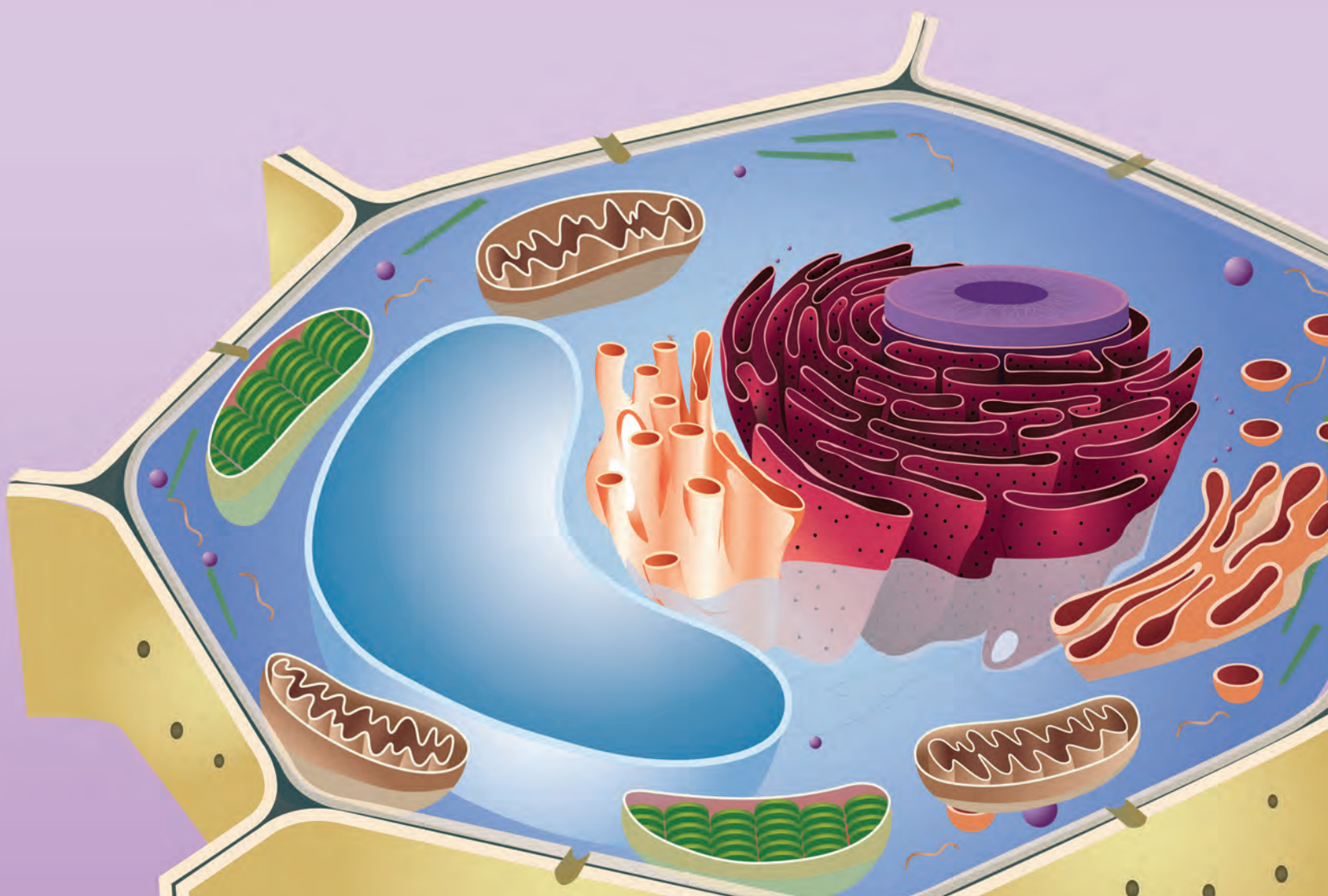
وزارة التربية

الأحياء 10

الصف العاشر

الجزء الأوّل



كتاب المعلّم

المرحلة الثانوية

الطبعة الثانية

وزارة التربية

الأحياء

كتاب المعلّم

الصفّ العاشر 10

الجزء الأوّل

المرحلة الثانويّة

اللجنة الإشرافية لدراسة ومواءمة سلسلة كتب العلوم

أ. برّاك مهدي برّاك (رئيسا)

أ. راشد طاهر الشمالي

أ. مصطفى محمد مصطفى علي

أ. فتوح عبد الله طاهر الشمالي

أ. سعاد عبد العزيز الرشود

أ. تهاني ذعار المطيري

الطبعة الثانية

1435 - 1436 هـ

2014 - 2015 م

فريق عمل دراسة ومواءمة كتب الإحياء للصف العاشر الثانوي

أ. عبد الهادي محمد الحسيني

أ. غدير عبد العزيز خدادة **أ. نورة خالد الجبري**

أ. بثينة عبد الله القطان **أ. نوف فهد العميرة**

دار التَّربَويّون House of Education **ش.م.م. وبيرسون إديوكيشن** 2012

© **جَميع الحقوق مَحفوظة: لا يَجوز نشْر أيّ جُزء من هذا الكِتاب أو تَصويره أو تَخزينه أو تَسجيله بأيّ وَسيلَة دُون مُوَافقَة خطّيَّة مِنَ النّاشِر.**

الطبعة الأولى 2013/2012 م

الطبعة الثانية 2015/2014 م

صاحب السمو الشيخ صباح الأحمد الجابر الصباح

أمير دولة الكويت

سمو الشيخ نواف الأحمد الجابر الصباح

ولي عهد دولة الكويت

مقدمـــــة

الحمدلله رب العالمين، والصلاة والسلام على سيد المرسلين، محمد بن عبدالله وصحبه أجمعين.

عندما شرعت وزارة التربية في عملية تطوير المناهج، استندت في ذلك إلى جملة من الأسس والمرتكزات العلمية والفنية والمهنية، حيث راعت متطلبات الدولة وارتباط ذلك بسوق العمل، وحاجات المتعلمين والتطور المعرفي والعلمي، بالإضافة إلى جملة من التحديات التي تمثلت بالتحدي القيمي والاجتماعي والاقتصادي والتكنولوجي وغيرها، وإن كنا ندرك أن هذه الجوانب لها صلة وثيقة بالنظام التعليمي بشكل عام وليس المناهج بشكل خاص.

ومما يجب التأكيد عليه، أن المنهج عبارة عن كم الخبرات التربوية والتعليمية التي تُقدم للمتعلم، وهذا يرتبط أيضًا بعمليات التخطط والتنفيذ، والتي في محصلتها النهائية تأتي لتحقيق الأهداف التربوية، وعليه أصبحت عملية بناء المناهج الدراسية من أهم مكونات النظام التعليمي، لأنها تأتي في جانبين مهمين لقياس كفاءة النظام التعليمي، فهي من جهة تمثل أحد المدخلات الأساسية ومقياسًا أو معيارًا من معايير كفاءته من جهة أخرى، عدا أن المناهج تدخل في عملية إنماء شخصية المتعلم في جميع جوانبها الجسمية والعقلية والوجدانية والروحية والاجتماعية.

من جانب آخر، فنحن في قطاع البحوث التربوية والمناهج، عندما نبدأ في عملية تطوير المناهج الدراسية، ننطلق من كل الأسس والمرتكزات التي سبق ذكرها، بل إننا نراها محفزات واقعية تدفعنا لبذل قصارى جهدنا والمضي قدمًا في البحث في المستجدات التربوية سواء في شكل المناهج أم في مضامينها، وهذا ما قام به القطاع خلال السنوات الماضية، حيث البحث عن أفضل ما توصلت إليه عملية صناعة المناهج الدراسية، ومن ثم إعدادها وتأليفها وفق معايير عالمية استعدادًا لتطبيقها في البيئة التعليمية.

ولقد كانت مناهج العلوم والرياضيات من أول المناهج التي بدأنا بها عملية التطوير، إيمانًا بأهميتها وانطلاقًا من أنها ذات صفة عالمية، مع الأخذ بالحسبان خصوصية المجتمع الكويتي وبيئته المحلية. وعندما أدركنا أنها تتضمن جوانب عملية التعلم ونعني بذلك المعرفة والقيم والمهارات، قمنا بدراستها وجعلها تتوافق مع نظام التعليم في دولة الكويت، مركزين ليس فقط على الكتاب المقرر ولكن شمل ذلك طرائق وأساليب التدريس والبيئة التعليمية ودور المتعلم، مؤكدين على أهمية التكامل بين الجوانب العلمية والتطبيقية حتى تكون ذات طبيعة وظيفية مرتبطة بحياة المتعلم.

وفي ضوء ما سبق من معطيات وغيرها من الجوانب ذات الصفة التعليمية والتربوية تم اختيار سلسلة مناهج العلوم والرياضيات التي أكملناها بشكل ووقت مناسبين، ولنحقق نقلة نوعية في مناهج تلك المواد. وهذا كله تزامن مع عملية التقويم والقياس للأثر الذي تركته تلك المناهج، ومن ثم عمليات التعديل التي طرأت أثناء وبعد تنفيذها، مع التأكيد على الاستمرار في القياس المستمر والمتابعة الدائمة حتى تكون مناهجنا أكثر تفاعلية.

د. سعود هلال الحربي

الوكيل المساعد لقطاع البحوث التربوية والمناهج

المحتويات

الجزء الأول

الوحدة الأولى: الخلية – التركيب والوظيفة

الجزء الثاني

الوحدة الثانية: اللافقاريات والبيئة

الوحدة الثالثة: الفقاريات والبيئة

محتويات الجزء الأول

الوحدة الأولى: الخلية – التركيب والوظيفة 18

الفصل الأول: دراسة الخلية الحية 20

الدرس 1–1: الخلية: وحدة تركيبية ووظيفية 21

الدرس 1–2: تركيب الخلية 25

الدرس 1–3: تنوّع الخلايا 30

الدرس 1–4: تنوّع الأنسجة في النبات والحيوان 33

الدرس 1–5: الفيروسات والفيرويدات والبريونات 38

الفصل الثاني: إنقسام الخلايا 42

الدرس 2–1: النمط النووي 43

الدرس 2–2: الإنقسام الميتوزي 46

الدرس 2–3: الإنقسام الميوزي 51

الدرس 2–4: الإنقسام الخلوي غير المنتظم 56

الفصل الثالث: العمليات الخلوية 61

الدرس 3–1: الخلايا والبيئة المحيطة بها 62

الدرس 3–2: التركيب الكيميائي لأجسام الكائنات الحية 66

الدرس 3–3: التفاعلات الكيميائية داخل أجسام الكائنات الحية 73

الدرس 3–4: دور التفاعلات الكيميائية في العمليات الحيوية 77

مراجعة الوحدة الأولى 84

الهدف الشامل للتربية في دولة الكويت

تهيئة الفرص المناسبة لمساعدة الأفراد على النمو الشامل المتكامل روحيًا وخلقيًا وفكريًا واجتماعيًا وجسمانيًا إلى أقصى ما تسمح به استعداداتهم وإمكاناتهم في ضوء طبيعة المجتمع الكويتي وفلسفته وآماله وفي ضوء المبادئ الإسلامية والتراث العربي والثقافة المعاصرة بما يكفل التوازن بين تحقيق الأفراد لذواتهم وإعدادهم للمشاركة البناءة في تقدم المجتمع الكويتي والمجتمع العربي والعالم عامه .

الأهداف العامة لتعليم العلوم

تؤكد أهداف تعليم العلوم في مراحل التعليم العام على تنمية الخبرات المختلفة: الجانب المعرفي والجانب المهاري والجانب الوجداني .

هذا وقد صيغت الأهداف التالية لكي تحقق الجوانب الثلاثة بحيث تساعد المتعلم على:

1. تعميق الإيمان بالله سبحانه وتعالى من خلال تعرفه على بديع صنع الله وتنوع خلقه في الكون والإنسان .
2. استيعاب الحقائق والمفاهيم العلمية ، واستخدامها في مواجهة المواقف اليومية ، وحل المشكلات ، وصنع القرارات .
3. اكتساب بعض مفاهيم ومهارات التقانة بما ينمي لديه الوعي المهني ، وحب وتقدير العمل اليدوي ، والرغبة في التصميم والابتكار .
4. اكتساب قدر مناسب من المعرفة والوعي البيئي بما يمكنه من التكيف مع بيئته ، وصيانتها ، والمحافظة عليها ، وعلى الثروات الطبيعية .
5. اكتساب قدر مناسب من المعرفة الصحية والوعي الوقائي بما يمكنه من ممارسة السلوك الصحي السليم والمحافظة على صحته وصحة بيئته ومجتمعه .
6. اكتساب مهارات التفكير العلمي وعمليات التعلم وتنميتها وتشجيعه على ممارسة أساليب التفكير العلمي وحل المشكلات في حياته اليومية .
7. تنمية مهارات الاتصال ، والتعلم الذاتي المستمر ، وتوظيف تقنيات المعلومات ومصادر المعرفة المختلفة .
8. فهم طبيعة العلم وتاريخه وتقدير العلم وجهود العلماء عامه والمسلمين والعرب خاصة والتعرف على دورهم في تقدم العلوم وخدمة البشرية .
9. اكتساب الميول والاتجاهات والعادات والقيم وتنميتها بما يحقق للمتعلم التفاعل الإيجابي مع بيئته ومجتمعه ومع قضايا العلم والتقانة والمجتمع .

الأهداف العامة لتدريس مادة الأحياء

يهدف تدريس الأحياء في المرحلة الثانوية إلى تحقيق الأهداف التالية:

أولا - الأهداف المعرفية

1. تعرف المصطلحات والمفاهيم والمبادئ والحقائق البيولوجية الرئيسة المتعلقة بجميع أنشطة حياة الكائنات الحية.
2. إكساب الطالب المعرفة العلمية المناسبة لاحتياجاته لكي يستفيد من دراسته للعلوم البيولوجية في تحسين حياته وفي التعامل مع العالم البيوتكنولوجي المتطور والمتناهي.
3. حث الطالب على المتابعة العلمية لما يدور ويستحدث في مجال العلوم البيولوجية وتطبيقاتها الحياتية.
4. إكساب الطالب ثقافة بيولوجية مناسبة تمكنه من إدراك التكامل بين تركيب أجهزة جسمه ووظائفها وعلاقة بعضها ببعض، وتوجيهه إلى مراعاة الشروط التي تلزم لحسن سير هذه الوظائف.
5. تزويد الطالب بثقافة شاملة مبنية على رؤية واضحة متماسكة ومتفتحة على الحياة بمختلف مستوياتها التنظيمية داخل الإطار البيئي الذي يعيش فيه.
6. تنمية المعارف والمهارات التي تمكن الطالب من التصرف بشكل يؤدي إلى تحسين معيشته على المستوى الشخصي والمستوى الاجتماعي في البيئة التي يعيش فيها.
7. التركيز على الأبعاد المختلفة للعلوم البيولوجية، سواء التاريخية أو الفلسفية أو الاجتماعية في الإطار المحلي والعالمي.
8. إلمام الطالب بالمشكلات والقضايا البيئية العالمية ذات الصلة بالعلوم البيولوجية، وتأثيرها على بلده والبيئة المحلية التي يعيش فيها.
9. وعي الطالب للمشكلات والقضايا الاجتماعية المحلية والعالمية ذات الصلة بالعلوم البيولوجية، وإتاحة الفرص أمامه لممارسة مهام المواطنة عبر إبداء المقترحات لحل تلك القضايا.
10. تعريف الطالب إلى القضايا المرتبطة بحياته ومجتمعه، والتي توضح معنى الأفكار العلمية الكبرى مثل الحفاظ على الطاقة، والتلوث، وطبيعة النظريات العلمية ومدلولاتها الاجتماعية، وغيرها.
11. توضيح دور التقدم التكنولوجي في مجال العلوم البيولوجية في تنمية المجتمعات العالمية والمحلية سياسيًا واقتصاديًا وثقافيًا واجتماعيًا.
12. تقديم رؤى شاملة ومتكاملة للعلاقة بين العلم والتكنولوجيا والمجتمع، توضح مدى التأثير على البيئة المحلية التي يعيش فيها الطالب.
13. إمداد الطالب بالمواقف المناسبة للمقارنة بين تأثير كل من العلم والتكنولوجيا، وتقدير مساهمتهما في إنتاج المعرفة والقوة الجديدة المؤثرة في المستقبل في مجال العلوم البيولوجية، وغيرها من العلوم العلمية.
14. تعريف الطالب إلى التطبيقات العلمية العملية الإيجابية للموضوعات البيوتكنولوجية وأبعادها الأخلاقية، وإلى المشكلات الأخلاقية التي تثيرها، ومدى تأثيرها على البيئة الاجتماعية التي يعيش فيها.
15. تزويد الطالب بأمثلة تاريخية عن المتغيرات العميقة التي أحدثتها التكنولوجيا والعلم في المجتمع، ومدى تأثيراتها على النمو الاقتصادي واتخاذ القرارات السياسية.

ثانيا - الأهداف المهارية

1. اكتساب الطالب منهجية التفكير العلمي والمقدرة على حل المشكلات.
2. تنمية قدرة الطالب على التعامل مع المستحدثات البيولوجية، وما تثيره من قضايا أخلاقية من خلال اكتسابه لمهارات الملاحظة الدقيقة والتحليل والاستنتاج والتعليل والتفكير الناقد والاستناد إلى الدليل وتفنيد الأدلة والمرونة الذهنية.
3. ممارسة الطالب للمواطنة أثناء حل المشكلات من خلال تدريبه على مهارات استخدام أساليب التعلم الذاتي، والعمل التعاوني الجماعي والمناقشة والإقناع، وتقبل آراء الآخرين وعدم التعصب والتريث في إصدار الأحكام.
4. تنمية المهارات اليدوية ومهارات البحث العلمي لدى الطالب على المستوى الفردي والجماعي، وتدريبه على استخدامها في حل المشكلات الحياتية مع منح الطالب الاستقلالية في عملية التعلم.
5. تدريب الطالب على مهارات اتخاذ القرارات وإصدار الأحكام والاشتراك الإيجابي في البحث عن المعلومات، وتوظيفها في صناعة القرارات خلال حياته اليومية.
6. تصرف الطالب بشكل واع وفعال حيال استخدام المخرجات التكنولوجية، وتوظيفها التوظيف الأمثل في حياته اليومية.
7. اتباع الطالب السبل والتوجيهات الخاصة في الحفاظ على صحته وبيئته، والعمل على حماية الثروات الطبيعية الموجودة فيها.
8. العناية بالاهتمامات المهنية في مجال الأحياء، وبخاصة المهن المرتبطة بالعلم والتكنولوجيا، وإكساب الطالب المقدرة على اختيار توجهه المهني المستقبلي بما يتناسب مع ميوله وطموحاته.
9. مساعدة الطالب على استخدام وتداول الأدوات الأساسية لتعلم الأحياء، مع تهيئة الفرص لاكتسابه معظم المهارات المتطلبة في هذا المجال.

ثالثا - الأهداف الوجدانية

1. تنمية مواقف إيجابية تعكس ما يوضح تقدير الخالق (سبحانه وتعالى) وقدرته اللامتناهية في عظيم خلقه، وفي تسْيير الحياة وتطورها.
2. اكتساب الطالب لميول واتجاهات إيجابية نحو تقدير دور العلم والعلماء (العرب وغير العرب) في خدمة المجتمع وتقدم البشرية.
3. خلْق الفرص لإكساب الطالب اتجاهات إيجابية نحو جهود الدولة في رعاية المواطن صحيًا واجتماعيًا وثقافيًا، وفي حماية البيئة.
4. استثارة روح حب الاستطلاع والاهتمام لدى الطالب عبر متابعة كل ما هو جديد ومستحدث في مجال العلوم البيولوجية وتطبيقاتها الحياتية، واكتشاف جوانبها الأخلاقية.
5. تنمية اتجاهات الطالب تجاه القضايا البيولوجية والأخلاقية، مع توجيهه إلى ضرورة تقبل هذه القضايا والموضوعات وتقدير إيجابياتها وإدراك سلبياتها.
6. إكساب الطالب اتجاهًا إيجابيًا نحو الثقة في آراء المتخصصين، من رجال العلم والدين تجاه القضايا البيولوجية والأخلاقية المستحدثة.
7. تنمية الإحساس بالمسؤولية الاجتماعية والبيئية لدى الطالب مع تبنيه للأسلوب العلمي في حل مشكلاته الحياتية.
8. تنمية الوعي والقيم والاتجاهات الإيجابية البيئية لدى الطالب حيال حسن استخدام الموارد البيئية، وكيفية المحافظة على التوازن البيئي محليًا وعالميًا.

مخطط تدريس الوحدة الأولى: الخلية – التركيب والوظيفة

الفصل الأول: دراسة الخلية الحية

الدرس	الأهداف	معالم الدرس	عدد الحصص			الوسائل المعينة في عملية التدريس
			إجمالي	عملي	نظري	
1-1 الخلية: وحدة تركيبية ووظيفية	• شرح أسس النظرية الخلوية. • إدراك أهمّية دور المجهر الضوئي والمجهر الالكتروني في دراسة الخلية.	• تاريخ العلوم: اكتشافات تمت باستخدام المجهر الضوئي	2	1	1	• شفافيات أو لوحات وصور لخلايا مختلفة ولانواع المجاهر • شفافيات أو لوحات وصور لأقسام الخلية وعضياتها • شفافيات أو لوحات وصور ثلاثية الأبعاد لخلايا نباتية وحيوانية وبكتيريا
2-1 تركيب الخلية	• تحديد أقسام الخلية وموقع كلّ منها. • وصف تركيب ووظيفة الغشاء الخلوي والجدار الخلوي. • وصف تركيب أهمّ العضيّات الخلوية ووظائفها. • تمييز أقسام النواة ووظيفة كل قسم منها. • المقارنة بين خلية حيوانية وخلية نباتية.	• الأحياء في حياتنا اليومية: لا مكان للنواة	2	–	2	• شفافيات أو لوحات وصور للأنسجة النباتية والحيوانية المختلفة • شفافيات أو لوحات وصور لأنواع مختلفة من الفيروسات والفيرويدات والبريونات • أقراص مدمجة CD–ROMs • شرائط فيديو • جهاز عرض رأسي overhead projector
3-1 تنوع الخلايا	• تعرّف الاختلاف بين الخلايا أولية النواة والخلايا حقيقية النواة. • تعرّف التشابه والاختلاف بين خلايا الكائنات وحيدة الخلية والكائنات عديدة الخلايا. • رسم التركيب الدقيق للخلية النباتية والخلية الحيوانية.	• الأحياء في حياتنا اليومية: أكل السيليلوز!	2	1	1	

الدرس	الأهداف	معالم الدرس	عدد الحصص			الوسائل المعينة في عملية التدريس
			إجمالي	عملي	نظري	
4-1 تنوع الأنسجة في النبات والحيوان	• تعرّف مفهوم النسيج. • التمييز بين النسيج البسيط والنسيج المركّب. • تعرّف مختلف أنواع الأنسجة النباتية والحيوانية.		2	–	2	
5-1 الفيروسات والفيرويدات والبريونات	• التمييز بين الفيروسات والأحياء الأخرى. • تحديد الصفات البنيوية والشكلية لكلّ من الفيروسات والفيرويدات والبريونات. • تعرف آلية تكاثر الفيروسات والفيرويدات والبريونات. • المقارنة بين طرق تصنيف الفيروسات.	• الأحياء في حياتنا اليومية: الكمبيوتر المريض • العلم والمجتمع والتكنولوجيا: الاستفادة من الفيروسات • تاريخ العلوم: اكتشافات الفيروسات	1	–	1	

الدرس	الأهداف	معالم الدرس	عدد الحصص			الوسائل المعينة في عملية التدريس
			إجمالي	عملي	نظري	
2-1 النمط النووي	* تعرّف مفهوم النمط النووي ومضمونه. * وصف خطوات تحضير النمط النووي. * المقارنة بين النمط النووي للخلية زوجية المجموعة الكروموسومية والخلية فردية المجموعة الكروموسومية.	* تاريخ العلوم: الصورة المجهرية * تاريخ العلوم: تاريخ النمط النووي	1	–	1	* شفافيات أو لوحات وصور لأنماط نووية لكائنات حية مختلفة * شفافيات أو لوحات وصور لعملية الانقسام الخلوي الميتوزي * شفافيات أو لوحات وصور لمراحل واطوار الانقسام الميوزي * شفافيات أو لوحات أو صور لخلايا مختلفة ولانواع المجاهر * أفلام مسجّلة لانقسام الخلايا * أقراص مدمجة CD–ROMs * جهاز عرض رأسي overhead projector
2-2 الانقسام الميتوزي	* تحديد أهمّية الإنقسام الميتوزي. * وصف المراحل المختلفة للانقسام الميتوزي. * تفحص مراحل الإنقسام الميتوزي مجهريًا.	* العلم والمجتمع والتكنولوجيا: التئام الجروح * العلم والمجتمع والتكنولوجيا: الهرمونات الصناعية	3	1	2	
2-3 الانقسام الميوزي	* تحديد أهمية الإنقسام الميوزي. * وصف المراحل المختلفة للإنقسام الميوزي. * المقارنة بين مراحل الإنقسام الميتوزي والميوزي.	* الأحياء في حياتنا اليومية: الدجاج والبيض	2	–	2	
2-4 الانقسام الخلوي غير المنتظم	* تعرّف أنماط التشوّهات الكروموسومية. * تحديد أسباب نشوء التشوّهات الكروموسومية. * شرح مراحل تشكل الأورام. * تقدير أهمّية الاختراعات العلمية في تقصي التشوّهات الخلوية وتقنيات معالجتها.		2	–	2	

الدرس	الأهداف	معالم الدرس	عدد الحصص			الوسائل المعينة في عملية التدريس
			إجمالي	عملي	نظري	
3-1 الخلايا والبيئة المحيطة بها	* تعداد آليات نقل المواد بين الخلية والبيئة المحيطة بها. * تفسير آليات انتقال المواد من وإلى الخلية.		3	1	2	* شفافيات أو لوحات وصور لانماط تبادل الخلية للمواد مع البيئة الخارجية * لوحات أو مجسمات تجسّد شكل جزيئات الكربوهيدرات، الليبيدات، والبروتينات وصور لبعض الأطعمة
3-2 التركيب الكيميائي لأجسام الكائنات الحية	* تحديد المجموعات الكيميائية المكوّنة لأجسام الكائنات الحية. * المقارنة بين وظائف المجموعات الكيميائية. * الربط بين مغذيات الطعام.	* تاريخ العلوم: العلم والإنسان * العلم والمجتمع والتكنولوجيا: مستقبل مياه الشرب * العلم والمجتمع والتكنولوجيا: حقائق عن المياه	4	2	2	* شفافيات أو لوحات وصور لبعض التفاعلات الكيميائية التي تحدث داخل جسم الكائن الحي * لوحات وصور أو شفافيات للعمليات والتفاعلات الكيميائية التي تحدث داخل جسم الإنسان * أقراص مدمجة CD–ROMs * شرائط فيديو
3-3 التفاعلات الكيميائية داخل أجسام الكائنات الحية	* تعرّف أنواع التفاعلات الكيميائية في أجسام الكائنات الحية. * شرح مفهوم الأنزيم وآلية عمله. * تعرّف العوامل التي تؤثّر على سرعة عمليات الأيض.	* الأحياء في حياتنا اليومية: استخدامات الأنزيمات	2	1	1	* جهاز عرض رأسي overhead projector
3-4 دور التفاعلات الكيميائية في العمليات الحيوية	* تحديد العمليات الحيوية المختلفة للكائنات الحية ووصفها. * تفسير اعتماد العمليات الحيوية على التفاعلات الكيميائية.	* العلم والمجتمع والتكنولوجيا: صور الطاقة وتحوّلاتها في جسم الإنسان * العلم والمجتمع والتكنولوجيا: تكنولوجيا الاتصالات	1	–	1	
حل مراجعة الوحدة الأولى						
إجمالي عدد الحصص			27	7	20	

الوحدة الأولى

الخلية – التركيب والوظيفة

مكونات الوحدة

الفصل الأول: دراسة الخلية الحية

1–1: الخلية: وحدة تركيبية ووظيفية

1–2: تركيب الخلية

1–3: تنوّع الخلايا

1–4: تنوّع الأنسجة في النبات والحيوان

1–5: الفيروسات والفيرويدات والبريونات

الفصل الثاني: انقسام الخلايا

2–1: النمط النووي

2–2: الإنقسام الميتوزي

2–3: الإنقسام الميوزي

2–4: الإنقسام الخلوي غير المنتظم

الفصل الثالث: العمليات الخلوية

3–1: الخلايا والبيئة المحيطة بها

3–2: التركيب الكيميائي لأجسام الكائنات الحية

3–3: التفاعلات الكيميائية داخل أجسام الكائنات الحية

3–4: دور التفاعلات الكيميائية في العمليات الحيوية

مقدمة

ناقش الطلاب في مدى قدرتنا على رؤية الأشياء والكائنات في أحجامها الطبيعية، وفي أن ما نستطيع رؤيته لا يمثل الكثير أمام ما لا نستطيعه. فنحن نستطيع أن نرى الكائنات كلها، لكننا لا نستطيع رؤية مليارات الخلايا المكوّنة لأجسامها، كما أننا نعجز عن رؤية الكائنات الدقيقة بالعين المجرّدة.

معالم الوحدة

استعرض مع الطلاب الأنشطة الصفية التي سيقومون بها خلال دراستهم لهذه الوحدة. وناقش معهم مدى ارتباط المحتوى العلمي للوحدة مع الحياة اليومية، لا سيّما في ما يتعلق بتقدم التجارب العلمية والإختراعات والتكنولوجيا التي سمحت للإنسان باكتشاف ما كان مخفيًا من أسرار الحياة.

هل حاولت يومًا أن تنظر بتمعّن إلى مكوّنات صورة ما؟ هل غيّرت هذه الملاحظة المضافة والمقرّبة رؤيتك وأفكارك؟

تُستخدَم العدسة اليدوية أو المكبّر لتقريب الأشياء عشرات المرّات وتكبيرها. لكنّك لن تستطيع رؤية خليّة جلدية مثلًا باستخدامك هذا المكبّر. في هذه الحالة، أنت بحاجة إلى آلة أكثر تعقيدًا مثل المجهر الذي يُكبّر الأشياء مئات، بل آلاف المرّات.

اكتشف بنفسك

استخدام عدسة يدوية للتكبير

المواد والأدوات المطلوبة: عدسة يدوية، صور ملوّنة أو بالأبيض والأسود من إحدى الصحف أو المجلّات.

1. انظر إلى إحدى صور الصحيفة من دون تكبيرها بواسطة العدسة، ثمّ افحص الصورة نفسها باستخدام العدسة اليدوية. ما الذي تراه الآن ولم تره من دون استخدام العدسة؟
2. حاول العثور على شيء في غرفة الصفّ أو في منزلك يبدو شكله غير متوقّع بالنسبة إليك عند النظر إليه من خلال العدسة اليدوية. حاول فحص قطعة قماش، أو بعض الأدوات المدرسية أو أحد النباتات.

تُكبّر معظم العدسات اليدوية الأشياء حوالى 1.25 – 1.50 مرّة أكثر من حجمها الأصلي. ويستخدم علماء علم الأحياء أداة أكثر فعالية للتكبير تُعرَف بالمجهر، وذلك لفحص الخلايا وتركيباتها التي لا تظهر للعين المجرّدة. فيتميّز المجهر الضوئي، الذي سيُستخدَم خلال هذه الوحدة بقوّة تكبير تصل إلى 1000 مرّة.

فصول الوحدة

الفصل الأوّل
- دراسة الخليّة الحية

الفصل الثاني
- العمليات الخلوية

الفصل الثالث
- انقسام الخلايا

أهداف الوحدة

- يفهم النمط المنتظم في تركيب الكائنات الحية وارتباطه بالوظائف الحيوية.
- يفهم أهمّية وظيفة كلّ من مكوّنات الخليّة.
- يفهم أهمّية دور العمليات الخلوية للحفاظ على النموّ السليم في الكائنات الحية.
- يفهم أهمّية الانقسام الخلوي المنظّم في جسم الإنسان للنموّ السليم والتكاثر.
- يربط بين عيوب الانقسام الخلوي وظهور أمراض خطيرة.
- يُثمّن دور العلماء في تقدّم العلوم.

معالم الوحدة

- علم الأحياء في حياتنا اليومية.
- تاريخ العلوم.
- العلم والتكنولوجيا والمجتمع.

اكتشف بنفسك

استخدام عدسة يدوية للتكبير

قبل بدء الطلاب بدراسة هذه الوحدة، يجب تحفيزهم لإجراء هذا النشاط في مجموعات صغيرة، ثم مناقشتهم في ما لاحظوه.

الأهداف المرجو اكتسابها بعد دراسة الوحدة الأولى

1– يحدّد المصطلحات التالية:

الاتّصال، إختلال الصيغة الكروموسومية، الأسموزية، انشطار السيتوبلازم، الأيض، الأنزيم، الإخراج الخلوي، الإتّزان الداخلي، الإنتقال، الإدخال الخلوي، الإستماتة، الاستجابة، الازدواجية، الانتشار، الانقلاب، البروتوبلازم، البريون، البروتينات، البلاستيدة، التثلّث الكروموسومي، تشوّه كروموسومي، تجدد الخلايا، تضاعف الكروموسومات، التكاثر، التفاعل الكيميائي، جسم جولجي، جدار الخليّة، الجين، الجسم المركزي، الحمض النووي، النقص، الخشب، الخلايا أوّلية النواة، الخلايا حقيقية النواة، خليّة فردية المجموعة الكروموسومية، خليّة زوجية المجموعة الكروموسومية، دورة الخليّة، الرباعي، الرايبوسوم، السنترومير، السيتوبلازم، الشبكة الأندوبلازمية، الطور الانفصالي، الطور الاستوائي، الطور التمهيدي، الطور البيني، الطور النهائي، عضيات الخليّة، الغشاء شبه المنفذ، غشاء الخليّة، الفجوة، الفيتامينات، الفيرويد، الفيروس، الكابسيد، الكربوهيدرات، كروموسومات جنسية، الكروماتيدان الشقيقان، كروموسومات جسمية، كروموسومات متماثلة، اللحاء، الليبّيدات، ليسوسوم، المجهر الإلكتروني، مختبر علم الوراثة الخلويّ، المغزل، الماء، ميتوكوندريا، المجهر الضوئي المركّب، مسببات السرطان، منحدر التركيز، النسيج الإسكلرنمشي، النسيج البسيط، النسيج الطلائي، النسيج، النسيج العضلي، النسيج البرانشيمي، النسيج المركّب، النسيج الضام، النسيج العصبي، النسيج الكولنشيمي، النظرية الخلوية، النقل السلبي، النقل الميسّر، النقل الكتلي، النقل النشط، النواة، النوية، النيوكلوسوم، هيكل الخليّة، وحيد الكروموسومي، ورم خبيث، ورم حميد

2– يتعرف المفاهيم العلمية التالية:

الأهداف المعرفية

- تراكيب الخلية ووظيفتها
- تنوّع الخلايا الحيوانية والنباتية
- التركيب الكيميائي لأجسام الكائنات الحية
- دور التفاعلات الكيميائية في أجسام الكائنات الحية
- انقسام الخلية ميتوزيًا وميوزيًا

الأهداف المهارية

- مهارة الفحص المجهري
- مهارة تفسير بعض الأنشطة والعمليات الحيوية للخلية
- مهارة الملاحظة الدقيقة وتسجيل البيانات وتنظيمها
- مهارة استنتاج العلاقات من البيانات
- مهارة الكشف الكيميائي عن بعض المركبات الكيميائية الحيوية
- مهارة التمييز بين التفاعلات الكيميائية البانية والهادمة
- مهارة ضبط المتغيرات عند إجراء الأنشطة والتجارب

الأهداف الوجدانية

- ترسيخ الإيمان بوجدانية الله من خلال تعرف الوحدانية في التركيب الكيميائي، وآليات الحفاظ على الثبات والاتزان الداخلي للكائنات الحية
- تقدير جهود العلماء
- اكتساب ميل إيجابي نحو تبني الأسلوب العلمي في حلّ المشكلات
- الإيمان بأن الحقائق العلمية ذات طبيعة ديناميكية تتميّز بالقابلية للتغير والتبديل والتعديل
- الإيمان بالأسلوب العلمي في حل المشكلات
- الإيمان بعدم التشبث بالرأي ونبذ التعصب والتطرف

الفصل الأول

دراسة الخلية الحية

دروس الفصل

1–1: الخلية: وحدة تركيبية ووظيفية

1–2: تركيب الخلية

1–3: تنوّع الخلايا

1–4: تنوّع الأنسجة في النبات والحيوان

1–5: الفيروسات والفيرويدات والبريونات

مقدمة الفصل

مهّد لدراسة الفصل عبر توجيه الطلاب إلى تعرف صورة افتتاحية الفصل، ثم ناقش معهم مستويات التعضّي لدى الكائن الحي. اذكر مثلًا عن تعضّي جسم الإنسان وتنظيم أجهزته المختلفة حتّى تصل إلى مستوى الخلايا المكوّنة للأنسجة المختلفة. أشر إلى أن الخلية هي المصنع الأساسي في الجسم وناقش مع الطلاب وجه الشبه بين عمل الخلايا والمصانع، فالوظيفة التي تقوم بها خلية واحدة هي مماثلة لتلك التي تؤدّيها مليارات الخلايا المكوّنة للجسم.

استعرض عناوين الدروس الواردة في هذا الفصل.

ما من شيء نحتاجه في حياتنا المعاصرة من أدوات إلّا وقد مرّ أثناء صناعته بالعديد من الخطوات والعمليات التي تمّت جميعها تحت سقف واحد وهو المصنع، حيث تُنظَّم عملية التصنيع وتُجزّأ إلى مهامّ كثيرة وعمليات منفصلة تحت إشراف دقيق ليخرج المنتج النهائي على درجة عالية من الجودة.

تُمثّل الخلايا الحية في أجسامنا هذه المصانع حيث يُنظَّم العمل بشكل دقيق من ناحية الإشراف التامّ على عمليات استهلاك الموادّ الخام وتصنيع المنتجات، والاستعداد الكامل لتلافي أيّ ظروف أو احتياجات طارئة، وصيانة، وإصلاح، واستبدال أدوات التشغيل. تعتمد هذه المليارات من المصانع المجهرية في أجسام الكائنات الحية طيلة حياتها على الأداء المنظّم والفعّال وغير المرئي.

دروس الفصل

الدرس الأوّل
- الخليّة: وحدة تركيبية ووظيفية

الدرس الثاني
- تركيب الخلية

الدرس الثالث
- تنوّع الخلايا

الدرس الرابع
- تنوّع الأنسجة في النبات والحيوان

الدرس الخامس
- الفيروسات والفيرويدات والبريونات

الدرس 1-1

الأهداف:
- يشرح أسس النظرية الخلوية.
- يحدّد أهمية دور المجهر الضوئي والمجهر الإلكتروني في دراسة الخلية.

الأدوات المستعملة: شفافيات أو لوحات وصور لخلايا مختلفة ولأنواع المجاهر

صفحات التلميذ: من ص 14 إلى ص 18

صفحات الأنشطة: من ص 18 إلى 19

عدد الحصص: 2

1. قدم وحفز

1.1 استخدام صورة افتتاحية الدرس

دع الطلاب يتفحصون (شكل 1) ويقرأون التعليق المصاحب لها. أشر إلى أن العالم مارشيلو ملبيجي يُعتبر مؤسس علم التشريح المجهري، ثم وضح أنه بالرغم من تكون الخلايا من المادة الحية نفسها، إلا أنها متنوعة وغير متماثلة تمامًا. اسأل: ما الخصائص المميّزة الواضحة في صورة خلايا الدم الحمراء؟ وقبل أن يجيب الطلاب، وجههم إلى ملاحظة الشكل واللون والحجم في الصورة. ثم دع الطلاب يجيبون عن السؤال المطروح في نهاية الفقرة من خلال إجراء بحث في سياق الدرس.

2.1 إختبار المعلومات السابقة لدى الطلاب

لتقييم المعلومات السابقة للطلاب حول الخلايا، وجه إليهم الأسئلة التالية:

- كم عدد الخلايا التي يتكون منها جسمك؟ **(بلايين)**
- هل الخلايا التي يتكون منها جسمك متماثلة في الشكل والحجم والتركيب والوظيفة؟ **(لا، فهي متنوعة)**
- عدد بعض أنواع الخلايا التي يتكون منها جسمك؟ **(خلايا الجلد والشعر والعظام ومختلف الأعضاء)**

نشاط توضيحي

استخدم العارض الرأسي لعرض مجموعة من الشفافيات الجاهزة أو الصور لبعض أنواع الخلايا، مثل الخلايا الحيوانية والنباتية، وبعض الكائنات وحيدة الخلية. ارسم على السبورة جدولًا تضم فيه أنواع الخلايا، واطلبْ من الطلاب تعرف الصفات المميزة لكل منها.

2. علم وطبق

1.2 اكتشاف الخلايا

تأكدْ من تفحص الطلاب (الشكل 2)، واطرح عليهم الأسئلة التالية:

- ما الذي لاحظه روبرت هوك في نسيج الفلين؟ **(يتكون من وحدات خاوية أو فراغات.)**

الدرس 1-1
الخلية: وحدة تركيبية ووظيفية
The Cell: A Structural and Functional Unit
الأهداف العامة
• يشرح أسس النظرية الخلوية
• يُدرك أهمية دور المجهر الضوئي والمجهر الإلكتروني في دراسة الخلية
(شكل 1)
مارشيلو ملبيجي (1628–1694م) هو طبيب إيطالي قام باكتشاف الشعيرات الدموية، وهي أصغر الأوعية الدموية في الجسم، فأزاح بذلك الستار عن الحلقة المفقودة في فهم دورة الدم في الجسم. وكان ملبيجي أوّل من شاهد خلايا الدم الحمراء ووصفها، الموضّحة في الشكل (1).
«ماذا استخدم ملبيجي لرؤية هذه الخلايا في ذلك الوقت؟»
1. اكتشاف الخلايا Discovering of Cells
كما درست سابقًا، فقد ارتبط اكتشاف الخليّة باختراع **المجهر الضوئي المركّب** The Compound Light Microscope، بعدما قام العالم روبرت هوك بفحص قطعة من الفلّين باستخدام المجهر، كما هو موضّح في الشكل (2)، ووجد أنّها مكوّنة من فجوات صغيرة أُطلِق عليها اسم الخليّة «cellula»، وهي كلمة مشتقّة من اللاتينية.
(شكل 2)
الرسم الذي قدّمه روبرت هوك لنسيج الفلّين على شكل صفوف من الفراغات المتتالية، كما رآه من خلال المجهر.
ما الاسم الذي أطلقه هوك على هذه الفراغات؟
14

* ما الاسم الذي أُطلق على تلك الفراغات؟ **(الخلايا)**

ساعد الطلاب على تقدير أعمال هوك التي يرجع إليها الفضل في فهم طبيعة تركيب الكائنات الحية. فهو قد قدم للبشرية خدمة جليلة حين رسم ما رآه بواسطة المجهر الذي اخترعه، والذي أدخل البشرية إلى عالم جديد كان لا يزال حينذاك مجهولًا للعلماء.

وضح أن جميع الخلايا الحية تتمتع بتركيب أساسي واحد بالرغم من تنوعها في الشكل والحجم، وذلك يرجع إلى التحور لتأدية بعض الوظائف المنوطة بها.

تصويب مفهوم خاطئ: كلّما كان الكائن كبير الحجم كانت خلاياه كبيرة الحجم أيضًا. اشرح أنه بالرغم من اختلاف الخلايا في الشكل والحجم، إلا أنه يبلغ قطر معظمها 0.0025 cm فقط، وأن العامل المحدد لحجم الكائن هو العدد الإجمالي لخلاياه وليس حجمها.

نشاط توضيحي

ضع طبق بتري يحوي ماء معدنيًا على جهاز العرض الرأسي overhead projector. اصنع مجهرًا مشابهًا لأول مجهر استخدمه ليفنهوك بإحداث فتحة مستديرة في وسط قطعة من الكرتون وضعها على جهاز العرض الرأسي، ثم ضع نقطة من الماء المعدني في وسط الفتحة. اطلبْ من الطلاب فحص الصورة. وجّه إليهم السؤال التالي:

* كيف تغيرت الصورة مع استخدام المجهر؟ **(أصبحت أكبر.)**

2.2 النظرية الخلوية

تصويب مفهوم خاطئ: فقد يظن بعض الطلاب أنه لم يتم إرساء النظرية الخلوية بعد لكونها تسمى «نظرية». وضح للطلاب أنهم عادة ما يستخدمون كلمة «نظرية» في حياتهم اليومية بقصد «الظن أو التخمين أو التأمل». وعلى وجه العموم، تُستخدم كلمة «نظرية» في مواد العلوم للدلالة على مجموعة من المبادئ أو القوانين أو المفاهيم التي ثبتت صحتها حتى الآن، والتي تفسر مجموعة كبيرة من الملاحظات أو التوقّعات التي قد تحدث مستقبلًا.

3.2 خلايا متنوعة

اعرض على الطلاب شفافيات لأنواع مختلفة من الخلايا النباتية (الايلوديا) والخلايا الحيوانية، ووجّه إليهم الأسئلة التالية:

* هل تتشابه جميع الخلايا النباتية من حيث التركيب مع خلايا أوراق الأيلوديا؟ **(نعم، في التركيب الأساسي فقط، ولكن هناك خلايا نباتية تضم تحورات لأداء وظائف خاصة.)**
* هل تتشابه الخلايا النباتية والحيوانية من حيث التركيب؟ **(نعم، في التركيب الأساسي فقط (أي الغشاء الخلوي، السيتوبلازم، النواة)، ولكنها تختلف في تراكيب أخرى.)**
* لم تختلف خلايا جسمك من حيث الشكل؟ **(تختلف أشكال خلايا الجسم وفقًا لوظيفتها.)**

اكتساب المهارات

احرص على استخدام الطلاب للمهارات التالية:

* **مهارة الملاحظة:** يمكن تحقيق ذلك من خلال توجيه الطلاب إلى تفحّص الصور والكلمات المكتوبة في صفحة جريدة ما أو مجلة بعد تكبيرها بعدسات متنوعة.
* **مهارة التصنيف:** تشجيع الطلاب على تصنيف الأشياء إلى كائنات حية وأخرى غير حية.
* **مهارة التعبير الكتابي:** كتابة الطلاب مقالًا عن العلماء الذين جاء ذكرهم في الدرس، وكيف أسهم كل واحد منهم في إرساء أحد مبادئ النظرية الخلوية. وجه الطلاب إلى أن يتناولوا الإسهامات التي قدمها كل عالم مع ذكر مدى أهميتها.
* **مهارة الاستنتاج:** ساعد الطلاب على استنتاج طبيعة الطريقة العلمية بتوجيه السؤال التالي: لماذا استغرق العلماء أكثر من 200 عام بعد اكتشاف الخلايا لأول مرة للتوصل إلى تكون جميع أجسام الكائنات الحية من خلايا؟

2. النظرية الخلوية Cell Theory

أدّى اختراع المجهر إلى الكشف عن الكثير من الحقائق العلمية المتعلّقة بالخليّة. وكان من أهمّ هذه الاكتشافات، ما توصّل إليه العالم شليدن Schleiden عام 1838م والعالم شفان Schwann عام 1839م ،أنّ الخليّة هي الوحدة البنائية التي تتركّب منها جميع الكائنات سواء أكانت نباتات أم حيوانات، (الشكل 3). وكذلك، فقد وضع العالم فيرشو Verchow عام 1855م نظرية تقول ،إنّ الخليّة تُعتبَر الوحدة الوظيفية إلى جانب كونها الوحدة البنائية لجميع الكائنات الحية، . وأضاف مؤكّدًا على ،أنّ الخلايا الجديدة لا تنشأ إلّا من خلايا أخرى كانت موجودة قبلها بالفعل.

وقد تبلورت أفكار كلّ من شليدن وشفان وفيرشو في ما يُعرَف الآن بالنظرية الخلوية، والتي تُعتبَر من أهمّ النظريات الأساسية في علم الأحياء الحديث.

وتشمل النظرية الخلوية المبادئ الثلاثة التالية:

(أ) الخليّة هي الوحدة الوظيفية الأساسية لجميع الكائنات الحية.

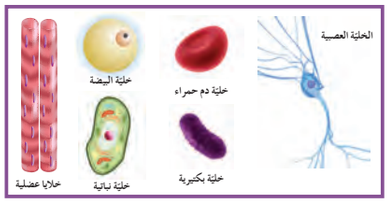
(ب) تتكوّن جميع الكائنات الحية من خلايا، قد تكون منفردة أو متجمّعة.

(جـ) تنشأ جميع الخلايا من خلايا كانت موجودة من قبل.

وتُؤكّد النظرية الخلوية على أنّ جميع الكائنات تتكوّن من خلايا، وأنّ الخلايا تُعتبَر الوحدات الأساسية لجميع صور الحياة. وقد وجّهت النظرية الخلوية العلماء نحو إجراء أبحاثهم في مجالات دراسة العمليات الحيوية وعلم الوراثة وعلم الأمراض.

3. خلايا متنوّعة Diversified Cells

بعض الكائنات الحية وحيدة الخليّة مثل البكتيريا والأميبا، ومعظمها عديد الخلايا مثل الإنسان والحوت والشجرة. تتنوّع الخلايا في الحجم والشكل والوظيفة، كما يتّضح في الشكل (4).



(شكل 4)
مجموعة متنوعة من الخلايا

(شكل 3)
خلايا أوراق نبات الأيلوديا
توصّل العالم شليدن إلى أنّ جميع النباتات تتكوّن من خلايا، ولكنه لم يفهم كيف تتكوّن الخلايا الجديدة.

تاريخ العلوم

اكتشافات تمّت باستخدام المجهر الضوئي

روبرت هوك (1665م):
نشر مقالًا يضمّ مجموعة من الأشكال التخطيطية للفلّين وبعض الأشياء الأخرى التي لاحظها من خلال المجهر.

فان ليفنهوك (1674م):
صنع مجاهر ذات عدسة واحدة تُكبّر الأشياء حتّى 200 مرّة ضعف حجمها الأصلي، وفحص عبرها أجسامًا متنوّعة.

شليدن (1838م):
اكتشف أنّ النباتات كلّها تتكوّن من خلايا.

شفان (1839م):
استنتج أنّ الكائنات الحية كلّها تتكوّن من خلايا.

فيرشو (1855م):
أكّد أنّ الخلايا الجديدة تنشأ من خلايا أخرى كانت موجودة قبلها.

لويس باستير (1862م):
نشر نظرية تُؤكّد أنّ الكائنات الدقيقة المجهرية تتسبّب بأمراض معدية.

هيرمان فُل (1879م):
هو أوّل من رأى خليّة البويضة يُخصّبها حيوان منوي.

فلمنج (1882م):
اكتشف مادّة الكروماتين داخل أنوية الخلايا على هيئة تركيبات خيطية الشكل، كما اكتشف خطوات انقسام الخليّة.

4.2 تطوّر المجاهر

اعرض على الطلاب صورًا أو شفافيات لبراميسيوم ناتجة عن أنواع متعدّدة من المجاهر الضوئية. اطرح عليهم الأسئلة التالية:

* أيّ من هذه الصور هي الأكثر وضوحًا وتفصيلًا؟ **(صورة البراميسيوم الناتجة عن استخدام مجهر التباين هي الأكثر وضوحًا وتفصيلًا)**
* ما أهمّية كل من التكبير ودرجة التباين عند فحص شيء صغير للغاية بواسطة المجهر؟ **(التكبير يجعل الشيء يبدو أكبر حجمًا، أما درجة التباين فتحدد معالم الصورة، وبالتالي يمكن رؤية تفاصيل أكثر.)**
* لماذا تزداد معرفة العلماء حول الخلايا في كل مرة يتم فيها تطوير المجهر؟ **(بسبب تمكن العلماء من رؤية تفاصيل التراكيب بصورة أكثر دقة ووضوحًا مع اختراع كل مجهر جديد.)**
* ما الفرق بين صورتي المجهر الإلكتروني النافذ والمجهر الإلكتروني الماسح؟ **(في المجهر الإلكتروني النافذ، تنفذ الإلكترونات عبر شريحة رقيقة إلى الشيء المراد فحصه، أما في المجهر الإلكتروني الماسح، تمسح الإلكترونات سطح الشيء فتتكون صورة ثلاثية الأبعاد.)**

اطلب إلى الطلاب تنفيذ نشاط "كيف تستخدم المجهر؟" والإجابة عن الأسئلة الموجودة في كتاب الأنشطة صفحة 18. وجّه الطلاب إلى اختيار أحد الأشياء المناسبة، مثل الشعرة، واسمح لهم باستكشاف الفرق في درجات تكبير الأشياء بواسطة العدسات المختلفة للمجهر.

(شكل 5)
ثلاث صور فوتوغرافية لكائن وحيد الخلية (البراميسيوم) التقطتها عدسات ثلاثة أنواع من المجاهر الضوئية. أيّ من هذه الصور هي الأكثر وضوحًا وتفصيلًا؟

فالخليّة البكتيرية صغيرة لدرجة أنّه يُمكن أن تتواجد 8000 خليّة منها داخل خليّة واحدة من خلايا الدم الحمراء، والتي لا يُمكن رؤيتها بالعين المجرّدة. تُعتبَر الخليّة العصبية أطول الخلايا، إذ قد يصل طول الواحدة منها إلى المتر أو أكثر بقليل.

بالإضافة إلى ذلك، هناك ارتباط بين شكل الخلايا ووظيفتها. فالخليّة العصبية طويلة، ما يُمكّنها من نقل الرسائل من الحبل الشوكي، الموجود داخل عمودك الفقري إلى أصابع قدميك. أمّا الخلايا العضلية الأسطوانية الطويلة، التي تتجمّع مع بعضها لتُشكّل أليافًا، فهي تتميّز بقدرتها على الانقباض والانبساط، ما يُسهّل حركة الحيوان.

4. تطوّر المجاهر The Evolution of Microscopes

يعتمد تقدّم علم الأحياء على تطوّر التقنيات المستخدمة لا سيّما في مجال العلوم المرتبطة بعلم الخليّة، حيث أدّى هذا التطوّر إلى زيادة مقدرة العلماء على الملاحظة والتحليل. وكان المجهر أكثر هذه الأدوات أهمّية. حتّى العام 1950م، كان المجهر الضوئي الأداة الوحيدة المتاحة للعلماء. وقد تميّز هذا المجهر، الذي يعتمد في عمله على ضوء الشمس أو الضوء الصناعي، بقدرته على تكبير الكثير من الكائنات المجهرية الحية، وفحص تركيب الأشياء كبيرة الحجم عبر تقطيعها إلى شرائح رقيقة تسمح بنفاذ الضوء.

على سبيل المثال، يُمكن للمجهر الضوئي تكبير أجسام الكائنات الدقيقة إلى حدّ 1000 مرّة أكثر من حجمها الحقيقي، ولا يُمكن التكبير أكثر من ذلك لأنّ الصورة تُصبح غير واضحة. وتوصّل العلماء على مرّ السنين إلى ابتكار طرق أفضل لملاحظة العيّنات بصورة أوضح من خلال زيادة التباين (الاختلاف) بين الأجزاء المختلفة للعيّنة.

ومن إحدى طرق زيادة التباين بين أجزاء العيّنة هي استخدام الأصباغ لصبغ أو تلوين أجزاء محدّدة من العيّنة لتُصبح أكثر وضوحًا. غير أنّ من إحدى سيّئات الأصباغ هي أنّها تقتل العيّنات الحية.

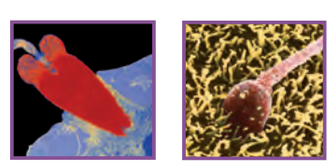
وهناك طريقة أخرى لزيادة التباين تتمّ بواسطة المعالجة بالضوء. لاحظ كيف يبدو التباين بين الصور الثلاث في الشكل (5)، وقارن بينها.

منذ العام 1950، يستخدم العلماء **المجهر الإلكتروني Electron Microscope الذي تُستخدَم فيه الإلكترونات بديلًا من الضوء، والذي يستطيع تكبير الأشياء إلى حدّ مليون مرّة أكثر من حجمها الحقيقي.**

أتاح هذا المجهر المجال لتوضيح تراكيب خلوية لم تكن معروفة من قبل، ومعرفة تفاصيل أدقّ بشأن التركيبات التي كانت معروفة في الأصل. بالإضافة إلى استخدام المجاهر الإلكترونية الإلكترونات في إنتاج صور عالية التكبير، فإنّ هذه الصور عالية التباين أيضًا مقارنة بتلك التي تُنتجها المجاهر الضوئية، ما يجعلها صورًا في غاية الدقّة والوضوح، وذلك بفضل الحجم المتناهي الصغر للإلكترونات. وقبل فحص العيّنة بالمجهر الإلكتروني، يجب تفريغ الهواء منها حتّى تستطيع الإلكترونات النفاذ من خلالها. لذا، لا يُمكن استخدام هذه المجاهر في فحص الكائنات وهي حية.

يوجد نوعان من المجاهر الإلكترونية: المجاهر الإلكترونية النافذة والمجاهر الإلكترونية الماسحة. ففي المجهر الإلكتروني النافذ، تمرّ أو تنفذ الإلكترونات عبر شريحة رقيقة جدًّا من الجسم المُراد فحصه، حيث تُستقبَل على شاشة في شكل صورة يُمكن طباعتها. ولهذا المجهر النافذ إمكانية تكبير الأشياء إلى حدّ 000 500 مرّة من حجمها الأصلي. أمّا في المجهر الإلكتروني الماسح، تقوم الإلكترونات بمسح سطح الجسم المُراد فحصه من الخارج من دون أن تنفذ إلى داخله، فتتكوّن صورة ثلاثية الأبعاد يُمكن طباعتها. ويُمكن لهذا المجهر التكبير حتّى 000 150 مرّة ضعف الحجم الأصلي.

قارن بين الصورتين الناتجتين من نوعي المجاهر الإلكترونية في الشكل (6).



صورة للحيوان المنوي بالمجهر الإلكتروني الماسح

صورة للحيوان المنوي بالمجهر الإلكتروني النافذ

(شكل 6)

أحدث اكتشافات في استخدام المجهر

- **عام 1931:** اختُرع أوّل مجهر إلكتروني.
- **عام 1950:** بداية استخدام العلماء للمجهر الإلكتروني في دراسة الكائنات الحية
- **عام 1965:** استخدم المجهر الإلكتروني لفحص خلايا الأحافير التي يصل عمرها إلى 3.5 مليارات سنة.

وضّح وجه الاختلاف بين المجهر الإلكتروني النافذ والمجهر الإلكتروني الماسح.

3. قيم وتوسع

1.3 ملف تقييم الأداء

لتقييم الأداء، دع الطالب يجري إحدى أو جميع الخطوات التالية:

- كتابة مقال عن العلماء الذين أسهموا في إرساء النظرية الخلوية والدور الذي قام به كل منهم وأهميته.
- إجراء مقارنة بين المجهر الضوئي المركب والمجهر الإلكتروني.
- إجراء مقارنة بين أنواع المجاهر الإلكترونية من حيث طريقة العمل وقوة التكبير والاستخدام.

إجابات أسئلة مراجعة الدرس (1–1)

1. الخلايا هي الوحدات الوظيفية الأساسية لجميع الكائنات الحية. فتتكون جميع الكائنات الحية من خلايا قد تكون منفردة أو متجمعة، تنشأ جميعها من خلايا كانت موجودة قبلها.
2. مكّن اختراع المجهر من اكتشاف الخلايا، وقد أدى هذا الاكتشاف إلى التحقق من تكون أجسام جميع الكائنات الحية من خلايا.
3. قد تتنوع الإجابات. فقد يذكر الطلاب أنه عند اختراع المجهر، كان ينظر إليه كأنه لعبة، بسبب عدم اعتقاد أو اقتناع أي شخص في وجود كائنات لا يمكن رؤيتها بالعين المجردة، وبالتالي لم يقدِّر علماء الأحياء أهمية المجهر عند اختراعه.
4. توجد أنواع أخرى كثيرة من المجاهر، لذا تتنوع الإجابات بحسب ما هو متاح من مراجع أمام الطلاب.

في العام 1981، تمّ اختراع نوع جديد من المجاهر الإلكترونية الماسحة يُمكّن من خلاله تحديد كمّية الإلكترونات التي قد تتسرّب من سطح العيّنة المفحوصة إلى داخلها، بالإضافة إلى إمكانية تكبير الأشياء إلى حدّ مليون مرّة ضعف حجمها الأصلي.

وهكذا ترى أنّه بتطوّر التقنيات المجهرية، تزداد معرفتنا بعلم الخليّة والعلوم المتّصلة به، مثل علم الوراثة المعني بدراسة المادّة الوراثية التي تُعتبَر ضمن مكوّنات الخليّة، وعلم وظائف الأعضاء، إذ تُعتبَر الخليّة المكوّن الأساسي للأنسجة التي تتشكّل منها الأعضاء، وما يرتبط بعلم وظائف الأعضاء من علوم الطبّ والأمراض. بالإضافة إلى ذلك، يرتبط علم الخليّة بعلم تصنيف الكائنات، إذ تعتمد طرق التصنيف الحديثة بصورة أساسية على الفروقات بين أعداد الكروموسومات وأشكالها في الأنواع الحيوانية والنباتية المختلفة.

مراجعة الدرس 1–1

1. فسّر الأفكار الرئيسية للنظرية الخلوية.
2. لخّص دور المجهر في التوصّل إلى النظرية الخلوية.
3. **التفكير الناقد:** وعندما اختُرع المجهر للمرّة الأولى، لم يلقَ اهتمامًا أو ترحيبًا من قبل العلماء،، ما السبب برأيك؟
   أضف إلى معلوماتك
4. هناك أنواع أخرى من المجاهر، إلى جانب تلك التي ذُكرت في الدرس، والتي ساهمت في إثراء المعارف وفائدة استخدامه الإنسانية. اذكر أحدها. (ارجع إلى مكتبة وابحث في أحد المراجع العلمية المتخصّصة).

الأهداف:
- يحدّد أقسام الخلية وموقع كلّ منها.
- يصف تركيب ووظيفة الغشاء الخلوي والجدار الخلوي.
- يصف تركيب أهمّ العضيّات الخلوية ووظائفها.
- يميّز أقسام النواة ووظيفة كل قسم منها.
- يقارن خلية حيوانية وخلية نباتية.

الأدوات المستعملة: شفافيات أو لوحات وصور لأقسام الخلية وعضيّاتها

صفحات التلميذ: من ص 19 إلى ص 27

صفحات الأنشطة: من ص 20 إلى 22

عدد الحصص: 2

1. قدم وحفز

1.1 استخدام صورة افتتاحية الدرس

تأكد من تفحّص الطلاب صورة افتتاحية الدرس (شكل 7)، وقراءتهم التعليق المصاحب لها. أشر إلى أن التركيب المصبوغ في نواة الخلية هو مادة الكروماتين التي تحمل المعلومات الوراثية من جيل إلى آخر.

2.1 اختبار المعلومات السابقة لدى الطلاب

لتقييم المعلومات السابقة لدى الطلاب حول العمليات الحيوية للخلية، وجّه إليهم الأسئلة التالية:

- ما المواد الكيميائية العضوية التي تحتاجها خلايا الجسم كي تؤدي وظائفها وتستمر في الحياة؟ **(البروتينات، والليبيدات والكربوهيدرات والفيتامينات)**
- لماذا يشار إلى الماء على أنه «مذيب عام»؟ **(لأن معظم المواد تذوب فيه)**

لتقييم المعلومات السابقة للطلاب حول تعضّي الخلية، اسأل: ما الأجزاء التي تتكون منها الخلية؟

سجل إجابات الطلاب على السبورة واطلب منهم وصف موضع كل جزء منها في الخلية.

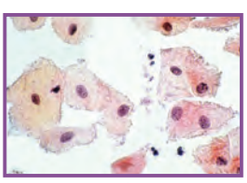
2. علّم وطبّق

1.2 غشاء الخلية

بعد أن ينتهي الطلاب من تعرف مواضع جميع أجزاء الخلية، وجّه إليهم السؤالين التاليين:

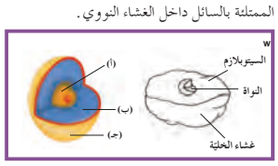
- ما الدور الذي يلعبه غشاء الخلية؟ **(يفصل المكونات الداخلية للخلية عن الوسط المحيط، وينظم مرور المواد من وإلى الخلية ويساعد على ذلك وجود جزيئات الليبيدات (الفوسفوليبيدات))**
- ما أهمية جزيئات الكوليسترول التي تدخل في بناء غشاء الخلية؟ **(تساعد على تماسك الغشاء الخلوي وحفظه سليمًا.)**

الأهداف العامة
- يُحدّد أقسام الخليّة وموقع كلّ منها.
- يصف تركيب الغشاء الخلوي والجدار الخلوي ووظيفتيهما.
- يصف تركيب أهمّ العضيّات الخلوية ووظائفها.
- يُميّز أقسام النواة ووظيفة كلّ قسم منها.
- يُقارن بين خليّة حيوانية وخليّة نباتية.



(شكل7)
في العام 1880م، كان العالم والتر فلمنج أوّل من وصف أحد مكوّنات أنوية الخلايا. وقد سُمّي هذا المكوّن الجديد باسم «الكروماتين» لكونه شديد الامتصاص للأصباغ الملوّنة. فالمقطع «كروما» مشتقّ من الكلمة الإغريقية التي تعني «لون».
أين يظهر الكروماتين المصبوغ في الخليّة الموضّحة في الشكل (7)؟

على الرغم من تنوّع الخلايا في الشكل والحجم والوظيفة إلّا أنّها تتألّف جميعها من الأجزاء الأساسية التالية، الموضّحة في الشكل (8): غشاء الخليّة، البروتوبلازم Protoplasm التي تتألّف بدورها من السيتوبلازم، أي مكان وجود العضيّات، والنيكليوبلازم، وهي المساحة الممتلئة بالسائل داخل الغشاء النووي.



(شكل 8)
يوضح الشكل قسمًا من الخلية مبيّنًا مكوناتها الرئيسة. حدّد مكوّنات هذه الخلية.

نشاط توضيحي

اسكب كمية من زيت الطعام (مادة ليبيدية) في كأس نصفها مملوء بالماء، واطلب إلى الطلاب ملاحظة ما يحدث **(لا يختلط الزيت بالماء، بل يطفو على السطح.)** وضح أن الزيت على سطح الماء يمثل طبقة عازلة تعزل الماء عن وسط الهواء الموجود أعلاه، وكذلك الأمر، فالليبيدات (الفوسفوليبيدات) الموجودة في غشاء الخلية تفصل سيتوبلازم الخلية (وسط مائي) عن الوسط المحيط بها (وسط مائي).

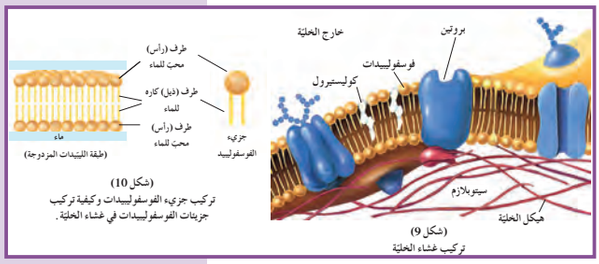
* كيف تترتّب جزيئات طبقتي الفوسفوليبيدات في غشاء الخلية؟ **(رؤوسها المحبة للماء على اتصال مع السائل الموجود داخل الخلية وخارجها، أما ذيولها الكارهة للماء فهي تتقابل مع بعضها داخل حشوة الغشاء.)**
* ما وظائف جزيئات البروتين الموجودة في غشاء الخلية؟ **(بعضها يعمل كمواقع لتعرف الخلية على المواد المختلفة، وبعضها يعمل كبوابات مرور للمواد من الخلية وإليها.)**

اطلب إلى الطلاب تنفيذ نشاط "كيف تصمّم نموذجًا لغشاء الخلية؟" والإجابة عن الأسئلة الموجودة في كتاب الأنشطة صفحة 20.

1. غشاء الخليّة Cell membrane

تُحاط جميع أنواع الخلايا بغشاء رقيق هو عبارة عن طبقة رقيقة من الفوسفوليبيدات والبروتينات تفصل مكوّنات الخليّة عن البيئة أو الوسط المحيط بها. يؤدّي هذا الغشاء دورًا أساسيًّا في تنظيم مرور الموادّ من وإلى الخليّة، ويُسمّى غشاء الخليّة أو الغشاء البلازمي (الشكلان 9 و10).
يتكوّن غشاء الخليّة من طبقتين من جزيئات الفوسفوليبيدات (الشكل 10) تُقابل رؤوسها المحبّة للماء (القابلة للذوبان في الماء) الوسط المائي خارج الخليّة وداخلها، فيما تتواجد ذيولها الكارهة للماء (غير القابلة للذوبان في الماء) داخل حشوة الغشاء.

وتوجد بين جزيئات هاتين الطبقتين جزيئات من البروتين يعمل بعضها كمواقع تساعد على تمييز بعضها البعض وتمييز الموادّ المختلفة كالهرمونات وغيرها، في حين يعمل بعضها الآخر كبوّابات لمرور الموادّ من وإلى الخليّة.
نظرًا إلى كون الفوسفوليبيدات، المكوّنة لغشاء الخليّة، مادّة سائلة، يُعتبَر الغشاء الخلوي بدوره تركيبًا سائلًا (يُشبه طبقة الزيت على سطح الماء). ويُساهم ارتباط جزيئات الفوسفوليبيدات بجزيئات من مادّة الكوليستيرول في إبقاء الغشاء متماسكًا وسليمًا ممّا يقلّل من مرونة غشاء الخليّة.



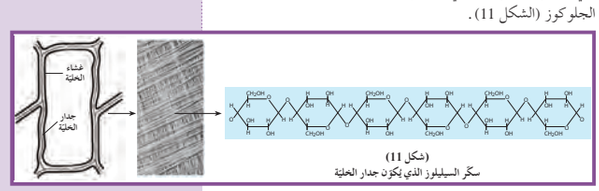
(شكل 10)
تركيب جزيء الفوسفوليبيدات وكيفية تركيب جزيئات الفوسفوليبيدات في غشاء الخليّة.

(شكل 9)
تركيب غشاء الخليّة

2. جدار الخليّة Cell Wall

يُحاط غشاء الخلية النباتية بجدار خلويّ، كما هو مبيّن في الشكل (11)، خاصّ بالخلايا النباتية فحسب. فتؤدّي هذه الجدران دورًا في حماية الخلايا وجعلها مقاومة للرياح العاتية ولعوامل الطقس الأخرى، ما يُعطيها دعمًا قويًّا، كما هو حال الأشجار الخشبية المعمّرة كشجرة النخيل. أمّا النباتات العشبية الصغيرة، فهي تضمّ جدران خلايا قليلة المرونة تجعلها قادرة على الاحتفاظ بشكلها حين تتعرّض للرياح القوية.

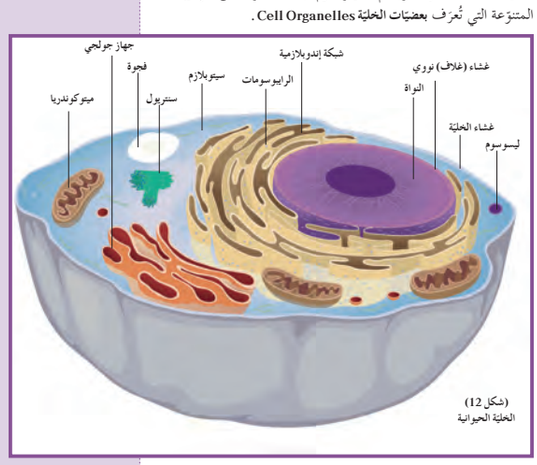
يتكوّن جدار الخليّة من سكّريات معقّدة تُعرف بالسيلّيلوز Cellulose، التي تُشكّل الهيكل الأساسي للجدار الخلوي، ومن وحدات عديدة من الجلوكوز (الشكل 11).



(شكل 11)
سكّر السيليلوز الذي يُكوّن جدار الخلية

3. السيتوبلازم Cytoplasm

السيتوبلازم Cytoplasm هو عبارة عن مادّة شبه سائلة تملأ الحيّز الموجود بين غشاء الخليّة والنواة، وهو يتكوّن أساسًا من الماء وبعض الموادّ العضوية وغير العضوية. يحتوي السيتوبلازم على شبكة من الخيوط والأنابيب الدقيقة التي تُكسب الخليّة دعامة تُساعد في الحفاظ على شكلها وقوامها، بالإضافة إلى عملها كمسارات تنتقل عبرها الموادّ المختلفة من مكان إلى آخر داخل الخليّة، وتُسمّى هيكل الخليّة Cytoskeleton. ويضمّ السيتوبلازم أيضًا مجموعة من التركيبات المتنوّعة التي تُعرَف **بعضيّات الخليّة Cell Organelles.**



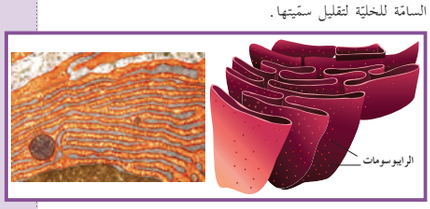
(شكل 12)
الخلية الحيوانية

4. عضيّات الخليّة Cell organelles

هي مجموعة من التركيبات الموجودة في سيتوبلازم الخليّة (الشكل 12)، **يؤدّي كلّ نوع منها وظيفة معيّنة داخل الخليّة**، وتتضافر جميعها لتقوم هذه الأخيرة بوظائفها المتنوّعة. تتواجد هذه العضيّات في كلّ من الخلايا الحيوانية والنباتية، إلّا أنّ البعض منها يقتصر وجوده على الخلايا النباتية مثل البلاستيدات، والبعض الآخر يقتصر وجوده على الخلايا الحيوانية مثل السنتروسوم.

1.4 الشبكة الأندوبلازمية Endoplasmic reticulum

هي شبكة من الأكياس الغشائية التي تتخلّل جميع أجزاء السيتوبلازم وتتّصل بكلّ من الغشاء المحيط بالنواة (الغشاء النووي) وغشاء الخليّة (شكل 13).
ويوجَد منها نوعان، خشنة وملساء. تتميّز الشبكة الأندوبلازمية الخشنة بوجود عدد كبير من الرايبوسومات على سطحها، وهي تختصّ بإنتاج البروتين في الخليّة، وإدخال التعديلات على البروتين الذي تفرزه الرايبوسومات، بالإضافة إلى تصنيع الأغشية الجديدة في الخليّة. أمّا الشبكة الأندوبلازمية الملساء، فتغيب عنها الرايبوسومات، وهي تختصّ بإنتاج الليبّيدات، وتحويل الكربوهيدرات إلى جليكوجين، وتعديل طبيعة بعض الموادّ الكيميائية السامّة للخليّة لتقليل سمّيتها.



(شكل 13)
الشبكة الأندوبلاسمية الخشنة

2.4 الرايبوسومات Ribosomes

هي عبارة عن عضيّات مستديرة تُنتج البروتين في الخليّة. البعض من هذه العضيّات سابح في السيتوبلازم (فرادى أو مجموعات) حيث يُنتج البروتين ويُطلقه مباشرة إلى السيتوبلازم، فتستخدمه في عملياتها الحيوية، مثل النموّ والتجديد وغيرها. يرتبط بعض الرايبوسومات بالسطح الخارجي للشبكة الأندوبلازمية (شكل 13)، ويقوم بإنتاج البروتينات التي تنقلها الشبكة الأندوبلازمية إلى خارج الخليّة (مثل الأنزيمات) بعد إدخال بعض التعديلات عليها.

2.2 السيتوبلازم

نشاط توضيحي

وجه الطلاب إلى مقارنة الخلية بأحد المصانع لتحديد تراكيب الخلية التي تحاكي الأقسام والعمال والآلات، وكيف أنها تعمل في تناسق وتناغم تام للحفاظ على كفاءة التشغيل.

حاول قدح ذهن الطلاب بطلب كتابة قائمة بالمواد التي تحتاجها الخلية لكي تزاول مهامها، وكذلك بأجزاء الخلية التي تقوم بهذه المهام مثل توليد الطاقة، والإشراف والتنسيق، والإنتاجية، واستقبال المواد الخام وإدخال التعديلات عليها، وإزالة المواد المسرفة، والتعبئة، والتخزين، والنظافة، والنقل، وإصلاح الأجزاء التالفة. اكتبْ قائمة بهذه التراكيب ووظائفها على السبورة واطلب من الطلاب تسجيل هذه القائمة واستخدامها كمرجع أثناء دراسة هذا الدرس.

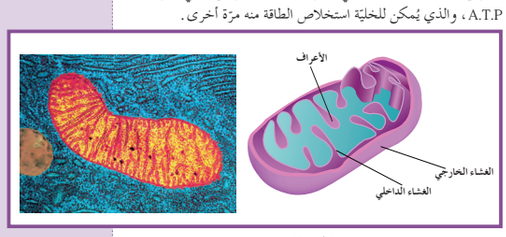
3.2 عضيّات الخلية

بعد انتهاء الطلاب من تعرف أشكال عضيّات الخلية ووظائفها، وجه إليهم الأسئلة التالية:

- ما هي العضيّات التي تتميّز بشكل بيضيّ والتي تصنع الجلوكوز في الخلايا النباتية؟ **(البلاستيدات الخضراء)**
- ما هي العضيّات التي يُطلق عليها إسم بيوت الطاقة؟ ومم تتركّب؟ **(الميتوكوندريا، وهي تتألّف من غشاء خارجي أملس وغشاء داخلي تمتدّ منه مجموعة من الثنيات إلى داخل الحشوة الداخلية وتُسمّى بالأعراف.)**
- صفْ كيفية أداء الشبكة الإندوبلازمية الخشنة لوظيفتها بالخلية؟ **(تصل بين الغشاء النووي وغشاء الخلية، تساعد في صنع البروتينات في الخلية، تدخل التعديلات على البروتينات المصنعة في الرايبوسومات.)**
- ما هي وظيفة الرايبوسومات؟ **(تصنيع البروتينات في الخلية)**
- ما هو تركيب جهاز جولجي ووظيفته؟ **(يتألّف من أكياس غشائية مفلطحة وحويصلات غشائية مستديرة، وهو يستقبل إفرازات الشبكة الإندوبلازمية ويصنفها ويدخل بعض التعديلات عليها ويوزعها على أماكن استخدامها أو يعبّئها في حويصلات تطرد إلى خارج الخلية كإفرازات خلوية.)**
- أيّ عضيّات الخلية يحتوي الأنزيمات الهاضمة؟ **(الليسوسومات)**
- ما المواد التي تتواجد داخل فجوات الخلية؟ **(السوائل والماء، والمواد الغذائية والفضلات)**

3.4 الميتوكوندريا Mitochondria

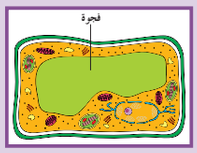
هي عبارة عن عضيّات غشائية كيسية الشكل، يتكوّن جدارها من غشاءين (شكل 14). تمتدّ من الغشاء الداخلي مجموعة من الثنيات، تُعرف بالأعراف، إلى داخل حشوتها الداخلية. تُعتبر الميتوكوندريا المستودع الرئيس لأنزيمات التنفّس في الخليّة، ومستودع للموادّ الأخرى اللازمة لتكوين مركّب الطاقة الكيميائي الذي يُعرف بالأدينوزين ثلاثي الفوسفات A.T.P، والذي يُمكن للخليّة استخلاص الطاقة منه مرّة أخرى.



(شكل 14)
الميتوكوندريا

4.4 الفجوات Vacuoles

هي عبارة عن أكياس غشائية تُشبه فقّاعات ممتلئة بسائل ما، يُخزّن الماء والموادّ الغذائية، أو فضلات الخليّة إلى حين التخلّص منها. تكون الفجوات صغيرة وعديدة في الخلايا الحيوانية، فيما تتجمّع في فجوة واحدة كبيرة أو أكثر في الخلايا النباتية (شكل 15).



(شكل 15)
فجوة في خليّة نباتية

5.4 الجسم المركزي (السنتروسوم) Centrosome

هو عبارة عن عضيّ دقيق يقع بالقرب من النواة في جميع الخلايا الحيوانية (باستثناء الخليّة العصبية) ويغيب عن الخلايا النباتية (باستثناء بعض الأنواع البدائية). ويحتوي الجسم المركزي على جسمين دقيقين يُعرفان بالسنتريولين، ويؤدّيان دورًا مهمًّا أثناء انقسام الخليّة.

6.4 جهاز جولجي Golgi Apparatus

هو عبارة عن مجموعة من الأكياس الغشائية المسطّحة مستديرة الأطراف، بالإضافة إلى مجموعة من الحويصلات الغشائية المستديرة. وتقضي وظيفته باستقبال جزيئات الموادّ التي تفرزها الشبكة الأندوبلازمية، فيُصنّفها ويُدخل بعض التعديلات عليها. ثمّ، يقوم بتوزيعها إلى أماكن استخدامها في الخليّة، أو يُعبّئها داخل حويصلات تتّجه نحو غشاء الخلية حيث تطردها الخليّة إلى الخارج كمنتجات إفرازية.

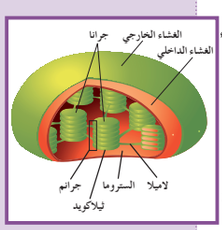
7.4 الليسوسومات Lysosomes

هي عبارة عن حويصلات غشائية مستديرة وصغيرة الحجم تحوي داخلها مجموعة من الأنزيمات الهاضمة (شكل 16). وتقضي وظيفتها بالقيام بهضم الجزيئات الكبيرة من الموادّ الغذائية، مثل الكربوهيدرات والبروتينات والليبيّدات، وتحويلها إلى موادّ ذات تركيب أبسط يُمكن للخليّة الاستفادة منها، كما أنّها تقوم بالتخلّص من العضيّات المسنّة أو المتهالكة التي لم تعد تُفيد الخليّة. لا تتأثّر الخليّة بالأنزيمات الليسومية لأنّها في معزل داخل الغشاء المحيط بالليسوسومات.

(شكل 16)
الليسوسومات

8.4 البلاستيدات Plastids

تتواجد البلاستيدات الخضراء Chloroplast، الموضّحة في الشكل (17)، في بعض الطلائعيات وفي جميع الخلايا النباتية الخضراء. تحتوي هذه البلاستيدات على كمّيات كبيرة من صبغة الكلوروفيل Chlorophyll، إلى جانب وجود صبغات الكاروتين Carotenoids، ولكن بكمّيات قليلة جدًّا. يُعزى اللون الأخضر في الأوراق وأجزاء أخرى من النبات لهذا النوع من البلاستيدات. **تُساعد البلاستيدات Plastids الخلايا في عملية البناء الضوئي Photosynthesis لاحتوائها على مادّة الكلوروفيل، وهي تمرّ بعدّة مراحل، من أهمّها تحوّل طاقة الضوء إلى طاقة مختزنة في السكّريات.**



(شكل 17)
البلاستيدة الخضراء

يُغلّف هذه البلاستيدات غشاء خارجي مزدوج، أحدهما داخلي والآخر خارجي يفصل بينهما فراغ. يوجد داخل البلاستيدات طبقات متراصّة من الأغشية الداخلية على هيئة صفائح تُسمّى ثيلاكويد Thylakoid، والتي تُشكّل كلّ مجموعة منها ما يُعرف بـ جرانم Granum، أمّا عدد المجموعات منها فتُسمّى جرانا Grana. ويحتوي كلّ جرانم على مادّة الكلوروفيل. يُسمّى تجويف البلاستيدة الذي تنغمس فيه هذه الأغشية بالحشوة Stroma.

هناك أنواع أخرى من البلاستيدات التي تختلف عن بعضها بعضًا بحسب نوع الصبغة الموجودة في كلّ نوع. وهذه الأنواع هي:

4.2 النواة

أشر إلى أن نواة الخلية تُعتبر إحدى عضيّات الخلية. وجه الطلاب إلى اعتماد التفكير الناقد عبر مناقشتهم حول ما إذا كان موضع النواة والعضيّات الأخرى يتغير أم لا. **(تلزم هذه التراكيب مواضعها بواسطة ألياف وأنيبيبات هيكل الخلية المنتشرة في السيتوبلازم، ولكن قد تخضع للإزاحة عندما تتحرّك الخلية أو تغيّر من شكلها.)**

اختبر تعرف الطلاب (الشكل 19) بتوجيه السؤال التالي: قارن بين الغشاء النووي وغشاء الخلية **(يتكون كلاهما من طبقة مزدوجة من الفوسفوليبيدات. يعزل الغشاء النووي مكونات النواة عن السيتوبلازم أما غشاء الخلية فيعزل مكونات الخلية عن الوسط المحيط بها.)**

إجابة سؤال (الشكل 19) صفحة 25 في كتاب الطالب.

تسمح الثقوب بتبادل المواد بين النواة والسيتوبلازم.

تصويب مفهوم خاطئ: فقد يعتقد بعض الطلّاب أنّه لا بدّ من تنوّع المادّة الوراثية الخاصة بمختلف أنواع الخلايا الموجودة داخل الكائن الواحد، بسبب تنوّع الخلايا. أشر إلى وجود المادة الوراثية نفسها في جميع خلايا الكائن الحيّ مهما تنوّعت صورها. تتماثل الخلايا المختلفة في أجسام الطلاب، مثل خلايا الجلد وخلايا الدم وغيرها، تمامًا من حيث مادّتها الوراثية، ولكن كل منها يستجيب بطريقة مختلفة للتعليمات الوراثية التي تحملها هذه المادّة.

5.2 الأحماض النووية

وجه الطلاب إلى تحديد أوجه الشبه والاختلاف بين الحمضين النوويين DNA وRNA.

(أوجه الشبه: كلاهما حمض نووي، ويتكوّنان من الكربون والهيدروجين والأكسجين والفسفور والنيتروجين، ويحتويان على المعلومات الوراثية للخلية.

أوجه الاختلاف: يتكون DNA من شريط مزدوج، فيما يتكون RNA من شريط مفرد. يتواجد DNA داخل النواة فقط، أما RNA فموجود داخل النواة والنوية والسيتوبلازم. يحتوي DNA على أربع قواعد نيتروجينية، هي الأدينين والثايمين والجوانين والسيتوسين، فيما يحتوي حمض RNA على القواعد نفسها باستثناء وجود اليوراسيل بدلًا من الثايمين.)

اطلب إلى الطلاب تنفيذ نشاط "ما هو السلّم ذات الشكل اللولبي؟" والإجابة عن الأسئلة الموجودة في كتاب الأنشطة صفحة 21. وجه الطلاب في هذا النشاط وتأكّد من اكتسابهم مهارات صنع النماذج وتطابق تلك النماذج مع السلّم اللولبي للدنا.

• البلاستيدات البيضاء Leucoplasts، وهي بلاستيدات تفتقر إلى وجود أيّ نوع من الصبغات وتعمل كمراكز لتخزين النشا، مثل تلك الموجودة في خلايا ساق البطاطا وجذورها، الموضّحة في الشكل (18ب).

• البلاستيدات الملوّنة Chromoplasts، الموضّحة في الشكل (18جـ)، هي بلاستيدات تحتوي على صبغات الكاروتين Carotenoids، أي حمراء أو صفراء أو برتقالية، مثل التي يُعزى لها اللون الأحمر في ثمرة الطماطم واللون البرتقالي في الجزر.

(شكل 18 أ) البلاستيدات الخضراء في خلايا النسيج الأوسط في الورقة الخضراء

(شكل 18 ب) البلاستيدات البيضاء في خلايا ساق البطاطا

(شكل 18 جـ) البلاستيدات الملوّنة في خلايا لب ثمرة الطماطم

9.4 النواة Nucleus

هي أوضح عضيّات الخلية، وغالبًا ما يُطلَق عليها اسم مركز التحكّم في الخلية. يُحيط بالنواة غشاء مزدوج يُسمّى الغشاء أو الغلاف النووي (الشكل 19) يقوم بفصل محتويات النواة عن السيتوبلازم. ويوجَد في الغشاء النووي العديد من الثقوب الدقيقة التي تمرّ من خلالها الموادّ بين النواة والسيتوبلازم.

(شكل 19)
تركيب النواة
ما أهمّية الثقوب الموجودة في الغشاء النووي؟

الأحياء في حياتنا اليومية

لا مكان للنواة

تتكون خلايا الدم الحمراء في نخاع العظام الأحمر، وتحوي في أطوارها الأولى نواة، شأنها شأن باقي خلايا الجسم، ثم تتحور لأداء وظيفتها باختفاء النواة. لذا فإن عمر هذه الخلايا قصير، وتُتلف بعد 120 يومًا بسبب غياب النواة.

اكتساب المهارات

احرص على استخدام الطلاب المهارات التالية:

* **مهارة المقارنة:** ساعد الطلاب في تجنب الإلتباس بين الغشاء النووي وغشاء الخلية بتوجيههم إلى رسم دائرتين مختلفتين في القطر ومشتركتين في مركز واحد. وجّه السؤال التالي: أيّ الدائرتين تمثل الغشاء النووي؟ ما أوجه التشابه والاختلاف بين الغشاء النووي وغشاء الخلية؟
* **مهارة التطبيق:** اطرح السؤال التالي: هل تعتقد أن جلد جسم الإنسان مشابه لغشاء الخلية في الوظيفة؟ فسر إجابتك؟ **(نعم، لأن كل منهما يحيط ويحمي ما هو موجود بداخله.)**
* **مهارة الاستنتاج:** شجع الطلاب على استنتاج وظائف عضيّات الخلية بناءً على الوظائف التي تؤديها أعضاء الجسم وأجهزته المختلفة.

3. قيم وتوسع

1.3 ملف تقييم الأداء

لتقييم الأداء، دع الطالب يجري إحدى أو جميع الخطوات التالية:

- صنع نموذج مجسم للتركيب العام للخلية.
- وضع لوحة للخلية مشابهة في وظائفها لمصنع أو مدينة.
- وضع مجموعة بطاقات تحمل كل منها على أحد وجهيها اسم أحد عضيّات الخلية، وعلى الوجه الآخر وظيفة هذا العضيّ.

إجابات أسئلة مراجعة الدرس 1–2

1. **الغشاء الخلوي:** يحدد محيط الخلية ويفصل محتوياتها عن الوسط المحيط بها ويضبط مرور المواد الكيميائية داخل وخارج الخلية؛ **السيتوبلازم:** يحوي العضيّات الخلوية؛ **النواة:** مركز التحكم في جميع الأنشطة الحيوية للخلية.
العضيّات: الشبكة الإندوبلازمية الخشنة: هي شبكة من الاكياس الغشائية التي تتخلل جميع أجزاء السيتوبلازم، وتتخصص في إنتاج البروتين في الخلية وإدخال التعديلات على البروتين الذي تفرزه الرايبوسومات؛ الرايبوسومات: عضيّات مستديرة تقوم بإنتاج البروتين؛ الليسوسومات: عضيّات غشائية مستديرة وصغيرة الحجم، وتتخصّص في هضم الجزيئات الكبيرة داخل الخلية؛ جهاز جولجي: مجموعة من الأكياس الغشائية المفلطحة والمستديرة تتلقّى إفرازات الشبكة الاندوبلازمية وتدخل بعض التعديلات عليها وتوزّعها على أماكن استخدامها أو تطردها للخارج بواسطة حويصلات كمنتجات إفرازية؛ الفجوات: أكياس غشائية تقوم بتخزين الماء والمواد الغذائية أو تخزين فضلات الخلية إلى حين التخلّص منها.
2. يتكوّن RNA وDNA من مجموعة مترابطة من النيكلوتيدات في شكل شريطي. ويتكوّن RNA من شريطين ملتفّين في شكل لولبي مزدوج، أمّا RNA فهو عبارة عن شريط واحد من النيكلوتيدات.
3. يتكوّن النيكلوتيد في RNA من جزيء سكر خماسي واحد وقاعدة نيتروجينية واحدة (A أو U أو C أو G) ومجموعة فوسفات.
4. تحتوي العضلات على عدد أكثر من الميتوكوندريا بسبب تحركها المستمر، بحيث إنها تُعتبر مراكز تحرير وإطلاق الطاقة المخزنة في الروابط الكيميائية الموجودة في جزئيات المواد الغذائية.

تحتوي النواة على سائل هلامي شفّاف يُعرَف بالسائل النووي الذي يحتوي على خيوط دقيقة متشابكة وملتفّة حول بعضها البعض مشكّلة ما يُسمّى الشبكة الكروماتينية Chromatin التي تتحوّل أثناء انقسام الخليّة إلى كروموسومات أو صبغيات تتميّز بثبات عددها في خلايا كلّ نوع من الكائنات. فتحتوي نواة كل خليّة جسدية في الإنسان على 46 كروموسومًا، فيما تحتوي نواة كلّ خليّة في نبات الذرة على 20 كروموسومًا. والكروموسومات هي المادّة الوراثية للكائن الحي، إذ تحمل التركيبات، المعروفة بالجينات، التي تُحدّد الصفات الوراثية للكائن، والتي تنتقل من جيل إلى آخر.

تحتوي النواة أيضًا على تركيب آخر يُعرَف **بالنوية Nucleolus، التي هي مسؤولة عن تكوين العضيّات الخلوية المعروفة بالرايبوسومات، وتقوم بدور مهمّ في عملية إنتاج البروتينات.** وعادةً ما تكون النوية أكبر حجمًا في الخلية المتخصّصة بتكوين المواد البروتينية وإفرازها، كالأنزيمات والهرمونات.

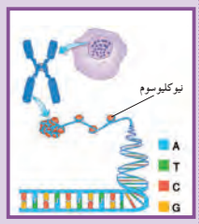
وتُصنَّف الخلايا، بحسب وجود أو عدم وجود نواة محدّدة في الخليّة، إلى نوعين: خلايا أوّلية (غير حقيقية) النواة (لا تظهر فيها نواة محدّدة) وخلايا حقيقية النواة.

(أ) تركيب الكروماتين (الشبكة النووية) والحمض النووي

Chromatin and DNA Structure

تتألّف الكروماتين أو الشبكة النووية من خيوط دقيقة تتركّب من الأحماض النووية أو الـ DNA الملتفّة حول جزيئات من البروتين تُسمّى الهيستون Histone proteins (الشكل 20). **يُشكّل خيط الـ DNA الملتف حول جزيئات من بروتين الهيستون الوحدة البنائية للكروماتين، والتي تُسمّى نيوكليوسوم Nucleosome.**

الأحماض النووية Nucleic Acids هي عبارة عن جزيئات عضوية معقّدة التركيب تحمل وتُخزّن المعلومات الوراثية المنظّمة التي تسمّى الجينات Genes، والتي تضبط شكل الخليّة وبنيتها ووظيفتها. تنتقل هذه الأحماض النووية من جيل إلى آخر عبر عملية تكاثر الكائنات.



(شكل 20)
مكوّنات الكروماتين

(ب) أنواع الأحماض النووية وبنيتها

Nucleic Acids: Types and Structure

تُقسم الأحماض النووية إلى نوعين: حمض رايبوزي منقوص الأكسجين DNA، وحمض رايبوزي RNA، ويختلف هذان الحمضان في التركيب والوظيفة.

علم الأحياء في حياتنا اليومية

لا مكان للنواة

مع وصولها إلى طورها اليافع، تفقد خلايا الدم الحمراء في الإنسان أنويتها، وتشغل مكانها مادّة الهيموجلوبين التي تُمكّن هذه الخلايا من حمل الأكسجين من الرئتين إلى باقي أعضاء الجسم وأجهزته.

حمض (DNA)، تتكوّن منه مادّة الكروموسومات الموجودة في نواة الخليّة والمسؤولة عن نقل الصفات الوراثية من جيل إلى آخر عند تكاثر الخلايا. فيحمل حمض الـ DNA المعلومات الوراثية المسؤولة عن إظهار الصفات الوراثية في الكائنات، وكذلك عن تنظيم جميع الأنشطة الحيوية لخلايا الكائنات.

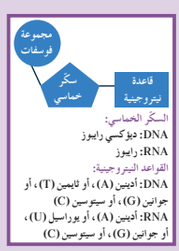
حمض (RNA)، يُنسَخ من حمض الـ DNA، وتستخدمه الخلايا لبناء البروتينات المسؤولة عن إظهار الصفات الوراثية وتلك المسؤولة عن تنظيم الأنشطة الحيوية.

يتكوّن الحمضان النوويان DNA وRNA من مجموعة مترابطة في شكل شريطي من الوحدات البنائية التي تُعرَف الواحدة منها بالنيوكليوتيدة، وهي تتكوّن من جزيء سكّر أحادي خماسي (يحتوي على خمس ذرّات كربون) وقاعدة نيتروجينية واحدة ومجموعة فوسفات (الشكل 21).

ويتكوّن الحمض النووي DNA من شريطين من هذه النيوكليوتيدات ملتفّين حول بعضهما في شكل لولب مزدوج (الشكل 22)، بينما يتكوّن حمض RNA من شريط مفرد من النيوكليوتيدات (الشكل 23). ويختلف الـ DNA عن الـ RNA من حيث نوع السكّر والقواعد النيتروجينية المكوّنة لكلّ منهما، كما هو موضّح في الجدول (1).

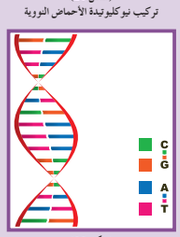
DNA	RNA
شريط مزدوج	شريط مفرد
القواعد النيتروجينية (A, C, G, T)	القواعد النيتروجينية (A, C, G, U)
سكّر أحادي خماسي منقوص الأكسجين	سكّر أحادي خماسي

الجدول 1
الفروقات البنيوية بين DNA وRNA

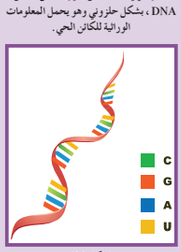


السكّر الخماسي:
DNA: ديوكسي رايبوز
RNA: رايبوز
القواعد النيتروجينية:
DNA: أدينين (A)، أو ثايمين (T)، أو جوانين (G)، أو سيتوسين (C)
RNA: أدينين (A)، أو يوراسيل (U)، أو جوانين (G)، أو سيتوسين (C)

(شكل 21)
تركيب نيوكليوتيدة الأحماض النووية



(شكل 22)
الأحماض النووية
يمتاز جزيء الأحماض النووية، مثل حمض DNA، بشكل حلزوني وهو يحمل المعلومات الوراثية للكائن الحي.



(شكل 23)
الحمض النووي RNA هو عبارة عن شريط مفرد يُنسخ من الـ DNA.

مراجعة الدرس 1–2

1. صف الأجزاء الرئيسة في الخليّة وفي تركيب 5 عضيّات ووظيفة كلّ منها.
2. قارن وباين بين الـ DNA والـ RNA.
3. ممّ يتكوّن النيوكليوتيد في الـ RNA؟
4. **التفكير الناقد:** هل تتوقّع أنّ عدد الميتوكوندريا في خلايا جلدك أكثر أم أقلّ من ذلك الموجود في خلايا عضلاتك؟ علّل إجابتك.

الأهداف:
- يتعرّف الاختلاف بين الخلايا أولية النواة والخلايا حقيقية النواة.
- يتعرّف التشابه والاختلاف بين خلايا الكائنات وحيدة الخلية والكائنات عديدة الخلايا.
- يرسم التركيب الدقيق للخلية النباتية والخلية الحيوانية.

الأدوات المستعملة: شفافيات أو لوحات وصور ثلاثية الأبعاد لخلايا نباتية وحيوانية وبكتيريا

صفحات التلميذ: من ص 28 إلى ص 30

صفحات الأنشطة: من ص 23 إلى 24

عدد الحصص: 2

1. قدم وحفز

1.1 استخدام صورة افتتاحية الدرس

دع الطلاب يتفحّصون (شكل 24) ويقرأون التعليق المصاحب لها. أشر إلى أن هذا الشكل يعبر عن العلاقات التعاونية (تبادل المنفعة أو الإفادة) المتبادلة بين الكائنات عديدة الخلايا (مثل النمل الأبيض) والكائنات وحيدة الخلية، وكذلك بين هذه الأخيرة والبكتيريا. كما توضّح هذه الصورة أيضًا العلاقة بين أوليات النواة (البكتيريا) وحقيقيات النواة (النمل الأبيض).

2.1 اختبار المعلومات السابقة لدى الطلاب

لتقييم المعلومات السابقة لدى الطلاب حول تنوّع الخلايا، وجّه إليهم الأسئلة التالية:

- ما المقصود بالخلية أولية النواة والخلية حقيقية النواة؟ وما الفرق بينهما؟ **(لا تحتوي الخلية أولية النواة على نواة محددة الشكل كما ويغيب منها الغشاء النووي وجميع العضيّات الخلوية ما عدا الرايبوسومات، وذلك على عكس الخلية حقيقية النواة.)**
- اذكر بعض الأمثلة الشائعة عن الخلايا حقيقية النواة والخلايا أولية النواة؟ **(من الخلايا حقيقية النواة يجب ذكر الخلايا النباتية والخلايا الحيوانية وخلايا جسم الإنسان، أما من أمثلة الخلايا أولية النواة يجب ذكر البكتيريا.)**

2. علم وطبق

1.2 الخلايا أولية النواة والخلايا حقيقية النواة

احرص على تعرف الطلاب المفاهيم التالية:

- وجود نواة محددة الشكل في الخلية يحدد نوع الخلية إذا ما كانت أولية أم حقيقية النواة.
- الخلية أولية النواة أصغر حجمًا وأقل تعقيدًا في التركيب من الخلية حقيقية النواة.

تصويب مفهوم خاطئ: غالبًا ما يفترض الطلاب أنه ما دامت الخلية أولية النواة أقل تعضيًا وأبسط تركيبًا فإنها لا تقوم بأداء الوظائف والعمليات الحيوية نفسها التي تقوم بها الخلايا حقيقية النواة.

الدرس 1-3
تنوّع الخلايا
Cell Diversity

الأهداف العامة
- يتعرّف الاختلاف بين الخلايا أوّلية النواة والخلايا حقيقية النواة.
- يتعرّف التشابه والاختلاف بين خلايا الكائنات وحيدة الخليّة والكائنات عديدة الخلايا.
- يرسم التركيب الدقيق للخليّة النباتية والحيوانية.

(شكل 24)

كم عدد الخلايا في النملة البيضاء؟
عدد الخلايا في النملة البيضاء أكبر بكثير ممّا نتوقّع. فالنملة البيضاء، الموضّحة في الشكل (24)، وعلى الرغم من صغرها، هي كائن معقّد التركيب إذ يحتوي كلّ عضو من جسمها على الكثير من الخلايا المتخصّصة. ولكنّها لا تستطيع الاستفادة من الخشب الذي تلتهمه من دون مساعدة الكائن وحيد الخليّة الذي يعيش في أمعائها.

جدار الخليّة
غشاء الخليّة
الكروموسومات
1 – 10 ميكرومتر
شكل 25
الخليّة أوّلية النواة (البكتيريا)

1. **الخلايا أوّلية النواة (غير حقيقية النواة) والخلايا حقيقية النواة** Prokaryotes and Eukaryotes

تُعرف الخليّة التي لا تحتوي على نواة محدّدة الشكل بالخليّة أوّلية النواة Prokaryote، مثل خليّة البكتيريا (الشكل 25). **أمّا تلك التي تحتوي على نواة محدّدة الشكل فتُعرف بالخليّة حقيقية النواة Eukaryote**، مثل خلايا جميع الكائنات الأخرى، بما فيها النبات والحيوان والإنسان (الشكل 26). الخلايا أوّلية النواة هي أصغر بكثير من الخلايا حقيقية النواة، وتركيبها الداخلي أقلّ تعقيدًا من تركيب الخليّة حقيقية النواة، إذ تفتقر إلى الغشاء النووي وجميع العضيّات الخلوية ما عدا الرايبوسومات (الشكل 26). وعلى الرغم من ذلك، تُؤدّي الخليّة أوّلية النواة جميع الأنشطة الخلوية الحيوية، من تنفّس وتغذية وحركة وتكاثر واستجابة للمؤثّرات البيئية المحيطة وغيرها.

الكروموسومات
النواة
غشاء الخليّة
عضيّات الخليّة
10–100 ميكرومتر
شكل 26
الخليّة حقيقية النواة

قارن بين تركيب الخليّة أوّلية النواة والخليّة حقيقية النواة وبيّن أبعادهما.

28

وضّح للطلاب أن الخلايا أولية النواة تؤدي جميع الوظائف الحيوية من تنفس وتغذية وإخراج وتكاثر وغيرها، بالرغم من غياب العضيّات الخلوية منها (ما عدا الرايبوسومات).

إجابة سؤال (الشكلين 25 و26) في الصفحة 28 في كتاب الطالب.

لا يوجد نواة محددة الشكل في الخلية أولية النواة، وهي أصغر من الخلية حقيقية النواة، بالإضافة إلى وجود العضيّات في الخلية حقيقية النواة.

نشاط توضيحي

يتفحّص الطلاب مجموعة من الصور والشرائح المجهرية للخلية أولية النواة والخلية حقيقية النواة لتحديد أوجه التشابه والاختلاف بينهما.

اطلب إلى الطلاب تحديد ماهية المادة الوراثية في الخلية أولية النواة (الكروموسومات)

2.2 الخلايا النباتية والخلايا الحيوانية

* تُعتبر كلّ من الخلايا النباتية والحيوانية خلايا حقيقيات النواة.

احرص على تعرّف الطلاب المفاهيم التالية:

هناك ثلاثة اختلافات تركيبية تميّز الخلية النباتية عن الخلايا الحيوانية وهي تتمثل بوجود الجدار الخلوي، والبلاستيدات الخضراء، والفجوة المركزية في الخلايا النباتية.

نشاط توضيحي

يفحص الطلاب مجموعة من الصور أو الشرائح المجهرية للخلية النباتية والخلية الحيوانية لتحديد أوجه الشبه والاختلاف بين كلا النوعين من الخلايا.

تصويب بعض المفاهيم الخاطئة: قد يعتقد بعض الطلاب أن الخلايا النباتية والحيوانية مختلفة تركيبيًا ووظيفيًا بسبب اختلاف المادة الوراثية في كل منهما. وضح للطلاب أن كلا النوعين من الخلايا يحتوي على مادة وراثية مبنية من أنواع الجزيئات نفسها (الفوسفات، والقواعد النيتروجينية، والسكر الخماسي.

اعرض مجموعة من الصور لأشكال مختلفة من الخلايا النباتية وأخرى حيوانية، وكذلك خلايا أولية النواة وأخرى حقيقية النواة ليعرف الطلاب أن الخلايا، سواء أكانت نباتية أم حيوانية أو سواء أكانت حقيقية أم أولية النواة تتميّز بأشكال متنوّعة.

أشر إلى أن أشكال الخلايا النباتية والحيوانية المتضمَّنة في الدرس هي عبارة عن تمثيل عام للخلية، وأن هذه الخلايا تأخذ أشكالًا وصورًا عديدة، تتنوَّع في الشكل والحجم. اطرح السؤال التالي: ما هو سبب اختلاف الخلايا عن بعضها؟ **(لأن كلًّا منها يلعب أدوارًا ووظائف مختلفة في حياة الكائن)**

اطلب إلى الطلاب تنفيذ نشاط "مقارنة بين الخلية النباتية والخلية الحيوانية" والإجابة عن الأسئلة الموجودة في كتاب الأنشطة صفحة 23. يمكن استغلال هذا النشاط لتدريب الطلاب على اكتساب مهارة استخدام المجهر ولتحديد أوجه الشبه والاختلاف بين الخلية النباتية والخلية الحيوانية.

الأحياء في حياتنا اليومية

«أكل السليلوز»!

السليلوز من السكريات المتوفرة في جدران الخلايا النباتية، وتكسب النباتات صلابتها المعروفة. اطلب إلى الطلاب تحديد بعض أنواع الفواكه والخضراوات الغنية والفقيرة بالسليلوز **(الغنية: الكرفس والخس والبطيخ والقرنبيط – الفقيرة: الموز والخرشوف)**

اكتساب المهارات

احرص على استخدام الطلاب المهارات التالية:

مهارة الملاحظة: بملاحظة الحركة الدورانية في سيتوبلازم الخلايا الحيّة لنبات الأيلوديا.

مهارة المقارنة: بدعوة الطلاب إلى وضع قائمة تحوي التشابهات وأخرى تحوي الاختلافات بين الخلايا أولية النواة والخلايا حقيقية النواة؛ وبين الخلايا النباتية والخلايا الحيوانية، ثم مناقشة هذه القوائم مع الطلاب.

مهارة تصميم النماذج: بتصميم نماذج مجسّمة للأنواع المختلفة من الخلايا.

3. قيم وتوسع

1.3 ملف تقييم الأداء

لتقييم الأداء، دع الطالب يجري إحدى أو جميع الخطوات التالية:

* رسم جدول يضمّ ثلاث خانات. يُحدّد في الخانة الأولى التراكيب الموجودة في الخليتين النباتية والحيوانية، وفي الخانة الثانية وصف لكل تركيب، وفي الخانة الثالثة وظيفة كل تركيب.
* صنع نماذج ثلاثية الأبعاد للخليتين الحيوانية والنباتية وتجسيد العضيّات داخل كل منهما.

إجابات أسئلة مراجعة الدرس 1–3

1. تشترك الخليتان أولية النواة وحقيقية النواة في أنهما تمتلكان غشاء الخلية وكروموسومات ورايبوسومات، وتؤدّيان جميع الأنشطة الخلوية الحيوية.
2. تحتوي الخلايا النباتية دون الخلايا الحيوانية على: الجدار الخلوي والبلاستيدات الخضراء والفجوة المركزية.
3. يقوم الجدار الخلوي بتدعيم وحماية الخلايا النباتية، وتقوم البلاستيدات الخضراء بعملية التركيب الضوئي، وتخزّن الفجوة المركزية الماء والمواد الأخرى.

التركيب	الخلايا أوّلية النواة	الخلايا حقيقية النواة	
		الحيوانية	النباتية
الغشاء الخلوي	موجود	موجود	موجود
الجدار الخلوي	موجود	غير موجود	موجود
النواة	غير موجودة	موجودة	موجودة
الكروموسومات	موجودة (بالإضافة إلى شريط حلقي مفرد من حمض DNA)	موجودة (عضيّات عديدة)	موجودة (عضيّات عديدة)
الشبكة الأندوبلازمية	غير موجودة	موجودة	موجودة
جهاز جولجي	غير موجود	موجود	موجود
الليسوسومات	غير موجودة	موجودة	موجودة
الفجوات	غير موجودة	موجودة (صغيرة أو غائبة)	موجودة
الميتوكوندريا	غير موجودة	موجودة	موجودة
الرايبوسومات	موجودة (صغيرة الحجم)	موجودة (كبيرة)	موجودة (كبيرة)
البلاستيدات الخضراء	غير موجودة	غير موجودة	موجودة
هيكل الخليّة	غير موجود	موجود	موجود

الجدول 2
مقارنة بين تركيبات أنواع مختلفة في الخلايا

مراجعة الدرس 1–3

1. ما أوجه الشبه بين الخليّتين أوّلية النواة وحقيقية النواة؟
2. ما الفروقات بين الخليّتين النباتية والحيوانية؟
3. **التفكير الناقد:** كيف تُبرهن مكوّنات الخليّة النباتية أنّ بنيتها هي مرآة لوظيفتها؟

الدرس 1-4 تنوّع الأنسجة في النبات والحيوان

الأهداف:
- يتعرّف مفهوم النسيج.
- يميّز بين النسيج البسيط والنسيج المركّب.
- يتعرّف مختلف أنواع الأنسجة النباتية والحيوانية.

الأدوات المستعملة: شفافيات أو لوحات وصور للأنسجة النباتية والحيوانية المختلفة

صفحات التلميذ: من ص 31 إلى ص 37

عدد الحصص: 2

1. قدم وحفز

1.1 استخدام صورة افتتاحية الدرس

دع الطلاب يتفحّصون (شكل 28) ويقرأون التعليق المصاحب لها. وضح أن ظهور التخصّص في الخلايا قد ارتبط بزيادة عدد الخلايا في جسم الكائن، وقد انتظمت جميع الخلايا التي تؤدّي الوظيفة نفسها، والمتماثلة في التركيب في صورة يطلق عليها مصطلح نسيج، وتُعرف هذه الظاهرة بالتعضّي، وهي تحاكي ارتباط عضيّات الخلية مع بعضها كي تقوم الخلية بأداء وظائفها كوحدة واحدة. وقد تتضافر الأنسجة المتنوعة مع بعضها في العمل، وانتظمت في صورة يطلق عليها اسم العضو، وهذا مستوى آخر أعلى من التعضّي. وهناك مستويات أخرى أعلى من التعضّي تشمل انتظام الأعضاء في صورة جهاز، وانتظام الأجهزة لتكوين جسم الكائن.

2.1 اختبار المعلومات السابقة لدى الطلاب

حاول تبسيط مفهوم التعضّي بمستوياته المختلفة، عبر عرض مثل طابور العرض العسكري: فلهذا الطابور قائد، ولكل فرقة من الطابور قائد، ولكل قسم في كل فرقة قائد، بالإضافة إلى الجنود الذين تتألّف منهم الفرق. ولكل فرد في أفراد الطابور وظيفة خاصة يؤدّيها، سواء أكان جنديًا أم قائدًا. اطرح السؤال التالي:

ما وجه الشبه بين التعضّي ومستوياته في جسم الإنسان والتعضّي في الطابور العسكري؟ **(كل جزء من جسم الإنسان، مثل القلب أو العضلات، يؤدّي وظيفة متخصّصة تختلف عن وظائف الأجزاء الأخرى)**

وضّح للطلاب أنهم سيتعلّمون خلال هذا الدرس كيف أن التعضّي، بمستوياته المختلفة، يساعد الجسم على أداء وظائفه بعكس ما إذا كانت كل خلية أو جزء يعمل بمفرده وبمعزل عن الخلايا أو الأجزاء الأخرى.

الدرس 1-4 تنوع الأنسجة في النبات والحيوان
Diversity of Plants and Animals Tissues

الأهداف العامة
- يتعرّف مفهوم النسيج.
- يُميّز بين النسيج البسيط والنسيج المركّب.
- يتعرّف مختلف أنواع الأنسجة النباتية والحيوانية.

(شكل 28)

هناك كائنات وحيدة الخليّة وأخرى عديدة الخلايا. والنباتات الموضّحة في الشكل (28) هي من الكائنات عديدة الخلايا. هل خلاياها غير منظّمة أو مرتّبة؟ هل يعمل كلّ منها بمنأى عن الآخر؟ هل تُؤدّي كلّ خليّة من خلاياها وظائف متنوّعة ومتعدّدة مثل خليّة الكائن وحيد الخليّة؟ هذه الخلايا متخصّصة في عملها، لذلك نجد أنواعًا مختلفة منها وليس نوعًا واحدًا فقط. تترتّب الخلايا المتماثلة لتتضافر في أداء وظيفة معيّنة أو أكثر، وتُسمّى «النسيج». وتتجمّع الأنسجة مع بعضها لتُكوّن «الأعضاء» التي تتعاون بدورها فتُكوّن «الأجهزة» التي يتكوّن منها «جسم الكائن الحي».

الأنسجة البسيطة والمركّبة
Simple and Complex Tissues

أنت تعلم أنّ خلايا الكائنات الحية، سواء أكانت نباتية أم حيوانية، تتماثل مع بعضها بعضًا إلى حدّ كبير في التركيب، وأنّ من الكائنات الحيّة ما يتكوّن من خليّة واحدة تؤدّي جميع الوظائف والأنشطة الحيوية المتنوّعة، وتُعرَف بالكائنات وحيدة الخليّة. كما أنّ هناك من الكائنات، مثل النباتات والحيوانات، ما يتكوّن جسمه من عدد هائل من الخلايا، وتُعرَف بالكائنات عديدة الخلايا.

31

2. علم وطبق

الأنسجة البسيطة والمركبة

احرص على تعرّف الطلاب المفاهيم التالية:

* تتنوّع خلايا الكائن في الشكل والحجم والتركيب، ويتخصّص كل نوع منها في أداء وظيفة معينة.
* تنتظم الخلايا المتشابهة في التركيب والوظيفة في صورة تسمح لها بالعمل في تعاون وتكامل تامّ، والتي تُعرف بالنسيج البسيط.
* يُعتبر النسيج الذي يتكون من أكثر من نوع من الخلايا نسيجًا مركبًا.

تأكد من تفحّص الطلاب الرسومات والتعليقات المتضمّنة في (شكل 29) بتوجيه الأسئلة التالية:

* أيّ من رسومات هذا الشكل تبيّن الخلايا الأكثر وضوحًا؟ **(الرسم الموجود أقصى يمين الشكل)**
* ما المقصود بمصطلح «نسيج عضلي قلبي»؟ **(مجموعة الخلايا العضلية التي تتكون منها عضلة القلب)**
* ما هو الجهاز الموضّح في صورة الشخص المتسابق؟ **(الجهاز الدوري)**
* ما هي الأعضاء التي يتكون منها الجهاز الدوري؟ **(القلب والأوعية الدموية سواء أكانت شرايين أم أوردة أم شعيرات دموية)**
* ما هي الأنسجة التي يتكون منها الجهاز الدوري؟ **(النسيج العضلي القلبي (في جدار القلب)، والنسيج العضلي الأملس (في جدران الأوعية الدموية)، والنسيج الضام (الدم والطبقة الخارجية من الأوعية الدموية الشريانية والوريدية)، والنسيج العصبي (الأعصاب المتّصلة بالقلب والأوعية الدموية)، والنسيج الطلائي (البطانة الداخلية لجدار القلب وجدران الأوعية الدموية).)**

ليس هناك نوع واحد من خلايا الكائنات عديدة الخلايا، بل أنواع متعدّدة تختلف في الشكل والحجم والتركيب والوظيفة، إذ يتخصّص كلّ منها في أداء وظيفة معيّنة أو أكثر.

لا يعمل كلّ من هذه الخلايا بشكل مستقلّ، بل في تعاون وتكامل، لذا تكون مرتّبة ومنظّمة مكوّنةً ما يُسمّى النسيج Tissue، الموضّح في الشكل (29). **إذا كانت الخلايا المكوّنة للنسيج متماثلة مع بعضها في الشكل والتركيب والوظيفة، يُسمّى النسيج نسيجًا بسيطًا Simple Tissue، أمّا إذا تكوّن النسيج من أكثر من نوع من الخلايا فإنّه يُسمّى نسيجًا مركّبًا Complex Tissue.**

وتتنوّع أنواع الأنسجة وتتباين تبعًا لاختلاف الكائنات وتنوّعها، وكذلك الأنشطة والوظائف الحيوية التي تقوم بها الأنسجة. وسوف نتعرّف في السياق التالي أكثر أنواع الأنسجة شيوعًا بين كلّ من النباتات والحيوانات.

الخلايا
تؤدّي الخلايا وظائف متعدّدة ومتنوعة داخل أجسام الكائنات عديدة الخلايا. فتعمل خلايا عضلاتك متعاونة كي تستطيع أن تتحرّك. ولا تنقبض خلايا العضلات من تلقاء ذاتها، بل عندما تصلها النبضات من الخلايا العصبية فحسب. ترى في الشكل التالي الخلايا العضلية الموجودة في القلب.

الأنسجة
تكوّن الخلايا العضلية ثلاثة أنواع من الأنسجة العضلية: الأملس والهيكلي والقلبي. ترى في هذا الشكل النسيج القلبي الموجود في القلب فحسب.

الأعضاء
القلب هو أحد أعضاء الكائنات عديدة الخلايا مثل الإنسان. ويتكوّن في معظمه من نسيج عضلي قلبي، وأعصاب ونسيج ضامّ. تتضافر عضلات القلب والأعصاب والنسيج الضامّ في عملها كي يُضخّ الدم من القلب إلى أجزاء الجسم كافّة.

الأجهزة
يتكوّن القلب والدم وشبكة الأوعية الدموية الجهاز الدوري للإنسان. ولديك أيضًا أحد عشر جهازًا آخر: الهيكلي–العضلي–الجلدي–العصبي–المناعي–الهضمي–التنفسي–الإخراجي–الهرموني–التناسلي–اللمفاوي.

(شكل 29)
الخلايا – الأنسجة – الأعضاء – الأجهزة – الكائن

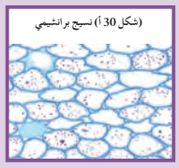
1.2 الأنسجة النباتية

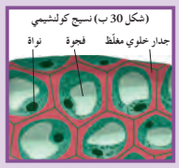
دع الطلاب يستكشفون أنواع الأنسجة النباتية ويميّزون بينها، مستعينًا بالأشكال الموجودة في الصفحة (33). يوضّح (شكل 30) أنواع الخلايا المكوّنة للنسيج النباتي البسيط، التي تتميّز بشكل بيضويّ أو مستدير وبجدران رقيقة ومرنة، وتضمّ فراغات للتهوئة.

وجّه إلى الطلاب الأسئلة التالية:

- ما شكل الخلايا المكوّنة للنسيج الكولنشيمي؟ **(خلايا مستطيلة إلى حد ما وجدرانها مغلظة بطريقة غير منتظمة وغير ملجننة)**
- كيف تكون خلايا النسيج الاسكلرنشيمي؟ **(خلايا مغلّظة الجدران وملجننة، ولها جدران ثانوية)**
- ما فائدة الأنسجة الجلدية للنبات؟ **(تحمي الأنسجة الجلدية النبات من المؤثرات الخارجية التي تسبّب تبخّر الماء أو التجريح أو التمزيق كما تسمح بتبادل الموادّ بين النبات والوسط المحيط.)**

وضّح للطلاب أن أنواع الخلايا المكوّنة للأنسجة النباتية المركّبة (شكل 31) قد تحوّرت بشكل يلائم وظيفتها في نقل الماء والغذاء داخل النبات.





(شكل 30)
الأنسجة النباتية البسيطة الأساسية

1. الأنسجة النباتية Plant Tissues

تنقسم الأنسجة داخل النباتات إلى ثلاث مجموعات:
الأنسجة الأساسية، والأنسجة الجلدية، والأنسجة الوعائية أو التوصيلية. يُعَدّ النوعان الأول والثاني أنسجة بسيطة، أمّا النوع الثالث فنسيج مركّب.

1.1 الأنسجة النباتية البسيطة Simple Plant Tissues

تشمل الأنسجة الأساسية والأنسجة الجلدية في النباتات.

(أ) الأنسجة الأساسية Ground Tissues

وتضمّ أنواعًا ثلاثة:

- **النسيج البرانشيمي Parenchyma:** تكون خلاياه بيضوية أو مستديرة الشكل، يوجد بينها فراغات للتهوية، وهي ذات جدران خلوية رقيقة ومرنة. وهي خلايا حية يحتوي السيتوبلازم فيها على بلاستيدات خضراء أو ملوّنة أو عديمة اللون. كما تحتوي الخليّة البرانشيمية على فجوة واحدة كبيرة أو أكثر ممتلئة بالماء والأملاح المعدنية. **ويؤدّي النسيج البرانشيمي وظائف عدّة، مثل القيام بالبناء الضوئي واختزان الموادّ الغذائية كالنشا، والتهوية** (الشكل 30 أ).
- **النسيج الكولنشيمي Collenchyma: وهو نسيج حي تكون خلاياه مستطيلة بعض الشيء، وجدرانها مغلّظة بشكل غير منتظم وغير معطّاة بمادّة الليجنين.** ويُساعد هذا النسيج في تدعيم النبات وإسناده (الشكل 30 ب).
- **النسيج السكلرنشيمي Sclerenchyma:** تكون خلايا هذا النسيج مغلّظة الجدران، ومغطّاة بمادّة اللجنين، ولها جدران ثانوية. ويقوم هذا النسيج بتقوية النبات وتدعيمه وحماية الأنسجة الداخلية (الشكل 30 جـ).

(ب) الأنسجة الجلدية Dermal Tissues

من ضمن الأمثلة، نذكر نسيج البشرة الذي يتكوّن عادة من طبقة واحدة من الخلايا المستطيلة أو الأسطوانية الشكل، والتي لا توجد بينها فراغات هوائية. يُغطّي نسيج البشرة سطح النبات ليحميه من المؤثّرات الخارجية التي تُسبّب تبخّر الماء أو التجريح أو التمزيق، وهو في الوقت نفسه يسمح بتبادل الموادّ بين النبات والوسط المحيط به.

(شكل 31 أ) نسيج اللحاء تُنقل العصارة الناضجة (السكريات) من الأوراق إلى أجزاء النبات كلّها.

(شكل 31 ب) نسيج الخشب يقوم بنقل الماء والأملاح من الجذور إلى أوراق النبات

(شكل 31)
الأنسجة النباتية المركّبة

2.1 الأنسجة النباتية المركّبة Complex Plant Tissues

تشمل الأنسجة الوعائية أو التوصيلية وتنقسم إلى نوعين وهما: اللحاء والخشب. يختصّ هذان النوعان بنقل الماء والغذاء وتوصيلهما إلى النبات، لذا فإنّ شكلهما أنبوبي ومستطيل، ويتكوّنان من أكثر من نوع من الخلايا.

- **نسيج اللحاء Phloem: يتكوّن هذا النسيج من أنابيب غربالية وخلايا مرافقة وخلايا برانشيمية وألياف. وهو ينقل الموادّ الغذائية الناتجة عن عملية البناء الضوئي من الأوراق إلى الأجزاء الأخرى من النبات** (الشكل 31 أ).

ويتألّف الأنبوب الغربالي من اتّحاد عدد كبير من الخلايا الغربالية المتّحدة طوليًّا، والمنفصلة عن بعضها بجدران منقّبة كالغربال تُعرَف بالصفائح الغربالية. تمتدّ عبر هذه الصفائح خيوط من السيتوبلازم من خليّة إلى أخرى، ولا تظهر فيها نواة حيث تختفي أثناء تكوين الخليّة.
تتواجد إلى جانب كلّ خليّة غربالية خليّة مرافقة وتتّصل بها لتزوّدها بالموادّ والطاقة اللازمة لنشاط الأنبوب الغربالي.
بالإضافة إلى ذلك، يوجد بين هذه الخلايا بعض الخلايا البرانشيمية والألياف للتدعيم (الشكل 30 أ).

- **نسيج الخشب Xylem: يتألّف هذا النسيج من أوعية الخشب والقصيبات وخلايا برانشيمية وألياف، وهو يختصّ بنقل الماء والأملاح من الجذور إلى الأوراق، بالإضافة إلى تدعيم النبات** (الشكل 31 ب).

الأوعية الخشبية هي عبارة عن أنابيب يتكوّن كلّ منها من صفّ رأسي من الخلايا التي تلاشت جدرانها العرضية وترسّبت على جدرانها من الداخل مادّة الليجنين بشكل حلقي أو حلزوني أو نقري أو شبكي كما هو موضّح في الشكل (32). ثمّ يتلاشى البروتوبلازم لتتحوّل الخلايا إلى أوعية واسعة وطويلة ينتقل خلالها الماء والأملاح. يتراوح طول هذه الأوعية بين سنتيمترات قليلة إلى عدّة أمتار، كما في الأشجار العالية. أمّا القصيبات، فيتكوّن كلّ منها من خليّة واحدة خالية من البروتوبلازم ومن جدران مغطّاة باللجنين. وتنتظم خلايا القصيبات في صفوف رأسية يتّصل بعضها ببعض بواسطة ثقب خاصّ ينفذ منه الماء من خليّة إلى أخرى.
وبالإضافة إلى الأوعية والقصيبات، يحتوي نسيج الخشب على خلايا برانشيمية وألياف وخلايا سكلرنشيمية (الشكل 30 جـ).

إجابة سؤال (الشكل 32) صفحة 35 في كتاب الطالب

توفّر مادة اللجنين صلابة لجدار الخلايا وتسمح للأوعية الخشبية بالنمو بشكل عمودي وتمكّنها من الوصول إلى ارتفاعات ملحوظة.

2.2 الأنسجة الحيوانية

دع الطلاب يميّزون أنواع الأنسجة الحيوانية، مستعينين بالأشكال الموجودة في الصفحتين (35) و(36).

شدّد على تكوّن النسيج الطلائي البسيط من طبقة واحدة من الخلايا، والنسيج الطلائي المصفف من عدّة طبقات من الخلايا.

أكّد للطلاب أن الوظيفة الأساسية لمختلف أنواع الأنسجة الضامّة (الشكل 34) هي ربط الأنسجة أو الأعضاء ببعضها، وأن خلايا كل نوع منها تتّخذ شكلًا يتواءم مع الوظيفة التي يؤدّيها كل نوع من أنواع الأنسجة الضامّة.

شجّع الطلاب على استكشاف الفرق في التركيب بين أنواع الأنسجة العضلية الثلاثة (الشكل 35) ومحاولة ربط هذا التركيب الخاص بكل نوع منها بالوظيفة التي يؤدّيها في مكان وجوده.

وضح للطلاب الاختلاف الكبير في الشكل بين الخلية العصبية والخلايا العادية، وأن هذا الاختلاف يُعتبر تحوّرًا في الشكل والتركيب للقيام بالوظيفة المنوطة بها، وهي استقبال النبضات أو السيالات العصبية وتوصيلها.

اطلب إلى الطلاب إجراء مقارنة بين أشكال الخلايا الموجودة في الأنسجة النباتية وفي الأنسجة الحيوانية. اسأل: هل تتكون جميع أنسجة الجسم من نوع الخلايا نفسه؟ **(كلا، توجد أنواع مختلفة من الخلايا.)**

(شكل 32)
أنواع ترتيب مادّة اللجنين في أوعية الخشب
ما فائدة مادّة اللجنين في هذه الأوعية؟

(شكل 33)
أمثلة عن الأنسجة الطلائية

2. الأنسجة الحيوانية Animal Tissues

يُمكن تصنيف الأنسجة الحيوانية إلى أربعة أنواع أساسية، يتلاءم كلّ منها مع الوظيفة التي يُؤدّيها:

(أ) الأنسجة الطلائية Epithelial Tissues

هي الأنسجة التي تُغطّي سطح الجسم من الخارج لتحميه من المؤثّرات الخارجية كالحرارة والجفاف والكائنات الممرضة. كما أنّها تُبطّن تجاويف الجسم من الداخل مؤدّية وظائف متعدّدة بحسب موقعها؛ فمنها ما يمتصّ الماء والغذاء، كما هو الحال في القناة الهضمية، ومنها ما يفرز المخاط لجعل التجويف أملس رطبًا، كما هو الحال في القصبة الهوائية، ومنها ما يحمل أهدابًا لتحريك السوائل، كما في المريء والقصبة الهوائية، إلى جانب أنواع أخرى موضّحة في الشكل (33).

يتكوّن النسيج الطلائي من عدد كبير من الخلايا المتلاصقة والمتشابهة في الشكل والوظيفة، والتي قد تترتّب في طبقة واحدة، فيكون النسيج «بسيطًا»، أو في أكثر من طبقة فيكون النسيج «مصفّفًا». وتُسمّى أنواع الأنسجة الطلائية سواء أكانت بسيطة أم مصفّفة بحسب شكل الخلايا، فمنها الحرشفي المفلطح أو المكعّبي أو العمودي.

35

اكتساب المهارات

احرص على استخدام الطلاب المهارات التالية:

- **مهارة الملاحظة:** بعرض مجموعة من الصور للأنسجة النباتية أو الحيوانية المتنوعة في أعضاء متنوعة على الطلاب، ثم تشجيعهم على رسم أشكال تخطيطية لما لاحظوه في هذه الصور لتوضيح كيفية انتظام وترتيب خلايا هذه الأنسجة مع بعضها لتكوين النسيج.
- **مهارة التعبير الكتابي:** بكتابة وصف لما لاحظه الطالب بشأن كيفية ترتيب الخلايا وانتظامها (تعضّيها) في صورة نسيج.
- **مهارة التحليل:** بعرض مجموعة من الصور تظهر قطاعات عرضية وطولية لمجموعة من الأعضاء، ثم قيام الطلاب بتحليل هذه الصور لتعرّف مختلف أنواع الأنسجة الداخلة في تركيب كل عضو من هذه الأعضاء.

إجابة سؤال (الشكل 35) صفحة 36 في كتاب الطالب

تتكوّن الأنسجة العضلية في القناة الهضمية من ألياف ملساء غير مخطّطة، وتتكوّن الأنسجة العضلية الهيكلية من ألياف مخطّطة، فتتكوّن عضلة القلب من ألياف مخطّطة غير إرادية.

3. قيم وتوسع

1.3 ملف تقييم الأداء

لتقييم الأداء، دع الطالب يجري إحدى أو جميع الخطوات التالية:

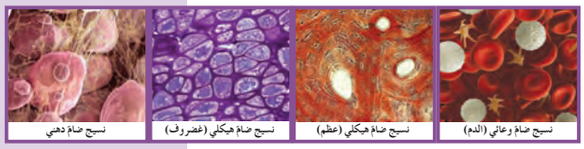
- كتابة قائمة لبعض الأنشطة الحيوية الخاصة بكائن وحيد الخلية يعيش في الماء مثل الأميبا، وقائمة أخرى ببعض الأنشطة الحيوية الخاصة بكائن عديد الخلايا يعيش في الماء أيضًا مثل السمكة، والمقارنة بينهما لتقدير مدى تكيفهما مع المعيشة في البيئة المائية.
- وضع مجموعات من البطاقات، كل منها تحوي عدة بطاقات ويُدوَّن على كل بطاقة منها اسم أحد أعضاء الجسم، ثم الطلب إلى الطلاب تجميع البطاقات الخاصة بأعضاء كل جهاز مع بعضها.
- وضع عدة بطاقات تحمل كل منها إحدى صفات نسيج معيّن والوظيفة التي يؤدّيها. ومن خلال تعرف الطلاب لذلك فإنهم يستنتجون اسم النسيج.

إجابات أسئلة مراجعة الدرس 1–4

1. مجموعة من الخلايا المرتبة والمنظمة والتي تعمل في تعاون وتكامل لتقوم بالوظيفة نفسها.
2. النسيج البسيط: خلاياه متماثلة تمامًا في الشكل والتركيب والوظيفة.
   النسيج المركب: يحتوي على أكثر من نوع من الخلايا.
3. التوقع: ألا يؤدي جسم الكائن سوى وظيفة واحدة وهذا لا يتلائم مع الاحتياجات المتنوعة والمتعددة للكائن الحي.

(ب) الأنسجة الضامّة **Connective Tissues**

تكون خلاياها متباعدة نوعًا ما وموجودة في مادّة بينية أو بين خلوية سائلة أو شبه صلبة أو صلبة الشكل (34). وتربط الأنسجة الضامّة أنسجة الجسم بعضها ببعض. ومن أنواعها: النسيج الأصلي الذي يربط أجهزة الجسم ببعضها، والنسيج الهيكلي، كالعظام والغضاريف وهو ذو مادّة صلبة يترسّب فيها الكالسيوم في حال العظام، والنسيج الدهني الذي يُخزّن الدهن في خلاياه، والنسيج الضامّ الوعائي المعروف بالدم.



(شكل 34)
أنواع من النسيج الضامّ

(جـ) الأنسجة العضلية **Muscular tissues**

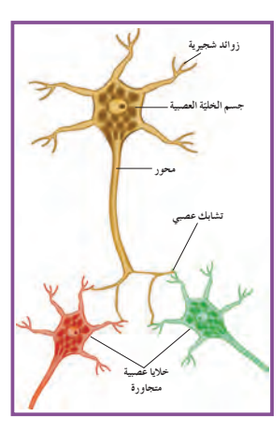
تُعرف خلايا هذا النسيج بالخلايا العضلية أو الألياف العضلية، وهي تتميّز عن باقي خلايا الجسم بقدرتها على الانقباض والانبساط، ما يُمكّن الكائن من الحركة (الشكل 35).

وتوجد ثلاثة أنواع من الأنسجة العضلية: اللاإرادية أو الملساء أو غير المخطّطة، التي توجد في أجزاء الجسم غير الخاضعة في عملها للإرادة، والإرادية أو الهيكلية أو المخطّطة التي ترتبط بالهيكل وتخضع في عملها للإرادة، وتظهر فيها تخطيطات عرضية، والأنسجة القلبية التي لا تتواجد إلّا في القلب.

(شكل 35)
الأنسجة العضلية
قارن بين هذه الأنواع الثلاثة من النسيج العضلي.

(د) الأنسجة العصبية **Nervous Tissues**

تتخصّص خلايا هذه الأنسجة في استقبال المؤثّرات الحسّية، سواء أكانت داخل الجسم أم خارجه، وتوصيلها إلى المخّ والحبل الشوكي، ثم نقل الأوامر الحركية من أحدهما إلى أعضاء الاستجابة (العضلات أو الغدد). لذا، **تُعتبر هذه الأنسجة مسؤولة عن تنظيم الأنشطة المختلفة لأعضاء الجسم** (الشكل 36).



(شكل 36)
الخلية العصبية وحدة بناء ووظيفة الجهاز العصبي.

مراجعة الدرس 1–4

1. ما المقصود بالنسيج؟
2. ما الفرق بين النسيج البسيط والنسيج المركّب؟
3. **التفكير الناقد:** لو كان جسم الكائن مكوّنًا من نوع واحد من النسيج، فما الذي تتوقّع حدوثه؟

الأهداف:

- يميّز بين الفيروسات والأحياء الأخرى.
- يحدّد الصفات البنيوية والشكلية لكلّ من الفيروسات والفيرويدات والبريونات.
- يتعرّف آلية تكاثر الفيروسات، الفيرويدات والبريونات.
- يقارن بين طرق تصنيف الفيروسات.

الأدوات المستعملة: شفافيات أو لوحات وصور لأنواع مختلفة من الفيروسات والفيرويدات والبريونات

صفحات التلميذ: من ص 38 إلى ص 41

عدد الحصص: 2

1. قدم وحفز

1.1 استخدام صورة افتتاحية الدرس

دع الطلاب يتفحّصون صورة افتتاحية الدرس (شكل 37) ويقرأون التعليق المصاحب لها. أشر إلى أن الكثير من الأمراض الجلدية والفموية تسبّبها أنواع متعددة من الفيروسات، وأن تلك الأمراض قد تكون معدية في كثير من الأحيان.

2.1 اختبار المعلومات السابقة لدى الطلاب

لتقييم المعلومات السابقة لدى الطلاب، أشر إلى مرضي الإيدز والهربس، ووجّه السؤالين التاليين:

- ما هو السبب وراء الإصابة بالإيدز والهربس؟ **(الفيروسات)**
- هل الفيروسات كائنات حية؟ **(كلا، لأنها مكوّنات كيميائية لا تستطيع التكاثر إلّا داخل الخلايا الحية.)**

الدرس 1-5

الفيروسات والفيرويدات والبريونات
Virus, Viroids and Prions

الأهداف العامة

- يُميّز بين الفيروسات والأحياء الأخرى.
- يُحدّد الصفات البنيوية والشكلية لكلّ من الفيروسات والفيرويدات والبريونات.
- يتعرّف آلية تكاثر الفيروسات، والفيرويدات والبريونات.
- يُقارن بين طرق تصنيف الفيروسات.

(شكل 37)

على عكس المعتقدات الخرافية، فإنّ هذا النموّ الغريب الخشن، الذي غالبًا ما يظهر على جلد اليدين والقدمين وقد يُعرَف بـ«الثآليل»، الموضّحة في الشكل (37)، لا يسبّبه التعامل أو الاحتكاك مع الحيوانات. فالفيروس هو سبب نقل عدوى هذا المرض بالتعامل أو الاحتكاك. وعلى الرغم من أنّها عدوى فيروسية بسيطة، إلّا أنّ هذه الثآليل غالبًا ما تنتشر وتزداد في حال تمّ خدشها بالأظافر.

1. الفيروسات Viruses

الفيروسات هي عبارة عن مخلوقات في غاية الدقّة، لا يُمكن رؤيتها إلّا بالمجهر الإلكتروني، وهي ليست مخلوقات خلوية إذ لا تظهر فيها أيّ من مكوّنات الخلايا الحية، مثل الأغشية والسيتوبلازم والنواة. كما تغيب عنها العضيّات الخلوية، مثل الميتوكوندريا والبلاستيدات والرايبوسومات وغيرها، ما يجعلها تفتقد آليات تحرير واستخدام الطاقة وآليات بناء البروتين. لذلك، فهي تتطفّل على الخلايا الحية للكائنات، مسبّبة العديد من الأمراض (الشكل 38).

علم الأحياء في حياتنا اليومية

الكمبيوتر المريض!

للفيروسات التي تُهاجم الكمبيوتر سلوك مماثل لتلك التي تُهاجم الكائنات الحية. فهي تثبّت نفسها بالملفّات، ثمّ تنتشر وتتكاثر كلّما تنقّلت الملفّات في ما بين الأقراص والكمبيوترات والشبكات مدّمرة البيانات.

38

2. علم وطبق

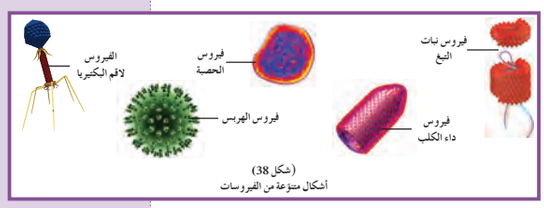
1.2 الفيروسات

أشر إلى أن الفيروسات هي عبارة عن تراكيب كيميائية لا يمكن مشاهدتها من خلال المجهر الضوئي، وأنها تصيب جميع الكائنات الحية من نبات وحيوان وحتى الإنسان. لا تستطيع الفيروسات التكاثر إلّا داخل خلايا الكائن المتطفّل عليها.

الأحياء في حياتنا اليومية

الكمبيوتر المريض

اشرح للطلاب بأن فيروس الكمبيوتر هو عبارة عن برنامج خارجي يُصنع عمدًا بهدف تغيير خصائص الملفات التي يصيبها بتنفيذ أوامر بالإزالة أو التعديل أو التخريب. وقد سمّي هذا البرنامج بالفيروس لتشابه تأثيره على البرامج الإلكترونية بما تفعله الفيروسات داخل الكائنات الحية.



(شكل 38)
أشكال متنوعة من الفيروسات

1.1 بنية الفيروس The Structure of Virus

الفيروس هو عامل ممرض مكوّن من لبّ يحتوي على أحماض نووية وغلاف بروتيني. فالفيروسات ليست خلايا. فخلافًا للخلايا النباتية والحيوانية، لا يحتوي الفيروس على نواة، وغشاء خلوي (غشاء هيكلي)، وعضيّات خلوية، كالرايبوسومات، والميتوكوندريا، والبلاستيدات الخضراء. وعلى الرغم من أنّ الفيروسات ليست خلايا، إلّا أنّها تمتاز ببنية منظّمة، وتتمتّع بحجم صغير، بالمقارنة مع أصغر خليّة. فعلى سبيل المثال، يُوازي قطر الفيروس الذي يُسبّب الشلل مثلًا 20 نانومترًا (الشكل 39).

(شكل 39)
بنية الفيروس

2.2 بنية الفيروس

فسر للطلاب أن الفيروسات ليست خلايا وهي لا تمتلك الأقسام الأساسية للخلية بل لها غلاف بروتيني، كما أنها لا تحتوي على نواة على الرغم من وجود المادة الوراثية أو الموروثة المكوَّنة من الحمض النووي الدنا أو الرنا. اطرح السؤالين التاليين:

- ممّا يتكوّن غلاف فيروس الانفلونزا؟ **(من طبقة خارجية دسمة وسميكة ومن طبقة داخلية بروتينية (القفيصة))**
- ما فائدة النتوءات المتواجدة على غلاف فيروس الانفلونزا؟ **(الالتصاق بغلاف الخلية المضيفة)**

3.2 الفيرويدات

وضّح للطلاب أن الفيرويدات هي شبيهة بالفيروسات لكنها أبسط تركيبًا منها. فهي تحوي أشرطة حلقية من الحمض النووي الرنا فيما يغيب عنها الغطاء البروتيني المحيط بهذا الحمض.

يوجَد 3 000 نوع من الفيروسات التي قد تسع داخل النقطة التي توضَع في آخر السطر. وبالمقارنة مع الخليّة، لا تستطيع الفيروسات أن تعيش أو تنمو حرّة مستقلّة، إذ لا يسعها أن تتغذّى أو تتنفّس أو تستجيب لمؤثّرات أو أن تتكاثر كالخليّة. تتمتّع الفيروسات بعدد قليل من المورثات مقارنة بالخليّة، فعلى سبيل المثال، يحتوي كلّ من خليّة الإنسان والجراثيم تباعًا على عدد من المورثات يُقارب الـ 100 000 و1 000، بينما تحتوي بعض الفيروسات على خمس مورثات فقط.

تتشابه جميع الفيروسات تقريبًا بالبنية أو التركيب العام، فتتكوّن من لبّ يحتوي على الـ DNA أو الـ RNA التي تحمل المورثات الخاصّة بالفيروس، وعلى **غلاف بروتيني يحتوي على نوع أو أكثر من البروتينات ويُسمّى كابسيد capsid**. ويحمي هذا الكابسيد الأحماض النووية الموجودة داخل الفيروسات من التلف. وتضمّ بعض الفيروسات غلافًا آخر envelope يُحيط بالكابسيد، وهو مكوّن من دهون وبروتين وسكّر. يُساعد هذا الغلاف الفيروس على اقتحام خلايا الكائنات الحية.

2. الفيرويدات Viroids

تُعَدّ الفيرويدات أبسط تركيبًا من الفيروسات، إذ تتكوّن من أشرطة حلقية قصيرة من الحمض النووي RNA، في حين يغيب عنها الغلاف البروتيني المحيط بالحمض النووي، المعروف بالكابسيد والموجود في الفيروسات.

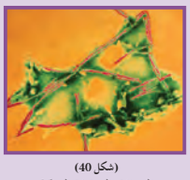
وتدخل الفيرويدات إلى داخل نواة الخليّة المصابة للكائن الذي تُهاجمه، حيث تُوجّه الأيض فيها لصنع فيرويدات جديدة. وتُسبّب الفيرويدات العديد من الأمراض للنباتات، مثل مرض الدرنات المغزلية في البطاطس، ومرض بهتان ثمار الخيار، وغيرها. وقد تكون الفيرويدات واسعة الانتشار في الطبيعة، إلّا أنّه لم يُستطع الكشف عن أماكن تواجدها، لكونها لا تُدمّر أو تُحلّل خلايا العائل كما تفعل الفيروسات. والجدير بالذكر، أنّ المعلومات المتوافرة عن كيفية انتشار الفيرويدات لا تزال حتّى الآن ضئيلة للغاية.

3. البريونات Prions

البريونات هي عبارة عن مخلوقات غير حية تتمتّع بتركيب أبسط من الفيرويدات (الشكل 40). فهي تتركّب من البروتين فحسب، ولا تحوي أيّ مادّة وراثية من الأحماض النووية، ولكنّها تملك القدرة على الانتشار عبر

ورقة تبغ مريضة ورقة تبغ سالمة

في العام 1892، كان عالِم الأحياء الروسي «ديمتري إيفانوفسكي» أوّل من استنتج أنّ سبب مرض التبغ هو بكتيريا صغيرة وسامّة. ثمّ جاء بعده العالِم الألماني «مارتينز بيجيرك» ليكتشف السبب المؤثّر في هذا المرض والذي يتكاثر داخل خلايا نبات التبغ فحسب. فوجد بيجيرك أنّ سبب هذا المرض هو شيء أصغر من البكتيريا المعروفة آنذاك، وأطلق على هذا المسبّب اسم فيروس، وهي كلمة لاتينية تعني «تسمّم».


(شكل 40)
البريونات: البروتينات المحيّرة

تاريخ العلوم

اكتشاف الفيروسات

تمّ اكتشاف الفيروسات عندما كان العلماء يتقصّون سبب مرض تبرقش التبغ الذي يُصيب أوراق التبغ، ويُسبّب رداءة نموّها وتُشوّه لون الورق.

اكتساب المهارات

احرص على استخدام الطلاب المهارات التالية:

- **مهارة المقارنة:** مقارنة تركيب كل من الفيروسات والفيرويدات والبريونات، ومقارنة أحجامها.
- **مهارة التعبير:** كتابة نص عن الفيروس المسبّب لكل من نقص المناعة HIV وفيروس انفلونزا الطيور، والأمراض التي يسبّبها كل من تلك الفيروسات.

4.2 البريونات

فسّر للطلاب أن البريونات ليست مثل الفيروسات، لكنها أبسط تركيبًا منها ومن الفيرويدات. أشر إلى أن البريونات لا تحوي أي مادة وراثية وهي تتركّب من البروتين فقط.

3. قيم وتوسع

1.3 ملف تقييم الأداء

لتقييم الأداء، دع الطالب يجري الخطوات التالية:

- تصميم لوحة يقارن فيها الطالب بين الفيروسات والفيرويدات والبريونات.
- كتابة نص عن بعض أنواع الفيروسات والأمراض الخطيرة التي تسبّبها للإنسان.

إجابات أسئلة مراجعة الدرس 1–5

1. الفيروسات أكبر حجمًا من الفيرويدات والبريونات وهي تتكوّن من غلاف بروتيني (القفيصة) ومورثات مكوّنة من الدنا أو الرنا. أما الفيرويدات فهي تتكوّن من الحمض النووي الرنا فقط ولا تملك غلافًا بروتينيًا، وتتكوّن البريونات من البروتين فقط ولا تحوي أي مورثات (دنا أو رنا). أما البكتيريا فهي أكبر حجمًا من الفيروسات وتحوي جميع مكونات الخلية.
2. فيروس الانفلونزا
   فيروس الهربس
   فيروس الحصبة
   فيروس نبات الطباق الموزايك الذي يسبّب مرضًا لنبات التبغ
3. كلا، لا يمكن للفيروسات أن تعيش حياة حرّة ومستقلّة مثل البكتيريا لأنها بحاجة دائمًا إلى عائل يقدّم لها العضيّات الخلوية اللازمة لإنتاج الطاقة وبناء البروتين والتكاثر.

أنسجة الكائنات المصابة بها، مسبّبة لها مرضًا يُدمّر جهازها العصبي المركزي بحيث تُحوّل المخّ إلى كتلة إسفنجية مليئة بالثقوب مثل الغربال، ما يُؤدّي إلى موت الكائن المصاب.

وتنتشر الإصابة بالبريونات بين المواشي والأغنام، وتُسبّب ما يُعرَف بمرض جنون البقر. كذلك، تُصيب البريونات الإنسان بمرضين عصبيين تتشابه أعراضهما مع أعراض مرض «جنون البقر».

وقد أثبتت الأبحاث الحديثة إمكانية انتقال بريونات مرض «جنون البقر» إلى الإنسان إذا ما تناول أيًّا من منتجات لحوم الأبقار المصابة، مثل الهامبورجر والسجق، أو استعمل المستحضرات أو الأدوية التي يدخل في تركيبها بعض المنتجات الحيوانية المستخلصة من الأبقار المصابة. ولم يُثبَت حتّى الآن انتقال هذه البريونات للإنسان، وقد يرجع هذا إلى طول فترة حضانة المرض في الإنسان.

وتنتشر العدوى بهذا المرض بين الأبقار عن طريق تناول الأعلاف المصنوعة من بروتينات حيوانية (مثل مشتقّات الدم والأمعاء) لأبقار مصابة بهذه البريونات. ويبقى السؤال: كيف يُضاعف البروتين (مادّة غير حية) نفسه ويُصبح معديًا ومسبّبًا للأمراض؟ يعتقد بعض العلماء أنّ هذا مستحيل. فلكي يتمّ التضاعف، لا بدّ من توافر المادّة الوراثية التي تغيب عن البريونات. وقد أوضحت بعض الأبحاث الحديثة الآلية الممكنة لهذا التضاعف: فيرى بعض العلماء أنّ البريونات تتكوّن من بروتين تُنتجه بعض الخلايا العصبية الطبيعية، ولسبب ما، لا يزال غير مفهوم أو معروف، يتحوّل إلى شكل مغاير تمامًا أو إلى بروتينات ممرضة. وبمجرّد أن تتكوّن هذه البروتينات، فإنّها تحثّ تحوّل جزيئات بروتين طبيعية أخرى إلى بريونات جديدة. مع ازدياد تركيز البريونات في النسيج العصبي، يرتفع معدّل تحلّل الخلايا فتتكوّن ثقوب داخل النسيج العصبي الذي يتحوّل إلى نسيج إسفنجي.

مراجعة الدرس 1–5

1. قارن وباين بين الخصائص البنيوية والحجم لكلّ من الفيروسات والفيرويدات والبريونات والبكتيريا.
2. سمّ بعض الفيروسات التي تنقل العدوى إلى الإنسان والنبات.
3. **التفكير الناقد:** هل يُمكن للفيروسات أن تعيش مستقلّة كالبكتيريا؟ علّل إجابتك.

العلم والمجتمع والتكنولوجيا

الاستفادة من الفيروسات

قد يظنّ البعض أنّ الفيروسات هي مخلوقات عديمة النفع ولا يُمكن الاستفادة منها.

اللقاحات: هي وسيلة لتسخير الفيروسات للقضاء على نفسها. فاللقاح هو عبارة عن فيروسات مسالمة أو مخفّفة أو منهكة لا تُسبّب العدوى للكائن الذي يُلقّح بها، ولكنّها تُنبّه الجهاز المناعي إلى إنتاج خلايا وبروتينات يُمكنها القضاء على هذا النوع من الفيروس عند مهاجمته للجسم. وتُستخدَم اللقاحات لوقاية الإنسان من الإصابة ببعض الأمراض طيلة حياته مثل الجدري وشلل الأطفال والحصبة، وغيرها.

الهندسة الوراثية: من خلال دراسة سلوك الحمض النووي الفيروسي داخل الخلايا المصابة بالفيروسات، استطاع العلماء تسخير الفيروسات في مجال الهندسة الوراثية لخدمة الإنسان. ففي بعض الأحيان، تلتقط أجزاء من جينات الخليّة المصابة، وتحملها إلى خلايا أخرى جديدة عند مهاجمة هذه الخلايا. وتحت ظروف محكمة استطاع العلماء إصلاح بعض الاختلالات أو الأمراض الوراثية عبر تحميل الفيروسات للجينات السليمة المرغوبة لإدخالها داخل الخلايا المعيبة لعلاج هذا الخلل الوراثي.

الزراعة: يُمكن أيضًا تسخير الفيروسات في مجال الزراعة لمكافحة الآفات الزراعية التي تُهلك المحاصيل المهمّة للإنسان. باستخدام الإنسان لهذه الفيروسات، فإنّه يحمي البيئة من التلوّث الذي تُسبّبه المبيدات الكيميائية.

41

انقسام الخلايا

دروس الفصل

الدرس 2–1: النمط النووي

الدرس 2–2: الانقسام الميتوزي

الدرس 2–3: الانقسام الميوزي

الدرس 2–4: الانقسام الخلوي غير المنتظم

مقدمة الفصل

مهّد لدراسة الفصل بتوجيه الطلاب إلى تعرّف صورة افتتاحية الفصل ثم ناقشهم حول عدد الخلايا المكوّنة لجسم الفيل الذي يزن مئات الكيلوغرامات أو حول عدد خلايا أجسامنا وأجسام الأطفال حديثي الولادة.

أشر إلى أن الكائنات التي ذُكرت وغيرها يتكوّن جسمها من ملايين بل بلايين الخلايا. لكن تكوين جسم كل تلك الكائنات بدأ من خلية واحدة.

إجابة سؤال مقدمة الفصل

قد لا ينمو الفيل أو الكائن الحي نموًا طبيعيًا.

تتكوّن أجسام الكائنات الحية جميعها من خلايا دائمة الانقسام حتى ينمو الكائن ويتكاثر. فقد نتجت مليارات الخلايا التي تُكوّن جسم هذا الفيل من خليّة واحدة، وهي البيضة المخصّبة. ففي كلّ مرّة تنقسم هذه الخليّة وتتكاثر، تتكوّن خلايا جديدة تحتوي كلّ واحدة منها على السيتوبلازم والعضيّات والكروموسومات اللازمة لهذا الفيل لكي ينمو ويكبر ويُمارس أنشطته الحيوية كلّها بما فيها التكاثر.

ماذا يحدث في حال حدوث خلل ما خلال عملية انقسام الخلايا؟

دروس الفصل
الدرس الأوّل
• النمط النووي
الدرس الثاني
• الانقسام الميتوزي
الدرس الثالث
• الانقسام الميوزي
الدرس الرابع
• الانقسام الخلوي غير المنتظم

الأهداف:
- يتعرّف مفهوم النمط النووي ومضمونه.
- يصف خطوات تحضير النمط النووي.
- يقارن بين النمط النووي للخلية زوجية المجموعة الكروموسومية والخلية فردية المجموعة الكروموسومية.

الأدوات المستعملة: شفافيات أو لوحات أوصور أو شفافيات لأنماط نووية لكائنات حية مختلفة

صفحات التلميذ: من ص 43 إلى ص 47

عدد الحصص: 2

1. قدّم وحفّز

1.1 استخدام صورة افتتاحية الدرس

دع الطلاب يتفحّصون صورة افتتاحية الدرس (شكل 41) ويقرأون التعليق المصاحب لها. وذكّرهم بأنه لا يمكننا أن نرى الكروموسومات في أي وقت نريد لأنها تتواجد دائمًا في النواة على شكل مادّة لزجة، وبالتالي، لا يمكن رؤيتها إلا أثناء الانقسام الخلوي وباستخدام المجهر.

2.1 اختبار المعلومات السابقة لدى الطلاب

لتقييم المعلومات السابقة لدى الطلاب، قم بتوجيه الأسئلة التالية:

- ما عدد الكروموسومات في خلية جلدية للإنسان؟ **(46 كروموسومًا)**
- هل يختلف هذا العدد في خلية عضلة القلب؟ **(كلا، العدد نفسه)**
- هل يتغيّر هذا العدد بين إنسان وآخر أو بين خلايا الأنثى والذكر؟ **(كلا)**
- أيّ من الخلايا الإنسانية لا تضمّ 46 كروموسومًا؟ **(تضمّ الأمشاج أو الخلايا الجنسية 23 كروموسومًا)**

الدرس 2-1
النمط النووي
Karyotype

الأهداف العامة
- يتعرّف مفهوم النمط النووي ومضمونه.
- يصف خطوات تحضير النمط النووي.
- يُقارن بين النمط النووي للخليّة ثنائية المجموعة الكروموسومية والخليّة أحادية المجموعة الكروموسومية.

(شكل 41)

تحتوي الكروموسومات على جميع المعلومات المشفّرة التي تحتاج إليها الكائنات الحية لتحيا، وهي عادة ما تكون مرئية خلال مرحلة الانقسام الخلوي من دورة الخليّة فحسب.
ولكنّ الكروموسومات الموجودة مثلًا في خلايا الغدد اللعابية ليرقة ذبابة الفاكهة Drosophila melanogaster الموضّحة في الشكل (41)، كبيرة ويُمكن رؤيتها بسهولة عبر عدسة المجهر.
هل من الممكن رؤية أيّ من كروموسومات الإنسان بهذه السهولة؟

1. النمط النووي Karyotype

النمط النووي هو عبارة عن خارطة كروموسومية للكائن الحي (خلايا حقيقية النواة)، أي ترتيب الكروموسومات وفقًا لمعايير محدّدة. يتمّ تصوير الخارطة الكروموسومية بعد تهيئتها بواسطة تقنية معيّنة في مختبر علم الوراثة الخلوي Cytogenetic Laboratory.
يُستخدَم النمط النووي للأهداف الأساسية التالية:
- تحديد عدد الكروموسومات. فمثلًا، النمط النووي للإنسان هو 46 كروموسومًا.
- تصنيف جنس الكائن: أنثى أو ذكر.
- اكتشاف ما إذا كان يوجد أيّ خلل في الكروموسومات، سواء أكان من حيث العدد أم البنية أم التركيب.

تاريخ العلوم

الصورة المجهرية

Microphotograph هي صورة تُؤخذ عن طريق المجهر بإلصاق كاميرا لإظهار صورة مكبّرة لأيّ شيء. يعود اختراعه إلى الكندي ريجينالد أوبراي فيسيندن. وقد ساهم هذا الاختراع في تطوير تقنية النمط النووي.

43

2. علم وطبق

1.2 النمط النووي

أشر للطلاب بأن النمط النووي للخلية يبيّن عدد الكروموسومات وبنيتها وتركيبها. يجب أن يكون عدد الكروموسومات في النمط النووي للإنسان 46 كروموسومًا، وأي زيادة أو نقصان في هذا العدد يدلّ على وجود خلل ما في تكوين الخلية.

فسّر أن عدد الكروموسومات يختلف من نوع إلى آخر في الكائنات الحيّة.

2.2 تحضير النمط النووي

فسّر خطوات تحضير النمط النووي وبيّن أهميّة كل خطوة يقوم بها العلماء للحصول على صورة للكروموسومات. بيّن أهميّة الحصول على النمط النووي، لاسيّما لدى الأجنّة في أحشاء أمهاتهم، والذي يظهر ما إذا كان الجنين طبيعيًا أم لا.

إجابة سؤال (الشكل 42) صفحة 44 في كتاب الطالب

في الطور الاستوائي، تبدو الكروموسومات واضحة وجليّة وغير محاطة بالغشاء النووي (أقصر وأسمك). فيتكوّن كل كروموسوم من كروماتيدين مرتبطين بالسنترومير.

إجابة سؤال (الشكل 43) صفحة 45 في كتاب الطالب

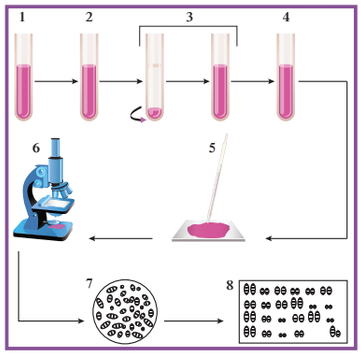
يتشابه النمطان من حيث العدد الإجمالي للكروموسومات وترتيبها في أزواج من الأطول إلى الأقصر، ويختلفان من حيث وجود زوج من الكروموسوم السيني X في النمط النووي الأنثوي، وكروموسوم واحد X وآخر Y في النمط النووي الذكري.

حدّد الاختلاف في الكروموسومات الجنسية الاختلاف في الشكل الخارجي لدى الأنثى والذكر، لذلك يتبيّن أن الكروموسومات تحمل الموادّ الوراثية التي تحدّد صفات الإنسان.

يتمثّل عدد الكروموسومات الموجود في الخلايا الجسمية للكائنات بـ «2n»، وتُسمّى ثنائية المجموعة الكروموسومية Diploid Cell. أمّا في الخلايا الجنسية، فيتمثّل عدد الكروموسومات بـ «n»، وهي تُسمّى بالتالي خليّة أحادية المجموعة الكروموسومية Haploid Cell.

2. تحضير النمط النووي Preparation of a Karyotype

للحصول على النمط النووي للإنسان، يجب على العلماء الحصول على عيّنة من خلاياه ذات النواة، باستخراج عيّنة من الدم تحوي الكريات البيضاء ذات النواة. يستعرض الشكل (42) المراحل المختلفة لتحضير النمط النووي للإنسان.



(شكل 42)
مراحل تحضير النمط النووي للإنسان
توقف مادّة الكولشيسين عملية الانقسام الخلوي في الطور الاستوائي. لماذا يُبادر العلماء إلى توقيف عملية الانقسام في هذا الطور؟

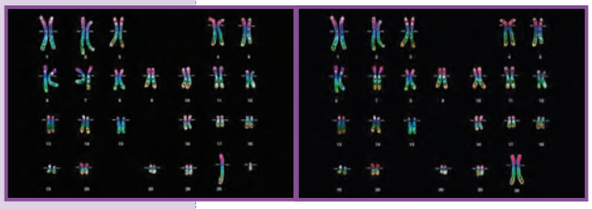
1. توضَع 15 نقطة من الدم في مربى يحتوي على 10 مل من وسط يحتوي على مغذّيات وموادّ مضادّة للتخثّر (الهيبارين) وموادّ كيميائية محفّزة على الانقسام الميتوزي.
2. يُضاف 250 ميكرولترًا من الكولشيسين لتثبيت الخلايا في الطور الاستوائي.
3. تُؤخَذ عيّنة من المربى وتوضَع في محلول ملحي مخفّف.
4. يُضاف إلى الوسط المخفّف مادّة مثبّتة وهي الإيثانول.
5. تُؤخَذ عيّنة بعد الخطوة (4) وتوضَع على شريحة زجاجية ثمّ تُضاف إليها الصبغة.
6. تُشاهَد الشريحة باستخدام المجهر المزوّد بكاميرا.
7. تُلتقَط صورة الكروموسومات ثم تُكبَّر.
8. تُرتَّب الكروموسومات للحصول على النمط النووي.

لترتيب الكروموسومات يقوم العلماء بالخطوات التالية:

- قصّ كلّ كروموسوم على حدة.
- جمع الكروموسومات المتماثلة Homologus Chromosomes، أي تلك التي تتشابه في الطول والشكل من حيث موقع السنترومير وفي نمط الخطوط المصبوغة. يتمّ ترتيبها في مجموعات يتألّف كلّ منها من كروموسومين، كون هذه الخليّة هي خليّة جسمية تمتلك عددًا مزدوجًا من الكروموسومات. وتجدر الإشارة إلى أنّ الخليّة الجسمية الأنثوية تضمّ أزواجًا متماثلة من الكروموسومات، في حين تضمّ الخليّة الجسمية الذكرية زوجًا من الكروموسومات مختلفًا عن البقيّة.

تُرتَّب هذه الأزواج بحسب الطول، أي من الأطول إلى الأقصر، كما يظهر في الشكل (43) الذي يُظهر النمط النووي لإمرأة (أ) ولرجل (ب).

(ب) (أ)



(شكل 43)
النمط النووي لإنسان (أ) أنثى و(ب) ذكر
بم يتشابه كلّ من النمطين؟ وبم يختلفان؟ كيف تُبرهن أنّ الكروموسومات تحمل الجينات الوراثية؟

3. تحليل النمط النووي Analysis of Karyotype

1.3 النمط النووي للخلايا الجسمية ذات عدد كروموسومات مزدوجة

Karyotpe of diploid Somatic Cells

يختلف عدد الكروموسومات في خلايا الكائنات الحية تبعًا لنوع الكائن الحيّ. فتحتوي الخليّة الجسمية لذبابة الفاكهة على 8 كروموسومات مرتّبة في أربعة أزواج، فيما تحتوي الخليّة الجسمية لكلّ من الشمبانزي والبطاطا على 48 كروموسومًا مرتّبة في 24 زوجًا. إذًا، كيف يختلف كلّ من النمطين الخاصّين بالبطاطا والشمبانزي؟

يضمّ كلّ من هذه الأنماط أزواج كروموسومات متماثلة تُدعى كروموسومات جسمية Autosomal Chromosomes، وأخرى تُدعى كروموسومات جنسية Sex Chromosomes، أي تلك التي تُحدّد جنس الكائن الحي. وتكون الكروموسومات الجنسية متماثلة عند الأنثى بحيث يوجد زوج من الكروموسوم الأنثوي السيني في حين تختلف عند الذكر،

3.2 تحليل النمط النووي

حفز الطلاب على الإستعانة بالأشكال الواردة في الدرس لتعداد الكروموسومات الموجودة في النمط النووي للإنسان، الأنثى والذكر، والتمييز بينهما، وتعداد الكروموسومات في الأمشاج أو الجاميتات الذكرية والأنثوية والتمييز بينها.

أشر إلى أن عدد الكروموسومات في النمط النووي لبويضة يساوي نصف عدد الكروموسومات لخلية جسمية، وإلى وجود نمط واحد فقط. أما عدد الكروموسومات في الحيوان المنوي فهو أيضًا يساوي نصف عددها في الخلية الجسمية، مع الفرق بوجود نمطين نوويين للحيوان المنوي يختلفان من حيث نوع الكروموسوم الجنسي (X) أو (Y).

إجابة سؤال (الشكل 44) صفحة 46 في كتاب الطالب

هو نصف عدد الكروموسومات الموجودة في الخلية الجسمية.

اكتساب المهارات

احرص على استخدام الطلاب المهارات التالية:

- **مهارة التفكير والتسلسل المنطقي:** ترتيب صور مختلفة لمراحل إنتاج النمط النووي وفقًا للتسلسل الزمني.
- **مهارة المقارنة:** من خلال مقارنة عدد الكروموسومات وشكلها بين الكائنات الحية المختلفة، وبين الأنماط النووية للخلايا التي تحتوي على عدد صحيح من الكروموسومات وخلايا تحتوي على عدد زائد أو ناقص منها.

3. قيم وتوسع

1.3 ملف تقييم الأداء

لتقييم الأداء، دع الطالب يجري إحدى أو جميع الخطوات التالية:

- البحث عن صور لأنماط نووية تعود إلى أنواع مختلفة من الكائنات الحية.
- تصميم لوحات تظهر الفرق بين النمط النووي لخلية جسمية أنثوية ولبويضة.

إجابات أسئلة مراجعة الدرس 2–1

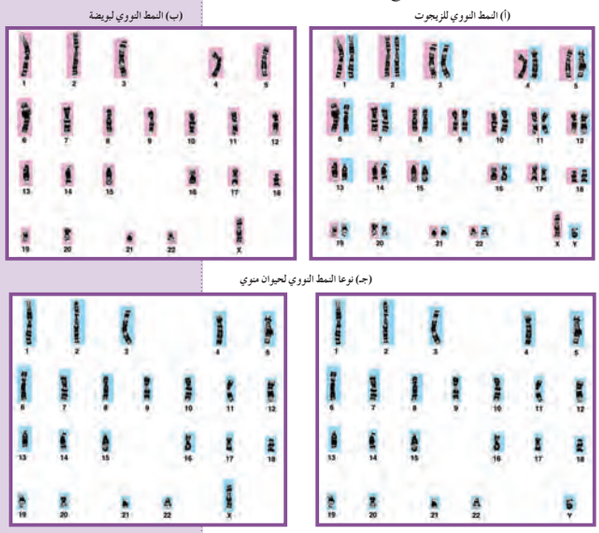
1. النمط النووي هو عبارة عن خارطة كروموسومية للكائن الحي، أي ترتيب الكروموسومات وفقًا لمعايير محددة.
2. عدد الكروموسومات في النمط النووي لخلايا جسمية لدى الشمبانزي هو 48 كروموسومًا، أما لدى الإنسان فهو 46 كروموسومًا.
3. يحوي النمط النووي للزيجوت على 46 كروموسومًا نتيجة اتحاد الأمشاج الأنثوية والذكرية. كذلك تحوي خلية الجنين 46 كروموسومًا لأن الانقسام الميتوزي يحافظ على عدد الكروموسومات في النوع الواحد.

فيكون هذان الكروموسومان غير متماثلين بحيث يوجد الكروموسوم الجنسي الأنثوي السيني X–Sex Chromosomes مع الكروموسوم الجنسي الذكري الصادي Y–Sex Chromosomes. وتجدر الإشارة إلى أنّ الكروموسوم الصادي الذكري أقصر طولًا من الكروموسوم الأنثوي السيني.

2.3 النمط النووي لخلايا جنسية (أمشاج) ذات عدد كروموسومات منفردة

Karyotype of Haploid Sex Cells

يُحافظ الكائن الحي على العدد الطبيعي للكروموسومات في خلايا جسمه وعلى خصائصه وصفات نوعه. فينمو ويتطوّر من الزيجوت، أي البويضة الملقّحة التي نتجت من تلقيح الحيوان المنوي The sperm للبويضة The ovum. انظر الشكل (44) الذي يُظهر النمط النووي لكلّ من الزيجوت (أ) والبويضة (ب) والحيوان المنوي (ج).



(شكل 44)
الأنماط النووية لخلية جسمية وخلايا مشيجية. كم هو عدد الكروموسومات في الخلية التناسلية أو الجنسية؟

تاريخ العلوم

تاريخ النمط النووي

في منتصف وأواخر العام 1800، كان العلماء على دراية بوجود الكروموسومات، ولكن كان يصعب دراستها نظرًا لحجمها الصغير جدًا. أجرى العلماء دراساتهم، في المقام الأوّل، على النباتات والحشرات الصغيرة أو اليرقات، إلّا أنّ العيّنات المأخوذة احتوت على كروموسومات صغيرة، فاستحالت بالتالي ملاحظة الكروموسومات الفردية. في العام 1920، بدأت عمليات استكشاف الكروموسومات مع العالم هانز وينيوارتر الذي استخدم أحدث مجهر آنذاك لرؤية الكروموسومات خلال تحضيره للنمط النووي الخاصّ بخليّة الإنسان. على الرغم من عدم توصّل وينيوارتر إلى نتائج دقيقة في ما يتعلّق بعدد الكروموسومات في خليّة الإنسان، إلّا أنّه خَلُصَ إلى امتلاك الإناث 2x كروموسوم والذكور كروموسومي 1x و1y. وفي أواخر العام 1920، قام العالم بايتر، وهو اختصاصي في علم الخليّة بمزيد من الأبحاث وابتدع تقنيات جديدة لبناء نمط نووي أكثر دقّة ووضوحًا وتوصّل إلى أنّ الإنسان والشمبانزي لديهما عدد الكروموسومات نفسه، أي 48 كروموسومًا. وبقيت هذه الفكرة قائمة حتّى سنة 1950، حين بيّنت المجاهر المستحدثة أنّ عدد الكروموسومات لدى الإنسان هو 46. كما كان بايتر أوّل من توصّل إلى ترتيب XY/XX لكروموسومات الإناث والذكور بالتتابع.

مراجعة الدرس 2–1

1. عرّف النمط النووي.
2. قارن بين النمط النووي لخلايا جسمية لكل من الشمبانزي والإنسان.
3. **التفكير الناقد:** يقوم الزيجوت لدى الإنسان بعدد كبير من الانقسامات الميتوزية في طور النموّ والتطوّر إلى جنين. قارن النمط النووي لهذا الزيجوت بالنمط النووي لخليّة من الجنين.

الأهداف:
- يحدّد أهمّية الانقسام الميتوزي.
- يصف المراحل المختلفة للانقسام الميتوزي.
- يتفحّص مراحل الانقسام الميتوزي مجهريًا.

الأدوات المستعملة: شفافيات أولوحات أو صور لعملية الانقسام الخلوي الميتوزي

صفحات التلميذ: من ص 48 إلى ص 53

صفحات الأنشطة: من ص 25 إلى 29

عدد الحصص: 2

1. قدّم وحفّز

1.1 استخدام صورة افتتاحية الدرس

دع الطلاب يتفحّصون صورة افتتاحية الدرس (شكل 45) ويقرأون التعليق المصاحب لها. ذكّرهم بأنّ تكوين الكائن الحي يبدأ دائمًا من خلية واحدة، تنقسم آلاف المرات ليصل عددها إلى مليارات.

2.1 اختبار المعلومات السابقة لدى الطلاب

لتقييم المعلومات السابقة لدى الطلاب حول انقسام الخلية أو تكاثرها، وجّه السؤالين التاليين:

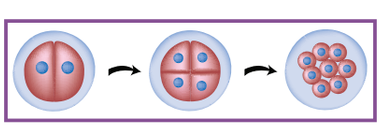
- ما الوظائف الأساسية لانقسام الخلية؟ **(النمو، وتعويض الأنسجة المتهالكة أو التالفة، وتكاثر الكائن)**
- أيّ الخلايا تستطيع الانقسام؟ **(كل خلايا الجسم تقريبًا ما عدا الخلايا العصبية)**

2. علّم وطبّق

1.2 متى تنقسم الخلية؟

أكّد على العوامل المحدّدة لحجم الخلية (مساحة سطح غشاء الخلية ونواة الخلية)، وعلى أنه كلّما كانت الخلايا أصغر حجمًا، كانت مساحة سطحها أكبر ما يسمح بتبادل أفضل للموادّ عبر غشاء الخلية، وعلى أن الخلية قد تنقسم عدّة مرات متكرّرة يفصل بينها طور بيني.

الأهداف العامة
- يحدّد أهمّية الانقسام الميتوزي.
- يصف المراحل المختلفة للانقسام الميتوزي.
- يتفحّص مراحل الانقسام الميتوزي مجهريًا.



(شكل 45)

انطلق كلّ فرد من خليّة واحدة غير قادرة على الحركة والتفكير، لكنّها قادرة على التكاثر. هذا ما يحدث للخليّة، فتصبح اثنتين، ثمّ أربعًا، ثمّ ثمانيًا، حتّى تكوّن هذا المخلوق الذي هو أنت (الشكل 45).

1. متى تنقسم الخليّة؟ When Does a Cell Divide?

يُعتبَر غشاء الخليّة من العوامل المحدّدة لحجم الخليّة، الذي يُشكّل بدوره عاملًا مهمًّا في دفع الخليّة إلى الانقسام. وتحصل الخلايا على ما تحتاجه من موادّ غذائيّة وتتخلّص من فضلاتها من خلال غشاء الخليّة. وكلّما نمت الخلايا وازداد حجمها ازدادت احتياجاتها من الموادّ الغذائية، وكذلك ازداد إنتاجها للفضلات. لذا، فهي تحتاج إلى مساحة سطح أكبر لغشاء الخليّة.

ولكن هل يُمكن أن يستمرّ ازدياد حجم الخليّة من دون حدود معيّنة؟ كلّما كانت الخلايا صغيرة الحجم كانت مساحة سطحها كبيرة، والعكس صحيح. وبالتالي، من الأفضل أن تنقسم الخلايا وتظلّ صغيرة الحجم حتّى تكون عملية تبادل الموادّ من خلال غشاء الخليّة ناجحة. تُنظّم نواة الخليّة عملية انقسام الخليّة. فهي تُنظّم الكثير من أنشطة الخليّة، ولكنّها لا تستطيع التحكّم إلّا في كمّية محدّدة من السيتوبلازم، وبذلك تدفع الخليّة إلى الانقسام كلّما ازداد حجمها عن حدّ معيّن.

2.2 لماذا تنقسم الخلايا؟

فسّر للطلاب أن المادة الوراثية (الكروموسومات) تتضاعف في العدد أو الكمّ أثناء انقسام الخلية. وبذلك تكون الخلايا الناتجة عن الانقسام متشابهة تمامًا، وهذا ما يحدث أثناء انقسام الخلية بغرض نمو الكائن وتعويض ما تُلف داخل جسمه من خلايا وأنسجة، وكذلك أثناء تكاثره لا جنسيًا. أما أثناء تكاثر الكائنات جنسيًا، فإن الخلايا الجنسية الناجمة عن انقسام خلايا المناسل تحتوي على نصف المادة الوراثية. وتُستعاد كمية المادة الوراثية مرة أخرى نتيجة اتحاد الخلايا التناسلية (الأمشاج) إذ يحدث ارتباط للمادة الوراثية لكلتا الخليتين التناسليتين المذكرة والمؤنثة، فينتج عنه أبناء حاملين لصفات كلا الأبوين.

العلم والمجتمع والتكنولوجيا

التئام الجروح

اطلب إلى الطلاب تحديد مجموعة من المطهّرات والمراهم المسكّنة والضمادات. وجّه إليهم السؤال التالي: هل تعمل هذه المواد على تصنيع خلايا جديدة في الجروح؟ **(لا، هي تمنع العدوى وتعجّل الشفاء)**

اطلب إلى الطلاب تنفيذ نشاط "حساب نسبة مساحة السطح إلى الحجم" والإجابة عن الأسئلة الموجودة في كتاب الأنشطة صفحة 25.

احرص خلال هذا النشاط على إدراك الطلاب إنه من الأفضل أن تنقسم الخلية وتظل صغيرة الحجم حتّى تكون عملية تبادل المواد من خلال غشاء الخلية ذات كفاءة عالية.

3.2 كيف تنقسم الخلية؟

احرص على تعرّف الطلاب المفاهيم التالية:

- يوجد نوعان من الانقسام الخلوي: الأول يحدث في الخلايا الجسمية (الانقسام الميتوزي) والثاني يحدث في الخلايا التناسلية (الانقسام الميوزي).
- الانقسام الميتوزي هو أحد مراحل دورة الخلية.
- يتمّ تجهيز الخلية للانقسام خلال الطور البيني الذي يمثل 90٪ من زمن دورة الخلية.
- تتضاعف المادة الوراثية (الكروموسومات) داخل الخلية أثناء الطور البيني.
- يجري انقسام الخلية عقب الطور البيني، وهو يشمل مرحلتين: أولهما انقسام النواة (سواء ميتوزيًا أو ميوزيا) وثانيهما انشطار السيتوبلازم.
- ينجم عن انقسام الخلية ميتوزيًا خليتان تحتوي كل واحدة منهما على عدد كروموسومات الخلية الأم نفسها.
- ينجم عن انقسام الخلية ميوزيًا أربع خلايا، تحتوي كل واحدة منها على نصف عدد كروموسومات الخلية الأبوية.

2. لماذا تنقسم الخليّة؟ Why Does a Cell Divide?

يُعتبَر انقسام الخلايا مهمًّا لحدوث ثلاث عمليات حيوية أساسية:

1.2 النموّ Growth

هو زيادة حجم الكائن نتيجة ازدياد عدد الخلايا في جسمه، وهذا يتمّ من خلال تكوّن خلايا جديدة نتيجة انقسام خلايا الكائن.

2.2 تعويض الأنسجة التالفة Reparation of Damaged Tissue

يتمّ عن طريق انقسام الخلايا. فعندما تُصاب بجرح في يدك تنقسم الخلايا المحيطة بالجرح مرّات عديدة حتّى يتمّ تعويض الخلايا التي تعرضّت للتلف، فيُشفى الجرح.

3.2 التكاثر Reproduction

سبق وتعلّمت نوعي التكاثر في الكائنات الحية (لا جنسي وجنسي). في التكاثر اللاجنسي، تضاعف كروموسومات الخليّة قبل انقسامها خلال الطور البيني، لذا تكون الأفراد البنوية الناتجة متماثلة تمامًا مع الخلايا الأبوية. أمّا في التكاثر الجنسي، تنتج أفراد بنوية من اختلاط المادّة الوراثية لخليّتين أبويتين. ويتطلّب هذا نوعًا من الانقسام في الخلايا الجنسية لكلتا الخليّتين الأبويتين، يتمّ خلاله اختزال المادّة الوراثية لكلّ منهما إلى النصف في الخلايا الجنسية، حتّى تنتج أفرادًا تحتوي خلاياها على الكمّية نفسها من المادّة الوراثية لأيّ من الخليّتين الأبويتين.

3. كيف تنقسم الخليّة؟ How Does a Cell Divide?

يوجَد نوعان من الانقسام الخلوي: الانقسام الميتوزي الذي يحدث في الخلايا الجسميّة للكائنات، والانقسام الميوزي الذي يحدث في الخلايا التناسلية لإنتاج الجاميتات أو الأمشاج.

يُمكن تقسيم **الطور البيني Interphase** إلى ثلاث مراحل (الشكل 46):

- **مرحلة النموّ الأوّل (G1):** وفيها تزداد الخليّة في الحجم. تكون المادّة الوراثية داخل النواة على هيئة مجموعة من الخيوط (DNA + بروتين) المتشابكة كثيرة الالتفاف ويُطلَق عليها اسم الشبكة الكروماتينية (الشكل 47 أ).

العلم والمجتمع والتكنولوجيا

التئام الجروح

عندما تُصاب بجرح، يُنتج جسمك خلايا جديدة لتعويض ما تُلف أو فُقد من خلايا. ولكي تُشفى جروحنا في وقت قصير، علينا اتّباع بعض الإجراءات واستخدام أدوية محدّدة. حاول أن تجد بعضًا من هذه الأدوية في الصيدلية وتعرّف آلية عملها. هل تُسرّع هذه الأدوية عملية انقسام الخلايا، أم أنّها تُطهّر الجرح وتمنع العدوى؟ حاول أن تُجري مقابلة مع الصيدلي، أو طبيب الصحّة في مدرستك للاستعلام حول أفضل طرق لعلاج الجروح، والأدوية والإجراءات التي ينصح بها.

أكّد للطلاب أن التغيّرات التي تحدث للخلية في الفترة الممتدّة بين بداية الانقسام وبداية الانقسام التالي للخلية تسمّى دورة الخلية. بسّط مفهوم دورة الخلية عبر مقاربة دورة حياة الإنسان. وجّه السؤال التالي:

* ما هي الأطوار التي يمرّ بها الإنسان خلال دورة حياته؟ **(مرحلة الطفولة، ومرحلة الشباب والنضج، ومرحلة السن المتقدمة والشيخوخة)**

أشر إلى أن الخلية، مثل الإنسان، تمرّ بدورة مؤلفة من عدة مراحل أو أطوار، تسمّى دورة الخلية. خلال هذه الدورة، تنمو الخلية وتنضج، ولكن على خلاف دورة حياة الإنسان، فالخلية تبدأ دورتها مرة تلو الأخرى عندما تنقسم. تتألف دورة الخلية (سواء المنقسمة ميتوزيًا أو ميوزيًا) من مرحلتين أساسيتين: الطور البيني والانقسام الذي ينقسم بدوره إلى جزئين، وهما انقسام النواة (الذي يمرّ **بأربعة أطوار:** التمهيدي، والاستوائي، والانفصالي، والنهائي) وانشطار السيتوبلازم.

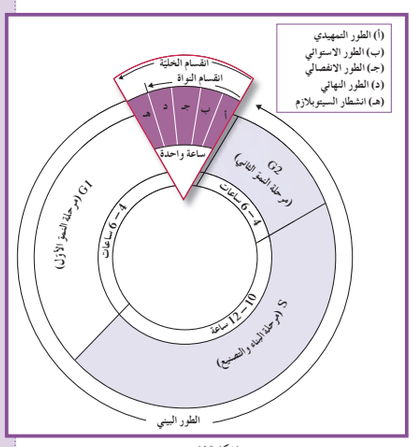
احرص على تعرّف الطلاب كيفية تضاعف المادة الوراثية (الكروموسومات) أثناء الطور البيني. اطرح الأسئلة التالية:

* في أي مراحل الطور البيني تتضاعف الكروموسومات؟ **(في مرحلة البناء والتصنيع S)**
* ما المقصود بالكروماتيدين الشقيقين أو الكروموسومين البنويين؟ **(نسختان متماثلتان من حمض الـ DNA)**
* ما التركيب الذي يربط الكروماتيدين الشقيقين؟ **(السنترومير)**

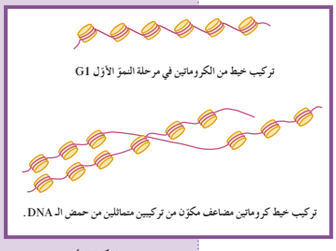
نشاط توضيحي

لمساعدة الطلاب على فهم كيفية تضاعف المادة الوراثية (الكروموسومات)، اطلب إلى أحدهم وضع سلسلة من العلامات بألوان مختلفة من الطباشير على أحد جانبي ورقة سوداء اللون، ثم ثني الورقة نصفين والضغط عليها بشدة، ثم بسطها. اطرح السؤالين التاليين:

* ما الذي تراه عند بسط الورقة؟ **(تضاعف تام لجميع العلامات الطباشيرية)**
* ما وجه التشابه بين تضاعف العلامات الطباشيرية وتضاعف المادة الوراثية؟ **(نتجت نسخة جديدة متماثلة تمامًا مع النسخة الأصلية.)**



(شكل 46)
يوضّح مقدار الزمن الذي تستغرقه خلية نموذجية في كلّ مرحلة من مراحل دورتها. قارن بين مقدار الزمن الذي تستغرقه كلّ مرحلة من هذه المراحل.



(شكل 47 أ)
خيوط الكروماتين خلال مراحل الطور البيني في دورة الخلية.

* **مرحلة البناء والتصنيع (S):** وفيها يحدث تضاعف للخيوط الكروماتينية (وتحديدًا الـ DNA) الموجودة في النواة بحيث يظهر كلّ خيط كروماتين مكوّنًا من تركيبين متماثلين من حمض الـ DNA. يُطلق على هذين التركيبين اسم الكروماتيدين الشقيقين أو الكروموسومين البنويين، وهما يرتبطان بعضهما بعضًا بجزء يُعرَف بالسنترومير (الشكل 47 ب).
* **مرحلة النموّ الثاني (G2):** وفيها تقوم الخليّة بتصنيع العضيّات في السيتوبلازم، وبخاصّة تلك اللازمة للانقسام. ففي الخليّة الحيوانية، على سبيل المثال، ينقسم السنتريولان ليتكوّن زوجان من السنتريولات يظهران بالقرب من النواة.

4.2 ما هو الانقسام الميتوزي؟

احرص على فهم الطلاب مراحل الانقسام الميتوزي، واطرح الأسئلة التالية:

* ما الذي يحدث للكروموسومات أثناء الطور التمهيدي؟ **(تصبح أكثر قصرًا وتغلّظًا وتبدأ بالتحرّك في اتجاه مركز الخلية)**
* ما التركيب الخلوي الذي تتصل به الكروموسومات أثناء الطور الاستوائي؟ **(المغزل)**
* ما الذي يحدث للكروموسومات أثناء الطور الانفصالي؟ **(تنفصل الكروموسومات البنوية (الكروماتيدات الشقيقة) وتبدأ بالتحرّك في اتجاه القطبين المتقابلين للخلية.)**
* ما الذي يتكوّن حول كل مجموعة من الكروموسومات أثناء الطور النهائي؟ **(غشاء نووي حول كل مجموعة ما يؤدي إلى تكوّن نواتين متماثلتين)**

تأكّد من تعرّف الطلاب الأطوار الأربعة للانقسام الميتوزي، والأحداث التي تجري في كلّ منها. ثم اطلب إليهم وصف كل طور منها في جملة واحدة تلخّص المتغيّرات. اطرح الأسئلة التالية:

* ما دلائل اكتمال انقسام الخلية؟ **(انشطار السيتوبلازم وإحاطة كل نواة ناتجة بجزء من غشاء الخلية)**
* ما هو التركيب الذي يتكوّن بين الخليتين البنويتين النباتيتين الناتجتين من انقسام الخلية ميتوزيًا؟ **(الجدار الخلوي)**
* في أي مرحلة من دورة الخلية يتكوّن جدار الخلية؟ **(انشطار السيتوبلازم)**

نشاط توضيحي

وضّح مفهوم انشطار السيتوبلازم بإحضار بالون ثلاثة أرباعه مملوء بالماء، وأخبر الطلاب أن سطح البالون يمثّل غشاء الخلية، والماء في داخل البالون يمثّل السيتوبلازم. وجّه السؤال التالي:

* كيف يمكن استخدام هذا النموذج لتوضيح ما الذي يحدث لغشاء الخلية والسيتوبلازم أثناء عملية انشطار السيتوبلازم؟ **(الإجابة الأكثر احتمالًا هي أن يحدث تخصّر للبالون في منتصفه، ويزداد حتى يحدث انفصال لنصفي الغشاء والسيتوبلازم، وبذلك تتكوّن خليتان بنويتان متماثلتان.)**

4. ما هو الانقسام الميتوزي؟ What is Mitosis?

تمرّ الخليّة بمجموعة من المراحل المتتابعة التي يُطلَق عليها اسم **دورة الخليّة Cell Cycle** (الشكل 46)، **وهي الفترة المحصورة بين بدء الخليّة في الانقسام وبداية الانقسام التالي**. وتختلف المدّة التي تستغرقها بحسب نوع الكائن. تتكوّن دورة الخليّة من جزءين، الأوّل متمثّل بالطور البيني، الذي يُشكّل 90% من زمن دورة الخليّة (بحسب نوع الكائن) وفيه تنمو الخليّة وتُجهّز نفسها للانقسام. والثاني متمثّل بانقسام الخليّة الذي يتكوّن بدوره من جزءين، الانقسام الميتوزي (انقسام النواة) وانشطار السيتوبلازم (الشكل 48).

خلال دورة الخليّة، **تتضاعف الكروموسومات Chromosomes Duplication (المادّة الوراثية) إلى نسختين متماثلتين (في الطور البيني)، لتتوزّع كلّ نسخة منهما على خليّة من الخليّتين الناتجتين من الانقسام**. بذلك، تكون الخليّتان البنويتان متماثلتين تركيبيًّا ووظيفيًّا مع الخليّة التي نشأت منها.

1.4 الطور التمهيدي Prophase

خلال هذا الطور، يزداد قصر وتغلّظ الكروموسومات، فتزداد كثافتها وتُصبح أكثر وضوحًا، ويكون كلّ منها متكوّنًا من **كروماتيدين شقيقين Sister Chromatids** (أو كروموسومين بنويين) مرتبطين بالسنترومير Centromere. في الوقت عينه، **يتحرّك كلّ سنتريولين باتّجاه أحد قطبي الخليّة (في الخليّة الحيوانية)، ثمّ تمتدّ بينهما مجموعة من الخيوط الدقيقة في شكل مغزلي تُسمّى خيوط المغزل، ويُعرف التركيب بأكمله بالمغزل Spindle**. تختفي النوية ويتحلّل الغشاء النووي ويختفي بدوره. وفي نهاية هذا الطور، تظهر الكروموسومات متّصلة بخيوط المغزل بواسطة السنترومير (لا توجد سنتريولات في الخلايا النباتية وتظهر خيوط المغزل من دونها).

2.4 الطور الاستوائي Metaphase

في هذا الطور، تتجمّع الكروموسومات في مركز الخليّة، ثمّ تصطفّ عند مستوى استواء الخليّة.

3.4 الطور الانفصالي Anaphase

خلال هذا الطور، ينقسم السنترومير الذي يربط بين كلّ كروماتيدين (أو كروموسومين بنويين) إلى سنترومير، ما يُؤدّي إلى انفصال الكروماتيدات أو الكروموسومات البنوية. ثمّ، تسحب خيوط المغزل مجموعة من الكروموسومات البنوية إلى أحد قطبي الخليّة في حين تتحرّك مجموعة الكروموسومات البنوية الأخرى باتّجاه القطب المقابل.

(شكل 47 ب)
الكروموسوم أثناء انقسام الخليّة
يحدث انفصال الكروموسومين البنويين أثناء الطور الانفصالي في الانقسام الميتوزي خلال انقسام الخليّة.

51

اكتساب المهارات

احرص على استخدام الطلاب المهارات التالية:

* **مهارة الملاحظة:** من خلال فحص الخلايا وتحديد أطوار الانقسام في مجموعة من الصور الفوتوغرافية للخلايا المنقسمة ميتوزيًا.
* **مهارة التفسير:** من خلال تفسير أهمية بعض العوامل المحدّدة لانقسام الخلية، وكذلك تفسير أهمية بعض الظواهر التي تحدث أثناء انقسام الخلية، مثل تضاعف المادة الوراثية وظاهرة التصالب والعبور وغيرها.
* **مهارة المقارنة:** من خلال مساعدة الطلاب في فهم تأثير انقسام الخلايا على أجسامهم. اطلب إلى الطلاب مقارنة أطوالهم وأوزانهم منذ سنتين مع الوقت الحاضر. اطرح السؤال التالي:
* ما أنواع خلايا الجسم التي ازداد عددها؟ وما نوع الخلايا الأكثر ازديادًا في العدد؟ **(يجب أن يلاحظ الطلاب أنهم أصبحوا أكثر طولًا ووزنًا عنه منذ سنتين إذ ازداد عدد معظم خلاياهم. وقد يلاحظون أن خلايا عضلاتهم وعظامهم وجلدهم أكثرها زيادة في العدد.)**

العلم والمجتمع والتكنولوجيا

الهرمونات الصناعية

يجب توظيف المعلومات المذكورة في هذا المقام. وضّح للطلاب أن معظم الهرمونات الصناعية هي مواد مسرطنة حتى ولو استخدمت بكميات ضئيلة، وعليهم الامتناع عن استخدامها لتنمية عضلاتهم والاعتماد على التمرينات الرياضية بدلًا من ذلك.

اطلب إلى الطلاب تنفيذ نشاط "فحص أطوار الانقسام الميتوزي" والإجابة عن الأسئلة الموجودة في كتاب الأنشطة صفحة 27. ينبغي من خلال هذا النشاط متابعة الطلاب والتأكد من استخدامهم لمهارة ملاحظة أطوار الانقسام الميتوزي من خلال الفحص المجهري لخلايا القمّة النامية للجذر.

3. قيّم وتوسّع

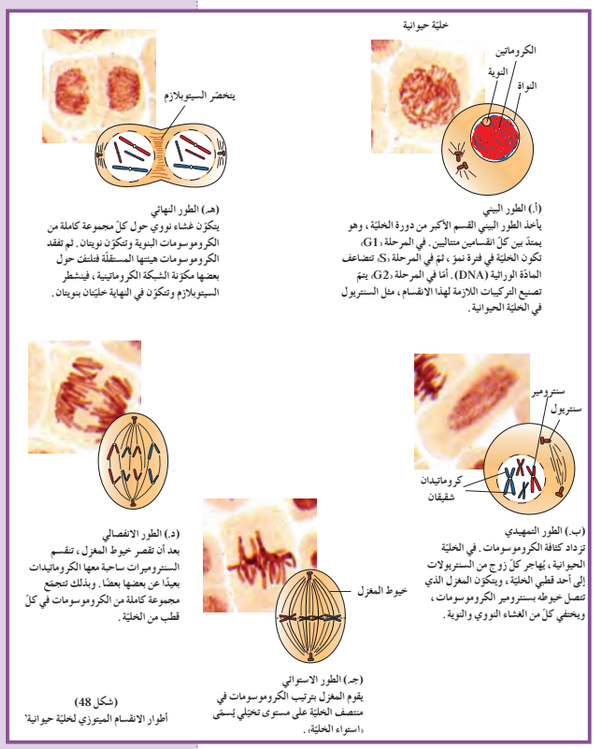
1.3 ملف تقييم الأداء

لتقييم الأداء، دع الطالب يجري إحدى أو جميع الخطوات التالية:

- رسم خريطة مفاهيم توضح العلاقة بين انقسام الخلية والنمو، وتعويض الخلايا التالفة والتكاثر بنوعيه.
- تصميم لوحة توضّح التغيّرات التي تحدث للكروموسوم أثناء المراحل والأطوار المختلفة لعملية الانقسام الميتوزي.
- كتابة ملخّص لمراحل عملية الانقسام الخلوي الميتوزي.

إجابات أسئلة مراجعة الدرس 2–2

1. مرحلة النمو الأول حيث تنمو الخلية وتكبر في الحجم؛ مرحلة البناء والتصنيع حيث تتضاعف المادة الوراثية (الكروموسومات)؛ مرحلة النمو الثاني حيث تتكوّن العضيّات اللازمة للانقسام والمعروفة بالسنتريولات.
2. يبدأ الانشطار السيتوبلازمي في الخلية الحيوانية كميذاب على السطح يزداد عمقًا تدريجيًا حتى تنفصل الخليتان. أما في الخلية النباتية، فينشطر السيتوبلازم عن طريق تكوين صفيحة وسطى تفصل بين النواتين ثم يترسّب عليها السيليلوز.
3. يمكن للطالب العودة إلى (شكل 48) واستبدال الكروموسومات الأربع بالعدد 8.



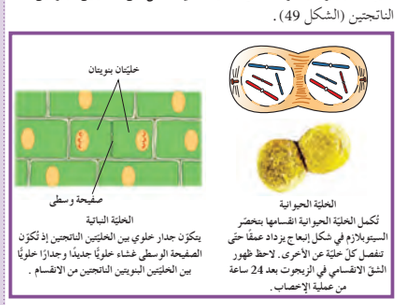
(شكل 48)
أطوار الانقسام الميتوزي لخلية حيوانية

4.4 الطور النهائي Telophase

يبدأ هذا الطور بوجود مجموعتين من الكروموسومات البنوية عند قطبي الخلية. تكوّن كلّ مجموعة مماثلة تمامًا للأخرى، وكلتاهما متماثلتان تمامًا لكروموسومات الخلية الأبوية.

وفي هذا الطور النهائي، تختفي خيوط المغزل، وتتحوّل الكروموسومات إلى خيوط رفيعة تتداخل في ما بينها وتلتفّ حول بعضها فتتكوّن الشبكة الكروماتينية. ثمّ يتكوّن غلاف نووي حول كلّ مجموعة من الكروموسومات وتظهر النوية، وبذلك تتكوّن نواتان في الخلية يُعرَف كلّ منهما بالنواة البنوية.

ويُصاحب الطور النهائي عملية **انشطار السيتوبلازم Cytokinesis، حيث يبدأ انشطار السيتوبلازم في الخلية الحيوانية كتخصّر على السطح، ويزداد عمق هذا التخصّر تدريجيًا حتّى تنفصل كلّ خلية بنوية عن الأخرى.** أمّا في الخلية النباتية، فينشطر السيتوبلازم عن طريق تكوّن صفيحة وسطى يفرزها جهاز جولجي في وسط الخلية لتفصل بين النواتين البنويتين، وبعد ذلك يترسّب عليها السيليلوز ليتكوّن جدار الخلية الذي يفصل بين الخليّتين البنويتين الناتجتين (الشكل 49).



(شكل 49)
انشطار السيتوبلازم في الخلايا النباتية والحيوانية

العلم والمجتمع والتكنولوجيا

الهرمونات الصناعية

يتمّ التحكّم في معدّل انقسام الخلايا والنموّ لدى الإنسان بواسطة أحد الهرمونات الذي تفرزه الغدّة النخامية والمعروف بهرمون النموّ. يُفرَز هذا الهرمون بكمّيات كبيرة في فترة البلوغ ما يُؤدّي إلى زيادة مفاجئة في الطول. في حال حدوث نقص في إفراز الهرمون، يُصاب الإنسان بالقزامة (التي قد تنتج أيضًا من أسباب أخرى غير نقص هرمون النموّ).

اكتشف العلماء أنّ حقن الأشخاص الذين يُعانون القزامة بهرمون النموّ قد يُساعدهم على النموّ بشكل طبيعي. ويتمّ الحصول على هذا الهرمون بكمّيات ضئيلة من أجسام الموتى. في العام 1985، ونظرًا إلى تسبّب هذا الهرمون في نقل الأمراض للأشخاص المعالجين، تمكّن العلماء من استخدام تقنية الهندسة الوراثية لتعديل هرمون النموّ صناعيًّا حتّى يُصبح آمنًا.

مراجعة الدرس 2–2

1. ما هي المراحل التي يمرّ بها الطور البيني؟ صف ما يحدث في كلّ مرحلة.
2. صنّف كيف تختلف آلية انشطار السيتوبلازم عقب الانقسام الميتوزي في كلّ من الخلية النباتية والحيوانية.
3. **التفكير الناقد:** تحتوي خلية عائدة لذبابة فواكه على $2n = 8$ كروموسومات. ارسم هذه الخلية وسمّ أجزاءها في كلّ من أطوار الانقسام الميتوزي.

الدرس 2-3

الانقسام الميوزي

الأهداف:

- يحدّد أهمية الانقسام الميوزي.
- يصف المراحل المختلفة للانقسام الميوزي.
- يقارن مراحل الانقسام الميتوزي والميوزي.

الأدوات المستعملة: شفافيات أو لوحات وصور لمراحل وأطوار الانقسام الميوزي

صفحات التلميذ: من ص 54 إلى ص 59

صفحات الأنشطة: من ص 30 إلى 33

عدد الحصص: 2

1. قدّم وحفّز

1.1 استخدام صورة افتتاحية الدرس

دع الطلاب يتفحّصون صورة افتتاحية الدرس (شكل 50) ويقرأون التعليق المصاحب لها. ذكّرهم بأن الخلية التي يبدأ منها تكوّن الكائن الحي ما هي إلا نتيجة لاتحاد الحيوان المنوي مع البويضة، وأن كل منهما يحتوي على نصف عدد الكروموسومات الموجودة في الخلايا الجسمية.

2.1 اختبار المعلومات السابقة لدى الطلاب

لتقييم المعلومات السابقة لدى الطلاب، اطرح السؤالين التاليين:

- كيف يمكن لخلية تضمّ 46 كروموسومًا أن تعطي خلية تحوي 23 كروموسومًا؟ **(بالانقسام)**
- أين يجري هذا الانقسام؟ **(في الأعضاء التناسلية المتخصّصة)**

الدرس 2-3

الانقسام الميوزي
Meiosis

الأهداف العامة

- يُحدّد أهمّيّة الانقسام الميوزي.
- يصف المراحل المختلفة للانقسام الميوزي.
- يُقارن بين مراحل الانقسام الميتوزي والميوزي.

(شكل 50)

تتكاثر تقريبًا جميع الكائنات الحية جنسيًّا باتّحاد مشيج مذكر مع مشيج مؤنث لتتكوّن اللاقحة أو الزيجوت.

لكن ماذا عن الخلايا الأمّ للحيوانات المنوية والبويضات؟

لو تضمّن كلّ من البويضة والحيوان المنوي لدى الإنسان 23 زوجًا من الكروموسومات، ستنتج لاقحة تتضمّن 46 زوجًا من الكروموسومات. نظريًّا، فإنّ هذه الخليّة، الموضّحة في الشكل (50)، ستنمو لتُكوّن إنسانًا تتضمّن خلاياه 46 زوجًا من الكروموسومات وستحمل الأجيال اللاحقة المزيد من الكروموسومات. نظرًا إلى طول التاريخ البشري، هل يُمكن لك أن تتخيّل كم عدد الكروموسومات التي تحملها خلايانا الآن؟ من الواضح أنّ هذا ليس ما يحدث فعلًا. ما هي الوسيلة لخفض عدد الكروموسومات إلى النصف في الخلايا الأمّ الموجودة في البويضة والحيوان المنوي؟

1. أهمّيّة الانقسام الميوزي Importance of Meiosis

يحدث هذا النوع من الانقسام الخلوي في المناسل (المبايض والخصي أو المتوك) العائدة إلى الكائنات التي تتكاثر جنسيًّا فقط أثناء تكوين الأمشاج (الجاميتات) التناسلية. تعلّمت في سياق سابق أنّ التكاثر الجنسي يتطلّب عادة فردين، أحدهما ذكر ويُنتج أمشاجًا مذكّرة، والآخر أنثى ويُنتج أمشاجًا مؤنثة. الكروموسومات.

54

2. علّم وطبّق

1.2 أهمية الانقسام الميوزي

نشاط توضيحي

لمساعدة الطلاب على فهم الغرض من الانقسام الميوزي، تتبّع عدد الكروموسومات في خلايا خمسة أجيال للإنسان في إحدى العائلات. وضح للطلاب أن الحيوان المنوي للإنسان يحتوي على 23 كروموسومًا والبويضة على 23 كروموسومًا أيضًا. اكتب الأعداد من 1 إلى 5 على السبّورة، ثم اطلب إلى الطلاب ملء خانات عدد الكروموسومات لدى أبناء كل جيل في حال كان الانقسام الحادث في الخلايا التناسلية للآباء من النوع الميتوزي فقط.

(46، 92، 184، 368، 736).

وهذا لا يحدث أبدًا، لذا لا بد من الحفاظ على عدد كروموسومات خلايا الإنسان ثابتًا (46) عن طريق الانقسام الميوزي أو الاختزالي.

اطلب إلى الطلاب تنفيذ نشاط "حساب الأعداد الفردية والزوجية للكروموسومات" و الإجابة عن الأسئلة الموجودة في كتاب الأنشطة صفحة 30.

وجّه الطلاب خلال هذا النشاط إلى كيفية حساب العدد الفردي أو العدد الزوجي للكروموسومات بدلالة العدد الآخر.

وباندماج محتويات هذين المشيجين تتكوّن خليّة تحمل مزيجًا من صفات الأبوين. وقد تعلّمت أيضًا أنّ خلايا كلّ كائن تحتوي على عدد ثابت من الكروموسومات فعلى سبيل المثال، تحتوي كلّ خليّة من خلايا جسم الإنسان على 46 كروموسومًا (23 زوجًا)، وتُعرَف الخليّة التي تحوي مجموعتين كاملتين من الكروموسومات بالخليّة ثنائية المجموعة الكروموسومية Diploid Cell (2n). أمّا الأمشاج (الحيوانات المنوية أو البويضات) التي يُنتجها الإنسان فيحوي الواحد منها 23 كروموسومًا، أي نصف عدد الكروموسومات الموجودة في الخليّة زوجية (ثنائية) المجموعة الكروموسومية، لذا يُعرَف المشيج بالخليّة أحادية المجموعة الكروموسومية Haploid Cell (1n).

ولكن ما أهمّية أن تكون الأمشاج فردية المجموعة الكروموسومية؟ للإجابة عن هذا السؤال دعنا نتخيّل ما يلي: لو كانت أمشاج الإنسان، كخلاياه الجسمية (الناتجة من الانقسام الميتوزي)، تحتوي على 46 كروموسومًا (2n)، فتنجم عن اندماج تلك الأمشاج أفراد تضمّ خلاياها 92 كروموسومًا (4n). ولو قُدّرت لهذه الأفراد الحياة والتزاوج فستحتوي أمشاجهم على 92 كروموسومًا، ولك أن تتخيّل عدد الكروموسومات في خلايا الأبناء في الجيل الثالث! ولكن، ليس هذا ما يحدث تمامًا. لذلك، وجب أن يحدث في الخلايا التناسلية نوع من الانقسام يُختزَل فيه عدد الكروموسومات إلى النصف، حتّى تنجم عن اتّحاد الأمشاج أفراد تحتوي خلاياها على عدد الكروموسومات الموجود في خلايا الآباء. ويُعرَف هذا النوع من الانقسام **بالانقسام الميوزي أو الاختزالي Meiosis**.

2. مراحل وأطوار الانقسام الميوزي
Stages and Phases of Meiosis

قبل أن تدخل الخليّة ثنائية المجموعة الكروموسومية (2n) مرحلة الانقسام الميوزي، فإنّها تمرّ بطور بيني (كما في حالة الانقسام الميتوزي) يحدث خلاله تضاعف للمادّة الوراثية بحيث يبدو كلّ كروموسوم مكوّنًا من زوج من الكروماتيدات الشقيقة أو الكروموسومات البنوية، يربطهما سنترومير.

في الواقع، يشتمل الانقسام الميوزي على انقسامين يتكوّن الواحد منهما من أربعة أطوار:

2.2 مراحل وأطوار الانقسام الميوزي

احرص على فهم الطلاب المفاهيم الخاصة بالإنقسام الميوزي، واطرح الأسئلة التالية:

* ما الخلايا التي يحدث فيها الانقسام الميوزي؟ **(خلايا المناسل)**
* ما الاختلاف في عدد الكروموسومات الموجودة في الخلايا الناتجة من الانقسام الميوزي بالنسبة إلى عددها في الخلايا الأبوية؟ **(النصف)**
* كيف يُستعاد العدد الأصلي للكروموسومات في خلايا الأبناء؟ **(باندماج الأمشاج المذكرة والمؤنثة)**
* كم مرة تنقسم النواة خلال الانقسام الميوزي؟ وما عدد المراحل في كل انقسام منه؟ **(مرتين متتاليتين، ويمر كل انقسام منها بأربع مراحل)**
* ما الظاهرة المميّزة التي تحدث خلال الطور التمهيدي من الانقسام الميوزي الأول، ولا تحدث في الطور التمهيدي من الانقسام الميتوزي؟ **(تكوّن ما يعرف بالرباعي)**
* ما نتيجة الانقسام الميوزي الأول؟ **(تنتج خليتان تحتوي كل واحدة منهما على عدد فردي من الكروموسومات (n)، ويكون كل كروموسوم من كل زوج كروموسومي متماثل في حالة تضاعف (أي يتكون من كروماتيدين شقيقين يربط بينهما سنترومير.)**
* ما نتيجة الانقسام الميوزي الثاني؟ **(أربع خلايا بنوية تحتوي كل واحدة منهما على مجموعة أحادية الكروموسومات (n).)**

الأحياء في حياتنا اليومية

الدجاج والبيض

أشر إلى أن بيضة الدجاجة أو النعامة أو أحد الطيور هي عبارة عن أمشاج أنثوية تنتجها المبايض لأن أغلب الأمشاج الأنثوية عند الكائنات هي مجهرية.

(شكل 51)
زوج من الكروموسومات المتماثلة

1.2 الانقسام الميوزي الأوّل Meiosis I

(أ) الطور التمهيدي الأوّل Prophase I

هو أطول الأطوار، من حيث المدّة، وأكثرها أهمّية. فتزداد فيه كثافة الكروموسومات، ثمّ تقترب **الكروموسومات المتماثلة Homologous Pair** (الشكل 51) من بعضها لدرجة التلاصق، فيظهر كلّ زوج منها مكوّنًا من أربعة كروماتيدات (اثنان في كلّ كروموسوم مضاعف)، مكوّنًا ما يُعرف **بالرباعي Tetrad**.

(ب) الطور الاستوائي الأوّل Metaphase I

تترتّب أزواج الكروموسومات المضاعفة في وسط الخليّة وعلى خطّ استوائها، ويتّصل كلّ منها بخيوط المغزل بواسطة السنترومير.

(جـ) الطور الانفصالي الأوّل Anaphase I

تقصر خيوط المغزل فتنفصل الكروموسومات المتماثلة عن بعضها (كلّ كروموسوم مكوّن من كروماتيدين مرتبطين بالسنترومير)، وتتحرّك باتّجاه أحد قطبي الخليّة، (لاحظ أنّ الانفصال حدث بين الكروموسومات الكاملة وليس الكروماتيدات كما يحصل في الانقسام الميتوزي، وأنّ توزيع الكروموسومات يتمّ عشوائيًّا على الخلايا الناتجة) لتصل بذلك مجموعة فردية من الكروموسومات (1n) إلى كلّ قطب من قطبي الخليّة.

(هـ) الطور النهائي الأوّل Telophase I

مع وصول كلّ مجموعة كروموسومية (1n) إلى أحد قطبي الخليّة، يتكوّن حولها غشاء نووي وتظهر نوية، فتتكوّن بذلك نواتان بنويتان، تضمّ كلّ واحدة منهما نصف العدد الأصلي للكروموسومات، قبل أن يحدث انشطار للسيتوبلازم فتتكوّن خليّتان بنويتان.

ويلي ذلك طور بيني قصير لا يتمّ خلاله تضاعف للكروموسومات، ثمّ يحدث الانقسام الميوزي الثاني.

علم الأحياء في حياتنا اليومية

الدجاج والبيض

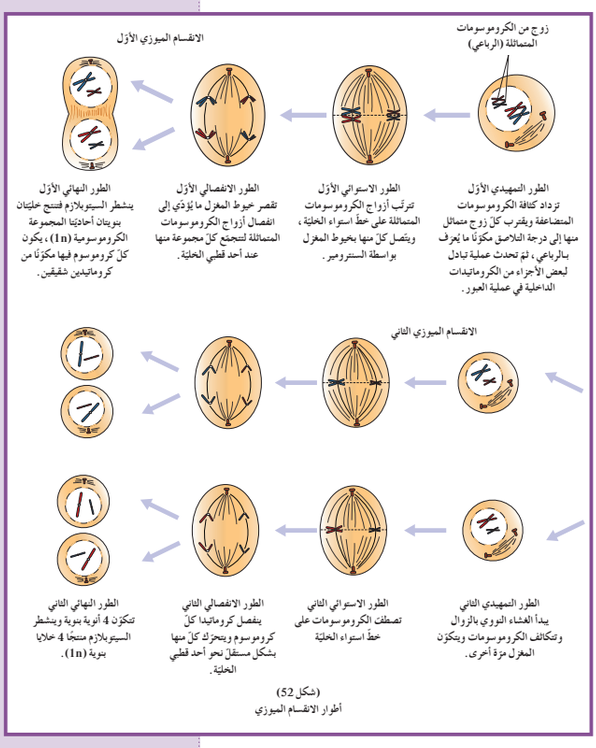
يُمثّل البيض، وهو الجاميتات التي يُنتجها الدجاج والطيور الأخرى، جزءًا مهمًّا من غذاء الإنسان. ومعظم البيض الذي يُنتَج لغذاء الإنسان غير مخصّب، لذا لا ينمو ليُصبح فرخًا.

3.2 مقارنة الانقسامين الميتوزي والميوزي للخلية

تأكّد من تعرّف الطلاب أطوار الانقسام الميوزي، ونتيجة كل من الانقسام الميوزي الأول والثاني، وعدد الكروموسومات في كلّ من الخلايا الناتجة عن الانقسام الميوزي الأول والثاني والانقسام الميتوزي. اطرح الأسئلة التالية:

* ما وجه الاختلاف بين الطور الانفصالي في الانقسام الميوزي الأول والطور الانفصالي في الانقسام الميتوزي؟ **(في الطور الانفصالي الأول من الانقسام الميوزي، تنفصل الكروموسومات المتماثلة وتتحرّك، أما في الطور الانفصالي من الانقسام الميتوزي فيحدث انفصال وتحرّك للكروماتيدات لكل كروموسوم).**
* إذا كانت الأمشاج تحوي عددًا زوجيًا من الكروموسومات، ما الذي يحصل عند اتحادها؟ **(سيتضاعف عدد الكروموسومات مع كل جيل ما يؤدّي إلى موت الأفراد)**
* كم مرة قد يحدث الانقسام الميتوزي والميوزي في الخلية الواحدة؟ **(قد يحدث الانقسام الميتوزي آلاف المرات لكن الانقسام الميوزي يحدث مرة واحدة لخلية واحدة لأنه يؤدي إلى إنتاج الأمشاج التي لا تنقسم في ما بعد)**

اطلب إلى الطلاب تنفيذ نشاط "تصميم نماذج لأطوار الانقسام الخلوي الميتوزي و/أو الميوزي" والإجابة عن الأسئلة الموجودة في كتاب الأنشطة صفحة 32. احرص على توجيه الطلاب إلى بناء نماذج لأطوار الانقسام الخلوي الميتوزي و/أو الميوزي لمساعدتهم على تصوّر وفهم هذه العملية بشكل أفضل.



(شكل 52)
أطوار الانقسام الميوزي

57

اكتساب المهارات

احرص على استخدام الطلاب المهارات التالية:

* **مهارة التطبيق:** قد يعتقد بعض الطلاب أن الخلايا لا تنقسم لعدم إمكانيتهم ملاحظتها بسبب وجودها داخل أجسامهم. أرشد الطلاب إلى إمكانية الاستدلال على حدوث الانقسام من ملاحظة تأثيراته، مثل الشفاء من الجروح أو نمو الشعر.
* **مهارة تصميم النماذج:** من خلال تصميم نماذج لأطوار الانقسام الميتوزي و/أو الميوزي، ومناقشتها والتعديل فيها للوصول إلى النموذج الأكثر دقّة وموضوعية.
* **مهارة الاستنتاج:** ساعد الطلاب في تقدير أهمّية تضاعف حمض DNA عبر جعلهم يستنتجون ما الذي يحدث لو تمّ انقسام الخلايا بدون تضاعف حمض DNA أولًا خلال الطور البيني. اسأل: ما تأثير هذا التضاعف على الخلايا البنوية الناتجة من الانقسام؟ **(ستضمّ كل خلية بنوية نصف كمية المادة الوراثية (DNA) الموجودة في الخلية الأبوية. وبالتالي، فإنها ستكون غير قادرة على التحكّم بجميع الأنشطة الحيوية للخلية وضبطها ما يؤدّي إلى موت الخلية.)**

3. قيّم وتوسّع

1.3 ملف تقييم الأداء

لتقييم الأداء دع الطالب يجري إحدى أو جميع الخطوات التالية:

- تصميم لوحة توضّح التغيّرات التي تحدث للكروموسوم أثناء المراحل المختلفة لعملية الانقسام الميوزي.
- كتابة ملخّص لمراحل عملية الانقسام الخلوي الميوزي.

كتابة نص يتناول أهمّية عملية الانقسام الخلوي الميوزي ودوره في استمرارية الحياة.

إجابات مراجعة الدرس 2–3

1. **أوجه التشابه:** تضاعف المادة الوراثية واختفاء النواة والنوية وتحرّك الكروموسومات باتّجاه الأقطاب المتقابلة للخلية.
أوجه الاختلاف: خلال الانقسام الميتوزي، تنقسم الخلية مرة واحدة، وينتج عن ذلك خليتان بنويتان تضمّ كل منهما عدد الكروموسومات نفسه كما في الخليج الأبوية.
خلال الانقسام الميوزي تنقسم الخلية مرتين، وتنتج أربع خلايا بنوية تحتوي كل منها على نصف عدد كروموسومات الخلية الأبوية. وبعد انتهاء الانقسام الميتوزي، تكون الخلايا البنوية متماثلة وراثيًا، أما الخلايا الناتجة بعد انتهاء الانقسام الميوزي فهي غير متماثلة وراثيًا.
2. كروموسوم $2n = 48$
كروموسوم $n = 24$
عدد الكروموسومات في الجاميتات هو 24.
3. دع الطالب يستعين (بالشكل 52) لإجراء الرسمين مع التركيز على عدد الكروموسومات وشكلها في الطورين الاستوائيين الأول والثاني من الانقسام الميوزي.

2.2 الانقسام الميوزي الثاني Meiosis II

وهو مماثل تمامًا للانقسام الميتوزي.

(أ) الطور التمهيدي الثاني Prophase II

يختفي كلّ من غشاء النواة والنوية، وترداد الكروموسومات في التكاثف، ويكون كلّ كروموسوم منها مكوّنًا من كروماتيدين شقيقين يربطهما سنترومير. ثمّ يظهر المغزل والكروموسومات متعلّقة بخيوطه.

(ب) الطور الاستوائي الثاني Metaphase II

تصطفّ الكروموسومات على خطّ استواء الخليّة.

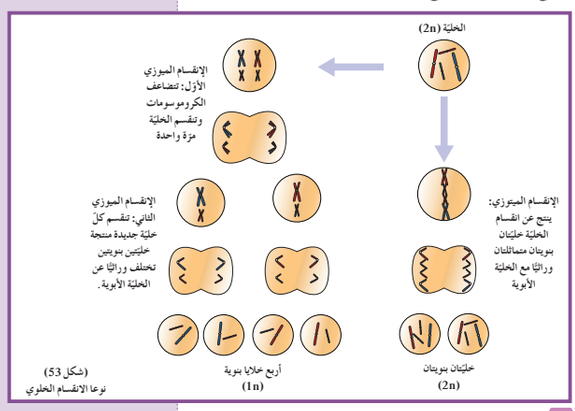
(جـ) الطور الانفصالي الثاني Anaphase II

في هذا الطور، تنقسم السنترومرات، وبذلك ينفصل كروماتيدا (الكروموسومين البنويين) كلّ كروموسوم. ثمّ تقصر خيوط المغزل ويتحرّك كلّ كروموسوم بنوي نحو أحد قطبي الخليّة.

(د) الطور النهائي الثاني Telophase II

تُحاط الكروموسومات عند كلّ قطب من قطبي الخليّة بغشاء نووي وتظهر النوية، وبذلك تتكوّن أنوية بنوية. وبانشطار السيتوبلازم، تتكوّن أربع خلايا بنوية يضمّ كلّ منها مجموعة أحادية من الكروموسومات (1n).

ويلي الانقسام الميوزي الثاني تحوّل هذه الخلايا البنوية الناتجة إلى أمشاج ذكرية أو إلى أمشاج أنثوية.



(شكل 53) نوعا الانقسام الخلوي

مقارنة الانقسامين الميتوزي والميوزي للخلية:

والآن وقد تعرّفت على كلا الانقسامين الميتوزيّ والميوزيّ للخليّة، هل يُمكنك المقارنة بينهما؟ فهناك أوجه للتشابه بينهما، مثل تضاعف المادّة الوراثية واختفاء النواة والنوية وحركة الكروموسومات باتّجاه الأقطاب المتقابلة للخليّة. ما هي أوجه التشابه الأخرى التي يُمكنك ملاحظتها في الشكلين (52) و(53)؟

وتجدر الإشارة إلى وجود ثلاثة اختلافات بين الانقسامين الميتوزيّ والميوزيّ.

الاختلاف الأوّل: ينجم عن الانقسام الميوزيّ خلايا تحتوي على نصف عدد الكروموسومات (1n) الموجودة في الخليّة الأبوية (2n). ويُنتج هذا الاختزال في كمّية المادّة الوراثية (حمض DNA) أمشاجًا تحتوي على عدد فردي من الكروموسومات (1n)، حيث يُستعاد العدد الزوجي للكروموسومات (2n) كنتيجة لاتّحاد الأمشاج المذكّرة والمؤنّثة خلال عملية التكاثر الجنسي. ومن جهة أخرى، تتماثل الخلايا البنوية الناتجة من الانقسام الميتوزيّ مع الخليّة الأبوية إذ تحتوي على العدد نفسه من الكروموسومات، كما وتُساعد هذه الخلايا البنوية الكائنات لتنمو، وتُعوّض ما قد يتلف أو يموت من خلايا الأنسجة.

الاختلاف الثاني: لا تكون الخلايا البنوية الناتجة من الانقسام الميوزي متماثلة، وهذا يرجع إلى أنّ انفصال الكروموسومات المتماثلة أثناء الانقسام الميوزي يتمّ بطريقة عشوائية. وعلى العكس، تكون الخلايا البنوية الناتجة من الانقسام الميتوزي متماثلة تمامًا في ما بينها مع الخليّة الأبوية.

الاختلاف الثالث: في الانقسام الميوزي، تنقسم الخليّة مرّتين متتاليتين منتجة أربع خلايا بنوية. ما هو عدد الخلايا البنوية الناتجة من انقسام الخليّة ميتوزيًا؟

مراجعة الدرس 2–3

1. اذكر أوجه التشابه والاختلاف بين الانقسامين الخلويين الميتوزي والميوزي.
2. إذا كان عدد الكروموسومات في خليّة جسمية لكائن حي ($2n = 48$)، فما هو عدد الكروموسومات الموجودة في الأمشاج لهذا الكائن؟
3. **التفكير الناقد:** ارسم خليّة الكائن في السؤال رقم 2 في الطور الاستوائي الأوّل وفي الطور الاستوائي الثاني من الانقسام الميوزي.

الأهداف:

- يتعرّف أنماط التشوّهات الكروموسومية.
- يحدّد أسباب نشوء التشوّهات الكروموسومية.
- يشرح مراحل تشكّل الأورام.
- يقدّر أهمّية الاختراعات العلمية في تقصّي التشوّهات الخلوية وتقنيات معالجتها.

الأدوات المستعملة: شفافيات أو لوحات وصور لخلايا مختلفة ولأنواع المجاهر

صفحات التلميذ: من ص 60 إلى ص 67

صفحات الأنشطة: من ص 34 إلى 36

عدد الحصص: 2

1. قدّم وحفّز

1.1 استخدام صورة افتتاحية الدرس

دع الطلاب يتفحّصون صورة افتتاحية الدرس (شكل 54) ويقرأون التعليق المصاحب لها. ناقش مع الطلاب مواصفات الطفل غير الطبيعية والعلامات التي تظهر على وجهه ويديه ورجليه. دع الطلاب يقارنون بين تلك العلامات الفارقة وتلك الموجودة لدى الإنسان الطبيعي.

2.1 اختبار المعلومات السابقة لدى الطلاب

لتقييم المعلومات السابقة لدى الطلاب، اطرح الأسئلة التالية:

- كم يبلغ عدد الكروموسومات في الخلية الجسمية لدى الإنسان؟ **(46 كروموسومًا)**
- ما هو عدد الكروموسومات في الخلايا الجنسية أو الأمشاج؟ **(23 كروموسومًا)**
- هل من الممكن أن يكون عدد الكروموسومات أقلّ أو أكثر في كلّ من الخلية الجسمية أو الأمشاج؟ **(نعم، من الممكن أن تضمّ الخلية الجسمية 45 أو 47 كروموسومًا و22 أو 24 كروموسومًا في الأمشاج)**

2. علّم وطبّق

1.2 التشوّهات الكروموسومية

فسّر للطلاب أن التشوّه الكروموسومي قد يُحدث خللًا في عدد الكروموسومات أو أشكالها، وأن هذا الخلل قد يؤدّي إلى الكثير من التشوّهات الخلقية لدى الإنسان. أشر إلى أن الزيجوت يتكوّن نتيجة اتحاد البويضة والحيوان المنوي، وهو يضمّ 46 كروموسومًا نتيجة اتحاد نواة كل من البويضة، التي تحوي 23 كروموسومًا، والحيوان المنوي، الذي يحوي 23 كروموسومًا.

وينقسم الزيجوت في ما بعد إلى ملايين الخلايا التي يحوي كلّ منها على العدد نفسه من الكروموسومات (46 كروموسومًا) بعد انقسامات خلوية ميتوزية. اطرح الأسئلة التالية:

- ما نتيجة اتحاد بويضة تحوي 22 كروموسومًا وحيوان منوي يحوي 23 كروموسومًا؟ **(45 كروموسومًا)**
- ما هو عدد الكروموسومات في الزيجوت الناتج عن اتحاد بويضة تحوي 24 كروموسومًا وحيوان منوي يحوي 23 كروموسومًا؟ **(47 كروموسومًا)**
- ما السبب في نشوء خلية جنسية لا تضمّ 23 كروموسومًا؟ **(الانقسام غير المنتظم لعدد الكروموسومات خلال الطور الانفصالي الأول أو لعدد الكروماتيدات الشقيقة خلال الطور الانفصالي الثاني من الانقسام الميوزي)**

اطلب إلى الطلاب تنفيذ نشاط "معلومات من النمط النووي" والإجابة عن الأسئلة الموجودة في كتاب الأنشطة صفحة 34. يساعد هذا النشاط الطلاب على دراسة النمط النووي لخلايا جسدية، واستخراج المعلومات والصفات الطبيعية أو غير الطبيعية للإنسان.

دع الطلاب يدرسون (شكلي 56 و 57) ويحصون عدد الكروموسومات في كلّ منهما. اطرح الأسئلة التالية:

- ما هي الصيغة الكروموسومية للخلية في (شكل 57)؟ **(45,x) وتعني وجود 45 كروموسومًا في الخلية بدلًا من 46، وأن النقص الحاصل هو في أحد الكروموسومات الجنسية (X) أو (Y).**
- ماذا تعني الصيغة الكروموسومية (47,xxy)؟ **(الرقم 47 يعني وجود 47 كروموسومًا في الخلية، والزيادة في عدد الكروموسومات سببه زيادة في أحد الكروموسومات الجنسية (x).)**
- ما هو عدد الكروموسومات في حالة الإنسان الذي يعاني من متلازمة المواء؟ **(46 كروموسومًا، لكن أحد الكروموسومات رقم (5) يعاني من فقدان قطعة من الذراع القصيرة)**

1. التشوّهات الكروموسومية
Chromosomal Abnormalities

هي عبارة عن خلل في عدد أو شكل الكروموسومات يُصاب بها حوالى خمسة من بين ألف ولادة حية. تُشكّل التشوّهات سببًا مهمًّا للتخلّف العقلي والتشوّهات الخلقية لدى الإنسان، وتتسبّب غاليتها بالإسقاط أو ولادات ميتة.

تُقسَم أمراض التشوّهات الكروموسومية إلى قسمين رئيسين:

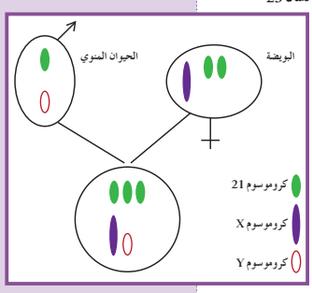
- أمراض نتيجة خلل في عدد الكروموسومات
- أمراض نتيجة خلل في بنية الكروموسوم وتركيبه

1.1 أمراض ناجمة عن خلل في عدد الكروموسومات
Diseases Resulting from Changes in Chromosomes Number

يتمثّل **اختلال الصيغة الكروموسومية Aneuploidy في كلّ صيغة كروموسومية لا تتطابق مع المضاعفات الصحيحة للصيغة الكروموسومية الفردية (Haploid)، الموجودة عادة في الخلايا الجنسية، والتي يبلغ عددها عند الإنسان 23 كروموسومًا (n = 23)**. أمّا العدد الطبيعي الكامل في الخليّة الجسمية ثنائية الكروموسومات Diploid cell، فهو مضاعف بمرّتين (2n = 46).

إنّ الصيغة الكروموسومية الطبيعية لكلّ من المرأة والرجل تباعًا هي:

(XX, 44) و(XY, 44). تنشأ حالة **وحيد الكروموسومي Monosomy نتيجة فقدان أحد الكروموسومات زوجًا كروموسوميًا معيّنًا**. فعلى سبيل المثال، في حالة وحيد الكروموسومي (23)، يكون الكروموسوم 23 مفردًا، أي تحمل الخليّة 45 كروموسومًا (زوج كروموسومي من كلّ نوع ما عدا الكروموسوم 23). أمّا في حالة الثلث الكروموسومي Trisomy 21، فيُوجد ثلاث نسخ من الكروموسوم 21 بدلًا من اثنتين، ما يُعطي (47) كروموسومًا كعدد إجمالي داخل الخليّة، كما هو موضّح في الشكل (55). فعلى سبيل المثال، ينتقل للطفل من أحد الوالدين زوج كروموسومي غير منقسم، ومن الفرد الآخر فرد كروموسومي منقسم ما يتسبّب بخلل في الكروموسومات، إذ توجد نسخة إضافية من كروموسوم 21 لدى الطفل، فيُولَد لديه تشوّهًا كروموسوميًا يُسمّى متلازمة داون Down Syndrom، التي تظهر عوارضها في صورة الطفل المبيّن في الشكل (54).

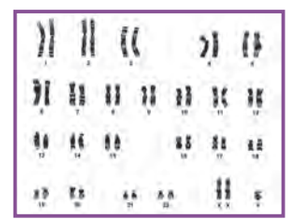


(شكل 55)
رسم بياني يُظهر تشكّل زيجوت ذات ثلث كروموسومي 21.

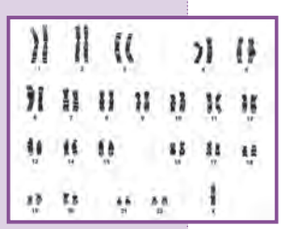
تزداد نسبة الإصابة بالتشوّه الكروموسومي مع تقدّم عمر الأمّ، ما يستدعي إجراء فحص النمط النووي للجنين أثناء الحمل لكلّ امرأة حامل تجاوز عمرها 35 سنة.

ينتج الاختلاف في عدد الكروموسومات عن اتّحاد خليّة جنسية أنثوية أو ذكرية لا تملك العدد الطبيعي للكروموسومات. فيؤدّي الخلل في هجرة زوج الكروموسومات المتماثلة إلى أقطاب الخليّة خلال الطور الانفصالي الأوّل، أو الخلل في هجرة الكروماتيدين الشقيقين إلى أقطاب الخليّة خلال الطور الانفصالي الثاني أثناء الانقسام الميوزي، إلى وصول عدد غير متساوٍ من الكروموسومات إلى الخلايا الجنسية.

من أمثلة التشوّهات الكروموسومية، نذكر متلازمة كلاينفلتر Klinefelter's Syndrome، وهي شائعة لدى الذكور الذين يمتلكون كروموسومًا سينيًا X إضافيًا على الكروموسومين X وY (الشكل 56)، ما يتسبّب بظهور بعض الصفات الأنثوية لديهم. وقد سُمّيت هذه المتلازمة على اسم الدكتور هنري كلاينفلتر الذي وصفها للمرّة الأولى في العام 1942. أمّا متلازمة تيرنر Turner Syndrome، فهي تظهر لدى الإناث اللواتي يحملن كروموسومًا جنسيًا واحدًا (نسخة واحدة)، وهو الكروموسوم السيني X، بدلًا من اثنين (الشكل 57)، ما يتسبّب بفقدان بعض الصفات الأنثوية لديهن.



(شكل 56)
متلازمة كلاينفلتر (47.XXY)



(شكل 57)
متلازمة تيرنر (45.X)

2.1 أمراض ناجمة من خلل في بنية وتركيبة الكروموسومات
Diseases Resulting from Changes in Chromosomes Structure and Composition

قد ينتج خلل في بنية الكروموسوم من العمليات التالية:

2.2 السرطان

ذكّر الطلاب بالانقسام الميتوزي وأهمّيته في نموّ الجسم واستبدال الخلايا وإصلاح الأنسجة التالفة في الجسم. أشر إلى أن الخلية تنقسم ميتوزيًا في وقت محدد وفي حدود معينة، وأن الخلية الميتة تُستبدل سريعًا من خلال العمليات الكيميائية البانية. وأن بعض الخلايا تفقد قدرتها على الاستحاثة ما يسبّب انقسامًا غير منتظم فتتكاثر بشكل كبير وتؤدّي إلى أورام في الجسم. اسأل الطلاب:

* لماذا توصف بعض الأورام بالحميدة؟ **(لأن تكاثر الخلايا المسببة لتلك الأورام ينحصر في منطقة واحدة من الجسم ولا تنتشر فيه)**
* كيف تنتشر الأورام الخبيثة؟ **(بانفصال خلايا من مكان الورم الأساسي وانتقالها عن طريق الجهاز اللمفاوي أو الدم إلى مناطق أخرى من الجسم فتنمو وتسبّب أورامًا سرطانية أخرى)**

أ– أسباب الإصابة بالسرطان

أشر إلى أن الأبحاث الحديثة تفسّر السبب الرئيس للإصابة بالسرطان بأنه انقسام غير منتظم للخلايا نتيجة خلل أو خطأ ما يطرأ على الحمض النووي للخلية، وأن نسبة حدوث ذلك الخلل تتزايد مع تزايد تعرّض الإنسان لعوامل عديدة (فيزيائية، وكيميائية، وبيولوجية)، مثل التدخين، التعرّض لأشعة الشمس، التلوث وغيرها.

(أ) الإنتقال **Translocation**

وهو انتقال قطعة من أحد الكروموسومات إلى كروموسوم آخر غير مشابه له كانتقال قطعة من الكروموسوم السادس مثلًا إلى الكروموسوم الرابع عشر.

(ب) النقص **Deletion**

أي فقدان جزء من الكروموسوم، كما في حالة متلازمة المواء Cri–du–chat التي يتمّ فيها فقدان قطعة من الذراع القصيرة للكروموسوم رقم (5) (الشكل 58).

ومن أبرز أعراض هذه المتلازمة، صوت بكاء الطفل «الحادّ والعالي» في شهوره الأولى بشكل مشابه لصوت مواء القطط، وهو الصوت الذي استمدّت منه هذه المتلازمة اسمها.

(جـ) الزيادة **Duplication**

وهو انتقال جزء من الكروموسوم واندماجه في الكروموسوم المماثل له، ما يُؤدّي إلى تشكّل نسخة إضافية من أجزاء هذا الكروموسوم.

(د) الانقلاب **Inversion**

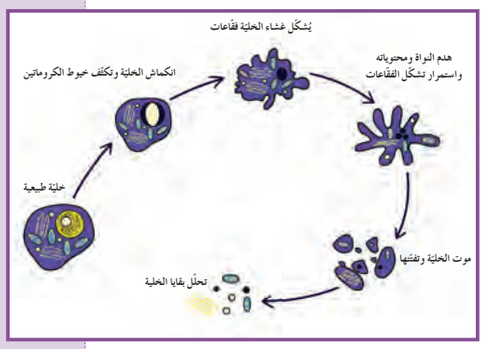
وهو انفصال جزء من الكروموسوم، واستدارته ليعود ويتّصل في الاتّجاه المعاكس بالكروموسوم نفسه. بشكل عامّ، تُعَدّ عملية الانقلاب أقلّ ضررًا مقارنة بعمليتي الازدواجية والنقص، لأنّ ترتيب الجينات على الكروموسوم هو الذي يتغيّر وليس عددها.

2. السرطان Cancer

يتكوّن جسم الإنسان من مجموعة من الأعضاء والأنسجة، التي تتألّف بدورها من ملايين الخلايا. تختلف هذه الخلايا عن بعضها من ناحية الشكل والوظيفة لكنّها تنقسم وتتكاثر بالطريقة نفسها. وعادة ما يحدث انقسام للخلايا بشكل منتظم بحيث يُمكن لأجسامنا النموّ واستبدال الأنسجة التالفة أو إصلاحها.

تقوم الخلايا الطبيعية في الجسم بإتّباع مسار منظّم يبدأ بنموّ الخليّة ثمّ انقسامها، ثمّ موتها. **الاستماتة أو موت الخليّة المبرمج Apoptosis** (الشكل 59) **يحدث عندما تهرم الخليّة وتقوم بعملية متعمّدة تُفكّك فيها الخليّة نفسها بنفسها**. تبدأ عملية الاستماتة بتحطيم المادّة الوراثيّة DNA وبالتالي انكماش الخليّة وموتها وابتلاعها من قبل الخلايا المجاورة لها. تتكاثر الخليّة الطبيعية في وقت محدود وإلى حدّ معيّن، لكنّها عندما تفقد قدرتها على الاستماتة بسبب تغيّرات في جيناتها، فإنّ ذلك يُؤدّي إلى خلودها وخضوعها إلى انقسامات غير منظّمة، فتبدأ بالتكاثر بسرعة، فينتج ما يُسمّى بالورم.

(شكل 58)
زوج كروموسوم رقم 5
Cri–du–Chat



(شكل 59)
مراحل استماتة الخليّة

1.2 أنواع الأورام Kinds of Tumors

هناك نوعان من الأورام التي تنتج عن هذا الخلل:

(أ) الأورام الحميدة **Benign Tumor**

تكون عادة مغلّفة بغشاء وتتّصف بعدم عدائية خلاياها السرطانية وعدم نقلها المرض إلى الأعضاء الأخرى. ولكن قد يُسبّب بعضها مشاكل للعضو المصاب خاصّة إذا كانت كبيرة الحجم وتُؤثّر على الأعضاء القريبة منها، ما يمنعها من العمل بشكل طبيعي. من الممكن إزالة هذه الأورام بالجراحة أو علاجها بالعقاقير أو الأشعّة لتصغير حجمها، ويُعتبَر ذلك كافيًا للشفاء منها وهي غالبًا لا تعود لتظهر مرّة ثانية.

(ب) الأورام الخبيثة **Malignant Tumor**

وهي سرطانية وتُهاجم الخلايا والأنسجة المحيطة بها وتُدمّرها، ولها قدرة عالية على الانتشار في مكان الورم والأنسجة القريبة منه. كما لها قدرة على الانتشار المباشر عبر الجهاز اللمفاوي أو عبر الدم، حيث تنفصل خليّة أو خلايا من الورم السرطاني الأوّلي وتنتقل، عبر الجهاز اللمفاوي أو الدم، إلى أعضاء أخرى بعيدة حيث تستقرّ. وغالبًا ما تكون هذه الأعضاء غنيّة بالدم مثل الرئة، الكبد أو العقد اللمفاوية مسبّبة نموّ أورام سرطانية أخرى تُسمّى الأورام السرطانية الثانوية. السرطان هو مجموعة من الأمراض (أكثر من 100 مرض) التي تتشابه في بعض الخصائص، وقد سُمّيت بهذا الاسم لأنّ الأوعية الدموية المنتفخة حول الورم تُشبه أطراف سرطان البحر.

ب– مراحل مرض السرطان

دع الطلاب يستكشفون (الشكل 62) ويحدّدون المراحل الأربع لتفاقم الورم السرطاني في القولون، بدءًا من الانقسام غير المنتظم للخلايا في الجدار الداخلي له وانتشاره بين الأنسجة والطبقات المكوّنة للقولون. في المراحل الأخيرة يُحاط الورم بالأوعية الدموية التي تساعد على انتشار بعض خلاياه إلى باقي أجزاء الجسم، مثل الكبد وغيره من الأعضاء.

جـ– علاج السرطان

وضّح للطلاب أهمّية التقنيات الحديثة في علاج الأمراض السرطانية، وتطوّر تلك التقنيات. فمن الاستئصال إلى قتل الخلايا السرطانية بالعلاج الاشعاعي أو الكيميائي يمتدّ تاريخ طويل في إطار مسيرة علاج الأورام السرطانية.

ذكّر الطلاب بأهمّية تجنّب مسبّبات الأمراض السرطانية وذلك من خلال: الامتناع عن التدخين وعدم التعرض لأشعة الشمس الحارقة وتناول الغذاء الصحّي.

2.2 أسباب الإصابة بالسرطان Causes of Cancer

يُعزى تحوّل الخلايا السليمة إلى خلايا سرطانية، إلى حدوث تغيّرات في المادّة الموروثة. تزيد نسبة حدوث خطأ في الحمض النووي عند الانقسام مع تزايد التعرّض **لمسبّبات السرطان Carcinogenes**. يحدث العديد من هذه الأخطاء في جسم الإنسان باختلاف مسبّباتها إلّا أنّ جهاز المناعة يتعرّفها لاختلافها عن بقيّة الخلايا، ويقوم بتدميرها. ولكنّه، في بعض الحالات يفشل في تعرّف هذه الخلايا فتقوم بالانقسام وتتسبّب بالسرطان.

تنقسم مسبّبات السرطان إلى ثلاثة أنواع:

(أ) العوامل الفيزيائية Physical Factors

يُعَدّ التعرّض المفرط لضوء الشمس، وخاصّة الأشعّة ما فوق البنفسجية، من العوامل الهامّة التي تُعرّض الإنسان لسرطان الجلد. كما يزيد التعرّض للإشعاعات الأيونية المختلفة، إلى حدّ كبير، من خطر الإصابة بالسرطان. فعلى سبيل المثال، ازدادت بشكل هائل نسبة الإصابة باللوكيميا Leukemia، أي سرطان مجموعات خلايا الدم البيضاء، بين الناجين من القنبلة الذرّية وقد ظهر لديهم المرض في فترة السنوات الثلاث إلى الخمس التي تبعت تعرّضهم للانفجار. وكما تُعتبَر أشعّة أكس X–Ray أحد مسبّبات الأمراض السرطانية، إذ أثبتت الإحصاءات تعرّض الأشخاص الذين يتعاملون بها من دون وقاية للإصابة بنسبة مضاعفة عشرات المرّات عن الذين يقونها.

(ب) العوامل الكيميائية Chemical Factors

تُعرّض الكثير من الموادّ الكيميائية الصناعية للإصابة بالسرطان. فيُؤدّي قطران الفحم، مثلًا، إلى ظهور مرض السرطان لدى العمّال الصناعيين العاملين في مجاله. ويُصاب الأشخاص الذين يشربون المشروبات الكحولية والذين يُدخّنون السجائر أو النرجيلة أو الغليون بالسرطان بنسبة أكبر من الذين لا يتناولون هذه الموادّ. ويُشكّل التدخين، لا سيّما الغليون، عاملًا معترفًا به من عوامل الإصابة بسرطان اللثة واللسان وسطح الفم والرئتين (الشكل 60)، كما له علاقة أيضًا بسرطانات أخرى مثل سرطان المثانة، والمريء، والحنجرة.

هناك العديد من صبغات الطعام والموادّ الحافظة وموادّ التنظيفات التي تحتوي على موادّ مسرطنة. لذا من المهمّ اتّباع سلوك غذائي سليم وطريقة صحيحة في استخدام المنظّفات لتلافي الموادّ الخطرة الموجودة فيها.

(شكل 60)
يُسبّب التدخين سرطان الرئة

65

اكتساب المهارات

احرص على استخدام الطلاب المهارات التالية:

مهارة المقارنة: من خلال مقارنة النمط النووي لخلية جسمية طبيعية وأخرى غير طبيعية من حيث عدد الكروموسومات في كل نمط نووي.

مهارة الاستنتاج: من خلال كتابتهم للصيغة الكروموسومية لعدد الكروموسومات في خلايا جسمية غير طبيعية.

3. قيّم وتوسّع

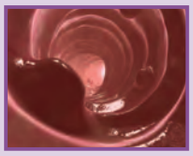
1.3 ملف تقييم الأداء

لتقييم الأداء، دع الطالب يجري إحدى أو جميع الخطوات التالية:

- كتابة نص حول الأنماط المختلفة للتشوّهات الكروموسومية والأمراض التي تسبّبها، ونسبتها في العالم.
- تصميم لوحات تظهر بعض الأنماط النووية غير الطبيعية ومقارنتها بالنمط النووي الطبيعي الأنثوي أو الذكري للإنسان.

إجابات أسئلة مراجعة الدرس 2–4

1. حدوث خلل في عدد الكروموسومات في البويضة الملقّحة نتيجة خلل في عدد الكروموسومات في البويضة أو الحيوان المنوي أثناء الانقسام الميوزي.
   حدوث خلل في بنية الكروموسومات كفقدان قطعة من الكروموسوم.
2. الورم الحميد هو عبارة عن تكاثر خلايا في مكان من الجسم بسبب انقسامها غير المنتظم، ويبقى هذا التكاثر في حدود معيّنة ولا ينتشر. أما الورم الخبيث فهو عبارة عن تكاثر خلايا الجسم في مكان ما للسبب نفسه. لكن انتشار الخلايا إلى أماكن أخرى من الجسم بواسطة الجهاز اللمفاوي قد يسبّب انتشار الأورام في كل الجسم.
3. يمكن تجنّب العلاج الكيميائي الذي يتسبّب في بتدمير الخلايا الطبيعية.



(شكل 61)
ورم سرطاني في القولون كما يظهر في المنظار ويتأكد تشخيصه ونوعه بعد أخذ عيّنة منه.

(ج) العوامل البيولوجية **Biological Factors**

هناك احتمال كبير في إمكانية حدوث السرطان نتيجة فيروس ما أو مجموعة فيروسات تقتحم الخليّة وتُؤدّي إلى تغيير العمل الطبيعي للجينات فيها.

3.2 مراحل مرض السرطان Stages of Cancer

يمرّ مرض السرطان بخمس مراحل. يُوضّح الشكل (62) مراحل سرطان القولون.

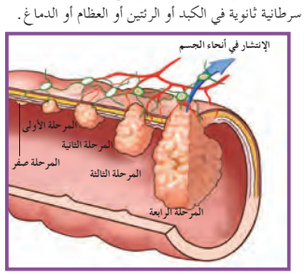
مرحلة صفر Stage Zero: يكون فيها الورم صغيرًا ويبقى مكانه، في الطبقة الداخلية من جدار القولون، وغير محاط بأوعية دموية.

المرحلة الأولى Stage I: يكون فيها الورم في الطبقة الداخلية (1–2 ملم) منتشرًا إلى الطبقة الوسطى من القولون، وهو لا يزال غير محاط بأوعية دموية.

المرحلة الثانية Stage II: ينتشر الورم إلى خارج الطبقة الوسطى وتبدأ خلاياه بإنتاج موادّ تُحفّز الأوعية الدموية على النموّ باتّجاهه. عندما يكون الورم غير محاط بأوعية دموية، يظلّ صغيرًا ويُمكن استئصاله بواسطة عملية جراحية والتخلّص من المرض.

المرحلة الثالثة Stage III: يظهر الورم محاطًا بالكثير من الأوعية الدموية ما يُساعد خلاياه على الانتشار إلى الغدد اللمفاوية والأعضاء المحيطة بالقولون.

المرحلة الرابعة Stage VI: ينتشر المرض إلى الأعضاء البعيدة ما يتسبّب بأورام سرطانية ثانوية في الكبد أو الرئتين أو العظام أو الدماغ.



(شكل 62)
مراحل سرطان القولون

4.2 علاج السرطان Cancer Therapy

(أ) الاستئصال الجراحي إذا كان ذلك ممكنًا.

(ب) العلاج الإشعاعي، وذلك بتعريض مكان السرطان للأشعّة السينية.

(جـ) العلاج الكيميائي مهمّ لبعض أنواع السرطان. كما أنّه يُستخدَم مع العلاجات الأخرى في حال انتشار السرطان في أماكن متفرّقة من الجسم. يقوم العلاج الكيميائي بتوقيف عمليات الانقسام في الجسم، بما فيها الخلايا الطبيعية. ولذلك يتسبّب هذا العلاج بتأثيرات سلبية كتساقط الشعر، واضطرابات في الجهاز الهضمي، وتدنٍّ في إنتاج كريات الدم الحمراء، ما يُنتج فقرًا في الدم، وفي كريات الدم البيضاء، ما يُنتج ضعفًا في المناعة.

مراجعة الدرس 2–4

1. حدّد سببين لنشوء التشوّهات الكروموسومية.
2. كيف يختلف الورم الحميد عن الورم الخبيث؟
3. **التفكير الناقد:** أيّ من العلاجات يُمكن تجنّبه في حال وجود ورم حميد وليس خبيثًا؟

الفصل الثالث

العمليات الخلوية

دروس الفصل

الدرس 3–1: الخلايا والبيئة المحيطة بها

الدرس 3–2: التركيب الكيميائي لأجسام الكائنات الحية

الدرس 3–3: التفاعلات الكيميائية داخل أجسام الكائنات الحية

الدرس 3–4: دور التفاعلات الكيميائية في العمليات الحيوية

مقدمة الفصل

مهّد لدراسة الفصل بتوجيه الطلاب إلى تفحّص صورة افتتاحية الفصل ثم ناقشهم حول انسياب الطاقة داخل جسم الإنسان، والكائنات الحية الأخرى، واستغلال هذه الطاقة في تأدية جميع الأنشطة والعمليات الحيوية. وأشر إلى أن الغذاء هو مصدر الطاقة، وناقش معهم كيفية تخزين هذه الطاقة في الجسم إلى حين الحاجة إليها من خلال تعريفهم التفاعلات الكيميائية البانية والهادمة التي تتم داخل الجسم بغرض الحفاظ على توازنه الداخلي، وبغرض حماية الكائن وتكيفه مع ظروف البيئة التي يعيش فيها. وضّح كيف أن هذا كله ذو طبيعة كيميائية في تنظيمه وذلك عن طريق المعلومات الوراثية (ذات الطبيعة الكيميائية) التي يحملها الكائن في خلاياه.

وجّه الطلاب إلى تعرّف عناوين الدروس الواردة في هذا الفصل.

عندما يركض حوالى 20 000 عدّاء في أحد سباقات الماراثون العالمية، يتحوّل أكثر من 50 مليون سعر من الطاقة المختزنة في الموادّ الكيميائية في أجسامهم مجتمعة إلى طاقة تُحرّك أجسامهم، فترتفع درجة حرارة الهواء حولهم. وفي نهاية السباق، يُعوّضون عن الطاقة التي فقدوها عبر تناول الأغذية عالية الطاقة.

ما هي الطاقة؟ لماذا تتولّد الحرارة في أجسامنا؟ ومن المعروف أنّ العدّائين لا يتناولون طعامًا قبل السباق مباشرة، فكيف تُختزّن الطاقة في أجسامهم؟ وكيف تتمكّن عضلاتهم من استخدام هذه الطاقة المختزنة عند الحاجة؟ على الرغم من استهلاك الطاقة المختزنة في الجسم، إلّا أنّه يبقى في حالة من التوازن الداخلي. كيف يحدث ذلك؟

دروس الفصل

الدرس الأوّل
- الخلايا والبيئة المحيطة بها

الدرس الثاني
- التركيب الكيميائي لأجسام الكائنات الحية

الدرس الثالث
- التفاعلات الكيميائية داخل أجسام الكائنات الحية

الدرس الرابع
- دور التفاعلات الكيميائية في العمليات الحيوية

الأهداف:
- يعدّد آليات نقل المواد بين الخلية والبيئة المحيطة بها.
- يفسّر آليات انتقال المواد من وإلى الخلية.

الأدوات المستعملة: شفافيات أو لوحات وصور لأنماط تبادل الخلية للمواد مع البيئة الخارجية

صفحات التلميذ: من ص 69 إلى ص 72

صفحات الأنشطة: من ص 37 إلى 39

عدد الحصص: 2

1. قدم وحفز

1.1 استخدام صورة افتتاحية الدرس.

دع الطلاب يتفحّصون صورة افتتاحية الدرس (شكل 63) ويقرأون التعليق المصاحب لها. ناقش معهم الصور المتنوعة للتأثير البيئي على انتعاش النبات الجاف، واطرح السؤالين التاليين:

- كيف تستجيب النباتات لظروف الجفاف في البيئة المحيطة؟ **(تذبل النباتات ويتحوّل لونها الأخضر إلى اللون البني.)**
- كيف تستجيب النبات المتعرّض فترة طويلة لظروف الجفاف عند هطول الأمطار؟ **(ينتعش النبات ويزول ذبوله.)**

2.1 اختبار المعلومات السابقة لدى الطلاب

لتقييم المعلومات السابقة لدى الطلاب حول آليات تفاعل الخلايا مع الوسط أو البيئة المحيطة بها، قم بتوجيه السؤالين التاليين:

- ما المصدر الذي تحصل منه الخلايا على احتياجاتها المتنوعة؟ **(الوسط المحيط بها)**
- كيف تَنفذ المواد التي تحتاجها الخلايا من الوسط الخارجي إلى داخلها؟ **(قد تتنوع الإجابات. فقد يفترض البعض وجود فتحات أو ثقوب دقيقة في غشاء الخلية تَنفذ منها هذه المواد، وقد يفترض البعض الآخر وجود آليات خاصة لذلك.)**

2. علم وطبق

تبادل المواد مع البيئة الخارجية

نشاط توضيحي (1)

يمكنك تبسيط الدور الذي يقوم به غشاء الخلية في عملية نقل وتبادل المواد من خارج إلى داخل الخلية وبالعكس عبر تشبيه الغشاء بالحارس (أو البواب) ومساعدتهم على تصوّر كيفية عمل الغربال أو المصفاة. اطرح السؤالين التاليين:

- لماذا يستخدم الغربال أو المصفاة؟ **(قد تتضمن الإجابات المحتملة غربلة أو فصل الزلط عن الرمل أو تصفية الخضراوات أو المعكرونة.)**

الدرس 3-1
الخلايا والبيئة المحيطة بها
Cell and the Neighboring Environment

الأهداف العامة
- يُعدّد آليات نقل الموادّ بين الخليّة والبيئة المحيطة بها
- يُفسّر آليات انتقال الموادّ من وإلى الخليّة.

(شكل 63)

كيف يُمكن لهذا النبات الذي تغيّر لونه إلى بنّي أن ينتعش مرّة أخرى؟ تتميّز خلايا هذا النبات، الموضّح في الشكل (63)، بمقدرة عالية على تحمّل الجفاف الشديد. فعندما تسقط الأمطار، تسحب الخلايا الموجودة في أوراقه الماء من البيئة المحيطة، أي من وسط وفير الماء إلى وسط قليل أو نادر الماء فيخضّر النبات مجدّدًا. وتُعدّ هذه العملية مثالًا على إحدى طرق تبادل الخلايا للموادّ مع البيئة المحيطة.

تبادل الموادّ مع البيئة الخارجية Cellular Exchange

لكي تظلّ الخليّة حية، لا بدّ لها أن تُمارس وظائفها الحيوية على أكمل وجه. لذا، فهي تحصل على بعض الموادّ من الوسط المحيط، وتتخلّص من النفايات الناتجة إلى الوسط المحيط (البيئة الخارجية). بطبيعة الحال، لا يُمكن أن تتمّ هذه التبادلات إلّا عبر الغشاء الخلوي، الذي يتولّى تنظيم هذه العمليات إذ يُشكّل الممرّ الحتمي للموادّ من وإلى الخليّة، وذلك عبر آليات محدّدة.

يتميّز غشاء الخليّة بكونه **غشاء شبه منفذ Semi-Permeable Membrane (أو اختياري النفاذية)، بحيث يسمح لجزيئات موادّ معيّنة بالمرور عبره، في حين يمنع مركّبات بعض الموادّ الأخرى.**

فيُمكن لجزيئات صغيرة الحجم مثل الماء، عبور الغشاء دخولًا وخروجًا بحرّية تامّة، على عكس الجزيئات الكبيرة، مثل البروتينات

* ما القاسم المشترك بين الغربال والمصفاة؟ **(يُستخدمان كمرشح (أو فلتر) لفصل الجزيئات الكبيرة عن الجزيئات الصغيرة أو الأجزاء الصلبة عن السوائل.)**

وضح للطلاب أن غشاء الخلية يعمل كمرشح (أو فلتر) أيضًا، إذ يسمح لبعض المواد بالمرور عَبره إلى داخل أو خارج الخلية ويمنع بعض المواد الأخرى.

نشاط توضيحي (2)

حاول تبسيط مفهوم النقل (حركة جزيئات المواد المختلفة) عبر غشاء الخلية.

اطلب إلى الطلاب كتابة قائمة تتضمّن بعض الأشياء التي يأخذونها إلى حجراتهم الخاصة، وقائمة أخرى بالأشياء التي يخرجونها من حجراتهم. سيلاحظ الطلاب أن بعض الأشياء التي يدخلونها إلى حجراتهم هي نفسها الأشياء التي يخرجونها. فعلى سبيل المثال، يدخلون الملابس النظيفة والمطوية بعناية إلى حجراتهم ولكنهم يخرجونها بعد استعمالها. فبعض المواد التي تنقل إلى داخل وخارج الخلية قد تتغيّر أيضًا.

نشاط توضيحي (3)

يمكنك تبسيط مفهوم النفاذية الاختيارية لغشاء الخلية بإجراء النشاط التوضيحي التالي:

ضع قطعة من ثمرة طماطم في وسط قطعة من الشاش، ثم اعصرها، واطلب إلى الطلاب فحص ما تبقى منها داخل قطعة الشاش.

اسأل: ما وجه التشابه بين القماش الشاش وغشاء الخلية؟ **(يسمح الشاش لبعض المواد وليس كلها بالمرور عبره شأنه شأن غشاء الخلية.)**

1.2 النقل السلبي

الانتشار: ساعد الطلاب في اكتشاف كيفية تحرك جزيئات المواد عبر غشاء الخلية من خلال إجراء النشاط التالي:

نشاط توضيحي

افتح زجاجة عطر وضعها أمامك ولاحظ استجابات الطلاب.

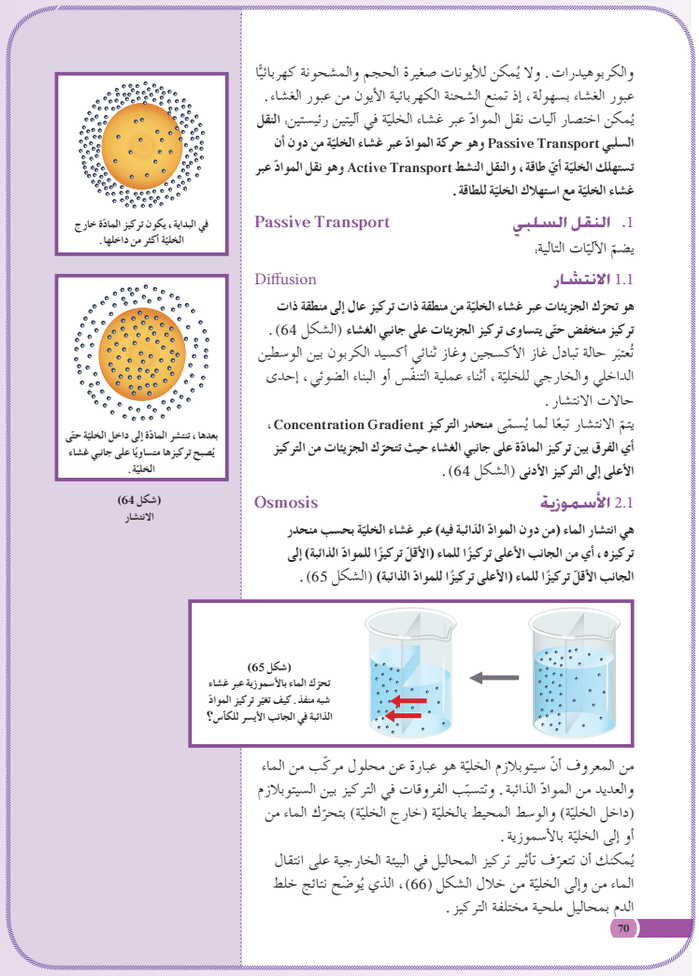
فالطلاب الجالسون بالقرب منك سيدركون رائحة العطر قبل أولئك الأكثر بعدًا عنك، وبالتالي يمكنك توجيه الطلاب إلى تفسير ذلك.

قد يفترض الطلاب أن جزيئات العطر قد انتشرت في الهواء من المنطقة الأعلى تركيزًا إلى المنطقة الأقل تركيزًا، أي أن الانتشار يتم طبقًا لمنحدر التركيز.

الأسموزية: يمكنك توضيح ظاهرة الأسموزية للطلاب بإجراء النشاط التالي:

نشاط توضيحي

اقطع بطاطا "نيئة" إلى نصفين، وضع كل نصف منهما في طبق على سطحه المستوي "المقطوع". أثقب السطح العلوي "غير المقطوع" المحدّب، وضع قليلًا من ملح الطعام في ثقب أحد النصفين. في نهاية الحصة اطلب من الطلاب ملاحظة ما حدث داخل الثقب في النصفين **(امتلأ الثقب في النصف المضاف إليه الملح بالماء في حين أنه جفّ في النصف الآخر.)** اسأل:



والكربوهيدرات. ولا يُمكن للأيونات صغيرة الحجم والمشحونة كهربائيًا عبور الغشاء بسهولة، إذ تمنع الشحنة الكهربائية الأيون من عبور الغشاء.

يُمكن اختصار آليات نقل الموادّ عبر غشاء الخليّة في آليتين رئيستين: **النقل السلبي Passive Transport وهو حركة الموادّ عبر غشاء الخليّة من دون أن تستهلك الخليّة أيّ طاقة، والنقل النشط Active Transport وهو نقل الموادّ عبر غشاء الخليّة مع استهلاك الخليّة للطاقة.**

1. النقل السلبي Passive Transport

يضمّ الآليّات التالية:

1.1 الانتشار Diffusion

هو تحرّك الجزيئات عبر غشاء الخليّة من منطقة ذات تركيز عال إلى منطقة ذات تركيز منخفض حتّى يتساوى تركيز الجزيئات على جانبي الغشاء (الشكل 64). تُعتبَر حالة تبادل غاز الأكسجين وغاز ثنائي أكسيد الكربون بين الوسطين الداخلي والخارجي للخليّة، أثناء عملية التنفّس أو البناء الضوئي، إحدى حالات الانتشار.

يتمّ الانتشار تبعًا لما يُسمّى **منحدر التركيز Concentration Gradient**، أي الفرق بين تركيز المادّة على جانبي الغشاء حيث تتحرّك الجزيئات من التركيز الأعلى إلى التركيز الأدنى (الشكل 64).

2.1 الأسموزية Osmosis

هي انتشار الماء (من دون الموادّ الذائبة فيه) عبر غشاء الخليّة بحسب منحدر تركيزه، أي من الجانب الأعلى تركيزًا للماء (الأقلّ تركيزًا للموادّ الذائبة) إلى الجانب الأقلّ تركيزًا للماء (الأعلى تركيزًا للموادّ الذائبة) (الشكل 65).

(شكل 65)
تحرّك الماء بالأسموزية عبر غشاء شبه منفذ. كيف تغيّر تركيز المواد الذائبة في الجانب الأيسر للكأس؟

من المعروف أنّ سيتوبلازم الخليّة هو عبارة عن محلول مركّب من الماء والعديد من الموادّ الذائبة. وتتسبّب الفروقات في التركيز بين السيتوبلازم (داخل الخليّة) والوسط المحيط بالخليّة (خارج الخليّة) بتحرّك الماء من أو إلى الخليّة بالأسموزية.

يُمكنك أن تتعرّف تأثير تركيز المحاليل في البيئة الخارجية على انتقال الماء من وإلى الخليّة من خلال الشكل (66)، الذي يُوضّح نتائج خلط الدم بمحاليل ملحية مختلفة التركيز.

في البداية، يكون تركيز المادّة خارج الخليّة أكثر من داخلها.

بعدها، تنتشر المادّة إلى داخل الخلية حتى يُصبح تركيزها متساويًا على جانبي غشاء الخليّة.

(شكل 64)
الانتشار

* ما مصدر الماء المتجمّع داخل الثقب في النصف المضاف إليه الملح؟ **(تحرّك الماء بالأسموزية من داخل الخلايا (منطقة ذات تركيز عال بالماء) إلى خارجها (منطقة ذات تركيز منخفض بالماء) نتيجة وجود ملح الطعام.)**

إجابة سؤال (الشكل 65) صفحة 70 في كتاب الطالب

لقد انخفض تركيز المواد الذائبة.

نشاط توضيحي (4)

يمكنك أن تجري تجربة تظهر عمليتي الانتشار والأسموزية باستخدام جهاز الضغط الأسموزي.

الأدوات: جهاز الضغط الأسموزي، غشاء شبه نافذ، ماء، ماء ملونة، أنابيب دقيقة أو شعرية (قطر=1.7mm، طول=450mm) عدد 2

الخطوات:

1. افصل غرفتي الجهاز الأسموزي.
2. ضع ماء في الغرفة الأولى من الجهاز وماء ملوّنًا في الغرفة الثانية.
3. ضع بين حلقتي ختم الغرفتين الغشاء شبه النافذ.

الملاحظة والاستنتاج:

ماذا تلاحظ في كلّ من الأنبوبين؟ **(ارتفع مستوى الماء في الأنبوب المتّصل بالغرفة الحمراء** (راجع كراسة التطبيقات) **لأنّ الماء انتشر عبر الغشاء من الغرفة التي تحتوي على ماء حيث تركيز الماء عالٍ إلى الغرفة التي تحتوي على ماء ملوّن حيث تركيز الماء أقلّ.)**

إجابة سؤال (الشكل 66) صفحة 71 في كتاب الطالب

- **في حالة الخلية المنفجرة: دخول الماء من الوسط الخارجي ذو محلول منخفض التركيز إلى داخل الخلية.**
- **في حالة خلية دم حمراء عادية ذات محلول متساوي التركيز مع المحلول خارجها: عدد جزيئات الماء الداخلة مساوي لعدد جزيئات الماء الخارجة.**
- **في حالة الخلية المنكمشة: خروج الماء إلى الوسط الخارجي ذات محلول عالي التركيز.**

النقل الميسر: وضّح للطلاب أن هذا النوع من النقل يتم بحسب منحدر التركيز لجزيئات المواد المنقولة وبدون بذل أي طاقة، كما في حالة الانتشار والأسموزية. إضافة إلى ذلك، أبراز دور جزيئات بروتينات الغشاء الخلوي في هذا النقل.

اطلب إلى الطلاب تنفيذ نشاط "ملاحظة النفاذية الاختيارية والأسموزية خلال الغشاء الخلوي" والإجابة عن الأسئلة الموجودة في كتاب الأنشطة صفحة 37.

تتميز بيضة الدجاجة بوجود غشاء منفذ ذي سطح واسع يمكن من خلاله الاستدلال على حدوث ظاهرتي النفاذية الاختيارية والأسموزية.

اطلب إلى الطلاب تنفيذ نشاط "تحليل التركيزات الأيونية" والإجابة عن الأسئلة الموجودة في كتاب الأنشطة صفحة 39. وجه الطلاب إلى قراءة الرسم البياني بالأعمدة وتأكد من اكتسابهم مهارات استخراج المعلومات من هذا الرسم واستنتاج حركة الأيونات من وإلى الخلية.

(شكل 66)

التأثير الأسموزي للتركيزات المختلفة للمحاليل على كريات الدم الحمراء. ما اتجاه حركة الماء في كل حالة من هذه الحالات الثلاث؟

3.1 النقل الميسّر Facilitated Diffusion

هو انتقال جزيئات الموادّ عبر غشاء الخليّة بواسطة ناقل أو حامل وسيط من بروتينات الغشاء نفسه (الشكل 67). فتقوم بعض بروتينات الغشاء بتيسير انتقال الجزيئات عبره وفقًا لمنحدر التركيز ومن دون أن تبذل الخليّة أيّ طاقة لنقلها كما هو حال انتقال الجلوكوز من الدم إلى خلايا الجسم كمصدر للطاقة، أي لإنتاج مركّب ATP.

(شكل 67)

خلال عملية النقل الميسّر، ينقل الحامل البروتيني جزيئات من خارج الخلية إلى داخلها.

2.4 النقل النشط Active Transport

هو عملية انتقال الجزيئات الكبيرة أو الأيونات بعكس منحدر تركيزاتها عبر غشاء الخليّة، أي من الجانب الأقلّ تركيزًا إلى الجانب الأعلى تركيزًا، باستخدام الطاقة.

يتشابه النقل النشط مع النقل الميسّر في استخدامهما الحوامل البروتينية. غير أنّ النقل النشط يتمّ بعكس منحدر تركيز جزيئات المادّة المنقولة جرّاء بذل الخليّة للطاقة (الشكل 68). للنقل النشط أهمّية كبرى في المحافظة على تركيز الأيونات داخل الخلايا، فتقوم الخليّة الحيوانية، على سبيل المثال، بطرد الصوديوم (Na^+) إلى خارجها وبسحب البوتاسيوم (K^+) إلى داخلها بعكس منحدر تركيز كلّ منهما. يُعتبَر هذا التدرّج في تركيز كلّ من الصوديوم والبوتاسيوم ضروريًا لانقباض الخلايا العضلية وانتقال النبضات العصبية. كذلك الأمر بالنسبة إلى الخليّة النباتية، فعملية النقل النشط تُمكّن الجذور من امتصاص أيونات الأملاح المغذّية للنبات من التربة، على الرغم من أنّ تركيز هذه الأيونات في خلايا الجذر أعلى من تركيزها في التربة.

(شكل 68)

تستوجب عملية النقل النشط للجزيئات الكبيرة والأيونات بعكس منحدرات تركيزاتها وجود نواقل بروتينية في الغشاء الخلوي، مع استهلاك لطاقة مركّب ATP.

صف ما يحدث في كلّ من الخطوات الثلاث.

71

2.2 النقل النشط

وضّح للطلاب أن الخلية تبذل قليلًا من الطاقة لنقل جزيئات بعض المواد من وإلى الخلية عبر الغشاء الخلوي بعكس منحدر تركيز هذه المواد، ويُطلق على هذه العملية اسم النقل النشط.

يمكنك تبسيط هذا النوع من النقل عبر تمثيل حركة جزيئات المواد وانتقالها بحركة الأفراد عبر الباب الدوار. فكما يحتاج الباب الدوار إلى الطاقة ليتحرّك فإن جزيئات المواد عبر غشاء الخلية تحتاج بدورها إلى الطاقة. أمّا عمليّة النقل السلبي عبر غشاء الخلية، فيمكن تشبيهه بدخول وخروج الأفراد من باب مفتوح حيث لا حاجة إلى بذل الطاقة لتحريك الباب.

اكتساب المهارات

احرص على استخدام الطلاب المهارات التالية:

- **مهارة المقارنة:** عبر مقارنة الأنماط المختلفة لتبادل المواد بين الخلية والبيئة المحيطة بها.
- **مهارة الاستنتاج:** من خلال تحليل الرسم البياني الذي يبيّن التركيزات الأيونية داخل وخارج الخلية.

نشاط توضيحي

بوسعك صنع نموذج لتوضيح الفرق بين عملية النقل النشط وعملية النقل السلبي كالتالي:

* اطلب إلى أحد الطلاب تحريك مكعّب خشبي على سطح مائل صعودًا وهبوطًا، واسأله أن يحدد أي الحركتين (الهبوط أم الصعود) تمثل عملية النقل النشط وأيّهما تمثل النقل السلبي.

(الصعود يمثل النقل النشط لأنه يحتاج إلى عملية دفع أو بذل الطاقة أما الهبوط فيمثّل النقل السلبي)

اطرح السؤالين التاليين:

* لماذا تحتاج الطاقة لدفع المكعّب لأعلى؟ **(للتغلّب على قوة الجاذبية)**
* لماذا تحتاج الخلية إلى الطاقة لنقل بعض المواد إلى داخلها أو خارجها؟ **(لتحريكها بعكس منحدر تركيزها، أي من منطقة ذات تركيز أقل إلى منطقة ذات تركيز أعلى)**

3. 2 النقل الكتلي (النقل الكبير)

وضّح للطلاب أنه لا يمكن للخلية نقل جزيئات المواد عبر غشاء الخلية في آلية النقل الكتلي بإحدى الآليات السابقة، وذلك يرجع إلى كبر حجمها.

3. قيم وتوسع

3. 1 ملف تقييم الأداء

لتقييم الأداء، دع الطالب يجري إحدى أو جميع الخطوات التالية:

* إجراء مقارنة كتابية في جدول بين الأنواع المختلفة لعملية النقل عبر الخلية.
* رسم خريطة للمفاهيم تتضمّن الآليات المختلفة للنقل عبر غشاء الخلية.

كتابة تقرير مختصر لآليات النقل عبر غشاء الخلية متضمنًا أمثلة حياتية لكل نوع منها.

إجابات أسئلة مراجعة الدرس 3–1

1. **الانتشار:** هو تحرك جزيئات المواد بحسب منحدر تركيزها أي من منطقة ذات تركيز عال إلى منطقة ذات تركيز أقل للمواد. أما الأسموزية فهو تحرّك جزيئات الماء بحسب منحدر تركيزها أي من منطقة ذات تركيز عال إلى منطقة ذات تركيز أقل للماء عبر غشاء شبه منفذ.
2. **النقل الميسر:** انتقال جزيئات المواد عبر غشاء الخلية بواسطة بروتينات غشاء الخلية بحسب منحدر تركيزها بدون استهلاك الطاقة.

   النقل النشط: انتقال جزيئات المواد عبر غشاء الخلية بواسطة بروتينات الغشاء بعكس منحدر تركيزها عبر بذل الطاقة.

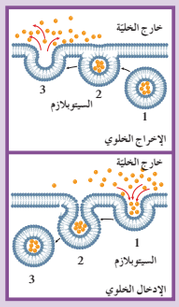
   النقل الكتلي: نقل الجزيئات الكبيرة نسبيًا عبر غشاء الخلية.
3. الماء ضروري لحياة البكتيريا التي تنمو داخل اللحوم. ويؤدّي وضع اللحم في محاليل عالية التركيز بالملح إلى خروج الماء من خلايا اللحم بواسطة الأسموزية ما يسبّب بذلك انخفاض كمية الماء بداخلها، وموت البكتيريا.

3. النقل الكتلي (النقل الكبير) Bulk Movement

في هذا النوع من النقل الخلوي، يتمّ نقل جزيئات كبيرة نسبيًا، مثل جزيئات البروتينات أو فضلات الخلية، عبر الغشاء الخلوي. إذا نُقِلت هذه الموادّ من داخل الخليّة إلى خارجها، سُمّيت العملية **الإخراج أو الطرد الخلوي Exocytosis**، وإذا نُقلت هذه الموادّ من خارج الخليّة إلى داخلها سُمّيت **العملية الإدخال الخلوي Endocytosis** (الشكل 69).

في عملية الإخراج الخلوي، يُعبّئ جهاز جولجي فضلات الخليّة في حويصلات، تُسمّى حويصلات جولجي، تتحرّك عبر السيتوبلازم باتّجاه غشاء الخليّة لتلتحم معه، ثم تُفرغ محتوياتها إلى الخارج.

أمّا في عملية الإدخال الخلوي، فينثني جزء من غشاء الخليّة ليُحيط بالمادّة، مكوّنًا ما يُشبه الكيس أو الفجوة حولها. ثمّ، ينتقل هذا الكيس إلى داخل السيتوبلازم. في إطار هذه العملية، يُطلَق على إدخال الموادّ الصلبة: البلعمة Phagocytosis، وعلى إدخال الموادّ السائلة: الشرب الخلوي Pincosytosis.



(شكل 69)
أنواع النقل الكتلي
لاحظ خطوات الإدخال والإخراج الخلويين المبيّنة في الشكل.

مراجعة الدرس 3–1

1. ما المقصود بكلّ من الانتشار والأسموزية؟
2. قارن بين كلّ من النقل الميسّر والنقل النشط والنقل الكتلي.
3. **التفكير الناقد:** من الممكن أن تفسد اللحوم مع نموّ البكتيريا عليها. من طرق حفظ اللحوم وضعها في محلول عالي التركيز من ملح الطعام. انطلاقًا من تأثير المحاليل المختلفة التركيز على الخلايا، حاول تفسير كيف يُمكن لتمليح اللحوم بملح الطعام أن يوقف نموّ البكتيريا ويقتلها.

الأهداف:
- يحدّد المجموعات الكيميائية المكوّنة لأجسام الكائنات الحيّة.
- يقارن بين وظائف المجموعات الكيميائية.
- يربط بين مغذّيات الطعام وتركيب الجسم.

الأدوات المستعملة: لوحات أو مجسّمات تجسّد شكل جزيئات الكربوهيدرات، الليبيدات، والبروتينات وصور لبعض الأطعمة.

صفحات التلميذ: من ص 73 إلى ص 83

صفحات الأنشطة: من ص 40 إلى 51

عدد الحصص: 2

1. قدم وحفز

1.1 استخدام صورة افتتاحية الدرس

دع الطلاب يتفحّصون صورة افتتاحية الدرس (شكل 70) ويقرأون التعليق المصاحب لها. ثم اشرح معنى العبارة «يتركّب جسمك مما تأكل»، رابطًا شرحك للعبارة بالطائر والزهرة الموضّحين في الصورة، وموضحًا أن كليهما كائن حي ويتكون من المواد الأساسية نفسها.

2.1 اختبار المعلومات السابقة لدى الطلاب

لتقييم المعلومات السابقة لدى الطالب حول التركيب الكيميائي للكائنات الحية، قم بتوجيه الأسئلة التالية:

- كم عدد الخلايا التي يتكون منها جسمك؟ **(مليارات)**
- هل الخلايا التي يتكون منها جسمك متماثلة في الشكل والحجم والتركيب والوظيفة؟ **(لا، فهي متنوعة.)**
- عدد بعض أنواع الخلايا التي يتكون منها جسمك؟ **(خلايا الجلد والشعر والعظام ومختلف الأعضاء)**

إجابة سؤال (الشكل 71) صفحة 73 في كتاب الطالب

العناصر الثلاث المشتركة بين تراكيب الكربوهيدرات والليبيدات والبروتينات هي: الكربون، الهيدروجين والأكسجين.

اطلب إلى الطلاب تنفيذ نشاط "ملاحظة تفاعل كيميائي" والإجابة عن الأسئلة الموجودة في كتاب الأنشطة صفحة 42. يساعد هذا النشاط الطالب في استكشاف خصائص التفاعل الكيميائي وعلامات حدوثه.

الدرس 3-2
التركيب الكيميائي لأجسام الكائنات الحية
The Chemical Structure of the Body of Living Things

الأهداف العامة
- يحدّد المجموعات الكيميائية المكوّنة لأجسام الكائنات الحية.
- يقارن بين وظائف المجموعات الكيميائية.
- يربط بين مغذّيات الطعام وتركيب الجسم.

(شكل 70)

يتكوّن كلّ من الطائر والزهرة من المكوّنات الأساسية العضوية وغير العضوية نفسها. يأكل هذا الطائر الموضّح في الشكل (70) طعامًا من إنتاج الزهرة. إذا أردنا اتّباع المبدأ القائل بأنّ الطعام يعكس هويّة الكائن، فهل هذا يعني أنّ هذا الطائر ما هو إلّا زهرة؟

مِمَّ تتركّب أجسام الكائنات الحية؟
What are The Bodies of Living Things Made Up of?

تحتوي معظم جزيئات الموادّ التي تتكوّن منها أجسام الكائنات الحية على سلاسل من ذرّات الكربون التي تُعتبَر الوحدات البنائية للكثير من الجزيئات اللازمة لحياة الإنسان وغيره من الكائنات الحية الأخرى. تُعرف جميع المركّبات التي تحتوي على الكربون في أجسام الكائنات الحية بالمركّبات العضوية. وتحتوي أجسام الكائنات الحية على العديد من المركّبات الأخرى التي لا تحتوي على الكربون، مثل الماء والأملاح المعدنية، وهي تُسمّى المركّبات غير العضوية.

(شكل 71)
الجزيئات الثلاثة لمركّبات المادّة الحية ما هي العناصر المشتركة بين تركيبات هذه الجزيئات الثلاثة؟

73

2. علم وطبق

1.2 المركبات العضْوية

تصويب بعض المفاهيم الخاطئة: فقد يظن بعض الطلاب أن جميع المركبات الكيميائية المحتوية على الكربون هي موادّ عضوية. لذا، يجب التأكيد على أن بعض هذه المركبات، مثل ثاني أكسيد الكربون، هي موادّ غير عضوية.

الكربوهيدرات

نشاط توضيحي

اعرض صورًا لبعض الأطعمة الغنية بالمواد الكربوهيدراتية واطرح السؤالين التاليين:

- ما مصدر السكر، والنشاء، والسليلوز في هذه الأطعمة؟ **(تستمدّ النباتات طاقة ضوء الشمس لتصنع السكّر والنشا والسلّيلوز بواسطة عملية البناء الضوئي.)**
- ما أهمية الكربوهيدرات للكائنات الحية؟ **(تمدّها بالطاقة اللازمة لجميع أنشطتها الحيوية.)**

أشر إلى أن النباتات هي مصدر المواد الكربوهيدراتية على الأرض، ووجّه الأسئلة التالية:

- ما هي أشكال تخزين المواد الكربوهيدراتية في النباتات؟ **(نشويات)**
- ممّا تتكوّن جزيئات الكربوهيدرات؟ **(من ذرّات الكربون والهيدروجين والأكسجين)**
- كيف تختلف أنواع السكّريات الثلاث؟ **(تتكوّن السكّريات الأحادية من جزيئات سكّرية بسيطة، فيما تتكوّن جزيئات السكّريات الثنائية نتيجة اتّحاد جزيئين من السكّريات البسيطة. وتتكوّن جزيئات عديدات التسكّر (النشويات) نتيجة اتّحاد آلاف جزيئات السكّريات البسيطة.)**

اطلب إلى الطلاب تنفيذ نشاط "كيف تكشف عن وجود مادة كربوهيدراتية؟" والإجابة عن الأسئلة الموجودة في كتاب الأنشطة صفحة 44. يقتصر هذا النشاط على الكشف عن وجود الموادّ النشوية، وهي إحدى الصور التي تتواجد فيها الكربوهيدرات في النبات.

الليبيدات

تصويب بعض المفاهيم الخاطئة: قد يظن بعض الطلاب أن جميع المواد، مثل الزبد والزيت والشحوم الحيوانية والكوليسترول والشموع والستيرويدات، تعتبر أنواعًا من الدهون. شدّد على أن هذه المواد، بما فيها الدهون (مثل الزبد والشحم الحيواني)، هي أصناف من الليبيدات.

إجابة سؤال (الشكل 74) صفحة 76 في كتاب الطالب

لا يستطيع الدب القطبي العيش في بيئة باردة جدًا بدون الدهن المختزن تحت جلده لأن تلك الدهون تكون طبقة عازلة تحميه من البرد.

1. المركّبات العضوية Organic Substances

تُصنَّف المركّبات العضوية في أجسام الكائنات الحية إلى خمس مجموعات، وهي: الكربوهيدرات، والليبيدات، والبروتينات، والفيتامينات، والأحماض النووية. ويُستخدَم واحد منها أو أكثر في العمليات الحيوية مثل النموّ، والتنفّس، والحركة، والتكاثر، وغيرها.

1.1 الكربوهيدرات Carbohydrates

الكربوهيدرات هي عبارة عن مركّبات عضوية تتكوّن جزيئاتها من ذرّات الكربون والهيدروجين والأكسجين (الشكل 71) **التي ترتبط بعضها عبر روابط كيميائية، وتختزن الطاقة.** لذلك، تستخدم الكائنات الحية هذه المركّبات لتخزين الطاقة داخل أجسامها. فقبل المباريات الرياضية مثلًا، يتناول الكثير من الرياضيين أطعمة غنيّة بالكربوهيدرات لتزويد أجسامهم بمصدر سهل من الطاقة، فتُفكّك أجسامهم جزيئات الكربوهيدرات وتُستخدَم الطاقة المختزنة في روابطها الكيميائية لأداء المجهود المطلوب ولتسيير جميع العمليات والأنشطة الحيوية. وتتوافر الكربوهيدرات في الكثير من الموادّ الغذائية، مثل البطاطا والأرزّ والخبز (الشكل 72)، والفواكه وغيرها. والكربوهيدرات هي مجموعة كيميائية تشمل السكّريات والنشويات والسيلّيلوز.

(شكل 72)
تتوفّر المواد العضوية وغير العضوية الموجودة في جسم الإنسان في الوجبات الغذائية.

السكّريات Sugars هي موادّ كربوهيدراتية صغيرة وبسيطة التركيب نسبيًا. وتُعتبَر السكّريات البسيطة أسهل الموادّ الكيميائية التي يُمكن لجسمك أن يُفكّكها ليحصل على الطاقة المختزنة في جزيئاتها، وهي تتوافر بكثرة في الموادّ الغذائية حلوة المذاق. يوجَد نوعان من السكّريات البسيطة: سكّريات أحادية وسكّريات ثنائية، وهي من المصادر التي تُزوّد الجسم بالطاقة بصورة سريعة.

يُمكن أن يتّحد الكثير من السكّريات الأحادية والسكّريات الثنائية لتُشكّل نوعًا ثالثًا من السكّريات معقّدة التركيب يُسمّى السكّريات العديدة (النشويات).

على عكس السكّريات البسيطة، تُعتبَر السكّريات العديدة مصدرًا طويل الأمد للطاقة الناتجة من تفكّك الروابط الموجودة بين جزيئاتها. فيتناول الرياضيون السكّريات العديدة المتوافرة في الأغذية النشوية قبل 24 ساعة من أيّ نشاط رياضي، لتكون مصدرًا طويل الأمد للطاقة التي تحتاجها أجسامهم في اليوم التالي.

تُخزّن النباتات والحيوانات بدورها الطاقة باستخدامها أنواعًا مختلفة من الكربوهيدرات، فتُخزّن معظم النباتات الطاقة على شكل النشا. فعندما تأكل البطاطا مثلًا، تكون قد تناولت بعضًا من الطاقة المختزنة في هذا النبات النشوي. أمّا الحيوانات، فتُخزّن الطاقة على شكل الجليكوجين الذي يتكوّن في العضلات والكبد.

من الممكن أيضًا أن تتّحد جزيئات السكّريات البسيطة (الأحادية أو الثنائية، أو كليهما معًا) لتُكوّن كربوهيدرات تركيبية (تدخل في التركيب وتُعتبَر غير مختزنة)، مثل السيلّيلوز الموضّح في الشكل (73). وقد لا تكون كلمة سيلّيلوز مألوفة لديك، إلّا أنّه موجود في كلّ شيء حولك، في المقاعد، والطاولات، والأوراق، وأفلام الرصاص الخشبية، وأيّ منتجات نباتية قد تراها. في الواقع، يُعتبَر السيلّيلوز واحدًا من أكثر الجزيئات الحيوية انتشارًا على الأرض.

(شكل 73)
السيلّيلوز هو أحد الكربوهيدرات التركيبية، فتشابك أليافه وترابط لتُكوّن جدارًا صلبًا للخلايا النباتية.

2.1 الليبيّدات Lipids

الليبيّدات هي عبارة عن مجموعة كيميائية تتكوّن جزيئاتها من ذرّات الكربون والهيدروجين والأكسجين. يستخدم جسمك كلًّا من الكربوهيدرات والليبيّدات لتخزين الطاقة لفترات قصيرة (الكربوهيدرات) وطويلة (الليبيّدات). لا يستعين جسمك بالطاقة المختزنة في الليبيدات إلّا عندما لا يجد ما يكفيه من الكربوهيدرات ليستخلص منها الطاقة اللازمة. بشكل عامّ، تُخزّن الليبيدات الطاقة بكمّيات أكبر من الكربوهيدرات، لأنّ مقدار الطاقة المستمَدّة من كمّية ما من الليبيدات يُعادل أكثر من ضعف مقدار الطاقة المستمَدّة من الكمّية نفسها من الكربوهيدرات.

إجابة سؤال (الشكل 75) صفحة 76 في كتاب الطالب

يضغط الطائر بمنقاره على الغدّة الزيتية الموجودة في ذيله ، فينتشر الزيت على ريشه .

نشاط توضيحي

وضّح أن الزبد يُصنع من القشدة التي تُستخرج من الحليب . ضع كمية من القشدة في وعاء زجاجي واخفقها بسرعة بمضرب خشبي أو مضرب البيض ، فينفصل الزبد ويبقى سائل مائي يُعرف بالشرش (مصل اللبن) .

اسأل الطلاب:

- ما هي الصفات المميّزة للزبد؟ **(دهني الملمس ، ولا يذوب في الماء)**
- ما هي الليبيدات الأخرى التي تستخدمها كطعام؟ **(الزيوت النباتية والمارجرين والشحوم الحيوانية)**
- كيف يستفيد جسمك من الدهون؟ **(تُعتبر الدهون مخزنًا طويل الأمد للطاقة ، وهي تعزل الجسم عن الوسط الخارجي فتحفظ له حرارته .)**
- ماذا تعرف عن الكوليسترول؟ **(مادة من الليبيدات موجودة بكميات كبيرة في الشحوم الحيوانية ، وتناولها بإفراط يسبب أمراضًا للجهاز الدوري والقلب)**
- هل يمكنك تناول الليبيدات متجنبًا ارتفاع معدّل الكوليسترول في جسمك؟ **(يمكن ذلك بتناول الزيوت النباتية وتجنب تناول الشحوم الحيوانية .)**
- ما المقصود بالليبيدات التركيبية؟ **(الليبيدات التي تدخل ضمن تركيب الخلايا ولا تُخزَّن في الجسم .)**

البروتينات

وضّح للطلاب أن الأنواع المختلفة من البروتينات تتكون من أحماض أمينية متنوعة ، وأن هذه الأخيرة عبارة عن مركّبات عضوية مكوّنة من الكربون والهيدروجين والأكسجين وبالإضافة إلى النيتروجين ، ما يجعلها مميزة عن باقي المركّبات العضوية التي تحتاجها الكائنات الحيّة . وتختلف البروتينات في محتواها وطريقة ترتيبها عن الأحماض الأمينية المتنوعة . اطرح السؤال التالي:

- لماذا يُعتبر من الضرورة تناول طعام يحتوي على الأحماض الأمينية الأساسية؟ **(لأن الجسم لا يستطيع إنتاج هذه الأحماض الأمينية)**

اطلب إلى الطلاب تنفيذ نشاط "كيف تكشف عن وجود مادة دهنية؟" والإجابة عن الأسئلة الموجودة في كتاب الأنشطة صفحة 46 . يستنتج الطالب من خلال هذا النشاط اختلاف المحتوى الدهني للأنسجة المتنوّعة بحسب الوظيفة التي يؤدّيها النسيج .

أشر إلى أن بعض الأشخاص الذين يُعرفون بالنباتيون لا بدّ أن ينوّعوا في الأغذية النباتية التي يتناولونها ، لأن الاقتصار على نوع واحد منها لا يؤمن جميع البروتينات الأساسية (الضرورية) ، وبالتالي جميع أنواع الأحماض الأمينية . شجع الطلاب على اقتراح وصفات غذائية نباتية .

وتُشكّل الليبيدات مجموعة الموادّ الكيميائية التي تضمّ الدهون ، والزيوت ، والشموع ، والفوسفوليبيدات ، والستيرويدات . وتشترك جميع هذه المركّبات في خاصّية طبيعية واحدة وهي أنّها لا تذوب في الماء .

يُعتبر كلّ من الدهون ، والزيوت ، والشموع من أكثر الليبيدات شيوعًا في الطبيعة . فتُعتبَر الدهون fats مخازن طويلة الأمد للطاقة ، تستخدمها الكائنات الحية كموادّ عازلة تحفظ حرارة أجسامها من البرد . فتُمارس الحيتان ، وطيور البطريق ، والدببة الموضّحة في الشكل (74) ، أنشطتها بشكل طبيعي وتبقى دافئة على الرغم من عيشها في بيئات قد تنخفض فيها الحرارة إلى ما دون الصفر ، ويعود الفضل في ذلك إلى الدهون المختزنة تحت جلدها .

الزيوت Oils هي دهون سائلة تستخدمها الطيور المائية ، مثل البطّ والإوزّ وغيرها ، لتغطية ريشها بحيث لا ينفذ إليه الماء ، ما يُسهّل على الطائر الطفو والتحرّك فوق سطح الماء (الشكل 75) .

أمّا الشموع Waxes ، فتُوفّر نوعًا آخر من الحماية للكائنات . فتُنتج الثمار والأوراق النباتية والنباتات الصحراوية الشموع على سطوحها لتحفظ الماء داخل أنسجتها ، وبالتالي تحمي نفسها من الجفاف .

والفوسفوليبيدات Phosphlipids هي موادّ تركيبية تدخل ضمن تركيب الخلايا . ولا تُعتبَر هذه الموادّ ليبيدات مختزنة ، إذ تدخل في تركيب الغشاء البلازمي (الحلوي) الذي يُحيط بالخليّة ويحميها . وتعمل الفوسفوليبيدات على تنظيم وضبط حركة جزيئات الموادّ المختلفة التي تدخل إلى الخليّة وتخرج منها .

أمّا المجموعة الأخيرة من الليبيدات وهي الستيرويدات Steroids ، فتُؤدّي وظائف تركيبية وتنظيمية داخل جسمك . وتدخل بعض الستيرويدات ، مثل الكوليسترول ، في تركيب الغشاء البلازمي المحيط بخلايا جسمك ليُساهم في تنظيم وضبط حركة جزيئات الموادّ المختلفة من وإلى هذه الخلايا . وعلى الرغم من أنّ الكوليسترول أساسي من أجل استمرار وظائف الحياة المختلفة ، إلّا أنّ زيادة نسبته عن حاجة الجسم تُضرّ بصحّتك ، إذ يترسّب داخل الأوعية الدموية ويُسبّب ضيقها ، ما يُعوّق انسياب الدم داخلها ويُعرّضه للتجلّط داخل هذه الأوعية .

(شكل 74)
تكوّن الدهون طبقات عازلة تحت الجلد .
هل تتصوّر أنّ الدبّ القطبي يستطيع أن يعيش في هذه البيئة من دون الدهن المختزن تحت جلده؟ ما مصير هذا الدبّ في حال فُقِد منه هذا الدهن؟

(شكل 75)
ريش الطيور المائية غير قابل للابتلال .
هل تتصوّر أنّ الطائر يستطيع الحركة بخفّة في الماء إذا امتصّ ريشه الماء؟ يرجع الفضل إلى الغدّة الموجودة في ذيل الطائر والتي تُعتبر مخزنًا للزيت . كيف يُعطي هذا الزيت ريش الطائر؟

3.1 البروتينات Proteins

يتكوّن أكثر من نصف الوزن الجافّ لجسمك من نوع ثالث من المركّبات الكيميائية العضوية وهو البروتينات . **البروتينات هي عبارة عن جزيئات كبيرة مركّبة تتكوّن من جزيئات صغيرة تُسمّى الأحماض الأمينية .** وتتركّب جزيئات الأحماض الأمينية من ذرّات الكربون والهيدروجين والأكسجين والنيتروجين . تُعتبَر الأحماض الأمينية مهمّة للغاية للكائنات الحية ، وهي تتوافر في الكثير من الأنسجة الحية سواء أكانت نباتية أم حيوانية .

وتستخدم خلايا جسمك البروتينات لبناء أجزاء فيه ، فتُستخدم كجزيئات في تركيب العظام وغيرها ولإصلاح التالف منها (نتيجة الجروح أو الأمراض مثلًا) . ويحتوي جسم الإنسان على أكثر من 100 000 نوع مختلف من البروتينات ، لكلّ منها وظيفته الخاصّة . ويُوضّح الجدول (3) بعضًا من هذه الوظائف لدى كلّ من الإنسان والحيوان .

الوظيفة	أمثلة
الحركة	**الأكتين والميوسين:** بروتينات ضرورية لانقباض الألياف العضلية .
التنظيم	**الأنزيمات وبعض الهرمونات:** عبارة عن بروتينات تُساعد في ضبط التفاعلات الكيميائية في خلايا الجسم وتنظيمها .
النقل	**الهيموجلوبين:** بروتين موجود داخل خلايا الدم الحمراء ، ويحمل الأكسجين في تيّار الدم .
الدفاع	**الأجسام المضادّة:** عبارة عن بروتينات تُساعد أجسام الحيوانات في محاربة البكتيريا والفيروسات التي تغزوها .

جدول 3
وظائف البروتينات
أيّ هذه الوظائف مألوف لديك؟ وأيّ منها تستغربه أو يُدهشك؟

قد يسأل أحد الطلاب عن الأحماض الأمينية الضرورية (الأساسية)، وهي: **الليوسين، والأيزوليوسين، والليسين، والميثونين، والفينيل آلانين، والثريونين، والتريتوفان، والفالين.**

اطلب إلى الطلاب تنفيذ نشاط "كيف تكشف عن وجود مادة بروتينية؟" والإجابة عن الأسئلة الموجودة في كتاب الأنشطة صفحة 49. يساعد هذا النشاط الطلاب في الكشف عن وجود مادة بروتينية في الأنسجة وفي استنتاج اختلاف محتوى البروتينات في الأنسجة الحيوانية والنباتية.

إجابة سؤال الجدول (3) صفحة 77 في كتاب الطالب

قد تختلف إجابات الطلاب. قد تكون وظائف الأنزيمات مألوفة لدى الكثير من الطلاب. وقد تدهشهم وظيفة كلّ من الأكتين والميوسين والكولاجين.

الفيتامينات

أشر إلى أن الفيتامينات عبارة عن مركّبات عضوية ضرورية لقيام خلايا الجسم بعملها ولصحة الإنسان، وأن نقصها قد يؤدّي إلى إصابة الجسم بأمراض كثيرة.

إجابة سؤال الجدول (4) صفحة 79 في كتاب الطالب

يتناول الطلاب أنواعًا متعدّدة من الأغذية التي تحوي على أنواع مختلفة من الفيتامينات.

	الفيتامين	المصادر الرئيسة	الكمّية اللازمة يوميًّا	وظيفتها
فيتامينات تذوب في الماء	الثيامين (B_1)	الموز والفول السوداني واللحوم والحبوب الصحيحة والبيض	1.1 – 1.5 mg	يؤدّي دورًا في عمل الجهاز العصبي ويُساعد في إطلاق الطاقة من السكّريات.
	C	الفواكه والخضراوات (البرتقال والفراولة والطماطم) والخضراوات الورقية الخضراء	60 mg	مهمّ لصحّة الأسنان واللثّة والعظام، ولوظيفة الغدّة الدرقية والغدد الكظرية، وهو عامل ضدّ التأكسد.
فيتامينات تذوب في الدهون	A	الخضراوات الصفراء الداكنة (مثل الجزر) والخضراوات الورقية الخضراء والكبد والبيض	4 000 – 5 000 وحدة دولية	يؤدّي دورًا في حماية الجلد والأغشية المخاطية والعظام والأسنان والشعر والرؤية والتكاثر.
	D	ضوء الشمس وزيت كبد الأسماك، والحليب المزوّد بالفيتامينات	4000 وحدة دولية	يُساعد الجسم في امتصاص الكالسيوم والفوسفور. يؤدّي دورًا في نموّ العظم وحمايته.
	E	الزيوت النباتية والبذور والحبوب الصحيحة	30 وحدة دولية	يُساعد في إنتاج كريات الدم الحمراء وهو مضادّ أكسدة يمنع تلف الغشاء الخلوي.
	K	الخضراوات الورقية الخضراء والملفوف والكبد والجراثيم المعوية	55–70 mg	يُساعد في عملية تجلّط الدم.

جدول 4: بعض الفيتامينات المهمّة
ما الفيتامينات التي تناولتها مع الطعام؟

2. المركّبات غير العضوية Inorganic Compounds

1.2 الماء Water

يُعتبر الماء من أكثر المواد توافرًا وأعظمها على الكرة الأرضية، فهو موجود في البحار والمحيطات والأنهار، كما في داخل أجسام الكائنات الحية. يتواجد الماء في ثلاث حالات هي: السائلة (الأكثر شيوعًا) والصلبة والغازية. يوجَد الكمّ الهائل من الماء على هيئة ماء مالح في البحار والمحيطات، فيما تُوازي نسبة الماء العذب 3% فقط في الأنهار، والبحيرات، والجداول، والمياه الجوفية، والجليديات. تعتمد معظم الكائنات الحية على الماء العذب في حياتها، وهي تستطيع البقاء من دون غذاء وقتًا أطول بكثير من بقائها من دون ماء عذب. تبقى بذور النباتات وأبواغ بعض الفطريات والنباتات ساكنة في غياب الماء، وهي تحتاج جميعها إلى ماء لكي تنبت كائنات جديدة.

• **للماء خصائص مميّزة تجعله مصدرًا لحياة الكائنات الحية كافّة:**

يُعتبَر الماء أمرًا حيويًّا إذ يُمكن للإنسان (البالغ) أن يعيش لعدّة أسابيع من دون طعام، في حين لا يستطيع العيش سوى لبضعة أيّام من دون ماء. يُمكن لأيّ شخص أن يفقد كامل احتياطي السكّريات والدهون، وحوالى نصف كمّية البروتين من الجسم، من دون أن يُشكّل هذا أيّ خطورة حقيقية. ولكن يُعَدّ فقدان 15% من إجمالي وزن الجسم من الماء أمرًا خطيرًا، ليُصبح قاتلًا مع بلوغه نسبة 20 إلى 22%. وتجدر الإشارة إلى أنّ الماء يُشكّل 67 إلى 75% من مجموع وزن الجسم، و90% من بلازما الدم.

يظنّ بعض الناس أنّهم معرّضون لخطر الجفاف عندما يشعرون بالعطش فحسب. في الواقع، العطش وحده ليس مؤشّرًا كافيًا على شحّ الماء من الجسم، بل هناك مؤشّران هامّان، وهما جفاف الريق وقلّة التبوُّل. ففي الوقت الذي يُدرك فيه الدماغ إحساس العطش، تكون كمّية المياه المتوفّرة في الجسم قد أصبحت قليلة جدًّا. والجدير بالذكر أنّ جسمك يفقد 3 إلى 5 لترات من الماء يوميًّا من خلال العرق، والبول وهواء الزفير. ويتمّ تعويض الماء المفقود عبر الأكل والشرب وعملية التنفّس الخلوي.

• **للماء وظائف عديدة في جسم الكائنات الحية:**

(أ) الماء هو بمثابة منظّم لدرجة حرارة الجسم. عندما يكون الشخص ساخنًا جدًّا من جرّاء تواجده في بيئة حارّة، أو بسبب كثافة نشاطه البدني، أو إصابته بحمّى نتيجة مرض معيّن، فإنّ كلّ هذا يُؤدّي إلى إفراز سوائل من الجسم في شكل عرق يخرج من مسامّ الجلد. عندما يتبخّر الماء الموجود في العرق، فإنّه يسحب طاقة من الجلد، وبهذا فإنّه يُقلّل من درجة حرارة الجسم ويُعيد الاتّزان الحراري الداخلي للجسم.

(ب) يؤدّي الماء دورًا في حماية الأعضاء الداخلية للجسم، إذ يُمكن تشبيهه بوسادة تحول دون انتقال الصدمات من الخارج. يتواجد الماء داخل أعضاء الجسم ومحيطها، وداخل العينين، والنخاع الشوكي، والدماغ، والمفاصل، إذ يُطلَق عليه لقب زيت المفاصل. كما يُشكّل الماء جزءًا كبيرًا من السائل الذي يُحيط بالجنين، ويحميه من اللكمات.

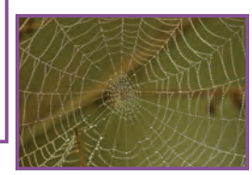
العلم والمجتمع والتكنولوجيا

مستقبل مياه الشرب

في ظلّ التوقّعات التي تُشير إلى زيادة عدد سكّان العالم إلى 8.5 مليارات نسمة في غضون 25 عامًا، ومع تزايد الأنشطة المختلفة للإنسان والتي ينجم عنها تلوّث المياه، فإنّ المياه العذبة ستُصبح سلعة ثمينة تفوق بسعرها البترول. تتوقّع إحصاءات الأمم المتّحدة أن يموت طفل كلّ ثلاث ثوان بسبب نقص مياه الشرب العذبة، وأنّ 40% من سكّان العالم سيُعانون نقصًا في المياه.

وضّح وجهة نظرك تجاه هذه المشكلة. ما الآثار التي قد تنجم عنها؟ وما اقتراحاتك لعلاجها؟

على الرغم من العدد الهائل والمتنوّع من البروتينات، ووظائفها المتنوّعة والمختلفة، إلّا أنّها تتشابه جميعها في التركيب، إذ تتكوّن من عشرين حمضًا أمينيًّا فقط، ترتبط كلّها أو بعضها لتُشكّل سلسلة طويلة. ويُمكن أن يترتّب العشرون نوعًا من الأحماض الأمينية في تتابعات لا تُحصى، قد تصل إلى عدّة مئات من وحدات الحمض الأميني في جزيء البروتين الواحد. ولذلك تنجم عن هذه الترتيبات والتتابعات المختلفة أنواع لا تُحصى من البروتينات في الكائنات الحية (الشكل 76).



1 2 3

(شكل 76)
البروتينات التركيبية الشائعة موجودة في: (1) القرون، (2) الشعر، (3) شبكة العنكبوت الحريرية.

4.1 الفيتامينات Vitamins

الفيتامينات هي عبارة عن جزيئات عضوية معقّدة التركيب يحتاج إليها الجسم بكمّيات صغيرة ولا تحتوي على طاقة. تؤدّي الفيتامينات دورًا حيويًّا في التفاعلات الكيميائية الخلوية ويحصل عليها الإنسان عبر الطعام الذي يتناوله، باستثناء القليل منها الذي يصنعه الجسم، مثل الفيتامينين D وK. تُصنّف الفيتامينات إلى مجموعة تذوب في الماء وبالتالي لا يُمكن أن تُختزَن في الجسم ويتمّ الحصول عليها من الغذاء اليومي مثل فيتامين B وC، ومجموعة تذوب في الدهون، ويُمكن أن تُختزَن في الكبد أو في الدهون الموجودة في الجسم لتُستخدَم عند الحاجة، مثل الفيتامينات A وD وE وK.

يعرض الجدول (4) قائمة ببعض الفيتامينات المهمّة، ومصادرها، وكذلك الكمّيات اللازمة منها يوميًّا.

تاريخ العلوم

العلم والإنسان

في العام 1754، افترض الدكتور الاسكتلندي «جايمز ليند» أنّ مرض الاسقربوط «Scurvy»، الذي تعرّض له عدد كبير من البحّارين هو نتيجة نقص في الوجبات الغذائية التي تحتوي على الفيتامين «C». قسّم د. ليند البحّارين إلى مجموعتين: الأولى تتناول وجبات غنية بالفيتامين «C»، مثل الحمضيات؛ والثانية، تتناول وجبات تفتقر إلى الفيتامين «C». بعد مرور عدد من السنوات، زال المرض عن المجموعة التي كانت تحصل على الفيتامين «C» من الغذاء.

2.2 المركبات غير العضوية

الماء

اطلب إلى الطلاب تنفيذ نشاط "الماء حولنا في كل مكان" والإجابة عن الأسئلة الموجودة في كتاب الأنشطة صفحة 51. يسمح هذا النشاط للطلاب في البحث عن أهمية المياه في الحياة وتعرّف خصائصها ودورها الأساسي في جميع العمليات الحيوية.

نشاط توضيحي

يمكن توضيح المحتوى المائي للكائن الحي بعرض ثلاث ثمرات خيار: الأولى طازجة، والثانية تركت لمدة ثلاثة أيام معرّضة للشمس، والثالثة تركت من 7 إلى 10 أيام معرّضة للشمس. اطلب إلى الطلاب إجراء المقارنة.

تصويب بعض المفاهيم الخاطئة: فقد يظن بعض الطلاب أنه من غير الضروري شرب الماء ما داموا لا يشعرون بالعطش. اشرح لهم أن العطش ليس علامة دقيقة لنقص الماء في الجسم، فالدليل الأصحّ على انخفاض كمية الماء هو نقص كمية إفراز البول واللعاب. ولا يشعر الإنسان بالعطش إلا بوصول نبضات عصبية من المخّ في حال انخفاض كمية الماء في الجسم بدرجة كبيرة.

أشر إلى أنه لا يمكن للتفاعلات والعمليات الحيوية داخل جسم الكائن الحي أن تتم إلا في وسط مائي.

بين للطلاب أن شرب الماء هو من أكثر استخدامات الماء أهمية للإنسان إذ يحفظ حياته من الهلاك، تليه الاستخدامات التي تلبّي الاحتياجات المعيشية للكائن مثل النظافة وطهي الطعام. أما الاستخدامات التي يمكن للإنسان الاستغناء عنها في حياته، مثل السباحة، فتأتي في المقام الأخير.

اطلب إلى الطلاب تنفيذ نشاط "كيف تكشف عن وجود الماء في غذائنا؟" والإجابة عن الأسئلة الموجودة في كتاب الأنشطة صفحة 40. وجه انتباه الطلاب إلى أن أفضل طريقة لاكتشاف وجود المياه في اللحم والنباتات هي تسخينها لتنطلق منها المياه على شكل بخار.

العلم والمجتمع والتكنولوجيا

مستقبل مياه الشرب

يُعدّ الماء أساس الحياة، وسبب تقدم الشعوب وبناء الحضارات. وبالرغم من توافره على الأرض، إلا أن النسبة الصالحة منه للشرب ضئيلة للغاية نتيجة تلوّثه بواسطة الأنشطة الصناعية المختلفة للإنسان، خصوصًا في ظل زيادة عدد السكان في العالم.

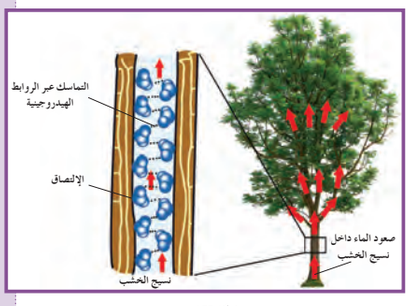
إجابة السؤال صفحة 80 في كتاب الطالب

تقبل جميع الإجابات من الطلاب، خاصة تلك المتعلقة بمشاكل المياه محليًا وعالميًا. سجّل مقترحاتهم وناقشها جميعها.

(جـ) يُعتبَر الماء مذيبًا عامًّا للكثير من المركّبات، فهو ينقل المغذّيات وغازات التنفّس من وإلى خلايا الجسم، ويُساعد الجسم في التخلّص من الفضلات الموجودة في الخلايا عن طريق البول والعرق.

(د) الماء هو أيضًا الأساس لكثير من العصارات المفرزة في الجسم مثل اللعاب والصفراء وغيرها.

للماء خواصّ أخرى مهمّة منها خاصّية التماسك Cohesion، أي التصاق جزيئات الماء بعضها ببعض. وتعود هذه الخاصّية إلى وجود روابط هيدروجينية، ما يسبّب انجذابات خفيفة بين الهيدروجين وذرّات أخرى من الماء. للماء خاصّية أخرى هي خاصّية الالتلاصق Adhesion، أي التصاق جزيئات الماء بجزيئات أخرى. هاتان الخاصّيتان مهمّتان إذ تسمحان للماء بالتحرّك داخل جذوع الأشجار الطويلة متّجهة من الجذور إلى الأوراق حيث تتماسك جزيئاتها بعضها ببعض وتلتصق بنسيج الخشب في الجذوع مشكّلة عمود ماء متواصل (شكل77).



(شكل 77)
الماء في النبات
تماسك جزيئات الماء وتلاصقها بنسيج الخشب يُمكّن النباتات من تمرير المياه في داخلها، عبر نسيج الخشب، من التراب إلى الأوراق.

اكتساب المهارات

احرص على استخدام الطلاب المهارات التالية:

مهارة الملاحظة: وجّه الطلاب إلى ملاحظة عاداتهم الغذائية، وتحديد إلى أي المجموعات الكيميائية تنتمي الأطعمة التي يفضلونها.

مهارة التوقّع: اطلب إلى الطلاب توقّع أيّ من الأطعمة التي يفضّلونها يحتوي على أعلى نسبة من النشويات، وأيها يحوي أعلى نسبة من الليبيدات أو البروتينات.

مهارة التقويم: بعد ملاحظة الطلاب عاداتهم الغذائية، وإصدارهم حكمًا في ما يتعلق بعدم صحة هذه العادات، يجب عليهم تقويم سلوكياتهم الغذائية.

وضّح للطلاب أنّ الماء يدخل في العديد من عمليات الاستقلاب الخلوي خلال التفاعلات الكيميائية في الجسم:

(أ) تحتاج عملية الهضم الكيميائي للموادّ العضوية إلى وجود الماء. فيتحلّل النشاء، على سبيل المثال، بوجود الأنزيم والماء، متحوّلًا إلى سكّر المالتوز (سكّر الشعير). في علم الكيمياء العضوية، يُعرَف هذا التفاعل بالتميّؤ (حلمهة) Hydrolysis، وهو تفاعل بين مركّب كيميائي ما والماء يُؤدّي إلى تفكيك الرابطة الكيميائية في جزيء الماء إلى أيون الهيدروجين (H^+) والهيدروكسيد (OH^-). مثلًا، في حالة هضم النشاء:

$$(C_6H_{10}O_5)_n + H_2O \xrightarrow[\text{الأميلاز}]{\text{أنظيم}} (C_6H_{10}O_5)_n + \ldots (n > n^1)$$

النشاء — الدكسترين

$$(C_6H_{10}O_5)_n^1 + H_2O \xrightarrow[\text{الأميلاز}]{\text{أنزيم}} n'(C_{12}H_{22}O_{11})$$

الدكسترين — سكّر المالتوز (سكّر الشعير)

(ب) هناك تفاعلات أخرى في الجسم تُنتج الماء. وتقضي هذه التفاعلات النازعة للماء Dehydration بتركيب موادّ كيميائية معقّدة من موادّ بسيطة، كما هو حال عملية تركيب البروتين من الأحماض الأمينية:

حمض أميني (1) + حمض أميني (2) ⟵ ببتيد ثنائي

تُنتج عملية التنفّس الخلوي الماء، مثل عملية تأكسد الجلوكلوز:

$$C_6H_{12}O_6 + 6O_2 \longrightarrow 6CO_2 + 6H_2O$$

الأملاح المعدنية

وضّح أن هذه المواد لا تتكوّن داخل الجسم، وأنه لا بدّ للكائن من الحصول عليها في طعامه.

ساعد الطلاب على تعرف المعلومات الواردة في الجدول من خلال توجيه السؤالين التاليين:

- ما المواد الغذائية التي يجب أن يتناولها الأشخاص الذين لا يحبون اللبن في حال احتياجهم إلى عنصر الكالسيوم؟ **(الجبن، الخضراوات الطازجة، صفار البيض، الحيوانات الصدفية)**
- كيف يحصل الأشخاص النباتيون على كمية كافية من عنصر الحديد والفوسفور؟ **(بالإكثار من تناول الخضراوات الورقية الطازجة والفواكه الطازجة أو المجففة)**

اطلب إلى الطلاب تنفيذ نشاط "كيف تكشف عن وجود ملح الطعام (كلوريد الصوديوم) في الطعام؟" والإجابة عن الأسئلة الموجودة في كتاب الأنشطة صفحة 41. أشر إلى ارتباط هذا النشاط مع علم الكيمياء، وإلى التفاعل الكيميائي بين كلوريد الصوديوم ونيترات الفضة ونتيجته.

2.2 الأملاح المعدنية Minerals

الأملاح المعدنية هي عبارة عن جزيئات غير عضوية تُؤدّي وظائف حيوية في الجسم. يحتاج جسمك إلى كمّيات صغيرة ومتنوّعة من هذه الموادّ للمحافظة على الصحّة والنموّ. تُشكّل الأملاح المعدنية ما يُقارب 4.5% من وزن الجسم.

العنصر	أهمّيته للصحّة	المصادر الرئيسة	الكمّية اللازمة يوميًّا
الكالسيوم Ca	يدخل في تركيب العظام والأسنان وهو ضروري لتجلّط الدم وعمل العضلات.	منتجات الألبان والحيوانات الصدفية وصفار البيض والخضراوات وأوراق الخضار	1200 – 800 mg
الصوديوم Na والكلور Cl	يُحافظان على الضغط الأسموزي الطبيعي لسوائل الجسم ويُؤدّيان دورًا في نقل السيّالات العصبية وعمل العضلات.	ملح الطعام والعدس والقمح	2300 – 1500 mg
الفوسفور P	يدخل في تركيب العظام والأسنان والأحماض النووية ويُؤدّي دورًا مهمًّا في تفاعلات التنفّس.	اللبن والبيض واللحوم والدجاج والأسماك والفول والحبوب الصحيحة	800 mg
المغنيسيوم Mg	تحتاجه العضلات لتعمل بطريقة صحيحة.	منتجات الألبان والحبوب الصحيحة والفول	350 – 300 mg
الحديد Fe	يدخل في تركيب الهيموجلوبين في كريات الدم الحمراء، وينقل الأكسجين.	اللحوم وكبد الحيوانات والفواكه والبيض والخضراوات الورقية والعسل الأسود	15 – 10 mg
البوتاسيوم K	يُساعد في اتّزان الماء في الجسم (خفض ضغط الدم)، وفي نقل السيّالات العصبية.	الحبوب والفواكه (الموز) واللحم والسمك	4 700 mg
اليود I	يدخل في تركيب هرمون الثيروكسين الذي تفرزه الغدّة الدرقية والذي يُنظّم النموّ والنشاط.	الأسماك/كبد السمك والأعشاب البحرية والحيوانات الصدفية وملح اليود	0.10 mg

جدول 5
يُوفّر الغذاء المتوازن عادة جميع الأملاح المعدنية اللازمة.

82

حقائق عن المياه

إجابة السؤال صفحة 83 في كتاب الطالب

تزداد حاجة الإنسان إلى الماء عند قيامه بالأنشطة الجسدية خاصة التي ينتج عنها التعرّق.

3. قيم وتوسع

1.3 ملف تقييم الأداء

لتقييم الأداء، دع الطالب يجري إحدى أو جميع الخطوات التالية:

- وضع قوائم بالأطعمة الغنية بالبروتينات والكربوهيدرات والليبيدات.
- جمع بعض الصور للأطعمة الغنية بالكربوهيدرات والبروتينات والليبيدات من الصحف والمجلات، ولصقها على لوحة ورقية كبيرة أو عدة لوحات ورقية صغيرة (بكراس رسم)، على أن تكون كل صورة منها مصحوبة بتعليق يوضح المركبات العضوية التي يحتويها الطعام.
- وضع قائمة بالأحماض الأمينية الضرورية (الأساسية) التي لا يستطيع الجسم إنتاجها، على أن تتضمن هذه القائمة المواد الغذائية الغنية بهذه الأحماض (اللحوم والدواجن).
- كتابة مقال عن الأملاح المعدنية يبيّن أهمية كلّ منها للجسم، وأهم المصادر الغنية بكل منها، ومدى تأثير غياب أو نقص أي منها على جسم الكائن.

إجابات أسئلة مراجعة الدرس 3–2

1. الكربوهيدرات، والليبيدات، والبروتينات، والأحماض النووية، والفيتامينات.
2. الكربوهيدرات: الإمداد بالطاقة، وهي تدخل في تركيب خلايا الجسم، الليبيدات: توفر مخزونًا طويل الأمد من الطاقة للكائن، وتستخدم في عزل أجسام الكائنات عن البيئة المحيطة؛ البروتينات: الحركة، والتركيب، والتنظيم، والنقل والتغذية، والدفاع؛ الأحماض النووية: تنظيم انتقال الصفات الوراثية.
3. جفاف الريق وقلّة البول.
4. يجب أن يتناول الطفل طعامًا غنيًا بالحديد لأنه يدخل في تركيب الهيموجلوبين في كريات الدم الحمراء، مثل كبد الحيوانات والفواكه المجفّفة والبيض والخضراوات.
5. المياه هي مذيب عام للعديد من الموادّ، إذ تذاب فيها العناصر المعدنية التي تحتاجها النباتات.
   تماسك جزيئات الماء يجعلها قادرة على أن تنساب داخل الجذور والخشب لتصل إلى أوراق الشجر.
   التوتر السطحي للماء الذي يجعلها بيئة تساعد الكثير من النباتات المائية على الطفو على سطح الماء.
   يعتبر الماء عنصرًا أساسيًا في كثير من العمليات الحيوية، مثل عملية التركيب الضوئي عند النباتات، بالإضافة إلى عمليات حيوية أخرى.

حقائق عن المياه

يحتاج الجسم إلى شرب كميّات وافرة من الماء. وتُساعد العادات التالية على تلبية احتياجات الجسم إلى الماء: شرب 2 كوب من الماء عند الاستيقاظ في الصباح، و2 كوب من الماء قبل الظهر، و2 كوب من الماء في فترة بعد الظهر. ويُفضّل أن يتناول البالغون 8 أكواب من المياه يوميًّا.

تضيع 10 أكواب من الماء تقريبًا في العمليات الجسدية التالية: تطرح الكلى 5.5 كؤوس عن طريق البول، وتخسر الرئتان كأسين عبر التنفّس، ويفقد الجلد كأسين من خلال العرق، ويفقد الجهاز الهضمي نصف كوب في البراز.

يُفضّل تناول الماء الدافئ، أو المعتدل أثناء تناول الوجبات لأنّ المياه الباردة جدًّا تُؤدّي إلى إيقاف عملية الهضم. وإذا شربت في وقت تناول الطعام، تُقلّل من قدرة الجسم على تلقّي إشارات العطش. تجنّب شرب الماء خلال فترة 30 دقيقة التي تسبق تناول وجبة طعام، و(1 – 2) ساعات بعد تناول الطعام. يحدّ الشرب مع وجبات الطعام من الأنزيمات التي تهضم الطعام، ويُؤخّر عملية الهضم.

يُساعد الماء في منع الإرهاق العقلي وتخفيفه، وهذا أمر طبيعي كون الدماغ يحتوي على 85% من الماء. وفي حالة الصداع القوي، نشعر بالارتياح عند شرب كوب واحد من الماء كلّ 10 دقائق لمدّة ساعة واحدة. متى تزداد حاجات الجسم إلى الماء؟

مراجعة الدرس 3–2

1. ما هي المجموعات الكيميائية العضوية المختلفة التي تتكوّن منها أجسام الكائنات الحية؟
2. قارن بين وظائف كلّ من مجموعات الموادّ الكيميائية العضوية في أجسام الكائنات الحية.
3. ما هي المؤشّرات التي تُبيّن أنّك تُعاني من الجفاف؟
4. اكتشف والدان أنّ طفلهما يُعاني من فقر في الدم. أيّ نوع من الطعام يجب على الطفل تناوله؟ فسّر إجابتك.
5. **التفكير الناقد:** عدّد خصائص المياه الضرورية لبقاء النباتات على قيد الحياة.

الدرس 3-3 التفاعلات الكيميائية داخل أجسام الكائنات الحية

الأهداف:
- يتعرّف أنواع التفاعلات الكيميائية في أجسام الكائنات الحية.
- يشرح مفهوم الأنزيم وآلية عمله.
- يتعرّف العوامل التي تؤثّر على سرعة عمليات الأيض.

الأدوات المستعملة: شفافيات أو لوحات وصور لبعض التفاعلات الكيميائية التي تحدث داخل جسم الكائن الحي.

صفحات التلميذ: من ص 84 إلى ص 87

صفحات الأنشطة: من ص 52 إلى 56

عدد الحصص: 2

1. قدم وحفز

1.1 استخدام صورة افتتاحية الدرس

دع الطلاب يتفحّصون صورة افتتاحية الدرس (شكل 78) ويقرأون التعليق المصاحب لها. ناقش معهم أنه يمكن إرجاع جميع مظاهر الحياة في الشجرة إلى ما يحدث داخلها من تفاعلات كيميائية، وأن أي تفاعل كيميائي عبارة عن تغيّر لا يمكن استعادة التفاعلات فيه بالطرق البسيطة، ومن علامات هذه التفاعلات الكيميائية: النمو والإزهار والإثمار. وناقش أيضًا أن احتراق الشجرة عبارة عن تفاعل كيميائي هامّ، من مظاهره الضوء والحرارة وتكون الرماد وانطلاق الأبخرة والغازات.

2.1 اختبار المعلومات السابقة لدى الطلاب

لتقييم المعلومات السابقة لدى الطلاب حول التفاعلات الكيميائية، اطرح السؤالين التاليين:

- عدّد بعض الأمثلة الشائعة للتفاعلات الكيميائية التي تلاحظها في حياتك اليومية؟ **(الصدأ – الاحتراق – الطهو)**
- ما المقصود بالروابط الكيميائية؟ **(القوى التي تربط ذرتين أو أكثر معًا)**

2. علم وطبق

1.2 الأيض

وضّح للطلاب الفرق بين التفاعلات الكيميائية البانية والهادمة. استعن ببعض المعادلات الكيميائية التي تحدّد أحداث التفاعل الكيميائي واتجاهه والمواد المتفاعلة والمواد الناتجة، وإذا ما كان التفاعل بانيًا أو هادمًا.

إجابة سؤال (الشكل 79) صفحة 85 في كتاب الطالب

إن التفاعل في هذه المعادلة الكيميائية هو بانٍ.

احرص على تعرف الطلاب المفاهيم التالية:

- المظاهر المتنوعة للحياة ما هي إلا سلاسل متلاحقة ومترافقة ومتواصلة من التفاعلات الكيميائية البانية والهادمة متنوعة السرعة.
- تحتاج جميع العمليات والأنشطة الحيوية التي تجري داخل أجسام الكائنات الحية إلى الطاقة كي تبدأ وتستمر.
- الشمس هي المصدر الأساسي للطاقة على الأرض.
- عملية التركيب الضوئي عبارة عن تفاعل كيميائي لتخزين طاقة ضوء الشمس في صورة روابط كيميائية بين جزيئات CO_2 والماء لتشكّل المواد الكربوهيدراتية.
- تنطلق هذه الطاقة المخزنة، جرّاء تفكّك الروابط المخزنة للطاقة، لتُستغلّ في أداء جميع الأنشطة الحيوية.
- التفاعل الكيميائي عبارة عن تغيّر مادّة أو أكثر إلى مادّة أو موادّ جديدة من خلال تكوين أو تفكّك الروابط الكيميائية.
- بعض التفاعلات الكيميائية بانية، بحيث تختصّ بتكوين موادّ جديدة، وتكون مصاحبة بامتصاص أو اختزان للطاقة في صورة روابط كيميائية.
- بعض التفاعلات الكيميائية هادمة، بحيث تختصّ بتكوين موادّ جديدة، وتكون مصاحبة بانطلاق أو تحرر الطاقة نتيجة لتفكّك الروابط الكيميائية.
- تتميّز البيئة الداخلية للكائن بالثبات نتيجة التوازن بين نوعي التفاعلات الكيميائية البانية والهادمة.

اطلب إلى الطلاب تنفيذ نشاط "كيف يبدو التفاعل الكيميائي؟" والإجابة عن الأسئلة الموجودة في كتاب الأنشطة صفحة 52. يلاحظ الطلاب في هذا النشاط التغيّرات التي تحدث للمتفاعلات أثناء إجراء عدد من التفاعلات الكيميائية.

إجابة سؤال (الشكل 80) صفحة 85 في كتاب الطالب

تظهر صورة الطيور عملية النمو وتغيّر حجم الطائر الصغير، وهي تدلّ على تفاعل كيميائي بان. أما صورة الموز فتظهر عملية تغيّر الطعم واللون، وتدلّ على تفاعل كيميائي هادم.

المواد المتفاعلة البسيطة — المواد الناتجة

$CO_2 + H_2O$ — طاقة ضوء الشمس، الكلوروفيل (يقتنص طاقة ضوء الشمس) — $(C_6H_{10}O_5)_n + O_2$

الماء — ثاني أكسيد الكربون — النشا (عديدات السكر)

(شكل 79)
المعادلة الكيميائية لعملية البناء الضوئي في النباتات الخضراء. ما نوع هذا التفاعل: بانٍ أم هادم؟

بشكل عامّ، تكون كلّ التفاعلات الكيميائية البانية والهادمة في حالة توازن تحفظ للكائن ثبات البيئة الداخلية لجسمه (الشكل 79)، فتُساوي كمّية الطاقة الممتصّة خلال التفاعل الكيميائي الباني تمامًا كمّية الطاقة المنطلقة من التفاعل الكيميائي الهادم نتيجة تفكيك الروابط الكيميائية التي تمّ بناؤها خلال التفاعل الكيميائي الباني.

بعض التفاعلات الكيميائية، كتلك الموضّحة في الشكل (80)، تحدث حولنا كلّ يوم. فيحدث البعض منها في العمليات الحياتية، مثل نموّ فرخ النسر، والتفكيك الكيميائي الذي يحدث أثناء نضوج الفواكه، إلى جانب بعض التغيّرات التي تحدث للموادّ غير الحية، مثل صدأ الحديد أو انفجار الألعاب النارية. تجري جميع هذه التفاعلات بمعدّلات سرعة مختلفة، فبعضها سريع والبعض الآخر بطيء. فهل يُمكننا تغيير معدّل سرعة هذه التفاعلات؟

يُمكن زيادة سرعة حدوث التفاعل الكيميائي عبر رفع درجة حرارته، حيث إنّ زيادة درجة حرارة المادّة تزيد من طاقة جزيئاتها وذرّاتها المتفاعلة، فتزداد سرعة تحرّكاتها واصطدامها ببعضها، ما يُؤدّي إلى تسريع التفاعل الكيميائي.

نظرًا إلى تميّز أجسام الكائنات الحية بدرجات حرارة خاصّة قد يُؤدّي ارتفاعها عن حدّ معيّن إلى الإضرار بها أو موتها، تحتوي أجسام الكائنات الحية كلّها على عوامل مساعدة تُعرَف بالأنزيمات. **والأنزيم Enzyme هو عامل مساعد بروتيني يعمل على إسراع التفاعل الكيميائي من دون أن يُستهلَك أثناء التفاعل أو يتغيّر داخل جسم الكائن الحي.** وتُؤدّي الأنزيمات عملها بسرعة ودقّة متناهيتين، إذ تُحفّز آلاف التفاعلات في الثانية الواحدة.

2. آلية عمل الأنزيم

Mechanism of Action of the Enzyme

لتوضيح آلية عمل الأنزيم في التفاعل الكيميائي، سنستعين كمثال بأنزيم السكّريز الذي يهضم سكّر السكّروز (سكّر المائدة) الذي يُعتبَر من السكّريات الثنائية لأنّه يتكوّن من جزيئين من السكّر الأحادي، وهما جزيء سكّر الجلوكوز وجزيء سكّر الفركتوز. بارتباط أنزيم السكّريز مع جزيء سكّر السكّروز، فإنّه يُفكّك الرابطة الكيميائية الموجودة بين جزيئي الجلوكوز والفركتوز أو يُحلّلها.

(شكل 80)
تُشير بعض الدلائل، مثل تغيّر اللون، إلى حدوث تفاعلات كيميائية. ما الدليل على حدوث التفاعلات الكيميائية في كلّ صورة من هذا الشكل؟ ما نوعية التفاعل الكيميائي في كلّ منها: بانٍ أم هادم؟

2.2 آلية عمل الأنزيمات

استعن في (الشكل 81) لشرح آلية عمل الأنزيم في التفاعلات الكيميائية، وأهمية توافق شكل كلّ من المادة المتفاعلة والمركز الفعّال للأنزيم مع بعضهما (مثل القفل ومفتاحه).

احرص على تعرّف الطلاب المفاهيم التالية:

- تعتمد آلية عمل الأنزيمات على إضعاف قوة الرابطة بين مكونات المواد إلى درجة التفكّك لتتحرّر النواتج (العمليات الهادمة).
- يضاعف الأنزيم من سرعة التفاعلات الكيميائية آلاف المرات.
- الأنزيمات عبارة عن جزيئات من البروتين.
- يؤدي كل أنزيم وظيفة معينة، ويمكنه أن يؤدي هذه الوظيفة ملايين المرات خلال دقيقة واحدة.
- يضمّ جسم الإنسان آلاف الأنواع من الأنزيمات، وترجع إليها مقدرته على الرؤية والتنفّس والتحرّك، وغيرها.
- تفكّك معظم الأنزيمات المواد المعقدة إلى مواد أبسط، كما في حالة الهضم.
- الأنزيمات عبارة عن عوامل مساعدة تتواجد داخل أجسام الكائنات الحية، وتعمل على إسراع التفاعلات الكيميائية، بدون أن تستهلك أو تتغيّر طبيعتها أثناء التفاعل.
- تعتمد جميع العمليات والأنشطة الحيوية التي تحدث داخل أجسام الكائنات الحية أساسًا على الأنزيمات، التي بدونها لا يمكن أن تحدث هذه العمليات أو قد تحدث ببطء شديد لا يتناسب مع متطلبات حياة الكائن الحي.
- ينجم عن نقص أو غياب الأنزيمات حدوث بعض التشوّهات أو الإصابة بالأمراض أو التخلف العقلي أو الموت.
- يظهر كل أنزيم أقصى نشاط خلال مدى معيّن أمثل من ظروف التفاعل.
- يتأثر عمل الأنزيم بدرجات الحرارة والأس الهيدروجيني pH.

اطلب إلى الطلاب تنفيذ نشاط "تحليل تفاعل كيميائي" والإجابة عن الأسئلة الموجودة في كتاب الأنشطة صفحة 54.

يسمح هذا النشاط للطلاب بممارسة دور العالم والباحث في الأحياء واتباع منهجية التفكير العلمي.

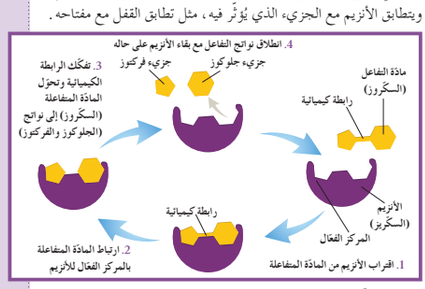
الأحياء في حياتنا اليومية

استخدامات الأنزيمات

يتناول عرضًا لبعض الاستخدامات التجارية والصناعية والشخصية للأنزيمات في الحياة اليومية لأفراد المجتمع.

ويُوضّح الشكل (81) كيفية عمل الأنزيم، فتُسمّى المادّة التي يُحلّلها الأنزيم المادّة المتفاعلة (وهي في هذه الحالة سكّر السكّروز). وتُسمّى منطقة الأنزيم التي يرتبط من خلالها بالمادّة المتفاعلة المركز الفعّال للأنزيم. ففي هذا المركز، يقوم الأنزيم بتغيير المادّة المتفاعلة بشكل بسيط، بحيث يعمل على إضعاف رابطة كيميائية محدّدة بين مكوّناتها. ويُؤدّي إضعاف هذه الرابطة إلى تفكّكها وبالتالي إلى تحرّر نواتج التفاعل (جزيئان من السكّر الأحادي، وهما في هذه الحالة الجلوكوز والفركتوز). وتعتمد آليّة عمل الأنزيم، كعامل مساعد يزيد من سرعة التفاعلات الكيميائية داخل جسم الكائن الحي، على خفض الطاقة اللازمة لتنشيط الموادّ المتفاعلة حتّى يبدأ التفاعل الكيميائي في ما بينها. فلكي يبدأ التفاعل الكيميائي داخل الخليّة (نباتية أو حيوانية)، لا بدّ من توافر قدر معيّن من الطاقة، يُعرَف باسم طاقة التنشيط، التي قد تكون كبيرة لدرجة تُضرّ بالخليّة الحية. ويعمل الأنزيم على خفض هذه الطاقة التنشيطية اللازمة لإتمام التفاعل.

الأنزيمات هي موادّ متخصّصة في عملها، فيقوم كلّ أنزيم بتحفيز تفاعل كيميائي معيّن يعتمد على تركيب جزيء المادّة المتفاعلة وشكل الأنزيم. ويتطابق الأنزيم مع الجزيء الذي يُؤثّر فيه، مثل تطابق القفل مع مفتاحه.



(شكل 81)
يُحلّل أنزيم السكّريز جزيئات السكّروز (سكّر المائدة) عبر تفكيك الرابطة الكيميائية بين جزيئي سكّر الجلوكوز وسكّر الفركتوز. قارن شكل كلّ من المادة المتفاعلة والمركز الفعّال للأنزيم.

العوامل المؤثّرة في عمل الأنزيمات:

لكلّ أنزيم مدى معيّن أمثل من النشاط يتأثّر بعوامل فيزيائية كالحرارة وعوامل كيميائية كالحموضة (الأسّ الهيدروجيني PH). يُظهر الشكل (82 أ) تأثّر نشاط أنزيمات بكتيرية وهضمية في جسم الإنسان بهذه العوامل.

إنّ الحرارة المثلى لبلوغ النشاط الأنزيمي ذروته في جسم الإنسان هي 37°C. يكون الأنزيم غير ناشط على حرارة 0°C ويزيد نشاطه مع ارتفاعها إلى 37°C. ويخفّ نشاط هذا الأنزيم مع تخطّي الحرارة 37°C،

اكتساب المهارات

احرص على استخدام الطلاب للمهارات التالية:

مهارة الملاحظة: بدعوة الطلاب إلى ملاحظة بعض التفاعلات الكيميائية في البيئة خلال الحياة اليومية.

مهارة التوقّع: بالتنويه للطلاب بمقارنة سرعة التفاعلات الكيميائية المختلفة عند مزاولة الأنشطة الرياضية، وعند الراحة والنوم.

مهارة الاستنتاج: وجّه الطلاب إلى استنتاج أي التفاعلات الكيميائية التي تحدث في أجسامهم يكون مصحوبًا بانطلاق وتحرر للطاقة **(التنفس والحركة)**

مهارة الاتصال: بإدراك الطلاب ما المقصود بالمعادلة الكيميائية الخاصة بأحد التفاعلات الكيميائية، وتعرف المتفاعلات والنواتج واتجاه سير التفاعل وظروفه.

مهارة التعبير الكتابي: عرّف الطلاب أن المادة الكربوهيدراتية المخزنة في البطاطا هي النشاء، وبالرغم من ذلك فإننا نشعر بمذاق حلو بعد تناولها. ويعود ذلك إلى تحلل النشا إلى سكّري المالتوز والغلوكوز في الفم. اطلب إلى الطلاب كتابة المعادلة اللفظية الدالة على ذلك.

(نشا ← أميليز اللعاب ← مالتوز + غلوكوز)

3. قيم وتوسع

1.3 ملف تقييم الأداء

لتقييم الأداء، دع الطالب يجري إحدى أو جميع الخطوات التالية:

* وضع قائمة ببعض التفاعلات الكيميائية البانية والهادمة التي تجري في أجسام الكائنات الحية وفي البيئة.
* وضع قائمة ببعض الأنزيمات الموجودة في جسم الإنسان، والتفاعل الكيميائي الذي يحفّزه كل أنزيم منها.

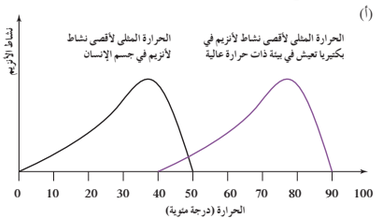
رسم لوحات جدارية يظهر فيها الطلاب بعض التفاعلات الكيميائية التي تحدث داخل أجسامهم.

إجابات أسئلة مراجعة الدرس 3–3

1. **تفاعلات بانية:** نمو الكائن الحي، عملية البناء الضوئي، وغيرها.
   تفاعلات هادمة: نضج الفواكه، عملية الهضم، وغيرها.
2. لا بدّ أن يتضمّن الرسم الأنزيم، ومادة التفاعل التي يعمل عليها الإنزيم، والمركز الفعال للأنزيم، والتفاعل الكيميائي الحادث والموادّ الناتجة.
3. يدلّ تكون راسب ملون له خواص جديدة على حدوث تفاعل كيميائي.

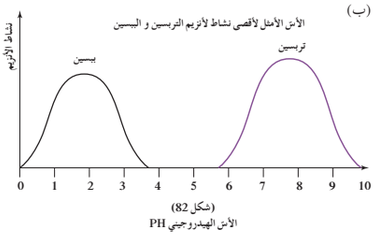
فاقدًا قدرته على العمل نهائيًا على حرارة عالية، حتّى ولو أعدنا وضعه على حرارة 37°C. أمّا البكتيريا التي تعيش في بيئة ذات حرارة عالية، فتتحمّل أنزيماتها ارتفاع درجة الحرارة إلى 80°C.

(أ)



أمّا بالنسبة إلى أنزيمات الهضم، فهي تحتاج إلى محيط كيميائي ملائم لتبقى على نشاطها. فعلى سبيل المثال، يعمل أنزيم التربسين بنشاط كامل في محيط قاعدي بينما يعمل أنزيم الببسين بنشاط كامل في محيط حمضي (الشكل 82 ب).

(ب)



(شكل 82)

مراجعة الدرس 3–3

1. اذكر بعض الأمثلة عن تفاعلات كيميائية بانية وأخرى عن تفاعلات كيميائية هادمة.
2. ارسم رسمًا كامل البيانات يُوضّح كيفية عمل أحد الأنزيمات.
3. **التفكير الناقد:** إذا قمت بمزج محلولين عديمي اللون في كأس، وتلوّن المزيج بلون أزرق، مع ترسّب راسب أزرق ببطء في قاع الكأس، فهل يُعتبر هذا تفاعلاً كيميائيًا؟

علم الأحياء في حياتنا اليومية

استخدامات الأنزيمات

تُؤدّي الأنزيمات عملها التحفيزي بأفضل شكل داخل الخلايا، كما يُمكنها أن تُظهر تأثيراتها خارج الخليّة وخارج جسم الكائن الحي، ما يسمح باستخدامها في أغراض كثيرة، منها:

* إنتاج الكحول الإثيلي بواسطة فطر الخميرة المحتوي على أنزيم الزيميز الذي يُحوّل النشويات والسكّريات إلى الكحول الإثيلي وثاني أكسيد الكربون.
* إنتاج مساحيق تنظيف الملابس ذات التأثير البيولوجي والتي تحتوي على أنزيم الديهيدروجينيز الذي يُزيل البقع.
* تحسين أنواع الخبز بواسطة الأنزيمات التي تُفصَل من بعض أنواع الفطريات.
* تخفيف الآلام الناتجة عن لسعات النحل وقناديل البحر بواسطة أنزيمات البروتيوزات، فتُحطّم البروتينات الموجودة في الجروح الناتجة عن هذه اللسعات ما يُخفّف من الشعور بالألم.
* إنتاج النشا من السكّريات البسيطة (مثل الجلوكوز) ومركّب ATP ومركّب جلوكوز – 6 – فوسفات بواسطة أنزيم فوسفوريليز النشا المستخرج من درنات البطاطا، والذي يقوم بلمرة (تجميع وربط) هذه الموادّ في صورة سكّريات عديدة مثل النشا.
* دباغة الجلود، حيث يُستخدَم أنزيم البيتيديز لإزالة الشعر من الجلد وإكسابه النعومة المرغوب فيها.
* علاج بعض أمراض القناة الهضمية بواسطة أنزيمي الببسين والتربسين وهما أنزيمان هاضمان للبروتينات.

الأهداف:
- يحدّد العمليات الحيوية المختلفة للكائنات الحية ويصفها.
- يفسّر اعتماد العمليات الحيوية على التفاعلات الكيميائية.

الأدوات المستعملة: لوحات وصور أو شفافيات للعمليات والتفاعلات الكيميائية التي تحدث داخل جسم الإنسان.

صفحات التلميذ: من ص 88 إلى ص 96

عدد الحصص: 2

1. قدم وحفز

1.1 استخدام صورة افتتاحية الدرس

دع الطلاب يتفحّصون صورة افتتاحيّة الدرس (شكل 83) ويقرأون التعليق المصاحب لها. أشر إلى أن الأطعمة وخاصة تلك الغنية بالكربوهيدرات والليبيدات هي التي تعطي الفأر القدر الأكبر من الطاقة التي تساعده على أداء هذه القفزة الرائعة. ونوّه إلى أن التفاعلات الكيميائية تفكّك الروابط الكيميائية داخل هذه المواد الغذائية لتنطلق الطاقة اللازمة لأداء هذه القفزات، وغيرها من الأنشطة الحيوية.

2.1 اختبار المعلومات السابقة لدى الطلاب

لتقييم المعلومات السابقة لدى الطلاب حول كيفية توظيف الكيمياء في العمليات الحيوية، اطرح السؤالين التاليين:

- أي العمليات الحيوية التي تعتمد على حدوث التفاعلات الكيميائية أكثرها أهمية لحياة الكائنات؟ **(لا بد أن تتضمن الإجابات: الهضم والتنفس وتحولات الطاقة والإخراج والاستجابات المناعية.)**
- ما علاقة الطعام الذي تتناوله بالمحافظة على حرارة جسمك؟ **(تنطلق الطاقة عندما تتعرّض الروابط الكيميائية الموجودة في المواد الغذائية للتفكّك بواسطة التفاعلات الكيميائية، و يكون بعض من هذه الطاقة على هيئة حرارة تساعد الجسم في الحفاظ على درجة حرارته.)**

إجابة سؤال (الشكل 84) صفحة 88 في كتاب الطالب

الجذور مكونة من خلايا منظمة تستطيع التكاثر على عكس مكعّب الثلج.

لا يستطيع عود الثقاب التكاثر والنمو مثل سراج الليل.

الدرس 3-4
دور التفاعلات الكيميائية في العمليات الحيوية
Role of Chemical Reactions in Life Processes

الأهداف العامة
- يحدّد العمليات الحيوية المختلفة للكائنات الحية ويصفها.
- يفسّر اعتماد العمليات الحيوية على التفاعلات الكيميائية.

(شكل 83)

إنّ القوارض، مثل هذا الفأر النشيط الموضّح في الشكل (83)، هي كائنات نشيطة جدًا. فطاقة أجسامها مختزنة في الروابط الكيميائية الموجودة في الموادّ الغذائية التي تأكلها.
كيف تتحرّر هذه الطاقة من الغذاء؟

ينطبق الكثير من خصائص الكائنات الحية التي ذُكرت على أشياء غير حية. فالغيوم، مثلًا، تتحرّك في السماء، وتستخدم النار الطاقة لتندلع، ثمّ تُصدر المزيد من الطاقة لتنمو وتكبر وتبدأ نار جديدة (تتولّد) (الشكل 84). كذلك، تُظهر بلّورات الثلج تنظيمًا عاليًا وهي تكبر شيئًا فشيئًا في الثلج والصقيع، مع الاحتفاظ بدرجة عالية من التنظيم في بنية جزيئات الماء التي تُشكّلها. لكن في المقابل، إنّ الغيوم لا تتكيّف وبلّورات الثلج لا تتكاثر والنار غير مؤلّفة من خلايا وهي غير منظمّة. إذًا، يملك عدد من الأشياء غير الحية بعض صفات الحياة، لكن لا يُمكن أن تتمتّع بجميع خصائص الكائنات الحية، التي تتمثّل بالأيض والطاقة والنموّ وإصلاح الأنسجة المتهالكة والتنظيم والاتّزان الجسمي والاتّصال والتكاثر والاستجابة والتكيّف.

(أ) (ب) (ج) (د)

(شكل 84)
يستخدم كلّ من عود الثقاب الملتهب (جـ) وسراج الليل (حشرة) (د) الطاقة. ما هو وجه الاختلاف بينهما؟ أيّ خصائص تجعل حشرة سراج الليل كائنًا حيًّا؟

يتميّز مكعّب الثلج (أ) بتنظيم معقّد في تركيب البلّورات. يتمتّع جذر النبات (ب) بنمط منظّم من التركيب. أيّ اختلافات تجعل الجذور خلايا حية؟

88

2. علم وطبق

1.2 الأيض والطاقة

احرص على فهم الطلاب المفاهيم التالية:

- يُعتبر جسم الكائن الحي مسرحًا لملايين التفاعلات والتغيرات الكيميائية، التي تحدث بشكل متواصل لحفظ حياة الكائن، وذلك من خلال حصوله على الطاقة المخزّنة في الروابط الكيميائية داخل الموادّ الغذائية التي يتناولها.
- يعتمد انطلاق الطاقة داخل أجسام الكائنات الحية على عملية التنفس الخلوي، التي تتم خلالها أكسدة المواد الكربوهيدراتية والليبيدات.
- تخزن الطاقة المنطلقة من عملية التنفس الخلوي في صورة مركب كيميائي، وهو الأدينوسين ثلاثي الفوسفوات (ATP)، الذي يتحلل لتنطلق الطاقة عند احتياج الكائن إليها لأداء عملياته الحيوية.
- يطلق على جميع التفاعلات والتغيّرات الكيميائية التي تحدث داخل جسم الكائن الحي مصطلح الأيض.
- هناك نواتج جانبية للتفاعلات الأيضية التي تتحرّر نتيجتها الطاقة، مثل ثاني أكسيد الكربون والحرارة الزائدة، والتي يتخلص منها الجسم لتجنب أضرارها.

اطرح على الطلاب السؤال التالي:

- ما الذي يحدث أثناء عملية الأيض؟ **(تحدث مجموعة من التغيّرات الكيميائية المتناسقة داخل جسم الكائن فتمكن جميع خلايا جسمه من الحصول على الطاقة اللازمة لأداء المهام والوظائف الخاصة بها.)**

نشاط توضيحي

اطلب إلى أحد الطلاب قياس درجة حرارة جسمه بالترمومتر الشريطي الذي يُلصق على الجبهة، ثم القفز في مكانه حتى يشعر بالتعرّق، واجعله يقيس درجة حرارته مرة أخرى. فسر للطلاب أن الفرق بين درجتي الحرارة هي نتيجة تولد طاقة حرارية زائدة في الجسم، وهذه الحرارة سوف تضر بخلايا الجسم إذا لم يفقدها؛ لذا فهو يتخلص منها إلى الوسط المحيط بواسطة التعرّق.

العلم والمجتمع والتكنولوجيا

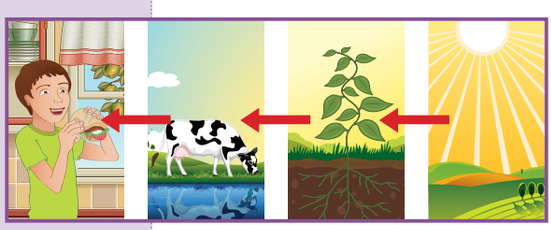
صور الطاقة وتحولاتها في جسم الإنسان

لا يتوقف الجسم ولو للحظات عن أداء وظائفه المتنوعة.
تُستعمل الطاقة الكيميائية الناتجة عن تفكّك المواد الغذائية في الجسم لأداء جميع العمليات الحيوية من أجل هدف أسمى وهو المحافظة على ثبات الاتزان الداخلي للجسم، وحمايته من جميع المؤثرات الخارجية.
وضح للطلاب ضرورة أن يتناسب مقدار ما يأكلونه مع الجهود التي يبذلونها، حتى لا يتحول المقدار الزائد من المواد الغذائية إلى دهون وشحوم تضرّ بالصحة.

1. الأيض والطاقة Metabolism and energy

يقوم جسمك بالعديد من عمليات الأيض، كإنتاج الموادّ الكيميائية المتنوّعة، والتي تُنظّم جميع العمليات الحيوية في جسمك كإنتاج الطاقة للحركة، والنموّ، والتكاثر، والتواصل، والتكيّف مع البيئة، وغيرها. تُعرَف هذه العمليات والتغيّرات، التي تتمّ في تناسق وتناغم لتضمن الاتّزان الداخلي للجسم، بالأيض.
وتحصل الكائنات الحية على الطاقة، التي تستخدمها في جميع الأنشطة والعمليات الحيوية في أجسامها، من خلال تفكيك الروابط الكيميائية التي تحصل عليها عبر جزيئات الموادّ الغذائية الموجودة في الطعام (الشكل 85).
تعلّمت في سياق سابق أنّ المصدر الأساسي للطاقة على وجه الأرض هو الشمس التي يمتصّ النبات طاقتها الضوئية لصنع المركّبات الغنيّة بالطاقة، مثل السكّريات التي يُفكّكها جسمك ليحصل على الطاقة المختزنة في جزيئاتها، ويستعين بها في جميع أنشطته وعملياته الحيوية (الشكل 86).
وفضلًا عن أنّ الموادّ الغذائية تُزوّد الجسم بالطاقة المطلوبة، فإنّها تمدّه أيضًا بالعناصر التي يحتاجها، من بروتينات ودهون وسكّريات وعناصر معدنية وفيتامينات، ليبني منها خلايا الأنسجة ويُرمّم التالف منها ويُكسبها القدرة على أداء وظائفها.
كذلك، يستفيد جسمك من بعض نواتج التفاعلات الكيميائية الأخرى، إلى جانب الطاقة، التي يقوم جسمك بالتخلّص منها، مثل الحرارة والفضلات. فجسمك يحتاج إلى الحرارة لكي يظلّ حيًّا ومتوازنًا، لكنّ الحرارة الزائدة تُصبح ضارّة بالجسم، ما يدفعه إلى التخلّص منها بواسطة التعرّق، مثل ثاني أكسيد الكربون وفضلات الطعام وبعض الأملاح.

(شكل 85)
يرتبط بطء معدّل الأيض لدى هذه الأفعى الضخمة بمقدرتها على تناول فرائس كبيرة الحجم. بمعنى آخر، تأكل هذه الأفعى أقل بكثير مما تأكل الطيور والثدييات، فهي تأكل من ثمانٍ إلى عشر مرّات فقط في السنة.



(شكل 86)
تنبعث الطاقة التي يحصل عليها الإنسان من ضوء الشمس.

العلم والمجتمع والتكنولوجيا

صور الطاقة وتحوّلاتها في جسم الإنسان

عندما تقرأ الكلمات في هذه الصفحة، تتحوّل الطاقة في جسمك من شكل إلى آخر. ففي هذه اللحظة، يقوم جهازك الهضمي بهضم الطعام الذي تناولته عند الإفطار أو الغداء. وعندما يتمّ الهضم، يتزوّد جسمك بإمداد جديد من الطاقة الكيميائية التي تنطلق ليعمل جسمك.
وتتحوّل الطاقة الكيميائية الموجودة في جسمك إلى طاقة ميكانيكية أينما تحرّكت عضلاتك لتؤدّي عملًا ما، قد يكون المشي أو التحدّث أو الكتابة أو غير ذلك. كما يستخدم جسمك هذه الطاقة الكيميائية في بناء أنسجته، أو لإصلاح ما قد تلف منها إذا جُرحت أو أُصيبت.
وبذلك، تُختزن هذه الطاقة الكيميائية في جسمك كطاقة كيميائية في هذه الأنسجة الجديدة.

يتحوّل بعض من الطاقة الكيميائية التي حصل عليها جسمك من الطعام إلى طاقة حرارية تُحافظ على ثبات حرارة جسمك عند 37°C.
وعندما تتغيّر درجة حرارة الطقس من حولك لتُصبح أكثر برودة، يستغلّ جسمك هذه الطاقة الحرارية للحفاظ على ثبات حرارته عند 37°C.
ويُوضّح هذا الشكل (المخطّط الحراري) كيفية توزيع الحرارة في جسمك. فعندما تكون درجة حرارة جسمك أعلى من 37°C، لا بدّ أن يفقد جسمك الحرارة عن طريق التعرّق، حتى لا تزداد حرارة جسمك أكثر. ويقوم جسمك بإخراج الماء (العرق) من خلال الجلد حيث يتبخّر ساحبًا معه الطاقة الحرارية، فيبرد جسمك.
عادة ما تكون كمّية الطاقة في الطعام الذي تأكله متوازنة مع كمّية الطاقة التي يستخدمها جسمك والتي تتنوّع بحسب درجة نشاطك. لذلك، يجب عليك أن تأكل أكثر عندما يزداد نشاطك، وأقلّ في حال كنت قليل النشاط. فيتحوّل الطعام الفائض عن حاجة الجسم إلى دهون ما يُؤدّي إلى زيادة وزنك. وإذا تناولت طعامًا بكمّية أقلّ من حاجة جسمك، سوف يُحلّل جسمك الدهون الموجودة فيه وينقص وزنك. عمومًا، يستخلص كلّ شخص الطاقة من الغذاء بمعدّل مختلف، ويُعرَف هذا بمعدّل الأيض. فقد يأكل شخصان الكمّية والنوعية نفسهما من الطعام ويبذلان المجهود نفسه، ولكن يزداد وزن أحدهما فيما يُحافظ الآخر على وزنه.

2.2 النمو وإصلاح الأنسجة المتهالكة

تصويب بعض المفاهيم الخاطئة: فقد يظن البعض منهم خطأ أن النمو هو الزيادة في الحجم فقط. أرشد الطلاب إلى أن هناك بعض الأشياء غير الحية التي تنمو (تزداد) في حجمها بدون أن يكون هذا النمو مُصاحبًا بتغيرات كيميائية، مثل ازدياد قطع الثلج في الحجم مع إضافة الماء وتجمّده (تغير فيزيائي). أكّد على الطلاب أن النمو هو عملية ازدياد الكائنات في الحجم مُصاحَبة باستخدام الطاقة والتفاعلات الكيميائية نتيجة انقسام الخلايا وازدياد عددها.

وضح للطلاب الفرق بين عملية النمو وعملية التطوّر أو التحوّل: فالنمو هو الازدياد في الحجم نتيجة انقسام الخلايا، أما التطور فهو التغيّرات التي تحدث خلال فترة حياة الكائن الحي ليصبح الكائن أكثر تعقيدًا. وتنتج كلتا العمليتان عن انقسام الخلايا، وتصنع الخلايا خلالهما الكثير من المواد مثل الكربوهيدرات والليبيدات والبروتينات، وتتّمان وتنتظمان تبعًا للمعلومات الوراثية التي تحملها الأحماض النووية في خلايا الكائن الحي.

* لماذا تُعتبر التفاعلات الكيميائية ذات أهمية لعمليات نمو الأنسجة المتهالكة وتعويضها؟ **(لأن التفاعلات الكيميائية تحدث لإنتاج خلايا جديدة، ليتحقّق النمو ولتعويض الخلايا المتهالكة سواء بالجروح أو الإصابة بالأمراض)**

نشاط توضيحي

اعرض على الطلاب بعضًا من يرقات أبي ذنيبة وضفدع يافع، واطلب منهم المقارنة بينهما، أو اعرض أطوارًا من دورة حياة فراشة الحرير، واطلب منهم تحديد التغيّرات التي تطرأ في كل طور.

احرص على تعرّف الطلاب المفاهيم التالية:

* تحدث عملية إصلاح الأنسجة المتهالكة وتعويض ما فقد من خلايا عن طريق عملية انقسام الخلايا التي تكون مُصاحَبة بالعديد من التفاعلات والتغيّرات الكيميائية التي تبنى خلالها الموادّ المكونة لهذه الأنسجة.
* العملية التي يتمّ من خلالها تعويض بعض الأجزاء التي فقدها الجسم، مثل تعويض إحدى الأذرع المبتورة لنجم البحر، أو اللوامس المفقودة لحيوان الهيدرا، أو نمو الجزء الطرفي لذيل الزواحف، هي عملية تعتمد على حدوث الكثير من التفاعلات والتغيرات الكيميائية.

2. النموّ وإصلاح الأنسجة المتهالكة
Growth and Repair of Damaged Tissues

تنمو الكائنات الحية، أو بمعنى آخر تتغيّر في الشكل والحجم طوال فترات حياتها. فعندما تنبت البذرة، تُنتج جذورًا وجذعًا وأوراقًا تستمرّ في النموّ والتغيّر لسنوات طوال حتّى تُصبح شجرة كبيرة. في غضون كلّ هذا الوقت، تتلقّى الضوء وتحصل على الهواء والماء والمعادن من التربة لتصنع غذاءها وتُكوّن بالتالي أنسجتها الحية. وهي تقوم بذلك طيلة فترة نموّها من أجل تجدّد الخلايا Cell Renewal وزيادة عددها وتعويض الأنسجة المتهالكة.

(شكل 87)
التحوّل عند الفراشة أثناء دورة حياتها: فكلّما زاد نموّها تغيّر مظهرها من شكل إلى آخر.

وخلال دورة حياة معظم الكائنات الحية، يحدث الكثير من التغيّرات الضخمة التي تُسمّى التطوّر أو التحوّل. تظهر في بعض الحشرات، كتلك الموضّحة في الشكل (87)، تغيّرات معقّدة تُؤدّي إلى تحوّل اليرقة إلى فراشة، كما هو الحال أيضًا لدى البرمائيات حيث يتحوّل الشرغوف إلى ضفدعة يافعة. ويعود سبب هذه التغيّرات، التي تحدث كلّما نما الكائن، إلى التفاعلات الكيميائية العديدة والمعقّدة التي تحدث خلال دورة حياة الكائن.

ويختلف معدّل النموّ والتطوّر لدى كلّ كائن. فيستغرق نموّ الإنسان ليصل إلى مرحلة النضج حوالى 18 عامًا، فيما يستغرق نموّ الشرغوف عدّة أسابيع ليُصبح ضفدعة يافعة، وتصل بعض الحشرات إلى أطوارها اليافعة خلال يوم واحد فقط.

لكي تنمو الكائنات الحية وتتطوّر، تُنتج خلاياها الكثير من البروتينات والكربوهيدرات والليبيّدات الجديدة والمتنوّعة. وتخضع هذه العملية للتنظيم الكيميائي المتوفّر في الأحماض النووية الموجودة في أنوية هذه الخلايا بحسب ما تحمله من معلومات وراثية.

بالإضافة إلى عملية النموّ (التغيّر في الشكل والحجم)، تحدث لدى الكائنات الحية مجموعة من التفاعلات الكيميائية التي تنجم عنها مجموعات جديدة من الخلايا لتعويض ما قد تلف من خلايا بعض الأنسجة المتضرّرة، أو لتعويض الخلايا المتجدّدة في الجسم (ذات مدى العمر القصير)، مثل خلايا الدم وخلايا الجلد.

(شكل 88)
نموّ ذيل جديد للسحلية الخضراء بعد أن فقدت ذيلها. وتُعرف عملية تعويض الأجزاء التي يفقدها الجسم بالتجدّد.

تحدث في جسم الكائن الموضّح في الشكل (88)، مجموعة من التفاعلات الكيميائية ينجم عنها تكوّن ذيل جديد بدلًا من الذي فقده، وإنتاج خلايا عظمية جديدة في حالة كسور العظام.

3.2 التنظيم والاتزان الجسمي

نشاط توضيحي

إكمالًا للنشاط السابق المتعلّق بموضوع الأيض والطاقة، اسأل الطلاب: لماذا تصبّب العرق من زميلهم بعد القفز في مكانه؟ **(لارتفاع درجة حرارة جسمه أثناء القفز)** وضح للطلاب أن إفراز العرق يُعتبر آلية يقوم بها الجسم للحفاظ على ثبات بيئته الداخلية، لأن العرق يساعد الجسم على التخلص من الحرارة الزائدة الناتجة عن المجهود البدني. وبهذا فإنه يمثل حماية للجسم من ضرر هذه الحرارة الزائدة.

نشاط توضيحي

اطلب إلى أحد الطلاب أن ينظر في مرآة لمدة دقيقة، ثم يغطي إحدى عينيه بإحدى يديه مدة 3–2 دقائق، ثم يرفع يده وينظر في المرآة إلى إنسان العين (بؤبؤ) بكلتا عينيه، أيّهما أوسع؟ فسر للطلاب أن حركة إنسان العين، اتساعًا أو ضيقًا، تُعتبر إحدى وسائل الحفاظ على الاتزان الداخلي للجسم، وذلك من أجل رؤية أفضل حينما يتّسع إنسان العين في الضوء الخافت، أو من أجل حماية خلايا شبكية العين حينما يضيق إنسان العين في الضوء الساطع.

* ما أهمية الحفاظ على ثبات الاتزان الداخلي في جسم الكائن الحيّ؟ **(حتّى يبقى الكائن على قيد الحياة، فلا بد أن تكون جميع الظروف الداخلية لجسمه في حالة من الثبات والاستقرار)**

تصويب بعض المفاهيم الخاطئة: قد يظن بعض الطلاب أن درجة حرارة أجسامهم دائمة الثبات عند 37°C، إلا عندما يصيبهم المرض فترتفع أو تنخفض. وضّح أن درجة 37°C هي عبارة عن متوسط درجة حرارة الإنسان السليم صحيًا، وأن هذه الدرجة تتعرّض للتغيّر الطفيف خلال فترات اليوم الواحد بما يتناسب مع المجهود المبذول. يعتبر هذا إحدى الآليات التي يقوم بها الجهاز العصبي في الجسم للحفاظ على الثبات أو الاتزان الداخلي للجسم.

إحدى الطرق المعروفة للجهاز الهرموني لحفظ الثبات والاتزان الداخلي للجسم هي آلية التغذية الرجعية. ولتبسيط مفهوم هذه الآلية، فإننا يمكن تشبيه عملها بأي جهاز يحتوي على ترموستات، مثل الثلاجة: فعند ضبط الترموستات عند 3°C، يقوم الترموستات بتشغيل الثلاجة للتبريد إذا تعدّت الحرارة داخلها 3°C، وعندما تصل درجة الحرارة إلى 3°C، فإن المعلومات عن درجة التبريد (آلية التغذية الرجعية) تصل إلى الترموستات الذي يعطي إشارة سالبة لموتور الثلاجة معناها «لا تبريد أكثر من ذلك»، فيتوقّف عن العمل. فنوع الإشارة المستخدمة للتبريد في الثلاجة تسمى «آلية التغذية الرجعية السالبة»، لأن الجهاز يتوقّف عن العمل. وكذلك الأمر بالنسبة للجهاز الهرموني الذي يعمل بالطريقة نفسها، فخلال آلية التغذية الرجعية السالبة، عندما تصل كمية هرمون معينة في الدم إلى مستوى محدّد، يتوقف الجهاز الهرموني عن إفراز هذا الهرمون. ويمكن تطبيق هذا المفهوم على كلّ من هرموني الإنسولين والجلوكاجون في حال ارتفاع وانخفاض تركيز سكر الغلوكوز في الدم.

3. التنظيم والاتّزان الجسمي

Organisation and Homeostasis

تتميّز الكائنات الحية بتنظيم متقن للغاية. ففي كلّ مرحلة من مراحل التنظيم الخاصّة سواء أكانت في كائنات وحيدة الخلايا (الجراثيم والطلائعيات) أم كائنات عديدة الخلايا (الإنسان) توجَد بنيات متخصّصة تُنفّذ عمليات معيّنة. في ما يتعلّق بالإنسان، إنّ وحدة البناء والوظيفة هي الخليّة.

تعلّمت في سياق سابق أنّ جسمك يُعتبر مسرحًا للكثير من العمليات الكيميائية المتواصلة، البانية والهادمة، المصحوبة بامتصاص للطاقة أو انطلاقها. ولكي تظلّ حيًّا، فلا بدّ أن تكون هذه التغيّرات الكيميائية منظّمة وخاضعة لسيطرة جسمك، الذي يعمل جاهدًا **لحفظ ثبات بيئته الداخلية واستقرارها، أي الاتّزان أو الثبات الداخلي Homeostasis.**

(شكل 89)
يُمكّن الاتّزان الداخلي بين خلايا أجهزة الجسم المختلفة لاعب الجمباز من أداء الحركات المتوازنة. تصوّر ما الذي يحدث إذا لم يؤدِّ أيّ نوع من خلايا الجسم دوره خلال هذه الحركة الرياضية؟

على الرغم من عدم مقدرة نبات التين الشوكي (الصبّار) (الشكل 90) على التنقّل من مكان إلى آخر، إلّا أنّ الموادّ الكيميائية والعمليات الفيزيائية تعمل على حفظ التوازن المائي ودرجة الحرارة، بالإضافة إلى كونها المسؤولة عن امتصاص العناصر الغذائية التي تحتاجها خلاياها لتكوين خلايا جديدة. ويوجَد العديد من آليات التنظيم اللازمة للحفاظ على الثبات والاتّزان الداخلين. فعلى سبيل المثال، يتمّ تنظيم التفاعلات الكيميائية في الخلايا بواسطة آلية التغذية الراجعة Feedback Mechanism، وهي عبارة عن سلسلة من التفاعلات التي تكون فيها نواتج التفاعل الأخير بمثابة إشارة بدء أو توقّف لهذه التفاعلات.

(شكل 90)
تُحافظ النباتات على ثبات الظروف الداخلية واتّزانها من خلال عمليات فيزيائية وكيميائية. فيمتصّ نبات التين الشوكي، وهو نبات صحراوي، الماء من التربة عبر عمليات فيزيائية، إذ يؤثّر الاتّزان المائي الداخلي في جميع العمليات الكيميائية للنبات.

إجابة سؤال (الشكل 89) صفحة 92 في كتاب الطالب

قد يسقط الرياضي على الأرض، وقد يصاب جسمه بأضرار بالغة وكسور.

إجابة سؤال (الشكل 91) صفحة 93 في كتاب الطالب

انخفاض أو ارتفاع نسبة الأنسولين في الدم.

4.2 الاتصال والاستجابة

أكّد للطلاب أن الاتصال، سواء الداخلي أو الخارجي، عبارة عن مؤثرات تقابلها استجابات، ويعتمد كلاهما على الكثير من التفاعلات والتغيّرات الكيميائية.

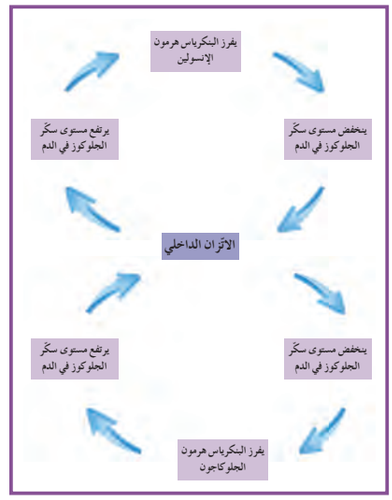
- **الاتصال الداخلي** هو الآلية التي يتدخّل بواسطتها الجهاز العصبي للحفاظ على ثبات الاتزان الداخلي للجسم بإصدار الاستجابات المختلفة لحماية الكائن من المؤثرات الخارجية الضارّة.
- **الاتصال الخارجي** بين الكائنات عبارة عن لغة تفاهم، تُستخدم فيها الحواس المختلفة لتمييز المؤثّرات البيئية الخارجية، وذلك للحماية من الأخطار الخارجية وتنظيم الحياة الاجتماعية في ما بين أفراد النوع الواحد. يتمّ الاتصال الخارجي عن طريق إصدار بعض المؤثرات الحسّية التي قد تكون صوتية أو حركية أو تلامسية أو كيميائية أو شمّية أو تذوقية، ولكل مؤثر منها الاستجابة المناسبة له.

ويحتوي بول الفأر المنزلي على موادّ كيميائية ذات رائحة خاصّة. ويترك هذا الفأر آثارًا من بوله في كلّ مكان يسير فيه، فتتعرّف الفئران الأخرى هذه الرائحة عن طريق الشمّ، وتُحدّد كلّ مكان سار فيه. وهكذا يستطيع الفأر تحديد ما إذا قام أيّ فأر آخر بزيارة المنطقة التي يرتادها، وجنسه ودرجة نضجه، وإن كان لا يزال موجودًا في هذه المنطقة أو تركها منذ زمن بعيد أو قريب. وتتبوّل الكلاب على الجدران والشجيرات والحجارة، تاركة روائح موادّ كيميائية، يستطيع الكلب، عن طريق شمّها، أن يُحدّد الكلاب أو الحيوانات الأخرى التي زارت منطقته.

نشاط توضيحي

افتح زجاجة عطر بدون أن يشعر بك الطلاب. وبعد عدة دقائق سوف يخبرك الطلاب بانبعاث رائحة العطر ويحددون جهة انبعاثه. فسر للطلاب أن هناك من الاتصال الخارجي ما هو كيميائي يتمّ بإفراز الروائح التي تستقبلها الكائنات من خلال حاسّة الشمّ القوية لديها، وأن تعرّف الروائح والكشف عنها يساعد الحيوانات على تحديد مواقع الطعام أو الوصول إلى الشريك للتزاوج أو تحديد المناطق التي ترتادها.

وتُنظَّم آليات التغذية الراجعة لدى الكائنات عديدة الخلايا بواسطة بعض الهرمونات، ومثال على ذلك هرمونا الإنسولين والجلوكاجون اللذان يفرزهما البنكرياس لتنظيم مستوى سكّر الجلوكوز في الدم (الشكل 91). يعمل هرمون الجلوكاجون على رفع مستوى السكّر في الدم على عكس هرمون الإنسولين.



(شكل 91)
تُنظّم آلية التغذية الراجعة العلاقة بين تركيز سكّر الدم وإفراز هرموني الإنسولين والجلوكاجون. ما هي العوامل المؤثّرة على إفراز هرمون الإنسولين؟

4. الاتّصال والاستجابة

Communication and Response

تختلف صور الاتّصال بين الكائنات الحية بين داخلي وخارجي.

يتمّ الاتّصال الداخلي Internal Communication داخل جسم الكائن عبر الجهاز العصبي حيث تُفرز مجموعة من الموادّ الكيميائية (تُسمّى النواقل العصبية) التي تخضع في إفرازها وعملها إلى مجموعة من التفاعلات المتجاورة. ويحدث الاتّصال الداخلي أيضًا بواسطة الهرمونات التي تنقل إشارات كيميائية بين الغدد الصمّاء وخلايا الجسم الأخرى.

(شكل 92)
ينجذب ذكر فراشة الحرير إلى التزاوج مع الإناث بواسطة الفرمونات. فتمتلئ قرون الاستشعار عند ذكر فراشة الحرير بالمقدرة على اكتشاف التركيزات المنخفضة من الفرمونات في الهواء.

أمّا الاتّصال الخارجي External Communication فهو لغة تفاهم وتخاطب على هيئة إشارات متنوّعة من صور وأشكال بين أفراد النوع الواحد أو الأنواع المختلفة من الكائنات. فتقوم الحيوانات من النوع نفسه، والتي تحيا حياة اجتماعية مشتركة، بتنظيم نفسها في جماعات يتنافس أفرادها على الاحتياجات المشتركة من غذاء ومأوى وتزاوج وغيرها. ويكون الاتّصال بين تلك الأفراد وسيلة لحلّ هذه الصراعات في أقلّ نسبة من الخسائر، بالإضافة إلى دور الاتّصال في حماية أفراد الجماعة من أيّ أخطار خارجية تُهدّدها.

وتتنوّع صور الاتّصال بين الحيوانات، علمًا أنّ معظمها يعتمد على الحواسّ. ومن وسائل الاتّصال، نذكر: الصوت والحركة واللمس والشمّ والتذوّق. وتنجم جميع هذه الوسائل عن العديد من التفاعلات الكيميائية المتنوّعة داخل أجسام تلك الحيوانات.

وتتمثّل **الإشارات الكيميائية** في مجموعات من التفاعلات الكيميائيّة التي ينجم عنها إفراز لموادّ كيميائية ذات روائح مميّزة تُستخدَم لأهداف متعدّدة. فقد تكون هذه الروائح لجذب الرفيق للتزاوج، أو لتنظيم الحياة الاجتماعية، أو لتحديد الطرق والمسالك التي يتّبعها الحيوان، أو لتعرّف الأفراد الغريبة (سواء أكانت من نوعه أم من غير نوعه) التي زارت مقاطعته.

فعند الحشرات مثلًا، تفرز الأنثى موادّ كيميائية تُعرَف بالفرمونات ذات رائحة مميّزة يتلقّاها الذكر بالمستقبلات الحسّية الموجودة على قرون الاستشعار الخاصّة به (الشكل 92) فيتحفّز للذهاب باتّجاهها. وفي خليّة النحل، تفرز الملكة هرمونات تلعقها الشغّالات من جسم الملكة فتمتنع عن تربية ملكات جديدة، وتبقى الملكة الأنثى الوحيدة الخصبة في الخليّة.

ويفرز النمل موادّ كيميائية ذات رائحة مميّزة يتركها على خطّ سيره، فيُميّزها باقي النمل الذي يسلك المسار نفسه.

ولكي يتمّ إدراك الروائح وتمييزها بواسطة حاسّة الشمّ، يتحتّم حدوث عدد كبير من التفاعلات والتغيّرات الكيميائية داخل الجسم.

قد أثبتت أحدث الدراسات والأبحاث العلمية أنّ للنباتات لغة تخاطب خاصّة بها، يستخدم بعضها إشارات كيميائية في تحذير بعضها الآخر من أيّ هجوم مفاجئ، فتتمكّن من الدفاع عن نفسها. وتفرز هذه النباتات موادّ كيميائية، نتيجة العديد من التفاعلات الكيميائية داخل خلاياها، تجعل طعمها مرًّا عند مهاجمة الحشرات لها. وتُطلَق هذه الموادّ الكيميائية أيضًا في الهواء، فتُحذّر النباتات المجاورة لها من احتمال تعرّضها لهجوم مماثل، فتُصدر هذه النباتات، من خلال الكثير من التفاعلات الكيميائية داخل خلاياها، استجابة مماثلة لاستجابة النباتات المحذّرة.

إجابة سؤال (الشكل 93) صفحة 95 في كتاب الطالب

مع دخول الماء الجارية إلى الحيّز المخصص له في الدولاب ، يبدأ هذا الأخير في الدوران في اتجاه محدّد . وكذلك ، تستجيب النباتات لمصدر الضوء فتتوجّه بنموها نحو هذا المصدر .

العلم والمجتمع والتكنولوجيا

تكنولوجيا الاتصالات

انصح الطلاب بعدم الاندفاع ، والتريث في استعمال الهاتف المحمول ، إذ إنه يُعَدُّ ، كغيره من وسائل الاتصال ، مصدرًا للتلوث الكهرومغناطيسي غير المرئي ، الذي لم يُثبت حتى الآن وبالدليل القاطع أنه لا يسبب أضرارًا بصحة الإنسان .

اكتساب المهارات

احرص على استخدام الطلاب المهارات التالية:

مهارة الملاحظة: اعرض على الطلاب مراحل إنبات بعض البذور ، مثل بذور الفول ، وادعهم إلى ملاحظة خطوات نمو البادرات ، أو ملاحظة أطوار دورة حياة فراشة الحرير ليتعرّفوا عملية التحول أو التطور .

مهارة التطبيق: بدعوة الطلاب إلى تعرّف على إحدى استخدامات الفرمونات في مقاومة الحشرات ، وذلك بإطلاق الفرمونات الصناعية في الهواء ، فتنجذب إلى مصدرها ذكور فراشات بعض الحشرات الضارّة ، مثل فراشة ورق القطن ، حيث يتم اصطياد هذه الذكور والقضاء عليها .

مهارة التحليل: اعرض بعض صور الاتصال بين الكائنات الحية ، واطلب إلى الطلاب تحليلها لتحديد المؤثرات والاستجابات والأعضاء الحسية الضرورية لاستقبال هذه المؤثرات .

العلم والمجتمع والتكنولوجيا

تكنولوجيا الاتصالات

في الآونة الأخيرة ، انتشرت في مجتمعنا موجات عارمة من تدافع الأفراد ، لا سيّما الشباب ، لامتلاك الهاتف المحمول لما له من فوائد كثيرة . ولكن ، تكمن خطورة هذه الأجهزة التكنولوجية في كونها ملاصقة للأفراد أينما كانوا وفي جميع الأوقات ، حتّى أثناء النوم .

إنّ من شأن كلّ من الهاتف المحمول وشبكاته ومحطّات تقويته ، ومحطّات الإذاعة والتلفزيون التي تبثّ برامجها ليلًا ونهارًا ، وأجهزة الهاتف والحاسوب التي يكاد لا يخلو بيت منها ، وشبكات الكهرباء المنتشرة حولنا في كلّ مكان ، أن تملأ الجوّ حولنا بالموجات الكهرومغناطيسية والمجالات المغناطيسية التي لا يُعرَف حتّى الآن تأثيرها على صحّة الإنسان ، ولكن هناك اعتقاد أنّها تتدخّل بصورة ما في عمل المخّ .

وتُؤثّر هذه الموجات الكهرومغناطيسية والمجالات المغناطيسية في الجهاز العصبيّ للإنسان ، وفي بعض التفاعلات الكيميائية التي تدور في الخلايا الحية ، ما قد يُؤدّي إلى تشوّه الأجنّة نتيجة حدوث طفرات في الخلايا التناسلية . وكذلك ، قد تُسبّب إصابة العين بالمياه البيضاء ، والإصابة بسرطان الدم (اللوكيميا) ، وتُعرّض السيّدات الحوامل للإجهاض ، بالإضافة إلى التسبّب بالصداع وبعض الإجهاد العصبي .

5. الاستجابة والتكيّف Response and Adaptation

الاستجابة Response إلى المؤثّرات تُمكّن الكائنات الحية من التكيّف في بيئاتها والبقاء على قيد الحياة (الشكل 93) . يُعَدّ كلّ من النموّ ، وتغيّر اللّون ، والتحرّك من ضمن السلوكيات التي يستجيب بها الكائن الحي لمؤثّرات صادرة عن بيئته .

ينبت بعض البذور استجابة لوجود الماء . يستجيب بعض أنواع الطيور لتغيّر الطقس من خلال الهجرة من مكان إلى آخر .

التكيّف Adaptation هو أحد الطرائق التي تستجيب فيها مجموعة من الكائنات من صنف واحد لتغيّرات ذات أمد طويل في محيطها البيئي . وتنتقل هذه التكيّفات من جيل إلى آخر . يُمكن أن نجد كائنات حية تعيش في ظروف قاسية وقد تكيّفت معها . فعلى سبيل المثال ، يوجَد نوع من الجراثيم يُمكنه العيش في درجة حرارة منخفضة، فيما يعيش نوع آخر في فوّارات المياه الساخنة .

(شكل 93)
تستجيب النبتة في نموّها باتّجاه مصدر الضوء . كيف يُمكن أن تُقارن هذه الاستجابة باستجابة دولاب الماء للمياه الجارية؟

5.2 التكاثر

التكاثر في أساسه عبارة عن عملية كيميائية تعتمد على حدوث الكثير من التغيرات والتفاعلات الكيميائية، وذلك من أجل نقل الصفات الوراثية من الآباء إلى الأبناء، ومن جيل إلى آخر.
تنتج الأمشاج في المناسل، ويحمل كلّ منها نصف عدد الكروموسومات التي تمثل نسخة طبق الأصل من المعلومات الوراثية الخاصة بأحد الوالدين، والتي هي في أساسها كيميائية (حمض DNA الذي تعرّض لمجموعة من التفاعلات والتغيّرات الكيميائية خلال عمليات التضاعف والترجمة).

3. قيم وتوسع

1.3 ملف تقييم الأداء

لتقييم الأداء، دع الطالب يجري إحدى أو جميع الخطوات التالية:

- وضع مجموعة من خمس صور عن اتصال داخلي أو خارجي، وتصنيف المؤتمرات وأعضاء الاستقبال الحسّية وصور الاستجابة في كل صورة منها.
- تصميم لوحات جدارية تظهر المؤثرات وأعضاء الاستقبال وكيفية الاستجابة.

إجابات أسئلة مراجعة الدرس 3–4

1. الحركة، والتنظيم، واستخدام الطاقة، والاستقلاب الخلوي، والنمو والتطور، والاتصال، والاستجابة والتكيّف والتكاثر، والأيض، وإصلاح الأنسجة المتهالكة، والاتزان الجسمي. سوف تختلف التفسيرات.
2.

أمثلة	التنظيم	الحركة	استخدام الطاقة	النمو	الاتصال	الاستجابة	التكيف	التكاثر
الثلج	+	–	–	+	–	+	–	–
النار (عود الثقاب)	–	+	+	+	+	+	–	+
الغيوم	–	+	–	+	–	+	–	–
دولاب الماء	–	+	+	–	–	+	–	–
الكاميرا	–	–	+	–	–	–	–	+
التصوير	–	–	+	–	–	–	–	+
سراج الليل	+	+	+	+	+	+	+	+
البكتيريا	+	+	+	+	+	+	+	+
النبات	+	+	+	+	+	+	+	+
الفراشة	+	+	+	+	+	+	+	+
الإنسان	+	+	+	+	+	+	+	+

3. لا تنمو آلة التصوير ولا تتطوّر.
4. سوف تختلف الإجابات، لكن من الضروري التكلّم عن العناصر الموجودة في كل من المركّبات العضوية وغير العضوية في الكائنات الحيّة.

لدى الجراثيم التي تعيش في مناطق متجمّدة القدرة على إنتاج مادّة مضادّة للتجمّد Anti–Freeze. تعيش الديدان الأنبوبية والبطلينوس العملاق Giant Clam (الشكل 94) في مناطق حارّة جدًّا في قاع المحيطات، حيث يُمكن أن تصل الحرارة إلى درجة الغليان. أينما وُجدت الحياة يجب على الكائنات الحية أن تتأقلم لتتكيّف مع التحدّيات الطبيعية للبقاء على قيد الحياة.

6. التكاثر Reproduction

تعلّمت خلال دراستك في مراحل سابقة أنّ **التكاثر Reproduction، الذي يشمل إنتاج خلايا جديدة، هو العملية الحيوية التي تضمن للكائن الحي استمراريته في الحياة.**
يُمكن أن تكون الخليّة الجديدة جزءًا من كائن حي موجود أو كائن جديد بحدّ ذاته، كما هو حال الجراثيم أو الطلائعيات (كائنات وحيدة الخليّة) (الشكل 95). ويُعتبَر التكاثر، شأنه شأن النموّ والتطوّر، إحدى مراحل دورة الحياة لدى الكائنات الحية، ومن دونه لا توجَد كائنات حية تحلّ محلّ كائنات سبقتها، ما يُؤدّي إلى انقراضها. يُعَدّ التكاثر مهمًّا لاستمرارية نوع معيّن من الكائنات الحية، إذ يُؤدّي إلى إنتاج كائنات نسخة طبق الأصل عن أهلها (الانقسامات اللاجنسية) أو كائنات تُشبه أهلها، مع بعض الاختلافات في الشكل (التكاثر الجنسي).

(شكل 94)
البطلينوس العملاق

(شكل 95)
تنسخ الكاميرا صورًا لكن لا يُمكنها أن تُنتج كائنات جديدة، في حين يُمكن للجراثيم ذلك.

مراجعة الدرس 3–4

1. عدّد خصائص الكائنات الحية واشرحها.
2. قارن في جدول بين خصائص كائنات حية وأشياء غير حية مستعينًا بأمثلة وردت في الدرس.
3. **التفكير الناقد:** تُظهر آلة تصوير المستندات الكثير من خصائص الكائنات الحية بما تتضمّنه من استخدام للطاقة والقدرة على التوالد (إنتاج نسخ متطابقة في وقت قصير). اشرح لماذا لا تُعتبَر هذه الآلة كائنًا حيًّا.
4. عدّد العناصر التي تُكوّن المركّبات الموجودة في كائن حي ثم صنّفها في مجموعات بحسب وظائفها.

مراجعة الوحدة الأولى

* قبل أن تبدأ بمراجعة الوحدة الثانية مع الطلاب، ناقش معهم الأفكار الرئيسة التي تعرّفوها في دروس هذه الوحدة.

* احرص على تقدير الطلاب لأهمية دراسة هذه الوحدة، إذ إنها تتناول دراسة الخلية باعتبارها الوحدة البنائية (التركيبية) والوظيفية في أجسامهم وأجسام جميع الكائنات الحية سواء البسيطة أو معقّدة التركيب. وتُعتبر دراسة الخلية الأساس السليم لفهم وتفسير جميع الأنشطة الحيوية اللازمة لاستمرار الحياة وتكيّف الكائن واتّزانه، سواء مع البيئة الخارجية التي يعيش فيها أو البيئة الداخلية لجسمه.

* أشر إلى أنه من خلال دراسة هذه الوحدة أمكن التعرّف على الوظائف الأساسية المتنوّعة لجميع التركيبات الخلوية، بالإضافة إلى توضيح أهمّية تطوّر تقنيات صناعة المجاهر في دراسة الخلية، وكيفية إسهامها في إرساء وترسيخ مبادئ أو أسس النظرية الخلوية. كما أمكن التعرّف على مفهوم تنوّع الخلايا من خلال مقارنة تركيب الخلايا أولية النواة والخلايا حقيقية النواة، وكذلك مقارنة الخلايا النباتية والخلايا الحيوانية.

* وضّح للطلاب مدى أهمّية دراسة الفصل الثاني، بحيث أنه فسّر كيف ولماذا تعتبر الكيمياء الأساس الصحيح لفهمهم جميع العمليات والأنشطة الحيوية اللازمة للحياة. ويختصّ هذا الفصل بمعالجة الآليات المتنوّعة لتفاعل الخلايا مع البيئة المحيطة من خلال دراسة الطرق المختلفة لتبادل الخلايا للمواد مع البيئة.

* أشر إلى أن دروس الفصل قد تناولت دراسة الموادّ الكيميائية التي تتكوّن منها أجسام الكائنات الحيّة (الكربوهيدرات والليبيدات والبروتينات والفيتامينات والأحماض النووية والماء والأملاح المعدنية) والوظيفة التي يقوم بها كلّ منها في جسم الكائن.

* ذكّر الطلاب بأهمّية عمليات الأيض داخل أجسام الكائنات الحيّة وتوظيف العمليات الكيميائية المستخدمة في تلك العمليات، والتي تتضمّن هدم الروابط الكيميائية وبناءها، أثناء التفاعلات الكيميائية الهادمة والبانية.

* وضّح للطلاب أن عمليات النموّ، وتعويض الأنسجة المتهالكة والتكاثر في الكائنات الحيّة، تعتمد أساسًا على انقسام الخلية أو تكاثرها. فينتج عن الانقسام الميتوزي للخلية خلايا متماثلة تحمل عددًا زوجيًا من الكروموسومات ومتماثلة وراثيًا مع الخلية الأبوية المنقسمة. هذا هو الأساس الذي تعتمد عليه عمليات النموّ، وتعويض الأنسجة المتهالكة

مراجعة الوحدة الأولى

المفاهيم

الإتّزان الداخلي	Homeostasis	الاتّصال الخارجي	Internal Communication
الاتّصال الداخلي	External Communication	اختلال الصيغة الكروموسومية	Aneuploidy
الإخراج الخلوي	Exocytosis	الإدخال الخلوي	Endocytosis
الاستجابة	Response	الإستماتة	Apoptosis
الأسموزية	Osmosis	الأملاح المعدنية	Minerals
الانتشار	Diffusion	الانتقال	Translocation
الأنزيم	Enzyme	انشطار السيتوبلازم	Cytokinesis
الانقلاب	Inversion	الأيض	Metabolism
البروتينات	Proteins	البريون	Prion
البلاستيدة	Plastid	تجدّد الخلايا	Cell Renewal
تشوّهات كروموسومية	Chromosomal Abnormality	تضاعف الكروموسومات	Chromosome Duplication
التفاعل الكيميائي البانّي	Constructive Chemical Reaction	التفاعل الكيميائي الهادم	Destructive Chemical Reaction
التكاثر	Reproduction	التكيّف	Adaptation
جدار الخليّة	Cell Wall	الجسم المركزي	Centrosome
جهاز جولجي	Golgi Apparatus	الجين	Gene
الحمض النووي	Nucleic Acid	الخشب	Xylem
الخلايا أوّلية النواة (غير حقيقية النواة)	Prokaryotes	الخلايا حقيقية النواة	Eukaryotes
خليّة أحادية المجموعة الكروموسومية	Haploid Cell	خليّة ثنائية المجموعة الكروموسومية	Diploid Cell
دورة الخليّة	Cell Cycle	الرايبوسوم	Ribosome
الرباعي	Tetrad	الزيادة	Duplication
السنترومير	Centromere	السيتوبلازم	Cytoplasm
الشبكة الأندوبلازمية	Endoplasmic Reticulum	الطور الاستوائي	Metaphase
الطور الانفصالي	Anaphase	الطور البيني	Interphase
الطور التمهيدي	Prophase	الطور النهائي	Telophase
عضيّات الخليّة	Cell Organelles	غشاء الخليّة	Cell Membrane
الغشاء شبه المُنفذ	Semi-Permeable Membrane	الفجوة	Vacuole

الفيتامينات	Vitamins	الفيروس	Virus
الفيرويد	Viroid	الكابسيد	Capsid
الكربوهيدرات	Carbohydrates	الكروماتيدان الشقيقان	Sister Chromatids
كروموسومات جسمية	Autosomal Chromosomes	كروموسومات جنسية	Sex Chromosomes
كروموسومات متماثلة	Homologus Pair	اللحاء	Phloem
الليبيدات	Lipids	ليسوسوم	Lysosome
الماء	Water	المجهر الإلكتروني	Electron Microscope
المجهر الضوئي المركّب	Compound Light Microscope	مسبّبات السرطان	Carcinogens
المغزل	Spindle	منحدر التركيز	Concentration Gradient
الميتوكوندريا	Mitochondria	النسيج	Tissue
النسيج الإسكلرنشيمي	Sclerenchyma Tissue	النسيج البرانشيمي	Parenchyma Tissue
النسيج البسيط	Simple Tissue	النسيج الضامّ	Connective Tissue
النسيج الطلائي	Epithelial Tissue	النسيج العصبي	Nervous Tissue
النسيج العضلي	Muscular Tissue	النسيج الكولنشيمي	Collenchyma Tissue
النسيج المركّب	Complex Tissue	النقص	Deletion
النقل السلبي	Passive Transport	النقل الكتلي	Bulk Movement
النقل المُيسّر	Facilitated Diffusion	النقل النشط	Active Transport
النواة	Nucleus	النوية	Nucleolus
النيوكليوسوم	Nucleosome	هيكل الخليّة	Cytoskeleton
وحيد الكروموسومي	Monosomy	ورم الخبيث	Malignant Tumor
ورم حميد	Benign Tumor		

ملخص لمفاهيم الأجزاء التي جاءت في الوحدة

الفصل الأوّل: دراسة الخليّة الحية

(1 – 1) الخليّة: وحدة تركيبية ووظيفية

- بعض الكائنات وحيد الخليّة وبعضها الآخر عديد الخلايا.
- تتنوّع الخلايا من حيث الشكل والحجم والتركيب والوظيفة.
- وفقًا للنظرية الخلوية، الخلايا هي الوحدات الأساسية للكائنات الحية، وقد نشأت جميعها من خلايا سابقة.

والتكاثر اللاجنسي. أما عملية التكاثر الجنسي، فتعتمد على انقسام الخلية ميوزيًا لتنتج خلايا تحوي عددًا فرديًا من الكروموسومات غير المتماثلة وراثيًا مع الخلية الأبوية المنقسمة: هذا هو الأساس في الحفاظ على النوع حيث يُستعاد العدد الزوجي للكروموسومات المميِّز لنوع الكائن الحيّ من اتحاد الخلايا الجنسية المذكّرة والمؤنثة لإنتاج أفراد من النوع نفسه، تحمل صفات وراثية متنوّعة.

وقد يؤدّي الانقسام غير المنتظم إلى خلل في أعداد وأشكال الكروموسومات في الخلية أو إلى أورام وأمراض سرطانية.

(1 – 2) تركيب الخليّة

- يفصل الغشاء الخلوي محتويات الخليّة عن الوسط المحيط، وهو يتكوّن من طبقة مزدوجة من الفوسفوليبّيدات تحتوي على بروتينات.
- يحتوي السيتوبلازم على هيكل الخليّة وعضيّات خلوية يُؤدّي كلّ منها وظيفة أو وظائف معيّنة في الخليّة.
- تحوي نواة الخليّة المادّة الوراثية على شكل شبكة نووية، مؤلّفة من أحماض نووية، داخل الكروموسومات.

(1 – 3) تنوّع الخلايا

- تغيب النواة المحدّدة من الكائنات أوّلية النواة، في حين أنّها تتواجد في الكائنات حقيقية النواة.
- في الخلايا النباتية، يُوفّر الجدار الخلوي الحماية والشكل الثابت، وتُنتج البلاستيدات الخضراء السكّريات، وتُخزّن الفجوات الماء والفضلات.

(1 – 4) تنوّع الأنسجة في النبات والحيوان

- يتكوّن النسيج البسيط من نوع واحد من الخلايا المتماثلة في الشكل والتركيب والوظيفة، أمّا النسيج المركّب فيتكوّن من أكثر من نوع من الخلايا التي تتعاون لإنجاز وظيفة واحدة.

(1 – 5) الفيروسات والفيرويدات والبريونات

- الفيروسات: هي ليست مخلوقات خلوية وتفتقر إلى جميع مكوّنات الخليّة باستثناء بعض المورثات الموجودة في جزيء الـ DNA أو الـ RNA المُحاط بغلاف بروتيني. لذلك، دائمًا ما تُعتبَر الفيروسات متطفّلة على الخلايا الحية.
- الفيرويدات: هي أبسط تركيبًا من الفيروسات وتحتوي على أشرطة حلقية مزدوجة وقصيرة من الحمض النووي فقط. وتدخل الفيرويدات الخليّة حيث تُوجّه عمليات الأيض فيها لصنع أخرى جديدة.
- البريونات: هي مخلوقات غير حية مركّبة فقط من البروتين، تنتشر عبر أنسجة الكائنات المصابة بها مسبّبة تلف الجهاز العصبي لديها.

الفصل الثاني: انقسام الخلايا

(2 – 1) النمط النووي

- هو خارطة تُظهر عدد الكروموسومات وشكلها في نوع واحد من الكائنات الحية.
- لكلّ نوع من الكائنات الحية نمط نووي خاصّ بها ولكنّه يختلف ضمن النوع الواحد بين خلايا ثنائية المجموعة الكروموسومية (الخلايا الجسمية) وخلايا أحادية المجموعة الكروموسومية (خلايا الأمشاج).

(2 – 2) الانقسام الميتوزي

- النسبة بين مساحة سطح غشاء الخليّة إلى حجمها هي العامل المحدّد لبدء عملية انقسام الخليّة.
- تمرّ الخليّة بدورة مؤلّفة من جزءين: يُعرَف أوّلهما بالطور البيني، الذي تنمو فيه الخليّة وتُضاعف مادّتها الوراثية وتتحضّر للانقسام، وفي الطور الثاني تنقسم النواة وينشطر السيتوبلازم.
- الخلايا الناتجة من انقسام الخليّة ميتوزيًا هي خلايا مزدوجة الكروموسومات، أي ثنائية عدد الكروموسومات (2n).

(2 – 3) الانقسام الميوزي

- على عكس الانقسام الميتوزي الذي يحدث في الخلايا الجسمية، يحدث الانقسام الميوزي في المناسل لتكوين خلايا فردية المجموعة الكروموسومية أو أحادية الكروموسومات (n).

- تمرّ الخليّة في المناسل بطور بيني قبل انقسامها، ويحدث خلال هذا الطور تضاعف للمادّة الوراثية.
- يمرّ الانقسام الميوزي بمرحلتين: الانقسام الميوزي الأوّل، الذي يتألّف من أربعة أطوار حيث تتوزّع الكروموسومات المتماثلة في نهايته بالتساوي على خليّتين، ثمّ تُكمل الخليّتان الانقسام الميوزي الثاني الذي يتألّف من أربع مراحل وينتهي بإنتاج أربع خلايا أحادية الكروموسومات.

(2 – 4) الانقسام الخلوي غير المنتظم

- ينتج عن الانقسام الميوزي غير المنتظم خلايا أمشاج ذات صيغة كروموسومية مشوّهة.
- يُؤدّي تلقيح أيّ بويضة وحيوان منوي ذات صيغة كروموسومية مشوّهة إلى تكوّن جنين يحمل تشوّهًا كروموسوميًا يُؤدّي إلى موته، أو إلى ولادة طفل مشوّه بنيويًا وعقليًا.
- عندما تفقد الخلايا الجسمية قدرتها على السيطرة خلال عملية الانقسام الميتوزي، تشذّ هذه الخلايا وتستمرّ في الانقسام الميتوزي من دون توقّف.
- يُؤدّي عدم الانتظام خلال عملية الانقسام الميتوزي إلى ظهور أورام حميدة أو خبيثة، لديها قدرة على الانتشار.

الفصل الثالث: العمليات الخلوية

(3 – 1) الخلايا والبيئة المحيطة

- تتبادل الخليّة الموادّ مع البيئة الخارجية عبر غشاء الخليّة.
- تنقسم عمليات التبادل بين النقل السلبي، بحسب انحدار التركيز الذي لا يحتاج إلى طاقة، والنقل النشط، بعكس منحدر التركيز والذي يحتاج إلى طاقة، وبين النقل الكتلي الذي يقوم بنقل جزيئات كبيرة نسبيًا داخل أو خارج الخليّة.

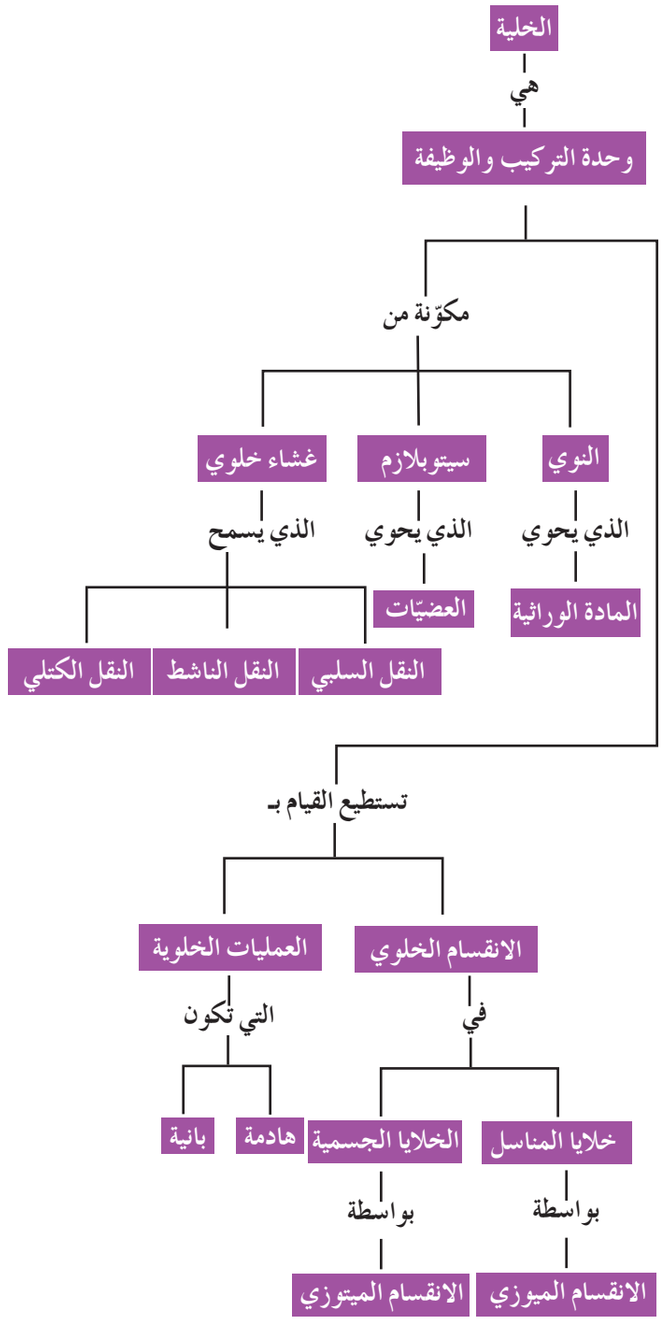
(3 – 2) التركيب الكيميائي لأجسام الكائنات الحية

- تستخدم الكائنات الطاقة المختزنة في الكربوهيدرات كوقود لتسيير جميع أنشطتها الحيوية.
- تُؤمّن بعض الليبيدات مخزونًا طويل الأمد للكائنات، وتحفظ لها حرارة أجسامها. أمّا البعض الآخر، فتستخدمه الكائنات في وظائف تركيبية وأخرى تنظيمية.
- تتكوّن جميع البروتينات معقّدة التركيب، ذات الوظائف المتنوّعة، من عشرين نوعًا فقط من الجزيئات الصغيرة المعروفة بالأحماض الأمينية.
- الفيتامينات هي عبارة عن جزيئات عضوية معقّدة التركيب وخالية من الطاقة. يقوم الجسم بصنع بعضها ويُكتسَب بعضها الآخر من الطعام. تؤدّي الفيتامينات دورًا مهمًّا في ضبط عدد كبير من العمليات الخلوية.
- الماء والحياة هما جزءان لا ينفصلان عن بعضهما، فحيثما وُجِد الماء وُجِدت الحياة.
- تحتاج أجسام الكائنات الحية إلى كمّيات ضئيلة من الأملاح المعدنية للمحافظة على الصحّة والنموّ.

(3 – 3) التفاعلات الكيميائية داخل أجسام الكائنات الحية

- قد تكون التفاعلات الكيميائية التي تحدث داخل أجسام الكائنات الحية هادمة أو بانية، وقد تُمتَصّ أو تُطلَق الطاقة أثناء هذه التفاعلات.

خريطة مفاهيم الوحدة الأولى



• تُشكّل الأنزيمات عوامل مساعدة بروتينية من شأنها أن تُسرّع أو تُبطّئ من التفاعلات الكيميائية داخل أجسام الكائنات الحية.

(3 – 4) دور التفاعلات الكيميائية في العمليات الحيوية

• يشمل الأيض داخل جسم الكائن الحي جميع التفاعلات الكيميائية المستخدمة للحصول على الطاقة، وإنتاج خلايا جديدة، وحفظ ثبات التوازن الداخلي، والاتّصال والتكاثر.

خارطة مفاهيم الوحدة

استخدم المفاهيم الموضّحة في الشكل التالي لرسم خريطة تُنظّم الأفكار الرئيسة التي جاءت في الوحدة.

إجابات اسئلة الوحدة الأولى

تحقق من فهمك

ضع علامة (✓) في المربّع الواقع أمام العبارة الصحيحة، وعلامة (✗) في المربّع الواقع أمام العبارة غير الصحيحة في كلّ ممّا يلي:

1. الكروموسوم
2. البريونات
3. الأسموزية
4. كربون
5. الحديد
6. n= 4
7. الطور الاستوائي
8. الأيض

أجب عن الأسئلة التالية بإيجاز

1. تبلغ قوة تكبير المجهر الضوئي 1000 مرة، في حين تبلغ قوة المجهر الإلكتروني مليون مرة. ويمكن استخدام المجهر الضوئي مع بعض الكائنات الدقيقة الحية، في حين لا يمكن استخدام المجهر الإلكتروني في ذلك.
2. البلاستيدات الخضراء، والبلاستيدات البيضاء، والبلاستيدات الملونة.
تحوي البلاستيدات الخضراء مادة الكلوروفيل التي تمتصّ الطاقة الضوئية لمساعدة النبات في عملية البناء الضوئي. تحتوي البلاستيدات البيضاء على النشا المُصنَّع في النبات. أما البلاستيدات الملوّنة فتحتوي على صبغات جزرانية حمراء أو صفراء أو برتقالية، والتي تعطي اللون للبندورة والجزر مثلًا.
3. الانتشار والأسموزية: الانتشار هو تحرّك جزيئات الموادّ عشوائيًا من منطقة ذات تركيز أعلى إلى منطقة ذات تركيز أقلّ. أما الأسموزية فهي انتشار جزيئات الماء عبر غشاء شبه منفّذ من وسط أكثر تركيزًا للماء إلى وسط أقلّ تركيزًا.
4. أوجه الاختلاف الرئيسة: خلال الانقسام الميتوزي، تكون خيوط المغزل متّصلة بالكروماتيدات الشقيقة بواسطة السنترومير. وتحرّك خيوط المغزل الكروموسومات باتجاه خطّ استواء الخلية أثناء الطور التمهيدي، وكلّ واحد من الكروماتيدين الشقيقين باتجاه أحد قطبي الخلية أثناء الطور الانفصالي.
أما خلال الانقسام الميوزي الأول، فتتصل خيوط المغزل بسنترومير الكروموسومات المتماثلة، ويتحرّك كل كروموسوم متماثل باتجاه أحد قطبي الخلية أثناء الطور الانفصالي الأول.
ينتج عن الانقسام الميتوزي خليتان متماثلتان لهما عدد الكروموسومات نفسه الموجود في الخلية الأم، بينما ينتج عن الانقسام الميوزي أربع خلايا غير متماثلة ولكلّ منها نصف عدد الكروموسومات الموجود في الخلية الأم.
5. عدد الكروموسومات في خلية ذات صيغة كروموسومية $2n = 4$ هو 4 كروموسومات. أما عدد الكروماتيدات فيبلغ 8 في الطور الاستوائي خلال الانقسام الميتوزي، وكذلك في الطور الاستوائي الأول من الانقسام الميوزي. أما عدد الكروموسومات في الطور الاستوائي الثاني فهو 2 كروموسومات أو 4 كروماتيدات.

تحقق من فهمك

ضع علامة (✓) في المربّع الواقع أمام العبارة الصحيحة، وعلامة (✗) في المربّع الواقع أمام العبارة غير الصحيحة في كلّ ممّا يلي:

1. يُسمّى التركيب الذي يحمل المعلومات الوراثية في الخليّة:
☐ النوية ☐ الكروموسوم ☐ الرايبوسوم ☐ الليسوسوم
2. كائنات غير حية مركّبة من البروتين فحسب، وتُسبّب أمراضًا تُدمّر الجهاز العصبي تُسمّى:
☐ البكتيريا ☐ الفيروس ☐ الفيرويدات ☐ البريونات
3. تُسمّى العمليات التي لا تتبع النقل الكتلي:
☐ الإدخال الخلوي ☐ البلعمة ☐ الإخراج الخلوي ☐ الأسموزية
4. من العناصر المشتركة بين تركيبات الكربوهيدرات والليبيدات والبروتينات:
☐ فوسفور ☐ كربون ☐ نيتروجين ☐ (أ) و(ب) و(جـ)
5. أحد الأملاح المعدنية التي تدخل في تركيب الهيموجلوبين في كريّات الدم الحمراء:
☐ الفوسفور ☐ اليود ☐ الحديد ☐ الكالسيوم
6. تحتوي الخليّة الجسمية لذبابة الفاكهة على ثمانية كروموسومات. الصيغة الكروموسومية لبويضة هذه الذبابة هي:
☐ $2n = 8$ ☐ $2n = 4$ ☐ $n = 8$ ☐ $n = 4$
7. خلال تحضير النمط النووي لأحد الكائنات يُستخدَم الكولشيسين ليُوقف عملية الانقسام الميتوزي في:
☐ الطور البيني ☐ الطور التمهيدي ☐ الطور الاستوائي ☐ الطور النهائي
8. تُعرَف جميع التفاعلات الكيميائية في خلايا الجسم بـ:
☐ البناء الضوئي ☐ التنفّس الخلوي ☐ الانقسام الخلوي ☐ الأيض

أجب عن الأسئلة التالية بإيجاز

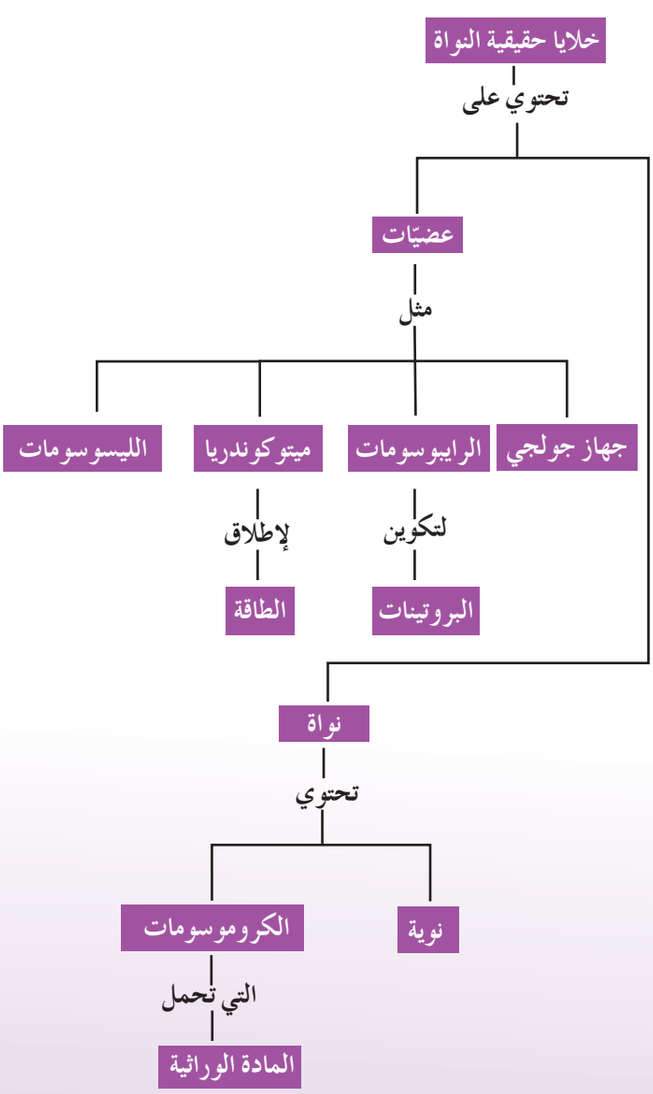
1. قارن بين إمكانيات المجهر الضوئي والمجهر الإلكتروني.
2. عدّد أنواع البلاستيدات الموجودة في النباتات وقارن بينها.
3. اذكر نوعين من النقل السلبي، ولخّص آلية عمل كلّ منهما.
4. ما هي أوجه الاختلاف الرئيسة بين الانقسام الميتوزي والانقسام الميوزي.
5. إذا كانت الصيغة الكروموسومية لأحد الكائنات الحية هي $2n = 4$، فكم هو عدد الكروموسومات والكروماتيدات الموجودة في هذه الخليّة، خلال كلّ من المراحل التالية:
- في الطور الاستوائي خلال الانقسام الميتوزي
- في الطور الاستوائي الأوّل خلال الانقسام الميوزي
- في الطور الاستوائي الثاني خلال الانقسام الميوزي
6. صف تركيب الكروموسومات.
7. فسّر العبارة التالية: «الأنزيمات موادّ متخصّصة في عملها».
8. فسّر العبارة التالية مستعينًا بأمثلة: «بعض التفاعلات الكيميائية في أجسام الكائنات الحية بانٍ، بعضها الآخر هادم».

6. يتكوّن الكروموسوم من كروماتيدين متشابهين تمامًا أو متطابقين (صورة طبق الأصل عن بعضهما) يصل بينهما السنترومير.
7. يحفّز كل أنزيم تفاعلًا كيميائيًا معينًا. ويعتمد هذا التحفيز على تركيب جزيء المادة المتفاعلة وشكل الأنزيم أو تركيبه الكيميائي بحيث يتطابق مع الجزيء الذي يؤثّر فيه.
8. تحدث التفاعلات الكيميائية البانية داخل أجسام الكائنات الحيّة لبناء الموادّ التي تتكوّن منها تلك الأجسام أو لتخزين الطاقة، كما هي الحال عند بناء المواد الكربوهيدراتية في النبات أو أثناء نمو الكائن الحي. أما التفاعلات الكيميائية الهادمة فتحدث في الأجسام لتحرير الطاقة اللازمة لأداء الأنشطة المتنوّعة، مثل الحركة والهضم والطيران، ويتمّ ذلك عبر تفكيك أو تفتيت الموادّ التي تمّ بناؤها.

تحقق من مهاراتك

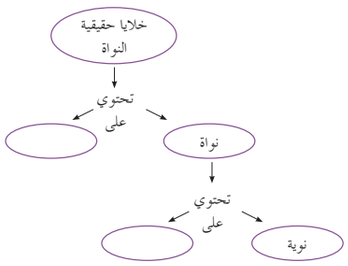
1. ستنتفخ خلايا الجسم، وذلك لتحرّك الماء إلى داخلها من منطقة ذات تركيز عالٍ للماء إلى منطقة ذات تركيز منخفض للماء فيصبح الضغط داخل خلايا الجسم أكثر ارتفاعًا عن خارجها.

2. خريطة المفاهيم

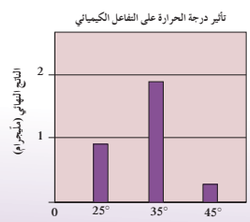


تحققا من مهاراتك

1. **التنبّؤ:** ما الذي يحدث لخلايا جسمك إذا حُقِنت بمحلول منخفض التركيز في مجرى الدم؟ فسّر إجابتك.
2. **تكوين خريطة مفاهيم:** أكمل خريطة المفاهيم أدناه بإضافة المصطلحات التالية: جهاز جولجي، الطاقة، الكروموسومات، عضيّات، البروتينات، الرايبوسومات، ميتوكوندريا، الليسوسومات، المادّة الوراثية.



3. **تفسير شكل بياني:** يُوضّح الشكل البياني التالي الكمّية الإجمالية لنواتج ثلاثة تفاعلات كيميائية باستخدام الأنزيم نفسه ولكن عند ثلاث درجات حرارة مختلفة. صف نتائج هذه التفاعلات الثلاثة عند كلّ درجة حرارة. فسّر لماذا تمّ الحصول على هذه النتائج؟



3. يحفّز الإنزيم التفاعل الكيميائي، وعند درجة حرارة 20° مئوية. وعند درجة حرارة 35° مئوية، يتضاعف نشاط العامل المساعد (الإنزيم). ولذا تم الحصول على ضعف كمية الموادّ الناتجة عن التفاعل عند درجة حرارة 25° مئوية، أما عند درجة حرارة 45° مئوية، فإن ارتفاع درجة الحرارة يكون كافيًا لتغير طبيعة الأنزيم، ما يعيق قدرته على تحفيز التفاعل الكيميائي.

4. المركّب (1): ليبيد
المركّب (2): بروتين
المركّب (3): كربوهيدرات
(أ) 1، 3 **(ب)** لا يوجد
(جـ) 2 **(د)** 3 **(هـ)** 3
المركّب (1): الفوسفوليبيدات والكوليسترول
المركّب (2): الكيراتين والإلاستين
المركّب (3): السيليلوز

5. **(أ)** 131072 خليّة تقريبًا
(ب) 128 كروموسومًا

6. قد يجيب الطلاب بـ «نعم» نظرًا لأهمية الأغشية في الخلايا الحيّة فهي تحدّد حجم السيتوبلازم ومكانه من جهة، وتساهم في تحديد نوعية وكمية المواد الداخلة الى السيتوبلازم والخارجة منه، أي المواد اللازمة للخلية. وقد يجيب الطلاب بـ «كلا»، لأن البعض يعتبر أن النواة والموادّ الوراثية فيها هي الأكثر أهمّية لكونها العقل الذي يدير عمل الخلية وانقسامها ...

7. **(أ)** الجنين هو أنثى نظرًا لوجود الكروموسين (XX).
(ب) يتكون النمط النووي للجنين من 47 كروموسوم بدلًا من 46 كروموسوم كما هي الحال في النمط النووي للإنسان الطبيعي. كما يوجد ثلاثة كروموسومات رقم 18 بدلًا من إثنين كما لدى الإنسان الطبيعي.
الاستنتاج: أي زيادة في عدد الكروموسومات تؤدي إلى ظهور تشوهات بنيوية في الجنين.
(ج) الصيغة الكروموسومية للجنين هي (47,xx + 18)
(د) الأم هي المسؤولة، لأن نسبة ولادة طفل ذو تشوّه كروموسومي ترتفع مع تقدّمها في السنّ.

4. **تركيب المعلومات وتحليلها:** تضمّ المستطيلات الثلاثة التالية ثلاثة مركّبات (1، 2، 3) تحتوي جميعها على الكربون والهيدروجين والأكسجين، بالإضافة إلى احتواء المركّب (2) على النيتروجين، وجميع أنواع المركّب (1) لا تذوب في الماء على عكس المركّب (3).

3	2	1

سجّل أسماء المركّبات الثلاثة في المستطيلات الثلاثة السابقة.
أجب عن الأسئلة التالية عبر ذكر رقم المركّب المناسب:
أيّ هذه المركّبات:
(أ) يُخزّن الطاقة؟
(ب) يحمل المادّة الوراثية في الخليّة؟
(جـ) يُستخدَم نوع منه في نقل الأكسجين؟
(د) يُستخدَم نوع منه في صناعة الأثاث؟
(هـ) يُستخدَم نوع منه في تغيير سرعة التفاعلات الكيميائية؟
اذكر أمثلة عن موادّ تركيبية في الكائنات لكلّ مركّب من المركّبات الثلاثة.

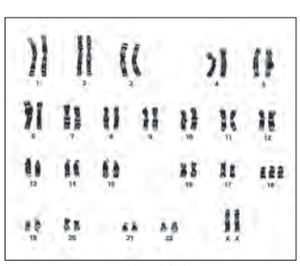
5. **سؤال لقياس مهارة تحليل البيانات:** تعرّف البيانات في الجدول التالي، ثمّ أجب عن الأسئلة التي تلي الجدول حول الانقسام الميتوزي لخليّة حقيقية النواة مثل خليّة الإنسان.

معدّل نموّ خلايا حقيقية النواة سريعة الانقسام	
الزمن (بالساعات)	عدد الخلايا
صفر	1
10	2
20	4
30	8
40	16
50	32

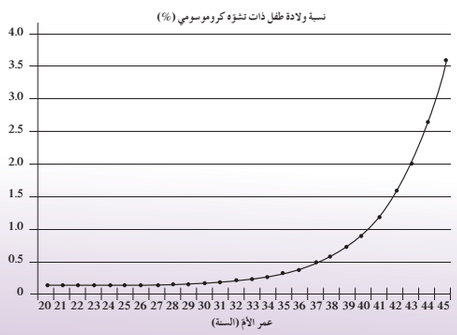
إذا افترضنا أنّه لم تمت أيّ خليّة، كم عدد الخلايا التي ستنتج بعد مرور أسبوع؟
بافتراض أنّ الخليّة الأصلية ثنائية المجموعة الكروموسومية (2n)، ما هو عدد نسخ كلّ كروموسوم التي ستنتج بعد مرور 60 ساعة؟

6. **سؤال لقياس مهارة التعميم:** بناء على ما تعلّمته في هذه الوحدة، هل تُوافق ما يرد في العبارة التالية أو تُعارضه: «تُعتبَر الأغشية التركيبات الأكثر أهمّية في الخلايا الحية». إذا كنت موافقًا على هذه العبارة، اكتب من الأدلّة ما يعضدها، أمّا إذا كنت معارضًا لها، فاقترح عبارة بديلة. فسّر إجابتك.

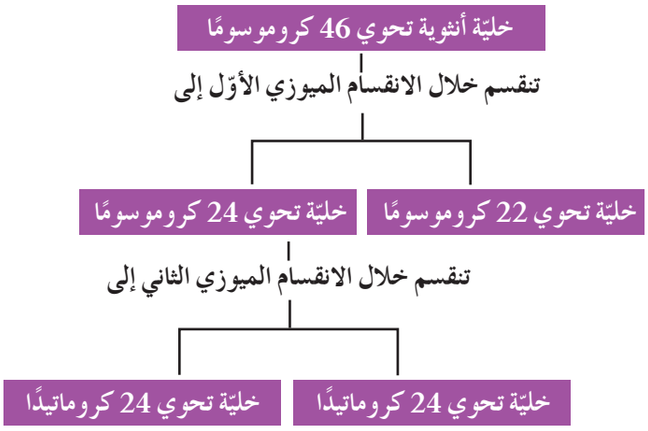
7. **مهارة تحليل البيانات وتركيبها:** بعد إجراء صورة صوتية لجنين امرأة حامل في الخامسة والأربعين من العمر، تبيّن للطبيب وجود تشوّهات بنيوية لدى الجنين، فطُلِب إليها إجراء فحص النمط النووي للجنين.
(أ) ما هو جنس الجنين؟ علّل إجابتك.
(ب) قارن النمط النووي للجنين بالنمط النووي لإنسان طبيعي. ماذا تستنتج؟
(جـ) اكتب الصيغة الكروموسومية للجنين.
(د) انطلاقًا من تحليلك للرسم البياني، استخلص مَن من الوالدين هو المسؤول عن إنجاب أطفال ذوي تشوّه كروموسومي.
(هـ) ارسم خريطة مفاهيم تُظهر كيفية حدوث التشوّه الكروموسومي لدى الجنين.



النمط النووي للجنين



(هـ)



المشاريع

1. قد يختار الطالب عنصرًا معدنيًا في الجدول الدوري ويجري بحثًا عنه وعن أهميته للجسم وعن الأمراض الممكن أن يتسبّب بها نقص هذا العنصر.
2. تتنوع النماذج التي يصمّمها الطلاب.
3. ستتنوع إجابات الطلاب. فيلاحظ بعض الطلاب تكاثر وتنوّع أنواع النباتات في فصل الربيع، وسيذكر بعضهم، انطلاقًا من خبراتهم الشخصية، أن نموّ معظم النباتات يكون في شكل إنتاج الثمار أو الخضراوات خلال الفصل المناسب لنموّ كل نبات منها.

المشاريع

1. علم الأحياء وعلم الكيمياء

اختر أحد العناصر من الجدول الدوري الذي درسته في مادّة الكيمياء.

ما هي وظائف هذا العنصر في جسم الإنسان؟ ما الأغذية الغنية بهذا العنصر؟ ما الذي يحدث للجسم عند غياب هذا العنصر؟ صمّم لوحة ورقية أو اكتب تقريرًا مختصرًا بالنقاط التي توصّلت إليها.

2. علم الأحياء والفنّ

اختر إحدى الخليّتين النباتية أو الحيوانية. ارسم لوحة ملوّنة لهذه الخليّة على أن تكون ثنائية الأبعاد، أو اصنع مجسّمًا ثلاثي الأبعاد لهذه الخليّة وأطوار انقسامها الميتوزي.

3. علم الأحياء والمجتمع

هناك من المنتجات النباتية ما يشيع وجودها في مجتمعك، مثل الخضراوات أو الفواكه أو نباتات الزينة أو الأزهار. أجر مقابلة مع بعض المزارعين، أو ارجع للمكتبة، أو قم بزيارة إحدى الصوبات الزراعية أو مشتل لنباتات الزينة والأزهار لتحدّد في أيّ أوقات من العام تنمو فيه مثل هذه النباتات بأكبر معدّل (أي تنقسم خلاياها ميتوزيًا). اكتب قائمة بهذه النباتات واعرضها أمام زملائك في الفصل تحت إشراف معلّمك.

ملاحظات

ملاحظات

تطرح سلسلة العلوم مضمونًا تربويًا منوّعًا يتناسب مع جميع مستويات التعلُّم لدى الطلاّب.

يوفّر كتاب العلوم الكثير من فرص التعليم والتعلُّم العلمي والتجارب المعمليّة والأنشطة التي تعزز محتوى الكتاب.

يتضمّن هذا الكتاب ايضًا نماذج الإختبارات لتقييم استيعاب الطلاّب والتأكد من تحقيقهم للأهداف واعدادهم للاختبارات الدولية.

تتكوّن السلسلة من:

- كتاب الطالب
- كتاب المعلّم
- كرّاسة التطبيقات
- كرّاسة التطبيقات مع الإجابات

الصف العاشر 10

كتاب المعلّم

الجزء الأوّل

ISBN 978-614-406-313-2

PEARSON
Scott Foresman

مَركز البُحوث التّربَويّة

الأحياء