وزارة التربية

العلوم

9

الصفّ التاسع
الجزء الأوّل

المرحلة المتوسّطة

كتاب الطالب

الطبعة الثالثة

وزارة التربية

العلوم

كتاب الطالب

الصفّ التاسع

9

الجزء الأوّل

المرحلة المتوسّطة

اللجنة الإشرافية لدراسة ومواءمة سلسلة كتب العلوم

أ. براك مهدي براك (رئيسًا)

أ. راشد طاهر الشمالي

أ. مصطفى محمد مصطفى علي

أ. سعاد عبد العزيز الرشود

أ. فتوح عبدالله طاهر الشمالي

أ. تهاني ذعار المطيري

الطبعة الثالثة

1438 - 1439 هـ

2017 - 2018 م

فريق عمل دراسة ومواءمة كتب العلوم للصف التاسع المتوسّط

أ. مريم حسين حاجي عبدالله

أ. حافظ ناجي ابراهيم البحراني

أ. ليلى خلف الرشيدي

أ. حسن علي جاسم الصباغة

أ. فردانه عبدالرحمن أبو سيف

دار التَّربَويّون House of Education ش . م . م . وبيرسون إديوكيشن 2010

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

الطبعة الأولى 2011/2012 م

الطبعة الثانية 2013/2014 م

الطبعة الثالثة 2015/2016 م

2018/2017 م

صاحب السمو الشيخ صباح الأحمد الجابر الصباح

أمير دولة الكويت

سمو الشيخ نواف الأحمد الجابر الصباح

ولي عهد دولة الكويت

مقدمـــــة

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

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

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

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

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

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

د. سعود هلال الحربي

الوكيل المساعد لقطاع البحوث التربوية والمناهج

المحتوَياتُ

الجزءُ الأوّلُ

الوَحدةُ الأولى: حياةُ الإنسانِ

الفصلُ الأوّلُ: الدعامةُ والحركةُ والغطاءُ
الفصلُ الثاني: الإمدادُ والنقلُ
الفصلُ الثالثُ: التحكّمُ والإحساسُ

الوَحدةُ الثانيةُ: المادّةُ والطاقةُ

الفصلُ الأوّلُ: الرموزُ والصيغُ الكيميائيّةُ وقوانينُ الاتّحادِ الكيميائيِّ
الفصلُ الثاني: البنية الإلكترونية

الوَحدةُ الثالثةُ: الغلافُ الجوّيُّ للأرضِ

الفصلُ الأوّلُ: الغلافُ الجوّيُّ
الفصلُ الثاني: الطقسُ والمناخُ

المحتوَياتُ

الوَحدةُ الأولى: حياةُ الإنسانِ 12–99

الفصلُ الأوّلُ: الدعامةُ والحركةُ والغطاءُ 14-36
(**1–1**): الجهازُ الهيكليُّ 15
(**1–2**): الجهازُ العضليُّ 22
(**1–3**): الجلدُ 29
أسئلةُ مراجعةِ الفصلِ الأوّلِ 34

الفصلُ الثاني: الإمدادُ والنقلُ 37-71
(**2–1**): الجهازُ الهضميُّ 38
(**2–2**): الجهازُ الدوريُّ 47
(**2–3**): الجهازُ التنفّسيُّ 57
(**2–4**): الجهازُ الإفراغيُّ 63
أسئلةُ مراجعةِ الفصلِ الثاني 68

الفصلُ الثالثُ: التحكّمُ والإحساسُ 72-99
(**3–1**): الجهازُ العصبيُّ 73
(**3–2**): الحواسُّ 82
(**3–3**): جهازُ الإفرازِ الداخليِّ 91
أسئلةُ مراجعةِ الفصلِ الثالثِ 97

الوَحدةُ الثانيةُ: المادّةُ والطاقةُ 145–100

الفصلُ الأوّلُ: الرموزُ والصيغُ الكيميائيّةُ وقوانينُ الاتّحادِ الكيميائيِّ 127-104
(1–1): الرموزُ والصيغُ الكيميائيّةُ 105
(1–2): قوانين الاتحاد الكيميائي 121
أسئلةُ مراجعةِ الفصلِ الأوّلِ 126

الفصلُ الثاني: البنية الإلكترونية 145-128
(2–1): البنيةُ الذرّيّةُ وأعدادُ الكمِّ 129
(2–2): التوزيعُ الإلكترونيُّ 136
أسئلةُ مراجعةِ الفصلِ الثاني 143

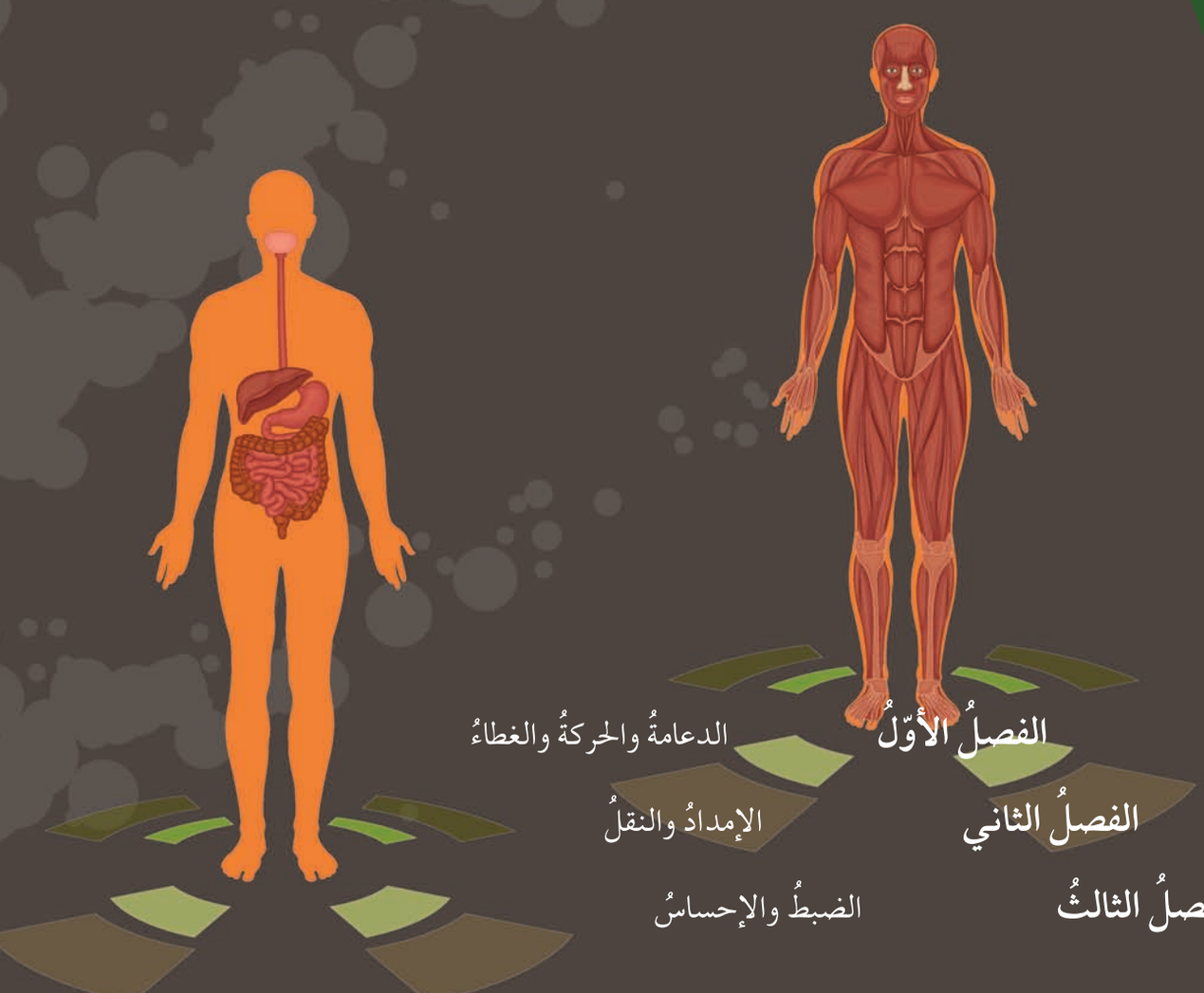
الوَحدةُ الثالثةُ: الغلافُ الجوّيُّ للأرضِ 200–146

الفصلُ الأوّلُ: الغلافُ الجوّيُّ 172-148
(1–1): غطاءٌ من الهواءِ 149
(1–2): تركيبُ الغلافِ الجوّيِّ 157
(1–3): الغلافُ الجوّيُّ المتغيِّرُ 160
(1–4): الرطوبةُ 165
أسئلةُ مراجعةِ الفصلِ الأوّلِ 169

الفصلُ الثاني: الطقسُ والمناخُ 200-173
(2–1): حركةُ الهواءِ 174
(2–2): العواصفُ 179
(2–3): توقّعُ حالةِ الطقسِ 183
(2–4): أسبابُ المناخِ 187
(2–5): تصنيفُ المناخِ 192
أسئلةُ مراجعةِ الفصلِ الثاني 197

الوحدة الأولى

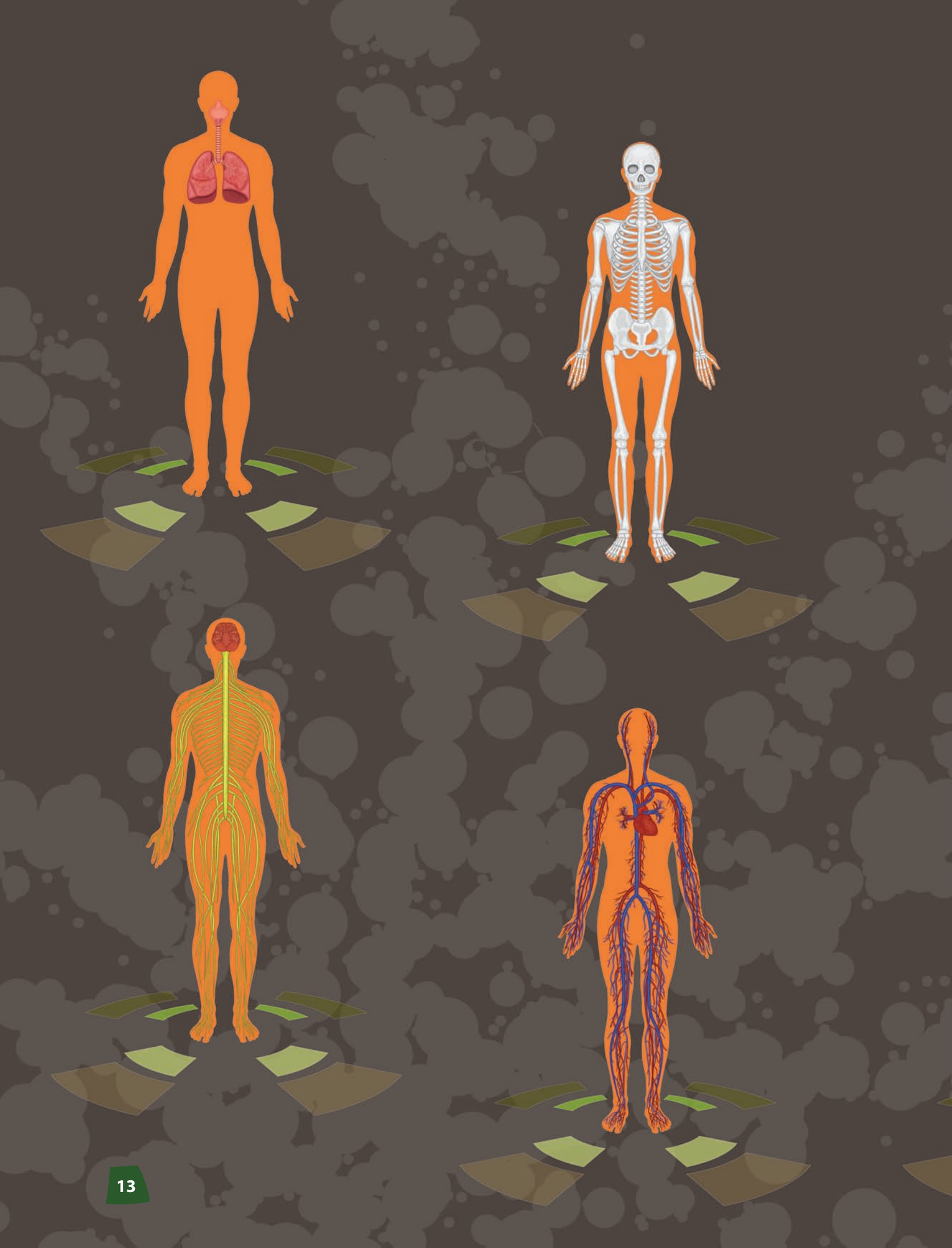
حياةُ الإنسانِ



الفصلُ الأوّلُ الدعامةُ والحركةُ والغطاءُ

الفصلُ الثاني الإمدادُ والنقلُ

الفصلُ الثالثُ الضبطُ والإحساسُ



الفصلُ الأوّلُ

الدعامةُ والحركةُ والغطاءُ

Support, Movement and Covering

ماذا ترى في هذه الصورة؟

أرى الركبةَ التي نحتاجُ إليها في المشي والركض، ومن دونِها لا نستطيعُ ممارسةَ العديدِ من الأشياءِ كممارسةِ الألعابِ الرياضيّةِ مثلًا. العظمُ المتحرّكُ الموجودُ في رأسِ الركبةِ يُسمّى الرضفةَ.

دروسُ الفصلِ

1-1 الجهازُ الهيكليُّ

2-1 الجهازُ العضليُّ

3-1 الجلدُ

1–1 الجهازُ الهيكليُّ
Skeletal System

الأهدافُ

في نهايةِ هذا الدرسِ يجبُ أن يكونَ الطالبُ قادرًا على أن:

- **يُسمّيَ ويُصنّفَ** بعضَ العظامِ في الهيكلِ العظميِّ .
- **يصفَ** تركيبَ العظمِ الطويلِ .
- **يكتبَ** بتعبيرِه وظائفَ العظامِ والهيكلِ العظميِّ .
- **يُحدّدَ** الأنماطَ المختلفةَ للمفاصلِ وأنواعَ الحركةِ التي تسمحُ بها **ويُقارنَ** بينها .
- **يُقارنَ ويُباينَ** بينَ أجزاءِ الجهازِ الهيكليِّ ومتطلّباتِ الحياةِ اليوميّةِ .
- **يُعرّفَ المصطلحاتِ الأساسيّةَ:** السمحاقَ ، الغضروفَ ، المفصلَ ، الأربطةَ ، الأوتارَ .

نشاط

الحسابُ

العظامُ في المقامِ الأوّلِ

يُمكِنُك تقديرُ وزنِ عظامِك باستخدامِ الصيغةِ التاليةِ:

مقدارُ وزنِك × 35 ÷ 100 .

ما وزنُ عظامِك؟

هل يُمكِنُك أن تتخيّلَ نفسَك من دونِ عظامٍ؟ كما تُشكِّلُ الدعاماتُ والعوارضُ هيكلَ البناءِ ، فإنّ العظامَ في جسمِ الإنسانِ تُشكِّلُ هيكلَه . يبلغُ عددُ عظامِك حوالى 206 عظمةٍ ، وكما تدعمُ الدعاماتُ والعوارضُ البناءَ وتُكسِبُه الشكلَ فإنّ هيكلَك العظميَّ أيضًا يدعمُ جسمَك ويُكسِبُه شكلَه .

خلافًا للعديدِ من الكائناتِ ، مثلِ الحشراتِ ، فإنّ هيكلَك العظميَّ يقعُ داخلَ جسمِك . جميعُ الفقاريّاتِ لها هيكلٌ داخليٌّ ، أمّا الحشراتُ وبعضُ الحيواناتِ الأخرى مثلُ القشريّاتِ فلديها هيكلٌ خارجيٌّ . يقعُ الهيكلُ الخارجيُّ خارجَ الجسمِ .

عندَ وصفِ الهيكلِ يُمكِنُك أن تقولَ إنّه مكوّنٌ من جزءين .

الجزءُ الأوّلُ ويُعرَفُ بالهيكلِ المحوريِّ ، يتكوّنُ من عظامِ الجمجمةِ والضلوعِ والعظامِ الصغيرةِ أو الفقراتِ في العمودِ الفقاريِّ . انظرْ إلى الشكلِ (1) ولاحِظْ فقراتِ العمودِ الفقاريِّ . عندما كنْتَ طفلًا كانَ عمودُكَ الفقاريُّ يتكوّنُ من 33 عظمةً منفصلةً ، وعندما كبرْتَ نمَتْ تسعةُ عظامٍ معًا ، واندمجَتْ لتُكوِّنَ عظامًا أكبرَ ، والفقراتُ الأربعُ والعشرون الأخرى بقيَتْ كعظامٍ منفصلةٍ .

أمّا الجزءُ الآخرُ من الهيكلِ العظميِّ فيُعرَفُ بالهيكلِ الطرفيِّ ، ويشملُ جميعَ العظامِ التي تتّصلُ بالهيكلِ المحوريِّ . هذه العظامُ تُكوِّنُ الأطرافَ: ذراعيك ورجليك . عظامُ الترقوةِ والحرقفةِ (عظامُ الحوضِ) والكتفِ تُكوِّنُ أيضًا جزءًا من الهيكلِ الطرفيِّ .

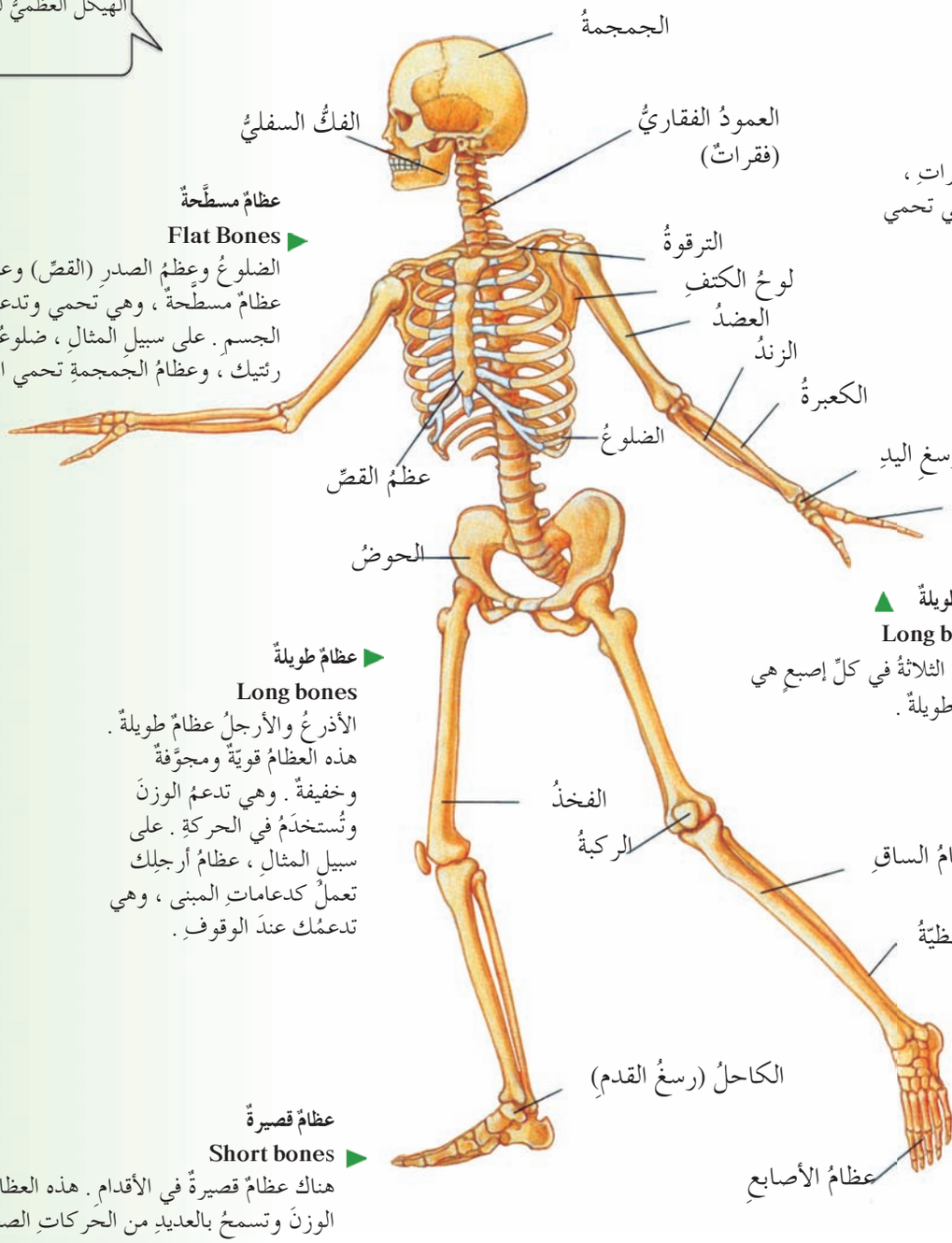
شكلُ 1

يُريك الشكلُ عظامَ الهيكلِ المحوريِّ . العمودُ الفقاريُّ جزءٌ من الهيكلِ المحوريِّ .

Bones

يُوضِّحُ الشكلُ بعضَ العظامِ في الهيكلِ العظميِّ للإنسانِ . لاحِظْ أنّ للعظامِ أشكالًا مختلِفةً . هناك أربعةُ أنماطٍ رئيسيّةٍ للعظامِ كما يوضِّحُ (شكلُ 2): مسطَّحٌ ، طويلٌ ، قصيرٌ ، غيرُ منتظِمٍ . شكلُ العظمةِ يرتبطُ بوظيفتِها . العديدُ من هذه العظامِ لديها نفسُ اسمِ وشكلِ ووظيفةِ عظامِ الحيواناتِ الفقاريّةِ الأخرى .

شكلُ 2
الهيكلُ العظميُّ للإنسانِ



عظامٌ غيرُ منتظِمةٍ
Irregular bones
بعضُ العظامِ ، مثلُ الفقراتِ ، غيرُ منتظِمةِ الشكلِ وهي تحمي الحبلَ الشوكيَّ .

عظامٌ مسطَّحةٌ
Flat Bones
الضلوعُ وعظمُ الصدرِ (القصّ) وعظامُ الكتفِ عظامٌ مسطَّحةٌ ، وهي تحمي وتدعمُ أعضاءَ الجسمِ . على سبيلِ المثالِ ، ضلوعُك تحمي رئتيك ، وعظامُ الجمجمةِ تحمي الدماغَ .

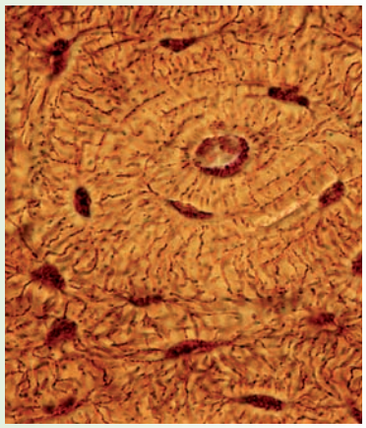
عظامٌ طويلةٌ
Long bones
العظامُ الثلاثةُ في كلِّ إصبعٍ هي عظامٌ طويلةٌ .

عظامٌ طويلةٌ
Long bones
الأذرعُ والأرجلُ عظامٌ طويلةٌ . هذه العظامُ قويّةٌ ومجوَّفةٌ وخفيفةٌ . وهي تدعمُ الوزنَ وتُستخدَمُ في الحركةِ . على سبيلِ المثالِ ، عظامُ أرجلِك تعملُ كدعاماتِ المبنى ، وهي تدعمُك عندَ الوقوفِ .

عظامٌ قصيرةٌ
Short bones
هناك عظامٌ قصيرةٌ في الأقدامِ . هذه العظامُ تدعمُ الوزنَ وتسمحُ بالعديدِ من الحركاتِ الصغيرةِ .

تركيبُ العظامِ Structure of Bones

جميعُ العظامِ مكوَّنةٌ من خلايا عظميّةٍ تُحيطُها موادُّ غيرُ حيّةٍ كما يظهرُ في الشكلِ (3) . هذه الموادُّ غيرُ الحيّةِ هي البروتينُ والمعادنُ ، مثلُ الكالسيومِ والفوسفورِ . يُكسِبُ البروتينُ العظامَ مرونتَها ، وتُكسِبُها معادنُ الكالسيومِ والفوسفورِ القوّةَ والصلابةَ .



شكلُ 3
الخلايا العظميّةُ أجسامٌ بيضاويّةٌ صغيرةٌ . كلُّ خليّةٍ تُحاطُ بدوائرَ أكبرَ من موادَّ غيرِ حيّةٍ . ما هما المعدنان اللذان يُكوِّنانِ معظمَ العظامِ؟

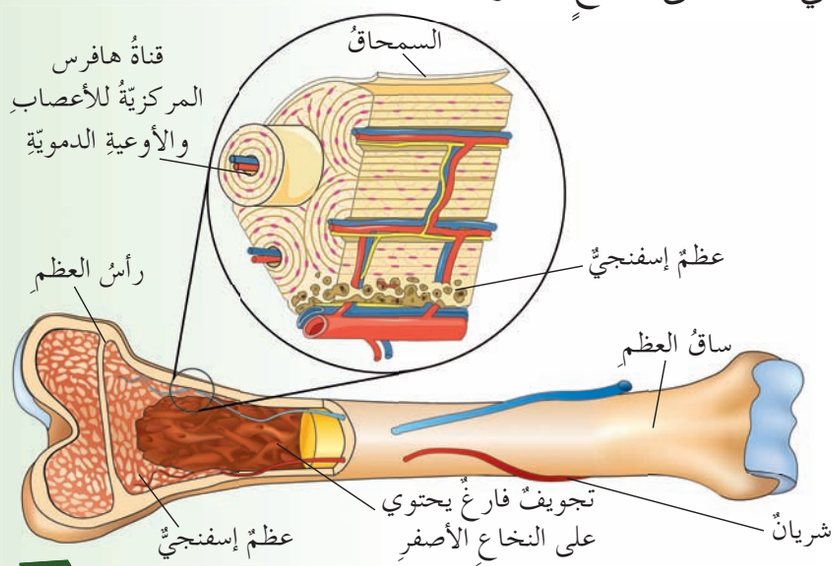
تركيبُ العظمِ الطويلِ ، مثلِ الفخذِ يُعتبَرُ مثالًا جيّدًا للفحصِ . يُوضِّحُ الشكلُ (4) أنّ العظمَ له ساقٌ طويلةٌ وطرفان كرويّان كبيران .

تخيَّلْ أنّ الساقَ أنبوبةٌ من الورقِ المقوّى . يتكوّنُ معظمُ الساقِ من عظمٍ مدمَجٍ يُحيطُ بتجويفٍ فارغٍ . العظمُ المدمَجُ كثيفٌ ويبدو أملسَ ، وهو يصمدُ أمامَ الضرباتِ العنيفةِ والصدماتِ . تجويفُ الساقِ يحتوي على النخاعِ الأصفرِ ، وهو نسيجٌ أملسُ يحتوي على الدهونِ .

يبدو العظمُ الكثيفُ في الساقِ صلبًا ، إلّا أنّ الفحصَ المجهريَّ له يُوضِّحُ وجودَ ممرّاتٍ دقيقةٍ تُسمّى قنواتِ هافرس Haversion canals . هذه القنواتُ تجري في الساقِ ، وتحتوي على الأعصابِ والأوعيةِ الدمويّةِ . تحملُ الأوعيةُ الدمويّةُ الغذاءَ والأكسجينَ إلى الخلايا العظميّةِ الحيّةِ وتنقلُ الفضلاتِ منها إلى الخارجِ .

ساقُ العظمِ الطويلِ مغطًّى بغشاءٍ أبيضَ خشنٍ يُسمّى السمحاقَ periosteum . يتكوّنُ السمحاقُ من نسيجٍ ضامٍّ وخلايا عظميّةٍ . تحملُ الأوعيةُ الدمويّةُ في السمحاقِ الغذاءَ والأكسجينَ . وتوجَدُ الأليافُ العصبيّةُ أيضًا في السمحاقِ . الطرفان الكرويّان (رأسا العظمِ) للعظمِ الطويلِ يحتويان على عظمٍ إسفنجيٍّ . العظمُ الإسفنجيُّ أملسُ وأخفُّ وزنًا من العظمِ المدمَجِ ، وكما تستنتجُ أيضًا من اسمِه فإنّه يحتوي على فراغاتٍ كثيرةٍ وثقوبٍ . كما يحتوي العظمُ الإسفنجيُّ أيضًا على نخاعٍ أحمرَ ، حيث تُصنَعُ خلايا الدمِ .

شكلُ 4
عظمةُ الفخذِ أطولُ عظمةٍ في جسمِ الإنسانِ .



وظائفُ العظامِ Functions of Bones

يُكسِبُ الجهازُ العضليُّ ، والجلدُ ، والجهازُ الهيكليُّ الشكلَ والدعامةَ للجسمِ . وبالإضافةِ إلى الشكلِ والتدعيمِ ، توجدُ وظائفُ أخرى مهمّةٌ:

- تحمي الكثيرُ من العظامِ أعضاءَ الجسمِ ، فعلى سبيلِ المثالِ ، يحمي العمودُ الفقاريُّ الحبلَ الشوكيَّ وتحمي الضلوعُ رئتيك .
- تعملُ الكثيرُ من العظامِ مع عضلاتٍ معيَّنةٍ لتحريكِ الجسمِ وأجزائِه ، وكنتيجةٍ لذلك يُمكِنُك أن تجريَ وتمشيَ وتُمسِكَ الأشياءَ وتتنفّسَ .
- تُصنَعُ أغلبُ خلايا الدمِ في النخاعِ الأحمرِ لعظامٍ معيَّنةٍ .
- تُخزِّنُ العظامُ الدهونَ والمعادنَ . الدهونُ تُخزَّنُ في النخاعِ الأصفرِ . أمّا المعادنُ مثلُ الكالسيومِ والفوسفورِ فتُخزَّنُ في العظمِ نفسِه . عندما يحتاجُ الجسمُ إلى المعادنِ تتحرّرُ من العظامِ إلى الدمِ الذي يحملُها إلى جميعِ أجزاءِ الجسمِ .

نشاط

قدِّمْ لهم العونَ

احسبْ عددَ العظامِ والمفاصلِ ، قدرَ ما يُمكِنُك ، في كلِّ يدٍ ، ثمّ انظرْ إلى الشكلِ (5) واحسبْ عددَ العظامِ والمفاصلِ في يدِ الشخصِ البالغِ . قارِنْ نتائجَك .

الغضروفُ Cartilage

يحوي الجهازُ الهيكليُّ إلى جانبِ العظمِ نسيجًا يُسمّى **الغضروفَ cartilage** . **هذا النسيجُ القويُّ المرنُ يُكسِبُ بعضَ أجزاءِ الجسمِ الشكلَ .** على سبيلِ المثالِ ، أذناك وطرفُ أنفِك مصنوعةٌ من الغضروفِ ، إذا قمْتَ بثني أذنيك بأصابعِك ، فسوف ترى قوّةَ ومرونةَ الغضروفِ . يُغطّي الغضروفُ أيضًا أطرافَ بعضِ العظامِ ويُكوِّنُ الأقراصَ بينَ الفقراتِ . ويمنعُ العظامَ من الاحتكاكِ بعضَها ببعضٍ . تعملُ الأقراصُ الغضروفيّةُ الموجودةُ بينَ الفقراتِ على امتصاصِ الصدماتِ .

شكلُ 5

تُوضِّحُ أشعّةُ أكس يدَ طفلٍ (إلى اليسارِ) ويدَ شخصٍ بالغٍ (إلى اليمينِ) . لاحِظْ أنّه في رسغِ الطفلِ لم يُستبدَلِ الغضروفُ تمامًا بالعظمِ .

ستُقدِّرُ وظيفةَ الغضروفِ من خلالِ الأذى الذي يتعرّضُ له اللاعبون من إصاباتٍ في الركبةِ والانزلاقِ الغضروفيِّ أثناءَ اللعبِ .

تتطوّرُ العظامُ دائمًا من الغضروفِ . فقبلَ أن يولَدَ الإنسانُ يتكوّنُ الهيكلُ أغلبُه من الغضروفِ . وللغضروفِ غطاءٌ يحوي الخلايا بانيةَ العظمِ . بعدَ الولادةِ تبدأُ هذه الخلايا بامتصاصِ الكالسيومِ الذائبِ في الدمِ ، وتُحوِّلُ الخلايا بانيةُ العظمِ الكالسيومَ الذائبَ إلى مركّباتِ الكالسيومِ التي لا تذوبُ في الدمِ ، وتترسّبُ مركّباتُ الكالسيومِ هذه في الغضروفِ ممّا يُكسِبُه صلابةً ويُصبِحُ عظمًا . عمليّةُ تكوينِ العظامِ تُسمّى التعظّمَ . تستمرُّ عظامُك في الاستطالةِ حتّى يتعظّمَ الغضروفُ كلُّه في طرفِ العظمةِ التي تستطيلُ . ويبدأُ التعظّمُ قبلَ الولادةِ ويستمرُّ تقريبًا طوالَ 20 سنةً ، ويتوقّفُ عندما تبلغُ من العمرِ ما بينَ ثمانيَ عشرةَ وخمسٍ وعشرين سنةً . منتَجاتُ الألبانِ مثلُ الحليبِ والأجبانِ غنيّةٌ بالكالسيومِ والفوسفورِ؛ لذلك يُنصَحُ دائمًا بشربِ الحليبِ .

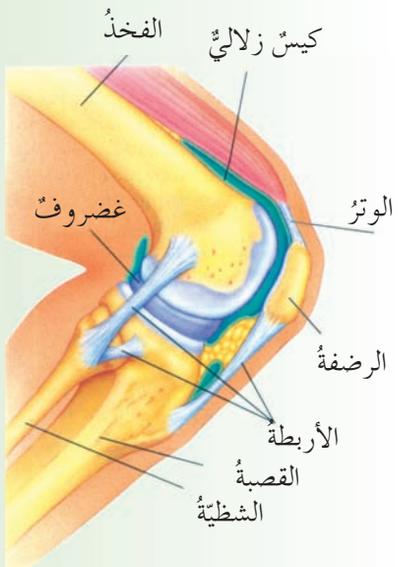
شكلُ 6
تكوّنُ العظامِ .

الارتباطاتُ الهيكليّةُ
Skeletal Connections

يُكوِّنُ كلُّ عظمٍ في جسمِ الإنسانِ مفصلًا مع عظمٍ آخرَ على الأقلِّ . **المفصلُ joint هو موقعُ التقاءِ عظمتين أو أكثرَ معًا .** تتكوّنُ عظامُ الجسمِ من 206 عظمةٍ وهي بحاجةٍ إلى أن ترتبطَ ببعضِها بطريقةٍ ما . تلتحمُ العظامُ في بعضِ المفاصلِ مع بعضِها كما في العظامِ المسطّحةِ التي تُكوِّنُ الجمجمةَ ، من جهةٍ ثانيةٍ تتقابلُ العديدُ من العظامِ في المفاصلِ الأخرى ولكنّها لا تلتحمُ مع بعضِها . هذه المفاصلُ مثلُ المفاصلِ في مرفقيك وركبتيك المبيّنةِ في الشكلِ (7) تجعلُك تتحرّكُ . تتّصلُ العظامُ في هذه المفاصلِ **بأربطةٍ ligaments . الأربطةُ عبارةٌ عن أنسجةٍ ضامّةٍ مرنةٍ يُمكِنُ أن تنشدَّ أو تتمدّدَ .** تُكوِّنُ العظامُ والأربطةُ أغلبَ الجهازِ الهيكليِّ .

لكي يتحرّكَ جسمُ الإنسانِ يجبُ أن تعملَ العضلاتُ والعظامُ معًا ، لذا ترتبطُ العضلاتُ بالعظامِ ، من خلالِ أنسجةٍ ضامّةٍ تُسمّى الأوتارَ tendons .

شكلُ 7
لاحِظْ أنّ عظامَ الرجلِ الثلاثةَ والرضفةَ تتقابلُ في مفصلِ الركبةِ . الكيسُ الزلاليُّ عبارةٌ عن كيسٍ مملوءٍ بسائلٍ يعملُ كوسادةٍ للعظامِ مانعًا أطرافَ العظامِ من التآكلِ . ما هي عظامُ الرجلِ الثلاثةُ الّتي تتقابلُ في مفصلِ الركبةِ؟



المفاصلُ المتحرِّكةُ

Movable Joints

من دونِ المفاصلِ المتحرِّكةِ يُصبِحُ جسمُك متصلِّبًا . الأنماطُ الأربعةُ من المفاصلِ المتحرِّكةِ المبيَّنةِ هنا تسمحُ لجسمِك بالتحرّكِ بطرقٍ مختلِفةٍ .

مفصلُ الكرةِ والحقّ
Ball and Socket joint
مفاصلُ الكرةِ والحقّ تسمحُ بأكبرِ مدًى للحركةِ . في كتفِك تنغرسُ قمّةُ عظمِ العضدِ بعمقٍ في حقّ لوحِ الكتفِ . المفصلُ يسمحُ بأن تُديرَ ذراعيك في دائرةٍ بحرّيّةٍ تامّةٍ . يتحرّكُ وركُك أيضًا بمفصلِ الكرةِ والحقّ .

المفصلُ المحوريُّ
Pivot joint
يسمحُ المفصلُ المحوريُّ لأحدِ العظامِ أن تدورَ حولَ الأخرى . المفصلُ المحوريُّ في قمّةِ الرقبةِ يُكسِبُك قدرةً محدودةً لتُديرَ رأسَك من جانبٍ إلى آخرَ .

المفصلُ الانزلاقيُّ
Gliding joint
يسمحُ المفصلُ الانزلاقيُّ بانزلاقِ أحدِ العظامِ فوقَ الأخرى . يُمكِّنُك المفصلُ الانزلاقيُّ في الرسغِ من أن تثنيَ وتلويَ رسغَك ، وكذلك أن تصنعَ حركةً محدودةً من جانبٍ إلى آخرَ . كاحلُك أيضًا يتحرّكُ بمفصلٍ انزلاقيٍّ .

المفصلُ الرزّيُّ
Hinge joint
يسمحُ المفصلُ الرزّيُّ بحركةٍ واسعةٍ إلى الأمامِ أو الخلفِ مثلُ مفصلِ البابِ . ركبتُك مكوَّنةٌ من مفصلٍ رزّيٍّ يسمحُ لك بثنيِ واستقامةِ رجلِك . يتحرّكُ مرفقُك أيضًا بمفصلٍ رزّيٍّ .

العلمُ والتكنولوجيا

التنظيرُ المفصليُّ

تخيَّلْ جرّاحًا يُجري جراحةَ الركبةِ خلال شقٍّ دقيقٍ في ركبتِك . مع تقدّمِ الطبِّ وتكنولوجيا الألياف البصريّةِ ، فإنّ الكثيرَ من عمليّاتِ المفاصلِ تتمُّ بهذه الطريقةِ وتُعرَفُ بجراحةِ التنظيرِ المفصليِّ .

تتمُّ جراحةُ التنظيرِ المفصليِّ عادةً في مفاصلِ الركبةِ والكتفِ والمرفقِ والورك . يُجري الكثيرُ من الرياضيّين هذه الجراحةَ لتُساعِدَهم على الاستمرارِ في رياضتِهم ، حيث تُستخدَمُ في هذه التقنيّةِ آلةٌ تُشبِهُ الأنبوبةَ تُسمّى المنظارَ وتحوي عدساتٍ وحزمَ أليافٍ ضوئيّةٍ؛ العدساتُ للتكبيرِ والأليافُ البصريّةُ لنقلِ الضوءِ . خلالَ جراحةِ التنظيرِ المفصليِّ يوضَعُ طرفُ المنظارِ في شقٍّ جراحيٍّ صغيرٍ . وينظرُ الجرّاحُ خلالَ المنظارِ ويُحدِّدُ المشكلةَ وتُنقَلُ صورةٌ أيضًا إلى شاشةٍ تلفزيونيّةٍ . خلالَ شقٍّ جراحيٍّ ثانٍ يُمكِنُ للجرّاحِ أن يُصحِّحَ الوضعَ باستخدامِ آلاتٍ خاصّةٍ صغيرةٍ . والصورةُ على الشاشةِ تُساعِدُ الجرّاحين على رؤيةِ ما يقومون به .

ولكونِ الشقوقِ الجراحيّةِ صغيرةً جدًّا ، يُتلَفُ القليلُ من الأنسجةِ . لذلك يُشفى المريضُ بسرعةٍ ، ويُمكِنُ أن يُغادِرَ المستشفى في يومِ الجراحةِ نفسِه .

شكلُ 8

اذكر بعضَ مميِّزاتِ جراحةِ التنظيرِ المفصليِّ .

نشط مهاراتك

التصنيفُ نشاط

قُمْ بإجراءِ كلٍّ من أنشطةِ القائمةِ التاليةِ:

- حرِّكْ ذراعَك في دائرةٍ .
- افتحِ البابَ .
- ارفعْ كتابًا من على المنضدةِ .
- اركعْ بثني ركبتيك .
- حرِّكْ يدَك حركةً موجيّةً .
- حرِّكْ رأسَك من جانبٍ إلى آخرَ .

حدِّدْ أيَّ نوعٍ من المفاصلِ يُستخدَمُ في أداءِ كلٍّ من هذه الأنشطةِ . اذكرْ سببًا لتعزيزِ تصنيفِك .

أسئلة مراجعة

الدرسُ 1–1

اختبرْ وفسِّرْ

1. انظرِ الهيكلَ العظميَّ في صفحة 16 . ما الأسماءُ العلميّةُ لعظمةِ الصدرِ وعظمةِ الفخذِ وعظامِ الرسغِ وعظمةِ العضدِ؟ صنِّفْ كلَّ عظمةٍ .
2. صِفْ كيف يتحرّكُ كلٌّ "مفصلِ حرِّ الحركةِ ."
3. **استنتِجْ**: كيف يرتبطُ ساقُ العظمِ الطويلِ بالوظيفةِ التي يقومُ بها هذا العظمُ؟
4. **اصنعْ مضاهاةً**: قابِلْ بينَ أشياءَ تستخدمُها في الحياةِ اليوميّةِ وجزءٍ من الهيكلِ العظميِّ لتوضيحِ أفضلِ مضاهاةٍ من حيث الوظيفة . فسِّرِ اختيارَك .

(أ) الجمجمةُ	مفصلُ البابِ
(ب) عظمةٌ ما	شريطٌ مرنٌ (مطّاطيٌّ)
(جـ) الرباطُ	كوبٌ مكسورٌ تمَّ لحامُ أجزائِه
(د) مفصلُ الركبةِ	مستودعُ تخزينٍ

2-1 الجهازُ العضليُّ

The Muscular System

الأهدافُ

في نهايةِ هذا الدرسِ يجبُ أن يكونَ الطالبُ قادرًا على أن:

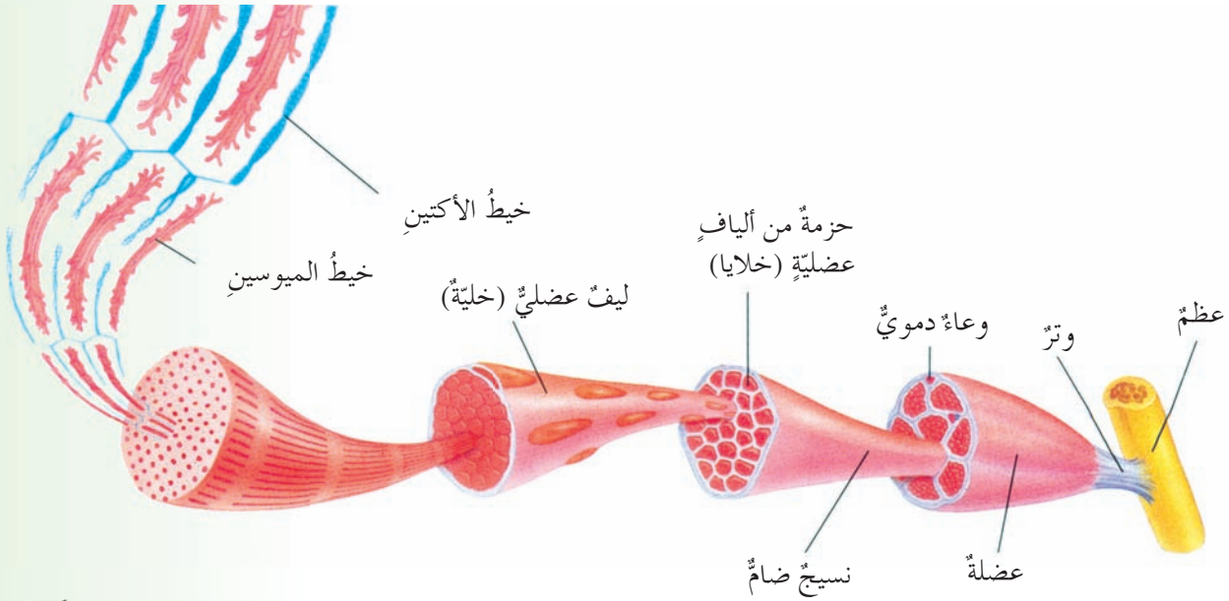
- **يذكرَ** الوظيفةَ الرئيسيّةَ للجهازِ العضليِّ .
- **يُقارنَ** الأنواعَ الثلاثةَ من العضلاتِ .
- **يصفَ** كيف تعملُ العضلاتُ في أزواجٍ .
- **يُحدِّدَ** أنظمةَ الروافعِ الثلاثِ في الجسمِ .
- **يُصنِّفَ** أنواعَ العضلاتِ الموجودةَ في أجزاءِ الجسمِ المختلِفةِ .
- **يُعرِّفَ المصطلحاتِ الأساسيّةَ:** العضلةَ الهيكليّةَ ، العضلةَ الملساءَ ، العضلةَ القلبيّةَ ، العضلةَ الباسطةَ ، العضلةَ القابضةَ .

العضلاتُ أنسجةٌ يُمكِنُ أن تنقبضَ وتقصرَ . تعملُ جميعُ العضلاتِ بهذه الطريقةِ ، يحدثُ لها شدٌّ ، وعندما تُشَدُّ العضلةُ أو تنقبضُ فإنّها تبذلُ شغلًا . الجهازُ العضليُّ للإنسانِ هو مصدرُ القوّةِ التي تقفُ خلفَ الجهازِ الهيكليِّ ، فمن دونِ فعلِ العضلاتِ ، لا تستطيعُ العظامُ أن تتحرّكَ في مفاصلِها ولا يُمكِنُك التنفّسُ ، ولا يُمكِنُك حتّى ابتلاعُ الغذاءِ من دونِ العضلاتِ .

تركيبُ العضلةِ

Muscle Structure

انظرْ إلى الشكلِ (9) في الصفحةِ المقابلةِ . إنّه يُوضِّحُ تنظيمَ وتركيبَ العضلةِ . تتكوّنُ العضلاتُ من مئاتٍ إلى آلافِ الخلايا الرفيعةِ الطويلةِ تُسمّى الأليافَ العضليّةَ . يُغطّي مجموعاتِ الأليافِ العضليّةِ غلافٌ رقيقٌ من النسيجِ الضامِّ مُكوِّنًا حزمةً من الأليافِ العضليّةِ . العديدُ من حزمِ الأليافِ العضليّةِ تُكوِّنُ العضلةَ ، ولأنّ كلَّ عضلةٍ عبارةٌ عن عضوٍ ، فهناك أيضًا الأوعيةُ الدمويّةُ والأليافُ العصبيّةُ الممتدّةُ خلالَ كلِّ عضلةٍ .



شكلُ 9

كلُّ ليفةٍ عضليّةٍ (خليّةٍ) تتكوّنُ من ألياف أصغرَ . هذه الألياف تتكوّنُ من نوعين من الخيوطِ البروتينيّةِ . ينزلقُ أحدُ الخيوطِ على الخيوطِ الأخرى مسبِّبًا انقباضَ العضلةِ . ما أسماءُ هذين النوعين من الخيوطِ؟

أنواعُ العضلاتِ
Types of Muscles

يوجَدُ في جسمِك ثلاثةُ أنواعٍ من النسيجِ العضليِّ: العضلةُ الهيكليّةُ والعضلةُ الملساءُ والعضلةُ القلبيّةُ . في الشكلِ (10) ترى صورةً مكبَّرةً لكلِّ نوعٍ من العضلاتِ في الجسمِ . توجَدُ كلُّ من العضلاتِ الهيكليّةِ والملساءِ في أماكنَ عديدةٍ في الجسمِ ، والعضلةُ القلبيّةُ توجَدُ فقط في القلبِ . كلُّ نوعٍ من العضلاتِ يُنجِزُ وظائفَ متخصِّصةً في الجسمِ .

العضلةُ الهيكليّةُ Skeletal Muscle

يُمكِنُك أن تُحرِّكَ **العضلةَ الهيكليّةَ skeletal muscle** في أيِّ وقتٍ تُريدُ . **تُحدِثُ العضلةُ الهيكليّةُ الحركةَ عندَ المفاصلِ ، لأنّها تتّصلُ بالعظامِ بواسطةِ وترٍ خشنٍ مرنٍ** . انظرْ إلى العضلةِ الهيكليّةِ في الشكلِ (10) تجدْ أنّ خلاياها مخطَّطةٌ أو مقلَّمةٌ ، وتُسمّى العضلةُ الهيكليّةُ أحيانًا العضلةَ المخطَّطةَ .

العضلةُ الملساءُ Smooth Muscle

العضلةُ اللاإراديّةُ تُسمّى عضلةً ملساءَ smooth muscle . انظرْ إلى الشكلِ (10) ولاحِظْ أنّ العضلةَ الملساءَ لا تحتوي على أيِّ خطوطٍ . العضلةُ الملساءُ توجَدُ في جدارِ معظمِ الأعضاءِ الداخليّةِ مثلِ جدارِ معدتِك وأوعيتِك الدمويّةِ . العضلاتُ الملساءُ تجعلُ أعضاءَكَ الداخليّةَ تعملُ باستمرارٍ حتّى وأنت نائمٌ .

شكلُ 10

يحتوي جسمُك على ثلاثةِ أنواعٍ من الأنسجةِ العضليّةِ: الهيكليّةِ والملساءِ والقلبيّةِ . أيُّ الأنواعِ يوجَدُ فقط في القلبِ؟

العضلةُ القلبيّةُ Cardiac Muscle

هل تعلمُ أنّ قلبَك عبارةٌ عن عضلةٍ؟ القلبُ يتكوّنُ من **عضلةٍ قلبيّةٍ cardiac muscle** ، وهذا النوعُ من العضلاتِ يوجَدُ في القلبِ فقط . انظرْ إلى الشكلِ (10) . العضلةُ القلبيّةُ غيرُ عاديّةٍ لأنّ خلاياها تبدو متفرّعةً ومتموّجةً معًا . وهي **تُشبِهُ العضلةَ الهيكليّةَ وتعملُ مثلَ العضلةِ الملساءِ** . ليسَتْ لديك إرادةٌ مباشرةٌ على العضلةِ القلبيّةِ في قلبِك ، حتّى لو ادّعى بعضُ الناسِ أنّ لديهم القدرةَ على إبطاءِ أو إسراعِ دقّاتِ القلبِ . دقّاتُ القلبِ هي انقباضاتُ القلبِ ناتجةٌ عن حركةِ عضلةِ القلبِ ، وهذه الانقباضاتُ تدفعُ الدمَ خلالَ القلبِ وإلى باقي أجزاءِ الجسمِ . مخُّك سوف يُسرِّعُ أو يُبطِئُ من دقّاتِ قلبِك تلقائيًّا عندما يحتاجُ جسمُك إلى إمدادٍ كبيرٍ أو قليلٍ من الدمِ .

نشاط

الصلةُ بعلمِ الفيزياءِ

أحضِرِ الأشياءَ الآتيةَ:
قلمًا ، مسطرةً صلبةً ، كتبًا مرجعيّةً .

1. كوِّنْ رصّةً من الكتبِ فوقَ المكتبِ . ضَعْ إصبعَك الصغيرَ (الخنصرَ) تحتَ آخرِ كتابٍ منها وحاولْ أن ترفعَ رصّةَ الكتبِ .
2. ضَعِ القلمَ أسفلَ المسطرةِ على المكتبِ لتصنعَ رافعةً . استخدِمِ الرافعةَ وإصبعَك الصغيرَ لرفعِ رصّةِ الكتبِ .

هل اختصرَتِ الرافعةُ مقدارَ القوّةِ اللازمةِ لرفعِ الكتبِ؟ فسِّرْ ذلك . كيف تُؤثِّرُ المسافةُ بينَ القلمِ ورصّةِ الكتبِ في القوّةِ اللازمةِ لرفعِ رصّةِ الكتبِ؟

أنت والعلومُ

ركنُ السيرةِ Career Corner

من الذي يضعُ برامجَ التمارينِ الرياضيّةِ؟

افترِضْ أنّك زرْتَ ناديًا صحّيًّا ، وسألَك إخصائيُّ التمارينِ: هل تُريدُ أن تُنشِّطَ أو تُنمّيَ عضلاتِك؟ على الأرجحِ قد يقيسُ إخصائيُّ التمارينِ طولَك ووزنَك ويُجري بعضَ الاختباراتِ . من المعلوماتِ التي جمعَها إخصائيُّ التمارينِ ، سوف يضعُ برامجَ التمارينِ الرياضيّةِ الخاصّةَ بك .

إخصائيّو التمارينِ الرياضيّةِ يُنجِزون العديدَ من المهامِّ المختلِفةِ في وظائفِهم . وهم أيضًا يعملون في أماكنَ مختلِفةٍ . كثيرًا ما تجدُ في الأنديةِ الصحّيّةِ والمستشفياتِ إخصائيّي التمارينِ الرياضيّةِ . إنّهم يقومون بتدريسِ التمارينِ أو إعطاءِ محاضراتٍ عن التمارينِ والصحّةِ .

يُنمّي إخصائيّو التمارينِ الرياضيّةِ في المستشفياتِ بعضَ برامجِ التمارينِ الخاصّةِ بالمرضى الذين يُعانون من زيادةٍ في الوزنِ أو المصابين بأزمةٍ قلبيّةٍ . هؤلاءِ الإخصائيّون يُتابِعون معدَّلَ أداءِ القلبِ وضغطِ الدمِ وغيرَ ذلك؛ لذلك يجبُ أن تكونَ لديهم القدرةُ على استخدامِ الآلاتِ الطبّيّةِ .

الفهمُ الجيّدُ لأجزاءِ الجسمِ وكيفيّةِ عملِها ، مهمٌّ جدًّا لإخصائيِّ التمارينِ الرياضيّةِ . لتُصبِحَ إخصائيَّ تمارينَ رياضيّةٍ ، فإنّك في حاجةٍ إلى الدراسةِ لعدّةِ سنواتٍ ، وهناك العديدُ من الكلّيّاتِ والمنظّماتِ التي تمنحُ شهادةً في هذا المجالِ . قد ترغبُ في أن تتواصلَ مع إحدى هذه الكلّيّاتِ لتتعرّفَ على هذا المجالِ .

عملُ العضلةِ

Muscle Action

لا تستطيعُ العضلةُ أن تنقبضَ إذا لم تتسلّمْ رسالةً كهربائيّةً من العصبِ . هذه الرسائلُ الكهربائيّةُ تُرسَلُ إلى الأعصابِ عن طريقِ المخِّ والحبلِ الشوكيِّ . الرسائلُ الكهربائيّةُ تُعطي إشارةً إلى الألياف العضليّةِ كي تنقبضَ .

ليتحرّكَ الجسمُ تعملُ أغلبُ العضلاتِ في أزواجٍ . فعندما تنقبضُ إحدى العضلاتِ ، تُشَدُّ العظمةُ المتّصلةُ بها بواسطةِ الوترِ ، إلى موضعِ اتّصالِها بها وفي الوقتِ نفسِه تنبسطُ العضلةُ الأخرى . تذكَّرْ أنّ انقباضَ العضلةِ يشدُّ دائمًا العظامَ المتّصلةَ بها نحوَها ولا نستطيعُ أن ندفعَ العظامَ بعيدًا . مثلًا ، انقباضُ إحدى العضلاتِ يُؤدّي إلى إثناءِ رجلِك ، لكنّ انقباضَ العضلةِ الأخرى مطلوبٌ كي تستقيمَ رجلُك .

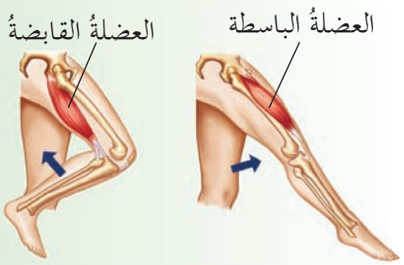
لتعرفَ كيف تعملُ العضلاتُ ، ارفعْ إحدى رجليك سنتيمتراتٍ قليلةً عن الأرضِ . ضَعْ إحدى يديك بثباتٍ في الجهةِ الأماميّةِ لرجلِك أعلى الركبةِ تمامًا ، وضَعْ يدَك الأخرى في الجهةِ الخلفيّةِ لرجلِك أعلى الركبةِ أيضًا . الآن اجعلْ رجلَك مستقيمةً . العضلةُ الأماميّةُ في رجلِك انقبضَتْ ، هذه العضلةُ هي **العضلةُ الباسطةُ** extensor . **العضلةُ التي تُسبِّبُ استقامةَ المفصلِ هي عضلةٌ باسطةٌ** . العضلةُ الخلفيّةُ تنقبضُ عندَ انثناءِ الركبةِ . هذه العضلةُ هي **العضلةُ القابضةُ** flexor . **العضلةُ التي تُسبِّبُ ثنيَ المفصلِ هي عضلةٌ قابضةٌ** .

نشاط

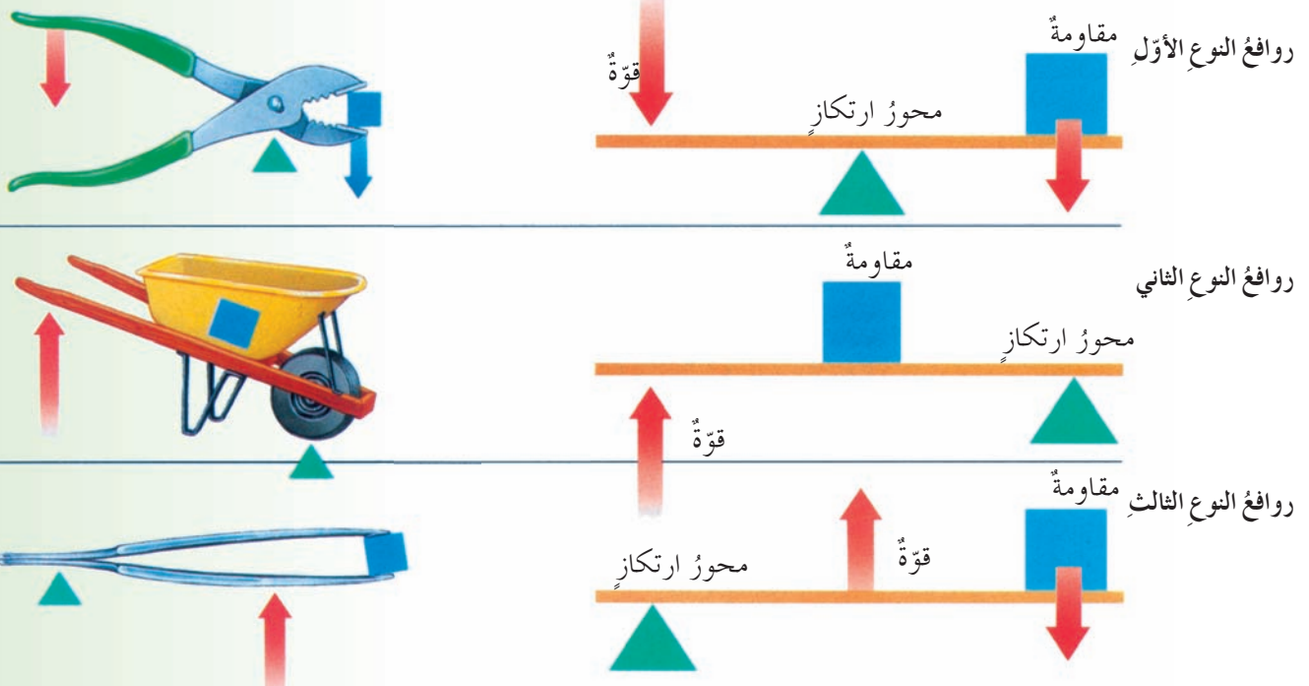
طرفةُ العينِ

1. اطرفْ عينيك خمسَ مرّاتٍ .
2. حاولْ ألّا تطرفَ عينيك لمدّةٍ طويلةٍ . احسبِ الزمنَ الذي لم تقُمْ به بطرفِ عينيك وسجِّلْه .
3. كرِّرِ الخطوةَ الثانيةَ أربعَ مرّاتٍ .
4. احسبْ متوسّطَ الزمنِ بالنسبةِ إليك . قارنْ زمنَك بزمنِ أربعةٍ من زملائِك .

هل تعتقدُ أنّ طرفةَ عينِك يتمُّ ضبطُها بعضلاتٍ إراديّةٍ أو لا إراديّةٍ؟ فسّرْ ذلك .



شكلُ 11
أنظمةُ الروافعِ



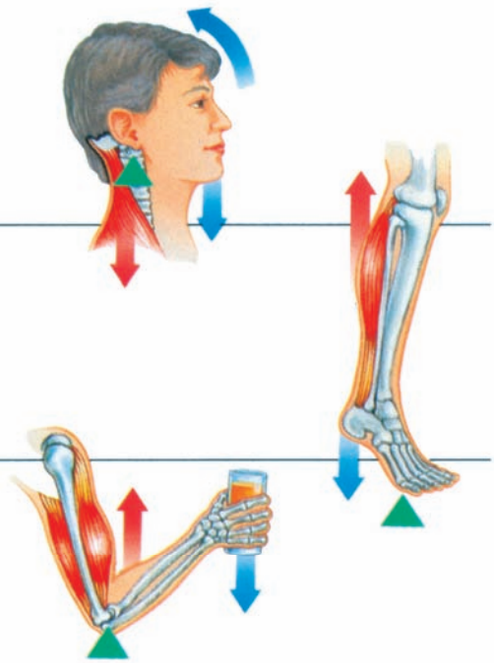
أنظمةُ الروافعِ في جسمِ الإنسانِ

Lever Systems in the Human Body

تعملُ معظمُ العظامِ والعضلاتِ في جسمِ الإنسانِ بنظامِ الروافعِ . **الرافعةُ** هي عبارةٌ عن قضيبٍ يتحرّكُ على نقطةٍ ثابتةٍ تُسمّى محورَ الارتكازِ . يتمُّ تطبيقُ القوّةِ في مكانٍ آخرَ على الرافعةِ ممّا يُسبِّبُ الحركةَ . في جسمِك ، مفاصلُك هي محاورُ الارتكازِ . تُستخدَمُ القوّةُ ، أو المجهودُ ، لتحريكِ الثقلِ أو المقاومةِ في الرافعةِ . انقباضُ العضلاتِ في جسمِك هو القوّةُ . الوزنُ أو الثقلُ (المقاومةُ) يشملُ العظامَ والأنسجةَ التي تتحرّكُ وأيَّ شيءٍ تحملُه أو تُحرِّكُه .

تختصرُ الرافعةُ مقدارَ القوّةِ التي تحتاجُ إليها لتحريكِ شيءٍ ما . القوّةُ المستخدَمةُ هي عادةً أقلُّ من القوّةِ التي نحتاجُ إليها لتحريكِ هذا الشيءِ مباشرةً .

هناك ثلاثةُ أنواعٍ من الروافعِ (الأوّلُ ، الثاني ، الثالثُ) . تُحدَّدُ مواضعُ **محورِ الارتكازِ والقوّةِ والمقاومةِ** حسبَ عملِ الرافعةِ ، وهذه المواضعُ تُصنِّفُ الروافعَ في الأنواعِ الثلاثةِ . انظرْ إلى الشكلِ (11) ، فهو يُوضِّحُ أنواعَ الروافعِ المختلِفةَ ، وبعضَ الأدواتِ التي تُستخدَمُ يوميًّا كروافعَ ، وأنظمةَ الروافعِ في جسمِ الإنسانِ .



(مقاومةٌ — محورُ الارتكازِ — قوّةٌ)

عندما ترفعُ أو تخفضُ رأسَكَ فإنّك تستخدمُ رافعةً من النوعِ الأوّلِ . العضلاتُ في الجهةِ الخلفيّةِ للعنقِ تُمثِّلُ القوّةَ أو الجهدَ ، والمفصلُ في قمّةِ العمودِ الفقريِّ وقاعدةِ الجمجمةِ هو محورُ الارتكازِ . العظامُ في الوجهِ هي الوزنُ الذي يتمُّ رفعُه أي المقاومةُ .

(محورُ الارتكازِ — مقاومةٌ — قوّةٌ)

الوقوفُ على أطرافِ الأصابعِ يُحرِّكُ رافعةً من النوعِ الثاني في جسمِك . المفاصلُ في رؤوسِ عظامِ قدميك هي محورُ الارتكازِ . العضلاتُ في سمانةِ ساقِ القدمِ تُشَدُّ إلى أعلى عظامِ الكعبِ في القدمِ . وهي تُمثِّلُ القوّةَ أو الجهدَ ، بينما يُمثِّلُ وزنُ جسمِك المقاومةَ .

(مقاومةٌ — قوّةٌ — محورُ الارتكازِ)

عندما تستخدمُ ذراعَك لتشربَ شيئًا ما فأنت تُشغِّلُ رافعةً من النوعِ الثالثِ . العضلةُ ذاتُ الرأسين في ذراعِك تُؤمِّنُ الجهدَ ، ومحورُ الارتكازِ هو مفصلُ المرفقِ . المقاومةُ هي يدُك وساعدُك والوعاءُ وما فيه من سائلٍ .

أنت والعلومُ

ألمُ العضلاتِ المتواصلُ

هل تُؤلِمُك عضلاتُك بعدَ التمرينِ الرياضيِّ أو أيِّ نشاطٍ بدنيٍّ؟ العضلاتُ بحاجةٍ إلى تمارينَ لتبقى قويّةً وسليمةً ، لكنّ إجهادَ العضلةِ كثيرًا وتعريضَها لقوّةٍ كبيرةٍ يُعرِّضُها للتقلّصِ والألمِ . هذا يحدثُ بعدَ ممارسةِ التمريناتِ الرياضيّةِ . فخلالَ هذه التمريناتِ تقومُ خلايا الأليافِ العضليّةِ بتنفّسٍ لا هوائيٍّ بسببِ ندرةِ غازِ الأكسجينِ في الدمِ الذي يصلُ إلى هذه الألياف ِ وينتجُ عن هذا تجمّعُ كمّيّةٍ كبيرةٍ من حمضِ اللاكتيكِ في هذه الخلايا ممّا يُؤديّ إلى أوجاعٍ كبيرةٍ في العضلاتِ . للتخلّصِ من حمضِ اللاكتيكِ يُنصَحُ بممارسةِ تمارينَ بدنيّةٍ حيث تقومُ باستنشاقِ كمّيّةٍ كبيرةٍ من الهواءِ لتُزوِّدَ الدمَ والعضلاتِ بكمّيّةٍ من الأكسجينِ الذي يُساعِدُ على التخلّصِ من حمضِ اللاكتيكِ .

في بعضِ الأحيانِ أيضًا تُؤدّي قوّةُ وعنفُ التمارينِ البدنيّةِ إلى تمزّقاتٍ مجهريّةٍ وكدماتٍ في العضلاتِ تُسبِّبُ آلامًا كبيرةً لمدّةٍ طويلةٍ (عددٍ من الأيّامِ) .

للوقايةِ من هذه المشاكلِ ، يُنصَحُ بممارسةِ نشاطاتِ تحميةٍ قبلَ التمارينِ القويّةِ ، وكذلك يُنصَحُ بتنويعِ الأنشطةِ البدنيّةِ بحيث لا يتمُّ التركيزُ على نوعٍ واحدٍ من الألياف ِ العضليّةِ خلالَ نشاطٍ واحدٍ .

نشاط

الإجهادُ من الكتابةِ

1. اكتبِ اسمَك خمسَ عشرةَ مرّةً على ورقةٍ . سجِّلِ الزمنَ اللازمَ لذلك .
2. افتحْ واقبضْ بإحكامٍ قبضةَ يدِك التي كتبْتَ بها عدّةَ مرّاتٍ قدرَ استطاعتِك في 45 ثانيةً .
3. كرِّرِ الخطوتين 1 و2 ثلاثَ مرّاتٍ .
4. استرِحْ لمدّةِ دقيقتين ، ثمّ اكتبِ اسمَك خمسَ عشرةَ مرّةً .

بمَ تشعرُ بيدِك؟ كيف تغيّرَتْ كتابتُك؟ عرِّفِ التعبَ العضليَّ .

شكلُ 12

خلالَ التدريبِ ، الشخصُ الذي يتخطّى الحاجزَ قد يحدثُ تمدّدٌ لعضلاتِه أكثرَ ممّا يحدثُ خلالَ الأنشطةِ اليوميّةِ . هذا التمدّدُ قد يُسبِّبُ تمزّقاتٍ بسيطةً تُسبِّبُ عادةً الألمَ .

أسئلة مراجعة

الدرسُ 1–2

اختبرْ وفسِّرْ

1. ما الوظيفةُ الأساسيّةُ للجهازِ العضليِّ؟
2. قارِنْ بينَ الأنواعِ الثلاثةِ من الأنسجةِ العضليّةِ: (الهيكليّةِ ، الملساءِ ، القلبيّةِ) من حيث التوزيعِ الإلكترونيِّ والوظيفةِ .
3. **طبِّقِ التعريفاتِ**: استخدِمْ عبارتي "عضلةٌ قابضةٌ" "وعضلةٌ باسطةٌ" لشرحِ كيف تعملُ العضلاتُ في أزواجٍ .
4. **صنِّفْ**: أيٌّ من الأنواعِ الثلاثةِ من العضلاتِ يوجَدُ في قلبِك وأمعائِك الدقيقةِ وأوعيتِك الدمويّةِ وأصابعِ قدميك؟

3–1 الجلدُ

The Skin

الأهدافُ

في نهايةِ هذا الدرسِ يجبُ أن يكونَ الطالبُ قادرًا على أن:

- **يصفَ** تركيبَ الجلدِ .
- **يذكرَ** وظائفَ الجلدِ .
- **يُضاهِيَ** بينَ أجزاءِ الجلدِ ووظائفِها والأشياءِ الشائعةِ .
- **يُبيِّنَ** أثرَ البرودةِ لعمليّةِ التبخّرِ بعدَ التعرّقِ .

ما إن تُشيَّدُ العوارضُ والدعاماتُ لمبنًى ، حتّى تُضافَ الجدرانُ الخارجيّةُ إلى الهيكلِ . الجدرانُ الداخليّةُ سيتمُّ إنشاؤُها أيضًا . بعضُ الجدرانِ الداخليّةِ تُساعِدُ على تدعيمِ المبنى . والجدرانُ الخارجيّةُ تحمي الناسَ الذين يعيشون أو يعملون في المبنى . جلدُك مثلُ جدرانِ المبنى تمامًا ، فهو الغطاءُ الخارجيُّ لجسمِك ، يُساعِدُ جلدُك على تدعيمِ جسمِك وحمايتِه .

نشاط

الاستنتاجُ

اجعلْها مغطّاةً

كوِّنْ قائمةً من خمسةِ أشياءَ لديها غطاءٌ خارجيٌّ ، ثمّ اشرحْ وظيفةَ الغطاءِ بجانبِ كلٍّ منها . ناقِشْ قائمتَك مع زملائِك ، ثمّ قُمْ بتعديلٍ أو إضافةٍ إذا اقتضى الأمرُ . علَى أساسِ مناقشتِك ، ما الذي يُمكِنُ أن تستنتجَه من بعضِ وظائفِ جلدِك؟

العضوُ الأكبرُ

The Largest Organ

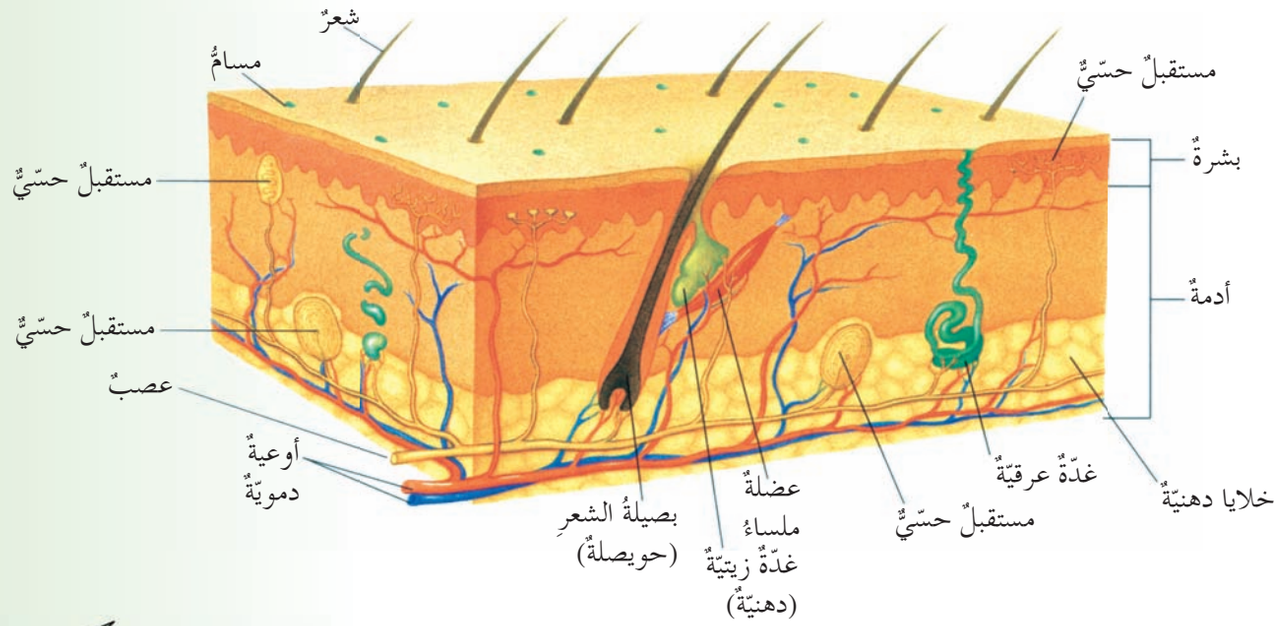
الجلدُ أكبرُ أعضاءِ الجسمِ . ليسَ فقط لأنّه يُغطّي جسمَك من الخارجِ ، ولكن لأنّه أيضًا يُغطّي العديدَ من الأعضاءِ داخلَ جسمِك . وقد لا تُفكِّرُ في الجلدِ كعضوٍ ، ولكنّه كذلك . الجلدُ مكوَّنٌ من أربعةِ أنسجةٍ: **نسيجٍ عضليٍّ ونسيجٍ ضامٍّ ونسيجٍ عصبيٍّ ونسيجٍ طلائيٍّ** . النسيجُ الطلائيُّ يتكوّنُ من خلايا تُغطّي جميعَ أسطحِ الجسمِ .

انظرْ إلى خلايا الجلدِ في الشكلِ (13) . إنّها تُكوِّنُ الطبقةَ العليا من جلدِك . لاحِظْ أنّ خلاياه مسطَّحةٌ ومتقاربةٌ تمامًا معًا فيما يُشبِهُ قطعَ إحدى ألعابِ القطعِ التركيبيةِ ، ولأنّ الخلايا متوافقةٌ مع بعضِها تمامًا ، فإنّها تُكوِّنُ حاجزًا واقيًا . يُبقي جلدُك البكتيريا الضارّةَ خارجَ الجسمِ ويحتفظُ بالرطوبةِ . تحتوي خلايا الجلدِ أيضًا على بروتينٍ يُسمّى الكيراتينَ ، يجعلُ الجلدَ مانعًا لنفاذِ الماءِ .

شكلُ 13

خلايا جلدِ الإنسانِ تُكوِّنُ غطاءً مانعًا لنفاذِ الماءِ ومانعًا لنفاذِ البكتيريا .

الشعرُ والأظافرُ جزءان من الجلدِ. يتكوّنُ كلٌّ من الشعرِ والأظافرِ من الكيراتينِ وخلايا ميتةٍ. إذا تساءلْتَ يومًا لماذا يُمكِنُك أن تقصَّ شعرَك وأظافرَك دونَ أن تشعرَ بالألمِ، فذلك لأنّهما يتكوّنان من خلايا ميتةٍ، ومثلُ الكيراتينِ تمامًا في قرونِ ومخالبِ الحيواناتِ ومناقيرِ الطيورِ فإنّ الكيراتينَ في أظافرِك يجعلُها صلبةً.



شكلُ 14
جلدُ الإنسانِ له طبقتان رئيسيّتان، البشرةُ والأدمةُ، مع تراكيبَ مختلِفةٍ كثيرةٍ في الأدمةِ.

تركيبُ الجلدِ

Structure of the Skin

الجلدُ تركيبٌ طبقيٌّ، حيث إنّ له طبقتين رئيسيّتين. الطبقةُ العليا تُسمّى **البشرةَ**، والطبقةُ السفليّةُ تُسمّى **الأدمةَ**. يُوضِّحُ الشكلُ (14) نموذجًا عن الجلدِ. لاحِظْ أنّ الأدمةَ أكثرَ سمكًا من البشرةِ.

البشرةُ Epidermis

يُمكِنُك أن تُشاهِدَ تحتَ المجهرِ أنّ للبشرةِ خمسَ طبقاتٍ من الخلايا. الطبقةُ العليا من البشرةِ مكوَّنةٌ من خلايا جلديّةٍ ميتةٍ. افركْ يديك ببعضِهما، وسوف تتسبّبُ بفركِ آلافٍ من الخلايا الجلديّةِ الميتةِ. الخلايا الميتةُ من البشرةِ تتقشّرُ أو تُفرَكُ على الدوامِ،

لهذا يجبُ أن يحلَّ محلَّها خلايا أخرى من الطبقةِ الأكثرِ عمقًا من البشرةِ . وهذا يُفسِّرُ الإمدادَ المتواصلَ من الخلايا الجلديّةِ المتكوِّنةِ . هذه الخلايا تتحرّكُ لأعلى نحوَ اتّجاهِ الطبقةِ العليا للبشرةِ . عندما تتحرّكُ هذه الخلايا خلالَ كلِّ طبقةٍ تستقبلُ القليلَ من الأكسجينِ والموادِّ الغذائيّةِ من الدمِ . في آخرِ الأمرِ تموتُ ، وهذه الخلايا الميتةُ تُكوِّنُ جزءًا من الجلدِ الذي تراه .

الأدمةُ Dermis

تقعُ الأدمةُ تحتَ البشرةِ ، ويفصلُ بينَهما غشاءٌ رقيقٌ . الأدمةُ أكثرُ سمكًا من البشرةِ . إنّها الطبقةُ الحيّةُ من الجلدِ . تتكوّنُ الأدمةُ من أليافٍ بروتينيّةٍ وخلايا تُكوِّنُ شبكةً قويّةً . هذه الطبقةُ تُكسِبُ جلدَك قوّتَه ومرونتَه . إذا قرصْتَ الجلدَ في ظهرِ يديك ، فسوف تُلاحِظُ أنّه يرتدُّ مثلَ الرباطِ المرنِ . يتخلّلُ الأدمةَ العديدُ من الأوعيةِ الدمويّةِ والغددِ وحويصلاتِ (بصيلاتِ) الشعرِ الأنبوبيّةِ الشكلِ . توجَدُ مئاتُ الألوفِ من حويصلاتِ (بصيلاتِ) الشعرِ في الأدمةِ والتي تنمو من كلِّ واحدةٍ منها شعرةٌ .

الغددُ الدهنيّةُ والعرقيّةُ Oil and Sweat Glands

توجَدُ في الأدمةِ غددٌ دهنيّةٌ وغددٌ عرقيّةٌ . تؤدّي الغددُ الدهنيّةُ إلى حويصلاتِ الشعرِ . يمرُّ الزيتُ إلى حويصلاتِ الشعرِ ومنه إلى سطحِ الجلدِ . يعملُ الزيتُ على حفظِ الشعرِ والجلدِ من الجفافِ . يحتوي جلدُ رأسِك ووجهِك على غددٍ دهنيّةٍ أكثرَ من أيِّ جزءٍ آخرَ في جسمِك . يُساعِدُ جلدُك على التخلّصِ من العرقِ عبرَ الغددِ العرقيّةِ . الغددُ العرقيّةُ عبارةٌ عن أنابيبَ ملتفّةٍ تنتهي بمسامٍ على سطحِ الجلدِ . يُفرَزُ الماءُ والملحُ وبعضُ فضلاتِ الجسمِ خلالَ المسامِ . أنتَ تعرفُ هذا السائلَ باسمِ العرقِ . فالتعرّقُ يُساعِدُ على تنظيمِ درجةِ حرارةِ جسمِك . خلالَ التمارينِ الرياضيّةِ العنيفةِ ، وفي الأيّامِ الحارّةِ أو عندَ الإصابةِ بالحمّى فإنّك تعرقُ . عندما يتبخّرُ العرقُ من جلدِك يُصبِحُ جلدُك باردًا . ويبردُ الدمُ الذي ينسابُ عبر الجلدِ أيضًا ، فتنخفضُ درجةُ حرارةِ الجسمِ . بهذه الطريقةِ يعملُ الجلدُ بمثابةِ جهازِ تكييفٍ داخلَ جسمِك . عندما يبردُ جسمُك تضيقُ الأوعيةُ الدمويّةُ ، وهذا معناه تدفّقٌ أقلُّ للدمِ بالقربِ من سطحِ الجسمِ وفقدانٌ أقلُّ للحرارةِ من الجسمِ ويظلُّ جسمُك دافئًا .

فكِّرْ في الأحاسيسِ التي يُمكِنُ أن يشعرَ بها جلدُك ، فالجلدُ عضوُ حسٍّ . تحتوي الأدمةُ على أنواعٍ عديدةٍ من النهاياتِ العصبيّةِ تُسمّى المستقبلاتِ الحسّيّةَ . هناك مستقبِلٌ حسّيٌّ خاصٌّ لكلٍّ من البرودةِ والحرارةِ والألمِ والضغطِ واللّمسِ . كلُّ مستقبِلٍ يستجيبُ لتغيّرٍ أو مؤثّرٍ في البيئةِ . لا يوجَدُ لديك العددُ نفسُه من كلِّ نوعٍ من المستقبلاتِ الحسّيّةِ . على سبيلِ المثالِ ، توجَدُ مستقبلاتُ ألمٍ أكثرَ من أيِّ نوعٍ آخرَ . لبعضِ أجزاءِ جسمِك ، أيضًا ، مستقبلاتٌ من نوعٍ واحدٍ أكثرَ من غيرِها . على سبيلِ المثالِ ، لديك مستقبلاتٌ كثيرةٌ للّمسِ في قمّةِ أصابعِك وراحةِ يديك وفي طرفِ لسانِك وشفتيك أكثرَ من أيِّ أجزاءٍ أخرى في جسمِك .

أنت والمجتمعُ

إكسابُ المهاراتِ Skill Builder

إعلاناتٌ لمعالجةِ حبِّ الشبابِ

هناك أنواعٌ مختلِفةٌ كثيرةٌ من علاجاتِ حبِّ الشبابِ مطروحةٌ للبيعِ في الأسواقِ . أغلبُ المعلوماتِ التي تحصلُ عليها عن هذه الأساليبِ العلاجيّةِ هي من الجرائدِ أو المجلّاتِ وكذلك من الإعلاناتِ التجاريّةِ في الراديو والتلفزيونِ . تُصاغُ الإعلاناتُ عادةً عن طريقِ شخصٍ ما يعملُ في إحدى الشركاتِ . قبلَ أن تشتريَ المنتجَ يجبُ عليك أن تُقيّمَ ادّعاءاتِ الإعلانِ .

1. أحضِرْ جريدةً أو مجلّةً فيها إعلانٌ عن علاجِ حبِّ الشبابِ .
2. اكتبِ اسمَ المنتجِ .
3. اقرإِ الإعلانَ بعنايةٍ ، ثمّ ضَعْ قائمةً من الأسئلةِ التي تُحِبُّ أن تحصلَ على إجاباتٍ عنها قبلَ أن تُكذِّبَ أو تُصدِّقَ ادّعاءاتِ الإعلانِ .
4. حلِّلْ أسئلتَك .

(أ) إذا كانَ السؤالُ يطلبُ مزيدًا من المعلوماتِ ، فضَعْ حرفَ (أ) أمامَ السؤالِ .

(ب) إذا كانَ السؤالُ عن مصدرِ المعلوماتِ ، فضَعْ حرفَ (ب) أمامَ السؤالِ .

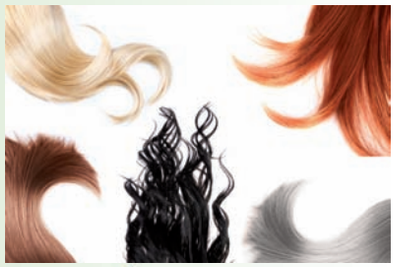
(جـ) إذا كانَ السؤالُ عن الدليلِ أو إثباتِ صحّةِ الادّعاءاتِ ، فضَعْ حرفَ (جـ) أمامَ السؤالِ .

5. ما الأسبابُ التي تدفعُك إلى التشكيكِ بالادّعاءاتِ في الإعلانِ؟
6. ما الأسئلةُ التي تستطيعُ أن تسألَها لتعزيزِ الثقةِ في ادّعاءاتِ الإعلانِ؟
7. ما الذي يُمكِنُك أن تفعلَه لتُؤكِّدَ أن المنتجَ يُؤدّي ما تمَّ إعلانُه من ادّعاءاتٍ؟
8. ما الذي يجبُ أن تقولَه لشخصٍ ما عن شخصٍ قرأَ أو سمعَ الإعلانَ؟
9. هل ستشتري وتستخدمُ المنتجَ في إعلانِك؟ فسِّرْ إجابتَك .

الجلدُ ولونُ الشعرِ

Skin and Hair Color

الجلدُ والشعرُ ولونُ العينين فوارقُ واضحةٌ بينَ الناسِ . هذه الصفاتُ الوراثيّةُ تُسبِّبُها الصبغةُ أو الملوِّنُ المسمّى بالميلانينِ . الميلانينُ تُنتِجُه طبقةٌ خلويّةٌ في البشرةِ . كمّيّةُ الميلانينِ الموجودةُ في جلدِك تُحدِّدُ لونَ جلدِك . هناك مدًى كبيرٌ لألوانِ الجلدِ . الأشخاصُ الذين لديهم كمّيّةٌ كبيرةٌ من الميلانينِ لهم جلدٌ أسودُ أو بنّيٌّ قاتمٌ . الأشخاصُ الذين لديهم الميلانينُ مع مادّةٍ أخرى تُسمّى الكاروتينَ لديهم جلدٌ أحمرُ أو أصفرُ . الأشخاصُ الذين لديهم القليلُ من الميلانينِ لديهم جلدٌ أسمرُ فاتحٌ أو بنّيٌّ . بعضُ الأشخاصِ ليسَ لديهم ميلانينٌ ، تكونُ جلودُهم بيضاءَ أو قرنفليّةً (ورديّةً) وشعرُهم أيضًا أبيضَ .



شكلُ 15
اختلافُ ألوانِ الجلدِ والشعرِ .

أنت والعلومُ

بثراتٌ وندباتٌ

يُمكِنُ أن يتكوّنَ لأيِّ شخصٍ بثرةٌ في الجلدِ ، ولكن بعضُ الناسِ خصوصًا من هم في سنِّ المراهقةِ ، يُعانون من حبِّ الشبابِ الذي يظهرُ نتيجةَ اضطرابٍ في الجلدِ بسببِ الزيتِ وثقوبِ الجلدِ المسدودةِ والبكتيريا ، ويكونُ حبُّ الشبابِ أكثرَ شيوعًا عندَ الأشخاصِ ذوي البشرةِ الدهنيّةِ . الكمّيّةُ المتزايدةُ من المادّةِ الزيتيّةِ المنتجةِ بواسطةِ الغددِ الدهنيّةِ تسدُّ ثقوبَ الجلدِ ، ثمّ تنمو البكتيريا في المادّةِ الزيتيّةِ ، هذه البكتيريا تُحدِثُ تغيّراتٍ في المادّةِ الزيتيّةِ ممّا يُسبِّبُ إثارةَ الجلدِ المحيطِ ، وتكونُ النتيجةُ عادةً بثرةً . أحيانًا يتكوّنُ رأسٌ أسودُ للبثرةِ عندما يُحدِثُ الهواءُ تغيّرًا كيميائيًّا . على كلِّ حالٍ ، يجبُ على الأشخاصِ الذين يُعانون من حبِّ الشبابِ أن يعرضوا أنفسَهم على إخصائيِّ أمراضٍ جلديّةٍ . فالعلاجُ الطبّيُّ يُمكِنُ أن يُساعِدَ على منعِ ندباتِ حبِّ الشبابِ .

أفكارٌ للعنايةِ بالجلدِ Skin Care Hints
اغسلْ وجهَك بانتظامٍ مرّتين أو ثلاثَ مرّاتٍ يوميًّا بالماءِ والصابونِ .
بعدَ الاستحمامِ استخدِمْ كريمًا أو غسولًا مرطِّبًا للجلدِ .
لا تستخدِمْ مستحضراتِ التجميلِ الدهنيّةَ ، وأزِلْ مستحضراتِ التجميلِ قبلَ النومِ .
استخدِمْ دائمًا واقيَ الشمسِ عندما تكونُ خارجَ المنزلِ .
أجرِ تمارينَ رياضيّةً بانتظامٍ .
يُفضَّلُ أن يكونَ عددُ ساعاتِ نومِك من 7 إلى 8 ساعاتٍ يوميًّا .

أسئلة مراجعة

الدرسُ 1–3

اختبِرْ وفسِّرْ

1. ما الطبقتانِ الأساسيّتانِ للجلدِ؟
2. اكتبْ قائمةً بوظائفِ الجلدِ .
3. **المضاهاةُ**: اكتبْ أسماءَ أجزاءِ الجلدِ التي تُوضِّحُ أفضلَ مضاهاةٍ مع وظيفةِ الأشياءِ الشائعةِ التاليةِ: مكيِّفِ هواءٍ ، زيتٍ أو شحمٍ للسيّارةِ ، ترمومترٍ ، دهانٍ أو طلاءٍ .
4. **وضِّحْ**: استخدِمْ قطعةً مبلَّلةً بالماءِ أو بالكحولِ لتُوضِّحَ تأثيرَ البرودةِ الناتجةِ عن التبخّرِ على الجلدِ . **تحذيرٌ**: الكحولُ مادّةٌ سامّةٌ . اكتبْ فقرةً تُفسِّرُ كيف تنشأُ برودةُ الجلدِ عن طريقِ التبخّرِ .

ملخّصُ المفاهيمِ Concept Summary

(1 – 1) الجهازُ الهيكليُّ

• العظامُ والغضاريفُ والأوتارُ والأربطةُ ، جميعُها تُكوِّنُ الجهازَ الهيكليَّ للإنسانِ .

• تُصنَّفُ العظامُ حسبَ أشكالِها إلى مسطَّحةٍ أو طويلةٍ أو قصيرةٍ أو غيرِ منتظِمةٍ .

• الهيكلُ العظميُّ للإنسانِ له مفاصلُ عديمةُ الحركةِ وقليلةُ الحركةِ وواسعةُ الحركةِ .

• توجَدُ أربعةُ أنواعٍ من المفاصلِ الواسعةِ الحركةِ هي الرزّيُّ ، الكرةُ والحقُّ ، المحوريُّ ، الانزلاقيُّ .

• وظائفُ الجهازِ الهيكليِّ هي الدعامةُ والحمايةُ والتخزينُ وتكوينُ خلايا الدمِ .

(1 – 2) الجهازُ العضليُّ

• يسمحُ الجهازُ العضليُّ بالحركةِ الإراديّةِ للجهازِ الهيكليِّ والحركةِ اللاإراديّةِ للأعضاءِ .

• تتركّبُ العضلاتُ الهيكليّةُ والملساءُ والقلبيّةُ من حزمٍ من الخلايا العضليّةِ .

• تبذلُ العضلاتُ شغلًا بالانقباضِ فقط . تعملُ العضلاتُ في أزواجٍ مكوَّنةٍ من عضلةٍ باسطةٍ وعضلةٍ قابضةٍ .

• تعملُ العضلاتُ الهيكليّةُ متضافرةً مع العظامِ كأنظمةٍ للروافعِ .

(1 – 3) الجلدُ

• الجلدُ أكبرُ أعضاءِ الجسمِ . وظائفُه تشملُ الحمايةَ ، والتبريدَ ، وإفرازَ العرقِ ، وإفرازَ المادّةِ الدهنيّةِ أو الزيتيّةِ ، والتدعيمَ ، والاستقبالَ الحسّيَّ .

• الطبقتان الرئيسيّتان في الجلدِ هما: البشرةُ والأدمةُ . الغددُ العرقيّةُ وحويصلاتُ الشعرِ والغددُ الدهنيّةُ ومستقبلاتُ الحسِّ توجَدُ جميعُها في الأدمةِ .

• يكتسبُ الجلدُ والشعرُ والعيونُ اللونَ من صبغةِ الميلانينِ .

اختبِرْ مفرداتِك اللغويّةَ Check your Vocabulary

استخدِمِ المفرداتِ اللازمةَ لإكمالِ الجملِ التاليةِ حتّى تُصبِحَ صحيحةً:

1. معظمُ هيكلِ الطفلِ الحديثِ الولادةِ مكوَّنٌ من ..... .
2. للدجاجةِ والبقرةِ والإنسانِ هيكلٌ عظميٌّ يُسمّى ..... .
3. تتّصلُ العضلاتُ بالعظامِ عن طريقِ ..... .
4. العمودُ الفقاريُّ مكوَّنٌ من ..... .
5. عضلةُ القلبِ فحسب مكوَّنةٌ من ..... .
6. الرزّيُّ ، الكرةُ والحقُّ ، المحوريُّ ، الانزلاقيُّ أنواعٌ من ..... المتحرِّكةِ .
7. طبقةُ الجلدِ التي يُمكِنُ أن تراها هي ..... .
8. ..... تربطُ العظامَ عندَ المفصلِ .
9. أنت تُحرِّكُ جسمَك بانقباضِ ..... .
10. العضلةُ التي تُسبِّبُ استقامةَ المفصلِ تُسمّى ..... بينما العضلةُ التي تُسبِّبُ انثناءَ المفصلِ تُسمّى ..... .
11. الغددُ العرقيّةُ والغددُ الدهنيّةُ وحويصلاتُ الشعرِ جميعُها توجَدُ في ..... .
12. لا يُمكِنُك أن تتحكّمَ إراديًّا بـ ..... في جدرانِ أعضائِك الداخليّةِ .

اكتبْ تعبيراتِك اللغويّةَ Write your Vocabulary

اكتبْ جملاً مستخدِمًا مفرداتِ هذا الفصلِ . وضِّحْ أنّك تعرفُ ما تعنيه كلُّ كلمةٍ . راجِعْ مع أحدِ زملائِك لترى ما إذا كانَتْ جملُك صحيحةً .

أجِبْ عمّا يأتي بجملةٍ كاملةٍ:

1. اذكرْ مثالًا على عضلةٍ باسطةٍ وعضلةٍ قابضةٍ .
2. اذكرْ بعضَ خصائصِ العضلاتِ الهيكليّةِ .
3. ما الموادُّ التي يتمُّ إنتاجُها في طبقةِ الأدمةِ؟
4. اذكرْ مثالًا على كلِّ نوعٍ من أنواعِ المفاصلِ: الكرةِ والحقِّ ، الرزّيِّ ، المحوريِّ ، الانزلاقيِّ .
5. ما نوعُ العضلاتِ في القلبِ؟
6. ما وظائفُ الجهازِ الهيكليِّ؟
7. كيف تُصنَّفُ العظامَ؟ وما هي تصنيفاتُها الأربعةُ؟
8. ما الطبقتان الأساسيّتان في الجلدِ؟

حدِّدْ ما إذا كانتِ العبارةُ صحيحةً أم خطأً . اكتبْ صحيحةً إذا كانت صحيحةً ، وإذا كانَتْ خطأً ، غيِّرِ الكلماتِ التي تحتَها خطٌّ لتُصبِحَ العبارةُ صحيحةً:

9. العضلاتُ الهيكليّةُ تُؤدّي عملَها بالانقباضِ .
10. تعملُ العديدُ من عضلاتِك وعظامِك مع بعضِها كأحدِ أنظمةِ الروافعِ الذي يُعَدُّ فيه أحدُ المفاصلِ كمحورِ ارتكازٍ .
11. الغددُ العرقيّةُ والغددُ الدهنيّةُ والمستقبلاتُ الحسّيّةُ تقعُ في طبقةِ البشرةِ .
12. العظامُ والغضاريفُ والأوتارُ والأربطةُ أجزاءٌ من الجهازِ العضليِّ للإنسانِ .
13. وظائفُ الجلدِ تتضمّنُ التبريدَ والاستقبالَ الحسّيَّ .
14. الصبغةُ التي تُكسِبُ الجلدَ والشعرَ والعينين اللونَ هي الميلانينُ .
15. كلٌّ من العضلاتِ الهيكليّةِ والملساءِ عضلاتٌ لاإراديّةٌ .

طبِّقِ المفاهيمَ التي تعلّمْتَها للإجابةِ عن كلِّ سؤالٍ .

1. **صنِّفْ:** لأيِّ الكائناتِ التاليةِ هيكلٌ خارجيٌّ؟ ولأيٍّ منها هيكلٌ داخليٌّ؟

(أ) الإنسانُ (د) السرطانُ البحريُّ

(ب) البقرةُ (هـ) الدجاجةُ

(جـ) الجرادُ (و) الخنفساءُ

2. (أ) أيُّ نوعٍ من المفاصلِ يُسمّى حسبَ نوعِ الحركةِ التي يسمحُ بها؟

(ب) أيُّ نوعٍ من المفاصلِ يُسمّى حسبَ طريقةِ التقاءِ العظامِ في المفصلِ؟

3. **قارِنْ وباينْ:** ما الخصائصُ الثلاثُ المشترَكةُ في الأنواعِ الثلاثةِ من العضلاتِ؟
4. **قارِنْ وباينْ:** حدِّدِ اختلافين بينَ كلِّ زوجٍ من أنواعِ العضلاتِ الآتيةِ: (القلبيّةِ والهيكليّةِ ، الهيكليّةِ والملساءِ ، الملساءِ والقلبيّةِ) .

5. **عمِّمْ:** طبِّقْ ما تعلّمْتَه عن التبخّرِ وجهازِ تبريدِ الجسمِ . حدِّدْ سببًا واحدًا لبرودةِ جسمِك عندَ خروجِك من الحمّامِ . حدِّدْ طريقةً واحدةً لتبريدِ جسمِك عندما تشعرُ بالحرِّ .
6. اكتبْ قائمةً بثلاثِ عضلاتٍ قابضةٍ في جسمِك ، ثمّ صِفِ الحركةَ التي تُحدِثُها كلُّ عضلةٍ . بجانبِ اسمِ كلِّ عضلةٍ قابضةٍ بالقائمةِ ، اكتبِ اسمَ العضلةِ الباسطةِ التي تُكوِّنُ زوجًا مع العضلةِ القابضةِ في القائمةِ ، ثمّ صِفِ الحركةَ التي تُحدِثُها كلٌّ منهما .
7. **استنتِجْ:** أكثرُ من نصفِ عظامِك الـ (206) موجودٌ في قدميك ويديك . ما سببُ وجودِ عددٍ كبيرٍ من العظامِ في قدمي الإنسانِ ويديه؟ ما أهمّيّةُ هذه الحقيقةِ في حياتِك اليوميّةِ؟
8. **الصورةُ الغامضةُ:** الصورةُ الفوتوغرافيّةُ الموجودةُ في الصفحةِ (14) عبارةٌ عن صورةٍ بأشعّةِ أكس مجمَّلةٍ بالألوانِ لمفصلِ ركبةِ الإنسانِ . ارسمْ رسمًا يُوضِّحُ العظامَ كما تراها في صورةِ أشعّةِ أكس . اكتبْ أسماءَ العظامِ على الرسمِ .

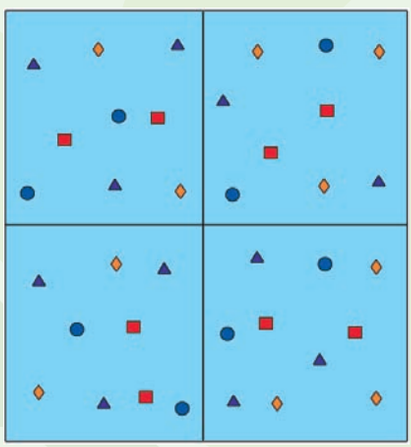
نم مهاراتك

استخدِمِ المهاراتِ التي تمَّتْ تنميتُها في هذا الفصلِ لإكمالِ كلِّ نشاطٍ .

1. فسِّرِ البياناتِ Interpret Data

يُوضِّحُ المخطَّطُ خريطةً للمستقبلاتِ الحسّيّةِ في قطعةٍ صغيرةٍ جدًّا من الجلدِ .

المفتاحُ ● **مستقبلُ البرودةِ** ■ **مستقبلُ الحرارةِ** ◆ **مستقبلُ الضغطِ** ▲ **مستقبلُ الألمِ**



(أ) أيُّ نوعٍ يُمثِّلُ الأكثريّةَ؟ وأيُّ نوعٍ يُمثِّلُ الأقلّيّةَ؟
(ب) أيُّ جزءٍ من الجسمِ قد تُوضِّحُه هذه الخريطةُ؟ لماذا؟

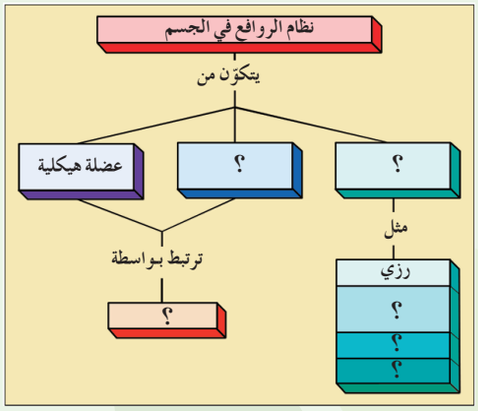
2. بنكُ البياناتِ Data Bank

لاحِظْ كيف يُمكِنُك تحريكُ المفاصلِ الآتيةِ: الورك ، المرفق ، مفصلِ الإبهامِ . في اعتقادِك ، أيُّ نوعٍ من المفاصلِ ينتمي إليه كلٌّ منها؟ لماذا؟

مهارة الاتصال

1. خريطةُ المفاهيمِ Link the Concepts

تُوضِّحُ خريطةُ المفاهيمِ التاليةُ كيف ترتبطُ بعضُ المفاهيمِ في هذا الفصلِ ببعضِها . وقد تمَّ ملءُ جزءٍ من الخريطةِ . انسخِ الخريطةَ وأكمِلْها مستخدِمًا الكلماتِ والأفكارَ الواردةَ في هذا الفصلِ .



2. العلومُ والفنُّ Science and Art

ارسمْ أو كوِّنْ نموذجًا لكلٍّ من خلايا الأنسجةِ التاليةِ:

(أ) خليّةِ الجلدِ

(ب) خليّةِ عضلةٍ ملساءَ

(جـ) خليّةِ عظميّةٍ

3. أنت والعلومُ Science and You

هل سبقَ وكسرْتَ أحدَ عظامِك؟ الأنواعُ الثلاثةُ من الكسورِ هي: جزئيٌّ ، بسيطٌ ، مركّبٌ . ابحثْ في الكتبِ المرجعيّةِ لتتوصّلَ إلى نوعٍ من الكسورِ . وضِّحْ كلَّ نوعٍ بإحدى الطرقِ مثلِ الرسمِ أو عملِ نموذجٍ من الصلصالِ . اكتبْ وصفًا لكلِّ نوعٍ .

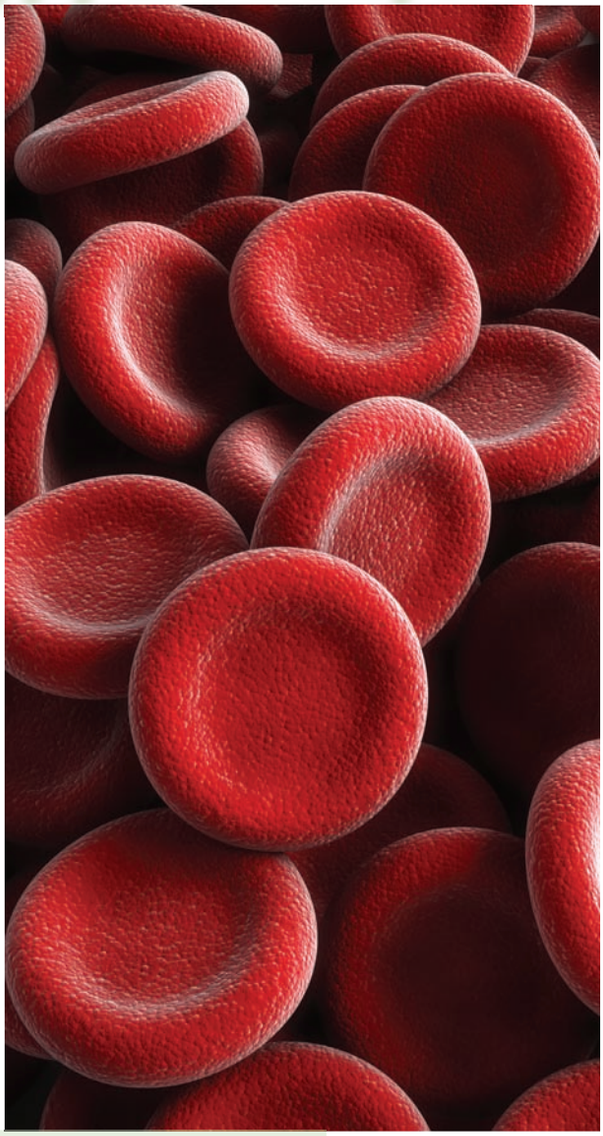
4. العلومُ والرياضيّاتُ Science and Math

قِسْ طولَ أكبرِ عددٍ ممكنٍ من العظامِ الطويلةِ في ذراعيك ورجليك وأصابعِك . نظِّمْ بياناتِك في جدولٍ . أيُّ العظامِ الطويلةِ هي الأطولُ في جسمِك؟ بكم مرّةً هي أطولُ من أقصرِ عظمةٍ طويلةٍ قمْتَ بقياسِها؟

الفصلُ الثاني

الإمدادُ والنقلُ

Supply and Transport



ماذا ترى في هذه الصورة؟

"أرى كراتٍ كبيرةً ومقعَّرةً (أو مفلطحةً) تجري في نوعٍ من السوائلِ. أعتقدُ أنّها خلايا الدمِ الحمراءُ."

دروسُ الفصلِ

2-1 الجهازُ الهضميُّ

2-2 الجهازُ الدوريُّ

2-3 الجهازُ التنفّسيُّ

2-4 الجهازُ الإفراغيُّ

2–1 الجهازُ الهضميُّ
Digestive System

الأهدافُ

في نهايةِ هذا الدرسِ يجبُ أن يكونَ الطالبُ قادرًا على أن:

- يتتبّعَ مسارَ الطعامِ خلالَ الجهازِ الهضميِّ .
- يُسمّيَ ويصفَ الأعضاءَ المستخدَمةَ في الهضمِ .
- يربطَ كيف يُساعِدُ الهضمُ الميكانيكيُّ على حدوثِ الهضمِ الكيميائيِّ .
- يُعرِّفَ **المصطلحاتِ الأساسيّةَ:** الهضمَ ، الموادَّ الغذائيّةَ ، الهضمَ الميكانيكيَّ ، الهضمَ الكيميائيَّ ، الخملاتِ .

نشاط

الاتّصالُ

رحلةٌ غريبةٌ

ما الطعامُ الذي تناولْتَه مؤخَّرًا؟ اخترْ أحدَ أصنافِ الطعامِ، وصِفْ بالتفصيلِ رحلتَه من قضمتِك الأولى إلى معدتِك. اقرأْ وصفَك لأحدِ زملائِك. هل تتشابهُ أوصافُك مع أوصافِ زملائِك أو تختلفُ عنها؟

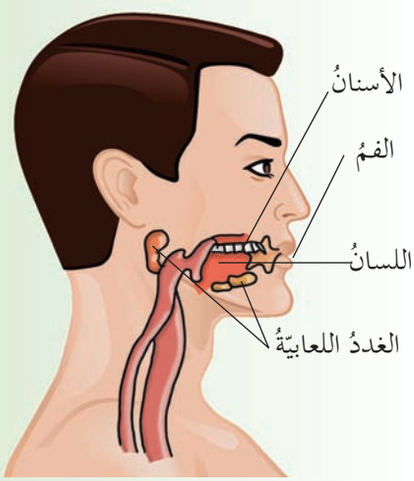
لماذا تحتاجُ إلى الطعامِ؟ إنّك تحتاجُ إلى الطعامِ لأنّ خلايا جسمِك تحتاجُ إلى إمدادٍ مستمرٍّ من الطاقةِ والموادِّ لتبنيَ خلايا جديدةً ، وتُصلِحَ أو تُرمِّمَ القديمةَ . الطعامُ يمدُّ الجسمَ بالموادِّ والطاقةِ ، لكنّ جسمَك لا يُمكِنُه استخدامُ الطعامِ بالصورةِ التي يوجَدُ عليها عندَ تناولِه . فلا بدَّ أن **يُفتَّتَ الطعامُ إلى أجزاءٍ أبسطَ تركيبًا كي يستطيعَ جسمُك استخدامَها** . هذه العمليّةُ تُسمّى **الهضمَ** **digestion** .

الهضمُ
Digestion

الموادُّ الموجودةُ في الطعامِ والتي يحتاجُ إليها جسمُك لكي يعيشَ وينموَ تُسمّى الموادَّ الغذائيّةَ **nutrients** . الكربوهيدراتُ والبروتيناتُ والدهونُ عبارةٌ عن ثلاثةِ أنواعٍ مهمّةٍ من الموادِّ الغذائيّةِ في الطعامِ . عندما يهضمُ جسمُك الطعامَ فإنّ الموادَّ الغذائيّةَ الموجودةَ فيه تتكسّرُ حتّى تذوبَ أو تُنقَلَ عبرَ الماءِ . تُمتَصُّ الموادُّ الغذائيّةُ ثمّ تنتقلُ إلى دمِك ومنه إلى خلايا جسمِك .

يحدثُ الهضمُ في سلسلةٍ من الأعضاءِ تُسمّى القناةَ الهضميّةَ . عندما يتحرّكُ الطعامُ خلالَ هذه الأعضاءِ يخضعُ للتغيّراتِ الكيميائيّةِ والفيزيائيّةِ .

تتمُّ التغيّراتُ الفيزيائيّةُ للطعامِ نتيجةً للهضمِ الميكانيكيِّ **mechanical digestion** . أثناءَ هذا الهضمِ ، يتمُّ تفكيكُ الطعامِ إلى قطعٍ أصغرَ . انظرْ إلى الشكلِ (16) . يبدأُ الهضمُ الميكانيكيُّ في فمِك عندما تقضمُ وتطحنُ وتهرسُ أسنانُك الطعامَ .

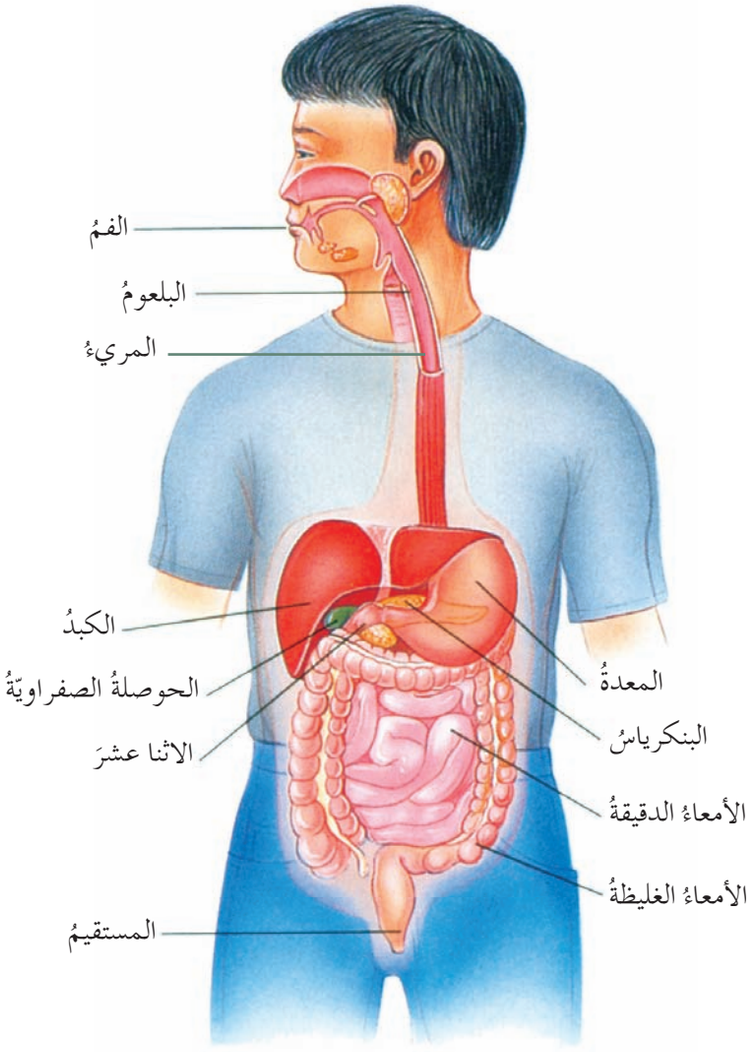


شكلُ 16
يبدأُ كلٌّ من الهضمِ الميكانيكيِّ والكيميائيِّ في الفمِ .

الهضمُ الكيميائيُّ chemical digestion هو أيضًا **يُسبِّبُ تغيّراتٍ كيميائيّةٍ.** تحدثُ التغيّراتُ الكيميائيّةُ عندما تتفكّكُ الموادُّ الغذائيّةُ في الطعامِ إلى جزيئاتٍ أبسطَ تركيبًا معظمُها تذوبُ في الماءِ . يتغيّرُ الطعامُ كيميائيًّا بواسطةِ موادَّ تُسمّى الأحماضَ والقلويّاتِ والأنزيماتِ . تُنتِجُ الغددُ المختلِفةُ الموزَّعةُ في الجهازِ الهضميِّ هذه الموادَّ . الأنزيماتُ عبارةٌ عن الموادِّ الكيميائيّةِ التي تزيدُ من سرعةِ التفاعلاتِ الكيميائيّةِ .

عمليّةُ الهضمِ
Process of Digestion

عندما تأكلُ ، يتحرّكُ الطعامُ حوالى 8 أمتارٍ في قناتِك الهضميّةِ ، وقد تستغرقُ هذه الرحلةُ يومًا واحدًا أو أكثرَ . كلُّ عضوٍ في الجهازِ الهضميِّ يُؤدّي وظائفَ مختلِفةً من الهضمِ الميكانيكيِّ والكيميائيِّ . أثناءَ قراءتِك للدرسِ تتبَّعْ مسارَ الهضمِ في شكلِ (17) .



شكلُ 17
يقومُ الطعامُ الذي تتناولُه برحلةٍ طويلةٍ عبرَ جهازِك الهضميِّ .

حاول إجراء ما يلي

إنّه يتفكّكُ! نشاط

في هذا النشاطِ ، سوف تُحاكي عمليّةَ تفكّكِ أو هضمِ جزيئاتِ الدهونِ في الأمعاءِ الدقيقةِ .

1. املأْ وعاءين من البلاستيكِ إلى منتصفيهما بالماءِ . أضِفْ قطراتٍ قليلةً من الزيتِ إلى كلٍّ منهما .
2. أضِفْ $\frac{1}{4}$ ملعقةٍ من صودا الخبيزِ (كربوناتِ الصوديومِ الهيدروجينيّةِ) إلى أحدِ الوعاءين .
3. قلِّبْ محتوَياتِ كلٍّ من الوعاءين . سجِّلْ ملاحظاتِك .

الملاحظةُ: في أيِّ وعاءٍ يبدأُ الزيتُ بالتفتّتِ؟ ما المادّةُ التي تُمثِّلُها صودا الخبيزِ؟

الفمُ Mouth

يبدأُ الهضمُ في فمِك . عندما تمضغُ قضمةً من الطعامِ فإنّها تتفتّتُ إلى قطعٍ أصغرَ وتختلطُ باللعابِ . يحتوي اللعابُ على الماءِ والمخاطِ وأحدِ الأنزيماتِ . يُحوِّلُ الأنزيمُ النشا إلى جزيئاتٍ أبسطَ من السكّرِ . الماءُ والمخاطُ في اللعابِ يجعلان الطعامَ أكثرَ لينًا وأسهلَ للبلعِ . يُحرِّكُ لسانُك الطعامَ من جانبٍ إلى آخرَ في فمِك عندما يتمُّ مضغُه . عندما تبتلعُ ، يتحرّكُ الطعامُ إلى المريءِ مرورًا بالبلعومِ .

المريءُ Esophagus

ينتقلُ الطعامُ من فمِك إلى معدتِك بواسطةِ أنبوبةٍ عضليّةٍ تُسمّى المريءَ . انظرْ إلى الشكلِ (17) في الصفحةِ 39 وحدِّدْ موضعَ المريءِ . يبلغُ طولُ المريءِ حوالى 25 سم . يُدفَعُ الطعامُ إلى أسفلِ المريءِ بواسطةِ انقباضِ وانبساطِ العضلاتِ فيه ، هذا النوعُ من الفعلِ العضليِّ يُسمّى الحركةَ الدوديّةَ . توجَدُ حلقةٌ من العضلاتِ عندَ قاعدةِ المريءِ تقومُ بحراسةِ مدخلِ معدتِك . تنبسطُ هذه العضلاتُ لتسمحَ للطعامِ بأن يمرَّ إلى معدتِك ، بعدَ ذلك ، تنقبضُ مرّةً أخرى لتمنعَ الطعامَ من الارتدادِ إلى مريئِك .

المعدةُ Stomach

الانقباضاتُ الإيقاعيّةُ للعضلاتِ القويّةِ في جدارِ معدتِك تهرسُ الطعامَ إلى عجينةٍ وتخلطُه مع العصارةِ المعديّةِ ، وهذه العصارةُ التي يتمُّ تكوينُها في جدارِ المعدةِ تحتوي على أنزيمِ الببسينِ وحمضِ الهيدروكلوريكِ والمخاطِ الذي يحمي الطبقةَ الكثيفةَ الداخليةَ لغشاءِ المعدةِ من العصارةِ المعديّةِ الحامضيّةِ . تعملُ الأنزيماتُ مثلُ الببسينِ على تفتيتِ البروتيناتِ بمساعدةِ حمضِ الهيدروكلوريكِ الذي يلعبُ دورًا أيضًا في قتلِ معظمِ الجراثيمِ عند دخولِها مجرى الجهازِ الهضميِّ .

يُصبِحُ الطعامُ مخلوطًا سائلًا غليظَ القوامِ في معدتِك ، ورويدًا رويدًا تخرجُ من هذا المخلوطِ كمّيّاتٌ صغيرةٌ من خلالِ حلقةٍ أخرى من العضلاتِ إلى أمعائِك الدقيقةِ . بعدَ تناولِ الوجبةِ تنقضي حوالى ساعتين إلى 6 ساعاتٍ حتّى تُصبِحَ معدتُك فارغةً .

الأمعاءُ الدقيقةُ Small Intestine

الجزءُ التالي في القناةِ الهضميّةِ عبارةٌ عن أنبوبةٍ ضيّقةٍ كثيرةِ الثنياتِ ، حيث يُستكمَلُ هضمُ الطعامِ ويتمُّ امتصاصُه . هذه هي أمعاؤُك

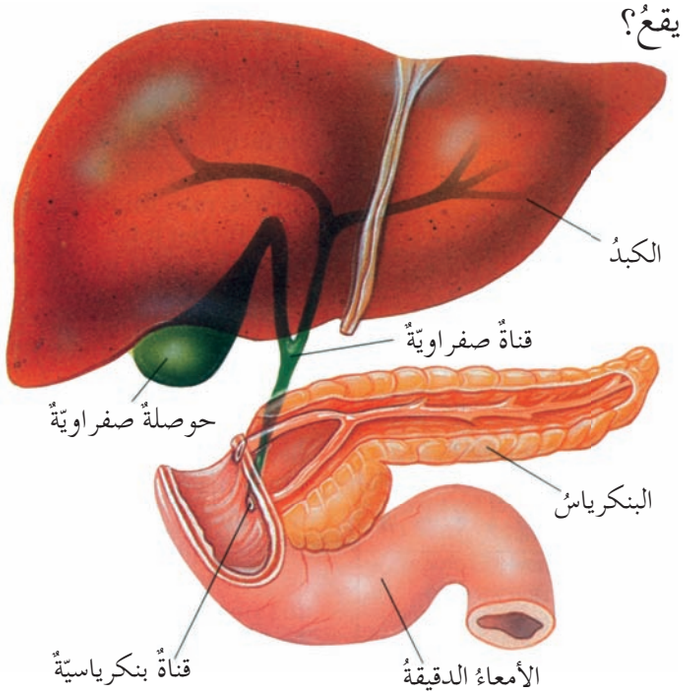
الدقيقةُ ، التي يبلغُ قطرُها 2,5 سم وطولُها 7 أمتارٍ . يبلغُ طولُ أمعائِك الدقيقةِ أكثرَ من أربعةِ أو خمسةِ أضعافِ طولِك! انظرْ إلى الأمعاءِ الدقيقةِ في الشكلِ (17) في الصفحةِ 39 . تُسمّى الخمسةُ وعشرون سنتيمترًا الأولى من الأمعاءِ الدقيقةِ "الاثني عشرَ" . بتحرّكِ المخلوطِ السائلِ غليظِ القوامِ من المعدةِ إلى الاثني عشرَ ، يُفرَزُ المزيدُ من العصاراتِ الهضميّةِ . يتمُّ إنتاجُ هذه العصاراتِ الهضميّةِ في الكبدِ والبنكرياسِ والأمعاءِ الدقيقةِ . تحتوي العصارةُ الهضميّةُ المنتَجةُ بواسطةِ الأمعاءِ الدقيقةِ على الأنزيماتِ والموادِّ التي تخفِّفُ من حموضةِ الطعامِ .

أثناءَ عملِ العصاراتِ الهضميّةِ ، يتمُّ دفعُ مخلوطِ الطعامِ السائلِ غليظِ القوامِ عبرَ الأمعاءِ الدقيقةِ بواسطةِ الحركةِ الدوديّةِ . أثناءَ هذه المرحلةِ من الرحلةِ يتمُّ امتصاصُ الأحماضِ الأمينيّةِ الناتجةِ عن هضمِ البروتيناتِ ، وتتّجهُ السكّريّاتُ البسيطةُ الناتجةُ عن هضمِ الكربوهيدراتِ بالتدريجِ إلى الشعيراتِ الدمويّةِ ، بينما يتمُّ امتصاصُ الدهونِ المفتَّتةِ إلى الشعيراتِ اللمفاويّةِ ، يتمُّ أيضًا امتصاصُ الماءِ والمعادنِ والفيتامينات إلى الأوعيةِ الدمويّةِ واللمفاويّةِ . يحدثُ هذا الامتصاصُ عبرَ بطانةِ الأمعاءِ الدقيقةِ .

الكبدُ

Liver

يقومُ الكبدُ بوظائفَ عديدةٍ منها المساعدةُ في الهضمِ . في شكلِ (18) يُمكِنُك أن ترى منظرًا للكبدِ . انظرْ إلى الكبدِ في الجهازِ الهضميِّ في شكلِ (17) . أين يقعُ؟



شكلُ 18

الكبدُ ، البنكرياسُ ، الأمعاءُ الدقيقةُ تُنتِجُ موادَّ كيميائيّةً تُستخدَمُ في الهضمِ . ما وظيفةُ الحوصلةِ الصفراويّةِ؟

يُنتِجُ الكبدُ العصارةَ الصفراويّةَ ، وهي عبارةٌ عن خليطٍ من الموادِّ . وعلى الرغمِ من أنّ العصارةَ الصفراويّةَ لا تحتوي على أنزيماتٍ هاضمةٍ ، إلّا أنّها تحتوي على أملاحِ الصفراءِ . تُساعِدُ أملاحُ الصفراءِ على هضمِ الدهونِ ، فهي مهمّةٌ لأنّ الدهونَ لا يتمُّ هضمُها بالكاملِ عندَ وصولِها إلى الأمعاءِ الدقيقةِ .

تُخزَّنُ العصارةُ الصفراويّةُ التي كوّنَها الكبدُ في الحوصلةِ الصفراويّةِ . انظرْ إلى الحوصلةِ الصفراويّةِ في شكلِ (18) . تصبُّ الحوصلةُ الصفراويّةُ عصارةَ الصفراءِ في الأمعاءِ الدقيقةِ . خلالَ القناةِ الصفراويّةِ تقومُ الصفراءُ بتجزيءِ أو تفتيتِ كراتِ الدهنِ الصغيرةِ إلى قطيراتٍ أصغرَ من الدهونِ .

البنكرياسُ

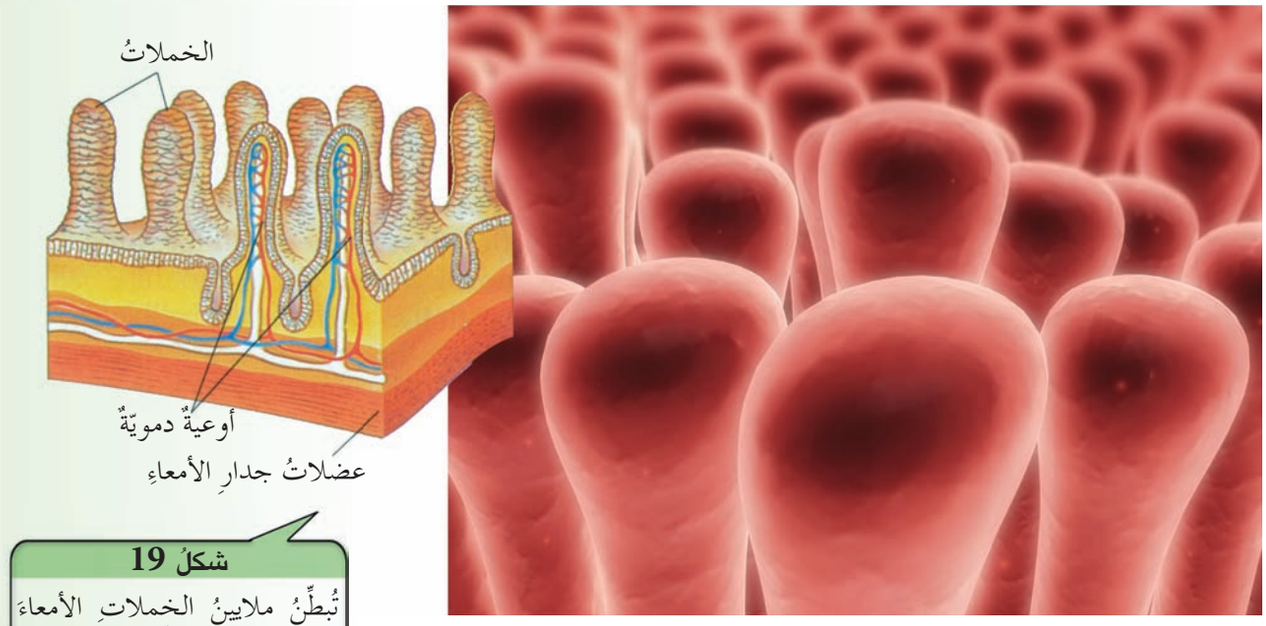
Pancreas

يُوضِّحُ شكلُ (18) البنكرياسَ الذي يُساعِدُ على الهضمِ بواسطةِ إفرازِ العصاراتِ البنكرياسيّةِ إلى الأمعاءِ الدقيقةِ . تُنقَلُ العصاراتُ البنكرياسيّةُ إلى الأمعاءِ الدقيقةِ مع العصارةِ الصفراويّةِ وكلتاهما تدخلُ الأمعاءَ الدقيقةَ خلالَ القناةِ نفسِها . تُساعِدُ الأنزيماتُ العديدةُ الموجودةُ في العصاراتِ البنكرياسيّةِ وعصاراتِ الأمعاءِ الدقيقةِ على هضمِ الكربوهيدراتِ والدهونِ والبروتيناتِ .

الامتصاصُ

Absorption

تُمتَصُّ معظمُ الموادِّ الغذائيّةِ من الطعامِ في أمعائِك الدقيقةِ . لهذا السببِ فإنّ للأمعاءِ الدقيقةِ مساحةَ سطحٍ ضخمةً للغايةِ . في الواقعِ ، إذا ما تمَّ بسطُ بطانةِ الأمعاءِ الدقيقةِ فإنّها ستُغطّي ملعبًا للكرةِ . قد تعتقدُ أنّ السطحَ الداخليَّ للأمعاءِ الدقيقةِ أملسُ ولكنّه ليسَ كذلك **فالأمعاءُ الدقيقةُ مبطّنةٌ ببروزاتٍ أو نتوءاتٍ إصبعيّةِ الشكلِ** تُسمّى **الخملاتِ villi** . يُمكِنُك أن ترى الخملاتِ في شكلِ (19) . الخملاتُ عبارةٌ عن تراكيبَ تزيدُ مساحةَ سطحِ الأمعاءِ الدقيقةِ من الداخلِ . كما يساعدُ على زيادةِ كميّةِ الموادِّ الممتصّةِ عبر غشاءِ الأمعاءِ الدقيقةِ . تتّصلُ بطانةُ الأمعاءِ الدقيقةِ بشبكةٍ واسعةٍ من الأوعيةِ الدمويّةِ . الجزيئاتُ البسيطةُ للموادِّ الغذائيّةِ المهضومةِ تمرُّ عبرَ بطانةِ الأمعاءِ الدقيقةِ إلى هذه الأوعيةِ الدمويّةِ . تنقلُ الأوعيةُ الدمويّةُ هذه الجزيئاتِ من الموادِّ الغذائيّةِ إلى جميعِ أنحاءِ الجسمِ . تتحرّكُ الموادُّ المتبقّيةُ والتي لا يُمكِنُ هضمُها والماءُ الذي لم يُمتَصَّ في الأمعاءِ الدقيقةِ عبرَ حلقةٍ أخرى من العضلاتِ إلى الأمعاءِ الغليظةِ . يبلغُ طولُ الأمعاءِ الغليظةِ إلى حوالى 1.5 مترٍ في الطولِ وقطرُها حوالى 6 سنتيمتراتٍ . تمتصُّ جدرُ الأمعاءِ الغليظةِ الماءَ المتبقّيَ .



شكلُ 19
تُبطِّنُ ملايينُ الخملاتِ الأمعاءَ الدقيقةَ . الصورةُ الفوتوغرافيّةُ تُوضِّحُ الخملاتِ مكبَّرةً 300 ضعفٍ . تركيبُ الخملاتِ موضَّحٌ إلى اليسارِ .

وبامتصاصِ الماءِ الزائدِ تدريجيًّا فإنّ محتوَياتِ الأمعاءِ الغليظةِ تُصبِحُ شبهَ صلبةٍ ويُطلَقُ عليها اسمُ البرازِ . يحتوي البرازُ على الطعامِ الذي لا يُمكِنُ هضمُه مثلِ قشرِ التفّاحِ وبذورِ الخيارِ وغيرِها . من ناحيةٍ ثانيةٍ تُعَدُّ هذه الموادُّ الغنيّةُ بالألياف مهمّةً لأنّها تُساعِدُ على المحافظةِ على تحرّكِ الطعامِ خلالَ قناتِك الهضميّةِ . المكوّناتُ الأخرى من البرازِ عبارةٌ عن بكتيريا ميتةٍ وقطعٍ صغيرةٍ من بطانةِ القناةِ الهضميّةِ نتيجةً لاحتكاكِ الطعامِ أثناءَ مرورِه عبرَها .

يتحرّكُ البرازُ إلى المستقيمِ عندَ الطرفِ السفليِّ للأمعاءِ الغليظةِ . توجَدُ في نهايةِ المستقيمِ فُتحةٌ صغيرةٌ تُسمّى الشرجَ . ويقومُ الفعلُ العضليُّ لجدارِ المستقيمِ بطردِ البرازِ من خلالِ فُتحةِ الشرجِ إلى خارجِ الجسمِ .

اضطراباتُ الجهازِ الهضميِّ
Problems of the Digestive System

أنت مثلُ معظمِ الناسِ ، ولذلك فلا بدَّ أن تكونَ قد عانيْتَ من الاضطراباتِ الهضميّةِ في وقتٍ ما . فالاضطراباتُ الهضميّةُ مثلُ المغصِ ، الغثيانِ أو الدوارِ ، الإسهالِ ، والاضطراباتِ الأخرى المماثِلةِ شائعةُ الحدوثِ جدًّا . فجهازُك الهضميُّ يتعاملُ مع تدفّقٍ متزايدٍ من الموادِّ من خارجِ جسمِك . ففي كلِّ يومٍ يوجَدُ احتمالٌ أن تحتويَ الموادُّ التي تدخلُ جهازَك الهضميَّ على جراثيمٍ أو موادَّ كيميائيّةٍ قد تُسبِّبُ اضطرابَ الوظائفِ الطبيعيّةِ لمعدتِك وأمعائِك .

يحوي الجدولُ (1) قائمةً ببعضِ الاضطراباتِ الشائعةِ للجهازِ الهضميِّ . ترتبطُ العديدُ من هذه الاضطراباتِ بغذاءِ الشخصِ أو بأسلوبِ حياتِه . على سبيلِ المثالِ ، القرحُ وعسرُ الهضمِ ، هما أكثرُ الاضطراباتِ شيوعًا بينَ الناسِ الأكثرِ تعرّضًا للضغطِ أو التوتّرِ . من المحتمَلِ أنّك تعرفُ أيضًا أنّ عواطفَك تُؤثّرُ في هضمِك . على وجهِ العمومِ ، أفضلُ طريقةٍ لمنعِ الاضطراباتِ الهضميّةِ هي أن تتناولَ غذاءً متوازنًا من حيث الكمّيّاتُ الصحيحةُ من الطعامِ وأن تشربَ الماءَ بوفرةٍ .

نشاط

الصلةُ بعلمِ الصحّةِ

يحتاجُ جهازُك الهضميُّ إلى الموادِّ الليفيّةِ لتُساعِدَ على حركةِ الطعامِ خلالَ أمعائِك . سجِّلْ كمّيّةَ الألياف الغذائيّةِ التي تحصلُ عليها من الطعامِ الذي تتناولُه . الأليافُ الغذائيّةُ مدوَّنةٌ في الحقائقِ الغذائيّةِ على جميعِ معلّباتِ الطعامِ . أيُّ الأطعمةِ عاليةُ المحتوى من الألياف؟ وأيُّها أقلُّ؟ ما مقدارُ الألياف التي تحتاجُ إليها يوميًّا بالجرامات؟ هل تتناولُ أليافًا كافيةً؟

▼ **جدولُ (1) الاضطراباتُ الهضميّةُ**

الاضطراباتُ	الوصفُ	السببُ	العلاجُ
التهابُ الزائدةِ الدوديّةِ	الزائدةُ منتفخةٌ وملتهبةٌ	دخولُ الطعامِ والبكتيريا إلى الزائدةِ الدوديّةِ	التدخّلُ الجراحيُّ
الإمساكُ	البرازُ متصلِّبٌ جدًّا	امتصاصُ كمّيّةٍ كبيرةٍ من الماءِ في الأمعاءِ الغليظةِ	تناولُ الدواءِ المناسِبِ ، التغييرُ في نوعيّةِ الغذاءِ
الإسهالُ	البرازُ مائيٌّ بدرجةٍ كبيرةٍ	عدمُ امتصاصِ الماءِ بدرجةٍ كافيةٍ في الأمعاءِ الغليظةِ	تناولُ الدواءِ المناسِبِ ، التغييرُ في نوعيّةِ الغذاءِ
حصواتُ المرارةِ	ألمٌ في البطنِ	حصواتٌ «صلبةٌ» تتكوّنُ داخلَ الحوصلةِ الصفراويّةِ	تناولُ الدواءِ المناسِبِ ، الجراحةُ
حرقةُ القلبِ وحرقةُ المعدةِ والصدرِ	ألمٌ أسفلَ القلبِ	ارتدادُ محتوَياتِ المعدةِ إلى المريءِ	تغييرُ نوعيّةِ الغذاءِ ، تناولُ الدواءِ المناسِبِ
عسرُ الهضمِ	ألمٌ في البطنِ ، الإحساسُ بالغثيانِ ومغصٍ حادٍّ	عدمُ هضمِ الطعامِ بالكاملِ	تغييرُ عاداتِ تناولِ الطعامِ أو تغييرُ نوعيّةِ الغذاءِ
القرحةُ	بثرةٌ مفتوحةٌ في المعدةِ أو الاثني عشرَ	تآكلُ الأنسجةِ بواسطةِ الكمّيّةِ الزائدةِ من حمضِ المعدةِ	تغييرُ نوعيّةِ الغذاءِ ، تقليلُ التوتّرِ ، تناولُ الدواءِ المناسِبِ

لتجنُّبِ الاضطّراباتِ الهضميّةِ ، حاولْ تناولَ الأطعمةِ الصحّيّةِ التي تحتوي على البروتيناتِ والنشويّاتِ والدهونِ قليلة الدسمِ ، ويجبُ أن تهتمَّ بنوعيّةِ المأكولاتِ . عليكَ أن تأخذَ في الاعتبارِ الكمّيّاتِ وعددِ الوجباتِ في اليومِ الواحدِ .

أمّا في حالِ تعرُّضِك لاضطّرابٍ في الجهازِ الهضميِّ ، فاستشِرْ من هم أكبرُ سنًّا ، منك أو طبيبَ العائلةِ لتوجيهِك إلى ما يجبُ أن تفعلَه أو لعلاجِك . فالعلاجُ البسيطُ والسريعُ يساعدُك في الحفاظِ على صحّةِ جهازِك الهضميِّ .

نشاط

جمعُ البياناتِ

التفكيرُ في تناولِ الطعامِ

هل لاحظْتَ قبلَ ذلك كيف تُؤثِّرُ الأطعمةُ في جهازِك الهضميِّ؟ فعلى سبيلِ المثالِ ، بمَ تشعرُ معدتُك بعدَ أن تتناولَ كمّيّةً قليلةً جدًّا من الطعامِ؟ على مدارِ ثلاثةِ أيّامٍ ، اكتبْ قائمةً بجميعِ الأطعمةِ التي تتناولُها بالكمّيّاتِ التقريبيّةِ . بعدَ ذلك ، اكتبْ كيف تشعرُ بعدَ تناولِك للطعامِ . صِفْ كيف تُؤثِّرُ الأطعمةُ المختلفةُ والكمّيّاتُ التي تستهلكُها على جهازِك الهضميِّ .

العلمُ والمجتمعُ

اضطراباتٌ في تناولِ الطعامِ

هل سبقَ لك أن اتّبعْتَ نظامًا غذائيًّا لإنقاصِ وزنِك؟ بعضُ الناسِ يفقدون الوزنَ دونَ تحكّمٍ. عندما يحدثُ ذلك فإنّهم معرَّضون لخطرِ الإصابةِ باضطراباتِ تناولِ الطعامِ التي تُسمّى فقدَ الشهيّةِ العصبيَّ ، والنهمَ أو فرطَ الشهيّةِ ، وغالبًا ما يُؤثِّرُ هذان الاضطرابان في الإناثِ في العقدين الثاني والثالثِ من العمرِ. الأفرادُ المصابونُ بفقدِ الشهيّةِ العصبيِّ مقتنعون بأنّهم زائدو الوزنِ بغضِّ النظرِ عن مدى نحافةِ أجسامِهم. وهم يأكلون القليلَ أو لا يتناولون الطعامَ وغالبًا ما يُمارِسون التمريناتِ الرياضيّةَ بكثرةٍ شديدةٍ. قد يتسبّبُ إنقاصُ كمّيّاتِ الطعامِ أو عدمُ تناولِه بأن يُصبِحوا عصبيّين ويعملوا «بحدّةٍ» طوالَ الوقتِ. فقدُ الشهيّةِ العصبيُّ قد يضرُّ بصحّةِ الشخصِ بشدّةٍ ، وفي بعضِ الحالاتِ قد يُؤدّي إلى الموتِ. الناسُ المصابون بالنهمِ أو فرطِ الشهيّةِ يتناولون في الواقعِ كمّيّاتٍ كبيرةً من الطعامِ ، ولكنّهم يُخلِّصون أجسامَهم من الطعامِ لتجنّبِ زيادةِ الوزنِ. وللتخلّصِ من الطعامِ ، فإنّ أولئك الأشخاصَ ذوي الشهيّةِ المفرطةِ يُجبِرون أنفسَهم أحيانًا على التقيّؤِ بعدَ تناولِ الطعامِ ، وقد يتناولون المسهِّلاتِ أو المليِّناتِ ليُحرِّكوا الطعامَ خلالَ القناةِ الهضميّةِ قبلَ أن تتمكّنَ أمعاؤُهم من امتصاصِه. فرطُ الشهيّةِ قد يضرُّ بالمعدةِ والمريءِ والكبدِ والحوصلةِ الصفراويّةِ والبنكرياسِ وحتّى الأسنانِ. قد يُسبِّبُ فرطُ الشهيّةِ أيضًا الفشلَ الكلويَّ أو قصورَ القلبِ ، اللذان قد يُؤدِّيانِ إلى الموتِ. عادةً ما يستلزمُ علاجُ هذه الاضطراباتِ في تناولِ الطعامِ دخولَ المستشفى ، حيث يتعلّمُ المرضى القواعدَ السليمةَ للتغذيةِ ويحصلون على استشاراتٍ نفسيّةٍ. على الرغمِ من ذلك ، فهذه العلاجاتُ ليسَتْ مداواةً فعليّةً لهذه الاضطراباتِ. عوضًا عن ذلك ، هي علاجاتٌ للأعراضِ. الأشخاصُ الذين عانوا فقدانَ الشهيّةِ العصبيِّ أو فرطِ الشهيّةِ قد يُقاوِمون دائمًا الدافعَ لفقدِ المزيدِ من الكيلوجراماتِ القليلةِ أو التخلّصِ من الطعامِ بعدَ تناولِه.

أسئلة مراجعة

الدرسُ 2–1

اختبِرْ وفسِّرْ

1. ما أعضاءُ الجهازِ الهضميِّ؟ ما الدورُ الذي يقومُ به كلُّ عضوٍ في عمليّةِ الهضمِ؟
2. فسِّرْ كيف تنتقلُ بعضُ الموادِّ الغذائيّةِ المهضومةِ إلى الدمِ.
3. **فكِّرْ واستنتِجْ**: ماذا يحدثُ إذا أزالَ شخصٌ ما نصفَ أمعائِه الدقيقةِ جراحيًّا؟ هل يبقى هذا الشخصُ على قيدِ الحياةِ؟ فسِّرْ.
4. **التواصلُ**: كيف يُساعِدُ الهضمُ الميكانيكيُّ على حدوثِ الهضمِ الكيميائيِّ؟ فسِّرْ.

2–2 الجهازُ الدوريُّ
Circulatory System

الأهدافُ

في نهايةِ هذا الدرسِ يجبُ أن يكونَ الطالبُ قادرًا على أن:

- **يصفَ** تركيبَ ووظيفةَ القلبِ .
- **يتتبّعَ** مسارَ الدمِ عبرَ الجهازِ الدوريِّ .
- **يُحدِّدَ** وظائفَ الجهازِ الليمفاويِّ .
- **يُفسّرَ** كيف تتفاعلُ فصائلُ الدمِ مع بعضِها بعضًا .
- **يضعَ فرضيّةً** عن تداخلِ ضغطِ الدمِ والأوعيةِ الدمويّةِ .
- **يُعرّفَ المصطلحاتِ الأساسيّةَ:** الشعيراتِ الدمويّةَ ، الأوردةَ ، الشرايينَ .

نشاط

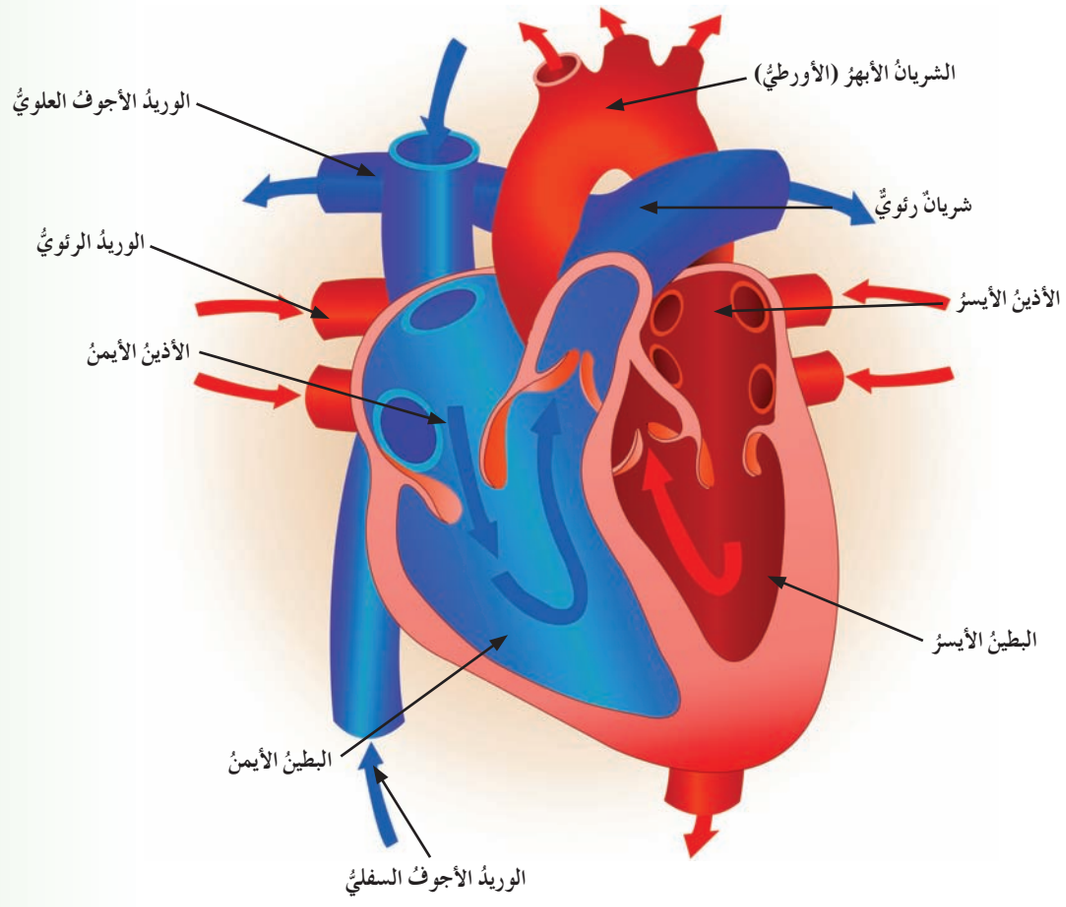
القياسُ

جُسَّ النبضَ

ضَعْ إصبعين على موضعِ النبضِ في عنقِك . عُدَّ ضرباتِ القلبِ لمدّةِ 15 ثانيةً . اضربْ بأربعةٍ وسجِّلِ العددَ . بعدَ ذلك ، اركضْ في مكانِك لمدّةِ دقيقةٍ وعُدْ فعدِّدْ ضرباتِ قلبِك مرّةً ثانيةً . هل لديك العددُ نفسُه من ضرباتِ القلبِ في المرّتين؟ فسّرْ إجابتَك .

القلبُ
The Heart

في كلِّ ثانيةٍ من حياتِك ، يقومُ قلبُك بضخِّ الدمِ عبرَ الجسمِ . القسمُ الأيمنُ من القلبِ يضخُّ الدمَ إلى الرئتين ، بينما يضخُّ القسمُ الأيسرُ من القلبِ الدمَ إلى جميعِ أجزاءِ الجسمِ .



شكلُ 20
قلبُ الإنسانِ

الأوعيةُ الدمويّةُ

Blood Vessels

يُحمَلُ الدمُ عبرَ جسمِك بواسطةِ أكثرَ من 95 000 كيلومترٍ من الأوعيةِ الدمويّةِ . انظرْ إلى الشكلِ (21) . الدمُ الذي يُغادِرُ القلبَ يتمُّ دفعُه إلى الشرايينِ ، التي تنقلُه إلى جميعِ أعضائِك وعضلاتِك .

الشرايينُ arteries عبارةٌ عن أنابيبَ ذاتِ جدرٍ سميكةٍ وقويّةٍ ومرنةٍ ، والتي تحملُ الدمَ الذي يغادرُ القلبَ ، وهي تستطيعُ أن تصمدَ أمامَ (أو تُقاومَ) ضغطَ الدمِ الذي يتمُّ دفعُه داخلَها عندما ينقبضُ البطينان . الدمُ المغادِرُ القلبَ يتمُّ دفعُه خلالَ شرايينَ أصغرَ فأصغرَ إلى جميعِ أنحاءِ جسمِك .

الأوعيةُ الدمويّةُ الأكثرُ صغرًا تُسمّى **الشعيراتِ الدمويّةَ capillairies** ، التي تُعتبَرُ أدقَّ من شعرِ الإنسانِ . بعضُ الشعيراتِ صغيرةٌ جدًّا إلى درجةِ أنّ صفًّا واحدًا فقط من خلايا الدمِ يُمكِنُ أن يتحرّكَ خلالَها . بعضُ الشعيراتِ تحملُ الدمَ من القلبِ إلى عضلاتِك وأعضائِك ، وبعضُها الآخرُ يحملُ الدمَ ليُعيدَه إلى القلبِ .

الأوردةُ veins هي الأوعيةُ الدمويّةُ المتجمّعةُ من الشعيراتِ الدمويّةِ والتي تحملُ الدمَ عائدًا نحو القلبِ . القلبُ لا يدفعُ الدمَ خلالَ الأوردةِ . فالصمّاماتُ في الأوردةِ تدفعُ الدمَ خلالَها . ولأنّ الأوردةَ تقعُ قريبًا من سطحِ الجسمِ ، يُمكِنُك أن تراها في يديك وقدميك ، حيث يكونُ الجلدُ رقيقًا .

شكلُ 21
الشرايينُ والأوردةُ والشعيراتُ عبارةٌ عن أوعيةٍ دمويّةٍ . ما وظيفةُ كلِّ وعاءٍ دمويٍّ منها؟

معدَّلُ نبضاتِ القلبِ

Heart Rate

ضَعْ إصبعين على أحدِ جانبي عنقِك أسفلَ الفكِّ السفليِّ مباشرةً . موجةُ التدفّقِ المنتظِمِ أسفلَ إصبعيك تنشأُ كنتيجةٍ لدفعِ قلبِك للدمِ عبرَ شريانِ العنقِ . في كلِّ مرّةٍ يدفعُ فيها البطينُ الدمَ إلى الشرايينِ الرئيسيّةِ ، يُسبِّبُ الضغطُ انبساطَ كلِّ شريانٍ في جسمِك وانقباضَه . فكلُّ موجةِ تدفّقٍ للدمِ تشعرُ بها هي دقّةُ أو نبضةُ قلبٍ .

عددُ نبضاتِ قلبِك في الدقيقةِ الواحدةِ هو معدَّلُ نبضاتِ قلبِك أو نبضِك . يبلغُ معدَّلُ القلبِ الطبيعيُّ أثناءَ الراحةِ ما بينَ 65 وَ 75 نبضةً لكلِّ دقيقةٍ . يتغيّرُ هذا المعدَّلُ خلالَ اليومِ بحسبِ نشاطِك . فعلى سبيلِ المثالِ ، هو يزدادُ عندما تُمارِسُ التمريناتِ الرياضيّةَ ويتغيّرُ حتّى عندما تنهضُ واقفًا .

ضغطُ الدمِ

Blood Pressure

في المرّةِ القادمةِ التي تنفخُ فيها إطارَ الدرّاجةِ ، اقبضْ بإحكامٍ شديدٍ على خرطومِ المنفاخِ . لاحِظْ أنّه مع كلِّ دفقةٍ من الهواءِ ، يتصلّبُ الخرطومُ ثمّ يرتخي . يحدثُ الشيءُ نفسُه لشرايينِك عندما يضخُّ قلبُك الدمَ عبرَها . يبذلُ تدفّقُ الدمِ ضغطًا على جدرِ الشرايينِ . يُمكِنُ أن يدلَّ ضغطُ الدمِ على حالةِ الشرايينِ .

تُقدَّرُ قراءاتُ ضغطِ الدمِ برقمين . على سبيلِ المثالِ ، ضغطُ الدمِ الطبيعيُّ هو $\frac{120}{80}$. الرقمُ الأوّلُ هو مقدارُ الضغطِ على جدارِ الشريانِ عندما ينقبضُ القلبُ ويدفعُ المزيدَ من الدمِ إلى الشريانِ . الرقمُ الأصغرُ أو الثاني هو مقدارُ الضغطِ على الدمِ خلالَ الشريانِ عندما ينبسطُ القلبُ . أناسٌ كثيرون يُراجِعون ضغطَ دمِهم بانتظامٍ . فضغطُ الدمِ المرتفِعُ قد يُؤدّي إلى السكتةِ الدماغيّةِ أو الأزماتِ القلبيّةِ .

الدورةُ الدمويّةُ

Circulation

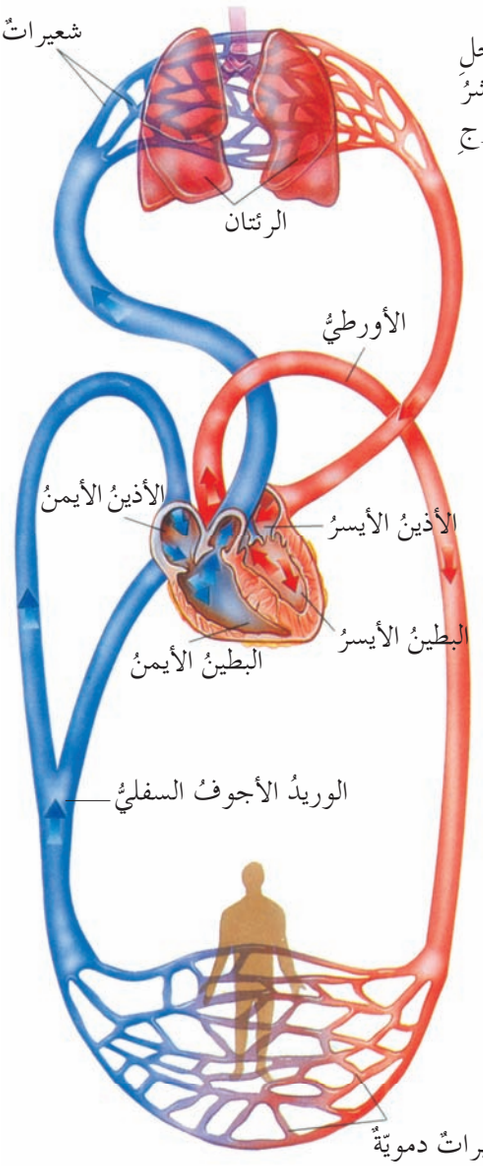
الوظيفةُ الرئيسيّةُ للقلبِ هي ضخُّ الدمِ الذي ينقلُ الغذاءَ والأكسجينَ والفضلاتِ . تعملُ مضخّتا القلبِ (البطينُ الأيمنُ والبطينُ الأيسرُ) مع بعضِهما في إيقاعٍ كاملِ الانتظامِ لضخِّ دمِك إلى رئتيك وجسمِك .

الدورةُ الجهازيّةُ: وظيفةُ هذه الدورةِ هي تزويدُ خلايا الجسمِ بالأكسجينِ وتخليصُها من ثاني أكسيدِ الكربونِ . انظرْ إلى الشكلِ (22) في الصفحةِ التاليةِ . يُضَخُّ الدمُ المُؤكسَجُ من القلبِ بانقباضِ البطينِ الأيسرِ ، ليدخلَ بعدَها الشريانَ الأورطيَّ الذي يُعتبَرُ أكبرَ شريانٍ في الجسمِ . يُوزِّعُ الأورطيُّ الدمَ إلى شرايينَ أصغرَ ، وبعدَ ذلك إلى الشعيراتِ الدمويّةِ .

عندما تقومُ الخلايا في جميعِ أنحاءِ جسمِك بسحبِ الأكسجينِ من الدمِ فإنّها تُطلِقُ ثانيَ أكسيدِ الكربونِ فيه . تحملُ الشعيراتُ الدمويّةُ والأوردةُ هذا الدمَ غيرَ المؤكسجِ لتُرجِعَه إلى القلبِ .

الوريدان الأجوفان العلويُّ والسفليُّ هما نقطةُ التجمّعِ الأخيرةُ للدمِ في الأوردةِ . ينسابُ الدمُ من الوريدين إلى الأذينِ الأيمنِ . يُسمّى دورانُ الدمِ من القلبِ إلى الجسمِ وعودتُه مرّةً ثانيةً الدورةَ الجهازيّةَ ، وهي تنقلُ الدمَ إلى جميعِ أنحاءِ الجسمِ .

الدورةُ الرئويّةُ: وظيفةُ الدورةِ الرئويّةِ هي تزويدُ الدمِ بالأكسجينِ والتخلّصُ من ثاني أكسيدِ الكربونِ ، وهذا يتمُّ عن طريقِ مرورِه خلالَ الرئتين . يتمُّ ضخُّ الدمِ غيرِ المؤكسجِ المتجمِّعِ في الأذينِ الأيمنِ إلى البطينِ الأيمنِ . بعدَ ذلك ، يدفعُ البطينُ الأيمنُ هذا الدمَ إلى الشريانِ الرئويِّ المتّصلِ بالرئتين . في رئتيك ينتشرُ الأكسجينُ في الدمِ قادمًا من الرئتين ، بالإضافةِ إلى أنّ ثانيَ أكسيدِ الكربونِ ينطلقُ من الدمِ إلى الرئتين؛ لذا يُمكِنُ طردُه إلى الخارجِ بهواءِ الزفيرِ . عندما يتركُ الدمُ الرئتين فإنّه يكونُ غنيًّا بالأكسجينِ مرّةً أخرى . يدخلُ هذا الدمُ إلى الأذينِ الأيسرِ ويُكرِّرُ الدورةَ . الدورةُ الكاملةُ للدمِ (كلتا الدورتين الرئويّةِ والجهازيّةِ) تحدثُ في أقلَّ من دقيقةٍ واحدةٍ .



ينتشرُ الأكسجينُ إلى داخلِ الشعيراتِ الدمويّةِ ، وينتشرُ ثاني أكسيدِ الكربونِ إلى خارجِ الشعيراتِ الدمويّةِ في الرئتين .

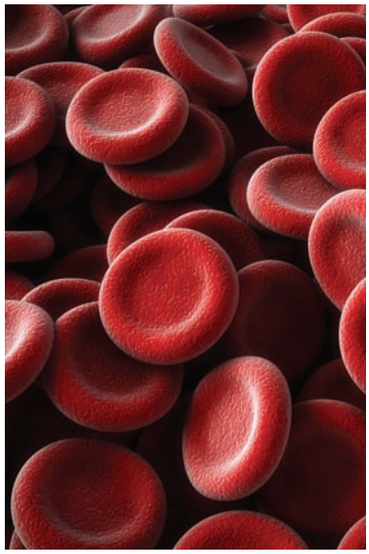
ينتشرُ الأكسجينُ إلى خارجِ الشعيراتِ الدمويّةِ ، وينتشرُ ثاني أكسيدِ الكربونِ إلى داخلِ الشعيراتِ الدمويّةِ .

شكلُ 22
الجهازُ الدوريُّ في الإنسانِ

الدمُ

Blood

الدمُ عبارةٌ عن مادّةٍ سائلةٍ معقَّدةِ التركيبِ تحتوي على أنواعٍ مختلِفةٍ من الخلايا وجزيئاتٍ من البروتيناتِ وأملاحٍ وموادَّ غذائيّةٍ .

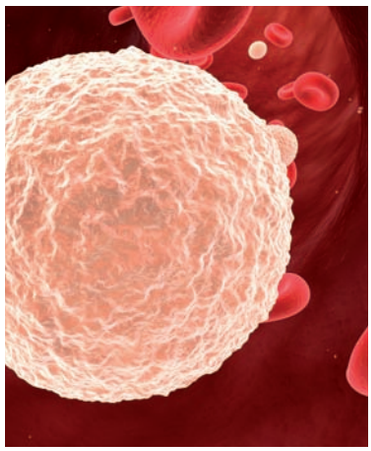


خلايا الدمِ الحمراءُ ▲

يُحمَلُ الأكسجينُ في دمِك بواسطةِ خلايا الدمِ الحمراءِ . هذه الخلايا متخصِّصةٌ لهذه الوظيفةِ . على خلافِ الخلايا الأخرى في جسمِك ، فإنّها لا تحتوي على ميتوكوندريا أو نواةٍ . كيف تقومُ خلايا الدمِ الحمراءُ بحملِ الأكسجينِ؟ إنّها تحتوي على الهيموجلوبينِ ، وهو البروتينُ الذي يجذبُ جزيئاتِ الأكسجينِ ويرتبطُ بها . تتكوّنُ خلايا الدمِ الحمراءُ في نخاعِ العظامِ . يعيشُ كلٌّ منها لمدّةِ أشهرٍ قليلةٍ فقط (مئةٍ وعشرين يومًا) .

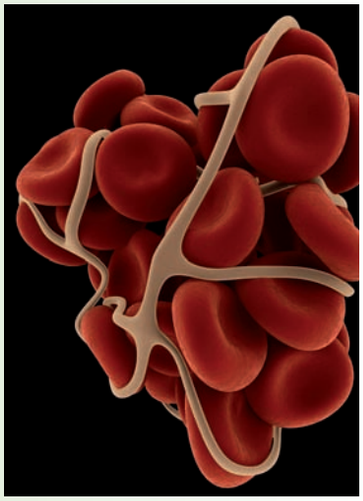
خلايا الدمِ البيضاءُ

جيشٌ كاملٌ من الخلايا في دمِك يحمي جسمَك ضدَّ الأمراضِ ، هذه هي خلايا الدمِ البيضاءُ . عندما يُصيبُك المرضُ ، يزدادُ عددُ خلايا الدمِ البيضاءِ . تبدأُ خلايا الدمِ تطوّرَها في نخاعِ العظامِ وتنضجُ في العقدِ اللمفاويةِ والغدّةِ الثيموسيةِ .▼



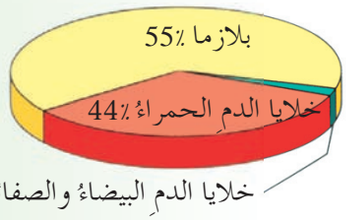
البلازما ◄

بعدَ إزالةِ خلايا الدمِ الحمراءِ وخلايا الدمِ البيضاءِ والصفائحِ الدمويّةِ ، يبقى في الدمِ سائلٌ مائيٌّ أصفرُ اللونِ يُسمّى البلازما . تحتوي البلازما على الماءِ والأملاحِ المهمّةِ التي تُساعِدُ عضلاتِك على العملِ ، وتحملُ أيضًا جزءًا من غازِ الأكسجينِ وثاني أكسيدِ الكربونِ وغيرَها من الموادِّ .



الصفائحُ الدمويّةُ ▲

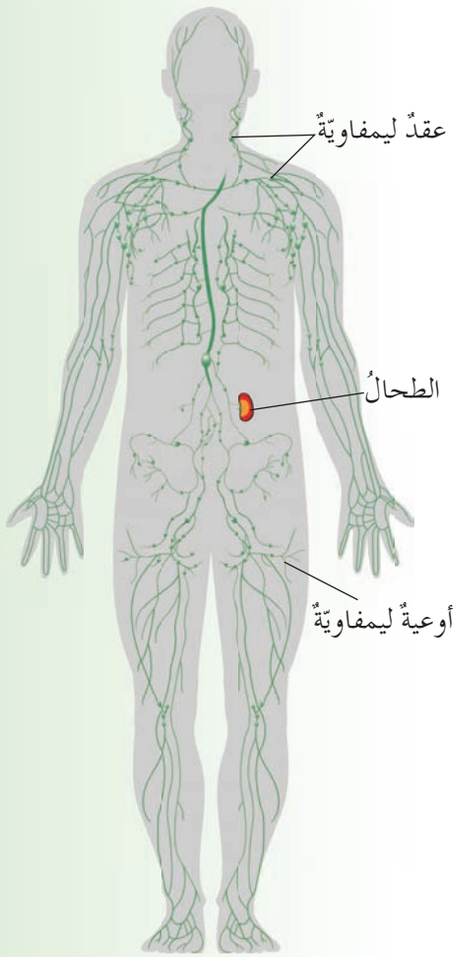
قطعٌ صغيرةٌ من الخلايا العديمةِ اللونِ ، تُسمّى الصفائحَ الدمويّةَ . عندما يُجرَحُ أحدُ الأوعيةِ الدمويّةِ وينسابُ منه الدمُ ، تنطلقُ مادّةٌ كيميائيّةٌ من الصفائحِ الدمويّةِ نتيجةَ الاحتكاكِ بسطحِ الجرحِ والتعرّضِ للهواءِ . تتفاعلُ هذه المادّةُ مع البروتينِ في البلازما فتتكوّنُ خيوطٌ لزجةٌ تُسمّى الفيبرينَ . تحجزُ خيوطُ الفيبرينِ في ما بينَها خلايا الدمِ الحمراءَ مسبّبةً تجلُّطَ الدمِ (تجمّدَ الدمِ) الذي يسدُّ الجرحَ .



الجهازُ الليمفاويُّ

Lymphatic System

هل لاحظْتَ ، في أيِّ وقتٍ كنْتَ فيه مريضًا ، نتوءاتٍ صغيرةً مؤلمةً في عنقِك؟ هذه النتوءاتُ أو الأورامُ القليلةُ عبارةٌ عن عقدٍ ليمفاويّةٍ متضخّمةٍ تُساعِدُك كي تتحسّنَ صحّتُك . العقدُ الليمفاويّةُ عبارةٌ عن جزءٍ من شبكةٍ من أوعيةٍ ليمفاويّةٍ تمتدُّ في جميع أنحاءِ جسمِك . الوظيفةُ الأساسيّةُ لهذه الشبكةِ ، التي تُسمّى الجهازَ الليمفاويَّ ، هي إرجاعُ الكمّيّاتِ الصغيرةِ من السائلِ والبروتيناتِ وخلايا الدمِ البيضاءِ التي تنسابُ من الشعيراتِ الدمويّةِ إلى مجرى الدمِ . يُوضِّحُ شكلُ (23) الجهازَ الليمفاويَّ في الجسمِ .



شكلُ 23

يشتملُ الجهازُ الليمفاويُّ على العقدِ الليمفاويّةِ والأوعيةِ الليمفاويّةِ والطحالِ . كيف يُساعِدُ الجهازُ الليمفاويُّ على مقاومةِ العدوى؟

السائلُ الرائقُ الأصفرُ الذي يتدفّقُ داخلَ الأوعيةِ الليمفاويّةِ يُسمّى الليمفَ . ينتقلُ الليمفُ عبرَ جسمِك إلى موضعٍ قربَ كتفيك ، حيث يصبُّ الليمفُ في الجهازِ الدوريِّ . أثناءَ رحلتِه يتمُّ ترشيحُ الليمفِ خلالَ العقدِ الليمفاويّةِ ، حيث تُحجَزُ البكتيريا والفيروساتُ . هذه العقدُ تمتلئُ بخلايا الدمِ البيضاءِ التي تُسمّى الخلايا الليمفيّةَ . وهذه الخلايا تُقاومُ العدوى . عندما توجَدُ البكتيريا والفيروساتُ تتكاثرُ الخلايا الليمفاويّةُ بسرعةٍ وتُصبِحُ العقدُ الليمفاويّةُ حسّاسةً للألمِ ومتضخّمةً . تتكاثرُ الخلايا الليمفيّةُ أيضًا في الطحالِ ، وهو جزءٌ أو عضوٌ في الجهازِ الليمفاويِّ . بالإضافةِ إلى مقاومةِ العدوى ، يقومُ الجهازُ الليمفاويُّ بالمساعدةِ على الحفاظِ على المستوى الصحيحِ للسوائلِ والبروتيناتِ في دمِك .

فصائلُ الدمِ

Blood Types

يتكوّنُ الدمُ في كلِّ واحدٍ منّا من الموادِّ نفسِها . ولكن من ناحيةٍ أخرى يوجَدُ اختلافٌ في ما بينَ الناسِ في التركيبِ الكيميائيِّ لبعضِ مكوّناتِ الدمِ . تنتمي خلايا دمِك الحمراءُ إلى مجموعةٍ معروفةٍ بوجودِ جزءٍ مهمٍّ ، يُسمّى "الأنتيجينَ" antigens أو "مولِّدَ الضدِّ" على أسطحِها . الأشخاصُ الذين لديهم "الأنتيجينُ A" على سطحِ خلايا دمِهم الحمراءِ عندهم فصيلةُ الدمِ A ، وأولئك الذين لديهم "الأنتيجينُ B" على سطحِ خلايا دمِهم الحمراءِ لهم فصيلةُ الدمِ B . إذا كانَ كلٌّ

من "الأنتيجينِ A وB" موجودين على سطحِ خلايا الدمِ الحمراءِ ، فإنّ فصيلةَ الدمِ تكونُ AB وإذا لم يتواجدْ أيٌّ من الأنتجينِ A أو B فإنّ فصيلةَ الدمِ تكونُ O .

تحديدُ فصيلةِ الدمِ مهمٌّ جدًّا إذا ما أعطيْتَ أو احتجْتَ دمًا . يُمكِنُ لبلازما دمِك أن تُنتِجَ بروتيناتٍ خاصّةً تُسمّى الأجسامَ المضادّةَ (antibodies) التي سترتبطُ بالأنتيجيناتِ الموجودةِ على الخلايا الحمراءِ التي ليسَ لها الفصيلةُ نفسُها . على سبيلِ المثالِ ، بلازما فصيلةِ الدمِ A تحتوي على الجسمِ المضادِّ b الذي يرتبطُ بخلايا فصيلةِ B . هذا الجسمُ المضادُّ يُشارُ إليه على أنّه مضادُّ b ، وإذا ما تمَّ خلطُ دمٍ من الفصيلةِ B بدمٍ فصيلتُه A فإنّ الأجسامَ المضادّةَ (مضادّاتِ b) تُسبِّبُ التصاقَ الخلايا الحمراءِ لفصيلةِ الدمِ B ببعضِها وتتكوّنُ جلطةٌ . الجلطاتُ خطيرةٌ للغايةِ لأنّها تمنعُ تدفّقَ الدمِ خلالَ الأوعيةِ الدمويّةِ ويُمكِنُ أن تُسبِّبَ الموتَ .

جدولُ (2)
فصائلُ الدمِ والمتبرّعون والمتلقّون

فصيلةُ الدمِ	الأنتيجينُ على سطحِ الخلايا	يُمكِنُ أن تتبرّعَ بالدمِ إلى	يُمكِنُ أن تتلقّى الدمَ من	المضادّاتُ في البلازما
A	A	A, AB	A, O	b
B	B	B, AB	B, O	a
AB	A, B	AB	A, B, AB, O	–
O	غيرُ موجودٍ	A, B, AB, O	O	ab

يحدثُ الشيءُ نفسُه مع فصائلِ الدمِ الأخرى . فصيلةُ الدمِ B تحتوي على الأجسامِ المضادّةِ: "مضادّاتِ a" التي ترتبطُ بخلايا الدمِ A . خلايا فصيلةِ الدمِ AB تحملُ كلا الأنتيجينين A وB؛ لذلك لا يحتوي دمُ الفصيلةِ AB على أجسامٍ مضادّةٍ ، لا على المضادِّ a ولا المضادِّ b . الأشخاصُ ذوو فصيلةِ الدمِ AB يُمكِنُهم تلقّي الدمِ من جميعِ الفصائلِ ، ولكن يُمكِنُهم أن يتبرّعوا بالدمِ للأشخاصِ الآخرين من الفصيلةِ AB نفسِها فقط . خلايا دمِ الفصيلةِ O لا تحملُ "الأنتيجينَ A" ولا "الأنتيجينَ B" ، لذلك فإنّ دمَ الفصيلةِ O يحتوي على كلا الجسمين المضادّين: المضادِّ a والمضادِّ b . يُمكِنُ للأشخاصِ ذوي فصيلةِ الدمِ O أن يتبرّعوا بالدمِ لجميعِ الفصائلِ ، لكنّهم يتلقّون الدمَ من فصيلةِ الدمِ O فقط . وظِّفِ المعلوماتِ الواردةَ في الجدولِ (2) للمقارنةِ بينَ فصائلِ الدمِ والمتبرّعين والمتلقّين . تذكَّرْ أنّ أيَّ فصيلتين من الدمِ لا يُمكِنُ اختلاطُهما إذا احتوَتْ إحداهما الأجسامَ المضادّةَ التي تتعارضُ مع الأنتيجيناتِ الموجودةِ على سطحِ خلايا الدمِ الحمراءِ بالفصيلةِ الأخرى .

نشاط

تفسيرُ البياناتِ

نشاط

إكسابُ المهاراتِ **Skill Builder**

تكوينُ الأجسامِ المضادّةِ

قبلَ أن يُجرى نقلُ الدمِ يتمُّ إجراءُ اختبارِ التوافقِ مع دمِ الشخصِ المتلقّي . الغرضُ من اختبارِ توافقِ فصيلتي الدمِ هو ضمانُ أنّ عمليّةَ نقلِ الدمِ ستتمُّ بشكلٍ جيّدٍ . إذا حدثَ تجلّطٌ للدمِ ، فلا بدَّ من وجودِ متبرِّعٍ جديدٍ . انسخِ الجدولَ المرفقَ على ورقةٍ منفصلةٍ . استخدِمِ الجدولَ (2) والمعلوماتِ التي تعلّمْتَها عن فصائلِ الدمِ لتُكمِلَ الجدولَ . لكلِّ فصيلةِ دمٍ ، ضَعِ الحرفَ س في صفِّ الأنتيجينِ . ادرسِ الجدولَ وأجِبْ عن الأسئلةِ التاليةِ:

1. ما الأنتيجيناتُ التي تضادُّها الأجسامُ المضادّةُ لفصيلةِ الدمِ AB؟
2. ما الأنتيجياتُ التي تضادُّها الأجسامُ المضادّةُ لفصيلةِ الدمِ O؟
3. يكونُ الدمُ المعطى آمنًا إذا ما أُعطِيَ لشخصٍ لا يحتوي دمُه على أجسامٍ مضادّةٍ لأنتيجيناتِ الدمِ المنقولِ . ما فصيلةُ أو فصائلُ الدمِ التي يُمكِنُ إعطاؤُها لشخصٍ فصيلةُ دمِه AB؟

الأنتيجينُ	فصائلُ الدمِ			
	A	B	AB	O
A				
B				

4. ما فصيلةُ الدمِ الذي يُمكِنُ نقلُه لشخصٍ فصيلةُ دمِه A؟ وشخصٍ فصيلةُ دمِه B؟
5. على الرغمِ من أنّ فصيلةَ الدمِ AB نادرةٌ إلّا أنّه ليسَ شرطًا أن يكونَ دمُ الشخصِ المتبرِّعِ من الفصيلةِ AB . في اعتقادِك ، ما سببُ هذا؟ فسِّرْ إجابتَك .
6. فصيلةُ الدمِ O أكثرُ شيوعًا من فصائلِ الدمِ الأخرى ، ولكن مع ذلك فإنّ فصائلَ الدمِ المتطابقةَ معها محدودةٌ . في اعتقادِك ، ما سببُ هذا؟ فسِّرْ إجابتَك .

الأمراضُ القلبيّةُ الوعائيّةُ

Cardiovascular disease

هل تعرفُ أحدًا أُصيبَ بأزمةٍ قلبيّةٍ أو بالسكتةِ؟ إذا كنْتَ تعرفُ فلا شكَّ أنّك تدري أنّ النوباتِ القلبيّةَ أو السكتاتِ خطيرةٌ جدًّا . أمراضُ القلبِ والأوعيةِ الدمويّةِ تُسمّى الأمراضَ القلبيّةَ الوعائيّةَ ، وهي أكثرُ الأسبابِ الشائعةِ للموتِ في الكثيرِ من البلدانِ .

يبدأُ المرضُ القلبيُّ الوعائيُّ في الأوعيةِ الدمويّةِ . ينسابُ الدمُ طبيعيًّا عبرَ الشرايينِ ، وبمرورِ الوقتِ قد تتراكمُ الترسيباتُ الدهنيّةُ للكوليسترولِ على جدرِ الشرايينِ من الداخلِ ، وبالتالي فإنّ التجويفَ داخلَ الشرايينِ يُصبحُ ضيّقًا .

تُسمّى هذه الحالةُ تصلّبَ الشرايين ، وتُصبِحُ خطيرةً عندما يضيقُ التجويفُ الداخليُّ لعددٍ كبيرٍ من الشرايينِ الرئيسيّةِ في الجسمِ .

كلّما أصبحَتِ الشرايينُ أكثرَ ضيقًا ، قلَّتْ كمّيّةُ الدمِ المنسابِ عبرَها ، ويتأثّرُ بذلك القلبُ والأوعيةُ الدمويّةُ . فالقلبُ يعملُ بشكلٍ أعنفَ ليدفعَ الدمَ عبرَ الشرايين؛ لذلك يزدادُ ضغطُ الدمِ ارتفاعًا ، وضغطُ الدمِ المرتفِعُ عبرَ الشرايينِ يُسبِّبُ فقدَها لمرونتِها وانتفاخِها . إذا ما كانَ ذلك الانتفاخُ كبيرًا ، فإنّ جدارَ الشريانِ يُصبِحُ أرقَّ وقد يتمزّقُ .

هناك احتمالٌ لتكوّنِ الجلطاتِ الدمويّةِ على الترسيباتِ الدهنيّةِ ، هذه الجلطاتُ قد تتفتّتُ متفكّكةً عن بعضِها ، وتُغلِقُ تمامًا أيَّ وعاءٍ دمويٍّ في أيِّ مكانٍ في الجسمِ: الرئتين أو المخِّ أو عضلةِ القلبِ نفسِها . عندما تنغرزُ جلطةٌ في عضلةِ القلبِ ، يُصابُ الشخصُ بأزمةٍ قلبيّةٍ . عندما يتمزّقُ شريانٌ في المخِّ أو ينسدُّ بالجلطةِ ، قد تحدثُ السكتةُ الدماغيّةُ .

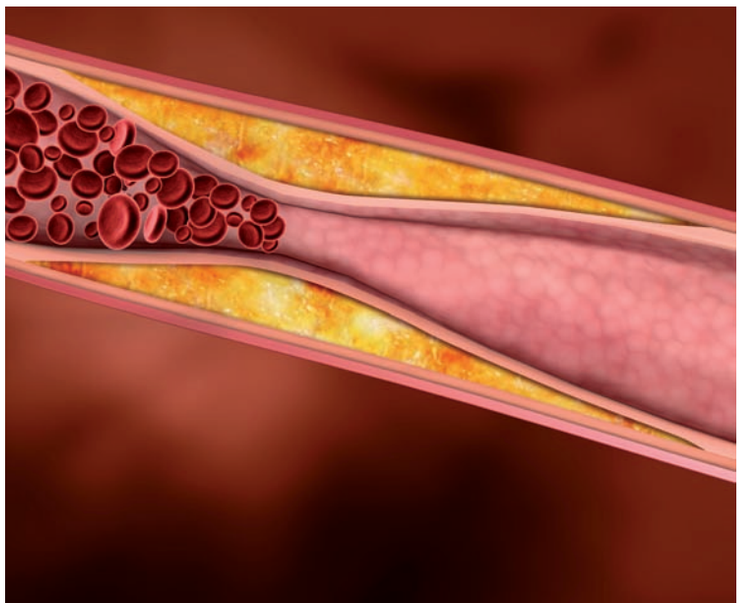
جميعُ الأشخاصِ ، حتّى الأطفالُ لديهم مقدارٌ ما من الترسيباتِ الدهنيّةِ في أوعيتِهم الدمويّةِ . كلّما تقدّمَ بك العمرُ ، ازدادَتْ هذه الترسيباتُ في الحجمِ والمقدارِ إذا لم تهتمَّ بنفسِك . ضبطُ الوزنِ ، عدمُ التدخينِ ، تناولُ طعامٍ قليلِ المحتوى من الدهونِ الحيوانيّةِ ، ممارسةُ التمارينِ الرياضيّةِ بانتظامٍ ، ضبطُ ضغطِ دمِك ، جميعُها عواملُ ذاتُ أهمّيّةٍ كبيرةٍ في منعِ الإصابةِ بالأمراضِ القلبيّةِ الوعائيّةِ .

نشاط

التمثيلُ البيانيُّ

دقّاتُ قلبِ الآخرين

سجِّلْ معدَّلَ دقّاتِ قلبِ كلِّ شخصٍ في الصفِّ . ما هو أعلى معدَّلٍ لدقّاتِ قلبٍ ما؟ وما هو أقلُّ معدَّلٍ؟ مثِّلِ النتائجَ بيانيًّا . ما متوسِّطُ معدَّلِ دقّاتِ القلبِ لدى الطلّابِ في الصفِّ؟



شكلُ 24

الأشكالُ الصفراءُ عبارةٌ عن ترسيباتٍ دهنيّةٍ . كيف يُؤثّرُ تراكمُ الترسيباتِ الدهنيّةِ على الشرايينِ؟

أنت والعلومُ

امتلِكْ قلبًا سليمًا معافًى

ما خطورةُ إصابتِك بنوبةٍ قلبيّةٍ؟ إذا كانَ في عائلتِك أشخاصٌ قلائلُ جدًّا أُصيبوا بالنوباتِ القلبيّةِ، قد لا تكونُ في خطرٍ كبيرٍ. لكن إذا كانَ لعائلتِك تاريخٌ طويلٌ من الإصابةِ بارتفاعِ ضغطِ الدمِ والأمراضِ القلبيّةِ الوعائيّةِ، فإنّك قد تكونُ ضمنَ مجموعةِ المعرَّضين للخطرِ. لا تستطيعُ أن تُغيِّرَ ما قد ورثْتَه من عائلتِك، لكن يُمكِنُك أن تتحكّمَ في بعضِ العواملِ التي تُساعِدُك على أن تتجنّبَ الإصابةَ بهذه الأمراضِ. أوضحَتِ الدراساتُ الطبّيّةُ وجودَ علاقةٍ بينَ الإصابةِ بأمراضِ القلبِ وتناولِ الطعامِ الغنيِّ بالدهونِ. ينصحُ علماءُ التغذيةِ بتناولِ القليلِ من الأغذيةِ الغنيّةِ بالدهونِ المشبعةِ، مثلِ الزبدةِ، اللبنِ الدسمِ، المثلّجاتِ، اللحومِ الحمراءِ، فأنت بإمكانِك أن تتّخذَ قرارًا تُحدِّدُ فيه ما تأكلُ. تُعَدُّ التمارينُ الرياضيّةُ عاملًا آخرَ مهمًّا في تقليلِ مخاطرِ تعرّضِك للإصابةِ بأمراضِ القلبِ. السباحةُ، ركوبُ الدرّاجاتِ، الركضُ، القيامُ بالنزهاتِ الطويلةِ سيرًا على القدمين، المشيُ بخطواتٍ سريعةٍ جميعُها عواملُ جيّدةٌ لجهازِك القلبيِّ الوعائيِّ، فهي تمريناتٌ هوائيّةٌ تحتاجُ إلى تشغيلِ قلبِك ورئتيك بمعدَّلٍ متزايدٍ لإمدادِ خلاياك بالكمّيّةِ الكافيةِ من الأكسجينِ. لتحصلَ على أفضلِ نتائجَ، يجبُ عليك أن تُمارِسَ التدريباتِ الهوائيّةَ ثلاثَ مرّاتٍ في الأسبوعِ لمدّةِ 20 دقيقةً على الأقلِّ في المرّةِ الواحدةِ.

ضبطُ الوزنِ والامتناعُ عن التدخينِ أيضًا عاملان مهمّان في تقليلِ خطرِ إصابتِك بأمراضِ القلبِ. فبإمكانِك أن تتحكّمَ في كمّيّةِ الطعامِ التي تتناولُها، وفي ما تُمارِسُ من التمارينِ الرياضيّةِ، وما إذا كنْتَ تُدخِّنُ أم لا. لا أحدَ يعرفُ بالضبطِ ما مدى تعرّضِك لخطرِ الإصابةِ بالأمراضِ القلبيّةِ الوعائيّةِ. ومع ذلك، فالبدءُ بممارسةِ العاداتِ الصحّيّةِ الجيّدةِ، الآن، سيُساعِدُك بشكلٍ كبيرٍ على التخفيفِ من خطرِ إصابتِك بهذه الأمراضِ.

شكلُ 25
كيف تُساعِدُ التمريناتُ الرياضيّةُ المنتظِمةُ على تقليلِ الإصابةِ بأمراضِ القلبِ؟

أسئلة مراجعة

الدرسُ 2–2

اختبِرْ وفسِّرْ

1. كيف ينتقلُ الدمُ خلالَ الشرايينِ؟ خلالَ الأوردةِ؟
2. **فسِّرْ** كيف يقومُ الجهازُ الليمفاويُّ بمقاومةِ العدوى. صِفْ وظيفةً أخرى للجهازِ الليمفاويِّ.
3. **صُغْ فرضيّةً**: فسِّرْ كيف يرتبطُ ضغطُ الدمِ بصحّةِ أوعيتِك الدمويّةِ. ما أهمّيّةُ مراجعةِ ضغطِ دمِك دوريًّا؟

2–3 الجهازُ التنفّسيُّ
Respiratory System

الأهدافُ

في نهايةِ هذا الدرسِ يجبُ أن يكونَ الطالبُ قادرًا على أن:

- يُفسِّرَ وظيفةَ الضلوعِ في عمليّتي الشهيقِ والزفيرِ .
- يصفَ انسيابَ الهواءِ عبرَ الجهازِ التنفّسيِّ .
- يتوقّعَ كيف يتأثّرُ الجهازُ التنفّسيُّ بتدخينِ السجائرِ .
- يُعرّفَ **المصطلحاتِ الأساسيّةَ:** الشعبةَ ، الحويصلاتِ الهوائيّةَ .

إذا ما كنْتَ تلعبُ كرةَ القدمِ أو تهتفُ مشجّعًا في المدرجِ أو تلعبُ في أحدِ الفرقِ ، فإنّك في حاجةٍ إلى الطاقةِ . الطعامُ الذي تتناولُه هو مصدرُ الطاقةِ . لكي يُطلِقَ جسمُك الطاقةَ من الطعامِ الذي تناولْتَه ، أنتَ بحاجةٍ إلى الأكسجينِ . فخلاياك تستخدمُ الأكسجينَ لكي «تحرقَ» الجزيئاتِ التي يمدُّ بها جهازُك الهضميُّ خلايا الجسمِ .

التنفّسُ والضغطُ الجوّيُّ
Breathing and Air Pressure

الهواءُ المحيطُ بك يتكوّنُ خمسُه تقريبًا من الأكسجينِ . إنّك تحصلُ على الأكسجينِ الذي تحتاجُ إليه عن طريقِ تنفّسِ الهواءِ . والأعضاءُ التي تُساعِدُك على التنفّسِ تُكوّنُ الجهازَ التنفّسيَّ .

ضَعْ كلتا يديك على جانبي ضلوعِك . خُذْ نفسًا عميقًا واحبسْه ثوانيَ قليلةً . ماذا يحدثُ؟ خلالَ الاستنشاقِ تتحرّكُ ضلوعُك إلى الأعلى والخارجِ ، عندَها يتحرّكُ الهواءُ إلى داخلِ رئتيك . خلالَ الزفيرِ تتحرّكُ ضلوعُك إلى الأسفلِ والداخلِ ، عندَها تطردُ الغازاتِ إلى خارجِ رئتيك .

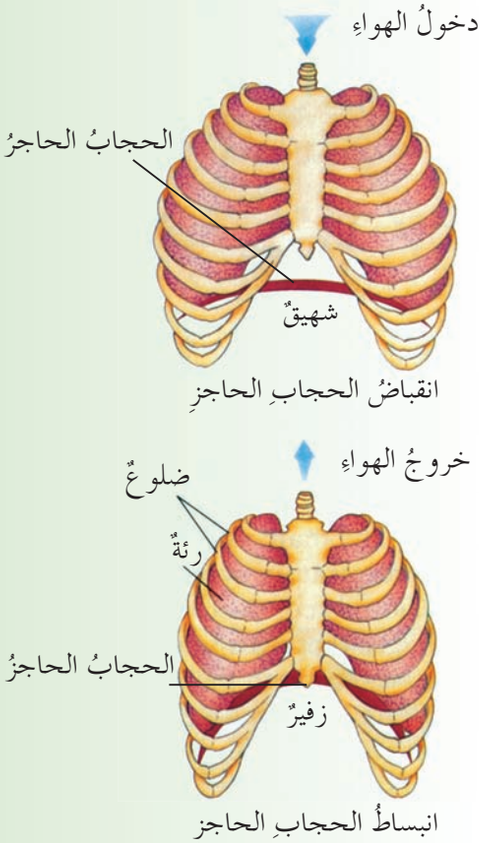
انظرْ إلى الشكلِ (26) . تتحرّكُ ضلوعُك إلى الأعلى والخارجِ عندَ الاستنشاقِ ، لأنّ العضلاتِ بينَ ضلوعِك تنقبضُ . كما ينقبضُ حجابُك الحاجزُ ويتحرّكُ إلى أسفلَ . يعملُ الحجابُ الحاجزُ المنقبضُ مع العضلاتِ المنقبضةِ بينَ ضلوعِك لزيادةِ الحيّزِ الموجودِ داخلَ رئتيك . عندما يزدادُ الحيّزُ داخلَ رئتيك ، ينخفضُ ضغطُ الهواءِ داخلَ رئتيك . ولأنّ ضغطَ الهواءِ خارجَ رئتيك أكبرُ من داخلِ رئتيك ، فإنّ الهواءَ يتحرّكُ إلى داخلِ رئتيك .

نشاط

التقديرُ

التنفّسُ العميقُ

احسبْ عددَ مرّاتِ تنفّسِك (شهيقٌ وزفيرٌ تعدُّ مرّةً واحدةً) في دقيقةٍ واحدةٍ بالضبطِ . بعدَ ذلك ، قدِّرْ عددَ مرّاتِ تنفّسِك في المقدارِ نفسِه من الزمنِ لبعضِ الأنشطةِ اليوميّةِ الأخرى مثلِ: بعدَ تناولِ الطعامِ ، وبعدَ أداءِ بعضِ التمارينِ الرياضيّةِ . دوِّنْ تقديراتِك . بعدَ ذلكَ ، جِدِ الأعدادَ الدقيقةَ . كم كانَتْ تقديراتُك قريبةً؟



شكلُ 26

ينقبضُ الحجابُ الحاجزُ عندما تستنشقُ الهواءَ . ماذا يحدثُ للحجابِ الحاجزِ عندما تُطلِقُ زفيرًا؟

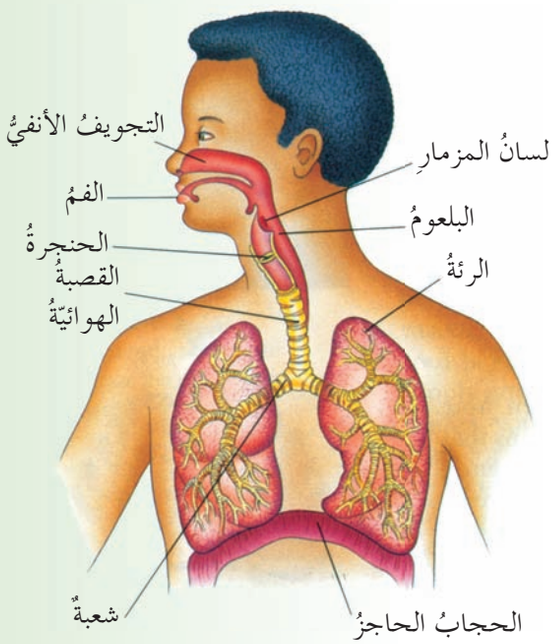
عندما تُطلِقُ زفيرًا ، ترتخي العضلاتُ بينَ الضلوعِ المنقبضةِ والحجابِ الحاجزِ المنقبضِ ، فتتحرّكُ ضلوعُك إلى الأسفلِ والداخلِ ، ويتحرّكُ الحجابُ الحاجزُ إلى أعلى ويقلُّ الحيّزُ داخلَ رئتيك . ضغطُ الهواءِ داخلَ رئتيك يكونُ أكبرَ من ضغطِ الهواءِ في الخارجِ ، ولكي يتعادلَ الضغطان يتحرّكُ الهواءُ إلى خارجِ رئتيك .

مسارُ الهواءِ

Path of Air

في كلِّ مرّةٍ تأخذُ نفسًا يتحرّكُ الهواءُ خلالَ أعضاءِ جهازِك التنفّسيِّ . يُوضِّحُ شكلُ (27) مسارَ الهواءِ ، الذي يبدأُ من الأنفِ .

الأنفُ: المدخلُ والمخرجُ الرئيسيُّ لجهازِك التنفّسيِّ هو أنفُك . يتّصلُ الأنفُ بممرّاتٍ متّسعةٍ تعملُ على تدفئةِ وترشيحِ الهواءِ عندما يمرُّ خلالَ الجهازِ التنفّسيِّ . فعندما تستنشقُ الهواءَ أو (تأخذُ شهيقًا) ، يُرشِّحُ الشعرُ الموجودُ في الممرّاتِ الأنفيّةِ الهواءَ من الترابِ وحبوبِ اللقاحِ والجسيماتِ الصغيرةِ الأخرى . هذه الجسيماتُ تلتصقُ أيضًا بالأغشيةِ المخاطيّةِ التي تُبطِّنُ ممرّاتِك الأنفيّةَ . إذا ما تراكمَتْ هذه الجسيماتُ ، فإنّك تعطسُ لتدفعَ بها إلى الخارجِ . الأوعيةُ الدمويّةُ الموجودةُ في الممرّاتِ الأنفيّةِ تُدفِئُ الهواءَ عندما يمرُّ بها . ويقومُ الهواءُ أيضًا باكتسابِ رطوبةٍ خلالَ مرورِه بالممرّاتِ الأنفيّةِ .



شكلُ 27
الجهازُ التنفّسيُّ في الإنسانِ

في بعضِ الأحيانِ ، قد يكونُ التنفّسُ من خلالِ أنفِك أمرًا عسيرًا ، مثلما يحدثُ عندما تُصابُ بالزكامِ؛ لذلك فإنّك تتنفّسُ من خلالِ فمِك . عندما تركضُ أو تُمارِسُ أحدَ التمارينِ الرياضيّةِ ، فإنّك بحاجةٍ إلى أن تأخذَ الهواءَ بمعدَّلٍ أسرعَ؛ لذا فإنّ إمدادَك بالهواءِ يزدادُ عن طريقِ التنفّسِ من خلالِ أنفِك وفمِك .

البلعومُ: يُشبِهُ القمعَ الذي يتقدّمُ من أنفِك وفمِك إلى قصبتِك الهوائيّةِ . حدِّدْ موضعَ البلعومِ في شكلِ (27) . يُبطَّنُ البلعومُ بالأهدابِ ، وهي عبارةٌ عن تراكيبَ تُشبِهُ الشعرَ تُساعِدُ على ترشيحِ الهواءِ في طريقِه إلى رئتيك .

القصبةُ الهوائيّةُ: ينتقلُ الهواءُ من بلعومِك إلى أنبوبةٍ تُسمّى القصبةَ الهوائيّةَ . هذه الأنبوبةُ المزوَّدةُ بالحلقاتِ يصلُ طولُها إلى 10 سم وقطرُها إلى 1,5 سم تقريبًا . القصبةُ الهوائيّةُ عبارةٌ عن ممرٍّ متينٍ مرنٍ يمرُّ الهواءُ خلالَه على الدوامِ . عندما تُحرِّكُ رأسَك وعنقَك ، تلتوي القصبةُ الهوائيّةُ وتتمدّدُ . لاحِظْ لسانَ المزمارِ في شكلِ (27) . يُغلِقُ لسانُ المزمارِ القصبةَ الهوائيّةَ عندما تبتلعُ الطعامَ أو الشرابَ ، وهذا يمنعُ الطعامَ من دخولِ رئتيك . ويُفتَحُ لسانُ المزمارِ عندما تتنفّسُ أو تتحدّثُ .

عندَ قمّةِ القصبةِ الهوائيّةِ توجَدُ الحنجرةُ أو صندوقُ الصوتِ . مرورُ الهواءِ فوقَ الأحبالِ الصوتيّةِ في الحنجرةِ يُنتِجُ الأصواتَ . تتحوّلُ هذه الأصواتُ إلى كلامٍ عن طريقِ الفمِ .

تُبطَّنُ القصبةُ الهوائيّةُ بالأهدابِ مثلَ البلعومِ . تستمرُّ الأهدابُ في تنظيفِ الهواءِ عندما يمرُّ بها ، **وتتفرّعُ قاعدةُ القصبةِ الهوائيّةِ إلى أنبوبتين ضيّقتين** تُسمَّيان **الشعبتين bronchi** ، كلُّ شعبةٍ تُؤدّي إلى رئةٍ واحدةٍ . حدِّدْ موضعَ الشعبتين في شكلِ (27) .

الرئتان

Lungs

الأكسجينُ الذي تستنشقُه في الهواءِ يتمُّ تبادلُه بالغازاتِ الناتجةِ من جسمِك في الرئتين . تتفرّعُ الشعبتان داخلَ رئتيك إلى الآلافِ من الشعيباتِ الدقيقةِ . كلُّ شعيبةٍ تنتهي في **تجمّعٍ من الأكياسِ الهوائيّةِ الدقيقةِ** التي تُسمّى **الحويصلاتِ الهوائيّةَ alveoli** .

تُشبِهُ الشعيباتُ والحويصلاتُ الهوائيّةُ فروعَ الأشجارِ ، الفروعُ الأكبرُ هي الشعبتان . تُبطَّنُ الشعبتان بالأهدابِ وطبقةٍ رقيقةٍ متّصلةٍ من المخاطِ . تلتصقُ الأتربةُ وحبوبُ اللقاحِ بالمخاطِ قبلَ أن تصلَ إلى الحويصلاتِ الهوائيّةِ .

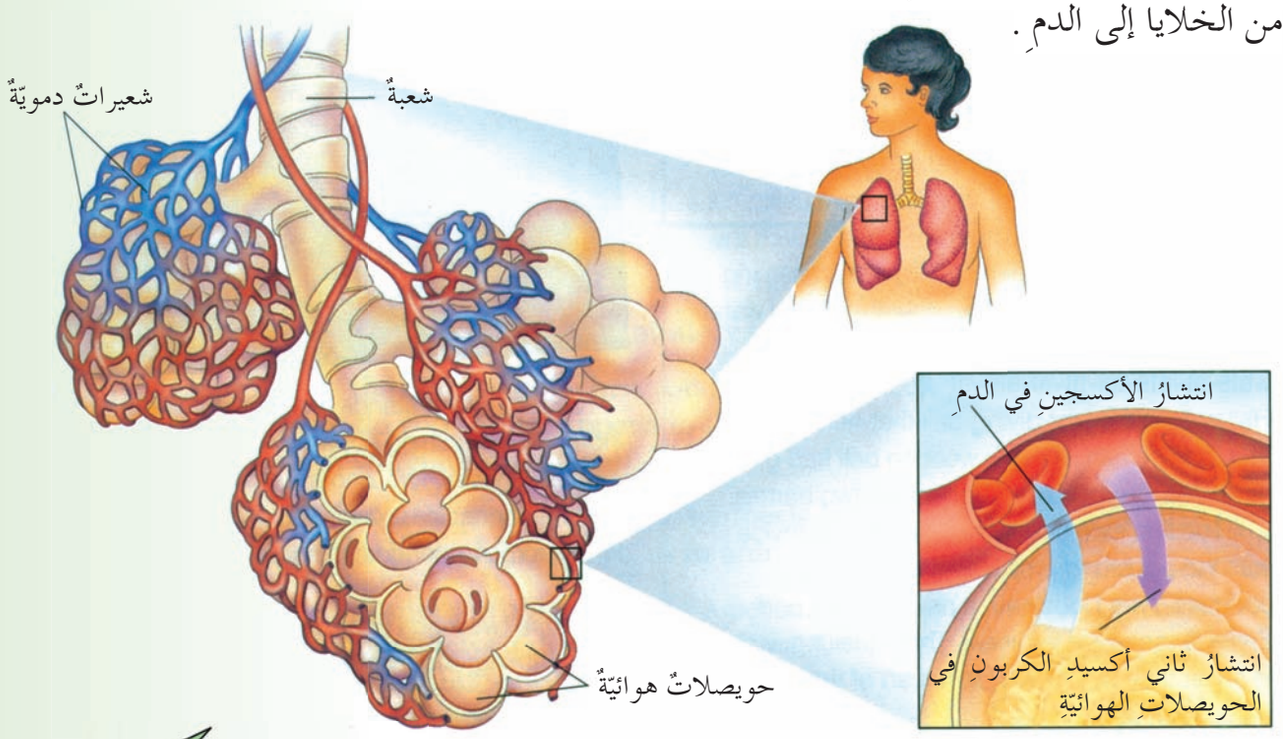
يوجَدُ حوالى 300 مليونِ حويصلةٍ هوائيّةٍ في كلِّ رئةٍ ، على الرغمِ من أنّ كلَّ رئةٍ في حجمِ كرةِ القدمِ تقريبًا ، إلّا أنّ العددَ الكبيرَ من الحويصلاتِ الهوائيّةِ يزيدُ من مساحةِ سطحِ الرئتين بدرجةٍ كبيرةٍ ، إذا ما تمَّ بسطُ السطحِ الكلّيِّ للرئتين بشكلٍ مسطَّحٍ ، فإنّه سيُغطّي ملعبَ كرةِ المضربِ! هذه المساحةُ السطحيّةُ الكبرى مهمّةٌ جدًّا للتبادلِ السريعِ لغازِ الأكسجينِ وغازِ ثاني أكسيدِ الكربونِ .

تبادلُ الغازاتِ

Exchange of Gases

عندما ينتقلُ الأكسجينُ من الحويصلاتِ الهوائيّةِ إلى مجرى الدمِ ينتقلُ ثاني أكسيدِ الكربونِ من الدمِ إلى الحويصلاتِ الهوائيّةِ . يتمُّ تبادلُ الغازاتِ عن طريقِ الانتشارِ . انظرْ إلى الشكلِ (28) . لاحِظْ أنّ الشعيراتِ الدمويّةَ تُحيطُ بالحويصلاتِ الهوائيّةِ ، الجدارُ الداخليُّ لهذه الحويصلاتِ مغطًّى بطبقةٍ رقيقةٍ جدًّا من الماءِ ، يذوبُ الأكسجينُ في هذه الطبقةِ وينتشرُ إلى الشعيراتِ الدمويّةِ . تُطلِقُ البلازما وخلايا الدمِ الحمراءُ الموجودةُ في الدم داخلَ الشعيراتِ الدمويّةِ ثانيَ أكسيدِ الكربونِ وتستبدلُه بالأكسجينِ . ينتشرُ ثاني أكسيدِ الكربونِ إلى خارجِ الشعيراتِ الدمويّةِ وإلى طبقةِ الماءِ الرقيقةِ للغايةِ على الحويصلاتِ الهوائيّةِ . بعدَ ذلك ، يتمُّ طردُ ثاني أكسيدِ الكربونِ من الرئتين في هواءِ الزفيرِ .

تحتاجُ كلُّ خليّةٍ من جسمِك إلى الأكسجينِ لكي يحدثَ التنفّسُ . بعدما يستقبلُ الدمُ الأكسجينَ من رئتيك ويُطلِقُ ثانيَ أكسيدِ الكربونِ إلى الرئتين ، ينسابُ الدمُ عائدًا إلى القلبِ . يضخُّ القلبُ هذا الدمَ الغنيَّ بالأكسجينِ إلى جميعِ خلاياك . وينتشرُ ثاني أكسيدِ الكربونِ من الخلايا إلى الدمِ .



شكلُ 28
تبادلُ الغازاتِ في الرئتين

الاضطراباتُ التنفّسيّةُ

Respiratory Disorders

يقومُ الشعرُ والأهدابُ والأغشيةُ المخاطيّةُ في الجهازِ التنفّسيِّ بترشيحِ الموادِّ التي قد تكونُ ضارّةً لرئتيك . أحيانًا ، تتخطّى هذه الموادُّ الضارّةُ هذه المرشّحاتِ وتُسبّبُ اضطراباتٍ تنفّسيّةً . أكثرُ الاضطراباتِ التنفّسيّةِ شيوعًا هو الزكامُ ، الذي يُسبّبُه فيروسٌ ما من مئاتِ الفيروساتِ .

الربوُ هو الاضطرابُ التنفّسيُّ الذي يحدثُ عندما تنقبضُ العضلاتُ في جدرِ الشعبتين والشعيباتِ . عندما يحدثُ هذا يقلُّ حجمُ الممرّاتِ الهوائيّةِ إلى الرئتينِ . هذه الممرّاتُ الهوائيّةُ الضيّقةُ تجعلُ التنفّسَ صعبًا وتُسبّبُ صفيرًا عندَ التنفّسِ . قد تحدثُ الإصابةُ بالربوِ بعددٍ من الطرقِ ، منها الحساسيّةُ والبردُ الشديدُ .

النزلةُ الشعبيّةُ عبارةٌ عن التهابِ الأغشيةِ المخاطيّةِ التي تُبطّنُ الشعبتين ، وهي تُسبّبُ السعالَ وحمّى شديدةً . الالتهابُ الرئويُّ هو الاضطرابُ الذي يُصيبُ الرئتين بالعدوى ، وتُسبّبُه عادةً البكتيريا . وأعراضُه تتضمّنُ آلامًا صدريّةً وسعالًا .

مفكرة تاريخية

نشاط

من الغطسِ الحرِّ إلى جهازِ الغطسِ

استهوى الناسَ لقرونٍ عديدةٍ التوصّلُ إلى طرقٍ لاستكشافِ ما تحتَ الماءِ . وفي العامِ 4500 قبلَ الميلادِ ، كانَ الغوّاصون في البحرِ المتوسّطِ يكتمون أنفاسَهم ويغطسون من أجلِ جمعِ اللؤلؤِ والإسفنجِ الطبيعيِّ . في العامِ 100 بعد الميلادِ ، كانَ الغوّاصون في اليونانِ وإيطاليا يستخدمون قصيباتٍ جوفاءَ كأنابيبِ غطسٍ . استطاعَ الغوّاصُ البحثَ في قاعِ البحرِ لوقتٍ طويلٍ عن طريقِ التنفّسِ خلالَ أنبوبةِ الغطسِ التي يبرزُ طرفُها فوقَ سطحِ الماءِ .

أوّلُ جهازٍ تمَّ استخدامُه للتنفّسِ تحتَ الماءِ كانَ ناقوسَ الغطسِ . في العامِ 1690 قامَ أدموند هالي ببناءِ ناقوسِ الغطسِ الأوّلِ الذي يتّسعُ لأكثرَ من شخصٍ واحدٍ . ناقوسُ هالي الخشبيُّ كانَ مزوَّدًا بواجهاتٍ زجاجيّةٍ ، يتمُّ توفيرُ الأكسجينِ داخلَه عن طريقِ براميلين .

الوسيلةُ الآمنةُ الأولى للتنفّسِ تحتَ الماءِ كانَتِ الرئةَ المائيّةَ ، التي اخترعَها الضابطُ البحريُّ جاك–إيف كوستو ، والمهندسُ إميل جاجنان . تُعَدُّ الرئةُ المائيّةُ ، (وهي خزّانٌ ومنظِّمٌ للهواءِ) أحدَ مكوّناتِ جهازِ الغطسِ المستخدَمِ هذه الأيّامَ . جهازُ الغطسِ الذي يُمثّلُ جهازَ تنفّسٍ ذاتيَّ الضبطِ تحتَ الماءِ ، يتكوّنُ من: خزّانِ هواءٍ ، نظّاراتٍ ، أنبوبةِ غطسٍ ، زعانفَ ، حزامٍ ذي ثقلٍ . يُمكّنُ جهازُ الغطسِ الغوّاصَ من استكشافِ أعماقِ البحارِ أو المحيطاتِ لفترةٍ زمنيّةٍ طويلةٍ .

1. اذكرِ اسمَ نوعين من الأجهزةِ المستخدَمةِ للتنفّسِ تحتَ الماءِ .
2. فسّرْ كيف تعملُ أنبوبةُ الغطسِ .

العلمُ والمجتمعُ

تلوّثُ الهواءِ داخلَ المنازلِ

في أواخرِ السبعيناتِ من القرنِ الماضي ، توصّلَ أناسٌ عديدون إلى طرقٍ لجعلِ منازلِهم وأعمالِهم أكثرَ فعّاليّةً في اقتصادِ الطاقةِ . ولكنّهم لم يكونوا يعلمون أنّهم يُساهِمون في تلويثِ الهواءِ ، فعلى سبيلِ المثالِ ، وضعَ كثيرون أشرطةَ لحامٍ عازلةً ومتينةً حولَ النوافذِ والأبوابِ لتوفيرِ الطاقةِ . ومن سوءِ الحظِّ ، قلّلَتْ هذه الوسائلُ أيضًا من انسيابِ الهواءِ الطبيعيِّ إلى داخلِ المبنى وخارجِه . أوضحَتْ دراساتُ وكالةِ حمايةِ الطاقةِ أنّ الهواءَ داخلَ المنازلِ يحتوي على ملوِّثاتٍ أكثرَ من الهواءِ خارجَها . أمثلةٌ عن تلك الملوِّثاتِ تشملُ منتَجاتِ التنظيفِ ، منتَجاتِ الدهاناتِ ، منعشاتِ الهواءِ . قد تكونُ تركيزاتُ هذه الملوِّثاتِ داخلَ المباني أكثرَ من 10 أضعافٍ من خارجِها في الهواءِ الطلقِ .

تُسبِّبُ بعضُ الملوِّثاتِ داخلَ المنازلِ حكّةً في العيونِ أو غثيانًا أو دوارًا أو صداعًا ، وهناك ملوِّثاتٌ أخرى ذاتُ علاقةٍ وثيقةٍ بالأمراضِ التي تستغرقُ سنواتٍ كي تظهرَ ، مثلِ السرطانِ . حدّدَتْ وكالةُ حمايةِ البيئةِ ثلاثين نوعًا من الملوِّثاتِ داخلَ المنازلِ على أنّها مسرطنةٌ ، هذه الموادُّ تشملُ الأسبستوسَ والغازَ المشعَّ المعروفَ بالرادونِ؛ فالرادونُ يتسرّبُ إلى المباني من تحتِ سطحِ الأرضِ . وتوجَدُ طرقٌ لفحصِ وجودِ الرادونِ والأسبستوسِ في المباني . تمَّتْ إزالةُ الأسبستوسِ من المدارسِ في العديدِ من المجتمعاتِ .

لمقاومةِ تلوّثِ الهواءِ داخلَ المنازلِ ، يجبُ عليك أن تكونَ أكثرَ حذرًا بخصوصِ استخدامِ المنتَجاتِ المنزليّةِ التي تحتوي على موادَّ كيميائيّةٍ ضارّةٍ . أناسٌ عديدون يستخدمون المنتَجاتِ الطبيعيّةَ بديلًا عن تلك المنتَجاتِ . الكثيرُ من الموظَّفين ينالون تهويةً أفضلَ في مكاتبِهم باستخدامِ منقّياتِ الهواءِ في المكاتبِ ومنعَ التدخينُ فيها .

أسئلة مراجعة

الدرسُ 2–3

اختبرْ وفسِّرْ

1. صِفْ كيف يتحرّكُ الهواءُ عبرَ الجهازِ التنفّسيِّ .
2. ماذا يحدثُ للحجابِ الحاجزِ عندَ الشهيقِ والزفيرِ؟ في اعتقادِك ، ماذا يحدثُ للحجابِ الحاجزِ عندما تُصابُ بنوبةِ فواقٍ (حازوقةٍ)؟
3. **توقَّعْ**: ما الاضطراباتُ التنفّسيّةُ التي يُحتَملُ أن يُصابَ بها الشخصُ المدخِّنُ عن الشخصِ غيرِ المدخِّنِ؟ في اعتقادِك ، كيف يجعلُ التدخينُ بعضَ الاضطراباتِ التنفّسيّةِ أسوأَ؟

4–2 الجهازُ الإفراغيُّ (الإخراجيُّ)
Excretory System

الأهدافُ

في نهايةِ هذا الدرسِ يجبُ أن يكونَ الطالبُ قادرًا على أن:

- **يصفَ** كيف يتخلّصُ الجلدُ من الفضلاتِ .
- **يصفَ** كيف تُزيلُ الكليتان الفضلاتِ من الجسمِ .
- **يُحدِّدَ عمليًّا** مسارَ اليوريا (البولينا) من الكبدِ حتّى يتمَّ إفراغُها من الجسمِ .
- **يُعرِّفَ المصطلحاتِ الأساسيّةَ:** النفروناتِ .

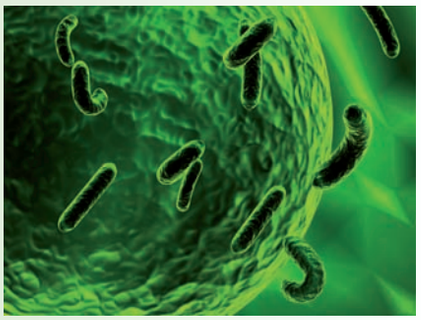
إنّك تعرفُ أنّ الرئتين تُفرِغان من جسمِك ثانيَ أكسيدِ الكربونِ ، الذي يُعتبَرُ مادّةً زائدةً على غرارِ موادَّ أخرى تنتجُها خلاياك ، كالماءِ والملحِ إذا زادا عن حدِّهما الطبيعيِّ في أنسجتِك . قد تتراكمُ هذه الموادُّ الزائدةُ ، أو الفضلاتِ ، إلى مستوياتٍ خطيرةٍ داخلَ جسمِك إذا لم يتمّ إخراجُها أو إزالتُها . يُعتبَرُ كبدُك وجلدُك عضوين إخراجيَّين يؤدِّيان دورًا مهمًا في إزالةِ موادَّ زائدةٍ معيَّنةٍ من جسمِك ، ولكنّ عضوَي الإخراجِ الرئيسيّين هما الكليتان .

الكبدُ
Liver

لقد تعلّمْتَ بعضَ وظائفِ الكبدِ عندما درسْتَ الجهازَ الهضميَّ . تنطلقُ الموادُّ المحتويةُ على النيتروجينِ أثناءَ عمليّةِ الأيضِ . هذه الموادُّ سامّةٌ للجسمِ ، ويقومُ الكبدُ بربطِ هذه الفضلاتِ مع ثاني أكسيدِ الكربونِ لتكوينِ اليوريا أو البولينا . اليوريا مركَّبٌ نيتروجينيٌّ يُعتبَرُ سامًّا في الكمّيّاتِ الكبيرةِ ولا بدَّ من إزالتِه من جسمِك . تدخلُ اليوريا إلى مجرى الدمِ من خلالِ الشعيراتِ الدمويّةِ الموجودةِ في الكبدِ . ينقلُ الجهازُ الدوريُّ اليوريا إلى كليتيك ، حيث يتمُّ فصلُها عن الدمِ وطردُها من الجسمِ عن طريقِ البولِ . يتكوّنُ البولُ من اليوريا (البولينا) والماءِ والأملاحِ الزائدةِ .

الجلدُ

Skin



إنّك تعرفُ أنّ جلدَك يتكوّنُ من عدّةِ طبقاتٍ . وداخلَ طبقاتِ جلدِك توجَدُ الغددُ العرقيّةُ وحويصلاتُ الشعرِ . تتمُّ إزالةُ الفضلاتِ (مثلِ اليوريا) والماءِ الزائدِ من دمِك بواسطةِ الغددِ العرقيّةِ . تُكوِّنُ الفضلاتُ والماءُ العرقَ الذي يتمُّ إفراغُه إلى سطحِ الجلدِ من خلالِ مسامَّ أو فُتحاتٍ دقيقةٍ في جلدِك . هل لاحظْتَ من قبلُ أنّه إذا ما وصلَ العرقُ المتكوِّنُ على وجهِك إلى فمِك ، له مذاقٌ مالحٌ ، فمع الماءِ الزائدِ تتمُّ إزالةُ الملحِ من دمِك في شكلِ عرقٍ .

شكلُ 29

الأجسامُ الخضراءُ الموضَّحةُ في الصورةِ عبارةٌ عن بكتيريا في أحدِ مسامِّ الجلدِ . لماذا يُعَدُّ الجلدُ عضوًا إفراغيًّا؟

الكليتان

Kidneys

ضَعْ يديك على ظهرِك والمسْه من أسفلَ ، أعلى خصرِك تمامًا . لقد توصّلْتَ إلى موقعِ كليتيك . فهما حوالى 10 cm في الطولِ ولهما شكلٌ يُشبِهُ بذرتي فاصوليا كبيرتي الحجمِ .

في كلِّ مرّةٍ يدقُّ قلبُك ، يدخلُ حوالى 20% من دمِك إلى الكليتين من خلالِ الشريانِ الكلويِّ . يُمكِنُك أن ترى ذلك في شكلِ (30) . في الصفحةِ التاليةِ ، يتفرّعُ الشريانُ الكلويُّ داخلَ الكليةِ إلى شبكةٍ من الشعيراتِ الدمويّةِ . بعضُ مكوِّناتِ الدمِ ، مثلِ خلايا الدمِ والبروتيناتِ كبيرةٌ جدًّا حتّى تدخلَ الشعيراتِ الدمويّةَ ، لذا فهي تظلُّ في مجرى الدمِ . والنفروناتُ **nephrons** هي **تراكيبُ دقيقةٌ ترشحُ الماءَ وبعضَ الأملاحِ والموادِّ الغذائيّةِ** . يُمكِنُك أن ترى شكلًا تخطيطيًّا للنفرونِ في شكلِ (30) .

بعضُ الموادِّ التي تمرُّ عبرَ الأنابيبِ الجامعةِ في النفرونِ تُمتَصُّ بعدَ ذلك عائدةً إلى مجرى الدمِ ، وتتركُ الكليةَ خلالَ أحدِ الأوردةِ . لماذا يُعَدُّ ضروريًّا للماءِ والموادِّ الغذائيّةِ وبعضِ الأملاحِ أن ترجعَ مرّةً أخرى إلى مجرى دمِك؟

نشاط

الاستنتاجُ

المرشِّحُ

أحضِرِ الأشياءَ التاليةَ: ورقةَ ترشيحٍ ، قمعًا ، كأسًا مدرَّجةً ، كأسًا نظيفةً ، رملًا .

1. ضَعِ الرملَ وحوالى 200 مل من الماءِ في الكأسِ المدرَّجةِ .
2. ضَعْ ورقةَ الترشيحِ بالقمعِ .
3. اسكبْ خليطَ الرملِ والماءِ في الكأسِ النظيفةِ من خلالِ المرشِّحِ .

ماذا يحدثُ؟ في اعتقادِك ، كيف يُشبِهُ المرشِّحُ كليتيك؟

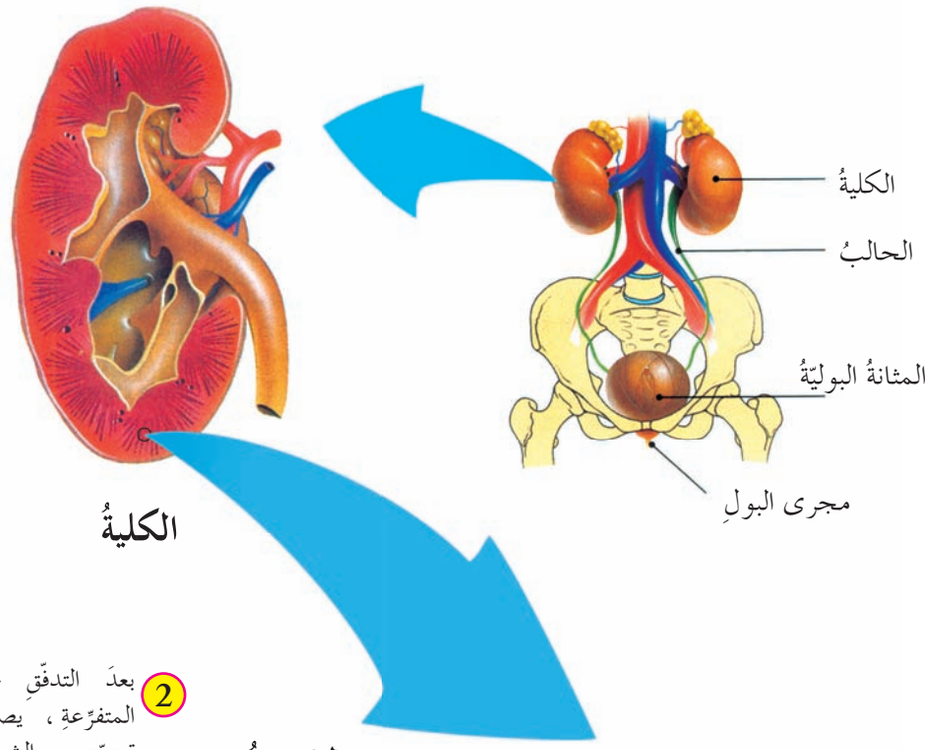
السائلُ الذي يبقى في الأنبوبةِ الجامعةِ للنفرونِ هو البولُ . لاحِظِ الحالبَ في شكلِ (30) . هنا يتدفّقُ البولُ من داخلِ الكليةِ إلى المثانةِ البوليّةِ . المثانةُ البوليّةُ عبارةٌ عن كيسٍ من الأنسجةِ العضليّةِ . تختزنُ المثانةُ حوالى لترٍ واحدٍ من البولِ ، وعندما تمتلئُ المثانةُ تطردُ جدرُها العضليّةُ القويّةُ البولَ إلى الخارجِ من خلالِ مجرى البولِ . مجرى البولِ عبارةٌ عن أنبوبةٍ تمتدُّ من المثانةِ البوليّةِ إلى خارجِ الجسمِ . انظرْ إلى الشكلِ (30) ، وتتبَّعِ انسيابَ البولِ إلى خارجِ الجسمِ .

نشاط

القيامُ بالمضاهاةِ

بعضٌ من أجزائِه

بالعودةِ إلى النشاطِ السابقِ ، أيُّ جزءٍ من جسمِ الإنسانِ الأفضلُ تمثيلًا للماءِ المرادِ ترشيحُه؟ أيُّ جزءٍ من جسمِ الإنسانِ الأفضلُ تمثيلًا للماءِ النقيِّ الذي يمرُّ من المرشِّحِ؟



شكلُ 30

تحتوي كلُّ كليةٍ على مليونِ وَحدةٍ مرشِّحةٍ دقيقةٍ تُسمّى النفروناتِ . يتمُّ إنتاجُ البولِ في النفروناتِ .

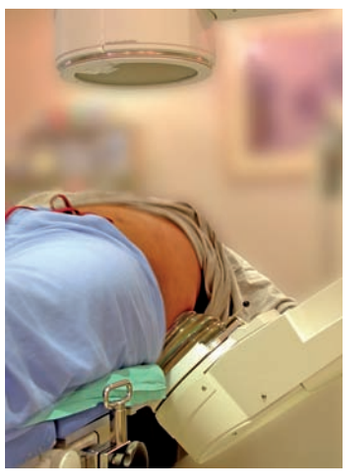
الاضطراباتُ الإفراغيّةُ (الإخراجيّةُ)

Excretory Disorders

في بعضِ الأحيانِ قد تُصيبُ الكائناتُ الدقيقةُ مثل الجراثيمِ أعضاءَ الجهازِ الإفراغيِّ . فالكائناتُ الدقيقةُ قد تدخلُ الجسمَ من خلالِ مجرى البولِ ، أو أعضاءِ الجسمِ الأخرى أو الدمِ . عندما تدخلُ الكائناتُ الدقيقةُ مثلُ البكتيريا إلى المسالكِ البوليّةِ ، فإنّها تُسبِّبُ إصابتَها بالعدوى . بعضُ الإصاباتِ يُمكِنُ علاجُها عن طريقِ شربِ كمّيّاتٍ وفيرةٍ من الماءِ والراحةِ وتغييرِ عاداتِك ، أو تناولِ المضادّاتِ الحيويّةِ . أمّا بعضُ الإصاباتِ الأخرى فقد تكونُ خطيرةً .

عندما تُصابُ النفروناتُ في الكليتين بالعدوى ، قد ينتجُ مرضٌ يُسمّى التهابَ الكليةِ . تكرارُ الإصابةِ بهذا المرضِ قد يُتلِفُ الكليتين إلى درجةٍ لا يُمكِنُهما استخلاصُ النفاياتِ أو المزيدِ من الفضلاتِ . الشخصُ المصابُ بتلفٍ شديدٍ في كليتيه (مريضُ الفشلِ الكلويِّ) قد يتمُّ توصيلُه بكليةٍ صناعيّةٍ . وإذا كانَتِ الكليتان لا تقومانِ بوظيفتيهما ، فإنّ زرعَ كليةٍ جديدةٍ يكونُ ضروريًّا . ومن عظيمِ صنعِ اللهِ أنّ الكليةَ الواحدةَ يُمكِنُها أن تقومَ مقامَ الكليتين .

اضطرابٌ آخرُ للكليةِ يحدثُ عندما تُكوِّنُ الأملاحُ الموجودةُ في البولِ بلّوراتٍ أو حصواتٍ كلويّةً وهي عادةً ما تنتجُ من تكرارِ العدوى بالبكتيريا . إذا كانَتِ الحصواتُ الكلويّةُ كبيرةً جدًّا بحيث يصعبُ مرورُها مع البولِ ، فإنّها يُمكِنُ أن تستقرَّ في الحالبِ وتمنعَ البولَ من مغادرةِ الكليةِ . الحصواتُ الكلويّةُ قد تكونُ مؤلمةً للغايةِ ، وغالبًا ما يتمُّ علاجُها بواسطةِ تقنيّةٍ تُسمّى الموجاتِ فوقَ الصوتيّةِ . إنّ التردّداتِ فوقَ الصوتيّةِ تُحطِّمُ حصواتِ الكليةِ . وبمجرَّدِ أن تتفتّتَ إلى بلّوراتٍ أو حصواتٍ صغيرةٍ يُمكِنُها أن تمرَّ بسهولةٍ خلالَ الحالبِ .

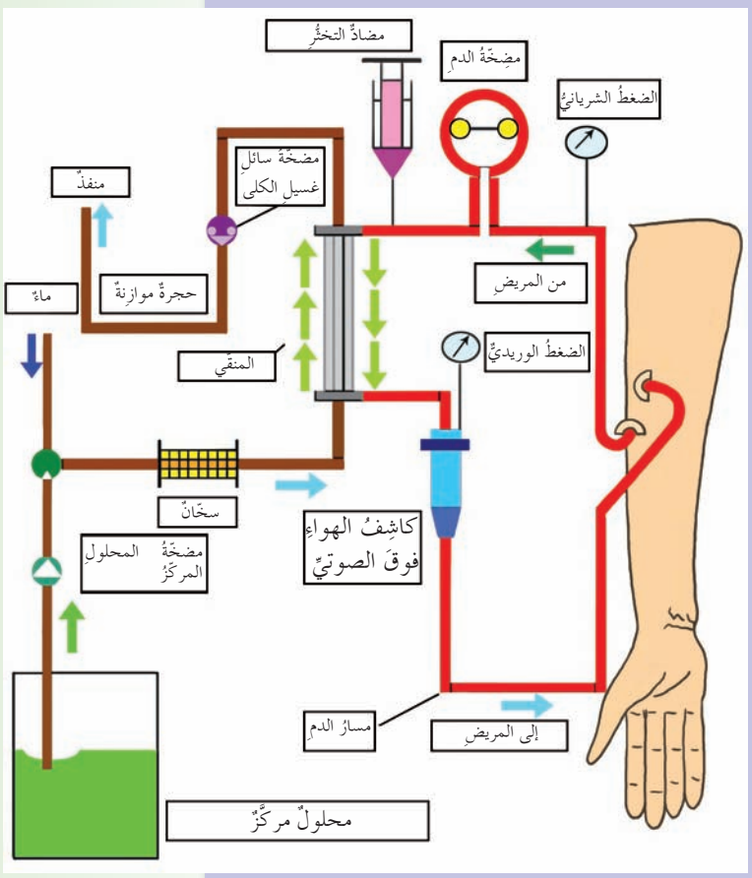


شكلُ 31

في هذه الأيّامِ ، غالبًا ما تُستخدَمُ الموجاتُ فوقَ الصوتيّةِ لتفتيتِ معظمِ حصواتِ الكليةِ الكبيرةِ ، لذلك فإنّها يُمكِنُ أن تمرَّ إلى خارجِ الجسمِ .

العلمُ والتكنولوجيا

آلةُ الغسيلِ الكلويِّ Dialysis – الآلةُ العجيبةُ



أحيانًا ، تفشلُ كليتا الشخصِ في القيامِ بعملِهما بالكاملِ ، لكنّ الشخصَ الذي تفشلُ كليتاه يكونُ قادرًا على أن يعيشَ بصورةٍ شبهِ طبيعيّةٍ عن طريقِ آلةِ الغسيلِ الكلويِّ التي تتولّى أمرَ وظائفِ الكليتين وتُزيلُ جميعَ الموادِّ الضارّةِ والزائدةِ من الدمِ . أثناءَ عمليّةِ الغسيلِ الكلويِّ ينسابُ دمُ الشخصِ إلى أنبوبةٍ خاصّةٍ مصنوعةٍ من مادّةٍ تسمحُ لموادَّ معيَّنةٍ فقط أن تنتشرَ خلالَ جدرانِها . داخلَ الآلةِ تُحاطُ هذه الأنبوبةُ بسائلٍ خاصٍّ . تنتشرُ موادُّ الفضلاتِ والموادُّ غيرُ المرغوبةِ الموجودةُ في الدمِ من الأنبوبةِ إلى السائلِ ، وتنتشرُ موادُّ معيَّنةٌ من السائلِ إلى الدمِ داخلَ الأنبوبةِ . بعدَ ذلك ، ينسابُ الدمُ عائدًا إلى الشخصِ . تستغرقُ هذه العمليّةُ من 6 إلى 8 ساعاتٍ ، وقد يحتاجُ إليها المريضُ بالفشلِ الكلويِّ مرّتين أو ثلاثَ مرّاتٍ كلَّ أسبوعٍ . ينجمُ الفشلُ الكلويُّ المؤقّتُ في بعضِ الحالاتِ عن صدمةٍ فجائيّةٍ أو مرضٍ ما . وقد يتمُّ إجراءُ عمليّةِ الغسيلِ الكلويِّ للمريضِ في المستشفى حتّى تُشفى الكليتان ولا تحتاجان إلى عمليّةِ غسيلٍ كلويٍّ أخرى . قد تُجرى عمليّةُ الغسيلِ الكلويِّ في المستشفى أو في مكانٍ آخرَ . فقد ظهرَ نوعٌ جديدٌ من آلةِ الغسيلِ الكلويِّ في السنواتِ الأخيرةِ ، هذه الآلةُ أوفرُ مالًا وتحتاجُ إلى وقتٍ أقلَّ . والأكثرُ أهمّيّةً من ذلك ، أنّ مرضى الغسيلِ الكلويِّ يستطيعون أداءَ الإجراءاتِ بأنفسِهم ، فهم يُثبّتون أنفسَهم بالآلةِ وقتَ النومِ ويتركون الآلةَ تعملُ أثناءَ الليلِ . هذه الآلةُ العجيبةُ تسمحُ للناسِ أن يُواصِلوا حياتَهم اليوميّةَ .

أسئلة مراجعة

الدرسُ 2–4

اختبرْ وفسِّرْ

1. ما الموادُّ التي تقومُ الكليةُ بإزالتِها من الجسمِ؟ ما الموادُّ التي تحتفظُ بها؟
2. فسِّرْ لماذا يحدثُ الموتُ إن توقّفَتْ كليتا الشخصِ عن العملِ ، وإذا كانَ العلاجُ بآلةِ الغسيلِ الكلويِّ غيرَ ممكنٍ .
3. **استنتِجْ**: لماذا يُعَدُّ الماءُ في غايةِ الأهمّيّةِ للجهازِ الإفراغيِّ ليعملَ كما ينبغي؟
4. **عرِّفْ عمليًّا**: اشرحِ العمليّةَ التي بواسطتِها يتمُّ إفراغُ الفضلاتِ من الكبدِ إلى خارجِ الجسمِ .

ملخّصُ المفاهيمِ Concept Summary

(2 – 1) الجهازُ الهضميُّ

• الهضمُ هو عمليّةُ تفتيتِ الغذاءِ إلى جزيئاتٍ صغيرةٍ بدرجةٍ تكفي لعبورِ الأغشيةِ الخلويّةِ .

• يتمُّ الهضمُ الميكانيكيُّ عن طريقِ هرسِ وطحنِ الطعامِ . يحدثُ الهضمُ الكيميائيُّ عندما يتمُّ تفتيتُ الطعامِ إلى جزيئاتٍ أبسطَ تركيبًا بمساعدةِ الأنزيماتِ ، الأحماضِ ، القلويّاتِ .

• الأجزاءُ الرئيسيّةُ للقناةِ الهضميّةِ للإنسانِ هي الفمُ ، المريءُ ، المعدةُ ، الأمعاءُ الدقيقةُ ، الأمعاءُ الغليظةُ ، المستقيمُ .

(2 – 2) الجهازُ الدوريُّ

• يعملُ القلبُ كمضخّةٍ عضليّةٍ تُحرّكُ الدمَ خلالَ أوعيةِ الجهازِ الدوريِّ .

• يضخُّ الجانبُ الأيسرُ للقلبِ الدمَ إلى أعضاءِ الجسمِ . يضخُّ الجانبُ الأيمنُ للقلبِ الدمَ إلى الرئتين .

• يتكوّنُ الدمُ من مكوّناتٍ سائلةٍ وأخرى صلبةٍ . ينقلُ الدمُ الأكسجينَ وثانيَ أكسيدِ الكربونِ والموادَّ الغذائيّةَ والفضلاتِ . تُساعِدُ مكوّناتُ الدمِ أيضًا الجسمَ على مقاومةِ الأمراضِ وترميمِ الأوعيةِ الدمويّةِ المجروحةِ .

• يُعيدُ الجهازُ الليمفاويُّ السائلَ إلى الشعيراتِ ، ويُساعِدُ على امتصاصِ الموادِّ الغذائيّةِ والدفاعِ عن الجسمِ .

(2 – 3) الجهازُ التنفّسيُّ

• يعملُ الحجابُ الحاجزُ والعضلاتُ الضلعيّةُ معًا أثناءَ التنفّسِ ، لتغييرِ ضغطِ الهواءِ في الرئتين . يتحرّكُ الهواءُ إلى داخلِ وخارجِ الرئتين خلالَ الأنفِ أو الفمِ ، البلعومِ ، القصبةِ الهوائيّةِ ، الشجرةِ الشعبيّةِ .

• يحدثُ تبادلُ الغازاتِ في الحويصلاتِ الهوائيّةِ وخلايا الجسمِ من خلال الانتشارِ .

(2 – 4) الجهازُ الإفراغيُّ

• تقومُ الرئتان والكبدُ والجلدُ والجهازُ البوليُّ جميعُها في الإفراغِ .

• تُزيلُ الكليتان الفضلاتِ التي يحملُها الدمُ وتستعيدُ الموادَّ الغذائيّةَ .

اختبِرْ مفرداتِك اللغويّةَ Check your Vocabulary

استخدمِ المفرداتِ اللازمةَ لإكمالِ الجملِ التاليةِ حتّى تُصبحَ صحيحةً:

1. ينتقلُ الدمُ المغادِرُ للقلبِ عبرَ ..... إلى جميعِ الأعضاءِ والعضلاتِ .
2. في الكليتين ، ..... هو عبارةٌ عن جهازٍ من الأنابيبِ التي تعملُ كمرشِّحٍ .
3. يحدثُ تبادلُ الغازاتِ في الأكياسِ الهوائيّةِ الدقيقةِ في الرئتين والتي تُسمّى ..... .
4. الكربوهيدراتُ والبروتيناتُ والدهونُ عبارةٌ عن ثلاثةِ ..... مهمّةٍ في الطعامِ .
5. يحدثُ ..... عندَ قيامِ أسنانِك بقضمِ وطحنِ وهرسِ الطعامِ .
6. أصغرُ نوعٍ من الأوعيةِ الدمويّةِ هو ..... .
7. التنوءاتُ إصبعيّةُ الشكلِ ، أو ..... تُبطِّنُ جدرَ الأمعاءِ الدقيقةِ من الداخلِ .
8. يُغادِرُ الدمُ الأعضاءَ وينتقلُ عبرَ ..... عائدًا إلى القلبِ .
9. تفتيتُ الطعامِ إلى مكوّناتٍ أبسطَ تركيبًا يستطيعُ الجسمُ استخدامَها يُسمّى ..... .
10. يدخلُ الهواءُ الرئةَ بعدَ مرورِه عبرَ ..... .
11. الأحماضُ والقلويّاتُ والأنزيماتُ تُفتّتُ الطعامَ أثناءَ ..... .

12 تحقق من معلوماتك

أجِبْ عمّا يأتي بجملةٍ كاملةٍ:

1. اذكرْ طريقتين قد يتغيّرُ بهما الطعامُ أثناءَ الهضمِ .
2. افترِضْ أنّ ضغطَ دمِك كانَ $\frac{120}{80}$. ما الذي يعنيه كلٌّ من هذين الرقمين؟
3. اذكرْ ثلاثةَ أشياءَ يُمكِنُك القيامُ بها لتجنّبِ الأمراضِ القلبيّةِ الوعائيّةِ .
4. لماذا تُغطّي الحويصلاتُ الهوائيّةُ طبقةً رقيقةً من الماءِ محاطةً بالشعيراتِ الدمويّةِ؟
5. صِفْ ثلاثةَ اضطراباتٍ هضميّةٍ واذكرْ طرقَ علاجِها .
6. إلى أين يتدفّقُ الدمُ بعدَ أن يُغادِرَ الجانبَ الأيمنَ لقلبِك؟
7. اذكرْ ثلاثةَ أعضاءٍ تقومُ بإزالةِ الفضلاتِ من الجسمِ .
8. ما فصائلُ الدمِ الأربعُ؟

اختبِرْ أفضلَ إجابةٍ لإكمالِ كلِّ جملةٍ ممّا يأتي:

9. يتأكسدُ الدمُ أثناءَ ..... .
(الهضمِ ، الدورةِ الرئويّةِ ، الدورةِ الجهازيّةِ ، الإفراغِ) .
10. حصواتُ المرارةِ وحرقةُ الفؤادِ والقرحاتُ جميعُها اضطراباتٌ للجهازِ ..... .
(الهضميِّ ، الدوريِّ ، التنفّسيِّ ، الإفراغيِّ) .
11. الرئتان والبلعومُ والقصبةُ الهوائيّةُ جميعُها أعضاءٌ للجهازِ ..... .
(الهضميِّ ، الدوريِّ ، التنفّسيِّ ، الإفراغيِّ) .
12. تُكوِّنُ الأملاحُ الزائدةُ والماءُ الزائدُ والفضلاتُ النيتروجينيّةُ ..... .
(العرقَ ، البولَ ، النفرونَ ، اليوريا) .
13. تُحمَّلُ الموادُّ الغذائيّةُ في الدمِ بواسطةِ ..... .
(خلايا الدمِ الحمراءِ ، خلايا الدمِ البيضاءِ ، الصفائحِ الدمويّةِ ، البلازما) .
14. تُمتَصُّ معظمُ الموادِّ الغذائيّةِ في ..... .
(الحويصلةِ الصفراويّةِ ، الأمعاءِ الدقيقةِ ، المعدةِ ، الكبدِ) .

تحقق من فهمك

طبِّقِ المفاهيمَ التي تعلّمْتَها للإجابةِ عن كلِّ سؤالٍ .

1. ما أهمّيّةُ كلٍّ ممّا يأتي في معالجةِ الطعامِ في الجهازِ الهضميِّ؟
   (أ) الفعلُ العضليُّ
   (ب) الخملاتُ
   (جـ) الأنزيماتُ
2. صِلْ أعضاءَ الجسمِ بالوظيفةِ التي يقومُ بها كلٌّ منها:

(أ) الحالبُ	تهضمُ البروتيناتِ
(ب) الصفائحُ الدمويّةُ	تجلطُ الدمَ
(جـ) الرئةُ	تحتجزُ الفيروساتِ والبكتيريا
(د) المعدةُ	تقومُ بتبادلِ الغازاتِ
(هـ) العقدُ الليمفاويّةُ	ينقلُ البولَ إلى المثانةِ البوليّةِ

3. **تتبَّعْ:** أين يتمُّ إنتاجُ ثاني أكسيدِ الكربونِ في جسمِ الإنسانِ؟ صِفِ المسارَ الذي يتّبعُه حتّى يُغادِرَ الجسمَ .
4. ما هو دورُ كلٍّ من الخلايا الحمراءِ والخلايا البيضاءِ والصفائحِ والبلازما في الدمِ؟
5. أيُّهما يحوي أكسجينًا أكثرَ ، هواءُ الشهيقِ أم هواءُ الزفيرِ؟ وأيُّهما يحوي ثانيَ أكسيدِ الكربونِ أكثرَ من الآخرِ؟
6. هل يُمكِنُك أن تشعرَ بالنبضِ في أوردتِك؟ علِّلْ إجابتَك .
7. **رتِّبْ:** رتِّبِ الخطواتِ الأساسيّةَ التاليةَ لهضمِ الطعامِ وامتصاصِه .

(أ) يمتصُّ الماءَ .
(ب) يتحوّلُ الطعامُ إلى سائلٍ غليظِ القوامِ .
(جـ) تمرُّ الموادُّ الغذائيّةُ إلى مجرى الدمِ .
(د) يتفتّتُ الطعامُ إلى قطعٍ أصغرَ .
(هـ) تُزالُ الفضلاتُ من الجسمِ .
(و) يُهضَمُ الطعامُ إلى موادَّ غذائيّةٍ تستخدمُها الخلايا .

نم مهاراتك

استخدمِ المهاراتِ التي تمَّتْ تنميتُها في هذا الفصلِ لإكمالِ كلِّ نشاطٍ .

1. فسِّرِ البياناتِ Interpret Data

استخدمِ الجدولَ أدناه للإجابةِ عن الأسئلةِ التاليةِ:

(أ) أثناءَ الطقسِ العاديِّ ، ما الذي يُسبِّبُ فقدانَ الجسمِ للكمّيّةِ الكبرى من الماءِ؟
(ب) كيف يتغيّرُ إفراغُ الماءِ أثناءَ ممارسةِ التمارينِ الرياضيّةِ المجهدةِ؟ لماذا؟
(جـ) في يومِ الطقسِ العاديِّ ، يتناولُ الشخصُ المتوسِّطُ حوالى 2,2 لترٍ من الماءِ . ماذا سيحدثُ لك إذا لم تتناولْ أكثرَ من هذه الكمّيّةِ أثناءَ الطقسِ الحارِّ؟

الخسارةُ اليوميّةُ للماءِ عندَ الإنسانِ (مل)

	الطقسُ العاديُّ	الطقسُ الحارُّ	التمارينُ الرياضيّةُ المجهدةُ الممتدّةُ
الرئتان	350	250	650
البولُ	1400	1200	500
العرقُ	450	1750	5350
البرازُ	200	200	200
المجموعُ	2400	3400	6700

2. بنكُ البياناتِ Data Bank

استخدمِ المعلوماتِ في الجدولِ صفحةِ 71 لتُجيبَ عن الأسئلةِ التاليةِ:

(أ) أيُّ نشاطٍ يستخدمُ أقلَّ كمّيّةٍ من الأكسجينِ لكلِّ ساعةٍ؟ وأكثرَ كمّيّةٍ من الأكسجينِ؟
(ب) أيُّ نشاطٍ من المحتمَلِ أن يلزمَه أقلُّ كمّيّةٍ من الطاقةِ؟ وأكبرُ كمّيّةٍ من الطاقةِ؟
(جـ) استنتِجْ: فسِّرِ العلاقةَ بينَ استخدامِ الأكسجينِ والحاجةِ إلى الطاقةِ .

الأكسجينُ المستخدَمُ في الأنشطةِ

النشاطُ	الأكسجينُ (مل) المستخدَمُ في الساعةِ
كرةُ السلّةِ	90
ركوبُ الدرّاجةِ	55
كرةُ القدمِ	110
الركضُ	120
العزفُ على البيانو	35
الجلوسُ	25
النومُ	14
السباحةُ	120
كرةُ المضربِ	96
المشيُ	60

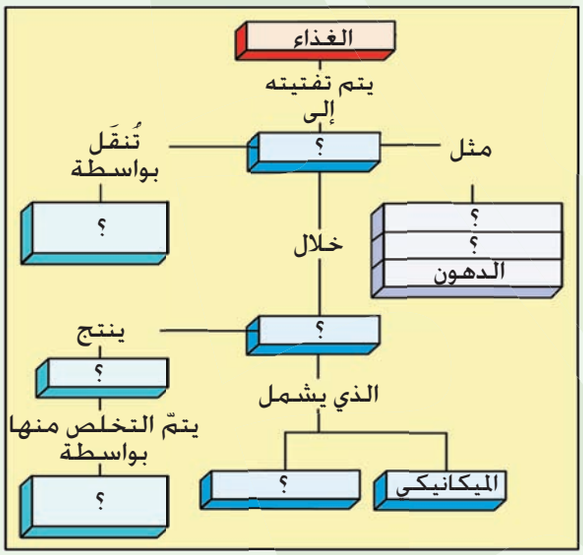
3. اصنعْ نموذجًا Make a Table

صمِّمْ جدولًا يحتوي على قائمةٍ مرتَّبةٍ لأعضاءِ الجهازِ الهضميِّ ، متضمِّنًا وظيفةَ كلِّ عضوٍ ، ومحدِّدًا أنواعَ الموادِّ الغذائيّةِ المهضومةِ أو الممتصّةِ في كلِّ مرحلةٍ .

مهارة الاتصال

1. خريطةُ المفاهيم Link the Concepts

تُوضِّحُ خريطةُ المفاهيمِ إلى اليسارِ كيف ترتبطُ بعضُ المفاهيمِ في هذا الفصلِ ببعضِها . وقد تمَّ ملءُ جزءٍ من الخريطةِ . انسخِ الخريطةَ وأكمِلْها مستخدِمًا الكلماتِ والأفكارَ الواردةَ في هذا الفصلِ .



2. العلومُ وآدابُ اللغة Science and Literature

اكتبْ سلسلةً من الاستعاراتِ (المجازاتِ) والتشبيهاتِ لأعضاءِ الجسمِ المختلِفةِ . على سبيلِ المثالِ ، «القلبُ مثلُ نبعِ المياهِ الساخنةِ الذي يتفجّرُ كلَّ ثوانٍ قليلةٍ» .

3. أنت والعلومُ Science and You

ارفعْ إحدى ذراعيك عاليًا بالهواءِ واتركِ الثانيةَ متدلّيةً إلى أسفلَ بجانبِ جسمِك لمدّةِ دقيقتين . قارِنْ لونَ كلِّ يدٍ ومدى انتفاخِ أوردتِك . في اعتقادِك ، ما سببُ هذا الاختلافِ؟

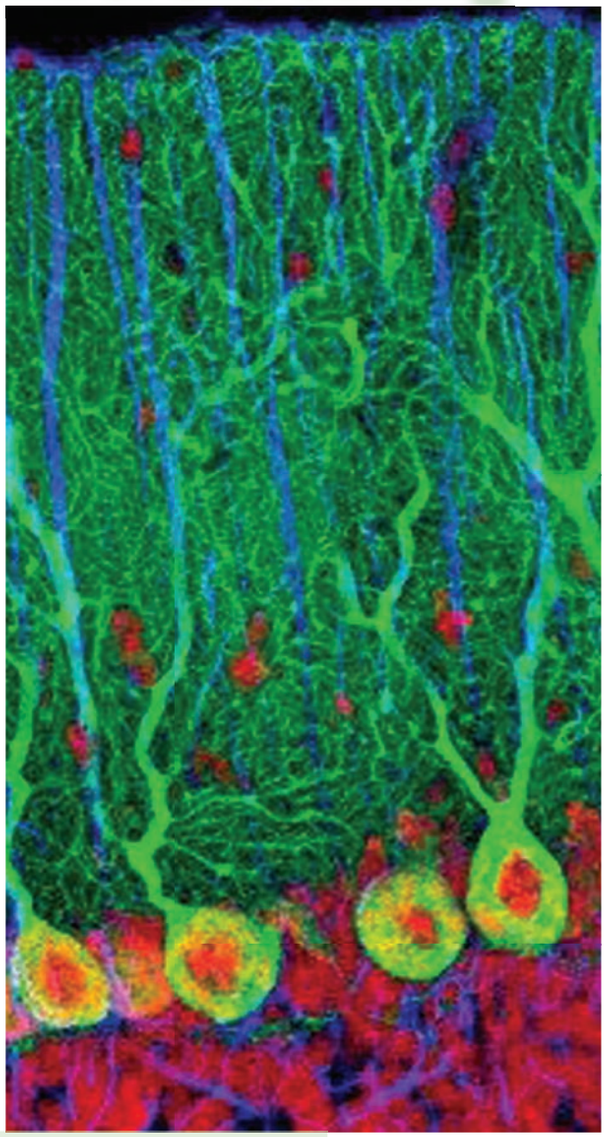
4. العلومُ والتكنولوجيا Science and Technology

روّادُ الفضاءِ لا بدَّ أن يكونوا قادرين على تناولِ الطعامِ ، والتنفّسِ ، وتخليصِ أجسامِهم من الفضلاتِ في الفضاءِ . ابحثْ كيف يُشبِعُ العلماءُ احتياجاتِ روّادِ الفضاءِ للأكسجينِ والطعامِ ، وكذلك تقليلَ أو إزالةَ ثاني أكسيدِ الكربونِ وفضلاتِ الطعامِ المتكوِّنةِ .

الفصلُ الثالثُ

التحكّمُ والإحساسُ

Control and Sensing



ماذا ترى في هذه الصورة؟

تبدو في الصورةِ مجموعةٌ من النوياتِ ترتبطُ ببعضِها بواسطةِ مادّةٍ خيطيّةٍ . هي خلايا عصبيّةٌ مكبَّرةٌ .

دروسُ الفصلِ

1-3 الجهازُ العصبيُّ

2-3 الحواسُّ

3-3 جهازُ الإفرازِ الداخليُّ

1-3 الجهازُ العصبيُّ
Nervous System

الأهدافُ

في نهايةِ هذا الدرسِ يجبُ أن يكونَ الطالبُ قادرًا على أن:

- **يذكرَ أسماءَ** أجزاءِ الجهازِ العصبيِّ ، **ويصفَ** وظائفَها .
- **يُفسّرَ** كيف تنقلُ الخلايا العصبيّةُ النبضاتِ أو السيالاتِ العصبيّةَ من وإلى جميعِ أجزاءِ الجسمِ .
- **يصفَ** أجزاءَ المخِّ ووظائفَها .
- **يصنعَ نموذجًا** للفعلِ المنعكسِ .
- **يُعرّفَ المصطلحاتِ الأساسيّةَ:** الخلايا العصبيّةَ الحركيّةَ ، الخلايا العصبيّةَ الحسيّةَ ، الفعلَ المنعكسَ .

إذا أمسكْتَ بفطيرةٍ ساخنةٍ ، من دونِ أن تعلمَ ذلك ، تستقبلُ أصابعُك رسالةً تجعلُها تتركُها بسرعةٍ .

وظائفُ الجهازِ العصبيِّ
Functions of the Nervous System

السببُ في أنّك ستتركُ أيَّ شيءٍ ساخنٍ ، مثلِ الفطيرةِ الخارجةِ من الفرنِ ، هو جهازُك العصبيُّ . جهازُك العصبيُّ عبارةٌ عن جهازِ الاتّصالِ والتحكّمِ ، وهو يتكوّنُ من المخِّ والحبلِ الشوكيِّ ومليارات الألياف العصبيّةِ . وهو يستقبلُ المعلوماتِ من بيئتِك ومن داخلِ جسمِك ، ثمّ يُفسّرُها ويجعلُ الجسمَ يستجيبُ لها .

جهازُك العصبيُّ يجعلُك تعرفُ ما إذا كانَ الشيءُ ساخنًا أو باردًا ، حلوًا أو مرًّا ، خشنًا أو أملسًا . إنّه يضبطُ حركاتِك ويحميك من الأذى بجعلِك تشعرُ بالألمِ ، كما يسمحُ لك أن تحلَّ المشكلاتِ . بالإضافةِ إلى ذلك يقومُ الجهازُ العصبيُّ بضبطِ الاستجاباتِ ، فهو يجعلُك سعيدًا أو حزينًا ، غاضبًا أو هادئًا .

لن تكونَ مخطئًا إذا ما اعتقدْتَ أنّ الجهازَ العصبيَّ هو الجهازُ الأكثرُ أهمّيّةً في جسمِك . إنّك لا تستطيعُ أن ترفعَ حاجبَك أيضًا من دونِ الجهازِ العصبيِّ . لكن تذكّرْ أنّ جميعَ أجهزةِ الجسمِ تعملُ معًا كي تُبقيَك حيًّا .

نشاط

الاستنتاجُ

التقِطِ المسطرةَ وهي تسقطُ

دَعْ أحدَ زملائِك يُمسِكُ بمسطرةٍ رأسيًّا أعلى الأرضيّةِ . ضَعْ إصبعيك الإبهامَ والسبّابةَ حولَ الجزءِ السفليِّ للمسطرةِ ، ولكن لا تلمسْهما . بعدَ ذلك ، سيُسقِطُ زميلُك المسطرةَ في أيِّ لحظةٍ . أمسِكِ المسطرةَ بمجرَّدِ أن تراها تسقطُ . كرِّرْ ذلك عدّةَ مرّاتٍ . هل أمسكْتَ بالمسطرةِ في كلِّ مرّةٍ؟ لماذا استجبْتَ للمسطرةِ التي تسقطُ؟

شكلُ 32

الاستجابةُ لمذاقِ الليمونِ الحامضِ تكونُ محتمَلةً أو ممكنةً بسببِ جهازِك العصبيِّ .

أجزاءُ الجهازِ العصبيِّ

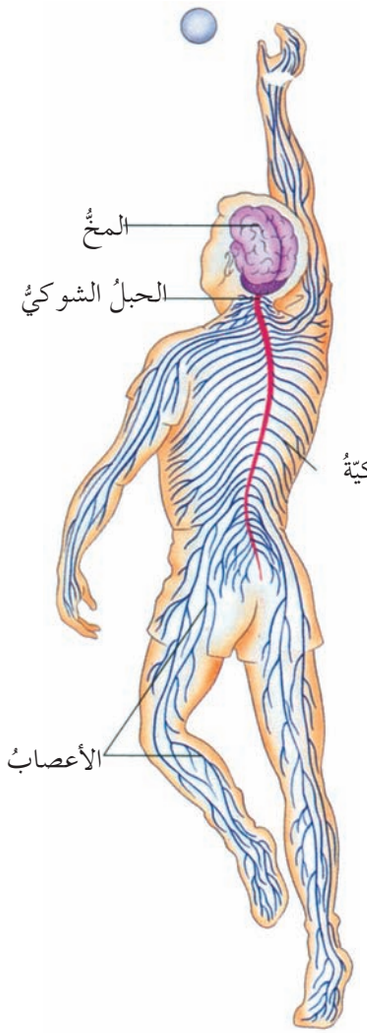
Parts of the Nervous System

في دراسةِ جسمِ الإنسانِ ، ينقسمُ الجهازُ العصبيُّ إلى جزئين . انظرِ الشكلَ (33) . يتكوّنُ الجهازُ العصبيُّ المركزيُّ Central Nervous System (CNS) من المخِّ والحبلِ الشوكيِّ . الجهازُ العصبيُّ الطرفيُّ Peripheral Nervous System (PNS) ، يصلُ الجهازَ العصبيَّ المركزيَّ بباقي أجزاءِ الجسمِ ، ويتكوّنُ الجهازُ العصبيُّ الطرفيُّ من الأعصابِ الشوكيّةِ ، والأعصابِ العديدةِ التي تتفرّعُ من المخِّ والحبلِ الشوكيِّ . فكِّرْ في الكلمتين اللتين تصفان الجهازَ العصبيَّ . "المركزيُّ" يعني الجزءَ الرئيسيَّ أو الجزءَ الأكثرَ أهمّيّةً لشيءٍ ما ، أمّا "الطرفيُّ" فيعني جزءًا يقعُ على الجانبِ الخارجيِّ أو بعيدًا عن الجزءِ المركزيِّ . بالنظرِ إلى هذين التعريفين يُمكِنُك أن تُقرِّرَ كيف سُمِّيَ هذان الجزءان من الجهازِ العصبيِّ .

نشاط

الحسابُ
زمنُ ردِّ الفعلِ

أجرِ نشاطَ المسطرةِ مرّةً أخرى . هذه المرّةَ ، دَعْ زميلَك يُمسِكُ بالمسطرةِ بحيث يكونُ طرفُها الذي يبدأُ بالصفرِ مواجِهًا للأرضيّةِ . أمسِكِ المسطرةَ خمسَ مرّاتٍ . سجِّلْ بالسنتيمتراتِ المسافةَ التي تخطّى بها الصفرُ موضعَ إمساكِك للمسطرةِ الساقطةِ . احسبْ متوسِّطَ مسافةِ استجابتِك وقارِنْه بمتوسِّطِ زملائِك . (متوسّطُ المسافةِ هو مقياسٌ لزمنِ ردِّ الفعلِ) .



المخُّ **Brain**

المخُّ هو مركزُ التحكّمِ الرئيسيُّ في جسمِك ، فهو يُوجِّهُ ويُنسِّقُ جميعَ العمليّاتِ ، الأفكارَ ، السلوكيّاتِ ، العواطفَ . غالبًا ما يُماثِلُ جهازَ الحاسوبِ . على الرغمِ من ذلك لا يوجَدُ جهازُ حاسوبٍ له مثلُ تلك الذاكرةِ أو مثلُ تلك الاتّصالاتِ العديدةِ .

الحبلُ الشوكيُّ **Spinal Cord**

عبارةٌ عن حزمةٍ من الأليافِ العصبيّةِ ممتدّةٍ من قاعدةِ مخِّك إلى أسفلِ ظهرِك . إذا أردْتَ لأوّلِ مرّةٍ أن تتعرّفَ أين موضعُ حبلِك الشوكيِّ ، فحاولْ أن تُجرِيَ ما يلي: تحسَّسِ الفقراتِ في ظهرِ عنقِك وأسفلِ عمودِك الفقريِّ . الفقراتُ تُغطّي وتحمي الحبلَ الشوكيَّ .

الأعصابُ الشوكيّةُ **Spinal Nerves**

يتفرّعُ واحدٌ وثلاثون زوجًا من الأعصابِ الشوكيّةِ على جانبي الجسمِ من بينِ الفقراتِ . الأعصابُ الشوكيّةُ تنقلُ الرسائلَ العصبيّةَ إلى ومن الأعصابِ الأخرى . كلُّ عصبٍ يحتوي على آلافِ الأليافِ العصبيّةِ .

الأعصابُ **Nerves**

يتفرّعُ العديدُ من الأعصابِ إلى جميعِ أجزاءِ جسمِك . بعضُها يذهبُ إلى أعضاءِ الجسمِ ، مثلُ قلبِك ورئتيك . تُضبَطُ أفعالُ هذه الأعصابِ أتوماتيكيًّا أو ذاتيًّا بواسطةِ المخِّ . بعضُ الأعصابِ يُوصِّلُ الحبلَ الشوكيَّ بالعضلاتِ . هذه الأعصابُ تجعلُ العضلاتِ تنقبضُ .

شكلُ 33
الجهازُ العصبيُّ للإنسانِ

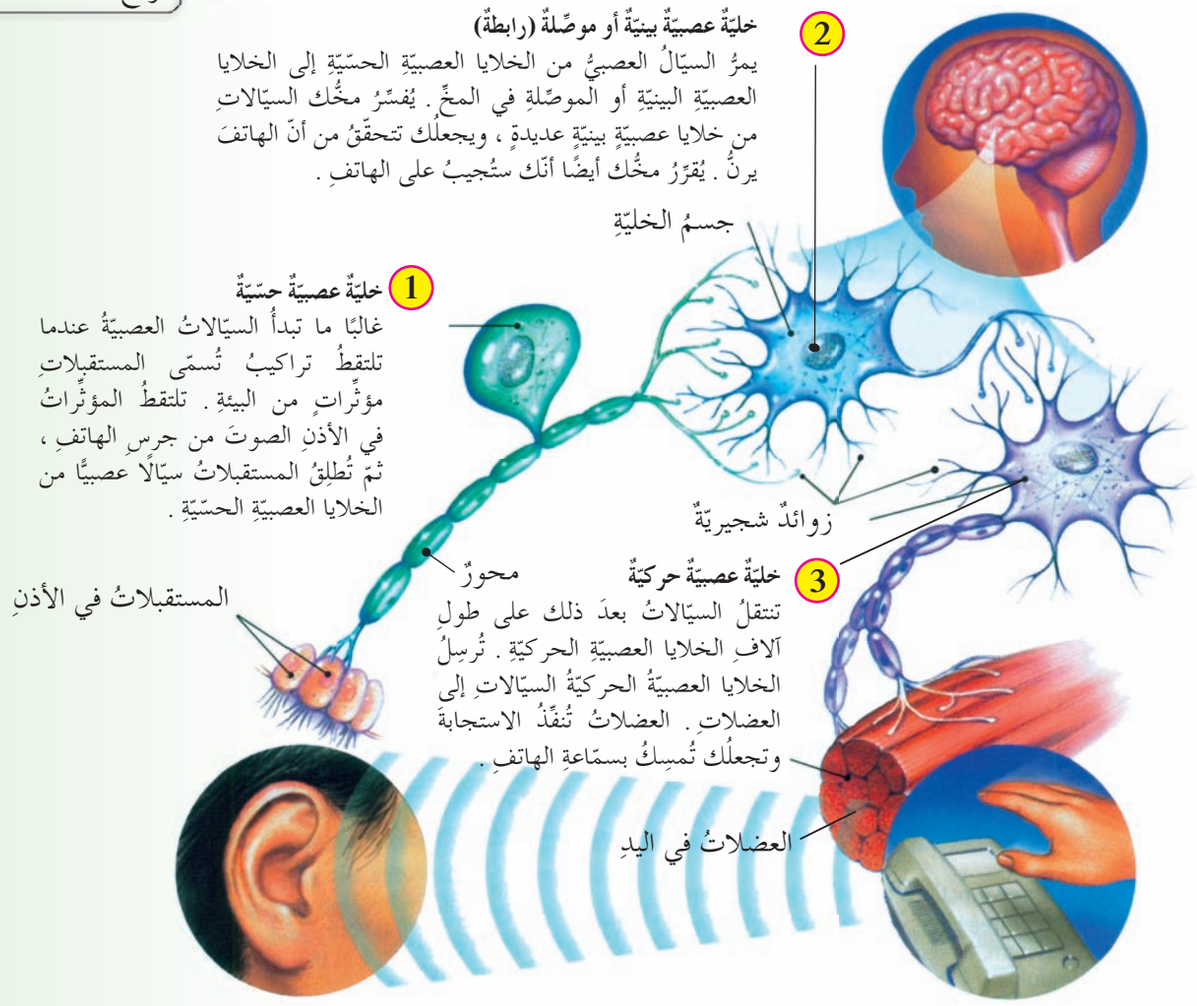
الخلايا العصبيّةُ

Neurons

يتكوّنُ مخُّك وحبلُك الشوكيُّ وأعصابُك من الخلايا العصبيّةِ ، حيث كلُّ خليّةٍ عصبيّةٍ تستقبلُ وتُرسِلُ رسائلَ كهربائيّةً وكيميائيّةً عن طريقِ السيالِ العصبيِّ وهو عمليّةُ نقلِ المعلوماتِ أو النبضاتِ العصبيّةِ داخلَ الخليّةِ العصبيّةِ . يُوضِّحُ الشكلُ (34) أنواعَ الخلايا العصبيّةِ .

جسمُ الخليّةِ مثلُ لوحةِ مفاتيحِ الهاتفِ التي تستقبلُ وتُوصِّلُ الرسائلَ الداخلةَ إليها . لاحِظْ أنّ جسمَ الخليّةِ يحتوي على نواةٍ كجميعِ الخلايا تمامًا . يستقبلُ جسمُ الخليّةِ الرسائلَ الكهربائيّةَ من أجزاءٍ متفرِّعةٍ من الخليّةِ تُسمّى الزوائدَ الشجيريّةَ . لاحِظْ أنّ الزوائدَ الشجيريّةَ القصيرةَ العديدةَ متشابكةٌ مع الخلايا العصبيّةِ المجاورةِ . يُوصِّلُ جسمُ الخليّةِ الرسائلَ إلى المحورِ الطويلِ . يحملُ المحورُ السيّالاتِ العصبيّةَ بعيدًا عن جسمِ الخليّةِ . ينتهي المحورُ بتفرّعاتٍ ، تُنقلُ السيّالاتِ أيضًا إلى الزوائدِ الشجيريّةِ لخليّةٍ عصبيّةٍ أخرى .

شكلُ 34
أنواعُ الخلايا العصبيّةِ



السيّالاتُ (النبضاتُ) العصبيّةُ

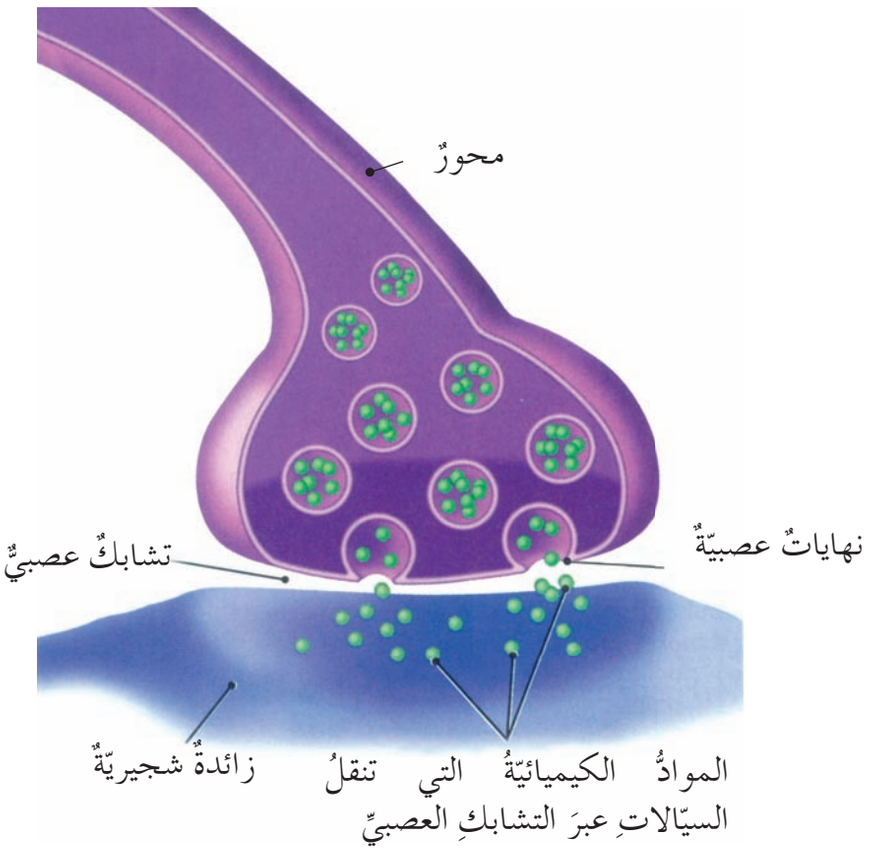
Nerve Impulses

تستخدمُ الخليّةُ العصبيّةُ كلًّا من الطاقتين الكهربائيّةِ والكيميائيّةِ كي تُرسِلَ السيّالَ العصبيَّ . انظرْ إلى الشكلِ (35) لتتبّعَ العمليّةَ . ينتقلُ السيّالُ الكهربائيُّ من الزوائدِ الشجيريّةِ إلى جسمِ الخليّةِ ، ومن جسمِ الخليّةِ ينتقلُ السيّالُ الكهربائيُّ إلى المحورِ ، لكنّ نهايةَ المحورِ لا تُلامِسُ الخليّةَ العصبيّةَ المجاورةَ لها . هذه الثغرةُ بينَ الخلايا العصبيّةِ تُسمّى التشابكَ العصبيَّ synapse الموضّحِ في شكلِ (35) . يتوقّفُ السيّالُ الكهربائيُّ عندَ هذه الثغرةِ ، هنا تفرزُ النهاياتُ العصبيّةُ في نهايةِ المحورِ .

تُستخدَمُ الطاقةُ الكيميائيّةُ لنقلِ السيّالِ العصبيِّ إلى الزائدةِ الشجيريّةِ الخاصّةِ بالخليّةِ العصبيّةِ المجاورةِ . تنتقلُ الموادُّ الكيميائيّةُ عبرَ منطقةِ التشابكِ العصبيِّ وترتبطُ بجزيئاتٍ في الزوائدِ الشجيريّةِ للخليّةِ العصبيّةِ المجاورةِ أو التاليةِ . تُسبِّبُ الطاقةُ الكيميائيّةُ توليدَ سيّالٍ كهربائيٍّ في الزوائدِ الشجيريّةِ لهذه الخليّةِ العصبيّةِ .

شكلُ 35

التشابكُ العصبيُّ عبارةٌ عن ثغرةٍ دقيقةٍ بينَ محورِ خليّةٍ عصبيّةٍ وزائدةٍ شجيريّةٍ لخليّةٍ عصبيّةٍ مجاورةٍ . عندما يصلُ سيّالٌ عصبيٌّ إلى نهايةِ المحورِ ، تُفرَزُ الموادُّ الكيميائيّةُ إلى التشابكِ العصبيِّ . تُمكِّنُ هذه الموادُّ الكيميائيّةُ السيّالَ العصبيَّ من عبورِ منطقةِ التشابكِ العصبيِّ .



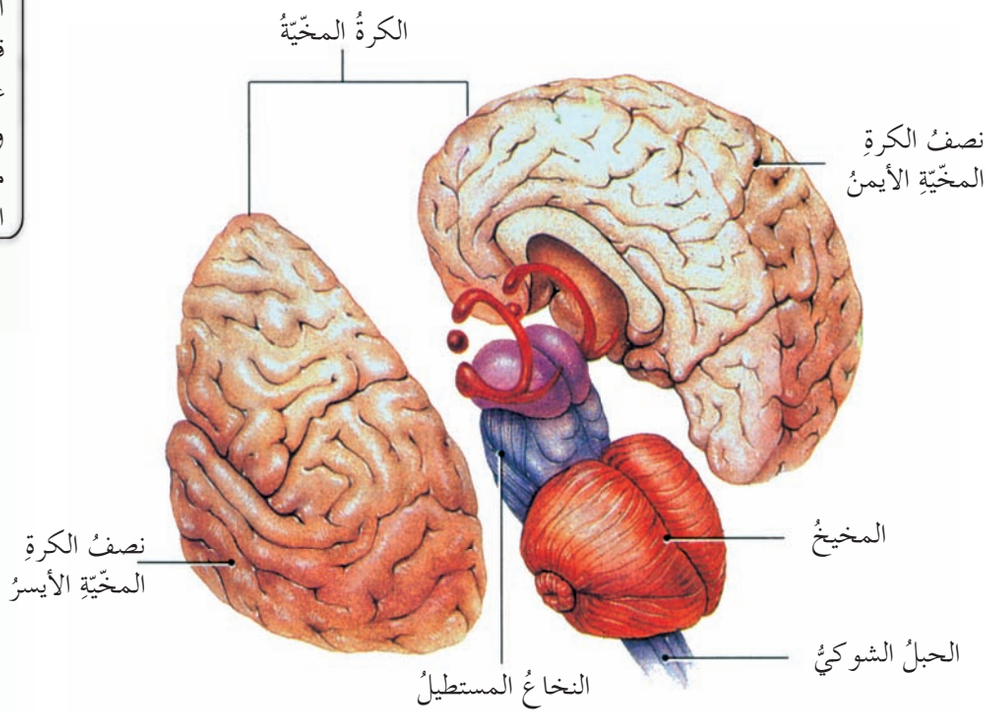
المخُّ

The Brain

يتكوّنُ المخُّ من أكثرَ من 10 مليارات خليّةٍ عصبيّةٍ ، مكوِّنةً نسيجًا عصبيًّا إسفنجيًّا . يُحاطُ النسيجُ العصبيُّ بالأغشيةِ التي تُغذّي وتحمي المخَّ . الوظيفةُ الأساسيّةُ للمخِّ هي استقبالُ وتفسيرُ الرسائلِ الواردةِ من خارجِ وداخلِ جسمِك . يُمكِنُك أن ترى الأجزاءَ الثلاثةَ الرئيسيّةَ للدماغِ في شكلِ (36) ، وهي الكرةُ المخّيّةُ ، المخيخُ ، النخاعُ المستطيلُ (وهو يمثّلُ الجزء السفلي من جذعِ المخِّ) .

شكلُ 36

الكرةُ المخّيّةُ ، المخيخُ ، النخاعُ المستطيلُ عبارةٌ عن الأجزاءِ الثلاثةِ الرئيسيّةِ لمخِّ الإنسانِ . قد تمَّ فصلُ نصفَي الكرةِ المخّيّةِ عن بعضِهما لتوضيحِ المخيخِ والنخاعِ المستطيلِ .
ما الوظائفُ الثلاثُ للكرةِ المخّيّةِ؟



الكرةُ المخّيّةُ Cerebrum

الجزءُ الأكبرُ من مخِّك هو الكرةُ المخّيّةُ . تزيدُ الثنياتُ (أو التلافيفُ) في الكرةِ المخّيّةِ من مساحةِ سطحِ هذا الجزءِ من المخِّ بدرجةٍ كبيرةٍ . فكلّما ازدادَتْ مساحةُ السطحِ ، ازدادَ عددُ الخلايا العصبيّةِ .

تتحكّمُ الكرةُ المخّيّةُ في العديدِ من الوظائفِ ، بما فيها الحركاتُ الإراديّةُ للجسمِ ، مثلُ العدوِ ، وحركةِ اليدِ وغيرِها .

تُفسِّرُ كرةُ المخِّ أيضًا السيّالاتِ العصبيّةَ التي تأتي من أعضاءِ الحسِّ (العينين ، الأذنين ، الأنفِ ، اللسانِ ، الجلدِ) . كرةُ المخِّ تُمكِّنُك من أن ترى هذه الصفحةَ وغيرَها من الأشياءِ .

تنقسمُ كرةُ المخِّ إلى نصفين: يضبطُ النصفُ الأيسرُ لكرةِ المخِّ مقدرتَك على الكلامِ ، واستخدامَك الرياضيّاتِ ، وتفكيرَك المنطقيَّ وغيرَها ، أمّا النصفُ الأيمنُ فهو مركزُ موهبتِك الموسيقيّةِ ، وابتكاراتِك الفنّيّةِ ، وتعبيراتِك عن العواطفِ وغيرِها . المساراتُ العصبيّةُ بينَ النصفين تجعلُهما متّصلين ببعضِهما . انظرِ الشكلَ (36) الموجودَ في صفحةِ 77 .

المخيخُ Cerebellum

الجزءُ الأكبرُ الثاني من المخِّ هو المخيخُ ، وهو المسؤولُ عن الاتّزانِ في الجسمِ . عندما تُوجِّهُ الكرةُ المخّيّةُ جسمَك ليتحرّكَ ، فإنّ المخيخَ يجعلُ الحركةَ سلسةً . فهو يضبطُ سيالاتِ الخلايا العصبيّةِ الحركيّةِ ، لذا فإنّ الحركةَ التي تُسبِّبُها لا تُشبِهُ حركةَ الإنسانِ الآليِّ ولا تكونُ مرتعشةً . فعازفُ الكمانِ يُحرِّكُ قوسَ الكمانِ عبرَ أوتارِ الكمانِ عندما تُرسِلُ الكرةُ المخّيّةُ سيالاتٍ إلى يدي وذراعي العازفِ . المخيخُ يضبطُ بدقّةٍ تلك الحركةَ؛ لذا فإنّ عازفَ الكمانِ يُحدِثُ صوتًا لطيفًا .

النخاعُ المستطيلُ Medulla

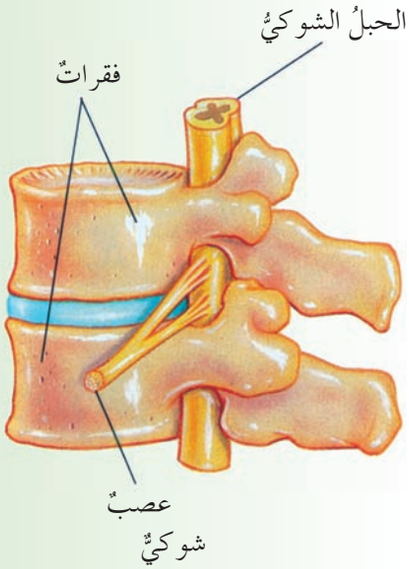
جذعُ المخِّ عبارةٌ عن حزمةٍ من الأعصابِ التي تُوصِّلُ أو تربطُ الكرةَ المخّيّةَ بالحبلِ الشوكيِّ . النخاعُ المستطيلُ هو الجزءُ الأسفلُ من جذعِ المخِّ . تضبطُ السيّالاتُ العصبيّةُ من النخاعِ المستطيلِ العديدَ من عمليّاتِ الجسمِ اللاإراديّةِ ، مثلِ ضرباتِ القلبِ ، التنفّسِ ، ضغطِ الدمِ .

الحبلُ الشوكيُّ

The Spinal Cord

يُوصِّلُ الحبلُ الشوكيُّ المخَّ بالجهازِ العصبيِّ الطرفيِّ . يعملُ مثلَ الطريقِ العامِّ لمرورِ الرسائلِ العصبيّةِ إلى المخِّ ومنه . تمرُّ السيّالاتُ العصبيّةُ خلالَ الحبلِ الشوكيِّ عندما يُخبِرُ مخُّك جسمَك أن يتحرّكَ ، مثلًا عندما تصلُ إلى كوبٍ من الماءِ ، فعندها تُمسِكُ بالكوبِ ، وتُخبِرُ السيّالاتُ العصبيّةُ خلالَ الحبلِ الشوكيِّ في الاتّجاهِ الآخرِ المخَّ أنّ الكوبَ باردٌ .

يتّصلُ الحبلُ الشوكيُّ بالأعصابِ الموجودةِ في جميعِ أنحاءِ الجسمِ عبرَ الأعصابِ الشوكيّةِ . هذه الأعصابُ تتكوّنُ من نوعين من الأليافِ العصبيّةِ . بعضُ **الأليافِ تمتدُّ من الحبلِ الشوكيِّ**



شكلُ 37
تتمُّ حمايةُ الأعصابِ في الحبلِ الشوكيِّ بواسطةِ الفقراتِ .

إلى العضلاتِ وتُسبِّبُ انقباضَ العضلاتِ، وهي تتكوّنُ من خلايا عصبيّةٍ تُسمّى **الخلايا العصبيّةَ الحركيّةَ motor neurons** . الأليافُ العصبيّةُ الأخرى **تحملُ المعلوماتِ الحسّيّةَ إلى الحبلِ الشوكيِّ الذي يُرسِلُها بعدَ ذلك إلى المخِّ**، هذه الأليافُ تتكوّنُ من **خلايا عصبيّةٍ حسّيّةٍ sensory neurons** . تنتقلُ السيّالاتُ في ما بينَ الخلايا العصبيّةِ الحسّيّةِ والحركيّةِ بواسطةِ خلايا عصبيّةٍ رابطةٍ أو بينيّةٍ أو موصِّلةٍ . (انظرِ الشكلَ 34 في الصفحةِ 75) .

إخصائي تقويم النطق

ماذا يفعلُ إخصائيُّ تقويمِ النطقِ؟

صبيٌّ في العاشرةِ من عمرِه يُكافِحُ ليقهرَ التأتأةَ . مراهقٌ ضعيفُ السمعِ يتعلّمُ أن يتكلّمَ . بنتٌ عمرُها 6 أعوامٍ تعملُ للتغلّبِ على اللدغةِ . الشخصُ البالغُ الذي يُعاني من ضربةٍ في رأسِه يستعيدُ كلامَه ببطءٍ . الشخصُ الذي يُساعِدُ جميعَ هؤلاءِ الأشخاصِ الذين يُعانون مشاكلَ في الكلامِ يُسمّى إخصائيَّ تقويمِ النطقِ . يختلفُ أو يتنوّعُ عملُ إخصائيِّ تقويمِ النطقِ كثيرًا بحسبِ اضطرابِ الكلامِ الذي يُعالِجُه .

عندَ معالجةِ المرضى ، يستخدمُ إخصائيُّ تقويمِ النطقِ طرائقَ مختلِفةً . تعتمدُ الطرائقُ المستخدَمةُ على عدّةِ عواملَ منها: العمرُ ، نوعُ اضطرابِ الكلامِ ، تاريخُ الحالةِ . قد يستخدمُ إخصائيُّ تقويمِ النطقِ آلاتِ تسجيلٍ مرئيّةً ومسموعةً . بهذه الطريقةِ ، يُمكِنُ للمرضى أن يروا شفاهَهم تتحرّكُ على شاشةِ التلفزيونِ ، ويسمعوا أخطاءَهم الكلاميّةَ في شريطِ التسجيلِ . يتعلّمُ المرضى أن يتكلّموا بطريقةٍ صحيحةٍ بمراقبةٍ وسماعِ تلفّظِ إخصائيِّ تقويمِ النطقِ للأصواتِ والكلماتِ بصورةٍ صحيحةٍ . في آخرِ الأمرِ ، يدعُ إخصائيُّ تقويمِ النطقِ المرضى يقومون بأداءِ تمريناتٍ وتدريباتٍ لسانيّةٍ لمساعدتِهم على تحسينِ كلامِهم . إذا ما كنْتَ تُحِبُّ مساعدةَ الناسِ الذين يُعانون من مشاكلِ الكلامِ ، فإنّ العديدَ من الجامعاتِ تُقدِّمُ دراساتٍ في تقويمِ النطقِ . فأنت في حاجةٍ إلى أن تحصلَ على درجةِ الماجستيرِ في هذا المجالِ كي تعملَ كإخصائيٍّ لتقويمِ النطقِ . بعدَ ذلك قد تعملُ في عياداتِ الكلامِ في المدارسِ ، المستشفياتِ ، الجامعاتِ . أمّا إخصائيّو تقويمِ النطقِ الحاصلون على درجةِ الدكتوراه فقد يُدرِّسون في الكلّيّاتِ أو الجامعاتِ ، ويقومون أيضًا بإعدادِ الأبحاثِ .

الفعلُ المنعكِسُ

Reflex Action

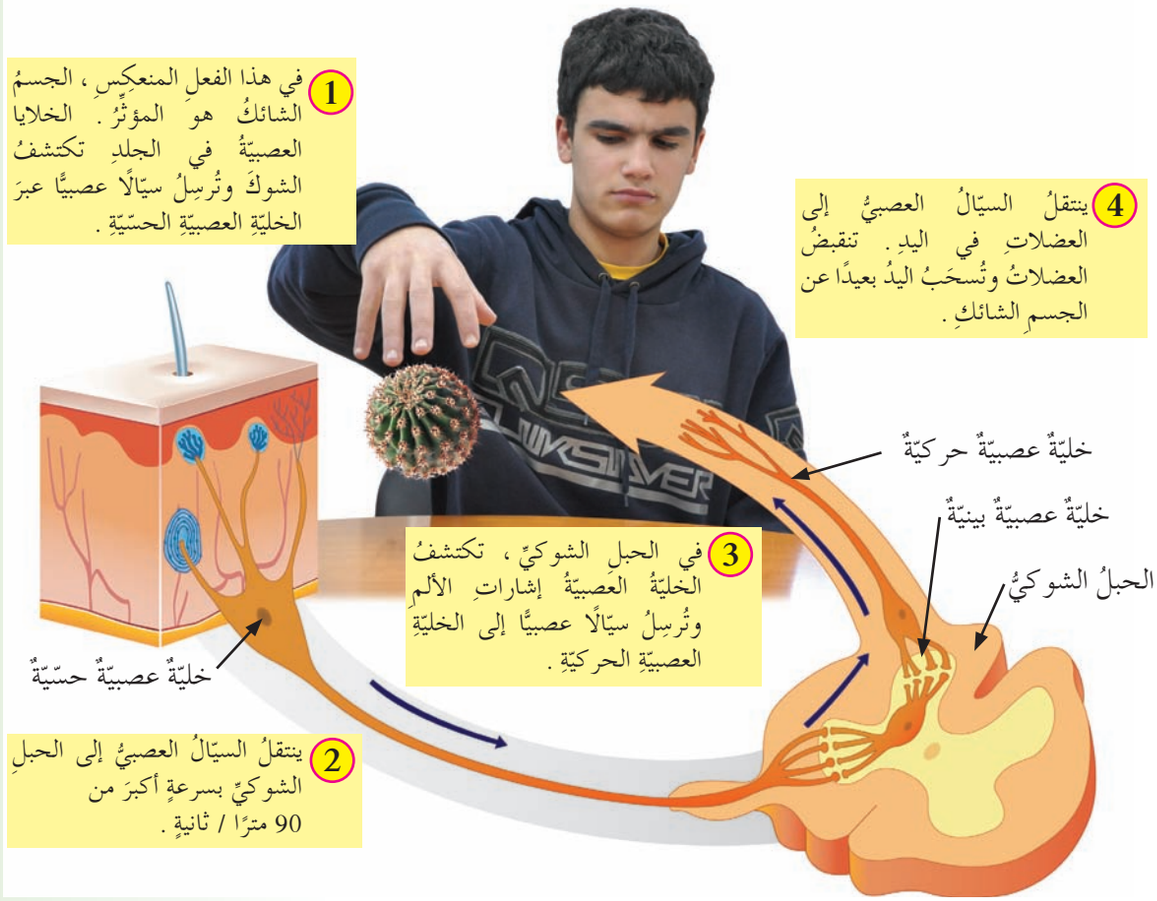
هل تتذكّرُ حملَك فطيرةً ساخنةً؟ إنّها ساخنةٌ جدًّا ، لقد تركْتَها في الحالِ دونَ أن تُفكِّرَ في الأمرِ . تركُ الفطيرةِ كانَ فعلًا منعكِسًا .

الفعلُ المنعكِسُ reflex action عبارةٌ عن استجابةٍ بسيطةٍ لأحدِ المؤثِّراتِ.
العطسُ فعلٌ منعكِسٌ وهو يتمُّ بصورةٍ لا إراديّةٍ . طرفةُ العينِ فعلٌ منعكِسٌ أيضًا ، وقد يتمُّ بصورةٍ لا إراديّةٍ أو يُمكِنُ التحكّمُ فيه . الأفعالُ المنعكِسةُ يتمُّ ضبطُها أو التحكّمُ فيها عن طريقِ الحبلِ الشوكيِّ .

انظرْ إلى الشكلِ التخطيطيِّ للفعلِ المنعكِسِ في الشكلِ (38) . الرسالةُ الواردةُ يتمُّ تحويلُها في الحبلِ الشوكيِّ مباشرةً إلى الخليّةِ العصبيّةِ الحركيّةِ الصادرةِ منه . السيّالُ العصبيُّ ينتقلُ بعدَ ذلك بسرعةٍ إلى اليدِ أو إلى جزءٍ آخرَ في الجسمِ معرَّضٍ للخطرِ . وهو يجعلُ جزءَ الجسمِ يتحرّكُ بعيدًا عن مصدرِ المؤثِّرِ . الرسالةُ من الخلايا العصبيّةِ الحسّيّةِ تُرسَلُ أيضًا إلى المخِّ ، لكنَّ استجابةَ الجسمِ تكونُ أسرعَ من وصولِ رسالةِ الألمِ إلى المخِّ .

شكلُ 38

تحدثُ بعضُ الحركاتِ السريعةِ كنتيجةٍ لمساراتِ السيّالِ القصيرةِ .



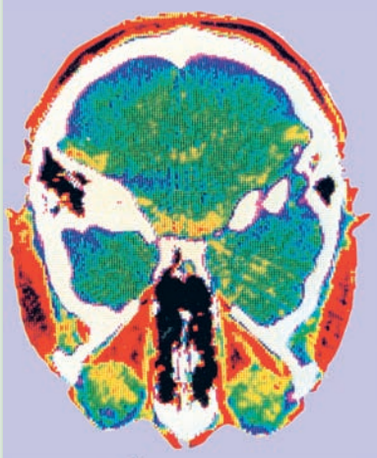
العلمُ والتكنولوجيا

التصويرُ المقطعيُّ بالكمبيوترِ
(X–ray computed tomography)

شكلُ 39 أ
جهازُ التصويرِ المقطعيِّ بالكمبيوتر

يجمعُ التصويرُ المقطعيُّ بالكمبيوترِ بين علمِ الأشعّةِ السينيّةِ وتقنيّةِ الكمبيوترِ لإنتاجِ صورٍ أكثرَ تركيزًا وأكثر إمدادًا بالمعلوماتِ مقارنةً بالأشعّةِ السينيّةِ . وتُنتجُ الصورُ المقطعيّةُ صورًا واضحةً للعظمِ والأنسجةِ الرخوةِ والأعضاءِ والغضاريفِ بين الفقراتِ والحبلِ الشوكيِّ . ويُمكنُ إنتاجُ الصورِ بدرجاتِ الأسودِ/الرماديِّ/الأبيضِ أو بالألوانِ . ولزيادةِ حدّةِ الصورةِ، يمكنُ حقنُ صبغةٍ في المريضِ أثناءَ الاختبارِ . تُعطي هذه الطريقةُ صورًا شعاعيّةً على شكلِ مقاطعَ للجسمِ .

يَجري التصويرُ المقطعيُّ بالكمبيوترِ بواسطةِ جهازٍ خاصٍّ ، يُسمّى جهازَ التصويرِ المقطعيِّ بالكمبيوترِ أو الماسحةِ المقطعيّةِ الحاسوبيّةِ. تتميّزُ هذه الطريقةُ بدقّتِها ، إذ تُعطي صورًا واضحةً ، ويُمكنُ أن تعطيَ صورًا لأماكنَ قد يكونُ من الصعبِ تصويرُها بالتصويرِ الشعاعيِّ التقليديِّ ، كذلك يمكنُ عملُها بشكلٍ سريعٍ ودقيقٍ .



شكلُ 39 ب
تُستخدَمُ الأشعّةُ المقطعيّةُ لاكتشافِ مشاكلِ المخِّ مثلِ الأورامِ .

هناك نوعان من التصويرِ المقطعيِّ بالكمبيوترِ:

التصويرُ المقطعيُّ المحوريُّ بالكمبيوترِ (Computer Axial Tomography CAT) ، وفيه يوضعُ المريضُ داخلَ آلةٍ كتلك الموضّحةِ في الشكلِ (39 –أ) ويُنفَّذُ مسحٌ شاملٌ بواسطةِ الأشعّةِ السينيّةِ للقسمِ قيدِ التشخيصِ في الجسمِ ويستقبلُ الكمبيوترُ هذه المعلوماتِ ويحوّلُها إلى صورةٍ مفصّلةٍ للشريحةِ التي تمَّ مسحُها. غالبًا ما يتمُّ تصويرُ شرائحَ عديدةٍ مختلفةٍ من المخِّ ، ويُستخدمُ هذا النوعُ من التصويرِ المقطعيِّ لتشخيصِ الإصابةِ بالسرطانِ وتضررِّ المخِّ من الحوادثِ .

التصويرُ المقطعيُّ بانبعاثِ البوزيتراناتِ (Positron Emission Tomography PET) ، وتتضمّنُ هذه الوسيلةُ ابتلاعَ جرعةٍ صغيرةٍ من موادَّ مشعّةٍ ويكوّنُ الكمبيوترُ صورًا تدلُّ على نشاطِ المخِّ . يُستخدَمُ هذا النوعُ من التصويرِ على الأشخاصِ المصابين بأمراضٍ عقليّةٍ وأمراضِ الزهايمر والصرعِ .

أسئلة مراجعة

الدرسُ 3–1

اختبرْ وفسّرْ

1. اكتبْ قائمةً بأجزاءِ الجهازِ العصبيِّ وصِفْ وظيفةَ كلٍّ منها .
2. أيُّ أجزاءِ المخِّ قد استخدمْتَها للإجابةِ عن السؤالِ الأوّلِ؟
3. **استنتجْ**: تُستخدَمُ العقاقيرُ التي تُسمّى الأدويةَ المخدِّرةَ أثناءَ العمليّاتِ الجراحيّةِ ، هذه الأدويةُ المخدِّرةُ تُوقِّفُ انتقالَ السيّالاتِ العصبيّةِ في التشابكاتِ العصبيّةِ . كيف يُساعِدُ هذا الأمرُ المريضَ كي تُجرى له العمليّةُ الجراحيّةُ؟
4. **اصنعْ نموذجًا**: كوِّنْ نموذجًا يُوضِّحُ كيف ينتقلُ السيّالُ العصبيُّ خلالَ الخليّةِ العصبيّةِ وعبرَ التشابكِ العصبيِّ .

2-3 الحواسُّ

The Senses

الأهدافُ

في نهايةِ هذا الدرسِ يجبُ أن يكونَ الطالبُ قادرًا على أن:

- **يصفَ** وظيفةَ المستقبلاتِ الحسّيّةِ .
- **يُحدِّدَ** المؤثّراتِ المختلِفةَ التي يُمكِنُ للحواسِّ أن تكتشفَها .
- **يُخطِّطَ** عمليّاتِ الرؤيةِ والسمعِ والشمِّ والتذوّقِ واللمسِ .
- **يضعَ** استنتاجًا عن الأسبابِ الممكنةِ للصممِ .
- **يُعرِّفَ المصطلحاتِ الأساسيّةَ:** الشبكيّةَ ، إنسانَ العينِ ، القزحيّةَ ، طبلةَ الأذنِ ، القوقعةَ .

كيف ستختلفُ حياتُك من دونِ حاسّةِ البصرِ؟ كيف ستتّصلُ بالناسِ إذا كنْتَ لا تستطيعُ أن تسمعَ؟ كيف ستتمتّعُ بتناولِ الطعامِ إذا كنْتَ لا تستطيعُ أن تتذوّقَ طعامَك؟ حواسُّك تعملُ مجتمِعةً مع مخِّك كي تجعلَك عالمًا بما يجري من حولِك في بيئتِك . فهي تمنحُك البهجةَ والسرورَ ، تحفظُك من الخطرِ ، تُساعِدُك على التفاعلِ مع الآخرين .

المستقبلاتُ الحسّيّةُ

Sensory Receptors

أنت تعرفُ أنّ اللهَ سبحانَه وتعالى خلقَ عينيك كي ترى ، أذنيك كي تسمعَ ، أنفَك كي تشمَّ ، لسانَك كي تتذوّقَ ، جلدَك كي تحسَّ أو تشعرَ . كلٌّ من هذه الأعضاءِ الحسّيّةِ حسّاسٌ لمؤثّراتٍ معيَّنةٍ من العالمِ حولَك . كلٌّ منها قادرٌ على أن يكشفَ نوعًا معيَّنًا من المؤثّراتِ . عيناك تريان ، على سبيلِ المثالِ ، بالتقاطِ المؤثِّرِ المحمولِ بواسطةِ أشعّةِ الضوءِ .

كيف تستطيعُ أعضاؤُك الحسّيّةُ أن تُؤدِّيَ وظائفَها؟ إنّها تحتوي على خلايا عصبيّةٍ خاصّةٍ تُسمّى المستقبلاتِ الحسّيّةَ . وظيفةُ المستقبلِ الحسّيِّ هي استقبالُ المؤثِّرِ وتحويلُه إلى سيّالاتٍ عصبيّةٍ ، يُمكِنُ بعد ذلك أن يتمَّ نقلُ هذه السيّالاتِ إلى المخِّ . وهنا تُصبِحُ إبصارًا أو صوتًا أو مذاقًا أو لمسًا أو شمًّا .

المستقبلاتُ الحسّيّةُ في عينيك تكتشفُ الأشعّةَ الضوئيّةَ . تلتقطُ المستقبلاتُ الألوانَ المختلِفةَ ودرجاتِ سطوعِها المختلِفةَ وتُكوِّنُ سيّالاتٍ عصبيّةً . المستقبلاتُ الحسّيّةُ في لسانِك وأنفِك تحسُّ بالموادِّ الكيميائيّةِ المختلِفةِ . في أذنيك ، تستجيبُ المستقبلاتُ الحسّيّةُ للموجاتِ الصوتيّةِ . أحدُ أنواعِ المستقبلاتِ في جلدِك يكتشفُ الضغطَ ، ونوعٌ آخرُ يحسُّ بالحرارةِ .

نشاط

الاستنتاجُ
قراءةُ الطباعةِ الدقيقةِ

ابحثْ عن نصٍّ مطبوعٍ بحروفٍ صغيرةٍ مثلِ الفهرستِ ، بعدَ ذلك قُمْ بثني إصبعِ السبّابةِ في يدِك لتُكوِّنَ ثقبًا دقيقًا جدًّا . اجعلِ الصفحةَ المطبوعةَ قريبةً جدًّا من عينيك حتّى تُصبِحَ غيرَ واضحةٍ بالكادِ . أغمِضْ إحدى عينيك . بعدَ ذلك ، انظرْ إلى الصفحةِ من خلالِ الثقبِ بعينِك مفتوحةً . ماذا يحدثُ؟ ولماذا؟

الضوءُ والرؤيةُ

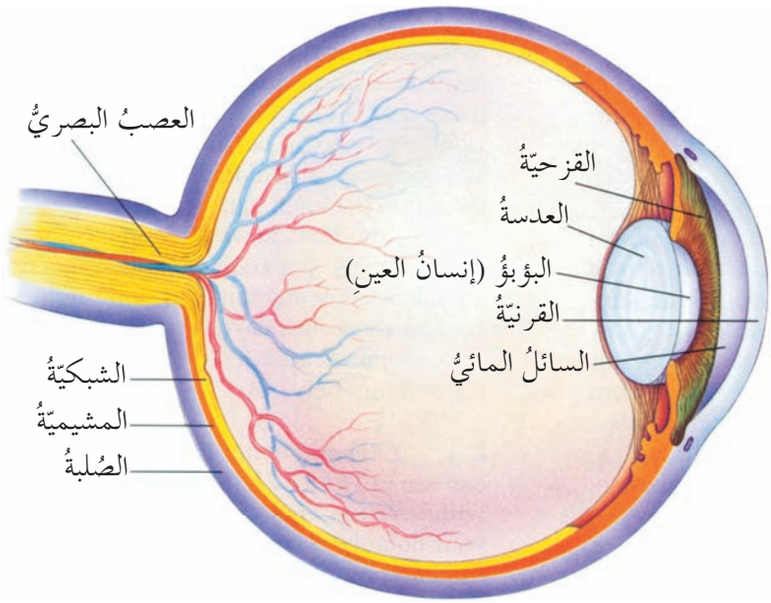
Light and Seeing

تدخلُ الأشعّةُ الضوئيّةُ عينيك . ويعملُ مخُّك وعيناك سويًّا لتكوينِ وتفسيرِ صورِ الأشياءِ التي تراها .

تركيبُ العينِ

انظرْ إلى الشكلِ (40) . تتكوّنُ عيناك من ثلاثِ طبقاتٍ: الغلافِ المتينِ الأبيضِ الخارجيِّ للعينِ يُسمّى الصُلبةَ **sclera** ، الطبقةِ الوسطى هي طبقةُ المشيميّةِ **choroid** ، **بطانةِ الجزءِ الخلفيِّ وجوانبِ العينِ من الداخلِ** هي **الشبكيّةُ retina** .

في مقدَّمِ العينِ ، توجَدُ **فُتحةٌ في طبقةِ المشيميّةِ** تُسمّى البؤبؤَ أو **إنسانَ العينِ pupil** . **ويُحيطُ بالبؤبؤِ قرصٌ مستديرٌ ملوَّنٌ** يُسمّى **القزحيّةَ iris** . تتحكّمُ القزحيّةُ في مقدارِ الضوءِ الذي يدخلُ العينَ بتغييرِ حجمِ البؤبؤِ . خلفَ البؤبؤِ توجَدُ قطعةٌ من نسيجٍ شفّافٍ يُسمّى العدسةَ . تتعلّقُ العدسةُ بالعضلاتِ التي يُمكِنُ أن تُغيِّرَ شكلَ العدسةِ . الشبكيّةُ عبارةٌ عن طبقةٍ من نسيجٍ عصبيٍّ تتكوّنُ من مستقبلاتٍ تُسمّى الخلايا الحسيّة التي تكتشفُ الضوءَ واللونَ .



شكلُ 40
عينُ الإنسانِ

الضوءُ والصورةُ

ينعكسُ الضوءُ عن الأشياءِ التي من حولِنا ، ويدخلُ بعضُ الضوءِ المرتدِّ عينيك . بعدَ ذلك ، تُجمِّعُ العدسةُ أشعّةَ الضوءِ مع بعضِها . بتغييرِ شكلِها ، تُغيِّرُ العدسةُ مقدارَ الأشعّةِ الضوئيّةِ التي تنكسرُ

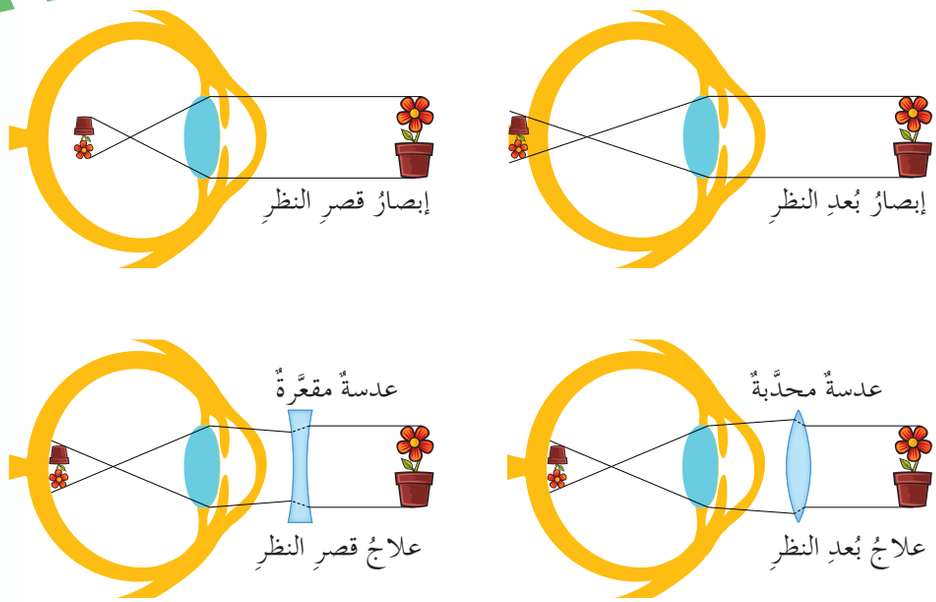
عندما تمرُّ عبرَها . بهذه الطريقةِ تُركِّزُ العدسةُ أشعّةَ الضوءِ في بؤرتِها حتّى تُكوِّنَ صورةً واضحةً عندما تسقطُ على الشبكيّةِ . هذه الصورةُ عبارةٌ عن صورةٍ مقلوبةٍ للجسمِ الذي ارتدَّتْ عنه الأشعّةُ الضوئيّةُ . تلتقطُ الخلايا الحسّيّة في الشبكيّةِ الضوءَ وتُحوِّلُه إلى سيّالاتٍ عصبيّةٍ تُرسَلُ إلى المخِّ بواسطةِ العصبِ البصريِّ .

يستخدمُ المخُّ السيّالاتِ ليُعيدَ تشكيلَ الصورةِ . في هذه العمليّةِ ، يُحوِّلُ المخُّ الصورةَ إلى صورةٍ معتدلةٍ . ويجمعُ أيضًا الصورتين الآتيتين من كلِّ عينٍ ليُكوِّنَ صورةً ثلاثيّةَ الأبعادِ .

عيوبُ الإبصارِ

كم عددُ من تعرفُهم ويحتاجون إلى ارتداءِ نظّاراتٍ أو عدساتٍ لاصقةٍ؟ ما بعضُ أسبابِ ارتدائِهم لها؟ تُصابُ العيونُ أحيانًا بعيوبٍ تحولُ دون أداءِ وظيفتِها بصورةٍ طبيعيّةٍ ، فيضطرُّ الأشخاصُ إلى ارتداءِ نظّاراتٍ أو عدساتٍ لاصقةٍ تصحِّحُ العديدَ من مشاكلِ الرؤيةِ ، وأكثرُها انتشارًا قصرُ النظرِ وطولُ النظرِ (بعدُ النظرِ) . عندما تنظرُ إلى شيءٍ بعيدٍ ، فإنّ عدسةَ عينِك تُصبِحُ أكثرَ تسطّحًا لتُكوِّنَ صورةَ الشيءِ . تسقطُ الصورةُ على الشبكيّةِ عندَ الشخصِ الطبيعيِّ ، وتسقطُ أمامَ الشبكيّةِ إذا كانَت كرةُ العينِ طويلةً جدًّا (شكلُ 41) . يعجزُ المصابون بقصرِ النظرِ عن رؤيةِ الأشياءِ البعيدةِ بوضوحٍ ، فيُنصَحُ لضبطِ قصرِ النظرِ بارتداءِ عدساتٍ رقيقةٍ في الوسطِ وسميكةٍ عندَ الحوافِّ (عدساتٍ مقعّرةٍ) ، تساعدُ في إسقاطِ الصورةِ إلى الخلفِ لتصبحَ أمامَ الشبكيّةِ .

عندما تنظرُ إلى شيءٍ قريبٍ يزدادُ سمكُ العدسةِ كي تسقطَ صورةُ الشيءِ في مكانٍ أقربَ إلى العدسةِ . إذا كانَتْ كرةُ العينِ قصيرةً جدًّا ، فإنّ الصورةَ تتكوّنُ خلفَ الشبكيّةِ . إذا لم يستطعْ شخصٌ ما رؤيةَ الأشياءِ القريبةِ بوضوحٍ ، فإنّه مصابٌ بطولِ نظرٍ . يرتدي الشخصُ الطويلُ النظرِ عدساتٍ سميكةٍ في المنتصفِ ورقيقةٍ عندَ الحوافِّ . هذه العدساتُ تكسرُ الأشعّةَ الضوئيّةَ ، لذا تسقطُ الصورةُ على الشبكيّةِ . ضبطُ صورِ الأشياءِ القريبةِ في بؤرةِ العدسةِ غالبًا ما يُصبِحُ أكثرَ صعوبةً كلّما تقدّمْتَ في العمرِ ، السببُ هو أنّ العدساتِ في عينيك تزدادُ صلابةً وتفقدُ قابليّتَها لتغييرِ الشكلِ . وبالتالي فإنّ العدساتِ لا يُمكِنُ أن تُصبِحَ سميكةً بدرجةٍ كافيةٍ لرؤيةِ الأشياءِ القريبةِ .



شكلُ 41

العدسةُ المقعَّرةُ (إلى اليسارِ) تضبطُ قصرَ النظرِ . العدسةُ المحدَّبةُ (إلى اليمينِ) تضبطُ بعدَ النظرِ .

الصوتُ والسمعُ

Sound and Hearing

ضَعْ مسطرةً على حافّةِ مكتبِك بحيث يبرزُ ثلاثةُ أرباعِها للخارج . اطرقْ طرفَ المسطرةِ برفقٍ ، ماذا تسمعُ؟ لاحِظْ أنّه كلّما تذبذبَتْ أو اهتزَّتِ المسطرةُ ، أحدثَتْ صوتًا .

الموجاتُ الصوتيّةُ

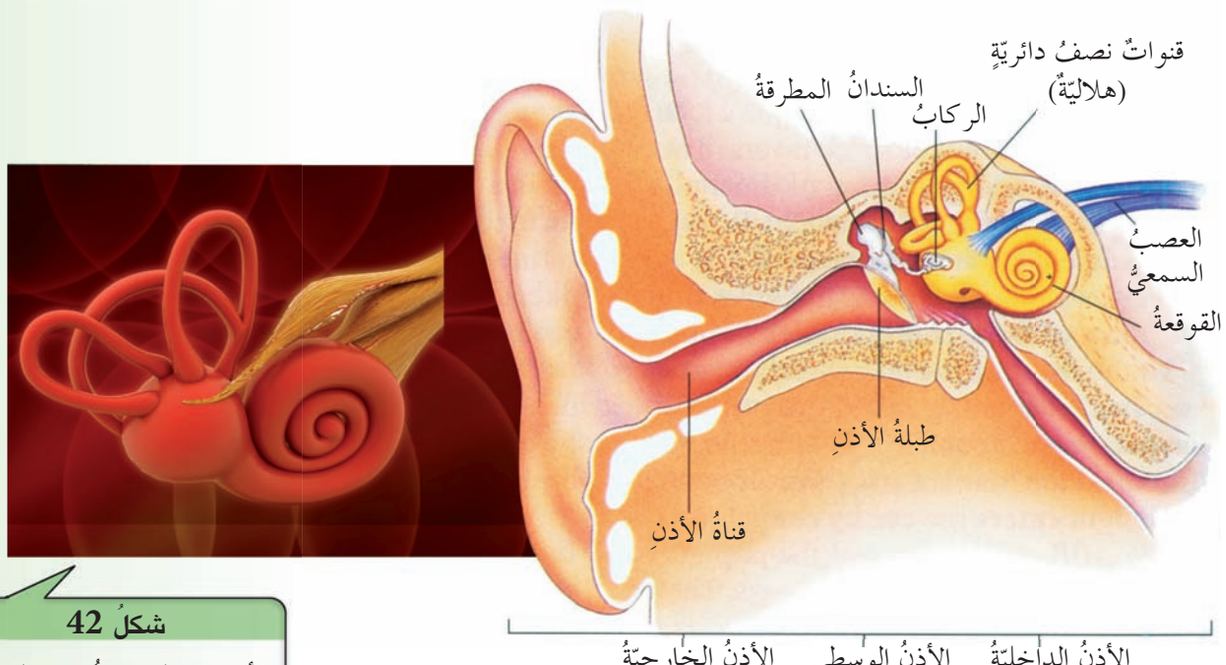
جميعُ الأصواتِ تأتي من الاهتزاز . عندما يهتزُّ جسمٌ ما فإنّه يجعلُ جزيئاتِ الهواءِ في ما حولَه تتضاغطُ مع بعضِها ثمّ تبتعدُ عن بعضِها . هذه الحركةُ لجزيئاتِ الهواءِ هي الموجةُ الصوتيّةُ . تتحرّكُ الموجاتُ الصوتيّةُ إلى الخارجِ من مصدرِ الاهتزازِ ، ويُمكِنُ أن تنتقلَ عبرَ الموادِّ الصلبةِ والسوائلِ والغازاتِ . تلتقطُ الأذنُ الموجاتِ الصوتيّةَ وتُحوِّلُها إلى سيّالاتٍ عصبيّةٍ . يُمكِنُك أن تتعرّفَ الموجاتِ الصوتيّةَ كأصواتٍ عن طريقِ المخِّ .

السمعُ

كما هو موضَّحٌ في الشكلِ (42) ، تلاحظُ أنّ معظمَ أذنِك موجودةٌ داخلَ رأسِك . تتكوّن الأذنُ الخارجيّةُ من صوانِ الأذنِ وقناةِ السمعِ اللذان يساعدان على جمعِ الموجاتِ الصوتيّةِ التي تمرُّ خلالَ قناةِ الأذنِ ، لتصلَ إلى **غشاءٍ رقيقٍ مستديرٍ مشدودٍ بإحكامٍ** يُسمّى **طبلةَ الأذنِ eardrum** . تهتز هذه الطبلة عند ارتطام الموجات الصوتية بها . وتنتقل هذه الاهتزازات إلى ثلاثة عظامٍ رقيقةٍ متصلةٍ بالطبلة لتبلغ القوقعة cochlea وهي ممتلىء بسائل يكوِّن الأذن الداخلية . تتحرك الاهتزازات في خلال السائل الموجود في القوقعة التي تحتوي على نهايات عصبية تكتشف الاهتزازات وتحولها إلى سيالات عصبية تنقل إلى المخ عن طريق العصب السمعي .

الاتّزانُ

القنواتُ نصفُ الدائريّةِ (الهلاليةِ) التي تراها في شكلِ (42) لا تُستخدَمُ في السمعِ . هي تُمكِّنُك من أن تُحافِظَ على توازنِك . تمتلئُ القنواتُ بسائلٍ ومستقبلاتٍ حركيّةٍ ، عندما تُحرِّكُ أو تُديرُ رأسَك فإنّ اتّجاهَ حركةِ السائلِ في القنواتِ يتغيّرُ مؤثِّرًا على المستقبلاتِ ، تُرسِلُ المستقبلاتُ سيّالاتٍ عصبيّةً إلى المخِّ الذي يكتشفُ الطريقةَ التي تحرّكَتْ بها ويُنسِّقُ في ما بينَ الحركاتِ العضليّةِ التي تحفظُك متّزنًا .



شكلُ 42

الأنابيبُ المنحنيةُ في الصورةِ الفوتوغرافيّةِ عبارةٌ عن القنواتِ نصفِ الدائريّةِ (الهلاليةِ) .

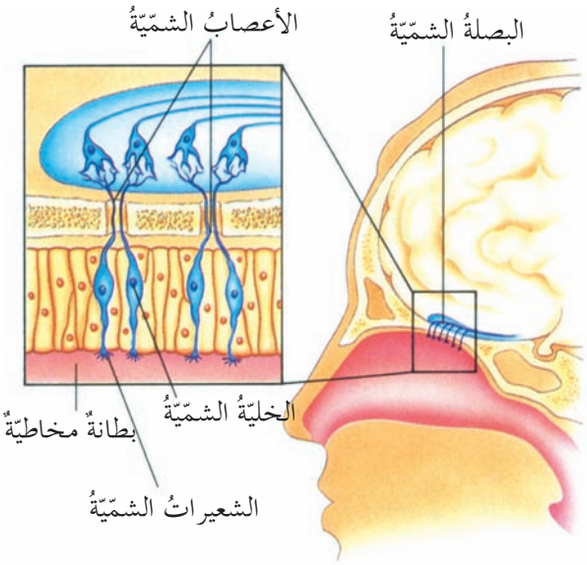
الشمُّ

Smell

فكِّرْ في ما يحدثُ لك عندما تُطهى وجبةٌ بالقربِ منك . ما الروائحُ؟ وكيف يكتشفُها مخُّك؟ جميعُ الروائحِ عبارةٌ عن موادَّ كيميائيّةٍ محمولةٍ في الهواءِ .

تخرجُ من الطعامِ الذي ستتناولُه موادُّ كيميائيّةٌ مختلِفةٌ عندما يتمُّ طهيُه . هذه الموادُّ الكيميائيّةُ عبارةٌ عن جزيئاتٍ في حالةٍ غازيّةٍ . عندما تستنشقُ الهواءَ فإنّك تأخذُ بعضَ هذه الجزيئاتِ التي تذوبُ في المخاطِ الذي يُبطِّنُ الأنسجةَ داخلَ أنفِك ، وهي تُنبِّهُ المستقبلاتِ الحسّيّةَ الموجودةَ في هذا النسيجِ (البصلةِ الشميةِ) ، وتُغيِّرُ المستقبلاتُ مؤثِّراتِ الرائحةِ إلى سيّالاتٍ عصبيّةٍ . انظرْ إلى الشكلِ (43) .

من غيرِ الواضحِ كيف يُمكِنُك أن تُميِّزَ رائحةً عن أخرى . قد يرجعُ ذلك إلى أنّ مستقبلاتِ الرائحةِ المختلِفةَ تستجيبُ للأنواعِ المختلِفةِ من الموادِّ الكيميائيّةِ .



شكلُ 43
مستقبلاتُ الرائحةِ في الأنفِ

المذاقُ

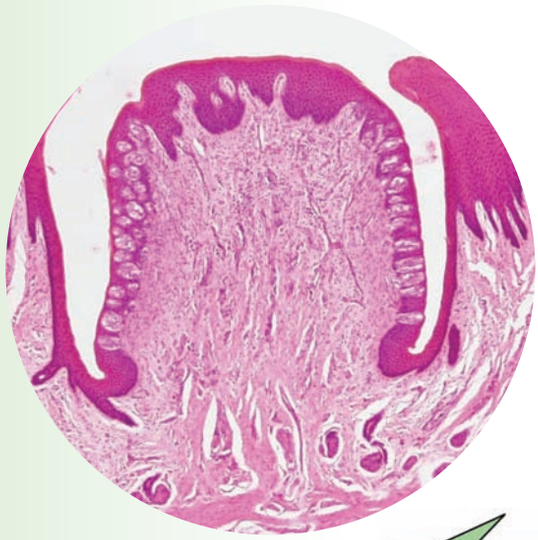
Taste

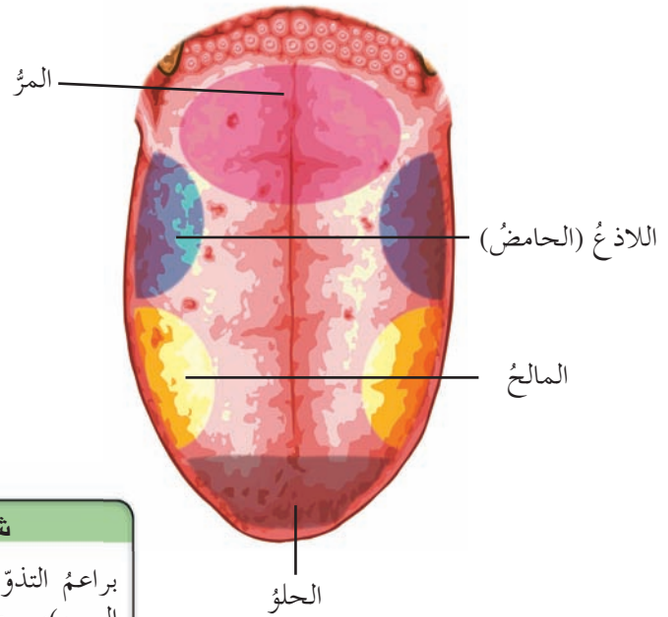
نكهةُ الطعامِ الذي تُحِبُّه تجعلُك ترغبُ في تذوّقِه . المذاقُ ، مثلُ الشمِّ ، عبارةٌ عن نتيجةٍ للموادِّ الكيميائيّةِ التي يتمُّ اكتشافُها بواسطةِ المستقبلاتِ الحسّيّةِ . فالمستقبلاتُ الحسّيّةُ في لسانِك تستجيبُ للجزيئاتِ في الحالةِ السائلةِ أو الجزيئاتِ الذائبةِ في السوائلِ .

انظرْ إلى الشكلِ (44) . المستقبلاتُ الحسّيّةُ في لسانِك تُسمّى براعمَ التذوّقِ ، وهي تُعطيك أربعةَ أنواعٍ مختلِفةٍ من المذاقاتِ: المالحِ ، الحلوِ ، المرِّ ، اللاذعِ (الحامضِ) .

براعمُك التذوّقيّةُ جميعُها متماثلةٌ جدًّا ، لكنّ بعضَها أكثرُ حساسيّةً لكلٍّ من إحساساتِ المذاقاتِ الأربعةِ . هذا قد يُفسِّرُ كيف تتخصّصُ مناطقُ اللسانِ في الإحساسِ إمّا بالملوحةِ أو الحلاوةِ أو الحموضةِ أو المرارةِ . انظرْ إلى موضعِ هذه المناطقِ في شكلِ (44) .

هل لاحظْتَ يومًا حين أُصِبْتَ بالزكامِ كيف كانَ من الصعبِ عليك أن تتذوّقَ الطعامَ؟ هذا بسببِ أنّ معظمَ المذاقاتِ في الواقعِ تجمعُ في ما بينَ التذوّقِ والشمِّ .





شكلُ 44

براعمُ التذوّقِ في اللسانِ (إلى اليمينِ)؛ صورةٌ فوتوغرافيّةٌ لتجمّعاتِ براعمِ التذوّقِ (إلى اليسارِ)

اللمسُ

Touch

ما الإحساساتُ المختلِفةُ التي قد تشعرُ بها في جلدِك؟ يُمكِنُك أن تكتشفَ البردَ والحرَّ . ويُمكِنُك أن تُقرِّرَ الفرقَ بينَ لمسِ الريشِ ولمسِ يدِ أحدِ الأشخاصِ . يُمكِنُك أن تشعرَ بألمِ الوخزِ والألمِ المتواصلِ الخفيفِ . كلُّ هذه الإحساساتِ تُكتشَفُ بواسطةِ نوعٍ معيَّنٍ من المستقبلاتِ الحسّيّةِ في الجلدِ .

يُمكِنُك أن ترى في شكلِ (45) في الصفحةِ التاليةِ أنّ هذه المستقبلاتِ توجَدُ عندَ مستوياتٍ مختلِفةٍ في الجلدِ . وهي أيضًا موزَّعةٌ بشكلٍ غيرِ

نشاط

الملاحظةُ

الإحساسُ باللمسِ

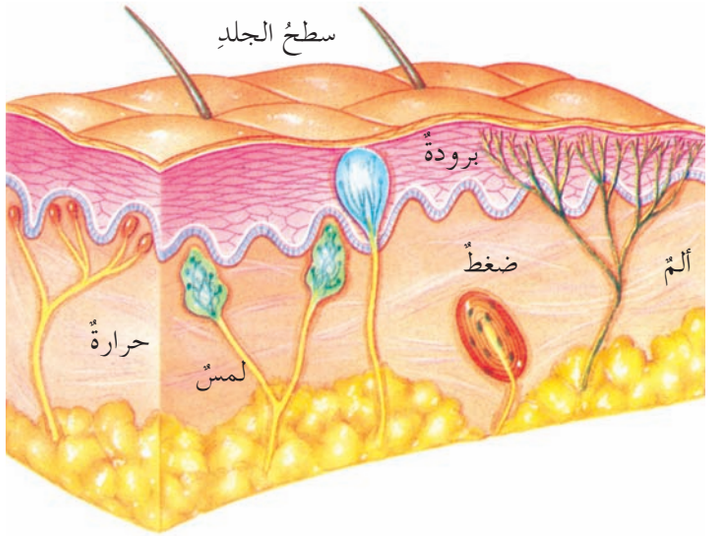
أحضِرِ الأشياءَ التاليةَ: إناءً مملوءًا بالماءِ الباردِ ، وإناءً مملوءًا بالماءِ الدافئِ ، وثالثًا مملوءًا بماءٍ ساخنٍ بدرجةٍ كافيةٍ للّمسِ .

1. ضَعْ سبّابةَ إحدى اليدين في الماءِ الساخنِ ، والسبّابةَ الأخرى في الماءِ الباردِ لمدّةِ دقيقةٍ واحدةٍ .
2. ضَعِ السبّابتين في الماءِ الدافئِ .

صِفْ ماذا يحدثُ . ما الذي تستدلُّ عليه من ملاحظاتِك عن حاسّةِ اللمسِ؟

منظَّمٍ . على سبيلِ المثالِ ، لديك مستقبلاتُ ألمٍ أكثرُ بكثيرٍ من مستقبلاتِ البرودةِ . تتركّزُ مستقبلاتُ اللمسِ والضغطِ في اليدين وأطرافِ الأصابعِ . أين توجَدُ أعدادٌ كبيرةٌ من مستقبلاتِ اللمسِ في جسمِك أيضًا؟

على الرغمِ من أنّ الجلدَ يحتوي على أنواعٍ عديدةٍ من المستقبلاتِ ، إلا أنّه توجَدُ ثلاثُ مجموعاتٍ رئيسيّةٍ منها . يرصدُ كلٌّ من مستقبلاتِ اللمسِ ومستقبلاتِ الضغطِ الحركةَ والضغطَ ، وتستجيبُ مستقبلاتُ البرودةِ والسخونةِ لتغيّراتِ درجةِ الحرارةِ . تكتشفُ مستقبلاتُ الألمِ أنواعًا عديدةً من المؤثّراتِ ، لكنّها توضَعُ في مجموعةٍ واحدةٍ خاصّةٍ بها .



شكلُ 45
توجَدُ أنواعٌ مختلِفةٌ من المستقبلاتِ في الجلدِ . مستقبلاتُ اللمسِ تقعُ قريبةً من سطحِ الجلدِ . مستقبلاتُ الألمِ تقعُ داخلَ الجلدِ .

الألمُ حاسّةٌ مهمّةٌ خصوصًا للبقاءِ على قيدِ الحياةِ . تصوَّرْ أنّه لا يُمكِنُك أن تشعرَ بالإحساسِ الملهبِ للأشياءِ الساخنةِ . يتمُّ الشعورُ بالألمِ بطرقٍ مختلِفةٍ . على سبيلِ المثالِ ، إذا ما جرحْتَ نفسَك ، فإنّك تعرفُ أنّ النتيجةَ عبارةٌ عن ألمٍ سريعٍ شديدٍ . إذا ما تعرّضَتْ يدُك لحرقٍ ما ، فإنّ الشعورَ المؤلمَ عادةً ما يكونُ بطيئًا ويبقى لفترةٍ طويلةٍ . ألم تتعرّضْ يومًا ما لألمٍ متواصلٍ خفيفٍ؟ بمَ شعرْتَ؟

نشاط

جمعُ البياناتِ

إكسابُ المهاراتِ Skill Builder

نشاط

هل تتذوّقُ من دونِ شمٍّ؟

أحضِرْ مكعّباتٍ صغيرةً مقشَّرةً من التفّاحِ ، البطاطسِ ، الجزرِ ، اللفتِ ، البصلِ ، متساويةً جميعَها في الحجمِ . ضَعِ القطعَ على لوحةٍ ، وأعصِبْ عينيِ أحدِ زملائِك حتّى لا يستطيعَ أن يرى نوعَ المكعّبِ الذي تختارُه . أخبِرْ زميلَك أن يسدَّ أنفَه بينما تضعُ مكعّبًا على لسانِه بواسطةِ ملعقةٍ . بعدَ أن ينتهيَ زميلُك من مضغِ المكعّبِ ، اسألْه أيَّ طعامٍ قد تناولَه . ضَعْ علامةً في الخانةِ المناسِبةِ في الجدولِ أسفلَ نوعِ الطعامِ . ارسمْ نجمًا في الخانةِ التي يتعرّفُ فيها الطالبُ على مضغِ مكعّبِ الطعامِ بصورةٍ صحيحةٍ . إذا خمّنَ صديقُك بصورةٍ صحيحةٍ ، فإنّ العلامةَ والنجمَ سيكونان في الخانةِ نفسِها . بعدَ أن يتذوّقَ زميلُك كلَّ طعامٍ ، تبادَلْ معه الدورَ . في هذه المرّةِ ستتذوّقُ أنت بينما يُسجِّلُ زميلُك في الجدولِ .

رقمُ المحاولةِ	تفّاحٌ	بطاطسُ	جزرٌ	لفتٌ	بصلٌ
1					
2					
3					
4					
1					
2					
3					
4					

1. لماذا كانَ من الصعبِ عليك أن تُحدِّدَ نوعَ الطعامِ الذي تناولْتَه؟
2. أيُّ طعامٍ كانَ أصعبَ في تمييزِه؟ ولماذا؟
3. ما الذي استندْتَ إليه في تحديدِ ما كنْتَ تتناولُ؟
4. متى كنْتَ غيرَ قادرٍ على تذوّقِ الطعامِ؟ اكتبْ لماذا من المهمِّ أن تكونَ قادرًا على شمِّ الطعامِ؟

أسئلة مراجعة

الدرسُ 3–2

اختبرْ وفسِّرْ

1. ما وظيفةُ المستقبلِ الحسّيِّ؟
2. فسِّرْ كيف يُمكِنُك أن ترى الكلماتِ في هذه الصفحةِ .
3. **قارِنْ وباينْ**: كيف تبدو العينُ مثلَ الكاميرا؟ ما أوجهُ الاختلافِ بينَ العينِ والكاميرا؟
4. **استنتِجْ**: في أيِّ المواضعِ يُمكِنُ أن يتوقّفَ انتقالُ الصوتِ من الشيءِ إلى المخِّ ممّا يُسبِّبُ الصممَ؟

3–3 جهازُ الإفرازِ الداخليِّ
Endocrine System

الأهدافُ

في نهايةِ هذا الدرسِ يجبُ أن يكونَ الطالبُ قادرًا على أن:

- **يصفَ** الغددَ الصمّاءَ الرئيسيّةَ ووظائفَها .
- **يُفسّرَ** كيف تُنظَّمُ مستوياتُ الهرموناتِ في الجسمِ .
- **يُحدِّدَ** العديدَ من الاختلالاتِ في جهازِ الإفرازِ الداخليِّ .
- **يتوقّعَ** تأثيراتِ زيادةِ مستوى هرمونِ النموِّ على الشخصِ العاديِّ .
- **يُعرِّفَ المصطلحاتِ الأساسيّةَ:** الغدّةَ ، الغددَ الصمّاءَ ، الهرموناتِ .

لماذا تكونُ سرعةُ الشخصِ الذي يخافُ من كلبٍ يُهاجِمُه أكبرَ من سرعةِ العدّائين في مسابقاتِ المئةِ مترٍ؟

الإجابةُ هي أنّ مادّةً تُسمّى الأدرينالينَ تُعطيك العونَ عندما تكونُ خائفًا . يُسبِّبُ الأدرينالينُ تغيّراتٍ عديدةً سريعةً في جسمِك ، هذه التغيّراتُ تجعلُك أسرعَ وأقوى لفترةٍ قصيرةٍ من الزمنِ . ما الحالاتُ الأخرى التي تشعرُ فيها بزيادةِ الأدرينالينِ في جسمِك؟

يُنتَجُ الأدرينالينُ بواسطةِ جهازٍ في جسمِك يُسمّى جهازَ الإفرازِ الداخليِّ . يعملُ جهازُ الإفرازِ الداخليِّ بدقّةٍ مع الجهازِ العصبيِّ . تضبطُ وظائفُ جهازِ الإفرازِ الداخليِّ العديدَ من العمليّاتِ في الجسمِ ، مثلِ الجهازِ العصبيِّ ، لكنّ جهازَ الإفرازِ الداخليِّ يستخدمُ موادَّ كيميائيّةً ، ولا يستخدمُ سيّالاتٍ عصبيّةً ، كي يقومَ بأداءِ وظائفِه .

الغددُ الصمّاءُ
Endocrine Glands

الغدّةُ gland عبارةٌ عن **عضوٍ يُنتِجُ مادّةً كيميائيّةً تلزمُ لمكانٍ ما في الجسمِ.** لقد تعلّمْتَ في ما سبقَ عن الغددِ التي لها قنواتٌ ، فهي تُوزِّعُ موادَّها الكيميائيّةَ مباشرةً إلى عضوٍ آخرَ . نوعٌ آخرُ من الغددِ ، مثلِ **الغددِ الصمّاءِ endocrine glands** ، **ليسَ لها قنواتٌ وتفرزُ الموادَّ الكيميائيّةَ التي تصنعُها في مجرى الدمِ مباشرةً .**

الغددُ الصمّاءُ هي الأعضاءُ الرئيسيّةُ لجهازِ الإفرازِ الداخليِّ . **الموادُّ الكيميائيّةُ التي تُصنَعُ بواسطةِ الغددِ الصمّاءِ تُسمّى الهرموناتِ hormones** . تُسبِّبُ الهرموناتُ تغيّراتٍ في أعضاءٍ أخرى ، وتُنظِّمُ العديدَ من أنشطةِ الجسمِ . توجَدُ سبعُ غددٍ صمّاءَ رئيسيّةٍ في جسمِ الإنسانِ وأكثرُ من خمسين هرمونًا مختلِفًا .

جهازُ الإفرازِ الداخليِّ

The Endocrine System

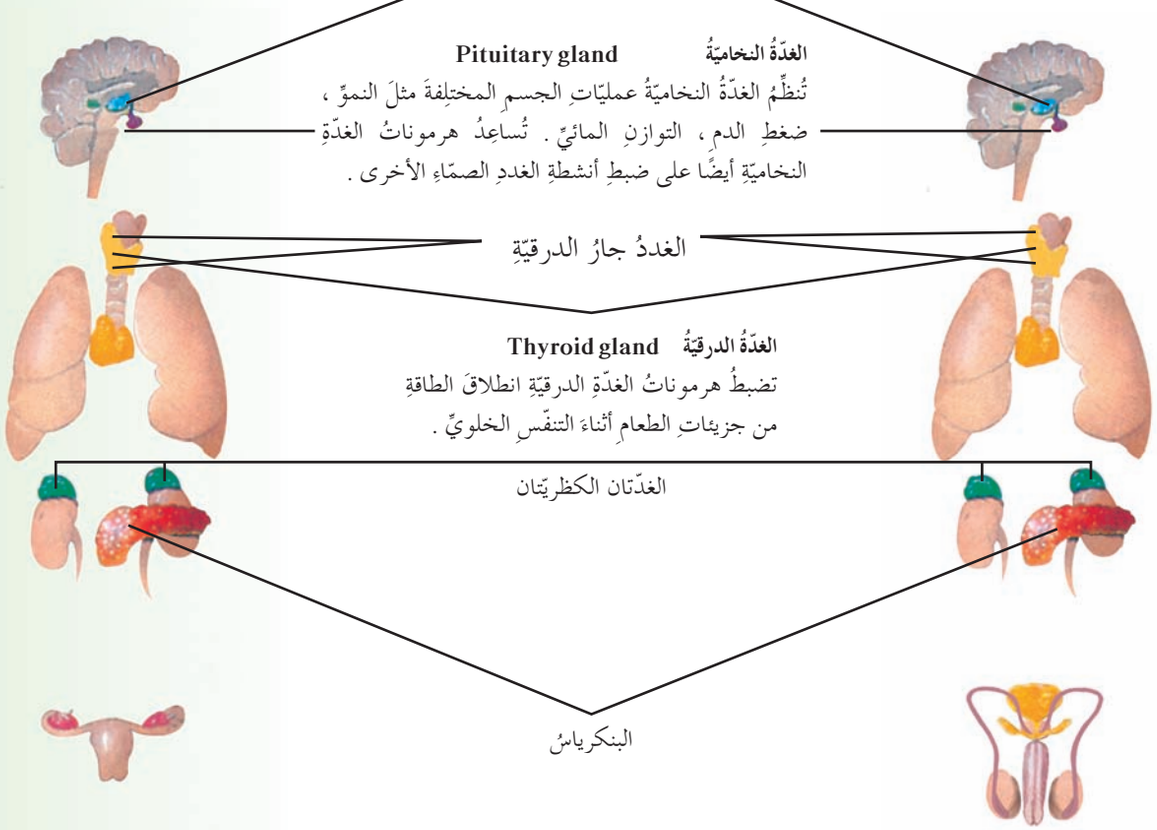
كلُّ غدّةٍ من الغددِ الصمّاءِ لها دورٌ منظِّمٌ مهمٌّ في الجسمِ . لاحِظْ موقعَ كلِّ غدّةٍ ووظائفَ الهرموناتِ التي تُنتِجُها .

تحتَ المهادِ **Hypothtamus**

تحتَ المهادِ يربطُ الجهازَ العصبيَّ بجهازِ الإفرازِ الداخليِّ ، ويضبطُ عملَ الغدّةِ النخاميّةِ التي بدورِها تُنظِّمُ عملَ الغددِ الصمّاءِ الأخرى .

الغدّةُ النخاميّةُ **Pituitary gland**

تُنظِّمُ الغدّةُ النخاميّةُ عمليّاتِ الجسمِ المختلِفةَ مثلَ النموِّ ، ضغطِ الدمِ ، التوازنِ المائيِّ . تُساعِدُ هرموناتُ الغدّةِ النخاميّةِ أيضًا على ضبطِ أنشطةِ الغددِ الصمّاءِ الأخرى .



الغدّةُ الدرقيّةُ **Thyroid gland**

تضبطُ هرموناتُ الغدّةِ الدرقيّةِ انطلاقَ الطاقةِ من جزيئاتِ الطعامِ أثناءَ التنفّسِ الخلويِّ .

الخصيتان **Testes**

تفرزُ الخصيتان هرمونَ التستوستيرون الذي يحافظُ على جهازِ الذكرِ التناسليِّ وعلى الصفاتِ الجنسيّةِ الذكريّةِ الثانويّةِ .

المبيضان **Ovaries**

يفرزُ المبيضان الهرموناتِ الجنسيّةَ الأنثويّةَ . يضبطُ هرمونُ الإستروجينِ التغيّراتِ في جسمِ البنتِ المراهقةِ . يُنظِّمُ هرمونا الإستروجينِ والبروجستيرونِ مع بعضِهما نموَّ أو تطوّرَ البيضِ .

شكلُ 46
أجهزةُ الإفرازِ عندَ الإنسانِ

جدولُ (3)
الغددُ الصمّاءُ

الغدّةُ	الهرمونُ	الوظيفةُ
النخاميّةُ	هرمونُ النموِّ	ينظِّمُ نموَّ العظامِ
	الهرمونُ محفِّزُ الغدّةِ الدرقيّةِ	يُحفِّزُ أو يُنبِّهُ الغدّةَ الدرقيّةَ لإفرازِ هرموناتِها
	الهرمونُ منشِّطُ الأجهزةِ التناسليةِ	يُؤثِّرُ على نموِّ أو تطوّرِ الأعضاءِ الجنسيّةِ
الدرقيّةُ	الثيروكسينُ	يُنشِّطُ عمليّاتِ الأيضِ في الجسمِ
	الكالسيتونينُ	يضبطُ مستوى الكالسيومِ والفوسفورِ في الدمِ
جارُ الدرقيّةِ	الباراثيرمونُ	يُنظِّمُ كمّيّةَ الكالسيومِ في العظامِ
الكظريّتان	الأدرينالينُ	يُحفِّزُ الأعضاءَ كي تستجيبَ للحالاتِ الطارئةِ
البنكرياسُ	الجلوكاجونُ	يُحفِّزُ انطلاقَ الجلوكوزِ من الكبدِ
	الأنسولينُ	يُحفِّزُ تخزينَ الجلوكوزِ في الكبدِ
المبيضان	الإستروجينُ	يُنتِجُ الصفاتِ الجنسيّةَ الأنثويّةَ الثانويّةَ (بعدَ البلوغِ)
	البروجستيرونُ	يُحفِّزُ نموَّ بطانةِ الرحمِ
الخصيتان	التستوستيرونُ	يُنتِجُ الصفاتِ الجنسيّةَ الذكريّةَ الثانويّةَ (بعدَ البلوغِ)
الثيموسية	الثيموسين	يساعدُ على بناءِ المناعةِ في الجسمِ وتنظيمِها

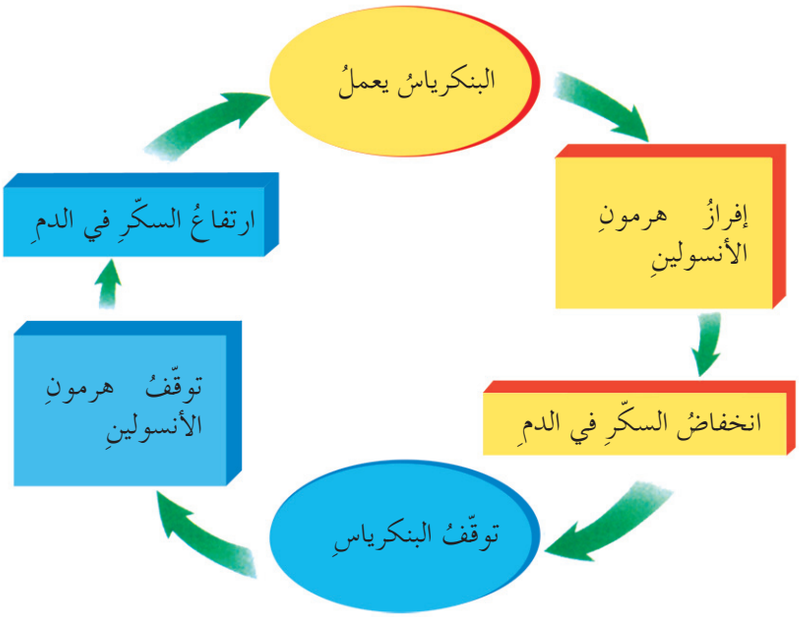
التغذيةُ الراجعةُ للمستوياتِ الهرمونيّةِ

Feedback Control of Hormone Levels

قد يُسبِّبُ المستوى العالي جدًّا أو المنخفِضُ جدًّا للهرمونِ مشكلاتٍ صحّيّةً خطيرةً . يتمُّ ضبطُ المستوياتِ الهرمونيّةِ بإحكامٍ بواسطةِ نظامِ التغذيةِ الراجعةِ الذي يُحفِّزُ أو يُوقِّفُ عملَ الغدّةِ الصمّاءِ . يُمكِنُك أن تُقارِنَ التغذيةَ الراجعةَ بجهازِ الترموستاتِ في منزِلِك . فعندما ترتفعُ درجةُ الحرارةِ أعلى من درجةِ الحرارةِ التي تمَّ ضبطُ ترموستاتِ الثلّاجةِ عندَها ، فإنّ الترموستاتَ يُرسِلُ إشارةً إلى موتورِ الثلّاجةِ فتعملُ .

ماذا يحدثُ عندما تصلُ درجةُ الحرارةِ داخلَ الثلّاجةِ إلى درجةِ الحرارةِ التي تمَّ ضبطُ الترموستاتِ عندَها؟ الترموستاتُ يُرسِلُ إشارةً إلى موتورِ الثلّاجةِ فتتوقّفُ عن العملِ .

تعملُ آليّةُ التغذيةِ الراجعةِ في جسمِك بالطريقةِ نفسِها ، عندما تكونُ هناك حاجةٌ إلى الهرمونِ ، تُخبِرُ إشارةٌ كيميائيّةٌ الغدّةَ المناسِبةَ كي تصنعَ المزيدَ من هذا الهرمونِ . وعندما توجَدُ كمّيّةٌ كافيةٌ من الهرمونِ لتأديةِ تلك الوظيفةِ فإنّه يُسبِّبُ تأثيرًا معيَّنًا في الجسمِ . هذا التأثيرُ يعملُ كإشارةٍ للغدّةِ لتُوقِّفَ إنتاجَ ذلك الهرمونِ .



شكلُ 47

في هذا المخطَّطِ يتّضحُ كيف يتمُّ ضبطُ السكّرِ في الدمِ في الجسمِ عن طريقِ التغذيةِ الراجعةِ .

انظرْ إلى الشكلِ (47) الذي يُوضِّحُ كيف تضبطُ آليّةُ التغذيةِ الراجعةِ مستوياتِ سكّرِ الدمِ . عندما تنخفضُ مستوياتُ جلوكوزِ الدمِ أقلَّ من المستوى العاديِّ ، يستجيبُ البنكرياسُ بإفرازِ هرمونِ الجلوكوجينِ إلى تيّارِ الدمِ . يؤثِّرُ الجلوكوجينُ على الكبدِ ليزيدَ من معدَّلِ عملِه ، يتحوّلُ الجلوكوزُ المختزَنُ في الكبدِ على شكلِ الجلوكوجينِ إلى سكّرِ جلوكوزٍ . عندما يرتفعُ مستوى السكّرِ في الدمِ يتمُّ إفرازُ الأنسولينِ بواسطةِ البنكرياسِ ، فيزيدُ الأنسولينُ نقلَ الجلوكوزِ من الدمِ إلى الخلايا ، مسبِّبًا انخفاضَ مستوى السكّرِ في الدمِ مرّةً أخرى . وبذلك فإنّ مستوى السكّرِ في الدمِ يكونُ في حالةِ توازنٍ بواسطةِ هذين الهرمونين .

اضطراباتُ جهازِ الإفرازِ الداخليِّ

Disorders of the Endocrine System

جهازُ الإفرازِ الداخليِّ في حالةِ اتّزانٍ دقيقٍ . في بعضِ الأحيانِ لا تعملُ إحدى الغددِ الصمّاءِ كما ينبغي ويختلُّ اتّزانُ هذا الجهازِ . والنتيجةُ هي أحدُ اضطراباتِ الإفرازِ الداخليِّ المبيَّنةِ في الجدولِ (4) .

جدولُ (4)
اختلالاتُ الإفرازِ الداخليِّ .

الاضطرابُ	الوصفُ	السببُ
البولُ السكّريُّ	عدمُ مقدرةِ الخلايا على استخدامِ الجلوكوزِ كما ينبغي	انخفاضُ مستوى الأنسولينِ بدرجةٍ كبيرةٍ
القزامةُ	عدمُ النموِّ بصورةٍ طبيعيّةٍ	انخفاضُ مستوى هرمونِ النموِّ في الإنسانِ بدرجةٍ كبيرةٍ
العملقةُ	النموُّ أكثرُ من العاديِّ	ارتفاعُ مستوى هرمونِ النموِّ في الإنسانِ بدرجةٍ كبيرةٍ
الدراقُ	تضخّمُ الغدّةِ الدرقيّةِ والعنقِ	انخفاضُ مستوى اليودِ في الطعامِ بدرجةٍ كبيرةٍ
النشاطُ الزائدُ	فقدانُ الوزنِ والعصبيّةُ الزائدةُ	ارتفاعُ مستوى هرمونِ الثيروكسينِ

العلمُ والتكنولوجيا

هرمونُ النموِّ الصناعيِّ (المخلَّقُ)

كانَ العلماءُ في الماضي لا يعرفون لماذا لا ينمو أشخاصٌ معيَّنون أبدًا إلى الحجمِ العاديِّ . بعدَ ذلك ، تمَّ اكتشافُ أنّ معظمَ أنواعِ القزامةِ تحدثُ عندما تُنتِجُ الغدّةُ النخاميّةُ كمّيّةً قليلةً من الهرمونِ البشريِّ (HGH) . بهذا الاكتشافِ حاولَ العلماءُ أن يُعالِجوا القزامةَ ، فقاموا باستخلاصِ هرمونِ النموِّ البشريِّ من الموتى . تمَّ حقنُ هذا الهرمونِ البشريِّ في أجسامِ الأطفالِ الذين لا تُنتِجُ غددُهم النخاميّةُ كمّيّةً كافيةً من هرمونِ النموِّ البشريِّ . نما الأطفالُ إلى الطولِ العاديِّ بعدَ حقنِهم بهذا الهرمونِ البشريِّ بصورةٍ منتظِمةٍ . من جهةٍ أخرى ، كانَتْ كمّيّةُ هرمونِ النموِّ البشريِّ التي يتمُّ جمعُها بهذه الطريقةِ محدودةً جدًّا . في العامِ 1979 ، نجحَ العلماءُ في برمجةِ البكتيريا لصنعِ هرمونِ النموِّ البشريِّ من خلالِ تقنيّةِ الهندسةِ الوراثيّةِ . فقد تمَّ إدخالُ الجينِ البشريِّ الذي يحملُ التعليماتِ الخاصّةَ بصنعِ هرمونِ النموِّ البشريِّ إلى حمضِ DNA للبكتيريا . واستُنسِخَتْ أعدادٌ غفيرةٌ من البكتيريا المحتويةِ على جينِ هرمونِ النموِّ البشريِّ . تمَّ جمعُ هرمونِ النموِّ البشريِّ المنتَجِ بواسطةِ البكتيريا ، قد صُدِّقَ على استخدامِه بهذه الطريقةِ في عامِ 1985 . استُخدِمَ هرمونُ النموِّ البشريِّ المنتَجُ في علاجِ الأطفالِ الذين يُعانون من تأخّرِ النموِّ عن العاديِّ .

الهرمونُ الصناعيُّ ساعدَ الكثيرَ من الأطفالِ على النموِّ إلى الطولِ العاديِّ . من جهةٍ أخرى ، إنّ أخذَ الهرمونِ يكونُ محفوفًا ببعضِ المخاطرِ . تنظيمُ أو تحديدُ الجرعةِ المعطاةِ لكلِّ طفلٍ يُعَدُّ أمرًا غايةَ الصعوبةِ . كذلك قد يُحفِّزُ الهرمونُ العظامَ الطويلةَ أن تنموَ سريعًا جدًّا إلى درجةِ أنّها قد تنزلقُ إلى خارجِ حقِّ الحوضِ (نطاقِ الحوضِ) . يعتقدُ معظمُ الناسِ أنّ استخدامَ هرمونِ النموِّ البشريِّ يستحقُّ المخاطرةَ .

نشاط

البحثُ

البولُ السكّريُّ

حاولْ أن تتوصّلَ إلى المزيدِ من المعلوماتِ عن هذا المرضِ . كيف يُعالَجُ البولُ السكّريُّ بصورةٍ عامّةٍ؟ ما التطوّراتُ التي تمَّ التوصّلُ إليها في البحثِ عن العلاجِ؟ اكتبْ تقريرًا من صفحةٍ واحدةٍ عمّا توصّلْتَ إليه .

أسئلة مراجعة

الدرسُ 3–3

اختبرْ وفسِّرْ

1. اكتبْ قائمةً بالغددِ الصمّاءِ الرئيسيّةِ والهرموناتِ التي تُنتِجُها وبوظيفةِ كلِّ هرمونٍ منها .
2. ماذا يعني أنّ المستوياتِ الهرمونيّةَ يتمُّ ضبطُها عن طريقِ التغذيةِ الراجعةِ؟
3. **استنتِجْ**: بمعرفةِ أنّ نقصَ عنصرِ اليودِ في الغذاءِ يُسبِّبُ اختلالًا يُؤثِّرُ على الغدّةِ الدرقيّةِ ، ماذا يُمكِنُك أن تستنتجَ عن هرمونِ الثيروكسينِ؟
4. **توقَّعْ**: إذا أخذَ شخصٌ بالغٌ طبيعيٌّ جرعةً من هرمونِ النموِّ ، فما الذي قد يحدثُ؟ لماذا؟ ماذا قد يحدثُ إذا أخذَ شخصٌ مراهقٌ طبيعيٌّ هرمونَ النموِّ البشريِّ؟

ملخّصُ المفاهيمِ Concept Summary

(3 – 1) الجهازُ العصبيُّ

- الجهازُ العصبيُّ هو جهازُ الاتّصالِ والضبطِ أو التحكّمِ في جسمِك . يشتملُ على المخِّ ، الحبلِ الشوكيِّ ، الأعصابِ .
- تنتقلُ السيّالاتُ العصبيّةُ عبرَ الخلايا العصبيّةِ باستخدامِ الطاقةِ الكهربائيّةِ والكيميائيّةِ .
- يتكوّنُ المخُّ من الكرةِ المخّيّةِ ، المخيخِ ، النخاعِ المستطيلِ . يُوصِّلُ الحبلُ الشوكيُّ المخَّ بباقي أجزاءِ الجسمِ .

(3 – 2) الحواسُّ

- تسمحُ لك المستقبلاتُ الحسّيّةُ في جسمِك بتحويلِ المؤثِّرِ إلى حاسّةٍ .
- الحواسُّ تجعلُك تشمُّ ، تتذوّقُ ، تلمسُ ، ترى ، تسمعُ .
- تعملُ حواسُّك مع مخِّك لجعلِك تتعرّفُ إلى بيئتِك .

(3 – 3) جهازُ الإفرازِ الداخليِّ

- تفرزُ الغددُ الصمّاءُ موادَّ كيميائيّةً يحتاجُ إليها الجسمُ إلى مجرى الدمِ مباشرةً .
- الغددُ الصمّاءُ الرئيسيّةُ هي: النخاميّةُ ، الدرقيّةُ ، جارُ الدرقيّةِ ، الكظريّةُ ، المبيضان (في الإناثِ) ، الخصيتان (في الذكورِ) ، الثيموسيّةُ والبنكرياسُ .
- يتمُّ تنظيمُ المستوياتِ الهرمونيّةِ في الجسمِ بواسطةِ الغددِ الصمّاءِ . تُسبِّبُ الهرموناتُ تغيّراتٍ في الأعضاءِ الأخرى وتُنظِّمُ العديدَ من أنشطةِ الجسمِ .
- البولُ السكّريُّ ، القزامةُ ، العملقةُ ، النشاطُ الزائدُ هي اختلالاتُ جهازِ الإفرازِ الداخليِّ .

اختبرْ مفرداتِك اللغويّةَ Check your Vocabulary

استخدمِ المفرداتِ اللازمةَ لإكمالِ الجملِ التاليةِ حتّى تُصبحَ صحيحةً:

1. تنقلُ العظامُ الثلاثةُ في الأذنِ الذبذباتِ الصوتيّةَ إلى ..... .
2. تُفرَزُ الهرموناتُ مباشرةً إلى تيّارِ الدمِ بواسطةِ ..... .
3. الخليّةُ العصبيّةُ أو ..... تستقبلُ وتُرسِلُ رسائلَ كهربائيّةً .
4. يتكوّنُ النسيجُ العصبيُّ في ..... من مستقبلاتِ الضوءِ واللونِ .
5. يتمُّ ضبطُ الضوءِ الداخلِ إلى العينِ بواسطةِ ..... وهي قرصٌ مستديرٌ ملوَّنٌ .
6. الثيروكسينُ هو ..... يُنظِّمُ عمليّاتِ الأيضِ في جسمِك .
7. الأليافُ العصبيّةُ التي تمتدُّ من الحبلِ الشوكيِّ إلى العضلاتِ تُسمّى ..... .
8. الأليافُ العصبيّةُ التي تنقلُ المعلوماتِ الحسّيّةَ إلى الحبلِ الشوكيِّ تُسمّى ..... .
9. في الجزءِ الأماميِّ من العينِ ، توجَدُ لطبقةِ المشيمةِ فُتحةٌ تُسمّى ..... .
10. تُفرَزُ الموادُّ الكيميائيّةُ إلى الثغرةِ الصغيرةِ ، أو ..... ، التي تقعُ بينَ إحدى الخلايا العصبيّةِ والخليّةِ العصبيّةِ المجاورةِ لها .
11. تصطدمُ الموجاتُ الصوتيّةُ بـ ..... ممّا يجعلُها تهتزُّ .

اكتبْ تعبيراتِك اللغويّةَ Write your Vocabulary

اكتبْ جملًا مستخدمًا مفرداتِ كلماتِ هذا الفصلِ . وضّحْ أنّك تعرفُ ما تعنيه كلُّ كلمةٍ .

تحقق من معلوماتك

أجِبْ عمّا يأتي بجملةٍ كاملةٍ:

1. ما وظيفةُ الجهازِ العصبيِّ؟
2. اذكرِ اسمَ الجزءين الرئيسيّين للجهازِ العصبيِّ .
3. اذكرْ أسماءَ ثلاثِ غددٍ صمّاءَ ودورَها في جهازِ الإفرازِ الداخليِّ .
4. صِفْ ما تقومُ به المستقبلاتُ الحسّيّةُ مستعينًا بأحدِ الأمثلةِ .
5. ما الفعلُ المنعكسُ؟ أين يتمُّ ضبطُ الأفعالِ المنعكِسةِ؟
6. صِفِ اضطرابين لجهازِ الإفرازِ الداخليِّ . ما أسبابُ كلٍّ منهما؟
7. اكتبْ قائمةً بأجزاءِ المخِّ .

حدِّدْ ما إذا كانَتْ كلُّ جملةٍ صحيحةً أم غيرَ صحيحةٍ . اكتبْ صحيحةً إذا كانَتِ الجملةُ صحيحةً . إذا كانَتِ الجملةُ غيرَ صحيحةٍ ، بدِّلِ الكلمةَ التي تحتَها خطٌّ كي تُصبِحَ الجملةُ صحيحةً:

8. أكبرُ جزءٍ من المخِّ هو الكرةُ المخّيّةُ .
9. تُنتَجُ الهرموناتُ بواسطةِ الجهازِ العصبيِّ .
10. المذاقُ هو نتيجةُ الحركةِ المكتشفةِ بواسطةِ المستقبلاتِ الحسّيّةِ .
11. تلتقطُ الأذنُ الموجاتِ الصوتيّةَ وتُحوِّلُها إلى سيّالاتٍ عصبيّةٍ .
12. يُنتَجُ هرمونُ النموِّ البشريِّ بواسطةِ الغدّةِ الدرقيّةِ .
13. يتمُّ ضبطُ المستوياتِ الهرمونيّةِ بواسطةِ جهازِ التغذيةِ الراجعةِ الذي يجعلُ الغدّةَ الصمّاءَ تعملُ أو تتوقّفُ عن العملِ آليًّا .
14. يُسمّى المخُّ مركزَ التحكّمِ الرئيسيَّ للجسمِ لأنّه يُوجِّهُ ويُنسِّقُ في ما بينَ جميعِ عمليّاتِ الجسمِ ، الأفكارِ ، السلوكيّاتِ ، العواطفِ .

تحقق من فهمك

طبّقِ المفاهيمَ التي تعلّمْتَها للإجابةِ عن كلِّ سؤالٍ .

1. **التفكيرُ الناقدُ:** صِفْ مسارَ الفعلِ المنعكِسِ الذي يحدثُ عندما يضعُ شخصٌ قدمَه على شيءٍ حادٍّ .
2. لماذا تُؤثِّرُ إصابتُك بالزكامِ على حاسّةِ التذوّقِ؟
3. **التفكيرُ الناقدُ:** قارنْ بينَ جهازِ الإفرازِ الداخليِّ والجهازِ العصبيِّ . كيف يتشابهان؟ كيف يختلفان؟
4. **الصورةُ الغامضةُ:** الصورةُ الفوتوغرافيّةُ الموجودةُ في صفحةِ (72) تُوضِّحُ الخلايا العصبيّةَ للإنسانِ . الصورةُ الفوتوغرافيّةُ غيرُ حقيقيّةِ الألوانِ: فالصورةُ الفوتوغرافيّةُ مأخوذةٌ بالميكروسكوبِ الإلكترونيِّ .
   (أ) ما الخلايا العصبيّةُ؟ وماذا تفعلُ؟
   (ب) ما الثغرةُ الموجودةُ بينَ الخلايا العصبيّةِ؟ وكيف تعبرُ السيّالاتُ العصبيّةُ هذه الثغرةَ؟
5. **تطبيقٌ:** صِفْ ثلاثةَ أشياءَ لا يُمكِنُك أن تتعرّفَها من دونِ حواسِّك . حدِّدِ الحاسّةَ الضروريّةَ لإنجازِ هذا التعرّفِ .
6. **توسَّعْ:** الأفعالُ المنعكِسةُ التي تصدرُ عن مستقبلاتِ الحرارةِ أسرعُ من أيِّ نوعٍ آخرَ من الفعلِ المنعكِسِ . في اعتقادِك ، لماذا يُعتبَرُ هذا مهمًّا لجسمِك؟
7. ما الغدّةُ أو ما الغددُ الصمّاءُ التي تُساعِدُك على الفوزِ بسباقِ السباحةِ؟ صِفْ كيف يُمكِنُ أن تُساعِدَك الغدّةُ أو الغددُ على هذا الوضعِ .
8. **الاستنتاجُ:** بعدَ ركوبِ قطارِ الموتِ في مدينةِ الملاهي الذي يرحلُ بك خلالَ سلسلةٍ من الحلقاتِ وبعدَ توقّفِه تشعرُ كأنّك ما زلْتَ تدورُ ، ما الحاسّةُ التي ترتبطُ بهذا الإحساسِ؟ ولماذا؟

9. عندما تكونُ في الضوءِ الساطعِ ، يُصبِحُ بؤبؤا عينيك صغيرين . عندما تتحرّكُ إلى الضوءِ الخافتِ ، فإنّهما يتّسعان . ما جزءُ العينِ الذي يضبطُ هذا التغيّرَ؟

نمِّ مهاراتك

استخدِمِ المهاراتِ التي نمّيْتَها في هذا الفصلِ كي تُكمِلَ كلَّ نشاطٍ:

1. فسِّرِ البيانات Interpret Data

يُقاسُ الصوتُ بوَحدةٍ تُسمّى الهرتز (Hz) . لا يستطيعُ الإنسانُ أن يسمعَ الأصواتَ التي تتعدّى 20 000 هرتز . يُوضِّحُ الشكلُ البيانيُّ إلى اليسارِ مدى السمعِ لكائناتٍ مختلِفةٍ . ادرسِ الشكلَ البيانيَّ ، ثمّ أجِبْ عن السؤالين التاليين:

(أ) أيُّ الكائناتِ لها مدى سمعٍ متماثلٌ؟

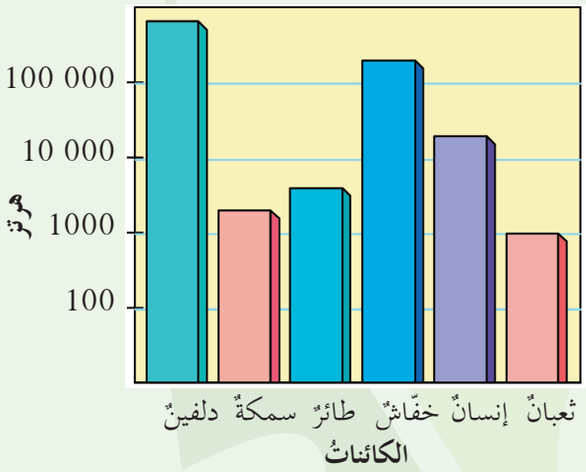
(ب) أيُّ كائنٍ حسّاسٌ أكثرَ للأصواتِ؟ فسِّرْ لماذا تعتقدُ أنّ هذا الكائنَ له مدى سمعٍ واسعٌ .

2. بنكُ البياناتِ Data Bank

استخدِمْ معلوماتِ الدرسِ الأوّلِ للإجابةِ عن السؤالين التاليين:

(أ) ما طولُ عمرِ خلايا المخِّ؟

(ب) استنتِجْ: لماذا تعيشُ خلايا المخِّ فترةً أطولَ من خلايا الجلدِ؟



3. حدِّدْ عمليًّا Define Operationally

قرِّرْ ما إذا كانَ كلٌّ ممّا يأتي فعلًا منعكِسًا أم فعلًا إراديًّا:

(أ) السعالُ بعدَ تناولِ طعامٍ كثيرِ التوابلِ .

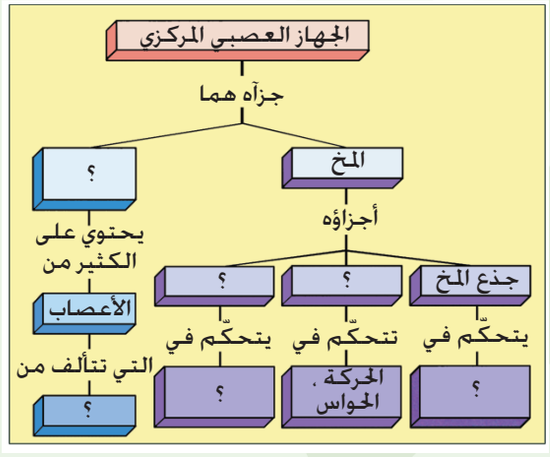
(ب) تسلّقُ إحدى الأشجارِ .

(جـ) طرفةُ العينِ عندما تدخلُ ذبابةٌ صغيرةٌ إحدى عينيك .

مهارة الاتصال

1. خريطةُ المفاهيم Link the Concepts

تُوضِّحُ خريطةُ المفاهيمِ إلى اليسارِ كيف ترتبطُ بعضُ المفاهيمِ في هذا الفصلِ ببعضِها . وقد تمَّ ملءُ جزءٍ من الخريطةِ . انسخِ الخريطةَ وأكمِلْها مستخدِمًا الكلماتِ والأفكارَ الواردةَ في هذا الفصلِ .

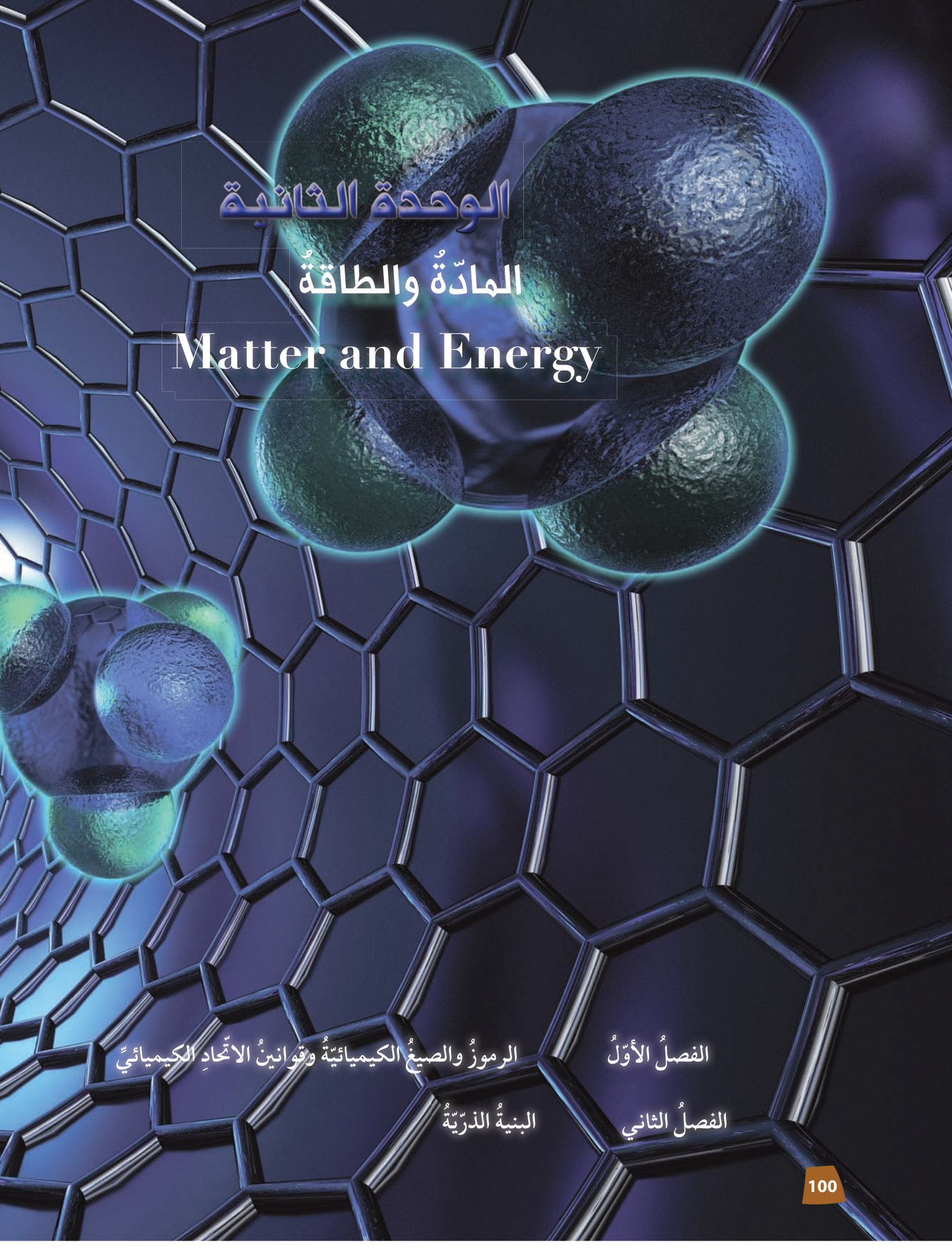


2. العلومُ والفنُّ Science and Art

ابحثْ في كتبِ الفنِّ المرجعيّةِ عن أمثلةٍ للخدعِ البصريّةِ . بعدَ دراسةِ بعضِ هذه الخدعِ البصريّةِ في الرسوماتِ والتلوينِ ، انظرْ ما إذا كنْتَ تستطيعُ رسمَ بعضٍ منها بنفسِك . اعرضْ رسوماتِك على أحدِ زملائِك. انظرْ ما إذا كانَ زميلُك قد ينجحُ في تعرّفِ خدعِك البصريّةِ . في اعتقادِك ، لماذا ترى الخدعَ البصريّةَ؟

3. أنت والعلومُ Science and You

فكِّرْ في بعضِ الأشياءِ التي تفعلُها كلَّ يومٍ ، مثلِ تنظيفِ أسنانِك أو تناولِ غدائِك . أيًّا من حواسِّك تستخدمُ في هذه الأنشطةِ؟ تخيَّلْ كيف ستقومُ بهذه الأنشطةِ نفسِها إذا كنْتَ قد فقدْتَ إحدى حواسِّك مثلِ البصرِ . ما الحواسُّ الأخرى التي قد تستخدمُها عوضًا عن الحاسّةِ المفقودةِ؟



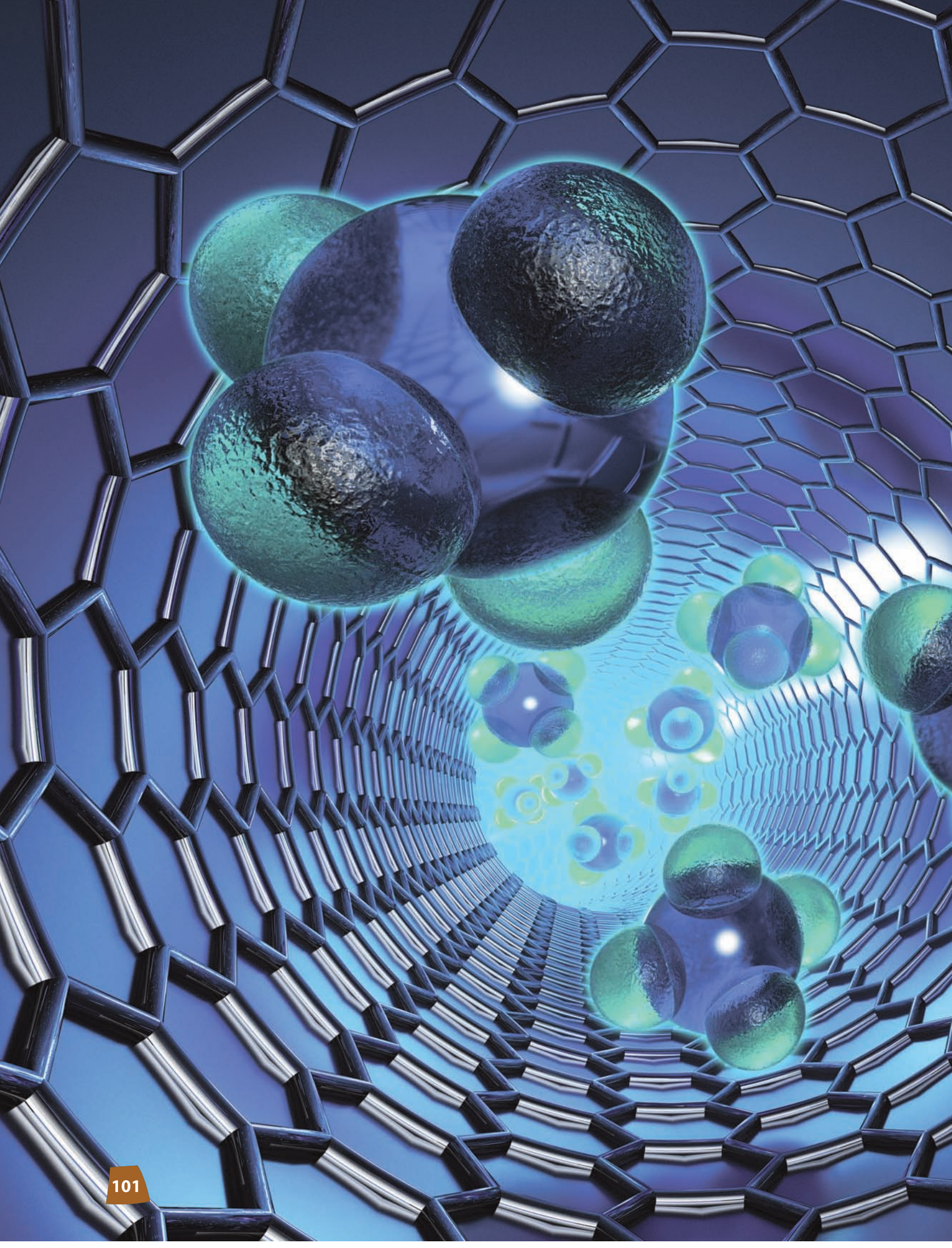
الوحدة الثانية

المادّةُ والطاقةُ

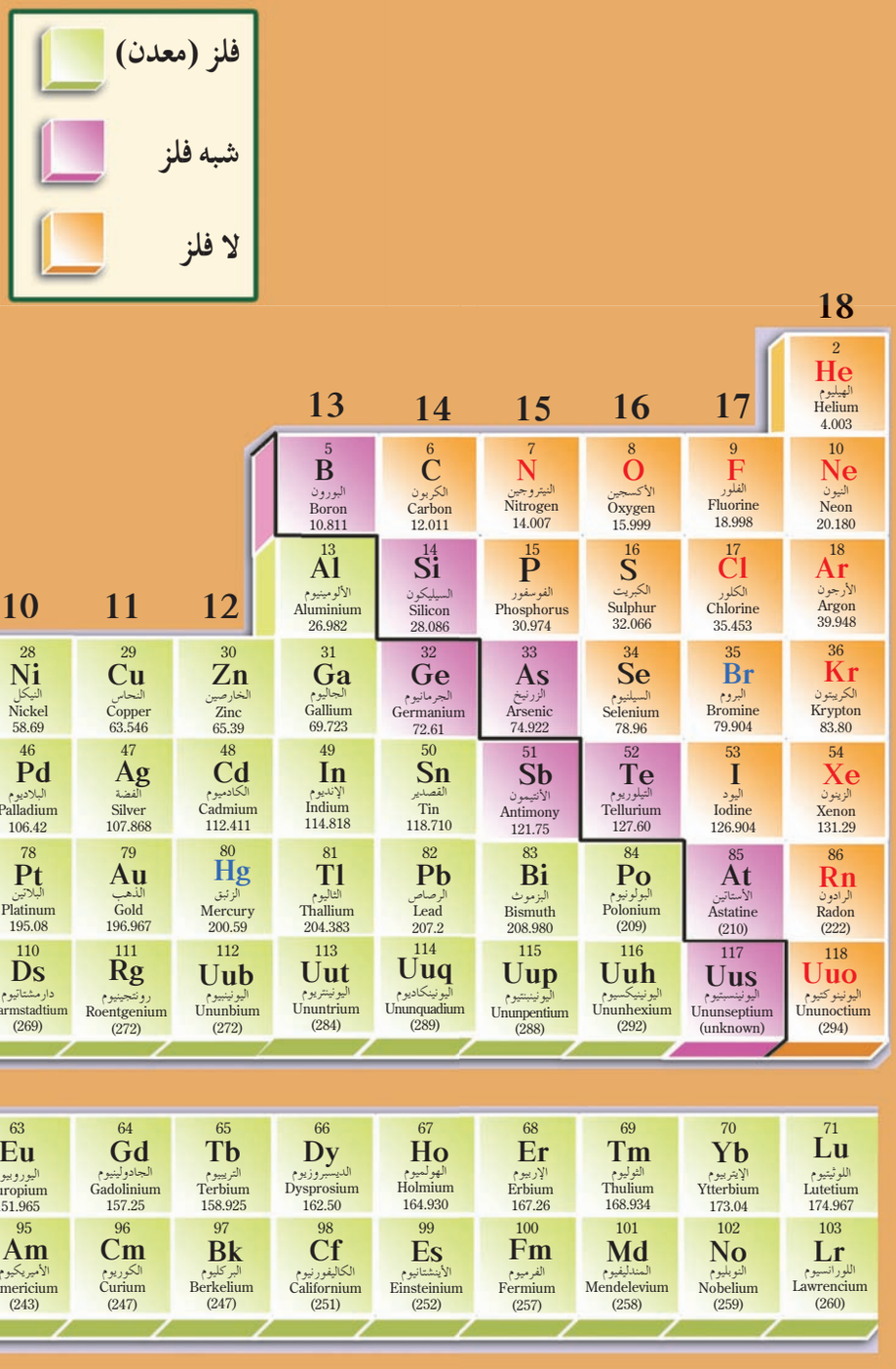
Matter and Energy

الفصلُ الأوّلُ الرموزُ والصيغُ الكيميائيّةُ وقوانينُ الاتّحادِ الكيميائيِّ

الفصلُ الثاني البنيةُ الذرّيّةُ



الجدولُ الدوريُّ للعناصرِ



The Periodic Table

1	1 H الهيدروجين Hydrogen 1.008								
2	3 Li الليثيوم Lithium 6.941	4 Be البيريليوم Beryllium 9.012							
3	11 Na الصوديوم Sodium 22.990	12 Mg المغنيسيوم Magnesium 24.305							
4	19 K البوتاسيوم Potassium 39.098	20 Ca الكالسيوم Calcium 40.078	21 Sc السكانديوم Scandium 44.956	22 Ti التيتانيوم Titanium 47.88	23 V الفاناديوم Vanadium 50.942	24 Cr الكروم Chromium 51.996	25 Mn المنجنيز Manganese 54.938	26 Fe الحديد Iron 55.847	27 Co الكوبالت Cobalt 58.933
5	37 Rb الروبيديوم Rubidium 85.468	38 Sr استرنشيوم Strontium 87.62	39 Y اليتريوم Yttrium 88.906	40 Zr الزركونيوم Zirconium 91.224	41 Nb النيوبيوم Niobium 92.906	42 Mo الموليبدنوم Molybdenum 95.94	43 Tc التكنيتيوم Technetium (98)	44 Ru الروثينيوم Ruthenium 101.07	45 Rh الروديوم Rhodium 102.906
6	55 Cs السيزيوم Cesium 132.905	56 Ba الباريوم Barium 137.327	57 La اللانثانوم Lanthanum 138.906	72 Hf الهفنيوم Hafnium 178.49	73 Ta التانتالوم Tantalum 180.948	74 W التنجستن Tungsten 183.85	75 Re الرينيوم Rhenium 186.207	76 Os الأوزميوم Osmium 190.23	77 Ir الإريديوم Iridium 192.22
7	87 Fr الفرانسيوم Francium (223)	88 Ra الراديوم Radium 226.025	89 Ac الأكتينيوم Actinium 227.028	104 Rf الرذرفورديوم Rutherfordium (261)	105 Db الدوبنيوم Dubnium (262)	106 Sg السيبورجيوم Seaborgium (263)	107 Bh البوريوم Bohrium (262)	108 Hs الهاسيوم Hassium (265)	109 Mt الميتنيريوم Meitnerium (266)

58 Ce السيريوم Cerium 140.115	59 Pr البراسيوديميوم Praseodymium 140.908	60 Nd النيوديميوم Neodymium 144.24	61 Pm البرومثيوم Promethium (145)	62 Sm الساماريوم Samarium 150.36
90 Th الثوريوم Thorium 232.038	91 Pa البروتكتينيوم Protactinium 231.036	92 U اليورانيوم Uranium 238.029	93 Np النبتونيوم Neptunium 237.048	94 Pu البلوتونيوم Plutonium (244)

C صلب

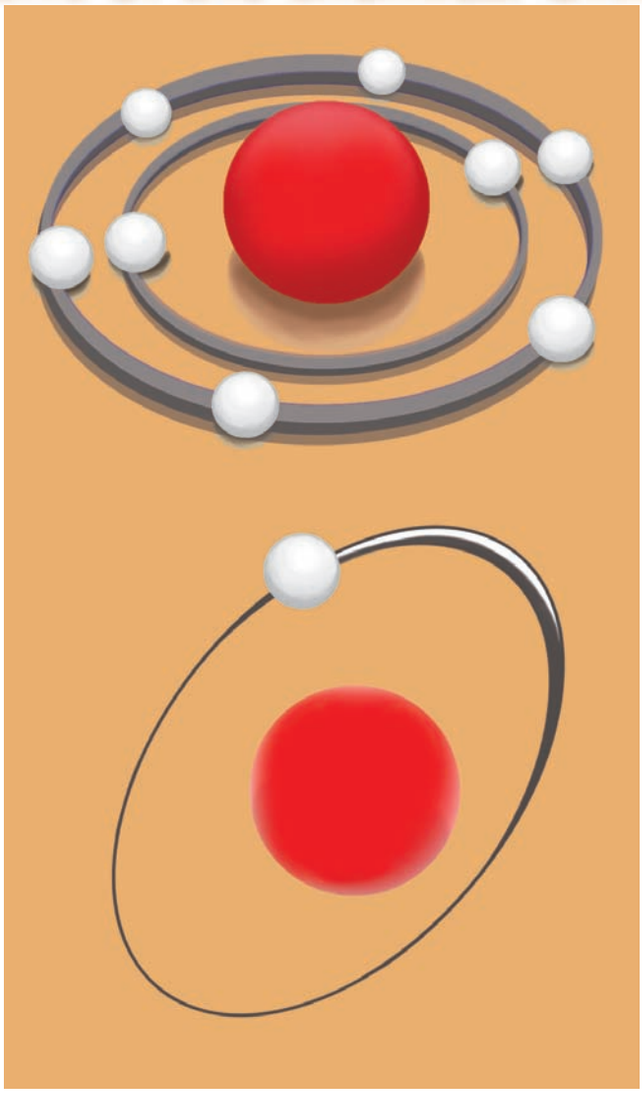
Br سائل

H غاز

الفصلُ الأوّلُ

الرموزُ والصيغُ الكيميائيّةُ وقوانينُ الاتّحادِ الكيميائيِّ

Chemical Symbols and Formulas, Laws of the chemical Union



ماذا ترى في هذه الصورة؟

عندما تنظرُ إلى هذه الصورةِ، ترى نموذجًا تصويريًّا لذرّةِ الهيدروجينِ وآخرَ لذرّةِ الأكسجينِ. وتختلفُ هاتان الذرّتان بتوزيعِ إلكتروناتِهما الذرّيِّ. فتحتوي ذرّةُ الهيدروجينِ على إلكترونٍ واحدٍ، بينما تحتوي ذرّةُ الأكسجينِ على 8 إلكتروناتٍ.

دروسُ الفصلِ

1-1 الرموزُ والصيغُ الكيميائيّةُ

2-1 قوانينُ الاتّحادِ الكيميائيِّ

1-1 الرموزُ والصيغُ الكيميائيّةُ
Chemical Symbols and Formulas

الأهدافُ

في نهايةِ هذا الدرسِ يجبُ أن يكونَ الطالبُ قادرًا على أن:

- **يكتبَ** بعضَ الرموزِ الكيميائيّةِ .
- **يكتبَ** بعضَ الصيغِ الكيميائيّةِ اعتمادًا على أعدادِ التأكسدِ .
- **يُقارنَ** بينَ الرموزِ والصيغِ الكيميائيّةِ .
- **يُعرّفَ المصطلحاتِ الأساسيّةَ:** الصيغةَ الجزيئيّةَ ، الأكسدةَ والاختزالَ ، والعاملَ المؤكسدَ ، والعاملَ المختزلَ .

نشاط

تنميةُ مهارةِ الجدولةِ

عنصرٌ ومركّبٌ

اكتبْ في أعلى الورقةِ الكلمتين: "عنصرٌ ومركّبٌ" ، ثمّ أكملْ كلَّ مجموعةٍ بكتابةِ قائمةٍ لبعضِ العناصرِ الكيميائيّةِ وبعضِ المركّباتِ الكيميائيّةِ .

تعلّمْتَ في الصفِّ السابعِ عن الرموزِ الكيميائيّةِ للعناصرِ وعن الصيغِ الكيميائيّةِ للمركّباتِ . وسوف تتعرّفُ في هذا الدرسِ على بعضِ رموزِ العناصرِ ومدلولِ الرمزِ الكيميائيِّ لها ، وعلى أعدادِ التأكسدِ وأهمّيّتِها لكتابةِ الصيغِ الكيميائيّةِ الصحيحةِ .

ما هي لغةُ الكيمياءِ؟

لكي نتحدّثَ اللغةَ العربيّةَ ، يجبُ أن نعرفَ الحروفَ والكلماتِ ومعانيَها لنُركّبَ جملةً . إذًا لكي نفهمَ علمَ الكيمياءِ ، يجبُ أن نعرفَ الرموزَ والصيغَ الكيميائيّةَ وقواعدَ كتابتِها لنُكوّنَ معادلاتٍ كيميائيّةً نُعبّرُ بها عن التفاعلاتِ الكيميائيّةِ .

لغةُ الكيمياءِ هي لغةُ الكونِ . ولقد طوّرَ الكيميائيّون لغةً خاصّةً بهم تُفهَمُ في جميعِ أنحاءِ العالمِ ، وتتضمّنُ استعمالَ الصيغِ الكيميائيّةِ في الكتابةِ ، حيث إنّ لكلِّ عنصرٍ رمزًا خاصًّا به . إذًا ، رموزُ العناصرِ هي مفرداتُ اللغةِ التي يتحدّثُ بها الكونُ عن نفسِه ، وهي المكوّناتُ الرئيسيّةُ لكلِّ ما في هذا الكونِ من موجوداتٍ .

هل تعلم؟

يعودُ الترميزُ الكيميائيُّ عند الخيميائيّين إلى علمِ التنجيمِ .

رموزُ العناصرِ
Symbols of Elements

كيفَ تمّتْ عمليّةُ الترميزِ الكيميائيِّ للعناصرِ عبرَ التاريخِ؟

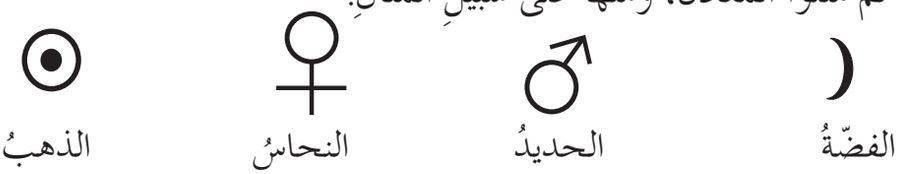
يعودُ تاريخُ الترميزِ الكيميائيِّ إلى الخيميائيّين الذين استعملوا علاماتٍ خاصّةً لتمثيلِ شتّى أنواعِ المادّةِ اعتمادًا على نظريّةِ أمبدقلس Empedocle التي مثّلَتِ العناصرَ الأربعةَ (الترابُ والهواءُ والماءُ والنارُ) . فكانَت رموزُها كما يأتي:

شكلُ 48

جون دالتون (1766–1844م) وُلِدَ عالمُ الكيمياءِ الإنجليزيِّ جون دالتون عامَ 1766 . وهو يُعتبَرُ مؤسِّسَ النظريّةِ الذرّيّةِ الحديثةِ التي تُشيرُ إلى أنّ المادّةَ تتكوّنُ من عددٍ من الجزيئاتِ غيرِ القابلةِ للتجزئةِ ، وهي الذرّاتُ . وقد أجرى دالتون عدّةَ تجاربَ لإثباتِ نظريّتِه . وبالإضافةِ إلى عملِه في الكيمياءِ ، يُعَدُّ من مكتشفي عمى الألوانِ لدى الناسِ ، وقد كانَ هو نفسُه مصابًا به .

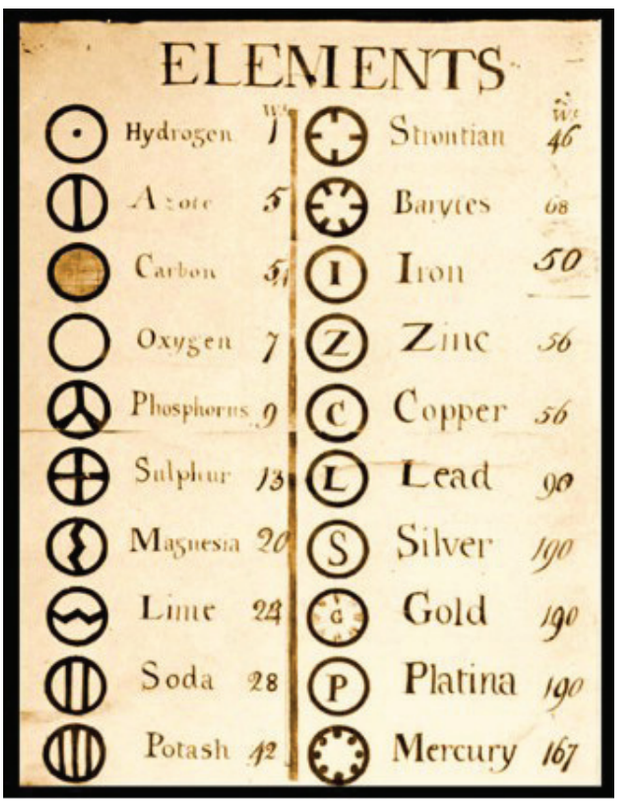
لقد مثّلوا المبادىء الثلاثة (الملح والزئبق والكبريت):

ثمّ مثّلوا المعادنَ، ومنها على سبيلِ المثالِ:



واستخدمَ العالمُ الإنجليزيُّ دالتون ، الذي وضعَ النظريّةَ الذرّيّةَ عام 1803 ، ترميزًا كيميائيًّا للعناصرِ لتسهيلِ دراستِها . فوضعَ رموزًا تشكيليّةً للعناصرِ تعتمدُ على الدوائرِ ، وتحملُ في داخلِها نقطةً ، وخطوطًا ، وحروفًا . ورمزُ العنصرِ هو اختصارٌ لاسمِه يدلُّ على ذرّةٍ أو جزيءٍ واحدٍ منهُ .

يُوضِّحُ الجدولُ التالي بعضًا من هذه الرموزِ .



وجاءَ العالمُ السويديُّ برزيليوس فعمّمَ استعمالَ الحروفِ الانجليزيّةِ في الرمزِ بدلًا من رموزِ دالتونِ بهدفِ تسهيلِ حفظِها .

ويخضعُ اشتقاقُ الرموزِ للقواعدَ التاليةِ :

1. يُمثَّلُ كلُّ عنصرٍ برمزٍ يتألّفُ من الحرفِ الأوّلِ من الاسمِ الإنجليزيِّ للعنصرِ ويُكتَبُ بشكلٍ كبيرٍ . ويُوضِّحُ الجدولُ التالي بعضًا منها:

اسمُ العنصرِ		رمزُه
بالعربيّةِ	بالإنجليزيّةِ	
هيدروجينٌ	Hydrogen	H
بورونٌ	Boron	B
أكسجينٌ	Oxygen	O
فوسفورٌ	Phosphorus	P
كربونٌ	Carbon	C
يودٌ	Iodine	I
كبريتٌ	Sulfur	S

2. إذا اشتركَ أكثرُ من عنصرٍ في الحرفِ الأوّلِ ، يكونُ رمزُ العنصرِ الذي اكتُشِفَ أوّلًا مكوَّنًا من الحرفِ الأوّلِ ، أمّا العنصرُ الآخرُ فيتكوّنُ رمزُه من حرفين ، الأوّلُ كبيرٌ والثاني صغيرٌ . ويُوضِّحُ الجدولُ التالي بعضًا منها:

اسمُ العنصرِ		رمزُه
بالعربيّةِ	بالإنجليزيّةِ	
هيليومٌ	Helium	He
بريليومٌ	Beryllium	Be
كالسيومٌ	Calcium	Ca
كلورٌ	Chlorine	Cℓ
كرومٌ	Chromium	Cr
كاديومٌ	Cadmium	Cd
بلاتينٌ	Platinum	Pt
سيليكونٌ	Silicon	Si

شكلُ 49

جونز جاكوب بِرزيليوس ، (1779–1848 م) ، عالمُ كيمياءٍ سويديٌّ بارزٌ ، قدّمَ إسهاماتٍ قيّمةً في تطويرِ النظريّةِ الذرّيّةِ .

3. تأتي بعضُ الرموزِ من الاسمِ اللاتينيِّ للعنصرِ . ويُوضِّحُ الجدولُ التالي بعضًا منها:

رمزُه	اسمُ العنصرِ		
	باللاتينيّةِ	بالانجليزيّةِ	بالعربيّةِ
Na	Natrium	Sodium	صوديومُ
K	Kalium	Potassium	بوتاسيومُ
Cu	Cuprum	Copper	نحاسٌ
Fe	Ferrum	Iron	حديدٌ
Au	Aurum	Gold	ذهبٌ
Ag	Argentum	Silver	فضّةٌ
Hg	Hydrargyrum	Mercury	زئبقٌ
Pb	Plumbum	Lead	رصاصٌ

4. تأتي بعضُ الرموزِ من أسماءِ مكتشفيها من العلماءِ . ويُوضِّحُ الجدولُ التالي بعضًا منها:

رمزُه	اسمُ العنصرِ		العالِم المكتشِفُ
	بالإنجليزيّةِ	بالعربيّةِ	
Cm	Curium	كوريومُ	مدام كوري
Es	Einsteinium	إينشتانيومُ	ألبرت إنشتاين
No	Nobelium	نوبليومُ	ألفريد نوبل
Md	Mendelevium	ماندليفيومُ	مندليف
Fm	Fermium	فريميومُ	أنريكو فيرمي

5. تأتي بعضُ الرموزِ من إسمِ المكانِ حيث اكتُشِفَتْ . ويُوضِّحُ الجدولُ التالي بعضًا منها:

رمزُه	اسمُ العنصرِ		مكانُ الاكتشافِ
	بالإنجليزيّةِ	بالعربيّةِ	
Cf	Californium	كاليفورنيومُ	جامعةُ كاليفورنيا
Po	Polonium	بولونيومُ	بولندا
Bk	Berkelium	بريكليومُ	مدينةُ بريكيلي الأميركيّةُ
Am	Americium	أمريكيومُ	أميركا

6. تأتي بعضُ الرموزِ من إسمِ الكواكبِ السيّارةِ . ويُوضِّحُ الجدولُ التالي بعضًا منها:

اسمُ الكوكبِ	اسمُ العنصرِ		رمزُه
	بالعربيّةِ	بالإنجليزيّةِ	
أورانوسُ	يورانيومٌ	Uranium	U
بلوتو	بلوتونيومٌ	Plutonium	Pu
نبتونُ	نبتونيومٌ	Neptunium	Np

مدلولُ الرمزِ الكيميائيِّ للعنصرِ
Significance of the Element's Chemical Symbol

عندما تُشاهِدُ جزيئًا كيميائيًّا ، ترى أنّه ليسَ مكوَّنًا من رموزِ العناصرِ فحسبُ بل من أرقامٍ أيضًا ، فالصيغةُ الكيميائيّةُ لجزيءِ الماءِ مثلًا هو H_2O . ماذا تعني هذه الأرقامُ؟ لكي تفهمَ معنى هذه الأرقامِ ، انظرِ الجدولَ التاليَ:

الرمزُ مع الرقمِ	يدلُّ على
O	ذرّةٍ واحدةٍ من الأكسجينِ
2O	ذرّتين من الأكسجينِ غيرِ مترابطتين
O_2	جزيءٍ واحدٍ من الأكسجينِ يتكوّنُ من ذرّتين مترابطتين
$3O_2$	ثلاثةِ جزيئاتِ أكسجينٍ ، وكلُّ جزيءٍ يتكوّنُ من ذرّتين مترابطتين
O_3	جزيءٍ واحدٍ يتكوّنُ من ثلاثِ ذرّاتٍ مترابطةٍ من الأكسجينِ

لنُفسِّرَ الآن معنى جزيءِ الماءِ . تعلّمْتَ في الفقرةِ السابقةِ أنّ جزيءَ الماءِ يُكتَبُ H_2O ، واعلمْ أنّه يتكوّنُ من عنصري الهيدروجينِ والأكسجينِ مرتبطين مع بعضِهما ليُكوِّنا جزيءَ الماءِ .

ومن خلالِ الرقمِ 2 في الصيغةِ الكيميائيّةِ للماءِ ، نستنتجُ أنّ جزيءَ الماءِ يتكوَّنُ من اتّحادِ ذرّتي هيدروجينٍ وذرّةِ أكسجينٍ .

تطبيقٌ:

ما هو مدلولُ عنصرِ الهيدروجينِ الذي رمزُه الكيميائيُّ 3H ؟

ما هو مدلولُ مركَّبِ ثاني أكسيدِ الكربونِ الذي صيغتُه الكيميائيّةُ CO_2 ؟

ما هو مدلولُ مركَّبِ كبريتاتِ الألومنيومِ الذي صيغتُه الكيميائيّةُ $A\ell_2(SO_4)_3$ ؟

ما هو مدلولُ مركَّبِ حمضِ الهيدروكلوريكِ الذي صيغتُه الكيميائيّةُ $HC\ell$ ؟

هل تعلم؟

العددُ الذرّيُّ: عددُ البروتوناتِ في نواةِ الذرّةِ .

العددُ الكتليُّ: مجموعُ أعدادِ البروتوناتِ والنيوتروناتِ في نواةِ الذرّةِ .

صيغ المركبات

Formulas of Compounds

يبلغُ عددُ العناصرِ المعروفةِ حتى الآن أكثر من مائةِ عنصرٍ ، وعددُ الشائعِ والمستخدمِ منها في الحياةِ العمليّةِ حوالي النصفِ . فمن أين يأتي هذا العددُ الهائلُ من الموادِّ والذي يُقدَّرُ بالملايينِ؟ ولو حاولْتَ أن تعدَّ الموادَّ التي تعرفُها لوجدْتَ أنّ قائمتَك تحتوي على الآلافِ منها .

ويكمنُ الجوابُ عند تساؤلِنا عن عددِ الموادِّ الكبيرِ في أنّ العناصرَ ترتبطُ مع بعضِها بروابطَ مختلفةٍ ، فتكوِّنُ عددًا هائلًا من المركَّباتِ ، ومنها ما هو معروفٌ ومألوفٌ لديك كالماءِ ، وثاني أكسيدِ الكربونِ ، وملحِ الطعامِ ، وغيرِها .

الصيغةُ الجزيئيّةُ molecular formula هي تمثيلٌ رمزيٌّ يدلُّنا على نوعِ الذرّاتِ المكوِّنةِ للجزيءِ وعددِها . فنكتبُ رموزَ الذرّاتِ المكوِّنةِ لهذا الجزيءِ مقرونةً برقمٍ يُكتَبُ على يمينِه وإلى الأسفلِ يدلُّ على عددِ الذرّاتِ التي تدخلُ في تكوينِ الجزيءِ . ويُمثِّلُ الجدولُ التالي بعضًا منها:

الجزيءُ	الصيغةُ	الجزيءُ	الصيغةُ
غازُ الهيدروجينِ	H_2	الأوزونُ	O_3
غازُ الأكسجينِ	O_2	أكسيدُ الزئبقِ II	HgO
الماءُ	H_2O	كحولُ الإيثيلِ	C_2H_6O
ثاني أكسيدِ الكربونِ	CO_2	غازُ النيتروجينِ	N_2

أكسيدُ الزئبقِ II وكحولُ الإيثيلِ تُعتبَرُ مركَّباتٌ .

هل تعرفُ ما هي المركَّباتُ؟ تتكوّنُ المركَّباتُ كما لاحظْتَ من أكثرَ من عنصرٍ . فمثلًا ، يُعتبَرُ الماءُ مركَّبًا ، لماذا؟ لأنّه يتكوّنُ من أكثرَ من عنصرٍ: الأكسجينِ والهيدروجينِ . لكن لماذا كتبْنا صيغةَ مركَّبِ الماءِ (H_2O) بهذا الشكلِ؟ يأتي دورُ عددِ التأكسدِ لأنّه هو الذي يقومُ بمهمّةِ تركيبِ رموزِ المركَّباتِ بشكلٍ صحيحٍ . لنعرف إذًا عدد التأكسد .

الأكسدةُ والاختزالُ

Oxidation – Reduction

شكلُ 50

عندَ تقشيرِ التفّاحِ وتركِهِ في الهواءِ ، تحصلُ عمليّةُ تأكسدٍ بفعلِ الرطوبةِ الجوّيّةِ ، ويُصبِحُ لونُ التفّاحِ بنيًّا .

تُمثِّلُ تفاعلاتُ الأكسدةِ والاختزالِ نوعًا مهمًّا من العمليّاتِ الكيميائيّةِ التي تحدثُ في حياتِنا اليوميّةِ . فالطعامُ الذي نأكلُه يتأكسدُ في أجسامِنا ليمدَّنا بالطاقةِ اللازمةِ للحركةِ والعملِ . وتتحرّكُ السيّارةُ والطائرةُ بالطاقةِ الناتجةِ عن أكسدةِ الوقودِ ، وكذلك نحصلُ على التيّارِ الكهربائيِّ من البطاريّاتِ من خلالِ عمليّاتِ الأكسدةِ والاختزالِ . ويصدأُ الحديدُ نتيجةَ تعرّضِه لعمليّةِ أكسدةٍ . كما أنّ استخلاصَ الفلزّاتِ مثلِ الحديدِ والألومنيومِ يتمُّ باختزالِ خاماتِها .

هل تساءلْتَ يومًا لماذا يتغيّرُ لونُ التفّاحِ بعدَ تقشيرِه إذا بقيَ مدّةً في الهواءِ؟

عندما تقشّرُ التفّاحةَ وتتركُها في الغرفةِ لقليلٍ من الوقتِ ، تجدُ أنّ لونَ التفّاحةِ بدأَ يتحوّلُ إلى البنّيِّ بفعلِ الأكسجينِ الموجودِ في الهواءِ ، وهذا ما يُعرَفُ بالأكسدةِ (الشكلُ 50) .

المفهومُ الحديثُ لعمليّةِ الأكسدةِ والاختزالِ

عندما يتفاعلُ الصوديومُ مع الكلورِ ، تفقدُ ذرّةُ الصوديومِ إلكترونًا وتكتسبُه ذرّةُ الكلورِ . وعند ذلك ، يتحوّلُ الصوديومُ إلى أيونٍ موجَبٍ والكلورُ إلى أيونٍ سالبٍ .

$$2Na + C\ell_2 \longrightarrow 2Na^+ + 2C\ell^-$$

فيُقالُ هنا إنّ الصوديومَ حدثَتْ له عمليّةُ أكسدةٍ:

$$Na \longrightarrow Na^+ + 1e^-$$

أمّا الكلورُ فحدثَتْ له عمليّةُ اختزالٍ:

$$C\ell + 1e^- \longrightarrow C\ell^-$$

الأكسدةُ Oxidation هي عمليّةٌ يتمُّ فيها فقدُ المادّةِ للإلكتروناتِ .

والاختزالُ Reduction هي عمليّةٌ يتمُّ فيها اكتسابُ المادّةِ للإلكتروناتِ .

هل تعلم؟

المفهومُ القديمُ لعمليّةِ الأكسدةِ والاختزالِ

الأكسدةُ: هي عمليّةٌ يتمُّ فيها اتّحادُ المادّةِ مع الأكسجينِ .

الاختزالُ: هو عمليّةٌ يتمُّ فيها فقدُ المادّةِ للأكسجينِ .

الاكسدةُ والاختزالُ هما عمليّتان متلازمتان . ففي أيّ تفاعلٍ وُجِدَتْ إحداهما ، لا بدَّ من وجودِ الأخرى .

العاملُ المؤكسِدُ oxiding agent هو **مادّةٌ تستقبلُ الإلكتروناتِ من مادّةٍ أخرى .**
(تحدثُ للعاملِ المؤكسِدِ عمليّةَ اختزالٍ) .

العاملُ المختزِلُ reducing agent هو **مادّةٌ تمنحُ الإلكتروناتِ لمادّةٍ أخرى .**
(تحدثُ للعاملِ المختزِلِ عمليّةَ أكسدةٍ) .

لكن هناك تفاعلاتٌ لا يحدثُ فيها انتقالٌ كاملٌ للإلكتروناتِ ، لتفسيرِ مثلِ هذه التفاعلاتِ تم استخدامُ مفهومِ عددِ التأكسدِ .

أعدادُ التأكسدِ
Oxidation Numbers

لقد أدخلَ الكيميائيّون مفهومَ عددِ التأكسدِ لكي يسهلَ توضيحُ أسسِ تفاعلاتِ التأكسدِ والاختزالِ . فما المقصودُ بعددِ التأكسدِ؟ وكيف يمكنُ حسابُ عددِ التأكسدِ للذرّاتِ؟

يمثِّلُ عددُ التأكسدِ الشحنةَ (الموجبةَ أو السالبةَ) التي تحملُها الذرّةُ عندَ ارتباطِها بغيرِها من الذرّاتِ في المركّباتِ المختلفةِ . وتجدرُ الإشارةُ إلى أنَّ عددَ التأكسدِ قد يختلفُ للذرّةِ نفسِها تبعًا لاختلافِ المركّبِ الذي توجدُ فيه .

هناك فرقٌ بينَ التكافؤِ وعددِ التأكسدِ ، وذلكَ بوجودِ نوعِ الشحنةِ سواءً أكانَتْ موجبةً أم سالبةً .

فعدمُ وجودِ نوعِ الشحنةِ يعني أنَّ العددَ عبارةٌ عن تكافؤِ الذرّةِ ، وتعريفُ التكافؤِ مختلفٌ تمامًا عن تعريفِ عددِ التأكسدِ . عددُ التكافؤِ هو عددُ الإلكتروناتِ التي تفقدُها أو تكتسبُها أو تشاركُ بها الذرّةُ عندَ تفاعلِها مع ذرّةِ عنصرٍ آخرٍ .

فعلى سبيلِ المثالِ:
خلالَ التفاعلِ بين الكالسيومِ والكلورِ :
تفقدُ ذرّةُ الكالسيومِ إلكترونين :

$$Ca \longrightarrow Ca^{2+} + 2e^-$$

عددُ التأكسدِ للأيونِ Ca^{2+} يساوي $+2$.
تكتسبُ ذرّةُ الكلورِ إلكترونًا واحدًا :

$$C\ell + 1e^- \longrightarrow C\ell^-$$

عددُ التأكسدِ للأيونِ $C\ell^-$ يساوي -1 .

عددُ تأكسدِ الشقِّ الفلزّيِّ: هو تكافؤُ العنصرِ نفسُه مسبوقًا بإشارةٍ موجَبةٍ لأنّ الفلزّاتِ تفقدُ إلكتروناتٍ فتُكوِّنُ أيوناتٍ موجَبةٍ .
عددُ تأكسدِ الشقِّ اللافلزّيِّ: هو تكافؤُ العنصرِ نفسُه مسبوقًا بإشارةٍ سالبةٍ لأنّ اللافلزّاتِ تكتسبُ إلكتروناتٍ فتُكوِّنُ أيوناتٍ سالبةً .

تطبيقٌ:

أُذكُر تكافؤَ ذرّةِ الأكسجينِ في جزيءِ الماءِ .

الاختلافُ بينَ التكافؤِ وعددِ التأكسدِ

وجهُ المقارنةِ	التكافؤُ	عددُ التأكسدِ
تعريفُه	هو عددُ الإلكتروناتِ التي تفقدُها الذرّةُ أو تكتسبُها أو تُشارِكُ بها عند تفاعلِها مع ذرّةِ عنصرٍ آخرَ .	هو العددُ الذي مثّلَ الشحنةَ الكهربائيّةَ التي تحملُها ذرّةُ العنصرِ في المركّبِ أو الأيونِ .
قيمتُه	عددٌ صحيحٌ ليس له إشارةٌ موجَبةٌ أو سالبةٌ .	عددٌ صحيحٌ أو كسرٌ له شحنةٌ (إشارةٌ) موجَبةٌ أو سالبةٌ .

لكي تحسبَ عددَ التأكسدِ لعنصرٍ ما ، يتوجّبُ عليك أوّلًا أن تكونَ ملمًّا بتكافؤِ العناصرِ والمجموعاتِ الذرّيّةِ ، وكذلك نوعِ العنصرِ أي من حيثُ نوعُ أيونِه إذا كان موجبًا أو سالبًا ، وذلك من خلالِ الجدولِ التالي:

العناصرُ الفلزّيّةُ			العناصرُ اللافلزّيّةُ		
اسمُ العنصرِ	رمزُ الأيونِ	عددُ التأكسدِ	اسمُ العنصرِ	رمزُ الأيونِ	عددُ التأكسدِ
صوديوم	Na^{+}	+1	فلور	F^{-}	−1
بوتاسيوم	K^{+}	+1	كلور	$C\ell^{-}$	−1
ليثيوم	Li^{+}	+1	بروم	Br^{-}	−1
فضة	Ag^{+}	+1	يود	I^{-}	−1
مغنيسيوم	Mg^{+2}	+2	أكسجين	O^{-2}	−2
كالسيوم	Ca^{+2}	+2	هيدروجين	H^{-}, H^{+}	−1, +1
باريوم	Ba^{+2}	+2	كبريت	S^{-2}, S^{+4}, S^{+6}	−2, +4, +6
خارصين (زنك)	Zn^{+2}	+2			
نحاس	Cu^{+}, Cu^{+2}	+1, +2			
رصاص	Pb^{2+}, Pb^{+4}	+2, +4			
ألومنيوم	$A\ell^{+3}$	+3			
حديد	Fe^{+2}, Fe^{+3}	+2, +3			

الشقوقُ الأيونيّةُ

Ionic Radicals

يحتوي كلُّ مركَّبٍ على شقّين أيونيّين، يحملان نوعين مختلِفين من الشحناتِ: موجَبةٍ وسالبةٍ . وتنقسمُ الشقوقُ الأيونيّةُ إلى نوعين هما :

الشقوقُ الأيونيّةُ البسيطةُ Simple Ionic Radicals

هي الشقوقُ التي تحتوي على ذرّةٍ واحدةٍ أو أكثرَ من العنصرِ نفسِه ، مثلًا Na^{+} . ووضعْنا جدولًا فيه تركيبِ بعضِ الشقوقِ الأيونيّةِ البسيطةِ (المجموعات الذرية)

الأيوناتُ الموجبَةُ

اسمُ الأيونِ	الألومنيومُ	الفضّةُ	النحاسُ	الحديدُ	المغنيسيومُ
رمزُ الأيونِ	$A\ell^{+3}$	Ag^{+}	Cu^{+}, Cu^{+2}	Fe^{+2}, Fe^{+3}	Mg^{+2}
عددُ التأكسدِ	+3	+1	+1, +2	+2, +3	+2

اسمُ الأيونِ	الهيدروجينُ	الصوديومُ	البوتاسيومُ	الكالسيومُ
رمزُ الأيونِ	H^{+}	Na^{+}	K^{+}	Ca^{+2}
عددُ التأكسدِ	+1	+1	+1	+2

الأيوناتُ السالبةُ

اسمُ الأيونِ	الأكسيدُ	الكبريتيدُ	الكلوريدُ	البروميدُ	اليوديدُ	الفلوريدُ
رمزُ الأيونِ	O^{-2}	S^{-2}	$C\ell^{-}$	Br^{-}	I^{-}	F^{-}
عددُ التأكسدِ	−2	−2	−1	−1	−1	−1

الشقوقُ الأيونيّةُ المركَّبةُ Complex Ionic Radicals

هي الشقوقُ التي تحتوي على ذرّتين أو أكثرَ من عناصرَ مختلِفةٍ تدخلُ في التفاعلاتِ الكيميائيّةِ كوَحدةٍ واحدةٍ (وهو ما يُطلَقُ عليه أيضًا المجموعةَ الذرّيّةَ) .

مثلًا يتكوّنُ أيونُ الكبريتاتِ SO_4^{-2} من ذرّةِ كبريتٍ متّحدةٍ بأربعِ ذرّاتٍ أكسجينٍ . وضعْنا جدولًا فيه تركيبُ بعضِ الشقوقِ الأيونيّةِ المركَّبةِ (المجموعة الذرية):

الأيونات المركّبة

اسمُ الأيونِ	كبريتاتٌ	كربوناتٌ	سليكاتٌ	فوسفاتٌ
صيغةُ الأيونِ	SO_4^{-2}	CO_3^{-2}	SiO_3^{-2}	PO_4^{-3}
شحنةُ الأيونِ	-2	-2	-2	-3

اسم الأيونِ	أمونيومٌ	هيدروكسيدٌ	كربوناتٌ هيدروجينيّةٌ	نيتراتٌ
صيغةُ الأيونِ	NH_4^+	OH^-	HCO_3^-	NO_3^-
شحنةُ الأيونِ	$+1$	-1	-1	-1

توظيفُ أعدادِ التأكسدِ في كتابةِ صيغِ المركّباتِ االأيونيّةِ وأسمائِها

Using Oxidation Numbers in Writing Compounds' Formulas and Names

كيف نكتبُ صيغةَ مركّبٍ كيميائيٍّ؟

باستخدامِ أعدادِ التأكسدِ يُمكِنُ توقّعُ صيغَ معظمِ المركّباتِ الأيونيّةِ وكتابةُ أسمائِها . اتّبِعِ الخطواتِ التاليةَ لكتابةِ صيغِ المركّباتِ:

1. كتابةُ رمزِ الأيونِ أو المجموعةِ الذرّيّةِ (الشقِّ الأيونيِّ) وبحيث عادةً ما يُكتَبُ الأيونُ موجَبَ الشحنةِ جهةَ اليسارِ وسالبَ الشحنةِ جهةَ اليمينِ .
2. كتابةُ عددِ التأكسدِ أسفلَ العنصرِ أو المجموعةِ الذرّيّةِ بدونِ كتابةِ الشحنةِ + أو – (لا تُكتَبُ أعدادُ التأكسدِ إذا كانَتْ متساويةً).

3. تبادلُ أعدادِ التأكسدِ أو شحناتِ الأيونِ (عمليّةُ المقصّ) مع الاختصارِ في حالِ وجودِ عاملٍ مشتركٍ .

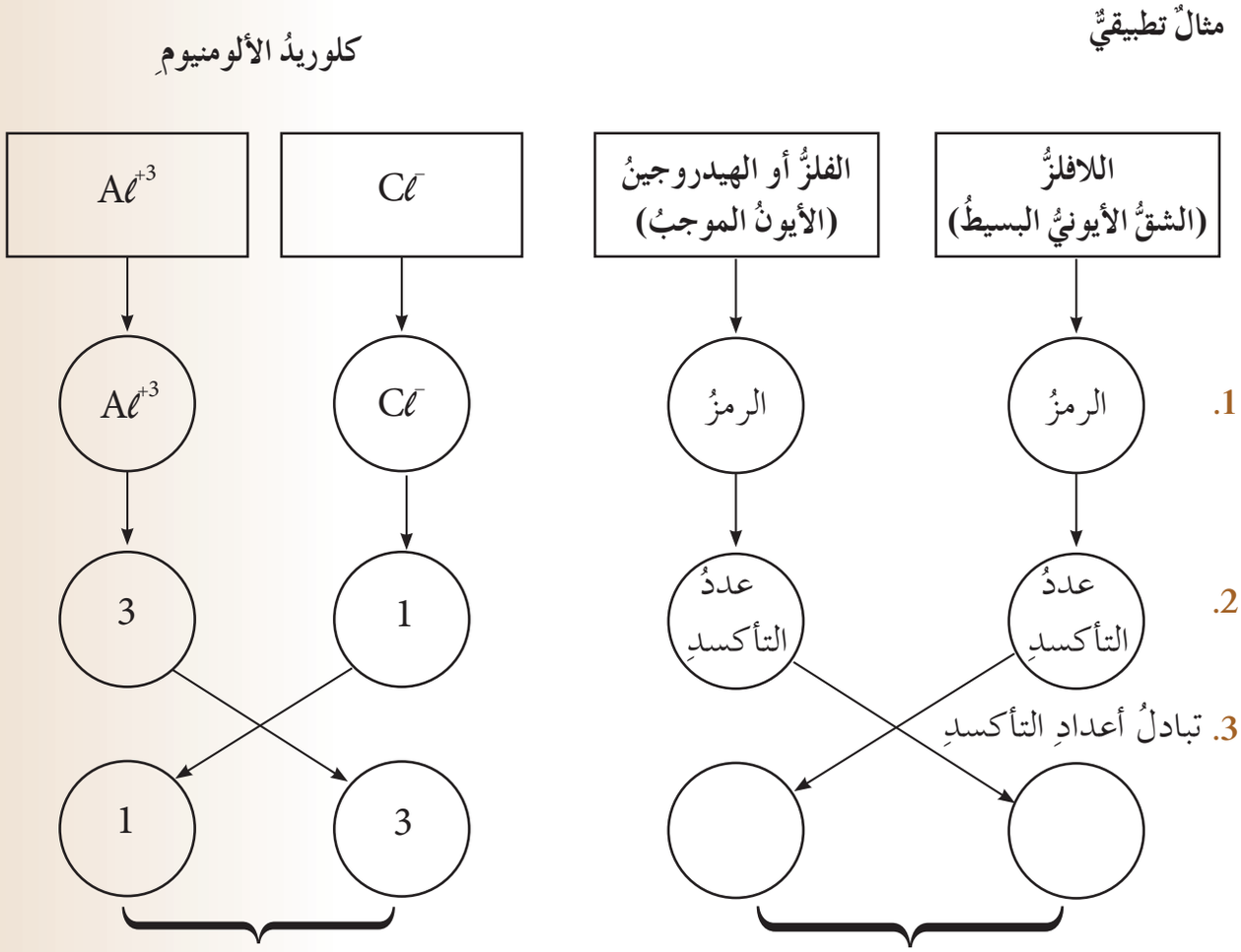
4. تُكتَبُ الصيغةُ الكيميائيّةُ النهائيّةُ للمركَّبِ ، وتوضَعُ المجموعةُ الذرّيّةُ ، إذا وُجِدت ، داخلَ القوسِ ، ويُكتَبُ عددُ التأكسدِ بدونِ شحنةٍ بعدَ القوسِ (الواحدُ الصحيحُ لا يُكتَبُ) .

5. تتمُّ التسميةُ اللفظيُّة بالبدءِ بالأيونِ السالبِ ، ثمّ بالأيونِ الموجَبِ .

ويُوضِّحُ المخطّطُ التالي هذه الخطواتِ:

أوّلًا: عند اتّحادِ فلزٍّ مع لافلزٍّ (شقٍ أيونيٍّ بسيطٍ)

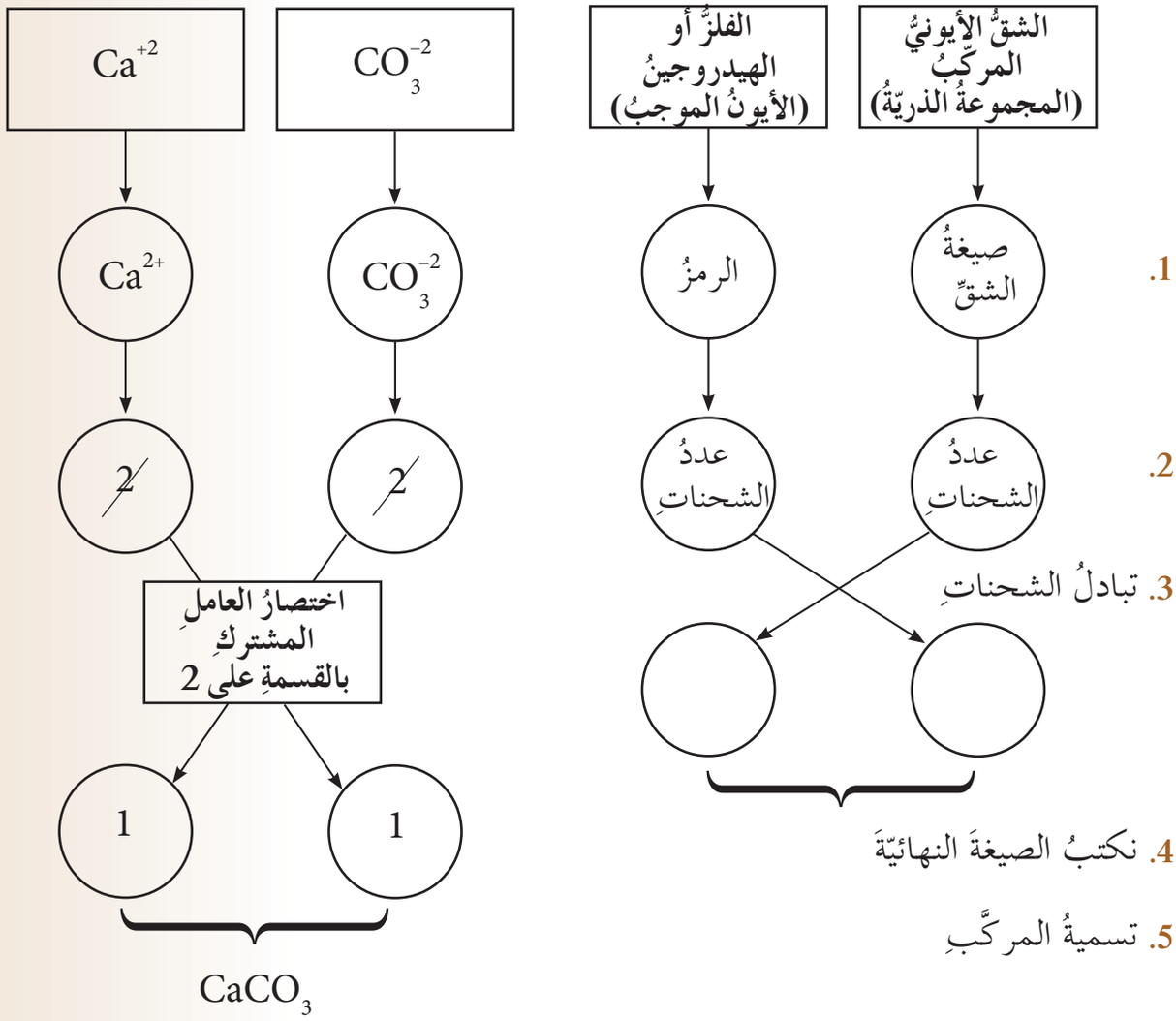
مثالٌ تطبيقيٌّ



ثانيًا: عندما يحتوي المركَّبُ على شقٍّ أيونيٍّ مركّبٍ (مجموعةٍ ذرّيّةٍ)

مثالٌ تطبيقيٌّ

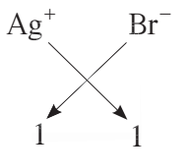
كربوناتُ الكالسيومِ



خطواتُ كتابةِ الصيغِ

اكتبِ الصيغَ الكيميائيّةَ للمركّباتِ التاليةِ:

1. بروميدُ الفضّةِ



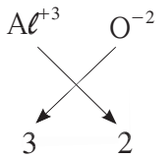
كتابةُ الرموزِ

كتابةُ أعدادِ التأكسدِ أسفلَ العنصرِ (مع حذفِ الشحنةِ)

تبادلُ أعدادِ التأكسدِ (المقصُّ)

الصيغةُ النهائيّةُ: AgBr

2. أكسيد الألومنيومِ



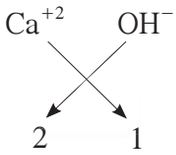
كتابةُ الرموزِ

كتابةُ أعدادِ التأكسدِ أسفلَ العنصرِ (مع حذفِ الشحنةِ)

تبادلُ أعدادِ التأكسدِ (المقصُّ)

الصيغةُ النهائيّةُ: $A\ell_2O_3$

3. هيدروكسيدُ الكالسيومِ



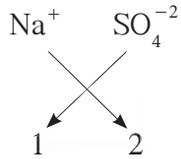
كتابةُ الرموزِ

كتابةُ الشحنة أسفلَ العنصرِ (مع حذفِ الشحنةِ)

تبادلُ الشحنة (المقصُّ)

الصيغةُ النهائيّةُ: $Ca(OH)_2$

4. كبريتاتُ الصوديومِ



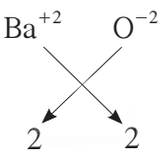
كتابةُ الرموزِ

كتابة الشحنة أسفل العنصر (مع حذفِ الشحنةِ)

تبادل الشحنة (المقصُّ)

الصيغةُ النهائيّةُ: Na_2SO_4

5. أكسيدُ الباريومِ



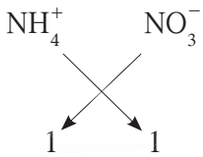
كتابةُ الرموزِ

كتابةُ أعدادِ التأكسدِ أسفلَ العنصرِ (مع حذفِ الشحنةِ)

تبادلُ أعدادِ التأكسدِ (المقصُّ)

الصيغةُ النهائيّةُ: BaO

6. نيتراتُ الأمونيوم



كتابةُ الرموزِ

كتابةُ الشحنة أسفل العنصر (مع حذفِ الشحنةِ)

تبادل الشحنة (المقص)

الصيغةُ النهائيّةُ NH_4NO_3

العناصرُ الكيميائيّةُ في جسمِ الانسانِ...

البوتاسيومُ: هو من الموادِّ الذائبةِ الأكثرَ تركيزًا داخلَ الخلايا، وهو مهمٌّ جدًّا في الانقباضِ العضليِّ وانتقالِ الإشاراتِ العصبيةِ. يُؤدّي نقصُه في الجسمِ، عن طريقِ التعرّقِ الشديدِ، إلى تقلّصاتٍ عضليّةٍ. مصادرُه الغذائيّةُ: الفواكهُ والخضرواتُ، وبشكلٍ خاصٍّ الموزُ والأناناسُ والبرتقالُ والتفّاحُ والتمورُ والزبيبُ والبطاطا والفاصولياءُ.

الحديدُ: يدخلُ في تركيبِ الهيموجلوبينِ والميوجلوبينِ الذي ينقلُ الأكسجينَ إلى عضلاتِ الجسمِ، وفي تركيبِ الإنزيماتِ، وفي إنتاجِ الطاقةِ. مصادرُه الغذائيّةُ: اللحومُ (وبشكل خاصٍّ لحومُ الأعضاءِ الداخليّةِ مثلُ الكبدِ والكلى)، الأسماكِ، وصفارِ البيضِ، البقوليّاتِ (حمّصٍ، فولٍ، عدسٍ)، الفواكهِ المجفّفةِ، الجوزِ، رقائقِ الذرةِ.

الخارصينُ (الزنكُ): يدخلُ في تركيبِ أنواعٍ عديدةٍ من الإنزيماتِ الحيويّةِ في الجسمِ، ويُنشّطُ عملَ الأنسولينِ. هو ضروريٌّ للنموِ الطبيعيِّ للأعضاءِ التناسليّةِ، ومنعِ فقرِ الدمِ، وشفاءِ الجروحِ، وتنشيطِ عمليّاتِ النموِّ بشكلٍ عامٍّ. مصادرُه الغذائيّةُ: أيُّ مادّةٍ بروتينيّةٍ من مصدرٍ حيوانيٍّ، كذلك البقوليّاتُ (فولٌ، حمّصٌ، عدسٌ)، والجوزُ، والبيضُ.

الصوديومُ: يعملُ على تنظيمِ توزيعِ سوائلِ الجسمِ بخاصّةٍ الماءُ، ويُعتَبرُ أحدُ مكوّناتِ البيكربوناتِ المسؤولةِ عن التوازنين الحمضيِّ والقاعديِّ في الجسمِ. مصادرُه الغذائيّةُ: ملحُ الطعامِ أو أيُّ مادّةٍ غذائيّةٍ تحتوي على الملحِ.

الكالسيومُ: الكالسيومُ من أكثرِ المعادنِ تركيزًا في الجسمِ، يدخلُ 99% منه في تركيبِ العظامِ والأسنانِ، والباقي في العضلاتِ. يُعتَبرُ الكالسيومُ ضروريًّا لحدوثِ الانقباضِ العضليِّ وانتقالِ الإشاراتِ العصبيّةِ، ويُساعِدُ على تخثّرِ الدمِ. مصادرُه الغذائيّةُ: الحليبُ ومشتقّاتُه، والبيضُ، والأسماكُ، والخضارُ الورقيّةُ الداكنةُ اللونِ.

الفوسفورُ: يتشاركُ الفوسفورُ مع الكالسيومِ في تركيبِ العظامِ والأسنانِ، ويتركّزُ 80% من فوسفورِ الجسمِ في تلك المناطقِ. ويدخلُ الفوسفورُ في عمليّةِ التخلّصِ من الحوامضِ أو القواعدِ الزائدةِ في الجسمِ، كما أنّه ضروريٌّ لانقباضِ العضلاتِ ونشاطِ الأعصابِ، ويدخلُ في تركيبِ الأحماضِ النوويّةِ الأساسيّةِ المسؤولةِ عن نقلِ الصفاتِ الوراثيّةِ بينَ الأفرادِ. ويدخلُ في تركيبِ بعضِ الإنزيماتِ. مصادرُه الغذائيّةُ: مشتقّاتُ الحليبِ، الجوزُ، اللحومُ على أنواعِها.

الكبريتُ: يدخلُ في تركيبِ الهرموناتِ وبعضِ الفيتامينات، ويُنظِّمُ بعضَ الوظائفِ الحيويّةِ في الجسمِ. مصادرُه الغذائيّةُ: اللحومُ، والكبدُ، والأسماكُ، والبيضُ، والجبنُ، والفاصولياءُ.

المغنيسيومُ: ضروريٌّ للعضلاتِ والجهازِ العصبيِّ، ويدخلُ في تركيبِ العظامِ وبعضِ أنزيمات الجسمِ. مصادرُه الغذائيّةُ: الجوزُ، والبقوليّاتُ، وفولُ الصويا، والقمحُ، والذرةُ، والشوكولا، والجزرُ، والأطعمةُ البحريّةُ، والبازلّاءُ.

اليودُ: يدخلُ في تركيبِ هرمونِ الثيروكسينِ الضروريِّ لزيادةِ نشاطِ التفاعلاتِ الكيميائيّةِ في الجسمِ. مصادرُه الغذائيّةُ: ملحُ الطعامِ المقوّى باليودِ، والأطعمةُ البحريّةُ، وزيتُ السمكِ، والخضارُ التي تُزرَعُ في تربةٍ غنيّةٍ باليودِ.

نشاط

تنميةُ مهارةِ صنعِ النماذجِ باستخدامِ النموذجِ الجزيئيِّ

نشاط

النموذجُ الجزيئيُّ: تُمثَّلُ الذرّاتُ بكريّاتٍ مختلِفةِ الأحجامِ والألوانِ .

الاسمُ العربيُّ للذرةِ	الاسمُ اللاتينيُّ	رمزُها	نموذجُها
الهيدروجينُ	Hydrogen	H	
الأكسجينُ	Oxygen	O	
النيتروجينُ	Nitrogen	N	
الكربونُ	Carbon	C	
الكلورُ	Chlorine	$C\ell$	

النموذجُ الجزيئيُّ: للحصولِ على نماذجَ جزيئيّةٍ ، نُمثِّلُ ذرّاتِها بكريّاتٍ مرتبطةٍ .

اسمُ الجزيءِ	النموذجُ الجزيئيُّ	صيغتُها
غازُ الكلورِ		$C\ell_2$
غازُ الأكسجينِ		O_2
غازُ النيتروجينِ		N_2
جزيءُ الماءِ		H_2O
ثاني أكسيدِ الكربونِ		CO_2
جزيءُ الميثانِ		CH_4

اصنعْ نموذجًا جزيئيًّا لكلٍّ من المركّباتِ التاليةِ مستعينًا بالجداولِ السابقةِ:

$HC\ell$ ، NH_3 ، $CC\ell_4$

أسئلة مراجعة

الدرسُ 1–1

اختبرْ وفسِّرْ

1. قارِنْ بينَ الرموزِ والصيغِ .
2. اكتبِ الصيغَ الكيميائيّةَ للمركّباتِ التاليةِ معتمدًا على أعدادِ التأكسدِ: كلوريدُ الصوديومِ ، كبريتيدُ البوتاسيومِ ، نيتراتُ الكالسيومِ ، كبريتاتُ المغنيسيومِ .
3. ما مدلولُ الرموزِ التاليةِ: $3H_2$ ، H_2 ، $2H$ ، H .

2-1 قوانينُ الاتّحادِ الكيميائيِّ
Laws of the Chemical Union

الأهدافُ

في نهايةِ هذا الدرسِ يجبُ أن يكونَ الطالبُ قادرًا على أن:

- **يُعرِّفَ** قانونَ بقاءِ الكتلةِ .
- **يُطبِّقَ** قانونَ بقاءِ الكتلةِ .
- **يُعرِّفَ** قانونَ النسبِ الثابتةِ .
- **يُطبِّقَ** قانونَ النسبِ الثابتةِ .
- **يُعرِّفَ المصطلحاتِ الأساسيّةَ:** قانونَ بقاءِ الكتلةِ ، قانونَ النسبِ الثابتةِ .

سوف تتعلّمُ في هذا الدرسِ عن القوانينِ الأساسيّةِ للاتّحادِ الكيميائيِّ ، وهما قانونُ بقاءِ الكتلةِ وقانونُ النسبِ الثابتةِ .

توجد في الكيمياءِ ظاهرةٌ تُسمّى التفاعلَ ، وهي تدلُّ على اتّحادِ مادّتين أو أكثرَ كيميائيًّا ، وتتحوّلُ هاتان المادّتان المتّحدتان إلى موادَّ أخرى جديدةٍ والتي قد تختلفُ عن أصلِها من حيث الخواصِّ والتوزيع إلكتروني . وتُسمّى الموادُّ المتفاعلةُ الموادَّ الداخلةَ في التفاعلِ ، بينما تُسمّى الموادُّ التي تنتجُ عن التفاعلِ الموادَّ الناتجةَ عن التفاعلِ . وتكونُ المعادلةُ الكيميائيّةُ كالتالي:

$$A+B \longrightarrow C+D$$

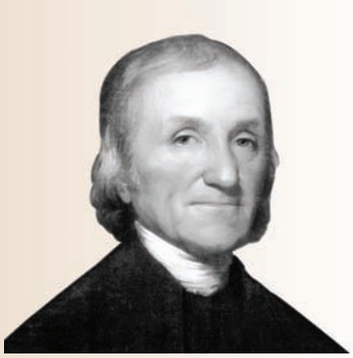
موادُّ داخلةٌ في التفاعلِ — **موادُّ ناتجةٌ عن التفاعلِ**

وقد استخلصَ علماءُ الكيمياءِ مجموعةً من القوانينِ المبنيّةِ على الحقائقِ التي تحكمُ التفاعلاتِ الكيميائيّةَ وتُنظِّمُها ، ومن هذه القوانينِ: قانونُ بقاءِ الكتلةِ ، وقانونُ بروست (قانونُ النسبِ الثابتةِ) .

قانونُ بقاءِ الكتلةِ Law of Conservation of Mass

التجربةُ الأولى (تجربةُ بريستلي):

استعملَ العالمُ البريطانيُّ بريستلي عدسةً لامّةً ليُركِّزَ أشعّةَ الشمسِ على أكسيدِ الزئبقِ II (الثنائيِّ) ، وهو مادّةٌ ترابيّةٌ حمراءُ ، فلاحظَ تكوّنَ الزئبقِ الفضّيِّ وتصاعدَ غازِ الأكسجينِ ، ثمّ سخّنَ الزئبقَ الفضّيَّ في وعاءٍ مغلقٍ مملوءٍ بالهواءِ ، فتكوّنَتِ المادّةُ الحمراءُ مرّةً أخرى ، ونقصَتْ كمّيّةُ الهواءِ في الوعاءِ . لم يستطعْ بريستلي تفسيرَ ظواهرِ هذه التجربةِ وإقناعَ العلماءِ ، فقامَ العالمَ لافوازيه بتفسيرِها .



شكلُ 51

اشتهرَ العالمُ الإنجليزيُّ جوزيف بريستلي (1733–1804م) في تاريخِ الكيمياءِ بأنّه أوّلُ من اكتشفَ الأكسجينَ ، وإن لم يهتدِ إلى تعريفِ خصائصِه وتوزيع إلكترونيه .

التجربةُ الثانيةُ (لافوازيه):

أعادَ العالمُ لافوازيه تجربةَ بريستلي مستخدِمًا الميزانَ واستنتجَ ما يلي:

1. النقصُ في كتلةِ أكسيدِ الزئبقِ الثنائي II الأحمرِ عندَ تحوّلِه إلى اللونِ الفضّيِّ (الزئبقِ) = كتلةَ غازِ الأكسجينِ المتصاعِدِ
2. الزيادةُ في كتلةِ الزئبقِ الفضّيِّ عندَ تحوّلِه إلى اللونِ الأحمرِ (أكسيد الزئبقِ الثنائيِّ II) مرّةً أخرى = كتلةَ الهواءِ الذي نقصَ في الوعاءِ

كرّرَ لافوازيه التجربةَ مستخدمًا موادَّ أخرى ، فاستنتجَ **قانونَ بقاءِ الكتلةِ** **Law of conservation of mass** التالي:

لا تتغيّرُ كميّةُ المادّةِ أثناءَ أيِّ تفاعلٍ كيميائيٍّ ، أي أنّ مجموعَ كتلِ الموادِّ المتفاعلةِ يساوي مجموعَ كتلِ الموادِّ الناتجةِ عن التفاعلِ . وفي أيِّ تفاعلٍ كيميائيٍّ ، لا تفنى المادّةُ ولا تُستحدَثُ ، فهي باقيةٌ . أُنظرِ الشكلَ (53) . جميعُ الذرّاتِ التي دخلتْ في التفاعلِ وُجدتْ في الموادِّ الناتجةِ ، أي أنّه خلالَ التفاعلِ لا تظهرُ ذرّاتٌ ولا تختفي ذرّاتٌ ، يحدثُ تغيّرٌ في ترابطِ الذرّاتِ بعضِها ببعضٍ .

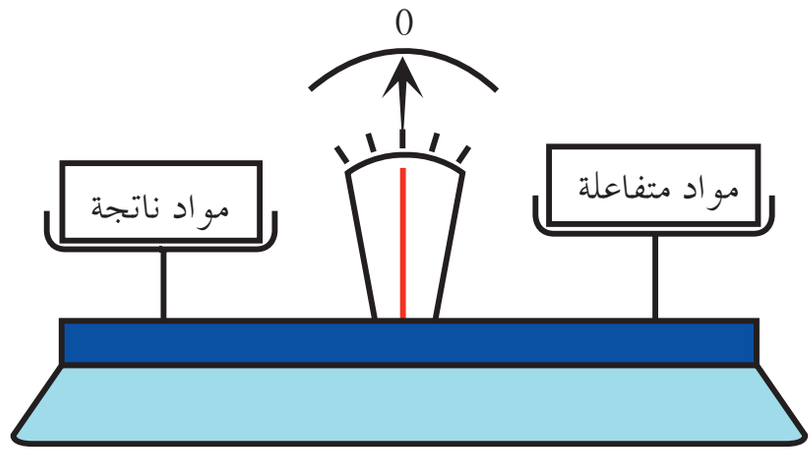
نشاط

مهارةُ التوقّعِ

ضَعْ خليطًا من يوديدِ البوتاسيومِ وهيدروكسيدِ الصوديومِ في إناءٍ محكمِ الاغلاقِ على إحدى كفّتي ميزانٍ حساسٍ إلكترونيٍّ ، ثمّ حقق التوازن . عندما يتفاعلُ يوديدِ البوتاسيومِ مع هيدروكسيدِ الصوديومِ، هل يبقى التوازن محقّقًا؟ برّرِ الإجابةِ .

شكلُ 52

أنطوان–لوران دو لافوازيه (1743–1794م) ، هو أحدُ النبلاءِ الفرنسيّين المشهورين في تاريخِ الكيمياءِ والتمويلِ والأحياءِ والاقتصادِ . وهو أوّلُ من صاغَ قانونَ حفظِ المادّةِ (بقاءِ الكتلةِ) ، وتعرّفَ على الأكسجينِ ، وساعدَ في تشكيلِ نظامِ التسميةِ الكيميائيِّ . ويُشارُ عادةً إلى لافوازيه بأنّه أحدُ آباءِ الكيمياءِ الحديثةِ .

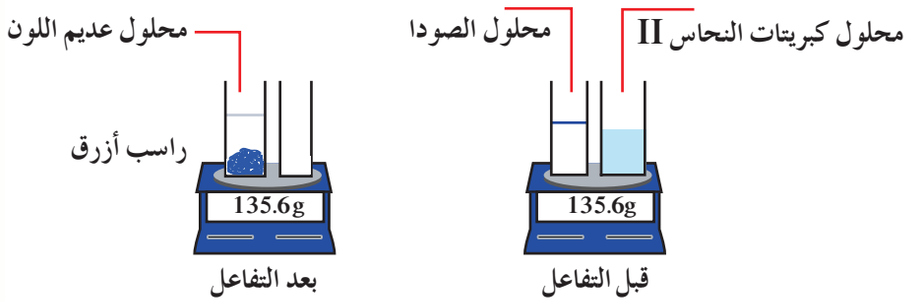


شكلُ 53

نلاحظُ أنّ كتلةَ الموادِّ المتفاعلةِ تساوي كتلةَ الموادِّ الناتجةِ .

تطبيقٌ

1. تفاعلَ محلولُ الصودا الكاويةِ (هيدروكسيدُ الصوديومِ) مع محلولِ كبريتاتِ النحاسِ II



بما أنّ الميزانَ يُشيرُ إلى المقدارِ نفسِه ، فإنّ الكتلةَ لم تتغيّرْ . ونستنتجُ أنّ مجموعَ كتلتي المحلولين يُساوي مجموعَ كتلةِ المحلولِ المتكوِّنِ وكتلةِ الراسبِ الأزرقِ .

محلولُ كبريتاتِ النحاسِ II + محلولُ هيدروكسيدِ الصوديومِ ⟵ محلولَ كبريتاتِ الصوديومِ + هيدروكسيدِ النحاسِ II (راسبٌ أزرقٌ)

2. تفاعلُ أكسيدِ النحاسِ II مع الكربونِ

امزجْ مسحوقَ أكسيدِ النحاسِ II ومسحوقِ الكربونِ ، ثمّ قُمْ بتسخينِ المزيجِ ، ثمّ مرّرِ الغازَ الناتجَ على ماءِ الجيرِ الرائقِ .

لاحِظْ تعكّرَ ماءِ الجيرِ ، وتكوّنَ مادّةٍ لونُها أحمرُ .

عند تفاعلِ أكسيدِ النحاسِ II مع الكربونِ ينتجُ غازَ ثاني أكسيدِ الكربونِ وفلزَّ النحاسِ (Cu) .

نُعبِّرُ عن هذا التفاعلِ بالمعادلةِ التاليةِ:

كربون + أكسيد النحاس II $\xleftarrow{\Delta}$ نحاس + غاز ثاني أكسيد الكربون

أنواعُ الذرّاتِ المكوِّنةِ للموادِّ المتفاعلةِ والموادِّ الناتجةِ:

	الموادُّ المتفاعلةُ		**الموادُّ الناتجةُ**	
أسماءُ الموادِّ	أكسيدُ النحاسِ II	كربونٌ	ثاني أكسيدِ الكربونِ	النحاسُ
الصيغُ الكيميائيّةُ	CuO	C	CO_2	Cu
رموزُ الذرّاتِ	C, O, Cu		Cu, C, O	

تتكوّنُ الموادُّ الناتجةُ من النوعِ نفسِه للذرّاتِ المكوِّنةِ للموادِّ المتفاعلةِ .

بما أنّ كتلةَ المادّةِ تُحفَظُ ، فإنّ عددَ الذرّاتِ يُحفَظُ أيضًا .

قانونُ النسبِ الثابتةِ أو قانونُ بروست

Law of Constant Proportions or Proust's Law

شكلُ 54

عرف جوزيف لوي بروست (1754 – 1826م) ، عالم الكيمياء الفرنسي ، بمساندتِه لفكرةِ أنّ كلَّ مركّبٍ كيميائيٍّ نقيٍّ يحتوي على عناصرَ بنسبةٍ محدَّدةٍ . ويقرُّ العلماءُ اليوم بهذه الفكرةِ في قانونِ النسبِ الثابتةِ .

ينصُّ **قانونُ النسبِ الثابتةِ** **Law of constant proportions** على أنّ **كلَّ مركَّبٍ كيميائيٍّ نقيٍّ ، مهما اختلفَتْ طرقُ تحضيرِه أو الحصولِ عليه ، يتركّبُ من عناصرِه نفسِها متّحدةً ببعضها بنسبٍ كتليّةٍ ثابتةٍ** . وهذا يعني أنّ النسبةَ بينَ كتلِ العناصرِ التي تُكوّنُ المركَّبَ تكونُ ثابتةً ولا تتغيّرُ . فمثلًا ، الماءُ مركَّبٌ يتكوّنُ من الهيدروجينِ والأكسجينِ بنسبةِ 1 : 8 ، أي أنّ 9 جراماتٍ من الماءِ تتكوّنُ من جرامٍ واحدٍ من الهيدروجينِ و8 جراماتٍ من الأكسجينِ . وبحسبِ القانونِ ، إنّ هذه النسبةَ ثابتةٌ ، حيث أنّه إذا تفاعلَ 2 جرامٍ من الهيدروجينِ مع 8 جراماتٍ من الأكسجينِ ، تتكوّنُ 9 جراماتٍ من الماءِ ويبقى جرامٌ واحدٌ من الهيدروجينِ دونَ تفاعلٍ ، فنسبةُ 1 : 8 في الماءِ النقيِّ لا تتغيّرُ أبدًا . يسمحُ لنا هذا القانونُ بحسابِ النسبةِ المئويّةِ لكلِّ عنصرٍ في المركَّبِ:

$$\text{النسبةُ المئويّةُ للعنصرِ} = \frac{\text{كتلةَ العنصرِ} \times 100}{\text{كتلةِ المركَّبِ}}$$

مثالٌ

إذا أحرقْنا 12 جرامًا من المغنيسيومِ في الأكسجينِ ، ينتجُ 20 جرامًا من أكسيدِ المغنيسيومِ (MgO) . فما النسبةُ المئويّةُ لعنصري الأكسجينِ والمغنيسيومِ في مركَّبِ أكسيدِ المغنيسيومِ؟

الحلُّ:

كتلةُ الأكسجينِ + كتلةَ المغنيسيومِ = كتلةَ أكسيدِ المغنيسيومِ

كتلةُ الأكسجينِ = كتلةَ أكسيدِ المغنيسيومِ – كتلةَ المغنيسيومِ

كتلةُ الأكسجينِ = 20 – 12 = 8 جراماتٍ

$$\text{النسبةُ المئويّةُ للمغنيسيومِ} = \frac{\text{كتلةَ المغنيسيومِ} \times 100}{\text{كتلةِ المركَّبِ}} = \frac{100 \times 12}{20}$$

$$= 60\%$$

$$\text{النسبةُ المئويّةُ للأكسجينِ} = \frac{\text{كتلةَ الأكسجينِ} \times 100}{\text{كتلةِ المركَّبِ}} = \frac{100 \times 8}{20}$$

$$= 40\%$$

لحسابِ النسبةِ النهائيّةِ ، تُقسَمُ النسبةُ المئويّةُ للمغنيسيومِ على النسبةِ المئويّةِ للأكسجينِ:

$$\frac{3}{2} = \frac{30}{20} = \frac{60}{40} = \frac{\%60}{\%40}$$

فنستنتجُ أنَّ المركَّبَ يتكوَّنُ من مغنيسيومٍ وأكسجينٍ بنسبةِ 3 : 2 .

أنتَ والعلومُ

المركَّباتُ الكيميائيّةُ للأجهزةِ المنزليّةِ

أفادَ باحثون أميركيّون أنّهم عثروا على آثارٍ لأكثرَ من 48 مركَّبٍ من المركَّباتِ الكيميائيّةِ السامّةِ الشائعةِ الاستعمالِ في الحياةِ اليوميّةِ للإنسانِ ، في عيّناتِ الدمِ والبولِ التي أُخِذَتْ من بعضِ الأشخاصِ . ومن بينِ تلك الموادِّ ، موادُّ مانعةٌ للحرائقِ تُستخدَمُ عادةً لصناعةِ الأثاثِ المنزليِّ ، وفي أجهزةِ التلفزيونِ والكومبيوتراتِ . وكذلك موادُّ التيفلونِ في أواني الطهيِ ، وموادُّ أخرى تُوظَّفُ في صناعةِ العبوّاتِ والقناني البلاستيكيّةِ.

أسئلة مراجعة

الدرسُ 1–2

اختبرْ وفسِّرْ

1. عيّنةٌ من الماءِ النقيِّ H_2O كتلتُها 10 g فإذا كانَتْ كتلةُ الهيدروجينِ في هذه العيّنةِ 1.11g احسبْ نسبةَ كلٍّ من الأكسجينِ والهيدروجينِ في هذه العيّنةِ .
2. أجِبْ بصحٍّ أو خطأٍ أمامَ الفقراتِ التاليةِ، وصحِّحِ الخطأَ أينما وُجِدَ:
   - تبقى الكتلةُ محفوظةً في التغيّرِ الكيميائيِّ .
   - عددُ الذرّاتِ في التفاعلاتِ الكيميائيّةِ غير محفوظٍ .

تحقق من معلوماتك

ضَعْ علامةَ (√) أمامَ العبارةِ الصحيحةِ وعلامةَ (X) أمامَ العبارةِ غيرِ الصحيحةِ ، مع تصحيحِ الخطأِ إن وُجِدَ .

1. يشملُ التفاعلُ الكيميائيُّ استحداثَ ذرّاتٍ جديدةٍ ( ) .
2. أعادَ بروست تجربةَ بريستلي مستعينًا بالميزانِ ( ) .

طبّقِ المفاهيمَ التي تعلّمْتَها للإجابةِ عن كلِّ سؤالٍ .

3. ابحثْ عن الأسماءِ الأصليّةِ التي اشتُقَّتْ منها رموزُ الذرّاتِ التاليةِ: الصوديومِ (Na) والبوتاسيومِ (K) والذهبِ (Au) والتنجستينِ (W) .
4. اكتبِ الصيغَ الكيميائيّةَ لكلٍّ ممّا يلي:

(أ) مركَّبٌ مكوَّنٌ من ذرّةِ كبريتٍ وذرّتي أكسجينٍ لكلّ صيغةٍ

(ب) مركَّبٌ مكوَّنٌ من ذرّتي صوديومٍ وذرّةِ كربونٍ وثلاثِ ذرّاتِ أكسجينٍ لكلّ صيغةٍ

(ج) مركَّبٌ مكوَّنٌ من ذرّةِ ألومنيومٍ وثلاثِ ذرّاتِ كلورٍ لكلّ صيغةٍ

5. ما مدلولاتُ الرموزِ والصيغِ التاليةِ: $3H_2$ ؛ $2H_2SO_4$ ؛ $A\ell_2(SO_4)_3$ ؛ 5Na

تحقق من فهمك

1. أكمِلِ الجدولَ التاليَ:

اسمُ العنصرِ	الرمزُ الكيميائيُّ
فوسفورٌ	
بوتاسيومٌ	
	F
	Cr
	Hg
منجنيزٌ	
بورومٌ	
حديدٌ	
	S
	Ag
	Au

2. بعدَ عمليّةِ الاحتراقِ الكاملِ لثلاثِ عيّناتٍ من شريطِ المغنيسيومِ النقيِّ حصلْنا على النتائجِ التاليةِ:

	كتلةُ المغنيسيومِ (g)	كتلةُ الناتجِ (g)
1	1.44	2.4
2	2.08	3.47
3	3.19	5.32

احسبِ النسبةَ المئويّةَ المستخدَمةَ للمغنيسيومِ في كلٍّ من النواتجِ الثلاثةِ؟ وما القانونُ المستخدَمُ؟

3. ما النسبةُ المئويّةُ لكلٍّ من العناصرِ الموجودةِ في مركَّبٍ يتكوّنُ من الصوديومِ والكربونِ والأكسجينِ ، إذا كانَتْ كتلةُ المركَّبِ 26.5 g وقد دخلَ في تركيبِه 11.5 g من الصوديومِ و3 g من الكربونِ؟

4. اكتبِ الصيغَ الكيميائيّةَ للمركَّباتِ التاليةِ معتمدًا على أعدادِ التأكسدِ:

(أ) كلوريدُ الكالسيومِ

(ب) كبريتيدُ الصوديومِ

(ج) هيدروكسيدُ الأمونيومِ

(د) كبريتاتُ الألومنيومِ

5. أكمِلِ الجدولَ التاليَ المتعلِّقَ بأكسيدِ الكالسيومِ CaO:

العيّنة	كتلةُ الكالسيومِ	النسبةُ المئويّةُ للكالسيومِ	كتلةُ الأكسجينِ	النسبةُ المئويّةُ للأكسجينِ	كتلةُ مركَّبِ أكسيدِ الكالسيومِ
1	46 g		18.4 g		
2		71.42%	14 g		

1. أجرى العالمُ لافوازيه تجربةً قامَ بها بتسليطِ حرارةِ الشمسِ على قطعةٍ من الرصاصِ بواسطةِ عدسةٍ ، ممّا تسبّبَ بحرقِ الرصاصِ ، فلاحظَ زيادةً في كتلةِ قطعةِ الرصاصِ بعدَ حرقِها.

كيف تُفسِّرُ هذه الزيادةَ في الكتلةِ؟ وهل يعني هذا أنّ الكتلةَ في التفاعلاتِ الكيميائيّةِ غيرُ محفوظةٍ؟

برِّرْ إجابتَك .

2. أحضرَ عمرُ قطعةَ سكّرٍ كتلتُها 5 g وقرصًا من فيتامينِ C كتلتُه 5 g ووعاءين متماثلين فيهما كمّيّةُ الماءِ نفسُها كتلةُ كلٍّ منهما 60 g ، وميزانين حسّاسين إلكترونيّين متماثلين.

قامَ بعدَ ذلك بوضعِ قطعةِ السكّرِ في الوعاءِ الأوّلِ وقرصِ الفيتامينِ C في الوعاءِ الثاني وتركَ الوعائين مفتوحين ، ومباشرةً قامَ بتحديدِ كتلةِ الوعائين كلٍّ على حدة .

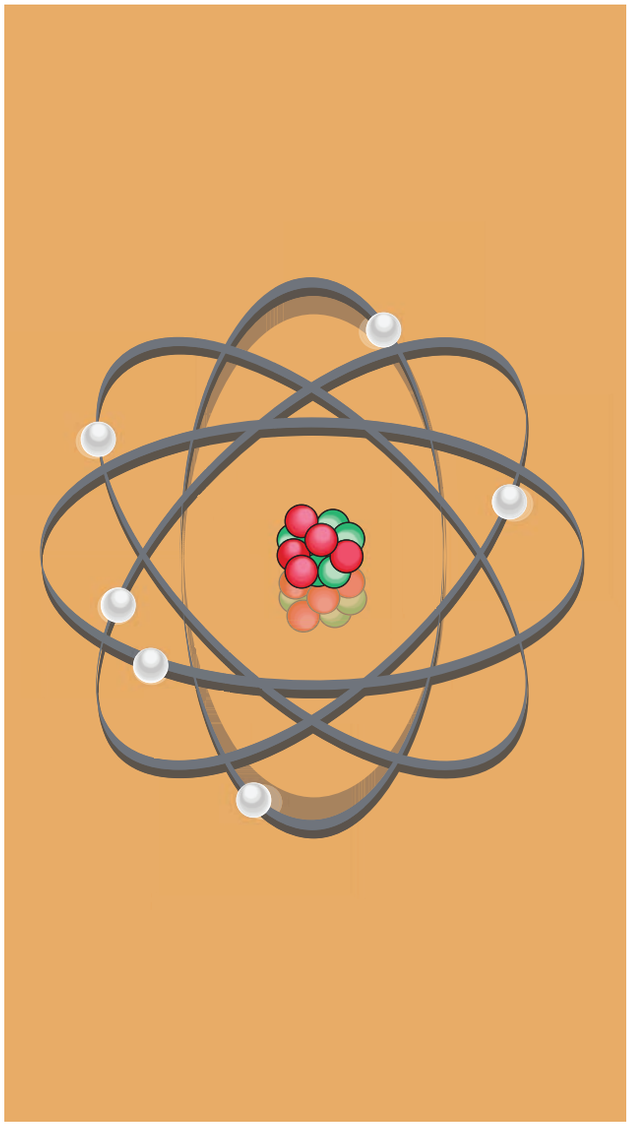
بعدَ ذوبانِ قطعةِ السكّرِ وانتهاءِ فيتامينِ C من الفورانِ ، ماذا يحدثُ لكتلةِ كلٍّ منهما . اشرحْ .

ربطُ المفاهيمِ: ارسمْ خريطةَ مفاهيمَ تُوضِّحُ ترابطَ بعضِ المفاهيمِ الأساسيّةِ في هذا الفصلِ مع بعضِها بعضًا .

الفصلُ الثاني

البنيةُ الإلكترونيّةُ

Electronic Structure



دروسُ الفصلِ

2 – 1 البنيةُ الذرّيّةُ وأعدادُ الكمِّ

2 – 2 التوزيعُ الإلكترونيُّ

ماذا ترى في هذه الصورة؟

شكلُ الذرّةِ في الصورةِ أعلاه يوضّحُ أنّ النيوتروناتِ والبروتوناتِ تحتلُّ منطقةً كثيفةً في مركزِ الذرّةِ تُسمّى النواةَ . وتدورُ الإلكتروناتُ حولَ هذه النواةِ .

2-1 البنيةُ الذرّيّةُ وأعدادُ الكمِّ

Structure of the Atom and Quantum numbers

الأهدافُ

في نهايةِ هذا الدرسِ يجبُ أن يكونَ الطالبُ قادرًا على أن:

- **يستنتجَ** بنيةَ الذرّةِ من خلالِ تجربةِ رذرفورد .
- **يتعرّفَ** نموذجَ بورِ لذرّةِ الهيدروجينِ .
- **يُعرّفَ المصطلحاتِ الأساسيّةَ:** عددَ الكمِّ الرئيسيَّ ، عددَ الكمِّ الثانويَّ ، عددَ الكمِّ المغناطيسيَّ ، عددَ الكمِّ المغزليَّ .

نشاط

تنميةُ مهارةِ سردِ التطوّراتِ

نماذجُ الذرّةِ

ابحثْ عبرَ الإنترنتِ عن تطوّراتِ بنيةِ الذرّةِ ومكوّناتِها ، وحاولْ أن تُجدولِها من الأقدمِ إلى الأحدثِ.

سبق أن تعلّمْتَ في الصفِّ السابعِ عن تطوّرِ نموذجِ الذرّةِ عبرَ التاريخِ (دالتون وطومسون ورذرفورد وبور) . سنُحاولُ في هذا الدرسِ التأكيدَ على نموذجِ بورِ المعدَّلِ لكي يتسنى لك كتابةَ التوزيعِ الإلكترونيِّ لذرّةٍ ما .

قبلَ البدءِ في التفاصيلِ ، تستطيعُ أن تذكرَ مكوّناتِ الذرّةِ .

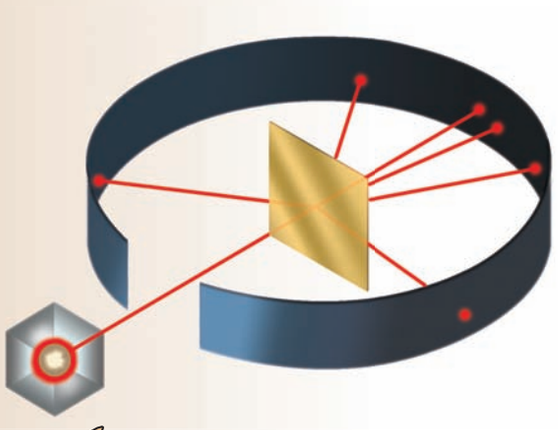
ما هو شكلُ الذرّةِ ، وهل تمتلكُ بناءً متجانسًا؟ وهل الذرّةُ تحتوي على فراغٍ أم أنّها مصمتةٌ؟

لقد حاولَ العديدُ من علماءِ الفيزياءِ والكيمياءِ ربطَ الحقائقِ ليخرجوا بتصوّرٍ صحيحٍ لحقيقةِ بنيةِ الذرّةِ ، وقد أخذَتْ هذه الحقائقُ تتوالى في القرنِ التاسعَ عشرَ والقرنِ العشرين .

نموذجُ رذرفورد

Rutherford's model

تجربةُ رذرفورد



قامَ رذرفورد بإرسالِ سيلٍ من دقائقِ ألفا الموجَبةِ الشحنةِ على شريحةٍ رقيقةٍ من الذهبِ (الشكلُ 55) ، ولاحِظْ ما يلي:

- مرورُ عددٍ كبيرٍ من دقائقِ ألفا بدونِ انحرافٍ في مسارِها .
- انحرافُ بعضِ دقائقِ ألفا وانعكاسُ بعضِها الآخرِ .

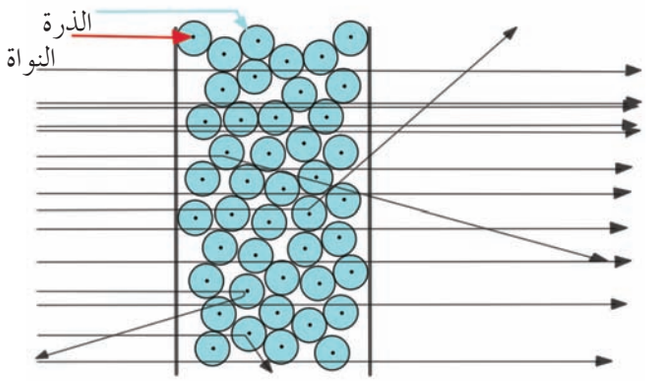
شكلُ 55

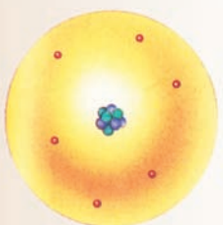
تجربةُ رذرفورد

الاستنتاجُ:

استنتجَ رذرفورد من تجربتِه أنّ:

- مرورَ عددٍ كبيرٍ من دقائقِ ألفا بدونِ انحرافٍ في مسارِها يدلُّ إلى أنّها لم تُصادِفْ في طريقِها أيَّ شيءٍ .
- انحرافَ بعضِ دقائقِ ألفا الموجَبةِ الشحنةِ وانعكاسَ بعضِها الآخرِ يدلُّ على وجودِ مركزٍ موجَبِ الشحنةِ ، والذي سمّاه النواةَ .





في ضوءِ النتائجِ التي توصّلَ إليها رذرفورد ، اقترحَ نموذجًا للذرّةِ كما يلي:

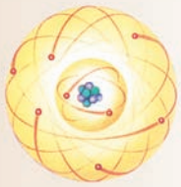
- معظمُ الذرّةِ فراغٌ .
- وجودُ نواةٍ صغيرةٍ جدًّا تقعُ في مركزِ الذرّةِ ، وهي موجَبةُ الشحنةِ ، وتتركّزُ فيها معظمُ كتلةِ الذرّةِ .
- وجودُ إلكتروناتٍ سالبةِ الشحنةِ تدورُ حولَ النواةِ .

شكلُ 56

ذرّةُ رذرفورد حيث تتمركزُ كتلتُها في النواةِ .

بالمقارنةِ مع نموذجِ دالتون ، يُعتبَرُ نموذجُ رذرفورد مقبولًا . بيَّنَ رذرفورد أنّ معظمَ حجمِ الذرّةِ فراغٌ ، وأنّ الإلكتروناتِ لا تنغمسُ في الذرّةِ .

تبيَّنَ بعدَ ذلكَ أنّ نموذجَ رذرفورد لا يخلو من بعضِ العيوبِ وهي أنّ الذرّةَ ليسَت متَّزنةً ميكانيكيًّا ، ما يسمحُ للنواةِ ذاتِ الشحنةِ الموجبةِ بجذبِ الإلكتروناتِ السالبةِ . وتُطبَّقُ هذه النظريّةُ أيضًا على الإلكتروناتِ المتحرِّكةِ التي تدورُ حولَ النواةِ في مسارٍ دائريٍّ . سوفَ تفقدُ هذه الإلكتروناتُ الطاقةَ وتنجذبُ إلى النواةِ . وبسببِ هذه العيوبِ ، عملَ علماءٌ مثل بور (Bohr) على ابتكارِ نماذجَ أدقَّ .



شكلُ 57

نموذجُ ذرّةِ بور حيث تحيطُ الإلكتروناتُ بالنواةِ في مناطقَ محدّدةٍ تُسمّى مستوياتِ الطاقةِ .

نموذجُ بور

Bohr's model

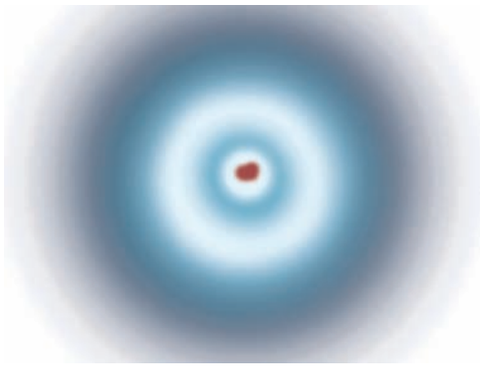
نموذجُ بور لذرّةِ الهيدروجينِ

توصّلَ العالمُ الدانمركيُّ نيلز بور (1885 – 1962) إلى نموذجٍ ذرّيٍّ جديدٍ إفترض فيه ما يلي:

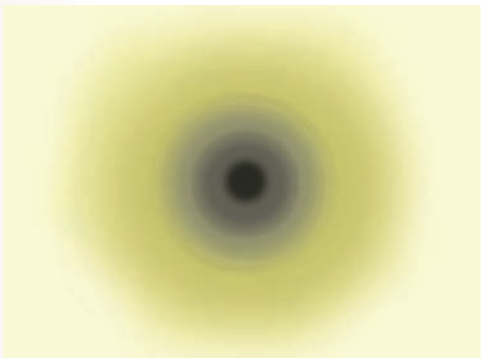
1. يدورُ الإلكترونُ حولَ نواةِ الذرّةِ في مستوى طاقةٍ معيَّنٍ بدونِ أن يكتسبَ طاقةً أو تنطلقَ منه طاقةً .
2. مستوياتُ الطاقةِ عبارةٌ عن مداراتٍ حولَ النواةِ يمتلكُ الإلكترونُ في كلٍّ منها كمّيّةً محدَّدةً ومعيَّنةً من الطاقةِ .
3. يُعبَّرُ عن كلِّ مستوى طاقةٍ برقمٍ يُميِّزُه ويصفُ طاقتَه .
4. اذا اكتسبَ الإلكترونُ طاقةً محدَّدةً ، فإنّه ينتقلُ من المستوى الذي يشغلُه إلى مستوى أعلى منه في الطاقةِ .

من الانتقاداتِ التي وُجِّهَتْ لنموذجِ بور:

1. اقتصارُه على ذرّةِ الهيدروجينِ دونَ غيرِها من الذرّاتِ .
2. صعوبةُ تحديدِ موضعِ الالكترونِ في الفراغِ الذي يدورُ فيه ، لكن يمكنُ تحديدُ المنطقةِ التي يُحتَملُ وجودُه فيها ، وتُسمّى السحابةَ الالكترونيّةَ .



نلاحظُ وجودَ فراغٍ بينَ النواةِ والسحابةِ الإلكترونيّةِ .



السحابةُ الإلكترونيّةُ لذرّةِ الهيدروجينِ .

النموذجُ الحاليُّ للذرّةِ (نموذجُ بور المعدّلُ)

1. يوجدُ في مركزِ الذرّةِ نواةٌ تحتوي على البروتوناتِ والنيوتروناتِ وجسيماتَ أخرى .
2. مستوياتُ الطاقةِ الرئيسةِ المشغولةِ بالإلكتروناتِ في ذرّاتِ العناصرِ المعروفةِ حتّى الآن عددُها سبعةٌ .
3. تترتّبُ مستوياتُ الطاقةِ الرئيسةِ حولَ النواةِ حسبَ طاقتِها .
4. كلُّ مستوى طاقةٍ رئيسيٍّ ينقسمُ إلى عددٍ من تحتِ مستوياتٍ يُساوي رقمَه .
5. لكلِّ تحتِ مستوًى في أيِّ مستوى طاقةٍ رئيسيٍّ عددٌ معيَّنٌ من الأفلاكِ .

العددُ الذرّيُّ Atomic Number والعددُ الكتليُّ Mass Number

العددُ الذرّيُّ (Z) هو عددُ البروتوناتِ الموجودةِ في نواةِ أيِّ ذرّةٍ . وفي الذرّةِ المتعادلةِ كهربائيًّا ، يكونُ العددُ الذرّيُّ = عددَ البروتوناتِ (p^+) في النواةِ = عددَ الإلكتروناتِ (e^-) حولَ النواةِ . والعددُ الكتليُّ (A) هو عبارةٌ عن مجموعِ عددِ البروتوناتِ (p^+) والنيوتروناتِ (N) الموجودةِ في نواةِ أيِّ ذرّةٍ ، لأنّ معظمَ كتلةِ الذرّةِ تتركّزُ في نواتِها .

العددُ الكتليُّ = العددَ الذرّيَّ (عددَ البروتوناتِ) + عددَ النيوتروناتِ

$$A = Z + N$$

ويُرمِزُ إلى النواةِ بالشكلِ التالي: ${}^{A}_{Z}X$

حيث X يُمثّلُ الرمزَ الكيميائيَّ، وA العددَ الكتليَّ للعنصرِ إلى أعلى اليسارِ من فوقُ، وZ العددَ الذريّيَّ للعنصرِ ألى أسفلِ اليسارِ .

فمثلًا، نواةُ ذرّةِ الأكسجينِ تضمُّ 8 بروتوناتٍ و8 نيوتروناتٍ، وبالتالي يكونُ العددُ الكتليُّ 16: ${}^{16}_{8}O$

نشاط

التحليلُ

أكمِلِ الجدولَ التاليَ مستعينًا بالجدولِ الدوريِّ للعناصرِ:

الرمزُ	U								Si
عددُ البروتوناتِ	92		8			17			
عددُ النيوتروناتِ		12		9	10	18			14
العددُ الكتليُّ	238		16	17			27	207	
العددُ الذريُّ	92	12					13		
عددُ الإلكتروناتِ					8			82	14

أعدادُ الكمِّ

Quantum Numbers

توجَدُ 4 أعدادِ كمٍّ تُوضِّحُ وضعَ الإلكترونِ وهي:

عددُ الكمِّ الرئيسيِّ (n) Principal quantum number

عددُ الكمِّ الرئيسيُّ principal quantum number يُحدِّدُ بُعدَ الإلكترونِ عن النواةِ ويُشيرُ إلى طاقةِ الإلكترونِ ، ومن ثمّ طاقةِ المستوى الرئيسيِّ الذي يتحرّكُ فيه ، ويأخذُ أحدَ القيمِ العدديّةِ الصحيحةِ الموجبةِ أي 1 ،2 ،3 ،4 ،5 ،6 ،7 .

ويُشارُ أحيانًا إلى المستوياتِ الرئيسةِ بحروفٍ كما يلي:

رقمُ المستوى	الأوّلُ	الثاني	الثالثُ	الرابعُ	الخامسُ	السادسُ	السابعُ
الرمزُ	K	L	M	N	O	P	Q
عددُ الكمِّ الرئيسيُّ	1	2	3	4	5	6	7

يُمكِنُ معرفةُ العددِ الأقصى من الإلكتروناتِ التي يُمكِنُ أن توجَدَ في كلِّ مستوًى رئيسيٍّ في الذرّةِ من العلاقةِ: $2n^2$.

نشاط

جدولةُ المعلوماتِ

اصنعْ جدولًا تجمعُ فيه عددَ الكمِّ الرئيسِ مع رموزِ المستوياتِ الرئيسةِ وعددِ الإلكتروناتِ في كلِّ مستوًى رئيسٍ.

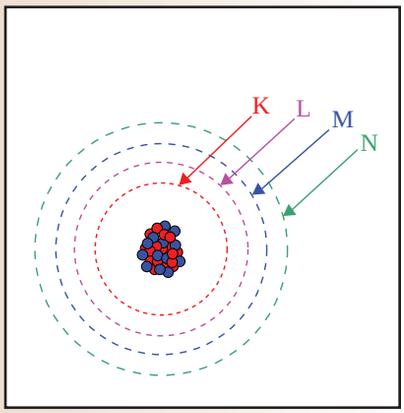
رقمُ المستوى الرئيسيِّ	عددُ الإلكتروناتِ
الأوّلُ	$2n^2 = 2x1^2 = 2$
الثاني	$2n^2 = 2x2^2 = 8$
الثالثُ	$2n^2 = 2x3^2 = 18$
الرابعُ	$2n^2 = 2x4^2 = 32$

عددُ الإلكتروناتِ في المستوياتِ الرئيسةِ

عددُ الكمِّ الثانويِّ (ℓ) Secondary quantum number

تحتوي المستوياتُ الرئيسةُ عدا المستوى الأوّلِ على عدّةِ تحتِ مستوياتٍ يُرمَزُ لكلِّ تحتِ مستوًى بحرفٍ يدلُّ عليه وهي مرتّبةٌ بحسبِ طاقتِها كما يلي:

f, d, p, s ← تزايدُ الطاقةِ



المستوياتُ الرئيسةُ

تقنيةُ النانو

يعتمدُ مفهومُ تقنيةِ النانو على اعتبارِ أنّ الجسيماتِ التي يقلُّ حجمُها عن مائةِ نانومترٍ "النانومترُ جزءٌ من ألفِ مليونٍ من المترِ" تُعطي للمادّةِ التي تدخلُ في تركيبِها خصائصَ وسلوكياتٍ جديدةً . وهذا بسببِ أنّ هذه الجسيماتِ تُبدي مفاهيمَ فيزيائيّةً وكيميائيّةً جديدةً ، ممّا يقودُ إلى سلوكٍ جديدٍ يعتمدُ على حجمِ الجسيماتِ .

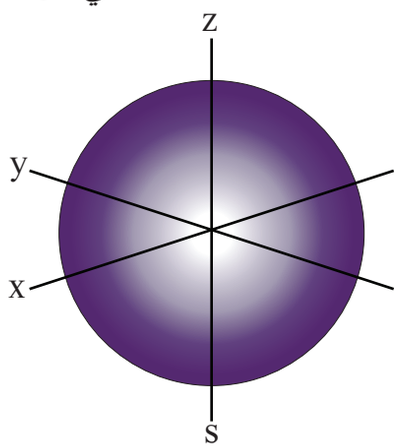
عددُ الكمِّ الثانويُّ secondary quantum number يصفُ شكلَ تحتِ المستوى الذي يتحرّكُ فيه الإلكترونُ ، ويأخذُ القيمَ العدديّةَ ابتداءًا من الصفرِ إلى (n−1) . ويُمكِنُ توضيحُ ذلك بالجدولِ التالي:

قيمةُ عددِ الكمِّ الثانويِّ	تحت المستوى
صفر	s
1	p
2	d
3	f

والخاصّيّةُ الفيزيائيّةُ المرتبطةُ بعددِ الكمِّ الثانويِّ هي تحديدُ الشكلِ العامِّ للفلكِ .

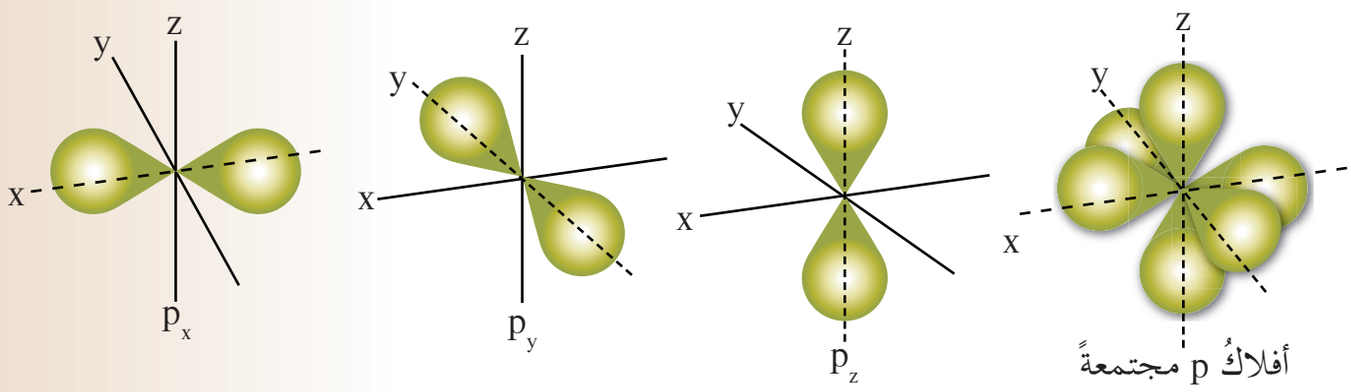
الفلكُ s

يوجدُ الفلكُ s في جميعِ مستوياتِ الطاقةِ الرئيسةِ ، ويكونُ شكلُه دائماً كرويًّا ، ويزدادُ حجمُه بازديادِ العددِ الكمّيِّ الرئيسِ كما في الشكلِ :



أفلاكُ p

يبدأُ وجودُها في الذرّةِ بدءًا من المستوى الرئيسيِّ الثاني ، وعددُها في كلِّ تحتِ مستوًى من ثلاثةِ أفلاكٍ . ويكونُ شكلُ كلٍّ منها (∞) ، وتتّخذُ اتّجاهاتٍ فراغيّةً متعامدةً على بعضِها . فالزاويةُ بينَ كلِّ فلكٍ وآخرَ منها 90 ، ويتّجهُ كلٌّ منها على أحدِ المحاورِ الإحداثيّةِ , x , y z . لذلك يُرمَزُ لهذه بالرموزِ p_z , p_y , p_x كما في الشكلِ :



أنظرِ الجدولَ التاليَ:

عددُ الكمِّ الرئيسيِّ	قيمةُ عددِ الكمِّ الثانويِّ	تحتُ المستوى
1	صفر	1s
2	صفر، 1	2s, 2p
3	صفر، 1، 2	3s, 3p, 3d
4	صفر، 1، 2، 3	4s, 4p, 4d, 4f

عددُ الكمِّ المغناطيسيِّ (m_ℓ) Magnetic quantum number

عددُ الكمِّ المغناطيسيِّ magnetic quantum number يُحدِّدُ عددَ الأفلاكِ لكلِّ تحتِ مستوًى وأشكالَها وطاقتَها واتّجاهاتِها الفراغيّةَ. ويأخذُ القيمَ العدديّةَ الصحيحةَ من ($-\ell$) حتّى ($+\ell$) بما فيها قيمةُ الصفرِ.

قيمةُ عددِ الكمِّ الثانويِّ	عددُ الأفلاكِ	قيمةُ عددِ الكمِّ المغناطيسيِّ
صفر	1	صفر
1	3	$-1, 0, +1$
2	5	$-2, -1, 0, +1, +2$
3	7	$-3, -2, -1, 0, +1, +2, +3$

عددُ الكمِّ المغزليِّ (m_s) Spin quantum number

عددُ الكمِّ المغزليِّ spin quantum number يُحدِّدُ اتّجاهَ حركةِ الإلكترونِ المغزليّةِ حولَ محورِه. وهناك قيمتان ممثِّلتان لهذا العدد $+\frac{1}{2}$ إذا كانَ دورانُ الإلكترونِ في اتّجاهِ عقاربِ الساعةِ و $-\frac{1}{2}$ إذا كانَ دورانُ الإلكترونِ عكسَ عقاربِ الساعةِ.

أسئلة مراجعة — الدرسُ 2–1

اختبرْ وفسِّرْ

1. أُرسم نموذجَ بور المعدّل للذرّةِ.
2. إلى ماذا يرمزُ كلٌّ من عددِ الكمِّ الرئيسيِّ وعددِ الكمِّ الثانويِّ.
3. كيف تترتّبُ المستوياتُ الرئيسةُ وتحت المستوياتِ بحسب طاقتِها؟

2-2 التوزيعُ الإلكترونيُّ
The Electronic Configuration

الأهدافُ

في نهايةِ هذا الدرسِ يجبُ أن يكونَ الطالبُ قادرًا على أن:

- **يكتبَ** التوزيعَ الإلكترونيَّ للذرّةِ وفق المستوياتِ الرئيسيّةِ .
- **يكتبَ** التوزيعَ الإلكترونيَّ للذرّةِ وفق تحت المستوياتِ .
- **يُعرّفَ المصطلحاتِ الأساسيّةَ:** المبدأَ الأوّلَ لأوفباو ، المبدأَ الثانيَ لأوفباو ، التوزيعَ الإلكترونيَّ للذرّةِ ، مبدأَ الاستبعادِ ، قاعدةَ هوند .

التوزيعُ الإلكترونيُّ عبارةٌ عن وصفٍ لحركةِ الإلكتروناتِ في الذرّةِ . وكما تعلّمتَ في الصفِّ السابعِ أنّ للإلكتروناتِ نوعين من الحركةِ ، حركتُها حول نفسِها وحركتُها حول النواةِ ، ستتعلّمُ في هذا الدرسِ التوزيعَ الالكترونيَّ للمستوياتِ الرئيسيّةِ وفي تحت المستوياتِ (f, d, p, s) للذرّةِ .

التوزيعُ الإلكترونيُّ بحسبِ المستوياتِ الرئيسيّةِ
Electronic Configuration According to the Principal Levels

تتحرّكُ الإلكتروناتُ حولَ النواةِ على أبعادٍ ومستوياتٍ مختلفةٍ عن النواةِ تبعًا للطاقةِ التي يمتلكُها الإلكترونُ ، فكلّما ابتعدَ الإلكترونُ عن النواةِ ازدادَتْ طاقتُه ، والسببُ هو ضعفُ قوّةِ جذبِ النواةِ للإلكترونِ كلّما ابتعدَ عن النواةِ ، حيث تخضعُ الإلكتروناتُ في حركتِها حولَ النواةِ لقوّتي جذبٍ متساويتين في المقدارِ ومتعاكستين في الاتّجاهِ ، قوّةِ جذبِ النواةِ موجبةِ الشحنةِ نحو الداخلِ والقوّةِ المركزيّةِ الناتجةِ عن حركةِ الإلكترونِ ، ويكونُ اتّجاهُها إلى الخارجِ .

يُعتبَرُ بور أوّلَ من بيّنَ أنّ الإلكتروناتِ تتوزّعُ في مستوياتٍ يُرمَزُ لها بالحروفِ: K, L, M ...

بالنسبةِ للذرّاتِ ذاتِ العددِ الذريِّ الذي يتراوحُ بين 1 و18 تتوزّعُ الإلكتروناتُ في مستوياتِ K وL و M وفقَ ما يلي:

المستوى	أقصى عددُ إلكتروناتٍ
K	2
L	8
M	18

• يُمكِنُ لكلِّ مستوى أن يحتويَ على عددٍ محدَّدٍ من الإلكتروناتِ . يتمُّ توزيعُ الإلكتروناتِ بدءًا بالمستوى K ثمّ L ثمّ M ، ولا يتمُّ الانتقالُ إلى المستوى الذي يليه حتّى يمتلئَ الذي قبلَه تمامًا بالإلكتروناتِ .

• كلُّ مستوى يحتوي على عددِهِ الأقصى من الإلكتروناتِ يُسمّى مستوىً ممتلئًا .

• يُسمّى المستوى الأخيرُ المستوى الخارجيَّ ، والمستوياتُ التي تسبقُه تُسمّى مستوياتٍ داخليّةً .

مثالٌ: التوزيعُ الإلكترونيُّ لذرّةِ الألومنيومِ ذاتِ العددِ الذرّيِّ 13

$K^2\ L^8\ M^3$ وهذا ما يُسمّى بالبنيةِ الإلكترونيّةِ وتُكتبُ (3–8–2) .

التوزيعُ الإلكترونيُّ بحسبِ تحتِ المستوياتِ

Electronic Configuration According to the Sublevels

يتّبعُ التوزيعُ الإلكترونيُّ القواعدَ التاليةَ:

1. **المبدأُ الأوّلُ للبناءِ التصاعديِّ (أوفباو) Aufbau's First Principle:**

المستوياتُ الرئيسيّةُ ذواتُ الطاقةِ المنخفضةِ تُملأُ أوّلًا .

2. **المبدأُ الثاني للبناءِ التصاعديِّ (أوفباو) Aufbau's Second Principle:**

تحتَ المستوى الذي يكونُ مجموعُ قيمِ عددي الكمِّ الرئيسيِّ والثانويِّ (n+ℓ) له أقلَّ ، يُملأُ بالإلكتروناتِ أوّلًا . فإذا تساوى تحتَ مستويين في مجموع قيم عددي الكمِّ (n+ℓ) لهما ، تحتَ المستوى الذي له أصغرُ قيمةِ عددِ كمِّ رئيسيِّ (n) يُملأُ أوّلًا .

تطبيقٌ

أكتبِ التوزيعَ الإلكترونيَّ حسبَ تحتَ المستوياتِ لكلٍّ من الذرّاتِ التاليةِ:

أكسجين (Z= 8)

$1s^2\ 2s^2\ 2p^4$

كالسيوم (Z= 20)

$1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2\ 3p^6\ 4s^2$

حديد (Z= 26)

$1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2\ 3p^6\ 4s^2\ 3d^6$

بروم (Z= 35)

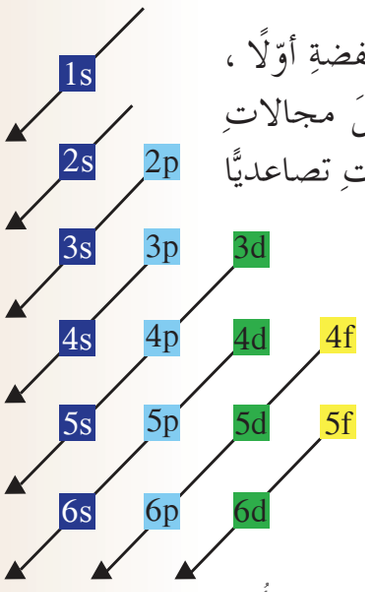
$1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2\ 3p^6\ 4s^2\ 3d^{10}\ 4p^5$

يُمكِنُ اختصارُ مبدأ أوفباو الثاني بما يلي:

عندما تتوزّعُ الإلكتروناتُ على تحتِ مستوياتِ الطاقةِ ، تبدأُ هذه الإلكتروناتُ بملءِ تحتِ المستوى الذي لديه الطاقةُ الأقلُّ . وعندَ ملءِ تحتِ المستوى هذا ، تبدأُ الإلكتروناتُ بملءِ تحتِ مستوى الطاقةِ الذي يليه ، كما يظهرُ في مثالِ Sc_{21} .

ويُمكِنُ تلخيصُ ذلك بما يلي:

تشغلُ الإلكتروناتُ تحتَ المستوياتِ ذاتِ الطاقةِ المنخفضةِ أوّلًا ، ثمّ تتدرّجُ في سلّمِ الطاقةِ لتحتِ المستوياتِ حتّى تشغلَ مجالاتِ تحتِ المستوياتِ الأعلى . ويُمكِنُ ترتيبُ تحتَ المستوياتِ تصاعديًّا كما في المخطّطِ التالي:



مبدأُ البناءِ التصاعديّ

$21^{Sr} = 1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2\ 3p^6\ 4s^2\ 3d^1$

3. قاعدةُ هوند Hund's Rule:

لا يحدثُ ازدواجٌ بينَ إلكترونين في فلكٍ تحتَ مستوًى معيَّنٍ إلّا بعدَ أن تُشغَلَ أفلاكُه بطريقةٍ فرديّةٍ أوّلًا لتقليلِ التنافرِ بينَهما .

ولتوضيحِ قاعدةِ هوند ، نأخذُ الأكسجينَ الذي يحتوي على ثمانيةِ إلكتروناتٍ .

نبدأُ بتوزيعِ الإلكتروناتِ على الأفلاكِ بحسبِ الطاقةِ:

$_8O = 1s^2\ 2s^2\ 2p^4$

يتمُّ وضعُ الإلكترونين الأوّلَ والثاني في المستوى الرئيسيِّ الأوّلِ من تحتِ المستوى (1s) ، والإلكترونين الثالثَ والرابعَ في المستوى الرئيسيِّ الثاني من تحتِ المستوى (2s) بغزلٍ مختلفٍ .

أمّا الإلكتروناتُ الخامسةُ والسادسةُ والسابعةُ ، فيتمّ وضعُها في الأفلاكِ ($2p_x$, $2p_y$, $2p_z$) بطريقةٍ فرديّةٍ باتّجاهِ الغزلِ نفسِه ، ثمّ يوضَعُ الإلكترونُ الثامنُ ليُزاوِجَ الإلكترونَ الخامسَ في الفلكِ ($2p_x$) بغزلٍ مختلفٍ .

يُصبِحَ التوزيعُ الإلكترونيُّ للأكسجينِ بحسبِ قاعدةِ هوند الأكثرِ ثباتًا كما يلي:

$$\underset{1s}{\uparrow\downarrow}\quad \underset{2s}{\uparrow\downarrow}\quad \underset{2p_x}{\uparrow\downarrow}\quad \underset{2p_y}{\uparrow}\quad \underset{2p_z}{\uparrow}$$

وبشكلٍ عامٍّ ، بما أنّ الإلكتروناتِ تحملُ شحناتٍ سالبةً وتميلُ إلى التنافرِ مع بعضِها عندَ وجودِها معًا ، فإنّها تُفضِّلُ الانتشارَ وشغلَ الأفلاكِ بطريقةٍ فرديّةٍ قبلَ البدءِ بعمليّةِ الازدواجِ كما في الرسمِ التالي:

تتوزّعُ الإلكتروناتُ الثلاثةُ على أفلاكِ (p) كما يلي:

تتوزّعُ الإلكتروناتُ الأربعةُ على أفلاكِ (p) كما يلي:

تتوزّعُ الإلكتروناتُ الخمسةُ على أفلاكِ (p) كما يلي:

تتوزّعُ الإلكتروناتُ الستّةُ على أفلاكِ (p) كما يلي:

نُلاحِظُ ممّا سبقَ أنّه:

1. لا يحدثُ تزاوجٌ في الأفلاكِ المتساويةِ في الطاقةِ مثلِ $(2p_x , 2p_y , 2p_z)$ ما لم يتمَّ وضعُ إلكترونٍ في كلٍّ منها.
2. عندما تكونُ الأفلاكُ المتساويةُ في الطاقةِ نصفَ ممتلئةٍ أو أقلَّ من ذلك ، يجبُ أن تكونَ الإلكتروناتِ باتّجاهِ الغزلِ نفسِه ، فيكونُ أكثرَ ثباتًا عملًا بقاعدةِ التأثيرِ المغناطيسيِّ لغزلِ الإلكتروناتِ .

4. مبدأُ الاستبعادِ لباولي Pauli's Exclusion Principle:

وضعَ باولي عامَ 1925 مبدأً مهمًّا يحكمُ توزيعَ الالكتروناتِ حولَ أنويةِ الذرّاتِ ، وينصُّ على أنّه:

لا يُمكِنُ لإلكترونين أو أكثرَ في نفسِ الذرّةِ امتلاكُ نفسِ قيمِ أعدادِ الكمِّ الأربعةِ (n , ℓ , m , m_s) ، بينما يُمكِنُ أن يشتركا في رقمٍ واحدٍ أو رقمين أو ثلاثةِ أرقامٍ فقط .

ونتيجةً لذلك لا يستوعبُ الفلكُ الواحدُ أكثرَ من إلكترونينِ ، فمثلًا:

3. تحتَ المستوى (s) يحتوي على فلكٍ واحدٍ وبالتالي تكونُ سعتُه القصوى تُساوي إلكترونين .
4. تحتَ المستوى (p) يحتوي على ثلاثةِ أفلاكٍ ، فتكونُ سعتُه القصوى 6 إلكتروناتٍ .

5. تحتَ المستوى (d) يحتوي على خمسةِ أفلاكٍ ، فتكونُ سعتُه القصوى 10 إلكتروناتٍ .

6. تحتَ المستوى (f) يحتوي على سبعةِ أفلاكٍ ، فتكونُ سعتُه القصوى 14 إلكترونًا .

ولتوضيحِ هذه النظريّةِ ، نأخذُ ذرّةَ الهيليومِ (He) كمثالٍ والتي تحتوي علىَ إلكترونين في المستوى (1s) ، وقيمةُ (n) لهذا المستوى = 1 ، وقيمُ كلٍّ من (ℓ) و (m) = صفرًا ، لذا تكونُ قيمُ أعداد الكم الأربعةِ للمستوى هي كما يلي:

	أعدادُ الكمِّ			
الإلكترونُ	n	ℓ	m	m_s
قيمُ أعدادِ الكمِّ للإلكترونِ الأوّلِ	1	0	0	+1/2
قيمُ أعدادِ الكمِّ للإلكترونِ الثاني	1	0	0	−1/2

نُلاحِظُ من خلالِ العرضِ السابقِ ما يلي:

1. لا يتّسعُ الفلكُ الواحدُ لأكثرِ من إلكترونين .
2. تكونُ الإلكتروناتُ التي تشغلُ الفلكَ نفسَه متعاكسةَ الغزلِ .
3. أكبرُ عددٍ من الإلكتروناتِ للمستوى الرئيسيِّ يُساوي $2(n^2)$.

كيف يتعارضُ وجودُ ثلاثةِ إلكتروناتٍ في الفلكِ $2(p_x)$ مع قاعدةِ باولي؟

من خلالِ الاستنتاجاتِ السابقةِ ، لا يُمكِنُ وضعُ ثلاثةِ إلكتروناتٍ في الفلكِ الواحدِ لأنّها ستتساوى في رقمِ الكمِّ المغزليِّ لأنّ له قيمتين فقط ، ممّا يعني أنّنا سنجدُ إلكترونين باتّجاهِ غزلٍ واحدٍ .

وهذا مخالِفٌ لمبدأِ الاستبعادِ حيث سيُصبِحُ للإلكترونين أعدادُ الكمِّ الأربعةُ نفسُها .

ما هو عددُ الأفلاكِ والإلكتروناتِ في المستوياتِ الرئيسةِ التاليةِ ، وما هي العلاقةُ الرياضيّةُ التي تربطُ بينَها؟

أ) يُساوي عددُ الأفلاكِ في أيِّ مستوًى رئيسيٍّ $(n)^2$.

ب) يُساوي عددُ الإلكتروناتِ التي يستوعبُها أيُّ مستوى طاقةٍ رئيسيٍّ $[2(n^2)]$.

المستوى	عددُ الأفلاكِ	عددُ الإلكتروناتِ
الأوّلُ	1	2
الثاني	4	8
الثالثُ	9	18
الرابعُ	16	32

يُوضِّحُ الجدولُ التالي التوزيعَ الإلكترونيَّ لتحتِ المستوياتِ:

العنصرُ	رمزُ العنصرِ	العددُ الذرّيُّ	التوزيعُ الإلكترونيُّ لتحتِ المستوى	توزيعُ الإلكتروناتِ في الأفلاكِ
هيدروجينٌ	H	1	$1s^1$	$\uparrow_{1s}$
هيليومٌ	He	2	$1s^2$	$\uparrow\downarrow_{1s}$
ليثيومٌ	Li	3	$1s^2\ 2s^1$	$\uparrow\downarrow_{1s}\ \uparrow_{2s}$
بريليومٌ	Be	4	$1s^2\ 2s^2$	$\uparrow\downarrow_{1s}\ \uparrow\downarrow_{2s}$
بورونٌ	B	5	$1s^2\ 2s^2\ 2p^1$	$\uparrow\downarrow_{1s}\ \uparrow\downarrow_{2s}\ \uparrow_{2p_x}\ __{}_{2p_y}\ __{}_{2p_z}$
كربونٌ	C	6	$1s^2\ 2s^2\ 2p^2$	$\uparrow\downarrow_{1s}\ \uparrow\downarrow_{2s}\ \uparrow_{2p_x}\ \uparrow_{2p_y}\ __{}_{2p_z}$
نيتروجينٌ	N	7	$1s^2\ 2s^2\ 2p^3$	$\uparrow\downarrow_{1s}\ \uparrow\downarrow_{2s}\ \uparrow_{2p_x}\ \uparrow_{2p_y}\ \uparrow_{2p_z}$
أكسجينٌ	O	8	$1s^2\ 2s^2\ 2p^4$	$\uparrow\downarrow_{1s}\ \uparrow\downarrow_{2s}\ \uparrow\downarrow_{2p_x}\ \uparrow_{2p_y}\ \uparrow_{2p_z}$
فلورٌ	F	9	$1s^2\ 2s^2\ 2p^5$	$\uparrow\downarrow_{1s}\ \uparrow\downarrow_{2s}\ \uparrow\downarrow_{2p_x}\ \uparrow\downarrow_{2p_y}\ \uparrow_{2p_z}$
نيونٌ	Ne	10	$1s^2\ 2s^2\ 2p^6$	$\uparrow\downarrow_{1s}\ \uparrow\downarrow_{2s}\ \uparrow\downarrow_{2p_x}\ \uparrow\downarrow_{2p_y}\ \uparrow\downarrow_{2p_z}$
صوديومٌ	Na	11	$1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^1$	$\uparrow\downarrow_{1s}\ \uparrow\downarrow_{2s}\ \uparrow\downarrow_{2p_x}\ \uparrow\downarrow_{2p_y}\ \uparrow\downarrow_{2p_z}\ \uparrow_{3s}$
مغنيسيومٌ	Mg	12	$1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2$	$\uparrow\downarrow_{1s}\ \uparrow\downarrow_{2s}\ \uparrow\downarrow_{2p_x}\ \uparrow\downarrow_{2p_y}\ \uparrow\downarrow_{2p_z}\ \uparrow\downarrow_{3s}$
ألومنيومٌ	Aℓ	13	$1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2\ 3p^1$	$\uparrow\downarrow_{1s}\ \uparrow\downarrow_{2s}\ \uparrow\downarrow_{2p_x}\ \uparrow\downarrow_{2p_y}\ \uparrow\downarrow_{2p_z}\ \uparrow\downarrow_{3s}\ \uparrow_{3p_x}\ __{}_{3p_y}\ __{}_{3p_z}$
سيليكونٌ	Si	14	$1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2\ 3p^2$	$\uparrow\downarrow_{1s}\ \uparrow\downarrow_{2s}\ \uparrow\downarrow_{2p_x}\ \uparrow\downarrow_{2p_y}\ \uparrow\downarrow_{2p_z}\ \uparrow\downarrow_{3s}\ \uparrow_{3p_x}\ \uparrow_{3p_y}\ __{}_{3p_z}$
فوسفورٌ	P	15	$1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2\ 3p^3$	$\uparrow\downarrow_{1s}\ \uparrow\downarrow_{2s}\ \uparrow\downarrow_{2p_x}\ \uparrow\downarrow_{2p_y}\ \uparrow\downarrow_{2p_z}\ \uparrow\downarrow_{3s}\ \uparrow_{3p_x}\ \uparrow_{3p_y}\ \uparrow_{3p_z}$
كبريتٌ	S	16	$1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2\ 3p^4$	$\uparrow\downarrow_{1s}\ \uparrow\downarrow_{2s}\ \uparrow\downarrow_{2p_x}\ \uparrow\downarrow_{2p_y}\ \uparrow\downarrow_{2p_z}\ \uparrow\downarrow_{3s}\ \uparrow\downarrow_{3p_x}\ \uparrow_{3p_y}\ \uparrow_{3p_z}$
كلورٌ	Cℓ	17	$1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2\ 3p^5$	$\uparrow\downarrow_{1s}\ \uparrow\downarrow_{2s}\ \uparrow\downarrow_{2p_x}\ \uparrow\downarrow_{2p_y}\ \uparrow\downarrow_{2p_z}\ \uparrow\downarrow_{3s}\ \uparrow\downarrow_{3p_x}\ \uparrow\downarrow_{3p_y}\ \uparrow_{3p_z}$
أرجونٌ	Ar	18	$1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2\ 3p^6$	$\uparrow\downarrow_{1s}\ \uparrow\downarrow_{2s}\ \uparrow\downarrow_{2p_x}\ \uparrow\downarrow_{2p_y}\ \uparrow\downarrow_{2p_z}\ \uparrow\downarrow_{3s}\ \uparrow\downarrow_{3p_x}\ \uparrow\downarrow_{3p_y}\ \uparrow\downarrow_{3p_z}$

أنتَ والعلومُ

استخداماتُ العناصرِ

يعتمدُ استخدامُ العنصرِ في مجالٍ ما على عدّةِ عواملَ منها:

1. توفّرُ الصفاتِ الملائمةِ

هنالك علاقةٌ بينَ استخدامِ العنصرِ وتوزيع إلكترونيه الإلكترونيِّ وصفاتِه ، فالتوزيع إلكترونيُ الإلكترونيُّ يمنحُ صفاتٍ معيّنةٍ للعنصرِ ، تُؤهِّلُه لاستخداماتٍ معيَّنةٍ .

فمثلًا يُستخدَمُ النحاسُ في صناعةِ الأسلاكِ الكهربائيّةِ لأنّه موصِّلٌ جيّدٌ للحرارةِ والكهرباءِ لاحتوائِه على إلكتروناتٍ حرّةِ الحركةِ في توزيعه الإلكترونيِّ ، ومن جهةٍ أخرى البوتاسيومُ فلزٌّ كالنحاسِ ولكنّه لا يُستخدَمُ للغرضِ نفسِه على الرغمِ من احتوائِه أيضًا على إلكتروناتٍ حرّةِ الحركةِ لأنّه طريٌّ ودرجةُ انصهارِه منخفضةٌ وغيرُ قابلٍ للسحبِ كالنحاسِ .

2. توافرُه

العناصرُ نادرةُ الوجودِ لا يُمكِنُ استخدامُها في الصناعاتِ التي تتطلّبُ كمّيّاتٍ كبيرةٍ منه .

3. كلفةُ استخراجِه

لا يُمكِنُ استخدامُ العناصرَ الثمينةَ في المجالاتِ التي تتطلّبُ استهلاكَ كمّيّاتٍ كبيرةٍ منها . فمثلًا لا يُمكِنُ استخدامُ الذهبِ في صناعةِ الأسلاكِ الكهربائيّةِ على الرغمِ من كونِه موصِّلًا جيّدًا للكهرباءِ ، أو أن يُستخدَمَ في صناعةِ أدواتِ الطبخِ وذلك لكلفتِه العاليةِ .

4. سهولةُ تحضيرِه

بعضُ العناصرِ الممثَّلةِ واستخداماتُها

توجَدُ العناصرُ في الطبيعةِ على الصورةِ العنصريّةِ أو متّحدةٍ مع نفسِها أو مع غيرِها من العناصرِ . وهنالك عدّةُ مصادرَ للعناصرِ وهي:

1 . القشرةُ الأرضيّةُ . 2 . البحارُ . 3 . الهواءُ الجوّيُّ .

أسئلة مراجعة — الدرس 2–2

اختبرْ وفسّرْ

1. اُكتبِ التوزيعَ الإلكترونيَّ حسبَ المستوياتِ الرئيسيّةِ وحسبَ تحتِ المستوياتِ لذرّةِ العناصرِ الآتيةِ: $_{11}Na$ ، $_{12}Mg$ ، $_{13}A\ell$ ، $_{14}Si$ ، ثمّ أوجِدْ عددَ مستوياتِ الطاقةِ الرئيسةِ وعددَ تحت المستوياتِ في ذرّةِ كلِّ عنصرٍ .
2. ما أقصى سعةٍ من الإلكتروناتِ لكلٍّ من الحالاتِ التاليةِ:
   - مستوياتُ الطاقةِ الرئيسةُ N، M، L، K
   - تحتَ المستوياتِ f، d، p، s

تحقق من معلوماتك

ضَعْ علامةَ (√) في المربّعِ المقابلِ للإجابةِ الصحيحةِ التي تُكمِلُ كلًّا من الجملِ التالية:

1. بالنسبةِ للعنصرِ $_{8}^{17}X$ فإنّ جميعَ العباراتِ التاليةِ صحيحةٌ ما عدا عبارةً واحدةً وهي:

☐ العددُ الذرّيُّ = 8 ☐ العددُ الكتليُّ = 17

☐ عددُ البروتوناتِ = 17 ☐ عددُ النيوتروناتِ = 9

2. عندما أطلقَ رذرفورد جسيماتِ ألفا على صفيحةٍ رقيقةٍ من الذهبِ ، استنتجَ أنّ معظمَ الذرّةِ فراغٌ ، وكانَ دليلُه إحدى المشاهداتِ التاليةِ وهي:

☐ نفاذُ كلِّ جسيماتِ ألفا بدونِ انحرافٍ ☐ نفاذُ معظمِ جسيماتِ ألفا بدونِ انحرافٍ

☐ ارتدادُ معظمِ جسيماتِ ألفا في اتّجاهِ مصدرِه ☐ انحرافُ عددٍ كبيرٍ من جسيماتِ ألفا عن مسارِه

3. يُرمَزُ إلى عددِ الكمِّ المغزليِّ بالرمزِ:

☐ n ☐ ℓ ☐ m ☐ m_s

4. بالنسبةِ لمستوى الطاقةِ الرئيسيِّ الرابعِ ، فإنّ جميعَ العباراتِ التاليةِ صحيحةٌ ما عدا عبارةً واحدةً وهي:

☐ ينقسمُ إلى أربعِ تحتِ مستوياتٍ

☐ يمتلئُ بـ 32 إلكترونًا

☐ ينقسمُ إلى 16 فلكًا

☐ يُرمَزُ له بالرمزِ M

5. الترتيبُ الذي يُوضِّحُ أفضليّةَ ملءِ تحتِ المستوياتِ بالإلكتروناتِ هو:

☐ 3d ← 4s ← 4d ← 5s ☐ 4s ← 3d ← 4p ← 5s

☐ 4s ← 3d ← 4p ← 5s ☐ 3d ← 4s ← 5s ← 4p

6. أقصى عددٍ للإلكتروناتِ يتّسعُ له مستوى الطاقةِ الرئيسيِّ الثالثِ في الذرّةِ يساوي:

☐ 3 ☐ 6 ☐ 12 ☐ 18

املأ الفراغاتِ في الجملِ التاليةِ بما يناسبُها لإتمامِ المعنى:

7. كتلةُ الذرّةِ مركَّزةٌ في نواتِها لاحتوائِها على البروتوناتِ و . . . . . .
8. اختارَ بور في نموذجِه للذرّةِ أبسطَ الذرّاتِ نموذجًا وهي ذرّةُ . . . . . .
9. كلُّ مستوى طاقةٍ رئيسيٍّ ينقسمُ إلى عددٍ من تحتِ المستوياتِ يُساوي . . . . . .
10. عددُ تحتَ المستوياتِ التي ينقسمُ إليها مستوى الطاقةِ الرئيسيِّ الثاني يُساوي . . . . . .
11. كلّما زادَ بُعدُ المستوى الرئيسيِّ عن النواةِ فإنّ طاقتَه . . . . . .
12. تحتَ المستوى s يتشبّعُ بعددٍ من الإلكتروناتِ يُساوي . . . . . .
13. عددُ الكمِّ الرئيسيِّ للإلكترونِ الأخيرِ في ذرّةِ الصوديومِ $_{11}Na$ هو . . . . . .
14. عددُ الإلكتروناتِ التي يمتلئُ بها تحتَ المستوى f . . . . . .
15. عددُ الإلكتروناتِ التي يمتلئُ بها المستوى الرئيسيُّ n تُساوي . . . . . .

اكتبِ المصطلحَ العلميَّ الذي تدلُّ عليه كلٌّ من العباراتِ التالية:

16. عددُ الكمِّ الذي يُحدِّدُ طاقةَ المستوى الرئيسيِّ في الذرّةِ .(. . . . . .)
17. عددُ الكمِّ الذي يُحدِّدُ عددَ تحتَ المستوياتِ لكلِّ مستوى طاقةٍ رئيسيٍّ . (. . . . . .)
18. عددُ الكمِّ الذي يُحدِّدُ عددَ الأفلاكِ لكلِّ تحتِ مستوًى وأشكالَها وطاقتَها واتّجاهاتِها الفراغيّةَ . (. . . . . .)
19. عددُ الكمِّ الذي يُحدِّدُ اتجاهَ حركةِ الالكترونِ المغزليّةِ حولَ محورِه . (. . . . . .)

تحقق من فهمك

عناصرُ لها الرموزُ الافتراضيّةُ التاليةُ: ${}_{12}X$ ${}_{7}Y$ ${}_{8}Z$ ${}_{21}M$

المطلوبُ الإجابةُ عمّا يلي:

1. اسمُ العنصرِ ${}_{12}X$ هو . . . . . .
2. الرمزُ الحقيقيُّ للعنصرِ الافتراضيِّ ${}_{8}Z$ . . . . . .
3. اكتبِ التوزيعَ الإلكترونيَّ للعنصرِ ${}_{12}X$ حسبَ المستوياتِ الرئيسةِ . . . . . .
4. اكتبْ عددَ البروتوناتِ للعنصرِ ${}_{21}M$ . . . . . .
5. عددُ الإلكتروناتِ المفردةِ في ذرّةِ ${}_{7}Y$ . . . . . .
6. الصيغةُ الكيميائيّةُ للمركّبِ الناتجِ من اتّحادِ العنصرِ ${}_{12}X$ مع العنصرِ ${}_{8}Z$ هي . . . . . .

تم مهاراتك

1. أربعةُ عناصرَ أعدادُها الذرّيّةُ على التوالي (20–18–12–9) . من خلالِ تلك المعلوماتِ ، أجِبْ عن التالي:

(أ) وضِّحْ بالرسمِ التوزيعَ الإلكترونيَّ لكلِّ عنصرٍ من هذه العناصرِ .

(ب) ما اسمُ كلِّ عنصرٍ من هذه العناصرِ؟ إستخدمِ الجدولَ الدوريَّ للعناصرِ .

2. علِّلْ كلًّا ممّا يلي:

(أ) تحتَ المستوى p يمتلىء بستّةِ إلكتروناتٍ وتحتَ المستوى d يمتلىء بعشرةِ إلكتروناتٍ .

(ب) يُملأُ تحتَ المستوى 4s قبلَ تحتَ مستوى الطاقةِ 3d .

(ج) الإلكترونُ الثامنُ في ذرّةِ الأكسجينِ لا يدخلُ في المستوى 3s .

3. قارِنْ بينَ كلِّ زوجٍ من الأزواجِ التاليةِ حسبَ أوجهِ المقارنةِ المبيَّنةِ أمامَ كلٍّ منها :

وجهُ المقارنةِ	${}^{37}_{17}X$	${}^{35}_{17}X$
عددُ النيوتروناتِ		
عددُ الإلكتروناتِ		
عددُ تحتِ المستوياتِ		

مهارة الاتصال

1. اذكرْ أهمَّ أعمالِ العالمينِ رذرفورد وبور .
2. ربطُ المفاهيمِ: ارسمْ خريطةَ مفاهيمَ تُوضِّحُ ترابطَ بعضِ المفاهيمِ الأساسيّةِ في هذا الفصلِ مع بعضِها بعضًا .

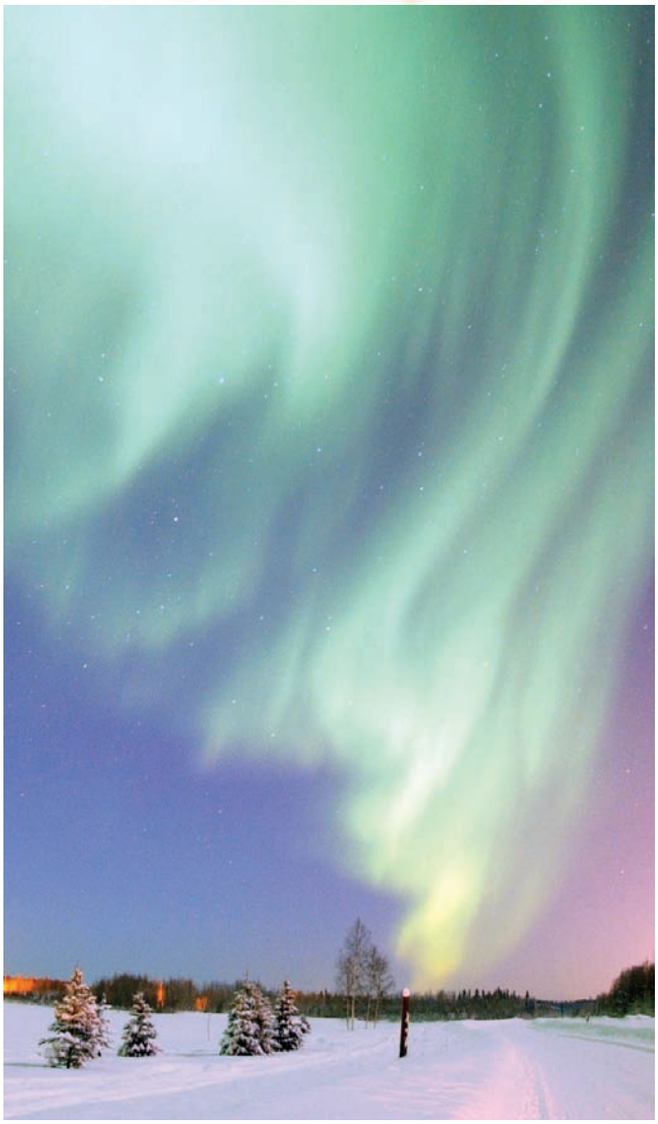
الوحدة الثالثة

الغلافُ الجوّيُّ للأرضِ

الفصلُ الأوّلُ الغلافُ الجوّيُّ

الفصلُ الثاني الطقسُ والمناخُ

الفصلُ الأوّلُ
الغلافُ الجوّيُّ
The Atmosphere



دروسُ الفصلِ

1-1 غطاءٌ من الهواءِ

1-2 تركيبُ الغلافِ الجوّيِّ

1-3 الغلافُ الجوّيُّ المتغيِّرُ

1-4 الرطوبةُ

ماذا ترى في هذه الصورة؟

تُسمّى أضواءُ الشمالِ التي تُرى قريبًا من القطبِ المغناطيسيِّ الشماليِّ للأرضِ الشفقَ القطبيَّ الشماليَّ ، وتُسمّى الأضواءُ التي تُرى قريبًا من القطبِ المغناطيسيِّ الجنوبيِّ للأرضِ الشفقَ القطبيَّ الجنوبيَّ .

1-1 غطاءٌ من الهواءِ
A Blanket of Air

الأهدافُ

في نهايةِ هذا الدرسِ يجبُ أن يكونَ الطالبُ قادرًا على أن:

- **يصفَ** الطرقَ التي تنتقلُ بها الحرارةُ في الهواءِ .
- **يُفسّرَ** ماذا يحدثُ للإشعاعِ الشمسيِّ أثناءَ مرورِه إلى الأرضِ .
- **يُفسّرَ** ما علاقةُ كثافةِ الهواءِ بالضغطِ الجوّيِّ .
- **يستنتجَ** كيف تؤثّرُ التغيّراتُ في دورةِ النيتروجينِ ودورةِ الأكسجينِ وثاني أكسيدِ الكربونِ على مكوّناتِ الهواءِ .
- **يُعرّفَ المصطلحاتِ الأساسيّةَ:** دورةَ الأكسجينِ وثاني أكسيدِ الكربونِ ، دورةَ النيتروجينِ ، الضغطَ الجوّيَّ .

نشاط

الملاحظةُ

فيزيائيّةُ البطاطسِ

ضَعْ حبّةَ بطاطسَ على المنضدةِ . اغرزْ فيها بسرعةٍ طرفَ شفّاطةِ بلاستيكٍ . ماذا يحدثُ؟ ضَعْ سبّابتَك على طرفِ شفّاطةٍ أخرى ، ثمّ اغرزْها بسرعةٍ في حبّةِ البطاطسِ . ماذا يحدثُ؟ ولماذا؟

خُذْ نفسًا عميقًا . قد لا تعرفُ أنّك تنفّستَ حوالى 43000 مرّةٍ في اليومِ . تستقبلُ رئتاك 10 000 لترٍ من الهواءِ في اليومِ تقريبًا . من دونِ الهواءِ لا تعيشُ سوى بضعِ دقائقَ . تحتاجُ جميعُ الكائناتِ إلى الهواءِ حتّى تظلَّ على قيدِ الحياةِ ، على الرغمِ من أنّك لم تُفكّرْ في ذلك إلّا أنّ الهواءَ مهمٌّ جدًّا لاستمرارِ الحياةِ على الأرضِ .

تركيبُ الهواءِ
Composition of Air

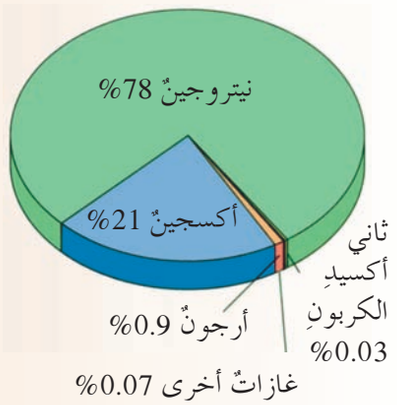
انظرْ إلى تركيبِ الهواءِ الموضّحِ في شكلِ (58) . لاحِظْ حوالى 78% من الهواءِ يتكوّنُ من نيتروجينٍ . على الرغمِ من أنّ معظمَ الكائناتِ لا تستطيعُ استخدامَ النيتروجينِ بصورةٍ مباشرةٍ ، إلّا أنّ النيتروجينَ يتفاعلُ مع عناصرَ أخرى ليُكوّنَ مركّباتٍ ضروريّةً للحياةِ . الأكسجينُ هو ثاني غازٍ من حيث الوفرةُ . تستخدمُ الحيواناتُ والنباتاتُ الأكسجينَ بصورةٍ مباشرةٍ من الهواءِ لإطلاقِ طاقةِ الغذاءِ خلالَ التنفّسِ . تُنتِجُ النباتاتُ أيضًا الأكسجينَ خلالَ عمليّةِ البناءِ الضوئيِّ .

على الرغمِ من أنّ كمّيّةَ ثاني أكسيدِ الكربونِ الموجودةَ في الهواءِ ضئيلةٌ جدًّا ، إلّا أنّ ثانيَ أكسيدِ الكربونِ ضروريٌّ لحياةِ النباتِ . خلالَ عمليّةِ البناءِ الضوئيِّ تستخدمُ النباتاتُ ثانيَ أكسيدِ الكربونِ وضوءَ الشمسِ والماءَ لإنتاجِ الجلوكوزِ الذي هو عبارةٌ عن سكّرٍ بسيطٍ يُستخدَمُ بواسطةِ النباتاتِ لإنتاجِ الطاقةِ والنموِّ .

بخارُ الماءِ والأرجونُ والغازاتُ النادرةُ مثلُ النيونِ والهيليومِ ، من الغازاتِ الموجودةِ في الهواءِ . بخارُ الماءِ له أهمّيّةٌ خاصّةٌ لأنّه يمتصُّ الطاقةَ الحراريّةَ من الشمسِ ويُشكّلُ السحبَ والمطرَ .

شكلُ 58

يتكوّنُ الهواءُ من عناصرَ ومركّباتٍ كيميائيّةٍ عديدةٍ ومختلفةٍ .

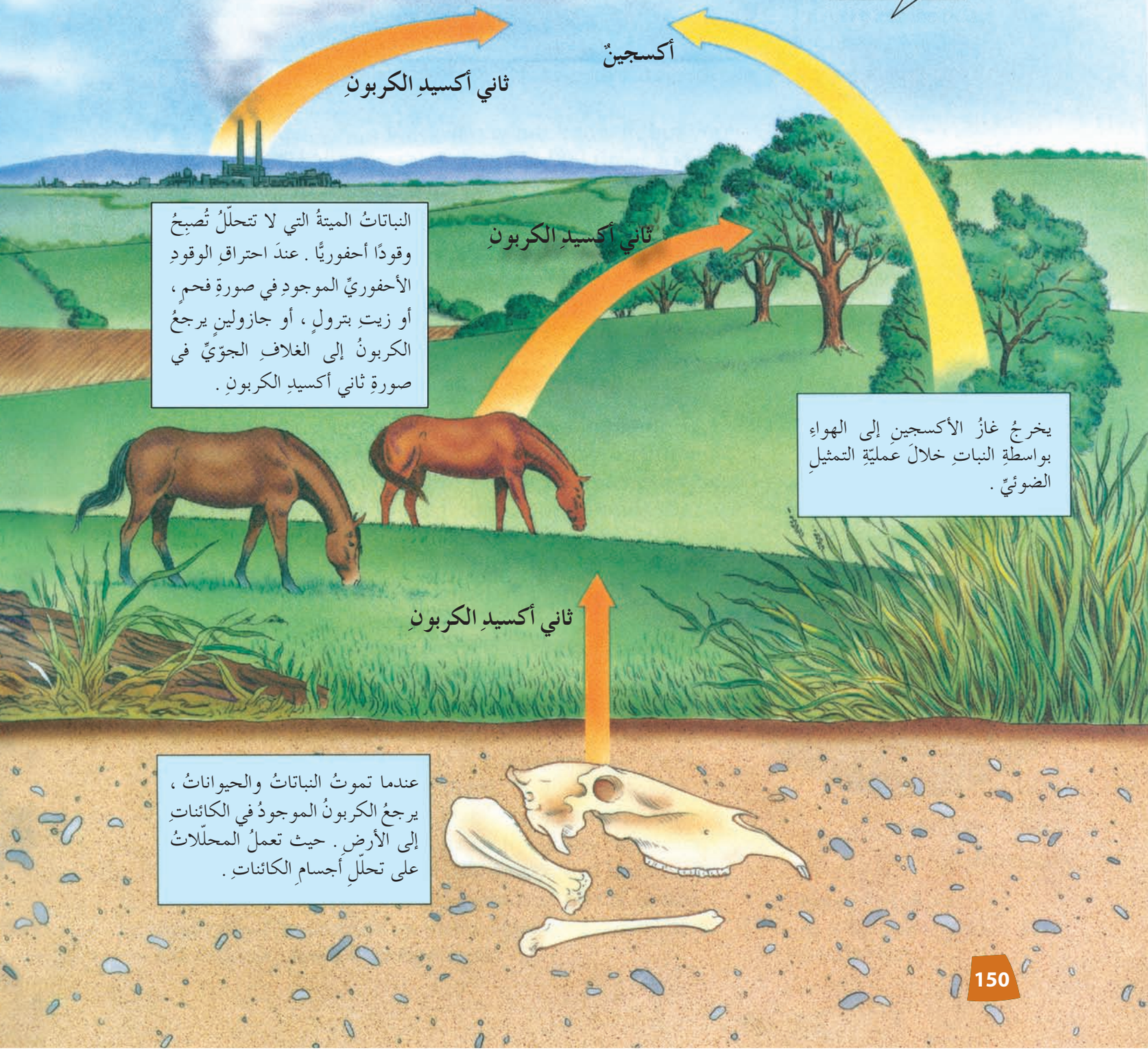


دورةُ الأكسجينِ – ثاني أكسيدِ الكربونِ

The Oxygen–Carbon Dioxide Cycle

دورةُ الأكسجينِ وثاني أكسيدِ الكربونِ oxygen–carbon dioxide cycle
عبارةٌ عن دورةٍ مغلقةٍ ، حيث تظلُّ فيها الكمّيّةُ الكلّيّةُ للكربونِ والأكسجينِ ثابتةً .
انظرْ إلى الشكلِ (59) . يتنقّلُ الكربونُ في ما بينَ الغلافِ الجوّيِّ ، وفي التربةِ ، وفي المحيطاتِ ، وداخلَ الأرضِ كوقودٍ أحفوريٍّ . ثاني أكسيدِ الكربونِ ضروريٌّ للنباتِ والطحالبِ وبعضِ البكتيريا . تمتصُّ النباتاتُ والطحالبُ ثانيَ أكسيدِ الكربونِ وتُطلِقُ الأكسجينَ إلى الهواءِ .

شكلُ 59
الدوراتُ في الطبيعةِ



دورةُ النيتروجينِ

The Nitrogen Cycle

دورةُ النيتروجينِ nitrogen cycle عبارةٌ عن دورةٍ مغلقةٍ ، حيث تظلُّ الكميّةُ الكلّيّةُ للنيتروجينِ على الأرضِ ثابتةً . يُساعِدُ النيتروجينُ على دعمِ الحياةِ عن طريقِ بناءِ البروتينِ ومركّباتِ الجسمِ الكيميائيّةِ الأخرى .

لا يُمكِنُ للكائناتِ الحيّةِ استخدامُ النيتروجينِ من الهواءِ مباشرةً ، وكي يُستفادَ منه يُستخلَصُ من الهواءِ ويتّحدُ بعناصرَ أخرى ليُكوِّنَ مركّباتٍ نيتروجينيّةً . هذه العمليّةُ تُسمّى تثبيتَ النيتروجينِ .

بعدَ تحوّلِ النيتروجينِ إلى مركّباتٍ عن طريقِ البرقِ ، فإنّه يُزالُ من الهواءِ عن طريقِ المطرِ ليترسّبَ داخلَ التربةِ .

أكاسيدُ نيتروجينيّةٌ

أكاسيدُ نيتروجينيّةٌ

ينطلقُ النيتروجينُ في صورةِ أكاسيدٍ نيتروجينيّةٍ من مخلّفاتِ المصانعِ .

تُنتِجُ بكتيريا التربةِ مركّباتٍ نيتروجينيّةً من الكائناتِ المتحلّلة وفضلاتِ الحيواناتِ . البكتيريا نازعةُ النيتروجينِ تُحطِّمُ هذه المركّباتِ لتُكوِّنَ في النهايةِ غازَ النيتروجينِ .

خلالَ تثبيتِ النيتروجينِ تقومُ البكتيريا التي تعيشُ في العقدِ الجذريّةِ باستخلاصِ النيتروجينِ النقيِّ من الهواءِ وتُحوِّلُه إلى مركّباتٍ نيتروجينيّةٍ .

مركّباتٌ نيتروجينيّةٌ

نيتروجينٌ

المحللات

كثافةُ الهواءِ

Air Density

تذكَّرْ أنّ الكثافةَ عبارةٌ عن قياسٍ لكتلةٍ ما داخلَ حجمٍ معيَّنٍ . بما أنّ الهواءَ يتكوّنُ من جزيئاتٍ غازيّةٍ فالهواءُ له كثافةٌ . تقلُّ الكثافةُ كلّما ابتعدْنا عن سطحِ الأرضِ .

أين تجدُ الهواءَ الأكثرَ كثافةً؟ عندَ قممِ الجبالِ أم عندَ مستوى سطحِ البحرِ؟ بما أنّ قممَ الجبالِ تقعُ بعيدًا عن سطحِ الأرضِ ، لذا فإنّ الهواءَ الموجودَ عندَها أقلُّ كثافةً من ذلك الموجودِ عندَ مستوى سطحِ البحرِ . ومن ناحيةٍ ثانيةٍ ، تتأثّرُ كثافةُ الهواءِ بدرجةِ الحرارةِ .

الهواءُ الباردُ أكثرُ كثافةً من الهواءِ الدافئِ . عندما يسخنُ الهواءُ ، تكتسبُ الجزيئاتُ طاقةً تُساعِدُها على التحرّكِ بعيدًا عن بعضِها بعضًا ، وهنا يُصبِحُ الهواءُ أقلَّ كثافةً . وعندما يبردُ الهواءُ تفقدُ الجزيئاتُ الطاقةَ ، ومن ثمّ تتقاربُ من بعضِها وبهذا تزدادُ كثافةُ الهواءِ .

الضغطُ الجوّيُّ

Air Pressure

تذكَّرْ أنّ الغازَ مادّةٌ ، وبما أنّ جميعَ الموادِّ لها كتلةٌ ، فإنّ الغازَ أيضًا له كتلةٌ . تتدافعُ الغازاتُ في الهواءِ نحوَ بعضِها وإلى أسفلَ نحوَ سطحِ الأرضِ . عندما تنفخُ بالونًا أو إطارَ درّاجةٍ يُمكِنُك أن تُلاحِظَ زيادةً في الضغطِ عندما يندفعُ الهواءُ نحوَ الجوانبِ . **وزنُ عمودِ الهواءِ الواقعِ عموديًّا على وحدةِ المساحاتِ من سطحٍ ما يُسمّى الضغطَ الجوّيَّ air pressure .** المعيارُ المستخدَمُ لقياسِ الضغطِ الجوّيِّ هو الضغطُ الجوّيُّ عندَ مستوى سطحِ البحرِ .

يتعرّضُ كاملُ جسمِك كلَّ يومٍ للدفعِ بواسطةِ عدّةِ كيلوجراماتٍ من الغازِ الواقعِ فوقَك . إنّك لا تُلاحِظُ ذلك الضغطَ الهائلَ لأنّ جسمَك يدفعُ الهواءَ هو الآخرُ بالمقدارِ نفسِه وفي الاتّجاهِ المضادِّ .

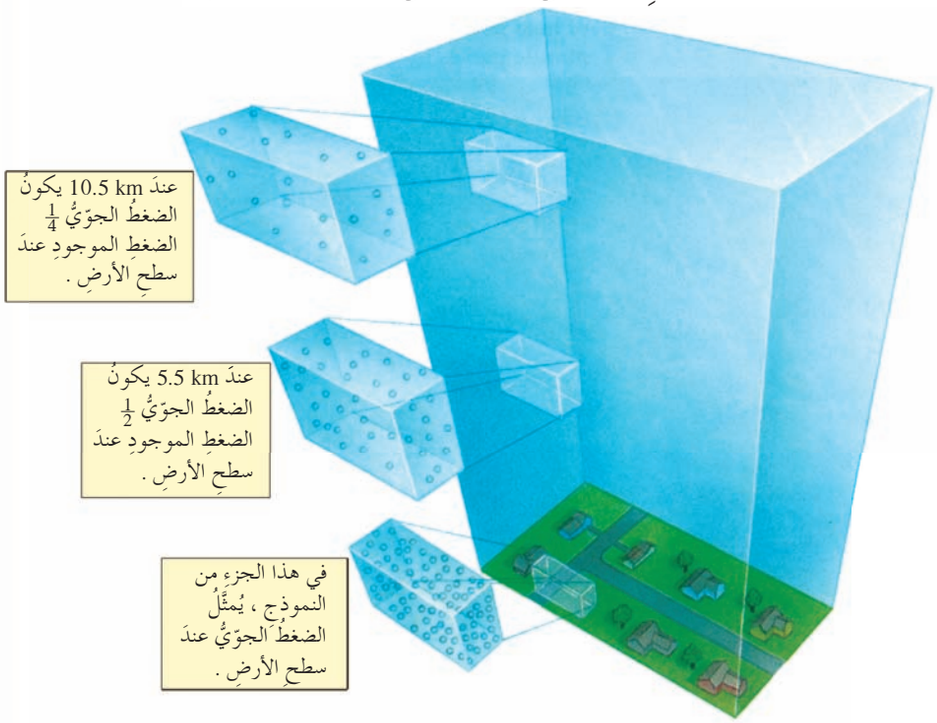
تتناسبُ كثافةُ جزيئاتِ الغازِ طرديًّا مع الضغطِ الجوّيِّ . يُوضِّحُ شكلُ (60) ماذا يحدثُ للضغطِ الجوّيِّ عندَ ارتفاعاتٍ مختلِفةٍ . عندَ الارتفاعاتِ الشاهقةِ تقلُّ كثافةُ جزيئاتِ الغازِ ومن ثمّ يقلُّ الضغطُ الجوّيُّ أيضًا .

يتأثّرُ الضغطُ الجوّيُّ بدرجةِ الحرارةِ مثلَ الكثافةِ . تُصبِحُ الجزيئاتُ في الهواءِ الدافئِ قليلةَ الكثافةِ ، وبالتالي تسبِّبُ ضغطًا جوّيًا أقلَّ . إذا بردَ الهواءُ يزدادُ كلٌّ من الكثافةِ والضغطِ الجوّيِّ .

كمّيّةُ بخارِ الماءِ في الهواءِ يُمكِنُ أن تُغيِّرَ الضغطَ الجوّيَّ . جزيئاتُ بخارِ الماءِ أصغرُ وأخفُّ من جزيئاتٍ غازيّةٍ كثيرةٍ . عندما تحلُّ جزيئاتُ الماءِ مكانَ الجزيئاتِ الأكبرِ والأعلى كثافةً يقلُّ الضغطُ الجوّيُّ .

شكلُ 60

ما علاقةُ كثافةِ الهواءِ والضغطِ الجوّيِّ بالارتفاعِ فوقَ سطحِ الأرضِ؟



الطاقةُ في الهواءِ

Energy in the Air

تقومُ حركةُ الجزيئاتِ الغازيّةِ في الهواءِ بما هو أكثرُ من تغييرِ الضغطِ الجوّيِّ . طاقةُ الجزيئاتِ الغازيّةِ تُحدِّدُ أيضًا درجةَ حرارةِ الهواءِ . تُسبِّبُ الجزيئاتُ سريعةُ الحركةِ حرارةً ترفعُ بدورِها درجةَ حرارةِ الهواءِ . عندما تفقدُ الجزيئاتُ طاقةً ، تقلُّ سرعةُ حركتِها ، ومن ثمّ تنخفضُ درجةُ حرارةِ الهواءِ . طاقةُ جزيئاتِ الغازِ في الهواءِ يُمكِنُ أن تتغيّرَ عن طريقِ عمليّاتٍ مختلِفةٍ: التوصيلِ ، الحملِ ، الإشعاعِ .

انتقالُ الحرارةِ Heat Transfer

تقومُ العديدُ من العمليّاتِ بإنقاصِ الفرقِ بينَ درجاتِ الحرارةِ عندَ سطحِ الأرضِ وعندَ الارتفاعاتِ العاليةِ في الغلافِ الجوّيِّ . التوصيلُ هو إحدى هذه العمليّاتِ التي تُبعِدُ الحرارةَ عن سطحِ الأرضِ .

نشاط

اكتشافُ الأسبابِ

فرنٌ مسخَّنٌ مسبقًا

أحضِرْ وعاءين .

1. غَطِّ السطحَ الداخليَّ لأحدِ الوعاءين بورقٍ أسودَ والآخرَ بورقٍ أبيضَ .
2. ضَعْ كلا الوعاءين في ضوءِ الشمسِ الساطعِ .
3. قِسْ درجةَ الحرارةِ بعدَ ساعةٍ . أيُّهما أعلى حرارةً؟ ولماذا؟

التوصيلُ

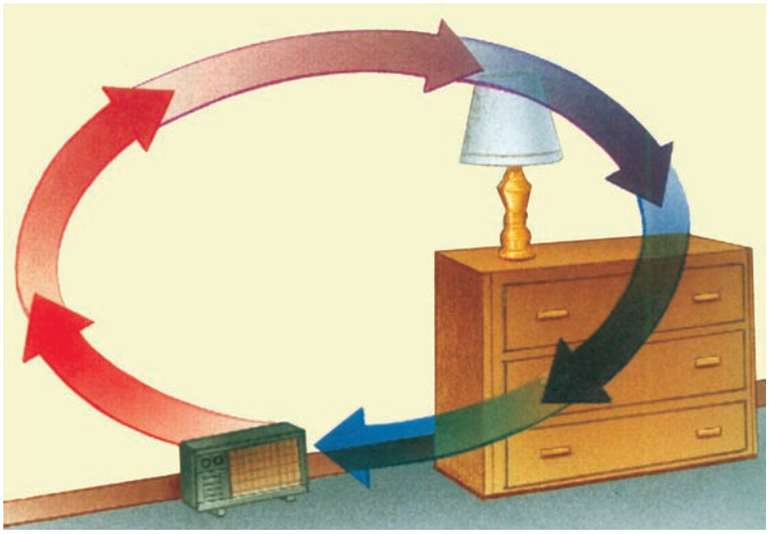
هو الانتقالُ المباشرُ للحرارةِ من جزيءٍ إلى آخرَ . الهواءُ الذي يمسُّ سطحَ الأرضِ يسخنُ عن طريقِ خاصّيّةِ التوصيلِ . انتقالُ الحرارةِ من السطحِ إلى الهواءِ ينقلُ الحرارةَ بعيدًا عن الأرضِ .

عمليّةُ الحملِ

هي عمليّةٌ تُؤدّي إلى انتقالِ الحرارةِ بعيدًا عن سطحِ الأرضِ . تيّاراتُ الحملِ في الهواءِ الساخنِ ترفعُ الهواءَ وتُبرِّدُه ليُكوِّنَ تيّاراتِ حملٍ . تُحرِّكُ تيّاراتُ الحملِ الهواءَ الساخنَ ليُدفِئَ الحجرةَ كما هو موضَّحٌ في شكلِ (61) . توجَدُ تيّاراتُ الحملِ أيضًا في هواءِ الغلافِ الجوّيِّ الذي يُحيطُ بالأرضِ . الاختلافُ في درجةِ الحرارةِ من خطِّ الاستواءِ إلى القطبين يرجعُ إلى انتقالِ الحرارةِ في الهواءِ عن طريقِ كلٍّ من التوصيلِ وتيّاراتِ الحملِ .

شكلُ 61

تتكوّنُ تيّاراتُ الحملِ في الهواءِ لتدفئةِ الحجرةِ . في أيِّ مكانٍ آخرَ في منزلِك قد تجدُ تيّاراتِ الحملِ؟



الإشعاعُ Radiation

الطاقةُ التي يُمكِنُ أن تُنقَلَ خلالَ الفراغِ تُسمّى الطاقةَ المشعّةَ أو الإشعاعَ . تستقبلُ الأرضُ طاقةَ الشمسِ عن طريقِ الإشعاعِ . تنبعثُ من الشمسِ أيضًا صورٌ أخرى من الطاقةِ المشعّةِ مثلِ الأشعّةِ فوقَ البنفسجيّةِ والضوءِ المرئيِّ .

انظرْ إلى الشكلِ (62) . ماذا يحدثُ لإشعاعِ الشمسِ عندما يتّجهُ نحوَ الأرضِ؟ يُمتَصُّ أو يُعكَسُ أكثرُ من 50% من الإشعاعِ الشمسيِّ قبلَ وصولِه إلى سطحِ الأرضِ . في الغالبِ ، تُمتَصُّ كلُّ الأشعّةِ فوقَ البنفسجيّةِ الضارّةِ . تعكسُ السحبُ إلى الفضاءِ حوالى 25% من الضوءِ المرئيِّ الذي ينتقلُ نحوَ الأرضِ .

يُمتَصُّ بعضُ الإشعاعِ الذي يصلُ إلى سطحِ الأرضِ ، وينعكسُ بعضُه الآخرُ . الطاقةُ الشمسيّةُ التي تصلُ إلى سطحِ الأرضِ يختلفُ انعكاسُها من 95% في حالةِ الجليدِ الأبيضِ النقيِّ إلَى 5% في حالةِ الطرقِ الأسفلتيّةِ . حوالى 70% من الطاقةِ الشمسيّةِ التي تصلُ إلى سطحِ الأرضِ يتمُّ امتصاصُها . هذه النسبةُ العاليةُ من الامتصاصِ تُسبِّبُ درجاتِ حرارةٍ عاليةً في المناطقِ القريبةِ من خطِّ الاستواءِ حيث تظلُّ الشمسُ ساطعةً لساعاتٍ عديدةٍ ، لذلك يتمُّ امتصاصُ معظمِ الطاقةِ الشمسيّةِ .

نشاط

علمُ الحياةِ

بحثٌ في شبكةِ المعلوماتِ

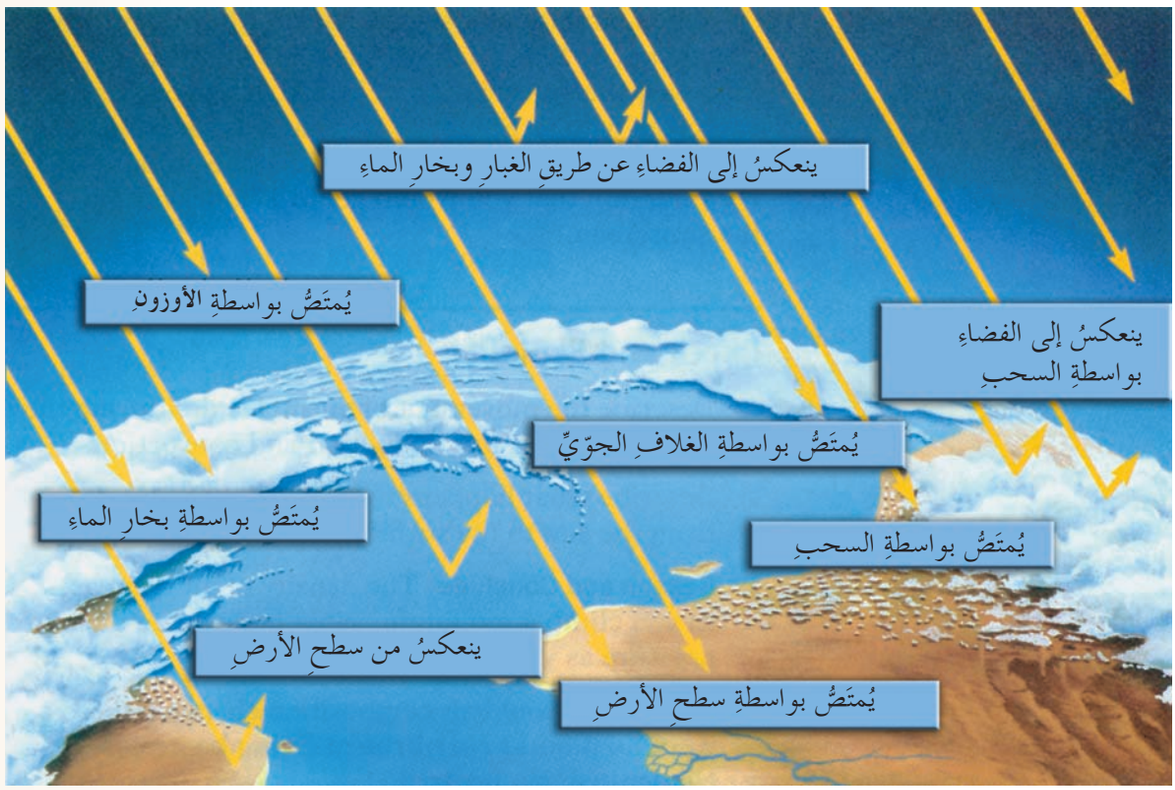
عاملُ الحمايةِ من الشمسِ (SPF)

أجرِ بحثًا عن العلاقةِ بينَ رقمِ عاملِ الحمايةِ من الشمسِ والفترةِ الزمنيّةِ اللازمةِ للحمايةِ من الشمسِ .

ما هو معدَّلُ رقمِ كريمِ الحمايةِ الذي يُمكِنُ تحمّلُه في يومٍ صيفيٍّ؟ وما هو المعدَّلُ في يومٍ شتويٍّ؟

شكلُ 62

ما الذي قد يحدثُ للطاقةِ المشعّةِ التي تتّجهُ نحوَ الأرضِ؟



أنت والعلومُ

احمِ نفسَك من الشمسِ

في أحدِ الأيّامِ الدافئةِ المشمسةِ ، قد تُمضي وقتًا بالخارجِ في الحديقةِ مثلًا أو على الشاطئِ أو في فناءِ منزلِك ، وقد يُؤدّي سطوعُ الشمسِ إلى تسخينِ ملابسِك وجلدِك . بعدَ المكوثِ في الشمسِ لفترةٍ من الوقتِ ، قد تُلاحِظُ أنّ جلدَك أصبحَ غامقًا أو أسمرَ اللونِ في الأجزاءِ المعرَّضةِ للشمسِ ، أو قد يُصبِحُ جلدُك أحمرَ أو قد يُصابُ بحروقٍ نتيجةَ تعرّضِه لأشعّةِ الشمسِ . تتأثّرُ جميعُ أنواعِ الجلدِ بالإشعاعِ القادمِ من الشمسِ . بعضُ الأشعّةِ فوقَ البنفسجيّةِ ضروريّةٌ لإنتاجِ فيتامينِ «D» الذي يُساعِدُ على نموِّ عظامِك ، ولكنّ كمّيّاتٍ كبيرةً من الأشعّةِ فوقَ البنفسجيّةِ تُعَدُّ خطيرةً على أيِّ فردٍ . التعرّضُ المكثَّفُ للأشعّةِ فوقَ البنفسجيّةِ قد يُسبِّبُ حروقًا شمسيّةً أو سرطانَ الجلدِ أو عمًى وقد تُصابُ العينُ بالمياهِ الزرقاءِ ، وقد يشيخُ الجلدُ أيضًا بسببِ التعرّضِ المستمرِّ للأشعّةِ فوقَ البنفسجيّةِ ، فالتعرّضُ لهذه الأشعّةِ قد يُخفِّضُ قدرةَ الجسمِ على مقاومةِ الأمراضِ التي قد تُصيبُ الجلدَ .

لتتجنّبَ تعرّضَ جلدِك لكمّيّاتٍ كبيرةٍ من الأشعّةِ فوقَ البنفسجيّةِ ، يُمكِنُك القيامُ ببعضِ الأشياءِ . الأشعّةُ الشمسيّةُ تكونُ أقوى ما يُمكِنُ ما بينَ 10 صباحًا والثالثةِ بعدَ الظهرِ حتّى في الأيّامِ التي يكونُ فيها الجوُّ ملبَّدًا بالغيومِ . أثناءَ منتصفِ النهارِ ، تجنَّبِ التعرّضَ للشمسِ ، والبسْ ملابسَ واقيةً أو استخدِمْ كريماتِ الوقايةِ من الشمسِ . عندما تشتري كريماتِ الوقايةِ من الشمسِ ، ابحثْ عن عاملِ الحمايةِ من الشمسِ SPF على الزجاجةِ . هذا الرقمُ يُخبِرُك إلى أيِّ مدًى يستطيعُ هذا الكريمُ حجبَ الأشعّةِ فوقَ البنفسجيّةِ . استخدامُ كريمٍ له رقمُ SPF 15 يعني أنّه يلزمُ 15 ساعةً لتستقبلَ كمّيّةَ الأشعّةِ الشمسيّةِ نفسَها التي تستقبلُها في ساعةٍ واحدةٍ من دونِ استخدامِ كريمِ الوقايةِ من الشمسِ .

أسئلة مراجعة — الدرسُ 1–1

اختبِرْ وفسِّرْ

1. **استنتِجْ:** كيفَ يتغيّرُ تركيبُ الهواءِ لو لم تكنْ هناك نباتاتٌ؟ أو بكتيريا مثبّتةُ النيتروجينِ؟ أو بكتيريا مفككةٌ للمركّباتِ النيتروجينيّةِ؟
2. **فكِّرْ واستنتِجْ:** كثافةُ الهواءِ تقلُّ كلّما تسلّقْتَ جبلًا . ماذا يحدثُ للضغطِ الجوّيِّ عندما تصعدُ إلى أعلى؟ لماذا؟
3. **صِفْ** حركةَ جزيئاتِ الهواءِ خلالَ انتقالِ الحرارةِ عن طريقِ التوصيلِ أو الحملِ .
4. **صِفْ** ماذا يحدثُ للضوءِ المرئيِّ عندما ينتقلُ من الشمسِ نحوَ سطحِ الأرضِ .

2-1 تركيبُ الغلافِ الجوّيِّ
Structure of the Atmosphere

الأهداف

في نهايةِ هذا الدرسِ يجبُ أن يكونَ الطالبُ قادرًا على أن:

- يُسمّيَ طبقاتِ الغلافِ الجوّيِّ مرتّبةً من الأقربِ إلى الأبعدِ عن سطحِ الأرضِ .
- يُفسّرَ كيف يُؤثّرُ الغلافُ الجويُّ على سطحِ الأرضِ .
- يتوقّعَ التغيّراتِ التي قد تحدثُ على الأرضِ لو لم تكنْ هناك طبقاتٌ للغلافِ الجوّيِّ .
- يُعرّفَ المصطلحاتِ الأساسيّةَ: الغلافَ الجوّيَّ .

عندما تنظرُ عاليًا إلى السماءِ في يومٍ مشمسٍ قد ترى العديدَ من السحبِ الرقيقةِ ، كالقطنِ المنفوشِ (المندوفِ) ، أو طائرةً تمرُّ خلالَ السماءِ الزرقاءِ . تبدو وكأنّك تستطيعُ أن ترى إلى ما لا نهايةٍ . في ليلةٍ صافيةٍ ترى الضوءَ القادمَ من نجومٍ كثيرةٍ يخترقُ السماءَ .

نشاط

جمعُ البياناتِ

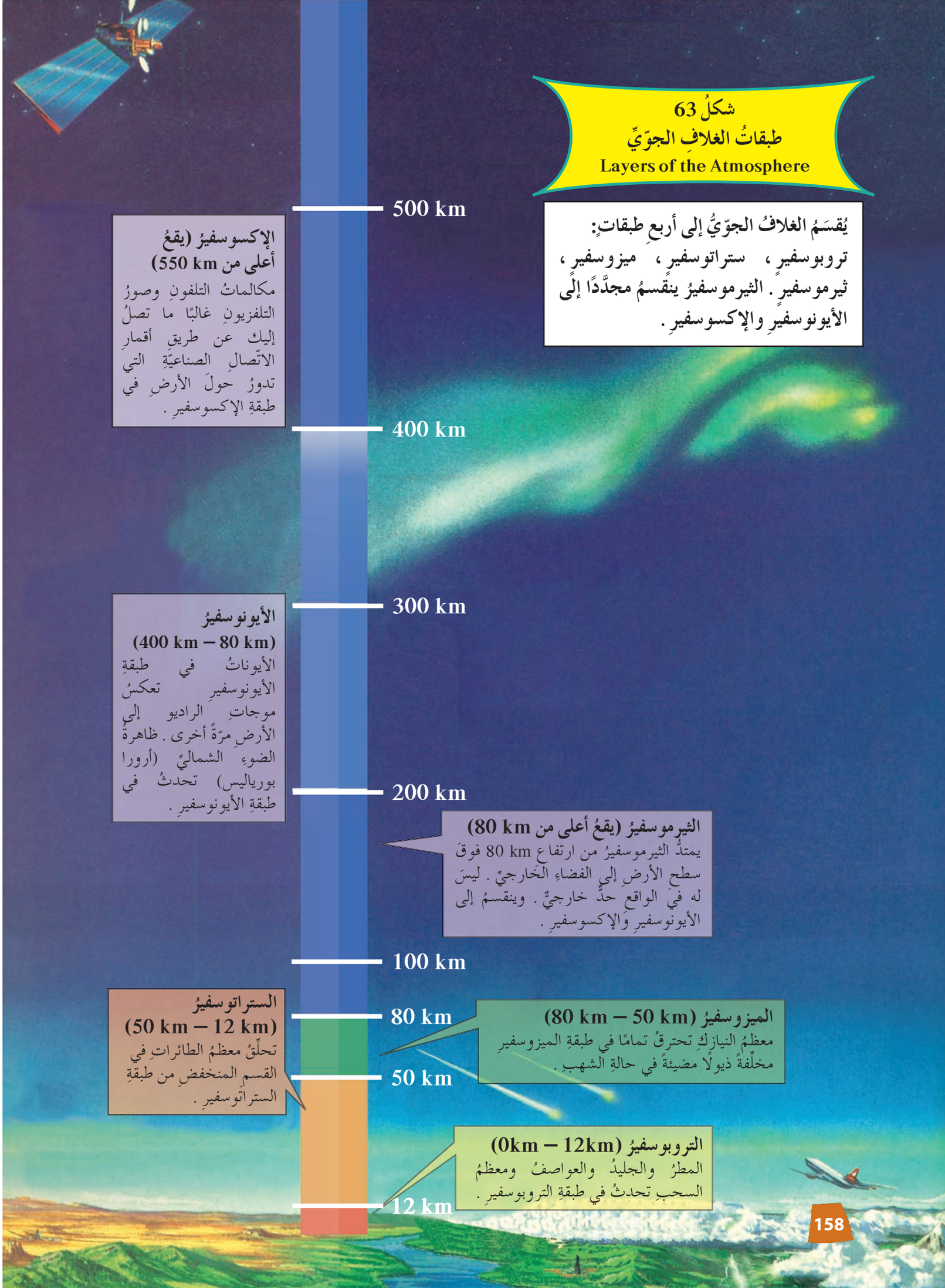
في السماءِ

ضَعْ قائمةً لكلِّ شيءٍ تراه في السماءِ ، وضُمَّ قائمتَك إلى قوائمِ زملائِك في الفصلِ . ما القاسمُ العامُّ المشترَكُ بينَ هذه القوائمِ؟

طبقاتُ الغلافِ الجوّيِّ
Atmospheric Layers

الغلافَ الجوّيَّ atmosphere هو طبقةٌ من خليطِ غازاتٍ تحيطُ بالكرةِ الأرضيّةِ مجذوبةً إليها بفعلِ الجاذبيّةِ الأرضيّةِ . يمتدُّ الغلافُ الجوّيُّ للأرضِ من سطحِ الأرضِ حتّى ارتفاعِ ما يقاربُ 1000 km . وهو يتكوّنُ من أربعِ طبقاتٍ رئيسيةٍ تتداخلُ معًا ممّا يجعلُ الفصلَ بينها شبهَ مستحيلٍ . وهذه الطبقاتُ هي:

1. **التروبوسفير Troposphere:** الطبقةُ التي يعيشُ فيها الإنسانُ ، وهي ملاصقةٌ لسطحِ الأرضِ . تحتوي على 75% من وزنِ هواءِ الغلافِ الجويِّ كلِّه ، وترتفعُ إلى مسافةِ 12 km فوقَ القطبين وإلى مسافةِ 16 km فوقَ خطِّ الاستواءِ . تقلُّ فيها درجاتُ الحرارةِ مع الارتفاعِ .
2. **الستراتوسفيرُ Strastospere:** وهي الطبقةُ التي تعلو التروبوسفيرَ وتمتدُّ من ارتفاعِ 12 Km إلى 50 Km تقريبًا فوقَ سطحِ الأرضِ . وتتميّزُ هذه الطبقةُ بخلوِّها من العواصفِ أو تقلّباتِ الطقسِ لانعدامِ بخارِ الماءِ . يبلغُ متوسّطُ درجةِ حرارتِها 40° درجةً مئويّةً تحتَ الصفرِ .
3. **الميزوسفيرُ Mesosphere:** تقعُ هذه الطبقةُ فيما وراءَ الأطرافِ العليا لطبقةِ الستراتوسفيرِ ، وتتميّزُ بارتفاعِ درجةِ حرارةِ الهواءِ في قسمِها السفليِّ ، ثمّ تنخفضُ مع الارتفاعِ إلى أعلى النهاياتِ العليا للطبقةِ .
4. **الثيرموسفيرُ Thermosphere:** في هذه الطبقةِ ترتفعُ درجةُ الحرارةِ بسرعةٍ مع الارتفاعِ لتصلَ إلى 2 000° درجةٍ مئويّةٍ . إنّ الغازاتِ في هذه الطبقةِ ليستْ كثيفةً وتتأثّرُ كثيرًا بإشعاعاتِ الشمسِ .


شكلُ 63
طبقاتُ الغلافِ الجوّيِّ
Layers of the Atmosphere
يُقسَمُ الغلافُ الجوّيُّ إلى أربعِ طبقاتٍ:
تروبوسفيرٍ ، ستراتوسفيرٍ ، ميزوسفيرٍ ، ثيرموسفيرٍ . الثيرموسفيرُ ينقسمُ مجدَّدًا إلى الأيونوسفيرِ والإكسوسفيرِ .
500 km
400 km
300 km
200 km
100 km
80 km
50 km
12 km
الإكسوسفيرُ (يقعُ أعلى من 550 km)
مكالماتُ التلفونِ وصورُ التلفزيونِ غالبًا ما تصلُ إليك عن طريقِ أقمارِ الاتّصالِ الصناعيّةِ التي تدورُ حولَ الأرضِ في طبقةِ الإكسوسفيرِ .
الأيونوسفيرُ (400 km – 80 km)
الأيوناتُ في طبقةِ الأيونوسفيرِ تعكسُ موجاتِ الراديو إلى الأرضِ مرّةً أخرى . ظاهرةُ الضوءِ الشماليِّ (أرورا بوريالِيس) تحدثُ في طبقةِ الأيونوسفيرِ .
الثيرموسفيرُ (يقعُ أعلى من 80 km)
يمتدُّ الثيرموسفيرُ من ارتفاعِ 80 km فوقَ سطحِ الأرضِ إلى الفضاءِ الخارجيِّ . ليسَ له في الواقعِ حدٌّ خارجيٌّ . وينقسمُ إلى الأيونوسفيرِ والإكسوسفيرِ .
الستراتوسفيرُ (50 km – 12 km)
تحلّقُ معظمُ الطائراتِ في القسمِ المنخفضِ من طبقةِ الستراتوسفيرِ .
الميزوسفيرُ (80 km – 50 km)
معظمُ النيازكِ تحترقُ تمامًا في طبقةِ الميزوسفيرِ مخلّفةً ذيولًا مضيئةً في حالةِ الشهبِ .
التروبوسفيرُ (0km – 12km)
المطرُ والجليدُ والعواصفُ ومعظمُ السحبِ تحدثُ في طبقةِ التروبوسفيرِ .

العلمُ والتكنولوجيا

عالٍ وواضحٌ؟

عندما تُغيِّرُ محطّةَ الراديو لتستمعَ إلى الموسيقى المفضَّلةِ لديك ، ربّما لا تُفكِّرُ في مدى بعدِ المسافةِ التي قطعتْها الإشارةُ الإذاعيّةُ حتّى تصلَ إلى جهازِ الراديو الخاصِّ بك . في أجهزةِ بثِّ موجاتِ الـ AM تنتقلُ الإشارةُ من أجهزةِ بثِّ الموجاتِ إلى طبقةِ الأيونوسفيرِ وترتدُّ راجعةً نحوَ جهازِ الاستقبالِ في الراديو . موجاتُ الـ AM وإشاراتُ الراديو الأخرى القصيرةُ الموجةِ تتردّدُ بينَ الأرضِ وطبقةِ الأيونوسفيرِ ذهابًا وإيابًا مسافةً تُقدَّرُ بآلافِ الكيلومتراتِ . أمّا موجاتُ الـ FM فإنّها لا تنعكسُ من طبقةِ الأيونوسفيرِ ، ولهذا فهي لا تقطعُ مسافاتٍ بعيدةً .

إشاراتُ الراديو مهمّةٌ لعمليّةِ الاتّصالِ بينَ روّادِ الفضاءِ والعلماءِ على الأرضِ . ولكن عندما تبدأُ سفينةُ الفضاءِ بدخولِ الغلافِ الجوّيِّ إلى الأرضِ يحدثُ قطعٌ للإشارةِ قد يدومُ من 10 إلى 15 دقيقةً . هذه المنطقةُ تُسمّى نطاقَ المنطقةِ المعتمةِ أو الميتةِ . تحدثُ المنطقةُ المعتمةُ لأنّ احتكاكَ الهواءِ بالسفينةِ يُسخِّنُ الهواءَ لدرجةِ حرارةٍ عاليةٍ تجعلُ جزيئاتِ الهواءِ تتأيّنُ . تُصبحُ سفينةُ الفضاءِ محاطةً بأيوناتٍ تمنعُ أيَّ اتّصالِ راديو بينَ الأرضِ وسفينةِ الفضاءِ .

أسئلة مراجعة — الدرسُ 1–2

اختبِرْ وفسِّرْ

1. سَمِّ طبقاتِ الغلافِ الجوّيِّ من الأقربِ إلى الأبعدِ عن سطحِ الأرضِ .
2. لماذا يُعَدُّ الغلافُ الجوّيُّ مهمًّا للحياةِ على الأرضِ؟ فسِّرْ تعليلَك .
3. **توقَّعْ:** كيف ستتغيّرُ الأرضُ لو اختفَتْ كلُّ طبقةٍ من طبقاتِ الغلافِ الجوّيِّ فجأةً؟

3-1 الغلافُ الجوّيُّ المتغيِّرُ

The Changing Atmosphere

الأهدافُ

في نهايةِ هذا الدرسِ يجبُ أن يكونَ الطالبُ قادرًا على أن:

- يصفَ الغلافَ الجوّيَّ القديمَ للأرضِ .
- يشرحَ كيف تغيّرَ الغلافُ الجوّيُّ مع الزمنِ .
- يُقارنَ الغلافَ الجوّيَّ القديمَ والغلافَ الجوّيَّ الحاليَّ .
- يتوقّعَ تأثيرَ التلوّثِ على الغلافِ الجوّيِّ .
- يُعرّفَ **المصطلحاتِ الأساسيّةَ:** الضبابَ الدخانيَّ ، ظاهرةَ الدفيئاتِ .

يتغيّرُ الجوُّ أو الغلافُ الجوّيُّ حولَك باستمرارٍ ، فأثناءَ قراءتِك هذا الكتابَ تستنشقُ الأكسجينَ وتزفرُ ثانيَ أكسيدِ الكربونِ كلَّ مرّةٍ تتنفّسُ فيها . يتحوّلُ الأكسجينُ أيضًا إلى عدّةِ صورٍ كيميائيّةٍ أخرى عن طريقِ السيّاراتِ وعرباتِ النقلِ والمصانعِ التي تحرقُ الوقودَ . إذا كانَ الغلافُ الجوّيُّ يتغيّرُ بمعدّلاتٍ ثابتةٍ ، فما هو الحالُ من ألفِ سنةٍ مضَتْ؟ من مليونِ سنةٍ مضَتْ؟

نشاط

الافتراضُ

الفقّاعاتُ المتصاعدةُ

معظمُ ثاني أكسيدِ الكربونِ الموجودِ في الغلافِ الجوّيِّ القديمِ تمَّ امتصاصُه بواسطةِ المحيطِ . إذا أصبحَتِ المحيطاتُ أدفأَ ، فهل تمتصُّ أو تُطلِقُ ثانيَ أكسيدِ الكربونِ؟ اجمعْ بياناتٍ تُساعِدُك على القيامِ بافتراضٍ . اختبِرِ افتراضَك عن طريقِ مقارنةِ كمّيّةِ ثاني أكسيدِ الكربونِ الذي تُطلِقُه المشروباتُ الغازيّةُ عندَ درجاتِ حرارةٍ مختلِفةٍ .

أصلُ الغلافِ الجوّيِّ

Origin of the Atmosphere

من 4.6 مليارِ سنةٍ مضَتْ كانَ الغلافُ الجوّيُّ متكوِّنًا على الأرجحِ من غازي الهيدروجينِ والهيليومِ . ثم معظمُ الغلافِ الجوّيِّ القديمِ (الأوّليِّ) قد تغلّبَ على الجاذبيّةِ الأرضيّةِ وأفلتَ من الأرضِ . يُحتمَلُ أن يكونَ النشاطُ البركانيُّ هو المسؤولَ عن تكوّنِ الغلافِ الجوّيِّ القديمِ . يوضّحُ شكلُ (64) كيفَ قذفَتِ البراكينُ كمّيّاتٍ كبيرةً من ثاني أكسيدِ الكربونِ وبخارِ الماءِ والنيتروجينِ . ولأنّ ثانيَ أكسيدِ الكربونِ يعملُ على تدفئةِ الغلافِ الجوّيِّ بامتصاصِ الحرارةِ المنعكسةِ من الأرضِ ، لذا فإنّ الغلافَ الجوّيَّ القديمَ كانَ دافئًا جدًّا بالمقارنةِ مع الوقتِ الحاليِّ .

شكلُ 64

من المحتمَلِ أنّ الغلافَ الجوّيَّ القديمَ تكوّنَ نتيجةَ الثورانِ البركانيِّ .

انخفاضُ معدَّلاتِ الأنشطةِ البركانيّةِ مع برودةِ الأرضِ وتكثّفِ بخارِ الماءِ ليُكوّنَ سحبًا وأنهارًا وبحيراتٍ . كما أنّ النباتاتَ البحريّةَ البدائيّةَ قامَتْ بعمليّةِ البناءِ الضوئيِّ ،ثمّ أنتجَتِ الأكسجينَ حيث تحوّلَ ثاني أكسيدِ الكربونِ إلى أكسجينٍ ، ممّا أدّى إلى اختزالِ مستوى ثاني أكسيدِ الكربونِ وهيّأَ الأرضَ لاستقبالِ الحياةِ .

نشاط

التوقّعُ

حالاتُ الغلافِ الجوّيِّ

الغلافُ الجوّيُّ دائمُ التغيّرِ . توقَّعْ كيف يختلفُ الغلافُ الجوِّيُّ بعدَ 100 عامٍ عمّا هو عليه الآن . ما الذي يُسبِّبُ هذه التغيّراتِ؟

الغلافُ الجوّيُّ الحاليُّ

The Current Atmosphere

يختلفُ الغلافُ الجوّيُّ حاليًّا عن الغلافِ الجوّيِّ القديمِ للأرضِ . انظرِ الجدولَ (5) ، كيف تُقارِنُ الغلافَ الجوّيَّ القديمَ للأرضِ بذلك الموجودِ الآن؟ حاليًّا يشكِّلُ كلٌّ من النيتروجينِ والأكسجينِ حوالى 99% من الغلافِ الجوّيِّ ، ولكنِ هناك أيضًا نسبةٌ ضئيلةٌ من غازاتٍ أخرى كثيرةٍ ، وعلى الرغمِ من قلّةِ تركيزِها ، إلّا أنّ العديدَ من هذه الغازاتِ مهمٌّ جدًّا .

• تحتاجُ النباتاتُ إلى ثاني أكسيدِ الكربونِ للقيامِ بعمليّاتِها الحيويّةِ . يمتصُّ ثاني أكسيدِ الكربونِ الإشعاعاتِ المنبعثةَ من سطحِ الأرضِ ممّا يجعلُ درجةَ حرارةِ الهواءِ ملائمةً ومريحةً . من دونِ ثاني أكسيدِ الكربونِ ، ستُصبِحُ درجةُ حرارةِ الأرضِ حوالى $-10^{\circ}C$.

• الأوزونُ غازٌ ضروريٌّ للكائناتِ ، فهو يحمي الكائناتِ من الأشعّةِ فوقَ البنفسجيّةِ الضارّةِ عن طريقِ امتصاصِ الأشعّةِ قبلَ أن تصلَ إلى سطحِ الأرضِ .

• بخارُ الماءِ ضروريٌّ للحياةِ . تعتمدُ جميعُ النباتاتِ والحيواناتِ على الماءِ للاستمرارِ في الحياةِ . يُكوِّنُ بخارُ الماءِ أيضًا السحبَ التي تُساعِدُ على ضبطِ درجةِ حرارةِ الجوِّ .

نوعُ الغازِ	الغلافُ الجوّيُّ قديمًا	الغلافُ الجوّيُّ حاليًّا
ثاني أكسيدِ الكربونِ	%92.2	%0.03
النيتروجينُ	5.1	78.1
ثاني أكسيدِ الكبريتِ	2.3	آثارٌ
كبريتيدُ الهيدروجينِ	0.2	آثارٌ
النشادرُ	0.1	آثارٌ
الميثانُ	0.1	آثارٌ
الأكسجينُ	0	20.9
الأرجونُ	0	0.9

جدولُ (5)
غازاتٌ موجودةٌ في الغلافِ الجوّيِّ القديمِ والحاليِّ .

التلوّثُ

Pollution

الضبابُ الدخانيُّ (الضبخانُ) Smog

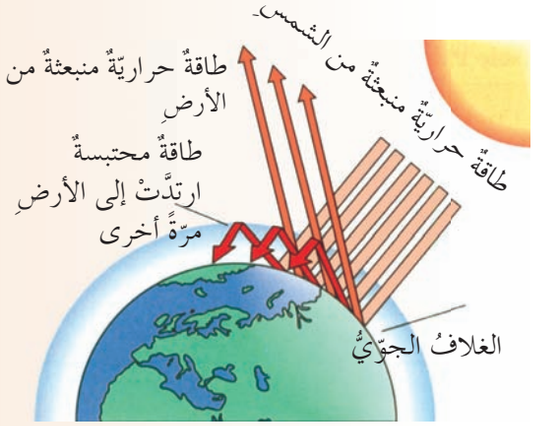
شكلُ 65
تخلقُ الصناعةُ والسيّاراتُ دخانًا فوقَ فرانكفورت في ألمانيا . من اللونِ ، عيِّنْ نوعَ الدخانِ الذي تراه فوقَ فرانكفورت .

ماذا تُلاحِظُ عن الطقسِ فوقَ المدينةِ الموضَّحةِ في شكلِ (65)؟ الضبابُ الرقيقُ haze فوقَ المدينةِ ينتجُ عن نشاطِ الإنسانِ . **إنّه نوعٌ من أنواعِ تلوّثِ الهواءِ** الذي يُسمّى **الضبابَ الدخانيَّ smog** ، **والذي يتكوّنُ نتيجةَ احتراقِ الوقودِ الأحفوريِّ ، مثلِ الجازولينِ والفحمِ.** اعتمادًا على المناخِ ونوعِ التلوّثِ الجوّيِّ في المنطقةِ ، هناكَ نوعان مختلِفان من الدخانِ يُمكِنُ أن يتكوّنا: الهواءُ الرماديُّ والهواءُ البنّيُّ .

يحدثُ الهواءُ الرماديُّ في المناخِ الأبردِ والرطبِ حيث يرتبطُ التلوّثُ بالرطوبةِ في الهواءِ ليُكوِّنَ ضبابًا رقيقًا رماديًّا .

الهواءُ البنّيُّ يُعتبَرُ من مميِّزاتِ المناطقِ الحارّةِ والجافّةِ والمشمسةِ . الملوّثاتُ في الهواءِ تتفاعلُ مع ضوءِ الشمسِ لتُكوِّنَ دخانًا بنّيًّا . يُطلَقُ على الهواءِ البنّيِّ اسمُ الضوءِ كيميائيٍّ لأنّه يحتاجُ إلى الضوءِ حتّى يتكوّنَ . كلا النوعين له أثرٌ سلبيٌّ على صحّةِ الإنسانِ ، فهما يُسبِّبان حرقةً في العيونِ وصداعًا ومشاكلَ تنفّسيّةً .

ظاهرةُ الدفيئاتِ Greenhouse Effect



شكلُ 66
تحتبسُ ظاهرةُ الدفيئاتِ الطاقةَ الشمسيّةَ ليدفأَ الغلافُ الجوّيُّ . وقد يُؤدّي تأثيرُها إلى احتباسٍ حراريٍّ عالميٍّ .

كثيرٌ من الموادِّ الموجودةِ في الغلافِ الغازيِّ تتّحدُ لتُحدِّدَ المناخَ ، هذه الموادُّ قد تغيّرَتْ بمرورِ الزمنِ ، ولكنّ النشاطَ البشريَّ الآن يجعلُها تتغيّرُ بمعدّلاتٍ سريعةٍ جدًّا .

تُطلِقُ بعضُ الأنشطةِ كمّيّاتٍ كبيرةً من ثاني أكسيدِ الكربونِ كلَّ سنةٍ ، مثلِ احتراقِ الجازولينِ في السيّاراتِ ، واحتراقِ الغاباتِ الاستوائيّةِ ، ومحطّاتِ القوى التي تعتمدُ في عملِها على احتراقِ الفحمِ . قد تزايدَتِ النسبةُ المئويّةُ لغازِ ثاني أكسيدِ الكربونِ في الهواءِ بالتدريجِ خلالَ القرنين الماضيين ، وقد يُؤدّي هذا التزايدُ إلى عمليّةٍ تُسمّى **ظاهرةَ الدفيئاتِ greenhouse effect** ، وهي عبارةٌ عن **تدفئةِ الغلافِ الجوّيِّ نتيجةَ احتباسِ الطاقةِ الحراريّةِ بواسطةِ ثاني أكسيدِ الكربونِ والغازاتِ الأخرى .**

قد تُؤدّي هذه الظاهرةُ إلى دفءِ الأرضِ ، وتُؤدّي هذه التدفئةُ إلى تغيّرِ المناخِ على مستوى العالمِ . لا نعرفُ بالتحديدِ بأيِّ معدّلٍ قد يحدثُ هذا الدفءُ ، ولكنّ ارتفاعًا في درجةِ حرارةِ الهواءِ من 1.4

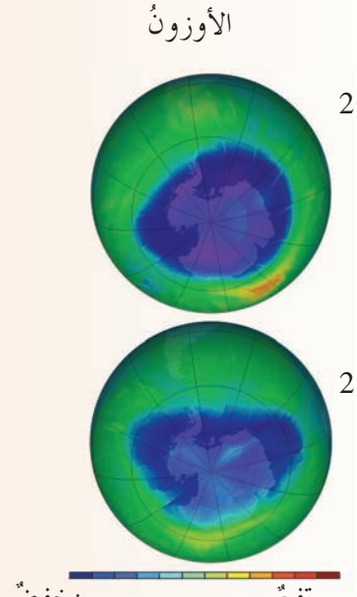
إلى 5.8 درجاتٍ مئويّةٍ بحلولِ نهايةِ القرنِ الحاليِّ أصبحَ متوقَّعًا . يُحاولُ العلماءُ الذين يدرسون المناخَ تحليلَ وتوقّعَ كيفيّةِ تأثيرِ هذه التغيّراتِ على الحياةِ على الأرضِ .

استنزافُ الأوزونِ Ozone Depletion

تذكَّرْ أنّ الأوزونَ في طبقةِ الستراتوسفيرِ يحمي الكائناتِ من الأشعّةِ فوقَ البنفسجيّةِ الضارّةِ التي تُطلِقُها الشمسُ . الأشعّةُ فوقَ البنفسجيّةِ ضروريّةٌ لتكوينِ فيتامينِ «D» في الإنسانِ ، ولكنّ التعرّضَ الزائدَ لها يُمكِنُ أن يُسبِّبَ الحروقَ الشمسيّةَ ، ضررًا في عدسةِ العينِ ، سرطانَ الجلدِ . كما أنّ الزيادةَ الكبيرةَ من الأشعّةِ فوقَ البنفسجيّةِ تُضِرُّ أيضًا بالنباتاتِ والحيواناتِ .

الموادُّ الكيميائيّةُ التي تُسمّى كلوروفلوروكربونَ تنطلقُ من أجهزةِ التكييفِ والبلاستيكِ وعلبِ الأيروسولِ ومصادرَ أخرى . هذه الموادُّ ترتفعُ إلى طبقةِ الستراتوسفيرِ وتُحطِّمُ الأوزونَ .

استنزافُ طبقةِ الأوزونِ بواسطةِ الكلوروفلوروكربونِ موضَّحٌ في شكلِ (67) . تسمحُ قلّةُ سمكِ طبقةِ الأوزونِ بوصولِ المزيدِ من الأشعّةِ فوقَ البنفسجيّةِ الضارّةِ إلى سطحِ الأرضِ . تُبذَلُ الجهودُ الآن على صعيدٍ عالميٍّ للتحكّمِ في الكلوروفلوروكربونِ وخفضِ انبعاثِه للحفاظِ على طبقةِ الأوزونِ . يُستبدَلُ الكلوروفلوروكربونُ الآن بمركّباتٍ غيرِ ضارّةٍ بالأوزونِ . تقومُ كثيرٌ من البلدانِ بحظرِ استخدامِ الكلوروفلوروكربونِ .

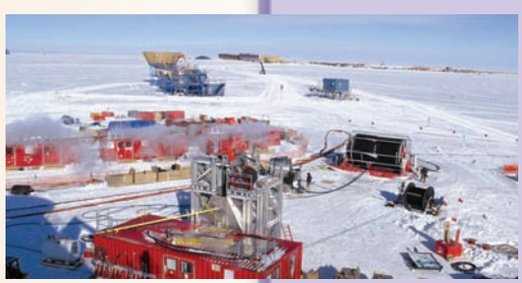


شكلُ 67
استنزافُ الأوزونِ

مفكّرةٌ تاريخيّةٌ

البحثُ عن ثقبِ الأوزونِ

تُؤكِّدُ الدراساتُ التي أُجريَتْ أخيرًا على أنّ ثقبَ الأوزونِ يُعَدُّ من أهمّ التحدّياتِ التي تُواجِهُ الباحثين في كيمياءِ الغلافِ الجوّيِّ . وقد أثبتَتِ التجاربُ التي أُجريَتْ في القطبِ الجنوبيِّ منذ العامِ 1986 أنّ القياساتِ المبدئيّةَ وضّحَتْ تآكلًا شديدًا في طبقةِ الأوزونِ فوقَ القطبِ الجنوبيِّ ، وأنّ مركّباتِ الكلوروفلوروكربونِ هي المسؤولةُ عن خفضِ كمّيّةِ الأوزونِ في طبقةِ الستراتوسفيرِ .



وقد استمرَّ العلماءُ في مراقبةِ مستوياتِ الأوزونِ فوقَ القطبِ الجنوبيِّ ، واكتشفوا أنّ مستوياتِ الأوزونِ تتغيّرُ من سنةٍ إلى أخرى . وعلى الرغمِ من ذلك ، ما زالَ الفقدانُ الشديدُ للأوزونِ يحدثُ ويتّسعُ نحوَ المناطقِ التي تقعُ عندَ خطوطِ عرضٍ أقلَّ .

1. لماذا درسَ العلماءُ الغلافَ الجوّيَّ فوقَ القطبِ الجنوبيِّ؟ وماذا اكتشفوا؟
2. **إجراءُ بحثٍ:** تُوضِّحُ الصورةُ دراساتِ الغلافِ الجوّيِّ الحاليّةَ والتي تمَّ إجراؤُها في القطبِ الجنوبيِّ . باستخدامِ المصادرِ العلميّةِ المختلفةِ ، أوجِدْ مستوياتِ الأوزونِ فوقَ القطبِ الجنوبيِّ لعدّةِ سنواتٍ مضَتْ . كيف تأثّرَتِ الكائناتُ التي تعيشُ في القطبِ الجنوبيِّ بذلك؟

العلمُ والمجتمعُ

حلولٌ لتلوّثِ الهواءِ

في اعتقادِك ، كيف سيُؤثِّرُ تلوّثُ الهواءِ على الناسِ الذين يعيشون على الأرضِ في المستقبلِ؟ يُمكِنُك أن تتخيّلَ أناسًا يلبسون أقنعةَ غازٍ لتنقيةِ الهواءِ الفاسدِ ، أو تغطيةٍ كاملةٍ للجسمِ لحمايةِ جلودِهم من الأشعّةِ فوقَ البنفسجيّةِ . تأمّلْ ألّا تُصبِحَ هذه الصورةُ المزعجةُ حقيقيّةً . يتمُّ حاليًّا اتّخاذُ خطواتٍ عديدةٍ للتحكّمِ في انبعاثِ ملوِّثاتِ الهواءِ .

وقد وضعَتِ الهيئاتُ العالميّةُ معاييرَ لكمّيّةِ الملوِّثاتِ التي يُمكِنُ السماحُ بإطلاقِها في الهواءِ ، وهذا يتطلّبُ أن تقومَ المصانعُ والسيّاراتُ بخفضِ كمّيّةِ التلوّثِ التي تنطلقُ إلى الجوِّ . تُعَدُّ ظاهرةُ استنزافِ الأوزونِ مشكلةً عالميّةً وليسَتْ محلّيّةً ، وللمساعدةِ على حمايةِ طبقةِ الأوزونِ تعاونَتْ 112 دولةً . وقد وافقَتِ البلادُ التي حضرَتِ المؤتمرَ العالميَّ لحمايةِ طبقةِ الأوزونِ على التوقّفِ عن استخدامِ مادّةِ الكلوروفلوروكربونِ اعتبارًا من العامِ 2000 ، كما تمَّ وضعُ ضوابطَ على موادَّ أخرى تُؤدّي إلى تآكلِ طبقةِ الأوزونِ .

إنّ حلَّ مشاكلِ تلوّثِ الهواءِ ليسَتْ مسؤوليّةَ الحكوماتِ وحدَها ، بل يجبُ أن يُشارِكَ في ذلك المواطنون في جميعِ البلادِ . يُمكِنُك أن تُساهِمَ في خفضِ تلوّثِ الهواءِ عن طريقِ إعادةِ تدويرِ العلبِ والزجاجاتِ بدلًا من رميِها بعيدًا . يُمكِنُك الحفاظُ على الطاقةِ في البيتِ والمدرسةِ بإغلاقِ الأجهزةِ غيرِ المستخدَمةِ وكذلك الأضواءِ غيرِ الضروريّةِ . يُمكِنُك أيضًا المساهمةُ في إنقاذِ طبقةِ الأوزونِ عن طريقِ استخدامِ المنتَجاتِ التي لا تضرُّ بها ، على سبيلِ المثالِ ، استخدامُ المنتَجاتِ الورقيّةِ بدلًا من البلاستيكِ .

نشاط

جمعُ البياناتِ

مركّباتُ الكلوروفلوروكربونِ

1. اكتبْ قائمةً عن مصادرِ مركّباتِ الكلوروفلوروكربونِ من الصفحةِ السابقةِ .
2. أجرِ بحثًا عن مصادرِ مركّباتِ الكلوروفلوروكربونِ ليومٍ واحدٍ .
3. سجِّلْ كلَّ مصدرِ مركّباتِ الكلوروفلوروكربونِ ممكنٍ قد تُلاحِظُه ، على ورقةٍ .

كم عددُ المصادرِ التي استطعْتَ أن تجمعَها في يومٍ واحدٍ؟ هل تُوضِّحُ بياناتُك أيَّ اتّجاهاتٍ للمناطقِ التي تتميّزُ بتركيزاتٍ عاليةٍ من مصادرِ مركّباتِ الكلوروفلوروكربونِ؟

أسئلة مراجعة — الدرسُ 1–3

اختبِرْ وفسِّر

1. صِفِ الغلافَ الجوّيَّ القديمَ للأرضِ .
2. ما مصدرُ النيتروجينِ وثاني أكسيدِ الكربونِ والأكسجينِ في الغلافِ الجوّيِّ القديمِ؟
3. **قارِنْ:** ارسمْ رسمًا بيانيًّا عموديًّا لتُقارِنَ الغازاتِ في الغلافِ الجوّيِّ المبكرِ بالغازاتِ الموجودةِ في الغلافِ الجوّيِّ الحاليِّ .
4. **توقَّعْ:** كيف تتأثّرُ الحياةُ بظاهرةِ الدفيئاتِ وبزيادةِ استنزافِ الأوزونِ؟

4-1 الرطوبةُ
Humidity

الأهدافُ

في نهايةِ هذا الدرسِ يجبُ أن يكونَ الطالبُ قادرًا على أن:

- **يشرحَ** مفهومَ الرطوبةِ النسبيّةِ .
- **يصفَ** كيف تُؤثِّرُ الرطوبةُ في الحياةِ .
- **يُفسِّرَ** بياناتٍ موجودةً في جدولِ الرطوبةِ النسبيّةِ .
- **يُعرِّفَ المصطلحاتِ الأساسيّةَ:** الرطوبةَ ، الرطوبةَ النسبيّةَ .

يوجَدُ الماءُ في ثلاثِ حالاتٍ: الحالةِ الصلبةِ كما في الثلجِ ، والسائلةِ كما في الماءِ ، والغازيّةِ كما في بخارِ الماءِ . تتأثّرُ كمّيّةُ الماءِ في كلِّ حالةٍ في الطبيعةِ بعدّةِ أشياءَ ، مثلِ عمقِ المحيطاتِ ، عددِ السحبِ ، محتوى الرطوبةِ في تربةِ الحديقةِ . التعرّفُ على كيفيّةِ تحوّلِ الماءِ بينَ حالاتِه الثلاثِ مهمٌّ لفهمِ الأرضِ ومناخِها .

بخارُ الماءِ في الهواءِ
Water Vapor in the Air

تذكَّرْ أنّ الماءَ يتحرّكُ في دورةٍ مستمرّةٍ على الأرضِ ، انظرْ إلى جزءٍ من هذه الدورةِ في الشكلِ (68) . يدخلُ بخارُ الماءِ في الهواءِ عندما يتبخّرُ الماءُ السائلُ من تلكَ الأماكنِ مثلَ الأجسامِ المائيّةِ أو العشبِ أو الماءِ الذي يغلي على الموقدِ في منزلِك . بخارُ الماءِ غيرُ مرئيٍّ ، ولكن يُمكِنُ ملاحظةُ أثرَ جزيئاتِ بخارِ الماءِ غيرِ المرئيِّ في كلِّ مكانٍ . عندما يحتوي الهواءُ على الكثيرِ من بخارِ الماءِ تُصبِحُ جزيئاتُ الماءِ في الهواءِ أكبرَ حجمًا . يتكثّفُ الماءُ ليُكوِّنَ قطراتٍ صغيرةً عندما يبردُ الهواءُ ، فعلى سبيلِ المثالِ ، يحتوي البخارُ المتصاعدُ من الدشِّ الساخنِ على قطراتِ ماءٍ دقيقةً .

شكلُ 68

خلالَ جزءٍ من دورةِ الماءِ ، يُضافُ بخارُ الماءِ إلى الهواءِ .

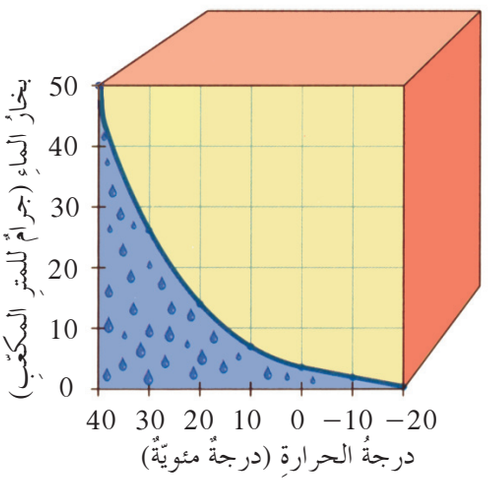
تُسمّى **كمّيّةُ بخارِ الماءِ في الهواءِ** **الرطوبةَ** **humidity** . وكمّيّةُ بخارِ الماءِ في الجوِّ محدودةٌ . تعتمدُ هذه الكمّيّةُ على درجةِ حرارةِ الهواءِ . **كمّيّةُ بخارِ الماءِ في الهواءِ مقارنةً بالكمّيّةِ الكلّيّةِ من بخارِ الماءِ الممكنِ تواجدُها في الهواءِ عندَ درجةِ حرارةٍ معيّنةٍ** يُسمّى **الرطوبةَ النسبيّةَ** **relative humidity** . يُعبَّرُ عن الرطوبةِ النسبيّةِ بالنسبِ المئويّةِ .

يصلُ الهواءُ عندَ درجاتِ حرارةٍ معيَّنةٍ إلى النقطةِ التي لا يستطيعُ عندَها تحمّلَ المزيدِ من الماءِ . عندَ هذه النقطةِ يُصبِحُ الهواءُ مشبعًا . رطوبةُ الهواءِ المشبعِ تُساوي 100% لو أنّ الرطوبةَ النسبيّةَ 50% ، فالهواءُ يحتوي على نصفِ كمّيّةِ بخارِ الماءِ فقط الذي يُمكِنُ للهواءِ أن يحويَها عندَ درجةِ الحرارةِ هذه .

تتغيّرُ الرطوبةُ النسبيّةُ تبعًا لدرجةِ الحرارةِ والضغطِ . كلّما كانَتِ الحرارةُ أدفأَ ، احتوى الهواءُ على كمّيّاتٍ أكبرَ من بخارِ الماءِ وبالتالي رطوبةٍ نسبيّةٍ أعلى . انظرْ إلى الشكلِ (69) . كم عددُ جراماتِ الماءِ التي يُمكِنُ للمترِ المكعّبِ من الهواءِ أن يحويَها عندَ 40° درجةً مئويّةً قبلَ التشبّعِ؟ كم عددُ جراماتِ الماءِ التي يُمكِنُ للمترِ المكعّبِ من الهواءِ أن يحويَها عندَ 20°− قبلَ التشبّعِ؟

شكلُ 69

تتغيّرُ كمّيّةُ الماءِ المتبخِّرِ التي يستطيعُ مكعّبٌ متريٌّ تحمّلَها مع تغيّرِ الحرارةِ .

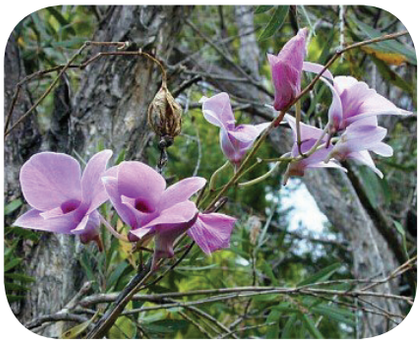


أثرُ الرطوبةِ على الحياةِ

Effects of Humidity on Life

بعضُ المناطقِ من الأرضِ جافّةٌ جدًّا نتيجةً لنقصِ نسبةِ الرطوبةِ ، في حينِ أنّ مناطقَ أخرى مثلَ منطقةِ الغاباتِ الممطرةِ الاستوائيّةِ في أمريكا الجنوبيّةِ شديدةُ الرطوبةِ . تتكيّفُ النباتاتُ والحيواناتُ في هذه المناطقِ مع اختلافِ درجاتِ الرطوبةِ .

الرطوبةُ المنخفِضةُ ضارّةٌ جدًّا بالنباتاتِ بسببِ تعرّضِ ماءِ النباتِ للتبخّرِ . بعضُ النباتاتِ الصحراويّةِ كالصبّارِ لديها غلافٌ شمعيٌّ يُغلِّفُ أشواكَها وجذعَها . هذا الغلافُ يمنعُ فقدانَ الماءِ من أنسجةِ النباتِ .



▲ في الهواءِ الرطبِ في بيئةِ الغاباتِ الممطرةِ الاستوائيّةِ ينمو الأوركيدُ بعيدًا عن الأرضِ على فروعِ وجذوعِ الأشجارِ . هذه النباتاتُ الزهريّةُ لا تجمعُ الماءَ من التربةِ إنّما تجمعُ الرطوبةَ الموجودةَ في الهواءِ من حولِها بواسطةِ جذورِها الممتدّةِ في الهواءِ الاستوائيِّ الرطبِ .

▲ طوّرَ العديدُ من الحيواناتِ قدرتَها على الاحتفاظِ بالماءِ ، ففأرُ الصحراءِ الصغيرُ يحتفظُ برطوبتِه بأن يظلَّ داخلَ الأنفاقِ خلالَ النهارِ . تحمي الأنفاقُ تحتَ الأرضِ الحيواناتِ من الشمسِ ، ودرجةُ الرطوبةِ داخلَ الأنفاقِ أعلى منها على سطحِ الأرضِ .

نشاط

القياسُ

إكسابُ المهاراتِ Skill Builder

نشاط

تعيينُ الرطوبةِ النسبيّةِ بواسطةِ مقياسِ رطوبةِ الجوِّ

لتصنعَ مقياسَ رطوبةِ الجوِّ لتعيينِ الرطوبةِ النسبيّةِ لفصلِك ، أحضِرْ: ترمومترين ، شاشَ قطنٍ ، لوحةَ كرتونٍ ، بعضَ الماءِ .

لصنعِ ترمومترٍ ذي المستودعِ المبلَّلِ ، بلِّلِ الشاشَ ولُفَّه حولَ مستودعِ أحدِ الترمومترين . للحصولِ على ترمومترٍ ذي مستودعٍ جافٍّ ، اتركِ المستودعَ جافًّا ومكشوفًا . استخدِمْ كتابًا لتضعَ عليه الترمومترين في الهواءِ كما هو موضَّحٌ في الشكلِ . حرِّكِ الهواءَ فوقَ الترمومترين بواسطةِ لوحةِ الكرتونِ .

كُنْ يقظًا حتّى لا يرتطمَ الترمومتران باللوحةِ . لاحِظْ قراءةَ درجةِ الحرارةِ في الترمومترِ ذي المستودعِ المبلَّلِ عندما تصلُ أقلَّ مستوًى لها . سجِّلْ درجةَ الحرارةِ .

1. ما أقلُّ حرارةٍ سجّلَها الترمومترُ ذو المستودعِ المبلَّلِ؟
2. ما درجةُ الحرارةِ التي سجّلَها الترمومترُ الجافُّ؟
3. اطرحْ قيمةَ درجةِ الحرارةِ المسجَّلةِ للترمومترِ المبلَّلِ من تلك التي سجّلْتَها للترمومترِ الجافِّ . سجِّلِ الفرقَ .
4. استخدِمْ جدولَ (6) للحصولِ على الرطوبةِ النسبيّةِ . ما مقدارُها؟
5. هل تعتقدُ أنّ الرطوبةَ النسبيّةَ ستكونُ نفسَها لو أخذْتَ قراءتَك بالخارجِ؟ لماذا؟ اشرحْ مع التعليلِ .

* لتحديدِ الرطوبةِ النسبيّةِ استخدِمِ الجدولَ (6) واتّبِعِ الخطواتِ التاليةَ:

- احسبِ الفرقَ بينَ قراءتَي الترمومترِ الجافِّ والترمومترِ المبلَّلِ .
- استخدِمْ هذا الفرقَ والحرارةَ المقاسةَ بالترمومترِ الجافِّ لتُحدِّدَ الرطوبةَ النسبيّةَ في الجدولِ (مثلًا إذا كانَ الفرقُ بينَ الترمومترين 4° سيليزيّةً ودرجةُ حرارةِ الميزانِ الجافِّ 14° سيليزيّةً ، فسيُبيِّنُ الجدولُ أنّ الرطوبةَ النسبيّةَ هي 60%) .

جدولُ (6)

درجةُ الحرارةِ في الترمومترِ الجافِّ	الفرقُ بينَ حرارةِ الترمومترِ الجافِّ والترمومترِ المبلَّلِ (°C)															
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
0	81	64	46	29	13											
2	84	68	52	37	22	7										
4	85	71	57	43	29	16										
6	86	73	60	48	35	24	11									
8	87	75	63	51	40	29	19	8								
10	88	77	66	55	44	34	24	15	6							
12	89	78	68	58	48	39	29	21	12							
14	90	79	70	60	51	42	34	26	18	10						
16	90	81	71	63	54	46	38	30	23	15	8					
18	91	82	73	65	57	49	41	34	27	20	14	7				
20	91	83	74	66	59	51	44	37	31	24	18	12	6			
22	92	83	76	68	61	54	47	40	34	28	22	17	11	6		
24	92	84	77	69	62	56	49	43	37	31	26	20	15	10	5	
26	92	85	78	71	64	58	51	46	40	34	29	24	19	14	10	5

أسئلة مراجعة

الدرسُ 1–4

اختبِرْ وفسِّرْ

1. ما الرطوبةُ النسبيّةُ؟ كيف تُحدَّدُ الرطوبةُ النسبيّةُ في مكانٍ ما؟
2. صِفْ كائنًا ما تعوّدَ المعيشةَ في بيئةٍ ذاتِ رطوبةٍ نسبيّةٍ منخفضةٍ وكائنًا آخرَ تعوّدَ المعيشةَ في بيئةٍ ذاتِ رطوبةٍ نسبيّةٍ عاليةٍ . فسِّرْ كيف تعايشَ كلٌّ منهما مع الرطوبةِ النسبيّةِ بطرقٍ مختلِفةٍ .

ملخّصُ المفاهيم Concept Summary

(1 – 1) غطاءٌ من الهواء

- الغازان الأكثرُ شيوعًا في الهواءِ هما النيتروجينُ والأكسجينُ .
- تحفظُ دورةُ (الأكسجينِ – ثاني أكسيدِ الكربونِ) مستوياتِ الكربونِ ثابتةً . تثبيتُ واطلاقُ (تحريرُ) النيتروجينِ في دورةِ النيتروجينِ يحفظُ مستوياتِ النيتروجينِ ثابتةً .
- كثافةُ الهواءِ هي كتلةُ الجزيئاتِ في حجمٍ معيَّنٍ من الهواءِ .
- الضغطُ الذي يبذلُه الهواءُ على مساحةٍ ما هوالضغطُ الجوّيُّ .
- التوصيلُ والحملُ ينقلان الطاقةَ الحراريّةَ خلالَ الهواءِ .

(1 – 2) تركيبُ الغلافِ الجوّيِّ

- طبقاتُ الغلافِ الجوّيِّ هي: التربوسفيرُ ، الستراتوسفيرُ ، الميزوسفيرُ ، الثيرموسفيرُ ، الإكسوسفيرُ .
- جميعُ أشكالِ الحياةِ موجودةٌ في التربوسفيرِ .

(1 – 3) الغلافُ الجوّيُّ المتغيِّر

- الهيدروجينُ والهيليومُ كوّنا الغلافَ الجوّيَّ القديمَ .
- الغازاتُ البركانيّةُ والأكسجينُ المنطلِقةُ بواسطةِ النباتاتِ البحريّةِ البدائيّةِ كوّنَتِ الغلافَ الجوّيَّ المبكرَ .
- المكوّناتُ المهمّةُ للغلافِ الجوّيِّ في الأيّامِ الحاليّةِ هي:
  ثاني أكسيدِ الكربونِ ، الأوزونُ ، بخارُ الماءِ ، الأيروسولاتُ .
  ظاهرةُ الدفيئاتِ والدخانُ وملوّثاتٌ معيّنةٌ تُؤثِّرُ في طبقاتِ الغلافِ الجوّيِّ حاليًّا .

(1 – 4) الرطوبةُ

- كمّيّةُ بخارِ الماءِ في الهواءِ تُحدِّدُ الرطوبةَ . النسبةُ المئويّةُ لبخارِ الماءِ في الهواءِ تُسمّى الرطوبةَ النسبيّةَ .
- يُمكِنُ قياسُ الرطوبةِ باستخدامِ مقياسِ رطوبةِ الجوِّ وجدولِ الرطوبةِ النسبيّةِ .

اختبِرْ مفرداتِك اللغويّةَ Check your Vocabulary

استخدِمِ المفرداتِ اللازمةَ لإكمالِ الجملِ التاليةِ حتّى تُصبحَ صحيحةً:

1. الاسمُ الذي يُطلَقُ على أنواعِ تلوّثِ الهواءِ التي تُسمّى الهواءَ البنّيَّ والرماديَّ هو ..... .
2. يُسمّى الهواءُ الذي يُحيطُ كوكبًا ما ..... .
3. كمّيّةُ بخارِ الماءِ الموجودةُ في الهواءِ هي ..... .
4. الغازُ الموجودُ في طبقةِ الستراتوسفيرِ والذي يمتصُّ الأشعّةَ فوقَ البنفسجيّةِ هو ..... .
5. التثبيتُ والاطلاقُ (التحريرُ) عبارةٌ عن جزءين من ..... .
6. طبقةُ الغلافِ الجوّيِّ التي تشملُ جميعَ أشكالِ وصورِ الحياةِ هي ..... .
7. الضغطُ الذي يبذلُه الهواءُ في مساحةٍ ما يُسمّى ..... .
8. انتقالُ الحرارةِ مباشرةً من جسمٍ إلى آخرَ يُسمّى ..... .
9. تدفئةُ الغلافِ الجوّيِّ بواسطةِ الغازاتِ التي تمتصُّ الحرارةَ تُسمّى ..... .

حدِّدِ الكلمةَ أو المصطلحَ الذي لا ينتمي إلى كلِّ مجموعةٍ ممّا يأتي وفسِّرْ لماذا:

10. التروبوسفيرُ ، الستراتوسفيرُ ، الأوزونُ .
11. البكتيريا نازعةُ النيتروجينِ ، تثبيتُ النيتروجينِ ، البناءُ الضوئيُّ .
12. الحملُ ، الضغطُ الجوّيُّ ، التوصيلُ .

اكتبْ تعبيراتِك اللغويّةَ Write your Vocabulary

اكتبْ جملًا مستخدِمًا مفرداتِ هذا الفصلِ . وضِّحْ أنّك تعرفُ ما تعنيه كلُّ كلمةٍ .

أجِبْ عمّا يأتي بجملةٍ كاملةٍ:

1. ما المصدرُ المحتمَلُ لبخارِ الماءِ في الغلافِ الجوّيِّ المبكرِ؟
2. أيُّ طبقةٍ في الغلافِ الجوّيِّ الأبعدُ عن سطحِ الأرضِ؟
3. ما أسبابُ الدخانِ؟
4. ما هي نسبةُ الطاقةِ المنطلِقةِ من الشمسِ التي تصلُ إلى سطحِ الأرضِ؟
5. فسِّرْ كيف يُؤثِّرُ الحملُ على الهواءِ .
6. ما الموادُّ الكيميائيّةُ التي كوّنَتِ الغلافَ الجوّيَّ القديمَ للأرضِ؟
7. كيف يُمكِنُ أن يُؤثِّرَ إستنزاف طبقة الأوزونُ الأوزونِ على الكائناتِ الحيّةِ التي تعيشُ على الأرضِ؟
8. اذكرِ اسمَ الغازِ الذي له النسبةُ الأكبرُ في الغلافِ الجوّيِّ .
9. أيُّهما أكثرُ كثافةً ، الهواءُ الباردُ أم الهواءُ الدافئُ؟ ولماذا؟
10. اذكرْ مثالًا لأحدِ الأيروسولاتِ .

حدِّدْ ما إذا كانتِ العبارةُ صحيحةً أم خطأً . اكتبْ صحيحةً إذا كانت صحيحةً ، وإذا كانَتْ خطأً ، غيّرِ الكلماتِ التي تحتَها خطٌّ لتُصبِحَ العبارةُ صحيحةً:

11. الهواءُ أكثرُ كثافةً عندَ قمّةِ الجبلِ منه عندَ مستوى البحرِ .
12. قد تُؤدّي ظاهرةُ الدفيئاتِ إلى الاحتباسِ الحراريِّ العالميِّ .

تحقق من فهمك

طبِّقِ المفاهيمَ التي تعلّمْتَها للإجابةِ عن كلِّ سؤالٍ.

1. **فسِّرْ** لماذا تُعتبَرُ معرفةُ الضغطِ الجوّيِّ يوميًّا أمرًا مهمًّا؟
2. **قارِنْ** بينَ انتقالِ الحرارةِ في الهواءِ بواسطةِ التوصيلِ والحملِ.
3. **استنتِجْ:** يحوي اسمُ كلِّ طبقةٍ من طبقاتِ الغلافِ الجوّيِّ المقطعَ «سفير». فسِّرْ علاقةَ هذا المقطعِ بكلِّ طبقةٍ من الغلافِ الجوّيِّ.
4. كيف سيكونُ الهواءُ في حجرةِ الدراسةِ الممتلئةِ بالطلّابِ مختلِفًا عن الهواءِ خارجَ المدرسةِ؟
5. **فسِّرْ** كيف يرتبطُ الاحتباسُ الحراريُّ بظاهرةِ الدفيئاتِ.
6. **التفكيرُ الناقدُ:** ناقِشْ كيف سيكونُ العالمُ مختلِفًا لو كانَ الغلافُ الجوّيُّ الحاليُّ مازالَ مثلَ الغلافِ الجوّيِّ القديمِ.
7. **توسَّعْ:** يحدثُ التوصيلُ في الموادِّ الصلبةِ والسوائلِ، وكذلك في الهواءِ. أعطِ مثالًا للتوصيلِ في إحدى الموادِّ الصلبةِ.
8. **تطبيقٌ:** ما زالَ تلوّثُ الهواءِ ونفاذُ الأوزونِ مشكلتين تُؤثِّران في كوكبِ الأرضِ. كيف يُمكِنُك أن تُساعِدَ على اختزالِ كمّيّةِ الملوِّثاتِ المنطلِقةِ إلى الهواءِ.

تم مهاراتك

استخدِمِ المهاراتِ التي تمَّتْ تنميتُها في هذا الفصلِ لإكمالِ كلِّ نشاطٍ.

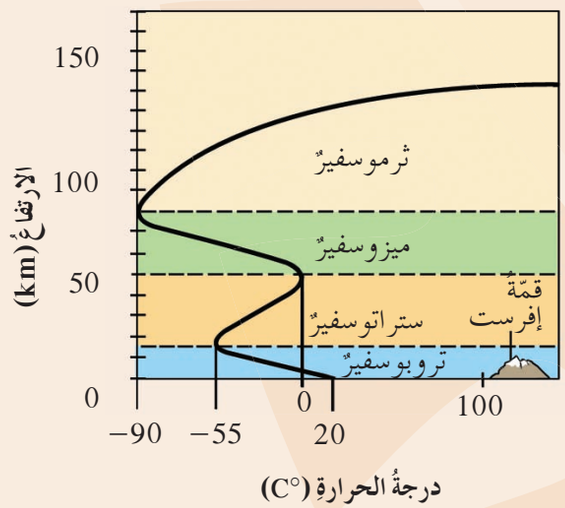
1. فسِّرِ البياناتِ Interpret Data

الشكلُ البيانيُّ التالي يُوضِّحُ درجاتِ الحرارةِ المتنوِّعةَ في بعضِ طبقاتِ الغلافِ الجوّيِّ.

(أ) أيُّ طبقةٍ درجةُ حرارتِها أعلى؟ وأيُّها الأبردُ؟

(ب) ما مدى درجةِ حرارةِ التروبوسفيرِ؟

(ج) في أيِّ طبقةٍ الفرقُ في درجةِ الحرارةِ أكبرُ؟



2. بنكُ البياناتِ Data Bank

استخدِمِ المعلوماتِ السابقةَ للإجابةِ عن الأسئلةِ التاليةِ:

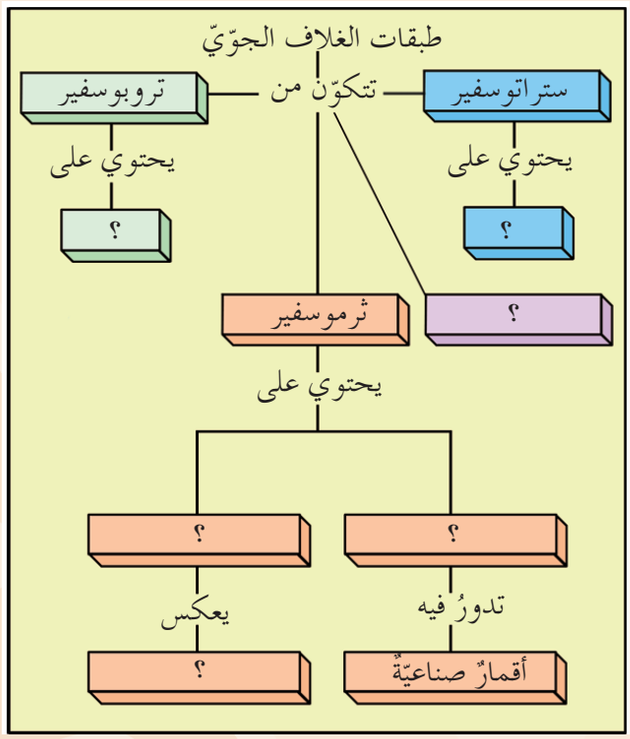
ما التأثيراتُ قريبةُ الأمدِ لأوّلِ أكسيدِ الكربونِ على صحّةِ البشرِ؟ وما بعضُ التأثيراتِ بعيدةِ الأمدِ؟

3. **السببُ والمسبِّبُ:** يُخزَّنُ الكربونُ في الخشبِ والنباتاتِ . تقومُ الأشجارُ بإزالةِ ثاني أكسيدِ الكربونِ من الهواءِ . إذا تمَّ قطعُ الأشجارِ ، فكيف قد يُؤثِّرُ ذلك على دورةِ (الأكسجينِ – ثاني أكسيدِ الكربونِ)؟ كيف يُؤثِّرُ حرقُ الأشجارِ على هذه الدورةِ؟

مهارة الاتصال

1. خريطةُ المفاهيمِ Link the Concepts

تُوضِّحُ خريطةُ المفاهيمِ التاليةُ كيف ترتبطُ بعضُ المفاهيمِ في هذا الفصلِ ببعضِها . وقد تمَّ ملءُ جزءٍ من الخريطةِ . انسخِ الخريطةَ وأكمِلْها مستخدِمًا الكلماتِ والأفكارَ الواردةَ في هذا الفصلِ .



2. العلومُ والتأليفُ الكتابيُّ Science and Writing

تخيَّلْ نفسَك موجةً من الأشعّةِ فوقَ البنفسجيّةِ . اكتبْ قصّةً عن رحلاتِك وأصدقائك من موجاتِ الأشعّةِ الأخرى من الشمسِ إلى سطحِ الأرضِ . تذكَّرْ أن تُفسِّرَ ماذا يحدثُ لأصدقائِك .

3. أنتَ والعلومُ Science and You

ابحثْ في بعضِ مصادرِ المعرفةِ عن تقاريرَ عن نوعيّةِ الهواءِ . مثِّلْ بيانيًّا التقاريرَ لمدّةِ أسبوعٍ واحدٍ . سجِّلْ أيضًا الطقسَ في كلِّ يومٍ . متى كانَتْ نوعيّةُ الهواءِ أكثرَ سوءًا ، في أيّامِ الأسبوعِ أم في نهاياتِ الأسبوعِ؟ لماذا؟ هل يُؤثِّرُ الطقسُ في نوعيّةِ الهواءِ؟

الفصلُ الثاني
الطقسُ والمناخُ
Weather and Climate

ماذا ترى في هذه الصورة؟

التُقِطَتْ هذه الصورةُ من الفضاءِ عبرَ الأقمارِ الصناعيّةِ. أرى في الصورةِ أوروبا وأفريقيا. الأشياءُ البيضاءُ الشبيهةُ بالدوّامةِ هي الغيومُ. تُشبِهُ الغيومُ في الصورةِ الدوّامةَ لأنّها جبهةٌ باردةٌ تهبُّ من جرينلاند أو من كندا.

دروسُ الفصلِ

2-1 حركةُ الهواءِ

2-2 العواصفُ

2-3 توقّعُ حالةِ الطقسِ

2-4 أسبابُ المناخِ

2-5 تصنيفُ المناخِ

1-2 حركةُ الهواءِ
Air motion

الأهدافُ

في نهايةِ هذا الدرسِ يجبُ أن يكونَ الطالبُ قادرًا على أن:

- **يُحدِّدَ** أنواعَ الكتلِ الهوائيّةِ الستِّ .
- **يُفسِّرَ** كيف تتكوّنُ الرياحُ .
- **يستنتجَ** الاختلافاتِ في الضغطِ الذي يتمُّ قياسُه باستخدامِ البارومترِ .
- **يُعرِّفَ المصطلحاتِ الأساسيّةَ:** كتلةً هوائيّةً .

كلَّ مرّةٍ تخرجُ فيها تتعرّضُ للجوِّ الخارجيِّ . هل الجوُّ الخارجيُّ هو نفسُه لا يتغيّرُ كلَّ يومٍ ، أم يختلفُ؟ غالبًا ما تتغيّرُ الظروفُ في الجوِّ الخارجيِّ . قد يكونُ حارًّا أو باردًا ، ساكنًا أو متحرّكًا ، جافًّا أو رطبًا مع أمطارٍ . حالةُ الجوِّ العامّةُ خارجَ المنزلِ في وقتٍ معيَّنٍ وفي مكانٍ معيَّنٍ تُسمّى الطقسَ . عناصرُ الطقسِ: درجةُ حرارةِ الهواءِ ، غطاءُ السحبِ ، هطولُ الأمطارِ ، الرطوبةُ ، الضغطُ الجوّيُّ ، حركةُ الهواءِ .

نشاط

التعريفُ عمليًّا

أحضِرْ مظلّةً

تخيَّلْ صديقًا من خارجِ المدينةِ جاءَ لزيارتِك وسألَك هاتفيًّا عن الطقسِ في مدينتِك . بماذا تُخبِرُ صديقَك؟ بناءً على إجابتِك ، ضَعْ لائحةً بالمتغيِّراتِ التي تصنعُ الطقسَ .

الكتلُ الهوائيّةُ
Air Masses

لماذا يتغيّرُ الطقسُ حولَك؟ إنّك غالبًا ما تقعُ في كتلةٍ هوائيّةٍ تمتدُّ إلى الغلافِ الجوّيِّ فوقَك . تتغيّرُ الكتلةُ الهوائيّةُ حولَك عدّةَ مرّاتٍ خلالَ الشهرِ الواحدِ . خصائصُ كتلةِ الهواءِ ، من أين هبَّتْ وكيف تتحرّكُ ؟ كلُّ ذلك يُؤثِّرُ في الطقسِ .

كلُّ أنواعِ الطقسِ تحدثُ داخلَ طبقةٍ سمكُها 12 000 m من الهواءِ الذي يقعُ فوقَك مباشرةً . هذه الطبقةُ والتي تُسمّى تروبوسفيرَ تسخنُ أو تبردُ نتيجةَ تلامسِها المباشرِ مع سطحِ الأرضِ .

مع تسخينِ الشمسِ لسطحِ الأرضِ تقومُ الطاقةُ الحراريّةُ بتسخينِ الهواءِ الواقعِ فوقَها . عندما تتواجدُ **الكتلةُ الهوائيّةُ air mass وهي كمّيّةٌ كبيرةٌ جدًّا من الهواءِ فوقَ أحدِ المواقعِ لعدّةِ أيّامٍ ،** تتكوّنُ كتلةٌ هوائيّةٌ ذاتُ صفاتٍ خاصّةٍ . تأخذُ الكتلةُ الهوائيّةُ درجةَ حرارةٍ ورطوبةِ الموقعِ نفسَها الذي تقعُ فيه ، فعلى سبيلِ المثالِ ، كتلةُ الهواءِ الباردةُ تتكوّنُ فوقَ مساحاتِ الأرضِ الباردةِ ، كتلةُ الهواءِ الرطبةُ تتكوّنُ حيث يستطيعُ الماءُ أن يتبخّرَ في الهواءِ ، كتلةُ الهواءِ الجافّةُ تتكوّنُ فوقَ الأسطحِ الجافّةِ .

أنواعُ الكتلِ الهوائيّةِ

Types of Air Masses

تختلفُ الكتلُ الهوائيّةُ من حيث مصدرُها ودرجةُ حرارتِها (الشكل 70) .

1. الكتلةُ الهوائيّةُ القارّيّةُ القطبيّةُ Continental Polar

تتكوّنُ الكتلُ الهوائيّةُ القاريّةُ القطبيّةُ فوقَ مساحةٍ من الأرضِ الجافّةِ والباردةِ جدًّا . في فصلِ الشتاءِ تتكوّنُ هذه الكتلُ الهوائيّةُ فوقَ كندا . بعدَ مرورِ عدّةِ أيّامٍ أو أسابيعَ قد تتحرّكُ هذه الكتلُ الهوائيّةُ متّجهةً جنوبًا . وتُشكِّلُ هذه الكتلُ هواءً نشطًا وباردًا فوقَ الولاياتِ المتّحدةِ .

2. الكتلةُ الهوائيّةُ القارّيّةُ المداريّةُ Continental Tropical

يُصبِحُ الطقسُ دافئًا وجافًّا تحتَ تأثيرِ الكتلِ الهوائيّةِ القارّيّةِ المداريّةِ . يتكوّنُ هذا النوعُ من الكتلِ الهوائيّةِ فوقَ الأراضي الجافّةِ والحارّةِ .

3. الكتلةُ الهوائيّةُ البحريّةُ القطبيّةُ Maritime Polar

تتكوّنُ الكتلُ الهوائيّةُ البحريّةُ القطبيّةُ عندما يبردُ الهواءُ فوقَ المحيطاتِ القطبيّةِ الباردةِ ويُصبِحُ رطبًا . عندما تتحرّكُ الكتلُ الهوائيّةُ البحريّةُ القطبيّةُ متنقّلةً فوقَ مساحاتٍ من الأرضِ يُصبِحُ الطقسُ باردًا ورطبًا .

4. الكتلُ الهوائيّةُ البحريّةُ المداريّةُ Maritime Tropical

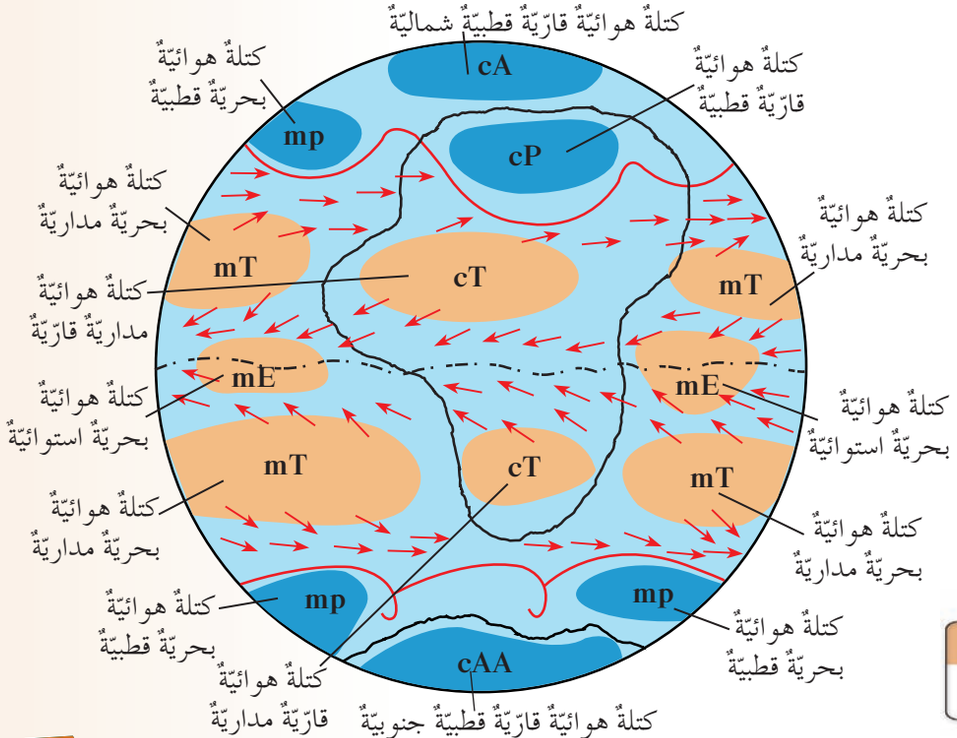
الكتلُ الهوائيّةُ البحريّةُ المداريّةُ دافئةٌ ورطبةٌ . يتشكّلُ هذا النوعُ من الكتلِ الهوائيّةِ فوقَ الأجسامِ المائيّةِ الدافئةِ . غالبًا ما تُسبِّبُ الكتلُ الهوائيّةُ البحريّةُ المداريّةُ طقسًا حارًّا ورطبًا مع هطولِ المطرِ وأحيانًا حدوثَ عواصفَ رعديّةٍ .

5. الكتلُ الهوائيّةُ الاستوائيّةُ Equatorial

تتكوّنُ الكتلُ الهوائيّةُ الاستوائيّةُ بالقربِ من خطِّ الاستواءِ . هذا النوعُ من الكتلِ الهوائيّةِ شديدُ الحرارةِ .

6. الكتلُ الهوائيّةُ القطبيّةُ الشماليّةُ Arctic

تتكوّنُ الكتلُ الهوائيّةُ القطبيّةُ الشماليّةُ بالقربِ من القطبِ الشماليِّ . هذا النوعُ من الكتلِ الهوائيّةِ شديدُ البرودةِ .



شكل 70
كتلٌ هوائيّةٌ

الضغطُ الجوّيُّ والحركةُ

Air Pressure and Movement

ينشأُ الضغطُ الجوّيُّ نتيجةَ تأثيرِ وزنِ الهواءِ ، ويعادلُ الضغطُ الجوّيُّ عندَ سطحِ البحرِ وزنَ عمودًا من الزئبقِ ارتفاعُه 76cm ، وتُعتبَرُ قيمةُ 1013.25 ميليبار أو 760 ملم زئبقيٍّ القيمةَ القياسيّةَ للضغطِ الجوّيِّ . ويُعَدُّ الضغطُ الجوّيُّ مرتفعًا إذا كانَتْ قيمتُه تفوقُ القيمةَ القياسيّةَ ، ومنخفضًا إذا كانَتْ قيمتُه تقلُّ عن القيمةِ القياسيّةَ .

تختلفُ قيمُ الضغطِ الجوّيِّ ما بينَ موقعٍ وآخرَ على سطحِ الكرةِ الأرضيّةِ تبعًا لعواملَ عديدةٍ إمّا حراريّةً أو ديناميكيّةً أو الاثنينِ معًا . لذا يُقسَمُ سطحُ الأرضِ إلى عددٍ من نطاقاتِ الضغطِ :

- حزامُ الضغطِ المرتفعِ القطبيِّ: عندَ خطوطِ العرضِ 90° .
- حزامُ الضغطِ المنخفضِ شبهِ القطبيِّ : نجدُه عندَ مستوى خطِّ عرضِ 50° و 60° .
- حزامُ الضغوطِ العليا شبهِ المداريّةِ : نجدُها عندَ مستوى خطِّ عرضِ 30° .
- حزامُ المنخفضِ الاستوائيِّ: عندَ خطِّ العرضِ 0° .

نشاط

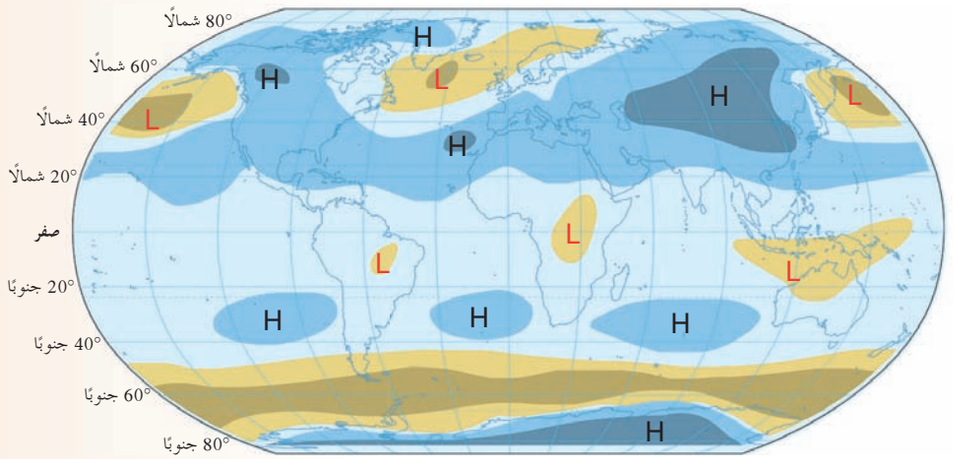
الصلةُ بالعلومِ الطبيعيّةِ

لاحِظْ وقارِنِ انسيابَ الدخانِ من شمعةٍ بعدَ إطفائِها بجوارِ شبّاكٍ مغلقٍ ، ومرّةً أخرى بجوارِ شبّاكٍ مفتوحٍ .

هل يجبُ أن ينسابَ الدخانُ بطريقةٍ مختلفةٍ عندَ تكرارِ التجربةِ في أوقاتٍ مختلفةٍ من اليومِ؟ فسِّرْ .

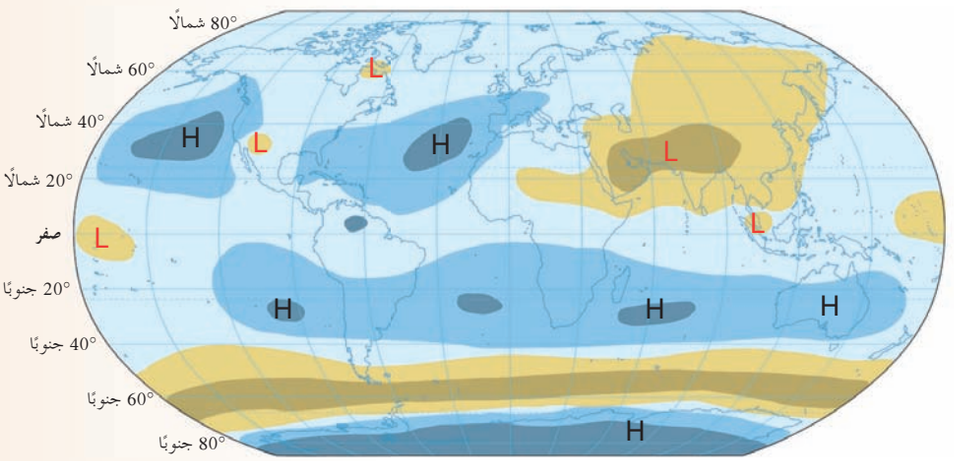
شكلُ 71
الضغطُ الجوّيُّ

الضغطُ الجوّيُّ في يناير



الضغطُ بالميليبارِ
- أعلى من 1 024
- 1 016 إلى 1 024
- 1 008 إلى 1 016
- 1 000 إلى 1 024
- دون 1 000
- H مرتفعٌ جوّيّ
- L منخفضٌ جوّيّ

الضغطُ الجوّيُّ في يوليو



الضغطُ بالميليبارِ
- أعلى من 1 024
- 1 016 إلى 1 024
- 1 008 إلى 1 016
- 1 000 إلى 1 008
- دون 1 000
- H مرتفعٌ جوّيّ
- L منخفضٌ جوّيّ

ولرسمِ خريطةٍ لمناطقِ الضغطِ المرتفعِ ومناطقِ الضغطِ المنخفضِ ، يتمُّ تحديدُ قيمِ الضغطِ الجوّيِّ السطحيّةِ المقاسةِ في توقيتٍ موحَّدٍ قربَ كلِّ محطَّةٍ ، مع الأخذِ بعينِ الاعتبارِ عمليَّةِ تعديلِ قيمِ الضغطِ الجوّيِّ الشاذّةِ ، وبعدَ ذلك تُدرَسُ القيمُ المتشابهةُ من الضغطِ ويتمُّ التوصيلُ بينها برسمِ خطوطٍ منحنيةٍ تُعرَفُ باسمِ خطوطِ تَساوي الضغطِ (خطوطِ الآيزوبارِ) ، وتتميّزُ هذه الخطوطُ بكونِها منحنيةً ولا تتقاطعُ .

ويُرمَزُ لخطوطِ الضغطِ المرتفعِ بالحرفِ (H) ولخطوطِ الضغطِ المنخفضِ بالحرفِ (L) .

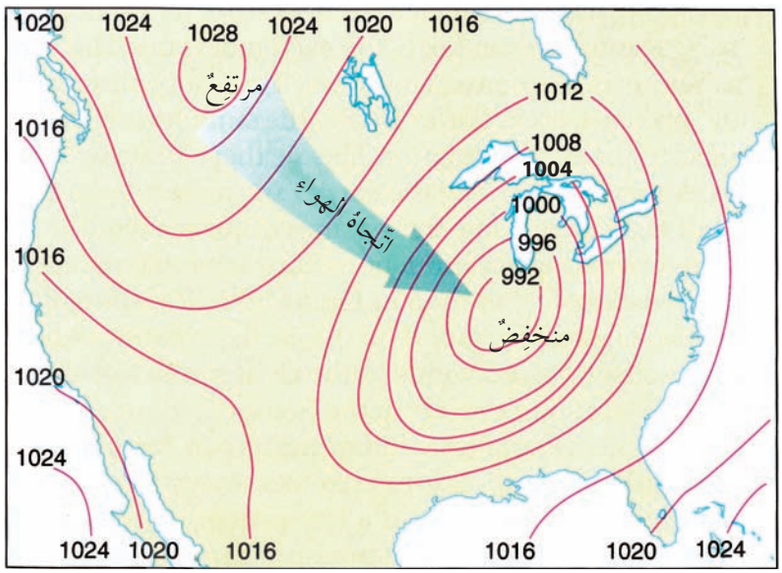
وكما أوضحْنا ، يرتبطُ اختلافُ الضغطِ الجوّيِّ بشكلٍ أساسيٍّ باختلافِ درجةِ حرارةِ الهواءِ المحيطِ ، حيث يتناسبُ الضغطُ الجوّيُّ عكسيًّا مع درجةِ حرارةِ الهواءِ . فإذا ما ارتفعَتْ درجةُ الحرارةِ ، يرتفعُ الهواءُ إلى أعلى وتقلُّ كثافتُه ، ثمّ يتناقصُ وزنُه وضغطُه . والعكسُ صحيحٌ ، فإذا انخفضَتْ درجةُ الحرارةِ ، ينضغطُ الهواءُ ويزدادُ وزنُه .

وتكونُ حركةُ الهواءِ في المرتَفعِ الجوّيِّ من الداخلِ إلى الخارجِ ، في حينِ تكونُ حركةُ الهواءِ في المنخفضِ الجوّيِّ من الخارجِ إلى الداخلِ (كما هو موضَّحٌ في خريطةِ الضغطِ الجوّيِّ) . أي بشكلٍ عامٍّ ، تكونُ حركةُ الهواءِ من القيمِ الأعلى في الضغطِ الجوّيِّ إلى القيمِ الأقلِّ.

تكوُّنُ الرياحِ

The Formation of Winds

تسبِّبُ الاختلافاتُ في الضغطِ الجوّيِّ تكوُّنَ الرياحِ . يحدِّدُ الاختلافُ في الضغطِ الجوّيِّ بين منطقةِ ضغطٍ مرتفعٍ ومنطقةِ ضغطٍ منخفضٍ قوّةَ الرياحِ ، لذلك كلّما أصبحتِ الاختلافاتُ في الضغطِ الجوّيِّ أكبرَ صارتِ الرياحُ أقوى .



يُمكِنُ الاستعانةُ بخريطةٍ لإظهارِ قراءاتٍ للبارومترِ في أماكنَ مختلِفةٍ في الوقتِ نفسِه . خطوطٌ تُسمّى خطوطَ تساوي الضغطِ الجوّيِّ تصلُ بينَ أماكنَ يتساوى فيها الضغطُ الجوّيُّ البارومتريُّ . خطوطُ تساوي الضغطِ الجوّيِّ التي تُشكِّلُ دوائرَ مقفلةً تدلُّ على أماكنَ ذاتِ ضغطٍ جوّيٍّ مرتفعٍ أو منخفضٍ . ينتقلُ الهواءُ من مناطقِ الضغطِ الجوّيِّ المرتفعِ إلى مناطقِ الضغطِ الجوّيِّ المنخفضِ .

تؤدّي أيضًا التغيّراتُ في درجةِ حرارةِ الهواءِ إلى تغيّراتٍ في الضغطِ الجوّيِّ تسبّبُ بدورِها الرياحَ . تحصلُ الاختلافاتُ في درجاتِ الحرارةِ لأنّ الشمسَ تُدفئُ الأرضَ بشكلٍ غيرِ متساوٍ . يكونُ الهواءُ الأكثرُ دفئًا أقلَّ كثافةً ، لذا يرتفعُ ، فتنتجُ عن هذا الهواءِ المرتفعِ منطقةُ ضغطٍ منخفضٍ . فمثلًا ، تكونُ حرارةُ الشمسِ عند خطِّ الاستواءِ على أشُدِّها ، فيسخنُ الهواءُ هناك ويرتفعُ . فيُسرعُ الهواءُ الموجودُ فوق سطحِ الأرضِ ليحلَّ محلَّ الهواءِ الساخنِ ، وبهذا يُصبحُ الهواءُ المتحرّكُ رياحًا سطحيّةً .

شكلُ 72

استخدامُ التوربيناتِ الهوائيّةِ لضخِّ الماءِ يُوفِّرُ الطاقةَ بمقارنتِها بالمضخّاتِ الكهربائيّةِ .

العلمُ والتكنولوجيا

طاقةُ الرياحِ

قامَ المهندسون في بعضِ المناطق على سطحِ الأرضِ التي تهبُّ عليها الرياحُ باستمرارٍ ، بتطويرِ وسائلَ لاستخدامِ هبوبِ الرياحِ المستمرِّ لتوليدِ الكهرباءِ منذ عامِ 1970 . شاهِدِ التوربيناتِ التي تعملُ بالرياحِ في شكلِ (72) . يُعتبَرُ هذا النوعُ من التوربيناتِ الهوائيّةِ أكثرَ كفاءةً من طواحينِ الهواءِ التي كانَتْ تُستخدَمُ في الماضي لضخِّ الماءِ . يُمكِنُ أن يُسخِّرَ التوربينُ الهوائيُّ الحديثُ حوالى 35% من الطاقةِ الموجودةِ في الرياحِ . يُمكِنُ لعشرين توربينًا هوائيًّا أن يُولِّدوا كهرباءَ تكفي لإمدادِ قريةٍ كاملةٍ بالطاقةِ الكهربائيّةِ .

تكمنُ صعوبةُ استغلالِ طاقةِ الرياحِ في إيجادِ المكانِ المناسبِ الذي يتميّزُ برياحٍ قويّةٍ مستمرّةٍ وثابتةٍ . التوربينُ الهوائيُّ يتطلّبُ رياحًا مستمرّةً ومنتظِمةً بسرعةٍ لا تقلُّ عن 20 كم/ساعةٍ ليعملَ بكفاءةٍ . يقضي علماءُ الأرصادِ والمهندسون سنواتٍ في البحثِ عن الموقعِ قبلَ تركيبِ التوربينِ الهوائيِّ .

يُساعِدُ استخدامُ طاقةِ الرياحِ على خفضِ معدَّلاتِ التلوّثِ ويُوفِّرُ في امداداتِ الوقودِ الاحفوريِّ . غيرَ أنّها لا يُمكِنُ أن تَستبدِلَ الوقودَ الاحفوريَّ كلّيًّا في محطّاتِ توليدِ الطاقةِ الكهربائيّةِ ، وذلك لأنّه يجبُ أن يكونَ هناك نظامٌ يعملُ بالوقودِ الاحفوريِّ يُمكِنُ استخدامُه حينَ يتوقّفُ هبوبُ الرياحِ . أيضًا ، هناك بعضُ المناطقِ غيرِ المناسِبةِ لاستخدامِ طاقةِ الرياحِ نظرًا لقربِها من المدنِ .

أسئلة مراجعة — الدرسُ 2–1

اختبِرْ وفسِّر

1. ما المقصودُ بالكتلةِ الهوائيّةِ؟ وكيف تكتسبُ صفاتِها؟
2. **استنتِجْ:** في اعتقادِك ، هل سيُعطي البارومترُ قراءةً منخفضةً أو عاليةً في اليومِ الحارِّ . فسِّرْ لماذا .

2-2 العواصفُ

Storms

الأهدافُ

في نهايةِ هذا الدرسِ يجبُ أن يكونَ الطالبُ قادرًا على أن:

- **يتعرّفَ** الأنواعَ الثلاثةَ الرئيسيّةَ للعواصفِ .
- **يصفَ** حركةَ الهواءِ التي تُنتِجُ العواصفَ .
- **يصفَ** مراحلَ تكوُّنِ العاصفةِ الرعديّةِ .
- **يصفَ** العواصفَ التي تحدثُ في منطقتِه .

نشاط

استنتاجٌ

ريحٌ ضعيفٌ

فكِّرْ في بالونٍ مملوءٍ بالهواءِ . عندَ فتحِ عنقِ البالونِ يندفعُ الهواءُ خارجًا .

اشرحْ أيَّ نوعٍ من الفرقِ في الضغطِ يُسبِّبُ حدوثَ ذلك .

فكِّرْ في ما يحدثُ عندما ترى وميضًا من البرقِ عن بعدٍ . تسمعُ الرعدَ ، تهبُّ الرياحُ ، وتمطرُ السماءُ بشدّةٍ . إنّك تشهدُ عاصفةً . والعاصفةُ هي ظاهرةٌ جوّيّةٌ ترتبطُ بحركةٍ سريعةٍ للرياحِ التي تحملُ معها عادةً الأمطارَ أو الثلوجَ أو الرمالَ .

يُقدِّرُ العلماءُ أنّ حوالى 2000 عاصفةٍ رعديّةٍ تحدثُ كلَّ ساعةٍ في مكانٍ ما على الأرضِ . العاصفةُ الرعديّةُ هي احدى أنواعِ العواصفِ . لو كنْتَ تعيشُ في منطقةٍ ساحليّةٍ قد تتعرّضُ لأعاصيرَ استوائيّةٍ . تحدثُ العواصفُ الجليديّةُ الشتويّةُ في مناطقَ عديدةٍ . كلُّ نوعٍ من العواصفِ يُسبِّبُ طقسًا مختلِفًا . قد تكونُ العواصفُ صغيرةً ومحدودةً ، أو قد تحدثُ على نطاقٍ واسعٍ في منطقةٍ كبيرةٍ . يتكوّنُ كلُّ نوعٍ أيضًا من العواصفِ في فصولٍ مختلِفةٍ من العامِ أو في مناطقَ جغرافيّةٍ مختلِفةٍ .

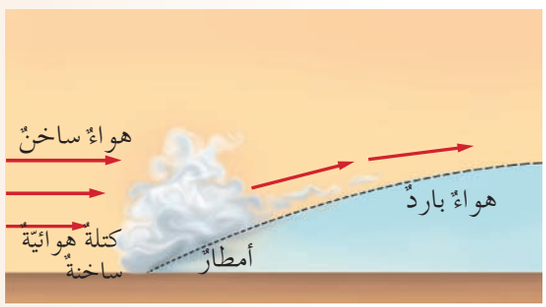
شكلُ 73

هل العواصفُ الرعديّةُ شائعةٌ في المكانِ الذي تعيشُ فيه؟

تكوُّنُ العواصفِ

Characteristics of Storms

غالبًا ما ترافقُ العواصفُ مع جبهاتٍ هوائيّةٍ وضغطٍ جوّيٍّ منخفضٍ . عندما تتحرّكُ كتلةٌ هوائيّةٌ باردةٌ نحو كتلةٍ هوائيّةٍ دافئةٍ ، تتشكّلُ جبهةٌ هوائيّةٌ باردةٌ . يرتفعُ الهواءُ الساخنُ ويبردُ ، ويتكثّفُ بخارُ الماءِ الذي فيه ، فتتشكّلُ السحبُ التي بدورِها تولّدُ الأمطارُ . على سبيل المثالِ ، إنّ الهواءَ الذي يرتفعُ عندما يُدفَعُ به فوق جبلٍ ما قد يتسبّبُ بحدوثِ عاصفةٍ محليّةٍ ممطرةٍ .



عندما تزيدُ سرعةُ الرياحِ عن 119 Km/hr ، تتكوَّنُ الأعاصيرُ التي تنشأُ فوقَ مياهِ محيطاتِ المناطقِ المداريّةِ الدافئةِ التي تقعُ بين خطّي عرضِ 5–20 شمالَ خطِّ الإستواءِ وجنوبِه . وتدورُ الأعاصيرُ في نصفِ الكرةِ الشماليِّ عكسَ اتّجاهِ عقاربِ الساعةِ ، في حينِ تدورُ مع عقاربِ الساعةِ في نصفِها الجنوبيِّ .

العواصفُ الرعديّةُ

Thunderstorms

تتكوّنُ العاصفةُ الرعديّةُ عندَ تحرّكِ كتلِ الهواءِ الرطبِ الدافئِ إلى أعلى بسرعةٍ . ادرسِ العاصفةَ الرعديّةَ الموضّحةَ في شكلِ (74) . الهواءُ الذي تمَّ تسخينُه نتيجةَ ملامستِه للأرضِ يرتفعُ إلى أعلى حتّى يصلَ إلى الارتفاعِ الذي تُفقَدُ فيه مقدرتُه على الارتفاعِ . قد يتوقّفُ الهواءُ عن الصعودِ أو قد يأخذُ في الهبوطِ إذا بردَ بدرجةٍ كافيةٍ . سوف يتكثّفُ بخارُ الماءِ الموجودُ في الهواءِ ليُكوِّنَ سحابةً .

قد تستمرُّ السحابةُ في الصعودِ لأنّها ما زالَتْ أدفأَ من الهواءِ حولَها . يبدأُ بخارُ الماءِ المتكثِّفِ في السحابةِ بتكوينِ قطراتٍ مائيّةٍ معلّقةٍ في الهواءِ الآخذِ في الارتفاعِ ، وتزدادُ القطراتُ في الحجمِ رويدًا رويدًا إلى أن تصلَ إلى الحجمِ الذي يسمحُ لها أن تسقطَ من السحابةِ في صورةِ مطرٍ .

عندما يرتفعُ الهواءُ الدافئُ الرطبُ بسرعةٍ ، تتكوّنُ سحابةٌ ضخمةٌ كالبرجِ . كلُّ دفعةٍ من الهواءِ الرطبِ الدافئِ تُضيفُ مكوّناتٍ جديدةً للسحابةِ ومن ثمّ تكبرُ في الحجمِ . تُسمّى السحابةُ الركاميّةُ أحيانًا سحابةً رعديّةً قد تصلُ من 5 إلى 8 كيلومتراتٍ في العرضِ وأكثرَ من 10 كيلومتراتٍ في الارتفاعِ .

عندَ ارتفاعٍ حوالى 5 كيلومتراتٍ داخلَ السحابةِ تصلُ درجةُ الحرارةِ إلى ما دونِ درجةِ التجمّدِ ، حيث تتكوّنُ بعضُ بلّوراتِ الثلجِ الدقيقةِ . مع تصادمِ هذه البلّوراتِ تنفصلُ أجزاءٌ موجَبةُ الشحنةِ وأخرى سالبةُ الشحنةِ . تُحمَلُ الجزيئاتُ الصغيرةُ موجَبةُ الشحنةِ مع الهواءِ المتصاعدِ إلى أعلى ، أمّا الجزيئاتُ الكبيرةُ سالبةُ الشحنةِ فإنّها تتراكمُ في قاعِ السحابةِ .

يحدثُ البرقُ عندما يتمُّ تفريغُ فرقِ الشحنةِ فجأةً كشرارةٍ كهربائيّةٍ . يُولِّدُ وميضُ البرقِ حرارةً غيرَ عاديّةٍ ممّا يجعلُ الهواءَ يتمدّدُ بسرعةٍ محدِثًا صوتًا عاليًا يُسمّى الرعدَ .

شكلُ 74
داخلَ العاصفةِ الرعديّةِ

العلمُ والتكنولوجيا

تحذيراتُ العواصفِ

في ديسمبرَ سنةَ 1934 وسنةَ 1954 تعرّضَتْ دولةَ الكويتِ لعواصفِ أمطارٍ كبيرةٍ سُمِّيَتْ الهدّامةَ الأولى 1934 والهدّامةَ الثانيةَ 1954 ، حيث تعرّضَتِ البلادُ إلى أمطارٍ غزيرةٍ أدَّتْ إلى هدمِ العديدِ من المنازلِ التي كانَتْ معظمُها من طينٍ ، وغرقَتِ الطرقُ التي لم تكنْ مجهَّزةً بمجاري الصرفِ . وعامَ 1997 أغرقَتْ أمطارٌ غزيرةٌ معظمَ المناطقِ في دولةِ الكويتِ وتسبّبَتْ في وفاةِ عدّةِ أشخاصٍ ، وانهارَتْ بعضُ البيوتِ في بعض المناطقِ . كما ضربَتْ دولةَ الكويتِ عواصفُ رمليّةٌ منها في 11 مارسَ 2009 مسبّبةً انعدامًا في الرؤيةِ وهلاكًا للمزروعاتِ بالإضافةِ إلى تلوّثِ الجوِّ وتعطّلِ حركةِ النقلِ البرّيِّ والبحريِّ والجوّيِّ .

عندما تُصدِرُ الهيئةُ العامّةُ للأرصادِ الجوّيّةِ تحذيرًا بالعاصفةِ ، يشتملُ هذا التحذيرُ على توجيهاتٍ عن كيفيّةِ التصرّفِ . لو صدرَ تحذيرُ العاصفةِ لا بدَّ وأن تتّخذَ إجراءً مباشرًا لحمايةِ نفسِك وحمايةِ الآخرين . في حالةِ الإعصارِ اذهبْ إلى أيِّ طابقٍ سفليٍّ ، وابتعِدْ عن الشبابيكِ . في حالةِ العواصفِ الرعديّةِ القاسيةِ ، اتّخِذْ ملجأً في المبنى لتتجنّبَ البرقَ والرياحَ القويّةَ . لو صدرَ تحذيرٌ بفيضانٍ أو عاصفةٍ بحريّةٍ ، اتّخِذْ ملجأً في أرضٍ عاليةٍ . في حالةِ العواصفِ الثلجيّةِ والعواصفِ الرمليّةِ ، امكثْ داخلَ البيتِ واجعلِ البطّانيّاتِ والكشّافاتِ اليدويّةَ في متناولِ يدِك في حالةِ انقطاعِ الكهرباءِ .

شكلُ 75

بمراقبةِ الإعصارِ مسبَقًا قبلَ وصولِه إلى الشاطئ ، يستطيعُ الناسُ محاولةَ حمايةِ أعمالِهم ومنازلِهم من الدمارِ .

أسئلة مراجعة — الدرسُ 2–2

اختبِرْ وفسِّر

1. أُذكرْ نوعًا واحدًا من أنواعِ العواصفِ الرئيسيّةِ؟ اكتبْ وصفًا مختصَرًا له .
2. كيف تستطيعُ حركةُ الهواءِ إنتاجَ عاصفةٍ رعديّةٍ؟ لماذا يحدثُ كلٌّ من البرقِ والرعدِ؟
3. صِفْ اثنتين أو أكثرَ من العواصفِ المثيرةِ التي حدثَتْ في المنطقةِ التي تعيشُ فيها .

3-2 توقّعُ حالةِ الطقسِ

Weather Forecast

الأهدافُ

في نهايةِ هذا الدرسِ يجبُ أن يكونَ الطالبُ قادرًا على أن:

- **يصفَ** كيف تبدو ظروفُ الطقسِ المختلِفةُ على خريطةِ الطقسِ .
- **يُناقِشَ** كيف يتوقّعُ علماءُ الطقسِ حالةَ الطقسِ .
- **يُقارِنَ ويُباينَ** مصادرَ البياناتِ حولَ أحوالِ الطقسِ .
- **يجمعَ البياناتِ** عن طريقِ ملاحظةِ ظروفِ الطقسِ .

نشاط

استنتاجٌ

توقّعِ الطقسَ

عندما تنظرُ من نافذتِك في الصباحِ هل يُمكِنُك أن تُقرِّرَ ما سيكونُ عليه الطقسُ؟ ما الملاحظاتُ التي تقومُ بها؟ ما الاستنتاجاتُ التي تستخلصُها من كلِّ ملاحظةٍ؟

عندما تنظرُ إلى الخارجِ في الصباحِ تُقرِّرُ أنّ الطقسَ سيكونُ دافئًا ومشمسًا . أنت تقومُ بتوقّعِ حالةِ الطقسِ بنفسِك ، وتبني توقّعَك على أساسِ ملاحظاتِك وخبرتِك الماضيةِ . توقّعُ حالةِ الطقسِ مهمٌّ جدًّا بالنسبةِ إلى العديدِ من الناسِ ، على سبيلِ المثالِ ، يحتاجُ المزارعون إلى معرفةِ إن كانَ الطقسُ سيكونُ ملائمًا لزراعةِ المحاصيلِ أو حصدِها .

حالاتُ الطقسِ

Weather Forecast

للقيامِ بإعدادِ نشرةِ التوقّعِ بحالةِ الطقسِ التي تراها في التلفزيون أو تقرأُها في الصحفِ ، يقومُ علماءُ الطقسِ بجمعِ البياناتِ عن حالاتِ الطقسِ الحاليِّ على منطقةٍ واسعةٍ . هذه البياناتُ عن درجةِ الحرارةِ وعن معدَّلِ المطرِ والضغطِ الجوّيِّ والرياحِ تُخبِرُ علماءَ الطقسِ عن مواقعَ الضغطِ المرتفعِ والمنخفضِ . من خلالِ ملاحظةِ التغيّراتِ في الكتلِ الهوائيّةِ ، يستطيعُ علماءُ الطقسِ تصوّرَ مدى سرعةِ تحرّكِها واتّجاهاتِها ، ويستطيعون أيضًا توقّعَ أين ستكونُ الكتلُ الهوائيّةُ في المستقبلِ . بناءً على معرفتِهم بنوعِ الطقسِ الناتجِ عن الكتلِ الهوائيّةِ المختلِفةِ ، يستطيعُ العلماءُ توقّعَ الطقسِ السائدِ في مناطقَ مختلِفةٍ .

للقيامِ بتوقّعِ حالةِ الطقسِ يومًا أو يومين مقدَّمًا ، يتطلّبُ هذا الكثيرَ من التخمينِ . يقومُ علماءُ الطقسِ بتحسينِ دقّةِ التخمينِ طويلِ الأجلِ ، ولكن عن طريقِ استخدامِ النماذجِ المصنوعةِ على الحواسيبِ . تستطيعُ الحواسيبُ فائقةُ السرعةِ أن تقومَ بتوقّعٍ بناءً على معرفةِ معلوماتٍ كثيرةٍ جدًّا من بياناتِ الطقسِ .

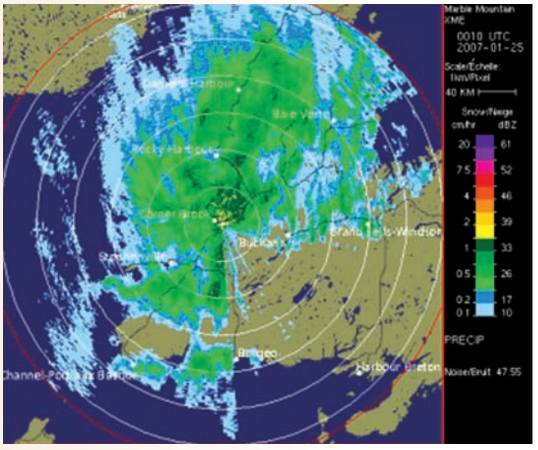
مصادرُ بياناتِ الطقسِ

Sources of Weather Data

يعتمدُ التوقّعُ الجيّدُ بحالةِ الطقسِ على البياناتِ التي تصفُ الظروفَ في الغلافِ الجوّيِّ . هناك أربعةُ مصادرَ رئيسيّةٍ للبياناتِ الخاصّةِ بالغلافِ الجوّيِّ . ادرسِ الأمثلةَ الموجودةَ في هذه الصفحةِ .

الأقمارُ الصناعيّةُ الخاصّةُ بالطقسِ ◄

الأقمارُ الصناعيّةُ الخاصّةُ بالطقسِ متمركزةٌ عندَ نقاطٍ عديدةٍ فوقَ الأرضِ . تقومُ الأقمارُ بإرسالِ صورٍ إلى المحطّاتِ الأرضيّةِ عن تحرّكاتِ السحبِ . تقومُ الأقمارُ أيضًا بجمعِ البياناتِ عن درجةِ حرارةِ السحبِ ، والرطوبةِ ودرجةِ الحرارةِ السطحيّةِ للأرضِ والمحيطاتِ .



رادارُ الطقسِ ◄

يقومُ رادارُ الطقسِ بمراقبةِ الطقسِ حولَ محطّاتِ قياسِ الطقسِ . يقومُ الرادارُ بإرسالِ إشاراتِ الراديو التي تنعكسُ من المطرِ والجليدِ . يُوضّحُ الرادارُ أيضًا أينَ تتمركزُ العواصفُ وفي أيِّ اتّجاهٍ تتحرّكُ . تظهرُ كمّيّاتُ هطولِ المطرِ على خرائطِ الرادارِ بألوانٍ مختلفةٍ .

محطّاتُ الطقسِ ▲

هناك محطّاتُ طقسٍ كبيرةٌ وصغيرةٌ متمركزةٌ حولَ العالَمِ . تُزوّدُنا هذه المحطّاتُ ببياناتٍ عن درجةِ الحرارةِ ، الرطوبةِ ، الرياحِ ، السحبِ ، معدّلِ هطولِ الأمطارِ . تُرسَلُ هذه البياناتُ كلَّ ساعةٍ . تُرسَمُ البياناتُ التي تُرسِلُها المحطّاتُ على خرائطِ الطقسِ وتُستخدَمُ في توقّعِ حالةِ الطقسِ .

بالوناتُ الطقسِ ◄

بالوناتُ الطقسِ المملوءةُ بالهيليومِ والمرتفعةُ في الغلافِ الجوّيِّ تبثُّ بياناتٍ عن درجةِ الحرارةِ ، الضغطِ ، الرطوبةِ . تتّبعُ المحطّاتُ الأرضيّةُ حركةَ البالونِ لتُحدّدَ الرياحَ وظروفَ الطقسِ عندَ ارتفاعِ 5500 مترٍ . فالرياحُ عندَ هذا الارتفاعِ ، على سبيلِ المثالِ ، تؤثّرُ في الاتّجاهِ الذي سوف تتحرّكُ فيه العاصفةُ .

محطّةُ الأرصادِ الجوّيّةِ

The National Weather Service

تقومُ محطّةُ الأرصادِ الجوّيّةِ في كثيرٍ من دولِ العالمِ ببثِّ توقّعِ حالةِ الطقسِ للسكّانِ ، حيث تقومُ بعملِ ملايينِ الملاحظاتِ عن حالاتِ الطقسِ سنويًّا ، كما تستقبلُ بياناتٍ عالميّةً عن الطقسِ من الدولِ حولَ العالمِ .

تُستخدَمُ معلوماتُ وتوقّعاتُ حالاتِ الطقسِ التي تُصدِرُها محطّاتُ الأرصادِ الجوّيّةِ في عدّةِ أغراضٍ .

يستخدمُ مذيعو الطقسِ في التلفزيونِ البياناتِ لإعدادِ توقّعاتِهم الخاصّةِ . تُراقِبُ خطوطُ الطيرانِ وشركاتُ الشحنِ الطقسَ وتوقّعاتِ حالاتِ الطقسِ حتّى يتسنّى للمسافرين والشحناتِ المنقولةِ أن تصلَ بسلامٍ .

تُراقِبُ شركاتُ البناءِ والتشييدِ ، وشركاتُ الطاقةِ الكهربائيّةِ ومؤسّساتُ الطرقِ السريعةِ الطقسَ عن كثبٍ حتّى يتسنّى لها إعدادَ جداولِ العملِ .

نشاط

مقارنةٌ

تنبّؤُ طقسِ الغدِ

اجمعْ تقاريرَ الطقسِ كلَّ يومٍ لمدّةِ 3 أيّامٍ . ارسمْ شكلًا بيانيًّا عن بياناتِ منطقتِك ، ولأقربِ مدينتين أو ثلاثٍ . توقّعِ الطقسَ لليومِ المقبلِ بناءً على البياناتِ التي جمعْتَها .

قارِنْ إلى أيِّ مدًى يتطابقُ توقّعُك مع التوقّعِ الرسميِّ وحالاتِ الطقسِ الفعليّةِ؟ كيف يُمكِنُك تحسينُ دقّةِ توقّعِك بالطقسِ .

نشاط

تفسيرُ البياناتِ

إكسابُ المهاراتِ **Skill Builder**

البياناتُ المناخيّةُ

خلالَ يومٍ صيفيٍّ ، هل تتوقّعُ أن تصلَ درجةُ الحرارةِ إلى 5° درجاتٍ مئويّةٍ فقط؟ نظرًا لمعلوماتِك حولَ المناخِ فإنّك تعرفُ أنّ ذلك غيرُ متوقّعٍ . متوسّطُ درجةِ الحرارةِ الموسميّةِ لموقعٍ معيَّنٍ يُعتبَرُ مؤشّرًا لمدى درجاتِ الحرارةِ التي تتوقّعُها خلالَ هذا الموسمِ . لهذا السببِ ، يأخذُ علماءُ الطقسِ في الاعتبارِ البياناتِ المناخيّةَ عندما يقومون بتوقّعاتِهم .

تُوضِّحُ دراسةُ الجدولِ المبيَّنِ لاحقًا درجةَ الحرارةِ العظمى الفعليّةَ التي تمَّتْ ملاحظتُها على مدى ثلاثةِ أيّامٍ في أربعِ مدنٍ مختلِفةٍ كما يُوضِّحُ الجدولُ المتوسّطَ الفصليَّ أو الموسميَّ لهذه المناطقِ .

1. أيُّ مدينةٍ لها درجةُ حرارةٍ قريبةٌ من المتوسّطِ المناخيِّ؟ أيُّ مدينةٍ أدفأُ من المتوسّطِ المناخيِّ؟
2. أيُّ مدينةٍ لها درجاتُ حرارةٍ لوحِظَ أنّها أكثرُ ثباتًا؟ وأيُّها أكثرُ تغيّرًا؟
3. ما النمطُ الذي تلاحظُه في درجاتِ الحرارةِ التي تمَّتْ ملاحظتُها لمدينةِ (أ)؟ بناءً على هذا النمطِ ، ما درجةُ الحرارةِ التي تتوقّعُها لليومِ الرابعِ؟

درجةُ الحرارةِ القصوى

المدينةُ	المتوسّطُ الموسميُّ			المشاهدةُ
	يومٌ	يومان	3 أيّامٍ	
(أ)	28	27	26	25
(ب)	26	25	24	25
(ج)	28	28	28	23
(د)	30	25	34	27

العلمُ والتكنولوجيا

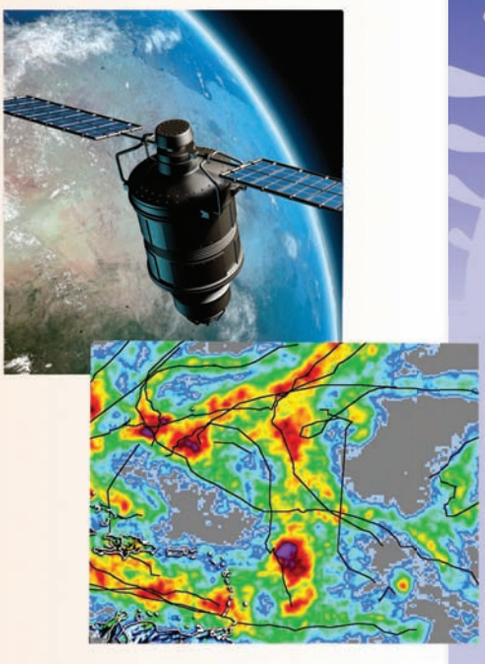
أقمارُ الطقسِ الصناعيّةُ

يحتوي تقريرُ الطقسِ في نشرةِ الأخبارِ التلفزيونيّةِ عادةً على صورةٍ للسحبِ كما تُرى من القمرِ الصناعيِّ . تُبَثُّ صورُ السحبِ من أقمارٍ ثابتةِ الموقعِ على بعدِ 35 200 كيلومترٍ فوقَ الأرضِ . يُسمّى القمرُ ثابتَ الموقعِ لأنّه يدورُ حولَ الأرضِ كلَّ 24 ساعةً ، وحيث إنّ الأرضَ تدورُ دورةً واحدةً حولَ نفسِها كلَّ 24 ساعةً ، يبقى القمرُ في موقعِه دائمًا بالنسبةِ إلى سطحِ الأرضِ .

هنالك عادةً خمسةُ أقمارِ طقسٍ ثابتةِ الموقعِ حولَ الأرضِ تقومُ بتغطيةٍ كاملةٍ للأرضِ . تُجمِّعُ الأقمارُ الصورَ وتقومُ بإرسالِها إلى الأرضِ كلَّ خمسِ دقائقَ في الغالبِ . خلالَ النهارِ يقومُ القمرُ بالتقاطِ الصورِ وإرسالِها معتمدًا على كمّيّةِ الحرارةِ التي يُشِعُّها سطحُ الأرضِ والسحبُ . عادةً ما تكونُ درجةُ حرارةِ السحبِ أقلَّ من درجةِ حرارةِ سطحِ الأرضِ . في هذه الحالةِ ، يستطيعُ الحاسوبُ أن يتبيّنَ السحبَ . تُعتبَرُ الأقمارُ الصناعيّةُ وسيلةً مهمّةً في جمعِ بياناتِ الطقسِ فوقَ المحيطاتِ ، حيث يوجَدُ القليلُ من محطّاتِ رصدِ الطقسِ .

في دولةِ الكويتِ قامَ معهدُ الكويتِ للأبحاثِ العلميّةِ برصدِ ومراقبةِ موجاتِ الغبارِ خلالَ فترةِ العواصفِ الرمليّةِ من خلالِ تحليلِ وتفسيرِ صورِ الأقمارِ الصناعيّةِ Meteostat على مدارِ الساعةِ طيلةَ فترةِ هبوبِ الغبارِ . وأوضحَتِ الصورُ كلَّ التفاصيلِ حولَ الغبارِ بما في ذلك مناطقُ المنشأِ والمساراتِ الطبيعيّةِ للعواصفِ وطبيعةُ الأراضي التي عبرَتْها . وثبتَ أنّ مصدرَ الغبارِ خلالَ الفترةِ من 17 إلى 19 مايو 2009 هو الصحراءُ الغربيّةُ في العراقِ وأجزاءٌ من الجزيرةِ العربيّةِ ، وقد لوحِظَ أنّ طولَ السحبِ الغباريّةِ يصلُ إلى أكثرَ من 200 كيلومترٍ .

من دونِ الأقمارِ الصناعيّةِ لا يستطيعُ الناسُ أن يحظوا بتحذيراتٍ مسبَقةٍ عن حالةِ الطقسِ القادمةِ .



شكلُ 76

البياناتُ المتجمِّعةُ عن طريقِ الأقمارِ الصناعيّةِ مثلِ GOES–D في (الصورةِ العليا) تُستخدَمُ في عملِ خرائطَ عالميّةٍ لهطولِ المطرِ (الصورةُ السفلى) .

أسئلة مراجعة — الدرسُ 2–3

اختبِرْ وفسِّر

1. ما أنواعُ بياناتِ الطقسِ التي يحتاجُ إليها علماءُ الطقسِ لتوقّعِ حالاتِ الطقسِ؟
2. **قارِنْ وباينْ:** ما مصادرُ البياناتِ المستخدَمةِ لتوقّعِ حالاتِ الطقسِ؟
3. **جمعُ البياناتِ:** لاحِظْ حالاتِ الطقسِ في منطقتِكَ أربعَ مرّاتٍ خلالَ اليومِ . ارسمْ نموذجًا لمحطّةِ رصدِ الطقسِ لكلِّ مجموعةٍ من الملاحظاتِ .

4-2 أسبابُ المناخِ

Causes of Climate

الأهدافُ

في نهايةِ هذا الدرسِ يجبُ أن يكونَ الطالبُ قادرًا على أن:

- يُميِّزَ بين الطقسِ والمناخِ .
- يُقارِنَ بينَ درجةِ حرارةٍ منطقتين مختلِفتين .
- يستنتجَ العواملَ التي تُؤثِّرُ في المناخِ المحلّيِّ .
- يصفَ طريقتين يُؤثِّرُ بهما المحيطُ على المناخِ .
- يُعرِّفَ **المصطلحاتِ الأساسيّةَ:** المناخَ ، خطَّ العرضِ ، الارتفاعَ .

نشاط

استنتاجٌ

حديقةٌ صحراويّةٌ

ماذا تستطيعُ أن تفعلَ لتُغيِّرَ قطعةً من الأرضِ الجافّةِ إلى حديقةٍ ناميةٍ؟

عدِّدِ الطرقَ التي يُمكِنُ أن تستخدمَها لتُغيِّرَ درجةَ الحرارةِ والرطوبةَ في منطقةٍ ما .

تخيَّلْ أنّك في الأوّلِ من يوليو ، تحتَ سماءٍ زرقاءَ صافيةٍ في أحدِ البلدانِ الأوروبيّةِ الواقعةِ في شمالِ أوروبا مثلِ النمسا ، ستجدُ هناك أناسًا يقومون بممارسةِ رياضةِ التزلّجِ على الجليدِ نظرًا للجوِّ الباردِ الجليديِّ . في الوقتِ نفسِه وفي الركنِ الشماليِّ الغربيِّ للخليجِ العربيِّ في دولةِ الكويتِ مثلًا تجدُ أناسًا آخرين يسبحون قربَ جزيرةِ عوهة . لماذا يختلفُ الطقسُ هكذا على الرغمِ من أنّه في كلا الموقعين يوصَفُ الطقسُ الخاصُّ بهما بأنّه معتدلٌ؟ على الأقلِّ هناك عاملٌ واحدٌ مختلِفٌ بينَهما هو درجةُ الحرارةِ . ودرجةُ الحرارةِ تختلفُ لأنّ كلَّ منطقةٍ لها مناخٌ خاصٌّ بها . **المناخُ climate هو حالةُ الجوِّ المميّزةُ لمنطقةٍ ما في فترةٍ زمنيّةٍ طويلةٍ** . الظرفان الأساسيّان اللذان يُحدِّدان المناخَ هما درجةُ الحرارةِ ومعدَّلُ هطولِ المطرِ .

شكلُ 77

كيف يختلفُ المناخُ في هاتين المنطقتين؟

درجةُ الحرارةِ

Temperature

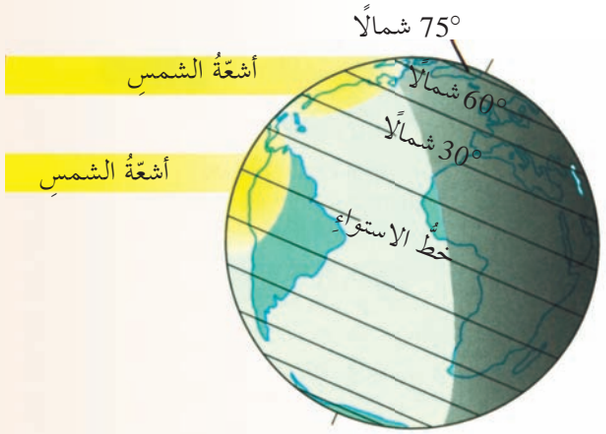
تعتمدُ درجةُ الحرارةِ في منطقةٍ ما على عددٍ من العواملِ التي تشملُ خطَّ العرضِ ، الارتفاعَ والبعدَ عن المحيطِ . ترجعُ هذه العواملُ إلى الحرارةِ التي تستمدُّها الأرضُ من الشمسِ . تذكَّرْ أنّ الطاقةَ المنطلِقةَ من الشمسِ تصلُ إلى سطحِ الأرضِ ، حيث يمتصُّ بعضَها ويُحوِّلُه إلى حرارةٍ . بعضُ الطاقةِ لا يتمُّ امتصاصُها ، ولكنّها تنعكسُ من سطحِ الأرضِ إلى الفضاءِ مرّةً أخرى .

خطُّ العرضِ Latitude

قياسُ المسافةِ بالدرجاتِ شمالِ وجنوبِ خطِّ الاستواءِ يُسمّى خطَّ العرضِ latitude . خطُّ العرضِ ودرجةُ ميلِ محورِ دورانِ الأرضِ يُحدِّدان الزاويةَ التي بها تسقطُ أشعّةُ الشمسِ على مناطقَ مختلِفةٍ من الأرضِ .

انظرْ إلى الشكلِ (78) . أشعّةُ الشمسِ التي تصلُ إلى الأرضِ عموديًّا تُسخِّنُ سطحَ الأرضِ بصورةٍ أكبرَ من الأشعّةِ التي تصلُ إلى الأرضِ مائلةً . لاحِظْ أنّ معظمَ الأشعّةِ العموديّةِ تسقطُ على المناطقِ القريبةِ من خطِّ الاستواءِ والتي لها خطُّ عرضٍ صفرُ درجةٍ . تكونُ درجةُ الحرارةِ في أقصى ارتفاعٍ لها في هذه المناطقِ ، لذا فالمناطقُ الاستوائيّةُ تتميّزُ بدرجةِ حرارةٍ عاليةٍ منتظِمةٍ فينتجُ عنها مناخٌ حارٌّ . مع الازديادِ في خطوطِ العرضِ ، تزيدُ الزاويةُ التي تسقطُ بها الأشعّةُ على الأرضِ وعلى مساحاتٍ أوسعَ .

لماذا تعتقدُ أنّ أبردَ الأماكنِ على الأرضِ توجَدُ عندَ القطبين؟



شكلُ 78

تسقطُ أشعّةُ الشمسِ على الأرضِ عموديّةً عندَ خطوطِ العرضِ المنخفِضةِ (عند خطِّ الاستواءِ) أكثرَ منه عند خطوطِ العرضِ العاليةِ (عند القطبين) . لاحِظْ كيف تبدو الأشعّةُ أكثرَ تفرّقًا عندَ خطوطِ العرضِ العاليةِ .

الارتفاعُ Altitude

انظرْ إلى الشكلِ (79) . يقعُ كلا المكانين على خطِّ العرضِ نفسِه بالقربِ من خطِّ الاستواءِ . لاحِظْ أنّ أحدَ الموقعين يتميّزُ بنباتاتٍ استوائيّةٍ مورقةٍ . الموقعُ الآخرُ فقيرٌ في النباتاتِ ويُغطّي الجليدُ الأرضَ طولَ العامِ . كيف يُمكِنُ أن يحدثَ هذا؟ ارتفاعُ المكانين مختلِفٌ .

الارتفاعُ altitude هو **المسافةُ الرأسيّةُ بينَ الموقعِ ومستوى سطحِ البحرِ .**

في شكلِ (79) ، الموقعُ الأيسرُ يقعُ بعيدًا عن سطحِ البحرِ بأمتارٍ قليلةٍ . أمّا الموقعُ الأيمنُ فيقعُ فوقَ سطحِ البحرِ بآلافِ الأمتارِ .

تُوضِّحُ الصورُ أنّ درجةَ حرارةِ الهواءِ تقلُّ مع زيادةِ الارتفاعِ لأنّ الضغطَ الجوّيَّ ينخفضُ . مع زيادةِ الارتفاعِ ، تنتشرُ جزيئاتُ الهواءِ بعيدًا عن بعضِها ويُصبِحُ الهواءُ أقلَّ كثافةً . لا يستطيعُ الهواءُ القليلُ الكثافةِ الاحتفاظَ بكمّيّةٍ كبيرةٍ من الحرارةِ ولذا تنخفضُ درجةُ الحرارةِ .

شكلُ 79

كيف يتأثّرُ المناخُ بالارتفاعِ في كلِّ منطقةٍ؟

المسافةُ من المحيطِ Distance from an Ocean

للمحيطاتِ تأثيرٌ ملحوظٌ على درجةِ حرارةِ اليابسةِ القريبةِ . يسخنُ المحيطُ ويبردُ بمعدَّلٍ أبطأَ من اليابسةِ . تميلُ هذه الخاصّيّةُ إلى جعلِ درجةِ حرارةِ المناطقِ الساحليّةِ أكثرَ اعتدالًا . في الصيفِ ، تسخنُ المياهُ الشاطئيّةُ ببطءٍ ممّا يُحافِظُ على درجةِ حرارةِ المياهِ الساحليّةِ والأرضِ القريبةِ باردةً . في الشتاءِ ، تبردُ المياهُ الساحليّةُ ببطءٍ وتظلُّ درجةُ حرارةِ الهواءِ متوسِّطةً نسبيًّا . في المقابلِ ، فإنّ الأرضَ البعيدةَ عن المحيطِ تبردُ وتسخنُ بسرعةٍ . لذلك فالمناطقُ الداخليّةُ تتميّزُ بصيفٍ حارٍّ وشتاءٍ باردٍ . ادرسِ الجدولَ (7) .

أيٌّ من المدنِ المدوَّنةِ في الجدولِ تقعُ في منطقةٍ ساحليّةٍ؟ وأيُّها داخليّةٌ؟ قارِنْ بينَ مدى درجاتِ الحرارةِ في كلتا المدينتين . تُؤثِّرُ تيّاراتُ المحيطِ السطحيّةُ أيضًا في درجةِ حرارةِ المناطقِ الساحليّةِ . تيّاراتُ المحيطِ السطحيّةُ عبارةٌ عن أشرطةٍ عريضةٍ من الماءِ تنسابُ في مسارٍ محدَّدٍ على سطحِ المحيطِ .تحملُ التيّاراتُ الدافئةُ الماءَ الدافئَ من خطِّ الاستواءِ نحوَ القطبين . وتحملُ التيّاراتُ الباردةُ الماءَ الباردَ بعيدًا عن القطبين في اتّجاهِ خطِّ الاستواءِ . التيّاراتُ السطحيّةُ تُسخِّنُ أو تُبرِّدُ الهواءَ الواقعَ فوقَها . ولهذا فوجودُ التيّاراتِ السطحيّةِ يُؤثِّرُ في درجةِ حرارةِ الهواءِ في المناطقِ القريبةِ من الساحلِ .

جدولُ (7) متوسِّطُ درجاتِ الحرارةِ

التاريخُ	مدينةُ (أ) حوالى 38° شمالًا	مدينةُ (ب) حوالى 37° شمالًا
يناير	– 2°	10°
يوليو	26°	15°
المعدّلُ في العامِ	13°	13°

شكلُ 80

للمحيطاتِ تأثيرٌ ملحوظٌ على درجةِ حرارةِ اليابسةِ .

أسئلة مراجعة

الدرسُ 2–4

اختبِرْ وفسِّرْ

1. كيف يختلفُ مناخُ موقعٍ ما عن طقسِه؟
2. **صِفْ** طريقتين يُؤثِّرُ بهما المحيطُ في مناخِ المناطقِ الساحليّةِ .
3. **قارِنْ:** في اعتقادِك ، كيف يُمكِنُ مقارنةُ درجاتِ الحرارةِ في شهري يناير ويوليو لمدينةٍ ساحليّةٍ مع متوسّطِ درجاتِ الحرارةِ في الجزءِ المركزيِّ من البلدِ؟ فسِّرْ مبرِّراتِك .
4. **استنتِجْ:** صِفِ المناخَ الذي تعيشُ فيه . وضِّحْ ما إذا كانَ رطبًا أم جافًّا ، حارًّا أم باردًا ، وما إذا كانَتْ فيه تغيّراتٌ فصليّةٌ في هطولِ الأمطارِ ودرجةِ الحرارةِ . استنتِجْ كيف تُؤثِّرُ العواملُ التي تمَّتْ مناقشتُها في هذا الدرسِ في مناخِ المنطقةِ التي تعيشُ فيها .

5-2 تصنيفُ المناخِ
Climate Classification

الأهدافُ

في نهايةِ هذا الدرسِ يجبُ أن يكونَ الطالبُ قادرًا على أن:

- **يُسمّي ويصف** نطقَ (مناطقَ) المناخِ الثلاثةَ الرئيسيّةَ .
- **يُقارنَ** بينَ أنواعِ المناخِ في مدينتِهِ وأجزاءٍ أخرى من العالمِ .
- **يُصنّفَ** المناخَ بناءً على بياناتِ المناخِ .
- **يُعرّفَ المصطلحاتِ الأساسيّةَ:** نطاقًا مناخيًّا .

إنّ المناخَ والحرارةَ والمواقعَ لها أثرٌ واضحٌ في مناخِ الدولِ . افترضْ أنّك قمْتَ برحلةٍ من شمالِ سوريا إلى الخرطومِ في السودانِ ثمّ إلى دولةِ الكويتِ في أواخرِ شهرِ ديسمبرَ . سوف تجدُ أنّ الجوَّ في شمالِ سوريا باردٌ مع تساقطِ الثلوجِ أحيانًا وأنّ درجةَ الحرارةِ تقلُّ عن الصفرِ قليلًا . عندما تتّجهُ جنوبًا مرورًا بفلسطينَ وصولًا إلى سيناءَ والصحراءِ الشرقيّةِ المصريّةِ ستجدُ الجوَّ جافًّا وباردًا نوعًا ما . عندما تصلُ إلى النيلِ وتتّجهُ جنوبًا يُصبحُ الجوُّ أكثرَ دفئًا ليُصبحَ حارًّا ممطرًا في الخرطومِ حيث تتعدّى درجةُ الحرارةِ 25° مئويّةً ، أمّا في دولةِ الكويتِ فيكونُ المناخُ معتدلًا مع ازديادٍ في نسبةِ الرطوبةِ خصوصًا على السواحلِ بسببِ هبوبِ الرياحِ الجنوبيّةِ الشرقيّةِ ، كما تهطلُ أمطارٌ قليلةٌ بسببِ وجودِ منخفضاتٍ جوّيّةٍ مع إمكانيّةِ تساقطِ أمطارٍ قويّةٍ .

نشاط

الملاحظةُ

المناخُ والحياةُ

ما أنواعُ الحيواناتِ والنباتاتِ التي تعيشُ في منطقتِك؟ عدِّدْها بقدرِ المستطاعِ . اكتبْ ما نوعُ المناخِ السائدِ في منطقتِك . هل هو حارٌّ جدًّا؟ ممطرٌ؟ باردٌ؟ في اعتقادِك ، كيف يُؤثّرُ المناخُ على الكائناتِ الحيّةِ التي تعيشُ في منطقتِك؟

نطقُ المناخِ (مناطقُ المناخِ)
Climate Zones

أيُّ **منطقةٍ لها مدًى مميَّزٌ من درجاتِ الحرارةِ** تُسمّى **نطاقًا مناخيًّا** climate zone ، لأنّ درجةَ الحرارةِ تتأثّرُ بخطوطِ العرضِ . لذا فالمناطقُ المناخيّةُ تعتمدُ على خطِّ العرضِ .

نطقُ المناخِ الرئيسيّةُ هي النطاقُ الاستوائيُّ ، والنطاقُ المعتدلُ ، والنطاقُ القطبيُّ . النطاقُ الاستوائيُّ يُعَدُّ أدفأَ هذه النطقِ ويقعُ بينَ خطّي عرضِ 30° شمالًا و30° جنوبًا . النطاقُ المعتدلُ على جانبي النطاقِ الاستوائيِّ ممتدًّا إلى 60° شمالًا وجنوبًا . النطاقُ القطبيُّ ، كما تتوقّعُ هو أبردُ النطاقاتِ الثلاثةِ ، وهو يقعُ بينَ خطّي عرضِ 60° وحتّى القطبين شمالًا وجنوبًا .

أنواعُ المناخِ

Climate Types

تقعُ الأماكنُ الأكثرُ رطوبةً والأكثرُ جفافًا على الأرضِ في نطاقِ المناخِ الاستوائيِّ . كيف يمكنُ أن يقعَ مناخان مختلِفان تمامًا في النطاقِ المناخيِّ نفسِه؟ الإجابةُ هي أنّ هناك عواملَ عديدةً غيرَ خطوطِ العرضِ تُؤثِّرُ في مناخِ منطقةٍ . يُقسَمُ كلُّ نطاقٍ مناخيٍّ إلى أنواعٍ مناخيّةٍ خاصّةٍ تشتركُ في ظروفٍ معيَّنةٍ . أهمُّ ظرفٍ مفيدٍ في تصنيفِ أنواعِ المناخِ هو معدَّلُ هطولِ المطرِ الذي تستقبلُه منطقةٌ ما .

أهمُّ أنواعِ النباتاتِ والارتفاعِ والتغيّراتِ الفصليّةِ في الرياحِ ومعدَّلِ هطولِ المطرِ تُؤخَذُ أيضًا في عينِ الاعتبارِ عندَ تصنيفِ المناخِ .

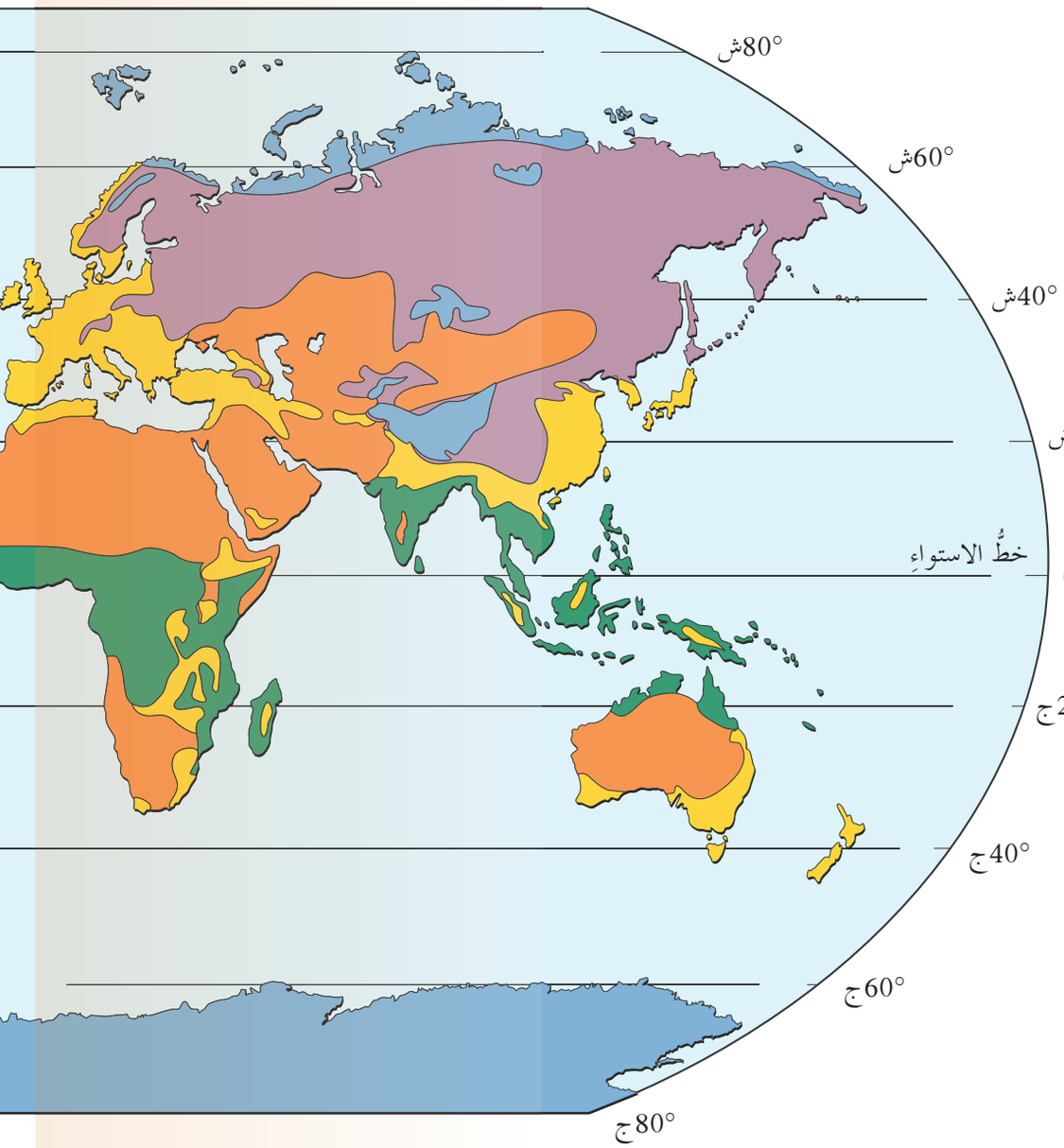
نُسخةٌ من أنواعِ المناخِ على مستوى العالمِ موضَّحةٌ في شكلِ (81) ، بناءً على نظامِ التصنيفِ الذي اقترحَه فلادمير كوبن Waldimir Koppen عالمُ الطقسِ الألمانيُّ . خريطةُ الطقسِ هذه هي نُسخةٌ مبسَّطةٌ عن الخريطةِ التي يستخدمُها علماءُ المناخِ . لاحِظْ أنّ هذه الخريطةَ وكذلك الجدولَ (8) لهما مفتاحٌ ملوَّنٌ واحدٌ . إنّ موقعَ دولةِ الكويتِ الفلكيَّ بينَ دائرتي عرضٍ 28.30 و30.6 شمالًا . هذا الموقعُ له أثرٌ واضحٌ في ظهورِ التأثيرِ المداريِّ الحارِّ على مناخِ دولةِ الكويتِ ، كما أنّ وجودَ دولةِ الكويتِ في الجزءِ الشماليِّ الشرقيِّ من شبهِ الجزيرةِ العربيّةِ قد جعلَها جزءًا من النطاقِ الصحراويِّ الضخمِ الممتدِّ في قارّتي آسيا وأفريقيا . هنا نجدُ أنّ مناخَ دولةِ الكويتِ يُصنَّفُ ضمنَ الإقليمِ الصحراويِّ الجافِّ . ومن مميِّزاتِ هذا المناخِ الانتقالُ السريعُ بينَ الشتاءِ والصيفِ .

نشاط

إعادةُ بحثٍ

أقصى الحالاتِ

حاوِلْ أن تجدَ أرطبَ وأجفَّ وأحرَّ وأبردَ منطقةٍ في البلدِ الذي تعيشُ فيه . ما نوعُ المناخِ المميِّزِ لكلِّ مكانٍ؟



توجَدُ أنواعُ المناخِ الباردِ الرطبِ في شمالِ النطاقِ المعتدلِ . الصيفُ قصيرٌ نوعًا ما ودافئٌ مع معدَّلٍ كبيرٍ لهطولِ الأمطارِ . الفصلُ الرئيسيُّ هو الشتاءُ الذي يتميّزُ بدرجةِ حرارةٍ باردةٍ جدًّا .

تتميّزُ معظمُ المناطقِ بالقربِ من خطِّ الاستواءِ بمناخٍ استوائيٍّ ممطرٍ . تستقبلُ مناطقُ عديدةٌ أكثرَ من 200 cm من المطرِ كلَّ سنةٍ .

تقعُ أنواعُ المناخِ الجافِّ على جانبي خطِّ الاستواءِ ما بينَ خطّي عرضِ 15° و30° شمالًا وجنوبًا . تشملُ هذه المنطقةُ بعضًا من أجفِّ صحارى الأرضِ مثلِ صحارى شمالِ أفريقيا .

شكلُ 81
أنواعُ المناخِ حولَ العالمِ

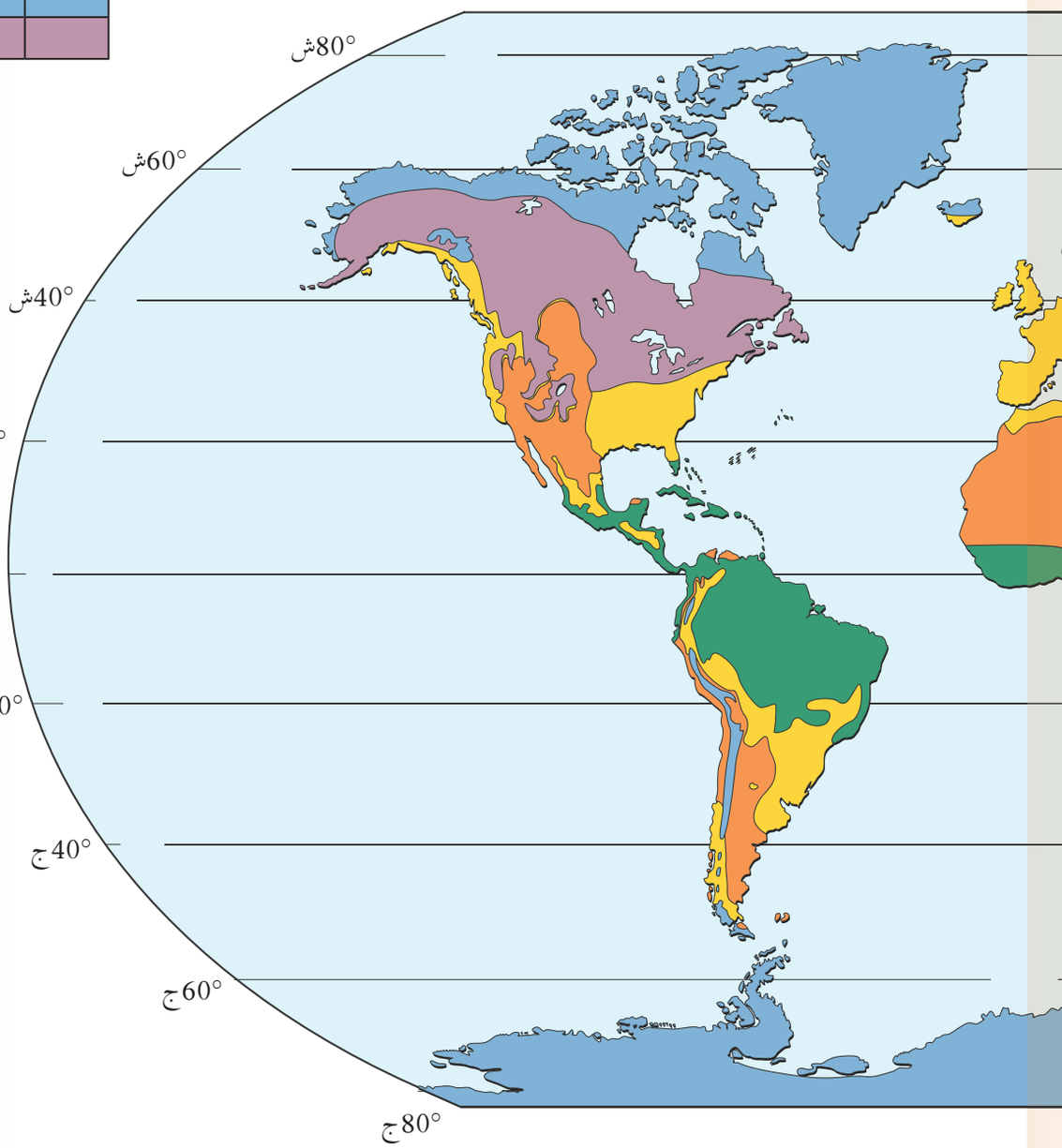
جدولُ (8) أنواعُ المناخِ

نوعُ المناخِ	درجةُ الحرارةِ	متوسِّطُ الأمطارِ السنويُّ
	30 إلى 20−	150 – 25 cm
	60 إلى 5	أقلُّ من 25 cm
	18 إلى 3−	500 – 200 cm
	10 إلى 40−	أقلُّ من 30 cm
	30 إلى 30−	125 – 40 cm

وسطَ وشرقَ أميركا الشماليّةِ وأجزاءٌ من آسيا وأوروبّا لها مناخٌ معتدلٌ . تتميّزُ هذه المناطقُ بصيفٍ حارٍّ رطبٍ وشتاءٍ باردٍ ، حيث تتباينُ فيها الفصولُ بدرجةٍ كبيرةٍ .

يوجَدُ المناخُ الجافُّ عندَ خطوطِ العرضِ المتوسِّطةِ ما بينَ 35° و50° شمالًا في غربِ أميركا الشماليّةِ وداخلَ القارّةِ الآسيويّةِ .
هنا معدَّلُ المطرِ قليلٌ . يتميّزُ هذا النوعُ من المناخِ بشتاءٍ باردٍ وصيفٍ دافئٍ إلى حارٍّ جدًّا .

مناطقُ نطاقِ المناخِ القطبيِّ باردةٌ وجافّةٌ . عندَ الغطاءِ الثلجيِّ القطبيِّ ، لا يتعدّى متوسِّطُ درجاتِ الحرارةِ الصفرَ المئويَّ مطلَقًا .
تتميّزُ هذه المناطقُ بصيفٍ باردٍ قصيرٍ وشتاءٍ طويلٍ جدًّا .



العلمُ والمجتمعُ

المناخُ الدقيقُ والزراعةُ

هل سمعْتَ قولَ الشاعرِ «تجري الرياحُ بما لا تشتهي السفنُ»؟ بغضِّ النظرِ عن المعنى الاجتماعيِّ ، فإنّ الطقسَ يتحكّمُ في أسلوبِ عيشِ الناسِ مثلِ الإبحارِ ، الزراعةِ ، الصيدِ ، إقامةِ المنشآتِ الخاصّةِ . وعلى الرغمِ من التقدّمِ العلميِّ الهائلِ الذي نشهدُه حاليًّا ، لم يستطعْ أحدٌ تغييرَ الطقسِ ، ولكن يُمكِنُهم تغييرُ المناخِ في مناطقَ ضيّقةٍ محدودةٍ . المناخُ على المستوى الضيّقِ لمنطقةٍ محدودةِ الاتّساعِ يُسمّى المناخَ الدقيقَ microclimate .

قد ساعدَتِ الزراعةُ كثيرًا في خلقِ مناخٍ دقيقٍ أكثرَ من أيِّ عاملٍ بشريٍّ آخرَ . لتنميةِ المحاصيلِ ، غالبًا ما يقومُ المزارعون بتغييرِ الظروفِ داخلَ مزارعِهم . باستخدامِ الريِّ ، يجلبُ المزارعون الماءَ للمناطقِ الجافّةِ من العالمِ . حوّلَ هذا الماءُ الأرضَ الجرداءَ إلى أرضٍ زراعيّةٍ غنيّةٍ وخصبةٍ .

المزارعون في البلدانِ التي تزرعُ الأرزَّ ، مثلِ الصينِ ، يُبدِّلون الظروفَ التي تُحيطُ بأراضيهم . تقعُ معظمُ الأراضي الزراعيّةِ على منحدراتٍ شديدةٍ . ينحتُ المزارعون أراضٍ مسطّحةً على هذه المنحدراتِ لزراعةِ الأرزِّ . بمجرَّدِ الإنباتِ ، يحتاجُ الأرزُّ إلى ماءٍ كثيرٍ . للحفاظِ على استمرارِ ريِّ النباتِ ابتكرَ المزارعون طرقًا لنقلِ كمّيّاتٍ كبيرةٍ من الماءِ إلى أعلى لتصلَ إلى مدرَّجاتِ الأرزِّ .

يُحاولُ المزارعون أحيانًا التحكّمَ في درجةِ الحرارةِ ، على سبيلِ المثالِ ، قد يُحطِّمُ الصقيعُ الفجائيُّ محاصيلَ الحمضيّاتِ . لتجنّبِ ذلك ، يستخدمُ المزارعون الدخانَ أو المراوحَ العملاقةَ لمنعِ درجةِ الحرارةِ في بساتينِ الحمضيّاتِ من الانخفاضِ تحتَ درجةِ التجمّدِ وبهذا يُنقِذون الثمارَ .

شكلُ 82

تحتاجُ مزارعُ الأرزِّ في أندونيسيا إلى أرضٍ مسطّحةٍ وكمّيّاتٍ كبيرةٍ من الماءِ .

أسئلة مراجعة — الدرسُ 2–5

اختبرْ وفسّرْ

1. **اذكرْ** وصفَ نطقِ المناخِ الثلاثةِ الرئيسيّةِ .

ملخّصُ المفاهيم Concepts Summary

(2 – 1) حركَةُ الهواءِ

• تختلفُ الكتلُ الهوائيّةُ في أصلِها ودرجةِ حرارتِها .

• تُنتِجُ الاختلافاتُ في الضغطِ الجوّيِّ على سطحِ الأرضِ رياحًا . تتحرّكُ الرياحُ من منطقةٍ ذاتِ ضغطٍ مرتفعٍ إلى منطقةٍ أخرى ذاتِ ضغطٍ منخفضٍ .

(2 – 2) العواصفُ

• تشتملُ العواصفُ على الرياحِ العاتيةِ والهواءِ الرطبِ المتصاعدِ اللذين يُسبِّبان هطولَ الأمطارِ .

• تتكوّنُ العاصفةُ الرعديّةُ عندما تتحرّكُ كتلٌ من الهواءِ الدافئِ الرطبِ إلى أعلى بسرعةٍ كبيرةٍ .

• تُنتِجُ السحابةُ الركاميّةُ الضخمةُ مطرًا كثيفًا وبرقًا .

(2 – 3) توقّعُ حالةِ الطقسِ

• تعتمدُ توقّعاتُ حالةِ الطقسِ على بياناتِ الطقسِ من منطقةٍ متّسعةٍ .

• تُجمَعُ بياناتُ الطقسِ من محطّاتِ أرصادِ الطقسِ وبالوناتِ الطقسِ وأقمارِ الطقسِ الصناعيّةِ ورادارِ الطقسِ .

(2 – 4) أسبابُ المناخِ

• المناخُ عبارةٌ عن طقسِ منطقةٍ ما خلالَ فترةٍ زمنيّةٍ طويلةٍ . يُحدَّدُ المناخُ غالبًا عن طريقِ درجةِ الحرارةِ ومعدَّلِ تساقطِ الأمطارِ .

• عمومًا ، تنخفضُ درجةُ الحرارةِ مع الارتفاعِ عن سطحِ الأرضِ .

• تميلُ درجةُ حرارةِ الهواءِ إلى الانخفاضِ كلّما زادَ الارتفاعُ . الارتفاعُ هو المسافةُ الرأسيّةُ فوقَ مستوى سطحِ البحرِ .

• للمحيطاتِ تأثيرٌ ملطِّفٌ على درجةِ حرارةِ اليابسةِ القريبةِ .

(2 – 5) تصنيفُ المناخِ

• نطقُ (مناطقُ) المناخِ الرئيسيّةُ الثلاثةُ هي: النطاقُ الاستوائيُّ والنطاقُ المعتدلُ والنطاقُ القطبيُّ .

• داخلَ النطاقِ المناخيِّ (المنطقةِ المناخيّةِ) توجَدُ عدّةُ أنواعٍ من المناخِ ، وتُصنَّفُ تبعًا لكمّيّةِ الأمطارِ .

• النطاقُ الدقيقُ عبارةٌ عن مناخٍ معيَّنٍ يخصُّ منطقةً صغيرةً أو محدودةَ المساحةِ .

اختبِرْ مفرداتِكَ اللغويّةَ Check your Vocabulary

استخدِمِ المفرداتِ اللازمةَ لإكمالِ الجملِ التاليةِ حتّى تُصبِحَ صحيحةً:

1. عندما تجثمُ كمّيّةٌ كبيرةٌ جدًّا من الهواءِ فوقَ أحدِ المواقعِ لعدّةِ أيّامٍ ، تتكوّنُ ..... .
2. على خريطةِ الطقسِ ، تُرسَمُ خطوطٌ تُسمّى ..... .تربطُ الأماكنَ التي لها الضغطُ البارومتريُّ نفسُه .
3. توجَدُ أنواعٌ عديدةٌ من المناخِ في كلٍّ من ..... .الثلاثةِ .
4. طقسُ المنطقةِ الذي يحدثُ خلالَ فترةٍ زمنيّةٍ طويلةٍ يُسمّى ..... .
5. أحدُ المؤثّراتِ على درجةِ الحرارةِ هو ..... ، أي العلوُّ فوقَ مستوى سطحِ البحرِ .
6. يُسمّى مناخُ المنطقةِ الصغيرةِ محدودةِ المساحةِ ..... .

اكتبْ تعبيراتِكَ اللغويّةَ Write your Vocabulary

اكتبْ جملًا مستخدِمًا مفرداتِ هذا الفصلِ . وضِّحْ أنّكَ تعرفُ ما تعنيه كلُّ كلمةٍ .

تحقق من معلوماتك

أجِبْ عمّا يأتي بجملةٍ كاملةٍ:

1. ما الكتلةُ الهوائيّةُ؟ كيف تتكوّنُ الكتلةُ الهوائيّةُ؟
2. كيف تُؤثِّرُ الكتلُ الهوائيّةُ في الطقسِ؟
3. فسِّرِ الاختلافَ بينَ المناخِ والطقسِ .
4. صِفِ العلاقةَ بينَ خطوطِ العرضِ ودرجةِ الحرارةِ .
5. ما العاصفةُ؟
6. ما المناخُ الدقيقُ؟ كيف يتكوّنُ؟
7. لماذا يحدثُ البرقُ والرعدُ أثناءَ العاصفةِ الرعديّةِ؟
8. ما المعلوماتُ المطلوبةُ لتوقّعِ حالةِ الطقسِ؟ فسِّرْ لماذا؟
9. ما نطقُ المناخِ الرئيسيّةُ الثلاثةُ؟ ما الحدودُ الفاصلةُ في ما بينَها؟

حدِّدْ ما إذا كانتِ العبارةُ صحيحةً أم خطأً . اكتبْ صحيحةً إذا كانت صحيحةً ، وإذا كانَتْ خطأً ، غيّرِ الكلماتِ التي تحتَها خطٌّ لتُصبِحَ العبارةُ صحيحةً:

10. تتكوّنُ الكتلةُ الهوائيّةُ القطبيّةُ القارّيّةُ فوقَ المحيطاتِ القطبيّةِ الباردةِ .
11. تتحرّكُ الرياحُ بسرعةٍ في اتّجاهِ مركزِ الضغطِ العالي .

تحقق من فهمك

طبّقِ المفاهيمَ التي تعلّمْتَها للإجابةِ عن كلِّ سؤالٍ .

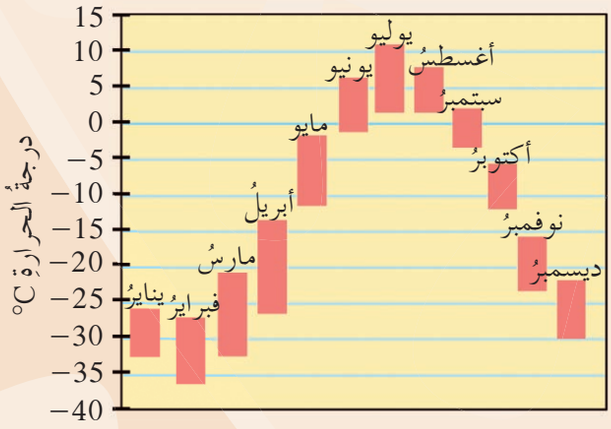
1. عندما تتحرّكُ كتلةٌ هوائيّةٌ بحرّيّةٌ قطبيّةٌ إلى المنطقةِ التي تعيشُ فيها ، ما نوعُ الطقسِ الذي يجبُ أن تتوقّعَه؟ ما نوعُ الطقسِ الذي يجبُ أن تتوقّعَه من الكتلةِ الهوائيّةِ الاستوائيّةِ القارّيّةِ؟
2. **التفكيرُ الناقدُ:** قارِنْ بينَ اثنينِ من أحزمةِ الضغطِ .
3. فسِّرْ لماذا وجودُ كلٍّ من المصادرِ الرئيسيّةِ الأربعةِ لبياناتِ الطقسِ ضروريٌّ لتوفيرِ صورةٍ كاملةٍ عن الظروفِ في الغلافِ الجوّيِّ .
4. فسِّرْ كيف يختلفُ مناخُ منطقتين تقعان عندَ خطِّ العرضِ نفسِه وعلى ارتفاعين مختلِفين .
5. **تطبيقٌ:** ماذا يجبُ أن تفعلَ حينَ تسمعُ تحذيرًا عن هبوبِ عاصفةٍ رعديّةٍ في منطقتِك؟

تم مهاراتك

استخدِمِ المهاراتِ التي تمَّتْ تنميتُها في هذا الفصلِ لإكمالِ كلِّ نشاطٍ .

1. **فسِّرِ البياناتِ** **Interpret Data**

يُوضِّحُ الشكلُ البيانيُّ التالي متوسِّطَ مدى درجاتِ الحرارةِ في منطقةٍ ما خلالَ سنةٍ . ادرسِ الشكلَ ، ثمّ أجِبْ عن الأسئلةِ التاليةِ:



(أ) ما أدفأُ شهرٍ؟ ما أبردُ شهرٍ؟

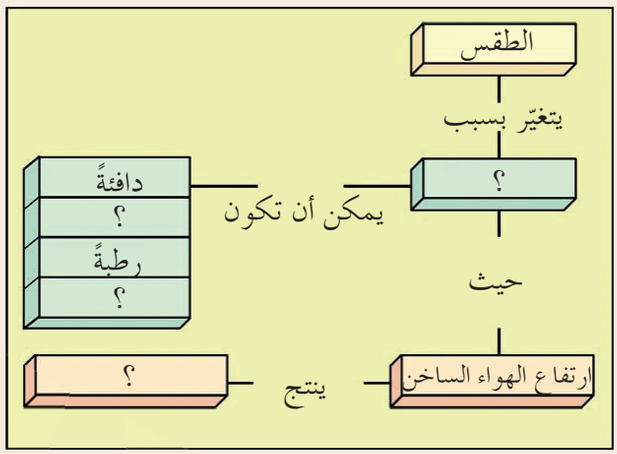
(ب) ما متوسِّطُ درجةِ الحرارةِ خلالَ أبريلَ؟ وخلالَ نوفمبرَ؟

(ج) ما نوعُ المناخِ السائدِ الذي يُوضِّحُه الشكلُ البيانيُّ: قطبيٌّ أم معتدلٌ أم استوائيٌّ؟ كيف تعرفُ ذلك؟

مهارة الاتصال

1. خريطةُ المفاهيمِ Link the Concepts

تُوضِّحُ خريطةُ المفاهيمِ التاليةُ كيف ترتبطُ بعضُ المفاهيمِ في هذا الفصلِ ببعضِها . وقد تمَّ ملءُ جزءٍ من الخريطةِ . انسخِ الخريطةَ . وأكمِلْها مستخدِمًا الكلماتِ والأفكارَ الواردةَ في هذا الفصلِ . ضَعْ أطرًا على العواصفِ .



2. العلومُ والفنُّ Science and Art

صمِّمْ لافتةً إعلانيّةً عن الوقايةِ من العواصفِ . وضِّحْ ما الأفعالُ التي تأخذُها لحمايةِ نفسِك وعائلتِك من العواصفِ الخطيرةِ ، مثلِ الإعصارِ القارّيِّ والإعصارِ البحريِّ .

3. العلومُ والتكنولوجيا Science and Technology

تُبنى المنازلُ بطرقٍ مختلِفةٍ في المناطقِ المناخيّةِ المختلِفةِ . ما أبرزُ المعالمِ التي تتوقّعُ أن تجدَها في منزلٍ تمَّ بناؤُه في الصحراءِ؟ وما أبرزُ المعالمِ التي تتوقّعُ أن تجدَها في منزلٍ تمَّ بناؤُه في منطقةٍ ذاتِ مناخٍ قطبيٍّ؟

4. العلومُ والمجتمعُ Science and Society

تعيشُ مجموعاتٌ من البشرِ تُسمّى البدوَ في صحارى الشرقِ الأوسطِ . أجرِ بحثًا لتكتشفَ كيف يستطيعُ أولئك البشرُ العيشَ تحتَ الظروفِ القاسيةِ من الحرارةِ والجفافِ .

تعريفاتٌ

أ

اختزالٌ reduction: عمليّةٌ يتمُّ فيها اكتسابُ المادّةِ للإلكتروناتِ . (ص 111)

أربطةٌ ligaments: عبارةٌ عن أنسجةٍ ضامّةٍ مرنةٍ يُمكِنُ أن تنشدَّ أو تتمدّدَ . (ص 19)

ارتفاعٌ altitude: المسافةُ الرأسيّةُ بينَ الموقعِ ومستوى سطحِ البحرِ . (ص 189)

أكسدةٌ oxidation: عمليّةٌ يتمُّ فيها فقدُ المادّةِ للإلكتروناتِ . (ص 111)

إنسانُ العينِ pupil: فُتحةٌ في طبقةِ المشيميّةِ . (ص 83)

أوتارٌ tendons: أنسجةٌ ضامّةٌ تربطُ العضلاتِ بالعظامِ . (ص 19)

أوردةٌ veins: أوعيةٌ دمويّةٌ متجمّعةٌ من الشعيراتِ الدمويّةِ تحملُ الدمَ عائدًا نحو القلبِ . (ص 48)

ح

حويصلاتٌ هوائيّةٌ alveoli: تَجمُّعٌ من الأكياسِ الهوائيّةِ الدقيقةِ . (ص 59)

خ

خطُّ العرضِ latitude: قياسُ المسافةِ بالدرجاتِ شمالِ وجنوبِ خطِّ الاستواءِ . (ص 188)

خلايا عصبيّةٌ حركيّةٌ motor neurons: الأليافُ التي تمتدُّ من الحبلِ الشوكيِّ إلى العضلاتِ وتُسبِّبُ انقباضَ العضلاتِ . (ص 79)

خلايا عصبيّةٌ حسّيّةٌ sensory neurons: الأليافُ التي تحملُ المعلوماتِ الحسّيّةَ إلى الحبلِ الشوكيِّ الذي يرسلُها بعدَ ذلك إلى المخِّ . (ص 79)

خملاتٌ villi: بروزاتٌ أو نتوءاتٌ إصبعيّةُ الشكلِ تبطِّنُ الأمعاءَ الدقيقةَ . (ص 43)

د

دورةُ (الأكسجينِ–ثاني أكسيدِ الكربونِ) oxygen–carbon dioxide cycle: عبارةٌ عن دورةٍ مغلقةٍ ، حيث تظلُّ فيها الكَمّيّةُ الكلّيّةُ للكربونِ والأكسجينِ ثابتةً . (ص 150)

دورةُ النيتروجينِ nitrogen cycle: عبارةٌ عن دورةٍ مغلقةٍ ، حيث تظلُّ الكمّيّةُ الكلّيّةُ للنيتروجينِ على الأرضِ ثابتةً . (ص 151)

ر

رطوبةٌ humidity: كمّيّةُ بخارِ الماءِ في الهواءِ . (ص 165)

رطوبةٌ نسبيّةٌ relative humidity: تركيزُ بخارِ الماءِ في الهواءِ مقارنةً بالكمّيّةِ الكلّيّةِ من بخارِ الماءِ الممكنِ تواجدُها في الهواءِ عندَ درجةِ حرارةٍ معيَّنةٍ . (ص 165)

س

سمحاقٌ periosteum: غشاءٌ أبيضٌ خشنٌ يغطّي ساقَ العظمِ الطويلِ . (ص 17)

ش

شرايينٌ arteries: هي عبارةٌ عن أنابيبَ ذاتِ جدرٍ سميكةٍ وقويّةٍ ومرنةٍ ، والتي تحملُ الدمَ الذي يغادرُ القلبَ . (ص 48)

شبكيّةٌ retina: بطانةُ الجزءِ الخلفيِّ وجوانبُ العينِ من الداخلِ . (ص 83)

شعبةٌ bronchiole: تفرّعٌ من قاعدةِ القصبةِ الهوائيّةِ إلى أنبوبتين ضيّقتين . (ص 59)

شعيراتٌ دمويّةٌ capillairies: الأوعيةُ الدمويّةُ الأكثرُ صغرًا . (ص 48)

ص

الصيغةُ الجزيئيّةُ molecular formula: تمثيلٌ رمزيٌّ يدلُّنا على نوعِ الذرّاتِ المكوِّنةِ للجزيءِ وعددِها . (ص 110)

ض

ضبابٌ دخانيٌّ smog: نوعٌ من أنواعِ تلوّثِ الهواءِ ويتكوّنُ نتيجةَ احتراقِ الوقودِ الأحفوريِّ ، مثلِ الجازولينِ والفحمِ . (ص 162)

ضغطٌ جوّيٌّ air pressure: هو وزنُ عمودِ الهواءِ الواقعِ عموديًّا على وحدةِ المساحاتِ من سطحٍ ما . (ص 152)

ط

طبلةُ الأذنِ eardrum: غشاءٌ رقيقٌ مستديرٌ مشدودٌ بإحكامٍ داخلَ الأذنِ . (ص 86)

ظ

ظاهرةُ الدفيئاتِ greenhouse effect: عبارةٌ عن تدفئةِ الغلافِ الجوّيِّ نتيجةَ احتباسِ الطاقةِ الحراريّةِ بواسطةِ ثاني أكسيدِ الكربونِ والغازاتِ الأخرى . (ص 162)

ع

عاملٌ مؤكسِدٌ oxiding agent: مادّةٌ تستقبلُ الإلكتروناتِ من مادّةٍ أخرى . (ص 112)

عاملٌ مختزِلٌ reducing agent: مادّةٌ تمنحُ الإلكتروناتِ لمادّةٍ أخرى . (ص 112)

عددُ الكمِّ الثانويِّ Secondary quantum number: يصفُ شكلَ تحت المستوى الذي يتحرّكُ فيه الإلكترونُ ، ويأخذُ القيمَ العدديّةَ ابتداءً من الصفرِ إلى (n−1) . (ص 134)

عددُ الكمِّ الرئيسيِ principal quantum number: يُحدِّدُ بُعدَ الإلكترونِ عن النواةِ ويشيرُ إلى طاقةِ الإلكترونِ ، ثمّ طاقةِ المستوى الرئيسيِ الذي يتحرّكُ فيه ، ويأخذُ أحدَ القيمِ العدديّةِ الصحيحةِ الموجبةِ أي 1، 2، 3، 4، 5، 6، 7 . (ص 133)

عددُ الكمِّ المغزليِّ spin quantum number: يحدّدُ اتّجاهَ حركةِ الإلكترونِ المغزليّةِ حول محورِه . (ص 135)

عددُ الكمِّ المغناطيسيِّ magnetic quantum number: يحدّدُ عددَ الأفلاكِ لكلِّ تحت مستوىً وأشكالَها وطاقتَها واتجاهاتِها الفراغيّةَ . ويأخذُ القيمَ العدديّةَ الصحيحةَ من (3−) حتّى (3+) بما فيها قيمةُ الصفرِ . (ص 135)

عضلةٌ باسطةٌ extensor: عضلةٌ تُسبِّبُ استقامةَ المفصلِ . (ص 26)

عضلةٌ قابضةٌ flexor: عضلةٌ تُسبِّبُ ثنيَ المفصلِ . (ص 26)

عضلةٌ قلبيّةٌ cardiac muscle: هي تُشبِهُ العضلةَ الهيكليّةَ وتعملُ مثلَ العضلةِ الملساءِ . (ص 25)

عضلةٌ ملساءُ smooth muscle: هي عضلةٌ لاإراديّةٌ . (ص 24)

عضلةٌ هيكليّةٌ skeletal muscle: تُحدِثُ الحركةَ عندَ المفاصلِ لأنّها تتّصلُ بالعظامِ بواسطةِ وترٍ خشنٍ مرنٍ . (ص 23)

غ

الغدّةُ gland: عبارةٌ عن عضوٍ يُنتِجُ مادّةً كيميائيّةً تلزمُ لمكانٍ ما في الجسمِ . (ص 91)

غددٌ صمّاءُ endocrine glands: غددٌ تفرزُ الموادَّ الكيميائيّةَ التي تصنعُها في مجرى الدمِ مباشرةً . (ص 91)

غضروفٌ cartilage: نسيجٌ قويٌّ مرنٌ يُكسِبُ بعضَ أجزاءِ الجسمِ الشكلَ . (ص 18)

الغلافُ الجوّيُّ atmosphere: طبقةٌ من خليطِ غازاتٍ تُحيطُ بالكرةِ الأرضيّةِ مجذوبةً إليها بفعلِ الجاذبيّةِ الأرضيّةِ . (ص 157)

ف

فعلٌ منعكسٌ reflex action: استجابةٌ بسيطةٌ لأحدِ المؤثّراتِ . (ص 79)

ق

قانونُ بقاءِ الكتلةِ Law of conservation of mass: قانونٌ ينصُّ على أنّ كميّةَ المادّةِ لا تتغيّرُ أثناءَ أيِّ تفاعلٍ كيميائيٍّ ، وتساوي كتلةُ الموادِّ الناتجةِ عن التفاعلِ كتلةَ الموادِّ المتفاعلةِ . (ص 122)

قانونُ النسبِ الثابتةِ Law of constant proportions: قانونٌ ينصُّ على أنّ كلَّ مركّبٍ كيميائيٍّ نقيٍّ ، مهما اختلفتْ طرقُ تحضيرِه أو الحصولِ عليه ، يتركّبُ من عناصرِه نفسِها متّحدةً ببعضِها بنسبٍ كتليّةٍ ثابتةٍ . (ص 124)

قزحيّةٌ iris: قرصٌ مستديرٌ ملوَّنٌ يُحيطُ بالبؤبؤِ . (ص 83)

قوقعةٌ cochlea: تركيبٌ ممتلئٌ بسائلٍ يُكوّنُ الأذنَ الداخليّةَ . (ص 86)

قاعدةُ هوند Hund's Rule: لا يحدثُ ازدواجٌ بينَ إلكترونين في فلكٍ تحتَ مستوًى معيَّنٍ إلّا بعدَ أن تُشغَلَ أفلاكُه بطريقةٍ فرديّةٍ أوّلًا لتقليلِ التنافرِ بينَهما . (ص 139)

ك

كتلةٌ هوائيّةٌ air mass: كمّيّةٌ كبيرةٌ جدًّا من الهواءِ فوقَ أحدِ المواقعِ لعدّةِ أيامٍ . (ص 174)

م

مفصلٌ joint: هو موقعُ التقاءِ عظمتين أو أكثرَ معًا . (ص 19)

مناخٌ climate: الطقسُ المميِّزُ لمنطقةٍ ما في فترةٍ زمنيّةٍ طويلةٍ . (ص 187)

موادٌّ غذائيّةٌ nutrients: موادٌّ موجودةٌ في الطعامِ يحتاجُ إليها الجسمُ لكي يعيشَ وينموَ . (ص 38)

المبدأُ الأوّلُ لأوفباو Aufbau's first principle: المستوياتُ الرئيسيّةُ ذواتُ الطاقةِ المنخفضةِ تُملأُ أوّلًا . (ص 137)

مبدأُ الاستبعادِ Pauli's Exclusion Principle: لا يُمكِنُ لإلكترونين أو أكثرَ في نفسِ الذرّةِ امتلاكُ نفسِ قيمِ أعدادِ الكمِّ الأربعةِ (n , ℓ , m , m_s) ، بينما يُمكِنُ أن يشتركا في رقمٍ واحدٍ أو رقمين أو ثلاثةِ أرقامٍ فقط .(ص 138)

ن

نطاقٌ مناخيٌّ climate zone: أيُّ منطقةٍ لها مدًى مميَّزٌ من درجاتِ الحرارةِ . (ص 192)

نفروناتٌ nephrons: تراكيبُ دقيقةٌ ترشحُ الماءَ وبعضَ الأملاحِ والموادِّ الغذائيّةِ . (ص 64)

هـ

هرموناتٌ hormones: موادٌّ كيميائيّةٌ تُصنَعُ بواسطةِ الغددِ الصمّاءِ . (ص 91)

هضمٌ digestion: هي عمليّةُ تفتّتِ الطعامِ إلى أجزاءٍ أبسطَ تركيبًا كي يستطيعَ الجسمُ استخدامَها . (ص 38)

هضمٌ كيميائيٌّ chemical digestion: هي العمليّةُ التي تُسبِّبُ تغيّراتٍ كيميائيّةً للطعامِ . (ص 39)

هضمٌ ميكانيكيٌّ mechanical digestion: هي العمليّةُ التي تتمُّ التغيّراتُ الفيزيائيّةُ للطعامِ نتيجةً لها . (ص 38)

شركة مطابع الرسالة – الكويت

أودع في مكتبة الوزارة تحت رقم (٣٦) بتاريخ ١٣/ ٤ / ٢٠١٥

العلوم

الصفّ التاسع

الجزء الأوّل

المرحلة المتوسّطة

الطبعة الثالثة

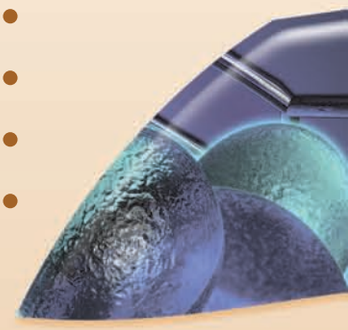
تطرح سلسلة العلوم مضمونًا تربويًا منوَّعًا يتناسب مع جميع مستويات التعلُّم لدى الطلاّب.

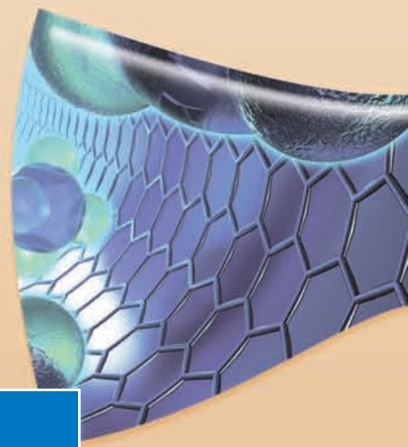
يوفّر كتاب العلوم الكثير من فرص التعليم والتعلُّم العلمي والتجارب المعمليّة والأنشطة التي تعزز محتوى الكتاب.

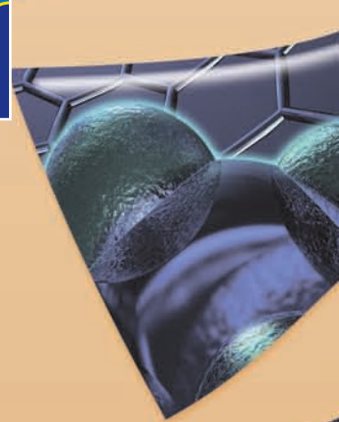
يتضمّن هذا الكتاب ايضًا نماذج الإختبارات لتقييم استيعاب الطلاّب والتأكد من تحقيقهم للأهداف واعدادهم للاختبارات الدولية.

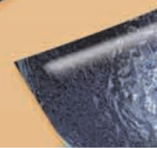
تتكوّن السلسلة من:

- كتاب الطالب
- كتاب المعلّم
- كرّاسة التطبيقات
- كرّاسة التطبيقات مع الإجابات









PEARSON
Scott Foresman

مَركَز البُحوث التّربَويَّة

العلوم

ISBN 978-9953-489-61-2