ الطلبة بدراسة الموضوع، فاطلب إلى الطلبة إبراز المصطلحات العلمية التي واجهوا صعوبة في تذكرها من خلال رسم خط تحتها أو تظليلها باستخدام أقلام تعليم ملوّنة.

الأنشطة الرئيسية

فيما يأتي أنشطة تعلمية متعددة يمكنك اختيار ما تراه مناسبًا منها لتكييف الدرس بما يتواءم مع احتياجات الطلبة.

١ قصة حزينة عن حمض أميني غير مرغوب فيه (٦٠ دقيقة)

اطلب إلى الطلبة الرجوع إلى الرسوم التخطيطية التفسيرية للتركيب الدقيق للنفرون المبيّنة في الأشكال ٤-٦ إلى ٤-٩ الواردة في كتاب الطالب. كلفهم كتابة قصة إبداعية قصيرة عن الأحداث في «حياة» حمض أميني «غير مرغوب فيه» (على سبيل المثال، حمض أميني فائض عن الحاجة). يجب أن تشمل القصة:

- نزع مجموعته الأمينية من الكبد- ماذا يحدث له؟
- نقله في الدم عبر الشريان الكلوي- كيف يصل إليه؟
- ترشيحه الفائق من الكُبيبة وإلى محفظة بومان- ما القوى التي تؤثر فيه؟

› **أفكار للتقويم:** طابق بين مجموعة من البطاقات تحتوي على رسوم تخطيطية لأجزاء الكُلية وعبارات نص قصص الطلبة. من المهم أن يربط الطلبة التراكيب التي يرونها في الرسوم التخطيطية مع النصوص، ليكونوا قادرين على تعرّف التركيب الإجمالي والدقيق للكلية، بما في ذلك التكيفات الرئيسية.

٢ الاستقصاء العملي ٤- ١ تركيب الكُلية (٩٠ دقيقة)

اطلب إلى الطلبة الرجوع إلى الاستقصاء العملي ٤-١ الوارد في كتاب التجارب العملية والأنشطة، حيث يجرون في هذا الاستقصاء تشريحًا لكلية خروف لتعرّف التركيب الداخلي لهذا العضو. أكد أثناء ذلك على الصلة بين تركيب الكُلية ووظيفتها وأنواع الخلايا التي تشارك في وظائفها.

› **أفكار للتقويم:** اطلب إلى الطلبة اتباع التعليمات لتنفيذ رسم تخطيطي مسطح لجزء من القشرة، بما في ذلك، بعض الأنيبيبات في مناطق مختلفة من القشرة، وكتابة المسميات: الكُبيبات والأُنيبيبات الملتوية (القريبة والبعيدة) ومحافظ بومان. وجّه الطلبة إلى رسم مكوّنات النخاع وكتابة مسميات مكوّنات النخاع: القنوات الجامعة والطرفَين الرفيع والسميك (النازل والصاعد) لالتواء هنلي. يوجّه الجدول ٤-١ الوارد في الاستقصاء العملي الطلبة إلى تحليل ملاحظاتهم النوعية من خلال كتابة الميزات التركيبية لأجزاء النفرون وربطها بوظائفها.

التعليم المتمايز (تفريد التعليم)

التوسع والتحدي

- اطلب إلى الطلبة تحويل رسم تخطيطي (على سبيل المثال، النفرون) ورسم تخطيطي (على سبيل المثال، مكوّنات النفرون) إلى نص. ولمزيد من الصعوبة، اطلب إليهم تنفيذ ذلك في غضون ٦٠ ثانية فقط.

- أسئلة عالية الصعوبة:
  - يطلب السؤال ٦ الوارد في كتاب الطالب إلى الطلبة تفسير تمثيلين بيانيَّين يبيّنان كيف يتغير معدل تدفق الراشح عند مروره عبر النفرون، وكيف تتغير مكوّنات الراشح.
  - يطلب السؤال ٣ من أسئلة نهاية الوحدة الواردة في كتاب التجارب العملية والأنشطة إلى الطلبة تفسير معلومات غير مألوفة عن الضغوط المرتبطة بالترشيح الفائق واستجابة الجسم لانخفاض ضغط الدم الناجم عن بروتين أنجيوتنسينوجين Angiotensinogen، فشجعهم على الرجوع إلى صفحة ١٣٠ الواردة في كتاب الطالب لفهم كيف يساعد منحدر ضغط الدم في الترشيح الفائق.
- اطلب إلى الطلبة استنتاج سبب نقصان فاعلية عمل الكُلية في حالة:
  - الشرب من ماء البحر.
  - استهلاك الكثير من البروتين.
  - نقصان كبير في حجم الدم.

الدعم

- اعرض رسمًا متحركًا قصيرًا عن حركة المواد في النفرون، ثم أوقف الرسم على فترات منتظمة، واطلب إلى الطلبة من خلال العمل في مجموعات ثنائية مناقشة ما شاهدوه وتكوين جملة موجزة عنه. تُعدّ هذه الطريقة جيدة لتلخيص تفاصيل العمليات المعقدة التي تحدث أثناء الإفراز المسهّل في الكُلية. فيما يأتي رسمان متحركان مقترحان:

https://www.youtube.com/watch?v=j9qZwRooBXc

أو

https://youtu.be/LTRL2f5Njck

- زوّد الطلبة في نشاط «قصة حزينة عن حمض أميني غير مرغوب فيه»، بقائمة من «فصول لقصة» لتضمينها في قصصهم. سيساعدهم ذلك على تكوين قصصهم. ولمزيد من الدعم، وفّر لهم أيضًا لائحة قصيرة بالمصطلحات العلمية.

تلخيص الأفكار والتأمّل فيها

- اطلب إلى الطلبة الرجوع إلى الجدول ٤- ١ الوارد في كتاب الطالب، وشرح الاختلاف في تركيز المكوّنات الواردة فيه بين بلازما الدم والراشح الكبيبي.
- ارسم على السبورة رسمًا تخطيطيًا كبيرًا للنفرون والأوعية الدموية المرتبطة به. اعمل على تضمينه عن قصد ما بين خمسة إلى عشرة أخطاء، من ضمنها أخطاء إملائية وأخطاء مفاهيمية؛ على سبيل المثال كتابة شروح توضيحية:
  - إدخال خلايا دم حمراء إلى محفظة بومان بالترشيح الفائق.
  - تجويف الشريّن الصادر أوسع من تجويف الشريّن الوارد.
  - امتصاص اليوريا من الأنيبيب الملتف القريب.

  اطلب إلى الطلبة رصد أكبر عدد ممكن من الأخطاء وتصويبها (باستخدام قلم بلون مختلف خاص بالسبورة). يمكن تحويل ذلك إلى مسابقة، يفوز فيها أول طالب يتمكن من تحديد جميع الأخطاء.
- عند عمل الطلبة على تنفيذ أحد الأنشطة العملية في مجموعات ثنائية أو مجموعات صغيرة، استخدم تقنية «مجموعات قوس المطر /قوس الألوان» للمساعدة في تعميم الأفكار على الصف. وبعد أن ينهي الطلبة في المجموعات الثنائية أو المجموعات الصغيرة عملهم، زوّد كل طالب برقم أو لون، ثم اطلب إلى الطلبة الذين يحملون الرقم نفسه أو اللون نفسه العمل معًا في مجموعات تتكوّن من ممثلي كل مجموعة أصليّة. اطلب إلى الطلبة في المجموعات الجديدة التناوب في مناقشة الأسئلة الآتية:
  - أي تراكيب كان يسهل تحديدها؟
  - أي تراكيب كان يصعب تمييزها؟
  - أي تراكيب هي الأكثر شيوعًا؟

التكامل مع المناهج

مهارة القراءة والكتابة

ورد عدد كبير من المصطلحات العلمية في هذا الموضوع على شكل أسماء وأفعال، فاطلب إلى الطلبة من خلال العمل في مجموعات ثنائية وصف المصطلحات العلمية بعضهم لبعض من دون استخدام أي مصطلح علمي في لائحة المصطلحات العلمية؛ على سبيل المثال، يصعب على الطلبة وصف عملية الترشيح الفائق من دون استخدام المصطلحات العلمية الثلاثة: الكبيبة ومحفظة بومان والضغط. تعزز كتابة المصطلحات العلمية على السبورة عند استكمالها من أهميتها وتساعد الطلبة لأن يكونوا على ألفة بها.

المهارة الحسابيّة

المعالجة الرياضية للأرقام ضرورية لحساب معدلات تدفق الدم والبول داخل الكلية وخارجها. يُعدّ السؤال (٤أ) الوارد في كتاب الطالب مثالًا جيدًا على سؤال كهذا.

الموضوع ٤-٣: التحكم في المحتوى المائي

يستكشف هذا الموضوع عملية التنظيم الأسموزي، التي تحافظ على المحتوى المائي للدم وسوائل الجسم الأخرى ضمن حدود ضيقة.

الأهداف التعليمية

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

عدد الحصص المقترحة للتدريس

يخصص لتنفيذ هذا الموضوع حصة واحدة من ٤٠ دقيقة.

المصادر المرتبطة بالموضوع

المصدر	الموضوع	الوصف
كتاب الطالب	الأشكال من ٤- ١٢ إلى ٤- ١٨	• الأشكال المرتبطة بـ تحت المهاد، و (ADH) وتأثيره على الكلى
	الأسئلة ٧ و ٨ و ٩	• الأشكال المرتبطة بـ تحت المهاد، و (ADH) وتأثيره على الكلى
	أسئلة نهاية الوحدة: ٣	• السؤال المرتبط بإنتاج البول
كتاب التجارب العملية والأنشطة	النشاط ٤- ٢	• التنظيم الأسموزي والمشروبات متساوية التركيز
	أسئلة نهاية الوحدة: ٤	• السؤال المرتبط بإنتاج البول

المفاهيم الخاطئة وسوء الفهم

- قد يختلط الأمر على بعض الطلبة بين طبيعة (ADH) والأكوابورين. (ADH) هرمون، والأكوابورين هو بروتين غشائي وهما ليسا إنزيمًا.
- قد يعتقد الطلبة أن معدل الترشيح الكبيبي (حجم الراشح الذي يدخل محفظة بومان خلال كل وحدة زمنية) يزيد في حالة الجسم رطبًا وينقص في حالة الجفاف. في الواقع، يبقى المعدل ثابتًا، وترتبط التغيرات في حجم البول بمعدل إعادة امتصاص الماء في القناة الجامعة.

أنشطة تمهيدية

قد يعرف الطلبة سبب أهمية التنظيم الأسموزي لكن لا يعرفون كيفية حدوثه.

في ما يأتي اقتراحان لنشاطَين يمكن استخدامهما كمحفزَين على الموضوع. يعتمد اختيار النشاط على المصادر المتوافرة، وعلى الزمن المتاح، وعلى مدى تقدم الطلبة في هذا الموضوع.

١ فكرة (أ)

اكتب مجموعة من الجمل المختلطة على السبورة واطلب إلى الطلبة إعادة كتابتها ليكوّنوا منها جملًا ذات معنى علمي؛ على سبيل المثال:

- جهد الماء من التعرق الحار يقلل من الظروف في الدم.

(الإجابة: يقلل التعرق في الظروف الحارة من جهد الماء في الدم).

- كمية البول التي يتم شربها تكون كبيرة إذا تمّ تكوين الماء بكميّات كبيرة.

(الإجابة: يتم تكوين البول بكميّات كبيرة إذا تمّ شرب كمية كبيرة من الماء).

› **أفكار للتقويم:** اطلب إلى الطلبة العمل في مجموعات ثنائية لتكوين جمل مختلطة أخرى حول هذا الموضوع. يمكن تزويدهم ببعض المصطلحات العلمية الأخرى لتساعدهم في تنظيم أفكارهم، ومشاركة أفضل الأمثلة مع الصف ككل.

٢ فكرة (ب)

اطلب إلى الطلبة التفكير في اختلاف لون البول بحسب اختلاف الزمن من اليوم (على سبيل المثال، يكون اللون أغمق في الصباح الباكر) أو بعد أداء أنشطة معيّنة (على سبيل المثال، بعد نشاط بدني مكثف). يمكن عرض أمثلة باستخدام عصير التفاح المخفف بدرجات مختلفة، والطلب إلى الطلبة مطابقة لونه عند درجات تخفيفه المختلفة مع لون البول بعد أدائهم نشاطات مختلفة.

› **أفكار للتقويم:** اطلب إلى الطلبة رسم رسوم تخطيطية تقريبية للتغذية الراجعة السلبية لتبيان دورها في تنظيم الماء. لا تتضمن الرسوم المصطلحات العلمية في هذا الدرس (**على سبيل المثال، (ADH) ومستقبلات أسموزية**)، لكنها تبيّن كيف أن شرب الماء يعيد جهد الماء في الدم إلى طبيعته بعد نشاط بدني مكثف، وما شابه ذلك.

الأنشطة الرئيسية

نمذجة عمل (ADH) (٣٠ دقيقة)

اطلب إلى الطلبة من خلال العمل في مجموعات من خمسة أو ستة أفراد إجراء محاكاة لعب أدوار موجزة لتأثير (ADH) على حجم البول وجهد الماء؛ على سبيل المثال، زوّد أحد الطلبة بدورق بلاستيكي صغير من الماء، ليمثل خلايا مستقبلة للأسموزية تحت المهاد، وكلّف طالبًا آخر القيام بدور الغدة النخامية الخلفية (حاملًا بيده كرة تنس طاولة تمثل (ADH)، ويمثل طالب ثالث دور الدم (يمكن تزويده بشيء أحمر مثل قبعة أو شريط يربط حول المعصم)، ثم اطلب إلى بقية الطلبة تمثيل المستجيبات مثل الغدد العرقية والقناة الجامعة في النفرون وما إلى ذلك. أدر مناقشة سريعة بين الطلبة لتحديد أفضل طريقة لتمثيل عملية التنظيم الأسموزي. يمكن تصوير "الناتج" النهائي للمحاكاة في جلسة عامة لاحقًا.

› **أفكار للتقويم:** اطلب إلى الطلبة ترتيب مجموعة من سبع أو ثمان بطاقات بشكل صحيح، لتوضيح كيف يتحكم (ADH) في التنظيم الأسموزي.

التعليم المتمايز (تفريد التعليم)

التوسع والتحدي

- اطلب إلى الطلبة مقارنة المصطلحات أو المفاهيم العلمية لتعزيز معرفتهم بالتعريفات الأساسية وتطوير مهارات التفكير العليا لديهم، بما في ذلك:
  - جهاز الغدد الصماء والجهاز العصبي.
  - الأُنيبيب الملتوي البعيد والقناة الجامعة.
  - (ADH) والأكوابورين.
  - الجلوكاجون و (ADH).
- بدلًا من ذلك، اسأل مجموعة من الأسئلة ذات الصيغة: «لماذا تُعدّ س مثالًا على ص؟»؛ على سبيل المثال:
  - لماذا يُعدّ (ADH) مثالًا على الهرمون.
  - لماذا يُعدّ التنظيم الأسموزي مثالًا على الاتزان الداخلي؟
  - لماذا الآلية التي تزيد من خلالها نفاذية الماء من القناة الجامعة استجابة لـ (ADH) تماثل الآلية التي تزيد فيها نفاذية الجلوكوز من خلايا الكبد استجابة للإنسولين؟
- يتداخل هذا الموضوع بشكل كبير مع الموضوع السابق عن الكُلية. كلف الطلبة القيام بلعبة «بنغو» لتعزيز فهم المصطلحات العلمية التي وردت في الموضوع السابق، وزوّدهم بشبكة من تسعة مربعات، واكتب على السبورة 20 مصطلحًا علميًا من المصطلحات العلمية التي درسوها سابقًا، ثم اطلب إلى كل طالب اختيار تسعة مصطلحات علمية عشوائيًا ليضعها في شبكته. ثم اطلب تعريف كل مصطلح علمي من المصطلحات العشرين- بترتيب عشوائي- وأول طالب يضع علامة على مصطلحاته العلمية التسعة يقول «بنغو».
- يركز النشاط ٤-٢: التنظيم الأسموزي والمشروبات متساوية التركيز الوارد في كتاب التجارب العملية والأنشطة على استقصاء تأثير المشروبات متساوية التركيز على حجم البول، فاطلب إلى الطلبة اقتراح أعراض مرض السكري الكاذب، وهو الحالة التي ترتبط بعدم القدرة على إفراز (ADH).

الدعم

- السؤال ٨ (ب) الوارد في كتاب الطالب سؤال منخفض الصعوبة مرتبط بهذا الموضوع، يطلب إلى الطلبة تكوين مخطط انسيابي يبيّن كيف يتم تنظيم جهد الماء في الدم؛ والسؤال ٣ من النشاط ٤-٢ الوارد في كتاب التجارب العملية والأنشطة، نشاط مماثل.
- وفر للطلبة أثناء تنفيذهم لنشاط «لعب الأدوار» الفرصة لطلب الدعم إذا واجهوا صعوبة. يمكن للطالب طلب بطاقة «دعم» منك إذا شعر أنه بحاجة إلى الدعم. توفر كل بطاقة «تلميحًا» يهدف إلى تزويد الطالب بمعلومات كافية تساعده على التقدم في عمله (على سبيل المثال: «عندما تنبّهك تحت المهاد بالحاجة إلى إعطاء كرة تنس الطاولة (ADH) إلى الدم، أو يحتاج الدم إلى أخذ كرة تنس الطاولة إلى القناة الجامعة»).

تلخيص الأفكار والتأمّل فيها

- في نهاية هذا الموضوع وزّع الطلبة في مجموعات صغيرة واطلب إلى كل مجموعة التفكير في سؤال عن موضوع يصعب عليهم فهمه، ثم كلفها كتابة سؤالها على ورقة وتقديمها إليك. يمكن استخدام هذه الأسئلة في الموضوع التالي، حيث يعمل الطلبة في مجموعات ثنائية لمدة خمس إلى عشر دقائق يساعدون فيها بعضهم بعضًا على فهم جوانب الضعف.
- بعد اطلاعك على عروض لعب الأدوار التي أعدها الطلبة سابقًا، وما تعلموه في هذا الدرس، اطلب اليهم مراجعة قصصهم وتحسينها.

التكامل مع المناهج

مهارة القراءة والكتابة

ورد عدد كبير جدًا من المصطلحات العلميّة في هذا الموضوع، فمن المفيد مساعدة الطلبة على معرفتها باستخدام الكلمات المتقاطعة أو الكلمات المقلوبة.

المهارة الحسابيّة

يمكن في عدد من الأسئلة ذات الصلة بهذا الموضوع استخدام التمثيلات البيانية لتمثيل التغير في الماء المعاد امتصاصه بمرور الزمن؛ على سبيل المثال، يعرض السؤال ٣ من أسئلة نهاية الوحدة الواردة في كتاب الطالب التغيرات التي تحدث خلال فترة خمس ساعات بعد شرب شخص لترًا من الماء.

الموضوع ٤-٤: التحكم في تركيز جلوكوز الدم

يستكشف هذا الموضوع الاتزان الداخلي، مع التركيز على الهرمونات والآليات المشاركة في تنظيم تركيز جلوكوز الدم. وهو يسترجع فكرة تثبيت الإنزيمات التي درسها الطلبة في الصف الحادي عشر. يتعرّف الطلبة في هذا الدرس تثبيت الإنزيمات على شرائط الفحص أو أجهزة الاستشعار الحيوية للجلوكوز. يمكن استخدام ذلك لتعرّف تركيز الجلوكوز في محلول مثل الدم أو البول.

الأهداف التعليمية

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.

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.

عدد الحصص المقترحة للتدريس

يخصص لتنفيذ هذا الموضوع أربع حصص كل واحدة منها ٤٠ دقيقة.

المصادر المرتبطة بالموضوع

المصدر	الموضوع	الوصف
كتاب الطالب	الأشكال من ٤-١٩ إلى ٤-٢٤	• الأشكال المرتبطة بتركيز جلوكوز الدم
	الصور من ٤-٧ إلى ٤-١٠	• الصور المرتبطة بتركيز جلوكوز الدم
	الأسئلة ١٠ و ١١و ١٢و ١٣ و ١٤ و ١٥ و ١٦	• الأسئلة المرتبطة بتركيز جلوكوز الدم
	أسئلة نهاية الوحدة: ٤ و ٥ و ٦ و ٧	• الأسئلة المرتبطة بتركيز جلوكوز الدم
	نشاط ٤-١	• آلية عمل عقار ميتفورمين في ضبط تركيز الجلوكوز في الدم
	الاستقصاء العملي ٤-٢	• تحليل البول (إثرائي)
	أسئلة نهاية الوحدة: ٣ و ٦	• الأسئلة المرتبطة بتركيز جلوكوز الدم

المفاهيم الخاطئة وسوء الفهم

- قد يجد الطلبة صعوبة في الانتقال من تفاعل كيميائي في جهاز الاستشعار الحيوي إلى توليد تيار كهربائي.
- يمكن أن يخلط الطلبة أحيانًا بين المصطلحات العلمية: **نوعية**، **وكمية**، **وشبه كمية**، عند وصف الاختبارات الكيميائية الحيوية.
- الإنسولين والجلوكاجون هرمونان. يصف الطلبة أحيانًا تأثيراتهما كما لو كانا إنزيمَين. من المهم التأكيد على فهم الطلبة أن الإنسولين والجلوكاجون لا يعملان مباشرة على الجلوكوز أو الجلايكوجين لإحداث تأثيرَيهما.

أنشطة تمهيدية

- يعرف الطلبة مفهوم الإنزيمات المثبتة من دراستهم السابقة، ويعرفون أيضًا حاجة مرضى السكري غير القادرين على تنظيم تركيز جلوكوز الدم طبيعيًا إلى مراقبة هذا التركيز. يجب أن يدرك الطلبة أن تركيز جلوكوز الدم يتغير ويحتاج إلى أن يضبط، فقد يعرفون أن الإنسولين والجلوكاجون من الهرمونات، لكنهم لا يعرفون كيف يعملان.

فيما يأتي اقتراحان لنشاطَين يمكن استخدامهما كمحفزَين للموضوع. يعتمد اختيار النشاط على المصادر المتوافرة، وعلى الزمن المتاح، وعلى مدى تقدم الطلبة في هذا الموضوع.

١ فكرة (أ)

اطلب إلى الطلبة التفكير في التغيرات في جسمهم هذا الصباح بعد تناول وجبة الإفطار (بافتراض أنهم تناولوها). ماذا يحدث في جسم الإنسان للحفاظ على تركيز جلوكوز الدم مباشرة بعد تناول وجبة غنية بالكربوهيدرات؟ ماذا سيحدث لاحقًا؟ اطلب إلى أحد الطلبة البدء بتفسير ذلك، ثم اطلب إلى طالب آخر متابعة التفسير. استمر في ذلك إلى أن تقرر أن الشخص يحتاج إلى تناول وجبة أخرى.

› **أفكار للتقويم:** اطلب إلى الطلبة إعادة نشاط رسم «موجة جيبية» كجزء من الموضوع ٤–١ الاتزان الداخلي، وتطبيق مصطلحات علمية تشمل: **إنسولين**، **جلوكاجون**، **تركيز جلوكوز الدم** (90 mg/100 mL). استخدم كمرجع الشكل ٤ –١٩ الوارد في كتاب الطالب والتركيز على مفتاح الرسم حيث يمثل الخط الغليظ تركيز الجلوكوز في الدم، والخط المتقطع يمثل النقطة المرجعية.

٢ فكرة (ب)

صف للطلبة حياة مريض سكري قبل اكتشاف الإنسولين في العشرينات من القرن الماضي وبعد ذلك، اطلب إليهم التفكير في إجابات أسئلة رئيسية بما في ذلك:

- لماذا يمكن أن ينقص وزن مرضى السكري؟
- لماذا كان يطلق على مرضى السكري «مرضى بول العسل»؟
- متى يجب على مريض السكري حقن نفسه بالإنسولين؟ ولماذا؟

› **أفكار للتقويم:** اطلب إلى الطلبة تلخيص محتوى النشاط التمهيدي هذا بأقل عدد ممكن من الكلمات كملخص لطالب وهمي أو طالب غير حاضر بالحصة الدراسية.

الأنشطة الرئيسية

فيما يأتي أنشطة تعلمية متعددة يمكنك اختيار ما تراه مناسبًا منها لتكييف الموضوع بما يتواءم مع احتياجات الطلبة.

١ لماذا التثبيت؟ عرض توضيحي موجز (٣٠ دقيقة)

وضّح طريقة استخدام شريط فحص الجلوكوز وقدم شرحًا شاملًا، ثم نفّذ اختبارات للبول باستخدام شرائط الاختبار على عينات محاكية للبول متماثلة مع بول شخص مصاب بمرض السكري غير المشخص، وشخص غير مصاب بمرض السكري. لتمثيل ذلك، يمكن استخدام الشاي الأخضر الخفيف أو ملوّن طعام أصفر اللون، أو يمكن إذابة الجلوكوز في العينة المحاكية للبول للحصول على تركيز مناسب.

› **أفكار للتقويم:** اطلب إلى الطلبة كتابة ملخص للعرض التوضيحي باستخدام جميع المصطلحات العلمية، بما في ذلك، **جلوكوز أوكسيديز، بيروكسيد الهيدروجين، الكروماجين**.

٢ مناقشة تفاعلية للصف ككل: وصف التمثيلات البيانية وشرحها (٣٠ دقيقة)

زوّد المجموعات الثنائية من الطلبة بورقة كبيرة مرسوم على كلا وجهَيها محوران، وبقلم تعليم، واطلب إليهم تخيّل يوم نموذجي لهم فيما يرتبط بما يتناولونه من وجبات الطعام، وينفذونه من تمارين رياضية وما إلى ذلك. بيّن لهم أوقات تناول الوجبات وأداء الأنشطة، ثم اطلب إليهم من خلال العمل في مجموعات ثنائية رسم ثلاثة منحنيات تبيّن:

- كيف يتغير تركيز الجلوكوز في الدم على مدار اليوم.
- كيف يتغير تركيز الإنسولين في الدم على مدار اليوم.
- كيف يتغير تركيز الجلوكاجون في الدم على مدار اليوم.

› **أفكار للتقويم:** ناقش ماهية الأوصاف المناسبة للتمثيلات البيانية وميّزها من التفسيرات (تجنب المصطلحات «لماذا» و «لأن»).

٣ فهم الآليات (٣٠ دقيقة)

قد يجد الطلبة صعوبة في فهم الآليات التي يعمل بها الإنسولين والجلوكاجون على الخلايا المستهدفة، فاطلب إليهم وصف الشكلَين ٤-٢٠ و ٤-٢١ الواردَين في كتاب الطالب، واللذَين يعرضان رسومًا تخطيطية لهاتَين الآليتَين.

› **أفكار للتقويم:** اطلب إلى الطلبة كتابة مجموعة من الأسئلة تتضمن الفعل الإجرائي «اذكر»، والتي تتصف بمتطلبات صارمة في الإجابة المكوّنة من كلمة واحدة. تتطلب الإجابة أن يركز الطلبة على المحتوى الذي درسوه في هذا النشاط، على سبيل المثال:

- اذكر اسم المرسال الثاني الذي ينتج من ارتباط الجلوكاجون بمستقبله (cAMP).
- اذكر اسم العملية التي يُحفَّز فيها الإنسولين بسبب الزيادة في تركيز جلوكوز الدم من خلال التأثير على مخازن الجلايكوجين (**تحلل الجلايكوجين**).

التعليم المتمايز (تفريد التعليم)

التوسع والتحدي

- للتوسع في نشاط «وصف التمثيلات البيانية وشرحها»، اطلب إلى الطلبة رسم تمثيل بياني يوضح نشاط الجلايكوجين فوسفوريليز والجلايكوجين سينثيز وتكوّن الجلايكوجين في خلايا الكبد على مدى فترة زمنية أثناء تقلب تركيز سكر الجلوكوز في الدم.
- النشاط ٤-١: آلية عمل عقار ميتفورمين في ضبط تركيز الجلوكوز في الدم الوارد في كتاب التجارب والأنشطة العملية هو نشاط تحدٍّ، يوجه إلى تصميم تجربة تستقصي تأثيرات عقار ميتفورمين على تنظيم/التحكم في تركيز جلوكوز الدم.
- اطلب إلى الطلبة تنفيذ نشاط "ما السؤال؟" عندما تزودهم بإجابة. يمكن إجراء هذا النشاط للسؤال ٥ من أسئلة نهاية الوحدة الواردة في كتاب الطالب، فزوّد الطلبة بصورة الرسم البياني والإجابات، واطلب إليهم كتابة الأسئلة المناسبة. وبدلًا من ذلك، يمكنهم تكوين أسئلتهم وإجاباتهم الخاصة باستخدام أفضل ما تضمنته أسئلة نهاية الموضوع.
- اطلب إلى الطلبة ربط محتوى الموضوع "لماذا التثبيت؟" باختبار تحمل الجلوكوز، الذي يستخدم هذه التقنية.
- اربط محتوى هذا الموضع بمعرفة الطلبة السابقة، بما في ذلك:
  - اشرح كيف يحفز الجلوكوز أوكسيديز تحويل الجلوكوز إلى حمض جلوكونيك (استخدم في إجابتك المصطلحات العلمية: **معقد الإنزيم – المادة المتفاعلة**، و**الطاقة المنشطة**، و**مكمّل**).
  - لا تنتج الحيوانات جلوكوز أوكسيديز. اقترح ما إذا كان من الأفضل استخدام الإنزيم المستخلص من الفطريات أو من البكتيريا.
  - لماذا يمكن أن يؤدي تثبيت جلوكوز أوكسيديز إلى تقليل احتمال تغيير نشاطه استجابة لدرجات pH المختلفة؟

الدعم

- وفّر رسومًا تخطيطية لمساعدة الطلبة على فهم التفاعلات المتسلسلة في شرائط الفحص/أجهزة الاستشعار الحيوية.
- زوّد الطلبة بعدد من الجمل غير المكتملة لإكمالها، على سبيل المثال:
  - يتحوّل الجلوكوز إلى ..... في وجود جلوكوز أوكسيديز.
  - يتولّد تيار عندما .....
  - الكروماجين هو .....
- قد يساعد صلصال النمذجة الطلبة على تقدير كيف تعمل آليات عمل الإنسولين والجلوكاجون.
- قم بإعداد تمرين الكلمة المفقودة (إطار الكتابة) مع قائمة بالكلمات المفقودة، ليعمل الطلبة في مجموعات ثنائية لإكمالها.

تلخيص الأفكار والتأمّل فيها

- شجع الطلبة على تكوين مخططات فن Venn لمقارنة مصدر الإنسولين والجلوكاجون وطريقة عملهما والأعضاء المستهدفة والوظائف. ارسم دائرة واكتب تسميتها «إنسولين» بحيث تتداخل مع دائرة أخرى تسمى «جلوكاجون». يشترك الإنسولين والجلوكاجون في العديد من الأمور (على سبيل المثال، كلاهما (محب للماء)، هرمونان، يفرزهما البنكرياس. ومع ذلك يتميز كل منهما بأمور كثيرة (على سبيل المثال، الخلايا التي تفرزهما في البنكرياس، التأثير على تركيز جلوكوز الدم).
- وزّع على الطلبة بطاقات تتضمن تسلسل أحداث التحكم في تركيز جلوكوز الدم. اخلط البطاقات، واطلب إلى الطلبة ترتيبها بالتسلسل الصحيح. تتضمن البطاقات إفراز الإنسولين والجلوكاجون وتأثيراتهما.
- اطلب إلى الطلبة التفكير في ميزات وعيوب أجهزة قياس الجلوكوز وأجهزة استشعار الجلوكوز الحيوية. اطلب إليهم كتابة أقصر مناقشة ممكنة باستخدام المصطلحات العلمية التي قد تشمل **الكمية** و**القابلية لإعادة الاستخدام** و**الدقة**. هذه طريقة جيدة يركز من خلالها الطلبة على تطوير مهارات التفكير العليا لفهم معنى هذه المصطلحات بدلًا من مجرد تذكرها.

التكامل مع المناهج

مهارة القراءة والكتابة

ورد عدد كبير من المصطلحات العلميّة بألفاظ متشابهة في هذا الموضوع، وهي تشمل **الجلوكوز** و**الجلايكوجين** و**تحلل الجلايكوجين** و**تكوين الجلايكوجين** و**استحداث الجلوكوز**، فاطلب إلى الطلبة إعداد لائحة تعريفات لهذه المصطلحات العلمية بتعبيرهم الخاص.

المهارة الحسابيّة

السؤال ١٥ (أ) من أسئلة موضوعات الوحدة في كتاب الطالب، يوفر للطلبة فرصة لمعالجة الأرقام الحسابية من خلال الطلب إليهم تفسير التمثيل البياني مع محورين صاديين، محور كمي (بمقياس مدرج مرفق بقيم رقمية) ومحور غير كمي. كما يوفر الاستقصاء العملي ٤-٢ (إثرائي) الوارد في كتاب التجارب العملية والأنشطة الفرصة لحساب كتلة الأيونات في عينة بول. ويطلب السؤال ٢ من النشاط ٤-١ إلى الطلبة وصف أنماط البيانات المعقدة من خلال ملاحظة أجزاء التمثيل البياني المختلفة.

٤-٥ الاتزان الداخلي في النباتات

يقدم هذا الموضوع الاتزان الداخلي في النباتات، مع تركيز خاص على فتح الثغور وإغلاقها.

الأهداف التعليمية

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.

المدة المقترحة للتدريس

يخصص لتنفيذ هذا الموضوع ثلاث حصص كل واحدة منها ٤٠ دقيقة.

المصادر المرتبطة بالموضوع

المصدر	الموضوع	الوصف
كتاب الطالب	الشكلان ٤-٢٥ و ٤-٢٦	• الأشكال المرتبطة بآليات فتح الثغور وإغلاقها
	الصور من ٤-١١ إلى ٤-١٣	• الصور المرتبطة بالثغور والخلايا الحارسة
	السؤلان ١٧ و ١٨	• الأسئلة المرتبطة بآليات فتح الثغور وإغلاقها
كتاب التجارب العملية والأنشطة	نشاط ٤-٣	• فتح الثغور في النباتات
	أسئلة نهاية الوحدة: ٧	• السؤال المرتبط بالتنظيم الثغري

المفاهيم الخاطئة وسوء الفهم

- يفترض الطلبة غالبًا أن نشاط النبات يعتمد كليًا على تأثير التغيرات في بيئته بدلًا من أي تنظيم لأنشطته.
- لا تقوم النباتات بعملية التمثيل الضوئي أثناء النهار وعملية التنفس أثناء الليل فقط، بل يحدث التنفس طوال الوقت.

أنشطة تمهيدية

لقد درس الطلبة عن الثغور والخلايا الحارسة، ويجب أن يعرفوا أيضًا أن الثغور يمكن أن تغلق إذا كانت الظروف جافة أو حارة (لتقليل النتح). قد يتذكرون أن النباتات تحتوي على هرمونات مثل الأكسين، وأن هذه الهرمونات تنظم الاتزان الداخلي. فيما يأتي اقتراحان لنشاطَين يمكن استخدامهما كمحفزين للموضوع. يعتمد اختيار النشاط على المصادر المتوافرة، وعلى الزمن المتاح، وعلى مدى تقدم الطلبة في هذا الموضوع.

١ فكرة (أ)

اطلب إلى الطلبة وصف «يوم في حياة ورقة شجرة»، والتفكير فيما يحدث للثغور على السطح السفلي للورقة على مدى 24 ساعة ابتداء من منتصف الليل. اختر طالبًا ليبدأ، ثم انتقل إلى طالب آخر للمتابعة. استمر في ذلك إلى أن يصل الوصف إلى منتصف الليل التالي. قد تقرر أن الظروف البيئية ستكون مختلفة في اليوم التالي، وتطلب إلى طلبة آخرين المتابعة لمدة 24 ساعة أخرى. اطلب إلى الطلبة الرجوع إلى الشكل ٤-٢٥ الوارد في كتاب الطالب والذي يبيّن النمط اليومي لفتح الثغور وإغلاقها.

› **أفكار للتقويم:** زوّد الطلبة بورقة تتضمن جميع المصطلحات العلمية وتعريفاتها المختصرة التي استخدمت في هذا النشاط، واطلب إليهم كتابة ملخص للأحداث، تشمل معدلات التمثيل الضوئي والتنفس وانتشار الغازات عبر الثغور، وفتح وإغلاق الثغور، والتزود بالماء من الخشب، ومعدلات النتح، وتبادل الغازات بين الهواء في الفراغات الهوائية وخلايا النسيج الوسطي، وبناء السكروز والنقل في اللحاء.

٢ فكرة (ب)

لتنشيط معرفة الطلبة السابقة، زوّدهم بعبارات مختارة قد تكون «صحيحة دائمًا» أو «صحيحة أحيانًا» أو «خاطئة». قد تشمل هذه العبارات الأمثلة الآتية:

- كثافة الثغور في نباتات المناطق الحارة أكبر منها في نباتات المناطق الباردة (**خاطئة**).
- يفتح الثغر أثناء النهار (**صحيحة أحيانًا**).
- تمثل الثغور المسارات الوحيدة التي يمكن أن يدخل من خلالها غاز ثاني أكسيد الكربون إلى الورقة (**صحيحة دائمًا**).

زوِّد كل طالب بورقة مكتوب على أحد وجهَيها كلمة «صحيحة» وعلى الوجه الآخر كلمة «خاطئة»، واطلب إليهم رفع الورقة بحيث تواجهك الإجابة الصحيحة لترى الإجابات في الوقت نفسه، ثم اطلب إلى الطلبة رفع اليد الأخرى عند رفع البطاقة التي تشير إلى أن الإجابة (**صحيحة أحيانًا**).

› **أفكار للتقويم:** يمكن استخدام هذا النشاط للتقويم التكويني للتعلم السابق استعدادًا للمحتوى الذي سيدرسه الطلبة في هذه الوحدة.

الأنشطة الرئيسية

فيما يأتي أنشطة تعلميّة يمكن الاختيار منها لتنفيذ الدرس بما يتواءم مع احتياجات الطلبة.

١ استقصاء الخلايا الحارسة والثغور (٦٠ دقيقة)

من الممكن ملاحظة فتح الثغور وإغلاقها في أوراق مقطوعة من نبات مروي جيدًا وتم حفظه في الضوء. عند غمر خلايا البشرة في محلول يوريا 15%، وملاحظتها مباشرة تحت المجهر، يجب مشاهدة الثغور مغلقة، كما يجب أن تبدو الخلايا الحارسة متبلزمة. وإذا غمرت البشرة في محلول مخفف من كبريتات المغنيسيوم، فلن تكون الخلايا الحارسة متبلزمة وستفتح الثغور.

› **أفكار للتقويم:** اطلب إلى الطلبة كتابة ملخص قصير للعرض التوضيحي لكن باستخدام جميع المصطلحات العلمية، بما في ذلك، **جهد الماء**، **الأسموزية**، **البلزمة**، **الانتفاخ Deplasmolysis**. من المهم جدًا للنشاط التالي التركيز على الأسموزية والمصطلحات المرتبطة بها.

٢ نشاط الدفتر القلاب (٤٥ دقيقة)

وجّه الطلبة إلى إعداد دفتر قلّاب عن طريق تدبيس مجموعة من ١٠-٢٠ ورقة صغيرة على أحد الجوانب. ثم رسم رسوم تخطيطية لتغييرات بسيطة متتالية لتوضيح الشكل ٤-٢٦ الوارد في كتاب الطالب، والذي يبيّن الآلية التي تفتح الثغور وتغلقها. هذه الآلية معقدة جدًا وتتضمن عددًا كبيرًا من الخطوات المتسلسلة، لذا تُعد هذه الطريقة وسيلة مفيدة لمساعدة الطلبة على فهم العملية. يؤدي قلب صفحات الدفتر بسرعة إلى تحرك الصور كما في حالة الرسوم المتحركة.

› **أفكار للتقويم:** اطلب إلى الطلبة تبادل الدفاتر القلّابة والتعليق على أعمال زملائهم، مع ذكر شيئين يفضلانهما، وشيء واحد يمكن تحسينه.

التعليم المتمايز (تفريد التعليم)

التوسع والتحدي

- ساعد الطلبة على تقدير المراحل الرئيسية في آلية فتح الثغور وإغلاقها عن طريق السؤال: ماذا سيحدث في حالة عدم وجود المكوّنات الرئيسية (مثل أيونات البوتاسيوم ومضخة البروتون)؟
- اطلب إلى الطلبة طرح أسئلة باستخدام أساليب مختلفة بهدف تنشيط التفكير في هذا الموضوع؛ على سبيل المثال: يمكن أن تكتب على السبورة السؤال «لماذا ..... يُعدّ مثالًا لـ .....؟». اطلب إلى الطلبة طرح أسئلة مماثلة ذات صلة. يمكن أن تشمل الأمثلة ما يأتي:
  - لماذا يُعدّ حمض الأبسيسيك مثالًا على **هرمون محب للماء**؟
  - لماذا يُعدّ إغلاق الثغور مثالًا على **التغذية الراجعة السلبية**؟
  - لماذا تُعدّ الخلية الحارسة مثالًا على **مستقبل ومستجيب**؟

الدعم

- وفّر إطار كتابة لمساعدة الطلبة على كتابة خاتمة /استنتاج وتقييم للنشاط العملي في هذا الموضوع، بحيث يؤمّن مجموعة من العبارات النموذجية حُذف منها، ليعمل الطلبة على إكمالها.
- اطلب إلى الطلبة كتابة سؤال يمكن الإجابة عنه بالإشارة إلى أحد المصطلحات العلمية في الموضوع (على سبيل المثال، الثغور، أيونات البوتاسيوم)، الذي يمكن كتابته على السبورة؛ كما يمكن تنفيذ ذلك في إطار منافسة عن طريق اختيار طالب (قائد) من فريقين ليقف بجوار السبورة، وعليه الإشارة إلى المصطلح العلمي - الإجابة عن السؤال الذي يطرح. ويتم اختيار طالب آخر من الفريق نفسه بدلًا منه في حال فشله في تحديد الإجابة الصحيحة.

تلخيص الأفكار والتأمّل فيها

- غالبًا ما تكون الأسئلة السابقة عن هذا الموضوع مفتوحة وتشكل تحديًا مع دعم قليل، فهي تطلب إلى الطلبة كتابة إجابة موسعة لشرح كيفية فتح الثغور، فاعرض مجموعة إجابات لثلاثة طلبة على السؤال نفسه بحيث لا ينالون أي درجة، أو بعض الدرجات، أو درجة كاملة، واطلب إليهم تحديد النقاط التي تستحق الدرجة، وكيف يستطيع الطلبة تحسين إجاباتهم.
- اطلب إلى الطلبة كتابة أقصر جملة ممكنة باستخدام المصطلحات العلمية الآتية لمساعدة الذين فاتهم الدرس: **منحدر كهروكيميائي الأسموزية**، **أيونات**. سيفيد ذلك في تركيز الطلبة على تطوير مهارات التفكير العليا لديهم لفهم معنى هذه المصطلحات العلمية بدلًا من مجرد تذكرها. ولمساعدة بعض الطلبة، يمكن تزويدهم بالجملتَين الأولى والأخيرة، أو تقليل عدد المصطلحات العلمية المتوقع استخدامها.

التكامل مع المناهج

مهارة القراءة والكتابة

اطلب إلى الطلبة إعداد قائمة بتعريفات المصطلحات العلمية التي وردت في هذا الموضوع بترتيب منطقي. على سبيل المثال، حول آلية فتح الثغور وإغلاقها: توقف بروتينات مضخة أيونات الهيدروجين ترد أولًا، وترد الأسموزية في النهاية.

المهارة الحسابيّة

يواجه الطلبة في النشاط ٤-٣ الوارد في كتاب الطالب، صعوبة في حساب قيم المتوسط، والوسيط، والمنوال، والمدى الربيعي (الانحراف الربيعي)، وفي رسم مدرج تكراري لأعداد الثغور.

إجابات كتاب الطالب

قبل أن تبدأ بدراسة الوحدة

بعض المواد التي تحتاج إليها خلايا الكبد في الإنسان والأسباب الموجبة لذلك:

الجلوكوز	مادة متفاعلة للتنفس مونمر لبناء الجلايكوجين
الأكسجين	ضروري للفسفرة التأكسدية
الأحماض الأمينية	مونمرات لبناء البروتينات، على سبيل المثال، إنزيمات خلايا الكبد، بروتينات غشائية، وبروتينات البلازما
الأحماض الدهنية	مادة متفاعلة للتنفس ضرورية لبناء الدهون الثلاثية والدهون المفسفرة
الفيتامينات	تخزنها خلايا الكبد تستخدم بعض الفيتامينات لتكوين NAD و FAD
الأيونات	الحفاظ على جهد الماء للسيتوبلازم
الماء	مكوّن رئيسي في السيتوبلازم مذيب للمواد في السيتوبلازم ضروري لتفاعلات التحلل المائي
أيونات الفوسفات	ضرورية لبناء ATP و DNA و RNA ضرورية لبناء الدهون المفسفرة

بعض الفضلات التي تنتجها خلايا الكبد:

ثاني أكسيد الكربون	ينتج من تفاعل نزع الكربوكسيل Decarboxylation
اليوريا	فضلات نيتروجينية تنتج من الأمونيا بعد نزع الأمين (المجموعة الأمينية) من الأحماض الأمينية الزائدة
بروتينات البلازما	نقل الأيونات للمساعدة في الحفاظ على جهد الماء للبلازما

الظروف التي يتم الحفاظ عليها في مستوياتها المثلى لخلايا الكبد لتعمل بكفاءة:

درجة الحرارة	الحفاظ عليها عند/ بالقرب من 37°C درجة حرارة الجسم هي درجة الحرارة المثلى للإنزيمات
جهد الماء للبيئة المحيطة/ للدم/ للسائل النسيجي	الحفاظ على التوازن الأسموزي لكي لا تمتص الخلايا الكثير من الماء وتنفجر أو تفقد الكثير من الماء وتجف
الرقم الهيدروجيني pH	الحفاظ عليه عند/ بالقرب من pH7 الحفاظ على pH السيتوبلازم عند الدرجة المثلى لـ pH الإنزيمات

العلوم ضمن سياقها: النوم العميق لدى الدب الأسود

فيما يأتي بعض المشكلات المرتبطة بصحة رواد الفضاء والحلول المقترحة والتي يمكن أن تطرح للمناقشة.

المشكلة	الحل
توفير الأكسجين	تستخدم الطاقة الشمسية للتحليل الكهربائي للماء إلى أكسجين وهيدروجين. يتم إطلاق الهيدروجين إلى الخارج
إزالة ثاني أكسيد الكربون	يمتص ثاني أكسيد الكربون بواسطة الزيوليت Zeolite، وهو معدن (فلز) يشبه الإسفنج. ويمر ثاني أكسيد الكربون من خلاله إلى الخارج عند تعريضه لفراغ الفضاء
إزالة البول	يعاد تدوير البول إلى ماء. يستخدم الماء المعاد تدويره للشرب ولإعادة تركيب الغذاء وللغسيل
إزالة البراز	يعاد تدوير البراز إلى طعام لرواد الفضاء باستخدام الهضم اللاهوائي من الكائنات الحية الدقيقة (ليس عمليًا تخزين البراز لإعادته إلى الأرض)
توفير ما يكفي من الطعام /الغذاء للرحلات الخارجية والعودة ووقت المكوث على سطح المريخ	يؤخذ الطعام المجفف بالتجميد والمعبأ بالتفريغ. يمكن زراعة بعض النباتات الغذائية أو البكتيريا /الميكروبات (الكائنات الدقيقة)
الحفاظ على اللياقة البدنية أثناء التواجد في ظروف انعدام الجاذبية	ممارسة التمارين الرياضية بانتظام
الحفاظ على صحة العظام	ممارسة التمارين الرياضية بانتظام
إزالة العرق من الجسم	يُزال بخار ماء العرق من الهواء ويعالج بالطريقة نفسها التي يعالج فيها البول

ستستغرق رحلة الفضاء إلى خارج مجرتنا وقتًا أطول بكثير من الرحلة إلى المريخ. يمكن أن تتضمن المناقشة دخول الإنسان في حالة «الرسوم المتحركة المعلقة» أي طرائق الدخول في حالة يصبح فيها الإنسان غير نشط ليعمل جسمه ببطء شديد مثل حالة الدخول في السُّبات العميق (الإبطاء المؤقت للوظائف الحيوية أو إيقافها) كما يفعل الدب الأسود في حالة السُّبات.

إجابات أسئلة موضوعات الوحدة

١. أ. البيئة المباشرة لمعظم خلايا الجسم هي السائل النسيجي. مع ذلك، تحاط خلايا الدم بالبلازما. تماثل مكوّنات السائل النسيجي مكوّنات بلازما الدم تقريبًا.

ب. تعمل الخلايا بكفاءة عند الحفاظ عليها في بيئة ثابتة، وتعمل الإنزيمات داخل الخلايا بمعدل ثابت إذا تمّ الحفاظ على ظروف بيئية داخلية ثابتة، على سبيل المثال، الرقم الهيدروجيني pH، ودرجة الحرارة وجهد الماء.

ج. تتمثل المنبهات التي تتحسسها المستقبلات بالتغيرات في عوامل البيئة الخارجية والداخلية للكائن الحي مثل درجة الحرارة. يوجد تحكم/منظم مركزي لكل آلية اتزان داخلي، وتحت المهاد هي مركز التحكم/المنظم المركزي للعديد من آليات الاتزان الداخلي. تنقل أجهزة

التنسيق المعلومات من المستقبلات إلى مركز التحكم/التنظيم، ومن مركز التحكم/التنظيم إلى المستجيبات. تنتقل المعلومات على شكل نبضات عصبية على طول الخلايا العصبية وعلى شكل هرمونات في الدم. العضلات والغدد هي مستجيبات تستجيب للمعلومات من مركز التحكم/التنظيم المركزي بتغيير العامل الفسيولوجي.

د. **المدخلات:** هي المعلومات الحسيّة من المستقبلات عن التغيرات في العوامل الفسيولوجية. تنتقل المعلومات إلى مركز التحكم/التنظيم.

المخرجات: هي الإجراءات التصحيحية التي تقوم بها المستجيبات لتعيد العوامل الفسيولوجية إلى قيمتها المرجعية/الطبيعية.

٢. أ. البيورينات قواعد نيتروجينية يتكوّن تركيبها من حلقتَين (تتكوّن البيريميدينات من حلقة واحدة). بيورينات الأدنين والجوانين تشكل نيوكليوتيدات في DNA و RNA. الأدنين هو القاعدة في ATP.

ب. يؤدي تراكم ثاني أكسيد الكربون في الجسم إلى الحُماض Acidosis (زيادة حموضة الدم). وتتضرر الخلايا إذا انخفض pH الدم إلى أقل من المعدل الطبيعي. تتمثل بعض المشكلات في الخمول والإعياء والارتباك وضيق التنفس والصداع والنعاس وزيادة معدل ضربات القلب. ويؤدي تراكم الأمونيا (فضلات نيتروجينية) في الجسم إلى زيادة pH في السيتوبلازم، كما تتداخل مع عمليات الأيض (التمثيل الغذائي) مثل التنفس ومع مستقبلات جزيئات التأشير الخلوي في الدماغ. وهي تسبب أيضًا الارتباك والتعب وربما الإغماء أو الوفاة.

٣. أ. يأتي الدم في الشعيرات الدموية المحيطة بالأُنيبيب الملتوي القريب من الشعيرات الكبيبية عبر الشريّن الصادر.

ب. بروتينات البلازما.

ج. تزيد بروتينات البلازما من تركيز المواد المذابة في بلازما الدم، وتخفض بالتالي من جهد الماء لها، وتزيد من منحدر جهد الماء بين الراشح والدم.

د. الأسموزية.

٤. أ. حجم الراشح الذي يدخل الأنيبيبات الملتوية القريبة = 125 mL/min

النسبة المئوية من هذا الحجم التي تدخل التواء هنلي = 64% (أخذ الحجم والنسبة المئوية من نص كتاب الطالب).

64% من 125 mL/min =

$$= 125 \times \frac{64}{100}$$

80 mL

ب. ١. توفر الخملات الدقيقة للغشاء المتصل مع الراشح (غشاء التجويف) مساحة سطح كبيرة لامتصاص المواد المذابة والماء.

٢. يوجد العديد من الميتوكندريا لتوفر ATP للبروتينات الموجودة في الأغشية القاعدية التي تضخ أيونات الصوديوم إلى خارج الخلايا.

٣. الأغشية القاعدية مطوية لتوفر مساحة كبيرة للعديد من بروتينات الضخ والبروتينات الحاملة في الأغشية القاعدية، والتي تنقل المواد إلى خارج الخلايا وإلى الدم.

٥. يجب أن تركز المناقشة على ثلاثة جوانب:

- جهد الماء للسائل النسيجي في نخاع الكلية منخفض.
- تؤدّي التواءات هنلي دورًا مهمًا في تكوين سائل نسيجي يحتوي على تركيز مرتفع من المواد المذابة (أيونات الصوديوم والكلوريد واليوريا بشكل رئيسي). لا ضرورة إلى شرح كيف تحافظ التواءات هنلي على تركيز مرتفع للمواد المذابة في السائل النسيجي للنخاع.
- يحفز (ADH) القنوات الجامعة لتصبح منفذة للماء. ويُعاد امتصاص الماء من البول في السائل النسيجي المحيط بالأسموزية، ثم إلى الدم ليحفظ في الجسم. من الضروري شرح كيف تصبح الخلايا المبطنة للقنوات الجامعة منفذة للماء عندما يحفزها (ADH).

يحدّد العرض النسبي للنخاع مقارنة مع القشرة في الكلى التركيز الأقصى للبول. يوجد لدى الثدييات التي تحتوي على نخاع عريض نفرونات يكون التواء هنلي فيها طويلًا. ويوجد لدى الثدييات التي تحتوي على نخاع ضيق نفرونات يكون التواء هنلي فيها قصيرًا. يوفر عرض النخاع لدى الإنسان تركيزًا للبول يفوق بحد أقصى أربع مرات تركيز بلازما الدم.

٦. أ. معدل التدفق أعلى ما يمكن في بداية الأنيبيب الملتوي القريب حيث يدخل السائل بالترشيح إلى محفظة بومان، ويُعاد امتصاص نسبة كبيرة من السائل أثناء تدفقه في الأنيبيب الملتوي القريب، بما يقلل من حجمه، وبالتالي يقل مقدار السائل المتدفق، فيمر القليل منه في نقطة معيّنة في الوحدة الزمنية، أي يقل معدل تدفقه.

تستمر إعادة الامتصاص هذه في النفرون، ما يسبب استمرار انخفاض معدل التدفق. وينخفض معدل التدفق سريعًا في القناة الجامعة، مع إعادة امتصاص نسبة كبيرة من الماء من البول. تذكّر أن السائل في النفرونات راشح، لكنه يكون على شكل بول عند وصوله إلى القناة الجامعة.

ب. ١. ينخفض تركيز الجلوكوز بسرعة إلى الصفر مع مرور السائل عبر الأنيبيب الملتوي القريب، بسبب إعادة امتصاصه كله إلى الدم في هذه المرحلة.

٢. يُعاد امتصاص الأحماض الأمينية أيضًا إلى الدم عبر الأنيبيب الملتوي القريب فينخفض تركيزه بسرعة إلى الصفر أيضًا.

يُعاد امتصاص الجلوكوز والأحماض الأمينية عن طريق النقل النشط الثانوي.

٣. يزيد تركيز اليوريا بسبب إعادة امتصاص الماء من النفرونات والقنوات الجامعة.

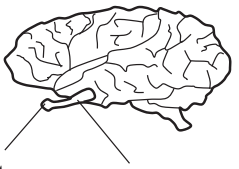
٧. الماء مكوّن مهم للسيتوبلازم، لذا يلزم إعادة امتصاصه من المحيط المباشر للخلايا. يُعاد امتصاص الماء في الكلية من الراشح في الأنيبيبات الملتوية القريبة في النفرونات، ومن البول في القنوات الجامعة. إن طبقة الدهون المفسفرة الثنائية غير منفذة للماء بشكل جيد، لذا تعمل الأكوابورينات على نقل الماء إلى داخل الخلايا.

٨. أ. يمثل مستوى جهد الماء الطبيعي للدم نقطة مرجعية. مستقبلات أسموزية تقارن جهد الماء للدم الذي يتدفق عبر تحت المهاد مع النقطة المرجعية هذه. فإذا كان جهد الماء أقل من النقطة المرجعية، يتم إفراز الهرمون (ADH) الذي يحفز إعادة امتصاص الماء من القنوات الجامعة في الكلية. ما يساعد في إعادة جهد الماء للدم إلى مستواه الطبيعي. يمثل جهد الماء للدم عاملًا داخليًّا يتم الحفاظ عليه قريبًا من الثبات. وإبقاء المتغيرات الفسيولوجية قريبة من الثبات يمثل الاتزان الداخلي.

ب.

المستقبلات: تتحسس مستقبلات أسموزية في تحت المهاد انخفاض جهد الماء للدم.

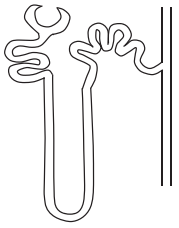
تفرز الغدة النخامية الخلفية (ADH) في مجرى الدم.



مستقبلات الأسموزية في تحت المهاد.

الغدة النخامية

المستجيب النفرون: الزيادة في إفراز ADH تسبب انتقال الأكوابورينات إلى غشاء سطح الخلية في القنوات الجامعة فيجعلها أكثر نفاذية للماء.



المدخلات: ينخفض جهد الماء للدم (يصبح الدم مركزًا جدًا).

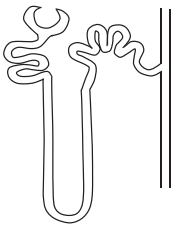
المخرجات: يصبح البول الناتج أكثر تركيزًا (عالي التركيز) وأقل حجمًا.

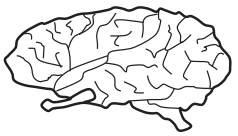
جهد الماء للدم طبيعي (النقطة المرجعية)

المخرجات: يصبح البول الناتج أقل تركيزًا (منخفض التركيز) ويزيد حجمه.

المدخلات: يرتفع جهد الماء للدم (يصبح تركيز الدم منخفضًا)

المستجيب النفرون: الانخفاض في إفراز (ADH) يسبب انتقال الأكوابورينات بعيدًا عن غشاء سطح خلايا القنوات الجامعة فتصبح الخلايا أقل نفاذية للماء





المستقبلات: تتحسس مستقبلات أسموزية في تحت المهاد ارتفاع جهد الماء للدم.

يتم تثبيط الغدة النخامية الخلفية وبالتالي تفرز كمية أقل من (ADH) في مجرى الدم.

ج. إذا كان تركيز البلازما مرتفعًا جدًا (جهد الماء لها أقل من النقطة المرجعية) فسيؤدي ذلك إلى خروج الماء من الخلايا ما يسبب انخفاض/صغر حجمها.

إذا كان تركيز البلازما مخففًا جدًّا (جهد الماء لها أعلى من النقطة المرجعية) فسيؤدي ذلك إلى دخول الماء إلى داخل الخلايا وبالتالي إلى انتفاخها، والضغط على أغشية سطح الخلية، ما يسبب انفجار الخلايا. يؤثر التغير في حجم الخلية في أنشطتها، على سبيل المثال، كفاءة الإنزيمات الخلوية في التفاعلات المحفزة.

٩. أ. ١. L (تقبل B)

٢. D

٣. A

٤. F

٥. H (أيضًا J)

ب. يحافظ الترتيب المتوازي للالتواءات والقنوات الجامعة والشعيرات الدموية المحيطة على التركيز المرتفع لأيونات الصوديوم (والكلوريد) في السائل النسيجي في النخاع. جهد الماء للسائل النسيجي منخفض، وهو أكثر انخفاضًا من جهد الماء لبلازما الدم.

ج. يبقى تركيز الراشح ثابتًا عند 300 mmol/kg على طول الأُنيبيب الملتوي القريب، وهو تركيز بلازما الدم نفسه. وعلى الرغم من إعادة امتصاص المواد المذابة مثل الجلوكوز والأحماض الأمينية والأيونات واليوريا، فإن الكثير من الماء يعاد امتصاصه لذا لا يتغير التركيز الكلي (الشكل ٤-١١). ومع ذلك، يقل حجم السائل الراشح بشكل ملحوظ بسبب إعادة امتصاص الكثير من الماء (انظر الشكل ٤-١٠).

يؤدي عدم إفراز (ADH) إلى انخفاض تركيز البول في القنوات الجامعة. ويُعاد امتصاص بعض اليوريا، من دون امتصاص الماء، لأن الخلايا الطلائية للقنوات الجامعة غير منفذة للماء، لعدم وجود أكوابورينات في أغشية التجويف، وبالتالي يتكوّن بول مخفف يبلغ تركيزه 70 mmol/kg.

يؤدي إفراز (ADH) إلى ارتفاع تركيز البول في القنوات الجامعة. ويحفز (ADH) إفراز جزيئات الأكوابورينات في أغشية التجاويف لذا يمكن إعادة امتصاص الماء بالأسموزية. ويبلغ تركيز البول عند نهاية القناة الجامعة 1200 mmol/kg، وهو أكبر بأربع مرات من تركيز بلازما الدم.

د. ١. يحفز (ADH) خلايا القناة الجامعة (وأيضًا الأنيبيب الملتوي البعيد) على تحريك الحويصلات باتجاه غشاء سطح الخلية في سطح التجويف المواجه للسائل النسيجي. تندمج الحويصلات مع الغشاء لتستقر الأكوابورينات في مكانها. يُعاد امتصاص الماء من البول عند تدفقه عبر القنوات الجامعة (أو الأنيبيبات الملتوية البعيدة) مع منحدر جهد الماء من البول إلى السائل النسيجي في النخاع.

(ADH) هو ببتيد وقابل للذوبان في الماء، لذا لا يمكن أن ينتشر عبر طبقة الدهون المفسفرة الثنائية في أغشية سطح الخلية. يوجد مستقبلات على سطح الخلايا المستهدفة في القناة الجامعة. وينشط ارتباط (ADH) بهذه المستقبلات مسار التأشير الخلوي باستخدام المرسال الثاني AMP الحلقي (cAMP). يفسفر الإنزيم النهائي في تتالي تفاعلات الإنزيمات جزيئات الأكوابورينات في الحويصلات ما يؤدي إلى حركة الحويصلات باتجاه أغشية تجويف الخلايا.

٢. مع عدم وجود تحفيز من الهرمون (ADH)، تنتقل الأكوابورينات بعيدًا عن غشاء سطح خلايا القناة الجامعة، لتعود إلى السيتوبلازم. وتصبح خلايا القناة الجامعة غير منفذة للماء. يتدفق السائل عبر القناة الجامعة من دون فقد أي ماء، لذا يتجمع بول مخفف في حوض الكلية ويتدفق إلى الحالب ثم إلى المثانة. لذلك، يتم إنتاج كمية كبيرة من البول المخفف. ولذلك، يمكن أن يتسبب الكحول في زيادة إنتاج البول المخفف والجفاف.

١٠. التراكيب المرئية في الصورة المجهرية الإلكترونية هي الآتية:

- الميتوكندريا: التنفس الهوائي، بناء ATP.
- الشبكة الإندوبلازمية الخشنة: تغليف ونقل البروتين.
- النواة: خزن المادة الجينية، تضاعف DNA، نسخ/ تكوين RNA.

١١. أ. **المنبهات**: التغيرات في تركيز جلوكوز الدم فوق النقطة المرجعية/المستوى الطبيعي وتحتها.

المستقبلات: خلايا ألفا (α) وخلايا بيتا (β) في جزيرات لانجرهانس في البنكرياس.

المستجيبات: الخلايا التي تغير تركيز جلوكوز الدم من خلال امتصاصه من الدم أو إطلاقه إلى الدم. تستجيب خلايا الكبد والخلايا العضلية للإنسولين بامتصاص الجلوكوز، وتستجيب خلايا الكبد للجلوكاجون بإطلاق الجلوكوز.

ب. يتأرجح تركيز الجلوكوز حول النقطة المرجعية. في التغذية الراجعة السلبية يحفز التغير استجابة تعيد التغيرات إلى المستوى الطبيعي (حول النقطة المرجعية)، وفي عمليات تنظيم الاتزان الداخلي لجلوكوز الدم، تحفز الزيادة في تركيز جلوكوز الدم الآليات التي تخفضه، ويحفز الانخفاض في التركيز الآليات التي تزيده. تعيد هذه الإجراءات التصحيحية تركيز جلوكوز الدم إلى طبيعته.

١٢. أ. تسمّى هذه العملية الانتشار المسهّل.

ب. ١. تحتاج خلايا العضلات إلى تخزين الجلايكوجين لتوفر الجلوكوز للتنفس أثناء ممارسة التمارين الرياضية، وبالتالي ليس هناك فائدة من إطلاق الجلوكوز في الدورة الدموية.

٢. الإنسولين والجلوكاجون بروتينان لا يستطيعان عبور غشاء سطح الخلية للخلية المستهدفة، ما يتطلب وجود مادة أخرى (المرسال الثاني) لنقل الرسالة عبر السيتوبلازم.

٣. يستهدف الإنسولين والجلوكاجون خلايا الكبد. وفي حالة وجود المرسال الثاني نفسه، سيكون لكليهما التأثير نفسه، بدلًا من أن يكون لهما تأثيرات متعاكسة على الجلايكوجين.

١٣. تراكيز الإنسولين والجلوكاجون في الدم منخفضة جدًا، وعدد جزيئات الإنسولين والجلوكاجون التي تصل إلى الخلية الواحدة قليل جدًا. وتكون استجابة الخلية سريعة جدًا عند تضخيم الإشارة بفعل إنتاج مرسال ثان وتنشيط تتالي تفاعلات الإنزيمات. وتأتي أهمية ذلك لخفض تركيز الجلوكوز في الدم بعد امتصاص وجبة غذائية ولمنع إفراز الجلوكوز وزيادة تركيز الجلوكوز في الدم أثناء الصيام أو أثناء ممارسة التمارين الرياضية، بما يضمن عدم انخفاضها عن النقطة المرجعية، وبالتالي عدم تأثر وظائف الدماغ الذي يمكن أن يُدخل الإنسان في غيبوبة.

١٤. التخصص. تحتوي شرائط الفحص على إنزيم جلوكوز أوكسيديز الخاص بالجلوكوز والذي لا يحفز أكسدة أي سكر مختزل آخر. يستخدم محلول بندكت للكشف عن وجود السكريات المختزلة مثل الفركتوز واللاكتوز، ويتغير لونه مع أي عامل اختزال آخر.

١٥. أ. ١. **تركيز الجلوكوز:**

- غير مصاب بالسكري: التركيز دائمًا أقل من مريض السكري، ويصل إلى الذروة في وقت سابق بقليل.
- غير مصاب بالسكري: الذروة عند 150 mg /100 mL.

مصاب بالسكري: الذروة عند 220 mg/100 mL.

- غير مصاب بالسكري: يعود التركيز إلى المعدل الطبيعي/ التركيز في البداية بعد 45 دقيقة تقريبًا.

مصاب بالسكري: لا يعود التركيز إلى مستواه في البداية حتى بعد 150 دقيقة /ساعتين ونصف.

تركيز الإنسولين:

- غير مصاب بالسكري: يزيد تركيز الإنسولين في الحال. مصاب بالسكري: لا تحدث زيادة في تركيز الإنسولين.
- غير مصاب بالسكري: الذروة بعد 25 دقيقة تقريبًا. مصاب بالسكري: لا ذروة في تركيز الإنسولين.

٢. **مصاب بالسكري:** لا تستجيب خلايا بيتا في جزيرات لانجرهانس للزيادة في تركيز الجلوكوز لذا لن تطلق الإنسولين. لا يمتص الكبد والعضلات والخلايا الدهنية الجلوكوز، لذا يبقى في الدم، بما يسبب زيادة تركيزه. يكون التركيز أكبر من العتبة الكلوية (قدرة الكلى على إعادة الجلوكوز إلى الدم)، لذا لن يُعاد امتصاص كل الجلوكوز الذي يرشح في الكلية بواسطة الأنيبيبات الملتوية القريبة. ويفسر ذلك الانخفاض التدريجي في تركيز الجلوكوز، إذ يخرج الجلوكوز الذي لم يتمّ امتصاصه مع البول.

غير مصاب بالسكري: يفرز الإنسولين، لذا يمتص الكبد والعضلات والخلايا الدهنية الجلوكوز لاستخدامه/أو تحويله إلى جلايكوجين، بما يفسر التناقص السريع في تركيز الجلوكوز.

ب. ١. الإنسولين بروتين، وستتحلل جزيئاته مائيًا إلى أحماض أمينية في الجهاز الهضمي.

٢. يمكن أن يستخدم مرضى السكري شرائط الفحص لفحص البول أو جهاز الاستشعار الحيوي لمراقبة تركيز جلوكوز الدم.

١٦. يتجمّع البول على مدى عدة ساعات، لذا تظهر نتائج فحص البول فقط أنه في وقت ما كان تركيز الجلوكوز فيه أعلى من العتبة الكلوية. بينما تظهر فحوصات الدم تركيز الجلوكوز في وقت أخذ العيّنات. يمكن أن يبيّن أخذ العيّنات بانتظام لفحوصات الدم مدى فاعلية الإنسولين الذي يتناوله مريض السكري لتنظيم جلوكوز الدم.

للسؤالين ١٧ و١٨ أ، انظر الرسم التوضيحي أدناه:

١٧. الخلايا الحارسة نشطة جدًا من الناحية الأيضية. تتصف الخلية الحارسة النموذجية مثل تلك الموجودة في نبات رشاد الصخر بالميزات الآتية (انظر الصورة ٤-١٣):

- للخلايا الحارسة جدران سميكة تواجه الهواء خارج الورقة وفتحة الثغر. حيث يحاط الجدار الخارجي بطبقة الكيوتيكل الشمعية السميكة، وغالبًا ما يمتد على شكل حواف ناتئة، وتكون الجدران التي تواجه خلايا البشرة المجاورة أرق بكثير.
- ألياف السليلوز الدقيقة مرتبة على هيئة حزم كما هي مبيّنة في الشكل ٤-٢٦.
- غالبًا ما يكون غشاء سطح الخلية منثنيًا ويحتوي على العديد من القنوات والبروتينات الناقلة.
- يحتوي السيتوبلازم على عدد كبير من البلاستيدات الخضراء والميتوكندريا.
- يزداد حجم حبيبات النشا في البلاستيدات الخضراء عند تخزين النشا في الليل ويقل حجمها في النهار.
- يوجد العديد من الفجوات الصغيرة بدلًا من فجوة واحدة كبيرة.

١٨. أ. شرح مناسب لرسم الخلايا الحارسة كما يأتي:

- توفر البلاستيدات الخضراء والميتوكندريا الطاقة لمضخات البروتون.
- حبيبات النشا داخل البلاستيدات الخضراء مصدر أيونات المالات السالبة لمعادلة أيونات البوتاسيوم.
- لدى أغشية سطح الخلية مضخات بروتون لضخ أيونات الهيدروجين لتكوين شحنة سالبة داخل غشاء سطح الخلية.

- يحتوي غشاء سطح الخلية على قنوات بروتينية لتسهيل انتشار أيونات البوتاسيوم والكلوريد والنترات.
- جدار خلوي رقيق لتمدد الخلية في خلايا البشرة المجاورة.
- لا تحتوي جدران الخلايا على روابط بلازمية، بحيث يحدث تبادل الماء والأيونات عبر غشاء سطح الخلية من خلال بروتينات ناقلة وقنوات بروتينية بالنقل النشط والانتشار المسهل.
- طبقة كيوتيكل شمعية سميكة تحيط بالجدار الخارجي والحواف لتقليل فقد الماء من الأوراق عند إغلاق الثغور.
- تتيح فتحات الثغور انتشار الغازات بين الهواء في الفراغات الهوائية في النسيج المتوسط والغلاف الجوي (والخارج).

ب. يمكن أن يوضح الرسم التخطيطي للمخطط الانسيابي تسلسل الأحداث كما يأتي:

١. يضخ ATPase أيونات الهيدروجين من الخلايا الحارسة.
٢. ينخفض تركيز أيونات الهيدروجين داخل الخلية الحارسة.
٣. يصبح داخل الخلية سالب الشحنة.
٤. تفتح البروتينات القنوية لأيونات البوتاسيوم.
٥. تنتشر أيونات البوتاسيوم إلى الخلايا الحارسة.
٦. ينخفض جهد الماء للخلايا الحارسة.
٧. يدخل الماء الخلايا الحارسة بالأسموزية.
٨. يزداد حجم الخلايا الحارسة.
٩. تنتفخ الخلايا الحارسة.
١٠. تنحني الخلايا الحارسة إلى الخارج ليفتح الثغر.

ج. في الليل، تغلق معظم النباتات الثغور لتقليل معدل النتح، فتحافظ على الماء في حالة عدم وجود طاقة ضوئية لعملية التمثيل الضوئي، وبالتالي لا حاجة إلى امتصاص ثاني أكسيد الكربون من الهواء. وقد تنغلق الثغور خلال النهار للحفاظ على المياه. عندما يتعرض النبات لإجهاد مائي حيث يكون فقد الماء عن طريق النتح أكبر من معدل امتصاص الماء، والذي من المحتمل أن يحدث في يوم حار وجاف مع سرعة رياح عالية.

إجابات أسئلة نهاية الوحدة

١. أ. **الإفراز:**

إزالة الفضلات النيتروجينية أو اليوريا،

(لذلك) تحافظ على تركيز منخفض من اليوريا، في الدم.

التنظيم الأسموزي:

إزالة الماء الزائد عندما يكون جهد الماء للدم (للبلازما) مرتفعًا جدًا،

إعادة امتصاص الماء عندما يكون جهد الماء للدم (البلازما) منخفضًا جدًا ،

(لذلك) تحافظ على جهد الماء للدم (البلازما) بالقرب من الثبات.

تنظيم جلوكوز الدم:

إعادة امتصاص جميع الجلوكوز في الراشح تحافظ على الجلوكوز في الدم أو تمنع فقد الجلوكوز في البول،

أي نقطة إضافية صحيحة،

على سبيل المثال، إعادة امتصاص الأحماض الأمينية بما يساعد في الحفاظ على ثبات التركيز في الدم.

ب. ١. **A** الأنيبيب الملتوي البعيد.

B محفظة بومان.

C الكبيبة أو الشعيرات الدموية.

D الأنيبيب الملتوي القريب.

٢. القشرة،
الكبيبات أو الأنيبيبات الملتوية، توجد فقط في القشرة.

٣. عرض A = 10 mm = 10 000 µm

$$= \frac{10\,000}{180}$$

أقصى عرض حقيقي = 56 µm

٢. أ. ١. حجم الدم الذي يضخ من القلب
= 5.6 L/min

حجم الدم الذي يدخل الكليتَين هو 25% من هذا

$$\frac{25 \times 5.6}{100} = 1.4 \text{ L/ min}$$

٢. حجم الراشح المتكوّن = 125 mL/ min

النسبة المئوية للدم المتدفق من خلال الكلية ليصبح راشحًا (تحويل 1.4 L/min إلى 1400 mL/ min لتتناسب مع وحدات حجم الراشح)

$$\frac{125 \times 100}{1400} = 8.93\%$$

٣. حجم الراشح الناتج في يوم =
125 mL/ min x 60 min x 24 hour =
180000 mL = 180 L

حجم البول كنسبة مئوية من حجم الراشح، مع إعطاء 1.5 L من البول الناتج في اليوم:

$$\frac{1.5 \times 100}{180} = 0.83\%$$

ب. ١. أغشية التجويف لخلايا الأنيبيب الملتوي القريب.

العديد من الخملات الدقيقة
(على يسار الصورة المجهرية الإلكترونية) تظهر الخملات الدقيقة في المقطع الطولي،
(على يمين الصورة المجهرية الإلكترونية) تظهر الخملات الدقيقة في المقطع العرضي،
توفر الخملات الدقيقة مساحة سطح كبيرة لإعادة الامتصاص.
(سطح كبير لـ) البروتينات الناقلة المشاركة،

٢. توفر الميتوكندريا الكثير من ATP أو الطاقة للنقل النشط (أو صيغة بديلة).

وجود مضخات صوديوم – بوتاسيوم
إعادة الامتصاص الانتقائي لأيونات الصوديوم أو إعادة امتصاص أيونات الصوديوم إلى الدم،
تضخ أيونات الصوديوم من الخلايا لتكوين منحدر تركيز من التجويف إلى الخلايا لامتصاص الجلوكوز أو الأحماض الأمينية عبر البروتينات الناقلة المشتركة.

(أي نقطة إضافية صحيحة، على سبيل المثال، النقل النشط الثانوي).

ج. فكرة التغير في النفاذية للماء بفعل (ADH)

لتكوين تركيز مرتفع من البول:

تصبح الأغشية منفذة.
ينتقل الماء بالأسموزية مع منحدر جهد الماء (اقبل: من جهد الماء العالي إلى المنخفض).
ينتقل الماء من القناة الجامعة أو إلى الدم أو إلى النسيج النخاعي أو إلى السائل النسيجي.
عبر/عن طريق الأكوابورينات في غشاء سطح الخلية (ارفض «قنوات الماء»).
تحرك أو اندماج الحويصلات.

لتكوين تركيز منخفض من البول:

تصبح الأغشية غير منفذة (للماء)،

لا توجد أكوابورينات في أغشية التجاويف.

يبقى الماء في البول.

٣. أ. تحت المهاد.

ب. 1155 mL (تم الحصول عليها من خلال جمع 40 + 265 + 500 + 350) أو أي إجابة ضمن النطاق

1150 -1160 mL (أو ما يعادلها بوحدة L)

ج. جرى امتصاص الماء إلى الدم (في المعدة أو الأمعاء الدقيقة).

يزيد امتصاص الماء من جهد الماء للبلازما.

أي تأثير لزيادة جهد الماء للبلازما على الخلايا أو الأنسجة؛ على سبيل المثال، يدخل الماء إلى الخلايا بالأسموزية أو سوف تنتفخ الخلايا أو تقلل من كفاءة التفاعلات داخل الخلايا أو قد تنفجر الخلايا، تتحسس مستقبلات أسموزية الزيادة في جهد الماء.

لا يفرز (ADH) أو لا يطلق،

تبقى القنوات الجامعة غير منفذة للماء،

يفقد الماء الزائد مع البول لكي يعود جهد الماء إلى النقطة المرجعية.

(اقبل: يعود إلى الوضع الطبيعي)

د. (بعد امتصاص المحلول الملحي المخفف) لا يوجد تغير في جهد الماء لبلازما الدم.

لا يخرج الماء والملح مع البول، لذا يبقيان في الجسم ويسببان زيادة في حجم الدم أو سوائل الجسم.

يتحمل الجسم التغيرات في حجم الدم، لكن ليس التغير في جهد الماء.

هـ. الاتزان الداخلي هو الحفاظ على (قرب) ثبات التغيرات الداخلية.

التغذية الراجعة السلبية:

يتحسس مستقبل الانحراف عن النقطة المرجعية. يوجه مركز الضبط مستجيبًا للقيام بإجراء تصحيحي لعكس التغير أو إعادة العامل إلى النقطة المرجعية.

التغذية الراجعة الإيجابية:

أي انحراف (صغير) في عامل يؤدي إلى زيادة في التغير (وليس انعكاسه).

٤. أ. ١. D و H

٢. E و G.

٣. J

٤. B و F و D و H

٥. E و C

ب. توجد حاجة إلى الجلوكوز داخل الأنسجة العضلية للتنفس، لتوفير الطاقة اللازمة لانقباض العضلات،

الكبد مخزن الجلوكوز في الجسم.

ج. تحتاج الخلايا إلى تزويد ثابت/مستمر من الجلوكوز للتنفس.

بعض الخلايا ليس لها مصدر للجلوكوز إلا من بلازما الدم؛ على سبيل المثال، لا تخزن خلايا الدم الحمراء والخلايا العصبية الجلايكوجين،

يتوافر الجلوكوز عند امتصاص الطعام وتوجد حاجة إلى تخزينه وإلّا فسيتم إخراجه.

ينخفض التركيز بين وجبات الطعام ويحتاج إلى التزوّد مجددًا من مخزون الجلايكوجين في الكبد.

إذا انخفض تركيز جلوكوز الشخص لأقل من 60 mg/100 mL، فإنه قد يدخل في غيبوبة.

٥. أ. ١. قد يكون تركيز الجلوكوز لدى الشخص مرتفعًا إذا تناول الطعام في غضون 12 ساعة،

لا يمكن ملاحظة تأثير الزيادة المفاجئة ولو كان هناك زيادة مفاجئة، يكون تركيز الإنسولين مرتفعًا.

٢. تفرز خلايا بيتا (β) الإنسولين.

يزداد تركيز الجلوكوز خلال الساعة الأولى بعد تناول محلول الجلوكوز.

يزداد تركيز الإنسولين من 60 pmol/L إلى 300 pmol/L،

لا تفرز خلايا ألفا (α) الجلوكاجون أو تفرز القليل جدًا منه.

يبقى تركيز الجلوكاجون ثابتًا أو يقل من 42 pmol/ L إلى 36 pmol/ L

٣. الإنسولين: يحفز أو يرتبط مع المستقبلات على الكبد أو العضلات أو الخلايا الدهنية

يزيد امتصاص الجلوكوز من الدم

يدخل المزيد من ناقل الجلوكوز (GLUT4) في غشاء سطح الخلية العضلية (ليس خلايا الكبد).

تحفز الإنزيمات (تقبل إذا اعطى اسم الإنزيم)، على سبيل المثال، جلايكوجين سينثيز، لتزيد من تحويل الجلوكوز إلى جلايكوجين.

يؤدي إلى انخفاض تركيز الجلوكوز في الدم.

ب. ١. ينخفض تركيز جلوكوز الدم (أقل من 4 mmol/L)،

يبقى تركيز الإنسولين ثابتًا (عند 60 pmol/L) أو ينخفض (أقل من 60 pmol/L)،

يزيد تركيز الجلوكاجون (أعلى من 60 pmol/L)،

وعندها يزيد تركيز الجلوكوز كاستجابة.

٢. ينشط مستقبل غشائي بروتين G

ينشط بروتين G أدينيليل سيكليز (في الغشاء) الذي يحفز تحول ATP إلى AMP/cAMP الحلقي،

ينشط AMP الحلقي بروتين كاينيز A بالارتباط معه،

بروتين كاينيز A أول إنزيم في تتالي الإنزيمات،

ينشط بروتين كاينيز A كاينيز فوسفوريليز

ينشط كاينيز فوسفوريليز، جلايكوجين فوسفوريليز،

يحفز جلايكوجين فوسفوريليز تفكك الجلايكوجين إلى جلوكوز.

ينتشر الجلوكوز إلى خارج خلية (الكبد) إلى الدم.

٦. أ. يتم الحفاظ على تركيز الجلوكوز الثابت / القريب من النقطة المرجعية (المستوى الطبيعي)،

يتم الحفاظ على تركيز الجلوكوز ضمن حدود، على سبيل المثال

65 – 100 mg/100 mL

(3.6 – 5.8 mmol/ L)

يتقلب التركيز فوق متوسط التركيز وأسفله،

يتم تنظيم تركيز الجلوكوز حول النقطة المرجعية، أو المستوى الطبيعي.

تحدث إجراءات تصحيحية لإعادة التركيز إلى المستوى الطبيعي إذا تغير فوق النقطة المرجعية أو أسفلها.

تخزين أو تفكيك الجلايكوجين مثال على الإجراء التصحيحي.

ب. أي ثلاثة عوامل، على سبيل المثال:

- عمر المتطوّعين

- جنس المتطوّعين أو عدد متساو من الذكور والإناث
- كتلة الجسم ومؤشر كتلة الجسم
- عدم وجود مشكلات صحية أو غير مصابين بالسكري أو عدم تناول أي أدوية (ربما يغير ذلك من التحكم في الاستجابة لتركيز جلوكوز الدم)
- تناول السوائل
- إجمالي كتلة الطعام المتناولة
- مكوّنات بقية النظام الغذائي (الجزء غير الكربوهيدراتي)
- المتغيرات المحيطة، مثلًا درجة الحرارة
- مستوى التمارين الرياضية التي يمارسها المتطوّعون أثناء اليوم.

أي نقطة صحيحة إضافية

ج. ١. **تركيز الجلوكوز** 4.25 mmol /L

تركيز الإنسولين 25 pmol /L

٢. **تأثير النظام الغذائي الغني/مرتفع السكروز على جلوكوز الدم مقارنة بنظام غذائي غني/ مرتفع النشا:**

توجد ذروة مرتفعة لتركيز الجلوكوز بعد جميع الوجبات نتيجة تناول وجبات غنية بالسكروز وبالنشا.

زاد تركيز الجلوكوز في الدم عند تناول الغذاء الغني بالسكروز بعد ثلاث من الوجبات (الغداء، والعشاء، والعشاء المبكر)، ووصل إلى ذروة أعلى مما هي بعد تناول الغذاء الغني بالنشا بعد وجبتي الغداء والعشاء المبكر. أي بيانات مقارنة من التمثيل البياني، على سبيل المثال بعد العشاء المبكر، يكون تركيز الجلوكوز الناتج من النظام الغذائي الذي يحتوي على نسبة عالية من السكروز 7.25 mmol/L فيما يكون تركيز الجلوكوز الناتج من النظام الغذائي الغني بالنشا 6.00 mmol/L.

وبعد الذروة ينخفض تركيز الجلوكوز الناتج من النظام الغذائي الغني بالسكروز بسرعة كبيرة إلى تراكيز أقل من تلك الناتجة من النظام الغذائي الغني بالنشا بعد وجبتي الغداء والعشاء المبكر. أي بيانات مقارنة من التمثيل البياني، على سبيل المثال بعد الغداء يكون تركيز الجلوكوز نتيجة النظام الغذائي الذي يحتوي على نسبة عالية من السكروز 3.75 mmol/L، بينما يكون تركيزه نتيجة الغذاء الغني بالنشا 5.40 mmol/L.

يكون الانخفاض لتراكيز أقل من قيم الصيام (بعد 20:00)،

تأثير النظام الغذائي غني/ مرتفع السكروز على تركيز الإنسولين مقارنة مع نظام غذائي غني/ مرتفع النشا:

توجد ذروة مرتفعة بعد جميع الوجبات

أي بيانات مقارنة من الرسم البياني، على سبيل المثال، بعد عشاء مبكر مرتفع السكروز تركيز الإنسولين يكون 420 pmol/L، ومرتفع النشا يكون 250 pmol/L

وينخفض بشكل أبطأ بعد الغداء والعشاء المبكر.

تكون التراكيز بين الوجبات، أقل للنظام الغني بالسكروز منها للنظام الغني بالنشا.

أي بيانات مقارنة من التمثيل البياني، على سبيل المثال، قبل الغداء مباشرة، يكون تركيز الإنسولين نتيجة تناول الطعام مرتفع السكروز 20 pmol/L، وتركيزه نتيجة الطعام مرتفع النشا 50 pmol/L

التراكيز أثناء صيام الليل، يكون 50pmol/L

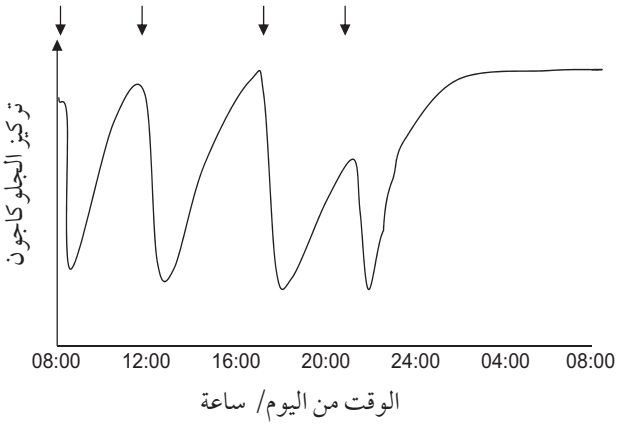
٣. السكروز سكر ثنائي والنشا عديد التسكر. من المحتمل وجود النشا في الطعام الذي يستغرق هضمه فترة طويلة (يهضم السكروز بسرعة أكبر). توجد في السكروز رابطة جلايكوسيدية فقط تتفكك وتطلق الجلوكوز (بدلًا من عدة روابط في النشا). لذا، هناك معدل امتصاص سريع للجلوكوز الناتج من هضم السكروز إلى الدم. يطلق السكروز المهضوم كثيرًا من الفركتوز والجلوكوز (يتكوّن جزيء السكروز من جلوكوز + فركتوز). يمكن أن يتحوّل الفركتوز إلى جلوكوز ليعطي قممًا أعلى. ما يؤدي إلى إفراز/ إطلاق إنسولين إلى الدم بشكل أسرع (بدلًا من إفراز/ الإطلاق البطيء على مدى فترة زمنية أطول).

د. يجب أن يكون للتمثيل البياني المحور الأفقي نفسه مع الأوقات نفسها (08:00 إلى 08:00)

لا توجد معلومات عن قيم تركيز الجلوكاجون لذا يكون المحور العمودي على سهم فقط.

ينخفض تركيز الجلوكاجون أثناء وجبات الطعام أو عندما يكون الإنسولين مرتفعًا.

تبقى الزيادة بين الوجبات مرتفعة أثناء صيام الليل من منتصف الليل تقريبًا فصاعدًا.



٧. **أ. جهاز الاستشعار الحيوي:**

جهاز يستخدم مادة بيولوجية، على سبيل المثال، إنزيم لقياس تركيز مركب كيميائي.

ب. جلوكوز أوكسيديز، مثبت

بيروكسيد الهيدروجين

كهربائي

مناسبًا

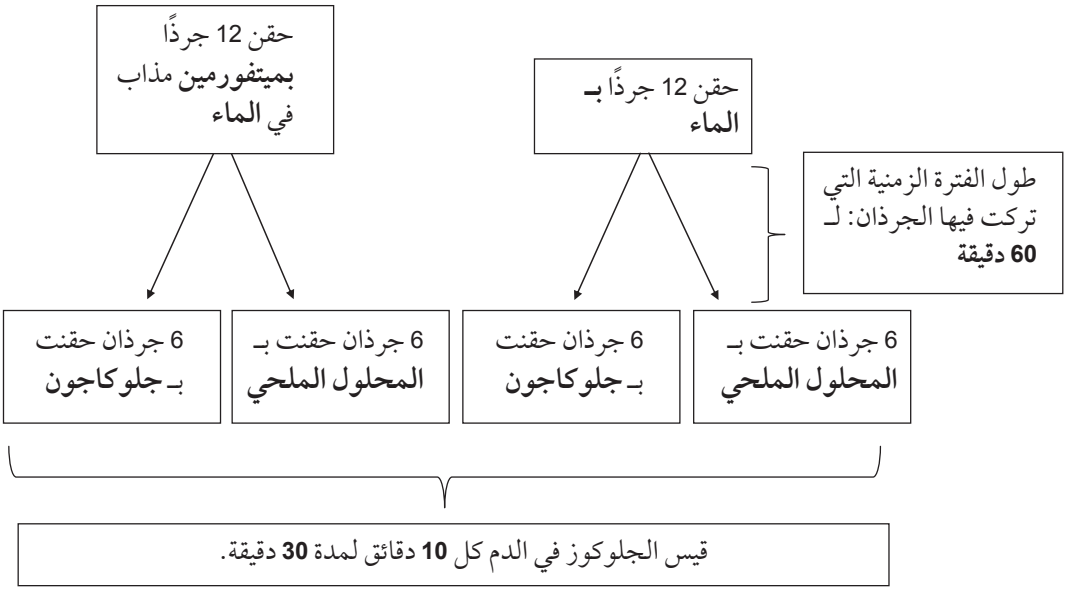
إنسولين.

إجابات كتاب التجارب العملية والأنشطة

إجابات الأنشطة

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

١. أ.



ب. ميتفورمين/ ماء، جلوكاجون، محلول ملحي.

ج. أي ثلاثة عوامل/ العمر/ النظام الغذائي/ الجنس/ الكتلة/ الطعام السابق/ التمارين الرياضية/ مستويات الإجهاد/ حجم القفص/ درجة الحرارة/ التركيز الأولي للجلوكوز في الدم/ أو ما يعادلها.

د. **الماء:** لإظهار التأثير من دون ميتفورمين. (مقارنة صحيحة) وكان الميتفورمين مذابًا في الماء لذا لن يكون التأثير بسبب الماء.

المحلول الملحي: لإظهار التأثير من دون الجلوكاجون (مقارنة صحيحة). وكان الجلوكاجون مذابًا في المحلول الملحي لذا لن يكون التأثير بسبب المحلول الملحي.

هـ. يبقى تركيز الجلوكوز في الدم مرتفعًا، لأن الخلايا لا تستجيب للإنسولين. سيطلق البنكرياس المزيد من الإنسولين بسبب ارتفاع تركيز الجلوكوز في الدم.

٢. أ. تسبب إضافة الماء ثبات تركيز الجلوكوز في الدم في كلا المجموعتَين، وإضافة ميتفورمين تسبب انخفاضًا ثابتًا في تركيز الجلوكوز في الدم في كلا المجموعتَين.

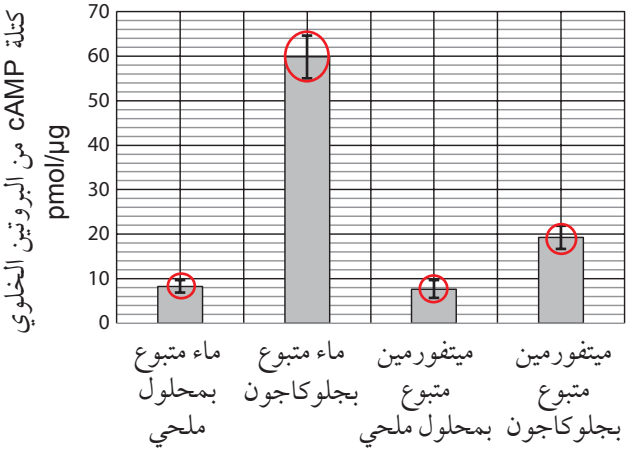
ب. • ماء + جلوكاجون مقابل ماء + محلول ملحي. يسبب الجلوكاجون ارتفاعًا حادًا ثم انخفاضًا بدءًا من 80 min. يسبب المحلول الملحي ارتفاعًا طفيفًا جدًا.

- الماء + الجلوكاجون مقابل الميتفورمين + الجلوكاجون. يسبب الجلوكاجون ارتفاعًا حادًا في تركيز الجلوكوز في الدم في كلا الحالتين. يكون الارتفاع أقل مع الميتفورمين ويبدأ بالانخفاض مبكرًا (من 70 min بدلًا من 80 min).
- الميتفورمين + المحلول الملحي مقابل الميتفورمين + الجلوكاجون يؤدي الميتفورمين + المحلول الملحي إلى ارتفاع طفيف في تركيز الجلوكوز في الدم. ويؤدي الميتفورمين + الجلوكاجون إلى ارتفاع حاد قصير الأمد في تركيز جلوكوز الدم. يعود الارتفاع إلى الجلوكاجون وليس إلى المحلول الملحي.

ج. يسبب الميتفورمين انخفاضًا في تركيز الجلوكوز في الدم، ويثبط أيضًا أو يقلل من كفاءة عمل الجلوكاجون. الاستنتاج صحيح إذ إن جميع الضوابط كانت لإظهار أن التأثيرات يجب أن تعود إلى الميتفورمين والجلوكاجون وليس إلى الماء أو المحلول الملحي. وهو أيضًا اختبار عادل.

د. يجب حساب الانحرافات المعيارية. كما يجب حساب الخطأ المعياري للمتوسطات لرسم خطأ الأعمدة. يمكن استنتاج درجات من الأهمية إذا أضيفت أعمدة خطأ.

٣. أ. ١.



٢.

المادة التي حقنت	الخطأ المعياري (SE)	2 X SE	95% من حدود الثقة	
			الحد الأدنى	الحد الأقصى
ماء متبوع بمحلول ملحي	0.65	1.3	7	9.6
ماء متبوع بجلوكاجون	2.4	4.8	55.0	64.6
ميتفورمين متبوع بمحلول ملحي	1.0	2.0	5.7	9.7
ميتفورمين متبوع بجلوكاجون	1.3	2.6	16.7	21.9

٣. أضيفت أعمدة الخطأ إلى رسم التمثيل البياني بالأعمدة في الجزئية (أ ١.).

ب. تحدث زيادة ملحوظة في cAMP عند إضافة الجلوكاجون، مع أو بدون ميتفورمين. يشير ذلك إلى أن الجلوكاجون يستخدم نظام مرسال ثانويًا يتضمن cAMP. عندما يستخدم الميتفورمين بالاشتراك مع الجلوكاجون يحدث انخفاض كبير في كمية cAMP المتكوّنة بما يشير إلى أن ميتفورمين له تأثير مثبط كبير على إنتاج cAMP ما يقلل من تأثير الجلوكاجون.

٤. أ. د، أ، ج، ب، و، ز، هـ.

ب. يثبط ميتفورمين إنتاج cAMP، لذلك يكون تنشيط بروتين كاينيز A قليلًا، وتنشيط الكاينيز فوسفوريليز أيضًا قليلًا، ولا يتم تنشيط الجلايكوجين فوسفوريليز، لذا لا يتم تحويل الجلايكوجين إلى جلوكوز.

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

١. أ.، ب.

مثال لحساب المولارية 0.3%:

الكتلة الجزيئية النسبية لكلوريد الصوديوم:

23 + 35.5 = 58.5

كتلة 1 mol من كلوريد الصوديوم 58.5 g

3.0 g من كلوريد الصوديوم = 0.05 mol = 3.0/58.5

تركيز محلول كلوريد الصوديوم (%) بالنسبة إلى الحجم	كتلة كلوريد الصوديوم المذابة في 1 L/g	تركيز محلول كلوريد الصوديوم mol/L
0.0	0.0	0.00
0.3	3.0	0.05
0.6	6.0	0.10
0.9	9.0	0.15
1.2	12.0	0.21
1.5	15.0	0.26
1.8	18.0	0.31

إذا أذبنا 0.05 mol في 1 L فسينتج تركيز مولي 0.05 mol/L.

٢. أ. المتغير المستقل: تركيز كلوريد الصوديوم.

المتغيرالتابع: حجم البول الناتج.

ب. حجم المشروب، الزمن الذي يستغرقه تكوين البول، مدة التمرين، طريقة التمرين، جنس الطالب، عمر الطالب، مستوى اللياقة البدنية، شرب كمية السوائل نفسها قبل التجربة.

ج. تقلل زيادة الملوحة من حجم البول.

د. يتم الحفاظ على الماء في الجسم مع كل تركيز.

مع الماء النقي/ المحاليل المخففة جدًا:

يدخل الماء إلى الدم بالأسموزية، فيزيد جهد الماء للدم، وتتوقف مستقبلات أسموزية في تحت المهاد عن إطلاق (ADH)، وتزيل خلايا القناة الجامعة الأكوابورينات من غشاء الخلية، ثم يُعاد امتصاص كمية أقل من الماء، فيتكوّن المزيد من البول.

ينتشر كلوريد الصوديوم مع الماء في الدم عند تراكيز أعلى من الملح. لا يرتفع جهد الماء بقدر كبير مع زيادة امتصاص الماء. تتحسس مستقبلات أسموزية في تحت المهاد انخفاض جهد الماء، وتستمر في إطلاق (ADH). تبقى الأكوابورينات في أغشية خلايا القناة الجامعة، لذا يُعاد امتصاص الماء إلى الدم، فيقلّ حجم البول.

هـ. يتحرك الماء من الأمعاء للدم بالأسموزية نتيجة انخفاض جهد الماء في المشروب. يولِّد انتشار الملح في الدم (آخذًا الماء معه بالأسموزية) جهد ماء منخفضًا، ثم. يُزال الماء من الأنسجة والخلايا إلى الدم، وبالتالي يتم تجفيف الأنسجة والخلايا.

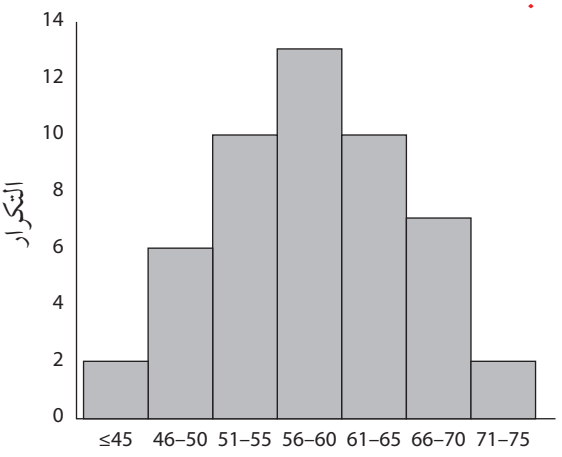
٣. ط، ب، أ، هـ، ج، د، ز، و، ح.

نشاط ٤-٣: فتح الثغور في النباتات

١. أ.

النطاق (النسبة المئوية للثغور المفتوحة)	عدد الأوراق ذات الثغور المفتوحة بعد 24 ساعة	عدد الأوراق ذات الثغور المفتوحة بعد 48 ساعة
≤ 45	0	2
46-50	0	6
51-55	1	10
56-60	4	13
61-65	6	10
66-70	9	7
71-75	14	2
76-80	9	0
81-85	5	0
≥ 86	2	0

ب.



ج. المتوسط = القيمة الإجمالية ÷ عدد القراءات

بعد 24 ساعة =

3585 ÷ 50 = 71.7%

بعد 48 ساعة =

2897 ÷ 50 = 57.9%

د. الوسيط = القيمة المتوسطة للقيمتَين الوسطيّتَين

لمدة 48 ساعة = 58%

هـ. المنوال = الرقم الأكثر تكرارًا

لمدة 48 ساعة = 52%

الفئة المنوالية = النطاق على المدرج التكراري الذي له أعلى تكرار

الإجابة عن الجزئية (ب) تظهر أن الفئة المنوالية هي 56 – 60%

و. لمدة 48 ساعة

الوسيط = متوسط قيمة 25^{th} و 26^{th} = 58%

قيمة Q_1 =

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

لذا ستكون قيمة Q_1 هي المتوسط بين القيمتَين 12 و 13

$= (52 + 52) \div 2 = 52\%$

قيمة Q_3 =

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

لذا ستكون قيمة Q_3 المتوسط بين القيمتَين 38 و 39

$= (63 + 63) \div 2 = 63\%$

وبالتالي سيكون المدى الربيعي

63% – 52% = 11%

ز. متوسط النسبة المئوية للثغور المفتوحة بعد 24 ساعة في الساعة 12:00 يبلغ 71.7 % وينخفض هذا إلى 57.9% عند الساعة 12:00 بعد 48 ساعة. يكون الوسيط بعد 24 ساعة 72.5%، ويكون بعد 48 ساعة 58%. الفئة الأكثر تكرارًا أو الفئة المنوالية بعد 24 ساعة تكون 71-75%، وبعد 48 ساعة تكون 56-60%. القيم المركزية 50% (المدى الربيعي) لنسبة الثغور المفتوحة بعد 24 ساعة يقع بين 67% و 78%. القيم المركزية 50% لنسبة الثغور المفتوحة بعد 48 ساعة يقع بين 52-63%. هذا يعني وجود اختلاف كبير بين النسبة المئوية للثغور المفتوحة بعد 24 ساعة و 48 ساعة على مستوى المتوسط والوسيط والفئة المنوالية، ولا تداخل للنطاقات الربيعية. وهذا يعني (لكن لا يظهر)، أن الاختلاف يمكن أن يكون كبيرًا. تستمر النباتات في فتح ثغورها بنمط إيقاعي عندما توجد في الظلام، لكن العدد المفتوح يتناقص.

إجابات الاستقصاءات العملية

استقصاء عملي ٤-١: تركيب الكُلية

الأهداف التعليمية

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

المدّة

يقسم هذا الاستقصاء العملي إلى قسمَين، يمكن إتمامهما في حصتين. يستغرق تشريح الكُلية 30 دقيقة تقريبًا، ويستغرق رسم أقسام الكُلية 30 دقيقة أيضًا، ويخصص 30 دقيقة تقريبًا للتحليل.

توجيهات حول الاستقصاء

- يجب أن يكون الطلبة مدركين للتركيب الأساسي للكلية والنفرون قبل بدء الاستقصاء العملي.
- يصعب تحديد مكوّنات النفرون من خلال الشرائح، يُنصح بتوضيحها قبل أن يبدأ الطلبة بإجراء الاستقصاء.
- يجب أن يتفحص الطلبة بعناية الكُلية قبل التسرع في استخدام أدوات التشريح.

ستحتاج إلى

المواد والأدوات:	
• كُلية واحدة طازجة لخروف • مشرط • ملقط • إبرة تثبيت • حوض تشريح (للاحتفاظ بالكُلية أثناء التشريح) • بيروكسيد الهيدروجين تركيزه 20% • قطارة	• شرائح مجهرية جاهزة للكُلية (مقطع عرضي للقشرة والنخاع، أو مقطع عرضي للكُلية) • ماء صنبور • أدوات تنظيف وغسل اليدين • قفازات • لباس عمل مخبري ونظارات واقية • مطهر أو معقم

⚠ احتياطات الأمان والسلامة

- يجب أن يقرأ الطلبة قسم إرشادات السلامة الوارد في كتاب التجارب العملية والأنشطة قبل إجراء هذا الاستقصاء.
- يجب اتّباع إجراءات السلامة المعيارية في المختبرات دائمًا.
- يجب على الطلبة والمعلم غسل اليدين بالماء والصابون بعد الانتهاء من تشريح الكُلية، ثم مسح جميع الأسطح بمطهّر بعد الاستقصاء.
- يصنف بيروكسيد الهيدروجين على أنه مادة كاوية ومهيّجة بخاصة للعين، لذا يجب ارتداء نظارات واقية طوال الوقت، وإذا لامس جلدك فاغسله فورًا بالماء.
- يجب التعامل مع المشارط والملاقط وإبر التثبيت بحرص إذ يمكن أن تحدث جروحًا بسهولة.

توجيهات حول إجراء الاستقصاء

- لقد أشرنا سابقًا إلى أن جودة الكُلى تكون بدرجات مختلفة، لذا يفضل طلبها مسبقًا، على أن تكون مغطاة بالدهون بحيث يقل احتمال تقطعها، مع احتمال أكبر في بقاء اتصال الحالب والأوعية الدموية بها.
- ربما لا تظهر الأُنيبيبات عند إضافة بيروكسيد الهيدروجين إذا لم تكن الكُلية طازجة. ليس ضروريًا إضافة بيروكسيد الهيدروجين عند عدم توافره، فغالبًا ما يمكن رؤية بعض الأُنيبيبات الكبيرة باستخدام مجهر تشريحي ثنائي العدسة.

سيحتاج بعض الطلبة إلى مساعدة إضافية في جعل المقاطع في موضع التركيز وتحديد جميع الأجزاء، لذا يجب أن يتجوّل المعلم في الغرفة للمساعدة.

سيحتاج بعض الطلبة إلى المساعدة في تحديد سمات القشرة والنخاع في المقاطع، وسيحتاجون إلى العمل برويّة والتأكد من جاهزية المجهر وجودة تركيزه.

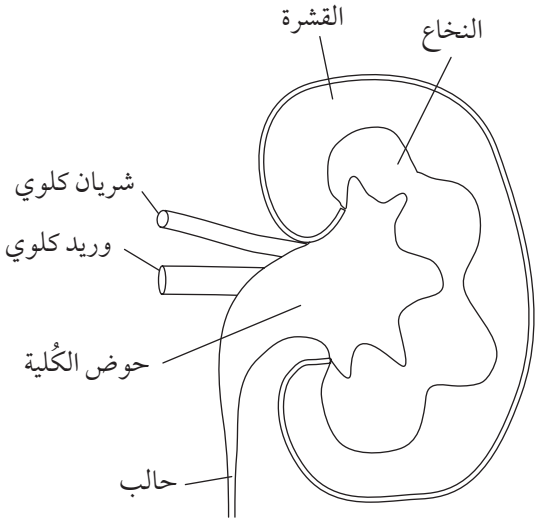
يمكن حقن اللاتكس الملون عند توافره في الحالب والأوعية الدموية الكلوية، ويجب غسل الكُلى أولًا بمحلول كلوريد الصوديوم 1% الدافئ. قد يكون اللاتكس السائل أو المطاط السائل (المتوافر في محلات الحرف اليدوية) ملونًا باللون الأحمر والأزرق والأصفر، فباستخدام المحقن، يمكنك سحب اللاتكس في محقن 2 mL أو 5 mL وحقنه في الشريان الكُلوي (الأحمر)، والوريد الكُلوي (الأزرق) والحالب (الأصفر). يجب أن يترك اللاتكس مدة 24 ساعة ليتصلب، قبل تشريح الكُلى، ويجب أن يجعل تراكيب النفرون سهلة الرؤية. يمكن وضع مقاطع القشرة والنخاع في محاليل هيدروكسيد الصوديوم لإذابة الأنسجة وتحرير اللاتكس. يفترض التحقق مما إذا كان أي من الطلبة يعاني حساسية من مادة اللاتكس قبل إجراء الاستقصاء.

المفاهيم الخاطئة وسوء الفهم

- لا يدرك العديد من الطلبة أن لأجزاء النفرون المختلفة وظائف مختلفة، لذا يفترض مناقشة هذه الوظائف في بداية الموضوع.
- لا يُقدر العديد من الطلبة كيفية انتظام النفرونات في القشرة والنخاع. يفيد هذا الاستقصاء العملي لتوضيح أماكن وجود هذه الأجزاء المختلفة.

نتائج عيّنة

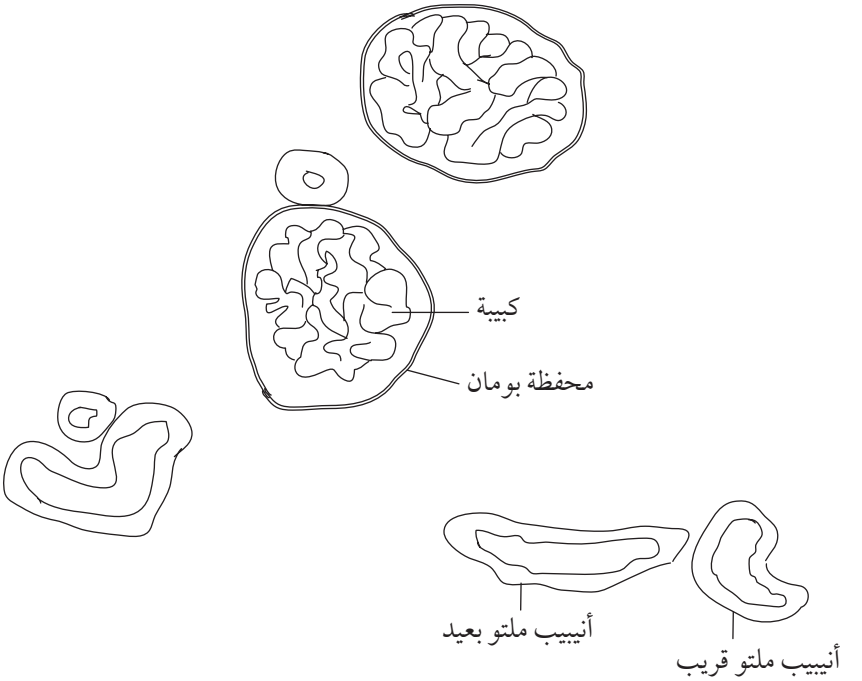
يمكن للطلبة في حالة عدم توافر الشرائح رسم التراكيب الموضحة في الصورتَين ٤-١ و ٤-٢ في الاستقصاء العملي ٤-١ الوارد في كتاب التجارب العملية والأنشطة. تبيّن الأشكال ٤-١ و ٤-٢ و ٤-٣ الآتية نماذج من هذه الرسوم التخطيطية.



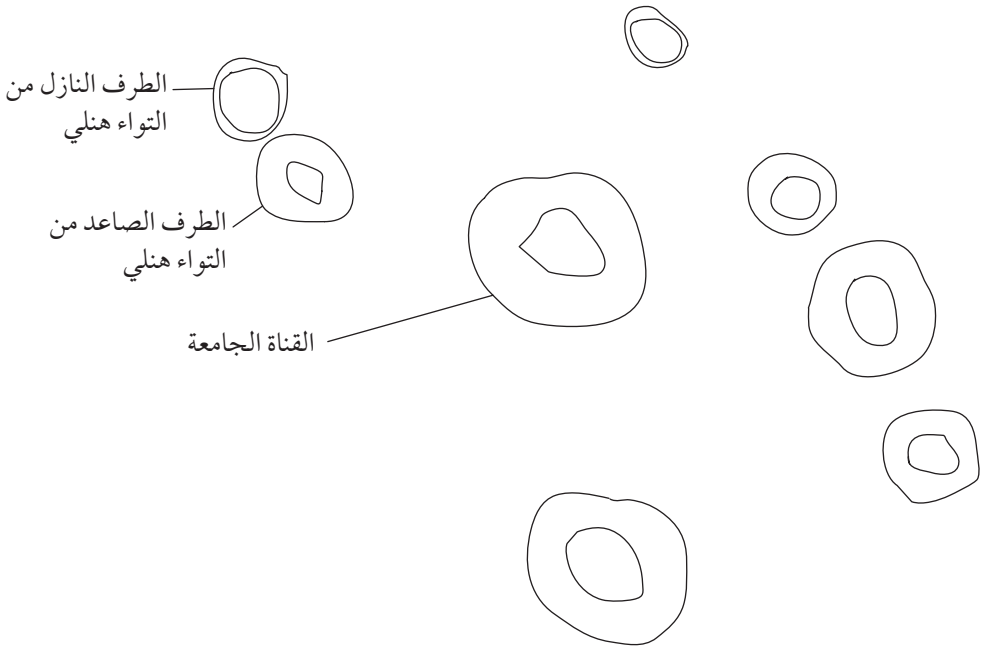
ملاحظة

النخاع: لون وردي/ أبيض
القشرة: لون بنّي/ أحمر
حوض الكُلية: لون أصفر

الشكل ٤-١



الشكل ٤-٢


الطرف النازل من
التواء هنلي
الطرف الصاعد من
التواء هنلي
القناة الجامعة

الشكل ٤-٣

إجابات أسئلة كتاب التجارب العملية والأنشطة (باستخدام نتائج العيّنة)

١. انظر الجدول ٤-١.

جزء النفرون	الميزات التركيبية	الوظيفة
الكبيبات ومحفظة بومان	• كتلة من الشعيرات الدموية • شريّن وارد أوسع من شريّن صادر لزيادة ضغط الشعيرات الدموية • طبقة رقيقة من الخلايا • غشاء قاعدي • خلايا رجلاء تلتف حول الشعيرات الدموية الكبيبية	• ترشيح فائق للدم حسب الحجم • يعمل الغشاء القاعدي كمرشح
الأنيبيب الملتوي القريب	• شعيرات دموية • خملات دقيقة/ حافة زغبية توفر مساحة سطح كبيرة • عدد كبير من الميتوكندريا في الخلايا • تجويف أضيق	• نقل نشط للجلوكوز والأحماض الأمينية • المرور لبعض الماء بالأسموزية • الانتشار لبعض الأملاح • إعادة الامتصاص الانتقائي
الأنيبيب الملتوي البعيد	• عدم وجود خملات دقيقة على الخلايا • عدد قليل من الميتوكندريا • تجويف أوسع	• امتصاص الماء بالأسموزية • بعض التنظيم للماء والرقم الهيدروجيني pH
التواء هنلي	• التواء متعاكس • جزء رفيع وجزء سميك • الجزء الرفيع منفذ للماء • الجزء السميك غير منفذ للماء لكنه يضخ الأملاح • الجزء السميك ذو خلايا طلائية مكعبة • الجزء الرفيع ذو خلايا طلائية مسطحة	• إعادة امتصاص الماء • تكوين منحدر ملحي في النخاع (الكلوي) • يضخ الطرف الصاعد بنشاط الأملاح للخارج • طويل لامتصاص كميات كبيرة من الماء
القناة الجامعة	• خلايا طلائية عمودية سميكة • تحتوي الخلايا على حويصلات بها أكوابورينات • مستقبلات (ADH) على الأغشية البلازمية	• التنظيم الأسموزي • يسبب (ADH) انتقال الأكوابورينات إلى الغشاء البلازمي ما يزيد من إعادة امتصاص الماء

الجدول ٤-١

٢. غالبًا ما تظهر الأُنيبيبات الدقيقة بأشكال مختلفة حيث تقطع في مستويات مختلفة- يكون بعضها عرضيًا وبعضها طوليًا في حين يكون بعضها مائلًا (ملتويًا).

٣. الفرضية:

- زيادة البروتين في الطعام تزيد من تركيز اليوريا في البول.

المتغير المستقل:

- استخدم خمسة مستويات مختلفة من البروتين في النظام الغذائي.

المتغير التابع (طريقة قياس تركيز اليوريا):

- ضع كميّات متساوية من البول في أنابيب الاختبار.
- أضف حجومًا وتراكيز متساوية من اليوريز
- ضعها في حمّام مائي درجة حرارته 37˚C.
- استخدم مقياس pH لقياس الانخفاض في pH.
- ستؤدي زيادة تركيز اليوريا إلى تغيرات كبيرة في pH.

الدقة:

- كرّر الاختبار واحسب متوسط تراكيز اليوريا.

المتغيرات المعيارية (العوامل اللازم توحيدها وكيفية توحيدها):

- حجم الماء نفسه في النظام الغذائي.
- التمارين الرياضية نفسها.
- مشاركون من الجنس والعمر نفسه.
- درجة الحرارة نفسها لمنع فقد الماء.
- المكوّنات الغذائية الأخرى نفسها.
- أخذ عيّنات البول في الوقت نفسه من اليوم (والوقت نفسه بعد الأكل).
- استخدام حمّام مائي بدرجة 37˚C عند الاختبار باليوريز.
- استخدام الماصات/ المحاقن لضمان أن الحجوم هي نفسها.

استقصاء عملي ٤-٢: تحليل البول (إثرائي)

الأهداف التعليمية

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

المدّة

يجب أن يستغرق تنفيذ هذا الاستقصاء العملي ٦٠–٩٠ دقيقة، مع ٣٠ دقيقة إضافية لإجراء التحليل.

توجيهات حول الاستقصاء

- يجب تجربة الاستقصاء قبل الدرس للتأكد من أن المحاليل تعطي النتائج المرجوة.
- يمكن عند الضرورة تعديل تراكيز الجلوكوز والبروتين والملح.
- يجب أن يدرك الطلبة أسباب وأعراض مرض السكري، والسبب الذي يجعل ارتفاع ضغط الدم يؤدي إلى وجود البروتين في البول، والفكرة الأساسية للمعايرة.

ستحتاج إلى

الموادّ والأدوات:

- كأس زجاجية كبيرة 500 mL
- 16 أنبوبة اختبار
- موقد بنزن، وحامل ثلاثي القوائم، وشبكة تسخين (أو حمّام مائي ساخن)
- محلول بايوريت، 30 mL
- محلول بندكت، 30 mL
- أربعة دوارق مخروطية، 250 mL
- محقن، 5 mL أو 2 mL
- محلول نترات الفضة 0.1mol/L، 50 mL
- ثيوسيانات البوتاسيوم 0.1mol/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

ملاحظات وتوجيهات إضافيّة

- أي طريقة لتحضير حمّام مائي 80°C لاختبار بندكت مقبولة. من الأفضل عادة تحضير حمّام مائي للصف ككل.

المحاليل الأساسية

- لتحضير محلول من نترات الفضة تركيزه 0.1mol/L وحجمه 250 mL، أذب 4.25 g من مسحوق نترات الفضة في الماء المقطر إلى أن يصل حجمها الإجمالي إلى 250 mL.
- لتحضير 1000 mL من محلول ثيوسينات البوتاسيوم بتركيز 0.1 mol/L أذب 9.7 g من ثيوسينات البوتاسيوم في 500 mL من الماء المقطر وأكمل إضافة الماء المقطر حتى 1000 mL.
- لتحضير 100 mL من محلول نترات الحديد الثلاثي المشبع، أضف 100 g من مسحوق الحديد الثلاثي إلى 100 mL من الماء في كأس زجاجية. استمر بإضافة مسحوق نترات الحديد الثلاثي إلى أن يتوقف ذوبانها. **لا تسخن المحلول.**
- لتحضير عيّنات تحاكي البول كل منها 500 mL:

العيّنة أ: كلوريد الصوديوم 3 g، زلال 10 g، ماء 500 mL.

العيّنة ب: جلوكوز 10 g، كلوريد الصوديوم 3 g، ماء 500 mL.

العيّنة ج: كلوريد الصوديوم 6 g، ماء 500 mL.

العيّنة د: كلوريد الصوديوم 3 g، ماء 500 mL.

- يجب صبغ كل عيّنة محاكية للبول بصبغة طعام صفراء أو برتقالية أو بالشاي البارد.

⚠ احتياطات الأمان والسلامة

- يجب أن يقرأ الطلبة قسم إرشادات السلامة الوارد في كتاب التجارب العملية والأنشطة قبل إجراء هذا الاستقصاء.
- يجب اتّباع إجراءات السلامة المعيارية في المختبرات دائمًا.
- يُعد محلول بايوريت مادة مهيجة.
- يجب توخي الحذر عند استخدام هيدروكسيد الصوديوم لتحضير المحلول.
- يصنف محلول بندكت بأنه منخفض الخطورة.
- يصنف ثيوسينات البوتاسيوم على أنه ضار عن طريق الابتلاع، وعند ملامسته للجلد وللعين. إنه مادة سامة للبيئة ويجب عدم تسخينه لأنه يمكن أن يطلق غازات ضارة وسامة جدًا.
- عيّنات محاكية للبول منخفضة الخطورة.
- يصنف محلول نترات الفضة على أنه مادة ضارة ومهيجة عند التراكيز التي سيستخدمها الطلبة؛ وتعد مادة أكالة عند التراكيز الأعلى.
- ثيوسينات البوتاسيوم ضار عند ابتلاعه، ويجب عدم تسخينه.
- محلول نترات الحديد الثلاثي ضار عند ابتلاعه أو ملامسته للجلد، وهو عامل مؤكسد.
- يجب ارتداء نظارات واقية وغسل جميع الانسكابات بالماء.

توجيهات حول إجراء الاستقصاء

- قد يصعب الحكم على تغير لون بايوريت أحيانًا، لذا يجب تجربته قبل الاستقصاء للتأكد من أنه يعطي اللون البنفسجي. وعند عدم ملاحظة تغير في اللون، يجب إضافة المزيد من الزلال وتحضير محلول بايوريت جديد.
- يجب تجربة اختبار بندكت على العيّنة المحاكية للبول للتأكد من أن تركيز الجلوكوز كافٍ لإعطاء نتيجة واضحة.
- قد يكون اختبار الملح صعبًا بالنسبة إلى بعض الطلبة، لذا يجب توضيحه قبل البدء بالاستقصاء.
- تحديد العينات المحاكية للبول متيسر ويمكن لجميع الطلبة الوصول إليه.
- قد يحتاج بعض الطلبة إلى مساعدة المعلم في المعايرة والحسابات لتركيز الملح، وقد يفيد الطلب إلى الطلبة العمل في مجموعات يساعد فيها بعضهم بعضًا.
- يمكن للطلبة اختبار مجموعة من تراكيز الجلوكوز المختلفة في عيّنات بول مختلفة مع اختبار بندكت شبه الكمّي.
- يمكن إجراء اختبار عملي لأي طريقة يقترحها الطلبة لفحص محتوى اليوريا.

نتائج عيّنة

انظر الجدول ٤-٢.

العيّنة المحاكية للبول	لون محلول بندكت	لون كاشف بايوريت	حجم ثيوسينات البوتاسيوم المضافة/mL
أ	أزرق	بنفسجي فاتح	6.6
ب	برتقالي	أزرق	6.6
ج	أزرق	أزرق	3.2
د	أزرق	أزرق	6.6

الجدول ٤-٢

إجابات أسئلة كتاب التجارب العملية والأنشطة (باستخدام نتائج العيّنة)

١. أ، ب، يجب أن يكمل الطلبة العمليات الحسابية بشكل صحيح، وأن يسجّلوها في جداولهم (نتائج العيّنة مبيّنة في الجدول ٤-٣).

العيّنة المحاكية للبول	حجم ثيوسينات البوتاسيوم المضافة (x)/mL	كتلة الكلوريد في 2 mL من العينة/g	تركيز أيونات الكلوريد في العيّنة g/mL
أ	6.6	0.012	0.006
ب	6.6	0.012	0.006
ج	3.2	0.024	0.012
د	6.6	0.012	0.006

الجدول ٤-٣

٢. انظر الجدول ٤-٤.

العيّنة المحاكية للبول	وجود/ عدم وجود الجلوكوز	وجود/ عدم وجود البروتين	تركيز أيونات الكلوريد في العيّنة g/mL
أ	غير موجود	موجود	0.006
ب	موجود	غير موجود	0.006
ج	غير موجود	غير موجود	0.012
د	غير موجود	غير موجود	0.006

الجدول ٤-٤

٣. أ. نظام غذائي كثير الملح.

- العيّنة (ج) حيث تركيز الملح هو الأعلى.
- يتم امتصاص الملح (كلوريد الصوديوم) إلى بلازما الدم.
- يمر الملح إلى الراشح من الكبيبة في محفظة بومان.
- يُعاد امتصاص القليل من الأنيبيب الملتوي القريب والأُنيبيب الملتوي البعيد.
- يُفرز المزيد في البول.

ب. سكري من النوع الأول:

- العيّنة (ب) التي تحتوي على الجلوكوز.
- يتسبب نقص الإنسولين بارتفاع تركيز الجلوكوز في الدم.
- ينتقل الجلوكوز من الكبيبات إلى الراشح في محفظة بومان.
- تكون بروتينات النقل النشط في الأنيبيب الملتوي القريب محملة بشكل زائد (مثقلة) ولا يُعاد امتصاص كل الجلوكوز لذا يُطلق في البول.

ج. ضغط دم مرتفع:

- يوجد بروتين في العيّنة (أ).
- يؤدي ارتفاع ضغط الدم المائي إلى دفع البروتين من الكبيبة إلى محفظة بومان.
- لا يوجد طريقة لإعادة امتصاص البروتين في النفرون لذا ينتقل إلى البول.

د. مجهول الإصابة، ونظام غذائي عادي:

- العيّنة (د) التي لا تحتوي على بروتين أو جلوكوز وقليلة الملح.
- تم إعادة امتصاص كل الجلوكوز ولم يُطلق أي بروتين.
- لم يُطلق أي ملح إضافي.

٤. أ. اختبار الجلوكوز (بندكت) واختبار البروتين (بايوريت) كلاهما نوعيّ، وفحص الملح كمّي.

ب. اختبارات الجلوكوز والبروتين:

نفّذ مجموعة من التخفيفات المعيارية المعروفة للجلوكوز، ونفّذ اختبارات بندكت وبايوريت. طابق ألوان اختبارات بندكت وبايوريت على عيّنة بول معياريّة.

أو

قم بقياس الامتصاصية بمقياس الألوان وارسم منحنى المعايرة. اقرأ تركيز الجلوكوز والبروتين في عيّنة البول من خلال منحنى المعايرة.

إجابات أسئلة نهاية الوحدة لكتاب التجارب العملية والأنشطة:

١. أ. الحفاظ على ثبات البيئة الداخلية، والحفاظ على درجة حرارة مثالية لنشاط الإنزيمات، ومنع التمسخ، والتسمم الأيضي أو ما يعادلها، والتوازن المائي، ومنع التلف الأسموزي للبلازما أو الأنسجة، وتركيز الجلوكوز في الدم، وضمان تنفس الأنسجة (لئلا يكون منخفضًا جدًا) أو ما يعادلها، منع سمّية الجلوكوز أو التلف الأسموزي أو ضغط الدم المرتفع أو الجفاف (لا يرتفع كثيرًا)، والتوازن الأيوني، ومنع التلف الأسموزي، pH، لضمان النشاط الإنزيمي المثالي أو ما يعادلها.

ب. ١. عند شرب الماء المثلج، تنخفض درجة حرارة الجسم ودرجة حرارة الجلد. إلا أن درجة حرارة الجلد تنخفض بشكل حاد أو أسرع من انخفاض درجة حرارة الجسم أو ما يعادلها. وتنخفض درجة حرارة الجلد أكثر، ثم تبدأ بالارتفاع سريعًا أو ما يعادلها. ترتفع درجة حرارة الجسم والجلد بالمعدل نفسه بعد 20 دقيقة.

٢. عندما تنخفض درجة حرارة الدم، تتحسس مستقبلات الحرارة في تحت المهاد هذا الانخفاض وترسل نبضات عصبية إلى مركز اكتساب الحرارة وإلى الجلد، فتضيق الشريّنات (أو ما يعادلها).

يقل تدفق الدم إلى سطح الجلد أو ما يعادلها، وهذا يعني وصول أقل كمية من الدم الدافئ على سطح الجلد، فتزيد درجة حرارة الجسم الأساسية، فتحدث تغذية راجعة سلبية تؤدي إلى الحدّ من تضيق الأوعية الدموية، ويعود تدفق الدم إلى سطح الجلد فيدفأ الجلد.

٢. أ. ١. زيادة شدة التمارين الرياضية تزيد من انقباض العضلات، فترتفع درجة حرارتها، الأمر الذي يؤدي إلى زيادة التنفس الذي يطلق الحرارة، فيزيد من تدفق الدم عبر العضلات لامتصاص الحرارة، وتزيد درجة حرارة الجسم الأساسية.

٢. يحفز ارتفاع درجة الحرارة الأساسية مستقبلات في منطقة تحت المهاد، ويرسل مركز فقد الحرارة نبضات إلى الجلد ويحفز على إفراز العرق أو تنشيط الغدد العرقية. يبرد الجلد نتيجة لتبخر الماء، ويحدث أقصى قدر من التعرق بعد 50% من شدة التمرين (أو ما يعادلها).

ب. ١. درجة حرارة ماء الاستحمام.

٢. أي اثنين من: شدة التمرين، وقت التمرين، الوزن، العمر، الجنس، لياقة الرياضي البدنية، كمية ماء الاستحمام، درجة حرارة غرفة التمرين، النظام الغذائي، رطوبة الغرفة، أو ما يعادلها.

٣. لا. حيث التكرار قليل جدًا. لا يتم التحكم في الرياضيين أو ما يعادلها، لم يتم إجراء أي اختبار إحصائي.

٤. عند الاستحمام بماء درجة حرارته 12 °C و 16 °C يبرد الجسم بشكل مضطرد (بثبات). بينما عند 4 °C يبرد الجسم ولكن بعد ذلك ترتفع حرارته ثم يبرد. مقارنة عددية، على سبيل المثال درجة حرارة ماء الاستحمام 12 °C تخفض درجة حرارة الجسم الأساسية بمقدار 3.3 °C.

٥. تنخفض درجة الحرارة عند تبريد الدم في الجلد (أو ما يعادلها)، ما يحفز مستقبلات البرودة في الجلد ومركز اكتساب الحرارة في تحت المهاد. تسبب النبضات (واحد من) تضيّق الأوعية الدموية أو الارتعاش، تقليل فقد الحرارة أو توليد الحرارة، ما يؤدي إلى تبريد أقل أو زيادة في درجة الحرارة.

٣. أ. ١. $P_{GC} = 8.0$ kPa

$P_{BO} = 0.0$ kPa

$P_{CO} = 3.8$ kPa

$P_{HB} = 2.0$ kPa

$P_F = (P_{GC} + P_{BO}) - (P_{CO} + P_{HB})$

$= (8.0 + 0.0) - (3.8 + 2.0)$

$= 2.2$ kPa

٢. البروتين كبير جدًا بحيث لا يمكن أن يمر إلى الراشح بسبب الغشاء القاعدي. الإشارة إلى ثقوب الشعيرات الدموية الضيقة أو ما يعادلها.

٣. يدخل من بلازما الدم إلى الشريّن الوارد 625 mL/min، ويخرج 500 mL من بلازما الدم، لذا تكون كمية الراشح الناتجة هي الفرق بينهما.

معدل الترشيح في الدقيقة

= 625 - 500

125 mL/min

لحساب الراشح يوميًا، اضرب في مقدار 60 دقيقة لتحصل على الرقم لكل ساعة، ثم اضرب في 24 ساعة لتحصل على الرقم في اليوم.

الراشح في اليوم:

125 mL x 60 min x 24 hours = 180000 mL

ب. ١. تنتج كميّات صغيرة من الرنين كميّات كبيرة من أنجيوتنسين II (اقبل: سريع) أو فكرة التضخيم.

٢. تحويل أقل من أنجيوتنسين I إلى أنجيوتنسين II أو ما يعادلها، انقباض أقل للعضلات الدائرية الصادرة، ينتج ضغط دم أقل في الكبيبة، ومعدل إنتاج راشح أبطأ.

٤. أ. ضغط دم مرتفع: أضف كاشف بايوريت أو ما يعادلها، لون بنفسجي أو ما يعادلها، سكري أو ما قبل السكري، اختبار للكشف عن الجلوكوز باستخدام كاشف بندكت، حرارة، أحمر أو أخضر أو أصفر أو ما يعادلها.

تحديد كمّي للتمييز بين السكري وما قبل السكري: اختبار بندكت مع تراكيز معيارية معروفة، الكميّات نفسها من المحاليل وأوقات التسخين، استخدام مقياس الألوان، الإشارة إلى منحنى المعايرة.

ب. ١. لا يوجد بروتين في الراشح، والجزيئات أكبر بكثير من أن تمر عبر شعيرات الكبيبة والغشاء القاعدي لمحفظة بومان.

٢. يُعاد امتصاص الجلوكوز في الأنيبيب الملتوي القريب بالنقل النشط، الإشارة إلى مضخة $Na^+ - K^+$.

٣. يُعاد امتصاص كميّة قليلة جدًا من اليوريا أو لا يحدث امتصاص على الإطلاق، يُعاد امتصاص بعض الملح في الأنيبيب الملتوي القريب أو التواء هنلي أو الأنيبيب الملتوي البعيد، يُعاد امتصاص الماء (في) الأنيبيب الملتوي القريب والتواء هنلي والقناة الجامعة، لذا تزيد تراكيز (اليوريا أو الملح).

ج. فَقدُ الماء عن طريق التبخر أو ما يعادلها، ينخفض جهد الماء لبلازما الدم أو ما يعادلها،

تتحسس مستقبلات في تحت المهاد جهد الماء المنخفض، يتم إرسال النبضات إلى الغدة النخامية (الخلفية) لتطلق (ADH). يرتبط ADH بمستقبلات على غشاء القناة الجامعة، وتندمج الحويصلات بالغشاء مكوّنة أكوابورينات (في أغشية الخلية)، ثم يعاد امتصاص الماء إلى الدم من الراشح.

٥. أ. إزالة المجموعة الأمينية من البروتينات الفائضة في الكبد، أو تفكيكها إلى حمض الكيتو والأمونيا. يدخل حمض الكيتو دورة كريبس، (أو) يتم تحويله إلى جلوكوز أو جلايكوجين أو دهون، تتحد الأمونيا مع ثاني أكسيد الكربون، بالإشارة إلى دورة اليوريا لتكوين الأمونيا.

ب. للتيار المعاكس مساران يتحركان باتجاهَين متعاكسَين لمضاعفة تراكيز المواد المذابة للحد الأقصى الذي تتراكم فيه داخل الأنبوبة وخارجها أو ما يعادلها. الطرف النازل منفذ للماء، والذي ينتقل خارجًا من الطرف النازل بالأسموزية. يزداد تركيز المواد المذابة على طول الطرف النازل. فالجزء الصاعد غير منفذ للماء. تنتشر أيونات Na^+ و Cl^- خارج قاعدة الطرف الصاعد. وتضخ أيونات Na^+ و Cl^- بنشاط إلى خارج الطرف الصاعد. الفكرة في تكوين منحدر في السائل النخاعي يزيد من التحرك إلى الأسفل أو ما يعادلها. الفكرة أن جهد الماء في الطرف النازل يكون دائمًا أعلى (أو ما يعادلها) من السائل المحيط به.

ج. مضخة $Na^+ - K^+$ في الغشاء القاعدي، ضخ نشط لـ Na^+ خارج أو داخل الدم، منحدر Na^+، ينتشر Na^+ إلى خلايا الأنيبيب الملتوي القريب من التجويف أو ما يعادلها، عبر الناقل المشترك للجلوكوز أو Na^+.

٦. أ. تتحسس خلايا بيتا في جزيرات لانجرهانس ارتفاع نسبة الجلوكوز في الدم وتطلق الإنسولين، والذي يرتبط مع مستقبلاته على الكبد أو الخلايا العضلية أو ما يعادلها.

تنشيط الجلايكوجين سينثيز أو فوسفوفركتوكينيز، يتحوّل الجلوكوز إلى جلايكوجين.

تتحسس خلايا ألفا في جزيرات لانجرهانس (مرة واحدة) انخفاض تركيز الجلوكوز، فتطلق جلوكاجون الذي يرتبط بمستقبلات على خلايا الكبد (تجاهل العضلات)، وينشط بروتين G، فينتج cAMP، لأن تنشيط جلايكوجين فوسفوريليز، يحوّل الجلايكوجين إلى جلوكوز.

ب. ١. الشخص أ هو الأكثر احتمالًا أن يكون مصابًا بالسكري، بسبب ارتفاع الجلوكوز في الدم أو عدم انخفاض الجلوكوز إلى مستويات منخفضة أو ارتفاع الجلوكوز كثيرًا جدًا بعد الوجبات أو ما يعادلها.

٢. ب، 03:00 – 04:00 ساعة.

٣. زيادة تركيز الجلوكوز تزيد من معدل إعادة الامتصاص حتى 3 mg/mL، ثم تستقر بحد أقصى عند 400 mg/ min، وإفراز الجلوكوز هو 0 mg/min حتى (1.5 – 2.0 mg/mL)، ثم يرتفع إذ لم يتمّ إعادة امتصاص جميع الجلوكوز أو ما يعادلها لذا يرشح إلى الراشح.

٤. تركيز الجلوكوز في الدم لدى مريض السكري هو (قريب) أعلى دائمًا من 1.5 mgL، فوق عتبة الامتصاص أو ما يعادلها، (لذا) يكون الجلوكوز دائمًا في البول. تركيز الجلوكوز في الدم لدى ما قبل السكري هو غالبًا أقل من 1.5 mgL (لذا) يُعاد امتصاص جميع الجلوكوز أو لا يوجد في البول.

٧. أ. ١. يوجد عدد كبير من الثغور على السطح السفلي من الورقة. وعند خروج بخار الماء من الورقة عبر الثغور خلال عملية النتح، فإنه سيحول ورق كلوريد الكوبالت إلى اللون الوردي.

٢. تزيد شدة الضوء من معدل تحوّل ورقة كلوريد الكوبالت من الأزرق إلى الوردي – بالتالي يقل الزمن المستغرق لذلك أو ما يعادلها، حيث إن زيادة شدة الضوء تسبّب فتح المزيد من الثغور.

٣. توضع ورقة كلوريد الكوبالت على المنطقة نفسها أو على سطح الأوراق، يوضع حاجز البرسبيكس أمام النبات، ري النبات (أو الجذور) بالماء نفسه، أو الحفاظ على الرطوبة، تراقب درجة الحرارة بميزان الحرارة، يترك النبات لفترة من الزمن في الظلام قبل التجربة لضمان انغلاق جميع الثغور، يوضع المصباح بعيدًا عن النبات بمسافات مختلفة مقاسة بالمسطرة، تستخدم ساعة إيقاف لحساب الزمن الذي تحتاج إليه الورقة للتحوّل إلى اللون الوردي (تقاس المسافة إذا اذا لم يتم اعطاؤها بقياس mp 1)، تكرر كل مسافة ثلاث مرات على الأقل أو يشار إلى المتوسطات المتغيرة.

الوحدة الخامسة

التحكم والتنسيق

نظرة عامة

في هذه الوحدة، يبني الطلبة معارفهم على ما اكتسبوه من الاتزان الداخلي والإفراز من الوحدة الرابعة لاستكشاف سبب حاجة الكائنات عديدة الخلايا إلى أنظمة التنسيق. يوفر الجهاز العصبي وجهاز الغدد الصماء التنسيق في الإنسان وباقي الثدييات، وتوجد أجهزة للتنسيق في النباتات كذلك.

تقدم هذه الوحدة بعض الفرص للأنشطة العملية للطلبة، وتطوير مهاراتهم الحسابية.

مخطط التدريس

أهداف الموضوع	الموضوع	عدد الحصص	المصادر في كتاب الطالب	المصادر في كتاب التجارب العملية والأنشطة
٥-١	٥-١ مقارنة جهاز الغدد الصماء والجهاز العصبي	١	• قبل أن تبدأ بدراسة الوحدة • الشكل ٥-١ • الجدول ٥-١ • السؤالان ١ و ٢ • أسئلة نهاية الوحدة: ١	
٥-٢ ٥-٣ ٥-٤ ٥-٥ ٥-٦ ٥-٧ ٥-٨	٥-٢ التواصل العصبي	٦	• الأشكال من ٥-٢ إلى ٥-٢١ • الصور من ٥-١ إلى ٥-٦ • الجدولان ٥-٢ و ٥-٣ • الأسئلة ٣ و ٤ و ٥ و ٦ و ٧ و ٨ و ٩ و ١٠ و ١١ • العلوم ضمن سياقها: حيث يلتقي علم الأحياء مع علم النفس • أسئلة نهاية الوحدة: ٢ و ٣ و ٤	• نشاط ٥-١: النبضات العصبية • نشاط ٥-٢: استخدام اللغة التقنية • الاستقصاء العملي ٥-١: استقصاء ردود الفعل المنعكس عند الإنسان • أسئلة نهاية الوحدة: ١ و ٢ و ٣
٥-٩ ٥-١٠	٥-٣ الانقباض العضلي	٣	• الأشكال من ٥-٢٢ إلى ٥-٢٦ • الصورتان ٥-٧ و ٥-٨ • الأسئلة ١٢ و ١٣ • أسئلة نهاية الوحدة: ٥ و ٦ و ٧	• أسئلة نهاية الوحدة: ٤ و ٥ و ٦
٥-١١	٥-٤ التحكم والتنسيق في النباتات	١	• الشكلان ٥-٢٧ و ٥-٢٨ • السؤال ١٤ • أسئلة نهاية الوحدة: ٨	• نشاط ٥-٣: تأثير الأكسين على نمو الجذر والساق • الاستقصاء العملي ٥-٢: تأثير الطول الموجي للضوء على الانتحاء الضوئي في بادرات القمح (إثرائي) • أسئلة نهاية الوحدة: ٧

الموضوع ٥-١: مقارنة جهاز الغدد الصماء والجهاز العصبي

يعزِّز الموضوع معرفة الطلبة حول الاتزان الداخلي وحول عمل الهرمونات، بمقارنة كيفية عملها مع كيفية عمل الجهاز العصبي.

الأهداف التعليمية

٥-١ يقارن سمات الجهاز العصبي وجهاز الغدد الصماء.

عدد الحصص المقترحة للتدريس

يخصص لتنفيذ هذا الموضوع حصة واحدة من ٤٠ دقيقة.

المصادر المرتبطة بالموضوع

المصدر	الموضوع	الوصف
كتاب الطالب	الشكل ٥-١	• يبيّن الشكل الجهاز العصبي في الإنسان
	الجدول ٥-١	• يلخص الجدول الاختلافات الرئيسية بين جهاز الغدد الصماء والجهاز العصبي
	السؤالان ١ و ٢	• السؤالان المرتبطان بجهاز الغدد الصماء
	أسئلة نهاية الوحدة: ١	• السؤال المتعلق بجهاز الغدد الصماء

المفاهيم الخاطئة وسوء الفهم

من الشائع جدًا أن يخطئ الطلبة في جوانب التحكم الهرموني مع تلك المتعلقة بالتحكم العصبي؛ على سبيل المثال، يفترض العديد من الطلبة أن الأدرينالين يعمل من خلال انتقال النبضات العصبية، وقد ينبع سوء الفهم هذا من سرعة عمل هذا الهرمون.

أنشطة تمهيدية

لقد أتمّ الطلبة دراسة أنظمة التنسيق، وقد يتذكرون تعريفها، إذ يفترض أنهم يعلمون، من خلال عملهم في الوحدة الرابعة، أن الجسم يحتاج إلى إبقاء بعض العوامل في بيئته الداخلية في نطاق ضيّق. يجب أن تعمل الأنشطة المبدئية على تحديث / تنشيط هذه المعرفة والتأكيد على أن أنظمة التنسيق ضرورية لتحقيق ذلك.

فيما يأتي اقتراحان لنشاطَين يمكن استخدامهما كمحفزَين للموضوع. يعتمد اختيار النشاط على المصادر المتوافرة، وعلى الزمن المتاح، وعلى مدى تقدم الطلبة في هذا الموضوع.

١ فكرة (أ)

قم بإجراء اختبار قصير باستخدام ملخص المصطلحات والمفاهيم الأساسية من التعلم السابق ذات الصلة بهذا الموضوع، ثم زوِّد الطلبة بقطع ورق بحجم A4 مكتوبًا على كل من الوجهَين حرف واحد من بين A أو B أو C أو D. يقوم الطلبة «بالتصويت»

على اختيارهم الإجابة الصحيحة لكل سؤال عن طريق رفع قطعة الورق المناسبة (بالحرف المناسب) التي يعتقدون أنها تحدد الإجابة الصحيحة عند طرح كل سؤال.

› **أفكار للتقويم:** يمكن استخدام هذا النشاط لتقييم الطلبة تقويمًا تكوينيًا قبل أن يبدأوا بالموضوع. وبناءً على إجابات الطلبة، يمكنك تخصيص خمس دقائق لتعزيز بعض المفاهيم التي تمّ تناولها في الموضوع السابق، استعدادًا لهذا الموضوع.

٢ فكرة (ب)

اعرض مقطع فيديو قصيرًا يوضح بعض الاستجابات التي سيواجهها الطلبة خلال هذه الوحدة (انظر الجدول ٥-١ الوارد في كتاب الطالب للاطلاع على بعض الأمثلة).

› **أفكار للتقويم:** اطلب إلى الطلبة إكمال سلسلة من الجمل غير الكاملة التي تتعلق بمقطع الفيديو ومن ثم قم بتقديم الموضوع. لمساعدة الطلبة الذين يجدون هذا النشاط صعبًا، قدم بعض المصطلحات العلمية الأساسية على السبورة التي يجب أن يكونوا على دراية بها مسبقًا.

الأنشطة الرئيسية

فيما يأتي أنشطة تعلمية متعددة يمكنك اختيار ما تراه مناسبًا منها لتكييف الدرس بما يتواءم مع احتياجات الطلبة.

١ مقارنة العمليات (٩٠ دقيقة)

اكتب على السبورة عددًا كبيرًا من المصطلحات العلمية المرتبطة بموضوعات الوحدتَين الرابعة والخامسة، ثم زوِّد الطلبة بأقلام تعليم طالبًا إليهم الربط بين هذه المصطلحات بخطوط لبناء خريطة ذهنية، وكتابة الأسباب الكامنة وراء ربطهم لكل مصطلحَين، أعلى أو أسفل كل خط رسموه. يمثل هذا نشاطًا سريعًا: شغل ساعة إيقاف للعدّ التنازلي لزيادة سرعة العمل، فعندما يحين الوقت، شارك الطلبة النقاط الرئيسية التي توضح الأمور المشتركة بين جهاز الغدد الصماء وأنظمة التنسيق.

› **أفكار للتقويم:** وزّع الطلبة في ثنائيات بشكل عشوائي، واطلب إليهم قراءة عمل بعضهم. تقوم كل ثنائية بدمج إجاباتها مع الثنائية الأخرى للخروج بإجابة واحدة نهائية، ثم مشاركة إجابتهما مع ثنائية أخرى من زملائهما، ليتم بعد ذلك عرض أفضل إجابة مركبة على السبورة، حتى يتمكن الطلبة من التفكير في الكيفية التي تختلف فيها عن عمل كل منهم.

٢ استنتاج الأفكار (٣٠ دقيقة)

اعرض على السبورة صورة توضح مفهومًا أو عنصرًا متعلقًا (فكرة مرتبطة) بموضوع التنسيق. قد يكون هذا مشابهًا لرد الفعل المنعكس في القزحية عند تسليط ضوء ساطع على العين. شجع الطلبة على استنتاج (اقتراح) كيف يمكن لأنظمة التنسيق أن تكون قادرة على إحداث ردود الفعل (الاستجابات).

› **أفكار للتقويم:** اطلب إلى الطلبة كتابة سلسلة من الأسئلة حول أنظمة التنسيق في الإنسان والحيوان والنباتات، بحيث يجب أن تكون هذه الأسئلة هي الأسئلة التي يتوقع الطلبة أن يحصلوا على الإجابة عنها أثناء دراستهم لهذا الموضوع. هذه طريقة جيدة لتركيز انتباه الطلبة على الأهداف التعليمية المطلوبة، فشجعهم الطلبة على تنويع الأسئلة لتشمل أسئلة مغلقة وأخرى مفتوحة. الأسئلة التي لها إجابة واحدة صحيحة فقط تفيد في التحقق من مستوى الفهم؛ كما أن بعض الأسئلة تحفز على التفكير بعمق. شجع اثنين أو ثلاثة من الطلبة على مشاركة بعض أسئلتهم مع الصف.

التعليم المتمايز (تفريد التعليم)

التوسّع والتحدي

اطلب إلى الطلبة إجراء المزيد من البحث في الغدة النخامية، وشجّعهم على تحديد وظائف الغدة النخامية الخلفية والأمامية اللتَين تحتويان على نسيج عصبي ونسيج غدد صماء على التوالي.

الدعم

ساعد الطلبة على تقدير أوجه التشابه بين الغدد الصماء والجهاز العصبي من خلال نمذجة لكيفية رسم مخطط فن. تساعد هذه الطريقة على مقارنة أوجه الشبه وأوجه الاختلاف بين فكرتَين مختلفتَين على الأقل (مثل الفكرة (أ) والفكرة (ب)). تمثل منطقة التداخل (التقاطع) الخصائص التي تشترك فيها كل من الفكرتَين (أ) و (ب)، أمّا المنطقتان اللتان لا تتداخلان فتمثّلان خصائص تميّز كل فكرة على حدة ولا تتشارك الفكرتان معًا.

تلخيص الأفكار والتأمّل فيها

- يركز السؤالان 1 و 2 الواردان في كتاب الطالب على دور الهرمونات في أنظمة التواصل.
- ابدأ نشاط «فكِّر، شارك زميلك، شارك الصف» لتشجيع الطلبة على تصميم «خريطة مفاهيمية» لتوضيح تعلمهم أثناء الدرس بطريقة مرئية، ثم قدم لهم سلسلة من المصطلحات للمساعدة في تنظيم عملهم. ولجعل هذا الأمر أكثر صعوبة بالنسبة إلى الطلبة، أضف المصطلحات في الخطوط التي تربط بين الكلمات الرئيسية المختلفة؛ على سبيل المثال، على الخط الذي يربط بين **المستقبِل** و**المستجيب**، يمكن إضافة مصطلح «**مركز التنسيق**».
- قم بإعداد ثلاثة أو أربعة أسئلة من أوراق الامتحانات السابقة، يفضَّل أن تكون أسئلة الاختيار من متعدد أو أسئلة الإجابة القصيرة، بحيث يكملها الطلبة ويسلّمونك إيّاها عند مغادرتهم غرفة الصف. يمكن أن توفر تقنية «بطاقة الخروج» هذه فرصة للتقييم التكويني، ما يتيح لك الحكم على ما إذا كان المزيد من التعزيز للمحتوى ضروريًا في الموضوع التالي.
- لجمع وتعزيز المصطلحات العلمية الأساسية بشكل كامل، قدم لكل طالب قطعة من الورق مقسمة إلى نصفَين، بحيث يحتوي النصف الأول على مصطلح علمي رئيسي، ويحتوي النصف الآخر على تعريف – ولكن ليس تعريف المصطلح العلمي الرئيسي. من أمثلة المصطلحات العلمية التي يجب تضمينها **المنبّه**، و**المستقبِل**، و**المستجيب**، و**مركز التنسيق**، و**الاستجابة**. اسمح للطلبة بالانتقال في جميع أنحاء الغرفة للعثور على الزميل الذي لديه الدومينو (الورقة) مع تعريف المصطلح العلمي، وعلى زميل آخر لديه المصطلح العلمي لتعريفه. وفي نهاية المطاف، يجب على الطلبة ترتيب أنفسهم في طابور طويل بحيث يتم محاذاة المصطلحات العلمية والتعريفات الرئيسية جنبًا إلى جنب.

التكامل مع المناهج

مهارة القراءة والكتابة

يقدم هذا الموضوع عددًا قليلًا من المصطلحات العلمية، وتتمثل إحدى الطرائق الجيدة لمساعدة الطلبة على تطوير استخدامهم وفهمهم للمصطلحات العلمية بشكل أكبر في تزويدهم «بإطار كتابة» يحتوي على سلسلة من المربعات (الصناديق) الفارغة التي يمكن استخدامها كنقطة بداية لبناء جدول للمقارنة لاحقًا. يطلب إلى الطلبة إضافة المصطلحات العلمية الأساسية إلى الأماكن المناسبة في إطار الكتابة المذكور.

المهارة الحسابية

هناك فرصة ضئيلة لتطوير المهارات المتعلقة بالرياضيات في هذا الموضوع. ومع ذلك، هناك إمكانية لتزويد الطلبة بقيم تمثل سرعة انتقال النبضات العصبية والطلب إليهم القيام بتحويلها إلى الشكل المعياري أو التحويل بين وحدات القياس المختلفة.

الموضوع ٥-٢: التواصل العصبي

يساعد هذا الموضوع على تطوير فهم الطلبة لتركيب الخلايا العصبية، وكيفية عمل قوس الانعكاس، كما يستكشف دور المستقبلات الحسية في أنظمة التنسيق. أخيرًا، يدرس الطلبة العملية التي يتم من خلالها انتقال جهد الفعل، بما في ذلك طبيعة جهد الراحة ، ويتم أيضًا استكشاف تركيب الخلايا العصبية المايلينية، بما في ذلك الوصلات مع الخلايا العصبية الأخرى.

الأهداف التعليمية

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 مستقبِل كيميائي مثل برعم التذّوق.

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.

عدد الحصص المقترحة للتدريس

يخصص لتنفيذ هذا الموضوع ست حصص كل واحدة منها ٤٠ دقيقة.

المصادر المرتبطة بالموضوع

المصدر	الموضوع	الوصف
كتاب الطالب	الأشكال من ٥-٢ إلى ٥-٢١	• الأشكال الخاصة بالخلايا العصبية، وقوس الانعكاس، وجهود الفعل
	الصور من ٥-١ إلى ٥-٦	• الصورة المرتبطة بالأبحاث حول النشاط الكهربائي في الدماغ، وصور مجهرية مرتبطة بالخلايا العصبية
	الجدول ٥-٢ الجدول ٥-٣	• يبيّن الجدول سرعة انتقال النبضات العصبية في محاور أسطوانية للحبار والإنسان. • يبيّن الجدول أمثلة على المستقبلات الحسية والمنبهات التي تستجيب لها

	الأسئلة من ٣ إلى ١١	• الأسئلة المرتبطة بالخلايا العصبية وبجهد الفعل
	العلوم ضمن سياقها	• حيث يلتقي علم الأحياء مع علم النفس
	أسئلة نهاية الوحدة: ٢ و ٣ و ٤	• الأسئلة المرتبطة بالخلايا العصبية وبجهد الفعل
كتاب التجارب العملية والأنشطة	نشاط ٥-١	• النبضات العصبية
	نشاط ٥-٢	• استخدام اللغة التقنية
	استقصاء عملي ٥-١	• استقصاء ردود الفعل المنعكس عند الإنسان
	أسئلة نهاية الوحدة: ١ و ٢ و ٣	• الأسئلة المرتبطة بالخلايا العصبية وبجهد الفعل

المفاهيم الخاطئة وسوء الفهم

- قد يجد الطلبة صعوبة في فهم أن الخلية العصبية هي خلية واحدة. يمكن أن يساعد لفت الانتباه إلى العضيات المألوفة الموجودة داخل جسم الخلية وإظهار المحور الأسطواني على أنه خيوط سيتوبلازمية رفيعة (الشكلان ٥-٢ و٥-٣ الواردان في كتاب الطالب).
- غالبًا ما يستخدم الطلبة مصطلح العصب (بدلًا من **الخلية العصبية**)، وبالمثل يمكن أن يخلطوا بين الخلية **المستقبلة الحسية** و**الخلايا العصبية الحسية**.
- من الشائع أن يفترض الطلبة أن خلايا شوان هي التي تنتج المايلين، وليس الخلايا العصبية. الشكل ٥-٥ والصورة ٥-٤ الواردان في كتاب الطالب مفيدان هنا للمساعدة في توضيح أن المحور الأسطواني لخلية عصبية المحاط بالمايلين، يكوّن المايلين بواسطة خلايا شوان المحيطة به.
- يجب على الطلبة استخدام المصطلح العلمي **محور أسطواني**، وليس **شجيرة عصبية** (مصطلح أقدم).
- يخلط بعض الطلبة في معنى كل من المصطلحات العلمية الآتية: **إزالة الاستقطاب**، **إعادة الاستقطاب**، **جهد الراحة**، **جهد الفعل**، **جهد العتبة**، **وفرق الجهد**. السؤال ٦ الوارد في كتاب الطالب يساعد الطلبة على فهم هذه المصطلحات العلمية من خلال طرح سلسلة من الأسئلة التي تساعدهم على التمييز بينها.
- يستخدم الطلبة عادةً مصطلحات علمية غامضة مثل «**الإشارات**» أو «**الرسائل**» بدلًا من **جهد الفعل** أو **النبضات العصبية**.
- يستخدم الطلبة بشكل متكرر مصطلحات **التشابك العصبي** و**الشق التشابكي** بشكل متبادل. **التشابك العصبي** هو التركيب العام للاتصال (الارتباط) بين الخلية العصبية قبل التشابكية والخلية العصبية بعد التشابكية، بما في ذلك **الشق التشابكي** – وهو الفجوة بينهما.
- من الشائع أن يصف الطلبة عمليات نقل الأيونات مثل K^+ و Ca^{2+} بشكل غير واضح. قد يقولون إن هذه الأيونات «تنتقل إلى داخل الخلايا العصبية عبر غشاء الخلية»، ولا تتحرك في غشاء الخلية بمعنى «داخل غشاء الخلية نفسها».
- لا تستعيد مضخات الصوديوم – البوتاسيوم جهد الراحة بعد إزالة الاستقطاب الذي يحدث أثناء جهد الفعل؛ ومع ذلك، فإن هذه المضخات مسؤولة جزئيًا عن جهد الراحة من خلال الحفاظ على تركيزات أيونات الصوديوم وأيونات البوتاسيوم على كل من جانبَي غشاء الخلية العصبية.
- يمكن للطلبة في كثير من الأحيان أن يكتبوا بإسهاب حول آلية انتقال النبضات العصبية عبر التشابك العصبي، حتى عندما يُطلب إليهم وصف انتقال جهد الفعل على طول الخلية العصبية.

أنشطة تمهيدية

سيكون الطلبة على دراية بالعديد من المصطلحات العلمية والمفاهيم التي يواجهونها في هذا الموضوع. يتضمن ذلك الفهم العام بأن المستقبلات الحسية هي محولات طاقة، وأنها تحوّل شكلًا معيّنًا من الطاقة إلى نبضات كهربائية تُعرف بالنبضات العصبية. يجب أن يعزز النشاط التمهيدي هذه المعرفة، من خلال دراسة وتفحص المستقبِلات الحسية المختلفة، ومواقعها وأنواع المنبهات (المحفزات) التي تتحسسها.

في ما يأتي اقتراحان لنشاطَين يمكن استخدامهما كمحفزَين على الموضوع. يعتمد اختيار النشاط على المصادر المتوافرة، وعلى الزمن المتاح، وعلى مدى تقدم الطلبة في هذا الموضوع.

١ فكرة (أ)

اطلب إلى الطلبة إدراج قائمة بالتغييرات البيئية الخارجية التي يمكنهم تحسسها. يمكنهم أيضًا اقتراح منبّهات لا يمكننا تحسسها (مثل الصوت عالي التردد – الموجات فوق الصوتية). قد يدفع هذا الأمر باتجاه تحفيز نقاش حول تكيف المستقبلات الحسية مع المتغيرات البيئية المحيطة وطرائق حياة الحيوانات المختلفة، فشجع الطلبة على القيام بنشاط «فكر، شارك زميلك، شارك الصف» وحفِّزهم على تنفيذ رسم تخطيطي لقوس انعكاس، بدون مسميات أو تعليقات توضيحية، واطلب إليهم أن يتشاركوا رسومهم وساعدهم في دمجها معًا في رسم تخطيطي أكثر شمولًا.

› **أفكار للتقويم:** زوّد الطلبة بورقة تحتوي على قائمة بمسميات كل مكوّن من مكوّنات قوس الانعكاس، وشجعهم على إضافة هذه المصطلحات العلمية إلى الرسم التخطيطي. هذه طريقة جيدة لتنشيط معرفة الطلبة بهذه المادة قبل استكشاف تسلسل الأحداث التي تحدث في أنظمة التنسيق.

٢ فكرة (ب)

قم بإعداد لغز الكلمات المتقاطعة بحيث تحتوي على أسئلة أو مفاتيح حل (أدلة) (تلميحات، مفاتيح حل، إشارات) للمصطلحات العلمية المرتبطة بمحتوى هذا الموضوع. يمكن القيام بالنشاط في ثنائيات وعلى شكل منافسة، والثنائي الذي ينهي الكلمات المتقاطعة أولًا يُعدّ الفريق الفائز.

› **أفكار للتقويم:** يمكن استخدام هذا النشاط لتقييم الطلبة تقويمًا تكوينيًا قبل أن يبدأوا بدراسة الموضوع. شجع الطلبة على إبراز المصطلحات العلمية التي واجهوا صعوبة بالغة في تذكرها من خلال وضع خط تحتها أو استخدام أقلام تخطيط ملوّنة.

الأنشطة الرئيسية

فيما يأتي أنشطة تعلمية متعددة يمكنك اختيار ما تراه مناسبًا منها لتكييف الدرس بما يتواءم مع احتياجات الطلبة.

١ دراسة تركيب الخلايا العصبية (٤٥ دقيقة)

استخدم الأشكال الموجودة في هذا الموضوع في كتاب الطالب والشرائح المجهرية أو الصور المجهرية لمقطع عرضي في عصب لوصف تركيب الخلايا العصبية. من الممكن رؤية أغلفة المايلين وعقد رانفييه في المقاطع العرضية في الأنسجة العصبية (انظر الصورة المجهرية الضوئية ٥-٣ لمقطع عرضي في عصب). ركز على مزيد من المناقشة حول التركيب الدقيق للخلايا العصبية والتشابكات العصبية، كما تُشاهد باستخدام المجهر الإلكتروني النافذ، لتفسير الفرق بين الأعصاب والخلايا العصبية، وأيضًا الفرق بين الخلايا العصبية المايلينية وغير المايلينية.

› **أفكار للتقويم:** اطلب إلى الطلبة طرح أسئلة باستخدام «مجموعات الأسئلة» حول هذا الموضوع؛ على سبيل المثال، يمكن كتابة «لماذا يُعدّ ..... مثالًا على .....؟» على السبورة، مع تشجيع الطلبة على طرح أسئلة بخصوص جوانب هذا الموضوع. يمكن أن تشمل الأمثلة ما يلي:

- لماذا تُعدّ **الخلايا العصبية الحسية** مثالًا **على خلية؟**
- لماذا يُعدّ **برعم التذوق لدى الإنسان** مثالًا **على المستقبلات الحسية؟**

٢ استقصاء عملي ٥-١ استقصاء ردود الفعل المنعكس عند الإنسان (٣٠ دقيقة)

ينفذ الطلبة الاستقصاء العملي ٥-١: الوارد في كتاب التجارب العملية والأنشطة لاستقصاء ردود الفعل من خلال مقارنة زمن ردود الفعل عند الاستجابة للرؤية واللمس والسمع.

› **أفكار للتقويم:** يجب على الطلبة إكمال أسئلة التحليل في الاستقصاء، والتي تتطلب منهم حساب زمن ردود الفعل وحساب سرعة انتقال النبضات العصبية من تجربتهم. ناقش مع الطلبة سلم الدرجات لتقويم عملهم وكيف يختلف عن سلم الدرجات الذي سيضعونه، قبل إتاحة الفرصة لهم لتقييم عملهم. وكنشاط إثرائي، يمكن لهم أيضًا محاولة تطبيق التحليل الإحصائي لاختبار t على بياناتهم (السؤالان ٤ و ٥).

٣ العلوم ضمن سياقها: حيث يلتقي علم الأحياء مع علم النفس (١٠ دقيقة)

اطلب إلى الطلبة اقتراح إجابات عن الأسئلة التالية، والتي تتعلق بمحتوى «العلوم ضمن سياقها» الواردة في بداية الوحدة من كتاب الطالب: حيث يلتقي علم الأحياء بعلم النفس.

- كم عدد الخلايا العصبية الموجودة في الدماغ؟ وكم عدد نقاط التشابك العصبي بينها؟
- لماذا يعاني بعض الناس من مشكلة الحسّ المتزامن (Synaesthesia)؟ (هذه هي القدرة على سماع الألوان ورؤية الصوت؛ انظر الصورة – والنص المصاحب في كتاب الطالب).
- كيف فقدت «السيدة المفصولة عن الجسد» أي إحساس بجسدها؟
- ما هي الأساليب التي تمّ استخدامها لدراسة الجهاز العصبي للثدييات، خصوصًا فيما يتعلق بتحديد «مراكز» التحكم في الدماغ؟

› **أفكار للتقويم:** اطرح سلسلة من الأسئلة للتأكد من أن الطلبة يفهمون ما يلي:

- يتضمن النقل العصبي انتقال النبضات العصبية المنفصلة أو «أجزاء» المعلومات من أحد طرفَي الخلية العصبية إلى الطرف الآخر.
- توفر الخلايا العصبية مقاومة للتدفق الطولي للتيار الكهربائي، فيضمحل هذا التيار ويتلاشى، لذلك يتم «تعزيزه» بواسطة جهود الفعل.
- يتدفق التيار الكهربائي في جهد الفعل عبر غشاء الخلية العصبية حيث تنفتح البروتينات القنوية المبوبة الفولتية للسماح لأيونات الصوديوم بدخول المحور الأسطواني.

٤ مناقشة صفية: مقارنة النبضات العصبية بالتيارات الكهربائية (٣٠ دقيقة)

ابدأ هذا الدرس بالتركيز على المشكلات المرتبطة بانتقال النبضات العصبية على طول الخلية العصبية، فاشرح كيف يختلف انتقال النبضات العصبية عن توصيل الكهرباء على طول سلك معدني، واستخدم الرسوم المتحركة لإظهار كيفية انتقالها على طول الخلايا العصبية المايلينية وغير المايلينية، مع إشارة واضحة إلى الأشكال الموجودة في كتاب الطالب.

يمكن العثور على مثال جيد في الرابط الآتي:

https://www.edumedia-sciences.com/en/media/217-saltatory-conduction

› **أفكار للتقويم:** اكتب سلسلة من الأحداث (مثل مخطط انسيابي) التي تحدث في عقدة رانفييه قبل وأثناء وبعد حدوث جهد الفعل، ثم اكتب تسلسلًا آخر لشرح كيفية انتقال نبضة عصبية على طول خلية عصبية.

٥ جعل معنى منطقي للآليات (٣٠ دقيقة)

ناقش مزايا وفوائد وجود التشابكات العصبية الكيميائية في جميع أنحاء الجهاز العصبي، وشجع الطلبة ليقوم كل منهم بتنفيذ رسم تخطيطي تقريبي (بسيط) لما يحدث عند التشابك العصبي، وتأكد من شرح الكيفية التي يضمن بها تركيب التشابك العصبي تدفقًا أحادي الاتجاه (في اتجاه واحد) للنبضات في الجهاز العصبي. استخدم صورًا مجهرية إلكترونية (النافذ)، وكذلك رسومًا تخطيطية مثل الشكل ٥-١٩ والصورة ٥-٥ الواردَين في كتاب الطالب لمساعدة الطلبة الذين يجدون هذا النشاط صعبًا.

› **أفكار للتقويم:** اكتب على بطاقات تسلسل الأحداث عند التشابك العصبي، وقم بخلط هذه البطاقات، طالبًا إلى الطلبة القيام بوضعها بالترتيب الصحيح.

التعليم المتمايز (تفريد التعليم)

التوسع والتحدي

- كلف الطلبة استقصاء الطرائق المختلفة التي تعمل بها المستقبلات؛ على سبيل المثال، يمكنهم معرفة المزيد عن المستقبلات الكيميائية المختلفة في براعم التذوق في الإنسان، وحفزهم على تلخيص النتائج التي توصلوا إليها على شكل ملصق أو عرض تقديمي في PowerPoint.
- شجع الطلبة على مقارنة التحكم في الفعل المنعكس لحدقة العين (رد فعل قحفي - عبر الدماغ) مع التحكم في الفعل المنعكس في نفضة الركبة (الرضفة) عبر النخاع الشوكي، أو تعداد ردود فعل بسيطة أخرى لدى الإنسان وشرح مزايا وفوائد كل منها.
- تحدَّ الطلبة لتحويل رسم تخطيطي (على سبيل المثال، خلية عصبية حركية) إلى تمثيل بياني (على سبيل المثال، انتقال نبضة عصبية على طول المحور الأسطواني) أو إلى نص مكتوب. ولجعل هذه المهمة أكثر صعوبة، امنح الطلبة ٦٠ ثانية فقط للقيام بذلك.
- تحدَّ الطلبة لشرح سبب امتلاك كل جهود الفعل للمنبِّه للسعة نفسها، وسبب تحديد قوة المنبِّه بعدد جهود الفعل (النبضات العصبية) التي تنتقل في وحدة الزمن. يمكن أن يمتد هذا النشاط للنظر في مستويات شدة العتبة و«قانون الكل أو العدم».

قد يفيد هنا الرجوع إلى الشكل ٥-١١ الوارد في كتاب الطالب، الذي يوضح جهود الفعل الناتجة من منبه قوي ومنبه ضعيف.

- شجع الطلبة على شرح الفرق بين عمليتَي انتقال وتوصيل النبضة العصبية في الخلايا العصبية المايلينية وفي تلك غير المايلينية، وإجراء بحث في الاضطرابات التي يفتقد فيها المايلين (مثل مرض التصلب اللويحي المتعدد)، واطلب إليهم أيضًا شرح وظيفة المحاور الأسطوانية العملاقة في ديدان الأرض.
- حفز الطلبة على التفكير في تفاصيل كيفية عمل مستقبلات الأستيل كولين، باستخدام الشكل ٥-٢٠ الوارد في كتاب الطالب.
- شجع الطلبة على سؤال: «ما هو السؤال؟» عند إعطائهم إجابة. في هذا النشاط يمكن استخدام الأشكال من ٥-٦ إلى ٥-١٤ الواردة في كتاب الطالب. قم بتوفير صور مجهرية إلكترونية (النافذ) للخلايا العصبية، وشجعهم على كتابة الأسئلة المناسبة فيما يتعلق بالمادة المرتبطة بالمنبهات. وكبديل عن ذلك، يمكن للطلبة إنتاج وطرح أسئلتهم وإجاباتهم، مع تضمين أفضلها في اختبار نهاية الموضوع.
- اطلب إلى الطلبة الرجوع إلى هذا الموقع:

https://themedicalbiochemistrypage.org/biochemistry-of-nerve-transmission/

الذي يحتوي على الكثير من التفاصيل حول المواد الناقلة (النواقل)، إذ يفيد في إعداد تمارين حل المشكلات المرتبطة بعمل الأدوية غير المألوفة وتأثيرها في نقاط التشابك العصبي، بحيث يمكن استخدامها كأنشطة لمساعدة الطلبة على تطبيق معارفهم.

الدعم

- يطلب السؤال ٣ الوارد في كتاب الطالب إلى الطلبة عمل جدول لمقارنة تركيب ووظيفة الخلايا العصبية الحركية والحسية.
- زوّد الطلبة بعدد من الجمل غير المكتملة المرتبطة بالمادة التي تمّت تغطيتها في هذا الموضوع، واطلب إليهم إكمالها، لمساعدتهم على كتابة مجموعة من الملاحظات الدقيقة.
- يُعدّ النشاط ٥-٢ الوارد في كتاب التجارب العملية والأنشطة نشاطًا جيد البناء يطلب إلى الطلبة فهم كيفية تطبيق سلّم الدرجات لتقويم إجابات موسعة (المقالات المصغرة) حول موضوع النقل عبر التشابك العصبي. قم بتوجيه الطلبة إلى أسئلة نهاية الوحدة ٢ و ٣ من كتاب التجارب العملية والأنشطة، والتي تطرح سلسلة من الأسئلة المماثلة التي تركز على جهود الفعل والتشابكات العصبية؛ بذلك يقوم الطلبة بتطبيق المهارات التي طوّروها.
- اطلب إلى مجموعة من الطلبة الاصطفاف في طابور لتوضيح كيفية انتقال جهد الفعل على طول الخلايا العصبية. وللقيام بذلك، رتّب الطلبة في طابور طويل واطلب إلى كل منهم رفع ذراعَيه إلى أعلى واحدًا تلو الآخر في تتابع سريع، بحيث يرسل الطالب في أحد طرفَي الطابور «نبضة عصبية» ويرفع كل من الطلبة خلفه ذراعَيه ويخفضهما بسرعة كبيرة بالتتابع، إذ تشير حركة الذراعَين إلى جهد الفعل. يمكن أخذ هذا النشاط إلى أبعد من ذلك عن طريق بدء «النبضة العصبية» في منتصف المحور الأسطواني (طابور الطلبة)، وفي هذه الحالة سوف ينتقل في كلا الاتجاهَين. إذا تأكدت من أن أيدي الطلبة لا تتلامس، فهذا قد يقود إلى مناقشة فعالة حول طبيعة نقاط التشابك العصبي.

- شجع الطلبة على صنع نماذج للأنواع الثلاثة من الخلايا العصبية باستخدام صلصال طين (معجون) النمذجة، الأمر الذي قد يساعدهم على تقدير الاختلافات بين تركيب الخلايا المختلفة. وبدلًا من ذلك، اعرض نموذجًا للمحور الأسطواني المصنوع عن طريق وضع عدة أنابيب من الورق المقوّى (من لفائف المناشف الورقية) على طول عصا (مكنسة)، إذ تمثل أنابيب الورق المقوى المايلين، أمّا الفجوات الصغيرة بين الأنابيب فتمثل عقد رانفييه.
- استخدم الرسوم المتحركة لإظهار كيفية انتقال النبضات العصبية عبر نقاط التشابك العصبي، يمكن للطلبة زيارة هذا الموقع الإلكتروني:

https://www.sumanasinc.com/webcontent/animations/content/synaptictransmission.html

تلخيص الأفكار والتأمّل فيها

- ارسم رسمًا تخطيطيًا كبير الحجم على السبورة يمثل قوس انعكاس، وتأكد من إدراج ما بين خمسة إلى عشرة أخطاء عن قصد في هذا المخطط، قد تشتمل على الأخطاء الإملائية والأخطاء المفاهيمية؛ على سبيل المثال، يمكنك كتابة شروحات توضح:
  - خلية عصبية حسية مرتبطة بالمستجيب.
  - مستقبلًا ضوئيًا في شبكية العين يتحسس منبهًا سمعيًا.
  - خلية عصبية موصلة موجودة في الحبل الشوكي تتصل بخلية عصبية حسية قادمة من شبكية العين.

  ادعُ الطلبة بعد ذلك إلى اكتشاف وتصحيح أكبر عدد ممكن من الأخطاء وتحديدها باستخدام عدة أقلام تأشير ملونة (Marking pens) خاصة بالسبورة البيضاء. يمكن تحويل هذا النشاط إلى مسابقة، مع اعتبار الطالب الأول الذي يحدد جميع الأخطاء هو الفائز.
- استخدم استراتيجية أحجية الصور المقطوعة (الجيكسو Jigsaw) للتركيز على تقنيات الاختبارات. من خلال هذا النشاط، تصبح مجموعات صغيرة من الطلبة خبراء في الإجابة عن سؤال واحد من اختبار سابق، ثم ينقسمون إلى مجموعات مُعادة الترتيب «لتعليم» زملائهم (أقرانهم) كيفية الإجابة عن ذلك السؤال. وهذا يعني أن كل طالب مسؤول عن تعلم الآخرين، ويزودهم بآراء واستراتيجيات بديلة للإجابة عن أسئلة اختبارات سابقة. تجوّل في غرفة الصف بين المجموعات أثناء النشاط لإبراز الأفكار الجيدة ولتشجيع الطلبة وتحفيزهم.
- تشمل التمارين التي يمكن إجراؤها كملخصات فعالة لهذا الموضوع ما يلي، وفي جميع الحالات، شجع الطلبة على المشاركة في تقييم الزملاء (الأقران) لعملهم، ويجب تعريفهم بمعايير النجاح الواضحة، لذلك زوِّدهم بقائمة تدقيق Checklist أو مخطط سلم درجات مبسط لمساعدتهم على تقييم عملهم:
  - يتطلب النشاط ٥-١ الوارد في كتاب التجارب العملية والأنشطة من الطلبة تطبيق معرفتهم لجهد الفعل والتشابك العصبي لشرح كيفية تداخل وتأثير السموم المختلفة على عمل الجهاز العصبي.
  - يتمحور السؤال ٢ من أسئلة نهاية الوحدة الوارد في كتاب الطالب حول تركيب ووظيفة الخلايا العصبية المايلينية. يتحدى سؤال نهاية الوحدة ٤ الطلبة لتطبيق معرفتهم حول انتقال النبضة العصبية عبر التشابك العصبي لاقتراح تأثير مركبات كيميائية مختلفة على الانتقال عبر التشابكات العصبية الكولينية.

التكامل مع المناهج

مهارة القراءة والكتابة

يقدم هذا الموضوع عددًا كبيرًا من المصطلحات العلمية الأساسية، أسماء وأفعال. تطبيق تقنيات مثل «(الممنوعات/المحظورات)»، حيث يعمل الطلبة في ثنائيات لوصف الكلمات الرئيسية بعضهم لبعض، ولكن من دون استخدام مصطلحات علمية أخرى (مدرجة)، هو أمر مفيد. على سبيل المثال، سيكون من الصعب على الطلبة وصف كيفية استعادة جهد الراحة بعد جهد الفعل من دون استخدام المصطلحات العلمية الرئيسية الثلاثة: **الانتشار المسهل**، و**إعادة الاستقطاب**، و**غشاء سطح الخلية**. ضع المصطلحات العلمية الأساسية على السبورة عندما يأتي الطلبة على ذكرها. هذا الأمر يعزز أهمية تلك المصطلحات العلمية ويساعد الطلبة على التعرف إليها. وبدلًا من ذلك، قم بإعداد تمرين للكلمات المفقودة (إطار الكتابة)، والذي يتطلب إلى ثنائيات الطلبة استكماله المصطلحات العلمية الواردة في قائمة المصطلحات العلمية المفقودة.

المهارة الحسابيّة

يمكن حساب سرعة النبضات العصبية أو كثافة الخلايا المستقبلة، التي تتضمن معالجة الأرقام.

الموضوع ٥-٣: الانقباض العضلي

يتبع هذا الموضوع موضوع التنسيق العصبي، حيث يستكشف الطلبة بمزيد من التفصيل أدوار التأشير الخلوي، والعلاقة بين الاستثارة والانقباض العضلي، وعناصر الهيكل الخلوي داخل ألياف العضلات المخططة.

الأهداف التعليمية

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.

عدد الحصص المقترحة للتدريس

يخصص لتنفيذ هذا الموضوع ثلاث حصص كل واحدة منها ٤٠ دقيقة.

المصادر المرتبطة بالموضوع

المصدر	الموضوع	الوصف
كتاب الطالب	الأشكال من ٥-٢٢ إلى ٥-٢٦	• الأشكال الخاصة بتركيب الخلايا العضلية الهيكلية ونموذج الخيط المنزلق للانقباض العضلي
	الصورتان ٥-٧ و ٥-٨	• الصورتان المجهريتان لألياف العضلات
	الأسئلة ١٢ و ١٣	• الأسئلة المرتبطة بالعضلات المخططة وبنموذج الخيط المنزلق لانقباض العضلات
	أسئلة نهاية الوحدة: ٥ و ٦ و ٧	• الأسئلة المرتبطة بألياف العضلات المخططة
كتاب التجارب العملية والأنشطة	أسئلة نهاية الوحدة: ٤ و ٥ و ٦	• الأسئلة المرتبطة بالعضلات المخططة وبنموذج الخيط المنزلق لانقباض العضلات

المفاهيم الخاطئة وسوء الفهم

- من الشائع أن يخلط الطلبة بين دور كل من التروبونين والتروبوميوسين، فأثناء انقباض العضلة، يتم إطلاق أيونات الكالسيوم من الساركوبلازم وترتبط مع التروبونين، وليس مع التروبوميوسين.
- يسيء الطلبة تفسير الآلية التي يحدث بها انقباض العضلات ويفترضون أن خيوط الأكتين تتحرك بنشاط بعضها باتجاه بعض بطريقة منفصلة عن ارتباط حركتها بخيوط الميوسين.

أنشطة تمهيدية

يعرف الطلبة أن العضلات تنقبض، لكنهم على الأرجح لا يعرفون الآلية الدقيقة التي يحدث بها ذلك.

في ما يأتي اقتراحان لنشاطَين يمكن استخدامهما كمحفزَين على الموضوع. يعتمد اختيار النشاط على المصادر المتوافرة، وعلى الزمن المتاح، وعلى مدى تقدم الطلبة في هذا الموضوع.

١ فكرة (أ)

اكتب على السبورة سلسلة من الجمل بتركيب مختلط (بكلمات مبعثرة)، واطلب إلى الطلبة إعادة ترتيب كل جملة لتكوين جمل ذات معنى؛ على سبيل المثال:

- للانقباض ATP تحتاج إلى عضلات.

(**الإجابة: تحتاج العضلات إلى ATP للانقباض**).

- تعمل تنقبض أزواج مضادة الأخرى العضلات إحدى تنبسط العضلات.

(**الإجابة: تعمل العضلات في أزواج مضادة - تنقبض إحدى العضلات وتنبسط الأخرى**).

› **أفكار للتقويم:** شجع الطلبة على العمل في ثنائيات لإنتاج سلسلة أخرى من الجمل المختلطة المرتبطة بهذا الموضوع، ثم زوِّدهم بمصطلحات علمية تساعدهم في تنظيم أفكارهم. يمكن مشاركة الأمثلة الأفضل مع بقية الصف.

٢ فكرة (ب)

شجع الطلبة على الانخراط في نشاط «فكر، شارك زميلك، شارك الصف» لاقتراح آليات لانقباض العضلات، والتي يتم تمثيلها بعد ذلك على شكل رسوم تخطيطية بسيطة، قدمًا لهم بعض التلميحات: اطلب إليهم الاطلاع على المعلومات الواردة في كتاب الطالب، والتي تلخص معلومات حول أنواع الأنسجة العضلية الثلاثة في الإنسان وباقي الثدييات؛ يمكنك أيضًا عرض صور مجهرية ضوئية للألياف العضلية (الصورة ٥-٦)، مع لفت انتباههم إلى الطبيعة المخططة للأنسجة العضلية.

› **أفكار للتقويم:** اختر ثلاثًا أو أربعًا من الأفكار التي اقترحها الطلبة بشكل عشوائي واطلب إلى الذين اقترحوها الوقوف وتقديم وصف موجز لأفكارهم. فكر في الشكل العام للآليات التي تم اقتراحها. وفي نهاية الموضوع، ذكّر الصف بالأفكار المقترحة المختارة، وحفزهم على تحديد الآلية الأقرب إلى الآلية الفعلية.

الأنشطة الرئيسية

فيما يأتي أنشطة تعلمية متعددة يمكنك اختيار ما تراه مناسبًا منها لتكييف الموضوع بما يتواءم مع احتياجات الطلبة.

١ نمذجة انقباض العضلات (٣٠ دقيقة)

زوّد الطلبة بمجموعة من العناصر البسيطة مثل عيدان المصاصات (الحلوى العودية) Lollipops، وعيدان تنظيف الأذن القطنية، والأربطة المطاطة، وما إلى ذلك، ثم تحداهم لإنتاج نموذج متحرك (من الناحية المثالية، لديه القدرة على الحركة) لتوضيح نموذج الخيط المنزلق. راجع الشكل ٥-٢٥ الوارد في كتاب الطالب، والذي يوضح كذلك التركيب العام لليف عضلي وترتيب الخيوط الدقيقة فيه. يمكن تصوير النموذج النهائي لتحليله أمام الصف بأكمله لاحقًا.

› **أفكار للتقويم:** اطلب إلى الطلبة ترتيب سلسلة من سبع أو ثماني بطاقات بالترتيب الصحيح، لتوضيح العملية التي تنقبض بها العضلات.

٢ كتابة نص لنموذج الخيط المنزلق (٦٠ دقيقة)

اعرض فيلمًا متحركًا (فيديو) لنموذج الخيط المنزلق، والذي يستمر نحو خمس دقائق. يمكنك عرض النموذج في الفيلم المتحرك على الرابط الآتي:

https://www.youtube.com/watch?v=gZevEd0qeW4

يمكنك اختيار تشغيل الصوت لسماع التعليق المصاحب أو وضع الفيديو في وضع كتم الصوت (بدون صوت) والإشارة ببساطة إلى الأجزاء الرئيسية من العرض المرئي، على أن يتضمن المقطع المختار إشارة إلى القطعة العضلية وإلى أدوار التروبونين والتروبوميوسين وأيونات الكالسيوم و ATP. بعد ذلك، شغّل مقاطع من ١٠ إلى ٢٠ ثانية من الفيديو بدون صوت وبدون تعليق. وبعد كل مقطع، توقف لمدة دقيقتَين أو ثلاث دقائق لمنح الطلبة فرصة لكتابة «نص» للفيديو في ثنائيات. وفي نهاية الفيديو، اطلب إلى الطلبة تبادل النصوص مع زملائهم للحصول على التغذية الراجعة منهم، مستوضحًا عما فات الثنائي الآخر كتابته.

› **أفكار للتقويم:** نظّم مناقشة مع الطلبة لتحديد الأحداث في الفيديو التي تمّ تجاهلها بشكل متكرر و/أو الأحداث التي كان من الصعب وصفها بالكلمات.

التعليم المتمايز (تفريد التعليم)

التوسع والتحدي

- ساعد الطلبة على تقدير المراحل الأساسية في آلية الانقباض العضلي، سائلًا إيّاهم عما يمكن أن يحدث إذا كانت المكوّنات الرئيسية غير موجودة – على سبيل المثال، أيونات الكالسيوم والتروبونين والتروبوميوسين و ATP. سؤال مثل هذا يتطلب مهارات التفكير العليا، وليس مجرد تذكر وظيفة هذه الجزيئات.
- أسئلة نهاية الوحدة ٤ و ٥ و ٦ الواردة في كتاب التجارب العملية والأنشطة تمثل تحديًا لهم مع القليل من الدعم. يجب على الطلبة تفسير تمثيلات بيانية غير مألوفة فيما يرتبط بنشاط القطعة العضلية وتكوين العضلات الهيكلية في مجموعة من الأنواع الحيوانية المختلفة.
- تحدَّ الطلبة لوصف أوجه الشبه وأوجه الاختلاف بين تركيب ووظيفة التشابكات العصبية بين الخلايا العصبية والوصلات العصبية العضلية.

الدعم

- في النشاط التمهيدي المرتبط بالجمل ذات الكلمات المبعثرة (ذات التركيب المختلط)، قدم للطلبة الدعم عن طريق إعطائهم الحرف الأول من أول كلمة في الجملة.
- السؤال الخامس من أسئلة نهاية الوحدة الواردة في كتاب الطالب هو سؤال منخفض الصعوبة ويرتبط بهذا الموضوع. إنه يتحدى الطلبة لتفسير صورة، مجهرية إلكترونية (النافذ)، لنسيج عضلي مخطط.
- ذكّر الطلبة بالأنواع الثلاثة للعضلات: العضلات المخططة والملساء والقلبية. ذكّرهم أيضًا بتوزيع هذه الأنواع من العضلات في جسم الإنسان والحيوان، واستخدم شرائح مجهرية جاهزة أو اعرض صورًا مجهرية لهذه الأنسجة واستخدم المعلومات الواردة في كتاب الطالب لشرح الاختلافات بينها.
- أثناء النشاط الرئيسي: نمذجة انقباض العضلات، وفر للطلبة فرصة طلب الدعم إذا واجهوا أي صعوبات. فإذا شعر طالب أنه بحاجة إلى دعم، يمكنه طلب بطاقة دعم منك، إذ توفر كل بطاقة تلميحًا يهدف إلى تزويد الطالب بمعلومات كافية للمساعدة (على سبيل المثال، «استخدم عيدان مصاصات الحلوى العودية وعيدان تنظيف الأذن القطنية كميوسين وأكتين» أو «يجب ثني الطرف القطني من عود القطن لنمذجة رأس الميوسين»).
- اعرض الرسوم المتحركة حول جهود الفعل وانقباض العضلات، والوصلة العضلية العصبية، والخيوط المنزلقة، ودور ATP في انقباض العضلات. يمكنك استخدام الرسوم المتحركة من خلال الرابط الآتي:

https://www.youtube.com/watch?v=gZevEd0qeW4

- زوّد الطلبة بالمواد اللازمة لصنع نموذج للخيوط المنزلقة لإظهار ما يحدث عند انقباض العضلات.

انظر هذا المثال في الرابط الآتي:

https://practicalbiology.org/bio-molecules/proteins-in-action

تلخيص الأفكار والتأمّل فيها

- قدم سلسلة من الأسئلة على سبورة الصف، مانحًا الطلبة خمس دقائق لكتابة جميع المصطلحات العلمية الأساسية التي يشعرون أنها مرتبطة بالإجابات، ومبيّنًا لهم كيف يمكن إدخال المصطلحات العلمية ذات الصلة في إجابات جيدة عن أسئلة الاختبار. إن نمذجة العملية التي يتم من خلالها ترتيب المصطلحات العلمية الرئيسية في إجابة شاملة يمكن أن يعزز ثقة الطلبة بأنفسهم.
- هذا هو الموضوع الأخير حول أنظمة التحكم والتنسيق في الإنسان. في نهاية الدرس، وزّع طلبة الصف إلى مجموعات صغيرة واطلب إلى كل مجموعة التفكير في سؤال واحد حول هذا الموضوع يشعرون أنهم بحاجة إلى المساعدة فيه وكتابته على قصاصة من الورق. ويمكنك بعد ذلك، في بداية الموضوع التالي، توزيع الطلبة في ثنائيات وتوزيع الأسئلة على المجموعات لإقامة جلسات توجيه وإرشاد تعليمية مدتها من خمس إلى عشر دقائق يساعد فيها بعضهم بعضًا على فهم نقاط الضعف لدى كل منهم.
- أسئلة نهاية الوحدة ٦ و ٧ الواردة في كتاب الطالب تشجع الطلبة على تطبيق معرفتهم حول تركيب القطع العضلية والألياف العضلية لتلخيص المفاهيم التي تمّت دراستها في هذا الموضوع.
- تابع نماذج الخيط المنزلق التي صنعها الطلبة، متحدّيًا إيّاهم للتفكير في نماذجهم وتحديد التحسينات عليها بناءً على ما تعلموه في هذا الموضوع.
- شجع الطلبة على تحديد المصطلح العلمي الشاذ بين مجموعة من المصطلحات العلمية، فهذا النشاط من شأنه أن ينشّط تعلم الطالب. قد تتضمن مجموعات المصطلحات العلمية ما يلي:
  - تروبونين، وتروبوميوسين، وميوسين
  - الكالسيوم، والبوتاسيوم، والصوديوم
  - الساركوبلازم، ليفة عضلية، قطعة عضلية.

يحدد الطلبة طريقة واحدة يكون فيها كل مصطلح في القائمة هو «المختلف عن المجموعة» ويشرحون السبب.

التكامل مع المناهج

مهارة القراءة والكتابة

يقدم هذا الموضوع عددًا كبيرًا من المصطلحات العلمية، كما يُعدّ تحضير أحجية الكلمات المتقاطعة أو ورقة لتمرين جناس تصحيحي (الكلمات ذات الأحرف المبعثرة) تمرينًا قيمًا.

المهارة الحسابيّة

في عدد من الأسئلة المتعلقة بهذا الموضوع، يمكن إجراء عمليات حسابية لحساب مقدار التكبير؛ على سبيل المثال، يقدم السؤال ١٢ (د) الوارد في كتاب الطالب مثل هذه الفرصة.

الموضوع ٥-٤: التحكم والتنسيق في النباتات

سيتعرف الطلبة في هذا الموضوع على أنظمة التواصل بين أجزاء النبات والتي تجعلها قادرة على الاستجابة للتغيرات في بيئتها الخارجية والداخلية.

الأهداف التعليمية

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

عدد الحصص المقترحة للتدريس

يخصص لتنفيذ هذا الموضوع حصة واحدة من ٤٠ دقيقة.

المصادر المرتبطة بالموضوع

المصدر	الموضوع	الوصف
كتاب الطالب	الشكلان ٥-٢٧ و ٥-٢٨	• الأشكال الخاصة بهرمون الأكسين وتأثيراته
	السؤال ١٤	• الأسئلة تتعلق ببروتينات الاستطالة وبالأكسين
	أسئلة نهاية الوحدة: ٨	• تأثيرات بروتينات الاستطالة، وهرمون الأكسين (IAA) على نمو المجموع الخضري في نبات رشاد الصخر
كتاب التجارب العملية والأنشطة	نشاط ٥- ٣	• تأثير الأكسين على نمو الجذر والساق
	الاستقصاء العملي ٥- ٢	• تأثير الطول الموجي للضوء على الانتحاء الضوئي في بادرات القمح (إثرائي)
	أسئلة نهاية الوحدة: ٧	• يرتبط السؤال بهرمون الأكسين وتأثيراته

المفاهيم الخاطئة وسوء الفهم

- لبعض الهرمونات النباتية تأثيرات مختلفة بتراكيز مختلفة، وقد تحفز حدوث عملية معيّنة بتركيز منخفض وتمنع حدوثها بتركيز عالٍ، وهذا ما يصعب على الطلبة فهمه أحيانًا.
- يفترض الطلبة في كثير من الأحيان أن نشاط النباتات يعتمد كليًا على تأثير التغييرات في بيئتها المحيطة بها، بدلًا من حقيقة أنه يمكنها التحكم في أنشطتها الحيوية.

أنشطة تمهيدية

لقد تعلم الطلبة في الصف التاسع (الوحدة العاشرة، التحكم والتنظيم في النبات) كيفية استجابة النبات للمنبهات، وكيف يتغير معدل نموها أو اتجاهها، وتعرفوا على هرمون الأكسين كأحد الهرمونات النباتية، وكيف يسبب استطالة الخلايا.

١ فكرة

اعرض مقاطع فيديو للحركة السريعة في النباتات (على سبيل المثال إغلاق أوراق نباتات فينوس (صائدة الذباب)، وقذف الأبواغ من الأكياس البوغية *Sporangia* للسرخس، وانتشار البذور من نبات بلسم الهيمالايا، وطي أوراق نبات الميموزا *Mimosa*). بدلًا

من ذلك، اعرض مقطع فيديو بتقنية التصوير بفاصل زمني يبيّن استجابة بادرات نبات معيّن للضوء. أكد أن هناك العديد من أوجه التشابه بين أنظمة التواصل في النباتات والحيوانات، فكلاهما يفرز مواد كيميائية تنتقل مسافات قصيرة وطويلة إلى أعضائها المستهدفة، وكلاهما يتطلب أنظمة تواصل للاستجابة إلى التغيرات في بيئتهما الخارجية والداخلية.

› **أفكار للتقويم:** زوّد الطلبة بورقة تحتوي على قائمة بجميع المصطلحات العلمية والتعريفات الموجزة لها التي تمّ استخدامها في هذا النشاط. عليهم محاولة كتابة ملخص لهذه الأحداث باستخدام المصطلحات العلمية التي واجهوها في الدروس السابقة حول هذا الموضوع، بما في ذلك **المنبه (المحفز)**، **والاستجابة**، **والمستجيب**، **والمستقبِل**.

الأنشطة الرئيسية

فيما يأتي أنشطة تعلمية متعددة يمكنك اختيار ما تراه مناسبًا منها لتكييف الموضوع بما يتواءم مع احتياجات الطلبة.

١ استقصاء عملي ٥-٢: تأثير الطول الموجي للضوء على الانتحاء الضوئي في بادرات القمح (إثرائي) (٩٠ دقيقة)

يتبع الطلبة تعليمات الاستقصاء العملي ٥-٢ في كتاب التجارب العملية والأنشطة لاستقصاء أطوال موجات الضوء التي تحسستها المستقبلات الضوئية في قمم المجموع الخضري للنباتات النامية.

› **أفكار للتقويم:** يكتب الطلبة سلّم الدرجات الخاص بهم لتقويم عملية التحليل، والاستنتاجات، وتقييم البيانات التي تمّ جمعها أثناء الاستقصاء العملي. ناقشها مع الطلبة، قبل تقييم عملهم، بما في ذلك جداول الأعمدة للنتائج التي حصلوا عليها.

٢ نشاط ٥-٣: تأثير الأكسين على نمو الجذر والساق (٣٠ دقيقة)

يكمل الطلبة النشاط ٥-٣: تأثير الأكسين على نمو الجذر والساق، الوارد في كتاب التجارب العملية والأنشطة. يطوّر هذا النشاط فهم الطلبة للكيفية التي يمكن بها للأكسينات أن تثبط أو تحفز نمو جذور والمجموع الخضري للنباتات عند إضافتها بتراكيز مختلفة. كما يركز على كيفية تحضير محاليل بتراكيز مختلفة، ويطور فهم الطلبة حول كيفية استخدام المقاييس اللوغاريتمية عند وجود متغيرات ذات نطاقات عالية جدًا.

التعليم المتمايز (تفريد التعليم)

التوسع والتحدي

- اطلب إلى الطلبة مقارنة التراكيب والآليات، لتعزيز معرفتهم بتعريفات المصطلحات العلمية، بما في ذلك:
  - (**منخفض الصعوبة**): قطعة عضلية وتشابك عصبي.
  - (**متوسط الصعوبة**): دور الأكسين ودور أيونات الكالسيوم.
  - (**عالية الصعوبة**): إنتاج وانتقال الهرمونات في النباتات مقارنة بالحيوانات.
- سؤال نهاية الوحدة ٧ (أ) الوارد في كتاب التجارب العملية والأنشطة يتحدى الطلبة لوصف وشرح تأثير الأكسينات في حدوث النمو في النباتات.

- كوِّن قائمة تتضمن أوجه التشابه بين عمليات التواصل في النباتات الزهرية وفي الثدييات، من خلال مقارنة التواصل الكيميائي في النباتات والحيوانات. قدم المقارنات كجدول أو اختر مخططًا لجدول ما ثم اكتبها مستخدمًا الأمثلة. اطلب إلى الطلبة تقديم أوجه التشابه أولًا ثم وصف الاختلافات. قد يكون عنوان النشاط: «مقارنة التواصل في النباتات والحيوانات»، وبذلك يتم تضمين التنسيق العصبي.

الدعم

- وفر إطار كتابة لمساعدة الطلبة على كتابة استنتاج وتقييم النشاط العملي الذي قاموا به، إذ يجب أن يحتوي هذا الإطار على مجموعة من الجمل النموذجية لكن مع حذف، المصطلحات العلمية الأساسية، ليكملها الطلبة.
- اكتب على السبورة المصطلحات العلمية في هذا الموضوع، واطلب إلى كل طالب أن يبتكر سؤالًا يمكن أن تتم الإجابة عنه بالإشارة إلى أحد المصطلحات العلمية في هذا الموضوع (على سبيل المثال: **أكسين**، **استطالة**، **مضخات أيونات الهيدروجين (البروتونات)**، **أيونات الهيدروجين**). يمكن تحويل ذلك إلى منافسة عن طريق اختيار قائدَين من فريقَين يقف كل منهما إلى جانب السبورة، وعندما يتم طرح سؤال، يحاول كل قائد الإشارة إلى الإجابة أولًا، ولكن عند فشل القائد في القيام بذلك، يتم اختيار قائد آخر من مجموعته للوقوف مكانه بجانب السبورة.

تلخيص الأفكار والتأمّل فيها

- يتحدى السؤال ٨ من أسئلة نهاية الوحدة الواردة في كتاب الطالب، الطلبة لتطبيق معرفتهم حول التنسيق في النباتات للقيام بطرح أسئلة مرتبطة بالاستقصاءات العملية بحيث يمكن استخدامها لتلخيص عملية تعلم هذا الموضوع.
- غالبًا ما تكون أسئلة الامتحانات السابقة حول هذا الموضوع أسئلة مفتوحة النهايات وتشكل تحديًا مع القليل من الدعم. تتطلب هذه الأسئلة من الطلبة كتابة إجابة موسعة لشرح كيفية حدوث الاستطالة في السيقان، أو كيفية استجابة مصيدة نباتات فينوس (صائدة الذباب). اعرض مجموعة من الإجابات عن السؤال نفسه من قبل ثلاثة من الطلبة لم يحصلوا على درجات، وبعض الإجابات لطلبة حصلوا على درجات كاملة، ثم اطلب إلى الطلبة تحديد أجزاء الإجابة التي تمّ منحها درجات، وكيف يمكن للطلبة تحسين إجاباتهم.
- يتداخل هذا الموضوع مع الدرس السابق حول موضوع التنسيق، فتحدَّ الطلبة في لعبة بينغو «Bingo» لتوحيد المصطلحات العلمية التي تمّت مواجهتها في الموضوعات السابقة، وزوّد كل طالب بشبكة من تسعة مربعات، ثم اكتب على السبورة عشرين مصطلحًا علميًا كنت قد تعلمتها من الموضوعات التي تمّت دراستها سابقًا، بحيث يختار كل من الطلبة تسع كلمات عشوائيًا لملء الشبكة. ثم قم بقراءة تعريفات كل مصطلح من المصطلحات العلمية العشرين – بترتيب عشوائي – وأول طالب يضع علامة (✓) على المصطلحات العلمية التسع الخاصة به يقول بصوت عالٍ: «بنغو!»، ويفوز بالمسابقة.

التكامل مع المناهج

مهارة القراءة والكتابة

اطلب إلى الطلبة أن يرتبوا لائحة مصطلحات المقدمة في هذا الدرس بترتيب منطقي؛ على سبيل المثال، بالنسبة إلى استطالة الخلية، يأتي الأكسين أولًا، وتأتي الخاصية الأسموزية أخيرًا.

المهارة الحسابيّة

يمكن للطلبة القيام باستقصاء معدلات نمو النباتات المختلفة بدءًا من مرحلة إنبات البذور، مثل إنبات بذور الطماطم ونباتات الخيزران.

إجابات كتاب الطالب

قبل أن تبدأ بدراسة الوحدة

بعض أدوار البروتينات في أغشية سطح الخلية هي:

- إنزيمات.
- مستقبلات الهرمونات مثل مستقبِلات الأنسولين، والجلوكاجون، و(ADH).
- أنتيجينات سطح الخلية التي تستخدم في تعرف الخلايا بعضها على بعض.
- مستقبلات الأنتيجينات على سطح الخلايا الليمفاوية البائية (B) والخلايا اللمفاوية التائية (T).
- بروتينات قنوية في عملية الانتشار المسهل. على سبيل المثال، الأكوابورينات التي تنقل حركة الماء عبر غشاء سطح الخلية في معظم الخلايا النباتية والحيوانية.
- بروتينات حاملة التي تسهل حركة (انتقال) المواد المختلفة بين السيتوبلازم والمحيط الخارجي للخلية من خلال الانتشار المسهل، وبروتينات النقل المشترك في الخلايا المرافقة لعنصر الأنبوب الغربالي في اللحاء، والخلايا الطلائية في الأنيبيبات الكلوية الملتوية القريبة.
- بروتينات ناقلة للنقل النشط، على سبيل المثال مضخات الصوديوم–البوتاسيوم.

العلوم ضمن سياقها: حيث يلتقي علم الأحياء مع علم النفس

يذكر النص عدة طرائق يدرس بها العلماء الجهاز العصبي. من المفيد تشجيع الطلبة على الاهتمام بالأخلاقيات المرتبطة بكل نوع من أنواع البحث، ثم التفكير في نوع البحث الذي قد يكون أكثر ملاءمة للتحقق من وجود الحاسة السادسة عند الإنسان.

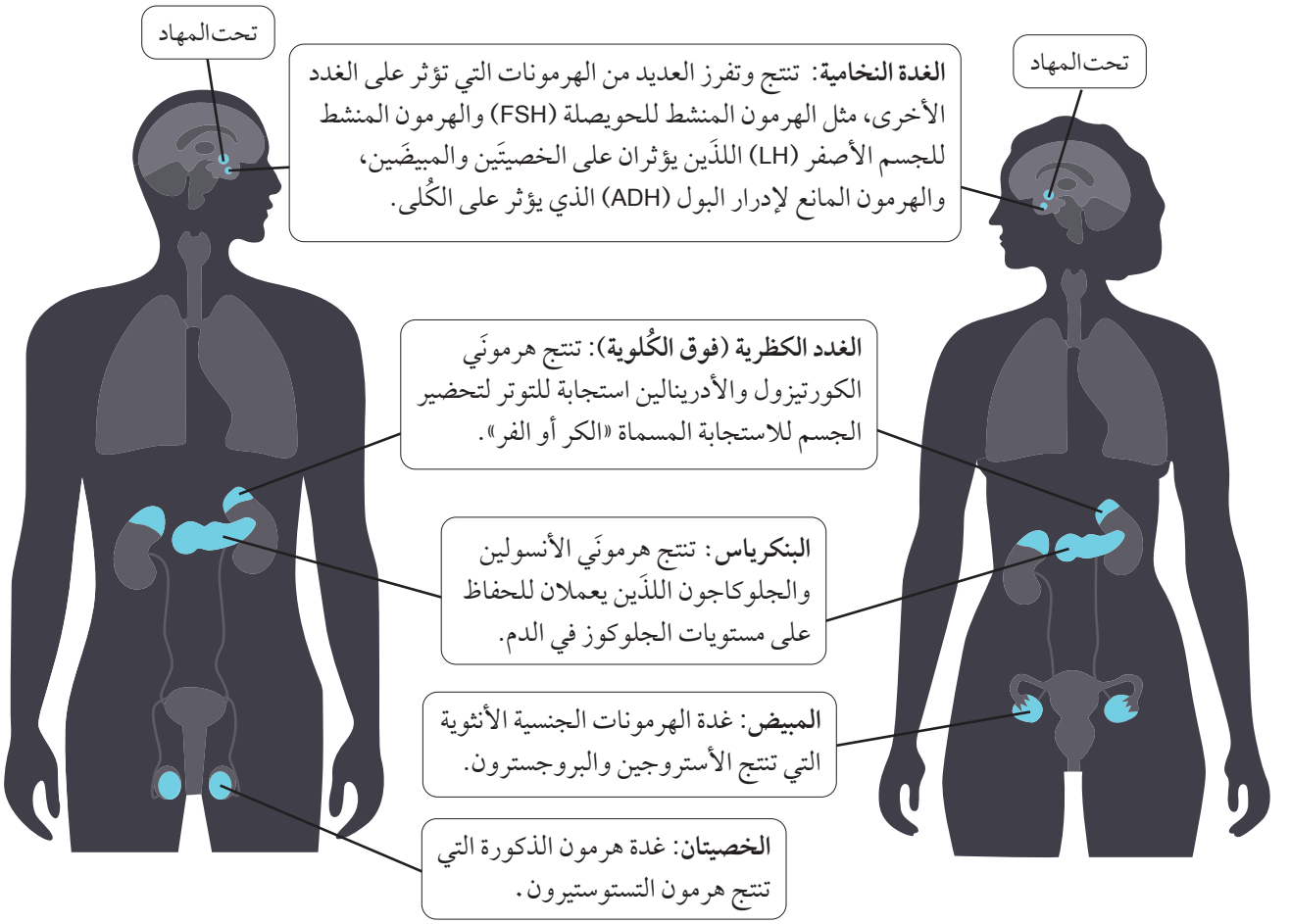
- استخدم بعض العلماء طرائق جراحية لإجراء تجاربهم. في منتصف القرن العشرين، قام علماء الأعصاب بدراسة الخلايا العصبية في أجسام الحيوانات الحية لمعرفة كيف تنقل النبضات العصبية. يمكن أن يكون للطرائق الجراحية للتجارب التي يجريها العلماء تبعات/آثار غير متوقعة تؤثر سلبًا على المرضى لبقية حياتهم من دون تقديم أي نتائج إيجابية للبحث العلمي. يجب أن تكون الموافقة المسبقة على هذه الإجراءات الجراحية مبنية على المعرفة التامة والاطلاع الكامل وأن تتم الموافقة الأخلاقية على الإجراء مسبقًا.
- استخدم بعض العلماء طرائق غير جراحية لتسجيل نشاط الجهاز العصبي باستخدام أقطاب كهربائية متصلة بجسم إنسان (الصورة ٥–١) أو باستخدام أجهزة المسح بأنواعها المختلفة. ولا يزال أمرًا ملحًا أن تتم الموافقة الأخلاقية على استخدام الإجراءات غير الجراحية والحصول على الموافقة المسبقة، حيث من الممكن أن تكون لها تأثيرات على الصحة العقلية للشخص.
- يتحدث العلماء إلى الناس عن تجاربهم، مثل أولئك الذين يمتلكون الحس المتزامن، ويسجلون ما يقولونه. نشر بعض العلماء ملاحظاتهم عن الحالات التي قاموا بدراستها، كما الحال بالنسبة إلى طبيب الأعصاب أوليفر ساكس، الذي نشر العديد من الكتب التي تتحدث عن حالات درسها، وقد أصبحت من أكثر الكتب مبيعًا في العالم. مجددًا، يجب الحصول على الموافقة المسبقة، مع مراعاة تأثير نشر تفاصيل حياة المرضى في حال كان هناك احتمال للتعرف عليهم.

إذا قمت بالبحث في عمل علماء الأعصاب مثل العالِمَين آلان هودجكين وأندرو هكسلي، فقد ترغب في التفكير في مبرر تكرار طلبة الجامعات لعمل هذَين العالِمَين كجزء من منهجهما الدراسي في الطب أو علم الأعصاب.

إجابات أسئلة موضوعات الوحدة

١. أ. انظر إلى الرسم التخطيطي أدناه الذي يبيّن مواقع الغدد الصماء في جسم الإنسان تشمل شروحًا توضيحية لأدوارها:

قد يكون لدى الطلبة معرفة مسبقة بالهرمونات المختلفة، لذا فهذه فرصة جيدة لتقييم معرفتهم.



ب. يختلف التركيب الجزيئي لهرمون الجلوكاجون عن التركيب الجزيئي للهرمون (ADH)، أي أن لجزيئات كل منهما شكلًا مختلفًا يمكنه الارتباط ببروتين مستقبل محدد ومختلف على سطح الخلية المستهدفة. لا توجد بروتينات مستقبلة (مستقبلات) للهرمون (ADH) على أغشية أسطح خلايا الكبد، وبالتالي لا يمكن أن يكون لهذا الهرمون أي تأثير على هذه الخلايا.

ج. يتكوّن غشاء سطح الخلية من طبقة مزدوجة من الدهون المفسفرة. وتتميز الستيرويدات بأنها قابلة للذوبان في الدهون، وهذا يجعلها قادرة على الذوبان في الدهون المفسفرة في غشاء سطح الخلية، وبالتالي المرور من خلالها. فالهرمونات التي لا يمكنها المرور عبر غشاء سطح الخلية هي الببتيدات (ADH والجلوكاجون) والبروتينات (الأنسولين) ومشتقات الأحماض الأمينية (الأدرينالين) والبروتينات السكرية (بعض هرمونات الغدة النخامية الأمامية). هذه الهرمونات قابلة للذوبان في الماء ولا يمكن أن تمر عبر الطبقة المزدوجة من الدهون المفسفرة.

٢.

اسم الهرمون	موقع الإفراز	الخلايا المستهدفة	استجابة الخلايا للهرمون	تأثير الهرمون على الجسم بأكمله
الأنسولين	خلايا بيتا (β) في جزيرات لانجرهانس في البنكرياس	خلايا الكبد، والعضلات، والأنسجة الدهنية	يسبب زيادة نفاذية الألياف (الخلايا) العضلية لجزيئات الجلوكوز من خلال ارتباطه ببروتينات مستقبلة له (GLUT4)؛ ويحفز عملية تكون الجلايكوجين في خلايا الكبد والعضلات	انخفاض مستويات سكر الجلوكوز في الدم
الجلوكاجون	خلايا ألفا (α) في جزيرات لانجرهانس في البنكرياس	خلايا الكبد	يتسبب التحوُّل في تحفيز تتالي تفاعلات إنزيمية ينتج منها تحلُّل الجلايكوجين، وكذلك استحداث الجلوكوز	ارتفاع مستويات سكر الجلوكوز في الدم
الهرمون المانع لإدرار البول (ADH)	الغدة النخامية الخلفية	الخلايا الطلائية المبطنة لجدران الأنيبيبات الكلوية الجامعة في الكلى	إعادة امتصاص الماء وبكمية أكبر	تقلل من فقدان الماء من البول وتزيد من المحتوى المائي لبلازما الدم

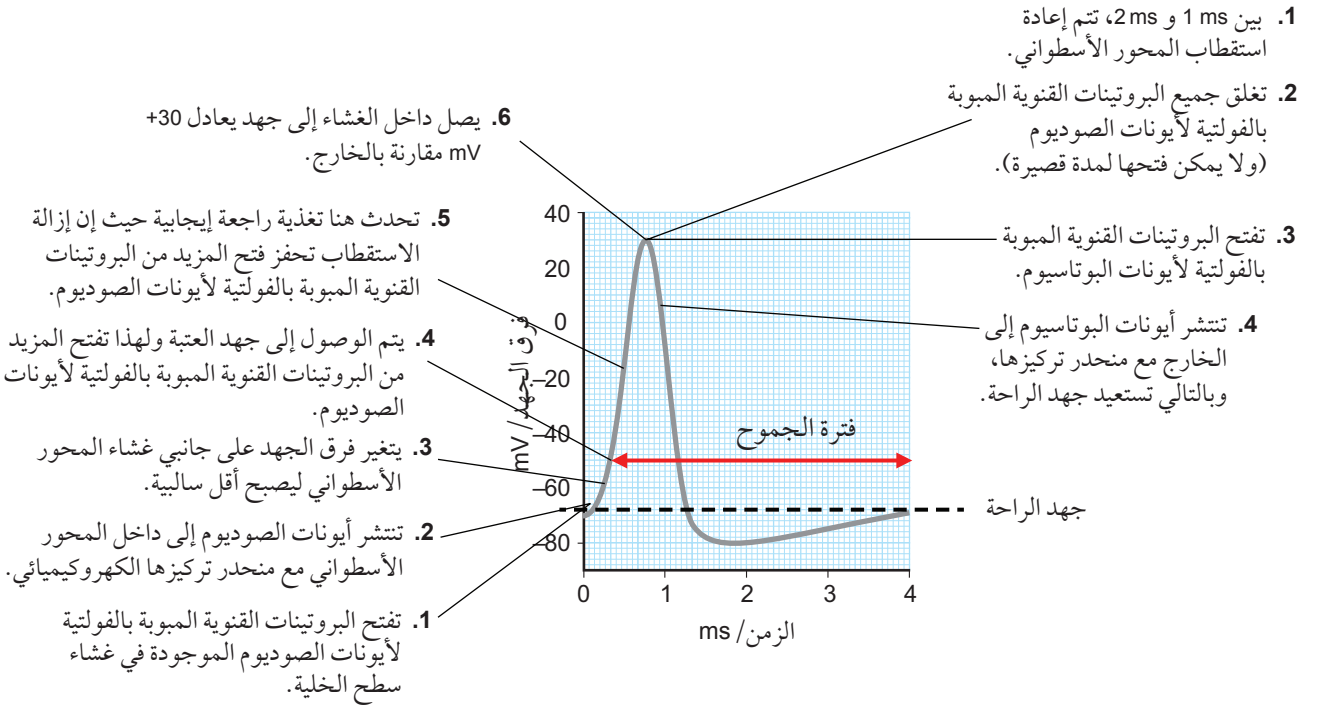
٣.

الميزة	الخلية العصبية الحركية	الخلية العصبية الحسية
موقع جسم الخلية (بالنسبة إلى الخلية ككل)	في أحد طرفَي الخلية	في مكان ما على طول المحور الأسطواني
موقع جسم الخلية في الجهاز العصبي المركزي	في المادة الرمادية من الجهاز العصبي المركزي (CNS)	في العقد العصبية بالقرب من المستقبل
اتجاه النبضات العصبية	من (CNS) باتجاه المستجيب	من المستقبل باتجاه (CNS)
الوظيفة	تنبّه (تحفز) العضلات الملساء لتنقبض وبعض الغدد لتفرز إفرازاتها (مثال: إفراز هرمون الأدرينالين من الغدد الكظرية)	تنقل الإحساس حول البيئة الداخلية أو البيئة الخارجية إلى الجهاز (CNS)

٤. يجب أن يوضح النموذج الجيد المحور الأسطواني كخيط طويل تحيط به خلايا شوان. تركيب غمد المايلين، كترتيب طبقات متحدة المركز من أغشية خلايا شوان (الشكل ٥-٥)، يجب ترك فجوات صغيرة بين خلايا شوان لتمثيل عقد رانفييه، وتتمثل إحدى طرائق نمذجة ذلك في استخدام لفائف مرحاض جديدة كخلايا شوان فردية، وتمريرها عبر طول أنبوب بلاستيكي يمثل المحور الأسطواني، لتمتد على طول الأنبوب مع ترك فجوات بينها لإظهار عقد رانفييه. يمكن صنع النموذج بنسب تشبه الواقع إذا تمّ البحث في أقطار عقد رانفييه وبُعد إحداها عن الأخرى، وأقطار المحاور الأسطوانية، وأقطار خلايا شوان.

٥. لا يشمل قوس الانعكاس الموضح في الشكل ٥-٦ المناطق الواعية من الدماغ، حيث تنتقل النبضات العصبية من المستقبلات الحسية، إلى خلية عصبية موصلة، مباشرة إلى عضو المستجيب. ميزة ترتيب الخلايا العصبية في سلسلة كما في قوس الانعكاس هي انتقال النبضات العصبية وحدوث الاستجابة (رد الفعل المنعكس) بسرعة أكبر مما يتوقع لو انتقل بطريقة أخرى. داخل الجهاز العصبي المركزي، تكون للخلايا العصبية الحسية والخلايا العصبية الموصلة أيضًا امتدادات تتفرع لتتصل مع الخلايا العصبية الأخرى في (CNS) يسمح هذا الترابط بتكامل المعلومات الواردة من الخلايا العصبية الحسية بحيث يمكن تنسيق أشكال السلوك المعقدة في بعض الأحيان. البديل للمسار الموضح في الشكل ٥-٦ هو أن تقوم خلية عصبية واحدة بالربط بشكل مباشر بين مستقبل حسي والمستجيب.

٦. للإجابة عن السؤال (أ)، د (٢)، (هـ)، (و)، ز (١)، يرجى الاطلاع على التمثيل البياني الآتي.



أ. تتفاوت جهود الراحة بين 60 mV – و 70 mV–، لذلك يمكن رسم الخط في أي مكان بين هذَين الرقمَين.

ب. يكون في داخل المحور الأسطواني شحنة مقدارها 70 mV– مقارنة بالخارج.

ج. أثناء فترة الراحة، يكون الغشاء غير منفذ لأيونات الصوديوم لأنه لا توجد بروتينات قنوية مبوبة بالفولتية لأيونات الصوديوم مفتوحة للسماح لها بالدخول أو الخروج. يوجد عدد قليل من البروتينات القنوية المفتوحة طوال الوقت لأيونات الصوديوم (عدد البروتينات القنوية لأيونات البوتاسيوم أكثر)، ولكن نظرًا إلى أن داخل الغشاء ذات شحنة سالبة، فإنها لا تنتشر إلى الخارج. وبسبب النقل النشط بواسطة مضخات الصوديوم–البوتاسيوم في غشاء المحور الأسطواني، يتم ضخ ثلاثة أيونات صوديوم إلى الخارج مقابل كل أيونَين اثنين من البوتاسيوم يتم ضخهما إلى الداخل، وهذا يؤدي إلى تكوين وتراكم شحنة موجبة في الخارج مقارنة بالداخل. ويوجد أيضًا العديد من المركبات العضوية سالبة الشحنة (مثل البروتينات) داخل المحور العصبي والتي تُسهم في جهد الراحة.

د. ١. يطلق عليه اسم إزالة الاستقطاب لأن المحور الأسطواني كان مستقطبًا حيث يحتوي على شحنة سالبة في الداخل وشحنة موجبة في الخارج. الآن تمّ تغيير هذا الأمر، فهناك شحنة سالبة في الخارج وشحنة موجبة في الداخل.

٢. يمكن أن تكون التعليقات التوضيحية للمرحلة الصاعدة من جهد الفعل:

1. تفتح البروتينات القنوية المبوبة بالفولتية لأيونات الصوديوم الموجودة في الغشاء.
2. تنتشر أيونات الصوديوم إلى داخل المحور الأسطواني مع منحدر تركيزها الكهروكيميائي.
3. يتغير فرق الجهد على جانبي غشاء المحور الأسطواني ليصبح أقل سالبية.
4. يتم الوصول إلى جهد العتبة ولهذا تفتح المزيد من البروتينات القنوية المبوبة بالفولتية لأيونات الصوديوم.
5. تحدث هنا تغذية راجعة إيجابية حيث إن إزالة الاستقطاب تحفز فتح المزيد من البروتينات القنوية المبوبة بالفولتية لأيونات الصوديوم.
6. يصل داخل الغشاء إلى جهد يعادل +30 mV مقارنة بالخارج.

هـ. يمكن أن تكون التعليقات التوضيحية كما يلي:

1. بين 1 ms و 2 ms، تتم إعادة استقطاب المحور الأسطواني.
2. تغلق جميع البروتينات القنوية المبوبة بالفولتية لأيونات الصوديوم (ولا يمكن فتحها لمدة قصيرة).
3. تفتح بروتينات القنوات المبوبة بالفولتية لأيونات البوتاسيوم.
4. تنتشر أيونات البوتاسيوم إلى الخارج مع منحدر تركيزها، وبالتالي تستعيد جهد الراحة.

و. نحو 4 ms

ز. ١. فترة الجموح هي الفترة الزمنية بعد تنبيه (تحفيز) غشاء المحور الأسطواني وبدء جهد الفعل إلى أن يصبح من الممكن تحفيز الغشاء مرة أخرى. يمكنك إظهاره على التمثيل البياني بين الزمن الذي يصل فيه فرق الجهد إلى 50 mV– (جهد العتبة للوصول إلى جهد فعل) والزمن الذي يتم فيه استعادة جهد الراحة.

٢. تسمح فترة الجموح:

- بإعادة الاستقطاب.
- بتحديد تكرار انتقال النبضات العصبية.
- بانتقال النبضة العصبية في اتجاه واحد على طول الخلية العصبية.
- بوجود فترة زمنية بين جهد فعل وجهد الفعل الذي يليه.

ح. هناك طاقة كافية في منحدر التركيز الكهروكيميائي لأيونات الصوديوم وأيونات البوتاسيوم لمواصلة الانتشار إلى داخل وإلى خارج الغشاء. ليس ضروريًا أن تعمل مضخة الصوديوم – البوتاسيوم لاستعادة جهد الراحة بعد كل جهد فعل. تشبه منحدرات التركيز الكهروكيميائية بطارية «تنفد» تدريجيًا. تقوم مضخات الصوديوم – البوتاسيوم باستمرار «بإعادة شحن» هذه البطارية. تم تثبيط مضخة الصوديوم – البوتاسيوم بمادة الوابين وبالتالي لن تتعافى الخلية العصبية وترجع لجهد الراحة.

٧. أ. تنقل الخلايا العصبية غير المايلينية النبضات العصبية بسرعات أبطأ من الخلايا العصبية المايلينية. فهي تنقل المعلومات التي لا تتطلب استجابة سريعة؛ على سبيل المثال، تعنى العديد من هذه الخلايا العصبية بجوانب تتعلق بالاتزان الداخلي.

ب. تنقل المحاور العملاقة مثلًا في دودة الأرض أو الحبار النبضات العصبية بسرعة كبيرة وتُستخدم لتنسيق ردود أفعال الهروب، على سبيل المثال التراجع إلى الجحر عند اقتراب حيوان مفترس.

ج. تناسب سرعة انتقال النبضة العصبية طرديًا مع قطر المحور الأسطواني، فكلما زاد قطر المحور الأسطواني، تزداد السرعة أيضًا، لأن المحاور السميكة لها مساحة سطح كبيرة لانتشار الأيونات، الأمر الذي يزيد من معدل انتشارها.

د. يبلغ قطر المحور الأسطواني العملاق في محاور الحبار 500 µm، وهو أكبر 50 مرة من قطر المحاور من مستقبلات الضغط لجلد الإنسان التي يبلغ قطرها 10 µm. نظرًا إلى أن سرعة انتقال النبضات العصبية تتناسب طرديًا مع قطر المحور الأسطواني، فمن المتوقع أن تكون سرعة الانتقال أكبر في محور الحبار، ولأن محاور مستقبلات الضغط لجلد الإنسان مايلينية، في حين أن محاور الحبار غير مايلينية، إذ يسمح المايلين بانتقال جهد الفعل عن طريق النقل الوثبي، الأمر الذي سيزيد من سرعة الانتقال على طول المحور الأسطواني. لذلك فإن محور مستقبل الضغط لديه سرعة انتقال أكبر وتبلغ 50 m في الثانية مقابل 25 m في الثانية لمحور الحبار العملاق.

٨. أ. ١. جهد المستقبل هو جهد كهربائي يتولد في مستقبل مثل المستقبل الكيميائي. غالبًا ما يتم إنتاجه عن طريق تدفق أيونات الصوديوم عبر بروتينات قنوية مبوبة بالفولتية، والذي يؤدي إلى إزالة استقطاب المستقبل لتوفير جهد أقل سالبية داخل الخلية. لا يؤدي بالضرورة إلى إرسال المعلومات عبر الخلايا العصبية الحسية (انظر (أ) في الشكل ٥–١٨ الوارد في كتاب الطالب).

٢. جهد العتبة للمستقبِل هو أدنى جهد مستقبل الذي يتم عنده توليد جهد فعل (انظر (ب) و (ج)) في الشكل ٥–١٨ الوارد في في كتاب الطالب).

٣. قانون «الكل أو العدم» يعني إمّا أن تنقل الخلايا العصبية النبضات العصبية أو لا

تنقلها نهائيًا؛ على سبيل المثال، لا يتم إرسال أي نبضات عصبية بواسطة الخلايا العصبية الحسية إذا كان جهد المستقبل أقل من جهد العتبة (أ في الشكل ٥-١٨ الوارد في كتاب الطالب). لا تقوم الخلايا العصبية بتكوين نبضات عصبية متدرجة الشدة /القوة مع جهود فعل ذات سعات (حجوم) مختلفة. وجميع جهود الفعل في الشكل ٥-١٨ لها السعات (الحجوم) نفسها.

ب. تؤدي زيادة قوة المنبّه إلى زيادة جهد المستقبل / المتولد. فعند قوة المنبِّه المنخفضة/ الضعيفة، تؤدي الزيادة الطفيفة إلى زيادة كبيرة نسبيًا في جهد المستقبل. أمّا عند قوة المنبه الأعلى/ القوي، فتكون الزيادة في جهد المستقبل أقل. يمكن مناقشة الأهمية الوظيفية لهذا النمط، الذي تتميز به معظم المستقبلات (فهو يسبب مستوى مرتفعًا نسبيًا من الحساسية للمنبهات منخفضة/ضعيفة القوة طالما أنها أعلى من جهد العتبة).

ج. كلما زادت قوة المنبِّهات التي تؤثر في المستقبِل، زاد تكرار عدد جهود الفعل المتولدة في وحدة الزمن.

د. طول فترة الجموح (انظر الموضوع ٥-٢، التواصل العصبي).

هـ. يمكن أن تتأقلم المستقبلات مع منبِّه ثابت القوّة، وتقلل من عدد تكرارات النبضات العصبية التي تُرسل إلى الجهاز العصبي المركزي. هذا يوفر الطاقة التي تستهلك في عمليات ضخ الأيونات عند إرسال العديد من النبضات العصبية على طول الخلايا العصبية الحسية. التغيير في قيمة جهد العتبة يُعطي الجهاز العصبي المركزي معلومات حول التغيرات في المنبهات (المحفزات) في البيئة الخارجية وفي البيئة الداخلية للجسم.

٩. أ. الإخراج الخلوي

ب. يحفز إنزيم الأستيل كولين إستريز التحلل المائي للأستيل كولين بحيث لا يبقى في الشق التشابكي ليستمر بتنبيه الخلايا العصبية بعد التشابكية. إذا بقيت جزيئات الأستيل كولين في الشقوق التشابكية، فسيتم تنبيه الألياف (الخلايا) العضلية على الانقباض باستمرار - وهي حالة تعرف باسم التكزز/التشنج (الانقباض اللاإرادي/ غير الطوعي للعضلات).

١٠. أ. عند التشابك العصبي، توجد حويصلات تحتوي على النواقل العصبية فقط في الخلية العصبية قبل التشابكية، وليس في الخلية العصبية بعد التشابكية. توجد مستقبلات البروتينات القنوية المبوبة التي تتحفز لتفتح بواسطة الربيطة (مادة كيميائية، وهي الأستيل كولين في هذه الحالة) فقط على الخلايا العصبية بعد التشابكية (انظر الشكل ٥-٢٠).

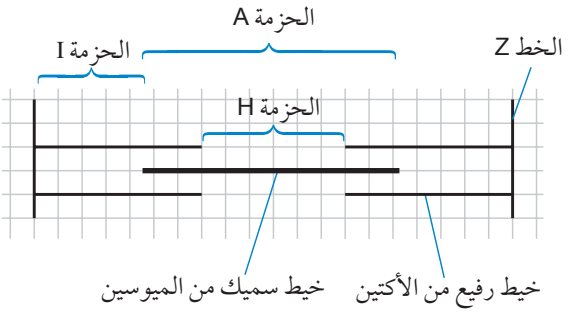
ب. قد تتسبب جهود الفعل المتكررة بإطلاق النواقل العصبية في الشق التشابكي بمعدل أكبر من معدل إنتاجه لاستبدال ما تم إطلاقه في الخلية العصبية قبل التشابكية. وستفتقر هذه الخلية العصبية إلى حويصلات تحتوي على النواقل العصبية حتى يتم تصنيع هذه النواقل بشكل كافٍ.

١١. الجدول التالي يوضح مثالًا لجدول يتضمّن مقارنة لعملية التنسيق في الثدييات بواسطة الجهاز العصبي والتنسيق بواسطة جهاز الغدد الصماء:

الميزات (الخصائص)	الجهاز العصبي	جهاز الغدد الصماء
التراكيب	أعصاب تحتوي على خلايا عصبية حسية وخلايا عصبية حركية وخلايا عصبية موصلة	غدد لاقنوية تحتوي على خلايا إفرازية تقوم بإنتاج وإفراز الهرمونات
استخدام الطاقة	مكلفة من حيث استخدامها للطاقة، مثال: تستهلك مضخة الصوديوم – البوتاسيوم كميات كبيرة من الطاقة	غير مكلفة من حيث استخدامها للطاقة، حيث إنها تنتج وتفرز كميّات قليلة من الهرمونات لتنتقل في الدم
شكل المعلومات التي يتم نقلها	نبضات عصبية	هرمونات (مواد كيميائية)
المسار إلى الخلايا المستهدفة	من خلال (على طول) الخلايا العصبية	عبر الدم
سرعة انتقال المعلومات	سريعة	بطيئة
مدة التأثير (في المستجيب)	لفترة قصيرة، مثال: تنقبض العضلة لمدة قصيرة	في العادة بطيئة ويبقى تأثيرها لفترة أطول (مع أن بعضها سريع التأثير مثل الاستجابة لهرمون الأدرينالين)
المنطقة المستهدفة	موضعية – تستجيب فقط المنطقة التي توجد مباشرة في نهاية الخلية العصبية	تؤثر في نسيج أو عضو كامل؛ وبعض الهرمونات تؤثر في الجسم كله
نوع الاستجابة	انقباض العضلات أو الإفراز من قبل الغدد بأنواعها	العديد من الاستجابات المختلفة – مثلًا، بناء الجلايكوجين، بناء البروتين، معدل سرعة التنفس، امتصاص الماء في الكلى

١٢. أ. صورة مجهرية ضوئية لعضلة مخططة. يمكن مشاهدة النوى والخطوط بوضوح في الألياف (الخلايا) العضلية.

ب. و **ج.** في الرسم التخطيطي:



د. اتبع هذه الخطوات.

- على الرسم التخطيطي، أَقيسُ طول قطعة عضلية (المسافة بين خطي Z – من خط Z إلى خط Z التالي) بالمليمترات (mm).
- أَضربُ الرقم الذي حصلت عليه في 1000 لإيجاد المسافة بين خطي Z بالمايكرومتر (µm).
- لحساب مقدار التكبير، أَقسمُ هذه المسافة بالمايكرومتر (µm) على 2.25 (2.25 µm هو الطول الحقيقي للقطعة العضلية).
- أُقرِّبُ لأعلى أو لأسفل إلى أقرب عدد صحيح.

١٣. أ. ١. (أ) الخط Z، (ب) خيط سميك، (ج) خيط رفيع.

٢. (د) الحزمة H، (هـ) الحزمة A، (و) الحزمة I.

ب. منطقة التداخل بين الخيوط السميكة والخطوط الرفيعة هي الحزمة A.

ج. يجب أن يوضح النموذج البسيط كيف تتسبب حركة الخيوط الرفيعة عندما تقترب بعضها من بعض في تقصير القطعة العضلية. ويجب أن يكون سهلًا استخدام النموذج لإظهار ما يحدث للخط Z والحزم A و I و H أثناء الانقباض.

يجب أن يُظهر النموذج الأكثر تعقيدًا كيف تتسبب حركة رؤوس الميوسين في حركة الخيوط الرفيعة.

يمكن أن يكون الشرح مشابهًا ما يلي:

لا تمتد الخيوط السميكة والخيوط الرفيعة عبر القطعة العضلية بشكل كامل. فعندما تنقبض العضلة، تتلامس رؤوس الميوسين مع الخيوط الرفيعة ثم تنحني (تنثني) نحو مركز القطعة العضلية. تعمل قوة الانحناء (الانثناء) هذه على تحريك الخيوط الرفيعة لتقترب من بعضها بحيث يكون هناك المزيد من التداخل بين الخيوط السميكة والرفيعة (تصبح الحزمة H أقصر). يقلل ذلك المسافة بين خطوط Z وبالتالي يقل الطول الإجمالي للقطعة العضلية.

لتقصير طول جميع القطع العضلية في الليفات العضلية يؤدي إلى تقصير (انكماش/انقباض) الألياف العضلية.

يمكن المساعدة في الإجابة عن الجزء (ج) من خلال رسمَين تخطيطيَّين بسيطَين يعرض كل منهما خيطًا سميكًا واحدًا وخيطَين رفيعَين على كلا جانبَي خطَّي Z. يُظهر أحد الرسمَين التخطيطيَّين القطعة العضلية في حالة الراحة مع وجود الحزمة H، ويُظهر الرسم الثاني قطعة عضلية منقبضة بالكامل مع عدم وجود الحزمة H.

١٤. يحفز ارتباط هرمون الأكسين ببروتين مستقبل على غشاء سطح الخلية، مضخات أيونات الهيدروجين (البروتونات)، لضخ البروتونات (أيونات الهيدروجين) عبر غشاء سطح الخلية من السيتوبلازم إلى جدار الخلية ما يجعله حمضيًا. ونتيجة حمضية جدران الخلايا، يتم تنشيط البروتينات المعروفة باسم بروتينات الاستطالة Expansins التي تقوم بفك الروابط (الهيدروجينية) بين ألياف السليلوز الدقيقة وعديدة التسكر الأخرى/ المواد المحيطة (الهيميسليلوز). يدفع الضغط الهيدروستاتيكي للخلية الألياف الدقيقة بعيدًا عن بعضها بحيث يتمدد جدار الخلية التي بدورها تستطيل. وما يساعد كذلك على تمدُّد الخلية هو دخول الماء بالأسموزية عن طرق الأكوابورينات وزيادة ضغط الامتلاء داخلها.

إجابات أسئلة نهاية الوحدة

١. أ. ١. تتميز الببتيدات وعديدات الببتيدات بأنها قابلة للذوبان في الماء وغير قابلة للذوبان في الدهون،

لذا لا يمكنها الانتشار وعبور الطبقة المزدوجة من الدهون المفسفرة،

لذلك يجب أن تكون المستقبلات البروتينية الموجودة على غشاء سطح الخلية محددة ومتخصصة لكل هرمون - يجب أن يكون لكل منها شكل مكمل لشكل جزيئات كل نوع من أنواع الهرمونات المختلفة.

٢. الهرمون ADH – يستهدف الخلايا الطلائية المبطنة للقنوات الجامعة في الكلى،

الأنسولين – يستهدف خلايا الكبد وخلايا العضلات أو الخلايا الدهنية،

الجلوكاجون – يستهدف خلايا الكبد (لا يستهدف خلايا العضلات).

ب. ١. يصبح إنزيم جلايكوجين سينثيز أكثر نشاطًا، ويصبح إنزيم جلايكوجين فوسفوريليز أقل نشاطًا.

يجب الاستشهاد ببيانات دقيقة تشير إلى واحد على الأقل من الإنزيمين؛ على سبيل المثال: يبدأ نشاط إنزيم جلايكوجين سينثيز عند 0.5 وحدة تقديرية من النشاط في الدقيقة 3 ويزيد إلى 3.5 وحدة تقديرية في الدقيقة 8 مقارنة مع إنزيم جلايكوجين فوسفوريليز الذي يقل نشاطه من 4.2 وحدات تقديرية إلى 0.4 وحدة تقديرية في الفترة الزمنية نفسها.

٢. تزداد كمية الجلايكوجين المخزنة في خلية الكبد حتى 8 دقائق ثم تظل ثابتة (عند وحدات تقديرية 3.5).

ج. نتيجة لتناول الوجبة الغذائية الغنية بالنشا، يزداد تركيز الجلوكوز في الدم، الأمر الذي ينشط إنزيم جلايكوجين سينثيز وتفعيله لتخزين الجلوكوز على شكل جلايكوجين،

الأنسولين الذي تفرزه البنكرياس (أو جزيرات لانجرهانس)

يحفز امتصاص أو تخزين الجلوكوز، ويثبط تفكيك الجلايكوجين،

يصبح إنزيم جلايكوجين فوسفوريليز أقل نشاطًا لأنه لا حاجة إلى تفكيك الجلايكوجين.

الإشارة إلى التركيز الطبيعي للجلوكوز في الدم أو آلية الاتزان الداخلي.

د. **قد تشمل الاقتراحات المحتملة ما يلي:**

فسفرته لتنشيطه (كجزء من تتالي التفاعلات الإنزيمية).

نزع الفسفرة (إزالة مجموعة الفوسفات عن الجزيئات النشطة) لتعطيله/ تثبيطه.

وقد تشمل الاقتراحات أيضًا، ارتباط المثبطات غير التنافسية في موقع غير الموقع النشط من الإنزيم ما يسبب تغير شكل الموقع النشط للإنزيم وتثبيطه.

يتغير شكل جزيئات الإنزيم بحيث لا يمكن للموقع النشط أن يعمل أيضًا.

كما يمكن أيضًا اقتراح تحلُّل الإنزيم بواسطة الإنزيم المحلل للبروتينات (إنزيم البروتييز).

هـ. آليتان متعلقتان بالاتزان الداخلي تتحكم فيهما الهرمونات هما: التنظيم الأسموزي وتركيز الجلوكوز في الدم. من مزايا استخدام جهاز الغدد الصماء في التحكم بهاتين الآليتين:

عدد كبير من الخلايا المستهدفة في الكبد أو الكلى أو القنوات الجامعة يتأثر بالهرمونات.

يمر الدم بالقرب من جميع خلايا الجسم، لذلك يمكن توزيع الهرمونات في كل مكان.

يجب أن يكون هناك العديد من الخلايا العصبية في المستجيبات. إذا تمّ استخدام الجهاز العصبي.

يُعدّ النقل في الدم أكثر كفاءة في استخدام الطاقة من استخدام النبضات العصبية.

ليس بالضرورة أن تكون الاستجابات سريعة؛ أو يمكن أن تكون بطيئة؛

أو أي نقطة مناسبة أخرى.

٢. أ. ١. عقدة رانفييه.

٢. خلية شوان.

ب. يعزل المايلين المحاور الأسطوانية بحيث لا يحدث تدفق الأيونات أثناء جهود الفعل إلا في مناطق عقد رانفييه (المكشوفة، غير المحاطة بالمايلين).

يمنع المايلين السائل النسيجي من الوصول إلى غشاء المحور العصبي.

يسبب تدفق النبضات العصبية على طول الخلية العصبية إزالة الاستقطاب في غشاء المحور الأسطواني فقط عند عقد رانفيه.

يكون انتقال النبضات العصبية سريعًا (أو أسرع من انتقالها على طول الخلايا العصبية غير المايلينية).

يسمح بالانتقال الوثبي.

تبدو النبضات العصبية وكأنها تثب (تقفز) من عقدة رانفييه إلى التي تليها.

تصل سرعة انتقالها في الخلايا العصبية المايلينية إلى 100 m/s، أو تصل السرعة في الخلايا العصبية غير المايلينية فقط إلى نحو 0.5 m/s.

ج. يسبب تدفق النبضات العصبية من العقدة التي تقع إلى يسار العقدة الموجودة في الرسم التخطيطي إزالة استقطاب غشاء المحور الأسطواني عند النقطة (أ).

تفتح البروتينات القنوية المبوبة بالفولتية الخاصة بأيونات الصوديوم.

تنتشر أيونات الصوديوم إلى داخل المحور الأسطواني (مع المنحدر الكهروكيميائي).

يصبح جهد الغشاء أقل سالبية/ موجبًا أكثر في داخل المحور الأسطواني.

تصل إزالة الاستقطاب إلى جهد العتبة.

يتم فتح المزيد من البروتينات القنوية المبوبة بالفولتية الخاصة بأيونات الصوديوم وتنتشر أيونات الصوديوم إلى داخل المحور الأسطواني.

اقبل: الإشارة إلى التغذية الراجعة الإيجابية في سياق فتح البروتينات القنوية لأيونات الصوديوم.

يصل فرق الجهد إلى +30 mV

تغلق البروتينات القنوية المبوبة بالفولتية الخاصة بأيونات الصوديوم.

تفتح البروتينات القنوية المبوبة بالفولتية الخاصة بأيونات البوتاسيوم.

تنتشر أيونات البوتاسيوم إلى خارج المحور الأسطواني لاستعادة جهد الراحة.

٣. أ. الإشارة إلى جهد المستقبِل أو المولد.

يتسبب المنبه (الضغط) بتمسخ (تغيير الشكل) جسيم باتشيني (أو أي صياغة بديلة).

تزداد نفاذية غشاء جسيم باتشيني لأيونات الصوديوم أو أن البروتينات القنوية المبوبة بالفولتية لأيونات الصوديوم تفتح.

تتحرك أيونات الصوديوم إلى داخل المستقبِل أو المحور الأسطواني، الأمر الذي يؤدي إلى إزالة الاستقطاب (أو صياغة بديلة) (مثلًا، يتغيّر فرق الجهد من السالب إلى الموجب).

ب. لم يسجل القطب الكهربائي (ب) جهد فعل مع الضغط المنخفض والمتوسط أو إن جهد الفعل قد سجّل (حدث) فقط مع الضغط الشديد.

لا يوجد جهد فعل عند (ب) لأن إزالة استقطاب المستقبِل أو الجزء غير المايليني من المحور الأسطواني لم يصل إلى **جهد العتبة**.

جهد العتبة ما بين الضغط المتوسط والشديد،

جهد العتبة بين 40 mV – و 30– mV.

المزيد من إزالة الاستقطاب عند الضغط الشديد، لأن المزيد من البروتينات القنوية المبوبة بالفولتية لأيونات الصوديوم تفتح.

إن الخلايا العصبية الحسية إمّا توصل النبضات العصبية أو لا توصلها، أو الإشارة إلى «الكل أو العدم».

ج. تنقل الخلايا العصبية المايلينية النبضات العصبية بسرعة أكبر من تلك غير المايلينية.

أي أرقام مناسبة، على سبيل المثال ما يصل إلى 100 m/s للمايلينية و 0.5 m/s لغير المايلينية.

تنبيه (تحفيز) جُسيمات باتشيني قد يشير إلى حدوث تلف في الجلد.

وقد تحتاج إلى إبعاد ذلك الجزء من الجسم عن الخطر بسرعة كبيرة.

أي نقطة بديلة مناسبة،

على سبيل المثال: الإشارة إلى قوس انعكاس توفر فيه جُسيمات باتشيني المدخلات الحسية (تتلقى فيه جسيمات باتشيني المعلومات الحسية).

٤. أ. يصل جهد الفعل إلى نهاية الخلية العصبية قبل التشابكية وتفتح البروتينات القنوية المبوبة بالفولتية لأيونات الكالسيوم.

تنتشر أيونات الكالسيوم إلى داخل النهاية قبل التشابكية وتحفز الحويصلات على التحرك باتجاه الغشاء.

تندمج الحويصلات مع الغشاء أو (الإخراج الخلوي) لتطلق الناقل العصبي (ACh).

ينتشر (ACh) عبر الشق التشابكي ويرتبط بمستقبله على الغشاء بعد التشابكي.

يحفز هذا الارتباط فتح البروتينات القنوية المبوبة بالفولتية الخاصة بأيونات الصوديوم.

فتتدفق أيونات الصوديوم من خلال الغشاء بعد التشابكي أو يتم إزالة استقطاب الغشاء بعد التشابكي.

ب. ١.

المركب الكيميائي	تأثير انتقال النبضات العصبية عبر التشابك العصبي الكوليني	التفسير
الكورار Curare	لا يحدث انتقال	لا يستطيع الأستيل كولين الارتباط على موقع المستقبل في الغشاء بعد التشابكي
الإزيرين Eserine	انتقال مستمر بواسطة (ACh)	يثبط الإزيرين إنزيم الأستيل كولين إستيريز، ولذلك يبقى الأستيل كولين في التشابك العصبي مستمرًا في تنبيه المستقبلات
ميثيل الزئبق Methylmercury	لا يحدث انتقال	لا يتم إعادة تدوير (إعادة بناء) الأستيل كولين في الخلية قبل التشابكية عندما تفرغ الحويصلات منه
النيكوتين Nicotine	يتم انتقال النبضات العصبية حتى في غياب (ACh)	تدخل أيونات الصوديوم إلى الخلية العصبية بعد التشابكية مسببة حدوث إزالة الاستقطاب

٢. يتنافس الكورار curare مع (ACh) على مواقع المستقبلات الخاصة به على أغشية الخلايا العصبية بعد التشابكية. إذا احتل (ارتبط) الكورار جميع هذه المواقع، فإن أي كمية من (ACh) تنطلق من الخلايا العصبية قبل التشابكية سيكون لها تأثير ضئيل. سيتم تفكيك أي جزيئات من (ACh) بواسطة إنزيم الأستيل كولين إستريز.

إذا تمّ تثبيط الإنزيم بواسطة الإزيرين eserine، فإن (ACh) سيبقى في الشق التشابكي لفترة أطول، ما يقلل من تأثير الكورار curare كمثبط تنافسي.

تأثير الإزيرين هذا مشابه لفعل المثبطات التنافسية للإنزيمات (انظر الوحدة الثالثة - الصف الحادي عشر).

٥. أ. ١. **ك**: الحزمة A، **ل**: الحزمة I، **م**: الخط أو القرص Z

٢. 5

تنفصل الليفات العضلية بعضها عن بعض بواسطة الميتوكندريا أو الشبكة الإندوبلازمية الساركوبلازمية.

ب. ١. توجد حبيبات الجلايكوجين في العضلة حيث يتم تفكيكها في الخلايا، يتم تحليل (تكسير) حبيبات الجلايكوجين لتوفير الجلوكوز لعملية التنفس.

أما وجود العديد من الميتوكندريا التي تقوم بعملية **التنفس الهوائي** فهي توفر (الكثير) من ATP (لانقباض العضلات).

٢. في العضلة المنبسطة تكون الحزمة I واسعة (عريضة/ممتدة) جدًا.

في الحزمة I لا يوجد تداخل بين الخيوط السميكة والخيوط الرفيعة.

في العضلات المنقبضة، تكون الخيوط الرفيعة أقرب بعضها إلى بعض ما ينتج منه حزمة I رفيعة/قصيرة الامتداد ضيقة.

ج. الطول الحقيقي للقطعة العضلية = المسافة (طول القطعة العضلية) في الصورة المجهرية الإلكترونية. / مقدار التكبير

المسافة (الطول في الصورة) = 43 mm

(**اقبل** 44 mm).

= 43000 µm

$= \frac{43000\ \mu m}{16000}$

= 2.7 µm

٦. أ. هـ : الميوسين أو الخيوط السميكة.

و: الأكتين أو الخيوط الرفيعة.

ز: الخط أو القرص Z

ب. لا يوجد جسور عرضية للأكتين والميوسين لأن العضلة في حالة انبساط،

تغطي جزيئات التروبونين والتروبوميوسين مواقع الارتباط على الأكتين أو الخيوط الرفيعة،

لا يمكن أن يرتبط الميوسين بالأكتين لتشكيل جسور عرضية.

ج. الرسم التخطيطي ج،

يوضح التداخل الأكبر بين الخيوط السميكة والخيوط الرفيعة،

يمكن أن يتكوّن الحد الأقصى لعدد الجسور العرضية بين الخيوط السميكة والرفيعة،

فتُحدث حركة رؤوس الميوسين أكبر قوة،

في الحالة الموضحة في الرسم التخطيطي (د)، الكثير من رؤوس الميوسين لا يتصل بالخيوط الرفيعة فوق بعضها.

د. لا يمكن للقطعة العضلية أن تقصر أكثر من ذلك من دون تكوّم الخيوط السميكة والرفيعة فوق بعضها.

لا يمكن للخيوط الرفيعة أن تتحرك بالقرب من بعضها أكثر من ذلك / وصلت الخيوط السميكة إلى الخط (القرص) Z.

هـ. ١. يمكن لرؤوس الميوسين تحريك الخيوط الرفيعة في اتجاه واحد فقط. وهي مرتبة بحيث إنها تسحب الخيوط الرفيعة قرب بعضها ما يجعل القطعة العضلية أقصر.

لا يمكنها سحب (أو دفع) الخيوط الرفيعة في الاتجاه الآخر.

٢. تترتب معظم عضلات الهيكل العظمي في أزواج متضادة. ويؤدي انقباض عضلة منهما إلى سحب العضلة الأخرى، ما يؤدي إلى استطالة القطع العضلية فيها. تنزلق الخيوط الرفيعة متجاوزة الخيوط السميكة لينتج تداخل أقل بينهما (أو تصبح الحزمة I أكثر عرضًا /اتساعًا/امتدادًا).

على سبيل المثال، عندما تنقبض العضلة ذات الرأسَين وتقصر، يمكن سحبها مرة أخرى إلى حالتها الأكثر طولًا عن طريق انقباض العضلة ذات الرؤوس الثلاثة.

وهكذا، يمكن إرجاع القطعة العضلية (المنقبضة) في الرسم التخطيطي (د) إلى حالتها الأكثر طولًا الموضحة في (أ) بفعل عمل أزواج العضلات المتضادة.

٧. أ. توضح الرسوم التخطيطية مقاطع عرضية في قطعة عضلية أو الخيوط السميكة والخيوط الرفيعة.

يُظهر الرسم (س) خيوط الأكتين أو الخيوط الرفيعة وحدها (**انظر الرسم التخطيطي**)،

يظهر الرسم (ع) التداخل بين الخيوط السميكة والخيوط الرفيعة (**انظر الرسم التخطيطي**)،

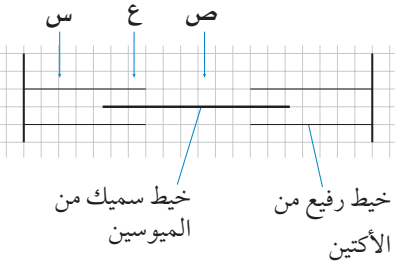
ويُظهر الرسم (ص) خيوط الميوسين أو الخيوط السميكة وحدها (**انظر الرسم التخطيطي**).

والرسم (س) يمثل الحزمة I

والرسم (ع) يمثل الحزمة A (منطقة تداخل الخيوط السميكة مع الحزمة الرفيعة)،

الرسم (ص) يمثل الحزمة H.

يحيط بكل خيط من الخيوط السميكة ستة خيوط رفيعة، وتشكل الخيوط السميكة جسورًا عرضية مع كل من الخيوط الرفيعة.



ب. إذا كانت العضلة في حالة انقباض، فحينئذٍ لا تظهر كل من الحزمة I والحزمة H

لذلك لن يكون هناك مقطع مثل الذي يظهر في الرسم (س) ولا المقطع الذي يظهر في الرسم (ص).

عندما تنقبض العضلة بشكل كامل تصل نهايات الخيوط السميكة بالكامل إلى خطوط أو أقراص Z.

٨. أ. لمعالجة المجموعة الضابطة (أ)، يمكن وضع قطع المجموع الخضري لبادرة (شتلة) النبات في الماء، وحفظها في الظروف نفسها تمامًا مثل المجموعات الأخرى.

ب. لأن قطع المجموع الخضري لم تكن لها الأطوال نفسها عند بداية التجربة.

ج. يظهر التمثيل البياني زيادة متوسط النسبة المئوية للطول مع زيادة تركيز هرمون الأكسين (IAA) من 0.01 µmol/L إلى 1.0 µmol/L بعد 18 ساعة.

تحدث معظم الزيادة في الطول بوجود هرمون الأكسين (IAA) في الساعات الأربع الأولى.

زيادة الطول بتأثير المحاليل ذات التراكيز 0.01 µmol/L و 1.0 µmol/L هي نفسها بعد مرور أربع ساعات.

زيادة أكبر في الطول لقطع المجموع الخضري التي تم وضعها في محلول هرمون الأكسين (IAA) ذي التركيز 1.0 µmol/L مقارنة بالمحاليل الأقل تركيزًا بين 4 و 18 ساعة.

اقتباس لبيانات مقارنة، على سبيل المثال في المحلول ذي التركيز 1.0 µmol/L هناك زيادة في الطول بنسبة 33 % بعد 4 ساعات، ولكن عند 18 ساعة تكون النسبة المئوية للزيادة 50% أي بتغيير نسبته 17%.

د. قد يكون هناك حد للاستطالة التي يمكن أن تحدث في هذه القطع.

تم الحصول على المقاطع من تقطيع المجموع الخضري لبادرة، ومن غير المحتمل أن يتم إنتاج أي خلايا جديدة عن طريق الانقسام المتساوي.

يحفز هرمون الأكسين (IAA) إطلاق بروتينات الاستطالة إلى داخل جدران الخلايا، لذلك في كل حالة تكون بروتينات الاستطالة هي التي تساعد الخلايا على الاستطالة والتمدد.

مع تركيز 1.0 µmol/L من هرمون الأكسين (IAA) لا يتم إطلاق المزيد من بروتينات الاستطالة إلى داخل جدران الخلايا.

الحد الأقصى لتركيز هرمون الأكسين (IAA) لتحفيز إطلاق بروتينات الاستطالة هو بين 0.1 µmol/L و 1.0 µmol/L.

أي نقطة مناسبة إضافية.

إجابات كتاب التجارب العملية والأنشطة

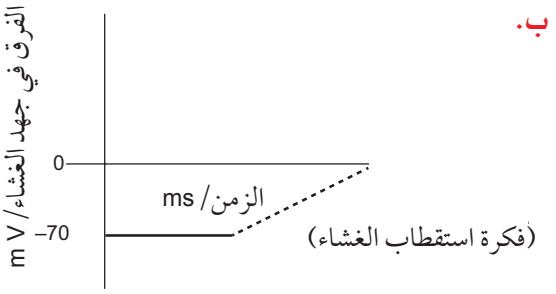
إجابات الأنشطة

نشاط ٥-١: النبضات العصبية

١. أ.

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**	**تنتشر/ تدخل أيونات الصوديوم إلى الخلية العصبية**	**مفتوحة**	**تدخل أيونات الصوديوم إلى الخلية العصبية**
قناة البوتاسيوم	مفتوحة	تخرج أيونات البوتاسيوم من الخلية العصبية	مفتوحة	تنتشر/ تخرج أيونات البوتاسيوم من الخلية العصبية	مفتوحة	تخرج أيونات البوتاسيوم من الخلية العصبية
قناة الصوديوم المبوبة بالفولتية	مغلقة	لا تنتقل/ لا تتحرك أيونات الصوديوم إلى الخلية العصبية	مفتوحة	تنتشر/ تدخل أيونات الصوديوم إلى الخلية العصبية	مغلقة	لا تنتقل/ لا تتحرك أيونات الصوديوم
قناة البوتاسيوم المبوبة بالفولتية	مغلقة	لا تنتقل/ لا تتحرك أيونات البوتاسيوم إلى الخلية العصبية	مغلقة	لا تنتقل/ لا تتحرك أيونات البوتاسيوم	مفتوحة	تنتشر أيونات البوتاسيوم من الخلية العصبية إلى الخارج
مضخة الصوديوم - البوتاسيوم	نشطة	يتم ضخ ثلاثة أيونات صوديوم إلى خارج الخلية العصبية وأيونَين من البوتاسيوم إلى داخلها	نشطة	يتم ضخ ثلاثة أيونات صوديوم إلى خارج الخلية العصبية وأيونَين من البوتاسيوم إلى داخلها	نشطة	يتم ضخ ثلاثة أيونات صوديوم إلى خارج الخلية العصبية وأيونَين من البوتاسيوم إلى داخلها

ب.



لن يتم الحفاظ على جهد الراحة حيث ستتوقف مضخة الصوديوم-البوتاسيوم عن العمل. ستنتشر أيونات الصوديوم والبوتاسيوم مع منحدر تركيزها ما يقلل من منحدر الشحنة عبر الغشاء.

ج. يرتبط السم العصبي التيترودوتوكسين بقنوات الصوديوم المبوبة بالفولتية فيثبط نشاطها ما يمنع تدفق أيونات الصوديوم عند حدوث إزالة الاستقطاب من الغشاء. لا يحدث أي جهد فعل، لذلك لا يتم إرسال النبضات العصبية على طول الخلايا العصبية الحسية الممتدة من الفم إلى الدماغ، ما يؤدي إلى فقدان الإحساس في الفم. إضافة إلى ذلك، تُمنع النبضات العصبية من الانتقال عبر الخلايا العصبية الحركية إلى العضلات. وبالتحديد، لا يمكن بدء الانقباض العضلي في الحجاب الحاجز والعضلات الوربية الموجودة بين الأضلاع، ما يجعل عملية التنفس صعبة. كذلك تصاب العضلات المرتبطة بالهيكل العظمي بالشلل (يصاب الشخص بشلل عضلي يمنع حركته).

٢. أ. أ ، ط ، هـ ، د ، ز ، و ، ج ، ح ، ب

ب. ١. يتسبب سم ألفا (α) - لاتروتوكسين في انتشار أيونات الكالسيوم بشكل مستمر إلى داخل النهاية قبل التشابكية للخلية العصبية. يؤدي هذا إلى إطلاق مستمر للأستيل كولين (ACh)، ثم إلى انقباض مستمر/ دائم للعضلة.

٢. سيتم تقليل كمية الأستيل كولين التي تنطلق، أو لا تُطلق نهائيًا ما يؤدي إلى شلل العضلات حيث لن يكون هناك (ACh) لتنبيه (لتحفيز) عملية انقباض العضلات.

٣. ستبقى جزيئات الأستيل كولين (ACh) في الشق التشابكي لفترة أطول بحيث تنبه (تحفز) انقباض العضلات بشكل مستمر أو دائم.

٤. يثبط البيريدوستجمين عمل الأستيل كولين استيريز، لذا سيكون هناك المزيد من الأستيل كولين في الشق لفترة أطول. وسيكون هناك احتمال متزايد لارتباط الأستيل كولين (ACh) بالمستقبلات الخاصة به. بالإضافة إلى ذلك، سيتنافس الأستيل كولين (ACh) الإضافي أيضًا مع الجسم المضاد للارتباط بالمستقبل.

٥. يثبط البيريدوستجمين عمل الأستيل كولين استيريز. لذلك، سيكون هناك المزيد من الأستيل كولين (ACh) في الشق التشابكي، والذي سيتنافس مع سموم الكورار وألفا (α) - بونغارو توكسين للارتباط بمستقبلات (ACh). بينما تمنع سموم البوتولينوم والكزاز إطلاق (ACh)، لذلك لن يكون لسم البيريدوستجمين أي تأثير.

نشاط ٥-٢: استخدام اللغة التقنية

١. 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.

النقاط التي منحت درجات

١. جهد الفعل/ نبضة/ إزالة الاستقطاب إلى الطرف قبل التشابكي/ زر تشابكي.

٢. تفتح قنوات الكالسيوم / Ca^{2+} المبوّبة بالفولتية.

٣. انتشار الكالسيوم/ Ca^{2+} إلى الخلية العصبية قبل التشابكي (يحاسب على Ca^{2+} مرة واحدة فقط)

نقاط تمّ السهو عنها (إغفالها):

٤. تنتقل الحويصلات باتجاه الغشاء قبل التشابكي وتندمج به.

٥. يُطلق (ACh) في الشق التشابكي/ الإخراج الخلوي.

٦. ينتشر (ACh) عبر الشق التشابكي.

١٠. عند الوصول إلى جهد العتبة/ أو ما يعادله، يحدث جهد الفعل/ تنتج نبضة عصبية.

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.

النقاط التي منحت درجات

١. جهد الفعل/ نبضة/ إزالة الاستقطاب إلى الطرف قبل التشابكي/ زر تشابكي

٢. تفتح قنوات الكالسيوم / Ca^{2+} المبوّبة بالفولتية.

٣. انتشار الكالسيوم/ Ca^{2+} إلى الخلية العصبية قبل التشابكي (يحاسب على Ca^{+} مرة واحدة فقط).

٥. يُطلق (ACh) في الشق التشابكي/ الإخراج الخلوي.

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.

نقاط تمّ السهو عنها (إغفالها):

٤. تنتقل الحويصلات باتجاه الغشاء قبل التشابكي وتندمج به.

٧. يرتبط (ACh) بمستقبلاته على الغشاء بعد التشابكي (يجب ذكر الغشاء وعدم الاكتفاء بذكر خلية عصبية فقط) (يحاسب على خطأ الناقل العصبي مرة واحدة فقط/ يستخدم مصطلح الناقل العصبي بدل ACh).

١٢. يعاد امتصاص الكولين من قبل الخلية العصبية قبل التشابكي/ أو ما يعادله.

لا تتضمن الإجابة إعادة امتصاص الكولين (تشمل الإجابة إعادة امتصاص أستيل كولين)

ج. يصل ✓ جهد الفعل إلى الطرف قبل التشابكي. وهذا يفتح قنوات ✓ الكالسيوم، فتنتقل أيونات ✓ الكالسيوم إلى الخلية العصبية قبل التشابكية. يتبه 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.

النقاط التي منحت درجات

١. جهد الفعل/ نبضة إزالة الاستقطاب إلى الطرف قبل التشابكي/ زر تشابكي.

٢. تفتح قنوات الكالسيوم / Ca^{2+} المبوّبة بالفولتية.

٣. انتشار الكالسيوم/ Ca^{2+} إلى الخلية العصبية قبل التشابكي (يحاسب على Ca^{+} مرة واحدة فقط).

٤. تنتقل الحويصلات باتجاه الغشاء قبل التشابكي وتندمج به.

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 أستيل ACh).

٨. تفتح قنوات الصوديوم في الغشاء بعد التشابكي/ الخلية العصبية بعد التشابكي.

٩. ينتشر الصوديوم إلى داخل الخلية العصبية بعد التشابكي/ أو ما يعادله.

١١. يحلل أستيل كولين إستريز، (ACh)/أستيل كولين.

١٢. يعاد امتصاص الكولين من قبل الخلية العصبية قبل التشابكي/ أو ما يعادله.

نقاط تمّ السهو عنها (إغفالها):

٥. الإخراج الخلوي.

١٠ عند الوصول إلى جهد العتبة/ أو ما يعادله، تنتج /تتولد نبضة عصبية.

نشاط ٥-٣: تأثير الأكسين على نمو الجذر والساق

١. تكتب الإجابات لأقرب منزلتَين عشريتَين. تختلف طريقة الحساب اعتمادًا على نوع الآلة الحاسبة وطرازها، ولكن يمكن الحصول على الإجابة عمومًا، أولًا الضغط على زر حساب اللوغاريتم «log» ثم إدخال الرقم.

أ. −4.22.

ب. 7.08.

ج. 1.08.

د. −4.49.

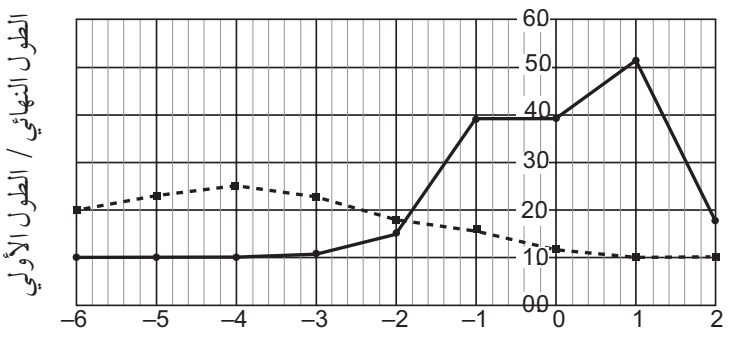
هـ. −2.60

و و **ز.** لحساب النسبة، اقسم الطول النهائي على الطول الأولي، على سبيل المثال 2.0 = 12 ÷ 24

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	2.0
0.000010	-5	14	32	2.3
0.000100	-4	12	30	2.5
0.001000	-3	15	34	2.3
0.010000	-2	14	25	1.8
0.100000	-1	12	19	1.6
1.000000	0	11	13	1.2
10.000000	1	16	16	1.0
100.000000	2	14	14	1.0
1000.000000	3	12	12	1.0

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	1.0
0.000010	-5	16	16	1.0
0.000100	-4	17	17	1.0
0.001000	-3	14	15	1.1
0.010000	-2	18	27	1.5
0.100000	-1	21	82	3.9
1.000000	0	23	90	3.9
10.000000	1	17	87	5.1
100.000000	2	18	32	1.8
1000.000000	3	19	21	1.1

ح.



تركيز اللوغاريتم 10 للأكسين/ mg/L

نسبة الطول النهائي للجذر إلى الطول الأولي

نسبة الطول النهائي للساق إلى الطول الأولي

ط. **توضيح:** لتحديد قيمة تركيز الأكسين الفعلية الذي حدث فيه ذروة النمو، يجب على الطلبة إيجاد قيمة $\log_{10}$ لتركيز الأكسين (mg/L) من التمثيل البياني الذي يمثل التراكيز بقيم لوغاريتمية، ثم تحويل قيمة $\log_{10}$ للتركيز. هذه الدالة للتحويل تسمى Antilog. باستطاعتهم استخدام القيم في الجدول ٥–٤ في هذا النشاط ليجدوا Antilog لقيم $\log_{10}$ الموجودة في التمثيل البياني.

الجذر: التراكيز العالية من الأكسين تمنع أو (تثبط) استطالة (نمو) الجذر.

تحدث ذروة الاستطالة (النمو) في تركيز الأكسين: -4 $\log_{10}$/mg/L

أو Antilog_{10} – 4 (10–4 mg/L)

0.0001 mg/L

الساق: تراكيز الأكسين العالية جدًا والمنخفضة جدًا تثبط استطالة (نمو) الساق.

تحدث ذروة الاستطالة (النمو) في تركيز الأكسين: 1 $\log_{10}$/mg/L

Antilog1 = 10 mg/L

٢. **الجذر:** سيكون نطاق التركيز بين 10^{-5} mg/L و 10^{-3} mg/L. تقع الذروة في مكان ما بين هاتَين القيمتَين، لكن لا يمكننا التأكد من المكان بالضبط – قد يكون تركيزًا أعلى أو أقل من 10^{-5} mg/L.

الساق: سيكون نطاق التركيز بين 10^{-1} mg/L و 10^{1} mg/L. تقع الذروة في مكان ما بين هاتَين القيمتَين، لكن لا يمكننا التأكد من المكان بالضبط – قد يكون تركيزًا أعلى أو أقل من 10^{1} mg/L.

إجابات الاستقصاءات العملية

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

الأهداف التعليمية

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

المدّة

يجب أن يكتمل الجزء العملي من هذا الاستقصاء في ٤٠ دقيقة. قد تتطلب عملية التحليل ٣٠–٤٥ دقيقة إضافية، ولكن يمكن العمل عليه بشكل منفرد.

توجيهات حول الاستقصاء

- يجب أن يفهم الطلبة طبيعة ردود الفعل، وقوس الانعكاس والتشابكات العصبية.
- يتوقع من الطلبة قياس المسافة التي تنتقل عبرها النبضات العصبية على طول المسارات المختلفة، إذ يجب أن يفعلوا ذلك كجزء من مناقشة جماعية للصف كاملًا.

ستحتاج إلى

المواد والأدوات:	
• طالب يُجرى عليه الاختبار	• مسطرة مترية عدد ١ (بطول متر واحد)

⚠ احتياطات الأمان والسلامة

- يجب أن يقرأ الطلبة قسم إرشادات السلامة الوارد في كتاب التجارب العملية والأنشطة قبل إجراء هذا الاستقصاء.
- يجب اتّباع إجراءات السلامة المعيارية في المختبرات دائمًا.

توجيهات حول إجراء الاستقصاء

- يحتاج الطلبة إلى التأكد من إسقاط المسطرة عموديًا وعدم رميها إلى أسفل (سقوط حر فقط).
- يجب جعل المسطرة تلمس الإصبع فقط عند اختبار انعكاس اللمس.
- يجب أن يكون الطالب المشارك في الاختبار (الخاضع للتجربة) معصوب العينَين عند دراسة انعكاسات اللمس والسمع.

- سيجد العديد من الطلبة صعوبة في قياس المسارات التي يمكن الاطلاع عليها في الخطوة ب في كتاب التجارب العملية والأنشطة.
- سيخلط العديد من الطلبة بين المسافة التي سقطت بها المسطرة ومسافة مسار النبضة العصبية – من الأفضل القيام بكل عمليات الإسقاط للمسطرة قبل قياس المسارات.
- قد ينسى بعض الطلبة أن المسطرة يجب أن تلمس الأصبع عند تنفيذ تجربة منعكس اللمس.
- سيجد بعض الطلبة الذين يعانون مشاكل في الحركة أو حالات مثل اضطراب التآزر الحركي Dyspraxia صعوبة في الإمساك بالمسطرة، ومن المحتمل أن يكون ذلك محرجًا لهم. يجب التأكيد على الطلبة أن تنفيذ الاستقصاء ليس منافسة بينهم. وإذا كان بعض الطلبة غير قادرين على المشاركة في الاختبار (ويقوموا بدور الشخص الذي ستُجرى عليهم التجربة)، فيجب أن يكون دورهم إما دور الذي يقوم بتنفيذ التجربة أو مسجل بيانات النتائج.
- قد يكون من الأفضل العمل في مجموعات من ثلاثة: طالب واحد تُجرى عليه التجربة، وواحد يقوم بتنفيذ التجربة (المجرب) والآخر كمسجل لبيانات النتائج. يمكن للطلبة بعد ذلك التبديل بشكل دائري حتى يتمكنوا جميعًا من الحصول على مجموعة من البيانات.

- يمكن للطلبة إجراء مقارنة إحصائية لزمن رد فعل على مستوى الصف.
- يمكن للطلبة استقصاء تأثيرات المشتتات Distracters على زمن رد الفعل (على سبيل المثال، تشغيل صوت صاخب عند تنفيذ منعكس الرؤية أو منعكس اللمس، ويمكن كذلك استخدام العطور عند اختبار ردود الفعل). يمكن استقصاء آثار تناول الكافيين من المشروبات، ولكن هذا سيحتاج إلى تقييم شامل للمخاطر.
- يمكن للطلبة البحث عن زمان ردود الفعل النظرية القصوى، وشرح السبب في احتمال أن يكون انطلاقة رياضي العدو خاطئة، حتى ولو انطلق بعد سماعه طلقة البداية (صفارة الانطلاق).

نتائج عيّنة

انظر الجدول ٥-١.

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	11	0.150	16	0.181	32	0.256
2	24	0.221	22	0.212	31	0.252
3	18	0.192	22	0.212	30	0.247
4	19	0.197	22	0.212	31	0.252
5	16	0.181	19	0.197	30	0.247
6	18	0.192	23	0.217	32	0.256
7	17	0.186	16	0.181	31	0.252
8	17	0.186	20	0.202	29	0.243
9	22	0.212	24	0.221	28	0.239
10	13	0.163	23	0.217	27	0.235
المتوسط	17.5	0.189	20.7	0.206	30.1	0.248
الانحراف المعياري		0.021		0.015		0.007

الجدول ٥-١

إجابات أسئلة كتاب التجارب العملية والأنشطة (باستخدام نتائج العيّنة)

١. **(أ، ب، ج)** يجب على الطلبة إكمال العمليات الحسابية بشكل صحيح وتسجيلها في جداولهم (تظهر نتائج العيّنة في الجدول ٥-١).

٢. **أ.** يجب على الطلبة قياس المسافات التي تقطعها النبضات العصبية بشكل صحيح وتسجيلها؛ ولقياس المسافة التي تقطعها النبضات العصبية للرؤية مثلًا، يجب أن يبدأ الطلبة القياس من المكان الذي تشكلت فيه النبضة أي المستقبِل (العين)، نزولًا إلى مكان وجود المستجيب (الأصابع). يجب على الطلبة أن يقيسوا المسافة بدءًا من الخط المركزي لأعينهم نزولًا إلى عنقهم ثم إلى كتفيهم عبر الذراع وصولًا إلى أصابعهم. بالنسبة إلى شخص ذكر بالغ، ستكون هذه القياسات نحو 135 cm (هذه القيمة مبينة في الجدول ٥-٢). يجب عليهم بعد ذلك استخدام متوسط زمن رد الفعل لحساب سرعة النبضة العصبية بشكل صحيح. يبيّن الجدول ٥-٢ النتائج مع عيّنة من البيانات. من المحتمل أن تتراوح السرعات بين 500 cm/s و 1600 cm/s. من المتوقع أن يكون للّمس أكبر سرعة.

ب انظر الجدول ٥-٢.

نوع رد الفعل	المسافة التي تقطعها النبضة العصبية /cm	متوسط زمن رد الفعل /s	سرعة انتقال النبضة العصبية cm/s
الرؤية	135	0.189	714
اللمس	295	0.206	1432
السمع	135	0.248	544

الجدول ٥-٢: جدول النتائج

٣. يجب على الطلبة مقارنة سرعة انتقال النبضة العصبية وزمن رد الفعل.

- من المتوقع أن يكون لرد الفعل اللمسي أكبر سرعة – ويرجع ذلك إلى انخفاض عدد التشابكات العصبية التي يتضمنها هذا الانعكاس. تنتقل النبضات العصبية عبر التشابك العصبي عن طريق الانتقال الكيميائي الذي يكون أبطأ من الانتقال كهربائيًا.
- قد يكون لردود الفعل الصوتية والمرئية سرعات متشابهة، وقد يكون الصوت أبطأ من الرؤية.
- قد يكون زمن رد الفعل للأنواع الثلاثة متشابهًا تمامًا (قد يكون زمن رد الفعل للمس هو الأقل). وإذا كانت سرعة النبضات العصبية هي نفسها لجميع الأنواع الثلاثة من ردود الفعل، فمن المتوقع أن يستغرق اللمس وقتًا أطول لأن المسار أطول.

٤. أ. لا يوجد اختلاف بين وقت رد فعل الرؤية وزمن رد فعل اللمس.

ب. يجب على الطلبة حساب قيمة t لبياناتهم بشكل صحيح، وطريقة القيام بذلك موجودة في كتاب التجارب العملية والأنشطة.

قيمة *t* لبيانات العيّنة هي:

$t = 2.04$

ج. يجب على الطلبة حساب درجات الحرية بشكل صحيح:

درجات الحرية لعيّنة البيانات هي 18.

د. يجب على الطلبة استخدام جدول القيمة الحرجة (الجدول ٥-٣ في كتاب التجارب العملية والأنشطة) لتحديد، بشكل صحيح، ما إذا كان الاختلاف في رد الفعل ذا دلالة إحصائية. بالنسبة إلى عيّنة البيانات، فإن القيمة الحرجة لـ 18 درجة من الحرية هي 2.10 وبالتالي فإن القيمة المحسوبة أقل من ذلك، ما يشير إلى عدم وجود فرق مهم (ذي دلالة إحصائية).

قيمة (*t*) 2.04 التي حسبت لمقارنة ردود الفعل المنعكسة للرؤية واللمس هي أصغر من 2.10 القيمة الحرجة لـ 18 درجة حرية بمقدار 0.05. هذا يعني أن هناك احتمالًا قدره 0.05 بأن الفرق في زمن رد الفعل ناتج من الصدفة. بما يعني وجود فرق (غير مهم/ ليس ذا دلالة إحصائية) وأن الفرضية الصفرية غير مرفوضة.

٥. يجب على الطلبة استخدام بياناتهم لإجراء اختبارات *t* بشكل صحيح والوصول إلى الاستنتاجات الصحيحة (قد يجدون اختلافات مهمة/ ذات دلالة إحصائية؛ وهذه ليست مشكلة، بل تعكس نتائجهم التي حصلوا عليها).

ما يتعلق بنتائج العيّنة:

أ. اللمس مقارنة بالسمع: قيمة *(t)* = 8.22؛ وهذا يعني وجود فرق مهم، لذلك تمّ رفض الفرضية الصفرية.

ب. الرؤية ب مقارنة بالسمع: قيمة *(t)* = 8.45؛ وهذا يعني وجود فرق مهم، لذلك تمّ رفض الفرضية الصفرية.

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

الأهداف التعليمية

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

المدّة

يستغرق القسم العملي ثلاث حصص تكون الحصتان الأولى والثانية متتاليتين وبفارق عن الحصة الثالثة بنحو ٢٤–٤٨ ساعة. ستستغرق الحصتان الأولى والثانية ٨٠ دقيقة تقريبًا، والحصة الثالثة تقريبًا ٤٠ دقيقة. وقد تتطلب عملية التحليل نحو ٣٠ دقيقة إضافية.

توجيهات حول الاستقصاء

- يجب أن يفهم الطلبة مفهوم الانتحاء الضوئي.
- هناك العديد من الاحتمالات للقيام بتنفيذ استقصاءات عملية بديلة، ويمكن للطلبة التخطيط لاستقصاء تأثير ألوان الضوء الأخرى، ويمكنهم أيضًا مقارنة استجابات الأنواع المختلفة من النباتات.

ستحتاج إلى

المواد 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

ملاحظات وتوجيهات إضافيّة

- يقترح هذا الاستقصاء العملي استخدام صناديق من الورق المقوى مع نافذة (فتحة) مقصوصة في أحد جوانب الصندوق. ويمكن استخدام أي طريقة تضمن إمكانية استخدام مصادر ضوء من مختلف الألوان لإضاءة البادرات من اتجاه واحد. يمكن لأكثر من مجموعة من الطلبة الاشتراك في الصناديق ووضع العديد من أطباق بتري في صندوق واحد، كما يمكن وضع البادرات في كؤوس زجاجية مغطاة بورق أسود مع نافذة للضوء فيه – ثم يتم وضع غطاء على الكأس الزجاجية.
- يقترح التطبيق العملي استخدام بادرات القمح، ولكن هناك العديد من البدائل الأخرى مثل الشوفان، والذرة، والفول، والحمص، والفاصوليا، وغيرها.

- لتجهيز بادرات القمح (أو أي نوع آخر من النباتات):
  - يتم نقع البذور في الماء قبل أسبوع تقريبًا من العملية لمدة ٢٤ ساعة، ثم إفراغ الماء عن البذور وتركها لمدة 1–2 يوم.
  - يجري تفحّص البذور بعناية واختيار تلك التي بدأت في الإنبات، إذ توضع قطع من القطن في قاعدة أطباق بتري، وتبلل بالماء ثم توضع نحو 15 بذرة على طبقة القطن مع مراعاة توزيعها بشكل متساوٍ.
  - توضع أطباق بتري في صندوق من الورق المقوّى مبطن بورق القصدير وتترك في الظلام لمدة 2–4 أيام، كما تفحص البادرات يوميًا للتأكد من عدم جفافها. وعندما يصل طول المجموع الخضري إلى 10-20 mm، تنقل إلى الثلاجة.
- يمكن استخدام أي طريقة لإنتاج الضوء الملون، كما يمكن شراء مرشحات ضوء السلوفان من متاجر بيع الأدوات الحرفية، واستخدام ملفات بلاستيكية شفّافة ملوّنة، أو حتى أغلفة الحلويات الملوّنة. من الممكن أيضًا ملء كؤوس زجاجية بالماء وإضافة صبغات الطعام مختلفة الألوان وإسقاط الضوء من خلالها. يجب أن تكون البطاقة السوداء سميكة بما يكفي لمنع دخول أي ضوء.

⚠ احتياطات الأمان والسلامة

- يجب أن يقرأ الطلبة إرشادات السلامة الواردة في كتاب التجارب العملية والأنشطة قبل إجراء هذا الاستقصاء.
- يجب اتّباع إجراءات السلامة المعيارية في المختبرات دائمًا.
- يجب التأكد من عدم معاناة الطلبة من أي حساسية تجاه النباتات والبذور المستخدمة في الاستقصاء.

توجيهات حول إجراء الاستقصاء

- في بعض الأحيان لا تنمو البادرات بشكل مستقيم وتتشابك الجذور بعضها حول بعض؛ يجب توخي الحذر عند إزالتها من طبق بتري حتى لا تتسبب باقتلاع بادرات أخرى من مكانها، كما يجب تحضير أطباق بتري إضافية.
- قد يكون قياس أغماد البراعم الأولية أمرًا صعبًا من دون الإضرار بالنباتات. ولقياس الأطوال النهائية، يمكن إزالة البادرات من طبق بتري.
- من المهم ألا يجف القطن – يجب تفحصه كل يوم وإضافة الماء إذا لزم الأمر.
- الإفراط في سقي البادرات قد يسبب تلوثًا ونموًا فطريًا، لذا يجب تحضير أطباق إضافية في حالة تلوث بعض الأطباق.

سيحتاج الطلبة الذين يعانون اضطراب التآزر الحركي ومشاكل التحكم (التنسيق) الحركي إلى مساعدة في إزالة البادرات.

سيحتاج بعض الطلبة إلى المساعدة في تحديد كيفية تعديل طرائق التحليل مثل اختيار الاختبارات الإحصائية المناسبة.

يمكن استخدام طريقة الاستقصاء كجزء من التخطيط الاستقصائي حول استجابات الأنواع المختلفة لألوان الضوء المختلفة.

- يمكن استقصاء تأثير ألوان الضوء الأخرى.
- يمكن للطلبة البحث عمّا تسببه ألوان الضوء المختلفة من تأثيرات مختلفة بما في ذلك أنواع مستقبلات الصبغات الموجودة في النباتات المختلفة.
- يمكن استخدام مرشحات الضوء لإجراء استقصاءات حول تأثير ألوان الضوء المختلفة على عمليّتَي إزهار أو نمو النباتات.
- قد تُظهر الأنواع المختلفة من النباتات استجابات مختلفة لألوان الضوء المختلفة. يُسمح للطلبة أيضًا بتصميم طريقتهم الخاصة لإتاحة مرور للضوء القادم من جهة واحدة إلى البادرات.

المفاهيم الخاطئة وسوء الفهم

يعتقد العديد من الطلبة أنه سيتعيّن عليهم تسجيل التغييرات في طول أغماد البراعم الأولية بشكل فردي (منفصل). يبحث هذا الاستقصاء العملي عن مقدار التغيير في متوسط طول أغماد البراعم الأولية بحيث لا يحتاج الطلبة إلى تحديد مقدار نمو كل واحد منها بشكل مستقل أو فردي.

نتائج عيّنة

انظر الجداول ٥-٤ و ٥-٥ و ٥-٦ الآتية:

الجدول ٥-٤

	الطول الأولي للغمد لكل لون ضوء/ mm				
	بطاقة سوداء	شفّاف	أحمر	أخضر	أزرق
	17, 16, 20, 18, 19, 19, 15, 18, 15	18, 16, 15, 17, 19, 14, 17, 19, 20, 18, 17	20, 15, 17, 17, 17, 18, 19, 20, 16, 15, 15, 16	16, 16, 15, 18, 17, 18, 18, 19, 17, 19	17, 18, 19, 19, 20, 20, 15, 17, 18, 18, 17, 16, 15
المتوسط	17.4	17.3	17.1	17.3	17.6

الجدول ٥-٤: جدول النتائج: الطول الأولي للغمد - لكل لون ضوء

الجدول ٥-٥

	الطول النهائي للغمد لكل لون ضوء/ mm				
	بطاقة سوداء	شفّاف	أحمر	أخضر	أزرق
	17, 16, 20, 18, 19, 19, 15, 18, 15	23, 24, 23, 24, 21, 22, 23, 21, 22, 21, 20	24, 25, 26, 26, 25, 26, 25, 25, 26, 26, 26, 15	25, 26, 27, 26, 26, 25, 26, 25, 26, 27	23, 23, 24, 24, 21, 24, 21, 22, 22, 21, 22, 21, 20
المتوسط	17.4	22.2	24.6	25.9	22.2

الجدول ٥-٥: جدول النتائج: الطول النهائي للغمد – لكل لون ضوء

الجدول ٥-٦

لون الضوء	عدد الأغماد التي نمت باتجاه الضوء	العدد الإجمالي للأغماد	النسبة المئوية للأغماد التي نمت باتجاه مصدر الضوء	ملاحظات حول الانحناء
بطاقة سوداء	0	9	0	• نمت جميع الأغماد عموديًا نحو الأعلى
شفاف	11	11	100	• انحنت جميع الأغماد باتجاه الضوء، وأصبح العديد منها منحنيًا (متقوّسًا)
أحمر	5	12	42	• مال عدد قليل من الأغماد باتجاه الضوء، ولكن سيقان البادرات لم تنحنِ
أخضر	1	10	10	• مال فقط غمد واحد باتجاه الضوء وقد يكون سقط بدلًا من أن ينمو بهذه الطريقة (لم ينحنِ)
أزرق	12	13	92	• جميع الأغماد، باستثناء أحدها، انحنت باتجاه الضوء بزاوية حادة

إجابات أسئلة كتاب التجارب العملية والأنشطة (باستخدام نتائج العيّنة)

١. يجب على الطلبة حساب متوسط الأطوال بشكل صحيح وتسجيلها. تمّ إجراء ذلك لعيّنة البيانات وهو موضح في الجدولَين 5-4 و 5-5 قد يكون هناك بعض الاختلاف في البيانات التي حصل عليها الطلبة.

٢. يجب على الطلبة حساب النسب المئوية للبادرات التي تنمو باتجاه مصدر الضوء بشكل صحيح. تمّ حساب النسب المئوية لعيّنة النتائج في الجدول 5-6 غالبًا ما تختلف هذه النتائج عن تلك التي يحصل عليها الطلبة بسبب الاختلاف في نوع البادرات وألوان المرشحات الضوئية.

٣. يجب على الطلبة حساب التغييرات في متوسطات الطول وتسجيلها. هذا الأمر موضح في الجدول ٥-٧ التغير في متوسط أطوال الأغماد لبيانات العيّنة.

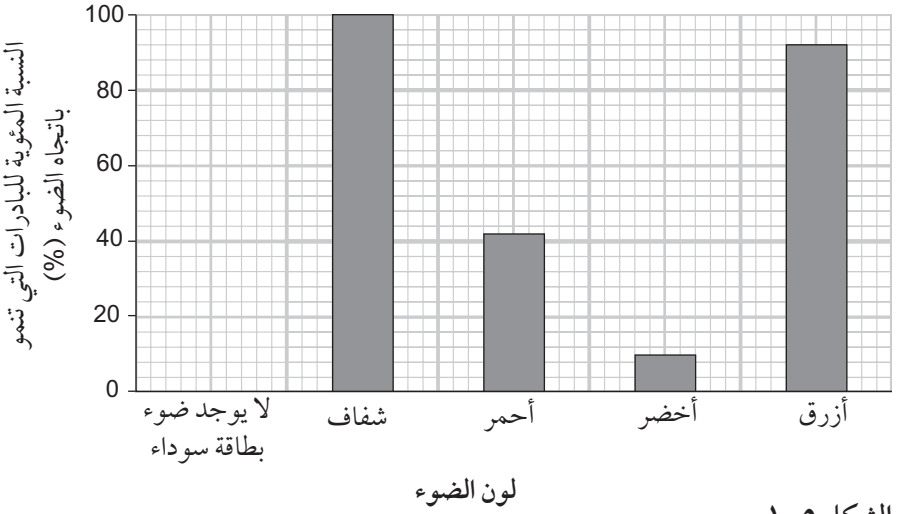
لون الضوء	التغير في متوسط أطوال الأغماد / mm
بطاقة سوداء	8.3
شفاف	4.9
أحمر	7.5
أخضر	8.6
أزرق	4.6

الجدول ٥-٧: جدول حساب النتائج.

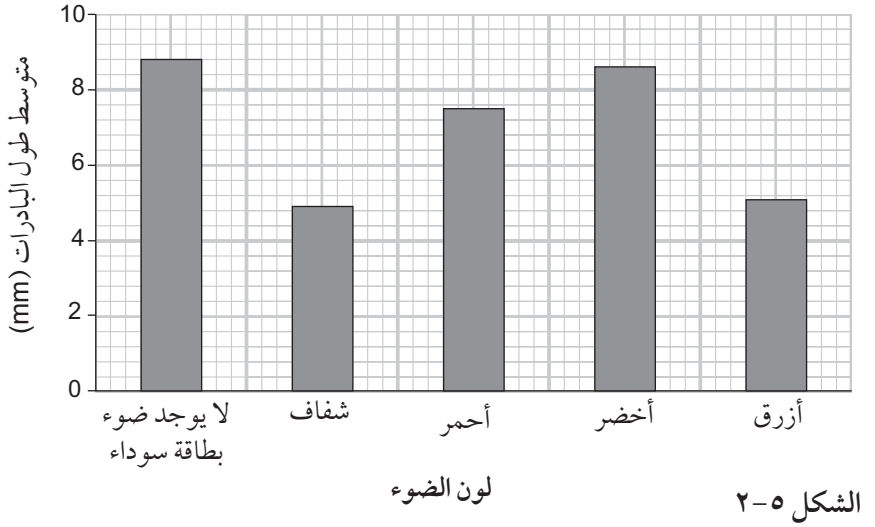
٤. يجب على الطلبة تمثيل بياناتهم في تمثيلات بيانية منفصلة باستخدام أعمدة (أو استخدام محورَين صاديَّين). لتمثيل التغيير في متوسط الطول والنسبة المئوية للبادرات التي تنمو في اتجاه الضوء (النافذة)، وتتضمن هذه التمثيلات البيانية:

- المحورَين (السيني والصادي) مع مسمياتهما بشكل صحيح.
- وضع نقاط (موقع بيانات) المنحنيات بشكل دقيق (± نصف مربع).
- أعمدة مرتبة ومرسومة بخطوط مستقيمة.
- عناوين للتمثيلات البيانية تسمية التمثيل البياني.
- مسميات الأعمدة في الرسوم البيانية.

انظر الأمثلة في الشكلَين ٥-١ و ٥-٢.



الشكل ٥-١



الشكل ٥-٢

٥. سوف يختلف الوصف وفقًا للنتائج التي حصل عليها الطلبة، ومن المتوقع أن تتحسس البادرات/أغماد البراعم الأولية اتجاه الضوء عند استخدام مرشح شفّاف ومرشح أزرق، ولكن ليس (أو ليس بشكل فعال) عند استخدام مرشحَين للّونَين الأحمر والأخضر. تُظهر عيّنة النتائج أن البادرات/أغماد البراعم الأولية تستجيب أكثر للضوء "الأبيض (الشفاف)" والضوء الأزرق والأحمر أكثر من الضوء الأخضر، إذ تنمو البادرات/أغماد البراعم الأولية أكثر عندما تبقى في الظلام أو تتعرض للضوء الأخضر.

٦. ستعتمد التعليقات على نتائج الطلبة. تشير عيّنة النتائج إلى أن البادرات فيها صبغة تمتص الضوء الأزرق، ولكن ليس الأخضر أو الأحمر، وربما لا تختلف الأطوال اختلافًا كبيرًا، ولكنها قد تكون أطول في الظلام أو في الضوء الأخضر لأنها لا تستجيب للضوء الأخضر بالانحناء. وقد ينتج من الضوء الأحمر استطالة أكثر قليلًا من الضوء الأزرق.

٧. شدة الضوء، ودرجة الحرارة، والصفات الوراثية للبذور، وعمر البذور، والرطوبة (أي اثنين).

٨. إذا كانت هناك اختلافات كبيرة (مهمة)، فهناك المزيد من الأدلة على الاستنتاج؛ وإذا كانت الاختلافات صغيرة، فربما لا تكون اختلافات مهمة (ذات دلالة إحصائية)، ولكنها قد تكون ناتجة فقط بسبب التنوع الطبيعي (الاختلافات الطبيعية). تُعدّ مقارنة متوسط الأطوال فقط عاملًا محددًا رئيسيًا، حيث إنه قد تكون بعض أغماد البراعم الأولية داخل المجموعة قد نمت أكثر أو أقل من غيرها، كما إنه قد تمّ اختبار عدد قليل نسبيًا من البذور.

٩. يجب فحص الزيادة في طول أغماد البراعم الأولية الفردية، إذ يمكن تحديد الانحراف المعياري للزيادة في الطول، ما يسمح بإضافة أشرطة (أعمدة) الخطأ على أعمدة التمثيل البياني. وإذا تمّ حساب الخطأ المعياري، فيمكن قياس الاختلاف/الفرق بين متوسطات الطول المقاسة. ويمكن أيضًا إجراء اختبار t (t-test) لتحديد ما إذا كانت الزيادات في الطول ذات أهمية (دلالة إحصائية) أم لا.

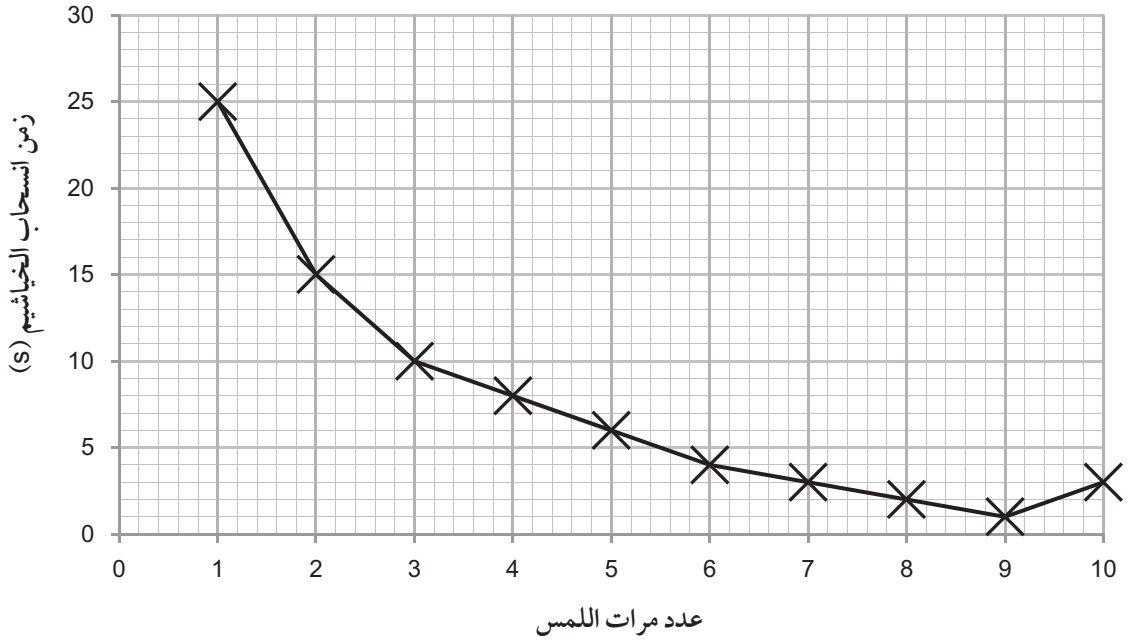
إجابات أسئلة نهاية الوحدة لكتاب التجارب العملية والأنشطة:

١. **أ.** ١. زمن انسحاب الخيشوم .

٢. تركيز الأكسجين، كميّات الغذاء المتوافرة له، شدة المنبّه (المحفز) أو ما يعادله، منطقة الخرطوم الماص التي تمّ لمسها، عدم وجود منبّهات (محفزات) أخرى، شدة الضوء.

ب. (فكرة أنه) لا يوجد ترابط بين عدد مرات اللمس وزمن تراجع (انسحاب) الخياشيم.

ج. يُسمى المحور السيني «عدد مرات اللمس» والمحور الصادي زمن انسحاب الخياشيم / ثانية (s)، النقاط موضوعة بشكل صحيح، رسم المحور الصادي بشكل مستقيم وصحيح، ويتم وصل النقاط بخطوط مستقيمة.



د. الانسحاب السريع في حالة هجوم المفترس، (فكرة أنه) وعندما لا يوجد خطر لا يتم سحب الخرطوم الماص، وبهذا يوفر الحيوان الطاقة، ويقضي زمنًا أطول في القيام بعملية تبادل الغازات.

٢. **أ.** الإشارة إلى مضخة الصوديوم – البوتاسيوم، يتم ضخ ثلاثة أيونات من الصوديوم إلى الخارج وضخ أيونَين من البوتاسيوم إلى الداخل، عدد قنوات أيونات البوتاسيوم المفتوحة أكثر من عدد قنوات الصوديوم المفتوحة، إذ ينتشر عدد أكبر من أيونات البوتاسيوم نحو الخارج مقابل أعداد أقل من أيونات الصوديوم التي تنتشر إلى الداخل، وعدم نفاذية الغشاء لبعض الجزيئات السالبة ذات الحجم الكبير.

ب. إزالة الاستقطاب: تفتح البروتينات القنوية المبوبة بالفولتية لأيونات الصوديوم، فتنتشر إلى الداخل.

إعادة الاستقطاب: تغلق البروتينات القنوية المبوبة بالفولتية لأيونات الصوديوم، وتفتح البروتينات القنوية المبوبة بالفولتية لأيونات البوتاسيوم، وتنتشر أيونات البوتاسيوم نحو الخارج.

ج. (فكرة) إزالة الاستقطاب من الغشاء أو تغير جهد الراحة من -70 mV إلى +30 mV أو ما يعادل ذلك، تثبيط مضخة الصوديوم–البوتاسيوم التي تحتاج إلى الطاقة على شكل ATP أو ما يعادل ذلك.

٣. أ. تفتح البروتينات القنوية المبوبة بالفولتية لأيونات الكالسيوم (أو Ca^{2+}) في الغشاء أو الخلية العصبية قبل التشابكي، فتنتشر أيونات الكالسيوم في النهايات العصبية/ قبل التشابكية (أو ما يعادل ذلك)، وتنتقل الحويصلات إلى الغشاء وتندمج معه، وينتشر السيروتونين عبر الشق التشابكي، ويرتبط السيروتونين ببروتين مستقبل في الغشاء الخلية العصبية بعد التشابكية، كما تفتح قنوات الصوديوم المبوبة الفولتية في (غشاء الخلية العصبية بعد التشابكية)، وإذا تمّ الوصول إلى جهد العتبة أو ما يعادلها من الجهد، تفتح قنوات الصوديوم (وبالتالي يتولد جهد فعل).

ب. يرتبط بالبروتينات القنوية الخاصة بإعادة امتصاص السيروتونين، ويمنع امتصاصه أو يبقى السيروتونين في الشق التشابكي (أو ما يعادل ذلك)، ويرتبط بالمستقبلات الموجودة على غشاء الخلية العصبية بعد التشابكية، ويرسل المزيد من النبضات العصبية إلى مراكز السعادة في الدماغ.

٤. أ. ١. يبلغ قياس القطعة العضلية 28 mm والذي يجب تحويله إلى وحدة المايكرومتر (µ) عن طريق الضرب في 1000.

مقدار التكبير هو 13 500 مرة.

$$\text{الطول الفعلي} = \frac{\text{الطول في الصورة}}{\text{مقدار التكبير}}$$

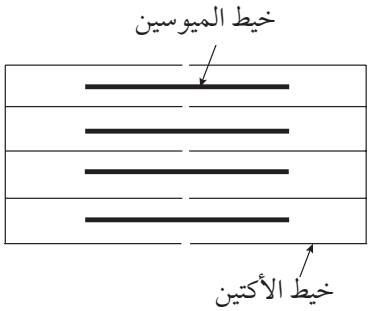
$$(28 \times 1000) \div 13\,500 = 2.07\ \mu m$$

٢. 20 cm = 200 000 ميكرومتر

عدد القطع العضلية = 200 000 ميكرومتر مقسومًا على 2.07 ميكرومتر

= 96 700 قطعة عضلية (عدد القطع العضلية) (تقريب الناتج إلى 3 منازل).

٣. يجب أن يبيّن الرسم التخطيطي تحريك الأكتين نحو الداخل ورسم جميع الخيوط بالأطوال نفسها (انظر الرسم التخطيطي أدناه)، مع المسميات الصحيحة للأكتين والميوسين.



ب. ١. مع زيادة طول القطعة العضلية، تزداد القوة ثم تنخفض، ولا توجد قوة تحت الطول ± 1.25 µm ولا فوق الطول 3.6–3.75 µm، القوة القصوى عند الطول 2.0–2.25 µm

٢. (عند قيمة الطول الأولي المنخفضة)، هناك أقصى تداخل بين خيوط الأكتين والميوسين، أو إن التداخل قد تحرك قدر الإمكان (إلى أقصى حد)، عند الأطوال العالية جدًا أو 3.6 µm < أو ما يعادلها، لا يمكن لخيوط الميوسين الارتباط بخيوط الأكتين أو لا يمكن تكوّن الجسور العرضية، فعند الطول 2.0 µm، يكون هناك العديد من مواقع ارتباط الميوسين بالأكتين أو ما يعادل ذلك، بين 2.5 µm و 3.75 µm يكون هناك تداخل أقل ما بين خيوط الأكتين والميوسين بحيث يتكوّن عدد أقل من الجسور المتقاطعة أو ما يعادل ذلك.

٥. أ. نعم هي تدعم فرضية العالم، حيث إنه عندما تزداد سرعة العدو القصوى، تزداد النسبة المئوية للنوع IIx أو هناك ارتباط طردي/ إيجابي، ولا توجد حالات شاذة أو قيم متطرفة أو ما يعادلها، (على الرغم من أن) بعض النقاط

– الدب البني و/ أو الوشق (عناق الأرض) – تبتعد عن أفضل خط ملائم.

ب. الحيوانات التي تتحمل الجري لمسافات طويلة لديها نسبة مئوية عالية من النوع I من الألياف العضلية أو نسبة منخفضة من النوع IIx، تنفس هوائي أكثر، كثافة أعلى من الشعيرات الدموية، وجود الميوجلوبين بكميّات عالية (لتخزين الأكسجين)، عدد كبير من الميتوكندريا، تراكم قليل للاكتات أو حمض اللاكتيك (مقاومة الإعياء وتحمل أعلى)، تخزين أقل لفوسفات الكرياتين، (تقبل العكس مع العدّائين بسرعة كبيرة لمسافة قصيرة).

٦.
- (الإشارة إلى) الأكتين كخيوط رفيعة أو ما يعادلها.
- (الإشارة إلى) الميوسين كخيوط سميكة أو ما يعادلها.
- وصف القطعة العضلية كمجموعات متوازية من الألياف السميكة والرفيعة المتداخلة (أو ما يعادل ذلك)، أو يُقبَل الرسم التخطيطي.
- تفصل الخطوط Z بين القطع العضلية.
- (الإشارة إلى) انزلاق الخيوط السميكة والرفيعة فيما بينها يؤدي إلى تقصير القطعة العضلية.
- ترتبط مجموعة رؤوس الميوسين بالأكتين.
- تنحني رؤوس الميوسين وتسحب الأكتين.
- يؤدي التحلل المائي لـ ATP بواسطة رؤوس الميوسين إلى انفصال هذه الرؤوس عن الأكتين.
- التروبوميوسين الملتف حول (أو ما يعادل ذلك) الأكتين يمنعه من الارتباط مع الميوسين.
- يربط التروبونين بأيونات الكالسيوم.
- الارتباط بالكالسيوم يغير شكل التروبونين والتروبوميوسين ويكشف موقع ارتباط الميوسين على الأكتين (أو ما يعادل ذلك).
- (فكرة أن) الارتباط والانفصال المتكرران لرؤوس الميوسين يؤدي إلى سحب خيوط الأكتين واقترابها من بعضها.

٧.
١. يتم إفراز (إطلاق) هرمون الأكسين من الخلايا المولدة (المريستيمية) أو قمة الجذر أو قمة الساق.
٢. يرتبط الأكسين ببروتين مستقبل.
٣. (الأكسين) يحفز عملية ضخ البروتونات أو H^+ إلى داخل جدار الخلية.
٤. (الإشارة إلى) الإنزيم ATPase.
٥. تُخفض أيونات الهيدروجين/ البروتونات/ H^+ الرقم الهيدروجيني (في جدار الخلية).
٦. يتم تنشيط بروتينات الاستطالة (بواسطة درجة الحموضة المنخفضة).
٧. (تسبب بروتينات الاستطالة) تفكيك الروابط (الهيدروجينية) بين ألياف السيليلوز الدقيقة والمادة المحيطة (أو ما يعادل ذلك).
٨. يتم فتح قنوات أيونات البوتاسيوم ما يؤدي إلى تدفق البوتاسيوم إلى الخلية.
٩. تسبب (أيونات البوتاسيوم) انخفاض جهد الماء داخل الخلية.
١٠. تمر جزيئات الماء بالأسموزية إلى داخل الخلايا من خلال الأكوابورينات.
١١. تستطيل الخلية بسبب دخول الماء إليها إضافة إلى ضعف جدار هذه الخلية.
١٢. (الإشارة الصحيحة إلى) مشاركة الأكسينات في الانتحاء الأرضي أو الانتحاء الضوئي (أو ما يعادل ذلك).

تم بحمد الله

الأحياء – دليل المعلّم

يُعدّ دليل المعلّم المكوّن الداعم المصاحب لكتاب الطالب وكتاب التجارب العملية والأنشطة، حيث يقدم الدعم للمعلّم للتخطيط لدروس رائعة وتغطية محتوى المنهج الدراسي، بما في ذلك الاستقصاءات العملية، إضافة إلى ذلك فإنه يوفر مجموعة متنوعة من أفكار التدريس النشطة في كل الموضوعات، مع تحديد المدة الزمنية المقترحة لكل فكرة. كما يتضمن دعمًا لتطوير مهارات الاستقصاء لدى الطلبة وتعزيزها، من خلال شرح مفصل تم تصميمه بما يتوافق مع أهداف التعلم، وتتوافر في الدليل إرشادات للملخص، ودعم التعليم المتمايز (تفريد التعليم)؛ بالاضافة إلى أفكار خلّاقة عن الكثير من الأنشطة، ما يعطي السلسلة قيمة إضافية.

كما يتضمن هذا الدليل إجابات نموذجية لأسئلة كتاب الطالب، وأسئلة كتاب التجارب العملية والأنشطة.

يشمل منهج الأحياء للصف الثاني عشر من هذه السلسلة أيضًا:

- كتاب الطالب.
- كتاب التجارب العملية والأنشطة.

الأحياء دليل المعلّم

الصف الثاني عشر

الفصل الدراسي الأول

الطبعة التجريبية 1445هـ - 2023م

www.moe.gov.om

CAMBRIDGE UNIVERSITY PRESS