سلطنة عمان
وزارة التربية والتعليم

رؤية عمان 2040
نتقدم بثقة
Moving Forward with Confidence

الأحياء

الصف الحادي عشر

دليل المعلم

الفصل الدراسي الأول

CAMBRIDGE UNIVERSITY PRESS

الطبعة التجريبية
1445 هـ - 2023 م

سلطنة عمان
وزارة التربية والتعليم

الأحياء

الصف الحادي 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 الحادي 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 ٢٠٢٢/١٢١ 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)

»æ`dÉ`f`dG ó°ûsdG

جَـــلالَـــةَ الـسُّـلْـطـان É``æ`d ßØMG É``æ`HO É``j

¿É``````eÉ``Hp  ¿É``Wƒ»``a Ö©°ûdG

وَلْـيَـــــدُمْ مـُؤَيَّـــدًا عـــاهِـــلاً مُـــمَـــجَّـــدًا

i ó``à«i ¢ùf``Øæ`dÉH

يا عُمانُ نَحْنُ مِنْ عَهْدِ النَّبي أَوْفِـيـاءُ مِـنْ كِـرامِ الْعَرَبِ

فـارْتَقـــي هـــامَ السَّمـاء وَامْلَئي الْكَـوْنَ ضيـاء

AÉ``Nódɪ»``a ©f``h ..ó©°Sh

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: تركيب الخلية

نظرة عامة ٤٣
مخطط التدريس ٤٣
الموضوع ١-١: علم الخلية
واستخدام المجهر ٤٤
الموضوع ١-٢: الخلايا النباتيّة والخلايا
الحيوانيّة كما تُرى بالمجهر الضوئي ٤٨
الموضوع ١-٣: حساب القياسات
ومقدار التكبير ٥٤
الموضوع ١-٤: الخلايا النباتيّة والخلايا الحيوانيّة
كما تُرى بالمجهر الإلكتروني ٥٨
الموضوع ١-٥: البكتيريا ٦٣
الموضوع ١-٦: الفيروسات ٦٦
إجابات كتاب الطالب ٦٩
إجابات كتاب التجارب العملية والأنشطة ٧٥
إجابات الأنشطة ٧٥
إجابات الاستقصاءات العملية ٨٠
إجابات أسئلة نهاية الوحدة ٨٥

الوحدة الثانية: الجزيئات الحيوية

نظرة عامة ٨٧
مخطط التدريس ٨٧
الموضوع ٢-١: الكيمياء الحيويّة ٨٨
الموضوع ٢-٢: الكربوهيدرات ٩٣
الموضوع ٢-٣: الدهون ٩٩
الموضوع ٢-٤: البروتينات ١٠٣
الموضوع ٢-٥: الماء ١٠٨
إجابات كتاب الطالب ١١٢
إجابات كتاب التجارب العملية والأنشطة ١١٩
إجابات الأنشطة ١١٩
إجابات الاستقصاءات العملية ١٢٤
إجابات أسئلة نهاية الوحدة ١٣٢

الوحدة الثالثة: الإنزيمات

نظرة عامة ١٣٣
مخطط التدريس ١٣٣
الموضوع ٣-١: ما هو الإنزيم؟ ١٣٤
الموضوع ٣-٢: طريقة عمل الإنزيمات..... ١٣٧
الموضوع ٣-٣: استقصاء سير
تفاعل محفّز بالإنزيم ١٤١
الموضوع ٣-٤: العوامل المؤثرة في
عمل الإنزيم ١٤٥
الموضوع ٣-٥: مقارنة ألفة
(تلاؤم) الإنزيمات..... ١٥٠
الموضوع ٣-٦: مثبطات الإنزيم..... ١٥٣
الموضوع ٣-٧: الإنزيمات المثبتة..... ١٥٦
إجابات كتاب الطالب ١٦٠
إجابات كتاب التجارب العملية والأنشطة ١٦٤
إجابات الأنشطة ١٦٤
إجابات الاستقصاءات العملية ١٦٧
إجابات أسئلة نهاية الوحدة..... ١٨٤

الوحدة الرابعة: دورة الخليّة والانقسام المتساوي

نظرة عامة ١٨٦
مخطط التدريس ١٨٦
الموضوع ٤-١: النمو والتكاثر و دور
الكروموسومات ١٨٧
الموضوع ٤-٢: دورة الخليّة ١٩١
الموضوع ٤-٣: الانقسام المتساوي ١٩٥
الموضوع ٤-٤: دور التيلوميرات..... ٢٠١
الموضوع ٤-٥: دور الخلايا الجذعيّة ٢٠٤
الموضوع ٤-٦: السرطانات..... ٢٠٧
إجابات كتاب الطالب ٢١٠
إجابات كتاب التجارب العملية والأنشطة ٢١٤
إجابات الأنشطة ٢١٤
إجابات الاستقصاءات العملية ٢١٧
إجابات أسئلة نهاية الوحدة..... ٢٢٥

المقدمة

يأتي دليل المعلم لكتاب الأحياء للصف الحادي 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 الحادي 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 الحادي 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

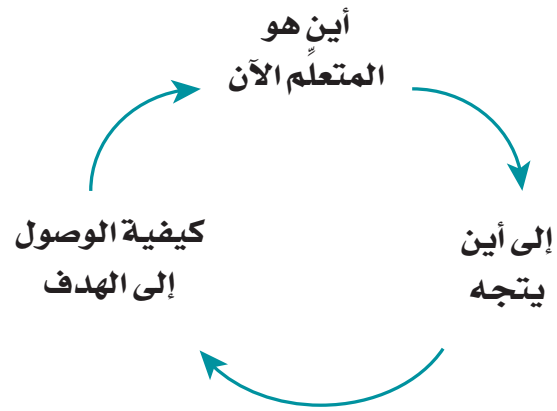
ما هو التقويم من أجل التعلم؟

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.

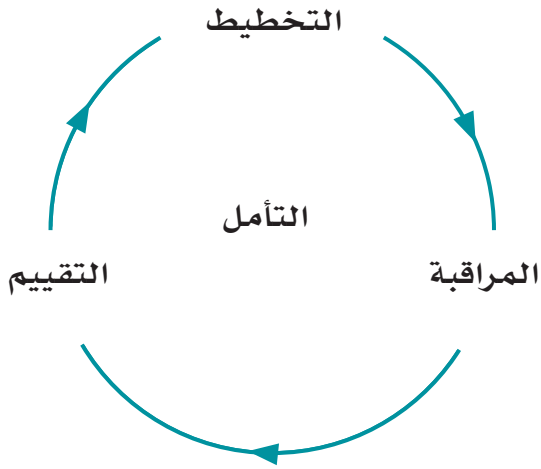
Wiliam, D. (2011), Embedded Formative Assessment, Solution Tree Press, Bloomington, IN.

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: تركيب الخلية	
١-١ علم الخلية واستخدام المجهر	
١-١١	يقارن تركيب الخليّة بدائيّة النواة كما هي في بكتيريا نموذجيّة بتركيب الخلايا حقيقيّة النواة النموذجيّة في النباتات والحيوانات.
١-٢ الخلايا النباتيّة والخلايا الحيوانيّة كما تُرى بالمجهر الضوئي	
١-١	يُعِدّ شرائح مجهرية مؤقّتة لخلايا حية يمكن مشاهدتها بالمجهر الضوئي.
١-٢	يرسم خلايا حية من شرائح وصور مجهرية ضوئية.
١-٥	يتعرّف على العضيّات والتراكيب الخلويّة الموجودة في الخلايا حقيقيّة النواة والتي يمكن رؤيتها بالمجهر الضوئي ويحدّد تركيبها ووظائفها مقتصرًا على: • غشاء سطح الخلية • النواة • جهاز جولجي • الميتوكندريا • السنتريولات • البلاستيدات الخضراء • الجدار الخلوي • غشاء الفجوة في الخلايا النباتيّة (التونوبلاست) وفجوة مركزية كبيرة دائمة في الخلايا النباتية.
١-٨	يقارن تركيب الخلايا النباتيّة والخلايا الحيوانيّة النموذجيّة.
١-٣ حساب القياسات ومقدار التكبير	
١-٣	يحسب مقدار تكبير الرسوم والصور، ويحسب القياسات الحقيقية للعيّنات من مقياس الرسوم، والصور المجهريّة الضوئية، والرسوم المجهريّة الإلكترونيّة (بالمجهر الماسح والمجهر النافذ).
١-٤	يستخدم مقياس العدسة العينية ومقياس المنضدة لإجراء القياسات ويستخدم الوحدات المناسبة: المليمتر (mm) والميكرومتر (µm) والنانومتر (nm).

١-٤ الخلايا النباتيّة والخلايا الحيوانيّة كما تُرى بالمجهر الإلكتروني	
١-٦	يتعرّف على العضيّات والتراكيب الخلويّة الموجودة في الخلايا حقيقيّة النواة والتي يمكن رؤيتها تحت المجهر الإلكتروني ويحدّد تركيبها ووظائفها مقتصرًا على: • الغلاف النووي والنوية • الشبكة الإندوبلازمية الخشنة • الشبكة الإندوبلازمية الناعمة • العرف ووجود DNA حلقي صغير في الميتوكندريا • الرايبوسومات (80S في السيتوبلازم و 70S في البلاستيدات الخضراء الميتوكندريا) • الليسوسومات • الأنيبيبات الدقيقة • الأهداب • الخملات • الثايلاكويدات ووجود DNA حلقي صغير في البلاستيدات الخضراء • الروابط البلازميّة
١-٧	يصف ويفسّر الصور المجهريّة الضوئية والصور المجهريّة الإلكترونيّة ورسوم الخلايا النباتيّة والحيوانيّة النموذجية.
١-٨	يقارن تركيب الخلايا النباتيّة والخلايا الحيوانيّة النموذجيّة.
١-٩	يذكر أن الخلايا تستخدم ATP من عمليّة التنفس للعمليات التي تتطلّب الطاقة.
١-٥ البكتيريا	
١-١٠	يحدد خصائص التراكيب الأساسيّة للخليّة بدائيّة النواة كما توجد في بكتيريا نموذجيّة، بما في ذلك: • أحادية الخلية • قطر (1 – 5 µm) غالبًا • جدران خلويّة من ببتيدوجلايكان • DNA حلقي • رايبوسومات 70S • الافتقار لعضّيات محاطة بأغشية مزدوجة.
١-١١	يقارن تركيب الخليّة بدائيّة النواة كما هي في بكتيريا نموذجيّة بتركيب الخلايا حقيقيّة النواة النموذجيّة في النباتات والحيوانات.
١-٦ الفيروسات	
١-١٢	يذكر أنّ جميع الفيروسات تراكيب غير خلويّة تحتوي على حمض نووي (DNA) أو (RNA) وغلاف بروتيني يعرف بالمحفظة، وأنّ لبعض الفيروسات غلافًا خارجيًا مكونًا من دهون مفسفرة.

الأهداف التعليمية

الوحدة الثانية: الجزيئات الحيوية

٢-١ الكيمياء الحيوية

٢-٤	يعرّف المصطلحات الآتية: مونومر، بوليمر، جزيء كبير، سكر أحادي، سكر ثنائي، عديد التسكر.
٢-٥	يذكر دور الروابط التساهمية في ربط الجزيئات الصغيرة معًا لتكوين البوليمرات.

٢-٢ الكربوهيدرات

٢-١	يصف اختبار بندكت شبه كمّي على محلول سكر مختزل عن طريق معايرة الاختبار، ويستخدم النتائج (الزمن لبدء تغيير اللون أو المقارنة بمعايير اللون) لتقدير التركيز.
٢-٢	يصف اختبارًا للكشف عن السكريات غير المختزلة باستخدام التحلّل المائي الحمضي ومحلول بندكت.
٢-٣	يصف ويرسم الأشكال الحلقيّة لكل من سكر ألفا جلوكوز وبيتا جلوكوز.
٢-٦	يذكر أنّ الجلوكوز والفركتوز والمالتوز سكريات مختزلة وأنّ السكروز سكر غير مختزل.
٢-٧	يصف تكوين الرابطة الجلايكوسيديّة عن طريق التكثيف، مع الإشارة إلى السكريات الثنائية، بما في ذلك سكر السكروز وعديدة التسكر.
٢-٨	يصف تكسّر الرابطة الجلايكوسيديّة في عديدة التسكر والسكريات الثنائية عن طريق التحلّل المائي، مع الإشارة إلى اختبار السكر غير المختزل.
٢-٩	يصف التركيب الجزيئي لعديد التسكر النشا (أميلوز وأميلوبكتين) والجلايكوجين ويربط تركيبهما بوظائفهما في الكائنات الحيّة.
٢-١٠	يصف التركيب الجزيئي لعديد التسكر السليلوز ويبيّن كيف يساهم ترتيب جزيئات السليلوز في وظيفة جدران الخلايا النباتيّة.

٢-٣ الدهون

٢-١١	يذكر أنّ الدهون الثلاثيّة جزيئات غير قطبيّة كارهة للماء، ويصف التركيب الجزيئي للدهون الثلاثيّة بالإشارة إلى الأحماض الدهنيّة (المشبعة وغير المشبعة) والجليسرول وتكوين روابط الإستر.
٢-١٢	يربط التركيب الجزيئي للدهون الثلاثيّة بوظائفها في الكائنات الحيّة.
٢-١٣	يصف التركيب الجزيئي للدهون المفسفرة مع الإشارة إلى رؤوس الفوسفات (المحبة) للماء (القطبيّة) وذيول الأحماض الدهنيّة الكارهة للماء (غير القطبيّة).

٢-٤ البروتينات

٢-١٤	يصف ويرسم: • التركيب العام للحمض الأميني • تكوين وكسر الرابطة الببتيدية.

٢-١٥	يشرح معنى المصطلحات الآتية: التركيب الأولي، والتركيب الثانوي، والتركيب الثالثي، والتركيب الرابعي للبروتينات.
٢-١٦	يصف أنواع الروابط التي تحافظ على شكل جزيئات البروتين: • التفاعلات الكارهة للماء • الرابطة الهيدروجينيّة • الرابطة الأيونيّة • الرابطة التساهميّة بما في ذلك روابط ثنائي الكبريتيد.
٢-١٧	يذكر أنّ البروتينات الكرويّة قابلة للذوبان بشكل عام، ولها أدوار وظيفية، وأنّ البروتينات الليفيّة غير قابلة للذوبان بشكل عام، ولها أدوار تركيبيّة.
٢-١٨	يصف تركيب جزيء الهيموجلوبين كمثال على بروتين كروي بما في ذلك تكوين تركيبه الرابعي من سلسلتي ألفا (جلوبين ألفا) وسلسلتي بيتا (جلوبين بيتا) ومجموعة الهيم.
٢-١٩	يربط تركيب الهيموجلوبين بوظيفته بما في ذلك أهميّة الحديد في مجموعة الهيم.
٢-٢٠	يصف تركيب جزيء الكولاجين كمثال على البروتين الليفي، وترتيب جزيئات الكولاجين لتكوين ألياف الكولاجين.
٢-٢١	يربط تركيب جزيئات الكولاجين وألياف الكولاجين بوظيفتها.
٢-٥ الماء	
٢-٢٢	يشرح كيفيّة تكوين الروابط الهيدروجينيّة بين جزيئات الماء ويربط خصائص الماء بأدواره في الكائنات الحيّة، مقتصرًا على: الإذابة والسعة الحراريّة النوعيّة العالية والحرارة الكامنة للتبخّر.

الأهداف التعليمية

الوحدة الثالثة: الإنزيمات

٣-١ ما هو الإنزيم؟	
٣-١	يذكر أنّ الإنزيمات بروتينات كرويّة تحفّز التفاعلات داخل الخلايا أو تفرز لتحفّز التفاعلات خارج الخلايا.
٣-٢ طريقة عمل الإنزيمات	
٣-٢	يشرح طريقة عمل الإنزيمات من حيث الموقع النشط، ومعقد الإنزيم-المادة المتفاعلة، وتخفيض طاقة التنشيط وتخصصية الإنزيمات، من حيث فرضيّة التلاؤم المستحث.
٣-٣ استقصاء سير تفاعل محفز بالإنزيم	
٣-٣	يشرح كيف يستقصي سير التفاعلات المحفّزة بالإنزيم عن طريق قياس سرعة تكوّن النواتج باستخدام الكتاليز وسرعة اختفاء المادّة المتفاعلة باستخدام الأميليز.
٣-٤	يلخّص استخدام مقياس الألوان لقياس سير التفاعلات المحفّزة بالإنزيم التي تتضمّن تغيّرات في اللون.

٣-٤ العوامل المؤثرة في عمل الإنزيم	
٣-٥	يستقصي ويشرح تأثير العوامل الآتية في سرعة التفاعلات المحفّزة بالإنزيم: • تركيز الإنزيم • تركيز المادة المتفاعلة • تركيز المثبّط.
٣-٥ مقارنة ألفة (تلاؤم) الإنزيمات	
٣-٦	يشرح أن أقصى سرعة للتفاعل (V_{max}) تستخدم لاشتقاق ثابت ميكاليليس ومينتين (K_m) الذي يستخدم لمقارنة تلاؤم الإنزيمات المختلفة مع موادها المتفاعلة.
٣-٦ مثبّطات الإنزيم	
٣-٧	يشرح تأثير المثبّطات العكسيّة، التنافسيّة وغير التنافسيّة، على نشاط الإنزيمات.
٣-٧ الإنزيمات المثبتة	
٣-٨	يصف الطرق المختلفة للنشاط بين الإنزيم المثبّت بالألجينات (أو الصمغ الهلامي الألجيني) والإنزيم نفسه الحرّ في محلول، ويذكر ميزات استخدام الإنزيمات المثبّتة.

الأهداف التعليمية

الوحدة الرابعة: دورة الخلية والانقسام المتساوي

٤-١ النمو والتكاثر و دور الكروموسومات	
٤-١	يصف تركيب الكروموسوم مقتصرًا على: • DNA • بروتينات الهستون • الكروماتيدات المتطابقة (الشقيقة) • السنترومير • التيلوميرات.
٤-٢ دورة الخلية	
٤-٣	يلخص دورة الخليّة، بما في ذلك: • الطور البيني (النمو في طوري G_1 و G_2، وتضاعف DNA في الطور S). • الانقسام المتساوي • انقسام السيتوبلازم.

٤-٣ الانقسام المتساوي	
٤-٢	يشرح أهميّة الانقسام المتساوي في إنتاج خلايا جديدة متماثلة جينيًا خلال: • نمو الكائنات الحيّة متعددة الخلايا • استبدال الخلايا التالفة أو الميتة • إصلاح الأنسجة عن طريق استبدال الخلايا • التكاثر اللاجنسي.
٤-٧	يصف سلوك الكروموسومات في الخلايا النباتيّة والخلايا الحيوانيّة أثناء دورة الخلية والانقسام المتساوي وسلوك الغلاف النووي وغشاء سطح الخلية والخيوط المغزليّة المرتبط بالانقسام المتساوي (يتوقع تسمية الأطوار الرئيسية للانقسام المتساوي: الطور التمهيدي، الطور الاستوائي، الطورالانفصالي، الطور النهائي).
٤-٨	يفسّر الصور المجهريّة والرسوم والشرائح المجهريّة للخلايا في أطوار مختلفة من دورة الخليّة بما يتضمن الأطوار الرئيسية للانقسام المتساوي.
٤-٤ دور التيلوميرات	
٤-٤	يحدّد دور التيلوميرات في منع فقدان الجينات من نهايات الكروموسومات أثناء تضاعف DNA.
٤-٥ دور الخلايا الجذعيّة	
٤-٥	يحدّد دور الخلايا الجذعيّة في استبدال الخلايا وإصلاح الأنسجة عن طريق الانقسام المتساوي.
٤-٦ السرطانات	
٤-٦	يشرح كيف يمكن أن يؤدّي الانقسام الخلوي غير المنضبط إلى تشكل ورم.

الوحدة الأولى

تركيب الخلية

نظرة عامة

- تعرض هذه الوحدة الخلايا بوصفها الوحدة الأبسط للحياة، وتوضح للطالب كيف يستخدم المجهر الضوئي في مختبر المدرسة لمشاهدة الخلايا، وكيف توفِّر صور المجهر الإلكتروني مزيدًا من المعرفة عن التراكيب الدقيقة لها، بما في ذلك العضيّات.
- تتوافر في هذه الوحدة فرص كثيرة للعمل المخبري، وفرص لتطوير مهارات الطلبة التحليليّة والتطبيقيّة والرياضيّة.

مخطط التدريس

أهداف الموضوع	الموضوع	عدد الحصص	المصادر في كتاب الطالب	المصادر في كتاب التجارب العملية والأنشطة
١-١١	١-١ علم الخليّة واستخدام المجهر	٢	قبل أن تبدأ بدراسة الوحدة العلوم ضمن سياقها: أفضل وسائل الدفاع، الهجوم الصورة ١-٢ والجدول ١-١	• نشاط ١-١ وحدات قياس الأجسام الصغيرة
١-١، ١-٢، ١-٥، ١-٨،	١-٢ الخلايا النباتيّة والخلايا الحيوانيّة كما تُرى بالمجهر الضوئي	٧	الأشكال من ١-١ إلى ١-٤ الصورتان ١-٣ و١-٤ السؤالان ١ و ٢ مهارت عملية ١-١ إعداد شرائح مجهريّة مؤقّتة مهارت عملية ١-٢ الرسم البيولوجي أسئلة نهاية الوحدة: ١ و ٢	• نشاط ١-٣ رسم تخطيطي لصورة مجهرية ضوئية • استقصاء عملي ١-١ إعداد شريحة مجهريّة مؤقّتة ورسم الخلايا (الأجزاء ١ و٢ و٣) • أسئلة نهاية الوحدة: ٢
١-٣، ١-٤	١-٣ حساب القياسات ومقدار التكبير	٢	الشكل ١-٥ الصورتان ١-٥ و ١-٦	• نشاط ١-٢ حساب مقدار التكبير • نشاط ١-٥ استخدام مقياس شبكة العدسة العينيّة ومقياس المنضدة • استقصاء عملي ١-١ إعداد شريحة مجهريّة مؤقّتة ورسم الخلايا (الجزءان ٤ و ٥)

١-٦، ١-٧، ١-٨، ١-٩	١-٤ الخلايا النباتيّة والخلايا الحيوانيّة كما تُرى بالمجهر الإلكتروني	٦	الأشكال من ١-٦ إلى ١-١٥، الصور من ١-٧ إلى ١-٢٠ الأسئلة من ٣ إلى ٥ مهارات عملية ١-٣ أسئلة نهاية الوحدة: ٣ و ٥ و ٦ و ٧ و ٨ و ٩	• نشاط ١-٤ المجاهر الإلكترونيّة والمجاهر الضوئيّة • نشاط ١-٦ الأغشية في أنواع مختلفة من الخلايا • أسئلة نهاية الوحدة: ٣ و ٤
١-١٠، ١-١١	١-٥ البكتيريا	٢	الشكل ١-١٦، الجدول ١-٢، السؤال ٦ أسئلة نهاية الوحدة: ٤	
١-١٢	١-٦ الفيروسات	١	الشكل ١-١٧، والصورة ١-٢١	• أسئلة نهاية الوحدة: ١

الموضوع ١-١: علم الخليّة واستخدام المجهر

يقدم هذا الموضوع مفهوم الخليّة والتكنولوجيا المستخدمة في مشاهدة الخلايا.

الأهداف التعليمية

١-١١ يقارن تركيب الخليّة بدائيّة النواة كما هي في بكتيريا نموذجيّة بتركيب الخلايا حقيقيّة النواة النموذجيّة في النباتات والحيوانات.

عدد الحصص المقترحة للتدريس

يخصص لتنفيذ هذا الموضوع حصتان كل واحدة منهما ٤٠ دقيقة.

المصادر المرتبطة بالموضوع

المصدر	الموضوع	الوصف
كتاب الطالب	قبل أن تبدأ بدراسة الوحدة العلوم ضمن سياقها: أفضل وسائل الدفاع، الهجوم	• أهمية دراسة الخلية ومكان الدراسة
	الصورة ١-٢	• رسم لخلايا الفلين كما شاهدها روبرت هوك ونشرها عام 1665 م
	الجدول ١-١	• رسم لجدول يظهر وحدات القياس المرتبطة بدراسة الخلايا
كتاب التجارب العملية والأنشطة	النشاط ١-١	• وحدات قياس الأجسام الصغيرة

المفاهيم الخاطئة وسوء الفهم

- غالبًا ما يخطئ الطلبة في التمييز بين المفاهيم الآتية: الخلايا، والكائنات الحية بدائية النواة وحقيقية النواة.
- قد ينسى الطلبة أحيانًا أن الضوء والإلكترونات شكلان من أشكال الإشعاع.

أنشطة تمهيدية

لقد درس الطلبة علم الخليّة في صفوف سابقة، لكن يحتمل ألّا يتذكّروا كل ما تعلّموه. لذا، نرى من المفيد أن تبدأ بالطلب إليهم العمل في ثنائيات للإجابة عن أسئلة «**قبل أن تبدأ بدراسة الوحدة**»، ثم مناقشة الإجابات مع الصف بأكمله.

يمكن الاستفادة من محتوى «العلوم ضمن سياقها–خلايا في الفضاء» لتحفيز المناقشة حول أهميّة دراسة الخليّة والمكان الذي يجري فيه دراستها، ويمكن استكمال المناقشة في مجموعات صغيرة.

الأنشطة الرئيسية

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

١ الخط الزمني للمجهر (١٥ دقيقة)

اطلب إلى الطلبة الاستفادة من كتاب الطالب ومن الشبكة العالمية للاتصالات الدولية–الإنترنت لإعداد خط زمني يبيّن كيفية تطوّر المجهر الضوئي. على الطلبة توضيح عمل كلٍّ من: مالبيجي Malpighi، وهوك Hooke، وشلايدن Schleiden، وشوان Schwann، وكيف أدى عملهم إلى وضع النظريّة القائلة بأن جميع الخلايا تأتي من خلايا موجودة سابقًا عبر الانقسام الخلوي.

› **أفكار للتقويم:** وفِّر للطلبة مجموعة من البطاقات تعرض رسومًا لأنسجة، وخلايا، وعضيّات، طالبًا إليهم أن يضعوها على خطهم الزمني عند الأوقات الزمنيّة التي أصبحت فيها هذه الأشياء مرئيّة بالعين المجرّدة. على سبيل المثال: شوهدت الشعيرات الدمويّة لأول مرة من قبل مالبيجي، وشوهدت الخلايا لأول مرة من قبل هوك.

٢ وحدات القياس (١٥ دقيقة)

دع الطلبة يبحثون عبر الشبكة العالمية للاتصالات الدولية–الإنترنت عن صور لأجسام بقياسات مختلفة من قطر 1 كيلومتر إلى قطر 1 نانومتر، ثم يقومون بترتيبها.

RsScience https://rsscience.com/scale-of-biology-cell-size/

Genetic Science Learning Center https://learn.genetics.utah.edu/content/cells/scale/

Material Research Science and engineering Center https://chem.beloit.edu/edetc/nanoscale/index.html

Scitable https://www.nature.com/scitable/content/the-relative-scale-of-biological-molecules-and-14704956/

Wikipedia https://en.wikipedia.org/wiki/Nanoscopic_scale

٣ بطاقات وحدات القياس (١٥ دقيقة)

اطلب إلى الطلبة إعداد مجموعة من البطاقات التعليميّة التي تساعدهم على تبادل القياسات فيما بينهم، موجّهًا إيّاهم إلى استخدام الجدول ١-١ الوارد في كتاب الطالب للتحويل بين الوحدات، على سبيل المثال: يمكن كتابة قيمة رقمية بالمليمترات (مثلًا 0.06 mm) على أحد وجهَي البطاقة، وإعادة كتابة الرقم نفسه بالميكرومترات (مثلاً 6 µm) على الوجه الآخر للبطاقة). مناقشة الطلبة أثناء تجوّلك في غرفة الصف تساعدهم على إدراك أهميّة الحجم الصغير لبعض الأجسام. على سبيل المثال: يمكن أن تحتل 20000 رايبوسوم مساحة لنقطة في نهاية جملة.

› **أفكار للتقويم:** اسأل الطلبة أسئلة تمكّنك من تشخيص سوء الفهم أو المفاهيم الخاطئة المرتبطة في هذا النشاط. على سبيل المثال: مليون نانومتر تساوي 1 مليمتر– صح أم خطأ"؟

٤ الفيديوهات والنماذج الحاسوبيّة (١٥ دقيقة)

يتوافر على الشبكة العالمية للاتصالات الدولية–الإنترنت مقاطع فيديو كثيرة تقارن بين الخلايا ذات القياسات المختلفة. ابحث عن أحدث الروابط ذات العلاقة، والتي يمكن أن تتضمّن الآتي: «نظريّة الخليّة»، «ما عدد الخلايا في جسم الإنسان؟»، «ما مدى صغر حجم الخليّة؟»

نظريّة الخليّة – أكاديميّة خان: https://youtu.be/L3nH3KTNS3E

ما مدى صغر قياس الخليّة؟ https://youtu.be/ZaxaPovfNdE

مقارنة الخليّة بقياس الجزيء: https://youtu.be/W47M-gumtno

قياسات الخلايا – أكاديميّة خان: https://www.youtube.com/watch?v=xKJ3txXIuQk

عدد الخلايا وشكلها وقياسها: https://youtu.be/e2yQ-9Hqyfk

التعليم المتمايز (تفريد التعليم)

التوسّع والتحدي

- شجع الطلبة على الاستعداد للدرس التالي حول الفحص المجهري بطرح أسئلة تحفّزهم على البحث فيها، مُستعينين بكتاب الطالب والشبكة العالمية للاتصالات الدولية–الإنترنت، مثل:
  - لماذا يستحيل رؤية عضيّات صغيرة بالمجهر الضوئي؟
- اعمل على توسيع الفهم لدى الطلبة من خلال الإشارة إلى تطبيقات غير شائعة، تتمثل بتقنيات مجهريّة متطورة (على سبيل المثال: المجهر الفلوري، مجهر تباين الطور، المجهر الضوئي المنعكس (المقلوب)، مجهر الحقل المظلم، مجهر الحقل المتألق، مجهر متّحد البؤر، الفحص المجهري بإضاءة كولر، والفحص المجهري بالضوء المستقطب)، وكلّف الطلبة بالبحث في الأمثلة والميزات والتفاصيل الإجرائيّة.

الدعم

- تتفاوت قدرة الطلبة على استرجاع التراكيب البسيطة في الخليّة، لذلك وزّعهم ضمن مجموعات، طالبًا إليهم العمل معًا لتذكر أسماء العضيّات المختلفة في الخلايا النباتيّة والخلايا الحيوانيّة ووظائفها.
- ساعد الطلبة على تنظيم أفكارهم عن طريق تكوين جدول يلخّص معلومات هذا الدرس.

تلخيص الأفكار والتأمّل فيها

- قم بإعداد ثلاثة أو أربعة أسئلة، يفضّل أن تكون بنمط الاختيار من متعدّد، أو تلك التي تتطلب إجابة قصيرة، ليجيب عنها الطلبة في نهاية الحصة، ويسلّموها لك عند مغادرتهم غرفة الصف لتكون «بطاقة خروج» لهم. يمكن أن تؤمّن استراتيجية «بطاقة الخروج» هذه فرصة للتقويم التكويني، إذ تساعدك في الحكم على مدى الحاجة إلى مزيد من التعزيز للموضوع في الحصة التالية.
- قبل نهاية الدرس، اقرأ تعريف المصطلحات العلميّة واحدًا تلو الآخر، متحديًا كل طالب على تسمية المصطلح العلمي لكل تعريف.
- قد يكون من المبكر لمعظم الطلبة دراسة هذا المحتوى من هذه المرحلة، وبالتالي تكون مستويات الثقة منخفضة. لذا شجّعهم على طلب المساعدة في مرحلة مبكرة من سياق الموضوع، عن طريق إضافة نشاط «تأمّل»، طالبًا إليهم أن يكتبوا بشكل منفرد قضيّة معيّنة متأكدين من تحقيق المعرفة فيها، وقضيّة أخرى غير متأكدين منها، وثالثة يحتاجون إلى معرفة المزيد عنها. يمكنك بعد ذلك الطلب إليهم العمل في مجموعات لمناقشة إجاباتهم، مع مراعاة مستوى إتقانهم لجوانب الدرس المختلفة.

التكامل مع المناهج

مهارة القراءة والكتابة

نبّه الطلبة إلى المصطلحات العلميّة الواردة في كتاب الطالب. أكد عليهم استخدامها أثناء مناقشاتهم في الحصة. سيساعدهم ذلك على استيعاب المصطلحات.

المهارة الحسابية

يؤمّن تعلم وحدات القياس والتحويل من وحدة إلى أخرى فرصة كبيرة للطلبة كي يطبّقوا العوامل العشريّة والشكل المعياري.

الموضوع ١-٢: الخلايا النباتيّة والخلايا الحيوانيّة كما تُرى بالمجهر الضوئي

يقدم هذا الموضوع المجهر الضوئي وتحضير الشرائح المؤقتة للعيّنات الخلويّة، ويستعرض أسماء العضيّات وتراكيبها ووظائفها الأكثر شيوعًا في الخلايا الحيوانيّة والنباتيّة كما تُرى بالمجهر الضوئي.

الأهداف التعليمية

١-١ يُعِدّ شرائح مجهرية مؤقّتة لخلايا حية يمكن مشاهدتها بالمجهر الضوئي.

١-٢ يرسم خلايا حية من شرائح وصور مجهرية ضوئية.

١-٥ يتعرّف على العضيّات والتراكيب الخلويّة الموجودة في الخلايا حقيقيّة النواة والتي يمكن رؤيتها بالمجهر الضوئي ويحدّد تركيبها ووظائفها مقتصرًا على:

- غشاء سطح الخلية
- النواة
- جهاز جولجي
- الميتوكندريا
- السنتريولات
- البلاستيدات الخضراء
- الجدار الخلوي
- غشاء الفجوة في الخلايا النباتيّة (التونوبلاست) وفجوة مركزية كبيرة دائمة في الخلايا النباتية.

١-٨ يقارن تركيب الخلايا النباتيّة والخلايا الحيوانيّة النموذجيّة.

عدد الحصص المقترحة للتدريس

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

المصادر المرتبطة بالموضوع

المصدر	الموضوع	الوصف
كتاب الطالب	الأشكال من ١-١ إلى ١-٤، الصورتان ١-٣ و ١-٤	• الأشكال والصور التي تبيّن تركيب الخلايا في النباتات والحيوانات
	السؤالان ١ و ٢	• السؤالان المرتبطان بتركيب الخلايا في النباتات والحيوانات
	المهارات العملية ١-١ و ١-٢	• إعداد شرائح مجهرية مؤقتة، الرسم البيولوجي
	أسئلة نهاية الوحدة: ١ و٢	• السؤالان المرتبطان بتركيب الخلايا في النباتات والحيوانات
كتاب التجارب العملية و الأنشطة	النشاط ١-٣	• رسم تخطيطي لصورة مجهرية ضوئية
	الاستقصاء العملي ١-١ (الأجزاء من ١ إلى٣)	• إعداد شريحة مجهرية مؤقتة ورسم الخلايا
	أسئلة نهاية الوحدة: ٢	• الأسئلة المرتبطة بالخلايا الحيوانية والنباتية

المفاهيم الخاطئة وسوء الفهم

- يخطئ بعض الطلبة في جداول المقارنة بوضع ميزات غير قابلة للمقارنة بعضها مقابل بعض. على سبيل المثال: «تحتوي على DNA دائري»، مقابل «لا تحتوي جميع الخلايا على جدران خلويّة». يمكن عرض مثال في جدول يحتوي في مثل هذه الأخطاء، والطلب إليهم رصدها.
- يعتقد بعض الطلبة أن مصطلح **السيتوبلازم** يشمل النواة؛ لذا عليهم التمييز بين مصطلح **البروتوبلازم** ومصطلح **السيتوبلازم**.
- يلتبس على بعض الطلبة أحيانًا التمييز بين **الجدران الخلويّة** و**أغشية سطح الخليّة**، فيظنون أن للخلايا النباتيّة جدرانًا فقط، في حين تحتوي الخلايا الحيوانيّة على أغشية سطح الخليّة، ما يعني أن الخلايا النباتيّة تفتقر إلى غشاء سطح الخليّة (يمكن أن يساعد توفير جدول مقارنة أو تكوينه في توضيح ذلك).
- يعتقد الطلبة بشكل عام أن النواة محاطة بغشاء نووي (بدل غلاف نووي – الذي يتكون من غشاءَين)؛ كما يعتقدون أن وصف DNA بأنه مجرد، يدلّ على أنه غير محاط بغلاف نووي، وهو خطأ شائع، لأن التفسير الصحيح يعني لا ترتبط به بروتينات الهستونات.

أنشطة تمهيدية

يتمّ تركيز الأنشطة المرتبطة باستخدام المجاهر في المواضيع الأولى على أمثلة محددة، بحيث يهدف إلى مساعدة الطلبة على تذكّر أسماء بعض العضيات، وكيف تؤدي وظائف محددة في الخليّة. لذا يجب أن تسهم الأنشطة التمهيدية في استرجاع المعارف السابقة للطلبة.

في ما يأتي اقتراحان لنشاطَين يمكن استخدامهما كأنشطة تمهيدية؛ ويعتمد اختيار النشاط المقترح على المصادرالمتوافرة، وعلى الوقت المتاح، وعلى مدى تقدّم الطلبة في هذا الموضوع.

١ فكرة (أ)

تجوّل في غرفة الصف، سائلًا كل طالب أن يُسمّي جزءًا من الخليّة يتذكره من دراسته السابقة. سجّل، على السبورة، قائمة بالمصطلحات بحيث لا يتمكّن الطلبة بعدها إضافة أي اسم آخر. يمكن أن تشمل القائمة: النواة، غشاء سطح الخليّة، الجدار الخلوي، البلاستيدات الخضراء، والميتوكندريا.

› **أفكار للتقويم:** ناقش مع الطلبة الإجابات التي قدّموها، وشجّعهم على العمل في ثنائيّات لتصنيف تلك المصطلحات. على سبيل المثال: اذكر المصطلحات المرتبطة بالخلايا الحيوانيّة، وتلك المرتبطة بالخلايا النباتيّة. هل يوجد بعضها بشكل منفرد؟ وهل يوجد بعضها الآخر بشكل متعدد؟

٢ فكرة (ب)

شجّع الطلبة على العمل في ثنائيّات لاستثارة الأفكار أو (العصف الذهني) حول قائمة من التراكيب التي يعرفون أنها موجودة داخل الخلايا. بعد دقيقتَين أو ثلاث من المناقشة كلّفهم العمل في مجموعات من أربعة أشخاص للتعمّق في مناقشة الموضوع، وللتوصل إلى قائمة متفق عليها من الجميع. اطلب إلى طالب أو اثنَين من كل مجموعة تنفيذ رسم تخطيطي لخليّة «ملخص الخلية»، على السبورة، وتسمية الأجزاء، ثم تلخيص ما اتفقت عليه مجموعتهم.

› **أفكار للتقويم:** اطلب إلى الطلبة نقل الرسم التخطيطي للخلية المرسومة «ملخص الخلية» على السبورة إلى دفاترهم، مع كتابة التراكيب التي كانوا يعرفونها في خانة «كنت أعرف» باللون الأخضر، والتراكيب «الجديدة» باللون الأحمر. يمكن الاستعانة بهذا المخطط في نهاية الدرس لمعرفة مدى تقدّم الطلبة.

الأنشطة الرئيسية

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

١ الشرائح المجهرية المؤقتة (١٥ دقيقة)

استخدم المهارات العملية ١-١ لتوضيح كيفيّة إعداد شرائح مجهرية مؤقتة. يمكن أن يستخدم الطلبة العرض التوضيحي والمعلومات في فقرة المهارات العملية ١-١ لوضع خطة لاستقصاء معيّن، تشمل المواد والأدوات المطلوبة والطريقة التفصيليّة. كما يمكن إجراء ذلك أثناء التحضير للاستقصاء العملي ١-١.

٢ الرسوم البيولوجيّة (١٠ دقائق)

استخدم المهارات العملية ١-٢، والسؤال ٢ الوارد في كتاب الطالب لتذكير الطلبة بكيفيّة تنفيذ رسوم بيولوجية واضحة، مع إمكانية إجراء ذلك أثناء التحضير للاستقصاء العملي ١-١.

٣ الاستقصاء العملي ١-١ إعداد شريحة مجهريّة مؤقتة ورسم الخلايا (الأجزاء من ١-٣) (٨٠ دقيقة).

بالعودة إلى الاستقصاء العملي ١-١ الوارد في كتاب التجارب العملية والأنشطة، الذي يمنح الفرصة للطلبة لاستخدام المجهر الضوئي وإعداد شريحة مؤقتة مصطبغة من النسيج النباتي (قشرة البصل)، حيث يفحص الطلبة الشرائح بالمجهر، ويرسمون بعض الخلايا، وقد تطرقوا في هذا الاستقصاء إلى كل الإرشادات الخاصة بكيفية تنفيذ رسوم بيولوجية عالية الجودة. ناقش مع الطلبة أهميّة الاحتياطات الواجب اتباعها للتقليل من فرص إتلاف المجهر أو الشريحة؛ وإذا لم يستطيعوا أن يرسموا ما لاحظوه بالمجهر في شرائحهم التي أعدّوها، لضيق الوقت، فوضِّح لهم أنه سيمكنهم في الدرس التالي الرسم من شرائح جاهزة أو من الصور المجهريّة كما في الصورة ١-٤ أو الصورة ١-٣ الواردتَين في كتاب الطالب. ولمزيد من التوجيهات، انظر قسم إجابات الاستقصاء في نهاية هذه الوحدة: الاستقصاء العملي ١-١ (الجزء ٣) تحضير شريحة مؤقتة ورسم خلايا.

› **أفكار للتقويم:** تطوير مهارات الرسم أمر مهمّ كوسيلة لتقويم مهارات الملاحظة. قدّم للطلبة معايير نجاح واضحة، اطلب إليهم تقييم رسوم زملائهم (تقييم الأقران).

٤ معرض الأنشطة (٣٠ دقيقة)

تتمثل إحدى طرائق تنفيذ هذا القسم من المنهاج بتوفير ما يعرف بـ معرض الأنشطة. جهّز عددًا من محطات عمل مختلفة في الغرفة، بحيث يعمل في كل محطة، ولمدّة زمنيّة قصيرة، طالب واحد أو مجموعة صغيرة، ينتقلون بعدها إلى المحطة التالية؛ وبذلك يكون الطلبة قد نفّذوا جزءًا من العمل في كل محطة. تتميز هذه الطريقة بالاستخدام الفاعل للمصادر المحدودة وللوقت، وتوفير التنوّع في الأنشطة التفاعلية وتشجيع المناقشة الجماعيّة. كما يمكن أن يشمل هذا المعرض عدة موضوعات، منها:

- **المهمّة ١ (١٠ دقائق)**

يقارن الطلبة بين الخلايا الحيوانيّة والخلايا النباتيّة الموضّحة في صور مجهرية ضوئية (على سبيل المثال: خليّة شعيرة جذريّة، خليّة باطن الخد...). يمكن استخدام الأشكال المناسبة من كتاب الطالب.

- **المهمّة ٢ (١٠ دقائق)**

قم بإعداد نشاط عملي مثل الشرائح الجاهزة، والمجهر الضوئي، مع إتاحة الفرصة للطلبة لتنفيذ رسم ما، مستخدمين أقلام جرافيت من النوع (Hb) الحاد وبعض الورق.

- **المهمّة ٣ (١٠ دقائق)**

استخدم أسماء العضيات الخلويّة ووظائفها ليطابق الطلبة فيما بينها، في إطار نشاط المزج والمطابقة؛ على أن يتمّ فرزها بعد ذلك في مجموعات «نباتيّة فقط» أو «حيوانيّة ونباتيّة».

› **أفكار للتقويم:** يقدّم هذا النشاط العديد من المهارات والمفاهيم التي سيواجهها الطلبة أثناء دراستهم هذا الموضوع. شجّعهم على التأمّل في تجاربهم لتقديم خمس توصيات ترتبط بمتابعة دراستهم للموضوع. يمكن أن تكون التوصيات على شكل «في المرة القادمة سوف أقوم بـ...، يجب أن أتذكر أن...»، ثم اطلب إليهم كتابتها على ورق ملاحظات لاصق، ووضعها على لوحة الصف لمتابعة المناقشة، وحثّهم على قراءة توصيات زملائهم وإبداء الملاحظات حولها، مع إبراز الأخطاء الشائعة لديهم.

٥ مقارنات إبداعيّة (٣٠ دقيقة)

اطلب إلى الطلبة أثناء العمل في مجموعات إعداد مخططات فن Venn أو جداول حول ملصقات تقارن بين الخلايا الحيوانيّة والخلايا النباتيّة، من حيث التركيب العام والعضيّات الموجودة فيها. يمكن أن تكون الجداول تفاعليّة، تتضمّن روابط تشير إلى الرسوم التخطيطيّة والصور المجهريّة والنصوص؛ كما يمكن تنفيذ العمل على ورقة أو بطاقة كبيرة مع تأمين مجموعة من المواد. نفّذ نشاط "المتجر" الذي يقف فيه أحد طلبة المجموعة بجوار الملصق، ويشرح عنه لبقيّة المجموعات أثناء تعرفهم على الملصقات.

› **أفكار للتقويم:** اعرض أو ارسم رسمًا تخطيطيًا كبيرًا لخلية تحتوي على جميع العضيات الخلويّة، ولكنها محجوبة، أي مغطاة بقطع ورقيّة صغيرة مرقّمة (يمكن تنفيذ ذلك افتراضيًا عن طريق برنامج كمبيوتر، أو فعليًا عن طريق لصق أوراق A3 على السبورة البيضاء). دع الطلبة يختارون الأوراق التي يريدون إزالتها، وتعرّف العضيات التي كشفت. ولمزيد من التحدي، يمكن للطالب الذي توصّل إلى تعريف العضيات التي كشفت أن يختار طالبًا آخر، ويطلب إليه ذكر وظائف عضيات أخرى. كما يمكن أن يشكّل النشاط أساسًا للتنافس مع تقسيم طلبة الصف إلى فريقَين.

٦ تقديم الرسوم العلميّة (٦٠ دقيقة)

وزّع على الطلبة ورقة كبيرة من نوع A2 لتنفيذ رسم تخطيطي لخلية حيوانيّة على يمين الصفحة، وخليّة نباتيّة على يسارها. مستعينين بكتاب الطالب أو بمصادر أخرى لكتابة أسماء العضيّات وإيجاز وظائفها. اطلب إليهم كتابة أسماء العضيات التي توجد في كل نوع من نوعَي الخلايا. يمكن أن يكون هذا الرسم التخطيطي أشبه برسم مثالي لتركيب الخلية، على عكس الرسوم البيولوجية للعيّنات، كما يمكن تلوين الرسوم للتمييز بين العضيات.

٧ لعبة بنغو Bingo الخليّة (١٠ دقائق)

كلّف الطلبة أن يلعبوا لعبة «بنغو» لتعزيز فهم المصطلحات الأساسيّة التي وردت في الموضوعات السابقة؛ بحيث تزوّدهم بشبكة من تسعة مربّعات، على أن تكتب على السبورة 20 مصطلحًا من المصطلحات التي درسوها سابقًا، طالبًا إليهم اختيار تسعة مصطلحات عشوائيًا ليملأ بها كل طالب شبكته. ثم اذكر (بصوتٍ عالٍ) تعريف كل مصطلح من المصطلحات العلمية العشرين – بترتيب عشوائي – وأول طالب يضع علامة «صح» على مصطلحاته التسعة يقول «بنغو»، ويكون هو الفائز بالمسابقة. تذكّر أن المصطلحات العلمية التي وردت في الوحدة الأولى من كتاب الطالب قد كتبت بخط داكن، وكتبت تعريفاتها في صناديق في مختلف الصفحات. يمكن تكرار هذا النشاط في نهاية الوحدة لتعزيز فهم المصطلحات.

٨ التركيز على العضيات (٤٠ دقيقة)

وزّع الطلبة في ثنائيات، للبحث بالتفصيل في إحدى العضيات لمدة خمس إلى عشر دقائق، ثم إعداد عرض تقديمي قصير لزملائهم، يشمل وظيفة العضيّة ومظهرها واكتشافها وتسميتها وإمكانيّة وجودها في جميع الخلايا. طالبًا إليهم تدوين ملاحظاتهم عن كل عضيّة أثناء الاستماع للعرض.

› **أفكار للتقويم:** كلّف الطلبة كتابة سؤال اختيار من متعدّد عن العضيّة التي اختاروها، مشجّعًا إيّاهم على كتابة أسئلة إبداعيّة بدل الأسئلة التقليديّة، مثل: «ما وظيفة هذه العضيّة؟» ويمكن بعد انتهاء العروض تجميع الأسئلة التي كتبها الطلبة لتكون على شكل اختبار لهم جميعًا.

التعليم المتمايز (تفريد التعليم)

التوسّع والتحدي

- كلّف الطلبة تنفيذ النشاط ١-٣ الوارد في كتاب التجارب العملية والأنشطة: «**رسم تخطيطي لصورة مجهرية ضوئية**» لتطوير مهاراتهم في الرسم.
- شجّع الطلبة على البحث في أصل تسمية العضيات المختلفة، على أن يسمّوا بعضها باسم العالم الذي اكتشفها (على سبيل المثال: حدّد كاميلو جولجي جهاز جولجي لأول مرة)، في حين تمّت تسمية بعضها الآخر نسبة لأسماء تراكيب مكوّنات أخرى في الخليّة (على سبيل المثال الروابط البلازميّة).

الدعم

- تتفاوت قدرات الطلبة على اكتساب المهارات ذات الصلة، وقد يحتاج بعضهم إلى دعم لتمكين ثقتهم بقدراتهم، الأمر الذي يتطلب طريقة في التعليم تتصف بالصبر والتقدّم في مراحل الدرس خطوة خطوة؛ وربما يحتاجون أيضًا إلى دعم بعضهم بعضًا. اطلب إلى بعض الطلبة الرجوع إلى نشاط مهارات عملية ١-١ الوارد في كتاب الطالب: «**إعداد شرائح مجهريّة مؤقتة**»، والذي يقدّم وصفًا تفصيليًا (خطوة خطوة) لكيفيّة إعداد شريحة من نسيج نباتي.
- سيجد الكثير من الطلبة أن استخدامهم للمجهر بالطريقة الصحيحة هو تحدٍّ كبير لهم، وستجد بالتالي صعوبة في دعم مجموعة كبيرة منهم عندما يتطلب الأمر تقديم مساعدة شخصيّة. في ما يأتي استراتيجيتان قد تفيدان في هذه الحالة:
- استخدم مجهرًا توضيحيًا، ونفّذ النشاط خطوة خطوة، بحيث يراقب الطلبة عن كثب ما تقوم به.
- اطلب إلى الطلبة المجيدين التعاون مع زملائهم الذين يحتاجون إلى المساعدة، بحيث يعملون «كمساعدي مدرّس». سيفيد ذلك كلًا من «الطالب» الذي يحصل على مساعدة شخصيّة مفصلة، و«مساعد المدرّس» الذي يعزز قدراته على الفحص المجهري، ويطوّر مهارات التواصل لديه.
- أمّن للطلبة أثناء تنفيذهم نشاط «مقارنات إبداعيّة» الفرصة لطلب الدعم، وذلك عن طريق إنتاج مجموعة من "بطاقات الدعم" تكون متاحة لهم عند الحاجة إلى الدعم. تتضمّن كل بطاقة «تلميحًا» يهدف إلى تزويد الطالب بمعلومات تساعده على التقدم في عمله (على سبيل المثال: «قارن عدد الأغشية حول العضيّات» أو «هل فكرت في عدد العضيات في الخلايا؟»).

تلخيص الأفكار والتأمّل فيها

- السؤال ٢ الوارد في كتاب الطالب يوجّه الطلبة إلى تقييم رسم تخطيطي لثلاث خلايا رسموها بأنفسهم. وقد ورد نشاط مماثل؛ النشاط ١-٣ من كتاب التجارب العملية والأنشطة. يمكن للطلبة إعداد رسومهم التخطيطية «غير المصححة» ثم مبادلتها مع رسوم طلبة آخرين للتصحيح.
- يمكن أن يتذكّر الطلبة خلايا حيوانيّة وخلايا نباتيّة متخصصة درسوها في صفوف سابقة، والتأمل في أوجه اختلافها عن الخلايا الحيوانيّة والخلايا النباتيّة المثاليّة الواردة هنا.
- اختر طالبًا بشكل عشوائي، واطلب إليه تسمية عضيّة، ثم اختر طالبًا آخر ليذكر وظيفتها، وطالبًا ثالثًا يحدّد مكان وجودها في الخلايا الحيوانيّة والخلايا النباتيّة. استمرّ في اختيار الطلبة بهذه الطريقة، إلى أن يكتمل وصف جميع العضيات.
- حُثّ الطلبة على التفكير في السؤال التالي: كيف ساعد تطوير المجهر على فهم العالم الطبيعي، وبالتالي أدى إلى مزيد من التقدم؟

التكامل مع المناهج

مهارة القراءة والكتابة

يمكن تعزيز حفظ أسماء أجزاء المجهر المختلفة من خلال عرضها على السبورة على شكل رسم تخطيطي مع كتابة مسمياته. أو يمكنك توفير أوراق مطبوعة لكل مقعد مدرسي في الصف تعرض رسمًا تخطيطيًا للمجهر مع مسمياته. أكد على استخدام الطلبة للمصطلحات في مناقشاتهم، بما يساعد على أن يصبحوا على ألفة بها.

المهارة الحسابيّة

يعرض الموضوع التالي حسابات تتضمن مقدار التكبير. ومع ذلك يمكن أن تتوافر للطلبة فرصة الانخراط في الحسابات خلال هذا الدرس عند ضرب قيمة العدسة العينيّة في قيمة العدسة الشيئيّة.

الموضوع ١-٣: حساب القياسات ومقدار التكبير

يستكشف الطلبة في هذا الموضوع كيف يستخدمون مقياس شبكة العدسة العينيّة ومقياس المنضدة لقياس العيّنات، وحساب مقدار تكبير الصور والقياس الحقيقي للأجسام.

الأهداف التعليمية

١-٣ يحسب مقدار تكبير الرسوم والصور، ويحسب القياسات الحقيقية للعيّنات من مقياس الرسوم، والصور المجهريّة الضوئية، والرسوم المجهريّة الإلكترونيّة (بالمجهر الماسح والمجهر النافذ).

١-٤ يستخدم مقياس العدسة العينية ومقياس المنضدة لإجراء القياسات ويستخدم الوحدات المناسبة: المليمتر (mm) والميكرومتر (µm) والنانومتر (nm).

عدد الحصص المقترحة للتدريس

يخصص لتنفيذ هذا الموضوع حصتان كل واحدة منهما من ٤٠ دقيقة.

المصادر المرتبطة بالموضوع

المصدر	الموضوع	الوصف
كتاب الطالب	الشكل ١-٥، الصورتان ١-٥ و ١-٦	• الشكل والصور التي تركز على قياسات الأجسام وتكبيرها
كتاب التجارب العملية والأنشطة	النشاط ١-٢	• حساب مقدار التكبير
	النشاط ١-٥	• استخدام مقياس شبكة العدسة العينيّة ومقياس المنضدة
	الاستقصاء العملي ١-١ الجزءان ٤ و ٥	• إعداد شريحة مجهرية مؤقتة ورسم الخلايا

المفاهيم الخاطئة وسوء الفهم

- يقيس الطلبة العيّنات عادة بالسنتيمترات، وينسون الضرب في 10 للحصول على قيمة بالمليمترات قبل التحويل إلى ميكرومترات؛ لذلك أوصِهم بالقياس بالمليمترات، لتقليل إمكانية حدوث هذا الخطأ.
- على الرغم من حاجة الطلبة إلى معرفة مصطلح مقياس المنضدة، فمن المفيد في البداية توضيح أنه أشبه بـ «مسطرة مجهريّة».

أنشطة تمهيدية

في ما يأتي اقتراحان لنشاطَين يمكن استخدامهما كأنشطة تمهيدية، بحيث يعتمد اختيار النشاط على المصادر المتوافرة، وعلى الوقت المتاح، وعلى مدى تقدّم الطلبة في هذه الموضوعات.

١ فكرة (أ)

جهِّز لوحة تشمل جميع المصطلحات العلميّة (أسماء أجزاء المجهر الضوئي مثلًا) التي يجب أن يكون الطلبة على دراية بها منذ الدرس السابق، ثم اعرضها أمامهم، طالبًا إليهم رفع الأيدي عند ذكر مصطلح علمي، لتكتشف من تعرّف على هذا المصطلح سابقًا؛ ثم اجعلهم يبقون الأيدي مرفوعة عند الرغبة في الربط بين مصطلحَين على الأقل.

› **أفكار للتقويم:** اطلب إلى الطلبة تحديد «المصطلح غير المتجانس» (الكلمة الدخيلة) في مجموعة مصطلحات، على سبيل المثال: المصطلح غير المتجانس في المجموعة «العدسة العينيّة، المنضدة، العدسة الشيئيّة» هي المنضدة، لأن الضوء لا يمر من خلالها.

٢ فكرة (ب)

زوّد الطلبة بمجموعة من العبارات غير المكتملة لتنشيط معرفتهم بما تعلموه في الدرس السابق. وزّعهم في ثنائيّات، لتبدأ معهم بنشاط «تأمّل، شارك زميلك، شارك الصف»، ثم اطلب إليهم تكوين نهاية جملة أو بداية جملة. اعرض عليهم أن يقرأوا ما كتبوه، مشجعًا الثنائيات الأخرى على التعليق عليها. يفيد هذا النشاط في استرجاع (تذكّر) المعارف السابقة. تشمل الأمثلة:

- يمكن تحقيق التكبير الكلي من 100 X إذا ...
- ... لذا يستخدم غطاء الشريحة.
- ... لذا يلزم وجود صبغة لإظهار أجسام مثل الخلايا الحيوانيّة والخلايا النباتيّة.

› **أفكار للتقويم:** اطلب إلى الطلبة أن ينقلوا العبارات إلى دفاترهم، مع كتابة «كنت أعرف» باللون الأخضر إلى جانب العبارات التي كانوا يعرفونها من قبل، وكتابة المعلومات «الجديدة» باللون الأحمر. يمكن الإشارة إلى ذلك في نهاية الدرس لمعرفة مدى تقدّم الطلبة.

الأنشطة الرئيسية

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

١ الاستقصاء العملي ١-١: إعداد شريحة مجهريّة مؤقتة ورسم الخلايا (الجزءان ٤ و ٥) (٣٠ دقيقة)

ارجع إلى الاستقصاء العملي١-١ الوارد في كتاب الأنشطة والتجارب العملية، حيث يتيح هذا النشاط فرصة لاستخدام مقياس شبكة العدسة العينيّة ومقياس منضدة المجهر لقياس نوعَين من الخلايا النباتيّة. مقياس شبكة العدسة العينيّة مقياس صغير يوجد داخل العدسة العينيّة للمجهر. ومن المحتمل عند النظر من خلال العدسة العينيّة رؤية المقياس على الشبكة، مع رؤية الجسم على منضدة المجهر في الوقت نفسه. يقاس الجسم بوحدات «مقياس شبكة العدسة العينيّة»، وتتمّ معايرة هذه الوحدات باستخدام مقياس المنضدة. يساعد هذا النشاط الطلبة على إعادة هذا الترتيب خطوة خطوة.

› **أفكار للتقويم:** اطلب إلى الطلبة القيام بتقييم حسابات زملائهم لمتوسط عرض خليّة قشرة بصل واحدة تبعًا للخطوات الثماني المدرجة؛ وإذا لم يتوافر ذلك يمكن تنفيذ النشاط ١-٥ الوارد في كتاب التجارب العملية والأنشطة، الذي يوفِّر أسئلة وصورًا تتعلق باستخدام هذه المقاييس وتختصر عملية التعلم.

٢ اتّباع خطوات وصفة إبداعية (٣٠ دقيقة)

يتطلب هذا الموضوع من الطلبة تعلّم كيفيّة معايرة مقياس شبكة العدسة العينيّة، باتباع سلسلة من الخطوات بطريقة «الوصفة». لذلك شجّعهم على أن يكونوا أكثر إبداعًا في تصميم الوصفة خطوة خطوة. يمكن تحقيق ذلك على شكل سلسلة من الرسوم التخطيطيّة، أو مخطط بيانى (انسيابي) بعبارات تفصلها أسهم، أو قصة قصيرة، أو رسوم متحركة يتم إنتاجها على الكمبيوتر (حاسوبيًا).

› **أفكار للتقويم:** حدّد أفضل وصفتَين أو ثلاث وصفات إبداعيّة، ثم اطلب إلى الطلبة تقويمها، وتحديد ما «صمّم بشكل جيد»، أو «كان أفضل لو...»، لتقديم تغذية راجعة جماعيّة. والبديل عن ذلك، هو طريقة «نجمتان وأمنية»، التي يحدّد فيها الطلبة نقطتَين من الملاحظات الإيجابيّة ونقطة واحدة من النقد البنّاء. يمكن جمع أفضل الأمثلة الواردة في كتاب، أو وضعها على منصة المدرسة الافتراضيّة، ليرجع إليها الطلبة على مدار الفصل الدراسي.

التعليم المتمايز (تفريد التعليم)

التوسّع والتحدي

- من السهل تقديم مجموعة متنوعة أكثر ممّا تقدّمه أنشطة القياس، وقد يفضّل الطلبة اختيار أمثلتهم الخاصة. وفي كتاب الطالب تمارين مناسبة كثيرة يمكن استخدامها في هذا المجال.

على سبيل المثال: ما مقدار تكبير بعض الصور أو الرسوم الواردة في كتاب الطالب؟ ما طول البلاستيدة الخضراء؟

من المفيد تجميع نتائج الطلبة لقياس الخلايا، ثم عرضها على لوحة أو شاشة، بحيث يسهل اكتشاف النتائج غير المعقولة ومعالجتها سريعًا. كما يمكن تسهيل مناقشة موضوعات مثل تباين قياس الخلايا، وقياسات العيّنات المناسبة.

الدعم

- ساعد الطلبة على التمييز بين مقياس شبكة العدسة العينيّة ومقياس منضدة المجهر، موضّحًا لهم أن المقياس الذي يدور عند إدارة العدسة العينيّة هو مقياس شبكة العدسة العينيّة.
- اطلب إلى الطلبة الرجوع إلى المثال ١ الوارد في كتاب الطالب حول قياس الخلايا. فالمثال يركز على الشكل ١-٥ الذي يبيّن لهم كيفيّة استخدام مقياس شبكة العدسة العينيّة ومقياس المنضدة.
- يعتمد المثالان ٢، ٣ على الصورتين ١-٥ و١-٦، اللتين توفران تدريبًا تدريجيًا على كيفيّة إجراء القياسات باستخدام هذه المقاييس.
- يساعد النشاط ١-١ الوارد في كتاب التجارب العملية والأنشطة الطلبة على التحويل بين الوحدات، بما في ذلك mm، µm، nm. كما تتوافر فيه أسئلة متدرجة الصعوبة.

تلخيص الأفكار والتأمّل فيها

- ارسم جدولًا أو مخطط فن Venn للمقارنة بين مقياس شبكة العدسة العينيّة ومقياس المنضدة.
- حفّز الطلبة على أن يكتبوا أقصر جملة ممكنة باستخدام المصطلحات العلمية الآتية: مقياس شبكة العدسة العينيّة، مقياس المنضدة، مقدار التكبير، القياس الحقيقي، قياس الصورة. هذه الطريقة تفيدهم في التركيز على تطوير مهارات التفكير العليا لفهم معنى هذه المصطلحات العلمية، بدلًا من استرجاعها. وفِّر، لمن يحتاج من الطلبة، المقاطع الأولى والأخيرة من الجمل، أو قلّل عدد الكلمات المطلوب استخدامها.

التكامل مع المناهج

مهارة القراءة والكتابة

وردت عدة مصطلحات علميّة في هذا الموضوع، وهي تحتاج إلى تعريف واضح. قد يفيد عرض الرسوم التخطيطيّة لمقياس شبكة العدسة العينيّة، ومقياس المنضدة في هذا الدرس، إذ تضاف المصطلحات العلميّة كمسميات فقط عند وجودها.

المهارة الحسابيّة

يوفِّر التحويل بين الوحدات ومقدار التكبير فرصًا لتطوير المهارات الرياضيّة، على الطلبة إعادة ترتيب المعادلة الرياضيّة لحساب القياسات الحقيقيّة. قد يساعد النشاط ١-٢ الوارد في كتاب التجارب العملية والأنشطة في ذلك.

الموضوع ١-٤: الخلايا النباتيّة والخلايا الحيوانيّة كما تُرى بالمجهر الإلكتروني

يقدم هذا الموضوع أسماء العضيّات وتركيبها ووظائفها الأكثر شيوعًا في الخلايا الحيوانيّة والنباتيّة كما تُرى بالمجهر الإلكتروني.

الأهداف التعليمية

١-٦ يتعرّف على العضيّات والتراكيب الخلويّة الموجودة في الخلايا حقيقيّة النواة والتي يمكن رؤيتها تحت المجهر الإلكتروني ويحدّد تركيبها ووظائفها مقتصرًا على:

- الغلاف النووي والنوية
- الشبكة الإندوبلازمية الخشنة
- الشبكة الإندوبلازمية الناعمة
- العرف ووجود DNA حلقي صغير في الميتوكندريا
- الرايبوسومات (80S في السيتوبلازم و 70S في البلاستيدات الخضراء والميتوكندريا)
- الليسوسومات
- الأنيبيبات الدقيقة
- الأهداب
- الخملات
- الثايلاكويدات ووجود DNA حلقي صغير في البلاستيدات الخضراء
- الروابط البلازميّة

١-٧ يصف ويفسّر الصور المجهريّة الضوئية والصور المجهريّة الإلكترونيّة ورسوم الخلايا النباتيّة والحيوانيّة النموذجية.

١-٨ يقارن تركيب الخلايا النباتيّة والخلايا الحيوانيّة النموذجيّة.

١-٩ يذكر أن الخلايا تستخدم ATP من عمليّة التنفس للعمليات التي تتطلّب الطاقة.

عدد الحصص المقترحة للتدريس

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

المصادر المرتبطة بالموضوع

المصدر	الموضوع	الوصف
كتاب الطالب	الأشكال من ١-٦ إلى ١-١٥، الصور من ١-٧ إلى ١-٢٠	• الأشكال والصور المرتبطة بالفحص المجهري الإلكتروني والصور المجهرية الإلكترونية
	الأسئلة من ٣ إلى ٥	• الأسئلة المرتبطة بالصور المجهرية الإلكترونية، والعضيّات التي تُرى بالمجاهر الإلكترونيّة
	المهارات العملية ١-٣	• الأنشطة المرتبطة بالعضيات التي تُرى بالمجاهر الإلكترونيّة
	أسئلة نهاية الوحدة: ٣ و ٥ و ٦ و ٧ و ٨ و ٩	• الأسئلة المرتبطة بالصورالمجهرية الإلكترونية والعضيات التي تُرى بالمجاهر الضوئية والمجاهر الإلكترونيّة، والمقارنة بين الخلايا الحيوانيّة والخلايا النباتيّة
كتاب التجارب العملية والأنشطة	النشاط ١-٤ النشاط ١-٦	• المجاهر الإلكترونية والمجاهر الضوئية • الأغشية في أنواع مختلفة من الخلايا
	أسئلة نهاية الوحدة: ٣ و ٤	• الأسئلة المرتبطة بالصور المجهرية ومقدار تكبيرها، وطريقة فصل مكونات الخلايا.

المفاهيم الخاطئة وسوء الفهم

- تستمر مع الطلبة الكثير من المفاهيم الخاطئة المرتبطة بالموضوع ١-٢ الخلايا النباتيّة والخلايا الحيوانيّة كما تظهر بالمجهر الضوئي.
- يعتقد الطلبة أحيانًا أن الصور المجهرية الإلكترونية تبيّن خلايا متخصصة مختلفة عن الخلايا التي تُرى بالمجهر الضوئي، بدلًا من مشاهدة الخلايا نفسها مع مقدار تكبير أكبر من تلك التي تُرى بالمجهر الضوئي.
- ورد الكثير من المصطلحات العلمية الجديدة في هذا الموضوع، ويواجه بعض الطلبة صعوبة في تذكرها جميعها، لذا شجعهم على تكرار كتابة المصطلحات العلمية لترسيخها في أذهانهم.

أنشطة تمهيدية

في ما يلي اقتراحان لنشاطَين يمكن استخدامهما كأنشطة تمهيدية. يعتمد اختيار النشاط على المصادر المتوافرة، وعلى الوقت المتاح، وعلى مدى تقدّم الطلبة في هذا الموضوع.

١ فكرة (أ)

نشِّط المعرفة السابقة للطلبة بالمصطلحات العلميّة المرتبطة بالفحص المجهري من خلال إجراء اختبار قصير في هذا الموضوع. وزع عليهم أوراق (A4) مكتوب على أحد وجهَي الورقة حرف واحد من الحروف (أ، ب، ج، د)، طالبًا إليهم رفع الورقة التي يعتقدون أن الحرف المدوّن عليها يمثل الإجابة الصحيحة عن كل سؤال اختيار من متعدد من مجموعة الأسئلة المكتوبة على السبورة.

يمكن أن تتضمن أسئلة الاختيار من متعدِّد ما يأتي:

- (**سؤال منخفض الصعوبة: توقع الكثير من الإجابات الصحيحة**) سمِّ التركيب الزجاجي في المجهر الذي يكبّر الأجسام:

أ. العدسة العينيّة
ب. العدسات (صحيح)
ج. المنضدة
د. مصدر الإضاءة

- (**سؤال متوسط الصعوبة: توقع بعضًا من الإجابات الصحيحة**): ما التركيب الذي يمكن رؤيته بالمجهر الضوئي؟

أ. خلايا نباتيّة (صحيح)
ب. بكتيريا
ج. فيروسات
د. جزيئات DNA

- (**سؤال عالي الصعوبة: توقع القليل من الإجابات الصحيحة**): ما قوة التكبير العُليا الموجودة في معظم المجاهر الضوئيّة المدرسيّة؟

أ. X 40
ب. X 100
ج. X 400 (صحيح)
د. X 4000

› **أفكار للتقويم:** يمكن استخدام هذا النشاط لإجراء تقويم تكويني للطلبة قبل أن يبدأوا بدراسة الموضوع. ناقش إجابات الطلبة وشجعهم على تذكر الإجابات الصحيحة طوال الدرس.

٢ فكرة (ب)

زوّد الطلبة بصور مجهرية ضوئية وصور مجهرية إلكترونية من دون مسمياتها، ليقوموا بفرزها إلى فئتَين: مجهر ضوئي ومجهر إلكتروني. يمكنهم فرزها أيضًا إلى: خلايا نباتيّة وخلايا حيوانيّة.

الأنشطة الرئيسية

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

١ تقديم الرسوم العلميّة (٦٠ دقيقة)

يمكن للطلبة إضافة رسوم وشروح توضيحيّة عن الخلايا الحيوانيّة والخلايا النباتيّة إلى ملصقهم السابق A2، أو عمل ملصق جديد. عليهم استخدام كتاب الطالب ومصادر أخرى لكتابة أسماء العضيات كما تُرى بالمجهر الإلكتروني، وإيجاز وظائفها. يجب كتابة أسماء العضيات الظاهرة في كلا نوعَي الخلايا حقيقيّة النواة في مركزها، وعلى عكس الرسوم البيولوجية للعينات، يكون الرسم هنا مثاليًا للتركيب الخلوي، إذ يمكن تلوين العضيات للتمييز بينها.

٢ قاموس العضيات المرئي (٦٠ دقيقة)

اطلب إلى الطلبة إنشاء قاموس يضم جميع المصطلحات العلميّة التي درسوها، مع تعريفاتها وصورها. يمكن إنجاز القاموس حاسوبيًا باستخدام الكمبيوتر، أو يدويًا. شجع الطلبة على إنتاج رسومهم التخطيطية من الصور المجهريّة.

٣ نشاط الحلقة (١٥ دقيقة)

شجِّع الطلبة على الانخراط في نشاط «الحلقة» باستخدام بعض أو كل المصطلحات التي درسوها مع تعريفاتها مثبتة في جدول بيانات. أعدّ قائمة بالمصطلحات العلمية مع تعريفاتها في جدول بيانات (حاسوبيًا)، ثم انقل المصطلحات إلى الأسفل بمقدار مربع واحد بحيث لا يتطابق المصطلح مع تعريفه. اكتب «**بدء**» مقابل التعريف الأول، و«**انتهاء**» مقابل المصطلح الأخير، كما هو موضح أدناه.

بدء، تعريف المصطلح ١

المصطلح ١، تعريف المصطلح ٢

المصطلح ٢، تعريف المصطلح ٣

تعريف المصطلح ٣، **انتهاء**

اطبع جدول البيانات على بطاقة من الورق المقوّى، ثم قصّها بحيث يحتوي كل جزء منها على اسم المصطلح وتعريفه. اخلط البطاقات، ووزعها على الطلبة. اطلب إلى الطالب الذي يحمل بطاقة «**بدء**» قراءة تعريف المصطلح، بحيث يقوم الطالب الذي يحمل المصطلح المطابق، ليقرأ المصطلح ثم التعريف الموجود في بطاقته. تستمر الدورة إلى حين الوصول إلى البطاقة «**انتهاء**». يمكن خلط البطاقات وتكرار النشاط لمعرفة ما إذا كان باستطاعة الطلبة تنفيذ النشاط بشكل أسرع في المرة التالية. يمكنك الرجوع إلى البطاقة الرئيسيّة لتصحيح أية أخطاء قد تحدث، وإلى المهارات العملية ١-٣ الواردة في كتاب الطالب لمزيد من المعلومات. يعزز هذا النشاط فهم وظائف العضيات.

٤ مناظرة حول أهم عضيّة (٦٠ دقيقة)

خصص عضية لكل مجموعة من طالبَين، وخصص 15 دقيقة للبحث عن أهميتها بالاستفادة من كتاب الطالب ومن الشبكة العالمية للاتصالات الدولية–الإنترنت، مع إنتاج عرض سمعي بصري لما توصلوا إليه. اطلب إلى كل مجموعة من الطلبة عرض حجتهم بأن عضيتهم هي الأهم، مشجّعًا الآخرين على طرح الأسئلة وتحدي من يقدمون العرض. يمكن للطلبة في نهاية الدرس التصويت لتحديد العضيّة الأهم، مع ذكر أدلة تدعم ذلك.

٥ رسوم بيولوجيّة (٣٠ دقيقة)

على الطلبة اختيار صور مجهرية إلكترونية من كتاب الطالب أو من تلك المعروضة على السبورة، لتنفيذ رسم بيولوجي لها. حاول تقديم صور مجهرية إلكترونية (بالمجهر الإلكتروني النافذ) بدون مسميات ليتمكّن الطلبة من تحديد مسمياتها، ثم استخدم هذه الصور لتحديد التراكيب المفقودة، طالبًا إليهم توضيح سبب عدم ظهور كل عضيّة في كل صورة.

٦ المقارنة بين الخلايا الحيوانيّة والخلايا النباتيّة كما تُرى بالمجهر الإلكتروني (١٥ دقيقة)

اطلب إلى الطلبة الاستفادة من الشكلَين ٦-١ و ٧-١ الواردَين في كتاب الطالب لإنشاء جدول أو مخطط فن Venn أو أيّة مقارنة مرئيّة أخرى لتبيان العضيّات التي تظهر في الخلايا الحيوانيّة فقط، أو في الخلايا النباتيّة فقط، أو في كلَيهما معًا. لاحظ أن عملهم يجب أن يشتمل على العضيات التي تُرى بالمجهر الضوئي والعضيات التي تُرى بالمجهر الإلكتروني. يمكنك أن توجه الطلبة إلى تنفيذ النشاط ٤-١ الوارد في كتاب التجارب العملية والأنشطة.

التعليم المتمايز (تفريد التعليم)

التوسع والتحدّي

- اطلب إلى الطلبة تنفيذ النشاط ١-٦ الوارد في كتاب التجارب العملية والأنشطة، والذي يركز على متوسط النسبة المئويّة لجميع الأغشية في نوعَين مختلفَين من الخلايا لاستكشاف العدد النسبي للعضيات التي تحيط بها أغشية.
- الأسئلة ذات المستوى العالي والمرتبطة في هذا الموضوع هي أسئلة نهاية الوحدة (السؤال ٩، الوارد في كتاب الطالب)، وأسئلة نهاية الوحدة (السؤال ٣ الوارد في كتاب التجارب العملية والأنشطة)، والتي ترتبط بعمليّة الطرد المركزي التفاضلي، الذي يمكن استخدامه لفصل العضيات بغرض دراستها، كما يمكن ربط الموضوع في صندوق «العلوم ضمن سياقها: خلايا في الفضاء» الوارد في بداية الوحدة.

الدعم

- يمكن أن تكون «عوامل جذب العقل» مفيدة جدًّا لبعض الطلبة، على سبيل المثال: تبدو الشبكة الإندوبلازميّة الخشنة بالفعل أكثر خشونة من الشبكة الإندوبلازميّة الناعمة، وجهاز جولجي يشبه إلى حد ما رمز واي فاي.
- ساعد الطلبة على تصنيف العضيات للمساعدة في تمييز تراكيبها. أحد الخيارات يكمن في استخدام السؤالين ٥ و ٦ من أسئلة نهاية الوحدة الواردة في كتاب الطالب، حيث يطلب إلى الطلبة تحديد عضيات خلوية تتلاءم مع التوصيف الصحيح لكل منها.

تلخيص الأفكار والتأمّل فيها

- اطلب إلى الطلبة إعداد مجموعة من خمس عبارات يمكن تصنيفها على أنها «صحيحة دائمًا» أو «أحيانًا صحيحة» أو «غير صحيحة إطلاقًا». يمكن أن تشمل الأمثلة:
  - جميع الخلايا لها غشاء سطح خلية. (**صحيح دائمًا**)
  - تحتوي الخلايا حقيقيّة النواة على نواة. (**أحيانًا صحيحة- لا توجد في خلايا الدم الحمراء**)
  - تتصل الخلايا بعضها ببعض عن طريق الروابط البلازميّة. (**غير صحيح إطلاقًا**)
- قاموس العضيات Orgenalle pictionary – يتناوب الطلبة على رسم عضيات على السبورة، ويحاول الطلبة الآخرون تخمين هذه العضيات.

التكامل مع المناهج

مهارة القراءة والكتابة

ورد عدد كبير جدًّا من المصطلحات العلميّة الجديدة في هذا الموضوع. من المفيد مساعدة الطلبة على معرفتها باستخدام الكلمات المتقاطعة أو الكلمات المقلوبة.

المهارة الحسابيّة

يوفِّر هذا الموضوع عددًا كبيرًا من الفرص لتطبيق حسابات مقدار التكبير على الصور بالمجهر الإلكتروني.

١-٥: البكتيريا

يستكشف الطلبة في هذا الموضوع كيف يختلف تركيب الخلايا حقيقيّة النواة عن الخلايا بدائيّة النواة، بالاعتماد على خلايا بكتيرية.

الأهداف التعليمية

١-١٠ يحدد خصائص التراكيب الأساسيّة للخليّة بدائيّة النواة كما توجد في بكتيريا نموذجيّة، بما في ذلك:

- أحادية الخلية
- قطر (1 – 5 mμ) غالبًا
- جدران خلويّة من ببتيدوجلايكان
- DNA حلقي
- رايبوسومات 70S
- الافتقار لعضّيات محاطة بأغشية مزدوجة.

١-١١ يقارن تركيب الخليّة بدائيّة النواة كما هي في بكتيريا نموذجيّة بتركيب الخلايا حقيقيّة النواة النموذجيّة في النباتات والحيوانات.

عدد الحصص المقترحة للتدريس

يخصص لتنفيذ هذا الموضوع حصتان كل واحدة منهما ٤٠ دقيقة.

المصادر المرتبطة بالموضوع

المصدر	الموضوع	الوصف
كتاب الطالب	الشكل ١-١٦	• شكل البكتيريا
	الجدول ١-٢	• جدول يقارن بين الخلايا بدائيّة النواة والخلايا حقيقيّة النواة
	السؤال ٦	• سؤال يقارن بين الخلايا بدائيّة النواة والخلايا حقيقيّة النواة
	أسئلة نهاية الوحدة: ٤	• أسئلة مرتبطة بالخلايا بدائيّة النواة والخلايا حقيقيّة النواة

المفاهيم الخاطئة وسوء الفهم

- يتكرر في هذا الموضوع العديد من المفاهيم الخاطئة التي وردت في الموضوع ١-٢ الخلايا النباتية والحيوانية كما تُرى بالمجهر الضوئي.
- يعتقد الطلبة أحيانًا أن البكتيريا هي المثال الوحيد على بدائية النواة أو أن الخلايا النباتيّة والخلايا الحيوانيّة هي الأمثلة الوحيدة على حقيقيّة النواة. قد يفيد تخصيص بعض الوقت لعرض صور للعتائق (بدائيّة النواة) والفطريات (حقيقيّة النواة) والطلائعيات (حقيقيّة النواة)؛ ثم مناقشة مواطن تصنيف الكائنات الحيّة للمساعدة في دحض هذا الاعتقاد.

- غالبًا ما يخلط الطلبة بين البكتيريا والفيروسات، بخاصة عند الحديث عن أسباب العدوى. سيعرض هذا الأمر لاحقًا، أثناء دراسة الفيروسات، لكن لا بأس من الإشارة هنا إلى وجود فرق بينهما.
- ورد الكثير من المصطلحات العلمية الجديدة في هذا القسم، ويواجه بعض الطلبة صعوبة في تذكرها جميعها، لذا شجع على تكرار كتابة المصطلحات لترسيخها في أذهانهم.

أنشطة تمهيدية

في ما يلي اقتراحان لنشاطَين يمكن استخدامهما كمحفزات للدرس. يعتمد اختيار النشاط على الموارد المتوافرة، وعلى الوقت المتاح، وعلى مدى تقدّم الطلبة في هذا الموضوع.

١ فكرة (أ)

اعرض مجموعة من صور الكائنات الحيّة والصور المجهرية للخليّة على السبورة، طالبًا إلى الطلبة تصنيفها ضمن الخلايا حقيقيّة النواة أوالخلايا بدائيّة النواة. يمكن أن يتبع ذلك مناقشة حول الاختلافات بين نوعَي الخلايا الأساسيَين.

٢ فكرة (ب)

اذكر على مسامع الطلبة، وبشكل عشوائي، أسماء عضيات، طالبًا إليهم رسم العضية كما تبدو في ذاكرتهم.

الأنشطة الرئيسية

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

١ استقصاء البكتيريا (٢٠ دقيقة)

اطلب إلى الطلبة العمل ضمن ثنائيات للبحث في أنواع معيّنة من البكتيريا، عارضين ما يتوصلون إليه من نتائج. عليهم تقديم رسم للبكتيريا مع كتابة المسميات عليها، وذكر أي هذه البكتيريا نافع وأيها ضار للإنسان.

- *Staphylococcus aureus*
- *Escherichia coli*
- *Salmonella typhimurium*
- *Yersinia pestis*
- *Lactobacillus acidophilus*
- *Streptococcus thermophiles*

٢ عن الكائنات الحيّة الصغيرة (٢٠ دقيقة)

يمكن للطلبة البحث في عمل ليفينهوك Leeuwenhoek المؤثر على الكائنات الحيّة المجهريّة (الدقيقة). ما الاكتشافات الجديدة التي حققها؟ وما الذي نعرفه الآن ولم يكن يُعرف عام 1677م؟

التعليم المتمايز (تفريد التعليم)

التوسع والتحدّي

- كان يُعتقد أن الميزوسومات Mesosomes عضيات ترتبط بغشاء سطح خليّة بدائيات النواة. اطلب إلى الطلبة مناقشة هذا الاقتراح، ودحض فرضيّة الميزوسوم كمثال على كيفيّة تزييف فكرة علميّة، ومن ثم رفض الفرضيّة.
- قد يرغب الطلبة في البحث في الاستخدامات الحاليّة للبكتيريا في الصناعة، حيث شهد القرن الحادي والعشرون تطورات كثيرة في هذا المجال. في ما يأتي بعض الأفكار:
- لاحظ علماء من شركة BRAIN الألمانية عام 2008م، سلالة بكتيريّة تلتصق بشكل انتقائي بالأسطح الذهبيّة، وهم يعملون على تطوير هذه الخاصيّة لاستخلاص الذهب من النفايات الإلكترونيّة مثل لوحات الدوائر القديمة.
- اكتشف علماء من اليابان عام 2016م، أن البكتيريا من النوع *Ideonella sakaiensis* يمكنها تحليل «أكل» النفايات البلاستيكيّة.
- أكد باحثون على متن محطة الفضاء الدوليّة عام 2020م، أن البكتيريا من النوع *Sphinogomonas desiccabilis* يمكنها استخلاص المعادن الثمينة من الصخور حتى في ظروف الجاذبيّة الصغرى.

الدعم

- يمكن للطلبة الاستفادة من عرض أسماء العضيات على شكل جدول أو مخطط فن Venn أو ملصق. استفد من الشكل الأكثر وضوحًا لتقارن بين العضيات الموجودة في الخلايا النباتيّة والخلايا الحيوانيّة. يمكن أن تفيد أنشطة الفرز أيضًا، كما يمكن أن تشمل التعريفات.
- قد تساعد معرفة سبب تسمية العضيات المختلفة بأسمائها في عمليّة تذكرها. يمكن للطلبة البحث في سبب تسمية عضيات يختارونها، وعرض ما يتوصلون إليه على زملائهم.

تلخيص الأفكار والتأمّل فيها

- يمكن للطلبة استخدام ورقة مربعات أو ورقة رسم بياني لرسم خليّة بكتيريوم وخليّة حيوانيّة وخليّة نباتيّة بالقياس نفسه تقريبًا (خليّة نباتية بقطر 40 µm تقريبًا، وخليّة حيوانية بقطر 20 µm، وخليّة بكتيريوم بقطر 5 µm تقريبًا).
- يمكن للطلبة التفكير في ما إذا كانت خليّة بكتيريوم تشبه الخليّة الحيوانيّة أم الخليّة النباتيّة، في حالة استبعاد النواة، ثم شرح أفكارهم.

التكامل مع المناهج

مهارة القراءة والكتابة

ورد عدد كبير جدًا من المصطلحات العلميّة الجديدة في هذا الموضوع. من المفيد مساعدة الطلبة على معرفتها باستخدام الكلمات المتقاطعة أو الكلمات المقلوبة.

المهارة الحسابيّة

فرص ممارسة المهارات الرياضيّة في هذا الموضوع أقل وضوحًا من غيره، لكن يمكن الطلب إلى الطلبة، على سبيل المثال، حساب نسبة قياس خليّة بدائيّة النواة إلى قياس خليّة حقيقيّة النواة، بافتراض خلايا كرويّة بقطر 1 µm وقطر 20 µm على التوالي.

الموضوع ١-٦: الفيروسات

يقدم هذا الموضوع الفيروسات، ويؤمّن فرصًا للطلبة لمقارنة تركيب أبسط بكثير من الخلايا بدائيّة النواة والخلايا حقيقيّة النواة التي درسوها.

الأهداف التعليمية

١-١٢ يذكر أنّ جميع الفيروسات تراكيب غير خلويّة تحتوي على حمض نووي (DNA أو RNA) وغلاف بروتيني يعرف بالمحفظة، وأنّ لبعض الفيروسات غلافًا خارجيًا مكونًا من دهون مفسفرة.

عدد الحصص المقترحة للتدريس

يخصص لتنفيذ هذا الموضوع حصة واحدة من ٤٠ دقيقة تقريبًا.

المصادر المرتبطة بالموضوع

المصدر	الموضوع	الوصف
كتاب الطالب	الشكل ١-١٧ والصورة ١-٢١	• الشكل المتعلق بتركيب الفيروس. • صورة ملونة مشاهدة بالمجهر الإلكتروني لخلية مصابة بفيروس سارس-كوفيد-2.
كتاب التجارب العملية والأنشطة	أسئلة نهاية الوحدة: ١	• يرتبط بالخلايا بدائية النواة وحقيقية النواة والفيروسات.

المفاهيم الخاطئة وسوء الفهم

- تشغل الفيروسات مساحة غير معتادة، حيث يصنفها العديد من العلماء على أنها «غير حيّة»، وليست جزءًا من إحدى الممالك الخمس للحياة. قد يكون مفيدًا إعادة النظر هنا في الخصائص التي تحدد الكائنات الحيّة.
- يخلط الطلبة غالبًا بين البكتيريا والفيروسات، بخاصة عند الحديث عن مسبِّبات العدوى.
- يعتقد الطلبة أن للفيروسات جدرانًا خلويّة (بدلًا من الغلاف البروتيني). يوضح الشكل ١-١٧ الوارد في كتاب الطالب تركيب الفيروس.
- يوجد مفاهيم خاطئة كثيرة ترتبط في سلالة سارس- كوفيد- 2 من فيروس كورونا. وقد يكون الطلبة وعائلاتهم تأثروا بالجائحة عام 2020م. تعامل مع الموضوع بدقة، وتأكد من مصداقية جميع مصادر المعلومات.

أنشطة تمهيدية

يتمم هذا الموضوع ما يمكن اعتباره كائنات حيّة، ويوفِّر للطلبة فرصة التفكير في معنى مصطلح كائن حي. قد يكون الطلبة درسوا «خصائص الحياة»، وقد يكونون على دراية بفكرة أن الفيروسات لا تُعدّ من الناحية العمليّة حيّة.

في ما يلي اقتراحان لنشاطَين يمكن استخدامهما كأنشطة تمهيدية أثناء تقديم الدرس. يعتمد اختيار النشاط على المصادر المتوافرة، وعلى الوقت المتاح، وعلى مدى تقدم الطلبة في المادة.

١ فكرة (أ)

فكّر في مرض معيّن، كالإنفلونزا أو الوباء (الإنفلونزا الإسبانية) الذي انتشر عامَي 1918- 1919م، واستفد من الاكتشاف التاريخي للعوامل غير الخلويّة المسببة للأمراض (الفيروسات). ثم ناقش حقيقة أن الفيروسات أصبحت مرئيّة فقط مع استخدام المجهر الإلكتروني. يحقِّق هذا الموضوع ربطًا إضافيًا مفيدًا مع الموضوعات السابقة.

› **أفكار للتقويم:** أشرك الطلبة بنشاط «فكر، شارك زميلك، شارك الصف»، لتلخيص ثلاث نقاط بسيطة وردت أثناء المناقشة. يمكن أن تشمل الأمثلة ما يأتي:

- تسبب الفيروسات المرض.
- الفيروسات أصغر من الخلايا.
- الفيروسات غير خلويّة.

٢ فكرة (ب)

زوّد الطلبة بأقلام تحديد Marker pens، طالبًا إليهم كتابة أكبر عدد من الأمراض التي تصيب الإنسان على لوحة الصف. ارسم دائرة حول الأمراض التي تسببها الفيروسات، تشمل الأمراض الشائعة: نقص المناعة المكتسبة (الإيدز)، الحصبة، الإنفلونزا، جدري الماء، والتهاب الكبد. ثم أضف بعض الأمراض المعدية التي تصيب المحاصيل الزراعية وتهدّد الأمن الغذائي.

› **أفكار للتقويم:** قم بإدارة مناقشة صفيّة تشجّع فيها الطلبة على الوصول إلى أفكار مشتركة وآراء توافقية، حول الاختلافات الرئيسيّة بين الخلايا والفيروسات. توسع بالموضوع من خلال إدارة مناظرة حول كون الفيروسات حيّة أم غير حيّة.

الأنشطة الرئيسية

١ الفائز بالبطاقات (٣٠ دقيقة)

اطلب إلى كل طالب البحث في نوع واحد من الفيروسات (تأكد من أن الطلبة يبحثون في معلومات عن فيروسات مختلفة). ثم اطلب إليهم إعداد بطاقات تشمل الخصائص الرئيسيّة لكل فيروس. يمكن تأمين نصوص بكلمات مفقودة للحفاظ على الاتساق. صوّر البطاقات ووزعها على مجموعات الطلبة من اثنَين، داعيًا كل مجموعة إلى تفحّص بطاقتَين في وقت واحد لمقارنة خصائص فيروسَين مختلفَين.

- أي فيروس أكثر تسببًا بالعدوى؟
- أي فيروس أكبر قياسًا؟
- أي فيروس يتصف بفاعليّة أكبر في إصابة الخلايا المضيفة؟

يأخذ الطالب الفائز في نهاية كل جولة تلك البطاقة، وفي نهاية النشاط يفوز الطالب الذي يجمع أكبر عدد من البطاقات.

› **أفكار للتقويم:** شجِّع الطلبة على كتابة فقرة تلخص الخصائص الرئيسيّة المشتركة بين جميع الفيروسات، ومقارنتها بالشكل ١-١٧. يمكن تقديم هذا النشاط كنشاط الكلمات المفقودة، أو مجموعة من العبارات التي تفتقد البداية أو النهاية.

التعليم المتمايز (تفريد التعليم)

التوسع والتحدّي

- قم بإدارة مناظرة حول الفيروسات، كأن تنظّم الطلبة في فرق، وتطرح سؤالًا من مثل: وصف العالم بيتر براين Peter Brian مدوّر الفيروس بأنه «قطعة من الأخبار السيئة ملفوفة بغلاف بروتيني». هل هذا وصف عادل؟
- يمكن للطلبة البحث عن تقنيات لتحديد الفيروسات واستكشاف مكوناتها.

الدعم

- تؤمّن مواقع الشبكة العالمية للاتصالات الدولية–الإنترنت رسومًا متحركة تساعد الطلبة على تقدير الطبيعة الفريدة للفيروسات.
- اعرض صورًا بالمجهر الإلكتروني للفيروسات واطرح السؤال: لماذا يمثل تناظر الشكل في الفيروسات منظرًا جاذبًا لكثير من الطلبة؟ يمكن التوسع من خلال نشاط لصنع نماذج.

تلخيص الأفكار والتأمّل فيها

- «السؤال والإجابة». تقنية مفيدة للاستخدام بعد الانتهاء من الدرس. اطلب إلى الطلبة كتابة سؤال عن شيء من هذا الموضوع على شريط ورقي ملوّن، وكتابة إجابته على شريط ورقي ملوّن آخر. نظم الطلبة في مجموعات من ٦-٨، موزّعًا عليهم الأشرطة، بحيث يحصل كل طالب على سؤال وإجابة. ثم اطلب إلى أحد الطلبة قراءة سؤاله، وإلى الطالب الذي لديه الإجابة الصحيحة أن يقرأ هذه الإجابة، متبوعة بسؤاله أيضًا.

التكامل مع المناهج

مهارة القراءة والكتابة

يوجد عدد أقل من المصطلحات الرئيسيّة الجديدة في هذا الموضوع. اكتب المصطلحات العلميّة (على سبيل المثال: المحفظة، كابسوميرات، غلاف بروتيني) على السبورة طوال مدّة الدرس.

المهارة الحسابيّة

يمكن للطلبة حساب نسبة القياس بين الفيروس والبكتيريا، أو بين الفيروس والخليّة البشريّة.

إجابات كتاب الطالب

قبل أن تبدأ بدراسة الوحدة

- يفترض أن يكون الطلبة على دراية ببعض التراكيب التي تظهر في الخلية من خلال دراستهم لها في صفوف سابقة. والشكلان ١-١، و ١-٢ سيؤدّيان إلى تنشيط ذاكرتهم عن تركيب الخليّة.
- يعرض الموضوعان «خصائص تشترك فيها الخلايا الحيوانيّة والخلايا النباتيّة» و «الفروق بين الخلايا الحيوانيّة والخلايا النباتيّة» ووظائف التراكيب الأساسيّة لهذه الخلايا.
- سيجد الطلبة، بالإضافة إلى الشكلَين ١-١، و١-٢، معلومات ذات صلة حول الموضوع «الفروق بين الخلايا الحيوانيّة والخلايا النباتيّة».
- ثمّة كائنات حيّة أخرى تُصنّف من غير فئة الحيوانات والنباتات، سيتعرّف الطلبة عليها لاحقًا، وتشمل الفطريات، ومجموعة من الكائنات الحيّة أحاديّة الخليّة بشكل رئيسي كالطلائعيات، والبكتيريا، بالإضافة إلى الفيروسات.

العلوم ضمن سياقها: خلايا في الفضاء

- تتوافر أمثلة كثيرة على نمذجة الخلايا والتفاعلات الخلويّة، مثل التطور في الفحص المجهري والتصوير الضوئي، وأجهزة الطرد المركزي لفصل أجزاء من الخلايا، وتكنولوجيا DNA، والتقدم اللافت في تكنولوجيا الجينات، وعلوم الحاسوب (الكمبيوتر).
- توجد الخلايا في العديد من البيئات المختلفة على سطح الأرض، وتختلف تفاعلاتها باختلاف بيئاتها (أماكن تواجدها). وقد يؤثر التغيّر المناخي واستكشاف بيئات جديدة وطريقة تفاعل الخلايا معها، في إضعاف قدرات الإنسان على توفير النمو الغذائي المستدام والسيطرة على الأمراض المعدية.

إجابات أسئلة موضوعات الوحدة

١. أ. التراكيب التي تشترك فيها الخلايا الحيوانيّة والخلايا النباتيّة:
- نواة تحتوي على نويّة وكروماتين.
- سيتوبلازم يحتوي على ميتوكندريا وجهاز جولجي وتراكيب صغيرة أخرى.
- غشاء سطح الخليّة.

ب. التراكيب التي توجد فقط في الخلايا الحيوانيّة:
- السنتريول.

ج. التراكيب التي توجد فقط في الخلايا النباتيّة:
- البلاستيدات الخضراء.
- فجوة كبيرة مركزيّة دائمة.
- جدار خلوي مع صفيحة وسطى وروابط بلازميّة.

٢.
- يستخدم القلم الرصاص الحاد.
- لا يستخدم التظليل ولا يرسم النواة على شكل دائرة كبيرة.
- لا يقطع خطوط المسميات.
- لا يرسم رؤوس أسهم لخطوط المسميات.
- يستخدم مسطرة لرسم خطوط المسميات.
- يرسم الخلايا بشكل أكثر اتقانًا (يجب أن تكون خطوط الرسم متواصلة وليست متقطعة).
- يكتب المسميات بشكل أفقي (ليس على زاوية خط التسمية نفسه).
- يرسم ما يراه، على سبيل المثال لا تكون الخطوط دقيقة تمامًا (دائريّة).

٣. التراكيب في الخليّة الحيوانيّة التي يمكن رؤيتها بالمجهر الإلكتروني ولا ترى بالمجهر الضوئي:
- يمكن تمييز الكروماتين في النواة.

- تُرى النواة محاطة بغشاء مزدوج (غلاف نووي) به ثقوب.
- يحيط بالميتوكندريا غشاء مزدوج (غلاف)، يكون الغشاء الداخلي منثنيًا إلى الداخل على هيئة أصابع.
- تنتشر الشبكة الإندوبلازميّة في جميع أنحاء الخليّة، يوجد رايبوسومات على سطح بعضها (الخشنة)، ولا يوجد على بعضها الآخر (الناعمة).
- التراكيب الصغيرة التي تُرى بالمجهر الضوئي يمكن تمييزها بالمجهر الإلكتروني، مثل الليسوسومات والحويصلات.
- تُرى رايبوسومات حرة منتشرة في السيتوبلازم.
- يُرى جسم مركزي مكوّن من سنتريولين منفصلَين.
- تُرى نتوءات (امتدادات بارزة) من سطح الخليّة على هيئة أصابع تسمّى الخملات.
- تُرى الأنيبيبات الدقيقة في السيتوبلازم.

٤. التراكيب في الخليّة النباتيّة التي يمكن رؤيتها بالمجهر الإلكتروني ولا تُرى بالمجهر الضوئي:

- يمكن تمييز الكروماتين في النواة.
- تُرى النواة محاطة بغشاء مزدوج (غلاف نووي) به ثقوب.
- تنتشر الشبكة الإندوبلازميّة الخشنة والشبكة الإندوبلازميّة الناعمة في جميع أنحاء الخليّة.
- تُرى رايبوسومات حرة منتشرة في السيتوبلازم.
- تُرى الأنيبيبات الدقيقة في السيتوبلازم.
- يحيط بالميتوكندريا غشاء مزدوج (غلاف)، يكوّن للغشاء الداخلي ثنيات ممتدة في الحشوة.
- يحيط بالبلاستيدات الخضراء غشاء مزدوج (غلاف).
- يمكن رؤية الجرانا في البلاستيدات الخضراء على هيئة أكياس متصلة بجرانا أخرى بواسطة أكياس طويلة (ثايلاكويدات).

٥. **أ.** قطر النواة (I)

81 mm = 81000 µm

مقدار التكبير للنواة (M) = 11000 ×

لذا فإن القطر الحقيقي للنواة (A) =

$$\frac{81000}{11000} = 7.4 \ \mu m$$

ب. ليس بالضرورة أن يكون قطر النواة في الجزئية (أ) أقصى قطر، لأنه من الممكن أن لا تكون النواة قد قطعت عند أقصى عرضها. فالمقاطع من نقاط مختلفة من النواة لها أقطار مختلفة. مثلًا، إذا قطعت حبة تمر طوليًا فسيكون القطر طويلًا؛ أمّا إذا كان القطع عرضيًا فسيكون القطر أقصر.

٦. **غشاء سطح الخليّة:** ضروري لأنه يشكل حاجزًا يُعدّ منفذًا جزئيًا بين الخليّة وبيئتها المحيطة، فينظّم حركة المواد من وإلى الخلية. وهذا مهم للحفاظ على البيئة داخل الخليّة والتي تختلف عن البيئة خارجها.

السيتوبلازم: موقع أنشطة الأيض؛ وهو يحتوي على مواد كيميائيّة حيويّة في محلول.

الرايبوسومات: مواقع بناء البروتين، نشاط أساسي لجميع الخلايا (يتحكّم DNA في الخلايا عن طريق التحكم في نوع البروتينات التي يتمّ بناؤها). وبناء البروتين عمليّة معقدة تتضمّن التفاعل بين جزيئات كثيرة، ويؤمّن الرايبوسوم موقعًا تحدث فيه هذه التفاعلات بطريقة منظمة.

DNA: المادة الجينية. يحتوي DNA على المعلومات التي تتحكّم في أنشطة الخليّة. وهو قادر على التضاعف، الأمر الذي يسمح بتكوين خلايا جديدة.

الجدار الخلوي: (لا يوجد في الخلايا الحيوانيّة): يمنع انفجار الخليّة بفعل الإسموزيّة إذا وجدت الخلية في محلول يحتوي على نسبة عالية من الماء.

السوط/الهدب: ضروري لحركة بعض الخلايا وانتقالها.

إجابات مهارات عملية

مهارات عملية ١-٣

يمثل الجدول الآتي المصطلحات العلمية وأوصافها بشكل صحيح.

البلاستيدة الخضراء	تحدث عمليّة التمثيل الضوئي في هذه العضيّة.
النواة	توجد الكروموسومات في هذا التركيب في الخلايا حقيقيّة النواة.
الرايبوسومات	توجد على الشبكة الإندوبلازميّة الخشنة وتكون حرة في السيتوبلازم.
الجدار الخلوي	يحتوي هذا التركيب على السليلوز كمادة داعمة.
النويّة	تكوّن الرايبوسومات.
الميتوكندريون	موقع بناء ATP في عمليّة التنفس الهوائي.
جهاز جولجي	يكوّن الليسوسومات.
الهدب	يتصف بنمط التركيب «9+2» للأنيبيبات الدقيقة.
الليسوسوم	يحتوي بشكل أساسي على إنزيمات هاضمة.

يمكن أن توجد بعض الاختلافات الواضحة في هذا النشاط، إذ يمكن أن تتنوّع التراكيب والأوصاف، حيث يكون بعض هذه المصطلحات العلمية والأوصاف مفيدًا للطلبة في تعزيز تعلمهم. ويمكن أن يتنوّع عدد البطاقات ليناسب عدد الطلبة المشاركين.

إجابات أسئلة نهاية الوحدة

١. أ.

٢. ب.

٣. نواة.
الشبكة الإندوبلازميّة الناعمة.
الشبكة الإندوبلازميّة الخشنة.
رايبوسومات 25 nm /80 S/ أكبر.
DNA خطي أو غير حلقي.
كروماتين.
ليسوسوم أو ليسوسومات.
جهاز جولجي.
ميتوكوندريون أو ميتوكندريا.
سنتريول أو سنتريولات.
جسم مركزي (سنتروسوم).
فجوة (فجوات).
خملة أو خملات.
هدب أو أهداب.
نويّة أو نويات.
غلاف نووي.
ثقب نووي أو ثقوب نوويّة.
(أيّة إجابة إضافية صحيحة).

٤. أ. يستخدم المجهر الضوئي الضوء مصدرًا للإشعاع.
ويستخدم المجهر الإلكتروني الإلكترونات مصدرًا للإشعاع.

ب. كلاهما عضيّتان، يوجد كلاهما في الخلايا حقيقيّة النواة.
توجد النويّة داخل النواة، تنظم النواة نشاط الخليّة.
تصنع النويّة الرايبوسومات.
تحاط النواة بغلاف، لا يوجد غشاء حول النويّة.

ج. يحتوي كلا الكروماتين والكروموسوم على DNA (وبروتين أو هستونات أو RNA) أو يوجد كلاهما في النواة.
الكروماتين هو الشكل الخيطي غير الملتف للكروموسومات.
الكروماتين هو الشكل الذي يوجد بين انقسامَين للخلية أو بين انقسامَين للنواة.
تتكوّن الكروموسومات قبل انقسام النواة مباشرة.

د. تتكوّن كلتاهما من أكياس مسطحة محاطة بغشاء.

تنتشران في سيتوبلازم الخلايا حقيقيّة النواة.

تفتقر الشبكة الإندوبلازميّة الناعمة إلى الرايبوسومات ويوجد رايبوسومات على سطح الشبكة الإندوبلازميّة الخشنة.

من وظائف الشبكة الإندوبلازميّة الناعمة صنع الدهون أو صنع الستيرويدات.

تنقل الشبكة الإندوبلازميّة الخشنة على سطحها البروتينات التي كوّنتها الرايبوسومات.

هـ. بدائيات النواة لا توجد فيها نواة، حقيقيات النواة توجد فيها نواة محاطة بغلاف.

بدائيات النواة أصغر أو أبسط من حقيقيات النواة.

بدائيات النواة تحتوي على عدد قليل من العضيات.
حقيقيات النواة تحتوي على العديد من العضيات.
بعضها محاط بغشاء.

و. جميع الخلايا لها غشاء سطح الخليّة، بعض الخلايا فقط لها جدران خلويّة أو تفتقر الخلايا الحيوانيّة إلى الجدران الخلويّة.

غشاء سطح الخليّة رقيق جدًا، جدار الخليّة سميك نسبيًا، جدار الخليّة يحيط بغشاء سطح الخليّة.

جدار الخليّة صلب يحتوي على مادة داعمة أو قوية، غشاء سطح الخليّة ليس قويًا أو أنه رقيق أو ضعيف.

جدار الخليّة يحمي الخليّة (من التلف الميكانيكي أو الانفجار (مثل، انفجار الخلية بالإسموزيّة)، غشاء سطح الخليّة يتحكّم في تبادل المواد بين الخليّة وبيئتها المحيطة.

جدار الخليّة منفذ كليًا، غشاء سطح الخليّة منفذ جزئيًا.

ز. لكلَيهما وظيفة حماية، توجد المحفظة في الفيروسات، يوجد الجدار الخلوي في الخلايا بدائيّة النواة أو النباتات والفطريات والبكتيريا وبعض الأوليات.

تتكوّن المحفظة من البروتين، يحتوي الجدار الخلوي على مادة قوية أو أنه لا يتكوّن من البروتين أو يحتوي على عديدات تسكر أو يحتوي الجدار الخلوي على السليلوز أو الكيتين أو المورين (ببتيدوجلايكان).

ح. يتكوّن الغلاف من غشاءَين (أحدهما في الداخل والثاني خارجي يحيط بالآخر).
الغشاء رقيق (منفذ جزئيًا) يوجد كحاجز حول الخلايا وبعض العضيّات.

يعطي مثالًا واحدًا على الأقل لعضيّة محاطة بغلاف.

توجد الأغشية في جميع الخلايا؛ وتوجد الأغلفة فقط في حقيقيّة النواة.

ط. كلاهما يوجد في الفيروسات.
المحفظة غلاف بروتيني يحيط بالفيروس.

الغلاف البروتيني يتكوّن من العديد من وحدات بروتينية تسمّى كابسوميرات.

٥. أ.
- النوية.
- الرايبوسوم.
- السنتريول.
- الجسم المركزي.
- الأنيبيب الدقيق.

ب.
- الليسوسوم.
- الشبكة الإندوبلازميّة الخشنة.
- الشبكة الإندوبلازميّة الناعمة.
- الهدب.
- جهاز جولجي.
- السوط.

ج. • النواة.
• الميتوكندريون.
• البلاستيدة الخضراء.

٦. أ. جهاز جولجي.
ب. النويّة.
ج. الرايبوسوم.
د. الشبكة الإندوبلازميّة الخشنة.
هـ. الشبكة الإندوبلازميّة الخشنة.
و. الميتوكندريون.
ز. النواة.
ح. البلاستيدة الخضراء.
ط. الجسم المركزي (السنتروسوم) (يقبل السنتريول).
ي. النواة.
ك. غشاء سطح الخلية.
ل. الرايبوسوم أو النوية.
م. الهدب أو السوط.

٧.

الرمز	اسم التركيب	وظيفته
أ	الجدار الخلوي	يحافظ على شكل الخليّة (النباتيّة)، يمنع انفجار الخليّة.
ب	النواة	تحتوي على الكروموسومات أو المادة الوراثيّة أو DNA، تتحكم الشفرة الوراثيّة في أنشطة الخليّة.
ج	الغلاف النووي	يقسم أو يفصل DNA أو المادة الوراثيّة عن بقيّة الخليّة.
د	النويّة	تحتوي على DNA الذي يتحكم في بناء الرايبوسومات.
هـ	غشاء سطح الخليّة	يتحكم في المواد التي يمكن أن تدخل إلى الخليّة وتخرج منها، غشاء منفذ جزئيًا.
و	الميتوكندريون	موقع التنفس الهوائي، عضيّة يتكوّن فيها (معظم) ATP.
ز	الفجوة المركزية الكبيرة الدائمة	تخزين المواد المذابة في الخليّة النباتيّة.
ح	البلاستيدة الخضراء	تحتوي على الكلوروفيل وهي موقع عملية التمثيل الضوئي، تحدث في جرانا البلاستيدة الخضراء أو في الثايلاكويدات، التفاعلات الضوئيّة، لتنتج NADP مختزل و ATP وتحدث في ستروما البلاستيدة الخضراء التفاعلات اللاضوئيّة لتنتج السكريات.
ط	غشاء الفجوة المركزية (التونوبلاست)	غشاء يحيط بالفجوة المركزية في النبات ويتحكم في المواد التي يمكن أن تدخل إلى الفجوة أو تخرج منها.
ي	حبيبة النشا	تخزين الكربوهيدرات.

٨. أ. • حويصلات جولجي = 3 mm = 3000 µm

$$A = \frac{I}{M}$$

$$A = \frac{3000}{8000}$$

$$A = 0.375\ \mu m$$

• النواة = 56 mm = 56000 µm

$$A = \frac{I}{M}$$

$$A = \frac{56000}{8000}$$

$$A = 7\ \mu m$$

• الميتوكندريا = 8.5 mm = 8500 µm

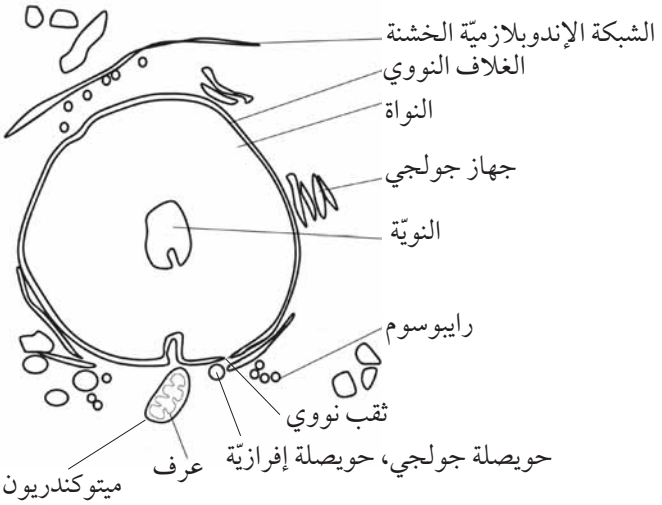
$$A = \frac{I}{M}$$

$$A = \frac{8500}{8000}$$

$$A = 1.0625\ \mu m$$

التركيب	القطر المشاهد (مقاس بالمسطرة)	القياس الحقيقي
أطول قطر لحويصلة جولجي	3 mm	0.4 µm
أطول قطر للنواة	56 mm	7 µm
أطول طول للميتوكندريون الموضّحة في الشكل	8.5 mm	1.1 µm

ب.



ج. ستظهر الميتوكندريا دائرية في المقطع العرضي، وعصوية في المقطع الطولي.

د. ١. A ينتقل البروتين المتكوّن على الرايبوسوم في الشبكة الإندوبلازميّة الخشنة.

B تكوّن براعم من الشبكة الإندوبلازميّة الخشنة واندماج حويصلات صغيرة، لتكوّن جهاز جولجي، ينتقل البروتين في جهاز جولجي حيث يجري تعديل البروتين،

C يكوّن جهاز جولجي بالتبرعم حويصلات جولجي.

D تنتقل حويصلات جولجي إلى غشاء سطح الخليّة، وتندمج مع غشاء سطح الخليّة، بحيث تغادر جزيئات البروتين أو الإنزيمات الخلية، أو بحيث تقوم بالاخراج، أو الإفراز.

٢. رايبوسوم أو RNA المرسال.

٣. ثقب نووي

٤. ATP

٩. أ. ١. 100000 g

٢. 1000 g

٣. 10000 g

ب. يماثل حجم الليسوسومات حجم الميتوكندريا، أو حجم الليسوسومات أصغر قليلًا من حجم الميتوكندريا.

لذا تترسب بالسرعة نفسها أو بسرعة تشابه سرعة ترسب الميتوكندريا.

كما تختلط مع عيّنة الميتوكندريا.

وبالتالي لا يمكن التأكد ما إذا كان التأثير يعود للميتوكندريا أو لليسوسومات في أي من التجارب.

إجابات كتاب التجارب العملية والأنشطة

إجابات الأنشطة

نشاط ١-١: وحدات قياس الأجسام الصغيرة

١. أ. $1\ \mu m = 1000\ nm = 10^3\ nm$

ب. $1nm = 1/1000\ \mu m = 10^{-3}\ \mu m$

ج. $1nm = 1/1000000\ mm = 10^{-6}\ mm$

٢. أ. 5×10^3

ب. 6.3×10

ج. 6.3×10^4

د. 6.3497×10^4

هـ. 8.52189×10^3

٣. أ. 1.257×10^{-1}

ب. 6×10^{-4}

ج. 1.04×10^{-2}

٤. أ. $0.094 \times 1000 = 94\ \mu m$

ب. $9.4 \times 10\ \mu m$

٥. $12\ nm \div 1000 = 0.012\ \mu m = 1.2 \times 10^{-2}\ \mu m$

٦. $1.28 \times 10^2\ \mu m = 1.28 \times 10^5\ nm$

٧. $2.7 \times 10^3\ nm = 2.7\ \mu m$

نشاط ١-٢ حساب مقدار التكبير

١. **الخطوة ١** $5.63 \times 10^4\ \mu m = 56300\ \mu m$

الخطوة ٢ مقدار التكبير = $73 \div 5.63 \times 10^4$

الخطوة ٣ $\times 771$

٢. أ. القطر الحقيقي = 20 µm (انظر التعليق تحت الشكل ١-١ الوارد في كتاب الطالب)

قياس القطر في الرسم (الشكل)

$70000\ \mu m = 70\ mm$

مقدار التكبير (M) = قياس الصورة / القياس الحقيقي الفعلي =

$M = \frac{I}{A}$ =

$\frac{70000}{20}$ =

إذًا، مقدار التكبير = x 3500

ب. مقدار التكبير = x 16000 (انظر التعليق تحت الصورة ١-١٧ الوارد في كتاب الطالب)

طول الصورة المجهرية للبلاستيدة الخضراء

$68000\ \mu m = 68\ mm$

قياس العينة الحقيقي (الفعلي)

$= \frac{\text{قياس الصورة}}{\text{القياس الحقيقي (الفعلي)}}$

$= \frac{68000}{16000}$

إذًا، القياس الحقيقي (الفعلي) للبلاستيدة الخضراء = 4.25 µm

٣. $44\ mm = 44\ 000\ \mu m$

لذا مقدار التكبير = $44000 \div 6 =$ × 7333

٤. **الخطوة ١** $28\ mm = 28000\ \mu m$

الخطوة ٢ القياس الحقيقي (الفعلي)

$= 28\ 000 \div 22700$

الخطوة ٣ القياس الحقيقي (الفعلي) = 1.23 µm

٥. $36\ mm = 36\ 000\ \mu m$

القياس الحقيقي (الفعلي) = قياس العيّنة / مقدار التكبير =

$36000 \div 1285 = 28\ \mu m$

٦. أ. 3.7 mm

ب. $37\ mm = 37\ 000\ \mu m$

القياس الحقيقي (الفعلي)

$37000 \div 980 = 37.8\ \mu m$

٧. أ. 14 mm

ب. 14000 µm

ج. مقدارالتكبير $14000\ \mu m \div 20 =$ x 700

د. 50 mm

هـ. 50 mm = 50000 µm

القياس الحقيقي (الفعلي)

50000 µm ÷ 700 = 71.4 µm

٨. طول شريط المقياس 20 mm = 20000 µm

مقدار التكبير 10000 x = 20 ÷ 20000 µm

قطر أكبر ميتوكندريون في الصورة المجهريّة

13 mm = 13000 µm

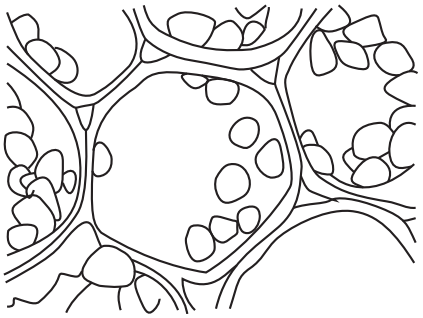
لذا القياس الحقيقي (الفعلي)

13000 ÷ 10000 = 1.3 µm

نشاط ١-٣ رسم تخطيطي لصورة مجهرية ضوئية

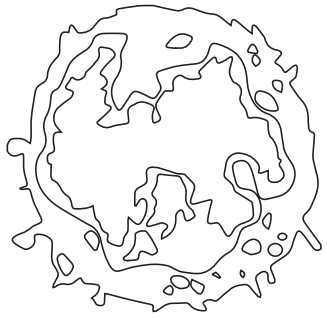
المعيار	تمّ تنفيذه بشكل ممتاز	تمّ تنفيذه بشكل جيد إلى حد ما	تمّ تنفيذه بشكل غير مناسب
رسم تخطيطي كبير بحجم مناسب - استخدام جيد للمساحة المتاحة من دون أن يغطّي الرسم النص المكتوب أو يتخطاه		✓ يمكن أن يكون مقياس الرسم التخطيطي أكبر	
خطوط متواصلة وواضحة جدًا			✓ خطوط كثيرة متقطعة
الشكل العام للرسم صحيح وبالنسب الصحيحة تقريبًا		✓ الخلايا حول الخليّة المركزية ليست بالشكل والحجم الصحيحَين	
عدد حبيبات النشا المرئية صحيح، وكل منها رسمت بعناية وفق الشكل والحجم الصحيحَين			✓ حبيبات النشا ليست في الأماكن الصحيحة ولا بالحجم الصحيح. تظهر إحداها متداخلة مع جدار الخليّة
الأحجام النسبيّة لحبيبات النشا وحجم الخليّة تظهر بشكل صحيح	✓		
لم يتمّ استخدام أيّ تظليل	✓		
تظهر تفاصيل جدران الخلايا بشكل جيد وصحيح		✓ تظهر الجدران بشكل صحيح مع خط متوسط يفصل بين جدران الخلايا المتجاورة، مع وجود فجوات عند التقاء ثلاث خلايا، لكن لا تظهر طبقات كافية	

ب. يجب أن يظهر الرسم الخصائص المدرجة في الجدول أعلاه. في ما يأتي مثال على الرسم التخطيطي.



٢. أ و ب و ج

- أكبر من الصورة المجهريّة.
- يشتمل على خطوط مفردة ومتواصلة وواضحة.
- يظهر شكل الخليّة كما يُرى في الصورة المجهريّة، بما في ذلك رسم كل نتوء بعناية ودقة.
- تظهر النواة بالنسبة الصحيحة إلى بقيّة مكونات الخليّة، وبالشكل الصحيح.
- يشير إلى مناطق الكروماتين المختلفة داخل النواة، من دون استخدام أيّ تظليل.
- يظهر العدد الصحيح لمحتويات (حبيبات النشا) سيتوبلازم الخلايا المظلمة بمواقعها وأشكالها الصحيحة. وفي ما يأتي مثال على الرسم التخطيطي.



د. القطر الأقصى للصورة المجهريّة للخليّة اللمفاوية = 55000 µm = 55 mm

لذا يكون القياس الحقيقي (الفعلي) =

55000 ÷ 4750 = 11.6 µm = 1.16 x 10 µm

هـ. ستعتمد الإجابة على حجم الرسم الذي نفّذته؛ على سبيل المثال: إذا نفّذت رسمًا لخلية بقطر 100 mm

$$\text{مقدار التكبير} = \frac{\text{قياس الصورة}}{\text{القياس الحقيقي (الفعلي)}}$$

$$= \frac{100000\ \mu m}{11.6\ \mu m}$$

= إلى منزلتَين عشريتَين 8620.69 X

نشاط ١-٤ المجاهر الإلكترونيّة والمجاهر الضوئيّة

١.

الصورة المجهريّة	نوع المجهر المستخدم لالتقاط الصورة	سبب تحديدك نوع المجهر المستخدم
الصورة ١-٢ (نشاط ١-٢، السؤال ٧)	المجهر الإلكتروني	تظهر الصورة مجسّمة (ثلاثيّة الأبعاد) والتفاصيل أكثر وضوحًا ممّا تُرى بالمجهر الضوئي
الصورة ١-٣ (نشاط ١-٢، السؤال ٨)	المجهر الإلكتروني	تظهر الصورة ثنائيّة الأبعاد وبوضوح عالٍ. على سبيل المثال: يمكن رؤية أغشية الشبكة الإندوبلازميّة بوضوح
الصورة ١-٤ (نشاط ١-٣، السؤال ٢)	يمكن أن يكون مجهرًا ضوئيًا بنوعيّة جيدة أو مجهرًا إلكترونيًا	تظهر الصورة ثنائيّة الأبعاد، ويمكن أن يُرى الكمّ الكبير من التفاصيل التي تتضمّن توزيع الكروماتين المصبوغ بالأسود والأبيض في النواة، بمجهر ضوئي بنوعيّة جيدة

٢.

العضيّة	تُرى في الخلايا النباتيّة		تُرى في الخلايا الحيوانية	
	ترى بالمجهر الضوئي	ترى بالمجهر الإلكتروني	ترى بالمجهر الضوئي	ترى بالمجهر الإلكتروني
النواة	✓	✓	✓	✓
الميتوكندريون	✓	✓	✓	✓
أغشية داخل الميتوكندريون	✗	✓	✗	✓
جهاز جولجي	✓	✓	✓	✓
الشبكة الإندوبلازميّة	✗	✓	✗	✓
البلاستيدات الخضراء	✓	✓	✗	✗
التركيب الداخلي للبلاستيدات الخضراء	✗	✓	✗	✗
السنتريول	✗	✗	✓	✓

نشاط ١-٥ استخدام مقياس شبكة العدسة العينيّة ومقياس المنضدة

١. الحافة اليسرى للخليّة A عند الجزء الصغير 7 على المقياس، وعلى الحافة اليمنى للخليّة D على الجزء 91. لذا يكون عدد وحدات المقياس بين الخلية A والخلية D 84 وحدة.

٢. **أ.** 24

ب. 24 جزءًا على مقياس المنضدة تمثّل

24 x 0.01 mm

24 x 0.01 x 1000 µm = 240 µm

إذًا 80 وحدة مقياس = 240 µm

إذًا 1 وحدة = 240 ÷ 80= 3 µm

ج. العرض الكلي للخلايا الأربع هو 84 وحدة من مقياس شبكة العدسة العينية، والذي يساوي

3 x 84 = 252 µm

د. متوسط عرض إحدى الخلايا العمادية هو

252 ÷ 4 = 63 µm

٣. لأنه ليس باستطاعتك وضع شريحتين في الوقت نفسه؛ فإمّا أن تضع شريحة الخلايا العمادية أو شريحة مقياس المنضدة.

٤. في الصورة ١-٦ توجد العلامة 8 على مقياس شبكة العدسة العينيّة عند الجزء السفلي من الخملة، والعلامة 94 عند قمّتها.

لذا يكون طول الخملة 86 = 8 -94 وحدة مقياس

في الشكل ١-٣، 100 وحدة من مقياس شبكة العدسة العينيّة تساوي 76.5 وحدة صغيرة من مقياس المنضدة. تذكّر أن كل وحدة صغيرة تمثل 0.01 mm

100 جزء من مقاس شبكة العدسة العينية = 0.765 mm

إذًا 86 وحدة تمثل

(86 ÷ 100) × 0.765 = 0.658 mm

ويمكن تحويل هذا إلى µm عن طريق الضرب في 1000. طول الخملة يساوي 658 µm أو 6.58×10^2 µm.

نشاط ١-٦ الأغشية في أنواع مختلفة من الخلايا

١. تؤمّن البيانات النسبة المئويّة فقط من الكميّة الإجماليّة للأغشية في كل نوع من الخلايا، ولا تعطي أيّة معلومات عن الكميّة الفعليّة.

٢. أغشية الميتوكندريا والغلاف النووي.

٣. **أ.** أغشية الميتوكندريا.

ب. الشبكة الإندوبلازميّة الخشنة.

٤. تنتج الميتوكندريا ATP للخليّة بعمليّة التنفس الهوائي الذي يؤمّن الطاقة للخليّة فهو العملة المتداولة للطاقة. تحتاج خلايا الكبد إلى كميّات كبيرة من الطاقة على شكل ATP للقيام بالعديد من تفاعلات الأيض المختلفة التي تحدث فيها.

أغشية الشبكة الإندوبلازميّة الخشنة هي المكان الذي يتمّ فيه بناء معظم البروتينات. تبني خلايا البنكرياس الإفرازيّة الإنزيمات، وهي بروتينات، وبالتالي تحتاج إلى كميّات كبيرة من الشبكة الإندوبلازميّة الخشنة.

لاحظ أن خلايا الكبد أيضًا تحتوي على كميّات كبيرة من الشبكة الإندوبلازميّة الخشنة لبناء البروتينات، وأن خلايا البنكرياس تحتوي أيضًا على كميّات كبيرة من أغشية الميتوكندريا لتأمين الطاقة لبناء البروتينات.

نشاط ١-٧ الأفعال الإجرائيّة

١. أ. وضّح ب. عرّف ج. صف
د. اذكر هـ. ارسم و. أوجز
ز. اشرح ح. ناقش ط. قوّم
ي. اقترح ك. احسب ل. اكتب تعليقًا
م. قارن ن. مايز س. حدّد
ع. توقّع

إجابات الاستقصاءات العملية

استقصاء عملي ١-١: إعداد شريحة مجهريّة مؤقتة ورسم الخلايا

الأهداف التعليمية	
١-١	يُعِدّ شرائح مجهرية مؤقّتة لخلايا حية يمكن مشاهدتها بالمجهر الضوئي.
٢-١	يرسم خلايا حية من شرائح وصور مجهرية ضوئية.
٤-١	يستخدم مقياس العدسة العينية ومقياس المنضدة لإجراء القياسات ويستخدم الوحدات المناسبة: المليمتر (mm)، والميكرومتر (µm)، والنانو متر (nm)

المدّة

يخصص لتنفيذ هذا النشاط حصتان كل واحدة منهما ٤٠ دقيقة.

توجيهات حول الاستقصاء

- سبق للطلبة في الصف التاسع أن استخدموا المجاهر، لذا يجب أن يكونوا على دراية بكيفيّة استخدامها. لكن قد يكونون في حاجة إلى تذكيرهم بكيفيّة التعامل معها وبكيفيّة التركيز على العيّنة. يمكنك القيام بتوضيح كيفيّة استخدام المجاهر خلال الحصة الصفيّة قبل حصة المختبر، والطلب إليهم استكشاف مجاهرهم.
- من المستحسن تخصيص مجهر لكل طالب، أو لكل طالبَين على الأقل، وذلك لاستخدامه في حصص المختبر، إذ يمكّنهم من التعرّف جيدًا على طريقة استعماله، ويشجعهم على العناية به. أمّا في حال خضوع الطلبة لاختبار عملي في مختبر غير مألوف لهم، واستخدام مجاهر ضوئية مختلفة لم يتعوّدوا عليها، فقد يُفضَّل التأكد من أن كل طالب يمكنه، من وقت إلى آخر، استخدام المجاهر الضوئيّة المختلفة.
- بهدف تقييم رسوم الطلبة في الجزء ٢، يمكنك إعداد قائمة معايير تقييمية تزودهم بها؛ ثم الطلب إليهم تبادل رسومهم بعضهم مع بعض وتقييمها في ضوء قائمة المعايير التي أعددتها. انظر الجدول ١-١ لتعريف نموذج معايير التقييم. سيشجّعهم ذلك على التفكير مليًا في هذه المعايير، وعلى المشاركة الوثيقة في تعلّمهم، أكثر ممّا لو قمت بعملية التقييم ووضع الملاحظات والتعليقات على الرسوم. ثم لاحقًا يمكنك إضافة تقييمك الشخصي لعملهم.
- لاحظ أن هذا الرسم التخطيطي يظهر تفاصيل بقوة تكبير كبرى، حيث تُرى الخلايا الفردية ومكوّناتها. يُقترح هنا التريّث في تقديم هذا المصطلح إلى الطلبة، ريثما يكونون قد تعلموا كيفيّة تنفيذ الرسوم التخطيطية بقوة التكبير الأصغر، والتي تظهر الأنسجة فقط بدون الخلايا الفردية.
- غالبًا ما يرتبك الطلبة عند التعامل مع مقياس شبكة العدسة العينيّة ومقياس المنضدة. قد يكون مفيدًا ممارسة هذه المهارة نظريًا قبل إجراء الاستقصاء. ومن الأنشطة المفيدة لذلك، استخدام مقياس شبكة العدسة العينية ومقياس المنضدة في كتاب التجارب العملية والأنشطة. فقد يفهم بعض الطلبة كيفية إجراء الاختبار بسهولة عندما يتعاملون بأنفسهم مع هذَين المقياسَين.

- اطلب إلى الطلبة إجراء أول مجموعة من القياسات باستخدام شريحة معدّة لمقطع عرضي من ورقة نبات، بما يضمن رؤيتهم الخلايا بوضوح. هذا الاختبار يثير اهتمامهم أكثر من قضاء المزيد من الوقت في النظر إلى خلايا بشرة قشرة البصل. إلّا أن هذا لا ينفي المبادرة إلى إجراء القياسات باستخدام خلايا بشرة (قشرة) البصل، فكلا الإجراءَين مناسبان.
- إذا كان الطلبة يستخدمون المجهر نفسه عند قيامهم بمعايرة عدسة شيئية معيّنة، يمكنهم اعتماد المعايرة نفسها لجميع القياسات باستخدام العدسة الشيئيّة والعدسة العينيّة نفسَيهما. ومع ذلك، فإن إعادة المعايرة ضرورية لكل من العدسات الشيئيّة.

ستحتاج إلى

المواد والأدوات:		
• مجهر ضوئي، يفضل أن يكون من نوعيّة عالية الجودة ومجهّزًا بعدسة عينيّة X 10 وبعدستَين شيئيتَين على الأقل • مصدر إضاءة (قد يوجد ضمن المجهر، أو مصباح، أو ضوء ساطع من النافذة) • شريحة مجهريّة عدد 2-3 • أغطية شرائح مجهرية عدد 2-3 • قطّارة ماصّة • إبرة مثبتة أو مسبار	• ملقط • مقص حاد أو شفرة أو مشرط • ورق ترشيح أو منشفة ورقيّة • قطعة بلاط • قطع صغيرة من بصلة • قلم جرافيت من النوع (Hb) حاد • ممحاة ذات نوعيّة جيّدة • مجهر مزود بمقياس شبكة العدسة العينية. • شريحة معدّة من مقطع ورقة نبات	• يود في محلول يوديد البوتاسيوم • مقياس المنضدة

ميزات الرسم	ما مدى جودة الرسم	ملاحظات
يغطّي نصف المساحة المتوافرة على الأقل		
مرسوم بقلم حاد Hb		
جميع الخطوط واضحة ومنفردة، من دون تداخل أو تقطع		
تمّ رسم جدران الخلايا بخطَّين		
نسب التراكيب المختلفة صحيحة		
لا يوجد تظليل		
خطوط المسمّيات مرسومة بالمسطرة وتلمس نهاية الخط الجزء الذي يراد تسميته		
المسميات مكتوبة بوضوح ولا تتداخل مع الرسم		

الجدول ١-١

ملاحظات وتوجيهات إضافيّة

- يمكنك تزويد الطلبة ببصلة كاملة لاستخدامها، أو بقطع صغيرة من الطبقات الداخلية لبصلة، موضوعة في كؤوس زجاجية تحتوي على الماء لتكون جاهزة للاستخدام.
- يجب أن تكون المجاهر ذات نوعيّة جيدة ولا تكون باهظة الثمن. إن ما يُحبط الطلبة هو استخدامهم مجاهر تصعب الرؤية من خلالها بوضوح. تأكد من صيانة المجاهر وفحصها بانتظام.

⚠ احتياطات الأمان والسلامة

- يجب أن يقرأ الطلبة قسم إرشادات السلامة في كتاب النشاط قبل إجراء هذا الاستقصاء.
- يجب اتباع إجراءات السلامة في المختبرات القياسية دائمًا.
- يجب إطلاع الطلبة على كيفيّة استخدام الشفرة الحادة بأمان.
- يحتوي اليود في محلول يوديد البوتاسيوم عادة على الإيثانول كمذيب، وبالتالي قد يكون قابلًا للاشتعال. فعلى الطلبة ارتداء نظارات واقية، وغسل الجلد أو الملابس إذا تعرّضوا لهذه المادة. وخلافًا لليود الصلب، لا ينتج هذا المحلول بخار اليود، لذا فإن المخاطرة متدنية.

توجيهات حول الاستقصاء

- من غير المحتمل أن يواجه الطلبة مشكلات كبيرة. قد يواجهون صعوبة في بسط قشرة البصل في قطرة الماء من دون طيها، لكن معظمهم سيكون قادرًا على التمكّن من ذلك بالممارسة.
- أحيانًا يمكن أن تحتوي خلايا البصل على حبيبات نشا، فتصطبغ عندها باللون الأزرق الداكن عند إضافة اليود؛ أما إذا لم تتوافر هذه الحبيبات، فلا داعي إلى القلق.
- يميل الكثير من الطلبة إلى تقديم «عمل متقن»، ما يجعلهم ينفذون رسمًا تخطيطيًا مثاليًا لبشرة قشرة البصل، بدلًا من رسم ما يرونه فعلًا. إنه لمن المهم أن تشدّد على الطلبة أن يرسموا ما يرونه بدقة، ويسجلوا ملاحظاتهم. الغرض من هذا النشاط تطوير مهاراتهم العمليّة وليس استرجاع تركيب الخلايا النباتيّة. يمكنك التجول في المختبر والنظر إلى شرائح الطلبة تحت المجهر، ومقارنة رسومهم مع ما يمكنهم رؤيته.

يمكن تزويد الطلبة الذين أنهوا عملهم في الوقت المحدد، ورسموا رسومًا جيدة، بشريحة معدّة لمقطع طولي في جذر، والطلب إليهم رسم ثلاث أو أربع خلايا بشرة (قشرة) البصل.

قد يرتبك بعض الطلبة حول أيّ مقياس ينظرون إليه. يؤدي دوران العدسة العينيّة إلى تحرك مقياس شبكة العدسة العينيّة، لكن لا يؤدي إلى دوران مقياس منضدة المجهر.

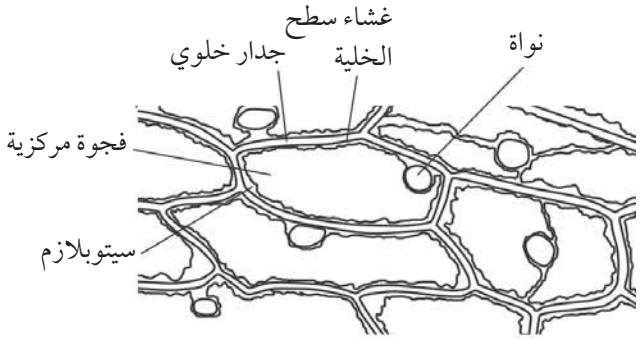
غالبًا ما يستطيع الطلبة تنفيذ خطوات القياس والمعايرة عند اتباعهم التعليمات، لكنهم يجدون صعوبة في التفكير في ما عليهم عمله بأنفسهم. فخطوات قياس الخلايا العمادية متوافرة؛ أمّا خطوات قياس خلايا بشرة (قشرة) البصل، فغير متوافرة. لذلك، يمكنك تأمين «ورقة مساعدة» يعتمد عليها الطلبة للعمل خطوة خطوة لقياس خلايا بشرة (قشرة) البصل. قد يكون مفيدًا لبعض الطلبة تكرار عمليّة القياس لأنواع مختلفة من الخلايا عدة مرات.

قد يواجه بعض الطلبة صعوبة في تحويل المليمتر mm إلى ميكرومتر µm، أو قد ينسون إجراء ذلك عند حساب قوة التكبير. ارجع إلى كتاب الأنشطة والتجارب العملية، النشاط ١-١ وحدات قياس الأجسام الصغيرة، والنشاط ١-٢ حساب مقدار التكبير، للاستفادة من الإرشادات والتدرّب على إجراء ذلك.

نتائج عينة

الجزء ٢:

٣.



الشكل ١-١

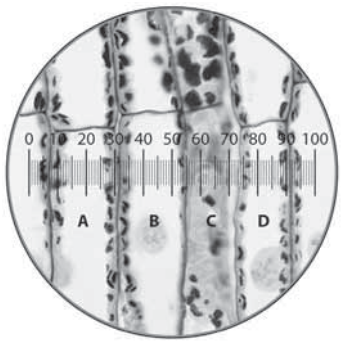
٤. انظر الشكل ١-١

الجزء ٣:

٣. أحيانًا يمكن أن تحتوي خلايا البصل على حبيبات نشا، فتصطبغ عندها باللون الأزرق الداكن عند إضافة اليود؛ أمّا إذا لم تكن حبيبات النشا موجودة، فلا تصطبغ.

الجزء ٤:

انظر الصورة ١-٢



الصورة ١-٢

إجابات أسئلة كتاب التجارب العملية والأنشطة (باستخدام نتائج العينة)

الجزء ٤:

٥. قياس أربع خلايا عماديّة 84 وحدة مقياس شبكة العدسة العينية.

الجزء ٥:

٣. التقارب عند (0، 0) و (80، 0.24)

(باستخدام الصورة الواردة في السؤال، ستختلف أرقام الطلبة اعتمادًا على نتائج الفحص المجهري الذي قاموا به).

٤. 24 جزءًا صغيرًا على مقياس المنضدة = 240 µm = 10 µm × 24

وهذا يساوي 80 وحدة على مقياس شبكة العدسة العينيّة

لذا، وحدة صغيرة على مقياس شبكة العدسة العينيّة = 3 µm = 80 ÷ 240

٥. باستخدام الإجابة عن السؤال ٥ من الجزء الرابع، قياس 4 خلايا عمادية بوحدة الميكرومتر: 85 x 3 µm = 252 µm

٦. كان هذا عرض أربع خلايا، لذا فإن متوسط عرض الخليّة الواحدة هو 63 µm =4 ÷ 252

٧. قياس ست خلايا عمادية = 156 وحدة مقياس الشبكة العينية.

٨. 156 وحدة = 468 µm = 3 µm ×156

لذا يكون متوسط عرض خليّة بشرة بصل واحدة 78 µm =6 ÷ 468

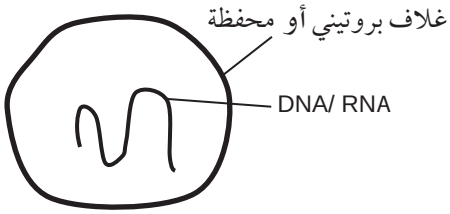
إجابات أسئلة نهاية الوحدة لكتاب التجارب العملية والأنشطة:

١. أ

السمة التركيبية	الخليّة بدائيّة النواة	الخليّة حقيقيّة النواة
غشاء سطح الخليّة	✓	✓
النواة	-	✓
الرايبوسومات	✓	✓
الميتوكندريا	-	✓
البلاستيدات الخضراء	-	✓

ب. يحاط بغلاف بروتيني أو محفظة

يحتوي على DNA أو RNA



٢. أ. المجهر الإلكتروني النافذ

ب. أ، ب، ج، هـ، ز، و.

ج. • (ب) الميتوكندريون .

إنتاج ATP بعمليّة التنفس الهوائي.

• (هـ) الغلاف النووي.

يحفظ DNA أو الكروموسومات في داخل النواة؛ كما يسمح لـ RNA أو الرايبوسومات بالمرور من النواة إلى السيتوبلازم، وكذلك يسمح للبروتينات أو للنيوكليوتيدات أو لـ ATP بالمرور من السيتوبلازم إلى النواة.

• (ز) جسم جولجي.

يتلقى البروتينات المتكوّنة في الشبكة الإندوبلازميّة، أو يقوم بتجميع البروتينات، أو يعمل على معالجة البروتينات، أو أنه يقوم بإضافة سلاسل سكّر للبروتينات أو ينتج الليسوسومات أو ينتج حويصلات تحتوي على البروتينات المعدّة للتصدير خارج الخلية.

٣. أ. ١. لإبطاء تفاعلات (الأيض).

٢. للحفاظ على ثبات الرقم الهيدروجيني pH، لمنع مسخ الإنزيمات.

٣. لضمان عدم دخول الماء للعضيات أو فقدانه بما يسبّب اختلالًا في تركيبها أو نشاطها.

ب. الرايبوسومات عضيّات صغيرة جدًا، أو للرايبوسومات كتلة صغيرة مقارنة بالعضيّات الأخرى.

ج. ١. P و Q

٢. P و Q و R

د. البلاستيدات الخضراء فهي تماثل في حجمها وكتلتها الميتوكندريا.

٤. أ. • المجهر الإلكتروني النافذ، دقة أو توضيح عالٍ أو يمكن إعطاء مثال من الصورة كدليل على التفاصيل العالية التي بيَّنها هذا المجهر، بدليل التفاصيل التي يمكن رؤيتها باستخدامه.

ب. الميتوكندريون

ج. ١. طول XY في الصورة المجهريّة = 43 mm

= 43000 µm

لذا فإن القياس الحقيقي =

43000 ÷ 12500 = 3.44 µm

٢. تسريع امتصاص المواد الغذائيّة (الطعام الذي تمّ هضمه) من الأمعاء الدقيقة، على سبيل المثال: المواد الغذائيّة التي يتمّ امتصاصها (الجلوكوز أو الأحماض الأمينيّة أو الماء، إلخ...)، من آليات الامتصاص (الانتشار أو الانتشار الميسّر أو النقل النشط) إشارة إلى الإنزيمات الهاضمة المحاطة بغشاء عند سطح الخملات الدقيقة.

الوحدة الثانية

الجزيئات الحيوية

نظرة عامة

- تكمل هذه الوحدة ما تعلّمناه في الوحدة الأولى (تركيب الخليّة)، وتؤكد على العلاقة بين التراكيب الجزيئيّة ووظائفها.
- تقدِّم الوحدة الجزيئات الحيوية المهمة في الخلايا وهي الكربوهيدرات والبروتينات والدهون، وجميعها يعتمد على الكربون؛ كما تقدِّم تركيب جزيئات الماء وسلوكها.
- تشمل هذه الوحدة استقصاءات تعتمد على تجارب عمليّة في الكيمياء الحيويّة.
- تتوافر في هذه الوحدة فرص كثيرة لتطوير المهارات التحليليّة والتطبيقيّة والرياضيّة.

مخطط التدريس

أهداف الموضوع	الموضوع	عدد الحصص	المصادر في كتاب الطالب	المصادر في كتاب التجارب العملية والأنشطة
٢-٤، ٢-٥	٢-١ الكيمياء الحيويّة	٥	قبل أن تبدأ بدراسة الوحدة العلوم ضمن سياقها: مشكلة طي البروتينات الشكل ٢-٢	• استقصاء عملي ٢-٢، الاختبارات الكيميائية الحيوية للكشف عن جزيئات حيوية مختلفة.
٢-١، ٢-٢، ٢-٣، ٢-٦، ٢-٧، ٢-٨، ٢-٩، ٢-١٠	٢-٢ الكربوهيدرات	٦	الصورتان ٢-١ و ٢-٢، الأشكال من ٢-٣ إلى ٢-٩ الأسئلة ١ و٢ و ٣ و ٤ و ٥ مهارات عملية ٢-١ الكشف عن السكّريات أسئلة نهاية الوحدة: ٦ و ٧	• النشاط ٢-١، استخدام جداول التلخيص • النشاط ٢-٢، حساب تركيز المحاليل وتحضير محاليل مخفّفة • النشاط ٢-٣، التمثيل البياني واستخدام منحنيات المعايرة • النشاط ٢-٥ رسم التراكيب الجزيئية، السؤال ١ (أ) • استقصاء عملي ٢-١ اختبار بندكت شبه الكمّي والتخفيف التسلسلي • أسئلة نهاية الوحدة: ٣ و ٤
٢-١١، ٢-١٢، ٢-١٣	٢-٣ الدهون	٣	الصورة ٢-٣ والأشكال من ٢-١٠ إلى ٢-١٣ أسئلة نهاية الوحدة: ٩	• النشاط ٢-٤ معالجة البيانات وتحليلها • النشاط ٢-٥ رسم التراكيب الجزيئية، السؤال ٢ • أسئلة نهاية الوحدة: ٥

٢-١٤، ٢-١٥، ٢-١٦، ٢-١٧، ٢-١٨، ٢-١٩، ٢-٢٠، ٢-٢١	٢-٤ البروتينات	٦	الصور من ٢-٤ إلى ٢-٦، والأشكال من ٢-١٤ إلى ٢-٢٣ الجدول في السؤال رقم ٧ الملحق ١ الأسئلة ٦، و٧ و٨ أسئلة نهاية الوحدة: ١، و٢، و٤، و٥، و٨، و ١٠	• النشاط ٢-٥ رسم التراكيب الجزيئية، السؤال ١ (ب) • النشاط ٢-٦ تخطيط التجارب التي تعطي نتائج دقيقة • أسئلة نهاية الوحدة: ١ و ٢ و ٦
٢-٢٢	٢-٥ الماء	٢	الشكل ٢-٢٤، السؤال ٩ أسئلة نهاية الوحدة: ٣	• النشاط ٢-٧ تطوير مهارات الكتابة الموسّعة

الموضوع ٢-١: الكيمياء الحيويّة

تقدم الوحدة الثانية الجزيئات الحيويّة الأكثر شيوعًا في الكائنات الحيّة، وهي تلخّص المفاهيم والمصطلحات العلميّة اللازمة لدراسة هذه الجزيئات.

الأهداف التعليمية

٢-٤ يعرّف المصطلحات الآتية: مونومر، بوليمر، جزيء كبير، سكر أحادي، سكر ثنائي، عديد التسكر.

٢-٥ يذكر دور الروابط التساهمية في ربط الجزيئات الصغيرة معًا لتكوين البوليمرات.

عدد الحصص المقترحة للتدريس

يخصص لتنفيذ هذا الموضوع خمس حصص، كل منها ٤٠ دقيقة، بهدف إجراء الاستقصاءات الكيميائيّة الحيويّة.

يستحسن تقسيم هذا الموضوع بحيث تجرى الاستقصاءات بعد دراسة المواضيع ٢-٢، ٢-٣، ٢-٤، ٢-٥ ليتمكن الطلبة من تطبيق معرفتهم بالجزيئات الحيوية على تحليلهم للاستقصاءات.

المصادر المرتبطة بالموضوع

المصدر	الموضوع	الوصف
كتاب الطالب	قبل أن تبدأ بدراسة الوحدة	• تكوين نماذج لبعض الجزيئات البسيطة.
	العلوم ضمن سياقها: مشكلة طي البروتينات	• دور الذكاء الاصطناعي في معالجة بعض المشكلات مثل الجزيئات الحيوية والتنبؤ بتركيب البروتين.
	الشكل ٢-٢	• الشكل المرتبط بجزيئات وحدات البناء.
كتاب التجارب العملية والأنشطة	الاستقصاء العملي ٢-٢	• الاختبارات الكيميائيّة الحيويّة للكشف عن جزيئات حيوية مختلفة.

المفاهيم الخاطئة وسوء الفهم

- يفترض الطلبة أحيانًا أن اختبار بيوريت يتطلب حرارة، في حين أن اختبار بندكت لا يتطلبها.
- نبّه الطلبة إلى أن التعبير عمّا نلاحظة من نتائج سلبيّة بكلمة «لا يوجد تغيّر» غير كاف. فعلى سبيل المثال، يتطلّب منهم أن يعبّروا بوصف اختبار النشا السلبي بدقة بتحديد اللون المتبقي، وبكتابة التغيّر: «يبقى لون محلول اليود بنّيًا مائلًا إلى الاحمرار».
- في التفاعلات المحفزة بالإنزيم في اختبار بيوريت، تكون البروتينات موجودة أو غير موجودة.
- من الشائع تجاهل الحاجة إلى هرس عيّنات الطعام قبل إجراء الاختبار الكيميائي الحيوي لإطلاق محتوياتها.

أنشطة تمهيدية

أتمّ الطلبة دراسة مجموعة واسعة من العضيات الخلويّة في الوحدة الأولى، والكثير منها يرتبط بالجزيئات الحيويّة الأساسية مثل البروتينات، والدهون المفسفرة في غشاء سطح الخليّة. كما درسوا سابقًا عن الاختبارات الكيميائيّة الحيويّة المستخدمة للكشف عن وجود هذه الجزيئات في العيّنات.

في ما يأتي اقتراحان لنشاطَين يمكن استخدامهما كأنشطة تمهيدية. يعتمد اختيار النشاط على المصادر المتوافرة، وعلى الوقت المتاح، وعلى مدى تقدّم الطلبة في هذا الموضوع.

١ فكرة (أ)

نشّط معرفة الطلبة بالجزيئات الحيوية من خلال إجراء اختبار قصير مستخدمًا ملخّص ما سبق دراسته. جهّز مجموعة من أوراق A4 مكتوب على كل من وجهَيها حرف من الأحرف (**أ، ب، ج، د**)، واطلب إليهم رفع الورقة التي تحمل الحرف الدال على الإجابة الصحيحة لكل من أسئلة الاختيار من متعدّد المكتوبة على السبورة.

يمكن أن تشمل أسئلة الاختيار من متعدّد أمثلة كالآتي:

- تشمل القائمة الآتية عددًا من الجزيئات الحيويّة الموجودة في الكائنات الحيّة:

١. ماء

٢. كربوهيدرات

٣. بروتينات

٤. دهون

أيّ من هذه الجزيئات يحتوي على الكربون، والهيدروجين، والأكسجين؟

أ. ١، ٢ فقط

ب. ١، ٢، ٣ فقط

ج. ١، ٢، ٤ فقط

د. ٢، ٣، ٤ فقط (**صحيح**)

- يمكن الكشف عن النشا باستخدام:

أ. محلول اليود (**صحيح**)

ب. محلول بيوريت

ج. محلول بندكت

د. اختبار المستحلب

› **أفكار للتقويم:** يمكن الاستفادة من هذا النشاط في إجراء تقويم تكويني للطلبة قبل البدء بدراسة هذه الوحدة، كما يمكن تخصيص خمس دقائق لمناقشة معرفتهم في ضوء إجاباتهم عن أسئلة الاختبار.

٢ فكرة (ب)

اعرض على السبورة جميع المصطلحات العلميّة التي يجب على الطلبة معرفتها، بحيث تشمل أنواع الجزيئات الحيويّة وبعض وظائفها الرئيسيّة في الكائنات الحيّة وأسماء الكواشف. اقرأ المصطلحات واطلب إليهم رفع اليد في حال معرفتهم بالمصطلح، وإبقاء اليد مرفوعة عند الرغبة في الإجابة عن مصطلحَين بشكل مترابط. من الأمثلة المتوقعة «الكربوهيدرات، البروتينات، والدهون جزء من نظام غذائي متوازن»، و«تحتوي الكربوهيدرات والدهون على عناصر الكربون والهيدروجين والأكسجين»...

› **أفكار للتقويم:** شجّع الطلبة على تدوين اثنتين أو ثلاث حقائق أو مفاهيم لا يعرفونها كانوا قد تطرّقوا إليها أثناء المناقشة.

الأنشطة الرئيسية

قد يكون من المفيد تخصيص حصة واحدة لتقديم درس الكيمياء الحيويّة، شرط تأخير إجراء الاستقصاء العملي ٢-٢ إلى ما بعد دراسة الموضوعات الأخرى. إلّا أن هذا الأمر مرهون بإمكانية استخدام المختبر في المدرسة، وبقدرة الطلبة على تذكّر الاختبارات الحيوية التي أجروها في الصف التاسع.

قد تكون هذه فرصة مناسبة للطلبة لإجراء تجارب على مستوى الصف ١١ باستخدام مواد المختبر وأدواته القياسيّة. ففي دراستهم السابقة لم يتسنَّ لهم استخدام المعايير الدقيقة المطلوبة في الصف ١١ وقد يكون بعضهم اكتسب ممارسات غير صحيحة في هذا المجال. لذلك يجدر إقناعهم بأهمّية تطبيق المعايير الدقيقة المطلوبة؛ والعروض الإيضاحية للتقنيات الأساسية قد تكون مفيدة في هذا الإطار.

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

١ رسم الجزيئات الحيويّة (١٠ دقائق)

ارجع إلى صندوق «قبل أن تبدأ»، واذكر أسماء بعض الجزيئات البسيطة، طالبًا إلى الطلبة رسمها أو بناء نماذج لها باستخدام أطقم النماذج أو الصلصال.

› **أفكار للتقويم:** هذه فرصة مثاليّة لمعرفة مقدار ما يتذكره الطلبة من تفاصيل مثل الروابط الأحاديّة والتساهميّة، وتساهميّة الذرات المختلفة. تحقق مما إذا كان يمكن تذكر الروابط التساهمية في الذرات التالية:

F S P Cl H N C O

تحداهم إذا كان باستطاعتهم خلال دقيقتين (أو أي زمن تراه مناسبًا) تكوين أكبر عدد ممكن من الجزيئات الصحيحة من الذرات والأيونات المذكورة أعلاه.

٢ تصنيف الجزيئات الحيويّة (٢٠ دقيقة)

زوّد الطلبة ببطاقات تحتوي على مجموعة مختارة من المصطلحات العلميّة المرتبطة بالجزيئات الحيويّة، مع أسماء بعض المواد الغذائيّة الشائعة، مثل: الأحماض الأمينيّة والبروتين والبيض والكربوهيدرات والسكر والأحماض النوويّة

والخبز وعديدات التسكر والزيت والزبدة والأحماض الدهنيّة. اطلب إليهم، العمل ضمن ثنائيّات، وتصنيف هذه المواد في فئات، ثم ادعُ الطلبة جميعهم إلى فرز ما أنجزوه كمجموعات؛ ومن ذلك مثلًا فرز المواد إلى أطعمة وبوليمرات ومونومرات، أو فرزها تبعًا للجزيئات الحيويّة، كوضع المصطلحات التي ترتبط في الكربوهيدرات (الخبز، عديدات التسكر، السكريات الأحاديّة، السكر) في فئة واحدة.

› **أفكار للتقويم:** يمكن للطلبة تكوين جدول وإكماله لتبيان الأنواع المختلفة من الجزيئات الحيويّة والمواد الغذائيّة التي يشيع وجودها فيها.

٣ تعرّف المصطلحات العلميّة من خلال الصور أو الرسوم (١٠ دقائق)

لمساعدة الطلبة على دمج المصطلحات العلمية ضمن هذا الموضوع، دعهم يُجرون نشاطًا بسيطًا يتمثل بالطلب إليهم تنفيذ رسوم توضيحية تعبّر عن معنى كل مصطلح علمي في هذا الموضوع. ثم ادعهم إلى إعادة رسمها على السبورة، ليكتشف الطلبة الباقون المصطلح الذي يعبّر عنه الرسم.

٤ الاستقصاء العملي ٢-٢ الاختبارات الكيميائيّة الحيوية للكشف عن جزيئات حيويّة مختلفة (١٦٠ دقيقة).

ارجع إلى الاستقصاء العملي ٢-٢ الوارد في كتاب التجارب العملية والأنشطة، حيث تستخدم تقنيات مختبريّة بسيطة للكشف عن السكريات المختزلة والنشا والدهون والبروتينات. يمكنك تخصيص حصة واحدة لمراجعة الاختبارات الكيميائيّة الحيويّة التي يفترض بالطلبة تذكرها من الصف التاسع، وحصتَين لاستكمال الاختبارات الكيميائيّة الحيويّة، وحصة أخرى لتحليل الاستقصاء.

قد تستخدم المهارات العلميّة ٢-١، لمراجعة الاختبارات الكيميائيّة الحيويّة قبل إجراء الاستقصاء.

أكّد على أن هذه الاختبارات النوعية، تظهر فقط وجود الجزيء لا كميّته؛ كما أن هذا الاستقصاء يؤمّن إرشادات جيدة لكيفيّة تكوين جدول النتائج.

› **أفكار للتقويم:** اطلب إلى الطلبة الإجابة عن أسئلة الاستقصاء العملي ٢-٢ الوارد في كتاب التجارب العملية والأنشطة. هذه الأسئلة تحث الطلبة على التمييز بين النتائج الإيجابيّة للاختبارات الكيميائيّة المختلفة.

التعليم المتمايز (تفريد التعليم)

التوسّع والتحدي

- ناقش استخدام مقياس الألوان لتحسين دقة منحنى المعايرة المستخدم لتقدير تركيز الجلوكوز في محلول مجهول التركيز.

الدعم

- ساعد الطلبة على تنظيم أفكارهم من خلال تكوين جدول يلخّص المعلومات في هذا الدرس، بحيث يضعون كلًّا من الجزيئات الحيويّة، وكواشف الاختبار والنتائج السلبيّة والنتائج الإيجابيّة في أعمدة مستقلة. يمكنك أيضًا مساعدتهم في كتابة الخطوات اللازمة لإجراء اختبار كيميائي حيوي.
- قد يجد الطلبة صعوبة في فهم الأساس المنطقي لاختبار السكر غير المختزل. وضّح لهم أن السكريات غير المختزلة تتكوّن من سكريات مختزلة مرتبطة، وأن تحللها المائي يطلق المونومرات التي تعطي نتيجة اختبار إيجابيّة.
- يمكن أن يكون توفير مصطلحات «الربط مع الحافظة/الذاكرة» Mind hooks مفيدًا جدًا لبعض الطلبة، على سبيل المثال: يكشف اختبار بندكت عن السكريات (المختزلة)، في حين يكشف اختبار بيوريت عن البروتينات.

- بيّن للطلبة أن ذرات الكربون تكوّن دائمًا أربع روابط في الصيغة الجزيئيّة التركيبيّة، والنيتروجين ثلاث روابط، والأكسجين اثنتين، الهيدروجين رابطة واحدة. شجّع الطلبة على مراجعة رسومهم التخطيطيّة بعد رسمها.
- من المفيد جدًا أن تتوافر لديك أطقم النمذجة الجزيئيّة لهذا الموضوع وللموضوعات التالية، إمّا نموذج الكرة والعصا، أو نموذج ملء الفراغ، أو كلاهما معًا. وكبديل لأطقم النمذجة التجارية، يمكن استخدام كرات الصلصال أو حبوب الهلام المرتبطة في أعواد تنظيف الأسنان أو أعواد الثقاب أو القش (أو ماصّات الشراب). الألوان الاصطلاحية التقليدية هي:
  - الأسود للكربون
  - الأبيض للهيدروجين
  - الأحمر للأكسجين
  - الأزرق للنيتروجين
  - الأصفر للكبريت
  - الأرجواني للفسفور

تلخيص الأفكار والتأمّل فيها

- اطلب إلى الطلبة إعداد مخطط انسيابي يبيّن كيفيّة اختبار مادة حيوية للكشف عن جميع أنواع الجزيئات الحيويّة. يجب أن تبيّن مخططاتهم أسماء الاختبارات العملية فوق الأسهم التي تشير إلى النتيجة السلبيّة والنتيجة الإيجابيّة.
- اطلب إلى الطلبة إعداد مجموعة من بطاقات العرض السريع (البطاقات التعليميّة) التي تحتوي إما على (أ) الجزيء الحيوي على أحد الوجهَين وكاشف الاختبار على الوجه الآخر، أو على (ب) نتيجة الاختبار الإيجابيّة على أحد الوجهَين والنتيجة السلبيّة على الوجه الآخر.
- اطلب إلى الطلبة إعداد مجموعة من خمس عبارات تكون «صحيحة دائمًا» و«صحيحة أحيانًا» و«غير صحيحة إطلاقًا». يمكن أن تشمل الأمثلة ما يأتي:
  - يجب تسخين كاشف بندكت بوجود العيّنة (صحيحة دائمًا).
  - يتحوّل محلول بيوريت من الأزرق إلى البنفسجي عند إضافته إلى عيّنة طعام (صحيحة أحيانًا–عند وجود البروتين).
  - نتيجة الاختبار الإيجابيّة لاختبار النشا هي اللون البنّي المائل إلى الأحمر (غير صحيحة إطلاقًا).

التكامل مع المناهج

مهارة القراءة والكتابة

يُعدّ عرض المصطلحات العلميّة على السبورة عند مصادفتها خلال الدرس نشاطًا مفيدًا، فهو يعزز أهميّة المصطلحات، ويساعد الطلبة على تعرّفها.

المهارة الحسابية

تساعد الأنشطة التي تركز على الجانب العملي والتي يحضّر فيها الطلبة عدة محاليل بطريقة التخفيف التسلسلي أو النسبي، على فهم النسب واستخدامها ، وهذا ما سوف يتعرف عليه الطالب في الموضوع التالي.

الموضوع ٢-٢: الكربوهيدرات

يطور هذا الموضوع معرفة الطلبة بتركيب السكريات والكربوهيدرات ووظائفها في الكائنات الحيّة.

الأهداف التعليمية

٢-١ يصف اختبار بندكت شبه كمّي على محلول سكر مختزل عن طريق معايرة الاختبار، ويستخدم النتائج (الزمن لبدء تغيير اللون أو المقارنة بمعايير اللون) لتقدير التركيز.

٢-٢ يصف اختبارًا للكشف عن السكريات غير المختزلة باستخدام التحلّل المائي الحمضي ومحلول بندكت.

٢-٣ يصف ويرسم الأشكال الحلقيّة لكل من سكر ألفا جلوكوز وبيتا جلوكوز.

٢-٦ يذكر أنّ الجلوكوز والفركتوز والمالتوز سكريات مختزلة وأنّ السكروز سكر غير مختزل.

٢-٧ يصف تكوين الرابطة الجلايكوسيديّة عن طريق التكثيف، مع الإشارة إلى السكريات الثنائية، بما في ذلك سكر السكروز وعديدة التسكر.

٢-٨ يصف تكسّر الرابطة الجلايكوسيديّة في عديدة التسكر والسكريات الثنائية عن طريق التحلّل المائي، مع الإشارة إلى اختبار السكر غير المختزل.

٢-٩ يصف التركيب الجزيئي لعديد التسكر النشا (أميلوز وأميلوبكتين) والجلايكوجين ويربط تركيبهما بوظائفهما في الكائنات الحيّة.

٢-١٠ يصف التركيب الجزيئي لعديد التسكر السليلوز ويبيّن كيف يساهم ترتيب جزيئات السليلوز في وظيفة جدران الخلايا النباتيّة.

عدد الحصص المقترحة للتدريس

يخصص لتنفيذ هذا الموضوع ست حصص تراكل منها ٤٠ دقيقة.

المصادر المرتبطة بالموضوع

المصدر	الموضوع	الوصف
كتاب الطالب	الصورتان ٢-١، و ٢-٢ الأشكال من ٢-٣ إلى ٢-٩	• الصورتان المرتبطتان بالكربوهيدرات • الأشكال المرتبطة بالكربوهيدرات
	الأسئلة ١ و٢ و ٣ و ٤ و ٥	• الأسئلة المرتبطة بالكربوهيدرات
	مهارات عملية ٢-١	• الكشف عن السكريات
	أسئلة نهاية الوحدة: ٦ و ٧	• السؤال المتعلق بالكربوهيدرات
كتاب التجارب العملية والأنشطة	النشاط ٢-١	• استخدام جداول التلخيص
	النشاط ٢-٢	• حساب تركيز المحاليل وتحضير محاليل مخففة
	النشاط ٢-٣	• التمثيل البياني واستخدام منحنيات المعايرة
	النشاط ٢-٥ السؤال ١ (أ)	• نشاط على تحليل مخططات جزيء الجلوكوز α ورسم جزيء المالتوز.
	الاستقصاء العملي ٢-١	• اختبار بندكت شبه الكمّي والتخفيف التسلسلي
	أسئلة نهاية الوحدة: ٣ و ٤	• السؤال المتعلق بالكربوهيدرات

المفاهيم الخاطئة وسوء الفهم

- غالبًا ما تُرسم ذرة الكربون السادسة لجزيء الجلوكوز الحلقي خطأ كجزء من تركيب الحلقة.
- لا يوجد نشا مطلقًا في أنسجة الحيوانات، ولا يوجد جلايكوجين مطلقًا في أنسجة النبات.
- عادة ما يلتبس على الطلبة التفريق بين مصطلحَي الجزيء الكبير والبوليمر، ويعكسون استخدامهما. لاحظ أنه في حالات كثيرة يوصف الجزيء نفسه بكلا المصطلحَين (كالأميلوز مثلًا)، إنّما في بعض الحالات لا يصحّ ذلك (عديد الببتيد قصير السلسلة مثل كارنوزين Carnosine والجلوتاثيون Glutathione).
- ينسى الطلبة غالبًا ربط ذرة هيدروجين بالكربون 5 - في الصيغة التركيبية الكاملة لأي من نظيري الجلوكوز، عندما يطلب إليهم رسمهما و/ أو يكتبون C_2H_5OH (الصيغة الجزيئيّة للإيثانول) كمجموعة الكربون السادسة بدلًا من CH_2OH.

أنشطة تمهيدية

هذه المرة الأولى التي يدرس فيها الطلبة عن التفاعلات الكيميائيّة الحيويّة وتركيب الكربوهيدرات ووظائفها بالتفصيل، ومع ذلك قد يعرفون أسماء بعض هذه الجزيئات.

فيما يأتي اقتراحان لنشاطَين يمكن استخدامهما كأنشطة تمهيدية. يعتمد اختيار النشاط على المصادر المتوافرة، وعلى الوقت المتاح، وعلى مدى تقدّم الطلبة في المادة.

١ فكرة (أ)

وجّه الطلبة إلى المشاركة في «دفيئة الأفكار»، شجّعهم على العمل ضمن ثنائيات لإدراج ما يعرفونه عن الكربوهيدرات التي سيدرسونها في هذا الموضوع. اطلب إلى هذه الثنائيات العمل في مجموعات من أربعة أشخاص، ثم ثمانية، لمناقشة ما كتبوه بشكل موسّع، وللتوصل إلى مجموعة من النقاط المتفق عليها. اطلب إلى طالب أو طالبَين كتابة أفكار المجموعة على لوحة الصف لتكوين "خريطة ذهنيّة".

› **أفكار للتقويم:** اطلب إلى الطلبة أن ينقلوا الخريطة الذهنيّة إلى دفاترهم، مع عبارة «كنت أعرف» بالأخضر، وعبارة «المعلومات الجديدة» بالأحمر. يمكن الإشارة إلى ذلك في نهاية الدرس لمعرفة مدى تقدّم الطلبة.

٢ فكرة (ب)

زوّد الطلبة بمجموعة من الجمل غير المكتملة لتنشيط معرفتهم بالمصطلحات العلميّة التي يعرفونها. ابدأ بنشاط "فكر، شارك زميلك، شارك الصف"، ثم اطلب إليهم تكوين نهاية جملة أو بداية جملة. شجّعهم على قراءة ما كتبوه، طالبًا إلى المجموعات الأخرى أن يقدّموا تعليقاتهم. يفيد هذا النشاط في مراجعة المعرفة السابقة، وتشمل الأمثلة الآتية:

- تستخدم الخلايا الجلوكوز ...
- ... سكر ينتقل في لحاء النباتات.
- ... كربوهيدرات التخزين الرئيسي في النباتات، بينما ... كربوهيدرات التخزين الرئيسي في الحيوانات.

› **أفكار للتقويم:** اطلب إلى الطلبة أن ينقلوا الجمل إلى دفاترهم، مع عبارة «كنت أعرف» بالأخضر، وعبارة «المعلومات الجديدة» بالأحمر. يمكن الإشارة إلى ذلك في نهاية الدرس لمعرفة مدى تقدّم الطلبة.

الأنشطة الرئيسية

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

١ توسيع نطاق التكثيف والبلمرة

زوّد كل طالب بورقة A3، وساعدهم على رسم جزيء ألفا (α)- جلوكوز. ضع الرسوم بالتتابع واحدًا تلو الآخر على أرضيّة غرفة الصف، ثم زوّد الطلبة بأقلام للكتابة على السبورة البيضاء أو أقلام تلوين مائية Felt tip pens ليستخدموها في ربط جزيئات ألفا (α)- جلوكوز التي رسموها معًا عن طريق رسم روابط جلايكوسيديّة لتمثيل البلمرة (التكثيف). وللتأكيد على ضرورة إزالة جزيئات الماء أثناء البلمرة بالتكثيف، اطلب إليهم، في كل مرة يرسمون رابطة جلايكوسيدية، أن يقطعوا زاوية من الصفحة يكتبون عليها "H_2O" لتمثل إزالة جزيء من الماء. ولنموذج جزيء الأميلوز الممتد على طول غرفة الصف أثر لافت، إذ يساعد الطلبة على تقدير مفهوم البلمرة. بالتعاون مع الطلبة يمكنك التقاط صور «قبل» العمل و«بعده». اجمع الزوايا التي تشير إلى جزيئات الماء لإظهار عدد جزئيات (α)- جلوكوز التي ربطت معًا. ثم اطلب إلى الطلبة تحديد الأخطاء الشائعة التي ارتكبوها أثناء إجراء هذا النشاط، وكيف يمكنهم الحد من مثل هذه الأخطاء مستقبلًا.

› **أفكار للتقويم:** اسأل الطلبة مجموعة من الأسئلة لتشخيص سوء الفهم والمفاهيم الخاطئة التي قد تكون نشأت أثناء هذا النشاط. على سبيل المثال:

- لماذا تكتب الصيغة الجزيئيّة للمالتوز $C_{12}H_{22}O_{11}$ وليس $C_{12}H_{24}O_{12}$ (أي ضعف صيغة جزيء الجلوكوز)؟
- إذا وجد عدد (س) من جزيئات (α)- جلوكوز في سلسلة، فكم عدد جزيئات الماء التي تمّ إطلاقها؟ (**الإجابة = س-1**).
- كيف ينكسر (يتحلل مائيًا) البوليمر الذي تكوّن؟

٢ تحويل الرسوم التخطيطيّة إلى كلمات (٣٠ دقيقة)

يتطلب هذا الموضوع من الطلبة تفسير عدد من التفاعلات بالصيغ التركيبيّة. فالطلبة يستكشفون كيف يمكن رسم هذه التراكيب في التفاعل، وكيف تتغيّر أثناء التفاعلات الكيميائيّة الحيويّة، على الرغم من صعوبة التعبير عن ذلك بالكلمات. شجعهم على وصف تفاعل التكثيف بين جزيئَي جلوكوز (**سؤال منخفض الصعوبة Low demand**)، أو كيفية ترتيب وحدات بيتا (β)- جلوكوز في السليلوز بالنسبة إلى بعضها البعض (**سؤال عالي الصعوبة High demand**) يمكن إكمال النشاط ٢-٥، السؤال ١ (أ) في كتاب التجارب العملية والأنشطة في هذه المرحلة لتعزيز التعلّم.

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

- (**سؤال منخفض الصعوبة Low demand**): سكر أحادي وسكر ثنائي.
- (**سؤال متوسط الصعوبة Medium demand**): النشا والسليلوز.
- (**سؤال عالي الصعوبة High demand**): رابطة جلايكوسيديّة 1,4 ورابطة جلايكوسيديّة 1,6.

٣ الاستقصاء العملي ٢-١ اختبار بندكت شبه الكمّي والتخفيف التسلسلي (٧٠ دقيقة)

ارجع إلى الاستقصاء العملي ٢-١ الوارد في كتاب التجارب العملية والأنشطة، طالبًا إلى الطلبة إجراء اختبار بندكت شبه الكمي لتقدير التركيز المجهول لمحلول الجلوكوز. يستغرق إجراء هذا النشاط في المختبر حصة صفيّة واحدة مدتها ٤٠

دقيقة، وحصة إضافيّة مماثلة لتحليل النتائج وتقييمها (انظر الأسئلة المتضمنة في الاستقصاء العملي ٢-١ الوارد في كتاب التجارب العملية والأنشطة).

› **أفكار للتقويم:** اطلب إلى الطلبة الإجابة عن الأسئلة المدرجة في الاستقصاء العملي ٢-١ الوارد في كتاب التجارب العملية والأنشطة. سيساعد ذلك على تطوير فهم الطلبة لعمليّة تحضير المحاليل بالتخفيف التسلسلي، والتمييز بين الاختبارات النوعيّة والاختبارات الكميّة والاختبارات شبه الكميّة.

٤ استخدام جداول التلخيص (٣٠ دقيقة)

ارجع إلى النشاط ٢-١ لتستخدم جداول التلخيص الواردة في كتاب التجارب العملية والأنشطة، واطلب إلى الطلبة تكملة جداول التلخيص التي أعدّوها خلال 20 دقيقة، وتقويم زملاء الصف (الطلبة) بعضهم جداول بعض خلال 10 دقائق.

› **أفكار للتقويم:** يمكن أن يساعد تقويم زملاء الصف (الطلبة) لجداول بعضهم على تحسين هذه الجداول.

٥ حساب تركيز المحاليل وتحضير محاليل مخففة (٤٠ دقيقة)

ارجع إلى النشاط ٢-٢ حساب تركيز المحاليل وتحضير محاليل مخففة، الوارد في كتاب التجارب العملية والأنشطة، ليساعدك على تطوير قدرات الطلبة الحسابيّة، ويقدم لهم فكرة عن المولاريّة، وهي مفهوم مهم في الكيمياء الحيويّة. إذ يمكن عرض تخفيف تسلسلي بسيط لمحلول مائي شديد التلوّن (باستخدام صبغة طعام)، لتوضيح كيف تقل شدة اللون مع كل تخفيف؛ كما يمكن تحديد اللون باستخدام مقياس الألوان لتحديد درجة اللون مع كل تخفيف.

› **أفكار للتقويم:** تقويم إجابات الحسابات.

٦ التمثيل البياني واستخدام منحنيات المعايرة (٣٠ دقيقة)

ارجع إلى النشاط ٢-٣ التمثيل البياني واستخدام منحنيات المعايرة الوارد في كتاب التجارب العملية والأنشطة.

› **أفكار للتقويم:** تقويم إجابات النشاط.

التعليم المتمايز (تفريد التعليم)

التوسّع والتحدي

- اعرض أمام الطلبة تراكيب سكر ثنائي يحتوي على جلوكوز (لاكتوز وسكروز)، طالبًا إليهم استنتاج تركيب سكر أحادي غير الجلوكوز.
- شجّع الطلبة في نشاط "توسيع نطاق التكثيف والبلمرة" أعلاه، على توضيح كيفيّة تكوين السليلوز والجلايكوجين باستخدام قصاصات من الورق. في حالة السليلوز، حيث يصطف كل جزيئَين من الجلوكوز أحدهما بجانب الآخر، ويكون أحدهما مقلوبًا بالنسبة إلى الآخر أي يستدير °180، لتكوين رابطة جلايكوسيدية بين ذرة الكربون -1 وذرة الكربون -4، كما هو موضح في الشكل ٢-٨ الوارد في كتاب الطالب. في حالة الجلايكوجين، يمكن تكوين التفرعات عن طريق إضافة وحدات من الجلوكوز لتكوين رابطة جلايكوسيدية بين ذرة الكربون-6 في السلسلة الأساسية وذرة الكربون -1 في وحدة جلوكوز تستدير ° 90 عند بداية التفرعات.
- شجّع الطلبة على التفكير في الفرق بين الأنسجة النباتيّة المختلفة والأميلوبكتين (نسبة محتوى النشا من الأميلوز). هل يجب أن ينعكس ذلك على الحجم النسبي لحبيبات النشا في هذه النباتات؟ ولماذا؟

- بهدف توسيع فهم الطلبة لموضوع التكثيف، أشِر إلى عديد تسكّر غير مألوف، مثل الكيتين، مبيّنًا لهم أن القواعد العامة نفسها تنطبق على تفاعلات التكثيف والتحلل المائي، الأمر الذي يساعدهم على تطبيق معرفتهم.
- الأسئلة عالية الصعوبة المرتبطة بهذا الموضوع هي سؤال ٧ من «أسئلة نهاية الوحدة» الواردة في كتاب الطالب (التحلل المائي للاكتوز)، وسؤال ٤ من «أسئلة نهاية الوحدة» الواردة في كتاب التجارب العملية والأنشطة (التحلل المائي للسكروز وتركيب عديدات التسكر ووظائفها).
- ناقش استخدام مقياس الألوان لتحسين دقة منحنيات المعايرة المستخدمة لتقدير تركيز الجلوكوز في محلول مجهول التركيز.

الدعم

- تجدر الإشارة إلى أن التفاعلات الكيميائيّة التي دُرست في هذا المستوى بسيطة، إذ معظمها يشمل التحلل المائي أو التكثيف، وكلاهما بسيط نسبيًا.
- اطلب إلى الطلبة الرجوع إلى النشاط ٢-٥ الوارد في كتاب التجارب العملية والأنشطة، رسم التراكيب الجزيئيّة؛ إذ يساعدهم السؤال ١ (أ) في هذا النشاط على رسم الصيغ الجزيئيّة التركيبيّة للجزيئات المشاركة في تكوين جزيء المالتوز بالتكثيف.
- من المفيد الطلب إلى الطلبة رسم جدول أو مخطط فن Venn diagram لإظهار أي السكريات الأحاديّة التي ترتبط معًا لتكوين السكريات الثنائيّة، ونوع السكريات الأحاديّة والروابط في عديدات التسكر.
- زوّد الطلبة في نشاط «توسيع نطاق التكثيف والبلمرة» السابق، بالتركيب الهيكلي لجزيء ألفا (α)– جلوكوز، طالبًا إليهم إضافة المجموعات الكيميائيّة الناقصة.

تلخيص الأفكار والتأمّل فيها

- يمكن أن يستخدم الطلبة وسيلة بصرية هي عروض الملصقات للربط بين تركيب الكربوهيدرات ووظائفها. شجّعهم على العمل معًا في مجموعات صغيرة لإعداد هذا الملصق. يمكن التوسّع في هذا النشاط في الدرس التالي عن طريق القيام بنشاط «المتجر»، الذي يقف فيه أحد طلبة المجموعة بجوار الملصق، ويشرحه لسائر أعضاء المجموعات أثناء تعرّفهم على الملصقات. من الضروري توفير بعض الإرشادات المفيدة (كأن يشغل النص أقل مساحة ممكنة، مع ترك مساحة كافية للكتابة). ومن المفيد أيضًا إدارة مناقشة موجزة حول ما يجعل الملصق جيدًا. وكخيار بديل، قد يستغرق وقتًا أطول للتحضير والمشاركة، يمكن للطلبة إعداد عرض تقديمي Power Point presentation.
- حضّر نصًا مكتوبًا يلخص المفاهيم التي درسها الطلبة في هذا الموضوع، وضمّنه ٥–١٠ أخطاء إملائيّة وأخطاء مفاهيميّة، مثل الآتية:
  - المونومر المستخدم في تكوين السليلوز هو ألفا (α)– جلوكوز.
  - تركيب الأميلوز مماثل لتركيب الجلايكوجين.
  - يكون تركيب السليلوز والأميلوز متماثلًا بعد تكوينهما.

شجّع الطلبة على اكتشاف أكبر عدد من الأخطاء، ورسم دائرة حولها، للقيام بتصحيحها. يصلح هذا النشاط أن يكون أشبه بمسابقة، إذ يكون الطالب الذي سبق زملاءه في اكتشاف جميع الأخطاء هو الفائز.

التكامل مع المناهج

مهارة القراءة والكتابة

يتضمن هذا الموضوع الكثير من المصطلحات العلميّة التي يحتاج العديد منها إلى تعريف واضح ليفهمه الطلبة. وقد يكون من المفيد عرض بعض الرسوم التخطيطيّة المختارة بعناية للسكريات والكربوهيدرات التي وردت في هذا الدرس، والتي يمكن إضافتها (كملصقات) على المصطلحات العلمية عند ذكرها.

المهارة الحسابيّة

يمكن أن يوفِّر حساب عدد جزيئات الماء المحررة عند تكوين البوليمر، أو عدد ذرات العناصر المختلفة في البوليمر وعدد الوحدات المكونة له يكون معروفًا، فرصًا لمهارات رياضيّة بسيطة. كما يؤمّن إكمال النشاط ٢-٢ فرصًا للمهارات الحسابية المرتبطة بحسابات التركيز.

الموضوع ٢-٣: الدهون

يطوّر هذا الموضوع معرفة الطلبة بتركيب الدهون وبوظائفها في الكائنات الحيّة.

الأهداف التعليمية

٢-١١ يذكر أنّ الدهون الثلاثيّة جزيئات غير قطبيّة كارهة للماء، ويصف التركيب الجزيئي للدهون الثلاثيّة بالإشارة إلى الأحماض الدهنيّة (المشبعة وغير المشبعة) والجليسرول وتكوين روابط الإستر.

٢-١٢ يربط التركيب الجزيئي للدهون الثلاثيّة بوظائفها في الكائنات الحيّة.

٢-١٣ يصف التركيب الجزيئي للدهون المفسفرة مع الإشارة إلى رؤوس الفوسفات (المحبة) للماء (القطبيّة) وذيول الأحماض الدهنيّة الكارهة للماء (غير القطبيّة).

عدد الحصص المقترحة للتدريس

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

المصادر المرتبطة بالموضوع

المصدر	الموضوع	الوصف
كتاب الطالب	الصورة ٢-٣ الأشكال ٢-١٠ إلى ٢-١٣	• الصورة المرتبطة بالدهون • الأشكال المرتبطة بالدهون
	أسئلة نهاية الوحدة: ٤ و ٩	• السؤالان المرتبطان بالدهون والدهون المفسفرة
كتاب التجارب العملية والأنشطة	النشاط ٢-٤ النشاط ٢-٥ السؤال ٢	• معالجة البيانات وتحليلها • رسم التراكيب الجزيئية
	أسئلة نهاية الوحدة: ٥	• السؤال المرتبط بالدهون

المفاهيم الخاطئة وسوء الفهم

- غالبًا ما يستخدم الطلبة المصطلحات، بشكل معاكس، لوصف الدهون والزيوت والشحوم والدهون الثلاثيّة. قد يكون هذا مقبولاً بشكل عام، لكن يجب ألّا يستخدموا جميع هذه المصطلحات لوصف الدهون المفسفرة.

أنشطة تمهيدية

سبق أن درس الطلبة عن الدهون في الصف التاسع، ويمكن أن يكون بعضهم قد اطّلع على الدهون المفسفرة، لكنهم لم يتعرفوا بالتفصيل على تركيبها ووظائفها في الخليّة.

في ما يلي اقتراحان لنشاطَين يمكن استخدامهما كأنشطة تمهيدية. يعتمد اختيار النشاط على المصادر المتوافرة، وعلى الوقت المتاح، وعلى مدى تقدّم الطلبة في هذه الموضوعات.

١ فكرة (أ)

اعرض على الطلبة مجموعة من صور الكائنات الحيّة التي للدهون في أجسامها أهميّة حيويّة. يمكن أن تشمل الأمثلة، الجراد (الدهون ضروريّة كمخزن للطاقة اللازمة للطيران لمسافات طويلة)، والثدييات المائيّة (الدهون ضروريّة للطفو/ العزل)، والطيور المائيّة (الدهون ضروريّة للعزل المائي)، الجَمل (الدهون ضرورية في تخزين الطاقة للسير مسافات بعيدة وللعزل من الحرارة الخارجية المرتفعة). ناقش تكيّف هذه الكائنات مع بيئاتها، سائلًا عن سبب كون محتوى أجسامها من الدهون أعلى من معظم الحيوانات.

› **أفكار للتقويم:** اطلب إلى الطلبة التعبير عن مضمون المناقشة بمجموعة من الرسوم أو المخططات التقريبيّة التي توضح بعضًا من وظائف الدهون في الحياة.

٢ فكرة (ب)

قدّم للطلبة مجموعة من عبارات صح/ خطأ التي تهدف إلى تنشيط معرفتهم السابقة. يمكن أن تشمل العبارات الأمثلة الآتية:

- تمتزج الدهون مع الماء بسهولة. (**خطأ**)
- تمثل الدهون مخزنًا للطاقة في جسم الإنسان. (**صح**)
- تطلق الكتل المتساوية من الدهون والكربوهيدرات محتوى الطاقة نفسه عند التنفس. (**خطأ**)

زوّد كل طالب بورقة مكتوب على أحد وجهَيها كلمة «**صح**» وعلى الوجه الآخر كلمة «**خطأ**». اطلب إليهم الإجابة عن كل سؤال برفع الورقة عاليًا على الوجه الذي يعتقدون أنه يحمل الجواب لتراها بوضوح.

› **أفكار للتقويم:** يستخدم هذا النشاط كمنطلق أساس للتقويم التكويني للتعلم المسبق، في إطار استعداد الطلبة لدراسة محتوى هذه الوحدة.

الأنشطة الرئيسية

في ما يأتي أنشطة تعلميّة يمكنك أن تختار ما تراه مناسبًا منها لتكييف الدرس بما يتواءم مع احتياجات الطلبة.

١ اعرض واشرح

وزّع الطلبة في ثنائيات، وزوّد طالبًا في كل مجموعة بالصيغة الجزيئيّة التركيبيّة للجليسرول وبثلاثة أحماض دهنيّة (مع مجموعة من التراكيب تمثل ذيولها الهيدروكربونيّة، المشبعة، والأحاديّة غير المشبعة، والعديدة غير المشبعة) ودهن ثلاثيّ. ثم زوّد الطالب الآخر برسم تخطيطي مطابق لا تظهر فيه الذرات، بل خطوط الروابط فقط بين المساحات الفارغة حيث يجب أن يكون هناك موقع الذرات. اطلب إلى الطالب الذي لديه الرسم التخطيطي الكامل وصف تركيب الجزيء لزميله كي يرسمه، وبناءً عليه يقوم بمقارنة رسمه بالرسم التخطيطي الكامل. شجّع الطلبة على التفكير في النشاط والتأمل في ما ساعدهم على إكمال الرسم بشكل صحيح. يمكن إكمال السؤال ٢ من النشاط ٢-٥ الوارد في كتاب التجارب العملية والأنشطة في هذه المرحلة لتعزيز التعلم.

› **أفكار للتقويم:** ادعُ الطلبة إلى القيام بنشاط بسيط تعطي فيه كل طالب بطاقة مدوّنًا عليها مثالٌ عن أحد الدهون، بحيث تتجاوز الأمثلة الدهون التي صادفوها خلال الدرس، بما في ذلك: دهون أحادية غير مشبعة، ودهون عديدة غير مشبعة، ودهون مشبعة (ودهون ثلاثيّة مع خليط منها)، ودهون مفسفرة، وفوسفاتيديلينوسيتول Phosphatidylinositol. ضع

ملصقات التراكيب على جدار غرفة الصف، واطلب إلى كل طالب أن يقف بجوار الملصق الذي يصف التركيب الموجود على بطاقته، يمكن للطلبة مناقشة بنية الدهون الموجودة على بطاقاتهم وتسليط الضوء على الاختلافات بينها وبين غيرها الواردة في كتبهم.

٢ معالجة البيانات وتحليلها (٣٠ دقيقة)

ارجع إلى النشاط ٢-٤ معالجة البيانات وتحليلها الوارد في كتاب التجارب العملية والأنشطة.

› **أفكار للتقويم:** اطلب إلى طلبة الصف أن يقيّم بعضهم إجابات بعضهم الآخر.

٣ الدهون المشبعة والدهون غير المشبعة (٣٠ دقيقة)

اطلب إلى الطلبة البحث في الشبكة العالمية للاتصالات الدولية-الإنترنت لإعداد نشرة صحيّة حول أشكال الدهون المختلفة، عارضًا عليهم، في ضوء معرفتهم بالأشكال الجزيئيّة للدهون المشبعة والدهون غير المشبعة، أن يشرحوا أسباب المخاطر الصحيّة المرتبطة في الاستهلاك الزائد للدهون. اطلب إليهم أيضًا البحث في اختراع المارجرين (السمن النباتي)، وفي الادعاءات الصحيّة المرتبطة بالبدائل الحديثة للزبدة.

التعليم المتمايز (تفريد التعليم)

التوسّع والتحدي

- اطلب إلى الطلبة في أثناء تقويم نشاط «اعرض واشرح» أعلاه التفريق بين أنواع الدهون المختلفة من حيث درجة الانصهار.

الدعم

- اطلب إلى الطلبة الرجوع إلى النشاط ٢-٤ معالجة البيانات وتحليلها الوارد في كتاب التجارب العملية والأنشطة. سيساعدهم ذلك على تطبيق معرفتهم في تفسير البيانات غير المألوفة، ومنها وصف عدد من الأحماض الدهنيّة، وتفسير المعلومات المتعلقة بالأنماط في البيانات.
- ساعد الطلبة على أن تكون المصطلحات مفهومة (لها معنى): «الجليسرول» هو «كحول»، «الدهون الثلاثيّة» تحتوي على ثلاثة أحماض دهنيّة، «غير مشبع» تعني أن الجزيء غير مشبع بالهيدروجين، «محبة للماء» قابلة للذوبان في الماء، «كارهة للماء» غير قابلة للذوبان في الماء، وهكذا...
- اطلب إلى الطلبة الرجوع إلى النشاط ٢-٥ رسم التراكيب الجزيئيّة الوارد في كتاب التجارب العملية والأنشطة. سيساعدهم ذلك على رسم الصيغة الجزيئيّة التركيبيّة للجزيئات المشاركة في تكوين الدهون الثلاثيّة عن طريق التكثيف (السؤال ٢).
- وفِّر للطلبة أثناء تقويم نشاط «اعرض واشرح» الفرصة لطلب الدعم. يمكن تحقيق ذلك عن طريق إنتاج مجموعة من «بطاقات الدليل» تكون متاحة عند الحاجة، بحيث يمكن للطالب طلب بطاقة إذا شعر بأنه في حاجة إلى الدعم. توفِّر كل بطاقة «تلميحًا» يهدف إلى تزويد الطالب بمعلومات كافية تساعده على التقدم في عمله.
- أحد الأسئلة منخفضة الصعوبة والمرتبطة بهذا الموضوع هو السؤال ٩ من أسئلة نهاية الوحدة الوارد في كتاب الطالب، والذي يتعلق بالاختلاف بين الدهون الثلاثيّة والدهون المفسفرة.

تلخيص الأفكار والتأمّل فيها

- اطلب إلى الطلبة كتابة أقصر جملة ممكنة باستخدام المصطلحات العلميّة : **هيدروكربون**، **دهون ثلاثيّة**، **جليسرول**، **أحماض دهنيّة**. هذه طريقة جيدة لتحفيزهم على تطوير مهارات التفكير العليا من أجل فهم هذه المصطلحات، بدلًا من مجرّد تذكّرها. يمكن تعديل النشاط لمساعدة بعض الطلبة من خلال تزويدهم ببداية الجمل، أو بنهاية الجمل، أو بتقليل عدد المصطلحات المفترض أن يستخدموها.
- شجّع الطلبة أن يستوضحوا عن السؤال الذي يمكن طرحه عندما تعطيهم إجابة معيّنة، وزودهم بمجموعة من المصطلحات المكوّنة من كلمة واحدة وجمل بسيطة تختارها لهم من موضوعاتهم (**هيدروكربون**، **دهون ثلاثيّة**، **جليسرول**، **أحماض دهنيّة**).

التكامل مع المناهج

مهارة القراءة والكتابة

ورد عدد كبير جدًا من المصطلحات العلميّة الجديدة في هذا الموضوع. يمكن أن تقوم بإعداد شبكة الكلمات المتقاطعة أو الكلمات المقلوبة، لمساعدة الطلبة في التعرف على المصطلحات.

المهارة الحسابيّة

يمكن أن تؤمّن استقصاءات محتوى الدهون من الطاقة، والتي تقارن غالبًا مع الكربوهيدرات، فرصًا لاستخدام القيم الرقميّة الموّحدة للمقارنة.

الموضوع٢-٤: البروتينات

يستكشف هذا الموضوع البروتينات ووظائفها، وكيفية تكوّنها من وحدات من الأحماض الأمينيّة.

الأهداف التعليمية

٢-١٤ يصف ويرسم:

- التركيب العام للحمض الأميني
- تكوين وكسر الرابطة الببتيدية.

٢-١٥ يشرح معنى المصطلحات الآتية: التركيب الأولي، والتركيب الثانوي، والتركيب الثالثي، والتركيب الرابعي للبروتينات.

٢-١٦ يصف أنواع الروابط التي تحافظ على شكل جزيئات البروتين:

- التفاعلات الكارهة للماء
- الرابطة الهيدروجينيّة
- الرابطة الأيونيّة
- الرابطة التساهميّة بما في ذلك روابط ثنائي الكبريتيد.

٢-١٧ يذكر أنّ البروتينات الكرويّة قابلة للذوبان بشكل عام، ولها أدوار وظيفية، وأنّ البروتينات الليفيّة غير قابلة للذوبان بشكل عام، ولها أدوار تركيبيّة.

٢-١٨ يصف تركيب جزيء الهيموجلوبين كمثال على بروتين كروي بما في ذلك تكوين تركيبه الرابعي من سلسلتي ألفا (جلوبين ألفا) وسلسلتي بيتا (جلوبين بيتا) ومجموعة الهيم.

٢-١٩ يربط تركيب الهيموجلوبين بوظيفته بما في ذلك أهميّة الحديد في مجموعة الهيم.

٢-٢٠ يصف تركيب جزيء الكولاجين كمثال على البروتين الليفي، وترتيب جزيئات الكولاجين لتكوين ألياف الكولاجين.

٢-٢١ يربط تركيب جزيئات الكولاجين وألياف الكولاجين بوظيفتها.

عدد الحصص المقترحة للتدريس

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

المصادر المرتبطة بالموضوع

المصدر	الموضوع	الوصف
كتاب الطالب	الصور من ٢-٤ إلى ٢-٦ الأشكال من ٢-١٤ إلى ٢-٢٣	• الصور المرتبطة بالبروتينات • الأشكال المرتبطة بتركيب البروتينات، وطي البروتين، والكشف عن البروتينات
	الملحق ١	• مجموعات R في الأحماض الأمينيّة
	الأسئلة ٦، و ٧ ، و ٨	• الأسئلة المرتبطة بالبروتينات
	أسئلة نهاية الوحدة: ١، و ٢، و ٤، و ٥، و ٨، و ١٠	• الأسئلة المرتبطة بالبروتينات
كتاب التجارب العملية والأنشطة	النشاط ٢-٥ السؤال ١ (ب) النشاط ٢-٦	• رسم التراكيب الجزيئية • تخطيط التجارب التي تعطي نتائج دقيقة
	أسئلة نهاية الوحدة: ١، و ٢، و ٦	• الأسئلة المرتبطة بالبروتينات

المفاهيم الخاطئة وسوء الفهم

- تبدو التراكيب الثالثيّة للبروتينات، للوهلة الأولى وخلافًا للواقع، مثل كتل متشابكة غير منتظمة، فشكل الجزيئات دقيق جدًا. وللجزيئات تراكيب مناسبة تمامًا لوظائفها.
- تكوّن الأحماض الأمينيّة عندما ترتبط معًا في عديد ببتيد خطي (سلسلة مستقيمة)؛ وبعد أن يأخذ الجزيء شكله الوظيفي ثلاثي الأبعاد، يمكن استخدام مصطلح **البروتين** لوصفه.
- يُعتقد أحيانًا أن التركيب الرابعي يشتمل على أربع سلاسل عديد ببتيد، بدلًا من سلسلتَين أو ثلاث. وقد يعود ذلك إلى دراسة الطلبة للهيموجلوبين الذي يتكوّن تركيبه الرابعي من أربع سلاسل عديد ببتيد. ويشير مصطلح رابعي إلى وجود أربعة مستويات من التركيب. اعرض على الطلبة مجموعة من البروتينات تتضمن تلك التي تحتوي على سلسلتَي عديد ببتيد (مثل الإنسولين) أو ثلاث سلاسل (مثل الكولاجين).

أنشطة تمهيدية

في ما يلي اقتراحان لنشاطَين يمكن استخدامهما كأنشطة تمهيدية. يعتمد اختيار النشاط على المصادر المتوافرة، وعلى الوقت المتاح، وعلى مدى تقدم الطلبة في هذا الموضوع.

١ فكرة (أ)

اطلب إلى الطلبة قراءة صندوق «مشكلة طي البروتينات من الحاسوب ديب بلو (Deep blue) إلى برنامج ألفازيرو (AlphaZero) وما بعدهما» الوارد في بداية الوحدة الثانية من كتاب الطالب، والذي يصف كيف تستخدم البرامج الفائقة مثل ألفازيرو في تحديد تركيب الجزيئات العملاقة كالبروتينات. طوّر فهم الطلبة من خلال طرح المزيد من الأسئلة، مثل: «هل يمكنك إعطاء أمثلة على جزيئات تعتمد وظيفتها على طبيعة تركيبها؟»

› **أفكار للتقويم:** اعرض للطلبة التركيب الجزيئي لقسم من البروتين، طالبًا إليهم تحديد أوجه التشابه مع الكربوهيدرات (**وجود الكربون والهيدروجين، وروابط مزدوجة بين بعض ذرات الكربون والأكسجين**)، وأوجه الاختلاف عن الكربوهيدرات (**وجود النيتروجين وربما الكبريت**).

٢ فكرة (ب)

اشرح للطلبة أن البروتينات تقوم بعدد كبير من الوظائف. اعرض على لوحة الصف بعضًا منها، بما في ذلك (على سبيل المثال وليس الحصر): الأجسام المضادة، والهرمونات، والإنزيمات، والكولاجين (نسيج ضام)، والكيراتين (الشعر)، وبروتينات العضلات، والمستقبلات الضوئيّة في شبكيّة العين، وبروتين الحليب. اطلب إلى الطلبة العمل في ثنائيات ليحدّدوا كيفية تصنيف هذه البروتينات، في ضوء ما اكتسبوه من معارف. قد تشمل الأمثلة:

- البروتينات التركيبيّة مقابل البروتينات الوظيفيّة (الفسيولوجية).
- البروتينات القابلة للذوبان مقابل البروتينات غير القابلة للذوبان.
- البروتينات التي تتفاعل مع جزيئات أخرى مقابل البروتينات التي لا تتفاعل.

ناقش خيارات الطلبة، لاستنباط حقيقة أن البروتينات يمكن أن تكون ذات طبيعة ليفيّة أو كرويّة.

› **أفكار للتقويم:** نظّم مناقشة مع الطلبة حول نوع البروتين الأكثر أهميّة في الحياة. فهذه الفرضية غير محسومة، وبالتالي لا تحتمل إجابة صحيحة أو خاطئة، ومع ذلك، فإنها تحفز الطلبة على إدراك أهميّة عدد كبير من البروتينات من كلا النوعَين (ليفية أو كروية).

الأنشطة الرئيسية

في ما يأتي أنشطة تعلميّة يمكنك أن تختار ما تراه مناسبًا منها لتكييف مخطط الدرس بما يتواءم مع احتياجات الطلبة.

١ فهم الأشكال (٤٠ دقيقة)

اختر صورًا تمثل تراكيب البروتين الأولي والثانوي والثالثي والرابعي. يمكن اختيار الصور من الأشكال ٢-١٦ إلى ٢-١٩ الواردة في كتاب الطالب، ويمكن أن يتم اختيار الهيموجلوبين والكولاجين بدلًا من ذلك (انظر الأشكال من ٢-٢١ إلى ٢-٢٣ على التوالي) للتأكيد على النقاط المفتاحية في المنهج. شجّع الطلبة على العمل في ثنائيات لإعداد وصف مكتوب للتراكيب، ثم اعرض ما أُنجز أمام الجميع. ناقش مع الطلبة العبارات التي تصف الصور بدقة كبيرة، واستنبط مدى فهمهم لمستويات تركيب البروتينات المختلفة.

› **أفكار للتقويم:** زوّد الطلبة بنسخة من كل صورة ليُعدّوا وصفًا مكتوبًا منقّحًا لها. وكمقدمة للدرس التالي يمكنك تقويم عملهم للتحقق من الفهم والاسترشاد للتخطيط.

٢ نمذجة الإنسولين (٦٠ دقيقة)

زوّد كل طالب بجدول من العشرين حمضًا أمينيًا الأكثر شيوعًا أو اطلب إليهم الرجوع إلى الملحق (١) الوارد في كتاب الطالب، بعد معرفتهم أن البروتينات تتكوّن من الأحماض الأمينيّة، طارحًا عليهم أسئلة لاستنباط ميزاتها الرئيسيّة، على سبيل المثال:

- ما العناصر الموجودة في البروتينات والتي لا وجود لها في الكربوهيدرات والدهون؟
- ما السمات الكيميائيّة المشتركة بين جميع الأحماض الأمينيّة؟
- كيف يمكن تصنيف مجموعات R، بافتراض توافر هذه المعلومات في الجدول؟ (**حمضيّة، متعادلة، قاعديّة، سلسلة مستقيمة أم تراكيب حلقيّة، محبة للماء أم كارهة للماء، تحتوي على الكبريت**).

يتعذر على الطلبة فهم كيف يُحدّد التنوّع في التركيب الأولي للبروتين وظيفته. ولتوضيح هذا الأمر، اطلب إليهم العمل ضمن ثنائيات لتكوين نموذج للإنسولين. شارك الطلبة في التركيب الأولي (جزيئان قصيران من عديد الببتيد مرتبطان معًا بروابط ثنائي الكبريتيد)، وزوّدهم بمجموعة من 20 شكلًا ورقيًا مختلفًا لتمثيل 20 حمضًا أمينيًا مختلفًا، والتي يمكن تكوينها باستخدام ورق من خمسة ألوان وأربعة أشكال (دوائر ومربعات ومثلثات ومستطيلات). أعدّ مفتاحًا للأشكال للتعريف بقطع الورق التي تمثل الأحماض الأمينيّة المختلفة. يمكن إكمال السؤال ١ (ب) من النشاط ٢-٥ الوارد في كتاب التجارب العملية والأنشطة في هذه المرحلة لمراجعة تكوين رابطة الببتيد بين اثنين من الأحماض الأمينية.

› **أفكار للتقويم:** اطلب إلى الطلبة وضع رسوم تخطيطيّة توضح كيف تبدو البروتينات بالأشكال ثلاثية الأبعاد.

التعليم المتمايز (تفريد التعليم)

التوسع والتحدّي

- الأسئلة التي تطرح بشكل كبير والمتعلقة بهذا الموضوع هي: السؤال ٨ من أسئلة نهاية الوحدة الوارد في كتاب الطالب (المرتبط بتكثيف الأحماض الأمينيّة) والسؤال ٢ من أسئلة نهاية الوحدة الوارد في كتاب التجارب العملية والأنشطة (التركيز على تركيب إنزيم ريبونوكلييز).
- اطلب إلى الطلبة في ضوء نشاط «فهم الأشكال» السابق أن يلاحظوا تلاؤم شكلَي الهيموجلوبين والكولاجين مع وظائفهما.
- استكشف العلاقة بين الجزيئات الحيويّة (وليس البروتينات فقط) وعلم المواد Materials science، طارحًا أسئلة مثل: لماذا تُعدّ المواد الحيويّة مهمة لعلماء المواد؟
- شجّع الطلبة على شرح ما يأتي:
  - كيف يحدّد تركيب البروتين الأولي وظيفته؟
  - كيف يحدّد التركيب الثالثي للبروتينات الشكل الذي سيأخذه (كرويًا أم ليفيًا)؟
  - لماذا لا يذوب الشعر عند غسله بالرغم من كونه يتكوّن تقريبًا من الكيراتين النقي، وجميع وحدات الأحماض الأمينيّة في الكيراتين قابلة للذوبان في الماء؟

الدعم

- اطبع نسخًا من مجموعات R (الملحق ١ الوارد في كتاب الطالب)، واستبدل مجموعات R المختلفة في تركيب الأحماض الأمينيّة المرسومة على السبورة البيضاء. فهذا يؤكد حقيقة أن اختلاف الأحماض الأمينيّة له علاقة فقط بهذه المجموعة الكيميائيّة.
- كوّن جدولًا يقارن بين أنواع الروابط الموجودة في التركيب الثالثي للبروتينات من حيث الذرات والروابط بينها والقوة النسبيّة للروابط؛ وكوّن أيضًا جدولًا للمقارنة بين البروتينات الليفيّة والكرويّة.
- لا تخلط بين عديد ببتيد الكولاجين وألياف الكولاجين، فثلاثة جزيئات عديد ببتيد كولاجين ذات ترابط حلزوني تشكل تركيبًا حلزونيًا ثلاثيًا يسمّى ليف الكولاجين.
- اطلب إلى الطلبة العودة إلى النشاط ٢-٥ **رسم التراكيب الجزيئيّة** الوارد في كتاب التجارب العملية والأنشطة. يساعد السؤال ١ (ب) على رسم الصيغة التركيبيّة للجزيئات المشاركة في تكوين الببتيد الثنائي بوساطة التكثيف.

تلخيص الأفكار والتأمّل فيها

- اكتب ثلاثة أو أربعة أسئلة، يفضل أن تكون من نمط الاختيار من متعدّد، أو تلك التي تتطلب إجابة قصيرة، ليجيب عنها الطلبة ويسلموها في نهاية الحصة، فتكون أشبه بـ «بطاقة خروج» لهم. يمكن أن توفر تقنية "بطاقة الخروج" Pass-paper هذه فرصة للتقويم التكويني، كما تساعد في تقرير مدى الحاجة إلى مزيد من التعزيز للمادة في الحصة التالية.
- يتصف هذا الموضوع بالتعقيد وكثرة المصطلحات والمفاهيم الجديدة. اطلب إلى كل طالب كتابة مصطلح علمي أو مفهوم على يقين منه، وآخر ليس متأكدًا منه، وثالث يحتاج إلى معرفة المزيد عنه. ثم وزّع الطلبة في مجموعات بناء على مدى التأكد من المعرفة بالموضوعات المختلفة، لإجراء مناقشة فيما بينهم.
- اطلب إلى الطلبة إتمام الإجابة عن السؤال ٧ الوارد في كتاب الطالب، والذي يتطلب نقل الجدول ثم ملء العمود الثاني بالكلمات المناسبة للإجابة عن العبارات في العمود الأول. يمكن للطلبة العمل في ثنائيات لتكوين جدول مماثل ببيانات مختلفة بناء على الموضوعات الواردة في هذه الوحدة، ثم طرحه على زملائهم.

التكامل مع المناهج

مهارة القراءة والكتابة

ورد عدد كبير جدًا من المصطلحات العلميّة (أسماء وأوصاف) في هذا الموضوع، من المفيد استخدام تقنيات مثل التي يعمل فيها الطلبة ضمن ثنائيات ليتبادلوا وصف كلمات مفتاحية، من دون استخدام كلمات مفتاحية مدرجة، على سبيل المثال: يتعذر على الطلبة وصف التركيب الثالثي للبروتين من دون استخدام المصطلحات المفتاحية الثلاثة: **أحماض أمينيّة، روابط، ثلاثية الأبعاد.**

المهارة الحسابيّة

استخدم ورقًا مقوّى بأحجام وألوان مختلفة، أو حتى 20 أداة مختلفة من أدوات المختبر، لإعداد مجموعة من النماذج لعشرين حمضًا أمينيًا. وضّح للطلبة كيف ينتج من ارتباط حمضَين أمينيَّين معًا (400 = 20^2) تسلسل مختلف من الأحماض الأمينيّة. وإذا ارتبطت 10 أحماض أمينيّة معًا فسيتكوّن 20^{10} = أكثر من 20 تريليونًا = (20000000000000). وفي الواقع، يتحدّد طول معظم البروتينات بأكثر من 10 أحماض أمينيّة، لذا يكون عدد البروتينات الممكن تكوّنها من عشرين نوعًا مختلفًا من الأحماض الأمينيّة غير نهائي تقريبًا.

٢-٥: الماء

يقدم هذا الموضوع الماء باعتباره جزيئًا له أهميّة حيويّة للحياة، مع التركيز على تكوّن الروابط الهيدروجينيّة بين جزيئات الماء، وتأثير هذه الروابط على خصائصه.

الأهداف التعليمية

٢-٢٢ يشرح كيفيّة تكوين الروابط الهيدروجينيّة بين جزيئات الماء ويربط خصائص الماء بأدواره في الكائنات الحيّة، مقتصرًا على: الإذابة والسعة الحراريّة النوعيّة العالية والحرارة الكامنة للتبخّر.

عدد الحصص المقترحة للتدريس

يخصص لتنفيذ هذا الموضوع حصتان كل واحدة منهما ٤٠ دقيقة.

المصادر المرتبطة بالموضوع

المصدر	الموضوع	الوصف
كتاب الطالب	الشكل ٢-٢٤	• الشكل الذي يبيّن توزيع جزيئات الماء حول الأيونات في محلول
	السؤال ٩	• السؤال المرتبط بخصائص الماء
	أسئلة نهاية الوحدة: ٣	• السؤال المرتبط بخصائص الماء
	النشاط ٢-٧	• تطوير مهارات الكتابة الموسعة

المفاهيم الخاطئة وسوء الفهم

- يصعب على غير الكيميائيين (غير المتخصصين بالكيمياء) فهم الفرق بين الشحنات الموجبة الكاملة والشحنات السالبة الكاملة للأيونات، والشحنات الجزئية على جزيئات الماء بسبب التوزيع غير المتكافئ للإلكترونات.
- يعتقد بعض الطلبة خطأ أن تأين جزيئات الماء، وربما بسبب الشحنات على الذرات، ضروري لتكون الرابطة الهيدروجينيّة.
- غالبًا ما يهمل الطلبة كلمة «مرتفعة» عند وصف الحرارة الكامنة العالية للتبخر، أو السعة الحراريّة النوعيّة المرتفعة للماء.

أنشطة تمهيدية

ستكون أهميّة الماء مألوفة للطلبة؛ ومع ذلك، لا يتوقّع منهم أن يعرفوا كل خصائصه الأساسيّة للحياة.

في ما يلي اقتراحان لنشاطَين يمكن استخدامهما كأنشطة تمهيدية. يعتمد اختيار النشاط على المصادر المتوافرة، وعلى الوقت المتاح، وعلى مدى تقدّم الطلبة في هذه الموضوعات.

١ فكرة (أ)

قدم أمام الطلبة عرضًا توضيحيًا. اعمل على تعويم دبوس على سطح الماء في كأس زجاجيّة كبيرة الحجم لتوضيح مفهوم التوتر السطحي للماء. ثم أضف قطرتَين من محلول منظف لتقليل التوتر السطحي، ليكتشفوا أن الدبوس يغرق في الماء فورًا.

ناقش هذه الظاهرة مع الطلبة واربطها ببيئة الحشرات المائيّة مثل حشرة متزلج الماء Pond skater (الخيتعور) والحشرات الأخرى كالبعوض وبعض الدبابير. وسّع نطاق المناقشة لتشمل أهميّة التوتر السطحي للعديد من البيئات الأحيائيّة الأخرى.

› **أفكار للتقويم:** ادع الطلبة إلى المشاركة في نشاط «فكر، شارك زميلك، شارك الصف»، لمحاولة تفسير سبب سلوك الماء بهذه الطريقة. قدّم تلميحات (كتلك التي تتعلق بالمفردتَين التماسك والتلاصق)، مشجّعًا إيّاهم على التعبير عن أفكارهم برسوم تقريبية؛ ثم ناقش أفكارهم مع الصف ككل.

٢ فكرة (ب)

اعرض خاصيّة مفتاحية أخرى للماء مثل: حرارة تبخر كامنة عالية. ثبّت باستخدام مشابك قارورتَين مقلوبتَين قاعهما دائريّان، وغَطِّ إحداهما بقماش رطب، حيث ستنخفض درجة الحرارة داخل إحدى القارورتَين قياسًا على القارورة الأخرى. ناقش أهمية هذه الملاحظة.

› **أفكار للتقويم:** شجّع الطلبة من خلال المناقشة الصفيّة للتوصل إلى إجماع حول تفسير ما حدث، مؤكّدًا في المناقشة على المصطلحات (المفردات والعبارات) العلميّة التي يجب أن يعرفوها (مثل تغيّر الحالة، والتبخر، والطاقة).

الأنشطة الرئيسية

في ما يأتي أنشطة تعلميّة يمكنك أن تختار ما تراه مناسبًا منها لتكييف مخطط الدرس بما يتواءم مع احتياجات الطلبة.

١ ربط الخصائص بالوظائف (٣٠ دقيقة)

- قدّم للطلبة مجموعة من العبارات حول الماء مثل:
- للماء حرارة تبخر كامنة عالية.
- الماء مذيب عام.
- للماء سعة حراريّة نوعيّة مرتفعة.

اطلب إلى الطلبة توضيح كيفيّة استخدام الكائنات الحيّة لهذه الخصائص لأداء وظائف معيّنة، على سبيل المثال: خاصية الماء كمذيب يسمح بنقل المواد المذابة في بلازما الدم واللحاء. ويمكن لهم البحث عن هذا الموضوع في الشبكة العالمية للاتصالات الدولية-الإنترنت، أو الاستعانة بكتاب الطالب.

› **أفكار للتقويم:** اطلب إلى الطلبة تسجيل نتائج هذا النشاط في فقرة صغيرة باستخدام جميع المصطلحات العلميّة، والتي قد ترغب في كتابتها على السبورة لتذكيرهم بها أثناء النشاط. حفّزهم على استخدام أقل عدد ممكن من الكلمات في الفقرة.

٢ الفائز بالبطاقات (٤٠ دقيقة)

اطلب إلى الطلبة إعداد مجموعة بطاقات لأنواع مختلفة من الجزيئات الحيويّة الواردة في هذه الوحدة.

يمكن أن تتضمّن المعلومات على هذه البطاقات أيّ بوليمر/ بوليمرات يمكن للجزيئات تكوينه، وما إذا كان الجزيء يمكن أن يكوّن روابط هيدروجينيّة أم لا.

› **أفكار للتقويم:** شجّع الطلبة على الانخراط بلعبة بطاقات التداول ليتحدّى بعضهم بعضًا. يتمّ التركيز على حث الطلبة على النظر في الخصائص المختلفة للمونيمرات، على سبيل المثال: إذا وضع الطلبة بطاقة جلوكوز وبطاقة حمض أميني على الطاولة، فقد يبرهن أحدهم بنجاح أن الجلوكوز يتفوّق على الحمض الأميني لأن الجسم يستخدمه بسهولة

أكبر لإطلاق الطاقة؛ أو يشير إلى أن الأحماض الأمينيّة قد تتفوّق على الجلوكوز لأنها تستطيع بناء مجموعة متنوّعة من البوليمرات. تجوّل في الغرفة منتبهًا إلى أيّ سوء فهم أو أية مفاهيم خاطئة ذات علاقة بأوجه التشابه وأوجه الاختلاف بين الجزيئات الحيويّة.

إذا كان الوقت المتاح لتنفيذ النشاط غير كاف، يمكنك أن تطلب إلى الطلبة القيام بإعداد البطاقات كواجب منزلي قبل الدرس، أو ممارسة اللعبة كنشاط تقديمي في الدرس التالي.

التعليم المتمايز (تفريد التعليم)

التوسع والتحدّي

- ناقش الطلبة بالتفصيل كيف يمكن للرابطة الهيدروجينية أن تفسر خصائص الماء.
- اطرح على الطلبة سؤالًا مفتوحًا، مثل: «**لماذا يُعدّ الماء ضروريًا للحياة؟**». النشاط ٢-٧ الوارد في كتاب التجارب العملية والأنشطة يشجع الطلبة على كتابة تقرير عن الدور الحيوي للماء. كما تتوافر في هذا النشاط قائمة متنوّعة من الأفكار.

الدعم

- كوّن مفتاحًا ثنائي التفرع، وزوّد الطلبة به لمساعدتهم على فهم خصائص الماء التي ترتبط بوظائفه في الكائنات الحيّة. على سبيل المثال: يمكن أن يكون فرعا المفتاح تحت مسمّى "لأنه يتصف بسعة حراريّة نوعيّة مرتفعة"، أو "لأنه يتصف بحرارة تبخر كامنة عالية"، واللذان قد يؤديان، عند تفرعهما إلى تكوين عبارات ذات صلة بالحفاظ على درجة حرارة الجسم الداخليّة والتعرق على التوالي.
- أمّن للطلبة إطار كتابة يساعدهم في نشاط «ربط الخصائص مع الوظائف». يجب أن يكون هذا الإطار على شكل مجموعة من الجمل النموذجيّة التي حذفت منها الكلمات المفتاحية، ليعمل الطلبة على إكمالها.
- ليتمكّن الطلبة من تلخيص هذه الوحدة، ساعدهم على إعداد جدول بالجزيئات التي يمكن أن تختلط مع الماء أو لا يمكنها ذلك. وسّع نطاق تفكيرهم بتشجيعهم على مناقشة سبب أهميّة هذه الخصائص.

تلخيص الأفكار والتأمّل فيها

- كلف الطلبة، بعد التركيز الأولي على الماء، بلعب لعبة «بنغو» لتعزيز فهم المصطلحات الأساسيّة التي وردت في الوحدة. زوّد كل طالب بشبكة من تسعة مربعات، واكتب على السبورة 20 مصطلحًا علميًا من المصطلحات التي درسوها في المواضيع السابقة. اطلب إليهم اختيار تسع كلمات عشوائيًا ليضعها كل طالب في شبكته. ثم اقرأ على مسمعهم تعريف كل مصطلح من المصطلحات العشرين – بترتيب عشوائي – وأول طالب يضع علامة صح على مصطلحاته التسعة يقول «بنغو»، فيفوز بالمسابقة. تذكّر أن المصطلحات العلمية التي وردت في الوحدة الثانية من كتاب الطالب قد كتبت بخط برتقالي داكن، بحيث يمكن للطلبة الرجوع إليها بسهولة أثناء تنفيذهم هذا النشاط، كما دُوّنت تعريفاتها في صناديق في مختلف صفحات الكتاب، وفي قائمة المصطلحات العلمية الواردة في نهاية كتاب الطالب أيضًا.
- اطلب إلى الطلبة العمل في مجموعات لإعداد خريطة مفاهيم أو خريطة ذهنيّة أو أي شكل آخر من التمثيلات البيانية للبروتينات أو الكربوهيدرات أو الدهون. زوّد كل مجموعة بالمصطلحات العلميّة التي يجب أن يستخدموها في المخطط. ولمزيد من التحدي، اطلب إليهم أن يذكروا أوجه التشابه وأوجه الاختلاف بين الجزيئات المتميّزة (مثل السليلوز والكولاجين).
- «السؤال والإجابة». تقنية مفيدة للاستخدام بعد الانتهاء من الدرس. اطلب إلى الطلبة كتابة سؤال عن شيء من هذه الوحدة على شريط ورقي ملوّن، ثم كتابة إجابته على شريط ورقي ملوّن آخر. نظّم الطلبة في مجموعات من ٦-٨، موزّعًا عليهم الأشرطة، بحيث يحصل كل طالب على سؤال وإجابة. اطلب إلى أحد الطلبة قراءة سؤاله، وإلى الطالب الذي لديه الإجابة الصحيحة أن يقرأ هذه الإجابة، متبوعة بسؤاله.

التكامل عبر المناهج

مهارة القراءة والكتابة

وردت أعداد قليلة من المصطلحات العلميّة في هذا الموضوع، لذا يمكنك بدل التركيز عليها مساعدة الطلبة على تقدير كيفيّة تفاعل جزيئات الماء مع الجزيئات العملاقة التي وردت سابقًا في هذه الوحدة.

المهارة الحسابيّة

تحتوي قطرة الماء على عدد هائل من جزيئات الماء، لذا يمكن الاستفادة منها كفرصة للتفكير في فوائد كتابة الأرقام بالشكل المعياري.

إجابات كتاب الطالب

العلوم ضمن سياقها: مشكلة طي البروتينات

- قد تكون معرفة الطلبة بالمشكلات العلمية الرئيسية المرتبطة بالذكاء الاصطناعي محدودة، ولكن يمكن أن يكونوا قادرين على اقتراح مواضيع تتعلق بتخزين البيانات وضمان حمايتها. وقد تواجههم مشكلة عدم دقة المصادر التي يستقون منها معلوماتهم الأساسية، والتي يؤدي استخدامها إلى إنتاج نماذج غير صحيحة؛ أو أن تكون قدرة البرمجة الحاسوبية ضعيفة بحيث لا تكون كافية للتعامل مع العدد الكبير من الحلول الممكنة.

وكما يمكن أن يكون الطلبة على دراية بأن العملة المشفرة (مثل البيتكوين Bitcoin) تتطلب ازديادًا من موارد الطاقة، يمكنهم بالمقابل أن يدركوا أن حل المشكلات البيولوجية المعقدة حاسوبيًا يتطلب أيضًا المزيد من القدرة الحاسوبية والبرمجة. وقد توجد حلول ليست ملائمة، على سبيل المثال تصنيع الجزيئات التي يمكن أن تكون تكلفتها باهظة.

- للذكاء الاصطناعي فوائد كثيرة، فقد يستعين الطلبة بتطبيقات الذكاء الاصطناعي في التنبؤ (التوقع) بالزلازل، واستكشاف الفضاء، وتصميم الروبوتات، وتصميم البروتينات المفيدة، والتخلص من النفايات بكفاءة، والتعامل مع مشكلات التغير المناخي.

إجابات أسئلة موضوعات الوحدة

١. أ. $C_3H_6O_3$ أو $(CH_2O)_3$

ب. $C_5H_{10}O_5$ أو $(CH_2O)_5$

٢. أ. استخدم المزيد من الكاشف للتأكد من تفاعل كل السكر مع كاشف بندكت.

ب. تحضير مجموعة عيّنات من السكر المختزل (مثل الجلوكوز) بتراكيز مختلفة معروفة، تنفيذ اختبار بندكت على كل محلول، ستنتج مجموعة من الألوان المختلفة، يمثل كل لون فيها تركيزًا مختلفًا معروفًا من محلول السكر المختزل؛ وهذه العيّنات تسمّى الألوان المعياريّة. يجب إجراء الاختبار على كل عيّنة بالطريقة نفسها (حجوم العينات نفسها).

إذا توافر مقياس الألوان، فسجِّل قراءة لكل تركيز ومثّلها بيانيًا مقابل التركيز، بما يسمّى منحنى المعايرة. وإذا لم يتوافر مقياس الألوان، فضع الأنابيب بشكل متتابع على الحامل، ونفّذ الاختبار بالطريقة نفسها على العيّنة غير المعروفة. وفي حال استخدام مقياس الألوان، يمكنك الاستفادة من قراءته واستخدامه لتحديد التركيز بالرجوع إلى التمثيل البياني لمنحنى المعايرة؛ وفي حال لم تستخدم مقياس الألوان، يمكنك؛ الإمساك بالأنبوب مقابل صف الألوان المعياريّة، مميّزًا بالنظر اللون الأقرب تطابقًا.

٣. التحلل المائي.

٤.
- جزيئات كبيرة/ بوليمرات.
- عديدات التسكر.
- تتكوّن من ألفا- جلوكوز.
- وحدات جلوكوز مرتبطة معًا بواسطة روابط 1، 4 (روابط جلايكوسيديّة تكوّنت بالتكثيف).
- تفرعات تكوّنت بروابط جلايكوسيدية 1، 6.

٥. بعض الإجابات المحتملة توجد في الجدول أدناه. قارن بين خاصيتَين متماثلتَين عند المقارنة بين مفهومَين، على سبيل المثال: الخاصيّة التي تمّت مقارنتها في الصف الأول من الجدول هي نوع الجلوكوز المكون للأميلوز والسليلوز.

الأميلوز	السليلوز
يتكوّن من وحدات ألفا- جلوكوز	يتكوّن من وحدات بيتا جلوكوز
جميع وحدات الجلوكوز في الاتجاه نفسه	وحدات الجلوكوز المتتالية مرتبطة بعضها ببعض عند درجة 180° وتنتظم الوحدات، بالتناوب، في اتجاه معاكس.
الجزيء ليس ليفيًا- السلاسل غير منجذبة بعضها إلى بعض	سلاسل الجزيئات الليفيّة مرتبطة بعضها ببعض بروابط هيدروجينيّة لتشكل ألياف دقيقة (ليفات)

٦. أوجه التشابه:

- جزيئات كبيرة/بوليمرات.
- تركيب ليفي.
- دور تركيبي.
- الألياف مرتبطة بعضها ببعض بروابط هيدروجينيّة.
- غير قابلة للذوبان في الماء.

أوجه الاختلاف:

السليلوز	الكولاجين
كربوهيدرات، عديد تسكر	بروتين
يتكوّن من وحدات بيتا (β)- جلوكوز، مونومرات	يتكوّن من وحدات أحماض أمينيّة، مونومرات
يوجد في النباتات	يوجد في الحيوانات
تتكوّن الجزيئات من سلاسل مستقيمة	الجزيئات المفردة ذات تركيب لولبي

٧.

الوصف	المصطلح
مصطلح عن النفور من الماء	كاره للماء
يتفكك من خلال تفاعل اختزال	رابطة ثنائي الكبريتيد
يتكوّن عن طريق تفاعل تكثيف	سكر ثنائي
خاصيّة البروتينات الكرويّة	محبة للماء
لها سلسلتا ألفا (α)- وسلسلتا بيتا(β)-	هيموجلوبين
يمكن تفكيكها عن طريق تغيّرات في الرقم الهيدروجيني pH	رابطة أيونية

٨.

- التركيب الأولي (سلسلة من الأحماض الأمينيّة).
- الطبيعة الكيميائيّة لمجموعات R (على سبيل المثال: إذا كانت محبة للماء أو كارهة للماء).
- كيفية تكوين التراكيب الثانويّة مثل صفيحة ألفا(α)- اللولبيّة وصفيحة بيتا(β)- المطويّة (المشاة).
- أنواع الروابط والتفاعلات التي تربط الأحماض الأمينيّة معًا (الرابطة التساهمية بما في ذلك رابطة ثنائي الكبريتيد، الرابطة الأيونية، الرابطة الهيدروجينيّة، التفاعلات الكارهة للماء).
- التراكيب الأولي والثانوي والثالثي والرابعي للبروتينات التي تراكيبها ثلاثيّة الأبعاد معروفة.
- أين فشلت محاولات التنبوء (التوقع) السابقة؟
- الظروف التي يوجد فيها البروتين (على سبيل المثال: الرقم الهيدروجيني pH لبيئة الخليّة ودرجة حرارتها).

هذا «سؤال مفتوح» يمكنك التفكير في معلومات مفيدة أخرى.

.٩

الجزئية	الخاصيّة	الأهميّة
أ. تبريد الجلد أثناء التعرّق	يتطلب الماء كميّة كبيرة نسبيًا من الطاقة الحراريّة ليتبخر- لذا يكون للماء حرارة تبخر كامنة عالية	تنتقل الطاقة الحراريّة إلى جزيئات الماء في العرق فيتبخر الماء من الجلد. ويبرد، الأمر الذي يمنع ارتفاع درجة حرارة الجسم. يمكن أن تفقد كميّة كبيرة نسبيًا من الحرارة مع الحد الأدنى من فقدان الماء من الجسم
ب. نقل الجلوكوز والأيونات في الثدييات	الماء مذيب جيد	الماء ضروري لنقل المواد عن طريق الانتشار أو النقل النشط إلى داخل الخلايا وخارجها. وهو ضروري لدوران الدم، بحيث يمكن أن تصل المواد الغذائيّة إلى الأماكن التي تحتاج إليها. كما تحدث التفاعلات الكيميائيّة في المحلول المائي
ج. تقلبات درجة الحرارة تكون أقل بكثير في المواطن البيئيّة المتمثلة بالبحيرات والمحيطات ممّا هي عليه في المواطن البيئيّة على اليابسة	للماء سعة حراريّة نوعيّة مرتفعة	يؤمّن بيئات أكثر ثباتًا، الأمر الذي يحمي الكائنات الحيّة من درجتَي الحرارة القصوى والدنيا اللتَين يمكن أن تكونا مضرتَين.

إجابات أسئلة نهاية الوحدة

١. د

٢. ج

٣. B

٤.

	بروتين كروي (مثال هيموجلوبين)	بروتين ليفي (مثال كولاجين)	سكر أحادي	سكر ثنائي	جلايكوجين	نشا	سليلوز	دهون
مونومر	✘	✘	✓	✘	✘	✘	✘	✘
بوليمر	✓	✓	✘	✘	✓	✓	✓	✘
جزيء كبير	✓	✓	✘	✘	✓	✓	✓	✘
عديد التسكر	✘	✘	✘	✘	✓	✓	✓	✘
يحتوي على وحدات بنائيّة تشكل سلاسل متفرعة	✘	✘	✘	✘	✓	✓	✘	✘
يحتوي على أحماض أمينيّة	✓	✓	✘	✘	✘	✘	✘	✘
مكوّن من أحماض دهنيّة وجليسرول	✘	✘	✘	✘	✘	✘	✘	✓
يحتوي على روابط جلايكوسيديّة	✘	✘	✘	✓	✓	✓	✓	✘
يحتوي على روابط ببتيديّة	✓	✓	✘	✘	✘	✘	✘	✘
إحدى وظائفه الرئيسية أنه يعمل مخزنًا للطاقة	✘	✘	✘	اقبل ✘ أو ✓	✓	✓	✘	✓
غير قابل للذوبان في الماء عادة	✘	✓	✘	✘	✓	✓	✓	✓
عادة ما يكون له وظيفة تركيبيّة	✘	✓	✘	✘	✘	✘	✓	✘
يمكن أن يكوّن تراكيب بشكل لولبي (حلزوني) أو بشكل لولبي (حلزوني) جزئي	✓	✓	✘	✘	✘	✓ انظر (الأميلوز)	✘	✘
يحتوي على كربون وهيدروجين وأكسجين فقط	✘	✘	✓	✓	✓	✓	✓	✓

٥.

الوظيفة	مثال
تركيبيّة	كولاجين، كيراتين، مثال: إيلاستين، بروتين غلاف الفيروس.
إنزيم	أميليز
هرمون	إنسولين
صبغة تنفسيّة	هيموجلوبين وميوجلوبين
دفاع	أجسام مضادة
انقباض	أكتين وميوسين
تخزين	ألبومين (زلال البيض)

٦. تذوب بسهولة في الماء.

حلوة المذاق.

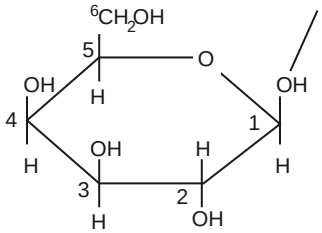
الصيغة العامة $(CH_2O)_n$ أو تحتوي على الكربون والهيدروجين والأكسجين، نسبة الأكسجين إلى الهيدروجين 2:1.

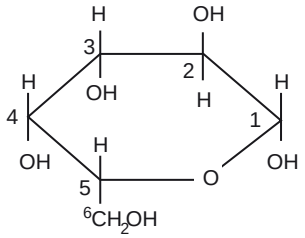
٧. أ. يمكن أن يكون اللاكتوز مصدرًا للطاقة؛ ويمكن أن يهضم إلى سكريات أحاديّة أو جلوكوز وجالاكتوز، والتي يمكن أن تستخدم كوحدات بنائية للجزيئات الكبيرة.

ب. تفاعل تكثيف.

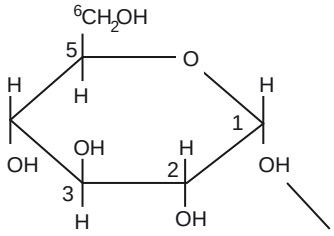
ج. رابطة جلايكوسيديّة

د. OH على ذرة C1 متجهة نحو الأعلى حلقة (بيتا- جلاكتوز)





جالاكتوز (استدار الجزيء ° 180 ليصطفّ بجانب ألفا- جلوكوز)



OH على ذرة C1 متجهة الى أسفل تحت حلقة الفا (α)-جلوكوز

رسم الجلوكوز بشكل صحيح.

رسم الجالاكتوز بشكل صحيح.

لا حاجة إلى ترقيم ذرات الكربون. لاحظ أنه من المحتمل رسم الجالاكتوز مقلوبًا كما في السكر الثنائي. والشكل المستخدم لتكوين السكر الثنائي هو شكل بيتا-الجالاكتوز، (يقدّم للطلبة من باب زيادة معلوماتهم فقط).

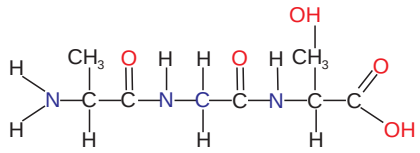
هـ. ألفا (α)- جلوكوز،

المجموعة OH- على ذرة الكربون 1 توجد أسفل الحلقة.

و. إجراء اختبار بندكت على كلا المحلولَين، يعطي اللاكتوز لونًا أحمر-بنّيًا أو راسبًا، ولا يعطي السكروز ذلك.

اقبل النتيجة الإيجابيّة للاكتوز، والنتيجة السلبيّة للسكروز.

٨. **أ.** **١.**



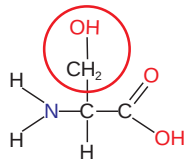
ترتبط ذرة الكربون من مجموعة كربوكسيل COOH لأحد الأحماض الأمينية (ألانين) مع ذرة N من مجموعة أمين NH_2 لحمض أميني آخر (الجلايسين) فتتكون رابطة ببتيدية بين الجزيئين تتحول إلى ببتيد ثنائي ويتم خلالها تحرير جزيء ماء. وبالطريقة نفسها، يرتبط حمض أميني ثالث (سيرين) بثنائي الببتيد عن طريق تشكيل رابطة ببتيدية وتحرير جزيء ماء.

يجب أن تشمل الإجابة الأحماض الأمينية الثلاثة مرتبطة بالتسلسل الصحيح؛ **اقبل الإجابة ولو كانت تشمل أخطاءً في الروابط**

٢. التركيب الأولي/ثلاثي الببتيد.

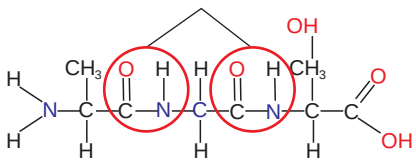
٣. الماء.

٤. ترسم حلقة حول OH- أو المجموعة R بأكملها ($-CH_2OH$) للحمض الأميني سيرين.

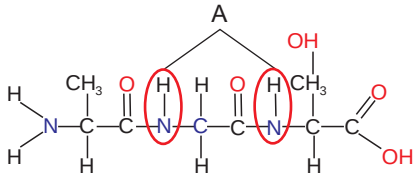


٥. تُرسم حلقتان حول رابطتَين ببتيديتَين وتكتب الروابط بشكل مناسب.

رابطتان ببتيديتان



٦. ترسم حلقة حول المجموعة NH- على جانب واحد من الرابطة الببتيديّة وتكتب تسمية المجموعة A.



ب. تتثبت في مكانها عن طريق روابط هيدروجينيّة؛ تركيب ثانوي.

تشارك جميع مجموعات NH- و C=O– من الروابط الببتيديّة أو بنية عديد ببتيد.

ج. جزيء يتكوّن من وحدات بنائية متكررة، الوحدات البنائية متشابهة أو متطابقة بعضها مع بعض.

جزيء عملاق أو جزيء كبير.

د. **١.** س س س، س س ص، س ص ص، س ص س.

ص ص ص، ص ص س، ص س س، ص س ص.

٢. 2^3.

٩. **أ.** A يمثّل جزيء دهن.

B، ويمثّل جزيء دهن مفسفر.

ب. **١.** التقاطع بين الرأس والذيل لجميع الذيول الثلاثة الموضحة في الرسم التخطيطي.

٢. أحماض دهنيّة.

جليسرول.

ج. تكتب تسمية رأس الدهن المفسفر، فوسفات.

د. الدهن المفسفر أو B.

لوجود الفوسفات، لأن الفوسفات مشحونة أو قطبيّة أو محبة للماء.

هـ. الدهن.

مخزن للطاقة أو عازل أو قابليّة للطفو أو مصدر لماء الأيض أو أيّة أمثلة أخرى مناسبة.

الدهن المفسفر.

١٠. أ.

	أوجه الاختلاف	كولاجين	هيموجلوبين
١	كروي أو ليفي؟	ليفي	كروي
٢	لولبي كليًّا أو لولبي جزئيًّا؟	لولبي كليًّا	جزئيًّا
٣	نوع اللولب	لولب ثلاثي أو لولب طويل أو ثلاثي السلاسل	ألفا (α)
٤	وجود مجموعة بديلة	لا توجد	توجد
٥	القابليّة للذوبان في الماء	لا أو غير قابل للذوبان	نعم أو قابل للذوبان

ب. مثال عن طريقة ارتباط صفة للهيموجلوبين بوظيفته: يحتوي الهيموجلوبين على الحديد، ويرتبط الحديد في الأكسجين.

ج. لأنه مكوَّن من أكثر من سلسلتين من عديد الببتيد (4 سلاسل عديد الببتيد).

د. الهيدروجين، الأكسجين، النيتروجين، الحديد.

إجابات كتاب التجارب العملية والأنشطة

إجابات الأنشطة

نشاط ٢-١ استخدام جداول التلخيص

عديد التسكر	اسم المونومر	نوع الرابطة بين المونومرات	الوصف	الوظيفة
الأميلوز	ألفا-جلوكوز	ألفا (1,4)	• طويل • لولبي • مضغوط	• مخزن الجلوكوز في الخليّة (الطاقة) • لا يؤثر على الخصائص الأسموزيّة • يوجد في النباتات
الأميلوبكتين	ألفا-جلوكوز	ألفا (1,4) ألفا (1,6)	• متفرع • لولبي • مضغوط	• مخزن الخليّة من الجلوكوز (طاقة) • يتحلَّل مائيًا أسرع من الأميلوز • لا يؤثر على الخصائص الأسموزيّة • يوجد في النباتات
الجلايكوجين	ألفا-جلوكوز	ألفا (1,4) ألفا (1,6)	• متفرع • لولبي • مضغوط	• مخزن الخليّة من الجلوكوز (طاقة) • يتحلَّل مائيًا أسرع من الأميلوز • لا يؤثر على القدرة الأسموزيّة • يوجد في الحيوانات
السليلوز	بيتا-جلوكوز	بيتا (1,4)	• سلاسل طويلة مستقيمة • كل جزيء جلوكوز يستدير 180° بالنسبة إلى الجزيء الآخر • ترتبط الجزيئات المتوازية في روابط هيدروجينيّة • يكوّن ارتباط العديد من الجزيئات ليفات	• قوة شد عالية • غير قابل للذوبان في الماء لكنه منفذ للماء • يشكّل جدار خلوي قوي للدعم ومنع التلف بسبب الأسموزيّة

نشاط ٢-٢ حساب تركيز المحاليل وتحضير محاليل مخففة

١. أ. 0.15 g

ب. 0.000225 kg (2.25×10^{-4} kg)

ج. 5000 mg

د. 0.0000001 g (1×10^{-7} g)

هـ. 0.1 L

و. 5 µL

ز. 0.00015 L (1.5×10^{-7} L)

ح. 5 µL

٢. د، ب، ج، أ

٣. أ. 5 % ب. 2 % ج. 0.1 %
د. 25 % هـ. 45 % و. 5 %

٤. أ. 0.5 g ب. 30 g ج. 125 g
د. 375 g هـ. 0.05 g و. 450 g

٥. أ. 180 g ب. 342 g ج. 75 g
د. 36 g هـ. 68.4 g

٦. أ. 0.5 mol/L
ب. 2 mol/L
ج. 0.25 mol/L
د. 0.01 mol/L
هـ. 1 mol/L

نشاط ٢-٣ التمثيل البياني واستخدام منحنيات المعايرة

١.

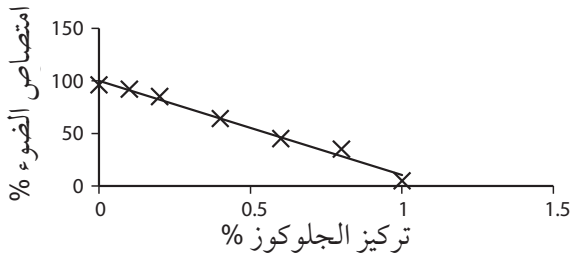
تركيز السكروز %	حجم محلول السكروز 1 % (mL)	حجم الماء المضاف (mL)
0.9	**9**	**1**
0.8	**8**	**2**
0.7	7	3
0.6	6	4
0.5	5	5
0.4	4	6
0.3	3	7
0.2	2	8
0.1	1	9

٢. أ. إضافة 9 mL من الماء المقطر إلى 1 mL من 1% لتحضير محلول 0.1%
إضافة 9 mL من الماء المقطر إلى 1 mL من 0.1 % لتحضير محلول 0.01 %
إضافة 8 mL من الماء المقطر إلى 2 mL من 0.01% لتحضير محلول 0.02%

ب. إضافة 9 mL من الماء المقطر إلى 1 mL من 1% لتحضير محلول 0.1 %
إضافة 9 mL من الماء المقطر إلى 1 mL من 0.1 % لتحضير محلول 0.01 %
إضافة 7 mL من الماء المقطر إلى 3 mL من 0.01 % لتحضير محلول 0.003 %

ج. إضافة 9 mL من الماء المقطر إلى 1 mL من 1 % لتحضير محلول 0.1 %
إضافة 9 mL من الماء المقطر إلى 1 mL من 0.1% لتحضير محلول 0.01%
إضافة 9 mL من الماء المقطر إلى 1mL من 0.01% لتحضير محلول 0.001%
إضافة 5 mL من الماء المقطر إلى 5 mL من 0.001 % لتحضير محلول 0.0005 %

٣.



٤. أ. 0.25 % – 0.32 %
ب. 0.48 % – 0.55 %

٥. **أيّ ثلاثة ممّا يلي:** حجم كاشف بندكت، حجم محلول الجلوكوز، درجة حرارة الحمّام المائي، زمن تسخين اختبار بندكت.

نشاط ٢-٤ معالجة البيانات وتحليلها

١. أ، ب

الحمض الدهني	نوع الحمض الدهني	درجة الانصهار (°C)
حمض اللوريك	مشبع	45
حمض الأوليك	أحادي غير مشبع	13
حمض اللينوليك	عديد غير مشبع	-11
حمض الأراكيدونيك	عديد غير مشبع	-49

ج. تسبّب زيادة عدد الروابط C=C المزيد من الالتواءات في سلاسل الأحماض الدهنيّة/ يسبّب المزيد من الأحماض الدهنيّة غير المنتظمة صعوبة في انتظام وتقارب سلاسل الأحماض الدهنية غير المشبعة، لذا تنخفض درجة الانصهار كلما زادت روابط C=C.

٢. أ.

الكائن الحي	الأحماض الدهنيّة المشبعة (g) لكل 100 g من إجمالي الدهون	الأحماض الدهنيّة الأحادية غير المشبعة (g) لكل 100 g من إجمالي الدهون	الأحماض الدهنيّة العديدة غير المشبعة (g) لكل 100 g من إجمالي الدهون
خروف (حيوان)	**40.8**	**43.8**	**9.6**
بقرة (زبدة) (حيوان)	**54.0**	**19.8**	**2.6**
بطة (حيوان)	33.4	49.0	13.6
سمك المكاريل (الإسقمري) (حيوان)	24.0	32.0	23.0
زيت الزيتون (نبات)	14.0	69.7	11.2
زيت الذرة (نبات)	**12.7**	**24.7**	**57.8**
زيت تبّاع الشمس (نبات)	**11.9**	**20.2**	**63.0**
زيت القنب (نبات)	10.0	13.3	66.7
زيت جوز الهند (نبات)	85.2	6.6	1.7

ب. مشبعة وأحاديّة غير مشبعة أكثر ممّا يحتويه النبات.

يحتوي السمك على أحماض دهنيّة عديدة غير مشبعة أكثر من الحيوانات التي درجة حرارتها ثابتة (الأغنام، الأبقار، البط) يحتوي زيت الزيتون، بشكل خاص، على نسبة عالية من الأحماض الدهنيّة الأحادية غير المشبعة.

ج. نسبة الأحماض الدهنية المشبعة في زيت جوز الهند، بشكل خاص، تُعدّ نسبة عالية كونه نباتيًا.

د. الحيوانات ثابتة الحرارة تكون درجة حرارتها مرتفعة، لذا تبقى الأحماض الدهنيّة سائلة. تحتوي الأحماض الدهنيّة المشبعة على المزيد من الطاقة، لذا تختزن الحيوانات التي درجة حرارتها ثابتة طاقة أكثر لكل غرام من الحمض الدهني.

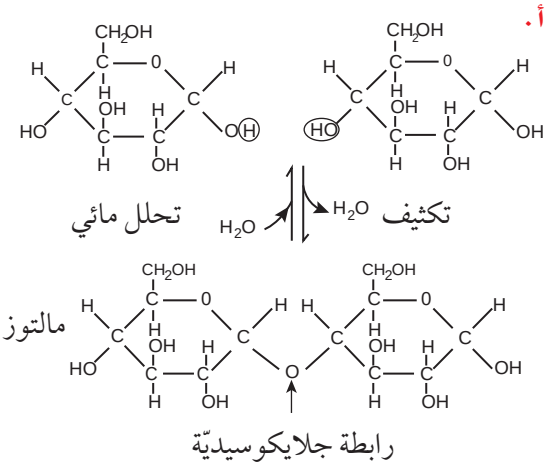
السمك متغيّر درجة الحرارة، لذا يحتاج إلى المزيد من الأحماض الدهنيّة غير المشبعة، لأن درجة حرارة جسمها قد تنخفض إلى ما دون درجة انصهار الأحماض الدهنيّة المشبعة.

لا تنظم النباتات درجة حرارة أجسامها الداخلية، لذا تحتاج إلى العديد من الأحماض الدهنيّة العديدة غير المشبعة، وتبقى في حالتها السائلة في المناخات الباردة.

زيت جوز الهند استثناء، لكن هذا قد يكون بسبب مناخ المناطق التي ينمو فيها نبات جوز الهند.

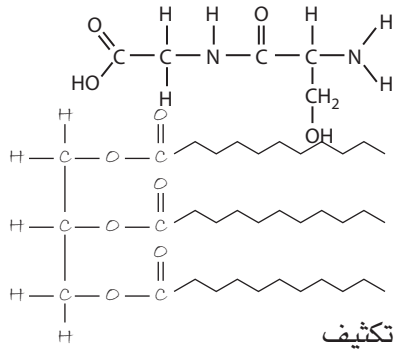
نشاط ٢-٥ رسم التراكيب الجزيئيّة

١. أ.



ب.

٢. أ.



ب. تكثيف

ج. إجابات الطالب الخاصة.

نشاط ٢-٦ تخطيط التجارب التي تعطي نتائج دقيقة

١. أ. درجة الحرارة.

ب. درجة الحرارة التي يتحوّل عندها الألبومين إلى اللون الأبيض (مسخ أو تغيّر في طبيعة الألبومين).

ج. لا. لا توجد تكرارات. تمّ تناول أربع درجات حرارة فقط أو التراكيز وحجم الألبومين ليست معياريّة، وتحديد مرحلة تحوّل الألبومين إلى اللون الأبيض ليس واضحًا ولا يحقّق التسخين على موقد اللهب درجة حرارة ثابتة.

د. ١. التغيّر المستقل: الحمّامات المائيّة مع موازين الحرارة. خمس درجات حرارة مختلفة تقع ضمن النطاق الآتي (بين 20 °C و 55° C)

٢. مقارنة لون الألبومين (الزلال) مع لونه بعد تغيّر طبيعته أو تمسخه بالكامل، تثبيت المحاليل مقابل بطاقة ملونة أو ملاحظة ما إذا كان ممكنًا رؤية جسم ما من خلال المحلول أو استخدام مقياس الألوان.

٣. مدّة التسخين في الحمّام المائي يتمّ تحديدها باستخدام ساعة إيقاف أو تركيز الألبومين أو حجم الألبومين يتمّ باستخدام أسطوانة مدرجة أو ماصّة.

٤. تسخين الألبومين في حمّامات مائيّة، إجراء القياس النهائي بطريقة أكثر دقة، تكرار كل درجة حرارة مرّتَين وحساب المتوسط.

نشاط ٢-٧ تطوير مهارات الكتابة الموسّعة

إجابات الطالب الخاصة.

إجابات الاستقصاءات العملية

استقصاء عملي ٢-١: اختبار بندكت الكمّي والتخفيف التسلسلي

الأهداف التعليمية

٢-١ يصف اختبار بندكت شبه الكمّي على محلول سكر غير مختزل، بما في ذلك معايرة الاختبار واستخدام النتائج (الوقت الذي تغيّر فيه اللون لأول مرة أو المقارنة مع ألوان قياسيّة)، لتقدير التركيز.

المدة

يخصص لتنفيذ هذا الاستقصاء حصة واحدة من ٤٠ دقيقة.

توجيهات حول الاستقصاء

- من المفترض أن يكون الطلبة قد تعرّفوا في حصص سابقة على اختبار السكر المختزل.
- يجب اختبار المحاليل قبل الاستقصاء للتأكد من فاعليتها.
- يمكن لكل طالب التحضير لإجراء الاستقصاء باستخدام حمامات مائيّة مضبوطة حراريًا عند درجة 100°C.
- مقارنة الألوان مسألة ذاتية، تجب مناقشتها كمصدر للخطأ. ومن المفيد مقارنة نتائج مجموعات مختلفة من الطلبة.
- هذه التجربة طريقة مفيدة لتقديم مفهوم البيانات الكميّة والنوعيّة، وهي مناسبة أيضًا لمناقشة الالتباس في النتائج، حيث يمكن فقط استنتاج التركيز التقريبي.

ستحتاج إلى

الموادّ والأدوات:

- سبع أنابيب اختبار
- حامل أنابيب اختبار
- موقد لهب، حامل ثلاثي القوائم، شبكة تسخين
- بلاط مقاوم للحرارة (أو حمّام مائي مضبوط حراريًا عند درجة متساوية لجميع الطلبة)
- ماسك أنبوبة اختبار
- كؤوس زجاجيّة (50 mL)، (500 mL)
- ماصّة 10 mL، وماصّة 1 mL، ومحقن ماصّة (في حالة عدم توافر الماصّات يمكن استخدام مخابير مدرّجة صغيرة أو محاقن مدرّجة).
- محلول بندكت، (100 mL)
- ماء مقطر (100 mL)
- 10 mL محلول الجلوكوز بالتراكيز الآتية 10%، 1%، 0.1%، 0.01%، 0.001%، 0.0001%، وتركيز غير معروف

ملاحظات وتوجيهات إضافيّة

المحاليل المختزنة

- يمكن شراء محاليل بندكت جاهزة من محلات بيع المواد والأدوات المختبرية. لتحضير 1 L، عليك تذويب 170 g من بلورات سترات الصوديوم و 100 g من بلورات كربونات الصوديوم في 800 mL^3 من الماء المقطر الدافئ. ثم في كأس أخرى تذويب 17.0 g من بلورات كبريتات النحاس الثنائي (II) في 200 mL من الماء المقطر البارد، امزج المحلولين مع التحريك باستمرار.
- يجب تحضير التراكيز المختلفة لمحاليل الجلوكوز قبل الحصة؛ ويمكن استخدام التخفيف التسلسلي في هذا التحضير.

⚠ احتياطات الأمان والسلامة

- يجب أن يقرأ الطلبة النصائح الواردة في قسم الأمان والسلامة الواردة في كتاب «التجارب العملية والأنشطة» والاستماع لنصائح المعلّم قبل إجراء هذا الاستقصاء.
- إذا انسكب شيء من المحلول على الجلد، يجب غسله بالماء فورًا.
- استخدم موقد لهب بحرص.

توجيهات حول الاستقصاء

- من المفترض إجراء هذا الاستقصاء مباشرة وأمام أعين الطلبة.
- قد يحتاج الطلبة إلى إعداد حمّامَين مائيَّين أو أكثر.

قد يجد بعض الطلبة صعوبة في التمييز بين الألوان في اختبار بندكت، لذا يحتاجون إلى طالب آخر لمساعدتهم في تحديد الألوان.

يمكن تزويد الطلبة بعلب من عصير الفاكهة الجاهز، والطلب إليهم تقدير تركيز السكر في كل منها.

نتائج عينة

انظر الجدول ٢-٢

رقم أنبوبة الاختبار	تركيز الجلوكوز %	لون محلول بندكت
1	10	أحمر بنّي
2	1	برتقالي
3	0.1	أصفر
4	0.01	أخضر
5	0.001	أخضر فاتح
6	0.0001	أزرق
7	مجهول	أخضر أو أصفر

الجدول ٢-٢

إجابات أسئلة كتاب التجارب العملية والأنشطة (باستخدام نتائج العينة)

١. تركيز الجلوكوز في المحلول «المجهول» بين % 0.1 و % 0.01 تقريبًا. وقد يقع في نطاق .% 0.5-0.1% وقد تختلف إجابات الطلبة بناءً على كيفيّة رؤيتهم للألوان، والتي هي مسألة نسبية.

٢. الاختبار الكمّي الكامل يعطي نتيجة دقيقة ومحددة لتركيز الجلوكوز، في حين يعطي هذا الاختبار نتيجة تقريبية من دون تأكيد قيمة التركيز بشكله الدقيق والصحيح، لذا يُعدّ اختبارًا شبه كمّي.

٣. لا يوجد معيار لوني للتركيز % 0.05 وبالتالي لا يمكن التأكد من صحة التركيز إلّا بين % 0.1 و % 0.01 كما يوجد اختلاف بسيط جدًا في اللون بين التراكيز المعياريّة التي تمّ تحضيرها بين % 0.01 و % 0.1، ولا يمكن الاعتماد على العين المجرّدة لتمييز الفرق.

٤. من المتغيرات المعيارية التي شملتها التجربة ما يأتي:

- درجة حرارة الحمّام المائي. قد تؤثر درجة الحرارة المرتفعة أو المنخفضة على سرعة التفاعل.
- طول المدّة التي بقيت أثناءها الأنابيب (المحاليل) في الحمّام المائي. قد يؤدي إبقاء المحاليل لمدّة أطول إلى مزيد من التفاعل؛ لكن من المستحسن أن تبقى الأنابيب وقتًا كافيًا في الحمّام المائي لضمان اكتمال سير التفاعل.
- حجم محلول الجلوكوز. قد يؤدي المزيد من المحلول إلى لون أكثر كثافة بسبب زيادة الجلوكوز.
- حجم محلول بندكت. قد تؤثر الكميّات المختلفة على مدى اكتمال التفاعل.
- تركيز محلول بندكت. قد تؤثر الكميّات المختلفة على مدى اكتمال التفاعل.

٥. إذا نفدت كميّة Cu^{2+} قبل أن تتأكسد جميع جزيئات الجلوكوز أو تعطي إلكترونات، فهذا يعني عدم دقة قياس تركيز الجلوكوز. من الناحية النظريّة، سيتكوّن الكثير من الترسبات إذا أضيف مزيد من محلول بندكت؛ أمّا إذا لم يكن المحلول كافيًا، فسيتم تقدير تركيز الجلوكوز على أنه أقل ممّا هو عليه.

٦. الأنبوبة رقم 6 هي أنبوبة ضابطة، يظهر تغير لون محلول بندكت عند تسخينه. يمكن مناقشة أن التسخين البسيط لمحلول بندكت يسبب تغيّر اللون حتى بدون الجلوكوز.

٧. من الطرائق البديلة:

- ترشيح المحلول لجمع الراسب، ثم تجفيفه ووزنه. يمكن تنفيذ تمثيل بياني معياري لكتلة الراسب مقابل تركيز الجلوكوز واستخدامه لتحديد تركيز الجلوكوز في المحاليل الأخرى.
- استخدام مقياس الألوان لقياس اللون الأحمر أو الأزرق أو نسبة التعكّر. يمكن تنفيذ تمثيل بياني معياري للامتصاص مقابل تركيز الجلوكوز واستخدامه لتحديد تركيز الجلوكوز في المحاليل الأخرى.

٨. نظرًا لإضافة 5mL من محلول الجلوكوز إلى 5 mL من الماء في كل مرة، سينخفض التركيز إلى النصف عند كل تخفيف.

لذلك، ستنتج التخفيفات التسلسلية التركيزات الآتية:

محلول جلوكوز 10 % غير مخفف

محلول جلوكوز 10/2 % = 5 %

محلول جلوكوز 5/2 % = 2.5 %

محلول جلوكوز 2.5/2 % = 1.25 %

محلول جلوكوز 1.25/2 % = 0.625 %

محلول جلوكوز 0.625/2 % = 0.3125 %

استقصاء عملي ٢- ٢ الاختبارات الكيميائيّة الحيويّة للكشف عن جزيئات حيوية مختلفة

الأهداف التعليمية

٢-٢ يصف اختبارًا للكشف عن السكريات غير المختزلة باستخدام التحلّل المائي الحمضي ومحلول بندكت.

المدّة

يخصص لتنفيذ هذا الاستقصاء حصتان كل منهما ٤٠ دقيقة.

توجيهات حول الاستقصاء

- العمل المختبري في هذا الاستقصاء بسيط جدًا، على الرغم من أنه يتطلب أن يعمل الطلبة بطريقة منهجية. وقد سبق للطلبة أن أجروا هذه الاختبارات على مواد معروفة، في الصف التاسع، إلّا أنه من الواجب تذكيرهم بالمنهجيّة المتّبعة في الحصة التي تسبق حصة المختبر، للتأكد من استعدادهم لذلك.
- يجب أن يعرف الطلبة كيفيّة التعامل مع موقد لهب بأمان.
- يعتمد معظم الاستقصاء على الملاحظة وتدوين النتائج النوعيّة.
- على الطلبة فهم المجموعات الرئيسيّة من الجزيئات الحيويّة: الكربوهيدرات (السكريات الأحاديّة مثل الجلوكوز والفركتوز والجالاكتوز، والسكريات الثنائيّة مثل السكروز والمالتوز واللاكتوز، وعديدات التسكر مثل النشا) والبروتينات والدهون.
- ثمّة حاجة إلى العديد من أنابيب الاختبار، وإلى ضرورة غسلها جيدًا بين التجربة والأخرى. وينصح بتأجيل اختبار المستحلب إلى نهاية الحصة الأولى، لأنه يصعب إزالة آثاره. وتحضيرًا للحصة الثانية، يطلب تأمين أنابيب اختبار جديدة لاختبارات بندكت.
- يجب إجراء اختبار المستحلب للدهون فقط بعد إطفاء لهب المواقد جميعها.

ستحتاج إلى

المواد والأدوات:		
• 10 أنابيب اختبار على الأقل • حامل أنابيب اختبار • موقد لهب، حامل ثلاثي القوائم، شبكة تسخين، وبلاط مقاوم للحرارة (أو حمّام مائي مضبوط حراريًا عند درجة 100 °C لجميع الطلبة) • ماسك أنبوبة اختبار • كؤوس زجاجيّة 50 mL 500 mL	• ماصّة (10 mL)، ومحقن ماصّة (في حالة عدم توافر الماصّات يمكن استخدام مخابير مدرّجة صغيرة أو محاقن مدرّجة) • محلول بندكت، (25 mL) • محلول بيوريت (25 mL) • محلول يود في قارورة بقطارة • كحول إيثيلي (200 mL)	• ماء مقطر (50 mL) • حمض الهيدروكلوريك المخفف (2 M) في قارورة بقطارة • بيكربونات الصوديوم (صلب) • ملعقة كيماويات (ملعقة مسطحة Spatula) • محلول مجهول أ، ب، ج (20 mL) • ماء صنبور، حوض (للتخلّص من المحاليل)

ملاحظات وتوجيهات إضافيّة

المحاليل المختزنة

- يمكن شراء محاليل بندكت جاهزة من محلات بيع المواد والأدوات المختبرية. لتحضير $1L^{-3}$، عليك تذويب 170 g من بلورات سترات الصوديوم و 100 g من بلورات كربونات الصوديوم في 800 mL من الماء المقطر الدافئ. ثم تذويب في كأس أخرى 17.0 g من بلورات كبريتات النحاس الثنائي (II) في 200mL من الماء المقطر البارد، امزج المحلولين مع التحريك باستمرار.
- يمكن شراء محلول بيوريت جاهزًا من محلات بيع المواد والأدوات المختبرية. وإذا تعذّر ذلك، يمكن استخدام محلول هيدروكسيد الكالسيوم بين 1 L و 2 L، و 1 % محلول كبريتات النحاس (II)، مع إضافة الماء المقطر. ينبغي ألّا يتمّ تخزين محلول بيوريت في عبوات زجاجيّة لمدّة طويلة.
- يمكن شراء محلول اليود جاهزًا من محلات بيع المواد والأدوات المختبرية. لتحضير 100 mL من محلول اليود، يطحن 1g من اليود و 1g من يوديد البوتاسيوم في هاون، ثم يضاف الماء المقطر تدريجيًا لإذابة البلورات. ثم يصبّ المحلول في أسطوانة مدرّجة ويضاف الماء المقطر للحصول على 100 mL من المحلول.
- لتحضير 2 mol/L من حمض الهيدروكلوريك، يخفف 200 mL من حمض الهيدروكلوريك المركّز بمقدار 800 mL من الماء المقطر.
- لتحضير 100 mL من المحلول (أ)، يوزن 1 g من الجلوكوز، و 1 g من الألبومين (الزلال)، ويذوّبان في 100 mL من الماء المقطر.
- لتحضير 100 mL من المحلول (ب) يوزن 1 g من السكروز، ويذوّب في 100 mL من الماء المقطر.
- لتحضير 100 mL من المحلول (ج) ، يوزن 1 g من الجلوكوز، و 1 g من النشا، ويذوّبان في 100 mL من الماء المقطر.

⚠ احتياطات الأمان والسلامة

- يجب أن يقرأ الطلبة قسم الأمان والسلامة الوارد في كتاب التجارب العملية والأنشطة قبل إجراء هذا الاستقصاء.
- يجب اتباع إجراءات السلامة في المختبرات القياسية دائمًا.
- إجراء اختبار المستحلب للدهون فقط بعد إطفاء لهب المواقد جميعها، لأنّ الإيثانول شديد الاشتعال.
- يجب توخّي الحذر الشديد عند تحضير المحاليل، خصوصًا مع مواد مثل حمض الهيدروكلوريك المركّز وهيدروكسيد الصوديوم واليود الصلب.
- يجب ارتداء النظارات الواقية دائمًا.
- تجنّب سكب محلول اليود في المسطحات المائيّة لأنه مضرّ بالكائنات الحيّة المائيّة.
- يجب توخي الحذر الشديد عند تحضير محاليل تستخدم الأحماض والقواعد المركّزة، مع الحرص الشديد على حماية العينَين واستخدام نظارات واقية عالية الجودة وارتداء القفازات الواقية.

توجيهات حول الاستقصاء

- من المهم تجربة الاختبارات قبل إجراء الاستقصاء للتأكد من أنها تعطي النتائج الصحيحة.
- يمكن أن يبدأ النشا بالتحلل إذا تمّ الاحتفاظ به لمدة طويلة، الأمر الذي يؤدي إلى إطلاق الجلوكوز. كما يجب أن يكون طازجًا ويخزن حتى يومَين فقط في الثلاجة.
- ينبغي عدم الاحتفاظ بمحلول بيوريت في عبوات زجاجيّة لمدة طويلة، لأنه سيتفاعل مع الزجاج ويفقد فاعليته.
- يجب غسل أنابيب الاختبار جيدًا، إذ قد يتبقّى بعد اختبارات السكر المختزل ترسّبات لا تزول بسهولة. ويستحسن في هذا الإطار تأمين العديد من أنابيب الاختبار النظيفة.
- ينبغي تذكير الطلبة بأهميّة غسل الماصّات جيدًا بعد استخدامها مع كل محلول.
- يمكن أن يتلوّث السكروز بالجلوكوز في بعض الأحيان، فيعطي بالتالي نتيجة إيجابيّة لاختبار السكر المختزل؛ لذا يجب التأكّد منه قبل إجراء الاختبار.
- يجب أن يوضح اختبار السكر المختزل عدم تسبب السكروز بتغيّر لون محلول بندكت. ومن المهم الحصول على نتيجة سلبيّة مع اختبار السكر المختزل قبل إجراء اختبار السكر غير المختزل.

يجب تقديم المساعدة لأي طالب يعاني مشكلة عند استخدام حمّام مائي مغلي. ومن الضروري عدم الجلوس حتى نتدارك انسكاب الماء المغلي؛ أمّا عندما يصعب ذلك، (كأن يكون أحدهم من مستخدمي الكراسي المتحركة)، ولتقليل أخطار استخدام الماء المغلي، فباستطاعته استخدام حمامات مائيّة ثرموستاتية.

قد يجد بعض الطلبة (المصابون بعمى الألوان) صعوبة في التمييز بين الألوان في اختبار بندكت. لذا يحتاجون إلى طالب آخر لمساعدتهم في تحديد الألوان.

يمكن تشجيع الطلبة على تجربة المواد الغذائيّة المتوافرة للكشف عن الجزيئات، ويجب الحرص في هذا المجال على تجنّب خطر الحساسيّة.

انظر الجدول ٢-١

الجزيء الحيوي	اللون النهائي للمحلول بعد الاختبار الكيميائي الحيوي				
	اختبار اليود	اختبار بيوريت	اختبار المستحلب	اختبار السكر المختزل	اختبار السكر غير المختزل
نشا 1%	أزرق/ أسود				
بروتين 1%		بنفسجي			
جلوكوز 10%	أصفر/ برتقالي	أزرق		أحمر/ برتقالي وعكر	
فركتوز 10%				أحمر/ برتقالي وعكر	
مالتوز 10%				أحمر/ برتقالي وعكر	
لاكتوز 10%				أحمر/ برتقالي وعكر	
سكروز 10%				أزرق وصاف	أحمر/ برتقالي وعكر
زيت نباتي			أبيض عكر		
مياه	أصفر/ برتقالي	أزرق		أزرق وصاف	أزرق وصاف
إيثانول			عديم اللون		

جدول نتائج المحاليل المجهولة

الجزيء الحيوي	اللون النهائي للمحلول بعد الاختبار الكيميائي الحيوي				
	اختبار اليود	اختبار بيوريت	اختبار المستحلب	اختبار السكر المختزل	اختبار السكر غير المختزل
المحلول (أ)	أصفر/ برتقالي	بنفسجي	عديم اللون	أحمر/ برتقالي وعكر	أحمر/ برتقالي وعكر
المحلول (ب)	أصفر/ برتقالي	أزرق	عديم اللون	أزرق	أحمر/ برتقالي وعكر
المحلول (ج)	أزرق/ أسود	أزرق	عديم اللون	أحمر/ برتقالي وعكر	أحمر/ برتقالي وعكر

إجابات أسئلة كتاب التجارب العمليّة والأنشطة (باستخدام نتائج العينة)

١ أ. محتويات المحلول المجهول (أ): بروتين، سكر مختزل (جلوكوز)، ويمكن أن يوجد سكر غير مختزل (سكروز)، وربّما لا يكون موجودًا.

محتويات المحلول المجهول (ب): سكر غير مختزل (سكروز).

محتويات المحلول المجهول (ج): نشا، سكر مختزل (جلوكوز)، ويمكن أن يوجد سكر غير مختزل (سكروز)، وربّما لا يكون موجودًا.

ب. يحتوي كلا المحلولَين (أ) و (ج)، على سكر مختزل يعطي نتيجة إيجابيّة في كل من اختبارات السكر المختزل والسكر غير المختزل. وحيث إن الاختبارات نوعيّة، فمن الصعب تحديد ما إذا كان هناك المزيد من الترسّبات أم لا.

٢. الاختبارات نوعيّة، لأنها لا تشير إلى عدد الجزيئات الموجودة.

٣. أ. تستخدم اختبارات السكر المختزل والسكر غير المختزل اختبار بندكت؛ هذا يعني أن الجلوكوز يتفاعل مع كلا النوعَين.

ب. اختبار السكر غير المختزل يحلل السكروز إلى جلوكوز وفركتوز، وكلاهما سكران مختزلان يتفاعلان مع محلول بندكت. وعندما يكونان مرتبطَين في السكروز، لن يكونا قادرَين على إعطاء إلكترونات.

ج. يوضح إجراء اختبارات السكر المختزل على المحلولَين، أن المحلول الذي يعطي نتيجة إيجابيّة هو جلوكوز. ويمكن التأكد من أن المحلول الآخر هو سكروز بإجراء اختبار السكر غير المختزل عليه.

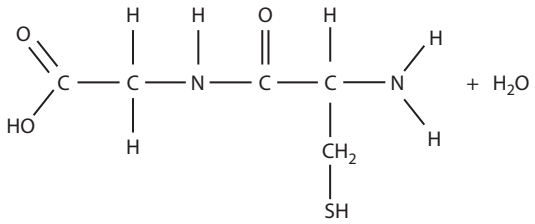
٤. يحتوي المحلول على مزيج من السكريات المختزلة والسكريات غير المختزلة. فإذا كان يحتوي على كل من الجلوكوز والسكروز، على سبيل المثال، فسوف يكوّن اختبار السكر المختزل راسبًا من الجلوكوز الحرّ فقط؛ أمّا إذا أجري اختبار السكر غير المختزل، فسيتحلل السكروز إلى جلوكوز وفركتوز بحيث يحتوي المحلول نتيجة ذلك على جلوكوز وفركتوز إضافيَّين، وستتفاعل هذه النتيجة مع محلول بندكت مؤدّية إلى المزيد من الترسّب.

إجابات أسئلة نهاية الوحدة لكتاب التجارب العملية والأنشطة:

١. أ

الخاصية	رابطة هيدروجينيّة	رابطة ثنائي الكبريتيد	رابطة أيونيّة	رابطة جلايكوسيديّة ألفا (1.4)
توجد في التركيب الثالثي للبروتين	✓	✓	✓	
توجد في الأميلوز				✓
توجد في السليلوز	✓			
توجد في التركيب الثانوي للبروتين	✓			

ب. ١. رسم رابطة C-N بشكل صحيح،



إطلاق جزيء ماء.

٢. تكثيف

٢. أ. الأولي أو ° 1

ب. تتكسّر روابط ثنائي الكبريتيد، يتغيّر التركيب الثالثي أو تغيّرات في الشكل، يحدث تمسّخ أو تغيّر في طبيعة الإنزيم (البروتين)، يتغيّر شكل الموقع النشط، ولن تبقى المادة المتفاعلة متلائمة مع الموقع النشط للإنزيم لتثبت فيه.

٣. أ.

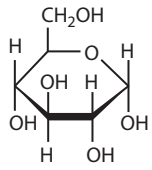
الأنبوبة	المحتويات	اختبار اليود	اختبار بندكت	اختبار بيوريت
أ	نشا وأميليز	-	+	+
ب	نشا وسكريز	+	-	+
ج	سكروز وسكريز	-	+	+
د	سكروز وأميليز	-	-	+

ب. تسخين عيّنة من المحلول مع كاشف بندكت، ناتج راسب أحمر-بنّي أو برتقالي أو أخضر يشير إلى وجود الجلوكوز.

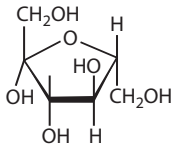
تسخين عيّنة جديدة مع حمض الهيدروكلوريك، إجراء اختبار بندكت، استخدام الحجم نفسه من المحلول، مقدار أكبر من الراسب الناتج أو ظهور لون مكثف يشير إلى وجود السكروز.

٤. أ. ١. جلوكوز وفركتوز.

٢. تركيب جلوكوز صحيح (مع OH)، تركيب فركتوز صحيح (مع OH).



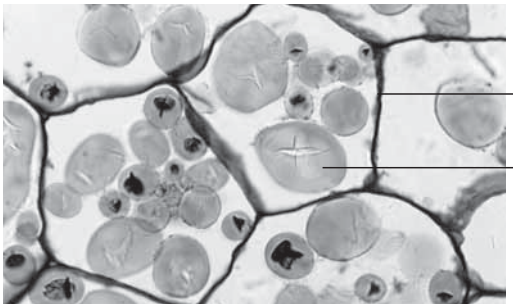
جلوكوز



فركتوز

٣. تحلل مائي

ب. ١. تسمية السليلوز على جدار الخليّة، وتسمية نشا على الحبيبات.

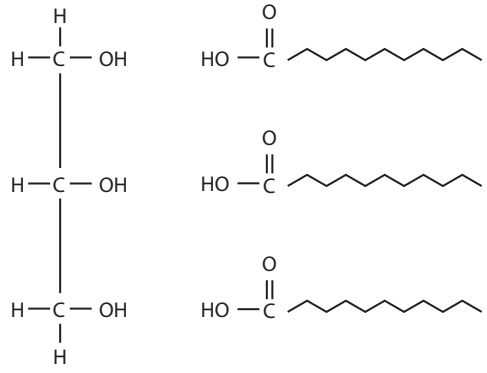


٢. السليلوز من جزيئات بيتا (β)- جلوكوز، يستدير كل جزيء جلوكوز في السلسلة 180° بالنسبة إلى الجزيء الآخر، سلاسل طويلة مستقيمة، روابط هيدروجينيّة بين الجزيئات، إشارة إلى الليفات، قوة شد عالية، يسمح للماء بالمرور من خلاله.

٣. الجلوكوز أكثر تفاعلًا من النشا، والجلوكوز قابل للذوبان في الماء ولكن النشا غير قابل للذوبان، ويمكن أن يسبب الجلوكوز تأثيرات تناضحية (رشح أو أسموزية) ولكن النشا لا يفعل ذلك.

٥. أ. اطحن حبوب السمسم، ثم ذوّب المسحوق في الإيثانول وأضف إليه الماء؛ تكوّن المستحلب يشير إلى الدهون.

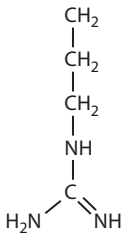
ب. الجليسرول صحيح، ثلاثة أحماض دهنيّة صحيحة.



جليسرول 3 أحماض دهنية

ج. ترتفع درجة الانصهار مع زيادة التشبّع. حمض الستياريك مشبع، حمض الأوليك أحادي غير مشبع، حمض اللينوليك عديد غير مشبع، إشارة إلى الرابطة C=C. تسبّب الروابط C=C التواءات لا تستطيع الجزيئات أن تنتظم بشكل متقارب بسهولة.

٦. أ. ١.



٢. سيكون البرولين باتجاه الداخل أو في المنطقة الكارهة للماء؛ يتغيّر التركيب الثالثي أو يتغيّر الشكل؛ لن يعود قادرًا على ربط جزيئات أخرى.

ب. به الكثير من التركيب الثانوي ألفا(α)- اللولبي؛ ترتبط معًا بروابط هيدروجينيّة، وبالتالي تكسبها قوة شد عالية.

الوحدة الثالثة

الإنزيمات

نظرة عامة

- تكمل هذه الوحدة ما تعلمناه في الوحدة الثانية، وتؤكد على المفهوم الأساسي أن الخلايا حيوية بطبيعتها. تساعد الكيمياء الحيويّة وعلم الأحياء الجزيئي على توضيح كيفيّة عمل الخلايا والأسباب التي تجعلها تقوم بعملها.
- يتناول الطلبة كيفية عمل الإنزيمات كعوامل حفّازة أساسيّة، ويستقصون العوامل المؤثرة على نشاط الإنزيم، والتي تشمل تأثير المثبطات.
- تتوافر في هذه الوحدة فرص كثيرة للاستقصاءات العملية، إذ يقوم الطلبة بتحليل البيانات التجريبيّة وتفسيرها وتقييمها.
- تتوافر في هذه الوحدة فرص كثيرة لتطوير المهارات الحسابية، التي تشمل حساب سرعة التفاعل وثابت ميكاليس-مينتين من التمثيلات البيانية.

مخطط التدريس

أهداف الموضوع	الموضوع	عدد الحصص	المصادر في كتاب الطالب	المصادر في كتاب التجارب العملية والأنشطة
٣-١	٣-١ ما هو الإنزيم؟	١	قبل أن تبدأ بدراسة الوحدة العلوم ضمن سياقها: أفضل وسائل الدفاع، الهجوم السؤال ١ الصورة ٣-١	
٣-٢	٣-٢ طريقة عمل الإنزيمات	٢	الأشكال من ٣-١ إلى ٣-٤	• أسئلة نهاية الوحدة: ٢
٣-٣، ٣-٤	٣-٣ استقصاء سير تفاعل محفّز بالإنزيم	٣	الصورة ٣-٢ الشكلان ٣-٥ و ٣-٦ السؤال ٢ مهارات عملية ٣-١ قياس سرعة اختفاء المادة المتفاعلة أسئلة نهاية الوحدة: ٣ و ٥	• النشاط ٣-١ الإجابة عن أسئلة التمثيلات البيانيّة • استقصاء عملي ٣-١ الدورة الزمنية للتفاعل المحفز بالإنزيم • أسئلة نهاية الوحدة: ١
٣-٥	٣-٤ العوامل المؤثرة في عمل الإنزيم	٦	الأشكال ٣-٧ إلى ٣-١٠ السؤال ٣ أسئلة نهاية الوحدة: ٢ و ٦ و ٧	• استقصاء عملي ٣-٢ تأثير تركيز المادة المتفاعلة على معدّل التفاعل المحفّز بالإنزيم • استقصاء عملي ٣-٣ تأثير تركيز الإنزيم على معدّل التفاعل المحفّز بالإنزيم

٦-٣	٥-٣ مقارنة ألفة (تلاؤم) الإنزيمات	٢	الشكلان ٣-١١ و ٣-١٢ السؤالان ٤ و ٥ أسئلة نهاية الوحدة: ٤ و ٩ (أ)	• النشاط ٣-٢ حساب V_{max} و K_m
٧-٣	٦-٣ مثبّطات الإنزيم	١	الشكلان من ٣-١٣ و ٣-١٤ أسئلة نهاية الوحدة: ١ و ٦ و ٩	• النشاط ٣-٣ التخطيط لاستقصاء تأثير تركيز المثبّط على نشاط إنزيم اليوريز
٨-٣	٧-٣ الإنزيمات المثبتة	١	الشكلان ٣-١٥ و ٣-١٦ السؤال ٦ مهارات عملية ٣-٢ الإنزيمات المثبتة أسئلة نهاية الوحدة: ٨	• النشاط ٣-٤ حساب نسبة الخطأ الفعلي والنسبة المئوية للخطأ • أسئلة نهاية الوحدة: ٣

الموضوع ٣-١: ما هو الإنزيم؟

يقدم هذا الموضوع التعريف الأساسي للإنزيم، ويوسّع معرفة الطلبة الحاليّة بالإنزيمات.

الأهداف التعليمية

٣-١ يذكر أنّ الإنزيمات بروتينات كرويّة تحفّز التفاعلات داخل الخلايا أو تفرز لتحفّز التفاعلات خارج الخلايا.

عدد الحصص المقترحة للتدريس

يخصص لتنفيذ هذا الموضوع حصة واحدة من 40 دقيقة.

المصادر المرتبطة بالموضوع

المكون	المصدر	الوصف
كتاب الطالب	قبل أن تبدأ بدراسة الوحدة	• مراجعة المعرفة السابقة
	العلوم ضمن سياقها: أفضل وسائل الدفاع، الهجوم	• دور الإنزيمات في الدفاع عن خنفساء بومبارديه
	الصورة ٣-١	• تبين الصورة خنفساء بومبارديه ترش رذاذًا كيميائيًا
	السؤال ١	• سؤال مرتبط بكفاءة عدة أنواع من العوامل الحفّازة

المفاهيم الخاطئة وسوء الفهم

- يكثر الطلبة من استخدام المصطلحات العلميّة بشكل خاطئ في هذا الموضوع، ومن ذلك استخدام تعبير «الجانب النشط» بدل «الموقع النشط»، و«خارجيّة» بدل «خارج خلويّة».
- يعتقد العديد من الطلبة أن الإنزيمات الخارج خلوية ذات الصلة بعمليّة الهضم تعمل داخل الخلايا. ومنها إنزيمات الأميليز والليبيز والبروتييز. قد يكون اعتقادهم هذا نابعًا من أن هذه الإنزيمات تعمل على المواد المتفاعلة داخل الجسم.

أنشطة تمهيدية

لقد درس الطلبة سابقًا عن الإنزيمات كعوامل حفّازة، كما درسوا عن تركيب البروتين في الوحدة الثانية. يجب أن يكونوا على بيّنة من أن الإنزيمات تزيد من معدل التفاعل من دون أن تتغير عند اكتمال هذا التفاعل. في ما يأتي اقتراحان لنشاطَين يمكن استخدامهما كأنشطة تمهيدية. يعتمد اختيار النشاط المقترح على المصادر المتوافرة، وعلى الوقت المتاح، وعلى مدى تقدم الطلبة في الموضوع.

١ فكرة (أ)

اطلب إلى الطلبة قراءة نص العلوم ضمن سياقها «أفضل وسائل الدفاع، الهجوم»، الوارد في بداية الوحدة، ثم شجعهم على مناقشة السؤال الوارد أعلى الصورة ٣-١.

› **أفكار للتقويم:** شجّع الطلبة على تنفيذ رسوم تخطيطيّة بسيطة تلخص آليّة الدفاع لخنفساء بومبارديه (الخنفساء القاذفة).

٢ فكرة (ب)

اطلب إلى الطلبة قراءة أسئلة «قبل أن تبدأ بدراسة الوحدة» الواردة في مقدمة الوحدة. بعد الانتهاء أعطهم دقيقتَين للتفكير في ما قرأوه، ثم دقيقتَين أخريَين للعمل في ثنائيات يناقشون خلالها أفكارهم. أخيرًا، أدر مناقشة مع الصف ككل للتحقق من الإجابات.

› **أفكار للتقويم:** استفد من الإجابات الأوليّة لتقويم معرفة الطلبة الحاليّة ومدى فهمهم للإنزيمات، قبل بدء الموضوع.

الأنشطة الرئيسية

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

١ أمثلة على إنزيمات الخارج خلوية (١٥ دقيقة)

تفرز الكائنات الحيّة الرميّة Saprobionts إنزيمات على طعامها لهضمه خارج جسمها قبل امتصاصه. اطلب إلى الطلبة العمل في ثنائيات للبحث عن «كائن رمي» من خلال توفير كتب بيولوجية من مركز مصادر التعلُّم بالمدرسة وكتابة ملخص يوضح كيفيّة حدوث عمليّة الهضم هذه. يمكن أن تشمل الكائنات الرميّة:

- أنواعًا من الفطريات
- جوفمعويات
- بكتيريا

يجب أن يكون النشاط سريعًا، وبعيدًا عن ذكر التفاصيل. وبدل ذلك، يمكنك أن تقوم بعرض تقديمي حول الموضوع.

› **أفكار للتقويم:** اطرح أسئلة على الطلبة لتقويم مدى فهمهم للإنزيمات الداخل خلوية والإنزيمات الخارج خلوية. على سبيل المثال:

- هل يستخدم الجهاز الهضمي في الإنسان إنزيمات الداخل خلوية أو إنزيمات الخارج خلوية؟
- هل توجد أي مزايا أو عيوب لعمليّة الهضم خارج الخلايا؟
- هل يمكن التفكير في طريقة تمكّننا من استخدام الإنزيمات الخارج خلوية في الصناعة؟

٢ إنزيمات الهضم (١٥ دقيقة)

زوّد الطلبة برسم تخطيطي للجهاز الهضمي، طالبًا إليهم كتابة مسميات: أجزائه، وإنزيمات كل عضو، والمواد المتفاعلة، والمواد الناتجة للتفاعلات، وأيّة تفاصيل أخرى حول الظروف المرتبطة فيه (على سبيل المثال، الرقم الهيدروجيني pH المنخفض في المعدة).

› **أفكار للتقويم:** يمكن للطلبة أن يقوموا بتقويم الأقران من خلال تقييم رسوم زملائهم، وتحسين رسومهم الخاصة في ضوء التغذية الراجعة.

التعليم المتمايز (تفريد التعليم)

التوسّع والتحدي

- زوّد الطلبة بمسميات عدد من الإنزيمات، تشمل روبيسكو Rubisco، وجلوكوز أيزوميريز Glucose isomerase، وميثيل ترانسفيريز Methyltransferase، طالبًا إليهم البحث فيها للتمييز بينها. قد يفيد ذلك في تعزيز فكرة أن ليس جميع الإنزيمات محللات مائية، وأن بعضها يبني الجزيئات الكبيرة، وبعضها الآخر ينقل المجموعات الكيميائيّة، في حين يعيد بعض الإنزيمات ترتيب الذرات في الجزيئات. شجّع الطلبة على إيضاح كيفية حدوث ذلك برسوم تخطيطية مبسطة، على سبيل المثال: في حالة الإنزيم البنائي، يحمل الموقع النشط المادتَين المتفاعلتَين معًا بشكل متقارب لتكونا قادرتَين على التفاعل.

الدعم

- يمكن مساعدة الطلبة الذين يعانون صعوبات في تجهيز المعلومات ومعالجتها بالطلب إليهم تكوين جدول لتنظيم مسميات الإنزيمات والمواد المتفاعلة والنواتج.

تلخيص الأفكار والتأمّل فيها

- استخدم السؤال ١ الوارد في كتاب الطالب لتأمين فرصة للطلبة لتطبيق معرفتهم عن الإنزيمات.

التكامل مع المناهج

مهارة القراءة والكتابة

راجع مع الطلبة معرفتهم بالمصطلحات العلميّة من التعلم السابق: كروي، بروتين، إنزيم، عامل حفاز، مادة متفاعلة، نواتج.

المهارة الحسابية

بالرغم من عدم توافر فرصة كبيرة لممارسة المهارات الحسابيّة في هذا الموضوع، إلّا أنه يمكن مراجعة مقياس الرقم الهيدروجيني pH، وتذكير الطلبة بأنه لوغاريتمي، $pH = - \log (H+)$.

الموضوع ٣-٢: طريقة عمل الإنزيمات

يطوّر هذا الموضوع فهم الطلبة بتخصصية الإنزيم مع مادته المتفاعلة، وكيف يقلل معقدالإنزيم-المادة المتفاعلة من طاقة التنشيط اللازمة لبدء التفاعل.

الأهداف التعليمية

٣-٢ يشرح طريقة عمل الإنزيمات من حيث الموقع النشط، ومعقد الإنزيم-المادة المتفاعلة، وتخفيض طاقة التنشيط وتخصصية الإنزيمات، من حيث فرضيّة التلاؤم المستحث.

عدد الحصص المقترحة للتدريس

يخصص لتنفيذ هذا الموضوع حصتان كل منهما ٤٠ دقيقة.

المصادر المرتبطة بالموضوع

المكون	المصدر	الوصف
كتاب الطالب	الأشكال من ٣-١ إلى ٣-٤	• الأشكال المرتبطة بطريقة عمل الإنزيمات وفقًا لفرضية التلاؤم المستحث وطاقة التنشيط
كتاب التجارب العملية والأنشطة	سؤال نهاية الوحدة: ٢	• السؤال عن كيفية الكشف عن بكتيريا المعدة *H. pylori* باستخدام إنزيم اليوريز

المفاهيم الخاطئة وسوء الفهم

- لتوضيح طريقة عمل الإنزيم، غالبًا ما يشير الطلبة إلى «تطابق» شكل الموقع النشط مع شكل المادة المتفاعلة، أو أن لكليهما الشكل نفسه. شجّع الطلبة على استخدام مصطلحَي: «محدد» و «متمم» في توضيحهم-على سبيل المثال، ترتبط بالموقع النشط مادة متفاعلة محددة ولها شكل متمم للموقع النشط.
- لشرح طريقة عمل الإنزيم، غالبًا ما يستخدم الطلبة فرضية القفل والمفتاح المكتسبة من دراستهم السابقة، ولكن عليهم في هذا المستوى توسيع فهمهم واستخدام فرضيّة التلاؤم المستحث في شرحهم.

أنشطة تمهيدية

في ما يأتي اقتراحان لنشاطَين يمكن استخدامهما كأنشطة تمهيدية. يَعتمد اختيار النشاط على المصادر المتوافرة، وعلى الوقت المتاح، وعلى مدى تقدم الطلبة في الموضوع.

١ فكرة (أ)

اكتب على السبورة مجموعة من مسميات الإنزيمات وتفاعلاتها التي قد تكون مألوفة للطلبة، ومن ذلك، الأميليز، البروتييز، الليبيز، السكريز، المالتيز، اللاكتيز. خصص وقتًا لمرحلة «سؤال وإجابة» تكون مختصرة، لاستنباط أن «معظم» مسميات الإنزيمات تنتهي بالمقطع «يز -ase» أشر إلى أن الجزء الأول من اسم الإنزيم غالبًا مشتق من اسم

المادة المتفاعلة التي يهضمها. وأشر أيضًا إلى أن جميع التفاعلات المدرجة تشترك في كونها تفاعلات تحلل مائي تتطلب الماء.

› **أفكار للتقويم:** شجّع الطلبة على تكوين جدول تلخيص لتصنيف المصطلحات المكتوبة على السبورة في ثلاثة أعمدة: «الإنزيمات، المواد المتفاعلة، النواتج».

٢ فكرة (ب)

زوّد الطلبة ببعض صلصال النمذجة، طالبًا إليهم نمذجة تسلسل طريقة عمل الإنزيم لتوضيح فرضية القفل والمفتاح. يمكن أن يكون هذا النشاط محفزًا للنشاط ٢ الرئيسي، «عرض الدمى المتحركة الجزيئي» أدناه (إذا اخترت هذا النشاط للتنفيذ).

› **أفكار للتقويم:** يمكن تقويم معرفة الطلبة السابقة بفرضية القفل والمفتاح وتذكرهم للمصطلحات العلمية مثل المادة المتفاعلة، ومعقد الإنزيم–المادة المتفاعلة، والنواتج في هذا النشاط.

الأنشطة الرئيسية

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

١ المشي في مسار التفاعل (٣٠ دقيقة)

أشعل عود ثقاب كتشبيه لتوضيح دور الإنزيم. استنبط من الطلبة أن مقدارًا صغيرًا من الطاقة (إشعال عود الثقاب) ضروري لبدء التفاعل، وبمجرد حدوثه، سيستمر من دون الحاجة إلى مزيد من الطاقة.

ارسم بعد ذلك تمثيلًا بيانيًا على السبورة لسير التفاعل بدون الإنزيم (منحنى مع طاقة تنشيط عالية)، وتمثيلًا آخر لسير التفاعل المحفز بالإنزيم (منحنى مع طاقة تنشيط منخفضة)، بما يماثل الشكل ٣–٤ الوارد في كتاب الطالب لكن مع ذكر العبارتين: «بدون إنزيم» و «مع إنزيم» على خطّي التفاعل.

قسّم التمثيل البياني إلى مجموعة من المستطيلات، تتناسب تقريبًا مع حجم ورقة A3، وكلّف طلبة معيّنين (بشكل فردي) نقل محتوى كل مستطيل على ورقة A3؛ ثم ضع هذه الأوراق (التي تمثل تكبيرًا للرسم الموجود على السبورة) على أرضيّة الغرفة، طالبًا إلى ثلاثة منهم «تمثيل» التفاعل كما يأتي:

- كلف أحد الطلبة تمثيل الإنزيم بالمشي على امتداد خط التفاعل؛ وأثناء قيامه بذلك اسأل الطلبة أسئلة لاستنباط مدى فهمهم لسير التفاعل.
- كلّف طالبَين أن يمسك أحدهما بيد الآخر لتمثيل المادة المتفاعلة (مثل السكروز). ثم اسأل الطلبة عما سيحدث لهما أثناء سير «الإنزيم» على خط التفاعل. قد تشمل الإجابات ما يأتي:
  - تبدأ ذراعاهما بالاهتزاز بعنف أكثر مع اقتراب الإنزيم من قمة التمثيل البياني.
  - من المحتمل أن تنكسر الرابطة التي تربط الطالبَين أحدهما بالآخر (تحلل مائي) عند قمة التمثيل البياني.

(يمكن لمزيد من التأثير، وبهدف انعكاس العملية بشكل فعّال، استخدام قطارة لوضع قطرة ماء على يدَي الطالبَين المتشابكتَين لتمثيل لحظة التحلل المائي).

- يعود الطالب الذي يمثل الإنزيم إلى نقطة بداية التمثيل البياني بعد اكتمال التحلل المائي، استعدادًا لتحفيز تفاعل آخر (نبّه إلى أنه لن يتغيّر)، ويتقدّم طالبان آخران يمسك أحدهما بيد زميله لتمثيل التحلل المائي.

› **أفكار للتقويم:** أزل رسم التمثيل البياني عن السبورة، وزوّد كل اثنين من الطلبة بورقة A3 أخرى، طالبًا إلى المجموعات إعادة رسم التمثيل البياني بشكل مفصل من ذاكرتهم، مع كتابة المسميات التوضيحيّة. إن عرض مثل هذه الرسوم على السبورة سيساعد الطلبة على تحديد الثغرات في رسومهم، والتعلم من أخطائهم.

٢ عرض الدمى الجزيئي (٢٠ دقيقة)

قد يجد الطلبة أحيانًا صعوبة في تصوّر أنماط النشاط الإنزيمي، لذا يمكن أن تساعد النمذجة في ذلك. استخدم جهاز عرض الصور الشفافة أو جهاز Flex vision لعرض مجموعة من الأشكال الكرتونيّة على السبورة. حرّك الأشكال لتوضيح كيفية تكوين معقد الإنزيم–المادة المتفاعلة والنواتج أثناء تفاعل التحلل المائي.

› **أفكار للتقويم:** وزّع ثلاث قطع صغيرة جدًا من الصلصال على كل اثنين من الطلبة، طالبًا إلى المجموعات تحسين ما شاهدوه في العرض الكرتوني لنمذجة الأحداث التي تطرأ أثناء التحلل المائي للمادة المتفاعلة. اطلب إلى الطلبة أثناء تجولك في غرفة الصف، أن يصفوا ويفسروا كيف توضح نماذجهم فرضيتَي آلية عمل الإنزيم وقيّم فهمهم. يمكن أن تطرح عليهم الأسئلة الآتية:

- لماذا يوصف هذا الأمر بالترابط المتمّم Complementary binding؟
- كيف يمكنك تمثيل فرضيّة التلاؤم المستحث؟

يمكن الاحتفاظ بنماذج الطلبة لاستخدامها في الدروس التالية كوسيلة بصريّة مساعدة، أو يمكنهم استخدامها في نماذج كرتونيّة لتمثيل فرضيّة التلاؤم المستحث.

التعليم المتمايز (تفريد التعليم)

التوسّع والتحدي

- في نشاط النمذجة، تحدَّ الطلبة لتطوير نماذجهم بحيث تظهر كيفيّة تفاعل الأحماض الأمينيّة في الموقع النشط مع المادة المتفاعلة لتحقيق الارتباط. ستكون المعلومات المتعلقة بالبروتينات التي حصلوا عليها في الوحدة ٢ مفيدة هنا.

الدعم

- طوّر المزيد من التشبيهات في هذا الموضوع، على سبيل المثال: شبّه دور الطاقة في الرسم التخطيطي للتمثيل البياني بكتلة صخرية جاثمة على قمة تل، ثم يتم دفع الكتلة الصخرية (المادة المتفاعلة) باستخدام المزيد من الطاقة، أو يمكن إزالة (خفض) العائق الذي يحول دون تدحرجها إلى أسفل التل (طاقة التنشيط). يمكنك تمثيل نموذج القفل والمفتاح بوضع المصباح في حامله، وتمثيل نموذج التلاؤم المستحث بالقفاز (الذي يناسب عدة قياسات من الكفين، لكنه لا يناسب أي قدم).
- اطلب إلى الطلبة إعداد «دفتر صور متحركة أو إلكترونية» لتوضيح أنماط عمل الإنزيم بتحويل مجموعة الرسوم التخطيطيّة إلى «رسوم متحركة».

- يؤمّن نشاط النمذجة فرصة جيدة للطلبة من ذوي القدرات المختلفة للعمل معًا وتحقيق الفائدة للجميع.
- اعرض فيديو رسوم متحركة يساعدك على ترسيخ فهم أنماط عمل الإنزيمات. يتوافر الكثير منها على الشبكة العالمية للاتصالات الدولية–الإنترنت، ومن ذلك:

https://youtu.be/pVoytz_3H_s

تلخيص الأفكار والتأمّل فيها

- ابدأ بنشاط «فكر، شارك زميلك، شارك الصف» لتشجيع الطلبة على تصميم «خريطة مفاهيم» تعبّر عن تعلمهم بطريقة بصريّة. ساعدهم عبر تزويدهم بمجموعة من المفردات ذات الصلة على تنظيم عملهم.
- اكتب ثلاثة أو أربعة أسئلة (يفضل أن تكون من نمط الاختيار من متعدّد، أو تلك التي تتطلب إجابة قصيرة) ليجيب عنها الطلبة ويسلموها في نهاية الحصة. يمكن أن توفر تقنية «بطاقة الخروج» هذه فرصة للتقويم التكويني، حيث تساعد في تحديد مدى الحاجة إلى مزيد من التعزيز للمادة في الحصة التالية.

التكامل مع المناهج

مهارة القراءة والكتابة

زوّد الطلبة بمجموعة من الرسوم التخطيطيّة للمفاهيم التي درسوها في هذا الدرس من دون مسمياتها، بما في ذلك نموذج التلاؤم المستحث ورسم تخطيطي لدور الطاقة. يجب على الطلبة استخدام الأقلام الملوّنة نفسها لتسمية المصطلحات المشتركة في الرسوم التخطيطية لتعزيز الاتساق.

المهارة الحسابيّة

يتضمن كتاب الطالب قيمًا عدديّة مفيدة، منها قدرة كربونيك أنهيدريز على التحلل المائي لـ 600000 جزيء في الثانية (أسرع بعشرة ملايين مرة من دون الإنزيم). اطلب إلى الطلبة تحويل هذه الأرقام إلى الشكل المعياري.

الموضوع ٣-٣: استقصاء سير تفاعل محفز بالإنزيم

يطوّر هذا الموضوع فهم الطلبة لكيفيّة قياس معدل التفاعلات المحفزة بالإنزيم، ويتضمن كذلك تحديد معدل تكوّن النواتج ومعدل اختفاء المادة المتفاعلة واستخدام مقياس الألوان.

الأهداف التعليمية

٣-٣ يشرح كيف يستقصي سير التفاعلات المحفّزة بالإنزيم عن طريق قياس سرعة تكوّن النواتج باستخدام الكتاليز وسرعة اختفاء المادّة المتفاعلة باستخدام الأميليز.

٣-٤ يلخّص استخدام مقياس الألوان لقياس سير التفاعلات المحفّزة بالإنزيم التي تتضمّن تغيّرات في اللون.

عدد الحصص المقترحة للتدريس

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

المصادر المرتبطة بالموضوع

المكون	المصدر	الوصف
كتاب الطالب	الصورة ٣-٢	• الصورة مرتبطة بقياس معدل التفاعل المحفز بالإنزيم باستخدام مقياس الألوان
	الشكلان ٣-٥ و ٣-٦	• الأشكال المرتبطة بقياس معدل التفاعل المحفز بالإنزيم
	السؤال ٢	• السؤال المرتبط برسم المنحنى (وحساب المعدل الأولي للتفاعل)
	المهارة العملية ٣-١	• قياس سرعة اختفاء المادة المتفاعلة
	أسئلة نهاية الوحدة: ٣ و ٥	• الأسئلة ذات الصلة بمعدلات التفاعل المحفز بالإنزيم
كتاب التجارب العملية والأنشطة	النشاط ٣-١	• الإجابة عن أسئلة التمثيلات البيانيّة
	الاستقصاء العملي ٣-١	• الدورة الزمنية للتفاعل المحفز بالإنزيم
	أسئلة نهاية الوحدة: ١	• السؤال المرتبط بالتمثيل البياني لمعدل تفاعل الإنزيمات

المفاهيم الخاطئة وسوء الفهم

- يعتقد الطلبة أحيانًا أن معدل سير التفاعل المحفز بالإنزيم سيبقى ثابتًا خلال التفاعل، والواقع أنه سيقل مع انخفاض تركيز المادة المتفاعلة.
- قد يكون مفيدًا قياس نقطة نهاية التفاعل في وقت مبكر بدلًا من قياسها عند الاختفاء التام للمادة المتفاعلة أو تكوُّن النواتج. بذلك، يكون قياس المعدل الأولي للتفاعل هو الأكثر احتمالًا، ويكون أقرب إلى التفاعل الأولي، وهو المعدل الأسرع.

أنشطة تمهيدية

يفترض أن يفهم الطلبة معدل التفاعل كونهم نفذوا أنشطة مماثلة لأنشطة هذا الموضوع سابقًا، إنما لا يعني ذلك قدرتهم على التمييز بين الطريقتَين التجريبيَّتَين (قياس معدل تكوّن النواتج مقابل قياس معدل اختفاء المادة المتفاعلة). كما يتوقع عدم استخدامهم لمقياس الألوان Colorimeter من قبل.

في ما يأتي اقتراحان لنشاطَين يمكن استخدامهما كأنشطة تمهيدية. يعتمد اختيار النشاط على المصادر المتوافرة، وعلى الوقت المتاح، وعلى مدى تقدم الطلبة في هذا الموضوع.

١ فكرة (أ)

فكّر في تشبيه يساعد في تعريف الطلبة على قياس نشاط الإنزيم عن طريق تحديد اختفاء المادة المتفاعلة أو تكوّن الناتج. تتمثل إحدى الأفكار في فكرة التشبيه بالمخبز: ما مدى سرعة صنع الخبز؟ يمكن قياس سرعة استهلاك مخزون الطحين (المادة المتفاعلة) أو سرعة إخراج الخبز (الناتج) من الفرن. اسأل الطلبة لاستنباط فهمهم لنوع الميزات التي يجب أن تظهرها المادة المتفاعلة أو الناتج في هذا المثال لإمكانية تطبيقها على تفاعل الجزيئات. على سبيل المثال، يجب أن تكون المادة المتفاعلة أو الناتج قابلَين للكشف عنهما، نتيجة لتغيّر اللون أو تغيّر الرقم الهيدروجيني pH، وما إلى ذلك.

› **أفكار للتقويم:** زوّد الطلبة بجدول يتضمّن قائمة بالمواد المتفاعلة والنواتج لمجموعة من التفاعلات المحفزة بالإنزيم. شجعهم على العمل في ثنائيات، والرجوع إلى ملاحظاتهم على الوحدة الثانية للاطلاع على كيفية الكشف عن اختفاء المادة المتفاعلة. قد تشمل الأفكار، التحلل المائي للنشا، الذي يؤدي إلى تغيّر لون محلول اليود من الأزرق القاتم إلى الأحمر البنّي. وكمثال على تكوّن الناتج، يمكن أن يكون التحلل المائي للدهون، الذي ينتج أحماضًا دهنيّة تخفض من الرقم الهيدروجيني pH، وبالتالي تغيّر لون الكاشف.

٢ فكرة (ب)

نفذ اختبارًا قصيرًا باستخدام الملخصات من الوحدتَين الأولى والثانية الواردتَين في كتاب الطالب. زوّد الطلبة بأوراق A4 مكتوب على كل من وجهَيها حرف واحد من الأحرف أ، ب، ج، د. اطلب إليهم رفع الورقة التي يعتقدون أنها تمثل الإجابة الصحيحة عن كل سؤال اختيار من متعدد مكتوب على السبورة.

› **أفكار للتقويم:** يمكن استخدام هذا النشاط كتقويم تكويني قبل دراسة الموضوع، بحيث يمكنك في ضوء إجابات الطلبة تحديد إمكانيّة تخصيص خمس دقائق لمراجعة بعض مفاهيم الدرس السابق استعدادًا لهذا الدرس.

الأنشطة الرئيسية

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

١ استقصاء معدل التفاعل المحفز بالإنزيم: استقصاء عملي (٨٠ دقيقة)

إنّ أفضل طريقة لتعرف كيفيّة تحديد العلماء معدل التفاعلات المحفزة بالإنزيم هي قيام الطلبة بإجراء الاستقصاءات العملية بأنفسهم. ويمكن للطلبة الاستفادة من عدة أنشطة عملية في هذا الدرس، حيث توفر لهم فرصة لتطوير مهاراتهم العمليّة، واختبار مجموعة مناسبة من التقنيات.

من الأمثلة على ذلك، الاستقصاء العملي ٣-١ الدورة الزمنية للتفاعل المحفز بالإنزيم الوارد في كتاب التجارب العمليّة والأنشطة، والذي يؤمّن للطلبة الفرصة لاستقصاء إنزيم الكتاليز الذي يفكك بيروكسيد الهيدروجين. في هذه الحالة، يقاس معدل التفاعل بقياس معدل تكوّن الناتج، (غاز الأكسجين)، وكيفيّة تغيّره مع حدوث التفاعل.

› **أفكار للتقويم:** اطلب إلى الطلبة الإجابة عن أسئلة هذا النشاط الوارد في كتاب التجارب العمليّة والأنشطة، والتي تتطلب تسجيل البيانات بدقة في جدول، ثم تكوين رسم بياني وتحليله برسم مماس للمنحنى لتحديد المعدل الأولي للتفاعل. توجد أيضًا أنشطة ذات صلة بالتقويم والتمييز بين الأخطاء العشوائيّة والأخطاء المنهجيّة في الاستقصاءات.

٢ استخدام مقياس الألوان (٣٠ دقيقة)

ارجع إلى المهارات العملية ٣-١ الواردة في كتاب الطالب، واسأل الطلبة ما إذا كانوا يتذكرون أيّة أنشطة أخرى أجروها، تستخدم مقياس الألوان لمراقبة سير التفاعل أو تحديد نتائجه (قد يتذكرون اختبار بندكت، واختبار المستحلب، وما إلى ذلك). يمكن للطلبة كتابة فرضيّة، وقائمة بالمواد والأدوات، وخطوات التجربة الموضحة في المهارات العملية ٣-١.

› **أفكار للتقويم:** هذه فرصة جيدة لتقويم مهارات التخطيط التي طوّرها الطلبة في صفوف سابقة.

التعليم المتمايز (تفريد التعليم)

التوسّع والتحدي

- اطرح مجموعة من الأسئلة المفصلية المنتقاة بعناية لاستنباط مهارات التفكير العليا عند الطلبة؛ على سبيل المثال: حدّد البيانات النوعيّة من الاستقصاء، ثم اسأل الطلبة ما إذا كان من الأفضل قياس معدل التفاعل المحفز بالإنزيم عن طريق قياس معدل اختفاء المادة المتفاعلة، أو معدل تكوُّن الناتج.

الدعم

- السؤال ٢ الوارد في كتاب الطالب، والسؤال ٦ في التحليل والاستنتاج والتقويم في الاستقصاء العملي ٣-١ الوارد في كتاب التجارب العملية والأنشطة، يشجعان الطلبة على شرح سبب ضرورة حساب المعدل الأولي، والسؤال ١ من أسئلة نهاية الوحدة الوارد في كتاب التجارب العمليّة والأنشطة، يدعو الطلبة إلى استخدام التمثيل البياني في استقصاء معدل التفاعل.
- اطلب إلى الطلبة الرجوع إلى النشاط ٣-١ الوارد في كتاب التجارب العمليّة والأنشطة، والإجابة عن الأسئلة ذات الصلة بالتمثيلات البيانيّة. سيكون ذلك إرشادًا بسيطًا يساعدهم على تحديد ميل المنحنى عن طريق رسم خط مماس. وسيؤمّن بعض الإرشادات المفيدة التي تركز على الفرق بين الوصف والشرح وكيفيّة مقارنة التمثيلات البيانيّة.

تلخيص الأفكار والتأمّل فيها

- اكتب فقرة تلخص العدد الكبير من المفاهيم التي درسها الطلبة في هذه الموضوعات، وضمِّنها ما بين خمسة إلى عشرة أخطاء مقصودة. يمكن أن تشمل أخطاء إملائيّة، وأخطاء مفاهيميّة، مثل:
  - تأخير تسجيل الزمن المستغرق لاختفاء مؤشر عشر ثوان في كل مرة هو خطأ عشوائي.
  - يتحوّل لون محلول اليود من الأحمر-البنّي إلى الأزرق القاتم أثناء تفاعلات التحلل المائي.
  - يمكن الحصول على قيمة معدل التفاعل بقسمة الزمن المستغرق على 1.
- اطلب إلى الطلبة بعد ذلك رصد أكبر عدد ممكن من الأخطاء، ورسم دائرة حولها، وتصويبها. يمكن اعتبار النشاط مسابقة، يفوز فيها من يرصد كل الأخطاء أولًا.

التكامل مع المناهج

مهارة القراءة والكتابة

تضمنت هذه الموضوعات عددًا قليلًا من المصطلحات العلميّة، لكن أغلبها يحتاج إلى تعريف واضح. قد يكون من المفيد عرضها أثناء الدرس والرجوع إليها بانتظام.

المهارة الحسابيّة

يتضمن حساب ميل المنحنى لإيجاد المعدل الأولي للتفاعل الوارد في الاستقصاء العملي ٣-١ تقنيات رياضيّة أيضًا.

الموضوع ٣-٤: العوامل المؤثرة في عمل الإنزيم

يستكشف هذا الموضوع العوامل التي تؤثر في نشاط الإنزيم وسبب تأثيرها على معدل التفاعل المحفز بالإنزيم.

الأهداف التعليمية

٣-٥ يستقصي ويشرح تأثير العوامل الآتية في سرعة التفاعلات المحفّزة بالإنزيم:

- تركيز الإنزيم
- تركيز المادة المتفاعلة
- تركيز المثبّط.

عدد الحصص المقترحة للتدريس

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

المصادر المرتبطة بالموضوع

المكون	المصدر	الوصف
كتاب الطالب	الأشكال من ٣-٧ إلى ٣-١٠	• الأشكال المرتبطة بالعوامل المؤثرة على عمل الإنزيم
	السؤال ٣	• السؤال المرتبط بعمل الإنزيم
	أسئلة نهاية الوحدة: ٢ و ٦ و ٧	• الأسئلة المرتبطة بعمل الإنزيم
كتاب التجارب العملية والأنشطة	الاستقصاء العملي ٣-٢	• تأثير تركيز المادة المتفاعلة على معدل التفاعل المحفز بالإنزيم
	الاستقصاء العملي ٣-٣	• تأثير تركيز الإنزيم على معدل التفاعل المحفز بالإنزيم

المفاهيم الخاطئة وسوء الفهم

- غالبًا ما يضع الطلبة «الزمن» على المحور «س» في التمثيل البياني عند تمثيل البيانات التي تظهر العلاقة بين عامل متغيّر (مثل درجة الحرارة) ومعدل التفاعل المحفز بالإنزيم. وعندما يشيرون إلى شكل الخط الذي تم تمثيله على مثل هذا التمثيل البياني، فإنهم يشيرون خَطَأً إلى المصطلحات المرتبطة بالزمن مثل «زيادة سريعة» أو «انخفاض بطيء». أشر إلى التغيّرات الحادة في الميل بدلًا من ذلك.
- من الشائع أن يشير الطلبة خَطَأً إلى تأثير درجات الحرارة المرتفعة على أنها تقتل الإنزيمات أو تدمرها، بدلًا من تغيير طبيعتها أو مسخها. وهنا، يفترضون خَطَأً أن تغيير طبيعة الإنزيم (المسخ) يتضمن كسر الروابط التساهميّة القوية مثل الروابط الببتيديّة أو روابط ثنائي الكبريتيد.
- من الممكن أن يعتقد الطلبة خَطَأً أن نشاط الإنزيم ينخفض إلى الصفر عندما تكون درجة الحرارة 0° C. وقد يعود ذلك إلى أنهم على دراية باستقراء التمثيلات البيانيّة حتى الصفر.
- يعتقد الكثير من الطلبة أن درجة الحرارة المثلى لجميع الإنزيمات هي 37° C.

- توفر الاستقصاءات العملية في هذا القسم فرصًا جيدة لتطوير المهارات العمليّة وتصحيح المفاهيم الخاطئة؛ على سبيل المثال: يجب أن تكون العوامل المتحكم بها معياريّة وليست مماثلة للتجربة الضابطة، الأمر الذي يزيل تأثير العامل المستقل من الاستقصاء.

أنشطة تمهيدية

تعرّف الطلبة في صفوف سابقة تأثير الرقم الهيدروجيني pH ودرجة الحرارة على نشاط الإنزيمات، ويفترض أن يكونوا واثقين من شرح أسباب ذلك. إلّا أنه لا مانع من إعادة تذكيرهم بالموضوع.

في ما يأتي اقتراحان يمكن استخدامهما كأنشطة تمهيدية. يعتمد اختيار النشاط على المصادر المتوافرة، وعلى الوقت المتاح، وعلى مدى تقدم الطلبة في المادة.

١ فكرة (أ)

نظّم نشاط لعب الأدوار للصف ككل ليحاكي الطلبة تأثير درجة الحرارة على نشاط الإنزيم. أخبرهم أن كل طالب منهم يمثل حمضًا أمينيًا، وعليهم أن ينتظموا على شكل نموذج لتركيب إنزيم باستخدام أيديهم وأربطة مطاطيّة. اشرح لهم أن النموذج يجب أن يظهر:

- كيف تتكوّن الرابطة الببتيديّة على جانبَي الأحماض الأمينيّة المتجاورة.
- الدور الذي تؤدّيه الروابط الهيدروجينيّة في تركيب البروتين.
- كيف يرتبط الإنزيم بمادته المتفاعلة.

استخدم في النموذج التقنيات الآتية:

- يمثل الطلبة الذين يمسكون بأيدي من يجاورهم من زملائهم الروابط الببتيديّة (ارتباط الأيدي يمثل الروابط) بين الأحماض الأمينيّة المتجاورة في تسلسل معيّن (التركيب الأولي).
- الروابط الهيدروجينيّة بين الأحماض الأمينيّة غير المتجاورة (التركيب الثانوي) تمثل أربطة مطاطيّة تلتف حول أصابع الطلبة الذين يمثلون وحدات الأحماض الأمينية غير المتجاورة في السلسلة.

تحتاج إلى تكوين «موقع نشط» عن طريق إنشاء منطقة في السلسلة قادرة على تثبيت المادة المتفاعلة بشكل جماعي. لمحاكاة المادة المتفاعلة، يمكن استخدام وسادة أو كرة شاطئ قابلة للنفخ يمكن لأكثر من طالب أن يحملها في «الموقع النشط».

عند اكتمال إعداد الطلبة، أخبرهم أنه حين تقول «حرارة»، عليهم تحريك أذرعهم للأعلى والأسفل مع الحرص على بقائهم ممسكين بأيدي بعضهم ومحافظين على الأربطة المطاطيّة في مكانها. وضّح لهم أنه في كل مرة تكرر فيها كلمة «حرارة»، عليهم تحريك أذرعهم بقوة أكبر. كرر ذلك إلى أن تتحرك أذرعهم في النهاية بسرعة كبيرة بحيث تسقط الأربطة المطاطيّة وتسقط المادة المتفاعلة من مكانها. من المهم أن يحاول الطلبة الاحتفاظ بأيدهم متماسكة، إذ نادرًا ما تتكسر الروابط الببتيديّة في درجات الحرارة المستخدمة في المختبر.

› **أفكار للتقويم:** على الطلبة تنفيذ رسوم تقريبيّة لتمثيل أدوار تتضمن مصطلحات: **الطاقة الحركيّة والروابط الهيدروجينيّة والموقع النشط والمسخ.**

٢ فكرة (ب)

وجّه الطلبة إلى المشاركة في «دفيئة الأفكار». اطلب إليهم العمل في ثنائيات ليضعوا قائمة بالعوامل التي تؤثر على نشاط الإنزيم، ثم يناقشوها معًا. وبعد دقيقتَين أو ثلاث دقائق من المناقشة، اطلب إليهم العمل معًا في مجموعات من أربعة، ثم ثمانية لمناقشة ما كتبوه بشكل موسّع والتوصل إلى نقاط مشتركة. أدر مناقشة مع الصف ككل لإعداد قائمة نهائيّة بالعوامل ثم كتابتها على السبورة.

› **أفكار للتقويم:** شجع الطلبة على تصنيف العوامل التي أدرجوها في قوائمهم. سيختار العديد من الطلبة درجة الحرارة والرقم الهيدروجيني pH ضمن العوامل «الفيزيائيّة»، ويضعون تركيز المادة المتفاعلة والإنزيم ضمن العوامل «الكيميائيّة»، لذلك أشر إلى أن الرقم الهيدروجيني pH له أساس كيميائي.

الأنشطة الرئيسية

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

١ نمذجة نشاط الإنزيم (٣٠ دقيقة)

اختر طالبًا لتمثيل الإنزيم. ضع 30–20 قلمًا بأغطيتها (أقلام الحبر الجاف) في صندوق من الورق المقوّى، واطلب إليه سحب قلم من الصندوق، ثم نزع غطائه، وإعادة القلم والغطاء منفصلَين إلى الصندوق. استنبط من الطلبة أن هذه العملية تمثل التحلل المائي للمادة المتفاعلة (القلم بغطائه) إلى نواتج (القلم والغطاء منفصلَين). اطلب إليهم الاستمرار في ذلك بسرعة، في الوقت الذي يحسب فيه طالب آخر عدد المرات التي يؤدي فيها الطالب هذا العمل خلال 20 ثانية. سوف يبدأ الطالب الذي يمثل الإنزيم بسحب أقلام بدون غطاء. هذه الطريقة جديرة بأن تساعد الطلبة على تقدير أنه مع مرور الوقت سيبدأ تركيز المادة المتفاعلة بالانخفاض، لذلك يبدأ معدل التفاعل بالانخفاض أيضًا، وسيستقر معه التمثيل البياني.

› **أفكار للتقويم:** اطلب إلى الطلبة رسم شكل تمثيل بياني يكون فيه معدل التفاعل (المحور ص) مقابل الزمن (المحور س). ساعدهم على تقدير سبب اتخاذ هذا الرسم شكل منحنى يتراجع من الحد الأقصى إلى الصفر.

٢ استقصاء عملي ٣-٢ تأثير تركيز المادة المتفاعلة على معدل التفاعل المحفز بالإنزيم (٧٠ دقيقة)

ارجع إلى الاستقصاء العملي ٣–٢ الوارد في كتاب التجارب العمليّة والأنشطة. اطلب إلى الطلبة استخدام التفاعل والطريقة نفسَيهما اللتَين استخدمتهما سابقًا مع الكتاليز (قياس حجم غاز الأكسجين الذي تحرر باستخدام محقن الغاز) لاستكشاف كيف يؤثر تغيّر تركيز المادة المتفاعلة على المعدل الأولي للتفاعل.

› **أفكار للتقويم:** اطلب إلى الطلبة الإجابة عن أسئلة هذا الاستقصاء الواردة في كتاب التجارب العمليّة والأنشطة؛ فهي تتناول رسم التمثيلات البيانيّة باستخدام المعدل الأولي للتفاعل، والنتائج غير المعقولة، ومصادر الخطأ، وكيف يمكن تقليلها عن طريق تعديل الطريقة.

٣ استقصاء عملي ٣-٣ تأثير تركيز الإنزيم على معدل التفاعل المحفز بالإنزيم (٧٠ دقيقة)

ارجع إلى الاستقصاء العملي ٣–٣ الوارد في كتاب التجارب العمليّة والأنشطة، حيث سيستخدم الطلبة إنزيم الأميليز الذي يحفز التحلل المائي للنشا إلى مالتوز. وسيتم قياس معدل التفاعل بقياس سرعة اختفاء المادة المتفاعلة.

أفكار للتقويم: اطلب إلى الطلبة الإجابة عن أسئلة هذا النشاط الوارد في كتاب التجارب العمليّة والأنشطة، والتي تتناول التخفيف النسبي (البسيط)، وحساب المعدل، وأهميّة المتغيّرات المعياريّة أثناء النشاط.

التعليم المتمايز (تفريد التعليم)

التوسّع والتحدي

- أمّن فرصة للطلبة في النشاط التمهيدي لاقتراح سبب تأثير عوامل معيّنة على نشاط الإنزيم، وأمثلة على الإنزيمات التي لها قيم مثلى غير عاديّة (مثل إنزيم تاك DNA- بوليميريز Taq DNA polymerase، وإنزيم الببسين البشري).
- أتح للطلبة بعض الاستقلاليّة في تنفيذ الاستقصاءات العمليّة: زوّدهم بقائمة من المواد والأدوات، التي يمكنهم من خلالها اختيار تلك الأكثر صلة، أو شجعهم على التفكير في الفواصل الزمنيّة التي يحددونها. يمكن أن يطوّر ذلك من مهارات التفكير العليا في عمليّة اتخاذ القرار.
- اطلب إلى الطلبة مقارنة المصطلحات أو المفاهيم العلمية الأساسيّة لتعزيز معرفتهم بها، بما في ذلك:
- **سؤال منخفض الصعوبة:** المسخ والتحطم.
- **سؤال متوسط الصعوبة:** الأمثل والتثبيط.
- **سؤال عالي الصعوبة:** تأثير ارتفاع كلّ من الرقم الهيدروجيني pH ودرجة الحرارة على إنزيم البروتييز.

الدعم

- اطلب إلى الطلبة حل السؤال ٢ من أسئلة نهاية الوحدة الوارد في كتاب الطالب.
- استخدم الرسوم التخطيطيّة الكرتونيّة أو الرسوم المتحركة لمساعدة الطلبة على تصوّر الجزيئات المعنيّة (مثل تغيير طبيعة الموقع النشط ومسخه).
- تؤمّن هذه المجموعة من الاستقصاءات العمليّة فرصًا كثيرة لمساعدة الطلبة على فهم المقصود بكل من المصطلحات الآتية في الاستقصاء: المتغيّر المستقل، المتغيّر التابع، والمتغيّرات المعياريّة. ساعد الطلبة على تقدير ذلك بطرح نموذج موحد للعبارات بغية استخدامها في إطارات الكتابة، مثل «استقصاء تأثير (س و ص)، مع الإبقاء على (أ، ب، ج) كما هي».
- وفر للطلبة أثناء تنفيذهم نشاط لعب الأدوار الفرصة لطلب الدعم إذا واجهوا أيّة صعوبة. يمكن تحقيق ذلك بإنتاج مجموعة من «بطاقات الدليل» تكون متاحة عند الطلب، بحيث يمكن للطالب الاستعانة ببطاقة إذا شعر بأنه في حاجة إلى الدعم. تؤمّن كل بطاقة «تلميحًا» يهدف إلى تزويد الطالب بمعلومات كافية تساعده على التقدم في عمله (مثل: «الروابط الهيدروجينيّة = الأربطة المطاطيّة» أو «المادة المتفاعلة = الوسادة»).

تلخيص الأفكار والتأمّل فيها

- شجع الطلبة على طرح سؤال «ما هو السؤال؟» عند تزويدهم بإجابة. يمكن إجراء هذا النشاط للسؤال ٦ من أسئلة نهاية الوحدة الوارد في كتاب الطالب، والذي يتضمن إجابات تتراوح بين كلمات مفردة (**سؤال منخفض الصعوبة**) إلى تفسيرات أكثر شمولاً (**سؤال عالي الصعوبة**).
- إذا نفّذ الطلبة نشاطًا عمليًا ضمن ثنائيات أو مجموعات صغيرة، يمكنك عندئذ استخدام أسلوب يسمّى «تشكيل مجموعات قوس المطر أو الألوان» للمساعدة في تعميم الأفكار على جميع الطلبة. أعطِ كل طالب رقمًا أو لونًا بعد تنفيذ المجموعات الثنائيّة أو الصغيرة للنشاط، واطلب إلى الذين لديهم الرقم أو اللون نفسَيهما، تكوين مجموعات جديدة تمثل المجموعات الأصليّة. اطلب إلى الطلبة في المجموعات الجديدة التناوب على:
  - وصف/ شرح البيانات النوعيّة (الملاحظات) التي سجلوها.
  - وصف/ شرح البيانات الكميّة التي جمعوها.
  - وصف/ شرح مصادر الخطأ في الاستقصاء وكيفية تجنبها.
- شجع الطلبة على الانخراط بلعبة «بنغو» لتعزيز فهم المصطلحات العلمية التي وردت في الموضوعات السابقة. زوّدهم بشبكة من تسعة مربعات، واكتب على السبورة 20 مصطلحًا علميًا من المصطلحات التي درسوها سابقًا. اطلب إليهم اختيار تسع كلمات عشوائيًا ليضعها كل طالب في شبكته. ثم أعلن بصوت عال تعريف كل مصطلح من المصطلحات العشرين -بترتيب عشوائي- وأول طالب يضع علامة «صح» على مصطلحاته التسعة يقول «بنغو»، فيكون هو الفائز بالمسابقة.

التكامل مع المناهج

مهارة القراءة والكتابة

ورد عدد كبير جدًا من المصطلحات العلميّة الجديدة في هذا الموضوع. من المفيد مساعدة الطلبة على معرفتها باستخدام الكلمات المتقاطعة أو الكلمات المقلوبة.

المهارة الحسابيّة

وردت حسابات ذات صلة بالنسبة المئويّة للخطأ والتخفيفات النسبية التسلسليّة في عدة أنشطة عمليّة في الوحدة. يمكن تحدي الطلبة بتقديم ما لا تتضمنه مفردات المنهاج، مثل معامل درجة الحرارة (Q_{10})، أو العامل الذي يزيد بواسطته معدل التفاعل بزيادة درجة الحرارة بمقدار 10° C.

الموضوع ٣-٥: مقارنة ألفة (تلاؤم) الإنزيمات

يتوسّع هذا الموضوع في استكشاف نشاط الإنزيم، بما في ذلك مفهوم الألفة وكيف يمكن قياسها.

الأهداف التعليمية

٣-٦ يشرح أن أقصى سرعة للتفاعل (V_{max}) تستخدم لاشتقاق ثابت ميكاليس-مينتين (K_m) الذي يستخدم لمقارنة تلاؤم الإنزيمات المختلفة مع موادها المتفاعلة.

عدد الحصص المقترحة للتدريس

يخصص لتنفيذ هذا الموضوع حصتان مدة كل منهما ٤٠ دقيقة.

المصادر المرتبطة بالموضوع

المكون	المصدر	الوصف
كتاب الطالب	الشكلان ٣-١١ و ٣-١٢	• الرسوم البيانية المرتبطة بتحديد مقياس ألفة الإنزيم
	السؤالان ٤ و ٥	• الأسئلة المرتبطة بألفة الإنزيم
	أسئلة نهاية الوحدة: ٤ و ٩ (أ)	• الأسئلة المرتبطة بألفة الإنزيم
كتاب التجارب العملية والأنشطة	النشاط ٣-٢	• حساب V_{max} و K_m

المفاهيم الخاطئة وسوء الفهم

- يعتقد كثير من الطلبة أن ثابت ميكاليس-مينتين (K_m) هو قيمة معدل (وليس تركيز المادة المتفاعلة). وأن قيمة K_m المنخفضة لها علاقة بألفة منخفضة للإنزيم مع مادته المتفاعلة.

أنشطة تمهيدية

لا يتوقع أن يكون الطلبة على دراية بمفهوم الألفة وثابت ميكاليس-مينتين.

في ما يأتي اقتراحان لنشاطَين يمكن استخدامهما كأنشطة تمهيدية. يعتمد اختيار النشاط على المصادر المتوافرة، وعلى الوقت المتاح، وعلى مدى تقدم الطلبة في الموضوع.

١ فكرة (أ)

استخدم التشبيه لمساعدة الطلبة على تقدير مفهوم الألفة، والذي يشبّه بمفهوم الميل أو التجاذب بين جزيئَين.

› **أفكار للتقويم:** اطلب إلى الطلبة كتابة تعريف قصير جدًا للمصطلح العلمي «الألفة» (زوّدهم بقائمة بالمصطلحات العلميّة التي يمكنهم الاختيار منها).

٢ فكرة (ب)

وزّع على الطلبة بعض التمثيلات البيانيّة البسيطة لحساب المعدلات الأوليّة للتفاعلات، واستخدم قيمًا رقمية تمكن الطلبة من إجراء الحسابات باستخدام الحساب الذهني.

› **أفكار للتقويم:** اطلب إلى الطلبة تنفيذ تمثيلات بيانية خاصة بهم توضح المعدلات الأوليّة للتفاعلات التي توفِّرها لهم.

الأنشطة الرئيسية

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

١ مناقشات تفاعليّة للصف بأكمله: وصف التمثيلات البيانيّة وشرحها (٣٠ دقيقة)

اطلب إلى الطلبة العمل في ثنائيات، وزوّد كل ثنائي بلوحة بيضاء صغيرة أو قطعة كبيرة من الورق، مع قلم تخطيط Marker pen. ارسم نموذجًا لمحورَين كبيرَين على كلا الجانبَين، طالبًا إلى كل ثنائي العمل معًا لرسم خطوط تبعًا للتعليمات الآتية:

- تنفيذ تمثيلات بيانيّة لثلاثة إنزيمات تظهر قيمًا مختلفة من K_m ولكن لها V_{max} نفسه.
- تنفيذ تمثيلات بيانيّة لثلاثة إنزيمات تظهر قيمًا مختلفة من V_{max} ولكن لها K_m نفسه.

› **أفكار للتقويم:** ناقش الأوصاف المناسبة للتمثيل البياني، وميّزها من التفسيرات (أي تجنّب استخدام كلمتَي المفتاح «لماذا» أو «لأن»).

٢ النشاط ٣-٢ حساب V_{max} و K_m (٢٠ دقيقة)

سيرسم الطلبة في هذا النشاط تمثيلًا بيانيًا، ويستخدمونه لحساب V_{max} وثابت ميكاليس–مينتين K_m.

› **أفكار للتقويم:** يمكن للطلبة تقويم إجابات بعضهم (تقويم الأقران) على النشاط.

التعليم المتمايز (تفريد التعليم)

التوسّع والتحدي

- يمكن توسيع نطاق تفكير الطلبة في نشاط «وصف التمثيلات البيانيّة وشرحها»، من خلال الإشارة إلى تأثير زيادة تركيز المادة المتفاعلة على كلا التمثيلَين البيانيَّين.

الدعم

- السؤال ٩ (أ) من أسئلة نهاية الوحدة الوارد في كتاب الطالب يساعد الطلبة على حساب ثابت ميكاليس–مينتين بطريقة متدرجة. ومع ذلك، قد ترغب في تأجيله إلى ما بعد موضوع المثبطات.

تلخيص الأفكار والتأمّل فيها

- وزع على الطلبة، أو اعرض لهم، بعض التمثيلات البيانيّة لحساب قيم V_{max} و K_m في نهاية الحصة. استخدم القيم الرقمية التي تمكن الطلبة من قراءة التمثيلات البيانيّة بسرعة.
- اطلب إلى الطلبة التفكير في استخدامات صناعيّة للإنزيمات. لماذا تفيد معرفة K_m، على سبيل المثال، في إنتاج الجبن من الحليب باستخدام الرينين؟

التكامل مع المناهج

مهارة القراءة والكتابة

يمكن أن يساعد تشجيع الطلبة على سرد «قصة التمثيل البياني» واستخدام المصطلحات العلميّة خلالها، في تعزيز فهم هذه المصطلحات.

المهارة الحسابيّة

يتطلب حساب K_m تقدير الأرقام من التمثيل البياني.

الموضوع ٣-٦: مثبطات الإنزيم

يقدم هذا الموضوع كيف يتأثر نشاط الإنزيم بالمثبطات.

الأهداف التعليمية

٣-٧ يشرح تأثير المثبّطات العكسيّة، التنافسيّة وغير التنافسيّة، على نشاط الإنزيمات.

عدد الحصص المقترحة للتدريس

يخصص لتنفيذ هذا الموضوع حصة واحدة من ٤٠ دقيقة.

المصادر المرتبطة بالموضوع

المكون	المصدر	الوصف
كتاب الطالب	الشكلان ٣-١٣ و ٣-١٤	• الأشكال المرتبطة بعمل المثبطات
	أسئلة نهاية الوحدة، الأسئلة ١ و ٦ و ٩	• الأسئلة المرتبطة بالمثبطات
كتاب التجارب العملية والأنشطة	النشاط ٣-٣	• التخطيط لاستقصاء تأثير تركيز المثبط على نشاط إنزيم اليوريييز

المفاهيم الخاطئة وسوء الفهم

- يعتقد كثير من الطلبة أن تثبيط الإنزيم أمر سلبي، لكنه في الواقع سمة طبيعيّة لتنظيم عمل الإنزيم داخل الخليّة.

أنشطة تمهيدية

لا يتوقع أن يكون الطلبة على دراية بطريقة عمل المثبطات.

قدّم بعض الأمثلة المحددة لحالات تتضمن تثبيط الإنزيم لتوضيح أهميته. يمكن أن تشمل هذه الحالات ما يأتي:

- إعطاء الإيثانول بعد الابتلاع الخاطئ لإثيلين جلايكول Ethylene glycol (مضاد للتجمد) بسبب قيامه بالتثبيط التنافسي لإنزيم ديهيدروجينيز الكحول Alcohol dehydrogenases (ADH).
- التثبيط التنافسي لإنزيم روبيسكو Rubisco بالأكسجين أثناء عمليّة التمثيل الضوئي.
- الأسبرين وإنزيمات COX-1 و COX-2 المرتبطة بالالتهاب.

› **أفكار للتقويم:** اطلب إلى الطلبة العمل في ثنائيات لتحديد أي الجزيئات الموصوفة أعلاه تعمل كإنزيمات، وأيها تعمل كمثبطات. قد يكون من المفيد الإشارة إلى الإنزيمات بأسمائها المختصرة كي لا يتمكن الطلبة من تحديد طبيعتها كإنزيمات من المقطع «يز» في نهاية أسمائها.

الأنشطة الرئيسية

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

١ نمذجة نشاط الإنزيم (تابع) (٢٠ دقيقة)

ارجع إلى «نمذجة نشاط الإنزيم» الموضح سابقًا في القسم ٣-٤ العوامل التي تؤثر في عمل الإنزيم. أضف أغطية ملوّنة إلى الصندوق. كرر النشاط. وعندما يسحب الطالب الذي يمثل الإنزيم غطاء ملوّنًا مختلفًا، يقول جميع الطلبة «مثبط». سيستنتج الطلبة أن وجود المثبط يعمل على إبطاء معدل التفاعل. اسأل الطلبة عن نوع التثبيط الذي يحدث هنا: هل هو تنافسي أم غير تنافسي؟

› **أفكار للتقويم:** يركز السؤال ١ من أسئلة نهاية الوحدة الوارد في كتاب الطالب على نوعَي المثبط. هذا سؤال مفصلي بسيط، يمكن استخدام نتائجه لقياس الفهم.

٢ البحث في مثبطات الإنزيم (٢٠ دقيقة)

اطلب إلى الطلبة البحث في الشبكة العالمية للاتصالات الدولية-الإنترنت لتجميع قائمة بالعقاقير الطبيّة التي تعتمد في عملها على تثبيط الإنزيم (تعمل العديد من المضادات الحيويّة بهذه الطريقة)، أو السموم الحيوانيّة التي تعتمد على المثبطات. يمكن أن تشمل مصطلحات البحث ما يأتي:

- مثبطات البروتييز في سمّ الأفعى.
- مثبط ميثوتريكسيت Methotrexate وعلاج السرطان.

يُعدّ الطلبة تقريرًا قصيرًا عمّا وجدوه لعرضه على زملائهم.

التعليم المتمايز (تفريد التعليم)

التوسّع والتحدي

- السؤال ٦ من أسئلة نهاية الوحدة الوارد في كتاب الطالب ذو صلة بالتفاعلات في دورة كريبس Cycle krebs، وهو يطلب تحديد نوع المثبط. أمّا السؤال ٩ فيطلب تفسير تأثير المثبطات المختلفة على الإنزيم.

الدعم

- يمكن للنمذجة بالصلصال أن تساعد الطلبة على تقدير كيفيّة عمل نوعَي المثبط.
- وجّه الطلبة إلى إعداد «بطاقات عرض سريع» بسيطة، على أحد وجهَيها المصطلح العلمي أو الصورة (على سبيل المثال «إظهار المثبط التنافسي»)، والميزات المفتاحية على الوجه الآخر.
- يتضمّن الرابط الآتي بعض الرسوم التخطيطية المفيدة:

https://www.creative-enzymes.com/resource/effect-of-enzyme-inhibition-on-enzymatic-reaction_49

تلخيص الأفكار والتأمّل فيها

- شجع الطلبة على تكوين مخطط فن Venn لتلخيص السمات المفتاحية للمثبطات. على سبيل المثال، يمكن أن يرسم الطلبة دائرة باسم «مثبطات تنافسيّة» تتداخل مع دائرة أخرى باسم «مثبطات غير تنافسيّة». يمكن كتابة قائمة في المنطقة المتداخلة بالخصائص التي تشترك فيها هذه المثبطات (على سبيل المثال، كلاهما يقلل من قدرة الإنزيم على الارتباط بمادته المتفاعلة، وكلاهما يقلل من معدل التفاعل). يمكن كتابة الخصائص الفريدة (مثل التأثير على K_m وكيفية تحقيق تثبيطه) بشكل منفصل.
- يتعلق النشاط ٣-٣ الوارد في كتاب التجارب العمليّة والأنشطة «التخطيط لاستقصاء تأثير تركيز المثبط على نشاط إنزيم اليوريز» باستخدام مثبطات اليوريز في الأسمدة. ويُطلب فيه إلى الطلبة تفسير التغيّر في الرقم الهيدروجيني pH لمزيج الإنزيم-المادة المتفاعلة باستخدام محلول كاشف أو مقياس الرقم الهيدروجيني pH. كما يتضمن تركيزًا على أنواع المتغيّرات، وكيفيّة عمل تخفيف تسلسلي أو نسبي للمحاليل، مع عرض جيد للنتائج التي تترتب ضمن الجدول.

التكامل مع المناهج

مهارة القراءة والكتابة

تضمّن الموضوع عددًا كبيرًا من المصطلحات العلميّة، سواء الأسماء أو الأفعال. اطلب إلى الطلبة العمل في ثنائيات لوصف المصطلحات العلمية بعضهم لبعض، لكن من دون استخدام مصطلحات علمية أخرى (مدرجة). على سبيل المثال، سيكون من الصعب على الطلبة وصف عمليّة التثبيط التنافسي من دون استخدام المصطلحين العلميين: المادة المتفاعلة، والموقع النشط. يمكن أن يفيد كتابة المصطلحات العلميّة التي تعلموها على السبورة في تعزيز أهميتها، وفي مساعدة الطلبة على معرفتها.

المهارة الحسابيّة

على الرغم من استخدام نسبة كبيرة من المحتوى لمصطلحات وصفيّة بدلًا من القيم والأرقام، إلّا أنه يمكنك أن تطلب إلى الطلبة تنفيذ تمثيلات بيانيّة لنشاط الإنزيم مع مثبطات أو بدونها.

الموضوع ٣-٧ الإنزيمات المثبتة

يقدِّم هذا الموضوع إجراء لتقنية تثبيت الإنزيم. تستخدم هذه التقنية على نطاق واسع في الصناعة لزيادة إنتاجيّة الناتج من دون فقدان خصائص الإنزيم في عمليّة مستمرة.

الأهداف التعليمية

٣-٨ يصف الطرق المختلفة للنشاط بين الإنزيم المثبّت بالألجينات (أو الصمغ الهلامي الألجيني) والإنزيم نفسه الحرّ في محلول، ويذكر ميزات استخدام الإنزيمات المثبّتة.

عدد الحصص المقترحة للتدريس

يخصص لتنفيذ هذا الموضوع حصة واحدة من ٤٠ دقيقة.

المصادر المرتبطة بالموضوع

المكون	المصدر	الوصف
كتاب الطالب	الشكلان ٣-١٥ و ٣-١٦	• الأشكال المرتبطة بالإنزيمات المثبتة
	السؤال ٦	• السؤال المرتبط بالإنزيمات المثبتة (إنزيم اللاكتيز)
	المهارات العملية ٣-٢	• الإنزيمات المثبتة
	أسئلة نهاية الوحدة: ٨	• السؤال المرتبط باستقصاء تثبيت إنزيم اللاكتيز
كتاب التجارب العمليّة والأنشطة	النشاط ٣-٤	• حساب نسبة الخطأ الفعلي والنسبة المئويّة للخطأ
	أسئلة نهاية الوحدة: ٣	• يتناول تثبيت الإنزيمات في صناعة عصير الفاكهة

المفاهيم الخاطئة وسوء الفهم

- يفترض الطلبة غالبًا أن لتثبيت الإنزيمات ميزات حسنة فقط، إلّا أنه قد يقلل من ألفة الإنزيم لمادته المتفاعلة (يزيد من قيمة K_m).
- يمكن أن يفترض الطلبة أن الإنزيمات المثبتة لا تفقد من وسط التثبيت. فهم لا يتوقعون بأنه، مع مرور الوقت، سوف يرشح الإنزيم إلى النواتج. يمكن أن يفيد اختبار النواتج بمحلول بيوريت (لوجود البروتين، بما في ذلك الإنزيمات) في الإشارة إلى مدى جودة تثبيت الإنزيم.
- يمكن أن يفترض الطلبة أن تثبيت الإنزيم هو عمليّة اصطناعيّة. إلّا أن العديد من إنزيمات الجهاز الهضمي عبارة عن بروتينات طرفية مثبتة في غشاء سطح خلايا بطانة القولون.

أنشطة تمهيدية

لن يكون مفهوم تثبيت الإنزيم مألوفًا للطلبة. وقد يُفاجأون عند معرفة أن الإنزيمات المثبتة تبقى قادرة على تحفيز التفاعلات.

١ فكرة (أ)

لتنشيط فهم الطلبة للمصطلحات العلميّة في هذا الدرس، زوّد كل طالب بورقة مقسمة إلى قسمَين، مكتوب على النصف العلوي مصطلح علمي، وعلى النصف السفلي تعريف لمصطلح آخر. من الأمثلة على المصطلحات العلميّة التي يجب تضمينها: الموقع النشط، K_m، الرقم الهيدروجيني pH، منحنى الهضبة Plateau، المسخ... إلخ. اطلب إلى الطلبة التحرك في غرفة الصف لإيجاد الطالب الذي لديه ورقة تتضمّن تعريف المصطلح الموجود لديهم، والطالب الآخر الذي يمسك بالورقة التي تتضمن المصطلح العلمي الذي يناسب التعريف لديهم. اطلب إليهم بعد ذلك تنظيم أنفسهم بحيث تتقارب المصطلحات العلمية مع تعريفاتها في صورة واضحة.

› **أفكار للتقويم:** زوّد الطلبة بورقة تتضمن جميع المصطلحات والتعريفات التي استخدمت في هذا النشاط، طالبًا إليهم تحديد التعريفات التي يصعب عليهم تذكرها، ثم تأكيد المصطلحات العلميّة الأكثر أهميّة ضمن التعريفات، برسم خط تحتها.

٢ فكرة (ب)

أعدّ مجموعة من العبارات التي يمكن أن تكون إجابتها: «صحيحة دائمًا» أو «أحيانًا صحيحة» أو «غير صحيحة»، بهدف تنشيط المعرفة السابقة للطلبة. يمكن أن تشمل العبارات ما يأتي:

- يغيّر المثبط التنافسي شكل الموقع النشط للإنزيم. (غير صحيحة)
- مسخ الإنزيم إذا وجد في وسط رقمه الهيدروجيني 2 -1. (أحيانًا صحيحة)
- عندما يتحلل اللاكتوز مائيًا باللاكتيز، سيعطي اختبار بندكت نتيجة إيجابيّة إذا أجري على نواتج التفاعل. (صحيحة دائمًا)

يمكن تزويد الطلبة بورقة مكتوب على أحد وجهَيها كلمة (صحيحة)، وعلى الوجه الآخر كلمة (غير صحيحة). ستكون قادرًا على تقويم جميع الطلبة عندما يرفعون أوراقهم.

› **أفكار للتقويم:** يمكن الاستفادة من هذا النشاط كأساس للتقويم التكويني للتعلم السابق تحضيرًا للمحتوى الذي سيدرسه الطلبة في هذا الموضوع.

الأنشطة الرئيسية

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

١ لماذا التثبيت؟ عرض توضيحي قصير (٢٠ دقيقة)

قبل الدرس، ضع في وعاء (دلو مثلًا) عدة كرات مكوّنة من شريط لاصق متشابك لتمثيل إنزيم اللاكتيز ونماذج ورقيّة من الجلوكوز والجلاكتوز (تتكوّن من شرائط ورقيّة حلقية من لونَين مختلفَين). اخلط المحتويات جيدًا، ثم أضف إلى الوعاء نماذج لجزيئات اللاكتوز (يتكوّن كل منها من حلقتَين من شرائط ورقية بلونَين مختلفَين مترابطتَين معًا)، واخلط المحتويات

جيدًا. اقلب الوعاء بحيث توضع المحتويات على سطح مستوٍ وتكون مرئيّة بوضوح لجميع الطلبة. سيرى الطلبة أن المادة المتفاعلة (اللاكتوز) والنواتج (الجلوكوز والجلاكتوز) والإنزيم (اللاكتيز) قد اختلطت جميعها. أدر مناقشة تتوصل فيها إلى فكرة أنه من الصعب الحصول على ناتج نقي، وأن الإنزيم غير قابل للاسترداد، وبالتالي يمكن أن يُفقد. استفد من المناقشة لتقديم فكرة تثبيت الإنزيم.

› **أفكار للتقويم:** اطلب إلى الطلبة كتابة ملخص قصير للعرض التوضيحي أعلاه باستخدام جميع المصطلحات العلميّة، بما في ذلك اللاكتوز واللاكتيز والجلوكوز والجالاكتوز.

٢ عرض يوضح كيفيّة تثبيت الإنزيمات (٢٠ دقيقة)

توضح المهارات العملية ٣-٢ طريقة أساسيّة لكيفية تثبيت اللاكتيز، قم بتنفيذها عمليًا إن أمكن أمام الطلبة. تتوافر أيضًا على الشبكة العالمية للاتصالات الدولية-الإنترنت مقاطع فيديو حول كيفيّة تثبيت الإنزيم، ومنها مثلًا:

https://youtu.be/oiTVJ91-YxQ

التعليم المتمايز (تفريد التعليم)

التوسّع والتحدي

- اطلب إلى الطلبة تقويم المزايا والعيوب لتثبيت الخلايا الحيّة مقابل تثبيت الإنزيمات. تشمل الإجابات المتوقعة ما يلي: لا تحتاج الإنزيمات إلى تزويدها بالغذاء، الأمر الذي يقلل من تكاليف الصيانة، وتتمثل إحدى ميزات تثبيت الخلايا في أنها، على العكس من الإنزيمات، تتجدد ذاتيًا ولا تحتاج إلى استبدالها في حال تلفها مع مرور الوقت.
- توسّع في التشبيهات السابقة. اطلب إلى الطلبة الرجوع إلى نشاط لعب الأدوار الوارد في الموضوع ٣-٤، والذي درسوا فيه تأثير درجة الحرارة على نشاط الإنزيم. اسأل الطلبة عمّا يعتقدون بحدوثه إذا كرروا ما قاموا به، لكن مع ربطهم بعضهم ببعض بشريط لاصق أو بوسيلة أخرى. سيقترحون أنهم لن يكونوا قادرين على تحريك أذرعهم بالقدر نفسه كما لو لم يتم ربط أيديهم، وبالتالي ستصبح الروابط أكثر استقرارًا في ظروف ارتفاع درجة الحرارة. وستصبح قدرة الإنزيم على الارتباط بمادته المتفاعلة ضعيفة (يزيد K_m).
- أحد الأسئلة العالية الصعوبة وذات الصلة بهذا الموضوع هو السؤال ٣ من أسئلة نهاية الوحدة الوارد في كتاب التجارب العمليّة والأنشطة، والذي يتضمن مقارنة بين الاستقرار الحراري للبكتينيز Pectinase الحر والمثبت.
- اطلب إلى الطلبة البحث في الأنواع المختلفة للتثبيت، وتشمل: التشابك Cross linkage، الكبسلة Encapsulation، الادمصاص Adsorption. وجهِّهم إلى البحث في المزايا والعيوب لكل طريقة.

الدعم

- وفر إطارًا للكتابة لمساعدة الطلبة على كتابة استنتاج للاستقصاء العملي وتقويمه. يتمثل هذا الإطار بمجموعة من الجمل النموذجية أزيلت منها المصطلحات الرئيسيّة، ليكملها الطلبة لاحقًا.
- وجّه الطلبة إلى تقدير بعض المبررات المنطقية لخطوات المهارات العملية ٣-٢ الإنزيمات المثبتة، الواردة في كتاب الطالب. على سبيل المثال، لماذا يسخّن الحليب؟ لماذا لا يمكن استخدام اختبار بندكت للكشف عن وجود الجلوكوز في نواتج التفاعل؟
- السؤال ١ من أسئلة نهاية الوحدة الوارد في كتاب التجارب العملية والأنشطة هو سؤال سهل مرتبط بهذا الموضوع.

تلخيص الأفكار والتأمّل فيها

- اعرض على السبورة مجموعة من الأسئلة، وخصّص خمس دقائق ليكتب الطلبة خلالها جميع المصطلحات العلمية التي يعتقدون أنها ذات الصلة بالإجابات. ثم اعرض عليهم نموذجًا لكيفيّة دمج المصطلحات العلمية ذات الصلة لتكوين إجابات نموذج أسئلة اختبار جيدة.
- اطلب إلى الطلبة كتابة أقصر جملة ممكنة باستخدام المصطلحات العلمية الآتية: ثابت، ألفة، مستمر، ناتج. هذه طريقة جيدة لتركيز الطلبة على مهارات التفكير العليا لفهم معنى هذه المصطلحات، بدلًا من تذكرها. لتؤمّن الدعم لبعض الطلبة في هذا النشاط، قدّم العبارات الأولى والأخيرة، أو قلل عدد الكلمات المتوقع استخدامها.
- يتعلق النشاط ٣-٤ الوارد في كتاب التجارب العمليّة والأنشطة بتثبيت الإنزيمات، وهو يتضمّن أسئلة حول حساب نسبة الخطأ الفعلي والنسبة المئويّة للخطأ، وكيفيّة تطبيق هذه المصطلحات على مجموعة من السيناريوهات التجريبيّة.

التكامل مع المناهج

مهارة القراءة والكتابة

اشتمل هذا الموضوع على عدد قليل نسبيًا من المصطلحات العلمية، وهو يمثل فرصة لتعزيز فهم الطلبة للمصطلحات العلميّة التي درسوها في هذا الموضوع.

المهارة الحسابيّة

اطلب إلى الطلبة إجراء العمليّات الحسابيّة ذات الصلة بقطر الكريّة ومعدل تدفق الحليب.

إجابات كتاب الطالب

قبل أن تبدأ بدراسة الوحدة

- خاصيتان مهمتان للعوامل الحفازة:
  - تسرّع العوامل الحفازة التفاعلات الكيميائيّة.
  - تبقى العوامل الحفازة من دون أن تتغيّر في نهاية التفاعل.
- خصائص البروتينات التي تجعلها مناسبة لأن تعمل كعوامل حفازة في الخلايا الحيّة:
  - للبروتينات أشكال مختلفة لا حصر لها.
  - للبروتينات أشكال دقيقة ثلاثيّة الأبعاد.
  - تبني الخلايا الحيّة البروتينات.
  - تتكون البروتينات من ارتباط وحدات بنائية صغيرة (الأحماض الأمينية).
  - يمكن أن تشفر (ترمز) البروتينات بالمادة الوراثيّة DNA (الجينات).
  - يمكن إضافة مجموعات مساعدة إلى البروتينات تزيد من فاعليّة الإنزيمات أو تسهل عملها، على سبيل المثال يحتوي الكتاليز على أربع مجموعات هيم تحتوي على الحديد.

العلوم ضمن سياقها: أفضل وسائل الدفاع، الهجوم

يمكن اعتبار البحث في آليّة الدفاع عند خنفساء بومبارديه (الخنفساء القاذفة) كبحث علمي بحت، إذا لم يوجد سبب تجاري أو عملي واضح لدراستها. فالبحث العلمي قيّم وضروري لأن المعرفة الناتجة منه ستكون مفيدة في كلّ الأحوال. توجد أمثلة عديدة على أبحاث أدت إلى تطبيقات عمليّة مفيدة. على سبيل المثال: أدت معرفة نظريات آينشتاين في النسبيّة الخاصة والعامة إلى تطوير أنظمة ملاحة دقيقة عبر الأقمار الصناعيّة (مثل ساتناف Satnav، ونظام تحديد المواقع العالمي Global Positioning System–GPS وأنظمة أخرى).

إجابات أسئلة موضوعات الوحدة

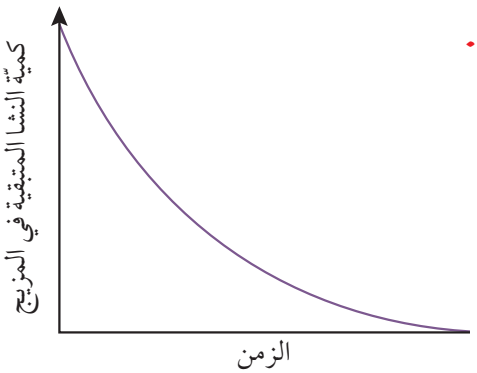
١. تفسير النتائج:

- **الكتاليز والكبد والبطاطس كانت أكثر كفاءة من العوامل الحفازة غير العضويّة:**

لوجود أنزيم الكتاليز الذي عمل بكفاءة لتحفيز تفكك بيروكسيد الهيدروجين.

- **كان الكتاليز النقي أكثر كفاءة من الكبد والبطاطس:** تركيز الإنزيم النقي أعلى من تركيز الإنزيم في الكبد والبطاطس. فكلما زاد تركيز الإنزيم زادت سرعة نشاطه.
- **كان الكبد أكثر كفاءة من البطاطس:** الكبد نسيج حيواني. للأنسجة الحيوانيّة معدل أيض أعلى من الأنسجة النباتيّة. لذلك من المحتمل أن يتراكم بيروكسيد الهيدروجين في خلايا الكبد بشكل أسرع من خلايا البطاطس، وبالتالي يجب التخلص منه بشكل أسرع. لذلك، من المحتمل أن يكون تركيز الكتاليز في خلايا الكبد أعلى من خلايا البطاطس.
- **كان الكبد المطحون أكثر كفاءة من الكبد المقطّع:** يسبب طحن الكبد تكسّر الخلايا وإطلاق محتوياتها، بما فيها الكتاليز. لذلك يسهل وصول الكتاليز إلى المادة المتفاعلة (بيروكسيد الهيدروجين) وكذلك بسبب زيادة المساحة السطحية المعرضة للتفاعل.

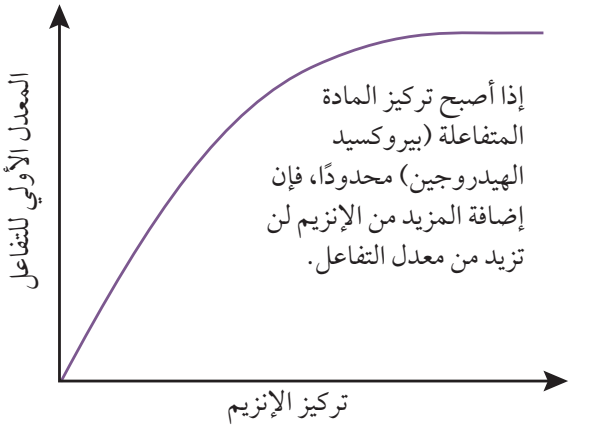
٢. أ.



ب. يمكن استخدام ميل هذا المنحنى عند بداية التفاعل لحساب معدله التفاعل الأولي. ولحساب هذه القيمة، ارسم خطًا مماسًا للمنحنى عند بداية التفاعل، ثم احسب انحدار المماس بقسمة التغير في (ص) على التغير في (س).

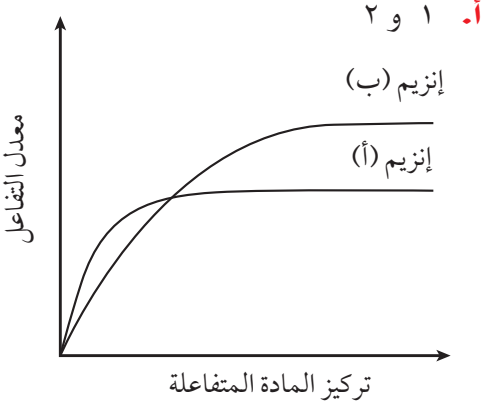
انظر إلى الاستقصاء العملي ٣-١ للمزيد من المعلومات عن الموضوع.

٣.



٤. يبدأ استهلاك المادة المتفاعلة حين يبدأ التفاعل، لذا يبدأ تركيزها بالانخفاض، وينخفض بالتالي معدل التفاعل. المعدل الأولي في بداية التفاعل هو المعدل الحقيقي.

٥. **أ.** ١ و ٢



ب. ١. إنزيم ب

٢. إنزيم ب

٣. إنزيم ب

٤. إنزيم ب

٦. الإنزيمات المثبتة لا تلوّث الناتج، ولا تفقد بسهولة، لذا يمكن إعادة استخدامها. وهي قادرة على العمل في نطاق واسع من الأرقام الهيدروجينيّة pHs، مقارنة بالإنزيمات غير المثبتة (الحرة) في المحاليل، وكذلك في نطاق واسع من درجات الحرارة. وهي أكثر مقاومة للمسخ.

إجابات أسئلة نهاية الوحدة

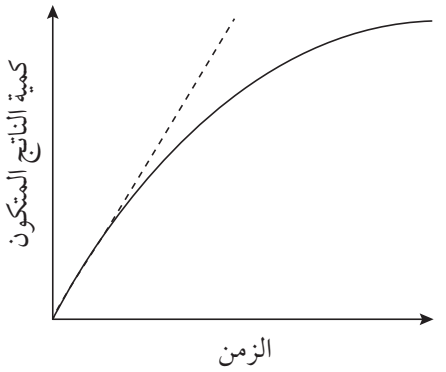
١. ج

٢. د

٣. د

٤. ج

٥. خط مستقيم مرسوم من نقطة البداية (عند الصفر) لإظهار الميل الحاد للمنحنى.



٦. **أ.** حمض الساكسينيك

ب. يعمل حمض المالونيك كمثبط تنافسي له تركيب مماثل لحمض الساكسينيك لذلك فإنه يتنافس معه على الموقع النشط.

ج. ١. السيستين.

٢. تشكل مجموعات SH- روابط (جسورًا) ثنائيّة الكبريتيد والتي تستخدم لتشكيل التركيب الثالثي.

قد يمنع المعدن (الفلز) الثقيل تكوّن الروابط (جسور) ثنائية الكبريتيد.

قد يغيّر المعدن الثقيل شكل الموقع النشط، إما من خلال الارتباط مباشرة بالموقع النشط، أو الارتباط بأي موقع آخر.

وبالتالي لن تكون المادة المتفاعلة قادرة على الارتباط بالموقع النشط.

٧. أ. إجراء اختبار بندكت على المحاليل (أ، ب، ج)، يمكن رؤية النتيجة الإيجابيّة مع محلول الجلوكوز نتيجة تكوّن راسب أحمر- بنّي.

تسخين عيّنتَين منفصلتَين من المحلولَين المتبقيَّين، في حمّام مائي مغلي إلى درجة حرارة مرتفعة (على سبيل المثال 80°C لمدة دقيقتَين على الأقل) الأمر الذي يؤدّي إلى مسخ الإنزيم، ثم مزج كل محلول جرى تسخينه مع عيّنة لم تسخن من المحلول الآخر.

يترك لعدة دقائق أو فترة زمنيّة مناسبة (لحدوث التفاعل).

إجراء اختبار بندكت على كلا الأنبوبتَين، ستعطي أنبوبة واحدة فقط نتيجة إيجابيّة (بسبب وجود المالتوز)، وستكون هي المحتوية على الإنزيم بدون تسخين.

اقبل الصياغة البديلة لجميع الخطوات، شريطة إدراج وصف التسلسل المنطقي نفسه.

ب. التحلل المائي.

٨. أ. لتكون تجربتها بمثابة تجربة ضابطة توضح ما يحدث في غياب إنزيم اللاكتيز ولتقارن نتيجتها بعد استخدام إنزيم اللاكتيز.

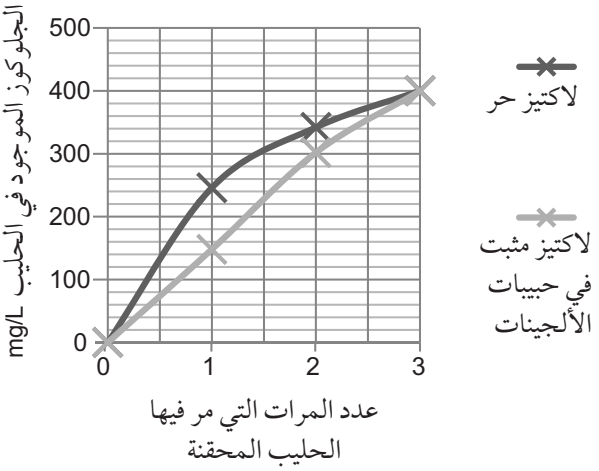
ب. درجة الحرارة، الرقم الهيدروجيني pH، (تركيز المادة المتفاعلة Substrate) أو نوع الحليب، تركيز الإنزيم أو اللاكتيز.

الزمن الذي بقيت خلاله المادة المتفاعلة أو الحليب مع إنزيم اللاكتيز.

ج. يشار إلى المحور السيني (المحور الأفقي) بأنه «عدد المرات التي مرّ فيها الحليب عبر المحقنة»، ويشار إلى المحور الصادي (المحور الرأسي) بأنه «الجلوكوز الموجود في الحليب مع تحديد الوحدات القياسية (mg/L)».

تم تحديد النقاط بدقة وبوضوح وترسم على شكل X أو دوائر ونقاط.

النقاط مرتبطة بخطوط مستقيمة أو بمنحنى سلس؛ خطوط محددة بوضوح مع مفتاح للتمييز بينها.



د. معدل التفاعل الأولي للاكتيز الحر أعلى من معدل التفاعل الأولي للاكتيز المثبت إلّا أن كلًا من اللاكتيز الحر واللاكتيز المثبت (المثبت هو المصطلح الأهم في حبيبات الألجينات) أنتجا الكمية القصوى نفسها من الجلوكوز الموجود في الحليب (400 mg/L).

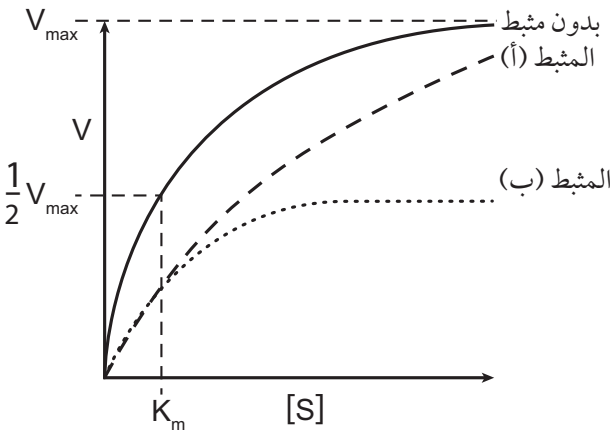
يكون المعدل الأولي للتفاعل مع اللاكتيز المثبت في حبيبات الألجينات أقل مما هو مع اللاكتيز الحر لأن المادة المتفاعلة لا يمكنها أن تختلط بحرية مع إنزيم اللاكتيز.

وجود اللاكتيز الحر باستمرار في الحليب يؤدي إلى استمرار تحلل اللاكتوز.

تم الوصول إلى الحد الأقصى نفسه (400 mg/mL) حيث تم تحلل كل المادة المتفاعلة (اللاكتوز) إلى نواتج.

هـ. الإنزيم أو اللاكتيز المثبت أكثر مقاومة للتغيرات في درجات الحرارة، وأكثر مقاومة لتغيرات الرقم الهيدروجيني (pH)؛ الأمر الذي يسهل عملية تخزينه، كما يمكن إعادة استخدامه عدة مرات. ولن يلوث الحليب بإنزيم اللاكتيز.

٩. أ. انظر الشكل ٣-١١.



[S] =تركيز المادة المتفاعلة

V= المعدل (السرعة)

ب. ليس للمثبط (أ) تأثير على V_{max} وهو يزيد من K_m

ج. يخفض المثبط (ب) V_{max}، وليس له تأثير على K_m.

د. المثبط (أ) تنافسي، والمثبط (ب) غير تنافسي، المثبط (أ) تنافسي للأسباب الآتية:

زاد من K_m، ولم يؤثر في V_{max}، أي أنه خفض من ألفة الإنزيم لمادته المتفاعلة حيث تنافست المادة المتفاعلة مع المثبط على الموقع النشط. وأدى زيادة تركيز المادة المتفاعلة إلى إبطال التثبيط.

أو:

المثبط (ب) غير تنافسي لأنه:

لم يؤثر على K_m بل خفض من V_{max}، وبالتالي لم يؤثر على ألفة الإنزيم لمادته المتفاعلة، ولم تتنافس المادة المتفاعلة مع المثبط على الموقع النشط،

ولم يؤدِّ زيادة تركيز المادة المتفاعلة إلى إبطال التثبيط.

إجابات كتاب التجارب العملية والأنشطة

إجابات الأنشطة

النشاط ٣-١ إجابة أسئلة عن التمثيلات البيانيّة

١. أ. يزداد الحجم الكلي لغاز الأكسجين المتجمع بمرور الزمن. ويكون معدل الزيادة أسرع عند بداية التفاعل ليتناقص تدريجيًا حتى 330 s تقريبًا ويصل الحجم الكلي إلى 11.6 mL تقريبًا، ومن هذا الوقت وصاعدًا، لا تحدث أيّة زيادة، بل يستقر مستوى التمثيل البياني عند القيمة 11.6 mL.

ب. يكون تركيز المادة المتفاعلة، بيروكسيد الهيدروجين، مرتفعًا عند البداية. وتكون الاصطدامات بين الإنزيم ومادته المتفاعلة أكثر حدوثًا أو تكرارًا، ومعدل التفاعل أعلى. وهذا ما يفسر ارتفاع معدل إنتاج غاز الأكسجين خلال هذه المرحلة. وينخفض تركيز المادة المتفاعلة بمرور الزمن لأنها تتحوّل إلى ناتج. وبالتالي، يتباطأ معدل التفاعل تدريجيًا إلى أن يصبح صفرًا عند 330 s فصاعدًا، لأن جميع المادة المتفاعلة قد تحوّلت إلى ناتج.

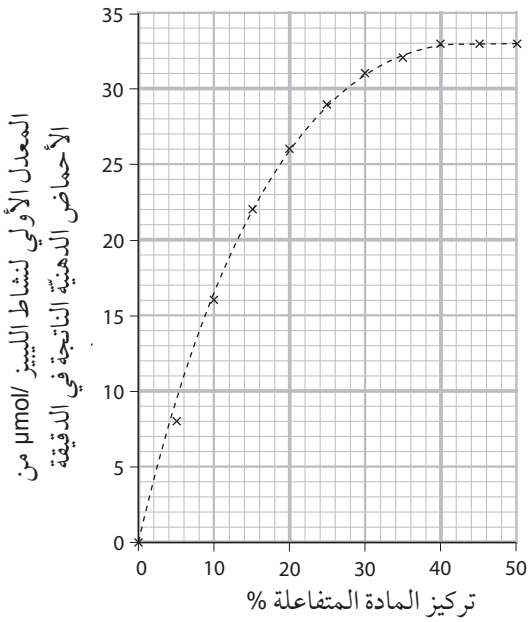
٢. يشبه منحنى كتاليز التفاح منحنى كتاليز الجزر، حيث يظهر معدل التفاعل تناقصًا بمرور الزمن. لكن يكون ميل منحنى كتاليز التفاح دائمًا أقل من منحنى كتاليز الجزر. الحجم الأقصى من غاز الأكسجين المنطلق في 330 s هو فقط 6.8 mL، وهو أقل بمقدار 4.8 mL من الحجم الأقصى للجزر. يبقى منحنى التفاح غير مستقر عند هذا الزمن، حيث يتابع ارتفاعه ببطء، الأمر الذي يدل على أن التفاعل لم يكتمل بعد، وأنه يوجد مزيد من المادة المتفاعلة.

٣. ستعتمد القيمة التي تحصل عليها على كيفيّة رسم المماس، والذي يصعب رسمه على وجه التحديد. يجب أن تكون الإجابة قريبة من $0.09\ mL\ s^{-1}$.

النشاط ٣-٢ حساب V_{max} و K_m

١. تركيز الليبيز ودرجة الحرارة.

٢.



٣. هذه هي القيمة التي تستقر عندها مستويات التمثيل البياني. V_{max} يساوي 33 µmol من الأحماض الدهنيّة في الدقيقة.

٤. عليك إيجاد K_m أعلى بقليل من 10 % من تركيز المادة المتفاعلة.

٥. للإنزيم الثاني ألفة أكبر لمادته المتفاعلة من ذلك المستخلص من البكتيريا *Burkholderia cepacia*.

النشاط ٣-٣ التخطيط لاستقصاء تأثير تركيز المثبط على نشاط إنزيم اليوريز

١. **أ.** تركيز المثبط.

ب. معدل نشاط اليوريز، (يقاس بالتغير في الرقم الهيدوجيني ويكون أكبر من 7)

ج. تركيز الإنزيم، تركيز المادة المتفاعلة، درجة الحرارة. (ملاحظة: لا يمكن الحفاظ على ثبات الرقم الهيدروجيني pH لأن المتغيّر التابع هو تغيّر في الرقم الهيدروجيني pH).

٢. من الممكن أن يكون المثبط ضارًا، لذا يجب الحرص على عدم ملامسته للجلد، أو استنشاق المسحوق.

المحلول الناتج من ذوبان الأمونيا في الماء قلوي جدًا، لذا ينبغي الحرص على عدم ملامسته للجلد أو الملابس. يجب ارتداء النظارات الواقية، ومعطف المختبر الواقي، والقفازات.

٣. **أ.** أستخدم ميزانًا إلكترونيًا لقياس 10 g من اليوريا. أضعها في دورق حجمي 100 mL. أضيف كميّة صغيرة من الماء المقطر، وأمزج حتى تذوب تمامًا. ثم أضيف المزيد من الماء المقطر ليصل المحلول في الدورق إلى الحجم 100 mL. أمزج جيدًا.

ب. يمكن استخدام محلول أكثر تركيزًا.

٤. **أ.** يمكن استخدام التخفيف التسلسلي. أضف 1 mL من المحلول 10 % إلى 9 mL من الماء لتحضير محلول 1 % ثم أضف 1 mL من المحلول 1% وأضفه إلى 9 mL من الماء لتحضير محلول 0.1 % كرر ذلك لتحضير مجموعة من المحاليل، كل منها مخففة 10 مرات من سابقتها.

بدلًا من ذلك، يمكنك إضافة 8 mL من المحلول 10% وإضافته إلى 2 mL من الماء لتحضير محلول 0.8 %. ثم إضافة 6 mL من المحلول 10% إلى 4 mL من الماء لتحضير محلول بنسبة 6% استمر حتى تحصل على مجموعة كافية من التراكيز.

ب. عليك تجربة، 10%، 1%، 0.1%، 0.01% و 0. وبدلًا من ذلك، يمكنك تجربة 8%، 6%، 4%، 2%، و0. العينة التي لا تحتوي على إنزيم هي ضابطة.

ج. سيكون من الجيد تكرار العمل 3 مرات لكل تركيز من المثبط.

٥. ضع حجمًا معروفًا من محلول اليوريز (مثلًا 5 mL) في عدة أنابيب اختبار. ضع أنابيب الاختبار في الحمّام المائي على درجة حرارة قريبة من المستوى الأمثل لذلك الإنزيم.

ضع حجمًا معروفًا من كل تركيز من المثبط (بما في ذلك 0) –مثلًا 5 mL– وأضفه إلى كل أنبوبة اختبار تحتوي على الإنزيم، في الحمّام المائي.

ضع حجمًا معروفًا من محلول اليوريا –مثلا 5 mL– في عدة أنابيب اختبار. ضع أنابيب الاختبار هذه في الحمّام المائي.

اترك جميع الأنابيب عشر دقائق على الأقل، إلى أن تصل محتوياتها إلى درجة حرارة الحمّام المائي.

استخدم مقياس الرقم الهيدروجيني pH لقياس pH أحد الأنابيب المحتوية على الإنزيم والمثبط. لاحظ ثم سجِّل الرقم الهيدروجيني pH. أضف محتويات أحد أنابيب الاختبار المحتوية على اليوريا إلى أنبوبة الاختبار المحتوية على الإنزيم والمثبط. لاحظ الرقم الهيدروجيني pH على فترات زمنيّة مناسبة، أو بعد فترة زمنيّة محددة. سجل الملاحظات.

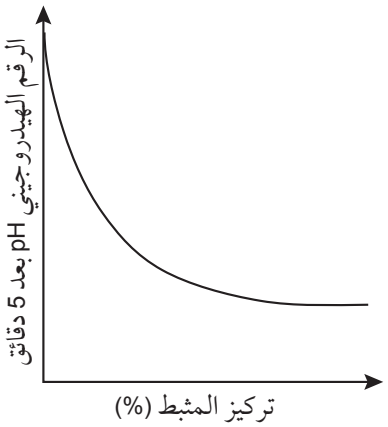
كرر ذلك لكل تركيز من المثبط.

كرر التجربة كاملة ثلاث مرات.

٦. يعتمد جدول تنظيم النتائج على طريقة تسجيل النتائج. يمكن أن يتم ذلك بتسجيل الرقم الهيدروجيني pH الذي أمكن الوصول إليه عند زمن معيّن، أو في الزمن المستغرق للوصول إلى رقم هيدروجيني pH معيّن.
أحد التصاميم الممكنة يمكن أن يكون كما يأتي:

تركيز المثبط %	الرقم الهيدروجيني pH الابتدائي	الرقم الهيدروجيني pH بعد خمس دقائق				
		القراءة الأولى	القراءة الثانية	القراءة الثالثة	متوسط القراءات الثلاث	متوسط متغير الرقم الهيدروجيني pH

٧. يجب رسم المنحنى على محورَين: المحور (س) والمسمّى تركيز المثبط، والمحور (ص) المسمّى الرقم الهيدروجيني pH بعد خمس دقائق). يجب أن يوضح المنحنى أن معدل التفاعل ينخفض مع زيادة تركيز المثبط، ليستقر عند التراكيز العالية من المثبط. لذلك، إذا كان المتغيّر التابع هو الرقم الهيدروجيني pH بعد خمس دقائق، يجب أن يبدأ المنحنى مرتفعًا عندما يكون تركيز المثبط 0، ثم يهبط إلى قيمة ثابتة.



النشاط ٣-٤ حساب نسبة الخطأ الفعلي والنسبة المئوية للخطأ

١. حجم الخطأ يعادل نصف حجم الجزء الأصغر على المقياس المستخدم والذي يبلغ هنا 10 mL. نظرًا لأن نصف 10 mL يساوي 5 mL، فإن الخطأ هو ±5 mL.

٢. الجزء الأصغر على المقياس يبلغ 2 mL وبالتالي، فإن حجم الخطأ لكل قياس يعادل نصف 2 mL، أي ± 1 mL. إذًا كنت تقيس التغيّر في حجم ما، فعليك أن تأخذ قياسين: قياس قيمة الحجم عند البداية وقياس قيمته عند النهاية، لذلك، يوجد عدم دقة (خطأ) لكل قياس بمقدار ± 1 mL، فيكون خطأ القياس عند البداية ± 1 mL ويضاف إليه خطأ القياس عند النهاية ± 1 mL أي يصبح الخطأ الكلي ± 2 mL.

٣. الخطأ في القياس هو 0.05 mL، وبالتالي فإن النسبة المئويّة للخطأ هي:

$$(\frac{0.05}{10} \times 100) = 0.5\%$$

٤. الخطأ في كل قياس هو 0.5 mm، لذا فإن الخطأ في قياس التغيّر في الطول هو 1.0 mm

التغيّر في الطول هو 3.35 cm، لأن حساب حجم الخطأ في قياس الطول يكون بالمليمتر، يجب تحويل التغير في الطول إلى mm.

3.35 cm = 33.5 mm

$$\frac{1.0}{33.5} \times 100 = 2.99\ \%$$

٥. الخطأ في كل قياس هو 0.005 g، لذا فإن الخطأ في قياس التغيّر في الكتلة هو 0.01 g

التغيّر في الكتلة هو -0.07 g

لذا فإن النسبة المئويّة للخطأ هي:

$$(\frac{0.01}{0.07} \times 100) = 14.3\ \%$$

لاحظ أنه تمّ تجاهل الإشارة السالبة عند حساب الخطأ الفعلي أو النسبة المئويّة للخطأ- لا يحدث أي فرق إذا ارتفعت الكتلة أو انخفضت.

إجابات الاستقصاءات العملية

مقدمة

تمثل تجارب الإنزيمات جزءًا مهمًا من أي موضوع في علم الأحياء، فهي تؤمّن مجموعة واسعة من الفرص لاكتساب العديد من المهارات التي يتم اختبارها في الامتحانات العمليّة، كما تساعد الطلبة على فهم الحقائق والمفاهيم التي تغطيها نواتج التعلم حول هذا الموضوع، والتي يتم اختبارها في الامتحانات النظريّة.

يوجد عدد كبير من تجارب الإنزيمات المحتملة التي يمكن تكليف الطلبة إجراءها، وتشمل هذه الوحدة ثلاثة استقصاءات اختيرت لأنها:

- تمكّن الطلبة من الإلمام بإنزيمَين شائعَين هما: الكتاليز والأميليز.
- معرفة طريقة استخلاص الإنزيمات من المواد الحيوية من دون الحاجة إلى شرائها جاهزة.
- تؤمّن للطلبة خبرة في قياس معدل التفاعل، إما عن طريق قياس سرعة اختفاء المادة المتفاعلة (باستخدام إنزيم الأميليز)، أو سرعة تكوُّن الناتج (باستخدام إنزيم الكتاليز).
- تؤمّن خبرة في العديد من تقنيات القياس المختلفة.
- تغطي نواتج التعلم ذات الصلة باستقصاءات الإنزيمات في المنهج الدراسي.

يوجد العديد من الإنزيمات الأخرى التي يمكن استخدامها مثل الليبيز واللاكتيز. ويمكنك أيضًا تغيير الإنزيمات المستخدمة في هذه الوحدة؛ على سبيل المثال، يمكن استخدام الكتاليز في الاستقصاء العملي ٣-٣ بدلًا من الأميليز.

تتصف تجارب الإنزيمات، مثل جميع تجارب الأحياء، بأنها لا تعطي دائمًا النتائج المتوقعة. من المهم تقدير أن الحصول على النتائج "الصحيحة" ليس الهدف الرئيسي من النشاط، إنما الهدف الأكثر أهميّة هو العملية Process. بالطبع، سيكون الطلبة أكثر ارتياحًا إذا أتت النتائج كما توقعوا، لكن يجب ألّا يشعروا بأن تجربتهم «لم تنجح» إذا كانت نتائجهم غير متوقعة. فالنتائج في هذه الحال تفتح مجالًا للبحث بشكل ناقد في خطوات التجربة وتحديدًا في الأسباب المحتملة للنتائج غير المتوقعة.

الاستقصاء العملي ٣-١: الدورة الزمنية للتفاعل المحفز بالإنزيم.

الأهداف التعليمية

٣-٣ يشرح كيف يستقصي سير التفاعلات المحفّزة بالإنزيم عن طريق قياس سرعة تكوّن النواتج باستخدام الكتاليز وسرعة اختفاء المادّة المتفاعلة باستخدام الأميليز.

المدّة

يتطلب إجراء هذا النشاط ٤٠ دقيقة تقريبًا اعتمادًا على مدى إلمام الطلبة بالأجهزة والتقنيات. وتتطلب أسئلة التحليل والاستنتاج والتقويم من ٤٠ إلى ٦٠ دقيقة تقريبًا.

توجيهات حول الاستقصاء

- يجب أن يعرف الطلبة المصطلحات العلمية الآتية ويفهموها: المادة المتفاعلة، والناتج، ومعدل التفاعل. كما يجب أن يفهموا كيفيّة عمل الإنزيمات من حيث الاصطدامات العشوائيّة (فرص الارتباط) بين المادة المتفاعلة والموقع النشط للإنزيم.
- تستخدم هذه التجربة الكتاليز المستخلص من سيقان الكرفس، من دون إمكانية معرفة تركيز الإنزيم أو نشاطه؛ لذا قم بإعداد المستخلص واختباره بنفسك أو بمساعدة فنّي المختبر قبل بدء الحصة.

١. اقطع ساقًا كبيرة أو ساقَين من سيقان الكرفس إلى عدة قطع، وضعها في خلاط كهربائي. أضف 400 mL تقريبًا من الماء المقطر (دوّن كتلة الكرفس وحجم الماء المستخدمَين، فقد يفيد ذلك لاحقًا). شغّل الخلاط لتكوين معلق من مستخلص الكرفس في الماء.

٢. ضع قطعة من الشاش في قمع ترشيح، وثبّت القمع في كأس زجاجية، ثم اسكب مستخلص الكرفس في القمع، واتركه حتى يمر الجزء السائل من المستخلص عبر الشاش. يمكنك الضغط عليه بلطف لتسريع العمليّة.

٣. صل أنبوبة اختبار كبيرة ذات ذراع جانبيّة مع محقن الغاز، وتأكد من تحرك مكبس محقن الغاز بحريّة. ثبّت أنبوبة الاختبار والمحقن على حامل الأنابيب باستخدام الملقط والمشبك.

٤. أضف 20 mL من بيروكسيد الهيدروجين إلى أنبوبة الاختبار.

٥. أضف 5 mL من مستخلص الكرفس إلى محلول بيروكسيد الهيدروجين وأعد السدادة بأسرع ما يمكن.

٦. عندما يبدأ غاز الأكسجين بالانطلاق، يتحرك مكبس محقن الغاز. لاحظ مدى سرعة هذا التحرك، وقرر مدى قدرة الطلبة على قياس حجم غاز الأكسجين في المحقن على فترات 15 أو 30 ثانية. من المحتمل أن يكون معدل إنتاج غاز الأكسجين أثناء المحاولات الأولى سريعًا جدًا بحيث يصعب قياسه. في هذه الحال، يمكنك محاولة تخفيف مستخلص الإنزيم، أو تخفيف محلول بيروكسيد الهيدروجين أو تقليل نسبة حجم مستخلص الإنزيم إلى حجم محلول بيروكسيد الهيدروجين. قد تحتاج إلى عدة محاولات قبل التحقق من أن تركيز الإنزيم وحجمه والمادة المتفاعلة يعطي معدلًا قابلًا للقياس. إذا كان معدل إنتاج الغاز بطيئًا جدًا، يمكنك محاولة تحضير إنزيم طازج باستخدام المزيد من الكرفس والقليل من الماء.

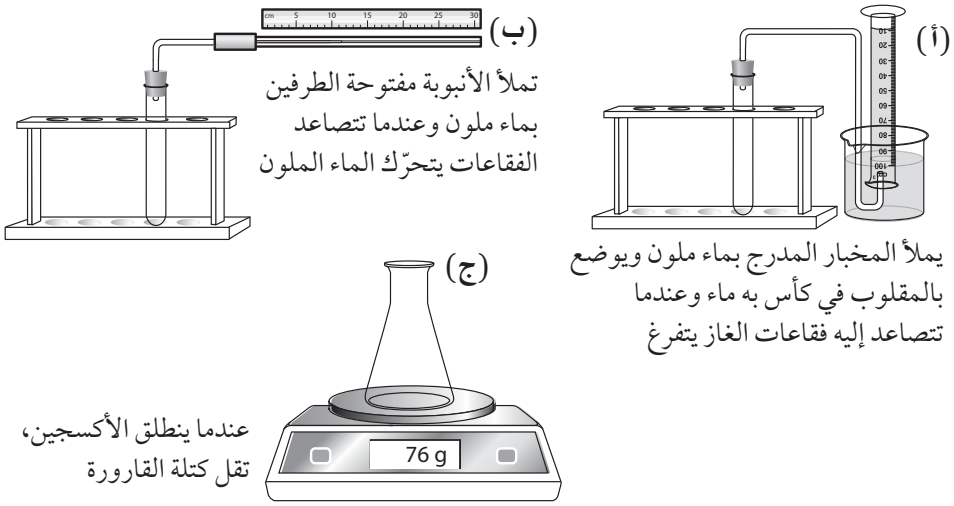
٧. كرر الخطوات من ٤–٧. جرّب تراكيز أو أحجام مختلفة من الإنزيم أو مستخلص الكرفس حتى تصبح واثقًا من قدرة الطلبة على أخذ قراءات لحجم غاز الأكسجين في المحقن على فترات 15 أو 30 ثانية.

ستحتاج إلى

المواد والأدوات	
• 5 mL من محلول مستخلص الكرفس المحضر	• ساعة إيقاف (أو مؤقت مثل الهاتف)
• 20 mL من محلول بيروكسيد الهيدروجين حجم 10	• حامل حديدي
• أنبوبة اختبار كبيرة، أو أنبوبة اختبار بذراع جانبيّة	• محقن 5 mL و 10 mL أو ماصتان مدرجتان.
• محقن غاز	• ماء مقطّر
• أنابيب لتكوين اتصال محكم بين أنبوبة الاختبار ومحقن الغاز	

ملاحظات وتوجيهات إضافيّة

- تحتوي أيّة مادة بيولوجية على الكتاليز. وإذا لم يتوافر الكرفس، فجرب مواد نباتيّة أخرى مثل البطاطس والجزر والتفاح أو غيرها من الفاكهة أو الخضار. يمكن أيضًا استخدام أنسجة حيوانيّة مثل الكبد، لكن الكتاليز في هذه المواد غالبًا ما يكون نشطًا، الأمر الذي يصعب جدًا معها قياس معدل التفاعل.
- إذا توافر محلول بيروكسيد الهيدروجين حجم 20 بدلًا من حجم 10، يمكن تخفيفه بنسبة 50 %.
- في حال عدم توافر خلاط كهربائي، يمكن طحن قطع من ساق الكرفس مع الماء باستخدام مدقة وهاون. وحتى لا يستغرق الأمر وقتًا طويلًا، تعامل مع كميّات صغيرة في كل مرة.
- تستخدم هذه الطريقة محاقن غاز لتجميع الغاز المتصاعد، وهي الأبسط والأكثر دقة في قياس معدل تكوّن غاز الأكسجين. فإذا تمّ استخدام محاقن بلاستيكيّة "عاديّة"، يجب التأكد من أنها محكمة الإغلاق، وأن مكبس المحقن يتحرك بسلاسة.
- وفي حال عدم توافر المحقن المناسب يمكن تجربة إحدى الطرائق الموضحة في الشكل ٣–١.



الشكل ٣-١ ثلاث طرائق مختلفة لتجميع غاز الأكسجين المنطلق

⚠ احتياطات الأمان والسلامة

- يجب أن يقرأ الطلبة قسم إرشادات السلامة في بداية كتاب التجارب العمليّة والأنشطة، قبل إجراء هذا الاستقصاء.
- يجب اتّباع إجراءات السلامة المعيارية في المختبرات دائمًا.
- بيروكسيد الهيدروجين عامل مؤكسد قوي ومبيض، لذا يجب ارتداء نظارات واقية أثناء إجراء الاستقصاء. يتحلل بيروكسيد الهيدروجين ببطء طوال الوقت حتى بدون وجود عامل حفاز، لذا قد يتراكم غاز الأكسجين في القارورة التي يُحفظ فيها بيروكسيد الهيدروجين. فاحفظه في مكان مظلم وبارد، وتوخَّ الحذر عند فتح القارورة.
- إذا تصاعد غاز الأكسجين بسرعة كبيرة، قد يندفع مكبس المحقن بسرعة إلى مسافة بعيدة باتجاه أحد الاشخاص. ولتجنّب ذلك اربط المكبس في المحقن بخيط يمنعه من الاندفاع لمسافة بعيدة.

توجيهات حول إجراء الاستقصاء

- المشكلة الأكثر شيوعًا والتي تحدث أثناء إجراء التجربة هي أن لا يكون الجهاز محكم الإغلاق. تحقق من جميع الوصلات، وتأكد من استخدام أنابيب مطاطيّة بأقطار مناسبة لربط الأدوات الزجاجيّة. وإذا استمرت المشكلات فاستخدم الفازلين لإغلاق الوصلات الضعيفة. قد يكون استخدام الشمع المذاب (المنصهر) مفيدًا لهذا الغرض، لكن يصعب تنظيفه.
- من الصعب إعادة السدادة بالكامل إلى أنبوبة الاختبار بعد إضافة مستخلص الإنزيم إلى بيروكسيد الهيدروجين مباشرة، الأمر الذي يؤدي إلى تسرب بعض الغاز، وإلى انخفاض قياس الحجم انخفاضًا كبيرًا (هذا مصدر للخطأ على الطلبة تحديده والتعليق عليه أثناء إجابتهم عن السؤال ٨). يمكن تقليل التأخير الزمني لإعادة السدادة إذا عمل الطلبة في ثنائيات أو في مجموعات صغيرة.

قد يواجه بعض الطلبة صعوبات لغوية في صياغة إجاباتهم عن بعض الأسئلة، على سبيل المثال السؤالان ٢ و ٥، في هذه الحال يمكن تقديم جمل ناقصة ليكملوها، و/ أو تقديم قائمة بالمصطلحات والعبارات التي يمكن استخدامها في الإجابات.

السؤال ٧ ذو مستوى عالٍ من الصعوبة. يمكن الطلب إلى كل مجموعة منهم مناقشة السؤال، ثم عرض ما توصلت إليه على بقية الصف. ناقش إجاباتهم مع الصف ككل، ثم اطلب إلى كل طالب كتابة إجابته بأسلوبه الخاص.

من التمارين الإضافية تزويد الطلبة بطرائق مختلفة لجمع الغاز وقياس حجمه (يعرض الشكل ٣-١بعضها). يمكن تخصيص كل مجموعة بطريقة من هذه الطرائق، ثم مناقشة أي جهاز منها يحقق النتائج الأكثر دقة، وسبب ذلك. سيساعد هذا الأمر في تطوير فهم الطلبة لاتخاذ القرارات حول كيفيّة قياس المتغيّر التابع.

اطلب إلى الطلبة اقتراح كيفيّة استخدام هذه التقنية لمقارنة معدلات نشاط إنزيم الكتاليز المستخلص من نوعَين مختلفَين من الخضار، أو من سيقان الكرفس المحفوظة في ظروف مختلفة (مثلًا في الثلاجة وفي مطبخ دافئ). يمكنهم البدء بالتفكير في المتغيرات التي سيحاولون الحفاظ على ثباتها. كما يمكنهم عند توافر الوقت إجراء استقصاءاتهم الخاصة.

مفاهيم خاطئة شائعة

- المصطلحان «**محفز**» و«**حفاز**» متشابهان، ويستحقان تخصيص بعض الوقت لتوضيحهما للطلبة، وللتأكد من فهمهم لكل مصطلح.
- ربّما لا يدرك الطلبة في تفسيرهم للتمثيل البياني أن التفاعل قد توقف مع توقف ازدياد حجم غاز الأكسجين. قد يقرأون التمثيل البياني على أنه يوضح استمرار تحرير غاز الأكسجين، متوقعين وصول الخط إلى نقطة الصفر عند التوقف عن إنتاج المزيد.

عيّنة نتائج

انظر الجدول ٣-١

الزمن/ s	حجم غاز الأكسجين/mL
30	2.0
60	5.5
90	7.5
120	9.5
150	11.5
180	13.0
210	14.5
240	16.0
270	17.0
300	18.5
330	19.5
360	20.5
390	21.0
420	21.0
450	21.5
480	22.0
510	22.5

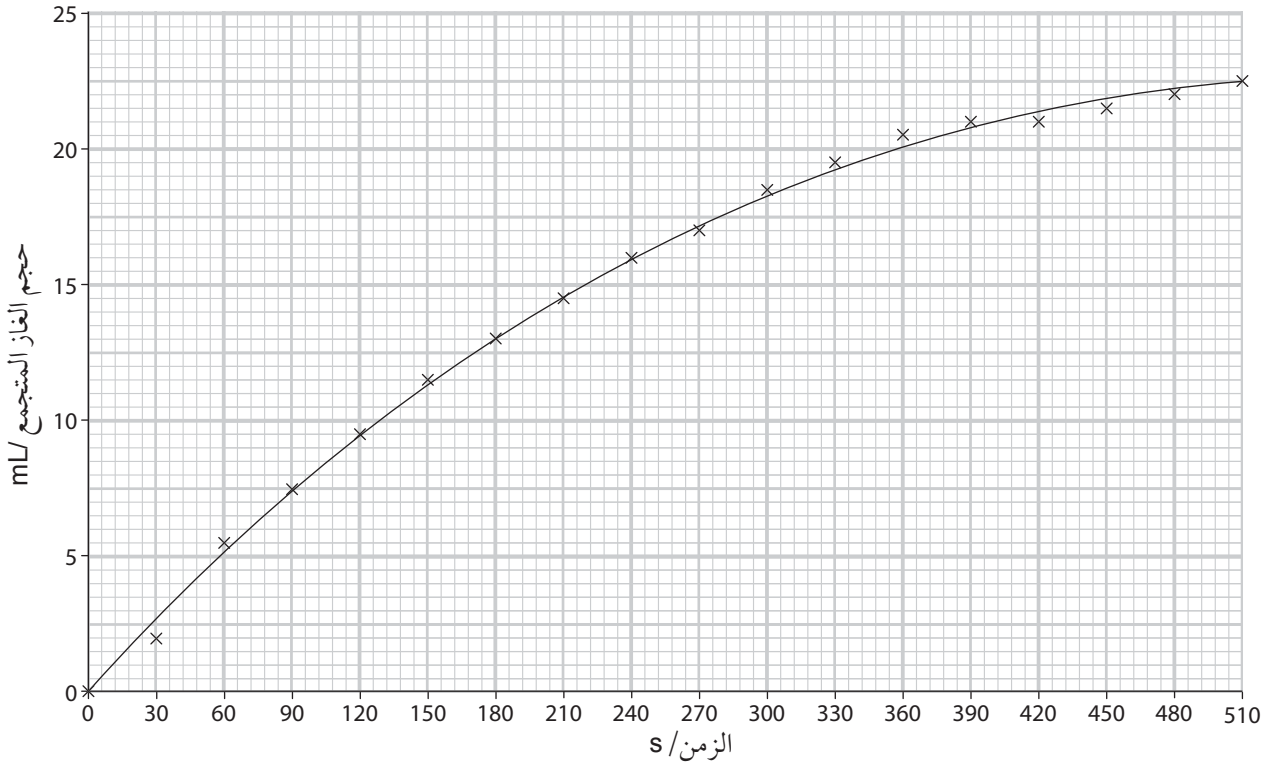
الجدول ٣-١ جدول النتائج للاستقصاء

إجابات أسئلة كتاب التجارب العملية والأنشطة (باستخدام عيّنة النتائج)

يفضل أن يستخدم الطلبة نتائجهم الخاصة عند الإجابة عن الأسئلة. في هذه الحال، عليك التحقق من إجاباتهم عن الأسئلة ١، ٢، ٣،٤، ٥، ٦ مقابل نتائجهم.

تتعلق الإجابات الآتية بنتائج العيّنة في الجدول ٣-١.

١. انظر الشكل ٣-٢



الشكل ٣-٢

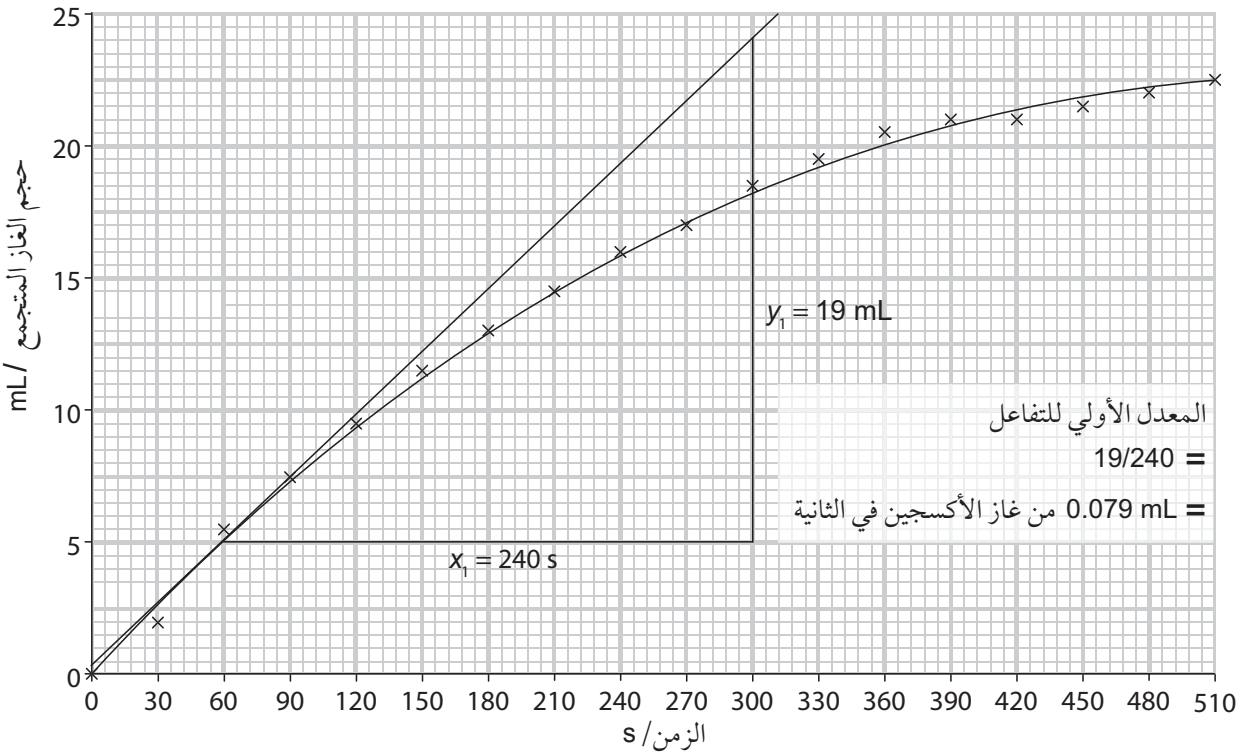
٢. يكون معدل التفاعل سريعًا في البداية، ويصبح أبطأ تدريجيًا بمرور الزمن.

٣. في الزمن صفر (0)، قبل أن يبدأ الإنزيم بتفكيك بيروكسيد الهيدروجين.

٤. لم يستقر التمثيل البياني، فلا يزال هناك بعض غاز الأكسجين يتحرر، الأمر الذي يعني أنه لا يزال هناك بعض المادة المتفاعلة التي لم يتم تفكيكها حتى بعد 510 ثوان.

٥. عند إضافة الكتاليز لأول مرة إلى بيروكسيد الهيدروجين، يكون تركيز المادة المتفاعلة هو الأعلى. ويكون تكرار التصادمات (زيادة فرص الارتباط) بين جزيئات الكتاليز وجزيئات بيروكسيد الهيدروجين، ومعدل تكوّن معقد الإنزيم- المادة المتفاعلة مرتفعًا. بمرور الوقت، يتناقص تركيز المادة المتفاعلة تدريجيًا بسبب تفكيكها (تكسرها) بفعل الإنزيم، وينخفض بالتالي تكرار الاصطدامات (تنخفض فرص الارتباط). وفي النهاية لن تبقى هناك مادة متفاعلة، لذا سيصبح معدل التفاعل صفرًا.

٦. انظر الشكل ٣-٣



الشكل ٣-٣

٧. ينخفض تركيز المادة المتفاعلة مع سير التفاعل. إذا أردنا استقصاء تأثير تركيز المادة المتفاعلة على معدل التفاعل، يكون تركيز المادة المتفاعلة هو المتغيّر المستقل، ونحن في حاجة إلى قياسه ومعرفة ماهيته. لا يمكن استقصاء ذلك إذا كان تركيز المادة المتفاعلة متغيّرًا. لذا يكون من الضروري قياس معدل التفاعل مباشرة في بداية التفاعل، وقبل أن ينخفض تركيز المادة المتفاعلة بشكل ملحوظ. عندها فقط يمكن التأكد من أن تركيز المادة المتفاعلة ثابت في جميع التجارب.

٨. **ب.** خطأ عشوائي. سيتسرب الغاز من أنبوبة الاختبار في بداية التفاعل. وعند إعادة السدادة إلى مكانها سيتوقف تسربه. لذلك يفقد بعض الغاز في البداية، ويكون الحجم الكلي للغاز المتجمع منخفضًا. وعند إعادة السدادة إلى مكانها، يمكن جمع كل الغاز ويكون التغيّر في الحجم صحيحًا.

ج. خطأ عشوائي. يمكن أن تؤخذ القراءة قبل الوقت المطلوب أو بعده بقليل. وقد يؤدي ذلك إلى ظهور نقاط لا تقع بدقة على المنحنى في التمثيل البياني، لأن النقطة الموضوعة عند 30 ثانية مثلًا تتبع في الواقع إلى 31 ثانية.

د. خطأ منهجي. إذا لم يكن المقياس صحيحًا تمامًا، فمن المحتمل أن تكون كل قراءة خارج القيمة في كل مرة. يمكن أن يعطي قراءة مرتفعة جدًا أو منخفضة جدًا تبعًا لطبيعة الخطأ في المقياس.

هـ. خطأ عشوائي. إنه خطأ واحد يحدث مرة واحدة فقط. يجب رسم المماس بشكل قريب إلى الأصل قدر الإمكان، لكن يصعب ذلك، والمنحنى شديد الانحدار (خط مستقيم تقريبًا هنا). سيكون لرسم المماس في المكان الخطأ أو الزاوية الخطأ تأثير كبير على القيمة المحسوبة للمعدل الأولي للتفاعل، والذي يمكن أن يكون مرتفعًا جدًا (إذا رسم المماس عموديًا عند زاوية رأسيّة جدًا)، أو منخفضًا جدًا (إذا رسم المماس مائلًا جدًا إلى اليمين).

استقصاء عملي ٣-٢: تأثير تركيز المادة المتفاعلة على معدل التفاعل المحفِّز بالإنزيم

الأهداف التعليمية

٣-٣ يشرح كيف يستقصي سير التفاعلات المحفّزة بالإنزيم عن طريق قياس سرعة تكوّن النواتج باستخدام الكتاليز وسرعة اختفاء المادّة المتفاعلة باستخدام الأميليز.

٣-٥ يستقصي ويشرح تأثير العوامل الآتية في سرعة التفاعلات المحفّزة بالإنزيم:

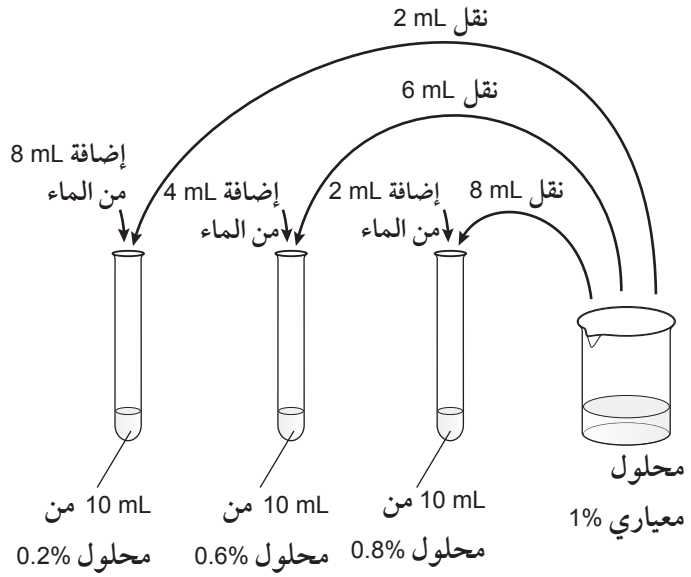
- تركيز الإنزيم
- تركيز المادة المتفاعلة
- تركيز المثبّط

المدّة

يتطلب إجراء هذا النشاط ٤٠ دقيقة تقريبًا، ويعتمد ذلك جزئيًا على مدى سرعة الطلبة في تحديد كيفيّة تحضير تراكيز مختلفة من المادة المتفاعلة وكيفيّة إجراء ذلك. وتتطلب أسئلة التحليل والاستنتاج والتقويم ٣٠ دقيقة تقريبًا.

توجيهات حول الاستقصاء

- يجب أن يكون الطلبة قد أجروا الاستقصاء العملي ٣-١، لكي يكونوا ملمّين بالإنزيم وبتقنية قياس معدل التفاعل.
- ستقوم بنفسك أو بمساعدة فني المختبر بتحضير محلول مستخلص الكرفس (انظر النشاط العملي ٣-١ للإرشادات) وبالتخفيف التسلسلي لبيروكسيد الهيدروجين للحصول على التراكيز اللازمة (انظر الشكل ٣-٤).



الشكل ٣-٤ التخفيف التسلسلي

ستحتاج إلى

المواد والأدوات	
• 25 mL من محلول مستخلص الكرفس المحضر	• محقن غاز
• 20 mL تقريبًا من محلول بيروكسيد الهيدروجين حجم 10 من كل من التراكيز 20%، 40%، 60%، 80%، 100%	• أنابيب لتكوين اتصال محكم بين أنبوبة الاختبار ومحقن الغاز
• كأسان سعة 250 mL	• ساعة إيقاف
• 5 كؤوس سعة 100 mL أو أيّة أوعية صغيرة	• حامل أنابيب، مشبك وملقط
• قلم للكتابة على الزجاج	• محقن 5 mL أو 10 mL أو ماصتان مدرجتان.
• أنبوبة اختبار كبيرة	• ماء مقطّر

ملاحظات وتوجيهات إضافيّة

- انظر الاستقصاء العملي ٣-١ لتعرف اقتراحات لأدوات بديلة.
- قد يفضل استخدام محلول بيروكسيد الهيدروجين حجم 20، لأنه يوفِّر مجموعة كبرى من تراكيز المادة المتفاعلة المختلفة.

⚠ احتياطات الأمان والسلامة

- يجب أن يقرأ الطلبة قسم إرشادات السلامة الوارد في بداية كتاب التجارب العمليّة والأنشطة، قبل إجراء هذا الاستقصاء.
- يجب اتّباع إجراءات السلامة المعيارية في المختبرات دائمًا.
- بيروكسيد الهيدروجين عامل مؤكسد قوي ومبيض، لذا يجب ارتداء نظارات واقية أثناء إجراء الاستقصاء. يتحلل بيروكسيد الهيدروجين ببطء طوال الوقت حتى بدون وجود عامل حفاز، لذا قد يتراكم غاز الأكسجين في القارورة التي يُحفظ فيها بيروكسيد الهيدروجين. فاحفظه في مكان مظلم وبارد، وتوخَّ الحذر عند فتح القارورة.
- إذا تصاعد غاز الأكسجين بسرعة كبيرة، قد يندفع مكبس المحقن بسرعة إلى مسافة بعيدة باتجاه أحد الأشخاص. ولتجنّب ذلك اربط المكبس في المحقن بخيط يمنعه من الاندفاع إلى مسافة بعيدة.

توجيهات حول إجراء الاستقصاء

- انظر النقاط الموضحة في الاستقصاء العملي ٣-١.
- إذا بدأ الطلبة العمل بالتركيز الأكثر انخفاضًا من المادة المتفاعلة، فقد يجدون أن التفاعل يندر حدوثه، وقد يخسرون كثيرًا من الوقت في مراقبة أجهزتهم لرصد تحرير كمية من الغاز يمكن قياسها، لذلك يفضل الطلب إليهم البدء بالتركيز الأعلى، والعمل بشكل منهجي باتجاه التركيز الأقل.

يمكن للطلبة الذين يحتاجون إلى المزيد من التحدي، والذين توصلوا إلى الحصول على مجموعة من النتائج قابلة للتمثيل البياني، استخدام التمثيل البياني هذا لحساب ثابت ميكاليس-مينتين K_m. يتضمن النشاط ٣-٢ الوارد في كتاب التجارب العمليّة والأنشطة إرشادات حول كيفيّة إجراء ذلك. ويقدم الشكل ٣-٤ مثالًا على كيفيّة تحضير الطلبة لتراكيز مختلفة.

نتائج عيّنة

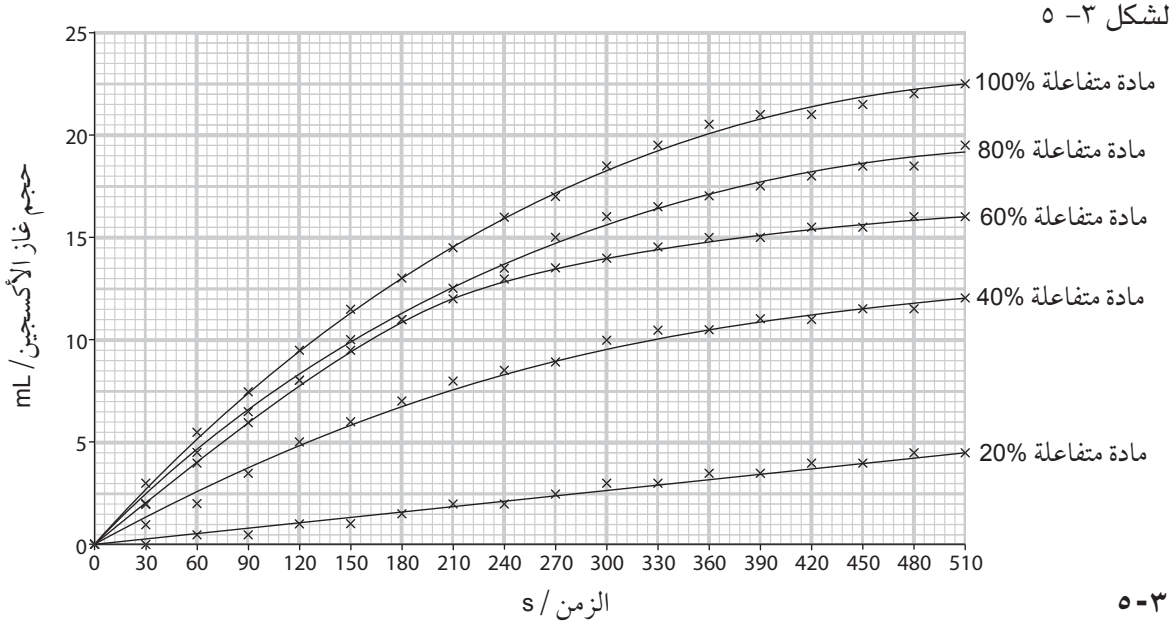
انظر الجدول ٣-٢.

الزمن/ s	حجم غاز الأكسجين/ mL				
	مادة متفاعلة 100%	مادة متفاعلة 80%	مادة متفاعلة 60%	مادة متفاعلة 40%	مادة متفاعلة 20%
0	0	0	0	0	0
30	2.0	3.0	2.0	1.0	0
60	5.5	4.5	4.0	2.0	0.5
90	7.5	6.5	6.0	3.5	0.5
120	9.5	8.0	8.0	5.0	1.0
150	11.5	10.0	9.5	6.0	1.0
180	13.0	11.0	11.0	7.0	1.5
210	14.5	12.5	12.0	8.0	2.0
240	16.0	13.5	13.0	8.5	2.0
270	17.0	15.0	13.5	9.0	2.5
300	18.5	16.0	14.0	10.0	3.0
330	19.5	16.5	14.5	10.5	3.0
360	20.5	17.0	15.0	10.5	3.5
390	21.0	17.5	15.0	11.0	3.5
420	21.0	18.0	15.5	11.0	4.0
450	21.5	18.5	15.5	11.5	4.0
480	22.0	18.5	16.0	11.5	4.5
510	22.5	19.0	16.0	12.0	4.5

الجدول ٣-٢

إجابات أسئلة كتاب التجارب العملية والأنشطة (باستخدام عيّنة النتائج)

١. انظر الشكل ٣- ٥



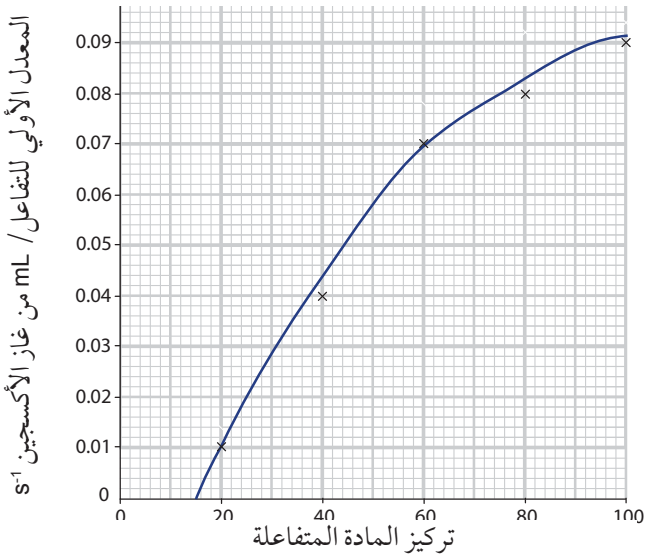
الشكل ٣-٥

٢. النتائج الواردة في الجدول ٣-٣ تقريبيّة. وتعتمد كثيرًا على مدى دقة مكان المماس على المنحنى وكيفيّة رسمه.

تركيز المادة المتفاعلة (%) للمحلول الأصلي	المعدل الأولي للتفاعل / mL من غاز الأكسجين s^{-1}
100	0.09
80	0.08
60	0.07
40	0.04
20	0.01

الجدول ٣-٣

٣. انظر الشكل ٣-٦



الشكل ٣-٦

٤. بيّنت النتائج الأولية في الجدول ٣-٢ أن حجم غاز الأكسجين الناتج بعد 30 ثانية مع تركيز المادة المتفاعلة 80% (3 mL) أكبر من حجمه مع تركيز المادة المتفاعلة 100% (2 mL). (انظر الدائرة الحمراء في الجدول ٣-٢).

٥. كلما زاد تركيز المادة المتفاعلة زاد معدل التفاعل الأولي.

قد يجد بعض الطلبة أن مستويات التمثيل البياني عندهم تستقر عند تراكيز المادة المتفاعلة العليا، بينما يجب أن يكون استنتاجهم هو الآتي:

كلما زاد تركيز المادة المتفاعلة زاد معه معدل التفاعل الأولي. وعند تراكيز المادة المتفاعلة المرتفعة جدًا يتم الوصول إلى معدل التفاعل الأقصى.

٦. كلما زاد تركيز المادة المتفاعلة زاد عدد جزيئات بيروكسيد الهيدروجين في أي جزء من حجم الخليط المتفاعل. ويزيد ذلك من فرصة اصطدام جزيء بيروكسيد الهيدروجين بالموقع النشط لإنزيم الكتاليز، مكوّنًا معقدات إنزيم-مادة متفاعلة. وكلما كانت الاصطدامات (فرص الارتباط) أكثر تكرارًا كان معدل التفاعل أسرع.

(لاحظ أن المهم هو تواتر الاصطدامات، وليس عدد الاصطدامات).

في التراكيز العالية جدًا من المادة المتفاعلة، قد يتم إشغال جميع المواقع النشطة طوال الوقت، بحيث لا تزيد أيّة زيادة في تركيز المادة المتفاعلة من معدل التفاعل.

٧. اختر أيًا من الآتي:

- سيتسرّب بعض غاز الأكسجين من أنبوبة الاختبار (المنزوعة السدادة) في بداية الاستقصاء ما يؤدي إلى أن يكون حجم غاز الأكسجين الذي يتم جمعه صغيرًا (أصغر من الحجم الصحيح)، ولكن عند إعادة السدادة إلى أنبوبة الاختبار يتوقف التسرب؛ ويكون حجم غاز الأكسجين المتجمع أقرب إلى الحجم الصحيح عند السرعة في إعادة السدادة إلى مكانها.
- يمكن أن تؤخذ القراءة قبل الوقت المطلوب أو بعده بقليل. وقد يؤدي ذلك إلى ظهور نقاط لا تقع بدقة على المنحنى في التمثيل البياني، لأن النقطة الموضوعة عند 30 ثانية مثلًا تتبع في الواقع إلى 31 ثانية.
- إذا لم يكن المقياس صحيحًا تمامًا، فمن المحتمل أن تكون كل قراءة خارج القيمة في كل مرة. ويمكن أن يعطي قراءة مرتفعة جدًا أو منخفضة جدًا تبعًا لطبيعة الخطأ في المقياس.
- يجب رسم المماس بشكل قريب إلى الأصل قدر الإمكان، لكن يصعب ذلك، والمنحنى شديد الانحدار (خط مستقيم تقريبًا هنا). سيكون لرسم المماس في المكان الخطأ أو الزاوية الخطأ تأثير كبير على القيمة المحسوبة للمعدل الأولي للتفاعل، والذي يمكن أن يكون مرتفعًا جدًا (إذا رسم المماس عموديًا عند زاوية رأسيّة جدًا)، أو منخفضًا جدًا (إذا رسم المماس مائلًا جدًا إلى اليمين).
- خلال إجراء التخفيف التسلسلي لمحلول بيروكسيد الهيدروجين، قد يحدث خطأ بسيط عند تحضير أحد المحاليل، الأمر الذي يؤثر على التخفيفات اللاحقة.
- أي خطأ سيؤثر على النتائج اتساقًا أو ثباتًا للمتغيرات المعيارية.

٨. أي مقترحين مرتبطين بمصدري خطأ، مثلًا:

- أُخذت القراءات على أوقات زمنيّة غير صحيحة تمامًا، لذلك يفضل استخدام أجهزة تسجيل البيانات لجمع القراءات بدلًا من الاعتماد على الأشخاص، وذلك لتجنب الخطأ.
- إجراء التخفيف التسلسلي لم يكن صحيحًا تمامًا، فإما الحصول على محاليل جاهزة التحضير بالتراكيز الصحيحة والاستغناء عن القيام بإجراء التخفيف التسلسلي، أو التأكد أن أدوات قياس الكميات المستخدمة في التخفيف التسلسلي دقيقة (مثلًا استخدام محاقن ذات دقة عالية لقياس الحجوم بدلًا من استخدام الكؤوس الزجاجية).

استقصاء عملي ٣- ٣: تأثير تركيز الإنزيم على معدّل التفاعل المحفّز بالإنزيم

الأهداف التعليمية

٣-٣ يشرح كيف يستقصي سير التفاعلات المحفّزة بالإنزيم عن طريق قياس سرعة تكوّن النواتج باستخدام الكتاليز وسرعة اختفاء المادّة المتفاعلة باستخدام الأميليز.

٣-٥ يستقصي ويشرح تأثير العوامل الآتية في سرعة التفاعلات المحفّزة بالإنزيم:

- تركيز الإنزيم
- تركيز المادة المتفاعلة
- تركيز المثبّط.

المدّة

يتطلب إجراء هذا النشاط ٤٠ دقيقة تقريبًا. وتتطلب أسئلة التحليل والاستنتاج والتقويم٣٠ دقيقة تقريبًا.

توجيهات حول الاستقصاء

- من المفيد إجراء الاستقصاءَين العمليَّين ٣-١و ٣- ٢ قبل إجراء هذا الاستقصاء. إذ على الطلبة أن يعرفوا كيفيّة تحضير مجموعة من التراكيز من خلال التخفيف، وأن يكونوا قادرين على تحديد الأخطاء العشوائيّة والمنهجيّة.
- الأميليز المتوافر في محلات بيع الأجهزة والمواد المختبريّة يكون مستخلصًا عادة من الفطريات أو البكتيريا. وقد تتوافر معه معلومات عن هذا الأميليز توضح مثلًا درجة الحرارة المثلى (والتي قد تكون مرتفعة حتى 80°C). إلّا أنه، عليك اختبار نشاط الإنزيم بنفسك والتحقق منه. حضّر محلول الأميليز % 1 (أذب 1 g من الأميليز في قليل من الماء البارد، ثم أكمل إضافة الماء حتى 100 mL)، ومحلول النشا % 5 القابل للذوبان. أضف 1 mL من محلول الأميليز إلى 1 mL من محلول النشا، واخلط جيدًا. خذ كل دقيقة أو نحو ذلك عيّنات للتحقق من استمرار وجود النشا. من الناحية المثاليّة، قد ترغب، أن يختفي كل النشا خلال فترة 15-5 دقيقة. إذا اختفى بسرعة كبيرة فحاول تخفيف محلول الأميليز، وإذا اختفى ببطء شديد، فخفّف محلول النشا.
- لا تقترح التعليمات توحيد الرقم الهيدروجيني pH. من الناحية المثاليّة، يجب أن يكون هذا الرقم متغيّرًا معياريًا، ويمكن الحفاظ على ثباته باستخدام محلول منظم يطابق الرقم الهيدروجيني pH الأمثل للإنزيم. ومع ذلك، عمليًا، لن يختلف الرقم الهيدروجيني pH، لذلك قد يكون من الأفضل تجاوز هذه الخطوة واستخدام الماء المقطر ببساطة.

ستحتاج إلى

المواد والأدوات	
• 10 mL محلول إنزيم الأميليز محضر من كل من التراكيز 1%، 0.8%، 0.6%، 0.4%، 0.2%	• ساعة إيقاف
• 50 mL تقريبًا من محلول النشا 5% (أو أي تركيز مناسب).	• محقنان 5 mL أو 10 mL أو ماصتان مدرجتان 10 mL
• كأسان زجاجيتان 250 mL	• محلول اليود، مع قطارة
• 5 كؤوس زجاجية 100 mL أو أوعية صغيرة أخرى	• بلاطة بيضاء عدد 2، ويفضّل استخدام بلاط به تجاويف
• قلم للكتابة على الزجاج	• ورق تنظيف العدسات (خال من النشا) لتنظيف السيقان الزجاجية
• 12 أنبوبة اختبار نظيفة	• ماء مقطر
• ساق زجاجيّة عدد 6	• حمام مائي يمكن التحكم فيه حراريًا

ملاحظات وتوجيهات إضافيّة

- إذا لم يتوافر حمّام مائي يمكن التحكم فيه حراريًا، يستطيع الطلبة إعداد حمّام مائي عن طريق ملء كأس زجاجيّة كبيرة بالماء على درجة حرارة الغرفة. يمكنهم قياس درجة الحرارة على فترات طوال التجربة للتأكد من بقائها ثابتة. من الناحية العمليّة، لا يمكن الحفاظ على ثبات درجة الحرارة مطلقًا، لذلك سيكون هذا مصدرًا مهمًا للخطأ تجدر مناقشته.

⚠ احتياطات الأمان والسلامة

- يجب أن يقرأ الطلبة قسم إرشادات السلامة الوارد في بداية كتاب التجارب العمليّة والأنشطة، قبل إجراء هذا الاستقصاء.
- يجب اتّباع إجراءات السلامة المعيارية في المختبرات دائمًا.
- على الرغم من أن جميع الإنزيمات يمكن أن تسبب ردود فعل تحسسيّة لدى عدد قليل من الطلبة، إلّا أنه من غير المحتمل أن يسبّب تركيز الأميليز المستخدم في هذا الاستقصاء أية مخاطر مهمة.

توجيهات حول إجراء الاستقصاء

- توصف هذه التجربة بأنها غير دقيقة، فقد يفشل الأميليز أحيانًا في هضم النشا بشكل كامل، أو قد يهضمه بسرعة كبيرة بحيث لا يمكن قياس أيّة اختلافات في المعدل بين التراكيز المختلفة. من الضروري أن تختبر هذه التجربة قبل أن تطلب إلى الطلبة إجراءها، في محاولة لإيجاد التركيز المناسب للإنزيم والمادة المتفاعلة.
- يجب أن يتكوّن محلول النشا من نشا قابل للذوبان. لكن قد تواجهك مشكلة في الحصول على نشا قابل للذوبان يتفاعل بشكل مناسب مع محلول اليود. تأكد من أن محلول النشا المستخدم يعطي نتيجة إيجابيّة قويّة (لون أزرق قاتم، حاد) عند اختباره بمحلول اليود.

- أحد المصادر الشائعة للمشكلات تلويث الطلبة للمحاليل بامتزاج بعضها ببعض. قد يفشلون في تنظيف ساق زجاجية كانت على تلامس مع محلول ما ثم أعيد استخدامها مع محلول آخر. بحيث قد يمنع الحصول على أيّة نتائج مفيدة. قد يكون التنظيف بمنشفة ورقيّة غير كاف، ولا سيما إذا كانت المناشف الورقيّة تحتوي على النشا (اختبر واحدة مع اليود لتعرف ذلك). يُنصح باستخدام ساق زجاجية جديدة لاختبار كل محلول، مع غسلها جيدًا بماء نظيف بعد كل اختبار. وإذا تمّ استخدام الورق لتجفيف أو تنظيف السيقان الزجاجيّة، فيجب أن يكون من النوع الخالي من النشا تمامًا.
- من الصعب جدًا، إن لم يكن مستحيلًا، تحديد وقت توقّف محلول اليود عن إعطاء نتيجة إيجابيّة مع النشا. يمكن أن يفيد وجود بقعتين (نقطتين) مرجعيتَين من محلول اليود، تضاف إلى إحداهما قطرة من محلول النشا، وإلى الأخرى قطرة من الماء.

قد يواجه بعض الطلبة صعوبة في فهم كيفيّة تفسير تغيّر لون محلول اليود في التفاعل. حاول استخدام الأسئلة لمساعدتهم في ذلك. على سبيل المثال، إذا ظهر لون برتقالي- بنّي عند إضافة عيّنة إلى بقعة محلول اليود، يمكن أن تسأل: علامَ يدل هذا اللون؟ وإذا كنت قد أجريت هذا الاختبار قبل إضافة الإنزيم، فاسأل: ما اللون الذي كنت ستحصل عليه؟ ولماذا؟ إذًا، أين اختفى النشا؟ وكيف يمكن معرفة المدة التي استغرقها النشا ليختفي؟ وإذا اختفى بسرعة، فعلام يدل ذلك بخصوص معدل التفاعل؟

يمكن الطلب إلى الطلبة الذين يكملون الاستقصاء بسرعة ونجاح اقتراح سبب اعتبار طريقة إضافة محلول اليود إلى الخليط المتفاعل ومراقبة تغيّر اللون، بدلًا من أخذ عيّنات وإضافة قطرات من محلول اليود طريقة غير جيدة (الإجابة: يمكن أن يؤثر وجود جزيئات اليود في معدل التفاعل).

مفاهيم خاطئة شائعة

لا شكّ أن فهم نتائج هذا الاستقصاء العملي يكون أكثر صعوبة من تلك التي تتضمن الكتاليز. فبالنسبة إلى الكتاليز يمكن رؤية الناتج وقياس حجمه. في حين لا يحدث للأميليز تغيير مرئي عندما يتحلل النشا إلى مالتوز؛ حيث يبدأ بمحلول عديم اللون، وينتهي بمحلول عديم اللون، مع عدم وجود غاز منبعث. فاكتشاف اختفاء المادة المتفاعلة (النشا) يتطلّب خطوة إضافيّة، والتي يصعب على بعض الطلبة فهم ما يحدث بالضبط.

عيّنة نتائج

انظر الجدول ٣- ٤

تركيز محلول الإنزيم (%)	الزمن الذي استغرقه النشا لكي يختفي /s
1.0	بداية الاختبار الأول
0.8	60
0.6	120
0.4	120
0.2	180
0	0

الجدول ٣- ٤

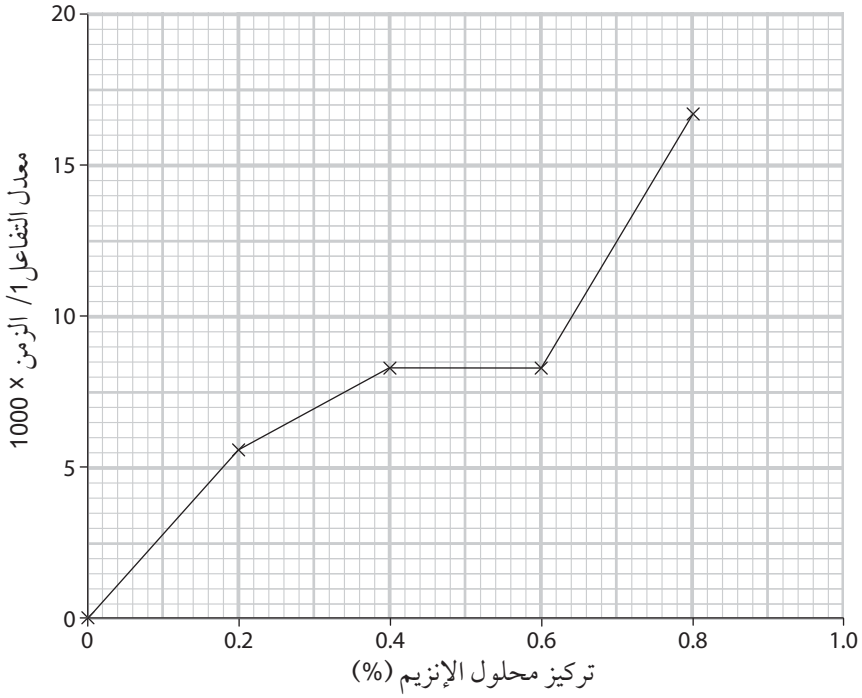
إجابات أسئلة كتاب التجارب العملية والأنشطة (باستخدام عيّنة النتائج)

١. انظر الجدول ٣- ٥

تركيز محلول الإنزيم (%)	الزمن الذي استغرقه النشا لكي يختفي /s	معدل التفاعل 1/الزمن x 1000
1.0	بداية الاختبار الأول	غير قابل للقياس
0.8	60	16.7
0.6	120	8.3
0.4	120	8.3
0.2	180	5.6
0	0	0.0

الجدول ٣-٥

٢. انظر الشكل ٣- ٧



الشكل ٣-٧

٣. كلما زاد تركيز الإنزيم زاد معدل التفاعل (قد يجد الطلبة أنه عند التراكيز العالية جدًا للإنزيم لا يزيد معدل التفاعل مع زيادة تركيز الإنزيم).

٤. كلما زاد تركيز الإنزيم زادت فرصة اصطدام جزيء النشا بالموقع النشط لجزيء الأميليز. وكلما زاد تكرار هذه الاصطدامات (فرص الارتباط) كان معدل تكوين معقد الإنزيم-المادة المتفاعلة أسرع، ومعدل التفاعل أسرع.

(لاحظ أن تكرار الاصطدامات هو المهم وليس عدد الاصطدامات).

٥. درجة الحرارة وتركيز المادة المتفاعلة. قد يذكر الطلبة أيضًا الرقم الهيدروجيني pH على الرغم من أنه لا يمكن التحكم فيه.

٦. و ٧. من المحتمل أن "يعيد" الطلبة استخدام مصادر الخطأ من الاستقصاءات العملية ٣-١، ٣-٢، ٣-٣. احرص على أن يختاروا مصادر الخطأ التي تنطبق على هذا الاستقصاء، والتي عليهم إعادة صياغتها عند الضرورة.

تشمل الإجابات المحتملة ما يأتي:

- قد يكون الجهاز المستخدم لقياس الحجم غير مناسب؛ على سبيل المثال، إذا تمّ استخدام الأسطوانة المدرجة أو المحقن، فعدّل نسبك عند استخدام ماصة مدرّجة.
- إذا تفاوت الرقم الهيدروجيني pH أثناء التفاعل، فعدّل نسبك بإضافة الحجم نفسه من المحلول المنظم نفسه لكل خليط متفاعل.
- أخذت العيّنات على فترات متباعدة من دقيقة واحدة، لذا لا يمكننا الحكم على وقت اختفاء النشا إلّا إلى أقرب دقيقة (يمكن أن يفسر ذلك الوقت الذي يسجل في نتائج العيّنة لمحلولَين مختلفَين من الأميليز)، وإجراء تعديل بأخذ عيّنات أكثر تواترًا.
- الحكم على لون محلول اليود. عدّل من خلال المقارنة مع مجموعة من المعايير أو لوحة الألوان.

٨. تأكد أن الإجابات ذات صلة بهذا الاستقصاء، ولا تقترح اختيار إنزيمات أو متغيّرات أخرى.

- كرر ثلاث مرات مع كل تركيز إنزيم، واحسب متوسط القيمة للوقت الذي يستغرقه النشا ليختفي (ملاحظة: لا يكفي إجراء التكرار فقط، بل يجب أيضًا حساب المتوسط).
- استخدم نطاقًا أوسع من تراكيز الإنزيم، وقيمًا متوسطة أكثر (أي فترات أقصر من المتغيّر المستقل) للحصول على مزيد من النقاط على التمثيل البياني، وبالتالي صورة أوضح لشكله.
- الناتج في هذا التفاعل هو المالتوز. لا توجد طريقة سريعة لقياس تكوّنه. ستكون هناك حاجة إلى إجراء اختبار بندكت الكمّي والذي يستغرق وقتًا طويلًا. من الأسهل بكثير قياس وقت اختفاء النشا، إذ يمكن اختباره بسرعة وسهولة باستخدام محلول اليود.

٩. الأكسجين هو المادة الناتجة من تفاعل الكتاليز، وهو غاز ينطلق من وعاء التفاعل، ويمكن جمعه وقياسه بسهولة. لن يكون من السهل قياس اختفاء المادة المتفاعلة، إذ لا يوجد اختبار سهل لبيروكسيد الهيدروجين.

إجابات أسئلة نهاية الوحدة لكتاب التجارب العملية والأنشطة

١. أ. أيّة إجابتَين من: على سبيل المثال، درجة الحرارة، الرقم الهيدروجيني pH، تركيز الإنزيم.

ب. ١. 1M: التغيّر في (ص) / التغيّر في (س)

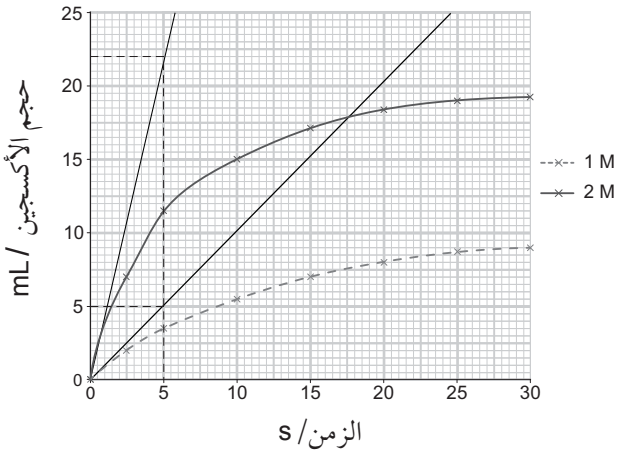
= 5 mL/5 s = 1 mL/s^{-1} أو mL/s

(اقبل الإجابات بين 0.8 mLs^{-1} و1.3 mLs^{-1} اعتمادًا على خطوط المماس المرسومة).

٢. 2M: التغيّر في (ص) / التغيّر في (س)

= 22 mL/5 s^{-1} = 4.4 mLs^{-1} أو (mL/s)

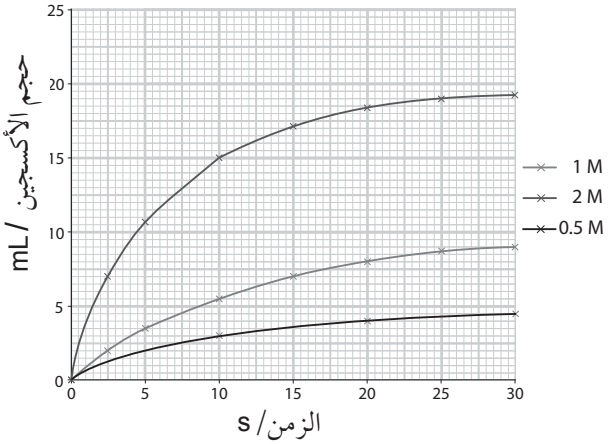
(اقبل الإجابات بين 3.5 mL s^{-1} و 5.5 mLs^{-} اعتمادًا على خطوط المماس المرسومة والقيم المختارة).



ج. أي ثلاثة من الإجابات الآتية: يحتوي محلول 2M من بيروكسيد الهيدروجين على كمية أكثر من المادة المتفاعلة أكثر مما يحتويه محلول 1M. وبالتالي يوجد تكرار الاصطدامات (فرص الارتباط) بين جزيئات المادة المتفاعلة والإنزيم، وسيدخل المزيد من جزيئات المادة المتفاعلة الموقع النشط، لذا سيتكوّن المزيد من الناتج خلال الفترة الزمنية نفسها.

د. المنحنى المرسوم تحت 1M الذي يبدأ عند 0 وينتهي تقريبًا عند 4.5 mL (نصف حجم غاز الأكسجين المنتج باستخدام 1M).

يجب أن يظهر معدل تفاعل أكبر قبل الوصول إلى مستوى مسطح تقريبًا.



٢. أ. هذا ما يميزه من CO_2 الذي لا يتم إنتاجه بواسطة نشاط اليوريز.

ب. ينتشر في الدم (من المعدة)، يذوب في بلازما الدم، ينتقل في الأوعية الدمويّة إلى الرئتَين، ينتشر من الدم إلى الحويصلات الهوائيّة (ويخرج مع هواء الزفير).

ج. يكون التغيير في $^{13}CO_2$ دائمًا أعلى عند الشخص (أ) منه عند الشخص (ب). يرتفع التغيير في $^{13}CO_2$ عند (أ) إلى ذروة 21 وحدة تقديرية، لكن الشخص (ب) لا يرتفع عنده التغيير بتاتًا فوق 0، يرتفع التغيير في $^{13}CO_2$ عند الشخص (أ) حتى 20 دقيقة ثم يهبط، بينما عند الشخص (ب) يتذبذب التغيير بشكل بسيط.

د. هذا إجراء غير جراحي/ سريع ويسهل إجراؤه.

٣. **أ.** إن نشاط البكتينيز المثبت هو أعلى من نشاط البكتينيز الحر في جميع الحالات، إذ ينخفض نشاط الإنزيم المثبت إلى 50% تقريبًا من نشاطه الأولي بعد 30 يومًا، فيما يهبط نشاط البكتينيز الحر إلى 10%، تدل هذه الأرقام أنه وبعد 30 يومًا من التخزين، فقد الإنزيم المثبت حوالي 50% من نشاطه فقط مقارنةً بالإنزيم الحر الذي فقد 90% من نشاطه.

ب. درجة الحرارة، تركيز الإنزيم، تركيز المادة المتفاعلة، الرقم الهيدروجيني.

ج. يحتفظ البكتينيز المثبت بفاعلية أعلى بعد التخزين مقارنة بالإنزيم الحر، يسمح بزيادة الاستقرار خلال التخزين الطويل عند انتظار نضج المحاصيل مثلًا أو تسليم المحاصيل من الحقول إلى المعامل، هدر **أقل للإنزيم حيث يستمر في الاحتفاظ بالنشاط بعد فترات تخزين أطول.**

د. يمكن إعادة استخدام الإنزيم عدة مرات (تقليل تكاليف شراء الإنزيم)، عدم تلوث المنتج بالإنزيم (تقليل تكاليف التنقية)، يمكن استخدام الإنزيم في درجات حرارة أعلى.

الوحدة الرابعة

دورة الخليّة والانقسام المتساوي

نظرة عامة

- تبنى هذه الوحدة على الوحدة الأولى، وتؤكد على المفهوم الأساسي أن الخليّة هي الوحدة الأساسيّة للحياة.
- يتناول الطلبة كيفيّة انقسام الخلايا بالانقسام المتساوي، وكيفية تطابق الخلايا الجديدة بعضها مع بعض ومع الخليّة الأصليّة. بحيث يؤدي الانقسام المتساوي دورًا حيويًا في النمو واستبدال الخلايا التالفة أو الميتة والتكاثر اللاجنسي والشيخوخة، وقد يؤدي الخلل في الانقسام المتساوي إلى الإصابة بالسرطان.
- تتوافر بعض الفرص في هذه الوحدة للعودة إلى مهارات استخدام المجهر التي قدمت في الوحدة الأولى. وتشمل هذه الفرص استخدام المجهر الضوئي، واستخدام مقياس شبكة العدسة العينيّة ومقياس المنضدة. كما يقوم الطلبة بتحضير شرائح نسيجيّة ورسم رسوم تخطيطية علميّة للخلايا.
- تتوافر فرص لتطوير المهارات التحليليّة والتطبيقيّة، إضافة إلى المهارات الرياضيّة، بما في ذلك تحويل الوحدات مثل المليمترات والميكرومترات والنانومترات.

مخطط التدريس

أهداف الموضوع	الموضوع	عدد الحصص	المصادر في كتاب الطالب	المصادر في كتاب التجارب العمليّة والأنشطة
٤-١	٤-١ النمو والتكاثر و دور الكروموسومات	٢	قبل أن تبدأ بدراسة الوحدة الصورتان ٤-٢ و ٤-٣، الشكل ٤-١	• أسئلة نهاية الوحدة: ١ (أ)
٤-٣	٤-٢ دورة الخليّة	١	أسئلة نهاية الوحدة: ١ و ٢ و ٣	
٤-٢، ٤-٧، ٤-٨،	٤-٣ الانقسام المتساوي	٥	الصور من ٤-٤ إلى ٤-٦، الشكلان ٤-٣ و ٤-٤ الأسئلة ١ و ٢ و ٣ و ٤ و ٥ مهارات عملية ٤-١ استقصاء الانقسام المتساوي باستخدام مهروس قمة الجذر أسئلة نهاية الوحدة: ٦ و ٧ و ٨ و ٩ و ١٠	• النشاط ٤-١ تفسير صورة مجهريّة للانقسام المتساوي • النشاط ٤-٢ كيفية الإجابة عن أسئلة اختيار من متعدّد المرتبط بدورة الخليّة • النشاط ٤-٣ العد وحساب مجموع الأعداد واختبار الفرضيّة • استقصاء عملي ٤-١ إعداد مهروس قمة الجذر • استقصاء عملي ٤-٢ استقصاء الانقسام المتساوي باستخدام شرائح جاهزة • أسئلة نهاية الوحدة: ٢

٤-٤	٤-٤ التيلوميرات	١	الصورتان ٤-١ و ٤-٧ العلوم ضمن سياقها: لماذا نكبر ونشيخ (ص ١٢٧)	• النشاط ٤-٤ العوامل المؤثرة على طول التيلوميرات • أسئلة نهاية الوحدة: ١ (ب)
٥-٤	٤-٥ دور الخلايا الجذعية	١	السؤال ٦ أسئلة نهاية الوحدة: ٤ و ٥	• أسئلة نهاية الوحدة: ٣ (أ)
٦-٤	٤-٤ السرطانات	٢	الصورتان ٤-٨ و ٤-٩، الشكل ٤-٥، السؤال ٧ أسئلة نهاية الوحدة: ١١	

الموضوع ٤-١: النمو والتكاثر و دور الكروموسومات

يطوّر الموضوع معرفة الطلبة بتركيب الكروموسومات ووظيفتها.

الأهداف التعليمية

٤-١ يصف تركيب الكروموسوم، مقتصرًا على:

- DNA
- بروتينات الهستون
- الكروماتيدات المتطابقة (الشقيقة)
- السنترومير
- التيلوميرات

المدّة المقترحة للتدريس

يخصص لتنفيذ هذا الموضوع حصتان كل واحدة منهما ٤٠ دقيقة.

المصادر المرتبطة بالموضوع

المكون	المصدر	الوصف
كتاب الطالب	قبل أن تبدأ بدراسة الوحدة	• تقديم مفهوم انقسام الخلية وأهميته
	الصورتان ٤-٢ و ٤-٣	• الصور المرتبطة بالكروموسوم
	الشكل ٤-١	• الشكل المرتبط بتركيب الكروموسوم
كتاب التجارب العملية والأنشطة	أسئلة نهاية الوحدة: ١ (أ)	• السؤال المرتبط بتركيب الكروموسوم

المفاهيم الخاطئة وسوء الفهم

- يخلط الطلبة عادة بين مصطلحَي الكروموسوم والكروماتيد. يمكن استخدام مصطلح الكروموسوم لوصف التركيب الذي يتكوّن إما من جزيئي DNA متطابقين (الكروماتيدات الشقيقة) يرتبطان معًا بواسطة السنترومير، أو من إحداهما.

أنشطة تمهيدية

سبق أن درس الطلبة عن الكروموسومات في الوحدة الأولى، لذا يجب أن يعزز النشاط التمهيدي للدرس موقعها وحجمها بالنسبة إلى الخليّة.

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)

اطلب إلى الطلبة استكشاف طبيعة الكروموسومات كما تظهر في الخريطة الكروموسومية (مثل الصورة المجهرية الإلكترونية ٤-٢ الواردة في كتاب الطالب). انسخ هذه الصورة أو صورة مشابهة بحجم كبير، وزوّد الطلبة بمقصات لقص الكروموسومات، طالبًا إليهم العمل معًا لترتيبها في أزواج، ثم تحديد الكروماتيدات الشقيقة والسنترومير والتيلوميرات. ثم اطلب إليهم الاحتفاظ بالكروموسومات المرتبة في ملفاتهم للرجوع إليها أثناء الدروس التالية.

› **أفكار للتقويم:** كلّف الطلبة أن يرسموا رسمًا تخطيطيًا مبسطًا للكروموسوم (كما يُشاهد في الطور التمهيدي أو الاستوائي)، مكوّنًا من كروماتيدَين شقيقَين مرتبطَين معًا بواسطة السنترومير، ومن أربعة تيلوميرات، مع كتابة مسمياته، موجّهًا إيّاهم إلى الاستفادة من الشكل ٤-١ الوارد في كتاب الطالب للتحقق من صحة عملهم.

٢ فكرة (ب)

جهّز مجموعة من أوراق A4 مكتوب على كل من وجهَيها حرف من الأحرف أ، ب، ج، د، واطلب إليهم رفع الورقة التي تحمل الحرف الدال على الإجابة الصحيحة لكل من أسئلة الاختيار من متعدّد المدوّنة على السبورة.

يمكن أن تشمل أسئلة الاختيار من متعدّد هذه الأمثلة:

- يترتب DNA في خليّة الإنسان النموذجيّة في:

أ. 46 كروموسوم تحتوي على DNA خطي. (**صحيح**)

ب. 23 كروموسوم تحتوي على DNA خطي.

ج. 46 كروموسوم تحتوي على DNA حلقي.

د. 23 كروموسوم تحتوي على DNA حلقي.

- إذا كان DNA «مجردًا»، فهذا يعني أنه ليس:

أ. محاطًا بغلاف نووي.

ب. مستخدمًا من الخليّة لبناء البروتينات.

ج. حلقيًا.

د. مرتبطًا بالبروتينات. (**صحيح**)

› **أفكار للتقويم:** يمكن استخدام هذا النشاط للتقويم التكويني قبل البدء بدراسة هذا الموضوع. وفي ضوء إجابات الطلبة، وتمهيدًا للدرس، خصّص ٥ دقائق لمراجعة بعض المفاهيم التي تمّت تغطيتها في الوحدة الأولى.

الأنشطة الرئيسية

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

١ التوسع في الكروموسوم (٢٥ دقيقة)

يجد الطلبة صعوبة في فهم كيفيّة تعبئة 2 m من DNA الإنسان داخل نواة قطرها 6 µm. بسّط لهم الفكرة من خلال المقارنة؛ على سبيل المثال: يشبه ذلك تعبئة خيط طوله 18 km داخل كرة طاولة.

زوّد الطلبة بخيوط متساوية في الطول إذا لم تتوافر الأسلاك، داعيًا إياهم إلى التنافس في "تكثيف" الخيط حتى أصغر حجم ممكن. وهناك تقنيات كثيرة تساعدهم على النجاح في مهمّتهم، كأن يستعينوا بجسم ما يلفّون عليه الخيط، ثم يزيلونه بعد الانتهاء. توسع في الفكرة بجمع ما أنجزه الطلبة معًا باستخدام خيط وإبرة (بما يماثل الكروماتين). يفيد النشاط في تعزيز فكرة تعبئة DNA داخل النواة عن طريق الالتفاف حول الهستونات.

› **أفكار للتقويم:** اطلب إلى الطلبة تنفيذ رسوم تخطيطيّة تلخص هذا النشاط، ويحاكي الشكل ٤-١ الوارد في كتاب الطالب.

٢ تصوّر تعبئة DNA (٢٥ دقيقة)

للتوسع في فهم الطلبة في تركيب DNA، اعرض مجموعة من الصور المجهريّة الإلكترونيّة المبسطة للكروموسومات توضح تركيبها الدقيق. من المناسب الاستفادة من عرض الرسوم المتحركة، ومن ذلك الفيديو في الرابطين الآتيين:

https://www.biointeractive.org/classroom-resources/how-dna-packaged

https://dnalc.cshl.edu/resources/3d/07-how-dna-is-packaged-basic.html.

› **أفكار للتقويم:** اطلب إلى الطلبة كتابة أقصر جملة ممكنة باستخدام المصطلحات الآتية: **DNA**، **هستون**، **كروماتين**، **كروموسوم**. سيفيد ذلك في تركيز الطلبة على تطوير مهارات التفكير العليا لديهم لفهم معنى هذه المصطلحات بدل الاكتفاء بتذكرها. ولمساعدة بعض الطلبة، يمكنك تزويدهم بالجملتَين الأولى والأخيرة، أو تقليل عدد الكلمات المتوقع استخدامها.

التعليم المتمايز (تفريد التعليم)

التوسّع والتحدي

- اطلب إلى الطلبة في نشاط محفزات الدرس أن يتناولوا العدد الكلي للكروماتيدات والسنتروميرات والتيلوميرات في أنواع أخرى من الكائنات الحية غير الإنسان. يمكن أن تشمل الأمثلة: ذبابة الفاكهة 8 كروموسومات، الفيل 56 كروموسوم، الدجاج 78 كروموسوم.

- اطلب إليهم البحث في الشبكة العالمية للاتصالات الدولية–الإنترنت لاستقصاء مصدر كل من المصطلحات العلمية الآتية في هذه الوحدة وشرحها:

– الكروموسوم Chromosome (من اليونانيّة كروما chroma وتعني «لون»، وسوما soma وتعني «جسم»).

– التيلوميير Telomere (من اليونانيّة تيلوس Telos وتعني «نهاية» وميرس Meros وتعني «جزء»).

– الانقسام المتساوي mitosis (من اليونانيّة ميتوس Mítos وتعني «خيط»).

- لتقويم الطلبة في نشاط «تصوّر تعبئة DNA» ولإبراز التمايز في عملهم، زوّد المقتدرين منهم بمزيد من الكلمات لتضمينها في فقراتهم.

الدعم

- حفّز الطلبة على استخدام «روابط ذهنية» تذكرهم بمكوّنات الكروموسوم. تشمل الأمثلة السنتروميرات (الموجودة في المركز) والتيلوميرات (الموجودة في النهايات الطرفيّة).

تلخيص الأفكار والتأمّل فيها

- اطلب إلى الطلبة العمل في ثنائيات أو مجموعة من ثلاثة لتحديد «المصطلح الشاذ» بين ثلاثة مصطلحات علميّة. اعرض المصطلحات الثلاثيّة على السبورة أو زوّد الطلبة بها على ورق، طالبًا إليهم مناقشة المصطلح الأقل ارتباطًا بالمصطلحَين الآخرَين، مع تبرير أجوبتهم. تشمل الأمثلة:
  - ما المصطلح الشاذ: كروماتيد، كروموسوم، سنترومير؟

    سنترومير هو المصطلح الشاذ، لأنه لا يتكوّن من سلسلة DNA كالتركيبَين الآخرَين).
  - ما المصطلح الشاذ: **تيلومير، سنترومير، هستون؟**

    (**هستون** هو المصطلح **الشاذ**، لأنه لا يتكوّن من DNA).
- افتح مجالًا للمناقشة بين جميع الطلبة حول الإجابات المقدّمة. لاحظ أن نمط الأمثلة الذي يتضمن شطب المصطلح «**الشاذ**» ليس محسومًا، ويمكن أن يؤدي إلى مناقشات متعمقة وجدال كبير.

روابط مع المناهج

مهارة القراءة والكتابة

عرض المصطلحات العلميّة عند اكتمالها على السبورة تمرين مفيد، فهو يعزز أهميّة المصطلحات ويساعد الطلبة على استخدامها بصورة أفضل.

المهارة الحسابية

يؤمّن استخدام قياسات الطول (مثل 2 m من DNA في نواة كل خليّة إنسان قطرها 6 µm) فرصًا للطلبة للتحويل بين الوحدات الأكثر استخدامًا في علم الأحياء mm، µm، nm.

الموضوع ٤-٢: دورة الخليّة

يطوّر هذا الموضوع فهم الطلبة لدورة الخليّة، ويعدّهم لتناول أحداث الانقسام المتساوي.

الأهداف التعليمية

٤-٣ يلخص دورة الخليّة، بما في ذلك:

- الطور البيني (النمو في طوري G_1 و G_2 وتضاعف DNA في الطور S).
- الانقسام المتساوي
- انقسام السيتوبلازم.

المدّة المقترحة للتدريس

يخصص لتنفيذ هذا الموضوع حصة واحدة من ٤٠ دقيقة.

المصادر المرتبطة بالموضوع

المكون	المصدر	الوصف
كتاب الطالب	أسئلة نهاية الوحدة: ١ و ٢ و ٣	• الأسئلة المرتبطة بدورة الخليّة

المفاهيم الخاطئة وسوء الفهم

- أحيانًا يعتقد الطلبة خطأ أن الطور البيني هو طور من أطوار الانقسام المتساوي.
- غالبًا ما يخلط الطلبة بين المصطلحَين: **كروموسوم وكروماتيد.**
- يعتقد بعض الطلبة أن عدد الكروماتيدات يتضاعف بعد الطور S، لذلك تحتوي الخليّة على ضعف المحتوى من DNA الموجود في الخلايا ثنائيّة المجموعة الكروموسومية (2n).
- قد يتذكر الطلبة الانقسام المتساوي والانقسام الاختزالي من دراستهم السابقة، لكنهم يخلطون بين المصطلحَين. سيعرض الانقسام المتساوي فقط في هذا الموضوع، بما يساعد على التمييز بين الانقسامَين.
- يعتقد الطلبة في كثير من الأحيان أن دورة الخليّة تشمل فقط الانقسام المتساوي. على الرغم من عدم دراسة الانقسام الاختزالي في هذه الوحدة. يجب أن تلفت انتباه الطلبة إلى أن هناك دورة خلية أخرى (تتضمن الانقسام الاختزالي) تنتج منها الأمشاج، والتي ستدرس لاحقًا.

أنشطة تمهيدية

من المحتمل أن يكون مفهوم دورة الخليّة جديدًا على الطلبة، لكنهم يعرفون مصطلح الانقسام المتساوي ومصطلح تضاعف DNA من دراستهم السابقة.

في ما يأتي اقتراحان لنشاطَين يمكن استخدامهما كأنشطة تمهيدية. يعتمد اختيار النشاط على المصادر المتوافرة، والوقت المتاح، وعلى مدى تقدم الطلبة في الموضوع.

١ فكرة (أ)

بعد وصف موجز لدورة الخليّة ومراحلها ($G_1 \rightarrow S \rightarrow G_2 \rightarrow M$)، زوّد الطلبة بصورة لمشهد من مقصف المدرسة، طالبًا إليهم العمل مع زملائهم لمناقشة الصورة، وتطوير محاكاة لمراحل دورة الخليّة. من المتوقع أن تؤدي المناقشة مع الصف ككل إلى الاستنباط أن بعض الأنشطة تستغرق وقتًا أطول (مثل الانتظار للحصول على الطعام) مقارنة بغيرها (مثل دفع ثمن الوجبة). تظهر الصورة لحظة من الزمن، لذلك من المحتمل أن مزيدًا من الطلبة (يمثلون الخلايا) سيظهرون وهم ينفذون النشاط الذي يستغرق وقتًا أطول من غيره. وبالتالي، فإن احتمال العثور على خليّة في مرحلة محدّدة من الانقسام يرتبط بطول الوقت الذي تستغرقه الخليّة في تلك المرحلة.

› **أفكار للتقويم:** جمّع سلسلة أحداث دورة الخليّة، واخلطها بترتيب خاطئ، ثم اطلب إلى الطلبة إعادة ترتيبها بالترتيب الصحيح.

٢ فكرة (ب)

حفّز الطلبة على تذكر ما درسوه سابقًا عن الخلايا الجذعيّة، وذكرهم بأنه يجب على هذه الخلايا مضاعفة DNA لكي تنقسم. اطلب إليهم تنفيذ نشاط «فكر، شارك زميلك، شارك الصف»، للتفكير في ذلك واقتراح ما يأتي:

- ما الذي يجب فعله قبل تضاعف DNA؟ **تلميح: ما المواد الحيوية (الجزيئات الحيوية) التي تلزم لإنتاج المزيد من DNA؟**
- ما الذي يجب فعله قبل انقسام الخليّة؟ **تلميح: ما المواد الحيوية (الجزيئات الحيوية) التي تلزم الخليّة لتنقسم إلى قسمَين؟**

› **أفكار للتقويم:** أدر مناقشة صفيّة للتوصل إلى توافق في الرأي. هذا النشاط مقدمة جيدة لتقديم الطورَين G_1 و G_2.

الأنشطة الرئيسية

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

١ ما زمن دورة الخليّة؟ (٢٠ دقيقة)

بعد تقديم مفهوم دورة الخليّة، ربما بالإشارة إلى الشكل ٤-٢ الوارد في كتاب الطالب، زوّد كل طالب بصورة لوجه ساعة مطبوعة على ورقة قياس A3. ابدأ من الساعة 12:00 باتجاه عقارب الساعة، وأخبر الطلبة أن للخلايا الجذعيّة طور G1 مدته 3 ساعات (إلى 3:00) وطور بناء DNA مدته ساعتان (إلى 5:00)، وطور G2 مدته 6 ساعات (إلى 11:00)، ويستمر الانقسام المتساوي ساعة واحدة (يعود إلى الساعة 12:00). يجب على الطلبة تحديد هذه الفترات على الساعة قبل طرح أيّة أسئلة. ولكي تعزز مشاركة الجميع، لا تطلب إليهم رفع أيديهم، بل اختر بطريقة عشوائية من يجيب عن أسئلة مثل:

- ما الطور الذي تشغله الخليّة في الوقت = 5:20 (**الإجابة: الطور G2**).
- كم دقيقة تحتاج الخليّة لمضاعفة DNA؟ (**الإجابة: 120 دقيقة**).
- في أي وقت تضاعف الخليّة العضيّات التي ستنتقل إلى الخلايا الجديدة (**الإجابة: في وقت بين 5:00 و 11:00 أي أثناء الطور G2**).
- ما الطور الذي ستكون فيه الخلية بعد 15 ساعة بعد الوقت = 7:00؟ (**الإجابة: طور G2 عند الوقت 10:00**).
- في أي وقت يحدث تقريبًا انقسام السيتوبلازم؟ (**الإجابة: قبل 12:00 ساعة بقليل مباشرة في نهاية الانقسام المتساوي**).

يُعدّ هذا النشاط طريقة جيدة تدعم فكرة أن دورة الخليّة هي سلسلة من المراحل المنفصلة، تحدث فيها أحداث معيّنة.

› **أفكار للتقويم:** يمكن لأنشطة التوسع والدعم ذات الصلة بهذا النشاط، والتي سترد لاحقًا، أن تؤمّن وسيلة لتقويم مدى استيعاب الطلبة لهذا المفهوم.

٢ الوصف والشرح (٢٠ دقيقة)

اطلب إلى الطلبة رسم محورَين على ورقة تمثيل بياني، ورسم خط يظهر كيف يتغيّر محتوى DNA في الخليّة خلال دورة الخليّة الكاملة. سيرتفع الخط تدريجيًا أثناء الطور S إلى ضعف المحتوى الذي كان عليه في الطور G1، ثم بعد الانقسام المتساوي ينخفض إلى النصف ليعود إلى الكمية نفسها التي كان عليها في الطور G1. توصّل من خلال المناقشة الصفيّة إلى فهم مشترك لذلك.

› **أفكار للتقويم:** من المهم أن يفهم الطلبة زمن دورة الخليّة حيث يكون الكروموسوم مكوّنًا من جزيء DNA واحد (من سلسلتَين)، والوقت الذي يكون فيه مكوّنًا من جزيئَين من DNA (من أربعة سلاسل). يمكن إضافة الصور التي توضح الأمر إلى الأجزاء ذات الصلة من التمثيلات البيانية للطلبة. ولتتمكن من تقويم مدى فهم الطلبة لذلك، أعطِ كل طالب ورقة قياس A4 مرسومًا على أحد وجهَيها كروموسوم واحد (مفرد)، وعلى الوجه الآخر كروموسوم (مزدوج). واطلب إليهم رفع الصورة الصحيحة عند مناداتك بطور معيّن من دورة الخليّة.

التعليم المتمايز (تفريد التعليم)

التوسّع والتحدي

- يمكن التوسع في النشاط المحفز للدرس الذي يستخدم فيه الطلبة صورة لمقصف المدرسة، وتشجيعهم على التفكير في جوانب من المهارات العلميّة، ومنها:
  - ما أهميّة حساب العدد الإجمالي للخلايا في مجال الرؤية (أو العدد الإجمالي للطلبة في المقصف)؟ (**يمكن حساب نسبة الخلايا في طور معيّن من الانقسام المتساوي، وإجراء مقارنة صحيحة بين عيّنات الأنسجة المختلفة، يصحّ تمثيلها بأيام مختلفة في مقصف المدرسة**).
  - كيف يمكن استخدام صورة كهذه لتقدير مدة نشاط معيّن (على سبيل المثال، الزمن الذي يقضيه الطلبة في تناول وجبة الإفطار) إذا توافرت لهم المدة الإجمالية للاستراحة؟ (**تطبيق ذلك على عيّنة من الأنسجة، يمكن تقريب عدد الخلايا في الأطوار المختلفة لدورة الخليّة باستخدام المعادلة التالية، والتي تعتمد على معرفة الزمن التقريبي لزمن دورة الخليّة في نسيج معيّن:**

    الزمن المقدر لطور دورة الخليّة = (عدد الخلايا في هذا الطور × الزمن الإجمالي لدورة الخليّة) ÷ إجمالي عدد الخلايا).
- يمكن التوسع في نشاط «ما زمن دورة الخليّة؟» لدراسة دورات خلويّة أخرى ذات أطوال مختلفة (على سبيل المثال، يبلغ طول مدة دورة خليّة مولدة في قمة جذر البصل 20 ساعة تقريبًا، وطول مدة دورة الخليّة في الخلايا الطلائيّة في أمعاء الإنسان 10 ساعات تقريبًا).
- أجرِ مزيدًا من البحث في التحكم في دورة الخليّة، بما في ذلك نقطة تفتيش بروتين كينيز وعمليّة الفسفرة.

- السؤال ٣ من أسئلة نهاية الوحدة الوارد في كتاب الطالب هو سؤال عالي الصعوبة، كما أنه ذو صلة بالموضوع.

الدعم

- اطلب إلى الطلبة إعداد «بطاقات العرض السريع» مكتوب على أحد وجهَيها اسم طور دورة الخليّة، وعلى الوجه الآخر الأحداث في هذا الطور.
- يمكن أن تفيد الرسوم المتحركة لتوضيح الطبيعة أحادية الاتجاه لدورة الخليّة والأحداث الرئيسيّة في كل طور. يتوافر مثال جيد على الموقع:

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

- السؤال ١ من أسئلة نهاية الوحدة الوارد في كتاب الطالب ذو صلة بالموضوع، لكنه منخفض الصعوبة.

تلخيص الأفكار والتأمّل فيها

تخيل أن طلبة الصف يشكلون كائنًا حيًا متعدد الخلايا، يمثل كل طالب فيه خليّة في جسم هذا الكائن. على الطلبة تحديد أجزاء من دورة الخليّة لأنفسهم، وتنظيم أنفسهم لتمثيل متوسط عدد الخلايا في كل طور خلال برهة قصيرة. هل يختلف هذا الرقم بحسب عمر الكائن الحي؟

التكامل مع المناهج

مهارة القراءة والكتابة

يوجد عدد قليل من المصطلحات العلميّة في هذا الموضوع. أخبر الطلبة أن G_1، S، G_2، M مقبولة كاختصارات لأطوار دورة الخليّة.

المهارة الحسابيّة

يتطلب تحويل فترات دورة الخليّة إلى دقائق وساعات (على سبيل المثال، نشاط "ما طول مدة دورة الخليّة؟") عمليات الضرب والقسمة أيضًا. وعلى الرغم من أن هذا ليس من متطلبات المنهاج، إلّا أن استخدام صيغة لتقدير متوسط الوقت لكل طور في دورة الخليّة يحقق مزيدًا من الفرص للطلبة لتطوير مهاراتهم الرياضيّة.

الموضوع ٤-٣: الانقسام المتساوي

يعتمد هذا الموضوع على معرفة الطلبة بتركيب الكروموسومات ووظائفها، وبدورة الخليّة، وبأهميّة الانقسام المتساوي. ويتضمن وصفًا لأحداث الانقسام المتساوي، مع التركيز على سلوك الكروموسومات. كما تشمل فرص التجارب العملية استخدام المجاهر وتفسير الصور المجهرية للخلايا والأنسجة، الأمر الذي يطوّر المهارات التي سبق أن تمّ تطويرها في الوحدة الأولى.

الأهداف التعليمية

٤-٢ يشرح أهميّة الانقسام المتساوي في إنتاج خلايا جديدة متماثلة جينيًا خلال:

- نمو الكائنات الحيّة متعددة الخلايا
- استبدال الخلايا التالفة أو الميتة
- إصلاح الأنسجة عن طريق استبدال الخلايا
- التكاثر اللاجنسي

٤-٧ يصف سلوك الكروموسومات في الخلايا النباتيّة والخلايا الحيوانيّة أثناء دورة الخلية والانقسام المتساوي وسلوك الغلاف النووي وغشاء سطح الخلية والخيوط المغزليّة المرتبط بالانقسام المتساوي (يتوقع تسمية الأطوار الرئيسية للانقسام المتساوي: الطور التمهيدي، الطور الاستوائي، الطورالانفصالي، الطور النهائي).

٤-٨ يفسّر الصور المجهريّة والرسوم والشرائح المجهريّة للخلايا في أطوار مختلفة من دورة الخليّة بما يتضمن الأطوار الرئيسية للانقسام المتساوي.

المدّة المقترحة للتدريس

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

المصادر المرتبطة بالموضوع

المكون	المصدر	الوصف
كتاب الطالب	الصور من ٤-٤ إلى ٤-٦	• الصور المرتبطة بأطوار الانقسام المتساوي وأهميته في التكاثر اللاجنسي
	الشكلان ٤-٣ و ٤-٤	• الأشكال المرتبطة بالكروموسومات والانقسام المتساوي
	الأسئلة ١ و ٢ و ٣ و ٤ و ٥	• الأسئلة المرتبطة بالكروموسومات وأطوار الانقسام المتساوي
	مهارات عملية ٤-١	• استقصاء الانقسام المتساوي باستخدام مهروس قمة الجذر
	أسئلة نهاية الوحدة: ٦ و ٧ و ٨ و ٩ و ١٠	• الأسئلة المرتبطة بالكروموسومات وأطوار الانقسام المتساوي

كتاب التجارب العملية والأنشطة	النشاط ٤-١	• تفسير صورة مجهريّة للانقسام المتساوي
	النشاط ٤-٢	• كيفية الإجابة عن أسئلة اختيار من متعدّد المرتبطة بدورة الخليّة
	النشاط ٤-٣	• العد وحساب مجموع الأعداد واختبار الفرضيّة
	الاستقصاء العملي ٤-١	• إعداد مهروس قمة الجذر
	الاستقصاء العملي ٤-٢	• استقصاء الانقسام المتساوي باستخدام شرائح جاهزة
	أسئلة نهاية الوحدة: ٢	• سؤال مرتبط بدورة الخلية وأطوار الانقسام المتساوي.

المفاهيم الخاطئة وسوء الفهم

- يعتقد الطلبة أن الكروموسومات تتكوّن في بداية الطور التمهيدي، لأنها تكون مرئيّة فيه بالمجهر الضوئي للمرة الأولى. وقد يعتقدون أن الغلاف النووي والنواة قد تلاشيا تمامًا بدلًا من تفككهما.
- يحدث انقسام السيتوبلازم بشكل مختلف في الخلايا الحيوانيّة والخلايا النباتيّة نتيجة لوجود الجدار الخلوي في الخلايا النباتية، لكن الطلبة يشيرون غالبًا إلى آليّة واحدة تنطبق على كليهما.
- يخلط الطلبة كثيرًا بين المصطلحات: **سنترومير، الجسم المركزي، والسنتريول، والحيّز الحركي**. وبين معانيها الحيويّة وكيفيّة ارتباط بعضها ببعض. لذلك زوّد الطلبة بما يفيدهم من رسم تخطيطي مع المسميات لهذه التراكيب، إضافة إلى مركز تنظيم المغزل والأنيبيبات الدقيقة. أو درّبهم على كتابة جمل واضحة في هذا المجال.

أنشطة تمهيدية

في ما يأتي اقتراحان لنشاطَين يمكن استخدامهما كأنشطة تمهيدية. يعتمد اختيار النشاط على المصادر المتوفرة، وعلى الوقت المتاح، وعلى مدى تقدم الطلبة في الموضوع.

١ فكرة (أ)

اعرض مجموعة من الصور المجهريّة الضوئية للخلايا في أطوار الانقسام المتساوي الأربعة (أو زوّد كل مجموعة من اثنين بنسخ مطبوعة). أدر مناقشة صفيّة لاستنباط أحداث الانقسام المتساوي، موضحًا أنه يمكن تفسير وراثة كل خليّة جديدة للمادة الوراثيّة عن طريق سلوك الكروموسومات.

› **أفكار للتقويم:** اطلب إلى الطلبة إضافة المسميات: الكروموسومات والكروماتيدات الشقيقة والسنترومير والتيلوميرات في الصورة المجهريّة الضوئية. وسّع التفكير بسؤالهم عن سبب ضرورة تكثيف الكروموسومات في بداية الانقسام المتساوي، وسبب وجوب تلاشي الغلاف النووي.

٢ فكرة (ب)

نفّذ لعبة سريعة من خلال طرح أسئلة مختصرة يجيب عنها الطلبة بـ «صح أو خطأ» مثل:

- تكون الخلايا التي تمر بالانقسام المتساوي قد ضاعفت DNA (**صح**)

- ترتبط الكروماتيدات الشقيقة معًا عند التيلوميرات. (**خطأ**)
- تستعد الخليّة لمضاعفة DNA في الطور (G_2) (**خطأ**)

زوّد الطلبة بورقة مطبوع على أحد وجهَيها كلمة "صح" وعلى الوجه الآخر كلمة «خطأ» لتتمكن من رؤيتها عندما يرفعونها.

› **أفكار للتقويم:** يمكن الاستفادة من هذا النشاط أساسًا للتقويم التكويني للتعلم السابق استعدادًا لدراسة الطلبة لهذه الوحدة.

الأنشطة الرئيسية

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

١ استخدام أفعال مفتاحية (٢٠ دقيقة)

استخدم الصور المجهريّة الضوئية الواردة في كتاب الطالب لشرح أطوار الانقسام المتساوي. ثم زوّد الطلبة بجدول يحتوي على الأفعال المفتاحية ذات الصلة بكل طور، طالبًا إليهم كتابة معاني هذه الأفعال. تتضمن الأمثلة لوصف الطور التمهيدي، الأفعال: **تكثيف** (الكروموسومات)، **تنظيم** (الأنيبيبات الدقيقة)، **تلاشي** (الغلاف النووي). يتم غالبًا في هذا الموضوع إهمال الأفعال المفتاحية لصالح تطوير المعرفة بالأسماء المفتاحية.

› **أفكار للتقويم:** يمكن استخدام السؤال المفصلي لتحديد ما إذا كان الطلبة قد طوّروا معرفتهم بالأفعال المفتاحية المستخدمة في هذا الموضوع أم لا. لن يستغرق ذلك وقتًا طويلًا، وهو أداة تشخيص جيدة في تقويم فهم الطلبة للعلاقات بين الأفعال؛ على سبيل المثال:

- في أي طور من أطوار الانقسام المتساوي يجب استخدام الفعل «تقصّر»؟

أ. الطور التمهيدي

ب. الطور الاستوائي

ج. الطور الانفصالي (**صحيح - فيما يتعلق بخيوط المغزل**)

د. الطور النهائي

علل أيّة إجابات غير صحيحة، وتوصّل إلى فهم مشترك لدى جميع الطلبة.

٢ نمذجة الانقسام المتساوي (٤٥ دقيقة)

استخدم ماصات العصائر أو الخرز المربوط (خرز العقد وكرة من القطن) لتكوين نموذج للكروموسومات. على سبيل المثال، كوّن صفَّين متوازيَين من الخرز، كل صف يمثل كروماتيد واحدًا. استخدم أدوات تثبيت صغيرة، كمشبك للورق، لتمثيل السنترومير. كوّن ثلاثة أزواج من الكروموسومات المتماثلة بحجوم أو ألوان مختلفة، واطلب إلى الطلبة إعداد مجموعات من الكروموسومات، وتثبيتها على الرسوم التخطيطيّة التي تبيّن كل طور من أطوار الانقسام المتساوي. وبإمكانك أن تكلف الطلبة القيام بنمذجة كل خطوة بتحريك الكروموسومات التي أعدوها بطريقة أكثر ديناميكيّة بين الرسوم التخطيطيّة الأربعة المنفصلة. يمكن للطلبة استخدام الخيط لتمثيل الغلاف النووي وخيوط المغزل. اقطع الخيط الذي يمثل الغلاف النووي لتمثيل تلاشي الغلاف النووي، واقطع الخيط الذي يمثل المغزل لكل قطب ليمثل تقصّر ألياف المغزل. يمكن للطلبة استخدام الكاميرا الرقميّة لالتقاط صور لهذه «الرسوم المتحركة».

› **أفكار للتقويم:** يوفّر التجول في غرفة الصف وتكليف الطلبة عرض عملهم، تقويمًا فاعلًا ومباشرًا للتعلم، والوسائل الواضحة تحقق تغذية راجعة للطلبة.

٣ الطلبة يحيون عملية الانقسام المتساوي (٣٠ دقيقة)

ضمّن أحد الأنشطة الآتية في الدرس لإحياء عمليّة الانقسام المتساوي:

- لعب الأدوار: اطلب إلى طالبَين تمثيل الكروماتيدَين الشقيقَين، بحيث يرتبطان معًا بواسطة السنترومير (يمسك أحدهما بيد الآخر). لاحظ أنه يجب مراعاة الحساسيات الثقافيّة.
- يمكن استخدام إشارات اليد لتمثيل الأطوار الأربعة لعمليّة الانقسام المتساوي، حيث تمثل الأصابع الكروموسومات.
  - يمثل وضع إحدى اليدَين فوق القبضة المشدودة الطور التمهيدي.
  - تمثل الأصابع المتشابكة الطور الاستوائي.
  - يمثل فصل الأصابع بعضها عن بعض بقوة الطور الانفصالي.
  - تمثل القبضتان المشدودتان الطور النهائي.
- يتوافر العديد من الرسوم المتحركة الممتازة للانقسام المتساوي.

› **أفكار للتقويم:** يواجه الطلبة تحديًا للتوسع في التشبيهات (مثلًا، كيف يمكن إظهار التيلوميرات على نماذج الكروموسومات عند استخدام إشارات اليد؟)، وشرح سبب عدم صلاحية بعض التشبيهات للاستخدام (مثلًا، لماذا لا يمكن لطالب واحد أن يمثل كروموسوم واحدًا؟ لأنه لا يمكن سحب طالب واحد إلى نصفَين في الطور الانفصالي).

٤ الاستقصاء العملي مهروس قمة الجذر (١٢٠ دقيقة)

استخدم مهارات عمليّة ٤-١ الواردة في كتاب الطالب، والاستقصاء العملي ٤-١ الوارد في كتاب التجارب العمليّة والأنشطة لإعداد شريحة مؤقتة من خلايا قمة الجذر باستخدام طريقة المهروس. تشمل النباتات الموصى باستخدامها، الفول (*Vicia faba*) أو فصوص الثوم/ البصل (*Allium* spp). لهذه النباتات ميزة للاستخدام، على الرغم من معدل نموها البطيء، تتمثل باحتوائها على عدد أقل من الكروموسومات الأكبر حجمًا، والتي يمكن مشاهدتها باستخدام المجاهر الضوئيّة المدرسيّة. هذا الاستقصاء العملي صعب، لذلك يتوافر في كتاب التجارب العمليّة والأنشطة دليل لاستكشاف الأخطاء وإصلاحها.

› **أفكار للتقويم:** يمكن استخدام استقصاءات عملية لمساعدة الطلبة على ممارسة مهارات الرسم. اطلب إليهم استخدام المجهر لإعداد رسوم تخطيطيّة لخلايا مصبوغة، أو لمقطع في قمة الجذر لإظهار طبقات الأنسجة.

٥ دائرة المهارات (٣٠ دقيقة)

كوّن مجموعة من «المحطات» في أرجاء غرفة الصف، تتعاون فيها مجموعات الطلبة لتنفيذ المهمات. يجب أن تركز «دائرة المهارات» على المهارات الأساسيّة اللازمة للتواصل العلمي الفعال. تتحرك المجموعات باتجاه النشاط التالي عند سماع صوت الجرس أو ساعة الايقاف كل 10 دقائق. أدر مناقشة صفيّة عند إنهاء جميع المجموعات لجميع الأنشطة، لتلخيص أهم مخرجات التعلم، مع مراعاة أنه يجب ألّا:

- تُبادل التوصيفات والتفسيرات للبيانات العلميّة (النوعيّة مقابل الكميّة).
- تستخدم صيغة حساب مقدار التكبير بشكل خاطئ.
- تستخدم خطوط التظليل والتخطيط في الرسوم التخطيطيّة العلميّة لأي سبب.

› **أفكار للتقويم:** يمكن استخدام الاستقصاءات العملية، كما في النشاط السابق، لمساعدة الطلبة على ممارسة مهارات الرسم. يواجه الطلبة صعوبة في إعداد الرسوم التخطيطيّة للخلايا المصبوغة باستخدام المجهر، أو في عمل مقطع قمة الجذر لإظهار طبقات الأنسجة.

التعليم المتمايز (تفريد التعليم)

التوسّع والتحدي

- اطلب إلى الطلبة حساب مؤشر الانقسام المتساوي للأنسجة النباتيّة باستخدام الاستقصاء العملي ٤-٢ الوارد في كتاب التجارب العمليّة والأنشطة. يطوّر هذا الاستقصاء مهارات تسجيل البيانات وعرضها وتقويمها.
- طوّر فكرة أنه يمكن استخدام مؤشر قياس الانقسام المتساوي وسيلة لاستقصاء تأثير متغيّر معيّن على نمو الأنسجة النباتيّة. يؤمّن ذلك فرصة لتطوير المهارات العمليّة وتحديد متطلبات الضوابط، والمتغيّرات المعياريّة، والدقة في الاستقصاءات العمليّة.
- الأسئلة ذات مستوى عالي الصعوبة، والأنشطة ذات الصلة بهذا الموضوع هي:
  - السؤالان ٨، ٩ من أسئلة نهاية الوحدة الواردان في كتاب الطالب.
  - النشاط ٤-٣ العدّ وحساب مجموع الأعداد واختبار الفرضيّة الوارد في كتاب التجارب العمليّة والأنشطة.

الدعم

- قد يكون تطوير «روابط للتذكر» واستخدامها مفيدًا جدًا لبعض الطلبة ليتذكروا معلومات تعلموها. على سبيل المثال تشير كلمة "تسنن" إلى الأطوار: التمهيدي والاستوائي والانفصالي والنهائي.
- توسّع في توضيح عمليّة الانقسام المتساوي من خلال إعداد سبع صور واضحة لخلايا تمرّ بمراحل مختلفة من الانقسام المتساوي، مطبوعة على ورق A3. اطلب إلى سبعة طلبة متطوعين أن يحمل كل منهم صورة من الصور السبع، بحيث يرى جميع الطلبة هذه الصور. ثم اطلب إلى بقيّة الطلبة إعادة ترتيب المتطوعين بالتسلسل الصحيح وفقًا لعمليّة الانقسام المتساوي من البداية إلى النهاية. أخيرًا، اطلب إلى الطالبَين الأول والأخير الوقوف متجاورَين لتكوين دائرة. هذا يؤكد على أن عملية الانقسام المتساوي هي دورة متعاقبة من الأطوار.
- الأسئلة ذات المستوى المنخفض، والأنشطة، ذات الصلة بهذا الموضوع هي:
  - السؤال ٧ من أسئلة نهاية الوحدة الوارد في كتاب الطالب.
  - النشاط ٤-١ تفسير صورة مجهريّة للانقسام المتساوي الوارد في كتاب التجارب العمليّة والأنشطة.
  - النشاط ٤-٢ كيفية الإجابة عن أسئلة اختيار من متعدّد المرتبطة بدورة انقسام الخليّة، وهو وارد في كتاب التجارب العملية والأنشطة.

تلخيص الأفكار والتأمّل فيها

- يمكن تنشيط معرفة الطلبة بالمصطلحات العلميّة عن طريق تزويدهم بورقة مقسمّة إلى نصفَين، مكتوب على النصف الأول منها اسم مصطلح، وعلى النصف الآخر تعريف لمصطلح آخر. من الأمثلة على المصطلحات التي يجب تضمينها: التيلومير، الهستون، خيوط المغزل، الطور الانفصالي، الحيز الحركي. اطلب إليهم أن يتجولوا في غرفة الصف، وأن يبحث كل منهم عن الطالب الذي يحمل التعريف المطابق لمصطلحه والطالب الذي يحمل المصطلح المطابق للتعريف لديهم. وفي النهاية اجعلهم يقفون في صفَّين متوازيَين بحيث تكون المصطلحات العلميّة وتعريفاتها متجاورة.
- استفد من النشاط ٤-٢ الوارد في كتاب التجارب العمليّة والأنشطة لتساعد الطلبة على طرح السؤال «ما هو السؤال؟» عند إعطاء الإجابة. أحد الأمثلة التي يمكن استخدامها، السؤال ٢، والذي يكتب فيه الطلبة أسئلة يكون أحد البدائل الأربعة المحتملة في التمثيل البياني إجابة عنها.

التكامل مع المناهج

مهارة القراءة والكتابة

يعرض هذا الموضوع لعدد كبير من المصطلحات العلميّة، سواء الأسماء أو الأفعال. تأكد من إعداد الطلبة قائمة المصطلحات التي تفيد في تطوير معرفتهم بها.

المهارة الحسابيّة

تؤمّن إعادة ترتيب صيغة مقدار التكبير أو القياس الحقيقي (الفعلي) فرصة لتنشيط المهارات الحسابية التي جرى تطويرها في الوحدة الأولى، بما في ذلك التحويل بين الوحدات mm و µm. ويحقق استخدام صيغة حساب مؤشر الانقسام المتساوي كأحد أطوار دورة الخليّة فرصة أخرى للطلبة لتطوير مهاراتهم الحسابية، على الرغم من أنها ليست من متطلبات المنهاج.

الموضوع ٤-٤: دور التيلوميرات

يطوّر هذا الموضوع معرفة الطلبة بتركيب الكروموسومات ودورها، مع التركيز على دور التيلوميرات.

الأهداف التعليمية

٤-٤ يحدّد دور التيلوميرات في منع فقدان الجينات من نهايات الكروموسومات أثناء تضاعف DNA.

المدّة المقترحة للتدريس

يخصص لتغطية هذا المحتوى حصة واحدة من ٤٠ دقيقة.

المصادر المرتبطة بالموضوع

المكون	المصدر	الوصف
كتاب الطالب	الصورتان ٤-١ و ٤-٧	• الصور المرتبطة بالتيلوميرات وعلاقتها باكتشاف إكسير الحياة.
	العلوم ضمن سياقها: لماذا نكبر ونشيخ؟	• معلومات وأسئلة عن التيلوميرات والتقدم بالسن.
كتاب التجارب العملية والأنشطة	النشاط ٤-٤	• العوامل المؤثرة على طول التيلومير
	أسئلة نهاية الوحدة: ١ (ب)	• السؤال المرتبط بوظيفة أو دور التيلوميرات

المفاهيم الخاطئة وسوء الفهم

- قد يعتقد الطلبة أن التيلوميرات لا تدخل في تركيب الكروموسومات وهي منفصلة عنها، وأنها لا تتكون من DNA أو تتداخل (تتفاعل) معه.

أنشطة تمهيدية

١ فكرة

اطلب إلى الطلبة قراءة محتوى الصفحة ١٢٧ في كتاب الطالب في بداية الوحدة: لماذا نكبر ونشيخ؟ ثم وزّعهم في ثنائيات لتحويل العمليّة الموصوفة إلى مجموعة من الرسوم الكرتونيّة، تظهر على شكل رسوم تخطيطيّة أساسيّة، كيف ستبدو خلايا شخص يبلغ من العمر عامًا واحدًا، و 40 عامًا، و 80 عامًا.

› **أفكار للتقويم:** يمكن قياس معرفة الطلبة وتوسيع تفكيرهم من خلال التداول بين المجموعات، ومدى قدرة الطلبة على استخدام المصطلحات العلميّة في المناقشات. يجب أن تشمل هذه: النمو، إصلاح الأنسجة، التكاثر اللاجنسي، الخلايا الجذعيّة، السرطان، الشيخوخة. لكن أيضًا مصطلحات خارجة عن نطاق المنهاج الدراسي مثل البتر الذاتي Autotomy وإعادة توليد الكبد Liver regeneration.

الأنشطة الرئيسية

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

١ نمذجة فقدان التيلومير (١٥ دقيقة)

استخدم قلم ألوان مائيًا لتلوين آخر 5 cm عند كل طرف من طرفَي حبل أو خيط أبيض سميك بطول نصف متر. يمكن أيضًا تثبيت قطع أوراق لاصقة أو أوراق ملونة على طرفَي الخيط، مع قطعة من الخيط الأسود على كلا الطرفَين. استخدم المقص لتقطع أجزاء صغيرة من الخيط الملوّن، فيرى الطلبة أن أجزاء من الخيط الأبيض سوف يتم قطعها. يمثل الخيط الأبيض المادة الوراثيّة، ويمثل الخيط الملوّن التيلوميرات. التيلوميرات هي «أغطية» تحمي المادة الوراثيّة أثناء انقسام الخليّة. اشرح للطلبة أن تقصير الخيط الملوّن هو أساس مرحلة الشيخوخة. في النهاية، وبعد العديد من الانقسامات الخلويّة، تفقد التيلوميرات. للمزيد من التوضيح يمكن للطلبة الرجوع إلى الصورة ٤-٧ الواردة في كتاب الطالب.

› **أفكار للتقويم:** كلف الطلبة أن يقوموا بعصف ذهني للأفكار التي تشرح كيف يمكن تجنب فقدان التيلوميرات في السرطان والخلايا الجذعيّة. يمكّن الوجود الدائم للتيلوميرات هذه الخلايا من الانقسام لعدد لانهائي من المرات.

التعليم المتمايز (تفريد التعليم)

التوسّع والتحدي

- وجّه الطلبة في نشاط «نمذجة فقدان التيلومير» إلى البحث عن سبب فقدان أجزاء من DNA في نهايتَي الكروموسومات عند كل انقسام. إن سبب انخفاض قياس التيلوميرات معقد، ويعود إلى بدء تضاعف DNA (هذه المعرفة غير مطلوبة في الامتحانات).
- يوفّر النشاط ٤-٤ والسؤال ٣ (ب) من أسئلة نهاية الوحدة الرابعة من كتاب التجارب العمليّة والأنشطة تمرينَين لهما صلة بطول التيلومير والحالة الصحيّة. ويتضمّنان إرشادات حول كيفيّة تفسير بعض الأفعال الإجرائيّة الأكثر تحديًا في الامتحانات ولكن يفضل حل السؤال ٣ بعد نهاية موضوع دور الخلايا الجذعية.

الدعم

- قد يكون استخدام مثال الرؤوس البلاستيكيّة التي تغطي نهايات رباط الحذاء لحمايتها من التلف وإطالة مدة استخدامها تشبيهًا مفيدًا للتيلوميرات، لكن تأكد أن الطلبة يدركون أن التيلوميرات مكوّنة من مادة DNA نفسها مثل بقيّة الكروموسوم.

تلخيص الأفكار والتأمّل فيها

كلف الطلبة لعبة «بنغو» لتعزيز فهم المصطلحات الأساسيّة التي وردت في الموضوعات السابقة. زوّدهم بشبكة من تسعة مربعات، واكتب على السبورة ٢٠ مصطلحًا من المصطلحات العلمية التي درسوها، طالبًا إليهم اختيار تسعة مصطلحات بشكل عشوائي ليضعها كل طالب في شبكته، ثم تعريف كل مصطلح منها، وأول طالب يضع علامة «صح» على مصطلحاته العلمية التسعة يقول «بنغو»، ويفوز بالمسابقة.

التكامل مع المناهج

مهارة القراءة والكتابة

يتضمن النشاط ٤-٤ مصطلحات علمية تستخدم في كتابة أسئلة الامتحان للمساعدة في توجيه إجابات الطلبة.

المهارة الحسابيّة

يتضمن النشاط ٤-٤ تفسير التمثيلات البيانيّة والبيانات.

الموضوع ٤-٥: دور الخلايا الجذعيّة

يقدم هذا الموضوع دور الخلايا الجذعيّة.

الأهداف التعليمية

٤-٥ يحدّد دور الخلايا الجذعيّة في استبدال الخلايا وإصلاح الأنسجة عن طريق الانقسام المتساوي.

المدّة المقترحة للتدريس

يخصص لتنفيذ هذا الموضوع حصة واحدة من ٤٠ دقيقة.

المصادر المرتبطة بالموضوع

المكون	المصدر	الوصف
كتاب الطالب	السؤال ٦	• السؤال المرتبط باختلاف الخلايا
	أسئلة نهاية الوحدة: ٤ و ٥	• الأسئلة المرتبطة بالخلايا الجذعيّة
كتاب التجارب العملية والأنشطة	أسئلة نهاية الوحدة: ٣ (أ)	• السؤال المرتبط بالخلايا الجذعية

المفاهيم الخاطئة وسوء الفهم

يخلط الطلبة أحيانًا بين خصائص وموقع الخلايا الجذعيّة الجنينيّة والبالغة.

أنشطة تمهيدية

من المحتمل أن يكون لدى الطلبة بعض المعرفة المسبقة بالخلايا الجذعيّة من وسائل الإعلام، لكن من غير المؤكّد أنهم يعرفون أية تفاصيل عن وظيفتها.

١ فكرة (أ)

اطلب إلى الطلبة كتابة قائمة تشمل أكبر عدد ممكن من أنواع الخلايا (المتخصصة) في جسم الإنسان، ودور كل منها. أخبرهم أن هناك أكثر من 200 نوع مختلف من الخلايا (المتخصصة)، ثم اسألهم عن العدد الذي فكروا فيه؟ يمكن تشجيع الطلبة بمنح درجة واحدة لكل طالب أدرج في قائمته نوعًا من الخلايا المتخصصة لم يذكرها أي طالب آخر في الصف. وجِّه المناقشة حول كيفية تطور هذه الخلايا المتخصصة من الخلايا الجذعية. قد يكون بعض الطلبة قد سمعوا عن العلاج بالخلايا الجذعية أو أبحاث الخلايا الجذعية؛ ستكون هذه فرصة جيدة لاستكشاف ما يعرفونه ويفهمونه بالفعل عن الخلايا الجذعية.

أفكار للتقويم: هذه فرصة جيدة لتقييم معرفة الطلبة بالأمشاج والتطور الجنيني وأبحاث الخلايا الجذعية.

الأنشطة الرئيسية

السؤال المرتبط بتحليل بيانات تتعلق بالخلايا الجذعية وطول التيلوميرات.

١ مناقشة صفيّة موجهة (٢٠ دقيقة)

ابدأ بنشاط "فكر، شارك زميلك، شارك الصف"، لتشجيع الطلبة على تطوير فهمهم بأهميّة التيلوميرات في عدم شيخوخة الخلايا السرطانية والخلايا الجذعيّة. اطلب إليهم كتابة قائمة بالأسباب، أو إنشاء جدول مقارنة، لشرح كيف تختلف الخلايا الجذعيّة عن الخلايا السرطانيّة اختلافًا كبيرًا، وتوضيح سبب هذا الاختلاف. هذا النشاط جيد لتوسيع فهمهم للسمات الرئيسيّة لكلا نوعَي الخلايا. سيجد الطلبة دعمًا عند الرجوع إلى الأشكال المناسبة الواردة في كتاب الطالب.

› **أفكار للتقويم:** يمكن طرح مجموعة قيّمة من الأسئلة المفصليّة لتعزيز مهارات التفكير العليا عند الطلبة. يتمثل أحد الخيارات في الطلب إليهم مقارنة المصطلحات العلميّة لتعزيز معرفتهم بالتعريفات الرئيسيّة، بما في ذلك:

- التيلومير والسنترومير.
- متعددة القدرات وكاملة القدرات.

التعليم المتمايز (تفريد التعليم)

التوسّع والتحدي

- قد يبحث الطلبة في تاريخ عمليات زراعة الخلايا الجذعيّة وتطبيقاتها، والتي تسمّى أحيانًا زراعة نخاع العظم.

الدعم

- الأسئلة المرتبطة بهذا الموضوع، والمنخفضة الصعوبة، هي:
- السؤالان ٤ و ٥ من أسئلة نهاية الوحدة الواردان في كتاب الطالب، والسؤال ٣ (أ) الوارد في كتاب التجارب العملية والأنشطة.

تلخيص الأفكار والتأمّل فيها

- اكتب فقرة تلخص المجموعة الكبيرة من المفاهيم التي درسها الطلبة في هذا الموضوع. ضمّن ما بين خمسة إلى عشرة أخطاء متنوّعة. يمكن أن تشمل أخطاء في القراءة، أو أخطاء مفاهيميّة، مثل:
  - يزداد طول التيلوميرات مع كل انقسام خلوي.
  - يمكن أن ينتج الانقسام المتساوي نسلًا عن طريق التكاثر الجنسي.
  - الخلايا الجذعيّة هي خلايا متخصصة.

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.

التكامل مع المناهج

مهارة القراءة والكتابة

يقدم هذا الموضوع عددًا كبيرًا من المصطلحات العلميّة، التي يحتاج الكثير منها إلى تعريف واضح ليفهمه الطلبة.

المهارة الحسابيّة

قد تؤمّن الإشارة إلى الأعداد الكبيرة من الخلايا فرصة للطلبة لممارسة كتابة أرقام كبيرة بالشكل المعياري (على سبيل المثال $1 \times 10^7 = 10000000$)

الموضوع ٤-٦: السرطانات

يطوّر هذا الموضوع فهم الطلبة للخلل المحتمل للانقسام المتساوي غير المنضبط، وهو الذي يمكن أن يسبّب السرطان وتطوّر الأورام.

الأهداف التعليمية

٤-٦ يشرح كيف يمكن أن يؤدّي الانقسام الخلوي غير المنضبط إلى تشكل ورم.

المدّة المقترحة للتدريس

يخصص لتنفيذ هذا الموضوع حصتان كل واحدة منهما ٤٠ دقيقة.

المصادر المرتبطة بالموضوع

المكون	المصدر	الوصف
كتاب الطالب	الصورتان ٤-٨ و ٤-٩	• الصورتان المرتبطتان بالسرطان
	الشكل ٤-٥	• الشكل المرتبط بمراحل تطور السرطان
	السؤال ٧	• السؤال المرتبط بأبحاث السرطان
	أسئلة نهاية الوحدة: ١١	• السؤال المرتبط بالسرطان

المفاهيم الخاطئة وسوء الفهم

- قد يخلط الطلبة بين مصطلحَي المطفرات والمواد المسرطنة على الرغم من الفروق الدقيقة بينهما، والتي يفترض أن يكون الطلبة على دراية بها.
- يخلط الطلبة أحيانًا بين المصطلحات خبيث، وانتشار، وحميد.
- صحيح أن معرفة أنواع السرطانات غير مطلوبة، إلّا أن للعديد من الطلبة مفاهيم خاطئة يكتسبونها من وسائل الإعلام ويتوجّب تصحيحها؛ على سبيل المثال: تصاب الإناث فقط بسرطان الثدي. من المصادر الجيدة لمعلوماتك قبل تدريس هذا الموضوع هو:

https://www.cancer.gov/about-cancer/causes-prevention/risk/ myths.

أنشطة تمهيدية

إلى جانب احتمال أن يكون الطلبة على دراية بالسرطان، من المحتمل أيضًا أن يكون أحدهم على معرفة مباشرة بالإصابة بالسرطان، إمّا بنفسه أو من خلال الأسرة والأصدقاء. تعامل مع هذا الموضوع بحساسيّة، وكن على دراية بالطلبة الذين يتأثرون به. قد يشعر الطلبة أحيانًا بالحزن والقلق عند التحدث عن أسباب السرطانات والأورام خصوصًا إذا اتصف أحد أفراد الأسرة بسلوك يؤدّي إلى المرض، كالتدخين مثلًا.

١ فكرة أ

اطلب إلى الطلبة كتابة أكبر عدد ممكن من أنواع السرطانات التي سمعوا عنها، وما يفهمونه في هذا المجال معتمدين على المصطلحات التي ذكروها.

› **أفكار للتقويم:** من خلال إدارة مناقشة صفيّة تتمكن من تقويم مدى معرفة الطلبة لأنواع السرطان التي فكروا فيها. استخدم هذه الفرصة لتصحيح أية مفاهيم خاطئة، مثل أن السرطانات تؤدي دائمًا إلى الوفاة. ارجع إلى الرابط المشار إليه في «المفاهيم الخاطئة وسوء الفهم» للحصول على إرشادات.

الأنشطة الرئيسية

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

١ قصة خليّة سرطانيّة (١٥ دقيقة)

زوّد الطلبة بالمشهد الأول والمشهد الأخير من شريط رسوم متحركة يتكوّن من ستة مشاهد، ثم اطلب إليهم تصميم المشاهد الأخرى ليكملوا قصة عن تكوين خليّة سرطانيّة، تؤدّي في النهاية إلى تكوّن ورم ثانوي في مكان آخر من الجسم. قد يشبه ما يُعدّه الطلبة الشكل ٤-٤ الوارد في كتاب الطالب.

› **أفكار للتقويم:** يمكن توسيع التفكير بسلسلة من الأسئلة مثل: «يمكن أن تتحوّل الخلايا النباتيّة إلى سرطانيّة، لكن لماذا لا تنتشر؟» و «لماذا يسبب العلاج الكيميائي آثارًا جانبيّة متماثلة لدى جميع الناس (مثل تساقط الشعر وفقر الدم والعقم؟)».

٢ البحث في أنواع مختلفة من أمراض السرطان (٦٠ دقيقة)

وجّه الطلبة للاستفادة من الشبكة العالمية للاتصالات الدولية-الإنترنت من خلال العمل في مجموعات للبحث في أنواع مختلفة من أمراض السرطان. اطلب إليهم إعداد عرض تقديمي لزملائهم في الحصة التالية. يجب أن يشمل العرض:

- الأسباب المحتملة
- الأعراض والتشخيص
- العلاج
- تكرار ظهور المرض

من المستحسن أن تكون على علم بأيّ من الطلبة أو من أفراد أسرهم الذين يعانون الإصابة بالسرطان قبل تنفيذ هذا النشاط. ولا شك أن معرفة التفاصيل عن أنواع السرطان ليست من أهداف المنهاج الدراسي، إلّا أن هذا الموضوع يمكن أن يكون مهمًا ومفيدًا جدًا لتجاربهم الحياتيّة.

التعليم المتمايز (تفريد التعليم)

التوسّع والتحدي

- يمثل هذا الموضوع فرصة جيدة للطلبة للبحث وتقديم موضوع مثير للاهتمام. يمكنك بالتخطيط الدقيق تأمين فرصة "للتغيير" في الصف. اطلب إليهم قراءة المحتوى ذي الصلة مسبقًا، وإجراء أبحاث إضافيّة، وتقديم ملخصات صغيرة عن المفاهيم في درس لاحق.

الدعم

- يمكنك في نشاط «قصة خليّة سرطانيّة»، تقديم المزيد من المشاهد في شريط الرسوم المتحركة (ربما أول مشهدَين، أو مشهد في المنتصف). يجب اختيار هذه المشاهد بعناية لتزويد الطلبة بإشارة كافية بما يجب عليهم عمله لجمع ما يرونه في الصور بشكل مترابط.
- يتضمّن موقع الإنترنت بعض الرسوم التخطيطيّة المفيدة.

https://www.creative-enzymes.com/resource/effect-of-enzyme-inhibition-on-enzymatic-reaction_49.html

تلخيص الأفكار والتأمّل فيها

- توفيت الأميريكية هنريتا لاكس Henrietta Lacks في أوائل الخمسينات من القرن الماضي بسبب الأورام التي تشكّلت بانتشار خلايا الأورام الخبيثة. لا تزال خلايا سلالة هيلا HeLa line cells المشتقة من خلايا ورم عنق الرحم الأساسيّة عندها تستخدم في مختلف مختبرات العالم للبحث العلمي. هذه القصة تبيّن للطلبة طريقة استخدام المصطلحات العلميّة في هذا الموضوع في سياق مناقشة صفيّة. ولمزيد من المعلومات انظر:

https://www.nature.com/articles/d41586-020-02494-z .

التكامل مع المناهج

مهارة القراءة والكتابة

قد تؤدي كتابة العرض التقديمي إلى تطوير مهارات الطلبة في التواصل مع الآخرين.

المهارة الحسابيّة

قد تفيد مناقشة كيفيّة تكاثر الخلايا السرطانيّة بسرعة كبيرة في تطوير إدراك الطلبة للنمو الأسّي. التشبيه الكلاسيكي هو حبوب القمح أو الرز على لوحة الشطرنج: إذا بدأت بحبة أرزّ واحدة في المربع الأول، ثم ضاعفت الرقم في كل من المربعات التالية، فكم سيكون لديك في المربع 64 الأخير؟ لمزيد من التفاصيل انظر:

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

أو

https://www.mathscareers.org.uk/the-rice-and-chessboard-legend

إجابات كتاب الطالب

قبل أن تبدأ بدراسة الوحدة

التراكيب الأساسيّة لنواة الخليّة حقيقيّة النواة:

- محاطة بغشاءَين يشكلان الغلاف النووي.
الوظيفة: يفصل المركبات الكيميائيّة الحيويّة في النواة عن تلك الموجودة في السيتوبلازم أو يتصل مع الشبكة الإندوبلازميّة الخشنة.
- الغلاف النووي مثقب بثقوب نوويّة.
الوظيفة: يساعد على التحكم بالمواد التي تدخل إلى النواة وتخرج منها. على سبيل المثال، mRNA، الرايبوسومات.
- تحتوي على الكروموسومات أو الكروماتين أو DNA (والهستونات)
الوظيفة: يحتوي الكروماتين على DNA والهستونات. DNA هو المادة الوراثيّة، وتؤمّن الهستونات دعامة لـ DNA تسمح بتعبئته من دون تشابك.
- تحتوي على النويّة.
الوظيفة: تكوّن النويّة الرايبوسومات.

العلوم ضمن سياقها: لماذا نكبر ونشيخ؟

بعض الأمور المحتملة مدرجة أدناه:

- هل ينبغي أن يكون العلاج متاحًا عالميًا لمنع حدوث مشاكل صحية وشيخوخة؟ إذا لم يكن كذلك، فمن الذي يجب أن يستفيد منه؟
- ماذا لو كان بإمكانك الحصول على رعاية صحية تجنبك حدوث مشاكل مرتبطة بالتقدم في السن، فيما زميلك لا يمكنه ذلك.
- هل على الناس أن يعملوا ما داموا بصحة جيدة؟ أو هل يجب أن يكون هناك سن للتقاعد والتوقف عن العمل؟ هل تؤدي الرعاية الصحية إلى إطالة سن التقاعد وتمديد زمن العمل؟
- إذا كان استمرار العلاج لتجنب المشاكل المرتبطة بتقدم السن مكلفًا، فهل يجب استمرار هذه العلاجات مدى الحياة، أو يجب أن تتوقف خلال فترة زمنية معينة؟ في حال كان الحصول على الأدوية والعلاجات محدودًا، فهل ستتواجد سوق سوداء لبيعها؟

إجابات أسئلة موضوعات الوحدة

١. يتمثل التكاثر اللاجنسي بإنتاج أفراد جديدة مطابقة جينيًا للكائن الحي الذي نتجت منه. ويجب أن تكون الخلايا في هؤلاء الأفراد متطابقة جينيًا.

الانقسام المتساوي نوع من الانقسام اللازم لإنتاج خلايا متطابقة جينيًا.

٢. أ. 92 كروماتيد

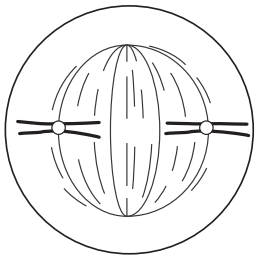
ب. 92 جزيء DNA (يحتوي كل كروماتيد على جزيء DNA)

ج. 92 حيزًا حركيًا

د. 46 كروموسوم

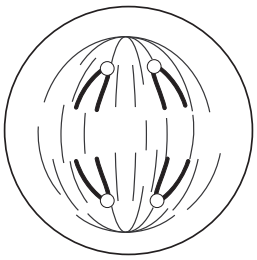
هـ. 92 كروماتيد

٣. أ.



الطور الاستوائي

ب.



الطور الانفصالي

٤. وظيفتها ربط الكروماتيدات معًا، وربط الكروموسومات بخيوط المغزل.

٥. من بين 75000 خليّة، كانت 9 خلايا في حالة انقسام. يستمر الانقسام المتساوي ساعة واحدة، لذلك تكون مدة دورة الخليّة هي: 9 / 75000

= 8333 ساعة

= 8333 / 24 ساعة

= 347 يومًا

(تختلف مدة دورة الخلية في الحيوانات البالغة من ثماني ساعات إلى أكثر من سنة واحدة).

٦. يقترح أن التخصص يرجع للجينات التي يتم تشغيلها في الخلايا عند تمايزها أو تخصصها. في خليّة الكبد، على سبيل المثال، يتم تشغيل الجينات التي تتحكم في أنشطة الكبد فقط، على الرغم من أن خلايا الكبد تحتوي على جميع المعلومات اللازمة لتكوين أيّة خليّة.

٧. الخلايا السرطانيّة لا تصاب بالشيخوخة، وهي تحقق ذلك بتجديد تيلوميراتها بعد كل انقسام غير منتظم، عن طريق التيلوميريز (تستخدم الخليّة الطبيعيّة في النهاية تيلوميراتها وتموت إذا انقسمت بشكل متكرر).

إجابات أسئلة نهاية الوحدة

١. د

٢. ب

٣. أ؛ **التفسير:** تحتوي خلايا الإنسان كمثال على 46 كروموسوم. وفي الطور S من دورة الخليّة، يتضاعف كل كروموسوم، مكوّنًا كروماتيدَين. لذا يمر في الانقسام المتساوي 92 كروماتيد. وتحتوي كل خليّة جديدة ناتجة من الانقسام المتساوي على 46 كروموسوم. يمكن لذلك أن يكون المصطلح كروموسوم مربكًا. وينشأ الإرباك من أن المصطلح «كروموسوم» كان ينطبق في الأصل على التراكيب التي تظهر أثناء الانقسام المتساوي، والتي يتكوّن كل منها من كروماتيدَين (الكروموسومات المتضاعفة)، ومصطلح كروموسوم الآن ينطبق على 46 تركيبًا توجد في نواة الطور البيني بين انقسامَي الخليّة.

٤. ب

٥. **كاملة القدرات:** تستطيع إنتاج أي نوع من الخلايا. **متعددة القدرات:** تستطيع إنتاج أنواع قليلة من الخلايا المتخصصة.

٦. **الجسم المركزي:**

مركز تنظيم الأنيبيبات الدقيقة،

يكوّن خيوط المغزل أثناء الانقسام المتساوي،

يحتوي على سنتريولين،

يوجد خارج النواة مباشرة.

السنتريول:

يتكوّن من 9 ثلاثيات من الأنيبيبات الدقيقة، مركز تنظيم الأنيبيبات الدقيقة وتكون خيوط المغزل

السنترومير:

منطقة من الكروموسوم تربط الكروماتيدات معًا؛

نقطة ارتباط الكروماتيدات بخيوط المغزل.

٧. أ. A الطور الانفصالي

B الطور التمهيدي

C الطور الاستوائي

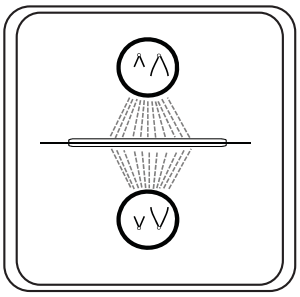
ب. الطور الانفصالي: تتحرك الكروماتيدات باتجاه القطبَين المتقابلَين، حيث تتحرك السنترومیرات أولًا بفعل تقصر خيوط المغزل، الطور التمهيدي: تبدأ الكروموسومات بالظهور نتيجة التفاف الكروماتين، وتقصر وتسمك بما يكفي أن تشاهد عندما تصبغ.

الطور الاستوائي: تصطف الكروموسومات على امتداد خط استواء الخليّة.

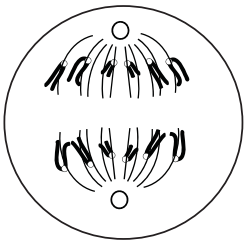
٨. أ. ١. الطور الاستوائي.

٢. يظهر رسم الطور التمهيدي كروموسومَين منفردَين، ولكل منهما سنترومير (**وليس** زوجًا من الكروماتيدات) موزعة عشوائيًا، ومحاطة بالغلاف النووي (**يقبل الغلاف النووي كخط متصل أو منقّط**). من الممكن أن يرسم الطلبة الخلية في نهاية الطور البيني، تُعدّ إجابة صحيحة (إذا أظهر الرسم الكروموسومات قصيرة وسميكة).

ب. كروموسوم طويل وكروموسوم قصير، بكل منهما سنترومير، يظهران داخل كل نواة جديدة.



ج. ستة كروموسومات في منتصف المسافة تقريبًا بين خط استواء الخليّة وكل من القطبَين (12 كروموسوم في المجموع)، اثنان طويلان، واثنان قصيران، واثنان معقوفان عند كل اتجاه، والسنتروميرات تقود كل كروموسوم في اتجاهين متعاكسين.



٩. أ. الأنيبيبات الدقيقة مكوّنة من جزيئات تيوبيولين.

ترتبط جزيئات تيوبيولين بعضها في بعض بنمط معيّن لتكوين الأنيبيبات الدقيقة.

لذا فإن وجود الكولشيسين يعيق تكوين الأنيبيبات الدقيقة.

ب. خيوط المغزل، السنتريولات.

ج. (متوقفة) في الطور التمهيدي،

لا يمكن تكوين خيوط المغزل (بسبب وجود الكولشيسين)،

لذا فإن الطور الاستوائي والأطوار اللاحقة، لا يمكن أن تحدث.

١٠. أ. صحيحة

تتضاعف السنترويرات أثناء الطور البيني، قبل بدء الطور M.

ب. صحيحة

تتكوّن الكروماتيدات الشقيقة بتضاعف DNA. يحتوي كل كروماتيد على جزيء DNA جديد مطابق للجزيء الأصلي.

ج. خاطئة

تمتد الأنيبيبات الدقيقة من الحيّز الحركي إلى القطب الأقرب. الحيزان الحركيان في الكروماتيدَين الشقيقَين يرتبطان بالقطبَين المتقابلَين.

د. خاطئة

يحدث ذلك أثناء الطور M خلال تكوين خيوط المغزل (البلمرة) وتحرك الكروماتيد (إزالة البلمرة).

هـ. خاطئة

يوجد الحيّز الحركي على السنترومير لكل كروماتيد.

و. خاطئة

التيلوميرات أغطية في نهايات الكروموسومات. ترتبط الأنيبيبات الدقيقة بالسنتروميرات (الحيز الحركي).

ز. صحيحة

تنفصل الكروماتيدات في بداية الطور الانفصالي.

١١. أ. يحدث السرطان بسبب طفرة جينية، في جينات أو جين أو التحكم بالانقسام الخلوي أو الانقسام المتساوي.

ب. مادة كيميائيّة، (أو عامل بيئي) يمكن أن تسبّب السرطان.

يعتمد جدول البيانات الآتي على بيانات المصدر نفسه مثل الأرقام الواردة في السؤال (ارجع إلى الموقع https://ourworldindata.org). الأرقام تفاعلية على موقع الإنترنت.

سنة 1990			سنة 2016		
المجموعة العمريّة	بالمليون	%	المجموعة العمريّة	بالمليون	%
70+	6.52	34.2	70+	15.67	37.3
50- 69	8.73	45.8	50- 69	19.27	45.9
15- 49	3.36	17.6	15- 49	**6.51**	15.5
أقل من 15	0.46	2.4	أقل من 15	0.55	1.3
المجموع	19.07	100	المجموع	41.99	100

ج. ١. 50- 69.

٢. تحتوي على أكبر عدد من الناس،

هذه الفئة العمرية قد عاشت فترة طويلة سمحت لمراكمة الطفرات (أو المطفرات) مقارنة بالمجموعات العمريّة الأصغر.

معدل الوفيات في المجموعة العمريّة 70+ مرتفع، وبالتالي، العدد الأقل منها يعاني السرطان.

٣. ازداد العدد الإجمالي لمرضى السرطان ليتضاعف تقريبًا. وهذا يمكن أن يكون نتيجة لعدة عوامل أو احتمالات كالآتي:

- نتيجة للزيادة السكانية.
- لأن الناس يعيشون مدة أطول.
- نتيجة ازدياد التعرض للخطر.
- نتيجة تغير نمط الحياة.
- بسبب ازدياد التلوث.
- بسبب زيادة التدخين.

لا يوجد تغيير أو هناك تغيير طفيف في عدد حالات السرطان بين الفئة العمرية الأقل من 15 (انخفض في الواقع من 2.4% إلى 1.2%). يتوقع زيادة عدد المصابين إذا كان هناك عدد أكبر من الفئة العمرية الأقل من 15 في عام 2016م مقارنة مع العام 1990م. قد يكون بسبب التطور الطبي في علاج السرطان لمن هم أقل من 15. لا يوجد تغيير طفيف في العدد الفعلي في حالات السرطان بين أقل من 15، على الرغم من أن النسبة المئوية قد انخفضت من 2.4% إلى 1.2% من الإجمالي (النصف تقريبًا). لذلك لا توجد عوامل جديدة (أو لا تغيير في العوامل) المسببة للسرطان.

اقبل أي تعليق يشير إلى حاجة الطلبة إلى معلومات إضافية لتفسير الاتجاهات.

إجابات كتاب التجارب العملية والأنشطة

إجابات الأنشطة

نشاط ٤- ١ تفسير صورة مجهرّية للانقسام المتساوي

١. 12 كروموسوم

٢. أ. ج ب. أ ج. ب

٣. طول شريط القياس = 18 mm = 18000 µm

لذا فإن التكبير = 3000 x = 6 ÷ 18000

أقصى عرض للخلية = 24 mm = 24000 µm

لذا العرض الفعلي = 8 µm = 3000 ÷ 24000

نشاط ٤-٢ كيفية الإجابة عن أسئلة اختيار من متعدّد المرتبطة بدورة الخلية

١. يجب أن تحتوي الخلايا على أغلفة نووية، لأنها تتجدد أثناء الطور النهائي، والذي يسبق انقسام السيتوبلازم. تنشطر الكروموسومات أثناء الانقسام المتساوي إلى كروماتيدات، لذا فإن الإجابة الصحيحة هي د.

٢. تعتمد الإجابة هنا على الأسئلة التي سيضعها الطلبة، والتحقق من جودتها من خلال تجربتها على الطلبة الآخرين في الصف.

نشاط ٤-٣ العد وحساب مجموع الأعداد واختبار الفرضية

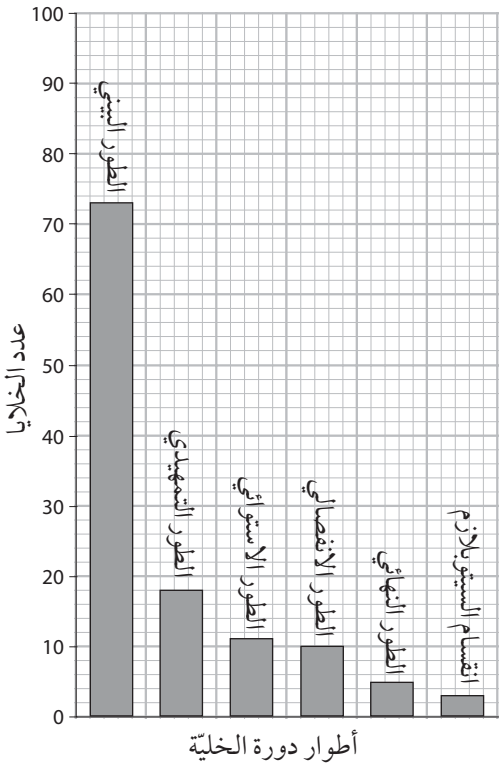
١. أ. 120 خلية

ب. الخلايا التي تمر بأطوار الانقسام المتساوي هي تلك التي في الطور التمهيدي، والطور الاستوائي، والطور الانفصالي، والطور النهائي. لذا فإن المجموع الإجمالي للخلايا هو 44.

النسبة المئويّة من الإجمالي هي:

(44 ÷ 120) × 100 = 36.7%

ج.



د. المتغيّر المستقل هو عامل الوقت في اليوم، ويمكن أن يتنوّع ذلك من خلال تحضير قمة الجذر المهروسة في أوقات مختلفة من اليوم. يجب على الطالبة اختيار خمسة أوقات مختلفة على الأقل؛ على سبيل المثال: 8:30 صباحًا، 5 صباحًا، 9 صباحًا، 1 مساءً، 5 مساءً، 9 مساءً.

المتغيّر التابع هو عدد الخلايا التي تمر في الانقسام المتساوي. يجب على الطالبة حساب عدد الخلايا في الأطوار المختلفة وتسجيلها، كما هو مبيّن في الجدول ٤-١ من كتاب التجارب العمليّة والأنشطة (أو يمكن أن تحسب جميع الخلايا المنقسمة كطور واحد، بدلًا من

تقسيمها إلى أربعة أطوار مختلفة). ينبغي لها بعد ذلك حساب النسبة المئويّة للخلايا التي تمر في الانقسام المتساوي، كما في الجزء (ب) أعلاه.

المتغيّرات التي يجب الحفاظ على ثباتها تشمل:

- أنواع النباتات المستخدمة.
- عمر النبات وتنوع النباتات، بحيث تكون النباتات متطابقة جينيًا إن أمكن.
- الظروف التي تنمو فيها النباتات: درجة الحرارة، شدة الإضاءة، نظام الري.
- جميع خطوات تحضير مهروس قمة الجذر، على سبيل المثال، مدة الصبغ، الصبغة المستخدمة، وهكذا.
- جزء الجذر المستخدم في تحضير مهروس قمة الجذر- يجب قطع هذا الجزء على مسافة واحدة بالضبط أسفل قمة الجذر.
- عمليّة العد، على سبيل المثال، العدسة الشيئيّة المستخدمة، الطريقة المستخدمة في اتخاذ القرار حول جزء الشريحة الذي سيتم العد فيه.

من المفيد تكرار كل إجراء بما لا يقل عن ثلاث مرات في كل وقت من اليوم، إضافة إلى تكرار التجربة في أيام مختلفة.

يمكن أن تسجل نتائج كل عيّنة في جدول، مع أعمدة إضافيّة للتكرار؛ ثم بعد ذلك حساب القيم المتوسطة للنسبة المئويّة للخلايا المنقسمة لكل مجموعة من التكرارات، وتسجيلها في العمود الأخير.

قد تقوم بتسجيل النتائج في جدول آخر.

الوقت من اليوم	متوسط النسبة المئويّة للخلايا التي تمر في الانقسام المتساوي
8:30 صباحًا	
وهكذا	

يمكن عرض النتائج على شكل تمثيل بياني بالأعمدة، حيث يبيّن المحور السيني الوقت من اليوم، ويبين المحور الصادي متوسط النسبة المئويّة للخلايا التي تمر في الانقسام المتساوي. يجب أن تكون الأعمدة متصلة (لأن مقياس المحور السيني متغيّر باستمرار).

إذا ظهر فرق واضح بين النسبة المئويّة للخلايا التي تمر في الانقسام المتساوي في مختلف أوقات اليوم، فهذا يدعم فرضيّة الطالبة، لكن لا يثبتها.

نشاط ٤-٤ العوامل المؤثرة على طول التيلومير

١. أ. **الاتجاه العام:** يقل طول التيلومير مع التقدم في السن.

قوة الاتجاه: يوجد كثير من التباين في طول التيلومير في أي عمر. لدى كثير من كبار السن تيلوميرات أطول من تيلوميرات كثير من الشباب.

أرقام الاستشهاد: يظهر الخط المنحدر في التمثيل البياني أنه في سن 18، يكون طول التيلومير 7.8 كيلو قاعدة (kb)، ينخفض إلى 6.3 كيلو قاعدة (kb) في سن 76.

إجراء الحسابات: خلال 58 عامًا (من سن 18 إلى سن 76) نقص طول التيلومير 1.5 كيلو قاعدة (kb) (7.8-6.3) أي أنه فقد ما يعادل 1500 قاعدة، لذا، يكون متوسط ما يفقده التيلومير سنويًا يقارب 26 قاعدة

1500 قاعدة ÷ 58 عامًا = 25.86 قاعدة تُفقد سنويًا، مقربة إلى 26 قاعدة.

يمكن للطلبة التعبير عن هذا كمعدل متوسط أو وسطي لفقدان 26 قاعدة في السنة، أو 260 قاعدة في 10 سنوات.

ب. تفقد بعض قواعد التيلوميرات في كل مرة تنقسم فيها الخليّة. وكلما كان الشخص أكبر سنًا، زاد عدد المرات التي انقسمت فيها خلاياه.

٢. النمط العام: يظهر التمثيل البيانيّ أن مؤشر كتلة الجسم والتدخين يرتبطان في نقصان طول التيلومير.

أرقام الاستشهاد: بالنسبة إلى مؤشر كتلة الجسم BMI، لدى الشخص البدين متوسط طول تيلومير 7.06 كيلو قاعدة (kb)، مقارنة مع متوسط طول تيلومير 7.19 كيلو قاعدة (kb) لشخص وزنه طبيعي. وبالنسبة إلى المدخن الحالي، يكون متوسط طول التيلومير 7.04 كيلو قاعدة (kb) مقارنة مع 7.16 كيلو قاعدة (kb) لدى شخص غير مدخن، و 7.08 كيلو قاعدة (kb) لمدخن سابق.

هل هذه الأرقام تدعم فكرة أن البدانة والتدخين يسرعان الشيخوخة؟ قدّم أدلة تدعم الفكرة وأدلة لا تدعمها.

من المعروف أن كبار السن يميلون إلى أن يكون لديهم تيلوميرات قصيرة، ويعتقد أن طول التيلومير يُسهم في بعض مظاهر الشيخوخة، والتي ترتبط بعدم القدرة على الانقسام بسهولة لتجديد الأنسجة وإصلاحها. لذا، يمكن أن تشير حقيقة أن الأشخاص البدينين والأشخاص المدخنين لديهم تيلوميرات قصيرة، إلى أنهم يشيخون بشكل سريع.

ومع ذلك، لا يوجد في هذه البيانات ما يثبت بشكل مؤكد أن البدانة أو التدخين يسببان قصر التيلوميرات. ولا يوجد ما يثبت أن وجود تيلوميرات قصيرة يسبّب الشيخوخة. تظهر البيانات علاقة فقط وليس السبب والنتيجة.

إجابات الاستقصاءات العملية

الاستقصاء العملي ٤-١: إعداد مهروس قمة الجذر

الأهداف التعليمية	
٤-٧	يصف سلوك الكروموسومات في الخلايا النباتيّة والخلايا الحيوانيّة أثناء دورة الخلية والانقسام المتساوي وسلوك الغلاف النووي وغشاء خارج الخلية والخيوط المغزليّة المرتبط بالانقسام المتساوي (يتوقع تسمية الأطوار الرئيسية للانقسام المتساوي: الطور التمهيدي، الطور الاستوائي، الطورالانفصالي، الطور النهائي).
٤-٨	يفسّر الصور المجهريّة الضوئية والرسوم التخطيطيّة والشرائح المجهريّة للخلايا في الأطوار المختلفة للانقسام المتساوي خلال دورة الخلية، ويتعرف الأطوار الرئيسيّة للانقسام المتساوي.

المدّة

إذا استطاع الطلبة إنجاز عملهم بنجاح من المرة الأولى، يمكن إكمال الاستقصاء والرسوم في حصة واحدة مدتها ٤٠ دقيقة. لكن قد يحتاج بعض الطلبة إلى إعداد شريحة مجهريّة جديدة ، إذا لم تنجح محاولتهم الأولى.

توجيهات حول الاستقصاء

- يجب أن يكون الطلبة على دراية بالمراحل المختلفة لدورة الخليّة. تأكد من أنه يمكنهم التعرّف على أطوار الانقسام المتساوي في الخلايا النباتيّة من الصور المجهريّة.
- يجب أن يتقنوا تحضير الشرائح المجهريّة المؤقتة واستخدام المجهر.

ستحتاج إلى

المواد والأدوات	
• بادرة صغيرة (مثل الفول، أو الثوم) • شريحة مجهريّة نظيفة مع غطاء شريحة • سكين حادة، أو مشرط، أو شفرة حلاقة آمنة • أداة لتسخين الشريحة (موقد بنزن، أو موقد كحولي، أو سخان كهربائي) • إبرة مثبتة	• ورق ترشيح • قنينة صغيرة من حمض هيدروكلوريك 1mol/L، مع قطارة • قنينة صغيرة من صبغة حمض الأورسين، مع قطارة • زجاجة ساعة أو وعاء زجاجي صغير • بلاطة بيضاء • ماء مقطر

ملاحظات وتوجيهات إضافيّة

- يمكن تحضير قمم الجذور المناسبة عن طريق وضع بصيلة ثوم كاملة في وعاء بحيث تكون قاعدتها قد غمرت في الماء، مع المحافظة على مستوى الماء في الوعاء. يجب أن تظهر الجذور في غضون عشرة أيام (بحسب درجة الحرارة وصنف بصيلة الثوم ونضارتها). من الأفضل تحضير بعضها قبل عشرة أيام، وقبل ثمانية أيام، أو قبل ستة أيام، وما إلى ذلك، من موعد إجراء الاستقصاء، بما يضمن وفرة مناسبة من قمم الجذور من مختلف فترات النمو.
- بدلًا من ذلك، يمكنك تنمية بذور الفول على ورق تجفيف أو ورق ترشيح رطب.
- يمكن الحصول على صبغة أوليك الأورسين، المعروفة أيضًا باسم حمض الأورسين، من محلات المواد المختبريّة.
- توجد مجموعة متنوعة من التقنيات البديلة لتحضير شريحة مؤقتة تظهر الانقسام المتساوي. في حال الرغبة بتجربة طريقة مختلفة قليلًا، يمكن زيارة موقع مؤسسة نفيليد Nuffield Foundation على الشبكة العالمية للاتصالات الدولية–الإنترنت

(https: //www.nuffieldfoundation.org)

والنقر على Teachers ثم Practical Biology، حيث تتوافر تعليمات مفصلة عن استقصاء الانقسام المتساوي في مهروس قمة جذر الفول. يحتوي هذا الموقع أيضًا على تعليمات عن تحضير صبغة حمض الأورسين، في حال أمكن الحصول على الأورسين وحمض أوليك الجليدي.

- يوجد مصدر آخر ممتاز للمعلومات هو موقع:

(https: //www.saps.org.uk, Science and Plants for Schools)

حيث يمكنك النقر على Secondary، للاطلاع على معلومات مفصلة عن الفحص المجهري للانقسام المتساوي في قمم الجذور. يتضمن الموقع فيديو لبعض خطوات إعداد الشريحة، وبوربوينت PowerPoint، وتعليمات عن التحضير للنشاط العملي وملاحظات للطلبة والمعلم.

⚠ احتياطات الأمان والسلامة

- يجب أن يقرأ الطلبة قسم إرشادات السلامة في كتاب التجارب العمليّة والأنشطة، قبل إجراء هذا الاستقصاء.
- يجب اتّباع إجراءات السلامة المعيارية في المختبرات دائمًا.
- التركيز المقترح لحمض الهيدروكلوريك 1mol/L مخفف، ومع ذلك يجب على الطلبة غسل أي حمض يلامس الجلد والملابس.
- يجب أن يرتدي الطلبة نظارات واقية.
- الأورسين منخفض الخطورة، ومع ذلك فإنه يلطخ الجلد، لذلك يجب غسله فورًا بالماء البارد.
- توصي التعليمات بإمساك زجاجة الساعة بالأصابع لتمريرها عبر اللهب، تجنبًا لارتفاع درجة حرارتها كثيرًا. ومع ذلك، يجب على الطلبة الحرص على عدم حرق أصابعهم؛ والحرص أيضًا في حال استخدام السخان الكهربائي.

توجيهات حول إجراء الاستقصاء

- لا يمكن ضمان النجاح في هذا الاستقصاء حتى لو حضّر الطلبة شرائحهم جيدًا، إذ ليس من الممكن دائمًا رؤية الكروموسومات في الخلايا المنقسمة. قد يحدث الانقسام المتساوي في بعض النباتات في أوقات معيّنة من اليوم، لذلك يفضل تكرار المحاولة في إجراء الاستقصاء العملي في الحصص المتأخرة من اليوم الدراسي. ومن المفيد إجراء الاستقصاء بنفسك قبل تكليف الطلبة إجراءه. ارجع أيضًا إلى الجدول ٤-١ الوارد في كتاب التجارب العمليّة والأنشطة الذي يتناول بعض أسباب عدم النجاح الممكنة وكيفية معالجتها.

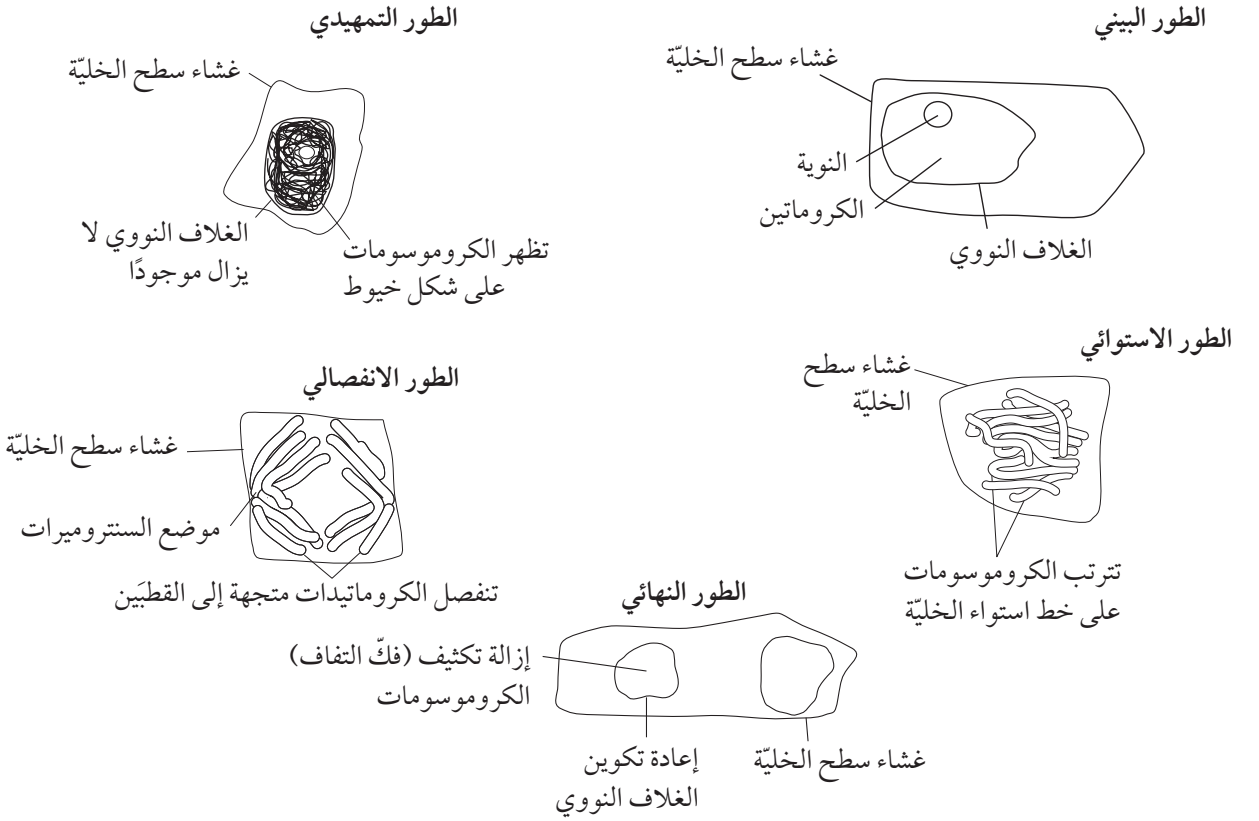
لن ينجح العديد من الطلبة في رؤية الكروموسومات، وفي تحديد أطوار دورة الخليّة في محاولتهم الأولى. لذا وجههم إلى استخدام الجدول ٤-١ لمحاولة حل مشكلاتهم أولًا، قبل الرجوع إليك للتدخل.

- قد يحتاج الطلبة إلى تذكيرهم بإرشادات تنفيذ رسوم تخطيطيّة جيدة للخلايا. وقد يميلون إلى تنفيذ رسوم تخطيطيّة مثاليّة لأطوار الانقسام المتساوي المختلفة، بدلًا من رسم ما يمكنهم رؤيته فعلًا.

يمكن للطلبة الذين ينجحون في تحضير الشريحة التي تمكنهم من رؤية الخلايا المنقسمة أن يحاولوا مقارنة عدد الخلايا في حالة الانقسام المتساوي في جذور الثوم مع مختلف فترات النمو (ربما تكون قد زوّدتهم ببصيلات ثوم تم تجهيزها في أيام مختلفة قبل موعد الاستقصاء العملي). يمكنهم استخدام مقياس العدسة العينيّة لقياس متوسط قياس عيّنة الخلايا في حالة الانقسام المتساوي، ومقارنته مع متوسط قياس الخلايا في الطور البيني.

عيّنة نتائج

انظر الشكل ٤-١



الشكل ٤-١

الاستقصاء العملي ٤-٢: استقصاء الانقسام المتساوي باستخدام شرائح جاهزة

الأهداف التعليمية	
٤-٨	يفسّر الصور المجهريّة الضوئية والرسوم التخطيطيّة والشرائح المجهريّة للخلايا في الأطوار المختلفة للانقسام المتساوي خلال دورة الخلية، ويتعرف الأطوار الرئيسيّة للانقسام المتساوي.

المدّة

يمكن عدّ الخلايا واستكمال مجموعات الأعداد خلال مدة تتراوح بين ٢٠ و٣٠ دقيقة تقريبًا، وستكون هناك حاجة إلى ٣٠ دقيقة أخرى للإجابة عن الأسئلة.

توجيهات حول الاستقصاء

- يجب أن يكون الطلبة على دراية بالمراحل المختلفة لدورة الخليّة. تأكد من أنه يمكنهم التعرّف على أطوار الانقسام المتساوي في الخلايا النباتيّة من الصور المجهريّة.

ستحتاج إلى

المواد والأدوات
• مجهر • شريحة جاهزة مصبوغة من قمة جذر لإظهار الخلايا وهي تمر بالانقسام المتساوي.

ملاحظات وإرشادات إضافيّة

- يمكن الحصول على الشرائح الجاهزة للانقسام المتساوي من جامعة كامبريدج، من خلال قائمة الإصدارات المتاحة على موقع الإنترنت https://www.cambridgeinternational.org/.

⚠ احتياطات الأمان والسلامة

- يجب أن يقرأ الطلبة قسم إرشادات السلامة الوارد في كتاب التجارب العمليّة والأنشطة، قبل إجراء هذا الاستقصاء.
- يجب اتّباع إجراءات السلامة المعيارية في المختبرات دائمًا.
- لا يترتب على اجراء هذا الاستقصاء أية مخاطر تتعلق بالسلامة.

توجيهات حول إجراء الاستقصاء

- لن يواجه الطلبة صعوبة كبيرة في العثور على خلايا في الأطوار المختلفة من الانقسام المتساوي أو صعوبة في تعرفها إذا كانت الشريحة ذات جودة عالية.
- يجب التذكر أن عمليّة الانقسام عمليّة مستمرة، لذلك لا يوجد خط فاصل بين الأطوار المختلفة. وبالتالي، قد يجد الطلبة صعوبة في تحديد الطور الذي توجد فيه الخليّة. عليهم اتّخاذ قرار بشأن ذلك، ومحاولة اتخاذ قرارات مماثلة بشأن خلايا مماثلة.
- يسهل تحديد بعض الأطوار من غيرها، على سبيل المثال: تميل الخلايا في الطور الانفصالي إلى الظهور بوضوح أكبر من الخلايا في الطور التمهيدي. وهذا يعني أن عدد الخلايا في بعض الأطوار قد يكون مبالغًا فيه مقارنة بأطوار أخرى.

يمكن مساعدة الطلبة الذين يجدون صعوبة في تحديد الخلايا المنقسمة وعدّها، عن طريق عرض صور مجهريّة لمجموعات من الخلايا بتكبير مماثل لتلك التي في شرائح الطلبة، والطلب إليهم تجربة تحديد الخلايا وعدّها في الصور المجهرية (يتوافر على الشبكة العالمية للاتصالات الدولية-الإنترنت أمثلة عدة على الصور المجهريّة المناسبة).

يمكن للطلبة أن يستخدموا في هذا الاستقصاء الإجراء الذي يتضمن مقياس العدسة العينيّة لقياس متوسط قياس عيّنة من الخلايا أثناء الانقسام المتساوي، ومقارنة ذلك بمتوسط قياس الخلايا في الطور البيني؛ إذا لم يتم القيام بهذا الإجراء في الاستقصاء العملي ٤-١.

يمكن الطلب إلى الطلبة الذين يتطلعون إلى مهمات إضافيّة، إعداد «ورقة مساعدة» للطلبة الذين سينفذون الاستقصاء بعدهم، تتضمن رسومًا تخطيطية أو صورًا للخلايا في كل طور من أطوار الانقسام المتساوي، مع مسميات مكوّناتها وملخص لما يجب على الطلبة البحث عنه عند فحصهم لشريحة جاهزة لتحديد طور الانقسام الذي توجد فيه الخليّة. يجب أن يتم ذلك اعتمادًا على خبرتهم الخاصة في فحص الشرائح.

عيّنة نتائج

انظر الجدول ٤-٢

الأطوار	البيني	التمهيدي	الاستوائي	الانفصالي	النهائي
مجموعات الأعداد	卌 卌 卌 卌 卌 卌 卌 卌 卌 卌 IIII	卌 卌 I	卌 I	III	卌 IIII
العدد	54	11	6	3	9

الجدول ٤-٢

إجابات أسئلة كتاب التجارب العملية والأنشطة (باستخدام عيّنة النتائج)

١. الطور التمهيدي، الطور الاستوائي، الطور الانفصالي، الطور النهائي.

٢. (11 + 6 + 3 + 9) ÷ 54 = 0.54

٣. العدد الكلي للخلايا التي جرى عدّها = 83

النسبة المئويّة في الطور البيني = 54/83 ×100 = 65.1%

النسبة المئويّة في الطور التمهيدي = 11/83 × 100 = 13.3%

النسبة المئويّة في الطور الاستوائي = 6/83 × 100 = 7.2%

النسبة المئويّة في الطور الانفصالي = 3/83 × 100 = 3.6%

النسبة المئويّة في الطور النهائي = 9/83 × 100 = 10.8%

٤. الوقت الإجمالي لمدة دورة خليّة واحدة = 9 ساعات

= 540 دقيقة

الوقت المقدّر لمدة الطور البيني = 65.1% من 540

= 352 دقيقة

الوقت المقدّر لمدة الطور التمهيدي = 13.3% من 540

= 72 دقيقة

الوقت المقدّر لمدة الطور الاستوائي = 7.2% من 540

= 39 دقيقة

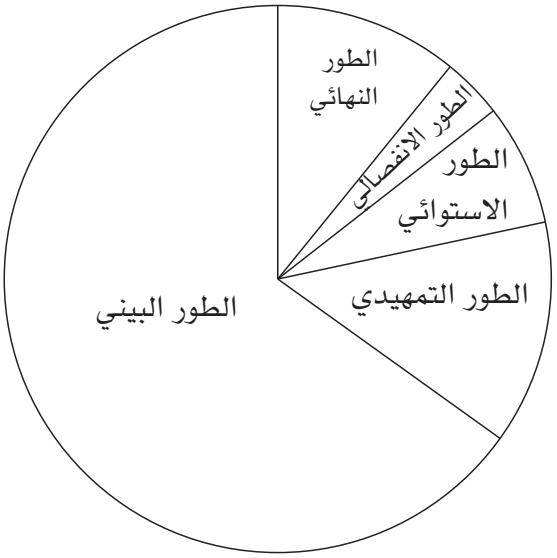
الوقت المقدّر لمدة الطور الانفصالي = 3.6% من 540

= 19 دقيقة

الوقت المقدّر لمدة الطور النهائي = 10.8% من 540

= 58 دقيقة

٥. انظر الشكل ٤-٢



الشكل ٤-٢

إرشاد الطلبة لاستخدام المنقلة لرسم النسب بشكل صحيح.

٦. من المحتمل وجود فرق كبير بين الأوقات التي يحسبها الطلبة على اختلاف مستوياتهم. السببان الرئيسيان هما:

- الشرائح المحضّرة (الجاهزة) المستخدمة ليست هي نفسها – ربما تظهر أنواع مختلفة من النباتات أو أجزاء مختلفة من قمة الجذر، أو تكون محضّرة في أوقات مختلفة من اليوم – لاحظ أنه يمكن أن يحدث الانقسام المتساوي في بعض النباتات في دورة نهاريّة، أو يتأثر بطول اليوم أو درجة الحرارة.
- قد يكون الطلبة اختلفوا في تفسيراتهم للأطوار التي يرونها. الأطوار مستمرة، لذلك توجد أسباب مبررة تجعل أحد الطلبة يعدّ خليّة ما في الطور الاستوائي، في حين يعدّها طالب آخر في الطور الانفصالي.

٧. تتمثل الطريقة الأكثر فاعليّة لتحقيق نتائج أكثر دقة بزيادة حجم العيّنة. يمكن أن يقوم الطلبة بعدّ المزيد من الخلايا في عدة شرائح مختلفة.

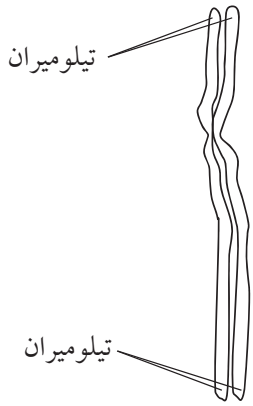
إجابات أسئلة نهاية الوحدة لكتاب التجارب العملية والأنشطة

١. أ. ١. هستونات.

٢. عندما لا تكون الخلية في حالة انقسام لا تكون الكروموسومات متكثفة، أو تكون رفيعة جدًا ولا يمكن رؤيتها.

ب. ١. (أ) كروماتيد؛ (ب) سنترومير

٢. توجد التيلوميرات في نهايتَي كل كروماتيد.



٣. تعمل التيلوميرات كأغطية تحمي نهايات الكروموسومات، تمنع نهاية الكروموسوم من الارتباط بكروموسوم آخر، تضمن تضاعف جميع الجينات الوظيفيّة عند تضاعف DNA، تحافظ على قدرة الخليّة على مواصلة الانقسام.

٢. أ. يكوّن خلايا متطابقة جينيًا، لإصلاح الأنسجة أو للنمو، أو لاستبدال الخلايا الهرمة، مثال محدد: إنتاج خلايا الدم الحمراء.

ب.

الرسم التخطيطي	رمز طور دورة الخليّة
س	(ج)
ص	(د)
ع	(أ)
و	(ب)

ج. يتوقف الانقسام المتساوي في الخلايا الطبيعيّة عند الطور الاستوائي إذا لم ترتبط خيوط المغزل بشكل صحيح، (اقبل الطور التمهيدي كإجابة بديلة)، لأن بروتينات نقطة تفتيش المغزل تمنع انفصال الكروماتيدات، أما في الخلايا السرطانيّة فسيحدث الطور الانفصالي، حتى لو لم تكن خيوط المغزل مرتبطة بشكل صحيح، الأمر الذي يؤدي إلى توزيع غير متساو للكروماتيدات في الخلايا الناتجة.

٣. أ. الخلية الجذعية خليّة غير متمايزة (غير متخصصة)، قادرة على الانقسام، لتكوين خليتَين جذعيتَين جديدتَين وخلايا أخرى سوف تتمايز.

ب. ١. يتراوح متوسط أطوال التيلوميرات للأشخاص ذوي القلب الطبيعي بين 2 كيلو قاعدة (kb) و 13 كيلو قاعدة (kb)، والطول الأكثر شيوعًا هو 7 كيلو قاعدة (kb).

٢. شيوع الفئات ذات القياس الأقصر أكثر من الفئات ذات القياس الأطول، أو فكرة أن التوزيع يميل نحو الأطوال الصغرى للمنحنى هو للاشخاص الذي يعانون قصور القلب المزمن.

٣. التيلوميرات القصيرة يمكن أن تكون سببًا في قصور القلب المزمن، أو أن التيلوميرات القصيرة تقلل من قدرة الخلايا الجذعيّة على الانقسام، لذلك لا يمكن أن تكون أنسجة القلب التالفة قابلة للإصلاح، كما يمكن أن يكون قصور القلب المزمن سببًا في وجود التيلوميرات القصيرة، وعند تلف القلب يتطلب من الخلايا الجذعية مزيدًا من الانقسام، لاستبدال النسيج التالف، لذا قد تقصر التيلوميرات أكثر (مع كل انقسام خلوي). تظهر البيانات علاقة فقط من دون ذكر السبب أو النتيجة.

رقم الإيداع : ٢٠٢٣/٦٣٩٠

مطبعة مسقط - روي، هاتف: ٢٤٧٩٤٤٥٢، فاكس: ٢٤٧٠١٢٧٢

الأحياء – دليل المعلم

يُعدّ دليل المعلم الرقمي هذا المكوّن الداعم المصاحب لكتاب الطالب وكتاب التجارب العملية والأنشطة، الأمر الذي يساعد المعلّم على الربط بين التدريس النظري والتطبيق العملي. كما أنه يدعم المعلم في التخطيط 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، والدعم 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 نهاية الوحدة، وأسئلة كتاب التجارب العملية والأنشطة.

يشمل منهج الأحياء للصف الحادي عشر من هذه السلسلة أيضًا:

- كتاب الطالب.
- كتاب التجارب العملية والأنشطة.

www.moe.gov.om

CAMBRIDGE
UNIVERSITY PRESS