www.jnob-jo.com

الأحياء

دليل المعلم

المستوى الحادي عشر

BIOLOGY

TEACHER GUIDE

GRADE 11

الفصل الدراسي الأول

FIRST SEMESTER

الطبعة الثانية

2021 - 2022 م

www.jnob-jo.com

© وزارة التعليم والتعليم العالي في دولة قطر

يخضع هذا الكتاب لقانون حقوق الطباعة والنشر، ويخضع للاستثناء التشريعي المسموح به قانونًا ولأحكام التراخيص ذات الصلة.

لا يجوز نسخ أي جزء من هذا الكتاب من دون الحصول على الإذن المكتوب من وزارة التعليم والتعليم العالي في دولة قطر.

تمّ إعداد الكتاب بالتّعاون مع شركة تكنولاب.

التأليف: فريق من الخبراء بقيادة الدكتور توم سو وبالتّعاون مع شركة باسكو العلميّة.

التّرجمة: مطبعة جامعة كامبريدج.

الطبعة الثانية 2021-2022 م

النشيد الوطني

قَسَمًا بِمَنْ رَفَعَ السَّمَاءْ ... قَسَمًا بِمَنْ نَشَرَ الضِّيَاءْ

قَطَرٌ سَتَبْقَى حُرَّةً ... تَسْمُو بِرُوحِ الأَوْفِيَاءْ

سِيرُوا عَلَى نَهْجِ الأُلَى ... وَعَلَى ضِيَاءِ الأَنْبِيَاءْ

قَطَرٌ بِقَلْبِي سِيرَةٌ ... عِزٌّ وَأَمْجَادُ الإِبَاءْ

قَطَرُ الرِّجَالِ الأَوَّلِين ... حُمَاتُنَا يَوْمَ النِّدَاءْ

وَحَمَائِمٌ يَوْمَ السَّلاَمْ ... جَوَارِحٌ يَوْمَ الفِدَاءْ

www.jnob-jo.com

www.jnob-jo.com

المراجعة والتّدقيق العلميّ والتّربويّ

إدارة التّوجيه التّربويّ

خبرات تربويّة وأكاديميّة من المدارس

الإشراف العلميّ والتربويّ

إدارة المناهج الدّراسيّة ومصادر التّعلّم

محتوى الكتاب

مقدمة دليل المعلّم

المقدمة VIII
الدرس X
الفروق الفردية XIV
ماذا سيتعلم الطالب من هذا الكتاب XV

الوحدة 1 الكيمياء الحيويّة-الجُزيئات الحيويّة 3

الدّرس 1-1 كيمياء الحياة 6
تقويم الدرس 14
الدّرس 1-2 الماء 16
تقويم الدرس 27
الدّرس 1-3 الكربوهيدرات 30
تقويم الدرس 40
الدّرس 1-4 الليبيدات 44
تقويم الدرس 51
الدّرس 1-5 البروتينات والأحماض الأمينية 54
تقويم الدرس 64
تقويم الوحدة 68
نموذج تقييم المشروع 79

الوحدة 2 تركيب الخليّة ووظيفتها - الأغشية والنّقل 81

الدّرس 2-1 الأغشية البلازميّة 84
تقويم الدرس 102
الدّرس 2-2 النّقل السّلبي والنّقل النّشط 106
تقويم الدرس 128
الدّرس 2-3 التّنظيم الأسموزيّ في خلايا النّباتات والحيوانات 132
تقويم الدرس 147
تقويم الوحدة 151

www.mob-jo.com

الوحدة 3 تركيب الخلية ووظيفتها: الإنزيمات 163

الدرس 3-1 خصائص الإنزيمات وآلية عملها 166
تقويم الدرس 185
الدرس 3-2 نشاط الإنزيمات والعوامل المُؤثِّرة فيه 188
تقويم الدرس 209
تقويم الوحدة 212
نموذج تقييم المشروع 219

الوحدة 4 الكيمياء الحيوية: التنفُّس الخلويّ 221

الدرس 4-1 ATP: عُملة الطاقة 224
تقويم الدرس 238
الدرس 4-2 الميتوكندريا 242
تقويم الدرس 255
الدرس 4-3 التنفُّس الهوائيّ 260
تقويم الدرس 282
الدرس 4-4 التنفُّس اللاهوائيّ 286
تقويم الدرس 301
تقويم الوحدة 305
نموذج تقييم المشروع 313

www.jnobio.com

المقدمة

يتّصف التعليم بالجودة حين يبنى على تفاعل مركّب بين المعلم والطلاب والمحتوى العلمي. قد تتباين خلفيات المعلمين وقدراتهم، وقد تختلف استعدادات الطلاب واهتمامهم بالعلوم، بيد أن الدرس المثالي هو الدرس الذي يحفّز كل طالب، من خلال تقديم المُعلّم للدرس بطريقة واضحة ومشوّقة. في الممارسة العملية، تقدّم الدروس الحقيقية أفضل خبرة تعلمية إلى معظم الطلاب، شرط توافر الوقت اللازم خلال الحصة التعليمية. وهي تراعي الفروق الفردية بين الطلاب، وكذلك بين المعلمين.

في هذا الدليل

يحتوي دليل المعلّم هذا على عناصر مختلفة كثيرة تساندك وأنت تعلّم طلابك.

مقدِّمة الوحدة

ملخص من صفحة واحدة، يتيح لك إلقاء نظرة عامّة سريعة على كل وحدة.

دليل المعلّم

الوحدة 4 الكيمياء الحيويّة: التَّنفُّس الخلويّ

مقدّمة الوحدة

تدمج هذه الوحدة كلًّا من الكيمياء الحيويّة من الوحدة 1، ومكوّنات الغشاء الخلوي من الوحدة 2، والإنزيمات من الوحدة 3 معًا، لتشرح كيف تنقل الخلايا الطّاقة بغية استخدامها في أعمال كيميائيّة وحركية، ونقل موادّ.

B1105 يصف تركيب الأدينوسين ثلاثيّ الفوسفات (ATP) ووظيفته كعُملة طاقة مُتداولة في جميع الكائنات الحيّة، ويربط ذلك بعمليتي التنفُّس والبناء الضَّوئيّ.

B1106 يربط تركيب الميتوكندريا بأصولها وبتفاعلات التَّنفُّس الهوائيّ.

B1107 يصف مراحل التنفُّس الهوائيّ (التحلُّل السكَّري ودورة كربس)، والفسفرة التأكسديَّة في سلسلة نقل الإلكترون، بما في ذلك دور الأكسجين والأدينوسين ثلاثيّ الفوسفات (ATP).

B1108 يشرح كيف تختلف النَّواتج والطّاقة المتحرّرة من التنفُّس اللّاهوائيّ عن تلك التي ينتجها التنفُّس الهوائيّ، وكيف يبني التنفُّس اللاهوائيّ العوز الأكسجينيّ في العضلات، وأنه يجب تعويضه بعد انتهاء التّمرين.

الدرس 4-1 ATP: عملة الطّاقة
- ATP عملة الطاقة المُتداولة في الخلايا
- الطاقة وتركيب ATP
- العلاقة بين الجلوكوز وATP
- ATP وإطلاق الطاقة

الدرس 4-2 الميتوكندريا وأصولها
- وظيفة الميتوكندريا
- تركيب الميتوكندريا
- كيف تنتج الميتوكندريا ATP
- أوجه التشابه بين البكتيريا والميتوكندريا
- التكافل الداخليّ

الدرس 4-3 التنفُّس الهوائيّ
- مسارات الطّاقة
- مرحلتا التحلُّل السُّكَّريّ
- التحلُّل السكَّري والمراحل اللاحقة من التنفُّس الهوائي
- المرحلة 1: أكسدة البيروفيت
- المرحلة 2: دورة كربس
- المرحلة 3: الفسفرة التأكسدية
- سلسلة نقل الإلكترون
- الأسموزية الكيميائية
- تلخيص التحلُّل السكَّري والتنفُّس الهوائي
- موازنة معادلة التنفُّس الخلوي

الدرس 4-4 التنفُّس اللاهوائيّ
- التنفُّس اللّاهوائيّ في الخلايا
- التخمُّر في البكتيريا والخميرة
- أدلّة على وجود حَمْض اللاكتيك في عضلات الإنسان
- التخلّص من حَمْض اللاكتيك الزائد
- عوامل تؤثّر في توزيع الأكسجين
- عضلات الحصان وحركته
- هدم البروتينات والليبيدات

225

المعايير

عناوين الدروس

تحتوي كل وحدة، بالاستناد إلى حجم المحتوى العلمي، على عدد من الدروس يتراوح بين درسين وخمسة دروس.

محتوى الدرس

شكل القائمة النقطية يسهّل رؤية موضوعات كل درس بسرعة.

مقدمة الوحدة

ملخص الوحدة

ملخص من فقرة واحدة لأفكار المحتوى الرئيسة في الوحدة، يتيح لك رؤية سريعة لما سوف يتعلّمه الطلاب.

دليل المعلّم

الوحدة 1 الكيمياء الحيويّة – الجزيئات الحيويّة

ملخّص الوحدة

تشكّل الوحدة 1 حجر الأساس لفهم الجزيئات الحيوية. وفيها نتبع مجالين يتناولان الكيمياء الحيوية على المستوى الخلوي، والعلاقة بينها وبين النظام الغذائي البشري. الجُزيئات الحيوية وثيقة الصلة بالكيمياء العضوية. فالكربوهيدرات والليبيدات والبروتينات بوليمرات مكوَّنة من مركّبات عضوية صغيرة، أو مونومرات. عمومًا يمكن نقل المونومرات وتحويلها من خلال الأيض، بينما تشكّل البوليمرات مكوّنات ضخمة لها وظيفتان: تخزينية وبنائية. يمكن تصنيف التفاعلات الكيميائية في الكائنات الحية إلى تفاعلات تطرد الماء لتكوّن البوليمرات (التكثيف)، وأخرى تضيف الماء لتكسّر البوليمرات (التحلّل المائي). لا تتضمن معايير هذه الوحدة الأحماض النووية وATP، اللذين سوف يقدمان ضمن سياق وحدات لاحقة، حيث تدرس كيمياؤهما بعمق أكبر.

أخطاء شائعة

- **الكيمياء العضوية هي نفسها الكيمياء الحيوية.** الكيمياء العضوية هي كيمياء مركّبات الكربون التي لا تكون دائمًا مركّبات حيوية.
- **البروتينات هي اللحوم والأسماك والبيض.** هذا هو المحتوى الغذائي للبروتينات، وهو يختلف تمامًا عن التركيب الكيميائي الحيوي للبروتينات. فالهرمونات والأنزيمات هما بروتينات. البروتينات بوليمرات بيولوجية كبيرة مُركّبة من أحماض أمينية.
- **تختلف كيمياء الكائنات الحية عن كيمياء الأشياء غير الحية.** الكيمياء الأساسية هي نفسها، لكن كيمياء الكائنات الحية أكثر تعقيدًا وتتضمّن جزيئات أضخم وتفاعلات أكثر تعقيدًا.
- **الدهون تضر بي.** تكوّن الليبيدات كل غشاء خلوي في كل كائن حي. لذا تكون بعض الدهون ضرورية للحياة. إن الاستهلاك الفائض للدهون والسكّر، هو الذي يسبّب المشكلات الغذائية.

4

أخطاء شائعة

تظهر بحوث كثيرة في مجال التعلّم أن الطلاب يتمسّكون بأفكارهم بقوة، حتى عندما يرون برهانًا على عدم صحّتها. التعامل المباشر مع الأخطاء الشائعة مهم جدًّا للتغلب عليها.

نظرة عامّة على التخطيط

نظرة عامّة سريعة على المدة التعليمية المقترحة لكل درس، وكفايات الطالب القطري، ومخرجات التعلّم المستهدفة في كل درس.

مخطط الوحدة

الدرس	عدد الحصص	مخرجات التعلم	الكفايات
1-4 ATP: عُملة الطاقة	4	B1105.1 B1105.2	
2-4 الميتوكندريا وأصولها	4	B1106.1 B1106.2	
3-4 التنفُّس الهوائيّ	6-8	B1107.1 B1107.2 B1107.3	
4-4 التنفُّس اللاهوائيّ	5	B1108.1 B1108.2	

الكفايات

التفكير الإبداعي والناقد — الكفاية اللغوية — التعاون والمشاركة

حل المشكلات — الكفاية العددية — التواصل

البحث والاستقصاء

المهارات العلمية والكفايات

- يُتوقّع من الطُّلّاب إكمال أربع أنشطة خبرات تعلم.
- تُطبَّق مهارات الرّياضيّات في نشاطَي خبرة التعلم a3-4، و b3-4، وفي تقويم الدَّرسين 1-4، و4-3، وتقويم الوحدة 33، و43، و51.
- تُطبَّق مهارات الكفاية اللغويّة في تقويم الوحدة 49 ، و50.
- دُمجت مهارات تكنولوجيا المعلومات والاتصالات في نشاطَي خبرة التعلّم 2-4، وa3-4
- العلم والعلماء: تمّ التركيز على العالِم المُميَّز هانز كربس.
- المشروع التكميليّ تجربة يُصمِّم الطُّلّابُ فيها مقياسَ تنفُّسٍ بسيطًا، ويجب عليهم بناء هذا المقياس، ثمّ اختباره مع كائن حيّ.

227

المهارات العلمية والكفايات

يلخّص هذا القسم من دليل التعليم أنشطة خبرات التعلّم، والمشاريع والأنشطة الأخرى المختلفة في الوحدة.

الدرس

مقدّمة الدرس

- تتضمَّن كل وحدة عددًا من الدروس يتراوح بين درسين وخمسة دروس، تغطّي معايير المحتوى لتلك الوحدة.
- يستغرق كل درس بين ثلاث حصص وخمس حصص دراسية. ويتوقّف ذلك على المحتوى العلمي.
- في معظم الدروس، تتضمّن صفحات الأنشطة تجارب عملية، حيث يعمل الطلاب في مجموعات على إجراء التجارب، أو تنفيذ المشاريع الطلابية الفردية أو الجماعية.
- يضمّ كل درس موارد من كتاب الطالب، ومن دليل المعلّم.
- يختتم كل درس بصفحة تقويم الدرس.

الزمن المقترح والموارد

يعرض هذا الجدول مدد التعليم المقترحة للمواضيع المختلفة ضمن الدرس، ومكان وجود المصادر.

دليل المعلّم

الدرس 2-1
الأغشية البلازميّة

مصادر تعلّم الدّرس

الوقت	الموضوع/المحتوى	موارد كتاب الطالب	موارد دليل المعلم
2-½ حصة	الفسيفساء، الخلايا، الأغشية البلازمية، بدائيات النواة، مقابل حقيقيّات النواة	الصفحات 64-66	مناقشة افتتاحية الدرس، دراسة الصور أو بطاقات المراجعة
1 حصة	نسبة مساحة السطح/ الحجم	الصفحة 67	رسوم بيانية على إكسل
1 حصة	المجاهر، تركيب الأغشية البلازمية، تطوّر الخلية	الصفحات 68-72	عرض، مناقشة قوة الفصل
1-1½ حصة	نشاط a1-2 خط زمني للأغشية الخلوية	الصفحة 73	ورقة عمل a1-2
1 حصة	تركيب البروتينات، مكوّنات البروتينات	الصفحات 74-78	ترتيب المفردات بيانيًا
1 حصة	نشاط b1-2 ابنِ نموذجًا فسيفسائيًّا مائعًا	الصفحة 79	ورقة عمل b1-2

الزمن المقترح للدرس

يستغرق تنفيذ هذا الدرس (7-6) حصص، ويشتمل على نشاطَي خبرة تعلّم.

الأنشطة	مواد من أجل النشاط
a1-2 خطّ زمنيّ للأغشية الخلويّة	إنترنت، دليل بحث، جهاز كمبيوتر متّصل بالإنترنت، طابعة، أدوات للعمل الفنّيّ كالمقصّ والصّمغ والشّريط اللاصق.
b1-2 ابنِ نموذجًا فسيفسائيًّا مائعًا	مماسح قطنيّة، أوراق ملوّنة، لبّاد، منظّفات أنابيب، صمغ، شريط لاصق، أربطة مطّاطيّة، مقص.

84

الزمن المقترح

الخطوط العريضة للمحتوى

موارد كتاب الطالب

موارد دليل المعلم

المواد

مخرجات التعلُّم

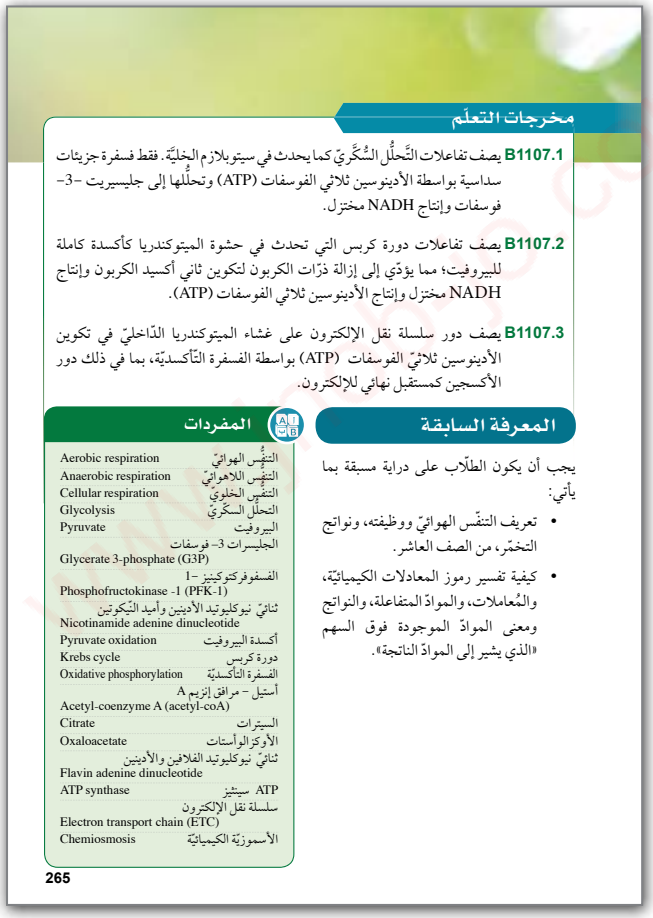
عرض لمخرجات التعلُّم من المنهج المستهدفة في هذا الدرس.

المعرفة السابقة

يجري بناء الكثير من المواضيع العلمية على المعرفة أو المهارات المكتسبة من المقرّرات السابقة، أو في فترة مبكرة من السنة. يراجع هذا القسم باختصار المعلومات التي يتوقّع أن الطلاب يعرفونها من قبل، أو الإجراءات التي يمكنهم القيام بها، قبل الانطلاق في الدرس الحالي.

المفردات

يعرض هذا القسم قائمة بالمصطلحات والكلمات التي سيتعلّمها الطلاب في الدرس. ملاحظة: لا تتكرر المصطلحات أو الكلمات التي جرى تعلّمها في دروس سابقة، ما لم يكن هناك تفصيل جديد لها، أو تطبيق جديد.



مخرجات التعلّم

B1107.1 يصف تفاعلات التَّحلُّل السُّكَّريّ كما يحدث في سيتوبلازم الخليّة. فقط فسفرة جزيئات سداسية بواسطة الأدينوسين ثلاثي الفوسفات (ATP) وتحلُّلها إلى جليسيريت -3- فوسفات وإنتاج NADH مختزل.

B1107.2 يصف تفاعلات دورة كربس التي تحدث في حشوة الميتوكندريا كأكسدة كاملة للبيروفيت؛ مما يؤدي إلى إزالة ذرّات الكربون لتكوين ثاني أكسيد الكربون وإنتاج NADH مختزل وإنتاج الأدينوسين ثلاثي الفوسفات (ATP).

B1107.3 يصف دور سلسلة نقل الإلكترون على غشاء الميتوكندريا الدّاخليّ في تكوين الأدينوسين ثلاثيّ الفوسفات (ATP) بواسطة الفسفرة التّأكسديّة، بما في ذلك دور الأكسجين كمستقبل نهائي للإلكترون.

المعرفة السابقة

يجب أن يكون الطلّاب على دراية مسبقة بما يأتي:

- تعريف التنفّس الهوائيّ ووظيفته، ونواتج التخمّر، من الصف العاشر.
- كيفية تفسير رموز المعادلات الكيميائيّة، والمُعاملات، والموادّ المتفاعلة، والنواتج ومعنى الموادّ الموجودة فوق السهم «الذي يشير إلى الموادّ الناتجة».

المفردات

Aerobic respiration	التنفُّس الهوائيّ
Anaerobic respiration	التنفُّس اللاهوائيّ
Cellular respiration	التنفُّس الخلويّ
Glycolysis	التحلُّل السُّكَّريّ
Pyruvate	البيروفيت
Glycerate 3-phosphate (G3P)	الجليسرات 3- فوسفات
Phosphofructokinase -1 (PFK-1)	الفسفوفركتوكينيز -1
Nicotinamide adenine dinucleotide	ثنائيّ نيوكليوتيد الأدينين وأميد النِّيكوتين
Pyruvate oxidation	أكسدة البيروفيت
Krebs cycle	دورة كربس
Oxidative phosphorylation	الفسفرة التأكسديّة
Acetyl-coenzyme A (acetyl-coA)	أستيل - مرافق إنزيم A
Citrate	السيترات
Oxaloacetate	الأوكزالوأستات
Flavin adenine dinucleotide	ثنائيّ نيوكليوتيد الفلافين والأدينين
ATP synthase	ATP سينثيز
Electron transport chain (ETC)	سلسلة نقل الإلكترون
Chemiosmosis	الأسموزيّة الكيميائيّة

265

الزمن المقترح للدرس

إنها متوسط الوقت الذي يُتوقّع أن يستغرقه الدرس، والذي يتراوح بين ثلاث حصص دراسيّة وست حصص لمعظم الدروس.

تجدر الملاحظة أن زمن التعلم يتباين كثيرًا بالاستناد إلى استعداد الطلاب، وعوامل أخرى، كأوقات الامتحانات. تشكّل مدة التعليم المقترحة دليلا تقريبيًّا فقط، لكن مدة التعليم الواقعية ربما كانت أطول أو أقصر من المدة المقترحة.

الدرس

صفحات المحتوى

يتألف كل درس في كتاب الطالب من صفحات يتراوح عددها بين ست صفحات واثنتي عشرة صفحة، وسيجري تناول كل منها في دليل المعلم هذا.

صفحات المحتوى

هناك اقتراحات تعليمية، وقصص، وحقائق إضافية، ومعلومات أخرى مفيدة، إلى جانب كل صفحة من كتاب الطالب. يتضمن كل درس، مثلاً، نشاط «افتتاحية الدرس». وتجد على كل صفحة من دليل المعلم، الذي بين يديك، صفحة من كتاب الطالب أو صفحتين.

صفحات الأنشطة

يغطّي دليل المعلم كل الأنشطة، ومنها المختبرات، حيث يضمّ عيّنات من البيانات والإجابات عن كل سؤال مطروح في النشاط.

ملاحظة: لكل نشاط ورقة عمل يتوجّب طباعتها، وإعطاء نسخة منها لكل طالب. تحتوي هذه الورقة على تعليمات إضافية، وجداول بيانات، ورسوم بيانية، وأسئلة.

الوحدة 3: تركيب الخلية ووظيفتها: الإنزيمات

افتتاحية الدرس

في هذا الدرس، سوف يدرك الطلاب كيف تتحكَّم وظائف الإنزيم في مسارات التفاعلات الكيميائية الحيوية المهمّة ومعدّلاتها.

1. ادعُ الطلاب إلى قراءة افتتاحية الدرس بصوت مسموع والتركيز في حقيقتين، هما:
   - الستاتينات فئة مهمّة من الأدوية التي ترتبط بجُزيئات الإنزيم التي تُنتِجها الكبد.
   - الستاتينات لا تزيل الكولسترول ، بل توقف إنتاجه في الجسم .
2. سلِ الطلاب: لماذا يستمرّ معدَّل الكولسترول مرتفعًا في دم البالغين الذين يتناولون الستاتينات بشكل روتيني؟
   لأنهم يستمرون في تناول الكولسترول في أطعمة كالبيض والسمك والأعضاء ولحوم الأبقار التي تجري تربيتها في المراعي. هذا لا يعني أن تناول الكولسترول سيّئ، لكن عندما يجري إنتاج الكثير منه أو تناول الكثير منه أيضًا، تكون له تأثيرات ضارة على بعض الأفراد الذين لديهم في تاريخهم العائلي مرض الشريان التاجي.
3. أخبر الطلاب أن حجب وظيفة الإنزيم، هو إحدى الطرائق التي يستطيع من خلالها الدواء السيطرة على تطوُّر الأعراض والأمراض، في البشر والحيوانات.
4. سلِ الطلاب: هل هناك طرائق أخرى للتحكم في الكولسترول الزائد، لا تشمل تناول الأدوية؟
   يُعدّ النظام الغذائي وممارسة الرياضة من الطرائق الجيدة للوقاية، طالما ليس هناك مرض مزمن.

الدَرس 2-3
نشاط الإنزيمات والعوامل المؤثرة فيه
Enzyme Activity and Factors Affecting It

الدّرس 1-2: الأغشية البلازميّة

نشاط a1-2 خطّ زمنيّ للأغشية الخلويّة — الإجابات/ عيّنة بيانات

المواد: دليل بحث على الإنترنت، جهاز كمبيوتر متّصل بالإنترنت، طابعة، أدوات للعمل الفنّيّ كالمقصّ والصّمغ والشّريط اللاصق .

يهدف هذا النشاط إلى مساعدة الطلاب على:

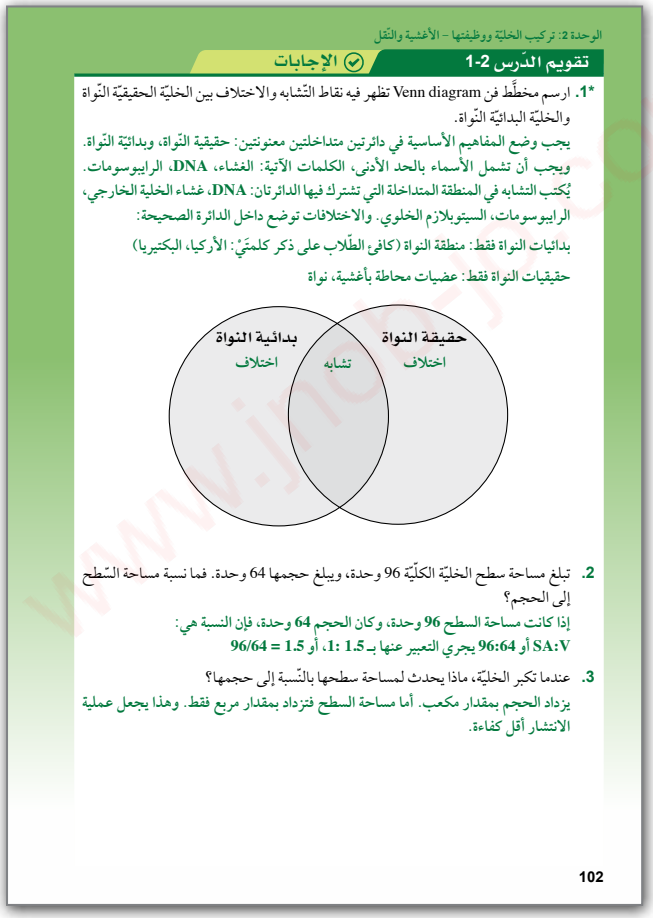
- فهم التوقعات والمتطلبات لهذا النشاط وسواه من المشروعات والبحوث، بما في ذلك أدلة أسلوب الاقتباس.
- استخدام الإنترنت بأمان وكفاءة، لتضييق نطاق البحث بدقة، واكتساب الخبرة في تحديد مواقع معتمدة للمصادر العلمية الموثوقة.
- دمج مهارات تكنولوجيا المعلومات والاتصالات من خلال التمييز بين عالم المواقع الإلكترونية والإنترنت، وبين المتصفّح ومحرّك البحث، وتعلّم تقنيات البحث.

1. انسخ ورقة عمل a1-2 وعيّنة دليل البحث لكل طالب، بغية الاحتفاظ بها، أو توزيعها لتكون متوافرة في مدرستك.
2. انسخ نموذج تقويم للمشروع بأقلّ قدر من الأحداث، أو عدّله ووزّعه على الطلاب، شرط أن يتضمّن الحد الأدنى من الأحداث (النشاطات)، وهناك عيّنة مع ورقة عمل a1-2.
3. خطِّط وقت استخدام الكمبيوتر، وحدِّد اللوازم الفنية المتاحة لدعم إبداع الطالب. تتوافر نماذج لمشروعات الخط الزمني الرقمي على الإنترنت.
4. وزّع نموذج تنسيق الاقتباس، على الطلاب، بغية استخدامه: مثال (APA, MLA). يمكنك العثور على دليل الأسلوب على الإنترنت، أو استشارة أمين مكتبة المدرسة.
5. أكّد تاريخ تسليم المشروعات، وامنح الطلاب نقاطًا إضافية عند تسليمها في وقت مبكر، فهو إحدى طرائق تقديم المكافأة لمهارات التنظيم القوية.

1-2 (a) خطّ زمنيّ للأغشية الخلويّة

تقويم الدرس

ترد في دليل المعلم إجابات كاملة لكل سؤال في تقويم الدرس. وفي حالات كثيرة ترد حلول مفصلة للمسائل الرياضية. وهناك أيضًا عيّنات من الإجابات عن أسئلة الإجابات القصيرة.



الوحدة 2: تركيب الخليّة ووظيفتها – الأغشية والنّقل

تقويم الدّرس 2-1 — الإجابات

*1. ارسم مخطّط فن Venn diagram تظهر فيه نقاط التّشابه والاختلاف بين الخليّة الحقيقيّة النّواة والخليّة البدائيّة النّواة.

يجب وضع المفاهيم الأساسية في دائرتين متداخلتين معنونتين: حقيقية النّواة، وبدائيّة النّواة. ويجب أن تشمل الأسماء بالحد الأدنى، الكلمات الآتية: الغشاء، DNA، الرايبوسومات. يُكتب التشابه في المنطقة المتداخلة التي تشترك فيها الدائرتان: DNA، غشاء الخلية الخارجي، الرايبوسومات، السيتوبلازم الخلوي. والاختلافات توضع داخل الدائرة الصحيحة:

بدائيات النواة فقط: منطقة النواة (كافئ الطّلاب على ذكر كلمتَيْ: الأركيا، البكتيريا)

حقيقيات النواة فقط: عضيات محاطة بأغشية، نواة

2. تبلغ مساحة سطح الخليّة الكلّيّة 96 وحدة، ويبلغ حجمها 64 وحدة. فما نسبة مساحة السّطح إلى الحجم؟

إذا كانت مساحة السطح 96 وحدة، وكان الحجم 64 وحدة، فإن النسبة هي: SA:V أو 96:64 يجري التعبير عنها بـ 1.5 :1، أو 96/64 = 1.5

3. عندما تكبر الخليّة، ماذا يحدث لمساحة سطحها بالنّسبة إلى حجمها؟

يزداد الحجم بمقدار مكعب. أما مساحة السطح فتزداد بمقدار مربع فقط. وهذا يجعل عملية الانتشار أقل كفاءة.

102

تقويم الوحدة

يتضمن تقويم الوحدة أسئلة اختيار من متعدد، تحضيرًا للاختبار، وأسئلة ذات إجابات قصيرة معًا.

تتوافر في الدليل أيضًا الإجابات الصحيحة عن كل أسئلة الاختيار من متعدد.

يقدم الدليل أيضًا إجابات أكثر تفصيلًا عن أسئلة، ومسائل الإجابات القصيرة. وفي حالات كثيرة، ترد أيضًا حلول مفصّلة للمسائل الرياضية.

تقويم الوحدة

تحضير للاختبار

1. أيّ من الآتي يمثّل جزءاً من جُزيء ATP؟
   a. السكّر الخماسي.
2. ما العنصر الذي يوجد في الأدينين، ولا يوجد في الكربوهيدرات؟
   b. النيتروجين
3. أيّ من الجزيئات الآتية يستطيع أن يُخزّن الطاقة الكيميائية؟
   d. كل ما ذكر.
4. ما العنصر الذي يوجد في الكربوهيدرات، ولا يوجد في الأدينين؟
   c. الأكسجين
5. ما عدد ذرّات الكربون التي توجد في جُزيء الرايبوز؟
   c. 5
6. إذا شبّهنا الكائن الحي بمركز تجاري كبير، فأيّ العبارات الآتية تُمثّل دور ATP؟
   c. العملة التي تدفعها عند الشراء.
7. الطاقة المُخزّنة في روابط _____، تُحوّل وتُستخدم لإنجاز عمل مستخدمة الطاقة من جُزيء تخزين قصير الأجل يُسمّى _____.
   c. جلوكوز: ATP
8. ما أوجه التشابه في تركيب الميتوكندريا والبكتيريا؟
   d. كلتاهما تحتوي على منطقة نواة تشمل حلقات DNA.
9. أيّ العبارات الآتية **غير صحيحة** عن التكافل الداخلي المتسلسل؟
   a. تكوّنت الكائنات الحيّة الحقيقية النواة قبل الكائنات بدائية النواة.
10. يمكن للميتوكندريا أن:
    a. تكون ذات شكل يشبه بذرة الفاصوليا، أو تكون كروية أو عصوية.

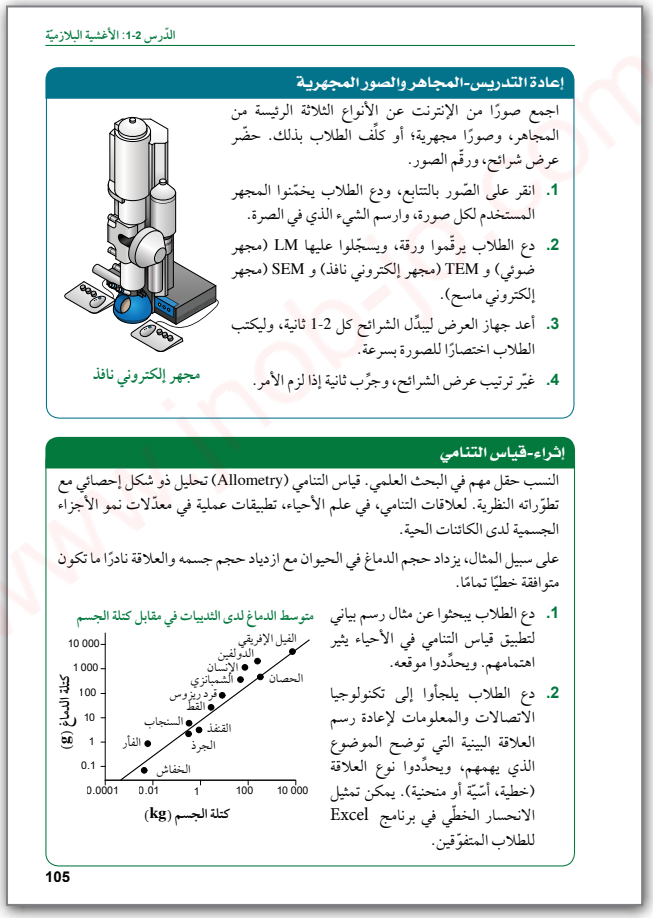
309

الفروق الفردية

الفروق الفردية

يتيح قسم إعادة التدريس الوارد في نهاية كل درس فرصة تنفيذ أنشطة إضافية للطالب الذي قد يحتاج إلى مراجعة إضافية.

يتيح قسم إثراء الموجود في نهاية كل درس فرصة تنفيذ أنشطة متقدمة للطالب الذي يهتم بالمضي إلى أبعد من بقية زملاء الصف.



الدّرس 2-1: الأغشية البلازميّة

إعادة التدريس-المجاهر والصور المجهرية

اجمع صورًا من الإنترنت عن الأنواع الثلاثة الرئيسة من المجاهر، وصورًا مجهرية؛ أو كلِّف الطلاب بذلك. حضّر عرض شرائح، ورقّم الصور.

1. انقر على الصّور بالتتابع، ودع الطلاب يخمّنوا المجهر المستخدم لكل صورة، وارسم الشيء الذي في الصورة.
2. دع الطلاب يرقّموا ورقة، ويسجّلوا عليها LM (مجهر ضوئي) و TEM (مجهر إلكتروني نافذ) و SEM (مجهر إلكتروني ماسح).
3. أعد جهاز العرض ليبدّل الشرائح كل 1-2 ثانية، وليكتب الطلاب اختصارًا للصورة بسرعة.
4. غيّر ترتيب عرض الشرائح، وجرّب ثانية إذا لزم الأمر.

مجهر إلكتروني نافذ

إثراء-قياس التنامي

النسب حقل مهم في البحث العلمي. قياس التنامي (Allometry) تحليل ذو شكل إحصائي مع تطوّراته النظرية. لعلاقات التنامي، في علم الأحياء، تطبيقات عملية في معدّلات نمو الأجزاء الجسمية لدى الكائنات الحية.

على سبيل المثال، يزداد حجم الدماغ في الحيوان مع ازدياد حجم جسمه والعلاقة نادرًا ما تكون متوافقة خطيًا تمامًا.

1. دع الطلاب يبحثوا عن مثال رسم بياني لتطبيق قياس التنامي في الأحياء يثير اهتمامهم. ويحدّدوا موقعه.
2. دع الطلاب يلجأوا إلى تكنولوجيا الاتصالات والمعلومات لإعادة رسم العلاقة البيئية التي توضح الموضوع الذي يهمهم، ويحدّدوا نوع العلاقة (خطية، أسّيّة أو منحنية). يمكن تمثيل الانحسار الخطّي في برنامج Excel للطلاب المتفوّقين.

متوسط الدماغ لدى الثدييات في مقابل كتلة الجسم

105

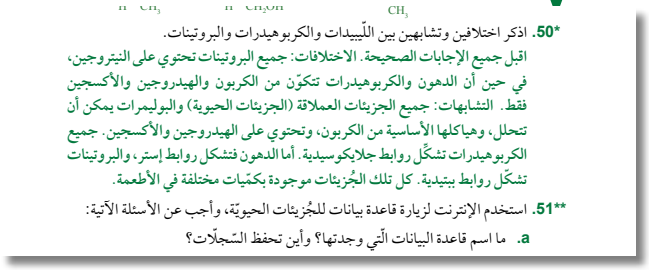
أسئلة الإجابات الذاتية والمشاريع

يضم تقويم الوحدة الوارد في نهاية الوحدة أسئلة من ثلاثة مستويات من الصعوبة.

ويضم تقويم الوحدة أيضًا مشاريع استقصاء وبحث للطالب الأكثر تقدّمًا، تتيح له الحصول على تقدير إضافي.

* تميّز الأسئلة المتقدّمة في دليل المعلم بنجمتين.

* تميّز الأسئلة المتوسطة في دليل المعلم بنجمة واحدة.



*50. اذكر اختلافين وتشابهين بين اللّيبيدات والكربوهيدرات والبروتينات.

اقبل جميع الإجابات الصحيحة. الاختلافات: جميع البروتينات تحتوي على النيتروجين، في حين أن الدهون والكربوهيدرات تتكوّن من الكربون والهيدروجين والأكسجين فقط. التشابهات: جميع الجزيئات العملاقة (الجزيئات الحيوية) والبوليمرات يمكن أن تتحلل، وهياكلها الأساسية من الكربون، وتحتوي على الهيدروجين والأكسجين. جميع الكربوهيدرات تشكّل روابط جلايكوسيدية. أما الدهون فتشكل روابط إستر، والبروتينات تشكّل روابط بيتيدية. كل تلك الجُزيئات موجودة بكمّيات مختلفة في الأطعمة.

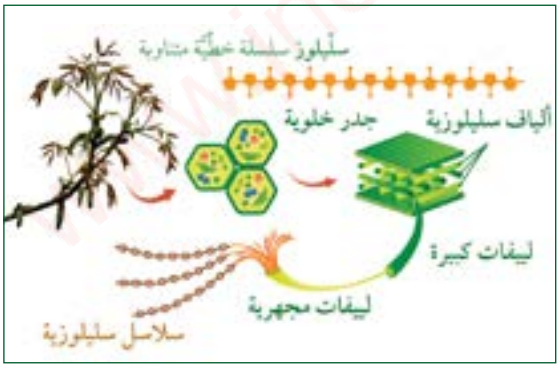
**51. استخدم الإنترنت لزيارة قاعدة بيانات للجُزيئات الحيويّة، وأجب عن الأسئلة الآتية:

a. ما اسم قاعدة البيانات الّتي وجدتها؟ وأين تحفظ السّجلّات؟

ماذا سيتعلّم الطالب من هذا الكتاب

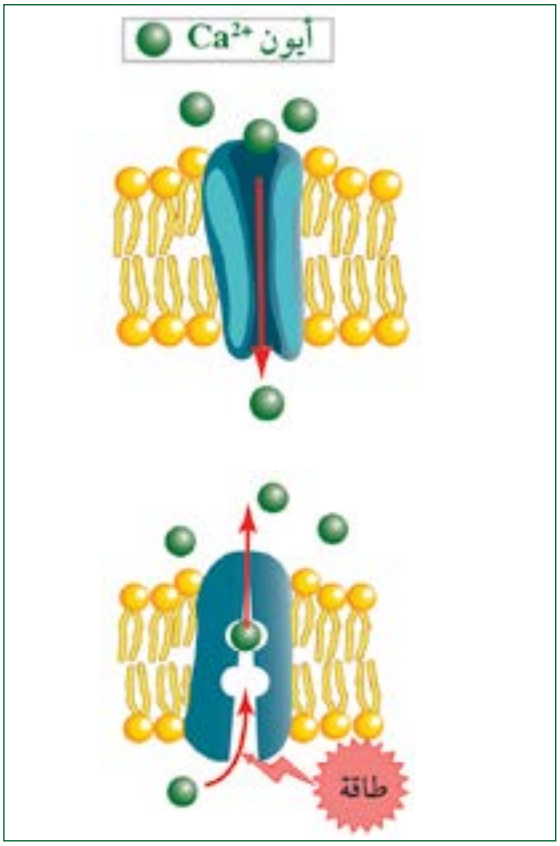
إنّ فهم عالمنا الحيّ مهمّ لنا جميعًا. ولا بد لنا من فهم أجسامنا كي نكون أصحّاء، فضلًا عن فهم الكائنات الحيّة من حولنا كي نتعايش معًا. نحتاج، أيضًا، إلى فهم عمليّات الحياة الكيميائيّة الحيويّة الدّاخليّة، لأن وجودنا رهن هذه العمليّات، التي نتشارك بها مع الكائنات الحيّة الأخرى.

علم الأحياء علم معقّد، خصوصًا وأنّ الحياة تشمل عشرات الآلاف من الموادّ الكيميائيّة، وملايين التّفاعلات الكيميائيّة الحيويّة المترابطة معًا. ويستخدم البناء الضّوئيّ الطّاقة المنبعثة من الشّمس لتحويل موادّ غير عضويّة إلى سكّريّات، هي في أساس السّلسلة الغذائيّة، بينما يولّد التّنفّس الطّاقة التي تسيّر الوظائف الحيويّة الضّروريّة، كالحركة والنّموّ والتّكاثر.



السّليلوز الموجود في الألياف النباتيّة أكثر مادّة شائعة على كوكب الأرض.

يبدأ الفصل الحاليّ بكيمياء الكائنات الحيّة؛ فالكربوهيدرات واللّيبيدات، وهما نوعان أساسيان من الجُزيئات الحيويّة، بينما تشكّل البروتينات النّوع الثّالث. تبني البروتينات المركّبة من عشرين حمضًا أمينيًّا الحياة على كوكب الأرض.



تنقل القنوات البروتينيّة الأيّونات عبر الغشاء الخلويّ بالاتّجاهين.

والتّحدّي الثّاني الذي يواجهنا هو فهم الآليات التي تجري داخل الخلايا، كي تستطيع تمرير الموادّ الغذائيّة، والماء، والفضلات عبر الغشاء الخلويّ؛ واستقصاء الإنزيمات، التي هي في الحقيقة محفّزات التّفاعلات الحيويّة، وهي تساعد الخلايا على بناء جزيئات جديدة، وتكسير جزيئات أخرى، كالطّعام.

أمّا الموضوع الأخير في الفصل الأوّل، فهو إنتاج الطّاقة في الخلايا من خلال التّنفّس الخلويّ الذي هو سلسلة من التّفاعلات التي تحطّم سكّر الجلوكوز إلى ثاني أكسيد الكربون والماء، مطلقة الطّاقة. وقد تطوّرت العمليّة نفسها لدى النّباتات والحيوانات على حدّ سواء.

ملاحظات

www.jnob-jo.com

الوحدة 1 الكيمياء الحيويّة – الجُزيئات الحيويّة

مقدِّمة الوحدة

تُشدّد مُقدِّمة وحدة الكيمياء الحيوية – الجزيئات الحيوية على أهميّة الماء. وتقدِّم الجُزيئات العملاقة إلى الطلاب، وتربطها بوظائف الحياة الأساسية. وقد جرى بناء الوحدة وتصميمها بالاعتماد على المعايير الأربعة التالية:

B1101 يربط خصائص الماء بأدواره في الكائنات الحية.

B1102 يصف تركيب الكربوهيدرات، ويوضِّح خصائصها.

B1103 يصف تركيب الليبيدات، ويوضِّح خصائصها.

B1104 يصف تركيب البروتينات، ويوضِّح خصائصها.

الدرس 1-1 كيمياء الحياة

- العناصر الرئيسة: الكربون، الهيدروجين، الأكسجين، النيتروجين.
- البوليمرات وتفاعلات البلمرة.

الدرس 1-2 الماء

- الماء مذيب عام للحياة
- القوى بين الجُزيئات والرابطة الهيدروجينية
- التوتُّر السطحي
- الأحماض والقواعد

الدرس 1-3 الكربوهيدرات

- الكيمياء الحيوية للغذاء
- الكربوهيدرات والطاقة
- السكّريات الأحادية والسكّريات الثنائية
- الرابطة الجلايكوسيدية وعديدات التسكُّر
- الكربوهيدرات المُعقَّدة

الدرس 1-4 الليبيدات

- تضم الليبيدات الدهون والشموع والستيرويدات.
- التركيب الجُزيئي للدهون
- روابط أستر وتفاعلات التحلُّل المائي
- الأغشية الخلوية

الدرس 1-5 البروتينات والأحماض الأمينية

- أنواع البروتينات والأحماض الأمينية
- الأحماض الأمينية العشرون في الحياة على الأرض
- التركيب الأوَّلي للبروتينات
- التركيب الثانوي للبروتين
- التركيب الثالثي والرابعي للبروتين
- نموذج وظيفي للبروتينات
- التفاعل التكثيفي والتحلُّل المائي

www.jnobook.com

الوحدة 1 الكيمياء الحيويّة – الجُزيئات الحيويّة

ملخّص الوحدة

تشكّل الوحدة الأولى حجر الأساس لفهم الجزيئات الحيوية. وفيها نتبع مجالين يتناولان الكيمياء الحيوية على المستوى الخلوي، والعلاقة بينها وبين النظام الغذائي البشري. الجُزيئات الحيوية وثيقة الصلة بالكيمياء العضوية. فالكربوهيدرات والليبيدات والبروتينات بوليمرات مكوَّنة من مركّبات عضوية صغيرة، أو مونومرات. عمومًا يمكن نقل المونومرات وتحويلها من خلال الأيض، بينما تشكّل البوليمرات مكوّنات ضخمة لها وظيفتان: تخزينية وبنائية. يمكن تصنيف التفاعلات الكيميائية في الكائنات الحية إلى تفاعلات تطرد الماء لتكوّن البوليمرات (التكثيف)، وأخرى تضيف الماء لتكسّر البوليمرات (التحلّل المائي). لا تتضمن معايير هذه الوحدة الأحماض النووية وATP، اللذين سوف يقدمان ضمن سياق وحدات لاحقة، حيث تدرس كيمياؤهما بعمق أكبر.

أخطاء شائعة

- **الكيمياء العضوية هي نفسها الكيمياء الحيوية.** الكيمياء العضوية هي كيمياء مركّبات الكربون التي لا تكون دائمًا مركّبات حيوية.
- **البروتينات هي اللحوم والأسماك والبيض.** هذا هو المحتوى الغذائي للبروتينات، وهو يختلف تمامًا عن التركيب الكيميائي الحيوي للبروتينات. فالهرمونات والأنزيمات هما بروتينات. البروتينات بوليمرات بيولوجية كبيرة مُركَّبة من أحماض أمينية.
- **تختلف كيمياء الكائنات الحية عن كيمياء الأشياء غير الحية.** الكيمياء الأساسية هي نفسها، لكن كيمياء الكائنات الحية أكثر تعقيدًا وتتضمّن جزيئات أضخم وتفاعلات أكثر تعقيدًا.
- **الدهون تضر بي.** تكوّن الليبيدات كل غشاء خلوي في كل كائن حي. لذا تكون بعض الدهون ضرورية للحياة. إن الاستهلاك الفائض للدهون والسكّر، هو الذي يسبّب المشكلات الغذائية.

مخطط الوحدة

الدرس	عدد الحصص	مخرجات التّعلم	الكفايات
1-1 كيمياء الحياة	2	B1102.1	
2-1 الماء	3-5	B1101.1 B1101.2	
3-1 الكربوهيدرات	3	B1102.2 B1102.3	
4-1 الليبيدات	3	B1103.1 B1103.2	
5-1 البروتينات	3-4	B1104.1 B1104.2 B1104.3 B1104.4	

الكفايات

- التفكير الإبداعي والناقد
- الكفاية اللغوية
- التعاون والمشاركة
- حل المشكلات
- الكفاية العددية
- التواصل
- البحث والاستقصاء

المهارات العلمية والكفايات

- يتوقع من الطلاب أن يكملوا أنشطة خبرات التعلّم الخمس وتجاربها.
- تُطبَّق المهارات الرياضية في خمس مسائل في تقويم الدرس 1-2، وتقويم الوحدة 1.
- تُطبَّق المهارات اللغوية في النشاط 1-4 عن طريق كتابة تقرير مخبري، وفي 1-5 في مشروع البروتين.
- مهارات تكنولوجيا الاتصالات والمعلومات تتكامل خلال النشاط 1-1 والنشاط 1-5، عن طريق أسئلة البحث في الإنترنت والسؤال 25 في تقويم الوحدة.
- العالِم المضاء عليه هو الكيميائي الهولندي جيراردوس جوهانز مولدر الذي كان أول من تناول الكيمياء الكميّة في البروتينات، ونشر أول ورقة استُخدمت فيها كلمة بروتين.
- المشروع الإضافي (الاستقصاء والبحث) تجربة من تصميم الطالب، يختبر فيها تأثيرات إضافة الملح في ذائبية السكر عند 25°C.

الدرس 1-1
كيمياء الحياة

مصادر تعلّم الدّرس

المدة	العناوين/المحتوى	موارد كتاب الطالب	موارد دليل المعلم
1-2 حصة	كيمياء الحياة	الصفحتان 4-5	مناقشة افتتاحية الدرس
1-2 حصة	الكربون، الهيدروجين، الأكسجين، النيتروجين	الصفحة 6	مناقشة
1 حصة	البوليمرات نشاط: 1-1 تفاعلات البلمرة	الصفحتان 7-8	ورقة عمل 1-1

الزمن المقترح للدرس

يستغرق تنفيذ هذا الدرس حصتين، ويشتمل على نشاط خبرة تعلم واحد.

الأنشطة	مواد من أجل النشاط
1-1 تفاعلات البلمرة	مجموعة من نماذج جُزيئات

مخرجات التعلّم

B1102.1 يعرّف المونومر، والبوليمر، والجزيئات العملاقة، ويتعرّف إلى تفاعلات التكثيف والتحلل المائي، ويعرّفها.

المعرفة السابقة

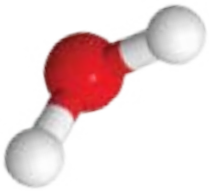
1. يجب أن يعرف الطلاب مستويات التنظيم في الكائنات الحية من المستوى المجهري إلى مستوى العلاقات بين الكائنات الحية الكبيرة. يرتبط معظم محتوى هذه الوحدة بالمستويات الخمسة الأولى.
2. يجب أن يكون الطلاب قادرين على التمييز بين مفاهيم الكيمياء الأساسية الآتية:
   - الذرة والجزيء
   - الجزيء والأيون
   - العنصر والمركّب
3. يجب أن يتذكّر الطلاب، على المستوى الخلوي، تراكيب الخلية الأساسية من مثل النواة وعُضيات الخلية. ويتوقع أن يكوّنوا فهماً عميقاً لوظائفها في نشاطات الخلية.
4. يجب أن يتعرّف الطلاب الطرائق الشائعة التالية لتمثيل المُركّبات:
   - الصيغة الكيميائية
   - الصيغة البنائية
   - نموذج الكرة والعصا
   - نموذج ملء الفراغ

1. الصيغة الكيميائية

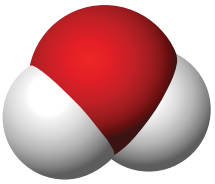
H_2O

2. الصيغة البنائية

3. نموذج الكرة والعصا



4. نموذج ملء الفراغ



المفردات

التحلل المائي	hydrolysis
الجزيء العملاق	Macromolecule
الطَّيف البيولوجيّ	Biological Spectrum
الكيمياء العضويّة	Organic Chemistry
الهيدروكربون	Hydrocarbon
البوليمر	Polymer
المونومر	Monomer
البلمرة	Polymerization
بلمرة التّكثيف	Condensation Polymerization

www.jnob-jo.com

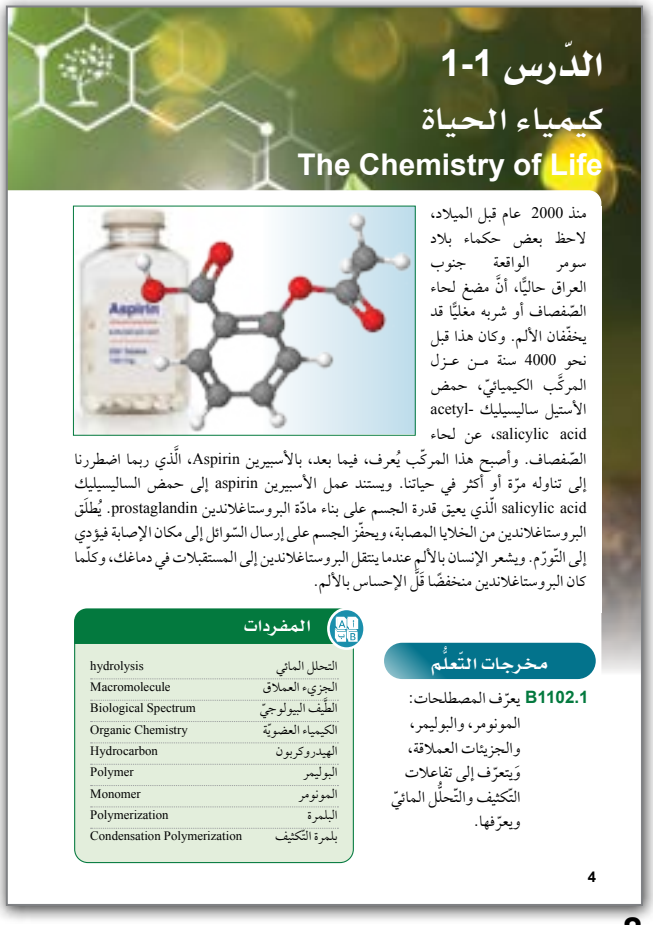
افتتاحية الدرس

سيكون الطلاب على دراية بالأدوية التي يجري شراؤها من دون وصفة طبية، مثل الأسبرين أو البندول. ابدأ بسؤال الطلاب:

من منكم استخدم أدوية من دون وصفة طبية؟

1. حضّر قائمة بالأدوية الشائعة التي استخدمها الطلاب.
2. أضف إلى تلك القائمة عمودًا لتحديد فائدة الدواء.
3. اسأل الطلاب: هل ظهرت لديكم أعراض جانبية (تفاعل سلبي) نتيجة تناول هذه الأدوية، أو ظهرت لدى أشخاص تعرفونهم؟ أضف جدولاً آخر إذا رغبت لكتابة البيانات. **الجدول أدناه عيّنة.**
4. كيف يُصنع الأسبرين ويوزّع حاليًّا، وهو كان يشتق أصلاً من شجرة الصفصاف في الطبيعة؟ **تقوم شركات الأدوية بتصنيع الأدوية وتغليفها باستخدام مركّبات كيميائية طبيعية أو مصنّعة.**
5. ما صلة الأدوية المنتجة كيميائيًّا بحياتكم؟ **تتنوّع إجابات الطلاب. فالسؤال عن الآراء يمكن أن يثير اهتمامهم في كل موضوع من الدرس، والتواصل المفتوح، يعزّز مشاركتهم.**
6. اربط هذا بالموضوع الأول من هذا الدرس.

الأدوية	الفائدة	الأعراض الجانبية
الأسبرين	مزيل للألم، يمنع حدوث الجلطات	طنين في الأذن، غثيان
السودوافدرين	يخفّف أعراض الحساسية	دوخة، أرق
مرطّبات الجلد	يقلّل الجفاف	احمرار، لذع، حرق
مزيل الاحتقان	يخفّف السعال، يوقف سيلان الأنف	أرق، جفاف عطاس



الدّرس 1-1

كيمياء الحياة

The Chemistry of Life

منذ 2000 عام قبل الميلاد، لاحظ بعض حكماء بلاد سومر الواقعة جنوب العراق حاليًّا، أنَّ مضغ لحاء الصّفصاف أو شربه مغليًّا قد يخفّفان الألم. وكان هذا قبل نحو 4000 سنة من عزل المركّب الكيميائيّ، حمض الأستيل ساليسيليك acetyl-salicylic acid، عن لحاء الصّفصاف. وأصبح هذا المركّب يُعرف، فيما بعد، بالأسبيرين Aspirin، الّذي ربما اضطررنا إلى تناوله مرّة أو أكثر في حياتنا. ويستند عمل الأسبيرين aspirin إلى حمض الساليسيليك salicylic acid الّذي يعيق قدرة الجسم على بناء مادّة البروستاغلاندين prostaglandin. يُطلَق البروستاغلاندين من الخلايا المصابة، ويحفّز الجسم على إرسال السّوائل إلى مكان الإصابة فيؤدي إلى التّورّم. ويشعر الإنسان بالألم عندما ينتقل البروستاغلاندين إلى المستقبلات في دماغك، وكلّما كان البروستاغلاندين منخفضًا قَلَّ الإحساس بالألم.

المفردات

hydrolysis	التحلل المائي
Macromolecule	الجزيء العملاق
Biological Spectrum	الطّيف البيولوجيّ
Organic Chemistry	الكيمياء العضويّة
Hydrocarbon	الهيدروكربون
Polymer	البوليمر
Monomer	المونومر
Polymerization	البلمرة
Condensation Polymerization	بلمرة التّكثيف

مخرجات التّعلُّم

B1102.1 يعرّف المصطلحات: المونومر، والبوليمر، والجزيئات العملاقة، ويتعرّف إلى تفاعلات التّكثيف والتّحلُّل المائيّ ويعرّفها.

4

كيف تتناسب الكيمياء مع الحياة؟

1. نظّم مناقشة لاستكشاف فهم الطلاب الحالي لمستويات التنظيم من أصغر جُسيم (ذرّة) إلى أكبر مستوى تنظيم (الغلاف الحيوي)، واسأل: علام يشتمل الغلاف الحيوي؟ **على كل ما يتفاعل مع الحياة. الغلاف الحيوي هو النظام البيئي العالمي الذي يدمج الكائنات الحية جميعها معاً، ويشتمل على العلاقات القائمة بينها، وتفاعلاتها مع العناصر الموجودة في الأرض.**

2. اربط بشريط الأفكار المهمة. تبدأ العلاقة على المستوى الكيميائي بين الذرّات والجُزيئات العملاقة macromolecules التي نتناولها في غذائنا لنبقى على قيد الحياة وبصحّة جيدة. هذه الذّرات والجُزيئات تربطنا دائماً بالكائنات الحية الأخرى في جماعتنا الحيوية ومجتمعنا الحيوي والنظام البيئي، من خلال الكيمياء الحيوية.

3. الجُزيئات الحيوية، مثل البروتينات، مبنيّة على تعليمات موجودة ضمن تسلسلات DNA الفريدة الخاصة بنا والتي تخزَّن في الخلايا، وسواء أكانت الجزيئات الحيوية متشابهة أم متماثلة، فإنها تربطنا بالكائنات الحية الأخرى جميعها، وبالتالي يمكن استخدامها للاستدلال على العلاقات التطورية والتصنيفية بين الكائنات الحية.

4. تحقّق من أن الطلاب قد فهموا أن تحديد «الحياة» يبدأ عند مستوى الخلية. واطلب إليهم أن يعدوا جدولًا يستذكرون من خلاله خصائص الكائنات الحية، كالنمو والتكاثر والاستجابة للمنبهات والأيض.

5. أحضر قطرة واحدة من مياه البحر تحتوي على كائنات حية دقيقة، أو ابحث عن شريط فيديو يمكن عرضه في الصف. تحتوي قطرة واحدة من ماء البحر على كائنات حية أحادية الخلية، وكائنات حية متعددة الخلايا، بما فيها:
   - اللاسعات والهلاميات المشطية: قناديل البحر، والحيوانات المشابهة من مرشّحات التغذية.
   - مجدافيات الأرجل: مفصليات متعدِّدة الخلايا تشكّل العوالق.
   - الدياتومات: طحالب أحادية الخلية محاطة بجدر سيليكية.
   - الطحالب الخضراء الخيطية: سلاسل خلايا نباتية تشبه الخيوط.
   - المُثقّبات: أميبات محاطة بصدفات كلسية.
   - بيض أسماك، يرقات، ذوات الصدفتين، بطنيات القدم، شوكيات الجلد، ديدان.
   - عديدة الأشواك: الديدان الشوكية.
   - الشعاعيات: حيوانات صدفاتها سيليكية، وذات تناظر شعاعي.

الدرس 1-1: كيمياء الحياة

كيف تتناسب الكيمياء مع الحياة؟

ما الفارق بين كيمياء الحياة وكيمياء الموادّ غير الحيّة؟ تُبنى الكيمياء كلّها، حيّة كانت أم غير حيّة، على المبادئ نفسها وعلى العناصر نفسها، والفارق بينهما هو في مستوى التّعقيد. فالجزيئات غير الحيّة عادةً ما تكون صغيرةً وتدخل في تفاعلاتٍ بسيطةٍ، بينما تتكوّن الكائنات الحيّة من جزيئات عملاقة Macromolecules معقّدة جدًّا، مكوّنة من آلاف الذّرّات أو عشرات الآلاف منها. وتشكّل هذه الجزيئات العملاقة الدّعامة الأوليّة للكيميا المعقّدة للحياة.

الطّيف البيولوجيّ
غلاف حيويّ
نظام بيئيّ
مجتمع حيويّ
جماعة حيويّة
كائن حيّ
جهاز
عضو
نسيج
خلايا
جزيئات صغيرة
ذرّات
جلوكوز
ماء
جزيئات عملاقة
بروتينات، DNA
بروتوبلازم

شكل 1-1 الطّيف البيولوجيّ طريقةٌ لتنظيم مستويات التّعقيد من المادّة غير الحيّة للغلاف الحيويّ.

نستطيع فهم الحياة، على مستويات مختلفة، عبر الطّيف البيولوجيّ Biological spectrum، كما هو مُبيّنٌ في الشّكل 1-1، حيث يبدأ المستوى الأوّل بذرّات منفردة تنتظم في جزيئات صغيرة، كالماء أو الجلوكوز. وهذه الجزيئات ليست حيّةً، لكنّها تشكّل الأساس الّذي تُبنى عليه الحياة. وأمّا المستوى التّالي، فهو الجزيئات العملاقة، كالبروتينات والحمض النّوويّ الرّيبوزي منقوص الأكسجين (DNA). فالبروتينات والحمض النّوويّ (DNA) جزيئات ضخمة مقارنةً بجزيئات الماء، وتقوم بتفاعلات معقّدة مع غيرها من الجزيئات العملاقة في الأنظمة الحيّة.

إنّ الكيمياء الّتي تدخل فيها الجزيئات العملاقة المعقّدة كالبروتينات والحمض النّوويّ (DNA) هي الأساس للعمليّات الحيوية في الأنظمة الحيّة

تكون المادّة «حيّة» على مستوى الخلايا. فالبروتوبلازم Protoplasm يحتوي على مئات الجزيئات العملاقة الّتي تتفاعل فيما بينها، وتنتظم الخلايا التّفاعلات في تراكيب تؤدّي عمليّات الحياة، مثل تنظيم الطّاقة والتّكاثر.

5

الكربون والهيدروجين والأكسجين والنيتروجين

1. ادعُ الطلاب إلى معاينة **الجدول 1-1**. هل هناك أي كميات مفاجئة لهم؟
2. قدِّم الكيمياء العضوية على أنها كيمياء الكربون. وضّح أن أكاسيد الكربون من مثل، (CO_2)، (CO)، وكربونات الهيدروجين (HCO_3^-)، وحمض الكربونيك (H_2CO_3) لا تُعدّ موادّ عضوية، على الرغم من أنها تحتوي على الكربون، وأن المركبات العضوية تحتوي على ذرَّتي كربون وهيدروجين مترابطتين.
3. الهيدروكربونات مجموعة فرعية من المركّبات العضوية التي تحتوي على ذرّات C و H فقط. إذا أُضيفت ذرة كربون واحدة في كل مرة، يمكن للطلاب استنتاج نمط تشكيل الصيغة الكيميائية للألكانات التي تحتوي على روابط تساهمية أحادية فقط: C_nH_{2n+2}.

الوحدة 1: الكيمياء الحيويّة – الجزيئات الحيويّة

الكربون، والهيدروجين، والأكسجين، والنّيتروجين

يتكوّن نحو 96% من كتلة أيّ نبات أو حيوان من أربعة عناصر فقط، هي: الهيدروجين (H) والكربون (C) والأكسجين (O) والنّيتروجين (N). وتكوّن هذه العناصر الأربعة الّتي تُختصر أحيانًا بعبارة CHON، معظم الجزيئات الحيويّة، بدءًا من أغشية الخلايا إلى (DNA). وإضافة إلى العناصر المذكورة، يوجد عدد قليل، من العناصر الأخرى، ذو أهمّيّة كبيرة (**الجدول 1-1**)؛ فالكالسيوم يمنح القوّة لعظامك، والحديد يسمح لخلايا الدّم الحمراء بأن تؤدّي وظيفتها.

الجدول 1-1 العناصر الخمسة عشر الأكثر توافرًا في جسم الإنسان.

العنصر	% من الكتلة	العنصر	% من الكتلة	العنصر	% من الكتلة
الأكسجين	61 %	الفوسفور	1.1 %	المغنيسيوم	0.027 %
الكربون	23 %	الكبريت	0.20 %	التّيكون	0.026 %
الهيدروجين	10 %	البوتاسيوم	0.20 %	الحديد	0.0060 %
النّيتروجين	2.6 %	الصّوديوم	0.14 %	الفلور	0.0037 %
الكالسيوم	1.4 %	الكلور	0.12 %	الزّنك	0.0033 %

تتّحد معظم العناصر الموجودة في الكائنات الحيّة لتشكّل مركّبات، كالماء الّذي يشكّل 60% من جسم الإنسان. وتدلّنا الصّيغة الكيميائيّة H_2O على أنّ الماء مركّب من الهيدروجين والأكسجين بنسبة ذرّتي هيدروجين إلى ذرّة أكسجين واحدة.

للكربون فرعه الخاصّ في علم الكيمياء، يسمّى بـ **الكيمياء العضويّة Organic chemistry**. وتعني كلمة «عضويّ» في الكيمياء «من الكربون»، أو «يحتوي على الكربون»، ولا تشير فقط إلى الكائنات الحيّة. فالجزيئات الحيويّة كلّها عضويّة، لكنّ الجزيئات العضويّة ليست كلّها جزيئات حيويّة.

الكيمياء العضوية هي كيمياء الكربون ومركّباته.

إنّ أبسط مثال على المركّبات العضويّة هو المركّبات المكوّنة من الكربون والهيدروجين، وتُسمّى **الهيدروكربونات Hydrocarbons**. وتشكّل الهيدروكربونات أساس مصادر الطّاقة في العالم، فالغاز الطّبيعيّ هو الميثان (CH_4) الّذي تتكوّن جزيئاته من ذرّة كربون واحدة مرتبطة بأربع ذرّات من الهيدروجين (**الشكل 1-2**). ويحترق الميثان بوجود الأكسجين، ومثله معظم الهيدروكربونات الأخرى، لإطلاق الطّاقة وماء وثاني اكسيد الكربون.

شكل 1-2 الميثان مركّب كربونيّ بسيط.

6

البوليمرات

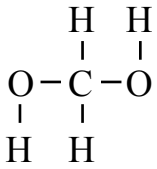
البوليمرات Polymers وهي سلاسل من **المونومرات Monomers** التي ترتبط معاً لتكوّن جُزيئاً مُكوّناً من وحدات مكرّرة. ترجع أهمية تفاعلات البلمرة إلى دورها المهم في جوانب الكيمياء الحيوية كلّها. يتصل هذا الموضوع بالنشاط الأول 1-1.

النشاط الرئيس لهذا الموضوع هو جعل الطلاب يبنون بوليمرًا باستخدام النماذج الجزيئية. يُعدّ بناء النموذج تقنية تعلّم قوية لفهم البوليمر، وفهم تفاعلين مهمّين، هما: **التكثيف Condensation** (إزالة الماء)، و**التحلّل المائي Hydrolysis** (إضافة الماء). وتتضمّن الصفحة التالية النشاط الفعلي، حيث تزوّد الطلاب بما يلزمهم من معلومات.

سنقدِّم تفاعلات البلمرة باستخدام أبسط بوليمر يتشكّل من خلال بلمرة التكثيف condensation polymerization، وهو البلاستيك الاصطناعي البولي أسيتال، الذي يتكوّن من خلال تكثيف مونومرات الميثيلين جلايكول. يتكوّن البولي أسيتال Polyacetal من ذرّات الكربون والهيدروجين والأكسجين، ولا يُعدّ، بالتالي، بوليمرًا هيدروكربونيّاً.

ميثيلين جلايكول

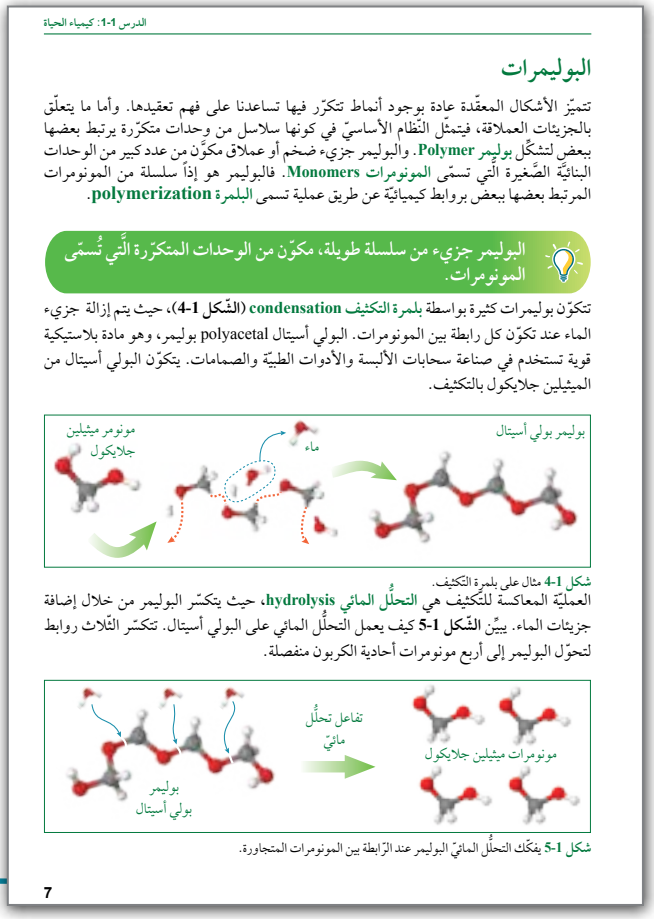
$CH_2(OH)_2$



قد ترغب في تذكير الطلاب بأن البولي أسيتال polyacetal ليس بوليمرًا حيويًا! بل نستخدمه مثالاً؛ لأن بناء بوليمر النشا أو البروتين سوف يستغرق وقتاً طويلاً، ويقدِّم معلومات جديدة.

البولي أسيتال Polyacetal مثاليٌّ لتدريس الأفكار الرئيسة الآتية:

- البوليمرات سلاسل مونومرات.
- التكثيف تفاعل بلمرة يطلق الماء.
- التحلّل المائي تفاعل تفكيك يستخدم الماء.



الدرس 1-1: كيمياء الحياة

البوليمرات

تتميّز الأشكال المعقّدة عادة بوجود أنماط تتكرّر فيها تساعدنا على فهم تعقيدها. وأما ما يتعلّق بالجزيئات العملاقة، فيتمثّل النّظام الأساسيّ في كونها سلاسل من وحدات متكرّرة يرتبط بعضها ببعض لتشكّل **بوليمر Polymer**. والبوليمر جزيء ضخم أو عملاق مكوّن من عدد كبير من الوحدات البنائيّة الصّغيرة الّتي تسمّى **المونومرات Monomers**. فالبوليمر هو إذاً سلسلة من المونومرات المرتبط بعضها ببعض بروابط كيميائيّة عن طريق عملية تسمى **البلمرة polymerization**.

البوليمر جزيء من سلسلة طويلة، مكوّن من الوحدات المتكرّرة الّتي تُسمّى المونومرات.

تتكوّن بوليمرات كثيرة بواسطة **بلمرة التكثيف condensation** (الشّكل 1-4)، حيث يتم إزالة جزيء الماء عند تكوّن كل رابطة بين المونومرات. البولي أسيتال polyacetal بوليمر، وهو مادة بلاستيكية قوية تستخدم في صناعة سحابات الألبسة والأدوات الطبيّة والصمامات. يتكوّن البولي أسيتال من الميثيلين جلايكول بالتكثيف.

شكل 1-4 مثال على بلمرة التكثيف.

العمليّة المعاكسة للتّكثيف هي **التحلُّل المائي hydrolysis**، حيث يتكسّر البوليمر من خلال إضافة جزيئات الماء. يبيّن **الشّكل 1-5** كيف يعمل التحلُّل المائي على البولي أسيتال. تتكسّر الثّلاث روابط لتحوّل البوليمر إلى أربع مونومرات أحادية الكربون منفصلة.

شكل 1-5 يفكّك التحلُّل المائيّ البوليمر عند الرّابطة بين المونومرات المتجاورة.

7

نشاط 1-1 تفاعلات البلمرة

الإجابات/ عيّنة بيانات

المواد: مجموعة من نماذج جُزيئات.

1. ابنِ، بالتعاون مع افراد مجموعتك، 4 جزيئات إلى 5 من الميثيلين جلايكول.
2. ابنِ نموذج بولي أسيتال، بواسطة تمثيل تفاعل بلمرة التكثيف. يجب أن تحصل من نتيجة التفاعل على جزيء ماء واحد في كل مرة تضيف فيها مونومرًا إضافيًّا.
3. مثّل تفاعل التحلل المائي عن طريق تفكيك البولي أسيتال إلى مونومرات الميثيلين جلايكول الفردية. أضف جزيء ماء، عند موقع كل رابطة.

مفتاح

أسود/ رمادي = كربون

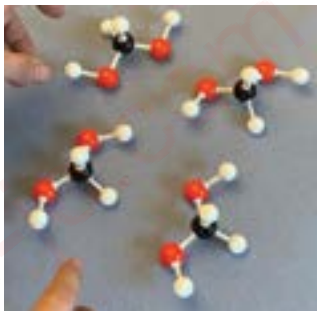
أبيض = هيدروجين

أحمر = أكسجين

بلمرة التّكثيف

الخطوة 1:

ابنِ المونومرات.



الخطوة 2:

انزع ذرّة هيدروجين من مجموعة OH من مونومر واحد، ومجموعة OH من مونومر آخر مختلف.

الخطوة 3:

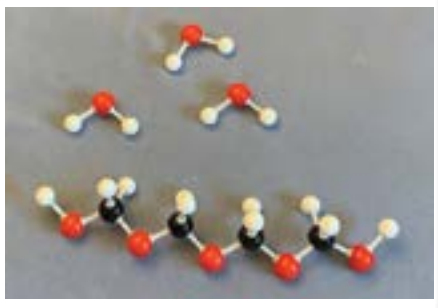
ابنِ نموذج الماء.

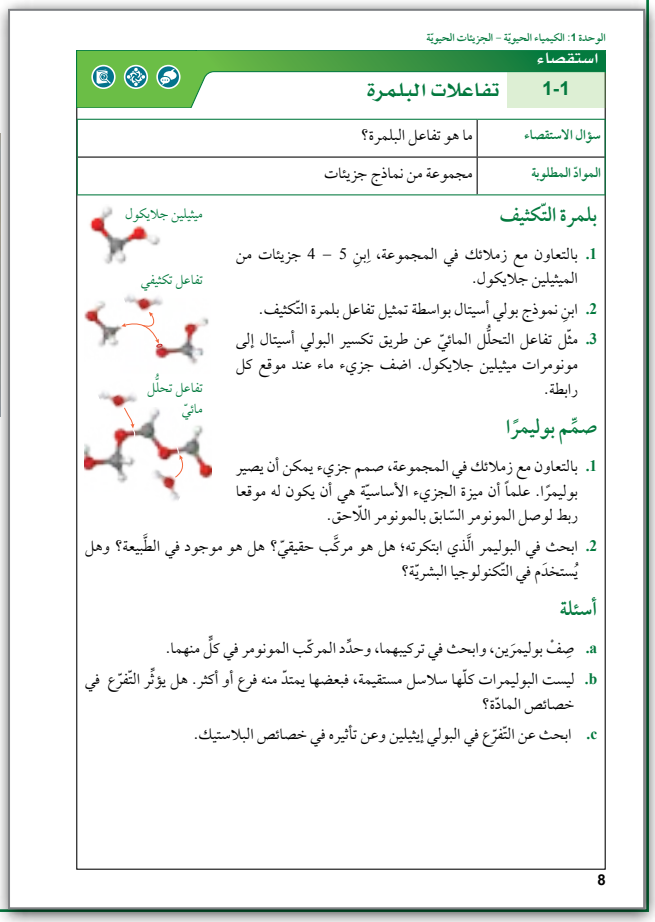
الخطوة 4:

اربط بين المونومرين.

الخطوة 5:

أعد الخطوة السابقة حتى تستخدم المونومرات كلها. ويجري التحلّل المائي بعكس الطريقة المشروحة.





الوحدة 1: الكيمياء الحيويّة – الجزيئات الحيويّة

استقصاء

1-1 تفاعلات البلمرة

سؤال الاستقصاء	ما هو تفاعل البلمرة؟
المواد المطلوبة	مجموعة من نماذج جزيئات

بلمرة التّكثيف

ميثيلين جلايكول

تفاعل تكثيفي

تفاعل تحلُّل مائيّ

1. بالتعاون مع زملائك في المجموعة، إبنِ 5 – 4 جزيئات من الميثيلين جلايكول.
2. ابنِ نموذج بولي أسيتال بواسطة تمثيل تفاعل بلمرة التّكثيف.
3. مثّل تفاعل التحلُّل المائيّ عن طريق تكسير البولي أسيتال إلى مونومرات ميثيلين جلايكول. اضف جزيء ماء عند موقع كل رابطة.

صمِّم بوليمرًا

1. بالتعاون مع زملائك في المجموعة، صمم جزيء يمكن أن يصير بوليمرًا. علماً أن ميزة الجزيء الأساسيّة هي أن يكون له موقعا ربط لوصل المونومر السّابق بالمونومر اللّاحق.
2. ابحث في البوليمر الّذي ابتكرته؛ هل هو مركّب حقيقيّ؟ هل هو موجود في الطّبيعة؟ وهل يُستخدَم في التّكنولوجيا البشريّة؟

أسئلة

a. صِفْ بوليمرَين، وابحث في تركيبهما، وحدِّد المركّب المونومر في كلٍّ منهما.

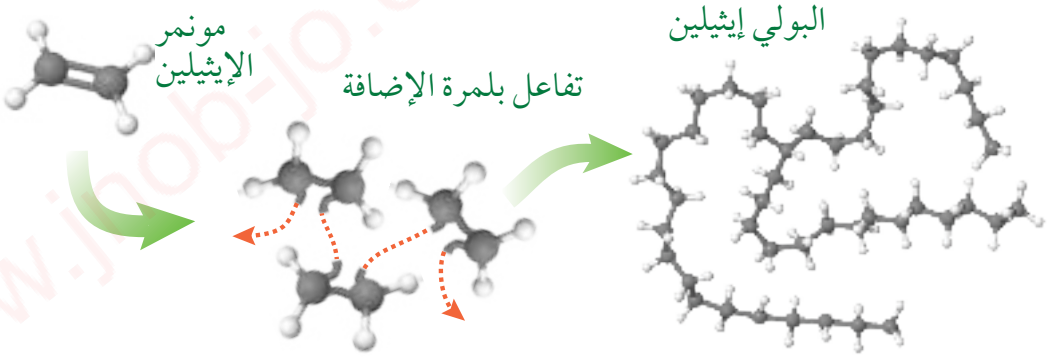
b. ليست البوليمرات كلّها سلاسل مستقيمة، فبعضها يمتدّ منه فرع أو أكثر. هل يؤثّر التّفرّع في خصائص المادّة؟

c. ابحث عن التّفرّع في البولي إيثيلين وعن تأثيره في خصائص البلاستيك.

8

صمّم مونومرًا

1. يتوصّل الطلاب، في مجموعات صغيرة، إلى جزيء يمكن أن يصبح بوليمرًا. والخاصية الرئيسة هي أن يكون فيه موقعان للروابط يمكّنانه من ربط المونومر اللاحق بالمونومرات السابقة.
2. ابحث في البوليمر الذي صمّمته، هل هو مركّب حقيقي؟ هل يوجد في الطبيعة؟ هل يُستخدم في التكنولوجيا البشرية؟



يوضح الشكل أعلاه واحدًا من أبسط البوليمرات، هو البولي إيثيلين. الإيثيلين هو المونومر، والبولي إيثيلين له استعمالات متعددة، منها صناعة الأكياس البلاستيكية الحافظة للطعام، وصناعة الأجهزة الطبية. هناك حلول عديدة محتملة في هذا النشاط. وهناك عيّنة من أسس وضع العلامات ضمن أوراق عمل الطالب، من أجل التقويم.

أسئلة

a. صف اثنين من البوليمرات في غرفة الصف، وابحث في تركيبهما، وحدّد أي مُركّب هو المونومر في كل منهما.

ربما فات الطلاب أن معظم الأشياء مركّبة من بوليمرات. فالبولي إيثيلين هو البلاستيك الشائع استخدامه في الأباريق والأكياس الشفافة والأغطية.والغراء الأبيض بوليمر، وكذلك الألياف الاصطناعية، مثل النايلون والبوليستر وبولي كلوريد الفينيل، وطلاء البولي يوريثان، والتفلون.

b. ليست البوليمرات كلها سلاسل مستقيمة. فالعديد منها لها فرع واحد أو أكثر. كيف تعتقد أن تفرّع السلاسل سيؤثر في خصائص الموادّ؟ ابحث عن التفرّع في البولي إيثيلين، وعن تأثيره في خصائص البلاستيك.

تتسق البوليمرات ذات السلاسل المستقيمة بعضها مع بعض، وتميل إلى أن تكون أقوى؛ لأن الجُزيئات يمكن أن تتقارب. لا يمكن أن تتجمّع البوليمرات المتفرعة معاً بقوة. لذا، تكون أقل كثافة وأقل قوة، ولكنها تنساب بسهولة، وهي أكثر مرونة.

www.jobs-jo.com

تقويم الدّرس 1-1 — الإجابات

1. ما العناصر الأربعة الّتي تكوّن معظم كتلة الكائنات الحيّة؟
الكربون، والهيدروجين، والأكسجين، والنيتروجين.

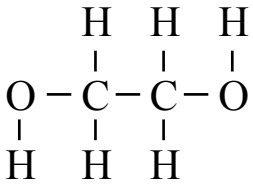
2. هل الكائنات الحيّة هي دائمًا مصدر المركّبات العضويّة؟ وضّح السّبب.
لا، البولي إيثيلين مركّب عضوي، وهومن صُنع الإنسان، والجُزيئات العضوية مبنية أساسًا من الكربون.

*3. اذكر أربعة مركّبات من الهيدروكربونات مع صِيغها الكيميائيّة، واذكر تطبيقًا واحدًا، على الأقلّ، لكلٍّ منها. قد يتطلّب هذا الأمر بعض البحث.
اقبل الإجابات الصحيحة جميعها. تشتمل الهيدروكربونَات في الدرس على الموادّ الآتية: الميثان(CH_4) وهو وقود شائع، يستخدم على شكل غاز للطهو؛ البيوتان (C_4H_{10}) وقود آخر شائع الاستعمال يُخزَّن على هيئة سائل، ويوجد في قدّاحات السجائر. البنزين (C_6H_6) مادة هيدروكربونية تستخدم في تصنيع وقود السيارات؛ الإيثيلين (C_2H_4)، المونومرات الصغيرة في البولي إيثيلين (البلاستيك)؛ البولي إيثيلين هو البوليمر الذي تُصنع منه معظم الموادّ البلاستيكية، ولكن صِيَغه تختلف على نطاق واسع. قد يتوصل الطلاب إلى موادّ أخرى مثل، البروبان (موقد غاز يستخدم في المعسكرات)، أو الأوكتان (الموجود في وقود السيارات).

4. أيٌّ ممّا يأتي يتناسب مع تعريف المونومر؟
c. الوحدة المكرّرة في جزيء على شكل سلسلة.

5. البوليمر في النّموذج الآتي تَشكَّلَ بواسطة بلمرة التّكثيف. أَعطِ كلاًّ من الصّيغة الكيميائيّة والصيغة البنائية للمونومر الّذي تشكل منه هذا البوليمر.

إيثيلين جلايكول



$C_2H_6O_2$ or $(CH_2OH)_2$

6. أيّ العبارات الآتية توضِّح، أهمّيّة الكربون في كيمياء الكائنات الحيّة؟
b. الكيمياء العضويّة هي كيمياء مركّبات الكربون.

**7. كيف يمكن لجسمك أن يتكوّن معظمه من الأكسجين الموجود في الهواء على شكل غاز؟ وضّح ذلك بجملة أو جملتين.
اقبل الإجابات الصحيحة جميعها. الماء هو الجزيء الموجود في أجسامنا بأكبر كمية (60%). كل جزيء ماء يحتوي على ذرة أكسجين. يؤخذ غاز الأكسجين مع الجلوكوز، ويُحوَّل إلى مركّبات مثل، الكربوهيدرات والدهون والبروتينات.

إعادة التدريس

1. يمكن تطبيق مستويات تنظيم الحياة على نوع واحد من الكائنات الحية.
2. كلّف الطلاب تحديد واحد من أجهزة جسم الإنسان، ورسم لوحة تدفقية تضم مثالًا على كل مستوى. وإذا لزم الأمر، دعهم يجروا بحثًا ويرسموا مثالًا على المستوى، ويضيفوا اسمه.
3. إجابة ممكنة:

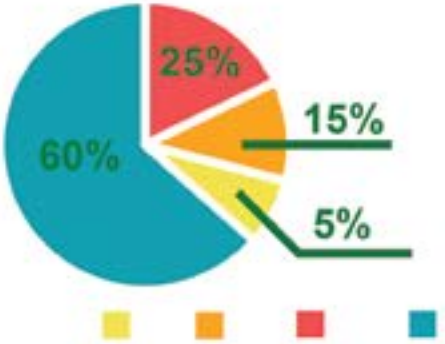
مستويات التنظيم لدى الإنسان

*حيّ

إثراء

عناصر الحياة

1. تُظهر الرسوم البيانية الدائرية علاقات الأجزاء بالكل حيث، تكون 100% هي الدائرة الكاملة ذات 360°.
2. للرسوم البيانية الدائرية كباقي الرسوم البيانية، عناوين وعناوين فرعية ومفاتيح للألوان.
3. ترسم الدوائر البيانية انطلاقًا من جداول بيانات، فتُحسب النسبة المئوية، ويُحسب ما يعادلها من درجات على الدائرة البيانية. يجري تقريب النسب المئوية إلى أقرب 0.1%.
4. النسبة المئوية= 100 × الدرجات = 360 ×
5. ادعُ الطلاب إلى استخدام الجدول 1-1 وصفحة بيانات إكسل Excel ، أو فرجار وأقلام ملونة، لرسم دائرة بيانية للنسب المئوية للعناصر العشرة الأكثر وفرة في جسم الإنسان.



الدرس 1-2
الماء

مصادر تعلّم الدّرس

المدة	العناوين/المحتوى	موارد كتاب الطالب	موارد دليل المعلم
1 – $\frac{1}{2}$ حصة	الماء	الصفحة 11	افتتاحية الدرس
$\frac{1}{2}$ حصة	القوى بين الجُزيئات، الماء مذيب عام للحياة	الصفحات 12-13	عرض المعلم
$\frac{1}{2}$ حصة	التوتُّر السطحي	الصفحة 14	نشاط الطالب
1 حصة	نشاط: 1-2 الخاصّية الشعرية	الصفحة 15	ورقة عمل 1-2
$\frac{1}{2}$ حصة	الأحماض والقواعد	الصفحة 16	نشاط الطالب

الزمن المقترح للدرس

يستغرق تنفيذ الدرس 3 حصص، ويشتمل على نشاط خبرة تعلم واحد، و نشاطين اختياريين.

الأنشطة	مواد من أجل النشاط
1-2 الخاصّية الشعرية	ملوّن طعام أحمر وأزرق وأخضر، 5 أكواب بلاستيكية شفافة، 4 مناديل ورقية، ماء، كرفس طازج، 3 أكواب ماء أو دوارق، (اختياري: هاتف محمول أو كاميرا بوقت فاصل).

مخرجات التعلّم

B1101.1 يصف كيمياء الماء، ويوضح أثرها في خصائص الماء.

B1101.2 يربط خصائص الماء بأدواره في الكائنات الحية.

المعرفة السابقة

1. من نشاط خبرة التعلّم 1–1، أصبح الطلاب الآن على دراية بالألوان المستخدمة في نماذج الكرات والعصي التي تمثل ذرّات هذه العناصر الأربعة:

- الهيدروجين: أبيض.
- الأكسجين: أحمر.
- الكربون: أسود.
- النيتروجين: أزرق.

2. يتعين على الطلاب أن يكونوا على دراية بخاصّيتين أُخريين للماء، هما:

- كثافة الماء = 1g/mL أو $1g/cm^3$
- الحرارة النوعية للماء = $C = 4.18\ joules/g^{\circ}C$

تعود الحرارة النوعية العالية للماء إلى الروابط الهيدروجينية. ويمكن أن يمتص الماء كثيراً من الطاقة الحرارية من دون أن تتغيّر درجة حرارته كثيرًا. وهذا مهم لمحيطات الأرض والمناخ.
(ملاحظة: تعتمد كثافة الماء وحرارته النوعية على درجة الحرارة والضغط الجوي).

المادة	الكثافة g/mL
الماء السائل	1.0000
الجليد	0.9168

المادة 25°C 1 atm	الحرارة النوعية joules/g°C
الماء	4.18
الإيثانول	2.46
الزيت النباتي	2.00
الخرسانة	0.880

المفردات

Solution	المحلول
Solvent	المذيب
Solute	المذاب
Solubility	الذائبيّة
Intermolecular force	القوّة بين الجزيئات
Polar	القطبيّ
Hydrogen bond	الرّابطة الهيدروجينيّة
Cohesion	التّماسك
Adhesion	التلاصق
Surface tension	التّوتُّر السّطحيّ
Capillary action	الخاصّيَّة الشّعريّة
pH scale	الرقم الهيدروجيني
Acid	الحمض
Base	القاعدة

www.jnob-jo.com

افتتاحية الدرس

يستمر البحث عن أصل الخلايا الأولى في التوسُّع. وتستمر الاكتشافات الجديدة في إلقاء مزيد من الضوء على الفجوات في خط الزمن. وتأتي الأدلة من التخصُّصات جميعها، بما في ذلك الجيولوجيا والكيمياء الحيوية وعلم الأحافير والبيولوجيا الجُزيئية. وثمة طريقة من طرائق توسيع الاهتمامات المهنية لدى الطلاب، هي العصف الذهني بخصوص المهن البيولوجية المألوفة لديهم، والتفكير في مهن يفتقدونها، ومواءمتها مع مجالات الدراسة في الجامعات.

بعض مجالات الدراسة البيولوجية			
علم التشريح	علم البيئة	البيولوجيا الجزيئية	فسيولوجيا النبات
الكيمياء الحيوية	التطور	علم الفطريات	البيولوجيا الإشعاعية
الفيزياء الحيوية	الوراثة	علم الطفيليات	البيولوجيا التركيبية
التكنولوجيا الحيوية	المناعة	البيولوجيا الضوئية	البيولوجيا النظرية
علم النبات	الأحياء البحرية	علم الطحالب	علم الفيروسات
البيولوجيا الخلوية	الأحياء الدقيقة	علم وظائف الأعضاء	علم الحيوان

يركز هذا الدرس في الماء، وأهّميته للحياة. قوّم في حصة مناقشة، عمق معرفة الطلاب لأهمية الماء.

الدّرس 2-1
الماء
Water

المحيطات هي الحاضنة الأولى لجميع الكائنات الحيّة على كوكبنا، لأنَّ الماء مادّة كيميائيّة أساسيّة للحياة، وهو سائل على نطاق واسع ضمن مقياس 100 درجة الحرارة المئويّة °C(100 - 0). جزيئات الماء قطبيّة، يمكنها أن تذيب العديد من مختلف الموادّ الكيميائيّة القطبيّة polar. تبيّن الأدلّة الجيولوجيّة أنّ الحياة على الأرض بدأت منذ مئات ملايين السّنين، وذلك بعد انخفاض حرارة سطح الكوكب حتّى أصبح قادرًا على حفظ الماء السّائل. والسّتروماتوليتات stromatolites هي بقايا أحفوريّة طَرَحَتْها كائنات قديمة أحاديّة الخليّة، وهي من نوع البكتيريا الخضراء المزرقّة. وعلى الرّغم أنّها قد تكون انقرضَتْ، فقد بقيت بعض السّتروماتوليتات تعيشُ، حتّى يومنا هذا، في أماكن نائية، مثال خليج القرش في غرب أستراليا.

المفردات

Solution	المحلول
Solvent	المذيب
Solute	المذاب
Solubility	الذائبيّة
Intermolecular force	القوّة بين الجزيئات
Polar	قطبيّ
Hydrogen bond	الرّابطة الهيدروجينيّة
Cohesion	التّماسك
Adhesion	التلاصق
Surface tension	التّوتُّر السّطحيّ
Capillary action	الخاصّيّة الشّعريّة
pH scale	الرقم الهيدروجيني
Acid	الحمض
Base	القاعدة

مخرجات التّعلُّم

B1101.1 يصف كيمياء الماء ويوضّح أثرها في خصائص الماء.

B1101.2 يربط خصائص الماء بادواره في حياة الكائنات الحية.

الماء

سؤال للمناقشة

لماذا تحتاج الكائنات الحيّة جميعُها إلى ماء؟

شكل 1-6 تغطي المياه 71% من سطح الأرض.

جميعُ الكائنات الحيّة المعروفة تعتمد على الماء للبقاء على قيد الحياة، ويشكّل الماء، على الأقلّ، 50% من كتلتها. ويعتقد أنّ وجود الماء السّائل هو أفضل مؤشّر إلى أنّ الكوكب يمكن أن يدعم الحياة (**الشكل 1-6**). المنطقة الصّالحة للحياة في النّظام الشّمسيّ هي المنطقة التي يكون الكوكب ضمنها دافئًا بما يكفي للمحافظة على الماء سائلًا على سطحه.

جميع الكائنات الحيّة تحتاج إلى الماء لتكون حيّة.

تحدث التّفاعلات الكيميائيّة داخل أجسام الكائنات الحيّة في وسط مائي لسببَيْن:

1. تحدث التّفاعلات الكيميائيّة عندما يصطدم جزيْئان بعضهما ببعض بزاوية صحيحة وبالطّاقة المناسبة. وهذا لا يمكن أن يحدث إلّا إذا كانت الجزيئات قادرة على أن تتحرّك، كما هي الحال عندما تذوب في الماء.
2. يجب توفر كمية من الطاقة كافية لتكسير الروابط الكيميائية القديمة ليعاد تكوين روابط جديدة.

يحتوي **المحلول Solution** على **مذيب Solvent**، قد يكون الماء، وواحد أو أكثر من الموّادّ المذابة. **والمذاب Solute** هو مادّة كيميائيّة مذابة في المحلول. ويمكن للمحاليل أن تتكوّن من أكثر من مذاب، ولكن يوجد مذيب واحد فقط قادر على تذويب الموادّ المذابة كلّها. يُعَدُّ الماء المذيب الأكثر أهمّيّة في علم الأحياء.

تحدث التّفاعلات الكيميائيّة في المحلول لأنَّ الجزيئات الذّائبة قادرةٌ على التّحرُّك وملامسة بعضها بعضًا.

توفّر المحاليل إمكانية للمركّبات لكي تتفاعل معًا (**الشّكل 1-7**) كما توفّر المحاليل المائيّة درجة حرارة ثابتة مع طاقة كافية لحصول التّفاعلات الكيميائيّة. لذا تتواجد المحاليل داخل خلايا الكائنات الحية سواء كانت هذه الكائنات وحيدة الخلية، يتكوّن جسمها من خلية صغيرة مفردة، أو حتى كائنات كبيرة الحجم كالحوت الأزرق.

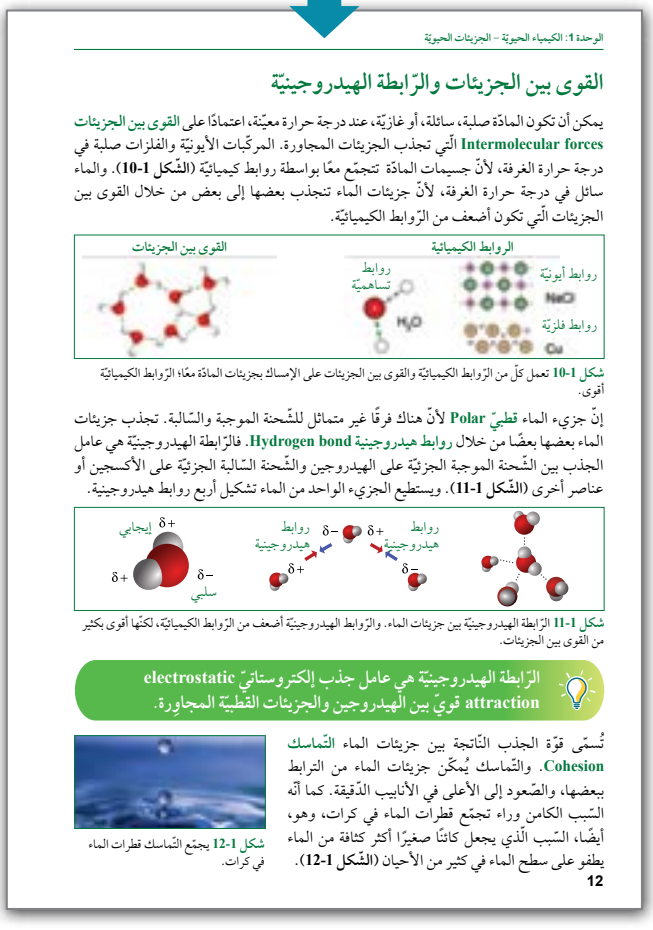
شكل 1-7 البروتوبلازم في كلّ خليّة يتضمّن محلولًا من آلاف المذابات، بما في ذلك الجلوكوز والأيونات والبروتينات والأحماض الأمينيّة، ومواد مذابة أخرى.

القوى بين الجُزيئات والروابط الهيدروجينية

قد يواجه الطلاب مشكلة في التمييز بين أنواع الروابط الكيميائية. وإحدى الطرائق لوصف قوى الجذب هذه، هي تحديد وجودها: هل هو داخل الجزيئات (داخل المُركَّبات)، أم بين الجزيئات (بين الجُسيمات)؟

داخل الجزيئات	بين الجزيئات
رابطة تساهمية	قوى التشتت
رابطة أيونية	رابطة هيدروجينية
رابطة فلزّية	رابطة ثنائية القطب–ثنائية القطب
تساهمية قطبية	

يكتسب الماء خصائصه من روابط قوية بين الجُزيئات، تشكِّل ما يصل إلى أربع روابط هيدروجينية. ويمكن للماء، بصفته جُزيئاً قطبياً، أن يرفع من احتمال حدوث التفاعلات.



الوحدة 1: الكيمياء الحيوية – الجزيئات الحيوية

القوى بين الجزيئات والرّابطة الهيدروجينيّة

يمكن أن تكون المادّة صلبة، سائلة، أو غازيّة، عند درجة حرارة معيّنة، اعتمادًا على القوى بين الجزيئات **Intermolecular forces** الّتي تجذب الجزيئات المجاورة. المركّبات الأيونيّة والفلزات صلبة في درجة حرارة الغرفة، لأنّ جسيمات المادّة تتجمّع معًا بواسطة روابط كيميائيّة (**الشّكل 1-10**). والماء سائل في درجة حرارة الغرفة، لأنّ جزيئات الماء تنجذب بعضها إلى بعض من خلال القوى بين الجزيئات الّتي تكون أضعف من الرّوابط الكيميائيّة.

شكل 1-10 تعمل كلّ من الرّوابط الكيميائيّة والقوى بين الجزيئات على الإمساك بجزيئات المادّة معًا. الرّوابط الكيميائيّة أقوى.

إنّ جزيء الماء **قطبيّ Polar** لأنّ هناك فرقًا غير متماثل للشّحنة الموجبة والسّالبة. تجذب جزيئات الماء بعضها بعضًا من خلال **روابط هيدروجينية Hydrogen bond**. فالرّابطة الهيدروجينيّة هي عامل الجذب بين الشّحنة الموجبة الجزئيّة على الهيدروجين والشّحنة السّالبة الجزئيّة على الأكسجين أو عناصر أخرى (**الشّكل 1-11**). ويستطيع الجزيء الواحد من الماء تشكيل أربع روابط هيدروجينية.

شكل 1-11 الرّابطة الهيدروجينيّة بين جزيئات الماء. والرّوابط الهيدروجينيّة أضعف من الرّوابط الكيميائيّة، لكنّها أقوى بكثير من القوى بين الجزيئات.

الرّابطة الهيدروجينيّة هي عامل جذب إلكتروستاتيّ **electrostatic attraction** قويّ بين الهيدروجين والجزيئات القطبيّة المجاورة.

تُسمّى قوّة الجذب النّاتجة بين جزيئات الماء **التّماسك Cohesion**. والتّماسك يُمكّن جزيئات الماء من الترابط ببعضها، والصّعود إلى الأعلى في الأنابيب الدّقيقة. كما أنّه السّبب الكامن وراء تجمّع قطرات الماء في كرات، وهو، أيضًا، السّبب الّذي يجعل كائنًا صغيرًا أكثر كثافة من الماء يطفو على سطح الماء في كثير من الأحيان (**الشّكل 1-12**).

شكل 1-12 يجمّع التّماسك قطرات الماء في كرات.

12

الماء مذيب عام للحياة

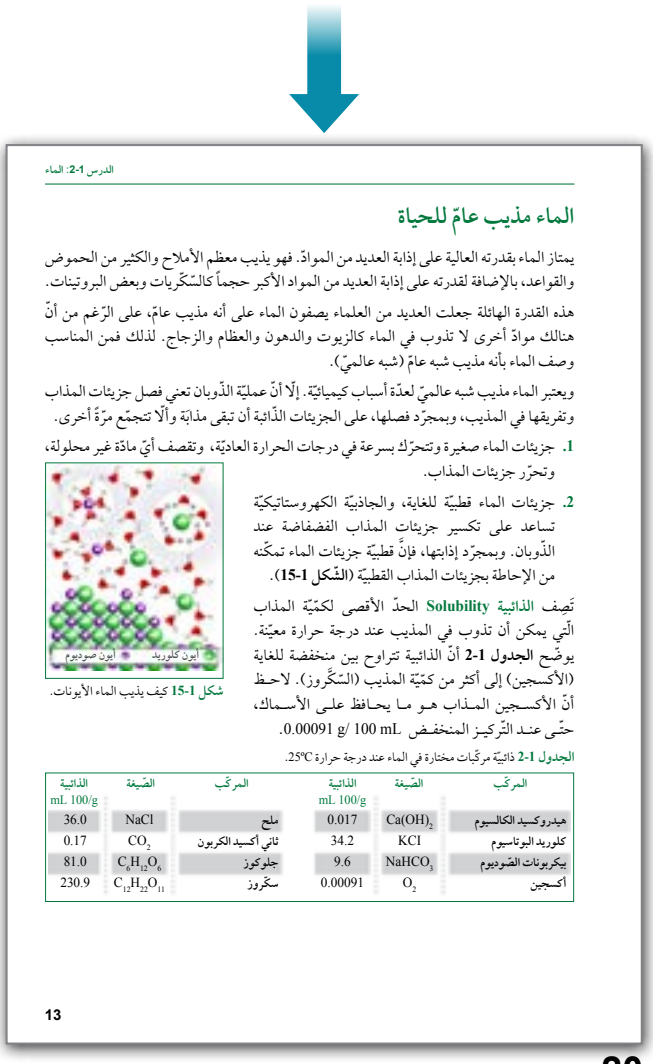
تحدث جميع العمليات الكيميائية للحياة في المحاليل. والذائبية Solubility هي طريقة لقياس مدى جودة ذوبان المادة. وحبوب الحلوى الملونة، تمثّل نموذجًا رائعًا لعرض سريع عن الذوبان، والكثافة، والانتشار.

1. شكّل دائرة من كل ألوان الحلوى، في طبق بتري.
2. استخدم ماصة لإضافة 1-2 mL من الماء، ما يكفي لربط الحلوى.
3. التقط صورًا ثابتة أو فيديو للطبق، على خلفية بيضاء، قبل تنفيذ الإجراء وبعده.

عند وجود الحلوى في الماء، ينتقل السكّر الموجود في الغلاف الخارجي، من المكان ذي التركيز العالي (الحلوى) إلى المكان ذي التركيز المنخفض (الماء في الطبق). مع انتقال السكّر إلى الخارج، يأخذ طبقة من صبغ الطعام معه. وإذا كانت كل ألوان الحلوى في الطبق معًا، فلا يختلط بعضها ببعض؛ لأن تراكيز السكّر على سطوحها تكون نفسها تقريبًا. ومع ذوبان السكّر، يكون السكّر غير المعلق أكثر كثافة من محلول السكّر، ويمكن رؤيته على شكل غمامة تتشكّل في قاع طبق بتري. وفي النهاية، تتكشّف الشوكولاتة، وتعكّر ألوان قوس قزح.

عرض المعلم

يمكن إسقاط قطعتين من الحلوى باللون نفسه في كوبين شفّافين من الماء، درجة حرارة الماء في أولهما 10°C، وفي الآخر 33°C، بهدف التمثيل السريع لكيفية تأثر الذائبية، باختلاف درجة الحرارة.



الدرس 2-1: الماء

الماء مذيب عامّ للحياة

يمتاز الماء بقدرته العالية على إذابة العديد من الموادّ. فهو يذيب معظم الأملاح والكثير من الحموض والقواعد، بالإضافة لقدرته على إذابة العديد من المواد الأكبر حجماً كالسّكّريات وبعض البروتينات.

هذه القدرة الهائلة جعلت العديد من العلماء يصفون الماء على أنه مذيب عامّ، على الرّغم من أنّ هنالك موادّ أخرى لا تذوب في الماء كالزيوت والدهون والعظام والزجاج. لذلك فمن المناسب وصف الماء بأنه مذيب شبه عامّ (شبه عالميّ).

ويعتبر الماء مذيب شبه عالميّ لعدّة أسباب كيميائيّة. إلّا أنّ عمليّة الذّوبان تعني فصل جزيئات المذاب وتفريقها في المذيب، وبمجرّد فصلها، على الجزيئات الذّائبة أن تبقى مذابة وألّا تتجمّع مرّةً أخرى.

1. جزيئات الماء صغيرة وتتحرّك بسرعة في درجات الحرارة العاديّة، وتقصف أيّ مادّة غير محلولة، وتحرّر جزيئات المذاب.
2. جزيئات الماء قطبيّة للغاية، والجاذبيّة الكهروستاتيكيّة تساعد على تكسير جزيئات المذاب الفضفاضة عند الذّوبان. وبمجرّد إذابتها، فإنّ قطبيّة جزيئات الماء تمكّنه من الإحاطة بجزيئات المذاب القطبيّة (**الشّكل 1-15**).

شكل 1-15 كيف يذيب الماء الأيونات.

تَصِف **الذائبية Solubility** الحدّ الأقصى لكمّيّة المذاب الّتي يمكن أن تذوب في المذيب عند درجة حرارة معيّنة. يوضّح **الجدول 1-2** أنّ الذائبية تتراوح بين منخفضة للغاية (الأكسجين) إلى أكثر من كمّيّة المذيب (السّكّروز). لاحظ أنّ الأكسجين المذاب هو ما يحافظ على الأسماك، حتّى عند التّركيز المنخفض 0.00091 g/ 100 mL.

الجدول 1-2 ذائبيّة مركّبات مختارة في الماء عند درجة حرارة 25°C.

المركّب	الصّيغة	الذائبية mL 100/g	المركّب	الصّيغة	الذائبية mL 100/g
هيدروكسيد الكالسيوم	$Ca(OH)_2$	0.017	ملح	NaCl	36.0
كلوريد البوتاسيوم	KCl	34.2	ثاني أكسيد الكربون	CO_2	0.17
بيكربونات الصّوديوم	$NaHCO_3$	9.6	جلوكوز	$C_6H_{12}O_6$	81.0
أكسجين	O_2	0.00091	سكّروز	$C_{12}H_{22}O_{11}$	230.9

13

التوتُّر السطحي - استقصاء الطالب

مواد للطالب: شريحة مجهر زجاجية، وقطعة ورق شمع بمساحة $3\ cm^2$، وقطعة من منديل ورقي بمساحة $3\ cm^2$، وثلاث قطّارات، وقليلاً من ملح الطعام، وقارورة صغيرة من الماء المقطّر، وكحول إيزوبروبيلي (للدلك)، وزيت زيتون.

التوتُّر السطحي ظاهرة يمكن تعرّفها بسهولة. لكن يصعب على الطلاب توضيحها. من الأمثلة الجيدة على التوتر السطحي، أشكال التكاثف على سطح عدسات النظارات الباردة، أو الحشرات أو الأوراق على سطح البرك. وتُعدّ جزيئات الماء القطبية والروابط الهيدروجينية سبب تشكُّل قطرات بأشكال مختلفة على الأسطح، مقارنة بالكحول أو الزيت.

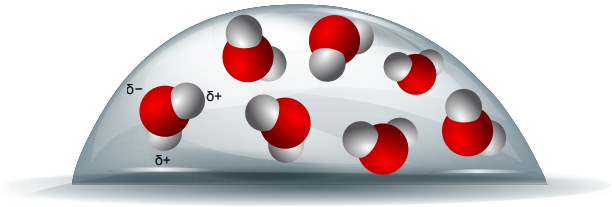
1. كلّف الطلاب وضع قطرة واحدة من كل سائل على الأسطح، ومراقبتها.

يحتوي الكحول الإيزوبروبيلي على رابطة واحدة O - H، وهي قطبية. ويتكوّن باقي الجزيء من روابط C – H، وهي غير قطبية. وبالمقارنة بينه وبين الماء، سيتخذ الكحول شكل قطرات ضئيلة على سطح الزجاج. زيت الزيتون غير قطبي، لذا لن يكوّن قطرة. والشمع هو برافين، يحتوي على روابط غير قطبية C – H فقط. تتجاذب جُزيئات الماء أكثر من الشمع، لذا ستبقى معًا، ولا تنتشر، أو تُمتَصّ في ورقة الشمع.

2. أضف مقدارا قليلًا من حبوب ملح الطعام NaCl إلى قطرات الماء. **فإن ذلك سيغيّر من شكل قطرات الماء على سطح الشريحة والشمع؛ لأن الملح يفكك الروابط الهيدروجينية بين الجُزيئات. فتنجذب أيونات Cl^- و Na^+ إلى الجانبين المشحونين من كل جزيء ماء، بدلاً من ذلك.**

استقصاء الطالب

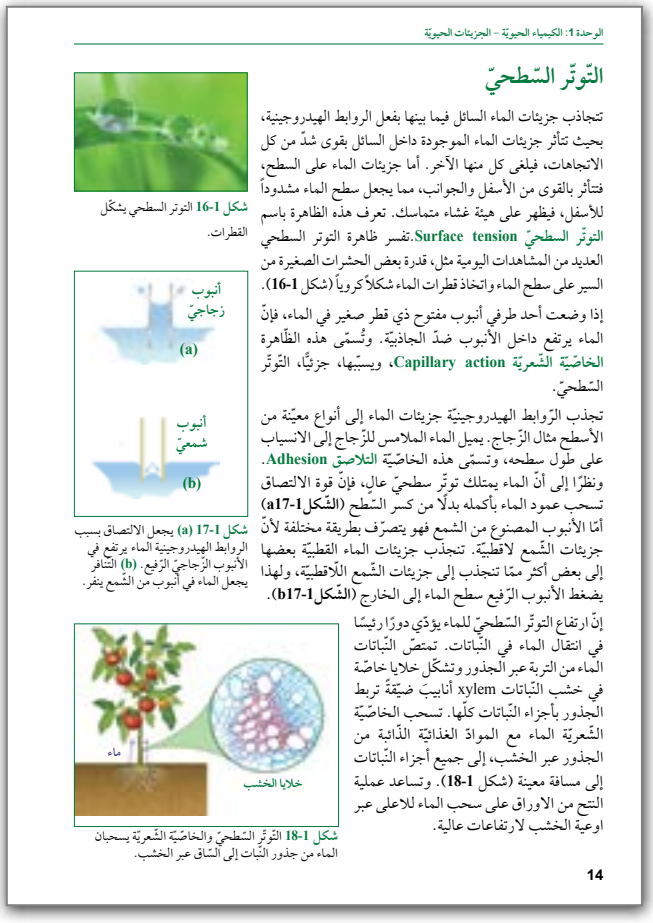
توتّر سطحي على الزجاج



ماء (قطبي)

كحول إيزوبروبيلي
(ضعيف القطبية)

زيت زيتون (غير قطبي)


الوحدة 1: الكيمياء الحيوية - الجزيئات الحيوية

التوتّر السّطحيّ

تتجاذب جزيئات الماء السائل فيما بينها بفعل الروابط الهيدروجينية، بحيث تتأثر جزيئات الماء الموجودة داخل السائل بقوى شدّ من كل الاتجاهات، فيلغى كل منها الآخر. أما جزيئات الماء على السطح، فتتأثر بالقوى من الأسفل والجوانب، مما يجعل سطح الماء مشدوداً للأسفل، فيظهر على هيئة غشاء متماسك. تعرف هذه الظاهرة باسم التوتّر السطحيّ Surface tension.تفسر ظاهرة التوتر السطحي العديد من المشاهدات اليومية مثل، قدرة بعض الحشرات الصغيرة من السير على سطح الماء واتخاذ قطرات الماء شكلاً كروياً (شكل 1-16).

شكل 1-16 التوتر السطحي يشكّل القطرات.

إذا وضعت أحد طرفي أنبوب مفتوح ذي قطر صغير في الماء، فإنّ الماء يرتفع داخل الأنبوب ضدّ الجاذبيّة. وتُسمّى هذه الظّاهرة الخاصّيّة الشّعريّة Capillary action، ويسبّبها، جزئيًّا، التوتّر السّطحيّ.

شكل 1-17 (a) يجعل الالتصاق بسبب الروابط الهيدروجينية الماء يرتفع في الأنبوب الزّجاجيّ الرّفيع. (b) التنافر يجعل الماء في أنبوب من الشّمع ينفر.

تجذب الرّوابط الهيدروجينيّة جزيئات الماء إلى أنواع معيّنة من الأسطح مثال الزّجاج. يميل الماء الملامس للزّجاج إلى الانسياب على طول سطحه، وتسمّى هذه الخاصّيّة التلاصق Adhesion. ونظرًا إلى أنّ الماء يمتلك توتّر سطحيّ عالٍ، فإنّ قوة الالتصاق تسحب عمود الماء بأكمله بدلًا من كسر السّطح (الشّكل 1-a17). أمّا الأنبوب المصنوع من الشمع فهو يتصرّف بطريقة مختلفة لأنّ جزيئات الشّمع لاقطبيّة. تنجذب جزيئات الماء القطبيّة بعضها إلى بعض أكثر ممّا تنجذب إلى جزيئات الشّمع اللّاقطبيّة، ولهذا يضغط الأنبوب الرّفيع سطح الماء إلى الخارج (الشّكل 1-b17).

إنّ ارتفاع التوتّر السّطحيّ للماء يؤدّي دورًا رئيسًا في انتقال الماء في النّباتات. تمتصّ النّباتات الماء من التربة عبر الجذور وتشكّل خلايا خاصّة في خشب النّباتات xylem أنابيبَ ضيّقةً تربط الجذور بأجزاء النّباتات كلّها. تسحب الخاصّيّة الشّعريّة الماء مع الموادّ الغذائيّة الذّائبة من الجذور عبر الخشب، إلى جميع أجزاء النّباتات إلى مسافة معينة (شكل 1-18). وتساعد عملية النتح من الاوراق على سحب الماء للاعلى عبر اوعية الخشب لارتفاعات عالية.

شكل 1-18 التوتّر السّطحيّ والخاصّيّة الشّعريّة يسحبان الماء من جذور النّبات إلى السّاق عبر الخشب.

14

نشاط 1-2: الخاصية الشعرية

الإجابات/ عيّنة بيانات

المواد: ملوّن طعام أحمر وأزرق وأخضر، 5 أكواب بلاستيكية شفافة، 4 مناديل ورقية، ماء، كرفس طازج، أكواب ماء أو دوارق، (اختياري: هاتف محمول أو كاميرا بوقت فاصل).

يستغرق هذا النشاط وقتًا قصيرًا لتحضيره؛ عادة يهتم الطلاب به. تتحقق أفضل النتائج مع مساحيق الصبغات بدلاً من سائل تلوين الطعام، لكنها قد تلطخ اليدين؛ فيصعب تنظيفهما. التعاون مع معلم الفنون، أو تكليف الطلاب إحضار نباتات أخرى لها سيقان، أو أوراق خس، يسهمان في مشاركة المزيد منهم.

1. صوّر ورقة عمل الطالب، ووزِّعها على كل طالب، أو كل مجموعة.
2. اجمع المواد المطلوبة، وحضِّر ما يكفي من المحاليل الملوّنة لمجموعات الطلاب كلّها. وهذا يضمن أن يكون تركيز الصبغات نفسه لدى المجموعات.

3. يبقى استخدام المجموعات لكاميرا بوقت فاصل أمرًا اختياريًّا. لكن استخدامها يمثّل وسيلة رائعة لتسريع العملية كلها بهدف ملاحظتها.

ملاحظة: الصورة أعلاه تشمل ألوانًا أكثر مما هو ممكن خلال وقت الحصة. وستختلف النتائج النهائية كثيرًا بسبب المتغيّرات في الصبغات، وأنواع المناديل الورقية، وقياساتها. وهذه التفاصيل غامضة عمدًا؛ لتشجيع التفكير المستقل لدى الطالب. ويمكن للطلاب تجريب إعداد إجراءاتهم وتسجيلها، والمقارنة بين النتائج النهائية، لتحديد الاستراتيجيات الأكثر نجاحًا.

2-1 الخاصّيّة الشّعريّة

سؤال الاستقصاء	كيف تنقل النّباتات الماء؟
المواد المطلوبة	ملوّن طعام أحمر وأزرق وأصفر، 5 أكواب بلاستيكيّة شفّافة، 4 مناشف ورقيّة، ماء، كرفس طازج، 5 أكواب ماء أو دوارق، كاميرا ، هاتف محمول.

الخطوات للجزء الأول

1. جهّز التّرتيب الظّاهر في الصّورة مستخدمًا خمسة أكواب بلاستيكيّة أو دوارق شفّافة، ثلاثة منها بها ماء ملوّن.
2. اِصنع أربعة «جسور» من المناشف الورقيّة المطويّة.
3. ضع الجسور، وقم بإعداد الكاميرا في وضع الحركة البطيئة لأخذ إطار واحد (صورة) كلّ خمس ثوانٍ.
4. دع التّجربة تجري لمدّة ساعتَيْن واحفظ الفيديو.

الأسئلة

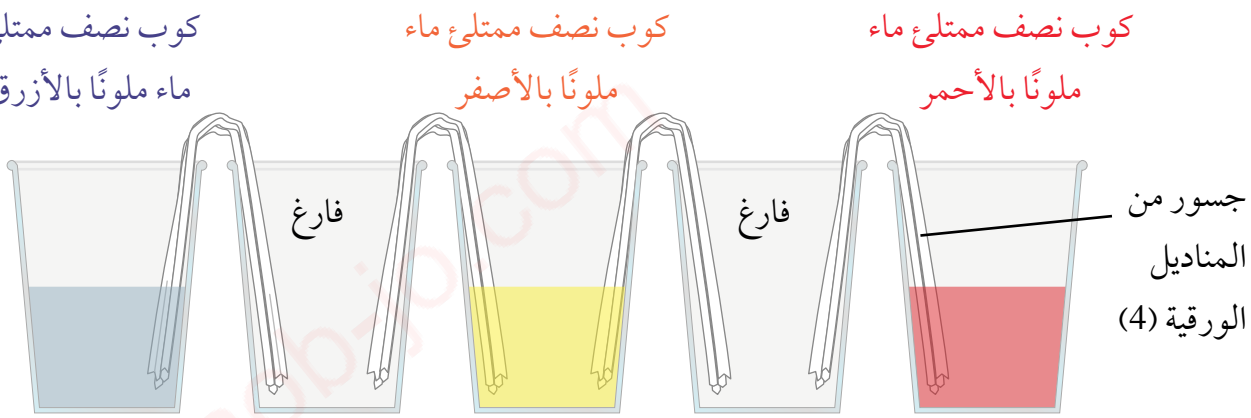
a. صف ما حصل بعد ساعة واحدة ثمّ بعد ساعتين.
b. أعطِ تفسيرًا لما حصل للماء، موضّحًا سبب حصوله.
c. وضح صلة هذه التجربة بحركة الماء في النّباتات.

الخطوات الجزء الثّاني

1. اقطع بضعة سيقان من الكرفس بسكّين حادّ. ضع سيقان الكرفس الطّازجة في أكواب الماء الملوّن؛ كما يمكن استخدام الأزهار النضرة.
2. قمْ بإعداد كاميرا في وضع الحركة البطيئة لأخذ إطار واحد (صورة) كلّ خمس دقائق، وذلك لمدّة 24 ساعة، وقد تستغرق ملاحظة النّتائج وقتًا طويلًا.

15

خطوات الجزء الأول



1. جهِّز التجربة بحسب الترتيب الظاهر في الصورة مستخدمًا خمسة أكواب بلاستيكية، أو دوارق شفّافة، ثلاثة منها نصف ممتلئة بالماء الملوَّن.
2. اصنع أربعة «جسور» من المناديل الورقية المطوية.
3. ضع الجسور، وقم بإعداد الكاميرا في وضع الحركة البطيئة لأخذ إطار واحد كل خمس ثوان.
4. دع التجربة تجرِ على مدة ساعتين، واحفظ الفيديو.

أسئلة

a. صف مظهر النظام بعد ساعة واحدة، ثم بعد ساعتين.

سوف تتباين النتائج كثيرًا، بالنظر إلى نوع المناديل الورقية، وحجم الأكواب، وحجم السائل. وينبغي للطلاب أن يلاحظوا تغيّرات اللون على امتداد جسور المناديل الورقية، وأي تغيُّرات تطرأ على لون السوائل في الأكواب.

b. أعطِ تفسير لما حدث، موضحًا سبب حدوثه.

الخاصية الشعرية، هي قدرة السائل على التدفق إلى أعلى في الأماكن الضيّقة. وبسبب الروابط الهيدروجينية، تبقى جُزيئات الماء متلاصقة.

c. وضِّح ما يجعل هذه التجربة ذات صلة بحركة الماء في النباتات.

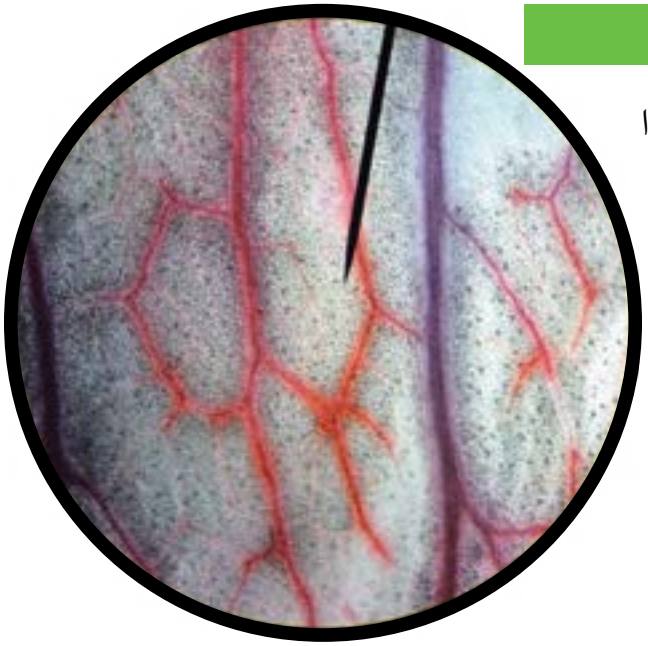
المناديل الورقية مصنوعة من ألياف السليلوز، وهي بوليمرات نباتية. والمنديل الورقي مسامي مثل جدر الخلايا النباتية. وحين يتحرّك الماء في الأماكن الفارغة، يسحب الجزيئات المجاورة معه.

خطوات الجزء الثاني

1. اقطع بضع سيقان طازجة من الكرفس بسكّين حاد. ثم ضعها في أكواب الماء الملوَّن. يمكنك أيضًا إن شئت، استخدام الأزهار النضرة.
2. قم بإعداد الكاميرا في وضع الحركة البطيئة لأخذ إطار واحد كل خمس دقائق، وذلك على مدى 24 ساعة. وقد تستغرق ملاحظة النتائج وقتًا طويلًا.

يستخدم الكرفس الخاصّية الشعرية في الأنابيب الضيقة لنسيج الخشب المتّصل بالجذور، حيث يجري امتصاص الماء. وفي الكوب، تكون أوعية الساق الرئيسة مفتوحة مباشرة على مصدر الماء، ويمكن رؤيتها عند إحداث مقاطع في نهاية الساق. وتؤدّي قوى التماسك والالتصاق دورًا في كيفية سحب الماء إلى الشعيرات الجذرية على جذور نبات الكرفس وامتصاصها. وغالبًا ما يتحرك الماء بفعل الخاصّية الشعرية من مكان صغير إلى مكان صغير آخر صعودًا في الساق، وصولًا إلى الأوراق. ويكون هذا ممكنًا، بسبب الروابط الهيدروجينية التي تربط جزيئات الماء. وتحمل جزيئات الماء الصبغ معها إلى الأوراق. ولكن، عند بعض الارتفاعات الكبيرة، تتوقّف الخاصّية الشعرية عن العمل. لذلك يقوم النتح في النهاية بهذا الدور. وفيما يتبخر الماء من أسطح الأوراق، فإنه يستمرّ في الصعود.

توسُّع الاستقصاء



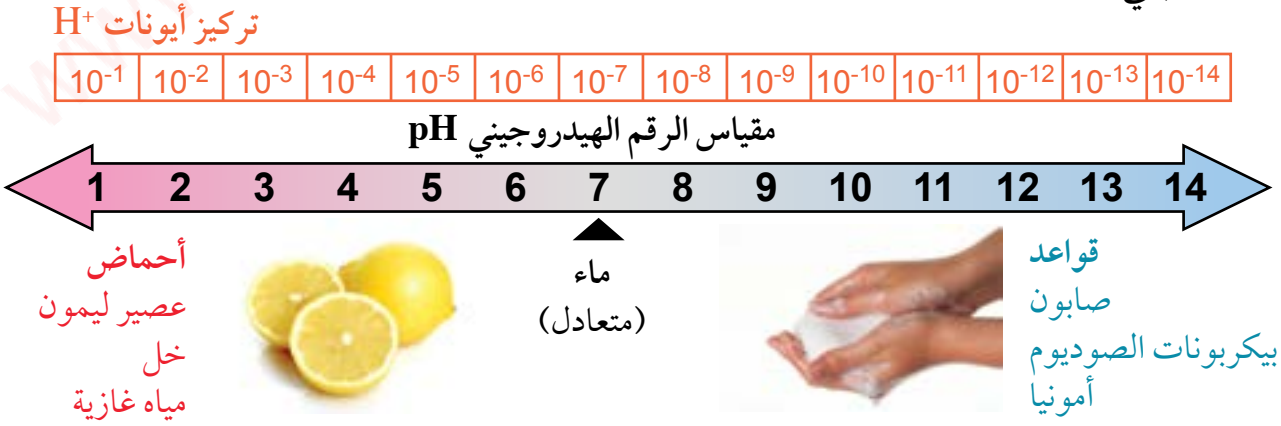
يستطيع الطلاب تصميم تجربة قصيرة ليختبروا أي المنديلين الورقيين لديه قدرة امتصاص أكبر: المطوي أم المسطح؟ ويمكنهم التوسع واستكشاف نسيج الكرفس أيضًا. وباستخدام مشرط، يمكنهم أيضاً صنع شرائح رقيقة من سيقان الكرفس من زوايا مختلفة، وإعداد عيّنات رطبة. وعندما تُشَاهد العيّنات تحت العدسة الصغرى في المجهر الضوئي المركّب، يمكن غالبًا مشاهدة المناطق المصبوغة.

الأحماض والقواعد

يحدّد مقياس الرقم الهيدروجيني pH، أن pH المحلول 1M HCl صفر، وأن تركيز أيونات الهيدروجين فيه (H^+) 1×10^0.

يحدّد أيضًا أن المحلول 1M NaOH له تركيز أيونات هيدروجين (H^+) 1×10^{-14}.

1. إذا لم يكن الطلاب على دراية باختبار الرقم الهيدروجيني، أحضر مجموعة كبيرة من أوراق pH، ووفر لهم مجموعة متنوعة من المحاليل لاختبارها.
2. عرّف الطلاب بمجسّات pH؛ تهيئةً للعمل المُختبري المستقبلي.



3. عيّنات المحاليل للاختبار تشمل:
   - خلًّا (CH_3COOH)
   - عصيرُ ليمون
   - مشروبًا غازيًّا
   - ماءً مقطَّرًا
   - قهوة سوداء
   - حليبًا
   - ماء بحر
   - صابون تنظيف أوانٍ
   - محلول بيكربونات الصوديوم $NaHCO_3$

الوحدة 1: الكيمياء الحيويّة - الجزيئات الحيويّة

الأحماض والقواعد

لا يتكوّن الماء النّقيّ تمامًا من جزيئات H_2O فقط. فنحوَ جزيء واحد من كلّ 550 مليون جزيء ماء ينفصل إلى أيون هيدروجين (H^+) وأيون هيدروكسيد (OH^-) (H_2O ---> $H^+ + OH^-$). يبلغ تركيز H^+ في الماء النقيّ 10^{-7}mol/L وعند أخذ 10^{-7} -log فإنّ القيمة تصبح 7. وعلى مقياس **الرقم الهيدروجيني pH scale** تعتبر هذه القيمة متعادلة، ويعرّف بأنه يحتوي على كميتين متساويتين من H^+ و OH^- (الشكل **19-1**).

أبسط تعريف **للحمض (acid)** هو أنّه مركّب يذوب في الماء ليصنع محلولًا يحتوي على أيونات H^+ أكثر من الماء النّقيّ. تحتوي معدتك على حمض الهيدروكلوريك (HCl) الّذي يتفكّك في الماء إلى أيونات H^+ و Cl^-. للأحماض رقم هيدروجيني أقلّ من سبعة. ويقع تركيز أيونات H^+ التي فيها على المقياس اللوغاريثمي بين 1×10^0 و 1×10^{-7}.

أبسط تعريف **للقاعدة (base)** أنّها مركّب يذوب في الماء ليصبح محلولًا يحتوي على أيونات OH^- أكثر من الماء النّقيّ. معظم الصّابون ومحاليل التّنظيف قاعديّة. للقواعد رقم هيدروجيني أكبر من سبعة. تركيز أيونات H^+ فيها يقع بين 1×10^{-7} و 1×10^{-14}.

مقياس الرقم الهيدروجيني
10^{-1} 10^{-2} 10^{-3} 10^{-4} 10^{-5} 10^{-6} 10^{-7} 10^{-8} 10^{-9} 10^{-10} 10^{-11} 10^{-12} 10^{-13} 10^{-14}
أحماض — ماء (متعادل) — قواعد
1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14
الأحماض الشّائعة: عصير الليمون، الخلّ، المياه الغازيّة
القواعد الشّائعة: الصّابون، صودا الخبز، الأمونيا

شكل **19-1** للأحماض رقم هيدروجيني أقلّ من سبعة، وللقواعد رقم هيدروجيني أكبر من سبعة على مقياس الرقم الهيدروجيني.

قواعد	أحماض
للقواعد رقم هيدروجيني أكبر من سبعة.	للأحماض رقم هيدروجيني أقلّ من سبعة.
تسبّب القواعد طعمًا مرًّا.	تسبّب الأحماض الطّعم الحامض في الطّعام، مثال الليمون.
تتفاعل القواعد مع الأحماض لإنتاج الملح والماء.	تتفاعل الأحماض مع القلويّات لإنتاج الملح والماء.
للقواعد ملمس زلق، مثال الصّابون.	

للماء النّقيّ الرقم الهيدروجيني 7، وللأحماض رقم هيدروجيني أقلّ من سبعة، وللقواعد رقم هيدروجيني أكبر من سبعة.

أيون الـ H^+ يتفاعل كيميائيًا، والعديد من العمليّات في جسمك حسّاسة بشدّة إلى الرقم الهيدروجيني. الدّم قاعديّ ضعيف، ورقمه الهيدروجيني الطبيعي 7.45 - 7.35؛ ومياه المحيط قاعديّة ورقمها الهيدروجيني 8.25 - 8.15، بينما يكون الرقم الهيدروجيني في المعدة بين (3.5 - 1.5).

16

تقويم الدّرس 1-2 — الإجابات

1. أعط سببين يوضِّحان لماذا تحتاج الكائنات الحية جميعها إلى الماء.

يوفر الماء وسطًا تحدث فيه التفاعلات الكيميائية التي تحافظ على إدامة الحياة. فالماء سائل في نطاق من درجات الحرارة تحدث فيه التفاعلات الكيميائية على كفايتها من الطاقة لتحدث. والماء أيضاً مذيب عالمي، تذوب فيه العديد من المذابات. وله خصائص تتيح له الارتفاع في الأنابيب الضيقة، والالتصاق بالأسطح.

2. أيهما أقوى: الرابطة الأيونية أم الرابطة الهيدروجينية؟

الروابط الأيونية هي روابط كيميائية، وهي أقوى من الروابط الهيدروجينية.

*3. أي العبارات الآتية ليست صحيحة عند المقارنة بين خواص الماء والميثان؟

a. نقطة غليان الميثان أقل، لأنه جزيء أخف. كتلة جزيء الميثان (16g/mol) أقل من الماء (18g/mol)، لكن الكتلة الجُزيئية الأقل ليست سبب غليان الميثان عند درجة -161°C. فعندما تتغلّب الطاقة الحركية على القوى بين الجزيئات، فإن المواد تغيّر حالتها.

*4. ما خصائص الماء التي تسمح له بالحركة صعودًا في النباتات من الجذور إلى الساق والأوراق؟

للماء توتُّر سطحي عال، لذا يمكن أن يكون على شكل قطرات بين جُسيمات التربة. وتتيح قوى التلاصق لقطيرات الماء الالتصاق بالسطوح، مثل التربة والشعيرات الجذرية. وتتيح الخاصّية الشعرية للماء التدفق في الأماكن الضيقة، والصعود في الأنابيب الرفيعة.

5. ما المقصود بعبارة «جُزيء الماء قطبي»؟

الماء قطبي لأن ذرّات الهيدروجين تكوّن منطقة موجبة على أحد جانبي الجُزيء، ومنطقة سالبة على جانب الأكسجين في الجزيء.

6. أي من الغازَين الآتيَين يذوب في الماء بتركيز أعلى عند 25°C: الأكسجين أم ثاني أكسيد الكربون؟

عند درجة 25°C، تكون ذائبية CO_2 17g/100mL، في حين ذائبية O_2 هي فقط 0091g/mL.

7. أي من الملحوظات الآتية يمكن شرحها بشكل أفضل باستخدام مفهوم الخاّصية الشعرية؟

b. الأنبوب الزجاجي الرفيع سيسحب الماء إلى الأعلى ضد قوة الجاذبية.

تقويم الدّرس 2-1 — الإجابات

9. صح أو خطأ: يمكن أن يكون هناك مذاب واحد في المحلول، ولكن أكثر من مذيب.

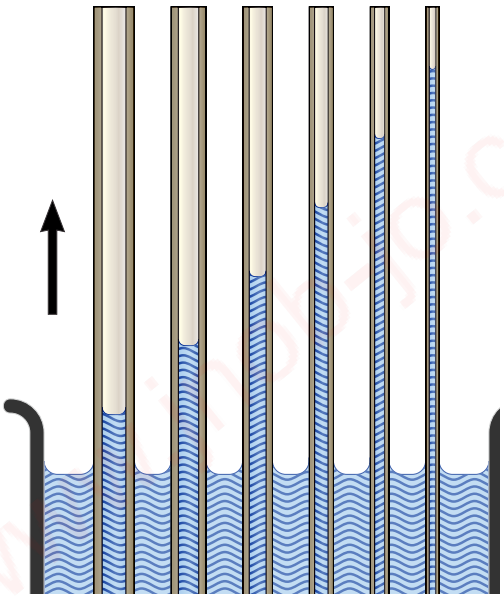
خطأ. يمكن أن يكون هناك العديد من المواد الذائبة (المذابة) في مذيب واحد (وسط واحد).

10. ابحث في العلاقة بين محلول 1M HCl وتركيز أيون H^+ فيه. وضعْ جدولًا يبيّن تركيز H^+ بوحدة mol /L، وتركيز OH^- بوحدة mol /L، والرقم الهيدروجيني من 1-14. وأضف عمودًا للمواد الآتية عند الرقم الهيدروجيني التقريبي: 1M NaOH، حمض المعدة، الحليب، الدم، الماء النقي، القهوة السوداء، عصير الطماطم، مسحوق الغسيل، عصير الحامض، 0.1M HCl ، 0.1M NaOH، ماء البحر، الأمونيا المنزلية، سائل المغنيسيا.

المحلول	pH	أيونات H^+ (mol/L)	أيونات OH^- (mol/L)
1M HCl	0	1×10^{0}	1×10^{-14}
0.1M HCl	1	1×10^{-1}	1×10^{-13}
حمض المعدة	2	1×10^{-2}	1×10^{-12}
عصير الحامض	3	1×10^{-3}	1×10^{-11}
عصير الطماطم	4	1×10^{-4}	1×10^{-10}
القهوة السوداء	5	1×10^{-5}	1×10^{-9}
الحليب	6	1×10^{-6}	1×10^{-8}
الماء النقي	7	1×10^{-7}	1×10^{-7}
الدم	8	1×10^{-8}	1×10^{-6}
ماء البحر	9	1×10^{-9}	1×10^{-5}
سائل المغنيسيا	10	1×10^{-10}	1×10^{-4}
الأمونيا المنزلية	11	1×10^{-11}	1×10^{-3}
مسحوق الغسيل	12	1×10^{-12}	1×10^{-2}
0.1M NaOH	13	1×10^{-13}	1×10^{-1}
1M NaOH	14	1×10^{-14}	1×10^{0}

إعادة التدريس

الخاصّية الشَّعْرِيَّة



ارتفاع الماء في أنابيب شعرية ذات أقطار مختلفة

1. مع ضيق الوقت، وصعوبة فهم الخاصّية الشعرية، مثّلها ماديًّا بأنابيب زجاجية لها ذات الطول وبقطر مختلف، لتوضيح كيفية استخدام النباتات لخاصيّة الماء تلك.
2. قص الأنابيب بالطول نفسه، واطلب إلى مجموعات الطلاب، أن تلف كل مجموعة الجزء العلوي من أنبوبها بنسيج، وتثبيتها في حلقة حامل.

ادعُ الطلاب إلى اقتراح طرائق لضبط المتغيّرات، عندما تضع كل مجموعة أنبوبها في دورق خاص من الماء (حجم الماء، ارتفاع الأنبوب من قاع الدورق ، ... إلخ).

إثراء

تعاون مع معلّم رياضيات لتحديد مسائل وأوراق عمل تدعم الطلاب في استخدام اللوغاريتمات في حل المسائل. ليستخدم الطلاب جدول اللوغاريتم أولاً، ثم يستخدموا تكنولوجيا الاتصالات والمعلومات ICT، مثل الآلات الحاسبة. تجد فيما يأتي نماذج مسائل، وحلولها:

1. احسب اللوغاريتمات لكل من:
   a. 1100 — a. $\log 1100 = \log 1.1 + \log 10^3 = .04 + 3 = 3.04$
   b. 0.55 — b. $\log .55 = \log 5.5 + \log 10^{-1} = .74 + (-1) = -.26$
   c. 2.5×10^3 — c. $\log 2.5 \times 10^3 = \log 2.5 + \log 10^3 = .40 + 3 = 3.40$
2. ما هو الرقم الهيدروجيني (pH) ومحلول تركيز [+H] فيه، هو:
   a. 8.1×10^{-11}؟
   b. 2.5×10^{-6}؟
   c. 3.5×10^{-4}؟

   a. $-(\log 8.1 + \log 10^{-11}) = -(.91 - 11) = 10.1$
   b. $-(\log 2.5 + \log 10^{-6}) = -(.40 - 6) = 5.6$
   c. $-(\log 3.5 + \log 10^{-4}) = -(.72 - 4) = 3.3$

ملاحظات

www.inob-jo.com

الدرس 1-3
الكربوهيدرات

مصادر تعلّم الدّرس

المدة	العناوين/المحتوى	موارد كتاب الطالب	موارد دليل المعلم
$\frac{1}{2}$ حصة	الكربوهيدرات	الصفحة 18	افتتاحية الدرس
$\frac{1}{2}$ حصة	الكيمياء الحيويّة للغذاء الكربوهيدرات والطاقة	الصفحتان 19-20	نشاط ملصق تغذية عرض
$\frac{1}{2}$ حصة	السّكَّريّات الأحادية الرابطة الجلايكوسيدية وعديدات التّسكُّر خصائص الكربوهيدرات المعقّدة الكربوهيدرات والنظام الغذائيّ	الصفحات 21-24	عرض
حصة واحدة أو حصّتان	نشاط: 3-1 الكربوهيدرات	الصفحة 25	ورقة العمل 3-1

الزمن المقترح للدرس

يستغرق هذا الدرس 3 حصص، وهو يتضمن نشاط خبرة وتعلّم واحدًا، ومشروعَيْ ملصق وبحث ممتدَّين على ثلاثة دروس، لاكتساب خبرتَيْ تعلُّم إضافيتين.

الأنشطة	مواد من أجل النشاط
3-1 الكربوهيدرات	مجموعة من نماذج جُزيئات، أنابيب اختبار، قلم تعليم، حامل أنابيب اختبار، مخبار مُدَّرج، دوارق، ميزان، سكَّروز، ماء مقطّر، محلول بندكت، أنزيم سكّريز (غذائيّ)، حمّام مائي ساخن 55°C-65°C.

مخرجات التعلّم

B1102.2 يتعرّف تركيبَ الجلوكوز في الكربوهيدرات وخصائصَه.

B1102.3 يصف تكوّن وتكسّر الرّابطة الجلايكوسيدية/ السّكّريّة (Glycosidic Bond) في الكربوهيدرات.

المعرفة السابقة

- يجب أن تكون لدى الطلاب معرفة للفرق بين الهيدروكربونات والكربوهيدرات، التي تتألف من الكربون والهيدروجين والأكسجين.
- تقدّم المكوّنات الرئيسة للغذاء إلى الطلاب في هذا الدرس، وليس العناصر الغذائية الموجودة بكميات ضئيلة، كالفيتامينات والمعادن. يجب أن يكونوا على معرفة بهذه المواد، ويكون بإمكانهم طرح أسئلة عنها.

المفردات

Amylopectin	الأميلوبكتين
Lipid	الليبيد
Protein	البروتين
Carbohydrate	الكربوهيدرات
Glucose	الجلوكوز
Fructose	الفركتوز
Galactose	الجالاكتوز
Sucrose	السّكَّروز
Sugar	السّكَّر
Monosaccharide	السّكر الأحادي
Disaccharide	السّكر الثنائي
Glycosidic bond	الرّابطة الجلايكوسيدية
Polysaccharide	عديد التسكّر
Amylose	الأميلوز
Glycogen	الجلايكوجين
Starch	النّشا
Cellulose	السّلّيلوز

مشروعات الملصق الجداري والإنترنت

يُكلَّف الطلاب بإكمال نشاطين إضافيين من أنشطة خبرات التعلم. امنحهم بعض الوقت الصفيّ في أثناء كل من الدروس الثلاثة القادمة، ليحقّقوا تقدُّمًا في المشروعين الفردي والجماعي الآتيين:

1. يُعدّون ملصقًا جداريًّا يظهرون فيه تركيب المونومرات والبوليمرات الأساسي لكل من الكربوهيدرات والبروتينات والليبيدات.
2. يعملون في ثنائيات، أو مجموعات صغيرة، ويبحثون عن مصادر في الإنترنت، تظهر أوجه الكيمياء الحيوية للكربوهيدرات والليبيدات والبروتينات، بما في ذلك تكوين أنواع الروابط المختلفة وتكسيرها.

يشاركون في عناوين المواقع (URL) مع باقي الصف، ويقوّمون ما لا يقل عن ستة مصادر. ويقرِّر الصف، كمجموعة واحدة، المواقع الأكثر فائدة.

افتتاحية الدرس

لا شكّ في إنّ الأطباق التّقليدية مهمّة في كل ثقافة، غير أن الأطعمة قد تغيّرت بشكل كبير، نتيجة الابتكارات التكنولوجية، كالتبريد والمواد الحافظة الجديدة، والنكهات الاصطناعية، والتعبئة الخاصّة. كما جعلت الكيمياء الغذائية الأطعمة ألذّ طعمًا، وأكثر توافرًا بأسعار معقولة. ولكنها ممتلئة بالسعرات الحرارية والصوديوم، ما تجاوز المدى الصحّي. يحصل جسم الإنسان على العناصر الغذائية الأساسية اللازمة التي يحتاج إليها عبر اتباع نظام غذائي مُتوازن من الكربوهيدرات والليبيدات والبروتينات. وعلى مستوى الخلية، فإن الأغذية التي نتناولها، تمكّن الخلايا من النمو وإصلاح ذاتها، أو تتفكك عن طريق الأيض، لتولّد الطاقة، مرورًا بتكسير البوليمرات الحيوية إلى مونومرات أصغر سهلة التفاعل. سَل الطلاب: ما الغذاء؟

تتمثّل إحدى الطرائق البسيطة، لربط كل جُزيء حيوي مباشرة بالأغذية التي نتناولها، في دعوة الطلاب إلى جمع ملصقات علب الأغذية، وتحليل المعلومات عن سعراتها الحرارية، وقيمتها الغذائية.

1. حدّد عيّنة ملصق تغذية، لتعرضه، أو توفّر نسخة منه لكل طالب.
2. يجب أن يحتوي الملصق على بعض السعرات الحرارية لكل من الفئات الغذائية الثلاث التي ستجري دراستها: الكربوهيدرات، والدهون، والبروتينات.
3. خلال الدروس الثلاثة القادمة، يجمع الطلاب ملصقات التغذية الخاصة بهم ويحلّلونها. جهّز ملصقات احتياطية للطلاب الذين قد ينسون ملصقاتهم.

الدّرس 1-3
الكربوهيدرات
Carbohydrates

تحتاج جميع الكائنات الحيّة إلى تناول الغذاء. ولكلّ ثقافة على كوكبنا أطباقها التّقليدية، مثال المجبوس المكوّن من الأرزّ واللّحوم والطّماطم، بالإضافة إلى توابل خاصّة. فالمجبوس هو مثال على الأطعمة الّتي تحتوي فئات الأغذية الكيميائيّة جميعها، بما في ذلك الكربوهيدرات (الأرزّ)، الدّهون (الزّيت)، والبروتينات (اللّحوم).

إنّ للأغذية العديد من الاستخدامات الحيويّة. فالكربوهيدرات، مثال الخبز والسّكّر، توفّر الطّاقة للجسم. والدّهون والزّيوت يخزّنان الطّاقة ويشكّلان الموادّ البنائيّة لأغشية كلّ خليّة في خلايا الجسم. أمّا البروتينات فتدخل في بناء جزيئات مهمّة يحتاج إليها جسمك كالهرمونات والعضلات والإنزيمات.

المفردات

Amylopectin	الأميلوبكتين
Lipid	الليبيد
Protein	البروتين
Carbohydrate	الكربوهيدرات
Glucose	الجلوكوز
Fructose	الفركتوز
Galactose	الجالاكتوز
Sucrose	السّكّروز
Sugar	السّكّر
Monosaccharide	السّكر الأحادي
Disaccharide	السّكر الثنائي
Glycosidic bond	الرّابطة الجلايكوسيدية
Polysaccharide	عديد السّكر
Amylose	الأميلوز
Glycogen	الجلايكوجين
Starch	النّشا
Cellulose	السّلّيلوز

مخرجات التّعلُّم

B1102.2 يتعرّف تركيبَ الجلوكوز في الكربوهيدرات وخصائصَه.

B1102.3 يصف تكوّن وتكسّر الرّابطة الجلايكوسيدية/ السّكّريّة في الكربوهيدرات.

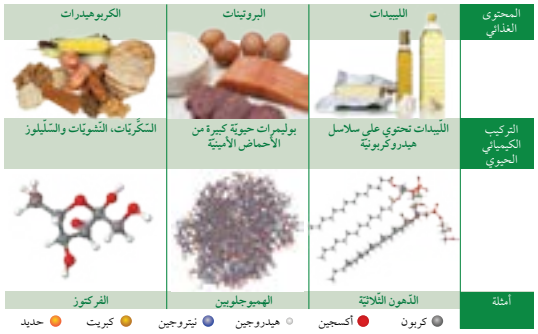
الكيمياء الحيويّة للغذاء

سؤال للمناقشة
ما هو الغذاء؟

يوفّر الغذاء الذّرّات والجزيئات الّتي يحتاج إليها جسمك لبناء كلّ شيء، بدءًا بخلايا الدّماغ وحتّى أظفار أصابع القدم. ويوفّر الغذاء، أيضًا، الطّاقة للعمليّات الكيميائيّة الّتي تبقي الكائنات الحيّة على قيد الحياة.

نحصل على الطّاقة والمادّة من ثلاث فئات من المركّبات: الدّهون والبروتينات والكربوهيدرات.

1. **الليبيدات Lipids** تُستخدَم لتوفير الطّاقة، وتعمل كإشارات كيميائيّة حيويّة، وتشكّل المكوّن البنائيّ لأغشية الخلايا.
2. **البروتينات Proteins** توفّر الجزيئات الأوّليّة لبناء أنسجة الجسم والهرمونات والإنزيمات، وللنّموّ والتّكاثر.
3. **الكربوهيدرات Carbohydrates** تعتبر المصدر الرئيسي للطاقة في جميع الكائنات الحية، كما تدخل في تكوين بعض الأجزاء والتراكيب فيها.



شكل 1-20 الفئات الرّئيسة الثّلاث للجزيئات الحيويّة.

يصف (الشّكل 1-20) الاختلاف بين المعنى التغذوي والبيولوجي والكيميائي الحيوي لكلٍّ منَ الجزيئات الحيويّة الآتية: الدّهون والكربوهيدرات والبروتين. تستخدم كلمة بروتين في حياتنا اليومية للإشارة إلى أنواع معينة من الأغذية كالسمك والبيض واللحم. أما كيميائيا فيعرف البروتين بأنه جزيئات حيوية تتكون من سلاسل طويلة من الأحماض الأمينيّة مثل الأنزيمات والهرمونات والكولاجين والهيموجلوبين. ويحصل الكائن الحي على حاجته من البروتينات من خلال تناوله الأغذية الغنية بالبروتين.

الكربوهيدرات والطّاقة

مواد للمعلّم: ملصق تغذية للعرض أو النسخ، فاكهة للعرض، 3-4 g سكّروز، شمعة، عيدان كبريت، مرشملّو، سيخ.

1. ابحث في عدد السعرات في عينتَي السكّر والفاكهة المذكورتين.
2. ادعُ الطلاب إلى مشاهدة ملصق التغذية الخاص بك. وضِّح أن الكربوهيدرات هي السكّريّات والنّشا اللذان يوفّران الطاقة للخلايا، وأن الفركتوز سكّر بسيط موجود في الفاكهة. السكروز هو سكّر المائدة.
3. كل جرام من الكربوهيدات نتناوله يُطلق 4 kcal من الطاقة.
4. اعرض على الطلاب كيفية احتساب عدد السعرات الحرارية في حصة واحدة من الكربوهيدرات بحسب الملصق.

مثال على احتساب الطاقة في حصة واحدة:

كربوهيدرات 19 g × 4 kcal/g = 76 kcal

من السعرات الحرارية من الكربوهيدرات 36% = 100 × (**السعرات الكلية**) 76 kcal ÷ 210 kcal

5. أخبر الطلاب عن وزن السكر والفاكهة، ودعهم يجروا الحسابين الإضافيين بأنفسهم.
6. بعد قيام الطلاب بإجراء حساباتهم، أدخِل المرشملّو في السيخ واطبخه فوق الشمعة. وضّح للطلاب أنه يجري استخدام السّكّريّات في جسم الإنسان عبر سلسلة مُعقّدة من التفاعلات لإطلاق الطاقة المُخزّنة في الروابط الكيميائية. تشبه الطاقة الحرارية، المنبعثة من الروابط الموجودة في السكّر، عملية حرق المرشملّو (marshmallow الخطمي) على سيخ فوق ضوء الشمعة. يتمدّد المرشملّو، ويُطلق الماء H_2O عند تسخينه. الكربون واحد من منتجات هذا الاحتراق غير التام، وثاني أكسيد الكربون هو المنتج الثاني.
7. عيّن مجموعة من 5 ملصقات تغذية، يحتوي كل منها على ثلاث فئات غذائية، لتحليلها في الصف لاحقاً.

ملاحظة: لا تحتوي كل التمور على نسبة عالية من السكروز، بل هناك أنواع من التمور (كتمر خلاص) تحتوي على نسبة قليلة من السكروز، وهي بالتالي مناسبة لمرضى السكري.

الوحدة 1: الكيمياء الحيوية – الجزيئات الحيوية

الكربوهيدرات والطّاقة

تحصل الكائنات الحيّة جميعها على الطّاقة من بيئتها، وتستخدمها في العمليّات الحيويّة. يُشكّل سكّر الجلوكوز الجزيء الأساسيّ لتبادل الطّاقة بين الخلايا، لدى غالبيّة الكائنات الحيّة (**الشّكل 1-21**). وسكّر الجلوكوز من السكريات البسيطة؛ فالنّباتات تأخذ الطّاقة من الشّمس وتصنع الجلوكوز الّذي يعدُّ النّاتج الأساسيّ لعمليّة البناء الضّوئيّ، ثمّ تأكل الحيواناتُ النّباتاتِ وتستخدم الجلوكوز، إمّا بشكلٍ مباشر لتأمين الطّاقة، أو أن تهضم النّشويّات والزّيوت والدّهون الموجودة في النّباتات لإطلاق الجلوكوز أو إنتاج سكّريّات بسيطة وإعادة استخدامها داخل الجسم. يمتص الدم سكر الجلوكوز من الجهاز الهضمي ويوزعه على خلايا الجسم لأنتاج الطاقة.

شكل 1-21 تدفُّق الطّاقة بين الكائنات الحيّة وداخلها من خلال الجلوكوز.

السّكّريّات هي أساس نقل الطّاقة في داخل الكائنات الحيّة وبينها.

السّكّر Sugar موجودٌ بشكلٍ طبيعيٍّ في النّظام الغذائيّ الصّحّيّ أي في الخضار والفاكهة والحبوب. يوضّح **الجدول 1-3** أدناه محتوى السّكّر في بعض الفاكهة وغيرها من الأغذية، الفركتوز هو سكر الفاكهة الشائع. يحتوي التُّفاح على 13.3% من وزنه سكّريّات، في حين يحتوي اللّيمون الحامض على 0.4% فقط من السّكّريّات. تحتوي معظم الأغذية الطّبيعيّة مزيج من السّكّريّات، كالجلوكوز والفركتوز والسّكّروز وغيرها. فالأطعمة المصنّعة تحتوي على السّكّروز وهو سكّر المائدة، والشّوكولا يتشكّل نصف وزنها من السّكّروز تقريبًا، والعسل يحتوي على 81.9% من السّكّر، والفواكه المجفّفة مثال التّمور والزّبيب يتكوّن ثلثاها 2/3 من السّكّر. وزيادة استهلاك السّكّر يمكن أن يؤدّي إلى أمراض خطيرة مثل مرض السّكّريّ وزيادة الوزن.

الجدول 1-3 محتوى السّكّر في أغذية مختلفة.

	السّكّر الكلّيّ	الجلوكوز	الفركتوز	السّكّروز
التّفاح	13.3 %	2.3 %	7.6 %	3.3 %
الموز	15.6 %	4.2 %	2.7 %	6.5 %
الحامض	2.5 %	1.0 %	0.8 %	0.6 %
اللّيمون الحامض	0.4 %	0.2 %	0.2 %	-
الطّماطم	2.8 %	1.1 %	1.4 %	-
التّمور	64.2 %	-	-	44.6 %
التّين المجفّف	62.3 %	26.9 %	24.4 %	6.1 %
الزّبيب	65.0 %	31.2 %	33.8 %	-
العسل	81.9 %	33.8 %	42.4 %	1.5 %
الشّوكولا	51.0 %	-	-	45.0 %

20

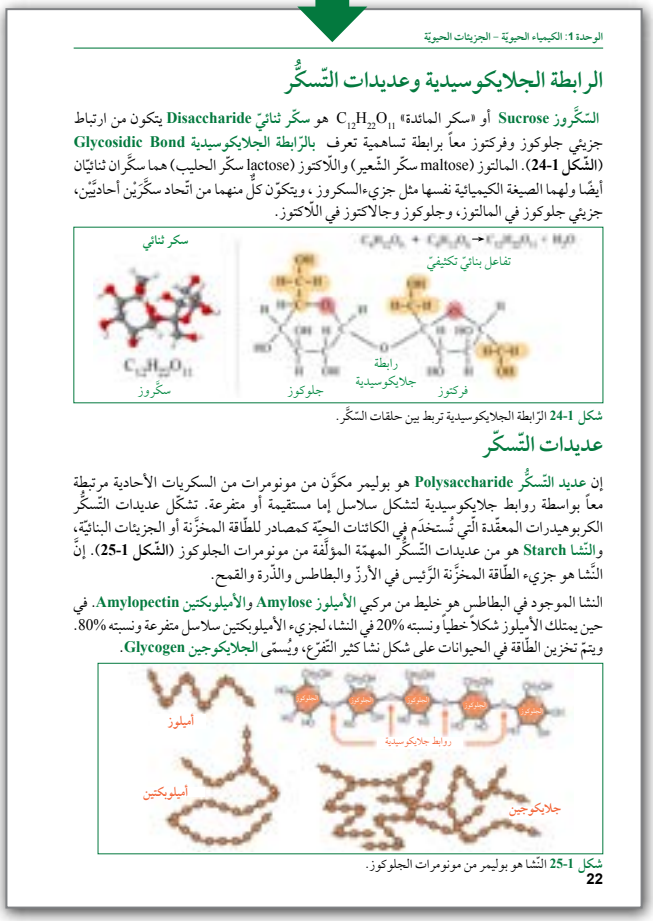
السّكَّريّات الأحادية

السّكَّريات الأحادية Monosaccharide أبسط أنواع السّكَّر، وهي تتكوّن من ذرّات الكربون والهيدروجين والأكسجين بصيغة $C_nH_{2n}O_n$. الجلوكوز والجالاكتوز لهما شكل حلقي سداسي الأضلاع. أما السكّريات الخُماسية الكربون، كالريبوز، والريبوز المنقوص الأكسجين، فلها شكل حلقي خماسيّ الأضلاع. الفركتوز سداسي الكربون، لكن له شكل حلقي خماسي الأضلاع.

قد تكون الصيغة الكيميائية للسكَّريات الأحادية محيّرة للطلاب، لأنها متطابقة، لكنّها تتميز في مواقع السلسلة الجانبية أو مجموعة الهيدروكسيل OH الفريدة في الصيغة التركيبية لكل سكّر. ويظهر اختلاف تلك المواقع، في كتاب الطالب، **الشكل 1-23**.

الروابط الجلايكوسيدية

عندما تخضع المونومرات الكربوهيدراتية لعملية التكثيف (إزالة جزيء من الماء)، تتشكّل الرابطة التساهمية الجلايكوسيدية. وعندما يرتبط اثنان من السّكَّريّات الأحادية، يتشكّل سكّر ثنائي disaccharide. السّكَّروز، أو سكّر المائدة، مكّون من الجلوكوز والفركتوز، مترابطين. ويُعد تناول هذا السّكر عادة غير صحيّة. فقد أظهرت البحوث العلمية أنه يرفع مستويات الدوبامين الذي يتحكّم بمراكز المكافأة واللذة في الدماغ، فضلًا عن أنه مرتبط مباشرةً بزيادة الوزن. النَّشا، كالأميلوز Amylose المتوافر في البطاطس، بوليمر من السّكَّريّات، تخزّنه النباتات. أما الجلايكوجين، وهو بوليمر آخر، فتُخزّنه الحيوانات.

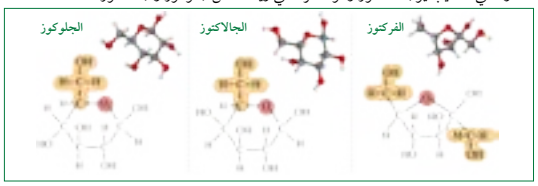


الدرس 1-3: الكربوهيدرات

السّكَّريّات الأحادية

تُسمّى السّكَّريّات بأسماء تنتهي بـ«وز» (*ose*) مثال الجلوكوز glucose والفركتوز fructose والسّكَّروز sucrose. والسّكَّريّات هي فئة من المركّبات التّساهميّة المؤلّفة من الكربون والهيدروجين والأكسجين. وتصنَّف السّكَّريّات حسب عدد ذرّات الكربون؛ فالسّكَّريّات الّتي تحتوي على ثلاث ذرّات كربون هي سكَّريّات ثلاثيّة الكربون trioses، والّتي تحتوي على خمس ذرّات كربون هي خماسية الكربون pentoses، أمّا السّكَّريّات الّتي تحتوي على 6 ذرّات كربون فهي السّكَّريّات سداسية الكربون (hexoses). تذوب السّكَّريّات جميعها في الماء، ولها طعم حلو.

السكر الأحادي Monosaccharide أبسط أنواع السّكَّر وله الصّيغة الكيميائيّة العامّة $(CH_2O)n$ حيث أنّ n هو عدد صغير صحيح. وتُعدّ أبسط أهم ثلاثة سكريات أحادية من النّاحية الحيويّة **الجلوكوز Glucose** و**الفركتوز Fructose** و**الجالاكتوز Galactose** (**الشّكل 1-22**). ويعدّ الجلوكوز المصدر الأساسيّ للطّاقة في الخلايا، ويتواجد الفركتوز في الفاكهة، وهو أكثر أنواع السكريات الأحادية حلاوةً، في الحليب يوجد لاكتوز وهو سكر ثنائي ويتألّف من جلوكوز و جالاكتوز.



شكل 1-22 السكريات الأحادية سداسية الكربون الثّلاثة الشّائعة.

وللسّكَّريّات الثّلاثة المذكورة أعلاه الصّيغة الكيميائيّة نفسها $C_6H_{12}O_6$، ولكنّ لها بنًى تركيبيّة مختلفة قليلًا، وتوصف بأنها المتشاكلات (isomers).

للسكريات الأحادية بنًى متعدّدة. ويوضح (**الشّكل 1-23**) الصّيغة الخطيّة المستقرّة لبنية الجلوكوز، والّتي من الممكن أن يكون لها أيضًا شكل سداسيّ الجوانب. وهذا الجلوكوز، سواءٌ أكانت بنيته خطيّة أم حلقيّة، يتحوّل بسرعة بين بنية وأخرى في أيّ محلول عاديّ.

شكل 1-23 للسّكَّريّات الأحاديّة هياكل مختلفة.

الرابطة الجلايكوسيدية وعديدات السّكَّر

السّكَّروز Sucrose أو «سكر المائدة» $C_{12}H_{22}O_{11}$ هو **سكّر ثنائيّ Disaccharide** يتكون من ارتباط جزيئي جلوكوز وفركتوز معاً برابطة تساهمية تعرف **بالرّابطة الجلايكوسيدية Glycosidic Bond** (**الشّكل 24-1**). المالتوز (maltose سكّر الشّعير) واللّاكتوز (lactose سكّر الحليب) هما سكّران ثنائيّان أيضًا ولهما الصيغة الكيميائية نفسها مثل جزيء السكروز، ويتكوّن كلٌّ منهما من اتّحاد سكّرَيْن أحاديَّين، جزيئي جلوكوز في المالتوز، وجلوكوز وجالاكتوز في اللّاكتوز.

شكل 24-1 الرّابطة الجلايكوسيدية تربط بين حلقات السّكّر.

عديدات السّكّر

إن **عديد السّكّر Polysaccharide** هو بوليمر مكوّن من مونومرات من السكريات الأحادية مرتبطة معاً بواسطة روابط جلايكوسيدية لتشكل سلاسل إما مستقيمة أو متفرعة. تشكّل عديدات السّكّر الكربوهيدرات المعقّدة الّتي تُستخدَم في الكائنات الحيّة كمصادر للطّاقة المخزّنة أو الجزيئات البنائيّة، والنّشا **Starch** هو من عديدات السّكّر المهمّة المؤلّفة من مونومرات الجلوكوز (**الشّكل 25-1**). إنّ النّشا هو جزيء الطّاقة المخزّنة الرّئيس في الأرزّ والبطاطس والذّرة والقمح.

النشا الموجود في البطاطس هو خليط من مركبي **الأميلوز Amylose** و**الأميلوبكتين Amylopectin**. في حين يمتلك الأميلوز شكلاً خطياً ونسبته 20% في النشا، لجزيء الأميلوبكتين سلاسل متفرعة ونسبته 80%. ويتمّ تخزين الطّاقة في الحيوانات على شكل نشا كثير التّفرّع، ويُسمّى **الجلايكوجين Glycogen**.

شكل 25-1 النّشا هو بوليمر من مونومرات الجلوكوز.

خصائص الكربوهيدرات المعقّدة

النَّشا والأميلوز والسّلّيلوز **Cellulose** كربوهيدرات معقَّدة تُصنع في النباتات. لا يُهضم السّلّيلوز عموماً. وغالباً ما يُشار إليه «بالألياف» على العديد من ملصقات التغذية. تساعد تلك المُركَّبات على الشعور بالشّبع، وتمنع الإفراط في تناول الغذاء.

النّشا starch هو البوليمر الأكثر شيوعًا في الأغذية، لكن السّلّيلوز هو جزيء الكربوهيدرات الأكثر وفرة على الأرض. يُشكِّل السّلّيلوز المكوّن الأساسي لجُدُر الخلايا النباتية. وهو يُوفر الدعم البنيوي للنباتات البرية. يتركَّز الاختلاف بين النَّشا والسّلّيلوز في مواقع المجموعات الوظيفية، كما يظهر في **الشكل 1-27**.

الكربوهيدرات في نظامك الغذائيّ

تُعدّ الانظمة الغذائية، الغنيّة بالسّكّريّات من الخيارات السيئة، إلا إذا صاحبَتْها ممارسة الرياضة اليومية. الجلوكوز الفائض الذي لا تستخدمه الخلايا، أو الذي لا يخزّن في الكبد بشكل جلايكوجين، تخزّنه الخلايا الدّهنيّة بشكل دهون. استخدم ملصقات التغذية المتوافرة، لتثبت أن المشروبات الغازية السكّرية ليست صحّية.

1. زن 100 g من سكّر المائدة داخل عبوة مشروب غازي، أو 100 g من مكعّبات السكّر.
2. ضع مكعّبات السكّر في كوب مع ماصّة، أو فرّغ السكّر من عبوة المشروب إلى كومة.

دع الطلاب يلاحظوا كمّية السكّر في الحالين.

خصائص الكربوهيدرات المعقّدة

تشمل الكربوهيدرات المعقّدة النّشا والسّلّيلوز، وليس لهذه المركّبات طعم حلو، وهي تتواجد في الحبوب والخضار والأغذية النّشويّة مثل المعكرونة والبطاطس، وتتشكّل في الغالب في النّباتات. ويتمّ هضم الكربوهيدرات المعقّدة بشكل أبطأ مقارنة بالسّكّريّات البسيطة، ومعدّل الهضم البطيء هذا يجعل هذه المركّبات شكلًا من أشكال تخزين الطّاقة، بحيث يتمّ تكسيرها إلى جلوكوز بسهولة عند الحاجة إلى طاقة.

الكربوهيدرات المعقّدة مثال النّشا والسّلّيلوز هي بوليمرات من السّكّريّات.

النّشا هو الشّكل الأكثر شيوعًا من الكربوهيدرات المعقّدة في النّظم الغذائيّة البشريّة، وهو عديد السّكّر بحيث يتراوح عدد المونومرات فيه بين بضع مونومرات إلى مئاتٍ أو آلاف منها. والنّشا عبارة عن سلاسل خطيّة أو متفرّعة من جزيئات الجلوكوز، مرتبطة بعضها ببعض (**الشكل 1-26**).

شكل 1-26 النّشا هو بوليمرات متفرّعة مع مجموعات CH_2OH. وجزيئات السّلّيلوز هي سلاسل خطيّة مع مجموعات CH_2OH متناوبة.

السّليلوز **Cellulose** هو سلسلة خطيّة من مونومرات الجلوكوز مع مجموعات CH_2OH متناوبة من جانب إلى جانب آخر في السّلسلة. وهذا التّناوب في السّلسلة الخطيّة يسمح لجزيئات السّلّيلوز بالاصطفاف، وإقامة الرّوابط الهيدروجينيّة بعضها مع بعض، ما يخلق قوّة كبيرة للخشب أو لغيره من أجزاء النّباتات البنائيّة المصنوعة من السّلّيلوز. إنّ السّلّيلوز هو المركّب العضويّ الأكثر وفرة على الأرض، بحيث يشكّل نسبة كبيرة من كتلة النّباتات جميعها.

ويستطيع البشر ومعظم الحيوانات هضم النّشا وتكسيره إلى الجلوكوز، إلّا أنّ هضم السّلّيلوز غير ممكن إلّا لعدد قليل من الكائنات. فالحشرات كالنّمل الأبيض وكذلك الأبقار والأغنام تأكل السّلّيلوز من الخشب، وتعتمد جميعها على البكتيريا الموجودة في جهازها الهضميّ لتكسيره.

الكربوهيدرات في نظامك الغذائيّ

من الضّروريّ لنظام غذائيّ صحّيّ تناول النّوع الصّحيح من الكربوهيدرات؛ ففي الفواكه والخضار نسبة عالية من الكربوهيدرات المعقّدة والألياف مثل السّلّيلوز، وهذه الأغذية تشعرك بالشّبع لوقت أطول، ذلك لأنّ الألياف السّلّيلوزيّة لا يتمّ هضمها. هذا الشّعور الكامل بالشّبع يحول دون الإفراط في تناول الطّعام.

إذا تناولْتَ كمّيّة من الكربوهيدرات تفوق قدرة جسمك على استخدامها بشكل فوريّ، فإنّ الجسم يخزّن الطّاقة المتبقّية على شكل جلايكوجين في أنسجة العضلات والكبد. ولكن، لسوء الحظّ، لا يمكن للعضلات ولخلايا الكبد تخزين كمّيّات كبيرة من الجلايكوجين، لهذا تتحوّل الكمّيّات الزّائدة الّتي لا يتمّ تخزينها في العضلات وخلايا الكبد إلى دهون تخزّن في الخلايا الدّهنيّة في جسمك. لهذا السّبب، فإن تناول كمّيّات كبيرة من الكربوهيدرات تزيد الدّهون في الجسم.

إنّ الأغذية الحلوة الطّعم كالبقلاوة (**الشكل 1-27**) تحتوي على نسبة عالية من الكربوهيدرات البسيطة مثال السّكّروز والفركتوز. وعلى عكس ألياف السّلّيلوز، يتمّ هضم هذه الجزيئات الصّغيرة بسرعة إلى وتحويلها جلوكوز، ويذهب الجلوكوز مباشرة إلى دمك، ممّا يسبّب ارتفاعًا سريعًا في تركيز السّكّر في الدّم.

شكل 1-27 تحتوي الحلويات على نسبة كبيرة من الدّهون والسّكّر.

يحتوي دم الشخص السليم على 5-6 g من الجلوكوز المُذاب في خمسة ليترات من الدّم (متوسّط حجم الدّم). وإنْ تناول قطعة واحدة من البقلاوة يصبّ 3 أضعاف هذه الكمّيّة في دمك بسرعة. والأسوأ من ذلك، المشروبات الغازيّة الّتي تحتوي على أكثر من 100 g من السّكّر. ويؤدّي ارتفاع نسبة سكّر الدّم إلى تطوير مقاومة الجسم لهرمون الأنسولين الّذي يعطي إشارات للخلايا كي تمتص الجلوكوز.

إذًا، يؤدّي الإفراط في تناول السّكّر إلى مقاومة الجسم للأنسولين، وهو السّبب الأساسيّ لمرض السّكّري، الّذي يعدّ خطيرًا بل قاتلًا. إلّا أنّ معدّل الإصابة بداء السّكّري في ارتفاع، ذلك بسبب نمط الغذاء غير الصحي المعتمد بشكل رئيس على الأطعمة السّكّريّة (**الشكل 1-28**).

شكل 1-28 التّأثير الصّحّيّ للكربوهيدرات البسيطة والكربوهيدرات المعقّدة.

نشاط 1-3: الكربوهيدرات – الجزء 1

الإجابات/
عيّنة بيانات

مواد للطلاب: مجموعة من نماذج جُزيئات، أنابيب اختبار، قلم تعليم، حامل أنابيب اختبار، دوارق، ميزان، سكّر (سكّروز)، ماء مُقطَّر، محلول بندكت، أنزيم سكّريز (غذائيّ)، حمّام مائي ساخن 55°C-65°C.

1. انسخ ورقة عمل النشاط 1-3 ووزِّعها على كل طالب، أو مجموعة.
2. اجمع المواد اللازمة لكل طالب، أو مجموعة.
3. قرّر كيف سيستخدم الطلاب الحمّامات المائية الساخنة. إذا كانوا سيستخدمون سخّانات الغاز أو الكحول، تأكّد من مراقبتهم بعناية، وتوفير الدورق ذي الحجم الصحيح وميزان الحرارة، وملقط أنابيب الاختبار، أو القفازات الواقية لحمل الدوارق الساخنة، ورَجّ محتويات الأنابيب. يُعدّ استخدام لوحات التسخين أسهل طريقة لضبط درجة الحرارة. ولكنّك قد تحتاج إلى خرز زجاجي للحفاظ على تسخين المياه بتجانس. وإذا كانت أنابيب الاختبار مشفَّرة بالألوان، بحسب المجموعة، عندها يقلّ عدد محطّات التسخين والمواد الضرورية المستخدمة، وتغدو مراقبتها أسهل كثيرًا.
4. قم بإعداد محطة كيميائية، يمكن للطلاب الحصول منها على:

الماء المُقطَّر	كاشف بندكت النوعي
السكّروز (الصلب)	محلول السكَّريز (أو الإنفرتيز)

ملاحظة: الإنفرتيز (Invertase) أنزيم طبيعي تنتجه الخميرة، يمكن شراؤه من مخازن صناعة الحلوى. يحفِّز الإنفرتيز تحلّل السّكَّروز عبر تكسير الرابطة C-O بين الجلوكوز والفركتوز. السكّر المُحوّل هو 50/50 خليط من الجلوكوز والفركتوز (كلاهما سكّريّات أحادية). أما السكَّريز، فيكسر رابطة مختلفة. ولكن قد يكون استخدامه مخبريّاً مُكلفاً. اتبع التوجيهات للتحضير.

الدرس 1-3: الكربوهيدرات

3-1 الكربوهيدرات

سؤال الاستقصاء	ما هي السكريات الاحادية وعديدات التسكر؟
الموادّ المطلوبة	مجموعة من نماذج جزيئات، سكّر (السّكّروز)، محلول بندكت، أنزيم سكَّريز (الغذائيّ)، حمّام مائي ساخن، أنابيب اختبار، حامل أنابيب اختبار.

الخطوات

1. ذوِّب 10 g من السكروز في 50 mL من الماء السّاخن.
2. أضف 5 mL من محلول السكروز إلى أنبوب 1 و2و3، و5 mL من محلول بندكت إلى كلّ من الأنبوبين 2 و3.
3. أضف 5 mL من محلول السّكَّريز إلى الأنبوب رقم 3.
4. اغمر كل أنابيب الاختبار في الحمّام المائي السّاخن وحرّكها دائريًا لمدّة 3 دقائق.

أسئلة حول الجزء الأوّل:

a. كيف يتفاعل محلول بندكت مع السّكّروز والسكريات الأحادية (الجلوكوز والفركتوز)؟
b. ضَعْ فرضيّة تُفسّر ملحوظاتك المتعلّقة بالأنابيب الثلاثة.

خطوات الجزء الثّاني

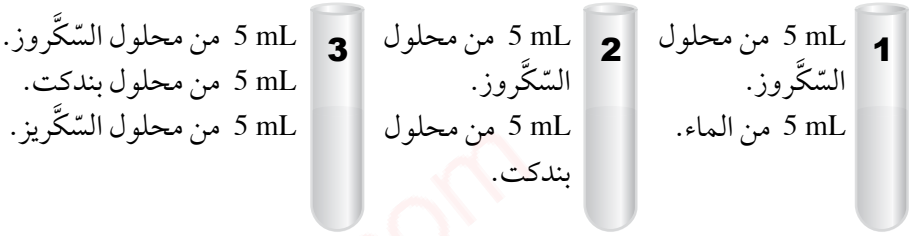
1. قُمْ ببناء النّموذج الجزيئيّ لكلٍّ من الجلوكوز والفركتوز.
2. قُمْ بإزالة اثنتَيْن من ذرّات الهيدروجين وذرّة من الأكسجين لتكوين رابطة جلايكوسيدية ولتكوين السّكّروز.
3. قُمْ بإضافة جزيء من الماء لتكسير الرّابطة الجلايكوسيدية وتحويل السّكّروز إلى فركتوز وجلوكوز.

أسئلة حول الجزء الثّاني

1. كيف يدعم النّموذج فرضيّتك في الجزء الأوّل؟
2. صِف التّفاعل النّاجم عن إضافة السّكَّريز.

25

نشاط 1-3: الكربوهيدرات – تابع



1. اذب 1 g من السكروز في 50 mL من الماء المُقطّر الساخن في دورق.
2. أضف 5 mL من محلول السكروز إلى الأنابيب 1 و 2 و 3، وأضف 5 mL من محلول بندكت إلى كل من الأنبوبين 2 و 3.
3. أضف 5 mL من محلول السّكَّريز إلى الأنبوب رقم 3.
4. اغمر كل أنابيب الاختبار في الحمّام المائي السّاخن، وحرّكها دائريًّا لمدّة 3 دقائق. أزل الأنابيب، ودوّن الملاحظات.

أنبوب الاختبار رقم 1 هو عنصر ضابط، وليس فيه تغيُّر في اللون.
أنبوب الاختبار رقم 2 يجري تسخينه، لكن محلول بندكت لا يختبر السكّر الثنائي السّكَّروز، بل يختبر السكّريات البسيطة فقط. لذلك يجب ألّا يحدث تغيُّر في اللون.
يجب أن يظهر تغيُّر في اللون فقط في أنبوب الاختبار رقم 3، حيث يتحوّل اللون إلى الأحمر القرميدي، بسبب تحفيز السّكَّريز (أو الإنفرتيز) للسّكَّروز، فيتحوّل إلى سّكَّريّات أحادية.

أسئلة حول الجزء الأوّل:

a. كيف يتفاعل محلول بندكت مع السّكَّروز والسكريات الأحادية (الجلوكوز والفركتوز)؟
محلول بندكت النوعي لا يتفاعل مع السّكَّروز، لذا لا يحدث تغيّر في اللون.

b. ضَعْ فرضيّة تُفسِّر ملحوظاتك المتعلّقة بالأنابيب الثلاثة.
اقبل جميع الفرضيات المعقولة التي تناسب الأدلة.
مثلاً: أنزيم السكَّريز يكسر الرابطة الجلايكوسيدية، ويحوّل السّكَّروز إلى السكّرين الأحاديين: الجلوكوز والفركتوز. لكن هذا التفاعل بحاجة إلى درجة حرارة مرتفعة نوعًا ما، ليجري. يتفاعل محلول بندكت مع السّكَّريّات الأحادية، ولا يتفاعل مع السّكَّريّات الثنائية. لذلك نتوقع أن يتفاعل محلول بندكت فقط في الأنبوب المخبري رقم 3، لأنه المحلول الوحيد الذي يحتوي على السّكَّريّات الأحادية.

نشاط 1-3: الكربوهيدرات – الجزء 2

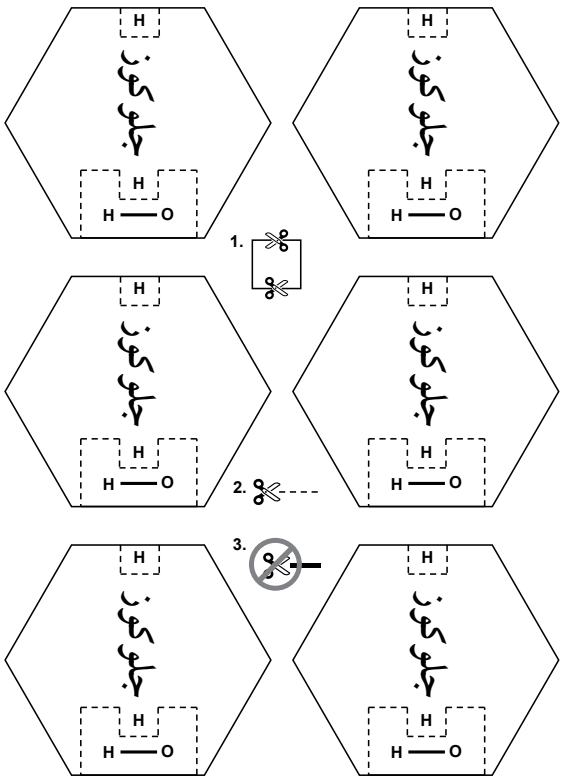
1. تتضمن أوراق عمل الطالب نماذج ورقية لقصّها وإلصاقها بواسطة الصمغ، أو الشريط اللاصق، على دفاتر الملاحظات الخاصة بالطلاب. وزّع على كل طالب ورقة واحدة كاملة لجُزيئات الجلوكوز و ¼ ورقة لجُزيئات الفركتوز. هذه هي نماذج السّكَّريّات الأحادية.
2. ادعُ كل طالب إلى قص جُزيء الماء، وتسمية الأيونات الناتجة، وإلصاقها على الدفتر الخاص بالطالب: (H^+) أيون الهيدروجين، و(OH^-) أيون الهيدروكسيد .
3. قُصَّ على الخط السميك حول جُزيئَي جلوكوز. مثّل كيف يجري التفاعل التكثيفي، ودع الطلاب يقصوا الهيدروجين (H^+) من الجلوكوز الأول والهيدروكسيد (OH^-) من الجلوكوز الآخر، ثم يلصقوهما معاً.
4. اطلب إليهم إلصاق السكّر الثنائي الناتج من هذا التفاعل على دفاترهم، بواسطة الصمغ، أو الشريط اللاصق، وتسميته مالتوز ($C_{12}H_{22}O_{11}$). الماء (H_2O) هو المنتج الآخر. وهو ينتج من القطع التي قصّها الطلاب سابقاً، اطلب إليهم لاحقاً كتابة التفاعل الكيميائي الكامل في معادلة، والقيام بموازنتها.

$$2\ C_6H_{12}O_6 \xrightarrow{enzyme} C_{12}H_{22}O_{11} + H_2O$$

5. ادعُ الطلاب إلى تشكيل عديد التسكّر من 3 جزيئات من الجلوكوز، وكتابة معادلة متوازنة. ثم ألصقه على دفاتر ملاحظاتهم.

$$3C_6H_{12}O_6 \longrightarrow C_{18}H_{32}O_{16} + 2H_2O$$

6. عُدَّ مونومورات الصف المستخدمة في الخطوة 5، ودع طلاب الصف يحتسبوا الصيغة النهائية لبوليمر النّشا، الذي يمكن أن يتشكّل من بلمرة جميع جُزيئات الجلوكوز.
7. ادعُ الطلاب إلى تحديد موقع الجلوكوز والفركتوز، ثم تسجيل صيغتهما الكيميائية (الشكل 1-23) على دفاتر ملاحظاتهم. أشر إلى أن الصيغة الكيميائية هي نفسها، ولكن الاختلاف يكمن في البنية التركيبية.
8. عُد إلى خطوات النشاط، ودع الطلاب يبنوا السّكَّروز من نماذج الجلوكوز والفركتوز المتبقية.
9. ناقش إجابات الجزء 2.



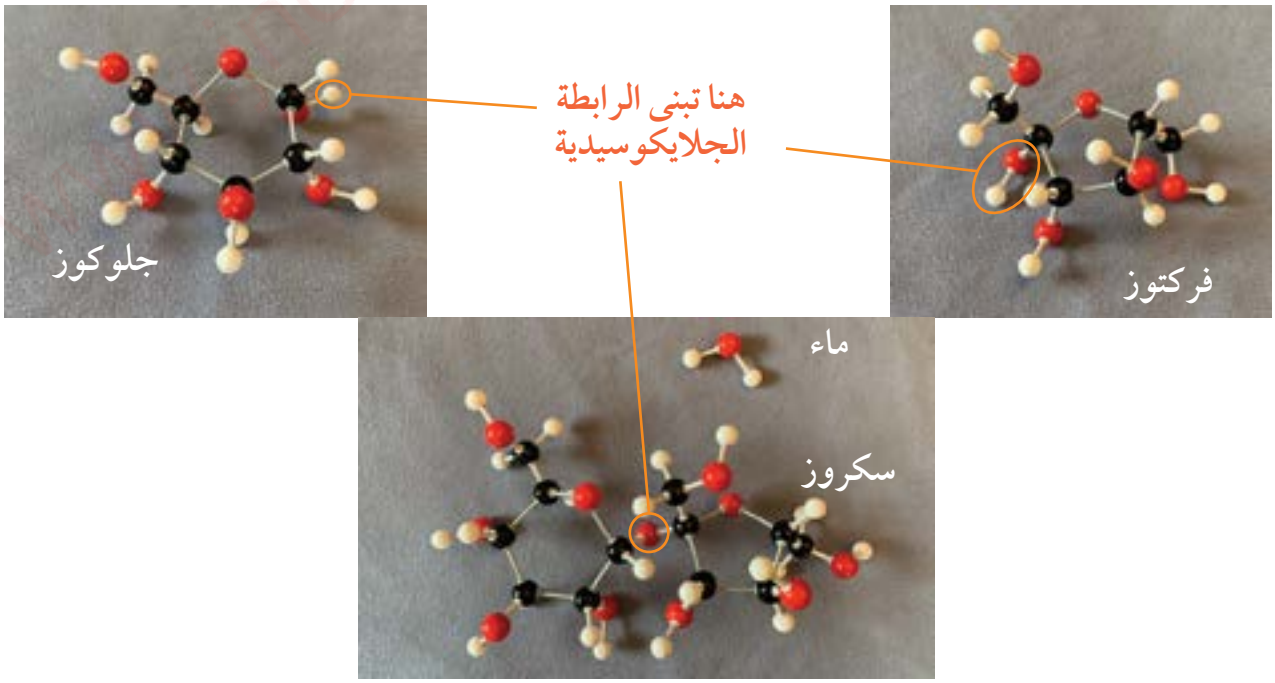
قصاصات الورق

خطوات الجزء الثّاني

1. قُمْ ببناء النّموذج الجزيئيّ لكلٍّ من الجلوكوز والفركتوز.
تحتوي ورقة العمل على توجيهات دقيقة. إن هذا النموذج صعب البناء بسبب توجُّه مجموعات OH و CH_2OH.

2. أزل مجموعة هيدروكسيل من الجلوكوز وذرّة هيدروجين من الفركتوز، لتكوين رابطة جلايكوسيدية، ولتكوين السّكَّروز.

3. أضف جُزيئًا من الماء لتكسير الرّابطة الجلايكوسيدية، وتحويل السّكَّروز إلى فركتوز وجلوكوز.



أسئلة حول الجزء الثّاني

a. كيف يدعم النّموذج فرضيّتك في الجزء الأوّل؟
يوضح النموذج الآلية التي يتحوّل بواسطتها السّكَّروز إلى اثنين من السّكَّريّات الأحادية. نحن نعلم أن محلول بندكت يتفاعل فقط مع السّكَّريّات الأحادية. وهذا يُفسّر حقيقة التفاعل في أنبوب الاختبار رقم 3، وليس الأنبوب رقم 2. ويؤكد أن السّكَّريّات الأحادية لم تكن موجودة في أنبوب الاختبار رقم 2، وموجودة في الأنبوب رقم 3.

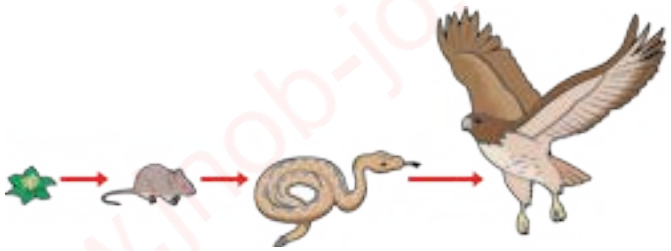
b. صِف التّفاعل النّاجم عن إضافة السّكَّريز.
يُكسِّر السكَّريز الرابطة الجلايكوسيدية بين الجلوكوز والفركتوز.

تقويم الدّرس 1-3 — الإجابات

*1. كيف يختلف المحتوى الغذائيّ للبروتين عن تركيبه الكيميائي الحيوي؟

بِحسب المحتوى الغذائي، يعدّ البروتين مكوِّنًا من مكوّنات الغذاء، وهو عادةً يكون على شكل لحم، أو فاصوليا، أو بيض، أو منتجات ألبان. أما بخصوص التركيب الكيميائي، فإن البروتين هو بوليمرات كبيرة من الأحماض الأمينية، التي تُؤدي وظائف مختلفة في الخلايا.

*2. اشرح لماذا يُسّمى المخطَّط الآتي مخطط تدفُّق الطّاقة.



يجري تمرير الطاقة على شكل غذاء من الكائن الأول إلى التالي، عندما يأكل الأول. تمرِّر النباتات السّكّريّات إلى الفأر، ثم ينقل الفأر الطاقة إلى الثعبان، ثم تنتقل الطاقة من الثعبان إلى الصقر.

ملحوظة: حوالي 90% من الطاقة تضيع في كل عملية انتقال بسبب إطلاق الحرارة (الطاقة الحرارية).

3. ما المصدر الأساسيّ للطّاقة الّتي يجري تخزينها في النّباتات، والّتي تحصل عليها الحيوانات عبر أكلِ هذه النّباتات؟ كيف تبرّر ذلك؟

الجلوكوز هو نتاج عملية البناء الضوئي الذي يجري تجميعه في النّشا، أو بوليمرات السليلوز في النباتات. عندما تُؤكل النباتات بواسطة الحيوانات، يجري تكسير البوليمرات مرة أخرى إلى مونومرات الجلوكوز، (أو تمر من خلالها، إن لم تكن قابلة للهضم). تحتوي جُزيئات الجلوكوز على روابط الكربون والهيدروجين التي تُخزِّن الطاقة.

4. أيّ نوع من السّكّر ينتمي إليه سكّر المائدة العاديّ: السكّر الأحاديّ، أم السكّر الثنائيّ أم عديد التّسكُّر؟ برّر إجابتك.

سكّر المائدة هو السّكَّروز، وهو سكر ثنائي مكوّن من الجلوكوز والفركتوز.

*5. اشرح سبب تسمية تفاعل الإضافة الّذي يربط اثنين من جزيئات السّكّر بتفاعل البناء التّكثيفيّ.

تتشكّل العديد من البوليمرات البيولوجية من خلال التكثيف (الشكل 1-5)، حيث تجري إزالة جزيء الماء عند تكوين كل رابطة بين المونومرات. يتشكّل البولي أسيتال من الميثيلين جلايكول Methylene glycol بهذه الطريقة.

تقويم الدّرس 1-3 — الإجابات

6.* وضّح التّشابه والاختلاف بين النّشاء والسّلّيلوز.

النّشا والسّلّيلوز كلاهما بوليمرات من الجلوكوز. للنّشا اتجاه المجموعات CH_2OH المتفرعة نفسه، في حين أن بوليمرات السّلّيلوز ترتبط مجموعاتها في ترتيبات معاكسة. يصعب هضم السّلّيلوز في الحيوانات من دون مساعدة البكتيريا، في حين أن تكسير النّشا أسهل. لذلك يمر السّلّيلوز عبر جهازنا الهضمي كألياف.

7. يشمل النّظام الغذائيّ الصّحّيّ نوعَي الكربوهيدرات البسيطة والمعقّدة؛ أيٌّ من العبارات الآتية صحيحة؟

b. يجب أن يتضمّن نظامك الغذائيّ كمّيّات أقلّ من الكربوهيدرات البسيطة، وكمّيّات أكبر من الكربوهيدرات المعقّدة الّتي يصعب هضمها.

8.** ابحث على الأقلّ في أربعة أسباب لاختيارك إجابتك عن السّؤال رقم 7 أعلاه.

تتنوّع الإجابات، لكن يجب تبريرها. الأغذية الغنية بالسكّريات البسيطة ترفع نسبة السكّر في الدم بسرعة. إنّ الأغذية، التي تستغرق وقتًا طويلاً للهضم، تمنعك من الأكل بشكل متكرر، أو أكثر مما يجب. لا يمكن حرق الكثير من السكريّات في النظام الغذائي، لذلك يجري تحويلها إلى جلايكوجين. والجلايكوجين، الذي لا يمكن تخزينه في الكبد يجري تحويله إلى دهون.

9.** ابحث على الأقلّ عن أربعة مصادر جيّدة للكربوهيدرات المعقّدة في النّظام الغذائيّ. ما أنواع الأغذية الّتي تحتوي على نسبة عالية من الكربوهيدرات المعقّدة؟

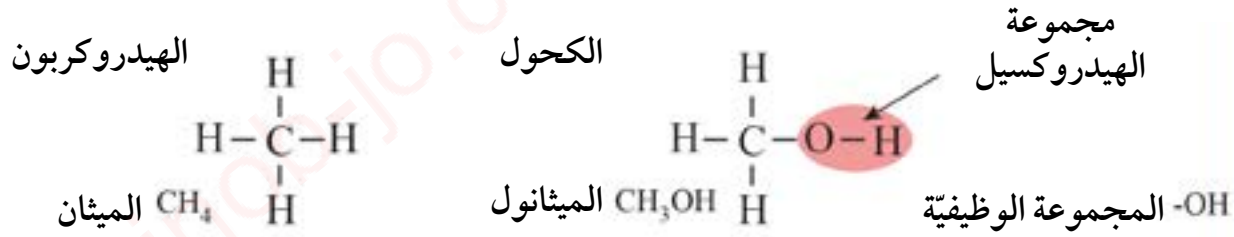
تتنوّع الإجابات، ولكن يجب تبريرها. المصادر في النص تعطي أسماء كربوهيدرات معقّدة صحيّة منها الخضراوات والفاصوليا، وخبز الحبوب الكاملة، ومعكرونة الحبوب الكاملة، والحبوب الكاملة، والأرز البنّي.

10.** يُقال إنّ مركّبًا كيميائيًّا معيّنًا يمثّل أكثر من نصف كتلة الكائنات الحيّة على الأرض. ما هو هذا المركّب؟ ولِمَ هو كثير الشّيوع؟

المركّب الذي يمثل أكثر من نصف كتلة الكائنات الحية على الأرض هو السليلوز، الذي يكوّن الألياف الموجودة في المواد النباتية.

إعادة التدرس - المجموعات الوظيفيّة والمركّبات العضويّة

1. الهيدروكربونات مركّبات عضوية تحتوي على الهيدروجين والكربون فقط.
2. يحتوي الكحول على الهيدروجين والكربون والأكسجين، لأنه يحتوي على مجموعات الهيدروكسيل(OH^-). ابنِ نماذج للجزيئات الآتية.



3. ارسم كل هيدروكربون من الهيدروكربونات الآتية، ثم كلّف الطلاب إضافة مجموعة الهيدروكسيل، وإعادة رسم الجزيئات، وكتابة الصيغ الجديدة ، وتحديد الكحول الناتج.
   - الإيثان: يصبح إيثانول
   - البروبان: يصبح بروبانول
   - البيوتان: يصبح بيوتانول
4. تحتوي السكّريات الأحادية (الكربوهيدرات) على الهيدروجين والكربون والأكسجين، وتشمل مجموعات الهيدروكسيل، إلّا أن الذّرات تتوضّع بالنسبة الآتية $C_nH_{2n}O_n$
5. حدّد المزيد من الصيغ البنائية على الإنترنت، ودعِ الطلاب يلاحظوا، ويقرروا إن كان المركّب هيدروكربونًا، أو كحولًا أو كربوهيدرات.

إثراء - تعرُّف الأنماط في الكربوهيدرات

1. ادعُ الطلاب إلى مراجعة الصيغ البنائية للسّكَّريّات الأحادية الآتية، واطلب إليهم مقارنة تركيبها، وتبيان أهمية كلٍ منها:
   - الجلوكوز: سكر للطّاقة الخلويّة
   - الفركتوز: سكر الفاكهة
   - الجلاكتوز: السكّر البسيط في الجبن والحليب
   - الريبوز: سّكّر الحمض النّوويّ RNA
   - الريبوز المنقوص الأكسجين: سّكّر الحمض النّوويّ DNA

يجب أن يتذكّر الطلاب أن المركّبات الثلاثة الأولى لديها الصيغ الكيميائية نفسها، وشكلها سداسيّ الأضلاع. الريبوز والريبوز المنقوص الأكسجين لديهما صيغتان متشابهتان، وشكلهما خماسيّ الأضلاع.

2. ادعُ الطلاب إلى توسيع نطاق تعلّمهم ليبلغ السّكّريّات الثنائية :
   - السّكَّروز: سكَّر المائدة
   - المالتوز: سكَّر الشّعير
   - اللّاكتوز: سكّر الحليب

الصّيغ هي نفسها أيضًا، وتظهر على شكل حلقات مزدوجة، لكن صيغها البنائية المختلفة تمنحها خصائص مختلفة.

www.jnob-jo.com

الدرس 4-1
الليبيدات Lipids

مصادر تعلّم الدّرس

المدة	العناوين/المحتوى	موارد كتاب الطالب	موارد دليل المعلم
$\frac{1}{2}$ حصة	الليبيدات	الصفحة 28	مناقشة افتتاحية الدرس
$\frac{1}{2}$ حصة	التركيب الجزيئي للدهون، روابط أستر، وتفاعلات التحلّل المائي، الأغشية الخلوية	الصفحات 29-31	نشاط ملصق تغذية، عرض
1 حصة	نشاط: 4-1 الكيمياء الحيويّة للطعام	الصفحة 32	ورقة عمل 4-1
1 حصة	العلم وحياتي	الصفحة 33	تحليل البيانات ومناقشة

الزمن المقترح للدرس

يستغرق تنفيذ هذا الدرس 3 حصص، ويشتمل على نشاط واحد للمجموعة، ونشاط خبرة تعلم واحد، والاستمرار في تطبيق نشاطي خبرة تعلم، بُدئ العمل بهما من قبل.

الأنشطة	مواد من أجل النشاط
4-1 الكيمياء الحيويّة للطعام	طعام لفحصه، محلول بندكت، محلول بيوريت، صبغ سودان III، قطّارات، محلول اليود، أوراق بُنيّة، أنابيب اختبار، حامل أنابيب الاختبار، ماء مقطَّر، حمّام ماء ساخن 55°C–65°C.

مخرجات التعلّم

B1103.1 يتعرّف إلى تركيب وخصائص الجليسيرول والأحماض الدّهنيّة في اللّيبيدات.

B1103.2 يصِفُ تكوّن رابطة إستر (Ester bond) وتكسّرها في اللّيبيدات، بما في ذلك تكوين الدّهون المشبَعة وغير المشبَعة.

المعرفة السابقة

- يجب أن يمتلك الطلاب معرفة أساسية عن الفرق بين الرابطة التساهمية الأحادية والرابطة التساهمية الثنائية.
- حدّدت الدروس السابقة مجموعات جانبية، مثل الهيدروكسيل (-OH) والكربوكسيل (-COOH).

المفردات

اللّيبيد	Lipid
الحمض الدّهنيّ	Fatty acid
الدّهن المشبَع	Saturated fat
الدّهن غير المشبَع	Unsaturated fat
الجليسريد الثّلاثيّ	Triglyceride
الجليسيرول	Glycerol
البروتين الدّهنيّ	Lipoprotein
رابطة إستر	Ester bond
التّحلّل المائيّ	Hydrolysis
كارِه للماء	Hydrophobic
محِبّ للماء	Hydrophilic
الفسفوليبيد	Phospholipid
المايسيلي	Micelle
الغشاء الخلويّ	Cell membrane

مشروعات الملصق الجداري والإنترنت

يُدعى الطلاب إلى التقدم في نشاطات خبرات تعلّم إضافية وُصفت سابقاً. امنحهم وقتًا إضافيًّا خلال هذا الدرس، لإحراز تقدم في هذين المشروعين الفردي والجماعي:

a. يعدّ الطلاب ملصقًا جداريًّا يظهرون فيه التركيب المونومري والبوليمري الأساسي للكربوهيدرات والبروتينات والدهون.

b. يقوم الطلاب في ثنائيات، أو في مجموعات صغيرة، بالبحث عن مصادر جيدة على الإنترنت، وتوضيح جوانب الكيمياء الحيوية لكل من الكربوهيدرات والدهون والبروتينات.

افتتاحية الدرس

لتقديم الدرس، اسأل الطلاب: ما الدهون؟ يخطئ الطلاب في أن تناول الدهون يؤدي إلى زيادة الوزن، بينما تكمن الحقيقة في أن معظم الدهون التي تخزّن في الجسم مصدرها الكربوهيدرات الزائدة. قد يجهل الطلاب أشكال الدهون، أو مصادرها المتنوعة.

تشمل الليبيدات الدهون والزيوت والشموع وجُزيئات الستيرويد. وتُعدّ الدهون ضرورية في الحيوانات، لمنع ابتلال ريش الطيور وفراء الثدييات بالماء. وقد وُجد الشمع على مناقير الطيور، وفي آذان الحيوانات، وذلك لمنع الابتلال بالماء، أو دخوله الأذنين. وفي أوائل القرن التاسع عشر، كانت قيمة الدهون التي يجري الحصول عليها من الحيوانات ذات قيمة عالية. وقُدِّم دهن الحوت بصفته شكلاً نقيّاً جدّاً من زيت المصباح الذي لا ينتج دخاناً عند حرقه. واصطيدت حيتان العنبر للحصول على الشمع السائل الموجود في تجاويف الرأس، لإنتاج شمع نقي، حتى كادت هذه الحيتان تنقرض. ولقد وفّرت المشتقات النفطية كلاً من هذه المنتجات بدرجة كافية، لكن بعض الثقافات لا تزال تستخدم الحيوانات.

ويُنتج حاليّاً زيت Neatsfoot oil من الأبقار، وهو زيت أصفر مستخرج من غلي أقدام الأبقار بعد ذبحها، وهو يستخدم في تمليس الجلود وتطريتها وحفظها. أمّا الحيوانات التي يغطي الصوف أجسامها، كالأغنام، فتنتج اللانولين، وهو شمع تفرزه الغدد الدهنية في الأغنام. واللانولين غني بجزيئات الكولسترول، ويُقدَّر لأثره الطويل في ترطيب الجلد الجاف.

الدّرس 1-4
اللّيبيدات
Lipids

تُنتِج الدّهون 9 سعرات حراريّة للغرام الواحد، وكمّيّة الطّاقة هذه أكثر من ضعف ما تنتجه الكربوهيدرات أي 4 سعرات حراريّة للغرام الواحد. وما لم تكن قادرًا على استهلاك تلك الطّاقة كلّها، فإنّ جسمك يقوم بتخزينها على شكل دهن إضافيّ. فأسفل كبدك تمامًا، عضوٌ صغير يسمّى المرارة gallbladder يقوم بتركيز العُصارة الصّفراء bile الّتي يُنتِجها كبدك نفسه. تفتّتُ تلك العصارة الدّهون كيميائيًّا إلى جسيمات صغيرة جدًّا، كي يتمّ هضمها بواسطة أنزيم اللّيبيز إلى جليسريدات ثلاثيّة تدخل إلى مجرى الدّم. يتحوّل لون دمك، بعد وجبة غنيّة بالدّهون، إلى لونٍ أبيض قشديّ من فرط الجليسريدات الثلاثيّة. بعدها، تُخزَّن الجليسريدات الفائضة في النّسيج الدّهنيّ، وتُشكّل دهون الجسم.

مخرجات التّعلُّم

B1103.1 يتعرّف إلى تركيب وخصائص الجليسيرول والأحماض الدّهنيّة في اللّيبيدات.

B1103.2 يصف تكوّن وتكسّر رابطة استر في اللّيبيدات، بما في ذلك تكوين الدّهون المشبّعة وغير المشبّعة.

المفردات

Lipid	اللّيبيد
Fatty acid	الحمض الدّهنيّ
Saturated fat	الدّهن المشبّع
Unsaturated fat	الدّهن غير المشبّع
Triglyceride	الجليسريد الثّلاثيّ
Glycerol	الجليسيرول
Lipoprotein	البروتين الدّهنيّ
Ester bond	رابطة استر
Hydrolysis	التّحلّل المائيّ
Hydrophobic	كاره للماء
Hydrophilic	محبّ للماء
Phospholipid	الفسفوليبيد
Micelle	المايسيلي
Cell membrane	الغشاء الخلويّ

اللّيبيدات

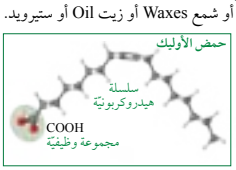
سؤال للمناقشة

ما هي اللّيبيدات؟

تشتمل **اللّيبيدات Lipids** مجموعة متنوعة من المركبات العضوية تشترك جميعها بعدم ذائبيتها بالماء، بالإضافة لاحتوائها على العناصر C, H, O لكن بنسب مختلفة عن الكربوهيدرات. وتشتمل اللّيبيدات على المجموعات التالية: دهن Fat أو شمع Waxes أو زيت Oil أو ستيرويد.

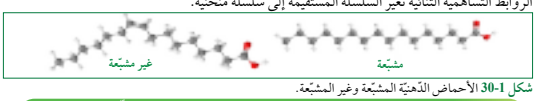
تنتج كلّ من النّباتات والحيوانات اللّيبيدات؛ فالحيوانات تصنع الحليب، وهو خليط مائيّ تتشتّت فيه جزيئات الدّهن، والنّباتات، كشجرة الزّيتون، تنتج زيت الزّيتون.

وتعدّ **الأحماض الدّهنيّة Fatty acids** أبسط اللّيبيدات، وتتكوّن هذه الأحماض من سلسلة هيدروكربونيّة طويلة، في أحد طرفَيْها مجموعة وظيفيّة COOH–. علمًا أن المجموعة COOH– موجودة في جميع الأحماض العضويّة. فعلى سبيل المثال يعدّ حمض الأوليك oleic acid حمضًا دهنيًّا شائعًا موجودًا في العديد من الدّهون والزّيوت النّباتيّة والحيوانيّة (**الشّكل 1-29**).



شكل 1-29 تركيب الحمض الدّهني.

وتحتوي **الأحماض الدّهنيّة المشبّعة Saturated fatty acids** على روابط تساهميّة «جميعها أحادية» بين ذرات الكربون. وعادةً ما تكون هذه الأحماض صلبة في درجة حرارة الغرفة (**الشّكل 1-30**)؛ كما أنّ تكسير الأحماض الدّهنيّة المشبّعة في سبيل توفير الطّاقة ليس سهلًا. في حين تحتوي **الأحماض الدّهنيّة غير المشبّعة Unsaturated fatty acids** على رابطة تساهميّة ثنائيّة C = C واحدة على الأقلّ بين ذرّات الكربون ممّا يجعل هضم هذه الأحماض أسهل من الفئة السّابقة، لأنّ الرّوابط التّساهميّة الثّنائيّة تغيّر السّلسلة المستقيمة إلى سلسلة منحنية.



شكل 1-30 الأحماض الدّهنيّة المشبّعة وغير المشبّعة.

لا تحتوي سلاسل الكربون على روابط تساهميّة ثنائيّة في الدّهون المشبّعة، بينما تحتوي الدّهون غير المشبّعة على رابطة تساهميّة ثنائيّة أو أكثر.

تكون الدّهون صلبة في درجة حرارة الغرفة، في حين تكون الزّيوت سائلة (**الشّكل 1-31**). ويختلف الدّهن عن الزّيت، بشكلٍ رئيس، في طول سلسلة الكربون وعدد روابط كربون – كربون المشبّعة. فالجزيئات الّتي تحتوي على عدد أكبر من الرّوابط التّساهميّة الثّنائيّة تكون أقلّ إشباعًا، ومن المرجّح أن تكون سائلة في درجة حرارة الغرفة.

شكل 1-31 غالبًا ما تحتوي الزّيوت على الدّهون غير المشبّعة، لذا تكون سائلة في درجة حرارة الغرفة. أمّا الدّهون المشبّعة فتكون صلبة في درجة حرارة الغرفة.

التركيب الجُزيئي للدهون

الجليسريدات الثلاثية Triglyceride

جُزيئات صغيرة من الدهون توجد في جسم الإنسان، وتنتقل في مجرى الدم. وتُبنى في الجسم عن طريق ربط سلاسل الأحماض الدهنية **بالجليسرول Glycerol**.

تُصنَّف الدهون في الطبيعة على أنها مشبعة أو غير مشبعة، بناءً على أنواع الروابط في سلاسل أحماضها الدهنية. وضّح للطلاب الأمر الآتي: بالنظر إلى أن التفاعلات الكيميائية في أجسامنا تحدث في بيئات مائية، وإلى أن الدهون لا تذوب، فإنها تشكِّل جزيئات تخزين ونقل ممتازة. **البروتينات الليبيدية Lipoproteins** تراكيب كروية تستخدم خصائص عدم قابلية ذوبان الليبيدات، لحماية المزيد من المواد القابلة للذوبان.

روابط إستر وتفاعلات التحلّل المائي

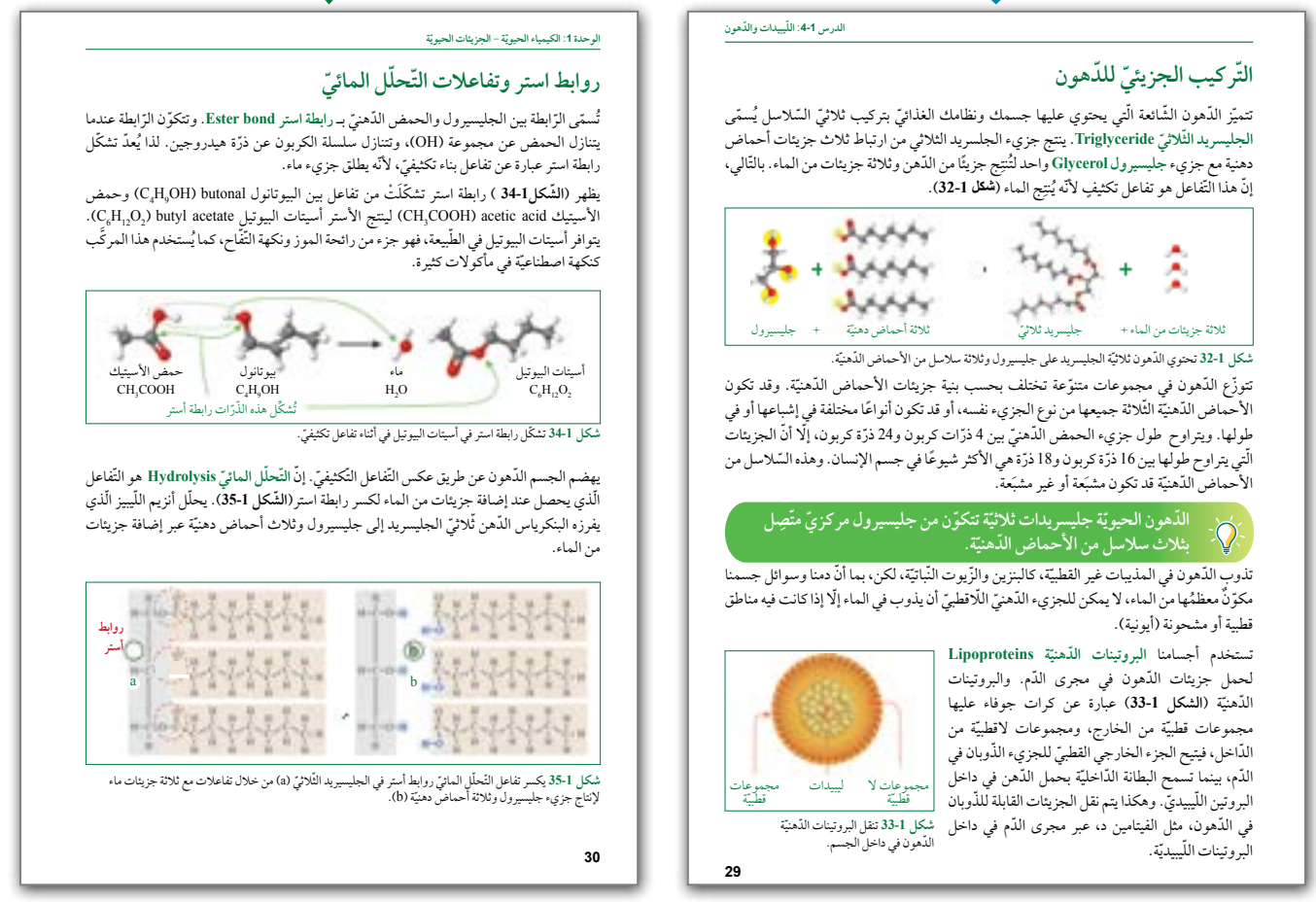
تُسمّى الروابط القائمة بين الجليسرول وكل حمض دهني، روابط إستر. وبالمقابل، فإن التحلُّل المائي للجليسريد الثلاثي يكسر كل روابط إستر، ويطلق 3 جزيئات حمض دهني، وجزيء جليسيرول واحدًا من كل جليسريد ثلاثي.

1. ادع الطلاب إلى تحديد ملصقات التغذية الخاصة بهم، وحساب مجموع السعرات الحرارية من الدهون.
2. اطلب إليهم إضافة بيانات الكربوهيدرات.
3. رتّب أعلى 5 أطعمة تحتوي على أعلى نسبة من الدهون، وأعد فرز الأطعمة وترتيبها بحسب محتوى الكربوهيدرات.

مثال على حساب كل حصة:

15 g دهون × 9 kcal/g = 135 kcal

135 kcal ÷ 250 (السعرات الكلية) × 100 = 54 % من الدهون



الدرس 1-4: اللّيبيدات والدّهون

التّركيب الجزيئيّ للدّهون

تتميّز الدّهون الشّائعة الّتي يحتوي عليها جسمك ونظامك الغذائيّ بتركيب ثلاثيّ السّلاسل يُسمّى الجليسريد الثّلاثيّ Triglyceride. ينتج جزيء الجلسريد الثلاثي من ارتباط ثلاث جزيئات أحماض دهنية مع جزيء جليسيرول Glycerol واحد لتُنتج جزيئًا من الدّهن وثلاثة جزيئات من الماء. بالتّالي، إنّ هذا التّفاعل هو تفاعل تكثيفٍ لأنّه يُنتج الماء (**شكل 1-32**).

شكل 1-32 تحتوي الدّهون ثلاثيّة الجليسريد على جليسيرول وثلاثة سلاسل من الأحماض الدّهنيّة.

تتوزّع الدّهون في مجموعات متنوّعة تختلف بحسب بنية جزيئات الأحماض الدّهنيّة. وقد تكون الأحماض الدّهنيّة الثّلاثة جميعها من نوع الجزيء نفسه، أو قد تكون أنواعًا مختلفة في إشباعها أو في طولها. ويتراوح طول جزيء الحمض الدّهنيّ بين 4 ذرّات كربون و24 ذرّة كربون، إلّا أنّ الجزيئات الّتي يتراوح طولها بين 16 ذرّة كربون و18 ذرّة هي الأكثر شيوعًا في جسم الإنسان. وهذه السّلاسل من الأحماض الدّهنيّة قد تكون مشبّعة أو غير مشبّعة.

الدّهون الحيويّة جليسريدات ثلاثيّة تتكوّن من جليسيرول مركزيّ متّصل بثلاث سلاسل من الأحماض الدّهنيّة.

تذوب الدّهون في المذيبات غير القطبيّة، كالبنزين والزّيوت النّباتيّة، لكن، بما أنّ دمنا وسوائل جسمنا مكوّنٌ معظمُها من الماء، لا يمكن للجزيء الدّهنيّ اللّاقطبيّ أن يذوب في الماء إلّا إذا كانت فيه مناطق قطبية أو مشحونة (أيونية).

تستخدم أجسامنا **البروتينات الدّهنيّة Lipoproteins** لحمل جزيئات الدّهون في مجرى الدّم. والبروتينات الدّهنيّة (**الشكل 1-33**) عبارة عن كرات جوفاء عليها مجموعات قطبيّة من الخارج، ومجموعات لاقطبيّة من الدّاخل، فيتيح الجزء الخارجي القطبيّ للجزيء الذّوبان في الدّم، بينما تسمح البطانة الدّاخليّة بحمل الدّهن في داخل البروتين اللّيبيديّ. وهكذا يتم نقل الجزيئات القابلة للذّوبان في الدّهون، مثل الفيتامين د، عبر مجرى الدّم في داخل البروتينات اللّيبيديّة.

شكل 1-33 تنقل البروتينات الدّهنيّة الدّهون في داخل الجسم.

الوحدة 1: الكيمياء الحيوية - الجزيئات الحيوية

روابط استر وتفاعلات التّحلّل المائيّ

تُسمّى الرّابطة بين الجليسيرول والحمض الدّهنيّ بـ **رابطة استر Ester bond**. وتتكوّن الرّابطة عندما يتنازل الحمض عن مجموعة (OH)، وتتنازل سلسلة الكربون عن ذرّة هيدروجين. لذا يُعدّ تشكّل رابطة استر عبارة عن تفاعل بناء تكثيفيّ، لأنّه يطلق جزيء ماء.

يظهر (**الشّكل 1-34**) رابطة استر تشكّلَتْ من تفاعل بين البيوتانول butonal (C_4H_9OH) وحمض الأسيتيك acetic acid (CH_3COOH) لينتج الأستر أسيتات البيوتيل butyl acetate ($C_6H_{12}O_2$). يتوافر أسيتات البيوتيل في الطّبيعة، فهو جزء من رائحة الموز ونكهة التّفّاح، كما يُستخدم هذا المركّب كنكهة اصطناعيّة في مأكولات كثيرة.

شكل 1-34 تشكّل رابطة استر في أسيتات البيوتيل في أثناء تفاعل تكثيفيّ.

يهضم الجسم الدّهون عن طريق عكس التّفاعل التّكثيفيّ. إنّ **التّحلّل المائيّ Hydrolysis** هو التّفاعل الّذي يحصل عند إضافة جزيئات من الماء لكسر رابطة استر (**الشّكل 1-35**). يحلّل أنزيم اللّيبيز الّذي يفرزه البنكرياس الدّهن ثّلاثيّ الجليسريد إلى جليسيرول وثلاث أحماض دهنيّة عبر إضافة جزيئات من الماء.

شكل 1-35 يكسر تفاعل التّحلّل المائيّ روابط أستر في الجليسريد الثّلاثيّ (a) من خلال تفاعلات مع ثلاثة جزيئات ماء لإنتاج جزيء جليسيرول وثلاثة أحماض دهنيّة (b).

الأغشية الخلوية

يتعلم الطلاب المزيد عن الأغشية الخلوية في الوحدة 2. قدِّم المفردات، ومثِّل ما يحدث للدهون على 3 درجات حرارة مختلفة.

1. أحضرْ 3 أنابيب اختبار مع أغطية على هيئة البرغي لإغلاقها. ورقِّم الأنابيب واملأها على النحو الآتي: #1 شحم، #2 زيت الزيتون، #3 زبدة نقية.
2. جمّد الأنابيب على درجة 0°C، ومرّرها على الطلاب لمشاهدتها .
3. افتح أنابيب الاختبار وأدفئها لتصل إلى درجة حرارة الغرفة 25°C، ثم إلى درجة حرارة الجسم 37°C.

الزيت لا يتجمد. عندما تصل درجة حرارة الزبدة إلى 37°C، تبدأ الزبدة بالانصهار. الشحوم لا تنصهر ، حتى بعد ابتلاعها.

نشاط 1-4: الكيمياء الحيوية للطعام

مواد للمعلم: وجبة سريعة بالحجم المناسب للأولاد مع مشروب غازي بلا لون، وخلّاط.

1. اشترِ وجبة سريعة (برغر وبطاطا مقلية) ومشروبًا غازيًّا بلا لون.
2. احضرْ خلاّط طعام مع غطاء.
3. انزع غلاف الوجبة السريعة، وافصل محتوياتها إلى جزءين متساويين.
4. ضع $\frac{1}{2}$ الصودا و $\frac{1}{2}$ البرغر والبطاطس في خلاّط.
5. اخلطْ المحتويات حتى تصبح مثل الحساء.

يستطيع الطلاب اختبار السائل والمواد الصلبة المتوفرة.

الدرس 1-4: الليبيدات والدّهون

الأغشية الخلويّة

تحتاج الكائنات الحيّة كلّها إلى حدود تفصل بيئتها الدّاخليّة عن بيئتها الخارجيّة، وهذه الحاجة ضروريّة أيضًا حتّى على مستوى الخليّة الواحدة. وإنّ حقيقة أنّ جزيئات الماء قطبيّة هي مفتاح فهمنا **الأغشية الخلويّة Cell membranes**.

إنّ **الفسفوليبيد Phospholipid** هو الجزء الأساسي في أغشية كلّ خليّة من خلايا الكائنات الحيّة جميعًا. يتكوّن الفسفوليبيد من «رأس» هو مجموعة جليسيرول مرتبطة بها مجموعة فوسفات قطبيّة، و«ذيل» مؤلّف من سلسلتَيْن هيدروكربونيّتَيْن لاقطبيّتَيْن. إنّ هذا الفارق في القطبيّة هو الّذي يحدّد طريقة ترتيب تلك الجزيئات في الماء؛ فالرّأس الفوسفاتيّ القطبيّ محبّ للماء **Hydrophilic**، فيما الذّيل اللّاقطبيّ كاره للماء **hydrophobic**، ويتنافر معه. ويظهر في (الشّكل 1-36) كيف تتجمّع الليبيدات المفْشَرة معًا وتشكّل مايسيليات **Micelles** في الماء.

شكل 1-36 تشكّل الفسفوليبيدات مايسيليات في الماء.

تتكوّن الأغشية الخلويّة من طبقة مزدوجة من جزيئات الفسفوليبيد.

تتكوّن الأغشية الخلويّة من طبقة مزدوجة من جزيئات الفسفوليبيد (الشّكل 1-37). وتتّجه الذيول غير القطبيّة إلى الجهة الدّاخليّة للغشاء لأنّ بعضها ينجذب إلى بعض، فيما تتّجه الأطراف القطبيّة إلى الجهة الخارجيّة للغشاء لأنّها تنجذب إلى جزيئات الماء.

شكل 1-37 يتكوّن الغشاء الخلويّ من طبقة مزدوجة من الفسفوليبيدات.

31

الوحدة 1: الكيمياء الحيويّة – الجزيئات الحيويّة

4-1 الكيمياء الحيويّة للطعام

سؤال الاستقصاء	ما مقدار السّكّر والدّهون والبروتين المتوافر في الطعام؟
المواد المطلوبة	طعام، محلول بندكت، محلول بيوريت، صبغ سودان III، قطّارات، محلول اليود، أوراق بنية، أنابيب اختبار، حامل أنابيب اختبار، ماء مقطّر، حمّام ماء ساخن 55°C – 65°C.

الخطوات

1. احضر 1g من الطعام الذي تريد اختبار الكربوهيدرات فيه، واقطع منه قطعة بحجم حبة البازلاء وضعها في أنبوب اختبار. ثمّ أضف إليها قطرتين من محلول اليود لتختبر وجود النشا. سجل نتائجك.
2. ضع كمية الطعام الباقية مع 10 mL من الماء المقطر و20 mL محلول بندكت في أنبوب اختبار، وضع 10 mL من الماء المقطر مع 20 mL من محلول بندكت في أنبوب ثان، ثمَّ سخّن الأنبوبَيْن في حمّام الماء لمدّة 5 دقائق، ولاحظ ما يحصل وأنت تحرّكها دائريًا بلطف. سجّل النّتائج.
3. أضف قطعة طعام صلب بحجم حبّة بازلّاء تعتقد أنها تحتوي على بروتين في أنبوب الاختبار. كرّر الخطوة مستخدمًا أنبوبًا ثانيًا واضعًا الماء المقطَّر بدلًا من قطعة طعام، واستخدم هذا الأنبوب كضابط للتّجربة. رُجَّ الأنبوبَيْن بلطف كي تختلط المكوّنات، ثمّ لاحظ تغيُّر اللّون. سجّل النّتائج.
4. أضف كمّية 1 g من طعام تظن أنه يحتوي على دهون إلى أنبوب مع كمّية مساوية من الماء المقطّر حتّى متصفّه. جهّزْ ضابطًا للتّجربة، بالحجم نفسه، من الماء المقطَّر في أنبوب ثانٍ. أضفْ ثلاث قطرات من صبغ سودان III إلى كلٍّ من الأنبوبَيْن، وهزَّهما بلطف. سجّل النّتائج.

صمِّم تجاربك

a. ما الغاية من أنابيب الاختبار الضّابطة للتّجربة؟
b. اُكتبْ اسئلة عمّا تحتويه أنواع مختلفة من الأطعمة من الدّهون، أو البروتين، أو السّكّر.
c. صمِّمْ تجربة توفّر لك بيانات قد تجيب عن أسئلتك، وتأكّد من تصميم عيّناتك الضّابطة للتّجربة بعناية.
d. نَفِّذِ التّجربة ودوّن استنتاجاتك بعد تحليل البيانات المجمّعة.
e. هل احتوى أيّ طعام على كمّيّة من البروتين، أو من الدّهون، أو من السّكّر، أكثر ممّا توقّعْتَ؟

32

نشاط 1-4: الكيمياء الحيوية للطعام - تابع

الموادّ المطلوبة للطالب: طعام، محلول بندكت، محلول بيوريت، صبغ سودان III، قطّارات، محلول يود، أوراق بنيّة، أنابيب اختبار، حامل أنابيب اختبار، ماء مقطَّر، حمّام ماء ساخن 55°C–65°C.

الخطوات

1. احضرْ 1 g من الطعام الذي تريد اختبار الكربوهيدرات فيه، واقطع منه قطعة بحجم حبة البازلاء، وضعها في أنبوب اختبار، ثمّ أضف إليها قطرتين من محلول اليود، لتختبر وجود النشا. ثم سجِّل نتائجك.
2. ضع كمّية الطعام الباقية مع 10 mL من الماء المقطّر، وأضف 20 قطرة من محلول بندكت إلى أنبوب اختبار، وضع 10 mL من الماء المقطّر مع 20 قطرة من محلول بندكت في أنبوب ثانٍ، ثمَّ سخّن الأنبوبَيْنِ في حمّام الماء مدّة 5 دقائق، ولاحظ ما يحدث وأنت تحرّكهما دائريًّا بلطف. ثم سجّل النّتائج.
3. ضع في أنبوب اختبار قطعة طعام صلب بحجم حبّة بازلاء، تعتقد أنها تحتوي على بروتين، ثم أضف ثلاث قطرات من محلول بيوريت. كرّر الخطوة مستخدمًا أنبوبًا ثانيًا واضعًا الماء المقطَّر بدلاً من قطعة طعام، واستخدم هذا الأنبوب بصفته ضابطاً للتّجربة. رُجَّ الأنبوبَيْنِ بلطف كي تختلط المكوّنات، ثمّ لاحظ ما يحدث. ثم سجّل النّتائج.
4. ضع في أنبوب اختبار كمّية 1 g من طعام تظن أنه يحتوي على دهون، وأضف كمّية من الماء المقطّر حتّى منتصَفه. وجهِّزْ ضابطًا للتّجربة، بالحجم نفسه، من الماء المقطَّر في أنبوبٍ ثانٍ. ثم أضفْ ثلاث قطرات من صبغ سودان III إلى كلٍّ من الأنبوبَيْنِ، وهزَّهما بلطف .ثم سجّل النّتائج.

يجب تشجيع الطلاب على فحص كل نوع من الأطعمة بشكل منفرد، ومشاركتهم في النتائج التي توصلوا إليها. غالبًا ما تضم وجبة الطعام المختارة: المخلل، البصل، الخس، الخبز، صلصة السلطات (صلصة الطماطم أو الخردل أو المايونيز)، اللحم البقري، البطاطا المقلية. إذا ترك الجزء السائل في الخلاط مدة زمنية أكثر من 30 دقيقة، فقد يلاحظ الطلاب طبقات منفصلة، وأيّ زيوت موجودة سوف تطفو على السطح.

(a) سوف يتحوّل محلول بندكت من اللون الأزرق إلى اللون الأحمرالشبيه بلون الطوب. وهذا يتوقف على إجمالي كمية السكريات البسيطة في الطعام. ويتحول محلول بيوريت إلى اللون الأرجواني.

نشاط 1-4: الكيمياء الحيوية للطعام – تابع

(b) يختبر كاشف Biuret وجود البروتينات في السوائل، وسيتحوّل لونه حالاً إلى الأرجواني بوجود البروتين.

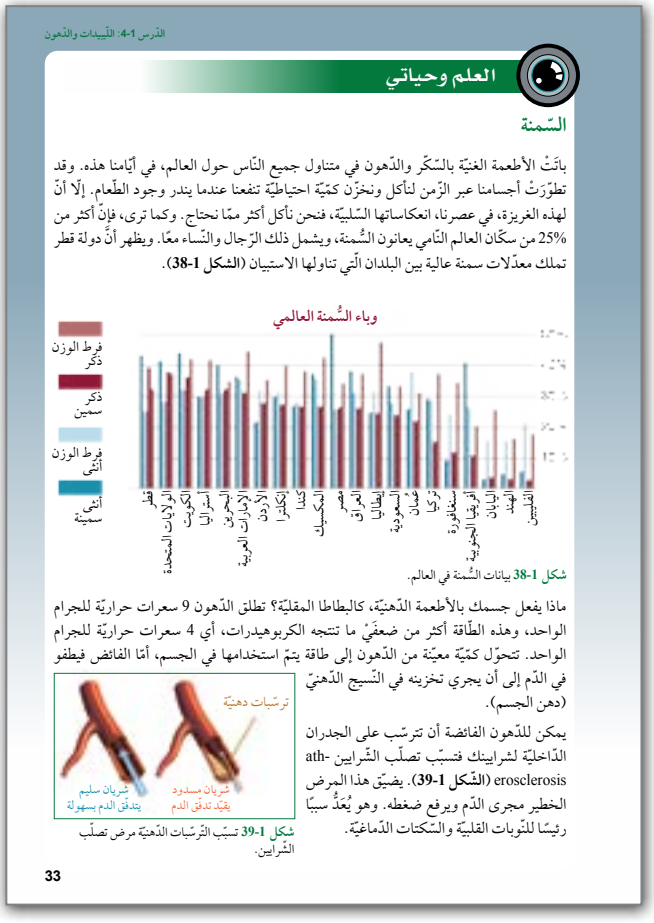
(c) سودان III يفصل الدهون ويتحول إلى اللون الأحمر. ويمكن أن تنشّف المواد الصلبة على الورق. تتكوّن بقع دهنية على الورق عند وجود الزيوت أو الدهون في الطعام.

العلم وحياتي

جرى التركيز على السُّمنة في جميع أنحاء العالم وفي صفحة العلم وحياتي هذه.

شجّع الطلاب على مناقشة ما يفكّرون فيه من أن مؤشر السمنة في العالم مرتبط بشكل مباشر بـ«دخل الفرد».

1. كلّف الطلاب ترتيب النسب % من الذكور ذوي الوزن الزائد بحسب البلد، ثم حدّد أعلى خمس دول. **تتنوّع الإجابات.**
2. كلّف الطلاب ترتيب النسب % من الإناث ذوات الوزن الزائد بحسب البلد، ثم حدّد أفضل خمس دول. **تتنوّع الإجابات.**



الدّرس 1-4: اللّيبيدات والدّهون

العلم وحياتي

السّمنة

باتَتْ الأطعمة الغنيّة بالسّكّر والدّهون في متناول جميع النّاس حول العالم، في أيّامنا هذه. وقد تطوّرَتْ أجسامنا عبر الزّمن لنأكل ونخزّن كمّيّة احتياطيّة تنفعنا عندما يندر وجود الطّعام. إلّا أنّ لهذه الغريزة، في عصرنا، انعكاساتها السّلبيّة، فنحن نأكل أكثر ممّا نحتاج. وكما ترى، فإنّ أكثر من 25% من سكّان العالم النّامي يعانون السُّمنة، ويشمل ذلك الرّجال والنّساء معًا. ويظهر أنّ دولة قطر تملك معدّلات سمنة عالية بين البلدان الّتي تناولها الاستبيان (**الشكل 1-38**).

وباء السُّمنة العالمي

فرط الوزن ذكر
ذكر سمين
فرط الوزن أنثى
أنثى سمينة

قطر
الولايات المتحدة
الكويت
أستراليا
البحرين
الإمارات العربية
الأردن
نيكاراغوا
كندا
المكسيك
مصر
العراق
إيطاليا
السعودية
عُمان
تركيا
سنغافورة
أوروغواي
الجزائر
اليابان
الهند
الفلبين

شكل 1-38 بيانات السُّمنة في العالم.

ماذا يفعل جسمك بالأطعمة الدّهنيّة، كالبطاطا المقليّة؟ تطلق الدّهون 9 سعرات حراريّة للجرام الواحد، وهذه الطّاقة أكثر من ضعفَيْ ما تنتجه الكربوهيدرات، أي 4 سعرات حراريّة للجرام الواحد. تتحوّل كمّيّة معيّنة من الدّهون إلى طاقة يتمّ استخدامها في الجسم، أمّا الفائض فيطفو في الدّم إلى أن يجري تخزينه في النّسيج الدّهنيّ (دهن الجسم).

ترسّبات دهنيّة
شريان سليم يتدفّق الدم بسهولة
شريان مسدود يقيّد تدفّق الدم

شكل 1-39 تسبّب التّرسّبات الدّهنيّة مرض تصلّب الشّرايين.

يمكن للدّهون الفائضة أن تترسّب على الجدران الدّاخليّة لشرايينك فتسبّب تصلّب الشّرايين -ath erosclerosis (الشّكل 1-39). يضيّق هذا المرض الخطير مجرى الدّم ويرفع ضغطه. وهو يُعَدُّ سببًا رئيسًا للنّوبات القلبيّة والسّكتات الدّماغيّة.

33

صمِّم تجاربك

a. ما الغاية من أنابيب الاختبار الضّابطة للتّجربة؟

b. اكتبْ بعض الأسئلة عمّا تحتوي عليه أنواع مختلفة من الأطعمة من الدّهون، أو البروتين، أو السّكّر.

c. صمِّمْ تجربة توفِّر لك بيانات قد تجيب عن أسئلتك، وتأكَّد من تصميم عيِّناتك الضّابطة للتّجربة بعناية.

d. نَفِّذِ التّجربة، ثم دوّن استنتاجاتك بعد تحليل البيانات المجمَّعة.

e. هل احتوى أيّ طعام على كمّيّة من البروتين، أو الدّهون، أو السّكّر، أكثر ممّا توقَّعْتَ؟

تقويم الدّرس 1-4 — الإجابات

1. أيّ المركّبات الحيويّة الثّلاثة يوفّر أكبر كمّيّة من الطّاقة عند استهلاكه؟

b. اللّيبيدات

2. صِف التّركيب الكيميائيّ لجُزيءٍ من الدّهون.

الدهون، مثل الجليسريد الثلاثي، تتكوّن من أحماض دهنية مشبعة أو غير مشبعة، مرتبطة بجزيء جليسيرول واحد.

3. ما الفرق بين الدّهون المشبَعة والدّهون غير المشبَعة؟

تتكوّن الأحماض الدهنية المشبعة من سلاسل هيدروكربونية ذات روابط تساهمية أحادية، في حين أن الأحماض الدهنية غير المشبعة تحتوي على رابطة تساهمية ثنائية واحدة على الأقل.

4.* في رأيك، واستنادًا إلى شكل الجزيئات، ما السّبب الّذي يجعل الدّهون غير المشبَعة سائلة في درجة حرارة الغرفة، في حين تبقى الدّهون المشبَعة صلبة؟

الأحماض الدهنية المشبعة مستقيمة وغير متفرعة ولذا تنتظم في حزمات بسهولة نتيجة تشكيل قدر كبير من التلامس بين الجزيئات. في حين أن الأحماض الدهنية غير المشبعة متفرعة ولا تشكل حزمات محكمة بسبب الروابط التساهمية الثنائية.

5. ما المجموعة الوظيفيّة الّتي تجعل سلسلة هيدروكربونيّة حمضًا دهنيًّا؟

مجموعة الكربوكسيل (-COOH).

6. تشكّل جزيئات الفسفوليبيد طبقة مزدوجة في الأغشية الخلويّة كلّها لدى الكائنات الحيّة.

7.** يتفاعل حمض الأسيتيك مع الإيثانول ethanol لينتج إستر بواسطة تفاعل تكثيف بنائيّ.

a. ابحث في تركيب حمض الأسيتيك والإيثانول.

b. حدّد تركيب الإستر الّذي يتكوّن.

c. ابحث في اسم الإستر الّذي يتكوّن.

d. هل يتوافر هذا المركّب في الطّبيعة؟ وهل يُستخدَم في المجالات التّكنولوجيّة؟

تتنوع الإجابات. استخدم نموذج تقييم المشروع، أو عدّله لتقييم المشروع.

8.* ماذا تعني عبارة «محبّ للماء»، وعبارة «كاره للماء»؟ وكيف تتوافق هاتان الكلمتان مع فهمنا للّيبيدات الموجودة في الجسم؟

الدهون في الجسم تميل إلى أن تكون جُزيئات «كارهة للماء» أي تصدّ الماء، حتى أنها تكوِّن حويصلات تخزين جيدة. «محب للماء» يعني لا يتنافر معه. الفسفوليبيد في الأغشية الخلوية يحتوي على كلٍّ من المنطقتين: المحبة للماء والكارهة للماء.

إعادة التدريس-مفردات اللّيبيد

1. حضِّر قائمة بالمفردات من هذا الدرس (والدروس السابقة) لاستخدامها في لعبة تُسمى «المقعد الساخن».
2. قسّم الطلاب إلى فريقين متساويين، ودعْ لاعبًا من كل فريق يجلس على «مقعد ساخن»، يكون الكرسيّان موجَّهين بعكس موقع السبورة، أو الشاشة التي في مقدّمة الصف.
3. الهدف من اللعبة أن يخمّن كل لاعب المفردات التي يكتبها المعلم، أو يعرضها على السبورة بالاستناد إلى الأدلة أو التعريفات التي يقدّمها إليه زملاؤه.
4. يلعب الطلاب بالتناوب، وتعطى العلامات لكل كلمة صحيحة. يمكن للمعلم وضع حدود زمنية وقواعد أخرى، مثل السماح بالإشارات، أو الكلمات، أو الصور المرسومة فقط.
5. بمجرد تخمين المفردة بشكل صحيح ، يدور الطلاب.

إثراء-محتوى الدهون في المكسّرات المختلفة

مواد الطالب: 1g من الصلصال ، عيدان أسنان، عيدان كبريت، مكسّرات لينة منوعة (فول سوداني، كاجو، جوز، جوز امريكي، جوز برازيلي) ، ميزان إلى أقرب 0.01 جرام

الدهون هي مصادر للطّاقة المخزَّنة توفر للجسم البشري الموارد اللازمة. ما المكسّرات التي تحتوي على أكبر طاقة من الدهون؟

1. تحت إشراف دقيق، يمكن للطلاب أن يلاحظوا، نوعيًّا وكمّيًّا، محتوى الدهون في المُكسَّرات المختلفة، باستخدام طريقة مماثلة لعرض المرشمللو. باستخدام هذا كنموذج، اطلب إليهم أن يخططوا لتجربة بسيطة، بهدف مقارنة الحرارة الصادرة عن حرق حبّة من حبوب المكسرات، بعد أن توضع على عود أسنان مثبت بقاعدة من الطين.
2. اطلب إليهم تخطيط تجربتهم، والحصول على الموافقة قبل إجرائها.
3. ملاحظة: تأكد من أن تجاربهم تُنفَّذ على أسطح مثبطة للهب.

ملاحظات

www.jnob-jo.com

الدرس 1-5
البروتينات والأحماض الأمينية

مصادر تعلّم الدّرس

المدة	العناوين/المحتوى	موارد كتاب الطالب	موارد دليل المعلم
$\frac{1}{2}$ حصة	البروتينات، أنواع البروتينات	الصفحات 36-37	افتتاحية الدرس، عرض، نشاط ملصق تغذية
1 حصة	الأحماض الأمينيّة	الصفحتان 38-39	لعبة
1 حصة	التّركيب الأوّليّ ، والتّركيب الثّانوي، والتّركيب الثّالثيّ، والتّركيب الرّابعيّ، للبروتينات	الصفحات 40-42	نشاط السلك وحبوب الخرز
1 حصة	نموذج وظيفي للبروتينات، التفاعل التّكثيفيّ والتّحلُّل المائيّ، نشاط: 1-5 تركيب البروتينات.	الصفحات 43-45	ورقة عمل 1-5

الزمن المقترح للتدريس

يجب أن يستغرق هذا الدرس 3–4 حصص دراسية، وأن يشتمل على نشاط خبرة تعلم واحد، ومتابعة تنفيذ نشاطَيْ خبرة تعلم بدأ تنفيذهما من قبل.

الأنشطة	مواد من أجل النشاط
1-5 تركيب البروتينات	جهاز كومبيوتر وإنترنت، باوربوينت، أو أيّ تطبيق آخر لعرض الرُّسوم.

مخرجات التعلّم

B1104.1 يتعرّف إلى تركيب وخصائص الأحماض الأمينية في البروتينات.

B1104.2 يصف تكوُّن وتكسُّر الرابطة الببتيديّة في البروتينات.

B1104.3 يشرح التّركيب الأوّليّ والثانويّ والثّالثيّ والرّابعيّ للبروتينات.

B1104.4 يصف أنواع الرّوابط الّتي تحافظ على شكل جُزيئات البروتين.

المعرفة السابقة

يجب أن يعلم الطلاب:

- أن البوليمرات هي سلاسل من المونومرات.
- أن الرابطة الهيدروجينيّة هي القوة الجاذبة بين الهيدروجين في مُركَّب أوَّل والشحنات الجزئية على مُركَّب آخر.
- علاقة القوة النسبية بين الروابط التساهميّة، والروابط الأيونيّة، والروابط الهيدروجينيّة.
- أن المُركَّبات التي تذوب في الماء يمكن أن تكون حمضيّة، أو قاعديّة، أو متعادلة.
- أن المجموعات الوظيفية بعضها كاره للماء وبعضها الآخر مُحِبّ للماء.

المفردات

Defensive proteins	البروتينات الدّفاعيّة
Receptor proteins	المستقبلات البروتينية
Structural proteins	البروتينات الهيكليّة
Transport proteins	البروتينات النّاقلة
Genetic regulators	المنظِّمات الوراثيّة
Protein	البروتين
Peptide bond	رابطة ببتيديّة
active site	الموقع النَّشِط
Polypeptide	عديد الببتيد
Amino acid	الحمض الأمينيّ
Proteome	البروتيوم
Enzyme	الأنزيم
Hormone	الهرمون
Substrate molecule	جزيء الركيزة
Primary structure	التّركيب الأوّليّ
Alpha helix	لولب ألفا
Beta pleated sheet	صفائح بيتا
Secondary structure	التّركيب الثّانويّ
Tertiary structure	التّركيب الثّالثيّ
Quaternary structure	التّركيب الرّابعيّ
Condensation	التّكثيف

مشروعات الملصقات وشبكة الإنترنت

يُكمل الطلاب نشاطي خبرة تعلم إضافيين بُدئ تنفيذهما من قبل. امنحهم بعض الوقت خلال الحصص الدراسية لهذا الدرس، كي يتقدموا في إنجاز المشروعين، الفردي والجماعي:

a. يُعدّ الطلاب ملصقًا جداريًّا يظهرون فيه التركيبين المونومري والبوليمري الأساسيين للكربوهيدرات والبروتينات والدهون.

b. يقوم الطلاب في ثنائيات، أو مجموعات صغيرة، بالبحث عن مصادر جيدة على الإنترنت، توضح جوانب الكيمياء الحيوية، لكل من الكربوهيدرات والليبيدات والبروتينات.

افتتاحية الدرس

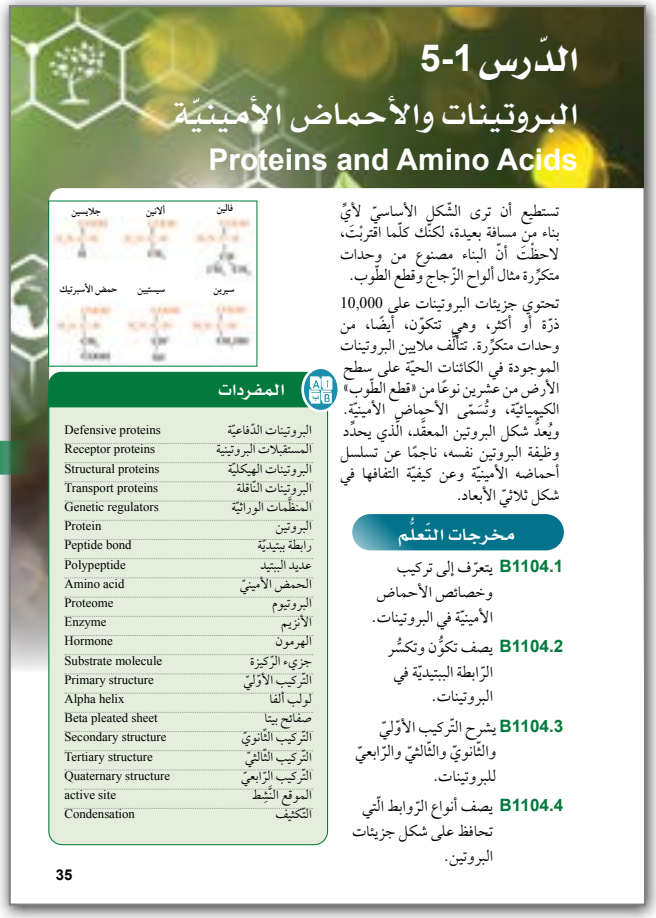
تتكوّن بروتينات جميع الكائنات الحيّة على الأرض من الأحماض الأمينيّة العشرين نفسها. قم بإجراء مناقشة لتعرف ما لدى الطلاب من معلومات عن البروتينات. هل يربطون البروتينات فقط بالغذاء، أم يعرفون دورها في تراكيب الجسم، مثل العضلات والشعر والأظفار؟

1. إذا كان لديك شافط للدخان، ونظارات واقية ، ومُدربٌ على معادلة الأحماض القوية، يمكنك عرض وجود البروتين في المواد الصلبة باستخدام التفاعل الزانثوبروتيني xanthoproteic للأحماض الأمينية غير القطبية (الصفحة 42 من كتاب الطالب).
2. أحضر 4 أنابيب اختبار لها أغطية، وحامل أنابيب الاختبار، و 3 قطارات من البولي بروبيلين polypropylene، و 1 mL من $1M\ HNO_3$ في زجاجة، أو قنينة مصنوعة من مادة البولي بروبيلين، و 0.1M NaOH، وورقة pH، وماء مقطّر، وكاميرا للتصوير القبْلي والبعدي.
3. العناصر التي تعطي نتيجة موجبة: شعر الثدييات الأبيض (الحصان، أو الماعز، أو القط)، قصاصات الأظفار أو أصابع القدم، بياض البيض المسلوق، الجبن الأبيض.
4. أضف 4-2 قطرات من الحمض إلى كل مادة. انتظر. إذا ظهر لون أصفر، يكون الحمض الأميني التايروزين موجودًا. خفِّف الحمض بـ 10 mL من الماء، وقم بمعادلة محتويات كل أنبوب بهيدروكسيد الصوديوم NaOH، قبل التخلّص منها.
5. ادعُ الطلاب إلى احتساب السعرات الحرارية من البروتين في ملصقات التغذية الخاصة بهم.

1 g بروتين → 4 kcal/g

6 g بروتين × 4 kcal/g = 24 kcal

24 kcal ÷ 172 (السعرات الكلية) × 100 = 14%



الدّرس 1-5

البروتينات والأحماض الأمينيّة

Proteins and Amino Acids

تستطيع أن ترى الشّكل الأساسيّ لأيّ بناء من مسافة بعيدة، لكنّك كلّما اقتربْتَ، لاحظْتَ أنّ البناء مصنوع من وحدات متكرّرة مثال ألواح الزّجاج وقطع الطّوب.

تحتوي جزيئات البروتينات على 10,000 ذرّة أو أكثر، وهي تتكوّن، أيضًا، من وحدات متكرّرة. تتألّف ملايين البروتينات الموجودة في الكائنات الحيّة على سطح الأرض من عشرين نوعًا من «قطع الطّوب» الكيميائيّة، وتُسمّى الأحماض الأمينيّة. ويُعدُّ شكل البروتين المعقّد، الّذي يحدّد وظيفة البروتين نفسه، ناجمًا عن تسلسل أحماضه الأمينيّة وعن كيفيّة التفافها في شكل ثلاثيّ الأبعاد.

مخرجات التّعلُّم

B1104.1 يتعرّف إلى تركيب وخصائص الأحماض الأمينيّة في البروتينات.

B1104.2 يصف تكوُّن وتكسُّر الرّابطة الببتيديّة في البروتينات.

B1104.3 يشرح التّركيب الأوّليّ والثّانويّ والثّالثيّ والرّابعيّ للبروتينات.

B1104.4 يصف أنواع الرّوابط الّتي تحافظ على شكل جزيئات البروتين.

المفردات

Defensive proteins	البروتينات الدّفاعيّة
Receptor proteins	المستقبلات البروتينيّة
Structural proteins	البروتينات الهيكليّة
Transport proteins	البروتينات النّاقلة
Genetic regulators	المنظّمات الوراثيّة
Protein	البروتين
Peptide bond	رابطة ببتيديّة
Polypeptide	عديد الببتيد
Amino acid	الحمض الأمينيّ
Proteome	البروتيوم
Enzyme	الأنزيم
Hormone	الهرمون
Substrate molecule	جزيء الرّكيزة
Primary structure	التّركيب الأوّليّ
Alpha helix	لولب ألفا
Beta pleated sheet	صفائح بيتا
Secondary structure	التّركيب الثّانويّ
Tertiary structure	التّركيب الثّالثيّ
Quaternary structure	التّركيب الرّابعيّ
active site	الموقع النّشِط
Condensation	التّكثيف

البروتينات

سؤال للمناقشة

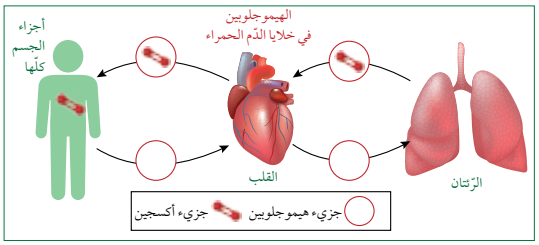
ما هو البروتين؟

البروتين **Protein** جزيء حيويّ كبير مكوّن من عديد ببتيد **Polypeptide** واحد أو أكثر، وكل عديد ببتيد يتشكّل من مونومرات تُسمّى الأحماض الأمينيّة **Amino acids** مرتبطة معا بروابط ببتيدية. وتؤدّي البروتينات وظائف عديدة في الكائنات الحيّة، فهي تشارك في العديد من العمليّات الحيويّة في الخلايا؛ وكمثالٍ على ذلك الهيموجلوبين، وهو البروتين الّذي ينقل الأكسجين في الدّم (الشكل **40-1**).

شكل **40-1** البروتينات الحيويّة فئة من الجزيئات العملاقة، كالهيموجلوبين.

إنّ البروتينات جزيئات كبيرة للغاية؛ فعلى سبيل المثال، تحتوي الصّيغة الكيميائيّة للهيموجلوبين على 9,272 ذرّة في الجزيء الواحد مقارنةً بجزيء الجلوكوز الّذي يحتوي على 24 ذرّة.

والهيموجلوبين بروتين ناقل، يشكّل معظم كتلة خلايا الدّم الحمراء. فعندما تمرّ هذه الخلايا في داخل الرّئتَيْن (**الشّكل 41-1**)، يلتقط الهيموجلوبين الأكسجين، ينقله عبر الجسم، ويطلقه إلى الخلايا، ثمّ يكمل دورته ليعودَ ثانيةً إلى الرّئتَيْن حيث يحمل مجدّدًا الأكسجين.



شكل **41-1** الهيموجلوبين هو بروتين ينقل الأكسجين في الدّم.

أنواع البروتينات

سوف يتعلّم الطلاب المزيد عن البروتينات في الوحدة 6، حيث يكتشفون أن بناء البروتين يوجّهه جزيء حيوي فريد، هو الحمض النّووي الرّيبوزي المنقوص الأكسجين (DNA). وللأنواع المدرجة أدناه من البروتينات وظائف مُحدَّدة.

- الأنزيمات: محفِّزات.
- البروتينات الدّفاعيّة: الأجسام المضادّة.
- الهرمونات: تنظم النموّ والخصوبة والتطوّر والمزاج.
- المستقبلات البروتينية: تستجيب للإشارات الكيميائية في داخل الجسم وفي خارجه.
- البروتينات الهيكليّة: مثالها العضلات.
- البروتينات النّاقلة: مثالها الهيموجلوبين.
- المنظِّمات الوراثيّة: تتحكّم في كيفية التّعبير عن المعلومات الجينية.

الأحماض الأمينيّة

تُسمّى جُزيئات **الأحماض الأمينية Amino acids** في كثير من الأحيان «الوحدات البنائيّة للحياة». الجلايسين هو أصغر الأحماض الأمينية العشرين الموجودة على الأرض. تكمن الفكرة الأساسية في أن كل الأحماض الأمينية لها التركيب NH2-CH-COOH نفسه عند أحد طرفيها. تتكوّن البروتينات عبر التفاعل التكثيفي بين مونومرات الأحماض الأمينية. وتختلف البروتينات عن الكربوهيدرات والليبيدات باحتوائها على النّيتروجين، واحتواء بعض الأحماض الأمينية على الكبريت. البروتينات كبيرة جدّاً. وغالبًا ما يحتوي جُزيء البروتين الواحد على آلاف الذّرات.

الدرس 1-5: البروتينات والأحماض الأمينيّة

أنواع البروتينات

تُسمّى البروتينات «الوحدات البنائيّة للحياة»، إذ تؤدّي جزيئاتها وظائف حيوية عديدة (الشّكل 1-42). وفي عصرنا الحاليّ، تجري أبحاث مكثّفةٌ لتصنيف البروتينات المختلفة في جسم الإنسان، بحيث يعتقد العلماء أنّ هناك، على الأقلّ، 20,000 بروتين فريد في الخليّة. تُسمّى دراسة البروتينات علوم البروتيوميات proteomics، فيما تُسمّى قائمة البروتينات الكاملة في الكائن الحيّ **البروتيوم Proteome**.

الأنزيمات Enzymes، وهي محفِّزاتٌ تقومُ بتسريع التّفاعلات الكيميائيّة الحيويّة؛ فالسّكّريز أنزيمٌ يحلّل السّكّروز إلى جلوكوز وفركتوز.

البروتينات الدّفاعيّة Defensive proteins، تضمّ الأجسام المضادّة الّتي تتعرّف إلى الخلايا أو إلى الأجسام الغريبة في داخل الجسم وتستجيب لها.

الهرمونات Hormones وهي بروتينات يجري إفرازها في داخل الجسم لتنظّم العمليّات الحيويّة فيه. يُعدُّ هرمون النّموّ البشريّ مثالٌ على الهرمونات، وهو يحفز نموّ الخلايا.

المستقبلات البروتينية Receptor proteins تستجيب للإشارات الكيميائيّة في داخل الجسم وخارجه؛ فعلى سبيل المثال، يستجيب مستقبل الأنسولين لهرمون الأنسولين.

البروتينات الهيكليّة Structural proteins تدخل في التّراكيب الّتي تتحمّل القوى في الجسم، كالأوتار والأربطة، ويُعدُّ الكيراتين keratin الموجود في الشّعر والأظفار وريش الطّيور مثالًا على هذه البروتينات.

البروتينات النّاقلة Transport proteins تنقل المواد من مكان إلى آخر داخل الجسم، والهيموجلوبين الذي ينقل الأكسجين مثال عليها.

المنظِّمات الوراثيّة Genetic regulators وهي بروتينات تُعْرَفُ بعوامل النّسخ الّتي تتحكّم بمتى وكيف وإلى أيّ مدى يتمّ التّعبير عن جينٍ ما.

شكل 1-42 الوظائف المختلفة للبروتينات في الكائنات الحيّة.

الوحدة 1: الكيمياء الحيوية – الجزيئات الحيوية

الأحماض الأمينيّة

سؤال للمناقشة
بماذا تختلف البروتينات فيما بينها؟
ما هو الحمض الأمينيّ؟

البروتين جزيء حيويّ كبير يتكوّن من ارتباط عدد من الوحدات الصغيرة الّتي تُسمّى **الأحماض الأمينيّة Amino acids**. تُعدّ البروتينات من البوليمرات، وتملك أحماضًا أمينيّة كمونومرات. وخلافًا للنّشا والسّليلوز، لا تكونُ مونومرات البروتين كلّها متماثلةً، إذْ يتكوّن كلّ بروتين من تسلسلٍ فريدٍ من الأحماض الأمينيّة الّتي لا تتجاوز العشرينَ نوعًا.

وتُعدّ الأحماض الأمينيّة جزيئات صغيرة، في كلٍّ منها مجموعة أمين ($-NH_2$) ومجموعة كربوكسيل (-COOH) تتّصلان بذرّة كربون مركزيّة. لذا، تختلف الأحماض الأمينيّة فيما بينها، في التّفرُّع الباقي المتّصل بذرّة الكربون المركزيّة، وتُسمّى تلك التّفرّعات المختلفة السّلسلة الجانبيّة، أو مجموعة R-. ويحتوي كلّ حمض أمينيّ على مجموعة R مختلفة عن الاحماض الامينية الاخرى ومتّصلة بالتّركيب نفسه NH_2-C-COOH.

يظهر الشّكل الآتي الأحماض الأمينيّة ، الجلايسين glycine، والألانين alanine، والسّيرين serine. هل تستطيع أن تلاحظ كلًّا من الجزء المشترك والجزء المختلف في كلّ جزيء من الجزيئات الثّلاثة (الشّكل 1-43)؟

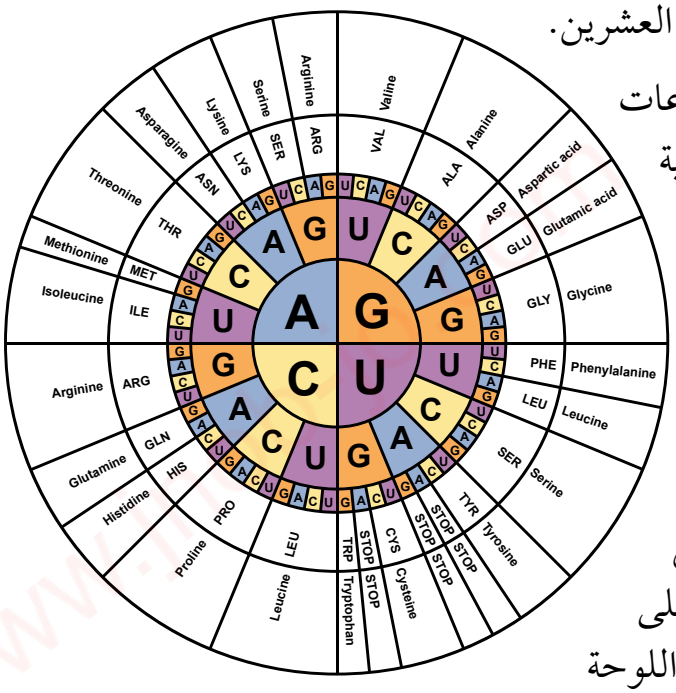
شكل 1-43 تضمُّ الأحماض الأمينيّة كلّها التّركيب NH_2-C-COOH المركزيّ نفسه، ومجموعات R مختلفة.

تشكّل الأحماض الأمينيّة الوحدات البنائيّة للبروتينات، وتشارك جميع الكائنات الحيّة على الأرض في 20 حمضًا أمينيًّا.

ينتجُ من الاتحادات بين الأحماض الأمينيّة العشرين الموجودة في الطّبيعة تنوّعٌ ضخم في الجزيئات الحيويّة. وكما تتشكّل معاني الكلمات من اختلاف ترتيب أحرفها، تختلف البروتينات باختلاف ترتيب أحماضها الأمينيّة.

الأحماض الأمينيّة العشرون في الحياة على الأرض

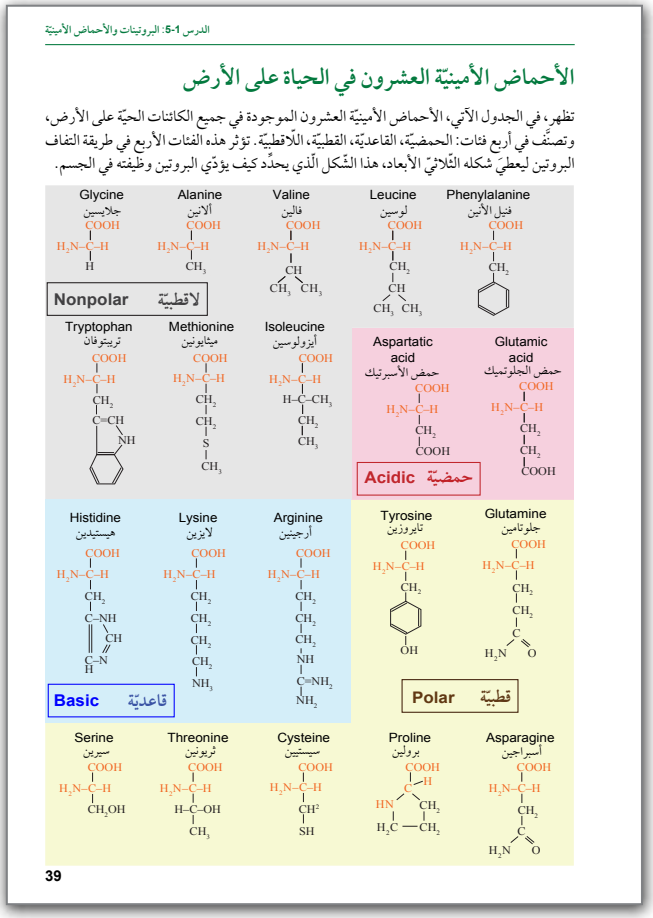
أطلع الطلاب على أسماء الأحماض الأمينيّة العشرين.



1. عيّن اسم حمض أميني واحد لمجموعات الطلاب، ودعْهم يحدّدوا الخاصّية الكيميائية المرتبطة بسلوكه الكيميائي من الجدول الوارد على الصفحة 42.
2. قدّم إلى الطلاب لوحة تشفير. واطلب إليهم تحديد الشيفرة الثلاثية الأحرف التي ترمز إلى حمضهم، انطلاقًا من الدائرة الخارجية عليها. ملاحظة: يُفضِّل معلّمون كثيرون النموذج الدائري على نموذج الجدول. كلّف الطلاب حفظ اللوحة التي قدّمتها إليهم، بغية الرجوع إليها مرّة أخرى، لدى تعلّم تكوين البروتين في الوحدة 6.

تُعدّ لعبة البينجو BINGO لعبة ممتعة. ارسم شبكة 5 × 4 لأسماء الأحماض الأمينيّة، وعلى الجهة العكسية ضع شيفراتها.

1. قص القطع، وضعها في كيس.
2. دع الطلاب يكتبوا بشكل عشوائي شيفرات الأحماض الأمينية العشرين على شبكة 5 × 4 على أوراقهم الخاصة.
3. كلّما سحبت ورقة من الكيس، ردِّد الاسم الحقيقي لكل حمض أميني، ويقوم الطلاب بتحويط الشيفرة الصحيحة. أول شخص يحوّط أربع إجابات متتالية أو خمسًا، يردّد بصوت مسموع: بينجو BINGO!
4. يجب أن ينطق الطالب الاسم الحقيقي بالشكل الصحيح، ويحدِّد شيفرته، كي يفوز.
5. يمكن اللعب جولات عدّة مع اللوحة، ثم اللعب فيما بعد من دونها.


الدرس 1-5: البروتينات والأحماض الأمينيّة

الأحماض الأمينيّة العشرون في الحياة على الأرض

تظهر، في الجدول الآتي، الأحماض الأمينيّة العشرون الموجودة في جميع الكائنات الحيّة على الأرض، وتصنَّف في أربع فئات: الحمضيّة، القاعديّة، القطبيّة، اللّاقطبيّة. تؤثر هذه الفئات الأربع في طريقة التفاف البروتين ليعطيَ شكله الثّلاثيّ الأبعاد، هذا الشّكل الّذي يحدِّد كيف يؤدّي البروتين وظيفته في الجسم.

Nonpolar لاقطبيّة: Glycine جلايسين, Alanine ألانين, Valine فالين, Leucine لوسين, Phenylalanine فنيل ألانين, Tryptophan تريبتوفان, Methionine ميثايونين, Isoleucine أيزولوسين

Acidic حمضيّة: Aspartic acid حمض الأسبرتيك, Glutamic acid حمض الجلوتميك

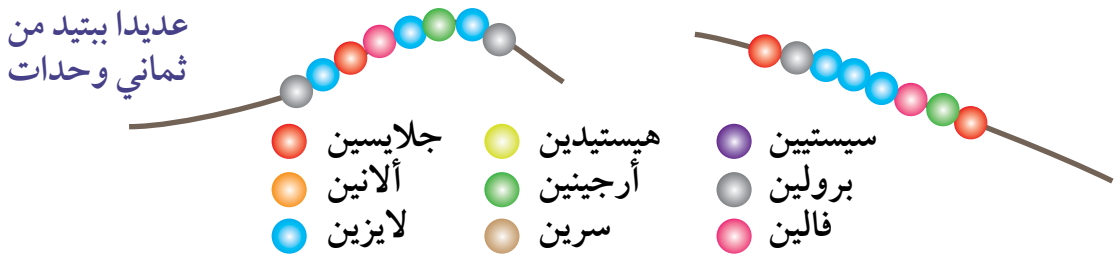
Basic قاعديّة: Histidine هيستيدين, Lysine لايزين, Arginine أرجينين

Polar قطبيّة: Tyrosine تايروزين, Glutamine جلوتامين, Serine سيرين, Threonine ثريونين, Cysteine سيستيين, Proline برولين, Asparagine أسبراجين

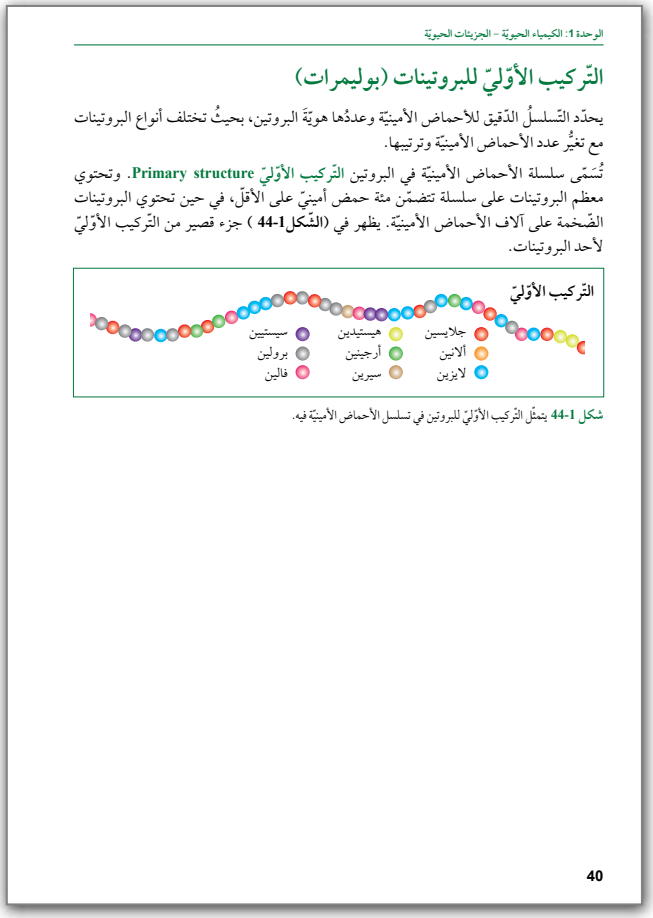
39

التّركيب الأوّليّ للبروتينات (البوليمرات)

1. أحضر أسلاكًا بطول 1m، وخرزًا صغيرًا من ألوان مختلفة. ووزّع على كل طالب سلكًا مع 8 خرزات. يجب أن يكون السلك سهل الالتواء والقطع. (إنّها لفكرة جيّدة القيام بنموذج اختبار أولي قبل توجيه الطلاب نحو نوع السلك، وطوله، وحجم الخرزات).
2. ادعُ الطلاب إلى لَيّ طرف واحد من السلك لتشكيل حلقة صغيرة، ولَيّ السلك مرّات عدّة تحت الحلقة لإغلاق نهاية السلك.
3. ادعُ كل طالب إلى إدخال الخرزات من الطرف الآخر، وتشكيل حلقة مؤقتة ثانية في نهاية السلك، حتى لا يسقط الخرز.
4. ادعُ الطلاب إلى مقارنة تسلسل الخرز كل مع زميله، يُحتمل ألّا يكون تسلسل الألوان هو نفسه لدى الجميع.
5. في هذا النموذج، تمثّل كل خرزة حمضًا أمينيًا، وتُمثل كُل سلسلة، من 8 خرزات على سلك، عديد ببتيد مختلفًا (بروتينًا صغيرًا)، لذلك فهو يمثل التركيب الأوّلي primary structure للبروتين.



6. حّدد من بيانات الصف إن كان لدى أكثر من طالب سلسلة حبوب الخرز نفسها (الاحتمال ضعيف لكنّه ممكن).
7. للنموذج التالي، يحتاج الطلاب إلى فك الجديلة، والحفاظ على الحلقة المؤقتة عند النهاية، لمنع سقوط الخرزات. تمثّل الأشكال المختلفة للحلقة تبسيطًا لفكرة الخصائص الكيميائية المختلفة لكل حمض أميني مشارك في التفاف البروتين.


الوحدة 1: الكيمياء الحيوية - الجزيئات الحيوية

التّركيب الأوّليّ للبروتينات (بوليمرات)

يحدّد التّسلسلُ الدّقيق للأحماض الأمينيّة وعددُها هويّةَ البروتين، بحيثُ تختلف أنواع البروتينات مع تغيُّر عدد الأحماض الأمينيّة وترتيبها.

تُسمّى سلسلة الأحماض الأمينيّة في البروتين التّركيب الأوّليّ Primary structure. وتحتوي معظم البروتينات على سلسلة تتضمّن مئة حمض أمينيّ على الأقلّ، في حين تحتوي البروتينات الضّخمة على آلاف الأحماض الأمينيّة. يظهر في (الشّكل 1-44) جزء قصير من التّركيب الأوّليّ لأحد البروتينات.

التّركيب الأوّليّ
جلايسين
ألانين
لايزين
هيستيدين
أرجينين
سيرين
سيستيين
برولين
فالين

شكل 1-44 يتمثّل التّركيب الأوّليّ للبروتين في تسلسل الأحماض الأمينيّة فيه.

40

8. أوضح أن حالة واحدة فقط، هي وجود مئات الأحماض الأمينية مرتبطة معاً، يمكن فيها تشكيل نموذج **التركيب الثّانوي Secondary structure** أو **الثّالثّي Tertiary structure** للبروتين. وضّح أن النموذج المادي محدود للغاية، حتى أن أجهزة الكمبيوتر تعاني مشكلة في نمذجة جميع الخصائص الكيميائية ذات الصلة. يمكن للطلاب استخدام قلم الرصاص لإنشاء زنبرك من بين حبات الأحماض الأمينية.

9. لتشكيل نموذج التّركيب الرّابعيّ (الكرة)، وضّح أن الأحماض الأمينية الستة المركزية غير قطبية. ونتيجة لذلك تتوجّه الأحماض الأمينية بعيداً عن الماء، ودعهم يطوروا سلكهم إلى كرة، أو **التّركيب الرّابعيّ Quaternary structure**.

www.jnob-jo.com

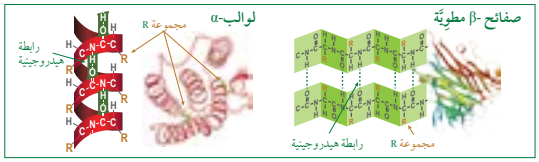
التّركيب الثّانوي للبروتين

إنَّ شكل سطح البروتين هو الّذي يحدِّد كيف يؤدّي البروتين وظائفه، ويعتمد هذا الشّكل على طريقة التفاف التّركيب الأوّليّ على نفسه.

التّركيب الثّانويّ Secondary structure للبروتين يَصِفُ شكلَ سلسلة الأحماض الأمينيّة. وهناك شكلان شائعان هما **لولب α Alpha helix**، و**صفيحة β مطويّة (beta pleated sheet)**. يشبه لولب-α الزّنبرك، أمّا صفيحة -β المطوية فهي تشبه قُصاصة ورق طويلة مطويَّة. يتشكّل البروتين ثرومبين alpha-thrombin البشريّ، مثل معظم البروتينات، من اتّحاد هذَين الشَّكلَيْن (**شكل 1-45**).

شكل 1-45 التّركيب الثّلاثي الأبعاد للبروتين البشريّ ثرومبين ألفا.

يتشكل ويلتف لولب ألفا عند تكون روابط هيدروجينية بين مجموعة أمين ($-NH_2$)، وبين الأكسجين في مجموعة كربونيل ($C = O$) على السّلسلة نفسها (**الشّكل 1-46**)؛ يتميز لولب ألفا بمرونته حيث أنه يستطيع أن يتمدد كما يفعل الزنبرك، وتمنح هذه الخاصية البروتين إمكانية تغير شكله كما يحصل أثناء حركة الخلايا وانقسامها. كما تتّجه مجموعات R المتبقّية نحو الخارج، حيث تتفاعل مع البيئة المحيطة بها. تتميّزُ الألياف الطبيعيّة، كالصّوف والشَّعر والأوتار والعضلات، بشكل لولب-α.



شكل 1-46 الرّوابط الهيدروجينيّة في لولب-α وصفائح -β المطويَّة.

من جهة أخرى، تتميّز الأحماض الأمينيّة الكبيرة، كالتّايروزين tyrosine والتّريبتوفان tryptophan، بسلاسل جانبيّة ضخمة لا تناسب لولب-α، فتشكّل، بدلًا من ذلك، صفائح -β مطويّة. لكي تَسْتَطيعَ إدراك شكل الصّفائح المطويَّة هذه، تخيَّل أنّك ترسم سلسلة بوليمرعلى امتداد الهامشَيْن الأيمن والأيسر لصفحةٍ من ورق، ثمّ تطويها بشكلٍ متعرّج كالأكورديون. تتألّف الصفيحة بيتا المطوية من سلسلتَيْن جانبيَّتَيْن أو أكثر، جنبًا إلى جنب، مع روابط هيدروجينيّة بينها.

التّركيب الثّالثيّ والتّركيب الرّابعيّ

يُسَمّى الشّكل العامّ الثّلاثيّ الأبعاد للبروتين **التّركيبَ الثّالثيّ Tertiary structure**. لابدّ من أن تفكّر في كلّ ما تعلَّمْتَهُ عن الرّوابط والقوى الجاذبة، كالرّوابط الهيدروجينيّة والأيونيّة والتساهميّة بين الجسور الكبريتيّة، والتّجاذبات بين الجزيئات المشحونة أو القطبيّة، وكذلك التّفاعلات المتبادَلة بين ما هو محبّ للماء وما هو كاره للماء؛ كلّ هذه المفاهيم تتحكَّمُ بحدوث التّفاعلات الّتي تجعل تراكيب اللّولب-α والصفيحة بيتا المطويّة تلتفّ أو تنحني لتشكّل التّركيب الثّالثيّ. يمكن للبروتينات أن تأخذ أشكالًا مختلفة ومتعدّدة (**الشّكل 1-47**).

شكل 1-47 التّركيب الثّالثيّ لبعض البروتينات.

يُعَدُّ بروتين الهيموجلوبين البشريّ مثالًا جيّدًا على **التّركيب الرّابعيّ Quaternary structure** للبروتين (**الشّكل 1-48**). يصف التّركيب الرّابعيّ كيفيّة تشكيل البروتينات الكبيرة بوساطة انضمام بضعة بروتينات صغيرة إلى بعضها؛ فالهيموجلوبين مثلًا يضمُّ أربع سلاسل منفصلة من البروتينات.

شكل 1-48 يظهر تركيب الهيموجلوبين الرّابعيّ أنّ الجزيء يضمُّ أربع سلاسل منفصِلة متشابِكة في ما بينها.

نموذج وظيفيّ للبروتينات

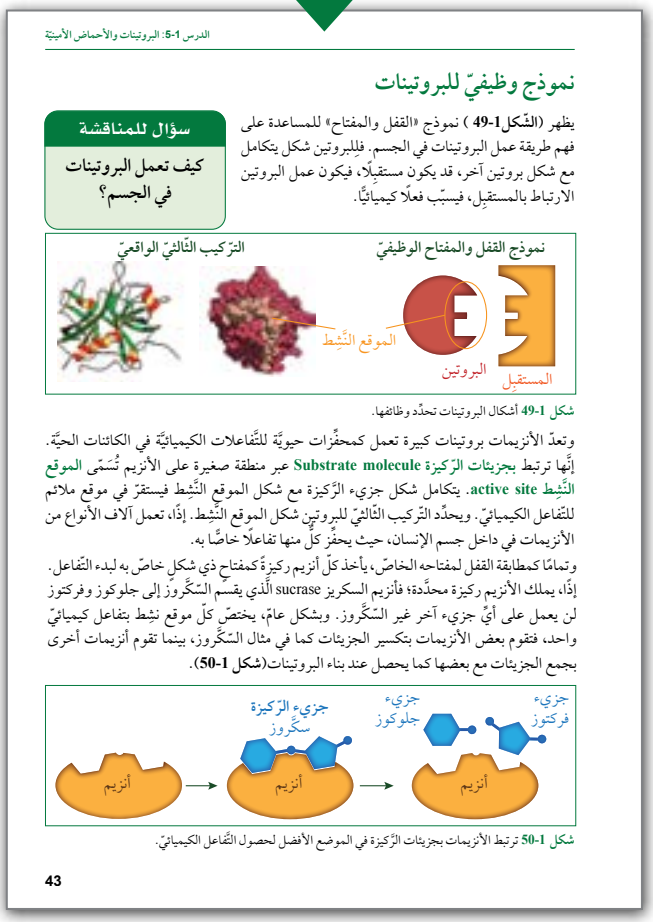
يقتصر هذا الموضوع على مقدمة لإحدى وظائف البروتين المذكورة، والعودة إلى دور السكّريز sucrase، الأنزيم الذي يحفّز التحلّل المائيّ للسّكَّروز (نشاط 1-3).

في الوحدة 2، سيجري اكتشاف ما تفعله البروتينات على المستوى الخلوي، بوصفها واحدًا من مكوِّنات الأغشية الخلوية. سوف تدرّس الأنزيمات بشكل مُعمّق في الوحدة 3. أمّا الوحدة 6، فتحتوي على معلومات عن البروتينات كمنظِّمات وراثيّة. شدّد على أن لشكل البروتين دورًا حاسمًا في العديد من العمليات الكيميائية المهمّة، التي تحدث في الكائنات الحيّة.

التفاعل التّكثيفيّ والتّحلُّل المائيّ

يجب أن يبدأ الطلاب برؤية الأنماط في التفاعلات الكيميائية الحيوية. وكما تبنى الكربوهيدرات والليبيدات عن طريق إزالة الماء، كذلك تُبنى البروتينات من مونومرات الأحماض الأمينية، عبر تشكيل **الروابط الببتيديّة Peptide bonds** بينها بواسطة التّكثيف.

1. كلّف الطلاب استخدام لوحاتهم، لكتابة صيغ الأحماض الأمينية باستخدام النسق CHNO، حيث يكون C هو الكربون، و H هو الهيدروجين، و N هو النيتروجين، و O هو الأكسجين.
2. الجلايسين $C_2H_5NO_2$
3. الألانين $C_3H_7NO_2$
4. الفالين $C_5H_{11}NO_2$
5. اللوسين $C_6H_{15}NO_2$



الدرس 1-5: البروتينات والأحماض الأمينية

نموذج وظيفيّ للبروتينات

يظهر (الشّكل 1-49) نموذج «القفل والمفتاح» للمساعدة على فهم طريقة عمل البروتينات في الجسم. فالبروتين شكل يتكامل مع شكل بروتين آخر، قد يكون مستقبِلًا، فيكون عمل البروتين الارتباط بالمستقبِل، فيسبّب فعلًا كيميائيًا.

سؤال للمناقشة

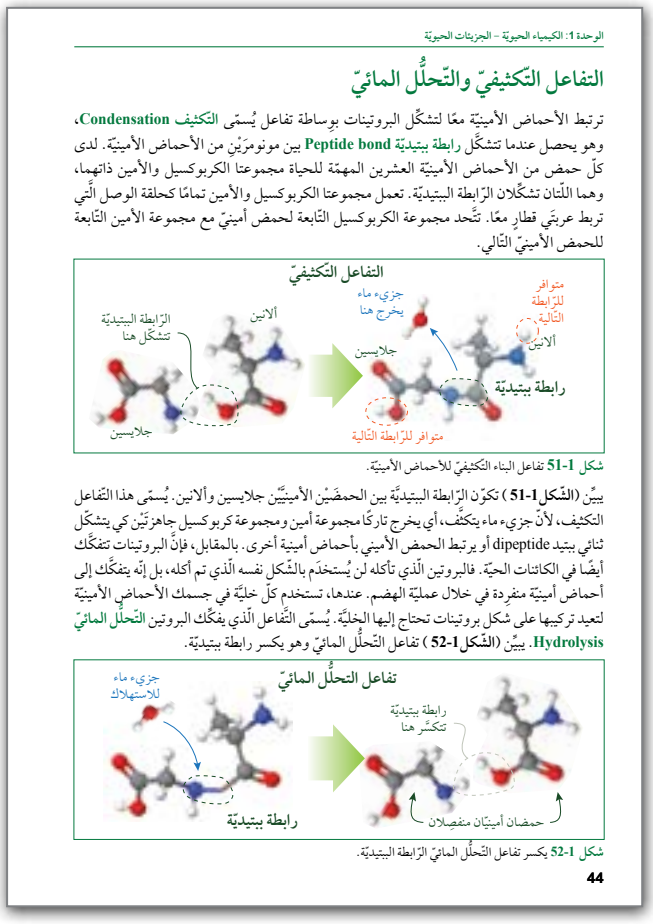
كيف تعمل البروتينات في الجسم؟

شكل 1-49 أشكال البروتينات تحدّد وظائفها.

وتعدّ الأنزيمات بروتينات كبيرة تعمل كمحفِّزات حيويّة للتّفاعلات الكيميائيّة في الكائنات الحيّة. إنّها ترتبط **بجزيئات الرّكيزة Substrate molecule** عبر منطقة صغيرة على الأنزيم تُسمّى **الموقع النّشِط active site**. يتكامل شكل جزيء الرّكيزة مع شكل الموقع النّشِط فيستقرّ في موقع ملائم للتّفاعل الكيميائيّ. ويحدِّد التّركيب الثّالثيّ للبروتين شكل الموقع النّشِط. إذًا، تعمل آلاف الأنواع من الأنزيمات في داخل جسم الإنسان، حيث يحفِّز كلٌّ منها تفاعلًا خاصًّا به.

وتمامًا كمطابقة القفل لمفتاحه الخاصّ، يأخذ كلّ أنزيم ركيزةً كمفتاحٍ ذي شكلٍ خاصّ به لبدء التّفاعل. إذًا، يملك الأنزيم ركيزة محدَّدة؛ فأنزيم السكريز sucrase الّذي يقسم السّكَّروز إلى جلوكوز وفركتوز لن يعمل على أيّ جزيء آخر غير السّكَّروز. وبشكل عامّ، يختصّ كلّ موقع نشِط بتفاعل كيميائيّ واحد، فتقوم بعض الأنزيمات بتكسير الجزيئات كما في مثال السّكَّروز، بينما تقوم أنزيمات أخرى بجمع الجزيئات مع بعضها كما يحصل عند بناء البروتينات(**شكل 1-50**).

شكل 1-50 ترتبط الأنزيمات بجزيئات الرّكيزة في الموضع الأفضل لحصول التّفاعل الكيميائيّ.



الوحدة 1: الكيمياء الحيوية – الجزيئات الحيوية

التفاعل التّكثيفيّ والتّحلُّل المائيّ

ترتبط الأحماض الأمينيّة معًا لتشكّل البروتينات بِوساطة تفاعل يُسمّى **التّكثيف Condensation**، وهو يحصل عندما تتشكّل **رابطة ببتيديّة Peptide bond** بين مونومرَيْن من الأحماض الأمينيّة. لدى كلّ حمض من الأحماض الأمينيّة العشرين المهمّة للحياة مجموعتا الكربوكسيل والأمين ذاتهما، وهما اللّتان تشكّلان الرّابطة الببتيديّة. تعمل مجموعتا الكربوكسيل والأمين تمامًا كحلقة الوصل الّتي تربط عربتَي قطارٍ معًا. تتّحد مجموعة الكربوكسيل التّابعة لحمض أمينيّ مع مجموعة الأمين التّابعة للحمض الأمينيّ التّالي.

شكل 1-51 تفاعل البناء التّكثيفيّ للأحماض الأمينيّة.

يبيِّن (**الشّكل 1-51**) تكوّن الرّابطة الببتيديّة بين الحمضَيْن الأمينيَّيْن جلايسين وألانين. يُسمّى هذا التّفاعل التكثيف، لأنّ جزيء ماء يتكثّف، أي يخرج تاركًا مجموعة أمين ومجموعة كربوكسيل جاهزتَيْن كي تتشكّل ثنائي ببتيد dipeptide أو يرتبط الحمض الأميني بأحماض أمينية أخرى. بالمقابل، فإنّ البروتينات تتفكّك أيضًا في الكائنات الحيّة. فالبروتين الّذي تأكله لن يُستخدَم بالشّكل نفسه الّذي تم أكله، بل إنّه يتفكّك إلى أحماض أمينيّة منفردة في خلال عمليّة الهضم. عندها، تستخدم كلّ خليّة في جسمك الأحماض الأمينيّة لتعيد تركيبها على شكل بروتينات تحتاج إليها الخليّة. يُسمّى التّفاعل الّذي يفكّك البروتين **التّحلّل المائيّ Hydrolysis**. يبيِّن (**الشّكل 1-52**) تفاعل التّحلُّل المائيّ وهو يكسر رابطة ببتيديّة.

شكل 1-52 يكسر تفاعل التّحلُّل المائيّ الرّابطة الببتيديّة.

نشاط 1-5 تركيب البروتينات

الهدف من هذا المشروع أن يتعرّف الطلاب تشكيلة واسعة من البروتينات وأشكالها ووظائفها.

قواعد البيانات للجُزيئات الحيوية للبروتينات تشمل:

بنك معلومات البروتين العالمي World Wide Protein Data Bank

https://www.wwpdb.org

https://www.rcsb.org/pdb/home/sitemap.do

(بعض المواقع ليست آمنة)

بنك معلومات البروتين في أوروبا Protein Data Bank in Europe

https://www.ebi.ac.uk/pdbe/

الدّرس 1-5: البروتينات والأحماض الأمينية

5-1 تركيب البروتينات

سؤال الاستقصاء	كيف تبدو جزيئات البروتين في الواقع؟
المواد المطلوبة	جهاز كومبيوتر وإنترنت، باوربوينت أو أيّ تطبيق آخر لعرض الرُّسوم

مشروع بحث

الغاية من هذا المشروع هي العثور على بروتين لكل من الوظائف الّتي تؤدّيها البروتينات، إلى جانب رسم صورة لذلك البروتين، مع إعطاء بعض المعلومات الأساسيّة عنه. مع الإشارة إلى أنّ في الإنترنت مصادر كثيرة توفّر مشاهد جزيئيّة وقواعد بيانات لتركيب البروتينات.

نمط ملء الفراغ نمط الشّريط نمط الكرة والعصا نمط الهيكل الأساسيّ

بالنّسبة إلى كلّ بروتين:

a. ما اسم البروتين؟

b. إبحث عن نموذج ثلاثيّ الأبعاد للبروتين، واحفظ لقطةً أو أكثر للشّاشة لتضمّنها في عرضك. حاول الحصول على أشكال عديدة، كالشّريط، والكرة والعصا، والنّماذج السّطحيّة، بحيثُ يبيّن كلّ شكل تفاصيل معيّنة في التّركيب، أفضل ممّا تفعله الأشكال الأخرى.

c. ما وظيفة البروتين في الجسم؟

d. هل تستطيع أن تحدّد الصّيغة الكيميائيّة أو الوزن الجزيئيّ للبروتين؟

وظائف البروتين

- أنزيم
- بروتين دفاعيّ
- هرمون
- مستقبل بروتيني
- بروتين تركيبيّ
- بروتين ناقل
- بروتين منظّم وراثيّ

45

www.jnob-jo.com

نشاط 1-5 تركيب البروتينات

الإجابات/ عيّنة بيانات

الموادّ المطلوبة للطالب: جهاز كمبيوتر وإنترنت، باوربوينت أو أي تطبيق أو آخر لعرض الرُّسوم.

مشروع بحث

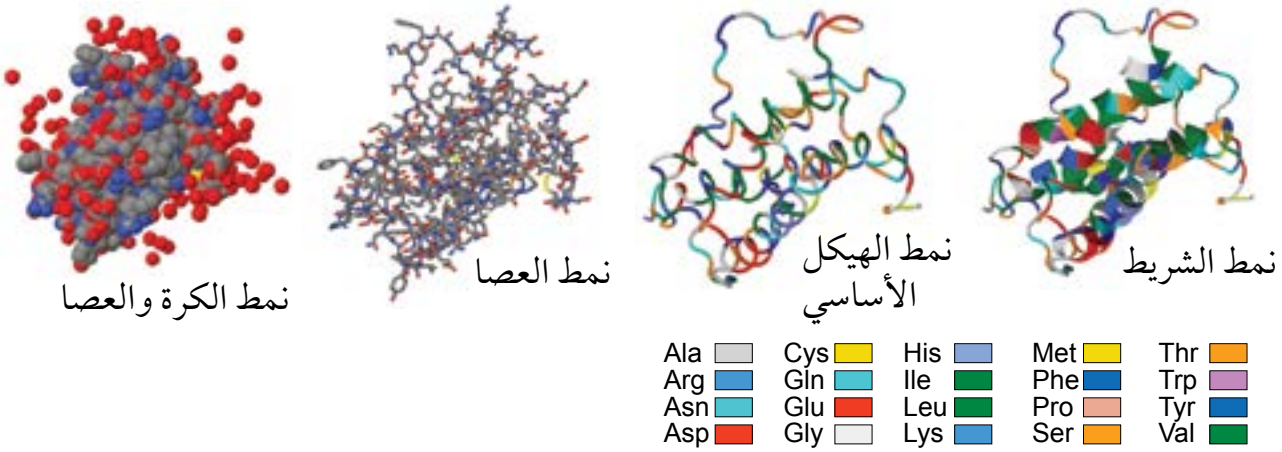
الغاية من هذا المشروع هي العثور على بروتين يقوم بكلٍّ من الوظائف الّتي تؤدّيها البروتينات، إلى جانب رسم صورة لذلك البروتين، وإعطاء بعض المعلومات الأساسيّة عنه. مع الإشارة إلى أنّ في الإنترنت مصادر كثيرة توفِّر مشاهِد جزيئيّة وقواعد بيانات لتركيب البروتينات.

ترد أدناه عيّنة مشروع لهرمون النّموّ البشريّ، وقد التقطت الصور باستخدام برنامج المشاهد الجُزيئي JMol 3D وهو متاح للتحميل مجانًا.

لكل بروتين:

a. البروتين: هرمون النّموّ البشريّ

b. نماذج ثلاثية الأبعاد



c. وظيفة البروتين: يُحفز هرمون النّموّ البشريّ النموّ، وتكاثر الخلايا وتجديدها، عند البشر وبعض الحيوانات الأخرى. يتكوّن هذا الهرمون من 191 حمضًا أمينيًا متّحدة في عديد ببتيد من سلسلة واحدة. ويجري تصنيعه وتخزينه وإفرازه من الغدّة النخامية. وهناك نسخة جرى تصنيعها بالتكنولوجيا الحيوية من هرمون النّموّ البشريّ. وهي تباع باسم السوماتوتروبين، الذي يستخدم للعلاج الطبي في حالات الاضطرابات الوراثية المتعلقة بالنمو.

d. الصيغة الكيميائية: $C_{990}H_{1532}N_{262}O_{300}S_7$

تقويم الدّرس 1-5 — الإجابات

1. اذكر أربع وظائف تؤدّيها البروتينات في الكائنات الحية.

هناك 7 وظائف محتملة للبروتين: الأنزيم (المحفّز)، والدفاع، والهرمون، والمستقبل، والهيكلي، والناقل، والمنظِّم الوراثي.

2*. بم يختلف بوليمر البروتين عن أيّ بوليمر آخر، كالبولي إثيلين أو البولي أسيتال؟

تتألف بوليمرات البروتين من سلاسل من 20 حمضًا أمينيًا مختلفًا. قد تكون الأحماض متشابهة، لكنَّها ليست متماثلة، كما هي حال البولي إثيلين أو البولي أسيتال.

3. ارسم المخطط البنائي، ثمَّ أعطِ الصّيغة الكيميائيّة للأحماض الأمينيّة الثّلاثة الآتية:

a. الفالين

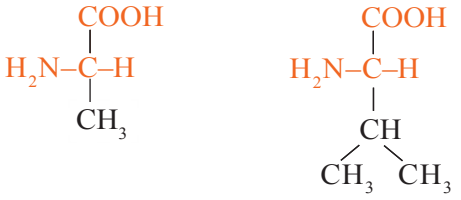
b. السيرين

c. الألانين

a. $C_5H_{11}NO_2$ — سيرين

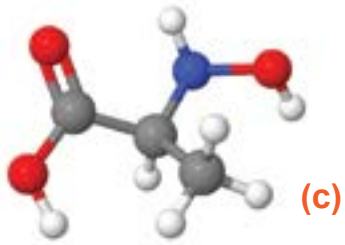
b. $C_3H_7NO_3$ — فالين

c. $C_3H_7NO_2$ — ألانين



4*. أحد الأشكال الآتية ليس شكلًا لحمض أمينيّ. أيُّها ليس حمضًا أمينيًّا؟ أَجِبْ موضِّحًا كيف عرفت.

الشكلان (a) و (b) هما حمضان أمينيان، لأن جميع الأحماض الأمينيّة تتضمن مجموعة أمين (NH_2)، ومجموعة كربوكسيل (-COOH) وسلسلة جانبيّة. وبما أنّ ذرّة النيتروجين الزرقاء في (c) متصلّة بأكسجين، فلن تكون في الجزيء مجموعة NH_2.



(c)

www.jnobel.com

تقويم الدّرس 1-5 — الإجابات

5. أيٌّ من الآتي يصف التّركيب الأوّليَّ للبروتين بالشّكل الأفضل؟

a. ترتيب الأحماض الأمينيّة في السِّلسلة.

6. صح. إذا كان بروتينان يتألَّفان من تسلسل الأحماض الأمينيّة نفسه، لكن من نمطَي التفافٍ مختلفَيْن، فإنَّهما سيؤدّيان وظائف حيويّة مختلفة.

7. تُضاف الأحماض الأمينيّة إلى سلسلة بروتينيّة بواسطة التفاعل التّكثيفيّ.

8. أُذكرْ برهانًا علميًّا يدعم فكرة أنّ أشكال الحياة على الأرض مرتبطةٌ حيويًّا بعضها ببعض. يجب أن يستند برهانك إلى الأفكار الَّتي يتضمَّنها هذا الدّرس.

نموذج أسس وضع العلامات على الصفحة التالية.

ترتبط جميع الكائنات الحيّة على الأرض لأن لديها كيمياء مشتركة. الكائنات الحية مكونة من البروتينات، بما في ذلك البكتيريا والنباتات والحيوانات. البروتينات مكونة من الأحماض الأمينية. والبروتينات في كل الكائنات الحية مؤلّفة من الأحماض الأمينية العشرين نفسها فقط، بما في ذلك النباتات والحيوانات وحتى البكتيريا. هناك تنوّعٌ غير محدود من الأحماض الأمينية. لذلك من المعقول الافتراض أن الطريقة الوحيدة ليكون لدى كل كائن حي الأحماض الأمينية نفسها، هي أن جميع الكائنات الحية منحدرة من سلف كيميائي مشترك. هذا يعني أن أشكال الحياة على الأرض مرتبطة بعضها ببعض.

9. ما الوظيفة الَّتي تجري فيها الاستعانة بنموذج «القفل والمفتاح» لأجل فهمها؟

a. ترتبط البروتينات بجُزيئات ركائز خاصَّة بها.

تقويم الدّرس 1-5 — الإجابات

نموذج تقييم المشروع: «أشكال الحياة على الأرض مرتبطة حيويًا بعضها ببعض»

المجال	يتجاوز المتطلبات	يُلبّي المتطلبات	دون المتطلبات	العلامات
الفكرة الرئيسية	الفكرة الرئيسة معادة	الفكرة الرئيسة مطابقة	الفكرة الرئيسة غير متوفّرة	
الأدلة الداعمة والأمثلة	كل من الأدلة الداعمة والأمثلة محدّدة، وذات صلة، وهناك تفسيرات تظهر كيف يدعم كل دليل الموضوع.	على الأقل دليل واحد، ومثال ذو صلة، وتفسير يظهر كيف يدعم الدليل الموضوع.	الدليل والأمثلة لا صلة لهما، ولا تفسير.	
تسلسل الموضوع	الإثباتات الداعمة واقعية ومرتبة منطقيًّا، الأمر الذي يجعل متابعة أفكار المؤلف أكثر سهولةً.	بعض الإثباتات الداعمة غير واقعية، أو غير مرتبة منطقيًّا، أو تُشتّت القارىء، وتجعل النص مربكاً قليلاً.	معظم الإثباتات الداعمة غير واقعية وغير مرتّبة منطقيًّا، وتشتّت القارىء وتجعل النص مربكًا كثيرًا.	
الاستنتاج	الجملة الختامية تلخّص الحجة	الجملة الختامية مرتبطة بشكل ضعيف	لا ترد جملة ختامية	
			مجموع العلامات	

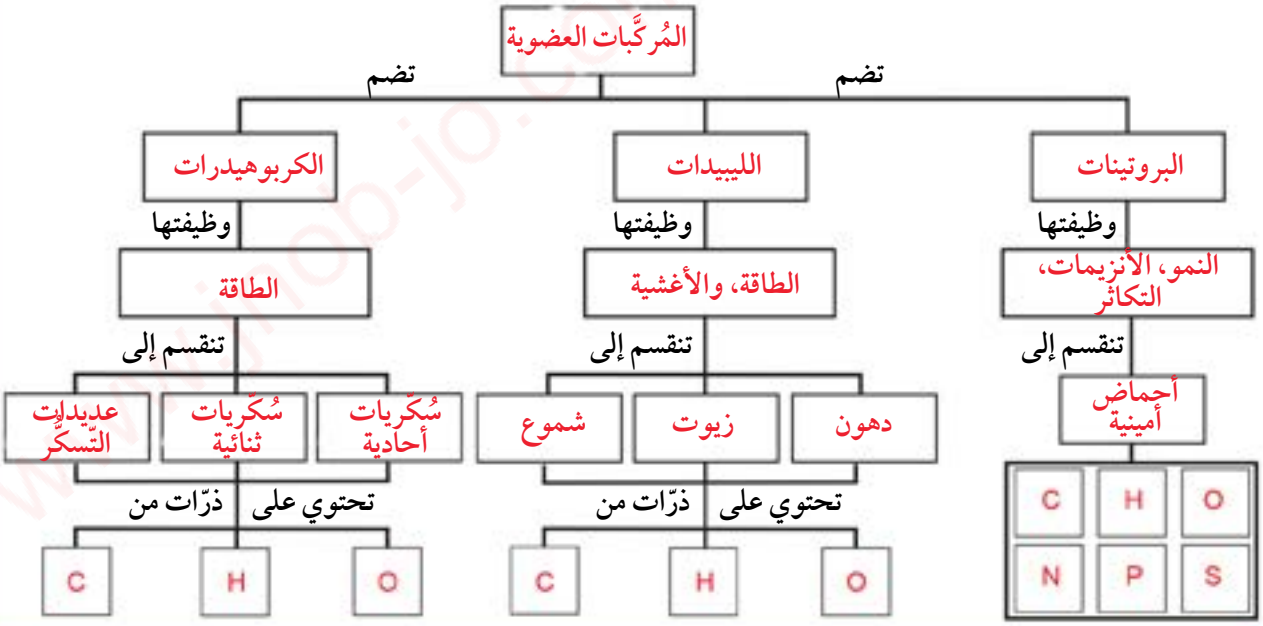
الدليل: الطيف البيولوجي هو نفسه لكل أشكال الحياة. تُعدّ كيمياء الحياة عضوية، وهي تعتمد على جُزيئات حيوية مصنوعة من مونومرات بواسطة تفاعلات تكثيفية. وكل البوليمرات تتكسَّر بالتحلّل المائي.

تحدث التفاعلات الكيميائية الحيوية في الخلايا في بيئات مائية، حيث يكون الماء المادة المتفاعلة أو المُنتِج. تصدر كل الطاقة من الشمس، ويجري نقلها من كائن حي إلى آخر بواسطة الأغذية. تعتمد كل الحياة على عدد محدود(20) من الأحماض الأمينية.

www.jnobook.com

إعادة التدريس - المركّبات الحيويّة

1. اعرض على شاشة المخطط الفارغ أدناه، أو انسخه ووزِّع النسخ على الطلاب.
2. أعطِهم قائمة بالمصطلحات والرموز بترتيب مختلط، لوضعها في المربعات المناسبة على خارطة المفاهيم. الأدلة باللون الأسود، والإجابات باللون الأحمر.



إثراء - المواد الغذائية والسعرات الحرارية في خطط الوجبات

1. يوضح الجدول 1 تفاصيل كل طعام يجري تناوله في الوجبة، بينما يبيّن الجدول 2 عيّنة من المتوسط الغذائي الصحّي في اليوم الواحد.
2. ادعُ الطلاب أوّلًا إلى تقويم الجدول 1، وإكمال جداول مشابهة له لثلاثة أيام من الوجبات اليومية. قد يستخدمون الإنترنت ومقياس للغذاء، أو المعلومات المقدّرة على عبوات الغذاء.

الجدول 1: السعرات الحرارية والمواد الغذائية لكل حصة

عيّنة الطعام	كمية الحصة (g)	السعرات الحرارية (Kcal)	البروتينات (g)	الكربوهيدرات (g)	الدهون (g)
صدر الدجاج	50				
البطاطس	170				
الكوسا	150				

3. بعد تسجيل وجبات الطعام لثلاثة أيام، قدِّم الجدول 2 إلى الطلاب، ودعْهم يفكّروا في الكميات التي يتناولونها، ويضعون خطة لوجبة مغذّية وصحّية.

الجدول 2: كميات الغذاء الموصى بها

المواد الغذائية	الكمية اليومية	الكمية في الوجبة
السعرات الحرارية	2000-2500	
البروتينات (g)	60	
الكربوهيدرات (g)	120	
الدهون (g)	60	

4. اطلب صورة عن منتجهم.

تحضير للاختبار

1. أيّ من الآتي **ليس** جزءًا من الطّيف الحيويّ؟

   d. ماء المحيط

2. أي رمز **ليس** واحدًا من أكثر العناصر توفّرًا في الإنسان؟

   c. Mn

3. أي من الآتي **خطأ**؟

   c. الميثان حمض أميني مهم.

4. أي خاصيّة للماء هي الأكثر أهمّيّة لكل الحياة على الأرض؟

   d. يستطيع الماء تذويب تنوُّع كبير من المركّبات.

5. أي من الآتي هيدروكربون؟

   b. البنزين

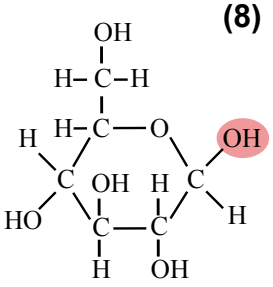
6. أيٌّ من هذه العبارات المتعلّقة بالرّابطة الهيدروجينيّة **صحيحة**؟

   a. الرّوابط الهيدروجينيّة أضعف من الرّوابط الأيّونيّة أو الفلزيّة.

7. الجلوكوز:

   a. موجود في بعض السكّريّات الثنائيّة.

(8)



8. المجموعة الملوّنة في الجُزيء (8) المقابل، هي:

   b. مجموعة هيدروكسيل

9. أكثر الكربوهيدرات توفّرًا في الطّبيعة، هو:

   b. السليلوز

10. الكربوهيدرات التي لا يمكن تحلّلها بالماء إلى كربوهيدرات أبسط هي:

    d. السكّريّات الأحادية.

11. أي من الآتي يشمل الدّهون والشّموع والزّيوت والسّتيرويدات؟

    b. اللّيبيد

www.jnob-jo.com

12. أي من الآتي يستخدم لتخزين الطّاقة، ويتركّب من الجليسيرول وثلاثة أحماض دهنيّة؟

a. الجليسيريد الثّلاثيّ

13. ما عدد سعرات الدّهون الحراريّة المنطلقة من الطّعام أدناه؟

c. 39g دهون في وجبة سريعة = 351 Cal = 351 kcal

14. ما المرض الّذي يرتبط كثيرًا بالسّمنة؟

b. السّكّري

15. الأنزيمات هي في الأساس:

c. بروتين

16. أيّ من الآتي **ليس** إحدى وظائف البروتينات؟

d. يعمل كجزيء ناقل أوّليّ للطّاقة بين الخلايا.

17. في أي جزيء حيوي تتكوّن الرّابطة الببتيديّة؟

d. البروتين

18. يحدّد تسلسل الأحماض الأمينيّة في البروتين:

a. التّركيب الأوّليّ.

19. ماذا يحصل من خلال التحلُّل المائيّ؟

a. يتفكّك البروتين إلى الأحماض الأمينيّة المكوّنة له.

20. أي من الآتي أحماض أمينيّة قطبيّة؟

c. سيستيين، برولين، تايروزين.

أسئلة إجابات قصيرة وتفكير ناقد

الدّرس 1-1: كيمياء الحياة

21. ما الكلمة التي تصف جزيئًا بشكل سلسلة مركّبة من وحدات كيميائيّة مكرّرة.

البوليمر

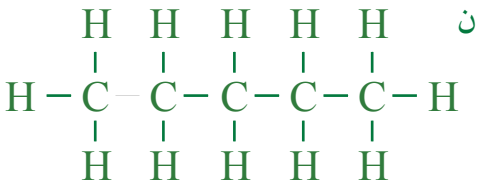
www.jnob-jo.com

**22. الكيمياء العضويّة هي كيمياء الكائنات الحيّة. ناقش كيف أنّ هذا الكلام صحّ وخطأ في آن واحد.

الكيمياء العضوية هي كيمياء ذرّة الكربون. ففي حين أن كل الجزيئات الحيوية الموجودة في الكائنات الحية لها هياكل أساسية من ذرّات الكربون، نجد أيضًا مركبات غير عضوية أخرى كالماء، والعناصر الضرورية مثل النيتروجين والكالسيوم والفوسفور والكبريت.

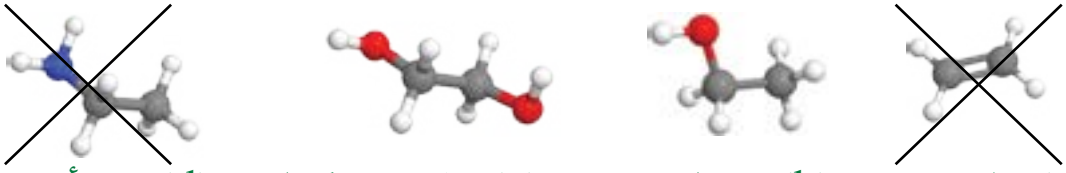
*23. ارسم هيدروكربونًا خماسيّ الكربون مشبّعًا.

أيزوبنتان



**24. أُنظر إلى رسوم الجُزيئات في الأسفل.

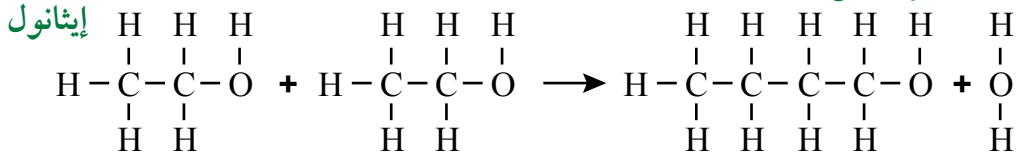
a. أيّ جزيئين منها يمكن أن يشكّلا بوليمرًا بواسطة تفاعل تكثيفيّ؟



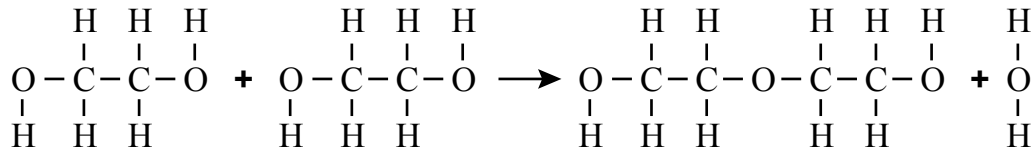
(a) إثيلين (b) إيثانول (c) إثيلين جلايكول (d) إيثيل أمين

b. أُرسم تفاعلًا واحدًا، على الأقلّ، يُشكّل بواسطته كلّ جزيء منها بوليمرًا.

إيثانول + بوليثيلين



c. إيثيلين جلايكول + بوليثيلين جلايكول



d. ابحث في اسم البوليمر المتشكّل في الجزء b. هل هو موجود في الواقع؟ هل يستخدم في التّكنولوجيا، أم أنه متوافر في الطّبيعة؟

البوليمرات المتشكلة في الجزء b هي بولي إيثيلين وإيثيلين الجلايكول. إن كلا النوعين لهما استخدامات واسعة في البلاستيك، مع العلم أنهما غير موجودين في الطبيعة بشكل سلسلة طويلة، مثل البلاستيك المُصنّع.

www.jnob-jo.com

الدّرس 1-2: الماء

26. ما أفضليّة المحاليل المائيّة على الهواء بخصوص التفاعلات الكيميائيّة نفسها الّتي تحدث في كليهما؟

التفاعلات التي تحدث في المحاليل المائية، لديها قابلية أكبر لتتواجه الجزيئات مع جزيئات أخرى، لأن كثافة السوائل أعلى من كثافة الغازات. وفضلًا عن ذلك تتوافر طاقة أكثر، لأن المحاليل توفِّر درجة حرارة ثابتة.

27. لماذا يعتقد العلماء أن الماء أفضل مؤشِّر على إمكانيّة وجود الحياة على كواكب أخرى؟

الماء مادة شائعة في الأرض. وهو يبقى سائلًا ضمن نطاق واسع من درجات الحرارة، ما يتيح إمكانية الحركة للتفاعلات الكيميائية. وهو، بالإضافة إلى ذلك، يذيب الكثير من المذابات .

28. رتِّب القوى الآتية من الأضعف إلى الأقوى: القوى بين الجُزيئات، الرّوابط الكيميائيّة، الرّوابط الهيدروجينيّة.

القوى بين الجزيئات (الأضعف)، الروابط الهيدروجينية، الروابط الكيميائية.

29. الماء جُزيء قطبيّ لأن هناك فرق غير متماثل للشحنة السالبة و الشحنة الموجبة ويمكنه تكوين 4 روابط هيدروجينيّة مع جُزيئات الماء الأخرى.

30. الحرارة النوعيّة للماء وكثافته ميزتان مهمّتان للكائنات الحيّة. ابحث في سبب ذلك، واذكر مثالًا على كلٍّ منهما.

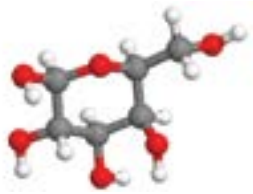
استخدم نموذج تقييم المشروع (المقالة)؛ أو عدّله. الحرارة النوعية هي كمية الطاقة اللازمة لرفع درجة حرارة 1 g من مادة معيّنة 1^oC. الحرارة النوعية للماء هي $4.18\ J/g^oC$، وتعدّ مرتفعة نوعًا ما مقارنةً مع السوائل الأخرى. وبما أن الماء يقاوم تغيُّر درجة الحرارة يمكن للكائنات الحية أن تعيش في بيئة مائية عند درجات حرارة منخفضة، من دون أن تتجمّد، وبيئة أخرى على درجات حرارة مرتفعة، من دون أن تغلي. وهذا مهم جدًّا لتنوّع الحياة في أعماق المياه الباردة، أو على الفتحات الحرارية الساخنة.
تبلغ كثافة الماء السائل 1 g/mL. والماء هو المادة الوحيدة التي تكون حالتها الصلبة أقل كثافة من الحالة السائلة، هذا يعني أن الثلج يطفوعلى المياه الباردة، الأمر الذي يسمح للكائنات الحية بالتوجُّه نحو الأعماق لتجنُّب التجمّد.

الدّرس 1-3: الكربوهيدرات

31.* أيّ جزء من جُزيء الجلوكوز يجري تغييره في أثناء تفاعل البناء التكثيفيّ؟ ما المركّب الّذي يتكوّن كمنتَج ثانويّ بعد تغيير الجُزيء؟

إحدى مجموعات الهيدروكسيل (OH) على جُزيء جلوكوز تتكثف مع هيدروجين من جلوكوز آخر لتشكيل رابطة جلايكوسيدية. الماء هو المنتج الثانوي. (السُكّريات الثنائية، أو عديدات التسكّر هي المنتج).

32.* أيّ من الجُزيئَين الآتيين سكّر؟ لماذا؟



(a) سكر أحادي $C_6H_{12}O_6$. السكّريات تحتوي فقط على الكربون (اللون الرمادي)، والهيدروجين (الأبيض)، والأكسجين (الأحمر)، في حين أن الذرة الزرقاء في (b) هي النيتروجين.

33. صنّف المالتوز كسكّر أحادي، أو سكّر ثنائي، أو عديد التّسكّر. وأعطِ صيغته الكيميائيّة.

المالتوز سكّر ثنائي $C_{12}H_{22}O_{11}$.

34. ماذا تفعل النّباتات بالسّلّيلوز الّذي تنتجه؟

تبني النباتات الجدار الخلوي من السليلوز لدعم السيقان والأوراق.

35. الكربوهيدرات مهمّة للصّحّة العامّة؛ لذا، يُنصح بتناول مجموعة متنوّعة منها لضمان حصولنا على الموادّ الغذائيّة المناسبة.

a. ما أبرزُ الأمثلة على الكربوهيدرات البسيطة الّتي تعدُّ صحّيّة؟

b. ما أبرزُ الأمثلة على الكربوهيدرات المُعقّدة الّتي تعدُّ صحّيّة؟

a. تحتوي منتجات الألبان والعسل والفواكه والخضراوات الجذرية على الكربوهيدرات البسيطة، التي تعدّ أكثر صحة من السكّروز.

b. الخضراوات والفاصوليا والحبوب الكاملة والمعكرونة والأرز أكثر صحة من نشويات الخبز.

36.** تشمل أمثلة الكربوهيدرات المعقّدة الشّائعة جزيئات النّشا والسّلّيلوز الكبيرة.

a. ما الاسم الشّائع للسّلّيلوز الّذي ستراه مطبوعًا على مُلصقات التّغذية؟

b. لِمَ تعدّ الكربوهيدرات المُعقّدة، كالسّلّيلوز، مهمّة لنظامنا الغذائيّ؟

c. ما مقدار الكربوهيدرات الّذي يوصي به مختصّو التّغذية في النّظام الغذائيّ اليوميّ؟

a. الألياف الغذائية.

b. تجعلنا نشعر بالشبع لفترة أطول، لأنها في الغالب غير قابلة للهضم.

c. تتنوع الإجابات بحسب العمر والجنس. ولكن الموصى به عند البالغين أقل من 325 جرامًا.

37. ** أُكتب تفاعلًا كيميائيًّا لتحويل جُزيء من النّشا مكوّن من 12 مونومرًا من الجلوكوز إلى جُزيئات جلوكوز أحادية. حتى يتكون جزيء نشا من 12 جزيء جلوكوز لا بد من نزع 11 جزيء ماء. وكذلك عند تفككه لا بد من نزع 11 جزيء ماء.

$$C_{72}H_{122}O_{61} + 11H_2O \xrightarrow{\text{التحلّل المائي}} 12\ C_6H_{12}O_6$$

38. ما الأنزيم الموجود في اللُّعاب ، والّذي يكسر نشا الخبز، ويولِّد طعمًا حلوًا؟

الأميليز

39. ** لو لم تكن هناك طريقة لتكسير السّلّيلوز، لكان كوكبنا قد غطّته النّباتات الميتة منذ فترة طويلة. كيف تتخلّص الأرض من السّلّيلوز؟ يجب أن تتوافر في إجابتك ثلاث آليّات مختلفة على الأقلّ، وتحديد الكائن الحيّ أو العمليّة الكيميائيّة المسؤولة. حدّد مصدر السّلّيلوز المُستخدَم لكلّ كائن حيّ أو لكلّ عمليّة كيميائيّة.

الكائن الحي	الآلية	مصدر السليلوز
البكتيريا في أمعاء النمل الأبيض	أنزيمات السليليز	الخشب
أكلات الأعشاب/ المجترات (أحصنة، جمال، ماعز)	التّخمير اللاهوائي	العشب
الفطريات	الهضم بواسطة الأنزيمات خارج الخلايا	أي مادة نباتية

الدّرس 1-4: الليبيدات

40. صِف الاختلاف بين جُزيئات الدهون وجُزيئات الزّيت.

جزيئات الدهون تميل إلى البقاء صلبة على درجة حرارة الغرفة، ولديها روابط تساهمية أحادية في سلاسل الأحماض الدهنية الخاصة بها. الزيوت تكون في العادة سائلة، عند درجة حرارة الغرفة، وتحتوي على رابطة تساهمية ثنائية واحدة أو أكثر في سلاسل الحمض الدهني الخاصة بها.

41*. لماذا تتشكّل أغشية الخلايا من طبقتين من الفوسفوليبيدات بدلًا من طبقة واحدة فقط؟ يفترض بك أن تستخدم في إجابتك خاصّتَي المُحبّ للماء، والكاره للماء، لدى جزيئات الليبيدات.

تتجه الطبقتان باتجاهين متعاكسين لدى محاذاتهما، فتتجه الذيول الكارهة للماء بعضها تجاه بعض، وتشكل منطقة بين الطبقتين تنفر من الماء والجزيئات القطبية الأخرى.

42*. صف نتيجة التحلُّل المائيّ لأحد اللّيبيدات.

الدهون الثلاثية التي تخضع للتحلُّل المائي (إضافة الماء) تنقسم إلى الجليسرين، وثلاث سلاسل من الأحماض الدهنية.

43. في أي أطعمة غير اللّحوم تجد الدّهون؟ اذكر ثلاثة منها.

المكسرات ومنتجات الألبان (الحليب والجبن)، وصلصة السلطة (زيت الزيتون والزيوت النباتية).

44.** ابحث في الجليسيريدات الثلاثيّة.

a. ما أهمّيّة مراقبتها في الدم؟

b. كيف يقيسها الأطبّاء؟

c. هل توجد دهون صحيّة لنأكلها؟ اذكر مصادرها إن كانت موجودة.

d. ناقش ما الأسوأ على الصحة، نظام غذائي غنيّ بالدّهون المشبّعة، أم نظام غذائيّ غنيّ بالسّكّر. ادعم مناقشتك بأمثلة.

a. الدهون الثلاثية في الدم يمكن أن تشكّل لويحات في الأوعية. وفي نهاية المطاف، تمنع تدفق الدم، ممّا يؤدي إلى نوبة قلبية أو سكتة دماغية.

b. يراقب الأطباء البروتينات الدهنية العالية الكثافة HDL «الجيدة»، والبروتينات الدهنية

المنخفضة الكثافة LDL «السيئة»، ومستويات الجليسيريدات الثلاثية، ويعينون النطاقات.

c. نعم، مادامت بكمية معتدلة. مثال ذلك: فول الصويا، التوفو، الأسماك الزيتية (السردين والماكريل والرنجة)، الزيتون، زيت الزيتون، المكسّرات.

d. كل الوجبات الغذائية العالية الدهون والمرتفعة السكّر غير صحية. يجب على الطلاب اكتشاف عواقب وخيمة مرتبطة بكلتيهما. إن تناول كميات معتدلة من الاثنين هو الأفضل، وبخاصة إذا رافقته ممارسة الرياضة.

الدّرس 1-5: البروتينات والأحماض الأمينيّة

45. ما المشترك بين البولي إثيلين والسليلوز والبروتينات؟

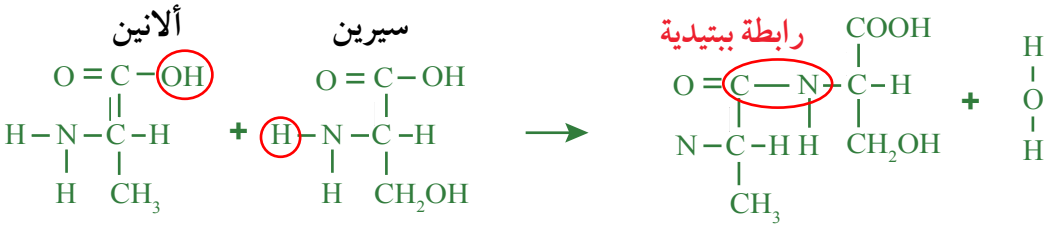
كلها بوليمرات.

***46.** ما خاصّيّة الأحماض الأمينيّة الّتي تجعل نباتًا، أو حيوانًا، غذاءً لحيوان آخر؟

جميع الكائنات الحية تتكوّن من أنواع الأحماض الأمينية العشرين نفسها، كما أن عملية كسر روابط الببتيد، هي التحلُّل المائي نفسه.

***47.** صِف العلاقة بين البروتينات والأحماض الأمينيّة.

الأحماض الأمينية هي اللبنات البنائية المونومرية لبوليمرات البروتين.



****48.** أُرسم مخطّطًا لتفاعل التّكثيف بين جُزيئين من الأحماض الأمينيّة. ارسم الحمضين المتفاعلين والنّاتجين الجديدين. حوّط الذرّات الّتي تغادر الجُزيئين المتفاعلين لتشكّل الماء، وعيّن الرّابطة الببتيديّة في البوليمر المتشكّل حديثًا.

49.* اذكر اختلافين وتشابهين بين اللّيبيدات والكربوهيدرات والبروتينات.

اقبل جميع الإجابات الصحيحة. الاختلافات: جميع البروتينات تحتوي على النيتروجين، في حين أن الدهون والكربوهيدرات تتكوّن من الكربون والهيدروجين والأكسجين فقط. التشابهات: جميع الجزيئات العملاقة (الجزيئات الحيوية) والبوليمرات يمكن أن تتحلل، وهياكلها الأساسية من الكربون، وتحتوي على الهيدروجين والأكسجين. جميع الكربوهيدرات تشكّل روابط جلايكوسيدية. أما الدهون فتشكل روابط إستر، والبروتينات تشكّل روابط ببتيدية. كل تلك الجُزيئات موجودة بكمّيات مختلفة في الأطعمة.

50.** استخدم الإنترنت لزيارة قاعدة بيانات للجُزيئات الحيويّة، وأجب عن الأسئلة الآتية:

a. ما اسم قاعدة البيانات الّتي وجدتها؟ وأين تحفظ السّجلّات؟

b. ما الهدف منها ومن مستودعات الجُزيئات الحيويّة الأخرى عبر الإنترنت؟

a. اقبل جميع الإجابات الصحيحة. قواعد بيانات الجزيئات الحيوية يمكن العثور عليها عبر الإنترنت ، بما فيها تلك التي جرت زيارتها في نشاط 1-5.

b. تسمح قواعد البيانات للباحثين (الطلاب) بالبحث وتحديد الموقع للمعلومات الجديدة حول الصيغ والخصائص وصور الجزيئات الحيوية التي اكتشفت مؤخرًا.

51.** أكمل المعلومات في الجدول وأجب عن الأسئلة أدناه.

الطعام (10g)	السعرات	كربوهيدرات (%)	دهون (%)	بروتين (%)
تفاح	5.7	96	0.02	3.8
مشروب غازي	4.6	100	0	0
تمر	28	97	0	3
رقائق البطاطس	53	40	56	4
أرز	35	91	0	7

عيّنة احتساب (سعرات = kcal)

دهون % = عدد kcal الدهون في 10 g ÷ إجمالي kcal في 10 g من الطعام.

* المصدر: http://ndb.nal.usda.gov

ملاحظة: بيانات الطالب سوف تعتمد عل صنف الطعام، أوالنوع المختار.

a. أي طعام له أعلى نسبة مئويّة من الكربوهيدرات؟

b. أي طعام يحتوي على أعلى كمّيّة سعرات حراريّة في حصّة من 10 g؟

c. فيم تتشابه جميع هذه الأطعمة من حيث تركيبها الجزيئيّ الحيويّ؟

a. المشروب الغازي **100 %** سكَّر.

b. رقائق البطاطس تحتوي على أعلى عدد من السعرات الحرارية في **10 g**.

c. تتكوّن معظمها من الكربوهيدرات.

الاستقصاء والبحث

إنّ ذائبية مادة معيّنة هي الكمّيّة القصوى الّتي يمكن أن تذوب في مذيب، ووحدتها النموذجيّة هي 100 g /mL. يحتوي المحلول المشبّع على الكمّيّة القصوى من المذاب الذّائب في أيّة درجة حرارة معطاة. تحتوي المحاليل الحيويّة، غالبًا، على مذابات كثيرة ذائبة في آن واحد.

1. صمّم تجربة مضبوطة لتقيس إن كان الملح الذّائب يؤثّر في ذائبية السّكر عند 25°C ، ونفّذها.

2. صِغ فرضيّة عن تأثير الملح في ذائبية السكّر.

3. أُكتب الخطوات الّتي تصف طريقة صُنع محلول مشبّع.

4. صِف كيف تدعم نتائجك فرضيّتك أو تنقضها. واكتب، على الأقلّ، سؤالًا تجريبيًّا واحدًا، انطلاقًا من بياناتك.

ملاحظات

www.jnob-jo.com

تصميم التجربة	العلامة
الفرضية مذكورة وقابلة للاختبار. تصميم التجربة مناسب للمدى التجريبي. المواد أو المعدات، والخطوات كاملة ومنطقية. تشمل الملاحظات المخطط لها تدابير نوعية وكمّية.	5
الفرضية مذكورة وقابلة للاختبار، ولكن ربما كانت خارج مدى تصميم التجربة. المواد أو المعدات أو الخطوات تحتاج إلى توضيحات إضافية، أو أنها ليست منطقية. الملاحظات محدودة أو غير كافية.	3
الفرضية مذكورة، ولكن ليست قابلة للاختبار. المواد أو المعدات أو الخطوات غير كافية أو غير كاملة. الملاحظات محدودة وغير كافية للوصول إلى أي استنتاج.	1
البيانات والاستنتاج	
يجري ترتيب البيانات التجريبية بشكل صحيح في جداول ورسوم بيانية. العناوين، والمفاتيح والتسميات كاملة، وتظهر الرسوم البيانية الميل. المفاهيم الكبرى مذكورة بشكل صحيح في الاستنتاج. يمكن للقارئ متابعة خط ثابت ومنطقي من التفكير العلمي.	5
يجري تضمين البيانات التجريبية في جداول ورسوم بيانية، ولكن بنسق غير صحيح. العناوين، والمفاتيح، والتسميات غير مكتملة، أو الرسوم البيانية لا تظهر أي ميل. جرى ذكر نقطة مفاهيمية واحدة على الأقل بشكل صحيح في الاستنتاج. يمكن للقارئ اتباع خط متسق منطقي من التفكير العلمي.	3
البيانات والرسوم البيانية ممثلة بشكل غير صحيح أو مفقودة. الاستنتاج أو السبب والنتيجة ليسا مترابطين. من الصعب على القارئ رؤية أي خط منطقي للتفكير العلمي، أو استخلاص النتيجة.	1
العرض	
منظم، ومطبوع، وقابل للقراءة مع العديد من الرسوم التوضيحية، أوالجداول، أوالأشكال، أو الرسوم البيانية التي تدعم الأفكار أو الحقائق الرئيسة. لا يوجد أخطاء إملائية أو لغوية.	5
مطبوع ومقروء، نص مع قليل من الرسوم التوضيحية والمخططات أو من دونها، القواعد النحوية والإملائية مقبولة.	3
مكتوب بخط اليد بشكل سيّئ، أو مع أخطاء في القواعد النحوية و الإملائية.	1
المجموع	

www.jrofio.com

www.jnob-jo.com

www.jnob-jo.com

أوراق عمل

www.jnob-jo.com

الاسم ..... التاريخ .....

نشاط 1-1 تفاعلات البلمرة

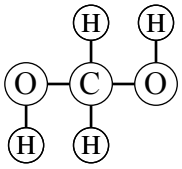
سؤال الاستقصاء	ما هو تفاعل البلمرة؟
الموادّ المطلوبة	مجموعة من نماذج جزيئات.

الخلفية العلمية

البوليمر جزيء ضخم أو عملاق مكوَّن من عدد كبير من الوحدات البنائية الصغيرة التي تُسمَّى المونومرات Monomers. فالبوليمر سلسلة من المونومرات المرتبطة بعضها ببعض بروابط كيميائية. تتكوّن بوليمرات كثيرة بواسطة التكثيف condensation حيث يزال جزيء من الماء عند تكوُّن كل رابطة بين المونومرات.العملية المعاكسة للتكثيف هي التحلل المائي hydrolysis حيث يتكسر البوليمر من خلال إضافة جزيء من الماء عند كل رابطة.

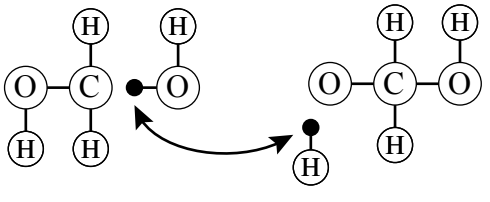
الخطوات

1. بالتعاون مع زملائك في المجموعة، ابنِ 4 جزيئات من الميثيلين جلايكول.

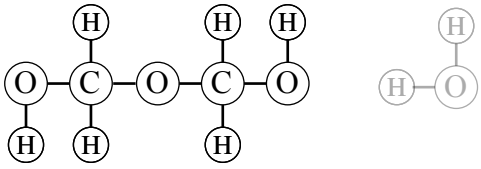


2. قم بفصل هيدروجين واحد من مجموعة OH على مونومر ومجموعة OH من مونومر آخر.

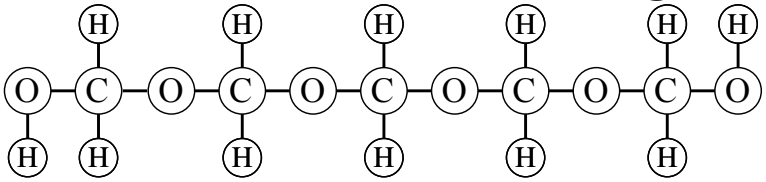
3. ابنِ جزيء الماء.



4. قم بربط المونومرين.



5. كرر ذلك حتى يجري استخدام جميع المونومرات. التحلل المائي هو العملية نفسها لكن في الاتجاه المعاكس. تحتاج إلى إضافة جزيء ماء واحد لكل رابطة بين المونومرات التي سيجري كسرها.



www.jnob-jo.com

الاسم ..... **التاريخ** .....

صمِّم بوليمرًا

1. بالتعاون مع زملائك في المجموعة، صمم جزيئًا يمكن أن يصير بوليمرًا. علمًا أن ميزة الجزيء الأساسيّة هي أن يكون له موقعا ربط لوصل المونومر السّابق بالمونومر اللاحق.
2. ابحث في البوليمر الَّذي ابتكرته؛ هل هو مركَّب حقيقيّ؟ هل هو موجود في الطَّبيعة؟ وهل يُستخدَم في التّكنولوجيا البشريّة؟

أسئلة

a. صِفْ بوليمرَين، وابحث في تركيبهما، وحدِّد المركّب المونومر في كلٍّ منهما.

b. ليست البوليمرات كلّها سلاسل مستقيمة، فبعضها يمتدّ منه فرع أو أكثر. هل يؤثِّر التّفرّع في خصائص المادّة؟

c. ابحث عن التّفرّع في البولي إيثيلين وعن تأثيره في خصائص البلاستيك.

www.jnob-jo.com

www.jnob-jo.com

الاسم ..... التاريخ .....

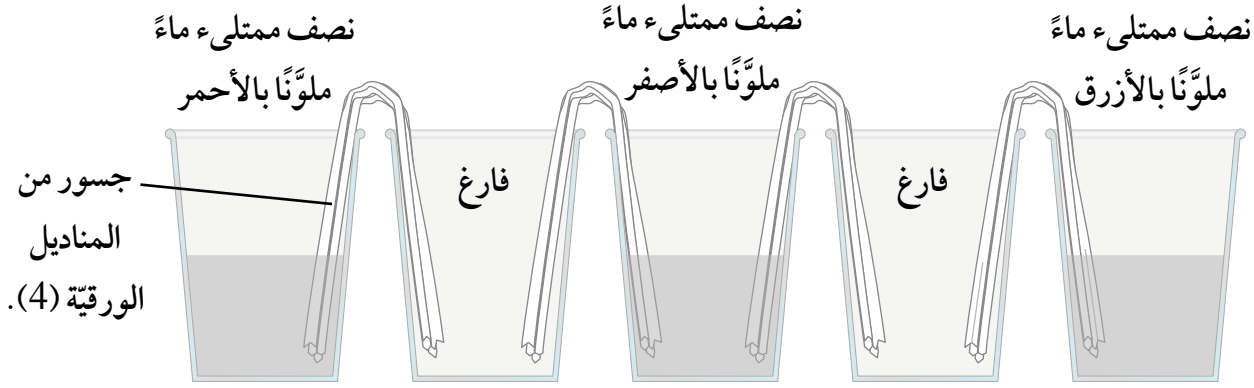
نشاط 1-2 الخاصّيّة الشّعريّة

سؤال الاستقصاء	كيف تنقل النّباتات الماء؟
الموادّ المطلوبة	ملوِّن طعام أحمر وأزرق وأصفر، 5 أكواب بلاستيكيّة شفّافة، 4 مناديل ورقيّة، ماء، كرفس طازج، 5 أكواب ماء أو دوارق،(كاميرا هاتف محمول.)

الخلفية العلمية

إذا وضعت أحد طرفي منديل ورقيّ في الماء ، فإن الماء سيتدفق إلى الأعلى، أي إن الماء يرفع نفسه ضد الجاذبية. وهذا ما يسمى بالخاصية الشعرية وينجم عن التصاق جزيئات الماء بالمسام الصغيرة للورق وبجزيئات الماء الأخرى. تمتص النباتات الماء من خلال الجذور، وتشكل خلايا خاصة أنابيب ضيقة تربط الجذور بكل جزء من أجزاء النبات. تسحب الخاصية الشعرية الماء مع المواد الغذائية المذابة من الجذور إلى الأعلى، على غرار الماء الذي يتدفّق إلى أعلى منديل ورقي مبلّل.

خطوات الجزء الأول



1. جهّز التّرتيب الظّاهِر في الصّورة مستخدمًا خمسة أكواب بلاستيكيّة أو دوارق شفّافة، ثلاثة منها بها ماء ملون.
2. اِصنع أربعة «جسور » من المناديل الورقيّة المطويّة.
3. ضع الجسور، وقم بإعداد الكاميرا في وضع الحركة البطيئة لأخذ إطار واحد (صورة) كلّ خمس ثوانٍ.
4. دع التّجربة تجرِ لمدّة ساعتَيْن، واحفظ الفيديو.

www.jnob-jo.com

الاسم ..... **التاريخ** .....

الأسئلة

a. صف ما حصل بعد ساعة واحدة، ثمّ بعد ساعتين.

.....

.....

.....

b. أعطِ تفسيرًا لما حدث للماء، موضّحًا سبب حدوثه.

.....

.....

.....

.....

.....

c. وضح صلة هذه التجربة بحركة الماء في النّباتات.

.....

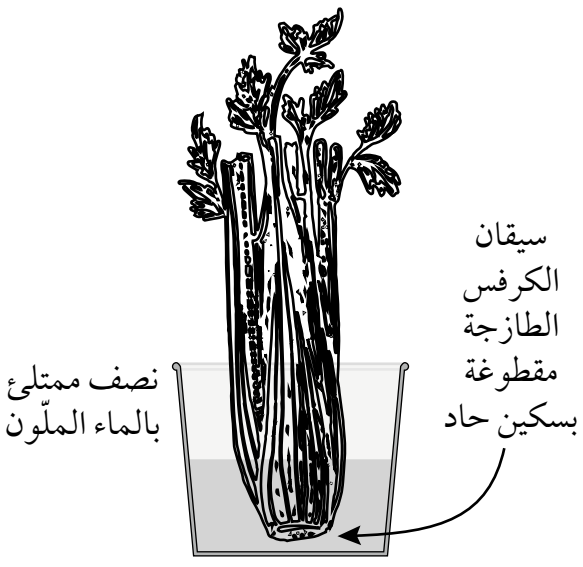
.....

.....

خطوات الجزء الثّاني

1. اقطع بضع سيقان من الكرفس بسكّين حادّ. ضع سيقان الكرفس الطّازجة في أكواب الماء الملوَّن؛ يمكن، استخدام الأزهار النضرة.

2. قمْ بإعداد كاميرا في وضع الحركة البطيئة لأخذ إطار واحد (صورة) كلّ خمس دقائق، وذلك لمدّة 24 ساعة، وقد تستغرق ملاحظة النّتائج وقتًا طويلًا.



www.jnob-jo.com

www.jnob-jo.com

الاسم ..... التاريخ .....

نشاط 3-1 الكربوهيدرات - الجزء الأول

سؤال الاستقصاء	ما هي السكريات الاحادية وعديدات التسكر؟
الموادّ المطلوبة	مجموعة من نماذج جزيئات، سكّر (السّكَّروز)، محلول بندكت، أنزيم سكَّريز (الغذائيّ)، حمّام مائي ساخن،ميزان، أنابيب اختبار، حامل أنابيب اختبار.

الخلفية العلمية

السكّريات هي مُركَّبات من الكربون والهيدروجين والأكسجين، ولها الصيغة الكيميائية $C_nH_{2n}O_n$ حيث n هو عدد صحيح صغير. الكربوهيدرات هي سكّريّات وبوليمرات من سلاسل قصيرة أو طويلة من السّكّر؛ السكروز عبارة عن سكّرثنائيّ Disaccharide، أو سكّر ذي حلقتَيْن، مركّب من الجلوكوز والفركتوز، متّصلَيْن أحدهما بالآخر .

الخطوات

1. ذوِّب 10 g من السكروز في 50 mL من الماء السّاخن.
2. أضف 5 mL من محلول السكروز إلى كل من الأنابيب 1 و2 و3، و 5 mL من محلول بندكت إلى كلّ من الأنبوبين 2 و3.
3. أضف 5 mL من محلول السّكَّريز إلى الأنبوب رقم 3.
4. اغمر كل أنابيب الاختبار في الحمّام المائي السّاخن، وحرّكها دائريًا لمدّة 3 دقائق.

الجدول رقم 1: الملاحظة

#	الحرارة	السكّريز	الملاحظات
1	نعم	كلا	
2	نعم	كلا	
3	نعم	نعم	

www.jnob-jo.com

الاسم ..... **التاريخ** .....

أسئلة حول الجزء الأوّل

a. كيف يتفاعل محلول بندكت مع السّكَّروز والسكريات الأحادية (الجلوكوز والفركتوز)؟

.....

.....

.....

.....

b. ضَعْ فرضيّة تُفسِّر ملحوظاتك المتعلّقة بالأنابيب الثلاثة.

.....

.....

.....

.....

.....

www.jnob-jo.com

الكربوهيدرات – الجزء الثّاني

1. قُصَّ الأشكال التي تمثِّل النماذج من السكَّريات الأحادية الموجودة في الصفحات الأخيرة من ورقة العمل.

2. افصلْ جزيء الماء، ثم سمِّ الأيونات (H^+ و OH^-) الناتجة.

3. مثِّل تفاعل التكثيف عن طريق فصل هيدروجين من جلوكوز وهيدروكسيد من جلوكوز آخر، ثم صلهما.

4. ألصقْ السكّر الثنائي الذي تشكَّل نتيجة لهذا التفاعل في دفتر الملاحظات وسمّه: المالتوز ($C_{12}H_{22}O_{11}$). اكتب المعادلة الكاملة للتفاعل الكيميائي الذي حدث ووازنها.

5. اصنعْ سكريات صغيرة من (3) جزيئات من الجلوكوز، واكتب معادلة متوازنة.

6. قم بعدِّ الوحدات في جزيء النشا الذي يصنعه صفك كله، مستعملًا جميع مونومرات الجلوكوز التي لديكم.

7. قم ببناء نموذج بسيط للسكّروز من نماذج الجلوكوز والفركتوز المتبقية.

www.jnob-jo.com

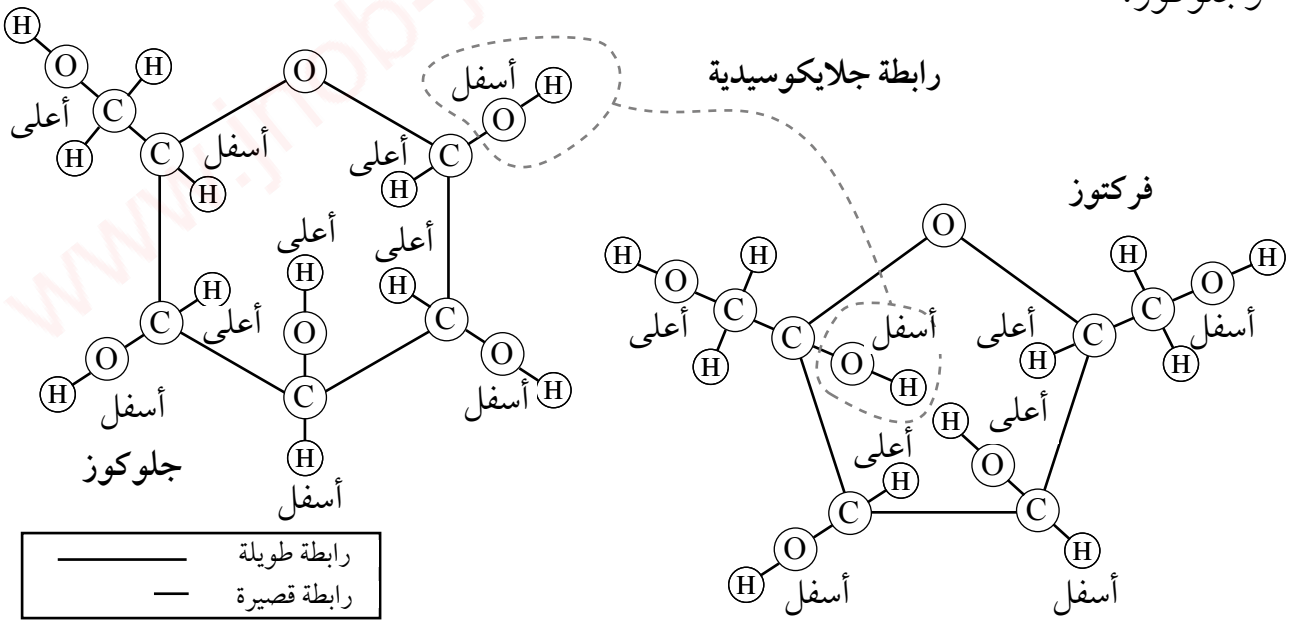
الاسم ..... **التاريخ** .....

خطوات الجزء الثّاني

1. قُمْ ببناء النّموذج الجزيئيّ لكلٍّ من الجلوكوز والفركتوز.

2. إزِل اثنتَيْنِ من ذرّات الهيدروجين وذرّة من الأكسجين، لتكوين رابطة جلايكوسيدية ولتكوين السّكَّروز.

3. قُمْ بإضافة جزيء من الماء لتكسير الرّابطة الجلايكوسيدية، وتحويل السّكَّروز إلى فركتوز وجلوكوز.



أسئلة حول الجزء الثّاني

1. كيف يدعم النّموذج فرضيّتك في الجزء الأوّل؟

.....

.....

.....

.....

2. صِف التّفاعل النّاجم عن إضافة السّكَّريز.

.....

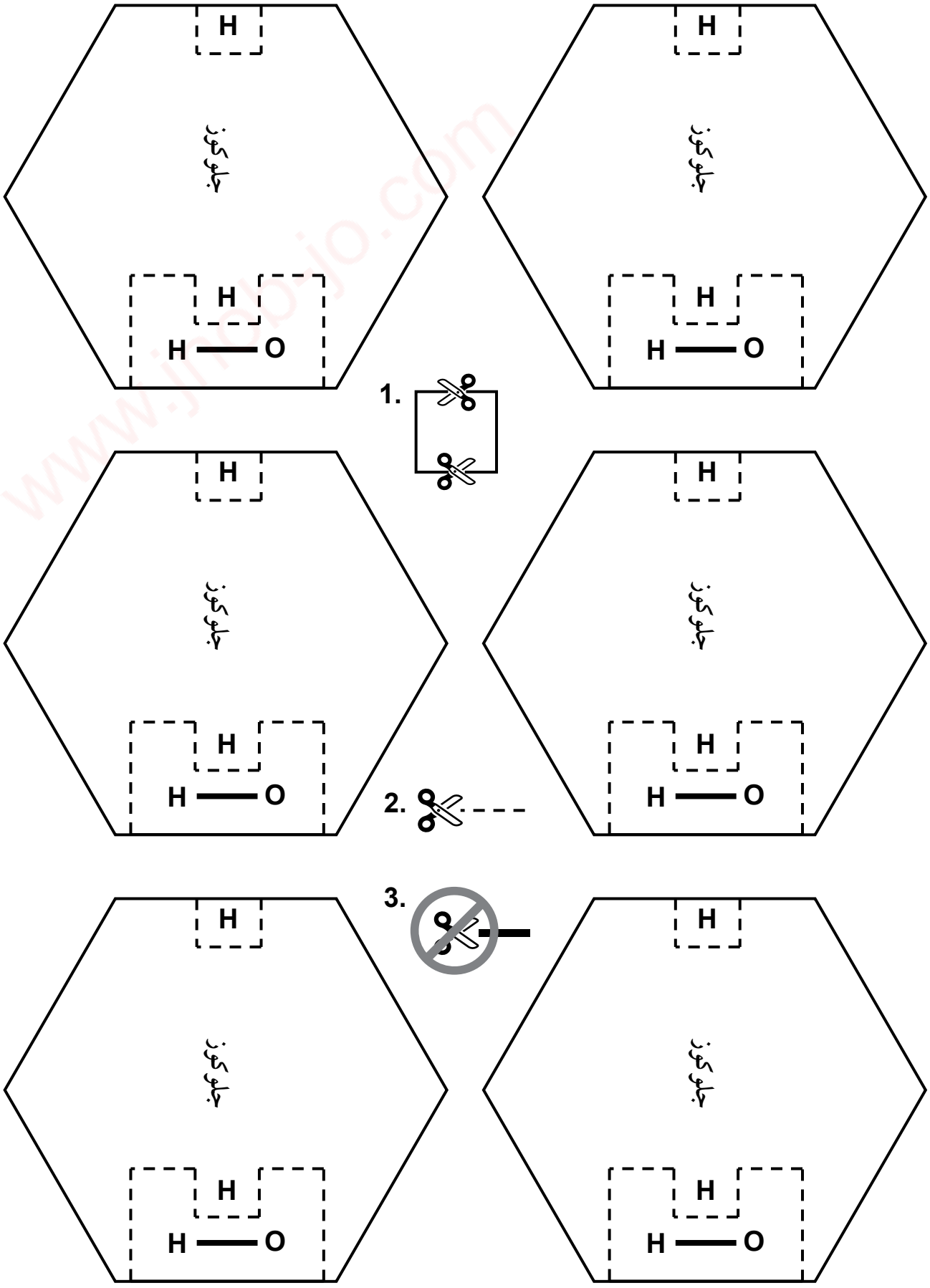
.....

.....

.....

www.jnob-jo.com

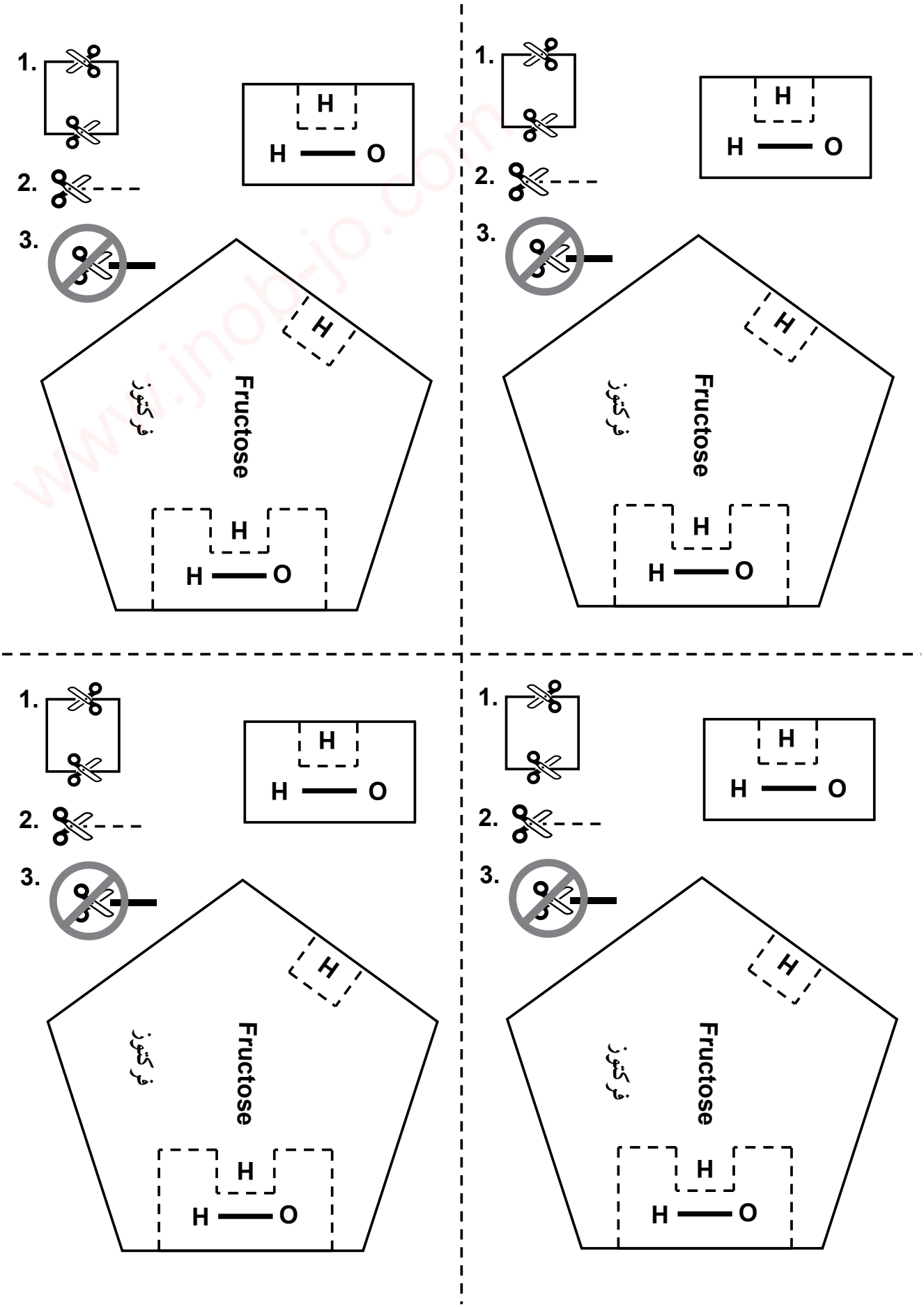
الاسم ..... التاريخ .....



www.jnsp.jo.com

www.jnob-jo.com

الاسم ..... التاريخ .....



www.jnob-jo.com

www.jnob-jo.com

الاسم ..... التاريخ .....

نشاط 1-4 الكيمياء الحيويّة للطعام

سؤال الاستقصاء	ما مقدار السّكّر والدّهون والبروتين المتوافر في وجبة طعام؟
الموادّ المطلوبة	طعام، محلول بندكت، محلول بيوريت، صبغ سودان III، قطّارات، محلول يود، أوراق بنية، أنابيب اختبار، حامل أنابيب اختبار، ماء مقطَّر، حمّام ماءساخن 55°C–65°C.

الخلفية العلمية

تحتوي معظم الأطعمة التي نتناولها على كل الأنواع الكيميائية الثلاثة التي تشمل الكربوهيدرات، واللّيبيدات، والبروتينات. تحتوي الأطعمة أيضًا على الفيتامينات والمعادن، والتي هي مواد كيميائية أو مركبات أخرى نحتاج إليها ولكنها ليست جزيئات حيوية كالبروتينات أو الدهون أو الكربوهيدرات. يتفاعل محلول بندكت مع السكريات الأحادية، بينما يتفاعل اليود مع النشا. أما محلول Biuret فهو يتفاعل مع البروتينات. ويتفاعل صبغ سودان III مع الليبيدات.

الخطوات

1. أحضر 1 g من الطعام الذي تريد اختبار الكربوهيدرات فيه، واقطع منه قطعة بحجم حبة البازلاء وضعها في أنبوب اختبار. ثمّ أضف إليها قطرتين من محلول اليود لتختبر وجود النشا. سجِّل نتائجك.
2. ضع كمية الطعام الباقية مع 10 mL من الماء المُقطَّر، و 20 قطرة بندكت في أنبوب اختبار، وضع 10 mL من الماء المُقطَّر مع 20 قطرة من محلول بندكت في أنبوب ثان، ثمَّ سخّن الأنبوبَيْنِ في حمّام الماء لمدّة 5 دقائق، ولاحظ ما يحدث وأنت تحرِّكهما دائريًّا بلطف. سجّل النّتائج.
3. أضف قطعة طعام صلب بحجم حبّة بازلاء تعتقد أنها تحتوي على بروتين في أنبوب الاختبار، ثم أضف إليها 3 قطرات من محلول بيوريت.كرّر الخطوة مستخدمًا أنبوبًا ثانيًا واضعًا الماء المُقطَّر بدلًا من قطعة طّعام، واستخدم هذا الأنبوب كضابط للتّجربة. رُجَّ الأنبوبَيْنِ بلطف كي تختلط المكوّنات، ثمّ لاحظ تغيُّر اللّون. سجّل النّتائج.
4. أضف كمّية 1 g من طعام تظن أنه يحتوي على دهون إلى أنبوب مع كمّية مساوية من الماء المُقطَّر حتّى منتصَفه. جهِّزْ ضابطًا للتّجربة، بالحجم نفسه، من الماء المُقطَّر في أنبوبٍ ثانٍ. أضفْ ثلاث قطرات من صبغ سودان III إلى كلٍّ من الأنبوبَيْنِ، وهزَّهما بلطف. سجّل النّتائج.

www.jnob-jo.com

الاسم ..... **التاريخ** .....

الطعام

الاختبار	الملاحظات
محلول اليود	
محلول بندكت	
محلول البيوريت	
صبغ سودان III	

www.jnob-jo.com

الطعام

الاختبار	الملاحظات
محلول اليود	
محلول بندكت	
محلول البيوريت	
صبغ سودان III	

الطعام

الاختبار	الملاحظات
محلول اليود	
محلول بندكت	
محلول البيوريت	
صبغ سودان III	

www.jnob-jo.com

الاسم ..... **التاريخ** .....

صمِّم تجاربك

a. ما الغاية من أنابيب الاختبار الضّابطة للتّجربة؟

.....

.....

.....

.....

b. اُكتبْ أسئلة عمّا تحتويه أنواع مختلفة من الأطعمة من الدّهون، أو البروتين، أو السّكّر.

.....

.....

.....

c. صمِّمْ تجربة توفِّر لك بيانات قد تجيب عن أسئلتك، وتأكَّد من تصميم عيِّناتك الضّابطة للتّجربة بعناية.

.....

.....

.....

d. نَفِّذِ التّجربة، ودوّن استنتاجاتك بعد تحليل البيانات المجمَّعة.

.....

.....

.....

e. هل احتوى أيّ طعام على كمّيّة من البروتين، أو من الدّهون، أو من السّكّر، أكثر ممّا توقَّعْتَ؟

.....

.....

.....

www.jnobio.com

www.jnob-jo.com

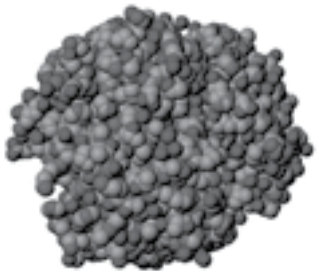
الاسم ..... التاريخ .....

نشاط 1-5 تركيب البروتينات

سؤال الاستقصاء	كيف تبدو جزيئات البروتين في الواقع؟
الموادّ المطلوبة	جهاز كومبيوتر وإنترنت، باوربوينت أو أيّ تطبيق آخر لعرض الرُّسوم

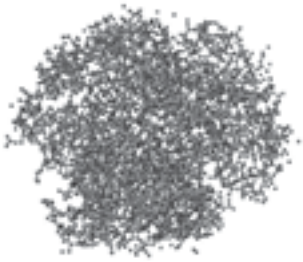
مشروع بحث

الغاية من هذا المشروع هي العثور على بروتين لكل الوظائف الّتي تؤدّيها البروتينات، إلى جانب رسم صورة لذلك البروتين، مع إعطاء بعض المعلومات الأساسيّة عنه. مع الإشارة إلى أنّ في الإنترنت مصادر كثيرة توفِّر مشاهِد جزيئيّة وقواعد بيانات لتركيب البروتينات.

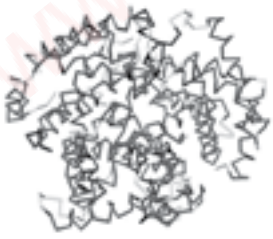


نمط ملء الفراغ

نمط الشّريط



نمط الكرة والعصا



نمط الهيكل الأساسيّ

بخصوص كلّ بروتين

a. ما اسم البروتين؟

b. اِبحث عن نموذج ثلاثيّ الأبعاد للبروتين، واحفظ لقطةً أو أكثر للشّاشة لتضمّنها في عرضك. حاول الحصول على أشكال عديدة، كالشّريط، والكرة والعصا، والنّماذج السّطحيّة، بحيثُ يبيّن كلّ شكل تفاصيلَ معيَّنة في التّركيب، أفضل ممّا تفعله الأشكال الأخرى. ما وظيفة البروتين في الجسم؟

c. هل تستطيع أن تحدِّد الصّيغة الكيميائيَّة أو الوزن الجزيئيّ للبروتين؟

وظائف البروتين

- أنزيم
- بروتين دفاعيّ
- هرمون
- مستقبل بروتيني
- بروتين تركيبيّ
- بروتين ناقل
- بروتين منظّم وراثيّ

ملاحظات

www.inob-jo.com