العلوم

كتاب المعلّم

8

الصفّ الثامن

الفصل الدراسي الأوّل

اللجنة الإشرافية لدراسة ومواءمة سلسلة كتب العلوم

أ. برّاك مهدي برّاك (رئيسًا)

أ. راشد طاهر الشّمالي　　أ. مصطفى محمد مصطفى

أ. سعاد عبد العزيز الرشود　　أ. فتوح عبد الله طاهر الشّمالي

أ. تهاني ذعار المطيري

الطبعة الأولى

1431 - 1432 هـ

2010 - 2011 م

المرحلة المتوسّطة

فريق عمل دراسة ومواءمة كتب العلوم للصف الثامن المتوسّط

أ. طارق عبد الرضا عبد الله

أ. إيمان ابراهيم صادقي أ. فريدة صادق أحمد

أ. سهام أحمد عبد الله القبندي

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 **2010**

صاحب السمو الشيخ صباح الأحمد الجابر الصباح

أمير دولة الكويت

سمو الشيخ نواف الأحمد الجابر الصباح

ولي عهد دولة الكويت

مقدمـــة

في ضوء ما شهدته السنوات الأخيرة من طفرة هائلة في المستحدثات التكنولوجية المرتبطة بمجال التعليم، كان على منظومة التعليم بمستوياتها وعناصرها المختلفة بدولة الكويت أن تتأثر بهذا التطور، فحرصت وزارة التربية على تطوير مناهج العلوم والرياضيات لتصبح قادرة على استيعاب المتغيرات التربوية والعلمية الحديثة.

ولما كان من الضروري أن يعايش المتعلم المعلومات المتدفقة من مصادر تعز عن الحصر، وأن يستعد لأداء دور فاعل في أي موقع من مواقع العمل الوطني، ويصنع مع أقرانه حياة الأمن والعزة والنماء، فيتحقق للوطن المكانة التي يرجوها بين دول العالم.

وكان على النظم التعليمية أن تعيد النظر في المناهج لإعداد الأبناء بالكفايات اللازمة والمهارات المتنوعة المستجيبة لكل تغيير في هذه الحياة.

عندئذ كفل المنهج الجديد تغيير دور المتعلم نتيجة لهذه المستحدثات، ليخرج من حيز المتلقي إلى دائرة المتفاعل الناشط، والمشارك في المواقف التعليمية، عندما يبحث ويقارن ويستنبط ويتعامل بنفسه مع المواد التعليمية، حتى يسهم في تحقيق الاكتفاء الذاتي لوطنه اقتصاديًّا واجتماعيًّا وثقافيًّا، وسد حاجاته من العمالة الوطنية في مختلف المجالات.

لقد أتاح المنهج الجديد للعلوم والرياضيات للمتعلم الارتباط بالبيئة من خلال طبيعة الأنشطة التعليمية، واكتساب الطلاب مهارات التعلم الذاتي وغرس حب المعرفة وتحصيلها استجابة لأهداف المنهج الرئيسية.

ولقد انتظم التغيير أهداف المنهج ومحتواه وأنشطته، وطرائق عرضها وتقديمها وأساليب تقويمها، ضمن مشروع التطوير.

وكان اختيار هذه السلسلة من المناهج بصورة تتماشى مع الاتجاهات التربوية الحديثة في التعليم والتعلم، وتراعي المعايير الدولية في تعليم العلوم والرياضيات.

وإذا كانت هذه السلسلة لم تغفل دور ولي الأمر في عملية التعليم، فإنها ركزت على دور المعلم، حيث يسهّل عملية التعليم، لطلابه ويصمم بيئة التعليم، ويشخص مستويات طلابه، وييسر لهم صعوبات المادة العلمية، فتزداد معايير الجودة التعليمية.

والآن نطرح بين أيديكم هذه المجموعة من كتب العلوم والرياضيات الجديدة التي تتضمن كتابًا للمتعلم وآخر للمعلم، وكراسة للأنشطة، من إعداد ذوي الكفايات العالمية والخبرات المتطورة، أملًا في الوصول إلى الغايات المرجوة من أقرب طريق إن شاء الله.

الوكيل المساعد لقطاع البحوث التربوية والمناهج

أ. مريم محمد الوتيد

المحتويات

مخطط تدريس الوحدة الأولى: الكائنات الحية 13

الفصل الأول: عالم من النباتات 14–22

الدرس الأول 1 – 1: أصول النباتات 15
الدرس الثاني 1 – 2: العمليات الكيميائية في النباتات 18
مراجعة الفصل الأول 21–22

الفصل الثاني: النباتات اللازهرية 23–33

الدرس الأول 2 – 1: الخصائص المميزة للنباتات اللازهرية 24
الدرس الثاني 2 – 2: النباتات الحزازية 26
الدرس الثالث 2 – 3: النباتات الوعائية اللازهرية 28
مراجعة الفصل الثاني 32–33

الفصل الثالث: النباتات الزهرية 34–45

الدرس الأول 3 – 1: خصائص النباتات الزهرية 35
الدرس الثاني 3 – 2: أجهزة النبات الوعائي 37
الدرس الثالث 3 – 3: تكاثر النباتات الزهرية 41
مراجعة الفصل الثالث 44–45

مخطط تدريس الوحدة الثانية: المادّة والطاقة 46

الفصل الأول: الترابط الكيميائي 48–67

الدرس الأول 1 – 1: الذرات والترابط الكيميائي 49
الدرس الثاني 1 – 2: الروابط الأيونية 53
الدرس الثالث 1 – 3: الروابط التساهمية 60
مراجعة الفصل الأول 66–67

الفصل الثاني: التفاعلات الكيميائية 68–83

الدرس الأول 2 – 1: خصائص التفاعلات الكيميائية 69
الدرس الثاني 2 – 2: المعادلات الكيميائية 73
الدرس الثالث 2 – 3: أنواع التفاعلات الكيميائية 78
مراجعة الفصل الثاني 82–83

مخطط تدريس الوحدة الثالثة: استكشاف الأرض والفضاء 84

الفصل الأول: التجوية والتربة 96–85

الدرس الأول 1 – 1: التجوية 86
الدرس الثاني 1 – 2: التربة 90
مراجعة الفصل الأول 96–95

الفصل الثاني: قوى التعرية 108–97

الدرس الأول 2 – 1: التعرية 98
الدرس الثاني 2 – 2: التعرية بالمياه 99
الدرس الثالث 2 – 3: التعرية بالثلج 102
الدرس الرابع 2 – 4: التعرية بالرياح 105
مراجعة الفصل الثاني 108–107

أنماط الذكاء
(Multiple Intelligences)

تطوّرت نظرية الذكاء المتعدّد نتيجة لأبحاث أجراها فريق من الباحثين بقيادة هاورد غاردنر (Haward Gardner). وتنصّ هذه النظرية على أنّ للإنسان القدرة على التعلّم وعلى التعبير عن وجهة نظره بطرق متعدّدة. فالذكاء ليس نوعًا واحدًا بل أنواعٌ عديدة يستخدمها الإنسان في حلّ المشكلات وفي إنتاج أشياء جديدة. يقوم كلّ ذكاء بعمله مستقلًّا استقلالًا نسبيًّا عن الآخر. ويمكن تنمية أنواع الذكاء المختلفة طوال العمر إذا استخدم الإنسان الوسائط والخبرات المناسبة.

أنماط الذكاء هي:

١- ذكاء حسّحركي-جسماني (Bodily-Kinesthetic): وهو القدرة على التعلّم بأفضل ما يمكن من خلال استخدام الجسم للقيام بشيء ما وليس من خلال القراءة عنه أو السماع عنه. ومن أمثله القدرة على أداء الأعمال اليدوية بمهارة والقدرة على السيطرة على الحركات وتنسيقها.

٢- ذكاء اجتماعي (Interpersonal): وهو القدرة على التعاون مع الآخرين أي القدرة على العمل التعاوني وعلى الاتّصال الشفهي وغير الشفهي بالآخرين. (كالبائع والسياسي).

٣- ذكاء بينشخصي (Intrapersonal): هو قدرة الإنسان على فهم ذاته من جوانبها المختلفة، من المشاعر وردود الفعل والتأمّل الذاتي (كالروائي والفيلسوف وعالم النفس).

٤- ذكاء منطقي-رياضي (Logical-Mathematical): هو القدرة على التفكير المنطقي والمحاكاة العقلية والتعامل مع الأرقام وإنشاء أنماط عددية والتعرّف على الأنماط المجرّدة (كالعالم والفلكي والمحقّق).

٥- ذكاء لغوي (Verbal-Linguistic): هو القدرة على توليد اللغة والتراكيب اللغوية التي تتضمّن كتابة القصص والشعر واستعمال المجاز.

٦- ذكاء طبيعاني (Naturalistic): هو القدرة على تمييز النباتات والحيوانات ومكوّنات البيئة.

٧- ذكاء مكاني (Spatial): هو القدرة على إبداع الصور العقلية والفنون البصرية والتصميم المعماري.

٨- ذكاء موسيقي (Musical): هو القدرة على تمييز الأصوات والنغمات.

يعتمد غاردنر في نظريته على أنّه لا يمكن لأحد أن يتعلّم كلّ شيء يمكن تعلّمه، وأنّ للناس اختلافات في القدرات والاهتمامات ولذا لا يتعلّمون بالطريقة نفسها. تحثّ هذه النظرية التربويين على:

- فهم قدرات الطلّاب واهتماماتهم،

- استخدام أدوات عادلة تركّز على القدرات،
- المطابقة بين حاجات المجتمع وهذه الاهتمامات،
- المرونة في التدريس واستخدام الطرق التي تناسب التلاميذ.

تساعد هذه النظرية على أن يوجَّه كلّ فرد إلى الوظيفة التي تناسبه والتي تلاءم قدراته ويُتوقع أن ينجح فيها.

استراتيجيات التعلّم

يجب أن يُنظر إلى التلميذ على أنّه كلٌّ متكامل وأن يُكتشف ما لديه من قدرات ونقاط قوّة وضعف وذلك لتنمية نقاط القوّة والتخفيف من وطأة نقاط الضعف لديه أو تلافيها بقدر الإمكان باستخدام الأساليب الملائمة. ولكي يتبنّى المعلّم استراتيجية ذات جدوًى في التعليم فإنّه من الضروري أن يعرف أسلوب تعلّم التلميذ وأن يقوم بعملية تقييم شاملة له.

نماذج التعلّم

١- المتعلّمون البصريون: هم الذين يعتمدون، بالدرجة الأولى، على حاسّة البصر أي الأشياء التي يرونها كالموادّ المكتوبة والصور والخرائط (هم ٦٠٪ من مجموع المتعلّمين).
٢- المتعلّمون السمعيون: هم الذين يعتمدون على السمع في اكتساب معارفهم (هم يشكّلون ١٥٪).
٣- المتعلّمون اللمسيون: هم الذين يكتسبون المعلومات عن طريق الأداء أو اللمس أو التذوّق (١٠٪).
٤- المتعلّمون الحركيون: هم الذين تكون حركة الجسم جزءًا من عملية التعلّم لديهم.

أسلوب التعلّم

من المهمّ أن يتعرّف المعلّم على أساليب التعلّم لدى التلميذ: أهو ذو ميول تحليلية أم كلّية. فالمتعلّم التحليلي هو مَن يتعلّم بسهولة عندما تقدَّم إليه المعلومات في خطوات قصيرة ومنطقية. فهذا المتعلّم يتحلّى بالمنطق ويحبّ اتّباع التعليمات المحدّدة ويميل إلى النقد والاستسفسار ويجد حفظ التفاصيل ممتعًا. في حين أنّ المتعلّم الكلّي هو مَن يتعلّم بشكل أفضل عندما تقدَّم إليه المعلومات كوحدة واحدة. ومن مزاياه أنّه يميل إلى التخيّل والمرح ويستجيب لنداء الانفعالات ويندمج في القصّة ولا يركّز على الحقائق المنفصلة. هو يكره حفظ الحيثيات الصغيرة ويستطيع تحديد الأفكار الرئيسة للنصّ ويستخدم السياق للتعرّف على المفردات الجديدة. إلّا أنّه لا يمكن تصنيف المتعلّم على أنّه كلّي بحت أو تحليلي بحت، ولكن قد تكون ميوله أكبر إلى أحد الاتّجاهين.

يؤدّي المعلّم دورًا فعّالًا في اكتشاف قدرات تلاميذه وميولهم ونقاط القوّة والضعف لديهم وأيّ نوع من المتعلّمين هم ليقوم بعدها بوضع بعض الأسس التي قد تساعده على التدريس ومراعاة الفروق الفردية بين تلاميذ الفصل الواحد. فالتعلّم يحتاج إلى وسيلة ولكلّ فرد وسيلته للوصول إلى الهدف. والمعلّم الناجح هو الذي يتعلّم من تلاميذه الطريقة التي يعلّمهم بها، مراعيًا أنماط الذكاء المتعدّدة لديهم.

مخطط تدريس الوحدة الأولى

الكائنات الحية

الفصل	الدرس	الأهداف	عدد الحصص الدراسية	مصادر المادة
عالم من النباتات	1–1 أصول النباتات	•وصف أصول النباتات الحديثة. •المقارنة والمباينة بين النباتات اللاوعائية والوعائية. •استنتاج فوائد تكيف النبات.	$2\frac{1}{2}$	كتاب الطالب ص 15–20 الأنشطة والتجارب المعمليّة ص 11–15
	1–2 العمليات الكيميائية في النباتات	•وصف مرحلتي عملية البناء الضوئي. •ذِكْر أمثلة للأنشطة الكيميائية للنباتات. •توضيح العلاقة بين كيفية تخزين النبات للطاقة واستخدامه لها.	2	كتاب الطالب ص 21–25
	مراجعة الفصل		$\frac{1}{2}$	كتاب الطالب ص 26–27
النباتات اللازهرية	2–1 الخصائص المميزة للنباتات اللازهرية	•تفسير كيفية تكيف النباتات اللازهرية للحياة على اليابسة.	1	كتاب الطالب ص 29–31
	2–2 النباتات الحزازية	•وصف مكان نمو النباتات الحزازية وتفسير سبب نموها. •المقارنة والمباينة بين الخصائص المميزة للحزازيات القائمة والحزازيات المنبطحة. •استنتاج كيفية تأثير الظروف البيئية في تكاثر الحزازيات.	$1\frac{1}{2}$	كتاب الطالب ص 32–33
	2–3 النباتات الوعائية اللازهرية	•وصف السرخسيات ومعراة البذور. •تفسير أهمية حبوب اللقاح كتكيف نباتي. •المقارنة والمباينة بين دورتي حياة السرخسيات وأشجار الصنوبر. •صنع نموذج لأرض قديمة سادتها النباتات اللازهرية الوعائية.	$3\frac{1}{2}$	كتاب الطالب ص 34–39
	مراجعة الفصل		$\frac{1}{2}$	كتاب الطالب ص 40–41
النباتات الزهرية	3–1 خصائص النباتات الزهرية	•تفسير الخاصية المشتركة بين جميع الأزهار. •مناقشة تكيفات النباتات الزهرية. •المقارنة بين النباتات المعراة البذور والنباتات المغطاة البذور. •تنظيم البيانات حول النباتات ذات الفلقة الواحدة وذات الفلقتين.	2	كتاب الطالب ص 43–46 الأنشطة والتجارب المعمليّة ص 13–15
	3–2 أجهزة النبات الوعائي	•وصف المجموع الجذري وتفسير كيف يعمل. •تفسير كيف يعمل كل جزء من المجموع الخضري. •المقارنة والمباينة بين ثلاثة أنواع من الجذور. •تصميم نموذج لنقل الماء في النبات.	3	كتاب الطالب ص 47–53
	3–3 تكاثر النباتات الزهرية	•تحديد أجزاء الزهرة ووصف وظائف كل جزء منها. •تفسير ما الثمرة وكيف نشأت. •استنتاج كيفية إنبات البذور.	3	كتاب الطالب ص 54–57
	مراجعة الفصل		$\frac{1}{2}$	كتاب الطالب ص 58–59
العدد الكلي للحصص الدراسية			20 + 1 (عملي) = 21 حصة دراسيّة.	

الفصل الأول

عالم من النباتات

مقدمة الفصل

د ع الطلاب يقرأون وصف الصورة الفوتوغرافية الموجودة في الصفحة (14) من كتاب الطالب.

استقصاء موجه

بعد دراسة الطلاب للصورة الفوتوغرافية، وجِّه إليهم الأسئلة الآتية:

- ما نوع الكائن الموضح في هذه الصورة؟ **(من المحتمل أن يجيب الطلاب: إنه نبات الصبار.)**
- صف الخواص الطبيعية المميزة لهذا الكائن. **(صفوف الأشواك الإبرية واللون الأخضر.)**
- ما أهمية اللون الأخضر للنبات؟ **(يساعد النبات على امتصاص الطاقة من ضوء الشمس.)**
- صف بيئة النبات. **(صحراء مشمسة، جافة)**
- في اعتقادك، ما نوع الصفات الخاصة التي يحتاج إليها النبات كي يبقى حيًّا في هذه البيئة؟ **(القدرة على تخزين الماء)**

الفصلُ الأوّلُ

عالمٌ من النباتاتِ

A World of Plants

دروسُ الفصلِ

1-1 أصولُ النباتاتِ

2-1 العمليّاتُ الكيميائيّةُ في النباتاتِ

ماذا ترى في هذه الصورة؟

أرى نباتَ الصبّارِ . إنّه ضخمٌ جدًّا ولديه أجزاءٌ متكرِّرةٌ . الأشياءُ الأرجوانيّةُ أشواكٌ إبريّةٌ . يستخدمُها الصبّارُ في الحمايةِ من الحيواناتِ ومن الإنسانِ .

14

الدرس الأوّل 1-1

أصول النباتات

حفِّزْ

تنمية المهارات، صفحة 15

كي تساعد الطلاب على فهم فائدة وتنوع النباتات، دعهم يجرون نشاط «تنمية المهارات».

الإجابة: يجب أن يعطي الطلاب أمثلة عن نباتات غذائية ونباتات تستخدم في أغراض أخرى مثل نبات القطن في صناعة المنسوجات. يجب عليهم أيضًا أن يناقشوا كيف تُكيف النباتات طرق معيشتها.

علِّمْ

بناء مهارة الاستقصاء: الملاحظة

نشاط

المواد: كراسة، قلم رصاص.

الزمن: 25 دقيقة.

ادع الطلاب لاستكشاف تنوع النباتات في المنطقة المحيطة بالمدرسة. اصطحب الطلاب في جولة حول المدرسة، ودعهم يسجلون أوصاف عشرة نباتات مختلفة يشاهدونها. يجب أن يتضمن كل وصف المكان الذي وجدوا فيه النبات، والحجم التقديري للنبات، وأي خواص أو صفات مميزة لهذا النبات، مع رسم تخطيط أو صورة فوتوغرافية للنبات. كن متأكدًا من أن الطلاب قد وصفوا تكيفًا واحدًا على الأقل يساعد النبات على العيش في بيئته.

1-1 أصولُ النباتاتِ

Plant Origins

الأهدافُ

في نهايةِ هذا الدرسِ يكونُ الطالبُ قادرًا على أن:

- **يصفَ** أصولَ النباتاتِ الحديثةِ.
- **يُقارنَ ويُباينَ** النباتاتِ اللاوعائيّةَ والوعائيّةَ.
- **يستنتجَ** فوائدَ تكيُّفِ النباتِ.
- **يُعرِّفَ المصطلحاتِ الأساسيّةَ:** نباتًا لاوعائيًا ، نباتًا وعائيًا ، نباتًا عاريَ البذورِ ، نباتًا مغطّى البذورِ.

كم عددُ النباتاتِ المختلِفةِ التي تعرفُها؟ (من المحتمَلِ أنّها قليلةٌ؛ فالحشائشُ ، وزهورُ الحدائقِ مثلُ زهورِ التوليبِ والوردِ والأوركيدِ عبارةٌ عن نباتاتٍ ، وكذلك أشجارُ الصنوبرِ ، والكافورُ والتينُ البنغاليُّ ، بالإضافةِ إلى الحزازيّاتِ والسرخسيّاتِ.)

ومن المحتمَلِ أنّكَ تأكلُ كلَّ يومٍ مقاديرَ مختلِفةً من تلكَ النباتاتِ الغذائيّةِ الشائعةِ ، مثلِ الذرةِ ، الأرزِّ ، القمحِ ، البطاطسِ. فلقد اعتمدَ الناسُ منذ زمنٍ بعيدٍ على النباتاتِ في غذائِهم وملبسِهم ومسكنِهم ، بالإضافةِ إلى الأدويةِ والعقاقيرِ الطبيّةِ المأخوذةِ من النباتاتِ ، فضلًا عن العديدِ من المستلزَماتِ الأخرى. انظرِ الشكلَ (1). تُنتِجُ العديدُ من النباتاتِ المزروعةِ في أماكنَ نائيةٍ موادَّ قد تكونُ جزءًا من حياتِكَ اليوميّةِ؛ فثمارُ الموزِ مثلًا التي تتناولُها في طعامِكَ موطنُها الأصليُّ ماليزيا ، حيثُ يُزرَعُ هذا النباتُ في جنوبِ شرقِ آسيا منذ أكثرَ من 1000 سنةٍ ، وكذلك تأتي الفانيليا والشوكولاتةُ والقهوةُ من نباتاتٍ تُزرَعُ في أميركا الجنوبيّةِ وأفريقيا ، وتأتي التوابلُ والبهاراتُ مثلُ القرفةِ وجوزِ الطيبِ ، من آسيا وأفريقيا.

شكلُ 1

تنمو ثمارُ الموزِ التي تأكلُها في مزارعَ مثلِ هذه المزرعةِ الموضّحةِ في الصورةِ ، والتي توجَدُ في كوستاريكا (الجزءُ العلويُّ من الشكلِ) . العديدُ من التوابلِ متوافرةٌ في هذه السوقِ الأفريقيّةِ الموضّحةِ (الجزءُ السفليُّ).

خصائصُ النباتاتِ

Characteristics of Plants

قد تُقرِّرُ بسهولةٍ عندما ترى نباتًا أنّه نباتٌ ، ولكنَّ الأمرَ ليسَ كذلكَ فبعضُ الكائناتِ مثلِ الطحالبِ تُشبهُ النباتاتِ ، ولذلكَ فأنتَ تحتاجُ إلى معرفةِ شيءٍ عنِ الموادِّ الكيميائيّةِ والخلايا داخلَها لتفهمَ وتُقرِّرَ لماذا تمَّ تصنيفُها كنباتاتٍ. فالنباتاتُ تتميّزُ بالخصائصِ التاليةِ:

- **النباتاتُ جميعُها عديدةُ الخلايا.**
- **تتكوّنُ النباتاتُ جميعُها من أنسجةٍ وأعضاءٍ.**
- **خلايا النباتاتِ جميعُها لها جدرٌ خلويّةٌ.**
- **تحتوي خلايا النباتاتِ تقريبًا جميعُها على كلوروفيلٍ.**

نشاط

تنميةُ مهارةِ التعريفِ عمليًا

زراعةٌ مستقرّةٌ

اعملْ قائمةً من النباتاتِ ومنتَجاتِها والتي تستخدمُها يوميًا . ما الشيءُ المشترَكُ بينَ النباتاتِ الموجودةِ في القائمةِ التي أعددتَها؟ ما الطرقُ المختلفةُ التي تُؤثّرُ بها النباتاتُ في حياتِكَ؟

وخلافًا لمعظمِ الحيواناتِ ، تستمرُّ النباتاتُ في النموِّ طوالَ حياتِها ، وتختلفُ النباتاتُ عن الطحالبِ العديدةِ الخلايا ، بأنّ لها تكيّفاتٍ للحياةِ على اليابسةِ ، وتتضمّنُ هذه التكيّفاتُ وجودَ طبقةٍ شمعيّةٍ خارجيّةٍ لحفظِ الخلايا رطبةً ، بالإضافةِ إلى أنّ أعضاءَها التكاثريّةَ محاطةٌ بنسيجٍ واقٍ.

تطوّرُ وتصنيفُ النباتاتِ

Plant Evolution and Classification

تطوّرَتِ النباتاتُ من طحالبَ خضراءَ عديدةِ الخلايا ، فخلايا الطحالبِ الخضراءِ تتشابهُ تمامًا مع خلايا النباتِ ، فكلٌّ من خلايا الطحالبِ الخضراءِ وخلايا النباتِ يحتوي على الأصباغِ المستخدَمةِ في عمليّةِ البناءِ الضوئيِّ ، وكلتاهما لها جدرٌ خلويّةٌ تتكوّنُ من السلّيلوزِ وتُخزِّنُ الكربوهيدراتِ في صورةِ نشا . يُوضِّحُ دليلُ الحفريّاتِ أنّ أولى النباتاتِ ظهرَتْ منذ حوالي 433 مليونَ سنةٍ ، وقد كانَتْ صغيرةَ الحجمِ ونمَتْ بالقربِ من حافّاتِ المياهِ ، وذلكَ لعدمِ وجودِ جهازٍ لنقلِ الماءِ إلى كلِّ أجزاءِ النباتِ ، حيثُ تستطيعُ الخليّةُ الواحدةُ أن تنقلَ الموادَّ ببساطةٍ إلى الخليّةِ المجاورةِ لها ، تمامًا مثلَ امتصاصِ الإسفنجِ للماءِ ، وتُسمّى النباتاتُ التي تمتصُّ الماءَ بهذه الطريقةِ **بالنباتاتِ اللاوعائيّةِ nonvascular plants** ، وتفتقرُ هذه النباتاتُ اللاوعائيّةُ إلى الأنسجةِ المتخصّصةِ لنقلِ الماءِ ، والنباتاتُ الحزازيّةُ مثلُ الحزازيّاتِ القائمةِ هي نماذجُ حيّةٌ لهذه النباتاتِ التي وُجِدَتْ مبكرًا.

ولكي تنموَ النباتاتُ على اليابسةِ بنجاحٍ ، فقد تطوّرَتْ بعضُ الأنسجةِ إلى أنسجةٍ ذاتِ تراكيبَ أنبوبيّةِ الشكلِ يُمكِنُها نقلُ الماءِ ، وتُسمّى النباتاتُ التي لها هذه الأنسجةُ **بالنباتاتِ الوعائيّةِ vascular plants**. وعلى مدى ملايينِ السنينَ ، سمحَ هذا التكيّفُ للنباتاتِ الوعائيّةِ أن تستوطنَ اليابسةَ ، وفي آخرِ الأمرِ طرأَتْ على النباتاتِ الوعائيّةِ تكيّفاتٌ أخرى مكّنَتْها من الحياةِ في بيئاتِ الأرضِ الكثيرةِ التنوّعِ ، ومن أكثرِ التكيّفاتِ أهميّةً بالنسبةِ إلى تطوّرِ النباتاتِ الوعائيّةِ ، كانَتِ البذرةُ والزهرةُ. والآنَ ما زالَتْ توجَدُ نباتاتٌ تفتقرُ إلى النسيجِ الوعائيِّ والبذورِ والأزهارِ جنبًا إلى جنبٍ مع النباتاتِ الزهريّةِ.

أفكار في العلوم

أجهزةٌ وتفاعلاتٌ

تُعتبَرُ النباتاتُ أساسَ الحياةِ على الأرضِ ، ليسَ فقطْ لأنّها تُوفّرُ الأكسجينَ ، ولكن لغذاءِ العديدِ من الكائناتِ الحيّةِ. ومع ذلكَ ، لا تعتمدُ معظمُ النباتاتِ على الكائناتِ الأخرى كمصدرٍ للموادِّ الغذائيّةِ ، فمن خلالِ عمليّةِ البناءِ الضوئيِّ تصنعُ النباتاتُ الجلوكوزَ باستخدامِ ثاني أكسيدِ الكربونِ والماءِ والطاقةِ المستمَدّةِ من الضوءِ.

الترابط والتداخل بالدراسات الاجتماعية

كانَ الإنسانُ القديمُ يحصلُ على غذائِه عن طريقِ الصيدِ ، وعن طريقِ جمعِ الحبوبِ والثمارِ ، ومنذ حوالي 10 000 سنةٍ بدأَ البشرُ في تعلّمِ كيفيّةِ زرعِ وحصدِ النباتاتِ الصالحةِ للأكلِ ، وقد مكّنَتْ أدواتُ الزراعةِ البدائيّةُ الفلّاحينَ الأوائلَ من إنتاجِ غذاءٍ كافٍ لإطعامِ أعدادٍ كبيرةٍ من السكّانِ.

نشاط

تنميةُ مهارةِ التخيّلِ

تخيّلِ الآنَ واكتبْ أربعَ عباراتٍ جدليّةٍ:

كانَتِ النباتاتُ اللاوعائيّةُ أولى النباتاتِ في التطوّرِ . إذا لمْ يتطوّرِ الجهازُ الوعائيُّ للنباتِ ، فكيفَ سيكونُ العالمُ مختلفًا في العصرِ الحاضرِ؟ وكيفَ ستكونُ أوضاعُ الحيواناتِ وعاداتُها الغذائيّةُ مختلفةً؟

تنمية المهارات، صفحة 16

كي تساعد الطلاب على فهم الأهمية التطورية للأجهزة الوعائية في النباتات، دعهم يجرون النشاط الخاص بتنمية المهارات صفحة (16) من كتاب الطالب.

الإجابة: إذا لم يتطور الجهاز الوعائي للنبات:

1. **فإن النباتات الوحيدة على سطح الأرض ستكون حزازيات.**
2. **فستوجد أنواع قليلة من الحيوانات على الأرض.**
3. **الحيوانات آكلات العشب التي تتغذى على النباتات الصغيرة، وعدد قليل من الحيوانات آكلات اللحوم ستوجد على الأرض فقط.**
4. **فستكون المحيطات (أو البحار) المنطقة السائدة للحياة.**

النباتاتُ المغطّاةُ البذور Angiosperms
ظهرَت النباتاتُ الزهريّةُ الأولى ، والمسمّاةُ **بالنباتات المغطاة البذور angiosperms** ، منذ حوالي 120 مليونَ سنةٍ ، وتُنتِجُ جميعُ النباتاتِ المغطاةِ البذورِ بذورًا معلّفةً الثمرةَ أو في قرونٍ ، ويُعرَفُ من هذا النوعِ من النباتاتِ أكثرُ من 235 000 نوعٍ.

النباتاتُ المعرّاةُ البذور Gymnosperms
هي من أولى النباتاتِ التي ظهرَتْ فيها البذورُ ، وتُنتِجُ جميعُ **النباتات المعراة البذور** gymnosperms بذورًا عاريةً غيرَ معلّفةٍ بالثمرةِ ، وقد مكّنَت البذورُ والتكيّفاتُ الأخرى النباتاتِ المعرّاةَ البذورِ من أن تعيشَ في أماكنَ جافّةٍ ، ويوجَدُ اليومَ أكثرُ من 7 000 نوعٍ من هذه النباتاتِ.

نباتُ ذيلِ الحصانِ Horsetails
تُعتبَرُ هذه النباتاتُ الوعائيّةُ «حفريّاتٍ حيّةً» فقد تغيّرَت قليلًا خلالَ ملايينِ السنينَ ، ولا يزالُ يوجَدُ منها حتّى الآن 15 نوعًا.

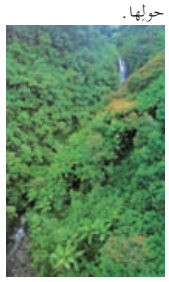
السرخسيّاتُ Ferns
تُشبهُ السرخسيّاتُ الحزازيّاتِ القائمةَ والحزازيّاتِ الصولجانيّةَ ونباتاتِ ذيلِ الحصانِ ، وهي عبارةٌ عن مجموعةٍ قديمةٍ من النباتاتِ الوعائيّةِ ، ويوجَدُ منها الآنَ أكثرُ من 12 000 نوعٍ ، ويوجَدُ معظمُها في الغاباتِ الاستوائيّةِ ومناطقِ الغاباتِ المطيرةِ الأخرى.

الخدريّاتُ Club Mosses
هذه النباتاتُ الوعائيّةُ واحدةٌ من أقدمِ المجموعاتِ ، ويوجَدُ منها أكثرُ من 1000 نوعٍ ، غيرَ أنّ الأشجارَ الحزازيّةَ القائمةَ الكبيرةَ منها ، والتي عاشَت منذ ملايينِ السنينَ ، قد انقرضَت.

النباتاتُ الحزازيّةُ Bryophytes
الحزازيّاتُ القائمةُ هي أكثرُ النباتاتِ الحزازيّةِ شيوعًا ، ولهذه النباتاتِ اللاوعائيّةِ أشكالٌ متنوّعةٌ ، وهي ، على وجهِ العمومِ ، لا تزيدُ عن 2 cm (سنتمترين اثنين) طولًا ، ويوجَدُ منها أكثرُ من 20 000 نوعٍ معروفٍ. الحزازيّاتُ المنبطحةُ ، الموضّحةُ في الصورةِ ، نباتاتٌ حزازيّةٌ أيضًا ، ويوجَدُ حوالي 8 000 نوعٍ منها.

تكيّفاتُ النباتاتِ الزهريّةِ
Adaptations of Flowering Plants

تنمو النباتاتُ الزهريّةُ فعليًّا في جميعِ بيئاتِ الأرضِ ، في شواطئِ البحارِ وحتّى قممِ الجبالِ ، ومن المداراتِ الاستوائيّةِ إلى القطبِ الشماليِّ ، ومن المستنقعاتِ إلى الصحارى ، ولكي تعيشَ هذه النباتاتُ في مثلِ هذه الظروفِ طوّرَتْ تكيّفاتٍ خاصّةً بها. بخلافِ الحيواناتِ ، لا تستطيعُ النباتاتُ أن تنتقلَ من مكانٍ إلى آخرَ عندما تُصبِحُ الظروفُ البيئيّةُ غيرَ مناسبةٍ للنموِّ ، فمعظمُ النباتاتِ تكونُ مثبّتةً بقوّةٍ في الأرضِ ، ولا بدَّ من أن تتكيّفَ حتّى تُسايِرَ التغيّراتِ البيئيّةَ من حولِها.



تنمو نباتاتٌ عديدةٌ في الغابةِ الاستوائيّةِ المطيرةِ أعلى من قممِ الأشجارِ المعرّضةِ للشمسِ بعيدًا عن سطحِ الأرضِ ، وتتعلّقُ جذورُها بالأشجارِ. بعضُها له أوراقٌ تُكوّنُ شكلًا كأسيًّا لاختزانِ الماءِ.

تبدو النباتاتُ الناميةُ في ظلِّ أشجارِ الغابةِ الاستوائيّةِ المطيرةِ مختلفةً عن النباتاتِ الناميةِ فوقَ قممِ الأشجارِ. لهذه النباتاتِ أوراقٌ كبيرةٌ لتمتصَّ أكبرَ قدرٍ ممكنٍ من الضوءِ.

أفكار في العلوم

التطوّرُ
تنقسمُ النباتاتُ إلى فئتينِ: النباتاتِ اللازهريّةِ والنباتاتِ الزهريّةِ ، وتتضمّنُ النباتاتُ اللازهريّةُ النباتاتِ القديمةَ مثلَ السرخسيّاتِ ، ونباتاتِ ذيلِ الحصانِ ، والحزازيّاتِ القائمةِ ، ومعرّاةِ البذورِ. وقد تطوّرَتِ النباتاتُ الزهريّةُ فيما بعدُ ، والآنَ يوجَدُ ما يقربُ من ربعِ مليونِ نوعٍ من النباتاتِ الزهريّةِ.

قيِّمْ

إجابات أسئلة مراجعة الدرس 1–1

1. النباتات اللاوعائية ليست لها أنسجة وعائية تنقل الماء؛ النباتات الوعائية لها هذه الأنسجة.
2. لنبات الصبار سيقان شمعية سميكة لتخزين الماء، ولامتصاص الطاقة الشمسية وأوراقها عبارة عن أشواك صغيرة ذات أسطح صغيرة لكي تتفادى خسارة الماء بواسطة النتح.
3. الغابات المطيرة: نباتاتها ذات أوراق كبيرة كي تمتصّ ضوء الشمس.

   البيئة الصحراوية: تتساقط أوراق العرفج في الصيف تفاديًا لخسارة الماء.

   البيئة الجبلية ذات الطبيعة القاسية والرياح العاتية: ينمو نبات الوسادة Cushion Plant ملاصقًا لسطح الأرض الذي يحميه من الرياح.
4. الجذوع الطويلة والفروع العديدة للأشجار المرتفعة تمكنها من امتصاص المزيد من ضوء الشمس، كذلك يساعد ارتفاعها على انتشار البذور على مساحة واسعة.

تكامل العلوم

علم الأرض

في إحدى الفترات الزمنيّة السابقة، غطّت غاباتٌ نباتات ذيل الحصان والحزازيّات القائمة الصولجانيّة العملاقة، والتي يصلُ طولُها أحيانًا إلى 45 مترًا مساحاتٍ واسعةً من وجه الأرض، وعلى مدى ما يقربُ من 300 مليون سنة، تحوّلَتْ بقايا هذه النباتات إلى رواسبَ كبيرةٍ من الفحم في الأرض.

العرفجُ نباتٌ شجريٌّ معمّرٌ يتواجدُ في الأراضي الرمليّة الحصويّة المتماسكة في دولة الكويت مثلًا. أوراقُه زيتونيّةُ الشكلِ تتساقطُ في فصلِ الصيف وتبقى السيقانُ جرداءَ حتى يأتي موسمُ الأمطار. الساقُ زغبيّةٌ يميلُ لونُها إلى الفضّيّ. يُستخدَمُ كمصدرٍ للوقود. وهو يُعتبَرُ من النباتاتِ النادرةِ في الكويت.

الصبّاريّاتُ، مثلُ هذا الصبّارِ الموضّحِ في الصورة، لها ساقٌ سميكةٌ خضراءُ يُمكِنُ أن تختزنَ الماءَ، وتمتصَّ الطاقةَ من ضوءِ الشمس، وتحفظَ الطبقةُ الشمعيّةُ الموجودةُ على ساقِ النباتِ من الجفافِ، كما تحميهِ الأشواكُ النباتَ من الحيواناتِ، بالإضافةِ إلى أنّها تُظلّلُ الساقَ.

نباتاتُ جبالِ الألبِ، مثلُ نباتِ cushion صغيرةُ الحجمِ، وتنمو بالقربِ من سطحِ الأرضِ. النباتاتُ في المناطقِ الجبليّةِ المرتفعةِ لها فصولُ نموٍّ قصيرةٌ تتخلّلُها الرياحُ الشديدةُ ودرجاتُ الحرارةِ المنخفضةُ.

النباتاتُ المائيّةُ مثلُ زنبقِ الماءِ لها طبقةٌ شمعيّةٌ رقيقةٌ ولأوراقِها ثغراتٌ كثيرةٌ مفتوحةٌ معظمَ الوقتِ بسببِ وفرةِ المياه. وأوراقُها واسعةٌ تُساعِدُها على الطفوِ وعلى امتصاصِ أكبرِ نسبةٍ من أشعّةِ الشمس. جذورُها صغيرةٌ ومثبّتةٌ في التربِ تنقلُ المياهَ بسرعةٍ ومباشرةً إلى الأوراق.

نباتاتُ السافانا لها القدرةُ على النموِّ في بيئةٍ تتعرّضُ لفتراتٍ طويلةٍ من الجفاف. جذورُها طويلةٌ يُمكِنُها أن تصلَ إلى المياهِ الجوفيّةِ العميقة. لها لحاءٌ سميكٌ لمقاومةِ الحرائقِ السنويّةِ وجذوعٌ يُمكِنُها تخزينُ الماء. أوراقُها تتناثرُ خلالَ فصلِ الشتاءِ للحفاظِ على المياهِ في داخلِها. تتواجدُ بمعظمِها في أفريقيا.

الترابط والتداخل بالفيزياء

ما ألوانُ الضوءِ التي يمتصُّها الكلوروفيلُ بشكلٍ أفضل؟

اجمعِ الموادَّ التاليةَ: منشورًا زجاجيًّا، ورقةَ نباتيّةً خضراءَ، ورقةً بيضاء.

1. عرّضِ الورقةَ البيضاءَ لأشعّةِ الشمسِ في يومٍ مشمسٍ. استخدمِ المنشورَ لتُسقِطَ طيفًا على الورقة.
2. عرّضِ الورقةَ النباتيّةَ للطيفِ بحيثُ يسقطُ جزءٌ من الطيفِ على الورقةِ البيضاء.
3. قارنْ بينَ اللونينِ الأحمرِ والأزرقِ للطيفِ على الورقةِ النباتيّةِ. ما الذي لاحظتَه؟ ما ألوانُ الطيفِ التي امتصّتْها الورقةُ النباتيّةُ؟ أيُّ ألوانِ الطيفِ قد انعكسَتْ؟

علقية علمية

حقائق يستخدمُ الإنسانُ أنواعًا كثيرةً من النباتاتِ في علاجِ العديدِ من الآلامِ والأمراضِ، وغالبًا ما تكونُ هذه النباتاتُ ذاتَ نتيجةٍ فعّالةٍ إذا استُخدِمَتْ بدرجةٍ دقيقةٍ، وقد تكونُ مميتةً أو خطيرةً إذا استُخدِمَتْ بخلافِ ذلك.

أسئلة مراجعة الدرسُ 1–1

اختبرْ وفسّرْ

1. ميّزْ بينَ النباتاتِ اللاوعائيّةِ والوعائيّة.
2. ضعْ قائمةً بالطرقِ المتعدّدةِ التي يُصبِحُ فيها نباتُ الصبّارِ متكيّفًا للمعيشةِ في البيئةِ الجافّة.
3. **علّلْ:** سبّبَتِ الظروفُ البيئيّةُ تطوّرَ أنواعٍ مختلفةٍ من النباتاتِ من نوعٍ أصلٍ مشترَكٍ. اذكرْ ثلاثةَ ظروفٍ بيئيّةٍ، ونوعَ النباتِ الذي تكيّفَ لكلِّ ظرفٍ بيئيٍّ.
4. **استدلالٌ:** يُمكِنُ لبعضِ النباتاتِ الوعائيّةِ مثلِ الأشجارِ أن تنمو ليصلَ طولُها إلى أكثرَ من 100 مترٍ. ناقشِ المزايا في أن يكونَ النباتُ طويلًا.

الدرس الثاني 1-2

العمليات الكيميائية في النباتات

حفِّزْ

تنمية المهارات، صفحة 21

كي تساعد الطلاب على فهم العمليات الكيميائية في النباتات، دعهم يجرون نشاط «تنمية المهارات».

الإجابة: يجب أن يتعرف الطلاب على أهمية الضوء في عملية البناء الضوئي، وذلك عن طريق زراعة نباتين في ظروف بيئية متشابهة، ولكن مع اختلاف كمية الضوء التي يستقبلانها.

تنشيط المعرفة السابقة

كي تُقدّر ما يعرفه الطلاب عن العمليات الكيميائية في النباتات، وجِّه إليهم الأسئلة التالية:

- كيف تحصل النباتات على العناصر الغذائية؟
- كيف تعتمد النباتات والحيوانات على بعضها بعضًا؟

الإجابة عن السؤال الوارد في النص، ص 21:

الأوراق النباتية

تصويب بعض المفاهيم الخطأ لدى الطلاب

قد يعتقد الطلاب أن عملية البناء الضوئي تحدث فقط في خلايا النبات، وأن عملية التنفس تحدث فقط في الخلايا الحيوانية. أكِّد على أن كلًّا من الخلايا النباتية والخلايا الحيوانية تستخدم عملية التنفس كي تحرر (أو تُطلق) الطاقة.

2-1 العمليّاتُ الكيميائيّةُ في النباتاتِ
Chemistry in Plants

الأهدافُ

في نهايةِ هذا الدرسِ يكونُ الطالبُ قادرًا على أن:

- **يصفَ** مراحلَ عمليّةِ البناءِ الضوئيّ.
- **يذكرَ** أمثلةً للأنشطةِ الكيميائيّةِ للنباتات.
- **يُوضّحَ** العلاقةَ بينَ كيفيّةِ تخزينِ النباتِ للطاقةِ واستخدامِه لها.
- **يُعرّفَ المصطلحاتِ الأساسيّةَ:** الثغورَ ، دورةَ كالفن.

يُمكنُك أن تتخيّلَ النباتَ كمصنعٍ كيميائيٍّ ، قسمٌ من هذا المصنعِ يصنعُ سكّرَ الجلوكوزِ ، ولصنعِ الجلوكوزِ ، يستخدمُ النباتُ الطاقةَ المستمَدّةَ من ضوءِ الشمسِ ، والموادَّ الخامَ المستمَدّةَ من الهواءِ والماءِ ، وتُسمّى هذه العمليّةُ بالبناءِ الضوئيِّ photosynthesis . انظرِ النباتَ في الشكلِ (2) . أيُّ جزءٍ من النباتِ يمتصُّ الطاقةَ من ضوءِ الشمسِ؟

يُختزَنُ بعضُ الجلوكوزِ الذي صنعَه النباتُ لاستخدامِه فيما بعدُ ، في حينِ ينتقلُ الجزءُ المتبقّي من الجلوكوزِ إلى جميعِ أجزاءِ النباتِ . ويُستخدَمُ الجلوكوزُ الذي صنعَه النباتُ في إنتاجِ الطاقةِ التي تُساعِدُه في بناءِ جزيئاتٍ عضويّةٍ جديدةٍ من الأملاحِ المَعدنيّةِ والجلوكوزِ . وتُستخدَمُ هذه الجزيئاتُ في بناءِ أنسجةٍ نباتيّةٍ تحتاجُ إليها النباتاتُ لتنموَ إلى حجمٍ أكبرَ . وتُستخدَمُ الطاقةُ أيضًا لصنعِ المنتَجاتِ النباتيّةِ الأخرى ، مثلِ الزيوتِ النباتيّةِ والبروتيناتِ.

يُنتِجُ مصنعُ النباتِ الكيميائيُّ أيضًا الهرموناتِ ، وهي عبارةٌ عن موادَّ كيميائيّةٍ معقّدةِ التركيبِ ، والتي تُنظِّمُ النموَّ والتطوّرَ . تُوجِّهُ الهرموناتُ النباتيّةُ النموَّ النباتيَّ؛ ونتيجةً لذلك تنمو السيقانُ ناحيةَ الضوءِ والجذورُ ناحيةَ الماءِ . وتُحفِّزُ الهرموناتُ أيضًا نموَّ أوراقٍ نباتيّةٍ وأزهارٍ جديدةٍ.

نشاط

تنميةُ مهارةِ فرضِ الفروضِ

في الظلامِ

تحتاجُ النباتاتُ إلى الضوءِ لإتمامِ عمليّةِ البناءِ الضوئيِّ . افترضْ أنّ نباتًا ينمو في الظلامِ . ماذا يحدثُ له؟ ضَعْ في اعتبارِك ، كيفَ سيؤثّرُ الظلامُ في كمّيّةِ الغذاءِ التي يُنتِجُها النباتُ وفي نموِّه ، ولونِه ، وحيويّتِه.

ما التجربةُ التي ستحتاجُ إليها لاختبارِ صحّةِ فرضِك؟ تحدثُ هذه العمليّةُ فعليًّا على مرحلتين ، كما هو موضّحٌ في الشكلِ (2).

شكلُ 2
النباتُ مصنعٌ كيميائيٌّ وغذائيٌّ طبيعيٌّ.

عمليّةُ البناءِ الضوئيِّ
Photosynthesis

تصنعُ الأجزاءُ الخضراءُ من النباتِ الجلوكوزَ لجميعِ أجزاءِ النباتاتِ ، وذلك باستخدامِ الضوءِ كمصدرٍ للطاقةِ . يُمتَصُّ الضوءُ بواسطةِ الصبغةِ الخضراءِ التي تُعرَفُ بالكلوروفيلِ ، والتي توجَدُ داخلَ عضيّاتٍ تُسمّى بالبلاستيداتِ الخضراءِ ، ويحصلُ النباتُ على الموادِّ الخامِ من البيئةِ . يُمتَصُّ الماءُ من التربةِ ويدخلُ ثاني أكسيدِ الكربونِ الموجودُ في الهواءِ من فُتحاتٍ على سطحِ النباتِ تُسمّى **بالثغورِ stomates** . يذوبُ ثاني أكسيدِ الكربونِ وينتقلُ إلى الخلايا التي تصنعُ الجلوكوزَ . يُستخدَمُ الجلوكوزُ في نموِّ النباتِ أو يُخزَّنُ كنشا . ويُنتَجُ الأكسجينُ أيضًا ، والأكسجينُ الذي لا يحتاجُ إليه النباتُ ينطلقُ إلى الهواءِ من خلالِ الثغورِ . العمليّةُ الكاملةُ للبناءِ الضوئيِّ موضّحةٌ في التفاعلِ الكيميائيِّ التاليِ:

ثاني أكسيد الكربون + ماء ← طاقة ضوئية — أكسجين + ماء + جلوكوز

تكامل العلوم

العلومُ الطبيعيّةُ

يُمتَصُّ ضوءُ الشمسِ بواسطةِ صبغةِ الكلوروفيلِ الخضراءِ في معظمِ النباتاتِ . امسكْ منشورًا زجاجيًّا وعرّضْه لحزمةٍ أشعّةٍ من ضوءِ الشمسِ كي تعرفَ طيفَ الضوءِ . يحتوي ضوءُ الشمسِ على ألوانٍ عديدةٍ . يقعُ الضوءُ الأخضرُ في مركزِ الطيفِ ، وعندما يصطدمُ الضوءُ بالكلوروفيلِ ينعكسُ الضوءُ الأخضرُ ويمتصُّ الأطيافَ الأخرى.

شكلُ 3
مرحلتا البناءِ الضوئيِّ

مراحلُ عمليّةِ البناءِ الضوئيِّ

المرحلةُ الأولى: يمتصُّ جزيءٌ من الكلوروفيلِ الضوءَ ويُصبِحُ نشطًا ، وللكلوروفيلِ النشطِ القدرةُ على نقلِ طاقتِه بطريقتين . تُستخدَمُ بعضُ الطاقةِ لشطرِ جزيءِ الماءِ إلى هيدروجينٍ وأكسجينٍ ، ويُستخدَمُ المتبقّي من الطاقةِ لصنعِ مركّبِ الـ ATP ، والذي تستخدمُه خلايا جميعِ الكائناتِ الحيّةِ لتخزينِ الطاقةِ.

علِّمْ

استقصاء موجه

دع الطلاب يدرسون الشكل (3) صفحة 22، ثم وجِّه إليهم الأسئلة التالية:

- ما جزء النبات الذي يمتص الضوء؟ **(الكلوروفيل)**
- متى يُمتص الضوء بواسطة الكلوروفيل؟ **(أثناء المرحلة الأولى من عملية البناء الضوئي)**
- متى يستخدم النبات ثاني أكسيد الكربون؟ **(في دورة كالفن)**
- هل تُطلق النباتات غاز الأكسجين في الظلام؟ **(لا، يُطلق الأكسجين أثناء المرحلة الأولى من عملية البناء الضوئي، والتي تحتاج إلى وجود الضوء. النباتات لا تطلق الأكسجين إذا لم تستقبل ضوءًا.)**

بناء مهارة تفسير البيانات

الإجابات:

1. يزداد معدل عملية البناء الضوئي.
2. عند 30° سيليزية؛ لأن المنحنى الخاص بـ 30° سيليزية أعلى من المنحنى الخاص بـ 20° سيليزية في الشكل البياني.
3. كلما ارتفعت أو ازدادت درجة الحرارة وشدة الإضاءة، كان معدل عملية البناء الضوئي أكثر سرعة.
4. سيقع المنحنى الـ 25° سيليزية متوسطًا بين منحنى الـ 20° سيليزية، ومنحنى الـ 30° سيليزية.
5. إذا كان معدل عملية البناء الضوئي متماثلًا في كلا النباتين، فإن ظروف شدة الإضاءة ودرجة الحرارة لا بد أن تكون متساوية تقريبًا.

يدل الشكل البياني على أن درجة الحرارة تؤثر في عملية البناء الضوئي أكثر من شدة الإضاءة لأن منحنى الـ 30° سيليزية يقع أعلى.

عندما ينشطرُ جزيءُ الماءِ إلى هيدروجينٍ وأكسجينٍ ، يمكنُ الهيدروجينُ داخلَ البلاستيداتِ الخضراءِ ليعملَ على استمرارِ الكثيرِ من التفاعلاتِ الكيميائيّةِ ، ويُطلقُ الأكسجينُ إلى خارجِ الورقةِ النباتيّةِ من خلالِ الثغورِ .

المرحلةُ الثانيةُ: يتّحدُ ثاني أكسيدِ الكربونِ بالهيدروجينِ ومركّبِ الـ ATP المتكوّنينِ في المرحلةِ الأولى . وبخلافِ المرحلةِ الأولى ، لا تحتاجُ التفاعلاتُ الكيميائيّةُ في المرحلةِ الثانيةِ إلى الضوءِ ، وتُنتجُ هذه التفاعلاتُ الكيميائيّةُ ، والتي تُسمّى **دورةَ كالفن Calvin Cycle** الجلوكوزَ والسكّرياتِ البسيطةَ الأخرى .

ويستخدمُ النباتُ هذه السكّرياتِ للأيضِ والنموِّ والعملياتِ الحيويّةِ الأخرى ، وتُستخدَمُ بعضُ السكّرياتِ من أجلِ إنتاجِ الطاقةِ ، وقد تتّحدُ السكّرياتُ الأخرى كيميائيًّا لتُكوّنَ النشويّاتِ المعقّدةَ التركيبِ ، أو قد تدخلُ في تفاعلاتٍ كيميائيّةٍ لتُكوّنَ الزيوتَ النباتيّةَ والبروتيناتِ .

إثراء Enrich

مركّبُ الـATP أدينوزين ثلاثي الفوسفات

Adenosine Tri Phosphate

مركّبٌ كيميائيٌّ له القدرةُ على تخزينِ وتحريرِ الطاقةِ ، ويتحوّلُ من أحاديّ الفوسفاتِ إلى ثنائيّ الفوسفاتِ إلى ثلاثيّ الفوسفاتِ بامتصاصِهِ الطاقةَ ، والعكسُ صحيحٌ عندما يُطلقُ الطاقةَ .

عمليّةُ التنفّسِ

Respiration

أثناءَ عمليّةِ البناءِ الضوئيِّ تقومُ الخلايا النباتيّةُ بتحويلِ الطاقةِ الضوئيّةِ إلى طاقةٍ كيميائيّةٍ مخزّنةٍ في الجلوكوزِ ، ولإطلاقِ هذه الطاقةِ ، فإنّ الخلايا النباتيّةَ ، مثلَ الخلايا الحيوانيّةِ ، تستخدمُ العمليّةَ العكسيّةَ المعروفةَ بعمليّةِ التنفّسِ . في عمليّةِ التنفّسِ ، يتّحدُ الأكسجينُ بالجلوكوزِ محرّرًا الطاقةَ ، ومن ثمّ يتمُّ تخزينُها في شكلِ مركّبِ الـ ATP . تحدثُ عمليّةُ التنفّسِ في سيتوبلازمِ وميتوكوندريا الخليّةِ ، والتفاعلُ الكيميائيُّ لعمليّةِ التنفّسِ هو:

جلوكوز + أكسجين ← (أنزيمات) طاقة + ماء + ثاني أكسيد الكربون

تستخدمُ النباتاتُ القليلَ من الأكسجينِ أثناءَ عمليّةِ التنفّسِ أقلَّ ممّا تُنتجُه أثناءَ عمليّةِ البناءِ الضوئيِّ . وينطلقُ الأكسجينُ الزائدُ إلى الهواءِ حيث يُستخدَمُ في عمليّةِ التنفّسِ الخاصّةِ بالحيواناتِ . هذه الكمّيّةُ الزائدةُ من الأكسجينِ الزائدِ هي ما يُساهِمُ به النباتُ في الدورةِ الكونيّةِ للأكسجينِ وثاني أكسيدِ الكربونِ . لاحِظْ في الشكلِ (4) أنّ تنفّسَ الحيوانِ ، بدورِه ، يُنتجُ ثانيَ أكسيدِ الكربونِ الذي تستخدمُه النباتاتُ في عمليّةِ البناءِ الضوئيِّ .

شكل 4

تلعبُ النباتاتُ والحيواناتُ دورًا مهمًّا في الدورةِ الكونيّةِ للأكسجينِ وثاني أكسيدِ الكربونِ .

بناءُ مهارةِ تفسيرِ البياناتِ

العواملُ المؤثّرةُ في عمليّةِ البناءِ الضوئيِّ

تُؤثّرُ شدّةُ الإضاءةِ ودرجةُ الحرارةِ في معدّلِ عمليّةِ البناءِ الضوئيِّ في النباتاتِ . ويُوضّحُ الشكلُ البيانيُّ الآتي العلاقةَ بينَ معدّلِ عمليّةِ البناءِ الضوئيِّ ، وشدّةِ الإضاءةِ ، ودرجةِ الحرارةِ لنباتينِ متماثلينِ . استخدِمِ الشكلَ البيانيَّ للإجابةِ عن الأسئلةِ الآتيةِ:

1. ماذا يحدثُ لمعدّلِ عمليّةِ البناءِ الضوئيِّ كلّما ازدادتْ شدّةُ الإضاءةِ؟
2. عندَ أيّ درجةِ حرارةٍ 20° أو 30° سيليزيّةٍ ، يكونُ معدّلُ عمليّةِ البناءِ الضوئيِّ أعلى؟ كيفَ يُمكِنُك أن تُقرّرَ ذلكَ بالنظرِ إلى الشكلِ البيانيِّ؟
3. بالنظرِ إلى الشكلِ البيانيِّ ، صِفِ الاتّجاهَ الذي تراه في العلاقةِ بينَ درجةِ الحرارةِ ، وشدّةِ الإضاءةِ ومعدّلِ عمليّةِ البناءِ الضوئيِّ .
4. انسخِ الشكلَ البيانيَّ على ورقةٍ شفّافةٍ . إذا كانتْ درجةُ الحرارةِ 25° سيليزيّةً ، فتوقّعْ مقدارَ معدّلِ عمليّةِ البناءِ الضوئيِّ عن طريقِ رسمِ خطٍّ ثالثٍ على الشكلِ البيانيِّ الذي نسختَه .
5. صِفِ الظروفَ الموجودةَ عندما يكونُ معدّلُ عمليّةِ البناءِ الضوئيِّ متماثلًا في كلا النباتينِ ، وعلى أساسِ هذه الملاحظةِ ، أيُّ عاملٍ يُؤثّرُ في عمليّةِ البناءِ الضوئيِّ أكثرُ؟ درجةُ الحرارةِ أم شدّةُ الإضاءةِ؟ فسّرِ استنتاجاتِك .

التفاعلاتُ الكيميائيّةُ للنباتاتِ

Chemical Interactions of Plants

للنباتاتِ أنشطةٌ كيميائيّةٌ عديدةٌ بالإضافةِ إلى تصنيعِ الجلوكوزِ داخلَ خلاياها ، حيث يُساعِدُ بعضُ هذه الأنشطةِ الكيميائيّةِ النباتاتِ في أن تتفاعلَ مع الظروفِ البيئيّةِ؛ فالنباتُ الموضوعُ في النافذةِ ينمو تجاهَ الضوءِ ، وإذا وُضِعَ نباتٌ مزروعٌ في أصيصٍ على جانبِه فإنّ النباتَ يستجيبُ للجاذبيّةِ ، وتنمو الساقُ لأعلى تدريجيًّا في حينِ تنمو الجذورُ لأسفلَ .

في فصلِ الخريفِ ، كلّما قصرَ النهارُ يشحبُ اللونُ الأخضرُ للأوراقِ النباتيّةِ في كثيرٍ من الأشجارِ ، وتُصبحُ الألوانُ الأخرى أكثرَ وضوحًا . يُمكِنُك أن ترى كيف تُغيّرُ الأوراقُ النباتيّةُ لونَها في الشكلِ (5 أ) .

الإجابة عن السؤال الوارد في الشكل 5ب:

سوف تخسر القدرة على القيام بعملية البناء الضوئي وبالتالي سوف تذبل وتموت وتسقط على الأرض.

قيِّمْ

إجابات أسئلة مراجعة الدرس 1–2

1. عملية التنفس، وتنظيم النمو والتطور بواسطة الهرمونات.
2. تحدث عملية البناء الضوئي داخل البلاستيدات الخضراء، وهي تبدأ عندما يرفع ضوء الشمس طاقة جزيئات الكلوروفيل.
3. قد تتباين الإجابات. تستخدم النباتات ثاني أكسيد الكربون لصنع الجلوكوز. تستخدم النباتات أيضًا الأكسجين أثناء عملية التنفس.
4. قد تتباين الإجابات. تستخدم خلايا الورقة النباتية الطاقة الشمسية والماء وثاني أكسيد الكربون لإنتاج الجلوكوز. يستخدم النبات الجلوكوز لينمو ويحول العناصر الغذائية في التربة إلى أنسجة في أجسامها.

وعندما يعودُ النهارُ الأكثرُ طولًا مع مجيءِ الربيعِ ، تُحفِّزُ الأنشطةُ الكيميائيّةُ النباتَ ليُظهِرَ نموًّا جديدًا ، ويتمُّ التحكُّمُ في جميعِ هذه الاستنتاجاتِ ، والكثيرِ غيرِها ، بواسطةِ الهرموناتِ المنتَجةِ بواسطةِ النبات.

تُنتِجُ النباتاتُ أيضًا موادَّ كيميائيّةً تُؤثِّرُ في النباتاتِ الأخرى والحيواناتِ ، فبعضُ النباتاتِ الصحراويّةِ تُنتِجُ موادَّ كيميائيّةً في جذورِها تُسبِّبُ تسمُّمَ الأرضِ حولَها ، حيث يمنعُ هذا التسمُّمُ البذورَ الأخرى من الإنباتِ ، وبالتالي يمنعُ النباتاتِ الأخرى من النموِّ بالقربِ منها ، وبذلك يحفظُ لهذا النباتِ الماءَ النادرَ وجودَه في هذه البيئةِ الصحراويّةِ. وعندما تُهاجِمُ الحشراتُ هذه النباتاتِ ، يبدأُ العديدُ منها بإنتاجِ كمّيّاتٍ صغيرةٍ من الموادِّ الكيميائيّةِ السامّةِ التي تطردُ الحشراتِ بعيدًا.

شكل 5 i
لشجرِ القيقبِ السكّريِّ أوراقٌ خضراءُ ساطعةٌ أثناءَ أيّامِ الصيفِ الطويلةِ.

شكل 5 ب
كلّما قصرَ النهارُ تبدأُ الصبغةُ الخضراءُ في الأوراقِ بالشحوبِ، وتبدأُ الصبغةُ الحمراءُ والصفراءُ بالظهورِ . ما الذي سيحدثُ للأوراقِ النباتيّةِ بانتهاءِ فصلِ الخريفِ؟

أسئلة مراجعة الدرسُ 1–2

اختبرْ وفسّرْ

1. ما الأنشطةُ الكيميائيّةُ التي تحدثُ في النباتاتِ بالإضافةِ إلى صنعِ الجلوكوزِ؟
2. أين تحدثُ عمليّةُ البناءِ الضوئيِّ في النباتِ؟ ومتى تحدثُ؟
3. **عمِّمْ:** يُقالُ أحيانًا إنّ النباتاتِ تستخدمُ ثانيَ أكسيدِ الكربونِ لتُنتِجَ الأكسجينَ ، في حينِ تستخدمُ الحيواناتُ الأكسجينَ لتُنتِجَ ثانيَ أكسيدِ الكربونِ . من أيِّ جهةٍ تُعتبَرُ هذه العبارةُ مضلِّلةً؟
4. **التواصلُ:** فسِّرْ كيف تصنعُ وتستخدمُ الورقةُ النباتيّةُ الجلوكوزَ .

تحققْ من معلوماتك

1. لأن النباتات اللاوعائية تمتص الماء مباشرة إلى الخلايا وكذلك من خلال الجذور؛ لذلك فمن الأفضل لها أن تعيش بالقرب من الماء.
2. الثغور عبارة عن فُتحات (أو ثقوب) في سطح الأوراق النباتية، تسمح بدخول ثاني أكسيد الكربون وينطلق من خلالها الأكسجين.
3. النبات ينمو باتجاه الضوء؛ النبات يستجيب للجاذبية الأرضية بإرسال الساق لأعلى والجذور لأسفل؛ تغيِّر الأوراق النباتية لونها وتسقط كاستجابة لنقص فترات النهار وانخفاض درجات الحرارة.
4. النباتات الحزازية، النباتات المعراة البذور، السرخسيات، الخُدْريات، النباتات المغطاة البذور، نباتات ذيل الحصان.
5. الجلوكوز والأكسجين والماء نواتج عملية البناء الضوئي.
6. تحدث عملية البناء الضوئي داخل البلاستيدات الخضراء.
7. جميع النباتات عديدة الخلايا؛ جميعها تتكون من أنسجة وأعضاء؛ لها جدر خلوية؛ وتحتوي جميعها تقريبًا على كلوروفيل.
8. الطحالب الخضراء.
9. الصحراء.
10. السكريات البسيطة.
11. ATP (أدينوزين ثلاثي الفوسفات).
12. الأكسجين.
13. مرحلتان.
14. الضوء.

تحققْ من فهمك

1.

	عملية البناء الضوئي	عملية التنفس
المكان	البلاستيدات	الميتوكوندريا
احتياجاتها	ثاني أكسيد الكربون والطاقة (ATP)	الأكسجين والجلوكوز
إنتاجها	الجلوكوز والأكسجين	الماء وثاني أكسيد الكربون والطاقة (ATP)

2. عملية البناء الضوئي هي العملية التي تتكوّن بواسطتها جزيئات الجلوكوز باستخدام الضوء.
3. النبات الحزازي نبات لاوعائي؛ النبات السرخسي نبات وعائي. يجب أن يكون للنبات وسائل لنقل الماء من الجذور إلى أعلى حتى يتمكن النبات من النمو والارتفاع.
4. يجب أن يأخذ النبات ثاني أكسيد الكربون أثناء النهار، لأنه عندما يوجد الضوء فإن عملية البناء الضوئي ستحدث باستخدام ثاني أكسيد الكربون.
5. (أ) الفقاقيع ممتلئة بغاز الأكسجين الناتج بواسطة عملية البناء الضوئي في الأوراق النباتية.
6. (ب) إذا ما أزيل نبات الإيلوديا، فإن السمكة قد تختنق.
7. قد تتباين الإجابات؛ لكن يجب أن يُبين الطلاب أن السرخسيات تنمو في مناطق عالية الرطوبة، لذلك فإنها لن تبقى على قيد الحياة في المناطق الصحراوية.

نم محفاراتك

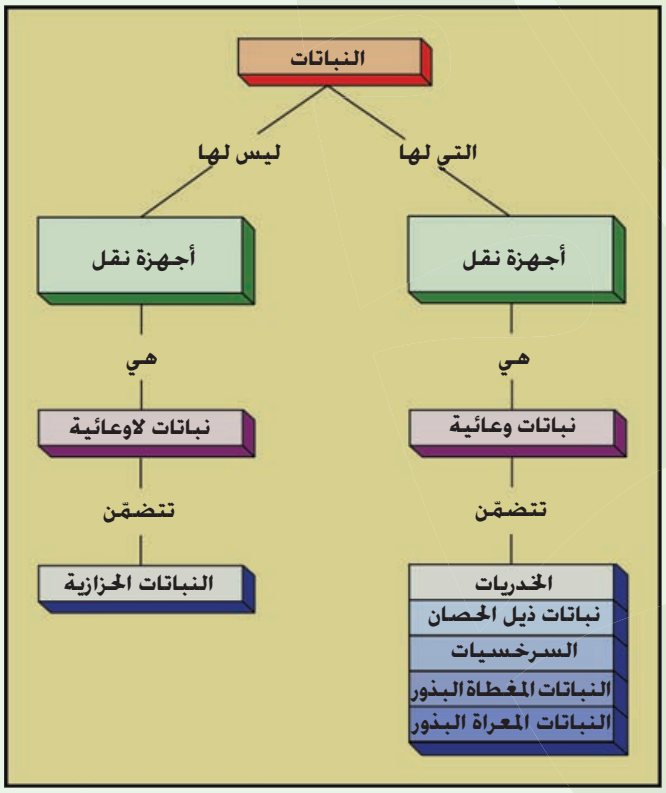
(أ) يزداد معدل عملية البناء الضوئي بزيادة تركيز ثاني أكسيد الكربون إلى نقطة معينة، ثم يثبت.

(ب) يبدأ المعدل في الثبات أي لا يرتفع.

(ج) سوف تتباين الإجابات. يوجد حد للسرعة التي تتم بها التفاعلات في عملية البناء الضوئي. في المستويات (التركيزات) العالمية من ثاني أكسيد الكربون، تصل بعض الخطوات في التفاعل إلى الحد الأقصى لها.

(د) إذا لم يوجد ثاني أكسيد الكربون، فلا يمكن أن تحدث عملية البناء الضوئي، لذا فإن المعدل يساوي صفرًا.

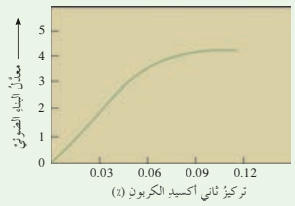
مهارة الاتصال



نم محفاراتك

استخدم المهارات التي نمّيتها خلال هذا الفصل لتُكمل كلَّ نشاطٍ ممّا يأتي:

تفسيرُ البيانات: يُوضّحُ الشكلُ البيانيُّ التالي العلاقةَ بينَ معدّلِ عمليّةِ البناءِ الضوئيّ وكميّةِ ثاني أكسيدِ الكربونِ في الهواء.



(أ) صِفْ ماذا يحدثُ لمعدّلِ عمليّةِ البناءِ الضوئيّ عندما تزدادُ كميّةُ ثاني أكسيدِ الكربونِ.

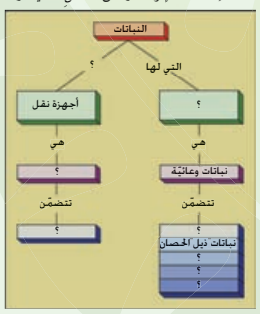
(ب) ماذا يحدثُ لمعدّلِ عمليّةِ البناءِ الضوئيّ عندَ مستوى 0.09 لثاني أكسيدِ الكربونِ؟

(جـ) استنتِجْ لماذا يتوقّفُ معدّلُ عمليّةِ البناءِ الضوئيّ عن الزيادةِ عندَ المستوياتِ العاليةِ لثاني أكسيدِ الكربونِ.

(د) ماذا يحدثُ عندما لا يوجَدُ ثاني أكسيدِ الكربونِ؟

مهارة الاتصال

ربطُ المفاهيم: تُوضّحُ خريطةُ المفاهيمِ التاليةِ كيف تترابطُ بعضُ المفاهيمِ الرئيسيّةِ ببعضِها بعضًا في هذا الفصلِ. انقلِ الخريطةَ وأكمِلْها مستخدِمًا كلماتٍ وأفكارًا من الفصلِ الذي درستَه.



الفصل الثاني

النباتات اللازهرية

مقدمة الفصل

د ع الطلاب يقرأون وصف الصورة الفوتوغرافية الموجودة في الصفحة (28) من كتاب الطالب.

استقصاء موجه

بعد قراءة الطلاب لوصف الصورة الفوتوغرافية، وجِّه إليهم الأسئلة التالية:

- ما نوع النبات الموضح في هذه الصورة الفوتوغرافية؟ **(نبات سرخسي)**
- كيف يتشابه هذا النبات مع نبات الورد؟ **(لكليهما أوراق خضراء)**

وكيف يختلفان؟ **(هذا النبات ليست له أزهار)**

- في أي بيئة تتوقع أن ينمو هذا النبات؟ **(في الغابة أو في مكان رطب)**
- في اعتقادك، ما الشيء المهم الذي ستتعلمه عن النباتات اللازهرية في هذا الفصل؟ **(كيف تتكاثر هذه النباتات بدون أزهار)**

الفصلُ الثاني

النباتاتُ اللازهريّةُ

Nonflowering Plants

دروسُ الفصلِ

2-1 الخصائصُ المميِّزةُ للنباتاتِ اللازهريّةِ

2-2 النباتاتُ الحزازيّةُ

2-3 النباتاتُ الوعائيّةُ اللازهريّةُ

ماذا ترى في هذه الصورة؟

أعتقدُ أنّها صورةٌ لنباتٍ . هذا النباتُ ينمو في الغابةِ أو في مكانٍ رطبٍ . إنه يبدو في حاجةٍ إلى الندى ، أو الرطوبةِ ، أو المناخِ الممطرِ . التجمّعاتُ الصفراءُ تُشبِهُ الكائناتِ التي تنمو على النباتِ ، وقد تكونُ أيضًا بذورًا تنمو بعيدًا عن النباتِ وعندما تسقطُ سوف ينبتُ نباتٌ جديدٌ .

28

الدرس الأوّل 2-1
الخصائص المميزة للنباتات اللازهرية

حفِّزْ

ناقش

دع الطلاب يصفون التكيفات الثلاثة الرئيسية التي حدثت في النباتات اللازهرية عندما بدأت نموها على الأرض. أي النباتات أظهرت هذه التكيفات؟

(النباتات الحزازية أظهرت غطاء شمعيًّا للاحتفاظ بالماء؛ نباتات ذيل الحصان والسرخسيات أنشأت أجهزة وعائية لنقل الماء؛ النباتات المعراة البذور طورت طريقة لتتكاثر بدون الماء.)

علِّمْ

استقصاء موجه

بعد أن ينتهي الطلاب من دراسة المادة في الصفحة (29)، وجِّه إليهم الأسئلة التالية:

- ما الجرثومة؟ **(خلية تكاثرية لاجنسية ذات غطاء واقٍ)**
- أي نبات ينتج عن الجرثومة؟ **(النبات المشيجي)**
- ما النبات الذي ينتج عن البيضة المخصبة؟ **(النبات الجرثومي)**
- ما أجزاء البذرة؟ **(جنين، مصدر طاقة مختزن، غطاء واقٍ).**
- بتكيف النباتات للمعيشة على الأرض اليابسة، ماذا حدث لحجم النباتات المشيجية والنباتات الجرثومية؟ **(النباتات المشيجية أصبحت أصغر، والنباتات الجرثومية أصبحت أكبر.)**

2-1 الخصائصُ المميِّزةُ للنباتاتِ اللازهريّةِ
Characteristics of Nonflowering Plants

الأهداف

في نهايةِ هذا الدرسِ يكونُ الطالبُ قادرًا على أن:

- **يُفسّرَ** كيفيّةَ تكيّفِ النباتاتِ اللازهريّةِ للحياةِ على اليابسةِ.
- **يُعرِّفَ المصطلحاتِ الأساسيّةَ:** نباتًا مشيجيًّا ، نباتًا جرثوميًّا ، جرثومةً.

الأصولُ والتكيّفاتُ
Origins and Adaptations

بدأَتِ النباتاتُ اللازهريّةُ الأرضيّةُ بالتطوّرِ من الطحالبِ الخضراءِ المائيّةِ منذ أربعمئةِ مليونِ سنةٍ. وفي نهايةِ الأمرِ ، استوطنَتْ هذه النباتاتُ اللازهريّةُ البيئةَ الأرضيّةَ اليابسةَ تمامًا وغيّرَتْ فيها. ولكي تستوطنَ هذه النباتاتُ اليابسةَ كانَتْ في حاجةٍ إلى التغلّبِ على مشكلاتٍ عديدةٍ لم تكنْ تُعانيها النباتاتُ التي كانَتْ تعيشُ في الماءِ. فالنباتُ الأرضيُّ لا بدَّ أن يتكيّفَ مع كلٍّ من التربةِ والهواءِ ، والفضاءُ الهوائيُّ الذي يُحيطُ بالتربةِ يوجَدُ فيه ضوءُ الشمسِ في حينِ لا يوجَدُ فيه ماءٌ أو شيءٌ تقومُ عليه حياةُ النباتِ ، أمّا التربةُ ففيها ماءٌ ومعادنُ ، لكن يغيبُ عنها ضوءُ الشمسِ. ولكي تعيشَ النباتاتُ اللازهريّةُ على اليابسةِ ، فقد طوّرَتْ بعضَ الأعضاءِ والأنسجةِ الخاصّةِ التي تُشيعُ بعضَ احتياجاتِها الموجودةِ في الهواءِ والتربةِ.

وفي ثلاثِ مراحلَ مختلفةٍ من التطوّرِ تغلّبَتِ النباتاتُ اللازهريّةُ على أغلبِ مشاكلِها الرئيسيّةِ في المعيشةِ على اليابسةِ حيث اكتسبَتِ النباتاتُ الحزازيّةُ غطاءً شمعيًّا ليحفظَ خلاياها من الجفافِ في الهواءِ ، واكتسبَتْ كلٌّ من الحزازيّاتِ القائمةِ ونباتاتِ ذيلِ الحصانِ والسرخسيّاتِ نسيجًا وعائيًّا لنقلِ الماءِ من الجذورِ إلى الساقِ فوقَ الأرضِ. وبهذا النسيجِ الوعائيِّ استطاعَتْ أن تنموَ لأعلى في الهواءِ ولأسفلَ داخلَ التربةِ ، وأخيرًا اكتسبَتِ النباتاتُ المعرّاةُ البذورِ طريقةً للتكاثرِ لا تعتمدُ على الماءِ.

تكامل العلوم

علمُ الأرضِ

يُوضّحُ السجلُّ الحفريُّ أنّ البكتيريا القديمةَ (أو الآثريّة) كانَتْ متوافرةً بغزارةٍ في محيطاتِ الأرضِ منذ حوالي 3.5 بلايينِ سنةٍ.

وقد تطوّرَتِ النباتاتُ الأرضيّةُ الأولى من شكلٍ معقّدِ التركيبِ من الطحالبِ منذُ حوالى 433 مليونَ سنةٍ. وقد اختلفَتْ هذه النباتاتُ اللازهريّةُ عن أسلافِها من الطحالبِ في أنّها استطاعَتْ تعزيزَ وجودِها على الأرضِ.

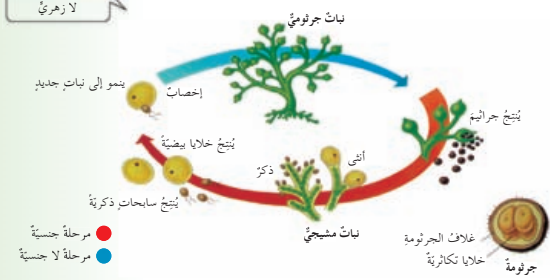
تطوّرُ دوراتِ الحياةِ
Life Cycles Development

النباتاتُ اللازهريّةُ لها دورةُ حياةٍ تتكوّنُ من مرحلتينِ مختلفتينِ مثلُ الطحالبِ التي تطوّرَتْ منها. انظرْ بعنايةٍ إلى الشكلِ (6). لاحظْ أنّ دورةَ حياةِ النباتاتِ تتبادلُ بينَ مرحلةٍ جنسيّةٍ ومرحلةٍ لا جنسيّةٍ. في المرحلةِ الجنسيّةِ ، **النباتُ المشيجيُّ gametophyte هو الذي يُنتجُ خلايا بيضيّةً وسابحاتٍ ذكريّةً** ، حيث تتّحدُ السابحةُ الذكريّةُ بالبيضةِ لتُكوّنا خليّةَ البيضةِ المخصّبةَ التي تنمو إلى جنينٍ ، حيث ينمو هذا الجنينُ إلى **نباتٍ جرثوميٍّ sporophyte وهو النباتُ الذي يُكوّنُ المرحلةَ اللاجنسيّةَ.**

في المرحلةِ اللاجنسيّةِ ، يُنتجُ النباتُ الجرثوميُّ الجراثيمَ ، **والجرثومةُ spores** عبارةٌ عن **خليّةٍ تكاثريّةٍ لا جنسيّةٍ لها غطاءٌ واقٍ ، وتتطوّرُ الجرثومةُ إلى نباتٍ مشيجيٍّ** ، ويتكاثرُ النباتُ المشيجيُّ جنسيًّا ، وتستمرُّ الدورةُ.

بعضُ النباتاتِ لها نباتاتٌ مشيجيّةٌ مذكّرةٌ ومؤنّثةٌ منفصلةٌ ، وفي نباتاتٍ أخرى يُنتجُ نباتٌ مشيجيٌّ واحدٌ كلًّا من البيضِ والسابحاتِ الذكريّةِ.

شكلُ 6
دورةُ حياةِ نباتٍ لا زهريٍّ



تطوّرَتْ دورةُ الحياةِ ذاتُ المرحلتينِ هذه في البيئةِ المائيّةِ حيث كانَ الماءُ وسيلةً لنقلِ السابحاتِ الذكريّةِ. يُمكِنُ للنباتِ المشيجيِّ أن يعيشَ مستقلًّا عن النباتِ الجرثوميِّ ، وقليلٌ من النباتاتِ الأرضيّةِ لها مثلُ هذا التنظيمِ ، فهي يجبُ أن تعتمدَ على مياهِ الأمطارِ لنقلِ السابحاتِ الذكريّةِ ، الأمرُ الذي يحدُّ من مدى انتشارِها.

قيِّمْ

إجابات أسئلة مراجعة الدرس 2–1

1. مرحلة جنسية قصيرة، ونباتات مشيجية صغيرة، وبذور.
2. لأن لديها نسيجًا وعائيًّا لنقل الماء والعناصر الغذائية.

تكيَّفَتْ نباتاتٌ أخرى تمامًا للمعيشةِ على اليابسةِ عن طريقِ تحويرِ مرحلتِها الجنسيَّةِ ، فقد أصبحَتْ أقصرَ ، وأصبحَتِ النباتاتُ المشيجيَّةُ أصغرَ حجمًا . وقد ساعدَ هذان التغيّرانِ النباتَ الجرثوميَّ على أن يكتسبَ طرقًا لحمايةِ النباتِ المشيجيِّ ، ومساعدةِ البيضِ والسابحاتِ الذكريّةِ ليتقابلا معًا من دونِ وجودِ الماءِ .

في معظمِ النباتاتِ اللازهريّةِ المعقَّدةِ التركيبِ ، وهي النباتاتُ المعرّاةُ البذورِ ، تحدثُ المرحلةُ الجنسيّةُ بالكاملِ تقريبًا داخلَ النباتِ الجرثوميِّ .

وقد أمكنَ حدوثُ هذا التكيّفِ إلى حدٍّ ما عن طريقِ نشوءِ البذرةِ ، الموضَّحةِ على اليسارِ ، وتتكوّنُ البذرةُ من جنينٍ ، ومصدرِ طاقةٍ مختزَنٍ ، وغلافٍ واقٍ للبذرةِ .

أسئلة مراجعة الدرسُ 2–1

اختبرْ وفسّرْ

1. صِفْ ثلاثةَ تكيّفاتٍ للنباتاتِ المعرّاةِ البذورِ للحياةِ على الأرضِ .
2. **استنتجْ** لماذا يُمكنُ أن تنمو السرخسيّاتُ والنباتاتُ المعرّاةُ البذورِ أكبرَ كثيرًا من النباتاتِ الحزازيّةِ؟

الدرس الثاني 2-2

النباتات الحزازية

حفِّزْ

تصويب بعض المفاهيم الخطأ لدى الطلاب

قد يعتقد الطلاب أن السرخسيات عبارة عن حزازيات قائمة، ولهذا فهي نباتات حزازية. فسر لهم أن السرخسيات ليست من عائلة النباتات الحزازية القائمة. ظهرت النباتات السرخسية بعد النباتات الحزازية، ولها أجهزة وعائية تمكنها من المعيشة في بيئات أكثر تنوعًا.

الإجابة عن السؤال الوارد في الشكل 7:

المحافظ الجرثومية

علِّمْ

التفكير الناقد

علل واستنتج: دع الطلاب يفسرون لماذا تحتاج النباتات الحزازية إلى الماء كي تتكاثر. **(السابحات الذكرية تستخدم الماء كي تسبح إلى خلية بيضية وتخصبها.)**

توقّع: اسأل الطلاب أين يجدون الحزازيات القائمة والحزازيات المنبطحة في المدينة، ولماذا. **(قد توجد هذه النباتات في المناطق المبللة أو في الأماكن المظللة مثل الجانب الشمالي للبنايات الكبيرة أو الأشجار أو المنازل حيث تتم حمايتها من التأثيرات المُجففة للشمس.)**

إجابة سؤال تكامل العلوم

الكيمياء: النباتات الحزازية المتفحمة تمتص السوائل ولها خواص المضادات الحيوية.

2-2 النباتاتُ الحزازيّةُ

Bryophytes

الأهدافُ

في نهايةِ هذا الدرسِ يكونُ الطالبُ قادرًا على أن:

- **يصف** مكانَ نموّ النباتاتِ الحزازيّةِ ويُفسّرَ سببَ نموّها.
- **يُقارنَ ويُباينَ** الخصائصَ المميّزةَ للحزازيّاتِ القائمةِ والحزازيّاتِ المنبطحةِ.
- **يستنتجَ** كيفيّةَ تأثيرِ الظروفِ البيئيّةِ في تكاثرِ الحزازيّاتِ.
- **يُعرّفَ المصطلحاتِ الأساسيّةَ:** حزازيّاتٍ قائمةً ،جذورًا صغيرةً ، أشباهَ الجذورِ ، حزازيّاتٍ منبطحةً.

النباتاتُ الحزازيّةُ bryophytes نباتاتٌ لا وعائيّةٌ تنمو فقط في البيئاتِ الرطبةِ.

الحزازيّاتُ القائمةُ

Mosses

الحزازيّاتُ القائمةُ moss هي التراكيبُ الورقيّةُ الخضراءُ **البالغةُ الصغرِ والمرتّبةُ حلزونيًّا على ساقٍ قصيرةٍ** كما في الشكلِ (7) . يُثبّتُ الحزازُ القائمُ بالأرضِ بواسطةِ **أشباهِ جذورٍ** صغيرةٍ **rhizoids** ، وهي **تراكيبُ شبيهةٌ بالجذورِ توجدُ في النباتاتِ الحزازيّةِ وليستْ جذورًا حقيقيّةً ، لأنّها لا تحوي نسيجًا وعائيًّا لنقلِ الماءِ** . ينتقلُ الماءُ داخلَ الحزازِ القائمِ أسموزيًّا ، وينتقلُ الجلوكوزُ فيما بينَ الخلايا عن طريقِ الانتشارِ . وهاتانِ العمليّتانِ بطيئتانِ وتدعمانِ النباتاتِ الصغيرةَ فقط .

شكلُ 7
دورةُ حياةِ الحزازِ القائمِ موضّحةٌ في الشكلِ . ما التراكيبُ الموجودةُ في أطرافِ النباتينِ الحزازيّينِ القائمينِ في الصورةِ الفوتوغرافيّةِ؟

تكامل العلوم

الكيمياء

استُخدِمَتِ النباتاتُ الحزازيّةُ المتفحّمةُ peat mosses في تضميدِ الجروحِ أثناءَ الحربِ العالميّةِ الأولى. حاولْ أن تتعرّفَ الخصائصَ الطبيعيّةَ التي جعلَتْ منها ضمادةً معالجةً للجروحِ.

التعليمُ المتكاملُ

الترابطُ والتداخلُ بالعلومِ والتكنولوجيا والمجتمعِ S.T.S Connection

يُستخدَمُ الفحمُ والحثُّ (نباتٌ حزازيٌّ متحلّلٌ نصفَ متفحّمٍ) كوقودينِ في توليدِ الحرارةِ والكهرباءِ. وهما يُستعملانِ بكثرةٍ على الرغمِ من أنّ مصادرَ أخرى مثلَ النفطِ والغازِ الطبيعيِّ قد زادَ استعمالُها على نطاقٍ أوسعَ.

الخصائص المميزة للنباتات اللاوعائية

نشاط

عرض عملي

المواد: قالب مكعبات ثلج بلاستيكي، منديل ورقي، ماء، قطارة بلاستيكية، مادة ملوِّنة.

الزمن: 10 دقائق.

اصنع نموذجًا يبيّن الطريقة التي تمر بها المواد خلال النباتات اللاوعائية. اقطع شريطًا عرضه 5 cm من المنديل الورقي، ولفّ الشريط حول نفسه بإحكام على كامل طوله. املأ كأسًا بحوالى 250 ml من الماء وأضف إليها من 5 إلى 10 قطرات من المادة الملوِّنة. باستخدام القطارة املأ بعناية أحد أقسام قالب مكعبات الثلج بالماء الملون. ضع أحد طرفي ورق المنديل الملفوف في الماء الملون والطرف الآخر في قسم آخر من القالب. اطلب إلى الطلاب أن يتوقعوا ما سيحدث للماء الملون. بعد ذلك، اسمح لهم أن يراقبوا حركة الماء من قسم إلى آخر.

اسأل: كيف يتشابه هذا مع الطريقة التي تنقل بها النباتات اللاوعائية المواد؟ **(تنقل النباتات اللاوعائية المواد من خلية إلى أخرى خلال أجسامها.)**

قيِّمْ

إجابات أسئلة مراجعة الدرس 2–2

1. قد تتباين الإجابات. الغابات المطيرة والغابات المعتدلة هما البيئتان اللتان تنمو فيهما الحزازيات القائمة والمنبطحة غير المألوفة.
2. قد تتباين الإجابات. كلتا البيئتين مجهزتان بماء وفير وحياة نباتية فريدة.
3. كلتاهما نباتان لاوعائيين، يعيشان في البيئات الرطبة، لهما أشباه جذور وتراكيب تشبه الأوراق، ويحتاجان إلى الماء ليتكاثرا، وينتجان محافظ جرثومية تطلق جراثيم. كلتاهما مختلفتان في الشكل والتركيب.
4. لن تكون قادرة على التكاثر لأن سابحاتها الذكرية تحتاج إلى الماء لتخصيب الخلايا البيضية.

انظرْ إلى دورةِ حياةِ الحزازِ القائمِ الموضَّحةِ في الشكلِ (7) في المرحلةِ الأولى. تتطوّرُ الجراثيمُ إلى نباتاتٍ مشيجيّةٍ مذكّرةٍ ومؤنّثةٍ منفصلةٍ ، وتتكوّنُ في النباتِ المشيجيِّ المذكّرِ أعضاءٌ جنسيّةٌ منتِجةٌ للسابحاتِ الذكريّةِ ، وفي النباتِ المشيجيِّ المؤنَّثِ أعضاءٌ جنسيّةٌ منتِجةٌ للبيضِ.

تسبحُ السابحاتُ الذكريّةُ في ماءِ المطرِ أو الندى تجاهَ الخليّةِ البيضيّةِ وتُخصِّبُها . تبقى البيضةُ المخصَّبةُ داخلَ العضوِ الجنسيِّ المؤنَّثِ ، وتتطوّرُ إلى النباتِ الجرثوميِّ . ويُكوّنُ النباتُ الجرثوميُّ وهو ما زالَ متّصلًا بالنباتِ المشيجيِّ المؤنَّثِ ، سافًا لها محفظةً في الطرفِ ، وفي داخلِ المحفظةِ تُنتِجُ الانقساماتُ الخلويّةُ جراثيمَ سوف تنطلقُ خارجَها لتستمرَّ الدورةُ.

الحزازيّاتُ المنبطحةُ

Liverworts

في المناطقِ المبلَّلةِ من الغابةِ أو في المستنقعِ ، قد تجدُ نباتاتٍ حزازيّةً مثلَ **الحزازيّاتِ المنبطحةِ liverworts** وهي **تراكيبُ مفلطحةٌ ورقيّةُ الشكلِ** مثلُ التي تراها في الشكلِ (8). وللحزازيّاتِ المنبطحةِ الأخرى أجسامٌ مقسَّمةٌ إلى أقسامٍ مستديرةٍ أو إلى فصوصٍ. كلا النوعين من الحزازيّاتِ المنبطحةِ له أشباهُ جذورٍ.

دورةُ حياةِ الحزازيّاتِ المنبطحةِ مشابهةٌ لدورةِ حياةِ الحزازيّاتِ القائمةِ ، وتنتمي التراكيبُ الورقيّةُ الشكلِ إلى النباتِ المشيجيِّ الذي يُعتبَرُ أكثرَ المراحلِ الجديرةِ بالملاحظةِ. يُنتِجُ النباتُ الجرثوميُّ الأصغرُ محافظَ تحتوي على خلايا خاصّةٍ محمَّلةٍ بتراكيبَ زنبركيّةٍ ، حيث تقذفُ هذه الخلايا الجراثيمَ بقوّةٍ ، وتُساعِدُها على الانتشارِ.

شكل 8
لاحظ الفرق بين النباتين المشيجيّين المذكّرِ والمؤنّثِ بهذا الحزازِ المنبطحِ.

تكامل العلوم

علمُ الأرضِ
تصلحُ حزازيّاتٌ قائمةٌ عديدةٌ كمرشدةٍ وممهّدةٍ للطرقِ في الأماكنِ القاحلةِ ، حيث ينمو العديدُ منها على الصخورِ . وعلى مدى العديدِ من الأجيالِ ، ساعدتْ هذه الحزازيّاتُ القائمةُ على تحطيمِ الصخورِ وترسيبِ الموادِ العضويّةِ مخلّفةً تربةً خصبةً لأنواعٍ أخرى من النباتاتِ ، فلو أمكنَ أن تَبحثَ عن صخرٍ مغطًّى بنباتٍ حزازيٍّ قائمٍ ، سوفَ تُلاحظُ كيفَ سيُغيّرُ هذا النباتُ الحزازيُّ القائمُ من الصخرِ الذي ينمو عليه.

أسئلة مراجعة الدرسُ 2–2

اختبرْ وفسّرْ

1. إذا وقعَ الاختيارُ عليك لقيادةِ رحلةٍ استكشافيّةٍ للبحثِ عن الحزازيّاتِ القائمةِ والمنبطحةِ غيرِ المألوفةِ ، فأين ستذهبُ؟ صفْ بيئتين سيقعُ اختيارُك عليهما .
2. **فسّرْ** لماذا اخترتَ كلَّ بيئةٍ من البيئتين اللتين وردتا في السؤالِ الأوّلِ .
3. **قارنْ وباينْ:** ما الخصائصُ المشتركةُ بينَ الحزازيّاتِ القائمةِ والحزازيّاتِ المنبطحةِ؟ وفيمَ تختلفانِ عن بعضهما؟
4. **استدلَّ:** كيف يُؤثّرُ طولُ فترةِ الجفافِ في تكاثرِ الحزازيّاتِ القائمةِ؟

الدرس الثالث 2-3

النباتات الوعائية اللازهرية

حفِّزْ

حاول إجراء ما يلي

نشاط

المهارات: الاستنتاج

المواد: نبات سرخسي، عدسة يدوية، قطارة بلاستيكية، ماء.

الزمن: 20 دقيقة.

الفكرة: يجب أن يلاحظ الطلاب الأوراق السرخسية، والساق، والجذور. كما يجب أن يلاحظوا أن السطح العلوي للورقة السرخسية أملس وبراق بالمقارنة مع السطح السفلي لها. يمكن رؤية المحافظ الجرثومية على الجانب السفلي للنصل. يجب أن ينزلق الماء المتساقط على السطح العلوي للورقة السرخسية.

الاستنتاج: تثبت الجذور النبات على الأرض وتمتص الماء. تقلل القشيرة على السطح العلوي من خسارة الماء.

امتداد: اقترح على الطلاب أن يفحصوا إحدى المحافظ الجرثومية عن قرب، ثم يُخرجوا ما فيها من جراثيم بواسطة مشرط تشريح ويفحصوها بالعدسة اليدوية.

علِّمْ

إثراء

أخبر الطلاب أن النباتات الأصل للسرخسيات، ونباتات ذيل الحصان قد نمت إلى أشجار كبيرة منذ ملايين السنين. تنمو أنواع قليلة فقط من السرخسيات إلى أحجام كبيرة في المناطق المدارية هذه الأيام. معظم السرخسيات ونباتات ذيل الحصان نباتات صغيرة.

2-3 النباتاتُ الوعائيّةُ اللازهريّةُ

Nonflowering Vascular Plants

الأهداف

في نهايةِ هذا الدرسِ يكونُ الطالبُ قادرًا على أن:

- **يصف** السرخسيّاتِ ومعرّاةَ البذورِ.
- **يفسّرَ** أهميّةَ حبوبِ اللقاحِ كتكيّفٍ نباتيّ.
- **يقارنَ ويباينَ** دورتي حياةِ السرخسيّاتِ وأشجارِ الصنوبرِ.
- **يصنعَ نموذجًا** لأرضٍ قديمةٍ سادتْها النباتاتُ اللازهريّةُ الوعائيّةُ.
- **يُعرِّفَ المصطلحاتِ الأساسيّةَ:** غبارَ الطلعِ (حبوبَ اللقاحِ)، عمليّةَ التلقيحِ.

تخيَّلْ نباتًا ينمو أطولَ من برجِ التحريرِ في دولةِ الكويتِ. لقد عُرِفَ عن أشجارِ الخشبِ الأحمرِ أنّها نباتاتٌ وعائيّةٌ لا زهريّةٌ تنمو إلى أكثرَ من 100 مترٍ طولًا، وهي من بينِ أطولِ الكائناتِ الحيّةِ على الأرضِ.

لماذا يُمكِنُ لشجرةِ الخشبِ الأحمرِ أن تنموَ إلى هذا الطولِ؟ عندما ظهرَتِ النباتاتُ على الأرضِ تطوّرَتْ بعضُ أنسجتِها إلى أنسجةٍ وعائيّةٍ أنبوبيّةٍ لنقلِ الماءِ والموادِّ الغذائيّةِ، وقد أكسبَتْ حزمُ الأنسجةِ الوعائيّةِ النباتاتِ دعامةً مكّنَتْها من النموِّ وأصبحَتْ أكثرَ طولًا. وقد أمكنَ للأنسجةِ الوعائيّةِ الأنبوبيّةِ أيضًا نقلُ الماءِ من التربةِ إلى باقي أجزاءِ النباتِ، وبسببِ هذا التكيّفِ استطاعَتِ النباتاتُ الوعائيّةُ أن تنموَ في كلِّ مكانٍ على الأرضِ تقريبًا. انظرْ إلى الشكلِ (9).

شكلُ 9

بنشوءِ النسيجِ الوعائيِّ، استطاعَتِ النباتاتُ اللازهريّةُ أن تُكوِّنَ غاباتٍ.

السرخسيّاتُ

Ferns

كانَتِ النباتاتُ الوعائيّةُ اللازهريّةُ المعروفةُ بالسرخسيّاتِ أعضاءً مهمّةً في الغاباتِ القديمةِ. وما زالَتِ السرخسيّاتُ تنمو حتّى وقتِنا هذا داخلَ غاباتِ العالمِ. وتنمو معظمُ السرخسيّاتِ في المناطقِ المداريّةِ الدافئةِ، ولكن تنمو بعضُ أنواعِها في مناطقَ تحدثُ فيها تغيّراتٌ فصليّةٌ. أنواعٌ قليلةٌ من السرخسيّاتِ المداريّةِ عبارةٌ عن أشجارٍ، مثلِ تلكَ التي وُجِدَتْ منذ ملايينِ السنينَ، ولكن معظمُ الاثني عشرَ ألفَ نوعٍ أو أكثرَ من السرخسيّاتِ الموجودةِ في هذه الأيّامِ صغيرةُ الحجمِ.

وبخلافِ الحزازيّاتِ، فللسرخسيّاتِ جذورٌ وسيقانٌ وأوراقٌ مميّزةٌ، وتحتوي جميعُ هذه الأعضاءِ على نسيجٍ وعائيٍّ، وتحملُ أوراقًا سرخسيّةً كلٌّ منها مقسّمٌ إلى وريقاتٍ، وللأوراقِ السرخسيّةِ طبقةٌ شمعيّةٌ خارجيّةٌ لحمايتِها من الجفافِ.

سيقانُ معظمِ السرخسيّاتِ عبارةٌ عن سيقانٍ تحتَ أرضيّةٍ تُسمّى الريزوماتِ rhizomes؛ حيث تنمو الجذورُ من الجانبِ السفليِّ للريزومِ، وتنمو الأوراقُ من الجانبِ العلويِّ. أشجارُ السرخسيّاتِ ذاتُ سيقانٍ قائمةٍ طويلةٍ.

يُوضّحُ الشكلُ (10) دورةَ حياةِ أحدِ السرخسيّاتِ، فالنباتُ الذي تعرفُه كسرخسٍ هو الطورُ الجرثوميُّ من دورةِ الحياةِ، حيث تنمو على الجانبِ السفليِّ لأوراقِه السرخسيّةِ الناضجةِ محافظُ جرثوميّةٌ تُسمّى بثراتِ sori، والتي تبدو كنقاطٍ أو بقعٍ بنيّةٍ صغيرةٍ، وفي داخلِ هذه البثراتِ يحدثُ انقسامٌ خلويٌّ من نوعٍ خاصٍّ منتجًا جراثيمَ. وللبثراتِ تراكيبُ زنبركيّةٌ يُمكِنُها أن تقذفَ الجراثيمَ عدّةَ أمتارٍ عندَ تمامِ نضجِها، وبمجرّدِ انطلاقِها بهذه الطريقةِ تقطعُ الجراثيمُ مسافاتٍ بواسطةِ الرياحِ أو الماءِ. وإذا ما هبطَتِ الجرثومةُ على أرضٍ ظليلةٍ رطبةٍ، فإنّها تتحوّلُ إلى طورٍ مشيجيٍّ قلبيِّ الشكلِ وصغيرِ الحجمِ يحملُ أعضاءً تكاثريّةً مذكّرةً ومؤنّثةً.

تكامل العلوم

علمُ الأرضِ

لعبَتِ السرخسيّاتُ الشجريّةُ والسرخسيّاتُ البذريّةُ أدوارًا رئيسيّةً في إنتاجِ الفحمِ، فالكتلُ الكبيرةُ الوافرةُ النماءِ من هذه النباتاتِ قد نمَتْ وماتَتْ، ولكنّها لم تتحلّلْ على مدى 74 مليونَ سنةٍ من عمرِ الفحمِ. وخلالَ ذلك الوقتِ، فإنّ انضغاطَ هذه البقايا الورقيّةِ أدّى إلى تكوّنِ الفحمِ فقطْ وهو عبارةٌ عن كربونٍ نقيٍّ. نحن نحرقُ الفحمَ في يومِنا الحاضرِ كي نُنتِجَ القوى الكهربائيّةَ؛ لذلك فإنّه من المحتملِ أن تكونَ حجرةُ دراستِك قد أُضيئَتْ بواسطةِ الطاقةِ الشمسيّةِ منذ 300 مليونِ سنةٍ! لاحظْ أنّ السرخسيّاتِ البذريّةَ تدلُّ على تناقضٍ في المصطلحاتِ، فعلماءُ كثيرونَ ينظرونَ إلى هذه النباتاتِ المنقرضةِ على أنّها حلقاتٌ متوسّطةٌ بينَ النباتاتِ السرخسيّةِ والنباتاتِ المعرّاةِ البذورِ.

شكلُ 10

دورةُ حياةِ نباتٍ سرخسيٍّ

تنمية المهارات

صَنِّفْ: اسأل الطلاب أي النباتات التالية: السرخسيات، نباتات ذيل الحصان الأكثر شبهًا للنباتات الزهرية في المظهر. **(السرخسيات هي الأكثر شبهًا لبعض النباتات الزهرية)**

ناقش

(أ) إذا كان لأحد النباتات السرخسية 8 ورقات سرخسية، 1000 بثرة على كل ورقة سرخسية، 100 محفظة جرثومية في كل بثرة، و12 جرثومة في كل محفظة جرثومية، فكم عدد الجراثيم التي ينتجها النبات السرخسي؟ **(9 600 000 جرثومة)**

(ب) قد يتعجب الطلاب لماذا لا يمكنهم عادة مشاهدة النبات المشيجي للنبات السرخسي. فسّر أنه صغير جدًّا ويوجد فقط في أواخر الربيع أو بدايات الصيف.

تنمية المهارات

استنتج: أخبر الطلاب أن دورة حياة النبات السرخسي قد تبدأ بالجراثيم الدقيقة التي تم قذفها من بثرات النبات السرخسي الناضج. إذا ما هبطت الجرثومة في بقعة رطبة فإنها سوف تنمو إلى نبات مشيجي سينتج في النهاية الكثير من النباتات الجرثومية. اطلب إلى الطلاب أن يفسروا لماذا يعتبر من المفيد للجراثيم أن تُقذف إلى مسافة بعيدة عن النبات. **(كي تُنشر الجراثيم لمناطق جديدة حيث لا تتنافس النباتات فيما بينها على ضوء الشمس والعناصر الغذائية.)**

تسبحُ السابحاتُ الذكريّةُ المنتَجةُ بواسطةِ العضوِ الذكريِّ إلى العضوِ التكاثريِّ الأنثويِّ المحتوي على الخليّةِ البيضيّةِ. ويحدثُ الإخصابُ وينمو الزيجوتُ إلى جنينٍ، ثمّ ينمو الجنينُ الذي تتمُّ حمايتُه وتغذيتُه بواسطةِ النباتِ المشيجيِّ، إلى نباتٍ جرثوميٍّ ورقيٍّ مألوفٍ.

كيف تختلفُ دورةُ حياةِ النباتِ السرخسيِّ عن دورةِ حياةِ النباتِ الحزازيِّ القائمِ؟ في النباتِ الحزازيِّ القائمِ، النباتُ المشيجيُّ هو الطورُ الأكبرُ حجمًا والأطولُ عمرًا. أمّا في النباتِ السرخسيِّ، فإنّ النباتَ الجرثوميَّ هو الذي ينمو أكبرَ ويعيشُ لفترةٍ أطولَ.

النباتاتُ المعرّاةُ البذورِ
Gymnosperms

تُسمّى النباتاتُ الوعائيّةُ اللازهريّةُ التي تُنتِجُ بذورًا بالنباتاتِ المعرّاةِ البذورِ. والأشجارُ المخروطيّةُ مثلُ الصنوبرِ والخشبِ الأحمرِ هي أكثرُ النباتاتِ المعرّاةِ البذورِ الحيّةِ في هذه الأيّامِ، وبسببِ بذورِها وتكيّفاتِها الأخرى، فإنّ هذه النباتاتِ تعيشُ وتتكاثرُ في أماكنَ لم تستطعِ السرخسيّاتُ العيشَ فيها.

البذرةُ عبارةٌ عن تكيّفٍ لحمايةِ وتغذيةِ جنينِ النباتِ. وتحتوي البذرةُ على مصدرٍ للطاقةِ للجنينِ الموجودِ داخلَها، وتُحاطُ بغلافٍ واقٍ، وقد يظلُّ الجنينُ الموجودُ داخلَ البذرةِ كامنًا لفترةٍ زمنيّةٍ طويلةٍ، وبعدَ ذلك عندما تكونُ الظروفُ مناسبةً يبدأُ بالنموِّ. يُمكِنُ أن تنتقلَ البذورُ مسافاتٍ كبيرةً كي تظهرَ نباتاتٌ جديدةٌ في أماكنَ جديدةٍ.

وللنباتاتِ المعرّاةِ البذورِ تكيّفٌ مهمٌّ آخرُ لتعيشَ على الأرضِ. تذكّرْ أنّ السرخسيّاتِ في حاجةٍ دائمةٍ إلى الماءِ كي تستطيعَ السابحاتُ الذكريّةُ السباحةَ إلى الخلايا البيضيّةِ. وقد تطوّرَتِ النباتاتُ المعرّاةُ البذورِ للتحوّلِ عن الحاجةِ إلى الماءِ، فخلاياها الذكريّةُ ليستْ في حاجةٍ إلى السباحةِ، وعوضًا عن ذلك **تنمو الخلايا الذكريّةُ داخلَ محافظَ أو أكياسٍ واقيةٍ يُمكِنُ أن يحملَها الهواءُ المتحرّكُ. وتُعرفُ هذه الخلايا التي تُشبهُ التراب بغبارِ الطلعِ pollen** أو حبوبِ اللقاحِ، وقد مكّنَتْ حبوبُ اللقاحِ النباتاتِ المعرّاةَ البذورِ من أن تبقى حيّةً وتتكاثرَ بعيدًا عن البيئاتِ الرطبةِ. ونتيجةً لذلك، استطاعَتِ النباتاتُ المعرّاةُ البذورِ أن تنموَ في الصحارى، وعلى قممِ الجبالِ الجافّةِ المعرّضةِ للرياحِ.

خارطُ إجراءِ هذا العملِ

فحصُ نباتٍ سرخسيٍّ نشاط

1. سيُعطيك معلّمُك نباتًا سرخسيًّا لتفحصَه.
2. ارسمْ شكلًا تخطيطيًّا للنباتِ، واكتبْ على الرسمِ أسماءَ التراكيبِ التي تراها.
3. استخدمْ عدسةً يدويّةً لتفحصَ السطحينِ العلويَّ والسفليَّ للورقةِ. امسحْ بإصبعِك كلا السطحينِ.
4. أضِفْ عدّةَ قطراتٍ من الماءِ بقطّارةٍ بلاستيكيّةٍ على السطحِ العلويِّ للورقةِ. لاحظْ ماذا حدثَ.

استنتاجٌ

وظّفْ ملاحظاتِك لتفسّرَ كيف تكيّفَتِ السرخسيّاتُ للحياةِ على الأرضِ.

التفكير الناقد

قارن وباين: اسأل الطلاب كيف تختلف دورات حياة السرخسيات ونباتات ذيل الحصان عن تلك الخاصة بالحزازيات القائمة. **(في كل من السرخسيات ونباتات ذيل الحصان، يكون النبات الجرثومي أكبر كثيرًا، ويعيش أطول من النبات المشيجي؛ في الحزازيات القائمة، فإن النبات المشيجي هو الأكبر ويعيش أطول.)**

استقصاء موجه

دع الطلاب يدرسون المادة في الصفحة (36) من كتاب الطالب، ثم اسأل الأسئلة التالية:

- في أي طريقة تختلف النباتات المعراة البذور عن السرخسيات ونباتات ذيل الحصان؟ **(تكوّن بذورًا.)**
- ما البذرة؟ **(تكيف لحماية جنين النبات وتغذيته.)**

التفكير الناقد

علل واستنتج: اطلب إلى الطلاب أن يصفوا تكيفًا يمكن النباتات المعراة البذور من أن تعيش في الظروف الجافة. **(لها جهاز وعائي لنقل الماء)**

ناقش

دع الطلاب يدرسون دورة الحياة الخاصة بنبات الصنوبر في الشكل (11). أكِّد على أن النباتين المشيجيين المذكر والمؤنث صغيران جدًّا، وأن النبات المشيجي المؤنث يبقى في المخروط حيث ينتج البويضة.

النبات المشيجي المذكر هو حبة اللقاح التي تُحمل بواسطة الرياح إلى المخروط المؤنث. اسأل الطلاب:

- ما التلقيح؟ **(يحدث التلقيح عندما تصل حبوب اللقاح إلى المخروط حيث يوجد النبات المشيجي المؤنث.)**
- كيف يصل النبات المشيجي المذكر إلى النبات المشيجي المؤنث كي يخصبه؟ **(تنمو له أنبوبة لقاح تنتقل خلالها الخلايا الذكرية إلى البويضة.)**

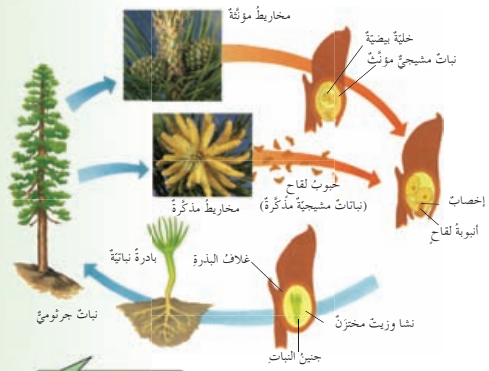
دورةُ حياة شجرة الصنوبر
Pine Tree Life Cycle

تختلفُ دوراتُ حياةِ النباتاتِ المعرّاةِ البذورِ كثيرًا عن دوراتِ حياةِ السرخسيّاتِ، وتُعَدُّ شجرةُ الصنوبرِ مثالًا حسنًا يُوضّحُ كيف تتمُّ دورةُ حياةِ النباتاتِ المعرّاةِ البذورِ. وشجرةُ الصنوبرِ عبارةٌ عن جيلِ النباتِ الجرثوميِّ، وهي تحملُ نوعين من المخاريطِ، المخاريطِ الخشبيّةِ الكبيرةِ، وتُنتِجُ الجراثيمَ التي ستنمو إلى النباتاتِ المشيجيّةِ المؤنّثةِ، والمخاريطِ غيرِ الخشبيّةِ الصغيرةِ، وتُنتِجُ الجراثيمَ التي تنمو إلى النباتاتِ المشيجيّةِ المذكّرةِ. وبخلافِ النباتاتِ المشيجيّةِ للسرخسيّاتِ، فهذه النباتاتُ المشيجيّةُ غيرُ مستقلّةٍ (حرّةُ المعيشةِ). افحصِ الشكلَ (11). يظلُّ النباتُ المشيجيُّ المؤنّثُ في المخروطِ، وهو ينمو إلى كتلةٍ عديدةِ الخلايا، فيها العديدُ من الخلايا البيضيّةِ البادئةِ بالتطوّرِ. والنباتُ المشيجيُّ المذكّرُ الواحدُ موجودٌ داخلَ حبّةِ لقاحٍ دقيقةِ الحجمِ. تتحرّرُ هذه النباتاتُ المشيجيّةُ المذكّرةُ من حبوبِ اللقاحِ وتُنقَلُ بواسطةِ الرياحِ.

أفكار في العلوم

التدريج والتركيب

تُنتِجُ أشجارُ الصنوبرِ أعدادًا ضخمةً من حبوبِ اللقاحِ، لكلِّ حبّةٍ كيسان دقيقان مملوءان بالهواءِ، ومثبّتان بها. وتعملُ هذه الأكياسُ الهوائيّةُ، مثلُ أشرعةِ المراكبِ، لحملِ أو نقلِ حبوبِ اللقاحِ لمسافاتٍ كبيرةٍ خلالَ الهواءِ. فكّرْ في أمثلةٍ أخرى للبذورِ التي يقلُّها الهواءُ.



شكل 11
دورةُ حياةِ نباتِ الصنوبرِ

تحدثُ عمليةُ التلقيح pollination **عندما تصلُ حبّةُ اللقاحِ المحمولةُ بالرياحِ إلى المخروطِ المؤنّثِ حيث ينمو النباتُ المشيجيُّ المؤنّثُ**، وتنمو للنباتِ المشيجيِّ المذكّرِ أنبوبةُ لقاحٍ يُمكِنُ من خلالِها أن تصلَ النواةُ المذكّرةُ إلى الخليّةِ البيضيّةِ، ويحدثُ الإخصابُ عندما تتّحدُ النواةُ الذكريّةُ والبيضيّةُ. لاحِظْ في شكلِ (11) أنّ البيضةَ المخصّبةَ تنمو إلى نباتٍ جرثوميٍّ صغيرٍ، عندها تكونُ الدورةُ قد اكتملَتْ.

النباتاتُ المعرّاةُ البذورِ والزمنُ الجيولوجيُّ
Gymnosperms and Geologic Time

الحفريّاتُ مثلُ الموضّحةِ في الشكلِ (12) تُوضّحُ تاريخَ النباتاتِ المعرّاةِ البذورِ. ظهرَتْ معرّاةُ البذورِ الأولى منذ حوالى 350 مليونَ سنةٍ، وفي ذلك الوقتِ، كانَتِ الكتلُ اليابسةُ للأرضِ ملاصِقةً لبعضِها في قارّةٍ ضخمةٍ جدًّا تُسمّى بانجايا Pangaea، وكانَ المناخُ دافئًا ورطبًا، وقد سادَتِ السرخسيّاتُ بقاعَ الأرضِ.

ومنذ حوالى 250 مليونَ سنةٍ، بدأَتِ العمليّاتُ الجيولوجيّةُ تُغيّرُ الأرضَ، فتكوّنَتِ الجبالُ وتُرِكَتْ بحارٌ ضحلةٌ عديدةٌ، وأصبحَتِ الظروفُ على اليابسةِ أكثرَ جفافًا، وقد كانَتِ النباتاتُ المعرّاةُ البذورِ، خصوصًا المخروطيّاتُ، قد تكيّفَتْ جيّدًا مع ظروفِ الجفافِ؛ فالنباتاتُ المعرّاةُ البذورِ لا تحتاجُ إلى ماءٍ دائمًا كي تتكاثرَ، كما أنّ للنباتاتِ المخروطيّةِ أوراقًا إبريّةَ الشكلِ ذاتَ أغطيةٍ شمعيّةٍ سميكةٍ وثغورًا غائرةً للاحتفاظِ بالماءِ.

شكل 12
هذه الحفريّاتُ من المخاريطِ (بأعلى) وأوراقِ نباتِ الجنكةِ ginkgo (بأسفلَ) هما البرهانان اللذان وظّفهما العلماءُ لجمعِ تاريخِ النباتاتِ المعرّاةِ البذورِ على وجهِ الأرضِ.

تنمية المهارات

استنتج: اطلب إلى الطلاب أن يفسروا كيف يكون من المفيد لشجرة الصنوبر أن تنتج المزيد من حبوب اللقاح. **(حتى تزيد من ضمان وصول بعض حبوب اللقاح إلى النبات المشيجي المؤنث).**

أفكار في العلوم

التدريج والتركيب: الإجابة هي بذور القيقب أو بذور الطرخشقون.

قيِّمْ

إجابات أسئلة مراجعة الدرس 2–3

1. السرخسيات: لها مرحلة نبات جرثومي طويلة وأوراق شمعية. النباتات المعراة البذور: تنتج بذورًا وحبوب لقاح من أجل التكاثر والبقاء حية في البيئات الأكثر جفافًا.
2. حبوب اللقاح عبارة عن جسيمات واقية تشبه الغبار، وتحوي الخلايا الذكرية وتساعد على انتشارها.
3. السرخسيات لها جراثيم تكاثرية وتخصب نفسها. لدى الصنوبريات حبوب لقاح وتنتقل إلى المخاريط المؤنثة للإخصاب. كلا النوعين يقضيان معظم دورتي حياتهما كنباتات جرثومية.
4. عاشت الديناصورات في غابات الأشجار المخروطية، والسيكادات والنباتات السرخسية الكبيرة.

وعندما جالَتِ الديناصوراتُ على سطحِ الأرضِ منذ حوالى 200 مليونِ سنةٍ ، كانَتِ النباتاتُ المعرّاةُ البذورِ أكثرَ الأحياءِ النباتيّةِ شيوعًا. وعاشَتِ الديناصوراتُ فيما بينَ غاباتٍ مخروطيّاتٍ وسيكاداتٍ (نباتاتٍ معمِّرةٍ) لها أحجامُ أشجارِ النخيلِ الصغيرةِ ، وكانَتِ النباتاتُ السرخسيّةُ الكبيرةُ التي تتكاثرُ بالبذورِ شائعةً أيضًا. وعندما أصبحَ المناخُ باردًا بصورةٍ فجائيّةٍ منذ 70 مليونَ سنةٍ ، انقرضَتِ الديناصوراتُ ، ولكن استمرَّتِ المخروطيّاتُ بازدهارِها ونموِّها الناجحِ ، وكانَتِ النباتاتُ المعرّاةُ البذورِ الأخرى أقلَّ نجاحًا في ظلِّ الظروفِ الجديدةِ ، ومائَتْ أنواعٌ عديدةٌ منها ، وقد استولَتِ النباتاتُ الزهريّةُ التي تطوّرَتْ أو نشأَتْ مؤخَّرًا على معظمِ بقاعِ الأرضِ. وفي هذه الأيّامِ ، غالبًا ما تنمو النباتاتُ المعرّاةُ البذورِ في المناطقِ الجافّةِ ذاتِ التربةِ الفقيرةِ.

أسئلة مراجعة الدرسُ 2–3

اختبرْ وفسّرْ

1. اذكرْ أسماءَ مجموعتين من النباتاتِ الوعائيّةِ اللازهريّةِ .
2. عرِّفْ حبوبَ اللقاحِ . لماذا تُعتبرُ حبوبُ اللقاحِ تكيّفًا مفيدًا للنباتاتِ المعرّاةِ البذورِ؟
3. **قارنْ وبينْ:** فيمَ تختلفُ دورتا حياةِ الصنوبريّاتِ والسرخسيّاتِ؟ وفيمَ تتشابهان؟
4. **اصنعْ نموذجًا:** صفْ غابةً أرضيّةً كانَتْ موجودةً عندما عاشَتِ الديناصوراتُ .

تحقق من معلوماتك

1. النباتات الحزازية لها غطاء شمعي يعمل على حفظ خلاياها من الجفاف.
2. هذه النباتات لها نسيج وعائي ينقل الماء من الأرض لأعلى.
3. كان المناخ دافئًا وعالي الرطوبة، وكانت الكتل الأرضية اليابسة متحدة في قارة عظيمة تسمّى بانجايا.
4. قد تتباين الإجابات، ولكن قد تتضمن: السرخسيات، لها جذور حقيقية وسيقان وأوراق مميزة. وفي السرخسيات طور النبات الجرثومي هو الأكبر والأطول بينما في الحزازيات القائمة، طور النبات المشيجي هو الأكبر والأطول. تتطور جراثيم السرخسيات إلى النبات المشيجي محتويًا كلًّا من الأعضاء الجنسية المذكرة والمؤنثة. تتطور جراثيم الحزازيات القائمة إلى نباتات مشيجية مذكرة ومؤنثة منفصلة عن بعضها.
5. الأشجار المخروطية مثل الصنوبريات هي أكثر النباتات المعراة البذور شيوعًا.
6. المرحلة الأخرى في دورة حياة النبات السرخسي هي النبات المشيجي.
7. صحيحة.
8. غير صحيحة؛ الهواء.
9. غير صحيحة؛ العناصر الغذائية.
10. غير صحيحة، النباتات المعراة البذور.

تحقق من معلوماتك

أجبْ عمّا يأتي بجملةٍ كاملةٍ:

1. لماذا لا تجفُّ خلايا النباتاتِ الحزازيّةِ في الهواءِ؟
2. كيف تنقلُ السرخسيّاتُ الماءَ من الجذورِ إلى الأجزاءِ فوقَ الأرضيّةِ للنباتاتِ؟
3. كيف كانَ المناخُ عندما ظهرَتِ النباتاتُ المعرّاةُ البذورِ الأولى على الأرضِ؟ ما اسمُ الكتلِ اليابسةِ للأرضِ في ذلك الوقتِ؟
4. كيف تختلفُ النباتاتُ السرخسيّةُ عن النباتاتِ الحزازيّةِ القائمةِ؟ اذكرْ ثلاثةَ اختلافاتٍ.
5. اذكرْ أمثلةً للنباتاتِ المعرّاةِ البذورِ الحيّةِ الشائعةِ.
6. النباتُ الذي تعرفُه كسرخسٍ ما هو إلّا مجرّدُ طورٍ من دورةِ حياتِه. ماذا تُسمّى المرحلةُ الأخرى من دورةِ الحياةِ؟

حدّدِ الصوابَ في الجملِ التاليةِ إذا كانتِ الجملةُ صحيحةً ، وفي الجملةِ الخاطئةِ صوّبِ الكلمةَ التي تحتها خطٌّ لتُصبحَ الجملةُ صحيحةً.

7. في المرحلةِ الأولى من دورةِ حياةِ النباتِ الحزازيِّ القائمِ ، تنبتُ الجراثيمُ إلى نباتاتٍ مشيجيّةٍ مذكّرةٍ ومؤنّثةٍ منفصلةٍ.
8. النباتُ الذي يعيشُ على اليابسةِ يجبُ أن يتكيّفَ لمادّتينِ منفصلتينِ: التربةِ والمطرِ.
9. عندما ظهرَتِ النباتاتُ على الأرضِ كوّنَتْ أنسجةً وعائيّةً أنبوبيّةَ الشكلِ لنقلِ الماءِ والتربةِ.
10. منذ حوالى 200 مليونِ سنةٍ ، عندما جالَتِ الديناصوراتُ على بقاعِ الأرضِ ، أصبحَتِ السرخسيّاتُ العملاقةُ أكثرَ الأحياءِ النباتيّةِ شيوعًا.

تحقق من فهمك

طبّقِ المفاهيمَ التي تعلّمْتَها لتُجيبَ عن كلِّ سؤالٍ ممّا يأتي:

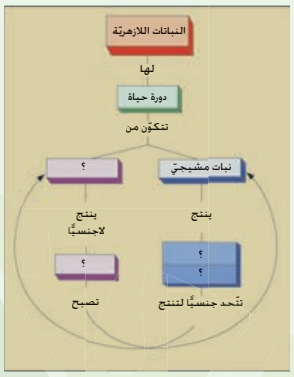
1. فيمَ تختلفُ دورةُ حياةِ السرخسِ عن دورةِ حياةِ الحزازِ القائمِ؟
2. **قارنْ وبيّنْ:** لكلٍّ نباتاتِ الأرضِ طريقةٌ لنشرِ نسلِها من النباتاتِ. ما وسائلُ بعثرتِها على مساحةٍ كبيرةٍ؟ وفي أيِّ مرحلةٍ من دورةِ الحياةِ يُمكِنُ للنباتِ السرخسيِّ نشرُ نسلِه؟ وفي أيِّ مرحلةٍ يحدثُ هذا للنباتِ المعرّى البذورِ؟ قارنْ بينَ النباتاتِ اللازهريّةِ من حيثُ طرقُ انتشارِها.
3. لا توجَدُ للخلايا المذكّرةِ في النباتاتِ المعرّاةِ البذورِ أسواطٌ للسباحةِ. كيف تنتقلُ بطريقةٍ بديلةٍ؟ اذكرْ ما تتميّزُ به هذه النباتاتُ عن ضرورةِ وجودِ السابحاتِ الذكريّةِ التي يجبُ أن تسبحَ؟
4. صِفْ كيف يحدثُ التلقيحُ في دورةِ حياةِ نباتِ الصنوبرِ.
5. **امتدادٌ:** أيُّ عمليّةٍ هي الأبسطُ، صنعُ الورقِ من الأشجارِ أو من تدويرِ الورقِ؟ ولماذا؟
6. **قارنْ وبيّنْ:** فيمَ تختلفُ النباتاتُ اللازهريّةُ عن الطحالبِ العديدةِ الخلايا؟ وفيمَ تتشابهُ؟
7. لماذا يُمكِنُ لشجرةِ الخشبِ الأحمرِ أن تنموَ إلى ارتفاعٍ أكثرَ من 100 مترٍ؟ صِفِ التكيّفَ الذي سمحَ لهذه النباتاتِ أن تنموَ بعيدًا عن سطحِ التربةِ.

تحقق من فهمك

1. قد تتباين الإجابات. في السرخسيات، طور النبات الجرثومي هو الأكبر والأطول، بينما في الحزازيات القائمة النبات المشيجي هو الطور الأكبر والأطول. تنتج الجراثيم السرخسية داخل بثرات، وتتطور إلى نباتات مشيجية تحوي كلًّا من الأعضاء الجنسية المذكرة والمؤنثة؛ تُنتج الجراثيم الحزازية في محافظ، وتتطور إلى نباتات مشيجية مذكرة ومؤنثة منفصلة.
2. لدى طور النبات الجرثومي للسرخسيات المقدرة على نشر النسل (الأفراد الجديدة). في النباتات المعراة البذور تسمح المرحلة الجنينية (البذرة) بانتشار النسل (الأفراد الجديدة).
3. الخلايا الذكرية للنباتات المعراة البذور موجودة داخل حبوب اللقاح، وتُحمل بواسطة الرياح. يسمح هذا بانتشار بصورة أكثر اتساعًا عن خلايا السابحات الذكرية.
4. يحدث التلقيح في أشجار الصنوبر عندما تصل حبوب اللقاح إلى أحد المخاريط حيث ينمو النبات المشيجي المؤنث.
5. صنع الورق من الورق المعاد تدويره أبسط كثيرًا لأنه من الأسهل تدوير الورق مرة أخرى إلى عجينة ورقية عن تدوير الأشجار إلى عجينة ورقية.
6. قد تتباين الإجابات، ولكنها قد تتضمن: الاختلافات: النباتات اللازهرية قد تكيفت للحياة على الأرض، بعض الأنواع تنتج بذورًا، بعضها له نسيج وعائي؛ التشابهات: كلاهما له دورة حياة تتضمن طور النبات المشيجي وطور النبات الجرثومي.
7. النسيج الوعائي، الذي يكوّن شبكة من الأنابيب خلال الشجرة تسمح بسحب الماء والعناصر الغذائية إلى قمة الشجرة.

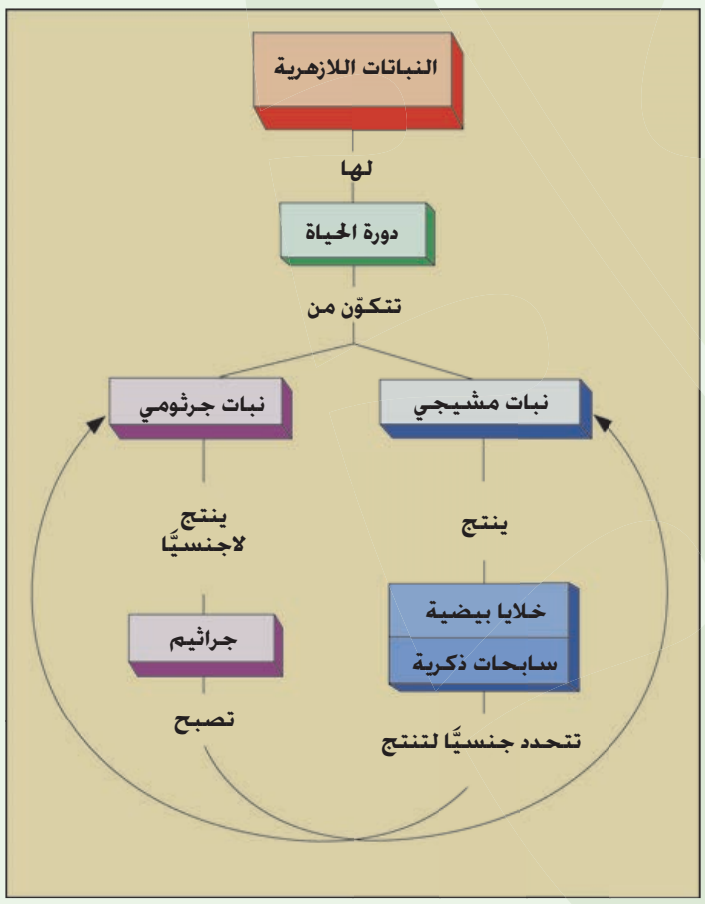
مهارة الاتصال

ربطُ المفاهيم: تُوضّحُ خريطةُ المفاهيمِ كيف ترتبطُ بعضُ المفاهيمِ الرئيسيّةِ في هذا الفصلِ مع بعضِها. أكمِلِ الخريطةَ باستخدامِ الكلماتِ والأفكارِ الموجودةِ في هذا الفصلِ.



أسئلة مراجعة الفصل 2

مهارة الاتصال



الفصل الثالث

النباتات الزهرية

مقدمة الفصل

دع الطلاب يقرأون وصف الصورة الفوتوغرافية الموجودة في الصفحة (42) من كتاب الطالب.

استقصاء موجه

بعد دراسة الطلاب للصورة الفوتوغرافية، وجِّه إليهم الأسئلة التالية.

- كيف تتشابه كل هذه الأشياء؟ **(كلها بذور)**
- حدِّد عددًا من البذور على قدر استطاعتك. **(قد تتضمن الإجابات: الذرة، الفشار، جوزة البلّوط، بذور القرع، الفول، بذور القيقب)**
- هل كل البذور لها الملمس نفسه؟ **(لا، بعضها أملس وبعضها خشن وبعضها الآخر مجعد)**
- كيف يعتبر الشكل الجناحي لبذرة القيقب تكيفًا مفيدًا؟ **(الرياح يمكن أن تحملها مسافات بعيدة إلى مناطق جديدة، حيث لا تتنافس على الضوء وعلى العناصر الغذائية مع النباتات الأم.)**
- كيف تعبر الصورة عن محتوى الفصل؟ **(النباتات الزهرية تتكاثر بواسطة البذور).**

الفصلُ الثالثُ

النباتاتُ الزهريّةُ

Flowering Plants

دروسُ الفصلِ

1-3 خصائصُ النباتاتِ الزهريّةِ

2-3 أجهزةُ النباتِ الوعائيِّ

3-3 تكاثرُ النباتاتِ الزهريّةِ

ماذا ترى في هذه الصورة؟

أرى عديدًا من البذورِ ذاتِ ألوانٍ مختلِفةٍ . نواةُ حبّةِ الذرةِ تأتي من ساقِ الذّرةِ . والبِذرةُ الطائرةُ تأتي من شجرةٍ معيَّنةٍ . كلّ إذا تمَّتْ زراعتُه ينمو ليُصبِحَ مثلَ الذي جاءَ منه . يجبُ أن تُزرَعَ البذرةُ وعندئذٍ شجرةٌ أو نباتٌ أو شيءٌ ما ينمو . أخيرًا سوف يُكوِّنُ النباتُ بذورًا جديدةً لتُزرَعَ من جديدٍ .

42

الدرس الأوّل 3-1

خصائص النباتات الزهرية

حفِّزْ

تنمية المهارات، صفحة 43

لمساعدة الطلاب على فهم خصائص النباتات الزهرية، دعهم يجرون النشاط الخاص بـ «تنمية المهارات».

الإجابة: ستختلف الإجابات. يجب أن يكون الطلاب قادرين على استنتاج وجود أنسجة وعائية في النباتات الزهرية، ووجود أعضاء التكاثر في الزهرة.

علِّمْ

استقصاء موجه

دع الطلاب يقومون بدراسة ما جاء في الصفحتين (44) و(45) من كتاب الطالب، ثم وجه إليهم الأسئلة الآتية:

- ما الطائفتان الرئيستان في النباتات المغطاة البذور؟ **(النباتات ذات الفلقة الواحدة والنباتات ذات الفلقتين)**
- ما الفلقات؟ **(أجزاء ورقية من جنين النبات داخل البذرة)**
- كيف تختلف أوراق النباتات ذات الفلقة الواحدة عن أوراق النباتات ذات الفلقتين؟ **(أوراق النباتات ذات الفلقة الواحدة ضيقة وذات عروق متوازية، وعروق أوراق النباتات ذات الفلقتين متفرعة)**
- فيم تختلف أزهار النباتات ذات الفلقة الواحدة عن النباتات ذات الفلقتين؟ **(للنباتات ذات الفلقة الواحدة أجزاء زهرية توجد في مضاعفات العدد ثلاثة. أجزاء الزهرة ذات الفلقتين توجد في مضاعفات العدد أربعة أو خمسة)**

3-1 خصائصُ النباتاتِ الزهريّةِ

Characteristics of Flowering Plants

الأهداف

في نهاية هذا الدرس يكونُ الطالبُ قادرًا على أن:

- يفسّرَ الخاصّيّةَ المشتركةَ بينَ جميعِ الأزهارِ.
- يناقشَ تكيّفاتِ النباتاتِ الزهريّةِ.
- يقارنَ بينَ النباتاتِ المعرّاةِ البذورِ والنباتاتِ المغطّاةِ البذورِ.
- ينظّمَ النباتاتِ حولَ النباتاتِ ذاتِ الفلقةِ الواحدةِ وذاتِ الفلقتينِ.

يُعرّفُ المصطلحاتِ الأساسيّةَ: النباتاتُ ذاتُ الفلقةِ الواحدةِ، النباتاتُ ذاتُ الفلقتينِ.

نشاط

تنميةُ مهارةِ الاستنتاجِ

في الأزهارِ

اكتبْ قائمةً فيها خمسةُ نباتاتٍ تعرفُ أنّها ذاتُ أزهارٍ. ما الاستنتاجاتُ التي يُمكِنُك استخلاصُها عن النباتاتِ الزهريّةِ معتمدًا على النباتاتِ التي تعرفُها؟

تخيّلْ أنّك تتجوّلُ في حديقةِ أزهارٍ جميلةٍ. ماذا ترى؟ يُمكِنُ عادةً أن ترى تنوّعًا من الأشكالِ والأحجامِ والألوانِ. قد تتعجّبُ كيف أنّ هناك أنواعًا عديدةً مختلفةً من الأزهارِ، فمثلًا قد تجدُ الأوركيدَ الغنيَّ بالألوانِ، وزهرةَ الربيعِ البيضاءَ. ربّما تُشاهِدُ نحلةً أو فراشةً حطّتْ على زهرةٍ. قد تُلاحِظُ أيضًا الطيورَ الطنّانةَ تُرفرِفُ بالقربِ منك. على الرغمِ من أنّ الأزهارَ تبدو مختلِفةً جدًّا، إلّا أنّها تتشاركُ في شيءٍ واحدٍ. هل تعلمُ ما هو؟

النشوءُ والتكيّفُ

Origins and Adaptations

تُوضّحُ الحفريّاتُ أنّ النباتاتِ الزهريّةَ، تُسمّى مغطّاةَ البذورِ، وقد نشأتْ للمرّةِ الأولى منذ 130 مليونَ سنةٍ. استنتجَ العلماءُ أنّ مغطّاةَ البذورِ تطوّرَتْ عن أصلٍ معرّى البذورِ، كلاهما يحوي أنسجةً وعائيّةً، وكلاهما يُنتِجُ حبوبَ لقاحٍ. ولكن لا تُشبِهُ النباتاتُ المعرّاةُ البذورِ النباتاتِ المغطّاةَ البذورِ في إنتاجِها البذورَ داخلَ الزهرةِ.

تحتوي الأزهارُ على الأعضاءِ الجنسيّةِ لمغطّاةِ البذورِ، والأعضاءُ الجنسيّةُ المذكّرةُ تُكوّنُ حبوبَ اللقاحِ، والأعضاءُ الجنسيّةُ المؤنّثةُ تُكوّنُ الخلايا البيضيّةَ. بعضُ الأزهارِ مثلِ زهرةِ التوليبِ تحوي كلًّا من الأعضاءِ الجنسيّةِ المذكّرةِ والمؤنّثةِ في زهرةٍ واحدةٍ. أزهارٌ أخرى مثلُ أزهارِ القرعِ الموضّحةِ في الشكلِ (13) قد تحوي إمّا الأعضاءَ المذكّرةَ أو الأعضاءَ المؤنّثةَ. للأزهارِ العديدُ من التكيّفاتِ من أجلِ التكاثرِ. النباتاتُ ذاتُ الألوانِ والأزهارِ المركّبةِ عادةً ما تعتمدُ على الحشراتِ والوطاويطِ (الخفافيشِ) والطيورِ الطنّانةِ لتنقلَ حبوبَ اللقاحِ

شكل 13

نباتاتُ القرعِ لها أزهارٌ مذكّرةٌ وأزهارٌ مؤنّثةٌ منفصلةٌ. للزهرةِ الموجودةِ في الصورةِ العلويّةِ أعضاءٌ جنسيّةٌ مذكّرةٌ، وللزهرةِ في الصورةِ السفليّةِ أعضاءٌ جنسيّةٌ مؤنّثةٌ.

شكل 14

أكبرُ زهرةٍ في العالمِ لنباتِ الرافليسيا Rafflesia، تُنمو في غاباتِ ماليزيا، حيث يصلُ قطرُ الزهرةِ النادرةِ إلى أكثرَ من مترٍ ولها رائحةُ اللحمِ النتنِ. تجذبُ هذه الرائحةُ الذبابَ الذي يقومُ بنقلِ حبوبِ اللقاحِ.

أفكار في العلوم

الأجهزةُ والفاعلاتُ

الخصائصُ مثلُ اللونِ والرائحةِ والرحيقِ وحبوبِ اللقاحِ تجذبُ ناقلاتِ اللقاحِ للنباتاتِ.

يتغذّى النحلُ على الرحيقِ ويُساعِدُ على نقلِ حبوبِ اللقاحِ عندما يطيرُ من زهرةٍ إلى أخرى.

والفراشاتُ أيضًا وسيلةٌ تلقيحٍ، ولكنّها تتغذّى على الرحيقِ أكثرَ من حبوبِ اللقاحِ. وللفراشاتِ حاسّةُ شمٍّ حادّةٌ. كثيرٌ من الأزهارِ التي تُلقّحُ عن طريقِ الفراشاتِ تكونُ عطِرةً.

من زهرةٍ إلى أخرى؛ فالشكلُ والرائحةُ واللونُ عبارةٌ عن تكيّفاتِ الزهرةِ التي تُساعِدُ النباتاتِ على جذبِ ناقلاتٍ خاصّةٍ لحبوبِ اللقاحِ. في أغلبِ الأحوالِ تنقلُ الناقلاتُ الخاصّةُ لحبوبِ اللقاحِ حبوبَ اللقاحِ إلى نباتٍ آخرَ من النوعِ نفسِه ممّا يزيدُ في فرصِ التكاثرِ الناجحِ، ولا توجَدُ هذه الميزةُ في النباتاتِ التي تعتمدُ على الرياحِ لنقلِ حبوبِ اللقاحِ. تُنتِجُ معظمُ النباتاتِ المغطّاةِ البذورِ أزهارًا متجمّعةً معًا في عناقيدَ. هذه العناقيدُ تختلفُ في الحجمِ والشكلِ وعددِ الأزهارِ التي تحويها. النباتاتُ المغطّاةُ البذورِ الأخرى مثلُ النرجسِ البرّيِّ الأصفرِ لها زهرةٌ واحدةٌ مفردةٌ. هل يُمكِنُك أن تُفكّرَ في نباتاتٍ مغطّاةِ البذورِ أخرى لها زهرةٌ واحدةٌ؟ يوجَدُ أكثرُ من 235 000 نوعٍ من مغطّاةِ البذورِ في العالمِ في اليومِ الحاضرِ، بدايةً من خطِّ الاستواءِ إلى القطبينِ ومن المحيطِ حتّى الجبالِ، ولهذه النباتاتِ أشكالٌ مختلفةٌ، أشجارٌ، شجيراتٌ، نباتاتٌ متسلّقةٌ، أعشابٌ، نباتاتٌ عصاريّةٌ مثلُ الصبّارِ. وتتراوحُ مغطّاةُ البذورِ في الحجمِ من النباتاتِ الدقيقةِ الطافيةِ التي يصلُ طولُها إلى 10 mm فقط إلى الأشجارِ المزهرةِ الضخمةِ التي يبلغُ طولُها أكثرَ من 100 مترٍ. وللنباتِ الموضّحِ في الشكلِ (14) أكبرُ زهرةٍ مفردةٍ معروفةٍ في العالمِ.

تصنيفُ النباتاتِ المغطّاةِ البذورِ

Angiosperm Classification

تُصنّفُ مغطّاةُ البذورِ في مجموعتينِ على أساسِ عددِ فلقاتِ البذرةِ. الفلقاتُ هي أوراقُ جنينِ النباتِ داخلَ البذرةِ.

النباتاتُ ذاتُ الفلقةِ الواحدةِ Monocots

النباتاتُ ذاتُ الفلقةِ الواحدةِ monocots هي التي تحتوي بذرتُها على فلقةٍ واحدةٍ فقط. أنظرِ الشكلَ (15). ومن خصائصِها:

- أوراقُ نباتاتِ الفلقةِ الواحدةِ ضيّقةٌ ذاتُ تعرّقٍ متوازٍ.
- داخلَ ساقِ نباتاتِ الفلقةِ الواحدةِ، تكونُ الحزمُ الوعائيّةُ مبعثرةً.
- نباتاتُ الفلقةِ الواحدةِ ذاتُ جذورٍ ليفيّةٍ.
- أجزاءُ زهرةِ نباتاتِ الفلقةِ الواحدةِ توجَدُ في مضاعَفاتِ العددِ ثلاثةٍ.
- نباتاتُ الفلقةِ الواحدةِ تشملُ الحشائشَ ونباتاتِ الغذاءِ مثلَ الذرةِ، وأزهارَ الحديقةِ مثلَ التوليبِ. والنخيلُ هو فقط وحيدُ الفلقةِ من الأشجارِ.

قيِّمْ

إثراء

دع الطلاب يجهزون بطاقات تحوي معلومات عن النباتات المغطاة البذور المحلية. يجب أن يحددوا اسم كل نبات، ويُقرروا ما إذا كان ذا فلقة واحدة أو ذا فلقتين، ويلاحظوا ما إذا كان ينتج أزهارًا مفردة أو في كتل عنقودية Clusters. شجّع الطلاب على استخدام الدليل الحقلي وإضافة بعض الصور لنباتات مغطاة البذور تتضمنها بطاقاتهم.

التفكير الناقد

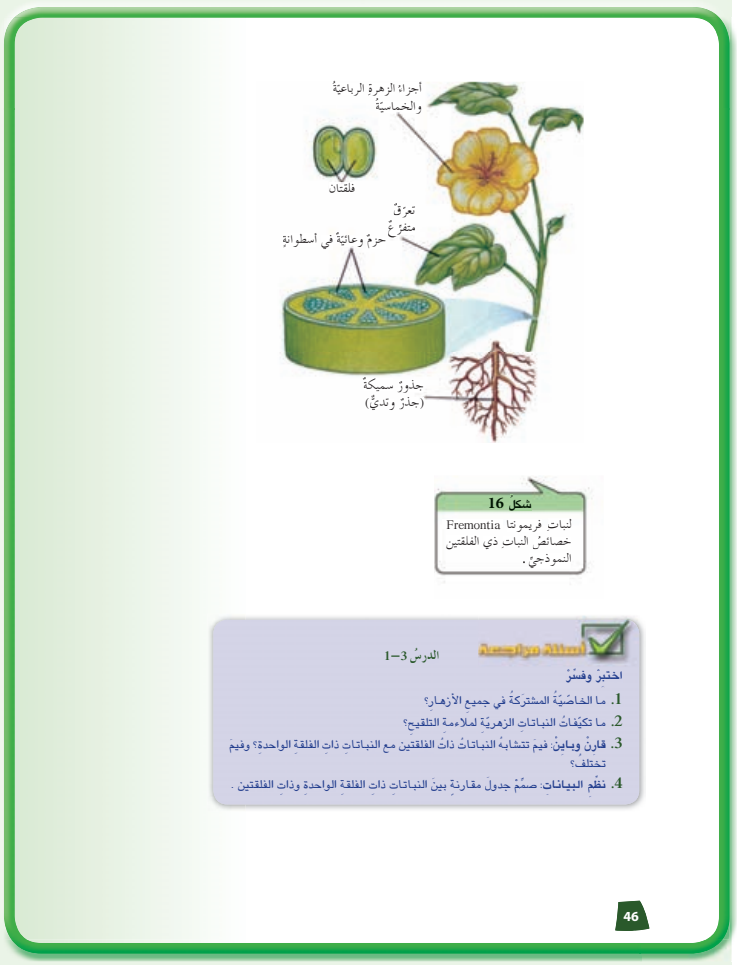
قارن وباين: اطلب إلى الطلاب أن يصفوا أوجه التشابه وأوجه الاختلاف بين النباتات المغطاة البذور وأسلافها من النباتات المعراة البذور. **(كلاهما يحوي أنسجة وعائية وبذورًا وحبوب لقاح، ولكن تنتج النباتات المغطاة البذور أزهارًا وثمارًا ولا تنتج النباتات المعراة البذور ذلك.)** دع الطلاب يفسرون لماذا يعتبر التلقيح بواسطة الحيوانات أكثر فعّالية من التلقيح بواسطة الرياح. **(من المحتمل أن الحيوانات تذهب إلى زهرة أخرى من النوع نفسه).**

إجابات أسئلة مراجعة الدرس 3–1

1. الأزهار لها أنسجة وعائية وتنتج حبوب لقاح وبذورًا أو كليهما.
2. الشكل والرائحة واللون تجذب حاملات حبوب اللقاح المتخصصة.
3. كلاهما لديه أنسجة وعائية وينتج حبوب لقاح وبذورًا. النباتات المعراة البذور تنتج بذورًا داخل المخاريط. النباتات المغطاة البذور تنتج بذورًا داخل الأزهار.
4. جداول الطلاب يجب أن تتضمن أغلب ما يأتي:

نباتات ذات الفلقة الواحدة: لديها فلقة واحدة، وأوراق ضيقة ذات عروق متوازية، وأجزاء زهرية توجد في مضاعفات العدد ثلاثة وجذور ليفية وسيقان ذات حزم وعائية مبعثرة.

نباتات ذات الفلقتين: لديها فلقتان وأوراق ذات عروق متفرعة، وأجزاء زهرية توجد في مضاعفات العدد أربعة أو خمسة وجذور وتدية سميكة وسيقان فيها حزم وعائية مرتبة في حلقة.



الدرس الثاني 3-2

أجهزة النبات الوعائي

حفِّزْ

تنمية المهارات، صفحة 47

لمساعدة الطلاب على فهم وظيفة المجموع الجذري، دعهم يجرون نشاط «تنمية المهارات».

الإجابة: يجب أن يتحقق الطلاب من أن النبات سيموت على التوِّ. يستطيع الطلاب اختبار فروضهم عن طريق قطع جذور النبات، وإعادة زراعته وملاحظة النتائج.

علِّمْ

استقصاء موجه

دع الطلاب يدرسون ما جاء في الصفحة (49)، ثم وجه إليهم الأسئلة التالية:

- ما النوعان الرئيسيان للأنسجة الوعائية في النباتات؟ وما وظيفة كل منهما؟ **(نسيج الخشب ينقل الماء والأملاح لأعلى من الجذور. اللحاء ينقل السكريات لجميع أجزاء النبات.)**
- ما وظائف الجذور؟ **(الجذور تدعم وتثبت وتمتص الماء والأملاح من التربة وتخزن النشا.)**
- ما وظيفة قلنسوة الجذر؟ **(تحمي طرف الجذر وتُفرز مادة لزجة تغطي الجذر حتى يمكن مروره بسهولة خلال التربة.)**
- ما فائدة الشعيرات الجذرية؟ **(تزيد من مساحة الجذر المعرضة للتربة ليستطيع امتصاص الماء والأملاح اللازمين للنبات.)**
- كيف يدخل الماء والأملاح إلى خلايا نسيج الخشب داخل الجذر؟ **(من خلال الأسموزية)**

تنمية المهارات

استنتج: اطلب إلى الطلاب أن يستنتجوا لماذا يعتبر من المفيد للعديد من النباتات وجود مجموع جذري يحمل العديد من الشعيرات الجذرية الصغيرة. **(هذا يزيد من مساحة السطح الذي يمكنه امتصاص الماء.)**

3-2 أجهزةُ النباتِ الوعائيِّ

Vascular Plant Systems

الأهداف

في نهايةِ هذا الدرسِ يكونُ الطالبُ قادرًا على أن:

- **يصفَ** المجموعَ الجذريَّ ويُفسِّرَ كيف يعملُ.
- **يُفسِّرَ** كيف يعملُ كلُّ جزءٍ من المجموعِ الخضريِّ.
- **يُقارنَ ويباينَ** بينَ ثلاثةِ أنواعٍ من الجذورِ.
- **يُصمِّمَ** نموذجًا لنقلِ الماءِ في النباتِ.
- **يَعرِفَ المصطلحاتِ الأساسيةَ:** نسيجَ الخشبِ، اللحاءَ، البشرةَ، الكمبيومَ.

فكِّرْ كيف تعملُ أجهزةُ جسمِك، مثلًا جهازُك الدوريُّ ينقلُ الغذاءَ والأكسجينَ والماءَ والمعادنَ والموادَّ الأخرى عبرَ جسمِك. وهذا الجهازُ مكوَّنٌ من العديدِ من الخلايا والأنسجةِ والأعضاءِ المختلِفةِ. وتعملُ جميعُ أجزاءِ الجهازِ معًا، ويتفاعلُ جهازُك الدوريُّ أيضًا، ويعملُ مع باقي أجهزةِ الجسمِ الأخرى. النباتاتُ الوعائيّةُ لديها أيضًا أجهزةٌ. المجموعُ الخضريُّ هو الجزءُ فوقَ الأرضِ من النباتاتِ. ويوجَدُ المجموعُ الجذريُّ تحتَ الأرضِ، ويتكوّنُ كلُّ جهازٍ من خلايا وأنسجةٍ وأعضاءٍ تعملُ معًا.

نشاط

تنميةُ مهارةِ فرضِ الفروضِ

جذورُ المشكلةِ

اكتبْ افتراضيّةً ما يحدثُ لنباتٍ إذا ما أُزيلَتْ جذورُه. صمِّمْ تجربةً لاختبارِ فرضيّتِك. هل هذه التجربةُ يُمكِنُ السيطرةُ عليها؟

شكل 17

داخلَ كلِّ نباتٍ وعائيٍّ توجَدُ أنسجةُ الخشبِ واللحاءِ. ينتقلُ الماءُ والمعادنُ خلالَ الخشبِ، وتنتقلُ السكّرياتُ الذائبةُ في الماءِ خلالَ اللحاءِ.

انتقالُ الماءِ والسكّرِ والمعادنِ

Water, Sugar and Mineral Transport

يُكوِّنُ النسيجُ الوعائيُّ خطًّا أنابيبَ بالنباتِ يربطُ بينَ المجموعِ الجذريِّ والمجموعِ الخضريِّ. لاحِظْ خطَّ الأنابيبِ خلالَ النباتِ في الشكلِ (17). أحدُ أجزاءِ النسيجِ الوعائيِّ عبارةٌ عن مجموعةٍ من الخلايا المرتبطةِ تُسمّى **نسيجَ الخشبِ xylem**، ويُكوِّنُ نسيجُ الخشبِ **خطَّ أنابيبَ لنقلِ الماءِ والمعادنِ لأعلى خلالَ نسيجِ الخشبِ إلى المجموعِ الخضريِّ**. يُستخدَمُ بعضُ الماءِ في عمليّةِ البناءِ الضوئيِّ، ولكن يتبخّرُ أغلبُه خلالَ الثغورِ stomates الموجودةِ في الأوراقِ. تُسمّى عمليّةُ فقدانِ الماءِ خلالَ ثغورِ الأوراقِ بالنتحِ transpiration، وتُعدُّ الورقةُ عضوًا في المجموعِ الخضريِّ حيث تمتصُّ الضوءَ، وتُكوِّنُ الجلوكوزَ خلالَ عمليّةِ البناءِ الضوئيِّ. الجلوكوزُ الذي يُصنَعُ في الأوراقِ يجبُ أن

يصلَ إلى الأجزاءِ الأخرى في النباتِ. **وبعضُ الخلايا المرتبطةِ في النسيجِ الوعائيِّ والتي تنقلُ الجلوكوزَ والسكّرياتِ الأخرى**، تُسمّى **باللحاءِ phloem**.

في المجموعِ الجذريِّ، تُولِّدُ السكّرياتُ الطاقةَ اللازمةَ لنموِّ الجذرِ، ويتسلّمُ المجموعُ الخضريُّ السكّرياتِ للنموِّ وإنتاجِ الأزهارِ، حيث تُخزَّنُ أعضاءُ التخزينِ في النباتِ الجلوكوزَ في صورةِ نشا وسيلّوزٍ ليُستخدَمَ فيما بعدُ.

تكامل العلوم

علمُ الأرضِ

لا تستطيعُ معظمُ الأشجارِ النموَّ في التربةِ المشبعةِ بالماءِ؛ لأنّ مثلَ هذه التربةِ يعدمُ فيها الأكسجينُ بالإضافةِ إلى أنّها غيرُ ثابتةٍ. شجرةُ المانجروف الاستوائيّةُ لها خاصيّتان للتكيّفِ كي تستمرَّ في حياتِها على الأسطحِ الطينيّةِ الشاطئيّةِ. تمتدُّ الجذورُ الدعاميّةُ على هيئةِ قوسٍ من جذعِ شجرةِ المانجروف وترتكزُ في الطمي. تُسمّى الجذورُ التنفّسيّةُ pneumatophores حاملاتِ التنفّسِ حيث تنمو لأعلى خلالَ الطميِ لتجمعَ الأكسجينَ عندَ المدِّ المنخفضِ.

المجموعُ الجذريُّ

Root System

المجموعُ الجذريُّ للنباتِ عادةً ما يكونُ له حجمُ المجموعِ الخضريِّ نفسُه، فمثلًا إذا كانَ طولُ نباتِ الذرةِ 2 مترٍ فإنّ طولَ جذورِه قد يصلُ إلى 2 مترٍ، وقد تمتدُّ إلى حوالي مترٍ واحدٍ على جميعِ الجوانبِ.

وظائفُ الجذرِ Root Functions

للمجموعِ الجذريِّ وظائفُ متعدِّدةٌ:

- تدعمُ الجذورُ النباتَ وتُثبِّتُه.
- تمتصُّ الجذورُ الماءَ والمعادنَ من التربةِ.
- تُخزِّنُ الجذورُ الجلوكوزَ في صورةِ نشا.

تركيبُ الجذرِ Root Structure

ادرسِ الجذرَ في الشكلِ (18). يوجَدُ عندَ قمّةِ الجذرِ النامي تركيبٌ يُشبِهُ القبّعةَ يُسمّى قلنسوةَ الجذرِ، بالإضافةِ إلى وجودِ تراكيبَ دقيقةٍ تُسمّى بالشعيراتِ الجذريّةِ تبرزُ بالقربِ من القمّةِ.

وتزيدُ الشعيراتُ الجذريّةُ من مساحةِ الجذرِ المعرَّضةِ للتربةِ، وكلّما كبرَتْ مساحةُ السطحِ المعرَّضِ للتربةِ، كانَ من الأسهلِ للجذرِ امتصاصُ الماءِ والمعادنِ اللازمةِ له، وتمتدُّ الشعيراتُ الجذريّةُ من **البشرةِ epidermis**. **والبشرةُ عبارةٌ عن طبقةٍ خارجيّةٍ من خلايا واقيةٍ** وتوجَدُ تحتَ البشرةِ طبقةٌ لتخزينِ النشا. وفي المركزِ، يوجَدُ الخشبُ واللحاءُ، وبينَ الخشبِ واللحاءِ يوجَدُ **الكمبيومُ cambium وهو عبارةٌ عن نسيجِ النموِّ الذي يُكوِّنُ خلايا الخشبِ واللحاءِ الجديدةَ.**

بناء مهارات الاستقصاء: الملاحظة نشاط

المواد: قطاعات رقيقة مستعرضة في جذع شجرة، عدسة يدوية.

الزمن: 15 دقيقة.

دع الطلاب يفحصون بعناية حلقات جذع الشجرة ويرسمون شكلًا تخطيطيًّا لما شاهدوه.

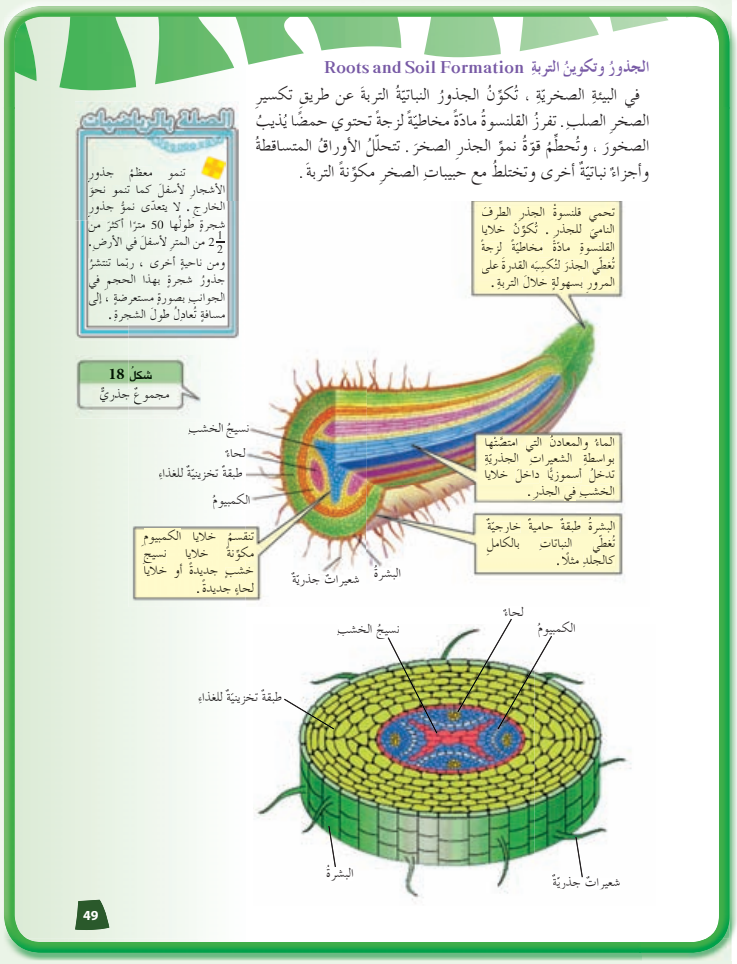
حثّ الطلاب على اكتشاف ثلاثة أزواج من الحلقات الداكنة والفاتحة مختلفة العرض. اطلب إلى الطلاب أن يستنتجوا أي زوج من الحلقات يمثل السنة الأكثر في سقوط الأمطار، وأي زوج من الحلقات يمثل السنة الأقل في سقوط الأمطار.

(الحلقة ذات العرض الأكبر تكونت في السنة الأكثر لسقوط الأمطار، والحلقة ذات العرض الأصغر تكونت في السنة الأقل لسقوط الأمطار).

استقصاء موجه

دع الطلاب يقومون بدراسة ما جاء في الصفحة (50) من كتاب الطالب، ثم وجِّه إليهم الأسئلة الآتية:

- كيف تساعد الجذور الليفية النبات؟ **(تمتص بكفاءة الماء الموجود بالقرب من سطح الأرض، وتمنع التعرية بتثبيت التربة في مكانها.)**
- كيف تساعد الجذور الوتدية النبات؟ **(تثبت النبات في التربة وبعضها يخزن النشا.)**
- كيف تساعد الجذور فوق الأرضية النباتات؟ **(تتعلق بالأشجار وتمتص الماء والمغذيات. بعضها يبدأ على سيقان النباتات وينمو نحو التربة من أجل الدعامة.)**



الجذورُ وتكوينُ التربة Roots and Soil Formation

في البيئةِ الصخريّةِ ، تُكوّنُ الجذورُ النباتيّةُ التربةَ عن طريقِ تكسيرِ الصخرِ الصلبِ. تفرزُ القلنسوةُ مادّةً مخاطيّةً لزجةً تحتوي حمضًا يُذيبُ الصخورَ ، وتُحطّمُ قوّةُ نموِّ الجذرِ الصخرَ . تتحلّلُ الأوراقُ المتساقطةُ وأجزاءٌ نباتيّةٌ أخرى وتختلطُ مع حبيباتِ الصخرِ مكوّنةً التربةَ.

الصلة بالرياضيات

تنمو معظمُ جذورِ الأشجارِ لأسفلَ كما تنمو نحوَ الخارجِ . لا يتعدّى نموُّ جذورِ شجرةٍ طولُها 50 مترًا أكثرَ من $2\frac{1}{2}$ من المترِ لأسفلَ في الأرضِ . ومن ناحيةٍ أخرى ، ربّما تنتشرُ جذورُ شجرةٍ بهذا الحجمِ في الجوانبِ بصورةٍ مستعرضةٍ ، إلى مسافةٍ تُعادلُ طولَ الشجرةِ.

تحمي قلنسوةُ الجذرِ الطرفَ الناميَ للجذرِ . تُكوّنُ خلايا القلنسوةِ مادّةً مخاطيّةً لزجةً تُغطّي الجذرَ لتُكسبَه القدرةَ على المرورِ بسهولةٍ خلالَ التربةِ.

شكلُ 18
مجموعٌ جذريٌّ

نسيجُ الخشبِ
لحاءٌ
طبقةٌ تخزينيّةٌ للغذاءِ
الكمبيومُ

الماءُ والمعادنُ التي امتصّتْها بواسطةِ الشعيراتِ الجذريةِ تدخلُ أسموزيًّا داخلَ خلايا الخشبِ في الجذرِ.

البشرةُ طبقةٌ حاميةٌ خارجيّةٌ تُغطّي النباتاتِ بالكاملِ كالجلدِ مثلًا.

تنقسمُ خلايا الكمبيومِ مكوّنةً خلايا نسيجِ خشبٍ جديدةً أو خلايا لحاءٍ جديدةً.

البشرةُ
شعيراتٌ جذريةٌ

49

أنواعُ الجذورِ
Root Types

تتكيّفُ جذورُ النباتِ مع بيئةِ النباتِ بطرقٍ عدّةٍ ، فمثلًا جذورُ بعضِ النباتاتِ الصحراويّةِ طولُها أكثرُ من 18 مترًا لتصلَ إلى الماءِ في أعماقِ الأرضِ ، وعلى الرغمِ من أنّ جذورَ النباتاتِ قد تتنوّعُ في الحجمِ والتركيبِ إلّا أنّه توجَدُ ثلاثةُ أنواعٍ عامّةٍ للجذورِ: الجذورِ الليفيّةِ ، الجذورِ الوتديّةِ ، الجذورِ فوقَ الأرضيّةِ.

تُنتِجُ النباتاتُ ذاتُ الفلقةِ الواحدةِ مجموعًا جذريًّا ليفيًّا ، وتُكوّنُ النباتاتُ المعرّاةُ البذورِ والنباتاتُ ذاتُ الفلقتينِ عادةً جذورًا وتديّةً ، في حينِ نجدُ أنّ الجذورَ فوقَ الأرضيّةِ هي جذورٌ متخصّصةٌ تنمو من السيقانِ أو الأوراقِ. بعضُ النباتاتِ مثلِ الذرةِ تُنتِجُ عادةً جذورًا فوقَ الأرضِ. النباتاتُ الأخرى مثلُ الأوركيداتِ orchids تُنتِجُ جذورًا فوقَ الأرضِ كاستجابةٍ للبيئةِ. كما تُنتِجُ بعضُ النباتاتِ جذورًا فوقَ الأرضِ كاستجابةٍ للضررِ.

تكامل العلوم

الصحّةُ

جذورٌ كثيرةٌ من النباتاتِ محمّلةٌ بالڤيتامينات والمعادنِ التي تُقاومُ الأمراضَ . جذورُ ودرناتُ الخضرواتِ مثلِ الجزرِ والبطاطا الحلوةِ واللفتِ والفجلِ والبطاطا غنيّةٌ بالبيتاكاروتين ، وڤيتامين C ، والپوتاسيومِ الذي يُساعدُ الجسمَ على مقاومةِ الخلايا السرطانيّةِ وأمراضِ القلبِ.

الجذورُ فوقَ الأرضيّةِ
Aboveground Roots

كثيرٌ من نباتاتِ الغاباتِ الممطرةِ مثلِ النباتِ الهوائيِّ الموضّحِ في الصورةِ ينمو عاليًا في الأشجارِ . لهذه النباتاتِ جذورٌ فوقَ أرضيّةٍ تتعلّقُ بها بالشجرةِ ، وتمتصُّ الماءَ والمغذّياتِ . تبدأُ جذورٌ فوقَ أرضيّةٍ أخرى من ساقِ النباتِ وتنمو لأسفلَ داخلَ التربةِ . إنّها تدعمُ الأشجارَ الضخمةَ ، مثلَ أشجارِ التينِ البنغاليِّ.

الجذورُ الوتديةُ Taproots
النباتُ الموضّحُ في هذه الصورةِ له جذرٌ وتديٌّ. الجذرُ الوتديُّ هو جذرٌ رئيسيٌّ سميكٌ ينمو مستقيمًا داخلَ الأرضِ . وتنمو جذورٌ أصغرُ للخارجِ من الجوانبِ. يُثبّتُ الجذرُ الوتديُّ النباتَ بإحكامٍ في التربةِ وقد يُخزّنُ النشا . الخضرواتُ مثلُ الجزرِ والبنجرِ هي من نوعِ النباتاتِ ذاتِ الجذورِ الوتديةِ ، حيثُ تحوي النشا المختزَنَ بواسطةِ النباتاتِ.

الجذورُ الليفيةُ Fibrous roots
النباتُ الموضّحُ في هذه الصورةِ له جذورٌ ليفيةٌ. تتفرّعُ الجذورُ الليفيّةُ نحوَ الخارجِ في كلِّ الاتّجاهاتِ . وتمتصُّ الماءَ بفاعليّةٍ من سطحِ الأرضِ القريبِ ، وتعملُ أيضًا على تماسكِ التربةِ وحمايتِها من التآكلِ ، كنباتاتِ الفلقةِ الواحدةِ مثلًا (الحشائشِ والذرةِ وأزهارِ الحديقةِ).

50

تنمية المهارات

استنتج: اسأل الطلاب كيف تعتبر الساق المرنة للنبات العشبي تكيفًا مفيدًا. **(مرونتها تحافظ عليها من الكسر عند هبوب الرياح أو هطول الأمطار)** لماذا تكون خلايا نسيج الخشب أكبر خلال الفصول الممطرة؟ **(لأنها تحمل الكثير من الماء في تلك الأوقات.)**

الإجابة عن السؤال الوارد في النص، ص 51:

الخلايا الأصغر تظهر كحزمة قاتمة.

تصويب بعض المفاهيم الخطأ لدى الطلاب

قد لا يدرك الطلاب أن نمو الأشجار يتم بإضافة طبقات إلى خارج الساق، لذلك فإن الحلقات الخارجية تكون أحدث من الحلقات الداخلية. أشر إلى أن خشب القلب، وهو نسيج الخشب القديم، يكون في مركز الجذع. باين ذلك بالنمو القمي الذي يسبب زيادة الأشجار في الارتفاع. فاختراق مسمار داخل قلف الشجرة لن يتحرك إلى أعلى مع نمو الشجرة بل سوف يبقى على الارتفاع نفسه بنمو الشجرة إلى أعلى فوقه.

الصلة بالعلوم الطبيعية

الإجابة: يتحرك الماء في شفاطة الشراب إلى أعلى لأن ضغط الهواء في القصبة أقل من ضغط الهواء على السائل في الكوب و إلى أعلى الشفاطة. في النباتات، من ناحية أخرى، فإن حركة الماء لا يسببها ضغط الهواء، فالحركة تتم عن طريق فقد الماء من الأوراق وإحلال هذا الماء بالأسموزية.

المجموعُ الخضريُّ

Shoot System

يشملُ المجموعُ الخضريُّ السيقانَ والأوراقَ والأزهارَ . بعضُ السيقانِ مرنةٌ ونحيلةٌ ، وهي تُسمّى بالسيقانِ العشبيّةِ . السيقانُ الأخرى مثلُ سيقانِ الأشجارِ تكونُ ضخمةً وخشبيّةً .

وظائفُ الساقِ Stem Functions

للسيقانِ وظائفُ متعدِّدةٌ منها:

- تدعمُ السيقانُ النباتَ .
- تحملُ السيقانُ الأوراقَ لأعلى تجاهَ الضوءِ .
- ينتقلُ الماءُ والمعادنُ خلالَ نسيجِ الخشبِ داخلَ الساقِ وتنتقلُ السكّرياتُ خلالَ اللحاءِ .
- تُخزّنُ سيقانُ بعضِ النباتاتِ الماءَ أو النشا . تُكوّنُ السيقانُ الخضراءُ الجلوكوزَ في عمليّةِ البناءِ الضوئيِّ .

تكامل العلوم

علمُ الأرضِ

تُخبِرُ حلقاتُ سيقانِ الأشجارِ الخشبيّةِ العلماءَ عن أحوالِ الطقسِ في عامٍ معيّنٍ وعن عمرِ الشجرةِ .

السيقانُ الخشبيّةُ Woody stems

السيقانُ الخشبيّةُ صلبةٌ وقويّةٌ وقاسيةٌ . أغلبُ النباتاتِ ذاتِ السيقانِ الخشبيّةِ أشجارٌ وشجيراتٌ تعيشُ لسنواتٍ عديدةٍ . انظرْ إلى حلقاتِ النموِّ في قطعِ الشجرةِ . تُمثّلُ كلُّ سنةِ نموٍّ أشرطةً قاتمةً وفاتحةً من خلايا نسيجِ الخشبِ . خلالَ الطقسِ الرطبِ ، تنتجُ الخلايا الخشبيّةُ الكبيرةُ ، وفي الصيفِ الجافِّ تكونُ خلايا نسيجِ الخشبِ صغيرةً ومتقاربةً . أيُّ الخلايا تظهرُ كحزمةٍ قاتمةٍ؟

السيقانُ العشبيّةُ Herbaceous stems

هي سيقانٌ خضراءُ ومِلساءُ ومرنةٌ . النباتاتُ الزهريّةُ الصغيرةُ مثلُ الأزهارِ البرّيّةِ والحشائشِ وأغلبُ الخضرواتِ ذاتُ سيقانٍ عشبيّةٍ . وعادةً ما تعيشُ النباتاتُ ذاتُ السيقانِ العشبيّةِ عامًا أو عامين فقط .

تكيّفاتُ الساقِ Stem adaptations

سيقانُ النباتِ ذاتُ تكيّفاتٍ غيرِ عاديّةٍ، فالصبّارُ الموضّحُ في الصورةِ أعلاه له سيقانٌ خضراءُ عصاريّةٌ تُخزّنُ الماءَ. يُستخدَمُ الماءُ المختزنُ في تكوينِ الجلوكوزِ للنباتِ . سيقانُ بعضِ النباتاتِ متسلّقةٌ، فساقُ البازلّاءِ، مثلًا تنمو حلزونيًّا لأعلى متسلّقةً شجرةً أو دعامةً .

51

وظائفُ الورقةِ Leaf Functions

كلُّ ورقةٍ عبارةٌ عن عضوٍ متخصّصٍ في وظائفَ رئيسيّةٍ:

- تمتصُّ الأوراقُ الضوءَ من الشمسِ .
- تصنعُ الأوراقُ الجلوكوزَ خلالَ عمليّةِ البناءِ الضوئيِّ .
- تتبادلُ الأوراقُ الغازاتِ مع البيئةِ .
- تُخرجُ الماءَ الزائدَ في عمليّةِ النتحِ .

تركيبُ الورقةِ Leaf Stucture

انظرْ جيّدًا إلى الشكلِ (19) . لاحظْ أنّ الورقةَ مكوّنةٌ من طبقاتٍ . الطبقاتُ السطحيّةُ هي القشيرةُ الشمعيّةُ والبشرةُ . في الداخلِ توجَدُ طبقةُ الميزوفيلِ الرطبةُ ، حيث تتمُّ عمليّةُ البناءِ الضوئيِّ . يتمُّ تبادلُ الغازاتِ مع البيئةِ خلالَ الثغورِ في سطحِ النباتِ .

تكيّفاتُ الورقةِ Leaf Adaptations

تختلفُ أشكالُ وأحجامُ الأوراقِ تبعًا لبيئتِها ، فنباتاتُ الغاباتِ الظليلةِ لديها أوراقٌ ضخمةٌ لتمتصَّ الضوءَ ، والنباتاتُ في البيئةِ الجافّةِ ذاتُ أوراقٍ صغيرةٍ وسميكةٍ وذاتُ غطاءٍ شمعيٍّ لتمنعَ الجفافَ .

الصلةُ بالعلومِ الطبيعيّةِ

Life Science

يصعدُ الماءُ إلى أعلى ساقِ النباتِ بسببِ تبخّرِ الماءِ من الأوراقِ . كوّنْ نموذجًا لحركةِ الماءِ خلالَ الساقِ بامتصاصِ الماءِ خلالَ شفّاطةِ شرابٍ شفّافةٍ . لماذا يتحرّكُ الماءُ إلى أعلى الأنبوبةِ؟ قارنْ نموذجَكَ بحركةِ الماءِ في الساقِ .

أفكار في العلوم

القياسُ والتركيبُ

تختلفُ الأوراقُ كثيرًا في الحجمِ والشكلِ ، من قياسِ 2 mm مثلُ ورقةِ الأرزِ الحرشفيّةِ إلى 5 m في ورقةِ النخيلِ . ومع أنّ أغلبَ الأوراقِ متخصّصةٌ في عمليّةِ البناءِ الضوئيِّ ، إلّا أنّ بعضَها لا يقومُ بذلكَ . أوراقُ الصبّارِ عبارةٌ عن أشواكٍ .

52

نشاط

عرض عملي

المواد: نبات كبير في أصيص مثل الجرانيوم (إبرة الراعي).

الزمن: 15 دقيقة تجهيز، 10 دقائق في كل يوم من اليومين التاليين.

اسمح لتلاميذ الفصل بملاحظة الدليل على حدوث النتح. ضع كيسًا من البلاستيك الشفاف على مجموعة من الأوراق المتصلة بساق النبات نفسه. أحكم الكيس حول الساق بشريط لاصق. يجب أن يلاحظ الطلاب النبات على مدى يومين. بعد اليوم الثاني ارفع الكيس، ثم وجه إليهم السؤال التالي: ما الذي تكوّن على السطح الداخلي للكيس؟ **(قطيرات مائية)**

دع الطلاب يفسرون كيف دخلت قطيرات الماء داخل كيس البلاستيك المحكم. **(عندما يقوم النبات بالنتح فإنه يخرج الماء خلال أوراقه ويكوّن الماء قطيرات داخل الكيس).**

قيِّمْ

إجابات أسئلة مراجعة الدرس 3–2

1. الجذور تثبت النباتات، وتمتص الماء والأملاح بالأسموزية والنقل النشط، وتخزن الجلوكوز على شكل نشا.
2. السيقان تدعم النبات وتعرض الأوراق للضوء وتنقل الماء والمغذيات، وأحيانًا تخزن الماء أو النشا أو تصنع الجلوكوز. الأوراق تصنع الجلوكوز وتتبادل الغازات. الأزهار تحتوي على أعضاء التكاثر.
3. الجذور الليفية تتفرع للخارج في جميع الاتجاهات؛ الجذور الوتدية تنمو مستقيمة داخل الأرض؛ الجذور فوق الأرضية تتعلق بشجرة أو تنمو إلى أسفل داخل التربة. جميعها تمتص الماء والأملاح وتوفر الدعامة.
4. الرسم يجب أن يوضح حركة الماء إلى أعلى من الشعيرات الجذرية إلى الجذر وخلال المجموع الخضري.

الدرس الثالث 3-3

تكاثر النباتات الزهرية

حفِّزْ

تصويب بعض المفاهيم الخطأ لدى الطلاب

قد لا يدرك الطلاب أن بعض النباتات الزهرية ليست براقة أو جذابة. إن الآلاف من أنواع النباتات لا تجذب الحشرات للتلقيح ولكن تعتمد على الرياح لحمل حبوب اللقاح إلى نباتات أخرى، وحمل حبوب اللقاح من النباتات الأخرى إليها.

علِّمْ

استقصاء موجه

د ع الطلاب يدرسون ما جاء في الصفحة (55) من كتاب الطالب، ثم وجّه إليهم الأسئلة التالية:

- أين تنتج النباتات المشيجية المذكرة والمؤنثة؟ **(داخل الزهرة)**
- ما الذي لا بد أن يحدث قبل أن تتمكن الزهرة من إنتاج الثمار والبذور؟ **(التلقيح)**
- ما الذي تنمو إليه البويضات المخصبة؟ **(أجنة النبات وفي النهاية تصبح بذورًا مغلّفة)**
- ما الذي يحدث لجدار المبيض عند تكوين البذور؟ **(يتضخم ليصبح ثمرة)**
- ما وظيفة الثمرة؟ **(حماية البذور ونشرها).**

أعد التعليم

أكد على الطلاب أن كل الثمار ليست رطبة ولحيمة. د ع الطلاب يتصفحون المجلات والكتب لاكتشاف أمثلة عن أنواع مختلفة من الثمار تتضمن ثمار قرنية جافة وثمار مجنحة. دعهم يتشاركون بالأمثلة التي وجدوها مع طلاب الفصل.

3-3 تكاثرُ النباتاتِ الزهريّةِ

Reproduction of Flowering Plants

الأهداف

في نهاية هذا الدرس يكونُ الطالبُ قادرًا على أن:

- **يحدّدَ** أجزاءَ الزهرةِ ويصفَ وظائفَ كلِّ جزءٍ منها.
- **يفسّرَ** ما الثمرةُ وكيف نشأتْ.
- **يستنتجَ** كيفيّةَ إنباتِ البذورِ.
- **يعرِّفَ المصطلحاتِ الأساسيّةَ:** السبلاتِ، البتلاتِ، السداةَ، المتاعَ، المتكَ، الميسمَ، التكاثرَ الخضريَّ.

هل سبق لك أن رأيْتَ نحلةَ العسلِ أو أيَّ نحلةٍ طنّانةٍ بعدَ أن حطَّتْ على زهرةٍ مثلِ زهرةِ الربيعِ؟ إذا رأيْتَ ذلك فربّما تعلمُ أنّ النحلةَ تبحثُ عن الرحيقِ لتمتصَّه. ولكن هل تعلمُ أنّ زهرةَ الربيعِ تستفيدُ أيضًا من زيارةِ النحلةِ؟

إذا كانَ بمقدورِك أن تُلاحِظَ عن قربٍ نحلةً على زهرةٍ، فسوف تُلاحِظُ غبارًا أصفرَ على جسمِ النحلةِ. الغبارُ الأصفرُ جزءٌ مهمٌّ في دورةِ حياةِ الزهرةِ، فهو عبارةٌ عن حبوبِ لقاحٍ من الأعضاءِ الجنسيّةِ الذكريّةِ للزهرةِ. وحبوبُ اللقاحِ تحملُها الرياحُ أو الحيواناتُ إلى الأجزاءِ المؤنّثةِ في زهرةٍ أخرى، وهي تُخصّبُ الخلايا البيضيّةَ مكوّنةً جنينَ نباتٍ صغيرًا يُغلّفُ بالبذرةِ. ومن البذرةِ ينمو نباتٌ زهريٌّ جديدٌ.

▲ قرونٌ جافّةٌ

تركيبُ الزهرةِ

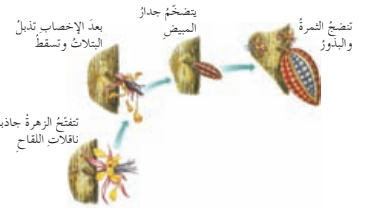
Flower Structure

انظرْ بدقّةٍ إلى أجزاءِ الزهرةِ في الشكلِ (20). الأزهارُ لها أربعُ مجموعاتٍ من التراكيبِ المتخصّصةِ النامية من ساقٍ قصيرةٍ. عندَ قاعدةِ الزهرةِ توجَدُ **السبلاتُ sepals**، **وهي وريقاتٌ تُكوّنُ في مجموعِها ما يُسمّى بالكأسِ**، والسبلاتُ غالبًا خضراءُ، وهي تُغلّفُ وتحمي الزهرةَ خلالَ تكوّنِها. عندَ أعلى السبلاتِ تمامًا توجَدُ **البتلاتُ petals**، **وهي وريقاتٌ تُكوّنُ في مجموعِها ما يُسمّى بالتويجِ**، والبتلاتُ غالبًا ذاتُ ألوانٍ ناصعةٍ.

يلي ذلك الطلعُ وهو عبارةٌ عن وريقاتٍ متحوّرةٍ يُسمّى كلٌّ منها بالسداةِ، و**السداةُ stamen** هي **الجزءُ التناسليُّ الذكريُّ للزهرةِ**. ويتركّبُ من جزءين: خيطٍ طويلٍ، و**كيسٍ** يُسمّى **بالمتكِ anther**، و**ينتجُ**

شكل 20
تركيبُ الزهرةِ

المتكُ حبوبَ اللقاحِ. المتاعُ pistil هو الجزءُ التناسليُّ الأنثويُّ للزهرةِ، ويتكوّنُ من وريقاتٍ متحوّرةٍ يُسمّى كلٌّ منها بالكربلةِ، وتُكوّنُ قاعدةُ الكربلةِ مبيضًا منتفخًا ovary، ومن المبيضِ تمتدُّ ساقٌ نحيلةٌ تُسمّى بالقلمِ style ترفعُ وتدعمُ **الميسمَ stigma**، والميسمُ هو **جزءُ الكربلةِ الذي يجمعُ اللقاحَ**، وهو لزجٌ أو ريشيٌّ ليتمكّنَ من اقتناصِ حبوبِ اللقاحِ.



شكل 21
زهرةُ الكاكاوِ تتطوّرُ إلى ثمرةٍ قرنيّةٍ جافّةٍ ذاتِ بذورٍ كبيرةٍ تُسمّى حبوبَ الكاكاوِ. زرعَ شعبُ الأزتك Aztec وشعبُ المايا Maya هذا النباتَ في المكسيكِ القديمةِ.

من الزهرةِ إلى الثمرةِ

From Flower to Fruit

النباتاتُ الزهريّةُ، مثلُ جميعِ النباتاتِ، تتعاقبُ بينَ جيلي النباتِ المشيجيِّ والنباتِ الجرثوميِّ. أنت تُشاهِدُ عادةً النباتَ الجرثوميَّ sporophyte. النباتاتُ المشيجيّةُ الدقيقةُ المذكّرةُ والمؤنّثةُ تنتجُ داخلَ المبيضِ وتُنتجُ خلايا بيضيّةً.

تتطوّرُ زهرةُ الكاكاوِ cacao إلى ثمرةٍ كما في الشكلِ (21). تُنتِجُ الزهرةُ ثمارًا وبذورًا فقط بعدَ التلقيحِ، والتلقيحُ هو انتقالُ حبوبِ اللقاحِ من المتكِ إلى الميسمِ. وبعدَ التلقيحِ تنمو أنبوبةُ اللقاحِ تجاهَ خليّةِ البيضةِ في المبيضِ، وتتّجهُ الخلايا المذكّرةُ أسفلَ أنبوبةِ اللقاحِ ويحدثُ الإخصابُ. تنمو البويضاتُ الملقّحةُ إلى أجنّةٍ نباتيّةٍ. تنمو التراكيبُ حولَ كلِّ جنينٍ نباتيٍّ مكوّنةً البذورَ.

تتكوّنُ البذورُ داخلَ المبيضِ، ويتضخّمُ جدارُ المبيضِ ليُصبحَ ثمرةً. وتتطوّرُ جميعُ الثمارِ من الأزهارِ وتحتوي على بذورٍ. تحمي الثمارُ البذورَ وتُساعِدُ أيضًا على انتشارِ البذورِ، مثلُ ثمارِ الكرزِ والتفّاحِ والقرعِ والطماطمِ. وليستِ الثمارُ جميعُها عصيريّةً وصالحةً للأكلِ. فبعضُ الثمارِ عبارةٌ عن أغطيةٍ مجنّحةٍ لبذورٍ أو قرونٍ جافّةٍ. الثمرةُ القرنيّةُ مثلُ ثمارِ شجرةِ الكاكاوِ تحتوي على حبوبِ الكاكاوِ. حبوبُ الكاكاوِ (البذورُ) هي مصدرُ الشوكولاتةِ.

نشاط في الفصل

أحضر تربة، أصصًا، أكوابًا، نباتات منزلية، مثل الجرانيوم (إبرة الراعي) أو البيجونيا. دع الطلاب يجربون إكثار النباتات خلال التكاثر الخضري.

قيِّمْ

إثراء

الحبوب والبندق والبقوليات والثمار العنبية والتفاحية من ضمن الأنواع الكثيرة من الثمار المصنفة كثمار بسيطة، متجمعة أو مركبة. كلّف الطلاب في أزواج بالقيام ببحث لمعرفة كيف صُنفت الأنواع المختلفة من الثمار، ثم اطلب إليهم أن يضعوا نتائج بحثهم في بطاقات وأشكال ورسومات توضيحية.

انتشار البذور

نشاط

الزمن: 25 دقيقة.

المواد: مواد تشكيل مثل المناديل الورقية، طين الصلصال، كرات بلاستيك رغوية، ملاعق بلاستيك، قطع قطن على أعواد خشبية، كرات تنس (كرة المضرب)، خطاف وأشرطة لعمل عقدة.

يسمح النشاط للطلاب بفحص أشكال البذور والأشكال المختلفة لانتشار البذور. دع الطلاب يعملون معًا لبناء نموذج للبذور التي تنتشر بالرياح، أو عن طريق الماء أو تلتصق بالملابس أو بفراء الحيوانات.

يحب أن تختار المجموعات المواد اللازمة للنماذج، وتتعاون في تصميم البذرة وتحديد الأدوار لاختيار البذور.

اسأل الطلاب أن يتوقّعوا بعد المسافة التي ستنتقلها نماذج البذور. بعد أن يختبروا توقّعهم، دع الطلاب يحددون مدى تشابه نماذج البذور مع البذور الحقيقية، وكيف يمكنهم تحسين نماذجهم.

شكل 22
الكيوي والليمونُ والبايا عبارةٌ عن ثمارٍ لبيّةٍ (لحميّة) . قرنُ البازلاءِ عبارةٌ عن ثمرةٍ جافةٍ .

نباتاتٌ جديدةٌ من البذورِ

New Plants from Seeds

كما تختلفُ الأزهارُ والثمارُ في الشكلِ واللونِ والحجمِ ، كذلك البذورُ . قارنْ بينَ البذورِ داخلَ الثمارِ في الشكلِ (22) . تبدو البذورُ مختلفةً ، لكن تتشاركُ جميعُها في الشكلِ العامّ . جميعُ البذورِ ذاتُ غطاءٍ للبذرةِ وجنينٍ نباتيٍّ وطاقةٍ مختزَنةٍ من أجلِ النباتِ الصغيرِ . تُخزَّنُ الطاقةُ في صورةِ سكّرياتٍ ونشويّاتٍ وزيوتٍ . عندما تتكوّنُ البذورُ يتوقّفُ جنينُ النباتِ عن النموِّ ، ويبقى كامنًا . يُمكِنُ للبذرةِ الكامنةِ أن تتحمّلَ درجاتِ حرارةِ التجمّدِ ، أو الجفافَ . تبقى بعضُ البذورِ كامنةً لأيّامٍ قليلةٍ ، وبعضُها لعدّةِ أشهرٍ ، وبذورٌ أخرى لسنواتٍ عديدةٍ . إذا وُجِدَتْ بذورٌ في بيئةٍ مناسِبةٍ ، فإنّها ستنبتُ . تحتاجُ البذورُ إلى ماءٍ وأكسجينٍ ودرجةِ حرارةٍ مناسِبةٍ للإنباتِ . انظرْ إلى عمليّةِ الإنباتِ في الشكلِ (23) . ويبدأُ الإنباتُ عندما يدخلُ الماءُ إلى غطاءِ البذرةِ ، وتتفتّحُ البذرةُ . ينمو الجنينُ مستخدِمًا السكّرياتِ والنشا والزيوتِ المخزّنةِ في الفلقاتِ . تظهرُ قمّةُ الجذرِ أوّلًا وتثبتُ البذرةُ في الأرضِ . تبدأُ الشعيراتُ الجذريّةُ بامتصاصِ الماءِ . بعدَ ذلكَ تنبتُ الريشةُ بأوراقِها الدقيقةِ من التربةِ . تُصبِحُ الأوراقُ الدقيقةُ خضراءَ وتبدأُ بصناعةِ السكّرياتِ . تُستخدَمُ الطاقةُ المخزّنةُ في الفلقاتِ فتذبلُ وتسقطُ .

شكل 23
إنباتُ البذورِ

أعد التعليم

دع الطلاب يقومون بطيّ منديل ورقي على شكل مثلثي وينضحونه بالماء. دعهم يضعون المنديل في حوض مسطح، ويضعون العديد من بذور الفول على المنديل الرطب. دع الطلاب يغطون البذور بمنديل ورقي آخر مبلل. دعهم يضعون البذور في مكان دافئ لعدة أيام مع التأكد من بقاء المنديلين مبتلين.

دع الطلاب يستخدمون العدسة اليدوية لملاحظة كيف تنبت البذور.

دع الطلاب يزرعون بذورهم في تربة في أصيص حتى يمكنهم ملاحظة تطور نمو النباتات.

إجابات أسئلة مراجعة الدرس 3–3

1. السبلات: تحمي نمو الزهرة. البتلات: تجذب حاملات اللقاح.
السداة: وهي تركيب التكاثر المذكر، ومكوّنة من خيط ومتك. مجموعة الأسدية تكوّن الطلع. المتاع تركيب التكاثر المؤنث المحتوي المبيض المنتج للبيض، والقلم (ساق أسطوانية) يحمل الميسم الجامع لحبوب اللقاح.
2. جدار المبيض يصبح متضخمًا وينمو حول البذور عند نضجها. جدار المبيض المتضخم هو الثمرة.
3. إذا كان ذلك تكاثرًا خضريًّا، فسينمو نبات متماثل. إذا لم يكن كذلك، فسينمو نبات مختلف تمامًا.
4. يجب توفير تربة رطبة ودرجة حرارة مناسبة والأكسجين الكافي.

التكاثرُ من دونِ بذورٍ

Reproduction Without Seeds

لا يحتاجُ البستانيّون المهرةُ إلى البذورِ ليزرعوا العديدَ من النباتاتِ المتماثلةِ في وقتٍ قصيرٍ ، وبدلًا من ذلك فإنّهم يستخدمون الطريقةَ المبيَّنةَ في الشكلِ (24) . إنّهم يقطعون قطعًا من السوقِ أو الأوراقَ من النباتِ ويضعونها في بيئةٍ رطبةٍ ، وخلالَ أسابيعَ قليلةٍ تظهرُ الجذورُ وتنمو القطعُ إلى نباتاتٍ ناضجةٍ ، ويُسمّى ذلك **تكاثرًا خضريًّا vegetative propagation وهو تكاثرٌ بدونِ بذورٍ** . النباتاتُ الجديدةُ الناتجةُ بهذه الطريقةِ تكونُ متماثلةً وراثيًّا مع النباتِ الأبويِّ ، ويُمكِنُ إحداثُ التكاثرِ الخضريِّ بالجذرِ أو الساقِ أو الورقةِ من النباتِ الأبويِّ .

تتكاثرُ بعضُ النباتاتِ بهذه الطريقةِ طبيعيًّا مثلِ نباتِ الفراولةِ ، والذي يمدُّ سافًا جاريةً ، وفي نهايةِ الساقِ الجاريةِ ينمو نباتٌ جديدٌ. تفعلُ بعضُ الأعشابِ ذلك أيضًا . قطعةٌ صغيرةٌ من العشبِ تنتشرُ بهذه الطريقةِ حتّى تُغطّيَ مئاتٍ من الأمتارِ المربّعةِ . النباتُ العنكبوتيُّ نباتٌ منزليٌّ شائعٌ له أوراقٌ شريطيّةٌ يُنتجُ عديدًا من النباتاتِ الصغيرةِ ذاتِ جذورٍ خاصّةٍ بها .

نباتٌ عنكبوتيٌّ

شكل 24
تحتَ ظروفٍ محكمةٍ يُستخدمُ التكاثرُ الخضريُّ لتنميةِ العديدِ من النباتاتِ المتماثلةِ .

منظورٌ متعدّدُ الثقافاتِ

Multicultural Perspectives

حبوبُ الكاكاوِ واحدةٌ من أغذيةٍ متعدّدةِ موطنها الأمريكيّتان وأصبحتْ شعبيّةً في أنحاءِ العالمِ . والمعروفُ أنّ أشجارَ الكاكاوِ كانتْ تُزرَعُ في أميركا الوسطى قبلَ عدّةِ قرونٍ من وصولِ المستكشفينَ الإسبانِ إلى أميركا في عامِ 1400 م. وقد أُعجبَ المستكشفونَ بالمشروبِ الذي يصنعُه المواطنونَ الأميركيّونَ من بذورِ الكاكاوِ وأخذوا معهم الحبوبَ والوصفةَ عندَ عودتِهم لإسبانيا . وفي القرنِ السابعِ عشرَ الميلاديِّ ، كانتْ مقاهٍ صغيرةٌ تُسمّى بيوتَ الشوكولاتةِ قد أصبحتْ شعبيّةً في جميعِ أنحاءِ أوروبّا .

أسئلة مراجعة الدرسُ 3–3

اختبرْ وفسّرْ

1. اذكرْ أسماءَ أجزاءِ الزهرةِ وصفْ وظيفةَ كلِّ جزءٍ منها .
2. ما الثمرةُ؟ صفْ أجزاءَ الزهرةِ التي تنمو منها الثمرةُ .
3. إذا لاحظْتَ نبتةً دقيقةً في الوحلِ بجوارِ نباتِكَ المفضّلِ وإذا كانَ ذلك تكاثرًا خضريًّا ، فما الذي سوف يحدثُ؟ وما الذي سوف يحدثُ إذا لم يكنْ كذلك؟
4. **استنتجْ:** لدى صديقِك بذورٌ غيرُ عاديّةٍ . ما نصيحتُك عندما يشرعُ في زراعةِ البذورِ؟

تحقق من معلوماتك

1. راجع الشكل (15) من كتاب الطالب.
2. تمتص الأوراق الضوء من الشمس وتكوّن الجلوكوز خلال عملية البناء الضوئي، وتتبادل الغازات مع البيئة.
3. حبوب اللقاح.
4. تحتاج البذور إلى الماء والأكسجين ودرجة حرارة مناسبة للإنبات.
5. تساعد الثمار على حماية البذور ونثرها.
6. التلقيح هو عملية نقل حبوب اللقاح من المتك إلى الميسم.
7. تقطع قطعًا من السوق أو الأوراق من النبات وتوضع في بيئة رطبة فينتج عن ذلك نباتات جديدة. هذه الطريقة تسمى تكاثرًا خضريًّا.
8. قمة جذرية سميكة.
9. السكريات.
10. خلايا خشب ولحاء.
11. عشبية.
12. النسيج المتوسط.
13. خيط ومتك.

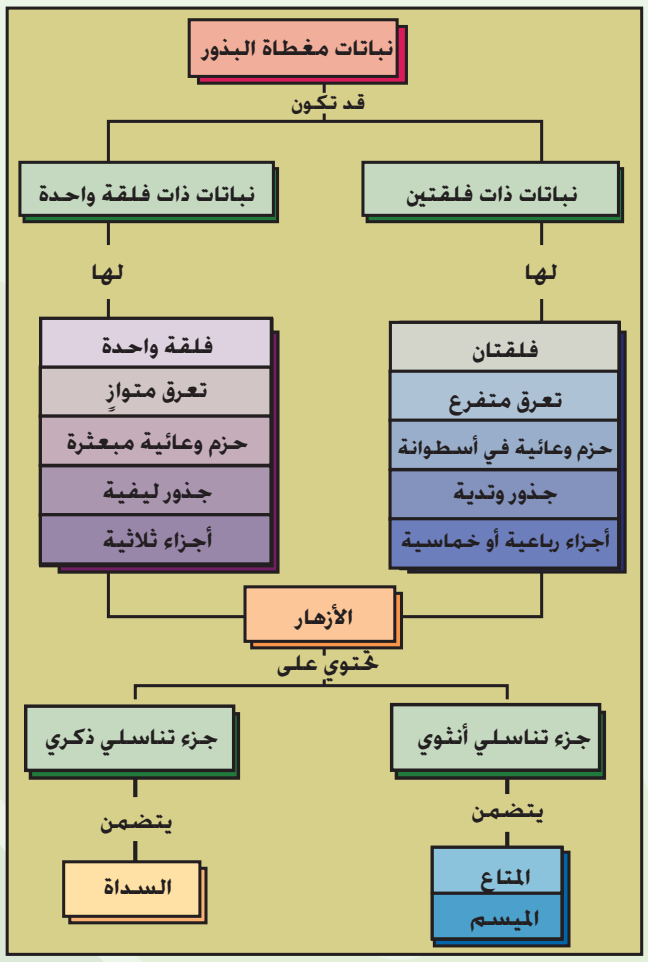
تحقق من فهمك

1. راجع صفحة (55) من كتاب الطالب. تأكد من أن يذكر الطلاب جميع الخطوات.
2. تتنوع الإجابات ولكن قد تتضمن:
   1 – تسقط الكرزة على الأرض وتنمو حيث تسقط.
   2 – يأكل حيوان الكرزة، فتنتقل البذرة عبر جهازه الهضمي وبعد عملية الهضم تخرج من جسمه.
   3 – يأتي عصفور ويحمل الكرزة بعيدًا فيأكل الثمرة، ويترك البذرة.
3. تتنوع الإجابات. عندما يستخدم البستاني التكاثر الخضري، لن يقوم بجمع البذور والانتظار حتى تنبت وجميع النباتات متماثلة وراثيًّا.
4. اقبل جميع الإجابات المنطقية شرط أن يعطي الطلاب حججًا معقولة.

5. تخزن الجذور الوتدية النشويات التي تمنح ثاني أكسيد الكربون إلى البشر.
6. بما أن أوراق النباتات متماثلة، يمكن استنتاج أن النباتين ينتميان إلى المجموعة نفسها، إما ذات الفلقة الواحدة أو ذات الفلقتين – وبالتالي إعطاء خصائص المجموعة.

مهارة الاتصال

قد تتنوع الخرائط. وقد ترغب في أن يرسم الطلاب الخريطة أدناه. ارسم أولًا الخريطة على السبورة، ثم أضف بعض المصطلحات الرئيسية. دع الطلاب يرسمون ويكملون الخريطة.



تحقق من فهمك

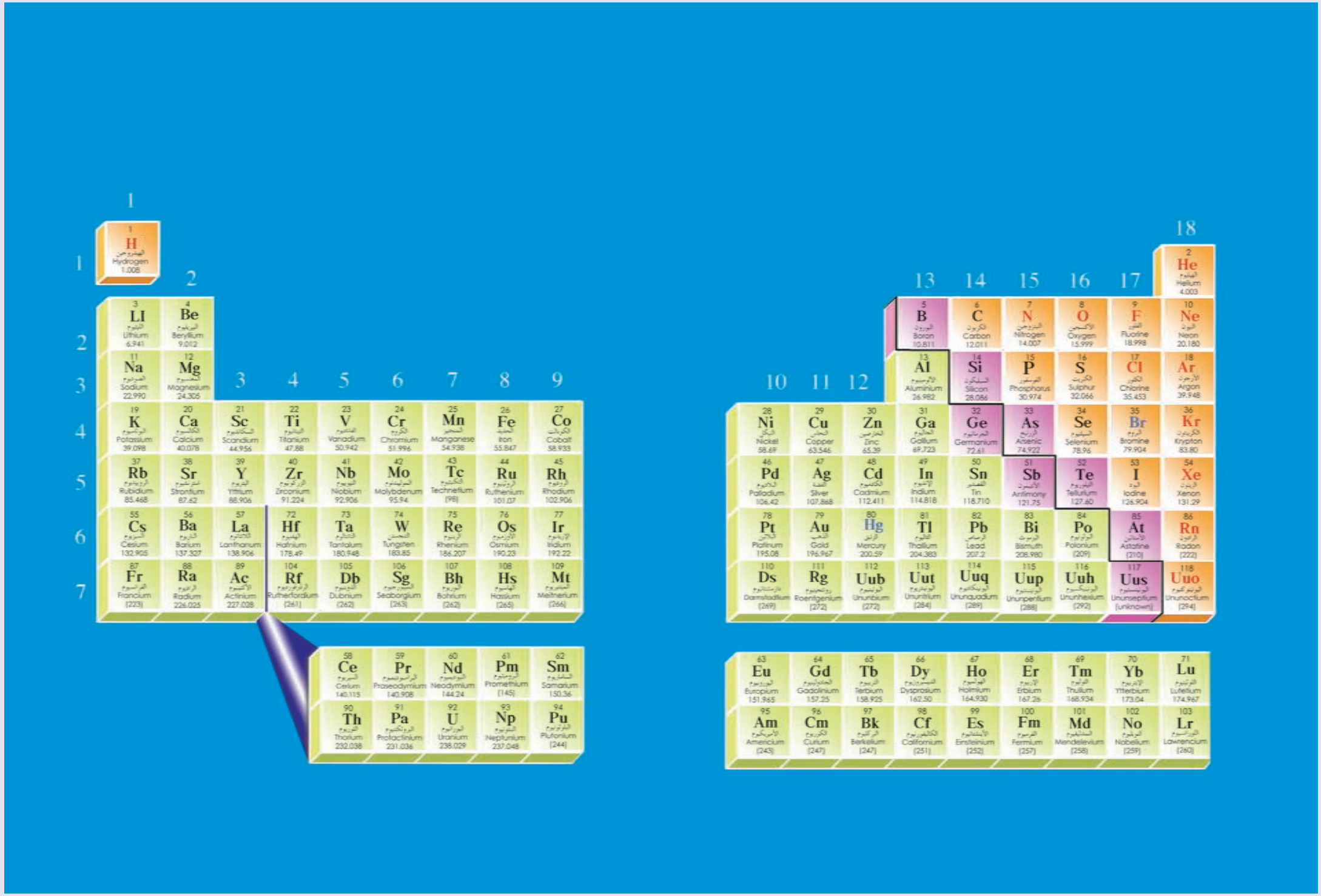
استخدِمِ المفاهيمَ التي درستَها للإجابةِ عمّا يأتي:

1. صِفْ كيف يحدثُ الإخصابُ في النباتاتِ الزهريّةِ. ابدأ من تكوينِ حبوبِ اللقاحِ.
2. اشرحْ ثلاثَ طرقٍ ممكنةٍ يستطيعُ بها نباتُ الكرزِ نثرَ البذرةِ الموجودةِ داخلَ الثمرةِ.
3. لماذا يختارُ البستانيُّ التكاثرَ الخضريَّ ليزرعَ النباتاتِ؟
4. **استنتجْ:** لدى بعضِ الأزهارِ أسديةٌ تمتدُّ بعيدًا خلفَ البتلاتِ، هل هذا مكسبٌ أو خسارةٌ للنباتِ؟ فسِّرْ إجابتَكَ سواءٌ أكانَتْ بالنفيِ أم بالإيجابِ.
5. ما القيمةُ الغذائيّةُ للجذورِ الوتديّةِ بالنسبةِ إلى الإنسانِ؟
6. **التفكيرُ الناقدُ:** لاحظْتَ أنّ نوعينِ من النباتاتِ لهما أوراقٌ متماثلةٌ. ما استنتاجاتُكَ التي تستخلصُها من هذه النباتاتِ؟ فسِّرْ كيف توصّلْتَ إلى كلِّ استنتاجٍ.

مهارة الاتصال

ربطُ المفاهيمِ: ارسمْ خريطةَ مفاهيمَ تُوضِّحُ كيف أنّ بعضَ المفاهيمِ الرئيسيّةِ الواردةِ في الفصلِ ترتبطُ ببعضِها. استخدِمْ كلماتٍ وأفكارًا من الفصلِ لرسمِ خريطتِكَ.

الفصل	الدرس	الأهداف	عدد الحصص الدراسية	مصادر المادة
الترابط الكيميائي	1–1 الذرات والترابط الكيميائي	• وصف دور الإلكترونات في الترابط الكيميائي. • تفسير لماذا تكون الذرات روابط كيميائية. • استنتاج العلاقة بين الروابط الكيميائية والتغيرات الكيميائية.	2	كتاب الطالب ص 62–66
	1–2 الرابطة الأيونية	• تفسير كيف تتكون الرابطة الأيونية. • وصف تركيب المركبات الأيونية الصلبة. • صنع نموذج يفسر الترابط الأيوني.	2	كتاب الطالب ص 67–74 الأنشطة والتجارب المعمليّة ص 16–18
	1–3 الروابط التساهمية	• وصف الرابطة التساهمية. • تحديد ثلاثة مركبات تساهمية. • تحديد علاقة الرابطة الفلزية بخواص الفلزات. • صنع نموذج يفسر الرابطة التساهمية.	3	كتاب الطالب ص 75–81
	مراجعة الفصل		1/2	كتاب الطالب ص 82–83
التفاعلات الكيميائية	2–1 خصائص التفاعلات الكيميائية	• تحديد التفاعلات الكيميائية اليومية. • وصف أربعة أنواع من ظواهر التفاعلات الكيميائية. • التمييز بين التفاعلات الكيميائية الطاردة والماصة للحرارة. • صنع نموذج يوضح تغير الارتباط في التفاعل الكيميائي.	3	كتاب الطالب ص 85–89
	2–2 المعادلات الكيميائية	• تحديد المواد الداخلة والمواد الناتجة من التفاعل الكيميائي. • التميز بين عدد الذرات والمعاملات أو عدد جزيئات المادة المتفاعلة. • متابعة ما يحدث خلال التغير الكيميائي بكتابة معادلة كيميائية متزنة.	2	كتاب الطالب ص 90–94
	2–3 أنواع التفاعلات الكيميائية	• تسمية أربعة أنواع من التفاعلات الكيميائية. • وصف كل نوع من أنواع التفاعلات الكيميائية وإعطاء مثال لكل تفاعل. •تصنيف المعادلات الكيميائية بواسطة نوع التفاعل. • صنع نموذج يصف الشكل العام لكل نوع من أنواع التفاعل الكيميائي.	4	كتاب الطالب ص 95–100 الأنشطة والتجارب المعمليّة ص 19–21
	مراجعة الفصل		1/2	كتاب الطالب ص 101–103
العدد الكلي للحصص الدراسية			17 حصة دراسيّة.	


1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
1 H الهيدروجين Hydrogen 1.008
2 He الهيليوم Helium 4.003
3 LI الليثيوم Lithium 6.941
4 Be البريليوم Beryllium 9.012
5 B البورون Boron 10.811
6 C الكربون Carbon 12.011
7 N النيتروجين Nitrogen 14.007
8 O الأكسجين Oxygen 15.999
9 F الفلور Fluorine 18.998
10 Ne النيون Neon 20.180
11 Na الصوديوم Sodium 22.990
12 Mg المغنيسيوم Magnesium 24.305
13 Al الألومنيوم Aluminium 26.982
14 Si السيليكون Silicon 28.086
15 P الفوسفور Phosphorus 30.974
16 S الكبريت Sulphur 32.066
17 Cl الكلور Chlorine 35.453
18 Ar الأرجون Argon 39.948
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 الفناديوم 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
28 Ni النيكل Nickel 58.69
29 Cu النحاس Copper 63.546
30 Zn الخارصين Zinc 65.39
31 Ga الجاليوم Gallium 69.723
32 Ge الجرمانيوم Germanium 72.61
33 As الزرنيخ Arsenic 74.922
34 Se السيلينيوم Selenium 78.96
35 Br البروم Bromine 79.904
36 Kr الكريبتون Krypton 83.80
37 Rb الروبيديوم Rubidium 85.468
38 Sr السترونشيوم Strontium 87.62
39 Y اليتريوم Yttrium 88.906
40 Zr الزركونيوم Zirconium 91.224
41 Nb النيوبيوم Niobium 92.906
42 Mo المولبدنوم Molybdenum 95.94
43 Tc التكنيشيوم Technetium (98)
44 Ru الروثينيوم Ruthenium 101.07
45 Rh الروديوم Rhodium 102.906
46 Pd البلاديوم Palladium 106.42
47 Ag الفضة Silver 107.868
48 Cd الكادميوم Cadmium 112.411
49 In الإنديوم Indium 114.818
50 Sn القصدير Tin 118.710
51 Sb الأنتيمون Antimony 121.75
52 Te التيلوريوم Tellurium 127.60
53 I اليود Iodine 126.904
54 Xe الزينون Xenon 131.29
55 Cs السيزيوم Cesium 132.905
56 Ba الباريوم Barium 137.327
57 La اللانثانوم Lanthanum 138.906
72 Hf الهافنيوم Hafnium 178.49
73 Ta التانتالوم Tantalum 180.948
74 W التنجستن Tungsten 183.85
75 Re الرينيوم Rhenium 186.207
76 Os الأزميوم Osmium 190.23
77 Ir الإريديوم Iridium 192.22
78 Pt البلاتين Platinum 195.08
79 Au الذهب Gold 196.967
80 Hg الزئبق Mercury 200.59
81 Tl الثاليوم Thallium 204.383
82 Pb الرصاص Lead 207.2
83 Bi البزموت Bismuth 208.980
84 Po البولونيوم Polonium (209)
85 At الأستاتين Astatine (210)
86 Rn الرادون Radon (222)
87 Fr الفرانسيوم Francium (223)
88 Ra الراديوم Radium 226.025
89 Ac الأكتينيوم Actinium 227.028
104 Rf الرذرفورديوم Rutherfordium (261)
105 Db الدبنيوم Dubnium (262)
106 Sg السيبورجيوم Seaborgium (263)
107 Bh البوريوم Bohrium (262)
108 Hs الهاسيوم Hassium (265)
109 Mt الميتنريوم Meitnerium (266)
110 Ds دارمستاديوم Darmstadtium (269)
111 Rg رونتجينيوم Roentgenium (272)
112 Uub اليونونبيوم Ununbium (272)
113 Uut اليونونترايوم Ununtrium (284)
114 Uuq اليونونكوادايوم Ununquadium (289)
115 Uup اليونونبنتيوم Ununpentium (288)
116 Uuh اليونونهكسيوم Ununhexium (292)
117 Uus اليونونسبتيوم Ununseptium [unknown]
118 Uuo اليونونكتيوم Ununoctium (294)
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 السماريوم Samarium 150.36
63 Eu اليوروبيوم Europium 151.965
64 Gd الجادولينيوم Gadolinium 157.25
65 Tb التربيوم Terbium 158.925
66 Dy الديسبروسيوم Dysprosium 162.50
67 Ho الهولميوم Holmium 164.930
68 Er الإربيوم Erbium 167.26
69 Tm الثوليوم Thullium 168.934
70 Yb الإيتربيوم Ytterbium 173.04
71 Lu اللوتيشيوم Lutetium 174.967
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)
95 Am الأمريكيوم Americium (243)
96 Cm الكوريوم Curium (247)
97 Bk البركليوم Berkelium (247)
98 Cf الكاليفورنيوم Californium (251)
99 Es الأينشتانيوم Einsteinium (252)
100 Fm الفرميوم Fermium (257)
101 Md المندليفيوم Mendelevium (258)
102 No النوبليوم Nobelium (259)
103 Lr اللورنسيوم Lawrencium (260)

الفصل الأول

الترابط الكيميائي

مقدمة الفصل

دع الطلاب يقرأون وصف الصورة الفوتوغرافية الموجودة في الصفحة (62). اسألهم ما إذا كانوا موافقين أم غير موافقين على الوصف، قد تفسر أن الموجود في الصورة ما هو إلا بلورات الملح.

استقصاء موجه

دع الطلاب يدرسون الصورة الفوتوغرافية. اسألهم:

◄ كيف ستصف الأشياء في الصورة؟ **(سيذكر الطلاب أن الأشياء في الصورة تشبه مكعبات مكبرة. قد يدركون أن هذه الأشياء تبدو كبلورات)**

◄ ما المواد التي توجد كبلورات في اعتقادك؟ **(قد يذكر الطلاب: السكر، الملح، المرو، الملح الإنجليزي، الماس.)**

◄ كيف تتشابه جميع البلورات في الشكل؟ **(يجب أن يشير الطلاب إلى أن جميع البلورات لها أشكال منتظمة وهندسية وذات زوايا.)**

◄ في اعتقادك، هل توضح لك البلورات كيفية ارتباط الذرات ببعضها بعضًا في هذه المادة؟ **(قد يقترح الطلاب أن الذرات نفسها مرتبطة في نظام مكعبي.)**

الاتصال الكتابي

دع الطلاب يكتبون سلسلة من خمسة أوصاف للصورة الفوتوغرافية لطالب آخر سيستخدمها لرسم صورة مثل الصورة الفوتوغرافية. يجب أن يكون كل وصف مختصرًا ويُضيف معلومة. قد يرغب الطلاب في أن يختبروا هذه الأوصاف على طلاب فصل آخر.

الفصلُ الأوّلُ

الترابطُ الكيميائيُّ

Chemical Bonding

دروسُ الفصلِ

1-1 الذرّاتُ والترابطُ الكيميائيُّ

2-1 الرابطةُ الأيونيّةُ

3-1 الروابطُ التساهميّةُ

ماذا ترى في هذه الصورة؟

أعتقدُ أنّها صورةٌ مكبّرةٌ لبلّوراتٍ من الملحِ والسكّرِ مع نوعٍ من التلوينِ . وهي تتألّفُ من جزيئاتٍ صغيرةٍ مجتمعةٍ معًا .

62

الاتصال بالرياضيات

دع الطلاب يحسبون تكبير الصورة الفوتوغرافية. أشر إلى أن أبعاد بلورة الملح هي 0.2 مليمتر لكل ضلع. اطلب إلى الطلاب أن يستخدموا المسطرة المترية لقياس أضلاع عشر بلورات. دع الطلاب يحسبون متوسط هذه القياسات، ثم يستخدمون القانون التالي لحساب التكبير: التكبير = متوسط القياسات ÷ 0.2

الدرس الأوّل 1-1

الذرات والترابط الكيميائي

حفِّزْ

تنمية المهارات، صفحة 63

كي تساعد الطلاب على فهم الخواص الكيميائية، دعهم يجرون نشاط «تنمية المهارات»

الإجابة: قد تتنوع الإجابات. خواص الزيت: سائل، زيتي الملمس، أصفر اللون، لا يختلط بالماء. خواص الملح: صلب، مكون من بلورات دقيقة خشنة، أبيض، مالح، يذوب في الماء. ستتنوع قوائم الطلاب.

تنشيط المعرفة السابقة

كي تقدِّر ما يعرفه الطلاب عن الذرات والترابط الكيميائي، وجّه إليهم الأسئلة التالية:

- إذا كنا لا نستطيع أن نرى الذرات، فكيف نعرف أنها ترتبط ببعضها بعضًا؟
- ما المقصود بالترابط؟
- كم عدد الأنواع المختلفة من المركبات الكيميائية؟

أفكار في العلوم

القياس والتدريج: أصغر جزء من العنصر الذي يمكن أن تعرف خواص العنصر منه هو الذرة. وعلى الرغم من اختلافها في الحجم، فإن قطرالذرات عمومًا يبلغ نصف الجزء من المليار من المتر. في مركز الذرة توجد النواة التي تحاط بسحابة من الإلكترونات. تكسب هذه الجسيمات وطرق ترتيبها كل عنصر خواصه المميزة.

1-1 الذرّاتُ والترابطُ الكيميائيُّ

Atoms and Chemical Bonding

الأهداف

في نهاية هذا الدرس يجبُ أن يكونَ الطالبُ قادرًا على أن:

- **يصف** دورَ الإلكتروناتِ في الترابطِ الكيميائيّ .
- **يُفسّرَ** لماذا تُكوّنُ الذرّاتُ روابطَ كيميائيّةً .
- **يستنتجَ** العلاقةَ بينَ الروابطِ الكيميائيّةِ والتغيّراتِ الكيميائيّةِ .
- **يُعرّفَ المصطلحاتِ الأساسيّةَ:** رابطةً كيميائيّةً .

ماذا تعرفُ عن الماء؟ قد تُجيبُ أنّ الماءَ عبارةٌ عن مركّبٍ ، وهي إجابةٌ صحيحةٌ. قد تُجيبُ أيضًا أنّ الماءَ مكوَّنٌ من عنصري الأكسجينِ والهيدروجينِ . هذه الإجابةُ صحيحةٌ أيضًا ، ولكن هل تعرفُ أنّه يوجَدُ مركّبٌ آخرُ مكوَّنٌ من الهيدروجينِ والأكسجينِ؟ انظرْ إلى الشكلِ (25). هذا المركّبُ ، الذي يُستخدَمُ كمطهّرٍ ، هو فوقَ أكسيدِ الهيدروجينِ ، الذي تختلفُ خواصُّه عن الماءِ .

لماذا يتّحدُ الهيدروجينُ بالأكسجينِ كيميائيًّا ليُكوّنا مركّبينِ مختلفينِ؟ السببُ هو أنّ ذرّةً واحدةً من الأكسجينِ يُمكِنُ أن تتّحدَ بأكثرَ من ذرّةٍ. يُمكِنُ أن تُكوّنَ مركّبًا مع كلٍّ من ذرّتي هيدروجينٍ أو ذرّةِ هيدروجينٍ وذرّةِ أكسجينٍ أخرى مرتبطةٍ بذرّةِ هيدروجينٍ .كما يُمكِنُ أن تُكوّنَ مركّبًا بانّحادِ ذرّتي أكسجينٍ بحيث إنّ كلَّ ذرّةٍ منهما تكونُ متّحدةً بذرّةِ هيدروجينٍ.

يُمكِنُ أن تتّحدَ ذرّاتُ العناصرِ المختلفةِ ببعضِها بعضًا بطرقٍ عديدةٍ. اتّحادُ ذرّةٍ ما كيميائيًّا بالذرّاتِ الأخرى ، هي إحدى أهمّ خصائصِها . ماذا يحدثُ للذرّاتِ عندما تتّحدُ؟ وكيف تتماسكُ مع بعضِها؟

نشاط

تنميةُ مهارةِ التصنيفِ

الزيتُ مقابلَ الملحِ

حدِّدْ خواصَّ زيتِ الطهيِ وملحِ الطعامِ ، ثمّ كوّنْ قائمةً بعشرِ موادَّ أخرى قد تجدُها في مطبخِ منزلِك . عندما تنتهي من تلكَ القائمةِ ، تأمّلْ في خواصِّ كلِّ مادّةٍ. إذا كانَتِ المادّةُ أكثرَ شبهًا بملحِ الطعامِ عن زيتِ الطعامِ ، فضَعْ دائرةً حولَها . إذا كانَتِ المادّةُ أكثرَ شبهًا بالزيتِ عن الملحِ ، فارسمْ مربّعًا حولَها ، ما القاسمُ المشتركُ بينَ الموادِّ المحاطةِ بالدوائرِ؟ كيف تختلفُ عنِ الموادِّ المحاطةِ بالمربّعاتِ؟

الروابطُ الكيميائيّةُ

Chemical Bonds

عندما تتّحدُ الذرّاتُ كيميائيًّا فإنّها تُكوّنُ **رابطةً كيميائيّةً chemical bond . الرابطةُ الكيميائيّةُ عبارةٌ عن القوّةِ الجاذبةِ التي تربطُ الذرّاتِ أو الأيوناتِ ببعضِها بعضًا** . توجَدُ الروابطُ الكيميائيّةُ بينَ الذرّاتِ في معظمِ الموادِّ المحيطةِ بك وفي معظمِ الموادِّ التي تُكوّنُ جسمَك.

شكلُ 25

ذرّاتُ الأكسجينِ والهيدروجينِ في الماءِ (H_2O) وفوقَ أكسيدِ الهيدروجينِ H_2O_2 ترتبطُ ببعضِها بطريقتينِ مختلفتينِ .

الصلة بالرياضيات

عندما تتحد العناصر لتكوّن مركبات، فإن هذا يتم بنسب معينة بأرقام صحيحة. على سبيل المثال، تبلغ نسبة الهيدروجين إلى الأكسجين (2:1). اطلب إلى الطلاب أن يحددوا النسب التالية: الهيدروجين إلى الأكسجين في فوق أكسيد الهيدروجين (H_2O_2)، الهيدروجين إلى الأكسجين في السكر ($C_{12}H_{22}O_{11}$) الأكسجين إلى البوتاسيوم في برمنجيات البوتاسيوم ($KMnO_4$). **(1:1؛ 22:11 أو 2:1؛ 4:1)**

علِّمْ

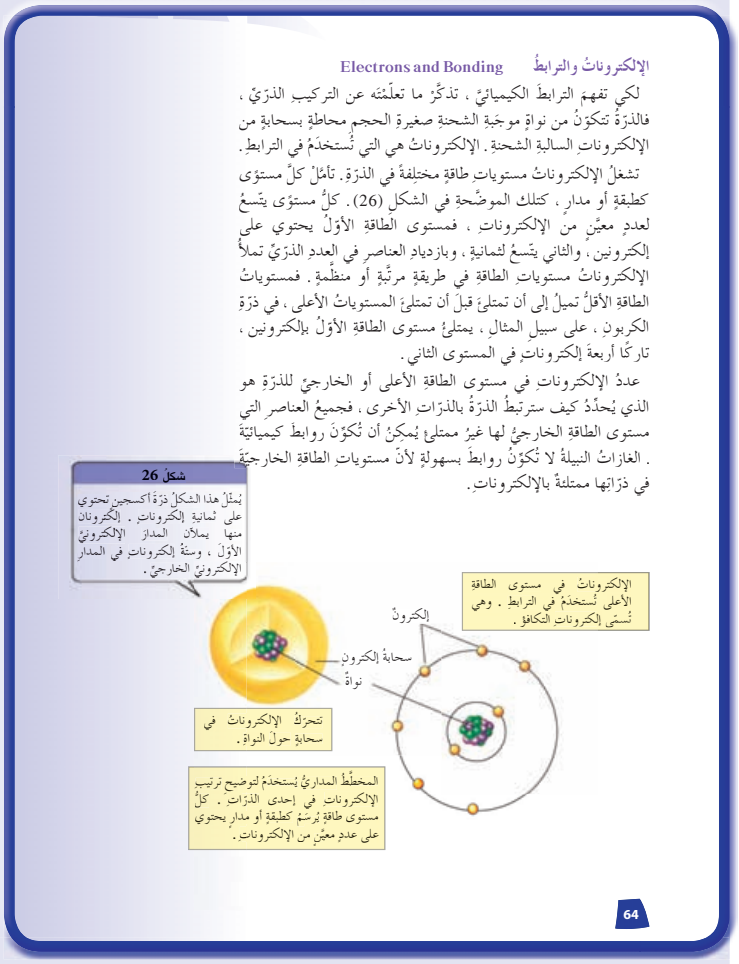
ناقش

قد ترغب في أن يراجع الطلاب الجدول الدوري ص61–60. دعهم يلاحظون أن الغازات النبيلة يتم وصفها كستة غازات عديمة اللون في المجموعة رقم 18، وأنه أحيانًا ما يُشار إليها باسم الغازات الخاملة؛ لأنها لا تتفاعل بسهولة مع العناصر الأخرى، الغازات النبيلة هي الهيليوم، النيون، الأرجون، الكريبتون، الزينون، الرادون.

استكشف بصريًّا

دع الطلاب يدرسون الشكل (26). اسألهم.

- أين تتحرك إلكترونات الذرة؟ **(في سحابة حول النواة.)**
- ما الذي صُمِّمَ من أجله شكل المدارات الإلكترونية؟ **(توضيح كيفية ترتيب الإلكترونات في الذرة؛ كل مستوى طاقة يتم رسمه كطبقة أو مدار يحتوي على عدد معين من الإلكترونات.)**
- كم عدد الإلكترونات في ذرة الأكسجين؟ وكم عددها في المدار الإلكتروني الخارجي لهذه الذرة؟ **(ثمانية إلكترونات، ستة منها في المدار الخارجي.)**
- ما المقصود بإلكترونات التكافؤ؟ **(هي الإلكترونات الخارجية، أو الإلكترونات التي تشغل أعلى مستوى طاقة بالذرة.)**
- لماذا تعتبر إلكترونات التكافؤ مهمة؟ **(لأنها الإلكترونات المستخدمة في الترابط الكيميائي.)**



الإلكتروناتُ والترابطُ Electrons and Bonding

لكي تفهمَ الترابطَ الكيميائيَّ ، تذكَّرْ ما تعلَّمْتَه عن التركيبِ الذرّيّ ، فالذرّةُ تتكوّنُ من نواةٍ موجَبةِ الشحنةِ صغيرةِ الحجمِ محاطةٍ بسحابةٍ من الإلكتروناتِ السالبةِ الشحنةِ . الإلكتروناتُ هي التي تُستخدَمُ في الترابطِ .

تشغلُ الإلكتروناتُ مستوياتِ طاقةٍ مختلفةً في الذرّةِ . تأمَّلْ كلَّ مستوًى كطبقةٍ أو مدارٍ ، كتلك الموضَّحةِ في الشكلِ (26) . كلُّ مستوًى يتّسعُ لعددٍ معيَّنٍ من الإلكتروناتِ ، فمستوى الطاقةِ الأوّلُ يحتوي على إلكترونين ، والثاني يتّسعُ لثمانيةٍ ، وبازديادِ العناصرِ في العددِ الذرّيّ تملأُ الإلكتروناتُ مستوياتِ الطاقةِ في طريقةٍ مرتَّبةٍ أو منظَّمةٍ . فمستوياتُ الطاقةِ الأقلُّ تميلُ إلى أن تمتلئَ قبلَ أن تمتلئَ المستوياتُ الأعلى ، في ذرّةِ الكربونِ ، على سبيلِ المثالِ ، يمتلئُ مستوى الطاقةِ الأوّلُ بإلكترونين ، تاركًا أربعةَ إلكتروناتٍ في المستوى الثاني .

عددُ الإلكتروناتِ في مستوى الطاقةِ الأعلى أو الخارجيّ للذرّةِ هو الذي يُحدِّدُ كيف سترتبطُ الذرّةُ بالذرّاتِ الأخرى ، فجميعُ العناصرِ التي مستوى الطاقةِ الخارجيُّ لها غيرُ ممتلئٍ يُمكِنُ أن تُكوّنَ روابطَ كيميائيّةً . الغازاتُ النبيلةُ لا تُكوّنُ روابطَ بسهولةٍ لأنّ مستوياتِ الطاقةِ الخارجيّةَ في ذرّاتِها ممتلئةٌ بالإلكتروناتِ .

شكل 26
يُمثِّلُ هذا الشكلُ ذرّةَ أكسجينٍ تحتوي على ثمانيةِ إلكتروناتٍ . إلكترونان منها يملآنِ المدارَ الإلكترونيَّ الأوّلَ ، وستةُ إلكتروناتٍ في المدارِ الإلكترونيِّ الخارجيِّ .

الإلكتروناتُ في مستوى الطاقةِ الأعلى تُستخدَمُ في الترابطِ . وهي تُسمّى إلكتروناتِ التكافؤِ .

إلكترونٌ
سحابةُ إلكترونٍ
نواةٌ

تتحرّكُ الإلكتروناتُ في سحابةٍ حولَ النواةِ .

المخطّطُ المداريُّ يُستخدَمُ لتوضيحِ ترتيبِ الإلكتروناتِ في إحدى الذرّاتِ . كلُّ مستوى طاقةٍ يُرسَمُ كطبقةٍ أو مدارٍ يحتوي على عددٍ معيَّنٍ من الإلكتروناتِ .

64

أفكار في العلوم

الطاقة: تترتب الإلكترونات في الذرة في مستويات طاقة أو مدارات. يتميز كل مستوى طاقة بعدد معيّن من الإلكترونات، المدارات الأقرب إلى النواة تحتفظ بالإلكترونات في أقل مستوى طاقة؛ أما المدرات الأكثر بعدًا من النواة فهي تحتوي على إلكترونات عند أعلى مستويات الطاقة. يحدد عدد الإلكترونات في مستويات الطاقة الخارجية كيف سترتبط الذرة بالذرات الأخرى.

التفكير الناقد

فكر واستنتج: أي مجموعة من الذرات في الجدول الدوري هي الأكثر استقرارًا والأقل نشاطًا؟ ماذا يمكنك أن تستنتج عن مستويات الطاقة الخارجية بها؟ **(الغازات النبيلة؛ المجموعة 18، مستوياتها الخارجية ممتلئة.)**

ملف تقييم الأداء

اعرض في الفصل لوحة جدارية عن الجدول الدوري للعناصر توضح أعداد التكافؤ لكل عنصر. فسِّر أن هذه المعلومات توضح عدد الإلكترونات في مستوى الطاقة الخارجي، وهي إلكترونات التكافؤ لكل عنصر. أغفل العناصر الأرضية النادرة. دع الطلاب يكونون جدولًا يوضح المجموعات بحسب تزايد إلكترونات التكافؤ. قد يحتفظ الطلاب بجداولهم في ملفاتهم.

أفكار في العلوم

الاستقرار والاتزان: الترابط مرتبط باستقرار الذرات. تكون الذرات أكثر استقرارًا عندما يتم امتلاء مستويات الطاقة الخارجية بها بالكامل. يتسع مستوى الطاقة الأول لإلكترونين كحد أقصى، والثاني يتسع لثمانية إلكترونات كحد أقصى. يعد الترابط مع الذرات الأخرى بروابط أيونية أو تساهمية إحدى الطرق التي تملأ بها الذرات مستويات الطاقة الخارجية بها.

الروابطُ الكيميائيّةُ والثباتُ (الاستقرارُ)

Chemical Bonds and Stability

لماذا تُكوّنُ الذرّاتُ روابطَ؟ تذكّرْ أنّ جميعَ الموادّ تميلُ إلى أن توجَدَ في حالةِ (الاستقرار) وهي الحالةُ التي لها أقلُّ قدرٍ من الطاقة، فالموادُّ في الحالةِ الأقلِّ طاقةً أكثرُ ثباتًا من الحالةِ الأعلى طاقةً. فكلّما كانَتِ الموادُّ أكثرَ ثباتًا، كانَتْ أقلَّ تغيّرًا. وتكونُ أعلى طاقةً عندما يكونُ مستوى الطاقةِ الخارجيُّ ممتلئًا جزئيًّا بالإلكتروناتِ؛ لهذا فإنّ الذرّةَ ذاتَ مستوى الطاقةِ الخارجيِّ الممتلئِ أكثرُ ثباتًا من الذرّةِ ذاتِ مستوى الطاقةِ الخارجيِّ غيرِ الممتلئِ.

قد تُصبِحُ الذرّةُ ذاتُ مستوى الطاقةِ الخارجيِّ غيرِ الممتلئِ أكثرَ ثباتًا إذا ما أُضيفَ إليها العددُ المناسبُ من الإلكتروناتِ ليملأَ هذا المستوى. من أين تأتي هذه الإلكتروناتُ؟ إنّها تأتي من ذرّاتٍ أخرى، فالذرّاتُ تتفاعلُ بالطرقِ التي تُعطيها الإلكتروناتُ التي تحتاجُ إليها كي يكونَ لها مستوياتُ طاقةٍ خارجيّةٌ ممتلئةٌ. هذه التفاعلاتُ تُؤدّي إلى تكوينِ الروابطِ الكيميائيّةِ.

تصوَّرْ ذرّتين من الهيدروجين. كلُّ ذرّةِ هيدروجينٍ فيها إلكترونٌ واحدٌ فقط، وكلُّ واحدةٍ في حاجةٍ إلى إلكترونٍ آخرَ كي تملأَ مستوى الطاقةِ الوحيدَ لها. إذا اقتربَتِ الذرّتان من بعضِهما بدرجةٍ كافيةٍ لكي تتداخلَ سحابتاهما الإلكترونيّتان، يُمكِنُ أن تتشاركا إلكترونيًّا. الإلكترونان سريعا الحركةِ سيقضيان وقتًا ما حولَ كلٍّ من الذرّتين. وكلُّ ذرّةٍ منهما سيكونُ لها مستوى طاقةٍ خارجيٌّ تامُّ الامتلاءِ. وستُكوّنان رابطةً كيميائيّةً لأنّهما حينَ ترتبطان ببعضِهما فإنّهما ستكونان أكثرَ استقرارًا عمّا إذا بقيتا منفصِلتين.

وكما سترى فإنّه يوجَدُ ثلاثةُ أنواعٍ مختلِفةٍ من الروابطِ الكيميائيّةِ: أيونيّةٌ، تساهميّةٌ، فلزّيّةٌ. في الروابطِ الأيونيّةِ، تنتقلُ الإلكتروناتُ من ذرّةٍ إلى ذرّةٍ أخرى. في الروابطِ التساهميّةِ، تتشاركُ الذرّتان الإلكتروناتِ. أمّا في الروابطِ الفلزّيّةِ، فيتمُّ مشاركةُ الإلكتروناتِ في ما بينَ ذرّاتٍ عديدةٍ.

الصلة بآداب اللغة

اطلب إلى الطلاب أن يبحثوا عن معنى مصطلح التكافؤ. اسأل كيف تُكسب إلكترونات التكافؤ الذرات سعة الترابط؟ **(إنها تحدد مقدار نشاط الذرة).** فسِّر للطلاب أن الذرات المكونة للرابطة التساهمية تتعاون باستخدام بعض إلكترونات التكافؤ في كل منها.

ناقش

دع الطلاب يدرسون الجدول (1). فسِّر أن الكيميائيين قد توصلوا إلى مواد مُحلية عن طريق تغيير ترابط الجزيئات. تسمى المنتجات الجديدة (مواد جديدة)؟ **(لأن الناس يرغبون في أشياء حلوة المذاق ذات سعرات منخفضة.)**

قيِّمْ

اختتم

راجع ما علّمت: العناصر ذات الأعداد الذرية من 3 إلى 10 في الجدول الدوري، الليثيوم، البريليوم، البورون، الكربون، النيتروجين، الأكسجين، الفلور، النيون لها مستويا طاقة لحفظ إلكتروناتها. دع الطلاب يرسمون شكلًا تخطيطيًّا لكل ذرة موضحين الإلكترونات في مستويي الطاقة. اسأل أي من هذه العناصر أكثرها احتمالًا للارتباط بالعناصر الأخرى، ولماذا. **(العناصر ذات الأعداد الذرية من 3 إلى 9 يمكن أن ترتبط بالعناصر الأخرى؛ أما العنصر ذو العدد الذري 10 فغاز نبيل لا يرتبط بالعناصر الأخرى.)**

العلمُ والتكنولوجيا

تصميمُ الجزيئاتِ

تخيَّلْ أنّ لديك كومةً كبيرةً من كراتِ البلاستيكِ الرغويّ (الفوم) من مختلفِ الألوانِ والأحجامِ، وصندوقًا من أعوادِ خلالِ الأسنانِ. ماذا ستفعلُ؟ قد تبدأُ ببناءِ بعضِ الأشياءِ بالكراتِ، شابكًا بعضَها ببعضٍ بواسطةِ أعوادِ خلالِ الأسنانِ.

بناءُ سفينةِ فضاءٍ أو زرافةٍ مضحكةٍ بكراتِ البلاستيكِ الرغويّ وأعوادِ خلالِ الأسنانِ يُعَدُّ ممائلًا لما يفعلُه بعضُ الكيميائيّينَ في معاملِهم، لكنّ الكيميائيّينَ يستخدمونَ الذرّاتِ والجزيئاتِ بدلًا من الكراتِ البلاستيكيّةِ. وهم يجمعونَ جزيئاتٍ غيرَ جاهزةِ الصنعِ لها مجموعةٌ من الصفاتِ المرغوبِ فيها. فهم يضعونَ قطعَ هذه الجزيئاتِ مع بعضِها بعضًا دونَ استخدامِ أعوادِ خلالِ الأسنانِ ولكن عن طريقِ تكسيرِ وتكوينِ الروابطِ الكيميائيّةِ.

ما نوعُ الجزيءِ الذي سترغبُ في تصميمِه؟ غالبًا ما يسألُ الكيميائيّونَ هذا السؤالَ. أحدُ الجزيئاتِ التي رغبَ الكيميائيّونَ ذاتَ مرّةٍ أن يُكوّنوه هو مادّةٌ حلوةُ المذاقِ ذاتُ سعراتٍ حراريّةٍ أقلَّ من السكّرِ (جدولُ (1)). يوجَدُ العديدُ من بدائلِ السكّرِ مثلِ السكارينِ والسيكلاماتِ المعروفةِ منذ سنواتٍ عديدةٍ. على الرغمِ من أنّ لهما تركيبًا مختلفًا عن جزيءِ سكّرِ السكّروزِ، فإنّ لهما مذاقًا حلوًا. لكن توجَدُ عوائقُ عندَ استخدامِ معظمِ بدائلِ السكّرِ. تتراوحُ من الشعورِ بالمرارةِ عندَ التذوّقِ إلى إمكانيّةِ الإصابةِ بالمخاطرِ الصحّيّةِ.

حديثًا، بعضُ الكيميائيّينَ اتّجَهوا جزيءِ السكّروزِ نفسِه كنموذجٍ لتصنيعِ مادّةٍ محليّةٍ صناعيّةٍ أفضلَ. فقد ابتدأوا بالسكّروزِ وغيّروا بيساطةٍ بعضَ الذرّاتِ المرتبطةِ بالجزءِ الرئيسِ للجزيءِ. النتيجةُ كانتِ السكرالوز، وهو مادّةٌ طعمُها أحلى من السكّروزِ نفسِه.

جدولُ (1) المادّةُ المحلّيةُ ودرجةُ الحلاوةِ

المادّةُ المحلّيةُ	درجةُ الحلاوةِ النسبيّةُ
سكّروز (قصبُ السكّرِ)	1
سيكلامات	80 – 30
أسبارتام	200 – 100
سكارين	700 – 500

* تعتمدُ درجةُ الحلاوةِ النسبيّةُ على مذاقِ المتذوّقِ. فعلى سبيلِ المثالِ، يشعرُ بعضُ الأفرادِ أنّ الأسبارتامَ أحلى 200 مرّةٍ من السكّرِ، ولا يشعرُ آخرونَ بذلك.

أسئلة مراجعة الدرس 1–1

اختبرْ وفسّرْ

1. كيف تُستخدَمُ الإلكتروناتُ في الترابطِ الكيميائيِّ؟
2. لماذا تُكوِّنُ الذرّاتُ روابطَ كيميائيّةً؟
3. **توقّعْ:** هل ستُكوِّنُ ذرّةُ أكسجينٍ ذاتُ ثمانيةِ إلكتروناتٍ رابطةً مع ذرّاتٍ أخرى؟ اصنعْ نموذجًا على الورقِ لتفسيرِ إجابتِك.
4. **استنتجْ:** قمْتَ بوضعِ مركّبينِ على بعضِهما، وحدثَ تغيّرٌ كيميائيٌّ منتجًا مادّةً جديدةً. استنتجْ ماذا حدثَ للروابطِ الكيميائيّةِ بينَ الذرّاتِ في المركّبينِ الأصليّينِ.

إجابات أسئلة مراجعة الدرس 1–1

1. تتكون الروابط الكيميائية بمستويات الطاقة الخارجية حيث تتم مشاركة أو انتقال الإلكترونات.
2. تجذب مستويات الطاقة الخارجية غير الممتلئة الإلكترونات من الذرات الأخرى.
3. نعم، يجب أن توضح نماذج الطلاب 6 إلكترونات تكافؤ.
4. تتكسر الروابط الأصلية، تتكون روابط جديدة منتجة مواد جديدة.

الدرس الثاني 1-2
الرابطة الأيونية

حفِّزْ

تنمية المهارات، صفحة 67

كي تساعد الطلاب على فهم الروابط الأيونية، دعهم يجرون نشاط «تنمية المهارات».

الإجابة: الليثيوم له إلكترونان في المدار الداخلي، وإلكترون واحد فقط في المدار الخارجي، يمكن أن يوصف هذا المدار على أنه فارغ تقريبًا؛ لأنه يمكن أن يستوعب ثمانية إلكترونات.

تنشيط المعرفة السابقة

كي تقدِّر ما يعرفه الطلاب عن الروابط الأيونية، وجّه إليهم الأسئلة التالية:

- ما الفرق بين الذرة والأيون؟
- لماذا تظل الأيونات التي تكوّن مركبات مع بعضها بعضًا؟

علِّمْ

التفكير الناقد

قارن وباين: دع الطلاب يقارنون كيف تكوّن بعض أزواج العناصر روابط أيونية مثلًا البوتاسيوم والكلور والبوتاسيوم واليود. **(كلاهما متساويان من حيث احتمال أن يكوّنا روابط أيونية. فالفلز القاعدي فيه إلكترون زائد، وكلا الهالوجينين «في حاجة» إلى إلكترون واحد.)**

2-1 الرابطةُ الأيونيّةُ
Ionic Bond

الأهدافُ

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

- **يفسّر** كيف تتكوّنُ الرابطةُ الأيونيّةُ.
- **يصف** تركيبَ المركّباتِ الأيونيّةِ الصلبةِ.
- **يصنع** نموذجًا يُفسّرُ الترابطَ الأيونيَّ.
- **يُعرّف المصطلحات الأساسية:** رابطةٌ أيونيّةٌ.

الرابطةُ الأيونيّةُ شبيهةٌ بمغناطيسٍ. تجذبُ الشحنةُ الموجَبةُ لإحدى الذرّاتِ الشحنةَ السالبةَ في ذرّةٍ أخرى وتلتصقُ الاثنتان معًا. وبالتالي تحلُّ الذرّتان مشكلةَ عدمِ التوازنِ التي تُواجهانها.

نشاط

تنميةُ مهارةِ صنعِ النماذجِ

شكلُ المدارات

صَنْعُ مخطّطًا للمداراتِ في عنصرِ الليثيومِ الذي تحتوي ذرّتُه على 3 إلكتروناتٍ. كيف ستصفُ المدارَ الخارجيَّ لذرّةِ عنصرِ الليثيوم؟

انتقالُ الإلكتروناتِ
Transfer of Electrons

في الترابطِ الأيونيِّ بينَ ذرّتي عنصرين مختلفين، فإنّ إحدى الذرّتين تُعطي إلكترونًا أو أكثرَ والأخرى تكتسبُ هذه الإلكتروناتِ. لماذا حدثَ هذا الانتقالُ للإلكتروناتِ؟

تذكّرْ أنّ الذرّةَ تكونُ أكثرَ استقرارًا عندما يكونُ مستوى الطاقةِ أو مدارُ الإلكتروناتِ الخارجيُّ فيها ممتلئًا. إذا كانَ للذرّةِ مجرّدُ عددٍ قليلٍ من الإلكتروناتِ في مدارِها الخارجيِّ، قد تفقدُ هذه الإلكتروناتِ، وبالتالي يختفي المدارُ الخارجيُّ الأصليُّ للذرّةِ فيُصبحُ الذي يليه ممتلئًا. العكسُ يحدثُ أيضًا، فالذرّةُ التي في حاجةٍ إلى عددٍ قليلٍ من الإلكتروناتِ لكي يمتلئَ مدارُها الخارجيُّ قد تكتسبُ هذه الإلكتروناتِ من ذرّةٍ أخرى. عندما تتفاعلُ ذرّةٌ فيها إلكتروناتٌ قليلةٌ في المدارِ الخارجيِّ مع ذرّةٍ في حاجةٍ إلى إلكتروناتٍ (لكي يمتلئَ مستواها الأخيرُ بثمانيةِ إلكتروناتٍ)، قد ينتقلُ إلكترونٌ أو أكثرُ. الذرّةُ التي تفقدُ إلكتروناتٍ تُصبحُ أيونًا موجَبًا. والذرّةُ التي اكتسبَتْ إلكتروناتٍ تُصبحُ أيونًا سالبًا. ينجذبُ الأيونان إلى بعضِهما لأنّ لهما شحناتٍ مختلفةً في النوعِ.

شكل 27
الجسيماتُ المكوّنةُ للخرسانةِ تُرتبطُ بعضُها بواسطةِ روابطَ أيونيّةٍ.

ويُكوّنان **رابطةً أيونيّةً ionic bond**. **الرابطةُ الأيونيّةُ عبارةٌ عن التجاذبِ الكهربائيِّ الساكنِ بينَ الأيوناتِ المختلفةِ في نوعِ الشحنات.**

الصلة بالرياضيات

أدخل الصيغة $2n^2$ للتوصل إلى العدد الأقصى من الإلكترونات من كل من مستويات الطاقة الأربعة الأولى، حيث n هو رقم مستوى الطاقة. ارسم مخططًا على السبورة يُوضح العلاقة بين مستوى الطاقة وعدد الإلكترونات في ذلك المستوى للطاقة. دع الطلاب يختارون عنصرًا ويحسبون عدد تكافئه باستخدام الصيغة $2n^2$. يمكنهم أن يستخدموا الجدول الدوري للتوصل إلى العدد الذري لعناصرها. على سبيل المثال، العدد الذري للزنك هو 30، بتطبيق الصيغة، فإن مدار الطاقة الأولى يحتوي على إلكترونين $[2(1)^2]$، ويتبقى 28 إلكترونًا. يحتوي مدار الطاقة الثاني على 8 إلكترونات $[2(2)^2]$، ويتبقى 20 إلكترونًا. أما الثالث فيحتوي على 18، ويتبقى إلكترونان هما إلكترونا التكافؤ. أشر إلى أن أيون الزنك يحمل شحنة 2+ بعض الذرات التي يمكن للطلاب أن يستخدموها Cu، H، Ag، K، Na، Fe، Mg، Zn، Cl، F، I، O، S.

استقصاء موجه

دع الطلاب يقرأون الصفحتين 68 و69. بعد ذلك، أدر مناقشة باستخدام بعض أو جميع الأسئلة التالية:

- كم عدد الإلكترونات في مستوى الطاقة الأعلى أو المدار الإلكتروني الخارجي لذرة الصوديوم؟ **(واحد)**
- كم عدد الإلكترونات في المدار الإلكتروني الخارجي لذرة الكلور؟ **(سبعة)**
- كيف تصبح ذرة الصوديوم أيون صوديوم؟ **(بفقد إلكترون من المدار الإلكتروني الخارجي)**
- كيف تصبح ذرة الكلور أيون كلور؟ **(باكتساب إلكترون)**
- ما مقدار شحنة أيون الصوديوم؟ وما رمزه؟ **($+1$؛ Na^+)**
- ما مقدار شحنة أيون الكلور؟ وما رمزه؟ **(-1؛ Cl^-)**
- لماذا ينجذب أيون الكلوريد وأيون الصوديوم إلى بعضهما بعضًا؟ **(لأن لهما شحنتين متضادتين، والشحنات المتضادة تتجاذب.)**
- ما الشحنة الكهربائية لأيون الصوديوم وأيون الكلوريد مع بعضهما؟ لماذا؟ **(صفر؛ لأن كلاًّ منهما يبطل تأثير الآخر.)**

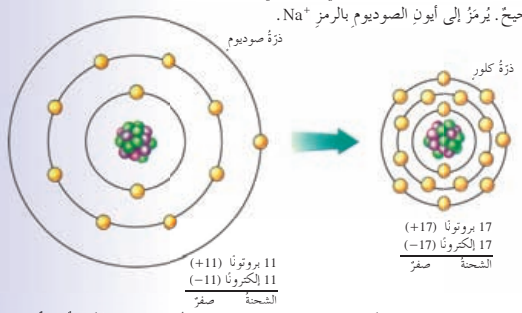
تتكوّنُ المركّباتُ الأيونيّةُ من أيوناتٍ مرتبطةٍ بعضِها بواسطةِ روابطَ أيونيّةٍ. كلوريدُ الصوديوم، المعروفُ بملح الطعام، عبارةٌ عن مركّبٍ أيونيٍّ. العديدُ من المركّباتِ الأيونيّةِ الشائعةِ والموادّ المفيدةِ الأخرى هي عبارةٌ عن مركّباتٍ أيونيّةٍ.

تكوينُ الرابطةِ الأيونيّةِ
Forming an Ionic Bond

انظرْ إلى ذرّتي الصوديومِ والكلورِ في الشكلِ (28). تحوي ذرّةُ الصوديومِ إلكترونًا واحدًا فقط في مدارِها الإلكترونيِّ الخارجيِّ. إذا أُفرِغَ هذا المدارُ الخارجيُّ بفقدِ الإلكترونِ ستُصبِحُ الذرّةُ أكثرَ استقرارًا. تحتاجُ ذرّةُ الكلورِ إلى إلكترونٍ واحدٍ فقط لتملأَ مدارَها الخارجيَّ. إذا اكتسبَتْ إلكترونًا واحدًا، فستُصبِحُ أكثرَ استقرارًا. لاحِظْ أنّه قبلَ أن يحدثَ أيُّ انتقالٍ للإلكتروناتِ، تكونُ كلٌّ من الذرّتينِ متعادلتين كهربائيًّا. فالشحنةُ الموجبةُ للنواةِ تُعادِلُ الشحنةَ السالبةَ للإلكتروناتِ.

شكل 28
الترابطُ الأيونيُّ في كلوريدِ الصوديوم

ذرّةُ الصوديومِ قد نقلَتْ إلكترونَها الخارجيَّ إلى ذرّةِ الكلورِ؛ وذرّةُ الصوديومِ قد أصبَحَتْ أيونَ صوديومٍ يحملُ شحنةً مقدارُها 1+. انظرْ إلى شحناتِ الإلكتروناتِ والبروتوناتِ في أسفلَ كي تتحقّقَ من أنّ ذلك صحيحٌ. يُرمَزُ إلى أيونِ الصوديومِ بالرمزِ Na^+.



مستوى الطاقةِ الخارجيُّ لذرّةِ الكلورِ يحوي 7 إلكتروناتٍ، إذا ما اكتسبَتْ إلكترونًا إضافيًّا من ذرّةِ الصوديوم، فإنّها ستملأُ المدارَ الخارجيَّ.

يوجَدُ لذرّةِ الصوديومِ إلكترونٌ واحدٌ فقط في مستوى طاقتِها الخارجيِّ، إذا فقدَتْ هذا الإلكترونَ، فسيكونُ مدارُ طاقتِها الخارجيُّ ممتلئًا.

الصلة بآداب اللغة

فسِّر للطلاب أن القانون الذي يحكم كيف تكوّن الذرات مركبات لتحقيق حالة ثبات أو استقرار تسمى قاعدة الثمانية Octet rule. دع الطلاب يبحثون عن كلمة Octet في القاموس؛ ليتوصلوا إلى أصل الكلمة ومعناها والاستخدامات الأخرى لها. بعد ذلك، اطلب إلى الطلاب أن يستنتجوا ما هي قاعدة الثمانية. (على وجه العموم، سترتبط الذرات ببعضها بعضًا إذا ما جعل الترابط لكلتا الذرتين ثمانية إلكترونات في مستويات الطاقة الخارجية فيها)

قارن وباين

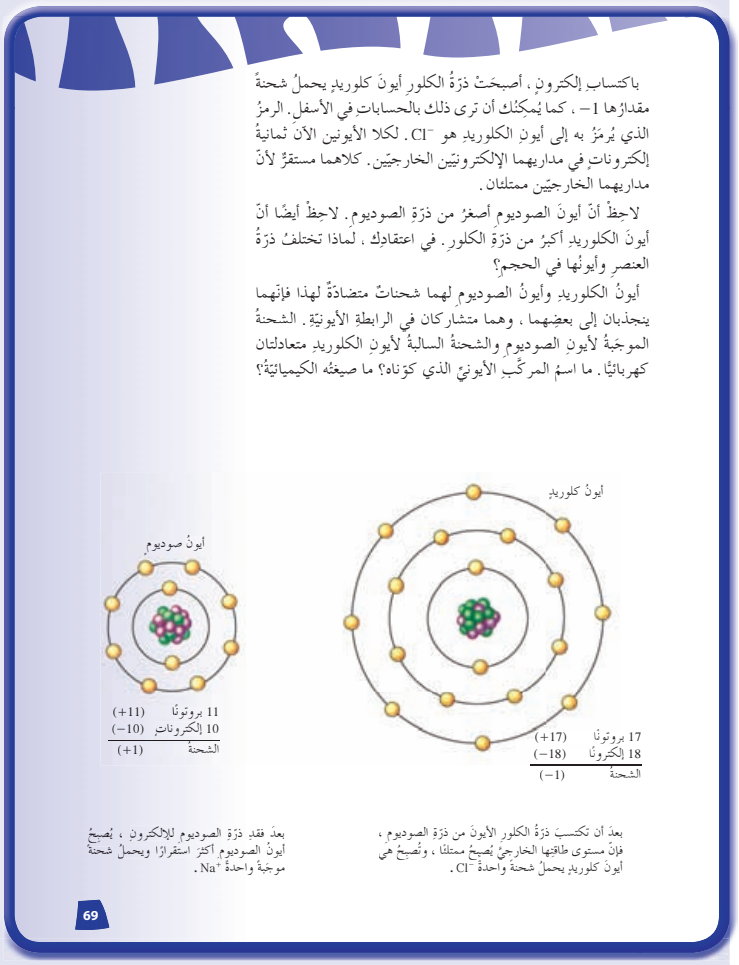
اسأل: لماذا لا يعتبر كلوريد الصوديوم مركبًا تساهميًّا؟ **(لأن أيوني الصوديوم والكلوريد يحدث بينهما تجاذب كهربائي ساكن، ولكنهما لا يتشاركان الإلكترونات، كما يحدث في الروابط التساهمية)**

الإجابة عن السؤالين الواردين في النص، ص 69:

1. الأيونات السالبة أكبر حجمًا من الذرات؛ لأنه توجد إلكترونات أكثر تتنافر مع بعضها بعضًا. الأيونات الموجبة فيها إلكترونات أقل، وهذا يعني تنافرًا كليًّا قليلًا وسحابة إلكترونية أصغر.
2. المركب الأيوني المتكون هو كلوريد الصوديوم، وهو يسمى أيضًا ملح الطعام. والصيغة الكيميائية لهذا المركب هي NaCl

الصلة بآداب اللغة

لغة الكيمياء معقدة ولكنها دقيقة، أشر للطلاب إلى أن الذرة إذا أصبحت أيونًا سالبًا، فإن نهاية اسم العنصر تنتهي بالمقطع (يد). على سبيل المثال، الكلور يصبح الكلوريد. اكتب قائمة بالعناصر التالية على السبورة، واطلب إلى الطلاب تسمية أيونات هذه العناصر: الفلور، البروم، الأكسجين، اليود. **(الفلوريد، البروميد، الأكسيد، اليوديد.)**



باكتساب إلكترونٍ ، أصبحَتْ ذرّةُ الكلورِ أيونَ كلوريدٍ يحملُ شحنةً مقدارُها 1− ، كما يُمكِنُك أن ترى ذلك بالحسابات في الأسفل. الرمزُ الذي يُرمَزُ به إلى أيونِ الكلوريدِ هو Cl^- . لكلا الأيونين الآنَ ثمانيةُ إلكتروناتٍ في مداريهما الإلكترونيّين الخارجيّين. كلاهما مستقرٌّ لأنّ مداريهما الخارجيّين ممتلئان.

لاحِظْ أنّ أيونَ الصوديومِ أصغرُ من ذرّةِ الصوديومِ. لاحِظْ أيضًا أنّ أيونَ الكلوريدِ أكبرُ من ذرّةِ الكلورِ. في اعتقادِك ، لماذا تختلفُ ذرّةُ العنصرِ وأيونُها في الحجمِ؟

أيونُ الكلوريدِ وأيونُ الصوديومِ لهما شحناتٌ متضادّةٌ لهذا فإنّهما ينجذبان إلى بعضِهما ، وهما متشاركان في الرابطةِ الأيونيّةِ. الشحنةُ الموجَبةُ لأيونِ الصوديومِ والشحنةُ السالبةُ لأيونِ الكلوريدِ متعادلتان كهربائيًّا. ما اسمُ المركّبِ الأيونيّ الذي كوّناه؟ ما صيغتُه الكيميائيّةُ؟

أيونُ كلوريدٍ

17 بروتونًا (+17)
18 إلكترونًا (−18)
الشحنةُ (−1)

بعدَ أن تكتسبَ ذرّةُ الكلورِ الأيونَ من ذرّةِ الصوديومِ ، فإنّ مستوى طاقتِها الخارجيَّ يُصبحُ ممتلئًا ، وتُصبحُ هي أيونَ كلوريدٍ يحملُ شحنةً واحدةً Cl^- .

أيونُ صوديومٍ

11 بروتونًا (+11)
10 إلكتروناتٍ (−10)
الشحنةُ (+1)

بعدَ فقدِ ذرّةِ الصوديومِ للإلكترونِ ، يُصبحُ أيونُ الصوديومِ أكثرَ استقرارًا ويحملُ شحنةً موجبةً واحدةً Na^+ .

69

الشبكةُ البلّوريّةُ
The Crystal Lattice

تحتوي حبيبةُ الملحِ على الملايينِ من الأيوناتِ. كيف تترتّبُ هذه الأيوناتُ؟ كلُّ أيونٍ ليسَ مرتبطًا فقط بأيونٍ آخرَ مشحونٍ بشحنةٍ مضادّةٍ ، لكن بالعديدِ من الأيوناتِ الأخرى.

انظرْ إلى الشكلِ (29). لاحِظِ الآنَ كيف يتعاقبُ أو يتناوبُ أيونا الكلوريدِ والصوديومِ مع بعضِهما. في حبيبةِ الملحِ ، تُحيطُ ستّةُ أيوناتِ صوديومٍ بكلِّ أيونِ كلوريدٍ ، وتُحيطُ ستّةُ أيوناتِ كلوريدٍ بكلِّ أيونِ صوديومٍ.

تترتّبُ الأيوناتُ في ملحِ الطعامِ والموادِّ الصلبةِ الأيونيّةِ الأخرى في شكلٍ أو نظامٍ ثلاثيِّ الأبعادِ يُكرّرُ نفسَه مرّاتٍ ومرّاتٍ كثيرةً. هذا التركيبُ يُسمّى الشبكةَ البلّوريّةَ. يرتبطُ كلُّ أيونٍ بجميعِ الأيوناتِ المتضادّةِ الشحنةِ التي تُحيطُ به مباشرةً.

انظرْ إلى الشكلِ (29). جزيئاتُ الملحِ لها شكلُ مكعّبٍ. شكلُ هذه الجزيئاتِ الواضحةِ هو نفسُه شكلُ المكعّبِ المتكوّنِ بواسطةِ أيوني الصوديومِ والكلوريدِ في الشبكةِ البلّوريّةِ.

شكل 29
تظهرُ بلّوراتُ ملحِ الطعامِ كمكعّباتٍ تحتَ العدسةِ اليدويّةِ (أقصى اليسارِ) . ترتّبُ أيوناتُ الصوديومِ والكلوريدِ في شبكةٍ بلّوريّةٍ. ما شكلُ هذا التركيبِ التشابكيِّ؟

Na⁺
Cl⁻

70

الصلة بالرياضيات

اذكر للطلاب أسماء ورموز ستة أيونات: الهيدروجين H^+، الليثيوم Li^+، البروميد Br^-، الكلوريد Cl^-، الحديد Fe^{+2}، الزنك Zn^{+2}، الأكسيد O^{-2}. اطلب إلى الطلاب أن يقرروا كم عدد الإلكترونات التي يجب أن تكتسبها أو تفقدها الذرات حتى تصل إلى حالة الثبات أو الاستقرار. حدد الخطوات للتوصل إلى الإجابات: (1) حدد عدد الإلكترونات فى المدار الخارجي (2) حدد ما إذا كان من الأسهل للذرة أن تكتسب أو تفقد إلكترونات؛ كي يصبح مدارها الخارجي تمام الامتلاء.

نشاط في الفصل

دع الطلاب يعملون ضمن مجموعات صغيرة لفحص بلورات ملح الطعام بعدسة يدوية مكبرة. دع الطلاب يلاحظون شكل الحبيبات. إذا كان ممكنًا، دع الطلاب يفحصون بلورات أخرى كذلك. من الممكن أن يفحصوا بلورات الملح الإنجليزي (الكالسيت) أو الكوارتز (المرو)، أو الفلسبار، أو الميكا. دعهم يجيبون عن السؤال التالي: كيف ستصف أشكال كل من هذه البلورات؟ **(مكعبي – الملح الإنجليزي؛ معيني الأوجه – 6 أوجه متساوية متوازية المستطيلات – الكالسيت والكوارتز أحادي الميل– وجهان مُعينان متساويان وأربعة أوجه مستطيلة الميكا والفلسبار.)**

الترابط والتداخل بالعلوم والتكنولوجيا والمجتمع

في السنوات الأخيرة من القرن التاسع عشر رأى العالم السويدي سفايت أرهينيوس أن الأيونات تنتقل كهربائيًّا خلال المحاليل، وقد طوَّرَ أيضًا نظرية التأين لتفسير نقاط تجمد محاليل معينة، وعلى الرغم من أنها بدت غريبة فى أول الأمر، إلا أن نظرياته في نهاية الأمر جعلته يفوز بجائزة نوبل في الكيمياء. ويعتبر الاكتشاف المدهش أن الضوء يبذل ضغطًا من بين إنجازاته الأخيرة.

الأيونات

Ions

راجع الجدولَ الدوريَّ وحدِّدْ موضعَ الفلزّات. هذه العناصرُ فيها عددٌ قليلٌ من الإلكتروناتِ في مستوياتِ الطاقةِ الخارجيّةِ. تميلُ الفلزّاتُ إلى فقدِ إلكتروناتٍ وتُصبحُ أيوناتٍ موجَبةً، الآن حدِّدْ موضعَ اللافلزّات. معظمُ هذه العناصرِ لها مستوياتُ طاقةٍ خارجيّةٌ شبهُ ممتلئةٍ. تميلُ اللافلزّاتُ إلى اكتسابِ إلكتروناتٍ وتُصبحُ أيوناتٍ سالبةً. لذا تتكوّنُ الروابطُ الأيونيّةُ بينَ العناصرِ الفلزّيّةِ والعناصرِ اللافلزّيّةِ.

خلالَ المجموعةِ الواحدةِ في الجدولِ الدوريِّ، تُكوّنُ جميعُ العناصرِ أيوناتٍ تحملُ الشحنةَ نفسَها. الهالوجيناتُ، على سبيلِ المثالِ، تُكوّنُ جميعُها أيوناتٍ تحملُ شحنةً سالبةً واحدةً (−1). تُكوّنُ الفلزّاتُ القلويّةُ جميعُها أيوناتٍ تحملُ شحنةً موجَبةً واحدةً (+1). تُكوّنُ الفلزّاتُ الأرضيّةُ القاعديّةُ جميعُها أيوناتٍ تحملُ شحنتين موجَبتين (+2).

حجمُ الأيونات Size of Ions

تذكّرْ أنّه عندما تُصبحُ ذرّةٌ أيونًا فإنّها تتغيّرُ في الحجمِ. انظرْ إلى ذرّةِ المغنسيومِ في الشكلِ (30) في أسفلَ. لاحِظْ أنّه عندما تفقدُ الذرّةُ الإلكترونين الموجودين في مدارِها الخارجيِّ تُصبحُ أصغرَ حجمًا بكثيرٍ. الأيوناتُ الموجَبةُ دائمًا ما تكونُ أصغرَ من الذرّاتِ التي تكوّنَتْ منها؛ لأنّ النواةَ تجذبُ الإلكتروناتِ المتبقّيةَ بقوّةٍ أكثرَ. الأيوناتُ السالبةُ، على العكسِ، أكبرُ من الذرّاتِ التي تتكوّنُ منها، لأنّ النواةَ لا يُمكِنُها أن تجذبَ العددَ الأكبرَ من الإلكتروناتِ بقوّةٍ وإحكامٍ. أيونُ النيتروجينِ، على سبيلِ المثالِ، يبلغُ قطرُه ضعفَ قطرِ ذرّةِ النيتروجينِ تقريبًا.

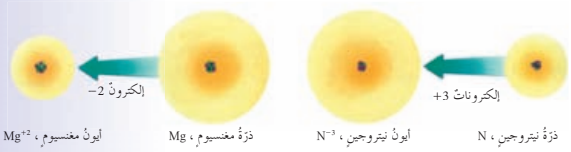
الصلة بعلم الفلك

Astronomy

الأيونوسفيرُ أو الغلافُ الأيونيُّ عبارةٌ عن طبقةٍ من الهواءِ في الغلافِ الجوّيِّ تتحوّلُ فيها الذرّاتُ إلى أيوناتٍ. بسببِ وجودِ الشحناتِ في الأيونوسفيرِ فإنّ موجاتِ الراديو ترتدُّ عنها لتنعكسَ إلى سطحِ الأرضِ. أحضِرْ جهازَ راديو. في إحدى الليالي الصافيةِ، اضبطِ الراديو في ما بينَ محطّتَين إذاعيّتين مختلفتين. احملِ الراديو إلى الهواءِ الطلقِ وراقبْ ما المحطّاتُ التي سيلتقطُها. كم عددُ المحطّاتِ الإذاعيّةِ التي التقطْتَها؟ وما أنواعُها؟

شكل 30

أيونُ النيتروجينِ أكبرُ حجمًا من ذرّةِ النيتروجينِ. لماذا يكونُ أيونُ المغنسيومِ أصغرَ حجمًا من ذرّةِ المغنسيومِ؟



إثراء

أعطِ الطلاب مثالًا لمركب أيوني ترتبط فيه أكثر من ذرة واحدة لعنصر بذرة أخرى كما في كلوريد الكالسيوم $CaCl_2$. ذكر الطلاب أن الشحنات في المركب الأيوني يبطل تأثير بعضها بعضًا. في $CaCl_2$ الشحنة السالبة الكلية $(-2)=(-1)+(-1)$ تساوي الشحنة الموجبة الكلية $(+2)$. اسأل الطلاب: كم ذرة هالوجين في اعتقادكم سوف ترتبط بذرة واحدة من الفلز الأرضي القاعدي لتكون مركبًا أيونيًا؟ ولماذا؟ **(ذرتان من الهالوجين؛ الفلز الأرضي القاعدي يفقد إلكترونين، لكن كل ذرة هالوجين في حاجة إلى إلكترون واحد فقط كي تصبح مستقرة.)**

التفكير الناقد

فكر واستنتج: اسأل الطلاب: ما وجه مقارنة حجم الذرة التي تفقد إلكترونًا بالذرة التي تماثلها والتي تفقد ثلاثة إلكترونات؟ **(الذرة التي تفقد ثلاثة إلكترونات أصغر حجمًا؛ لأن الإلكترونات الموجودة فيها والتي تتنافر مع بعضها بعضًا أقل عددًا)**

الإجابة عن السؤال الوارد في الشكل 30:

أيون الماغنسيوم أصغر من الذرة؛ لأنه بعد أن تفقد الذرة إلكترونين، يوجد تنافر بدرجة أقل بين الإلكترونات المتبقية.

الإجابة عن السؤال الوارد في فقرة الصلة بعلم الفلك

سوف تختلف الإجابات. يجب أن يوضح الطلاب أنهم قادرون على التقاط محطات إذاعية غير معتادة، ربما من مسافات بعيدة.

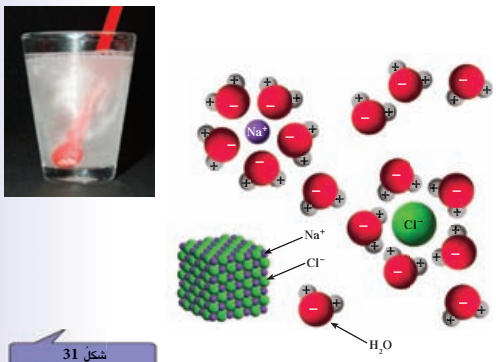
ملف تقييم الأداء

خصِّص لكل طالب ذرة واحدة تكون أيونًا موجبًا وحيد الشحنة وأخرى تكون أيونًا سالبًا وحيد الشحنة. دعهم يرسمون ويعنونون الذرة والأيون لكل منهما **(الأيونات السالبة يجب أن تكون أكبر والأيونات الموجبة يجب أن تكون أصغر من ذرتيهما، يجب أن توضح الرسومات أيضًا العدد الصحيح من الإلكترونات في كل مدار.)**

الأيوناتُ الذائبة Dissolved Ions

ماذا يحدثُ عندما تضعُ ملحَ الطعام في الماء؟ سيذوبُ ملحُ الطعام مثلَ العديدِ من المركّباتِ الأيونيّةِ في الماء. عندما يذوبُ أحدُ المركّباتِ الأيونيّةِ فإنّ كلَّ أيونٍ يُحاطُ بجزيئاتِ الماءِ ، حيث تتفكّكُ الشبكةُ البلّوريّةُ لهذا المركّبِ.

للأيوناتِ الذائبةِ أهمّيّةٌ كبرى لجميعِ الكائناتِ الحيّةِ . فالنباتاتُ تمتصُّ الأيوناتِ الذائبةَ في الماءِ وتستخدمُها كمغذّياتٍ . تُساعِدُ الأيوناتُ خلاياكَ العصبيّةَ كي تتّصلَ ببعضِها بعضًا. يحتوي دمُكَ على أنواعٍ عديدةٍ مختلفةٍ من الأيوناتِ الذائبةِ ، كما تحتوي جميعُ خلايا جسمِكَ على العديدِ من الأيوناتِ الذائبةِ.



شكلُ 31
أيوناتُ ملحِ الطعامِ الذائبةُ

التعلم التعاوني

دع الطلاب يعملون ضمن مجموعات متعاونة لعمل مجموعة للفصل من أوراق اللعب المتلاحقة باستخدام بطاقات تأشير. كل ورقة يجب أن تغطي ذرة واحدة قد تكون إما فلزًّا أو لا فلزًّا. أحد الوجهين يجب أن يحمل اسم الذرة وفيه قائمة بأربعة أسئلة مكتوبة بألوان مختلفة: ما المجموعة الدورية؟ ما اسم الأيون؟ ما شحنة الأيونات؟ ما الأيونات الأخرى في هذا المركب؟ إجابات الأسئلة بألوان هي نفسها موجودة في الوجه الآخر.

إجابات إكساب المهارات

1. كل مركب يذوب في الماء، التركيب البلوري قد تم تكسره إلى أيونات مفردة.
2. جميع المركبات الأيونية الأربعة تذوب وتنتشر خلال الماء. إنها تختلف في مقدار الزمن الذي يستغرقه كل منها ليذوب، ومظهر المحلول الناتج، والمنتجات الثانوية للذوبان (الفوران يدل على أن بيكربونات الصوديوم (كربونات الصوديوم الهيدروجينية) يطلق غازًا بذوبانه).
3. يمكن تعلم الكثير عن كل مركب بملاحظة المحلول بمرور الوقت أو بالتسخين أو بتبخير الماء لرؤية ما نوع البلورات المتكونة.

تكامل العلوم

علم الحياة: قد يعرف الطلاب أن الناس والحيوانات لا يمكنها البقاء على قيد الحياة بدون وجود الماء داخل أجسامها، فسر أن إحدى وظائف الأيونات في سوائل الجسم هو اختزال كمية الماء المفقودة للهواء أو الماء في البيئة المحيطة. أخبر الطلاب أن تركيز الأيونات في سوائل أجسام الناس والحيوانات الفقارية متساوية تقريبًا.

التفكير الناقد

فكر واستنتج: ما العوامل التي غالبًا ما قد تحدد ضرورة ضخ محلول من كلوريد الصوديوم خلال جهاز إزالة عسر الماء حتى تنعكس عملية التبادل الأيوني؟ **(تتضمن العوامل حجم ومدى عسر الماء الذي يراد إزالة عسره أو تيسيره وسعة جهاز إزالة عسر الماء.)**

نشاط

إكسابُ المهارات

خواصُّ الموادِّ الصلبةِ الأيونيّةِ

العديدُ من المنتجات في منزلك عبارةٌ عن مركّباتٍ أيونيّةٍ أو مخاليطَ من المركّباتِ الأيونيّةِ. يُمكنُك أن تتعلّمَ بعضَ خواصِّ المركّباتِ الأيونيّةِ بملاحظةِ بعضِ الأمثلةِ المعروفةِ أو الشائعة. انسخِ الجدولَ الموضّحَ على ورقةٍ منفصلةٍ.

باستخدامِ عدسةٍ يدويّةٍ، لاحِظْ لونَ وحجمَ وشكلَ حبيباتِ كلوريدِ الصوديومِ (ملحِ الطعامِ) وكلوريدِ البوتاسيومِ (بديلِ الملحِ) وكربوناتِ الصوديومِ الهيدروجينيّةِ (بيكربوناتِ الصوديومِ)، ومسحوقِ الخبيزِ، وكبريتاتِ المغنسيومِ (الملحِ الإنجليزيِّ). سجِّلْ ملاحظاتِك في الجدولِ.

كوِّنْ محلولًا من كلِّ مركّبٍ أيونيٍّ بإضافةِ حوالي ملعقةٍ إلى 50 mL من الماءِ. اكتبِ اسمَ كلِّ محلولٍ على الوعاءِ الذي يحويه. بعدَ ذلك أجبْ عن الأسئلةِ التاليةِ.

1. ماذا حدثَ لكلِّ مركّبٍ عندما وُضِعَ في الماءِ؟ سجِّلْ هذه المعلوماتِ في الجدولِ. ماذا تستنتجُ حول سلوكِ المركّباتِ الأيونيّةِ في الماءِ؟
2. ما الصفاتُ المشتركةُ لهذه المركّباتِ الأربعةِ؟ ما أوجهُ اختلافِها عن بعضِها؟
3. كيف يُمكِنُك أن تتعلّمَ المزيدَ عن كلِّ مركّبٍ؟ اقترحْ تجربةً قد تُزوِّدُك ببياناتٍ عن صفةٍ إضافيّةٍ لهذه العناصرِ.

المركّباتُ الأيونيّةُ الشائعةُ		
الاسمُ	وصفُ الحبيباتِ	السلوكُ في الماءِ
كلوريدُ الصوديومِ		
كلوريدُ البوتاسيومِ		
كربوناتُ الصوديومِ الهيدروجينيّةُ (بيكربوناتُ الصوديومِ)		
كبريتاتُ المغنسيومِ		

قيِّمْ
اختتم

راجع: دع الطلاب يفحصون قائمة المركبات الأيونية في جدول بيانات إكساب المهارات في الصفحة (73). اطلب إليهم أن يذكروا أسماء العناصر التي تكون كل مركب. أعلم الطلاب أن البيكربونات (كربونات هيدروجينية) عبارة عن أيون متعدد الذرات (HCO_3^-[1]). باستخدام الجدول الدوري، دع الطلاب يحددون ويقارنون شحنة أيون كل عنصر وحجمه. قد ترغب في أن تعدد مركبات أيونية إضافية لهذا التحليل.

تكامل العلوم

علم الأحياء: يعتمد انتقال السيالات العصبية على حركة أيونات الصوديوم والبوتاسيوم عبر غشاء الخلية العصبية. فسِّر كيف تعمل هذه الموجة من الاستقطاب Polarization. التركيزات المختلفة للأيونات على جانبي الغشاء تسبب القطبية. (تحرك الأيونات عبر غشاء الخلية يعكس القطبية، تحرك الأيونات عندما تثار أجزاء الغشاء بالتتابع على طول الخلية العصبية من النقطة التي عندها يتم استقبال المؤثر.)

إجابات أسئلة مراجعة الدرس 1–2

1. عندما ينتقل إلكترون من ذرة إلى أخرى مكملًا المدارين الخارجيين للذرتين ومكسبًا الأيونات شحنات متضادة، فإن مركبًا أيونيًّا يتكون.
2. في شبكة بلورية؛ بلورات الملح المكعبة الشكل.
3. ينتقل إلكترون واحد من البوتاسيوم إلى اليود.
4. يجب أن تدل أشكال الطلاب التخطيطية أن كلًّا من الأيونين يحوي ثمانية إلكترونات في مدارهما الخارجي؛ شحنة O عبارة عن 2−، وشحنة Mg عبارة عن 2+.

أنت والعلومُ

تبادلُ الأيونات

يحتوي ماءُ الشربِ على أنواعٍ عدّةٍ من الأيوناتِ الذائبةِ الموجَبةِ والسالبةِ . الماءُ الذي يحتوي على أيوناتِ الكالسيومِ والمغنسيومِ يُسمّى الماءَ العسرَ ، ولا يرغو الصابونُ جيّدًا في هذا الماءِ ، ولذلك لا يُنظِّفُ جيّدًا ، ولهذه الأسبابِ طوّرَ الناسُ طرقًا لإزالةِ عسرِ الماءِ أي لجعلِه يسرًا . في إحدى طرقِ تيسيرِ الماءِ القديمةِ كانَ يُضافُ المركّبُ المعروفُ بصودا الغسيلِ مع الصابونِ إلى الماءِ المستخدَمِ في غسلِ الملابسِ ، حيث تتفاعلُ صودا الغسيلِ مع أيوناتِ الماءِ العسرِ مكوِّنةً مركّباتٍ لا تذوبُ في الماءِ ، بعدَ ذلكَ يُزاحُ ماءُ الشطفِ هذه المركّباتِ غيرَ الذائبةِ .

في هذه الأيامِ ، توجَدُ في الكثيرِ من المنازلِ أجهزةٌ تقومُ بإزالةِ عسرِ الماءِ عن طريقِ عمليّةِ التبادلِ الأيونيِّ . في هذه العمليّةِ ، يُرشَّحُ الماءُ خلالَ موادَّ معدنيّةٍ تُسمّى راتينجاتِ التبادلِ الأيونيِّ ، وتحتوي على أيوناتِ الصوديومِ . ويتدفّقُ الماءُ العسرُ خلالَ الراتينجِ الأيونيِّ تذوبُ أيوناتُ الصوديومِ من الراتينجِ في الماءِ . وتحلُّ أيوناتُ الكالسيومِ والمغنسيومِ من الماءِ العسرِ محلَّ أيوناتِ الصوديومِ ، وتُصبحُ جزءًا في المبادلِ الأيونيِّ . عندما يُصبحُ المبادلُ الأيونيُّ غيرَ قادرٍ على التحمّلِ بأيوناتِ كالسيومٍ وماغنسيومٍ أكثرَ ، يُمكِنُ ضخُّ محلولٍ مركّزٍ من كلوريدِ الصوديومِ خلالَه لجعلِ عمليّةِ التبادلِ الأيونيِّ تتمُّ في الاتّجاهِ المعاكسِ ، فتملأُ أيوناتُ الصوديومِ المبادلَ الأيونيَّ مرّةً أخرى . تُزالُ أيوناتُ الماءِ العسرِ مع ماءِ الصرفِ .

خروجُ الماءِ اليسرِ
أيوناتُ صوديومٍ
راتينجُ التبادلِ الأيونيِّ
أيوناتُ مغنسيومٍ
أيوناتُ كالسيومٍ
دخولُ الماءِ العسرِ

شكل 32
جهازُ تيسيرِ الماءِ المنزليُّ يُزيلُ أيوناتِ الكالسيومِ والمغنسيومِ من الماءِ ، مستبدلًا إيّاها بأيوناتِ الصوديومِ .

أسئلة مراجعة الدرس 1–2

اختبرْ وفسِّرْ

1. كيف تتكوّنُ الرابطةُ الأيونيّةُ؟
2. كيف تترتّبُ الأيوناتُ في المركّبِ الأيونيِّ الصلبِ؟ أعطِ مثالًا على ذلك .
3. **توقّعْ** ابحثْ عن موضعِ البوتاسيومِ (K) واليودِ (I) في الجدولِ الدوريِّ . عندما تتفاعلُ ذرّةٌ من البوتاسيومِ مع ذرّةٍ من اليودِ ، أيُّ الذرّتينِ ستُعطي إلكتروناتٍ؟ كم عددُ الإلكتروناتِ التي سوفَ تنتقلُ إلى الذرّةِ الأخرى؟
4. **اصنعْ نموذجًا** ضعْ مخطّطًا داريًّا كي تُوضّحَ الترابطَ الأيونيَّ بينَ المغنسيومِ والأكسجينِ . ارجعْ إلى الجدولِ الدوريِّ لتُحدِّدَ عددَ الإلكتروناتِ في المداراتِ الإلكترونيّةِ الخارجيّةِ لهذينِ العنصرينِ ، كم عددُ الإلكتروناتِ التي سوفَ تنتقلُ إلى الذرّةِ الأخرى؟

74

الدرس الثالث 1-3

الروابط التساهمية

حفِّزْ

تنمية المهارات، صفحة 75

كي تساعد الطلاب على فهم الروابط التساهمية، دعهم يجرون نشاط «تنمية المهارات».

الإجابة: قد يلاحظ الطلاب الاختلافات التالية: الماء، الزيت، الكحول مواد سائلة بينما الملح مادة صلبة؛ المطاط والأغطية البلاستيكية مواد صلبة وليست بلورات مثل الملح؛ حبيبات نشا القمح أقل صلابة من حبيبات الملح؛ السكر يشبه الملح ولكن مذاقهما مختلف.

تنشيط المعرفة السابقة

كي تقدِّر ما يعرفه الطلاب عن الروابط التساهمية، وجّه إليهم الأسئلة التالية:

- لماذا يكوِّن الناس روابط الصداقة؟
- اذكر أسماء بعض الطرق التي فيها يمكن للكائنات أن تتشارك.
- ما الجزيئات؟

الصلة بالفن

دع الطلاب يرسمون رسومات كاريكاتيرية لذرتين تكوِّنان رابطة تساهمية. الرسومات الكاريكاتيرية يجب أن تتضمن بالونات الحوار التي توضح لماذا وكيف ستشارك العناصر إلكتروناتها.

أفكار في العلوم

التنوع والوحدة: تؤسس أربعة ملايين نوع مختلف من المركبات على أساس ذرة الكربون. فسر أن الفرع الكامل من علم الكيمياء الذي يسمى الكيمياء العضوية يخصص لدراسة مركبات الكربون.

3-1 الروابطُ التساهميّةُ

Covalent Bonds

الأهداف

في نهاية هذا الدرس يجبُ أن يكونَ الطالبُ قادرًا على أن:

- **يصفَ** الرابطةَ التساهميّةَ .
- **يحدّدَ** ثلاثةَ مركّباتٍ تساهميّةٍ .
- **يحدّدَ** علاقةَ الرابطةِ الفلزّيّةِ بخواصّ الفلزّاتِ .
- **يصنعَ نموذجًا** يُفسّرُ الرابطةَ التساهميّةَ .

يُعرّفُ المصطلحات الأساسيّة: رابطةٌ تساهميّةٌ ، أيوناتٌ متعدّدةُ الذرّاتِ (المجموعاتُ الذرّيّةُ) ، الرابطةُ الفلزّيّةُ .

ماذا ستفعلُ أنتَ وأحدُ أصدقائك إذا ما تساقطَ المطرُ فجأةً ومعكما مظلّةٌ واحدةٌ فقط؟ من المحتَمل أنّكما ستتشاركان فيها؛ فالمظلّةُ ستحفظُ كليكما جافًّا . المشاركةُ طريقةٌ جيّدةٌ لحلّ العديدِ من المشكلاتِ لأنّها قد تُساعدُ أكثرَ من شخصٍ واحدٍ في الوقتِ نفسِه .

نشاط

تنمية مهارة المباينة

مثلُ الملحِ؟

الماءُ والزيتُ والسكّرُ ونشا القمحِ والكحولُ والأغلفةُ البلاستيكيّةُ والمطّاطُ ، جميعُها تتكوّنُ من ذرّاتٍ ترتبطُ ببعضِها بروابطَ تساهميّةٍ . صِفْ طريقةً واحدةً على الأقلّ تختلفُ بها كلُّ مادّةٍ من الموادّ المذكورةِ أعلاهُ عن المركّبِ الأيونيّ أي ملحِ الطعامِ .

الترابطُ الإلكترونيُّ التساهميُّ

Shared Electron Bonding

لقد تعلّمْتَ أنّ الذرّاتِ قد تنقلُ الإلكتروناتِ من إحداها إلى الأخرى ، لتُصبحَ أيوناتٍ مرتبطةً برابطةٍ أيونيّةٍ . يحدثُ هذا الترابطُ عندما تكونُ لدى إحدى الذرّاتِ إلكتروناتٌ زائدةٌ ، تكونُ ذرّةٌ أخرى في حاجةٍ إلى الإلكتروناتِ ، لكن ماذا يحدثُ بينَ ذرّتين كلتاهما «تحتاجُ» إلى عددٍ قليلٍ من الإلكتروناتِ كي تملأ مداريهما الإلكترونيّين الخارجيّين؟ على سبيلِ المثالِ شخصان بمظلّةٍ واحدةٍ ، فإنّهما يتشاركان .

انظرْ إلى ذرّةِ الكلورِ في الشكلِ (28) في الصفحةِ (68) . مدارُها الإلكترونيُّ الخارجيُّ ينقصُه إلكترونٌ واحدٌ ليكونَ ممتلئًا . إذا ما وُجِدَتْ ذرّتا كلورٍ مع بعضِهما فإنّ كلَّ ذرّةٍ تساهمُ بإلكترونٍ واحدٍ ويُكسِبُ الإلكترونان كلتا الذرّتين مدارًا خارجيًّا ممتلئًا . ويُكوّنُ الزوجُ المتشاركُ من الإلكتروناتِ **رابطةً تساهميّةً** **covalent bond** .

علِّمْ

تنمية المهارات، صفحة 76

كي تساعد الطلاب على استخدام نماذج لفهم الترابط التساهمي، دعهم يجرون نشاط «تنمية المهارات».

الإجابة: راجع أشكال الطلاب التخطيطية لتحري الدقة.

استقصاء موجه

دع الطلاب يدرسون الصفحة (76) والشكل (33). ناقش الأسئلة التالية:

- كم عدد أزواج النقاط الموجودة في الشكل التخطيطي للأرجون؟ **(أربعة)**
- كيف يتم تشارك الإلكترونات في الروابط التساهمية؟ **(في أزواج)**
- لماذا يكون للأرجون ترتيب مستقر أو ثابت من الإلكترونات؟ **(جميع الإلكترونات الثمانية مزدوجة)**
- ماذا يفعل إلكترون التكافؤ غير المزدوج بذرة ما في الرابطة التساهمية؟ **(يرتبط بإلكترون تكافؤ غير مزدوج بذرة أخرى مكونًا رابطة تساهمية.)**
- لماذا تكوّن ذرتا الهيدروجين والكلور رابطة تساهمية؟ **(للهيدروجين إلكترون تكافؤ غير مزدوج واحد، وللكلور إلكترون تكافؤ غير مزدوج واحد. يكوِّن هذان الإلكترونان غير المزدوجين رابطة تساهمية.)**

ملف تقييم الأداء

دع الطلاب يرسمون الأشكال التخطيطية الإلكترونية المنقطة لذرات لافلزية. من المؤكد أنهم قد أحصوا أعداد التكافؤ لهذه الذرات مسبقًا لحفظها في ملفاتهم. ارسم شكلًا تخطيطيًّا لأحد الغازات النبيلة مع الطلاب. **اسأل:** أي العناصر سيكون لها الشكل نفسه؟ **(الغازات النبيلة الأخرى، مجموعة 18)** دع الطلاب يرسمون باقي الأشكال التخطيطية.

الرابطةُ التساهميّةُ **تتكوّنُ بين ذرّاتِ العناصرِ اللافلزيّةِ أو بين ذرّاتِ العنصرِ اللافلزيّ نفسِه بحيث تُساهِمُ كلُّ ذرّةٍ مع الأخرى بالعددِ نفسِه من الإلكتروناتِ للوصولِ لحالةِ الاستقرارِ**. تتكوّنُ الروابطُ التساهميّةُ بينَ ذرّاتِ العناصرِ اللافلزيّةِ وبين ذرّاتِ العنصرِ اللافلزيّ نفسِه. توجَدُ الجزيئاتُ التساهميّةُ كسوائلَ أو غازاتٍ أو موادَّ صلبةٍ على حسبِ أحجامِها.

يُمكِنُ توضيحُ الترابطِ التساهميِّ بينَ الذرّاتِ ذاتِ النقاطِ. هذه المخطّطاتُ التخطيطيّةُ مماثِلةٌ للمخطّطاتِ المداريّةِ، إلّا أنّ إلكتروناتِ التكافؤِ تكونُ موضّحةً في هذه المخطّطاتِ. انظرْ إلى المخطّطاتِ التخطيطيّةِ بالنقاطِ في الشكلِ (33). لكونِ الروابطِ التساهميّةِ عبارةً عن أزواجِ الإلكتروناتِ التي تمّ التساهمُ بها، فإنّ الإلكتروناتِ في المدارِ الخارجيِّ للذرّةِ تُوضّحُ كنقاطٍ متزاوجةٍ وغيرِ متزاوجةٍ. كلُّ إلكترونٍ غيرِ متزاوجٍ حولَ الذرّةِ يُمكِنُ أن يرتبطَ بإلكترونٍ غيرِ متزاوجٍ لذرّةٍ أخرى لتُكوّنا رابطةً تساهميّةً. تترابطُ الذرّاتُ تساهميًّا كي تُحقّقَ الترتيبَ المستقرَّ للإلكتروناتِ الموجودةِ في ذرّةِ الغازِ النبيلِ أو الخاملِ.

المركّباتُ المتكوّنةُ من الذرّاتِ المرتبطةِ تساهميًّا شائعةٌ أكثرُ من المركّباتِ الأيونيّةِ، على سبيلِ المثالِ، تجدُ الملايينَ من مركّباتِ الكربونِ الموجودةِ في الكائناتِ الحيّةِ مرتبطةً بعضِها بروابطَ تساهميّةٍ. المغذّياتُ الرئيسةُ في طعامِكَ التي تتضمّنُ الكربوهيدراتِ والبروتيناتِ والدهونَ والفيتامينات عبارةٌ عن مركّباتٍ تساهميّةٍ أيضًا، حتّى جزيئاتُ الأكسجينِ الذي تأخذُه بالشهيقِ وثاني أكسيدِ الكربونِ الذي تطردُه بالزفيرِ عبارةٌ عن مركّبين تساهميّين.

نشاط

تنميةُ مهارةِ صنعِ النماذجِ

نموذجُ الميثانِ

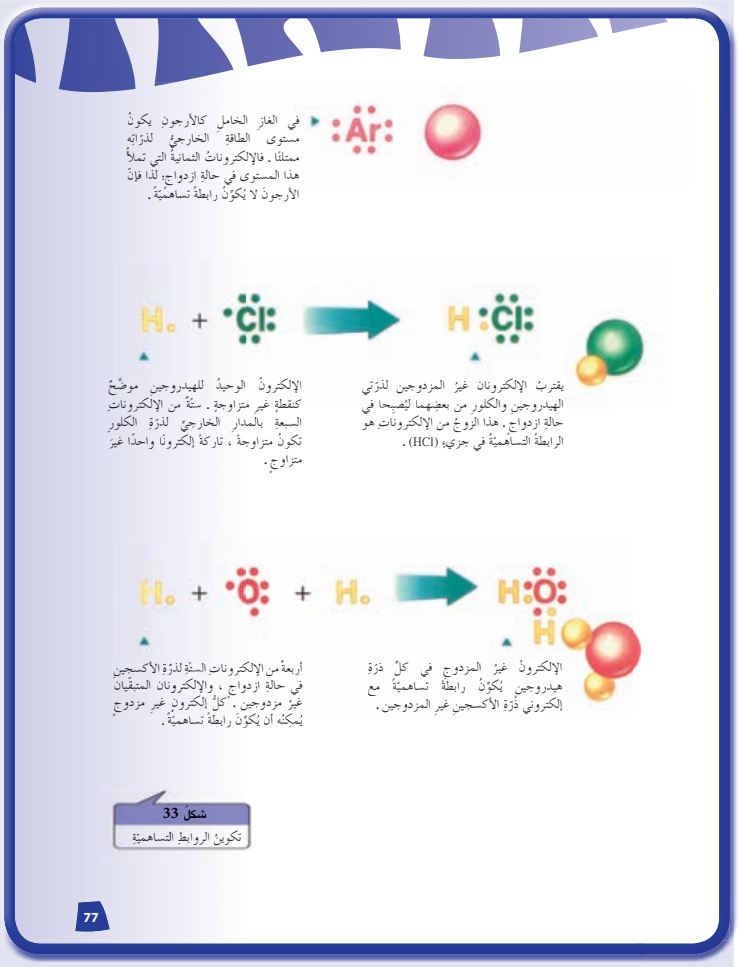
ضَعْ مخطّطًا بالنقاطِ لذرّةِ الكربونِ. علمًا أنّ لذرّةِ الكربونِ أربعةَ إلكتروناتٍ في مدارِها الخارجيِّ، ثمّ ضَعْ مخطّطًا بالنقاطِ لمركّبِ الكربونِ البسيطِ الذي يُسمّى الميثانَ. الصيغةُ الكيميائيّةُ للميثانِ هي CH_4.

تكامل العلوم

علمُ الأرضِ

تُكوّنُ الذرّاتُ المرتبطةُ بروابطَ تساهميّةٍ، عادةً، جزيئاتٍ، لكنّ موادَّ معيّنةً مرتبطةً بعضِها بروابطَ تساهميّةٍ لا تُكوّنُ جزيئاتٍ. هذه الموادُّ لها تركيبٌ يُماثِلُ تركيبَ المادّةِ الصلبةِ الأيونيّةِ. وهي تُسمّى الموادَّ الصلبةَ الشبكيّةَ، لأنّ جميعَ ذرّاتِها متّصلةٌ بعضِها في شكلِ شبكةٍ بواسطةِ روابطَ تساهميّةٍ.

يُعتبرُ الماسُ مثالًا جيّدًا عن الموادِّ الصلبةِ الشبكيّةِ، فهو يتكوّنُ من ذرّاتِ كربونٍ، كلٌّ منها مرتبطٌ تساهميًّا بأربعِ ذرّاتِ كربونٍ مجاورةٍ. المرمرُ (الكوارتز) والزمرّدُ والياقوتُ عبارةٌ عن موادَّ صلبةٍ شبكيّةٍ أيضًا. الموادُّ الصلبةُ الشبكيّةُ عمومًا صلبةٌ ولكنّها غيرُ قابلةٍ للطرقِ، وهي تنصهرُ عندَ درجاتِ حرارةٍ عاليةٍ جدًّا.



في الغازِ الخاملِ كالأرجونِ يكونُ مستوى الطاقةِ الخارجيُّ لذرّاتِه ممتلئًا. فالإلكتروناتُ الثمانيةُ التي تملأُ هذا المستوى في حالةِ ازدواجٍ؛ لذا فإنّ الأرجونَ لا يُكوّنُ رابطةً تساهميّةً.

يقتربُ الإلكترونانِ غيرُ المزدوجين لذرّتي الهيدروجينِ والكلورِ من بعضِهما ليُصبحا في حالةِ ازدواجٍ. هذا الزوجُ من الإلكتروناتِ هو الرابطةُ التساهميّةُ في جزيءِ (HCl).

الإلكترونُ الوحيدُ للهيدروجينِ موضّحٌ كنقطةٍ غيرِ متزاوجةٍ. ستّةٌ من الإلكتروناتِ السبعةِ بالمدارِ الخارجيِّ لذرّةِ الكلورِ تكونُ متزاوجةً، تاركةً إلكترونًا واحدًا غيرَ متزاوجٍ.

الإلكترونُ غيرُ المزدوجِ في كلِّ ذرّةِ هيدروجينٍ يُكوّنُ رابطةً تساهميّةً مع إلكترونيِ ذرّةِ الأكسجينِ غيرِ المزدوجين.

أربعةٌ من الإلكتروناتِ الستّةِ لذرّةِ الأكسجينِ في حالةِ ازدواجٍ، والإلكترونانِ المتبقّيانِ غيرُ مزدوجين. كلُّ إلكترونٍ غيرِ مزدوجٍ يُمكنُه أن يُكوّنَ رابطةً تساهميّةً.

شكل 33
تكوينُ الروابطِ التساهميّةِ

تنمية المهارات

استنتج: فسِّر أن الكربون يوجد في مادتين صلبتين متبلورتين. أحد الشكلين، الماس، وهو أصلب مادة موجودة طبيعيًّا على الأرض. الجرافيت وهو الشكل الثاني وهو أملس جدًّا ومختلط مع الطمي ويستخدم في أقلام الرصاص. اطلب إلى الطلاب أن يفسروا ما إذا كان الجرافيت مادة صلبة شبكية. **(قد تختلف الإجابات: التركيب البلوري للجرافيت ودرجة انصهاره المرتفعة تجعلانه مادة صلبة شبكية؛ وهو أملس لأن طبقاته تنزلق بسهولة على بعضها بعضًا.)**

استنتج: فسِّر أن أيون الكبريتات المتعدد الذرات يحمل شحنة مقدارها (2−) اسأل: هل أيون الكبريتات فيه بروتونات أكثر أو أقل من الإلكترونات؟ **(أقل)**

تصويب بعض المفاهيم الخطأ لدى الطلاب

قد يعتقد الطلاب أنه بسبب أسمائها فإن الأيونات المتعددة الذرات تتكون بواسطة الروابط الأيونية، استخدم الأشكال التخطيطية الإلكترونية ذات النقاط؛ لتفسر أن المجموعات من الذرات تنتج من الروابط التساهمية.

الإجابة عن السؤال الوارد في الشكل 34:

روابط تساهمية

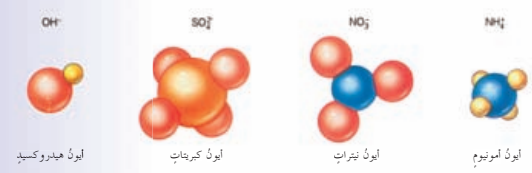
الصلة بالجغرافيا

د ع الطلاب يكتشفون أين يتم التنجيم عن الماس والصَّفير (الياقوت الأزرق) والزمرد والياقوت، أشر إلى أن جميع هذه الأحجار الكريمة عبارة عن مواد صلبة شبكية. ولعرضها داخل حجرة الدراسة، اطلب إلى الطلاب أن يضعوا دبابيس ولافتات صغيرة على خريطة كبيرة للعالم لتوضيح أين يتم التنجيم عن كل حجر كريم.

الأيوناتُ المترابطةُ تساهميًّا Covalently Bonded Ions

أيوناتٌ متعدِّدة الذرّات polyatomic ions (المجموعاتُ الذرّيّةُ) هي جزيئاتٌ مرتبطةٌ بعضها بواسطةِ روابطَ تساهميّةٍ تميلُ إلى اكتساب أو فقد إلكتروناتٍ كوَحدةٍ. فالمجموعةُ الكاملةُ من الذرّاتِ تُصبِحُ أيونًا يحملُ شحنةً موجَبةً أو سالبةً. تُكوِّنُ الأيوناتُ المتعدِّدةُ الذرّاتِ روابطَ أيونيّةً مع الأيوناتِ الأخرى، تمامًا مثلما تفعلُ الأيوناتُ الوحيدةُ الذرّة. وأحدُ أمثلةِ الأيوناتِ المتعدِّدةِ الذرّاتِ هو أيونُ الكربوناتِ CO_3^{-2}. وهو يرتبطُ بأيونِ الكالسيومِ لِيُكوِّنَ كربوناتِ الكالسيومِ الذي يُكوِّنُ الحجرَ الجيريَّ. وهناك أمثلةٌ أخرى من الأيوناتِ المتعدِّدةِ الذرّاتِ أو المجموعاتِ الذرّيّةِ الموضَّحةِ في الشكلِ (34). توجَدُ الأيوناتُ المتعدِّدةُ الذرّاتِ في العديدِ من الموادِّ الشائعةِ، مثلِ الخميرةِ والملحِ الإنجليزيِّ.

شكل 34
بعضُ الأيوناتِ متعدِّدةُ الذرّاتِ تحملُ شحنةً سالبةً، وبعضُها الآخرُ يحملُ شحنةً موجَبةً. كيف ترتبطُ الذرّاتُ التي تُكوِّنُ كلَّ أيونٍ ببعضِها؟



الروابطُ الفلزّيّةُ
Metallic Bonds

تتكوّنُ الروابطُ الفلزّيّةُ في الفلزّاتِ. وهي تتكوّنُ بمشاركةِ الإلكتروناتِ مثلِ الرابطةِ التساهميّةِ. في الرابطةِ التساهميّةِ، تتشاركُ ذرّتان زوجًا من الإلكتروناتِ. لكن في **الرابطةِ الفلزّيّةِ metallic bond، تتشاركُ ذرّاتٌ عديدةٌ إلكتروناتٍ عديدةً.**

في عيّنةٍ من فلزٍّ نقيٍّ، مثلِ الفضّةِ أو النحاسِ، تُكوِّنُ إلكتروناتُ التكافؤِ «بحرًا» من الإلكتروناتِ التي يُمكِنُها أن تنسابَ بحرّيّةٍ تامّةٍ خلالَ قطعةِ الفلزِّ. ولكونِ إلكتروناتِ التكافؤِ لا تنتمي إلى ذرّاتٍ مفردةٍ، فإنّ الذرّاتِ توجَدُ في الواقعِ كأيوناتٍ موجَبةٍ.

ناقش

دع الطلاب يقرأون عن الروابط الفلزية ويدرسون الشكل (35). اسأل:

- لكون إلكترونات التكافؤ بالفلزات «حرة طليقة»، في أي شكل توجد الذرات في الواقع؟ **(في شكل أيونات موجبة)**
- ما الذي يربط أيونات الفلزات ببعضها بعضًا في الرابطة الفلزية؟ **(تجاذب الإلكترونات المتحركة.)**
- كيف يرتبط الترابط الفلزي بكثافة المعادن؟ **(تسبب الكثافة العالية تراص أيونات الفلزات في التركيب البلوري. توجد فجوات فارغة قليلة بين الأيونات الموجبة.)**
- كيف ستفسر القابلية للطرق من حيث الترابط المعدني؟ **(الإلكترونات حرة الحركة، ولكنها ما زالت تحافظ على أيونات الفلزات مرتبطة عندما يُغير الضغط أو الإجهاد مواضع الأيونات.)**
- **استنتج:** كيف تساعد الروابط الفلزية على تفسير كيف يتم توصيل الكهرباء خلال سلك فلزي؟ **(تقبل جميع الإجابات المنطقية، الإلكترونات حرة الحركة يتم تنظيمها في شكل تيار كهربائي ينتقل من ذرة إلىأخرى في السلك.)**

نشاط في الفصل

دع الطلاب يحضرون عبوات لأنواع مختلفة من المواد اللاصقة، والغراء وشريط لاصق، والتي يستخدمونها في المنزل أو بحصة الأشغال الفنية. يجب أن ينظموا ويرتبوا عيناتهم للعرض. دع الطلاب يعنونون المعروضات ويكتبون تاريخ وتركيب واستخدامات ومميزات وعيوب كل نوع من المواد اللاصقة.

إثراء

ساعد الطلاب على فهم كيفية تكون الغراء وكيفية عمله. تتكوّن أنواع عديدة من الغراء عندما يتم غلي بعض المواد مثل الجلود والعظام التي يتم الحصول عليها من الحيوانات الفقارية. تكوّن البروتينات من هذه المواد الغراء أو المواد اللاصقة التي تتخلل في المسافات الدقيقة بين المواد التي يتم تغريتها. عندما يتصلب الغراء فإن المواد ترتبط ببعضها بعضًا ارتباطًا وثيقًا.

انظرْ إلى الشكلِ (35) . يُوضّحُ الشكلُ أنّ أيوناتِ الفضّةِ الموجَبةَ تترتّبُ في تركيبٍ شبكيٍّ وتُحاطُ بواسطةِ إلكتروناتٍ حرّةٍ أو طليقةٍ . ولأنّ الإلكتروناتِ المتحرّكةَ تنجذبُ إلى جميعِ أيوناتِ الفلزِّ ، فإنّها تكونُ بمثابةِ الرابطةِ التي تربطُ الشبكةَ الفلزّيةَ بعضِها .

هذا النموذجُ من الترابطِ في الفلزِّ يُساعِدُ على تفسيرِ العديدِ من خواصِّ الفلزّاتِ. معظمُ الفلزّاتِ ذاتُ كثافةٍ عاليةٍ. الكثافةُ العاليةُ يُسبِّبُها التركيبُ الشبكيُّ للفلزِّ . توجَدُ مسافةٌ فارغةٌ قليلةٌ جدًّا بينَ الأيوناتِ الموجَبةِ . في الموادِّ الطروقةِ (القابلةِ للطرق) ، تتحرّكُ الإلكتروناتُ بحرّيّةٍ تامّةٍ وتُحفَظُ الأيوناتُ مرتبطةً بعضِها عندما يُغيّرُ الضغطُ من مواضعِ الأيوناتِ. تختلفُ قابليّةُ الفلزِّ للطرقِ عن القابليّةِ للكسرِ للموادِّ الصلبةِ البلّوريّةِ الأخرى . الإلكتروناتُ حرّةُ الحركةِ هي أيضًا سببُ قابليّةِ الفلزّاتِ لتوصيلِ الكهرباءِ .

الصلةُ بالعلومِ البيئيّةِ
Environmental Science

التعدينُ الهيدروليكيُّ (المدارُ بواسطةِ الماءِ) عبارةٌ عن إحدى طرقِ استخلاصِ خاماتِ المعادنِ من الأرضِ . للتعدينِ تأثيرٌ على البيئةِ . أحضِرْ علبةً معدنيّةً فارغةً و10 مشابكَ ورقٍ وكوبًا من الترابِ وخرطومِ مياهٍ ذا فوّهةٍ رذاذٍ .

1. ضَعْ مشابكَ الورقِ والترابَ في العلبةِ المعدنيّةِ ، واخلطْهما جيّدًا .
2. رُشَّ الماءَ من خرطومِ المياهِ إلى داخلِ العلبةِ حتّى ينسابَ منها ماءٌ رائقٌ نظيفٌ .

ما الذي تبقّى داخلَ العلبةِ؟ في اعتقادِك ، ما نوعُ تأثيرِ هذا النوعِ من التعدينِ على البيئةِ؟

شكلُ 35
يسمحُ الترابطُ الفلزّيُّ للأيوناتِ الفلزّيّةِ بتغييرِ موضعِها دونَ أن تتفرّقَ بعيدًا عن بعضِها . الملعقةُ مصنوعةٌ من فلزٍّ قابلٍ للطرقِ (طروقٍ) .

الترابط والتداخل بالعلوم والتكنولوجيا والمجتمع

فسِّر للطلاب أن المواد اللاصقة تلعب دورًا رئيسيًّا في صناعة الطائرات والسيارات والكتب والأثاث بالإضافة إلى إنشاء المباني والطرق. منذ الأزمنة القديمة صنع الناس المواد اللاصقة من أشياء، مثل عصارة الأشجار وجلود الحيوانات. وفي اليوم الحاضر، تصنع المواد اللاصقة من مواد مثل النايلون البولي إيثيلين، ومطاط السيليكون. تتنوع المواد اللاصقة في الطريقة التي تستخدم بها وفي كيفية قيامها باللصق. على سبيل المثال، تتطلب المواد اللاصقة الحرارية حرارة وضغطًا كي تلصق. تعتبر هذه المواد اللاصقة من أقوى المواد اللاصقة، وتستخدم في تثبيت الذيول بالطائرات النفاثة بإحكام.

قيِّمْ

اختتم

راجع ما علمت: اسأل الطلاب كيف يمكن مقارنة الترابط الأيوني والترابط التساهمي بلعبة الاحتفاظ بالكرة أو لعبة tetherball. (الاحتفاظ بالكرة عبارة عن لعبة تمسك فيها إحدى المجموعات بالكرة وتحتفظ بها، تمامًا مثلما تمسك الذرات الإلكترونات وتحتفظ بها في الرابطة الأيونية. لعبة tetherball عبارة عن لعبة يضرب فيها اللاعبون كرة مربوطة بعمود أو سارية إلى الخلف والأمام فيما بينهم، تمامًا كما تتشارك الذرات في الرابطة الأيونية الإلكترونات.)

أنت والعلومُ

التلاصقُ

كم مرّةً في الأسبوع الماضي جعلْتَ شيئين يلتصقان ببعضِهما؟ ربّما تكونُ قد لصقْتَ بعضَ قطعِ الكرتونِ ببعضِها أو أغلقتَ أحدَ الأطرافِ بإحكام ، أو من المحتملِ أنّكَ وضعْتَ ورقًا لاصقًا في مكانٍ ما أو ثبّتَّ شيئًا ما بالصمغ. الموادُّ التي تجعلُ الأشياءَ تلتصقُ ببعضِها ببعضٍ تُسمّى «الموادَّ اللاصقةَ» وتُعتبَرُ مهمّةً جدًّا في حياتِنا اليوميّة ، لكن هلْ تعلمُ أنّ الأشياءَ تميلُ إلى أن تلتصقَ ببعضِها حتّى من دونِ موادَّ لاصقةٍ.

معظمُ الموادِّ طفيفةُ الالتصاقِ ، لأنّ الجزيئاتِ التي تُكوّنُها تنجذبُ إلى جزيئاتٍ أخرى . يحدثُ هذا الانجذابُ جزئيًّا لأنّ الإلكتروناتِ في العديدِ من الجزيئاتِ غيرُ موزّعةٍ بالتساوي خلالَ الجزيءِ . ارتباطُ ذرّاتٍ معيّنةٍ بإلكتروناتٍ المشاركةِ يكونُ أكثرَ إحكامًا من ارتباطِ الذرّاتِ بها ، ونتيجةً لهذا تكونُ أجزاءٌ من الجزيئاتِ موجبةً قليلًا ، وأجزاءٌ أخرى سالبةً قليلًا. الأجزاءُ السالبةُ لأحدِ الجزيئاتِ تنجذبُ للأجزاءِ الموجبةِ للجزيئاتِ الأخرى ، والأجزاءُ الموجبةُ تجذبُ الأجزاءَ السالبةَ للجزيئاتِ الأخرى . كلُّ تجاذبٍ يكونُ ضعيفًا نسبيًّا ، ولكنّها ترتبطُ لتُكوّنَ التلاصقَ .

لا تُلاحِظُ عادةً هذا التلاصقَ المسمّى التجاذبَ البينَ جزيئيٍّ؛ لأنّ معظمَ الأسطحِ لا تكونُ مستويةً في الواقعِ أو نظيفةً على المستوى المجهريّ . عندما يتلامسُ سطحان ، فإنّ جزيئاتِ الهواءِ والأتربةِ وخشونةَ السطحِ تمنعُ معظمَ الجزيئاتِ في السطحين من أن يقتربا من بعضِهما للدرجةِ كافيةٍ ليكونا منجذبين ، هذا ما يُفسّرُ التصاقَ المادّةِ اللاصقةِ مثلِ الغراءِ بالأيادي .

يُمكنُ أن يتدفّقَ الصمغُ أو الغراءُ إلى الخدوشِ المجهريّةِ بأيِّ سطحٍ ، ليتلاصقَ مع جميعِ جزيئاتِ السطحِ . تنجذبُ الجزيئاتُ في الصمغِ إلى جزيئاتِ السطحِ ، مسبّبةً تلاصقًا ببعضِها . يحدثُ الشيءُ نفسُه عندما يُضغَطُ سطحٌ آخرُ على الصمغِ . وما دامَ الصمغُ متماسكًا ببعضِه بعضًا ، فإنّ السطحين سوف يلتصقان .

تكامل العلوم

علم البحار والمحيطات: يحتوي الغراء المفرز من البرنقيلات (حيوانات بحرية قشرية تلتصق بالسفن وتفرز مادة جيرية) على كربونات الكالسيوم، ويتصلب ليكون واحدًا من أفضل المواد اللاصقة في العالم. يقضي مالكو السفن وقتًا كبيرًا وينفقون الأموال الكثيرة لتنظيف (أو إزالة) البرنقيلات من أجسام السفن. أشر للطلاب إلى كيف بما أن البرنقيلات تثبت نفسها على الدوام بشيء ما أو كائن ما، فإنها لابد من أن تجد المكان الذي يلبي متطلبات البقاء على قيد الحياة، فبعض المواضع تكون مفيدة. قد تعيش البرنقيلات على ظهر الحيتان، على سبيل المثال، مكتسبة موارد للطعام الطازج ودوران ماء جيد.

إجابات أسئلة مراجعة الدرس 1–3

1. الرابطة الكيميائية بين الذرات التي تتشارك الإلكترونات.
2. يجب أن تصف الإجابات ثلاث روابط تساهمية، كالآتي: في كلوريد الهيدروجين إلكتروني التكافؤ غير المتزاوجين بذرة الهيدروجين وذرة الكلور يتشاركان معًا؛ ليكوّنا زوجًا واحدًا أو رابطة تساهمية.
3. الكثافة العالية– التركيب الشبكي للفلزات يحوي فراغات خاوية قليلة بين الأيونات الموجبة؛ القابلية للطرق– الإلكترونات تكون حرة الحركة؛ ولكنها تبقى الأيونات مترابطة عندما يغير الإجهاد مواضع الأيونات.
4. يجب أن توضح الأشكال التخطيطية ثلاثة إلكترونات تكافؤ متشاركة بين ذرة نيتروجين واحدة وثلاث ذرات هيدروجين.

توجدُ الموادُّ اللاصقةُ في الطبيعة وكذلك في أنابيب الغراء . حيواناتُ البرنقيل تفرزُ مادّةً لاصقةً تُثبّتها على الدوام بالأسطح . المادّةُ اللاصقةُ في شبكةِ العنكبوتِ تُساعدُه على اصطيادِ الفراشات .

أسئلة مراجعة الدرس 1–3

اختبرْ وفسّرْ

1. ما الرابطةُ التساهميّةُ؟
2. صِفْ ثلاثةَ أمثلةٍ من الجزيئات ترتبطُ برابطةٍ تساهميّةٍ .
3. حدِّد العلاقة: فسّرْ ما هي العلاقةُ بينَ الرابطةِ الفلزيّةِ وخواصِّ الفلزّاتِ .
4. اصنعْ نموذجًا: ضعْ مخطّطًا بالنقاط لتوضيحِ الرابطِ التساهميِّ بينَ ذرّةِ نيتروجينٍ واحدةٍ وثلاثِ ذرّاتِ هيدروجينٍ في جزيءِ NH_3 .

تحقق من معلوماتك

1. للغازات النبيلة أو الخاملة مستويات طاقة خارجية ممتلئة.
2. الإلكترونات الخارجية أو إلكترونات التكافؤ هي الإلكترونات المستخدمة في الترابط.
3. تصبح الذرة أيونًا باكتساب أو بفقدان إلكترون أو أكثر.
4. يكون الأيون السالب عامة أكبر من الذرة.
5. الشبكة البلورية عبارة عن تركيب متكرر منتظم موجود في المواد الصلبة الأيونية والمواد الصلبة الشبكية.
6. مستويات الطاقة الداخلية هي التى تمتلئ أولًا بالإلكترونات.
7. غير صحيح؛ إلكترونات التكافؤ.
8. غير صحيح؛ أيونًا.
9. صحيح.
10. غير صحيح؛ اللافلزات.
11. صحيح.
12. غير صحيح؛ الفلزات.

تحقق من فهمك

1. يجب أن توضح المخططات التكافؤات التالية: المغنسيوم– إلكترونان مفردان؛ الألومنيوم– 3 إلكترونات مفردة؛ السليكون– 4 إلكترونات مفردة؛ الفوسفور– 3 إلكترونات مفردة وزوج من الإلكترونات؛ الكبريت– زوجان من الإلكترونات وإلكترونان مفردان.
2. فلزية؛ أيونية؛ تساهمية.
3. **(أ)** Ne، **(ب)** Xe، **(ج)** Ar؛ **(د)** Ar.
4. كلوريد الصوديوم مادة صلبة أيونية. تكون أيونات الصوديوم والكلوريد شبكة بلورية مكعبة عند التبلور.
5. يحتمل أن تكون المادة معدنًا، لها إلكترونات حرة الحركة بين الذرات في الروابط المعدنية.
6. تتكون الأيونات عديدة الذرات (أو المجموعات الذرية) من ذرات مترابطة تساهميًّا. وهي تسلك مسلك الأيونات، مكونة مركبات أيونية، ولكنها بحد ذاتها مركبات تساهمية.

تحقق من معلوماتك

أجِبْ عمّا يأتي بجملةٍ كاملةٍ:

1. لماذا لا تُكوِّنُ الغازاتُ الخاملةُ مركّباتٍ في الظروفِ العاديّةِ؟
2. أيُّ الإلكتروناتِ في الذرّةِ تُستخدَمُ في الترابطِ الكيميائيّ؟
3. كيف تُصبِحُ الذرّةُ أيونًا؟
4. أيُّهما أكبرُ حجمًا على وجهِ العمومِ، الذرّةُ أم أيونُها السالبُ؟
5. ما هي الشبكةُ البلّوريّةُ؟ ما نوعُ الموادِّ التي لها شبكةٌ بلّوريّةٌ؟
6. أيُّ مستوياتِ الطاقةِ تمتلئُ أوّلًا بالإلكتروناتِ؟

حدِّدْ أيّ الجملِ صحيحةٌ وأيّها خطأٌ. اكتبْ صحًّا أمامَ الجملةِ الصحيحةِ واستبدِلِ الكلمةَ التي تحتَها خطٌّ إذا كانَتِ الجملةُ خطأً بكلمةٍ صحيحةٍ حتّى تُصبِحَ الجملةُ صحيحةً.

7. عناصرُ المجموعةِ نفسُها في الجدولِ الدوريِّ لها خواصُّ متشابهةٌ؛ لأنّ لها العددَ نفسَه من النيوتروناتِ.
8. الذرّةُ التي تفقدُ إلكترونين تُصبِحُ جزيئًا يحملُ شحنةً مقدارُها 2+.
9. أثناءَ الترابطِ الأيونيِّ، تنتقلُ الإلكتروناتُ من ذرّةٍ إلى أخرى.
10. تتكوّنُ الروابطُ التساهميّةُ عادةً بينَ ذرّاتِ الفلزّاتِ.
11. يُوضِّحُ المخطّطُ الإلكترونيُّ بالنقاطِ لذرّةٍ ما الإلكتروناتِ التكافؤِ فقط.
12. ترتبطُ الذرّاتُ بعضِها ببعضٍ من الإلكتروناتِ، في المركّباتِ التساهميّةِ.

تحقق من فهمك

طبّقِ المفاهيمَ التي تعلّمْتَها للإجابةِ عن كلِّ سؤالٍ ممّا يأتي:

1. ضَعْ مخطّطًا إلكترونيًّا بالنقاطِ لكلِّ ذرّةٍ من الذرّاتِ التاليةِ: المغنسيومِ، الألومنيومِ، السليكونِ، الفوسفورِ، الكبريتِ. راجِعِ الجدولَ الدوريَّ كي تحصلَ على المعلوماتِ التي تحتاجُ إليها.
2. **عمّمْ:** انسخْ وأكمِلْ هذا الجدولَ واصفًا نوعَ الترابطِ الذي يحدثُ بينَ العناصرِ:

	فلزٌّ	لا فلزٌّ
فلزٌّ	رابطةٌ ...	رابطةٌ ...
لا فلزٌّ	رابطةٌ أيونيّةٌ	رابطةٌ ...

3. **فسِّرِ البياناتِ:** استخدِمِ الجدولَ الدوريَّ لتُحدِّدَ أيَّ غازٍ خاملٍ له العددُ نفسُه من الإلكتروناتِ كالأيوناتِ التاليةِ: **(أ)** N^{-3} **(ب)** I^- **(ج)** S^{-2} **(د)** K^+
4. **الصورةُ الغامضةُ:** الصورةُ الفوتوغرافيّةُ في صفحةِ (62) تُوضِّحُ بلّوراتِ كلوريدِ الصوديومِ (ملحِ الطعامِ) NaCl. فسِّرْ لماذا لبلّوراتِ كلوريدِ الصوديومِ هذا المظهرُ.
5. **استنتِجْ:** مادّةٌ ما جيّدةُ التوصيلِ للحرارةِ والكهرباءِ لها قابليّةٌ للانثناءِ. ماذا يُمكِنُك أن تستنتجَ عن الروابطِ الكيميائيّةِ التي تربطُها ببعضِها؟
6. **قارِنْ وبايِنْ:** ما أوجهُ مقارنةِ الأيوناتِ العديدةِ الذرّاتِ بالأيوناتِ العاديّةِ؟ ما أوجهُ المقارنةِ بينَ الأيوناتِ العديدةِ الذرّاتِ وبينَ الجزيئاتِ المترابطةِ تساهميًّا؟

تم مهاراتك

1. **تفسير البيانات:**

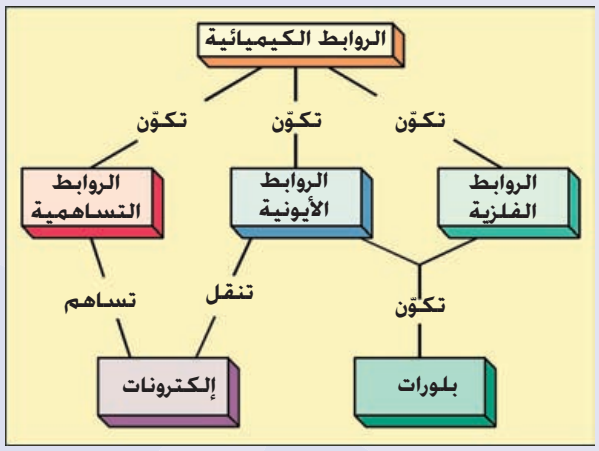
(أ) تناقص نصف القطر الأيوني مع تزايد العدد الذري.

(ب) يتزايد نصف القطر الأيوني بطريقة ملفتة للنظر من 14 إلى 15، لأن Si يفقد 4 إلكترونات تكافؤ ليكوّن أيونًا، بينما P يكتسب 3 إلكترونات.

2. **صنع نموذج:** يجب أن يتحقق الطلاب من أن أهمية الترتيب الفيزيائي لكرات البلاستيك الرغوي (الذرات) توازي أهمية النسب العددية للذرات.

مهارة الاتصال

1.



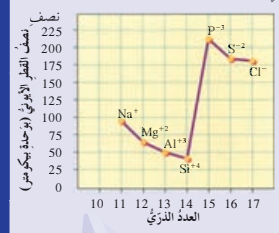
2. **العلوم والفن:** سوف يكوّن الهيدروجين مع الأكسجين رابطة تساهمية في حين يكون المغنيسيوم مع الكلورين رابطة أيونية.
3. **أنت والعلوم:** سوف تختلف الإجابات باختلاف المكان الذي أخذ منه الماء الأيونات الموجودة في ماء الشرب هي كلوريد Cl^-، فلوريد F^-،كالسيوم Ca^{+2}، Mg^{+2}.

أسئلة مراجعة الفصل 1

تم مهاراتك

استخدم المهارات التي نمّيتَها في هذا الفصل لإكمال كلّ نشاط.

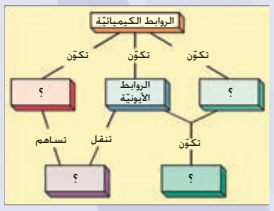
1. **تفسيرُ البيانات:** يُوضّحُ الشكلُ البيانيُّ التالي تغيّرَ قطرِ أيوناتٍ مختلفةٍ بتغيّرِ أعدادِها الذرّيّة.
   (أ) ما الذي تستنتجُه في ما بينَ الأيوناتِ الأربعةِ الموجَبةِ الموضّحةِ في الشكلِ؟
   (ب) ماذا يحدثُ لنصفي قطرِ الأيونين بزيادةِ العددِ الذرّيّ من 14 إلى 15؟ لماذا يحدثُ هذا؟



2. **صنعُ نموذج:** استخدمْ كراتٍ من البلاستيكِ الرغويّ (الفوم) وأعوادَ خلالٍ أسنانٍ لصنعِ نماذجَ لجزيئاتِ الماءِ (H_2O) وكلوريدِ البوتاسيومِ (KCl). خصّصْ لكلّ عنصرٍ كراتٍ من لونٍ معيّنٍ.

مهارة الاتصال

1. **خريطةُ المفاهيم:** تُوضّحُ خريطةُ المفاهيمِ التاليةِ كيفَ تترابطُ بعضُ المفاهيمِ الأساسيّةِ في هذا الفصلِ مع بعضِها. لقد تمَّ ملءُ جزءٍ من هذه الخريطةِ فقط. انسخِ الخريطةَ وأكمِلْها، مستخدِمًا كلماتٍ وأفكارًا من الفصلِ.



2. **العلومُ والفنُّ:** اقطعْ أجزاءً مستديرةً من ورقٍ سميكٍ لتمثيلِ المداراتِ الإلكترونيّةِ الخارجيّةِ لذرّاتِ الهيدروجينِ والمغنسيومِ والأكسجينِ والكلورِ. لا بدَّ أن تكونَ الأجزاءُ مختلفةَ الأحجامِ لتتناسبَ مع الأعدادِ المختلفةِ من المداراتِ الإلكترونيّةِ في ذرّاتِ العناصرِ. ارسمْ دوائرَ داخليّةً لتمثيلِ المداراتِ الداخليّةِ. بعدَ ذلك، ضعْ عملاتٍ معدنيّةً صغيرةً الحجمِ على الدوائرِ الورقيّةِ لتمثيلِ الإلكتروناتِ في كلِّ ذرّةٍ. قرّرْ أيَّ الذرّاتِ ستُكوّنُ رابطةً أيونيّةً واستخدِمِ العملاتِ الصغيرةَ لتوضيحِ كيفَ تتكوّنُ الرابطةُ. افعلِ الشيءَ نفسَه مع الذرّاتِ التي ستُكوّنُ روابطَ تساهميّةً.
3. **أنتَ والعلومُ:** اكتشفِ الأيوناتِ الذائبةَ الموجودةَ في الماءِ الذي تشربُه. الشركةُ المنتفعةُ التي تُوفّرُ ذلك الماءَ لكَ لديها تلكَ المعلوماتُ. حدّدْ ما إذا كانَ الماءُ الذي تشربُه عسرًا، وما إذا كانَ أيٌّ من الأيوناتِ موجودًا بكمّيّاتٍ عاليةٍ بصورةٍ غيرِ معتادةٍ.

الفصل الثاني

التفاعلات الكيميائية

مقدمة الفصل

دع الطلاب يقرأون وصف الصورة الموجودة في الصفحة 84. اسألهم ما إذا كانوا يتفقون أو لا يتفقون مع الوصف.

استقصاء موجه

دع الطلاب يدرسون الصورة ثم اسأل:

- ماذا توضح الصورة في رأيك؟ **(إنها توضح رقائق معدنية مغطاة جزئيًّا بالصدأ.)**
- من أين يأتي الصدأ في اعتقادك؟ **(يجب أن يقول الطلاب: إن المعدن والهواء أو الأكسجين يكوّنان الصدأ.)**
- لماذا توجد مناطق خالية تمامًا من الصدأ؟ **(قد يجيب الطلاب إن هناك بعض المناطق معزولة عن الهواء.)**
- لماذا نستخدم هذه الصورة لتعبر عن فعل التفاعلات الكيميائية؟ **(تكوين الصدأ هو عبارة عن تفاعل كيميائي.)**

الاتصال الكتابي

دع الطلاب يتخيلون أنهم في نزهة مع صديق ضعيف الإبصار، ثم جاءوا إلى باب معدني فيه صدأ. يجب أن يكتب الطلاب وصفًا موجزًا عن الباب كما يصفونه لصديقهم. شجِّع الطلاب على أن يستخدموا عبارات مجازية كلما أمكن ذلك، يمكنهم استخدام تشبيهات ترتبط ذهنيًّا باللمس والصوت والشم ودرجة الحرارة.

الفصلُ الثاني

التفاعلاتُ الكيميائيّةُ

Chemical Reactions

دروسُ الفصلِ

2 – 1 خصائصُ التفاعلاتِ الكيميائيّةِ

2 – 2 المعادلاتُ الكيميائيّةُ

2 – 3 أنواعُ التفاعلاتِ الكيميائيّةِ

ماذا ترى في هذه الصورة؟

أرى ما يُشبِهُ الصفائحَ المعدنيّةَ الصغيرةَ متداخلةً لتُشكّلَ قطعةً كبيرةً من المعادنِ ذاتِ الحروفِ . المعدنُ مغطًّى بطبقةٍ من الموادِّ ذاتِ اللونِ البنّيِّ المائلِ إلى الاحمرارِ . أعتقدُ أنّ هذه المادّةَ هي الصدأُ . والذي يُشكّلُ عندَ تعرّضِ المعدنِ للأكسجينِ . الصدأُ مكوَّنٌ من الحديدِ والأكسجينِ .

84

الدرس الأوّل 2-1

خصائص التفاعلات الكيميائية

حفِّزْ

تنمية المهارات، صفحة 85

لتساعد الطلاب على فهم خصائص التفاعلات الكيميائية دعهم يجرون نشاط «تنمية المهارات».

الإجابة: ستتنوع الإجابات. قد يجيب الطلاب أن التغيرات الكيميائية تحدث عندما تختلف المواد الناتجة في اللون والنسيج (مقارنة الصدأ بالحديد) وعندما تنتج فقاعات غازية (بيكربونات الصوديوم والماء) أو عندما تنطلق الحرارة أو الضوء (حدوث الاحتراق.)

تنشيط المعرفة السابقة

كي تقدِّر ما يعرفه الطلاب عن الاختلاف بين التغيرات الفيزيائية والتغيرات الكيميائية، وجّه إليهم الأسئلة التالية:

ما التغير الفيزيائي والتغير الكيميائي؟

علِّمْ

ناقش

دع الطلاب يقرأون عن التفاعلات الكيميائية، ثم ناقش التباين بين التغيرات الكيميائية والتغيرات الفيزيائية.

(التفاعلات الكيميائية تنتج مواد جديدة، والتغيرات الفيزيائية تبدل فقط المظهر الفيزيائي.)

استقصاء موجه

بعد أن يقرأ الطلاب عن أدلة حدوث التفاعلات الكيميائية، دعهم يناقشون ما يلي:

- ما التغيرات الأربعة التي تدل على إنتاج مادة جديدة؟ **(وجود راسب، تغير اللون، انطلاق الطاقة، تكوين الغاز.)**
- صف الراسب باختصار. **(مادة صلبة تنفصل عن السوائل.)**
- كيف يمكنك ذكر أن هناك طاقة تحررت خلال التفاعل الكيميائي؟ **(رؤية ضوء أو الشعور بحرارة.)**

2-1 خصائصُ التفاعلاتِ الكيميائيّةِ
Characteristics of Chemical Reactions

الأهدافُ

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

- يُحدِّدَ التفاعلاتِ الكيميائيّةَ اليوميّةَ.
- يصفَ أربعةَ أنواعٍ من ظواهرِ التفاعلاتِ الكيميائيّةِ.
- يُميِّزَ بينَ التفاعلاتِ الكيميائيّةِ الطاردةِ والماصّةِ للحرارةِ.
- يصنعَ نموذجًا يُوضِّحُ تغيّرَ الارتباطِ في التفاعلِ الكيميائيِّ.
- يُعرِّفَ **المصطلحاتِ الأساسيّةَ**: تفاعلًا كيميائيًّا، تفاعلًا طاردًا للحرارةِ، تفاعلًا ماصًّا للحرارةِ.

نشاط

تنميةُ مهارةِ الاستدلالِ

موادُّ جديدةٌ

ضَعْ قائمةً بالموادِّ التي تكوّنَتْ من موادَّ أخرى. ما الذي يُثبِتُ أنّ كلًّا منهما مادّةٌ جديدةٌ أو أنّ التفاعلَ الكيميائيَّ حدثَ عندَ إنتاجِ هذه المادّةِ؟

ما المقوّماتُ التي تحتاجُ إليها عندَ خبزِ الكيكِ؟ إنّها تتضمّنُ الدقيقَ والبيضَ والسكّرَ والماءَ، ولا تنسى مسحوقَ الخبيزِ! الشخصُ الذي قامَ بخبزِ الكيكِ في الشكلِ (36) نسيَ إضافةَ مسحوقِ الخبيزِ، فانظرْ ماذا حدثَ. الكيكُ لم يرتفعْ ولم ينتفخْ. ماذا عن مسحوقِ الخبيزِ الذي سبّبَ ارتفاعَ الكيكِ؟

شكلُ 36
أيُّ قطعةِ كيكٍ خُبِزَتْ من دونِ مسحوقِ الخبيزِ؟

التغيّراتُ الكيميائيّةُ والتفاعلاتُ الكيميائيّةُ
Chemical Changes and Chemical Reactions

تذكّرْ أنّ التغيّرَ الكيميائيَّ للمادّةِ ينتجُ عنه تكوينُ مادّةٍ جديدةٍ. تُنتِجُ موادُّ جديدةٌ عندما تقومُ بقليِ بيضةٍ أو أكلِ قطعةٍ من البيتزا أو أخذِ صورةٍ فوتوغرافيّةٍ أو إشعالِ شمعةٍ، وعندما تقرأُ هذه الكلماتِ فإنّ الخلايا في جسمِكَ تُكوِّنُ موادَّ جديدةً لتستمرَّ حياتُك.

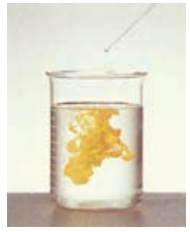
ما الذي يحدثُ بالضبطِ للذرّاتِ والجزيئاتِ عندما يحدثُ تغيّرٌ كيميائيٌّ؟ أيُّ تغيّرٍ كيميائيٍّ يتضمّنُ **تفاعلًا كيميائيًّا chemical reaction**؟ عندما يحدثُ تفاعلٌ كيميائيٌّ **تتكسّرُ الروابطُ الكيميائيّةُ بينَ الذرّاتِ أو الأيوناتِ**، **وتتكوّنُ روابطُ جديدةٌ بينَ الذرّاتِ أو الأيوناتِ المختلفةِ**. التفاعلُ الكيميائيُّ يكوّنُ مادّةً جديدةً أو أكثرَ. المادّةُ الجديدةُ لديها خصائصُ تختلفُ عن خصائصِ الموادِّ الأصليّةِ.

دليلُ حدوثِ التفاعلاتِ الكيميائيّةِ
Evidence for Chemical Reactions

لا يُمكِنُك أن تُشاهِدَ تكسيرَ أو تكوينَ الروابطِ الكيميائيّةِ. إذًا كيف تعرفُ أنّ التفاعلَ الكيميائيَّ يحدثُ؟ إذا كانَ لديك نافذةٌ في الفرنِ، يُمكِنُك ملاحظةُ خبيزِ الكيكِ، إذ ترى فقّاعاتٍ صغيرةً تخترقُ السطحَ. هذه الفقّاعاتُ دليلٌ على حدوثِ التفاعلِ الكيميائيِّ في عجينةِ الكيكِ. أغلبُ التفاعلاتِ الكيميائيّةِ تُعطيك علامةً جيّدةً على بدءِ تكوينِ مادّةٍ جديدةٍ. هنا أربعةٌ من أهمِّ أنواعِ العلاماتِ.

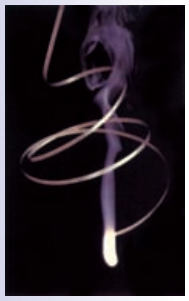
الترسّبُ Precipitate
تتكوّنُ مادّةٌ بيضاءُ عندَ إضافةِ الأمونيا إلى محلولِ الشبِّ. تُسمّى المادّةُ البيضاءُ بالراسبِ. ظهورُ الراسبِ علامةٌ على التفاعلِ الكيميائيِّ.

تغيّرُ اللونِ Color change
لونُ المادّةِ علامةٌ على حدوثِ التفاعلِ الكيميائيِّ. هنا تمّتْ إضافةُ محلولٍ عديمِ اللونِ إلى محلولٍ آخرَ عديمِ اللونِ لتكوينِ ناتجٍ أصفرَ برّاقٍ.



تكوينُ الغازِ Gas formation
يُشيرُ انطلاقُ الغازِ إلى حدوثِ التفاعلِ الكيميائيِّ. فقّاعاتُ غازِ الهيدروجينِ تتكوّنُ من تفاعلِ الخارصينِ مع حمضِ الهيدروكلوريكِ.

انطلاقُ الطاقةِ Release of energy
العديدُ من التفاعلاتِ الكيميائيّةِ تُطلِقُ بعضَ أنواعِ الطاقةِ، هنا يُمكِنُك رؤيةُ طاقةِ الضوءِ تنطلقُ عندَ احتراقِ المغنسيومِ. تفاعلاتٌ أخرى تُطلِقُ طاقةً حراريّةً فقط.



◄ ما الذي يدل عليه تغير اللون عندما تخلط محاليل عديمة اللون معًا ويتكون منتج أصفر؟ **(يوضح تغير اللون حدوث تفاعل كيميائي.)**

◄ أعطِ مثالًا على غاز يتكون في عملية الطهي. **(تتكون الثقوب في الخبز نتيجة الغاز الناتج أثناء انتفاخ العجين عند طهيه.)**

تكامل العلوم

علم الأرض: ذكر الطلاب أن الوقود الحفري، مثل زيت البترول والفحم، هو عبارة عن نتيجة تغيرات كيميائية حدثت عندما تحللت النباتات والحيوانات. اطلب إلى الطلاب أن يناقشوا سبب انطلاق غاز الميثان في مستنقع. **(تعفن النباتات هو عبارة عن تفاعل كيميائي يطلق غاز الميثان.)**

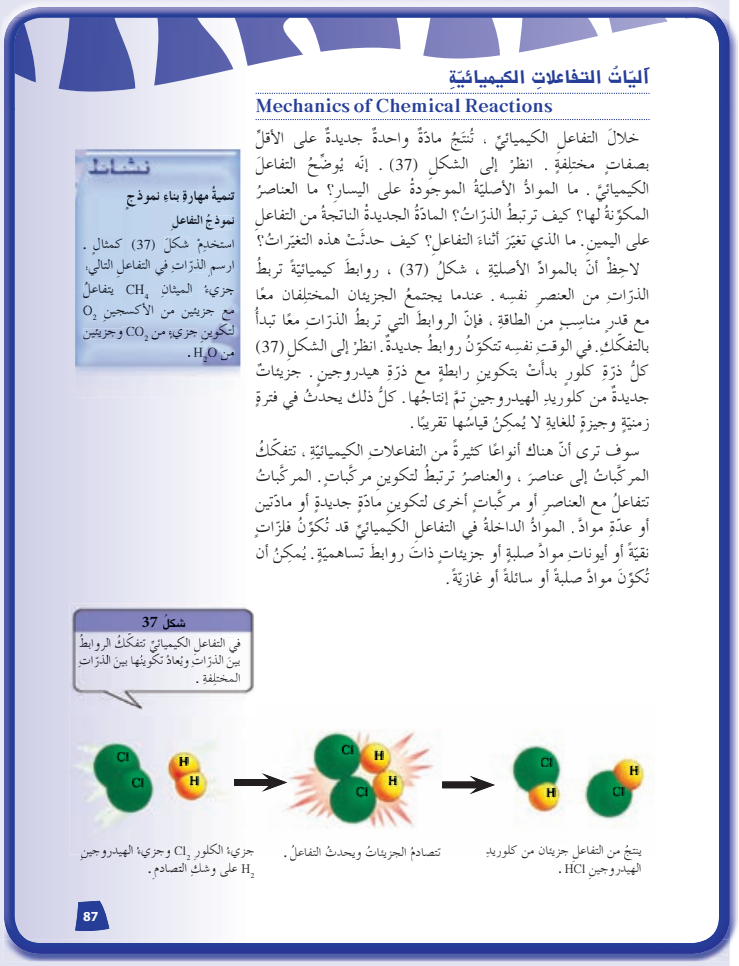
تكامل العلوم

علم الحياة: اشرح للطلاب أن تغير لون أوراق النباتات في الخريف هو نتيجة لتفاعلات كيميائية. ينتج النباتات الكلورفيل، صبغة خضراء، لتمتص الطاقة الضوئية في عملية البناء الضوئي. ففي الخريف مع تناقص كمية ضوء الشمس، تتناقص كمية الكلوروفيل، مما يسمح لأصباغ نباتية أخرى أن تُرى. دع الطلاب يكتشفون الدور الذي تلعبه أصباغ الكاروتينويد والزانثوفيل والإسنثوسيانين. (الكاروتينويد– برتقالي، أصفر، أحمر؛ الزانثوفيل– أصفر؛ الإنثوسيانين– أرجوان، قرمزي، أزرق)

تنمية المهارات، صفحة 87

لتساعد الطلاب اصنع نموذجًا يوضح كيف يتم ترتيب الذرات في التفاعل، دعهم يجرون نشاط «تنمية المهارات».

الإجابة: كن متأكدًا من أن الطلاب سيعيدون ترتيب الذرات لإنتاج ثاني أكسيد الكربون CO_2 والماء $2H_2O$.



آليّاتُ التفاعلاتِ الكيميائيّةِ

Mechanics of Chemical Reactions

خلالَ التفاعلِ الكيميائيّ ، تُنتَجُ مادّةٌ واحدةٌ جديدةٌ على الأقلّ بصفاتٍ مختلفةٍ . انظرْ إلى الشكلِ (37) . إنّه يُوضّحُ التفاعلَ الكيميائيّ . ما الموادُّ الأصليّةُ الموجودةُ على اليسارِ؟ ما العناصرُ المكوّنةُ لها؟ كيف ترتبطُ الذرّاتُ؟ المادّةُ الجديدةُ الناتجةُ من التفاعلِ على اليمينِ. ما الذي تغيّرَ أثناءَ التفاعلِ؟ كيف حدثَتْ هذه التغيّراتُ؟

لاحِظْ أنّ الموادَّ الأصليّةِ ، شكلُ (37) ، روابطَ كيميائيّةً تربطُ الذرّاتِ من العنصرِ نفسِه . عندما يجتمعُ الجزيئانِ المختلفانِ معًا مع قدرٍ مناسبٍ من الطاقةِ ، فإنّ الروابطَ التي تربطُ الذرّاتِ معًا تبدأُ بالتفكّكِ. في الوقتِ نفسِه تتكوّنُ روابطُ جديدةٌ. انظرْ إلى الشكلِ (37) كلُّ ذرّةِ كلورٍ بدأَتْ بتكوينِ رابطةٍ مع ذرّةِ هيدروجينٍ . جزيئاتٌ جديدةٌ من كلوريدِ الهيدروجينِ تمّ إنتاجُها . كلُّ ذلكَ يحدثُ في فترةٍ زمنيّةٍ وجيزةٍ للغايةِ لا يُمكِنُ قياسُها تقريبًا .

سوف ترى أنّ هناك أنواعًا كثيرةً من التفاعلاتِ الكيميائيّةِ ، تتفكّكُ المركّباتُ إلى عناصرَ ، والعناصرُ ترتبطُ لتكوينِ مركّباتٍ . المركّباتُ تتفاعلُ مع العناصرِ أو مركّباتٍ أخرى لتكوينِ مادّةٍ جديدةٍ أو مادّتينِ أو عدّةِ موادَّ . الموادُّ الداخلةُ في التفاعلِ الكيميائيّ قد تُكوّنُ فلزّاتٍ نقيّةً أو أيوناتِ موادَّ صلبةٍ أو جزيئاتٍ ذاتَ روابطَ تساهميّةٍ . يُمكِنُ أن تُكوّنَ موادًّ صلبةً أو سائلةً أو غازيّةً .

نشاط

تنمية مهارة بناء نموذج

نموذج التفاعل

استخدمْ شكلَ (37) كمثالٍ . ارسمِ الذرّاتِ في التفاعلِ التالي: جزيءُ الميثانِ CH_4 يتفاعلُ مع جزيئينِ من الأكسجينِ O_2 لتكوينِ جزيءٍ من CO_2 وجزيئينِ من H_2O .

شكل 37

في التفاعلِ الكيميائيّ تتفكّكُ الروابطُ بينَ الذرّاتِ وتُعادُ تكوينُها بينَ الذرّاتِ المختلفةِ .

جزيءُ الكلورِ Cl_2 وجزيءُ الهيدروجينِ H_2 على وشكِ التصادمِ .

تصادمُ الجزيئاتِ ويحدثُ التفاعلُ .

ينتجُ من التفاعلِ جزيئانِ من كلوريدِ الهيدروجينِ HCl .

ناقش

قد ترغب في توضيح نتائج التفاعل الكيميائي للطلاب. أكد أن حدوث التفاعل ينتج عنه دائمًا على الأقل مادة جديدة، يمكن التعرف عليها؛ لأنه سيكون لها صفات مختلفة عن المواد الأصلية.

استقصاء موجه

بعد أن يدرس الطلاب الشكل (37) اسألهم:

◄ ما العناصر والمركبات فى هذا التفاعل؟ **(العناصر هي الكلور والهيدروجين والمركبات كلوريد الهيدروجين.)**

◄ انظر إلى الروابط في المواد الأصلية. كيف تغيرت الروابط في الكلور والهيدروجين كنتيجة للتفاعل؟ **(ترتبط ذرات الكلور معًا وترتبط ذرات الهيدروجين معًا في المادة الأصلية المتفاعلة. في التفاعل الكيميائي يرتبط الهيدروجين بالكلور مكونًا جزيئات كلوريد الهيدروجين.)**

استقصاء موجه

دع الطلاب يدرسون الصفحتين (88) و(89)، ثم أجر مناقشة مستخدمًا الأسئلة التالية:

◄ كيف يطبق قانون بقاء الكتلة والطاقة في التفاعل على طارد الحرارة؟ **(أي طاقة متحررة في أي تفاعل طارد للحرارة كانت موجودة في الروابط الكيميائية للمواد المتفاعلة. أي طاقة ممتصة تصبح جزءًا من الروابط الجديدة المتكونة. الكتلة أيضًا تحتفظ، إنها عملية إعادة ترتيب.)**

◄ هل تعتقد حدوث أي تفاعل طارد للحرارة أو ماص للحرارة لدى الحيوانات؟ **(تقبل الإجابات التي تعكس فهم الطلاب لتحرر الطاقة وامتصاصها.)**

استنتج

افترض أن سائلين مزجا فى كأس، وعندما أمسكت الكأس وجدته دافئًا. ما نوع التفاعل الذي حدث؟ لماذا؟ **(تفاعل طارد للحرارة، لأن الحرارة انطلقت منه.)**

في جميع التفاعلات الكيميائيّة، تتفكّكُ الروابطُ القديمةُ وتتكوّنُ روابطُ جديدةٌ. العناصرُ نفسُها الموجودةُ في الموادِّ الأصليّةِ (الداخلةِ في التفاعلِ) تتواجدُ في الموادِّ الجديدةِ (الناتجةِ من التفاعلِ). الذرّاتُ أو الأيوناتُ يُعادُ ترتيبُها ببساطةٍ أثناءَ التفاعلِ.

الطاقةُ والتفاعلاتُ الكيميائيّةُ
Energy and Chemical Reactions

شكلُ 38
الانفجارُ عبارةٌ عن تفاعلٍ كيميائيٍّ شديدٍ طاردٍ للحرارة.

تحدثُ تغيّراتٌ في الطاقةِ عندما تتفكّكُ الروابطُ الكيميائيّةُ أو تتكوّنُ. بعضُ التفاعلاتِ الكيميائيّةِ تُطلقُ الطاقةَ وتفاعلاتٌ أخرى تمتصُّ الطاقةَ. قانونُ بقاءِ المادّةِ والطاقةِ يُطبّقُ في كلِّ الأحوالِ على التفاعلاتِ الكيميائيّةِ.

التفاعلاتُ الطاردةُ للحرارة Exothermic Reactions

من المحتملِ أنّك تُفكّرُ في التفاعلاتِ الكيميائيّةِ المختلفةِ التي تُطلِقُ الطاقةَ، كالتفاعلاتِ التي تُؤدّي إلى تدفئةِ منزلِك وطهيِ طعامِك وتحريكِ سيّارةِ العائلةِ. الانفجارُ في الشكلِ (38) تفاعلٌ كيميائيٌّ أطلقَ كمّيّةً هائلةً من الطاقةِ. **التفاعلُ الذي يُطلقُ الطاقةَ** يُسمّى **تفاعلًا طاردًا للحرارةِ exothermic reaction**، جميعُ التفاعلاتِ الطاردةِ للحرارةِ ينطبقُ عليها هذا الوصفُ الكيميائيُّ:

مادّةٌ أصليّةٌ ⟵ مادّةٌ جديدةٌ + طاقةٌ

التفاعلاتُ الطاردةُ للحرارةِ غالبًا ما تُنتجُ الطاقةَ في صورةِ حرارةٍ أو ضوءٍ أو كهرباءَ.

التفاعلاتُ الماصّةُ للحرارة Endothermic Reactions

التفاعلاتُ الكيميائيّةُ التي تمتصُّ الطاقةَ تُسمّى **تفاعلاتٍ ماصّةً للحرارةِ endothermic reactions** وهي غيرُ شائعةٍ بالنسبةِ إليك. الوصفُ الكيميائيُّ للتفاعلِ الماصِّ للحرارةِ هو:

مادّةٌ أصليّةٌ + طاقةٌ ⟵ مادّةٌ جديدةٌ

تكامل العلوم

العلوم الطبيعية: اطلب إلى الطلاب أن يفكروا في التفاعلات الكيميائية التي تنتج مواد جديدة في النباتات. أشر إلى أن البناء الضوئي (هو العملية التي تصنع عن طريقها النباتات الجلوكوز باستخدام الطاقة الضوئية) عبارة عن تفاعل ماص للطاقة. التنفس (العملية التي يحصل فيها النبات على الأكسجين والكربون والماء) عبارة عن تفاعل طارد للطاقة بسب تكسير جزيئات الجلوكوز لإنتاج الطاقة.

منظور متعدد الثقافات

أخبر الطلاب أن الصينيين استطاعوا تطوير البارود وقد كان يُسمّى قديمًا بالمسحوق الأسود، وهو عبارة عن مزيج من نترات البوتاسيوم والفحم والكبريت. ينتج هذا المزيج من البارود كمية هائلة من الدخان. البارود عديم الدخان تم انتاجه عام 1800، ولكنه كان خطر في صناعته. وفي عام 1886 تقريبًا صنع الكيميائي السويدي الفريد نوبل البارود عديم الدخان المتعدد الاستخدامات اليوم. اسأل الطلاب أن يبحثوا عن أعمال أخرى لـ «نوبل» وعن غرضه من تأسيس جائزة نوبل.

إجابات أسئلة مراجعة الدرس 2–1

1. **أمثلة:** قلي البيضة، أكل كعكة، صدأ المعادن.
2. الراسب، تغير اللون، انطلاق طاقة أو غاز.
3. كلتاهما ينتج مواد صلبة لإطلاق الطاقة، التفاعل الماص للحرارة يمتص الطاقة.
4. يجب أن توضح النماذج أن الروابط تربط الذرات ببعضها، وأن ذرة الكبريت ترتبط بذرتي الأكسجين.

انظرْ إلى الشكلِ (39) إذا أمسكْتَ بالكوبِ، فسوف تُلاحِظُ أنّ الماءَ أصبحَ باردًا عندما اختفى القرصُ الفوّارُ. التفاعلُ الكيميائيُّ هنا يمتصُّ الطاقةَ من الماءِ. بعضُ التفاعلاتِ تمتصُّ الطاقةَ في صورةِ ضوءٍ أو كهرباءَ. على سبيلِ المثالِ، عندما تأخذُ صورةً بالكاميرا تدخلُ الطاقةُ الضوئيّةُ إلى الكاميرا وتمتصُّ الطاقةَ الضوئيّةَ بواسطةِ الفيلمِ. تحدثُ تغيّراتٌ كيميائيّةٌ للجزيئاتِ الموجودةِ في مادّةِ الفيلمِ. عندما يمرُّ تيّارٌ كهربائيٌّ في الماءِ تمتصُّ جزيئاتُ الماءِ الطاقةَ وتتحلّلُ جزيئاتُ الماءِ إلى الهيدروجينِ والأكسجينِ.

شكل 39
ذوبانُ القرصِ الفوّارِ في الماءِ تفاعلٌ ماصٌّ للطاقةِ.

أسئلة مراجعة الدرس 2–1

اختبرْ وفسّرْ

1. صفْ ثلاثةَ تفاعلاتٍ كيميائيّةٍ يوميّةٍ.
2. ما الأدلّةُ على حدوثِ تفاعلٍ كيميائيٍّ في كأسٍ؟
3. **قارنْ وباينْ:** ما الفرقُ بينَ التفاعلاتِ الطاردةِ للحرارةِ والماصّةِ للحرارةِ؟ كيف تُحدّدُ أنّ التفاعلَ من هذا النوعِ أو من الآخرِ؟
4. **إعدادُ نماذجَ:** على الورقِ ارسمْ نموذجًا يُوضّحُ كيفَ تتغيّرُ الروابطُ الكيميائيّةُ عندما تتفاعلُ ذرّةُ الكبريتِ S مع جزيءِ الأكسجينِ O_2 لتكوينِ جزيءٍ من ثاني أكسيدِ الكبريتِ SO_2.

الدرس الثاني 2-2
المعادلات الكيميائية

حفِّزْ

تنمية المهارات، صفحة 90

لتساعد الطلاب على فهم استخدام الرموز في المعادلات الكيميائية دعهم يجرون نشاط «تنمية المهارات».

الإجابة: سوف تختلف الإجابات. شجِّع الطلاب على استخدام رموز واضحة وبسيطة مفضلاً ذلك على الرموز المعقدة لنقل رسالتهم.

تنشيط المعرفة السابقة

كي تقدر ما يعرفه الطلاب عن المعادلات الكيميائية، وجّه إليهم الأسئلة التالية:

- كيف ترتبط المعادلات الكيميائية بالجدول الدوري؟
- بماذا تخبرك المعادلات الكيميائية عن التفاعلات الكيميائية؟
- لماذا يستخدم العلماء المعادلات الكيميائية بدلًا من الكلمات؟

الصلة بآداب اللغة

مثلما يستعمل الكيميائيون الرمز كاختصار لوصف التفاعلات الكيميائية، فإن الناس في مجالات أخرى يستخدمون رموزًا وصفية. فى علم الفلك الرموز التالية شائعة: نبتون (♆) الأرض (⊕) القمر الكامل (●)، الشمس (0)؛ في علم الأحياء الكائن المذكر (♂) والمؤنث (♀). اسأل الطلاب عن الرموز التي يشاهدونها كل يوم. (علامات الطريق المختلفة– الرموز في الخرائط– رموز الطقس... إلخ).

2–2 المعادلاتُ الكيميائيّةُ
Chemical Equations

الأهداف

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

- يُحدِّدَ المواد الداخلة والموادَ الناتجة من التفاعلِ الكيميائيّ .
- يُميِّزَ بينَ عددِ الذرّاتِ (كرقمٍ يُكتبُ أسفلَ رمزِ الذرّة) والمعاملاتِ أو عددِ جزيئاتِ المادّةِ المتفاعلةِ.
- يُتابعَ ما يحدثُ خلالَ التغيّرِ الكيميائيّ بكتابةِ معادلةٍ كيميائيّةٍ متزنةٍ .
- يُعرِّفَ **المصطلحاتِ الأساسيّةَ:** متفاعلاتٍ ، نواتجَ ، معاملاتٍ ، المعادلةَ الكيميائيّةَ .

نشاط

تنميةُ مهارةِ التواصلِ

الشفرةُ السرّيّةُ

اكتبْ رسالتين أو ثلاثًا لصديقٍ باستخدامِ صورٍ مختلفةٍ كرموزٍ للكلماتِ.

هل سبقَ وكتبْتَ رسالةً بشفرةٍ سرّيّةٍ؟ على سبيلِ المثالِ ، إذا كانَ رقمُ 1 يعني (أ) ورقمُ 2 يعني (ب).... وهكذا. تُكتَبُ الكلماتُ السرّيّةُ بشفرةٍ سرّيّةٍ على النحوِ التالي 1 – 6 – 8 – 9 – 7... إلخ ، الصورُ أيضًا ممكنٌ أن تُقابِلَ الكلماتِ . ما الذي تعنيه هذه الصورةُ 🇰🇼❤👁؟

الأرقامُ والصورُ رموزٌ وأنت تستخدمُ الرموزَ يوميًّا لأنّها مفيدةٌ . في الرياضيّاتِ على سبيلِ المثالِ ، تُستخدَمُ الرموزُ بدلًا من الكلماتِ في حلِّ المسائلِ ، ما الأنواعُ الأخرى من الرموزِ التي تُستخدَمُ بانتظامٍ؟ يستخدمُ الكيميائيّون الرموزَ لتوضيحِ ما يحدثُ خلالَ التفاعلِ الكيميائيّ . إنّك تعرفُ العديدَ من هذه الرموزِ ، فكما سترى أنّ وصفَ التفاعلِ الكيميائيّ بالرموزِ يُشبِهُ كثيرًا كتابةَ كلماتِ اللغزِ .

المعادلاتُ في الكيمياءِ
Equations in Chemistry

افترِضْ أنّك تُريدُ أن تصفَ تفاعلًا كيميائيًّا يحدثُ عندما تختلطُ كربوناتُ الصوديومِ الهيدروجينيّةُ مع الخلِّ، سوف تقولُ «كربوناتُ الصوديومِ الهيدروجينيّةُ تتفاعلُ مع محلولِ حمضِ الخليكِ (حمضِ الأستيكِ) لِيُنتِجَ غازَ ثاني أكسيدِ الكربونِ وخلاتِ (أسيتاتِ) الصوديومِ والماءِ». هذه الجملةُ تُعبِّرُ تمامًا عمّا تقصدُه ولكنّها تأخذُ مساحةً كبيرةً.

أنت في حاجةٍ إلى طريقةٍ مختصَرةٍ ذاتِ قيمةٍ كبيرةٍ لتُوضِّحَ ما يحدثُ في التفاعلِ الكيميائيّ . يُمكِنُك القيامُ بذلك عبرَ كتابةِ معادلةٍ كيميائيّةٍ . **المعادلةُ الكيميائيّةُ chemical equation اصطلاحٌ يستخدمُ الرموزَ لوصفِ التفاعلِ الكيميائيّ** ، لأنّ الرموزَ الكيميائيّةَ تُستخدَمُ في

الاتصال بآداب اللغة

ناقش معنى كلمة معادلة (هي اصطلاح يستخدم في الجبر والكيمياء يقرر أن كميتين متساويتان). الكلمة الأصلية هي متساوي. ما الذي تعنيه كلمة متساوٍ؟ (إن أحد الأشياء هو نفسه أو مماثل لشيء آخر.) بعد أن يقرأ الطلاب الدرس، ناقش كلمة المعامل coefficient (وهو العدد الذي يوضع قبل عدد جزيئات كل مركب في المعادلة ويتم ضبط هذا العدد لتتزن المعادلة). على سبيل المثال $2H_2O$ المعامل هو رقم 2 قبل الهيدروجين، ويضرب في عدد ذرات كل من الهيدروجين والأكسجين).

الاتصال الكتابي

دع الطلاب يكتبون رسالة إلى صديق مستخدمين الرموز سواء الحروف أو الأشكال. يمكن أن يتبادل الطلاب الخطابات لمعرفة مدى دلالة الرموز على المعنى.

علِّمْ

استكشف بصريًّا

دع الطلاب يدرسون الرموز ومعناها. دعهم يلاحظون أن اتجاه التفاعل يكتب من اليسار إلى اليمين. دعهم، أيضًا، يلاحظون أن جميع العناصر موجودة في جانبي المعادلة، ثم اسألهم الأسئلة التالية:

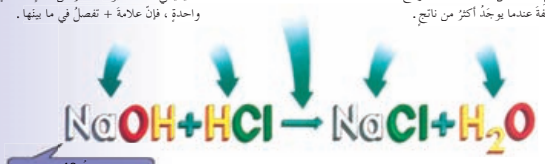
- في أي جانب من المعادلة نبدأ بالمواد المتفاعلة؟ **(الجانب الأيسر.)**
- ما الذي تعنيه علامة السهم وكيف تشبه علامة يساوي في الرياضيات؟ **(السهم يعني التحول أو الإنتاج وفي الرياضيات علامة تساوي تأتي بعد العمليات الرقمية وتليها النتائج.)**
- هل جميع التفاعلات الكيميائية تشمل منتجين أو أكثر؟ اشرح. **(لا. ساعد الطلاب على فهم أن المواد المتفاعلة يمكن أن تتحد بمنتج واحد.)**

جميعِ أنحاءِ العالمِ ، فإنّ المعادلةَ الكيميائيّةَ يُمكِنُ أن تُفهَمَ في أيّ بلدٍ في العالمِ وهي عبارةٌ عن جملةِ مصطلحاتٍ كيميائيّةٍ تبدأُ من جهةِ اليسارِ برموزِ الموادّ الداخلةِ في التفاعلِ وتنتهي جهةَ اليمينِ برموزِ الموادّ الناتجةِ من التفاعلِ.

النواتجُ
الموادُّ الناتجةُ من التفاعلِ (النواتجُ)، الموادُّ الجديدةُ المتكوّنةُ في التفاعلِ هي نواتجُه وهي تُوضَّحُ يمينَ علامةِ الإنتاجِ . تفصلُ علامةُ + النواتجَ المختلفةَ عندما يوجَدُ أكثرُ من ناتجٍ.

علامةُ الإنتاجِ
كما يدلُّ السهمُ فهي علامةٌ تعني «ينتجُ».

المتفاعلاتُ
الموادُّ الداخلةُ في التفاعلِ (المتفاعلاتُ)، المركّباتُ أو العناصرُ بالجانبِ الأيسرِ من المعادلةِ عبارةٌ عن الموادِّ التي يبدأُ بها التفاعلُ الكيميائيُّ . عندما يوجَدُ أكثرُ من مادّةٍ متفاعلةٍ واحدةٍ ، فإنّ علامةَ + تفصلُ في ما بينَها .



شكل 40
أجزاءُ التفاعلِ الكيميائيِّ

المتفاعلاتُ reactants الموادُّ المتفاعلةُ هي الموادُّ التي يحدثُ لها التغيّرُ الكيميائيُّ . عندما تتّحدُ فإنّ الموادَّ المتفاعلةَ تبدأُ بها المعادلةُ الكيميائيّةُ .

انظرْ إلى المعادلةِ الكيميائيّةِ في الشكلِ (40) . المتفاعلاتُ هي هيدروكسيدُ الصوديومِ NaOH وحمضُ الهيدروكلوريكِ HCl . السهمُ وهو علامةُ الإنتاجِ يربطُ بينَ جانبي المعادلةِ ، وهو يُشبِهُ الفعلَ في الجملةِ . عندما تقرأُ المعادلةَ الكيميائيّةَ فأنت تقرأُ السهمَ كأنّه كلمةُ «ينتجُ» . تنتهي المعادلةُ برموزِ **الموادِّ الناتجةِ من التفاعلِ** وتُسمّى **النواتجَ products** . يتّضحُ في الشكلِ أنّ النواتجَ هي كلوريدُ الصوديومِ NaCl والماءُ H_2O .

لتُوضِّحَ ما إذا كانَ التفاعلُ طاردًا أو ماصًّا للحرارةِ ، فإنّ كلمةَ الطاقةِ تُضافُ إلى أحدِ جانبي المعادلةِ.

عادةً ما تُكتَبُ المعادلاتُ الكيميائيّةُ لتُمثِّلَ مجموعةً واحدةً من المتفاعلاتِ ومجموعةً واحدةً من النواتجِ؛ لذلك فالمعادلةُ تصفُ على حدٍّ سواءٍ ما يحدثُ لجزيئينِ أو لكأسٍ مملوءةٍ بتلك الجزيئاتِ. لكن كما سوف ترى يجبُ أن تُكتَبَ المعادلاتُ في بعضِ الأحيانِ لتشملَ أكثرَ من جزيءٍ أو وَحدةٍ من المادّةِ نفسِها.

نشاط

تنميةُ مهارةِ التواصلِ

المعادلةُ الصحيحةُ

اكتبْ معادلةً كيميائيّةً للتفاعلِ التاليِ، يتفاعلُ السيليكونُ (Si) مع الأكسجينِ (O_2) ليُكوّنا ثانيَ أكسيدِ السيليكونِ (SiO_2) .

تنمية المهارات، صفحة 91

دع الطلاب يجرون نشاط «تنمية المهارات». لمساعدة الطلاب اكتب معادلة كيميائية لفظية ودعهم يتدربون على تحويلها إلى معادلة رمزية. **الإجابة:** $S+O_2 \rightarrow SO_2$

أعد التعليم

ساعد الطلاب على فهم أن المعادلة الكيميائية المتزنة تشبه المعادلة الرياضية $3x + 2y + 2x + y = 5x + 3y$.

اسأل ما عدد x و y في كل جانب من جانبي المعادلة. ($5x$، $3y$؛ يجب أن يكون العدد الخاص بكل حرف متساويًا في جانبي المعادلة.)

استكشف بصريًّا

دع الطلاب يدرسون المعادلات غير المتزنة والمتزنة في الشكل (41) واسألهم:

- ما الذي يحويه كل جزيء في الجانب الأيسر من المعادلة غير المتزنة؟ **(ذرتان من الهيدروجين وذرتان من الأكسجين.)**
- ما الذى يحويه الجزيء في الجانب الأيمن من المعادلة غير المتزنة؟ **(ذرة أكسجين واحدة وذرتان من الهيدروجين.)**
- ما الذرة المتبقية في المعادلة غير المتزنة؟ **(ذرة أكسجين واحدة.)**
- اسأل الأسئلة نفسها في المعادلة المتزنة. (أربع ذرات هيدروجين وذرتان من الأكسجين في الجانب الأيسر، ذرتان من الهيدروجين وذرة من الأكسجين في كل جزيء في الجانب الأيمن).

أفكار في العلوم

الطاقة: تحفظ الطاقة في جميع التفاعلات الكيميائية. يوضح توازن المعادلة الكيميائية حفظ الطاقة بحساب الكتلة والطاقة الكلية الموجودة في التفاعل الكيميائي.

الإجابة عن السؤال الوارد في الصلة بعلم الحياة:

المعادلة المتزنة لعملية البناء الضوئي كما يلي:

$$6CO_2 + 6H_2O + \text{ضوء} \rightarrow C_6H_{12}O_6 + 6O_2$$

المعادلاتُ الكيميائيّةُ المتّزنةُ

Balanced Chemical Equations

انظرْ إلى الشكلِ (40) مرّةً ثانيةً. كم عددُ ذرّاتِ الصوديومِ بالجانبِ الأيسرِ من المعادلةِ؟ وكم عددُها بالجانبِ الأيمنِ؟ احسبْ أيضًا عددَ ذرّاتِ الهيدروجينِ والأكسجينِ والكلورِ. لماذا يجبُ أن يتساوى عددُ ذرّاتِ كلِّ عنصرٍ في كلِّ جانبٍ من جانبي المعادلةِ؟ قانونُ بقاءِ المادّةِ والطاقةِ يُقرّرُ أنّ المادّةَ لا تفنى أو تُستحدَثُ في التفاعلِ الكيميائيِّ.

الذرّاتُ الموجودةُ في الموادِّ المتفاعلةِ يجبُ أن توجَدَ في الموادِّ الناتجةِ. لهذا فإنّ المعادلاتِ الكيميائيّةَ غالبًا ما تُكتَبُ بحيث تكونُ أعدادُ كلِّ نوعٍ من الذرّاتِ على أحدِ الجانبينِ مساويةً لأعدادِ كلِّ نوعٍ من الذرّاتِ على الجانبِ الآخرِ.

عندما تُكتَبُ المعادلةُ الكيميائيّةُ بهذه الطريقةِ تُسمّى معادلةً كيميائيّةً متّزنةً. المعادلةُ في الشكلِ (41) متوازنةٌ. سوف تصادفُ العديدَ من المعادلاتِ الكيميائيّةِ، حيثُ تعرفُ أنواعَ الموادِّ الداخلةِ في التفاعلِ، ولكن لا تعرفُ كم عددُ الجزيئاتِ أو الذرّاتِ المتفاعلةِ. هذه المعادلاتُ يجبُ أن تكونَ متّزنةً.

عندما تزنُ معادلةً تكتبُ الأعدادَ أمامَ الصيغِ التي تتطلّبُ ذلك. هذه الأعدادُ تُسمّى **المعاملاتِ (أي عددَ الجزيئاتِ)**، تدلُّ على عددِ الذرّاتِ أو الجزيئاتِ للمادّةِ التي قد تضمّنَها التفاعلُ. على سبيلِ المثالِ $2H_2O$ تعني جزيئين من الماءِ). كُنْ حذرًا حتّى لا تخلطَ بينَ المعاملاتِ (عددِ الجزيئاتِ) وعددِ الذرّاتِ. فعددُ الذرّاتِ الذي يُوضّحُ كم عددُ ذرّاتِ

الصلةُ بعلمِ الحياةِ

Life Science

البناءُ الضوئيُّ هو العمليةُ التي بواسطتِها تستخدمُ النباتاتُ الطاقةَ الشمسيّةَ لصنعِ الغذاءِ. المعادلةُ الكيميائيّةُ تُوضّحُ هذا الأداءَ.

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

أعدْ كتابةَ معادلةِ البناءِ الضوئيِّ واجعلْها متّزنةً.

شكلُ 41

وزنُ معادلةٍ كيميائيّةٍ

معادلةٌ كيميائيّةٌ متّزنةٌ

Balanced chemical equation

المعادلةُ متّزنةٌ عندما يكونُ المعاملُ 2 أمامَ صيغةِ الماءِ في الجانبِ الأيمنِ وأمامَ صيغةِ الهيدروجينِ في الجانبِ الأيسرِ. يُمكنُكَ أن تُلاحظَ الآنَ ذرّتينِ من الأكسجينِ على اليسارِ وذرّتينِ على اليمينِ. وهناكَ أربعُ ذرّاتٍ من الهيدروجينِ على اليسارِ وأربعُ ذرّاتٍ على اليمينِ. ▼

$2H_2 + O_2 \longrightarrow 2H_2O$

▲ **معادلةٌ كيميائيّةٌ غيرُ متّزنةٍ**

Unbalanced chemical equation

ما سببُ عدمِ اتّزانِ هذه المعادلةِ؟ احسبْ عددَ ذرّاتِ الهيدروجينِ. سوف تجدُ أنّ العددَ ذرّتانِ في كلِّ جانبٍ. عددُ ذرّاتِ الأكسجينِ غيرُ متساوٍ في كلِّ جانبٍ، فهناكَ ذرّتانِ من الأكسجينِ على اليسارِ وذرّةٌ واحدةٌ على اليمينِ.

ملف تقييم الأداء

دع الطلاب يعدون قائمة بالمواد الشائعة التي لها صيغ كيميائية، مثل الخل، الأسمنت، السكر، الملح، الصدأ، البرونز، النحاس الأصفر، الماء. دعهم يستخدمون القاموس ويسجلون الصيغة الكيميائية لكل مادة. يمكن أن يضيفوا إلى هذه القائمة ما يتعلق بدراستهم في فصول هذه الوحدة.

التفكير الناقد

إذا....برهن: أشر إلى أن كلًّا من الهيدروجين والأكسجين غازات. اسأل: إذا تم تحليل الماء إلى الغازين، فأي منهما يكون له حجم أكبر؟ ولماذا؟ **(الهيدروجين؛ لأن هناك ذرتين من الهيدروجين مقابل ذرة واحدة من الأكسجين.)**

تنمية المهارات

استنتج: دع الطلاب يتوقعون كيف يمكن كتابة التفاعل الكيميائي الذي يُفصل فيه الماء إلى الهيدروجين والأكسجين. (التفاعل هو عكس معادلة تكوين الماء؛ $(2H_2O \rightarrow 2H_2+O_2$

إجابات إكساب المهارات

1. $Ca + 2HCl \rightarrow CaCl_2 + H_2$
2. $2Mg + O_2 \rightarrow 2MgO$
3. $2Na + 2H_2O \rightarrow 2NaOH + H_2$
4. $Br_2 + 2KI \rightarrow 2KBr + I_2$
5. $Zn + 2HCl \rightarrow ZnCl_2 + H_2$
6. $2HCl + CaCO_3 \rightarrow CaCl_2 + CO_2 + H_2O$

بحث

دع الطلاب يستخدمون كتبًا مرجعية للوصول إلى كيفية تكون الأوزون طبيعيًّا. دعهم يبحثون حول تاريخ نضوب الأوزون في الغلاف الجوي.

عنصرٍ ما يوجَدُ في الجزيءِ ولا يُمكِنُ أن يُعدَّلَ لكي يُوازِنَ أيَّ معادلةٍ ، والتعديلُ يتمُّ في المعاملاتِ أي في عددِ الجزيئاتِ.

انظرِ الشكلَ (41) . المعادلةُ الموجودةُ على اليمينِ في حاجةٍ إلى اتّزانٍ. احسبْ عددَ ذرّاتِ الهيدروجينِ والأكسجينِ في كلِّ جانبٍ للمعادلةِ ، فتُلاحِظَ اتّزانَ الهيدروجينِ وعدمَ اتّزانِ الأكسجينِ. كيف يُمكِنُك مساواةُ عددِ ذرّاتِ الأكسجينِ في الجانبين. يُمكِنُك وضعُ المعاملِ 2 أمامَ صيغةِ الهيدروجينِ ، والمعاملِ 2 أمامَ صيغةِ الماءِ. بهذه المعاملاتِ تقولُ المعادلةُ: إنّ جزيئينِ من الهيدروجينِ وجزيئًا من الأكسجينِ يتفاعلان لتكوينِ جزيئينِ من الماءِ.

العلمُ والمجتمعُ

سلسلةُ التفاعلاتِ في طبقةِ الأوزونِ

في أعلى طبقاتِ الجوِّ العليا توجَدُ طبقةٌ رقيقةٌ من جزيئاتِ الأوزونِ تحمي الحياةَ على الأرضِ من أضرارِ أشعّةِ الشمسِ فوقَ البنفسجيّةِ . الأوزونُ مكوَّنٌ من ثلاثِ ذرّاتِ أكسجينٍ بالصيغةِ O_3 . اكتشفَ العلماءُ في 1974 موادَّ تُسمّى كلوروفلوروكربونَ CFCS تُدمِّرُ طبقةَ الأوزونِ ، وموادَّ الكلوروفلوروكربونِ غازاتٌ مصنّعةٌ تُستخدَمُ في الثلّاجاتِ والمكيّفاتِ والعبواتِ الرذاذةِ . انظرْ إلى الشكلِ (42) لترى طبقةَ الأوزونِ في القطبِ الجنوبيِّ وقد أصبحتْ رقيقةً جدًّا. عندَ ارتفاعِ نسبةِ الفلوروكلوروكربونِ في الغلافِ الجوّيِّ تعملُ الأشعّةُ فوقَ البنفسجيّةِ على تكسيرِ الروابطِ بينَ ذرّاتِ الكربونِ وذرّاتِ الكلورِ.

$$2CF_2Cl_2 \longrightarrow 2CF_2Cl + Cl_2$$

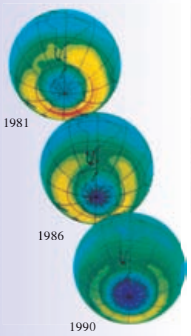
جزيئاتُ الكلورِ تنشطرُ إلى ذرّاتِ الكلورِ بتأثيرِ الأشعّةِ فوقَ البنفسجيّةِ.

$$Cl_2 \longrightarrow 2Cl$$

بعدَ ذلك تُهاجِمُ ذرّاتُ الكلورِ جزيئاتِ الأوزونِ.

$$Cl + O_3 \longrightarrow ClO + O_2$$

جزيئاتُ الأكسجينِ العاديُّ الناتجةُ من هذه السلسلةِ عن التفاعلاتِ لا تمنعُ الأشعّةَ فوقَ البنفسجيّةِ من الوصولِ إلى سطحِ الأرضِ. وقد ازعجَ الكثيرُ من الناسِ لأنّ وصولَ الأشعّةِ فوقَ البنفسجيّةِ إلى سطحِ الأرضِ يكمّيّاتٍ كبيرةٍ يُسبِّبُ الإصابةَ بسرطانِ الجلدِ وتدميرِ المحاصيلِ الغذائيّةِ . في عام 1990 وافقَتْ 93 دولةً على إيقافِ استخدامِ مركّباتِ الفلوروكلوروكربونِ ابتداءً من عام 2000. هذا الموقفُ على كلِّ حالٍ لم يكنْ كافيًا لتوقّفِ التدميرِ التدريجيِّ لطبقةِ الأوزونِ.



شكل 42
يُوضّحُ اللونُ الأصفرُ في صورِ الحاسوبِ المبيّنةِ مساحاتٍ سميكةً من طبقةِ الأوزونِ والمساحاتُ الملوّنةُ بالأزرقِ والأرجوانيِّ عبارةٌ عن طبقةٍ رقيقةٍ جدًّا من الأوزونِ.

قيِّمْ

اختتم

عَزِّز: اسأل الطلاب كيف يمكنهم التعبير عن التفاعلات الكيميائية باستخدام الأقراص المثقوبة أو قطع من الأوراق الملونة، دعهم يحددون ألوانًا مختلفة للعناصر التي ظهرت في المعادلات في كتاب الطالب. يمكن أن يختار كل طالب معادلتين ويُصمم مخططًا لهما باستخدام أقراص ملونة تمثل ذرات العناصر والخطوط للروابط فيما بينها. ذكر الطلاب أن مخططاتهم يجب أن تكون متزنة. دع كل اثنين يتبادلان المخططات ويترجمانها إلى معادلات كيميائية تقليدية. ناقش مدى ارتباط المخططات إلى المعادلات.

تكامل العلوم

علم الأرصاد الجوية: ناقش ارتفاع طبقة الأوزون وعلاقتها بالطبقات الأخرى للغلاف الجوي للأرض. يتكون الغلاف الجوي للأرض من خمس طبقات أساسية هي التروبوسفير Troposphere وتمتد من سطح الأرض لارتفاع 10 km إلى 16 km. الإستراتوسفير Stratosphere تمتد من حافة التروبوسفير إلى 50 km. تقع الطبقة المركزة للأوزون بين 20 km و 45 km من طبقة الإستراتوسفير لتحمي الأرض من الأشعة فوق البنفسجية الزائدة. طبقة الميزوسفير Mesosphere تمتد فوق طبقة الإستراتوسفير لارتفاع 80 km إلى 600 km أعلى الأرض. الطبقة الأخيرة هي الأكسوسفير Exosphere وهي أعلى من 600 km.

إجابات أسئلة مراجعة الدرس 2–2

1. الكالسيوم Ca وحمض الهيدروكلوريك HCl هي المواد المتفاعلة. كلوريد الكالسيوم $CaCl_2$ والهيدروجين H_2 هي النواتج.
2. $2NaCl + H_2SO_4 \rightarrow Na_2SO_4 + 2HCl$
3. يدل الرقم أسفل العنصر على عدد الذرات في الجزيء والمعامل أي الرقم أمام الجزيء أو العنصر يدل على عدد الجزيئات في التفاعل. تتغير المعاملات بهدف اتزان المعادلة أما عدد الذرات فلا يتغير.
4. $4Fe + 3O_2 \rightarrow 2Fe_2O_3$

نشاط

بناءُ مهارةِ الحساب

كتابةُ المعادلاتِ الكيميائيّةِ

كتابةُ المعادلاتِ مهارةٌ مهمّةٌ يُمكنُ أن تتعلّمَها بالممارسةِ أو التدريب. اكتبْ معادلاتٍ كيميائيّةً تُقابِلُ المعادلاتِ الكلاميّةَ أو اللفظيّةَ التي تليها ، وكلُّ مسألةٍ تتضمّنُ الصيغَ الكيميائيّةَ التي تحتاجُ إليها لكتابةِ المعادلةِ .

1. الكالسيومُ وحمضُ الهيدروكلوريك يُكوّنان كلوريدَ الكالسيومِ والهيدروجينَ .
   حمضُ الهيدروكلوريك: HCl
   كلوريدُ الكالسيوم: $CaCl_2$
   الهيدروجينُ: H_2
2. المغنسيومُ والأكسجينُ يُكوّنان أكسيدَ المغنسيومِ .
   الأكسجينُ: O_2
   أكسيدُ المغنسيوم: MgO
3. الصوديومُ والماءُ يُكوّنان هيدروكسيدَ الصوديومِ والهيدروجينَ . هيدروكسيدُ الصوديوم: NaOH

تذكّرْ أنّ المعادلةَ لا تُصبِحُ منتهيةً حتّى تتزنَ ، راجعْ ما سبقَ من معادلاتٍ وزنْها بالخطواتِ التاليةِ:

(أ) احسبْ عددَ ذرّاتِ كلِّ عنصرٍ على كلِّ جانبٍ من جانبَي المعادلةِ .

(ب) استخدِمِ المعاملاتِ لمعادلةِ أعدادِ الذرّاتِ .

(ج) راجعْ عملَكَ بإعادةِ الخطوةِ (أ) .

هل قيامُكَ بوزنِ المعادلاتِ يُعدُّ شيئًا جيّدًا؟! نَعَمْ مهاراتُكَ بموازنةِ المعادلاتِ الآتيةِ:

4. $Br_2 + KI \rightarrow KBr + I_2$
5. $Zn + HCl \rightarrow ZnCl_2 + H_2$
6. $HCl + CaCO_3 \rightarrow CaCl_2 + CO_2 + H_2O$

أسئلة مراجعة الدرس 2–2

اختبرْ وفسّرْ

1. حدِّدِ الموادَّ المتفاعلةَ ونواتجَ التفاعلِ في هذه المعادلةِ:
   $Ca + 2HCl \rightarrow CaCl_2 + H_2$
2. زِنِ المعادلةَ الآتيةَ: $NaCl + H_2SO_4 \rightarrow Na_2SO_4 + HCl$
3. **قارِنْ وبايِنْ:** فيمَ يختلفُ وفيمَ يتشابهُ كلٌّ من رقمِ المعاملاتِ (عددِ الجزيئاتِ المتفاعلةِ) وعددِ الذرّاتِ الداخلةِ في التفاعلِ؟
4. **التواصلُ:** اكتبْ معادلةً متّزنةً للتفاعلِ التاليِ: حديد + أكسجين ← أكسيد حديد . الصيغةُ الكيميائيّةُ لأكسيدِ الحديدِ هي Fe_2O_3 .

94

الدرس الثالث 2-3

أنواع التفاعلات الكيميائية

حفِّزْ

تنشيط المعرفة السابقة

كي تقدِّر ما يعرفه الطلاب عن أنواع التفاعلات الكيميائية، وجّه إليهم الأسئلة التالية:

- ما الخصائص التي يمكن أن تستخدمها كطريقة لتصنيف التفاعلات الكيميائية ضمن فئات؟
- ما هي بعض الأمثلة من أنواع المواد التي تنتجها التفاعلات الكيميائية؟
- هل يتضمن التفاعل الكيميائي تكسير المواد أو اتحاد المواد أو كلتا العمليتين؟

علِّمْ

استكشف بصريًّا

دع الطلاب يدرسون الشكلين (44) و(45). وناقشهم:

- انظر إلى تفاعل التكوين. حدد الذرات في كل جزيء من الجانب الأيسر للمعادلة. **(يحتوي جزيء النيتروجين على ذرتين من النيتروجين وجزيء الأكسجين على ذرتين من الأكسجين.)**
- حدد الذرات في كل جزيء تم إنتاجه في تفاعل التكوين. **(الجزيء يحتوي على ذرة نيتروجين وذرة أكسجين.)**
- انظر إلى تفاعل الانحلال. إلى أي مدى تختلف الجزيئات الناتجة عن تلك في تفاعل التكوين؟ **(كل جزيء منتج في تفاعل الانحلال لديه النوع نفسه من الذرة. في تفاعل التكوين تحتوي الجزيئات على أنواع مختلفة من الذرات.)**

تنمية المهارات

استنتج: ما الذي يسبب عادةً بدء تفاعلات الانحلال؟ **(تبدأ التفاعلات عند وجود الحرارة أو أي صورة أخرى من الطاقة مع المواد المتفاعلة.)**

3-2 أنواعُ التفاعلاتِ الكيميائيّةِ

Types of Chemical Reactions

الأهدافُ

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

- **يُسمّي** أربعةَ أنواعٍ من التفاعلاتِ الكيميائيّةِ.
- **يصف** كلَّ نوعٍ منْ أنواعِ التفاعلاتِ الكيميائيّةِ ويُعطِي مثالًا لكلِّ تفاعلٍ.
- **يُصنّف** المعادلاتِ الكيميائيّةَ بواسطةِ نوعِ التفاعلِ.
- **يصنع نموذجًا** يصفُ الشكلَ العامَّ لكلِّ نوعٍ من أنواعِ التفاعلِ الكيميائيِّ.
- **يُعرّف المصطلحات الأساسية:** تفاعلَ تكوينٍ، تفاعلَ انحلالٍ، تفاعلَ الإحلالِ المفردِ، تفاعلَ الإحلالِ المزدوجِ.

من المحتمَلِ أنّك لاحظْتَ عندَ كتابتِك للمعادلةِ ووزنِها أنّ هناك اختلافًا كبيرًا في التفاعلاتِ الكيميائيّةِ. عددُ الموادِّ المتفاعلةِ والموادُّ الناتجةِ كلاهُما مختلِفٌ. الموادُّ الداخلةُ في التفاعلاتِ قد تكونُ عناصرَ أو مركّباتٍ، ذرّاتٍ أو جزيئاتٍ. وفي التفاعلاتِ المختلِفةِ تُعيدُ الذرّاتُ ترتيبَ نفسِها بطرقٍ مختلِفةٍ.

شكل 43
غازُ الكلورِ يتفاعلُ مع الحديدِ في سلكِ التنظيفِ لتكوينِ مادّةٍ واحدةٍ.

ظواهرُ في الكيمياءِ

Patterns in Chemistry

لاحظَ العلماءُ ووصفوا ملايينَ من التفاعلاتِ الكيميائيّةِ. مع أنّ كلَّ تفاعلٍ مستقلٌّ، هناك تشابهٌ بينَ التفاعلاتِ. على سبيلِ المثالِ، هل لاحظْتَ في المعادلاتِ الكيميائيّةِ التي درسْتَها أنّه في العديدِ من التفاعلاتِ المختلِفةِ تُبادلُ ذرّتان مواقعَهما؟ الذرّاتُ التي تتنقلُ تكونُ مختلِفةً في كلِّ مرّةٍ، لكنّ عمليّةَ التفاعلِ الكيميائيِّ هي نفسُها، وكلّما أمعنْتَ النظرَ أكثرَ فإنّك ترى كثيرًا من التشابهاتِ. منذ زمنٍ طويلٍ تحقّقَ العلماءُ من أنّه عندما تتفاعلُ الموادُّ المتفاعلةُ مع بعضِها فإنّها تتّبعُ بعضَ الأنماطِ الأساسيّةِ.

أغلبُ التفاعلاتِ يُمكِنُ أن تُقسَمَ إلى أربعةِ أنواعٍ أساسيّةٍ. اعتمادًا على ما تتبّعُه من هذه الظواهرِ والأنماطِ. أنواعُ هذه التفاعلاتِ هي: تفاعلاتُ التكوينِ، تفاعلاتُ الانحلالِ، تفاعلاتُ الإحلالِ المفردِ، تفاعلاتُ الإحلالِ المزدوجِ. بالفحصِ الدقيقِ للمعادلةِ الكيميائيّةِ للتفاعلِ تستطيعُ أن تُحدّدَ نوعَ التفاعلِ. يُعدُّ تصنيفُ التفاعلاتِ مفيدًا لإدراكِ هذا التنوّعِ الهائلِ للتفاعلاتِ الكيميائيّةِ في الطبيعةِ.

تفاعلاتُ التكوينِ

Formation Reactions

عندَ اتّحادِ مادّتينِ بسيطتينِ لتكوينِ مادّةٍ ثالثةٍ أكثرَ تعقيدًا يكونُ تفاعلُ التكوينِ **formation reaction** قد حدثَ (شكلُ (44))، يُسمّى التفاعلُ أيضًا تفاعلَ الاتّحادِ.

مثالُ تفاعلِ التكوينِ أيضًا في الشكلِ (44) يتّحدُ النيتروجينُ بالأكسجينِ لتكوينِ أكسيدِ النيتريكِ. كثيرٌ منْ تفاعلاتِ التكوينِ تشملُ عنصرين يتّحدان لتكوينِ مركّبٍ. عندَ تسخينِ خليطٍ من الحديدِ (Fe) والكبريتِ (S) يتّحدان لتكوينِ كبريتيدِ الحديدِ.

$$Fe + S \longrightarrow FeS$$

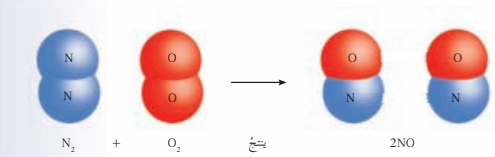
يُمكِنُ أن يتّحدَ أيضًا مركّبان لتكوينِ منتجٍ مفردٍ، على سبيلِ المثالِ، أكسيدُ الكالسيومِ يتّحدُ بالماءِ لتكوينِ هيدروكسيدِ الكالسيومِ:

$$CaO + H_2O \longrightarrow Ca(OH)_2$$

كثيرٌ من تفاعلاتِ التكوينِ مثلِ احتراقِ الفحمِ يُعتبَرُ تفاعلًا طاردًا للحرارةِ والضوءِ (طاردًا للطاقةِ):

$$C + O_2 \longrightarrow CO_2 + \text{حرارة} + \text{ضوء}$$

شكل 44
تفاعلاتُ التكوينِ



الصلة بالفن

دع الطلاب يستخدمون الأشكال الهندسية مثل المثلثات أو المربعات ونقوش مثل النقاط والخطوط المتشابكة لصناعة نماذج عن تفاعلات التكوين والانحلال، ثم دعهم يصنعون نماذج من تفاعلات الإحلال المفرد والمزدوج. دعهم يلصقون الأشكال الهندسية على ورقة ويعرضون نماذجهم على الفصل.

الصلة بآداب اللغة

اسأل الطلاب أن يكتبوا تعريفًا مبسطًا للمصطلحات: التكوين، الانحلال، الإحلال. دعهم يشرحون كيف أن كل مصطلح يدل على نوع التفاعل الكيميائي الذي يصفه. (في التكوين يتكوّن شيء جديد– في الانحلال يتم التكسير إلى أجزاء، في الإحلال يحل شيء محل الآخر.)

الترابط والتداخل بالعلوم والتكنولوجيا والمجتمع

اسأل الطلاب عن أمثلة للتفاعلات الكيميائية التي تحدث مع الفلزات. (قد يذكرون صدأ الفلز وفقد بريقه)، ثم اسألهم عن المميزات الاقتصادية للفلزات غير النشطة. (الفلزات غير النشطة لا تصدأ ولا تفقد بريقها). دع الطلاب يناقشون كيفية ضبط عملية الصدأ أو فقد البريق في بعض الفلزات. (التغطية؛ مثل التغطية بالك shellac).

تفاعلاتُ الانحلالِ

Decomposition Reactions

عندما تتحلّلُ الورقةُ النباتيّةُ فإنّها تتفكّكُ إلى موادَّ أبسط . كلمةُ تتحلّلُ تُستخدَمُ ببساطةٍ في الكيمياءِ في **تفاعلات الانحلال decomposition reactions** ، **حيث تتفكّكُ المادّةُ المتفاعلةُ إلى عناصرَ أو مركّبات أبسطَ .**

انظرْ إلى المعادلةِ في الشكلِ (45) إنّها تُوضّحُ تحلّلَ الماءِ إلى الهيدروجينِ والأكسجينِ. تحلّلُ الماءِ تفاعلٌ ماصٌّ للحرارةِ ، فالكهرباءُ يجبُ أن تُضافَ حتّى يحدثَ التفاعلُ.

تحلّلُ كثيرٍ من المركّباتِ يتمُّ بواسطةِ الحرارةِ . على سبيلِ المثالِ ، أكسيدُ الزئبقِ (HgO) يتحلّلُ عندما يتمُّ تسخينُه في أنبوبةِ اختبارٍ ويتحوّلُ إلى غازِ الأكسجينِ وكرياتٍ فضّيّةٍ من الزئبقِ.

$$2HgO + \text{الحرارة} \longrightarrow O_2 + 2Hg$$

إذا عكسْتَ السهمَ في تفاعلِ الانحلالِ ، يُصبحُ تفاعلَ تكوينٍ؛ لذا فإنّ تفاعلاتِ التكوينِ والانحلالِ تفاعلاتٌ عكسيّةٌ.

شكل 45
تفاعلاتُ الانحلالِ

تكامل العلوم

العلوم الطبيعية: رغم أنه من المفيد أن نصنف التفاعلات الكيميائية، إلا أن جميعها لا تتوافق مع واحد من الأنماط المحددة، على سبيل المثال، البناء الضوئي. يمد البناء الضوئي جميع كائنات الدنيا بالطاقة، وذلك بتخزين الطاقة الضوئية في المركبات العضوية. اعمل مع الطلاب لتصف البناء الضوئي كاتحاد لأنواع من التفاعلات: (أكثر من منتج واحد من التفاعل).

استكشف بصريًّا

دع الطلاب يدرسون الشكلين (46) و(47)، ثم اسألهم الأسئلة التالية.

◄ في تفاعل الإحلال المفرد، أي أيون قد تحرك؟
(SO_4^{-2})

◄ في تفاعل الإحلال المزدوج أي أيون قد تحرك؟
(الكلور Cl^- يترك البوتاسيوم K^+ ويتحد بالفضة Ag^+.)

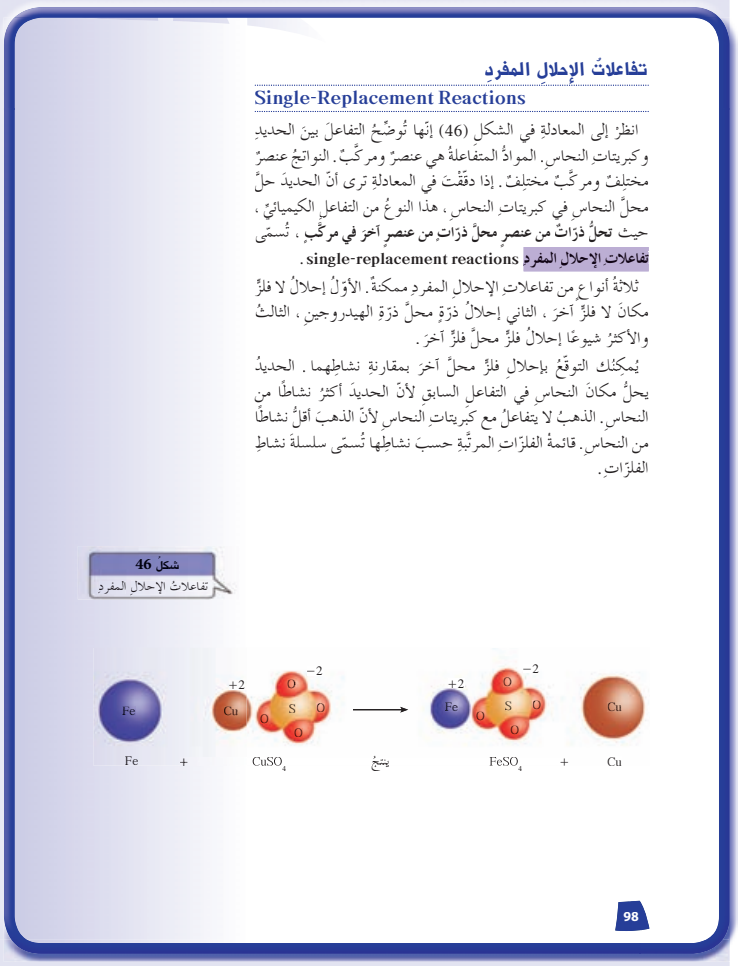
ملف تقييم الأداء

زوِّد الطلاب بمشابك ورقية بألوان مختلفة. اسألهم أن يعملوا في مجموعات ثلاثية ليصنعوا من المشابك الورقية نماذج عن تفاعلات التكوين والانحلال، لتساعدهم على فهم تفاعلات الإحلال، دعهم يصنعون من المشابك الورقية نماذج عن تفاعلات الإحلال المفرد والإحلال المزدوج. دع الطلاب يستخدمون أقلام رصاص ملونة لرسم نماذج التفاعلات. ذكرهم بكتابة بيانات رسوماتهم يمكن أن يضيف الطلاب الرسومات إلى ملفات أدائهم.

تنمية المهارات، صفحة 100

لتساعد الطلاب على تصنيف نوع التفاعل، دعهم يجرون نشاط «تدريب المهارات».

الإجابة: إنه تفاعل إحلال مزدوج لأن اثنين من الأيونات الموجبة استبدلا مواضعهما.



تفاعلاتُ الإحلالِ المفردِ
Single-Replacement Reactions

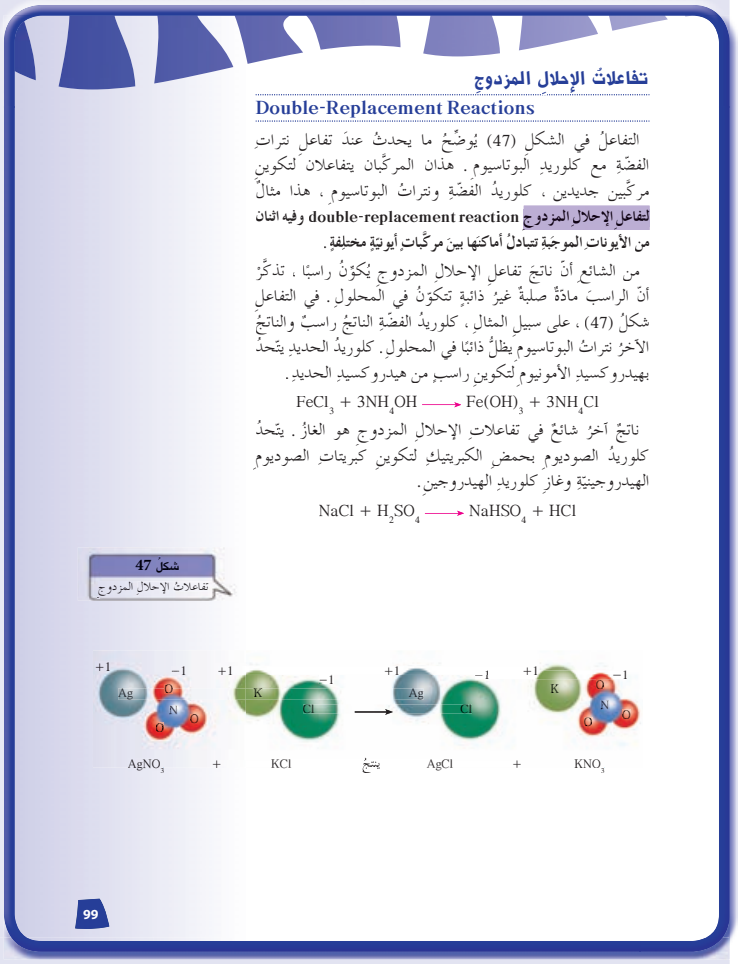
انظرْ إلى المعادلةِ في الشكلِ (46) إنّها تُوضّحُ التفاعلَ بينَ الحديدِ وكبريتاتِ النحاسِ. الموادُّ المتفاعلةُ هي عنصرٌ ومركّبٌ. النواتجُ عنصرٌ مختلفٌ ومركّبٌ مختلفٌ. إذا دقّقْتَ في المعادلةِ ترى أنّ الحديدَ حلّ محلَّ النحاسِ في كبريتاتِ النحاسِ، هذا النوعُ من التفاعلِ الكيميائيِّ، حيث **تحلُّ ذرّاتٌ من عنصرٍ محلَّ ذرّاتٍ من عنصرٍ آخرَ في مركّبٍ**، تُسمّى **تفاعلاتِ الإحلالِ المفردِ** single-replacement reactions.

ثلاثةُ أنواعٍ من تفاعلاتِ الإحلالِ المفردِ ممكنةٌ. الأوّلُ إحلالُ لا فلزٍّ مكانَ لا فلزٍّ آخرَ، الثاني إحلالُ ذرّةٍ محلَّ ذرّةِ الهيدروجينِ، الثالثُ والأكثرُ شيوعًا إحلالُ فلزٍّ محلَّ فلزٍّ آخرَ.

يُمكِنُكَ التوقّعُ بإحلالِ فلزٍّ محلَّ آخرَ بمقارنةِ نشاطِهما. الحديدُ يحلُّ مكانَ النحاسِ في التفاعلِ السابقِ لأنّ الحديدَ أكثرُ نشاطًا من النحاسِ. الذهبُ لا يتفاعلُ مع كبريتاتِ النحاسِ لأنّ الذهبَ أقلُّ نشاطًا من النحاسِ. قائمةُ الفلزّاتِ المرتّبةُ حسبَ نشاطِها تُسمّى سلسلةَ نشاطِ الفلزّاتِ.

شكل 46
تفاعلاتُ الإحلالِ المفردِ

98



تفاعلاتُ الإحلالِ المزدوجِ
Double-Replacement Reactions

التفاعلُ في الشكلِ (47) يُوضّحُ ما يحدثُ عندَ تفاعلِ نتراتِ الفضّةِ مع كلوريدِ البوتاسيومِ. هذان المركّبان يتفاعلانِ لتكوينِ مركّبينِ جديدين، كلوريدُ الفضّةِ ونتراتُ البوتاسيومِ، هذا مثالٌ **لتفاعلِ الإحلالِ المزدوجِ** double-replacement reaction **وفيه اثنان من الأيوناتِ الموجبةِ تتبادلُ أماكنَها بينَ مركّباتٍ أيونيّةٍ مختلفةٍ**.

من الشائعِ أنّ ناتجَ تفاعلِ الإحلالِ المزدوجِ يُكوّنُ راسبًا، تذكّرْ أنّ الراسبَ مادّةٌ صلبةٌ غيرُ ذائبةٍ تتكوّنُ في المحلولِ. في التفاعلِ شكلُ (47)، على سبيلِ المثالِ، كلوريدُ الفضّةِ الناتجُ راسبٌ والناتجُ الآخرُ نتراتُ البوتاسيومِ يظلُّ ذائبًا في المحلولِ. كلوريدُ الحديدِ يتّحدُ بهيدروكسيدِ الأمونيومِ لتكوينِ راسبٍ من هيدروكسيدِ الحديدِ.

$$FeCl_3 + 3NH_4OH \longrightarrow Fe(OH)_3 + 3NH_4Cl$$

ناتجٌ آخرُ شائعٌ في تفاعلاتِ الإحلالِ المزدوجِ هو الغازُ. يتّحدُ كلوريدُ الصوديومِ بحمضِ الكبريتيكِ لتكوينِ كبريتاتِ الصوديومِ الهيدروجينيّةِ وغازِ كلوريدِ الهيدروجينِ.

$$NaCl + H_2SO_4 \longrightarrow NaHSO_4 + HCl$$

شكل 47
تفاعلاتُ الإحلالِ المزدوجِ

99

تنمية المهارات

استنتج: افرض أن تحليل تربة مزارع أثبت احتواؤها على نسبة عالية من الأحماض. ماذا يجب أن يفعله المزارع ليعادل الأحماض؟ **(يضيف قاعدة مثل الجير إلى التربة.)**

قيِّمْ

اختتم

ملف تقييم الأداء: اطلب إلى الطلاب أن يرسموا مثالًا لكل نوع من التفاعل الكيميائي باستخدام دوائر مختلفة الألوان للتعبير عن الذرات المختلفة، والخطوط للتعبير عن الروابط، يجب أن يكتب الطلاب المعادلة الكيميائية عند أسفل كل رسم ويحددوا نوع التفاعل. يمكن أن يضيف الطلاب الرسوم إلى ملف أدائهم.

تكامل العلوم

العلوم الطبيعية: ذكر الطلاب أن عملية الهضم تتضمن العديد من تفاعلات الانحلال. الآن بعد أن تعلم الطلاب كثيرًا عن هذه التفاعلات، اسألهم ما المواد المتفاعلة والنواتج التي تتواجد في عملية الهضم عند الإنسان. **(المواد المتفاعلة من الطعام وتشمل النواتج جزيئات مستخدمة في الخلايا بالإضافة إلى الفضلات.)**

إجابات أسئلة مراجعة الدرس 2–3

1–2. قد تختلف الإجابات. تكوين–احتراق الفحم: $C+O_2 \rightarrow CO_2$؛ انحلال–أكسيد الزئبق: $2HgO+$ حرارة $\rightarrow 2Hg+O_2$؛ تفاعل إحلال مفرد–تفاعل الحديد مع كبريتات النحاس: $Fe+CuSO_4 \rightarrow FeSO_4+Cu$؛ تفاعل إحلال مزدوج–تفاعل نترات الفضة مع كلوريد البوتاسيوم: $AgNO_3+KCl \rightarrow AgCl+KNO_3$

3. (أ) إحلال مزدوج؛ (ب) تكوين؛ (ج) إحلال مفرد.

4. قد تختلف الإجابات. يجب أن تظهر نماذج الطلاب طرق اتحاد العناصر وتكسيرها وإحلال عناصر أخرى وتكوين مركبات جديدة.

أنت والعلومُ

كيف تعملُ مضاداتُ الحموضةِ

هل أحسستَ مرّةً بحرقةٍ في صدرك؟ من المحتمَلِ أنّه حدثَ بسببِ حامضِ المعدةِ الذي رجعَ إلى أعلى في المريءِ (الأنبوبةُ التي بينَ الحلقِ والمعدةِ). عندما تتناولُ أحدَ الأقراصِ المضادّةِ للحموضةِ تُصبِحُ في حالةٍ أفضلَ. ما الكيمياءُ التي سبّبَتْ هذا الارتياحَ؟

يحتوي مضادُّ الحموضةِ على قاعدةٍ، القواعدُ تتّحدُ وتتعادلُ مع الأحماضِ. على سبيلِ المثالِ، قاعدةُ هيدروكسيدِ المغنسيومِ تتّحدُ بحمضِ الهيدروكلوريكِ ويحدثُ التفاعلُ التالي:

$$Mg(OH)_2 + 2HCl \longrightarrow MgCl_2 + 2H_2O$$

النواتجُ هي كلوريدُ المغنسيومِ والماءُ ليستْ حمضيّةً أو قاعديّةً. النواتجُ تكونُ محلولًا غيرَ ضارٍّ من الملحِ في الماءِ.

من القواعدِ العديدةِ التي تُعادِلُ الأحماضَ هناك عددٌ قليلٌ من القواعدِ الآمنةِ بدرجةٍ كافيةٍ لاستخدامِها كمضاداتٍ للحموضةِ ومنها هيدروكسيدُ المغنسيومِ.

نشاط

تنميةُ مهارةِ التصنيفِ

نمطُ التفاعلِ

المعادلةُ الموجودةُ يمينَ الصفحةِ تُوضّحُ التفاعلَ بينَ حمضٍ وقاعدةٍ. ما نمطُ هذا التفاعلِ؟ كيفَ عرفْتَ؟

أسئلة مراجعة الدرس 2–3

اختبرْ وفسّرْ

1. اكتبْ قائمةً بالأنواعِ الأربعةِ للتفاعلاتِ الكيميائيّةِ واذكرْ مثالًا لكلٍّ منها.
2. اكتبْ معادلةً متّزنةً تصفُ كلَّ نوعٍ من أنواعِ التفاعلاتِ الكيميائيّةِ.
3. صنّفْ كلَّ نوعٍ من التفاعلاتِ التاليةِ حسبَ أنواعِ التفاعلاتِ الأربعةِ:
   (أ) $3KOH + AlCl_3 \longrightarrow Al(OH)_3 + 3KCl$
   (ب) $2Na + Cl_2 \longrightarrow 2NaCl$
   (ج) $2Na + 2H_2O \longrightarrow 2NaOH + H_2$
4. **اصنعْ نموذجًا.** يُمكنُك أن تصفَ كلَّ تفاعلاتِ التكوينِ بمعادلةٍ عامّةٍ مثل: $A + B \longrightarrow AB$ استخدِمْ مجموعتك الخاصّةَ من الرموزِ لتكوينِ معادلاتٍ لكلِّ نوعٍ من أنواعِ التفاعلاتِ الكيميائيّةِ الأربعةِ.

100

تحقق من معلوماتك

1. تكوين الراسب أو الغاز أو تغير اللون أو انطلاق الطاقة في صورة حرارة أو ضوء يوضح حدوث التفاعل الكيميائي.
2. عند اتزان المعادلة يكون عدد الذرات هونفسه على جانبي المعادلة لكل عنصر. كل المادة في جانب المواد المتفاعلة توجد في جانب المواد الناتجة.
3. يعاد ترتيب الذرات في جزيئات المواد المتفاعلة في التفاعل الكيميائي مما يكوّن النواتج.
4. يشير الرقم أسفل العنصر على اليمين إلى عدد الذرات لنوع معين من العنصر في كل جزيء من المركب. أما المعاملات (الأرقام المكتوبة أمام الجزيئات)، فهي تدل على عدد الجزيئات المشتركة في التفاعل.
5. في تفاعل التكوين، غالبًا ما يتّحد مركبان بسيطان لتكوين مركب معقد، تنطلق الطاقة في هذه العملية. غالبًا ما تستخدم الطاقة في تفاعل الانحلال حيث يتكسر المركب إلى مركبين بسيطين أو أكثر.
6. في كلا التفاعلين، تستبدل الذرات في أحد المركبات بذرات عنصر آخر في تفاعل الإحلال المفرد ويحل عنصر محل عنصر آخر في المركب. في تفاعل الإحلال المزدوج أيونان موجبان يتبادلان المواقع مع مركبات أيونية مختلفة.
7. راسب.
8. المعاملات.

تحقق من فهمك

1. (أ) ماص للحرارة.
   (ب) طارد للحرارة.
   (ج) طارد للحرارة.
2. الزنك أكثر نشاطًا من الحديد وتمنع الأكسدة الأكسجين من الوصول إلى الحديد.
3. (أ) تكوين.
   (ب) إحلال مفرد.
   (ج) انحلال.
   (د) إحلال مزدوج.

تحقق من معلوماتك

أجِبْ عمّا يأتي بجملةٍ كاملةٍ:

1. ما الملاحظاتُ التي تستدلُّ منها على حدوثِ التفاعلِ الكيميائيِّ؟
2. إلى أيِّ مدًى تنتمي المعادلةُ الكيميائيّةُ إلى قانونِ بقاءِ المادّةِ والطاقةِ؟
3. صِفْ كيف تنتمي الموادُّ المتفاعلةُ إلى الموادِّ الناتجةِ.
4. ما الفرقُ بينَ عددِ الذرّاتِ وعددِ الجزيئاتِ في المعادلةِ الكيميائيّةِ؟
5. قارِنْ بينَ تفاعلِ التكوينِ وتفاعلِ الانحلالِ.
6. فيمَ تتشابهُ وفيمَ تختلفُ تفاعلاتُ الإحلالِ المفردِ وتفاعلاتُ الإحلالِ المزدوجِ؟

اختر أفضلَ إجابةٍ لإكمالِ كلِّ جملةٍ ممّا يأتي:

7. من أدلّةِ حدوثِ التفاعلِ الكيميائيِّ إنتاجُ .....
   (عاملِ حفّازٍ ، أنزيمٍ ، راسبٍ ، معاملٍ).
8. عندَ وزنِ المعادلةِ الكيميائيّةِ نقومُ بإضافةِ .....
   (عددِ الجزيئاتِ ، عددِ الذرّاتِ ، الصيغِ الكيميائيّةِ ، المعاملاتِ).

تحقق من فهمك

طبّقِ المفاهيمَ التي تعلّمْتَها للإجابةِ عن كلِّ سؤالٍ:

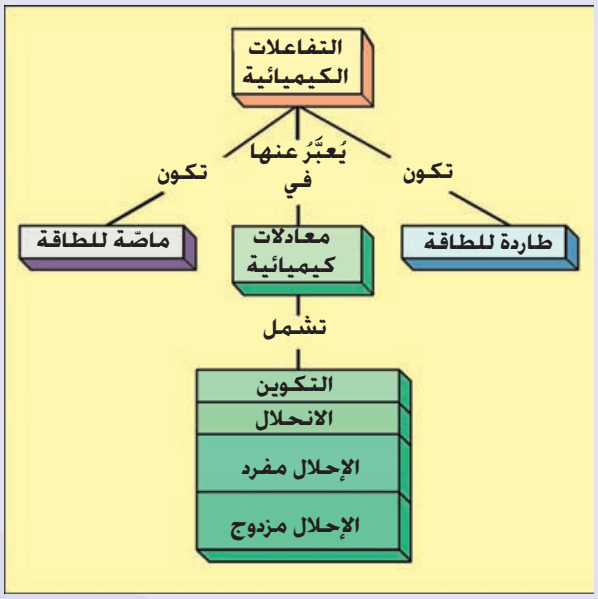
1. **صنّفْ:** حدّدْ تفاعلًا ممّا يأتي يُعَدُّ طاردًا للحرارةِ أو ماصًّا للحرارةِ.
   (أ) $2H_2O + \text{طاقة كهربائية} \longrightarrow 2H_2 + O_2$
   (ب) $2Na + 2H_2O \longrightarrow 2NaOH + H_2 + \text{حرارة}$
   (ج) $2H_2 + O_2 \longrightarrow 2H_2O + \text{حرارة} + \text{ضوء} + \text{صوت}$

تم مهاراتك

1. **تفسر البيانات:** $2H_2S + SO_2 \rightarrow 3S + 2H_2O$
2. **(أ)** الخطوط التي تمثل المتفاعلات هي التي تبدأ بكمية تساوي 4.
(ب) الخطوط التي تمثل النواتج هي التي تبدأ بكمية تساوي صفرًا.

مهارة الاتصال

1.



2. **العلم والمجتمع:** ستتنوع إجابات التلاميذ.

2. **الصورةُ الغامضةُ:** في الصورةِ الافتتاحيّةِ لوحُ الحديدِ مغطًّى بطبقةٍ رقيقةٍ من الخارصينِ لحمايتِه من الصدأِ . في المناطقِ التي يتلاشى منها الخارصينُ يتكوّنُ الصدأُ . افرضْ فرضًا عن سببِ حمايةِ الخارصينِ للحديدِ من الصدأِ؟
3. صنِّفْ كلَّ تفاعلٍ ممّا يأتي من ناحيةِ أنّه تفاعلُ تكوينٍ أم انحلالٍ أم إحلالٍ مفردٍ أم إحلالٍ مزدوجٍ:

(أ) $Zn + S \longrightarrow ZnS$

(ب) $MgBr_2 + 2K \longrightarrow Mg + 2KBr$

(ج) $C_{12}H_{22}O_{11} \longrightarrow 12C + 11H_2O$

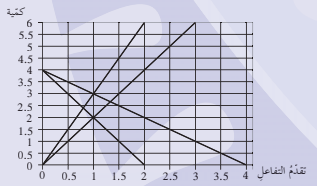
(د) $BaCl_2 + H_2SO_4 \longrightarrow BaSO_4 + 2HCl$

تم مهاراتك

استخدمِ المهاراتِ التي نمّيْتَها في هذا الفصلِ لإكمالِ كلِّ نشاطٍ:

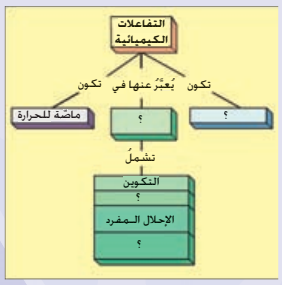
تفسيرُ البيانات: ينتجُ الكبريتُ والماءُ من خلالِ تفاعلِ كبريتيدِ الهيدروجينِ وثاني أكسيدِ الكبريتِ .

1. اكتبِ المعادلةَ الكيميائيّةَ للتفاعلِ .
2. يمثّلُ الرسمُ البيانيُّ أدناه تطوّرَ كمّيّاتِ الموادِّ المتفاعلةِ والناتجةِ مع تقدّمِ التفاعلِ .
(أ) أيُّ خطوطٍ تُمثّلُ المتفاعلاتِ؟ كيف عرفْتَ؟
(ب) أيُّ خطوطٍ تُمثّلُ النواتجَ؟ كيف عرفْتَ؟



مهارة الاتصال

1. **ربطُ المفاهيمِ:** تُوضّحُ خريطةُ المفاهيمِ التاليةِ كيف تترابطُ بعضُ المفاهيمِ الأساسيّةِ في هذا الفصلِ مع بعضِها . جزءٌ من الخريطةِ مدوَّنٌ ، استخدِمْ كلماتٍ وأفكارًا من الفصلِ لاستكمالِ الخريطةِ .



2. **العلمُ والمجتمعُ:** أجرِ بحثًا لإيجادِ كيف أنّ استخدامَ وإنتاجَ مركّباتِ الفلوروكلوروكربونِ CFCs تمّ تنظيمُها لحمايةِ طبقةِ الأوزونِ . اقترِحْ قوانينَ إضافيّةً أو وسائلَ تنظيميّةً تعتقدُ أنّها مؤثّرةٌ . ابحثْ أيَّ الموادِّ تمّ تطويرُها لتحلَّ محلَّ الفلوروكلوروكربونِ .

الفصل	الدرس	الأهداف	عدد الحصص الدراسية	مصدر المادة
التجوية والتربة	1–1 التجوية	•معرفة ما الذي يسبب التجوية الميكانيكية. •معرفة ما الذي يسبب التجوية الكيميائية. •وصف العوامل التي تحدد سرعة التجوية.	2	كتاب الطالب ص 107–113
	1–2 التربة	•وصف تركيب التربة. •شرح كيف تتكوّن التربة وكيف تنشأ نطاقاتها. •معرفة الأدوار التي تلعبها النباتات والحيوانات في تكوين التربة.	3	كتاب الطالب ص 114–122 الأنشطة والتجارب المعمليّة ص 22–25
	مراجعة الفصل		$\frac{1}{2}$	كتاب الطالب ص 123–124
قوى التعرية	2–1 التعرية	•شرح الفرق بين التعرية والترسيب. •تسمية عوامل التعرية.	1	كتاب الطالب ص 126–127
	2–2 التعرية بالمياه	•وصف كيفية تكون النهر. •وصف نشأة الأمواج تبعًا لنوع خط الساحل. •مقارنة ومباينة رسوبيات الجداول والأمواج.	3	كتاب الطالب ص 128–132 الأنشطة والتجارب المعمليّة ص 26–28
	2–3 التعرية بالثلج	•شرح كيفية تكون المثالج. •وصف عملية التعرية بالثلج. •تصنيف التشكيلات الأرضية كنتيجة للتعرية بالمثالج أو الترسيب عن طريق المثالج.	1	كتاب الطالب ص 133–137
	2–4 التعرية بالرياح	•وصف الظروف المناسبة لحدوث التعرية بالرياح. •شرح كيف تتحرك حبيبات الرمل. •مقارنة ومباينة بين البري والتذرية. •صنع نماذج عن الأنواع المختلفة للكثبان الرملية.	2	كتاب الطالب ص 138–141
	مراجعة الفصل		$\frac{1}{2}$	كتاب الطالب ص 142–143
العدد الكلي للحصص الدراسية			13 + 1 (عملي) = 14 حصة دراسيّة.	

الفصل الأوّل

التجوية والتربة

مقدمة الفصل

كلّف الطلاب بدراسة الصورة الفوتوغرافية الموجودة في صفحة (106) من كتاب الطالب.

استقصاء موجه

بعد دراسة الطلاب للصورة الفوتوغرافية، وجّه إليهم الأسئلة التالية:

- أين تم التقاط هذه الصورة؟ **(يجب أن يعرف الطلاب أن هذه الصورة قد التقطت في كهف.)**
- كيف تصف التراكيب الرأسية داخل الكهف؟ وما المواد التي تتكوّن منها؟ **(قد يجيب الطلاب: إنها تشبه الأعمدة، جذور الأشجار، كتل الجليد المدلاة، أو قطرات مصنوعة من الصخور. المادة التي تتكوّن منها هي كربونات الكالسيوم.)**
- كيف تم تكون هذه الأعمدة في اعتقادك؟ **(قد يقترح الطلاب أن الماء المحمل بالمعادن المذابة كوّن قطرات على سقف الكهف، ثم بقيت المعادن بعد أن تبخر الماء، وبمرور الوقت أخذت تلك الأجزاء المعدنية في التراكم لتصنع الهوابط stalactites.)**
- ما علاقة التراكيب الموجودة في الصورة بعمليات التجوية؟ **(قد يجيب الطلاب: إن الكهف كان مجوفًا بفعل التجوية حيث إن تسرب المياه داخل الصخر أدى إلى ذوبانه، ومن ثم يستطيع الطلاب استنتاج أن الهوابط stalactites تكوّنت بفعل نوع من أنواع التجوية.)**

الفصلُ الأوّلُ
التجويةُ والتربةُ
Weathering and Soils

دروس الفصلِ
1-1 التجويةُ
2-1 التربةُ

ماذا ترى في هذه الصورة؟
أرى كهوفًا وتركيبًا صخريًّا . إنّها تُشبِهُ أحدَ الكهوفِ الكبيرةِ . وقد تكوّنَتْ منذ ملياراتِ السنين عندما انخفضَ منسوبُ الماءِ . ينفذُ الماءُ خلالَ الصدوعِ الدقيقةِ في كتلةٍ ضخمةٍ من الحجرِ الجيريِّ . تتكوّنُ تدريجيًّا . جُويفاتٌ ودهاليزُ . بالإضافةِ إلى رواسبِ كربوناتِ الكالسيوم الناتجةِ من تبخيرِ الماءِ الأرضيِّ المحمَّلِ بالجيرِ .

106

الدرس الأول 1-1

التجوية

حفِّزْ

تنمية المهارات، صفحة 107

لمساعدة الطلاب على فهم تأثيرات التجوية، دعهم يجرون نشاط «تنمية المهارات».

الإجابة: سوف تختلف توقعات الطلاب، ولكن يجب أن يذكروا جميعًا أن الصخور تفتتت، كذلك قد يتوقع الطلاب أن سلاسل الجبال قد تنخفض عما كانت عليه في الماضي.

علِّمْ

نموذج توضيحي

نشاط

المواد: عينات من الحجر الجيري والجرانيت، طبقان من البلاستيك، حمض هيدروكلوريك مخفف أو خل، قطارة بلاستيك، قفازات.

الزمن: 5 دقائق.

اعرض الطبقين وفي أحدهما عينة الحجر الجيري وفي الثاني عينة الجرانيت. وأثناء مشاهدة الطلاب استخدم القطارة لإضافة الحمض إلى كل صخر. الحجر الجيري سيتفاعل بشدة ويضمحل في حين يظل الجرانيت على حاله.

اسأل: ماذا يوضّح هذا النموذج التوضيحي؟ **(الطريقة التي يتعرض بها الحجر الجيري للتجوية بفعل حمض الكربونيك).**

1-1 التجويةُ

Weathering

الأهدافُ

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

- **يعرف** ما الذي يُسبّبُ التجويةَ الميكانيكيّةَ .
- **يعرف** ما الذي يُسبّبُ التجويةَ الكيميائيّةَ .
- **يصف** العواملَ التي تُحدّدُ سرعةَ التجويةِ .
- **يُعرّف المصطلحات الأساسيّة:** التجوية ، التعرية ، التجوية الميكانيكيّة ، البري (الحتّ) ، التجوية الكيميائيّة ، المنفذ .

تخيّلْ منطقةً من الرصيفِ تكونُ بالقربِ من منزلِك أو مدرستِك . سوف تُلاحظُ أنّ هناك تشقّقاتٍ تظهرُ مع مرورِ الوقتِ . وقد تنمو أحيانًا نباتاتٌ صغيرةٌ في هذه الشقوقِ وعلى جوانبِها ، وغالبًا ما يتّخذُ النملُ وبعضُ الحشراتِ الأخرى بيوتًا تحتَ هذه الشقوقِ . فإذا تُرِكَ هذا الرصيفُ على حالِه ، ولم يتمَّ إصلاحُه فسيتفتّتُ بمرورِ الوقتِ؛ نتيجةً لتأثيرِ المطرِ والشمسِ والنباتاتِ والحيواناتِ .

تُسبّبُ هذه التغيّراتُ التي تحدثُ للرصيفِ مع مرورِ الوقتِ عمليّةً تُسمّى **بالتجوية weathering** ، والتجويةُ هي **العمليّةُ التي بواسطتِها يفكّكُ الصخرُ المنكشفُ والموادُّ الأخرى** ، والتي بسببِها يُحتُّ أيضًا سطحُ الأرضِ بانتظامٍ .

نشاط

تنمية مهارة التوقّع

تخيّلْ أنّك تستطيعُ أن تُسافرَ عبرَ الزمنِ . في اعتقادِك ، ما الذي يبدو عليه سطحُ الأرضِ بعدَ مليونِ سنةٍ؟ ما سببُ هذه التغيّراتِ في اعتقادِك؟

تأثيراتُ التجويةِ

The Effects of Weathering

تدفعُ عمليّاتُ بناءِ الجبالِ الصخرَ عاليًا حتّى يصلَ إلى سطحِ الأرضِ ، وهناك يُصبحُ الصخرُ معرَّضًا للتجويةِ . التجويةُ ، كما سبقَ تعريفُها ، هي العمليّةُ التي تُفتّتُ الصخورَ والموادَّ الأخرى على سطحِ الأرضِ . وتُساهِمُ كلٌّ من الحرارةِ ، والبرودةِ ، والمياهِ ، والثلجِ في عمليّةِ التجويةِ ، كذلك يُساهِمُ كلٌّ من الأكسجينِ وثاني أكسيدِ الكربونِ بالغلافِ الجوّيِّ في هذه العمليّةِ ، بالإضافةِ إلى أنّ تكرارَ التجمّدِ وذوبانِ الثلجِ ، على سبيلِ المثالِ ، يُمكِنُ أن يُفتّتَ الصخورَ إلى قطعٍ أصغرَ ، كما أنّ ماءَ المطرِ يُمكِنُه أن يُذيبَ المعادنَ التي تربطُ الصخرَ بعضِه بعضًا . لستْ في حاجةٍ إلى الذهابِ إلى الجبالِ لترى أمثلةً للتجويةِ .

القوى التي تتآكلُ بسببِها الجبالُ تجعلُ الدّراجةَ تصدأُ وتُقشّرُ الطلاءَ وتُشقّقُ الممرّاتِ ، وتُكوّنُ الحفرَ .

تُفتّتُ الصخورُ بفعلِ قوى التجويةِ إلى قطعٍ أصغرَ فأصغرَ ، وعندئذٍ تنقلُ قوى التعريةِ القطعَ بعيدًا؛ لأنّ **التعرية erosion** هي **عمليّةُ تآكلِ ونقلِ الصخورِ على سطحِ الأرضِ** حيث تتحرّكُ جزيئاتُ الصخرِ بواسطةِ الرياحِ ، والماءِ ، والثلجِ ، أو بواسطةِ الجاذبيّةِ ، وتعملُ قوى التجويةِ والتعريةِ معًا باستمرارٍ على تغييرِ سطحِ الأرضِ .

هناك نوعان من التجويةِ: التجويةِ الميكانيكيّةِ والتجويةِ الكيميائيّةِ ، ويعملُ كلا النوعين ببطءٍ ، ولكن ، بمرورِ الوقتِ ، يُحطّمان أكبرَ الصخورِ وأصلبَها .

تكامل العلوم

علمُ البيئة

يُعدُّ النشاطُ الإنسانيُّ العاملَ الرئيسيَّ للتجويةِ الميكانيكيّةِ ، فعلى سبيلِ المثالِ ، يقومُ الناسُ بإزالةِ الصخورِ لزرعِ الحقولِ وبناءِ الطرقِ .

التجويةُ الميكانيكيّةُ

Mechanical Weathering

لو ضربْتَ صخرةً بمطرقةٍ بقوّةٍ شديدةٍ ، فسوف تتحطّمُ الصخرةُ إلى قطعٍ صغيرةٍ ، وتستطيعُ بعضُ قوى التجويةِ أيضًا أن تُفتّتَ الصخرَ إلى قطعٍ صغيرةٍ ، وتُسمّى **التجويةُ التي يتفتّتُ بها الصخرُ طبيعيًّا إلى قطعٍ أصغرَ بالتجويةِ الميكانيكيّةِ mechanical weathering** . هذه القطعُ الصخريّةُ الأصغرُ لها تكوينُ الصخرِ نفسُه الذي اشتُقّتْ منه . لو رأيْتَ صخورًا تفلّقَتْ أو تقشّرَتْ إلى طبقاتٍ ، عندئذٍ فإنّك قد رأيْتَ صخورًا تخضعُ للتجويةِ الميكانيكيّةِ .

تُكسّرُ التجويةُ الميكانيكيّةُ الصخرَ إلى قطعٍ صغيرةٍ عن طريقِ التجمّدِ والذوبانِ ، وتخفيفِ الضغطِ ، ونموِّ النباتاتِ ، ونشاطِ الحيواناتِ والبريِ . **البري abrasion** مصطلحٌ يُشيرُ إلى **طحنِ الصخرِ بواسطةِ الحبيباتِ الصخريّةِ المنقولةِ** بواسطةِ الماءِ ، أو الثلجِ ، أو الريحِ ، أو الجاذبيّةِ . تعملُ التجويةُ الميكانيكيّةُ ببطءٍ ، ولكن بمرورِ فتراتٍ زمنيّةٍ طويلةٍ ، تُحدِثُ ما هو أكثرُ من تآكلِ الصخرِ؛ حيث تعملُ في النهايةِ على التآكلِ الكلّيِّ للجبالِ .

تكامل العلوم

علمُ الفيزياء

في المناخِ البارد يُعدُّ التجمّدُ والذوبانُ أهمَّ قوى التجويةِ الميكانيكيّةِ؛ حيث يتجمّدُ الماءُ المرشّحُ داخلَ شقوقِ الصخرِ نتيجةً لانخفاضِ درجةِ الحرارةِ ، وعندئذٍ يتمدّدُ الماءُ بسببِ تجمّدِه . ويعملُ الثلجُ المتجمّدُ كوتدٍ ، ويكونُ عبارةً عن آلةٍ بسيطةٍ تعملُ على دفعِ الأجزاءِ بعيدًا عن بعضِها بعضًا ، وتُوسّعُ أوتادُ الثلجِ هذه وتُعمّقُ في شقوقِ الصخورِ ، وتُسمّى هذه العمليّةُ التفلّقَ بالثلجِ ice wedging . وعندما يذوبُ الثلجُ ، يتسرّبُ الماءُ أعمقَ داخلَ الشقوقِ ، ويتكرارِ التجمّدِ والذوبانِ ، تتّسعُ الشقوقُ ببطءٍ حتّى تنفصلَ أجزاءٌ من الصخرِ . يُوضّحُ استكشافُ قوى التجويةِ الميكانيكيّةِ كيف تقومُ هذه العمليّةُ بتجويةِ الصخرِ .

التجوية الميكانيكية

نشاط

المواد: قطعتان من الحجر الرملي، ورقة صحيفة.

الزمن: 5 دقائق.

أثناء مشاهدة الطلاب، د ع طالبًا يحك قطعتين من الحجر الرملي ببعضهما على ورقة الصحيفة.

سوف يلاحظ الطلاب تساقط حبيبات الرمل على ورقة الصحيفة. اسأل: ما نوع التجوية الميكانيكية التي يمثلها هذا النموذج؟ **(بري أو نحت)**

اسأل: كيف يحدث مثل هذا البري أو النحت في الطبيعة؟ **(الماء أو الريح يحمل حبيبات الرمل على الصخر ويحركها لتحتك به فتطحنه وتزيل جزءًا منه.)**

استكشافُ قوى التجوية الميكانيكيّة

Exploring the Forces of Mechanical Weathering

تُؤثِّرُ التجويةُ الميكانيكيّةُ في كلِّ الصخورِ على سطحِ الأرضِ ، وإذا أُعطِيَتِ الوقتَ الكافيَ ، فهي تستطيعُ أن تُكسِّرَ الجبالَ الضخمَ وتُحوِّلَه إلى حبيباتٍ دقيقةٍ من الرمالِ .

التجمُّدُ والذوبانُ

Freezing and Thawing

عندما يتجمَّدُ الماءُ في شقٍّ صخريٍّ ، فإنّه يتمدَّدُ ويجعلُ الشقَّ أكبرَ ، وتُوسِّعُ عمليةُ التفلُّقِ بالثلجِ الشقوقَ في الصمرّاتِ ، وتُسبِّبُ الحفرَ الوعائيّةَ في الشوارعِ .

تخفيفُ الضغطِ

Release of Pressure

كلّما أزاحتِ التعريةُ موادَّ من سطحِ كتلةٍ من الصخورِ ، يخفُّ الضغطُ على الصخورِ أسفلَ الكتلةِ . ويُسبِّبُ تخفيفُ الضغطِ تفلُّقَ وتجزّعَ الجزءِ الخارجيِّ للصخرِ كتجزّعِ أوراقِ البصلةِ الداخليّةِ .

البريُ (الحتُ)

Abrasion

يستطيعُ الرملُ وحبيباتُ الصخورِ الأخرى التي تُنقَلُ بالريحِ ، أو بالماءِ ، أو الثلجِ حتَّ سطحَ الصخرِ المكشوفِ كفعلِ ورقِ الصنفرةِ على الخشبِ . ويُساعدُ الرملُ المحمولُ بالريحِ على تشكيلِ الصخورِ الموضّحةِ هنا .

نموُّ النباتاتِ

Plant Growth

تنفذُ جذورُ الأشجارِ والنباتاتِ الأخرى إلى شقوقِ الصخرِ وكلّما نمتِ الجذورُ أجبرتِ الشقوقَ على مزيدٍ من الاتّساعِ ، ومعَ مرورِ الوقتِ ، تستطيعُ الجذورُ (حتّى جذورُ النباتاتِ الصغيرةِ) التغلغلَ في الصخرِ المتشقّقِ .

أنشطةُ الحيواناتِ

Animal Actions

الحيواناتُ التي تحفرُ في الأرضِ ، بما فيها حيوانُ الخلدِ ، وكلابُ البراري وبعضُ الحشراتِ ، تُفكّكُ وتُقصّصُ الصخورَ في التربةِ .

109

التجويةُ الكيميائيّةُ

Chemical Weathering

بالإضافةِ إلى التجويةِ الميكانيكيّةِ ، يوجَدُ نوعٌ آخرُ من التجويةِ يُهاجِمُ الصخورَ . ونعني به **التجويةَ الكيميائيّةَ** **chemical weathering** ، وهي **عمليّةُ تفتيتِ الصخورِ من خلالِ تغيّراتٍ كيميائيّةٍ** ، وتشملُ عواملُ التجويةِ الكيميائيّةِ الماءَ ، الأكسجينَ ، ثانيَ أكسيدِ الكربونِ ، الكائناتِ الحيّةَ ، الأمطارَ الحمضيّةَ .

تُنتِجُ التجويةُ الكيميائيّةُ حبيباتٍ صخريّةً لها تكوينٌ معدنيٌّ مختلفٌ عن الصخرِ الذي اشتُقَّتْ منه ، ويتكوّنُ كلُّ صخرٍ من معدنٍ أو أكثرَ . فمثلًا ، يتكوّنُ الجرانيتُ من عدّةِ معادنَ ، تشملُ الفلسبارَ والكوارتزَ والميكا ، لكنّ التجويةَ الكيميائيّةَ للجرانيتِ تُغيِّرُ معدنَ الفلسبارِ في النهايةِ إلى معادنَ طينيّةٍ . تُحدِثُ التجويةُ الكيميائيّةُ حفرًا أو مواقعَ رخوةً في الصخرِ ، لذا يتفصّصُ الصخرُ بسهولةٍ أكثرَ . وغالبًا ما تعملُ التجويةُ الكيميائيّةُ والميكانيكيّةُ معًا ، فكلّما فتّتتِ التجويةُ الميكانيكيّةُ الصخرَ إلى قطعٍ صغيرةٍ ، كانتْ هناك مساحةٌ سطحيّةٌ أكبرُ معرَّضةٌ للتجويةِ الكيميائيّةِ (شكلُ 48) .

شكلُ 48
كلّما فتّتتِ التجويةُ الصخرَ ، زادتِ المساحةُ السطحيّةُ المعرَّضةُ للتجويةِ .

الماءُ Water

يُعتبَرُ الماءُ من أهمِّ عواملِ التجويةِ الكيميائيّةِ ، حيث يُؤدّي إلى تجويةِ الصخورِ عن طريقِ إذابتِها . وعندما تذوبُ الصخورُ أو أيُّ مادّةٍ أخرى في الماءِ ، فإنّها تمتزجُ بانتظامٍ في الماءِ لتُكوّنَ محلولًا ، وبمرورِ الوقتِ فإنّ العديدَ من الصخورِ سوف تذوبُ في الماءِ .

110

حاول إجراء ما يلي

نشاط

تنمية مهارة: التوقع.

المواد: قطعتان من نشارة الصلب (سلك غسيل الأواني)، ماء، برطمان بغطاء.

الزمن: 5 دقائق للإعداد، 5 دقائق بعد عدة أيام.

إرشادات: لا تستخدم سلك غسيل الأواني الذي يحوي صابونًا. لخفض النفقات اقطع السلك إلى نصفين.

النتائج المتوقعة: قطعة السلك المبللة والتي تم تركها في البرطمان سوف تصدأ. وعند ضغطها فإنها سوف تتفتت وتظل منضغطة، في حين تستعيد القطعة الجديدة شكلها الأصلي عند تركها. كما يحدث في أكسدة الصخور، يتفتت السلك ويتحول إلى اللون الأحمر.

توسع: شجّع الطلاب المهتمين على إعداد تجربة طويلة المدى بوضع نصف قطعة السلك في مكان ما بالخارج حيث لا يعبث بها أحد مع الاحتفاظ بالنصف الثاني بالداخل كمرجع. بعد شهر، قارن بينهما لتلاحظ آثار التجوية.

تكامل العلوم

علم البيئة: اسأل الطلاب: ما الذي يشارك به كل منكم مع عائلته في خلق مشكلة المطر الحمضي؟ (يجب أن يذكر الطلاب قيادة السيارات واستخدام الكهرباء). كيف يمكنك الحد من مشاركتك في خلق مثل هذه المشكلة؟ (قد يذكر الطلاب استخدام المركبات الفعّالة والأجهزة الكهربائية أو الحد من استخدام الأشياء التي تساعد على التلوث بقدر الإمكان).

الأكسجين Oxygen

يُعَدُّ غازُ الأكسجين الموجودُ في الهواءِ سببًا مهمًّا للتجويةِ الكيميائيّةِ ، فلو أنّك تركْتَ درّاجةً أو أيَّ أداةٍ معدنيّةٍ بالخارجِ في المطرِ ، عندئذٍ سترى كيف يُؤدّي الأكسجينُ إلى تجويةِ الحديدِ ، حيث يتّحدُ الحديدُ بالأكسجين في وجودِ الماءِ في عمليّةٍ تُسمّى أكسدةً ، وناتجُ الأكسدةِ هو الصدأ ، ويجعلُ الصدأُ الصخرَ ليّنًا (هشًّا) وقابلًا للتفتّتِ ، ويُعطي لونًا أحمرَ أو بنّيًا.

ثاني أكسيد الكربون Carbon Dioxide

يوجَدُ غازٌ آخرُ في الهواءِ وهو ثاني أكسيدِ الكربونِ الذي يُسبّبُ التجويةَ الكيميائيّةَ أيضًا ، وحيث يوجَدُ ثاني أكسيدِ الكربونِ ذائبًا في ماءِ المطرِ وفي المياهِ التي تنفذُ في الجيوبِ الهوائيّةِ للتربةِ. وينتجُ عن ذلك حمضٌ ضعيفٌ يُسمّى حمضَ الكربونيكِ ، ويؤدّي هذا الحمضُ إلى تجويةِ الرخامِ والحجرِ الجيريِّ بسهولةٍ.

الكائناتُ الحيّةُ Living Organisms

تخيّلْ أنّ بذرةً وقعَتْ على سطحِ الصخرِ. عندما تبدأُ بالإنباتِ ، تندفعُ جذورُها خلالَ الشقوقِ الموجودةِ في الصخرِ ، وكلّما اتخذَتِ الجذورُ في النموِّ ، أنتجَتْ أحماضًا ضعيفةً تُذيبُ الصخرَ الموجودَ حولَ الجذورِ ببطءٍ. الحزازيّاتُ أيضًا كائناتٌ شبيهةٌ بالنباتاتِ ، تنمو على الصخورِ ، وتفرزُ أحماضًا ضعيفةً تُؤدّي إلى تجويةِ الصخرِ كيميائيًّا.

المطرُ الحمضيُّ Acid Rain

على مدى الـ 150 سنةً الماضيةِ ، كانَ الناسُ يحرقون كمّيّاتٍ كبيرةً من الفحمِ ، وزيتِ البترولِ ، والغازِ الطبيعيِّ للحصولِ على الطاقةِ ، ويُمكِنُ أن يُلوّثَ حرقُ هذا الوقودِ الهواءَ بمركّباتِ الكبريتِ ، والكربونِ والنتروجينِ؛ حيث تتفاعلُ مثلُ هذه المركّباتِ كيميائيًّا مع بخارِ الماءِ في السحبِ ، مكوّنةً أحماضًا تختلطُ مع قطراتِ المطرِ ، وتسقطُ على هيئةِ مطرٍ حمضيٍّ ، والذي من شأنه أن يُسبّبَ تجويةً كيميائيّةً سريعةً.

الترابط والتداخل بالدراسات الاجتماعية

حمضُ الكبريتيكِ الموجودُ في المطرِ الحمضيِّ له تأثيرٌ ضارٌّ على العديدِ من آثارِ العالمِ القديمةِ ، مثل معبدِ البارثينونِ في أثينا في اليونانِ؛ والمسرحِ الرومانيِّ في روما في إيطاليا؛ وتاجِ محلّ بالقربِ من مدينةِ أجرا في الهندِ حيث يُؤدّي إلى تآكلِها ومن ثمّ تحطيمِها.

حاول إجراء ما يلي

نشاط

الصدأ

هكذا تستطيعُ مشاهدةَ التجويةِ.

1. بلِّلْ (رطِّبْ) بعضَ صوفِ الصلبِ steel wool (نشارةِ الفولاذِ المستخدَمةِ في التنظيفِ والصقلِ) وضَعْه في إناءٍ مغلقٍ حتّى لا يجفَّ.
2. لاحظْ صوفَ الصلبِ بعدَ عدّةِ أيّامٍ. ماذا حدثَ لصوفِ الصلبِ؟
3. خُذْ قطعةً جديدةً من صوفِ الصلبِ وحُكَّها بينَ أصابعِك. أزِلْ قطعةَ صوفِ الصلبِ من الإناءِ وحُكَّها بينَ أصابعِك. ماذا يحدثُ؟ اغسلْ يديكَ عندما تنتهي.

توقّعْ

إذا حافظْتَ على قطعةِ صوفِ الصلبِ رطبةً لوقتٍ أطولَ ، فماذا يحدثُ لها في النهايةِ؟ كيف تُشبِهُ تجويةُ قطعةِ صوفِ الصلبِ تجويةَ الصخرِ؟

معدَّلُ التجويةِ Rate of Weathering

أهمُّ العواملِ التي تُحدّدُ المعدَّلَ الذي تحدثُ فيه التجويةُ ، نوعُ الصخرِ والمناخُ:

نوعُ الصخرِ Type of Rock

تتأثّرُ بعضُ أنواعِ الصخورِ بالتجويةِ أسرعَ من غيرِها ، وتُحدّدُ المعادنُ التي تُكوّنُ الصخورَ معدَّلَ تجويةِ الصخرِ. إنّ الصخورَ المكوّنةَ من معادنَ ، والتي تذوبُ بسهولةٍ تكونُ أسرعَ تجويةً من غيرِها.

تتجوّى بعضُ الصخورِ بسهولةٍ (أكثرُ تأثّرًا بالتجويةِ) لأنّها منفذةٌ ، وتعني كلمةُ **مَنْفَذٌ permeable أنّ المادّةَ مليئةٌ بفراغاتٍ هوائيّةٍ دقيقةٍ متّصلةٍ ، ممّا يسمحُ للماءِ بالانسيابِ خلالَها** ، ويتأثّرُ الصخرُ المنفذُ بالتجويةِ الكيميائيّةِ بمعدّلٍ سريعٍ. لماذا؟ لأنّه عندما ينسابُ الماءُ خلالَ التجاويفِ في الصخرِ ، فإنّها تُزيلُ الموادَّ المذابةَ المتكوّنةَ بالتجويةِ.

العلاقةُ بينَ معدّلِ التجويةِ والمناخِ

The Relation between Rate of Weathering and Climate

يُقصَدُ بالمناخِ متوسّطُ أحوالِ الطقسِ في منطقةٍ ما ، وتحدثُ كلٌّ من التجويةِ الكيميائيّةِ والميكانيكيّةِ بمعدّلٍ أسرعَ في ظروفِ المناخِ الرطبِ ، ويُعطي هطولُ المطرِ الماءَ اللازمَ للتغيّراتِ الكيميائيّةِ ، بالإضافةِ إلى التجمّدِ والذوبانِ.

تحدثُ التفاعلاتُ الكيميائيّةُ بصورةٍ أسرعَ في درجاتِ الحرارةِ المرتفعةِ ، وهذا يُوضّحُ لماذا تحدثُ التجويةُ الكيميائيّةُ بمعدّلٍ أسرعَ عندما يكونُ المناخُ حارًّا ورطبًا. فالجرانيتُ ، على سبيلِ المثالِ ، صخرٌ صلبٌ جدًّا يتكوّنُ عندما تبردُ المادّةُ المنصهرةُ داخلَ الأرضِ ، ويتأثّرُ الجرانيتُ بالتجويةِ ببطءٍ أكثرَ في المناخِ الباردِ؛ لذا فهو يُستخدَمُ غالبًا كحجرِ بناءٍ ، لكن في المناخِ الحارِّ والرطبِ ، يتأثّرُ بالتجويةِ بسرعةٍ ، ويتفتّتُ في النهايةِ.

الترابط والتداخل بالدراسات الاجتماعية

عندما يُصمّمُ المهندسون الطرقَ السريعةَ أو الجسورَ أو الممرّاتِ العلويّةَ ، فإنّهم غالبًا ما يتركون فجوةً بينَ القطاعاتِ ، تُسمّى بـ«فاصلِ الاتّساعِ». وبما أنّ الجسورَ تُبنى بالخرسانةِ المصنوعةِ من الصخورِ؛ فإنها تتمدّدُ وتنكمشُ تبعًا لتغيّراتِ الحرارةِ . وتسمحُ الفجوةُ بينَ هذه القطاعاتِ للخرسانةِ بالتمدّدِ والانكماشِ من دونِ تراكمِ للجهادِ.

أسئلة مراجعة الدرس 1–1

اختبرْ وفسّرْ

1. ما العواملُ التي تُسبِّبُ التجويةَ الميكانيكيّةَ؟
2. صفْ ثلاثةَ أسبابٍ للتجويةِ الكيميائيّةِ؟
3. ما العواملُ التي تُؤثِّرُ في معدّلِ التجويةِ؟
4. اشرحْ: لماذا تحدثُ التجويةُ الكيميائيّةُ بمعدّلٍ أسرعَ في المناخِ الحارِّ الرطبِ عنها في المناخِ الباردِ الجافِّ؟
5. **التفكيرُ الناقدُ (التوقّعُ)**: افترضْ أنّكَ رأيتَ قطعةَ ضخمةً من الصخورِ فيها عدّةُ شقوقٍ . ماذا تتوقّعُ أن يحدثَ لهذه الصخرةِ بعد عدّةِ مئاتٍ من السنينَ؟ فسّرْ .

113

قيِّمْ

إجابات أسئلة مراجعة الدرس 1–1

1. التجمد والذوبان، الحرارة والبرودة، نمو النباتات، نشاط الحيوانات، البري.
2. الإجابات قد تختلف. يجب أن يصف الطلاب ثلاثة من الآتي: وجود الماء لإذابة الصخور، وجود الأكسجين ليسبب الأكسدة، وجود ثاني أكسيد الكربون المذاب في ماء المطر، وجود الكائنات الحية، وجود المطر الحمضي.
3. أهم العوامل هي نوع الصخر والمناخ.
4. في المناخ الحار الرطب يقوم ماء المطر بإمداد المياه اللازمة للتغيرات الكيميائية، ودرجة الحرارة العالية تجعل التفاعلات الكيميائية تحدث بمعدل أسرع.
5. قد تختلف الإجابات. قد يقترح الطلاب أنهم قد يرون صخرًا مفتتًا، أو صخرًا فيه تشققات أكبر، أو صخرًا فيه نباتات تنمو داخل الشقوق.

الدرس الثاني 1-2

التربة

حفِّزْ

تنمية المهارات، صفحة 114

لمساعدة الطلاب على فهم أهمية التربة، دعهم يجرون نشاط «تنمية المهارات».

الإجابة: القوائم التي يعدها الطلاب قد تختلف. الأمثلة قد تشتمل على: الحدائق، وغذاء الأشجار، والمحاصيل الزراعية. يجب أن يبرز الطلاب فكرة أن الحياة مستحيلة بدون التربة.

تصويب بعض المفاهيم الخطأ لدى الطلاب

قد يعتقد الطلاب أن التربة غير عضوية. وضّح أن البكتيريا تعد أحد المكوّنات لأي تربة، وأن تنفسها هو الذي يُكسب التربة رائحتها. أجسام البكتيريا الميتة تصنع أيضًا معظم الكتلة العضوية في التربة.

2-1 التربةُ Soil

الأهدافُ

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

- **يصفَ** تركيبَ التربةِ.
- يشرحَ كيف تتكوّنُ التربةُ وكيف تنشأُ نطاقاتُ التربةِ.
- **يتعرّفَ** على الأدوارِ التي تلعبُها النباتاتُ والحيواناتُ في تكوينِ التربةِ.
- **يَعرِفَ المصطلحاتِ الأساسيةَ:** التربةَ، الأساسَ الصخريَّ، الدبالَ، الطميَ، نطاقَ التربةِ، التربةَ الفوقيةَ، التربةَ التحتيةَ، طبقةَ القشِّ، المحلِّلَ.

إذا حفرْتَ حفرةً عميقةً في أيِّ منطقةٍ عشبيّةٍ، أو في إحدى الغاباتِ، أو في إحدى الحدائقِ، فسوف تجدُ طبقاتٍ من التربةِ، لاحِظْ طبقاتِ التربةِ في الشكلِ (49). قد تُلاحِظُ في الطريقِ وأنت في رحلةٍ طويلةٍ، أنّ التربةَ لا تبدو متشابهةً في كلِّ الأماكنِ؛ فالتربةُ في الحقولِ وعلى جانبي الطريقِ تختلفُ في اللونِ والنسيجِ من مكانٍ إلى آخرَ.

تُغطّي التربةُ معظمَ أراضي سطحِ الأرضِ، وتُعدُّ التربةُ أساسيّةً لا غنًى عنها للنباتاتِ الأرضيّةِ، والأشجارِ، وحياةِ الحيوانِ، حيث تنمو النباتاتُ عن طريقِ استخلاصِ الماءِ والغذاءِ من التربةِ، وتمدُّ هذه النباتاتُ، التي تنمو في التربةِ، الناسَ والحيوانَ بالغذاءِ، أضِفْ إلى ذلك أنّ هناك حيواناتٍ عديدةً تبني بيوتَها في التربةِ.

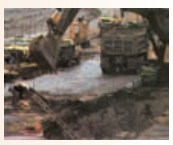
نشاط

تنميةُ مهارةِ الاستدلالِ

ليستْ تربةً...!

التربةُ مهمّةٌ لك حتّى لو كنتَ تعيشُ في المدينةِ. عدِّدْ بعضَ الطرقِ التي تُمثِّلُ فيها التربةُ جزءًا من حياتِك. كيف تكونُ الحياةُ من دونِ تربةٍ؟

تكوّنُ التربةِ Soil Formation



شكل 49
طبقاتُ التربةِ

التربةُ soil عبارةٌ عن **الموادِّ المفكّكةِ على سطحِ الأرضِ، والتي نتجَتْ من التجويةِ**، وعليها تستطيعُ أن تنموَ النباتاتُ. وتتكوّنُ التربةُ بتفكّكِ الصخورِ نتيجةَ التجويةِ واختلاطِ الفتاتِ الصخريِّ بالموادِّ الأخرى على سطحِ الأرضِ.

وتتكوّنُ التربةُ أيضًا بانتظامٍ أينما يوجدُ أساسٌ صخريٌّ منكشفٌ، **والأساسُ الصخريُّ bedrock هو الطبقةُ الصلبةُ من الصخرِ الواقعةُ تحتَ التربةِ**، وبمجرّدِ انكشافِها للسطحِ، تتعرّضُ الطبقةُ الصلبةُ للتجويةِ، حيث تتجوّى بالتدريجِ إلى جزيئاتٍ أصغرَ فأصغرَ، وهي المادّةُ الأساسيّةُ للتربةِ.

تركيبُ التربةِ Soil Composition

يتعدّى مفهومُ التربةِ كونَها مجرّدَ حبيباتٍ نتجَتْ من تعرّضِ الأساسِ الصخريِّ للتجويةِ. فالتربةُ خليطٌ من حبيباتِ الصخورِ والمعادنِ والموادِّ العضويّةِ المتحلّلةِ والهواءِ والماءِ.

ويعتمدُ نوعُ حبيباتِ الصخورِ والمعادنِ في أيِّ تربةٍ معيّنةٍ على عاملين أساسيّين هما، الأساسُ الصخريُّ الذي تعرّضَ للتجويةِ لتكوينِ التربةِ ونوعُ التجويةِ. ويصنعُ كلٌّ من الرملِ والغرينِ silt والطينِ جزءَ التربةِ الذي اشتقَّ من الصخرِ الذي تعرّضَ للتجويةِ.

وتُسمّى المادّةُ العضويّةُ المتحلّلةُ في التربةِ **بالدبالِ humus**، والدبالُ **عبارةٌ عن مادّةٍ داكنةِ اللونِ تتكوّنُ عندَ تحلّلِ بقايا الحيوانِ والنباتِ**، ويُساعِدُ الدبالُ على خلقِ فراغاتٍ في التربةِ، كي يشغلَها الهواءُ والماءُ ويجبُ أن يحظى بهما النباتُ. والدبالُ غنيٌّ أيضًا بعناصرِ النتروجينِ والكبريتِ والفوسفورِ والبوتاسيومِ، والتي يحتاجُ إليها النباتُ لينموَ.

نسيجُ التربةِ Soil Texture

ملمسُ الرملِ خشنٌ وحبيبيٌّ، أمّا الطينُ فملمسُه ناعمٌ وحريريٌّ، هذه الاختلافاتُ هي اختلافاتٌ في النسيجِ؛ حيث يعتمدُ نسيجُ التربةِ على حجمِ حبيباتِ التربةِ المتفرّقةِ.

ويُمكِنُ تصنيفُ جزيئاتِ الصخرِ في التربةِ على أساسِ الحجمِ كما في الشكلِ (50)، أكبرُ حبيباتِ التربةِ هي الحصى gravel، وحبيباتُ الرملِ هي التاليةُ في الحجمِ، وتتبعُها حبيباتُ الغرينِ silt الأصغرُ من الرملِ، أمّا أصغرُ حبيباتِ التربةِ عمومًا فهي حبيباتُ الطينِ، وهي أصغرُ من حجمِ النقطةِ التي توضَعُ في نهايةِ الجملةِ.

يُعتبَرُ نسيجُ التربةِ مهمًّا لنموِّ النباتاتِ؛ فالتربةُ التي يغلبُ على تركيبِها الطينُ لها نسيجٌ ثقيلٌ كثيفٌ. تحتفظُ بعضُ أنواعِ التربةِ الطينيّةِ بكثيرٍ من الماءِ، ولذلك قد تغرقُ النباتاتُ التي تنمو بها بسببِ نقصِ الهواءِ.

وفي المقابلِ، التربةُ الرمليّةُ ذاتُ نسيجٍ خشنٍ، ينفذُ الماءُ بسرعةٍ خلالَه؛ لذا قد تموتُ النباتاتُ بسببِ نَقصِ الماءِ، ويُطلَقُ على

علِّمْ

بناء مهارة الاستقصاء: المقارنة والمقابلة

نشاط

المواد: عدسة يدوية، عود خلال الأسنان، ورقة بيضاء، عينات تربة مختلفة النسيج تشتمل على طمي، تربة رملية، تربة طينية، تربة مكوّنة من غرين.

الزمن: 15 دقيقة.

أُجلب عينات من التربة التجارية المصنعة. كلِّف زوجًا من الطلاب بدراسة عينة من كلّ نوع. شجّع الطلاب على فصل الحصى والرمل والغرين والطين والدبال وتقدير نسبها في كل عينة.

التربةِ التي **تتكوّنُ من نسبٍ متساويةٍ تقريبًا من الطينِ والرملِ والغرينِ اسمُ الطميِ** loam ، والطميُ له نسيجٌ متفتّتٌ يستطيعُ الاحتفاظَ بالماءِ والهواءِ ، ولذلك يُعدُّ الطميُ هو الأنسبَ لنموِّ معظمِ أنواعِ النباتاتِ.

حصًى gravel
2 mm أو أكثرُ

رملٌ sand
أقلُّ من 2 mm

غرينٌ silt
أقلُّ من $\frac{1}{16}$ mm

طينٌ clay
أقلُّ من $\frac{1}{256}$ mm

شكل 50
تتراوحُ حبيباتُ التربةِ في الحجمِ من الحصى الكبيرةِ إلى حبيباتِ الطينِ الصغيرةِ التي لا تُرى بالعينِ المجرّدةِ . يُوضّحُ الشكلُ أحجامَ الرملِ والغرينِ والطينِ بصورةٍ مكبّرةٍ .

نطاقاتُ التربةِ
Soil Horizons

يستمرُّ تكوّنُ التربةِ خلالَ فترةٍ زمنيّةٍ طويلةٍ ، وتنشأُ تدريجيًّا في التربةِ طبقاتٌ تُسمّى نطاقاتٍ ، **ونطاقُ التربةِ soil horizon طبقةٌ من التربةِ تختلفُ في اللونِ والنسيجِ عن الطبقاتِ التي تعلوها أو التي تقعُ أسفلَها .**

إذا قمْتَ بحفرِ حفرةٍ في الأرضِ بعمقِ $\frac{1}{2}$ مترٍ ، فسوف ترى نطاقاتِ التربةِ المختلفةَ ويُوضّحُ شكلُ (51) كيفَ يُصنّفُ علماءُ التربةِ التربةَ إلى ثلاثةِ نطاقاتٍ، نطاقِ «أ» من **التربةِ الفوقيّةِ topsoil** وهي **تربةٌ مفتّتةٌ بنّيةٌ داكنةٌ عبارةٌ عن خليطٍ من الدبالِ والطينِ ومعادنَ أخرى** ، أمّا النطاقُ «ب» فيُسمّى غالبًا **التربةَ التحتيّةَ subsoil** ، **وهو يتكوّنُ عادةً من طينٍ وجزيئاتٍ أخرى ، ويحوي قليلًا من الدبالِ** ، والنطاقُ «ج» يحوي فقطَ الجزءَ من الصخرِ الذي تعرّضَ جزئيًّا للتجويةِ .

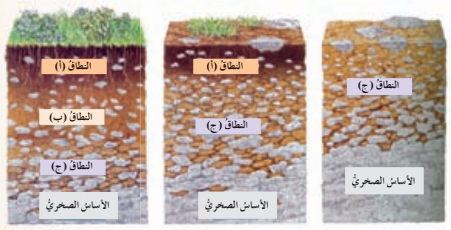
خلفية علمية

حقائقُ وأرقامٌ لا يُعدُّ الهواءُ الموجودُ في التربةِ مهمًّا للنباتِ فقط، ولكن أيضًا للكائناتِ الدقيقةِ والحيواناتِ الموجودةِ في التربةِ ، ومن دونِ الهواءِ ، لن تستطيعَ النباتاتُ والأحياءُ الأخرى الحصولَ على الأكسجينِ وثاني أكسيدِ الكربونِ اللذينِ يحتاجانِ إليهما للقيامِ بالعمليّاتِ الحيويّةِ . ولا تكمنُ المشكلةُ في الماءِ ذاتِه مع كثرةِ الماءِ في التربةِ ، ولكن تنتجُ من الافتقارِ إلى الهواءِ اللازمِ لكائناتِ التربةِ .
يستخدمُ العلماءُ لونَ التربةِ كخاصّيّةٍ أخرى لتصنيفِ التربةِ حيثُ يُشيرُ اللونُ الأسودُ أو البنّيُّ عادةً إلى نسبٍ عاليةٍ من الدبالِ ، واللونُ الأحمرُ أو الأصفرُ يُشيرُ إلى وجودِ مركّباتِ الحديدِ ، أمّا اللونُ الرماديُّ الفاتحُ أو الأبيضُ فيعني أشياءَ مختلفةً اعتمادًا على المناخِ السائدِ . ففي المناخِ الأشدِّ رطوبةً ، تكونُ التربةُ فقيرةً في الحديدِ؛ أمّا في المناطقِ الأجفَّ فيعني ذلكَ أنّ التربةَ غنيّةٌ بالأملاحِ .

معدَّلُ تكوّنِ التربةِ
The Rate of Soil Formation

المعدَّلُ الذي تتكوّنُ به التربةُ يعتمدُ على المناخِ ونوعِ الصخرِ . تذكَّرْ أنّ التجويةَ تحدثُ بمعدَّلٍ أسرعَ في المناطقِ ذاتِ المناخِ الدافئِ الممطرِ؛ ونتيجةً لذلكَ تنمو التربةُ بسرعةٍ في هذه المناطقِ ، وعلى النقيضِ من ذلكَ تحدثُ التجويةُ ، وتتكوّنُ التربةُ ببطءٍ في المناطقِ ذاتِ الطقسِ الباردِ والجافِّ .

تتأثّرُ بعضُ أنواعِ الصخورِ بالتجويةِ ، وتُكوّنُ تربةً بمعدَّلٍ أسرعَ من أنواعٍ أخرى ، فعلى سبيلِ المثالِ ، يتأثّرُ الحجرُ الجيريُّ بالتجويةِ أسرعَ من الجرانيتِ ، ولهذا تتكوّنُ التربةُ من الحجرِ الجيريِّ بمعدَّلٍ أسرعَ من الجرانيتِ.



1 . يتكوّنُ النطاقُ (جـ) عندما يتعرّضُ الأساسُ الصخريُّ للتجويةِ ، ويتكسّرُ الصخرُ إلى جزيئاتِ التربةِ .

2 . ينشأُ النطاقُ (أ) من النطاقِ (جـ) عندما تعملُ جذورُ النباتاتِ على تجويةِ الصخرِ ميكانيكيًّا وكيميائيًّا . تُضيفُ النباتاتُ أيضًا مادةً عضويةً إلى التربةِ .

3 . ينشأُ النطاقُ (ب) عندما يجرفُ ماءُ المطرِ الطينَ والمعادنَ من نطاقِ (أ) إلى نطاقِ (ب) .

شكل 51
تتكوّنُ نطاقاتُ التربةِ في ثلاثِ خطواتٍ .

الحياةُ في التربةِ
Life in Soil

تُعدُّ التربةُ أكثرَ من مجرّدِ قطعٍ صخريّةٍ ، فلو نظرْتَ ، بإمعانٍ ، إلى تربةٍ ما ، فسوف تستطيعُ أن ترى أنّها تزخرُ بأشياءَ حيّةٍ ، حيثُ تقومُ بعضُ كائناتِ التربةِ بخلطِ (بتقليبِ) التربةِ ، فتصنعُ بها فراغاتٍ للماءِ والهواءِ ، وتصنعُ كائناتٌ أخرى في التربةِ الدبالَ ، وهو المادّةُ التي تجعلُ التربةَ خصبةً . والتربةُ الخصبةُ غنيّةٌ بالموادِّ الغذائيّةِ التي يحتاجُ إليها النباتُ ، مثلِ النتروجينِ والفوسفورِ .

التحدي والتحقق

قسم الفصل إلى مجموعات صغيرة، واجعل كل مجموعة تعطي افتراضًا حول كيفية نمو النباتات الجيدة في التربة الخالية من الكائنات الحية. بعد كتابة المجموعات لافتراضاتهم، حثهم على تصميم تجربة تختبر صحة افتراضاتهم. التجربة النموذجية يجب أن توصي بنزع الأشياء الحية من عينة التربة عن طريق إزالة الديدان والحيوانات الأخرى واستخدام فرن الميكروويف لقتل الفطريات والبكتيريا. (قد تحتاج إلى أن تقترح على الطلاب هذا الجزء من طريقة إجراء التجربة.) بعدها يمكن زرع البذور في التربة المعقمة. يمكن مقارنة نمو هذه النباتات بالنباتات المزروعة في التربة العادية. اجعل الطلاب يناقشون تصميمات تجارب مجموعاتهم، ويعدلونها إذا لزم الأمر، وينفذون التصميمات المعدلة.

نمِّ مهاراتك

التوقّع: غالبًا ما يقوم عامل الحديقة بتحسين صفات التربة بإضافة مواد إليها. هذه المواد المضافة تغير تركيب التربة. فهي تجعل التربة أكثر خصوبة أو تزيد من كفاءتها على الاحتفاظ بالماء. على سبيل المثال، يضيف العامل السباخ (سماد خليط) إلى التربة الرملية. كيف تتغير التربة الرملية بإضافة السباخ؟

وتُساهِمُ النباتاتُ بمعظمِ البقايا العضويّةِ التي تُكوّنُ الدبالَ حينما تسقطُ أوراقُ النباتاتِ ، وتُكوّنُ **هذه الأوراقُ الساقطةُ طبقةً مفكّكةً تُسمّى القشَّ litter** ، وعندما تموتُ النباتاتُ أيضًا تسقطُ بقاياها على الأرضِ وتُصبِحُ جزءًا من القشِّ. جذورُ النباتاتِ تموتُ أيضًا ، وتبدأُ بالتحلّلِ تحتَ سطحِ الأرضِ ، على الرغمِ من أنّ بقايا النباتاتِ غنيّةٌ بالموادِّ الغذائيّةِ إلّا أنّها لم تُصبِحْ دبالًا بعدُ.

يتكوّنُ الدبالُ خلالَ عمليّةٍ تُسمّى بالتحلّلِ حيث تُحوّلُ الكائناتُ التي تعيشُ في التربةِ الموادَّ العضويّةَ الميتةَ إلى دبالٍ ، وتُسمّى هذه الكائناتُ **بالمحلّلات decomposers وهي كائناتٌ تُفتّتُ بقايا الكائناتِ الميتةِ إلى قطعٍ صغيرةٍ وتهضمُها بالأنزيمات.**

تُعتبرُ الفطريّاتُ والطلائعيّاتُ والبكتيريا والديدانُ المحلّلاتِ الرئيسيّةَ للتربةِ ، فالفطريّاتُ عبارةٌ عن كائناتٍ ، مثلِ العفنِ وعشِ الغرابِ تنمو وتتغذّى على بقايا النباتِ ، أمّا البكتيريا فهيَ محلّلاتٌ مجهريّةٌ تُسبّبُ التحلّلَ والتآكلَ ، وهي تُهاجِمُ الكائناتِ الميتةَ ومخلّفاتِها في التربةِ ، وتُحلّلُ حيواناتٍ أخرى صغيرةً مثلَ القرادِ ، وتُحلّلُ الديدانُ الموادَّ العضويّةَ الميتةَ وتخلطُها بالتربةِ.

تقومُ ديدانُ الأرضِ بمعظمِ العملِ في خلطِ الدبالِ مع الموادِّ الأخرى في التربةِ. كلّما تشقُّ ديدانُ الأرضِ طريقَها في التربةِ ، فإنّها تنقلُ الدبالَ لأسفلَ حتّى منطقةِ التربةِ التحتيّةِ (نطاقُ «ب») وتنقلُ موادَّ ما تحتَ التربةِ إلى السطحِ. تفرزُ ديدانُ الأرضِ التربةَ التي تأكلُها كفضلاتٍ. تكونُ تربةُ الفضلاتِ هذه غنيّةً بموادَّ يحتاجُ إليها النباتُ مثلِ النيتروجينِ.

تُفتّتُ كثيرٌ من الثدييّاتِ الحفّارةِ كالفئرانِ وحيوانِ الخلدِ وكلابِ البراري والسناجبِ الأرضيّةِ التربةَ الصلبةَ المتماسكةَ وتخلطُ الدبالَ خلالَها ، وتُضيفُ هذه الحيواناتُ أيضًا النيتروجينَ إلى التربةِ عندما تتخلّصُ من فضلاتِها ، كما أنّها تُضيفُ موادَّ عضويّةً عندما تموتُ وتتحلّلُ.

كذلك تُساعِدُ ديدانُ الأرضِ والحيواناتُ الحفّارةُ على تهويةِ التربةِ ، أي خلطِها بالهواءِ ، تحتاجُ جذورُ النباتاتِ إلى الأكسجينِ الذي تُضيفُه هذه العمليّةُ إلى التربةِ.

تكامل العلوم

في الأربعينيّات من القرنِ الماضي ، بدأ Selman Waksman عالمُ الميكروبيولوجيا (الكائناتِ الدقيقةِ) بالبحثِ عن كائناتٍ التربةِ التي تُنتِجُ الكيميائيّاتِ التي تقتلُ البكتيريا. وقد اكتشفَ نوعًا فعّالًا من البكتيريا شبيهًا بالعفنِ ينتمي إلى جنسِ استربتوميسيس Streptomyces ومن تلك البكتيريا تمّ تصنيعُ دواءِ الاستربتوميسين streptomycin.

ويُعتبرُ Selman Waksman أوّلَ من صاغَ المصطلحَ «مضادٌّ حيويٌّ» antibiotic وما قدّمَه Waksman أدّى إلى مزيدٍ من الأبحاثِ التي من خلالِها اكتُشِفَتْ كائناتٌ دقيقةٌ أخرى تعيشُ في التربةِ ، استُخرِجَتْ منها أيضًا مضاداتٌ حيويّةٌ أخرى مثلُ التتراسيكلينات tetracyclines.

إتلافُ التربةِ وفقدانُها
Soil Damage and Loss

تُعتبرُ التربةُ واحدةً من أهمِّ مواردِ الأرضِ ، لكن يُمكِنُ أن تتعرّضَ التربةُ للتلفِ أو الفقدانِ؛ ويُمكِنُ أن تستهلكَ أو تفقدَ خصوبتَها. ويُمكِنُ إعادةُ خصوبتِها مرّةً أخرى ، وذلك من خلالِ زراعةِ محاصيلَ جديدةٍ بالإضافةِ إلى تطويرِ طرقِ الزراعةِ. ويُعتبرُ الفولُ السودانيُّ أحدَ المحاصيلِ التي تُساعِدُ على جعلِ التربةِ خصبةً مرّةً أخرى.

تتعرّضُ التربةُ للتلوّثِ أيضًا نتيجةً للنشاطِ الإنسانيِّ كما في حالاتِ المناجمِ أو التسرّبِ الكيميائيِّ ، كذلك يُمكِنُ فقدُها بسببِ التعريةِ بواسطةِ المياهِ أو الرياحِ ، والتعريةُ بالمياهِ يُمكِنُ أن تحدثَ في أيِّ مكانٍ لا يتمتّعُ بالغطاءِ النباتيِّ. تكسرُ النباتاتُ حدّةَ المطرِ المنهمرِ ، وتعملُ الجذورُ على تماسكِ التربةِ مع بعضِها ، وتُعَدُّ التعريةُ بالرياحِ أحدَ الأسبابِ الأخرى لفقدانِ التربةِ.

في أجزاءِ العالمِ التي تستقبلُ مطرًا قليلًا ، نجدُ أنّ التصحّرَ هو أهمُّ سببٍ لفقدانِ التربةِ ، فالتصحّرُ هو تحوّلُ المناطقِ التي كانتْ خصبةً إلى مناطقَ شبيهةٍ بالصحراويّةِ.

المناخُ هو أحدُ أسبابِ التصحّرِ ، ففي خلالِ فتراتِ الجفافِ ، تذبلُ المحاصيلُ ، ومن دونِ الغطاءِ النباتيِّ تنجرفُ التربةُ المكشوفةُ بسهولةٍ. ويُمكِنُ أن يتسبّبَ الرعيُ الجائرُ للأراضي العشبيّةِ بواسطةِ الماشيةِ والأغنامِ أو قطعِ الأشجارِ للتدفئةِ أيضًا بالتصحّرِ.

ويُعَدُّ التصحّرُ مشكلةً خطيرةً جدًّا ، حيث لا يُمكِنُ للناسِ زراعةُ محاصيلَ أو رعيُ حيواناتِ الحقلِ أينما حدثَ التصحّرُ. وقد تعرّضَتْ مناطقُ مختلفةٌ في العالمِ للتصحّرِ بقسوةٍ.

خلفية علمية

التربةُ البكرُ لها رائحةٌ مميّزةٌ ترجعُ ، جزئيًّا ، إلى الكيميائيّاتِ التي تُنتِجُها بكتيريا الاستربتوميسيس Streptomyces ، في حينِ لا تمتلكُ التربةُ التجاريّةُ المعبّأةُ التي تُباعُ للزينةِ تلك الرائحةَ نظرًا لتعقيمِها. وبمجرّدِ إضافةِ النباتاتِ إلى التربةِ ، تكتسبُ التربةُ الرائحةَ المميّزةَ نظرًا لوصولِ البكتيريا إلى جذورِ النباتاتِ.

بناء مهارة الاستقصاء: الحساب

نشاط

المواد: عينة تربة، كوبان (2) قياس، ملعقة البنّاء، ماء.

الزمن: 15 دقيقة.

أكد على أن العديد من الأشياء الحية تحتاج إلى أكسجين الهواء للقيام بوظائفها الحيوية. عندئذٍ شجّع مجموعة صغيرة من الطلاب على تحديد كمية الهواء في عينة التربة عن طريق إضافة حجم معلوم من التربة في كوب القياس الأول، ثم صبَّ حجمًا مساويًا من الماء داخل الكوب الثاني. سوف يملأ الماء الفراغات الهوائية في التربة، ونتيجة لذلك، سوف تصبح كمية الماء والتربة في الكوب أقل من مجموع الحجمين الأصليين لهما. يستطيع الطلاب تعيين حجم الهواء في الحجم الأصلي للتربة عن طريق طرح الحجم النهائي في الكوب من مجموع الحجمين الأصليين للتربة والماء.

قيِّمْ

إجابات أسئلة مراجعة الدرس 1–2

1. تتكوّن التربة عندما يتفتت الصخر بفعل التجوية ويختلط بالمواد السطحية الأخرى.
2. جزيئات الصخر والمعادن والمواد العضوية المتحللة والهواء والماء.
3. بعض كائنات التربة تخلط التربة وتصنع فيها فراغات للهواء والماء. كائنات تربة أخرى تصنع الدبال، المادة التي تجعل التربة خصبة.
4. عندما تصبح التربة مشبعة تمامًا بالماء، لا تصبح هناك فراغات للهواء، عندئذٍ يجب أن تزحف الديدان إلى السطح لتجد الهواء.
5. هناك طريقتان للحفاظ على التربة، تشمل الحرث التحفظي Conservation Plowing أي الممارسات الزراعية التي تحد بقدر الإمكان من العبث بالتربة وغطائها النباتي واستخدام الأشجار كمصدات للريح.

الحفاظ على التربة

Soil Conservation

تُساعِدُ هذه الممارساتُ الزراعيّةُ على تقليلِ تعريةِ التربةِ.

المصاطبُ (المدرّجاتُ)
تتشكّلُ المنحدراتُ الشديدةُ للجبالِ على صورةِ سلاسلَ من المصاطبِ (المدرّجات) الأفقيّةِ، حيث تُبطِئُ الأضلاعُ الناتئةُ للتربةِ على حافّاتِ المصاطبِ (المدرّجات) جريانَ الماءِ، وتحجزُ التربةَ المتآكلةَ بالتعريةِ.

الحرثُ التحفّظيُّ
بدلًا من حرثِ الحقولِ وتركِها عاريةً، يستخدمُ المُزارِعُ الآلاتِ التي تُقلِّبُ التربةَ التحتيّةَ فقط. تتركُ هذه الطريقةُ العيدانَ الميتةَ والحشائشَ من محصولِ السنةِ السابقةِ في الأرضِ كي تُحافِظَ على التربةِ الفوقيّةِ في مكانِها.

مصدّاتُ الريحِ
تُزرَعُ الأشجارُ في صفوفٍ حولَ حافّاتِ الحقولِ، وتعوقُ هذه الأشجارُ، والتي تُستخدَمُ كمصدّاتِ رياحٍ، الرياحَ وتستقطِبُ التربةَ المنقولةَ بالتعريةِ. يُعطي استخدامُ أشجارِ الفواكهِ والمكسّراتِ، كمصدّاتٍ للرياحِ، فوائدَ إضافيّةً إلى المُزارِعِ والحياةِ البرّيّةِ.

أسئلة مراجعة الدرس 1–2

اختبرْ وفسّرْ

1. ما الدورُ الذي تلعبُه التجويةُ في تكوّنِ التربةِ؟
2. ما الموادُّ المختلفةُ التي تُكوِّنُ التربةَ؟
3. كيف تُؤثِّرُ النباتاتُ والحيواناتُ في تكوينِ وتركيبِ التربةِ؟
4. **التفكيرُ الناقدُ:** (إيجادُ العلاقةِ بينَ السببِ والنتيجةِ) تتنفّسُ ديدانُ الأرضِ عن طريقِ امتصاصِ الهواءِ من التربةِ من خلالِ جلدِها. لماذا تزحفُ ديدانُ الأرضِ إلى السطحِ عندما يسقطُ المطرُ؟ اشرحْ.
5. اذكرْ بعضَ الوسائلِ التي يستخدمُها المزارعُ للحفاظِ على التربةِ.

تحقق من معلوماتك

1. (ب)
2. (ب)
3. (أ)
4. (أ)
5. التعرية.
6. صحيحة.
7. الدُّبال.

تحقق من فهمك

1. التجوية الميكانيكية السريعة تحدث على الأرجح في المناطق التي تتميز بتذبذب درجات الحرارة، لأنه في كل مرة يتمدد فيها الماء وينكمش تقوم الأوتاد الثلجية بتوسيع وتعميق الشقوق الموجودة في الصخور.
2. تتكوّن التربة عندما يتفتت الصخر بفعل التجوية ويختلط بمواد أخرى على السطح.
3. تحتوي التربة الفوقية على كمية دبال أكثر مما هو الحال في التربة التحتية.
4. تعتبر النباتات عامل تجوية ميكانيكية عندما تمد جذورها فتتسع تبعًا لذلك الشقوق الصخرية، كما يمكن اعتبارها عامل تجوية كيميائية عندما تنتج جذورها حامضًا ضعيفًا يقوم بإذابة الصخور ببطء.
5. يقوم الحرث التحفُّظي بأقل تأثير ممكن على التربة والغطاء النباتي، ومن ثم يمكن الحفاظ على التربة في مكانها مع الاحتفاظ بالرطوبة وحماية المواد الغذائية في التربة.

تحقق من معلوماتك

أسئلة الاختيار من متعدّد.

اختر الحرف الذي يدلُّ على الإجابة الأفضل:

1. أهمُّ قوى التجوية الميكانيكيّة في المناخ البارد هي:
   (أ) الأكسدةُ. (ب) التجمّدُ والذوبانُ.
   (ج) نشاطُ الحيوان. (د) البريُ.
2. أغلبُ التجوية الكيميائيّة يُسبّبُها:
   (أ) المطرُ الحمضيُّ. (ب) الماءُ.
   (ج) الأكسجينُ. (د) ثاني أكسيد الكربون.
3. النطاقُ (ب) يتكوّنُ من:
   (أ) التربة التحتيّة. (ب) التربة الفوقيّة.
   (ج) جزيئاتِ الصخر. (د) الأساس الصخريّ.
4. فقدانُ كثيرٍ من التربة الفوقيّة لدرجةٍ لا يستطيعُ النباتُ النموَّ بعدَها مرّةً أخرى في منطقةٍ ما يُسمّى:
   (أ) التصحّرَ. (ب) دورةَ المحصول.
   (ج) الحرثَ التحفّظيّ. (د) استصلاحَ الأراضي.

حدّدْ ما إذا كانتِ الجملةُ صحيحةً أم خاطئةً. اكتبْ صحيحةٌ إذا كانتْ صحيحةً، وإذا كانتْ خاطئةً، فصوّبِ الكلمةَ التي تحتها خطٌّ لتُصبحَ الجملةُ صحيحةً:

5. التجويةُ الميكانيكيّةُ هي تحرّكُ جزيئاتِ الصخرِ بواسطةِ الريحِ أو الماءِ أو الثلجِ.
6. تحدثُ التجويةُ بمعدّلٍ أسرعَ في المناخِ الرطبِ.
7. الموادُ العضويّةُ المتحلّلةُ في التربةِ تُسمّى طميًا.

تحقق من فهمك

طبّقِ المفاهيمَ التي تعلّمْتَها للإجابةِ عن كلِّ سؤالٍ ممّا يأتي:

1. في أيٍّ من الظروفِ المناخيّةِ تحدثُ التجويةُ الميكانيكيّةُ بمعدّلٍ أسرعَ: عندما تظلُّ درجةُ حرارةِ الشتاءِ عادةً تحتَ مستوى التجمّدِ، أو عندما تتأرجحُ غالبًا حولَ درجةِ التجمّدِ؟ فسّرْ.
2. اشرحْ باختصارٍ كيفَ تتكوّنُ التربةُ.
3. أيُّهما يحتوي على مزيدٍ من الدبالِ: التربةُ الفوقيّةُ أم التحتيّةُ؟
4. اشرحْ كيفَ تتصرّفُ النباتاتُ كعواملَ لكلٍّ من التجويةِ الميكانيكيّةِ والكيميائيّةِ.
5. كيفَ يُسهِمُ الحرثُ التحفّظيُّ في حمايةِ التربةِ؟

1. تهشم الصخور إلى قطع يزيد من المعدل الذي تتعرض له الصخور للتجوية الكيميائية، وذلك لأن تهشم الصخر يزيد المساحة السطحية المعرضة لعوامل التجوية.
2. (أ) تجوية ميكانيكية.
   (ب) تجوية كيميائية.
   (ج) تجوية كيميائية.
3. قد تختلف الإجابات. يجب أن تذكر أن نوعي الصخر والمناخ يحددان المعدل الذي يتأثر به الصخر بالتجوية ومن ثم تكوّن التربة. ولهذا قد يسبب أحد أو كلا العاملين الاختلاف من منطقة إلى أخرى.

أسئلة مراجعة الفصل 1

1. **وَثِّق:** افترض أنّ التجوية الميكانيكية تُهشّم الصخر إلى قطع. كيف تؤثّر ذلك على المعدّل الذي يحدث به الصخر كيميائيًا؟
2. **تصميم:** صمّم الأنظمة الآتية كتجربة ميكانيكية أو كيميائية:
   (أ) ظهور تشققات في سدّ جانبيّ بحرار شجرة ضخمة.
   (ب) ظهور قطعة من الصخر الجيري فيها ثقوب.
   (ج) تحوّل صخر ميكشف على السطح بطء إلى اللون البنّي المحمر (المشروب بالحمرة).
3. **علاقة السبب بالنتيجة:** صخران يقع كلاهما في مكان مختلف، وتعرضا للتجوية خلال المدة الزمنية نفسها، وقد تكوّنت تربة خصبة من أحد الصخور، وتكوّنت تربة غير خصبة من الآخرى. ما العوامل التي قد سبّبت هذا الفرق في معدّل خصوبة التربة؟

أسئلة مراجعة الفصل 1

الفصل الثاني

قوى التعرية

مقدمة الفصل

كلّف الطلاب بدراسة الصورة الفوتوغرافية الموجودة في الصفحة (125) من كتاب الطالب.

استقصاء موجه

بعد دراسة الطلاب للصورة الفوتوغرافية، وجّه إليهم الأسئلة التالية.

- ماذا توضح هذه الصورة؟ **(قد يتعرف الطلاب على أخدود ضيق متعرج نظرًا لحوائطه المتقاربة المكوّنة من الصخور المعراة، بالإضافة إلى المنطقة المضاءة بالشمس.)**
- ما العملية الطبيعية التي أدت إلى تكون هذا الأخدود؟ **(يجب أن يجيب الطلاب: التجوية والتعرية)**
- في اعتقادك، ما أنواع التجوية والتعرية التي كانت سائدة؟ **(سيذكر الطلاب البري بالماء والريح، وإذابة الماء للصخور)**
- ما نوع المنطقة التي تعتقد أن هذا الأخدود يقع فيها؟ لماذا؟ **(على الرغم من وجود نهر يجري في الأخدود، فإن التعرية بالرياح توضح أنها منطقة جافة. من المرجح أن هذا الأخدود تم شقه بالمياه خلال المواسم النادرة من المطر العنيف. التعرية بالرياح جعلت أسطح الصخور مجعدة خشنة).**

الفصلُ الثاني

قوى التعرية

Forces of Erosion

دروس الفصل

1-2 التعريةُ

2-2 التعريةُ بالمياهِ

3-2 التعريةُ بالثلجِ

4-2 التعريةُ بالرياحِ

ماذا ترى في هذه الصورة؟

أرى صخورًا حدثَتْ لها جَوِيةٌ . إنّها أيضًا تُشبِهُ الكهفَ . لذا فهو كهفٌ نتجَ عن التجويةِ . تُشبِهُ الصخورُ الحجرَ الرمليَّ . الطقسُ جعلَها كذلك بتكسيرِ سطحِ الأرضِ .

125

الدرس الأول 2-1

التعرية

حفِّزْ

تنمية المهارات، صفحة 126

لمساعدة الطلاب على ملاحظة التعرية، دعهم يجرون نشاط «تنمية المهارات».

الإجابة: جدول أو تيار مائي يبلي الكومة. الجزيئات أو النفايات المفككة سوف تنجرف بعيدًا عن الكومة. التيار المائي القوي يحرك أكبر كمية من الجزيئات نظرًا لزيادة قوة وحجم الماء. نعم، كلما زادت سرعة الماء زادت التعرية لأن التيار الأسرع له طاقة أكبر.

علِّمْ

تصويب بعض المفاهيم الخطأ لدى الطلاب

قد يعتقد الطلاب أن الماء هو العامل الوحيد الذي يسبب التعرية. وضِّح لهم أن التعرية تحدث كلما تم التقاط المواد ونقلها. اِسأل، مع ضرب أمثلة، عن التعرية بالرياح، وعن الرياح المحملة بالرمال عبر حقل المزروعات.

الإجابة عن السؤال الوارد في الشكل 52:

إن الصخر الذي يتكون منه التمثال يتفتت نتيجة عوامل التجوية المختلفة مما ينتج عنه تفتت الصخر ونقله إلى أماكن أخرى، وهذا يعرف بالتعرية.

قيِّمْ

إجابات أسئلة مراجعة الدرس 2-1

1. الماء، الريح، الثلج، الجاذبية.
2. يجب التأكد من أن التل ليس فيه الكثير من الصخور المفككة والتربة أو رواسب دقيقة التحبب.
3. التعرية تحدث بالتقاط وحمل مواد ونقلها بعيدًا؛ الترسيب هو إسقاط المواد الناتجة عن التجوية. تؤدي التعرية إلى تآكل الصخور على سطح الأرض أما الترسيب فيؤدي إلى تشكيل تضاريس بفعل إسقاط المواد الناتجة عن التجوية.

2-1 التعريةُ

Erosion

الأهداف

في نهاية هذا الدرس يجبُ أن يكونَ الطالبُ قادرًا على أن:

- يشرحَ الفرقَ بينَ التعريةِ والترسيبِ.
- يُسمّي عواملَ التعرية.
- يُعرّفَ المصطلحاتِ الأساسيّة: الترسيبَ.

حاولْ أن تتخيّلَ ما كانَتْ تبدو عليه المنطقةُ التي تسكنُ فيها منذ أكثرَ من 1000 سنةٍ. في اعتقادك، كيف اختلفَتْ عمّا هي عليه اليومَ؟ على سبيلِ المثالِ، لم تكنِ المباني والشوارعُ موجودةً، وكانَتْ بالأرضِ تلالٌ أكثرُ، ومنذ ذلكَ الوقتِ إلى الآن، أدّى النشاطُ الإنسانيُّ أو الأسبابُ الطبيعيّةُ إلى تآكلِ التلالِ، وربّما كانَتِ الأرضُ مسطّحةً أكثرَ ممّا هي عليه الآن. قامَتِ الآلاتُ أو الريحُ والمياهُ بترسيبِ الرواسبِ لترتفعَ الأرضُ، قد لا تعرفُ ذلك، لكنّ الأرضَ في منطقتِك ما زالَتْ آخذةً في التغيّرِ. في اعتقادك، كيف ستبدو بعدَ 1000 سنةٍ من الآن؟

نشاط

تنميةُ مهارةِ التوقّعِ

كيف يُصنَعُ الطينُ؟

ماذا يحدثُ لكومةٍ من الأتربةِ لو فتحتَ عليها صنبورَ مياهٍ؟ أين ستذهبُ الأتربةُ لو أغلقْتَ الصنبورَ؟ ماذا سيحدثُ للأتربةِ لو اندفعَتِ المياهُ بقوّةٍ؟ هل تُؤثّرُ سرعةُ الماءِ على كمّيّةِ الأتربةِ المتحرّكةِ؟ فسّرْ.

التعريةُ والترسيبُ

Erosion and Deposition

تتغيّرُ الموادُّ على سطحِ الأرضِ دائمًا. كيف تغيّرَ التركيبُ في شكلِ (52) مع الزمنِ؟ تذكّرْ أنّ الصخرَ يتفتّتُ بفعلِ التجويةِ الميكانيكيّةِ والكيميائيّةِ، والموادُّ الناتجةُ من تفتّتِ هذا الصخرِ قد انْقُطِعَتْ ونُقِلَتْ إلى أماكنَ أخرى، وتُسمّى عمليّةُ رفعِ ونقلِ الموادِّ المفتّتةِ بالتعريةِ. وعواملُ التعريةِ هي الماءُ والرياحُ والثلجُ والجاذبيّةُ الأرضيّةُ، وينتجُ عنها تآكلُ الأرضِ.

شكل 52

ما عاملُ التعريةِ الذي أدّى إلى تجويةِ تمثالِ أبي الهولِ في مصرَ؟

وتعتمدُ درجةُ التعريةِ التي تحدثُ في منطقةٍ ما على كمّيّةِ المطرِ ودرجةِ تفكّكِ التربةِ وانحدارِ الأرضِ، ولهذا تتأثّرُ جوانبُ التلِّ الجرداءِ بالتعريةِ أسرعَ من التلالِ المغطّاةِ بالعشبِ أو الحقولِ المسطّحةِ. يُسمّى **إسقاطُ الموادِّ الناتجةِ من التجويةِ في مكانٍ آخرَ بالترسيبِ deposition**. ويُساعدُ الترسيبُ على خلقِ تشكيلاتٍ أرضيّةٍ جديدةٍ (تضاريسَ). يحدثُ الترسيبُ أحيانًا خلالَ فترةٍ زمنيّةٍ طويلةٍ، وفي بعضِ الأحيانِ، يُحرّكُ الترسيبُ الموادَّ بسرعةٍ خلالَ فترةٍ قصيرةٍ.

التعليمُ المتكاملُ

الترابطُ والتداخلُ بالعلومِ والتكنولوجيا والمجتمعِ S.T.S Connection

من مركباتِ المناطقِ الوعرةِ الدراجاتُ البخاريّةُ، والعرباتُ الصغيرةُ عابرةُ الكثبانِ الرمليّةِ، وعرباتُ الدفعِ الرباعيِّ، والعرباتُ المتعدّدةُ الأغراضِ. وتزيدُ هذه الأنواعُ من المركباتِ من تعريةِ التربةِ، ونتيجةً لذلكَ فقد قصرَ استخدامُ هذه المركباتِ في مناطقَ خُصّصَتْ لاستخدامِها بعدَ أن كانَتْ تُستخدَمُ حتّى منتصفِ السبعينيّاتِ في معظمِ المناطقِ. يُحظّرُ بعضُ الناسِ قيادةَ مركباتِ المناطقِ الوعرةِ في المناطقِ العامّةِ المأهولةِ بالسكّانِ.

أسئلة مراجعة الدرس 2-1

اختبرْ وفسّرْ

1. ما عواملُ التعريةِ الأربعةُ؟
2. **توقّعْ** افترضْ أنّكَ تُريدُ بناءَ منزلٍ على جانبِ تلٍّ، وتُريدُ بناءَ حديقةٍ لزراعةِ الخضراواتِ. ما الاستعداداتُ التي تضمنُ عدمَ تأثّرِ حديقتِك بعواملِ التعريةِ؟
3. **قارنْ وباينْ** كيف تختلفُ التعريةُ عن الترسيبِ؟ وكيف يُؤثّرُ كلٌّ منهما على شكلِ الأرضِ؟

الدرس الثاني 2-2

التعرية بالمياه

حفِّزْ

تنمية المهارات، صفحة 128

لمساعدة الطلاب على مشاهدة التعرية بفعل الماء، اجعلهم يقومون بنشاط «تنمية المهارات».

الإجابة: مزيد من التربة سوف يتدفق مع الماء من الوعاء الذي يحتوي على تربة فقط. القش سوف يقلل التعرية.

تصويب بعض المفاهيم الخطأ لدى الطلاب

قد يعتقد الطلاب أن التعرية قد تستغرق وقتًا طويلًا. ناقش أثر سقوط الأمطار على التراب. وضّح أن الأخاديد الصغيرة والرواسب الطينية يمكن أن تتشكّل بشكل سريع.

الإجابة عن السؤال الوارد في الشكل 53:

الأغادير هي عبارة عن قنوات صغيرة في الأتربة حفرت نتيجة التعرية بواسطة انسياب الماء لأسفل التل. أما الأخوار فهي عبارة عن اتحاد مجموعة من الأغادير لتكون مجاري ينساب الماء خلالها ليصل إلى الجدول.

علِّمْ

صنِّف

دوّن العبارات الآتية على السبورة. اجعل الطلاب يلاحظون كل عبارة إن كانت تصف دلتا (D) أو مروحة طمية (AF). وتد سميك (AF)؛ جدول ينساب نحو أرضية صحراوية (AF)؛ جدول ينساب إلى داخل جسم مائي ساكن (D)؛ نهر يصل إلى مرحلة سكون (D)؛ التكوينات الموجودة عند قاعدة جبل (AF).

2-2 التعريةُ بالمياهِ
Water Erosion

الأهدافُ

في نهايةِ هذا الدرسِ يجبُ أن يكونَ الطالبُ قادرًا على أن:
- **يصفَ** كيف يتكوّنُ النهرُ.
- **يُصنّفَ** نشأةَ الأمواجِ تبعًا لنوعِ خطِّ الساحلِ.
- **يقارنَ ويباينَ** رسوميّاتِ الجداولِ والأمواجِ.
- **يعرّفَ المصطلحاتِ الأساسيّةَ:** غديرًا، الحواجزَ النهريّةَ.

قد ترى ماءً عكرًا ينسابُ في شارعِك أو في الطريقِ بعدَ سقوطِ مطرٍ شديدٍ، يعني ذلك أنّ الأتربةَ تتحرّكُ من مكانٍ إلى آخرَ في الماءِ الجاري، وعندما يقفُ الماءُ أو يبطؤُ، تأخذُ الرواسبُ شكلَ أكوامٍ. يُمكِنُك أن ترى أكوامَ الرملِ أو الأتربةِ تتراكمُ في المصارفِ بجانبِ الشارعِ.

التعريةُ بفعلِ الجداولِ المائيّةِ
Stream Erosion

يُكوّنُ الماءُ بانسيابِه لأسفلِ التلِّ **أغاديرَ rills أو مجاريَ (قنواتٍ) صغيرةً في الأتربةِ**. انظرِ الشكلَ (53). تتّحدُ الأغاديرُ لتُكوّنَ مجاريَ تُسمّى أخوارًا (أخاديدَ صغيرةً أو مخرّاتٍ). ينسابُ الماءُ خلالَ الأغاديرِ والأخوارِ حاملًا الرواسبَ لأسفلِ التلِّ.

بمجرّدِ أن يصلَ الخورُ إلى جدولٍ، يحدثُ مزيدٌ من التعريةِ، حيث ينقلُ الجدولُ الرواسبَ، وتعملُ هذه الحركةُ المستمرّةُ على تعريةِ القاعِ والجوانبِ مكوّنةً واديًا، وعندما يدخلُ الجدولُ النهرَ يبطؤُ الماءُ ويُلقي بالرواسبِ.

شكلُ 53
كيف تختلفُ الأغاديرُ عن الأخوارِ؟

نشاط

تنميةُ مهارةِ الملاحظةِ

فطائرُ الطينِ

أحضِرْ بعضًا من قشّ الحشائشِ وإناءين مملوءين بالتربةِ ودلوًا وحوالى 300 mL ماءً.

1. غطِّ التربةَ في أحدِ الإناءين بالقشِّ.
2. أمسِكْ (ثبّتْ) إناءَ التربةِ الآخرَ بزاويةٍ بسيطةٍ على الدلوِ.
3. صُبَّ 150 mL من الماءِ على التربةِ. لاحظِ الماءَ في الدلوِ.
4. كرّرِ العمليةَ السابقةَ مع الإناءِ الآخرِ. كيف أثّرَ القشُّ على كمّيّةِ التعريةِ؟

التعليمُ المتكاملُ

الترابطُ والتداخلُ بالعلومِ والتكنولوجيا والمجتمعِ S.T.S Connection

تتميّزُ بيوتُ الطينِ في الكويتِ قديمًا بأشكالِها المربّعةِ أو المستطيلةِ. تُصنَعُ هذه البيوتُ من التراب والقشِّ المطحونِ "التبن" على شكلِ قوالبَ مستطيلةٍ تُسمّى "اللبن"، وتُنشَرُ أمامَ الشمسِ لعدّةِ أيّامٍ حتّى تجفَّ ومن ثمّ تُبنى جدرانُ المنازلِ منها. وبعدَها تُصنَعُ أسقفُ "البيوتِ الطينيّةِ" بوضعِ أعمدةٍ من الخشبِ "أجسورةٍ" مستندةٍ من أغصانِ الأشجارِ، ومن ثمّ يوضَعُ فوقَها القشُّ "السفيرُ" وبعدَها تُصقَلُ "تسيخُ" بالطينِ. ويكونُ السطحُ بشكلٍ محدّبٍ أو مائلٍ ليُساعدَ على عدمِ تجمّعِ مياهِ الأمطارِ فوقَه من جهةٍ، ولسهولةِ تنظيفِه في فترةِ الشتاءِ من جهةٍ أخرى.

الترسيبُ بفعلِ الجداولِ والأنهارِ
Stream and River Deposition

عندما يبطؤُ الجدولُ أو النهرُ فإنّه يفقدُ طاقةً، ونتيجةَ فقدانِ الطاقةِ يُلقي النهرُ أو الجدولُ بالرواسبِ التي يحملُها. وقد ترسّبُ الرواسبُ على جانبي النهرِ أو أسفلَ المجرى أو عندَ المصبِّ، ومع إبطاءِ النهرِ ترسّبُ موادُّ الخشنةُ والكبيرةُ أوّلًا، ثمّ ترسّبُ الرواسبُ الدقيقةُ، مثلُ الغرينِ والطينِ بعدَ ذلك. يُحدّدُ حجمُ الرواسبِ ومكانُ الترسيبِ نوعَ التشكيلاتِ الأرضيّةِ الناتجةِ. يُمكِنُك أن ترى أمثلةً لتلك التشكيلاتِ الأرضيّةِ في الصورِ التاليةِ.

دلتا Delta

عندَ مصبِّ النهرِ، قد يتكوّنُ راسبٌ مثلّثُ الشكلِ يُسمّى دلتا، وتتكوّنُ الدلتا عندما ينسابُ النهرُ داخلَ جسمٍ مائيٍّ هادئٍ ساكنٍ كخليجٍ أو بحيرةٍ أو بحرٍ داخليٍّ؛ لأنّ النهرَ ينتهي غالبًا إلى حالةِ سكونٍ كاملةٍ، ونجدُ أنّ معظمَ الرواسبِ ترسّبُ عندَ المصبِّ.

المراوحُ الطميّةُ Alluvial Fan

أحيانًا يتركُ الماءُ جوانبَ شديدةَ الانحدارِ ليدخلَ إلى مناطقَ مسطّحةٍ. ويبطؤُ الماءُ ويُلقي حمولتَه، لترسّبَ عندَ قاعدةِ الجبلِ على شكلٍ مخروطٍ (وتدٍ) سميكٍ، ويُسمّى هذا النوعُ من الرواسبِ بالمراوحِ الطميّةِ. يشيعُ تكوّنُ المراوحِ الطميّةِ في المناطقِ الجافّةِ حيث تنسابُ الجداولُ إلى أرضيّةِ الصحراءِ.

التحكّمُ في الفيضانِ
Flood Control

يحدثُ الفيضانُ طبيعيًّا عندما تتطوّرُ الجداولُ وتصلُ إلى مرحلةِ النضجِ، وعلى الرغمِ من ذلك، يُمكِنُ أن يُسبّبَ الفيضانُ مشاكلَ للمدنِ والأراضي الزراعيّةِ المتمركزةِ على سهولِ الفيضانِ إلّا أنّ بعضَ الفيضاناتِ محكومةٌ طبيعيًّا. **ترسّبُ الرسوبيّاتُ خلالَ الفيضانِ كتوءاتٍ ممتدّةٍ تُسمّى حواجزَ نهريّةً levee**، بجانبِ الأنهارِ الناضجةِ أو الكهلةِ. تُساعدُ الحواجزُ النهريّةُ على منعِ النهرِ من غمرِ ضفافِه.

يُساعدُ الناسُ أيضًا في التحكّمِ في الفيضانِ بإنشاءِ البحيراتِ والحواجزِ الصناعيّةِ، وتُبنى الحواجزُ الصناعيّةُ من النفاياتِ والأتربةِ أو الخرسانةِ، ويستطيعُ الناسُ تقديمَ المساعدةِ أيضًا بالمحافظةِ على الحقولِ مغطّاةً بالنباتاتِ، وبالمحافظةِ على الغاباتِ، كما تمنعُ المحافظةُ على التربةِ الجريانَ الزائدَ للماءِ خلالَ الانهمارِ العنيفِ للمطرِ.

أفكارٌ في العلومِ

الأنظمةُ والتفاعلاتُ

تتكوّنُ النظمُ النهريّةُ عندما يتحدُ الماءُ الجاري مجرًى. يُسبّبُ تفاعلُ الماءِ المناسبِ مع الأتربةِ التعريةَ. يشملُ نظامُ الصرفِ الأغاديرَ التي تتحدُ لتُكوّنَ أخوارًا، والتي تتحدُ بدورِها لتُكوّنَ جداولَ؛ وتلتقي الجداولُ لتُكوّنَ مجرى النهرِ الرئيسيَّ.

حاول إجراء ما يلي

نشاط

تنمية مهارة: الاستنتاج.

المواد: طبق بتري، تربة دقيقة النسيج، ورقة صحيفة، قطارة بلاستيكية، ماء، عصا قياس (مسطرة مترية).

الزمن: 15 دقيقة.

إرشادات: لإسقاط الماء من ارتفاع 2 m، أكثر الطلاب سوف يضطرون إلى الصعود على منضدة أو كرسي. تأكَّد من فعلهم ذلك بأمان. يمكنك القيام باقتراح بديل بقسمة المسافة على اثنين وإسقاط الماء من مسافة $\frac{1}{2}$ m في المحاولات الأولى ثم 1 m في المحاولات الثانية.

النتيجة المتوقعة: يجب أن يلاحظ الطلاب أن القطرات الساقطة من مسافة 2 m سببت رذاذًا ابتعد مسافة أطول عن الرذاذ الناتج من القطرات الساقطة من مسافة 1 m. بما أن القطرات التقطت رواسب عند ارتطامها بالتربة، فالقطرات الساقطة من مسافة 2 m تسببت أيضًا بتعرية أشد.

يجب أن يستنتج الطلاب أن قطرات الـ 2 m تملك قوة أكبر لأن الماء سقط من مسافة أكبر.

توسّع: شجّع الطلاب على تجربة هذه الطريقة مع وضع مواد مختلفة في الطبق تتضمن الرمل والتربة الطينية والحصى ثم قارن النتائج.

تنمية المهارات، صفحة 130

لمساعدة الطلاب على تعلم التحكم في التعرية بفعل الموج، اجعلهم يقومون بنشاط «تنمية المهارات».

الإجابة: الإجابات سوف تختلف؛ الوسائل الفعلية تشمل بناء الحواجز البحرية والموانئ ومراسي السفن البحرية.

سهلُ الفيضان Floodplain
تتراكمُ الرواسبُ على سهولِ الفيضانِ بعدَ تكرارِ الفيضانِ ، وقد تكونُ سهولُ الفيضانِ ضيّقةً أو تتّسعُ لكيلومتراتٍ عديدةٍ ، وغالبًا ما تُكوِّنُ سهولُ الفيضانِ مناطقَ زراعيّةً ممتازةً ، لأنَّ رواسبَ الفيضانِ تُضيفُ موادَّ غذائيّةً ومعادنَ إلى التربةِ على جانبَي النهرِ . يوجدُ سهلُ الفيضانِ الموضّحُ في هذه الصورةِ في كينيا في أفريقيا .

الحواجزُ النهريّةُ Levee
تتكوّنُ الحواجزُ النهريّةُ من راسبٍ كبيرِ الحبيباتِ ، يترسّبُ أوّلًا عندما يغمرُ النهرُ ضفافَه ، ويُؤدّي تراكمُ الرواسبِ إلى ارتفاعِ ضفافِ النهرِ في النهايةِ ، وبهذه الطريقةِ ، تُساعدُ الحواجزُ النهريّةُ على التحكّمِ في الفيضاناتِ المقبلةِ . لو تكرّرَ الفيضانُ بطولِ النهرِ ، قد تُصبحُ الحواجزُ النهريّةُ عاليةً جدًّا ، حيث يقعُ الحاجزُ النهريُّ الطبيعيُّ الموضّحُ هنا بالقربِ من النهرِ الأخضرِ Green River .

نشاط

تنميةُ مهارةِ الاستدلالِ

التحكّمُ في التعريةِ

تُسبّبُ الأمواجُ التي ترتطمُ بالشاطئِ تلفَ الطرقِ والمباني القريبةِ . استنبطْ كيفَ يُمكنُ التحكّمُ في التعريةِ بالموجِ . قارنْ أفكارَكَ بالطرقِ المختلفةِ التي يستخدمُها الناسُ فعليًّا للتحكّمِ في التعريةِ بالأمواجِ .

التعريةُ بالموجِ
Wave Erosion

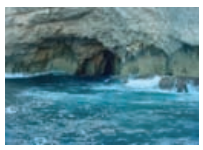
هناكَ عمليّةٌ فيزيائيّةٌ تُسمّى الفعلَ الهيدروليكيَّ hydraulic action ، وتحدثُ عندما ترتطمُ الأمواجُ بالشقوقِ الموجودةِ في الصخورِ . تملأُ الأمواجُ الشقوقَ الموجودةَ في الصخورِ أوّلًا ، وقبلَ أن ينسحبَ الماءُ من الشقِّ ، تدفعُ موجةٌ أخرى الماءَ داخلَ الشقِّ . يُسبّبُ هذا الضغطُ اتّساعَ الشقِّ . وفي النهايةِ ، يتفلّقُ الصخرُ إلى قطعٍ صغيرةٍ يُمكن أن تتعرّضَ لمزيدٍ من التعريةِ بالأمواجِ .

هناكَ عمليّةٌ فيزيائيّةٌ أخرى تُهشّمُ الصخورَ وهي البريُ abrasion ، حيث تقومُ الأمواجُ بدحرجةِ الصخورِ وقذفِها ضدَّ بعضِها بعضًا ، فتتفتّتُ إلى قطعٍ أصغرَ . وتتعرّضُ هذه القطعُ عندئذٍ للتعريةِ . تعملُ الرواسبُ المنقولةُ بالموجِ كورقِ صنفرةٍ يحتُّ الصخورَ .

أخيرًا ، يُمكنُ أن يُحرّضَ ماءُ المحيطِ الصخورَ للتجويةِ الكيميائيّةِ ، حيث يُذيبُ ماءُ المحيطِ معادنَ الصخرِ ممّا يُؤدّي إلى انهيارِه ، ويتمُّ حملُ هذه القطعِ الصغيرةِ بالأمواجِ ، فتتعرّضُ لمزيدٍ من التعريةِ .

تكويناتٌ من التعريةِ بالموجِ
Formations from Wave Erosion

هل رأيتَ قبلَ ذلك أيًّا من التكويناتِ الساحليّةِ الآتيةِ؟ تُغيّرُ الأمواجُ شكلَ الساحلِ باستمرارٍ . يتعرّضُ كلٌّ من الرملِ على الشاطئِ والسواحلِ الصخريّةِ للتعريةِ بالأمواجِ باستمرارٍ ، وتنتجُ عن التعريةِ بالموجِ التشكيلاتُ الصخريّةُ الجميلةُ على طولِ الساحلِ الصخريِّ .



الكهفُ البحريُّ Sea Cave
تنشأُ التشكيلاتُ الأرضيّةُ عندما تكونُ المنطقةُ الشاطئيّةُ متكوّنةً من عدّةِ أنواعٍ من الصخورِ التي تستجيبُ للتعريةِ بمعدّلاتٍ مختلفةٍ ، حيث يُؤدّي ارتطامُ الموجِ بجرفٍ يحتوي على صخورٍ ضعيفةٍ إلى فتحِ هوّةِ الصخرِ ، وتُسمّى هذه الهوّةُ (الفراغُ) بالكهفِ البحريِّ . ابحثْ عن الكهفِ البحريِّ في الصورةِ .

القوسُ البحريُّ Sea Arch
إذا تخلّلتِ التعريةُ الصخورَ داخلَ الكهفِ البحريِّ ، قد ينكوّنُ قوسٌ طبيعيٌّ يُسمّى بالقوسِ البحريِّ . قارنِ القوسَ البحريَّ الموضّحَ . إذا استمرّتِ التعريةُ ، فقد ينهارُ القوسُ البحريُّ تاركًا خلفَه عمودًا من الصخرِ أو قائمًا بحريًّا .

القائمُ البحريُّ Sea Stack
القائمُ البحريُّ برجٌ طويلٌ من الصخورِ الشديدةِ المقاومةِ ينتصبُ داخلَ المنطقةِ الشاطئيّةِ . وهو صخرٌ قائمٌ تبقّى من حائطٍ صخريٍّ شديدِ الانحدارِ أو من جرفٍ بحريٍّ بعدما قامتِ الأمواجُ بتعريةِ جميعِ الصخورِ الضعيفةِ المحيطةِ بالصخرِ .

خارجُ إجراءِ ما يلي

نشاط

سقوطُ قطراتِ المطرِ

1. اكتشفْ كيفَ تُؤثّرُ قوّةُ سقوطِ قطراتِ المطرِ في التربةِ .
2. املأْ طبقَ بتري بتربةٍ دقيقةِ النسيجِ بعمقِ 1 cm . تأكّدْ من أنّ التربةَ لها سطحٌ مستوٍ ناعمٌ ، من دونِ كبسِها بشدّةٍ داخلَ الطبقِ .
3. ضعِ الطبقَ في وسطِ جريدةٍ .
4. املأْ قطّارةً بالماءِ ، ثمّ أسقِطْ قطرةً كبيرةً من الماءِ من ارتفاعِ 1 m (مترٍ واحدٍ) على سطحِ التربةِ . كرّرْ هذه العمليّةَ أربعَ مرّاتٍ .
5. استخدمْ مسطرةً مترّيةً لتقيسَ المسافةَ التي تأثّرَتْ بها التربةُ من الطبقِ . سجّلْ ملاحظاتِك .
6. كرّرِ الخطواتِ من الخطوةِ رقمِ (1) إلى الخطوةِ رقمِ (4) ، ولكن هذه المرّةَ من ارتفاعِ 2 m (مترين) . أيُّهما ابتعدَ أكثرَ ، تناثرُ المترِ الواحدِ أم تناثرُ المترين؟

استخلاصُ النتائجِ

أيُّ اختبارٍ أنتجَ أكبرَ كمّيّةٍ من التعريةِ؟ ولِماذا؟

قيِّمْ

إجابات أسئلة مراجعة الدرس 2–2

1. على الرغم من أن الإجابات قد تختلف يجب أن يشير الطلاب إلى أن جريان الماء يكوّن أخوارًا وأغادير؛ والأخوار تتحد لتكوّن جداول والجداول تتحد لتكوّن أنهارًا.
2. في كلا الراسبين، المواد الأكبر حجمًا ترسب أولًا والمواد الأصغر حجمًا تنتقل إلى مسافة أبعد. تتم الرواسب الموجية بطول الشاطئ، أما الرواسب النهرية فتحدث على طول السواحل، وفي الدلتات، أو المراوح الطمية وفي السهول أثناء الفيضانات.

الجرفُ البحريُّ Sea Cliff
عندما يتعرّضُ ساحلٌ صخريٌّ لمعدّلِ التعرية نفسه على طولِ منطقةٍ ما ، يتكوّنُ تبعًا لذلك حائطٌ صخريٌّ شديدُ الانحدار . ويُسمّى هذا الحائطُ بجرفٍ بحريٍّ . قد تمتدُّ الجروفُ البحريّةُ لكيلومتراتٍ عديدةٍ بطولِ الشاطئِ الصخريّ ، وقد تتكوّنُ عندَ قاعدةِ الجرفِ منصّةٌ (أرضًا مسطّحةً) يُطلقُ عليها شرفةً بحريّةً sea terrace .

الرواسبُ الموجيّةُ
Wave Deposits

تترسّبُ الموادُّ باستمرارٍ بفعلِ الموج . هذه المادّةُ المترسّبةُ تمّتْ تعريتُها من الشاطئِ أو وصلتْ إلى المحيطِ عن طريقِ الأنهار ، وتترسّبُ هذه الرواسبُ عندما يبطؤُ الماء ، حيث تتجمّعُ بطولِ الشاطئِ خلالَ فترةٍ زمنيّةٍ طويلةٍ ، ويُسمّى الساحلُ المغطّى بالرملِ والحصى أو برواسبَ أخرى شاطئًا .

تكاملُ العلوم

علمُ الحياةِ

تُشيءُ الظروفُ السائدةُ على دلتاتِ الأنهارِ نظامًا بيئيًّا فريدًا ، حيث يكونُ سهلُ الدلتا غنيًّا بالمكوّناتِ الغذائيّةِ التي استقرّتْ على القاع ، ويكوّنُ الماءُ زعافًا أو خليطًا من الماءِ المالحِ والعذبِ . بعضُ الكائناتِ الشائعةِ في هذا النظامِ البيئيِّ هي حشائشُ المسطّحاتِ الطينيّةِ ، والمحاريّاتُ ، والقواقعُ ، والسرطاناتُ ، وسلاحفُ البحرِ ، وكائناتٌ أخرى كالسلمونِ وثعابينِ البحرِ . وتُهاجرُ جميعُها خلالَ تلكَ المياهِ ، وتستطيعُ هذه الكائناتُ أن تتكيّفَ مع التغيّرِ في طبيعةِ المياهِ ، لأنّ هذه الكائناتِ تستطيعُ أن تتحكّمَ بالزيادةِ أو النقصانِ في كميّةِ الماءِ الذي يُضَخُّ لداخلِ أو لخارجِ أجسامِها .

تكاملُ العلوم

علمُ الحياةِ

يتكيّفُ العديدُ من حيواناتِ المياهِ المالحةِ مع الحياةِ على الشواطئِ المتلاطمةِ الأمواجِ ، مثالٌ على ذلكَ ، تحمي الصدفاتُ القويّةُ الحلزوناتِ ، والمحاريّاتِ . ابحثْ عن وسائلَ تكيّفٍ أخرى وناقشْها مع زملائِكَ .

أسئلةُ مراجعةِ الدرسِ 2–2

اختبرْ وفسّرْ

1. صفْ مستخدمًا الرسوماتِ والكلماتِ ، كيفَ يتكوّنُ النهرُ من الماءِ الجاري .
2. **قارنْ وبينْ**: ما أوجهُ الشبهِ والاختلافِ بينَ رواسبِ الأنهارِ ورواسبِ الأمواجِ؟

الدرس الثالث 2-3

التعرية بالثلج

حفِّزْ

تصويب بعض المفاهيم الخطأ لدى الطلاب

حتى ولو فهم الطلاب كيف تتحرك المثالج ببطء، فإنهم قد يعتقدون أنها تكوّنت بسرعة. اِشرح أن العديد من مواسم سقوط الثلج يجب أن تنتج أولًا كتلة ثلجية كبيرة بالقدر الذي يسمح بذوبان طبقات القاعدة السفلية.

علِّمْ

بناء مهارة الاستقصاء: الملاحظة

نشاط

المواد: مكعب ثلج، طين صلصال، رمل، لوح كرتون.

الزمن: 10 دقائق، الملاحظة بعد ساعة.

كلّف الطلاب بعمل نموذج لمنظر طبيعي ببسط طين الصلصال على فرخ من ورق الكرتون وفرك الرمل على الطين. عندئذٍ دع الطلاب يجعلون مكعب الثلج ينزلق على الرمل. في النهاية، اجعلهم يتركون مكعب الثلج يذوب عند نهاية الطريق. يجب على الطلاب أن يرسموا رسمًا تخطيطيًّا ويكتبوا وصفًا لنموذج التشكيلات الأرضية الناتجة من المثلج الذي صنعوه متضمنًا الحرث والركام الثلجي والبحيرة الثلجية.

إجابة سؤال تكامل العلوم، صفحة 133

العلوم الطبيعية: يتمدد الثلج أثناء تكوّنه. سينفك غطاء الوعاء عن الشريط اللاصق ليتيح مكانًا للتمدد.

3-2 التعريةُ بالثلجِ

Ice Erosion

الأهداف

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

- **يشرحَ** كيف تتكوّنُ المثالجُ.
- **يصفَ** عمليةَ التعريةِ بالثلجِ.
- **يُصنّفَ** التشكيلاتِ الأرضيّةَ كنتيجةٍ للتعريةِ بالمثالجِ أو الترسيبِ عن طريقِ المثالجِ.
- **يعرّفَ المصطلحاتِ الأساسيّةَ:** المثالجَ (الأنهارَ الجليديّةَ)، رسوبيّاتِ الاكتساحِ، ركامًا ثلجيًّا، حرفًا.

تتحرّكُ المثالجُ، كجرّافةٍ ضخمةٍ، ببطءٍ شديدٍ، لكنّها قادرةٌ على تعريةِ وترسيبِ كمّيّاتٍ ضخمةٍ من الموادّ. تنتجُ عن حركةِ المثالجِ تشكيلاتٌ أرضيّةٌ مميّزةٌ.

المثالجُ (الأنهارُ الجليديّةُ)

Glaciers

عندما تكونُ كمّيّةُ الجليدِ كبيرةً جدًّا لدرجةِ أنّها لا تنصهرُ تمامًا، حينئذٍ تتكوّنُ **المثالجُ glaciers**، ومع تراكمِ طبقاتِ الجليدِ، يزدادُ الوزنُ الواقعُ على جليدِ القاعِ، وفي النهايةِ ينكسرُ الجليدُ السفليُّ بشدّةٍ تحتَ تأثيرِ هذا الوزنِ مكوّنًا ثلجَ المثالجِ، حيثُ يتعاظمُ الضغطُ على الثلجِ عندَ القاعِ لدرجةٍ أنّه ينصهرُ جزئيًّا، وتبدأُ كتلةُ الثلجِ كلُّها في التحرّكِ، ومن ثَمّ يتكوّنُ المثلجُ.

نوعان من المثالجِ موضّحان في الصفحةِ التاليةِ، النوعُ الأوّلُ: المثالجُ المتكوّنةُ في وديانِ الجبالِ العاليةِ، وتُسمّى بمثالجِ الوديانِ valley glaciers؛ والنوعُ الثاني: المثالجُ التي تُغطّي مساحاتٍ شاسعةً في المناطقِ القطبيّةِ، مثلِ القارّةِ المتجمّدةِ الجنوبيّةِ (القطبِ الجنوبيّ) Antarctica، وهذه تُسمّى بالمثالجِ القارّيّةِ continental glaciers (شكلُ 54).

نشاط

تنميةُ مهارةِ التواصلِ

ما النهرُ الجليديُّ؟

في دقيقةٍ واحدةٍ اكتبْ عددًا من الصفاتِ التي تعتقدُ أنّها تصفُ الأنهارَ الجليديّةَ (المثالجَ). صنّفْ مع تلاميذِ الفصلِ قائمةَ الصفاتِ على السبّورةِ، ثمّ اختصرِ القائمةَ إلى أفضلِ عشرِ صفاتٍ.

تكامل العلوم

العلومُ الطبيعيّةُ

وضّحْ قوّةَ تمدّدِ الثلجِ. املأْ إناءً بلاستيكيًّا ذا غطاءٍ بالماءِ تمامًا. ضعِ الغطاءَ على الإناءِ. تأكّدْ من عدمِ وجودِ هواءٍ داخلَ الإناءِ. أحكِمْ غلقَ الغطاءِ بشدّةٍ. ضعِ الإناءَ في الفريزرِ. بعدَ تحوّلِ الماءِ إلى ثلجٍ، أخرجِ الإناءَ ولاحظْ ما حدثَ.

تتحرّكُ المثالجُ بالانزلاقِ على طبقةٍ رقيقةٍ من الماءِ الذي نتجَ من الانصهارِ عندَ قاعِ كتلةِ الثلجِ، وبمجرّدِ أن يبدأَ المثلجُ بالانزلاقِ، تنجذبُ كتلُ الثلجِ لأسفلِ التلِّ تحتَ تأثيرِ الجاذبيّةِ الأرضيّةِ، وتتحرّكُ المثالجُ تحتَ تأثيرِ الجاذبيّةِ لمسافةٍ تتراوحُ من بضعةِ أمتارٍ حتّى 100 مترٍ في العامِ.

(أ)

(ب)

شكلُ 54

الصورةُ (أ) لمثلجِ وادي. الصورةُ (ب) لجزيرةِ جرينلاند وهي مثلجٌ قارّيٌّ.

استكشف بصريًّا

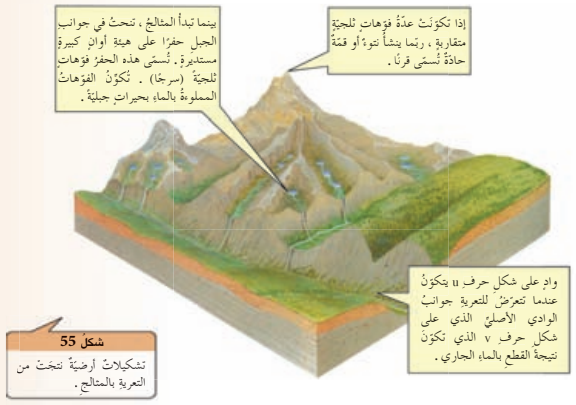
بعد أن يدرس الطلاب الشكلين (55) و(56)، اسأل الأسئلة الآتية:

- ما هي الفوهة الثلجية؟ كيف تكوّنت؟ وأين توجد؟ **(حفرة تشبه الإناء المستدير تنحتها المثالج على جوانب الجبال.)**
- ما المرجح أن يخلفه المثلج وراءه، وادٍ على شكل حرف U أو وادٍ على شكل حرف V. لماذا؟ **(عندما يتحرك المثلج عبر وادٍ على شكل V، يبري جوانبه فيتوسّع عندئذٍ الوادي على شكل حرف U.)**
- كيف يمكن للمثالج أن تكوّن نتوءًا (حيدًا) أو قمة جبلية حادة؟ **(العديد من الفوهات الثلجية تتقارب مما ينتج عنها تكون قمة حادة.)**
- ما أوجه الشبه والاختلاف بين الدلتا وسهل الاكتساح؟ **(كلاهما ينتج عن عملية ترسيب. تتكوّن الدلتا من رواسب دقيقة حملت نحو المصب بواسطة نهر؛ سهل الاكتساح عبارة عن راسب ذي طبقات نتج عن جدول من الماء المنصهر.)**
- فيم يختلف الركام الثلجي عن سهل الاكتساح؟ **(حرث الركام الثلجي عبارة عن خليط من رواسب مختلفة الأحجام ترسبت بفعل جليد المثالج. سهل الاكتساح عبارة عن راسب ذي طبقات ترسبت بفعل المياه الذائبة من المثلج.)**
- ماذا يحدث عندما تنفصل كتلة كبيرة من الثلج عن المثلج؟ **(قد يصبح الثلج مغطى بالرواسب. عندما يذوب الثلج، تنهار الرواسب وتتكوّن حفرة. إذا ملئت الحفرة بالماء فإنها تكوّن بحيرة القدر Kettle lake).**

التعريةُ بالمثالجِ
Glacial Erosion

يتسبّبُ المثلجُ بالتعرية . فمثلًا عندما ينصهرُ قسمٌ من مثالجِ الوديانِ ويتحوّلُ إلى ماءٍ جارٍ ، يتسرّبُ قسمٌ من هذه المياهِ إلى داخلِ الصخورِ عبر شقوقٍ . وعندما تتجمّدُ المياهُ داخلَ الشقوقِ يزدادُ حجمُها ، ممّا يؤدّي إلى تفتّتِ الصخرِ إلى قطعٍ صغيرةٍ من الحجارةِ تجرفها المياهُ المنصهرةُ معها . وخلالَ انجرافِها ، تقومُ هذه الحجارةُ والحصى الصغيرةُ بعملٍ يُشبهُ عملَ الصنفرةِ ، أي تحتكُّ مع الصخورِ الموجودةِ تحت المثلجِ المنجرفِ وتؤدّي إلى بريِ الصخورِ ، الأمرُ الذي يُنتجُ تشكيلاتٍ أرضيّةً . (الشكلُ (55))

بخلافِ مثالجِ الوديانِ ، تقومُ المثالجُ القارّيّةُ بتسويةِ مساحاتٍ سطحيّةٍ كبيرةٍ عن طريقِ الاحتكاكِ والطحنِ بالثلجِ السميكِ ، ويُمكِنُ أن تمتلئَ المساحاتُ الكبيرةُ المنحوتةُ بواسطةِ المثالجِ القارّيّةُ بالماءِ عندما تنصهرُ المثالجُ . وتُعَدُّ البحيراتُ العظمى بطولِ الحدودِ الكنديّةِ وبحيراتِ فنجر في نيويورك أمثلةً عن هذه العمليّةِ .



شكلُ 55
تشكيلاتٌ أرضيّةٌ نتجتْ من التعريةِ بالمثالجِ .

رواسبُ المثالجِ
Glacial Deposits

تنتجُ التشكيلاتُ الأرضيّةُ أيضًا من رسوبياتِ المثالجِ ، كما هو موضّحٌ في الشكلِ (56) . عندما يتدحرجُ قسمٌ من الثلجِ المنصهرِ في المثلجِ ، يحملُ معه صخورًا أو رواسبَ أخرى . يتركُ المثلجُ المنجرفُ وراءه حجارةً كثيرةً ، وتقومُ المياهُ المنصهرةُ من المثلجِ بتشكيلِ جدولٍ يجرفُ معه بعضًا من الرواسبِ . خلالَ جريانِ الجدولِ تترسّبُ الرواسبُ الأثقلُ قبلَ الأخفِّ مُنتجةً رواسبَ مفروزةً ومتطبّقةً تسمّى **رواسبَ اكتساحٍ outwash** وتشكّلُ مراوحَ طميّةً .

مع دفءِ الجوِّ يبدأُ المثلجُ بالانصهارِ بمعدّلٍ أسرعَ من تراكمِ الثلجِ . عندما ينجرفُ المثلجُ يُسقطُ حمولتَه من الرواسبِ في شكلِ كومةٍ أو نتوءٍ كبيرٍ يُسمّى **ركامًا ثلجيًّا moraine** . وقد ساعدَ الركامُ الثلجيُّ المتخلّفُ عن العصرِ الثلجيِّ الأخيرِ على تكوّنِ بعضِ الجزرِ مثلِ جزيرةِ لونج أيلاند . يحوي ركامُ المثالجِ تنوّعًا في أحجامِ الرواسبِ ، ويُسمّى هذا الخليطُ من الرواسبِ في ركامِ المثالجِ **حرثًا till** . وعندما يلتحمُ الحرثُ بعضُه ببعضٍ ، يُكوّنُ صخرًا رسوبيًّا .

تكامل العلوم

الصحّةُ

يُؤدّي التعرّضُ الزائدُ للبردِ الشديدِ إلى الإصابةِ بلسعةِ الجليدِ frostbite وبهبوطِ الحرارةِ hypothermia . وتحدثُ لسعةُ الجليدِ عندما تتجمّدُ أنسجةُ الجسمِ . في الحالاتِ الحادّةِ ، يضطرُّ إلى بترِ أصابعِ اليدينِ أو القدمينِ . وتحدثُ ضربةُ البرودةِ أو هبوطُ الحرارةِ عندما تنخفضُ درجةُ حرارةِ الجسمِ إلى ما دونَ 95° فهرنهيت F (= 35° مئويّةً (C) تحتَ الصفرِ) . قد تُؤدّي ضربةُ البردِ الشديدةُ إلى الوفاةِ .

إجابات أسئلة مراجعة الدرس 2–3

1. طبقات الجليد غير الذائبة تتراكم وتتحول إلى ثلج. في النهاية، الضغط على طبقات القاعدة يؤدي إلى إزاحة بعض الثلج السفلي، وتبدأ المثالج بالتحرك.
2. تسبب أوتاد الثلج انفلاق الصخور. كسرات الصخر الملتصقة بجليد المثالج تجعلها كورقة صنفرة، عندئذٍ تأخذ المثالج بخدش وتفتيت الصخور.
3.

رواسب المثالج	التعرية بالمثالج
• فوهة ثلجية • وادٍ على شكل حرف U • قرن	• حرث • سهل اكتساح • بحيرة القدر • ركام ثلجي

4. افحص رسومات الطلاب. المنظر الطبيعي للأرض المعرضة للتعرية يجب أن يشمل فوهة ثلجية، وقرنًا ووواديًا على شكل حرف U.

شكل 56
تنتجُ تشكيلاتٌ أرضيّةٌ من ترسيب المثالج.

أسئلة مراجعة الدرس 2–3

اختبرْ وفسّرْ

1. كيف تتكوّنُ المثالجُ؟
2. اشرحْ كيف يتعرّضُ الجبلُ للتعرية بالمثالج.
3. **التصنيف:** ارسمْ جدولًا مع وضع عنوان «رواسبُ المثالج» للعمود الأوّل وعنوان «التعرية بالمثالج» للعمود الثاني. صنّفْ كلًا ممّا يأتي في العمود المناسب له في الجدول: فوّهة ثلجيّة، وادٍ على شكل حرف U، حرثٌ، سهلُ اكتساح، قرنٌ، بحيرةُ القدر، ركامٌ ثلجيٌّ.
4. **اصنعْ نموذجًا:** ارسمْ منظرًا لمنطقة جبليّة، ثمّ ارسم المنطقة نفسها بعد تعرّضها للتعرية بمثالج الوادي. اكتبْ أسماءَ التشكيلاتِ المثلجيّةِ المختلفة.

137

الدرس الرابع 2-4

التعرية بالرياح

حفِّزْ

تنمية المهارات، صفحة 138

لمساعدة الطلاب على توقع آثار التعرية بالريح، دعهم يجرون نشاط «تنمية المهارات».

الإجابة: ورقة الصنفرة تزيل بعض الدهان وتترك سطح القلم خشنًا متموجًا. قد يقترح الطلاب أن الريح قد تفعل ذلك عن طريق نفخ الرمل عن قلم الرصاص.

علِّمْ

تنمية المهارات، صفحة 140

لمساعدة الطلاب على فهم كيفية نقل الريح للجزيئات، دعهم يجرون نشاط «تدريب المهارات».

الإجابة: لو نفخ الطلاب بعناية، سوف تتحرك حبيبات الرمل، وسرعان ما تتكوّن النتوءات الدقيقة الطويلة والتي يمكن استخدامها كنماذج لكثبان رملية. لو نفخ الطلاب بشدة سوف يتناثر الرمل ولن تتكوّن نتوءات.

الإجابة عن السؤالين الواردين في الشكل 58:

1. تتوقف عند قمة الكثيب؛ من المحتمل أنها حبيبة كبيرة.
2. تقفز فوق حبيبات الرمل الأخرى، وتذهب أبعد من الحبيبة المشار إليها بالسهم الأخضر؛ إنها حبيبة صغيرة.

الإجابة عن السؤال الوارد في الشكل 59:

الصخر البالي يحتوي على تموجات مما يدل على أن الصخر الأصلي مكوّن من طبقات مختلفة الصَّلادة. البري قد أزال الكثير من الصخور اللينة تاركًا الطبقات الأصلد.

4-2 التعريةُ بالرياح
Wind Erosion

الأهداف

في نهاية هذا الدرس يجبُ أن يكونَ الطالبُ قادرًا على أن:

- يصفَ الظروفَ المناسبةَ لحدوثِ التعريةِ بالرياحِ.
- يشرحَ كيفَ تتحرّكُ حبيباتُ الرملِ.
- يقارنَ ويُباينَ بينَ البريِ والتذريةِ.
- يصنعَ نماذجَ عن الأنواعِ المختلفةِ للكثبانِ الرمليّةِ.
- يُعرِّفَ المصطلحاتِ الأساسيّةَ: التذريةَ.

نشاط

تنميةُ مهارةِ التوقّعِ

العواصفُ الرمليّةُ

كيفَ أصنعُ قلمَ الرصاصِ المطليّةَ على قطعةٍ من ورقِ الصنفرةِ. ماذا حدثَ للطلاءِ؟ ما ملمسُ سطحِ القلمِ؟ اشرحْ ما حدثَ، وكيفَ تستطيعُ الرياحُ صنعَ الشيءِ نفسِه؟

لو قُدِّرَ لكَ أن تُصابَ برمادٍ أو رملٍ في عينيكَ في يومٍ عاصفٍ، فستتأكّدُ عندَ ذلكَ أنّ الرياحَ تنقلُ الأتربةَ. فالرياحُ تُسبِّبُ التعريةَ تمامًا مثلما يفعلُ الماءُ الجاري والأمواجُ والمثالجُ، ولا تتسبّبُ الرياحُ في تعريةِ المناطقِ فقط، ولكنّها تُرسِّبُ أيضًا موادَّ تنتجُ عنها تشكيلاتٌ أرضيّةٌ فريدةٌ. من المحتملِ أن تكونَ قد رأيتَ أهمَّ التشكيلاتِ الأرضيّةِ الشائعةِ التي رسّبَتْها الرياحُ، مثلِ الكثبانِ dunes على أحدِ الشواطئ.

الطاقةُ في الرياحِ
Energy in Wind

كما في الماءِ الجاري والأمواجِ، تُحدِّدُ طاقةُ الرياحِ حجمَ الموادِّ التي تحملُها. عندما تهبُّ الرياحُ عبرَ الأرضِ، ترفعُ وتنقلُ الموادَّ السطحيّةَ الجافّةَ والمفكّكةَ. الرياحُ الضعيفةُ لها طاقةٌ صغيرةٌ محدودةٌ، ومن ثمّ تنقلُ الحبيباتِ الصغيرةَ فقط مثلَ الرمادِ. أمّا الرياحُ القويّةُ فلها طاقةٌ أكبرُ، وتُولِّدُ هذه الطاقةُ مزيدًا من قوّةِ الرفعِ. الرياحُ القويّةُ غالبًا ما تكونُ أكثرَ اضطرابًا (تلاطمًا) وتحملُ رواسبَ أكثرَ. تمامًا كما في حالةِ الماءِ الجاري الذي يمنعُ الرواسبَ التي يحملُها من السقوطِ، تمنعُ الرياحُ القويّةُ الحبيباتِ الأثقلَ من السقوطِ. يُمكنُ أن تُكوِّنَ الرياحُ القويّةُ المنتظمةُ سحابةً ترابيّةً كبيرةً، كالموضّحةِ في الشكلِ (57).

شكلُ 57

بالإضافةِ إلى الرياحِ القويّةِ، تُسهمُ عواملُ أخرى عديدةٌ في بناءِ العواصفِ الترابيّةِ، مثلِ المناخِ الجافِّ والجذبِ والممارساتِ الزراعيّةِ السيّئةِ.

تحدثُ معظمُ التعريةِ بالرياحِ في المناطقِ الجافّةِ من العالمِ، مثلِ الصحارى في المناطقِ الرطبةِ، حيثُ يتسبّبُ الماءُ في التصاقِ حبيباتِ التربةِ ببعضِها، ممّا يجعلُ بعضَ القطعِ أثقلَ من أن تحملَها الرياحُ.

ورغمًا عن ذلك، إذا أدّى الجفافُ (الجدبُ) إلى تجفيفِ الأرضِ وأصبحَتِ التربةُ عاريةً، فإنّ التعريةَ بالرياحِ يُمكِنُ أن تحدثَ في أيِّ مكانٍ. قد تحدثُ التعريةُ بالرياحِ إذا تُرِكَتِ التربةُ بلا زراعةٍ لمدّةٍ زمنيّةٍ طويلةٍ، حيثُ تحمي النباتاتُ التربةَ من الانتزاعِ.

انتقالُ الحبيباتِ
Particle Movement

تابعْ تحرّكَ حبيباتِ الرملِ الموضّحةِ في الشكلِ (58). كيفَ تصفُ حركةَ الحبيباتِ؟ حبيباتُ الرملِ ثقيلةٌ بدرجةٍ يصعبُ معها أن تعلقَ في الهواءِ لمدّةٍ طويلةٍ. ترتفعُ حبيباتُ الرملِ في الهواءِ بواسطةِ الرياحِ، وعندئذٍ تتدحرجُ وتصطدمُ بحبيباتِ رملٍ أخرى حيثُ يقذفُ التصادمُ أوائلَ الحبيباتِ عاليًا فوقَ الحبيباتِ الأخرى.

شكلُ 58

تتسبّبُ الرياحُ بانتقالِ حبيباتِ الرملِ في صورةِ قفزاتٍ قصيرةٍ. ماذا يحدثُ لحبيبةِ الرملِ المشارِ إليها بالسهمِ الأخضرِ؟ ماذا يحدثُ لحبيباتِ الرملِ المشارِ إليها بالسهمِ الأحمرِ؟

البريُ Abrasion

لو شعرتَ بالرملِ يضربُ قدميكَ في يومٍ عاصفٍ على الشاطئِ، فأنتَ قد خبرتَ البريَ. تبري حبيباتُ الرملِ واجهاتِ المباني، وأعمدةَ التلفوناتِ، والصخورَ، حيثُ يُشبهُ الهواءُ المفعمُ بالرملِ قطعةَ من ورقِ الصنفرةِ المتحرّكةِ.

يعتمدُ تأثيرُ الرملِ المحمولِ بالرياحِ في العاصفةِ على صلادةِ سطحِ الصخرِ، بحيثُ إذا كانَ كلُّ سطحِ الصخرِ يتمتّعُ بدرجةِ الصلادةِ نفسِها، فإنّ الرملَ المحمولَ بالرياحِ يقومُ بتنعيمِ وتلميعِ سطحِ الصخرِ. وإذا كانَ سطحُ الصخرِ مكوّنًا من أنواعٍ مختلفةٍ من الصخورِ متفاوتةِ الصلادةِ، فإنّ رملَ العاصفةِ يقومُ ببريِ الصخرِ بمعدّلاتٍ مختلفةٍ. عندئذٍ، يُصبحُ سطحُ الصخرِ تموّجيًا بدلًا من ناعمٍ، كما هو موضّحٌ في الشكلِ (59).

شكلُ 59

يُسبّبُ البريُ تهالكَ الصخورِ. كيفَ يُمكنُكَ أن تقولَ إنّ هذا الصخرَ يتكوّنُ من عدّةِ أنواعٍ مختلفةٍ من الصخورِ؟

الإجابة عن السؤال الوارد في الشكل 60:

نقلت الريح الرواسب دقيقة التحبُّب تاركة الصخور الأكبر.

قيِّمْ

إجابات أسئلة مراجعة الدرس 2–4

1. كثيب رملي صحراوي جاف، كثيب رملي مغطى ببعض الحشائش التي تنمو على الشاطئ، حقل عارٍ في أرض رطبة، حقل مغطى بالحشائش.
2. بطريقة قفزات الضفدع: تتحرك إلى أعلى، وتتدحرج قدمًا، وتصطدم بالحبيبات الأخرى، وتسقط على الأرض.
3. في الحالتين، تنقل الريح الحبيبات الدقيقة. في حالة البري، حبيبات الرمل تبري الأسطح الصخرية. في حالة التذرية، تُحمل الرواسب المفككة مخلفة وراءها الرواسب الأكبر (الحصى).
4. افحص دقة رسومات ووصف الطلاب؛ هلالي crescent: يتجه في اتجاه الريح، الأرض مستوية تمامًا، رواسب قليلة؛ مستعرض transverse: عمودي على اتجاه الريح، امتداد من الرواسب؛ طولي longitudinal: يمتد موازيًا لاتجاه الريح، رواسب قليلة، رياح قوية.

قد تنتج أحيانًا عن بري الصخور بواسطة التعرية بالرياح تشكيلاتٌ أرضيّةٌ غيرُ عاديّةٍ ، على سبيل المثال ، قد تقطعُ قوى البري خلالَ الصخرِ مكوّنةً في النهايةِ أقواسًا صخريّةً قد تُخلّفُ أبراجًا طويلةً ، واقفةً بعدَ إزالةِ الرياحِ للموادِّ اللينةِ التي كانَتْ تُحيطُ بالطبقةِ الداخليّةِ القويّةِ . يأخذُ الرملُ المحمولُ سنواتٍ طويلةً لتعريةِ سطحٍ صخريٍّ كبيرٍ . يرجعُ معظمُ تعريةِ الصخورِ الكبيرةِ إلى نشاطِ الماءِ الجاري .

التذرية Deflation

تُسمّى عمليّةُ حملِ الرياحِ للرواسبِ المفكّكةِ بعيدًا بالتذرية deflation . تحدثُ التذريةُ أساسًا في المناطقِ الصحراويّةِ ، فعندما تهبُّ الرياحُ على الأرضِ تغرفُ (تلتقطُ) الرواسبَ المفكّكةَ مثلَ الأتربةِ والرملِ بحركةٍ سريعةٍ وتحملُها بعيدًا . الحصيُّ الأكبرُ المتخلّفُ (بعدَ هذه العمليّةِ) يُكوّنُ سطحًا صخريًّا صلبًا يُسمّى الرصيفَ الصحراويَّ desert pavement . ابحثْ عن الصخورِ في الرصيفِ الصحراويِّ في الشكلِ (60).

في مناطقِ الرواسبِ الغباريّةِ الدقيقةِ التحبّبِ ، تُسبّبُ التذريةُ مشاكلَ خطيرةً ، حيث تُشكّلُ الرياحُ المضطربةُ عواصفَ ترابيّةً بخلافِ حبيباتِ الرملِ الأثقلِ ، وترفعُ الرياحُ حبيباتِ الغبارِ عاليًا في الهواءِ وتنقلُها إلى مسافاتٍ بعيدةٍ .

شكل 60
الرصيفُ الصحراويُّ هو سطحٌ حجريٌّ صلبٌ . كيف تكوّنَ هذا الرصيفُ الصحراويُّ جنوبَ الجزائرِ؟

نشاط

تنميةُ مهارة صنع النماذج

الكثبانُ الرمليّةُ Sand Dunes

غطِّ سطحًا صلبًا كمكتبِك أو جزءًا من الأرضيّةِ ، بمناشفَ ورقيّةٍ . ضَعْ كومةً صغيرةً من الرملِ في مركزِ المناشفِ . مستخدمًا قصبةً لامتصاصِ العصائرِ . انفخِ الرملَ ببطءٍ وحرصٍ عبرَ المنشفةِ . ماذا يحدثُ للرملِ؟ هل تكوّنَتْ أشكالٌ؟ ماذا يحدثُ لو نفخْتَ بشدّةٍ؟ كيف يكونُ هذا نموذجًا لتكوّنِ الكثيبِ عن طريقِ الرياحِ؟

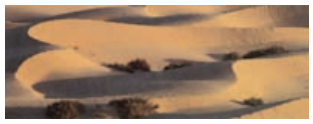
رواسبُ الرياحِ

Wind Deposits

عندما تبطؤُ الرياحُ تُلقي بالرواسبِ التي تحملُها . ويعتمدُ نوعُ التشكيلِ الأرضيِّ الناتجِ من الرواسبِ المترسّبةِ على حجمِ الحبيباتِ وكمّيّتِها ، واتّجاهِ كمّيّةِ الرياحِ من اتّجاهٍ واحدٍ . الرواسبُ التي تكوّنَتْ عن طريقِ الرملِ المحمولِ تُسمّى «راسبًا طفاليًّا» .

تتكوّنُ الكثبانُ عندما يتسبّبُ عائقٌ ، كصخرٍ أو نباتٍ ، بإبطاءِ الرياحِ . يتكوّمُ الرملُ ويعترضُ الرياحَ مسبّبًا ترسّبَ مزيدٍ من الرملِ . للكثيبِ منحدرٌ لطيفٌ يُواجهُ الرياحَ ، وآخرُ شديدٌ ينحدرُ بعيدًا عن الرياحِ (في الاتّجاهِ المضادِّ) . عندما تهبُّ الرياحُ ، تدفعُ الرملَ لأعلى وإلى قمّةِ الكثيبِ . تجعلُ هذه الحركةُ المستمرّةُ الكثيبَ يتحرّكُ إلى الأمامِ .

أحدُ أنواعِ الكثبانِ الرمليّةِ هو الكثيبُ الهلاليُّ ، أو القرنيُّ . هذه الكثبانُ لها قرونٌ تُشيرُ لاتّجاهِ الريحِ . تنشأُ هذه الكثبانُ أينما توجدُ أرضٌ مسطّحةٌ صلبةٌ ، حيث تقلُّ الرواسبُ وتندرُ النباتاتُ .



الكثبانُ المستعرضةُ تكونُ طويلةً ، كأضلعِ رمليّةٍ ممتدّةٍ . تصنعُ هذه الكثبانُ زاويةً قائمةً مع اتّجاهِ الرياحِ في المناطقِ ذاتِ الإمدادِ الرسوبيِّ الوافرِ . توجدُ الكثبانُ المستعرضةُ غالبًا على الشاطئِ أو في الصحارى الكبرى .

تتكوّنُ الكثبانُ الطويلةُ في المناطقِ ذاتِ الرياحِ القويّةِ والرواسبِ القليلةِ . تتشكّلُ هذه الكثبانُ موازيةً لاتّجاهِ الرياحِ . تتكوّنُ الكثبانُ الطويلةُ في المناطقِ الصحراويّةِ التي فيها كمّيّاتٌ متوسّطةٌ من الرملِ .

أفكار في العلوم

الطاقةُ

تبدأُ طاقةُ التعريةِ بالرياحِ بالشمسِ ، وتُعتبرُ الرياحُ شكلًا من أشكالِ الطاقةِ الشمسيّةِ ، حيث ينتجُ الإشعاعُ الشمسيُّ تيّاراتِ الحملِ التي تنقلُ الطاقةَ الحركيّةَ إلى الحبيباتِ في الهواءِ المتحرّكِ .

الترابط والتداخل بالدراسات الاجتماعية

تمّ استخدامُ الطواحينِ الهوائيّةِ لأوّلِ مرّةٍ في أوروبّا في القرنِ الثاني عشرَ ميلاديٍّ تقريبًا . وتستخدمُ الطواحينُ الهوائيّةُ طاقةَ الرياحِ لضخِّ المياهِ ، وطحنِ الحبوبِ ، وتزويدِ مصانعِ قطعِ الأخشابِ بالطاقةِ . تُستخدمُ الطواحينُ الهوائيّةُ الآنَ على مدًى واسعٍ لتوليدِ الكهرباءِ .

أسئلة مراجعة الدرس 2–4

اختبرْ وفسّرْ

1. رتّبِ الأمثلةَ الآتيةَ من المناطقِ الأكثرِ إلى الأقلِّ عرضةً للتعريةِ: حقلٌ مغطًّى بالحشائشِ ، حقلٌ عارٍ في أرضٍ رطبةٍ ، كثيبٌ رمليٌّ صحراويٌّ جافٌّ ، كثيبٌ رمليٌّ مغطًّى ببعضِ الحشائشِ التي تنمو على الشاطئِ .
2. صفْ كيفَ تتحرّكُ حبيباتُ الرملِ .
3. **قارنْ وباينْ:** كيفَ يتشابهُ التذريةُ والبريُ؟ كيفَ يختلفانِ؟
4. **اصنعْ نموذجًا:** ارسمْ أشكالًا منفصلةً لكلِّ نوعٍ من أنواعِ الكثبانِ الرمليّةِ . ضمّنْ كلَّ رسمٍ نوعَ المنطقةِ المحيطةِ التي قد يتكوّنُ فيها الكثيبُ الرمليُّ .

تحقق من معلوماتك

1. الأنواع الثلاثة من الكثبان هي: الهلالي والمستعرض والطولي.
2. تعتمد درجة التعرية على درجة تفكك التربة وعلى كمية المطر، بالتالي يشكل العشب حماية للتلال ويخفف من التعرية.
3. المثلج عبارة عن كتلة ضخمة ثقيلة من الثلج المتحرك ببطء.
4. يوجد نوعان من المثالج: المثالج القارية ومثالج الوديان.
5. يستطيع الموج أن يكسر الصخور عن طريق النشاط الهيدروليكي، والبري، والتجوية الكيميائية.
6. قد تختلف إجابات الطلاب إلّا أنها قد تشمل نوع الصخر؛ نوع التربة؛ المناطق؛ كمية سقوط الأمطار؛ كمية الريح؛ وجود الأنهار؛ البحيرات أو المحيطات؛ كمية الكساء الخضري.
7. أنواع التكوينات الساحلية الناتجة عن التعرية بالموج: الكهف البحرية، القوس البحري، القائم البحري، الجرف البحري.
8. عوامل التعرية هي: الماء، الريح، الثلج، الجاذبية.
9. الرصيف الصحراوي عبارة عن سطح حجري صلد تخلف بعد إزالة الرواسب الصغيرة المفككة بواسطة الريح.
10. نوع الرواسب الريحية المتكوّنة في منطقة ما يعتمد على حجم وكمية الحبيبات، واتجاه الريح، وكمية قوة الريح التي تهب من اتجاه واحد معين.
11. قاري.
12. البري.

أسئلة مراجعة الفصل 2

تحقق من معلوماتك

أجِبْ عمّا يأتي بجملةٍ كاملةٍ:

1. اذكرِ الأنواعَ الثلاثةَ للكثبانِ.
2. لماذا تكونُ التعريةُ على جوانبِ التلالِ الجرداءِ أسرعَ من التعريةِ على التلالِ المغطّاةِ بالعشبِ؟
3. ما المثلجُ؟
4. اذكرِ اسمي النوعين المختلفين من المثالج.
5. صِفْ ثلاثَ طرقٍ يتهشّمُ بها الصخرُ بفعلِ الموجِ.
6. اذكرِ العواملَ التي تُؤثّرُ في كمّيّةِ التعريةِ في منطقةٍ ما.
7. ما أنواعُ التكويناتِ الساحليّةِ التي تنتجُ على أثرِ التعريةِ بالموجِ؟
8. اذكرْ عواملَ التعريةِ.
9. ما الرصيفُ الصحراويُّ؟
10. ما العواملُ التي تُحدّدُ نوعَ راسبِ الريحِ الذي سيتكوّنُ؟

اختَرْ أفضلَ إجابةٍ لإكمالِ كلِّ جملةٍ ممّا يأتي:

11. جرينلاند هي مثلج (وادي، قارّيٌّ، مجروفٌ، متقدّمٌ).
12. الصخورُ الملساءُ والمصقولةُ هي نتائجُ (التذرية، التعرية المتباينة، البري، الترسيب) بالرياحِ.

تحقق من فهمك

طبّقِ المفاهيمَ التي تعلّمْتها لتجيبَ عن كلِّ سؤالٍ مما يأتي:

1. صِفْ كيف يُمكِنُ أن يحمي المزارعون مزارعَهم من التعريةِ بالرياحِ.
2. اشرحْ كيف تتحرّكُ المثالجُ.
3. صِفْ آثارَ التعريةِ المتباينةِ للرياحِ على الصخورِ.
4. أيُّ التشكيلاتِ (الأرضيّةِ) تتشابهُ في حالتَي التعريةِ بالماءِ والتعريةِ بالرياحِ؟ ناقِشْ لماذا تبدو هذه التشكيلاتُ متشابهةً على الرغمِ من أنّها تكوّنَتْ بفعلِ عواملِ تعريةٍ مختلفةٍ.
5. قارِنْ بينَ تكوّنِ كلٍّ من البحيرةِ الجبليّةِ وبحيرةِ القدرِ.
6. ما عاملا التعريةِ الضروريّانِ لتكوّنِ الرواسبِ الطفاليّةِ؟
7. صِفْ طريقتين لتحكّمِ الإنسانِ في الترسيبِ النهريِّ.
8. **صِفْ:** مستخدِمًا كلَّ عواملِ التعريةِ، ضَعْ قائمةً بالأنواعِ المختلفةِ للترسيبِ في الأقاليمِ الجافّةِ.

142

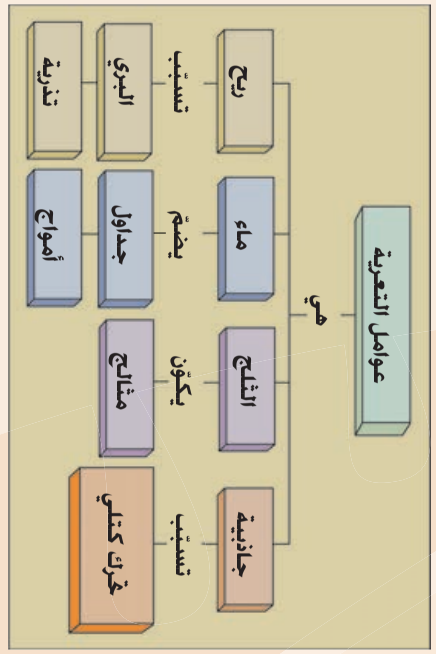
أسئلة مراجعة الفصل 2

تحقق من فهمك

1. يستطيع أن يجمي المزارعون مزارعهم عن طريق المواظبة على إبقاء التربة في حالة متزرعة واستخدام الماء والري بحكمة.
2. مع تراكم الجليد، تضغط الطبقات العميقة مكوّنة الثلج. الضغط على الطبقة الملامسة للأرض يتسبب بذوبان الثلج، عندئذٍ تتسبب الجاذبية الأرضية بانزلاق المثلجة نحو أسفل المنحدر.
3. عندما يتم تعرية سطح مكوّن من نوع واحد من الصخور، يكون السطح أملس ناعمًا. عندما يكون السطح مكوّنًا من أنواع عديدة من الصخور، تكون النتيجة سطحًا مموّجًا غير مستوٍ.
4. تتشابه الحواجز الرملية والكثبان في أن كليهما نتج عن ترسيب الرواسب.
5. البحيرات الجبلية تتكوّن عن طريق التعرية عندما ينحت المثلج الحفر الوعائية الشكل عند منبعها. بحيرات القِدر تتكوّن بواسطة الترسيب الثلجي عندما تنفصل كتلة ضخمة من الثلج أثناء تقهقر المثلج.
6. الريح لغرف وحمل الرماد، والجاذبية الأرضية لجذب الحبيبات إلى الأرض.
7. الترسيب النهري تتحكّم فيه التوءات النهرية، والسدود، وعمليات التعميق.
8. كثبان، راسب طفالي loess، مراوح طمية.

مفردات الفصل

مفردات الفصل



أسئلة مراجعة الفصل 2