سلطنة عمان
وزارة التربية والتعليم

رؤية عمان 2040 OmanVision
نتقدم بثقة
Moving Forward with Confidence

الأحياء

كتاب الطالب

١٠

الفصل الدراسي الأول

الطبعة التجريبية ١٤٤٣هـ - ٢٠٢١م

CAMBRIDGE
UNIVERSITY PRESS

سلطنة عمان
وزارة التربية والتعليم

الأحياء

كتاب الطالب

١٠

الفصل الدراسي الأول

الطبعة التجريبية ١٤٤٣هـ - ٢٠٢١م

CAMBRIDGE
UNIVERSITY PRESS

CAMBRIDGE UNIVERSITY PRESS

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

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

© مطبعة جامعة كامبريدج ووزارة التربية والتعليم في سلطنة عُمان.

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

الطبعة التجريبية ٢٠٢١ م، طُبعت في سلطنة عُمان

هذه نسخة تمَّت مواءمتها من كتاب الطالب – العلوم للصف العاشر – من سلسلة كامبريدج للعلوم
المتكاملة IGCSE للمؤلفين ماري جونز، ريتشارد هاروود، إيان لودج، ودايفيد سانغ.

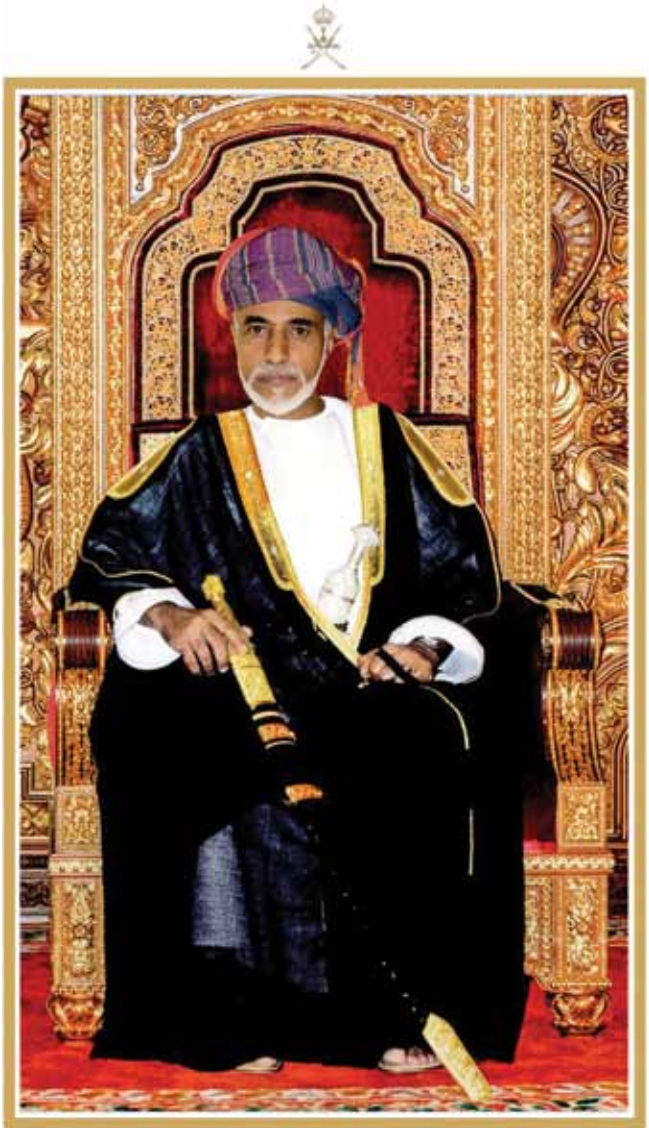
تمت مواءمة هذا الكتاب بناءً على العقد الموقع بين وزارة التربية والتعليم ومطبعة
جامعة كامبريدج رقم ٤٠ / ٢٠٢٠ .
لا تتحمل مطبعة جامعة كامبريدج المسؤولية تجاه توفُّر أو دقة المواقع الإلكترونية
المستخدمة في هذا الكتاب، ولا تؤكد أن المحتوى الوارد على تلك المواقع دقيق
وملائم، أو أنه سيبقى كذلك.

تمت مواءمة الكتاب

بموجب القرار الوزاري رقم ٩٠ / ٢٠٢١ واللجان المنبثقة عنه

جميع حقوق الطبع والتأليف والنشر محفوظة لوزارة التربية والتعليم

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



المغفور لـه
السلطان قابوس بن سعيد
–طيّب اللّه ثراه–

حضـرة صـاحـب الجـلالـة
السلطان هيثم بن طارق المعظم
– حفظه اللّه ورعاه –

سلطنـــــة عُمـــــان

النَّشيدُ الْوَطَنِيُّ

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

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

تقديم

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

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

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

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

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

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

والله ولي التوفيق

د. مديحة بنت أحمد الشيبانية

وزيرة التربية والتعليم

المحتويات

المقدمة xi

كيف تستخدم هذا الكتاب xii

الوحدة الأولى: النقل في الثدييات

١–١ الجهاز الدوري ١٥

١–٢ القلب ١٧

١–٣ الأوعية الدمويّة ٢٢

١–٤ الدم ٢٥

الوحدة الثانية: تبادُل الغازات

٢–١ تبادُل الغازات في الإنسان ٣٤

٢–٢ تدخين التبغ ٤٢

الوحدة الثالثة: التكاثُر في النبات

٣–١ التكاثُر اللاجنسي والتكاثُر الجنسي ٥٢

٣–٢ الأزهار ٥٥

٣–٣ مُقارنة التكاثُر الجنسي بالتكاثُر اللاجنسي ٦٣

الوحدة الرابعة: التكاثُر في الإنسان

٤–١ أعضاء الجهاز التناسُلي في الإنسان ٦٨

٤–٢ الإخصاب وتطور الجنين ٧١

٤–٣ دورة الطمث (دورة الحَيض) ٧٤

٤–٤ فيروس نقص المناعة عند الإنسان HIV ومرض الإيدز AIDS ٧٥

مصطلحات علمية ٨١

المقدمة

سوف تتعلَّم من خلال هذا المُقرَّر الكثير من الحقائق والمعلومات، كما ستكتسب مهارة التفكير مثل العُلماء. وقد تمَّت مواءمة كتاب الطالب – الأحياء للصف العاشر – وفق سلسلة كامبريدج للعلوم المُتكامِلة IGCSE.

تتضمَّن وحدات كتاب الطالب البنود الآتية:

الأسئلة

تتضمَّن كل وحدة مجموعات مُتعدِّدة من الأسئلة تأتي ضمن سياق فقراتها لتعزيز الفهم، وبعضها يحتاج إلى إجابات قصيرة. كما ترد في نهاية الوحدة أسئلة تُهيِّئك لخوض الاختبارات.

الأنشطة

تحتوي كل وحدة على أنشطة مُتنوّعة تهدف إلى مُساعدتك على تطوير مهاراتك العملية.

مُلخَّص

وهو قائمة قصيرة تأتي في نهاية كل وحدة، وتحتوي على النقاط الرئيسية التي تمَّت تغطيتها في الوحدة. وسوف تحتاج إلى معرفة المزيد من التفاصيل عن هذه النقاط من خلال الرجوع إلى موضوعات الوحدة.

من المفيد أيضًا استخدام كتاب النشاط، الذي يُزوّدك بمجموعة من التمارين وأوراق العمل، تُساعدك على توظيف المعرفة التي اكتسبتها في تطوير مهاراتك في التعامل مع المعلومات وحل المشكلات، وكذلك صقل بعض مهاراتك العملية.

كيف تستخدم هذا الكتاب

تتضمن كل وحدة مجموعة من الأقسام التي تُحدِّد الموضوعات الرئيسية التي تتناولها، وتساعدك على التنقُّل خلالها.

الوحدة الثالثة

التكاثُر في النبات Reproduction in plants

تغطّي هذه الوحدة:

- التكاثُر اللاجنسي والتكاثُر الجنسي.
- أنوية الأمشاج والزيجوت (اللاقحة أو البُوَيضة المُخصَّبة).
- مزايا التكاثُر الجنسي وعيوبه.
- مزايا التكاثُر اللاجنسي وعيوبه.
- تركيب أجزاء الزهرة ووظائفها.
- الفروق بين الأزهار الملقَّحة بواسطة الحشرات والأزهار المُلقَّحة بواسطة الرياح.
- كيفية حدوث التلقيح والإخصاب.
- الظروف البيئية الملائمة لإنبات البذور.

مصطلحات علمية

تحتوي المُربَّعات على تعريفات واضحة للمُصطلحات العلمية الرئيسية في كل وحدة.

مصطلحات علمية

التكاثُر اللاجنسي Asexual reproduction: هو عملية إنتاج نسل من كائنات حية مُتماثِلة جينيًّا، يقوم بها فرد واحد فقط.

التكاثُر الجنسي Sexual reproduction: هو عملية إنتاج نسل من كائنات حية مختلفة جينيًّا، عن طريق دمج نواتَي مشيجَين (خلايا جنسية) من أبوَين مختلفَين لتكوين الزيجوت (اللاقحة أو البُوَيضة المُخصَّبة).

تذكّر مُربَّعات تحتوي على نصائح موجَّهة إلى الطلاب ليتجنبوا المفاهيم الخاطئة الشائعة وتقدِّم إليهم الدعم للإجابة عن الأسئلة.

تذكَّر

لا تستخدم كلمة «زهرة» عندما تعني «النبات». فالنبات كائن حيّ كامل، والزهرة جزء منه.

نشاط

ترد الأنشطة في جميع أقسام الوحدة وتوفِّر إرشادات وتوجيهات لإجراء استقصاءات عملية.

نشاط ٣-٣

إنبات أنابيب اللقاح

المهارات:

- استخدام التقنيّات والأجهزة والأدوات العلميّة
- الملاحظة والقياس والتسجيل
- تفسير الملاحظات والبيانات وتقييمها
- طرائق التقييم

يفرز الميسم عندما ينضح سائلاً سكريًّا يحفِّز حبوب اللقاح على إنبات أنبوبة اللقاح. يمكنك في هذا الاستقصاء إنبات عدّة أنواع من حبوب اللقاح في تراكيز مختلفة من محلول سكَّري.

من الأفضل تقسيم الصف إلى مجموعات، تستخدم كل مجموعة محلولاً سُكَّريًّا بتركيز واحد فقط.

١ استخدم أربع شرائح زجاجية، ويفضّل أن تكون مُقعّرة من المنتصف، وكوِّن بإصبعك حلقة فازلين مُتقنة حول حافة كل تجويف.

٢ ألصق ملصقًا على كل شريحة، اكتب عليه الأحرف الأولى من اسمك، وتركيز المحلول السكَّري الذي تستخدمه مجموعتك.

٣ املأ التجويف في كل شريحة بالمحلول السكَّري.

٤ اختر زهرة من كل نوع تحتوي متوكها على حبوب لقاح. انفض حبوب اللقاح لزهرة واحدة فوق المحلول السكَّري في إحدى الشرائح. ضع بلطف غطاء الشريحة فوق التجويف دون إتلاف حلقة الفازلين، واكتب اسم كل زهرة على الملصق.

٥ كرِّر الخطوة ٤ مع ثلاث أزهار أخرى.

٦ ضع كل شريحة في حاضنة دافئة، واتركها ساعة على الأقلّ.

٧ افحص كل شريحة تحت المجهر، وابحث بعناية عن أنابيب اللقاح. سجِّل نتائجك في جدول، واجمع نتائج مجموعات أخرى استخدمت تراكيز أخرى من المحلول السكّري.

أسئلة

١ لماذا وضعت حلقة الفازلين حول التجويف في كل شريحة؟

أسئلة

ترد في كل وحدة لتقييم معرفة الطلاب واستيعابهم للعلوم.

أسئلة

٩-٣ ما وظيفة الزهرة؟

١٠-٣ في أي أجزاء الزهرة تتكوَّن الأمشاج الذكرية؟

١١-٣ في أي أجزاء الزهرة تتكوَّن الأمشاج الأنثوية؟

١٢-٣ ما هو التلقيح؟

١٣-٣ لماذا تنتج الأزهار المُلقَّحة بواسطة الرياح عادة حبوب لقاح أكثر من الأزهار المُلقَّحة بواسطة الحشرات؟

١٤-٣ كيف يصل المشيج الذكري بعد التلقيح إلى البُوَيضة؟

يرد **ملخّص** في نهاية كل وحدة ويتضمَّن تلخيصًا للموضوعات الرئيسية.

مُلخّص

ما يجب أن تعرفه:

- الفروق بين التكاثُر اللاجنسي والتكاثُر الجنسي.
- أهمّية التكاثُر اللاجنسي والتكاثُر الجنسي للكائن الحي.
- أسماء أجزاء الزهرة ووظائفها.
- كيفية حدوث التلقيح بواسطة الحشرات والتلقيح بواسطة الرياح.
- الفروق بين التلقيح بواسطة الحشرات والتلقيح بواسطة الرياح.
- كيفية حدوث الإخصاب في الزهرة.
- استقصاء الظروف البيئية التي تحتاج إليها البذور لتنبت.

تلي فقرة مُلخّص مجموعة مختارة من **أسئلة نهاية الوحدة** لمساعدة الطلاب على مراجعة الوحدة.

أسئلة نهاية الوحدة

١ اشرح الفرق بين كل زوج من المصطلحات العلمية الآتية:

أ. التكاثُر اللاجنسي والتكاثُر الجنسي.

ب. أحادية المجموعة الكروموسومية وثنائية المجموعة الكروموسومية.

ج. التلقيح والإخصاب.

د. المشيج والزيجوت (اللاقحة).

هـ. حبّة اللقاح والبُوَيضة.

٢ أيُّ العبارات التالية تصف التكاثُر الجنسيُّ وأيُّها تصف التكاثّر اللاجنسي؟

أ. نبات يتكاثر بالتبرعُم.

ب. نبات لديه متوك.

ج. إنتاج نسل جديد مُتماثِل جينيًّا في كل جيل.

د. نبات يتطلّب التلقيح.

هـ. أمشاج تتطلّب الإخصاب.

و. نبات ينتج عن طريق ساق جارية ممتدّة.

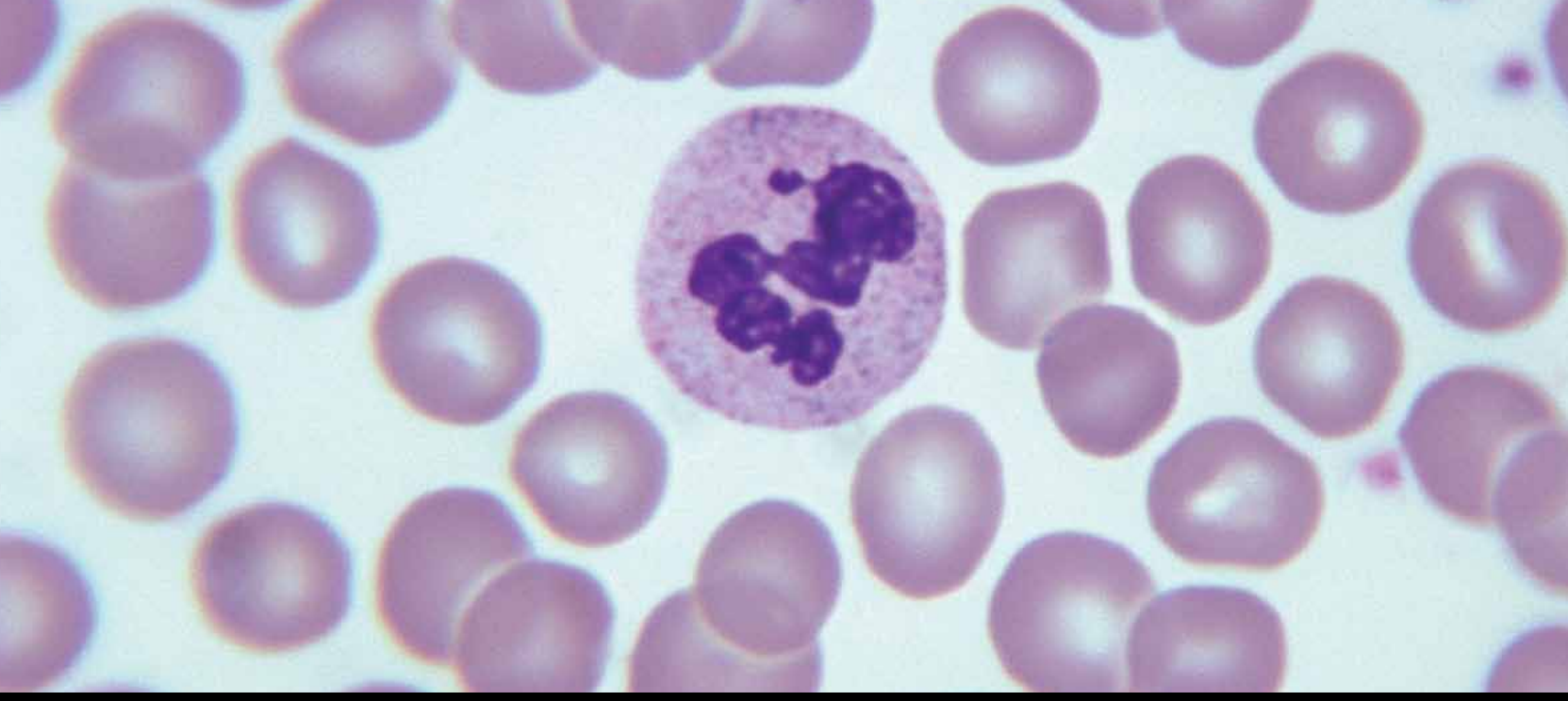
ز. تكوين زيجوت.

ح. نسل ذو تنوُّع جيني.

ط. نبات ينتج عن طريق نبتات على حواف الأوراق.

ي. نبات لديه ميسم.

قائمة رموز المواد الإثرائية لمادّة الأحياء			
النوع	المصطلحات العلمية	أسئلة اختيار من متعدِّد	الأنشطة الإثرائية
QR Code			



الوحدة الأولى

النقل في الثدييات Transport in mammals

تغطّي هذه الوحدة:

- الدورة الرئوية والدورة الجهازية في الجهاز الدوري للثدييات، وكيفية عملهما معًا.
- تركيب القلب ووظيفته.
- كيفية عمل الأُذينَين والبُطينَين والصمّامات.
- كيفية تأثير ممارسة التمارين الرياضية على القلب.
- مرض القلب التاجي وعوامل الخطر المحتملة.
- تركيب الشرايين والأوردة والشُّعيرات الدموية ووظائفها.
- مُكوِّنات الدم ووظائفها في الجسم.

١-١ الجهاز الدوري

الجهاز الدوري هو جهاز النقل الرئيسي في الإنسان وجميع الثدييّات. وهو عبارة عن شبكة واسعة من الأنابيب تُسمّى الأوعية الدموية، مُزوَّدة بمضخّة تسمّى القلب، تجعل الدم يتدفَّق في هذه الأوعية باستمرار. وتضمن صمّامات القلب والأوعية الدموية، تدفُّق الدم في اتِّجاه واحد (الاتّجاه الصحيح).

يُبيِّن الشكل ١-١ المخطَّط العام للجهاز الدوري في الإنسان. وتُبيِّن الأسهم السوداء اتِّجاه تدفُّق الدم. إذا تتبَّعت هذه الأسهم، بدءًا من الرئتَين، سوف تلاحظ أن مسار تدفُّق الدم سيكون باتِّجاه الجانب الأيسر من القلب، ليخرج منه متَّجهًا إلى باقي أنحاء الجسم، ثمَّ يعود إلى الجانب الأيمن من القلب، قبل أن يتّجه نحو الرئتَين مرَّة أخرى.

أكسجة الدم

ينتقل الدم من الرئتَين إلى الجانب الأيسر من القلب، ويكون محمّلاً بالأكسجين الذي ينتشر إلى الدم عبر الشُّعيرات الدموية المحيطة بالحُوَيصلات الهوائية، ويُسمّى **الدم المؤكسَج Oxygenated blood**.

ينتقل الدم المؤكسَج إلى جميع أنحاء الجسم، حيث تأخذ الخلايا حاجتها منه للقيام بعملية التنفُّس

وتخرج غاز ثاني أكسيد الكربون. ونتيجة لذلك يصبح الدم **غير مؤكسَج Deoxygenated**. يعود الدم غير المؤكسَج إلى الجانب الأيمن من القلب، ومنه إلى الرئتَين، لإعادة أكسَجَته مرّة أُخرى.

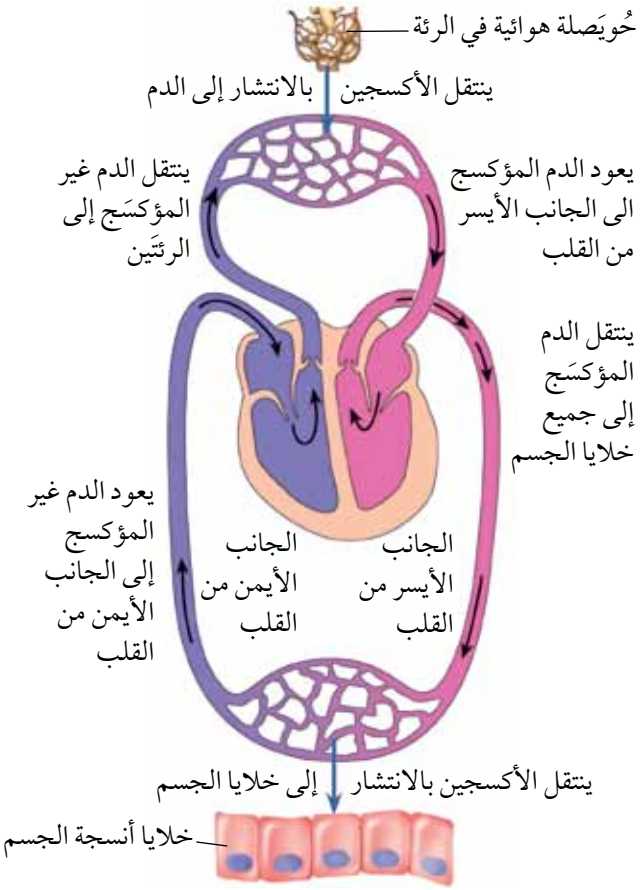
الدورة الرئوية والدورة الجهازية

يُوضح المخطَّط العام للجهاز الدوري في الشكل ١-١ أن الدم يمر عبر القلب مرّتَين خلال رحلة كاملة في الجسم. ويتضمّن الجهاز الدوري دورتَين للدم، هما **الدورة الرئوية Pulmonary circulation** و**الدورة الجهازية Systemic circulation**. تتمثّل الدورة الرئوية في انتقال الدم عبر الأوعية الدموية من القلب إلى الرئتَين، وعودته إلى القلب مرّة أخرى. وتتمثّل الدورة الجهازية في انتقال الدم من القلب إلى باقي أجهزة الجسم، وعودته إلى القلب مرّة أخرى. ويطلق على الجهاز الدوري الذي يشمل التكامُل بين عمل الدورتَين الرئوية والجهازية معًا اسم **الجهاز الدوري المُزدوِج Double circulatory system**. في المقابل، يوجد عند الأسماك جهاز دوري يمر فيه الدم عبر القلب مرّة واحدة في دورة كاملة ويطلق عليه اسم **الجهاز الدوري المفرد Single circulatory system**، كما يتّضح في الشكل ١-٢.

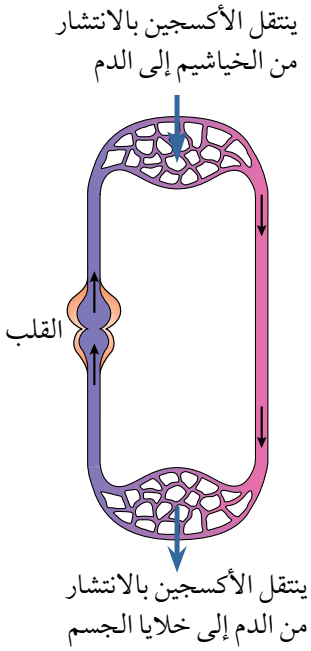
يتميّز الجهاز الدوري المُزدوِج بسرعة نقله للدم مقارنة بالجهاز الدوري المُفرَد. إذ ينخفض ضغط الدم المُرتَفع، الناتج من ضخ القلب للدم، عندما يغادر الدم القلب ويتدفَّق عبر الأوعية الدموية الدقيقة في الخياشيم، أو في رئتَي الكائن الحي الثديي. ثم يعود الدم ذو الضغط المنخفض في الثدييات إلى القلب مرّة أخرى لُيعاد ضخّه ورفع ضغطه ثانية، فيتدفَّق بسرعة كبيرة إلى باقي أنحاء الجسم.

أمّا في الأسماك، فيستمرّ الدم ذو الضغط المنخفض بالتدفُّق إلى جميع أنحاء جسمها دون العودة إلى القلب، ممّا يجعل الدم ينتقل ببطء إلى أعضائها.

وتُعدُّ أنسجة الثدييات وخلاياها أكثر نشاطًا من أنسجة الأسماك، وتحدث فيها عمليّات الأيض بمُعدّلات كبيرة، ولذلك تحتاج إلى الأكسجين بكمّيات كبيرة وسريعة للقيام بعملية التنفُّس، وهذا ما جعلها تتميّز بالجهاز الدوري المُزدوِج.



الشكل ١-١ المُخطَّط العام للجهاز الدوري في الإنسان، كما يُرى من الأمام



الشكل ١-٢ المخطّط العام للجهاز الدوري في الأسماك

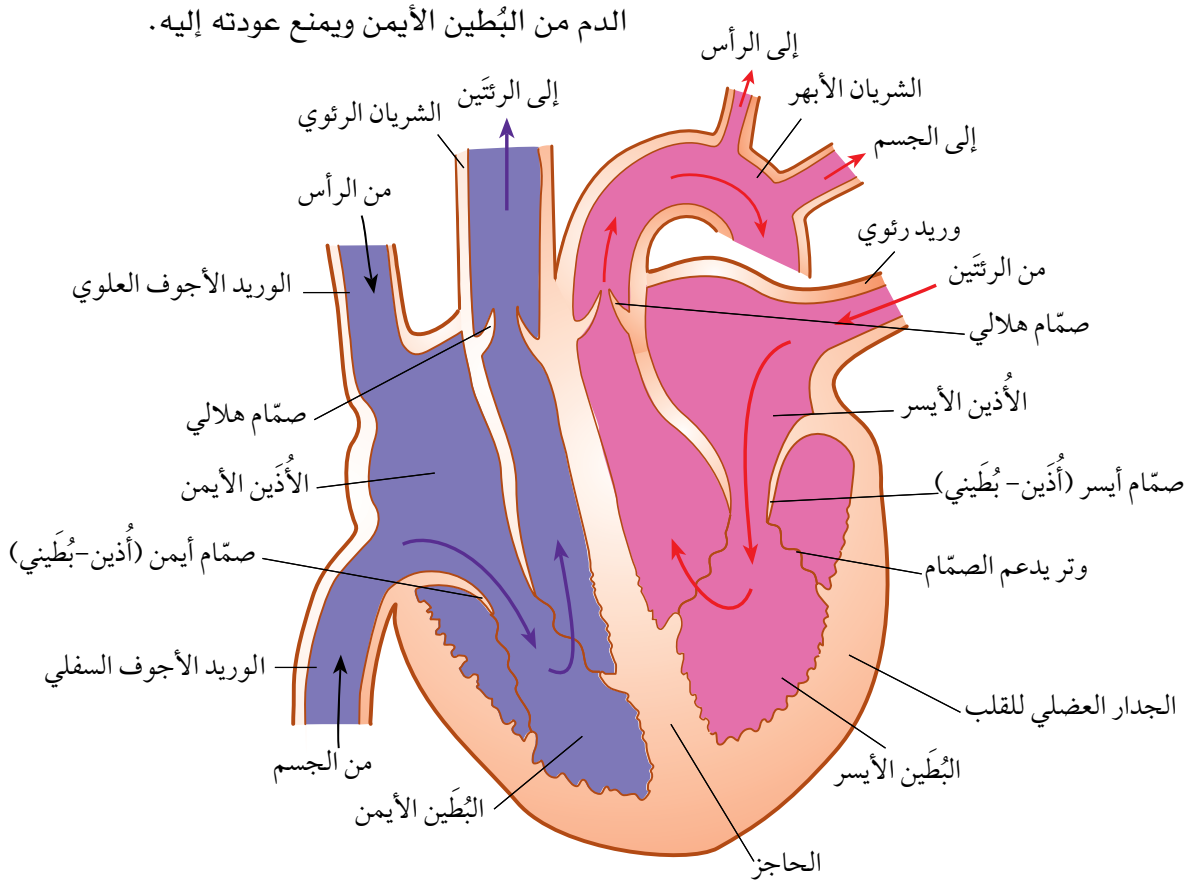
١-٢ القلب

يُعدُّ القلب عضوًا عضليًّا أساسيًّا في الجسم، وهو المسؤول عن ضخّ الدم إلى جميع أنحاء الجسم. ويتكوّن القلب من نوع خاصّ من العضلات يُسمى **العضلة القلبية Cardiac muscle**، التي تنقبض وتنبسط بانتظام طوال فترة حياة الثدييات.

ويتشابه تركيب القلب في جميع الثدييات، بما فيها الإنسان. يوضِّح الشكل ١-٣ شكلاً تخطيطيًّا لقطاع طولي في قلب الإنسان. ينقسم القلب إلى حُجرتَين عُلويّتَين تُسمّى كلّ منهما **الأُذَين Atrium**، وحُجرتَين سُفليّتَين تُسمّى كلّ منهما **البُطَين Ventricle**. تنفصل حُجرتا الجانب الأيسر كليًّا عن حُجرتَي الجانب الأيمن بواسطة **الحاجز Septum**. ويوجد بين الحُجرة العليا والحُجرة السفلى في كل جانب صمّام (أُذين-بُطَيني) أُحادي الاتِّجاه، اذ يوجِّه مجرى الدم باتِّجاه الحُجرة السفلى ويمنع عودته إلى الحُجرة العليا.

لاحظ في الشكلَين ١-١ و١-٣، أن الدم يدخل إلى كلا الأُذَينَين في القلب من الأعلى، حيث يتلقّى الأُذين الأيسر الدم من الرئتَين عبر الأوردة الرئوية، ويتلقّى الأُذَين الأيمن الدم من باقي أنحاء الجسم عبر **الوريدَين الأجوفَين Two Venae Cavae**.

يتدفَّق الدم من الأُذينَين إلى البُطينَين، واللذَين يضخّانه خارج القلب، بفعل انقباض عضلة جدارهما. تنقبض عضلة جُدران حجرات القلب السميكة بقوّة كبيرة، ضاغطة الدم إلى الداخل، لتدفعه خارج القلب. يُضخّ الدم من البُطَين الأيسر إلى **الشريان الأبهر (الأورطي) Aorta** الذي ينقله إلى جميع أنحاء الجسم. وتجدر الإشارة إلى وجود صمّام هلالي، عند نقطة خروج الشريان الأبهر من البُطَين الأيسر، الذي يسمح بتدفُّق الدم خارج البُطين في اتِّجاه واحد، ويمنع عودته إلى هذا البُطين مرة أخرى. ويُضَخّ الدم من البُطَين الأيمن إلى **الشريان الرئوي Pulmonary artery** الذي ينقله إلى الرئتَين. ويوجد عند نقطة خروج الشريان الرئوي من البُطَين الأيمن صمّام هلالي آخر يسمح بخروج الدم من البُطين الأيمن ويمنع عودته إليه.



الشكل ١-٣ شكل تخطيطي لقطاع طولي في قلب الإنسان

تختلف وظيفة البُطَينَين كليًّا عن وظيفة الأُذَينين، اللَذين يتلقّيان الدم إما من الرئتَين أو من الجسم، ويدفعانه إلى البُطينَين. وبدورهما يضخّ البُطينان الدم بقوَّة خارج القلب إلى باقي أنحاء الجسم، ويساعدهما في ذلك جدارهما العضلي الأكثر سماكة من جدار الأُذينَين.

تختلف أيضًا سماكة جدار البُطين الأيمن عن سماكة جدار البُطين الأيسر. فجدار البُطين الأيمن الذي يضخّ الدم إلى الرئتَين، القريبتَين جدًّا من القلب، يكون أقلّ سماكة من جدار البُطَين الأيسر الذي يضخّ الدم إلى جميع أنحاء الجسم، ويكون ضغط الدم المُندفِع في الشريان الرئوي إلى الرئتَين أقلّ بكثير من ضغط الدم المُندفِع في الشريان الأبهر.

نشاط ١-١ (إثرائي)

تشريح القلب.

أسئلة

١-١ صف الجهاز الدوري مستخدمًا المُصطلحات الآتية: أوعية دموية، مضخّة، صمّامات.

٢-١ ما المقصود بالدم المؤكسَج؟

٣-١ أين يتأكسج الدم؟

٤-١ أي جانب من القلب يحتوي على دم مؤكسَج؟

٥-١ اشرح الفرق بين الجهاز الدوري المُزدوِج والجهاز الدوري المفتوح من حيث مسار تدفُّق الدم.

٦-١ ما ميزة وجود جهاز دوري مُزدوِج؟

٧-١ أي أجزاء القلب تتلقّى الدم من:

(أ) الرئتَين

(ب) الجسم

٨-١ أين توجد الصمّامات أحادية الاتِّجاه في القلب؟

٩-١ أي أجزاء القلب تضخّ الدم إلى:

(أ) الشريان الرئوي

(ب) الشريان الأبهر

١٠-١ لماذا تكون جدران البُطينَين أكثر سماكة من جدران الأُذينَين؟

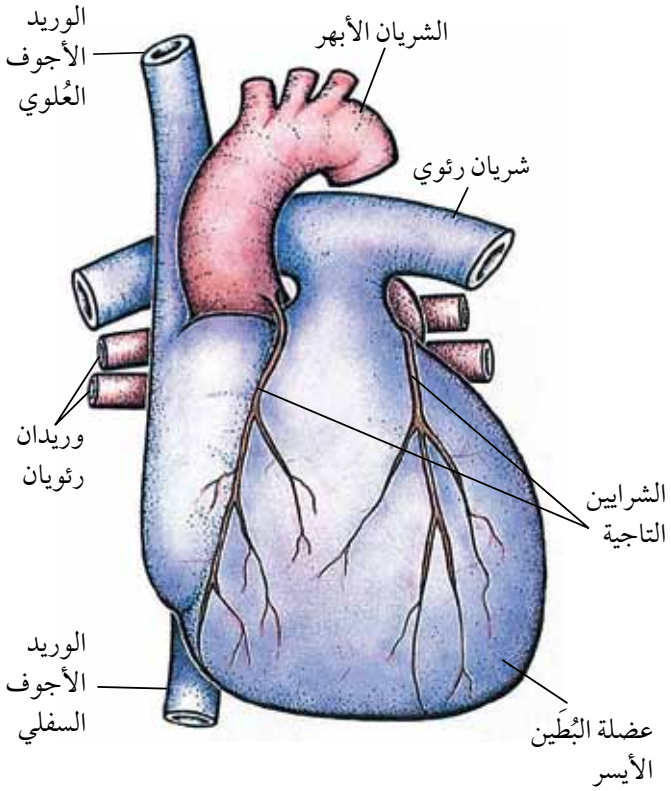
١١-١ لماذا يكون جدار البُطين الأيسر أكثر سماكة من جدار البُطين الأيمن؟

مرض القلب التاجي

لاحظ في الشكل ١-٤ الأوعية الدموية الواقعة على السطح الخارجي للقلب والتي تُسمّى **الشرايين التاجية Coronary arteries**، وهي تُزوِّد عضلات القلب بالدم.

وعلى الرغم من امتلاء القلب بالدم من الداخل إلّا أن العضلة القلبية سميكة للغاية، لدرجة أنها تمنع انتشار المواد الغذائية والأكسجين في الدم الموجود داخل القلب، إلى جميع العضلات بسرعة كافية، ولذا فإنَّ العضلة القلبية تكون في حاجة إلى إمداد مستمر بالمواد الغذائية والدم، لتستمر بالانقباض والانبساط، وهو ما توفِّره الشرايين التاجية.

وفي حالة حدوث انسداد لأحد الشرايين التاجية، نتيجة جلطة دموية مثلاً، فإن هذا يؤدِّي إلى اختلال وظيفة العضلة القلبية بسبب نقص الأكسجين الواصل إليها، مما يُقلِّل من مُعدَّل التنفُّس، وبالتّالي يقلِّل من كمّية الطاقة اللازمة لانقباضها، فيتوقّف نبض القلب تدريجيًّا. وتُسمّى هذه الحالة بالنوبة القلبية أو السكتة القلبية.



الشكل ١-٤ مظهر خارجي لقلب الإنسان

ويُسمّى انسداد الشرايين التاجيّة باسم **مرض القلب التاجي (CHD) Coronary heart disease**، وهو سبب شائع للمرض والوفاة، بخاصّة في البلدان المُتطوِّرة. وهناك عدّة عوامل تزيد من خطر إصابة الإنسان بمرض القلب التاجي نذكر منها:

- **تدخين السجائر Smoking cigarettes**: حيثُ تُسبِّب عدَّة مُكوِّنات في دخان السجائر تلفًا في الجهاز الدوري. وقد يسبِّب نيكوتين التبغ تضيُّق الشرايين التاجية، مُعرقلاً وصول الدم إلى القلب. وأهمّ ما يمكن أن يفعله المدخِّن لتقليل فرص الإصابة بمرض القلب التاجي، هو التوقُّف عن التدخين.
- **النظام الغذائي Diet**: تتوفّر أدلّة على أن اتِّباع نظام غذائي غني بالملح والدهون المُشبعة كالدهون الحيوانية أو الكوليسترول، يزيد من فرص الإصابة بمرض القلب التاجي. ولتقليل مخاطر هذه الإصابة، يُنصَح باتِّباع نظام غذائي يحتوي على مجموعة متنوِّعة من الأطعمة، قليلة الدهون، وتناول كمّيات مُعتدلة من بعض الزيوت النباتية وزيوت الأسماك نظرًا لأهمّيتها في الوقاية من أمراض القلب.
- **السُّمنة Obesity**: حيث ترفع زيادة الوزن من نسبة مخاطر الإصابة بمرض القلب التاجي. وفي المقابل تساعد عملية المُحافظة على وزن مناسب، وممارسة التمارين الرياضية بانتظام، في الحفاظ على صحّة الشرايين التاجية.
- **الإجهاد Stress**: لا شكّ في أن الإنسان يواجه بعض التوتر في حياته. لكن يبدو أن عدم القدرة على التحكُّم به، واستمراره على المدى الطويل، يزيد من خطر تطوُّر أمراض القلب. ويُفضَّل تجنُّب التعرُّض للتوتر الشديد أو الطويل الأمد إن أمكن. أو اتِّباع طرق معيّنة للسيطرة عليه.
- **الجينات Genes**: هناك أشخاص يمتلكون جينات تجعلهم أكثر عرضة للإصابة بمرض القلب التاجي، أي أن لديهم استعدادًا وراثيًّا لذلك، وهو أمر لا علاج له. ويُحتمل أن يكون الفرد الذي يملك مثل هذه الجينات من أسرة يعاني كثير من أفرادها مشكلات تتعلَّق بالقلب. في هذه الحالة ينبغي له الحرص على تقليل عوامل الخطر الأخرى من خلال اتّباع نمط حياة صحّي.
- **العمر والجنس Age and gender**: يزداد احتمال الإصابة بمرض القلب التاجي مع تقدُّم الإنسان في السن. ويكون الرجال أكثر عرضة للإصابة بالمرض من النساء، بالرغم من أن هذا الأمر قد يكون مرتبطًا بزيادة استهلاكهم للتبغ.

نبض القلب

يمكن الشعور بضربات القلب عند وضع اليد على الصدر. ويتراوح عدد ضربات القلب أثناء فترة الراحة (60–75) ضربة قلب في الدقيقة لدى معظم الناس. يمكنك أيضًا استخدام سمّاعة الطبيب لسماع أصوات إغلاق الصمّامات مع كل ضربة قلب، والتي تبدو مثل «لوب–دوب lub-dup»، ويمثّل كل صوتَين كاملَين «لوب–دوب lub-dup»، ضربة قلب واحدة.

ويُفضّل قياس مُعدَّل النبض لحساب مُعدَّل ضربات القلب. وينتج النبض عن تمدُّد الشريان وانبساطه بفعل دفع القلب للدم عبره. ويحسب مُعدّل النبض بحساب عدد النبضات في فترة زمنية مُحدَّدة (في الدقيقة). وبما أن النبض ناتج عن ضربات القلب، فإن مُعدّل النبض هو قياس لمُعدّل ضربات القلب. يمكن الإحساس بالنبض في أي مكان به شريان قريب إلى حد ما من سطح الجلد. ويكون أفضل موضعين لقياس ذلك: الجزء الداخلي من المعصم، وبالقرب من الأوتار الكبيرة في الرقبة.

تزداد ضربات القلب عند ممارسة التمارين الرياضية، لأن العضلات تستهلك الأكسجين بسرعة كبيرة في عملية التنفُّس، لتوفير الطاقة اللازمة للحركة. وتسهم زيادة مُعدّل ضربات القلب في إيصال الدم سريعًا إلى العضلات وتوفير الأكسجين.

تتحكَّم عقدة من خلايا العضلة القلبية المتخصّصة في جدار الأُذين الأيمن بمُعدّل ضربات القلب وتنظيمها، تُسمّى **العقدة الجيبية الأُذَينية Sinoatrial node (SA node)**. وهي تعمل بمثابة **صانع خطو Pacemaker** طبيعي، إذ ترسل إشارات كهربائية على فترات منتظمة عبر جدران القلب، ممّا يُحفِّز انقباض عضلته. ويتغيَّر مُعدَّل عملها هذا، وبالتالي يتغيّر مُعدَّل ضربات القلب، بحسب حاجة الجسم. فعند حاجة العضلات مثلاً إلى أكسجين إضافي أثناء التمارين الرياضية، يرسل الدماغ إشارات عصبية عن طريق الأعصاب إلى العُقدة الجيبية الأُذينية تنبِّهها لزيادة سرعة الضربات.

خلال ممارسة التمارين الرياضية، تقوم العضلات بعملية التنفُّس بسرعة أكبر من المعتاد، لتوفير الطاقة اللازمة للحركة. وينتج عن الزيادة في مُعدَّل عملية التنفُّس، المزيد من ثاني أكسيد الكربون، الذي يذوب في الدم، فيتكوّن حمض ضعيف، ممّا يخفِّض قيمة الرقم الهيدروجيني pH للدم. وتستشعر خلايا مُستقبِلة في الدماغ هذا الانخفاض في pH، الذي يحفِّز على زيادة مُعدَّل الإشارات العصبية المُرسَلة إلى العُقدة الجيبية الأُذَينيّة.

الصمّامات في القلب

تحدث ضربات القلب نتيجة لانقباض عضلات جدرانه وانبساطها. فعندما تنقبض هذه العضلات، يقلّ حجم القلب ويدفع الدم خارجًا. وعندما تنبسط، يزداد حجمه، ويسمح للدم بالدخول إلى الأُذينَين والبُطينَين.

يحتوي القلب على صمّامَين أُحاديَّي الاتِّجاه يقع أحدهما بين الأُذين الأيسر والبُطين الأيسر، ويقع الآخر بين الأُذين الأيمن والبُطَين الأيمن (الشكل ١-٥)، يُسمّى كل منهما بالصّمام الأُذين -بُطَيني.

تتمثّل الوظيفة المُهمَّة لكل من هَذين الصمّامين في منع عودة الدم من البُطين إلى الأُذين. لذلك، عندما ينقبض البُطينان يندفع الدم إلى الأعلى في الشرايين، ولا يعود إلى الأُذَينين. ويدفع ضغط الدم الصمّامَين إلى الأعلى فينغلقان، وتمنع الأوتار المرتبطة بهما ارتفاعهما كثيرًا.

عمل القلب أثناء نبضة قلبية واحدة

ينشأ نبض القلب في العُقدة الجيبية الأُذَينيّة التي تجعل القلب ينبض باستمرار ليضخّ الدم. وأثناء نبضة قلبية واحدة، يمر القلب بثلاث مراحل موضَّحة في (الشكل ١-٥)، حيث تؤدّي الصمّامات خلالها أدوارًا مُهمّة.

١. **الانبساط:** انبساط جميع العضلات، حيث يتدفَّق الدم من الأوردة إلى القلب

٢. **انقباض الأذينَين:** تنقبض عضلات الأذينَين، وتبقى عضلات البُطينَين منبسطة. يُدفع الدم من الأذينَين إلى البطينَين

٣. **انقباض البطينَين:** تنبسط عضلات الأذينَين، وتنقبض عضلات البُطَينَين. يُدفع الدم من البُطَينَين إلى الشرايين

الشكل ١-٥ آليّة عمل القلب أثناء نبضة قلبية واحدة

نشاط ١-٢

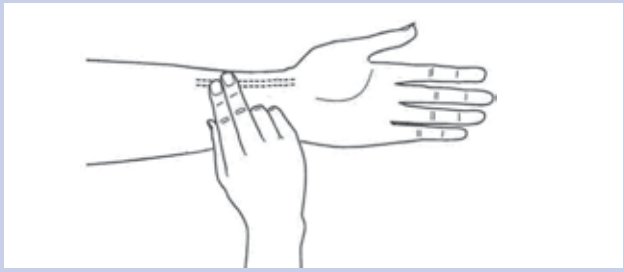
تأثير ممارسة التمارين الرياضية على مُعدّل ضربات القلب

المهارات:

- التخطيط
- الملاحظة والقياس والتسجيل
- تفسير الملاحظات والبيانات وتقييمها

⚠ • **لا تمارس تمارين رياضية قاسية إذا كنت تعلم أنها تضر بصحّتك.**

تُعدُّ طريقة حساب مُعدَّل نبض القلب، أفضل طريقة لقياس مُعدَّل ضربات القلب. لتستشعر نبضك، ضع إصبعين من يدك اليمنى على الجزء الداخلي من معصمك الأيسر، وتحسَّس برفق الوتر من خارج المعصم. ستشعر بنبض الشريان في المعصم مع ضخّ القلب للدم عبره.



١ اقرأ التعليمات أدناه قبل بدء الاستقصاء. قيّم المخاطر واشرح احتياطات السلامة الواجب اتّباعها عند تنفيذه. فكّر جيدًا في المكان الذي ستؤدي فيه التمارين الرياضية، والمُعدّات التي قد تختار استخدامها.

٢ صمِّم جدولاً مناسبًا لتسجيل النتائج، بعد قراءتك للتعليمات كاملة.

٣ اجلس بهدوء لمدَّة دقيقتَين، للتأكُّد من أنك مسترخٍ تمامًا.

٤ احسب عدد النبضات في دقيقة واحدة، وسجِّله في الجدول.

٥ انتظر دقيقة واحدة، ثم عُدّ النبض مرّة أخرى، وسجِّل العدد.

٦ مارس تمرينًا رياضيًّا نشطًا، مثل الصعود على كرسي والنزول عنه، لمدَّة دقيقتَين بالضبط. اجلس، واحسب نبضك على الفور في الدقيقة التالية، وسجِّل العدد.

٧ استمر في تسجيل مُعدَّل النبض كل دقيقة، إلى أن يعود قريبًا من مستواه قبل بداية التمرين.

٨ ارسم تمثيلاً بيانيًّا يمثِّل نتائجك، مع كتابة الوقت أسفل المحور السيني.

٩ قارن نتائجك بنتائج زملائك في الصف. ما مقدار الاختلاف في مُعدَّل النبض عند الراحة؟ ما مقدار الاختلاف في مُعدَّل النبض بعد ممارسة التمرين؟ ما مقدار الاختلاف في الوقت المُستغرَق ليعود مُعدّل النبض إلى طبيعته بعد التمرين؟

١٠ صمِّم نشاطًا لاختبار الفرضية الآتية:

يقلِّل التدريب من الوقت الذي يستغرقه مُعدَّل النبض للعودة إلى طبيعته بعد التمرين الرياضي. فكّر جيدًا في كيفية ضبط المُتغيِّرات، وهو أمر صعب جدًّا لهذا النشاط، لكن يستحق المحاولة.

أسئلة

١-١٢ لماذا يكون مُعدَّل نبضك هو نفسه مُعدّل ضربات قلبك؟

١-١٣ لماذا يحتاج قلبك للنبض بشكل سريع عندما تُمارِس التمارين الرياضية؟

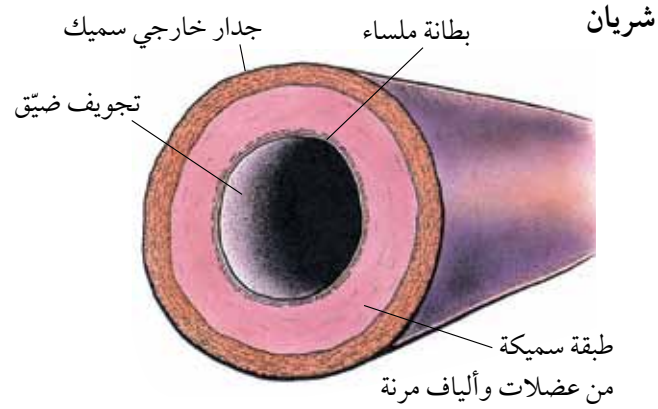
١-١٤ ما العقدة الجيبية الأذينية؟ وأين تقع؟

١-١٥ اشرح ما الذي يجعل قلبك ينبض بسرعة عندما تمارس تمارين رياضية.

١-١٦ صف واشرح عمل الصمّامَين الأُذين-بُطيني عند انقباض البُطينَين.

١-٣ الأوعية الدموية

يتضمّن الجهاز الدوري في الثدييات ثلاثة أنواع رئيسية من الأوعية الدموية، هي: **الشرايين Arteries** و**الشُّعيرات الدموية Capillaries** و**الأوردة Veins** (الشكل ١-٦). تنقل الشرايين الدم بعيدًا عن القلب، وهي تتفرَّع أكثر فأكثر لتُشكِّل في النهاية أوعية دقيقة جدًّا تُسمّى الشُّعيرات الدموية. وتتَّحد الشُّعيرات الدموية تدريجيًّا معًا لتُشكِّل أوعية كبيرة تُسمّى الأوردة، تنقل الدم باتِّجاه القلب. يُقارِن الجدول ١-١ بين أنواع الأوعية الدموية.



الشكل ١-٦ قطاعات عرضية للأوعية الدموية الثلاثة

الشرايين

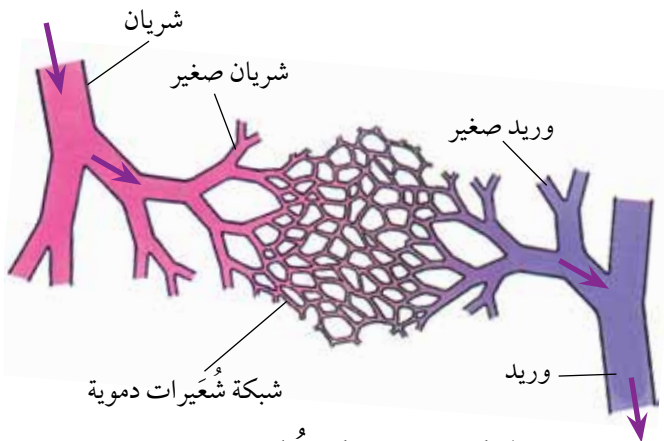
عندما يخرج الدم من القلب، يدخل إلى الشرايين ويكون عندها تحت ضغط مرتفع جدًّا بفعل انقباض عضلات البُطَينَين الذي يدفعه إلى خارج القلب. لذلك تحتاج الشرايين إلى جدران قوية جدًّا وسميكة لتتحمَّل الضغط المُرتفع للدم الذي يجري فيها.

يجري الدم عبر الشرايين بشكل مُتقطِّع على صورة نبضات ترتبط بانقباض البُطَينَين وانبساطهما، حيث يوجد نسيج مرن في جدران الشرايين، يمكن أن يتمدَّد ويرتدّ بفعل قوة اندفاع الدم، الأمر الذي يساعد في جريان الدم بسلاسة. يمكنك الشعور بتمدُّد الشرايين وارتدادها عندما تتحسَّس النبض في معصمك.

الشُّعَيرات الدموية

تتفرَّع الشرايين تدريجيًّا إلى أوعية أصغر فأصغر (الشكل ١-٧ والصورة ١-١) لتشكِّل شبكة من الأوعية الدموية الدقيقة، واسعة الانتشار تُسمّى الشعيرات الدموية، تتوزَّع على كل أنسجة الجسم وتكون جميع الخلايا قريبة منها.

تنقل الشُّعيرات الدموية المواد الغذائية والأكسجين ومواد أخرى إلى جميع خلايا الجسم، كما تنقل الفضلات بعيدًا عنها. لذا يجب أن تكون جدرانها رقيقة جدًّا، لتسهيل الدخول إليها والخروج منها. ولذا، فإن جدار أصغر الشُّعيرات الدموية يمتلك طبقة واحدة فقط من الخلايا.



الشكل ١-٧ شبكة شُعَيرات دموية

الصورة ١ـ١ شُعَيرة دموية باللون الأزرق، تمتد في خط مُتعرِّج عبر نسيج عضلي (600 ×)

تذكَّر

ليست الشُّعيرات الدموية هي التي تتكوَّن من طبقة واحدة من الخلايا، بل جدرانها.

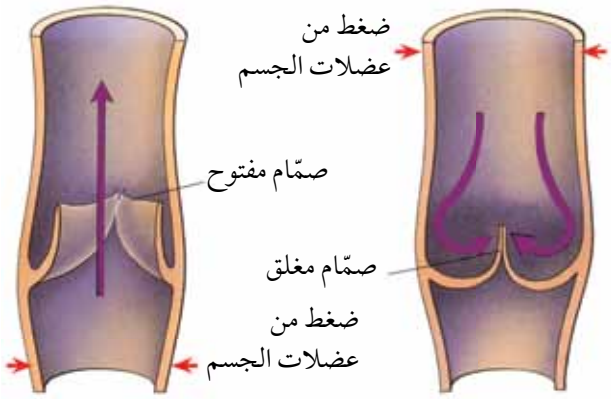
الأوردة

تتَّحد الشُّعَيرات الدموية تدريجيًّا مرَّة أخرى لتُشكِّل الأوردة. وعندما يصل الدم إلى الأوردة، يكون تحت ضغط منخفض مقارنة بضغطه في الشرايين. لذا يصبح جريانه بطيئًا وأكثر سلاسة، وبالتالي لا تحتاج الأوردة إلى جدران سميكة وقوية وذات مرونة عالية.

ولكنها تحتاج إلى تجويف أوسع من تجويف الشرايين للحفاظ على جريان الدم بسهولة عبرها.

تحتوي الأوردة على صمّامات تمنع عودة الدم إلى الوراء (الشكل ١-٨). ولا تحتاج الشرايين إلى صمّامات، لأن قوة ضربات القلب تحافظ على جريان الدم عبرها إلى الأمام.

كما تستمر حركة الدم في الأوردة بفعل انقباض العضلات الهيكلية حولها. فالأوردة الكبيرة في الساقَين تنضغط بفعل عضلات الساق عند المشي، وهذا يساعد على عودة الدم إلى القلب.



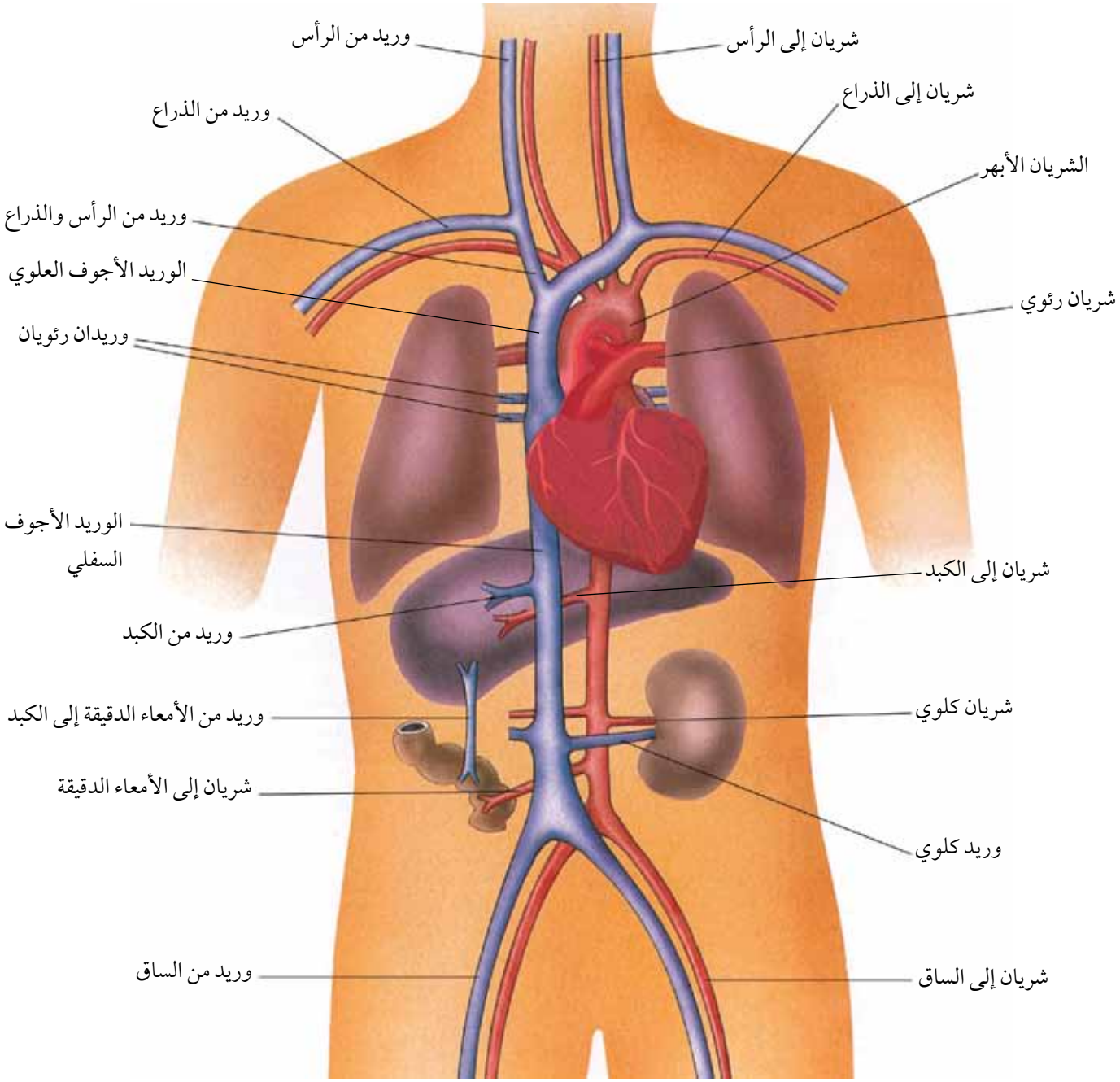
الشكل ١ـ٨ الصمّامات في الوريد أشبه بجيوب مُثبَّتة بجدار الوريد

الوعاء الدموي	الوظيفة	تركيب الجدار	قطر التجويف	ملاءمة التركيب للوظيفة
الشرايين	تحمل الدم بعيدًا عن القلب	سميك وقوي، ويحتوي على عضلات وأنسجة مرنة	ضيّق نسبيًّا ويختلف باختلاف ضربات القلب، حيث يمكنه التمدُّد والارتداد	تتميّز بالقوة والمرونة اللازمة لتحمُّل قوة تدفُّق الدم النابض عند دفعه من القلب
الشُّعيرات الدموية	تُزوِّد جميع خلايا الجسم بحاجتها من الأكسجين والمواد الغذائية، وتُنقّيها من الفضلات	رقيق جدًّا، ويتكوَّن من طبقة واحدة من الخلايا	ضيّق جدًّا، يكفي عرضه لمرور خلية دم حمراء واحدة عبره	لا حاجة إلى جدران قوية، حيث يتلاشى معظم ضغط الدم. الجدران الرقيقة والتجويف الضيّق يجعلان الدم على اتصال وثيق بأنسجة الجسم ممّا يسهِّل انتشار الغازات والمواد الغذائية بين الدم وخلايا الجسم.
الأوردة	تعيد الدم إلى القلب	رقيق نسبيًّا، ويحتوي على عضلات وأنسجة أقل مرونة من الشرايين	واسع ويحتوي على صمّامات	لا حاجة إلى جدران قوية، حيث يتلاشى معظم ضغط الدم. يوفر التجويف الواسع القطر مقاومة أقلّ لتدفُّق الدم. وتمنع الصمّامات رجوع الدم إلى الخلف.

الجدول ١ـ١ مُقارنة بين أنواع الأوعية الدموية

تسمية الأوعية الدموية

يوضِّح الشكلان ١-٩ و١-١٠ مواقع الشرايين والأوردة الرئيسية في الجسم. لاحظ على وجه الخصوص **الشريان الكلوي Renal artery** و**الوريد الكلوي Renal vein** اللذين ينقلان الدم إلى الكليتَين ومنهما. تساعد الكليتان على ترشيح الدم، وإزالة الفضلات منه، مُكوِّنة البول الذي ينتقل من الكليتَين إلى المثانة.

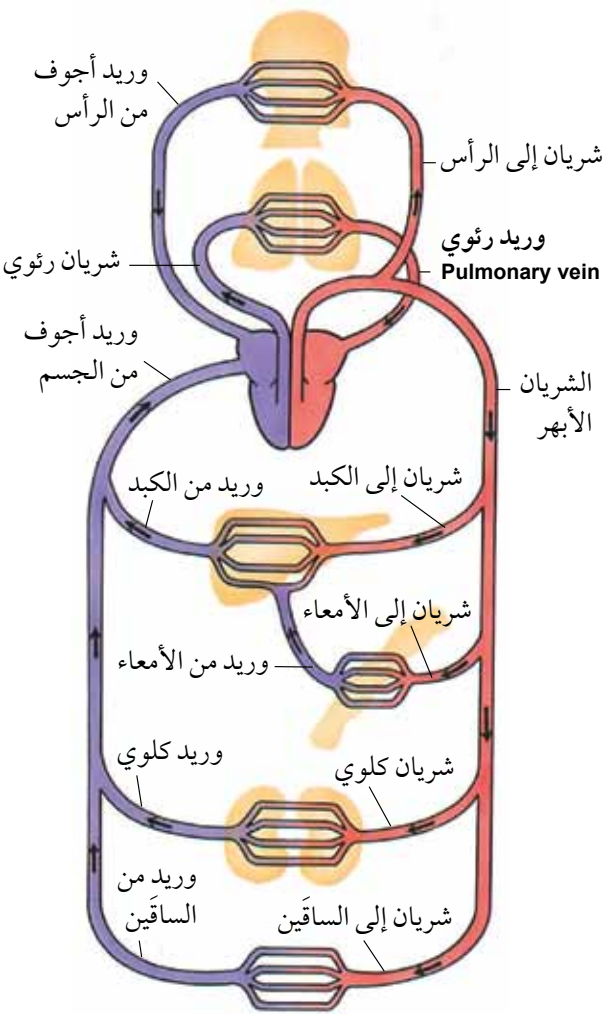


الشكل ١-٩ مواقع الشرايين والأوردة الرئيسية في جسم الإنسان

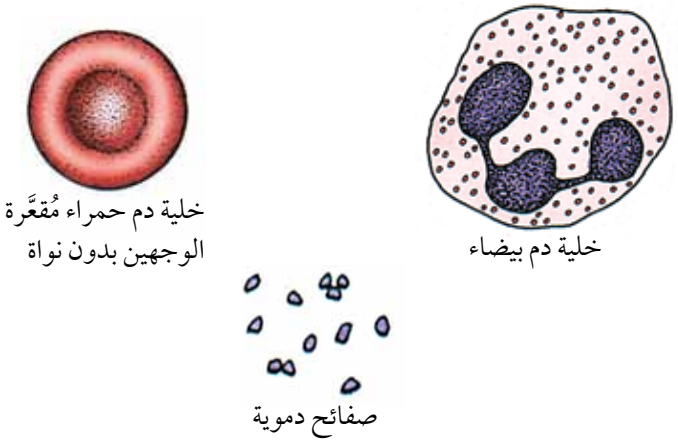
١-٤ الدم

يُسمّى الجزء السائل من الدم **البلازما Plasma** وتطفو في البلازما خلايا، معظمها خلايا دم حمراء، وعدد قليل من خلايا الدم البيضاء. وتوجد أجزاء خلوية صغيرة تُكوِّنها خلايا مُتخصِّصة في نخاع العظم، تُسمّى **الصفائح الدموية Platelets** (الشكل ١-١١ والصورة ١-٢).

تتكوَّن البلازما غالبًا من الماء، الذي تذوب فيه مواد كثيرة، منها المواد الغذائية القابلة للذوبان، مثل سُكَّر الجلوكوز والأحماض الأمينية والأيونات المعدنية.



الشكل ١-١٠ مُخطَّط للأوعية الدموية الرئيسية في جسم الإنسان



الشكل ١-١١ خلايا الدم

أسئلة

١-١٧ أي نوع من الأوعية الدموية ينقل الدم:
(أ) بعيدًا عن القلب.
(ب) باتِّجاه القلب.

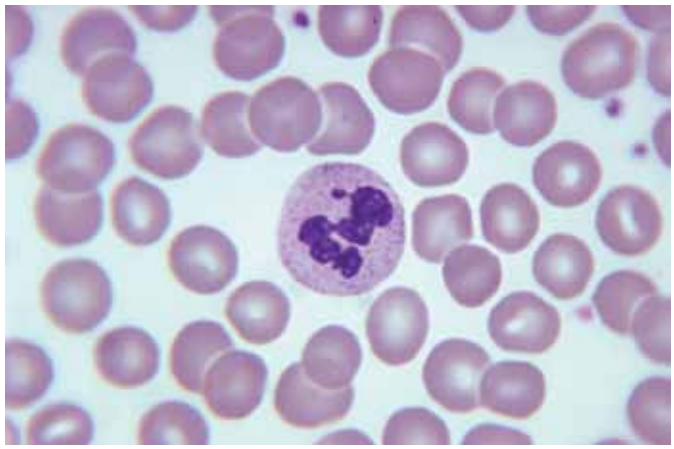
١-١٨ لماذا تحتاج الشرايين إلى جدران قوية؟

١-١٩ لماذا تحتاج الشرايين إلى جدران مرنة؟

١-٢٠ ما وظيفة الشُّعيرات الدموية؟

١-٢١ لماذا يوجد تجويف واسع القطر في الأوردة؟

١-٢٢ كيف يستمرّ الدم في الجريان عبر أوردة الساقَين الكبيرة؟



الصورة ١-٢ صورة مجهرية للدم. الخلية الكبيرة هي خلية دم بيضاء، والبقية خلايا دم حمراء. تظهر أيضًا بعض الصفائح الدموية (1200×)

كما تنقل البلازما الهرمونات وثاني أكسيد الكربون. ويُلخِّص الجدول ١-٢ بعض المُكوّنات الرئيسية لبلازما الدم، كما يُلخِّص الجدول ١-٣ وظائف مُكوِّنات الدم.

خلايا الدم الحمراء

تتكوَّن **خلايا الدم الحمراء (Erythrocytes) Red blood cells** في نخاع بعض العظام، بما فيها الضلوع والفقرات وبعض عظام الأطراف. وهي تتكوَّن بمُعدَّل سريع جدًّا، يبلغ نحو 9000 مليون خلية في الساعة.

يجب تكوين خلايا الدم الحمراء بهذه السرعة لأنها لا تعيش طويلاً، إذ تعيش الخلية الواحدة 4 أشهر تقريبًا، ويرجع أحد الأسباب إلى عدم احتوائها على نواة (الشكل ١-١١).

يعود اللون الأحمر لخلايا الدم الحمراء إلى احتوائها على صبغة **الهيموجلوبين Haemoglobin** الذي يتمثَّل دوره الأساسي في حمل الأكسجين. وهذه الصبغة عبارة عن بروتين يحتوي على الحديد الذي يتَّحد بسهولة مع الأكسجين عند توفُّره بكمّية كبيرة. وينفك عنه عندما تقلّ كمّيته، كما في الأنسجة النشطة؛ بالإضافة إلى ذلك، يمكن للهيموجلوبين نقل ثاني أكسيد الكربون، على الرغم من أن معظمه ينتقل في بلازما الدم.

يُسهم عدم احتواء خلية الدم الحمراء على نواة في توفير مساحة سطحية كبيرة لاحتواء الملايين من جُزيئات الهيموجلوبين.

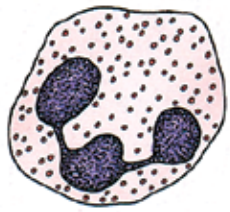
ويُمثِّل شكل خلية الدم الحمراء ميزة أخرى، فهي قرص مقعَّر الوجهَين. ويوفِّر شكلها هذا مساحة سطحية كبيرة لها مُقارنة بحجمها الصغير، ممّا يؤدِّي إلى زيادة سرعة مُعدَّل انتشار الأكسجين إلى داخل خلية الدم الحمراء وخارجها.

ويُمكِّنها حجمها الصغير من عبور الشُّعَيرات الدموية الدقيقة، وبالتّالي نقل الأكسجين إلى كل خلايا الجسم.

خلايا الدم البيضاء

يمكن التعرُّف على **خلايا الدم البيضاء White blood cells (leukocytes)** بسهولة، فهي بعكس خلايا الدم الحمراء، تحتوي غالبًا على نواة كبيرة الحجم ومفصَّصة (الشكلان ١-١١ و١-١٢ والصورة ١-٢). وهي قادرة على الانتقال، وعبور جدران الشُّعيرات الدموية لبلوغ جميع أجزاء الجسم. أما وظيفتها فهي محاربة مُسبِّبات الأمراض (البكتيريا المُسبِّبة للأمراض والفيروسات)، والتخلُّص من خلايا الجسم الميتة. وتقوم بعض هذه الخلايا، التي تُعرف باسم **الخلايا البلعمية (الأكولة) Phagocytes** بذلك عن طريق ابتلاع البكتيريا وهضمها في عملية تُسمّى **البلعمة Phagocytosis**. كما يقوم نوع آخر من خلايا الدم البيضاء، يُسمّى **الخلايا اللمفاوية Lymphocytes**، بإنتاج موادّ كيميائية بروتينية تُسمّى **الأجسام المُضادّة Antibodies**.

خلية لمفاوية تحتوي على نواة كبيرة



خلية بلعمية، تحتوي على نواة مُفصَّصة، يمكنها أن تبتلع البكتيريا

الشكل ١-١٢ نوعان من خلايا الدم البيضاء

الصفائح الدموية

لا تُعدُّ الصفائح الدموية خلايا كاملة، بل هي أجزاء من خلايا تنشأ في نخاع العظم. وهي تفتقر إلى الأنوية، وتُسهم في عملية تجلُّط (تخثُّر) الدم.

يمنع تجلُّط الدم دخول مُسبِّبات الأمراض إلى الجسم عن طريق الجروح. وهو يحول دون الفقد المفرط للدم من خلال الجروح. ويُمثِّل الجلد حاجزًا طبيعيًّا شديد الفاعلية في وجه مُسبِّبات المرض، إذ يمنع دخول البكتيريا والفيروسات إلى الجسم.

المُكوِّن	المصدر	وجهة الانتقال	ملاحظات
الماء	يتمّ امتصاصه من الأمعاء الدقيقة والقولون	جميع الخلايا	يُطرح الفائض عن طريق الكليتَين
الليبيدات (الدهون)، بما فيها الكوليسترول والأحماض الدهنية	يتمّ امتصاصها من الأمعاء الدقيقة؛ وتُستمدّ أيضًا من الدهون المُخزّنة في الجسم	الكبد لتتفكَّك، والنسيج الدهني لتُخزَّن، والخلايا التي تقوم بعملية التنفُّس كمصدر للطاقة	تنتج عن تفكُّك الدهون طاقة. تعتمد عضلة القلب بشكل كبير على الأحماض الدهنية لإمدادها بالطاقة. يزيد ارتفاع مستويات الكوليسترول في الدم من خطر الإصابة بأمراض القلب
الكربوهيدرات وخصوصًا سُكَّر الجلوكوز	يتمّ امتصاصها من اللفائفي (في الأمعاء الدقيقة)، ويتم إنتاج سُكَّر الجلوكوز من تفكُّك الجلايكوجين في الكبد	جميع الخلايا لإطلاق الطاقة عن طريق عملية التنفُّس	يتم تحويل الجلوكوز الفائض إلى جلايكوجين وتخزينه في الكبد
الأيونات المعدنية، كأيونات الصوديوم وأيونات الكلوريد	يتمّ امتصاصها من اللفائفي (في الأمعاء الدقيقة) والقولون	جميع الخلايا	يتمّ طرح الأيونات الزائدة على الحاجة عن طريق الكليتَين
الهرمونات	تفرزها الغدد الصمّاء في الدم	الخلايا المُستهدَفة، الأنسجة والأعضاء	تؤثِّر الهرمونات فقط على الخلايا المُستهدَفة. تُفكِّك الهرمونات بواسطة الكبد، وتُفرز البقايا بواسطة الكليتَين
الغازات الذائبة، كغاز ثاني أكسيد الكربون	تطلق جميع خلايا الجسم غاز ثاني أكسيد الكربون كفضلات لعملية التنفُّس	الرئتان لتطرحاه خارج الجسم	يُنقَل معظم ثاني أكسيد الكربون من خلايا الجسم إلى الرئتَين على شكل أيونات بيكربونات HCO_3^- في بلازما الدم

الجدول ١ـ٢ بعض المُكوِّنات الرئيسية لبلازما الدم

المُكوِّن	التركيب	الوظائف
بلازما الدم	محلول مائي	١. وسط سائل تطفو فيه خلايا الدم والصفائح الدموية ٢. نقل ثاني أكسيد الكربون ٣. نقل المواد الغذائية ٤. نقل الهرمونات ٥. نقل الحرارة ٦. نقل الأجسام المضادة
خلايا الدم الحمراء	قرصية الشكل مقعَّرة الوجهَين بدون نواة، تحتوي على هيموجلوبين	١. نقل الأكسجين: من الرئتَين إلى خلايا أنسجة الجسم. ٢. نقل كمّية من ثاني أكسيد الكربون: من خلايا أنسجة الجسم إلى الرئتَين.
خلايا الدم البيضاء	مختلفة الأشكال، مع أنوية	١. ابتلاع وتدمير مُسبِّبات الأمراض (البلعمة) ٢. تكوين الأجسام المُضادّة
الصفائح الدموية	أجزاء صغيرة من الخلايا، بدون أنوية	المساعدة على تجلُّط (تخثُّر) الدم

الجدول ١ـ٣ وظائف مُكوِّنات الدم

نشاط ١-٣

استخدام المجهر الضوئي لمشاهدة خلايا الدم

المهارات:

- استخدام التقنيّات والأجهزة والأدوات العلميّة
- الملاحظة والقياس والتسجيل

المواد والأدوات والأجهزة

- مجهر ضوئي
- شرائح جاهزة لخلايا دم حمراء وخلايا دم بيضاء

تعلّمت في الصفوف السابقة كيفية استخدام المجهر الضوئي. قد يكون الدم ناقلاً للأمراض، لذا استخدم الشرائح الجاهزة فقط التي تمَّت معالجتها وإغلاقها بإحكام لمنع انتقال الأمراض. كرِّر الخطوات التالية لخلية دم بيضاء وخلية دم حمراء (حسب الشرائح المتاحة، قد تتمكَّن من مشاهدة كلا النوعَين من خلايا الدم على نفس الشريحة، وقد تتمكَّن من مشاهدة عدة أنواع من خلايا الدم البيضاء).

١ ابدأ باستخدام العدسة الشيئية ذات قوة التكبير الأصغر (الصغرى)، للتركيز على الشريحة الجاهزة، ثم حاول زيادة قوة التكبير باختيار عدسة شيئية ذات قوة تكبير أعلى.

٢ ارسم رسمًا تخطيطيًّا لخلايا الدم التي تشاهدها، واكتب عليه التسميات.

٣ **قم بقياس عرض خلية الدم التي رسمتها.** يبلغ القطر الحقيقي لخلية الدم الحمراء 0.007 mm تقريبًا، ويبلغ متوسّط قطر خلية الدم البيضاء 0.014 mm تقريبًا. **احسب مقدار تكبير الرسم التخطيطي الذي رسمته مستخدمًا المعلومات أعلاه، وسجِّله.**

$$\text{مقدار التكبير} = \frac{\text{قياس الرسم التخطيطي للشيء أو صورته}}{\text{قياسه الحقيقي}}$$

أسئلة

١-٢٣ اذكر **خمس** مواد تنتقل في البلازما.

١-٢٤ ما وظيفة خلايا الدم الحمراء؟

١-٢٥ بماذا يتميَّز تركيب خلايا الدم الحمراء عن باقي الخلايا؟

١-٢٦ ما هو الهيموجلوبين؟

١-٢٧ ما هي الصفائح الدموية؟

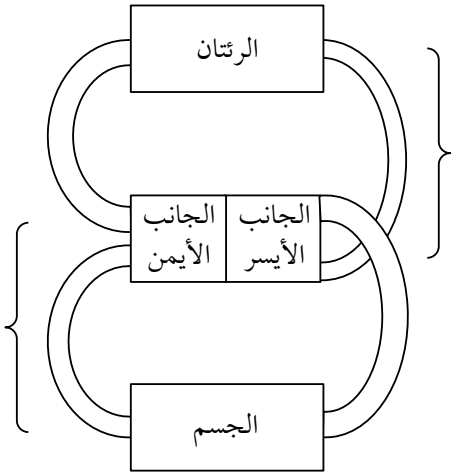
مُلخّص

ما يجب أن تعرفه:

- الدورة الرئوية والدورة الجهازية في الجهاز الدوري للثدييات.
- ميزة وجود جهاز دوري مُزدوِج يشمل دورتين مُنفصلتَين.
- تركيب القلب وكيفية عمله.
- أسباب اختلاف سمك جدران حجرات القلب.
- العوامل التي تزيد من خطر الإصابة بمرض القلب التاجي.
- مراحل عمل القلب أثناء ضربة قلب واحدة، بما في ذلك دور الصمّامات.
- تأثير ممارسة التمارين الرياضية على مُعدّل ضربات القلب.
- آليَّة تغيُّر مُعدّل ضربات القلب أثناء ممارسة التمارين الرياضية.
- تركيب ووظائف الشرايين والأوردة والشُّعيرات الدموية.
- ملاءمة تركيب الشرايين والأوردة والشُّعيرات الدموية مع أداء وظائفها.
- أسماء الأوعية الدموية الرئيسية.
- كيفية التعرُّف على خلايا الدم الحمراء وخلايا الدم البيضاء والصفائح الدموية والبلازما.
- وظائف مُكوِّنات الدم.

أسئلة نهاية الوحدة

١ للثدييات جهاز دوري يشمل دورَتَين: دورة رئوية ودورة جهازية.



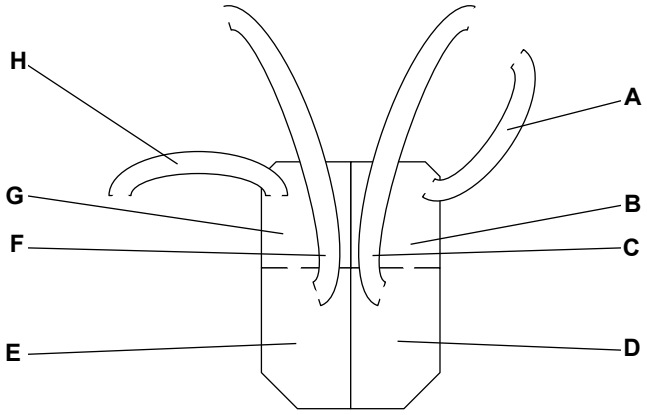
أ. انقل هذا الرسم إلى دفترك، ثم حدِّد اسم الدورتَين: الدورة الجهازية والدورة الرئوية.

ب. ١. وضِّح بالأسهم على الرسم مسار جريان الدم في الجهاز الدوري.

٢. استخدم اللون الأحمر لتُبيِّن الدم المؤكسَج، واللون الأزرق لتُبيِّن الدم غير المؤكَسج في الأوعية الدموية في رسمك.

ج. ما ميزة وجود جهاز دوري مزدوِج يشمل دورة رئوية ودورة جهازية في الثدييات، مقارنة بجهاز دوري مُفرَد كما في الأسماك؟

٢ يُبيِّن الرسم التخطيطي أدناهُ مُخطّطًا للقلب والأوعية الدموية الرئيسية حوله.



أ. اكتب مُسمّيات الأجزاء من (**A**) **إلى** (**H**).

ب. الرسم التخطيطي أعلاه مُتناظِر، لكن القلب في الثدييات غير مُتناظِر. صف كيف يختلف البُطَين الأيسر للقلب عن البُطَين الأيمن، واشرح سبب هذا الاختلاف.

ج- رتِّب العبارات الآتية لمسار تدفُّق الدم، بدءًا بعودة الدم من الدورة الجهازية:

١. يعود الدم المؤكسَج عبر الوريد الرئوي إلى الأُذَين الأيسر.

٢. ينقل الشريان الرئوي الدم غير المؤكسَج إلى الرئتَين، حيث يتأكسج.

٣. تنقبض عضلات البُطَين الأيسر، ممّا يدفع الصمّامات الأُذين- بُطينيَّة إلى الانغلاق بفعل الضغط. يُدفع الدم المؤكسَج عبر الصمّامات الهلالية أحادية الاتِّجاه إلى داخل الشريان الأبهر.

٤. ينقل الشريان الأبهر الدم المؤكسَج إلى باقي أنحاء الجسم، بما في ذلك الشرايين التاجية.

٥. يعود الدم غير المؤكسَج عبر الوريد الأجوف إلى الأُذَين الأيمن.

٦. تنقبض عضلات البُطَين الأيمن، مما يدفع الصمّامات الأُذين- بُطينيَّة إلى الانغلاق بفعل الضغط. يُدفع الدم غير المؤكسَج عبر الصمّامات الهلالية أحادية الاتِّجاه إلى داخل الشريان الرئوي.

٧. يتدفَّق الدم المؤكسج إلى البُطين الأيسر عبر الصمّام الأُذَين- بُطَيني أحادي الاتِّجاه.

٨. يتدفَّق الدم غير المؤكسَج إلى البُطين الأيمن عبر الصمّام الأُذَين- بُطَيني أحادي الاتِّجاه.

٣ الشرايين والشُّعيرات الدموية والأوردة جميعها أوعية دموية متكيِّفة مع وظائفها المختلفة. صف العلاقة بين تركيبها ووظائفها، مع الإشارة إلى سماكة جدرانها، وقطر تجويفها.

٤ تم عرض المُلصق الموضَّح أدناه في عيادة طبّية.

قلب صحيّ، حياة صحّية

تجنَّب مخاطر مرض الشريان التاجي. فيما يلي بعض الطرق التي يمكنك اتِّباعها للبقاء بصحّة جيدة، والحفاظ على قلبك ينبض بكفاءة:

- أقلع عن التدخين.
- اتّبع نظامًا غذائيًّا صحّيًّا.
- مارس الرياضة بانتظام.
- تحكّم بمستويات التوتُّر لديك.
- تحدَّث إلى طبيبك إذا كان لدى أُسرتك تاريخ من أمراض القلب. يمكن لطبيبك مساعدتك على تقليل المخاطر، ويُجري لك فحصًا صحّيًّا شاملاً.

أ- ما هي الشرايين التاجية؟

ب- ما هو مرض القلب التاجي؟ وما تأثيره على القلب؟

ج- يقترح المُلصَق اتِّباع نظام غذائي صحّي للوقاية من مرض القلب التاجي.
اقترح تغييرات على نظام غذائي تجعله أكثر صحّة لإنسان قلق بشأن مرض القلب التاجي.

د- لماذا يزيد التدخين من خطر الإصابة بمرض القلب التاجي؟

٥ أرادت طالبة أن تستكشف مُعدّل ضربات قلبها أثناء فترة الراحة، وأثناء ممارسة التمارين الرياضية.
استخدمت جهاز مراقبة مُعدّل ضربات القلب، وسجَّلت مُعدَّل ضربات قلبها كل دقيقة لمدة 6 دقائق، أثناء إجرائها لثلاث تجارب مختلفة، قامت في كل منها بتمرين مختلف في مستوى الجهد (أثناء الجلوس، وأثناء المشي وأثناء الركض).
يُبيِّن الجدول أدناه نتائج الطالبة.

الزمن (دقائق)	التجربة ١ مُعدّل ضربات القلب (bpm)	التجربة ٢ مُعدّل ضربات القلب (bpm)	التجربة ٣ مُعدّل ضربات القلب (bpm)
0	68	68	67
1	67	67	68
2	67	90	140
3	68	85	130
4	68	70	115
5	67	69	100
6	69	68	80

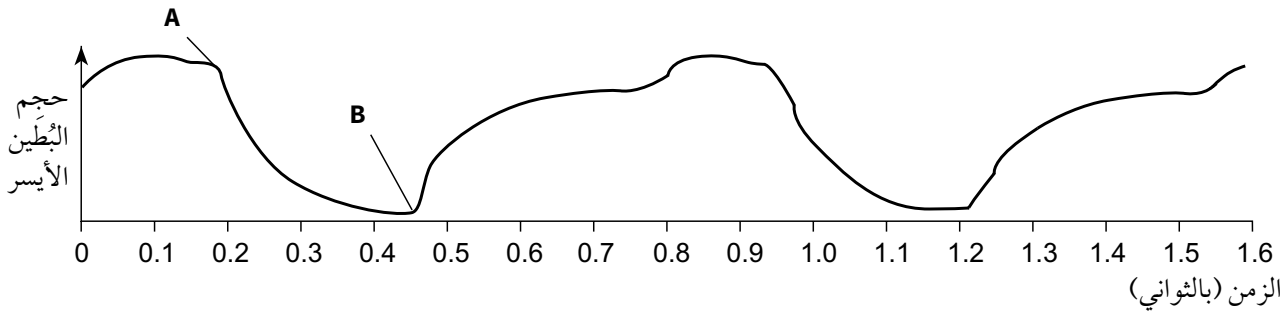
أ. في أي تجربة كانت الطالبة:
١. تمشي؟
٢. تركض؟
٣. تجلس؟

ب. مثِّل بيانيًا نتائج التجربة (٣).

ج. وضِّح سبب حدوث زيادة في مُعدّل ضربات القلب في التجربَتَين (٢) و (٣)، مستخدمًا المصطلحات العلمية أدناه:

ثاني أكسيد الكربون	**العُقدة الجيبية الأُذَينيَّة**	**عملية التنفُّس**	**خلايا مُستقبِلة**

٦ يوضِّح التمثيل البياني أدناه التغيُّرات في حجم البُطَين الأيسر خلال 1.6 ثانية.



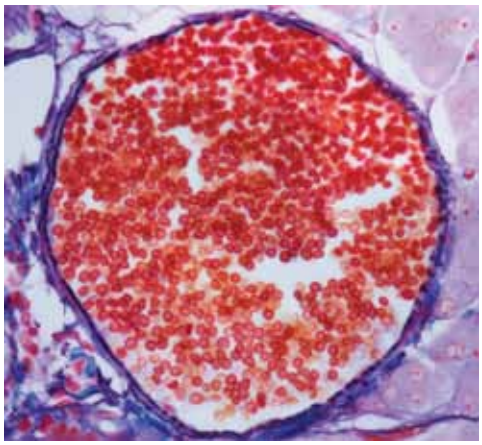
أ. من أي أجزاء القلب يأتي الدم إلى البُطَين الأيسر؟

ب. ما اسم الوعاء الدموي الذي ينقل الدم بعيدًا عن البُطَين الأيسر؟

ج. صف ما يحدث بين النقطتَين (A) و (B) على التمثيل البياني.

د. انسخ التمثيل البياني أعلاه، وارسم عليه خطًا بيانيًّا ثانيًا يُظهر نمط التغيُّر في حجم البُطَين الأيمن الذي تتوقَّع رؤيته خلال نفس الفترة الزمنية.

٧ الصورة المجهرية الآتية لوعاء دموي، حصلت عليها باحثة في علم الأحياء الدقيقة خلال إجرائها بحثًا عن دم الإنسان.



أ. هل الصورة لشريان أم لوريد أم لشُعَيرة دموية؟ اشرح إجابتك.

ب. قاست الباحثة قطْر تجويف الوعاء على الصورة المجهرية، فبلغ 200 mm. وقد تم ضبط مجهرها على قوة تكبير (X 150). احسب قياس القطر الحقيقي للتجويف (حتى منزلتَين عشريَّتَين). وضِّح خطوات حساب قياس القطر.

٨ تطلب المستشفيات تبرُّعات دم منتظمة لمساعدة مرضاها.

يُستخدَم الدم «كاملاً» كما هو، لكنَّه يُجزَّأ أحيانًا إلى مُكوِّناته. أحد هذه المُكوِّنات هو الوسط السائل الذي تطفو فيه الخلايا.

أ. ما اسم هذا الوسط السائل؟

ب. اذكر أربع وظائف لهذا الوسط.

٩ يُنتج مرضى اللوكيميا (سرطان نخاع العظم) خلايا دم بيضاء كثيرة، مما يؤدِّي إلى عدد أقلّ من خلايا الدم الحمراء في الدم. توضِّح الرسومات أدناه أربعة أنواع من خلايا الدم.

أ. أيّ الرسومات تُمثِّل خلايا دم بيضاء؟

ب. ما طرق محاربة خلايا الدم البيضاء لمُسبِّبات الأمراض؟

ج. أي الرسومات تُمثِّل خلية دم حمراء؟

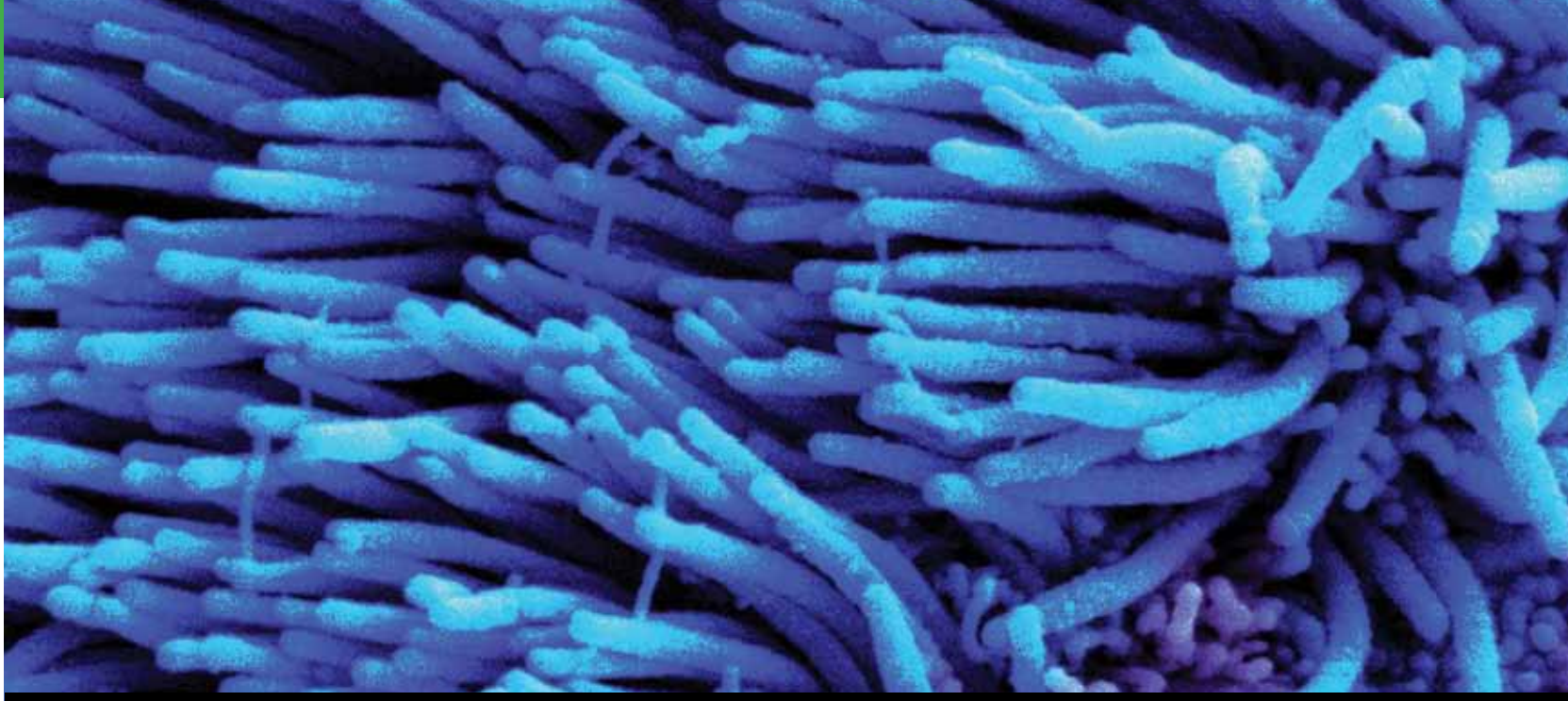
د. صف ميزات خلايا الدم الحمراء، واشرح كيف تتكيَّف مع وظائفها.

هـ. اقترح أحد أعراض سرطان الدم، والذي ينتج عن انخفاض في عدد خلايا الدم الحمراء.

يمكن علاج سرطان الدم بالعلاج الكيميائي؛ لكنَّه يُخفِض قدرة نخاع العظم على إنتاج الصفائح الدموية. ويمكن لمرضى سرطان الدم تلقّي صفائح دموية محفوظة من المُتبرّعين بالدم.

و. أيّ الرسومات تُمثِّل صفائح دموية؟

ز. ما وظيفة الصفائح الدموية؟



الوحدة الثانية

تبادُل الغازات Gas exchange

تغطّي هذه الوحدة:

- تبادُل الغازات في الإنسان.
- تركيب جهاز تبادُل الغازات ووظيفته.
- ميزات أسطُح تبادُل الغازات في جسم الإنسان وجسم الحيوان.
- الفروق بين هواء الشهيق وهواء الزفير.
- تأثير ممارسة التمارين الرياضية على التنفُّس.
- طرق حماية الجهاز التنفُّسي من مُسبِّبات الأمراض والجُسيمات.
- تأثير تدخين التبغ.

٢-١ تبادُل الغازات في الإنسان

أسطح تبادُل الغازات

درست في الصف التاسع أن جميع الكائنات الحية تحتاج إلى التنفُّس لتُحرِّر الطاقة اللازمة لأداء أنشطتها الحيوية. تحدث عملية التنفُّس في الخلايا، بوجود سُكَّر الجلوكوز والأكسجين. ويحصل الإنسان والحيوان على سُكَّر الجلوكوز من الكربوهيدرات المُتوفِّر في غذائهما، بينما تصنع النباتات سُكَّر الجلوكوز في عملية التمثيل الضوئي. أما الأكسجين فتحصل عليه الكائنات الحية مباشرة من محيطها الخارجي.

توضِّح معادلة التنفُّس الهوائي الآتية إنتاج غاز ثاني أكسيد الكربون:

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

وهذا الغاز بمثابة فضلات يجب طرحها خارج الجسم. ويحتوي جسم الكائن الحي على تراكيب متخصِّصة يدخل من خلالها غاز الأكسجين، ويخرج منها غاز ثاني أكسيد الكربون، وهي تُمثِّل أسطُح **تبادُل الغازات Gas exchange**.

تمتلك أسطُح تبادُل الغازات خصائص مميّزة تجعل هذه العملية سريعة وفعّالة، وهي كالآتي:

١. رقيقة بحيث تسمح للغازات بالانتشار عبرها.
٢. قريبة من نظام نقل فعّال للغازات عبر أسطح التبادُل.
٣. ذات مساحة سطحية كبيرة تسمح لمقدار كبير من الغاز بالانتشار عبرها في نفس الوقت.
٤. جيدة التهوئة وتوفِّر الأكسجين للخلايا.

جهاز تبادُل الغازات في جسم الإنسان

يبيِّن الشكل ٢-١ التراكيب التي تُشارك في تبادُل الغازات عند الإنسان. وتُمثِّل الرئتان التركيب الرئيسي فيها. تحتوي كل رئة على عدد كبير من التجاويف الهوائية الصغيرة تُسمّى **الحُويصلات الهوائية Alveoli** أو الأكياس الهوائية، حيث ينتشر منها الأكسجين إلى الدم، وهي التي تُكسب الرئة خفَّتها وملمسها الإسفنجي. يصل الهواء إلى الرئتَين عبر **القصبة الهوائية Trachea**، بفعل آليَّة حركة كلّ من **الحجاب الحاجز Diaphragm** و**الضلوع Ribs**. عند الشهيق، تنقبض عضلة الحجاب الحاجز، وينسحب إلى الأسفل في اتِّجاه البطن، وفي الوقت نفسه تنقبض **العضلات الوربية بين الضلوع Intercostal muscles** فترفعها إلى الأعلى وتدفعها إلى الأمام، فيزداد حجم التجويف الصدري، ويسحب الهواء من الخارج.

نشاط ٢-١ (إثرائي)

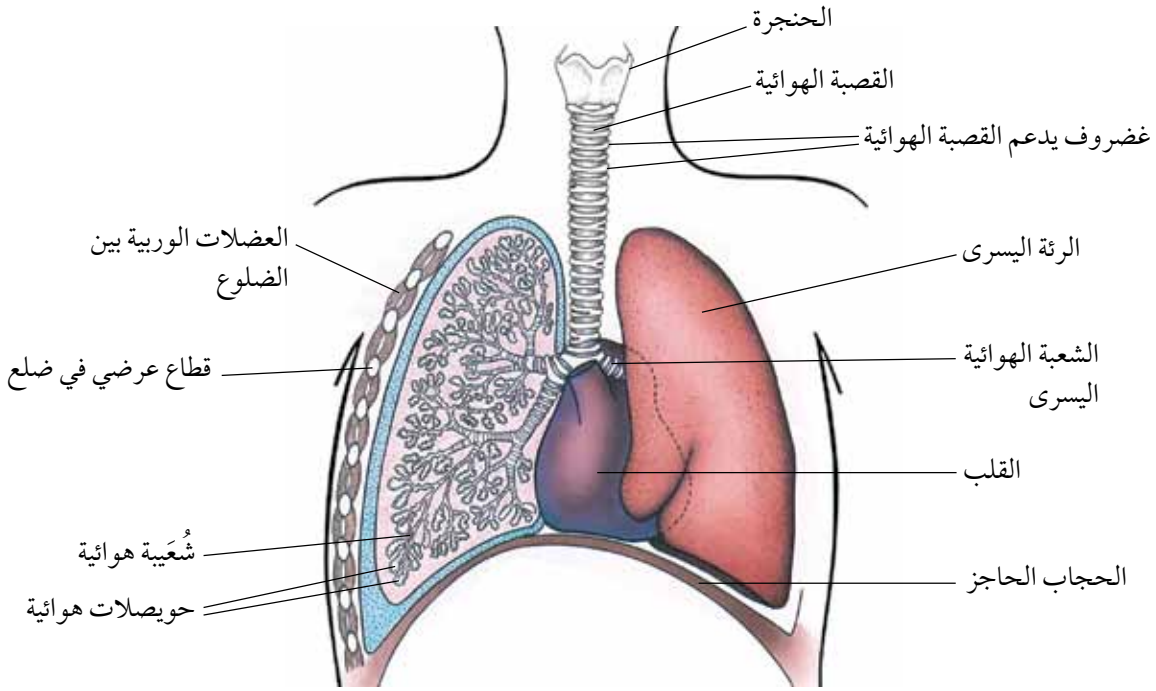
فحص الرئتَين.

المسار إلى الرئتَين

القصبة الهوائية

يمر الهواء من الأنف أو الفم إلى البلعوم ثم إلى الحنجرة حتى يصل إلى القصبة الهوائية التي تعلوها قطعة غضروفية تُسمّى **لسان المزمار Epiglottis**. يُغلق لسان المزمار القصبة الهوائية عند البلع، فيمنع نزول الطعام فيها. ويحدث رد الفعل المُنعكِس هذا تلقائيًّا عندما يلمس الطعام اللهاة.

تقع **الحنجرة Larynx** (صندوق الصوت)، تحت لسان المزمار، وهي تحتوي على الحبال أو الأوتار الصوتية.



الشكل ٢-١ جهاز تبادُل الغازات في الإنسان

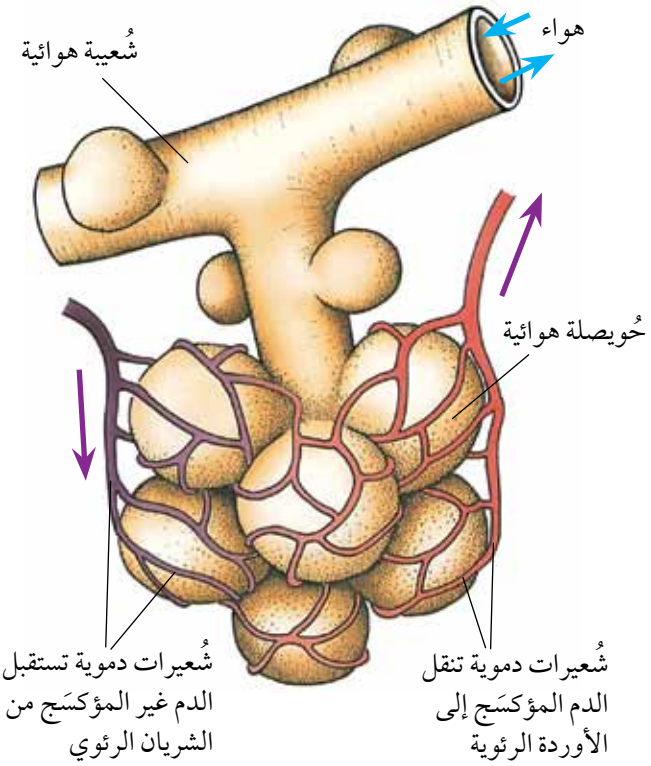
وتستطيع الحبال الصوتية عندما تكون مشدودة بواسطة العضلات، أن تهتز وتُصدر أصواتًا عند مرور الهواء فوقها. ويُحيط بالقصبة الهوائيّة حلقات غضروفية (غير مُكتمِلة الاستدارة لجهة الخلف) تبقيها مفتوحة.

الشُّعب الهوائية

تمتد القصبة الهوائية عبر العنق إلى القفص الصدري. وهو الجزء العلوي من الجسم، والذي يمتدّ من العنق حتى أسفل الضلوع، والحجاب الحاجز. تتقسم القصبة الهوائية في القفص الصدري إلى قسمَين هما **الشُّعبتان الهوائيتان Bronchi** اليُمنى واليُسرى. وتمتد كل شعبة هوائية داخل الرئة، حيث تتفرّع إلى شُعب أصغر تُسّمى **الشُّعيبات الهوائية Bronchioles**.

الحُوَيصلات الهوائية

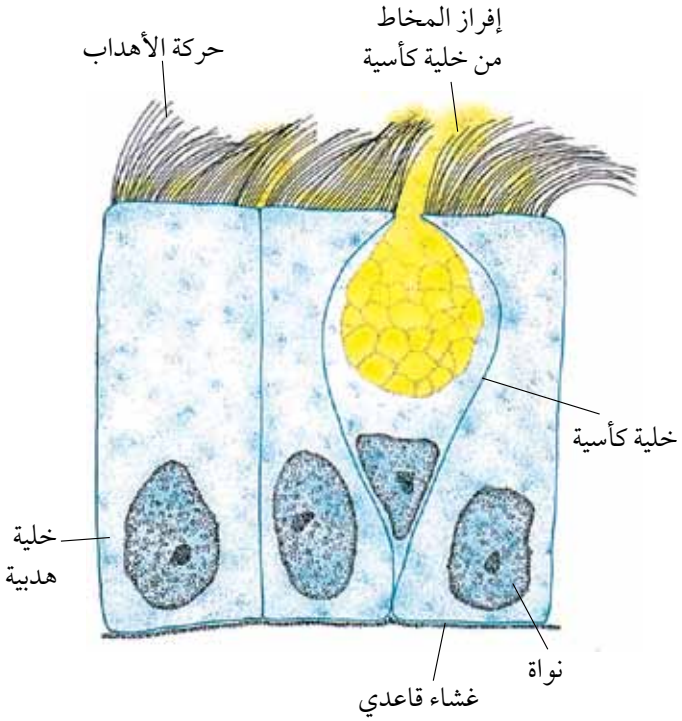
تقع في نهاية كل شُعَيبة هوائية عدّة أكياس هوائية أو **حُوَيصلات هوائية Alveolus** (الشكل ٢-٢)، يتمّ فيها تبادُل الغازات.



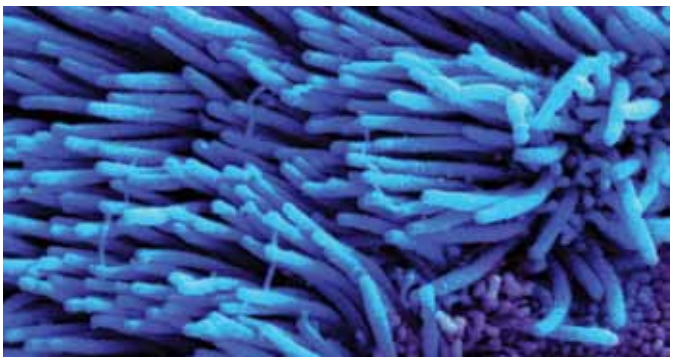
الشكل ٢-٢ الحُوَيصلات الهوائية

الخلايا الكأسية

تُعرَف بعض الخلايا التي تُبطِّن الممرّات الهوائية باسم **الخلايا الكأسية Goblet cells**، (الشكل ٢-٣) وهي تفرز مخاطًا لزجًا، يحتجز الكائنات الحية الدقيقة وجُسيمات الغبار الموجودة في الهواء الداخل؛ ويُعرَف بعضها الآخر باسم **الخلايا الهدبية Cilia** التي تبرز منها امتدادات مجهرية تُشبه الشعر وتُسمّى الأهداب (الصورة ٢-١)، وتحدث حركة موجية مُتزامِنة تدفع المخاط باتِّجاه الأعلى إلى مؤخِّرة الحلق، ليتمّ ابتلاعه.



الشكل ٢-٣ رسم تخطيطي لجزء من بطانة الممرّات التنفُّسية



الصورة ٢-١ صورة بالمجهر الإلكتروني
تُبيِّن الأهداب في القصبة الهوائية (2000 ×)

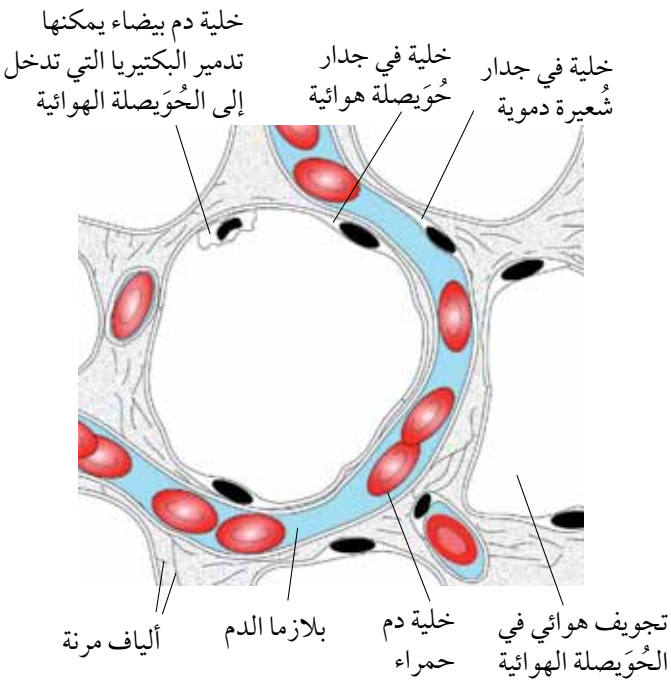
تحمي هذه الخلايا الرئتَين من الكائنات الحية الدقيقة المُضرَّة التي قد تكون عالقة في الهواء، ممّا يُقلِّل من احتمالية إصابتهما بالالتهابات. وتمنع أيضًا الكثير من الجُسيمات (مثل السناج والغبار) من دخول الرئتَين، فتحول دونَ حدوث الالتهابات.

تبادُل الغازات في الرئتَين

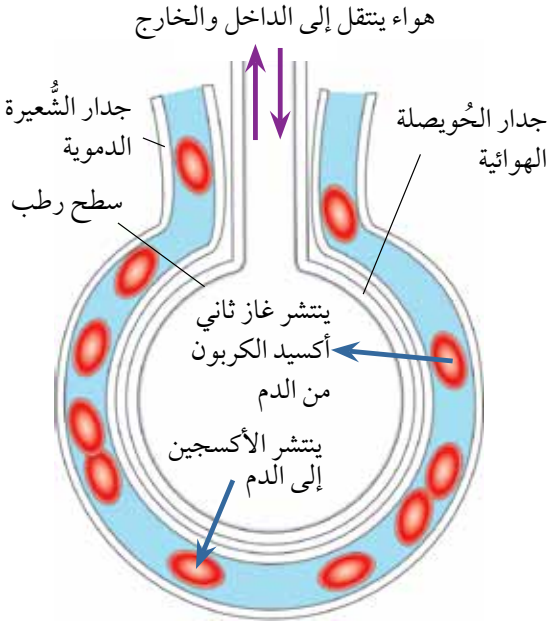
تمثِّل جدران الحُوَيصلات الهوائية أسطُح تبادُل الغازات، حيث تلتفّ الشُّعيرات الدموية بإحكام حول سطح الحُوَيصلات الهوائية (الشكل ٢-٤). ينتشر الأكسجين من الهواء في الحُوَيصلات الهوائية عبر جدرانها إلى الدم (الشكل ٢-٥)، وينتشر غاز ثاني أكسيد الكربون بالاتِّجاه المعاكِس.

وتتميَّز جدران الحُوَيصلات الهوائية بميزات عدّة تجعلها سطحًا فعّالاً لتبادُل الغازات، وهي:

- رقيقة جدًّا، بسمك طبقة واحدة من الخلايا فقط، مثل جدران الشُّعيرات الدموية. وهذا يسمح بانتشار جُزيئات الأكسجين بسهولة وسرعة عالية ليدخل إلى الدم.



الشكل ٢-٤ قطاع عرضي مُكبَّر في جزء من الرئة



الشكل ٢-٥ تبادُل الغازات في الحُوَيصلة الهوائية

- محاطة بنظام نقل فعّال. حيث يُضخّ الدم باستمرار إلى الرئتَين عبر الشرايين الرئوية، التي تتفرَّع إلى آلاف الشُّعيرات الدموية ناقلة الدم إلى جميع أجزاء الرئتَين. ويمكن أن ينتشر ثاني أكسيد الكربون من الدم إلى داخل تجاويف الحُوَيصلات الهوائية، وأن ينتشر الأكسجين من الحُوَيصلات إلى الدم. وعند إعادة الدم إلى القلب عبر الوريد الرئوي، يكون الدم المؤكسَج جاهزًا للضخ إلى باقي أنحاء الجسم.
- لها مساحة سطحية إجماليّة كبيرة تبلغ في الرئتَين أكثر من ($70\ m^2$).
- تتميّز بتهوئة جيّدة، حيث تُحافظ الحركات التنفُّسية على إمداد الرئتَين بالأكسجين باستمرار.

أسئلة

٢-١ ما هي الحنجرة؟

٢-٢ ما وظيفة الأهداب في الممرّات التنفُّسية؟

٢-٣ أين يتم تبادُل الغازات في جسم الإنسان؟

٢-٤ كم عدد طبقات الخلايا التي يجب أن يمر عبرها جُزيء الأكسجين للانتقال من الحُوَيصلة الهوائية إلى الدم؟

يُقارن الجدول ٢-١ بين مُكوِّنات هواء الشهيق وهواء الزفير.

مُكوِّنات الهواء	هواء الشهيق	هواء الزفير	سبب الفرق
أكسجين	21%	16%	يتمّ امتصاص الأكسجين عبر أسطُح تبادُل الغازات، ثم تستخدمه الخلايا في عملية التنفُّس.
ثاني أكسيد الكربون	0.04%	4%	يتمّ إنتاج غاز ثاني أكسيد الكربون من خلال عملية التنفُّس داخل الخلايا، وينتشر إلى الخارج عبر أسطُح تبادُل الغازات.
بخار الماء	مُتغيّر	مُرتفع دائمًا	تتكوَّن أسطُح تبادُل الغازات من خلايا حية، لذا يجب أن تبقى رطبة. تتبخَّر بعض هذه الرطوبة إلى الهواء.

الجدول ٢ـ١ مقارنة بين هواء الشهيق وهواء الزفير

نشاط ٢-٢

مقارنة محتوى غاز ثاني أكسيد الكربون في هواء الشهيق وهواء الزفير

المهارات:

- استخدام التقنيّات والأجهزة والأدوات العلميّة
- الملاحظة والقياس والتسجيل
- تفسير الملاحظات والبيانات وتقييمها

المواد والأدوات والأجهزة

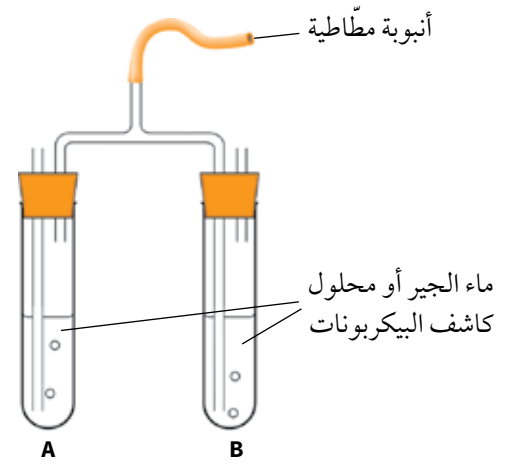
- ماء الجير أو محلول كاشف البيكربونات
- أنبوبتا اختبار
- جهاز تنفُّس مُكوَّن من أنابيب زجاجية وسدادات مطّاطية بثقبَين
- أنبوبة مطّاطية

⚠ • **يجب تعقيم الأنبوبة المطّاطية قبل استخدامها.**
• **يجب أن تتنفَّس برفق فقط، وتتجنَّب الشفط أو النفخ.**

يمكنك أن تستخدم لهذه التجربة ماء الجير (محلول هيدروكسيد الكالسيوم)، أو محلول كاشف البيكربونات. يتغيّر لون ماء الجير من صاف إلى أبيض ضبابي عندما يذوب فيه غاز ثاني أكسيد الكربون. ويتغيّر لون محلول كاشف البيكربونات من الأحمر إلى الأصفر.

١ ركِّب الجهاز كما هو موضَّح في الرسم.

٢ تنفَّس (خذ شهيقًا ثم زفيرًا) عبر الأنبوبة المطّاطية. لا تتنفَّس بشدّة. استمر في التنفُّس إلى أن يتغيَّر لون السائل في إحدى أنبوبتَي الاختبار.



الأسئلة

١ في أي أنبوبة اختبار ظهرت فقّاعات مع هواء الزفير؟ اشرح السبب.

٢ في أي أنبوبة اختبار ظهرت فقّاعات مع هواء الشهيق؟ اشرح السبب.

٣ ماذا حدث للسائل في الأنبوبة A؟

٤ ماذا حدث للسائل في الأنبوبة B؟

٥ على ماذا تدلّ النتائج التي حصلت عليها والمُرتبطة بكمّية غاز ثاني أكسيد الكربون الموجودة في هواء الشهيق وفي هواء الزفير؟

استجابة التنفس لممارسة التمارين الرياضية

يحتاج الجسم إلى مزيد من الطاقة عند ممارسة التمارين الرياضية، لذلك تقوم الخلايا بعمليّة التنفُّس بسرعة كبيرة لتوفِّر له الطاقة.

سوف تتذكَّر من دراستك السابقة لمُعادلة عملية التنفُّس أن غاز ثاني أكسيد الكربون واحد من نواتج عملية **التنفُّس الهوائي Aerobic respiration**. فكلّما زاد مُعدَّل التنفُّس الهوائي في الخلايا يزيد مُعدَّل إنتاج غاز ثاني اكسيد الكربون في بلازما الدم، مما يؤدّي إلى انخفاض الرقم الهيدروجيني pH لبلازما الدم، ويجعله أكثر حموضة.

وهذا ما يحدث أيضًا خلال **التنفُّس اللاهوائي Anaerobic respiration**، حيث ينتج **حمض اللاكتيك Lactic acid**، الذي يخفض أيضًا من الرقم الهيدروجيني pH للدم. وتلجأ العضلات إلى التنفُّس اللاهوائي عند احتياجها إلى الطاقة حين لا يتوفّر ما يكفي من الأكسجين للتنفُّس الهوائي.

مصطلحات علمية

مُعدّل التنفُّس Breathing rate: عدد مرات التنفُّس في الدقيقة.

عمق التنفُّس Breathing depth: حجم الهواء في كل نفَس.

يراقب الدماغ باستمرار درجة الرقم الهيدروجيني pH للدم، الذي يجري فيه. فإذا انخفضت يستجيب الدماغ بإرسال إشارات عصبية إلى عضلات **الحجاب الحاجز والعضلات الوربية بين الضلوع Intercostal muscles**. تستثير الإشارات العصبية هذه العضلات وتحثّها على الانقباض بقوّة وبوتيرة سريعة، مما يزيد من **مُعدَّل التنفُّس Breathing rate وعمق التنفُّس Breathing depth** (الصورة ٢-٢).

إذا جلست بهدوء، وراقبت تنفُّسك، ستكون قادرًا على الإحساس بتأثير تلك العضلات. كما درست في بداية الوحدة أنه بفعل انقباض العضلات الوربية بين الضلوع، يندفع القفص الصدري إلى الأمام والأعلى؛ وتنقبض عضلة

الصورة ٢-٢ على هذا العدّاء أن يزيد من مُعدَّل تنفُّسه وعمقه أثناء ركضه

الحجاب الحاجز أيضًا، وينسحب إلى الأسفل. ونتيجة لذلك، يزداد حجم الرئتَين، مما يتسبَّب في اندفاع الهواء من الخارج إلى الداخل. وعلى عكس ذلك، عندما تسترخي (تنبسط) العضلات بين الضلوع، والحجاب الحاجز، يقلّ حجم الرئتَين، فيندفع الهواء إلى الخارج مرّة أخرى. ويمكنك أثناء ممارسة التمارين الرياضية أن تحسّ بالفرق في مُعدّل تنفُّسك وعمقه، مع عمل العضلات الوربية بين الضلوع، والحجاب الحاجز، بشكل قوي وسريع.

تؤدّي الزيادة في مُعدَّل التنفُّس وعمقه إلى طرح الرئتَين لمزيد من غاز ثاني أكسيد الكربون، الذي يُزال من مجرى الدم إلى الحُوَيصلات الهوائية، ثم إلى خارج الجسم، بُمعدّل سريع. وهذا يزيد، في نفس الوقت، من كمّية الأكسجين الذي يتمّ استنشاقه وانتشاره إلى مجرى الدم، ممّا يؤدّي إلى تزويد الخلايا بمُعدَّل متزايد من الأكسجين للقيام بعملية التنفُّس.

يستمرّ مُعدّل التنفُّس وعمقه في الارتفاع لفترة من الوقت بعد الانتهاء من النشاط البدني الرياضي. إذ يتمّ استخدام

الأكسجين الإضافي المتوفّر داخل الرئتَين في تفاعُلات تُفكِّك حمض اللاكتيك، وتُخفض من كمّيته المُتراكمة الناتجة من عملية التنفُّس اللاهوائي. وتستمر الإشارات العصبية في تحفيز عضلات الحجاب الحاجز والعضلات بين الضلوع، إلى أن يتحسَّس الدماغ عودة الرقم الهيدروجيني pH للدم إلى مستوياته الطبيعية. لذلك، يسهم استمرار ارتفاع مُعدَّل التنفُّس وعمقه، بعد الانتهاء من التمارين الرياضية، في استمرار طرح ثاني أكسيد الكربون وامتصاص الأكسجين إلى أن يتمّ التخلُّص من حمض اللاكتيك وحالة عوز الأكسجين (الذي تمّت دراسته في الصف التاسع، الفصل الدراسي الاوَّل، الوحدة الخامسة).

نشاط ٢-٣

استقصاء تأثير ممارسة التمارين الرياضية المنتظمة على مُعدَّل التنفُّس وعمقه

المهارات:

- التخطيط
- الملاحظة والقياس والتسجيل
- تفسير الملاحظات والبيانات وتقييمها
- طرائق التقييم

ستحتاج إلى تركيب جهاز قياس التنفُّس (السبيرومتر) Spirometer لقياس عمق التنفُّس.

المواد والأدوات والأجهزة

- أنبوبة فينيل بطول 60 cm لكل طالب
- ماصّة شراب بلاستيكية نظيفة لكل طالب
- قنينة بلاستيكية شفّافة بقياسات مدرّجة سعة 4 L
- مخبار مُدرَّج سعة 250 mL
- قلم تخطيط
- حوض ماء بلاستيكي
- قمع
- ملوّن طعام
- ساعة إيقاف

⚠ • **لا تمارس تمارين قاسية إذا كان لديك أي سبب صحّي يمنعك من ذلك.**
• **يجب تعقيم الأنبوبة المطاطية وماصّة الشراب قبل استخدامهما.**
• **لا تشارك زملاءك نفس الأنبوبة المطاطية والماصة**

١ استخدم المخبار المُدرّج سعة 250 mL والقمع لملء القنينة البلاستيكية سعة 4 L بالماء. استخدم قلم التخطيط لتحديد مستوى الماء على القنينة في كل مرة تضيف فيها حجم 250 mL من الماء إلى أن تمتلئ القنينة، فسيكون لديك قنينة مُدرّجة بقياسات لكل حجم 250 mL. قد تجد أنّ من الأسهل رؤية المستوى إذا لوّنت الماء بملوِّن طعام. املأ القنينة حتى فوّهتها.

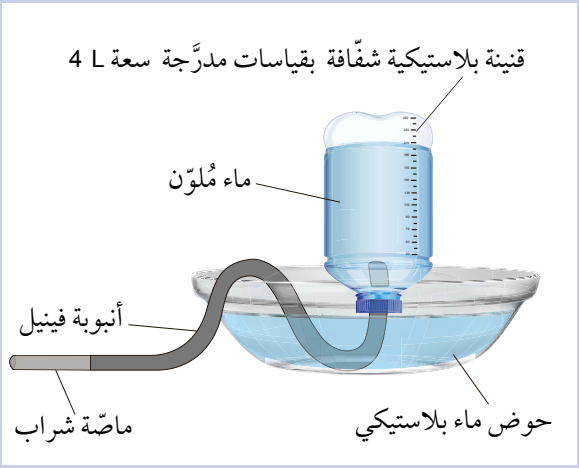
٢ أضف الماء إلى الحوض البلاستيكي حتى عمق 60 cm.

٣ ضع يدك على فوّهة القنينة البلاستيكية سعة 4 L، واقلبها في الحوض البلاستيكي، وتأكّد من عدم انسكاب أي كمّية من الماء.

٤ أدخل أحد طرفَي أنبوبة الفينيل في القنينة البلاستيكية. قد تحتاج إلى مساعدة من زميلك لتثبيت القنينة، أو استخدم شريطًا لاصقًا لتثبيتها على جانب الحوض البلاستيكي.

٥ أدخل ماصّة شراب نظيفة في الطرف الآخر من أنبوبة الفينيل.

٦ لتقيس سعة رئتَيك أثناء الراحة، تنفَّس بشكل طبيعي، واستخدم ماصّة الشراب لإخراج 10 أنفاس. تأكّد من أنك تُخرج هواء الزفير برفق، ولا تمتصّ. سجّل حجم الماء الذي اندفع الى الخارج وحلّ محلّه هواء الزفير، واحسب متوسِّط حجم الهواء لكل زفير.



تأمَّل في الفرضية الآتية:

الأشخاص الذين يمارسون تمرينًا رياضيًّا قاسيًا لمدَّة 30 دقيقة على الأقل ثلاث مرات في الأسبوع، يتنفّسون بشكل أبطأ وأعمق بعد التمرين القاسي مقارنة بمن لا يمارسون هذا التمرين.

سوف تخطِّط تجربتك الخاصة وتنفِّذها لاختبار الفرضية.

عليك مراعاة النقاط التالية والتفكير مليًّا في كل منها. وعند اكتمال الفكرة المتعلِّقة بكيفية إجراء تجربتك، اكتبها على صورة قائمة بالنقاط كما يلي، ثم أعد التفكير بها، وأدخل عليها التحسينات اللازمة. وحين تقتنع بجاهزيتها للتطبيق، أطلع معلِّمك عليها. لا تحاول إجراء تجربتك دون موافقته.

- استخدم معرفتك وفهمك لشرح الفرضية وتكوين تنبؤ. ستحتاج إلى تحديد المقصود بـ «التمرين القاسي».
- ما الأدوات والمُعدات الأخرى التي ستحتاج إليها لإجراء تجربتك؟ اشرح اختياراتك وبرِّرها.
- ما المخاطر المحتملة؟ وما احتياطات السلامة الواجب اتّخاذها؟
- ما الذي ستقوم بتغييره في تجربتك؟ كيف ستغيّره؟
- ما الذي ستبقيه ثابتًا في جميع الأنابيب أو الكؤوس خلال تجربتك؟ كيف ستفعل ذلك؟
- ما الذي ستقيسه في تجربتك؟ وكيف؟ ومتى؟
- هل ستكرِّر القياسات وتحسب المُتوسِّط الحسابي لها؟ هل ستوفِّر لك اختياراتك من القياسات والملاحظات نتائج دقيقة؟
- كيف ستسجِّل نتائجك؟ (يمكنك رسم جدول نتائج ليكون جاهزًا لملئه).
- كيف ستعرض نتائجك؟ (يمكنك رسم محورَي التمثيل البياني الذي تخطِّط لرسمه مسبقًا).
- ماذا تتوقَّع أن تكون نتائجك إذا كانت الفرضية صحيحة؟ (يمكنك رسم التمثيل البياني الذي تعتقد أنك ستحصل عليه).

نفِّذ تجربتك بعد موافقة معلِّمك على مخطّطك. وإذا قمت ببعض التغييرات عند التنفيذ، عليك أن تسجِّل ملاحظاتك على جميع التغييرات التي قد تجريها بعناية ودقّة. اكتب تفاصيل تجربتك على النحو الآتي:

- العنوان ونصّ الفرضية التي اختبرتها.
- رسم تخطيطي للجهاز الذي استخدمته، ووصف كامل لطريقة إجراء التجربة.
- تصميم جدول نتائج دقيق ومنظَّم بعناية يتضمّن تسميات الأعمدة والصفوف بوضوح، بما في ذلك المُتوسِّط الحسابي إذا قمتَ بأخذ عدّة قياسات في التجربة.
- تمثيل بياني خطّي لنتائجك مرتّب ودقيق وُضِعت عليه تسميات المحورَين السيني والصادي بوضوح، والخطوط الأكثر ملاءمة، والتقاطعات إن لزم الأمر، بالإضافة إلى تحديد النتائج غير المعقولة.
- استنتاج تستخلص فيه ما إذا كانت النتائج التي حصلت عليها تدعم الفرضية أو لا.
- تفسير نتائج تجربتك.
- مصادر الخطأ الرئيسية في التجربة، والتي تعتقد أنها أثّرت على نتائج تجربتك؛ ومناقشة أي نتائج غير معقولة.
- تقييم لطريقة اجراء التجربة.

بعد انتهائك من استقصاء تأثير ممارسة التمارين الرياضية على مُعدّل التنفُّس، يمكنك استقصاء تأثير ممارسة التمارين الرياضية على عمق التنفُّس. سيوضِّح لك معلِّمك كيفية استخدام جهاز قياس التنفُّس (السبيرومتر) لقياس عمق التنفُّس. استعن باستقصائك السابق لتتعرَّف على كيفيّة تغيُّر عمق التنفُّس مع ممارسة التمارين الرياضية.

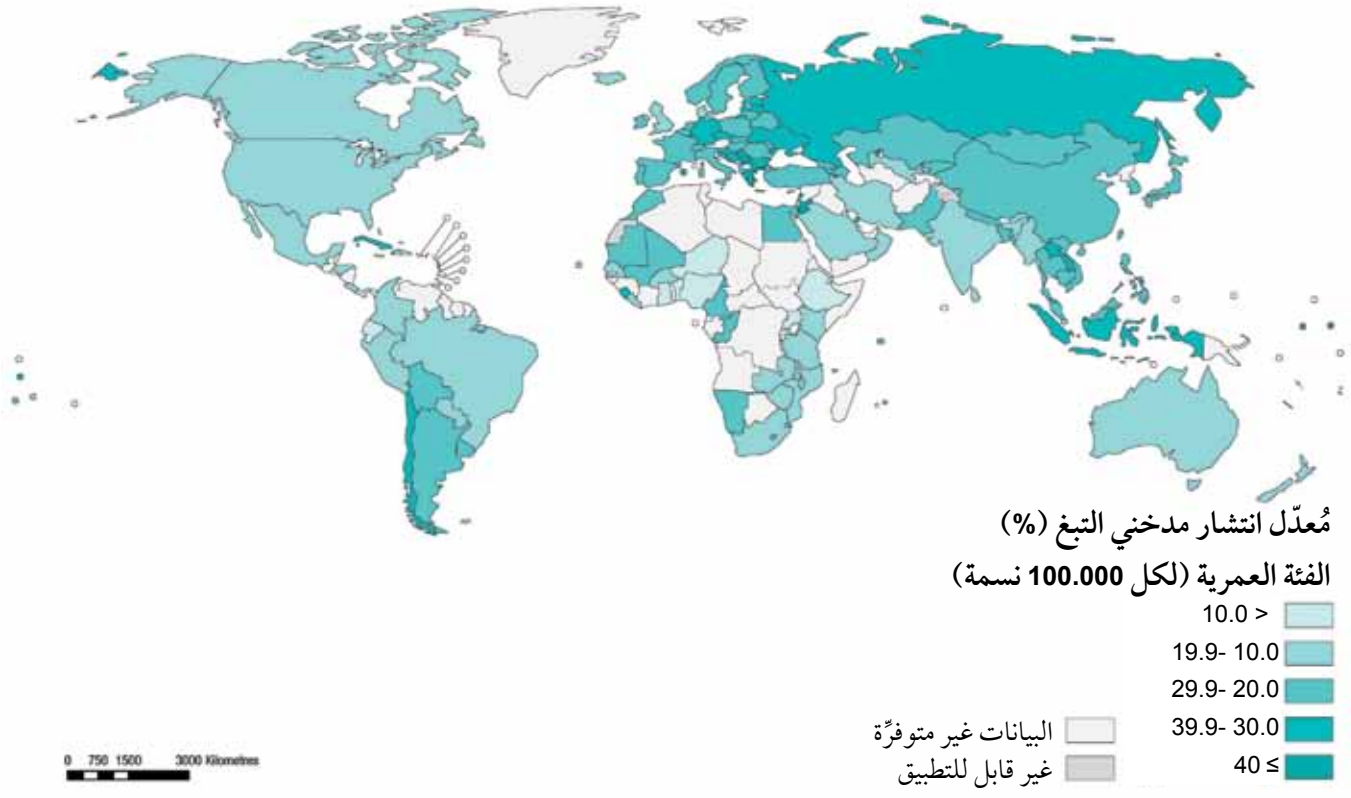
٢-٢ تدخين التبغ

من المعروف أن التدخين مضرّ بالصحّة، ولكن لا يزال الكثير من الناس يدخنون. يوضِّح الشكل ٢-٦ مُعدَّل انتشار مدخني التبغ في أنحاء العالم.

تتمثَّل بعض المشكلات الصحّية العامة للتدخين في أنّه يضرّ غير المدخنين بنفس المقدار الذي يُضرّ فيه المدخنين الذين يشاركونهم نفس البيئة. فهم يستنشقون دخان احتراق السجائر، والدخان الذي ينفثه المدخنون، بما يُسمّى التدخين السلبي. وتعمد بلدان كثيرة إلى حظر التدخين في الأماكن العامة، وتُشدِّد على عدم تدخين الآباء قرب أطفالهم في أي مكان.

وتجدر الإشارة، حسب تقرير منظمة الصحّة العالمية في 9 / 2020، إلى أن التدخين مسؤول عن 20 % من الوفيات الناتجة عن مرض القلب التاجي في العالم سنويًّا، وأنه يُتوفّى سنويًّا 1.9 مليون شخص جرّاء أمراض القلب التي يسبِّبها التدخين. وتحدث 200 ألف حالة وفاة سنويًّا بسبب مرض القلب التاجي الناتج عن التدخين السلبي.

مُعدّل انتشار مُدخّني التبغ في أنحاء العالم حسب الفئة العمرية: من عمر 15 سنة فما فوق



الحدود والأسماء والتسميات الموضَّحة في الخريطة* لا تعبِّر عن أي رأي من جانب منظمة الصحّة العالمية بخصوص الوضع القانوني لأي بلد أو مدينة أو منطقة، أو بخصوص تعيين حدودها. تمثِّل الخطوط المنقَّطة والمُتقطِّعة على الخرائط خطوطًا حدودية تقريبية قد لا يكون هناك اتِّفاق كامل بشأنها بعد

(*) منظّمة الصحّة العالمية 2016. جميع الحقوق محفوظة

مصدر البيانات: منظّمة الصحّة العالمية

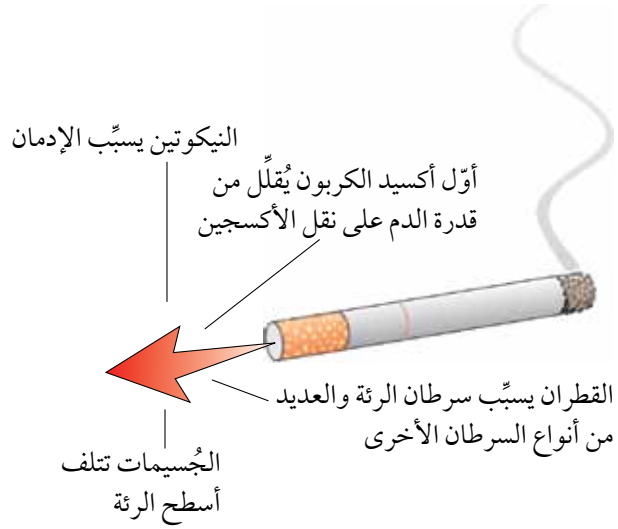
إنتاج الخرائط: أدلّة المعلومات والبحوث منظّمة الصحّة العالمية

World Health Organization

الشكل ٢-٦ تبيِّن الخريطة مُعدّل انتشار مدخّني التبغ للأفراد من عمر 15 سنة فما فوق (لكل 100.000 نسمة)

مُكوِّنات دخان التبغ

يبيِّن الشكل ٢-٧ المكوِّنات الرئيسية لدخان التبغ، الذي يتضمَّن الكثير من الموادّ، ولا يزال الباحثون يكتشفون المزيد منها، والضرر الذي يمكن أن يسبِّبه كل منها لصحّة المدخن.



الشكل ٢ـ٧ بعض المواد التي يتضمّنها دخان السجائر

النيكوتين

يؤثِّر **النيكوتين Nicotine** على الدماغ. وهو منبِّه يجعل الإنسان يشعر بمزيد من اليقظة. كما أنه مسبِّب للإدمان، لذا يجد المُدخِّن صعوبة بالغة في الإقلاع عنه.

يضرّ النيكوتين بالجهاز الدوري، حيث يتسبَّب بتضييق الأوعية الدموية، ممّا يؤدّي إلى ارتفاع ضغط الدم. والمُدخّنون هم أكثر عرضة للإصابة بمرض القلب التاجي من غير المُدخّنين.

القطران

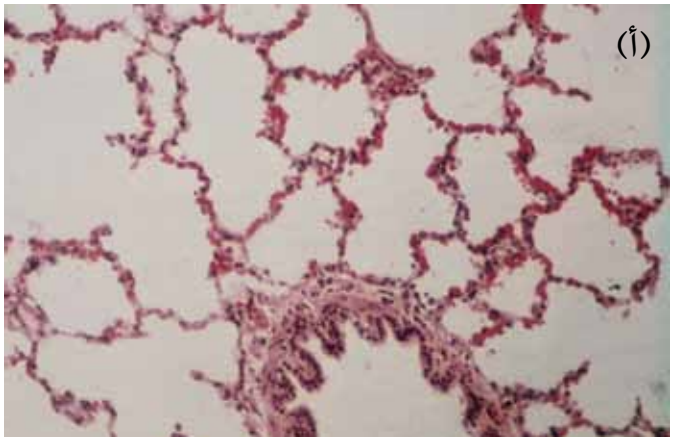
يحتوي **القطران Tar** على العديد من المواد الكيميائية المختلفة، بعضها **مواد مُسرطِنة Carcinogens**، أي أنّها قد تسبِّب السرطان. اذ يمكن لهذه المواد الكيميائية أن تؤثِّر على سلوك بعض خلايا الممرّات التنفُّسية والرئتَين، مُسبِّبة انقسامها بشكل لا يمكن السيطرة عليه. ويشكِّل هذا الانقسام المتكرِّر للخلايا كتلة أو ورمًا، ويطلق على الورم الخبيث اسم **السرطان Cancer**. قد تنفصل خلايا من هذا الورم، وتنتشر إلى أجزاء أخرى من الجسم، حيث تنمو إلى أورام جديدة. غالبًا كل من يصاب بسرطان الرئة إما مُدخِّنًا أو يعيش أو يعمل في بيئة يستنشق فيها دخان سجائر الآخرين. يزيد تدخين السجائر من خطر الإصابة بأنواع مختلفة من السرطان. وجميع أشكال السرطان شائعة في أوساط المُدخّنين أكثر من شيوعها في أوساط غير المُدخّنين.

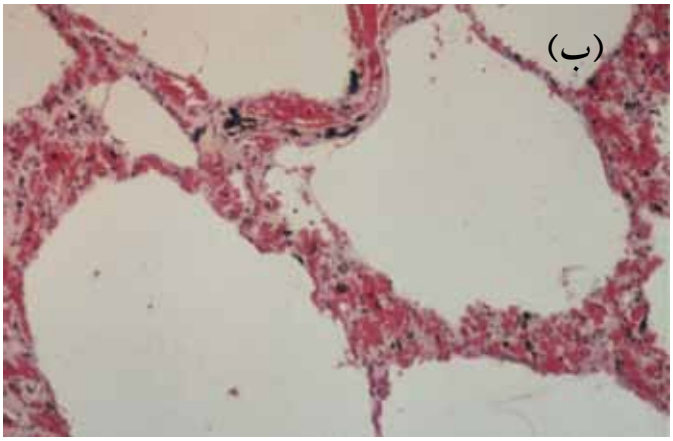
أول أكسيد الكربون

يُعدّ **أول أكسيد الكربون Carbon monoxide** غازًا سامًّا يؤثِّر على الدم، فهو ينتشر من الرئتَين إلى الدم حيث يرتبط مع الهيموجلوبين في خلايا الدم الحمراء بقدرة فائقة. وهذا الأمر يُخفِّض من إمكانية نقل كمّية كافية من الأكسجين إلى خلايا الجسم وحرمانها منه. ويسبِّب نقص الأكسجين ضررًا لأي إنسان، لكنَّه يُضرّ بشكل خاص الجنين في رحم الأم. فعندما تدخِّن الأم، تنتقل تلك المواد الكيميائية المُضرّة إلى دم الجنين، ويُسهم أوّل أكسيد الكربون في منع نموّ الجنين بشكل طبيعي.

جُسيمات الدخان

هي جُزئيّات صغيرة من الكربون وغيرها من المواد التي يحتوي عليها دخان السجائر، يتمّ احتجازها داخل الرئتَين. تُحاول خلايا الدم البيضاء إزالة هذه الجُسيمات، فتفرز مواد كيميائية تهدف إلى التخلُّص منها. إلا أن هذه المواد قد تسبِّب ضررًا جسيمًا للرئتَين، إذ ينتج عنها **مرض الانسداد الرئوي المُزمِن Chronic obstructive pulmonary disease (COPD)**، حيث تصبح جدران الحُوَيصلات الهوائية الرقيقة عرضة للتحطُّم (الصورة ٢-٣)، فتقلّ مساحة سطح تبادُل الغازات، ويكون الشخص عندها مصابًا بمرض **الانتفاخ الرئوي Emphysema** ويجد صعوبة في الحصول على ما يكفي من الأكسجين في الدم. وغالبًا ما يشعر بعدم القدرة على التنفُّس، ولا يعود قادرًا على القيام بأي نشاط، وقد يفقد قدرته على المشي.





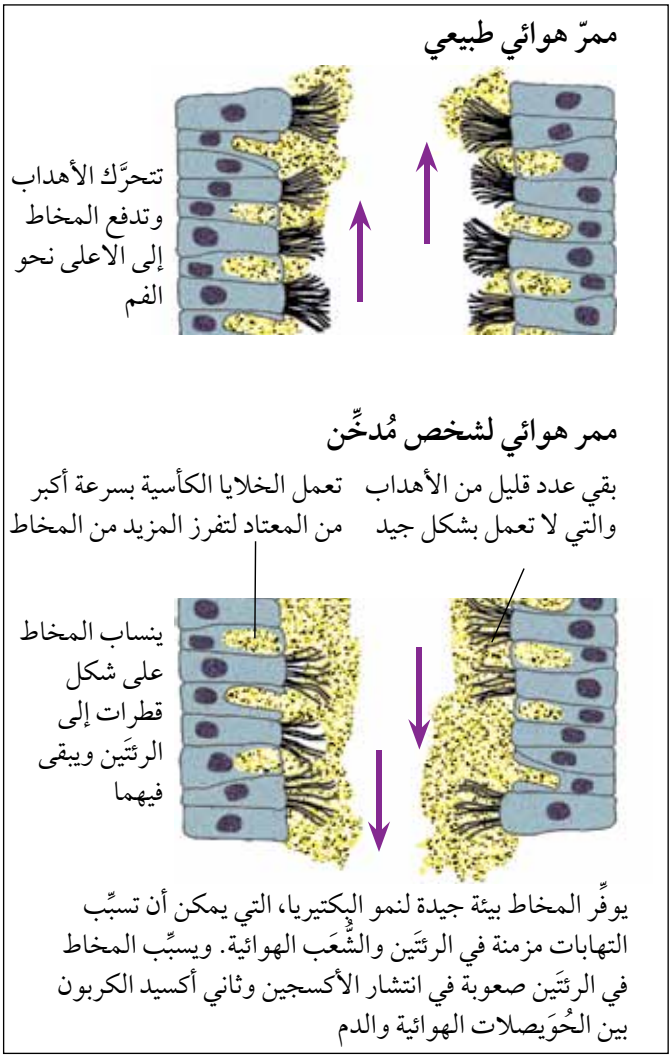
الصورة ٢ـ٣ (أ): نسيج من رئة سليمة به العديد من الحُوَيصلات الهوائية الصغيرة. (ب): نسيج من رئة مصابة بانتفاخ رئوي، به عدد قليل من الحُوَيصلات الهوائية الكبيرة وبينها جدران سميكة (60×)

تضرّ كثير من المواد الكيميائية التي يحتوي عليها دخان السجائر بخلايا بطانة الممرّات التنفُّسية. وقد درست أن هذه الخلايا تنقّي الهواء أثناء مروره في الممرّات، إذ تمنع البكتيريا وجُسيمات الغبار من الوصول إلى الرئتَين (الشكل ٢-٣). يبيِّن الشكل ٢-٨ كيف يؤثِّر التدخين على آليّة عمل هذه الخلايا في التنقية. ونتيجة لهذا الضرر، يسعل المدخّنون في كثير من الأحيان بشكل متكرّر للتخلُّص من المخاط المتراكِم.

التدخين وأمراض القلب

تبيِّن إحصائيات منظّمة الصحّة العالمية في 9 / 2017 أن أمراض القلب تُعدّ أكبر سبب للوفاة في سلطنة عُمان بعد السمنة، وأن 25% من إجمالي الوفيات في المستشفيات العُمانية لعام 2016 كانت نتيجة أمراض القلب والشرايين.

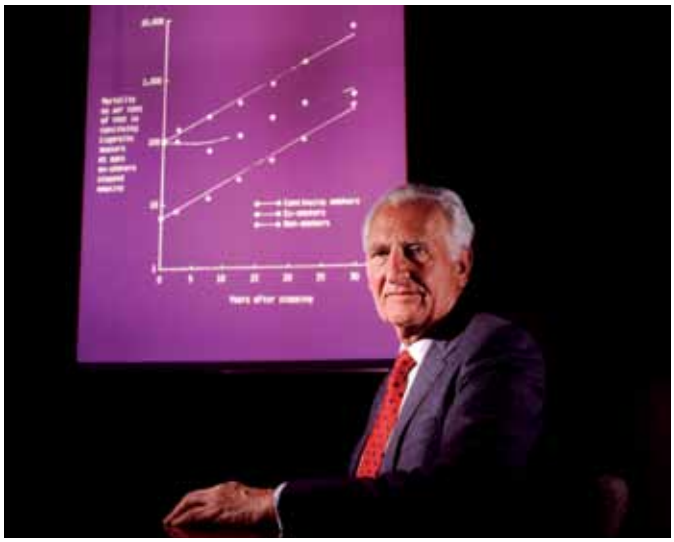
ويُعتبَر التدخين من الأسباب الرئيسية لأمراض القلب، فهو يزيد من خطر الإصابة بارتفاع ضغط الدم. يمتصّ الدم عند مروره في الرئتَين العديد من مواد دخان السجائر التي يجعل بعضها جدران الشرايين أكثر سمكًا وصلابة، فلا تستطيع أن تتمدّد وأن ترتدّ بسهولة أثناء مرور الدم عبرها. ويزيد التدخين من احتمال تشكُّل جلطة دموية داخل الأوعية الدموية، بما في ذلك الشرايين التاجية التي تغذّي القلب بالدم المؤكسَج. ويكون الأشخاص المُدخّنون أكثر عرضة للإصابة **بمرض القلب التاجي Coronary heart disease**.



الشكل ٢ـ٨ أثر التدخين على الجهاز التنفُّسي. تبيِّن الأسهم اتِّجاه حركة المخاط صعودًا إلى الفم عند غير المدخّنين، ونزولاً إلى الرئتَين عند المدخّنين

التدخين وسرطان الرئة

في خمسينات القرن الماضي بدأ الناس يدركون لأوَّل مرّة وجود ارتباط بين تدخين السجائر والإصابة بسرطان الرئة. وكان الباحث الطبّي البريطاني ريتشارد دول (الصورة ٢-٤) رائدًا في البحث في هذا المجال.

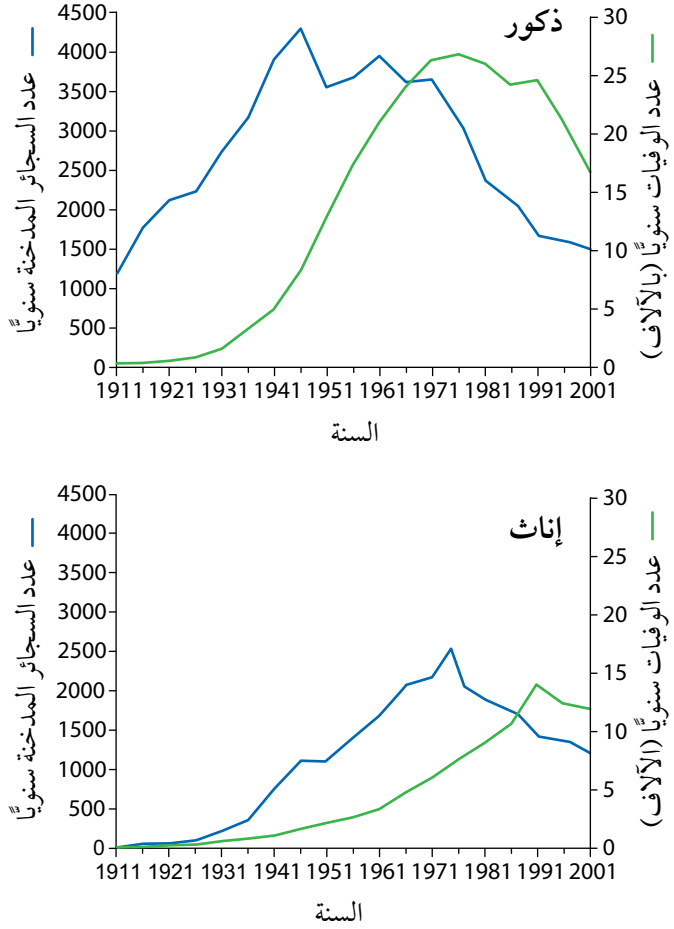


الصورة ٢ـ٤ ريتشارد دول، أوَّل من أدرك أن التدخين يسبِّب السـرطان

كان الأطبّاء في ذلك الوقت قلقين من الارتفاع السريع في الإصابة بسرطان الرئة بين سكّان بريطانيا، والذي لم يكن يُعرَف سببه. قابل دول مرضى سرطان الرئة في 20 مستشفى بلندن، مُحاوِلًا إيجاد أي شيء مشترَك بينهم. كانت نظريته الأولى أن السبب يعود إلى وجود مادة جديدة، هي الأسفلت، كانت تستخدم في شق الطرق. ولكن سرعان ما اتّضح أن جميع من قابلهم كانوا مدخّنين، ممّا حثّه على الإقلاع عن التدخين فورًا.

نشر دول نتائج بحثه في مجلة عام 1950، لكن مرّت سنوات عديدة قبل أن يتقبّل الناس فكرة الارتباط بين التدخين وسرطان الرئة. تمثّلت الصعوبة في عدم إمكانية إجراء تجربة ضابطة لإثبات هذا الارتباط. لذلك، كان على الباحثين الاعتماد على البحث عن الارتباط بين هذَين العاملَين.

يبيِّن التمثيلان البيانيان في الشكل ٢-٩ وجود ارتباط بين عدد السجائر التي يُدخّنها الذكور والإناث، وعدد الوفيات بسرطان الرئة في بريطانيا سنويًا. وتبيِّن إحصائيات منظّمة الصحّة العالمية في 2020/11 أن سرطان الرئة هو المسبِّب الأوّل للوفاة في العالم بين جميع أنواع السرطان، مُشكّلا نسبة 11.6% بين جميع حالات السرطان، ونسبة وفيات تبلغ 18.4% بين جميع حالات الوفاة. علمًا بأن 1.76 مليون حالة وفاة قد حدثت في العالم بسبب سرطان الرئة، و 90% من حالات الوفاة بسرطان الرئة كان سببها التدخين.



الشكل ٢ـ٩ عدد الوفيات بسرطان الرئة مقارنة بعدد السجائر المدخنة سنويًّا في المملكة المتحدة بين عامَي 1911 و2001

حاولت شركات الدخان على مدى سنوات عديدة التقليل من أهمّية هذا الارتباط، واقترحت العديد من الأسباب المحتملة الأخرى، خوفًا من إقلاع الناس عن التدخين. ومع ذلك، تمّ حديثًا إجراء الكثير من الأبحاث عن آثار التدخين على الصحّة. وأصبح من المعروف الآن كيف يُسبِّب التدخين، السلبي والإيجابي، سرطان الرئة وأنواعًا أخرى من السرطانات. فعلى سبيل المثال، يُعرَف أن القطران يحتوي على مواد كيميائية تؤثِّر على الجينات في أنوية الخلايا، وقد تُسبِّب ضررًا بآليات التحكُّم الطبيعية في الخلية، بحيث تأخذ في الانقسام مرارًا وتكرارًا، مسبِّبة السرطان.

مُلخّص

ما يجب أن تعرفه:

- تركيب ووظائف أعضاء الجهاز التنفُّسي في الإنسان.
- ميزات أسطُح تبادُل الغازات في الإنسان التي أدّت إلى تكيُّفها مع وظيفتها.
- كيف تساعد الخلايا الكأسية، والمخاط والخلايا الهدبية على حماية أسطُح تبادُل الغازات من مُسبّبات الأمراض والجُسيمات.
- الفروق بين مُكوِّنات هواء الشهيق وهواء الزفير وأسبابها.
- سبب زيادة مُعدّل التنفُّس وعمقه أثناء النشاط البدني، وبقائه مُرتفعًا لبعض الوقت بعد الانتهاء من النشاط.
- آثار التدخين على جهاز تبادُل الغازات وخطر الإصابة بمرض القلب التاجي وسرطان الرئة.

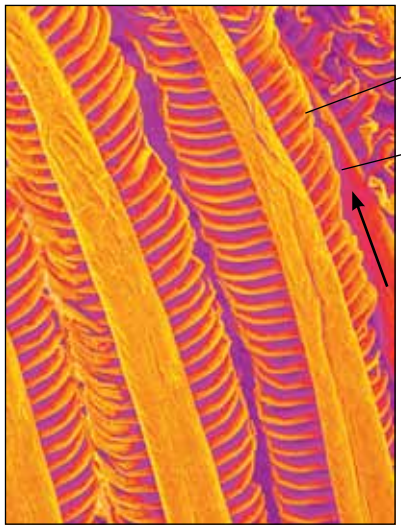
أسئلة نهاية الوحدة

١ أ. رتِّب التراكيب الآتية لجهاز تبادُل الغازات في الإنسان ترتيبًا صحيحًا، موضِّحًا المسار الذي سيمر فيه جُزيء أكسجين عند استنشاقه، وصولاً إلى أسطح تبادُل الغازات.

حُوَيصلة هوائية	**الأنف أو الفم**	**شُعَيبة هوائية**
شعبة هوائية	**القصبة الهوائية**	**شُعَيرة دموية**

ب. ينتشر غاز الأكسجين إلى داخل الدم عبر أسطُح تبادُل الغازات. ما الذي ينتشر إلى داخل الرئتَين ومنهما إلى الهواء الخارجي؟

٢ تُبيّن الصورة المجهرية أدناه أسطُح تبادُل الغازات في الأسماك. وهي ليست من الثدييات. لا تتطلَّب الاجابة عن هذا السؤال أن تكون على معرفة بتبادُل الغازات في الأسماك، لكن يمكنك تطبيق معرفتك عن تبادُل الغازات في الإنسان على هذا السؤال.



ما الميزات التي يمكنك تحديدها، من خلال ملاحظتك للصورة وبياناتها، والتي تجعل أسطح تبادُل الغازات هذا مُناسبًا لوظيفته؟ فسِّر اجابتك.

٣ طابق بين اسم كلّ تركيب في المُربّع الآتي مع كل عبارة من العبارات أدناه. بعض التراكيب تتطابق مع أكثر من عبارة، وبعض العبارات تتطابق مع أكثر من تركيب.

العضلات الوربية بين الضلوع	**الحنجرة**	**الشُّعَيرة الدموية**	**الشُّعَيبة الهوائية**	**الأهداب**
الحجاب الحاجز	**الحُوَيصلة الهوائية**	**الوريد الرئوي**	**الخلية الكأسية**	**الشريان الرئوي**

١. تنقبض لتُسبّب الشهيق وتهوئة الرئتَين.
٢. تُشكِّل سطح تبادُل الغازات الأساسي.
٣. ينقل الدم المؤكسَج من القلب إلى الرئتَين.
٤. تُفرز المخاط لاحتجاز الكائنات الحية الدقيقة والجُسيمات.

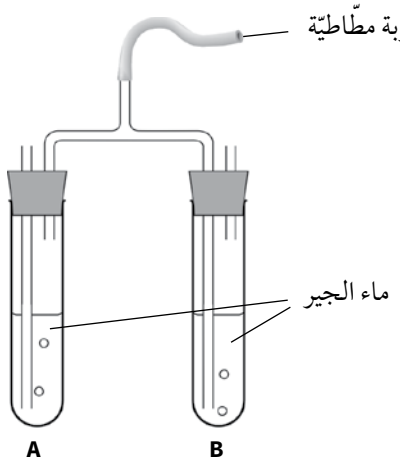
٥. تدفع المخاط بعيدًا عن الرئتَين.
٦. أنبوب صغير يمر عبره الهواء في داخل الرئتَين.
٧. قريبة جدًّا من الحُويَصلة الهوائية للسماح بتبادُل الغازات بكفاءة.
٨. ينقل الدم المؤكسَج من الرئتَين إلى القلب.
٩. تُصدر صوتًا عندما يمر الهواء عبرها.

٤ عندما يفقد أحد الأشخاص وعيه ويفقد قدرته على التنفُّس، يمكن للمُسعفين المدرّبين تنفيذ إجراء يُسمّى الإنعاش القلبي الرئوي ((Cardiopulmonary resuscitation (CPR). يستخدمون خلاله ما يسمّى «نفَس الإنقاذ»، حيث يضغطون على صدر المصاب، ثم يأخذون شهيقًا عميقًا وينفخون في فم المصاب.

ملاحظة: لا تحاول القيام بذلك، فقد يكون خطيرًا إذا أُجري بشكل غير صحيح، أو على شخص ما زال يتنفَّس.
«لنفَس الإنقاذ» مكوِّنات تختلف عن الهواء الطبيعي، لكنّها متشابهة، وهي تكفي لتوفير فرصة لشفاء المريض.

أ. ما النسبة المئوية لغازَي الأكسجين وثاني أكسيد الكربون وبخار الماء في الهواء المحيط بك؟
ب. سجِّل توقُّعاتك للنسب المئوية لمُكوّنات الغازات أعلاه في «نفَس الإنقاذ».
ج. لماذا تعتقد أن «نفَس الإنقاذ» كافٍ للمريض؟
د. اشرح سبب الاختلاف في إجابتك عن الجُزئيَّتَين (أ) و (ب).

٥ استقصى طالب هواء الشهيق وهواء الزفير. فأعدّ مُكوّنات التجربة كما في الرسم أدناه.



أ. اذكر أحد احتياطات السلامة التي يجب اتِّخاذها عند إجراء التجربة.
ب. صف واشرح نتائج التجربة.

٦ استقصت طالبة تأثير ممارسة التمارين الرياضية على عمق التنفُّس. وقد استخدمت جهاز قياس التنفُّس لقياس معدَّل تنفُّسها وعمقه، أثناء الراحة، وأثناء ركوب درّاجة التمرين الرياضي، ومباشرة بعد انتهاء ركوب الدرّاجة لمدَّة 10 دقائق، ثم بعد 10 دقائق من الراحة التي تلت ركوب الدراجة.

الزمن (بالدقائق)	مُعدّل التنفُّس (عدد مرّات التنفُّس في الدقيقة)	حجم الرئتَين (لتر)
0	12	0.5
5	21	0.9
10	25	1.1
15	25	1.2
20	18	0.9
25	12	0.5

أ. استخدم البيانات الواردة في الجدول، لوصف التغيُّر في مُعدّل التنفُّس بمرور الزمن.

ب. اشرح سبب تغيُّر مُعدَّل تنفُّس الطالبة بين الدقيقة (0) والدقيقة (10) مستخدمًا معرفتك لتبادُل الغازات.

ج. ارسم تمثيلاً بيانيًا خطّيًا للتغيُّر في حجم الرئة بمرور الزمن.

د. ما مقدار الزمن المستغرق لعودة حجم الرئة إلى مستوى الراحة؟

لم يعد مُعدّل التنفُّس وعمقه إلى مستوى الراحة فور توقُّف الطالبة عن ممارسة التمرين الرياضي.

هـ. استخدم المصطلحات العلمية التالية (بأي ترتيب) لوصف سبب استمرار ارتفاع مُعدّل التنفُّس وعمقه بعد التمرين مباشرة.

حمض اللاكتيك **التنفُّس اللاهوائي** **الرقم الهيدروجيني pH** **عَوَز الأكسجين**
الدماغ **الحجاب الحاجز** **العضلات الوربية بين الضلوع**

٧ الملصق التالي معروض في عيادة طبيب جرّاح:

التدخين يضرّ بصحّتك

تحدّث إلى طبيبك اليوم إذا كنت بحاجة إلى مساعدة في الإقلاع عن التدخين.

فوائد الإقلاع عن التدخين *:

في غضون 20 دقيقة فقط، ينخفض مُعدّل ضربات القلب وضغط الدم.

في غضون 12 ساعة، ينخفض مستوى أوّل أكسيد الكربون في الدم إلى المُعدّل الطبيعي.

في غضون 2 – 12 أسبوعًا، تتحسَّن الدورة الدموية، ووظائف الرئة.

في غضون 1 -9 أشهر، يقلّ السعال وضيق التنفُّس.

في غضون سنة واحدة، ينخفض خطر الإصابة بمرض القلب إلى نصف مستوى الخطر الذي يتعرّض له المدخّن.

في غضون 5 سنوات، ينخفض خطر الإصابة بالسكتة الدماغية إلى مستوى غير المدخّن.

في غضون 10 سنوات، ينخفض خطر الإصابة بسرطان الرئة إلى النصف تقريبًا مقارنة بالمدخّن، وينخفض خطر الإصابة بسرطان الفم والحلق والمريء والمثانة وعنق الرحم والبنكرياس.

في غضون 15 سنة، يكون خطر الإصابة بمرض القلب التاجي هو نفسه كما لدى غير المدخّن.

يتوفّى كل سنة أكثر من 8 ملايين شخص في جميع أنحاء العالم بسبب التدخين. لا تكن أحدهم.

قم بالاختيار وتوقَّف عن التدخين اليوم.

* المعلومات من منظّمة الصحّة العالمية.

أُخذت الاحصائيات من https://www.who.int/news-room/q-a-detail/health-benefits-of-smoking-cessation

أ. اذكر ثلاثة مكوّنات لدخان التبغ.

ب. يقول الملصق: تحدّث إلى طبيبك إذا كنت بحاجة إلى الإقلاع عن التدخين.

لماذا يجد المدخّنون صعوبة في الإقلاع؟

ج. يعاني المدخنون غالبًا من ضيق التنفُّس، قد يتطوّر إلى مرض الانتفاخ الرئوي. اشرح السبب، واذكر اسم مجموعة الأمراض التي ينتمي إليها مرض الانتفاخ الرئوي.

د. ما المقصود بمرض القلب التاجي؟ وكيف يسبِّبه التدخين؟

هـ. ما مقدار الزمن الذي يستغرقه خطر الإصابة بمرض القلب التاجي لينخفض إلى:

١. نصف المستوى لدى المدخّن؟

٢. مستوى غير المدخّن؟

و. ١. ما المقصود بسرطان الرئة؟ وكيف يسبِّبه التدخين؟

٢. استخدم المعلومات الواردة في الملصق أعلاه لوصف تأثير الإقلاع عن التدخين على خطر الإصابة بسرطان الرئة.

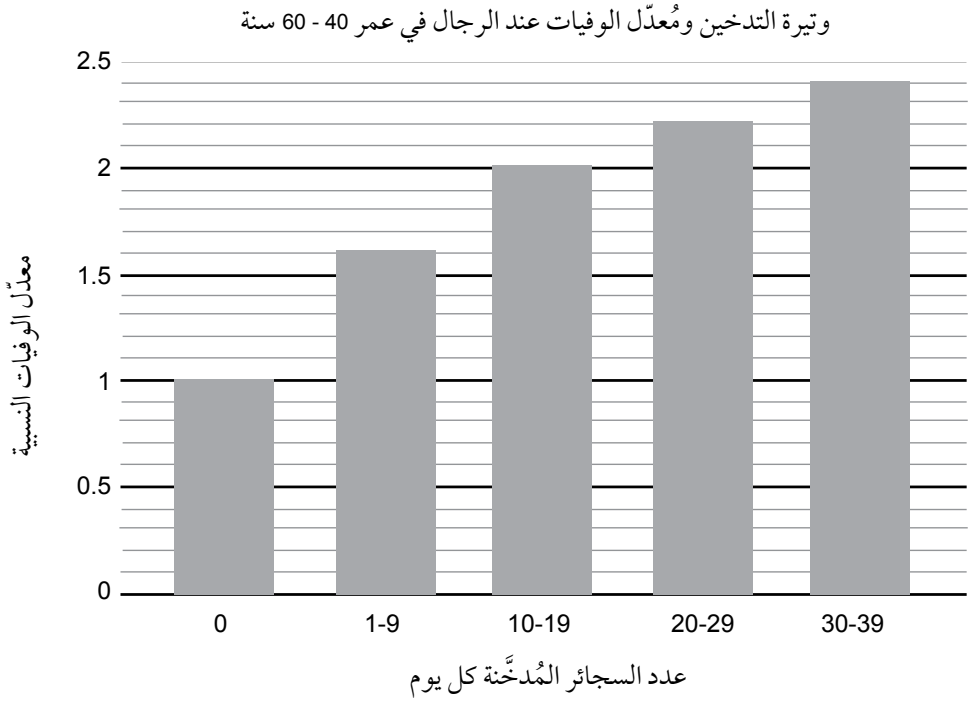
٨ أُجري بحث حول مُعدَّل الوفيات النسبية للرجال في مختلف البلدان، وتاريخ البدء بالتدخين. تعني الوفاة النسبية مدى احتمال وفاة شخص مقارنة بمعيار ما، وهو هنا الشخص غير المدخّن، والذي يُحدَّد بقيمة من 1. الوفاة النسبية من 2، تعني أن المُدخّنين أكثر عرضة للوفاة بمقدار الضعف مقارنة بغير المدخّن في العمر نفسه. تُظهِر البيانات في الجدول أدناه العمر بالسنوات التي بدأ فيها المدخّنون بالتدخين.

العمر بالسنوات الذي بدأ فيه التدخين بانتظام	مُعدَّل الوفاة النسبية عند الرجال في عمر 40 - 60 سنة
14-10	2.00
19-15	1.80
24-20	1.70
29-25	1.25
غير مدخّنين	1.00

أ. استخدم البيانات في الجدول لرسم تمثيل بياني بالأعمدة.

ب. ماذا تستنتج من بيانات الجدول؟

تم جمع بيانات ممثَّلة بالأعمدة في التمثيل البياني أدناه.



ج. أكتب استنتاجًا مُستخدِمًا معلومات من التمثيل البياني بالأعمدة أعلاه.

الوحدة الثالثة

التكاثُر في النبات Reproduction in plants

تغطّي هذه الوحدة:

- التكاثُر اللاجنسي والتكاثُر الجنسي.
- أنوية الأمشاج والزيجوت (اللاقحة أو البُويَضة المُخصَّبة).
- مزايا التكاثُر الجنسي وعيوبه.
- مزايا التكاثُر اللاجنسي وعيوبه.
- تركيب أجزاء الزهرة ووظائفها.
- الفروق بين الأزهار الملقَّحة بواسطة الحشرات والأزهار المُلقَّحة بواسطة الرياح.
- كيفية حدوث التلقيح والإخصاب.
- الظروف البيئية الملائمة لإنبات البذور.

٣-١ التكاثُر اللاجنسي والتكاثُر الجنسي

التكاثُر Reproduction هو إحدى الخصائص الرئيسية لجميع الكائنات الحية. ولكل نوع من الكائنات الحية طريقة معيَّنة خاصّة به للتكاثُر، ولكن جميع هذه الطرق تندرج ضمن النوعَين التاليَين: التكاثُر اللاجنسي، أو التكاثُر الجنسي.

في التكاثُر، يحصل كل كائن حي جديد على مجموعة من الكروموسومات إما من أحد الأبوَين أو من كليَهما. والكروموسومات عبارة عن خيوط طويلة من **الحمض النووي DNA** توجد في نواة كل خلية، وتحتوي على مجموعات من المعلومات الوراثية تُسمّى **الجينات Genes**. سوف تدرس في الفصل الدراسي الثاني كيف تختلف هذه الجينات قليلاً بين فرد وآخر في الأفراد المختلفين.

التكاثُر اللاجنسي

التكاثُر اللاجنسي Asexual reproduction هو عملية يقوم بها فرد واحد، حيث تنقسم بعض خلايا الكائن الحي عن طريق نوع من الانقسام الخلوي، تنقسم خلاله الخلية

الأم إلى خلايا مُتماثلة جينيًا يمكن أن تنمو إلى كائنات حية كاملة.

وبما أن الخلايا الجديدة تحتوي تمامًا على نفس جينات الخلية الأم، فإن الكائن الحي الناتج يكون مُتماثِلاً جينيًا مع الكائن الأصل الوحيد. انظر (الصورة ٣-١ والصورة ٣-٢).

الصورة ٣-١ الهيدرا حيوان صغير يعيش في مياه البرك والبُحيرات العذبة. ويتكاثر عن طريق نمو برعم من جسمه، ينفصل لاحقًا ليكوّن هيدرا مستقلّة

الصورة ٣-٢ تبيِّن الصورة ورقة من نبات الكلنكوة (الكالانشو)، تنمو على امتداد حوافها نبتات صغيرة، تتساقط لاحقًا وتنمو منها جذور، لتصبح نباتات مستقلّة

التكاثُر الجنسي

التكاثُر الجنسي Sexual reproduction هو عملية يُنتِج فيها أبوان (فردان مختلفان في الجنس)، خلايا جنسية تُسمّى **الأمشاج Gametes**، ومن أمثلتها الحيوانات المنوية (أمشاج ذكرية) والبُوَيضات (أمشاج أنثوية). يتَّحد المشيجان وتندمج نواتهما في عملية تُسمّى **الإخصاب Fertilization**، فتتكوَّن خلية جديدة تُسمّى **الزيجوت Zygote** (اللاقحة أو البُوَيضة المخصَّبة). ينقسم الزيجوت عدّة مرّات لينمو في النهاية إلى كائن حي جديد.

ويحتوي الزيجوت على **كروموسومات Chromosomes** من كلا الأبوَين، ليشكِّل تنوُّعًا جينيًّا منهما. لذا يُنتج التكاثُر الجنسي نسلًا يختلف فيما بينه من جهة وعن أبوَيه من جهة ثانية.

مصطلحات علمية

التكاثُر اللاجنسي Asexual reproduction: هو عملية إنتاج نسل من كائنات حية مُتماثِلة جينيًا، يقوم بها فرد واحد فقط.

التكاثُر الجنسي Sexual reproduction: هو عملية إنتاج نسل من كائنات حية مختلفة جينيًّا، عن طريق دمج نواتَي مشيجَين (خلايا جنسية) من أبوَين مختلفَين لتكوين الزيجوت (اللاقحة أو البُوَيضة المُخصَّبة).

الأمشاج

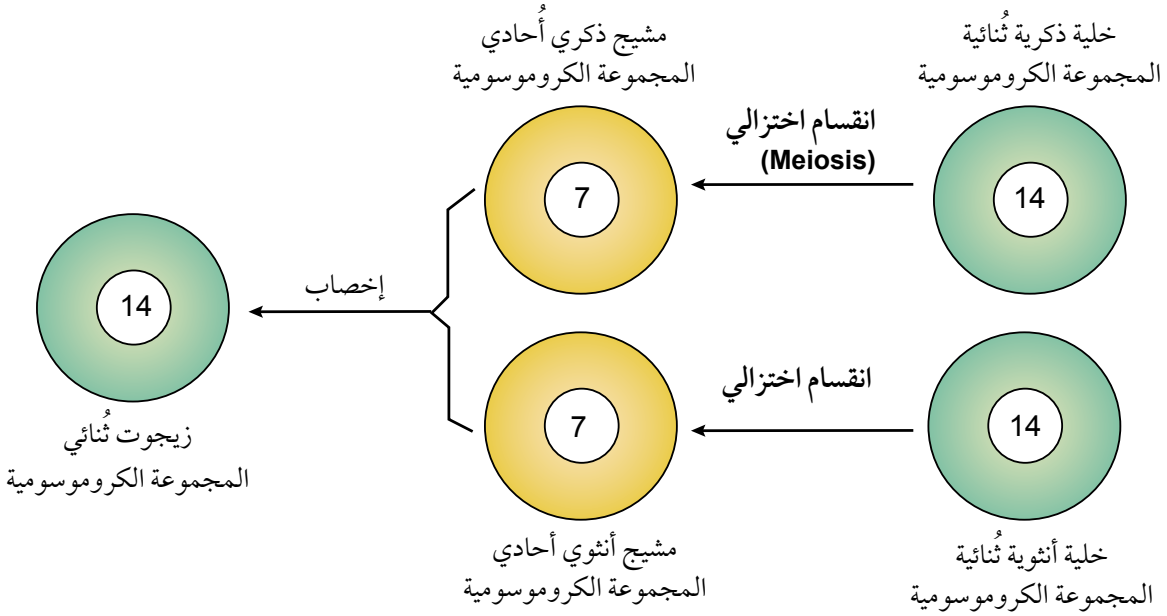
تختلف **الأمشاج Gametes** عن الخلايا الأخرى بأنها تحتوي على نصف عدد الكروموسومات. وبذلك، سيحتوي الزيجوت الناتج من اندماج خليَّتَين معًا، على العدد الكلّي من الكروموسومات.

فعلى سبيل المثال، تحتوي نواة كل خلية من خلايا نبات البازلاء على 14 كروموسومًا. وتحتوي النواة في أمشاجها الذكرية والأنثوية على نصف هذا العدد، أي على7 كروموسومات في كل نواة فقط. وعندما تندمج نواة مشيج ذكري مع نواة مشيج أنثوي في عملية الإخصاب، يحصل الزيجوت الناتج على 7 كروموسومات من المشيج الأُنثوي، و7 كروموسومات من المشيج الذكري، ليصبح العدد الإجمالي فيه 14 كروموسومًا.

تُسمّى الخلايا التي تحتوي على مجموعتَين من الكروموسومات **ثُنائية المجموعة الكروموسومية Diploid** ويرمز لها بـ (**2n**)، فمثلاً في نبات البازلاء، تحتوي كل خلية من خلاياها ثنائية المجموعة الكروموسومية على 14 كروموسومًا، وتُشكِّل هذه الكروموسومات 7 أزواجٍ مختلفة، في كل زوج منها كروموسوم جاء من المشيج الأنثوي، وكروموسوم جاء من المشيج الذكري.

لا تحتوي الأمشاج على أزواج من الكروموسومات، بل تحتوي فقط على نسخة واحدة من كل زوج من الكروموسومات. لذلك يحتوي كل مشيج من نبات البازلاء على 7 كروموسومات فقط. وتسمّى الخلايا التي تحتوي على مجموعات مفردة من الكروموسومات غير المزدوجة **أحادية المجموعة الكروموسومية Haploid** ويرمز لها بـ (**1n**)، وتكون الأمشاج دائمًا أحادية المجموعة الكروموسومية، لتكوّن عندما تندمج معًا في الإخصاب، الزيجوت ثنائي المجموعة الكروموسومية. (الشكل ٣-١).

تحتوي الأنواع المختلفة من الكائنات الحية على أعداد مختلفة من الكروموسومات، لكن تبقى العلاقة بين الخلايا أحادية المجموعة الكروموسومية والخلايا ثنائية المجموعة الكروموسومية هي نفسها. فعلى سبيل المثال، تحتوي خلايا الإنسان، ثنائية المجموعة الكروموسومية على 23 زوجًا من الكروموسومات، أو 46 كروموسومًا. وتُمثِّل الحيوانات المنوية والبُوَيضات، الأمشاج في الإنسان، وهي أحادية المجموعة الكروموسومية، ويحتوي كل مشيج منها على 23 كروموسومًا. يمكنك معرفة المزيد عن هذا الموضوع في الوحدة الرابعة.



تحتوي خلايا نبات البازلاء على 7 أزواج من الكروموسومات، ليصبح مجموع الكروموسومات في كل نواة 14 كروموسومًا

في التكاثُر الجنسي، تنقسم خلايا تراكيب النبات التكاثُرية (الجنسية) لتنتج أمشاجًا يحتوي كل منها على نصف العدد الكلّي من الكروموسومات

ينتج عن اندماج مشيج ذكري ومشيج أنثوي معًا، الزيجوت الذي يحتوي على العدد الكلّي من الكروموسومات. ويتكوَّن كل زوج من الكروموسومات من 7 كروموسومات من المشيج الذكري و7 كروموسومات من المشيج الأنثوي

الشكل ٣-١ التكاثُر الجنسي في نبات البازلاء

الأمشاج الذكرية والأمشاج الأنثوية

للعديد من الكائنات الحية نوعان مختلفان من الأمشاج: نوع كبير لا يتحرَّك كثيرًا، هو المشيج الأنثوي ويُسمّى في أنثى الإنسان البُوَيضة. ويقع المشيج الأنثوي في النباتات الزهرية، داخل البُوَيضة (الشكلان ٣-٢ و٣-٣).

والنوع الآخر من الأمشاج صغير الحجم مُقارنة بالنوع الأوّل، ويتحرَّك بنشاط في الإنسان والحيوانات نحو المشيج الأنثوي، وهو المشيج الذكري الذي يُسمّى عند الإنسان بالحيوان المنوي. ويوجد المشيج الذكري في النباتات الزهرية، داخل حبّة اللقاح، ولا يتحرّك من تلقاء نفسه، بل يُنقل إلى المشيج الأنثوي بواسطة أنبوبة اللقاح (الشكل ٣-٦).

أسئلة

٣-١ اشرح لماذا يكون النسل الناتج عن التكاثُر اللاجنسي مُتماثلاً جينيًّا.

٣-٢ ما هو المشيج؟

٣-٣ ما هو الزيجوت؟

٣-٤ لماذا تحتوي الأمشاج على نصف العدد الكلّي فقط من الكروموسومات؟

٣-٥ ما المقصود بالخلية ثنائية المجموعة الكروموسومية؟

٣-٦ سمّ جزءًا **واحدًا** من جسمك يحتوي على خلايا ثنائية المجموعة الكروموسومية.

٣-٧ ما المقصود بالخلية أحادية المجموعة الكروموسومية؟

٣-٨ اذكر مثالاً **واحدًا** على خلية أحادية المجموعة الكروموسومية.

٣-٢ الأزهار

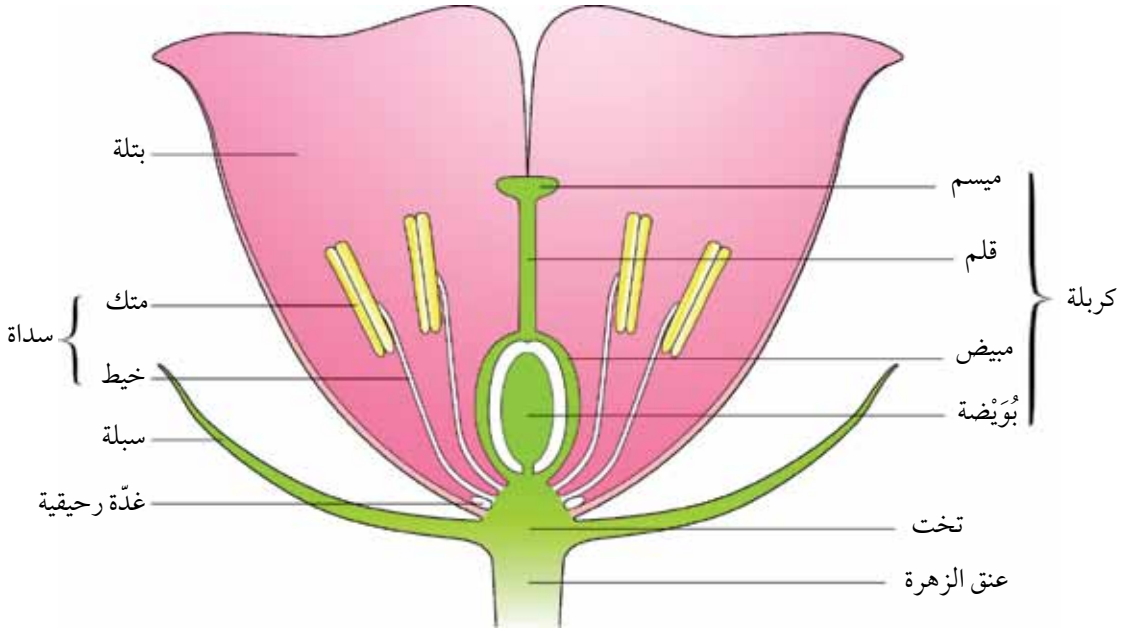
يمكن للعديد من النباتات الزهرية التكاثُر بطريقتَين. إذ يمكنها في كثير من الأحيان، التكاثُر لاجنسيًّا، وكذلك جنسيًّا عن طريق الأزهار.

تذكَّر

لا تستخدم كلمة «زهرة» عندما تعني «النبات». فالنبات كائن حيّ كامل، والزهرة جزء منه.

تركيب الزهرة

تُمثِّل **الزهرة Flower** عضو التكاثُر الجنسي في النباتات الزهرية وتتمثَّل وظيفتها في تكوين الأمشاج، وضمان حدوث الإخصاب. يبيِّن الشكل ٣-٢ تركيب زهرة يتمّ تلقيحها بواسطة الحشرات، ويبيِّن الصورة ٣-٣ أزهار شجرة المشمش.



الشكل ٣-٢ رسم تخطيطي لزهرة تلقّح بواسطة الحشرات

الصورة ٣ـ٣ أزهار شجرة المشمش، التي تنمو بولاية نخل، في محافظة جنوب الباطنة بسلطنة عُمان

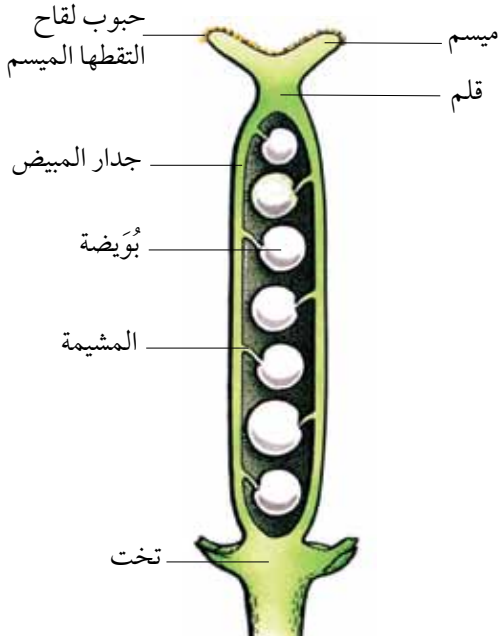
تكوِّن **السِّبلات Sepals** الجزء الخارجي من الزهرة، حيث تحميها وهي برعم، وتكون غالبًا خضراء اللون.

وتقع **البتلات Petals** داخل السبلات مباشرة، وهي غالبًا زاهية اللون، وتجذب الحشرات إلى الزهرة. تحتوي بتلات بعض الأزهار على خطوط تمتد من الأعلى إلى القاعدة، تُسمّى الخطوط المُرشِدة، لأنها تُرشد الحشرات إلى قاعدة البتلة، حيث توجد غدّة تُسمّى **الغدّة الرحيقية Nectary**. تصنع هذه الغدّة سائلاً سُكريًّا يُسمّى الرحيق، تتغذّى عليه الحشرات.

تقع **الأسدية Stamens** داخل البتلات، وهي التراكيب التكاثُرية الذكرية في الزهرة. وتتكوَّن كل سداة من **خيط Filament** طويل، وعلى قمّته **متك Anther** يحتوي على **حبوب اللقاح Pollen grains**، والتي تحتوي على الأمشاج الذكرية.

تقع الكربلة في مركز الزهرة، وهي تمثِّل التراكيب التكاثُرية الأنثوية. وتحتوي بعض الأزهار على **كربلة Carpel** واحدة بينما يحتوي بعضها الآخر على عدّة كرابل. وتحتوي الكربلة على **المبيض Ovary**، الذي يضمّ بداخله عدّة **بُوَيضات Ovules**، والتي تحتوي على الأمشاج الأنثوية. يتّصل **القلم Style** بالجزء العلوي من المبيض، وعلى قمّته **الميسم Stigma**، الذي يلتقط حبوب اللقاح.

تختلف التراكيب التكاثُرية الأنثوية في الأنواع المختلفة من الأزهار. ويتمثّل أحد هذه الاختلافات في ترتيب البُوَيضات داخل المبيض. يبيّن الشكل ٣-٣ أحد هذه الترتيبات.



الشكل ٣ـ٣ قطاع طولي في التركيب التكاثُري الأنثوي

نشاط ٣-١

استقصاء تركيب الزهرة

المهارات:

- الملاحظة والقياس والتسجيل
- تفسير الملاحظات والبيانات وتقييمها

المواد والأدوات والأجهزة

- ساق تحمل أزهارًا بسيطة تلقَّح بواسطة الحشرات وساق أخرى لأزهار تُلقّح بواسطة الرياح، على أن تحمل كل ساق عدة أزهار في مراحل نمو مختلفة
- عدسة يد مُكبّرة
- مشرط
- بلاطة
- شريحة مجهرية
- مجهر ضوئي

⚠ • **توخَّ الحذر عند استخدامك للمشرط الحادّ.**

في هذا النشاط، ارسم أشكالاً كبيرة وواضحة للتراكيب التي تشاهدها، وسمِّ أجزاءها.

١ ابدأ بزهرة متفتّحة ونضرة، تلقّحها الحشرات. اقترح **طريقتَين** تجذب فيهما الزهرة الحشرات.

٢ أزل برفق السبلات من محيط الزهرة. لاحظ السبلات على برعم زهرة قرب قمّة الساق. ما وظيفة السبلات؟

٣ أزل البتلات عن الزهرة. ارسم شكلاً لبتلة تظهر فيها الخطوط، وضع عليها البيانات. ما وظيفة هذه الخطوط؟

٤ لاحظ الأسدية. إذا كانت الزهرة يانعة، سيكون هناك حبوب لقاح على المتك أعلى السداة. انفض غبار حبوب اللقاح من المتك على شريحة مجهرية، وشاهدها تحت المجهر. ارسم بعض حبوب اللقاح.

٥ أزل الأسدية. ما وظيفة الخيوط؟

٦ استخدم عدسة اليد المُكبِّرة لرؤية الغدد الرحيقية على قاعدة الزهرة. ما وظيفتها؟

٧ لاحظ الكربلة، وحدِّد المبيض والقلم والميسم. شاهد الميسم تحت مجهر ثنائي العدسة العينية، أو بواسطة عدسة اليد. ما وظيفته؟ هل يتكيّف مع أدائه؟

٨ استخدم مشرطًا واقطع المبيض والقلم والميسم طوليًّا. لاحظ البُوَيضات داخل المبيض. ما لونها؟ ما عددها تقريبًا؟

٩ كرِّر الخطوات السابقة مع زهرة مُلقّحة بواسطة الرياح. كيف يختلف تركيبها عن تركيب الزهرة المُلقّحة بواسطة الحشرات؟

حبوب اللقاح والبُوَيضات

توجد الأمشاج الذكرية داخل حبوب اللقاح، التي تتكوّن في المتك.

يبيِّن الشكل (٣-٤أ) متكًا صغيرًا غير ناضج، قبل تفتُّح برعم الزهرة. ويبيِّن الشكل (٣-٤ب) وجود أربع حُجرات أو أكياس لقاح داخل المتك. تنقسم بعض الخلايا على حافة أكياس اللقاح لتكوّن حبوب اللقاح. ينشطر المتك عندما يتفتّح بُرعم الزهرة (الشكل (٣-٤ج))، لتصبح حبوب اللقاح على سطحه الخارجي.

(أ) متك غير ناضج في زهرة يانعة

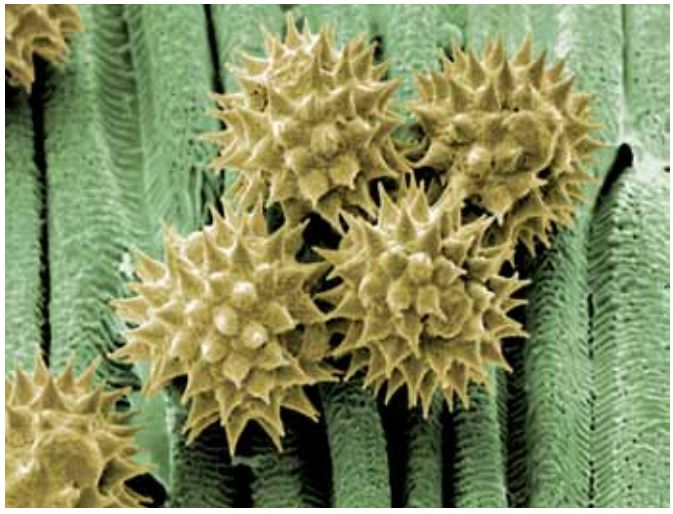
(ب) قطاع عرضي في متك غير ناضج في زهرة يانعة

(ج) قطاع عرضي في متك ناضج في زهرة ناضجة

الشكل ٣-٤ تكوّن حبوب اللقاح

تكون حبوب اللقاح على شكل مسحوق ناعم، أصفر اللون في الغالب. وتبيِّن الصورة ٣-٤ كيف يبدو شكل حبوب اللقاح المُفردَة تحت المجهر. وتختلف أشكال حبوب اللقاح باختلاف أنواع الأزهار. تُحاط كل حبّة لقاح بغلاف صلب، يمكِّنها من البقاء في الظروف القاسية عند الضرورة، ويحمي الأمشاج الذكرية داخل حبوب اللقاح، عندما تنتقل من زهرة إلى أخرى.

تقع الأمشاج الأنثوية داخل البُويضات في المبيض، وتحتوي كل بُوَيضة على نواة. ويحدث الإخصاب عندما تندمج نواة حبّة اللقاح مع نواة البُوَيضة.



الصورة ٣-٤ صورة من مجهر إلكتروني (1350 ×)
تُبيِّن حبوب لقاح زهرة الأقحوان عالقة على سطح بتلة

التلقيح

يحدث التلقيح الذي يسبق الإخصاب، نتيجة لانتقال الأمشاج الذكرية إلى الأمشاج الأنثوية. وتتمثَّل هذه المرحلة بنقل حبوب اللقاح من مكان تكوينها في المتك إلى الميسم، فيما يُسمّى **التلقيح Pollination**.

مصطلحات علمية

التلقيح Pollination: عملية نقل حبوب اللقاح من التركيب الذكري (المتك) إلى التركيب الأنثوي (الميسم) في نفس النوع من النبات.

التلقيح بواسطة الحشرات

يحدث التلقيح عادة بواسطة الحشرات (الصورة ٣-٥)، مثل النحل، والتي تنجذب إلى ألوان الأزهار ورائحتها العطرية القوية المُنبعِثة منها. ويتبع النحل الخطوط المُرشدة إلى الغدد الرحيقية. ويحتك بالمتك أثناء سيره، فتعلق بعض حبوب اللقاح على جسمه.

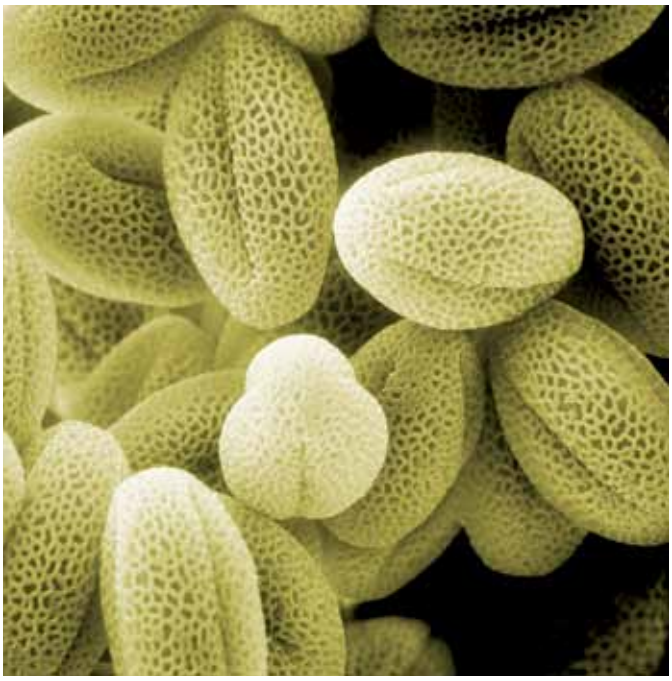
ينتقل النحل إلى زهرة أخرى للبحث عن المزيد من الرحيق. يحتك جسم النحلة بميسم الزهرة الثانية فتعلق عليه حبوب اللقاح التي التقطتها من الزهرة الأولى. ونظرًا إلى لزوجة الميسم، فإن العديد من حبوب اللقاح تعلق عليه. فإذا كانت الزهرة الثانية من نفس نوع نبات الزهرة الأولى، يحدث التلقيح.

الصورة ٣-٥ التلقيح بواسطة الحشرات

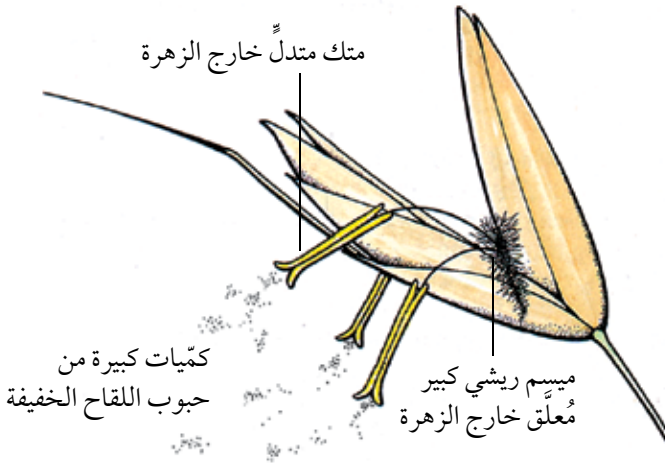
التلقيح بواسطة الرياح

تنقل الرياح حبوب اللقاح بين أزهار بعض النباتات. يبيِّن الشكل ٣–٥ زهرة نبات عشبي، كمثال على زهرة مُلقَّحة بواسطة الرياح.

وتبيِّن الصورة ٣–٦ حبوب لقاح زهرة نبات عشبي. ويُقارن الجدول ٣–١ بين أزهار يتمّ تلقيحها بواسطة الحشرات وأزهار يتمّ تلقيحها بواسطة الرياح.



الصورة ٣ـ٦ حبوب لقاح نبات عشبيّ (35000 ×)



الشكل ٣ـ٥ مثال على زهرة مُلقّحة بواسطة الرياح

أزهار ملقَّحة بواسطة الحشرات	أزهار ملقَّحة بواسطة الرياح
بتلات كبيرة وبارزة، وغالبًا مع خطوط مُرشِدة	بتلات صغيرة غير بارزة، أو غير موجودة
لها رائحة عطرة	ليس لها رائحة عطرة
غالبًا ما يكون هناك غدد رحيقية عند قاعدة البتلات	لا توجد غدد رحيقية
تقع المتوك داخل الزهرة، وعلى الحشرات الاحتكاك بها لتصل إلى الرحيق، ممّا يؤدّي إلى التصاق حبوب اللقاح بجسمها	تتدلّى المتوك خارج الزهرة، حيث تتعرّض للرياح
تقع المياسم داخل الزهرة، وعلى الحشرات الاحتكاك بها للوصول إلى الرحيق حيث تعلق عليها حبوب اللقاح	تكون المياسم ريشية كبيرة ومتدلّية خارج الزهرة، حيث تسقط عليها حبوب اللقاح من الهواء
حبوب اللقاح لزجة أو شوكية، يمكن أن تعلق على الحشرات	حبوب اللقاح خفيفة وملساء، يمكن أن تتطاير مع الرياح
تنتج كمّيات كبيرة من حبوب اللقاح لأن بعضها سوف يؤكل أو يسقط على أنواع مختلفة من الأزهار	تنتج كمّيات كبيرة جدًّا من حبوب اللقاح لأن معظمها سيتطاير مع الرياح ويبتعد عن الأزهار

الجدول ٣ـ١ مقارنة بين الأزهار المُلقّحة بواسطة الحشرات والأزهار المُلقّحة بواسطة الرياح

نشاط ٣-٢

التلقيح

المهارات:

- التخطيط
- الملاحظة والقياس والتسجيل
- تفسير الملاحظات والبيانات وتقييمها

ستعمل في هذا النشاط على تصميم وإجراء استقصاء لاختبار الفرضية الآتية:

يتنقّل النحل بين الأزهار صفراء اللون أكثر من تنقُّله بين الأزهار ذات الألوان الأخرى.

المواد والأدوات والأجهزة

- قطع بلاستيكية رقيقة ملوّنة يمكن تقطيعها على شكل بتلات (إذا كانت الظروف البيئية جافة، يمكن استخدام الورق المقوّى الملوّن).
- طبق بتري صغير يحتوي على محلول سكّري، ويمكن وضعه في وسط كل نموذج زهرة.
- ساعة إيقاف

ستجد عند تخطيط الاستقصاء وكتابته، أنه من المفيد استخدام أسئلة الاستقصاء في النشاط ٣-١. ستحتاج إلى إجراء هذا الاستقصاء في الهواء الطلق. وسيكون من السهل التحكُّم بالمُتغيّرات إذا استخدمت أزهارًا صناعية بدلاً من الطبيعية. يمكن استخدام البلاستيك الملوّن لتكوين بتلات حول منطقة مركزية يوضع فيها طبق صغير به محلول سكّري. تحتاج إلى إجراء الاستقصاء في يوم مُشمِس، يكثر فيه النحل في الجو.

تذكّر أن تفكّر في التحكُّم بالمُتغيّرات. ضمّن خطّتك المُتغيّرات التي تمّ ضبطها وأهمّية ذلك للاستقصاء. فكّر بدقّة كيف ستحسب زيارات النحل، وكيف ستسجِّلها، وكيف ستعرض نتائجك.

اكتب استنتاجًا مُبسّطًا من نتائجك، ثم ناقش النتائج في ضوء ما تعرفه عن التلقيح (قد تكون أيضًا مُهتمًّا بمعرفة كيفية رؤية النحل للألوان). قيّم تجربتك، واقترح تحسينات يمكن إجراؤها.

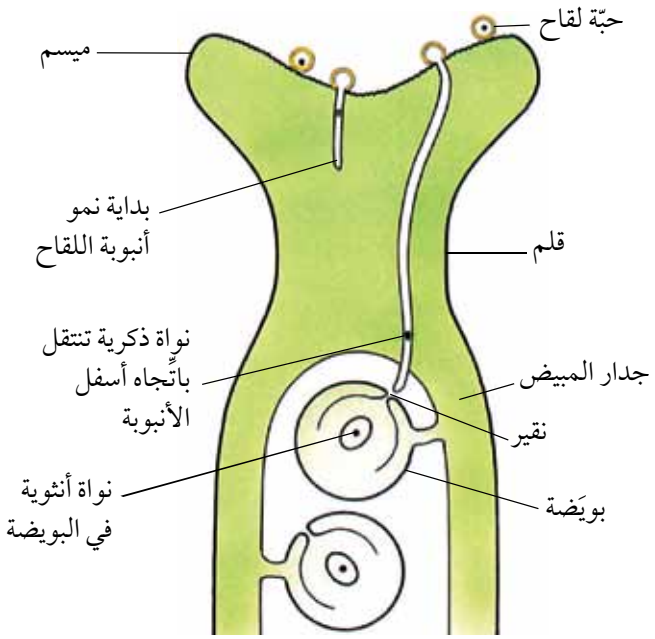
الإخصاب

بعد حدوث التلقيح، وسقوط حبّة اللقاح على الميسم، لا يكون المشيج الذكري داخل حبّة اللقاح قد وصل إلى المشيج الأنثوي داخل البُوَيضَة، والتي توجد داخل المبيض.

تبدأ حبّة اللقاح بإنبات **أنبوبة اللقاح Pollen tube** إذا سقطت على النوع المناسب من المياسم. يمكن إنبات بعض أنابيب اللقاح في النشاط ٣-٣. وتنمو أنبوبة اللقاح مخترقة القلم والمبيض باتّجاه البُوَيضة (الشكل ٣-٦)، وهو يفرز أنزيمات هاضمة تعمل على تشكيل مسار له عبر القلم.

ينتقل المشيج الذكري (النواة الذكرية) عبر أنبوبة اللقاح وصولاً إلى المشيج الأنثوي (النواة الأنثوية) داخل البُوَيضة ويندمجان معًا فيحدث الإخصاب.

يمكن لحبّة لقاح واحدة فقط إخصاب بُوَيضة واحدة، وإذا احتوى المبيض على عدّة بويضات، ستكون هناك حاجة إلى حبوب لقاح أخرى لإخصابها.



الشكل ٣-٦ الإخصاب في الزهرة

نشاط ٣-٣

إنبات أنابيب اللقاح

المهارات:

- استخدام التقنيّات والأجهزة والأدوات العلميّة
- الملاحظة والقياس والتسجيل
- تفسير الملاحظات والبيانات وتقييمها
- طرائق التقييم

يفرز الميسم عندما ينضج سائلاً سكريًّا يحفِّز حبوب اللقاح على إنبات أنبوبة اللقاح. يمكنك في هذا الاستقصاء إنبات عدّة أنواع من حبوب اللقاح في تراكيز مختلفة من محلول سكّري.

من الأفضل تقسيم الصف إلى مجموعات، تستخدم كل مجموعة محلولاً سُكّريًّا بتركيز واحد فقط.

١ استخدم أربع شرائح زجاجية، ويفضّل أن تكون مُقعّرة من المنتصف، وكوِّن بإصبعك حلقة فازلين مُتقنة حول حافة كل تجويف.

٢ ألصق ملصقًا على كل شريحة، اكتب عليه الأحرف الأولى من اسمك، وتركيز المحلول السكّري الذي تستخدمه مجموعتك.

٣ املأ التجويف في كل شريحة بالمحلول السكّري.

٤ اختر زهرة من كل نوع تحتوي متوكها على حبوب لقاح. انفض حبوب اللقاح لزهرة واحدة فوق المحلول السكّري في إحدى الشرائح. ضع بلطف غطاء الشريحة فوق التجويف دون إتلاف حلقة الفازلين، واكتب اسم كل زهرة على الملصق.

٥ كرِّر الخطوة ٤ مع ثلاث أزهار أخرى.

٦ ضع كل شريحة في حاضنة دافئة، واتركها ساعة على الأقلّ.

٧ افحص كل شريحة تحت المجهر، وابحث بعناية عن أنابيب اللقاح. سجِّل نتائجك في جدول، واجمع نتائج مجموعات أخرى استخدمت تراكيز أخرى من المحلول السكّري.

أسئلة

١ لماذا وضعت حلقة الفازلين حول التجويف في كل شريحة؟

٢ في أي محلول كان إنبات كل نوع من حبوب اللقاح هو الأفضل؟

٣ اقترح سبب موت حبوب اللقاح عند سقوطها على ميسم غير ناضج، أو على ميسم زهرة من نوع آخر.

٤ ما أهمّية إنبات حبوب اللقاح للأنابيب؟

البذور

بعد حدوث الإخصاب، تفقد الزهرة العديد من أجزائها، فتذبل السبلات والبتلات والأسدية وتسقط.

تبدأ البُوَيضات بالنموّ داخل المبيض، وتصبح كل بُوَيضة محتوية على زيجوت (لاقحة) تكوّن عند الإخصاب، ويُصبح اسمها **بذرة Seed**.

تحتوي البذرة على نبات جنيني صغير، وغذاء للجنين. وتُخزِّن بذور الفاصوليا هذا الغذاء، في فلقتَين لونهما أصفر شاحب، تحتويان على النشا والبروتين.

تحتوي البذرة على القليل من الماء، حيث سُحِب منها الماء عندما تكوَّنت، وأصبحت جافّة، وبالتالي توقّفت تفاعُلات الأيض فيها. وتكون البذرة غير نشطة أو في حالة **كمون Dormant**، وهو أمر يمنحها القدرة على تحمُّل الظروف القاسية، مثل البرد والجفاف، والتي تؤدِّي إلى موت النبات النامي.

يجب أن تبقى البذرة في ظروف مُعيَّنة قبل أن تبدأ **بالإنبات Germination**. يمكن التعرُّف على هذه الظروف عند إجراء النشاط ٣-٤.

أسئلة

٣-٩ ما وظيفة الزهرة؟

٣-١٠ في أي أجزاء الزهرة تتكوَّن الأمشاج الذكرية؟

٣-١١ في أي أجزاء الزهرة تتكوَّن الأمشاج الأنثوية؟

٣-١٢ ما هو التلقيح؟

٣-١٣ لماذا تنتج الأزهار المُلقَّحة بواسطة الرياح عادة حبوب لقاح أكثر من الأزهار المُلقَّحة بواسطة الحشرات؟

٣-١٤ كيف يصل المشيج الذكري بعد التلقيح إلى البُوَيضة؟

نشاط ٣-٤

التعرُّف على الظروف اللازمة لإنبات بذور الطماطم

المهارات:

- التخطيط
- الملاحظة والقياس والتسجيل
- تفسير الملاحظات والبيانات وتقييمها

المواد والأدوات والأجهزة

- خمس أنابيب اختبار مزوَّدة بقاعدة من الشاش أو قاعدة معدنية (خارصين) مُثقَّبة.
- أكياس صغيرة ماصّة للأكسجين مخصّصة لتعبئة وتغليف المواد الغذائية أو حفظها (وهي تحتوي بشكل عام على مزيج مسحوق الحديد والفحم).
- سدادة مطّاطية تُحكِم إغلاق أنبوبة اختبار واحدة.
- بذور طماطم.
- قلم شمعي للكتابة على أنابيب الاختبار.
- قطن.

١ جهِّز خمس أنابيب كما يتّضح في الشكل.

٢ ضع الأنابيب (أ)، (د)، (هـ) في مكان دافئ ومضيء في المختبر.

٣ ضع الأنبوبة (ب) في الثلاجة.

٤ ضع الأنبوبة (ج) في خزانة دافئة ومُظلِمة.

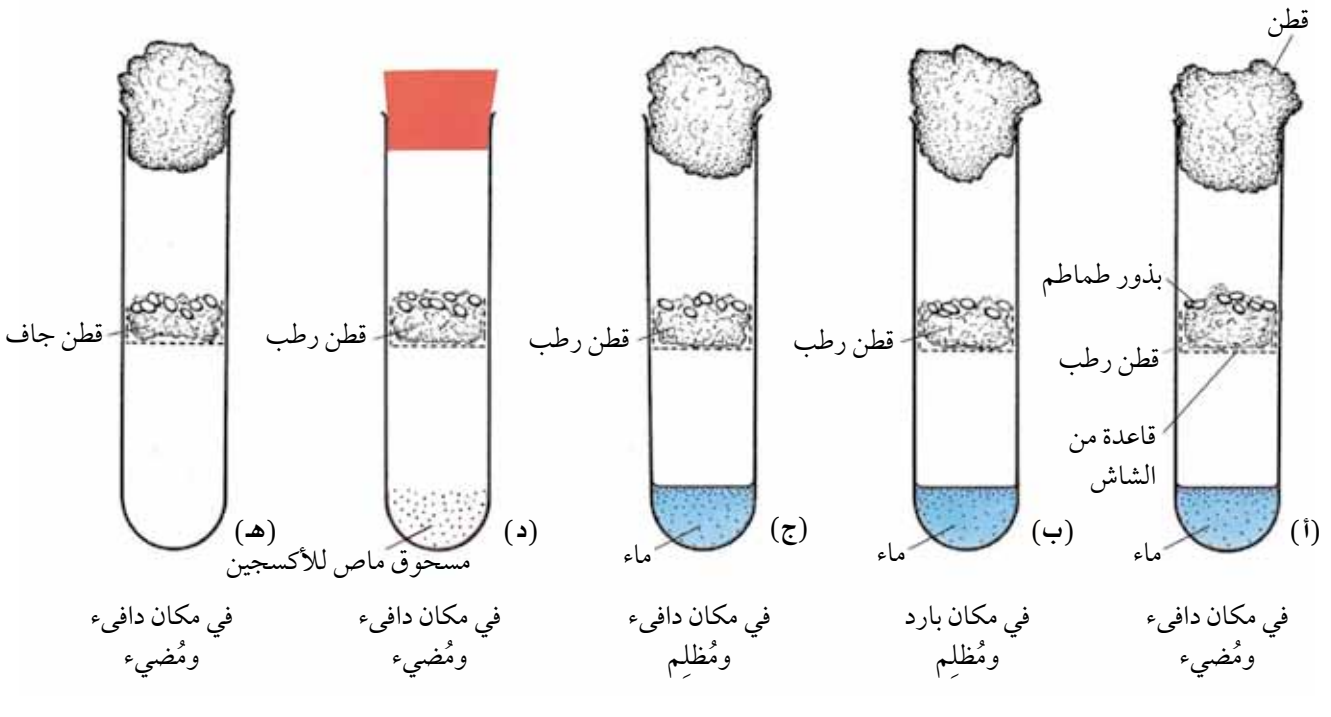
٥ ارسم جدولاً للنتائج، موضِّحًا فيه الظروف المختلفة للبذور في كل أنبوبة.

٦ دع البذور لمدّة يوم واحد تقريبًا، ثم أكمل ملء الجدول بالنتائج لتبيِّن أي البذور نبتت.

أسئلة

١ اذكر **ثلاثة** ظروف تحتاج إليها بذور الطماطم للإنبات.

٢ اقترح سبب الحاجة إلى كل ظرف من هذه الظروف لإنبات البذور.



نشاط ٣-٥

استقصاء أثر مدة تخزين البذور على مُعدَّل إنباتها

المهارات:

- التخطيط
- الملاحظة والقياس والتسجيل
- تفسير الملاحظات والبيانات وتقييمها

يمكن للعديد من البذور البقاء في حالة كمون لعدَّة سنوات. ومع ذلك، تميل النسبة المئوية للبذور التي تنبت إلى الانخفاض مع تقدُّم عمر البذور.

سوف تصمّم استقصاء وتجريه لاختبار الفرضية الآتية:

كلما زادت مدَّة تخزين البذور، انخفضت النسبة المئوية للبذور التي ستنبت.

تذكَّر أن تفكِّر بالمُتغيّرات، ما الذي ستغيّره، وما الذي ستبقيه كما هو، وما الذي ستقيسه.

فكّر أيضًا في كيفية تسجيل النتائج، وكيفية عرضها.

قد تستعين بأسئلة الاستقصاء في النشاط ٢-٣، عند تخطيط الاستقصاء وكتابته. ارسم الجهاز الذي ستستخدمه مع وضع البيانات عليه.

عندما تكتب خطّتك، راجعها مع معلمك قبل إجراء التجربة.

حلل نتائجك. هل تدعم نتائجك الفرضية أو تدحضها. ناقش مصادر الخطأ الرئيسية في التجربة، واقترح كيف يمكن تحسينها إذا أمكنك إجراء التجربة مرة أخرى.

٣-٣ مُقارنة التكاثُر الجنسي بالتكاثُر اللاجنسي

يمكن للعديد من النباتات التكاثُر بطريقتين: جنسيًّا ولاجنسيًّا. أيهما الأفضل؟

تنقسم بعض الخلايا في كائن حي واحد (الخلايا الأمّ) في التكاثُر اللاجنسي بطريقة تكون فيها الخلايا الناتجة الجديدة مُطابِقة جينيًّا للخلية الأم، أي أنها مُستنسخة. ولذلك لا يُنتج التكاثُر اللاجنسي تنوُّعًا جينيًّا.

لكن في التكاثُر الجنسي، تنقسم بعض خلايا الأبوَين بطريقة تنتج الأمشاج، التي تحتوي على نصف عدد كروموسومات الخلية الأم. وعندما تندمج مجموعتا الكروموسومات في المشيجَين عند الإخصاب، ينتج تركيب جيني جديد، لذلك، يُنتج التكاثُر الجنسي نسلًا يختلف جينيًّا عن الأبوَين.

هل من المفيد التنوُّع الجيني في النسل، أم لا؟ يعتمد ذلك على الظروف.

من الجيد أحيانًا ألّا يكون هناك تنوُّع جيني. فإذا نما النبات نموًّا جيّدًا في مكان معيّن، يكون مُتكيّفًا بشكل جيد مع بيئته. وسيكون نسله إذا ورث الجينات نفسها مُتكيّفًا أيضًا بشكل جيِّد، ويُرجَّح أن ينمو نموًّا سليمًا. ويتحقَّق ذلك إذا توفَّرت مساحة كافية في المنطقة للنموّ. لكن لن يكون مناسبًا للأبوَين إنتاج نسل جديد، إذا كانت المنطقة مُزدحمة.

للتكاثُر اللاجنسي ميزة أخرى، هي أن الكائن الحي المُنفرِد يمكنه أن يتكاثر ذاتيًّا، دون أن يحتاج للتلقيح أو إيجاد فرد آخر. وهذا مُناسب في حالة قلّة عدد الأفراد في المنطقة، أو عند وجود الكائن الحي مُنفرِدًا في مكان مُنعزِل. تذكَّر أنَّ النبات المُفرَد الواحد يمكنه أن يتكاثَر جنسيًّا عن طريق تلقيح أزهاره بنفس حبوب لقاحه.

وفي المقابل، إذا لم يكن النبات مُتكيّفًا بشكل جيد مع بيئته، أو إذا ظهر مرض جديد أو آفة جديدة في بيئته تصعب مقاومتهما، يُفضَّل عندئذ أن يكون النسل مختلفًا جينيًّا عن أبوَيه. إذ تتوفَّر له فرصة أن يكون أفضل تكيُّفًا مع بيئته، أو مُقاوِمًا للمرض.

يُنتج التكاثُر الجنسي في النباتات الزهرية بذورًا، يُحتمَل أن تنتشر على مساحة واسعة، مما ينشر النسل بعيدًا عن الأبوَين. وبذلك يكون أقلّ احتمالًا للتنافُس معهما، كما يمكنه أن يستوطن مناطق جديدة.

مُلخّص

ما يجب أن تعرفه:

- الفروق بين التكاثُر اللاجنسي والتكاثُر الجنسي.
- أهمّية التكاثُر اللاجنسي والتكاثُر الجنسي للكائن الحي.
- أسماء أجزاء الزهرة ووظائفها.
- كيفية حدوث التلقيح بواسطة الحشرات والتلقيح بواسطة الرياح.
- الفروق بين التلقيح بواسطة الحشرات والتلقيح بواسطة الرياح.
- كيفية حدوث الإخصاب في الزهرة.
- استقصاء الظروف البيئية التي تحتاج إليها البذور لتنبت.

أسئلة نهاية الوحدة

١ اشرح الفرق بين كل زوج من المصطلحات العلمية الآتية:

أ. التكاثُر اللاجنسي والتكاثُر الجنسي.

ب. أحادية المجموعة الكروموسومية وثنائية المجموعة الكروموسومية.

ج. التلقيح والإخصاب.

د. المشيج والزيجوت (اللاقحة).

هـ. حبّة اللقاح والبُوَيضة.

٢ أيُّ العبارات التالية تصف التكاثُر الجنسيَّ وأيُّها تصف التكاثّر اللاجنسي؟

أ. نبات يتكاثر بالتبرعُم.

ب. نبات لديه متوك.

ج. إنتاج نسل جديد مُتماثِل جينيًّا في كل جيل.

د. نبات يتطلّب التلقيح.

هـ. أمشاج تتطلّب الإخصاب.

و. نبات ينتج عن طريق ساق جارية ممتدّة.

ز. تكوين زيجوت.

ح. نسل ذو تنوُّع جيني.

ط. نبات ينتج عن طريق نبتات على حواف الأوراق.

ي. نبات لديه ميسم.

٣ أجرى طالب بحثًا عن تكاثُر نبات يولوفيا بيترسي Eulophia petersii، وهو من العائلة الأوركيدية، وينمو في شبه الجزيرة العربية. لزهرة النبات هذه بتلة واحدة زاهية اللون تؤدّي إلى الغدّة الرحيقية، حيث يكون المتك والميسم داخل الزهرة. تنشطر بُصَيلات هذا النبات تحت سطح الأرض، مُنتِجة نباتات جديدة قرب النبات الأمّ.

أ. ما الدليل في المعلومات أعلاه على أنّ نبات يولوفيا بيترسي يمكنه التكاثُر لاجنسيًّا؟
اشرح إجابتك.

ب. ما الدليل في المعلومات أعلاه على أنّ هذا النبات يمكنه التكاثُر جنسيًّا؟
اشرح إجابتك.

ج. هل يُلقَّح هذا النبات بواسطة الرياح أم بواسطة الحشرات؟
اشرح إجابتك مُستخدِمًا دليلًا من المعلومات الواردة أعلاه.

د. يمكن لنبات الأوركيد التكاثُر جنسيًّا ولاجنسيًّا.
انسخ الجدول التالي، وأكمله، لتلخِّص مزايا وعيوب كلا نوعَي التكاثُر.

التكاثُر الجنسي		التكاثُر اللاجنسي	
المزايا	العيوب	المزايا	العيوب

٤ تُبيِّن الصورة زهرة الزنبق (التوليب أو الخزامى).

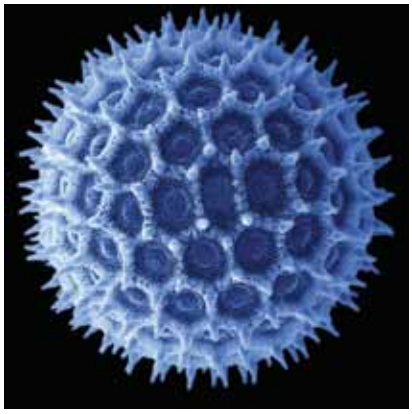
أ. اكتب أسماء الأجزاء من (A) إلى (E).

ب. صف وظيفة الأجزاء الآتية:
١. (A)
٢. (C)
٣. (E)

ج. أي الرموز تنتمي إلى:
١. الكربلة.
٢. السداة.

د. كيف يتمّ تلقيح هذه الزهرة؟ اذكر دليلاً من الصورة على إجابتك.

٥ تُبيِّن الصورة أدناه حبّة لقاح من زهرة نجمة الصباح (مجد الصباح).



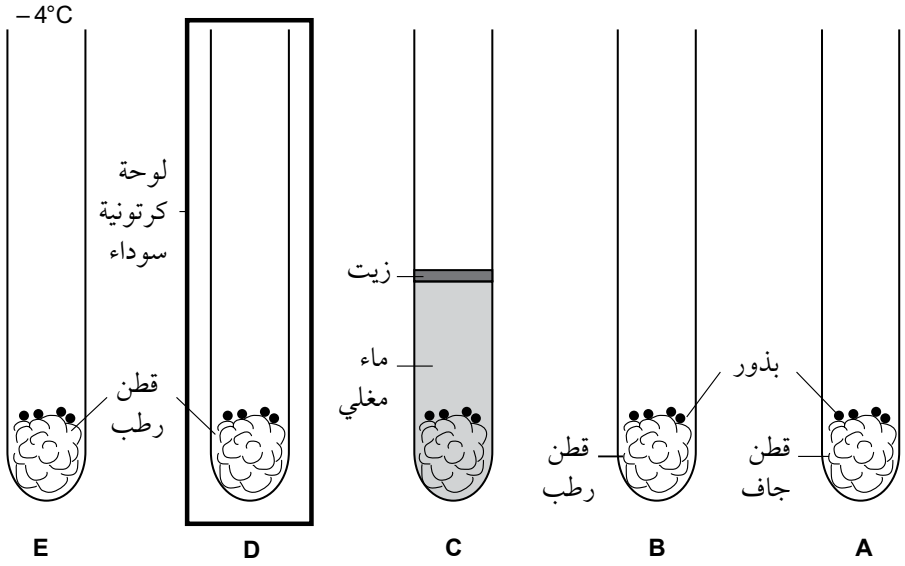
أ. اذكر دليلًا من الصورة يصف كيف يتمّ تلقيح هذه الزهرة.

تمّ نقل حبَّة اللقاح هذه إلى كربلة زهرة أخرى من نفس النوع.

ب. صف عملية الإخصاب من هذه النقطة، مُستخدِمًا جميع المصطلحات العلمية أدناه.

الميسم	حبّة اللقاح	تندمج	المبيض	النواة
البُوَيضة	المشيج	أنبوبة اللقاح	القلم	

٦ استقصت طالبة إنبات بذور الخردل في ظروف مختلفة.

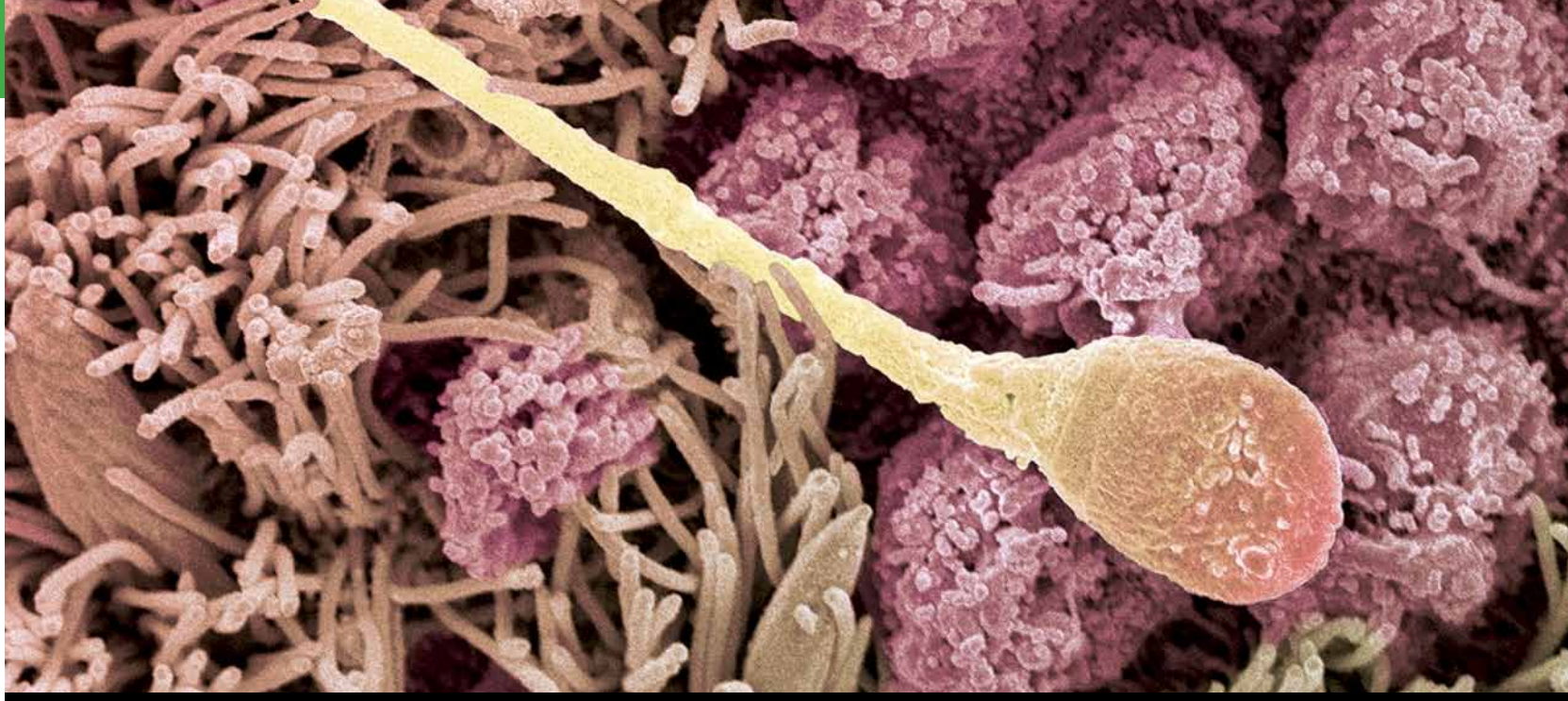


وضعت الأنابيب (**A** – **D**) في المختبر على درجة حرارة الغرفة. ووضعت الأنبوبة (**E**) في الثلّاجة (المُجمِّد Freezer) على درجة حرارة (−4° C).

أ. اقترح مُتغيّرَين يجب أن تبقيَهما الطالبة ثابتَين لجميع الأنابيب دون تغيير.

ب. ما المُتغيِّر الذي يتمّ اختباره في الأنبوبة (**D**)؟ اشرح إجابتك.

ج. توقَّع ما إذا كانت البذور في كل أنبوبة على التوالي ستنبت. اشرح إجابتك.



الوحدة الرابعة

التكاثُر في الإنسان Reproduction in humans

تغطّي هذه الوحدة:

- تركيب الجهاز التناسُلي الأنثوي والجهاز التناسُلي الذكري في الإنسان، ووظائفهما.
- تكيُّف خلايا البُوَيضات والحيوانات المنوية.
- الإخصاب والانغراس.
- الفروق بين الأمشاج الذكرية والأمشاج الأنثوية.
- وظائف المشيمة والكيس الأمنيوني.
- دورة الطمث أو الحَيض.
- فيروس نقص المناعة عند الإنسانHIV ومرض الإيدز AIDS.

٤-١ أعضاء الجهاز التناسُلي في الإنسان

يتكاثر الإنسان جنسيًا، كباقي الثدييات. وتتضمَّن عملية التكاثُر الجنسي تكوين الزيجوت (اللاقحة) عندما يندمج مشيج ذكري مع مشيج أُنثوي، في عملية الإخصاب. ثم ينمو الزيجوت ويتطوّر ليكوِّن فردًا جديدًا، وهكذا يمثِّل الزيجوت الخلية الأوّلية لبداية تشكُّل كائن حيّ جديد.

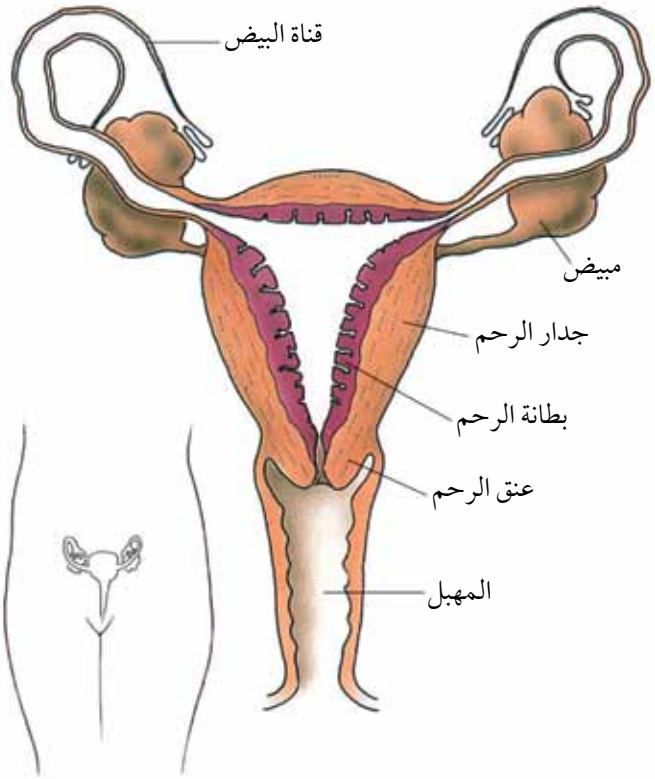
الأعضاء التناسُلية الأنثوية

يُبيِّن الشكل ٤-١ الأعضاء التناسُلية الأُنثوية في الإنسان. تتكوَّن الأمشاج الأنثوية عند المرأة، أو البُوَيضات (مفردها: **بُوَيضة Egg**)، في **المبيضَين Ovaries**. تمتدّ من قرب المبيضَين **قناتا البيض Oviducts** وتسمّيان أيضًا **قناتَي فالوب Fallopian tubes**. لا تتّصل قناتا البيض مباشرة بالمبيض، ولكن الطرف العلوي لكل منهما والذي يتّخذ شكل قمع، يقع قريبًا جدًّا من المبيض.

تؤدّي قناتا البيض إلى **الرحم Uterus**، الذي يتميّز بجدران عضلية سميكة للغاية. والرحم صغير جدًّا، بحجم قبضة اليد، ولكن يمكنه التوسُّع بشكل كبير خلال فترة الحمل.

والجزء السفلي من الرحم يشبه العنق، وهو أسطواني الشكل، ويحتوي على أنسجة عضلية وله فتحة ضيقة، يُسمّى **عنق الرحم Cervix**، ويؤدّي إلى **المهبل Vagina** الذي يؤدِّي إلى خارج جسم الأنثى. وتُسمّى المنطقة الخارجية من الجهاز التناسُلي الأنثوي، والتي تحمي فتحة المهبل، **الفرج Vulva**.

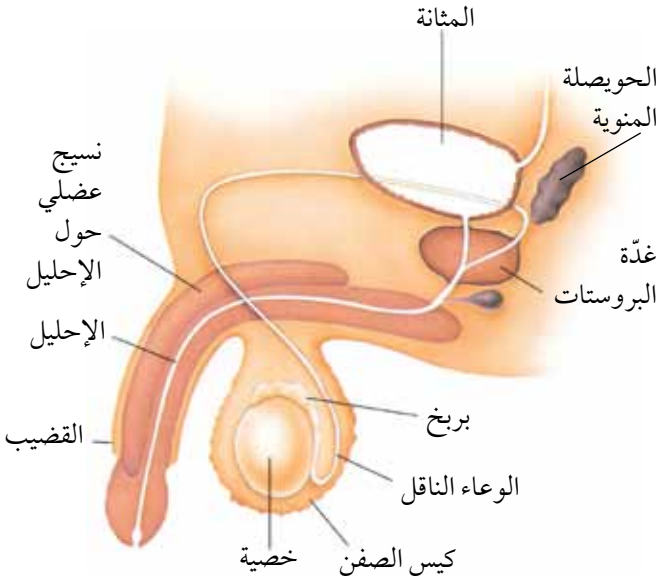
يمتد الإحليل في الأنثى، وهو الأنبوب الذي ينقل البول من المثانة إلى خارج الجسم، أمام المهبل، بينما يمتد المستقيم وهو الأنبوب الهضمي الذي ينقل الفضلات إلى خارج الجسم، فالأنابيب الثلاثة: المهبل والإحليل والمستقيم، تقود إلى خارج الجسم بشكل مستقلّ. ويغطّي الفرج كلًّا من المهبل والإحليل.



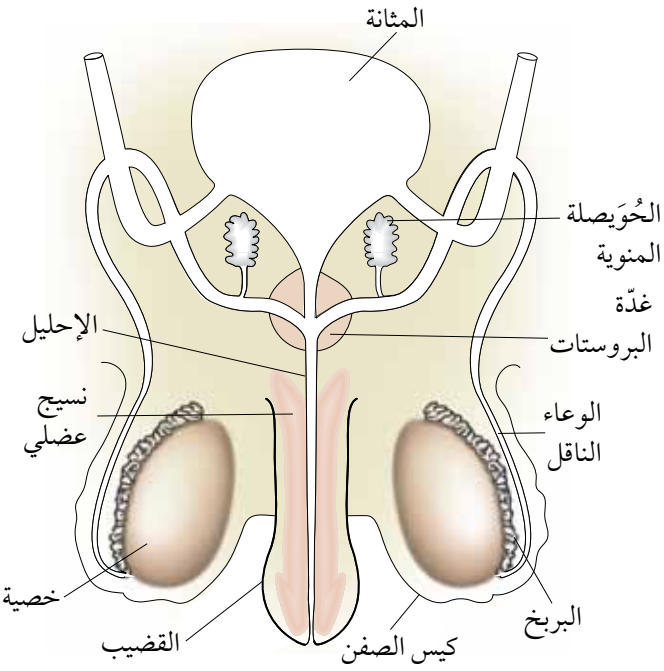
الشكل ٤ـ١ الشكل الأمامي للأعضاء التناسُلية الأنثوية في الإنسان

الأعضاء التناسُلية الذكرية

يوضِّح الشكلان ٤-٢ و ٤-٣ الأعضاء التناسُلية الذكرية في الإنسان. تتكوّن الأمشاج الذكرية والتي تُسمّى **الحيوانات المنوية Sperm**، في **الخصيتَين Testes** (المُفرَد: **خصية Testis**)، اللتين توجدان خارج الجسم ويحيط بكل منهما كيس جلدي يُسمّى **كيس الصفن Scrotum**.



الشكل ٤ـ٢ الشكل الجانبي للأعضاء التناسُلية الذكرية



الشكل ٤ـ٣ الشكل الأمامي للأعضاء التناسُلية الذكرية في الإنسان

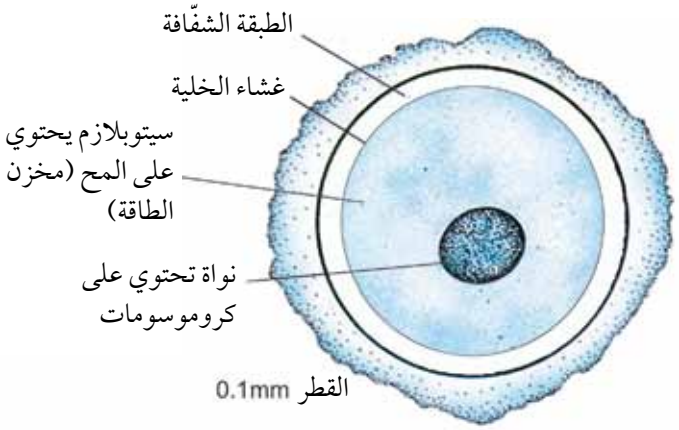
تنتقل الحيوانات المنوية من كل خصية في أنبوب يُسمّى **الوعاء الناقل Sperm duct**. ويلتقي الوعاءان الناقلان المتّصِلان بالخصيتين مع الإحليل ليصبح قناة بولية تناسُلية مُشترَكة تحت المثانة مباشرة. ويمتد الإحليل داخل العضو الذكري الذي يُسمّى **القضيب Penis** لينفتح في قمّته إلى خارج الجسم. فالإحليل عند الذكور ينقل البول والحيوانات المنوية في أوقات مختلفة.

تقع في مكان التقاء الوعاء الناقل مع الإحليل **غدّة البروستات Prostate gland**، التي تفرز، بالتعاون مع الحُوَيصلات المنوية، سائلاً للحيوانات المنوية لتسبح فيه، ويُسمّى **المني (semen)** أو السائل المنوي (**seminal fluid**).

تكوين الأمشاج (الجاميتات)

يبدأ تكوين البُوَيضات داخل مبيضَي المرأة قبل أن تولد. فهي تولد حاملة في مبيضَيها آلاف البُوَيضات غير الناضجة ولا يمكن إخصابها.

وعند وصولها سن البلوغ (10 سنوات إلى 14 سنة تقريبًا) تبدأ بعض هذه البُوَيضات بالنضوج، بحيث تنضج بُوَيضة واحدة فقط كل شهر تقريبًا. وعند نضجها، تتحرَّر البُوَيضة



الشكل ٤ـ٤ خلية البُوَيضة لأنثى الإنسان

الناضجة (الشكل ٤-٤) من المبيض وتُطلق باتِّجاه القمع في نهاية قناة البيض، وهذا ما يُسمّى بعملية **الإباضة Ovulation** التي تحدث مرة واحدة في الشهر لدى المرأة.

تتكوَّن الحيوانات المنوية باستمرار في الخصيتَين منذ سن البلوغ، (12–14) سنة تقريبًا. يبيِّن الشكل ٤-٥ تركيب الحيوان المنوي.

وتتميَّز عملية تكوين الحيوانات المنوية بأنّها حسّاسة جدًّا للحرارة. فالخلايا في الأنابيب المنوية لن تتطوَّر إلى حيوانات منوية إذا تعرّضت لحرارة شديدة. وهذا هو السبب في وجود الخصيتَين خارج الجسم، حيث تتعرض لبيئة أبرد مما لو كانت في داخل الجسم.

يبيّن الشكلان ٤-٤ و٤-٥ أن المشيج الذكري يختلف عن المشيج الأنثوي في الحجم والتركيب. فحجم البُوَيضة أكبر بكثير من حجم الحيوان المنوي، وكلاهما لديه تكيُّفات محدَّدة تُناسب وظيفته. فالحيوان المنوي مثلًا يمتلك القدرة على الحركة بسرعة كبيرة مقارنة بحركة البُوَيضة، بفضل وجود ذيل يدفع به نفسه. وتتكوّن الأمشاج الأنثوية بأعداد أقلّ بكثير من الذكرية. حيث تتحرَّر من مبيض المرأة بُوَيضة واحدة فقط كل أربعة أسابيع، بدءًا من سن البلوغ حتى سن اليأس (انقطاع الطمث)، حيث يتوقّف المبيضان عن تكوين البُوَيضات. في المقابل تتكوّن الحيوانات المنوية الأصغر حجمًا بكثير، بأعداد كبيرة منذ البلوغ، حيث إنّ قذفًا واحدًا يحتوي على مليون حيوان منوي تقريبًا.

قال الله تعالى: ﴿إِنَّا خَلَقْنَا الْإِنسَانَ مِن نُّطْفَةٍ أَمْشَاجٍ نَّبْتَلِيهِ فَجَعَلْنَاهُ سَمِيعًا بَصِيرًا﴾ سورة الانسان الآية ٢

الشكل ٤ـ٥ الحيوان المنوي لذكر الإنسان

٤-٢ الإخصاب وتطوُّر الجنين

تنتقل البُوَيضة بعد الإباضة إلى قمع قناة البيض المُبطّنة بالأهداب، التي تتحرَّك دافعة البُوَيضة إلى مدخل قناة البيض وتوصلها إلى الرحم.

وتموت البُوَيضة عادة في غضون 12–24 ساعة بعد الإباضة، إذا لم تُخصّب بحيوان منوي؛ وخلال هذا الوقت تكون قد قطعت مسافة قصيرة في قناة البيض ولا تزال في القسم العُلوي منه. وحتّى تحدث عملية الإخصاب بنجاح، يجب أن يصل الحيوان المنوي إلى البُوَيضة ويُخصّبها وهي في أعلى قناة البيض.

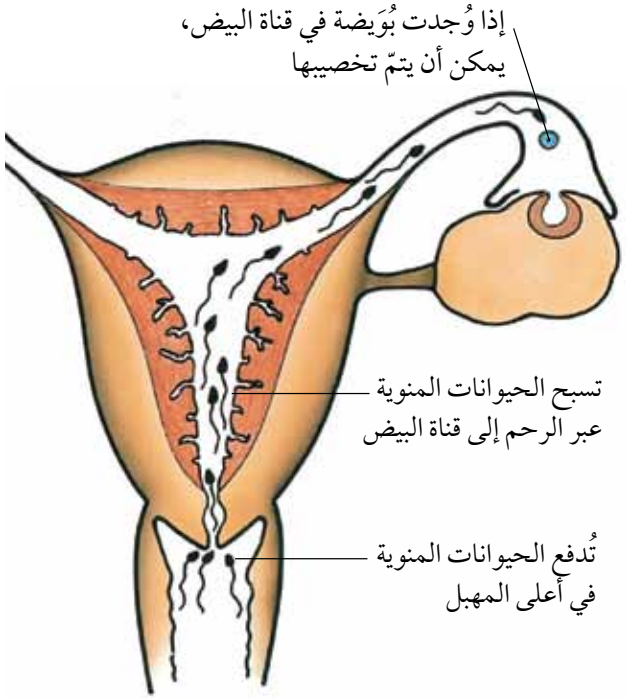
أثناء الاتصال الجنسي، ينقل القضيب السائل المنوي المحتوي على الحيوانات المنوية إلى المهبل.

وتستخدم الحيوانات المنوية ذيلها للحركة عبر عنق الرحم والرحم، لتصل إلى داخل قناة البيض (الصورة ٤–١ والشكل ٤–٦).

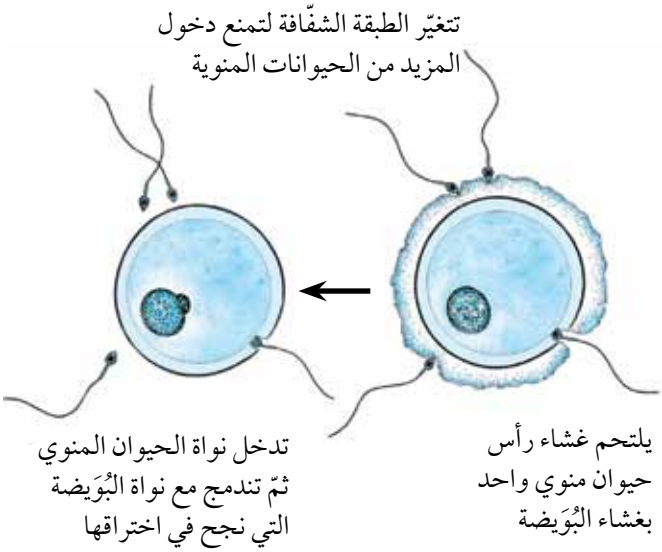
يستغرق وصول الحيوانات المنوية إلى قناتَي البيض وقتًا طويلاً، ذلك أنها لا تستطيع السباحة إلا بمعدّل 4 mm في الدقيقة. وبالرغم من أن القذف الواحد يدفع إلى داخل المهبل مليون حيوان منوي تقريبًا، فإن القليل جدًّا من هذه الحيوانات المنوية يصل إلى موقع الإخصاب.

الصورة ٤–١ حيوان منوي يسبح عبر الأهداب في قناة البيض. تكبير (X 3600)

يخترق حيوان منوي واحد البُوَيضة، ويلتحم غشاء رأسه فقط مع غشائها، في حين يبقى الذيل في الخارج، ثم تدخل نواة الحيوان المنوي وتندمج مع نواة البُوَيضة في عملية تُسمّى **الإخصاب Fertilization** (الشكل ٤–٧).



الشكل ٤–٦ مسار الحيوانات المنوية إلى البُوَيضة (تظهر الحيوانات المنوية والبُوَيضة بمقاييس رسم مختلفة)



الشكل ٤–٧ الإخصاب

بعد التحام غشاء رأس الحيوان المنوي بغشاء البُوَيضة، تحدث تغيُّرات في الطبقة الشفّافة المحيطة بها، تمنع دخول أي حيوان منوي آخر، وبالتالي تموت بقية الحيوانات المنوية التي لم تنجح في تخصيب البويضة.

الانغراس

بعد أن يتكوّن الزيجوت من اندماج نواتَي الحيوان المنوي والبُوَيضة مباشرة، يبدأ الزيجوت، وهو لا يزال في قناة البيض، سلسلة من الانقسامات. أثناء تحرّكه ببطء نحو أسفل قناة البيض، تنتج عنه كرة من الخلايا، تُسمّى **الجنين Embryo**. يحصل الجنين على طعامه من مادة المح في البُوَيضة.

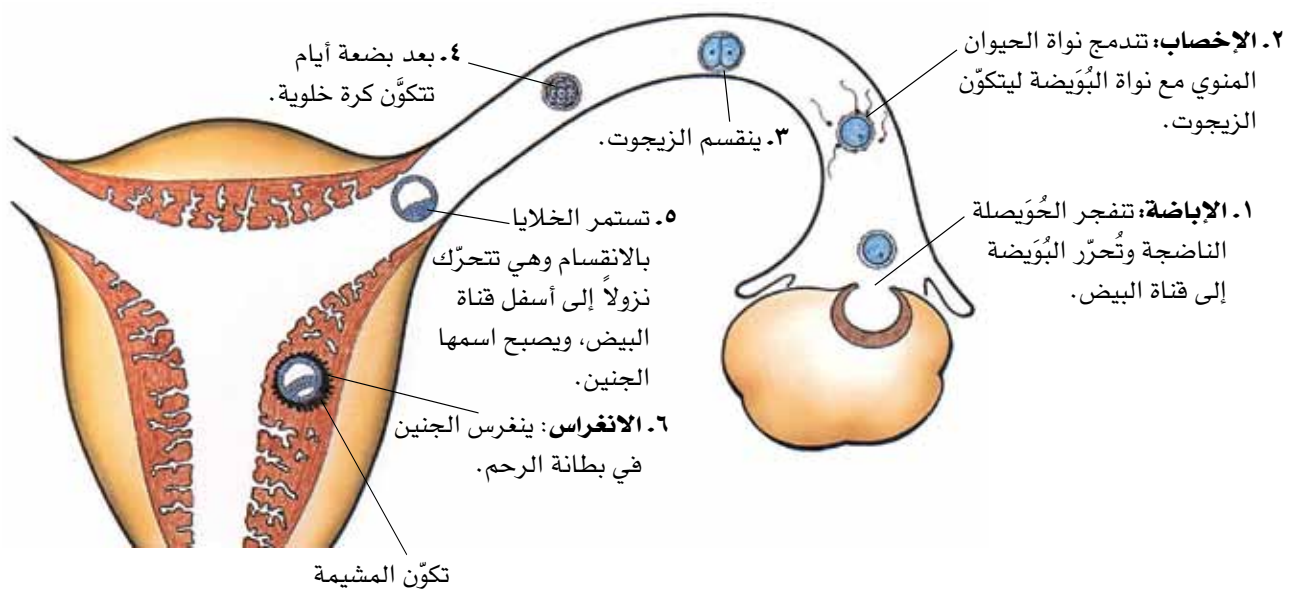
وبعد بضعة أيام، يصل الجنين إلى الرحم، ويكون عندها على شكل كرة مجوفة مكوَّنة من 16 أو 32 خلية. ثم ينغرس في بطانة الرحم الإسفنجية الرقيقة، في عملية تُسمّى **الانغراس Implantation** (الشكل ٤-٨).

ينمو الجنين ويتطوّر في الرحم على مدى تسعة أشهر تقريبًا. وبعدها تنقبض عضلات جدار الرحم وتدفع الجنين عبر عنق الرحم والمهبل إلى خارج جسم الأم، وهو لا يزال مُلتصقًا بالرحم بواسطة **الحبل السري Umbilical cord** و**المشيمة Placenta**. ثم تنسلخ المشيمة عن جدار الرحم وتمر عبر المهبل، وتُسمّى عندها **الخلاص Afterbirth**.

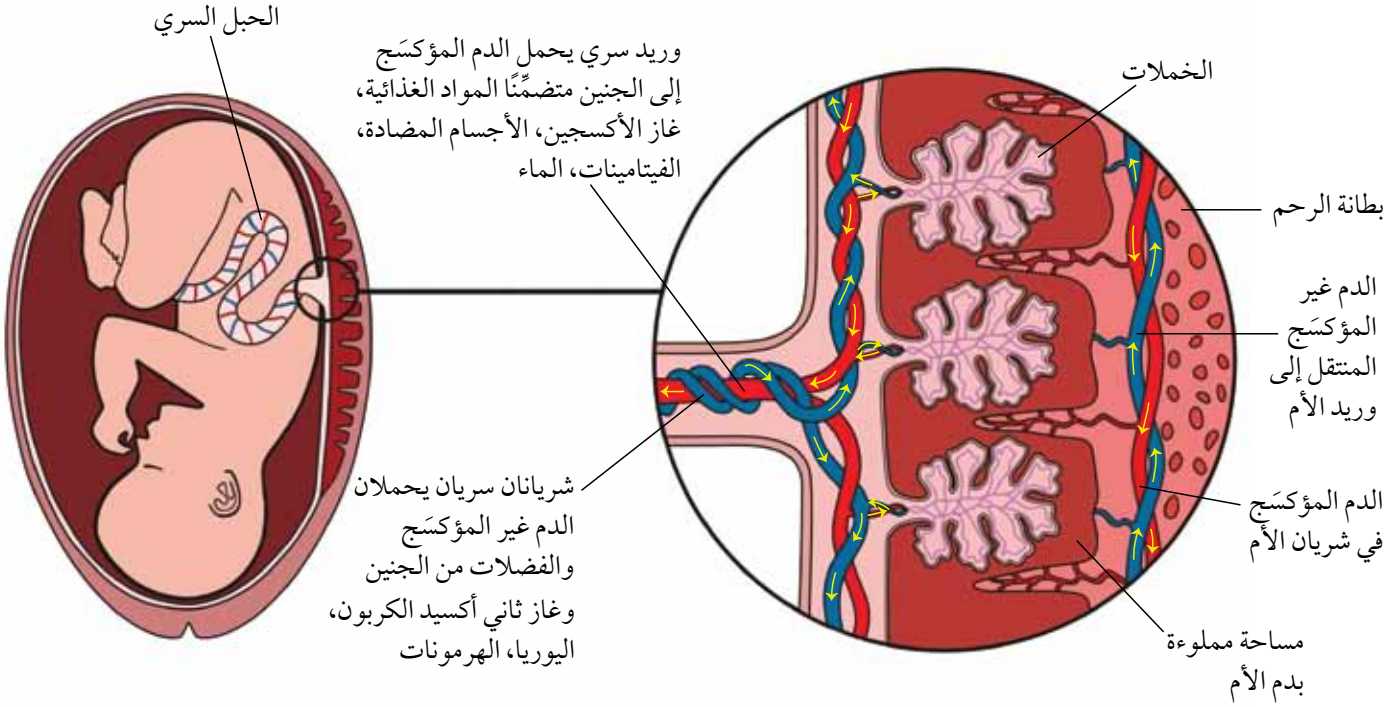
المشيمة والكيس الأمنيوني

تستمرّ خلايا الجنين المُنغرِسة في بطانة الرحم بالانقسام فينمو الجنين، وتنمو معه المشيمة التي يتّصل بها بواسطة الحبل السرّي (الشكل ٤-٩).

وينمو الجنين داخل كيس جنيني يُسمّى **الكيس الأمنيوني Amniotic sac**، المملوء بسائل هو **السائل الأمنيوني Amniotic fluid** الذي يحيط بالجنين النامي ليوفِّر له البيئة المناسبة للنمو ويحميه من الصدمات. تكون المشيمة ليّنة وحمراء وداكنة، ومزوّدة بامتدادات تُسمّى الخملات، تمتد بشكل وثيق في جدار الرحم. والمشيمة هي التركيب الذي يتمّ من خلاله تبادُل المواد بين دم الأم ودم الجنين، مُمثِّلة بذلك جهاز دعامة لحياة الجنين.



الشكل ٤-٨ الانغراس



الشكل ٤ـ٩ جزء من المشيمة. يظهر الدم المؤكسج باللون الأحمر، ويظهر الدم غير المؤكسج باللون الأزرق (ملاحظة: لا تحتاج لمعرفة تركيب المشيمة، لكنه يساعدك على فهم وظيفتها).

بعد الأسبوع الحادي عشر ومع استمرار تطوُّر الجنين ترتبط المشيمة به عن طريق الحبل السرّي، الذي يحتوي على شريانَين ووريد. ينقل الشريانان الدم من الجنين إلى المشيمة، ويعيد الوريد الدم إلى الجنين.

وينتشر الأكسجين والمواد الغذائية الموجودة في دم الأم عبر المشيمة إلى الحبل السرّي ومنه إلى دم الجنين. وينتشر ثاني أكسيد الكربون والفضلات الأخرى (نواتج الإخراج) في الاتجاه الآخر إلى دم الأم. وحيث أن دم الأم ودم الجنين لا يختلطان، فإن المشيمة تُشكِّل أيضًا حاجزًا يمنع مرور السموم، للحفاظ على سلامة الجنين. تنمو المشيمة أيضًا مع نمو الجنين، وتكون عند الولادة على شكل قرص مُسطّح قطره 12 cm وسمكه 3 cm تقريبًا.

أسئلة

٤-١ ما اسم الجزء الأسطواني الشكل الذي يربط بين الرحم والمهبل؟

٤-٢ أين تقع غدّة البروستات؟ وما وظيفتها؟

٤-٣ اشرح كيف تحدث الإباضة.

٤-٤ أين تتكوَّن الحيوانات المنوية؟

٤-٥ كيف تنتقل البُوَيضة في قناة البيض؟

٤-٦ أين يحدث الإخصاب؟

٤-٧ لاحظ الشكلَين ٤-٤ و٤-٥ جيدًا. مُستندًا إلى ملاحظاتك لهما، صمِّم جدولاً تُقارن فيه بين الحيوانات المنوية والبُوَيضات من حيث: الحجم، التركيب، القدرة على الحركة. واشرح كيف ساعدتهما تلك الخصائص على التكيُّف مع أداء وظيفة كل منهما.

٤-٨ ما المقصود بالانغراس؟

٤-٩ ما الجنين؟

٤-١٠ كيف يتّصل الجنين بالمشيمة؟

٤-١١ اذكر مادتَين تنتقلان من دم الأم إلى دم الجنين.

٤-٣ دورة الطمث (دورة الحَيض)

تتحرّر عادة بُوَيضة واحدة في قناة البيض عند المرأة البالغة كل شهر. وقبل تحرُّر البُوَيضة، يتهيّأ جدار الرحم لاستقبال الجنين وانغراس البُوَيضة المُخصّبة؛ فيزداد سمك بطانته وتصبح إسفنجية وتمتلىء بالكثير من الأوعية الدموية الدقيقة، لتزويد الجنين بالمواد الغذائية والأكسجين.

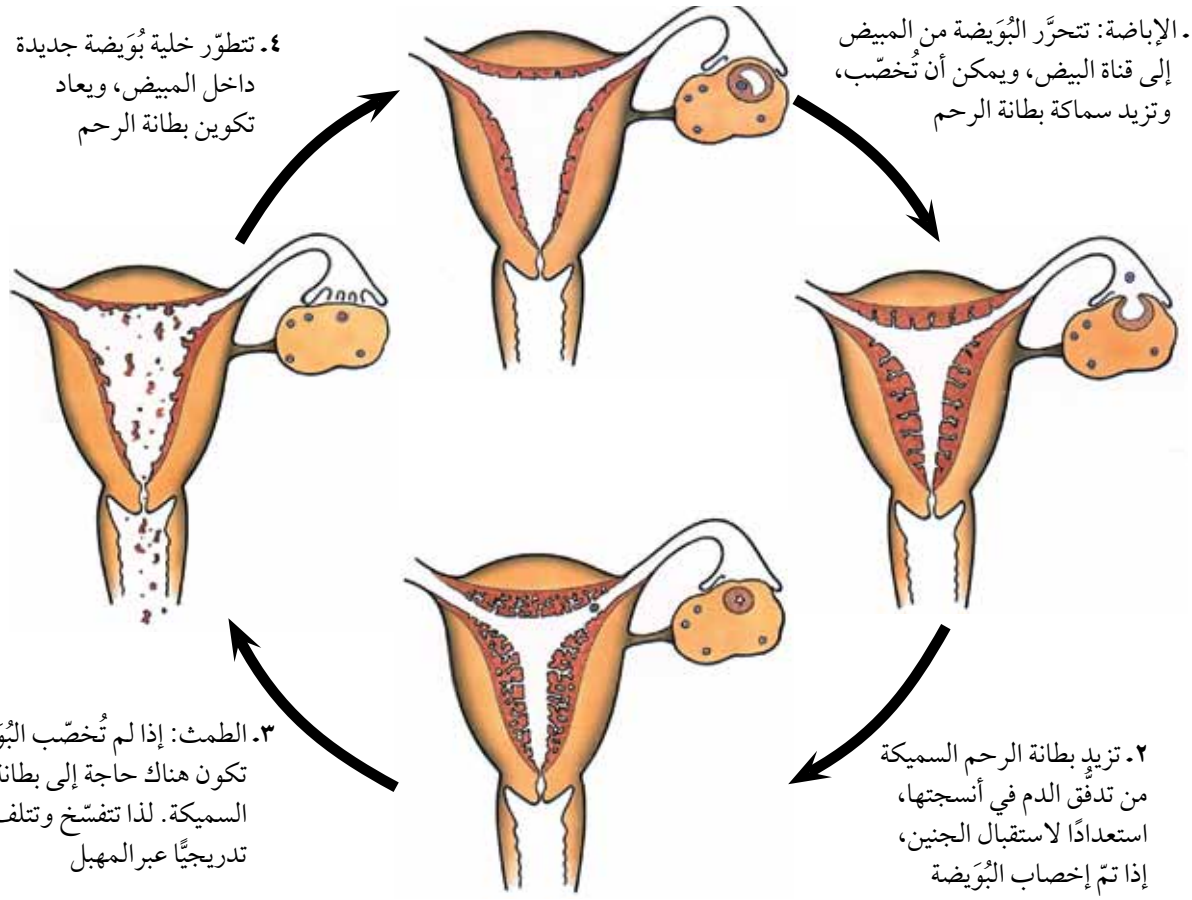
لكن إذا لم تُخصّب البُوَيضة، ستكون ميتة عند وصولها إلى الرحم، ولا تنغرس في البطانة الإسفنجية، بل تستمر في طريقها نزولاً عبر المهبل. وتبدأ البطانة الإسفنجية السميكة بالتفسُّخ والتلاشي تدريجيًّا لعدم الحاجة إليها، وتُفقد ببطء عبر المهبل، فيما يُسمّى **الطمث** أو **الحيض Menstruation**. يستمر الطمث عادة خمسة أيام، ويعاد بعده تكوين بطانة الرحم مرة أخرى، استعدادًا لاستقبال البُوَيضة التالية في حال إخصابها.

يُبيِّن الشكل ٤-١٠ ما يحدث في المبيض وبطانة الرحم أثناء **دورة الطمث Menstrual Cycle**.

أسئلة

٤-١٢ لماذا يصبح جدار الرحم سميكًا وإسفنجيًّا قبل الإباضة؟

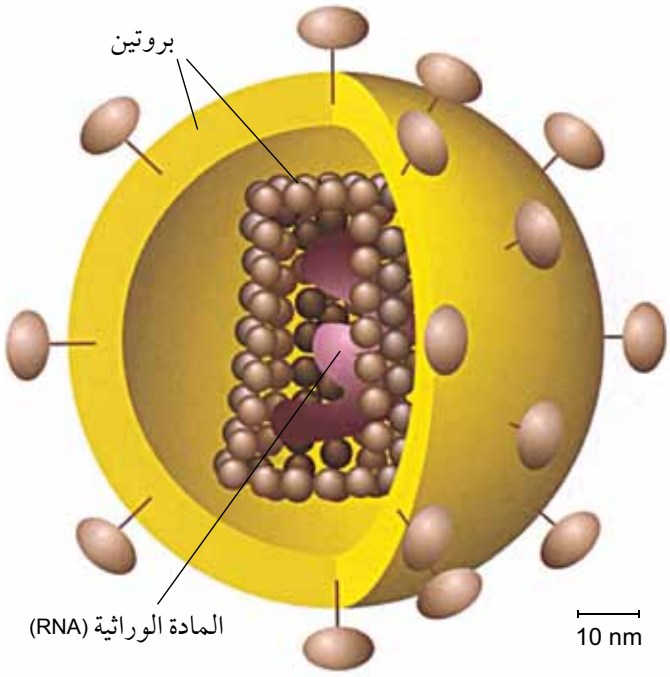
٤-١٣ ماذا يحدث إذا لم تُخصَّب البُوَيضة؟



الشكل ٤-١٠ دورة الطمث

٤-٤ فيروس نقص المناعة عند الإنسان HIV ومرض الإيدز AIDS

تحدث الإصابة بالأمراض المنقولة جنسيًّا بواسطة بكتيريا أو فيروسات يمكن أن تنتقل المرض من شخص إلى آخر أثناء الاتِّصال الجنسي. ومن أهم هذه الأمراض، **الإيدز (AIDS)** أو مُتلازمة نقص المناعة المُكتسبة، الناجم عن الإصابة بفيروس نقص المناعة عند الإنسان HIV، والموضَّح في الشكل ٤-١١.



الشكل ٤ـ١١ فيروس نقص المناعة عند الإنسان HIV. النانومتر (nm) يساوي 111×10^{-9} m، لذا فإن هذا الفيروس صغير جدًّا

يُصيب **فيروس HIV** نوعًا من خلايا الدم البيضاء القادرة على مهاجمة مُسبّبات الأمراض، ويُدمّر تلك الخلايا ببطء على مدى فترة طويلة من الزمن. وبعد عدّة سنوات من الإصابة بالفيروس، تنخفض أعداد هذا النوع من خلايا الدم البيضاء بشكل كبير، بحيث لا تعود قادرة على مُحاربة مُسبِّبات الأمراض بفاعلية.

يقال عن الشخص المُصاب بفيروس HIV إنّه يحمل فيروس HIV أو أنّه إيجابي للفيروس. ويُحتمل أن يبدأ ظهور أعراض المرض على المصاب بعد عدَّة سنوات من الإصابة الأوّلية بالفيروس إذا لم يُعطَ علاجًا فاعلاً. يصبح الشخص المصاب عرضة للإصابة بعدوى أخرى مثل الالتهاب الرئوي. وقد يُصاب بالسرطان، لأن إحدى وظائف خلايا الدم البيضاء مهاجمة خلايا الجسم التي قد تكون بدأت بالتحوُّل إلى خلايا سرطانية، وتدميرها. وغالبًا ما تُلحِق الإصابة بفيروس HIV الضرر بخلايا الدماغ أو تلفها. ويموت مريض الإيدز عادة جرّاء إصابته بعدّة أمراض أخرى.

لا يتوفر حتى الآن علاج للشفاء من مرض الإيدز، على الرغم من أن الأدوية المضادة للفيروسات الارتجاعية قد تزيد بشكل كبير من العمر المُتوقّع للشخص المصاب بفيروس HIV. ويعمل الباحثون باستمرار على تطوير أدوية ولقاحات جديدة دون الإضرار بخلايا الجسم الطبيعية.

طرق انتقال فيروس HIV، وطرق الحدّ من انتشاره

فيروس HIV فيروس ضعيف، وهو أضعف من فيروس الزكام مثلاً، إذ لا يمكنه البقاء على قيد الحياة خارج جسم الإنسان. يمكن فقط الإصابة بفيروس HIV من خلال الاتّصال المباشر لسوائل الجسم مع سوائل شخص مصاب بالفيروس. ويمكن لهذا أن يحدث بإحدى الطرق الآتية:

١. الاتِّصال الجنسي

يمكن لفيروس HIV البقاء على قيد الحياة داخل المهبل والمستقيم ومجرى البول، وكذلك في الدم. يمكن لسوائل أحد الزوجَين أثناء الاتّصال الجنسي مُلامَسة سوائل الآخر، فيسهل بالتالي انتقال الفيروس بينهما.

كذلك يُسهِم اتّباع طرق منع الحمل، عن طريق استخدام الحواجز (العوازل) مثل الواقي الذكري، في الحد من انتشار الفيروس. فهي تمنع تلامُس السوائل بين الزوجَين. وعند استخدامها بشكل صحيح ودائم، تكون الواقيات الذكرية

فعّالة في منع نقل فيروس HIV أثناء الاتّصال الجنسي بنسبة قد تتجاوز 95 %، أمّا الاستخدام غير الصحيح وغير الدائم للواقيات فسوف يزيد من فرص التقاط عدوى الأمراض المنقولة جنسيًّا.

لسوء الحظ، لا تزال معدّلات الإصابة بفيروس HIV في بعض المجتمعات والبلدان ترتفع. وقد يعود ذلك إلى نقص التثقيف والمناقشة المرتبطَين بنقل الأمراض المنقولة جنسيًّا إلى الآخرين، وعدم القلق من انتشارها بين الناس، أو الامتناع عن استخدام طريقة الموانع الميكانيكية مثل الواقيات الذكرية. وهناك العديد من الأمراض المنقولة جنسيًّا مثل HIV، لذا من المهم أن يتمّ استخدام الموانع الميكانيكية، لمنع انتشار الأمراض المنقولة جنسيًّا.

٢. نقل الدم

نتجت العديد من حالات الإصابة بمرض الإيدز نتيجة انتقال فيروس HIV من دم شخص مصاب إلى دم شخص سليم. وعندما ظهر الإيدز لأوّل مرّة في سبعينات وثمانينات القرن الماضي، وقبل أن يعرف أحد سببه، تمّ استخدام دم يحتوي على الفيروس في عمليات نقل الدم، فأصيب الأشخاص الذين تلقّوا هذا الدم المُلوَّث بفيروس HIV، حاليًا يتمّ، فحص الدم المُستخدَم في عمليات نقل الدم للكشف عن فيروس HIV قبل استخدامه.

قد ينتقل الدم من شخص إلى آخر عن طريق المشاركة في استخدام الحقن أو الإبَر تحت الجلدية. وهذا شائع لدى مُتعاطي المُخدّرات الذين يتشاركون في حقنها، ومنها الهيروبيين. فهم مُعرّضون بدرجة عالية لخطر الإصابة. وقد تُوفّي كثير من مُتعاطي المُخدّرات بسبِّب الإيدز. لذا من الضروري تعقيم أي إبرة تُستخدم للحقن تحت الجلد.

ويتعيّن على الأشخاص الذين يتعاملون مع الحوادث، مثل رجال الشرطة والمُسعفين والطواقم الطبية، أن يكونوا، حذرين من التعرُّض للإصابة بفيروس HIV إذا حضروا إلى أماكن مُلوّثة بالفيروس. وهم غالبًا ما يرتدون ملابس واقية، من باب الحيطة، في حال وجود ضحية تنزف ومُصابة بالإيدز.

٣. من الأم إلى طفلها

قد ينتقل فيروس HIV من إمرأة حامل مُصابة إلى جنينها أثناء الحمل أو ينتقل إلى طفلها أثناء الولادة أو الرضاعة الطبيعية.

وتُعدّ أفضل طريقة لتقليل مخاطر انتقال الفيروس إلى الطفل مُعالجة الحامل المُصابة بفيروس HIV بالأدوية المضادة للفيروسات الارتجاعية قبل الحمل وخلاله. قد تُنصح الأمّهات المُصابات بفيروس HIV بعدم إرضاع أطفالهن رضاعة طبيعية.

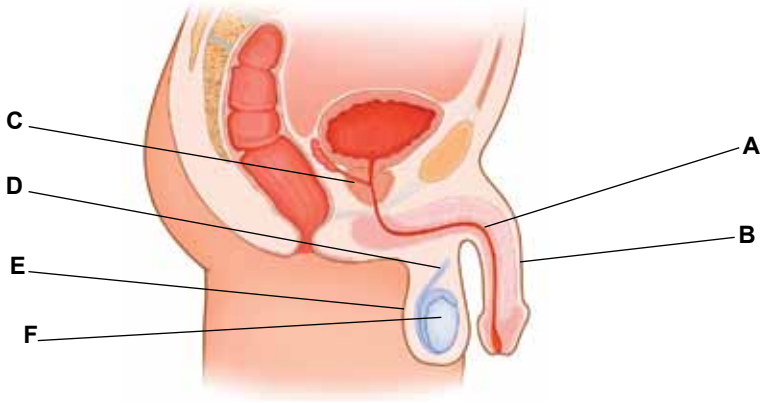
مُلخّص

ما يجب أن تعرفه:

- تركيب ووظائف الأعضاء التكاثُرية الذكرية والأنثوية في الانسان.
- كيفية حدوث عملية الإخصاب، ومكان حدوثها.
- كيفية تكيُّف تراكيب الحيوانات المنوية وخلايا البُوَيضات مع وظائفها.
- وظائف الكيس الأمنيوني والمشيمة.
- التغيُّرات في المبيض والرحم أثناء دورة الطمث.
- فيروس نقص المناعة عند الإنسان HIV ومرض الإيدز AIDS، وطرق انتشاره.

أسئلة نهاية الوحدة

١ يوضِّح الرسم التخطيطي أدناه شكلاً جانبيًّا في الجهاز التناسُلي الذكري.

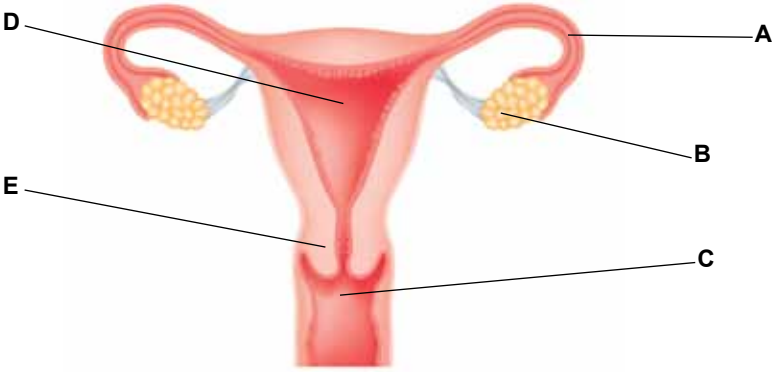


أ. سمِّ الأجزاء من (A) إلى (F) على الرسم.

ب. اكتب الرمز أو الاسم المناسب لكل من العبارات الآتية:

١. تنتج الأمشاج الذكرية (الحيوانات المنوية).
٢. أنبوب ينقل البول والمني.
٣. عضو ينقل المني إلى المهبل أثناء الاتّصال الجنسي.
٤. أنبوب ينقل الحيوانات المنوية إلى الإحليل.
٥. تفرز، بالتعاون مع الحُوَيصلات المنوية، سوائل تسبح فيها الحيوانات المنوية، وتُشكِّل المني.
٦. كيس يحتوي على الخصيَتَين خارج الجسم.

٢ يبيّن الرسم التخطيطي أدناه شكلاً أماميًا في الجهاز التناسُلي الأنثوي.

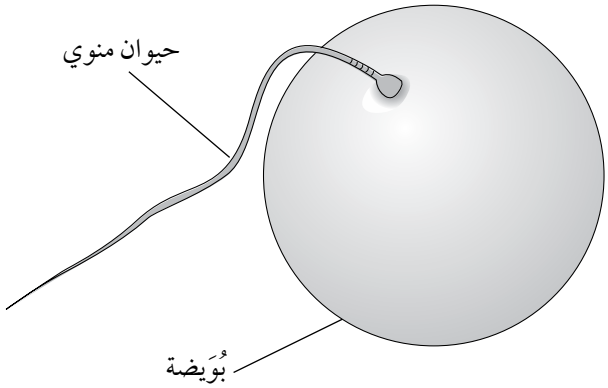


أ. سمّ الأجزاء من (A) إلى (E) على الرسم.

ب. اكتب الرمز أو الاسم المناسب لكل من العبارات الآتية:

١. ينقل البُوَيضة إلى الرحم، وهو موقع الإخصاب.
٢. يستقبل الحيوانات المنوية أثناء الاتِّصال الجنسي.
٣. يحرِّر الأمشاج الأنثوية (البُوَيضات).
٤. أسطوانة عضلية أسفل الرحم.
٥. مكان نمو الجنين.

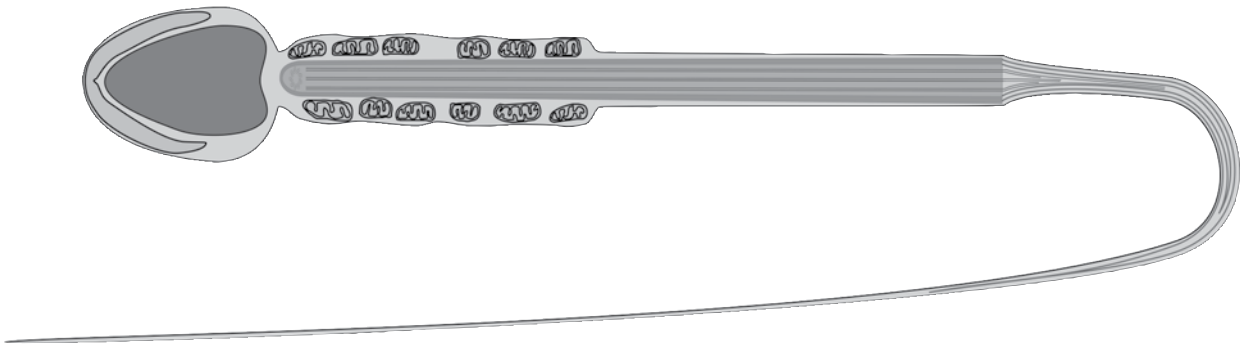
٣ يوضِّح الرسم التخطيطي أدناه حيوانًا منويًّا وخلية بُوَيضة خلال عملية تحدث في أحد أنواع التكاثُر.



أ. ما العملية المُبيّنة في الرسم التخطيطي؟

ب. سمِّ نوع التكاثُر الذي يتطلّب العملية المُسمّاة في الجزئية (أ).

٤ يبيِّن الشكل قطاعًا طوليًّا لحيوان منوي لذكر الإنسان.



أ. انقل الرسم إلى دفترك، وضع البيانات الآتية في مواقعها الصحيحة:

١. الذيل.

٢. الإنزيمات.

٣. النواة.

ب. ارسم شكلًا تخطيطيًّا لخلية بُوَيضة واكتب عليه التسميتَين التاليتَين في موقعهما الصحيح:

١. الطبقة الشفّافة.

٢. النواة.

ج. أحد أنواع الأمشاج يحتوي على طبقة شفّافة بينما يحتوي الآخر على أنزيمات.

وضِّح وظائف كل من هاتَين الخاصيّتَين.

د. أكمل الجدول أدناه للمقارنة بين نوعَي الأمشاج. استخدم المعلومات الآتية لإكمال الجدول.

١. يُمكنها السباحة بمعدّل (4 mm) في الدقيقة.

٢. كبيرة، يبلغ قطرها (0.1 mm) تقريبًا.

٣. تتحرَّر بمُعدّل خلية واحدة أو اثنتَين فقط شهريًّا.

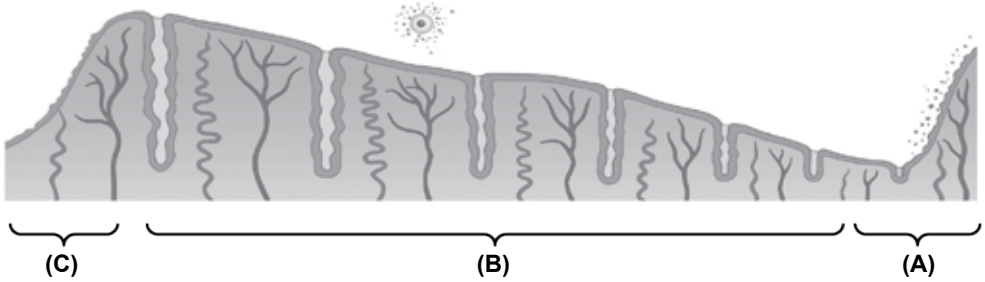
٤. تتحرَّر مليون خلية تقريبًا في قذف واحد.

٥. ليس لها القدرة على الحركة؛ تُحرّكها الأهداب في قناة البيض.

٦. صغيرة، بلغ طولها (0.05 mm) تقريبًا.

	خلية بُوَيضة	خلية حيوان منوي
الحجم		
القدرة على الحركة		
العدد المُتكوِّن (الناتج)		

٥ دورة الطمث عملية تحدث عند الإناث البالغات. يبيِّن الرسم التخطيطي أدناه سُمك بطانة الرحم خلال دورة طمث واحدة.



أ. ما العملية التي تحدث في الفترة الزمنية (**A**)؟ صف ما يحدث لبطانة الرحم.

ب. اشرح سبب حدوث ذلك لبطانة الرحم.

ج. صف ما يحدث لبطانة الرحم في الفترة الزمنية (**B**).

د. اشرح سبب حدوث ذلك لبطانة الرحم.

يُصاحب التغيُّرات التي تحدث في بطانة الرحم، تحرُّر خلية البُوَيضة الموضّحة في الشكل التخطيطي أعلاه.

هـ. أي عضو يُحرِّر البُوَيضة؟

و. ماذا تُسمّى عملية تحرير البُوَيضة؟

٦ يحدث الإخصاب عندما يخترق حيوان منوي خلية بُوَيضة وتندمج نواتاهما معًا.

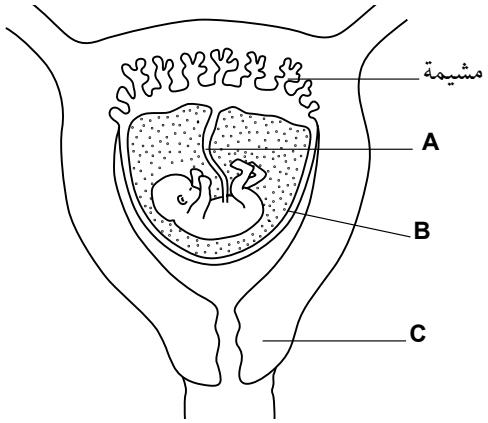
أ. أين تحدث هذه العملية عادة؟

ب. ماذا تُسمّى الخلية الناتجة؟

عندما تنتقل هذه الخلية باتّجاه الرحم، تبدأ بالانقسام والنمو.

ج. ماذا تُسمّى الكرة الخلوية التي تنغرس في بطانة الرحم؟

تتطوَّر الخلايا إلى جنين. يبيِّن الشكل التخطيطي جنينًا في الرحم.

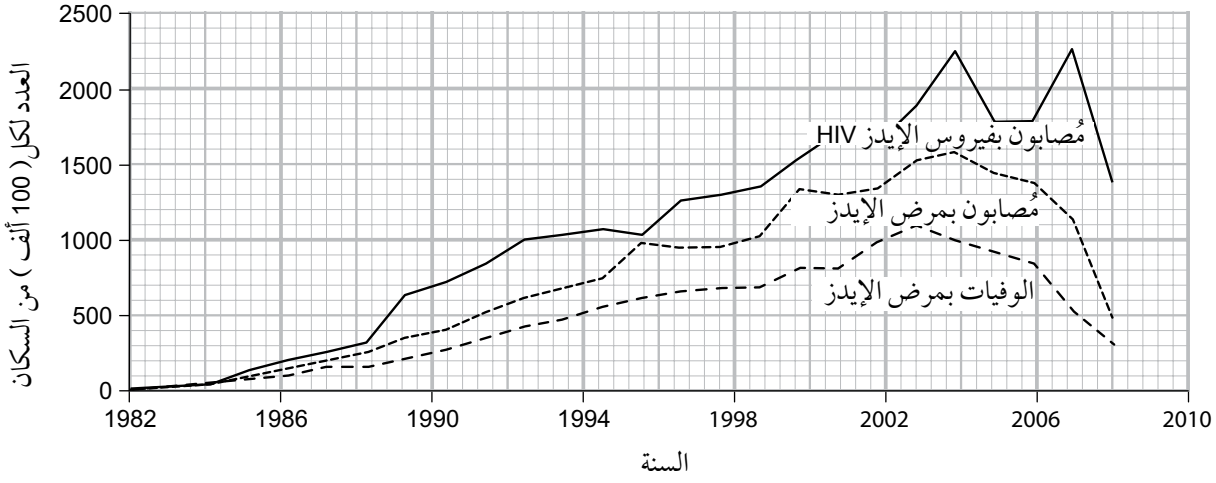


د. سمِّ الأجزاء من (**A**) إلى (**C**) على الرسم.

هـ. ما وظيفة السائل داخل الجزء **B**؟

و. صف ما يحدث في المشيمة.

٧ يبيّن التمثيل البياني التالي عدد الأشخاص في منطقة البحر الكاريبي الذين عُرفت إصابتهم بفيروس HIV، والمُصابين بمرض الإيدز، والذين تُوفّوا بالإيدز بين عامَي 1982 و2008.



أ. كيف ينتقل فيروس HIV بين الناس؟

ب. ماذا يحدث للمصاب بفيروس HIV إذا لم يُعالَج؟

ج. استخدم التمثيل البياني لحساب الزيادة في وفيات الإيدز لكل (100 ألف) إنسان بين عامَي 1998 و2002.

د. اقترح أسبابًا لأشكال المُنحنيات البيانية بين عامَي 2004 و2008.

مصطلحات علمية

الإباضة Ovulation: تحرير البُوَيضة الناضجة من المبيض. (ص ٧٠)

الإخصاب Fertilization: اندماج نواة مشيج ذكري مع نواة مشيج أُنثوي لتكوين الزيجوت (اللاقحة). (ص٥٣، ٧١)

الأُذين Atrium: حُجرة عُلوية من القلب. (ص ١٧)

الإنبات Germination: نموّ النبات من بذرته. (ص ٦١)

الانغراس Implantation: عملية ينغرس فيها الجنين في بطانة الرحم. (ص ٧٢)

الانقسام الاختزالي Meiosis: انقسام يخفض فيه عدد الكروموسومات إلى النصف، ليتحوّل من ثنائي المجموعة الكروموسومية (2n) إلى أحادي المجموعة الكروموسومية (1n)، وتنتج من هذه العملية خلايا مختلفة جينيًّا. (ص ٥٤)

أوّل أكسيد الكربون Carbon monoxide: غاز سام له القدرة على الارتباط بالهيموجلوبين بشكل سريع ويفوق في ذلك الأكسجين، ويحتوي عليه دخان التبغ. (ص ٤٣)

الإيدز Acquired Immunofefficiency Syndrome (AIDS): متلازمة نقص المناعة المُكتسَبة؛ مرض ناجم عن الإصابة بفيروس نقص المناعة عند الإنسان HIV الذي يُدمِّر نوعًا من خلايا الدم البيضاء فينخفض عددها بشكل كبير، وتفقد قدرتها على التعرُّف على مسبِّبات المرض بفاعلية. (ص ٧٥)

البذرة Seed: البُوَيضة المُخصّبة، وهي مُكوّنة من الجنين والنسيج المُغذّي وغلاف البذرة، وتتطلّب ظروفًا مُعيّنة للإنبات. (ص ٦١)

البُطَين Ventricle: حُجرة سُفلية من القلب. (ص ١٧)

البلازما Plasma: الوسط السائل في الدم الذي تنتقل فيه خلايا الدم، والأيونات، والمواد الغذائية الذائبة، والهرمونات، وثاني أكسيد الكربون. (ص ٢٥)

البلعمة Phagocytosis: ابتلاع مُسبِّبات الأمراض بواسطة الخلايا البلعمية، وهي نوع من خلايا الدم البيضاء. (ص ٢٦)

البُوَيضة (Ovule) Egg: المشيج الأنثوي في الإنسان والحيوان. (ص ٦٨)

البُوَيضة Ovule: تركيب يحتوي على الأمشاج الأنثوية في النبات. (ص ٥٦)

التجويف Lumen: الفراغ الداخلي في الوعاء أو الأنبوب، مثل المساحة المُجوّفة في الوعاء الدموي التي يتدفّق عبرها الدم. (ص ٢٥)

التكاثُر Reproduction: إنتاج الكائنات الحية لكائنات حية جديدة من نفس النوع. (ص ٥٢)

التكاثُر الجنسي Sexual reproduction: هو عملية إنتاج نسل من كائنات حية مختلفة جينيًّا، عن طريق دمج نواتَي مشيجَين (خلايا جنسية) من أبوَين مختلفَين لتكوين الزيجوت (اللاقحة أو البُوَيضة المُخصَّبة). (ص ٥٣)

التكاثُر اللاجنسي Asexual reproduction: هو عملية إنتاج نسل من كائنات حية مُتماثِلة جينيًّا، يقوم بها فرد واحد فقط. (ص ٥٢)

التلقيح Pollination: عملية نقل حبوب اللقاح من التركيب الذكري (المتك) إلى التركيب الأنثوي (الميسم) في نفس النوع من النبات (ص ٥٨).

التنفُّس اللاهوائي Anaerobic respiration: هو مجموعة من التفاعُلات الكيميائية التي تحدث في الخلايا ويتمّ من خلالها تفكيك جُزيئات المواد الغذائية من أجل تحرير الطاقة المُختزَنة فيها دون استخدام الأكسجين. (ص ٣٩)

التنفُّس الهوائي Aerobic respiration: هو مجموعة من التفاعُلات الكيميائية التي تحدث في الخلايا، وتستخدم الأكسجين لتفكيك جُزيئات المواد الغذائية من أجل تحرير الطاقة المُختزنة فيها. (ص ٣٩)

الجنين Embryo: كرة من الخلايا تطوّرت من الزيجوت. وهي تنمو وتكوّن ملامح الكائن الحي الجديد. (ص ٧٢)

الجهاز الدوري المُزدوج Double circulatory system: جهاز ينقل الدم ويتكوّن من دورة رئوية ودورة جهازية. (ص ١٦)

الجهاز الدوري المُفرَد Single circulatory system: جهاز يتضمّن دورة واحدة لنقل الدم، يمر خلالها الدم في القلب مرّة واحدة؛ لا توجد دورة منفصلة لأعضاء تبادُل الغازات. (ص ١٦)

الحجاب الحاجز Diaphragm: صفيحة من العضلات تحت الرئتَين تعمل مع العضلات الوربية بين الضلوع لتتحكّم في تهوئة الرئتَين. (ص ٣٥)

الحاجز Septum: نسيج يفصل بين جانبَي القلب. (ص ١٧)

حبوب اللقاح Pollen grains: تحتوي على الأمشاج الذكرية في النبات. (ص ٥٦)

الحنجرة Larynx: صندوق الصوت في القصبة الهوائية، تصدر الصوت عند مرور الهواء من خلالها. (ص ٣٥)

الحُوَيصلة الهوائية Alveolus: كيس هوائي؛ ويمثِّل سطح تبادُل الغازات في الرئتَين. (ص ٣٥، ٣٦)

الحيوان المَنَوي Sperm: المشيج الذكري في الإنسان والحيوان. (ص ٦٩)

الخصية Testis: عضو تناسُلي يُنتج الأمشاج الذكرية في الثدييات. (ص ٦٩)

الخلية البلعمية (الأكولة) Phagocyte: خلية دم بيضاء تقوم بعملية البلعمة. (ص ٢٦)

الخلية اللمفاوية Lymphocyte: خلية دم بيضاء تكوّن الأجسام المُضادّة. (ص ٢٦)

خلية دم بيضاء (Leukocytes) White blood cell: نوع من خلايا الدم، متخصِّصة في محاربة مُسبِّبات الأمراض؛ وتشمل الخلايا اللمفاوية والخلايا البلعمية. (ص ٢٦)

خلية دم حمراء Red blood cell: تحتوي على الهيموجلوبين، وهي نوع من خلايا الدم المُتخصِّصة في نقل الأكسجين في الجهاز الدوري. (ص ٢٦)

الخيط Filament: جزء من السداة يحمل المتك على قمّته. (ص ٥٦)

الدم غير المؤكسَج Deoxygenated blood: هو الدم الذي يحتوي على نسبة قليلة من الأكسجين. (ص ١٦)

الدم المؤكسَج Oxygenated blood: الدم الذي يحتوي على أكسجين (أو مُزوّد بالأكسجين). (ص ١٥)

دورة الطمث (الحيض) Menstrual cycle: نمط شهري مُتكرِّر عند الإناث مرتبط بالإباضة؛ يشمل التغيُّرات التي تحدث في سمك بطانة الرحم والمبيض. (ص ٧٤)

الدورة الجهازية Systemic circulation: جزء من الجهاز الدوري ينتقل فيه الدم من القلب إلى الأنسجة والأعضاء في الجسم، ويعود مرّة أخرى إليه. (ص ١٦)

الدورة الرئوية Pulmonary circulation: جزء من الجهاز الدوري ينتقل فيه الدم من القلب إلى الرئتَين ويعود مرّة أخرى إليه. (ص ١٦)

الرحم Uterus: مكان نمو الجنين. (ص ٦٩)

الزهرة Flower: جزء النبات المسؤول عن التكاثُر الجنسي. (ص ٥٥)

الزيجوت (اللاقحة أو البُوَيضة المُخصَّبة) Zygote: خلية ثنائية المجموعة الكروموسومية تنتج من إخصاب الأمشاج. (ص ٥٣)

السائل المنوي Seminal fluid: سائل تفرزه غدّة البروستات، بالتعاون مع الحُوَيصلات المنوية، لتسبح فيه الحيوانات المنوية. (ص ٧٠)

السداة Stamen: أعضاء التكاثُر الذكرية في الزهرة؛ تتكوّن من خيط ومتك. (ص ٥٦)

السرطان Cancer: انقسام الخلايا بشكل لا يمكن السيطرة عليه ويُشكّل ورمًا. (ص ٤٣)

الشريان Artery: وعاء دموي قوي ومرن ينقل الدم تحت ضغط مرتفع بعيدًا عن القلب. (ص ٢٢)

الشريان الأبهر (الأورطي) Aorta: الشريان الرئيسي الذي ينقل الدم من القلب إلى الجسم. (ص ١٧)

الشريان التاجي Coronary artery: الوعاء الدموي الذي يزوّد عضلة القلب بالدم المؤكسَج. (ص ١٨)

الشريان الرئوي Pulmonary artery: الشريان الذي ينقل الدم غير المؤكسَج من القلب إلى الرئتَين. (ص ١٧)

الشريان الكلوي Renal artery: الشريان الذي يُزوِّد الكليتَين بالدم لتنقيته من الفضلات. (ص ٢٤)

الشُّعبة الهوائية Bronchus: هي فرع من الفرعَين الرئيسيَّين للقصبة الهوائية يربطها مع الرئة. (ص ٣٦)

الشُّعَيبات الهوائية Bronchiole: أنابيب صغيرة تتفرَّع من الشُّعبتَين الهوائيتَين داخل الرئتَين وتنتهي بالحُوَيصلات الهوائية. (ص ٣٦)

الشُّعَيرات الدموية Capillaries: أوعية دموية دقيقة تتغلغل (أو تنتشر) في أنسجة الجسم لتوصيل الدم إليها ونقله بعيدًا عنها. (ص ٢٢)

الصفيحة الدموية Platelet: هي أحد مُكوِّنات الدم، وتُمثّل جزءًا خلويًا صغيرًا يساعد في تجلُّط (تخثُّر) الدم. (ص ٢٥)

العضلات الوربية بين الضلوع Intercostal muscle: العضلات التي تتحكَّم بحركة القفص الصدري لتهوئة الرئتَين، بالتعاون مع الحجاب الحاجز. (ص ٣٥، ٣٩)

العقدة الجيبية الأُذَينية Sinoatrial node (SA node): كتلة من خلايا عضلة القلب تقع عند نقطة اتِّصال الوريد الأجوف العلوي بالأُذين الأيمن، وهي مُتخصِّصة في توليد الإشارات الكهربائية لإثارة تقلُّصات القلب وتنظيمها، أي بمثابة صانع الخطو للقلب. (ص ٢٠)

عمق التنفُّس Breathing depth: حجم الهواء في كل نفَس. (ص ٣٩)

عُنق الرحم Cervix: الجزء السفلي من الرحم، وهو أسطواني الشكل ويربط بين المهبل والرحم. (ص ٦٩)

عَوز الأكسجين Oxygen debt: الحاجة إلى أكسجين إضافي لتحليل حمض اللاكتيك الناتج من التنفُّس اللاهوائي. (ص ٤٠)

غدّة البروستات Prostate gland: غدّة تنتج وتفرز سائلاً لتكوين السائل المنوي. (ص ٧٠)

الغدّة الرحيقية Nectary: غُدّة في الزهرة تنتج الرحيق لجذب الحشرات. (ص ٥٦)

فيروس نقص المناعة عندالإنسان HIV: فيروس ينتقل عبر سوائل الجسم ويُدمِّر نوعًا من خلايا الدم البيضاء، مُسبِّبًا مرض الإيدز. (ص ٧٥)

القصبة الهوائية Trachea: أنبوب يربط الرئتَين بالأنف والفم. (ص ٣٥)

القطران Tar: مادة مُسرطنة في التبغ. (ص ٤٣)

القلم Style: جزء من الكربلة، يحمل الميسم على قمّته. (ص ٥٦)

قناة البيض أو قناة فالوب Fallopian tube: أنبوب يمتد من المبيض إلى الرحم، وهي مكان حدوث الإخصاب. (ص ٦٨)

الكربلة Carpel: أعضاء التكاثُر الأُنثوية في الزهرة؛ تتكوَّن من المبيض والقلم والميسم. (ص ٥٦)

الكروموسوم Chromosome: تركيب خيطي من DNA يحمل المعلومات الوراثية على هيئة جينات. (ص ٥٣)

الكُمون Dormant: حالة البذرة غير النشطة قبل توفُّر الظروف لإنباتها. (ص ٦١)

الكيس الأمنيوني Amniotic sac: كيس في الرحم يحيط بالجنين النامي يحتوي على السائل الأمنيوني الذي يوفِّر بيئة مناسبة لنمو الجنين ويحميه من الصدمات. (ص ٧٢)

كيس الصفن Scrotum: كيس يحتوي على الخصيتَين خارج الجسم. (ص ٦٩)

المادة المُسرطنة Carcinogen: مادة تُسبِّب السرطان. (ص ٤٣)

المبيض Ovary: عضو ينتج الأمشاج الأنثوية. (ص ٥٦، ٦٨)

المتك Anther: جزء من السداة يكوّن حبوب اللقاح (ص ٥٦)

مُعدّل التنفُّس Breathing rate: عدد مرات التنفُّس في الدقيقة. (ص ٣٩)

مرض الانسداد الرئوي المزمن:
Chronic obstructive pulmonary disease (COPD):
حالة تسبِّبها خلايا الدم البيضاء التي تفرز مواد كيميائية للتخلُّص من جُسيمات الدُخان، ممّا يضرُّ بالحُوَيصلات الهوائية؛ وهي تظهر على شكل ضيق في التنفُّس، وسُعال، وإعياء، ممّا يُحتمَل أن يُسبِّب الانتفاخ الرئوي. (ص ٤٣)

مرض القلب التاجي Coronary heart disease: ينتج عن تراكُم رواسب الدهون المُشبَعة على الأسطح الداخلية لجدران الشرايين التاجية للقلب، ويتسبّب في ضيق الشرايين وازدياد صلابتها، ممّا يؤدِّي إلى عدم وصول كمّيات كافية من الدم والأكسجين إلى القلب. (ص ١٩، ٤٤)

المشيج Gamete: خلية جنسية مُتخصِّصة أحادية المجموعة الكروموسومية. (ص ٥٣)

المشيمة Placenta: تركيب ينمو مع نمو الجنين داخل الرحم؛ وهو موقع تبادُل المواد الغذائية والغازات والفضلات بين الأم والجنين. (ص ٧٢)

المني Semen: السائل الذي يحتوي على الحيوانات المنوية. (ص ٧١)

الميسم Stigma: جزء لزج من الكربلة يلتقط حبوب اللقاح. (ص ٥٦)

نواة أحادية المجموعة الكروموسومية
(1n) Haploid nucleus: نواة تحتوي على مجموعة واحدة من الكروموسومات كتلك التي توجد في الأمشاج. (ص ٥٤)

نواة ثنائية المجموعة الكروموسومية
(2n) Diploid Nucleus: نواة تحتوي على مجموعتَين من الكروموسومات كتلك التي توجد في الخلايا الجسمية. (ص ٥٤)

النيكوتين Nicotine: مادة مُنبّهة في التبغ تسبّب الإدمان، وقد تُسبّب تلف الأوعية الدموية. (ص ٤٣)

الهيموجلوبين Hemoglobin: بروتين في خلايا الدم الحمراء، يمكنه التفاعُل مع الأكسجين بشكل عكسي. (ص ٢٦)

الوريد Vein: وعاء دموي يُعيد الدم المُنخفض الضغط إلى القلب، وهو يحتوي على صمّامات تمنع عودة الدم إلى الوراء. (ص ٢٢)

الوريد الأجوف Vena cava: الوريد الرئيسي الذي يُعيد الدم غير المُؤكسَج إلى القلب. (ص ١٧)

الوريد الرئوي Pulmonary vein: الوريد الذي ينقل الدم المؤكسَج من الرئتَين إلى القلب. (ص ٢٥)

الوريد الكلوي Renal vein: الوريد الذي ينقل الدم المُنقّى من الكليتَين. (ص ٢٤)

شكر وتقدير

يتوجه المؤلفون والناشرون بالشكر الجزيل إلى جميع من منحهم حقوق استخدام مصادرهم أو مراجعهم. وبالرغم من رغبتهم فى الإعراب عن تقديرهم لكل جهد تم بذله، وذكر كل مصدر تم استخدامه لإنجاز هذا العمل، إلا أنه يستحيل ذكرها وحصرها جميعًا. وفي حال إغفالهم لأي مصدر أو مرجع فإنه يسرهم ذكره في النسخ القادمة من هذا الكتاب.

©PHOTOTAKE Inc./Alamy Stock Photo; PROF. P. MOTTA/DEPT. OF ANATOMY/ UNIVERSITY «LA SAPIENZA», ROME/SCIENCE PHOTO LIBRARY; STEVE GSCHMEISSNER/SCIENCE PHOTO LIBRARY/Getty Images; Callista Images/ Getty Images; KARIM JAAFAR/Getty Images; BIOPHOTO ASSOCIATES/SCIENCE PHOTO LIBRARY; CORBIN O›GRADY STUDIO/SCIENCE PHOTO LIBRARY; Micro Discovery/Getty Images; Pictox/Alamy Stock Photo; SCIENCE PICTURES LIMITED/SCIENCE PHOTO LIBRARY; IRENE WINDRIDGE/SCIENCE PHOTO LIBRARY; DEA / S. MONTANARI /Getty Images; Mediscan/Alamy Stock Photo; DAVID M. PHILLIPS/SCIENCE PHOTO LIBRARY; Jacky Parker Photography/ Getty Images; Callista Images/Getty Images; STEVE GSCHMEISSNER/ SCIENCE PHOTO LIBRARY; udaix/Getty Images; Lauren Shavell / Design Pics/ Getty Images; Dorling Kindersley/Getty Images; Dorling Kindersley/Getty Images

رقم الإيداع: ٢٠٢١/٣٩٤٩

مزون للطباعة والنشر والتغليف (ش.م.م) - ٢٤٨١٥٦٩٣

الأحياء

كتاب الطالب ١٠

يزخر كتاب الطالب بالعديد من الموضوعات مع شرح واضح وسهل لكل المفاهيم المتضمنة في هذه الموضوعات، ويقدِّم أنشطة ممتعة لاختبار مدى فهم الطلاب.

يتضمن كتاب الطالب:

- أنشطة عملية في كل وحدة، لمساعدة الطلاب على تطوير مهاراتهم العملية.
- أسئلة عن كل موضوع لتعزيز الفهم.
- مصطلحات علمية رئيسية موضَّحة في الوحدات، فضلاً عن قاموس للمصطلحات يرد في آخر الكتاب.
- أسئلة في نهاية كل وحدة من شأنها تأهيل الطلاب لخوض الاختبارات.

إجابات الأسئلة مُتضمَّنة في دليل المعلّم.

يشمل منهج الأحياء للصف العاشر من هذه السلسلة أيضًا:

- كتاب النشاط
- دليل المُعلِّم

ISBN 978-99969-4-719-3

9 789996 947193 >

www.moe.gov.om