الأحياء

التركيب الكيميائي للخلية

Cell Chemical Structure

كتاب رقمي تعليمي — الأحياء

المقدمة

يتناول هذا الكتاب الرقمي التركيب الكيميائيّ للخلية الحية، بوصفه الأساس الذي تُبنى عليه جميع الوظائف الحيوية داخل الكائنات الحية. تحتاج الخلايا إلى مجموعة متنوعة من المواد الكيميائية؛ بعضها بسيط التركيب كالماء والأملاح المعدنية، وبعضها معقّد التركيب كالكربوهيدرات والليبيدات والبروتينات والحموض النووية، إضافة إلى الإنزيمات التي تُسرّع التفاعلات الحيوية وتنظّمها.

يهدف هذا الكتاب إلى تمكين القارئ من تصنيف المواد الداخلة في تركيب الخلية إلى مواد عضوية وغير عضوية، والتعرف إلى خصائص كل مجموعة من هذه المواد وأهميتها الحيوية، وبيان آليات عمل الإنزيمات، وربط هذه المفاهيم بتطبيقات حياتية وصناعية واقعية، من خلال فصول مرتبة منطقيًا، وأشكال توضيحية، وجداول مقارنة، وأسئلة تقييمية متدرجة الصعوبة.

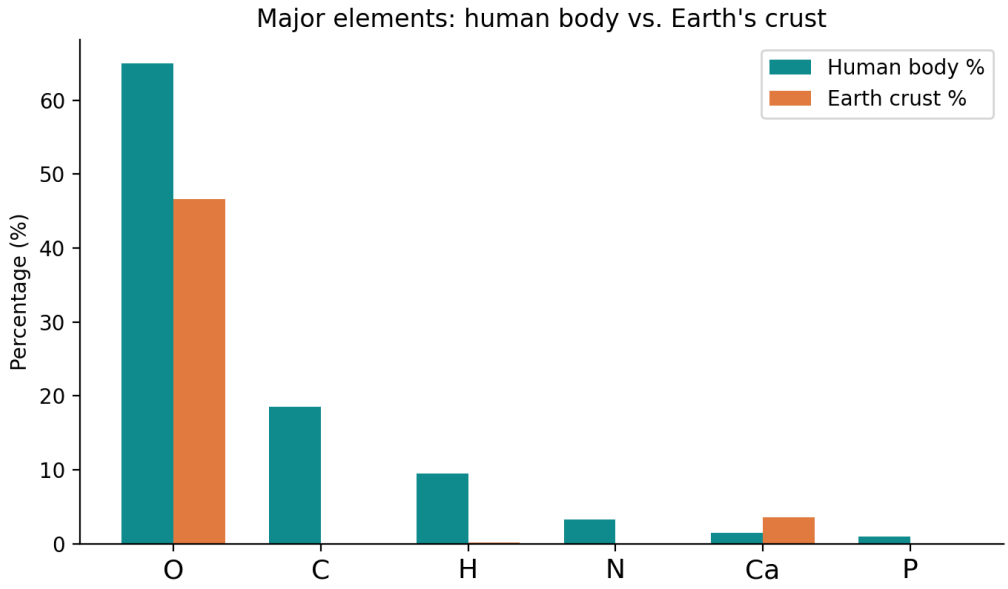
جدول المحتويات

١. الفصل الأول: التركيب الكيميائي للخلية والعناصر الأساسية
٢. الفصل الثاني: المركبات غير العضوية — الماء والأملاح المعدنية
٣. الفصل الثالث: الكربوهيدرات
٤. الفصل الرابع: الليبيدات
٥. الفصل الخامس: البروتينات
٦. الفصل السادس: الحموض النووية وحاملات الطاقة
٧. الفصل السابع: الإنزيمات
٨. الاختبار الختامي

الفصل الأول: التركيب الكيميائي للخلية والعناصر الأساسية

تحدث العديد من التفاعلات الكيميائية في خلايا الكائنات الحية حتى تستطيع القيام بوظائفها كافة، وإنتاج ما تحتاج إليه من مواد وتراكيب. توجد هذه المواد على شكل مركبات بسيطة التركيب، كالماء والسكريّات الأحادية، وأخرى معقّدة التركيب، مثل البروتينات والحموض النووية.

يوجد في الطبيعة مجموعة من العناصر يبلغ عددها نحو ٩٢ عنصرًا، منها ما بين (٢٠-٢٥٪) عناصر أساسية للكائن الحي حتى يعيش حياة صحية. تُعدّ العناصر الأساسية متشابهة بين الكائنات الحية، وتتفاوت الكائنات في حاجتها لهذه العناصر؛ فمثلًا يحتاج الإنسان إلى ٢٥ عنصرًا، بينما يحتاج النبات إلى ١٧ عنصرًا. وهناك أربعة عناصر رئيسة هي: الأكسجين، والكربون، والهيدروجين، والنيتروجين، تشكّل ما نسبته ٩٦٪ من كتلة الكائن الحي، بينما يشكّل الفوسفور والكالسيوم والبوتاسيوم والكبريت وبعض العناصر الأخرى نحو ٤٪ المتبقية من كتلة الكائن الحي.



الشكل (١): مقارنة نسب أهم العناصر في جسم الإنسان مقابل نسبها في القشرة الأرضية

جدول أهم العناصر ونسب تواجدها

العنصر	الرمز	النسبة في جسم الإنسان (%)	النسبة في الأرض (%)
الأكسجين	O	٦٥	٤٦,٦
الكربون	C	١٨,٥	٠,٠٣
الهيدروجين	H	٩,٥	٠,١٤
النيتروجين	N	٣,٣	نادر
الكالسيوم	Ca	١,٥	٣,٦

العنصر	الرمز	النسبة في جسم الإنسان (%)	النسبة في الأرض (%)
الفوسفور	P	١	٠٫٠٣

المركبات العضوية وغير العضوية

تدخل هذه العناصر في تكوين وبناء العديد من المركبات الكيميائية، ومنها ما هو بسيط التركيب، ومنها ما هو معقّد التركيب، وتُسهم هذه المركبات في تكوين أجزاء خلايا الكائن الحي كافة. وتحتوي الخلية الحية من المركبات على نوعين رئيسيَّين: مركبات غير عضوية ومركبات عضوية.

Inorganic Compound	مركب غير عضوي
مركب بسيط التركيب لا يحتوي بالضرورة على عنصري الكربون والهيدروجين مرتبطين معًا بروابط تساهمية، مثل الماء والأملاح المعدنية.	

Organic Compound	مركب عضوي
مركب يتكوّن أساسًا من عنصري الكربون والهيدروجين، وقد يحتوي على عناصر أخرى مثل الأكسجين والنيتروجين والفوسفور والكبريت، مثل الكربوهيدرات والبروتينات.	

الفروقات الجوهرية بين المركبات العضوية وغير العضوية

- المركبات غير العضوية بسيطة التركيب نسبيًا (كالماء وأملاح معدنية)، بينما المركبات العضوية غالبًا معقّدة التركيب وذات جزيئات كبيرة.
- جميع المركبات العضوية تحتوي على الكربون المرتبط بالهيدروجين، وهذا غير ضروري في المركبات غير العضوية.
- تُشكّل المركبات العضوية الهيكل البنائي للخلية ومصدر الطاقة الرئيس، بينما تُساعد المركبات غير العضوية على تنظيم البيئة الداخلية للخلية.

التطبيقات الحياتية

يعتمد تحديد النظام الغذائي المتوازن للإنسان على معرفة نسب هذه العناصر والمركبات؛ فنقص عنصر كالحديد يؤدي إلى فقر الدم، ونقص الكالسيوم يضعف العظام، لذلك تُصمَّم برامج التغذية العلاجية استنادًا إلى هذه المعطيات.

التطبيقات الصناعية

تعتمد صناعة الأسمدة الزراعية على توفير العناصر الأساسية (كالنيتروجين والفوسفور والبوتاسيوم) للنباتات بالنسب المناسبة، كما تعتمد صناعة المكمّلات الغذائية والفيتامينات على تحليل هذه العناصر وتصنيعها أو استخلاصها بصورة نقية.

> **نصيحة صحية**
>
> *احرص على تنويع غذائك اليومي ليشمل مصادر مختلفة من العناصر الأساسية بدلًا من الاعتماد على مصدر واحد فقط، فتنوّع الغذاء يقلّل احتمال حدوث نقص في أحد العناصر الضرورية لجسمك.*

أسئلة الفصل

١. ما عدد العناصر الأساسية التي يحتاجها جسم الإنسان تقريبًا؟

أ) ٩٢

ب) ٢٥

ج) ١٧

د) ٤

٢. أيّ العناصر الآتية يشكّل أعلى نسبة في جسم الإنسان؟

أ) الكربون

ب) الهيدروجين

ج) الأكسجين

د) النيتروجين

٣. عبارة (صواب / خطأ): جميع المركبات غير العضوية تحتوي على الكربون مرتبطًا بالهيدروجين.

أ) صواب

ب) خطأ

٤. أكمل الفراغ: تشكّل العناصر الأربعة الأكسجين والكربون والهيدروجين و.... ما نسبته ٩٦٪ من كتلة الكائن الحي.

أ) الكالسيوم

ب) النيتروجين

ج) الفوسفور

د) الكبريت

٥. إذا احتاج كائنان حيّان إلى عدد مختلف من العناصر الأساسية، فما التفسير الأقرب لذلك؟

أ) اختلاف حجم الكائنين فقط

ب) تفاوت الكائنات الحية في حاجتها للعناصر بحسب طبيعتها الحيوية

ج) خطأ في القياس العلمي

د) لا يوجد تفسير علمي

مفتاح الإجابات: ١-ب ٢-ج ٣-ب ٤-ب ٥-ب

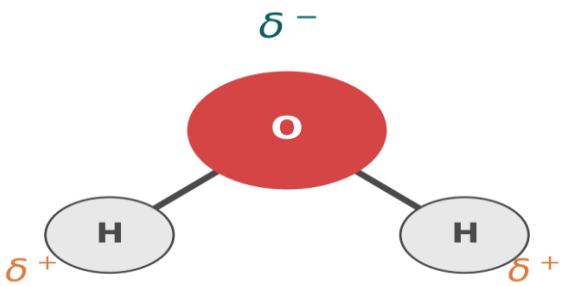
أسئلة للنقاش (بلا إجابة نموذجية):

- لماذا برأيك تتشابه العناصر الأساسية بين معظم الكائنات الحية رغم اختلاف أشكالها ووظائفها؟
- كيف يمكن أن يؤثر تلوث التربة بعناصر ثقيلة غير أساسية على السلسلة الغذائية بأكملها؟

الفصل الثاني: المركبات غير العضوية — الماء والأملاح المعدنية

الماء (Water)

يُعدّ الماء المادة الوحيدة المتواجدة في الطبيعة بحالاتها الفيزيائية الثلاث، وهو مكوّن أساسي في تركيب الخلايا الحية، وتتراوح نسبته في الكائنات الحية ما بين (٦٥-٩٥٪) اعتمادًا على نوعها. ويعود امتياز الماء بهذه الخصائص إلى طبيعة جزيئه القطبية؛ إذ يحمل طرف الأكسجين شحنة سالبة جزئية وطرفا الهيدروجين شحنة موجبة جزئية، مما يسمح بتكوّن روابط هيدروجينية بين جزيئات الماء المتجاورة.



Polar water molecule (H2O)

الشكل (٢): قطبية جزيء الماء وتوزّع الشحنات الجزئية عليه

أهم خصائص الماء ووظائفه في الجسم

- مذيب جيد للمواد الكيميائية (الأيونية وبعض الجزيئية)، ما يوفر وسطًا ملائمًا لحدوث التفاعلات الكيميائية داخل الخلايا.
- ينقل المواد بين داخل الخلية وخارجها، ما يساعدها في الحصول على حاجتها والتخلّص من فضلاتها.
- يشكّل عاملًا رئيسًا ليونة الجسم ومرونته.
- يحتفظ بحرارة نوعية عالية، مما يكسبه القدرة على امتصاص الحرارة الناتجة عن التفاعلات الحيوية في الخلية، وهذا يساعد في تنظيم حرارة الجسم.

Hydrogen Bond	الرابطة الهيدروجينية
رابطة كيميائية ضعيفة نسبيًا تتكوّن بين ذرة هيدروجين مرتبطة بذرة عالية السالبية الكهربائية (كالأكسجين) في جزيء، وذرة أخرى عالية السالبية الكهربائية في جزيء مجاور، وهي أساس الخصائص الفريدة للماء.	

الأملاح المعدنية (Minerals)

تُعدّ الأملاح المعدنية موادًا غير عضوية توجد في التربة والصخور، وهي من أهم العناصر الغذائية التي يحتاجها الجسم من أجل البقاء والقيام بالمهام والعمليات اليومية. تبلغ نسبة الأملاح المعدنية من كتلة خلايا الكائنات الحية (١-٥٪)، وقد تكون على شكل أيونات ذائبة في الماء داخل الخلية، أو على شكل بلورات ملحية، أو مترسّبات في المادة بين الخلوية، أو مركبات داخلة في تركيب الهياكل الصلبة كالعظام.

جدول مقارنة: أهم الأملاح المعدنية وأهميتها

الملح المعدني	أهم مصادره	أهميته في جسم الكائن الحي
اليود	الأسماك والمأكولات البحرية والملح المُيوّد	ضروري لتصنيع هرمونات الغدة الدرقية
الفوسفور	اللحوم والألبان والحبوب	يدخل في تكوين حاملات الطاقة كـ ATP وفي تركيب العظام
النيتروجين	اللحوم والبقوليات (عبر البروتينات)	أساسي في بناء البروتينات والحموض النووية
الحديد	اللحوم الحمراء والخضراوات الورقية	يدخل في تركيب الهيموغلوبين الناقل للأكسجين
المغنيسيوم	المكسرات والحبوب الكاملة	ضروري لعمل مئات الإنزيمات في الجسم

أهم الفروقات بين الماء والأملاح المعدنية

- الماء مركّب واحد ثابت التركيب الكيميائي (H2O)، بينما الأملاح المعدنية مجموعة متنوعة من المركبات والأيونات المختلفة.
- يشكّل الماء الجزء الأكبر من كتلة الخلية (يصل حتى ٩٥٪)، بينما لا تتجاوز نسبة الأملاح المعدنية ٥٪ من كتلة الخلية.

التطبيقات الحياتية

تعتمد توصيات الإماهة (شرب كمية كافية من الماء يوميًا) على الحاجة للحفاظ على توازن السوائل، كما تُستخدم محاليل الإماهة الفموية التي تحتوي أملاحًا معدنية (كالصوديوم والبوتاسيوم) لعلاج الجفاف الناتج عن الإسهال.

التطبيقات الصناعية

تعتمد صناعة تحلية مياه البحر على مبادئ إزالة الأملاح الذائبة من الماء لجعله صالحًا للشرب، كما تُستخدم الأملاح المعدنية في صناعة الأسمدة والمكمّلات الغذائية ومحاليل الحقن الوريدي في المستشفيات.

وجبات غذائية مقترحة

- سمك مشوي مع خضراوات ورقية: مصدر لليود والحديد.
- زبادي مع مكسرات: مصدر للكالسيوم والمغنيسيوم.
- عدس مطبوخ مع خبز الحبوب الكاملة: مصدر للحديد والفوسفور.

> **نصيحة صحية**
>
> *لا تنتظر شعورك بالعطش لتشرب الماء؛ فهو غالبًا مؤشر متأخر على بدء الجفاف. وزّع شرب الماء على مدار اليوم بدلًا من شربه دفعة واحدة.*

أسئلة الفصل

١. ما سبب قدرة الماء على إذابة المركبات الأيونية؟

أ) ارتفاع درجة غليانه

ب) قطبية جزيئه

ج) لونه الشفاف

د) وجود الهيدروجين فيه فقط

٢. أيّ الأملاح المعدنية الآتية يرتبط بتصنيع هرمونات الغدة الدرقية؟

أ) الحديد

ب) اليود

ج) المغنيسيوم

د) الفوسفور

٣. صح أم خطأ: تبلغ نسبة الأملاح المعدنية من كتلة الخلية الحية أعلى من نسبة الماء.

أ) صح

ب) خطأ

٤. أكمل: يعود امتياز الماء بخصائصه الفيزيائية إلى الروابط ..... بين جزيئاته.

أ) الأيونية

ب) الهيدروجينية

ج) التساهمية القوية

د) الفلزية

٥. مريض يعاني جفافًا شديدًا بعد إسهال متكرر، فما أفضل تفسير علمي لضرورة إعطائه محلول يحتوي أملاحًا معدنية إلى جانب الماء؟

أ) لتحسين طعم المحلول فقط

ب) لأن الجسم فقد أملاحًا ذائبة أساسية لتوازن السوائل ووظائف الخلايا وليس الماء فقط

ج) لأن الأملاح تزيد لزوجة الدم

د) لا حاجة للأملاح، الماء وحده كافٍ

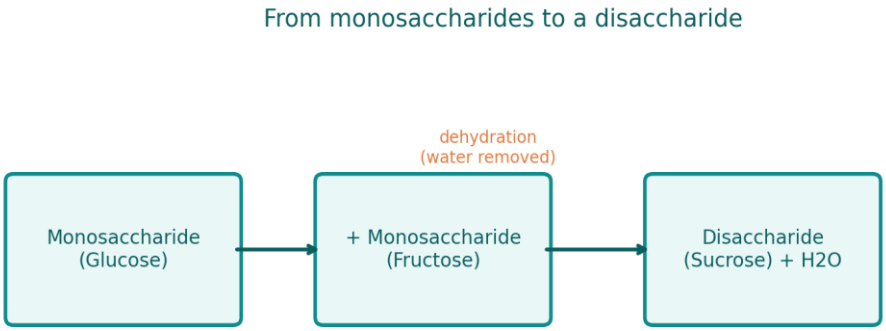
مفتاح الإجابات: ١-ب ٢-ب ٣-ب ٤-ب ٥-ب

أسئلة للنقاش (بلا إجابة نموذجية):

- لماذا تعدّ الحرارة النوعية العالية للماء ميزة تكيّفية للكائنات المائية على وجه الخصوص؟
- ما الآثار الصحية المحتملة لزيادة أو نقص أحد الأملاح المعدنية عن الحد الطبيعي في جسم الإنسان؟

الفصل الثالث: الكربوهيدرات

تُعدّ الكربوهيدرات من أبسط المركبات العضوية ذات الأصل الحيوي، وتُسهم في العديد من وظائف الخلية؛ حيث إنها تشكّل مصدر الطاقة الرئيس للعمليات الحيوية في الخلايا. تتكوّن الكربوهيدرات من عناصر الكربون والهيدروجين والأكسجين بنسبة عامة تقترب من (CH2O)n، وتُصنَّف في ثلاث مجموعات رئيسة: أحادية التسكّر، وثنائية التسكّر، وعديدة التسكّر.



الشكل (٣): تكوّن السكر الثنائي (السكروز) من اتحاد جزيئي غلوكوز وفركتوز بتفاعل تجفيف

أولًا: أحادية التسكّر (Monosaccharides)

مركبات بسيطة تتكون غالبًا من (٣-٦) ذرات كربون، وتوجد على شكل سلاسل أو حلقات، ومن أشهرها الغلوكوز والفركتوز والغلاكتوز. يُعدّ الغلوكوز الناتج النهائي لعملية البناء الضوئي، ويشكّل أساس بناء معظم المركبات العضوية الأخرى.

Monosaccharide	أحادي التسكّر
وحدة بنائية بسيطة من الكربوهيدرات لا يمكن تحليلها إلى سكريات أبسط منها، مثل الغلوكوز والفركتوز.	

ثانيًا: ثنائية التسكّر (Disaccharides)

مركبات تتكوّن من اتحاد جزيئين من السكريات الأحادية عن طريق تفاعل يُسمّى تفاعل التجفيف (Dehydration)، وينتج عنه فقدان جزيء ماء. ومن الأمثلة عليها السكروز (غلوكوز + فركتوز) والمالتوز (غلوكوز + غلوكوز) واللاكتوز (غلوكوز + غلاكتوز).

Dehydration Reaction	تفاعل التجفيف
تفاعل كيميائي يتحد فيه جزيئان أو أكثر مع فقدان جزيء ماء لتكوين رابطة تساهمية بين الجزيئين، وهو الآلية الأساسية لتكوّن السكريات الثنائية والعديدة.	

ثالثًا: عديدة التسكّر (Polysaccharides)

مبلمرات كبيرة الحجم تتكوّن من عدد كبير من وحدات السكريات الأحادية المرتبطة معًا، ومنها النشا والغلايكوجين والسليولوز والكايتين. يخزّن النشا في النباتات كمصدر للطاقة، بينما يخزَّن الغلايكوجين في الكبد وعضلات الحيوانات. أما السليولوز فيكوّن الجدار الخلوي للخلايا النباتية، ويمتاز الكايتين بالصلابة ويدخل في تركيب الهياكل الخارجية للحشرات.

جدول مقارنة بين أنواع عديدات التسكّر

الوظيفة الرئيسة	مصدره	النوع
تخزين الطاقة في النبات	النباتات (الثمار والجذور والبذور)	النشا
تخزين الطاقة في الحيوان	الكبد والعضلات في الحيوانات	الغلايكوجين
دعامي — تكوين الجدار الخلوي	جدر الخلايا النباتية	السليولوز
دعامي وحماية	الهياكل الخارجية للحشرات وجدر الفطريات	الكايتين

أهم الفروقات

- السكريات الأحادية والثنائية ذوّابة في الماء وسهلة الامتصاص، بينما عديدات التسكّر غير ذوّابة غالبًا وتحتاج هضمًا تدريجيًا.
- يستطيع الإنسان هضم النشا والغلايكوجين لاحتوائهما على روابط يستطيع الجهاز الهضمي كسرها، بينما لا يستطيع هضم السليولوز لغياب الإنزيم المناسب.

التطبيقات الحياتية

تُبنى الأنظمة الغذائية الرياضية على استهلاك الكربوهيدرات المعقّدة (كالنشا في الحبوب الكاملة) قبل المجهود البدني لتوفير طاقة تدريجية، بدلًا من السكريات البسيطة التي ترفع سكر الدم سريعًا.

التطبيقات الصناعية

يُستخدم النشا في صناعة الورق والمنسوجات وكمادة رابطة في الأدوية، ويُستخرج السليولوز لصناعة الورق والألياف الصناعية، بينما يدخل الكايتين في صناعة الخيوط الجراحية القابلة للتحلل والمستحضرات الطبية.

وجبات غذائية مقترحة

- شوفان بالفواكه الطازجة: مصدر لكربوهيدرات معقّدة وسكريات أحادية طبيعية.
- أرز بني مع خضراوات: مصدر نشا بطيء الامتصاص.
- خبز القمح الكامل مع العسل باعتدال: مزيج من السكريات المعقّدة والبسيطة.

> **نصيحة صحية**
>
> *قلّل من استهلاك السكريات الأحادية والثنائية المضافة (كالسكر الأبيض) في غذائك اليومي، وفضّل مصادر الكربوهيدرات المعقّدة كالحبوب الكاملة للحصول على طاقة ثابتة ومستدامة.*

أسئلة الفصل

١. ما الصيغة العامة التقريبية للسكريات الأحادية؟

أ) $(CH_2O)_n$

ب) $C_6H_{12}O_6$ فقط

ج) $(C_8H_{13}O_5N)_n$

د) $C_n(H_2O)_m$

٢. أيّ الآتية سكر ثنائي؟

أ) الغلوكوز

ب) السكروز

ج) النشا

د) السليولوز

٣. صح أم خطأ: يستطيع جسم الإنسان هضم السليولوز كما يهضم النشا.

أ) صح

ب) خطأ

٤. أكمل: يُسمّى تفاعل اتحاد السكريات الأحادية لتكوين سكريات ثنائية بتفاعل .....

أ) الأكسدة

ب) التجفيف

ج) الاختزال

د) التبخر

٥. طفل يعاني نقص إنزيم اللاكتاز، فماذا يتوقع أن يحدث عند تناوله الحليب؟ فسّر إجابتك بالربط مع مفهوم ثنائيات التسكّر.

أ) لا تأثير لأن اللاكتوز أحادي التسكّر

ب) يتعذّر تحليل اللاكتوز (سكر ثنائي) إلى غلوكوز وغلاكتوز فيسبب اضطرابًا هضميًا

ج) يتحول اللاكتوز مباشرة لطاقة دون هضم

د) يرتفع النشا في دمه

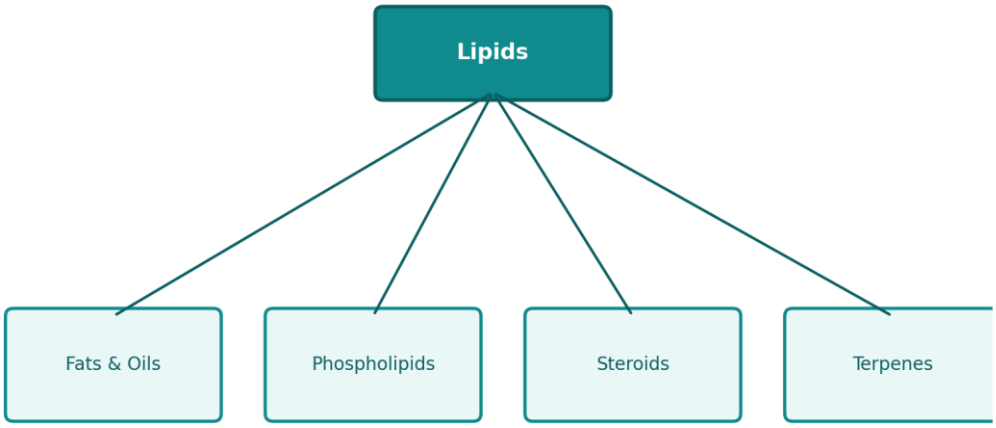
مفتاح الإجابات: ١-أ ٢-ب ٣-ب ٤-ب ٥-ب

أسئلة للنقاش (بلا إجابة نموذجية):

- لماذا برأيك اختارت النباتات تخزين طاقتها كنشا بينما اختارت الحيوانات الغلايكوجين؟
- ما العلاقة الممكنة بين نوع الرابطة الكيميائية في عديد التسكّر ومدى قابليته للهضم؟

الفصل الرابع: الليبيدات

تتشابه الليبيدات مع الكربوهيدرات في العناصر المكوّنة لها (الكربون والهيدروجين والأكسجين)، وتختلف عنها في نسب هذه العناصر في جزيئاتها وقابليتها للذوبان في الماء؛ فالليبيدات لا تذوب في الماء بل تذوب في المذيبات العضوية كالكحول والأثير. وتشمل الليبيدات أربع مجموعات رئيسة: الدهون والزيوت، والليبيدات المفسفرة، والستيرويدات، والتيربينات.



الشكل (٤): تصنيف الليبيدات إلى مجموعاته الرئيسة الأربع

١. الدهون والزيوت (Fats & Oils)

تتكوّن جزيئات الدهون والزيوت من اتحاد جزيء غليسرول مع ثلاثة جزيئات من الحموض الدهنية بتفاعل تجفيف، وينتج جزيء ليبيد وثلاثة جزيئات ماء. تنتجها الحيوانات وتخزّنها كمصدر للطاقة، وتحمي أجزاء الجسم الداخلية، وتشكّل طبقة عازلة للحرارة والبرودة؛ أما الزيوت فتنتجها بعض النباتات وتخزّنها في بذورها كمصدر للطاقة عند نموّها.

Fatty Acid	الحمض الدهني
سلسلة هيدروكربونية طويلة تنتهي بمجموعة كربوكسيل، وقد تكون مشبعة (بدون روابط مزدوجة) أو غير مشبعة (تحتوي رابطة مزدوجة أو أكثر)، وتتحد مع الغليسرول لتكوين الدهون والزيوت.	

٢. الليبيدات المُفسفرة (Phospholipids)

تتكوّن من جزيء غليسرول وحمضين دهنيين، وتختلف عن الدهون والزيوت في تركيب أحد أطرافها غير المشبع بمجموعة فوسفات. تدخل الليبيدات المفسفرة في تركيب الغشاء الخلوي؛ إذ يمتلك جزيئها

رأسًا محبًا للماء وذيلين كارهين للماء، ما يمكّنها من تكوين طبقة ثنائية تفصل محتوى الخلية عن وسطها الخارجي.

٣. الستيرويدات (Steroids)

تختلف عن الليبيدات الأخرى في تركيبها الحلقي، ولا تذوب في الماء بل في الدهون. تؤدي أدوارًا حيوية مهمة؛ منها ما هو تركيبي كالكوليسترول الذي يدخل في تركيب الغشاء الخلوي، ومنها ما هو وظيفي كالهرمونات الجنسية والكورتيزون، وفيتامين (د) الذي يساعد في امتصاص الكالسيوم في القناة الهضمية.

٤. التيربينات (Terpenes)

تتكوّن معظمها من وحدات بنائية تُسمّى أيزوبرين، وتوجد في بعض النباتات كالحمضيات، وتُصنَّف كمركبات عطرية مسؤولة عن مختلف النكهات والعطور، ومنها الليمونين الموجود في قشور الحمضيات.

جدول مقارنة بين مجموعات الليبيدات

الأهمية الرئيسة	التركيب	المجموعة
تخزين الطاقة والعزل الحراري	غليسرول + ٣ حموض دهنية	الدهون والزيوت
تركيب الغشاء الخلوي	غليسرول + حمضان دهنيان + فوسفات	الليبيدات المفسفرة
تركيبي (كوليسترول) ووظيفي (هرمونات)	أربع حلقات كربونية متصلة	الستيرويدات
مركبات عطرية ونكهات	وحدات أيزوبرين متكررة	التيربينات

أهم الفروقات

- تنتج الدهون والزيوت طاقة أكبر بكثير مما تنتجه الكربوهيدرات من الكمية نفسها؛ بسبب احتوائها على نسبة هيدروجين أعلى مما هو موجود في الكربوهيدرات.
- الليبيدات المفسفرة لها طرف محب للماء وآخر كاره للماء، بينما الدهون والزيوت كارهة للماء بالكامل.

التطبيقات الحياتية

تعتمد الأنظمة الغذائية الصحية على تفضيل الدهون غير المشبعة (كزيت الزيتون) على الدهون المشبعة لتقليل خطر أمراض القلب والشرايين، كما تُستخدم الستيرويدات الطبية (كالكورتيزون) لعلاج الالتهابات.

التطبيقات الصناعية

تدخل الزيوت النباتية في صناعة الصابون عبر تفاعل التصبّن، وتُستخدم التيربينات في صناعة العطور والزيوت العطرية، كما تعتمد صناعة الأدوية الهرمونية على تصنيع مركبات ستيرويدية.

وجبات غذائية مقترحة

- سلطة بزيت الزيتون: مصدر لدهون غير مشبعة صحية.
- سمك السلمون المشوي: مصدر لأحماض دهنية أوميغا-٣ غير مشبعة.
- حفنة من المكسرات النيئة: مصدر متوازن للدهون الصحية.

> **نصيحة صحية**
>
> *استبدل الدهون المشبعة والزيوت المهدرجة بدهون غير مشبعة كزيت الزيتون والمكسرات كلما أمكن؛ فهذا يدعم صحة القلب والأوعية الدموية على المدى الطويل.*

أسئلة الفصل

١. ممّ تتكوّن جزيئات الدهون والزيوت؟

أ) غليسرول وحمض أميني

ب) غليسرول وثلاثة حموض دهنية

ج) سكر وحمض دهني

د) فوسفات وسكر

٢. أيّ الليبيدات التالية يدخل في تركيب الغشاء الخلوي بصورة أساسية؟

أ) الدهون

ب) الليبيدات المفسفرة

ج) التيربينات

د) الزيوت

٣. صح أم خطأ: الستيرويدات تذوب في الماء كما تذوب الأملاح المعدنية.

أ) صح

ب) خطأ

٤. أكمل: تتكوّن معظم التيربينات من وحدات بنائية تسمى .....
أ) الغليسرول
ب) الأيزوبرين
ج) الكوليسترول
د) الفوسفات

٥. لماذا تحتاج الأغشية الخلوية إلى جزيء له طرف محب للماء وآخر كاره له؟ اربط إجابتك بموقع الخلية بين وسطين مائيين.
أ) لأن ذلك يزيد وزن الغشاء
ب) لتمكين الجزيء من تكوين طبقة ثنائية تفصل الوسط المائي داخل الخلية عن الوسط المائي خارجها
ج) لا علاقة لتركيب الجزيء بموقع الخلية
د) لتلوين الغشاء فقط

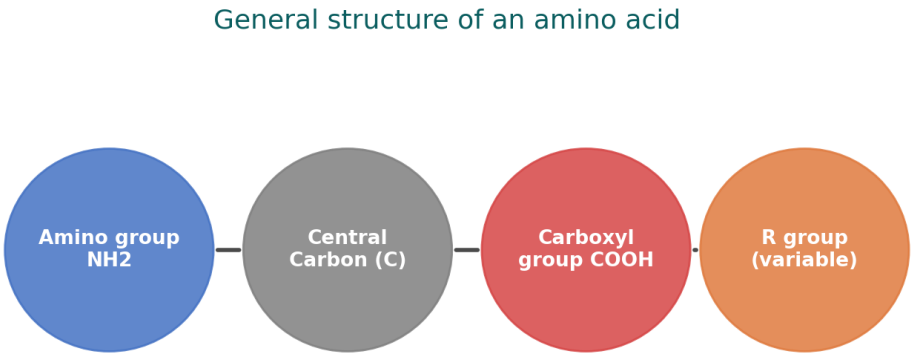
مفتاح الإجابات: ١-ب ٢-ب ٣-ب ٤-ب ٥-ب

أسئلة للنقاش (بلا إجابة نموذجية):

- لماذا تُنتج النباتات زيوتًا بدلًا من دهون صلبة لتخزين طاقتها في البذور؟
- ما رأيك في الشركات التي تروّج لزيوتها النباتية بأنها 'خالية من الكوليسترول'؟ وهل هذه ميزة حقيقية أصلًا؟

الفصل الخامس: البروتينات

تُعدّ البروتينات أكثر المركبات العضوية تعقيدًا في تركيبها، وتتكوّن من اتحاد وحدات بنائية تُسمّى الحموض الأمينية. تتباين البروتينات فيما بينها في عدد الحموض الأمينية ونوعها وترتيبها داخل السلسلة، وهذا التباين هو ما يمنح كل بروتين وظيفته الفريدة.



الشكل (٥): التركيب العام لجزيء الحمض الأميني

تركيب الحمض الأميني

يتكوّن الحمض الأميني من ذرة كربون مركزية ترتبط بها أربع مجموعات: مجموعة أمين (NH2) قاعدية، ومجموعة كربوكسيل (COOH) حمضية، وذرة هيدروجين، ومجموعة متغيرة تُرمز لها بالرمز (R) وهي التي تميّز كل حمض أميني عن غيره. ترتبط الحموض الأمينية معًا بروابط تُسمّى الروابط الببتيدية، الناتجة عن تفاعل تجفيف بين مجموعة الكربوكسيل لحمض أميني ومجموعة الأمين لحمض أميني آخر.

Peptide Bond	الرابطة الببتيدية
رابطة تساهمية تتكوّن بين مجموعة الكربوكسيل في حمض أميني ومجموعة الأمين في حمض أميني آخر، مصحوبة بفقدان جزيء ماء، وهي الرابطة الأساسية التي تربط الحموض الأمينية في سلسلة البروتين.	

تصنيف الحموض الأمينية

تُقسم الحموض الأمينية إلى مجموعتين: الحموض الأمينية الأساسية، وعددها ثمانية، ولا يستطيع جسم الإنسان إنتاجها فيحصل عليها من الغذاء؛ والحموض الأمينية غير الأساسية، وعددها اثنا عشر حمضًا أمينيًا، ويستطيع الجسم إنتاجها في حال لم يحصل عليها من الغذاء.

جدول أدوار البروتينات الحيوية

الأهمية	مثال	الدور
يدخل في تركيب الهيكل الخلوي والأنسجة العضلية	الأكتين والميوسين في العضلات	تركيبي
ينظّم العمليات الحيوية في الخلية والجسم	هرمون الأوكسيتوسين	تنظيمي
يسرّع التفاعلات الحيوية داخل الخلايا	الإنزيمات الهاضمة	تحفيزي (إنزيمي)
ينقل المواد داخل الجسم وعبر الأغشية الخلوية	الهيموغلوبين	نقل
يُستخدم بعد نفاذ الكربوهيدرات والدهون	بروتينات العضلات عند المجاعة	مصدر طاقة احتياطي

أهم الفروقات

- الحمض الأميني الأساسي لا يستطيع الجسم تصنيعه ويجب الحصول عليه من الغذاء، أما غير الأساسي فيستطيع الجسم تصنيعه داخليًا.
- تختلف البروتينات عن الكربوهيدرات والليبيدات باحتوائها على النيتروجين، وأحيانًا الكبريت، ضمن تركيبها.

التطبيقات الحياتية

يعتمد الرياضيون على زيادة استهلاك البروتين بعد التمارين لبناء الأنسجة العضلية وإصلاحها، كما تعتمد الأنظمة الغذائية للنباتيين على الجمع بين مصادر نباتية مختلفة (كالبقوليات والحبوب) للحصول على جميع الحموض الأمينية الأساسية.

التطبيقات الصناعية

تعتمد صناعة الأدوية الحيوية على إنتاج بروتينات علاجية (كالأنسولين) باستخدام تقنيات الهندسة الوراثية، كما تُستخدم إنزيمات بروتينية في صناعة منظفات الغسيل لتفكيك بقع البروتين، وفي صناعة الأجبان والألبان.

وجبات غذائية مقترحة

- صدر دجاج مشوي مع أرز: مصدر متكامل للحموض الأمينية الأساسية.
- عدس مع أرز: مزيج نباتي يوفر معظم الحموض الأمينية الأساسية.
- بيضة مسلوقة مع خبز حبوب كاملة: وجبة إفطار غنية بالبروتين.

> **نصيحة صحية**
>
> *لا داعي للمبالغة في تناول مكمّلات البروتين دون استشارة مختص؛ فالإفراط في تناول البروتين قد يُرهق الكليتين على المدى الطويل، ويكفي غالبًا تنويع مصادر البروتين في الوجبات اليومية.*

أسئلة الفصل

١. من كم مجموعة يتكوّن الحمض الأميني؟

أ) اثنتان
ب) ثلاث
ج) أربع
د) خمس

٢. ما اسم الرابطة التي تربط الحموض الأمينية معًا؟

أ) الرابطة الأيونية
ب) الرابطة الببتيدية
ج) الرابطة الهيدروجينية
د) الرابطة الفلزية

٣. صح أم خطأ: يستطيع جسم الإنسان تصنيع جميع الحموض الأمينية العشرين بنفسه.

أ) صح
ب) خطأ

٤. أكمل: عدد الحموض الأمينية الأساسية التي لا يستطيع الجسم إنتاجها هو ..... حمضًا.

أ) ١٢
ب) ٢٠
ج) ٨
د) ٤

٥. شخص نباتي يعتمد فقط على نوع واحد من البقوليات في غذائه، فما المخاطرة المحتملة المرتبطة بمفهوم الحموض الأمينية الأساسية؟

أ) لا مخاطرة لأن جميع النباتات تحتوي كل الحموض الأمينية بنسب متساوية
ب) احتمال نقص بعض الحموض الأمينية الأساسية غير المتوفرة بكفاية في ذلك المصدر وحده
ج) زيادة النيتروجين في الجسم بشكل خطير
د) تراكم الكربوهيدرات الزائدة

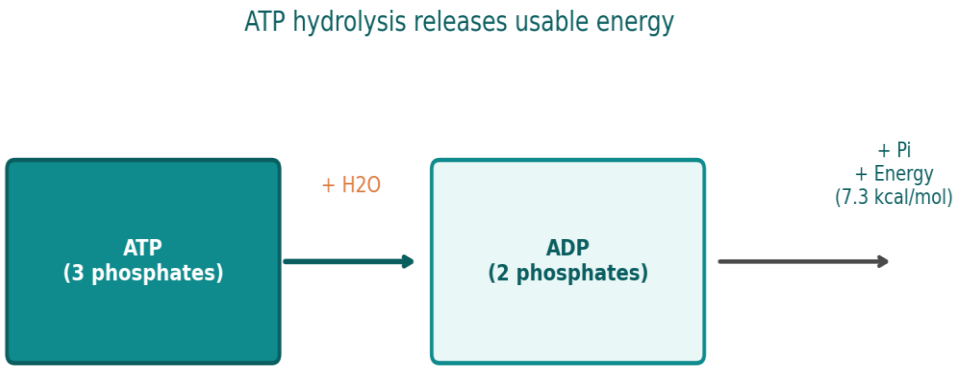
مفتاح الإجابات: ١-ج ٢-ب ٣-ب ٤-ج ٥-ب

أسئلة للنقاش (بلا إجابة نموذجية):

- لماذا يُعدّ ترتيب الحموض الأمينية في السلسلة بالغ الأهمية لدرجة أن تغييرًا واحدًا فيه قد يُسبب مرضًا وراثيًا؟
- كيف تفسّر قدرة بعض الكائنات الحية على العيش في بيئات شديدة الحرارة رغم أن معظم البروتينات تتغيّر بنيتها عند الحرارة العالية؟

الفصل السادس: الحموض النووية وحاملات الطاقة

تتكوّن الحموض النووية من وحدات بنائية تُسمّى النيوكليوتيدات، وتضم كلًا من DNA وRNA اللذين تُدرَس تفاصيل تركيبهما ووظائفهما في مراحل لاحقة. كما تتكوّن حاملات الطاقة ATP وADP من النيوكليوتيدات أيضًا، وتؤدي دورًا محوريًا في تزويد الخلايا بالطاقة اللازمة للقيام بعملياتها الحيوية.



الشكل (٦): تحلّل جزيء ATP إلى ADP وفوسفات غير عضوي مع إطلاق طاقة

تركيب النيوكليوتيدة

تتكوّن النيوكليوتيدة الواحدة من ثلاثة أجزاء: قاعدة نيتروجينية، وسكر خماسي (الرايبوز في RNA، ونازع الأكسجين من الرايبوز في DNA)، ومجموعة أو أكثر من الفوسفات. ترتبط النيوكليوتيدات معًا لتكوين سلاسل طويلة تُشكّل جزيء الحمض النووي.

Nucleotide	النيوكليوتيدة
الوحدة البنائية للحموض النووية، وتتكوّن من قاعدة نيتروجينية وسكر خماسي ومجموعة فوسفات واحدة أو أكثر، وتتكرر لتكوين سلاسل DNA وRNA أو جزيئات الطاقة كـATP.	

حاملات الطاقة ATP وADP

يتكوّن جزيء ATP (آدينوسين ثلاثي الفوسفات) من قاعدة نيتروجينية (الأدينين) وسكر الرايبوز وثلاث مجموعات فوسفات. عند تحلّل الرابطة بين مجموعتي الفوسفات الطرفيتين، يتحوّل ATP إلى ADP (آدينوسين ثنائي الفوسفات) مع إطلاق طاقة مقدارها ٧٫٣ كيلو كالوري لكل مول، تستخدمها الخلية في بناء المواد، ونقلها عبر الغشاء الخلوي، وحركة الأعضاء، وغيرها من الأنشطة الحيوية.

جدول مقارنة بين DNA وATP

وجه المقارنة	DNA	ATP
الوظيفة الرئيسة	تخزين المعلومة الوراثية ونقلها	تزويد الخلية بالطاقة الفورية
عدد مجموعات الفوسفات	واحدة لكل نيوكليوتيدة	ثلاث مجموعات في الجزيء الواحد
الثبات	جزيء ثابت نسبيًا وطويل السلسلة	جزيء سريع التحلل والتجدد

أهم الفروقات

- الحموض النووية (DNA وRNA) تحمل المعلومة الوراثية، بينما تحمل جزيئات ATP وADP الطاقة الكيميائية القابلة للاستخدام الفوري.
- تنتج الخلية ATP من خلال عمليات حيوية أشهرها التنفس الهوائي والتخمر.

التطبيقات الحياتية

يعتمد تحليل البصمة الوراثية (DNA) في القضايا الجنائية وتحديد الأنساب على دراسة تسلسل النيوكليوتيدات، كما يفسّر انخفاض إنتاج ATP في بعض الأمراض العضلية الشعور بالتعب والإرهاق السريع لدى المرضى.

التطبيقات الصناعية

تعتمد تقنيات الهندسة الوراثية وتعديل المحاصيل الزراعية على التعامل المباشر مع جزيء DNA، كما تُستخدم مركبات شبيهة بـATP في بعض الاختبارات الصناعية لقياس مدى تلوث الأسطح بالكائنات الحية الدقيقة (اختبار ATP-metry).

> **نصيحة صحية**
>
> *النشاط البدني المنتظم يحسّن كفاءة الخلايا في إنتاج ATP عبر زيادة عدد الميتوكندريا في الخلايا العضلية، مما ينعكس تدريجيًا على مستوى النشاط والطاقة اليومية.*

أسئلة الفصل

١. ممّ تتكوّن النيوكليوتيدة الواحدة؟

أ) سكر وحمض دهني فقط

ب) قاعدة نيتروجينية وسكر خماسي ومجموعة فوسفات

ج) حمضان أمينيان

د) غليسرول وفوسفات

٢. كم مجموعة فوسفات يحتوي جزيء ATP؟
أ) واحدة
ب) اثنتان
ج) ثلاث
د) أربع

٣. صح أم خطأ: عند تحلّل ATP إلى ADP تُمتَص الطاقة ولا تُطلَق.
أ) صح
ب) خطأ

٤. أكمل: السكر الخماسي الداخل في تركيب DNA هو سكر ..... منزوع الأكسجين.
أ) الغلوكوز
ب) الفركتوز
ج) الرايبوز
د) الغلاكتوز

٥. خلية عضلية تعمل بجهد كبير أثناء التمرين، فماذا يتوقّع أن يحدث لمعدل تحلّل جزيئات ATP فيها؟ ولماذا؟
أ) ينخفض لأن الخلية تحتاج طاقة أقل
ب) يرتفع لأن الخلية تحتاج طاقة أكبر لتلبية النشاط العضلي المتزايد
ج) يبقى ثابتًا دائمًا بغض النظر عن النشاط
د) يتوقف تمامًا أثناء التمرين

مفتاح الإجابات: ١-ب ٢-ج ٣-ب ٤-ج ٥-ب

أسئلة للنقاش (بلا إجابة نموذجية):

- لماذا تحتاج الخلية إلى جزيء وسيط سريع التحلل مثل ATP بدلًا من استخدام الطاقة الكيميائية المخزّنة في الغذاء مباشرة؟
- ما الذي قد يحدث لخلايا الجسم في حال حدوث خلل يمنع إنتاج ATP بشكل كافٍ؟

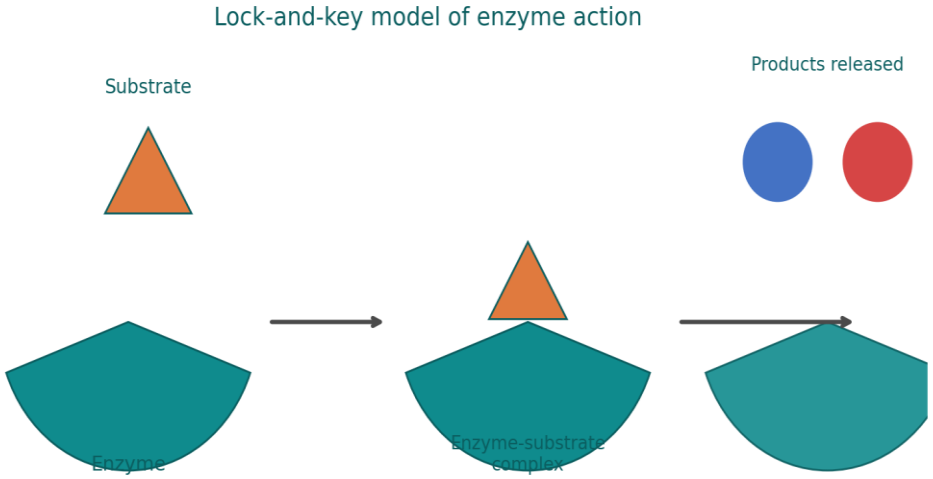
الفصل السابع: الإنزيمات

تحدث كثير من التفاعلات الحيوية داخل الخلايا الحية بكفاءة ودقة وسرعة عالية؛ بهدف القيام بعمليات الأيض كافة. تحتاج هذه التفاعلات لرفع درجة حرارة المواد المتفاعلة إلى درجة الاحتراق لإنتاج الطاقة، بينما في الخلايا يحدث التفاعل نفسه عند درجة حرارة الجسم نفسها، وذلك بفضل وجود الإنزيمات.

Enzyme	الإنزيم
عامل مساعد حيوي، غالبًا بروتيني التركيب، تنتجه الخلايا بهدف تسريع التفاعلات الكيميائية الحيوية وتنظيم حدوثها على درجة حرارة الجسم الطبيعية، ويتميّز كل إنزيم بالتخصص في عمله.	

آلية عمل الإنزيم — نموذج المفتاح والقفل

يعتمد الإنزيم في عمله على وجود الموقع النشط الذي يتلاءم تركيبه وشكله مع تركيب وشكل المادة المتفاعلة. تدخل المتفاعلات إلى الموقع النشط، فيغيّر الإنزيم شكله تدريجيًا حال ارتباط المواد المتفاعلة به (النموذج المستحدث)، ثم ترتبط النواتج بالإنزيم، وأخيرًا تغادر النواتج الموقع النشط ليعود الإنزيم إلى حالته الأصلية جاهزًا لتفاعل جديد.



الشكل (٧): آلية عمل الإنزيم وفق نموذج المفتاح والقفل

العوامل المؤثرة في نشاط الإنزيم

- درجة الحرارة: لكل إنزيم درجة حرارة مثلى يعمل عندها بأعلى كفاءة؛ فمعظم إنزيمات جسم الإنسان تعمل بأعلى كفاءة عند ٣٧°س، وترتفع درجة تمسّخها (فقدان تركيبها ونشاطها) بعد ذلك بشكل كبير.

- الرقم الهيدروجيني (pH): لكل إنزيم رقم هيدروجيني أمثل يعمل عنده بأعلى كفاءة؛ فإنزيمات المعدة تعمل في وسط حمضي شديد، بينما تعمل إنزيمات الأمعاء الدقيقة في وسط قاعدي معتدل.
- تركيز المادة المتفاعلة وتركيز الإنزيم: يزداد معدل نشاط الإنزيم بزيادة تركيز المادة المتفاعلة حتى نقطة تشبّع المواقع النشطة لجميع جزيئات الإنزيم.

جدول مقارنة: عمل الإنزيم بوجود وبدون العامل المرافق

مثال	الوصف	الحالة
بعض الإنزيمات المعطّلة بنقص فيتامين معيّن	لا يعمل بكفاءة كاملة أو لا يعمل إطلاقًا	إنزيم بدون عامل مرافق
إنزيم الأنهيدراز الكربوني والزنك	يرتبط الموقع النشط بأيون فلزي لتفعيل عمله	إنزيم مع عامل مرافق غير عضوي
نواقل الإلكترون FAD+ وNADP+	يرتبط بمشتقات الفيتامينات لأداء وظيفته	إنزيم مع عامل مرافق عضوي (مرافق الإنزيم)

أهم الفروقات

- تختلف الإنزيمات عن المحفزات الكيميائية العادية بتخصصها العالي؛ إذ ينشّط كل إنزيم تفاعلًا واحدًا أو عددًا محدودًا من التفاعلات المتشابهة.
- العامل المرافق مادة غير عضوية تنشّط الإنزيم، بينما مرافق الإنزيم مادة عضوية تؤدي الدور نفسه؛ وكلاهما ضروري لبعض الإنزيمات لتصبح فعّالة.

التطبيقات الحياتية

يُستخدم مبدأ عمل الإنزيمات في تفسير حالات عدم تحمّل بعض الأغذية (كعدم تحمّل اللاكتوز) الناتجة عن نقص إنزيم معيّن، كما تُستخدم اختبارات قياس نشاط إنزيمات الكبد والقلب في التشخيص الطبي للكشف عن تلف الأنسجة.

التطبيقات الصناعية

تعتمد صناعة الأجبان على إنزيم الرنين لتخثير الحليب، وتُستخدم الإنزيمات في مساحيق الغسيل لتفكيك بقع البروتين والدهون عند درجات حرارة منخفضة، كما تعتمد صناعة العصائر على إنزيمات تفكّك جدر الخلايا النباتية لزيادة كمية العصير المستخلص.

> **نصيحة صحية**

> *لا تتناول أدوية أو مكمّلات تدّعي "تنشيط الإنزيمات" دون استشارة طبية؛ فنشاط الإنزيمات الطبيعي في الجسم ينظَّم ذاتيًا، والتدخل العشوائي فيه قد يُخلّ بتوازن العمليات الحيوية.*

أسئلة الفصل

١. ما الاسم العلمي لموقع ارتباط المادة المتفاعلة بالإنزيم؟
أ) الموقع الأيضي
ب) الموقع النشط
ج) الموقع الحمضي
د) الموقع القاعدي

٢. عند أي درجة حرارة تقريبًا تعمل معظم إنزيمات جسم الإنسان بأعلى كفاءة؟
أ) ٠°س
ب) ٣٧°س
ج) ٧٠°س
د) ١٠٠°س

٣. صح أم خطأ: يعمل إنزيم البيبسين في المعدة بكفاءة عالية في وسط قاعدي.
أ) صح
ب) خطأ

٤. أكمل: تُسمّى المادة العضوية التي يحتاجها بعض الإنزيمات لتصبح فعّالة ..... الإنزيم.
أ) بديل
ب) مرافق
ج) منافس
د) مثبّط

٥. إذا سخّنّا محلولًا يحتوي إنزيمًا إلى درجة حرارة ٩٠°س ثم أعدناه إلى ٣٧°س، فماذا يُتوقّع لنشاطه الإنزيمي؟ ولماذا؟
أ) يعود نشاطه كاملًا فورًا لأن الحرارة لا تؤثر في الإنزيمات
ب) يبقى نشاطه منخفضًا أو معدومًا غالبًا لأن الحرارة العالية جدًا تُغيّر تركيب الإنزيم بشكل قد لا يكون قابلًا للعكس (تمسّخ)
ج) يزداد نشاطه عن ذي قبل
د) لا علاقة للحرارة بنشاط الإنزيم إطلاقًا

مفتاح الإجابات: ١-ب ٢-ب ٣-ب ٤-ب ٥-ب

أسئلة للنقاش (بلا إجابة نموذجية):

- لماذا تعمل بعض إنزيمات البكتيريا الحرارية عند درجات حرارة تفوق ٧٠°س بينما تتمسّخ إنزيمات الإنسان عند درجات أقل من ذلك بكثير؟

- كيف يمكن استغلال مبدأ تخصص الإنزيمات في تصميم أدوية تستهدف كائنات ممرضة دون التأثير في خلايا الإنسان؟

الاختبار الختامي

اختبر فهمك لمحتوى الكتاب كاملًا من خلال الأسئلة الآتية (٣٠ سؤال اختيار من متعدد)، مرتبة من السهل إلى الأصعب.

١. كم عدد العناصر الأساسية التي يحتاجها جسم الإنسان تقريبًا؟
أ) ٩٢
ب) ٢٥
ج) ١٧
د) ٨

٢. أيّ العناصر يشكّل النسبة الأكبر من كتلة جسم الإنسان؟
أ) الكربون
ب) النيتروجين
ج) الأكسجين
د) الكالسيوم

٣. ما الذي يميّز المركب العضوي عن غير العضوي؟
أ) احتواؤه على الكربون والهيدروجين مرتبطين
ب) عدم ذوبانه في الماء دائمًا
ج) كونه بلوريًا دائمًا
د) عدم احتوائه على أكسجين

٤. ما سبب قطبية جزيء الماء؟
أ) تساوي السالبية الكهربائية لذرتي الهيدروجين والأكسجين
ب) اختلاف السالبية الكهربائية بين الأكسجين والهيدروجين
ج) كبر حجم ذرة الأكسجين فقط
د) وجود روابط أيونية بين ذراته

٥. أيّ الأملاح المعدنية يدخل في تركيب الهيموغلوبين؟
أ) اليود
ب) الحديد
ج) المغنيسيوم
د) الفوسفور

٦. كم نسبة الأملاح المعدنية تقريبًا من كتلة الخلية الحية؟
أ) ١–٥٪
ب) ٢٠–٣٠٪
ج) ٥٠–٦٠٪
د) ٨٠–٩٥٪

٧. ما الصيغة العامة التقريبية للكربوهيدرات؟
أ) $(CH_2O)_n$
ب) $C_8H_{13}O_5N$

ج) $CnH2nO$
د) $C2H6O$

٨. أيّ مما يلي سكر أحادي؟
أ) السكروز
ب) المالتوز
ج) الغلوكوز
د) النشا

٩. ما ناتج تفاعل التجفيف بين جزيئي غلوكوز وفركتوز؟
أ) سكروز وماء
ب) مالتوز وأكسجين
ج) لاكتوز وهيدروجين
د) نشا وماء

١٠. أيّ عديدات التسكّر يخزّنها الحيوان في الكبد والعضلات؟
أ) النشا
ب) السليولوز
ج) الغلايكوجين
د) الكايتين

١١. لماذا لا يستطيع الإنسان هضم السليولوز؟
أ) لأنه غير موجود في غذائه
ب) لغياب الإنزيم القادر على تحليل رابطته
ج) لأنه سام
د) لأنه غير قابل للذوبان دائمًا

١٢. ممّ تتكوّن جزيئات الدهون والزيوت؟
أ) غليسرول وثلاثة حموض دهنية
ب) سكر وحمض أميني
ج) قاعدة نيتروجينية وفوسفات
د) غليسرول وحمض نووي

١٣. أيّ مجموعات الليبيدات تدخل في تركيب الغشاء الخلوي بصورة أساسية؟
أ) الدهون والزيوت
ب) الليبيدات المفسفرة
ج) التيربينات
د) الستيرويدات فقط

١٤. أيّ الستيرويدات التالية له دور تركيبي في الغشاء الخلوي؟
أ) الكورتيزون
ب) التستوستيرون
ج) الكوليسترول
د) فيتامين د

١٥. ممّ تتكوّن معظم التيربينات؟
أ) وحدات غليسرول
ب) وحدات أيزوبرين
ج) وحدات أمينية
د) وحدات فوسفات

١٦. ما الوحدة البنائية للبروتينات؟
أ) النيوكليوتيدة
ب) الحمض الأميني
ج) السكر الأحادي
د) الحمض الدهني

١٧. ما اسم الرابطة التي تربط الحموض الأمينية معًا؟
أ) الرابطة الأيونية
ب) الرابطة الببتيدية
ج) الرابطة الفلزية
د) رابطة هيدروجينية فقط

١٨. كم عدد الحموض الأمينية الأساسية؟
أ) ٨
ب) ١٢
ج) ٢٠
د) ٤

١٩. أيّ الأمثلة يمثّل دورًا تركيبيًا للبروتين؟
أ) الهيموغلوبين
ب) الأكتين والميوسين
ج) الإنسولين
د) الليباز

٢٠. ما الوحدة البنائية للحموض النووية؟
أ) الحمض الأميني
ب) النيوكليوتيدة
ج) السكر الأحادي
د) الحمض الدهني

٢١. كم مجموعة فوسفات يحتوي جزيء ATP؟
أ) واحدة
ب) اثنتان
ج) ثلاث
د) أربع

٢٢. ما مقدار الطاقة المنطلقة تقريبًا عند تحلّل رابطة فوسفات واحدة من ATP؟
أ) ٣٫٧ كيلو كالوري/مول

ب) ٧٫٣ كيلو كالوري/مول
ج) ٧٣ كيلو كالوري/مول
د) ٠٫٧٣ كيلو كالوري/مول

٢٣. ما السكر الخماسي الموجود في DNA؟
أ) الغلوكوز
ب) الرايبوز منزوع الأكسجين
ج) الفركتوز
د) الغلاكتوز

٢٤. ما تعريف الإنزيم؟
أ) مادة تُستهلك في التفاعل ولا تتكرر
ب) عامل مساعد حيوي يسرّع التفاعلات الكيميائية
ج) نوع من الكربوهيدرات المعقّدة
د) حمض نووي متخصص

٢٥. أيّ نموذج يفسّر آلية عمل الإنزيم؟
أ) نموذج الذوبان الحر
ب) نموذج المفتاح والقفل (التلاؤم المستحث)
ج) نموذج الانتشار البسيط
د) نموذج الأسمولية

٢٦. عند أي درجة حرارة تقريبًا تعمل معظم إنزيمات جسم الإنسان بأعلى كفاءة؟
أ) ٠°س
ب) ٢٠°س
ج) ٣٧°س
د) ٧٠°س

٢٧. ما تأثير الحرارة الزائدة جدًا على الإنزيم؟
أ) تزيد نشاطه إلى ما لا نهاية
ب) تُسبب تمسّخه وفقدان نشاطه
ج) لا تؤثر فيه إطلاقًا
د) تجعله يتحول إلى كربوهيدرات

٢٨. ما الفرق الأساسي بين العامل المرافق ومرافق الإنزيم؟
أ) الأول عضوي والثاني غير عضوي
ب) الأول غير عضوي والثاني عضوي
ج) لا فرق بينهما إطلاقًا
د) كلاهما بروتين خالص

٢٩. أيّ مما يلي مثال على تطبيق صناعي للإنزيمات؟
أ) تخثير الحليب بإنزيم الرنين في صناعة الأجبان
ب) تلوين الأقمشة
ج) صناعة الزجاج

د) تكرير النفط

٣٠. إذا انخفض إنتاج ATP في خلايا العضلات بشكل كبير، فما الأثر المتوقع على أداء الجسم؟
أ) لا يوجد أي تأثير
ب) شعور متزايد بالتعب والإرهاق لنقص الطاقة المتاحة للعضلات
ج) زيادة القوة العضلية فورًا
د) زيادة إنتاج الكربوهيدرات تلقائيًا

مفتاح الإجابات: ١-ب ٢-ج ٣-أ ٤-ب ٥-ب ٦-أ ٧-أ ٨-ج ٩-أ ١٠-ج ١١-ب ١٢-أ ١٣-ب ١٤-ج ١٥-ب ١٦-ب ١٧-ب ١٨-أ ١٩-ب ٢٠-ب ٢١-ج ٢٢-ب ٢٣-ب ٢٤-ب ٢٥-ب ٢٦-ج ٢٧-ب ٢٨-ب ٢٩-أ ٣٠-ب