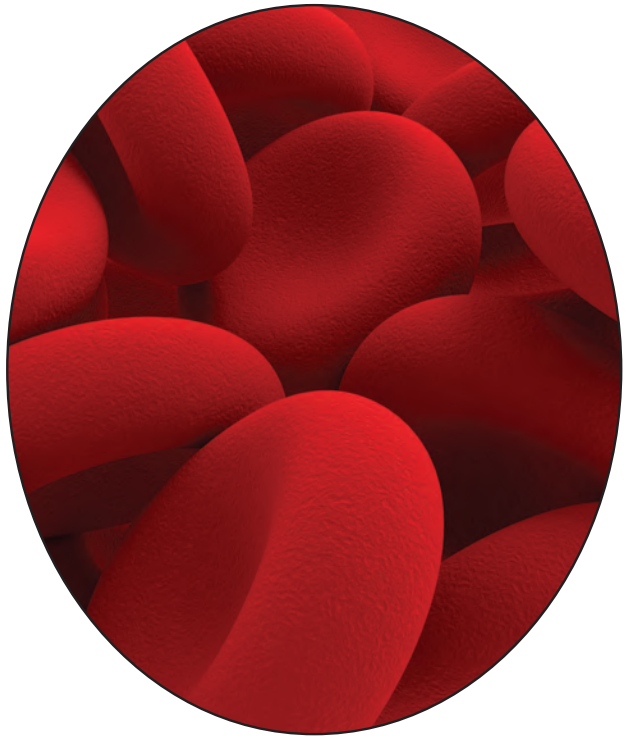
الأحياء

الصف الحادي عشر

تأسيسي

الفصل الدراسي الثاني



العبيكان Obeikan

McGraw Hill Education

الطبعة التجريبية

1437هـ - 2016م

www.macmillanmh.com www.obeikaneducation.com

أعدَّ النسخة العربية شركة العبيكان للتعليم

English Edition Copyright © 2008 the McGraw-Hill Companies, Inc.
All rights reserved.

Arabic Edition is published by Obeikan under agreement with
The McGraw-Hill Companies, Inc. © 2008.

حقوق الطبعة الإنجليزية محفوظة لشركة ماجروهل© ٢٠٠٨م.

الطبعة العربية: مجموعة العبيكان للاستثمار
وفقًا لاتفاقيتها مع شركة ماجروهل© ٢٠٠٨م/ ١٤٢٩هـ.

لا يسمح بإعادة إصدار هذا الكتاب أو نقله في أي شكل أو واسطة، سواءً أكانت إلكترونية أم ميكانيكية، بما في ذلك التصوير بالنسخ «فوتوكوبي»، أو التسجيل، أو التخزين والاسترجاع، دون إذن خطي من الناشر.

النشيد الوطني

قَسَمًا بِمَنْ رَفَعَ السَّمَـاءْ ● قَسَمًا بِمَنْ نَشَرَ الضِّيَـاءْ
قَطَرٌ سَتَبْقَـى حُـرَّةً ● تَسْمُو بِرُوحِ الأَوْفِيَـاءْ
سِيرُوا عَلَـى نَهْـجِ الأُلَـى ● وَعَلَى ضِيَاءِ الأَنْبِيَـاءْ
قَطَرٌ بِـقَـلْـبِـي سِيـرَةٌ ● عِـزٌّ وَأَمْـجَادُ الإِبَاءْ
قَطَرُ الرِّجَـالِ الأَوَّلِينَ ● حُمَاتُنَا يَوْمَ النِّـدَاءْ
وَحَمَائِـمٌ يَوْمَ السَّلَامْ ● جَوَارِحٌ يَوْمَ الْفِـدَاءْ

لون علم دولة قطر العنابي والأبيض ، وتفصل بين اللونين تسعة رؤوس.

الأبيض : هو رمز السلام الذي يسعى له حكام قطر وأبناؤها.

العنابي : يرمز إلى الدماء المتخثرة، وهي دماء الشهداء من أبناء قطر الذين خاضوا معارك كثيرة في سبيل وحدة دولة قطر وخصوصًا في النصف الأخيرمن القرن التاسع عشر.

الرؤوس التسعة : ترمز إلى أن دولة قطر هي العضو التاسع في الإمارات المتصالحة من دول الخليج العربية.

علم دولة قطر

رؤية قطر الوطنية 2030

تهدف رؤيـة قطر الوطنية 2030 التي تمّت المصادقة عليها بموجب القرار الأميري رقم 44 لسنة 2008م، إلى تحويل - قطـر بحلـول عام 2030م - إلى دولة متقدمة قادرة على تحقيق التنمية المستدامة، وعلى تأمين استمرار العيش الكريم لشعبها، جيلاً بعد جيل؛ حيث تحدد الرؤيـة الوطنيـة لدولـة قطـر النتائج التي تسعى إلى تحقيقها على المدى الطويـل، كما أنّها تـوفّر إطارًا عامًّا لتطوير استراتيجيات وطنية شاملة وخطط تنفيذها.

وتستشرف الرؤية الوطنية الآفاق التنموية من خلال الركائز الأربع المترابطة التالية:

التنمية البشرية | التنمية الاجتماعية | التنمية الاقتصادية | التنمية البيئية

الركيزة الأولى ـ التنمية البشرية
الغايات المستهدفة:

سكان متعلمون:

- نظام تعليمي يرقى إلى مستوى الأنظمة التعليمية العالمية المتميّزة، ويزوّد المواطنين بما يفي بحاجاتهم وحاجات المجتمع القطري، ويتضمن:
  - مناهج تعليم وبرامج تدريب تستجيب لحاجات سوق العمل الحالية والمستقبلية.
  - فرصًا تعليمية وتدريبية عالية الجودة تتناسب مع طموحات وقدرات كل فرد.
  - برامج تعليم مستمر مدى الحياة متاحة للجميع.

- شبكة وطنية للتعليم النظامي وغير النظامي تجهّز الأطفال والشباب القطريين بالمهارات اللازمة والدافعية العالية للإسهام في بناء مجتمعهم وتقدُّمه، وتعمل على:
  - ترسيخ قيم وتقاليد المجتمع القطري، والمحافظة على تراثه.
  - تشجيع النشء على الإبداع والابتكار وتنمية القدرات.
  - غرس روح الانتماء والمواطنة.
  - المشاركة في مجموعة واسعة من النشاطات الثقافية والرياضية.

- مؤسسات تعليمية متطوّرة ومستقلّة تُدار بكفاءة، وبشكل ذاتيٍّ، وفق إرشادات مركزية، وتخضع لنظام المساءلة.
- نظام فعّال لتمويل البحث العلمي يقوم على مبدأ الشراكة بين القطاعين العام والخاص بالتعاون مع الهيئات الدولية المختصة ومراكز البحوث العالمية المرموقة.
- دور فاعل دوليًّا في مجالات النشاط الثقافي والفكري والبحث العلمي.
- استقطاب التوليفة المرغوبة من العمالة الوافدة، ورعاية حقوقها، وتأمين سلامتها، والحفاظ على أصحاب المهارات المتميزة منها.

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَٰنِ الرَّحِيمِ

المقدمة

الحمد للَّه رب العالمين، والصلاة والسلام على أشرف الأنبياء والمرسلين، وعلى آله وصحبه أجمعين، وبعد:

يحظى الكتاب المدرسي بمكانة خاصة في العملية التعليمية؛ لأهميته في دعم التعلم الصفي، من حيث ترجمة أهداف المنهج الدراسي، وتجسيد توجهاته، وتنظيم محتواه، وإبراز مضامينه، فضلاً عن إحداث التوازن بين مجالات المنهج المعرفية والمهارية والقيمية. ومن هذا المنطلق تُولي دولة قطر الكتاب المدرسي وسائر المواد التعليمية المساندة اهتمامًا خاصًّا لضمان تحقيق هذه المواد الدور المنوط بها، في ظل ما يشهده الكتاب المدرسي من تطوّر نوعي يستند إلى نتائج الدراسات والبحوث التربوية الحديثة في حقل التعلّم وتنظيم المعرفة، ويؤكّد على تفعيل دور الطالب في التعامل الواعي والنشط مع محتوى الكتاب المدرسي.

ولما كان علم الأحياء من الركائز الأساسية لنهضة الأمم وبناء المجتمع الحديث القائم على التكنولوجيا والمعرفة العلمية، فقد جاء اهتمام دولة قطر وعنايتها بالمنهج الدراسي لهذا العلم، وتدريسه شاملاً كافة الجوانب، وبخاصة الكتاب المدرسي؛ ليكون أداة فاعلة في تحقيق أهداف تدريس علم الأحياء، وداعمًا أساسيًّا لتعلم الطالب واكتسابه للمعارف والمهارات الحياتية.

وقد جاء تنظيم وبناء محتوى كتاب الطالب – الأحياء – للصف الحادي عشر تأسيسي بأسلوب مشوق، وبطريقة تشجع الطالب على القراءة الواعية النشطة، وتسهل عليه بناء تنظيم أفكاره وترتيبها، وممارسة العلم كما يمارسه العلماء، بإتاحة الفرص المتعددة للطالب لممارسة الاستقصاء العلمي بمستوياته المختلفة، المبنيّ والموجّه والمفتوح. تبدأ كل وحدة من وحدات الكتاب بالفكرة العامة، التي تقدم صورة شاملة عن محتواه، ثم ينفذ الطالب (التجربة الاستهلالية) التي تساعد على تكوين نظرة شاملة عن محتوى الوحدة. وتمثل التجربة الاستهلالية أحد أشكال الاستقصاء (المبنيّ)، كما تتيح في نهايتها ممارسة شكل آخر من أشكال الاستقصاء (الموجّه) عن طريق سؤال الاستقصاء المطروح. وتتضمن النشاطات التمهيدية للوحدة إعداد مطوية تساعد على تلخيص أبرز الأفكار والمفاهيم التي ستتناولها الوحدة. وهناك أشكال أخرى من النشاطات الاستقصائية التي يمكن تنفيذها في أثناء دراسة المحتوى، ومنها مختبرات تحليل البيانات، أو التجارب العملية السريعة، أو مختبر الأحياء الذي يرد في نهاية كل وحدة، ويتضمن استقصاءً مفتوحًا في نهايته.

تقسم وحدات الكتاب إلى دروس، يتضمّن كلٌّ منها في بدايته فكرةً رئيسةً مرتبطة مع الفكرة العامة للوحدة. كما يتضمن الدرس أدواتٍ أخرى تساعد على تعزيز فهم المحتوى، ومنها ربط المحتوى مع واقع الحياة، أو مع العلوم الأخرى، وشرحًا وتفسيرًا للمفردات الجديدة التي تظهر مظلّلة باللون الأصفر، ويدعم

عرض المحتوى في الكتاب مجموعة من الصور والأشكال والرسوم التوضيحية المختارة والمعدّة بعناية لتوضيح المادة العلمية، وتعزيز فهم مضامينها. ويتضمن الكتاب مجموعة من الشروح والتفسيرات، تقع في هوامش الكتاب، منها ما يتعلق بالمهن. وخلال الوحدة تُذكر بعض الإرشادات للتعامل مع المطوية التي يعدّها الطالب في بداية كل وحدة من خلال أيقونة المطويات.

وقد وُظفت أدوات التقويم الواقعي في التقويم بمراحله وأغراضه المختلفة: القبْليّ، والتشخيصيّ، والتكوينيّ (البنائيّ) والختاميّ (التجميعيّ)؛ إذ يمكن توظيف الصورة الافتتاحية في كل وحدة والأسئلة المطروحة في التجربة الاستهلالية بوصفها تقويمًا قبليًّا تشخيصيًّا لسبر واستكشاف ما يعرفه الطلاب عن موضوع الوحدة. ومع التقدم في دراسة كل جزء من المحتوى يُطرح سؤالٌ تحت عنوان (ماذا قرأت؟)، وتجد تقويمًا خاصًّا بكل درس من دروس الوحدة يتضمّن أفكار المحتوى وأسئلةً تساعد على تلمُّس جوانب التعلم وتعزيزه، وما قد يرغب الطالب في تعلّمه في الدروس اللاحقة. وفي نهاية الوحدة تأتي الخلاصة متضمنة تذكيرًا بالفكرة العامة والأفكار الرئيسة والمفردات الخاصة بدروس الوحدة، وخلاصة بالمفاهيم الرئيسة التي وردت في كل درس. يلي ذلك تقويم الوحدة، الذي يشمل أسئلة وفقرات متنوعة تستهدف تقويم تعلّم الطالب في مجالات عدة، هي: أسئلة الاختيار من متعدّد، وأسئلة الإجابات القصيرة، ومهارات الكتابة في علم الأحياء، وأسئلة المستندات المتعلّقة بنتائج بعض التقارير أو البحوث العلمية. كما يتضمّن الكتاب في نهاية كل وحدة اختبارًا مقنّنًا يتضمّن أسئلة وفقرات اختبارية تسهم في إعداد الطلاب للاختبارات الوطنية والدولية، بالإضافة إلى تقويم تحصيلهم في الموضوعات التي سبق دراستها.

ويرافق هذا الكتابَ دليلٌ للتجارب العملية، يهدف إلى تطوير مهارات الاستقصاء العلميّ لدى الطلاب، وتنمية الاتجاهات الإيجابية لديهم نحو العلم والعلماء.

واللَّه نسأل أن يحقق الكتاب الأهداف المرجوة منه، وأن يوفق الجميع لما فيه خير الوطن وتقدمه وازدهاره.

والله ولي التوفيق

قائمة المحتويات

دليل الطالب

كيف تستفيد من كتاب الأحياء؟ 9

الوحدة 4

الأساس الحيوي للوراثة 12

تجربة استهلالية 13

4-1 DNA، وRNA، والبروتين..... 14

4-2 الجينات والطفرات..... 26

إثراء علمي: الكشف عن هوية جزيء DNA الحلزوني المزدوج..... 32

مختبر الأحياء 33

الخلاصة 34

تقويم الوحدة..... 35

الوحدة 5

الكائنات الحية الدقيقة 40

تجربة استهلالية 41

5-1 الكائنات الحية الدقيقة 42

إثراء علمي: الفطريات والإنسان 62

مختبر الأحياء 63

الخلاصة 64

تقويم الوحدة..... 65

الوحدة 6

علم البيئة والجماعات الحيوية 70

تجربة استهلالية 71

6-1 ديناميكية الجماعة الحيوية 72

6-2 تأثير الإنسان في البيئة 86

إثراء علمي: العواصف الرملية 98

مختبر الأحياء 99

الخلاصة 100

تقويم الوحدة..... 101

مرجعيات الطالب

رموز الأمن والسلامة..... 106

المصطلحات 107

كيف تستفيد من كتاب الأحياء؟

هـذا الكتـاب ليس كتابًا خياليًّا، بل كتابًا علميًّا يصف كائنات حية، وعمليات حيوية، وتطبيقات تقنية. لذا فأنت تقرؤه لتحصيل العلم.
وفيما يلي بعض الأفكار والإرشادات التي تساعدك على قراءته.

قبـل أن تقـرأ

اقـرأ كلًّا مـن الفكرة العامة و الفكرة الرئيسة قبـل قـراءة الوحـدة أو فـي أثنائها؛ فهما تزودانك بنظـرة عامة تمهيدية لهذه الوحدة.

لـكل وحدة فكرة عامة تقـدم صورة شـاملة عنها.

ولـكل مـوضـوع مـن موضوعـاتـهـا فكرة رئيسة تدعم فكرته العامة.

لتحصل على رؤية عامة عن الوحدة:

- اقرأ عنوان الوحدة لتتعرّف موضوعاتها.
- تصفّح الصور والرسوم والجداول.
- ابحـث عـن المفـردات البـارزة المظلّلـة باللـون الأصفر.
- اعمل مخططًا للوحدة باسـتخدام العناوين الرئيسة والعناوين الفرعية.

كيف تستفيد من كتاب الأحياء؟

عندما تقرأ

في كل جزء من الوحدة تجد أساليب تعمّق فهمك للموضوعات التي ستدرسها، وتختبر مدى استيعابك لها.

4-1

في هذا الدرس

معايير الأداء الرئيسة
10.11.3 – 10.11.2 – 10.11.1

معايير البحث والاستقصاء العلميّ
10.3.4 – 10.2.2

الأهداف

يتوقّع في نهاية الدرس أن يكون الطالب قادرًا على أن:

- يرسم ويتعرّف التركيب الأساسي لجزيء DNA.
- يفسّر كيف يتم بناء سلسلة DNA الرئيسة والثانوية بصورة مختلفة كل منها عن الأخرى.
- يفسّر كيف يشارك mRNA، وrRNA، و tRNA الناقل في نسخ الجينات وترجمتها.
- يلخص دور إنزيم بلمرة RNA في بناء m RNA.
- يصف كيف تم نسخ شفرة DNA إلى mRNA، واستخدامها في بناء بروتين معين.

الأهمية

ساهم اكتشاف الأحماض النووية في تعرّف آلية بناء البروتين.

مجموعة فوسفات
قاعدة نيتروجينية
سكر خماسي

الشكل 1–4 يتكون النيوكليوتيد من: فوسفات، وسكر، وقاعدة نيتروجينية.

DNA و RNA والبروتين
DNA, RNA, and Protein

الفكرة الرئيسة تُنسخ شيفرات DNA في صورة RNA الذي يتحكم بدوره في بناء البروتين.

الربط مع الحياة يكتب مبرمجو الحاسوب برامجهم بلغة أو شيفرة معينة، ويُصمّم الحاسوب لقراءة الشيفرة وأداء وظائف ما، وكذلك يحتوي DNA على شيفرة، مثل شيفرة البرمجة، تحفز الخلية على أداء عمل ما.

التركيب الكيميائي للحمض النووي منقوص الأكسجين (DNA)
Chemical structure of DNA

تم التعرف على التركيب الكيميائي للحمض النووي DNA منذ نهاية العقد الثالث ومطلع العقد الرابع من هذا القرن؛ وهو عبارة عن جزيئات مكونة من وحدات متكررة من المونومرات Monomers، تدعى النيوكليوتيدات.

النيوكليوتيدات Nucleotides

في عام 1920م، حدد عالم الكيمياء الحيوية ليفين Levene التركيب الأساسي للنيوكليوتيدات التي تُكوّن DNA. كما في **الشكل 1–4**؛ وهي وحدات بنائية للأحماض النووية، وتتكون من:

1. سكر خماسي Pentose Sugar: وهو سكر خماسي الكربون، ويعرف بأنه سكر الرايبوز Ribose Sugar.
2. مجموعة فوسفات Phosphate Group: تتمثل بحمض الفسفوريك.
3. قاعدة نيتروجينية Nitrogenous Base: وهي مركبات حلقية معقدة تحتوي في حلقاتها على ذرات الكربون والنيتروجين والهيدروجين والأكسجين. وهي على نوعين:
   - قواعد البيورين الثنائية الحلقات، والتي تشمل الجوانين G والأدينين A. انظر **الشكل 2–4**.
   - قواعد البيريميدين الأحادية الحلقات، التي تشمل كلًّا من السايتوسين C واليوراسيل U، والثايمين T. انظر **الشكل 2–4**.

ويوجد حمضان نوويان في الخلايا الحية هما: RNA، DNA.

14

2. **النموذج شبه المحافظ Semiconservative model**: وفيه تبقى سلسلة أصلية واحدة من الشريط الحلزوني مع سلسلة حلزونية جديدة (شبه محافظة)؛ حيث يُبنى شريط جديد مكمل لكل شريط أصلي (أبويّ)؛ لذا فإن جزيء DNA يتضمن سلسلة قديمة من الجزيء الأصلي وسلسلة جديدة مكملة له. انظر **الشكل b 9–4**.

آلية تضاعف DNA شبه المحافظ
Semiconservative replication

تحدث عملية تضاعف DNA شبه المحافظ Semiconservativen replication في كل خلية قبل أن يحدث الانقسام الخلوي على ثلاث خطوات:

1. تفكك الروابط الهيدروجينية الضعيفة الموجودة بين كل زوج من أزواج القواعد النيتروجينية بفعل إنزيم فك الالتواء Helicase، فتتفكك سلسلتا DNA إلى سلسلتين منفردتين.
2. تعمل كل سلسلة من جزيء DNA كقالب أو طبعة Template، يمكن أن يبنى عليها سلسلة جديدة، حيث ترتبط النيكلوتيدات التي تحتوي على الأدينين بتلك التي تحتوي على الثايمين، وترتبط النيوكلوتيدات التي تحتوي على الجوانين بتلك التي تحتوي على السايتوسين، طبقًا لقانون اقتران القواعد. يقوم إنزيم بلمرة القواعد DNA بوليميريز DNA Polymerase بربط النيوكليوتيدات الجديدة معًا لتشكيل عمود جديد من الفوسفات والسكر.
3. يتحرر إنزيم بلمرة DNA Polymerase وتتكون سلسلتان من DNA مشابهتان لجزيء DNA الأصلي تمامًا. انظر **الشكل 10–4**.

ماذا قرأت؟ فسّر كيف يضمن ارتباط القواعد في أزواج خلال التضاعف أن تكون السلسلة المتكونة متطابقة مع السلسلة الأصلية.

b. شبه المحافظ a. المحافظ

الشكل 9–4 يوضح النماذج المقترحة لتضاعف DNA:
a. التضاعف المحافظ.
b. التضاعف شبه المحافظ.

المفردات الجديدة
- التضاعف شبه المحافظ
- Semiconservation replication

الشكل 10–4 يوضح خطوات تضاعف DNA.

19

الربط مع الحياة: يصف ارتباط المحتوى مع حياتك.

ماذا قرأت؟ أسئلة تقوّم مدى فهمك لما درسته.

مهارات قرائية

- اسأل نفسك: ما الفكرة العامة ؟ وما الفكرة الرئيسة؟
- فكّر في الكائنات الحية والمواقف التي مررت بها، هل هناك علاقة بينها وبين دراستك مادة الأحياء؟
- اربط معلومات مادة الأحياء مع المجالات العلمية الأخرى التي سبق أن درستها.
- توقّع نتائجك من خلال توظيف المعلومات التي لديك.
- غيّر توقعاتك حينما تقرأ معلومات جديدة.

كيف تستفيد من كتاب الأحياء؟

بعدما قرأت

اقرأ الخلاصة، وأجب عن الأسئلة؛ لتقويم مدى فهمك لما درسته.

يتضمَّن كل درس في الوحدة أسئلة وخلاصة؛ حيث تقدم الخلاصة مراجعة للمفاهيم الرئيسة، في حين تختبر الأسئلةُ فهمك لما درست.

الخلاصة 4

المطويات اعمل مطوية تساعدك على فهم عمليتي النسخ والترجمة عند بناء البروتين.

المفردات	المفاهيم الرئيسة
4-1 DNA، وRNA، والبروتين	
التضاعف شبه المحافظ الشيفرة الوراثية (الكودون) الكودون المضاد	**الفكرة الرئيسة** تُنسخ شيفرات DNA في صورة RNA، الجينات والطفرات الذي يتحكم بدوره في بناء البروتين. • تنصُّ قاعدة تشارجاف على أنه –في جزيء DNA– كمية السايتوسين تساوي كمية الجوانين، وكمية الثايمين تساوي كمية الأدينين. • وفرت أعمال واطسون وكريك وويلكنز دليلاً على التركيب اللولبي المزدوج لجزيء DNA. • عملية بناء mRNA من سلسلة DNA تسمى عملية النسخ. • الترجمة عملية يتمُّ من خلالها ربط mRNA مع الرايبوسوم لتصنيع البروتين.
4-2 الجينات والطفرات	
الطفرة	**الفكرة الرئيسة** يمكن أن تؤثر الطفرات في وظائف الجينات، كما يمكن أن تنتقل من جيل إلى آخر. • يحتوي كل كروموسوم على مجموعة محددة من الجينات، لكل منها وظيفة معينة، ويقع كل منها على موقع Locus محددة من الكروموسوم. • الطفرة هي تغيّر دائم في DNA الخلية، وتتراوح الطفرات بين طفرات نقطية، وطفرات حذف، وطفرات كروموسومية. • العوامل المسببة للطفرات –ومنها المواد الكيميائية والإشعاعات– قد تسبب الطفرات. • ينشأ مرض فقر الدم المنجلي عن طفرة استبدال في الشيفرة الوراثية لجين الهيموجلوبين. • لا تنتقل الطفرات في الخلايا الجسمية إلى الجيل التالي، بينما تنتقل الطفرات في الخلايا الجنسية إلى أبناء الكائن الحي.

34

التقويم 1- 4

الخلاصة

- تنصُّ قاعدة تشارجاف على أنه –في جزيء DNA– كمية السايتوسين تساوي كمية الجوانين، وكمية الثايمين تساوي كمية الأدينين.
- وفَّرت أعمال واطسون وكريك وفرانكلين وويلكنز دليلاً على التركيب اللولبي المزدوج لجزيء DNA.
- عملية بناء mRNA من سلسلة DNA تسمى عملية النسخ.
- الترجمة عملية يتمُّ من خلالها ربط mRNA مع الرايبوسوم لتصنيع البروتين.

فهم الأفكار الرئيسة

1. **الفكرة الرئيسة** **بخّص** العملية التي تستعمل فيها شيفرة DNA في تصنيع بروتين.
2. **صف** البيانات التي استعملها واطسون وكريك في تحديد تركيب جزيء DNA.
3. **ارسم وعيّن** الأجزاء في قطعة DNA، مبيّنًا الشكل الحلزوني لهذا الجزيء، وارتباط القواعد النيتروجينية المُتمِّمة.
4. **بيّن** ترتيب السلسلة الأساس، إذا كان ترتيب القواعد في السلسلة المُتمِّمة هو ATGGGCGC.
5. **صف** وظيفة كلٍّ مما يلي في تصنيع البروتين: tRNA، mRNA.

التفكير الناقد

6. **صف** خاصيَّتين يتميّز بهما جزيء DNA لكي يؤدي دوره بوصفه مادة الوراثة.
7. **الرياضيات في علم الأحياء** إذا كانت بكتيريا *E. coli* تصنع DNA بمعدل 100,000 نيوكليوتيد في الدقيقة، وتستغرق 30 دقيقة لتضاعف جزيء DNA الخاص بها، فكم يكون عدد أزواج القواعد النيتروجينية في كروموسوم *E. coli*؟

25

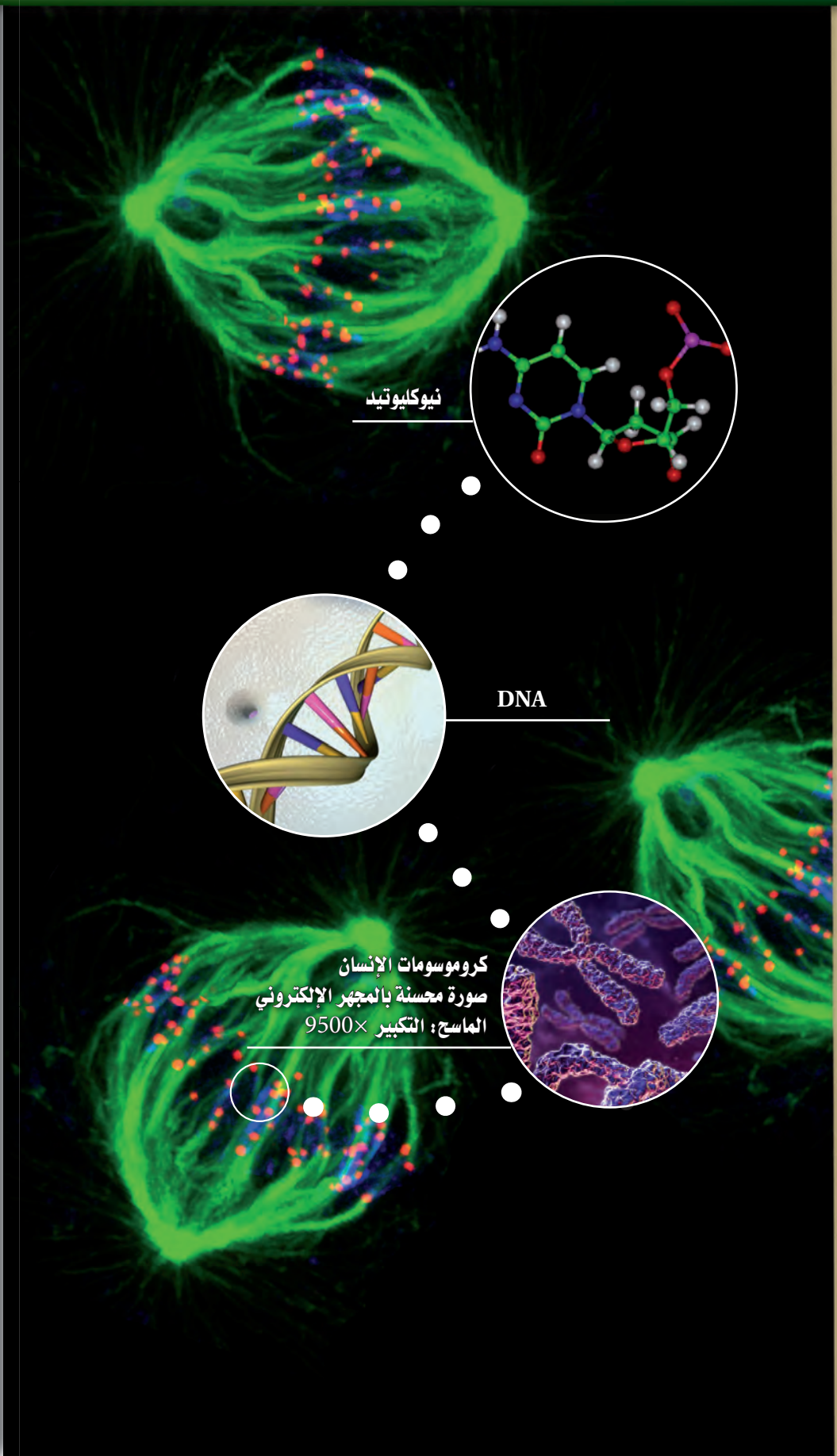
ستجد في نهاية كل وحدة الخلاصة التي تتضمّن المفردات والمفاهيم الرئيسة للوحدة. استعمل الخلاصة للتأكد من مدى استيعابك.

طرائق أخرى للمراجعة

- حدّد **الفكرة العامة** .
- اربط **الفكرة الرئيسة** مع **الفكرة العامة** .
- استخدم كلماتك الخاصة لتوضيح ما قرأت.
- وظِّف المعلومات التي تعلمتها في المنزل، أو في موضوعات أخرى تدرسها.
- حدّد المصادر التي يمكن أن تستخدمها في البحث عن المزيد من المعلومات حول الموضوع.

الفصل 4

الأساس الحيوي للوراثة
Biological Basis of Inheritance



4–1 DNA، و RNA، والبروتين
DNA, RNA, and Protein

الفكرة الرئيسة تُنسخ شيفرات DNA في صورة RNA، الذي يتحكم بدوره في بناء البروتين.

4–2 الجينات والطفرات
Genes and Mutations

الفكرة الرئيسة يمكن أن تؤثر الطفرات في وظائف الجينات، كما يمكن أن تنتقل من جيل إلى آخر.

تجربة استهلالية

ما تركيب جزيء DNA؟

صمّم نموذجًا يوضّح تركيب جزيء DNA.

خطوات العمل

- اتبّع إرشادات الأمن والسلامة التي يزوّدك بها معلمك قبل بدء التجربة.

1. صمّم نموذجًا لقطعة صغيرة من DNA باستعمال المواد التي يوفّرها لك معلمك. وتذكّر أن تربط القاعدة النيتروجينية الثايمين مع الأدينين برابطتين هيدروجينيتين ممثلتين بتتوأين، وتربط السايتوسين مع الجوانين بثلاث روابط هيدروجينية ممثلة بثلاث نتوءات.
2. اربط جزيء الرايبوز بالقاعدة النيتروجينية من جهة، وبمجموعة الفوسفات من الجهة المناسبة؛ لتكوين النيوكليوتيد.
3. اجعل القواعد التي تشكّل جانب السلسلة وتحتوي على ثقوب في نفس الاتجاه عند وضع بعضها فوق بعض، ثم اجعل جزيء الرايبوز عند ربطه بالسلسلة متّجهًا نحو الخارج.
4. تأكّد من إدخال النتوءات وذلك بوضع مجموعة الفوسفات متّجهةً نحو أسفل، ثم اربط السلاسل الجانبية مع القواعد.

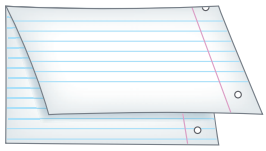
التحليل

1. **صِف** تركيب جزيء DNA الخاص بك.
2. **حدّد** خصائص DNA التي ركّزْت عليها عند بناء نموذجك.
3. **استنتج**. كيف يختلف نموذجك عن نماذج زملائك في الصف؟ وكيف يرتبط هذا الاختلاف مع اختلافات جزيء DNA بين الكائنات الحية؟

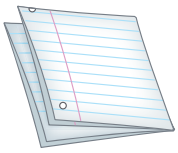
المطويات منظمات الأفكار

مقارنة عمليتي النسخ والترجمة: استعمل هذه المطوية للمقارنة بين عمليتي النسخ والترجمة.

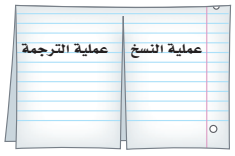
الخطوة 1: اثنِ ورقة أفقيًّا من منتصفها، كما في الشكل التالي:



الخطوة 2: اثنِ الورقة من منتصفها مرة أخرى، كما في الشكل التالي:



الخطوة 3: قصَّ الطبقة العلوية فقط من الورقة على طول خطوط الثني الثانية؛ حتى ينتج لسانان، ثم عنونهما كما في الشكل التالي:



المطويات **استعمل هذه المطوية في الدرس 1 – 4.** وارسم عمليتي النسخ والترجمة تحت اللسانين منهما، ثم اشرحهما.

الأحياء عبر المواقع الإلكترونية

ابحث عبر الإنترنت للحصول على أفلام علمية ومعلومات إضافية حول الوراثة.

4-1

في هذا الدرس

معايير الأداء الرئيسة

10.11.3 – 10.11.2 – 10.11.1

معايير البحث والاستقصاء العلميّ

10.2.2 – 10.3.4

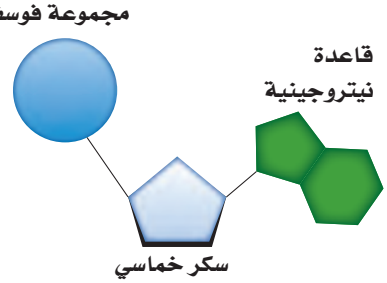
الأهداف

يتوقّع في نهاية الدرس أن يكون الطالب قادرًا على أن:

- **يرسم** ويتعرّف التركيب الأساسي لجزيء DNA.
- **يفسّر** كيف يتم بناء سلسلة DNA الرئيسة والثانوية بصورة مختلفة كل منهما عن الأخرى.
- **يفسّر** كيف يشارك mRNA، وrRNA، و tRNA في نسخ الجينات وترجمتها.
- **يلخّص** دور إنزيم بلمرة RNA في بناء m RNA.
- **يصف** كيف تم نسخ شيفرة DNA إلى mRNA، واستخدامها في بناء بروتين معين.

الأهمية

ساهم اكتشاف الأحماض النووية في تعرّف آلية بناء البروتين.



الشكل 1–4 يتكون النيوكليوتيد من: فوسفات، وسكر، وقاعدة نيتروجينية.

DNA و RNA والبروتين

DNA, RNA, and Protein

الفكرة الرئيسة **تُنسخ شيفرات DNA في صورة RNA الذي يتحكم بدوره في بناء البروتين.**

الربط مع الحياة يكتب مبرمجو الحاسوب برامجهم بلغة أو شيفرة معينة، ويُصمّم الحاسوب لقراءة الشيفرة وأداء وظائف ما، وكذلك يحتوي DNA على شيفرة، مثل شيفرة البرمجة، تحفز الخلية على أداء عمل ما.

التركيب الكيميائي للحمض النووي منقوص الأكسجين (DNA)

Chemical structure of DNA

تم التعرف على التركيب الكيميائي للحمض النووي DNA منذ نهاية العقد الثالث ومطلع العقد الرابع من هذا القرن؛ وهو عبارة عن جزيئات مكونة من وحدات متكررة من المونوميرات Monomers، تدعى النيوكليوتيدات.

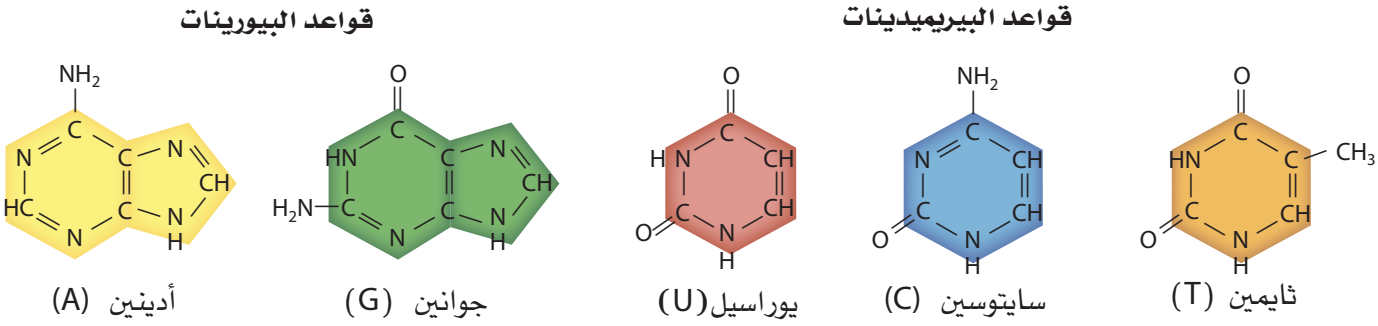
النيوكليوتيدات Nucleotides

في عام 1920م، حدد عالم الكيمياء الحيوية ليفين Levene التركيب الأساسي للنيوكليوتيدات التي تُكوّن DNA. كما في **الشكل 1–4**؛ وهي وحدات بنائية للأحماض النووية، وتتكون من:

1. سكر خماسي Pentose Sugar: وهو سكر خماسي الكربون، ويعرف بأنه سكر الرايبوز Ribose Sugar.
2. مجموعة فوسفات Phosphate Group: تتمثل بحمض الفسفوريك.
3. قاعدة نيتروجينية Nitrogenous Base: وهي مركبات حلقية معقدة تحتوي في حلقاتها على ذرات الكربون والنيتروجين والهيدروجين والأكسجين. وهي على نوعين:

- قواعد البيورين الثنائية الحلقات، والتي تشمل الجوانين G والأدينين A. انظر **الشكل 2–4**.
- قواعد البيريميدين الأحادية الحلقات، التي تشمل كلًّا من السايتوسين C واليوراسيل U، والثايمين T. انظر **الشكل 2–4**.

ويوجد حمضان نوويان في الخلايا الحية هما: RNA، DNA.



الحمض النووي الرايبوزي Ribonucleic acid (RNA)

تحتوي نيوكليوتيدات RNA على سكر رايبوز، ومجموعة فوسفات، وواحدة من أربع قواعد نيتروجينية هي: الأدينين (A) والجوانين (G) والسايتوسين (C) واليوراسيل (U).

وهناك ثلاثة أنواع من RNA موجودة في الخلايا الحية، هي:

- RNA الرسول messenger RNA (mRNA): وينقل المعلومات الوراثية في DNA من النواة إلى الرايبوسومات لتوجِّه بناء بروتين محدَّدٍ.
- RNA الناقل transfer RNA (tRNA): وهو قطع صغيرة من نيوكليوتيدات RNA تنقل الأحماض الأمينية الحرة من السيتوبلازم إلى الرايبوسوم؛ ليتم ربطها معًا لتكوين البروتين.
- RNA الرايبوسومي ribosomal RNA (rRNA)، نوع من RNA يرتبط بالبروتينات ليكوّن الرايبوسومات في السيتوبلازم. إذ يتركب من وحدتين بنائيّتين: صغيرة وكبيرة، تتكون كل منهما من rRNA وأنواع مختلفة من جزيئات البروتين. وتنتقل هاتان الوحدتان إلى السيتوبلازم، ولا تكونان مرتبطتين معًا إذا لم تَدخلا ضمن عملية بناء البروتين، ويحتوي الرايبوسوم الناتج على مواقع خارجية؛ إذ يوجد على الوحدة البنائية الكبيرة موقعان هما: A و P، وهما خاصان بارتباط جزيئات tRNA، إضافة إلى موقع على الوحدة الصغيرة خاص بارتباط mRNA بها.

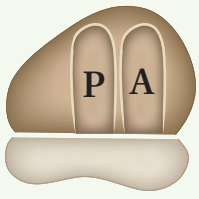
والجدول 1–4 يقارن بين تركيب الأنواع الثلاثة من RNA ووظائفها.

الشكل 2–4 يوضح الشكل خمسة أنواع مختلفة من القواعد الموجودة في الوحدات الأساسية للنيوكليوتيدات التي تشكل DNA وRNA.

حدد. ما الفرق التركيبي بين قواعد بيريميدين وقواعد بيورين؟

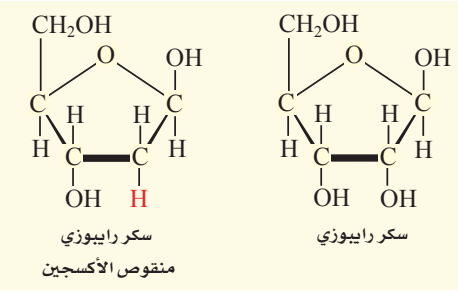
* التركيب الكيميائي للاطلاع الذاتي

الجدول 1–4 مقارنة بين أنواع RNA الثلاثة

الاسم	mRNA	tRNA	rRNA
الوظيفة	ينقل المعلومات الوراثية من DNA في النواة ليوجِّه بناء البروتينات في السيتوبلازم.	ينقل الأحماض الأمينية في السيتوبلازم إلى الرايبوسومات.	يرتبط بالبروتينات لبناء الرايبوسومات.
مثال			

الحمض النووي الرايبوزي منقوص الأكسجين
(DNA) Deoxy ribonucleic acid

يحتوي DNA على: سكر رايبوزي منقوص الأكسجين، كما في **الشكل 3–4**، ومجموعة فوسفات ووإحدة من أربع قواعد نيتروجينية هي: الأدنين، والجوانين، والسايتوسين، والثايمين، انظر **الشكل 18–5**



الشكل 3–4 يوضح تركيب سكر الرايبوز في RNA وسكر الرايبوز منقوص الأكسجين في DNA.

*التركيب الكيميائي للاطلاع الذاتي

اكتشاف جزيء DNA DNA Molecule discovery

قاعدة تشارجاف Chargaff rule

حلّل إروين تشارجاف Erwin chargaff كمية الأدينين والجوانين والثايمين والسايتوسين في DNA لأنواع مختلفة من الكائنات الحية، ونُشر جزء من هذه البيانات عام 1950م، كما في **الشكل 4–4** . ويُعرف هذا الاكتشاف بقاعدة اقتران القواعد النيتروجينية التكاملية Coplementary base pairing، والتي تنص على أن:

1. نسبة A دائمًا تساوي نسبة T، ونسبة G دائمًا تساوي نسبة C، ويعبر عنها: T=A و C=G.
2. توجد نسب متساوية من البيورينات(A ، G) والبريميدينات(T ، C) دائمًا.

بيانات تشارجاف

تركيب القواعد (النسبة المولية)				
الكائن الحي	A	T	G	C
E. coli	24.7	23.6	24.9	25.2
خميرة	31.3	32.9	18.7	17.1
سمك الرنجة	27.8	27.5	22.2	22.6
الجرذ	28.6	28.4	21.4	21.5
الإنسان	30.9	29.4	19.9	19.8

الشكل 4–4 بيَّنت نتائج تشارجاف أنه على الرغم من اختلاف نسب القواعد النيتروجينية من نوع إلى آخر ، إلا أن G = C وA = T في النوع الواحد.

*للاطلاع الذاتي

تشتت الأشعة السينية X–ray diffraction

استخدم ويلكنز Wilkins تقنية تُسمى تشتت الأشعة السينية؛ وهي تقنية تتضمن تصويب الأشعة السينية على جزيء DNA. وفي عام 1951م، انضمت روزالند فرانكلين Rosalind franklin إلى الفريق، والتقطت الصورة رقم 51 المشهورة الآن، وجمعت بيانات. وقد أشارت هذه الصورة في **الشكل 4–5** ، إلى أن DNA جزيء لولبي مزدوج double helix، أو على شكل سلّم ملتوٍ، مكوّن من سلسلتين من النيوكليوتيدات ملتفتين إحداهما حول الأخرى.

الشكل 5–4
صورة 51 الخاصة بروزالند فرانكلين وبيانات تشتت أشعة X.

النموذج اللولبي المزدوج (نموذج واطسون وكريك)
Double helix model (Watson and Crick model)

شاهد واطسون وكريك Watson and crick صورة فرانكلين لتشتت الأشعة السينية، التي ساعدتهما على حل لغز تركيب جزيء DNA. وقد قاس واطسون وكريك **الشكل 6–4**معًا عرض الجزيء اللولبي والمسافات بين القواعد مستخدمين بيانات فرانكلين وبيانات تشارجاف، حيث أظهر انحراف الأشعة أن ارتفاع كل دورة كاملة من اللولب تساوي 3.4 nm، واقترح العالمان أن السايتوسين يرتبط مع الجوانين(أي بريميدين مع بيورين)،

الشكل 6–4
حل واطسون وكريك لغز تركيب DNA، باستخدام بيانات تشارجاف وبيانات فرانكلين.

تجربة استهلالية

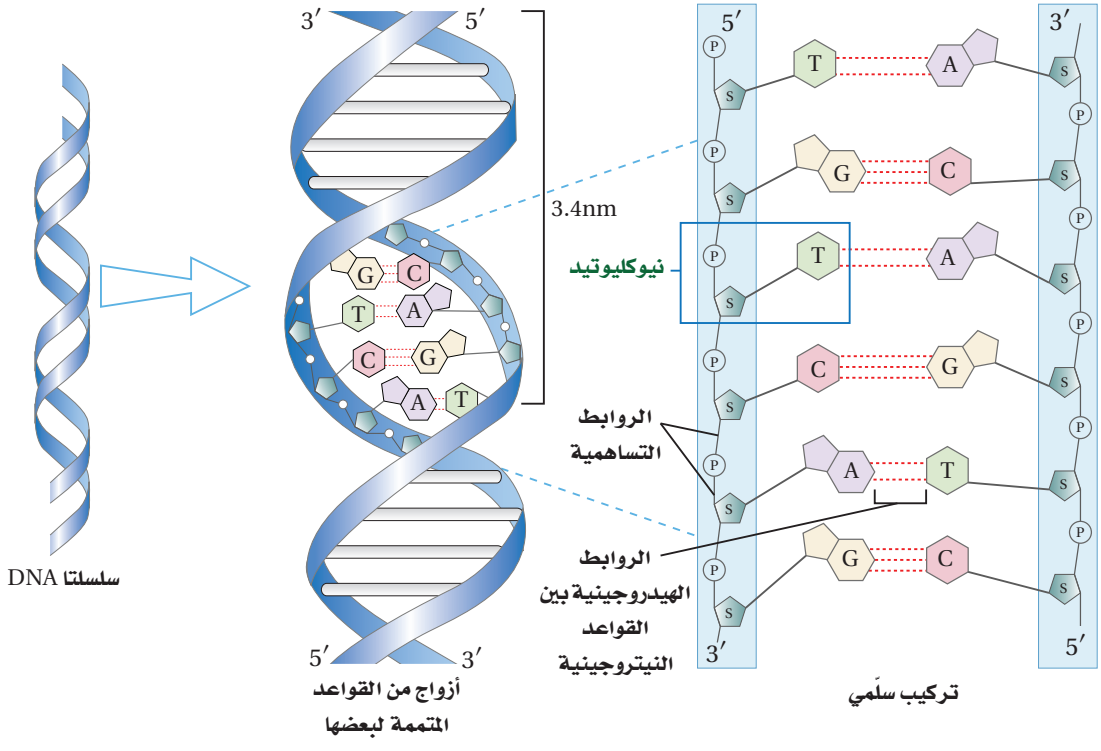
مراجعة بناء على ما قرأته حول تركيب **DNA**، كيف تجيب الآن عن أسئلة التحليل؟

وأن الأدينين يرتبط بالثايمين (أي بريميدين مع بيورين مرة أخرى)، وهذا يعني أن كل 10 قواعد نيتروجينية يمكن أن تلائم دورة كاملة من اللولب (3.4 nm). وترتبط تلك القواعد النيتروجينية المتقابلة معًا بالروابط الهيدروجينية الضعيفة؛ فالسايتوسين والجوانين يرتبطان معًا بثلاث روابط هيدروجينية، أما الثايمين والأدينين فيرتبطان معًا برابطتين هيدروجينيتين، وترتبط النيوكليوتيدات المتجاورة في جزيء DNA بروابط تساهمية قوية. وبذلك تمكّن العالمان من بناء نموذج لجزيء DNA المزدوج يتوافق مع أبحاث الآخرين. ويبين **الشكل 6–4** النموذج الذي بناه في عام 1953م.

تركيب DNA DNA Structure

جزيء DNA يحاكي –غالبًا– السلّم الملتوي؛ حيث إن حاجز الحماية (الدرابزين) للسلم، يمثل السكرَ المنقوص الأكسجين والفوسفات بشكل متبادل، وتشكل أزواج القواعد النيتروجينية (السايتوسين – الجوانين أو الثايمين – الأدينين) درجات هذا السلّم. وترتبط البيريميدينات دائمًا بالبيورينات، فتحافظ بذلك على البعد الثابت لحاجزي الحماية – سلسلتي DNA– في السلم. انظر **الشكل 7–4** الذي يوضح

الشكل 7–4 تترتب سلسلتا DNA على نحوٍ متوازٍ ومتعاكس، ويكوّنان جزيء DNA الحلزوني.



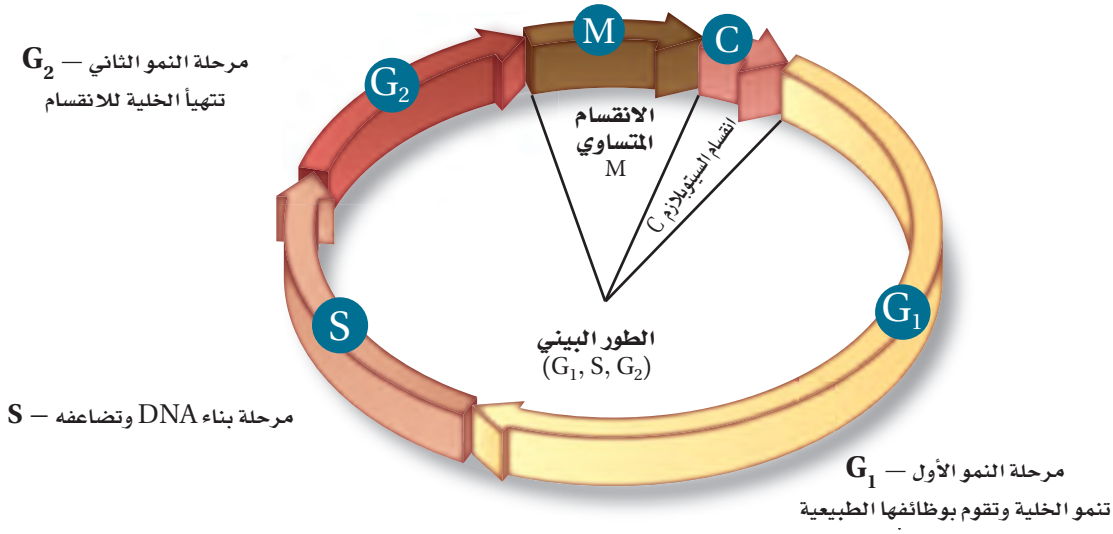
ترتيب السلسلتين بشكل متوازٍ ومتعاكس. وهناك طريقة أخرى توضح الترتيب المتوازي المتعاكس لسلسلتي DNA بأخذ قلمَيْ رصاص ووضعهما متعاكسين بحيث يكون رأس أحدهما بجوار ممحاة القلم الآخر.

ماذا قرأت؟ فسر لماذا كانت بيانات تشارجاف دليلاً مهمًّا للوصول إلى بناء DNA.

تضاعف DNA DNA replication

بعد اكتشافات جزيء DNA، واجهت العلماء مشكلة كيفية تضاعف DNA عند انقسام الخلية؛ فقد ثبت لهم أن كلتا الخليتين الناتجتين من الانقسام المتساوي تحتوي DNA نفسها الموجودة في الخلية الأم، وقد ساعد نموذج واطسون وكريك Waston & Crick الذي تم التوصل إليه عام (1953م)، على التوصل إلى آلية لتفسير تضاعف DNA، وعرفت سابقًا أن عملية تضاعف جزيء DNA تتم في طور بناء DNA مرحلة (S) في دورة حياة الخلية. انظر **الشكل 4–8**.

الشكل 4–8 تتضمن دورة الخلية ثلاث مراحل، هي: الطور البيني، الانقسام المتساوي، انقسام السيتوبلازم، وينقسم الطور البيني إلى ثلاث مراحل فرعية.
كوّن فرضية. لماذا يُمثّل انقسام السيتوبلازم أقصر فترة في دورة الخلية؟



نماذج تضاعف DNA DNA replication models

هناك نموذجان لتضاعف DNA محتملا الحدوث، هما:

1. **النموذج المحافظ Conservative model**: وفيه يبقى جزيء DNA الأصلي كما هو من غير فصل السلسلتين، ويتم بناء DNA جديد مكون من شريط حلزون مزدوج مشابه له تمامًا. وقد تم استبعاد هذا النموذج كما سيأتي لاحقًا، انظر **الشكل a 9–4**.

2. **النموذج شبه المحافظ Semiconservative model**: وفيه تبقى سلسلة أصلية واحدة من الشريط الحلزوني مع سلسلة حلزونية جديدة (شبه محافظة)؛ حيث يُبنى شريط جديد مكمل لكل شريط أصلي (أبويّ)؛ لذا فإن جزيء DNA يتضمن سلسلة قديمة من الجزيء الأصلي وسلسلة جديدة مكملة له. انظر **الشكل 9b–4**.

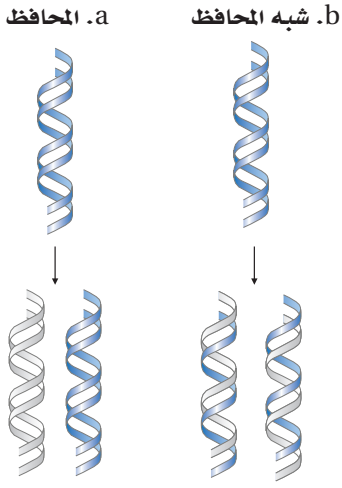
آلية تضاعف DNA شبه المحافظ

Semiconservative replication

تحدث عملية تضاعف DNA **شبه المحافظ Semiconservativen replication** في كل خلية قبل أن يحدث الانقسام الخلوي على ثلاث خطوات:

1. تتفكك الروابط الهيدروجينية الضعيفة الموجودة بين كل زوج من أزواج القواعد النيتروجينية بفعل إنزيم فك الالتواء Helicase، فتتفكك سلسلتا DNA إلى سلسلتين منفردتين.
2. تعمل كل سلسلة من جزيء DNA كقالب أو طبعة Template، يمكن أن يبنى عليها سلسلة جديدة، حيث ترتبط النيكلوتيدات التي تحتوي على الأدينين بتلك التي تحتوي على الثايمين، وترتبط النيوكلوتيدات التي تحتوي على الجوانين بتلك التي تحتوي على السايتوسين، طبقًا لقانون اقتران القواعد. يقوم إنزيم بلمرة القواعد DNA بوليميريز DNA Polymerase بربط النيوكليوتيدات الجديدة معًا لتشكيل عمود جديد من الفوسفات والسكر.
3. يتحرر إنزيم بلمرة DNA Polymerase DNA وتتكون سلسلتان من DNA مشابهتان لجزيء DNA الأصلي تمامًا. انظر **الشكل 10–4**.

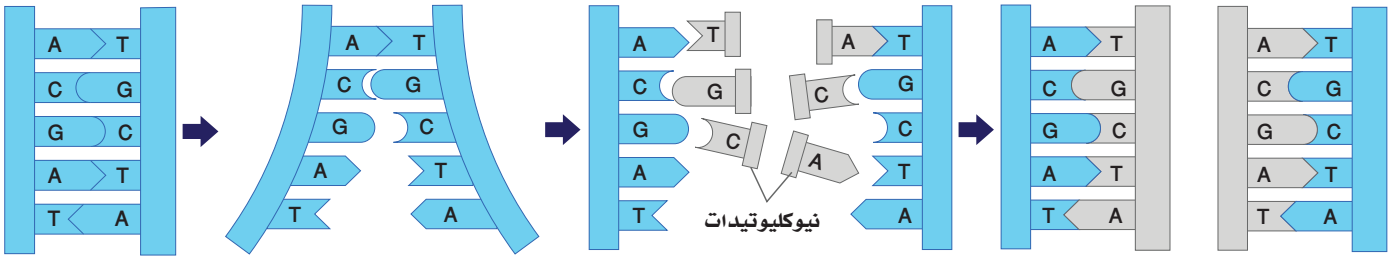
ماذا قرأت؟ فسّر كيف يضمن ارتباط القواعد في أزواج خلال التضاعف أن تكون السلسلة المتكونة متطابقة مع السلسلة الأصلية.



■ **الشكل 9–4** يوضح النماذج المقترحة لتضاعف DNA:
a. التضاعف المحافظ.
b. التضاعف شبه المحافظ.

المفردات الجديدة

- التضاعف شبه المحافظ
- Semiconservation replication



■ **الشكل 10–4** يوضح خطوات تضاعف DNA.

جزيء DNA الأصلي (الأبوي) — يقوم إنزيم فك الإلتواء بفصل سلسلتي DNA — يعمل إنزيم DNA على إضافة النيوكليوتيدات المكملة — سلسلتان من DNA مشابهتان لجزيء DNA الأصلي

الشيفرة The Code

إحـدى خصائـص DNA المهمـة، التي لـم تُحلّ بعد اكتشـاف واطسـون وكريك، هـي كيفية اسـتخدام DNA بوصفه شـيفرة وراثية ضرورية في بنـاء البروتين؛ حيث تعمـل هذه البروتينـات بوصفها وحدات بنائية للخلايـا والإنزيمات. فما المقصود بالشيفرة؟

بدأ علماء الأحياء يفترضون أن تعليمات بناء البروتين موجودة في DNA، ثم عرفوا أن الطريقة الوحيدة التي يختلف فيها DNA بين الكائنات الحية هي ترتيب القواعد، كمـا عرف العلماء أيضًا أن هناك 20 حمضًا أمينيًّا تُسـتخدم في صناعة البروتينات، لذا أدركوا أن DNA يجب أن يوفر 20 شيفرة وراثية مختلفة على الأقل.

إذا كانـت كل قاعـدة نيتروجينيـة مسـؤولة عن حمض أمينـي واحد، فـإن القواعد النيتروجينية الأربع تكون مسؤولة عن أربعة أحماض أمينية فقط، وعندما يكون كل زوج من القواعد النيتروجينية مسـؤولاً عن حمض أميني واحد فإن القواعد الأربع تكون مسؤولة عن 16 (4×4 أو 4^2) حمضًا أمينيًّا. لكن إذا كانت هناك مجموعة من ثلاث قواعد نيتروجينية مسـؤولة عن حمض أميني واحد فإنها تكون مسـؤولة عن (4^3) أو 64 حمضًا أمينيًّا محتملاً، وهذا يوفر شـيفرات أكثر من المطلوب لـعشرين حمضًـا أمينيًّا، وهي أصغـر تركيب محتمل للقواعد لكي يتم توفير شـيفرات كافية للأحماض الأمينية.

لقـد سـجّل العالم الأمريكـي نيرنبيـرج M.Nirenberg أول إنجاز في فكِّ أسـرار الشيفرة الوراثية،حيث قام بتجربة لاختبار الفرضية الآتية:

"إذا زوّدت الرايبوسـومات فـي خليـة بجـزيء RNA مُصنَّـع فـي المختبـر، فإنها سـتقوم ببناء بروتيـن وفقًا للتعليمات الوراثية في هذا الجـزيء المُصنَّع"، ولإثبات هـذه الفرضيـة، حضر نيرنبيـرج جزيئات مـن RNA تتكون جميعها مـن نوع واحد متكـرر مـن النيوكليوتيـدات وهو نيوكليوتيـد اليوراسـيل (U–U–U–U ...)، ثم أضـاف هذا النوع من RNA المُصنَّع إلى (20) أنبوب اختبار؛ يحتوي كل منها على نـوع واحد من الأحمـاض الأمينية ، ورايبوسـومات، وإنزيمـات، وعوامل أخرى ضروريـة لعمليـة بناء البروتينـات. ولم يحدث شـيء في (19) أنبـوب اختبار، أما الأنبوب العشـرون فتم فيه بناء سلسـلة عديد الببتيد (بروتين) من نوع واحد متكرر من الأحماض الأمينية هو فينيل الآنين.

وقـد بينت التجارب في سـتّينيات القرن السـابق أن الشـيفرة فـي DNA مكونة من ثـلاث قواعد نيتروجينية؛ لذلك سـمّيت بـ **الشـيفرة الثلاثية (الكـودون)** **Codon**، حيث يتم نسخ القواعد الثلاثة المكونة للكودون في DNA إلى شيفرة في mRNA، و**الشكل 11–4** يبيّن "معجم" الشيفرة الوراثية.

المفردات الجديدة

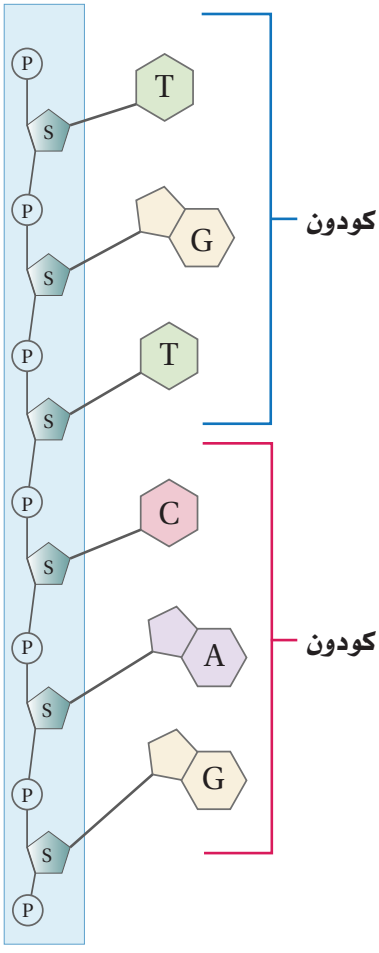
- الشيفرة الوراثية (الكودون)
- Codon

القاعدة الأولى	القاعدة الثانية				القاعدة الثالثة
	U	C	A	G	
U	UUU phenylalanine	UCU serine	UAU tyrosine	UGU cysteine	U
	UUC phenylalanine	UCC serine	UAC tyrosine	UGC cysteine	C
	UUA leucine	UCA serine	UAA انتهاء	UGA انتهاء	A
	UUG leucine	UCG serine	UAG انتهاء	UGG tryptophan	G
C	CUU leucine	CCU proline	CAU histidine	CGU arginine	U
	CUC leucine	CCC proline	CAC histidine	CGC arginine	C
	CUA leucine	CCA proline	CAA glutamine	CGA arginine	A
	CUG leucine	CCG proline	CAG glutamine	CGG arginine	G
A	AUU isoleucine	ACU threonine	AAU asparagine	AGU serine	U
	AUC isoleucine	ACC threonine	AAC asparagine	AGC serine	C
	AUA isoleucine	ACA threonine	AAA lysine	AGA arginine	A
	AUG (بدء) methionine	ACG threonine	AAG lysine	AGG arginine	G
G	GUU valine	GCU alanine	GAU aspartate	GGU glycine	U
	GUC valine	GCC alanine	GAC aspartate	GGC glycine	C
	GUA valine	GCA alanine	GAA glutamate	GGA glycine	A
	GUG valine	GCG alanine	GAG glutamate	GGG glycine	G

لاحظ أن الكودونات كلها – ما عدا ثلاثة منها وهي كودونات توقف Stop– تحدد حمضًا أمينيًّا واحدًا. أما الكودون AUG فمسؤول عن الحمض الأميني الميثيونين، ويعمل عمل كودون بدءٍ Start أيضًا. ويوضح **الشكل 12–4** الكودونات المكونة لسلسلة من DNA.

■ **الشكل 11–4** يفيد "معجم" الشيفرة الوراثية في معرفة الكودونات الخاصة بالأحماض الأمينية.

حدّد الترتيب المحتمل للكودونات التي يمكن أن تنتج عنها سلسلة الأحماض الأمينية التالية: بدء–سيرين– هستدين– تربتوفان– توقف.



■ **12–4** يوضح الكودون (الشيفرة الوراثية).

المطويات

ضمِّـن مطويتـك معلومـات من هذا القسم.

خطوات بناء البروتين Protein synthesis steps

تتضمن عملية بناء البروتين خطوتين رئيستين هما: عملية النسخ Transcription، وعملية الترجمة Translation.

أولًا: النسخ Transcription

1. **بناء mRNA**: وهـو عمليـة بنـاء mRNA من DNA فـي النواة، حيـث يتم بناء تسلسـل النيوكليوتيدات في mRNA بشكل متمّم لتسلسلها في DNA بواسطة إنزيـم بلمـرة RNA، بحسـب قاعـدة اقتـران القواعـد (قاعـدة تشـارجاف)، إلا أن نيوكليوتيـد اليوراسـيل يحـلّ محـلّ الثايميـن ويرتبـط بالأدينيـن، انظر **الشكل 13–4**.

ثانيًا: الترجمة Translation

2. يعمـل tRNA علـى نقل الأحماض الأمينية من السـيتوبلازم إلى الرايبوسـوم، ولكل نوع من الأحماض الأمينية جزيء tRNA خاص يرتبط به بمساعدة إنزيم متخصـص، وذلك فـي وجود ATP، أما جـزء tRNA المقابـل لموضع ارتباط الحمـض الأميني فيحتوي على ثلاثة نيوكليوتيدات، مكمّلة لأحد الكودونات المحمولة على mRNA، ويُعرف باسم الكودون المضاد Anticodon.

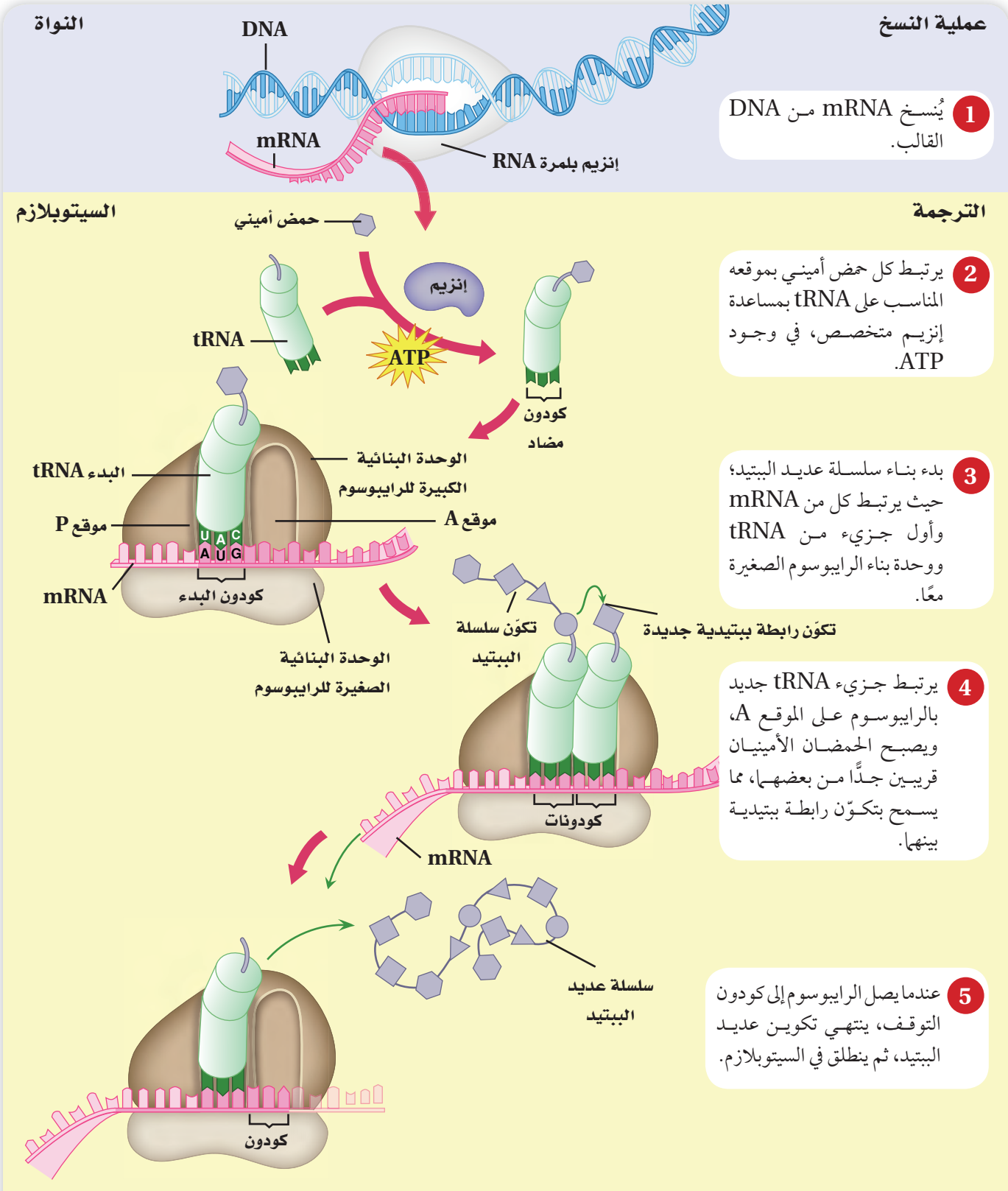
3. تبدأ عملية الترجمة عندما يرتبط جزيء mRNA بالرايبوسوم، عبر كودون البدء AUG، ويرمـز الكودون AUG إلى الحمض الأمينـي ميثيونين Methionine؛ وهـو الحمض الأميني الأول في معظم سلاسـل عديـد الببتيد. ويرتبط جزيء tRNA الذي يحمل الحمض الأميني ميثيونين في الموقع P على الرايبوسومات، حيـث يرتبط الكودون المضـاد UAC على جزيء tRNA بالكـودون المتوافق معه في mRNA وهو AUG.

4. يرتبـط جـزيء tRNA جديد بالرايبوسـوم على الموقـع A، ويصبح الحمضان الأمينيان ميثيونين وألانين متقاربين جدًّا أحدهما من الآخر، مما يسمح بتكوّن الرابطة الببتيدية بينهما، وبعدها تنكسـر الرابطة التي تجمع tRNA بالميثيونين، وهذا يعطي الطاقة اللازمة لتكوين الرابطة الببتيدية بين الألانين والميثيونين.

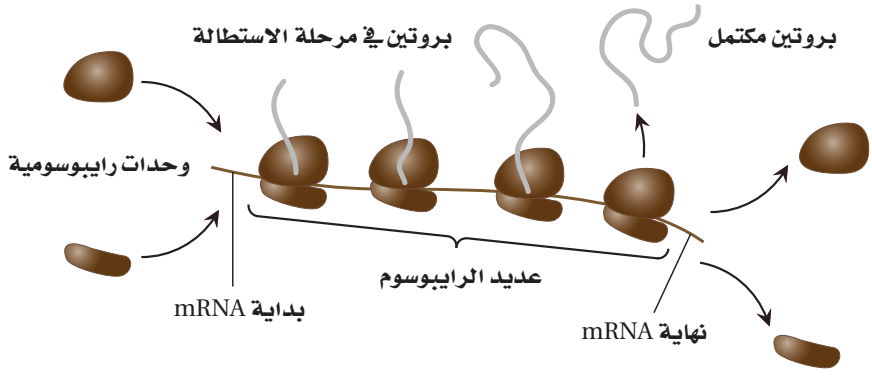
5. تتكـرر تلك العملية حتى يصل الرايبوسـوم إلى كـودون التوقف على mRNA وهـو أحد الثلاثيـات UAG UGA UAA، ولا ترمز أيٌّ مِن هذه الكودونات إلى أي حمـض أميني. وبعد ذلك ينفصل mRNA عن الرايبوسـوم، وينطلق عديد الببتيد المكتمل إلى السيتوبلازم.

إرشادات الدراسة

المخطط ارسـم مخططًا يربط بـين عملية تضاعـف DNA، وعمليتي النسخ والترجمة.



الشكل 13–4 تحدث عملية النسخ في النواة، أما الترجمة فتحدث في السيتوبلازم، وينتج عنها عديد الببتيد (البروتين).



الشكل 14–4 يوضح عديد الرايبوسوم الذي يتم به تصنيع معظم البروتينات في الخلية.

ويمكن لجزيء mRNA واحد أن يعطي شيفرة لإنتاج عدة نسخ من عديد الببتيد قبل أن يتوقف عن العمل. وفي العادة قد تجد عدة رايبوسومات مرتبطة بسلسلة واحدة من mRNA بحيث تعمل جميعها على قراءة الشيفرة الوراثية في وقت واحد، مما يساعد على بناء عدة نسخ من البروتين في وقت أقل وبسرعة أكبر. ويعرف هذا المركب باسم عديد الرايبوسوم Polyribosome، انظر **الشكل 14–4**.

ماذا قرأت؟ حدّد أيُّ الجزيئات أو التراكيب التالية لا يشارك بشكل مباشر في عملية الترجمة: الرايبوسومات، ATP، DNA، mRNA، tRNA، الإنزيمات؟

تجربة 4 - 1

عملية بناء البروتين

كيف تتم عملية بناء البروتين؟ صمّم نموذجًا توضح خلاله خطوات بناء البروتين، مستخدمًا المواد المتوفرة في المختبر.

خطوات العمل

- اتبع إرشادات الأمن والسلامة التي يزودك بها معلمك قبل بدء التجربة.

1. صمّم نموذجًا يوضّح عملية بناء البروتين باستعمال المواد التي يوفّرها لك مُعلمك.
2. تذكّر أن mRNA يتكوّن خلال عملية تُعرف بعملية النسخ، عندما تكون سلسلة DNA غير ملتفّة. افتحه وقمْ بفكّه، ستجده يحتوي على قواعد اليوراسيل الموجود في السيتوبلازم مرتبطًا مع القواعد المناسبة لتشكيل سلسلة من mRNA.
3. تتحرك سلسلة mRNA إلى الرايبوسوم، حيث تتفاعل مع نوع آخر من RNA يسمى tRNA.
4. يتكون tRNA من 90 قاعدة، ويصوَّر في الكتب على شكل ورقة برسيم. وفي صندوق الأدوات – الذي سيزودك به معلمك – ستستخدم tRNA مرتبطًا مع 3 قواعد نشطة.
5. يحمل tRNA حمضًا أمينيًّا مناسبًا لتلك القواعد النشطة يُعرف بالكودون المضاد.
6. خلال عملية الترجمة يكوّن mRNA تلقائيًّا أزواجًا من القواعد بين الكودونات والكودونات المضادة.
7. يشكّل الحمض الأميني رابطة ببتيدية مع الحمض الأميني، ثم تتشكّل سلسلة عديد الببتيد، وهذا ما يعرف بتكوين البروتين.

التحليل

1. **صف**. كيف تتعاون تراكيب الخلية في عملية بناء البروتين؟
2. **استنتج**. كيف يختلف نموذجك عن نماذج زملائك في الصف؟

التقويم 1-4

الخلاصة

- تنصُّ قاعدة تشارجاف على أنه –في جزيء DNA– كمية السايتوسين تساوي كمية الجوانين، وكمية الثايمين تساوي كمية الأدينين.
- وفَّرت أعمال واطسون وكريك وفرانكلين وويلكنز دليلاً على التركيب اللولبي المزدوج لجزيء DNA.
- عملية بناء mRNA من سلسلة DNA تسمى عملية النسخ.
- الترجمة عملية يتمُّ من خلالها ربط mRNA مع الرايبوسوم لتصنيع البروتين.

فهم الأفكار الرئيسة

1. الفكرة الرئيسة **لخِّص** العملية التي تستعمل فيها شيفرة DNA في تصنيع بروتين.
2. **صِف** البيانات التي استعملها واطسون وكريك في تحديد تركيب جزيء DNA.
3. **ارسم وعيِّن** الأجزاء في قطعة DNA، مبينًا الشكل الحلزوني لهذا الجزيء، وارتباط القواعد النيتروجينية المُتمِّمة.
4. **بيّن** ترتيب السلسلة الأساس، إذا كان ترتيب القواعد في السلسلة المُتمِّمة هو A T G G G C G C.
5. **صِف** وظيفة كلٍّ مما يلي في تصنيع البروتين: tRNA، mRNA.

التفكير الناقد

6. **صِف** خاصيَّتين يتميّز بهما جزيء DNA لكي يؤدي دوره بوصفه مادة الوراثة.
7. الرياضيات في علم الأحياء إذا كانت بكتيريا *E. coli* تصنع DNA بمعدل 100,000 نيوكليوتيد في الدقيقة، وتستغرق 30 دقيقةً لتضاعف جزيء DNA الخاص بها، فكم يكون عدد أزواج القواعد النيتروجينية في كروموسوم *E. coli*؟

4-2

في هذا الدرس

معايير الأداء الرئيسة

11.2 – 11.1

معايير البحث والاستقصاء العلميّ

3.4 – 1.8

الأهداف

يتوقّع في نهاية الدرس أن يكون الطالب قادرًا على أن:

- **يوضح** كيف يُشكّل تسلسل القواعد النيتروجينية في جزيء DNA الجينات.
- **يفسّر** التنوّع الوراثي بين الأفراد الناتج عن اختلاف تسلسل القواعد النيتروجينية في سلسلة DNA.
- **يوضح** مفهوم الطفرة الوراثية.
- **يوضّح** الأنواع المختلفة للطفرات.
- **يناقش** بعض أسباب حدوث الطفرات.
- **يميز** بين الطفرات الجسمية والطفرات الجنسية.

الأهمية

ترتبط الطفرات في بعض الأحيان بمرض أو خلل وراثي معين، وقد تؤدي الطفرات إلى ظهور صفات جديدة ومرغوبة.

الجينات والطفرات
Genes and Mutations

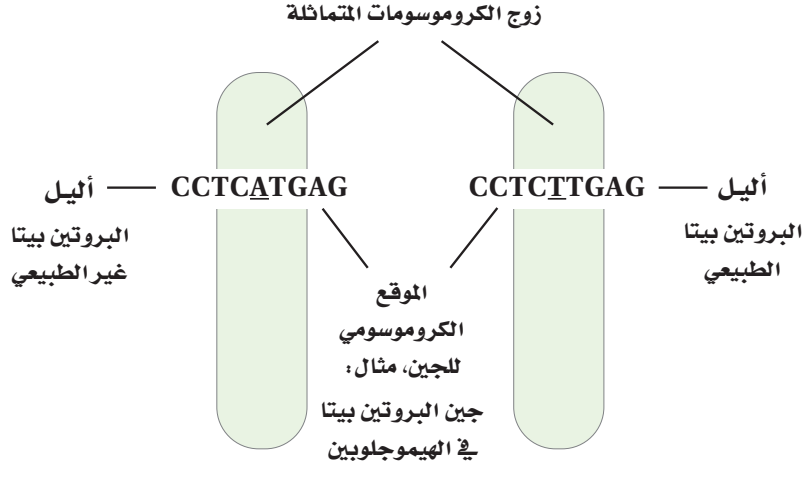
الفكرة الرئيسة **يمكن أن تؤثر الطفرات في وظائف الجينات، كما يمكن أن تنتقل من جيل إلى آخر.**

الربط مع الحياة عندما تكتب جملة على الحاسوب، من المهم أن يُطبع كل حرف بصورة صحيحة. فمثلًا جملة "السيارة تسير في الشارع"، تختلف عن جملة "الطيارة تسير في الشارع". فعلى الرغم من أن الاختلاف في حرف واحد إلا أن الجملتين تختلفان في المعنى تمامًا.

الجينات والكروموسومات Genes and chromosomes

درست سابقًا أن الجين Gene قطعة من DNA تعطي شيفرة وراثية لإنتاج جزيء بروتيني معين، وتُحمل هذه الشيفرة في تسلسل القواعد النيتروجينية في مركب DNA، وتشكل كل ثلاث قواعد نيتروجينية ضمن مركب DNA شيفرة تمثل أحد الأحماض الأمينية، وبالتالي فإن تسلسل القواعد النيتروجينية في قطعة DNA سيحدد تسلسل الأحماض الأمينية في البروتين الذي سيتم بناؤه على الرايبوسومات في الخلية.

يحتوي الكروموسوم الواحد على كمية DNA تكفي لتشفير كثير من البروتينات. وتسمى الكروموسومات التي تحتوي DNA يشفر لنفس البروتينات بالكروموسومات المتماثلة Homologous Chromosomes. وتمتلك الخلية الثنائية المجموعة الكروموسومية (2n) نسختين من كل نوع من الكروموسومات: أحدهما من الأم، والآخر من الأب؛ لذا فإن الخلية ثنائية المجموعة الكروموسومية تحتوي نسختين من كل جين، وتقع النسختان في نفس الموقع Locus، على الكروموسومين المتشابهين. انظر **الشكل 15–4**.



الشكل 15–4 المواقع الجينية والأليلات.

وبذلك يحتوي كل كروموسوم على مجموعة محددة الجينات، لكل منها وظيفة معينة، ويقع كل منها على موقع Locus محددة من الكروموسوم. على سبيل المثال، يقع الجين الذي يشفر لإنتاج البروتين بيتا Beta Subunit من جزيء الهيموجلوبين على الكروموسوم رقم 2. تحتوي كل خلية على نسختين من هذا الجين، أحدهما موروث من الأم Maternal والآخر موروث من الأب Paternal. وهناك شكلان لهذا الجين كما في **الشكل 15–4**: يرمز أحدهما إلى التسلسل الطبيعي للأحماض الأمينية للبروتين بيتا، ويحمل التسلسل التالي للقواعد النيتروجينية في مركب CCTCTTGAG، وهو ما يجعل شكل خلايا الدم الحمراء قرصيًّا وفي الحالة الطبيعية، بينما يحتوي الشكل الآخر على سلسلة القواعد CCTCATGAG، التي ترمز إلى سلسلة مختلفة من الأحماض الأمينية التي تشكل التركيب المغاير وغير الطبيعي للبروتين بيتا، وهو ما يجعل شكل خلايا الدم الحمراء منجليًّا Sickle Cells بدل من أن يكون قرصيًّا. ويطلق مصطلح أليل Allele على الأشكال المتنوعة للجين، وقد يحمل الفرد أليلين متماثلين أو مختلفين في التركيب، الأمر الذي يسبب امتلاك الصفة من عدمه.

الطفرات Mutations

هل أخطأت ذات مرة في أثناء كتابتك على الحاسوب؟ عندما تكتب قد تضغط مفتاحًا غير مطلوب. وكما يمكن أن تخطئ في أثناء الكتابة، كذلك قد يحدث خللٌ أو اضطرابٌ في أثناء تضاعف الخلايا، وهذه الاضطرابات نادرة الحصول، وقد وهب اللّه تعالى الخلية آليات إصلاح يمكنها أن تصلح بعض الخلل. وأحيانًا ما يحدث تغير دائم في DNA الخلية، يسمى **الطفرة Mutation**. تذكّر أن أحد الأنماط الوراثية التي درسها مندل هي بذور البازلاء المجعدة والملساء، ومن المعروف اليوم أن الطراز الشكلي المجعد لهذه البذور مرتبط بغياب إنزيم يؤثر في شكل جزيئات النشا في البذور.

المفردات الجديدة

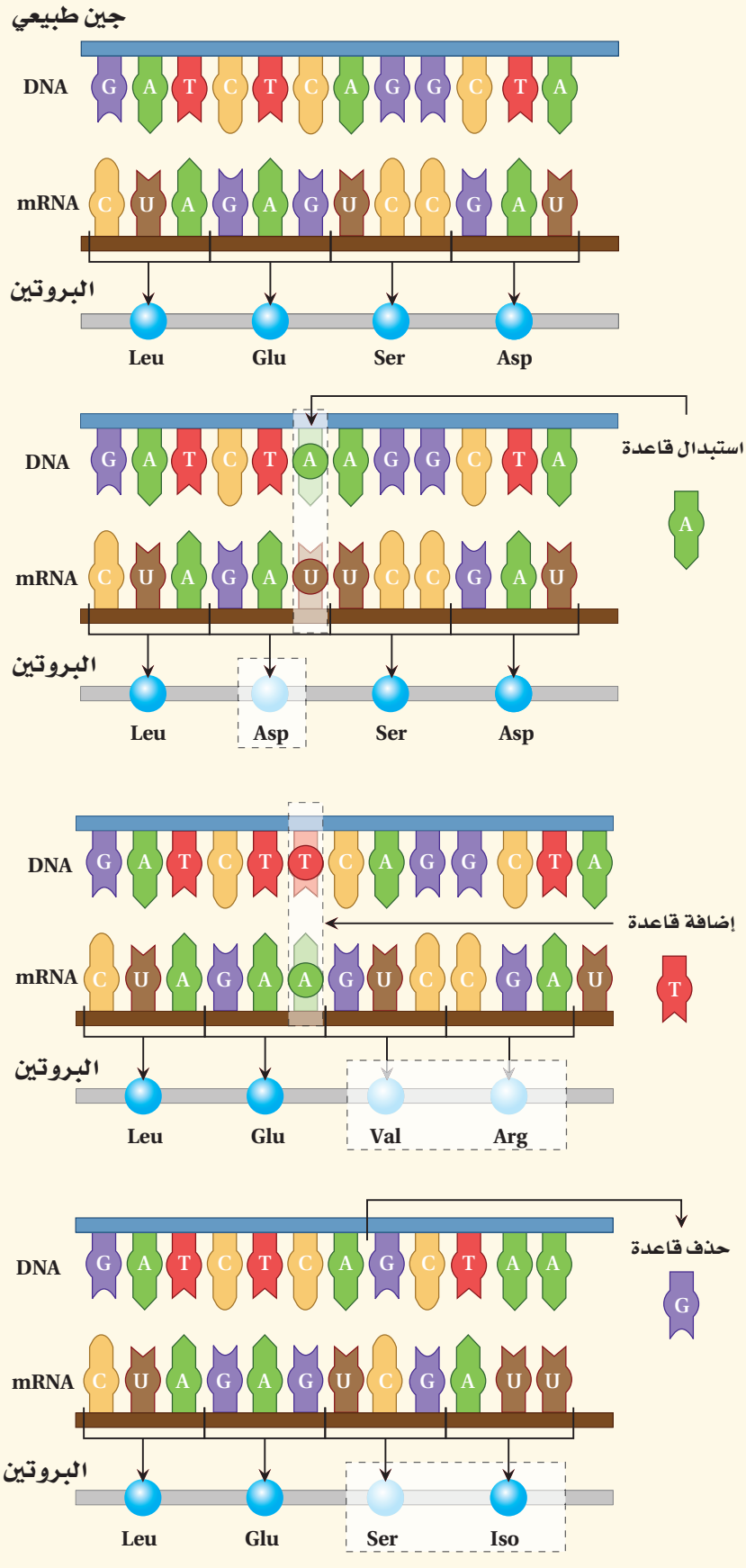
- الطفرة Mutation •

أنواع الطفرات Types of mutations

تتراوح الطفرات بين تغيرات تحدث في زوج واحد من القواعد النيتروجينية في سلسلة DNA إلى تغيرات في الكروموسومات، انظر **الشكل 16–4**، وتتضمن:

- الطفرات النُّقَطية (الجينية) Point mutation؛ وتشمل تغيرًا كيميائيًّا في قاعدة نيتروجينية أو أكثر، مما قد يكفي لإحداث خلل وراثي.
- طفرة الاستبدال Substitution؛ وهي طفرة تستبدل فيها قاعدة بأخرى.
- طفرات الإضافة Addition؛ وتتضمن إضافة قاعدة أو أكثر إلى السلسلة.
- طفرات الحذف Deletion؛ وتتضمن حذف قاعدة أو أكثر من السلسلة.

وتعمل طفرتا الإضافة والحذف على تغيير ترتيب الكودونات الثلاثية، لذلك يطلق عليها طفرات الإزاحة؛ لأنها تغير ترتيب الأحماض الأمينية.



الشكل 16–4 بعض أنواع الطفرات وتأثيرها في أحد الجينات.

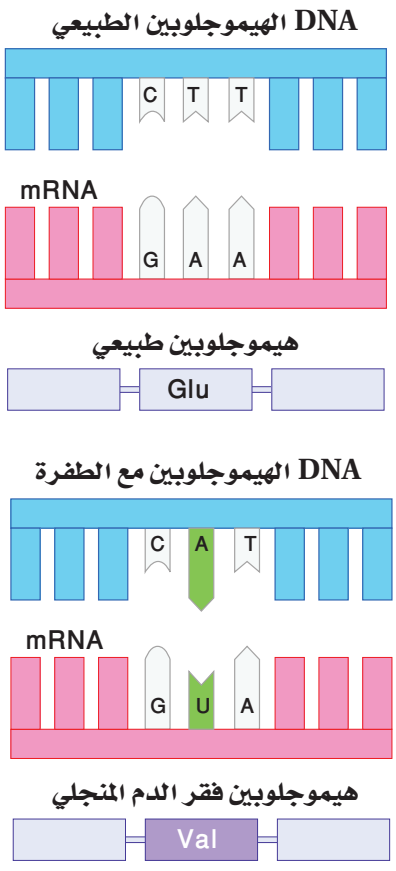
الجدول 2–4	الطفرات	
نوع الطفرة	جملة للمحاكاة	مثال على مرض مرتبط بالطفرة
طبيعي	THE BIG FAT CAT ATE THE WET RAT	
الاستبدال	THE BIZ FAT CAT ATE THE WET RAT	**عدم نمو الغضروف:** تكوّن غير طبيعي للغضروف على أطراف العظام الطويلة للأذرع والأرجل؛ مما يودي إلى نوع من القزامة.
الحذف (تسبب طفرة إزاحة)	THB IGF ATC ATA TET HEW ETR AT	**التليف الكيسي:** يتميز بمخاط غير طبيعي كثيف في الرئتين والأمعاء والبنكرياس.
الإضافة (تسبب طفرة إزاحة)	THE BIG ZFA TCA TAT ETH EWE TRA	**مرض كرون:** التهاب حاد في الجهاز الهضمي، مما يؤدي إلى: إسهال متكرر، ألم في البطن، دوار، حمى، فقدان وزن.

- طفرة كروموسومية Chromosomal mutation؛ وتتضمن حذف كروموسوم أو زيادة في عدد الكروموسومات، ومن ذلك متلازمة داون، ويمكن أيضًا لأجزاء كبيرة من DNA أن تشترك في طفرة؛ فقد تحذف قطعة من كروموسوم تحوي جينًا واحدًا أو أكثر من الجينات، أو تنتقل إلى موقع مختلف على الكروموسوم، أو إلى كروموسوم آخر.

ويوضح **الجدول 2–4** الأنواع المختلفة من الطفرات وتأثيرها في تسلسل DNA.

وترتبط الطفرات في بعض الأحيان بمرض أو خلل وراثي معين، ومن الأمثلة على طفرات الاستبدال مرض فقر الدم المنجلي؛ فالمرضى الذين يعانون من هذا الخلل مصابون بطفرة في DNA المسؤول عن بروتين الهيموجلوبين، الذي يعدّ التركيب الرئيس في خلايا الدم الحمراء، وله دور مهمّ في عملية حمْل الأكسجين ونقله إلى خلايا الجسم عبر الدم.

وكما درست سابقًا، يتركب جزيء الهيموجلوبين من سلسلتي ألفا–جلوبين وسلسلتي بيتا–جلوبين. وتسلسلات هذا البروتين مشفّرة في DNA في مجموعات من ثلاث قواعد نيتروجينية. وبسبب طفرة استبدال في أليل الخلية المنجلية لجين بيتا–جلوبين في الأفراد المصابين بأنيميا الخلايا المنجلية الوراثي، أدت إلى تغيير الثايمين CTT في الشيفرة الطبيعية إلى أدينين **CAT**، مما جعل هذه الشيفرة مسؤولة عن تكوين حمض الفالين Valine بدلًا من حمض الجلوتاميك، انظر **الشكل 17–4**، لذا عند نسخ هذا الأليل غير الطبيعي، فإن نسخة الحمض النووي mRNA الناتجة تحمل شيفرة لحمض الفالين في الموقع السادس بدلًا من حمض الجلوتاميك، وهذه الطفرة الوراثية البسيطة تؤدي إلى تغيير شكل البروتين النهائي، فتجعله أقل قابلية للذوبان في سيتوبلازم الخلايا الحمراء، ومن ثَمَّ تميل الجزيئات إلى التجمع معًا مكوّنة أليافًا طويلة داخل خلايا الدم الحمراء، ويتسبب ذلك في تغيير شكل خلايا الدم الحمراء لتصبح هلالية الشكل، وتصبح الخلايا المشوّهة عديمة الفائدة وأقلّ كفاءة في نقْل الأكسجين، كما تقلّ مرونتها وتصبح أكثر عرضة للتجمع معًا في الشعيرات الدموية؛ فتسبّب انغلاقها،



الشكل 17–4 طفرة الاستبدال في DNA بروتين الهيموجلوبين لمرضى فقر الدم المنجلي.

وتوقُّف مرور الدم خلالها، مما قد يكون له تأثيرات خطيرة جدًّا في صحة الشخص الحامل للجين المسؤول عن هذه الصفة، وقد تصل إلى الموت أحيانًا.

ماذا قرأت؟ صِفْ ثلاثة أنواع من الطفرات.

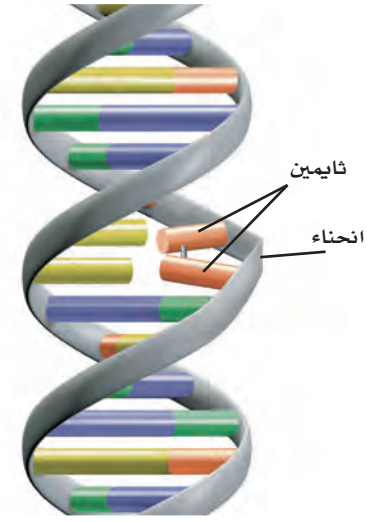
أسباب الطفرة Causes of mutation

قد تحدث الطفرات بشكل عشوائي وتلقائي بالكامل؛ أي من دون سبب واضح، إلَّا أن هناك عدة عوامل بيئية قد تزيد من فرص حدوث الطفرة بشكل ملحوظ، وتُعرف هذه العوامل باسم المطفرات Mutagens، ويشمل ذلك:

- **الأشعة ذات الطاقة العالية High energy radiation**، ويشمل ذلك أشعة X، وأشعة جاما وألفا، بالإضافة إلى الأشعة فوق البنفسجية. وتسبب تلك الإشعاعات تحطيم جزيئات DNA أو أخطاء في عملية تضاعفه، انظر **الشكل 18–4**.

- **المواد الكيميائية المتفاعلة مع الحمض النووي**
DNA reactive chemicals
وهي مواد كيميائية قادرة على التفاعل مع مركب DNA مسببة تغيُّرًا في تركيب أو تسلسل القواعد النيتروجينية، ومن الأمثلة على تلك المواد: حمض النيتروز، غاز الخردل، البنزين، المعادن الثقيلة كاليورانيوم والكادميوم.

- **عوامل حيوية Biological agents**، حيث تُسهم بعض أنواع الفيروسات مثل فيروس نقص المناعة البشري HIV المُسبِّب لمرض الإيدز، أو بعض أنواع البكتيريا، كالبكتيريا الحلزونية المسبِّبة لقرحة المعدة *Helicobacter pylori*، في نقل أو تحطيم أجزاء من المادة الوراثية لخلايا الجسم.



الشكل 18–4 يمكن للأشعة فوق البنفسجية أن تسبِّب ارتباط قاعدتَي ثايمين متجاورتين معًا بدلًا من ارتباطهما بالقواعد المتمِّمة لهما على السلسلة الأخرى، مما يسبب "انحناء" جزيء DNA ومنعه من التضاعف.

طفرة الخلايا الجسمية والجنسية
Body–cells and sex–cells mutation

طفرة الخلايا الجسمية: لا تنتقل الطفرات في الخلايا الجسمية إلى الجيل التالي، وفي بعض الحالات، لا تُسبِّب هذه الطفرات مشكلات في الخلية. وتؤدي هذه الطفرات إلى السرطان، وتبقى هذه الآثار داخل خلايا الكائن الحي ما دامت الخلايا الجسدية هي المتأثرة.

طفرة الخلايا الجنسية: تنتقل هذه الطفرات إلى أبناء الكائن الحي، كما أنها تبقى موجودة في كل خلية من خلايا أبنائه.

التقويم 2- 4

الخلاصة

- يحتوي كل كروموسوم على مجموعة محددة من الجينات، لكل منها وظيفة معينة، ويقع كل منها على موقع Locus محددة من الكروموسوم.
- الطفرة هي تغيّر دائم في DNA الخلية. تتراوح الطفرات بين طفرات نقطية، وطفرات حذف، وطفرات كروموسومية.
- العوامل المسببة للطفرات –ومنها المواد الكيميائية والإشعاعات– قد تسبب الطفرات.
- ينشأ مرض فقر الدم المنجلي عن طفرة استبدال في الشيفرة الوراثية لجين الهيموجلوبين.
- لا تنتقل الطفرات في الخلايا الجسمية إلى الجيل التالي، بينما تنتقل الطفرات في الخلايا الجنسية إلى أبناء الكائن الحي.

فهم الأفكار الرئيسة

1. الفكرة الرئيسة **وضّح** كيف تؤثر الطفرات في وظائف الجينات.
2. **حدد** النوعين الرئيسين من العوامل المسببة للطفرات.
3. **حلّل.** كيف يمكن لطفرة نقطية أن تنتج بروتينات لا تؤدي وظائفها الطبيعية.
4. **وضّح** كيف تؤدي الطفرة الوراثية إلى الإصابة بمرض فقر الدم المنجلي.

التفكير الناقد

5. **فسّر** بعض طفرات الاستبدال لا تؤثر في نوع البروتين الذي ينتج من ترجمة الشيفرة الوراثية.
6. الكتابة في علم الأحياء

اكتب تقريرًا عن مرض وراثي عند الإنسان يسببه طفرة جينية.

اكتشافات في علم الأحياء

الكشف عن هوية جزيء DNA الحلزوني المزدوج

كان مجتمع ما بعد الحرب العالمية الثانية العلمي متشوقًا إلى الكشف عن علم الحياة– الخلية والوراثة بشكل رئيس. فبعد أن انتقل من علم القتل والقنبلة الذرية، نشأت بيئة من التنافس الشديد كان يحاول فيها الكل أن يكون الأول في حل لغز تركيب DNA.

الاعتماد على الماضي تعلمت روزالند فرانكلين عن حيود الأشعة السينية، وهي تقنية تستخدم الأشعة السينية لإنتاج صور لمواد بلورية. وعلى الرغم من استخدام هذه التقنية للمواد النقية ذات العنصر الواحد، استخدمت فرانكلين هذه التقنية لأخذ صور لجزيئات حيوية.

إضافة بيانات في خريف عام 1951م، اكتشفت فرانكلين أن DNA له شكلان (جاف ومبلل). وكانت فرانكلين رائدة في مجال التصوير باستخدام الأشعة السينية، وفي تقنية توجيه الأشعة نحو DNA، وتوصلت إلى عزل سلاسل مُفردة من DNA. وأخيرًا استعملت فترات التعرض الطويلة للأشعة السينية؛ فقد كان بعضها يصل إلى 100 ساعة؛ لالتقاط صور بينت مفاتيح تركيب DNA.

وقد أظهرت إحدى صور فرانكلين أن شكل DNA المبلل يشبه الحرف "X"، وهو كذلك على شكل الحلزون. وفكرت فرانكلين أن الشكل الجاف سيكشف عن تركيب DNA، لذا فقد نحّت جانبًا الصورة التي سمّتها الصورة 51.

وفي بدايات عام 1953م قررت فرانكلين مغادرة جامعة كنج لدراسة تركيب الفيروس. وفي الوقت نفسه رأى جيمس واطسون وفرانسيس كريك بياناتها غير المنشورة، وكان مساعدها في العمل موريس ويلكنز يعمل على نحوٍ مستقل مع واطسون وكريك، وكلاهما لم ينجح في التوصل إلى نموذج لتركيب DNA.

حل لغز تركيب DNA في مارس من عام 1953م نشر واطسون وكريك نموذجهما عن DNA المبني أساسًا على نتائج فرانكلين، ونشرت فرانكلين، كذلك نتائجها التي دعمت نظرية واطسون وكريك، واتجهت نحو مجال ناجح في علم الفيروسات، ممهدة الطريق نحو علم الفيروسات التركيبي؛ أيْ دراسة التركيب الجزيئي للفيروسات.

جائزة نوبل: في عام 1962م حصل العلماء واطسون وكريك وويلكنز على جائزة نوبل؛ لاكتشافهم تركيب جزيء DNA الحلزوني المزدوج، ولم ترشح فرانكلين لجائزة نوبل؛ لأنها كانت متوفاة.

وفي عام 1968م، اعترف واطسون في كتابه الحلزون المزدوج أنهم استعملوا بياناتها دون علمها، ومنذ ذلك الوقت اعتُرف بأهمية مساهمة فرانكلين في اكتشاف تركيب DNA.

الكتابة في علم الأحياء

مقالة صحفية تخيل أنك مراسل صحفي في العام 1953م عندما تم التوصل إلى اكتشاف نموذج جزيء DNA الحلزوني المزدوج. أجر بحثًا واكتب مقالاً صحفيًّا تتناول فيه "السباق للكشف عن تركيب DNA"، وكذلك أهمية هذا الاكتشاف للعالم.

مختبر الأحياء

علم الأدلة الجنائية Forensics: استخلاص DNA من الفراولة

الخلفية النظرية: **تُعد فحوص DNA مهمة لعلماء الأحياء والأطباء، وأيضًا لمحققي الجرائم. تخيل أنك تعمل في مختبر، وقد أحضر أحدهم عينة فراولة من موقع جريمة ليتم تحليلها. لقد قررت أن تفحص جزيئات DNA للفراولة للبحث عن جينات يتم من خلالها تعرّف نوع الفراولة، وقبل تحديد ترتيب القواعد في جزيء DNA، يجب أن يتم عزل جزيء DNA.**

سؤال: كيف يمكن استخلاص جزيئات DNA؟

المواد والأدوات

فراولة	مصفاة
كحول إيثيلي	كيس بلاستيكي قابل للغلق
2كأس زجاجية سعة 200mL	سائل تنظيف الصحون
مخبار مدرّج	ورق ترشيح
ملعقة طعام	أنبوب اختبار
ملقط	ملح
طبق	

احتياطات السلامة

طريقة العمل

1. املأ بطاقة السلامة في دليل التجارب العملية.
2. ضع عبوة كحول إيثيلي Ethanol في المجمد الخاص في الثلاجة؛ لاستخدامه لاحقًا في التجربة.
3. ضع 90 mL من الماء في الكأس الزجاجية.
4. أضف 10 mL من سائل تنظيف الصحون إلى الماء في الكأس.
5. أضف 1/4 ملعقة من الملح إلى الكأس، وحرّك المزيج ببطء «لتجنب تكوّن الرغوة» حتى يذوب الملح، وهذا يعدّ بمثابة خليط استخلاص DNA.
6. ضع ثمرة فراولة في كيس بلاستيكي قابل للغلق، ثم صبّ خليط الاستخلاص من الكأس في الكيس.
7. تخلّص من الهواء الموجود في الكيس (قَدْر الإمكان) ثم أحكِم إغلاقه.
8. استخدم يديك وأصابعك في هرس الفراولة وسحقها داخل الكيس، بحيث لا يتبقى قطع كبيرة منها ليصبح شبه سائل.
9. قم بترشيح خليط الفراولة في كأس باستخدم المصفاة أو ورقة ترشيح ثم انقل السائل الراشح إلى أنبوب اختبار
10. أضف 5 mL من الكحول لأنبوب الاختبار وذلك يساعد على عزل DNA الفراولة.
11. استخدم الملقط لإزالة الحمض النووي بلطف وضعه على طبق لدراسته.
12. التنظيف والتخلص من الفضلات اغسل جميع المواد المستخدمة، وأعِدها إلى مكانها، بحسب إرشادات معلمك، ثم اغسل يديك بعد الانتهاء من العمل.

حلّل ثم استنتج

1. **فسّر** سبب استخدام المحاليل الآتية:
   a. الماء والملح مع الفراولة.
   b. كحول إيثيلي مع الفراولة.
   c. سائل تنظيف الصحون.
2. **التفكير الناقد.** لماذا يشترط عدم تلوُّث عينة DNA المطلوب معرفة تسلسل القواعد فيها؟ وكيف يمكنك معرفة ما إذا كانت عينتك قد تلوثت أم لا؟

الكتابة في علم الأحياء

كتابة تقرير تخيل أنك أول باحث يعزل DNA من الفراولة. اكتب تقريرًا توضح فيه طريقتك والتطبيقات المحتملة لما توصلت إليه.

4 الخلاصة

المطويات **اعمل** مطوية تساعدك على فهم عمليتي النسخ والترجمة عند بناء البروتين.

المفردات	المفاهيم الرئيسة
4-1 DNA، وRNA، والبروتين	
التضاعف شبه المحافظ الشيفرة الوراثية (الكودون) الكودون المضاد	**الفكرة الرئيسة** **تُنسخ شيفرات DNA في صورة RNA، الجينات والطفرات الذي يتحكم بدوره في بناء البروتين.** • تنصُّ قاعدة تشارجاف على أنه –في جزيء DNA– كمية السايتوسين تساوي كمية الجوانين، وكمية الثايمين تساوي كمية الأدينين. • وفرت أعمال واطسون وكريك وفرانكلين وويلكنز دليلاً على التركيب اللولبي المزدوج لجزيء DNA. • عملية بناء mRNA من سلسلة DNA تسمى عملية النسخ. • الترجمة عملية يتمُّ من خلالها ربط mRNA مع الرايبوسوم لتصنيع البروتين.
4-2 الجينات والطفرات	
الطفرة	**الفكرة الرئيسة** **يمكن أن تؤثر الطفرات في وظائف الجينات، كما يمكن أن تنتقل من جيل إلى آخر.** • يحتوي كل كروموسوم على مجموعة محددة من الجينات، لكل منها وظيفة معينة، ويقع كل منها على موقع Locus محدد من الكروموسوم. • الطفرة هي تغيّر دائم في DNA الخلية، وتتراوح الطفرات بين طفرات نقطية، وطفرات حذف، وطفرات كروموسومية. • العوامل المسببة للطفرات –ومنها المواد الكيميائية والإشعاعات– قد تسبب الطفرات. • ينشأ مرض فقر الدم المنجلي عن طفرة استبدال في الشيفرة الوراثية لجين الهيموجلوبين. • لا تنتقل الطفرات في الخلايا الجسمية إلى الجيل التالي، بينما تنتقل الطفرات في الخلايا الجنسية إلى أبناء الكائن الحي.

4 التقويم

4-1

أسئلة الاختيار من متعدد

1. ما وحدات البناء الأساسية لكلٍّ من DNA وRNA؟

   a. الرايبوز

   b. البيورينات

   c. النيوكليوتيدات

   d. الفوسفور

2. أيُّ العلماء يعود له الفضل في حل رموز الشيفرة الوراثية؟

   a. واطسون وكريك

   b. روزالند فرانكلين

   c. نيرنبيرج

   d. تشارجاف

استعمل الشكل التالي للإجابة عن السؤالين 21 و 22.

3. ما تسلسل القواعد في mRNA الذي يُقابل سلسلة DNA المبينة في الشكل؟

   a. ATGTTTGATCTT

   b. AUGUUUGAUCUU

   c. TACAAACTAGAA

   d. UACAAACUAGAA

4. إذا كانت قطعة من DNA تحوي 27% ثايمين، فما نسبة السايتوسين فيها؟

   a. 23%

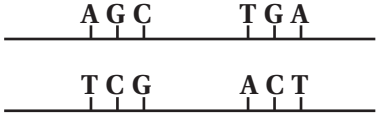
   b. 27%

   c. 46%

   d. 54%

أسئلة الإجابات القصيرة

5. إذا كان شريطا DNA يحتويان على الترتيب أدناه من النيوكليوتيدات، وإذا فرضنا أن الشريط A هو الذي يأمر بتكوين mRNA فما ترتيب القواعد النيتروجينية في حمض mRNA الذي يتكون؟



استعمل الشكل التالي للإجابة عن السؤال 24، 25.

6. ماذا تمثل الصورة في الشكل أعلاه.

7. كيف ساعدت العلماء في اكتشاف DNA؟

8. **حـدّد** تسلسـل القواعـد علـى سلسـلة mRNA إذا كان الترتيـب فـي سلسـلة DNA غيـر الأساسـية (المتممة) ATGCCAGTCATC. اسـتعمل **الشكل 29–5** لتحديد سلسـلة الأحمـاض الأمينيـة التـي يشـفرها mRNA المتكوّن.

9. **فسّـر.** فيـمَ تختلـف القواعـد في سلسـلة mRNA عن القواعد في DNA الذي نُسخ عنه؟

4-2

أسئلة الاختيار من متعدد

10. أي ممـا يلـي يوضـح طفـرة إضافـة إلـى السلسـلة GGGCCCAAA؟

a. GGGGCCAAA
b. GGGCCAAA
c. GGGAAACCC
d. GGGCCCAAAAAA

11. أي مما يأتي يتسـبب في انحناء جزيء DNA ومنعه من التضاعف؟

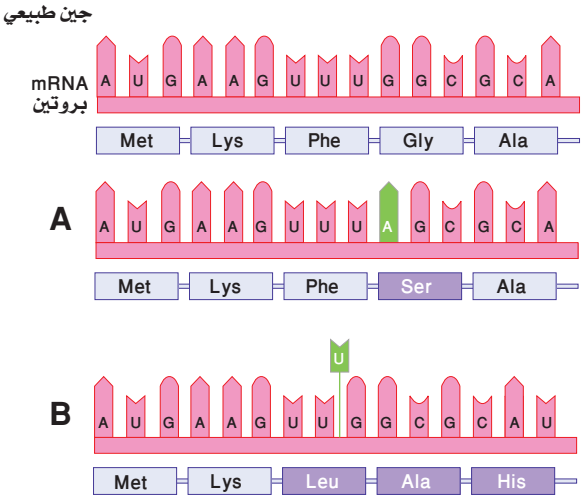
a. الديوكسين
b. الأشعة فوق البنفسجية
c. الفيروسات
d. المعادن الثقيلة

12. مـا التأثيـر المحتمـل للطفـرة التـي تتضمـن اسـتبدال قاعدتين نيتروجينيتين في كودونين مختلفين في الجين نفسه؟

a. يتغيـر اثنان من الأحمـاض الأمينية فـي البروتين الذي يرمز له ذلك الجين
b. تتغيـر الأحماض الأمينية في اثنين من البروتينات التي يرمز لها ذلك الجين
c. جميع الكودونات بين الطفرتين ستتغير
d. جميع الكودونات التالية للطفرة ستتغير

يمثل الشـكل التالي نتائج نوعين من الطفرات الجينية على سلسلة أصلية لجزيء mRNA:

استخدم الشكل الآتي في الإجابة عن السؤالين 13، 14.



13. ما نـوع الطفرة في كل الحالتين المشـار إليها بالرمزين A، B؟

14. ما تأثير كل من الطفرتين في البروتين الناتج عنها؟ فسّر إجابتك.

4 تقويم الوحدة

أسئلة الإجابات القصيرة

15. **استنتج**. لماذا يكون استبدال القواعد في الموقع الثالث من الكودون أقل احتمالاً في تغيير نوع الحمض الأميني الناتج عن الشيفرة الأصلية؟

16. **فسّر**. بعض طفرات الإزاحة تكون ذات تأثير كبير في البروتين عند فقد أو إضافة زوج أو اثنين من النيوكليوتيدات.

17. **وضّح**. هل الطفرة التي تحدث أثناء تكوّن الأمشاج أكثر أهمية من الطفرة التي تحدث في خلية جسمية؟

18. **ميّز** بين طفرات الاستبدال وطفرات الإزاحة.

تقويم إضافي

19. **الكتابة في علم الأحياء** تعدّ صفة الصوف الأبيض في الأغنام صفة سائدة على صفة الصوف الأسود المتنحية. افترض أن بعض الأغنام من قطيع معين غير متماثلة الجينات للون الصوف، واكتب خطة تبين كيفية تحسين صفات قطيع أغنام يحمل صفة الصوف الأبيض.

أسئلة المستندات

أُخذت الفقرات التالية من منشورات مندل:

"يجب حماية النباتات المهجنة في أثناء موسم الأزهار من تأثير حبوب اللقاح الغريبة إذا لم تكن هذه النباتات قادرة على توفير هذه الحماية لنفسها".

20. وضع مندل القاعدة أعلاه لنباتاته التجريبية. لخّص أهمية هذه القاعدة لنجاح تجاربه.

"إن الهدف من التجربة هو ملاحظة التنوع في حالة كل زوج من الخصائص المميزة، والاستدلال على القانون الذي تظهر نتائجه في الأجيال المتعاقبة. وتحلّل التجربة نفسها إلى العديد من التجارب المنفصلة، فهناك صفات مميزة تظهر بثبات في النباتات التجريبية".

21. صف هدف مندل من إجراء تجاربه على تهجين النباتات.

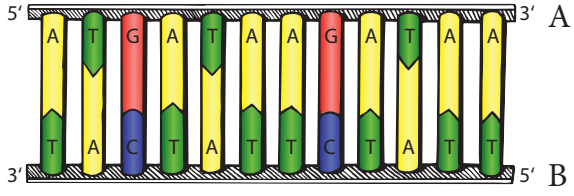
22. صف هدف مندل من إجراء تجاربه على تهجين النباتات.

اختبار مقنن

تراكمي

أسئلة الاختيار من متعدد

استعمل الشكل الآتي للإجابة عن السؤال 2 .



1. يوضح الشكل سلسلة DNA، فما سلسلة mRNA المحتمل تكوُّنها في عملية النسخ للشريط B؟

a. AATAGAATAGTA

b. AAUAGAAUAGUA

c. ATGATAAGATAA

d. AUGAUAAGAUAA

2. ما كودون التوقف في mRNA؟

a. AUG

b. AUU

c. CAU

d. UAA

3. قطعة من DNA تحمل التسلسل التالي:

CCCCGAATT، افترض أن طفرة حدثت في هذه القطعة فأصبح التسلسل الجديد CCTCGAATT، ما المصطلح الذي يصِف هذه الطفرة؟

a. طفرة كروموسومية

b. طفرة حذف

c. طفرة تضاعف

d. طفرة استبدال

4. تنظّم القواعد النيتروجينية بين شريطي جزيء DNA بحيث يكون:

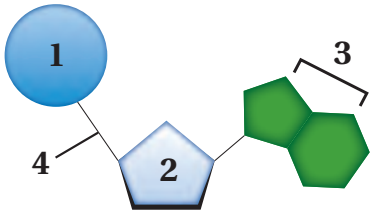
a. الأدنين متحدًّا مع السايتوسين

b. الجوانين متحدًا مع الثايمين

c. الجوانين متحدًا مع السايتوسين

d. الثايمين متحدًا مع السايتوسين

استعمل الشكل الآتي للإجابة عن السؤالين 5، 6:



5. ماذا يمثّل الشكل أعلاه؟

a. النيوكليوتيد

b. RNA

c. القاعدة

d. الفوسفات

6. ما الرمز الذي يمثل الجزء المسؤول عن الشيفرة في DNA؟

a. 1

b. 2

c. 3

d. 4

7. أيٌّ مما يلي يعد من أسباب الأنيميا المنجلية؟

a. خطأ في ترجمة mRNA

b. طفرة في استبدال القواعد النيتروجينة في DNA.

c. خطأ في عملية النسخ ينتج عنه استبدال القاعدة النيتروجينة A بالقاعدة النيتروجينة U

d. طفرة جينية ينتج عنها استبدال الحمض الأميني (الفالين) بالحمض الأميني (جلوتاميك).

أسئلة الإجابات القصيرة

استخدم الشكل 1 و 2 في الإجابة عن الأسئلة من 8 – 11:

الشكل 1 يبين تسلسل القواعد النيتروجينية في جزيء mRNA لدى أحد أنواع البكتيريا المسببة للتسمم الغذائي المعروفة باسم السالمونيلا، والأحماض الأمينية التي تشفر لها تلك القواعد، والشكل 2 يبيِّن تأثير اثنين من الطفرات في تركيب جزيء mRNA، وتسلسل الأحماض الأمينية الناتج عن تلك الطفرات.

8. سَمِّ نوع الطفرات المبينة في الشكل 1 و2.

9. سَمِّ الحمض الأميني X ؟

10. فسّر. يكون تأثير الطفرة 1 في تسلسل mRNA أعلاه أكبر بكثير من تأثير الطفرة 2.

11. تنتج الطفرتان 1 و 2 بسبب تعرض البكتيريا لمركب كيميائي يسمى بروفلافين. ما الاسم العام الذي يُطلَق على المواد الكيميائية المسببة للطفرات؟

12. وضّح المقصود بالطفرة، وقارن بين أنواعها المختلفة؟

13. **اذكر** نوعين من الطفرات التي تحدث في DNA، ووضح كيف يمكن أن تُغيِّر كل واحدة في تسلسل القواعد في القطعة التالية:

CGATTGACGTTTTAGGAT

14. **فسِّر**. دور نشر نتائج الأبحاث في التوصل إلى تركيب DNA.

15. **اذكر** القواعد البيورينية والقواعد البيريميدينية في DNA؛ وفسّر أهميتها في تركيب DNA.

16. اذكر عاملَين من العوامل المسببة للطفرات.

الشكل: 1

mRNA	GAG	CCU	ACC	GUC	CGC	GUA	GCG	ACA	GUU
الأحماض الأمينية	Glu.	Pro.	Thr.	Val.	Arg.	Leu.	Ala.	Thr.	Bal.

الشكل: 2

الطفرة 2 ↓ — الطفرة 1 ↓

mRNA	GAG	CCU	CCC	GUA	GCG	UAC	CGG	AAG	GUU
الأحماض الأمينية	Glu.	Pro.	Pro.	Ser.	X	Tyr.	Arg.	Lys.	Val.

الوحدة 5

الكائنات الحية الدقيقة Microorganisms

الفكرة العامة الكائنات الحية الدقيقة مجهرية، لا تُرى بالعين المجردة، ولكل منها خصائص تُميّزه، وتعيش في بيئات متنوعة.

5–1 الكائنات الحية الدقيقة Microorganisms

الفكرة الرئيسة البكتيريا والفطريات كائنات حية دقيقة، والفيروسات كائنات دقيقة غير حية بمفردها، وتختلف الكائنات الدقيقة في أشكالها وأحجامها وطرق تغذيتها، وتنميتها.

تجربة استهلالية

أشكال البكتيريا

للبكتيريا ثلاثة أشكال هي: الكروية (المكورات)، العصوية، اللولبية، ويمكن أن تكون خلايا البكتيريا أحادية، أو ثنائية (في أزواج)، أو في سلاسل، أو في تجمعات، ويتميز كل نوع من البكتيريا بشكل مختلف عن الآخر، وفي هذه التجربة ستحدد أشكال أنواع معينة من البكتيريا.

خطوات العمل

- اتبع إرشادات الأمن السلامة التي يزوّدك بها معلمك قبل بدء التجربة.

1. احصل على مجموعة من الشرائح الخاصة بالبكتيريا من معلمك.
2. استخدم قوة التكبير الصغرى في المجهر؛ لتحدد مكان تواجد البكتيريا على الشريحة، ثم بدّل إلى قوة التكبير الكبرى. لاحظ خلية بكتيرية منفردة، وحدد شكلها.
3. كرر الخطوات السابقة مع أشكال مختلفة من البكتيريا، ثم قارن بين أحجام الخلايا البكتيرية التي لاحظتها، وارسمها.

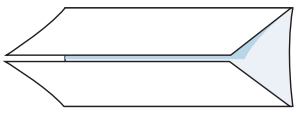
التحليل

1. **قارن** بالرسم بين الأشكال الثلاثة المختلفة للبكتيريا.
2. **اذكر** أهمية تواجد الخلايا البكتيرية في مجموعات من الخلايا.

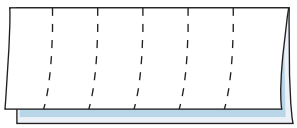
المطويات منظمات الأفكار

البكتيريا والفيروسات اعمل المطوية التالية لتساعدك على تنظيم المعلومات حول البكتيريا والفيروسات.

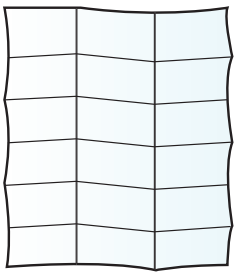
الخطوة 1: اطو ورقة واحدة طوليًّا إلى ثلاثة أجزاء، كما في الشكل التالي:



الخطوة 2: اطو الورقة مرة أخرى عرضيًّا إلى ستة أقسام، كما في الشكل التالي:



الخطوة 3: ابسط الورقة طوليًّا، ثم ارسم خطوطًا على طول خطوط الثنيات، كما في الشكل المجاور.



الخطوة 4: عَنوِن الجدول الناتج، كما في الشكل المجاور.

	البكتيريا	الفيروسات
التركيب		
الأنواع		
التكاثر		
الفوائد		
الأضرار		

المطويات **استعمل هذه المطوية في الدرس 1–5.** وأنت تقرأ الدرس أكمل الجدول من خلال المقارنة بين خصائص كل من: البكتيريا والفيروسات.

الأحياء عبر المواقع الإلكترونية

ابحث عبر الإنترنت عن أفلام علمية ومعلومات إضافية حول الخصائص التي تميّز كلًّا من: البكتيريا والفيروسات، وتُستخدم في تصنيف كل منهما.

5-1

الكائنات الحية الدقيقة

Microorganisms

في هذا الدرس

معايير الأداء الرئيسة

14.1–14.2

معايير البحث والاستقصاء العلميّ

3.2–3.3–4.1

الأهداف

يتوقع في نهاية الدرس أن يكون الطالب قادرًا على أن:

- **يميز** بين الكائنات الحية الدقيقة من خلال خصائصها.
- **يتعرف** طرق تنمية الكائنات الحية الدقيقة والتعامل معها في المختبر.
- **يصِف** أهمية بعض الكائنات الحية الدقيقة ولحياة الإنسان وللبيئة.

الأهمية

تُستخدم تقنية تنمية الكائنات الحية الدقيقة لتعرّف أنواعها وخصائصها.

المفردات الجديدة

- الكائنات الحية الدقيقة Microorganisms
- الفيروس Virus

الفكرة الرئيسة **البكتيريا والفطريات كائنات حية دقيقة، والفيروسات كائنات دقيقة غير حية بمفردها، وتختلف في أشكالها وأحجامها وطرق تغذيتها. ويمكن للإنسان الاستفادة منها في حياته اليومية من خلال تقنية الهندسة الوراثية.**

الربط مع الحياة تُرى، ما الذي يجمع بين الألبان والأجبان والتهاب الحنجرة؟ تشترك بعض الأغذية وبعض الأمراض في أن كلًّا منها يَنتج عن كائنات حية مجهرية تسمى البكتيريا.

الخصائص التي تميز الكائنات الحية الدقيقة
Microorganisms distinguishing features

يطلق على الكائنات الحية المجهرية التي لا ترى بالعين المجردة **الكائنات الحية الدقيقة Microorganisms**، وتضم العديد من الكائنات، ومنها: البكتيريا، الفطريات، وكذلك الفيروسات التي تُعدّ كائنات حية فقط عند دخولها إلى أجسام كائنات حية أخرى (العائل).

أولًا: الفيروسات Viruses

تعود كلمة فيروس في أصلها إلى اللغة اللاتينية، وتعني السّم Poison. و**الفيروس Virus** كائن غير حي، ويتكوّن من مادة وراثية تقع داخل غلاف من البروتين، ولا تُصنَّف الفيروسات ضمن الممالك التصنيفية الخاصة بالكائنات الحية الأخرى؛ إذ لا يتحقق فيها جميع خصائص الحياة. فالفيروسات – على سبيل المثال – لا تتكاثر بنفسها دون الاعتماد على الكائنات الحية الأخرى، ولا تتحرك؛ ولا تقوم بالأنشطة الأيضية المختلفة.

وللفيروسات العديد من الخصائص التي تميزها عن غيرها من الكائنات الحية، ومنها:

1. تُعدّ الفيروسات من أصغر التراكيب المسببة للمرض؛ فهي لا ترى إلا بأقوى المجاهر الإلكترونية؛ إذ يتراوح حجمها بين 5–300 nm، وقد نحتاج إلى 10000 فيروس من فيروسات الرشح لتغطية النقطة الموجودة في نهاية هذه الجملة.
2. ليس لديها غشاء خلوي أو سيتوبلازم أو عضيّات لتحصل على المواد الغذائية أو لتستخدم الطاقة، ولا تستطيع تكوين البروتينات، وهي لا تتحرك.

3. لا تتكاثر بنفسها؛ إذ تحتاج إلى خلايا كائنات حية أخرى (العائل)؛ لتتكاثر وتنتج العديد من نسخ الفيروس، لذا توصف الفيروسات بأنها طفيليات داخلية إجبارية التطفل.

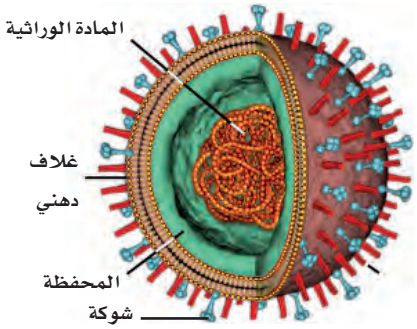
4. يتركب الفيروس من طبقة خارجية من البروتينات، وتسمى **محفظة الفيروس Capsid**، ويوجد داخلها المادة الوراثية التي يمكن أن تكون DNA أو RNA، لا كلتيهما؛ لذا تصنّف الفيروسات عادة وفق نوع الحمض النووي الذي تحتويه. وقد تحاط بعض الفيروسات بغلاف خارجي مكوّن من مواد بروتينية أو كربوهيدراتية أو دهنية، انظر **الشكل 1–5**.

5. تمتاز الفيروسات بتخصص عالٍ. فبعض الفيروسات تصيب الحيوانات، وبعضها الآخر يتطفل على النباتات، وبعضها يتطفل على البكتيريا أو يهاجمها.

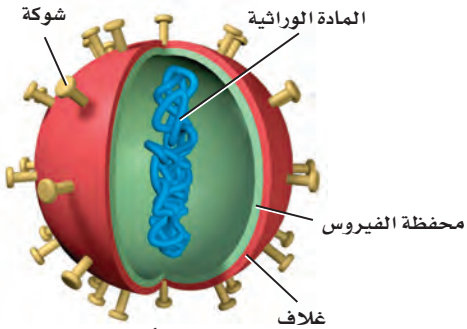
6. توجد الفيروسات في أشكال عدة؛ فقد تكون أسطوانية الشكل، أو كروية، أو متعددة السطوح (ومنها ذات العشرين سطحًا Icosahedrons)، أو معقدة الأشكال، انظر **الشكل 2–5**.

المفردات الجديدة

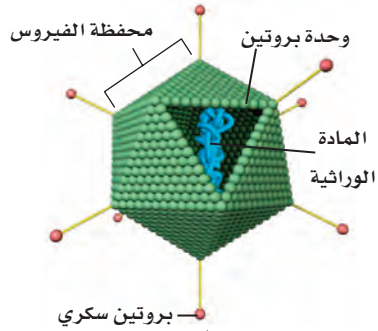
- محفظة الفيروس Capsid •



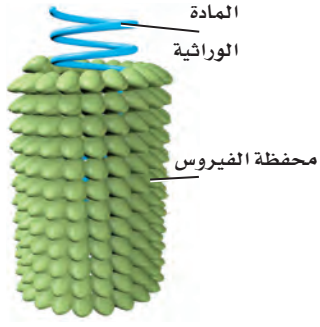
الشكل 1–5 يوضح التركيب الأساسي للفيروس.



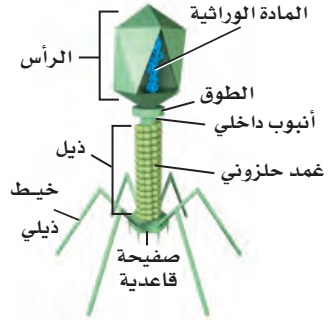
فيروس الأنفلونزا



فيروس متعدّد السطوح



فيروس تبرقش أوراق نبات التبغ



بكتيريوفاج (آكل البكتيريا)

الشكل 2–5 تشترك معظم الفيروسات في أنها مكونة من جزأين على الأقل: محفظة صغيرة من البروتين، ومادة وراثية.

مهن مرتبطة مع علم الأحياء

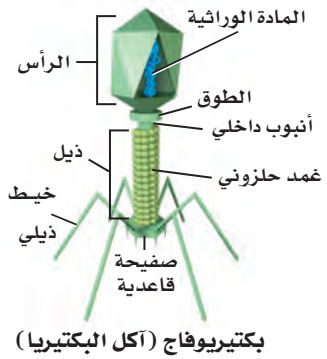
عالم الفيروسات: يدرس علماء الفيروسات التاريخ الطبيعي للفيروسات والأمراض التي تسببها، وهو يقضي الساعات الطويلة في المختبر لإجراء التجارب.

الفيروس آكل البكتيريا Bacteriophage

نوع من الفيروسات التي تهاجم الخلايا البكتيرية، وتتطفل عليها، وهو أكثر أنواع الفيروسات التي قام العلماء بدراسة تركيبها وطرق تكاثرها؛ وذلك لأنها سهلة الدراسة، ولا تسبب الأمراض للإنسان.

تتباين أحجام الفيروسات آكلة البكتيريا بين 24–200 nm، وتمتلك شكلًا معقدًا من حيث التركيب، ويحتوي هذا الفيروس على:

1. رأس معيني أو كروي يحتوي على حمض نووي.
2. يرتبط بالرأس ذيل مكون من البروتينات الدهنية، ويتكون من أنبوب داخلي مجوّف تمرّ المادة الوراثية عبره إلى الخلية البكتيرية عند الالتصاق بها، ويُحاط الذيل بغلاف حلزوني ينقبض عند مهاجمة البكتيريا لحقن المادة الوراثية داخلها.
3. توجد في نهاية الذيل صفيحة قاعدية يخرج منها خيط ذيلي واحد أو أكثر، التي تمكن الفيروس من عملية الالتصاق والارتباط بالخلية البكتيرية، انظر **الشكل 3–5**.



الشكل 3–5 تركيب الفيروس آكل البكتيريا.

ماذا قرأت؟ استنتج. ما المكونات الأساسية التي تشترك فيها جميع الفيروسات؟

دورة حياة الفيروس آكل البكتيريا Bacteriophage life cycle

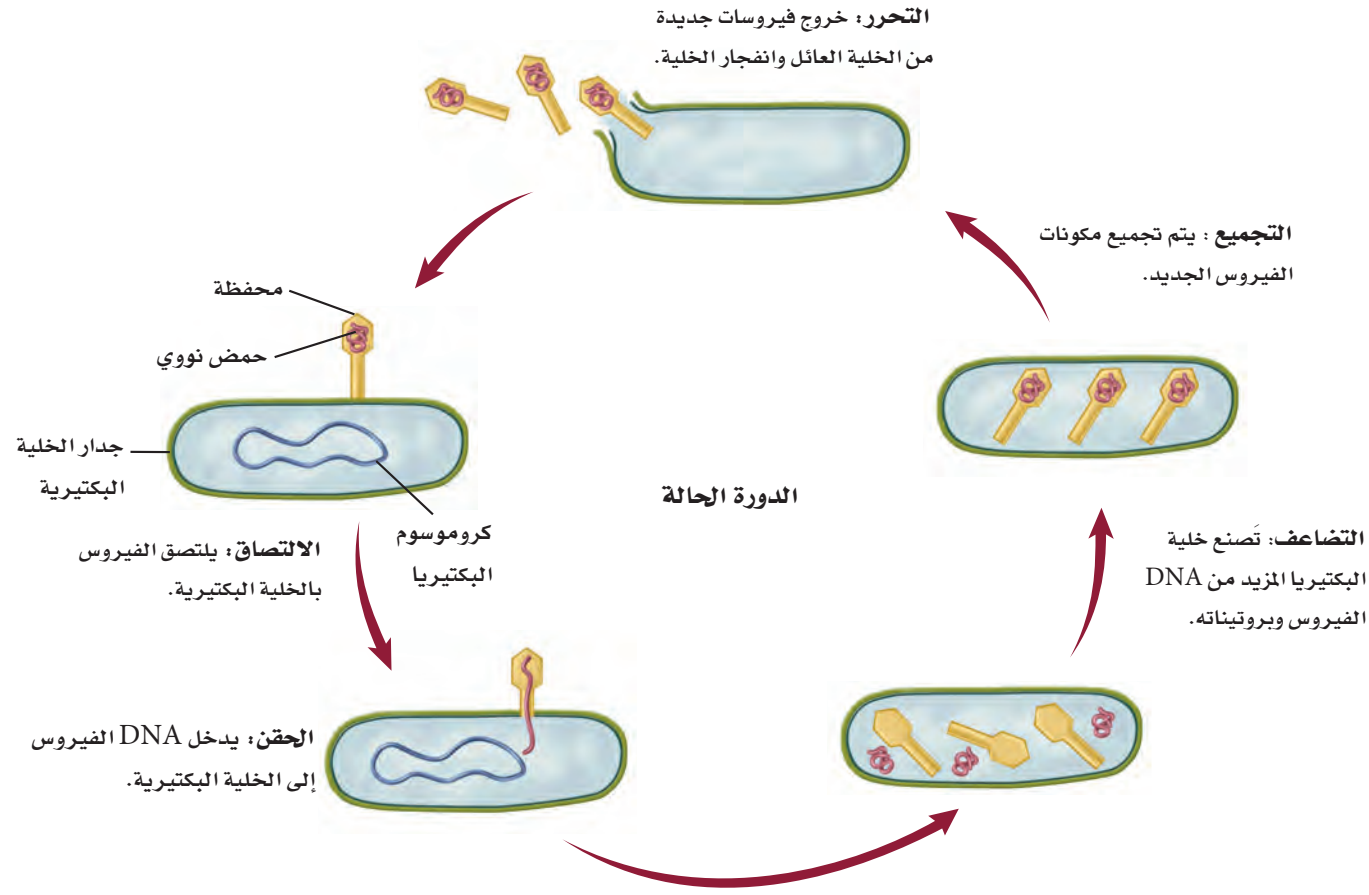
لا بد من دخول الفيروس إلى خلية العائل (المضيف Host) ليتكاثر؛ نظرًا لحاجته إلى إنزيمات خلايا العائل التي تساعده على إتمام عملية تكاثره؛ لأنه لا يتكاثر من تلقاء نفسه خارج الخلايا. إذ يلتصق الفيروس أولًا بالخلية العائل، فيحقن مادته الوراثية إلى سيتوبلازم هذه الخلية، وفي بعض الحالات يدخل الفيروس بأكمله إلى خلية العائل، وبعدها يستخدم إنزيمات الخلية العائل للتضاعف والتكاثر، إما عن طريق **الدورة الحالّة Lytic cycle**، وإما عن طريق **الدورة الاندماجية Lysogenic cycle**.

المفردات الجديدة

- الدورة الحالّة • Lytic cycle
- الدورة الاندماجية • Lysogenic cycle

الدورة الحالّة (المحلّلة) Lytic cycle

في هذه الدورة يتكاثر الفيروس بعد حقْن مادته الوراثية إلى داخل الخلية البكتيرية، حيث يتكاثر بداخلها مما يسبب موت الخلية العائل وخروج الفيروسات المتكاثرة لتصيب خلايا جديدة بكتيرية ممّا يؤدي إلى انفجار الخلية، أو تحلّلها. والفيروسات الآكلة البكتيريا التي تتكاثر بهذا النوع من الدورات تسمّى آكلة البكتيريا الخبيثة (السمّية) virulent phage. ويمكن تلخيص مراحل هذه الدورة كالآتي:



■ **الشكل 4–5** يوضح الدورة الحالّة للفيروس الآكل البكتيريا.

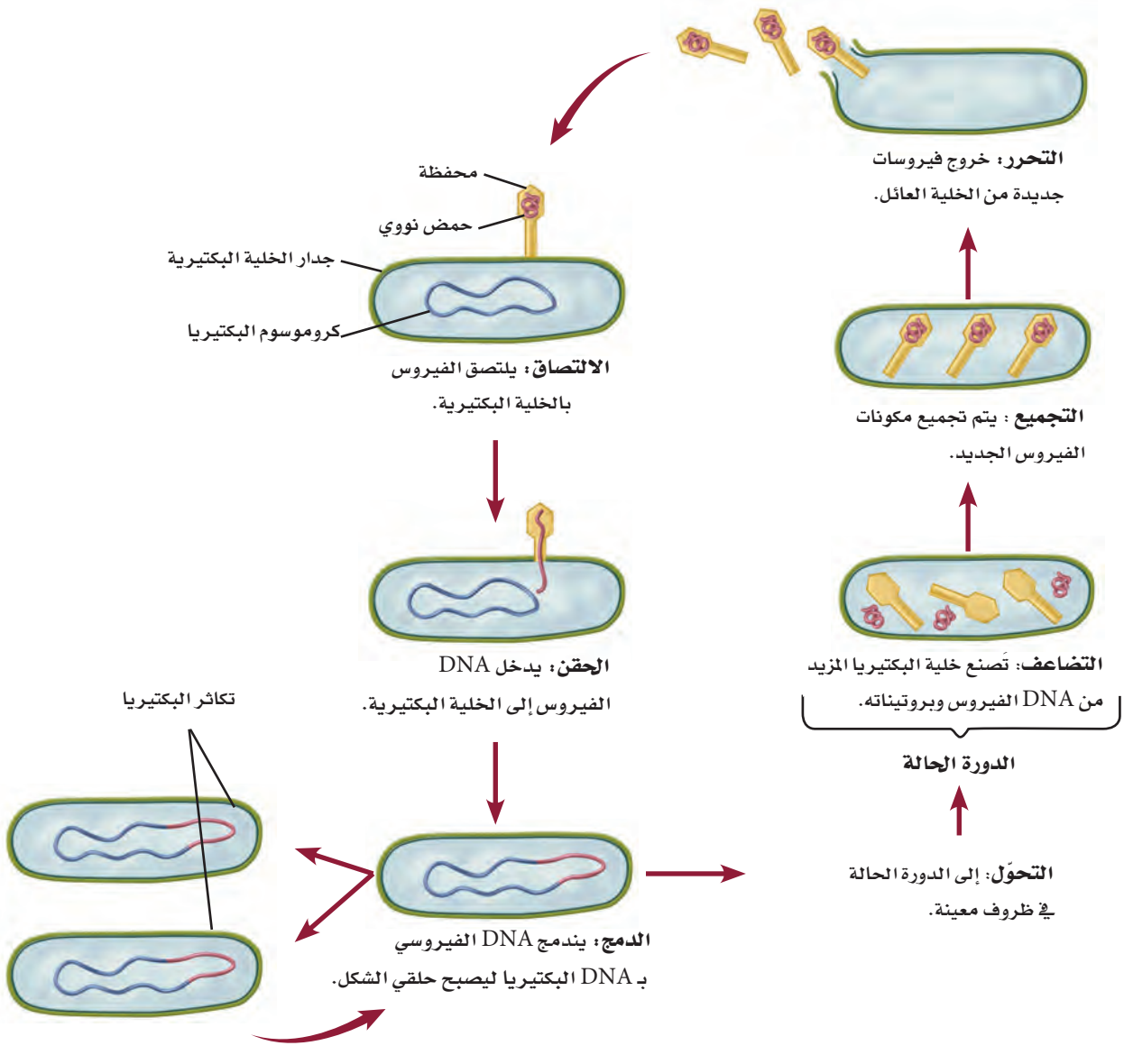
1. **مرحلة الالتصاق Attachment**: تلتصق الخيوط الذيلية للفيروس بالخلية البكتيرية (العائل) عبر مستقبلات محددة على الغشاء البلازمي للخلية.
2. **مرحلة الحقن Injection**: عندما ينجح التصاق الفيروس بخلية العائل، تدخل مادته الوراثية إلى سيتوبلازم الخلية البكتيرية، ويترك الفيروس محفظته البروتينية خارجًا (Capsid)؛ لتساعد على تحلُّل الخلية العائل أو إضعافها.
3. **مرحلة التضاعف Replication**: تتضاعف المادة الوراثية للفيروس داخل الخلية البكتيرية (العائل) باستخدام الإنزيمات والتراكيب الموجودة داخلها، حيث يتكون العديد من نسخ هذه المادة الوراثية، ثم تقوم جينات في المادة الوراثية للفيروس بتوجيه الخلية العائل؛ لتنتج كميات من الوحدات البروتينية التي تكوّن محفظة الفيروس، وتتكوّن أيضًا أجزاء الفيروس الأخرى، ومنها: الذيل والألياف.
4. **مرحلة التجميع Assembly**: تتجمع مكونات الفيروس؛ ليَنتج عنها فيروسات جديدة كاملة.
5. **مرحلة التحرر Releasing**: تَخرج الفيروسات الجديدة بعد انفجار جدار الخلية البكتيرية وتحلّلها لتهاجم خلايا جديدة، وهكذا، انظر **الشكل 4–5**.

الدورة الاندماجية Lysogenic cycle

تسمى بهذا الاسم؛ لأن المادة الوراثية الخاصة بالفيروس تندمج مع كروموسوم الخلية البكتيرية وتتضاعف معه كلما تكاثرت البكتيريا وتبقى جينات الفيروس كامنة أشهرًا أو سنوات في حالة عدم توفر الظروف الملائمة للتضاعف، لكنها قد تَنشط لاحقًا بسبب عوامل مختلفة لتحدث الدورة الاندماجية، وعندها تقوم جينات الفيروس بتوجيه الخلية العائل لإنتاج مزيد من الفيروسات الجديدة، وتتابع الفيروسات التكاثر على حساب الخلية، كما في الدورة الحالّة، وبالتالي تخرج بانفجار الخلية، لتصيب خلايا أخرى.

ماذا قرأت؟ لماذا سمّيت الدورة الاندماجية لحياة الفيروس بهذا الاسم؟

الشكل 5–5 يوضح الدورة الاندماجية للفيروس الآكل البكتيريا.



ثانيًا: البكتيريا Bacteria

درست سابقًا أن **البكتيريا Bacteria** كائنات حية مجهرية بدائية النوى Prokaryote، وليس لها نواة، ولا تحتوي على عضيات محاطة بأغشية، بل لديها منطقة متخصصة في الخلية تحتوي المادة النووية DNA. و تمتاز البكتيريا بصغر حجمها، وتعدُّد أشكالها، وتنوعها، وانتشارها في بيئات مختلفة، وتوجد على الأرض تقريبًا، وهي مهمة جدًّا في جسم الإنسان، وفي إنتاج الغذاء، وفي الصناعة والبيئة، ومن الأمثلة عليها **البكتيريا الخضراء المزرقة Cyanobacteria**؛ وهي نوع من البكتيريا التي تقوم بعملية البناء الضوئي، وتُنتج غذاءها بنفسها، كما في **الشكل 6–5**.

ماذا قرأت؟ فسّر أي أنواع البكتيريا تُنتج نسبة كبيرة من الأكسجين الذي نتنفسه.

تصنيف البكتيريا Bacteria classification

يستخدم العلماء العديد من الخصائص في تصنيف أنواع البكتيريا المختلفة، ومن هذه الخصائص: الشكل، تفاعلها مع الصبغات، طريقة التغذي، طريقة التنفس، الحجم، التركيب، وغيرها.

A. التصنيف حسب أشكال البكتيريا Bacterial shapes

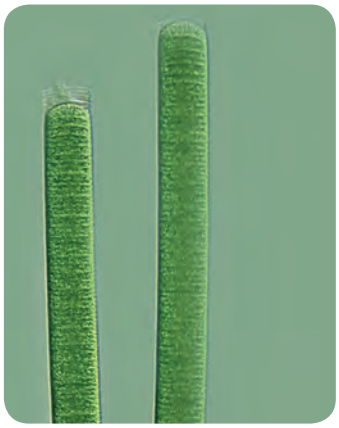
يمكن تصنيف البكتيريا إلى عدة أنواع اعتمادًا على أشكالها الآتية:

1. البكتيريا الكروية (المكورات) Spherical bacteria (Cocci)

يمكن أن تكون البكتيريا الكروية مفردة، أو ثنائية، (مزدوجة Diplococcus)، أو تكون ملتصقة معًا على شكل سلاسل أو سبحة، وتسمى المكورات السبحية – Streptococcus، أو تكون ملتصقة معًا على شكل تجمعات أو تكتلات أو عناقيد من الخلايا البكتيرية الكروية، وتسمى المكورات العنقودية – Staphylococcus، كما في **الشكل 7–5**، والبكتيريا العنقودية الذهبية *Staphylococcus aureus* تُعدّ مثالًا على البكتيريا الكروية. ومن أمثلة البكتيريا الكروية السبحية البكتيريا المسببة للالتهاب الرئوي.

المفردات الجديدة

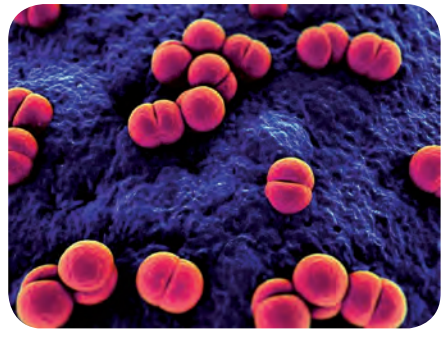
- البكتيريا Bacteria
- البكتيريا الخضراء المزرقة Cyanobacteria



البكتيريا الخضراء المزرقة

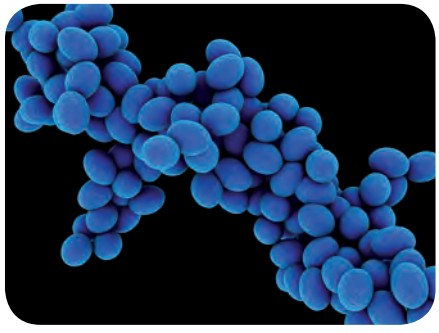
الشكل 6–5 يبين البكتيريا، ومنها البكتيريا الخضراء المزرقة (السيانية).

الشكل 7–5 يوضح الأشكال المتنوعة للبكتيريا الكروية.



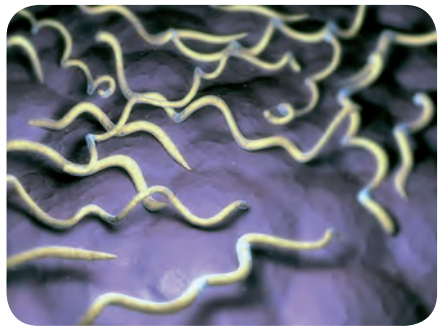
بكتيريا كروية ثنائية

بكتيريا كروية سبحية

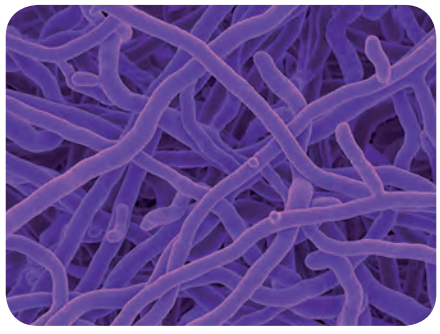


بكتيريا كروية عنقودية

البكتيريا العصوية



البكتيريا الحلزونية



البكتيريا الخيطية

الشكل 8–5 يوضح التنوع في أشكال البكتيريا.

2. البكتيريا العصوية Rod-shaped bacteria (Bacilli)

شكلها يشبه العصا، ومنها بكتيريا الإيشريشيا كولاي *Escherichia coli (E.coli)* التي توجد في أمعاء الإنسان بصورة طبيعية، انظر **الشكل 8–5**.

3. البكتيريا الحلزونية (اللولبية) Spiral bacteria

بكتيريا حلزونية الشكل، ومنها بكتيريا الكوليرا *Vibrio cholera*، كما في **الشكل 8–5**.

4. البكتيريا الخيطية Filamentous bacteria

بكتيريا تشبه الخيوط، ومنها بكتيريا Actinomycetes؛ وهي نوع من البكتيريا يسبب التهابات الوجه والرقبة عند الإنسان، انظر **الشكل 8–5**.

B. التصنيف بحسب تفاعل البكتيريا مع صبغة جرام
Reaction with Gram stain

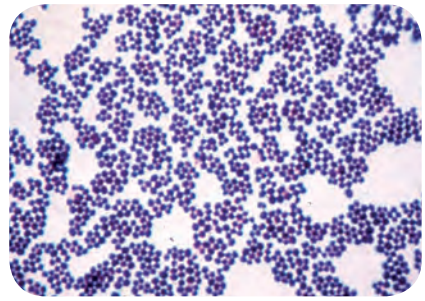
يَستخدم علماء الأحياء تقنية تسمى **صبغة جرام Gram stain**، وهي تقنية أخرى لتصنيف البكتيريا؛ إذ يضيفون أصباغًا إلى البكتيريا لتحديد طبيعة تركيب جدرها الخلوية. وتصنَّف البكتيريا بحسب تفاعلها مع صبغة جرام إلى:

1. بكتيريا موجبة الجرام Positive Gram stain bacteria (g^+)

يَظهر هذا النوع من البكتيريا باللون البنفسجي عند صبغه بصبغة جرام؛ نتيجة وجود طبقة خارجية سميكة من السكريات المتعددة في جدارها الخلوي وطبقة من الدهون، وتُعدّ الكتيريا العنقودية الذهبية مثالًا على البكتيريا الموجبة الجرام، انظر **الشكل 9–5**.

المفردات الجديدة

- صبغة جرام Gram stain

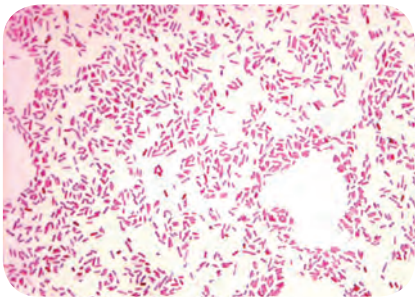


الشكل 9–5 يوضح بكتيريا موجبة الجرام ذات اللون البنفسجي.

2. بكتيريا سالبة الجرام Negative Gram stain bacteria (g^-)

يَظهر هذا النوع من البكتيريا باللون الأحمر عند وضع صبغة جرام عليه؛ لأن طبقة السكريات المتعددة في الجدار الخلوي لهذا النوع غير سميكة أو قد تكون معدومة، ومن أمثلتها بكتيريا إيشريشيا كولاي، انظر **الشكل 9–5**.

ماذا قرأت؟ وضّح كيف تختلف طبقة السكريات المتعددة بين البكتيريا الموجبة والسالبة الجرام.



الشكل 10–5 يوضح بكتيريا موجبة الجرام ذات اللون الأحمر.

C. التصنيف بحسب طريقة التغذية في البكتيريا
Bacterial nutrition

تتنوع البكتيريا في طرق تغذّيها، وهي كغيرها من الكائنات الحية تحتاج للمواد الغذائية الأساسية لاستمرار حياتها، وتصنف البكتيريا بحسب طرق تغذّيها إلى:

1. البكتيريا الذاتية التغذّي المعتمدة على الضوء
Photo–autotrophic bacteria

بعض أنواع البكتيريا ذاتية التغذي تقوم بعملية البناء الضوئي بطريقة تشبه النباتات.

تجربة 1 - 5

صبغ البكتيريا وتعرُّف أشكالها

ما الخصائص التي تُستخدم في تصنيف البكتيريا إلى مجموعات؟ يمكن صبْغ البكتيريا بصبغة جرام؛ لتوضيح الفرق في طبقة الببتيدوجلايكان الموجودة في جدرها الخلوية. واعتمادًا على هذا الفرق تُصنَّف البكتيريا إلى مجموعتين رئيستين.

خطوات العمل

اتبع إرشادات الأمن والسلامة التي يزودك بها معلمك قبل بدء التجربة.

1. ضع عينة من المزرعة البكتيرية على منتصف شريحة زجاجية معقمة، باستخدام حلقة الزراعة بعد تعقيمها، وتوزيعها توزيعًا متساويًا ودقيقًا.
2. اترك الشريحة مدة من الوقت في الهواء قرب اللهب حتى تجف، ثم تمريرها بسرعة فوق اللهب مرات عدة.
3. ضع الشريحة في حوض الصباغة، ثم اغمر المسحة البكتيرية الجافة المثبتة بمحلول صبغة البنفسج البلوري، واتركها مدة دقيقة.
4. اسكب الصبغة من على سطح الشريحة، ثم اغسلها بماء الصنبور الجاري بلطف مدة 5 ثوان.
5. اغمر المسحة البكتيرية بمحلول جرام اليودي، واتركها مدة دقيقة.
6. اغسل الشريحة بالإيثانول مراتٍ عدة؛ حتى يصفو لون الكحول المنساب من على الشريحة في عمليات الغسل. قد تستغرق هذه العملية 10–25 ثانية تقريبًا.
7. اغسل الشريحة بماء الصنبور الجاري بلطف وبسرعة ليزول الإيثانول.
8. اغمر المسحة البكتيرية بمحلول صبغة السفرانين مدة دقيقتين.
9. اغسل الشريحة مرة أخرى بماء الصنبور الجاري بلطف مدة 5 ثوان.
10. اترك الشريحة لتجف تمامًا، ثم افحصها باستخدام المجهر باستعمال العدسة الزيتية بعد إضافة نقطة من الزيت المخصص لذلك.
11. ادرس أشكال البكتيريا الموجودة على الشريحة، وألوانها، وترتيبها، ثم ارسم ما شاهدته.

التحليل

1. **فسر البيانات.** اعتمادًا على ملاحظاتك كوّن فرضية حول كيفية التمييز بين مجموعتي البكتيريا.
2. **صف** شكلين مختلفين للبكتيريا التي شاهدتها في الشرائح.

وهـذه البكتيريـا يجـب أن تعيش فـي بيئات يتوفـر فيها الضـوء، ومنها البـرك الضحلة والجـداول؛ وذلك لبناء المادة العضوية واسـتخدامها غذاءً. وتُعـدّ البكتيريا الخضراء المزرقة (السيانية) Cyanobacteria مثالًا على هذا النوع من البكتيريا.

2. البكتيريا الذاتية التغذّي الكيميائية Chemo–autotrophic bacteria

لا يحتاج هذا النوع من البكتيريا إلى الضوء بوصفه مصدر للطاقة؛ وإنما تصنع غذاءها بنفسـها مسـتخدمة الطاقة الناتجة من أكسـدة بعـض المواد الكيميائية. ومـن أمثلة هذا النوع البكتيريا المنتِجة للميثان Methanogenic bacteria.

3. البكتيريا غير الذاتية التغذّي Heterotrophic bacteria

لا تستطيع البكتيريا في هذا النوع بناء غذائها بنفسها، بل عليها أن تحصل عليه من خلال التطفل على العديد من الكائنات الأخرى، وهي بكتيريا واسـعة الانتشـار في الطبيعة، ومعظمهـا من البكتيريا الرمية التي تحصل علـى الطاقة بتحليل الجزيئات العضوية من الأجسام الميتة أو من المخلفات العضوية.

D. التصنيف بحسب طريقة التنفس في البكتيريا Bacterial respiration

تُصنَّف البكتيريا وفق طرق تنفُّسها إلى:

1. البكتيريـا الهوائيـة الإجباريـة Obligate aerobic bacteria: هـي البكتيريـا التـي تحتـاج إلـى الأكسـجين الذي يسـاعدها علـى إنتـاج الطاقة اللازمـة لنموهـا (التنفس الهوائي)، ولا تستطيع العيش في غيابه.

2. البكتيريا اللاهوائية Anaerobic bacteria: وتضم:

a. **البكتيريا اللاهوائية الإجبارية Obligate anaerobic bacteria**: وهذا النوع من البكتيريا لا يحتاج إلى وجود الأكسجين، ويعيش بدونه، حيث يُعَد الأكسجين مادة قاتلة لهذه البكتيريا.

b. **البكتيريـا اللاهوائية الاختيارية Facultative anaerobic bacteria**: هذا النوع مـن البكتيريـا لا يحتاج إلى الأكسـجين في تنفُّسـه، ولكنه يسـتطيع العيش مع وجود الأكسـجين، وتسـتخدم عملية التخمر (التنفـس اللاهوائي) عند غياب الأكسجين.

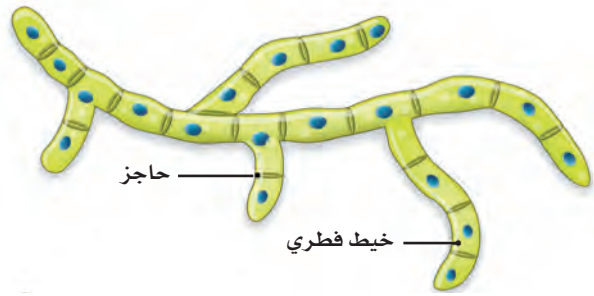
المفردات الجديدة

- البكتيريا الهوائية الإجبارية
- Obligate aerobic bacteria
- البكتيريا اللاهوائية الإجبارية
- Obligate anaerobic bacteria

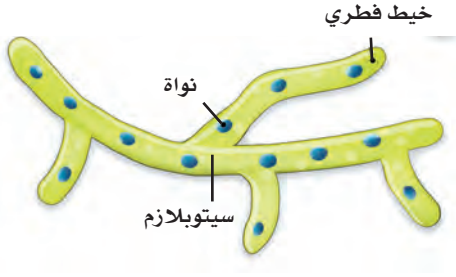
ثالثًا: الفطريات الدقيقة (الميكروبية) Microbial fungi

الفطريـات من أقـدم الكائنات الحية على وجـه الأرض. والفطريـات جميعها كائنات حيـة حقيقيـة النوى غير ذاتيـة التغـذّي، وهناك أكثر مـن 100,000 نوع معـروف منها. والفطريات عمومًا نوعان:

1. الفطريات المتعددة الخلايا: تنتمي معظم الفطريات إلى هذا النوع، ومنها المشـروم بأنواعه.



خيوط فطرية (هيفات) مجزأة



خيوط فطرية (هيفات) غير مجزأة

الشكل 11–5 يبين الخيوط الفطرية المجزأة وغير المجزأة.

2. الفطريات الوحيدة الخلية: منها الخميرة أو الخمائر. وتوجد الخميرة في التربة، وعلى النباتات، وفي جسم الإنسان. وهناك المئات من أنواع الخمائر المختلفة، لكن أكثرها شيوعًا تلك التي تُستخدم في صنع الخبز.

تحتوي خلايا الفطريات على جدار خلوي يتكون من مادة كربوهيدراتية قوية مرنة عديدة التسكر (سكريات متعددة) تسمى **الكايتين Chitin**، كما يتكوّن جسم الفطر من سلاسل طويلة من الخلايا التي تظهر للعيان على شكل خيوط تسمى الخيوط الفطرية أو **الهيفات Hyphae**؛ وهي وحدات البناء الأساسية في جسم الفطريات العديدة الخلايا، وقد تكون الخيوط الفطرية مقسمة إلى خلايا أو غير مقسمة، وتكوِّن مدمجًا خلويًّا متعدد الأنوية، لاحظ **الشكل 11–5**، وتسمى كتلة الهيفات **الغزل الفطري Mycelium**، وهي التي يمكن أن تراها على قطعة الخبز المتعفن، كما توجد في نهاية الخيوط الفطرية تراكيب خاصة تضم الأبواغ اللازمة للتكاثر تسمى حوافظ الأبواغ.

لا تحتوي الفطريات على بلاستيدات خضراء، وبالتالي فهي غير قادرة على القيام بعملية البناء الضوئي؛ لذا فهي كائنات غير ذاتية التغذي، ويجب أن تحصل على غذائها من البيئة المحيطة. وتهضم الفطريات الغذاء بإفراز إنزيمات لتحليل المواد العضوية، ثم تمتصّها عبر جدرها الخلوية الرقيقة. وتنقسم إلى ثلاثة أنواع من حيث طريقة حصولها على الغذاء، هي:

الفطريات الرمّية Saprophytic Fungi: وهي الفطريات التي تتغذى على الكائنات الميتة أو الفضلات العضوية.

الفطريات التطفلية Parasitic Fungi: وهي فطريات تمتص الغذاء من خلايا حية لكائن حي آخر يسمى العائل. وتُنتج العديد من الفطريات التطفلية نوعًا خاصًّا من الخيوط الفطرية يسمى الممصّات Haustoria ، حيث ينمو الممص في أنسجة العائل ويمتص غذاءه.

المفردات الجديدة

• الكايتين	• Chitin
• الهيفات	• Hyphae
• الغزل الفطري	• Mycelium

مهن مرتبطة مع علم الأحياء

عالِم الفطريات: هو الذي يدرس المفاهيم المختلفة المتعلقة بالفطريات، ومنها تصنيفها، واستثمارها اقتصاديًّا، وكيمياؤها الحيوية.

الفطريات التشاركية (تبادل المنفعة) Mutualistic Fungi: وهي فطريات تعتمد في بقائها على علاقات تبادل منفعة مع كائنات حية أخرى، منها النباتات والطحالب. وتُعدّ الفطريات الجذرية Mycorrhizae مثالًا على هذا النوع من الفطريات.

تقنية تنمية الكائنات الحية الدقيقة
Microorganisms Culturing techniques

لقد تطورت تقنيات علم الأحياء الدقيقة على مدى العقود السابقة، حيث تقدمت التقنيات اللازمة لزراعة وتكاثر وعزل أنواع مختلفة من الكائنات الحية الدقيقة في المختبر، لما لهذه التقنيات من أهمية كبيرة في الدراسات العلمية والصناعات المختلفة. ولهذه الغايات يجب أن يطبق العاملون في مختبرات الأحياء الدقيقة العديد من المبادئ الأساسية والضرورية عند التعامل مع الكائنات الحية الدقيقة بأنواعها في المختبر، ومنها:

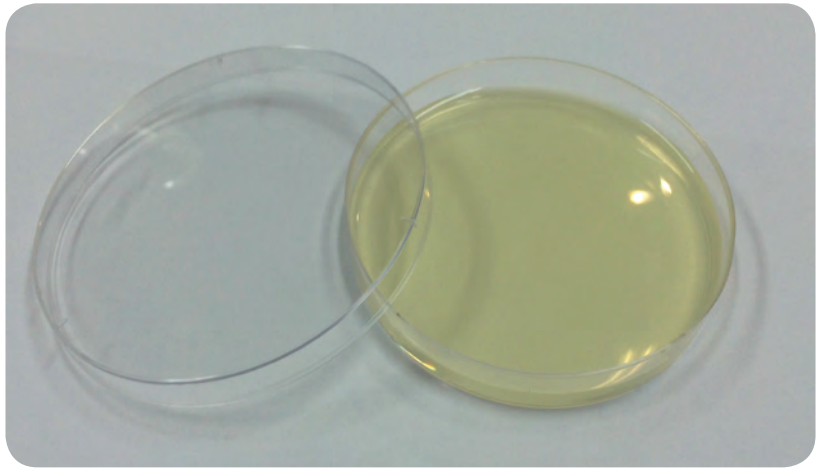
المفردات الجديدة
- تقنيات التعقيم
- Aseptic technique

1. **تقنيات التعقيم Aseptic technique**: يحتاج أخصائيو الكائنات الحية الدقيقة إلى ممارسة تقنية التعقيم طوال فترة وجودهم في المختبر، وهي تقنيات ضرورية لسلامة العاملين في المختبر، وتقلل من خطر التلوث؛ حيث تضمن هذه التقنيات نقاوة الأوساط الزراعية المستخدمة، وعدم انتشار الكائنات الحية الدقيقة من الأوساط الزراعية إلى البيئة المحيطة. لذلك يجب اتباع الخطوات التالية:
   - **a.** تعقيم الأدوات بالكحول.
   - **b.** استخدام جهاز التعقيم Autoclave.
   - **c.** التعقيم باستخدام الأشعة فوق البنفسجية Ultraviolet (UV) radiation.
2. **الظروف المعيارية Standard Conditions**: هي مجموعة الظروف البيئية اللازمة لنمو الأنواع المختلفة من الكائنات الحية الدقيقة، والحصول على مزرعة بكتيرية نقية ومعزولة كليًّا، ومنها: درجة الحرارة المناسبة، الرقم الهيدروجيني المناسب، نوع الوسط الغذائي المناسب لنمو الأنواع المختلفة من الكائنات الحية الدقيقة، وكذلك فترة الحضانة الملائمة للأنواع المختلفة من الكائنات الحية الدقيقة.

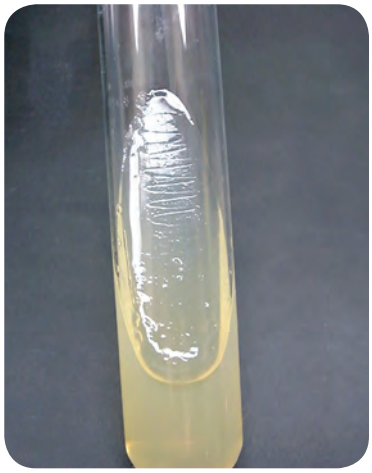
تنمية البكتيريا في المختبر Bacteria culturing in laboratory

يتم تنمية البكتيريا في المختبر بتوفير المواد الغذائية المناسبة لنموها، وتسمى أوساط تنمية البكتيريا أوساطًا زراعية، كما يتم توفير الظروف البيئية التي تساعد على نموها وتكاثرها. وتحضَّر الأوساط الزراعية بطرق ومكونات مختلفة تناسب الهدف من استخدامها أثناء زراعة البكتيريا، وتقسم إلى:

a



b



■ **الشكل 12–5**
a: مادة الآجار بعد تصلبها في أطباق بتري.
b: الآجار المائل في الأنابيب.

1. أوساط تنمية البكتيريا الصلبة Solid culture media: تحتوي هذه الأوساط على مادة الآجار المغذية المستخرجة من الطحالب الحمراء، وتذوب في الماء عند درجات الحرارة العالية. ومن ثم يُصبّ في أنابيب بشكل مائل ويطلق عليها اسم الآجار المائل Agar slope (or slant)، أو يُصبّ في أطباق بتري (وهي أطباق بلاستيكية أو زجاجية تُستخدم لزرع البكتيريا). انظر **الشكل 12–5 a، b**.

بعد ذلك تستخدم أطباق بتري أو الأنابيب التي تحتوي على الآجار في زراعة الأنواع المختلفة من البكتيريا، وهي تقنية تتم في عدة خطوات كما يلي:

a. مسْحُ الطاولة (مكان العمل) بالكحول؛ لتعقيمها، ويجب أن يتم العمل بجانب اللهب المشتعل؛ للتقليل من حدوث **التلوث Contamination**، بالكائنات الحية الدقيقة الموجودة في المختبر.

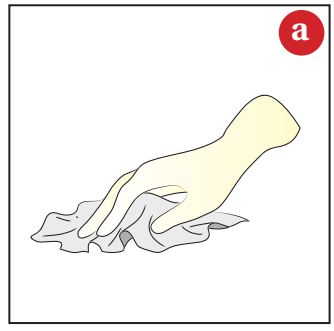
b. تُعقّم عروة الزراعة Inoculation loop على لهب بنسن حتى الاحمرار، ثم تُغْمس في الآجار في أحد أطراف طبق بتري، وتترك بجانب اللهب لتبريدها.

c. تُفتح أنبوبة المزرعة البكتيرية قرب اللهب.

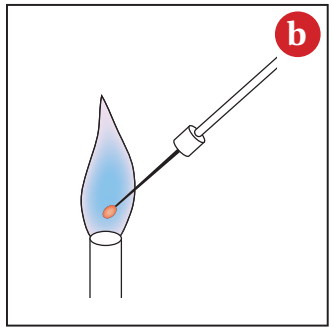
d. تُوضَع عروة الزراعة داخلها، وتؤخذ قطرة منها إذا كانت المزرعة البكتيرية سائلة، أما إذا كانت المزرعة على وسط غذائي صلب، فيتم أَخْذ جزء بسيط جدًّا من مستعمرة البكتيريا (وهي مجموعة خلايا لنوع واحد من البكتيريا).

e. يُفتح غطاء طبق بتري جديد بزاوية أقل من 45°، ثم تُوضَع القطرة من عروة الزراعة على أحد أطراف الطبق.

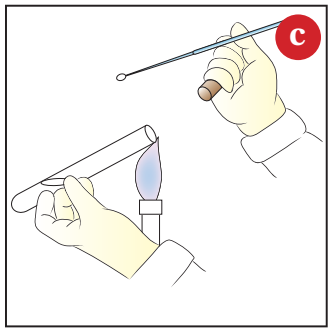
المفردات الجديدة
- التلوث • Contamination



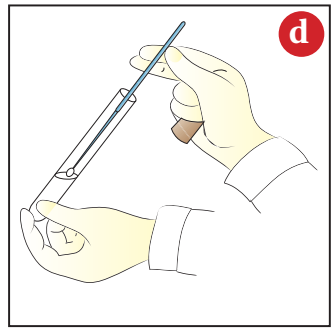
مسحُ الطاولة بالكحول لتعقيمها



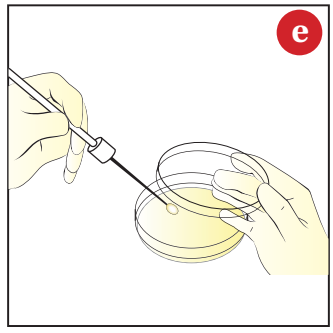
تعقيم عروة الزراعة على لهب بنسن



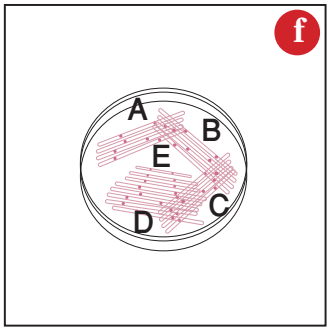
تفتح أنبوبة المزرعة البكتيرية قرب اللهب



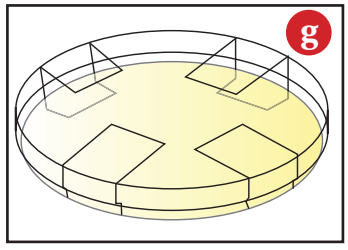
وضع عروة الزراعة في المزرعة البكتيرية السائلة وأخذ قطرة منها



فتح غطاء طبق بتري الجديد، ووضع القطرة من عروة الزراعة على أحد أطراف الطبق



تحريك العروة على سطح الآجار بلطف في خطوط متوازية تقريبًا

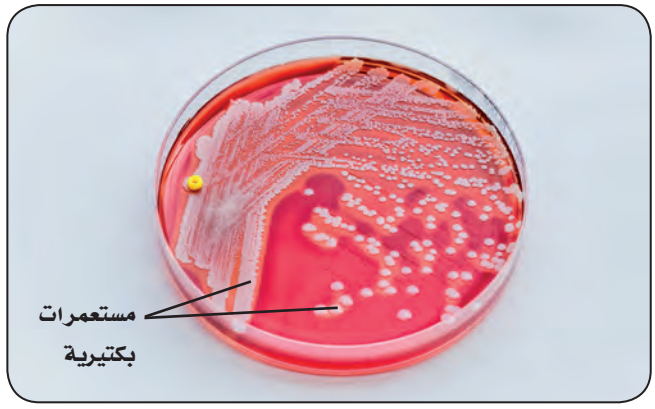


إغلاق غطاء طبق بتري ولفّه من طرفيه جزئيًا بلاصق

■ **الشكل 13–5** خطوات زراعة البكتيريا في أطباق بتري.

f. يتم تحريك العروة على سطح الآجار بلطف في خطوط متوازية تقريبًا.

g. يُغْلق غطاء طبق بتري، ويلفُّ من طرفيه جزئيًّا وليس كليًّا بلاصق Parafilm على شكل حرف (X)؛ وذلك لضمان عدم تلوث المزرعة البكتيرية الجديدة، ولعدم إعطاء فرصة لنمو الكائنات الحية الدقيقة اللاهوائية في الطبق، ثم يوضع طبق بتري في الحاضنة على درجة حرارة تقارب 30°C مدة 24 ساعة، ومن ثم يتم فحص المزرعة وملاحظة نمو البكتيريا فيها.



■ **الشكل 14–5** ظهور مستعمرات البكتيريا على الطبق بعد وضعها في الحاضنة.

يجب التخلص من المزرعة البكتيرية بعد الانتهاء منها، بإتلافها باستخدام جهاز التعقيم.

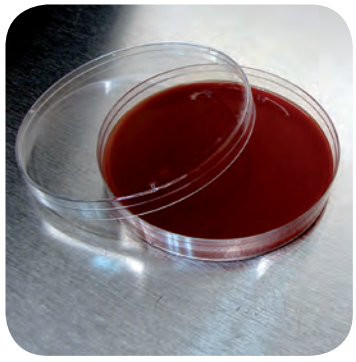
يمكن أن تنمو البكتيريا على طبق بتري بعد عزلها من وسط يحوي أكثر من نوع من البكتيريا، انظر **الشكل 14–5**. ولإنتاج **مستعمرات Colonies** من نوع واحد نقي من بكتيريا معينة. قد تضاف بعض المكونات إلى الأوساط الزراعية الصلبة؛ لتنمية نوع محدد من البكتيريا حسب البيئة التي تنمو فيها هذه البكتيريا، وتسمى هذه الأوساط الزرعية بالوسط الزراعي الانتقائي (الاختياري)، فمثلًا يمكن إضافة مستخلص اللحم للوسط الزراعي الصلب، أو إضافة الدم، أو الحليب، أو مستخلص الخميرة، وغيرها من المواد الغذائية المحددة التي يعتمد عليها نمو كائن حي دقيق معين، **الشكل 15–5**.

المفردات الجديدة

• مستعمرات • Colonies

آجار الدم

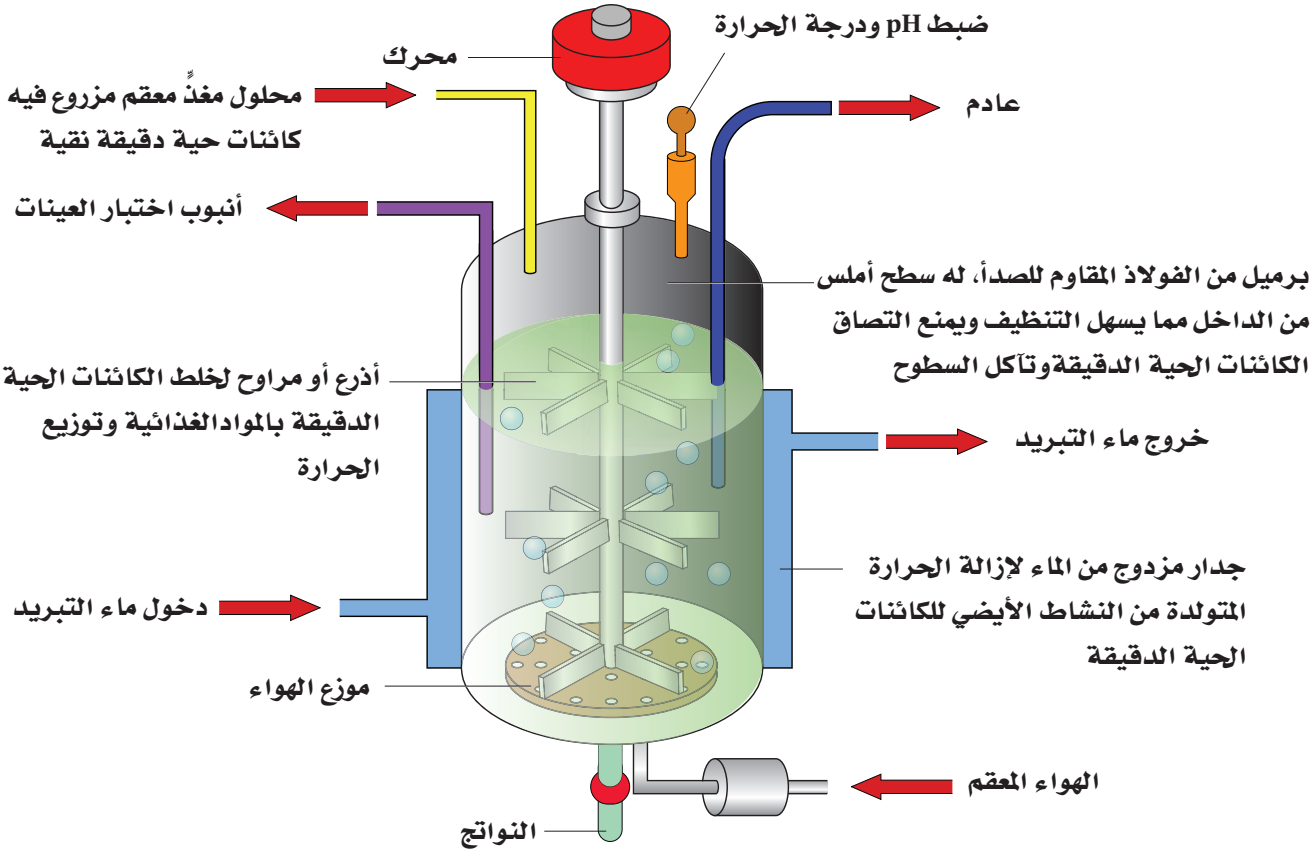
آجار الشوكولاته



■ **الشكل 15–5** أنواع مختلفة من الأوساط الزراعية الصلبة التي تُستخدم لعزل أنواع معينة من البكتيريا:
a: آجار الدم: ويُستخدم لعزل العديد من البكتيريا، ومنها:
Streptococcus Haemolyticus.
b: آجار الشوكولاته: ويُستخدم لعزل بكتيريا، منها:
Haemophilus influenzae

2. **أوساط تنمية البكتيريا السائلة Broth Culture**: مجموعة من الأوساط الزراعية التي تضم المواد الغذائية اللازمة لنمو البكتيريا المختلفة، وتكون على شكل سائل (لا تحتوي على آجار).

ماذا قرأت؟ وضح لماذا يُستخدم الحليب أو مستخلص اللحم في الأوساط الزراعية للكائنات الحية الدقيقة.



■ **الشكل 16–5** جهاز التخمر الصناعي الهوائي.

* للاطلاع الذاتي

المفردات الجديدة

- التخمر • fermentation
- التخمر الصناعي
- Industrial fermentation

المزارع البكتيرية المغلقة، والمفتوحة
Batch and continuous cultures

استخدم الإنسان على مر العصور عملية **التخمر Fermentation**؛ وهي عملية تُستخدم فيها الكائنات الحية الدقيقة، لإنتاج بعض المواد التي يستطيع الاستفادة منها، ومن ذلك: صنع المخللات، صناعة الخبز، صناعة الألبان، وكذلك إنتاج بعض المضادات الحيوية (البنسلين مثلًا).

التخمر الصناعي Industrial fermentation

العملية التي تعتمد على استخدام التخمر من خلال الكائنات الحية الدقيقة، ومنها البكتيريا والفطريات، تسمى **التخمر الصناعي Industrial fermentation**، وينتج عن هذه العملية مواد مفيدة يستخدمها الإنسان، في الغذاء، وفي الصناعة.

ويعتمد معدل التخمر على أعداد (كمية) الكائنات الحية الدقيقة المستخدمة في التخمير، والإنزيمات المستخدمة، ودرجة الحرارة، والرقم الهيدروجيني، وكمية الأكسجين في حالة التنفس الهوائي.

المفردات الجديدة

- جهاز التخمر Fermenters •
- المزارع المغلقة •
- Batch cultures •

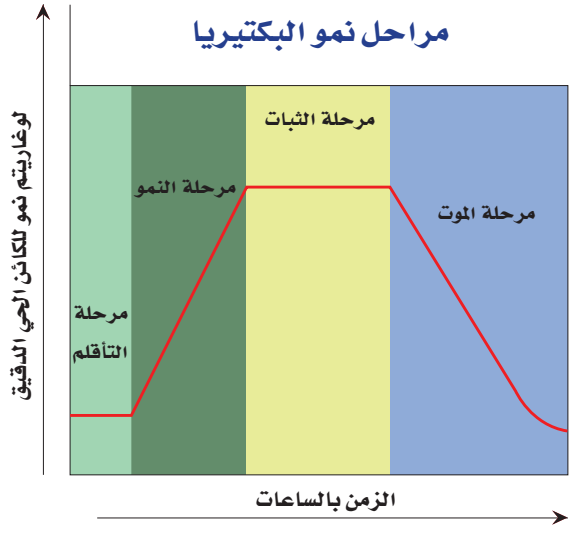
وقد طوّر العلماء نوعًا من الأجهزة الخاصة التي تُستخدم لتنمية الكائنات الحية الدقيقة ضمن ظروف معقمة وآمنة، يُسمى **جهاز التخمر Fermenters**، ويتكون من خزانات ضخمة تضم مجموعة من الأنابيب والمحركات وأجهزة التبريد والتسخين؛ للمحافظة على الظروف المعيارية المناسبة لنمو الكائنات الحية الدقيقة (هوائيًّا أو لاهوائيًّا) المستخدمة في عمليات إنتاج المواد المفيدة للإنسان، ومنها المضادات الحيوية والبروتينات وغيرها، انظر **الشكل 16–5**.

المزارع المغلقة والمزارع المفتوحة
Batch culture and continuous culture

يُستخدم نوعان من المزارع الصناعية في عملية التخمر الصناعي، هما: المزارع المغلقة، والمزارع المفتوحة:

a. المزارع المغلقة Batch cultures: تنمو الكائنات الحية الدقيقة في **المزارع المغلقة Batch cultures**، **الشكل 17–5**، في حجم ثابت من الأوساط الغذائية السائلة داخل خزانات التخمر المغلقة، ويُعدُّ البنسلين واحدًا من المواد التي يتم إنتاجها في هذا النوع من المزارع. ومن الجدير بالذكر أن المواد الناتجة يتم جمعها عندما يصبح تركيزها أعلى ما يمكن، عندما تستهلك إحدى المواد الغذائية المهمة للكائنات الحية في الوسط الغذائي، وتؤدي إلى موت الكائن الحي الدقيق.

■ **الشكل 17–5** يوضح أحد المزارع المغلقة المستخدمة في تحضير المضادات الحيوية.



الشكل 18–5 الأطوار التي يمر بها الكائن الحي الدقيق في المزارع المغلقة.

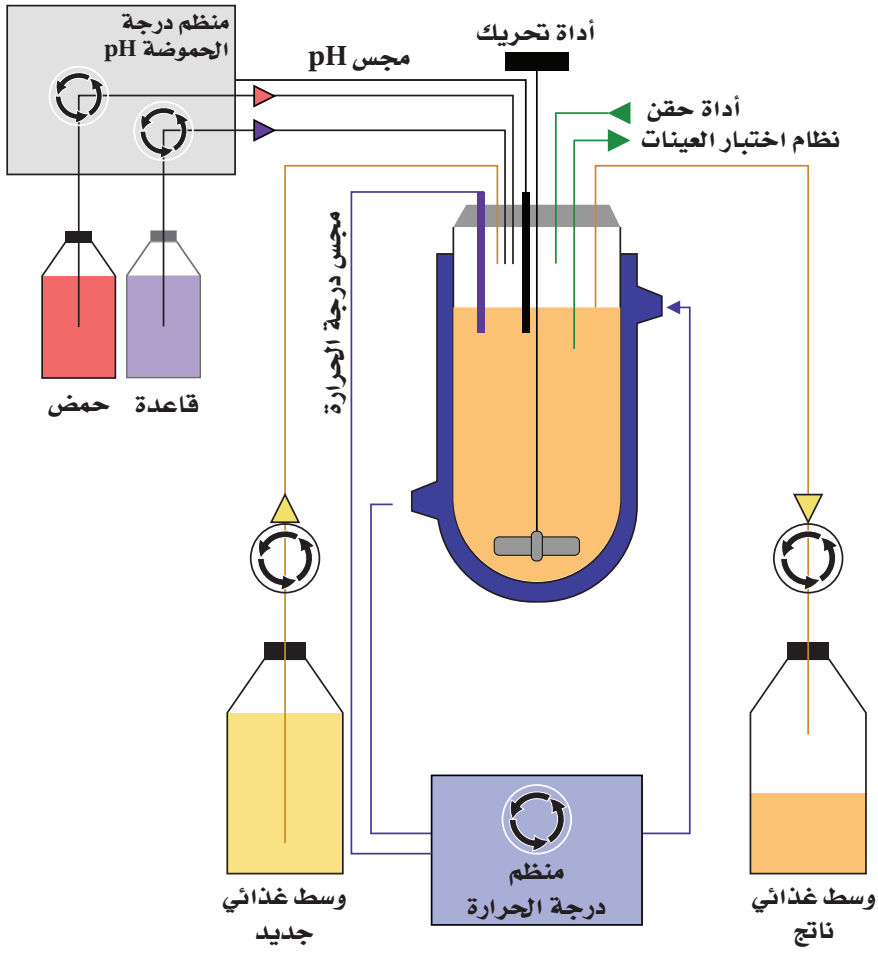
ويبين **الشكل 18–5**، أن الكائنات الحية الدقيقة تمر بأربعة أطوار في هذا النوع من المزارع، هي:

1. **طور التأقلم Lag phase**: وهو المرحلة التي لا تقوم فيها الكائنات الحية الدقيقة بإنتاج أي من المواد المطلوبة، وتبدأ من لحظة إدخال الكائن الحي الدقيق إلى جهاز التخمر، وحتى بداية طور نموه وتكاثره؛ لأن الكائن الحي الدقيق يبدأ بالتأقلم مع الظروف البيئية الجديدة، ومنها: درجة الحرارة، والرقم الهيدروجيني، والمواد الغذائية الجديدة، وغيرها من الظروف.
2. **طور النمو Log phase**: في هذا الطور يزداد معدل نمو الكائن الحي الدقيق بسرعة كبيرة مع مرور الوقت، لتبدأ بإنتاج كتلة حيوية كبيرة لهذا الكائن؛ نظرًا لأن الظروف أصبحت مثالية لنمو الكائن الحي الدقيق.
3. **طور الثبات Stationary phase**: في هذا الطور يستهلك الكائن الحي كميات كبيرة من المواد الغذائية، وتتراكم الفضلات ونواتج عمليات الأيض بشكل كبير، مما يؤثر في معدل نمو الكائن الحي الدقيق، بحيث يصبح معدل نموه مساويًا لمعدل موته.
4. **طور موت الكائن Death phase**: مع استمرار الوقت، واستهلاك جميع المواد الغذائية، وزيادة تراكم نواتج الأيض، تتناقص أعداد الكائن الحي الدقيق إلى حد كبير جدًّا.

b. **المزارع المفتوحة Continuous cultures**: يُطلق على التقنية التي يتم فيها تنمية الكائنات الحية الدقيقة من خلال تزويد جهاز التخمر الصناعي بالوسط الزراعي، الذي يحوي المواد الغذائية اللازمة لنمو الكائنات الحية الدقيقة باستمرار بتقنية **المزارع المفتوحة Continuous cultures**، وفيها يكون معدل تدفق المواد الغذائية إلى جهاز التخمر مساويًا لمعدل خروج النواتج الأيضية منه، مما يسمح ببقاء حجم المواد الغذائية ثابتًا في جهاز التخمر. وتسمح هذه التقنية ببقاء النمو البكتيري قريبًا من طور النمو الخاص بها.

المفردات الجديدة

- المزارع المفتوحة
- Continuous cultures



■ **الشكل 19–5** يمثل المزرعة المفتوحة.
* للاطلاع الذاتي

يتم تعقيم وتنظيف أجهزة التخمر بين فترة وأخرى، ثم تُملأ مرة أخرى بالوسط الغذائي، وتضاف له البكتيريا، لتستمر العملية مرة أخرى ولفترات طويلة. وتحتاج هذه التقنية إلى التوفير المستمر للمواد الغذائية، والمراقبة الدائمة للظروف البيئية داخل أجهزة التخمر اللازمة لنمو الكائنات الحية الدقيقة ومنها: درجة الحرارة، والرقم الهيدروجيني (درجة الحموضة)، وغيرها من الظروف، كما في **الشكل 19–5**.

ماذا قرأت؟ **قارن** بين المزارع المغلقة والمفتوحة من حيث آلية العمل، وكمية المواد الغذائية فيها.

طرق تنمية الفيروسات Methods of viruses culturing

نظرًا لاستحالة تنمية الفيروسات خارج الخلايا الحية، تمَّ ابتكار عدة طرق لتنمية وإكثار الفيروسات، ومن أهمها:

1. حقن حيوان أو نبات قابلٍ للإصابة بالفيروس المناسب Injection of susceptible animal (or plant)، ومن الأمثلة على الحيوانات المخبرية الفئران أو الأرانب، وبهذه الطريقة يتمُّ الاحتفاظ بالفيروسات في صورةٍ نشطةٍ.

2. تنمية الفيروسات في مزارع نسيجية Tissue culture، حيث يتمُّ استخدام خلايا الثدييات التي تسمح للفيروسات بالتكاثر داخلها، وقد أثبتت هذه الطريقة فعاليتها بوصفها وسيلةً لعزل الفيروسات والاحتفاظ بها نشطةً في المختبر، كما أنها هيَّأت فرصةً لدراسة الفيروسات اللازمة بصورة تفصيلية، من حيث تقدير الاحتياجات الغذائية لبنائها وتكاثرها، وهذه الطريقة يُستفاد منها في إنتاج كميات كبيرة من الفيروسات اللازمة لإنتاج اللّقاحات.

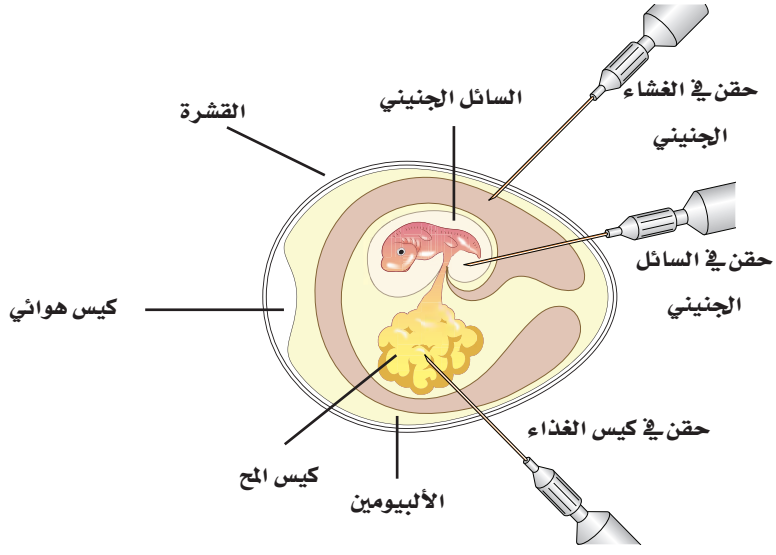
3. حقن أجنَّة الدجاج الحية (بالنسبة للفيروسات الحيوانية) Chick embryo cultures، **الشكل 20–5**، حيث توفر بيئة مناسبة لتكاثر الفيروسات، وتستخدم في الدراسات والأبحاث، وإنتاج بعض أنواع اللّقاحات، ومما يعيب هذه الطريقة أنه لا يمكن استخدامها مع جميع أنواع الفيروسات.

■ **الشكل 20–5** يوضح طرق تنمية الفيروسات.

1. حقن الفيروسات في الحيوانات المخبرية

2. تنمية الفيروسات في الخلايا

3. حقن الفيروسات في بيض الدجاج



التقويم 1-5

الخلاصة

- الكائنات الحية الدقيقة كائنات حية مجهرية لا تُرى بالعين المجردة، ومنها البكتيريا والفطريات، وكذلك الفيروسات التي تُعدُّ كائناتٍ حيةً فقط عند دخولها إلى أجسام كائنات حية أخرى (العائل).
- الفيروس Virus كائن غير حيٍّ يتكوّن من مادة وراثية تقع داخل غلافٍ من البروتين، وهو من أصغر التراكيب المُسبِّبة للمرض.
- محفظة الفيروس تحمي المادة الوراثية للفيروس التي يمكن أن تكون DNA أو RNA.
- للفيروسات أشكال، منها: الأسطوانية، الكروية، متعدِّدة السطوح، أو معقدة الأشكال.
- تتكاثر الفيروسات إما بالدورة الاندماجية وإما بالدورة (المحلّلة) للفيروس.
- تُصنَّف البكتيريا حسب كلٍّ من: شكلها، طريقة تنفُّسها، طرق تغذِّيها، تفاعلها مع الصبغات.
- الفطريات من الكائنات الحية الحقيقية النواة ومعظمها متعدِّد الخلايا، وبعضها وحيد الخلية كالخمائر.
- يمكن تنمية البكتيريا في الأوساط الغذائية الصلبة أو السائلة.
- تُقسَّم المزارع الصناعية إلى: مزارع مغلقة، ومزارع مفتوحة.
- يمكن تنمية الفيروسات داخل الخلايا الحيَّة فقط.

فهم الأفكار الرئيسة

1. الفكرة الرئيسة **قارن** بين البكتيريا والفيروسات من حيث أشكالها، وأحجامها، وطرق تنميتها.
2. **قارن** بين تضاعف الفيروسات في الدورة الاندماجية والدورة الحالّة.
3. **وضِّح** طرق التغذية في الفطريات.
4. **صنِّف** الطرق التي تعتمدها أنواع الكتيريا المختلفة في التنفس.
5. **وضِّح** الشروط الواجب توافرها عند التعامل مع الكائنات الحية الدقيقة في المختبر.
6. **استنتج** الهدف من استخدام أجهزة التخمر في الصناعات.

التفكير الناقد

7. **فسِّر** لماذا لا تنمو البكتيريا اللَّاهوائية عند عدم إحكام إغلاق أطباق بتري التي زُرعت فيها البكتيريا.
8. الكتابة في علم الأحياء **اكتب** مقالةً لمجلة المدرسة تشرح فيها بوضوح الفروق بين الطريقة التي تُسبِّب فيها كلٌّ من البكتيريا والفيروسات الأمراضَ للكائنات الحية المختلفة.

الفطريات والإنسان Fungi and Human

للفطريات آثارها الكبيرة في الإنسان إيجابًا وسلبًا. فمن الآثار الإيجابية أن الفطريات تعمل محلّلات تسهم في إعادة تدوير المخلوقات الميتة في دورة الغذاء؛ حيث يوفر تحلل المواد العضوية الغذاءَ لكائنات أخرى، كما يمنع تراكم الفضلات على سطح الكرة الأرضية. أما الآثار السلبية فتتمثل في الأمراض التي تسببها.

فوائد الفطريات:

الطب: للفطريات استخدامات طبية كثيرة. وتؤدي الفطريات الناقصة دورًا مهمًّا في ذلك. فالبنسلين مثلاً يستخرج من فطر *Penicillum notatum*. ولا يخفى على أحد الدور الفعّال للبنسلين؛ فهو مضاد حيوي أنقذ – ولا يزال ينقذ– حياة الكثيرين. كما تستخرج مركبات كيميائية من فطر *Claviceps purpurea* لمعالجة ارتفاع ضغط الدم، والسيطرة على النزيف الحاد، والصداع النصفي، كما يزيد من انقباض عضلات الرحم عند الولادة.

ويعد فطر *Tolypocladium inflatum* مصدرًا للسيكلوسبورين الذي يستخدم في خفض مناعة الأشخاص الذين يُجرون عمليات زراعة أعضاء؛ لكي تتقبل أجسامهم العضو المزروع.

المعالجة الحيوية Bioremediation: تستخدم لتنظيف البيئة من الملوّثات التي تهدّد أنظمتنا البيئية. حيث يتم خلط أنواع من الفطريات بالماء أو التربة لتقوم بتحليل المواد العضوية الملوثة والضارة، وتحويلها إلى مواد أخرى غير ضارة.

الصناعة: يستغل الباحثون إفراز الفطريات إنزيمًا قادرًا على تحطيم اللجنين الموجود في الخشب الذي يقوي الجدار الخلوي، ويمنح الخشب هذه الصلابة، فيستغلون ذلك في تحليل الخشب وإعادة تدويره.

الفطريات الضارة Harmful Fungi:

تسبب بعض الفطريات العديد من الأمراض للإنسان والحيوان والنبات. فالفطريات كثيرًا ما تصيب النباتات، فتدمر المحاصيل الزراعية، وتُحدث خسائر اقتصادية كبيرة. ومن ذلك مرضا البياض الزغبي والبياض الدقيقي اللذان يصيبان الخضراوات والفواكه، وكذلك مرض صدأ القمح والشعير.

وتتطفل الفطريات أيضًا على الإنسان، كما يحدث في مرض التهاب القدم الرياضية، وبعض أمراض الحساسية، والتهابات الحلق والجلد. كما تصيب الفطرياتُ أيضًا حيواناتٍ منها الحشرات في مراحل حياتها المختلفة، وقد تؤدي إلى نفوقها.

لعبة جماعية

اعمل مع فريق ابحث مع مجموعة من زملائك عن التقدم الذي حدث في مجال علاج السرطان معتمدًا على اكتشاف الفطر الذي يعيش على نبات في الغابة المطيرة.

مختبر الأحياء

استقصِ: كيف يمكن اكتشاف البكتيريا من حولنا؟

الخلفية النظرية: **يمكن أن تجد البكتيريا في كل مكانٍ: مثل مقعدك، وجلدك، وبما أنها لا تُرى إلَّا بالمجهر، فإنك تستطيع إثبات وجودها من خلال تنميتها في المختبر.**

سؤال: كيف يمكنك مشاهدة البكتيريا التي تعيش في مناطق مختلفة من مدرستك؟

المواد والأدوات

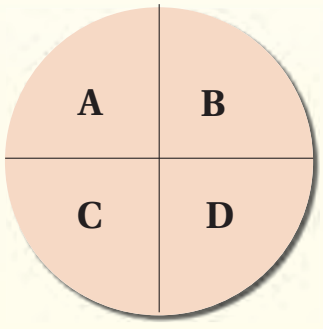
- قلم تلوين
- حاضنة
- كحول (معقم)
- مجهر ضوئي مركب
- أطباق بتري بها آجار
- أعواد مسحات Swabs
- جهاز تعقيم
- شريط لاصق

احتياطات السلامة

خطوات العمل

- اتبع إرشادات الأمن والسلامة التي يزوّدك بها معلمك قبل بدء التجربة.

1. اقلب طبق بتري رأسًا على عقب، وقسِّمه إلى أربعة أقسام، ثم عَنوِنه باستخدام قلم التلوين بالحروف (A ،B ،C ،D).
2. اجمع البكتيريا من أربعة مواقع مختلفة من حولك (الطاولة، مقبض الباب، الهاتف، جهاز الكمبيوتر) باستخدام أعواد المسحات، بحيث تستخدم عودًا لكل موقعٍ.



3. افتح غطاء طبق بتري بلطفٍ، ثم حرِّك عود المسحة على سطح الآجار في طبق بتري، بحيث تكون كل عيِّنةٍ ضمن المساحة المُخصَّصة لها على الطبق (العينة الأولى ضمن القسم A، والعينة الثانية ضمن القسم B، ... وهكذا)، ثم أغلق الغطاء بعد الانتهاء من عملك.
4. تخلَّص من أعواد المسحات في الوعاء المخصَّص لذلك تمهيدًا لتعقيمها والتخلُّص منها.
5. أغلق الطبق باستخدام الشريط اللَّاصق، ثم ضعه في الحاضنة مقلوبًا رأسًا على عقب، تحت درجة حرارة 30 °C.
6. بعد 24 ساعة، افحص مزرعة البكتيريا الخاصة بك في طبق بتري باستخدام المجهر الضوئي المركب دون فتحه.
7. سجِّل مشاهداتك حول لون المستعمرات البكتيرية، وشكل سطح المستعمرة (أملس، مجعد، جاف، خشن).
8. **التنظيف والتخلص من الفضلات.** استخدم جهاز التعقيم بإشراف معلمك للتخلص من الأطباق وأعواد المسحات وغيرهم من الفضلات، ثم اغسل يديك جيدًا بالماء والصابون.

حلّل ثم استنتج

1. **استنتج.** أيُّ المواقع الأربعة فيها أكبر نسبةٍ لنمو البكتيريا؟ اقترح أسبابًا لذلك.
2. **وضِّح** (وفق معرفتك بالكائنات الحية الدقيقة)، من أين أتت البكتيريا إلى المواقع المختلفة؟
3. **اقترح.** هل هناك مجموعة ضابطة لهذه التجربة أم لا؟ وإذا لم يكن، فما المجموعة الضابطة التي تقترحها؟ ولماذا؟
4. **قارن.** هل ظهرت المستعمرات البكتيرية بأشكال وألوان أو صفات مختلفة أخرى؟

الوحدة 5 الخلاصة

المطويات حدّد الفرق بين البكتيريا والفيروسات، من حيث أشكال وطرق تنمية كلٍّ منها.

المفردات	المفاهيم الرئيسة

5-1 الكائنات الحية الدقيقة

الكائنات الحية الدقيقة
الفيروس
محفظة الفيروس
الدورة الحالة
الدروة الإندماجية
البكتيريا
البكتيريا الخضراء المزرقة
صبغة جرام
البكتيريا الهوائية الإجبارية
البكتيريا اللاهوائية
الإجبارية
الكايتين
الهيفات
الغزل الفطري
تقنيات التعقيم
التلوث
مستعمرات
التخمر
التخمر الصناعي
جهاز التخمر
المزارع المغلقة
المزارع المفتوحة

الفكرة الرئيسة **البكتيريا والفطريات كائنات حية دقيقة، والفيروسات كائنات دقيقة غير حية. وتختلف في أشكالها وأحجامها وطرق تغذيتها وتنميتها.**

- الكائنات الحية الدقيقة كائنات حية مجهرية لا تُرى بالعين المجردة، ومنها: البكتيريا والفطريات، وكذلك الفيروسات التي تُعدُّ كائناتٍ حيةً فقط عند دخولها إلى أجسام كائنات حية أخرى (العائل).
- الفيروس Virus كائن غير حيٍّ يتكوّن من مادة وراثية تقع داخل غلافٍ من البروتين، وهو من أصغر التراكيب المُسبِّبة للمرض.
- محفظة الفيروس تحمي المادة الوراثية للفيروس التي يمكن أن تكون DNA أو RNA.
- للفيروسات أشكال، منها: الأسطوانية، الكروية، متعدِّدة السطوح، أو معقدة الأشكال.
- تتكاثر الفيروسات إما بالدورة الاندماجية وإما بالدورة (المحلّلة) للفيروس.
- تُصنَّف البكتيريا بحسب كلٍّ من: شكلها، طريقة تنفُّسها، طرق تغذِّيها، تفاعلها مع الصبغات.
- الفطريات من الكائنات الحية الحقيقية النواة، ومعظمها متعدِّد الخلايا، وبعضها وحيد الخلية كالخمائر.
- يمكن تنمية البكتيريا في الأوساط الغذائية الصلبة أو السائلة.
- تُقسَّم المزارع الصناعية إلى: مزارع مغلقة، ومزارع مفتوحة.
- يمكن تنمية الفيروسات داخل الخلايا الحيَّة فقط.

5 التقويم

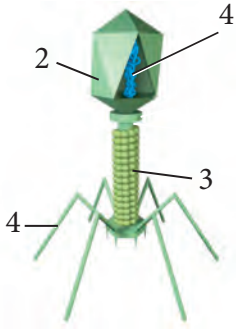
5-1

أسئلة الاختيار من متعدد

1. أيُّ الأشكال التالية لا يُعدُّ من أشكال البكتيريا؟
   a. الكروي
   b. العصوي
   c. الحلزوني
   d. متعدد السطوح

2. أيُّ الموادِّ التالية موجودة في جميع الفيروسات؟
   a. المادة الوراثية والمحفظة
   b. نواة ومادة وراثية ومحفظة
   c. نواة ومادة وراثية ومحفظة ورايبوسومات
   d. نواة ومادة وراثية ومحفظة ورايبوسومات وغشاء خلوي

استخدم الشكل التالي في الإجابة عن السؤالين 3 و 4:



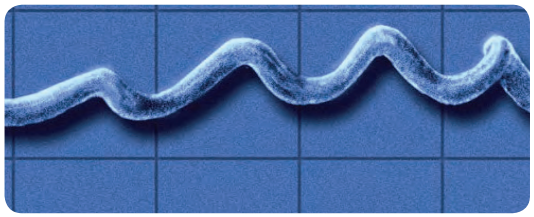
3. أيُّ الأرقام على الشكل يمثل المادة الوراثية للفيروس؟
   a. 1
   b. 2
   c. 3
   d. 4

4. أيُّ الأرقام على الشكل يمثل محفظة الفيروس؟
   a. 1
   b. 2
   c. 3
   d. 4

استخدم الصور التالية في الإجابة عن السؤالين 6 و5.

1

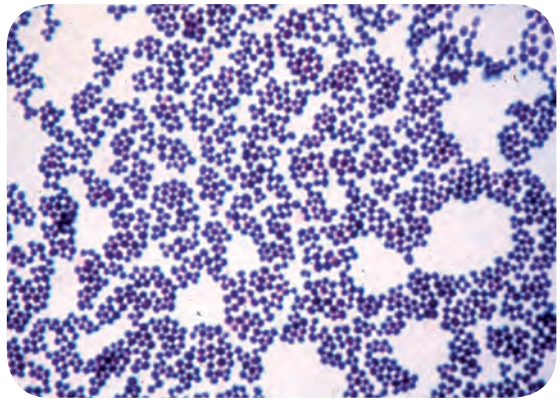
2


3

5. ما التصنيف الصحيح للبكتيريا في الصور أعلاه؟
   a. 1 خيطي، 2 حلزوني، 3 عصوي
   b. 1 كروي، 2 عصوي، 3 حلزوني
   c. 1 خيطي ، 2 كروي ، 3 حلزوني
   d. 1 عصوي ، 2 كروي ، 3 حلزوني

تقويم الوحدة 5

6. أيُّ الخصائص التالية لا تستخدم في تصنيف البكتيريا؟
   a. حجم البكتيريا
   b. تفاعلها مع الصبغات
   c. طرائق تغذية البكتيريا
   d. طرائق تنفس البكتيريا



7. أيٌّ ممَّا يلي تمثله الصورة أعلاه؟
   a. مكورات سبحية سالبة الجرام
   b. مكورات عنقودية سالبة الجرام
   c. مكورات سبحية موجبة الجرام
   d. مكورات عنقودية موجبة الجرام

8. أيُّ أنواع البكتيريا التالية التي تقوم بعملية التنفس الهوائي والتنفس اللاهوائي؟
   a. البكتيريا الهوائية الإجبارية
   b. البكتيريا الهوائية الإختيارية
   c. البكتيريا اللاهوائية الإجبارية
   d. البكتيريا اللاهوائية الإختيارية

9. أيّ ممّا يلي لا يعدّ من طرائق حصول الفطريات على الغذاء؟
   a. التطفل
   b. الترمّم
   c. التكافل
   d. البناء الضوئي

10. أيٌّ ممَّا يلي يعتبر وصفًا دقيقًا للفيروسات؟
   a. الفيروسات جزيئات غير حية ولا يمكنها التكاثر
   b. الفيروسات قد تتكاثر في أي خلية حية عدا خلايا البكتيريا
   c. الفيروسات طفيليات اختيارية، يمكنها العيش داخل أو خارج الخلايا الحية
   d. الفيروسات طفيليات إجبارية لا تستطيع أن تعيش دون أن تتطفل على الخلايا الحية

11. وجد أحد العلماء نوعًا من البكتيريا التي تصنع غذائها بنفسها مستخدمة الطاقة الضوئية. كما أنها يمكنها العيش بوجود أو غياب الأكسجين، بناء على هذه الخصائص. يمكن تصنيف تلك البكتيريا على أنها:
   a. ذاتية التغذية، لا هوائية
   b. ذاتية التغذية، هوائية إجبارية
   c. ذاتية التغذية، هوائية اختيارية
   d. غير ذاتية التغذية، هوائية اختيارية

5 تقويم الوحدة

أسئلة الإجابات القصيرة

12. **ميِّز** بين الخيوط الفطرية والغزل الفطري؟

13. **قدّم** حججًا تؤيد أو تعارض فيها الجملة التالية: "الفيروسات كائنات حية"

تقويم إضافي

14. **الكتابة في علم الأحياء** اكتب مقالة لمجلة المدرسة تشرح فيها بوضوح الفروق بين البكتيريا المسببة للأمراض وبين الفيروسات.

أسئلة المستندات:

يبين الجدول أعداد الوفيات بسبب ثلاثة أنواع من وباء الأنفلونزا ظهرت عالميًّا خلال القرن العشرين.

	الأنفلونزا الإسبانية	الأنفلونزا الآسيوية	أنفلونزا هونج كونج
السنة	1918 – 1919	1957 – 1958	1968 – 1969
الوفيات في الولايات المتحدة الأمريكية	500.000	70.000	34.000
الوفيات عالميًّا	20 – 40 مليونًا	1 مليون	1 – 4 ملايين

15. أيُّ الأوبئة كان أكثر فتكًا؟

16. لماذا لم تكن الوفيات بأنفلونزا هونج كونج في الولايات المتحدة الأمريكية مرتفعة مقارنة بالأنفلونزا الآسيوية على الرغم من أن الوفيات العالمية كانت أعلى؟

17. كوِّن فرضية علمية تفسر لماذا توقف وباء الأنفلونزا الذي لو استمر لقضى على سكان العالم جميعًا؟

اختبار مقنن

تراكمي

أسئلة الاختيار من متعدد

1. ما اسم البكتيريا ذات الشكل العصوي؟
   a. Cocci
   b. Bacilli
   c. Spirilla
   d. Colonies

2. أيٌّ التالية لا يعدّ من مميزات الفطريات؟
   a. رميّة التغذية
   b. جميعها خلايا بدائية النوى
   c. جسمها يتكوّن من خيوط الهيفا
   d. جدارها الخلوي يتوّن من الكايتين

3. أيٌّ العبارات التالية صحيح فيما يتعلق بالبكتيريا الذاتية التغذية الكيميائية؟
   a. تستخدم أشعة الشمس لانتاج الطاقة
   b. تحلل المركبات غير العضوية إلى عضوية
   c. من أمثلها البكتيريا السيانية
   d. تحلل المركبات العضوية إلى غير عضوية

4. أي من التالي يمثل الخيار الافضل لزراعة الفيروسات وتنميتها؟
   a. بيض الدجاج
   b. الأوساط الزراعية السائلة
   c. الأوساط الزراعية الصلبة
   d. الديدان

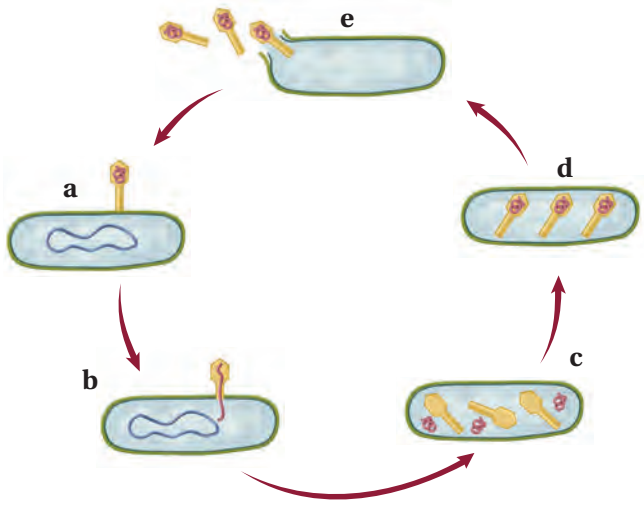
5. أيٌّ التالية يوضح التسلسل الصحيح لمراحل دورة حياة الفيروس؟
   a. الإلتصاق، التضاعف، الحقن، التجميع، انفجار الخلية وتحرر الفيروسات
   b. الإلتصاق، التجميع، الحقن، التضاعف، انفجار الخلية وتحرر الفيروسات
   c. الإلتصاق، الحقن، التضاعف، التجميع، انفجار الخلية وتحرر الفيروسات
   d. الحقن، الإلتصاق، التجميع، التضاعف، انفجار الخلية وتحرر الفيروسات

6. أيٌّ الوظائف التالية التي يقوم بها الانزيم الموجود في الفيروسات الارتجاعية؟
   a. تحطيم DNA الكائن الحي العائل
   b. نسخ RNA الفيروس إلى DNA متمم
   c. انتاج بروتينات محفظة الفيروس
   d. ترجمة DNA للكائن الحي العائل

7. أيٌّ التالية تنتمي إليه البكتيريا E.coli التي توجد في أمعاء الإنسان بصورة طبيعية؟
   a. البكتيريا الكروية
   b. البكتيريا العصوية
   c. المكورات العنقودية
   d. البكتيريا الخضراء المزرقة

أسئلة الإجابات القصيرة

استخدم الرسم التالي في الإجابة عن الأسئلة التي تليه



8. **وضّح** ماذا يحدث في المراحل المشار إليها بـ (a ،b ،c ،d ،e)

9. **وضّح** لماذا لا تصنف الفيروسات ضمن ممالك الكائنات الحية المختلفة؟

10. **اذكر** ما الخصائص التي تجعل من الفيروسات آكلة البكتيريا مفيدة في الأبحاث العلمية؟

11. **قارن** بين المزارع المغلقة والمزارع المفتوحة لتنمية الكائنات الحية الدقيقة؟

الوحدة 6

علم البيئة والجماعات الحيوية

Populations and ecology

يؤثر الافتراس في حجم الجماعة

الفكرة العامة يعد نمو الجماعات الحيوية عامًلا مهمًّا في قدرة الأنواع على الحفاظ على توازنها في البيئة.

6–1 ديناميكية الجماعة الحيوية

Population Dynamics

الفكرة الرئيسة توصف الجماعات الحيوية من خلال كثافتها، ومكان توزيعها، ومعدل نموها.

6–2 تأثير الإنسان في البيئة

Human impact on the environment

الفكرة الرئيسة تقلل بعض أنشطة الإنسان من التنوع الحيوي في الأنظمة البيئية، وتشير الدلائل الحالية إلى أن انخفاض التنوع الحيوي له آثار خطيرة طويلة المدى في الغلاف الحيوي.

تجربة استهلالية

أثر التنافس في إنتاج نبات الفجل

ما أثر التنافس بين أفراد النوع الواحد؟ يتم التنافس على الضوء والماء والغذاء والمكان، فكلما زاد عدد أفراد التنافس ضعفت إنتاجية الأفراد.

خطوات العمل

- اتبع إرشادات الأمن والسلامة التي يزودك بها معلمك قبل بدء التجربة.

1. املأ خمسة أُصص لها الحجم نفسه، بالكمية نفسها من التربة والسماد.
2. ضع بذور نبات الفجل في التربة بأعداد مختلفة: بذرة واحدة، 5 بذور، 10 بذور، 20 بذرة، 30 بذرة، ثم قُمْ بترقيم الأُصص.
3. احتفظ بالأصص في مكان دافئ، ومعرض للضوء، واسقها بكمية الماء نفسها.
4. راقِبِ الأُصص يوميًّا مدة ثلاثة إلى أربعة أسابيع.
5. صَمِّم جدولاً، وسجّل بياناتك فيه.
6. بعد الإنتاج، قُمْ بحَصْد النباتات، ثم اغسلها وجفّفها، وزِنْها؛ بحيث تكون كل نبتة على حدة.
7. قارن وزن النبات الناتج من الأصيص الأول، ووزن نبات واحد من النباتات الناتجة في الأصص الأربعة الأخرى، وسجِّل ملاحظاتك.

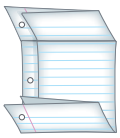
التحليل

1. **صِف** نتائج حصاد الفجل.
2. **استنتج** أثر التنافس في نبات الفجل.
3. **وضّح** كيف نقلل من التنافس بين النباتات.

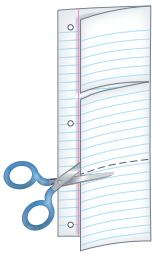
المطويات
منظمات الأفكار

الجماعات الحيوية اعمل المطوية الآتية لتساعدك على فهم ديناميكية الجماعة الحيوية

الخطوة 1: اطوِ صفحة من الورق رأسيًّا، تاركًا الثقوب مكشوفة بمقدار 2 cm، كما في الشكل المجاور.

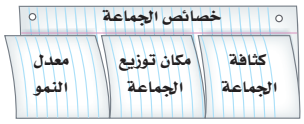


الخطوة 2: اطوِ الورقة إلى ثلاثة أجزاء، كما في الشكل المجاور.



الخطوة 3: افتح الورقة، ثم قص الطبقة العلوية على طول حد الثني لتتكوّن ثلاثة ألسنة كما في الشكل المجاور.

الخطوة 4: عنوِن المطوية: خصائص الجماعة، ثم عنوِن كل لسان، كما في الشكل الآتي: كثافة الجماعة، مكان توزيع الجماعة، معدل النمو



المطويات **استعمل هذه المطوية في الدرس 1 – 6.** سجل وأنت تقرأ الدرس ما تعلمته في الجماعات الحيوية، واكتب وصفًا قصيرًا حول ديناميكية الجماعة الحيوية.

الأحياء عبر المواقع الإلكترونية

ابحث عبر الإنترنت للحصول على أفلام علمية ومعلومات إضافية حول ديناميكية الجماعات.

6-1

ديناميكية الجماعة الحيوية

Population Dynamics

في هذا الدرس

معايير الأداء الرئيسة

13.4 — 13.3 —13.2— 13.1

معايير البحث والاستقصاء العلميّ

2.1 – 3.1

الأهداف

يتوقّع في نهاية الدرس أن يكون الطالب قادرًا على أن:

- **يوضّح** الفرق بين العوامل الحيوية والعوامل اللاحيوية.
- **يصف** مستويات التنظيم الحيوي.
- **يميّز** بين موطن الكائن الحي وإطاره البيئي.
- **يصف** خصائص الجماعات الحيوية.
- **يتعرّف** العوامل التي تعتمد على كثافة الجماعة الحيوية وتشمل: الافتراس، التنافس، المرض.

الأهمية

تتميز الجماعات الحيوية بحالة ديناميكية دائمة التغير تبعًا لعدة عوامل، منها: معدل الولادات والوفيات، معدلات الهجرة.

المفردات الجديدة

- علم البيئة Ecology •

الفكرة الرئيسة توصف الجماعات الحيوية من خلال كثافتها، ومكان توزيعها، ومعدل نموها.

الربط مع الحياة هل شاهدت يومًا خلية نحل أو بيت نمل؟ يعيش النمل في جماعات منظّمة، وتسمى الجماعة من الحشرات مستعمرة، وقد تحتوي مستعمرة النمل على 12 فردًا أو مئات أو آلاف أو ملايين الأفراد، وتقتسم أفراد المستعمرة أدوارًا مختلفة، وبذلك فإن لِكل جماعة خصائص محددة يمكن ذكرها عند وصف هذه الجماعة. ويدرس علماء البيئة خصائص الجماعات الحيوية التي تُستعمل في وصْف جميع جماعات الكائنات الحية.

علم البيئة Ecology

علم البيئة Ecology هو فرع متخصص من العلوم، يدرس العلاقات المتبادلة بين الكائنات الحية وتفاعلاتها مع بيئتها.

وقد خلق الله – سبحانه وتعالى – أعدادًا لا تُحصى من الكائنات الحية تعيش في بيئات متنوعة، سواء على اليابسة أو في الماء، ولكي تستمر هذه الكائنات في الحياة، فإن بعضها يعتمد على بعض من جهة، وعلى مكونات البيئة من جهة أخرى.

ويمكن للعلماء دراسة التفاعلات بين نوع من الكائنات الحية وبين بيئته، وبينها وبين الأنواع الأخرى من الكائنات الحية، من خلال ملاحظة هذه الكائنات في بيئتها الطبيعية.

مستويات التنظيم Levels of Organization

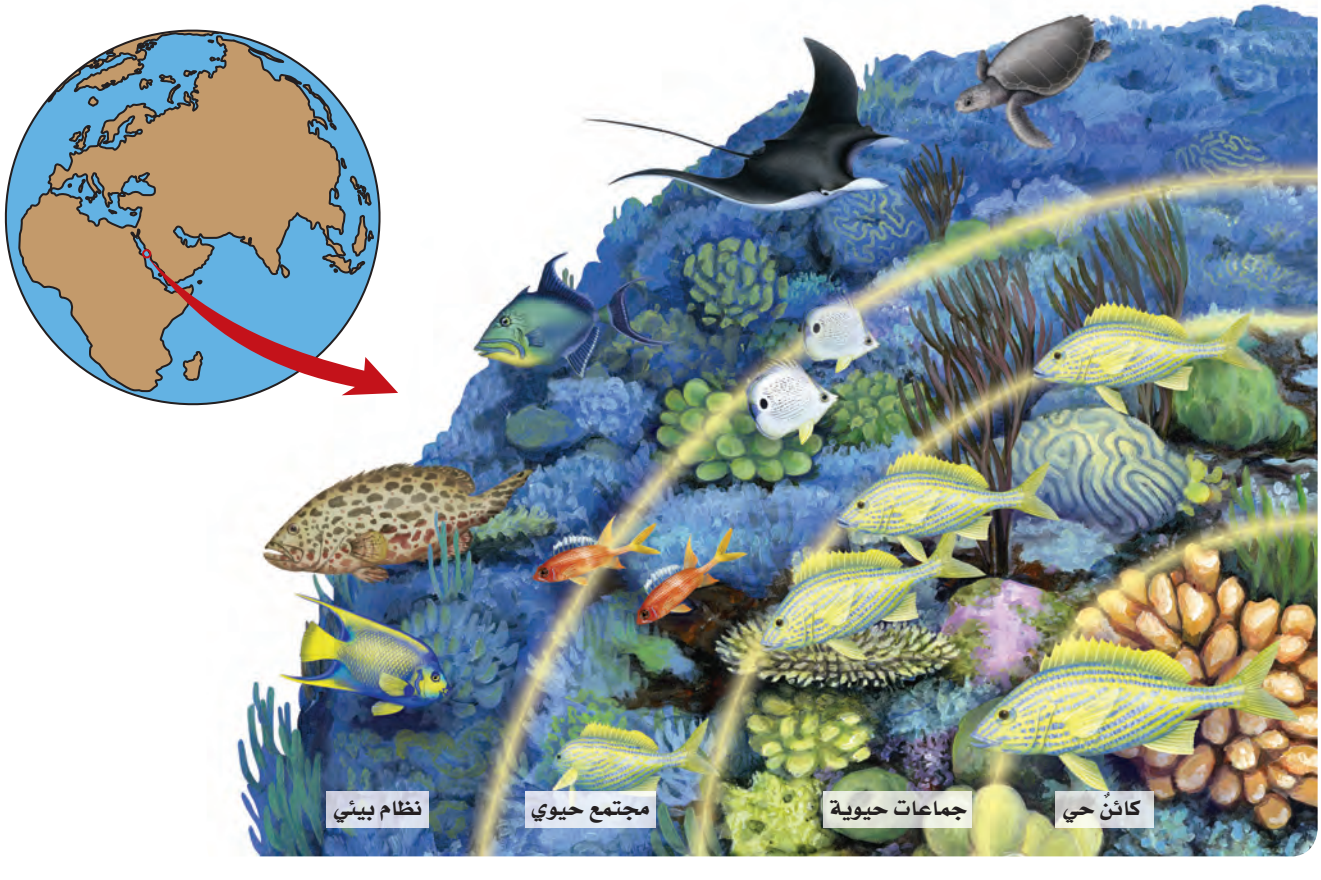
لاحظ علماء البيئة تسلسلًا في مستويات التنظيم المختلفة في البيئة، كما في **الشكل 1–6**. وتزداد المستويات تعقيدًا بزيادة أعداد الكائنات الحية وزيادة العلاقات المتبادلة بينها. وتضم مستويات التنظيم ما يلي:

- **المستوى الأول** يُعدّ الكائن الحي Organism أبسط مستويات التنظيم، ويمثَّل في **الشكل 1–6** بسمكة واحدة.

- **المستوى الثاني** تتكون الجماعات الحيوية Populations من أفراد النوع الواحد من الكائنات الحية التي تشترك في الموقع الجغرافي والوقت كليهما، ولها القدرة على التكاثر والإنجاب فيما بينها، وإنتاج أفراد خصبة منها.
- **المستوى الثالث** المجتمع الحيوي Biological community، ويتكون من جماعات حيوية تتفاعل فيما بينها، وتحتلّ المنطقة الجغرافية نفسها في الوقت نفسه، ومن ذلك تجمعات النبات والحيوان، بما فيها مجموعات الأسماك والمرجان والنباتات البحرية، انظر **الشكل 1–6**.
- **المستوى الرابع** النظام البيئي Ecosystem، ويتكون من المجتمع الحيوي، ومنه الشعاب المرجانية، والعوامل اللاحيوية التي تؤثر فيه. ومن بينها درجة حرارة الماء، وتوفر الضوء. وقد يضم النظام البيئي تجمعات أكبر من الكائنات الحية عما يوجد في المجتمع الحيوي، وعلى الرغم من أن **الشكل 1–6** يمثل النظام البيئي كأنه مساحة كبيرة، إلا أن النظام البيئي قد يكون صغيرًا، ومثال ذلك: حوض لتربية الأسماك، أو بركة صغيرة. وتكون حدود النظام البيئي مرنة بعض الشيء، وقد تتغير، وقد تتداخل الأنظمة البيئية فيما بينها.
- **المستوى الخامس** المنطقة الحيوية Biome؛ وهي مجموعة واسعة من الأنظمة البيئية التي تشترك في المناخ نفسه، وفيها أنواع متماثلة من المجتمعات الحيوية.
- **المستوى السادس** الغلاف الحيوي Biosphere. وتتحد المناطق الحيوية كلها

إرشادات الدراسة

مناقشة ادرس مع زميلك مستويات التنظيم الموضحة في **الشكل** 1–6. وتبادل الأسئلة معه، لزيادة الفهم وتعميق المعرفة.



الشكل 1–6 لدراسة العلاقات ضمن الغلاف الحيوي، فقد قُسمت إلى مستويات تنظيمية متنوعة؛ فالغلاف الحيوي هو المستوى الأكثر تعقيدًا، ويتبعه المنطقة الحيوية، ثم النظام البيئي، فالمجتمع الحيوي، فالجماعة الحيوية، فالكائن الحي. ويقسم الكائن الحي إلى مجموعة من مستويات التنظيم؛ تبدأ بالأجهزة العضوية الأكثر تعقيدًا، ثم الأعضاء، فالأنسجة، فالخلايا، فالجزيئات، وأخيرًا الذرات.

اشرح. كيف يعتمد بعض الكائنات الحية على بعض؟

على الأرض لتكوّن أعلى مستوى من التنظيم (الغلاف الحيوي)، ويشكّل الغلاف الحيوي طبقة رقيقة حول الأرض، كما في **الشكل 2–6**.

ويدرس علماء البيئة هذه الكائنات والعوامل الموجودة في بيئتها، التي تنقسم إلى نوعين: عوامل حيوية Biotic factors، وعوامل لا حيوية Abiotic factors.

فالعوامل الحيوية؛ هي المكونات الحية في بيئة الكائن الحي، وتشمل جميع الكائنات التي تعيش فيها. أما العوامل اللاحيوية؛ فهي المكونات غير الحية في بيئة الكائن الحي، ومنها: درجة الحرارة، التيارات الهوائية أو المائية، ضوء الشمس، نوع التربة وغيرها.

ماذا قرأت؟ قارِن بين العوامل الحيوية والعوامل اللاحيوية في البيئة الصحراوية والبيئة القطبية.

التفاعلات في النظام البيئي Ecosystem Interactions

تشكّل الأشجار في **الشكل 3–6** موطنًا بيئيًّا، و**الموطن Habitat** هو المساحة التي يعيش فيها الكائن الحي. وقد تشكّل شجرة مفردة موطنًا لكائن يقضي حياته كلها عليها، وإذا انتقل الكائن الحي من شجرة إلى أخرى، فإن موطنه يُعدّ حقلًا من الأشجار. وللكائنات الحية إطار أو حيّز بيئي أيضًا. و**الحيز البيئي Niche** هو الوصف الدقيق لكل العوامل الحيوية وغير الحيوية التي تحتاجها مجموعة من الأنواع للبقاء والتكاثر في بيئة معينة.

ديناميكية الجماعة الحيوية Population dynamics

عرفت أن جميع الأنواع تعيش في مجموعات تسمى الجماعات الحيوية، وتُعرَف الجماعة الحيوية بأنها ديناميكية Dynamic؛ لأنها يطرأ تغيُّر على أعدادها ومكوناتها، ومجموعة الظروف المرتبطة بها، ويشير هذا المصطلح إلى أن عدد أفراد الجماعة لا يكون ثابتًا على مر الزمن، وإنما يتغير باستمرار وبطرق مختلفة، كما سنرى لاحقًا.

وتتصف الجماعات بخصائص محددة؛ منها: كثافة الجماعة، التوزيع المكاني، معدل نموها. وتُستخدم هذه الخصائص في تصنيف جماعات الكائنات الحية.

كثافة الجماعة الحيوية Population density

تُعدُّ كثافة الجماعة إحدى خصائص الجماعة الحيوية، ويُقصد بها عدد الكائنات الحية لكل وحدة مساحة.

الشكل 2–6 يوضح الغلاف الحيوي وهو طبقة الأرض التي تدعم الحياة (أعلى نقطة في الغلاف الحيوي إلى أعماق المحيط).

المفردات الجديدة

- الموطن Habitat
- الحيز البيئي Niche

الشكل 3–6 تُعد هذه الأشجار موطنًا للكائنات الحية التي تعيش عليها.

المطويات

ضمِّن مطويتك معلومات من هذا القسم.

التوزيع المكاني للجماعة Spatial distribution

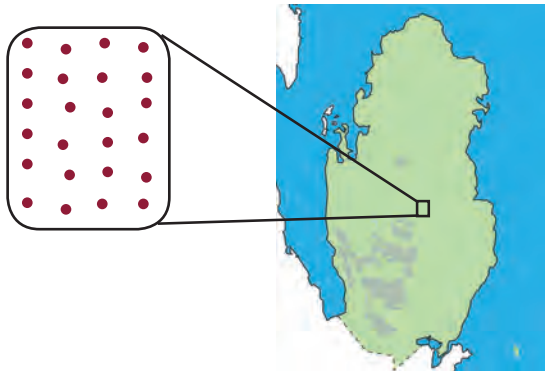
توجد خاصية أخرى للجماعة الحيوية هي توزيع الجماعة، ويُقصد بها نمط انتشار الجماعة في منطقة محددة.

ويوضح **الشكل 4–6** ثلاثة أنواع رئيسة من التوزيع هي: المنتظم، التكتلي، العشوائي. فحيوان الضبّ مثال على التوزيع المنتظم للجماعة، أما نمط توزيع الإبل فهو تكتلي، في حين تُعدّ الطيور البحرية – الخرشنة – مثالًا على التوزيع العشوائي. ويُعدُّ توفر الموارد – ومنها الغذاء مثلًا – أحد العوامل الأساسية التي تتحكم في نمط توزيع الكائنات الحية جميعًا.

الضّبّ

التوزيع: تتوزع ذكور الضب عادةً بانتظام ضمن مناطق في مساحات متباينة، أما الإناث فتوجد في مناطق أصغر متداخلة مع الذكور.

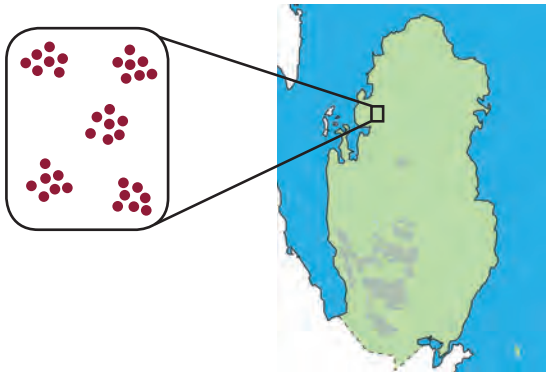
توزيع الضب



الإبل

التوزيع: توجد الإبل في مجموعات تكتلية تسمى قطعانًا.

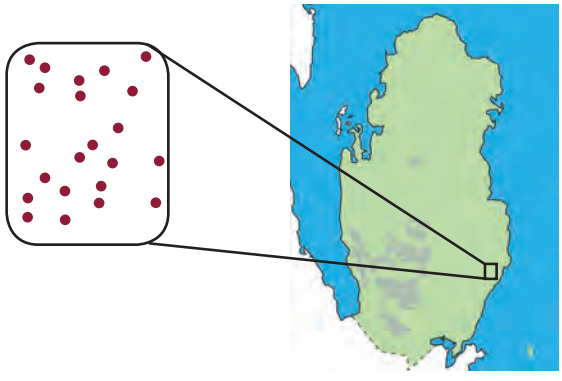
توزيع الجمال



طائر الخرشنة

التوزيع: تتوزَّع طيور الخرشنة عشوائيًّا في البيئات المناسبة، ومنها جزيرة منطقة مسيعيد.

توزيع طيور الخرشنة



الشكل 4–6 يصف التوزيع المكانيّ للجماعة، وكيف تنتشر الأفراد في هذه المساحة، أما نطاق الجماعة فيصف توزيع الأنواع.

العوامل المحددة للجماعة الحيوية
Population – Limiting Factors

تعلمت سابقًا أنه توجد عوامل مُحدِّدة لجميع أنواع الكائنات الحية، تَحُول دون الزيادة المستمرة في أعداد الجماعة الحيوية، وتناقُص عامل محدد – مصدر الغذاء المتوفر مثلًا – يؤدي غالبًا إلى تغيُّر عدد أفراد الجماعة الحيوية القادرة على البقاء في هذه البيئة؛ أي أن زيادة مصادر الغذاء قد تؤدي إلى زيادة حجم الجماعة الحيوية، ونقصها يؤدي إلى نقص حجمها. وفيما يلي عرض لأهم العوامل المحددة للجماعة الحيوية:

عوامل لا تعتمد على الكثافة Density – independent factors

إن أي عامل في البيئة لا يعتمد على عدد أفراد الجماعة الحيوية في وحدة المساحة هو عامل لا يعتمد على الكثافة. وتسمى هذه العواملُ العواملَ اللاحيويةَ، وتتضمن الظواهر الطبيعية، ومنها التغيرات المناخية.

والتغيرات المناخية المُحدِّدة للجماعات الحيوية تشمل: الجفاف، الفيضانات، الحرائق، الارتفاع أو الانخفاض الشديد في درجات الحرارة، الأعاصير بأشكالها المختلفة، وحدوث أيّ من هذه التغيرات يخفض عدد الجماعة الحيوية، فمثلًا احتراق غابة، كما في **الشكل 5–6** يؤدي إلى القضاء على جماعة الأشجار في هذه الغابة.

عوامل تعتمد على الكثافة Density–dependent factors

أي عامل يوجد في البيئة ويعتمد على عدد أفراد الجماعة الحيوية في وحدة المساحة يسمى عاملًا يعتمد على الكثافة، وغالبًا ما يكون هذا النوع عاملًا حيويًّا، ومن ذلك: الافتراس، والمرض، والتنافس. ويبدأ تأثيرها عند ارتفاع كثافة الجماعة الحيوية، والحد الأقصى لأعداد الأفراد التي يمكن لبيئة معينة أن تدعمه وتحافظ على ثباته يسمى القدرة الاستيعابية Carrying capacity.

وتبقى الجماعة الحيوية في حالة اتزان ما دامت أعداد أفرادها أقل أو تساوي القدرة الاستيعابية للبيئة؛ لذا فإن أي زيادة غير متوقعة في أعداد السكان، أو إدخال أنواع جديدة إلى البيئة التي وصلت إلى حد السعة الحيوية قد يُعرِّض المجتمع السكاني إلى حالة اختلال في التوازن البيئي؛ بسبب زيادة الطلب على الموارد من غذاء وماء ومأوى.

أولًا- الافتراس Predation سبق أن درست أن **الافتراس Predation** علاقة من العلاقات التي تؤثر بها الكائنات الحية بعضها في بعض، مما يضمن التوازن بين أعداد الفرائس والمفترسات مع مرور الزمن. فالحيوان المفترس هو الذي

الشكل 5–6 يعد حريق قمم الأشجار من العوامل التي لا تعتمد على الكثافة؛ إذ قد يحدّ من نمو الجماعة.

المفردات الجديدة

- الافتراس • Predation

يقتل حيوانًا آخر (الفريسة) للحصول على الطعام، ويكون المفترس عادة أكبر حجمًا، وأقل عددًا من الفرائس. وحتى يتمكن المفترس من اقتناص فريسته، فإنه يحتاج إلى المخالب والأنياب، والسرعة والتخفي؛ كي لا تلاحظه الفريسة.

الدورات بين المفترس والفريسة Predator – Prey Cycles من الواضح أن المفترس يؤثر في حجم الجماعة السكانية للفرائس، ولكن هل تساءلت عن تأثير الفرائس في حجم الجماعة السكانية للمفترس؟

يوضح **الشكل a 6–6**، الدورات بين الفرائس والمفترسات.

1. الفرائس لديها الكثير من الطعام؛ لذا فإنها تعيش وتتكاثر وتتزايد أعدادها.
2. زيادة عدد الفرائس يعني أن المفترس لديه طعام أكثر، لذا فإنه يتكاثر وتزداد أعداده أيضًا.
3. بما أن عدد المفترسات كبير، فإن معدل الافتراس يتزايد، ومن ثَمَّ يتناقص عدد الفرائس.
4. عندما يتناقص عدد الفرائس، سيحدث تنافُس بين المفترسات، ومن ثَمَّ يقل عدد المفترسات.
5. عندما يقلّ عدد المفترسات، تتمكن الفرائس من العيش والتكاثر، ويزداد عددها مرة أخرى، وهكذا تستمر الدورة بينهما.

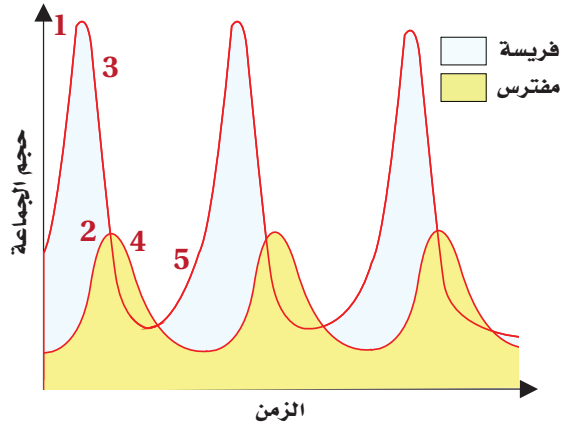
تُعدّ الدورة بين الوشق lynx والأرنب الثلجي snowshoe hare أهم الدورات الشائعة للجماعة الحيوية، ويُظهر **الشكل b 6–6** دراسة قام بها مجموعة من العلماء لأعداد من الوشق والأرنب الثلجي بين عامي 1845 – 1935، مع تمثيل العلاقة بينهما بيانيًّا.

الشكل 6–6

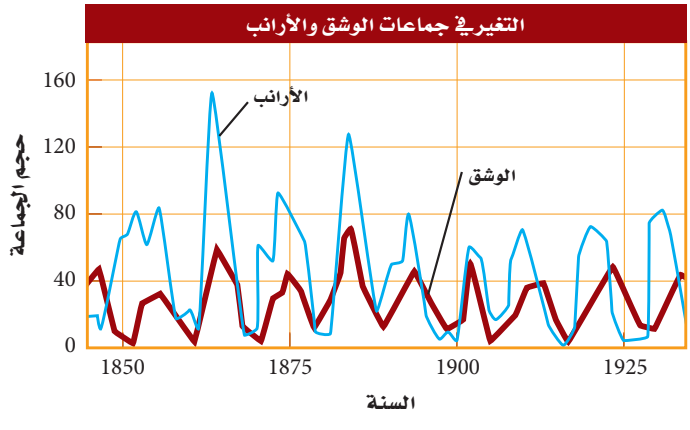
a. يوضح نموذجًا للدورة الطبيعية للفرائس والمفترس تمت دراستها رياضيًّا.

b. أظهرت دراسة طويلة المدى لجماعات الوشق والأرانب الثلجية العلاقة بين عدد المفترسات والفرائس مع مرور الزمن.

a



b



ويوضح **الشكل 6–6 b** مخططًا بيانيًّا يمثل بعض نتائج دراسة طويلة المدى أجراها العلماء على الجماعات الحيوية، ويظهر أن التذبذب في أعداد أفراد كل مجموعة يعتمد على المجموعة الأخرى، فعند تتبُّع المنحنى الذي يمثل أعداد جماعة الوشق على المخطط البياني، نُلاحظ أنه كلما زاد عدد جماعة الوشق قلّت أعداد جماعة الأرانب الثلجية.

ماذا قرأت؟ فسّر العلاقة بين المفترس والفريسة.

ثانيًا- التنافس Competition يزداد **التنافس Competition** بين الكائنات الحية عندما تزيد كثافة الجماعة الحيوية. فعندما يزداد حجم الجماعة إلى حد يصبح معه الحيز البيئي المحدد لها، أو الموارد الطبيعية (ومنها الغذاء) شحيحة، تتنافس أفراد الجماعة فيما بينها على الموارد المتاحة؛ ممّا ينتج عنه انخفاض في كثافة الجماعة الحيوية نتيجة المجاعات، أو انتقال أفراد الجماعة إلى مكان آخر للبحث عن موارد إضافية، وعندما يتناقص حجم الجماعة يصبح التنافس أقل خطورة. ويوجد نوعان من التنافس، هما:

- **التنافس بين أفراد النوع الواحد Intraspecific Competition**

يُقصَد **بالتنافس بين أفراد النوع الواحد Intraspecific Competition** أنه التنافس الذي يَحدث بين الأفراد داخل الجماعة الحيوية الواحدة. فعلى سبيل المثال، تتنافس أشكال النوع الواحد من النباتات على الضوء والماء والمواد الغذائية، كما تتنافس الطيور من النوع نفسه على مكان تكوين العشّ. وكلما زاد حجم الجماعة، يؤثّر هذا النوع من التنافس في كل من: معدل نمو الكائنات، ومعدل تكاثرها، وفترة حياتها.

فمثلًا، في حالة الجماعة المتكونة في نباتات المحاصيل، ومنها الأرز، كما في **الشكل 7–6**، يمكن أن يسبب التنافس بين أفرادها ضعفًا في نمو النباتات، وقلّة إنتاجيتها، وصِغر حجمها، وقِلة عدد البذور التي تُنتجها كل نبتة.

- **التنافس بين الأنواع المختلفة Interspecific Competition**

يقصد **بالتنافس بين الأنواع Interspecific Competition** التنافس الذي يحدث عند محاولة نوعين استخدام المصادر الطبيعية نفسها، ومنها الغذاء والمكان، عندما لا يكون هناك ما يكفيهما، وينتهي هذا النوع من التنافس بعدم إمكانية تواجد النوعين معًا إذا احتلّ كلاهما الحيّز البيئي نفسه. وإذا كان التنافس شديدًا بين النوعين على الحيز البيئي أو على الغذاء مثلًا، فإنه سيؤدي إلى تغلُّب أحدهما على الآخر وإزاحته من البيئة، ومثال ذلك التنافس بين الأسود والضباع. انظر **الشكل 7–6**.

المفردات الجديدة

- التنافس Competition
- التنافس بين أفراد النوع الواحد Intraspecific Competition
- التنافس بين الأنواع Interspecific Competition

الشكل 7–6 يوضح حقول الأرز التي تتنافس على الضوء والماء والمواد الغذائية.

تجربة استهلالية

مراجعة بناء على ما قرأته حول الجماعات، كيف تجيب عن أسئلة التحليل؟

■ **الشكل 8–6** يُظهر الشكل التنافس بين الأسـود والضباع مثـالًا على الأنواع المختلفة.

المفردات الجديدة

- مبدأ جاوس للتنافس الإقصائي
- Gause's Competitive Exclusion Principle

التنافس الإقصائي Competitive Exclusion

يعـدّ **مبـدأ جـاوس "للتنافـس الإقصائـي" (Gause's Competitive Exclusion Principle)** مثـالاً علـى التنافـس بيـن الأنـواع المختلفـة؛ إذ يقضـي بعـدم إمكانية وجـود نوعيـن بصورة مشـتركة إذا احتلّ كلاهمـا الحيز البيئي (Niche) نفسـه؛ نظرًا لأن التنافـس بيـن النوعين على الحيز البيئي يؤدي في النهاية إلى تغلّب أحدهما على الآخـر وإزاحته مـن البيئة. وقد أجرى العالم جـاوس (Gause, 1934) مجموعة من التجارب على التنافس والوجود المشترك لنوعين من البراميسيوم "الكائن الطلائعي وحيد الخلية" هما: براميسيوم كوداتم P.caudatum، براميسيوم أوريليا P.Aurelia.

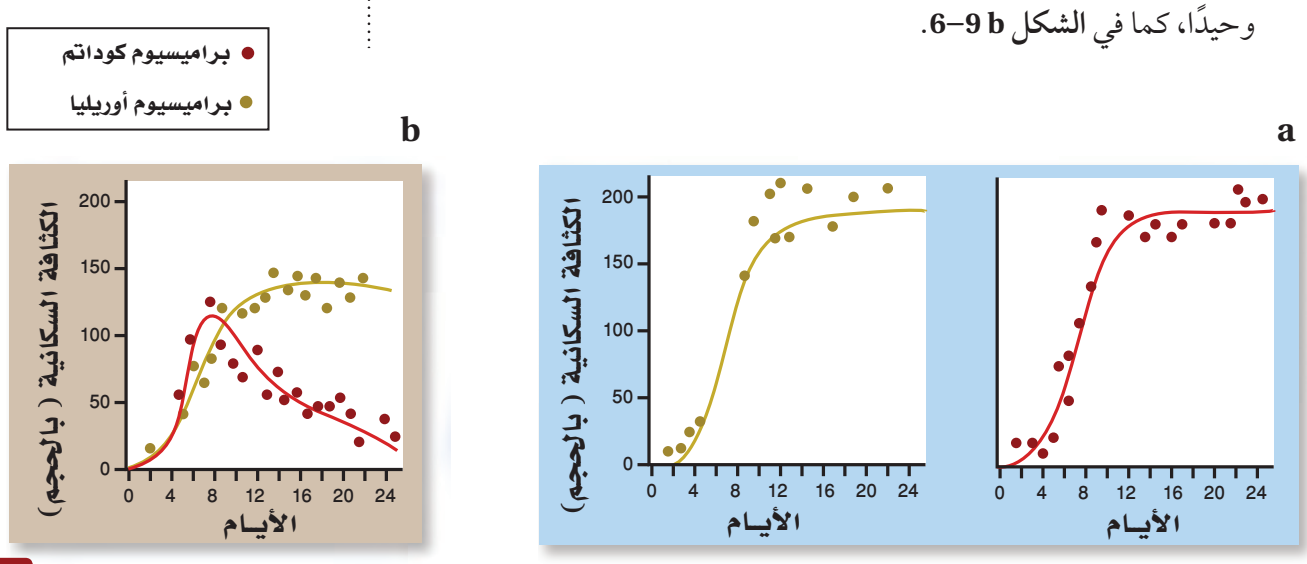
وتوصل من ذلك إلى النتائج الآتية:

1. عنـد زراعة أحـد النوعين وحده في أنابيب الزراعة (أي بـدون تنافس) نما متغذيًا على البكتيريا والخميرة التي تعيش في الوسط الغذائي، كما **الشكل a 9–6**.
2. عنـد زراعـة النوعيـن (براميسـيوم أوريليـا *P.Aurelia* وبراميسـيوم كوداتـم *P.caudatum*) معًا استطاع كلاهما أن يتكاثر في البداية، ولكن مع مرور الوقت أدى التنافـس إلى فوز براميسـيوم أوريليـا؛ حيث تزايدت أعداد هـذا النوع، بينما انخفضـت أعداد براميسـيوم كوداتم حتى اختفت تمامًا، تاركًا براميسـيوم أوريليا وحيدًا، كما في **الشكل b 9–6**.

■ **الشكل 9–6**

a. يوضـح نمـو نوعي البراميسـيوم بشـكل منفصل.

b. يوضـح تزايد أعـداد براميسـيوم أوريليا وانخفـاض أعـداد براميسـيوم كوداتم حتى اختفت تمامًا.



وقد وجد جاوس أن براميسيوم أوريليا يستطيع النمو أسرع من منافسه بستّ مرات؛ لأنه أكثر قدرة على استغلال المصادر المحدودة والمتاحة.

ومن هذه التجارب، كتب جاوس صيغة ما يسمى اليوم "مبدأ الإقصاء التنافسي"، الذي ينصّ على أنه: "لا يمكن أن يتعايش نوعان بصورة دائمة في حيز بيئي واحد".

وفي تجربة أخرى، تحدّى جاوس النوعَ الذي تم إقصاؤه في تجربته السابقة، وهو براميسيوم كوداتم، بنوع ثالث هو براميسيوم برساريا؛ لأنه توقع أن يتنافس هذان النوعان على البكتيريا بوصفها غذاءً، واعتقد أن أحدهما سيتغلب على الآخر في النهاية، مثلما حدث في التجربة السابقة، ولكن هذا لم يحدث، وبدلًا من ذلك، تعاش النوعان في أنبوب الزراعة معًا، وتقاسما مصادر الغذاء. وقد تم تفسير ذلك بأنه **تعايُش مشترك Coexistence** لهذين النوعين. ففي الجزء العلوي من أنبوب الزراعة، سيطر براميسيوم كوداتم؛ لأنه كان قادرًا بشكل أفضل على التغذّي على البكتيريا.

المفردات الجديدة

- التعايش المشترك
- Coexistence

تجربة 1 - 6

ديناميكية الجماعة

كيف نقيس ديناميكية جماعة من الخميرة؟ تعدّ الخميرة من الجماعات التي تواجه تغيّرات هائلة خلال فترة قصيرة نسبيًّا بسبب تكاثرها السريع. وفي هذه التجربة سيتم تزويد جماعة الخميرة بكمية من الغذاء، مع وضعها في بيئة مغلقة، بحيث لا يُسمح لمواد عضوية أخرى بالدخول أو الخروج من البيئة، وسيُسمح فقط للمواد غير العضوية – ومنها الغازات – بالتبادل مع البيئة الخارجية. ويمكن مراقبة تحركات جماعة الخميرة بقياس عكورة الخميرة بمقياس الألوان Colorimeter، وبحساب قيمة الامتصاصية للضوء أو نسبة النفاذية له التي تتناسب مع جماعة الخميرة في الوسط.

خطوات العمل

- اتبع إرشادات الأمن والسلامة التي يزودك بها معلمك قبل بدء التجربة.

1. حضّر الحاسوب والمقياس اللوني تبعًا لإرشادات معلمك.
2. سخّن 100 mL من الماء في كأس زجاجية سعتها 150 mL حتى درجة حرارة 40 درجة مئوية، ثم أضف ملعقة من الخميرة إلى الماء وحرّكها جيّدًا حتى تذوب تمامًا.
3. أذب ملعقة من السكر في محلول الخميرة، واتركه في درجة حرارة الغرفة.
4. حضّر عينة ضابطة بملء 3/4 أنبوبة صغيرة cuvette بماء مقطر.
5. استخدم جهاز القياس اللوني لجماعة الخميرة (عند بدء التجربة)، باتباع الخطوات التالية:

- احصل على 2.5 mL من عينة الخميرة من معلمك، ثم أضف 2.5 mL ماءً مقطّرًا في درجة حرارة الغرفة إلى العينة لتخفيفها إلى 50%.
- اخلط محلول الخميرة المخفف، ثم انقل 2.5mL منه إلى الأنبوبة الصغيرة cuvette وأحكم إغلاق الأنبوبة بالغطاء، وضعْ علامة أسفل الأنبوبة، واستخدم هذه الأنبوبة لأخذ القراءات على مدار (3) أيام.
- أصبحت التجربة جاهزة لأخذ القياسات وجمع بيانات امتصاصية الخميرة للضوء أو حساب نسبة نفاذية الضوء باستخدام مقياس اللون، وذلك باتباع الخطوات التالية:

a. اخلط الأنبوبة الصغيرة حتى تتخلص من جميع الفقاعات الهوائية على الجوانب الشفافة لها، ثم غطِّها بإحكام.
b. نشّف الأنبوبة من الخارج بورق تنشيف ثم ضعها في Colorimeter.
c. انتظر حتى تَثْبُت قراءة امتصاصية المقياس.
d. سجّل درجة الامتصاص في الجدول 1.

- سجّل قراءات الامتصاصية، على مدار (3) أيام، لكل من العينة الضابطة والتجريبية على السبورة تبعًا لتوجيهات معلمك، وتخلّص من أعلى وأقل قيمة، ثم خذ متوسط قراءات الامتصاصية المتبقية من مجموعات طلاب الصف.

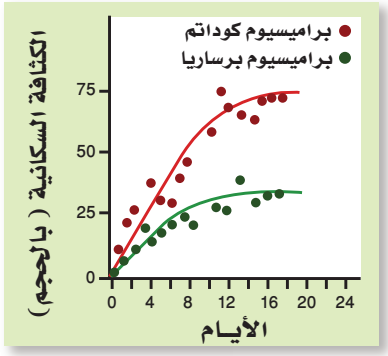
التحليل

1. **صِف** النتائج التي توصلت إليها.
2. ما الهدف من استخدام المقياس اللوني؟
1. **حدّد** مصادر الخطأ في التجربة.

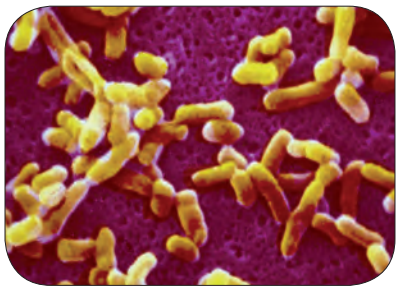
أما في الجزء السفلي من الأنبوب، فكان تركيز الأكسجين أقلّ، وذلك يُشجّع نمو الخميرة، فاستقر نوع براميسيوم برساريا؛ لأنه قادر على التغذّي بشكل أفضل على الخميرة. لقد كان للتعايش المشترك بين الكائنين تأثير سلبي، انظر **الشكل 10–6**؛ إذ إنه عندما نما هذان النوعان دون تنافُس، وصل كلاهما إلى كثافة أكبر بثلاث مرات منها عند نموّهما في وجود تنافُس.

ثالثًا- المرض وهو من العوامل التي تعتمد على كثافة الجماعة الحيوية. فتفشي الأمراض يحدث على نحو أسرع عندما يكثر أفراد الجماعة؛ لأن المرض ينتقل بسهولة من فرد إلى آخر؛ بسبب قُرب الاتصال بين أفراد الجماعة واستمراريته، ولهذا تنتشر الأمراض في الجماعة الحيوية بسهولة وبسرعة، وهذا ينطبق أيضًا على الإنسان والكائنات الأخرى من الحيوانات. ومن الأمثلة على الأمراض:

1. مرض الطاعون وهو مرض مُعدٍ يصيب الإنسان والحيوان، ويَنتج عن بكتيريا الطاعون *Yesinia Pestis*؛ وهي بكتيريا عصوية سالبة لصبغة جرام كما في **الشكل 11–6**. وتنتقل بكتيريا الطاعون من الفئران إلى الإنسان من خلال البراغيث التي تحملها الفئران المصابة، كما تنتقل عن طريق استنشاق الرذاذ المحمَّل بالبكتيريا، مما يُسبِّب الإصابة بمرض الطاعون. لقد كان مرض الطاعون أحد أكثر الأوبئة المدمرة للجماعة البشرية، فخلال الفترة بين عامي 1347–1351 قتل نحو ثلث سكان أوروبا، وحوالي 75 مليون شخص حول العالم، وكان له أثر كبير في نقص الجماعة البشرية في جميع أنحاء العالم.



الشكل 10–6 يوضح التعايش المشترك للنوعين براميسيوم كوداتم وبراميسيوم برساريا.



الشكل 11–6 بكتيريا الطاعون عصوية الشكل كما تبدو تحت المجهر.

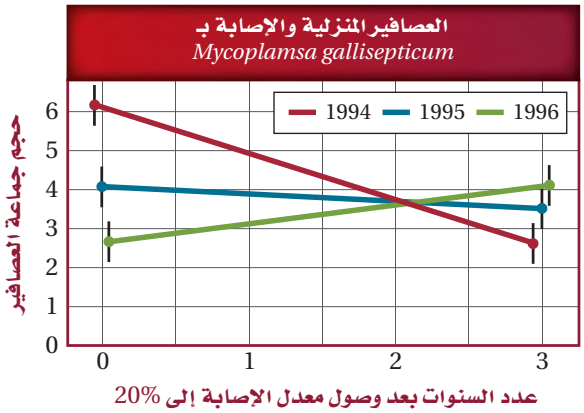
مختبر تحليل البيانات 1-6

بناءً على بيانات حقيقية

معرفة السبب والنتيجة

هل تؤثر الأمراض في حجم جماعة العائل؟ في عام 1994 ظهرت الأعراض الأولى لمرض خطير يصيب أعين العصافير، تسببه بكتيريا تسمى الفطرية المُتَنِتَة *Mycoplasma gallisepticum* تعيش في العصفور المنزلي (الحسون) الذي يوضع له غذاء في حدائق المنازل. فقام متطوعون بجمع البيانات مدة ثلاث سنوات مختلفة تتعلق بأعداد العصافير المصابة وعدد العصافير الكلي. وقد أظهر الرسم البياني الانتشار الواسع للعصافير المنزلية في المناطق التي وصل فيها معدل الإصابة إلى 20% على الأقل من أفراد جماعة العصافير المنزلية.

البيانات والملاحظات



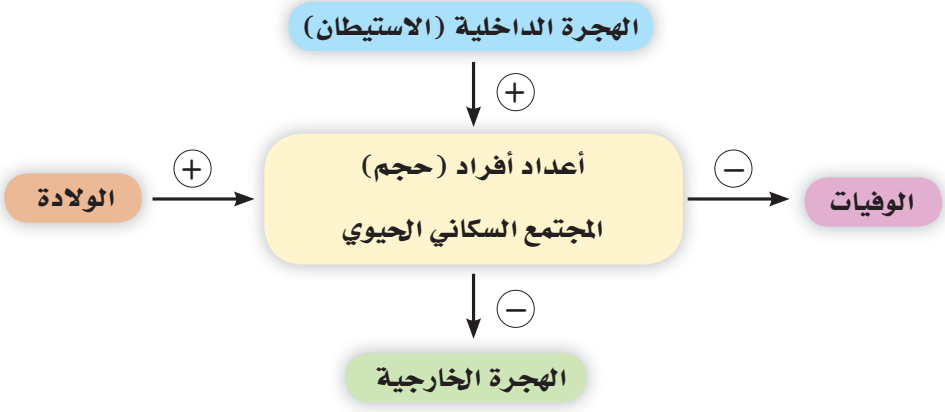
التفكير الناقد

1. **قارن.** استعمل الرسم للمقارنة بين البيانات في السنوات الثلاث.
2. **كون فرضيةً** تُبيّن سبب ثبات واستقرار أعداد العصافير المنزلية في عامي 1995 و1996؟
3. **استنتج.** هل يؤثر الطفيل *Mycoplasma gallisepticum* في تحديد حجم جماعات العصافير المنزلية؟ وضح ذلك.

أُخِذت البيانات في هذا المختبر من:
Gregory, R., et al. 2000. Parasites take control. *Nature* 406: 33–34

معدل نمو الجماعة Population growth rate

مـن أهم خصائـص الجماعة الحيويـة معدل نموهـا. ويوضح معدل نمـو الجماعة مقدار سـرعة نموها التي يدرسـها علماء البيئة. ولدراسـة معدل نمو الجماعة يجب معرفـة معدل المواليـد، ويُقصد به عدد مواليد الجماعة في فتـرة زمنية محددة، كما يجـب معرفة معـدل الوفيات؛ أي عدد الوفيات في الجماعـة في فترة زمنية محددة، انظر الشكل 12–6.

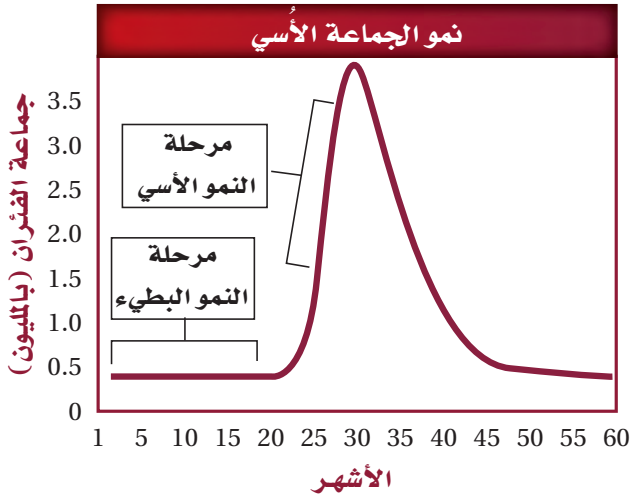


■ **الشـكل 12–6** العوامـل المؤثـرة في حجم الجماعة الحيوية.

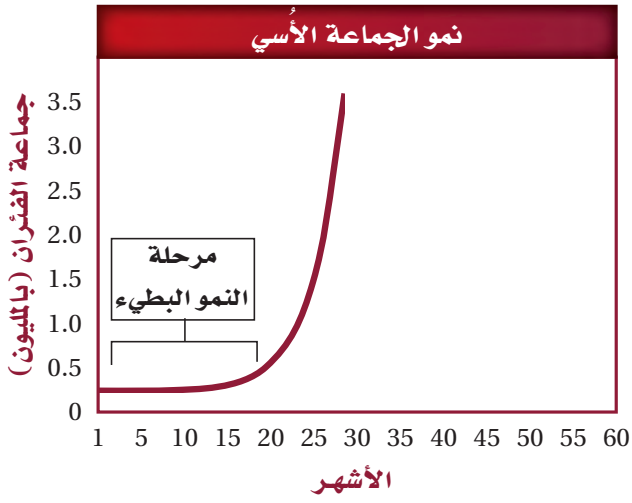
إن عدد الأفراد المهاجرين إلى الخارج أو إلى الداخل مهم أيضًا. والهجرة الخارجية مصطلـح يُسـتخدم للتعبيـر عن عدد الأفـراد الذين يغـادرون الجماعة، أمـا الهجرة الداخلية فمصطلح يُسـتخدم للتعبير عن عدد الأفـراد الذين ينضمّون إلى الجماعة، وتكـون الهجـرة الخارجية مسـاويةً للهجـرة الداخليـة تقريبًا في معظـم الحالات، لذلـك يُعدّ معدل الوفيات عاملًا مهمًّا في تحديد معدل نمو الجماعة. وتَظهر بعض الجماعـات بالحجم نفسـه تقريبًا من سـنة إلى أخرى، ويتباين حجـم بعضها الآخر اعتمـادًا علـى الظروف البيئية المحيطة. ولفهم أفضل لسـبب نمو الجماعات بطرق مختلفة يجب مراجعة منحنيين رياضيين لنمو الجماعة، هما: منحنى النمو الأُسـي، ومنحنى النمو النسبي.

منحنـى النمـو الأُسّـيّ Exponential growth curve يبيـن الشـكل 6–13 a كيفية نمـو جماعة مـن الفئران مع انعدام وجود عوامل محددة في بيئتها. افترض أن زوجًا مـن الفئران البالغة أنتج مجموعـة من الصغار، وأن الأبناء قادرة على التزاوج خلال شهر، وإنتاج أفراد جديدة، عندئذ سيدخل نمو الجماعة مرحلة جديدة؛ وهي مرحلة نمو بطيئة في البداية، تسـمى طور النمو البطيء Lag phase، ثم يتسـارع معدل نمو الجماعة؛ لازدياد مجموع الأفراد القادرة على التزاوج والإنجاب، وبعد عامين فقط من إجراء التجربة ستزداد جماعة الفئران لتصبح أكثر من ثلاثة ملايين فأر.

b



a

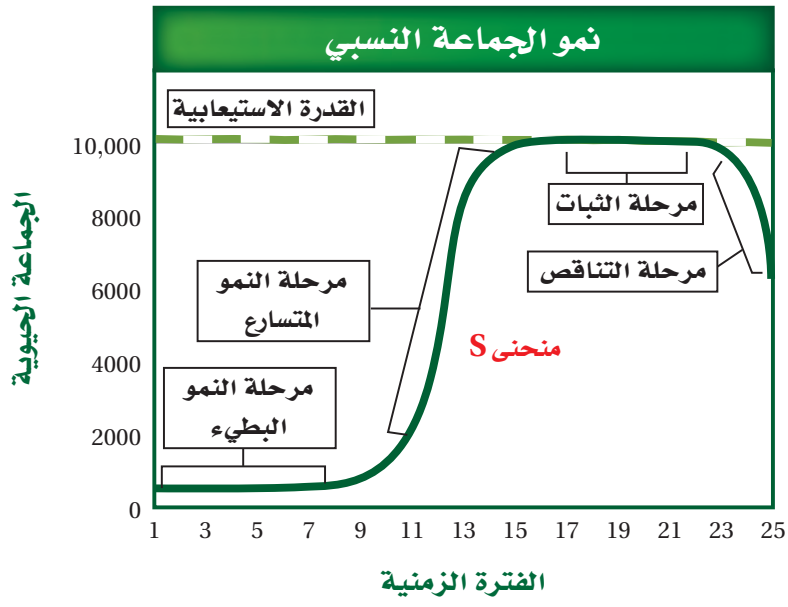


ادرس **الشكل b 13–6**، ستلاحظ أنه عندما يبدأ نمو الفئران بسرعة، فإن شكل الرسم البياني يصبح شبيهًا بحرف J، الذي يمثل النمو الأُسي، ويحدث هذا النمو عندما يتناسب معدل نمو الجماعة الحيوية طرديًّا مع حجمها.

وتنمو الجماعة الحيوية كلها نموًّا أسيًّا إلى أن تتعرض لبعض العوامل التي تؤثر فيها، ومن ذلك المرض أو المفترسات مثلًا، فتقل نموها، ومن المهم أن نلاحظ أن استخدام الموارد المتوفرة خلال طور النمو البطيء يكون أسيًّا؛ لذلك تصبح الموارد محدودة بسرعة، ويصبح نمو الجماعة أبطأ.

منحنى النمو النسبي S – Shaped curve تنمو العديد من الجماعات، كما في المنحنى الموضح في **الشكل 13–6**، أكثر من المنحنى المبين في **الشكل 14–6**.

■ **الشكل 13–6** عند تكاثر الفئران بِحُرّية فإن الجماعة الحيوية ستنمو أولا ببطء كما في (a) ثم يتسارع نموها لاحقًا وذلك لانعدام وجود عوامل محددة في بيئتها.
أما في الشكل (b) فيوضح تناقص نمو الجماعة الحيوية بسبب وجود عوامل محددة أدت إلى ذلك.
استنتج لماذا لا يستمر نُموُّ جماعة الفئران أو الجماعات الأخرى أُسّيًّا باستمرار.



■ **الشكل 14–6** عندما يكون نمو الجماعة على شكل حرف S، فإن هذا يمثل النمو النسبي؛ وفيه يتوقف مستوى الجماعة الحيوية عند نقطة محددة تسمى القدرة الاستيعابية.

ويتضمن النمو النسبي المراحل التالية:

1. **مرحلة النمو البطيء Lag phase**؛ حيث يكون نمو الجماعة بطيئًا، وتتكيّف الجماعة مع العوامل البيئية المتاحة.
2. **مرحلة النمو السريع Log phase**، تتميّز هذه المرحلة بزيادة معدل الولادات؛ نظرًا لقلة التنافس بين الأفراد، ووفرة الغذاء، ومن ثَمَّ يزداد عدد السكان كثيرًا.
3. **مرحلة الثبات Stationary phase**، عندها يتساوى معدل الوفيات مع معدل الولادات، ويتوقف حجم الجماعة عن الزيادة؛ بسبب عدم وفرة الغذاء وشدة التنافس، وتصل الجماعة عندئذٍ إلى القدرة الاستيعابية للبيئة التي تعيش فيها.
4. **مرحلة التناقص Decline phase**، تحدث عندما يتجاوز عدد الوفيات عدد المواليد؛ لأن الموارد تصبح غير متوفرة لدعم جميع الأفراد، ويؤدي ذلك إلى انخفاض عدد الجماعة إلى أقل من مستوى القدرة الاستيعابية؛ نتيجة موت أفرادها.

التقويم 1- 6

الخلاصة

- يدرس علم البيئة العلاقات المتبادلة بين الكائنات الحية وبينها وبين بيئاتها.
- تشمل مستويات تنظيم البيئة: الكائن الحي، الجماعة الحيوية، المجتمع الحيوي، النظام البيئي، المنطقة الحيوية، الغلاف الحيوي.
- تُحدِّد العواملُ الحيوية والعواملُ اللاحيوية شكلَ النظام البيئي، والجماعات الحيوية القادرة على العيش فيه.
- تتوزع الجماعات الحيوية بصورة عشوائية، أو منتظمة، أو تكتلية.
- تميل الجماعات إلى الاستقرار عندما تقترب من القدرة الاستيعابية لبيئتها.
- تضمّ العوامل المحددة لنمو الجماعات عوامل لا تعتمد على الكثافة، وعوامل تعتمد عليها منها: الافتراس، التنافس، المرض.
- الافتراس علاقة يحصل خلالها الكائن الحي على غذائه بأكله كائنًا حيًّا آخر.
- التنافُس علاقة تنشأ عندما يَستخدم أكثر من كائن حي المصادرَ الضرورية لاستمرار الحياة.
- التنافس نوعان: تنافُس بين أفراد النوع الواحد، وتنافُس بين أفراد الأنواع المختلفة.
- يَحدث التنافس الإقصائي عندما تشتدّ المنافسة بين الكائنات الحية، ويزيح أحدهما الآخر.
- يوضح منحنى النمو الأُسي، ومنحنى النمو النسبي فهمًا لنمو الجماعات الحيوية.

فهم الأفكار الرئيسة

1. **الفكرة الرئيسة** **قارن** بين كل من: مكان توزيع الجماعة، كثافتها، معدل نموها.
2. **لخّص** مفهومي القدرة الاستيعابية والعوامل المحددة.
3. **حلّل** أثر انتشار المرض في الجماعات الحيوية.
4. **لخّص** مفهوم التنافس الإقصائي.
5. **وضّح** كيف تؤثر الفرائس على حجم الجماعة السكانية للمفترس؟
6. **صف** مستويات التنظيم لكائن حي يعيش في المنطقة الحيوية التي تعيش فيها.
7. **ميّز** بين الموطن والإطار البيئي لكائن حي يعيش في مجتمعك الحيوي.

التفكير الناقد

8. **صمم** تجربة تحدد من خلالها ما إذا كانت ذبابة الفاكهة – حشرة صغيرة تتغذى على الموز – تنمو بحسب النموذج الأسّيّ أو النسبيّ.

الكتابة في علم الأحياء

9. **اكتب** مقالًا تصِف فيه كيف تؤثر حالة الطقس (ومن ذلك الجفاف) في جماعات الحيوانات التي تعيش في مجتمعك.

6-2

في هذا الدرس

معايير الأداء الرئيسة

13.5

معايير البحث والاستقصاء العلميّ

3.4–1.8–1.7–1.3

الأهداف

يتوقّع في نهاية الدرس أن يكون الطالب قادرًا على أن:

- **يوضح** كيف يمكن أن تؤثر الأنشطة البشرية في توازن النظام البيئي.
- **يصف** بأمثلة تأثير الإنسان في البيئة على المدى الطويل والقصير.
- **يميّز** بين التأثيرات طويلة المدى وقصيرة المدى.

الأهمية

للأنشطة البشرية آثار سلبية طويلة المدى، وقصيرة المدى على البيئة.

المفردات الجديدة

- التصحر • Desertification

إرشادات الدراسة

بطاقات سريعة اعمل بطاقات سريعة للمفردات في هذا القسم. استعمل البطاقات لمراجعة المفردات مع أحد الزملاء أو إحدى المجموعات الصغيرة.

تأثير الإنسان في البيئة

Human impact on the environment

الفكرة الرئيسة **تقلل بعض أنشطة الإنسان من التنوع الحيوي في الأنظمة البيئية، وتشير الدلائل الحالية إلى أن انخفاض التنوع الحيوي له آثار خطيرة طويلة المدى في الغلاف الحيوي.**

الربط مع الحياة يعتمد الإنسان في مصادر معيشته على دورات الطاقة والغذاء على الأرض؛ فكل ما يتعلق بالمأكل أو المشرب أو الملبس مصدره الأرض؛ حيثُ تمّ تطويع طاقة الأرض لتشغيل الأجهزة الكهربائية المختلفة، واستخدام المصادر النباتية المنتَجة من دورات الغذاء على الأرض في صناعة الملابس والورق. ونحن لا نستخدم دورات الأرض بل نُعَدّ جزءًا منها، إلا أن الإفراط في استخدام هذه المصادر، وزيادة إنتاج الفضلات والنفايات، يمكن أن يسببا خللًا في دورات الطاقة والغذاء على الأرض.

الأنشطة البشرية Human Activities

قد يؤدي تغييرُ الإنسان معالمَ سطح الأرض إلى تحديد حجم الجماعة الحيوية بشكل غير مقصود. فمثلًا، تلوُّث الهواء واليابسة والماء نتيجة أنشطة الإنسان المتنوعة قد يحد من كثافة الجماعات الحيوية؛ فتقلل الملوثات عدد الموارد المتوافرة؛ لأنها تجعل بعضها شديدة السّمية. وتترك الأنشطة البشرية تأثيرات طويلة المدى Long–Term، وأخرى قصيرة المدى Short–Term.

أولًا: التأثيرات الطويلة المدى Long term effects

هي تلك التأثيرات الناتجة عن تراكُم المواد الملوّثة في الطبيعة وعدم تحلُّلها، وتؤثر سلبًا في توازن النظام البيئي، وهي:

1. التصحّر Desertification يعدّ التصحر من أخطر المشكلات البيئية التي صنعها الإنسان. و**التصحر Desertification** هو تدهور عناصر الأنظمة البيئية، مما ينجم عنه تدني القدرة الإنتاجية لأراضيها، وتَحَوّلها إلى مناطق شبيهة بالمناطق الصحراوية؛ بسبب الاستغلال المكثف لمواردها من قِبل الإنسان، وسوء أساليب الإدارة التي يطبّقها، بالإضافة إلى التأثيرات السلبية للعوامل البيئية الأخرى غير الملائمة، خصوصًا عوامل المناخ الجفافية. ويحدث التصحر تبعًا للأسباب الآتية:

الشكل 15–6 التعرية أحد الآثار المترتبة على التصحر.

- إزالـة الغطـاء النباتـي، ومـن ذلـك الرعـي الجائـر لأراضـي المراعي، التوسـع السـكاني، قطْـع الأشـجار بغـرض الاسـتخدامات الصناعيـة، حرْق الأشـجار والشجيرات، إصابة الأشجار بالآفات والأمراض.
- التعريـة، حيـث تتعرض التربـة إلى التعريـة Erosion؛ وهـي عملية إزالـة التربة المفتتة بفعل الرياح والمياه، كما في **الشكل 15–6**.
- تَملُّـح التربة، حيث تزداد ملوحة التربـة، وتنخفض خصوبتها، وتتحول تدريجيًّا إلى تربة غير منتِجة، وتعود أسباب ذلك إلى استعمال كميات كبيرة من مياه الري تفـوق حاجة المحاصيل الزراعية. ومع مرور الزمن تترسـب الأملاح الذائبة في الماء على سطح التربة، كما يزداد تدريجيًّا عمق التربة المتأثرة بالأملاح.

ونتيجة للتصحر تظهر الآثار السلبية الآتية:

- انخفـاض إنتاجية الأنظمة البيئيـة الطبيعية أو الزراعية، ممـا يؤدي إلى انخفاض إنتاجية قطعان الماشـية وغيرها من الحيوانـات، ومن ثَمَّ انخفاض إنتاج اللحوم والحليب.
- نقْص رقعة أراضي الغابات والمراعي الطبيعية.
- إلحاق خسـائر هائلة تُثقل كاهل الاقتصاد، ومن ثَمَّ يؤثّر في المسـتوى المعيشي للأفراد والدول.
- اضطـراب الحياة البريـة، ومن ثَمَّ فقـدان الكائنات الحية موطنهـا وقدرتها على الحياة والتكاثر، فتتناقص أعدادها وينقرض بعضها.

الوعل

النمر العربي

العفري

الشكل 16–6 النمر العربي والعفري والوعل من الحيوانات المهددة بالانقراض، ومن أسباب ذلك الصيد الجائر.

المفردات الجديدة

- الصيد الجائر Over hunting

2. الصيد الجائر Over–hunting من العوامل التي تزيد سرعة الانقراض في الوقت الحاضر **الصيدُ الجائر Over hunting**؛ وهو الاستخدام الزائد للأنواع الحية التي لها قيمة اقتصادية. فمثلًا تم صيْد قطعان الوعل الكبيرة التي كانت تنتقل في المناطق الجبلية من الخليج العربية؛ للحصول على لحمها وجلدها لبيعه تجاريًّا، حتى وصلت إلى حافة الانقراض، كما كان صيدها نوعًا من الرياضة، وقُدِّر العدد المتبقي منها بما يقارب 300 وعل تقريبًا.

أما العفري (غزال دوركاس)، في **الشكل 16–6**، الذي كان يوجد في الخليج العربي بأعداد كبيرة، فيواجه الآن خطر الانقراض، ومن أسباب نقصان أعداده فقدانه موطنه البيئي، وصيده الجائر للحصول على فروه ولحمه. وأما النمر العربي المبين في **الشكل 16–6**، فهو مهدد بالانقراض لعدة أسباب، منها: فقدان موطنه البيئي، والصيد الجائر.

وأما الحيتان، كما في **الشكل 17–6** بأنواعها المختلفة، التي تعدّ من الحيوانات التي يُستفاد من لحومها وزيوتها، فقد بدأت أعدادها تتناقص بعد أن جعلها الصيادون هدفًا لصيدهم الجائر، ومن أنواعها: الحوت الأحدب الرمادي، الحوت الأزرق، الحوت ذو الرأس القوس، حوت العنبر.

ويشير العلماء إلى أن سرعة الانقراض التي نواجهها اليوم تختلف عن الانقراض الجماعي في الماضي، فسرعة الانقراض الحالية هي نتيجة أنشطة نوع واحد من الكائنات الحية هو الإنسان.

ماذا قرأت؟ وضّح مصطلح الصيد الجائر وعلاقته بانقراض الأنواع.

3. إزالة الغابات Deforestation للغابات أهمية كبيرة، ليس لأنها موطن للحياة البرية؛ ولكن لأنها تعد موردًا ضروريًّا للإنسان أيضًا؛ فالخشب، والورق، والكرتون تُصنع جميعها من الأشجار، كما أن الوقود المستخدم في الطهي والتدفئة، وكذلك الدهون والزيوت والصموغ المستخدمة في التصنيع،

الشكل 17–6 تواجه الحيتان خطر الانقراض نتيجة الصيد الجائر.

الشكل 18–6 تعد هذه الغابة التي أزيلت أشجارها كارثة بيئية كبيرة.

مصدرها الأشجار، إضافة إلى أن كثيرًا من الأدوية المستخدمة في علاج الناس من العديد من الأمراض، تُصنّع من مواد مستخرجة من النباتات والحيوانات التي تعيش في تلك الغابات، وتُسهم الغابات أيضًا في المحافظة على التوازن بين غازي ثاني أكسيد الكربون والأكسجين في الجو، كما تسهم في ترطيب درجة حرارة الجو، وفي الحفاظ على التوازن المائي، ومنع التربة من الانجراف، وغيرها من الفوائد. وغالبًا ما تتم إزالة الغابات بقطعها أو حرقها أو محوها بالكامل، مما أدى إلى حدوث كارثة بيئية كبيرة أسهم فيها الإنسان، انظر **الشكل 18–6**. وتحدث إزالة الغابات للأسباب الآتية:

- احتياج العالم إلى أخشاب الأشجار في الصناعة.
- الحاجة المتزايدة لصناعة الورق.
- إزالة الأشجار للزراعة والرعي.
- بناء شبكات الطرق.
- استخدام الخشب في التدفئة وصناعة الفحم النباتي.

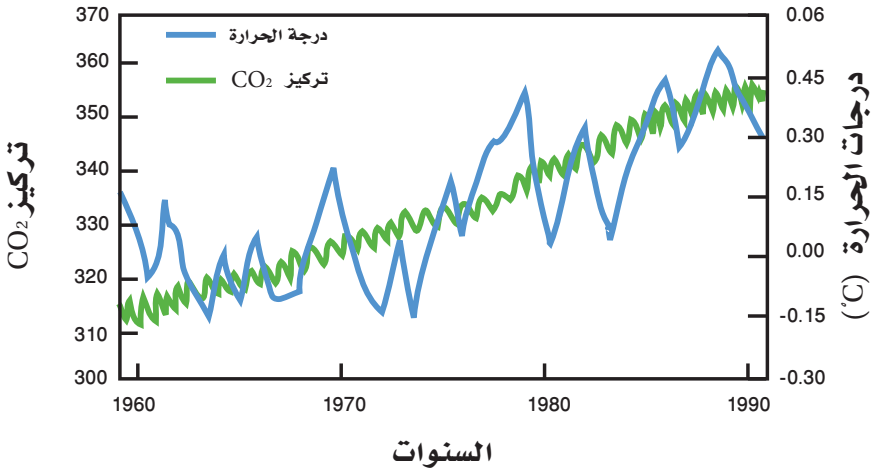
ونتيجة لإزالة الغابات تظهر الآثار السلبية الآتية:

- انجراف التربة؛ نتيجة زيادة عوامل التعرية، وانقراض الأشجار الصنوبرية التي تسهم في حماية التربة.
- فقدان التربة خصوبتها، وقلّة قدرتها على الاحتفاظ بالماء.
- نقصان تغذية المياه الجوفية، وزيادة الفيضانات.
- انقراض بعض حيوانات الغابة، مما يؤدي إلى الإخلال بطبيعة النظام البيئي الخاص بالغابات.

4. الاحتباس الحراري وتأثير البيوت الزجاجية

Global warning and The green houses effect

يحتوي الغلاف الجوي الطبيعي على جزيئات ثاني أكسيد الكربون (CO_2)، التي تؤدي دورًا مهمًّا في حفْظ الغلاف الحيوي biosphere عند درجة حرارة تدعم الحياة على الأرض. ويرتفع مستوى CO_2 في الغلاف الجوي وينخفض بشكل طبيعي بوصفه جزءًا من دورات المناخ على الأرض. وقد وجد العلماءُ علاقةً بين تغيُّر متوسط درجة الحرارة العالمي ومستويات CO_2، انظر **الشكل 19–6**، وتعدّ مستويات CO_2 المرتفعة نموذجية لفترات دفء الأرض، أما المستويات الدنيا منه فترتبط بالمناخ البارد، مما يؤدي في النهاية إلى فترات يكون فيها المناخ شديد البرودة، كما في العصور الجليدية.

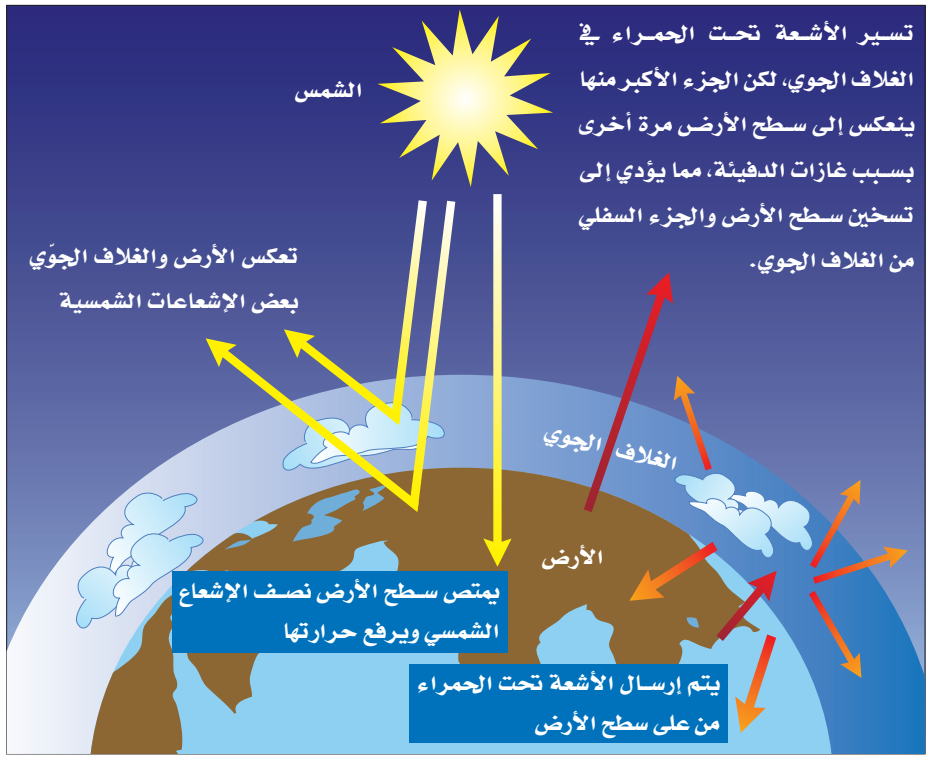


■ **الشكل 19–6** يوضح الشكل العلاقة بين زيادة مستويات CO_2 وارتفاع متوسط درجات الحرارة عالميًّا.

المفردات الجديدة

- الاحتباس الحراري
- Global warming

الاحتباس الحراري Global warming يُعرف **الاحتباس الحراري Global warming** بأنه الارتفاع التدريجي في درجة حرارة الطبقة السفلى من الغلاف الجوي القريبة من سطح الأرض (طبقة الستراتوسفير)؛ بسبب زيادة انبعاث غازات البيوت الزجاجية (الغازات الدفيئة)؛ أي زيادة مستويات غازات (CO_2، بخار الماء، الميثان). ولهذه الغازات دور مهم في حفْظ البيئة لتكون مناسبة للعيش فيها؛ إذ تكون بمنزلة عوازل، تعمل على امتصاص الأشعة تحت الحمراء المعاد إشعاعها من سطح الأرض. وتسمى هذه العملية **تأثير البيت الزجاجي green house effect**، ويوضحها **الشكل 20–6**.



■ **الشكل 20–6** يسخن سطح الأرض بفعل تأثير البيت الزجاجي. وتقلل بعض غازات الغلاف الجوي ومنها بخار الماء كمية الطاقة التي تفقدها الأرض نحو الفضاء. كما يعد غازا ثاني أكسيد الكربون والميثان من الغازات المهمة في ظاهرة البيت الزجاجي (الدفيئة).

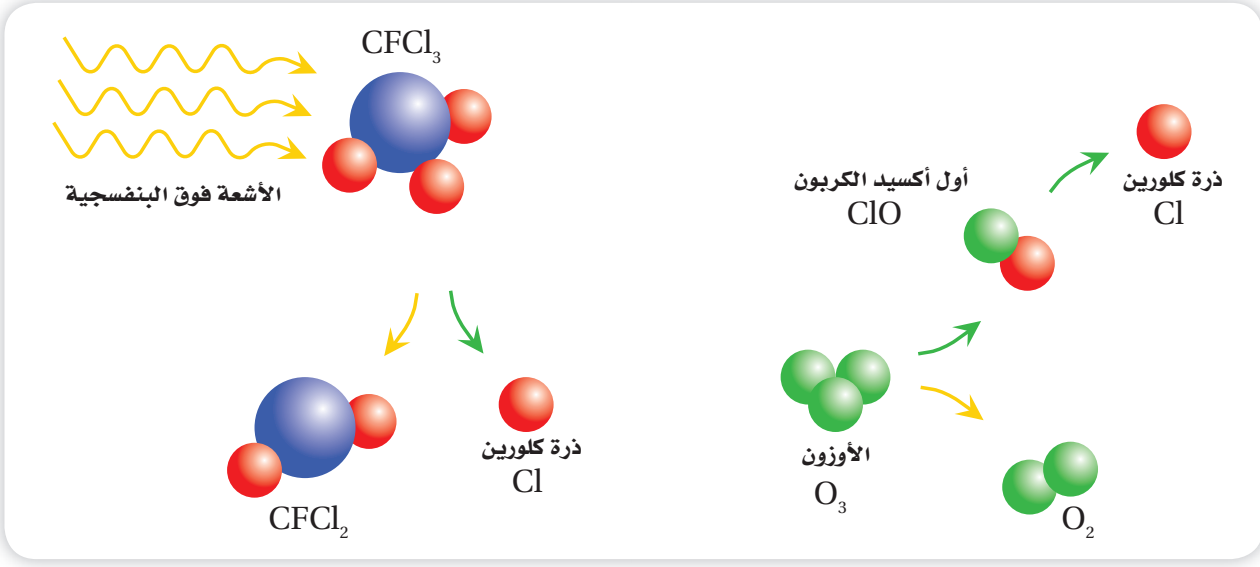
ويرى العلماء أن زيادة انبعاث الغازات الدفيئة (غازات البيت الزجاجي) في الجو ناتجة عن عدة عوامل؛ منها الطبيعية، ومنها غير الطبيعية، وذلك كالتالي:

- **العوامل الطبيعية**: تؤدي إلى حدوث تغيرات مناخية، ومنها: الانفجارات البركانية، والتغير في مكونات الغلاف الجوي.
- **العوامل غير الطبيعية**: تَنتج عن النشاطات الإنسانية المختلفة، ومنها: قطْع الأعشاب، وإزالة الغابات، واستعمال الإنسان الطاقةَ والوقودَ الأحفوريَّ (النفط، الفحم، الغاز)، فتزيد معدلات CO_2 في الجو، مما يؤدي إلى زيادة درجة حرارة الجو (الاحتباس الحراري)، وكأن الإنسان يعيش في بيت زجاجي.

ماذا قرأت؟ وضّح مفهوم تأثير البيت الزجاجي.

تآكل طبقة الأوزون Depletion of Ozone layer يتشكل الأوزون عندما يتفاعل أكسيد النيتروجين (NO_2) مع الأكسجين (O_2) الموجود في الغلاف الجوي، وخلال هذا التفاعل ينتقل أحد جزيئات الأكسجين المكونة لجزيء NO_2 إلى جزيء O_2 مكوِّنًا الأوزون (O_3)، الذي يميل إلى البقاء قريبًا من سطح الأرض، خصوصًا في الأجواء الباردة،حيث يمكن أن يسبب الضرر لصحة الإنسان والكائنات الحية الأخرى.

وتعدّ طبقة الأوزون من أهم طبقات الغلاف الجوي التي تحمي الكرة الأرضية من الأشعة فوق البنفسجية المنبعثة من الشمس، وتكون على بُعد يتراوح بين 17–25 كيلومترًا من سطح الأرض.

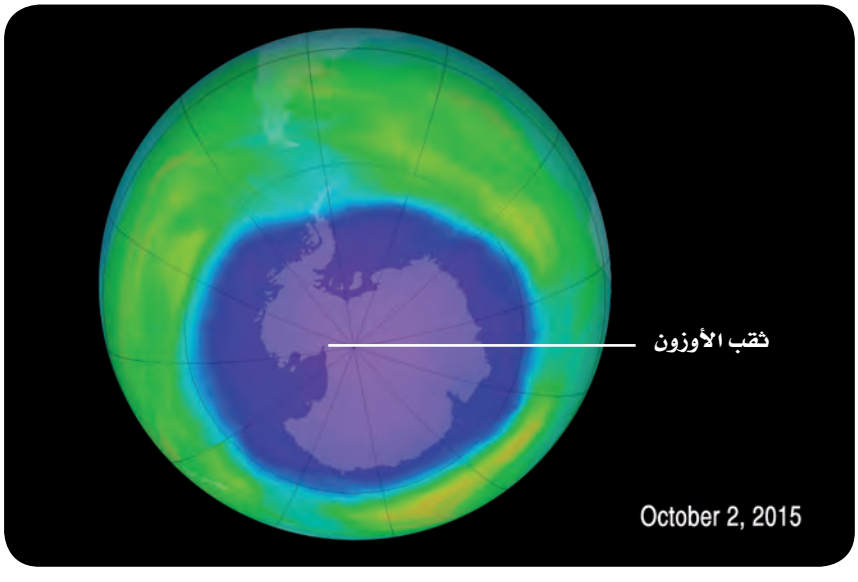


■ **الشكل 6–21** يوضح الشكل تفاعُل طبقة الأوزون مع مركب الكلوروفلوروكربون في طبقة الستراتوسفير في الغلاف الجوي.

وفي عام 1970، كشفت صور الأقمار الاصطناعية عن اضمحلال هذه الطبقة، وهذا عائد إلى تراكم مركب كلوروفلوروكربون (CFC's)؛ وهو مركب كيميائي ضار، يُستخدم في العديد من الصناعات، وأهمها صناعة التبريد والتكييف.

ويتفاعل الكلورين الموجود في هذا المركب مع طبقة الأوزون مكونًا أكسيد الكلورين، انظر **الشكل 6–21**، كما أن جزيئين من هذا المركب يكوِّنان بيروكسيد الكلورين، الذي يتفاعل في وجود ضوء الشمس فيفكك البيروكسيد إلى ذرات كلورين وجزيئات أكسجين. وقد ازداد اضمحلال هذه الطبقة من جانب القارة القطبية الجنوبية (أنتاركتيكا)، وامتدّ ذلك إلى قارتي أستراليا وأمريكا الجنوبية. انظر **الشكل 6–22** ونتيجة لتآكل طبقة الأوزون تزداد كمية الأشعة فوق البنفسجية التي تصل إلى الأرض، مما يزيد احتمال إصابة الإنسان بسرطان الجلد.

ماذا قرأت؟ **كيف** تتكوّن طبقة الأوزون؟



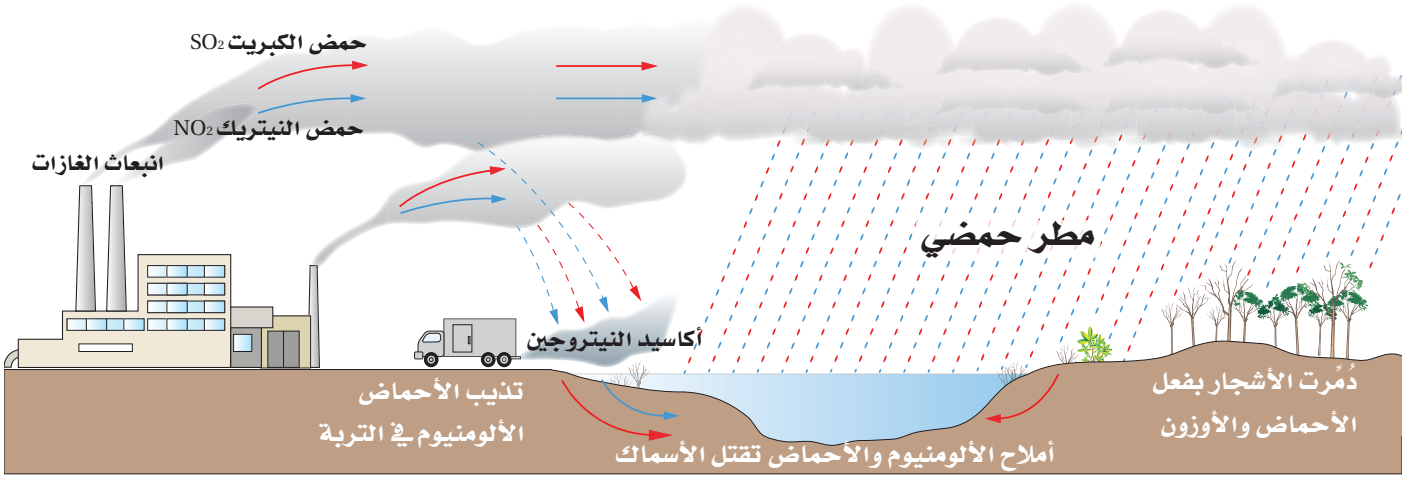
■ **الشكل 6–22** صورة من الأقمار الاصطناعية توضح تآكل طبقة الأوزون فوق القطب المتجمد الجنوبي في عام 2015.

5. التلوث pollution يوصف التلوث بأنه عملية إضافة أي عامل غير مرغوب فيه Pollutant، إلى الهواء أو الماء أو التربة.

ويمكن أن يكون التلوث على شكل جسيمات مجهرية في الهواء، أو فضلات ناتجة عن المصانع أو عن الصرف الصحي، إلا أن تراكم تلك التأثيرات على مر الزمن يُعطِّل وظيفة الأنظمة البيئية. ومن الأمثلة على التلوث:

1. **المبيدات Pesticide** تؤدي المبيدات – ومنها D.D.T – دورًا مهمًّا في حماية المحاصيل والسيطرة على ناقلات الأمراض، لكنها تُعدُّ سامة في مجموعها؛ حيث تؤثر مادة D.D.T في الجهاز العصبي والكبد في الإنسان، وتزيد إمكانية حدوث السرطانات، وتَعوق نمو الأجنّة، وتُقلِّل الخصوبة، كما تؤثر أيضًا في مكونات النظام البيئي؛ حيث تنتقل من الهواء والتربة إلى المسطحات المائية، ثم تدخل إلى أجسام الكائنات الحية عند شرْب الماء، أو عند أكْل كائنات حية أخرى تحتوي على المواد السامة، فيزداد تركيزها وتراكُمها في أنسجة الكائنات الحية.
2. **النفايات المشعّة Radioactive wastes** وتعدّ أحد أخطر أنواع التلوث، وهي النفايات الناتجة عن المفاعلات النووية، ويكمن خطر النفايات المشعّة – سواء الناتجة عن الأغراض العسكرية، أو عن محطات القوى النووية – في أثرها المباشر في مكونات البيئة كافة؛ فلا يمكن تركها مكشوفة في العراء، انظر **الشكل 23–6**، وأيضًا قد يؤدي دفنها في باطن الأرض إلى تلوُّث المياه الجوفية وغيرها من الأضرار، وتتم محاولات للتخلص من النفايات المشعة والسامة بدفنها في البلدان الصغيرة والفقيرة، كما حدث في المحيط الهادي وغيره، ويأتي خطر العناصر المشعة من انتقالها من الوسط الذي توجد فيه إلى الكائنات الحية النباتية والحيوانية، مع زيادة التركيز في كل حلقة من حلقات السلسلة الغذائية؛ أي أنها ذات صفة تراكمية.

■ **الشكل 23–6** يوضح كيفية حفظ النفايات المشعة في محطات القوى النووية.



■ **الشكل 24–6** يوضح تكوُّن المطر الحمضي الناتج عن التلّوث الصادر من المصانع والمنازل.

المفردات الجديدة

- المطر الحمضي • Acid rain

3. **المطر الحمضي Acid rain** أصبحت المواد الكيميائية الناتجة عن احتراق الوقود ومخلفات المصانع والمداخن ووسائل النقل جزءًا من النظام البيئي، ومن ثَمَّ أدّت إلى تغيير الدورات الطبيعية، وتكوين **المطر الحمضي Acid rain**؛ وهو نوع من الهطول (المطر) يَنتج عندما تتفاعل أكاسيد النيتروجين NO_2 NO_3، وأكاسيد الكبريت SO_3، SO_2 التي تنبعث في الهواء نتيجة عمليات احتراق الوقود ومخلفات المصانع ووسائل النقل، ويؤدي إطلاق هذه الأكاسيد في الهواء إلى تفاعلها مع بخار الماء، وبذلك يتكون حمضا الكبريتيك H_2SO_4 والنيتريك HNO_3، وهو ما يجعل درجة الحموضة (pH) لماء المطر أقل من المستوى الطبيعي؛ أي أقل من (5)، لذا يصبح المطر حمضيًّا، ومن ثم تسقط هذه الأحماض على سطح الأرض في صورة مطر، ومطر متجمد، وثلج، وضباب، فتصل درجة حموضة الماء إلى ما دون 5، انظر **الشكل 24–6**، ونتيجة للأمطار الحمضية تَظهر الآثار السلبية الآتية:

- تُؤثر الأمطار الحمضية في درجة حموضة التربة، فمعدل pH الطبيعي للتربة هو 6.5، وهي الدرجة التي تضمن وجود العناصر الضرورية فيها، ولكن عندما تقلّ درجة حموضتها عن المعدل الطبيعي، وقد يؤثر في العناصر الضرورية في التربة ومنها: البوتاسيوم، الماغنسيوم، الكالسيوم، والمواد المغذية، فيُحرَم النبات من هذه المواد المغذية، ويدمّر الحمض أنسجة النبات ويقلل نموها.
- تؤثر الأمطار الحمضية في البحيرات، والأنهار، والجداول، فيموت كثير من الكائنات الحية التي تعيش فيها، خصوصًا الأسماك والضفادع، كما في **الشكل 25 a–6**.
- تؤثر الأمطار الحمضية في نوعية مياه الشرب؛ إذ يمكن أن تغسل الأمطار الحمضية أو تذيب المعادن من التربة، وتَحملها إلى مياه: البحيرات، والأنهار، والمياه الجوفية.

a

نفوق الأسماك

b

تلف المباني الأثرية

- يـؤدي المطر الحمضي إلـى تَلَف كثير من المباني وتغييـر ألوانها، وتآكل المعـادن المسـتخدمة فـي بنـاء الجسـور والمنشـآت الصناعيـة. انظـر **الشكل b 25 –6**.

التأثيرات القصيرة المدى Short term effects

وذلـك حيـن تكـون الملوثات قابلـة للتلاشـي والتحلـل Biodegradable، عندها يكون تأثير الإنسـان مباشـرًا وعلى المدى القصيـر، ومن الأمثلة على ذلك:

مياه الصرف الصحي Sewage water

تُعـرَف ميـاه الصرف الصحي بأنهـا المياه الناتجة عن اسـتخدام المجتمعات البشرية، وتقسم إلى:

- مياه الصرف الصحي الناتجة من الاستعمال المنزلي، وتشمل: المخلّفات البشرية، مياه الغسيل، وكل ما يَذهب إلى أنابيب الصرف من استعمالات منزلية.
- مخلّفـات اسـتعمالات ميـاه المصانـع، وتشـمل: الزيـوت والأحماض، المخلّفات النباتية والحيوانية.
- الميـاه الأرضية السـطحية ومياه الأمطار التي تتسـرب إلـى نظام الصرف الصحي.

وتعـدّ ميـاه الصـرف الصحي مياهًـا ملوّثـة، تصبّ في ميـاه الأنهـار والبحار والمحيطـات، كمـا فـي **الشـكل 26–6**، وتحتـوي علـى مواد عضويـة وغير عضويـة وفضـلات، وتؤثر تأثيرًا مباشـرًا في الكائنـات الحيـة المائية، ومنها الأسماك والعوالق النباتية، كما تتلوث مياه الأنهار بالبكتيريا المرضية (ومنها بكتيريا التيفوئيد)، والأوليات (ومنها الملاريا، والبلهارسيا).

■ **الشـكل 25–6** يؤثـر المطـر الحمـضي عـلى المبـاني الأثريـة، ويـؤدي إلى مـوت الكثـير مـن الأسماك، إذا كان تركيزه عاليًا.
صِفْ كيف يتكون المطر الحمضي.

■ **الشـكل 26–6** تصب مياه الصرف الصحي في الأنهار، فتقضي على مساحات واسعة من العوالق.

الشكل 27–6 تؤدي زيادة نمو الطحالب إلى اختناق الكائنات الحية الأخرى التي تعيش تحت الماء.

المفردات الجديدة

- الإثراء الغذائي
- Eutrophication

الإثراء الغذائي Eutrophication أحد أشكال التلوث يسمى الإثراء الغذائي؛ حيث يدمّر المَواطن البيئية تحت المائية التي تعيش فيها الأسماك وأنواع أخرى من المخلوقات الحية. ويَظهر **الإثراء الغذائي Eutrophication** عندما تتدفق الأسمدة، وفضلات الحيوانات والمجاري، والمواد الأخرى الغنية بالنيتروجين والفسفور، إلى الممرات المائية، مما يؤدي إلى نمو الطحالب بكثرة، كما هو مبين في **الشكل 27–6**، التي تستهلك الأكسجين في أثناء نموها السريع، وكذلك بعد موتها خلال عملية التحلل، فتختنق الكائنات الحية الأخرى التي تعيش تحت الماء، وفي بعض الحالات تُفرِز الطحالب سمومًا تلوّث الماء الذي تحتاج إليه الكائنات الحية الأخرى. وعلى الرغم من أن عملية الإثراء الغذائي تحدث بصورة طبيعية، إلا أن نشاط الإنسان زاد معدلات حدوثها. ونتيجة الإثراء الغذائي تظهر الآثار السلبية الآتية:

- النمو الزائد للنباتات المائية والطحالب.
- التقليل من جودة المياه، وجعلها غير صالحة لعيش الأحياء المائية.
- التسبب في روائح كريهة ومنفّرة للكائنات الحية.
- توفير مأوى لتجمُّع كمية كبيرة من الحشرات الضارة.

التقويم 2- 6

الخلاصة

- أنشطة الإنسان لها آثار طويلة المدى وأخرى قصيرة المدى، تؤدي إلى الإخلال بالتوازن البيئي.
- التصحر أحد أخطر المشكلات البيئية التي صنعها الإنسان.
- إزالة الغابات يؤدي إلى كارثة بيئية كبيرة يتسبب فيها الإنسان.
- يؤدي الاحتباس الحراري إلى زيادة معدل درجة الحرارة على سطح الأرض.
- للأمطار الحمضية تأثير على مياه البحيرات والأنهار والجداول وفي التربة وتسبب أضرارًا بالغة في الكائنات الحية والمنشآت.
- يؤدي الإثراء الغذائي إلى اختناق الكائنات الحية التي تعيش تحت الماء.

فهم الأفكار الرئيسة

1. الفكرة الرئيسة **وضِّح** ثلاث طرق يهدد بها الإنسان البيئة.
2. **اختر** أحد الآثار التي يهدد بها الإنسان البيئة، واقترح طريقة واقعية يمكن من خلالها الحفاظ على البيئة.
3. **صِف** عملية التصحر.
4. **اذكر** مسببات الإثراء الغذائي.
5. **اذكر** الآثار الناجمة عن الاحتباس الحراري؟
6. **وضّح** الأضرار الناتجة عن الأمطار الحمضية؟
7. **وضّح** كيف تؤثر المبيدات على النظام البيئي؟

التفكير الناقد

8. أجرِ مسحًا في مجتمعك تحدد من خلاله خمسة أخطار – على الأقل – تواجه البيئة، واقترح طرقًا للمحافظة على البيئة.
9. الكتابة في علم الأحياء

اكتب تقريرًا قصيرًا يفسّر توجّه الدولة للحد من عملية الصيد الجائر.

مستجدّات في علم الأحياء

العواصف الرملية Dust storm

رياح عاصفة محملة بذرات ترابية وغبار من قشرة الأرض السطحية المفككة. وتعد العواصف الرملية من الكوارث الطبيعية التي تخلّف الكثير من الحوادث، وهي ظاهرة شائعة تحدث في الكثير من بقاع العالم الصحراوية، ومنها شبه الجزيرة العربية. وتحدث العاصفة الرملية عند توافر شرطين؛ أولهما التربة الجافة المفككة العديمة الغطاء النباتي. وثانيهما سرعة الرياح. وقد يصل ارتفاعها أحيانًا إلى عدة مئات من الأمتار وعرضها إلى عشرات أو مئات الكيلومترات، وتختلف درجة تركيزها بحسب جهة القدوم وسرعة الرياح وجفاف مصدر الأتربة.

متى تتحرك الرمال؟

كلما كانت الرياح سريعة قلت قدرة الرمال على المقاومة؛ فإذا وصلت الرياح إلى السرعة الحرجة تحركت حبات الرمل، وتطايرت بسرعة الرياح، وخصوصًا إذا كانت حبات الرمل صغيرة الحجم. وكلما ازدادت سرعة الرياح حملت معها كميات أكبر وأحجامًا أكبر من الرمال، حتى تصبح عاصفة رملية خطيرة، تأخذ دورها في النمو بشكل كامل (مرحلة الصبا، ومرحلة النضج، ومرحلة الشيخوخة).

الأثر البيئي

العواصف الرملية لها دور كبير في تغيير الطقس من حال إلى أخرى؛ فهي تحجب أشعة الشمس جزئيًا أو كليًا، فتمنع وصولها إلى سطح الأرض، مما يؤدي إلى انخفاض في درجة الحرارة بشكل ملحوظ. وهي تقوم بحمل الرقائق الصلبة التي تشكل أنوية تتجمع حولها ذرات الماء حين تتكثف السحب.

ومن حكمة الله تعالى ورحمته بعباده ومخلوقاته أن فترة العاصفة الرملية قصيرة. ولو افترضنا أن استمرار العاصفة الرملية أسابيع لبردت الأرض بشكل تدريجي؛ لأن مصدر الحرارة (الشمس) قد حُجب تمامًا، ومن ثم تستنفد الأرض حرارتها المكتسبة من الشمس يومًا بعد يوم، ثم تتجمد، فيهلك الزرع والحيوان، وربما الإنسان.

وتحدث العواصف الرملية في أي وقت في السنة فوق أراضي شبه الجزيرة العربية إذا توافرت شروطها، إلا أنها تزداد في فصل الربيع وأوائل فصل الصيف بسبب ظاهرة عدم استقرار الطقس التي تمر بها أجواء شبه الجزيرة العربية. ومن الناحية الصحية تسبب هذه العواصف التهابات المسالك التنفسية لدى المرضى الذين يعانون من الربو وحساسية الأنف والصدر، والأطفال.

والعواصف الرملية آية من آيات الله سبحانه وتعالى، يخوف بها عباده، ويحيي بها القلوب الميتة. قال تعالى: ﴿ وَأَمَّا عَادٌ فَأُهْلِكُوا بِرِيحٍ صَرْصَرٍ عَاتِيَةٍ ﴿٦﴾ ﴾ سورة الحاقة.

وكان صلى الله عليه وسلم إذا اشتدت الريح يسأل الله تعالى خيرها وخير ما أرسلت به، ويستعيذ من شرها وشر ما أرسلت به.

مختبر الأحياء

تأثير الأمطار الحمضية في نمو النبات

الخلفية النظرية: **يؤدي سقوط الأمطار الحمضية على البحيرات إلى تغيير الرقم الهيدروجيني لمياهها، ويترتب على ذلك موت أعداد كبيرة من الكائنات الحية البحرية، كما يدمّر المطر الحمضي الغابات من خلال تأثيره في الأوراق والجذور.**

سؤال: كيف يوثر المطر الحمضي في النباتات؟

المواد والأدوات

- سماد
- 5 أوعية نباتية
- قفازات
- 5 محاليل مختلفة من حمض الكبريتيك
- بذور بازلاء
- ماء نقي
- قطارات

احتياطات السلامة

- اتّبع إرشادات الأمن والسلامة التي يزوّدك بها معلمك قبل بدء التجربة.

خطوات العمل

مجموعة (1): لتر ماء نقي

1. حضّر وسطًا نباتيًّا وذلك بوضع كمية من تربة زراعية في وعاء.
2. ضع في الوعاء 2–5 بذور بازلاء.
3. اسْقِ البذور بماء نقي، وداوِمْ على ذلك عدة أسابيع.

مجموعة (2): لتر ماء وإضافة قطرتين من حمض الكبريتيك.

4. كرر الخطوتين 1 و2.
5. اسْقِ البذور بماء مضاف إليه قطرتان من حمض الكبريتيك، وداوِمْ على ذلك عدة أسابيع.

مجموعة (3): لتر ماء وإضافة 4 قطرات من حمض الكبريتيك.

6. كرر الخطوتين 1 و2.
7. اسْقِ البذور بماء مضاف إليه 4 قطرات من حمض الكبريتيك، وداوم على ذلك عدة أسابيع.

مجموعة (4): لتر ماء وإضافة 6 قطرات من حمض الكبريتيك.

8. كرر الخطوتين 1 و2.
9. اسْقِ البذور بماء مضاف إليه 6 قطرات من حمض الكبريتيك، وداوم على ذلك عدة أسابيع.

مجموعة (5): لتر ماء بإضافة 8 قطرات من حمض الكبريتيك.

10. كرر الخطوتين 1 و2.
11. اسْقِ البذور بماء مضاف إليه 8 قطرات من حمض الكبريتيك، وداوم على ذلك عدة أسابيع.
12. ضع الأوعية الخمسة في المكان نفسه، وزوّدها بالكمية نفسها من الضوء.

ملاحظة: استخدم الكمية نفسها من الماء في المجموعات الخمس.

13. راقِب نمو النبات في المجموعات الخمس، وسجّل ملاحظاتك ونتائجك.
14. **التنظيف والتخلص من الفضلات:** نظّف مكان عملك، وتخلّص من المواد الكيميائية وغيرها بحسب إرشادات معلمك، ثم اغسل يديك بعد الانتهاء من العمل.

حلّل ثم استنتج

1. **حلل** ما المتغيرات التابعة، والمستقلة، والثابتة في التجربة؟
2. كيف يبدو تأثير المطر الحمضي في النبات؟

تواصل ببياناتك

مراجعة اعرض بياناتك على زملائك، ثم ناقش معهم ما عرضته وما عرضوه، واستفِد من ملاحظاتهم في الصف.

6 الخلاصة

المطويات اعمل مطوية تساعدك على فهم العلاقات البيئية وديناميكية الجماعات.

المفردات	المفاهيم الرئيسة

6-1 ديناميكية الجماعة الحيوية

علم البيئة
الغلاف الحيوي
الموطن
الحيز البيئي
الافتراس
التنافس
التنافس بين الأنواع
التنافس الإقصائي
التعايش المشترك

الفكرة الرئيسة **توصف جماعات الأنواع الحيوية من خلال كثافتها، ومكان توزيعها، ومعدل نموها.**

- يشمل علم البيئة العلاقات المتبادلة بين الكائنات الحية وبيئاتها.
- تشمل مستويات تنظيم البيئة: الكائن الحي، الجماعة الحيوية، المجتمع الحيوي، النظام البيئي، المنطقة الحيوية، الغلاف الحيوي.
- تحدد العواملُ الحيوية والعواملُ اللاحيوية شكلَ النظام البيئي، والجماعات الحيوية القادرة على العيش فيه.
- تتوزع الجماعات الحيوية بصورة عشوائية، أو منتظمة، أو تكتلية.
- تميل الجماعات إلى الاستقرار عندما تقترب من القدرة الاستيعابية لبيئتها.
- تضمّ العوامل المحددة لنمو الجماعات عوامل لا تعتمد على الكثافة، وعوامل تعتمد عليها.
- الافتراس علاقة يحصل خلالها الكائن الحي على غذائه بأكله كائنًا حيًّا آخر.
- التنافُس علاقة تنشأ عندما يَستخدم أكثر من كائن حي المصادرَ الضرورية لاستمرار الحياة.
- التنافس نوعان: تنافُس بين أفراد النوع الواحد، وتنافُس بين أفراد الأنواع المختلفة.
- يَحدث التنافس الإقصائي عندما تشتدّ المنافسة بين الكائنات الحية، ويزيح أحدهما الآخر.

6-2 تأثير الإنسان في البيئة

التصحر
الصيد الجائر
الاحتباس الحراري
طبقة الأوزون
المطر الحمضي
الإثراء الغذائي

الفكرة الرئيسة **تقلل بعض أنشطة الإنسان من التنوع الحيوي في الأنظمة البيئية، وتشير الدلائل الحالية إلى أن انخفاض التنوع الحيوي له آثار خطيرة طويلة المدى في الغلاف الحيوي.**

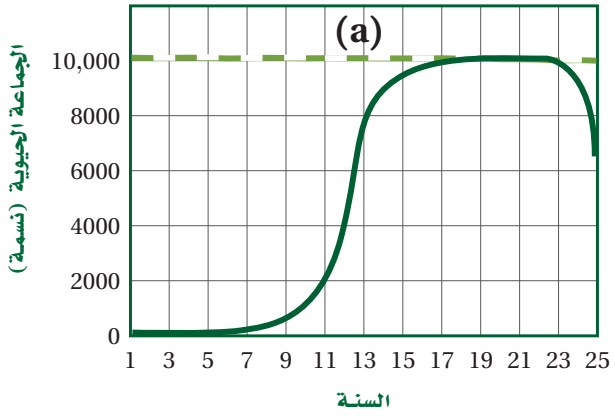
- أنشطة الإنسان لها آثار طويلة المدى وأخرى قصيرة المدى، تؤدي إلى الإخلال بالتوازن البيئي.
- التصحر أحد أخطر المشكلات البيئية التي صنعها الإنسان.
- إزالة الغابات يؤدي إلى كارثة بيئية كبيرة يتسبب فيها الإنسان.
- يؤدي الاحتباس الحراري إلى زيادة معدل درجة الحرارة على سطح الأرض.
- للأمطار الحمضية تأثير على مياه البحيرات والأنهار والجداول وعلى التربة وتسبب أضرارًا بالغة في الكائنات الحية والمنشآت.
- يؤدي الإثراء الغذائي إلى اختناق الكائنات الحية التي تعيش تحت الماء.

6 التقويم

6-1

أسئلة الاختيار من متعدد

1. ما نوع العلاقة بين الوشق والأرنب الثلجي؟
   a. التنافس
   b. التطفل
   c. التعايش
   d. الافتراس



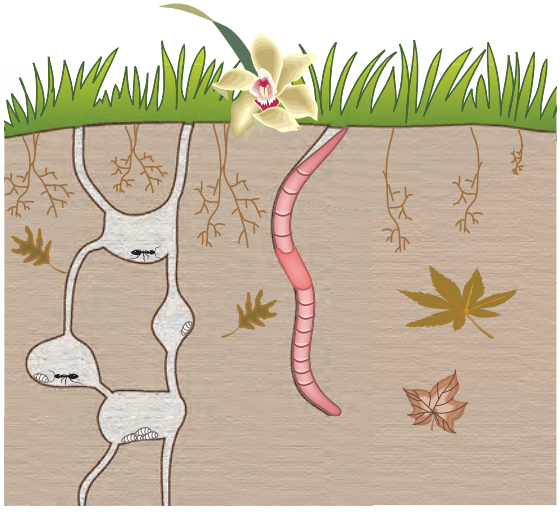
2. ما نمط نمو الجماعة المبين في الرسم؟
   a. النمو الأُسّي
   b. طور النمو البطيء
   c. النمو النسبي
   d. النمو الخطّي

3. ماذا يمثل الخط الأفقي (a) في هذا الشكل؟
   a. النمو الأُسّي
   b. النمو الخطّي
   c. النمو الهندسي
   d. القدرة الاستيعابية

4. ماذا تمثل الفترة الزمنية 7–1؟
   a. طور النمو البطيء
   b. النمو الأُسّي
   c. طور التسارع
   d. القدرة الاستيعابية

أسئلة الإجابات القصيرة

استخدم الرسم التوضيحي أدناه للإجابة عن السؤال 5.



5. **اذكر** عاملين حيويين وعاملين لاحيويين يؤثر كل منهم في الدودة المبينة في الشكل.
6. **أعطِ** مثالين توضح فيهما كيف تحدد العوامل التي تعتمد على كثافة نمو جماعة حيوية معينة.
7. يُعدّ نبات الصبار أحد الأنواع الدخيلة على أستراليا، وضّح سبب محاولة التخلص منه.
8. **صف** عاملين لاحيويين يُؤثران في بيئتك.
9. **توقع**. ما شكل منحنى نمو جماعة من وحيد القرن إذا أطلق منها ذكر وأنثى في حديقة برية؟

10. **حدّد** مثالًا لعلاقة مفترس بفريسته، وعلاقة تنافس، في نظام بيئي بالقرب من منطقة سكنك.

6-2

أسئلة الاختيار من متعدد

11. أيُّ المكونات الآتية تتشكل منها الأمطار الحمضية في الغلاف الجوي؟

a. الأكسجين
b. النيتروجين
c. أكاسيد الكبريت
d. أكسيد الصوديوم

12. أيُّ أنشطة الإنسان الآتية تعرّض الحيتان لخطر الانقراض؟

a. إزالة الأشجار
b. رشّ المبيدات
c. الصيد الجائر
d. رمي النفايات المشعة

13. أيُّ مما يلي لا يُعدّ من الغازات الأساسية التي تسهم في حدوث ظاهرة الاحتباس الحراري؟

a. الميثان
b. النيتروجين
c. أول أكسيد الكربون
d. ثاني أكسيد الكربون

14. ما الأضرار التي قد تنتج بسبب تآكل طبقة الأوزون في الغلاف الجوي للأرض؟

a. تناقص كميات الأكسجين المتوفرة في الغلاف الجوي
b. زيادة متوسط درجة حرارة سطح الأرض بصورة تدريجية
c. زيادة كمية الأشعة فوق البنفسجية التي تصل إلى سطح الأرض
d. زيادة منسوب مياه البحار نتيجة الذوبان التدريجي للثلج في قطب الأرض

15. أيُّ من الظواهر الآتية لها تأثيرات قصيرة المدى على البيئة؟

a. التصحر
b. إزالة الغابات
c. الإثراء الغذائي
d. الاحتباس الحراري

16. أيّ مما يأتي ينتج عن ظاهرة الإثراء الغذائي بصورة مباشرة؟

a. تلوث مياه البحار والأنهار بالمنتجات الصناعية
b. ارتفاع درجات حرارة المياه بسبب الاحتباس الحراري
c. انخفاض ملوحة المياه في البحار والمحيطات بسبب ذوبان الثلوج في قطب الأرض
d. تراكم بعض الأيونات المهمة لنمو النباتات والطحالب مثل أكاسيد النيتروجين والفوسفات في مياه البحيرات والأنهار

6 تقويم الوحدة

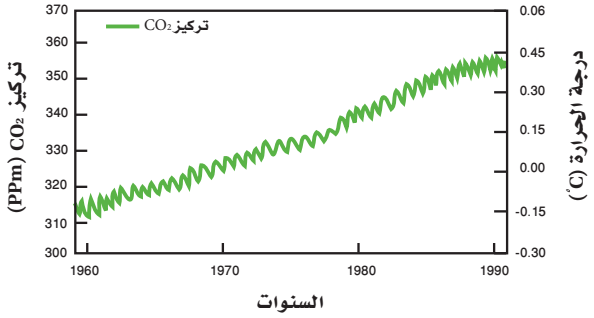
أسئلة الإجابات القصيرة

17. فسّر. لماذا يُعدّ النمر العربي حيوانًا مهددًا بالانقراض؟

18. وضّح. ما الخطر الذي يشكّله التضخم في نمو الطحالب في البيئات المائية؟

19. فسّر. لماذا منعت دولة قطر استخدام غاز الكلوروفلوروكربون (CFCs) في أجهزة التكييف الحديثة؟

استخدم الشكل التالي للإجابة عن الأسئلة 21 و 22



20. صف النمط العام لتركيز CO_2 في الغلاف الجوي بين الأعوام 1960 – 1990.

21. فسر سبب تغير مستوى CO_2 بصورة موسمية.

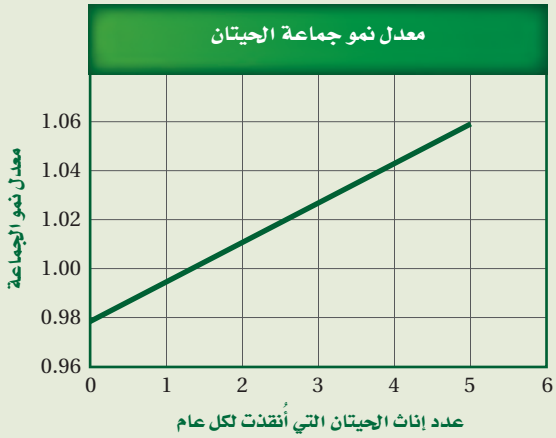
تقويم إضافي

22. الكتابة في علم الأحياء اكتب رسالةً إلى محرر المجلة العلمية في مدرستك تعبر فيها عن تأثير أنشطة الإنسان في جماعة الحيوانات التي تعيش في منطقتك.

أسئلة المستندات

ظهرت الحيتان الشمالية بشكل واسع في شمال غرب المحيط الأطلسي، وبحلول عام 1900م مات معظمها، ويوجد اليوم ما يقارب 300 فرد منها فقط.

استخدم الرسم البياني أدناه للإجابة عن الأسئلة التي تليه.



23. توقع معدل نمو الجماعة إذا أُنقِذ ست إناث من الحيتان سنويًّا.

24. حماية الإناث وإنقاذها ليس العامل الوحيد الذي يجب الاهتمام به لمحاولة حماية وتكثير هذا النوع من الحيتان. اكتب خطةً افتراضيةً تتضمن عاملين آخرين تعتقد أنهما مهمان في عملية حماية الحيتان.

اختبار مقنن

تراكمي

أسئلة الاختيار من متعدد

1. أيٌّ مما يلي يصِف العلاقة بين جماعة نبات الأرز؟
   a. الافتراس
   b. التنافس الإقصائي
   c. التعايش المشترك
   d. التنافس بين أفراد النوع الواحد

2. أيُّ مستويات التنظيم الآتية يضم جميع المستويات الأخرى؟
   a. الفرد
   b. النظام البيئي
   c. الجماعة الحيوية
   d. المجتمع الحيوي

3. ما الذي يشكّل عاملًا لاحيويًّا لشجرة في غابة؟
   a. نمو فطر على جذورها
   b. رياح تهب بين أغصانها
   c. يرقة فراشة تأكل أوراقها
   d. عصفور يبني عشَّهُ بين أغصانها

4. أيٌّ مما يلي يمثل نظامًا بيئيًّا؟
   a. العوامل الحيوية في غابة
   b. الأشياء الحية وغير الحية في بركة
   c. جماعات حيوية من الزراف والأسود
   d. بكتيريا تعيش بالقرب من فوهات حرارية عميقة في المحيط

5. ما الذي اكتشفه العالم جاوس عندما قام بتنمية نوعين مختلفين من البراميسيوم في وسط غذائي واحد؟
   a. يستطيع البراميسيوم التكيف بسرعة عند تعرضه للتنافس
   b. استطاع النوعان التعايش معًا ومشاركة المصادر الغذائية بينهما
   c. يمكن لنوع البراميسيوم أن يعيشا معا دون أن يؤثر أحدهما في طريقة عيش الآخر وكيفية حصوله على الغذاء
   d. يعيش كل نوع من البراميسيوم بصورة جيّدة عند وجودهما في أماكن منفصلة، لكن أحدهما سيقصي الآخر عند تواجدهما في نفس المكان

6. أيُّ العوامل الآتية يسهم في تكوُّن ظاهرة البيت الزجاجي؟
   a. زيادة سرعة الرياح
   b. ارتفاع منسوب مياه البحر
   c. نقص تركيز غازات الدفيئة في الجو
   d. زيادة تركيز غازات الدفيئة في الجو

7. أيّ من المراحل الآتية تتميز بزيادة معدل الولادات على معدل الوفيات؟
   a. مرحلة الثبات
   b. المرحلة الانتقالية
   c. مرحلة التناقص
   d. مرحلة النمو المتسارع

8. أيُّ العلاقات الآتية تمثل علاقة تنافس بين الأنواع المختلفة؟

a. قطيع من الغزلان

b. النباتات في الغابة

c. الأسماك في البحار

d. الذئب والضبع على الفريسة

أسئلة الإجابات القصيرة

9. **استنتج.** ما الطرق التي يمكن الاعتماد عليها لتقليل من حدوث عملية الإثراء الغذائي في الممرات المائية؟

10. **فسر.** لماذا لا يعدّ إطلاق حيوانات أليفة دخيلة في النظام البيئي المحلي فكرةً جيدةً؟

11. **فسّر.** لماذا يَدخل نوعان من الكائنات الحية في علاقات تعايشية مشترَكة في الوقت نفسه.

12. كوّن فرضيةً، لماذا تهاجر بعض الطيور آلاف الكيلومترات كل سنة؟

13. **صِف** نوعين من تأثير التلوث في النظام البيئي.

14. **وضّح** كيف يعمل البيت الزجاجي على حفظ درجة الحرارة.

15. ما الأسباب الرئيسة للمطر الحمضي؟ وما تأثير كل نوع منه في إحداث التلوث؟

رموز الأمن والسلامة في المختبر

قفازات واقية
Hand protection

نظارة واقية
Eye safety

سطح ساخن
Thermal safety

مواد قابلة للانفجار
Explosive

خطر الكهرباء
Electrical hazard

مواد مهيِّجة
Harmful / Irritant

ملوثات حيوية
Biological hazards

مواد قابلة للاشتعال
Flammable

إسعافات أولية
First aid

غاسلة عيون
Eye wash station

طفاية حريق
Fire extinguisher

مواد مشعَّة
Radioactive safety

أجسام حادة
Sharp objects safety

مواد سامَّة
Poison safety

مواد مؤكسدة
Oxidizer

مواد آكلة
Corrosive

أشعة ليزر
Laser beam

مريول مختبر
Lab. coat

مخاطر بيئية
Ecological hazards

مواد مسرطنة
Carcinogenic

مسرد المصطلحات

(أ)

الإثراء الغذائي Eutrophication: ظاهرة تتضح عندما تتدفق الأسمدة، وفضلات الحيوانات والمجاري، والمواد الأخرى الغنية بالنيتروجين والفسفور، إلى الممرات المائية.

الاحتباس الحراري Global warming: الارتفاع التدريجي في درجة حرارة الطبقة السفلى من الغلاف الجوي القريبة من سطح الأرض؛ بسبب زيادة انبعاث غازات البيوت الزجاجية.

الافتراس Predation: عملية تغذّي الكائن الحي على كائن حي آخر.

الأليل Allele: شكل مختلف من الجين، وقد يَحمل الفردُ أليلين متماثلين أو مختلفين للصفة الواحدة.

(ب)

البكتيريا Bacteria: كائنات حية مجهرية بدائية النوى، معظمها مفيد للإنسان وللبيئة، ونسبة قليلة منها تسبب المرض.

البكتيريا الخضراء المزرقّة Cyanobacteria: نوع من البكتيريا التي تقوم بعملية البناء الضوئي، وتُنتج غذاءها بنفسها.

البكتيريا اللاهوائية الإجبارية Obligate anaerobic bacteria: البكتيريا التي لا تحتاج إلى وجود الأكسجين، وتعيش من دونه؛ حيث يعدّ الأكسجين مادة قاتلة لها.

البكتيريا الهوائية الإجبارية Obligate aerobic bacteria: البكتيريا التي تحتاج إلى الأكسجين ليساعدها على إنتاج الطاقة اللازمة لنموّها، ولا تستطيع العيش من دونه.

(ت)

التخمر Fermentation: عملية تُستخدم فيها الكائنات الحية الدقيقة؛ لإنتاج بعض المواد التي يستطيع الإنسان الاستفادة منها.

التخمر الصناعي Industrial fermentation: العملية التي تعتمد على استخدام التخمر من خلال الكائنات الحية الدقيقة، ومنها البكتيريا والفطريات.

التصحُر Desertification: تدهور لعناصر الأنظمة البيئية، يَنجم عنه تدني القدرة الإنتاجية لأراضيها، وتَحوُّلها إلى مناطق شبيهة بالمناطق الصحراوية.

التضاعف شبه المحافظ Semiconservative replication: عملية بناء جزيء DNA بحيث يتضمن سلسلة قديمة من الجزيء الأصلي وسلسلة جديدة مكملة له.

التعايش المشترك Coexistence: علاقة بين فردين يعيشان في الحيز البيئي نفسه، ويتقاسمان مصادر الغذاء معًا.

تقنيات التعقيم Aseptic technique: تقنيات ضرورية لسلامة العاملين في المختبر، تقلل من خطر التلوث فتضمن نقاوة الأوساط الزراعية المستخدَمة.

التلقيح الأحادي الصفات Monohybrid cross: عملية تلقيح يحدث فيها تزاوج بين جينات صفة واحدة لنباتين.

التلوُث Contamination: هو خلل في التوازن البيئي، نتيجة إدخال الملوثات إلى البيئة الطبيعية مما يلحق الضرر بها.

التنافس Competition: علاقة تحدث بين الكائنات الحية عندما يَستخدم أكثر من كائن المصادر نفسها في الوقت نفسه.

مسرد المصطلحات

التنافس الإقصائي Competitive Exclusion: علاقة تحدث بين نوعين من الكائنات الحية لا يمكن أن يتعايشا بصورة دائمة في حيز بيئي واحد، بحيث يُقصي أحدهما الآخر.

التنافس بين أفراد النوع الواحد Intraspecific Competition: التنافس الذي يحدث بين أفراد النوع الواحد داخل الجماعة الحيوية.

التنافس بين الأنواع Interspecific Competition: التنافس الذي يحدث بين العديد من الكائنات الحية في البيئات المختلفة على المواد المتاحة في البيئة.

توازن الطبيعة Balance of nature: الثبات في الجماعة الحيوية بفعل عوامل البيئة.

(ج)

جهاز التخمر Fermenters: نوع من الأجهزة الخاصة التي تُستخدم لتنمية الكائنات الحية الدقيقة ضمن ظروف معقمة وآمنة.

(ح)

الحيز البيئي Niche: الوصف الدقيق لكل العوامل الحيوية واللاحيوية كلها التي تحتاجها مجموعة من الأنواع لغرض البقاء والتكاثر في بيئة معينة.

(د)

الدورة الاندماجية Lysogenic cycle: طريقة يتضاعف بها الفيروس، بحيث تلتئم المادة الوراثية للفيروس مع كروموسوم العائل، وقد تبقى ساكنة لفترة، ثم تَنشط لتُنتج فيروسات جديدة.

الدورة الحالة Lytic cycle: طريقة يتكاثر بها الفيروس بعد حقن مادته الوراثية إلى داخل الخلية البكتيرية، حيث تُنتج خلايا البكتيريا نسخًا عديدة من DNA أو RNA للفيروس.

(ش)

الشيفرة الوراثية (الكودون) Codon: شيفرة مكونة من ثلاث قواعد نيتروجينية توجد في DNA أو RNA.

(ص)

صبغة جرام Gram stain: تقنية لتصنيف البكتيريا، بإضافة أصباغ إليها؛ لتحديد طبيعة تركيب جدرها الخلوية.

الصيد الجائر Over Hunting: الاستخدام الزائد للأنواع الحية ذات القيمة الاقتصادية، ويعدّ من العوامل التي تزيد سرعة الانقراض في الوقت الحاضر.

(ط)

الطفرة Mutation: تغيُّر دائم في DNA الخلية، يتراوح بين تغيير في القواعد النيتروجينية وإزالة مقاطع كبيرة من الكروموسومات.

(ع)

علم البيئة Ecology: علم يدرس جميع العلاقات المتبادلة فيما بين الكائنات الحية من جهة، وبينها وبين بيئاتها من جهة أخرى.

(غ)

الغزْل الفطري Mycelium: تنمو قمم الخيوط الفطرية وتتفرع لتكوِّن كتلة شبكية.

(ف)

الفيروس Virus: شريط غير حي من المادة الوراثية، لا يتضاعف من تلقاء نفسه، يغزو الخلايا الحية، ويسبب لها أمراضًا، وله غلاف من البروتين يحيط بالمادة الوراثية.

(ك)

الكايتين Chitin: مادة كربوهيدراتية قوية مرنة عديدة التسكّر.

الكائنات الحية الدقيقة Microorganisms: الكائنات الحية المجهرية التي لا ترى بالعين المجردة.

(م)

محفظة الفيروس Capsid: الطبقة البروتينية الخارجية التي تحيط بالمادة الوراثية للفيروس.

المزارع المغلقة Batch cultures: أوساط غذائية ذات حجم ثابت من الأوساط الغذائية السائلة داخل خزانات التخمر المغلقة تنمو في الكائنات الحية الدقيقة داخل خزانات التخمر.

المزارع المفتوحة Continuous cultures: تقنية يتم فيها تنمية الكائنات الحية الدقيقة من خلال تزويد جهاز التخمر الصناعي بالوسط الزراعي، الذي يحوي المواد الغذائية اللازمة لنمو الكائنات الحية الدقيقة باستمرار.

المستعمرات Colonies: تجمع نوع واحد نقي من البكتيريا، تعيش معًا وجنبًا إلى جنب.

المطر الحمضي Acid rain: نوع من الأمطار يَنتج عندما تجعل الملوثات الكيميائية درجة الحموضة (pH) لماء المطر أقل من المستوى الطبيعي؛ أي أقل من 5.

الموطن Habitat: مساحة محددة من الطبيعة يعيش فيها الكائن الحي.

(هـ)

الهيفات Hyphae: سلاسل طويلة من الخلايا التي تظهر للعيان على شكل خطوط، وهي وحدات البناء الأساسية في أجسام الفطريات.

التصويبات

رقم الصفحة	الملاحظة	التعديل

الأحياء

أعدَّ النسخة العربية : شركة العبيكان للتعليم

التحرير والمواءمة

د. صالح بن إبراهيم النفيسة　　د. رلى مصطفى اليوسف

أمجد أحمد الخرشة

التحرير اللغوي

محمد مصطفى الكشك　　أحمد رمضان علي

تصميم الغلاف

أحمد بن محمد الحبيشي

إعداد الصور

متعب بن عبدالعزيز محمد الفراج　　أنس بن عبدالعزيز محمد الفراج

منصور بن محمد عبدالله الفنيسان

Original Title

BIOLOGY

By

Alton Biggs

William G. Holliday

Linda Lundgren

William D. Rogers

Whitney Crispen Hagins

Chris L. Kapicka

Ann Haley Mackenzie

Marion B. Sewer

Dinah Zike

مراجعة وتنقيح : لجان وفرق وطنية

الطبعة الأولى للعام الأكاديمي 1437هـ - 2016م

www.edu.gov.qa

www.qatscience.net