قـــررت وزارة الـتـعـلـيـم تـــدريس
هـذا الـكـتـاب وطـبـعـه عـلـى نـفـقـتـهـا

المملكة العربية السعودية

الكيمياء 2

التعليم الثانوي - نظام المسارات

السنة الثانية

قام بالتأليف والمراجعة
فريق من المتخصصين

يُوزع مجّانًا ولا يُباع

طبعة 1445 - 2023

ⓒ وزارة التعليم ، ١٤٤٤هـ

فهرسة مكتبة الملك فهد الوطنية أثناء النشر
وزارة التعليم
كيمياء ٢ – التعليم الثانوي – نظام المسارات – السنة الثانية. /
وزارة التعليم – ط ١٤٤٥ . – الرياض ، ١٤٤٤ هـ .
٥٨١ص ؛ ٢١ X ٢٧,٥ سم
ردمك : ٤-٤٢٦-٥١١-٦٠٣-٩٧٨

١ – الكيمياء – كتب دراسية ٢ – التعليم الثانوي – السعودية
ديوي ٥٤٠,٧١٢ ١٤٤٤/٨٦٩١

رقم الإيداع : ١٤٤٤/٨٦٩١
ردمك : ٤-٤٢٦-٥١١-٦٠٣-٩٧٨

حقوق الطبع والنشر محفوظة لوزارة التعليم

www.moe.gov.sa

مواد إثرائية وداعمة على "منصة عين الإثرائية"

ien.edu.sa

أعزاءنا المعلمين والمعلمات، والطلاب والطالبات، وأولياء الأمور، وكل مهتم بالتربية والتعليم:
يسعدنا تواصلكم؛ لتطوير الكتاب المدرسي، ومقترحاتكم محل اهتمامنا.

fb.ien.edu.sa

بِسْمِ ٱللَّهِ ٱلرَّحْمَٰنِ ٱلرَّحِيمِ

المقدمة

بِسْمِ اللهِ الرَّحْمنِ الرَّحيمِ

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

يأتي اهتمام المملكة بتطوير المناهج الدراسية وتحديثها من منطلق أحد التزامات رؤية المملكة العربية السعودية **2030** وهو: «إعداد مناهج تعليمية متطورة تركز على الممارسات الأساسية بالإضافة إلى تطوير المواهب وبناء الشخصية»، وذلك من منطلق تطوير التعليم وتحسين مُخرجاته ومواكبة التطورات العالمية على مختلف الصعد.

ويأتي كتاب كيمياء 2 للتعليم الثانوي (نظام المسارات) داعمًا لرؤية المملكة العربية السعودية **(2030)** نحو الاستثمار في التعليم عبر ضمان حصول كل طالب على فرص التعليم الجيد وفق خيارات متنوعة، بحيث يكون الطالب فيها هو محور العملية التعليمية التعلمية.

والكيمياء فرع من العلوم الطبيعية يتعامل مع بنية المادة ومكوناتها وخصائصها النشطة. ولأن المادة هي كل شيء يشغل حيزًا في الفراغ وله كتلة، إذن فالكيمياء تهتم بدراسة كل شيء يحيط بنا، ومن ذلك السوائل التي نشربها، والغازات التي نتنفّسها، والمواد التي يتكون منها جهازنا الخلوي، وطبيعة الأرض تحت أقدامنا. كما تهتم بدراسة جميع التغيرات والتحولات التي تطرأ على المادة. فالنفط الخام يحوّل إلى منتجات نفطية قابلة للاستخدام بطرائق كيميائية، وكذلك تحويل بعض المنتجات النفطية إلى مواد بلاستيكية. والمواد الخام المعدنية يستخلص منها الفلزات التي تستخدم في العديد من الصناعات الدقيقة، وفي صناعة السيارات والطائرات. والأدوية المختلفة تستخلص من مصادر طبيعية ثم تفصل وتركب في مختبرات كيميائية. ويتم في هذه المختبرات تعديل مواصفات هذه الأدوية لتتوافق مع المواصفات الصيدلانية، وتلبي متطلبات الطب الحديث.

وقد تم بناء محتوى كتاب الطالب بطريقة تتيح ممارسة العلم كما يمارسه العلماء، وجاء تنظيم المحتوى بأسلوب مشوق يعكس الفلسفة التي بنيت عليها سلسلة مناهج العلوم من حيث إتاحة الفرص المتعددة للطالب لممارسة الاستقصاء العلمي بمستوياته المختلفة، المبني والموجَّه والمفتوح. فقبل البدء في دراسة محتوى كل فصل من فصول الكتاب، يقوم الطالب بالاطلاع على الفكرة العامة للفصل التي تقدم صورة شاملة عن محتواه. ثم يقوم بتنفيذ أحد أشكال الاستقصاء المبني تحت عنوان التجربة الاستهلالية التي تساعد أيضًا على تكوين النظرة الشاملة عن محتوى الفصل. وتتيح التجربة الاستهلالية في نهايتها ممارسة شكل آخر من أشكال الاستقصاء الموجه من خلال سؤال الاستقصاء المطروح. وتتضمن النشاطات التمهيدية

للفصل إعداد مطوية تساعد على تلخيص أبرز الأفكار والمفاهيم التي سيتناولها الفصل. وهناك أشكال أخرى من النشاطات الاستقصائية الأخرى التي يمكن تنفيذها من خلال دراسة المحتوى، ومنها مختبرات تحليل البيانات، أو حل المشكلات، أو التجارب العملية السريعة، أو مختبر الكيمياء في نهاية كل فصل، الذي يتضمن استقصاءً مفتوحًا في نهايته ، بما يُعزز أيضاً مبدأ رؤية **2030** " نتعلم لنعمل " .

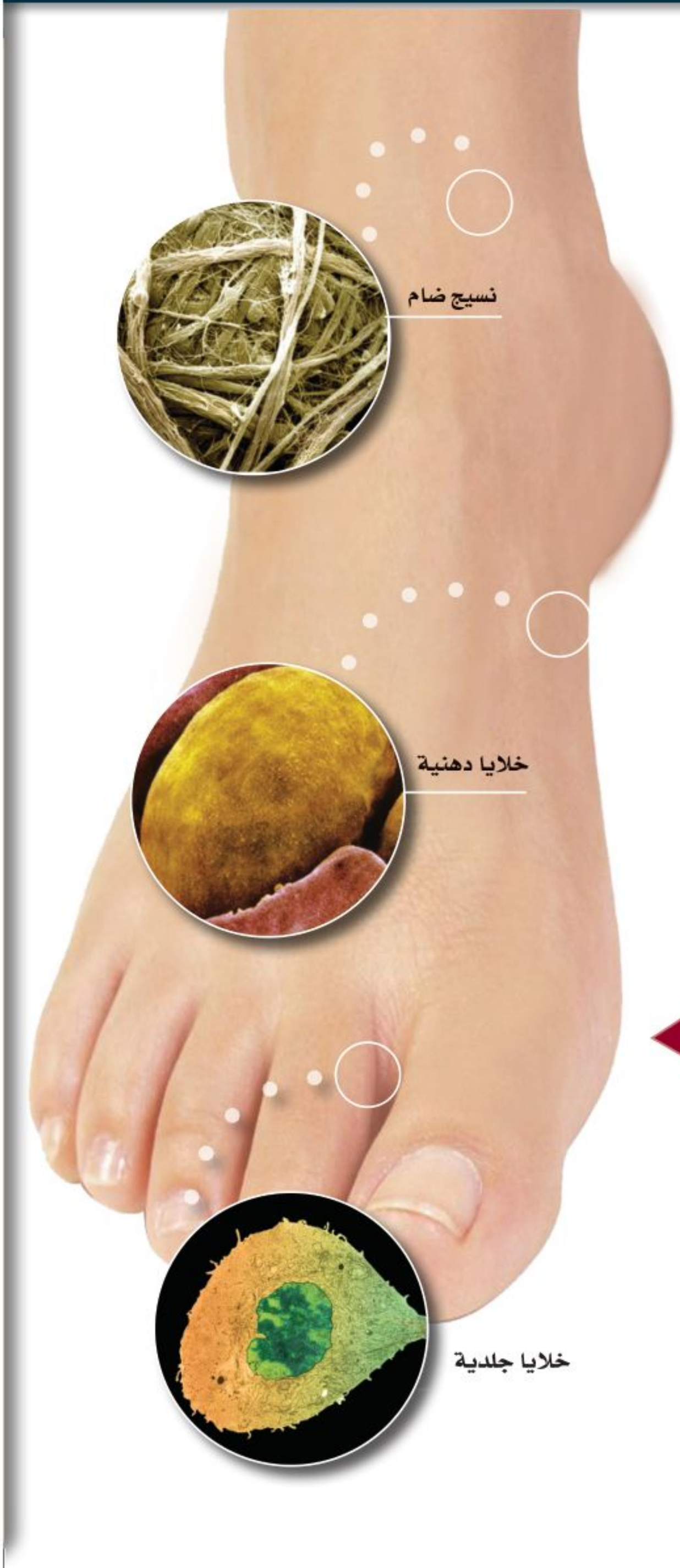
وعندما تبدأ دراسة المحتوى تجد في كل قسم ربطًا بين المفردات السابقة والمفردات الجديدة، وفكرة رئيسة خاصة بكل قسم ترتبط مع الفكرة العامة للفصل. وستجد أدوات أخرى تساعدك على فهم المحتوى، منها ربط المحتوى مع واقع الحياة، أو مع العلوم الأخرى، وشرحًا وتفسيرًا للمفردات الجديدة التي تظهر مظللة باللون الأصفر، وتجد أيضًا أمثلة محلولة يليها مسائل تدريبية تعمِّق معرفتك وخبراتك في فهم محتوى الفصل. وتضمّن كل قسم مجموعة من الصور والأشكال والرسوم التوضيحية بدرجة عالية الوضوح تعزز فهمك للمحتوى. وتجد أيضًا مجموعة من الشروح والتفسيرات في هوامش الكتاب، ومنها ما يتعلق بالربط بمحاور رؤية **2030** وأهدافها الاستراتيجية، منها ما يتعلق بالمهن، أو التمييز بين الاستعمال العلمي والاستعمال الشائع لبعض المفردات، أو إرشادات للتعامل مع المطوية التي تعدها في بداية كل فصل.

وقد وظفت أدوات التقويم الواقعي في مستويات التقويم بأنواعه الثلاثة، التمهيدي والتكويني والختامي؛ إذ يمكن توظيف الصورة الافتتاحية في كل فصل بوصفها تقويمًا تمهيديًّا لتعرّف ما يعرفه الطلاب عن موضوع الفصل، أو من خلال مناقشة الأسئلة المطروحة في التجربة الاستهلالية. ومع التقدم في دراسة كل جزء من المحتوى تجد سؤالاً تحت عنوان «ماذا قرأت؟»، وتجد تقويمًا خاصًّا بكل قسم من أقسام الفصل يتضمن أفكار المحتوى، وأسئلة تعزز فهمك لما تعلمت وما ترغب في تعلمه في الأقسام اللاحقة. وفي نهاية الفصل تجد دليلاً لمراجعة الفصل يتضمَّن تذكيرًا بالفكرة العامة والأفكار الرئيسة والمفردات الخاصة بأقسام الفصل، وخلاصة بالأفكار الرئيسة التي وردت في كل قسم. ثم تجد تقويمًا للفصل في صورة أسئلة متنوعة تهدف إلى إتقان المفاهيم، وحل المسائل، وأسئلة خاصة بالتفكير الناقد، والمراجعة العامة، والمراجعة التراكمية، ومسائل تحدٍّ، وتقويمًا إضافيًّا يتضمن تقويم مهارات الكتابة في الكيمياء، وأسئلة خاصة بالمستندات تتعلق بنتائج بعض التقارير أو البحوث العلمية. وفي نهاية كل فصل تجد اختبارًا مقننًا يهدف إلى تقويم فهمك للموضوعات التي قمت بتعلمها سابقًا.

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

القسم الثالث

الفصل 3
المركبات العضوية الحيوية (كيمياء الحياة)
The Bioorganic Compounds



الفكرة العامة تقوم المركبات العضوية الحيوية (البروتينات والكربوهيدرات والليبيدات -الدهون- والأحماض النووية) بالأنشطة الضرورية للخلايا الحية.

3-1 البروتينات

الفكرة الرئيسة تؤدي البروتينات وظائف أساسية تشمل تنظيم التفاعلات الكيميائية الحيوية، والدعم البنائي، ونقل المواد، وتقلصات العضلات.

3-2 الكربوهيدرات

الفكرة الرئيسة تزود الكربوهيدرات المخلوقات الحية بالطاقة والمواد البنائية.

3-3 الليبيدات

الفكرة الرئيسة تكوّن الليبيدات الأغشية الخلوية، وتختزن الطاقة، وتنظم العمليات الخلوية.

3-4 الأحماض النووية

الفكرة الرئيسة تخزن الأحماض النووية المعلومات الوراثية وتنقلها.

حقائق كيميائية

- يعطي جرام واحد من الدهون أكثر من ضعف الطاقة التي تعطيها الكمية نفسها من الكربوهيدرات والبروتينات.
- الليبيدات الفوسفورية هي ليبيدات خاصة تكوّن الأغشية الخلوية للخلايا الحية.
- يتكوّن الكروموسوم البشري الواحد من جزيء DNA الذي يبلغ طوله 5 cm تقريبًا إذا قمنا بشدّه.

نشاطات تمهيدية

تجربة استهلالية

كيف تختبر وجود السكريات البسيطة؟

تزود العديد من مصادر الغذاء المختلفة الجسم بالطاقة التي يستعملها باستمرار. وتُختزن هذه الطاقة في روابط جزيئات تسمى السكريات.

خطوات العمل

1. اقرأ نموذج السلامة في المختبر.
2. املأ كأسًا سعتها **400 mL** بالماء إلى ثلثها، وضعها على سخان كهربائي، وسخنه حتى يغلي الماء.
3. استخدم **مخبارًا مدرجًا** لقياس **5 mL** من **محلول جلوكوز تركيزه 10%**، واسكبه في أنبوب اختبار.
4. أضف **3.0 mL** من محلول بندكت إلى أنبوب الاختبار، واخلط المحلولين مستخدمًا **ساق التحريك**. وأضف حجر الغليان إلى أنبوب الاختبار ، وهي قطعة صخرية صغيرة توضع لمنع فوران السائل في أثناء الغليان.

تحذير: محلول بندكت مهيج للعيون والجلد.

5. ضع أنبوب الاختبار في حمام الماء المغلي باستعمال **الملقط**، مدة 5 دقائق.
6. يدل تغير اللون إلى الأصفر أو البرتقالي على وجود سكر بسيط. سجل مشاهداتك.
7. كرّر الخطوات السابقة مستعملًا **محلول النشا 10%** ومعلق الجيلاتين **10%**، وبضع قطرات من **معلق العسل** في الماء.

تحليل النتائج

1. **صف** تغيرات الألوان التي شاهدتها.

شوهد تغير في اللون من الأزرق إلى الأصفر في أنابيب الاختبار التي تحتوي على الجلوكوز والعسل. استعمل محلول الجلوكوز كتجربة ضابطة إيجابية. لم يحدث تغير في لون الأنابيب التي كانت تحتوي على نشا وجيلاتين.

2. **صنّف** أي الأغذية تحتوي على سكر بسيط؟

جلوكوز وعسل.

استقصاء فكر في وجبة العشاء التي تناولتها أمس. ما الأغذية التي احتوت على سكريات بسيطة؟ وكيف يمكن اختبار هذه الأغذية للكشف عن ذلك؟

المطويات
منظمات الأفكار

المركبات العضوية الحيوية:
اعمل المطوية الآتية لمساعدتك على تنظيم المعلومات المتعلقة بالمركبات العضوية الحيوية.

الخطوة 1 اطوِ ورقة من أوراق دفتر الملاحظات طوليًّا، تاركًا حاشية على الجانب الأيسر.

الخطوة 2 قصّ الجزء العلوي إلى أربع أشرطة.

الخطوة 3 اكتب العنوان الآتي على الحاشية. "المركبات العضوية الحيوية". واكتب على كلٍّ من الأشرطة الأربعة أحد المصطلحات الآتية: البروتينات، الكربوهيدرات، الليبيدات، الأحماض النووية.

المطويات **استخدم هذه المطوية مع الأقسام 1–3، و2–3، و3–3، و4–3** لخص في أثناء قراءتك هذه الأقسام التركيب العام ووظيفة المركبات العضوية الحيوية، وأعط أمثلة على كل منها.

وزارة التعليم
Ministry of Education
2023 - 1445
موقع واجباتي

موقع واجباتي

رابط الدرس الرقمي

www.ien.edu.sa

3–1

الأهداف

- **تصف** تركيب الأحماض الأمينية والبروتينات.
- **تشرح** وظيفة البروتينات في الخلايا.

مراجعة المفردات

البوليمرات مركبات كبيرة تتكون من وحدات متكررة عديدة تسمى المونومرات.

المفردات الجديدة

البروتينات

الأحماض الأمينية

الرابطة الببتيدية

الببتيد

تغير الخواص الطبيعية

الإنزيم

المادة الخاضعة لفعل الإنزيم

الموقع النشط

البروتينات Proteins

الفكرة الرئيسة **تؤدِّي البروتينات وظائف أساسية تشمل تنظيم التفاعلات الكيميائية الحيوية، والدعم البنائي، ونقل المواد، وتقلصات العضلات.**

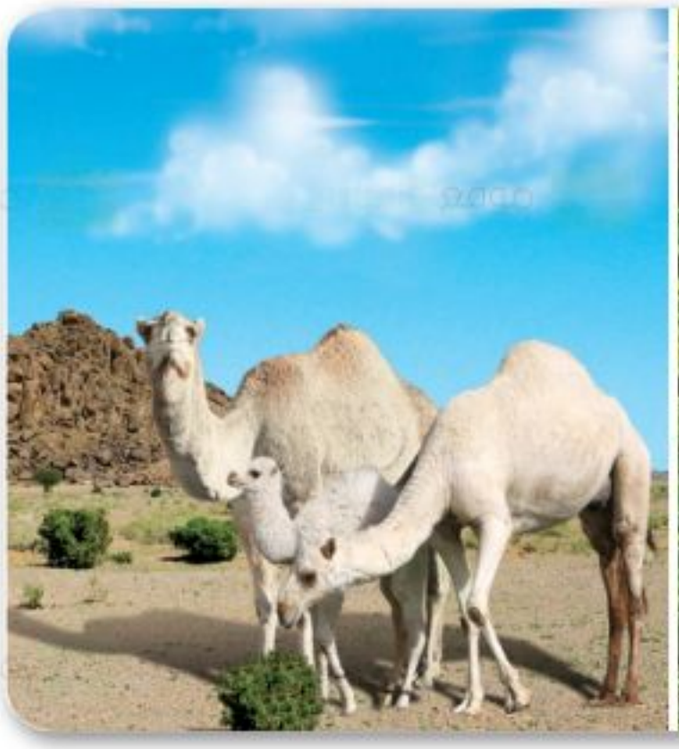
الربط مع الحياة تحتوي بعض منتجات التنظيف –ومنها محلول تنظيف العدسات اللاصقة– على الإنزيمات. هل تساءلت يومًا ما الإنزيم؟

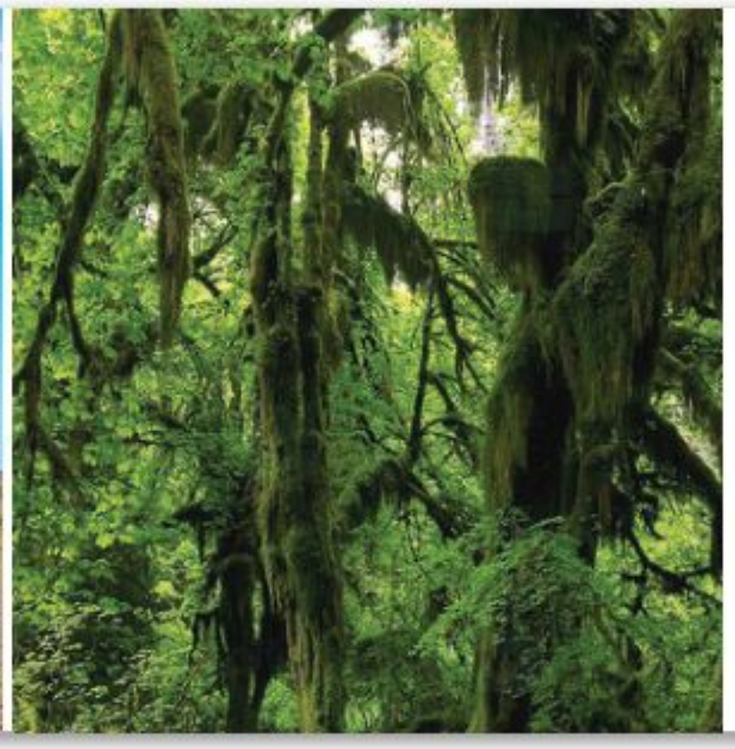
تركيب البروتين Protein Structure

تعد الإنزيمات نوعًا من البروتينات. والبروتينات بوليمرات عضوية تتكون من أحماض أمينية مرتبطة معًا بترتيب معين. والبروتينات ليست مجرد سلاسل كبيرة من الأحماض الأمينية المرتبة عشوائيًا. ويجب أن يكون البروتين مطويًّا في تركيب معين ثلاثي الأبعاد حتى يعمل بشكل صحيح. وجميع المخلوقات الحية؛ ومنها الإبل والنباتات المبينة في **الشكل 1–3**، تتكون من البروتينات.

الأحماض الأمينية توجد مجموعات وظيفية كثيرة ومختلفة من الأحماض الأمينية في المركبات العضوية. والأحماض الأمينية، كما يدل اسمها، جزيئات عضوية توجد فيها مجموعة الأمين ومجموعة الكربوكسيل الحمضية. والشكل الآتي يبين التركيب العام للحمض الأميني:

يوجد في كل حمض أميني ذرة كربون مركزية محاطة بأربع مجموعات: مجموعة الأمين ($-NH_2$)، ومجموعة الكربوكسيل ($-COOH$)، وذرة هيدروجين، وسلسلة جانبية متغيرة R. وتتفاوت السلسلة الجانبية من ذرة هيدروجين واحدة إلى تركيب معقد ذي حلقتين.

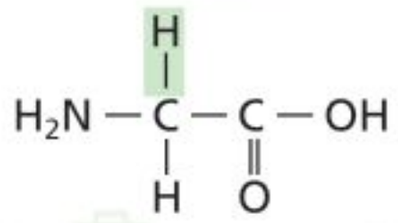
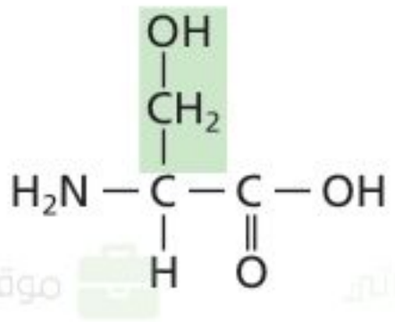
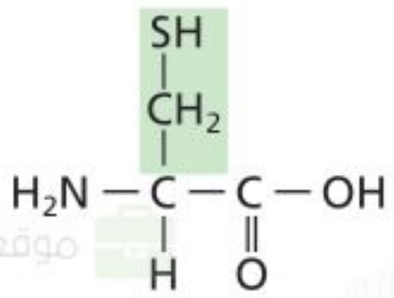
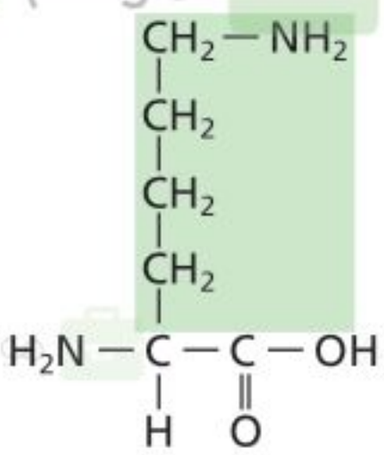
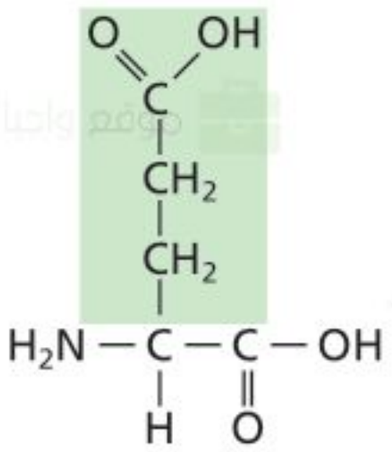
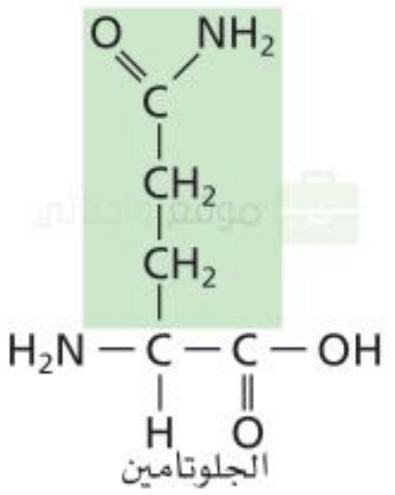
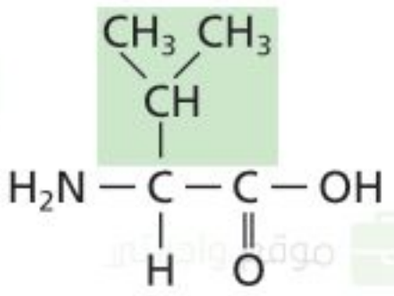
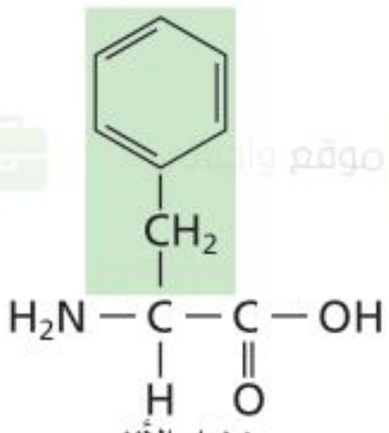




الشكل 1–3 تحتوي جميع المخلوقات الحية على البروتينات؛ فشعر الإبل وعضلاته جميعها تتكون من بروتينات بنائية، كما هو الحال لجذور النباتات وأوراقها.

موقع واجباتي

الجدول 1-3 أمثلة على الأحماض الأمينية

الجلايسين 	السيرين 	السيستين 	اللايسين 
حمض الجلوتامك 	الجلوتامين 	الفالين 	فينيل الألنين 

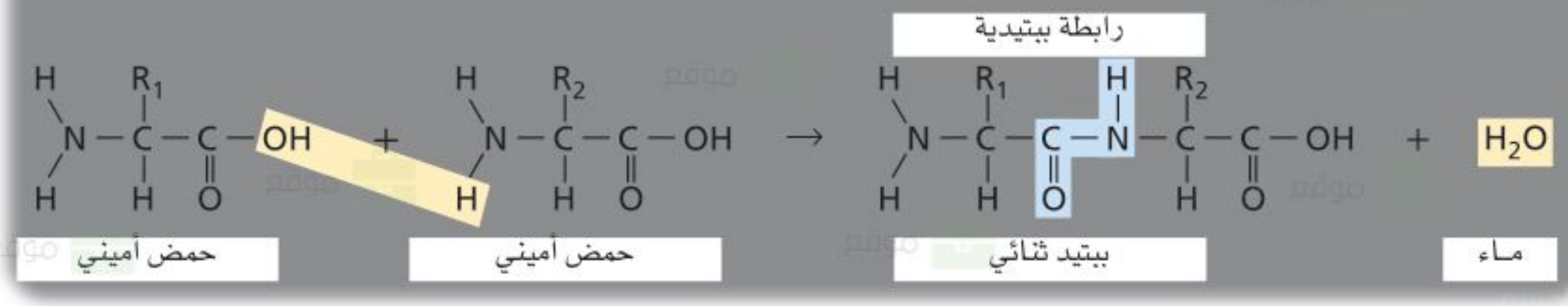
ادرس السلاسل الجانبية المختلفة للأحماض الأمينية المبينة في **الجدول 1–3**، وحدّد الألكانات غير القطبية، ومجموعات الهيدروكسيل القطبية، والمجموعات الحمضية والقاعدية مثل مجموعات الكربوكسيل والأمين، والحلقات الأروماتية، والمجموعات التي تحتوي على الكبريت. يزود هذا التنوع الواسع للسلاسل الجانبية الأحماض الأمينية المختلفة بتنوع كبير من الخواص الكيميائية والفيزيائية، ويساعد البروتينات على أداء وظائف عديدة ومختلفة.

الرابطة الببتيدية توفر مجموعات الأمين والكربوكسيل مواضع ربط مناسبة لربط الأحماض الأمينية معًا. ولأن الحمض الأميني هو في الوقت نفسه أمين وحمض كربوكسيلي، لذا يستطيع حمضان أمينيان أن يتحدا لتكوين أميد، وينطلق ماء في هذه العملية. هذا التفاعل هو تفاعل تكثف. وكما يبين **الشكل 2–3**، فإن مجموعة الكربوكسيل لأحد الحمضين الأمينيين تتحد مع مجموعة الأمين في الحمض الثاني لتكوين مجموعة الأميد الوظيفية.

ماذا قرأت؟ اشرح كيف تتكون مجموعة الأميد الوظيفية.

تأتي OH من مجموعة الكربوكسيل في الحمض الأميني الأول وتأتي H من مجموعة الأمين في الحمض الأميني الثاني.

الشكل 2–3 ترتبط مجموعة الأمين لأحد الحمضين الأمينيين بمجموعة الكربوكسيل لحمض أميني آخر لتكوين ببتيد ثنائي وماء. والمجموعة العضوية الوظيفية التي تتكون تسمى رابطة ببتيدية.



يطلق المختصون في الكيمياء الحيوية على رابطة الأميد المبينة في **الشكل 3–3**، والتي تجمع حمضين أمينيين اسم **الرابطة الببتيدية**. كما يطلق على السلسلة المكونة من حمضين أمينيين أو أكثر مرتبطة معًا بروابط ببتيدية **الببتيد**. أما الجزيء المكون من حمضين أمينيين مرتبطين معًا برابطة ببتيدية فيسمى ثنائي الببتيد. ويبين **الشكل 4a–3** تركيب ثنائي ببتيد مكونًا من الحمضين الأمينيين الجلايسين (Gly) وفينيل الألنين (Phe). في حين يبين **الشكل 4b–3** ثنائي ببتيد آخر مختلفًا مكوَّنًا أيضًا من الجلايسين وفينيل الألنين. فهل Gly– Phe هو المركب Phe–Gly نفسه؟ لا، إنهما مختلفان. تفحّص هذين المركبين ثنائي الببتيد لترى أن الترتيب الذي يرتبط فيه ثنائي الببتيد مهم، فما زال كل طرف من وحدة الحمضين الأمينيين في ثنائي الببتيد لديه مجموعة حرة: أحد الطرفين لديه مجموعة كربوكسيل حرة، والطرف الآخر لديه مجموعة أمين حرة. وتستطيع كل من هاتين المجموعتين الارتباط مع الطرف المقابل من حمض أميني آخر، مكونة المزيد من الروابط الببتيدية. وتقوم الخلايا الحية دائمًا ببناء الببتيدات بإضافة أحماض أمينية إلى الطرف الكربوكسيلي من الطرف النامي.

ماذا قرأت؟ **اشرح** الفرق بين الببتيد وثنائي الببتيد.

الببتيد عبارة عن سلسلة مكونة من حمضين أمينيين أو أكثر مرتبطة معًا بروابط ببتيدية، وعندما تجمع الرابطة الببتيدية حمضين أمينين فقط يتكون ثنائي الببتيد.

عديد الببتيد كلما زاد طول السلاسل الببتيدية أصبح من الضروري إعطاؤها أسماء أخرى. فالسلسلة المكونة من عشرة أحماض أمينية أو أكثر متصلة معًا بروابط ببتيدية تسمى عديد الببتيد. ويتضمن **الشكل 5–3** مثالاً على عديد الببتيد. وعندما يصل طول السلسلة نحو 50 حمضًا أمينيًّا يطلق عليها اسم بروتين.

ولأن هناك 20 حمضًا أمينيًّا فقط تستطيع تكوين البروتينات، لذا فقد يبدو منطقيًّا وجود عدد محدود فقط من تراكيب البروتينات. ولكن البروتين يمكن أن يحتوي على 50 حمضًا أمينيًّا على الأقل، أو أكثر من 1000 حمض أميني مرتبة في أي تتابع ممكن. ولحساب عدد التتابعات الممكنة لهذه الأحماض الأمينية افترض أن كل موقع على السلسلة يمكن أن يكون فيه 20 حمضًا أمينيًّا محتملاً.الببتيد الذي يحتوي على n من الأحماض الأمينية فهناك 20^n من التتابعات المحتملة للأحماض الأمينية. وهكذا فإن ثنائي الببتيد الذي يتكون من حمضين أمينيين فقط يمكن أن يكون له 20^2، أو 400 تتابع محتمل للأحماض الأمينية. وحتى أصغر البروتينات، والذي يحتوي على 50 حمضًا أمينيًّا فقط لديه 20^{50} أو أكثر من 1×10^{65} احتمال من ترتيبات الأحماض الأمينية! ولأن خلايا الإنسان تصنع ما بين 80,000 و 100,000 بروتين مختلف، لذا يمكنك أن ترى أن هذا عبارة عن جزء صغير فقط من مجموع عدد البروتينات المحتملة.

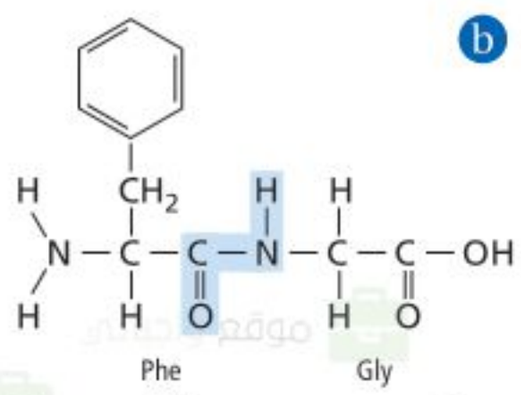
ماذا قرأت؟ **احسب** عدد التتابعات المحتملة لسلسلة ببتيد تتكون من أربعة أحماض أمينية. 20^4 أو $1.6x10^5$

رابطة ببتيدية I

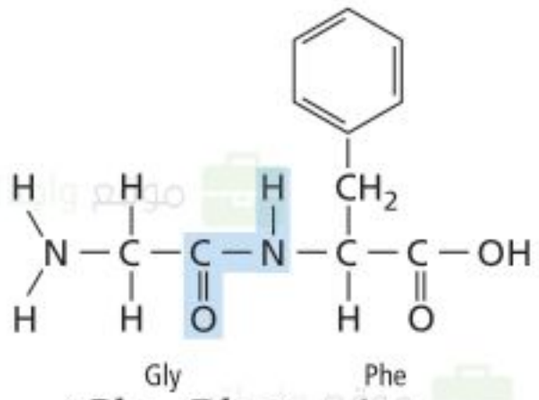
الشكل 3–3 تجمع الرابطة الببتيدية حمضين أمينيين لتكوين ثنائي الببتيد.

الشكل 4–3 يمكن أن يتحد الجلايسين (Gly) مع الفينيل الألنين (Phe) بطريقتين.

اشرح لماذا يعد هذان التركيبان مادتين مختلفتين؟

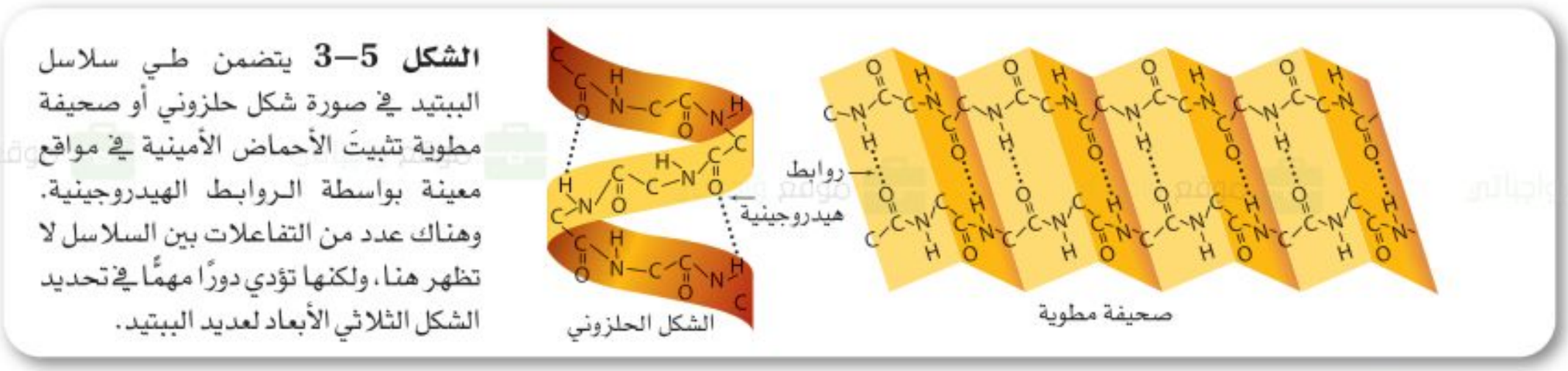


فينيل الألنين جلايسين (Phe –Gly)



جلايسين فينيل الألنين (Gly–Phe)

تغيير ترتيب تسلسل الأحماض الأمينية يغير هوية المركب. فبينما يكون Gly–Phe عبارة عن جلايسين مع مجموعة أمين حرة، يتكون Phe–Gly من فينيل الألنين مع مجموعة أمينية حرة.



الشكل 5–3 يتضمن طي سلاسل الببتيد في صورة شكل حلزوني أو صحيفة مطوية تثبيتَ الأحماض الأمينية في مواقع معينة بواسطة الروابط الهيدروجينية. وهناك عدد من التفاعلات بين السلاسل لا تظهر هنا، ولكنها تؤدي دورًا مهمًّا في تحديد الشكل الثلاثي الأبعاد لعديد الببتيد.

تركيب البروتين الثلاثي الأبعاد تبدأ السلاسل الطويلة المكونة من الأحماض الأمينية بالطيّ مكونة أشكالاً ثلاثية الأبعاد قبل أن يكتمل تكوينها. ويتحدد الشكل الثلاثي الأبعاد عن طريق التفاعلات بين الأحماض الأمينية. فقد تتكون بعض أجزاء عديد الببتيد في صورة شكل حلزوني يشبه لفات سلك الهاتف. وقد تنثني بعض الأجزاء الأخرى إلى الأمام وإلى الخلف بصورة متكررة مكوّنة تركيبًا على هيئة صحيفة مطوية عدة طيات. وقد تنثني سلسلة عديد الببتيد إلى الخلف على نفسها وتغير اتجاهها. كما يمكن أن يحتوي بروتين معين على عدة لوالب، وصحائف، ولفّات، وقد لا يحتوي على أي منها. ويبين **الشكل 5–3** نمط الطي للولب نموذجي وصحيفة. والشكل الكلي الثلاثي الأبعاد للعديد من البروتينات شكل كروي غير منتظم. وهناك أنواع أخرى من البروتينات لها شكل ليفي طويل. وشكل البروتين مهم لعمله، فإذا تغير هذا الشكل فقد لا يستطيع أن يقوم بعمله داخل الخلية.

تغير الخواص الطبيعية ينتج عن التغيرات في درجة الحرارة وقوة الرابطة الأيونية والرقم الهيدروجيني pH والعوامل الأخرى انفكاك طيات البروتين ولوالبه، فيؤدي هذا إلى **تغيُّر الخواص الطبيعية** (Denaturation) الأصلية للبروتين، وهي العملية التي تشوه تركيب البروتين الطبيعي الثلاثي الأبعاد وتمزقه أو تتلفه. ويؤدي الطبخ عادة إلى تغير الخواص الطبيعية للبروتينات في الأغذية. فعند سلق بيضة تصبح صلبة لأن زلال البيضة الغني بالبروتين يتصلب نتيجة تغير الخواص الطبيعية للبروتين. ولما كانت البروتينات تعمل بصورة صحيحة فقط عندما تكون مطوية، لذا فإنها تصبح غير فعالة بصورة عامة إذا حدث لها تحويل في خواصها الطبيعية.

الوظائف المتعددة للبروتينات
The Multiple Functions of Proteins

تؤدي البروتينات أدوارًا كثيرة في الخلايا الحية؛ فهي تقوم بتسريع التفاعلات الكيميائية، ونقل المواد، وتنظيم العمليات الخلوية، والدعم البنائي للخلايا، والاتصالات داخل الخلايا وفيما بينها، وتسريع حركة الخلايا، وتعمل عمل المصدر للطاقة عند شحّ المصادر الأخرى.

تسريع التفاعلات يعمل العدد الأكبر من البروتينات في معظم المخلوقات الحية عمل الإنزيمات والعوامل المحفزة للتفاعلات الكثيرة التي تحدث في الخلايا الحية. يعد **الإنزيم** عاملًا محفزًا حيويًّا؛ حيث يعمل على تسريع التفاعل الكيميائي دون أن يُستهلك في هذا التفاعل. ويؤدي عادة إلى تخفيض طاقة تنشيط التفاعل عن طريق تثبيت الحالة الانتقالية.

واقع الكيمياء في الحياة

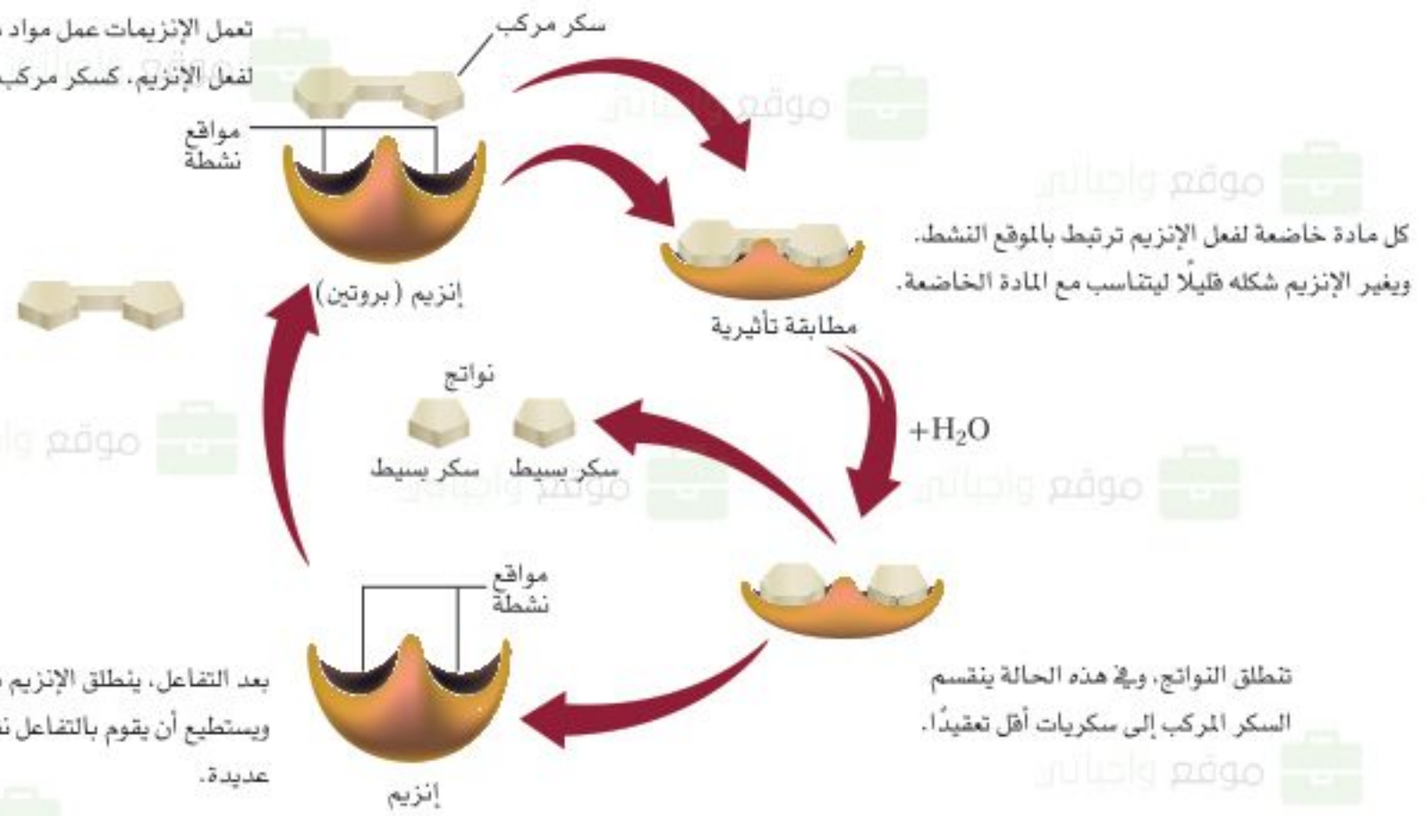
الإنزيمات

البابايين هو أحد أمثلة الإنزيمات التي قد تكون استعملتها ويوجد في البابايا، والأناناس، ومصادر نباتية أخرى. ويعمل هذا الإنزيم عاملًا مساعدًا في التفاعل الذي يفكك جزيئات البروتين، ويحوّلها إلى أحماض أمينية حرة. والبابايين هو العامل الفعّال في بقاء اللحوم طرية؛ فعندما تنثر البابايين المجفف على اللحم الرطب فإنه يكوّن محلولاً يكسر ألياف البروتين القاسية في اللحم فيجعله أكثر طراوة.

تجربة عملية

تغيير طبيعة البروتين

ارجع إلى دليل التجارب العملية على منصة عين الإثرائية



الشكل 6–3 تخفض الإنزيمات طاقة التنشيط اللازمة لحدوث التفاعل، وتغير السرعة التي يحدث بها التفاعل دون أن تتغير هي في التفاعل.

كيف تعمل الإنزيمات؟ إن مصطلح **مادة خاضعة لفعل الإنزيم** يشير إلى مادة متفاعلة في تفاعل يعمل الإنزيم فيه عمل عامل محفز، كما في **الشكل 6–3**. وترتبط المواد الخاضعة لفعل الإنزيم بمواضع معينة على جزيئات الإنزيم، وهي عادة عبارة عن جيوب أو شقوق. وتسمى النقطة التي ترتبط بها المواد الخاضعة لفعل الإنزيم **الموقع النشط** للإنزيم. وبعدما ترتبط المادة الخاضعة بالموقع النشط يغير هذا الموضع شكله قليلاً ليحيط بالمادة الخاضعة بصورة أكثر إحكامًا، وتسمى هذه العملية المطابقة التأثيرية؛ إذ يجب أن تتطابق أشكال المواد الخاضعة مع شكل الموقع النشط، بالطريقة نفسها التي تتطابق بها قطع الألغاز أو القفل والمفتاح. ولن يرتبط الجزيء الذي يختلف شكله قليلاً عن شكل المادة الخاضعة المعتادة للإنزيم بصورة جيدة بالموقع النشط، وقد لا يحدث التفاعل.

ويسمى التركيب المتكون من الإنزيم والمادة الخاضعة عند ارتباطهما مركبَ الإنزيم والمادةَ الخاضعة. فالحجم الكبير لجزيئات الإنزيم يمكّنها من تكوين روابط متعددة مع المواد الخاضعة، كما يسمح التنوع الكبير للسلاسل الجانبية للأحماض الأمينية في الإنزيم بتكوين عدد من القوى بين الجزيئية المختلفة. وتخفّض القوى بين الجزيئية هذه طاقة التنشيط اللازمة للتفاعل؛ حيث تتكسر الروابط وتتحول المادة الخاضعة لفعل الإنزيم إلى نواتج.

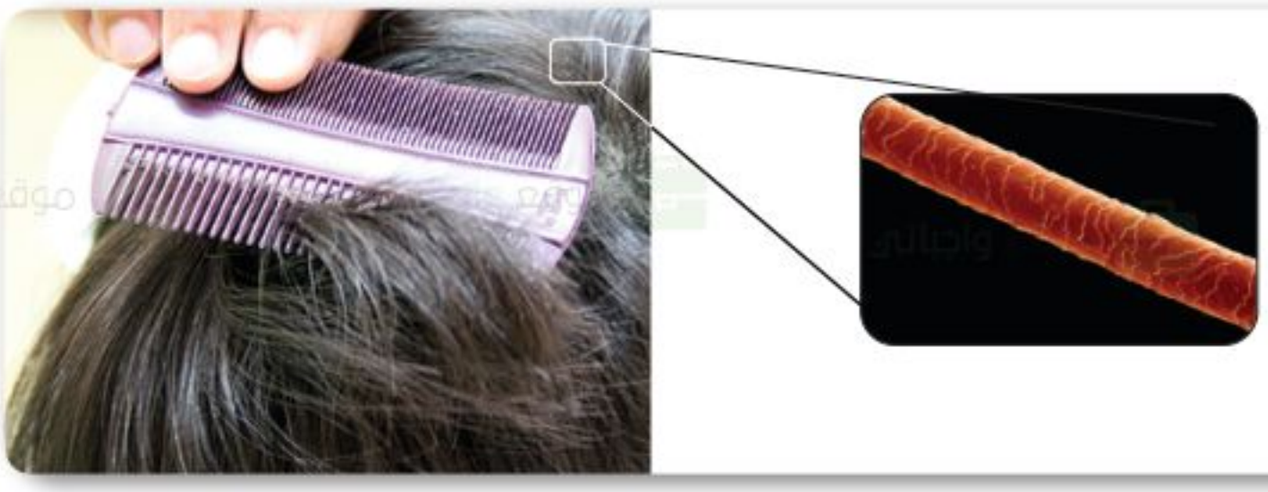
ماذا قرأت؟ **صف** بكلماتك الخاصة كيف يعمل الإنزيم؟

تعمل الإنزيمات مواد خاضعة لفعل الإنزيم، فترتبط المادة الخاضعة لفعل الإنزيم بالموقع النشط للإنزيم. كما يغير الإنزيم شكله ليتناسب مع المادة الخاضعة لفعله. فتتكسر الروابط وتتحول المادة الخاضعة لفعل الإنزيم إلى نواتج. ولكن لا يتغير الإنزيم ويمكن أن يقوم بالعملية نفسها مرات عديدة.

الشكل 7–3

الهيموجلوبين بروتين كروي، فيه أربع سلاسل عديدة الببتيد، يحتوي كل منها على مجموعة حديد تسمى هيم، يرتبط معها الأكسجين.

بروتينات النقل تنقل بعض البروتينات جسيمات أصغر منها في أرجاء الجسم. ويبين **الشكل 7–3** بروتين الهيموجلوبين، الذي ينقل الأكسجين في الدم من الرئتين إلى سائر الجسم. وهناك بروتينات أخرى تتحد بجزيئات حيوية تسمى ليبيدات؛ لتنقلها من جزء من الجسم إلى جزء آخر خلال مجرى الدم.



الشكل 8–3 يتكون شعر الإنسان من بروتين ليفي يسمى الكيراتين.

الدعم البنائي تقتصر بعض البروتينات على وظيفة وحيدة هي تكوين تراكيب حيوية للمخلوقات الحية، وتعرف هذه الجزيئات باسم البروتينات البنائية. والبروتين البنائي الأكثر توافرًا في معظم الحيوانات هو الكولاجين، وهو جزء من الجلد والأوتار والأربطة والعظام. وتشمل البروتينات البنائية الأخرى: الريش والفرو والصوف والحوافر والأظفار والشرنقات، والشعر، كما في **الشكل 8–3**.

الإشارات الخلوية cell signalling الهرمونات جزيئات تحمل الإشارات من أحد أجزاء الجسم إلى جزء آخر. وبعض الهرمونات بروتينات. فالأنسولين –وهو مثال مألوف للبروتينات– هرمون بروتيني صغير يتكون من 51 حمضًا أمينيًّا تنتجه بعض خلايا البنكرياس. وعندما يُطلق الأنسولين إلى مجرى الدم يعطي إشارات لخلايا الجسم أن سكر الدم متوافر بكثرة ويجب تخزينه. يؤدي عدم توافر الأنسولين في كثير من الأحوال إلى مرض السكري الذي ينتج عن كثرة السكر في مجرى الدم. ولما كانت التقنية الحديثة قد جعلت تصنيع البروتينات في المختبر ممكنًا، لذا فقد تم صناعة بعض الهرمونات البروتينية لاستعمالها أدوية. ومن ذلك الأنسولين، وهرمونات الغدة الدرقية، وهرمونات النمو. وتستعمل البروتينات الطبيعية والصناعية في العديد من المنتجات، من محاليل التنظيف إلى وسائل المساعدة الصحية والتجميلية.

المطويات

ضمِّن مطويتك معلومات من هذا القسم.

التقويم 1-3

1. الفكرة الرئيسة صف ثلاثة بروتينات، وحدّد وظائفها.

البابايين: إنزيم يُكسِّر البروتين إلى أحماض أمينية.

الهيموجلوبين: ينقل الأكسجين في الجسم.

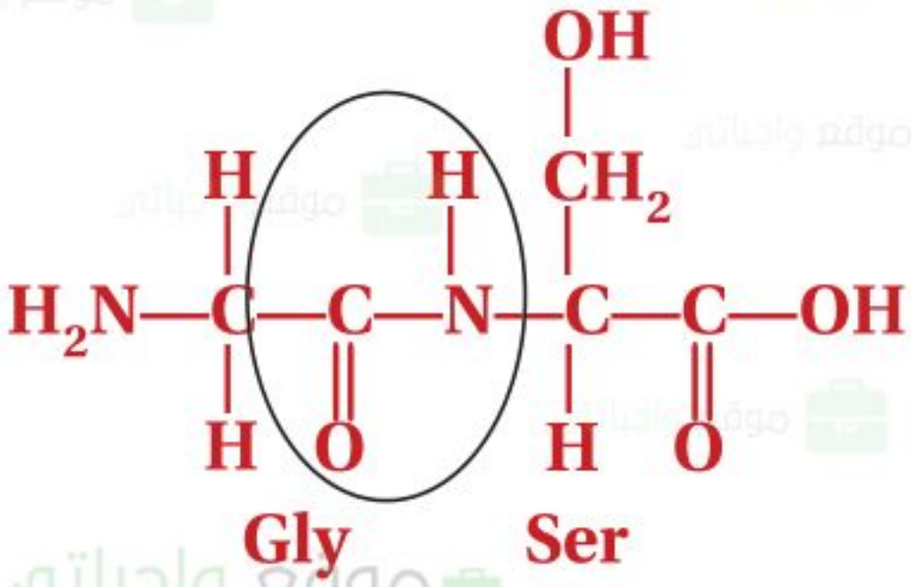
الكولاجين: بروتين بنائي يوجد في الجلد، والأربطة، والأوتار، والعظم.

2. قارن بين بناء الأحماض الأمينية، وثنائي الببتيد، وعديد الببتيد، والبروتين، أيها له أكبر كتلة جزيئية، وأيها له أصغر كتلة جزيئية؟

تعدّ الأحماض الأمينية وحدات فردية من المركبات الحيوية، ترتبط بعضها ببعض. يكوِّن ثنائي ببتيد إذا ارتبط حمضان أمينيان، ويكوِّن متعدِّد الببتيد إذا ارتبط أكثر من عشرة أحماض أمينية، أمّا إذا ارتبط أكثر من خمسين حمضًا أمينيًّا فيكوِّن بروتينًا. من الأصغر إلى الأكبر: حمض أميني، ثنائي الببتيد، عديد الببتيد، بروتين.

3. ارسم تركيب ثنائي الببتيد Gly–Ser، وضع دائرة حول الرابطة الببتيدية.

يجب أن يُبيِّن التركيب مجموعة COOH من الجلايسين وNH_2 من السيرين يساهمان في عمل رابطة ببتيدية، كما هو موضَّح فيما يلي:



التقويم 1-3

4. قوّم ما خواص البروتينات التي تجعلها عوامل مساعدة مفيدة؟ وفيم تختلف عن عوامل مساعدة أخرى سبق أن درستها؟

تُعدّ البروتينات عوامل محفِّزة مفيدة؛ بسبب حجمها الكبير والعدد الكبير والمتنوِّع من المجموعات الوظيفية على السلاسل الجانبية للأحماض الأمينية. إذ أن معظم العوامل المحفِّزة غير العضوية مركّبات أصغر بكثير.

5. اشرح ثلاث وظائف للبروتينات في الخلايا، وأعط مثالاً على كل وظيفة.

تعمل البروتينات كأنزيمات، ونقل مركّبات أصغر، وفي تكوين تراكيب، وكهرمونات.

6. صنّف حمضًا أمينيًّا من الجدول 1-3 يمكن تصنيفه في كل فئة من الأزواج الآتية:

a. غير قطبي مقابل قطبي

غير قطبي: الجلايسين، الفالين، الفينيل الألنين.

قطبي: السيرين، الكستالين، الجلوتامين، اللايسين، حمض الجلوتاميك.

b. أروماتي مقابل أليفاتي

أروماتي: الفينيل الألنين

أليفاتي: الآخرون جميعًا

c. حمضي مقابل قاعدي

حمضي: حمض الجلوتاميك .

قاعدي: اللايسين.

موقع واجباتي

موقع واجباتي

رابط الدرس الرقمي

www.ien.edu.sa

3–2

الأهداف

- **تصف** تراكيب السكريات الأحادية، والثنائية، وعديدة التسكر.
- **تشرح** وظائف الكربوهيدرات في المخلوقات الحية.

مراجعة المفردات

المتشكلات الفراغية نوع من المتشكلات ترتبط ذراتها بالترتيب نفسه، ولكنها تتجه في اتجاهات مختلفة في الفراغ.

المفردات الجديدة

الكربوهيدرات
السكريات الأحادية
السكريات الثنائية
السكريات عديدة التسكر

الكربوهيدرات Carbohydrates

الفكرة الرئيسة **تزود الكربوهيدرات المخلوقات الحية بالطاقة والمواد البنائية.**

الربط مع الحياة هناك تركيز كبير من وسائل الإعلام على الكربوهيدرات. فقد أصبح النظام الغذائي القليل الكربوهيدرات طريقة مفضلة للتحكم في الوزن، إلا أن الكربوهيدرات مصدر مهم لطاقة الجسم.

أنواع الكربوهيدرات Kinds of Carbohydrates

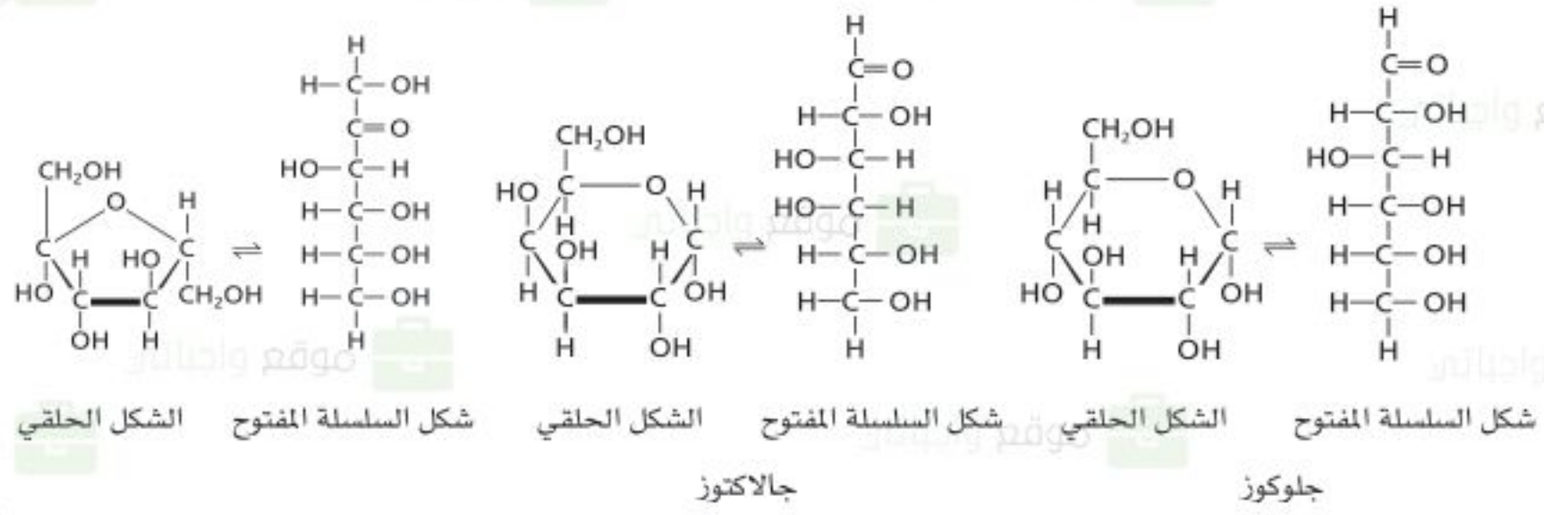
يعطي تحليل كلمة كربوهيدرات لمحة عن تركيب هذه المجموعة من الجزيئات. لقد أدت الملاحظات القديمة –التي بينت أن الصيغة الكيميائية العامة لهذه المركبات هي $C_n(H_2O)_n$، والتي تبدو وكأنها هيدرات الكربون– إلى تسميتها كربوهيدرات. ومع أن العلماء الآن يعرفون أنه لا توجد جزيئات ماء كاملة مرتبطة مع الكربوهيدرات إلا أن الاسم بقي من دون تغيير.

الوظيفة الرئيسة للكربوهيدرات في المخلوق الحي هي أنها مصدر للطاقة المختزنة. وتضم الأغذية الغنية بالكربوهيدرات الحليب والفواكه والخبز والبطاطس. والكربوهيدرات مركبات عضوية تحتوي على عدة مجموعات من الهيدروكسيل (OH–)، بالإضافة إلى مجموعة الكربونيل الوظيفية (C=O). وهذه الجزيئات تتراوح في قياسها بين وحدة بنائية واحدة إلى بوليمرات مكونة من مئات أو حتى آلاف وحدات البناء الأساسية.

السكريات الأحادية أبسط أنواع الكربوهيدرات، والتي كثيرًا ما تسمى سكريات بسيطة هي **السكريات الأحادية**. تحتوي أكثر السكريات الأحادية شيوعًا خمس أو ست ذرات كربون. ويبين **الشكل 9–3** أمثلة على السكريات الأحادية. لاحظ وجود مجموعة كربونيل على إحدى ذرات الكربون ومجموعات هيدروكسيل على معظم ذرات الكربون الأخرى. إن وجود مجموعة الكربونيل يجعل هذه المركبات إما ألدهايدات وإما كيتونات، وذلك بحسب موقع مجموعة الكربونيل. كما أن تعدد المجموعات القطبية يجعل السكريات الأحادية قابلة للذوبان في الماء، ويعطيها درجات انصهار عالية.

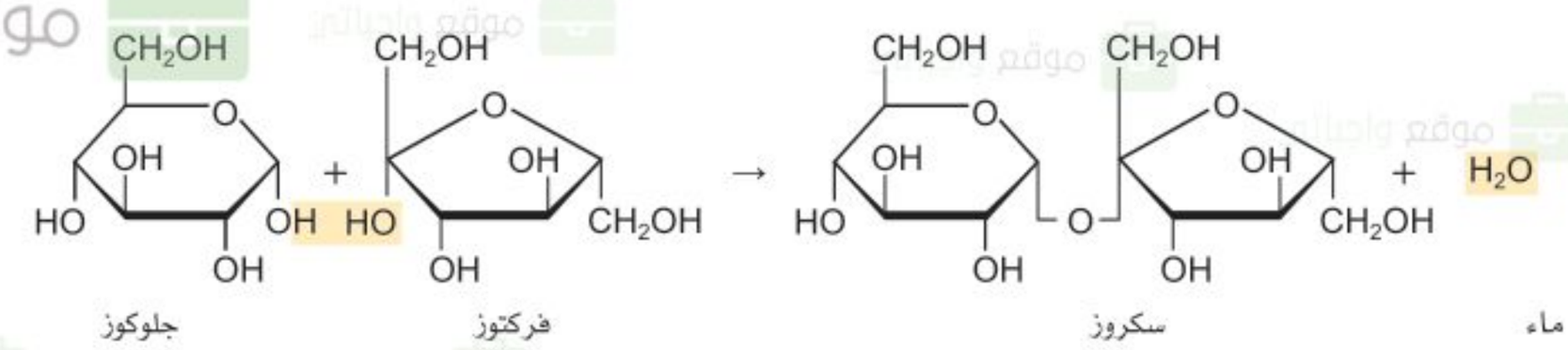
مُنِح البروفيسور ريمون أرغل لوميو جائزة الملك فيصل فرع العلوم عام ١٤١٠ هـ لنجاحه مع زميله البروفيسور فرانك ألبرت كوتن؛ كونهما أول من ركَّب السكروز كيميائياً، ويعد ريمون من أكبر العلماء المعاصرين في كيمياء السكريات التي لها شأن عظيم في العمليات الحيويَّة.

المصدر*: موقع جائزة الملك فيصل/ فرع العلوم
http://kingfaisalprize.org/ar/science/



الشكل 9–3 الجلوكوز، والجلاكتوز، والفركتوز سكريات أحادية. وتكون في المحاليل المائية في حالة اتزان بين الشكل الحلقي وشكل السلسلة المفتوح.

موقع واجباتي



الشكل 10–3 عندما يتحد الجلوكوز والفركتوز يتكون السكر الثنائي السكروز. لاحظ أن الماء أيضًا ناتج تفاعل هذا التكثف. وتذكّر أن كل تركيب حلقي يتكون من ذرات كربون غير ظاهرة في الشكل حتى لا يبدو معقدًا.

الجلوكوز سكر سداسي الكربون، وله تركيب ألدهيدي. ويوجد بتركيز عالٍ في الدم؛ لأنه يعمل بوصفه مصدرًا رئيسًا للطاقة الفورية للجسم. ولهذا السبب يسمى الجلوكوز في كثير من الأحيان سكرَ الدم.

والجلاكتوز سكر على علاقة وثيقة بالجلوكوز، ويختلف عنه فقط في كيفية اتجاه ذرة الهيدروجين ومجموعة الهيدروكسيل في الفراغ حول إحدى ذرات الكربون الست. وتجعل هذه العلاقة من الجلوكوز والجلاكتوز متشكلين هندسيين. فالفركتوز، الذي يعرف بسكر الفاكهة لأنه موجود في معظم الفواكه، هو سكر أحادي يتكون من ست ذرات كربون له تركيب كيتوني. كما أن الفركتوز متشكل بنائي للجلوكوز. عندما تكون السكريات الأحادية في محلول مائي فإنها توجد في الصورة الحلقية وتركيب السلسلة المفتوحة، ولكنها تغير شكلها باستمرار وبسرعة. والتراكيب الحلقية هي الأكثر استقرارًا، وهي الشكل السائد للسكريات الأحادية في حالة الاتزان. وتلاحظ في **الشكل 9–3** أن مجموعات الكربونيل توجد فقط في تركيب السلسلة المفتوحة. وفي التركيب الحلقي تتحول مجموعات الكربونيل إلى مجموعات هيدروكسيل.

السكريات الثنائية تستطيع السكريات الأحادية أن ترتبط معًا عن طريق تفاعل التكثف الذي يطلق الماء، كما هو الحال في الأحماض الأمينية. وعندما يرتبط سكّران أحاديان معًا يتكون **سكر ثنائي**، كما في **الشكل 10–3**، ويطلق على الرابطة الجديدة المتكوّنة الرابطة الإيثرية C–O–C.

والسكروز هو أحد السكريات الثنائية، ويعرف أيضًا بسكر المائدة؛ لأنه يستعمل بشكل رئيس في التحلية. ويتكون السكروز من اتحاد الجلوكوز مع الفركتوز. كما أن اللاكتوز سكر ثنائي شائع أيضًا، وهو الكربوهيدرات الأهم في الحليب، ويسمى غالبًا سكر الحليب. ويتكون اللاكتوز عندما يتحد الجلوكوز والجلاكتوز.

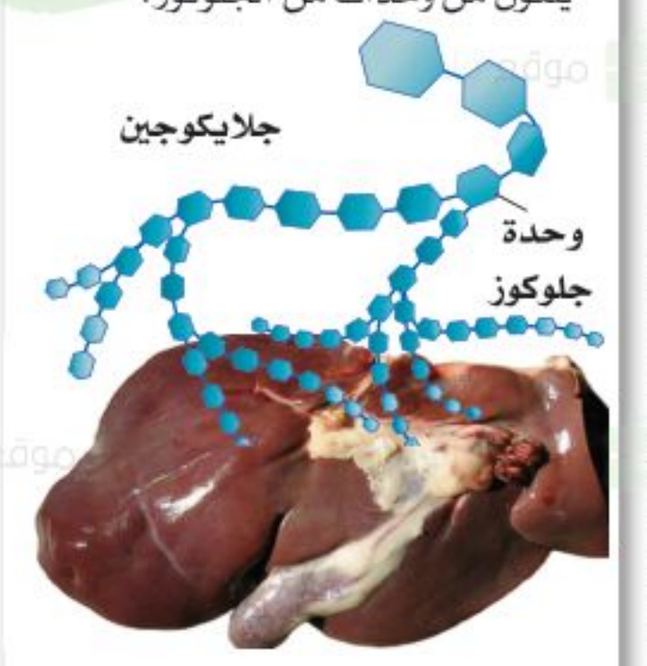
السكريات عديدة التسكر يستعمل اسم الكربوهيدرات المعقدة أو **السكريات عديدة التسكر** للبوليمرات التي تتكون من السكريات البسيطة وتحتوي على 12 وحدة بناء أساسية أو أكثر. وترتبط الوحدات الأساسية في عديدة التسكر بنفس نوع الروابط التي تجمع سكرين أحاديين لتكوين سكر ثنائي. أما الجلايكوجين، المبين في **الشكل 11–3**، فهو من السكريات عديدة التسكر، ويتألف من وحدات جلوكوز تختزن الطاقة، ويوجد غالبًا في الكبد وعضلات الإنسان وحيوانات أخرى. كما يوجد في بعض أنواع المخلوقات المجهرية، ومنها البكتيريا والفطريات.

ماذا قرأت؟ **قارن** بين السكريات الأحادية والثنائية وعديدة التسكر.

المفردات

أصل الكلمة

العديدة التسكر (Polysaccharide)
اشتق هذا الاسم من الكلمة اليونانية Polys، والتي تعني "متعدد"، والكلمة السنسكريتية القديمة Sakkara، والتي تعني "سكر".



الشكل 11–3 يعد الجلايكوجين الموجود في عضلات وكبد الحيوانات من السكريات عديدة التسكر؛ حيث يتكون من وحدات من الجلوكوز.

السكر الأحادي هو سكر بسيط. ويحتوي السكر الثنائي على سكرين أحاديين. أما السكر المتعدد فيحتوي على 12 وحدة بناء أساسية من الجلوكوز أو أكثر.

الشكل 12–3 النشا والسليلوز نوعان مهمان من السكريات العديدة التسكر
a. للنشا تركيب متفرع أو غير متفرع.
b. للسليلوز تركيب غير متفرع يشبه السياج ذا السلاسل المتقاطعة.

يبين **الشكل 12–3** نوعين آخرين مهمين من السكريات العديدة التسكر، هما: النشا والسليلوز. وعلى الرغم من أن كلاًّ منهما يتكوّن من وحدات أساسية من الجلوكوز، إلا أنهما يختلفان في خواصِّهما ووظائفهما. تصنع النباتات النشا والسليلوز. والنشا جزيء طري لا يذوب في الماء ويستعمل لتخزين الطاقة، في حين أن السليلوز بوليمر لا يذوب في الماء، ويكوّن الجدران القاسية للخلية النباتية، كتلك الموجودة في الخشب.

ويعود السبب في هذا الاختلاف إلى أن الروابط التي تربط الوحدات الأساسية معًا تتجه اتجاهات مختلفة في الفراغ. وبسبب هذا الاختلاف في شكل الروابط يستطيع الإنسان أن يهضم الجلايكوجين والنشا، ولكنه لا يستطيع أن يهضم السليلوز. كما لا تستطيع إنزيمات الهضم أن تستوعب السليلوز في مواقعها النشطة. والسليلوز الذي في الفواكه والخضراوات والحبوب التي نأكلها، يسمى أليافًا غذائية؛ لأنه يمر في الجهاز الهضمي دون أن يتغير كثيرًا.

المطويات

ضمِّن مطويتك معلومات من هذا القسم.

التقويم 2-3

7. الفكرة الرئيسة اشرح وظائف الكربوهيدرات في المخلوقات الحية.

تُعدّ الكربوهيدرات المصدر الرئيس والفوري للطاقة في المخلوقات الحية، وتخدِم أيضًا كمستودع لتخزين الطاقة.

8. صف تراكيب السكريات الأحادية والثنائية وعديدة التسكر؟

السكريات الأحادية مركّبات تحتوي على مجموعات هيدروكسيل متعدِّدة ومجموعة الدهيد أو كيتون. والسكريات الثنائية سكّران أحاديان مرتبطان معًا برابطة أيثر. أمّا السكريات عديدة التسكّر فهي عدّة سكريات أحادية مرتبطة معًا بروابط إيثر. والترتيب من الأصغر إلى الأكبر هو: سكر أحادي، وسكر ثنائي، وسكريات عديد التسكّر.

9. قارن بين تراكيب النشا والسليلوز. كيف تؤثر الاختلافات في التركيب في مقدرتنا على هضم هذين النوعين من السكريات؟

يحتوي كل من النشا والسليلوز على وحدات بناء أساسية من الجلوكوز. وهما يختلفان في طريقة توجّه الروابط التي تُمسِك بالجلوكوز معًا في الفراغ. وبسبب الاختلاف في الشكل هذا، فإن إنزيماتنا الهضمية لا تستطيع أن تفكّك السليلوز.

موقع واجباتي

التقويم 2-3

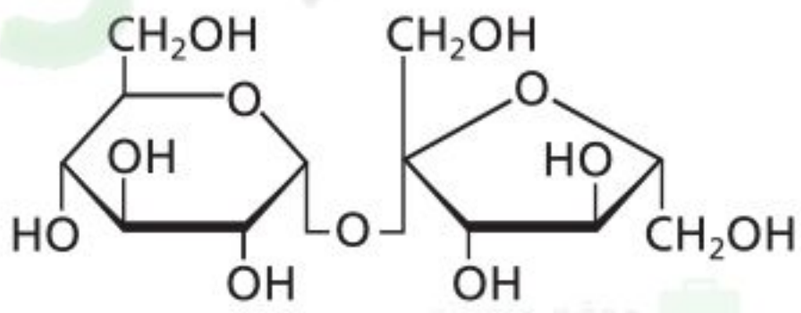
10. احسب إذا كان لأحد الكربوهيدرات 2^n متشكل محتمل، حيث n تساوي عدد ذرات الكربون في التركيب، فاحسب عدد المتشاكلات المحتملة للسكريات الأحادية الأتية: الجلاكتوز، والجلوكوز، والفركتوز.

الجلاكتوز: $2^n = 2^4 = 16$ متشكِّلًا

الجلوكوز: $2^n = 2^4 = 16$ متشكِّلًا

الفركتوز: $2^n = 2^3 = 8$ متشكِّلات

11. تفسير الرسوم العلمية انسخ رسم السكروز على ورقة منفصلة، وضع دائرة حول مجموعة الإيثر الوظيفية التي تربط الوحدات الأساسية السكرية معًا.



موقع واجباتي

موقع واجباتي
رابط الدرس الرقمي
www.ien.edu.sa

3–3

الأهداف

- **تصف** تراكيب الأحماض الدهنية، والجليسريدات الثلاثية، والليبيدات الفوسفورية والستيرويدات.
- **تشرح** وظائف الليبيدات في المخلوقات الحية.
- **تحدد** بعض تفاعلات الأحماض الدهنية.
- **تربط** بين تركيب الأغشية الخلوية ووظيفتها.

مراجعة المفردات

غير قطبي من دون منطقتين منفصلتين موجبة وسالبة أو من دون قطبين.

المفردات الجديدة

الليبيدات
الأحماض الدهنية
الجليسريدات الثلاثية
التصبُّن
الليبيدات الفوسفورية
الشموع
الستيرويدات

الليبيدات Lipids

الفكرة الرئيسة **تكوّن الليبيدات الأغشية الخلوية، وتختزن الطاقة وتنظم العمليات الخلوية.**

الربط مع الحياة ما الشيء المشترك بين الشمع الذي يستعمل في تلميع السيارات والدهن الذي يقطر من اللحم المشوي، وفيتامين (د) الذي يضاف إلى الحليب الذي يشربه الناس؟ جميعها ليبيدات.

ما الليبيد؟ What is a lipid?

الليبيدات جزيئات حيوية كبيرة غير قطبية. ولما كانت الليبيدات غير قطبية فهي غير قابلة للذوبان في الماء. وتؤدي الليبيدات وظيفتين رئيستين في المخلوقات الحية؛ تختزن الطاقة بشكل فعّال، وتكوّن معظم تركيب الأغشية الخلوية، كما أنها تختلف عن البروتينات والكربوهيدرات في أنها ليست بوليمرات ذات وحدات بناء أساسية متكررة.

الأحماض الدهنية على الرغم من أن الليبيدات ليست بوليمرات، إلا أن لها وحدة بناء رئيسة مشتركة. ووحدات البناء هذه هي **الأحماض الدهنية**، وهي أحماض كربوكسيلية ذات سلاسل طويلة. وتحوي معظم الأحماض الدهنية الطبيعية ما بين 12 و 24 ذرة كربون. ويمكن تمثيل تركيبها بالصيغة الآتية: $CH_3(CH_2)_nCOOH$

تحتوي معظم الأحماض الدهنية على عدد زوجي من ذرات الكربون، وهذا ناتج عن إضافتها ذرتين معًا في الوقت نفسه في تفاعلات إنزيمية. كما يمكن وضع الأحماض الدهنية في مجموعتين رئيستين؛ اعتمادًا على وجود أو عدم وجود روابط ثنائية بين ذرات الكربون. وتُعرَف الأحماض الدهنية التي لا تحتوي على روابط ثنائية بالمشبعة، في حين تسمى غيرَ المشبعة إذا احتوت على رابطة ثنائية أو أكثر. ويبين **الشكل 13–3** تركيبي حمضين دهنيين شائعين.

ماذا قرأت؟ **اشرح** لماذا يوصف حمض الأوليك بأنه غير مشبع؟

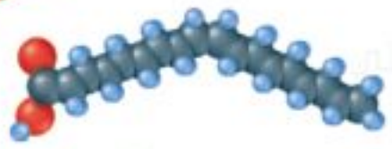
لأن لديه رابطة ثنائية.

الشكل 13–3 حمض الأوليك غير المشبع ذو 18 ذرة كربون وحمض السيتريك المشبع يوجدان في العديد من الأطعمة، ومنها الزبد.

فسّر كيف يتأثر تركيب الجزيء بوجود الرابطة الثنائية؟

زبدة

حمض الأوليك



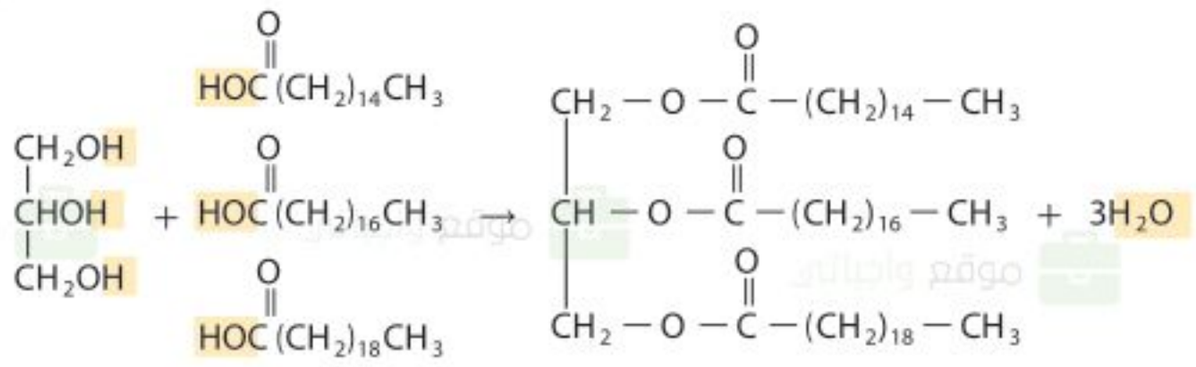
$$HO\overset{O}{\overset{\|}{C}}CH_2CH_2CH_2CH_2CH_2CH_2CH_2CH{=}CHCH_2CH_2CH_2CH_2CH_2CH_2CH_2CH_3$$

حمض السيتريك

$$HO\overset{O}{\overset{\|}{C}}CH_2CH_2CH_2CH_2CH_2CH_2CH_2CH_2CH_2CH_2CH_2CH_2CH_2CH_2CH_2CH_2CH_3$$

الجزيء منحني عند الرابطة الثنائية.

موقع واجباتي



الشكل 14–3 تتكون روابط الإستر في الجليسريد الثلاثي عندما تتحد مجموعات الهيدروكسيل الموجودة في الجليسرول بمجموعات الكربوكسيل الموجودة في الأحماض الدهنية.

المفردات

الاستخدام العلمي والاستخدام الشائع

يُشَبِّع (Saturate)

الاستخدام العلمي: يضيف شيئًا إلى حد أنه يمكن معه استيعاب المزيد أو ذوبانه أو الاحتفاظ به، مثل تشبّع الماء المالح بالملح.

الاستخدام الشائع: يزود السوق بمنتج أو منتجات إلى الحد الأقصى لطاقته الاستهلاكية.

يمكن أن يتشبع الحمض الدهني غير المشبع إذا تفاعل مع الهيدروجين. ومن المعروف أن الهدرجة هي تفاعل إضافة يتم فيه تفاعل غاز الهيدروجين مع ذرات الكربون المرتبطة بروابط متعددة. وتستطيع كل ذرة كربون غير مشبعة أن تستوعب ذرة هيدروجين إضافية واحدة لتصبح مشبعة. فمثلاً، يمكن أن تتم هدرجة حمض الأوليك Oleic acid، في **الشكل 13–3**، ليكوّن حمض السيتريك.

توجد الروابط الثنائية في الأحماض الدهنية الطبيعية جميعها تقريبًا في صورة المتشكل الهندسي سيس. ونظرًا إلى اتجاه سيس فإن هذا لا يساعد على وجود تركيب الأحماض الدهنية غير المشبعة متراصّة. ونتيجة لذلك لا تتكون قوى تجاذب كثيرة بين الجزيئات كما في جزيئات الأحماض الدهنية المشبعة، ولذَلك تكون درجات انصهار الأحماض الدهنية غير المشبعة أقل.

الجليسريدات الثلاثية على الرغم من أن الأحماض الدهنية موجودة بكثرة في المخلوقات الحية، إلا أنها نادرًا ما تكون وحدها. فهي تكون غالبًا مرتبطة بالجليسرول، وهو جزيء من ثلاث ذرات كربون، ترتبط كل منها مع مجموعة هيدروكسيل. وعندما ترتبط ثلاثة أحماض دهنية بالجليسرول بروابط إستر يتكون **الجليسريد الثلاثي**. ويبين **الشكل 14–3** تكوين الجليسريد الثلاثي. ويمكن أن تكون الجليسريدات الثلاثية صلبة أو سائلة في درجة حرارة الغرفة، كما في **الشكل 15–3**. وعندما تكون سائلة تسمى عادة زيوتًا. أما إذا كانت صلبة في درجة حرارة الغرفة فتُسمّى دهونًا.

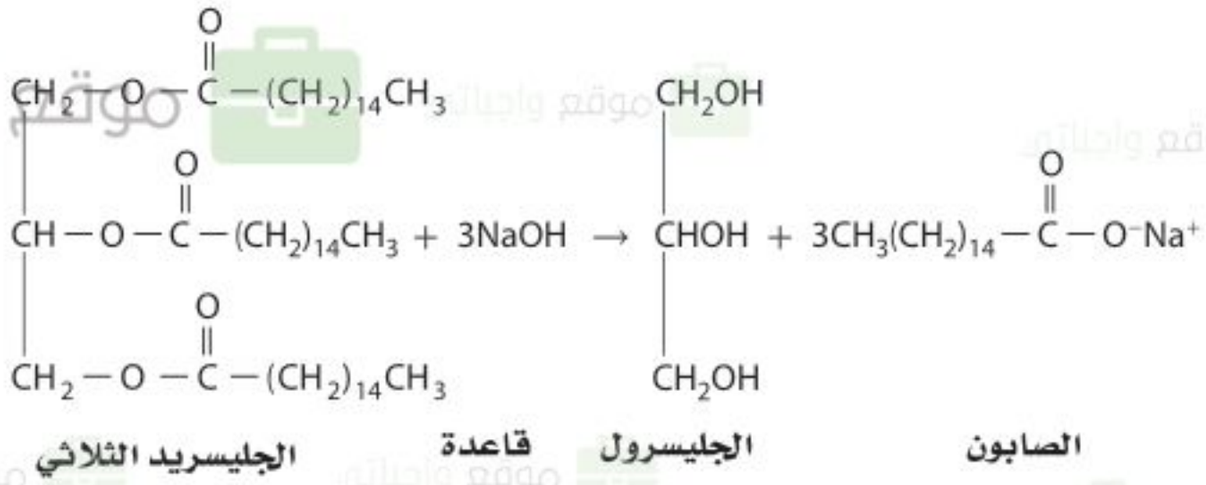
ماذا قرأت؟ **حدد** اثنين من الزيوت النباتية واثنين من الدهون الحيوانية.

الشكل 15–3 معظم مخاليط ثلاثي الجليسريدات النباتية المصدر توجد في الحالة السائلة؛ لأن ثلاثي الجليسريدات يحتوي على أحماض دهنية غير مشبعة، في حين تحتوي الدهون الحيوانية على كمية أكبر من الأحماض الدهنية المشبعة، لذا تكون عادة صلبة في درجة حرارة الغرفة.

زيت نباتي: زيت الصويا وزيت الزيتون.

دهون حيوانية: دهون الأبقار والأغنام والزبدة.

موقع واجباتي



الشكل 16–3 يتكون الصابون من تفاعل الجليسريد الثلاثي وقاعدة قوية.

وعندما تتوافر الطاقة بكثرة تخزّن الخلايا الدهنية الطاقة الفائضة في الأحماض الدهنية على هيئة جليسريد ثلاثي. وعندما تقلّ الطاقة تقوم الخلايا بتحليل الجليسريد الثلاثي مطلقةً الطاقة التي استعملت في تكوينها. ومع أن الإنزيمات تحلل الجليسريد الثلاثي داخل الخلايا الحية إلا أنه يمكن إجراء تفاعل مشابه لذلك خارج الخلايا باستعمال قاعدة قوية مثل هيدروكسيد الصوديوم. ويُسمّى هذا التفاعل – تميُّه الجليسريد الثلاثي مع وجود محلول مائي لقاعدة قوية لتكوين أملاح الكربوكسيلات والجليسرول– **التصبُّنَ**. ويستعمل تفاعل التصبُّن كما في **الشكل 16–3**، في إنتاج الصابون، وهو عبارة عن أملاح الصوديوم للأحماض الدهنية. ولجزيء الصابون طرفان: طرف قطبي، وآخر غير قطبي.

يستعمل الصابون مع الماء في تنظيف الأوساخ والزيوت غير القطبية؛ لأن جزيئات الأوساخ والزيوت غير القطبية ترتبط بالطرف غير القطبي لجزيئات الصابون، في حين يكون الطرف القطبي لجزيئات الصابون قابلاً للذوبان في الماء. وهكذا يمكن إزالة جزيئات الصابون المحملة بالأوساخ باستعمال الماء.

تجربة

تفاعل التصبُّن (عملية صناعة الصابون) (saponification)

كيف يصنع الصابون؟ يُسمى التفاعل بين الجليسريد الثلاثي وقاعدة قوية التصبُّن، كما في **الشكل 16–6**.

خطوات العمل

1. اقرأ نموذج السلامة في المختبر.
2. ضع **كأسًا سعتها 250mL** على سخان كهربائي. وأضف 25g من **السمن النباتي الصلب** إليها. ثم أشعل السخان الكهربائي على درجة حرارة متوسطة.
3. استخدم **مخبارًا مدرجًا سعته 25ml** لإضافة 12mL **إيثانول** ببطء في أثناء انصهار السمن النباتي، ثم أضف 5mL من **NaOH** تركيزه **6.0M** إلى الكأس.

*تحذير: الإيثانول قابل للاشتعال، و**NaOH** يسبب حروقًا للجلد؛ لذا البس القفازين.*

4. سخّن الخليط مدة 15 دقيقة تقريبًا، وحركه **بساق التحريك** من حين إلى آخر، دون أن يغلي.
5. ضع الكأس جانبًا، باستعمال **الملقط**، وعندما يجمد الخليط دعه يبرد مدة 5 دقائق، ثم ضعه في **كأس سعتها 600 mL** مملوءة بالماء البارد.
6. أضف 25mL من محلول NaCl المشبع إلى الخليط الذي في الكأس. ولأن الصابون ليس شديد الذوبان في الماء المالح فإنه سيبدو في صورة كتل صغيرة.
7. اجمع كتل الصابون بترشيحها خلال **قطعة قماش** موجودة **كبطانة لقمع**.
8. اضغط الصابون داخل **طبق تبخير** وأنت تلبس القفازين، ثم انزعهما واغسل يديك.

التحليل

1. فسِّر ما نوع الروابط التي تتحلل في الجليسريد الثلاثي في أثناء تفاعل التصبّن؟

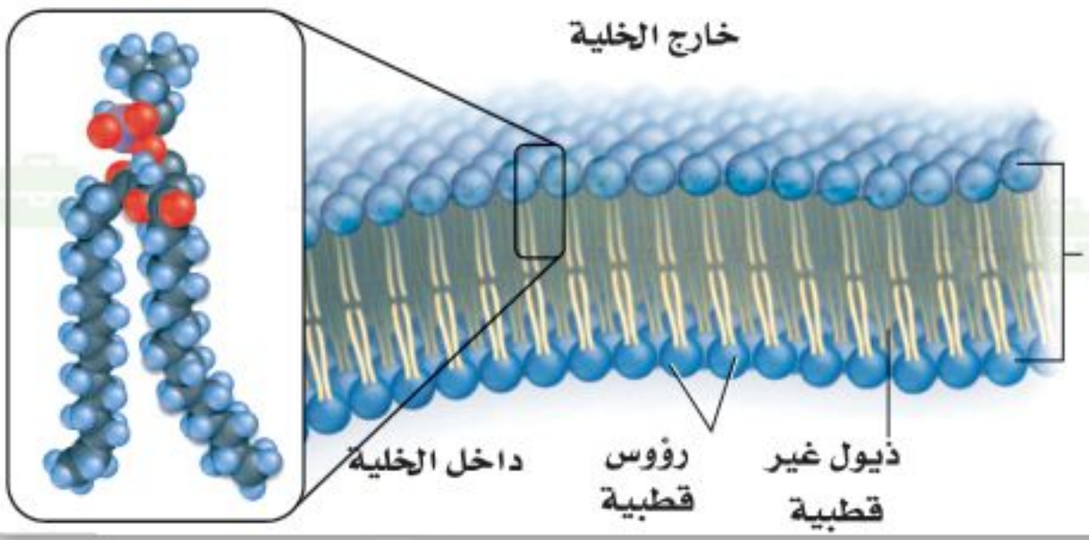
روابط إستر.

2. حدّد نوع الملح الذي تكوّن في هذا التفاعل الكيميائي.

ملح صوديوم (الصابون).

3. حدد ما الطرف القطبي لجزيء الصابون؟ وما الطرف غير القطبي؟

طرف الجزيء الذي يحتوي على أيون الصوديوم قطبي. والطرف الآخر للجزيء والذي يحتوي على ذرات الهيدروجين لا قطبي.



الشكل 17–3 تحتوي الليبيدات الفوسفورية على رأس قطبي وذيلين غير قطبيين. تتكون أغشية الخلايا من طبقة مزدوجة من الليبيدات تسمى ثنائية الطبقة. وتوجد الرؤوس القطبية في هذه الطبقة على المحيط الخارجي، بينما توجد الذيول غير القطبية في الداخل.

اللايبيز الفوسفوري (فوسفولايبيز) phospholipase هناك نوع مهم آخر من الجليسريد الثلاثي يُسمى الليبيد الفوسفوري، يوجد بكثرة في الأغشية البلازمية. و**الليبيدات الفوسفورية** جليسريدات ثلاثية استبدل فيها أحد الأحماض الدهنية بمجموعة فوسفات قطبية، تكوّن الجزء القطبي من الجزيء رأسًا، كما في **الشكل 17–3**، وتبدو الأحماض الدهنية غير القطبية في صورة ذيول. ويتكون الشكل النموذجي للغشاء البلازمي من طبقتين من الليبيد الفوسفوري، وهي مرتبة بحيث تكون ذيولها غير القطبية متجهة نحو الداخل ورؤوسها القطبية متجهة إلى الخارج. ويسمى هذا الترتيب الليبيد الثنائي الطبقة. ولما كان تركيب هذا الليبيد يعمل بوصفه حاجزًا، فإن الخلية تستطيع أن تنظم المواد التي تدخل خلال هذا الغشاء وتخرج منه.

الربط مع علم الأحياء يحتوي سُمّ الأفاعي السامة على نوع من الإنزيمات يعرف بالليبيز الفوسفوري. وتعمل هذه الإنزيمات عاملًا محفزًا لتحليل الليبيد الفوسفوري – وهو جليسريد ثلاثي استبدل فيه أحد الأحماض الدهنية بمجموعة فوسفات. ويحتوي سمّ أحد أنواع الأفاعى على الليبيز الفوسفوري الناتج عن تفكك (تميّه) رابطة الإستر لذرة الكربون الوسطى في الليبيد الفوسفوري. وإذا دخل الجزء الأكبر من ناتج هذا التفاعل إلى مجرى الدم فإنه يذيب أغشية كريات الدم الحمراء فتتمزق. إن لدغة هذه الأفعى يمكن أن تؤدي إلى الموت إذا لم يتم علاجها فورًا.

الشموع عبارة عن نوع آخر من الليبيدات تحتوي أيضًا على أحماض دهنية. و**الشموع** ليبيدات تتكون من اتحاد حمض دهني مع كحول ذي سلسلة طويلة. وتبين الصيغة أدناه التركيب العام لهذه الدهون الصلبة الطرية ذات درجات الانصهار المنخفضة، حيث تمثل x و y أعدادًا مختلفة من مجموعات CH_2.

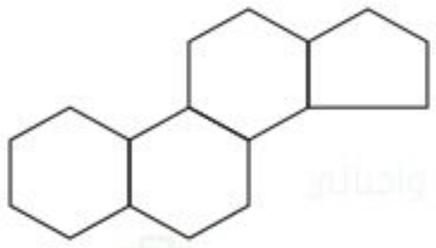
$$CH_3(CH_2)_x - \overset{\overset{O}{\|}}{C} - O - (CH_2)_yCH_3$$

تنتج النباتات والحيوانات الشمع، وكثيرًا ما تُغطّى أوراق النبات بالشمع الذي يمنع فقدان الماء. ويبين **الشكل 18–3** كيف أن قطرات المطر تكون كرات كالخرز على أوراق النبات، مما يشير إلى وجود طبقة شمعية. كما أن أقراص العسل التي يبنيها النحل مصنوعة أيضًا من الشمع الذي يعرف عادة باسم شمع النحل. واتحاد حمض البالمتيك المكون من حمض دهني ذي 16 ذرة كربون مع كحول يحتوي على سلسلة من 30 ذرة كربون يؤدي إلى تكوين نوع شائع من شمع النحل. وتُصنع الشموع أحيانًا من شمع العسل؛ لأنه يميل إلى الاحتراق ببطء وهدوء.

تجربة عملية
الدهون المشبعة وغير المشبعة
ارجع إلى دليل التجارب العملية على منصة عين الإثرائية

الشكل 18–3 تنتج النباتات شمعًا يُغطي أوراقها ويحميها من الجفاف.

الستيرويدات لاتحتوي جميع الليبيدات على سلاسل أحماض دهنية؛ فالستيرويدات ليبيدات تحتوي تراكيبها على حلقات متعددة. وجميع الستيرويدات مبنية من تركيب الستيرويد الأساسي المكوّن من الحلقات الأربع المبينة أدناه.



وبعض الهرمونات – ومنها العديد من الهرمونات الجنسية– هي ستيرويدات تنظم عمليات الأيض. ويُعد الكولسترول – وهو ستيرويد آخر – مكونًا بنائيًّا مهمًّا للأغشية الخلوية، كما أن فيتامين (د) أيضًا يحتوي على تركيب الستيرويد ذي الحلقات الأربع، ويؤدي دورًا في تكوين العظام. أما العلجوم البحري العملاق ***Bufo marinus***، كما في **الشكل 19–3**، فيستعمل ستيرويد يسمى بوفوتوكسين بوصفه آلية دفاعية؛ إذ يفرز السم من نتوءات صغيرة على ظهره ومن غدد خلف عينيه مباشرة. هذا السمّ هو مجرد مادة مهيّجة للإنسان. أما للحيوانات الصغيرة فإنه يؤدي إلى إسالة لعابها، وفقدان التوازن، والتشنجات، والموت.

الشكل 19–3 يستعمل العلجوم البحري العملاق سُمًّا ستيرويديًّا يُدعى بوفوتوكسين بوصفه آلية دفاع. ويُعدّ هذا السمّ قاتلاً لبعض الحيوانات كالكلاب والقطط.

المطويات

ضمِّن مطويتك معلومات من هذا القسم.

التقويم 3-3

12. الفكرة الرئيسة صف وظيفة الليبيدات.

تخزن الطاقة بفعّالية، وتكوِّن معظم تركيب الخلايا الحية.

13. **صف** تراكيب الأحماض الدهنية، والجليسريدات الثلاثية، والليبيدات الفوسفورية، والستيرويدات، والشمع.

الأحماض الدهنية: حمض كربوكسيلي طويل السلسلة صيغته $CH_3(CH_2)_nCOOH$؛ الجلسريد الثلاثي: ثلاثة أحماض دهنية مرتبطة مع جليسرول بروابط إستر؛ الليبيد الفوسفوري: حمضان دهنيان ومجموعة فُوسفات مرتبطة مع جلسرول بروابط إستر؛ الستيرويد: لا يحتوي على أحماض دهنية ولكن لديه تركيب ذو أربع حلقات.

14. **اعمل** قائمة بوظيفة مهمة لكلٍّ من الليبيدات الآتية:

a. الجليسريدات الثلاثية

الجلسريد الثلاثي: المكوِّن الرئيس لتخزين الليبيدات.

b. الليبيدات الفوسفورية

الليبيدات الفوسفورية: تكوِّن الأغشية الخلوية.

c. الشموع

الشمع: تكوِّن أغلفة واقية.

d. الستيرويدات

الستيرويدات: هرمونات، وفيتامينات وفي الأغشية الحيوية.

التقويم 3-3

15. **اذكر** تفاعلين من تفاعلات الأحماض الدهنية.

التصبُّن والهدرجة.

16. **صف** تركيب الأغشية الخلوية وعملها.

لديه طبقتان من الليبيدات الفوسفورية، مرتّبة بحيث تكون ذيولها غير القطبية نحو الداخل ورؤوسها القطبية متّجهة نحو الخارج. وتعمل كحاجز يسمح لمواد بالدخول والخروج من الخلية.

17. **اكتب** معادلة الهدرجة الكاملة للحمض الدهني غير المشبع وحمض اللينوليك.

$$CH_3(CH_2)_4CH=CHCH_2CH=CH(CH_2)_7COOH$$

$$CH_3(CH_2)_4CH=CHCH_2CH=CH(CH_2)_7COOH+$$
$$2H_2 \rightarrow CH_3(CH_2)_{16}COOH$$

18. **تفسير الرسوم العلمية** ارسم البناء العام الخاص ب الليبيد الفوسفوري ، وعيّن عليه الأجزاء القطبية وغير القطبية.

$CH_2O—PO_4$ — قطبي

$CHO—$ حمض دهني

$CH_2O—$ حمض دهني

غير قطبي

يجب أن يُبيِّن الرسم مجموعتين من الأحماض الدهنية، ومجموعة فوسفات واحدة مرتبطة بالجليسرول برابطة إستر. حيث تكون مجموعة الفوسفات قطبية، في حين تكون مجموعتا الأحماض الأمينية غير قطبية.

رابط الدرس الرقمي
www.ien.edu.sa

3–4

الأهداف

- **تحدّد** المكوّنات البنائية للأحماض النووية.
- **تربط** وظيفة DNA بتركيبه.
- **تصف** تركيب RNA ووظيفته.

مراجعة المفردات

المعلومات الوراثية: سلسلة يتم توريثها موجودة في RNA أو DNA وتنتقل السمات والخصائص من جيل إلى الجيل الذي يليه.

المفردات الجديدة

الحمض النووي
النيوكليوتيد

الأحماض النووية Nucleic Acids

الفكرة الرئيسة **تخزن الأحماض النووية المعلومات الوراثية وتنقلها.**

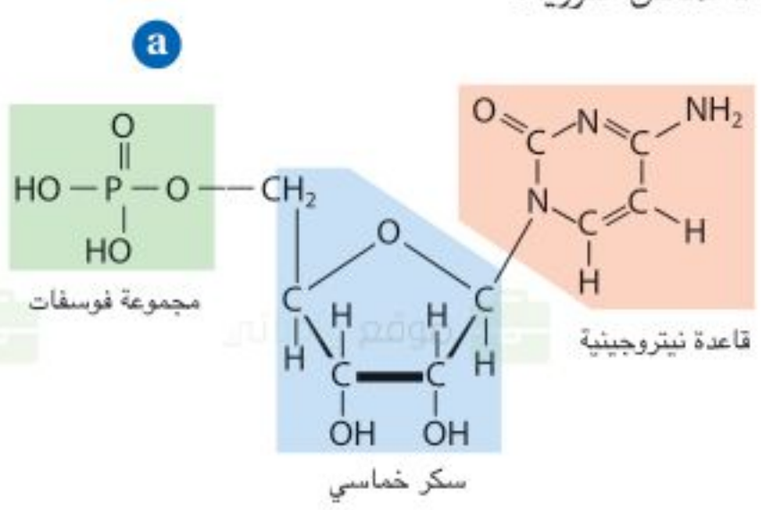
الربط مع الحياة أصبح فحص DNA شيئًا عاديًّا في الطب والعلم الجنائي، وعلم الأنساب، والتعرّف على ضحايا الكوارث. ولقد مكّنتنا التقنية الحديثة من الحصول على عينة DNA مفيدة من مصادر مدهشة كشعرةٍ أو لعابٍ جافٍّ على طابع بريدي.

تركيب الأحماض النووية Structure of Nucleic Acids

تشكل الأحماض النووية نوعًا رابعًا من الجزيئات الحيوية. وهي جزيئات تخزين المعلومات في الخلية. وقد أخذت هذه الجزيئات اسمها من الموقع الخلوي الذي توجد فيه هذه الجزيئات بشكل رئيس، وهو النواة. وتقوم الأحماض النووية بوظائفها الرئيسة من مركز التحكم هذا. والحمض النووي بوليمر حيوي يحتوي على النيتروجين، ويقوم بتخزين المعلومات الوراثية ونقلها. وتسمى وحدة البناء الأساسية للحمض النووي **النيوكليوتيد**. ولكل نيوكليوتيد ثلاثة أجزاء: مجموعة فوسفات غير عضوية، وسكر أحادي ذو خمس ذرات كربون، وتركيب يحتوي على نيتروجين يسمى قاعدة نيتروجينية. تفحص أجزاء **الشكل 3–20a**، فعلى الرغم من أن مجموعة الفوسفات هي نفسها في جميع النيوكليوتيدات، إلا أن السكر والقاعدة النيتروجينية يختلفان.

يحتوي الحمض النووي على سكر أحادي مكون من 5 ذرات كربون ويسمى سكر (بنتوز) pentose من أحد النيوكليوتيدات مرتبط بفوسفات نيوكليوتيد آخر، كما في **الشكل 3–20b**. وهكذا تشكل النيوكليوتيدات سلسلة، أو شريطًا، يحتوي على سكر خماسي ومجموعات فوسفات متناوبة. وكل سكر خماسي يرتبط أيضا بقاعدة نيتروجينية تبرز من السلسلة. وتتكدس القواعد النيتروجينية على وحدات النيوكليوتيدات المتجاورة واحدة فوق الأخرى في وضع منحرف قليلاً، فتشبه درجات السلّم، كما في **الشكل 3–20b**. وتبقي القوى بين الجزيئية كل قاعدة نيتروجينية قريبة من القواعد النيتروجينية التي فوقها والتي تحتها.

الشكل 20–3 النيوكليوتيدات وحدات البناء الأساسية التي تتكون منها بوليمرات الأحماض النووية.



الأحماض النووية سلاسل طولية من سكريات ومجموعات فوسفات متعاقبة. ويرتبط بكل سكر قاعدة نيتروجينية، ولأن النيوكليوتيدات ملتوية فإن السلاسل تشبه درجات السلم.

يحتوي كل نيوكليوتيد على قاعدة تحتوي على نيتروجين وسكر خماسي ومجموعة فوسفات.

DNA: اللولب المزدوج DNA: The Double Helix

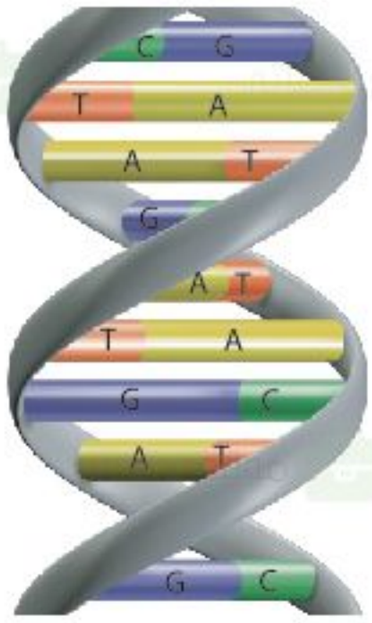
ربما سمعت عن حمض ديوكسي رايبونيوكلييك DNA، وهو أحد نوعين من الأحماض النووية التي توجد في الخلايا الحية؛ إذ يحتوي DNA على الخطط الرئيسة لبناء جميع بروتينات جسم المخلوق الحي.

تركيب DNA يتكـــون DNA مـــن سلســـلتين طويلتين مـــن النيوكليوتيدات ملتفتين معًا لتشـــكّلا بناءً حلزونيًّا كما في **الشكل 21–3**. ويحتوي كل نيوكليوتيد في DNAعلى مجموعة فوســـفات، وســـكر ديوكسي رايبوز ذي الخمس ذرات من الكربون وهو عبارة عن ســـكر خماسي منقوص الأوكســـجين Deoxyribose، وقاعدة نيتروجينية. وتشـــكل جزيئات السكر ومجموعات الفوسفات المتعاقبة في كل سلســـلة الجزء الخارجي، أو العمود الفقري للتركيـــب اللولبي. أما القواعد النيتروجينية فتوجد داخل التركيب. ولأن البناء اللولبي يتكون من سلسلتين فهو يعرف باللولب المزدوج.

يحتـــوي DNA على أربع قواعد نيتروجينية مختلفة هـــي: الأدينين (A)، الثايمين (T)، السايتوسين (C)، والجوانين (G). إذ يحتوي كل من الأدينين والجوانين على حلقة مزدوجة، كما في **الشـــكل 22–3**. أما الثايمين والسايتوســـين فلهما تركيبان أحاديا الحلقة. انظر مرة أخرى إلى **الشكل 21–3** تلاحظ أن كل قاعدة نيتروجينية على شريط مـــن اللولب تقابلها قاعدة نيتروجينية عـــلى الشريط المقابل، بالطريقة نفسها التي تتقابل بها أسنان السحّاب المنزلق. وتتقارب أزواج القواعد المتجاورة إلى حدّ تتكـــوّن بينها روابط هيدروجينية. ولما كانـــت كل قاعدة نيتروجينية لديها ترتيب فريد من المجموعـــات الوظيفية العضوية التي تســـتطيع أن تكوّن روابط هيدروجينية، فإن القواعد النيتروجينية تشـــكل دائمًا أزواجًا بطريقة معينة، حيث يتكون دائمًا العدد الأفضل من الروابط الهيدروجينية.

ماذا قرأت؟ صِف مم يتكون أسنان سَحّاب DNA المنزلِق؟

تتكون من قواعد نيتروجينية.



الشـكل 21–3 تركيب DNA هو لولب مزدوج يشبه سحابًا منزلقًا ملتويًا. ويتكوّن العمودان الفقريان من السكر والفوسفات، ويشكّلان الجانبين الخارجيين للسحاب المنزلق.

ويرتبـــط الجوانين دائما بالسايتوســـين، ويرتبـــط الأدينين دائـــما بالثايمين، كما في **الشـــكل 22–3**. وتســـمى أزواج G–C وA–T أزواجًا قاعدية متطابقة. ولذلك تســـاوي كمية الأدينين في جزيء DNA دائمًا كمية الثايمين، وكمية السايتوســـين دائمًا تساوي كمية الجوانين. وفي عام 1953م استخدم جيمس واطسون وفرانسيس كريك هذه الملاحظة ليقوما بأحد أعظم الاكتشـــافات العلمية في القرن العشرين عندما حددا تركيب DNA ذا اللولب المـــزدوج. لقد حقّقا هذا الإنجاز دون أن يقوما بالعديد من التجارب المختبريـــة، بل قاما بدلاً من ذلك بتجميع أعمال عدد كبير من العلماء الذين قاموا بدراسة DNA وتحليلها.

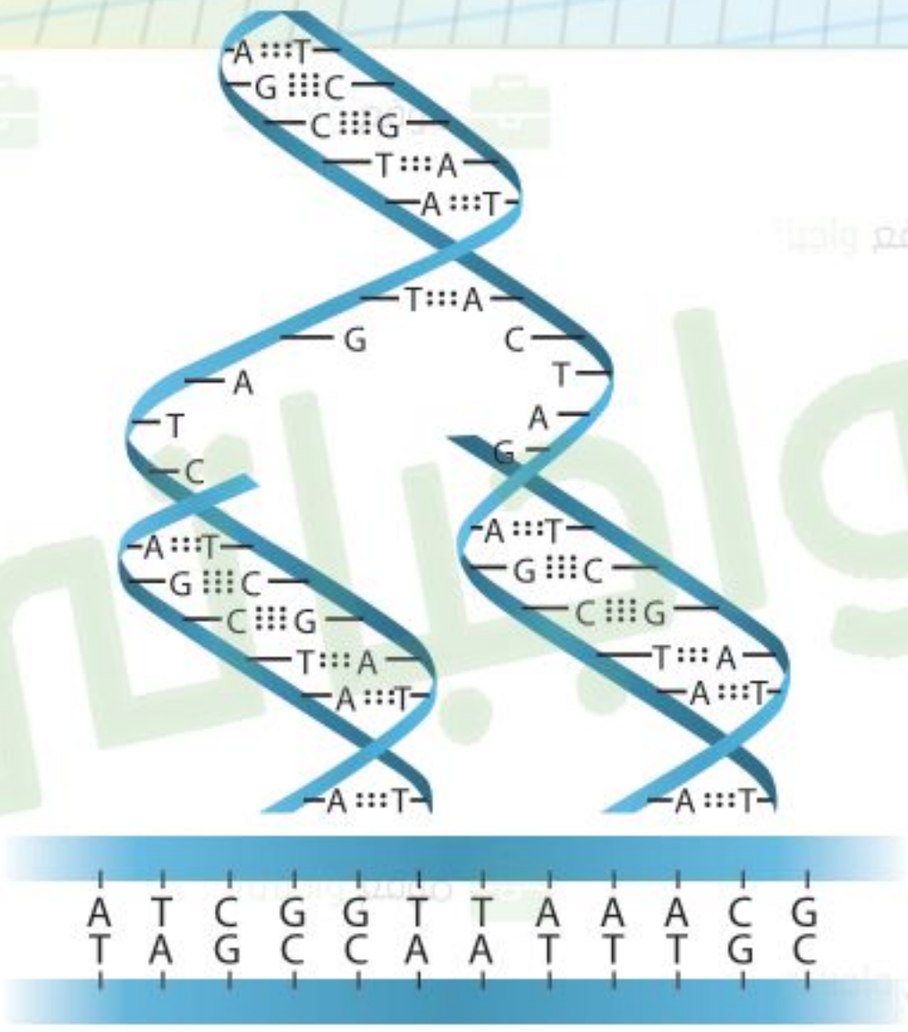
الشكل 22–3 يحدث تزاوج القواعد في DNA بين قاعدة ذات حلقتين وقاعدة ذات حلقة واحدة؛ حيث يتزاوج الأدينين والثايمين دائمًا ويشكلان زوجًا بينهما رابطتان هيدروجينيتان، ويتزاوج الجوانين والسايتوسين دائمًا فيكونان زوجًا يرتبطان بثلاث روابط هيدروجينية.

وظيفة DNA استخدم واطسون وكريك نموذجهما لتوقع كيف يمكن أن يؤدي تركيب DNA الكيميائي وظيفته. يختزن DNA المعلومات الوراثية للخلية في النواة، ويُنسخ DNA قبل انقسام الخلية حتى يحصل الجيل الجديد من الخلايا على المعلومات الوراثية نفسها. وبعد أن قرر واطسون وكريك أن سلسلتي لولب DNA تكمل إحداهما الأخرى، أدركا أن الأزواج القاعدية المتطابقة تنسخ المادة الوراثية للخلية بطريقة آلية. فقواعد DNA النيتروجينية الأربع تتخذ حروفًا أبجدية في لغة تخزين المعلومات للخلايا الحية. ويمثل التسلسل المحدد لهذه الحروف التعليمات الشاملة للمخلوق الحي، كما يحمل تسلسل الحروف في كلمات جملةٍ ما معنًى خاصًّا. ويختلف تسلسل القواعد في كل نوع من المخلوقات الحية، مما يسمح بتنوع ضخم من أشكال الحياة- وكل ذلك عن طريق لغة تستخدم أربعة حروف فقط. و يقدَّر أن DNA الخلية البشرية يحتوي على نحو ثلاثة مليارات زوج من القواعد النيتروجينية المتطابقة، مرتبة في تسلسل خاص بالبشر.

مختبر حل المشكلات

كوّن نموذجًا

كيف يتضاعف DNA؟ يتضاعف DNA قبل انقسام الخلية؛ حيث تحصل كل من الخليتين الجديدتين على مجموعة كاملة من التعليمات الوراثية. وعندما يبدأ DNA في التضاعف، يبدأ شريطا النيوكليوتيد بالانفكاك، ويقوم إنزيم بفك الروابط الهيدروجينية بين القواعد النيتروجينية فينفصل الشريطان. كما تقوم إنزيمات أخرى بإيصال نيوكليوتيدات حرة من الوسط المحيط إلى القواعد النيتروجينية المكشوفة، فيرتبط الأدنين بروابط هيدروجينية مع الثايمين، ويرتبط السايتوسين بالجوانين. وهكذا يقوم كل شريط ببناء شريط مكمّل عن طريق مزاوجة القواعد بالنيوكليوتيدات الحرة. وهذه العملية موضحة في الرسم المجاور. وبعد أن يتم ارتباط النيوكليوتيدات الحرة بالروابط الهيدروجينية في أماكنها، تقوم السكريات والفوسفات بالارتباط بروابط تساهمية بالسكريات ومجموعات الفوسفات على النيوكليوتيدات المجاورة لتكوّن عمودًا فقريًّا جديدًا. ويرتبط كل شريط من جزيء DNA الأصلي بشريط جديد.



التحليل

يبين الرسم السفلي إلى اليسار قطعة صغيرة من جزيء DNA. انسخ تسلسل القواعد على ورقة نظيفة، وكن حذرًا حتى لا تخطئ في النسخ. وبيّن خطوات التضاعف لإنتاج قطعتين من DNA.

التفكير الناقد

1. **قارن** بين التسلسل في الشريط الذي صُنع حديثًا والتسلسل في الشريط الأصلي الذي يرتبط به.
2. **اشرح** إذا لُونت قطعة DNA الأصلية باللون الأحمر ولوِّنت النيوكليوتيدات الحرة باللون الأزرق، فما نمط الألوان الذي سيكون في قطعة DNA التي تكوّنت حديثًا؟ وهل ستكون جميع القطع الجديدة لها الألوان نفسها؟
3. **اشرح** كيف يمكن أن يتأثر المخلوق الحي إذا حدث خطأ في أثناء تضاعف DNA فيه؟ وهل التأثيرات دائمة؟ وضح إجابتك.

موقع واجباتي

مختبر حل المشكلات

التفكير الناقد

1. **قارن** بين التسلسل في الشريط الذي صُنع حديثًا والتسلسل في الشريط الأصلي الذي يرتبط به.

تسلسل القواعد في الشريط الجديد مُكمِّل للتسلسل في الشريط الأصلي الذي يرتبط به.

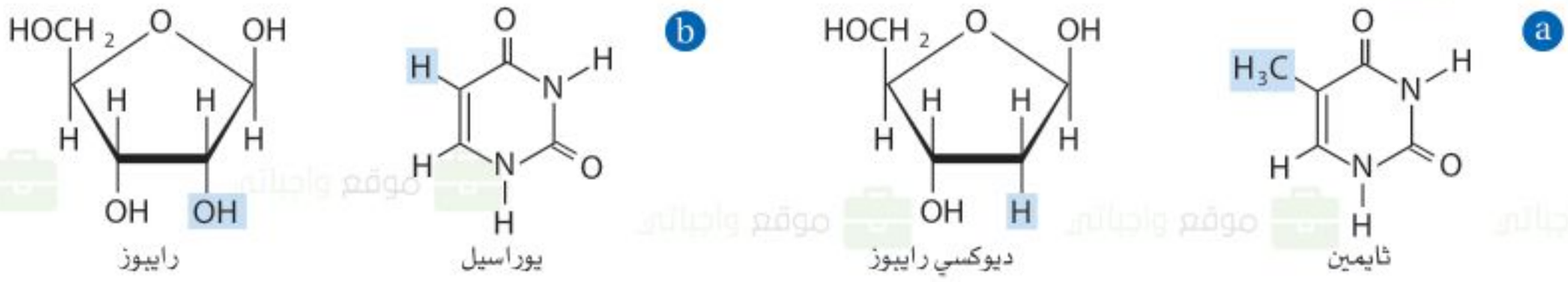
2. **اشرح** إذا لُونت قطعة DNA الأصلية باللون الأحمر ولوِّنت النيوكليوتيدات الحرة باللون الأزرق، فما نمط الألوان الذي سيكون في قطعة DNA التي تكوّنت حديثًا؟ وهل ستكون جميع القطع الجديدة لها الألوان نفسها؟

سيكون لجميع الجزيئات DNA الجديدة شريط أحمر وشريط أزرق. وهذا يُبيِّن أن التضاعف نصف تحفظي. فكلّ جزيء له شريط أصلي وشريط جديد.

3. **اشرح** كيف يمكن أن يتأثر المخلوق الحي إذا حدث خطأ في أثناء تضاعف DNA فيه؟ وهل التأثيرات دائمة؟ وضح إجابتك.

سيُمرَّر الخطأ إلى RNA حيث سيُستخدَم لتوجيه إنتاج بروتين فيه خلل؛ لاحتوائه على حمض أميني غير صحيح. وإذا حصل هذا الخطأ في خلية تناسلية وكان البروتين حيويًا للحياة، فإن الفرد الجديد لن يعيش. نعم ستكون التأثيرات دائمة؛ لأن الخطأ سيتضاعف.

موقع واجباتي



الشكل 23–3 يختلف DNA وRNA من حيث مكوناتهما؛ فالتركيبان عن اليمين موجودان في DNA، أما التركيبان عن اليسار فموجودان في RNA.
حدّد اختلافين في تركيبي RNA و DNA.

قد تشتمل الإجابات على ما يأتي: يحتوي DNA على سكر ديوكسي رايبوز؛ أما سكر RNA فهو رايبوز. DNA مرتب على شكل لولب مزدوج، مع وجود روابط هيدروجينية بين القواعد النيتروجينية؛ أما RNA فمرتب على شكل شريط واحد. ويحتوي DNA على ثايمين؛ في حين يحتوي RNA على يوراسيل.

RNA

حمض الرايبونيوكلييك حمض نووي، يختلف تركيبه العام عن تركيب DNA في ثلاث طرائق مهمة، كما في **الشكل 23–3**. أولاً أن DNA يحتوي على القواعد النيتروجينية الأدينين، والسايتوسين، والجوانين، والثايمين. في حين يحتوي RNA على الأدينين، والسايتوسين، والجوانين، واليوراسيل. ولا يوجد الثايمين أبدًا في RNA. ثانيًا، يحتوي RNA على سكر الرايبوز، في حين يحتوي DNA على سكر الديوكسي رايبوز الذي يوجد فيه ذرة هيدروجين بدل مجموعة هيدروكسيل في أحد المواقع.

المطويات

ضمّن مطويتك معلومات من هذا القسم.

أمّا الفرق الثالث بين DNA وRNA فهو في الشكل؛ إذ يكون DNA عادة على شكل لولب ثنائي؛ حيث تقوم الروابط الهيدروجينية بربط السلسلتين معًا عن طريق قواعدها. في حين يتكون RNA من شريط واحد دون وجود روابط هيدروجينية بين القواعد.

ويخزن DNA المعلومات الوراثية، في حين يمكن RNA الخلايا من استخدام المعلومات الموجودة في DNA. لقد تعلمت أن المعلومات الوراثية للخلية موجودة في تسلسل من القواعد النيتروجينية في جزيء DNA. وأن الخلايا تقوم باستعمال تسلسل القواعد هذا لتكوّن RNA بتسلسل متطابق. ومن ثم يستعمل RNA لصنع بروتينات بتسلسل من الأحماض الأمينية يتقرر بترتيب القواعد النيتروجينية في RNA، وتسمى هذه التسلسلات باسم الشفرة الوراثية. ولما كانت البروتينات هي الأدوات الجزيئية التي تقوم بمعظم النشاطات في الخلية، لذا يعد اللولب المزدوج لـ DNA هو المسؤول في النهاية عن التحكم في آلاف التفاعلات الكيميائية التي تحدث في الخلايا.

التقويم 3-4

19. الفكرة الرئيسة اشرح الوظيفة الأساسية لكل من RNA و DNA.

الوظيفة الأساسية لـ RNA هي بناء البروتينات. والوظيفة الأساسية لـِ DNA هي تخزين المعلومات الوراثية.

20. حدّد المكونات البنائية الخاصة لكل من RNA وDNA.

يحتوي RNA على الرايبوز، ومجموعات الفوسفات، وقواعد A، وC، وG، وU. ويحتوي DNA على ديوكسي رايبوز، ومجموعات فوسفات، وقواعد A، وC، وG، وT.

21. اربط وظيفة DNA بتركيبه.

يتكوَّن DNA من شريطين ينفكّان ثُمّ يكوِّنان أزواج قواعد نيتروجينية مكمِّلة. وتتضمَّن هذه العملية نسخ تسلسل DNA تمامًا كما هو، لتُمرِّرَ المعلومات الوراثية إلى الخلايا الجديدة.

22. حلّل تركيب الأحماض النووية، ثم حدّد التركيب الذي يجعلها أحماضًا.

يتكوَّن RNA من شريط واحد، ويُستخدَم في صناعة البروتينات وفق تسلسلٍ للأحماض الأمينية يقرِّره ترتيب القواعد النيتروجينية في RNA. حيث تجعل مجموعةُ الفوسفات الأحماضَ النووية حمضية.

23. توقع ماذا يحدث إذا احتوى DNA الذي يحمل شفرة صنع بروتين على تسلسل قواعد خاطئ؟

قد يحتوي البروتينُ الذي يُصنع من DNA وفق تسلسلٍ خاطئ للقواعد التسلسلَ الخاطئَ للأحماض الأمينية.

موقع واجباتي

في الميدان

المهنة: عالم البيولوجيا الجزيئية

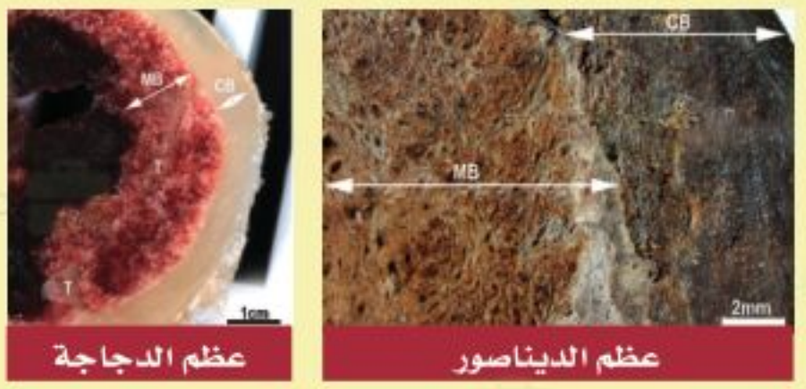
فحص الحمض يكشف مفاجأة

"لا يوجد عالم بيولوجيا جزيئية ذو تفكير صحيح يعمل ما عملته ماري شفايتزر Mary Schweitzer. نحن لا نبذل كل هذا الجهد لإخراج هذه الأشياء من الأرض لندمرها في حمض". هذا ما قاله أحد زملاء ماري شفايتزر، العالمة التي استخدمت تقنيات البيولوجيا الجزيئية لتكشف نسيجًا لينًا يجب ألا يكون موجودًا في عظم فخذ ديناصور متحجر منذ 68 مليون سنة.

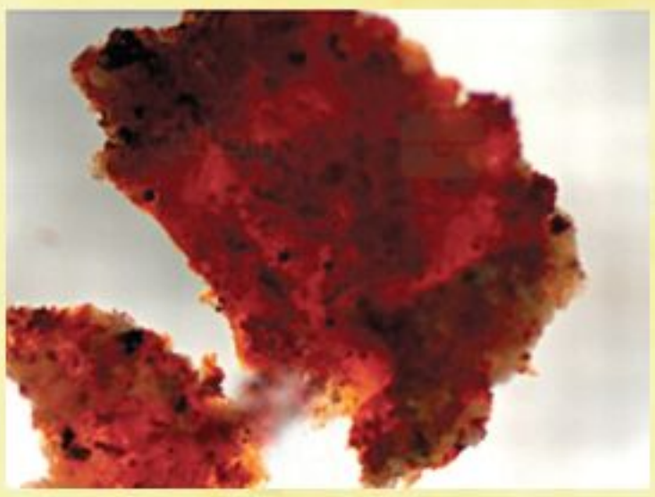
الأم بوب Mother Bob عندما قام علماء البيولوجيا الجزيئية باستخراج الديناصور المتحجر الذي أطلق عليه لقب "بوب" عام 2003 م من منطقة نائية في ولاية مونتانا الأمريكية، وضعت العظام في غطاء من الجبس لحمايتها في أثناء عملية النقل. ولكن كان وزن العظام والجبس يفوق قدرة الطائرة العمودية على حمله، مما اضطر علماء البيولوجيا الجزيئية أن يكسروا عظم الفخذ لكي يستطيعوا نقل الديناصور من تلك المنطقة النائية. وقد أخذت شفايتزر كِسَرًا من عظم الفخذ لدراستها دراسة إضافية.

وقد جاءت المفاجأة الأولى بسرعة؛ حيث كانت "بوب" أنثى، وكانت تنتج البيض عند وفاتها. والعظم الذي درسته شفايتزر يسمى عظمًا نخاعيًّا. وكان هذا النسيج العظمي معروفًا سابقًا في الطيور فقط، كما في **الشكل 1**. إذ ينتج الدجاج البيّاض العظم النخاعي، ويستعمل لاحقًا الكالسيوم المخزَّن في العظم لتكوين قشر البيض. وبعد إنتاج البيض يختفي هذا العظم. ويبين **الشكل 1** العظم النخاعي الموجود في عظم الديناصور "بوب".

شكل 1 يحتوي كل من عظم الدجاجة وعظم الديناصور على عظم خارجي قاس يسمى العظم القشري (CB)، وعظمٍ ألين يسمى العظم النخاعي (MB).



عظم الدجاجة — عظم الديناصور



شكل 2 وجد العلماء أيضًا أوعية دموية وخلايا منفردة في النسيج اللين للديناصور.

الاختبار الحمضي The Acid Test لدراسة العظم النخاعي عن كثب أذابت شفايتزر كِسَرًا من العظم في حمض مخفف للتخلص من فوسفات الكالسيوم، وهذه تقنية تستعمل عادة في فحص النسيج الحديث. ولما كان العظم المتحجر قد تحوّل عادة إلى مادة معدنية، لذا كان يُفترض أن يذوب كليًّا في الحمض المخفف، إلا أن هذه الخطوة أعطت نتائج مذهلة؛ إذ وجد نسيج لين داخل العظم. وقد ظهر تحت المجهر أن هذا النسيج عبارة عن أوعية دموية محفوظة، بالإضافة إلى خلايا منفردة، كما في **الشكل 2**.

ولكن كيف يمكن أن يبقى النسيج طريًّا مدة 68 مليون سنة في الأرض؟

المزيد من العمل More Work قامت شفايتزر بعد ذلك بفحص عظام أخرى بالاختبار الحمضي نفسه ووجدت نسيجًا لينًا وتراكيب دقيقة مشابهة. ولا يعلم أحد حتى الآن ما الذي تظهره هذه التراكيب الدقيقة. إلا أن أحد العلماء يقول: "ربما تكون هناك أشياء كثيرة غفلنا عنها بسبب افتراضنا كيف تحدث عملية الحفظ"، ومن الواضح أن ذلك يتطلب المزيد من البحث.

الكتابة في الكيمياء

كتابة للاقناع من غير المحتمل أن يوجد DNA الديناصور في هذه الأنسجة اللينة. وعلى الرغم من ذلك فإن هذا الاكتشاف يثير السؤال الآتي: هل يمكن استنساخ الحيوانات المنقرضة من DNA الذي يتم الحصول عليه؟ اكتب مقالة إقناعية تعبر فيها عن رأيك حول هذا السؤال.

بعد القيام ببحث إضافي، سيعلم الطلاب أنه من الصعب العثور على DNA الديناصورات إذا لم يكن ذلك مستحيلاً. ومع ذلك، يمكن الحصول على DNA بعض الحيوانات التي انقرضت حديثًا. فهل سنعيد استنساخ حيوانات مثل الذئب التسماني أو الماموث الصوفي؟ يمكن مناقشة أفكار مثل أسباب الانقراض ومسؤولياتنا تجاه الأنواع الأخرى التي تعيش حولنا.

مختبر الكيمياء

فعل الإنزيم ودرجة الحرارة

الخلفية النظرية الإنزيمات عوامل محفزة طبيعية تستعملها المخلوقات الحية لتسريع التفاعلات، ولهذه البروتينات تراكيب متخصصة تمكّنها من التفاعل مع مواد محددة.

سؤال كيف تؤثر درجة الحرارة في عمل الإنزيمات؟

المواد والأدوات اللازمة

- لب البطاطس الحمراء
- فوق أكسيد الهيدروجين ($3\%\ H_2O_2$)
- ماء
- كأس سعتها 250 mL عدد 4
- أنبوب اختبار عدد 4
- حامل أنابيب اختبار
- ماسك أنابيب اختبار
- مخبار مدرج 25 mL
- مقياس درجة حرارة
- مسطرة
- قطع ثلج
- ساعة
- سخان كهربائي
- كبدة طازجة ونيئة

إجراءات السلامة

خطوات العمل

1. اقرأ نموذج السلامة في المختبر.
2. اكتب فرضية تحدد درجة الحرارة التي تكون الإنزيمات عندها أكثر نشاطًا.
3. انسخ جدول البيانات على ورقة منفصلة.
4. ضع أنابيب الاختبار الأربعة في حامل الأنابيب.
5. ضع 2.0 mL من معجون لب البطاطس في كل أنبوب اختبار.
6. مستعملًا السخان الكهربائي والثلج جهز أربع كؤوس عند درجات حرارة مختلفة؛ تحتوي الأولى على ماء مثلج، والثانية على ماء في درجة حرارة الغرفة، والثالثة على ماء في درجة حرارة الجسم، والرابعة على ماء في درجة الغليان (100 °C) أو قريبًا منها.
7. ضع أنبوب اختبار واحدًا في كل من الكؤوس الأربع مستخدمًا ماسك أنابيب الاختبار.
8. قس درجة حرارة كل كأس وسجّلها.
9. قس بعد 5 min من وضع الأنابيب في الكؤوس 5.0 mL من $3\%\ H_2O_2$، وضعها في كل أنبوب اختبار.
10. دع التفاعل يستمر مدة 5 min.
11. قس ارتفاع الرغوة الناتجة في كل أنبوب.
12. اغسل الأنابيب بعد التخلص من محتوياتها.
13. أعد الخطوات من 4 إلى 12 مستعملًا 2 mL من معجون الكبد بدلًا من معجون لب البطاطس.

جدول البيانات

حوض ماء	درجة الحرارة (°C)	ارتفاع الرغوة (cm)
البطاطس		
ماء مثلج		
ماء في درجة حرارة الغرفة		
ماء في درجة حرارة الجسم		
ماء مغلي (قريب من 100 °C)		
الكبد		
ماء مثلج		
ماء في درجة حرارة الغرفة		
ماء في درجة حرارة الجسم		
ماء مغلي (قريب من 100 °C)		

14. **التنظيف والتخلص من النفايات** تخلص مما تبقى من المحاليل بحسب توجيهات معلمك، ثم اغسل أدوات المختبر، وأعدها إلى أماكنها المخصصة.

التحليل والاستنتاج

1. **الرسوم البيانية واستعمالها** مثّل البيانات بالأعمدة واضعًا درجة الحرارة على محور السينات وارتفاع الرغوة على محور الصادات، واستعمل لونًا مختلفًا لكل من بيانات البطاطس، والكبد، وأعمدتها.
2. **لخص** كيف تؤثر درجة الحرارة في عمل الإنزيمات؟ واستنتج لماذا كان التفاعل الأنشط في درجة الحرارة التي وجدتها؟
3. **السبب والنتيجة** أيّ الأنابيب كانت فيها الرغوة لكل من البطاطس والكبد هي الأقل؟ اقترح تفسيرًا لما حدث.
4. **قارن** هل أيّدت البيانات المختبرية فرضيتك في الخطوة 2؟ وضح إجابتك.
5. **نموذج** اكتب معادلة موزونة لتَحَلُّل فوق أكسيد الهيدروجين لكل تفاعل. كيف يتشابه التفاعلان؟ ولماذا؟
6. **تحليل الخطأ** حدّد مصادر الخطأ المحتملة لهذه التجربة، واقترح طرائق لتصحيحها.

الاستقصاء

صمّم تجربة هل يؤثر التغير في pH في النتائج؟ صمّم تجربة لتكتشف الإجابة.

موقع واجباتي

الفصل 3

دليل مراجعة الفصل

الفكرة العامة تقوم المركبات العضويــة الحيوية: البروتينات، والكربوهيدرات، والليبيدات بالأنشــطة الضرورية للخلايا الحية.

3-1 البروتينات

الفكرة الرئيسة تؤدي البروتينات وظائف ضرورية تشــمل تنظيم التفاعلات الكيميائيــة، والدعم البنائي، ونقل المــواد، وتقلصات العضلات.

المفردات

- البروتينات
- الأحماض الأمينية
- الرابطة الببتيدية
- الببتيدات
- تغير الخواص الطبيعية
- الإنزيمات
- المادة الخاضعة لفعل الإنزيم
- الموقع النشط

المفاهيم الرئيسة

- البروتينات بوليمرات حيوية تتكون من أحماض أمينية ترتبط بروابط ببتيدية.
- تنطوي سلاســل البروتينات مكوّنة تراكيــب معقدة ثلاثية الأبعاد.
- للبروتينات وظائف عديدة في جسم الإنسان ، منها: وظائف داخل الخلايا، وأخرى بينها، ووظائف دعم بنائي.

3-2 الكربوهيدرات

الفكرة الرئيسة تزود الكربوهيــدرات المخلوقات الحيــة بالطاقة والمواد البنائية.

المفردات

- الكربوهيدرات
- السكريات الأحادية
- السكريات الثنائية
- السكريات عديدة التسكر

المفاهيم الرئيسة

- الكربوهيدرات مركبات تحتوي على مجموعات هيدروكسيل (–OH) متعددة، ومجموعة الكربونيل الوظيفية (C=O).
- يتراوح حجم الكربوهيدرات بين وحدات بناء أساسية مفردة إلى بوليمرات تتكون من مئات أو آلاف الوحدات الأساسية.
- توجد الســكريات الأحاديــة في المحاليل المائيــة في تراكيب حلقية ومفتوحة السلسلة.

3-3 الليبيدات

الفكرة الرئيسة تكوّن الليبيداتُ الأغشيةَ الخلويةَ، وتختزن الطاقة، وتنظم العمليات الخلوية.

المفردات

- الليبيدات
- الأحماض الدهنية
- الجليسريدات الثلاثية
- التصبُّن (صناعة الصابون)
- الليبيدات الفوسفورية
- الشموع
- الستيرويدات

المفاهيم الرئيسة

- الأحماض الدهنية أحماض كربوكسيلية طويلة السلاسل تحوي عادة ما بين 12 و 24 ذرة كربون.
- لا تحتوي الأحماض الدهنية المشبعة على روابط ثنائية؛ في حين تحتوي الأحماض الدهنية غير المشبعة على رابطة ثنائية أو أكثر.
- يمكــن أن ترتبــط الأحمــاض الدهنية بالجليــسرول لتكوّن الجليسريد الثلاثي.
- الستيرويدات ليبيدات تحتوي على تراكيب متعددة الحلقات.

3-4 الأحماض النووية

الفكرة الرئيسة تختزن الأحماض النووية المعلومات الوراثية وتنقلها.

المفردات

- الحمض النووي
- النيوكليوتيد

المفاهيم الرئيسة

- الأحماض النووية بوليمرات من النيوكليوتيدات التي تتكون من قاعدة نيتروجينية، ومجموعة فوسفات، وسكر خماسي.
- DNA و RNA جزيئات تخزين معلومات للخلية.
- يتكــون DNA من شريطــين، في حين يتكــون RNA من شريط واحد.

موقع واجباتي

3-1 إتقان المفاهيم

24. ماذا تُسمى السلسلة المكوّنة من ثمانية أحماض أمينية؟ والسلسلة المكوّنة من 200 حمض أميني؟

ببتيد، بروتين.

25. سمِّ نوعين من المجموعات الوظيفية التي تتفاعل معًا لتكوين رابطة ببتيدية، وسمِّ أيضًا المجموعة الوظيفية في الرابطة الببتيدية نفسها.

مجموعتا أمين وكربوكسيل؛ مجموعة أميد.

26. استعمل الرموز المبينة لتمثيل تراكيب أربعة أحماض أمينية مختلفة، لرسم تراكيب أربعة ببتيدات ممكنة يتكون كل منها من أربعة أحماض أمينية يمكن ربطها بترتيبات مختلفة:

الحمض الأميني 1: ■ الحمض الأميني 3: ◆

الحمض الأميني 2: ▲ الحمض الأميني 4: ●

إجابات محتملة :

■▲◆●؛ ●◆▲■؛ ■●◆▲؛ ▲■●◆؛ ◆▲■●

27. تشريح جسم الإنسان سمِّ خمسة أجزاء من الجسم تحتوي على بروتينات بنائية.

إجابات محتملة : جلد، وأربطة، وأوتار، وعظام، وشعر.

28. عدّد أربع وظائف رئيسة للبروتينات، وأعط مثالا واحدًا على بروتين يقوم بكل وظيفة من هذه الوظائف.

إجابات محتملة : أنزيمات: البابايين، ولبروتينات النقل: هيموجلوبين؛ دعم بنائي: الكولاجين؛ اتصال: هرمونات الغدة الدرقية.

29. صف شكلين شائعين لتركيب البروتين الثلاثي الأبعاد.

لولب ألفا هو جزء ملتف من سلسلة بروتين. صحيفة بيتا هي مساحة منبسطة حيث تنطوي سلسلة إلى الخلف والأمام تكرارًا.

30. سمِّ المجموعات الوظيفية في السلاسل الجانبية للأحماض الأمينية الآتية:

a. الجلوتامين

مجموعة أميد.

b. السيرين

مجموعة هيدروكسيل

c. حمض الجلوتاميك

مجموعة كربوكسيل

d. اللايسين

مجموعة أمين

31. اشرح كيف يعمل الموقع النشط للإنزيم.

يرتبط الموقع النشط مع المواد. ويحدث تفاعل بين المواد التي تخضع لفعل الأنزيم لأنها تبقى قريبة من بعضها البعض وتقل طاقة التنشيط.

32. أعطِ مثالاً على حمض أميني له حلقة أروماتية في سلسلته الجانبية.

فينل الألنين.

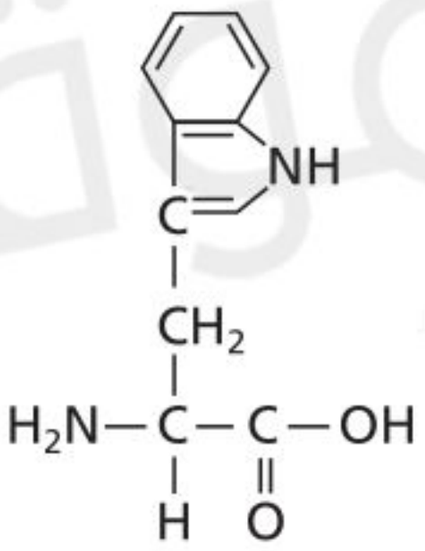
موقع واجباتي

33. سمِّ حمضين أمينيين لا قطبيين، وآخرين قطبيين.

غير قطبي: الجلايسين، الفالين، الفينيل الألنين.

قطبي: السيرين، السيستين، الجلوتامين، اللايسين، حمض الجلوتاميك.

34. التركيب المبين في الشكل 24-3 للتريبتوفان. صف بعض الخواص التي تتوقعها للتريبتوفان، بناءً على تركيبه. وإلى أي المركبات العضوية الحيوية ينتمي التريبتوفان؟ وضح إجابتك.



الشكل 24-3

التريبتوفان حمض أميني كبير غير قطبي، أورماتي لا يذوب في الماء، وله درجتي انصهار وغليان مرتفعتين نسبيًا. وهو وحدة بناء للبروتينات أيضًا.

35. هل ثنائي ببتيد اللايسين- الفالين هو المركب ثنائي ببتيد الفالين – اللايسين نفسه؟ وضح إجابتك.

لا، كل حمض أميني له مجموعة مختلفة متعلقة بالرابطة الببتيدية.

36. إنزيمات كيف تخفّض الإنزيمات طاقة التنشيط لتفاعل ما؟

تكوِّن الأنزيمات روابط عديدة مع المواد الخاضعة لفعل الإنزيم، فتنخفض طاقتها التنشيطية.

37. كيمياء الخلية معظم البروتينات ذات الشكل الكروي موجهة، بحيث تكون معظم أحماضها الأمينية اللاقطبية في الجهة الداخلية والأحماض القطبية موجودة على السطح الخارجي. فهل يمكن أن يكون ذلك معقولاً من حيث طبيعة بيئة الخلية؟ وضح إجابتك.

نعم. الوسط الخلوي مائي، لذلك فإنه من المعقول أن تكون الأحماض الأمينية القطبية لبروتينات الخلية على السطح الخارجي للجزيء، وأحماض أمينية قطبية أقلّ في الداخل.

إتقان حل المسائل

38. بكم طريقة يمكنك ترتيب ثلاثة أو أربعة أو خمسة أحماض أمينية مختلفة في الببتيد؟

$20^3 = 8.0 \times 10^3$

$20^4 = 1.6 \times 10^5$

$20^5 = 3.5 \times 10^6$

39. كم رابطة ببتيدية توجد في ببتيد يحوي خمسة أحماض أمينية؟

4

موقع واجباتي

40. البروتينات متوسط الكتلة المولية لحمض أميني في ببتيد متعدد هو 110. فما الكتلة المولية التقريبية للبروتينين الآتيين؟

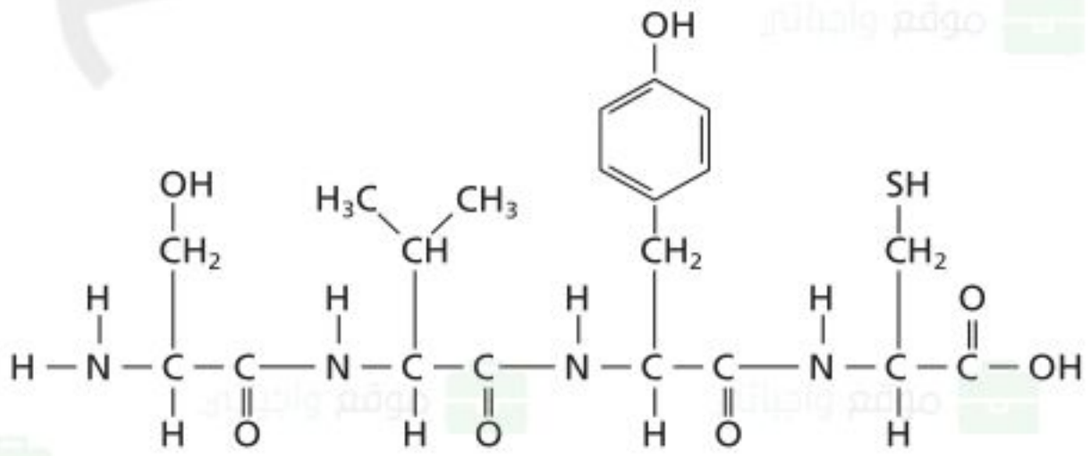
a. الأنسولين (51 حمضًا أمينيًّا)

$$51 \times 110 = 5610 \cong 5600$$

b. المايوسين (1750 حمضًا أمينيًّا)

$$1750 \times 110 = 192500 \cong 190000$$

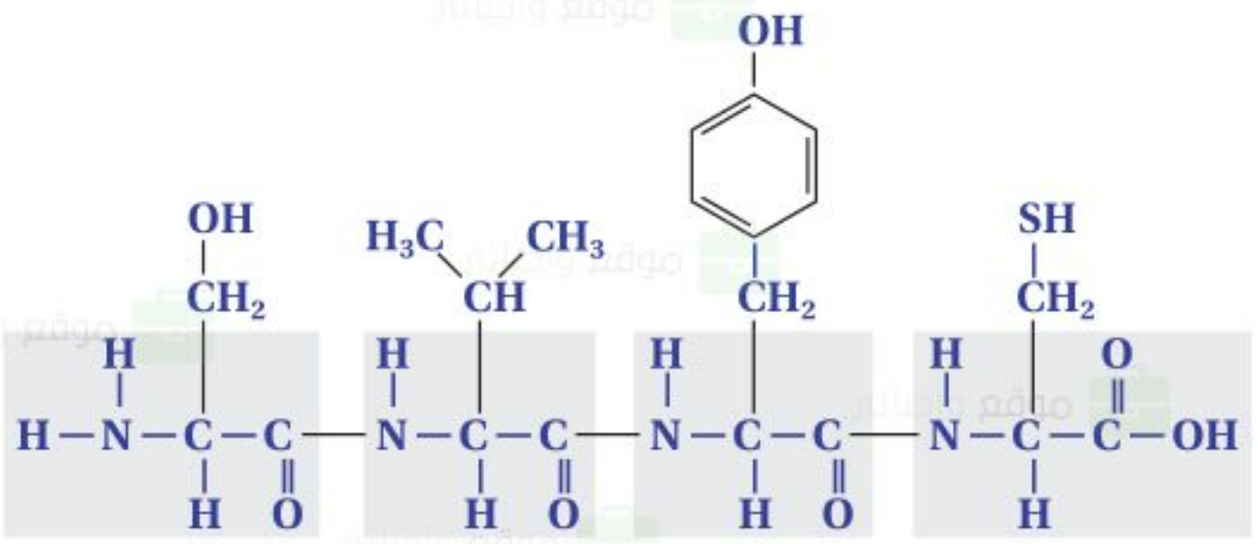
41. حدّد عدد الأحماض الأمينية والروابط الببتيدية التي توجد في الببتيد المبين في **الشكل 25-3**.



الشكل 25-3

4 أحماض أمينية؛

3 روابط ببتيدية كما هو مبيَّن فيما يلي:



42. معدل الكتلة المولية لحمض أميني هو 110 g/mol، احسب عدد الأحماض الأمينية التقريبي في بروتين كتلته المولية 36,500 g/mol

$$36{,}500 \div 110 \cong 332$$

إتقان المفاهيم 2-3

43. الكربوهيدرات صنّف الكربوهيدرات الآتية إلى سكريات أحادية، أو ثنائية، أو عديدة التسكر:

a. النشا — **سكر عديد التسكّر**

b. الجلوكوز — **سكر أحادي**

c. السكروز — **سكر ثنائي**

d. الرايبوز — **سكر أحادي**

e. السليلوز — **سكر عديد التسكر**

f. الجلايكوجين — **سكر عديد التسكر**

g. الفركتوز — **سكر أحادي**

h. اللاكتوز — **سكر ثنائي**

44. سمِّ متشكلين للجلوكوز.

الفركتوز، والجلاكتوز.

45. ما نوع الرابطة التي تتكون عند اتحاد سكرين أحاديين لتكوين سكر ثنائي؟

رابطة إيثر

تقويم الفصل 3

46. **السكريات** أعط مصطلحًا علميًّا لكل مما يأتي:

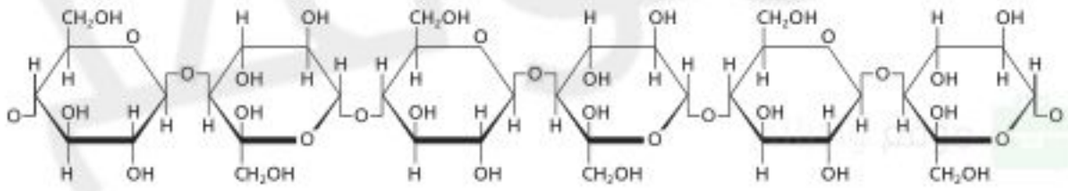
a. سكر الدم **جلوكوز**

b. سكر المائدة **سكروز**

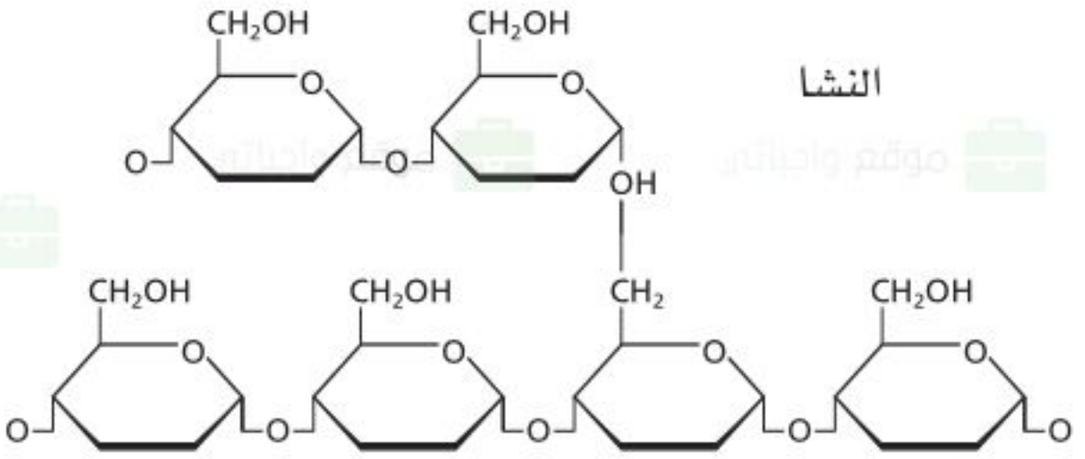
c. سكر الفاكهة **فركتوز**

d. سكر الحليب **لاكتوز**

47. **السليلوز والنشا** قارن بين التراكيب الجزيئية للسليلوز والنشا المبينة في **الشكل 26-3**.



السليلوز



النشا

الشكل 26-3

النشا

يحتوي التركيبان على تراكيب حلقية متشابهة، ولكن تركيب السليلوز طولي، أمّا النشا فتركيبه متفرِّع.

48. **الكيمياء في النباتات** قارن بين وظائف النشا والسليلوز في النباتات، ووضح أهمية التركيب الجزيئي لكل منهما بالنسبة لوظيفته.

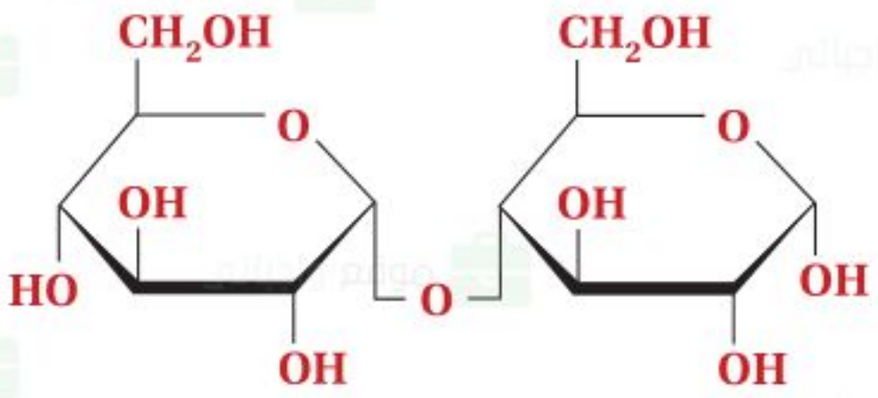
المادتان من السكريات عديدة التسكر الموجودة في النباتات. إلّا أن النشاء يُستعمَل لاختزان الطاقة، ويكوِّن السليلوز جدران الخلايا النباتية الصُّلبة. ويسمح التركيب الطولي الطويل للسليلوز للسلاسل أن تلتصق معًا بشدة مكوِّنة تركيبًا قويًّا صُلبًا. في حين يتكوَّن النشا من وحدات جلوكوز وهو غير قابل للذوبان في الماء، ممّا يجعله مخزنًا جيّدًا للطاقة.

49. **استنتج** كيف تعطي الاختلافات في ترتيبات الروابط في السليلوز والنشا خواص مختلفة؟

ترتبط وحدات البناء الأساسية (المونومرات) معًا بطرق مختلفة. فالسليلوز بوليمر طولي يتكوّن من سلاسل متوازية تتماسك بشدّة بعضها مع بعض في حزم. أمّا النشاء بوليمر متفرِّع؛ حيث يمنع هذا التفرُّع من أن يكوِّن التركيبُ حزمًا متراصّة.

50. يتكون السكر الثنائي المالتوز من وحدتي جلوكوز. ارسم تركيبه.

يجب أن يُبيِّن التركيب وحدتي جلوكوز ترتبطان برابطة إيثر كما هو موضَّح فيما يلي:



المالتوز

تقويم الفصل 3

51. لماذا يُنتج تميّه السـليلوز، والجلايكوجين، والنشا سكرًا أحاديًّا واحدًا فقط؟ وما السكر الأحادي الذي ينتج؟

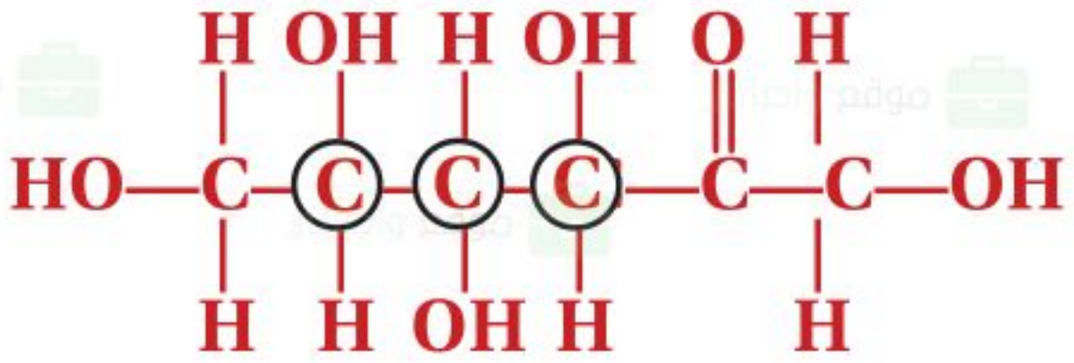
البوليمـرات الثلاثة جميعها مصنوعة من الجلوكوز فقط. لذا، سيَنتُج الجلوكوز فقط عند التميّه.

52. الهضم لماذا لا يمكن أن يتحلل السـكر الثنائي أو العديد التسكر عند عدم وجود الماء؟ دعّم إجابتك بمعادلة.

يجـب أن تنكسَّر روابط الإيـثر (C–O–C) التي تربط السكريـات معًـا لتكوين رابطتـي COH بدمج المـاء، وهذا تفاعـل تميّه. والمعادلة هي عكس تلـك الموجودة في الشكل

53. ارسـم تراكيب الفركتوز عندما يكون في صورة سلسلة مفتوحة. ضع دائرة حول كل ذرة كربون غير متماثلة، ثم احسب عدد المتشكلات الفراغية التي لها صيغة الفركتوز نفسها.

متشكِّلات $2^n = 2^3 = 8$



54. السـكريات قارن بـين الجلوكوز والفركتـوز من حيث الصيغة الجزيئيـة والكتلة المولية والمجموعات الوظيفية.

الجلوكوز والفركتوز متشكِّلان بنائيّان. لذلك، لهما الصيغة الجزيئيـة نفسها ($C_6H_{12}O_6$) والكتلـة الموليـة نفسها (180g/mol). ويحتـوي كلاهمـا علـى 5 مجموعـات هيدروكسيل، إلّا أن الفركتوز يحتوي على مجموعة كيتون أيضًا، في حين يحتوي الجلوكوز على مجموعة ألدهيد.

55. منظور تاريخي الكربوهيدرات ليست هيدرات الكربون كما يوحي الاسـم بذلك. اشرح كيف حدث هذا المفهوم غير الصحيح.

الصيغة البنائية العامة للكربوهيدرات هي $C_n(H_2O)_n$.

اعتقـد العلمـاء القدمـاء في البداية أن هـذه المركّبات هي هيـدرات الكربـون. أمّـا الآن فمـن المعـروف أنـه لا توجـد جزيئـات مـاء مرتبطـة بجزيئـات الكربوهيـدرات، إلّا أن اسم المركبات بقي دون تغيير.

إتقان حل المسائل

56. الكربوهيدرات المعقدة الستاكيوز سكر رباعي يحتوي على وحدتي D– جالاكتوز، ووحـدة D– جلوكوز، ووحدة D– فركتوز. والكتلـة المولية لكل وحدة سكـر هـي 180 g/mol قبل ارتباطها معًا في هذا السـكر الرباعي. فإذا كان جزيء ماء واحد يتحرر مقابل كل وحدتي سـكر ترتبطان معًا، فما الكتلة المولية للستاكيوز؟

$$(4\times180\ g/mol) - (3\times18\ g/mol) = 666\ g/mol$$

موقع واجباتي

3 تقويم الفصل

إتقان المفاهيم 3-3

57. قارن بين تركيبي الجليسريد الثلاثي والليبيد الفوسفوري.

الجلسريد الثلاثي: جزيء جليسرول ترتبط به ثلاثة أحماض دهنية بروابط إستر.

الليبيد الفوسفري:

جزيء جليسرول يرتبط به حمضان دهنيان ومجموعة فوسفات بروابط إستر.

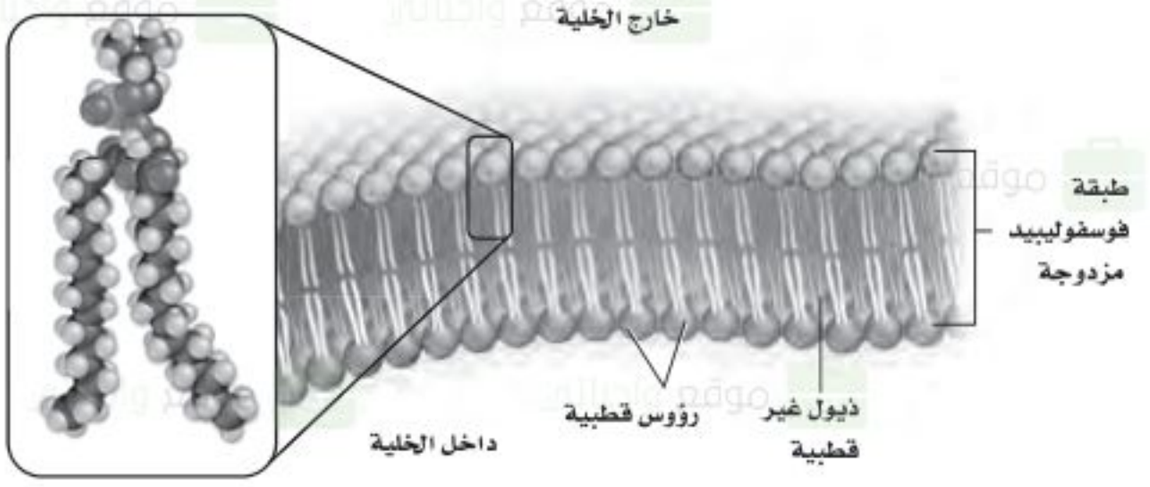
58. توقع أيهما تكون درجة انصهاره أعلى: الجليسريد الثلاثي المأخوذ من دهن البقر، أو الجليسريد الثلاثي المأخوذ من زيت الزيتون؟ فسّر إجابتك.

يحتوي دهن البقر على دهون مشبعة أكثر من زيت الزيتون. وتتراص الأحماض الدهنية المشبعة معًا أفضل من الأحماض الدهنية غير المشبعة، لذلك ستكون درجة انصهار الليبيد البقري أعلى من زيت الزيتون.

59. الصابون والمنظفات اشرح كيف أن تركيب الصابون يجعله عامل تنظيف فعّالاً؟

للصابون طرف غير قطبي يذوب الأوساخ والشحوم غير الدهنية، كما أن طرفه الآخر قطبي قابل للذوبان في الماء، وهذا يسمح للماء أن يغسل الصابون والأوساخ.

60. ارسم جزءًا من غشاء ليبيدي ذي طبقتين، وأشر إلى الأجزاء القطبية وغير القطبية من الغشاء.



61. أين تُختزن الأحماض الدهنية في جسم الإنسان؟ وفي أي صورة؟

في الخلايا الدهنية على شكل جلسريد ثلاثي.

62. ما نوع الليبيد الذي لا يحتوي على سلاسل أحماض دهنية؟ ولماذا تُصنّف هذه المركبات على أنها ليبيدات؟

الستيرويدات؛ لأنها ثنائية الجزيئات، وكبيرة الحجم، وغير قطبية.

63. الصابون ارسم تركيب صابون بالمتات الصوديوم. (البالمتات هي القاعدة المرافقة للحمض الدهني المشبع ذي 16 ذرة كربون والمعروف باسم حمض البالمتيك)، وأشر إلى طرفيه: القطبي واللاقطبي.

$$CH_3(CH_2)_{14}COO^-Na^+$$

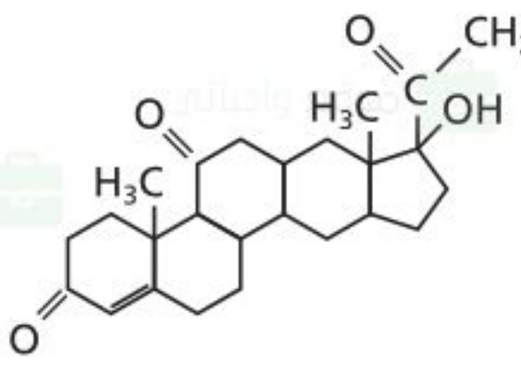
الطرف الأيسر غير قطبي والطرف المشحون قطبي.

موقع واجباتي

3 تقويم الفصل

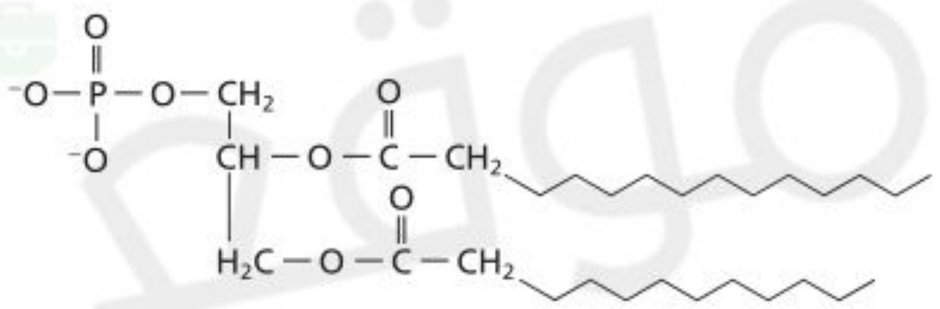
64. حـدّد هل يعـد كل تركيب مما يـأتي: حمضًـا دهنيًّا، أو جليسريد ثلاثيًّا، أو ليبيد فوسـفوريًّا، أو سـتيرويد، أو شمعًا؟ فسّر إجابتك.

a.



ستيرويد ؛لأن تركيبه يحتوي على حلقات.

b.



ليبيـد فوسفـوري؛ لوجـود حمضين دهنيـين ومجموعة فوسفات مرتبطة مع جليسرول بروابط إستر.

إتقان حل المسائل

65. إذا كانت كثافـة حمض البالمتيك الدهني 0.853g/mL عند 62 °C، فما كتلة عينة من حمض البالمتيك حجمها 0.886 L عند درجة الحرارة نفسها؟

حول الحجم من L إلى mL، ثم اضربه في الكثافة :

$$0.886\ \cancel{L} \times \frac{1000\ \cancel{mL}}{1\ \cancel{L}} \times \frac{0.853\ g}{1\ \cancel{mL}} = 756\ g$$

66. الدهـون غير المشـبعة كم مـولاً من غـاز الهيدروجين تتطلبـه هدرجة تامة لـ 1 mol مـن حمض اللينولينيك؟ اكتب معادلة موزونـة لتفاعل الهدرجة. علمًا بأن الصيغة الكيميائية لحمض اللينولينيك هي:

$CH_3CH_2CH{=}CHCH_2CH{=}CHCH_2CH{=}CH(CH_2)_7COOH$

يتطلّب 3mol من H_2 للهدرجة الكاملة لحمض اللينولنيك.

$$C_{18}H_{30}O_2 + 3H_2 \rightarrow C_{18}H_{36}O_2$$

إتقان المفاهيم 3-4

67. ما التراكيب الثلاثة التي تكوّن النيوكليوتيد؟

سكر، فوسفات، قاعدة نيتروجينية.

68. سمِّ حمضين نوويين موجودين في المخلوقات الحية.

DNA، RNA و DNA.

69. اشرح دور DNA و RNA في إنتاج البروتينات.

يحمل DNA تعليمات لصنع بروتينات تمرِّر التعليمات إلى RNA الـذي يُترجِم تعاقب القواعـد إلى تعاقب أحماض أمينية في أثناء بناء البروتين.

70. أين يوجد DNA في الخلايا الحية؟

في النواة.

تقويم الفصل 3

71. صف أنــواع الروابط والتجاذبــات التي تربط وحدات البناء الأساسية معًا في جزيء DNA.

روابط تساهميـة تربط السكريـات والفوسفات. وروابط هيدروجينية تربط القواعد معًا في مركز اللولب.

الشكل 27-3

72. صنّف التركيــب النووي المبين في الشــكل **27-3** إلى DNA أو RNA، فسّر إجابتك.

التركيـب هـو RNA؛ لأن اليوراسيـل موجـود بـدلًا مـن الثايمـين. والسكريـات هـي رايبـوز بـدلًا مـن ديوكسـي رايبوز، الذي يتكوَّن من شريط واحد.

73. ترتبط القاعدة جوانــين في تركيب DNA ثنائي اللولب دائمًا بالسايتوســين، ويرتبط الأدنين دائمًا بالثايمين. فماذا تتوقع أن تكون النســب بين كميــات C وT وA و G في طول معين من DNA؟

إن A=T، وC=G.

74. نســخ **DNA** يحتوي أحد أشرطة جزيء DNA الترتيب القاعدي التالي. فما تعاقب القواعد على الشريط الآخر في جزيء DNA؟

C–C–G–T–G–G–A–C–A–T–T–A

G–G–C–A–C–C–T–G–T–A–A–T

75. العمليــات الحيوية قــارن بين التفاعــلات الكلية للبناء الضوئــي والتنفس الخلــوي من حيث المــواد المتفاعلة، والنواتج، والطاقة.

البناء الضوئي: $6CO_2 + 6H_2O + \text{طاقة} \rightarrow C_6H_{12}O_6 + 6O_2$

التنفس الخلوي: $C_6H_{12}O_6 + 6O_2 \rightarrow 6CO_2 + 6H_2O + \text{طاقة}$

اتقان حل المسائل

76. الشــفرة الوراثية هي شــفرة ثلاثيــة؛ أي أنه تعاقب من ثــلاث قواعد في RNA يــدل على كل حمــض أميني في سلسلة ببتيدية أو بروتين. ما عدد قواعد RNA الضرورية للدلالة على بروتين يحتوي على 577 حمضًا أمينيًّا؟

$$577 \text{ amino acids} \times \frac{3 \text{ RNA bases}}{1 \text{ amino acids}}$$

$$= 1731 \text{ RNA bases}$$

77. مقارنات DNA تحتوي خلية البكتيريا إيشيريكياكولاي أو (إي كــولاي) E.coli علــى 4.2×106 زوجًــا من قواعد DNA، في حــين تحتوي كل خلية بشرية على نحو 3×10^9 زوجًا من قواعد DNA. ما النســبة المئوية التي يمثلها DNA في إيشيريشــياكولاي بالنسبة إلى الخريطة الوراثية البشرية؟

$$\frac{4.2\times10^6 \text{ base pairs (بكتيريا إيشيريشياكولاي)}}{(3\times10^9 \text{ base pairs (الإنسان)})} \times 0.0014$$

$$= 0.14\%$$

موقع واجباتي

تقويم الفصل 3

78. كم جرامًا من الجلوكوز يمكن أن يتأكسد كليًّا بـ 2.0 L من غاز O_2 في الظروف المعيارية في أثناء التنفس الخلوي؟

من المعادلة الموزونة : طاقة

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

احسب عدد مولات الأكسجين O، وعدد مولات الجلوكوز، ثُمّ كتلتها:

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

$$2.0\ \cancel{L\ O_2} \times \frac{1\ \cancel{mol\ O_2}}{22.4\ \cancel{L}} \times \frac{1\ \cancel{mol\ glucose}}{6\ \cancel{mol\ O_2}} \times \frac{180\ g\ glucose}{1\ \cancel{mol\ glucose}} = 2.7\ g\ glucose$$

79. الطاقة احسب مجموع الطاقة بوحدة kJ التي تتحول إلى ATP في أثناء عمليات التنفس الخلوي والتخمر، وقارن بينها.

يُنتِج كلّ 1 mol من الجلوكوز 2 mol من ATP في أثناء التخمّر:

$$2\ \cancel{mol\ ATP} \times \frac{30.5\ kJ}{\cancel{mol\ ATP}} = 61.0\ kJ$$

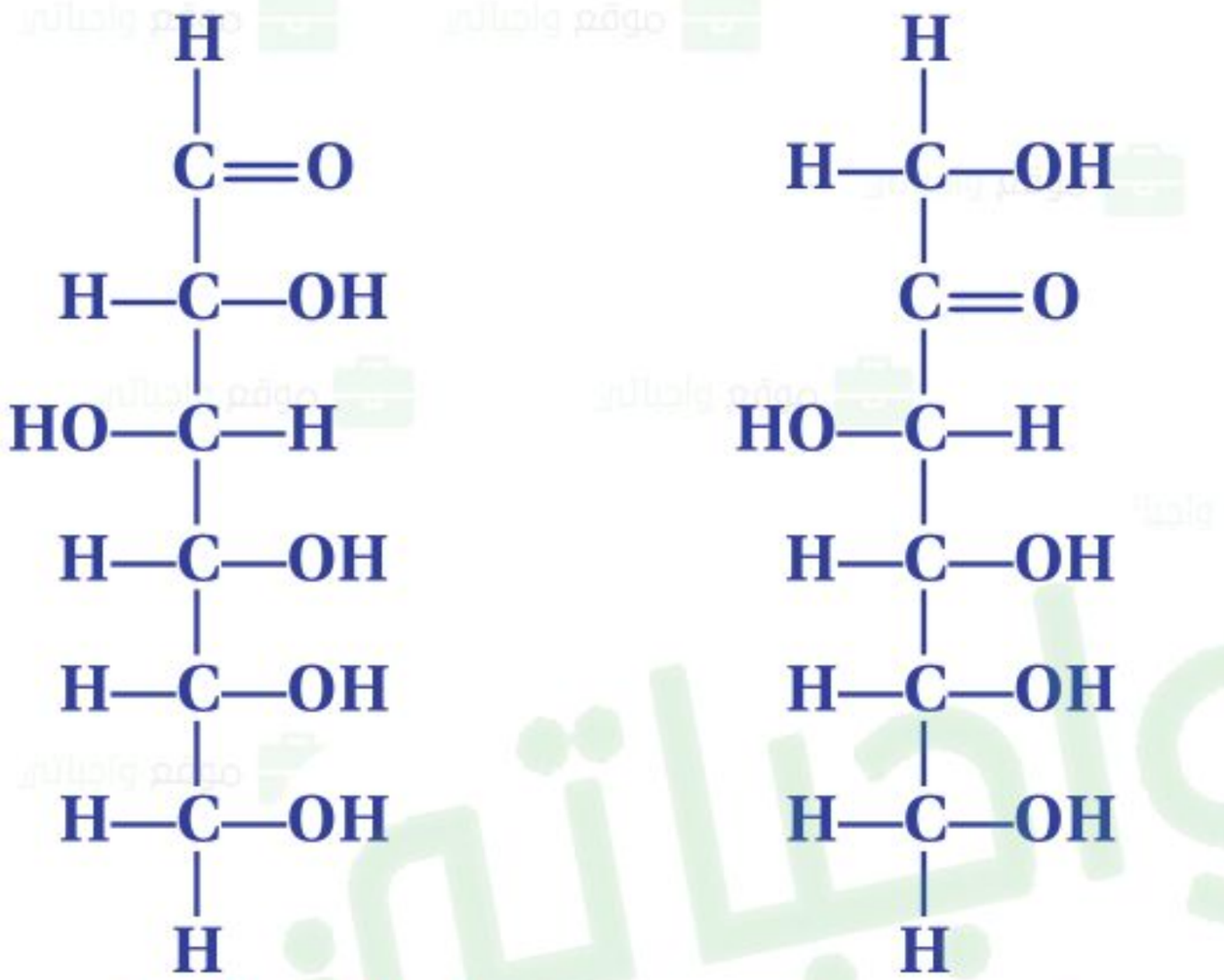
يُنتِج كلّ 1 mol من الجلوكوز 38 mol من ATP في أثناء التنفس الخلوي:

$$38\ \cancel{mol\ ATP} \times \frac{30.5\ kJ}{1\ \cancel{mol\ ATP}} = 1160\ kJ$$

مراجعة عامة

80. ارسم مجموعات الكربونيل الوظيفية في الجلوكوز والفركتوز. فيم تتشابه هذه المجموعات، وفيم تختلف؟

في الجلوكوز، ترتبط مجموعة C=O بذرة H وهي ألدهيد. أمّا في الفركتوز، ترتبط مجموعة C=O بذرات C أخرى وهي كيتون.



81. سمِّ وحدات البناء الأساسية التي تكوّن البروتينات والكربوهيدرات المركبة.

وحدات بناء البروتين الأساسية (المونومرات): أحماض أمينية؛ وحدات البناء الأساسية (المونومرات) للكربوهيدرات المركّبة: سكريات أحادية.

موقع واجباتي

تقويم الفصل 3

82. صف وظائف البروتينات، والكربوهيدرات، والليبيدات، في الخلايا الحية.

البروتينات: إنزيمات، وبناء، ونقل، واتصال، وإعطاء إشارات.

الكربوهيدرات: مصدر للطاقة، وبنائي في النبات.

الليبيدات: شكل للطاقة المخزَّنة، وتكوِّن أغشية الخلايا، وقاية، بعض الهرمونات والفيتامينات.

83. اكتب معادلة كيميائية موزونة تمثل تميه اللاكتوز.

البناء الضوئي: $6CO_2 + 6H_2O + \text{طاقة} \rightarrow C_6H_{12}O_6 + 6O_2$

التنفس الخلوي: $C_6H_{12}O_6 + 6O_2 \rightarrow 6CO_2 + 6H_2O + \text{طاقة}$

تميّة اللاكتوز: $C_{12}H_{22}O_{11} + H_2O \rightarrow C_6H_{12}O_6 + C_6H_{12}O_6$

84. اكتب معادلة موزونة لتركيب السكروز من الجلوكوز والفركتوز.

$$C_6H_{12}O_6 + C_6H_{12}O_6 \rightarrow C_{12}H_{22}O_{11} + H_2O$$

التفكير الناقد

85. احسب يتكون 38 mol تقريبًا من ATP عند التأكسد الكامل للجلوكوز في أثناء التنفس الخلوي. فإذا كانت حرارة الاحتراق لمول واحد من الجلوكوز تساوي 2.82×10^3 kJ /mol ، وكل مول من ATP يختزن 30.5 kJ من الطاقة، فما كفاءة التنفس الخلوي بدلالة النسبة المئوية من حيث الطاقة المتاحة المخزونة في روابط ATP الكيميائية؟

$$38 \cancel{\text{mol ATP}} \times \frac{30.5 \text{ kJ}}{\cancel{\text{mol ATP}}} = 1159 \text{ kJ}$$

$$\frac{1159 \cancel{\text{kJ}}}{2.82 \times 10^3 \cancel{\text{kJ}}} \times 100\% = 41\%$$

86. تعرّف السبب والنتيجة تقترح بعض الأنظمة الغذائية تحديدًا شديدًا لكمية الليبيدات، فلماذا لا يُعد حذف الليبيدات من الغذاء كليًّا فكرة جيدة؟

يحتاج الجسم إلى الليبيدات لعدد من الوظائف. فإذا كانت كمية الليبيدات محدودة على نحوٍ خطير، قد لا تتوافر لبيدات للجسم ليقوم بتلك الوظائف.

موقع واجباتي

87. الرســوم البيانية واســتعمالها يبين الجدول 2-3 عددًا من الأحماض الدهنية المشبعة وقيم بعض خواصها الفيزيائية.

الجدول 2-3 الخواص الفيزيائية لبعض الأحماض الدهنية المشبعة

الاسم	عدد ذرات الكربون	درجة الانصهار (°C)	الكثافة (g/ml) (عند 60-80 °C)
حمض البالمتيك	16	63	0.853
حمض الميريستيك	14	58	0.862
حمض الأراكيديك	20	77	0.824
حمض الكابريليك	8	16	0.910
حمض الدوكوسانويك	22	80	0.822
حمض الستيريك	18	70	0.847
حمض اللوريك	12	44	0.868

a. مثّل بيانيًّا عدد ذرات الكربون ودرجة الانصهار.

في الرسم البياني أعلاه: يوضع عدد ذرات الكربون على المحور السيني، ودرجة الانصهار على المحور الصادي. يجب أن يُبيِّن الرسم البياني علاقة خطية إلى حدٍّ ما، بحيث تزداد درجة الانصهار مع ازدياد عدد ذرات الكربون.

b. مثّل بيانيًّا عدد ذرات الكربون والكثافة.

في الرسم البياني أعلاه: يوضع عدد ذرات الكربون على المحور السيني، والكثافة على المحور الصادي. يجب أن يُبيِّن الرسم البياني علاقة خطية إلى حدٍّ ما، بحيث تقلّ الكثافة مع ازدياد عدد ذرات الكربون.

c. استنتج العلاقات بين عدد ذرات الكربون في الحمض الدهني وكثافته ودرجة انصهاره.

كلما زاد عدد ذرات الكربون ترتفع درجة الانصهار وتنخفض الكثافة.

d. توقع درجة الانصهار التقريبية لحمض دهني مشبع فيه 24 ذرة كربون.

ما بين 83 °C و 86 °C

موقع واجباتي

3 تقويم الفصل

مسألة تحفيز

88. احسب كم مولاً من ATP يمكن أن ينتج الجسم البشري من السكر الموجود في 28 kg من التفاح الأحمر. استخدم الإنترنت للحصول على معلومات لحل المسألة.

كلّ 28 kg من التفاح يساوي 100 تفاحة تقريبًا. وتحتوي كلّ تفاحة ذات حجم متوسط على 80 cal، و 18 g من الكربوهيدرات، و18g من الجلوكوز.

$$\frac{100\ \text{تفاحة}}{28\ \text{kg}} \times \frac{18\ \text{g glucose}}{\text{تفاحة}} \times \frac{1\ \text{mol glucose}}{180\ \text{g glucose}}$$

$$\times \frac{38\ \text{mol ATP}}{1\ \text{mol glucose}} = \frac{380\ \text{mol ATP}}{28\ \text{kg}}$$

380 mol من ATP لكل السكر الموجود في التفاح الأحمر.

مراجعة تراكمية

89. حدد الحمض والقاعدة في المواد المتفاعلة لكل مما يلي:

a. $HBr + H_2O \longrightarrow H_3O^+ + Br^-$

HBr: حمض، H_2O: قاعدة.

b. $NH_3 + HCOOH \longrightarrow NH_4^+ + HCOO^-$

$HCOOH$: حمض، NH_3: قاعدة.

c. $HCO_3^- + H_2O \longrightarrow CO_3^{2-} + H_3O^+$

HCO_3^-: حمض، H_2O: قاعدة.

90. ما الخلية الجلفانية؟

الخلية الجلفانية نظام كيميائي يحوِّل الطاقة الكيميائية إلى طاقة كهربائية عند حدوث تفاعل الأكسدة والاختزال التلقائي.

الكتابة في الكيمياء

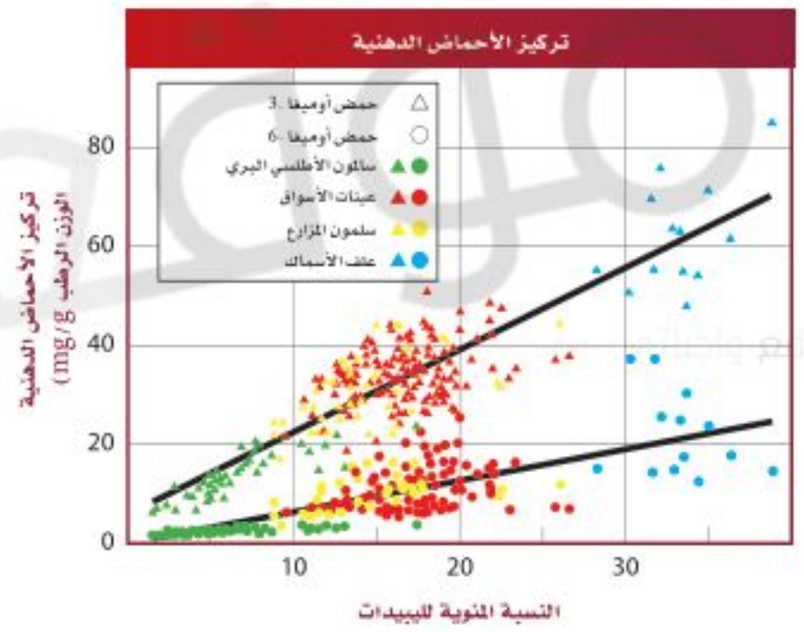
91. **الكولسترول** استعمل المكتبة أو الإنترنت لعمل بحث عن الكولسترول، واكتب مقالة صحفية تتعلق بالكولسترول موجهة إلى القرّاء في سن المراهقة. وتأكد من الإجابات عن الأسئلة الآتية في المقالة: أين يستعمل هذا المركب في جسمك؟ ما وظيفته؟ لماذا يعد الإكثار من الكولسترول في الغذاء غير مناسب؟ هل الوراثة عامل في ارتفاع الكولسترول؟

يجب أن تشمل إجابات الطلاب دور الكولسترول في الأغشية، وفي الكبد لإنتاج أملاح الصفراء، وفي خلايا الجلد لإنتاج فيتامين D، وفي عدد من الغدد لعمل هرمونات ستيرويدية. ويرتبط كثرة الكولسترول في الغذاء بزيادة المخاطرة بالنسبة لمشاكل القلب والسكتة الدماغية.

موقع واجباتي

أسئلة المستندات

الأحماض الدهنية أوميجا- 3 وأوميجا- 6 أحماض دهنية أخذت أسماؤها من تراكيبها. فهي تحتوي على رابطة ثنائية إما على بعد 3 ذرات كربون أو 6 ذرات كربون من نهاية سلسلة الحمض الدهني. وتأثير هذه الأحماض الدهنية مفيد في الصحة؛ لأنها تخفض مستويات الكولسترول السيئ، وترفع مستويات الكولسترول الجيد في الدم. لقد دُرست مستويات الأحماض الدهنية أوميجا -3 وأوميجا -6 في سمك السلمون من ثلاثة مصادر مختلفة، وفي الغذاء المستعمل في مزارع السلمون أيضًا. ويبين **الشكل 28-3** النسبة المئوية للأحماض الدهنية أوميجا -3 وأوميجا-6 مقارنة بمجموع كمية الليبيدات في العينات.



الشكل 28-3

92. أي أنواع الأسماك احتوى على أكبر كمية من الأحماض الدهنية أوميجا؟

السلمون المربى في المزارع.

93. بناءً على هذه الدراسة، أي أنواع السلمون تنصح به لشخص يريد الإكثار من كمية الأحماض الدهنية أوميجا-3 وأوميجا-6 في غذائه؟

السلمون المربى في المزارع.

94. استنتج من الرسم البياني لماذا يحتوي سلمون المزارع والأسواق الكبرى على كمية من الأحماض الدهنية أوميجا-3 وأوميغا-6 أكبر من تلك الموجودة في السلمون البري؟

إن العلف الذي يقدم غني جدا بأحماض دهنية من نوع أوميغا-3 وأوميغا-6، في حين أن السلمون البري لا يحصل على علف تكميلي.

موقع واجباتي

اختبار مقنن

أسئلة الاختيار من متعدد

1. أي مما يأتي لا ينطبق على الكربوهيدرات؟

a. توجد السكريات الأحادية باستمرار بين التركيب الحلقي وتركيب السلسلة المفتوحة.

b. ترتبط السكريات الأحادية في النشا بنفس نوع الروابط التي ترتبط بها في اللاكتوز.

c. لجميع الكربوهيدرات الصيغة العامة $C_n(H_2O)_n$.

d. تقوم النباتات فقط بصنع السليلوز، ويهضمه الإنسان بسهولة.

2. أي مما يلي غير صحيح فيما يتعلق بالأحماض النووية RNA و DNA؟

a. يحتوي DNA على السكر الرايبوزي منقوص الأكسجين، بينما يحتوي RNA على السكر الرايبوزي.

b. يحتوي RNA على القاعدة النيتروجينية اليوراسيل، بينما لا يحتوي DNA على ذلك.

c. يتكون RNA من شريط مفرد، بينما يتكون DNA من شريط مزدوج.

d. يحتوي DNA على القاعدة النيتروجينية الأدنين، بينما لا يحتوي RNA على ذلك.

استخدم الجدول الآتي في الإجابة عن السؤالين 3 و 4.

بيانات النيوكليوتيدات لعينات من DNA

العينة	محتوى كل نيوكليوتيد	A	G	C	T
I	العدد	195	?	231	?
	النسبة	20.8	?	29.2	?
II	العدد	?	402	?	?
	النسبة	?	32.5	?	?
III	العدد	?	?	194	234
	النسبة	?	?	22.7	27.3
IV	العدد	266	203	?	?
	النسبة	28.4	21.6	?	?

3. ما النسبة المئوية للثايمين (T) في العينة IV؟

a. 28.4%

b. 78.4%

c. 71.6%

d. 21.6%

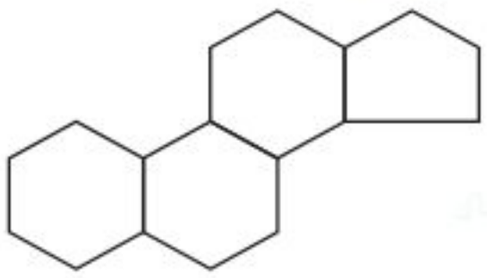
4. ما عدد جزيئات السايتوسين في جزيء واحد من العينة (II)؟

a. 402

b. 434

c. 216

d. 175



5. تمثل الصيغة أعلاه:

a. سليلوز

b. نشا

c. بروتين

d. ستيرويد

اختبار مقنن

6. تعد الأحماض الأمينية الوحدات البنائية في:

a. الكربوهيدرات

b. الأحماض النووية

c. الليبيدات

d. البروتينات

7. يتكون السكروز من:

a. جزيئات من الفركتوز

b. جزيئات من الجلوكوز

c. جزيء من الفركتوز وآخر من الجلوكوز

d. جزيء من الفركتوز وآخر من الجالاكتوز

8. الجلايكوجين من السكريات عديدة التسكر التي تستخدم لتخزين الطاقة في:

a. الحيوانات

b. النباتات

c. الفطريات

d. البكتيريا

9. يعد الجلوكوز والفركتوز من السكريات:

a. الأحادية

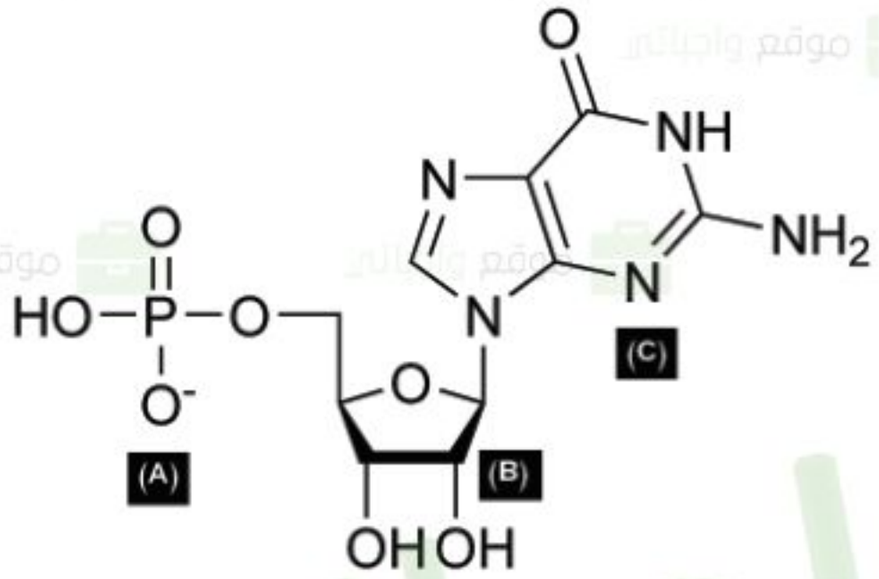
b. الثنائية

c. السداسية

d. عديدة التسكر

أسئلة الإجابات القصيرة

10. يحدد ترتيب القواعد النيتروجينية في RNA ترتيب الأحماض الأمينية المكوّنة للبروتين؛ فمثلاً الشفرة الوراثية CAG خاصة بالحمض الأميني الجلوتامين. ما عدد الأحماض الأمينية التي يمكن تشفيرها في شريط من RNA الذي يتكون من 2.73×10^4 قاعدة نيتروجينية؟



9.1×10^3

11. استخدم الشكل أعلاه في الإجابة عما يلي:

a. ما الذي يمثله الشكل؟

a. النيوكليوتيد

b. ما الذي تمثله الأجزاء المشار إليها بالأحرف A، B، C؟

b. A: مجموعة فوسفات

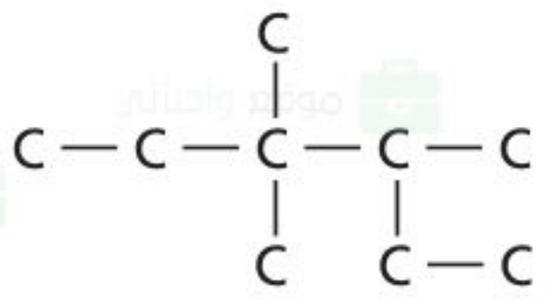
B: سكر خماسي

C: قاعدة نيتروجينية

موقع واجباتي

أسئلة الإجابات المفتوحة

استخدم الشكل أدناه للإجابة عن السؤال 12.



12. سجل أحد الطلاب اسم الألكان الممثل بالسلسلة الكربونية أعلاه كما يلي: 2 – ايثيل 3، 3 – ثنائي ميثيل بنتان. هل إجابة زميلك صحيحة؟ إذا لم تكن صحيحة فما الاسم الصحيح لهذا المركب؟

لا، هذا الاسم ليس صحيحًا. تتطلب قوانين تسمية الألكانات المتفرعة أن تحدد أولاً السلسلة الأطول)ست ذرات كربون(، ثم تحدد المجموعات الوظيفية من حيث اتصالها بالسلسلة بحيث يكون أصغر رقم ممكن. الاسم الصحيح هو 3–، 3، 4 ثلاثي ميثيل هكسان.

13. قارن بين المركبات الأليفاتية، والمركبات الأروماتية.

المركبان كلاهما عضوي؛ وذلك لوجود قاعدة هيدروكربونية. المركبات الأليفاتية لديها تركيب خطي أو متفرع، كالألكانات، و الألكينات، والألكاينات. وأما المركبات الأروماتية فلديها تركيب حلقي أساسه مركب البنزين. أعضاء هذه العائلة غالبًا ما يكون لها روائح قوية.

موقع واجباتي