دولة ليبيا
وزارة التعليم
مركز المناهج التعليمية والبحوث التربوية

الأحياء

للسنة الأولى من مرحلة التعليم الثانوي

الدرس السادس

المدرسة الليبية بفرنسا ـ تور

العام الدراسي:
1441 / 1442 هجري
2020 / 2021 ميلادي

جميع الحقوق محفوظة لـ مركز المناهج التعليمية والبحوث التربوية ـ ليبيا

الأنزيمات مواد متخصصة

الأنزيمات مواد عالية التخصص في عملها. يعمل على سبيل المثال أنزيم الأميلاز فقط على النشا، وليس على البروتينات أو الدهون. وبالمثل فإن البروتيازات تعمل فقط على البروتينات، والليبازات تعمل فقط على الدهون.

فكر في ذلك لبرهة. هذا التخصص يعني أن كل تفاعل كيميائي يحدث داخل الخلية يتم تحفيزه عن طريق أنزيم فريد. والمواد التي تعمل عليها الأنزيمات تسمى المواد **المتفاعلة أو الركائز** (substrates) مثل النشا، والبروتينات، والدهون. ويرجع تخصص الأنزيم إلى شكله (أو تكوين سطحه). وتفسر **فرضية – آلية القفل والمفتاح** كيفية عمل الأنزيمات كما هو مبين في شكل 4 – 1.

يرى علماء الأحياء حاليًا أن جزيء الأنزيم، يغير من شكله قليلًا عند دخول جزيء المادة المتفاعلة (الركيزة) إليه حتى يمكن إحاطتها بإحكام أكثر. ويُسهِّل ذلك التفاعل الكيميائي.

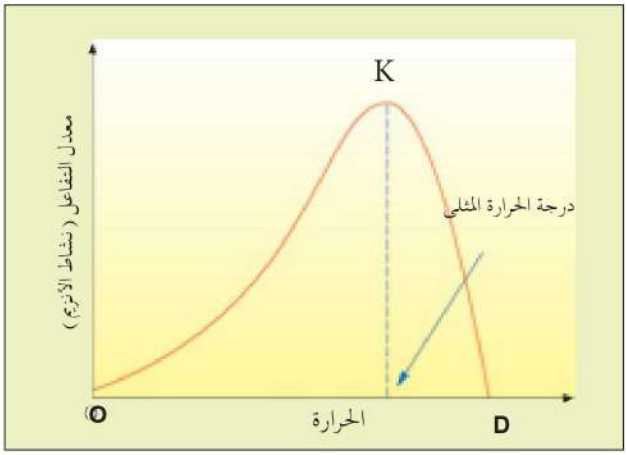
باستخدام فرضية القفل والمفتاح يعتمد تأثير الأنزيم على **مواقعه النشطة**. وتلك المواقع عبارة عن انخفاضات على سطح جزيء الأنزيم ليتوافق معها جزيء المادة المتفاعلة (الركيزة) مثل القفل والمفتاح. وعند التحام الركيزة، يُحدث مركب الركيزة مع الأنزيم التفاعلات الضرورية التي تحول جزيئات الركيزة إلى جزيئات نواتج. وينفصل الجزيء الناتج تاركًا جزيء الأنزيم دون أن يحدث له أي تغير وفي حالة حرة ليتحد مرة أخرى مع جزيئات ركائز (مواد متفاعلة) أخرى.

تأثير درجة الحرارة على نشاط الأنزيم

تؤثر درجة الحرارة على معدل تفاعلات الأنزيم. وللأنزيمات درجة حرارة عمل مُثلى، وغالبًا وليس دائمًا تكون قريبة من الدرجة التي تؤدي فيها عادة وظائفها.

ويكون الأنزيم غير نشط في درجات الحرارة المنخفضة (شكل 4 – 2). وكلما ارتفعت درجة الحرارة ازداد نشاط الأنزيمات كما يظهر في زيادة معدل التفاعل. يمكن على سبيل المثال، لأنزيم هضم أن يهضم نفس كمية الغذاء في وقت أقل عند درجات الحرارة الأعلى منه عند درجات الحرارة الأدنى.

جميع الحقوق محفوظة لـ مركز المناهج التعليمية والبحوث التربوية ـ ليبيا



شكل 4-2 يبين الرسم البياني تأثير درجة الحرارة على معدل التفاعل

ويتضاعف عادة نشاط الأنزيم كلما ارتفعت درجة الحرارة 10°س حتى يصل إلى درجة الحرارة المثلى عند النقطة K. وفي معظم الأنزيمات تتراوح هذه الدرجة ما بين 40°س إلى 45°س، وهي درجة الحرارة التي يصل فيها الأنزيم إلى قمة نشاطه. ويتناقص نشاط الأنزيم عند تجاوز درجات الحرارة الحد الأمثل، إلى أن يصل إلى النقطة D **فيتغير التركيب الطبيعي للأنزيم كلية** (يتمسخ) بحيث يتوقف نشاطه تمامًا.

■ *لماذا* يتغير التركيب الطبيعي للأنزيمات؟

يحدث ذلك لأن الأنزيمات تتركب من مادة بروتينية، وعند ارتفاع درجة حرارة البروتين إلى درجة عالية نسبيًّا (أكثر من 45°س) يحدث تغير في شكلها ثلاثي الأبعاد، ويقال تمسخت (تغير تركيبها الطبيعي). تقل حينئذ قابلية البروتين للذوبان ويتجلط. يمكن أيضًا أن تتغير طبيعة البروتين (يتفسخ) نتيجة تعرضه لمواد كيميائية مختلفة مثل الأحماض والقلويات.

ويلعب التركيب ثلاثي الأبعاد للأنزيم دورًا مهمًّا للغاية في وظيفته. إذ أن تفسخ الأنزيم ينتج عنه فقدان أو تغير في المواقع الفعالة به (شكل 4-1). ولذلك يتوقف الأنزيم عند تمسخه عن القيام بوظيفته كمحفز.

وتدمر الحرارة الشديدة (مثل الغليان) الأنزيم تدميرًا نهائيًّا، ولكل أنزيم درجة حرارته المُثلى. ففي الحيوانات تكون غالبًا درجة حرارة الأنزيم المُثلى هي درجة حرارة الجسم. وتكون لبعض الأنزيمات في النباتات درجات حرارة مُثلى مرتفعة، مثل درجة الحرارة المثلى لأنزيم البابين الموجود في شجرة البابايا الاستوائية (هي شجرة تشبه النخيل) حوالي 65°س. وتتمسخ أغلب الأنزيمات كليًّا عند درجات حرارة أعلى من 60°س.

التفسخ (تغير التركيب الطبيعي)

التفسخ هو تغير الشكل ثلاثي الأبعاد للأنزيم أو أي بروتين آخر قابل للذوبان عن طريق التسخين أو إضافة بعض المواد الكيميائية مثل الأحماض والقلويات التي ينتج عنها التجلط. وتفسخ الأنزيمات يوقف نشاطها.

جميع الحقوق محفوظة لـ مركز المناهج التعليمية والبحوث التربوية ـ ليبيا

تأثير الأس الهيدروجيني pH على الأنزيمات

تتأثر الأنزيمات بحموضة أو قلوية المحاليل التي تعمل بها. وتعمل بعضها كأحسن ما يكون في المحاليل قليلة الحموضة (مثل أنزيم الببسين والرينين الموجودين في المعدة)، في حين يحتاج البعض الآخر إلى محاليل قلوية خفيفة (مثل أنزيمات الأمعاء). وتمسخ التغيرات الشديدة في درجة حموضة أو قلوية المحاليل الأنزيمات.

تشير النقطة (و) في شكل 4 – 3 إلى الحد الأقصى لنشاط أنزيم الأميلاز عند الأس الهيدروجيني pH 7 تقريبًا. وكلما زادت حموضة المحلول (من pH 7 إلى 4.5) أو قلويته (من pH 7 إلى 9) قل نشاط أنزيم الأميلاز. وعند pH 4 أو 9 تفسخ الأميلاز (يتغير تركيبه الطبيعي) تمامًا.

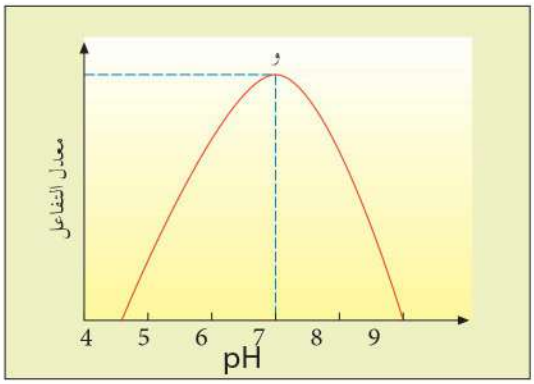
ويمكن الحصول على نفس شكل المنحنى باستخدام أنزيمات أخرى تعمل في المحاليل الحامضية أو القلوية، ونستطيع من خلال تلك المنحنيات معرفة الأس الهيدروجيني pH الأمثل لتلك الأنزيمات.

ملحوظة

تقاس الحامضية أو القلوية بقيمة تعرف بالأس الهيدروجيني pH. ونقطة التعادل (الماء النقي) تساوي 7، والمحلول الذي يرتفع فيه الأس الهيدروجيني فوق 7 يكون محلولًا قلويًا وإذا انخفض عن 7 يكون المحلول حمضيًا.

تأثير المادة المتفاعلة (الركيزة) وتركيزات الأنزيم على معدل التفاعل

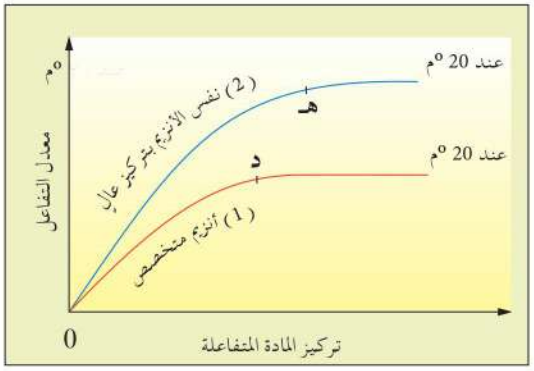
في شكل 4–4 (المنحنى البياني رقم 1) كلما ازداد تركيز الركيزة (المادة المتفاعلة) ازداد معدل التفاعل في البداية حتى يصل إلى النقطة د. ولا تزيد أي زيادة أخرى في تركيز الركيزة من معدل التفاعل، وذلك لأنه في أي لحظة معينة تكون جميع الأنزيمات قد تشبعت أو قد استهلكت. وتظل كمية النواتج المتكونة في كل وحدة زمن ثابتة. لنفترض على سبيل المثال أن جزيء الأنزيم يعمل مع عشرة جزيئات من المادة المتفاعلة (الركيزة) وينتج 10 جزيئات من الناتج في الثانية الواحدة. إذا وجد 50 جزيئًا من الأنزيم، فيمكن العمل على 500 جزيء فقط من المادة المتفاعلة (الركيزة)، ويمكن إنتاج 500 جزيء فقط من النواتج في الثانية. وعند النقطة (د) في المنحنى البياني رقم (1)، يتم إنتاج 500 جزيء من النواتج في الثانية الواحدة. ولا يمكن زيادة هذا المعدل أكثر من ذلك لأن تركيز الأنزيم أصبح العنصر المقيد لمعدل التفاعل الآن. ولكن، عند زيادة تركيز الأنزيم يزداد معدل التفاعل كما في المنحنى البياني رقم (2). وعندما يصل إلى النقطة (هـ) يظل المعدل ثابتًا مرة أخرى حيث يصبح تركيز الأنزيم هو العامل المحدد لمعدل التفاعل مرة أخرى.



شكل 4 – 3 يوضح تأثير الأس الهيدروجيني pH على معدل التفاعل المحفز بالأميلاز.

ما العامل المُحدد؟

أي عامل يؤثر تأثيرًا مباشرًا على معدل عملية ما، مثل التفاعل الكيميائي، إذا تغيرت كميته يسمى **العامل المحدد**. وينبغي زيادة قيمة هذا العامل لكي يزيد معدل العملية.



شكل 4 – 4 تأثير تركيزات المادة المتفاعلة (الركيزة) والأنزيم على معدل التفاعل.

قد تحتاج الأنزيمات إلى أنزيمات مساعدة للتحفيز

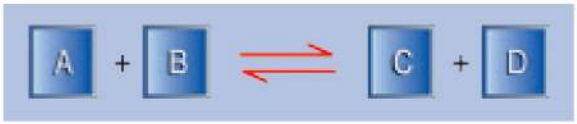
تتطلب بعض الأنزيمات مركبًا آخر يسمى **الأنزيم المساعد** ليتحد معها قبل أن يحفز التفاعلات. وتعتبر تلك الأنزيمات المساعدة مركبات عضوية غير بروتينية.

جميع الحقوق محفوظة لـ مركز المناهج التعليمية والبحوث التربوية ـ ليبيا

تعتبر معظم الفيتامينات، وخاصةً فيتامين B المركب مكونات ضرورية في الكثير من الأنزيمات المساعدة.

الأنزيمات تحفز التفاعلات العكوسية

معظم التفاعلات في الخلايا الحية هي تفاعلات عكوسية.



وعليه تحفز الأنزيمات التفاعلات العكوسية. ومع ذلك تسير عادة التفاعلات في الخلايا الحية في الاتجاه الأمامي (أي من اليسار إلى اليمين) إذ لا يُسمح بتراكم النواتج (C، D) ولكن تستهلك أو يُتخلص منها خارج الخلية بمجرد تكونها.

جميع الحقوق محفوظة لـ مركز المناهج التعليمية والبحوث التربوية ـ ليبيا

ملخص

خريطة المفاهيم لوصف طبيعة الأنزيمات وخصائصها

الأنزيمات

هي محفزات بيولوجية مصنوعة بشكل رئيس من البروتينات تستطيع تغيير معدلات التفاعلات الكيميائية دون أن تتغير هي ذاتها كيميائيًا عند نهاية التفاعل.

يمكن شرح تأثير الأنزيم عن طريق فرضية القفل والمفتاح.

خصائص / وظائف الأنزيمات

- تزيد من سرعة التفاعل الكيميائي.
- عالية التخصص.
- تحفز التفاعلات تحت شروط معتدلة نسبيًا.
- تحتاج أحيانًا إلى أنزيمات مساعدة لتنشيطها.
- تهضم المواد الغذائية.
- تقوم ببناء وتخليق المواد المعقدة مثل البروتينات من الأحماض الأمينية في الخلايا.
- تكسر المواد الغذائية في الخلايا لتحرير الطاقة (التنفس الخلوي).
- تتحكم في التفاعلات العديدة داخل الكائن الحي.

تصنيفات الأنزيمات

الهيدرولازات

- الكربوهيدريزات.
- البروتيزات.
- الليبازات.

أخـرى

مثل أنـزيمـات الاخـتـزال والأكسدة.

عوامل تؤثر على تفاعل الأنزيم

درجة الحرارة والأس الهيدروجيني pH

- تؤدي درجة الحرارة المرتفعة والتغيرات الشديدة في الأس الهيدروجيني pH إلى تمسخ (تغير طبيعة) الأنزيمات.
- توقف درجة الحرارة المنخفضة نشاط الأنزيمات.
- درجة الحرارة المثلى والأس الهيدروجيني pH الأمثل هي شروط يعمل فيها الأنزيم على أفضل نحو ممكن.

تركيز المادة المتفاعلة / الأنزيم

- يؤدي زيادة تركيز الركيزة (المادة المتفاعلة) إلى زيادة معدل تفاعل الأنزيم حتى يصل إلى معدل ثابت.
- يـؤدي زيـادة تركيـز الأنـزيم إلـى زيـادة معـدل تفاعـل الأنـزيم.

جميع الحقوق محفوظة لـ مركز المناهج التعليمية والبحوث التربوية ـ ليبيا

الوحدة 3

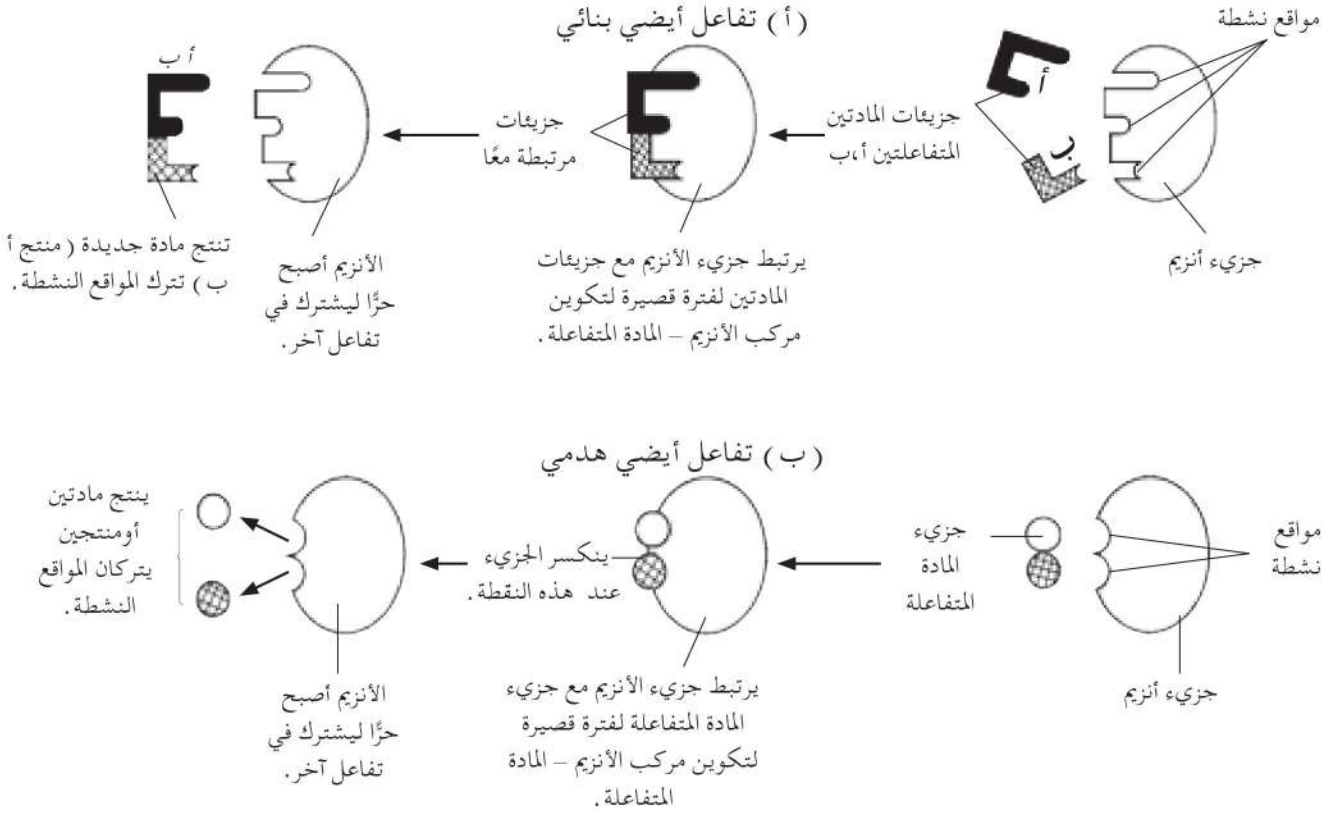
- الأنزيمات
- التغذية

مراجعة المفاهيم والحقائق الرئيسة

3 –1 الأنزيمات : الأهمية والخصائص

- الأنزيمات هي بروتينات تنتجها الخلايا الحية، وهي تعمل كعوامل حفازة تسرع من التفاعلات الكيميائية دون حدوث أي تغير كيميائي لها في نهاية التفاعلات.
- الأنزيمات مهمة لأنها تستخدم لتوجيه وتنظيم جميع العمليات الكيميائية (الأيضية) في أجسام الكائنات الحية، وتشمل تلك العمليات بناء (الأيض البنائي) وتكسير (الأيض الهدمي) الجزيئات الكيميائية.

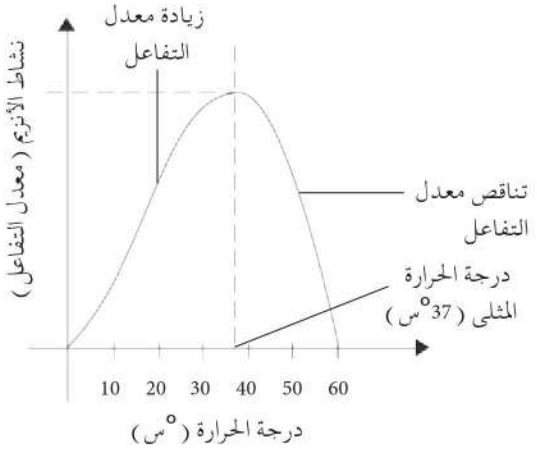
شكل 3 –1 تفسير كيفية عمل الأنزيمات (نظرية القفل والمفتاح)



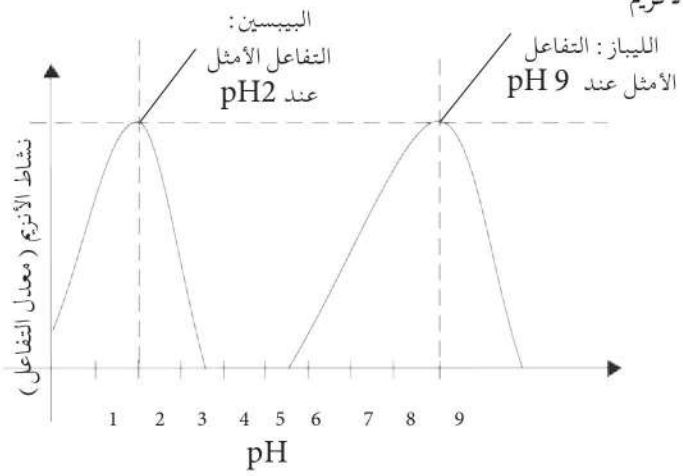
- صفات الأنزيمات :
  - قابلة للذوبان في الماء.
  - تختص بالمادة المتفاعلة (الأنزيمات مواد متخصصة) : فقط المواد ذات الأشكال المكملة لشكل أنزيم معين يمكن تثبيتها في جزيئات ذلك الأنزيم حتى تتفاعل عليها تلك الجزيئات (المادة المتفاعلة هي المادة التي يتفاعل معها الأنزيم).
  - حساسة لدرجة الحرارة : تصبح الأنزيمات غير نشطة في درجة الحرارة المنخفضة، وتصل الأنزيمات في درجة الحرارة المثلى (عادة 37°س) إلى أقصى نشاط لها، وفي درجة الحرارة العالية يتغير تركيبها الطبيعي (حيث إنها من البروتينات).

جميع الحقوق محفوظة لـ مركز المناهج التعليمية والبحوث التربوية ـ ليبيا

شكل 3 – 2 تأثير درجة الحرارة على نشاط أنزيم (الأميلاز اللعابي)



شكل 3 – 3 تأثير الأس الهيدروجيني (pH) على نشاط الأنزيم



- حساسة للأس الهيدروجيني (pH): تعمل معظم الأنزيمات في جسدنا في أفضل صورة لها في الوسط المتعادل ولكن تعمل أنزيمات معينة (مثل ليباز البنكرياس) في أفضل صورة لها في الوسط القلوي (pH9)، بينما تعمل أنزيمات أخرى (مثل البيبسين في المعدة) في أفضل صورة لها في الوسط الحمضي (pH2).
- تحتاج بعض الأنزيمات إلى أنزيمات مساعدة أو عوامل مساعدة (غير عضوية) للنشاط. (الأنزيمات المساعدة هي جزيئات عضوية صغيرة معاونة توفرها الفيتامينات في الغذاء).
- يمكن بسهولة وقف نشاط الأنزيمات بالمثبطات.

3 – 2 الطعام: استخداماته ومكوناته

◄ الطعام هو مخزون المواد الخام والطاقة الكامنة، ويحتاج إليه الكائن الحي:
- مصدرًا للطاقة من أجل التفاعلات الكيميائية التي تحدث في الجسم للحفاظ عليه حيًّا ونشيطًا.
- لتوفير المواد المطلوبة لبناء الخلايا والأنسجة الجديدة ولإصلاح واستبدال الأنسجة المتهالكة والتالفة، ومن أجل التكاثر.
- لصنع المواد الكيميائية المهمة في الجسم مثل الهيموجلوبين، والأنزيمات والهرمونات والأجسام المضادة ... إلخ.
- للحفاظ على الصحة.

◄ يتكون الطعام من:
- مواد مغذية: كربوهيدرات، ودهون، وزيوت، وبروتينات، وفيتامينات، ومواد معدنية.
- ماء.
- ألياف.

◄ وجميع تلك المواد هي مواد عضوية مثل المركبات الكربونية، باستثناء المواد المعدنية والماء فهي مواد غير عضوية.

المواد الكربوهيدراتية، والدهون، والزيوت، والبروتينات مطلوبة بكميات كبيرة لأنها توفر الطاقة والمواد للكائن الحي.

◄ تتكون **المواد الكربوهيدراتية** من عناصر الكربون والهيدروجين والأكسجين. وتوجد ذرات الهيدروجين والأكسجين بنسبة 2 :1 في كل جزيء كربوهيدرات (نفس النسبة الموجودتان بها في الماء).

◄ والوحدات الكربوهيدراتية الأساسية هي السكريات البسيطة أو السكريات الأحادية، وتتكون جميع المواد الكربوهيدراتية الأخرى من هذه الوحدات الرئيسة. ويمكن تصنيف المواد الكربوهيدراتية إلى سكريات أحادية وسكريات ثنائية وسكريات عديدة كما يلي

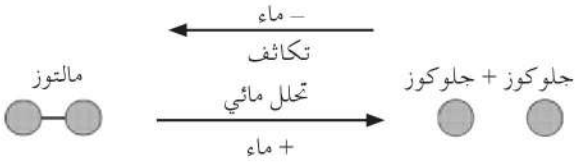
جميع الحقوق محفوظة لـ مركز المناهج التعليمية والبحوث التربوية ـ ليبيا

سكريات أحادية

- سكريات بسيطة مثل: الجلوكوز، والفركتوز، والجلاكتوز.
- سكريات مختزلة – موجودة في الفاكهة السكرية وعسل النحل.

سكريات ثنائية

- سكريات معقدة مثل: المالتوز واللاكتوز والسكروز.
- اللاكتوز والمالتوز هي سكريات مختزلة بينما السكروز ليس كذلك.
- يوجد المالتوز في الحبوب النابتة، واللاكتوز في اللبن والسكروز في قصب السكر.
- تتكون عندما يتحد اثنان من السكريات البسيطة معًا مع إزالة جزيء ماء.

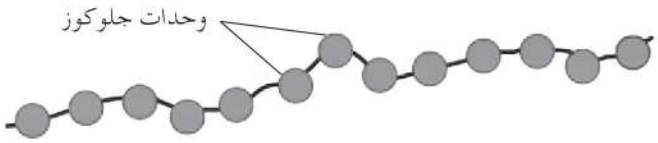


- التكاثف: هو تفاعل ترتبط فيه الجزيئات البسيطة مع إزالة جزيئات الماء لتكوين جزيئات أكبر.
- في التحلل المائي، تضاف جزيئات الماء لتكسر الجزيئات الكبيرة إلى جزيئات بسيطة.

سكريات عديدة

- جزيئات كبيرة تتكون من آلاف وحدات السكر البسيطة مثل النشا والجليكوجين والسليولوز.
- تتكون جميعًا من وحدات جلوكوز، ولكن ترتبط وحدات الجلوكوز في كل منها بطريقة مختلفة.
- النشا هو شكل مخزون الجلوكوز في النباتات الخضراء وتعتبر الحبوب، والبطاطس، والجذور الدرنية للبطاطا الحلوة مصادر غنية بالنشا.

جزء من جزيء نشا



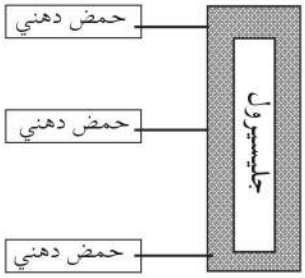
- الجليكوجين هو شكل مخزون الجلوكوز في الحيوانات.
- يكوِّن السليولوز جُدر الخلايا في النباتات. ولا تستطيع الثدييات هضم السليولوز إلا أن آكلات الأعشاب لديها بكتريا في أمعائها تُمكنها من هضمه. وفي بعض الثدييات، يكوِّن السليولوز أليافًا في الغذاء.

◄ أهمية المواد الكربوهيدراتية في التغذية:

- كمصدر أساسي للطاقة.
- تكوِّن تراكيب داعمة مثل جدار الخلية السليولوزي في النباتات.
- تتحول إلى مركبات عضوية أخرى مثل الدهون والأحماض الأمينية.
- تكوِّن أحماضًا نووية مثل الدنا DNA (الحامض الريبوزي منقوص الأكسجين).

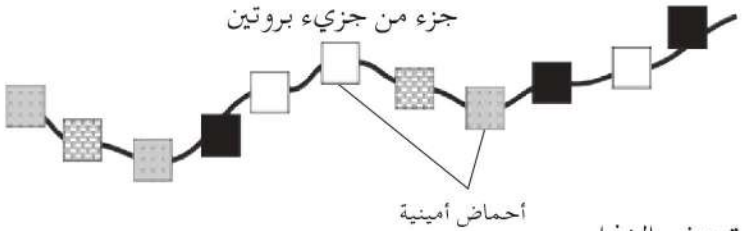
جميع الحقوق محفوظة لـ مركز المناهج التعليمية والبحوث التربوية ـ ليبيا

- تتكون **الدهون والزيوت** من عناصر الكربون، والهيدروجين، والأكسجين، ولكنها تحتوي على مقدار قليل جدًّا من الأكسجين على عكس المواد الكربوهيدراتية.
- تتكون الدهون من أحماض دهنية وجليسيرول مرتبطين معًا كما في الشكل.



جزيء دهن

- **مصادر الدهون** في التغذية:
  - دهون الحيوانات: اللحم، واللبن، والزبدة، وصفار البيض.
  - دهون النباتات: توجد على هيئة زيوت كما في جوز الهند والبذور.
- **أهمية الدهون** في التغذية:
  - مصدر للطاقة.
  - تدخل في تركيب غشاء الخلية.
  - مذيبات للفيتامينات القابلة للذوبان في الدهون وبعض الهرمونات.
  - عازل لمنع الفقد الشديد للحرارة من جلد الثدييات.
- تتكون **البروتينات** من عناصر الكربون، والهيدروجين، والأكسجين، والنيتروجين. وغالبًا ما يوجد أيضًا الكبريت والفوسفور.
- تتكون البروتينات من وحدات أساسية تسمى الأحماض الأمينية. ويوجد 22 نوعًا من الأحماض الأمينية التي توجد بشكل طبيعي. ويوجد في كل بروتين بعض أو جميع الأحماض الأمينية بأعداد مختلفة وبترتيب مختلف حتى أنه يمكن القول بأن كل بروتين متفرد عن الآخر. والأحماض الأمينية الأساسية هي التي لا يمكن تكوينها في أجسامنا ولذلك يجب تواجدها في المواد المغذية البروتينية.



- **مصادر البروتين** في الغذاء.
  - بروتينات حيوانية: اللحوم الحمراء، والأسماك، والبيض، واللبن، والجبن.
  - بروتينات نباتية: البقول والحبوب.
- **أهمية البروتينات** في التغذية:
  - لتكوين بروتوبلازم جديد لنمو الجسم وإصلاح أجزاء الجسم التالفة.
  - مصدر للطاقة.
  - لتكوين الأنزيمات، والهرمونات، والأجسام المضادة، والهيموجلوبين... الخ

اختبارات للكشف عن المواد الكربوهيدراتية، والدهون، والبروتينات:
- **النشا**: يعطي لونًا أزرق داكنًا مع محلول اليود.
- **السكريات المختزلة**: تعطي راسبًا أحمر عند تسخينها مع محلول بندكت.
- **الدهون**: تعطي مستحلبًا سحابيًّا أبيض في اختبار مستحلب – الإيثانول.
- **البروتينات**: تعطي لونًا بنفسجيًّا عند اختبارها مع كاشف بيوريت.

الفيتامينات والمعادن مطلوبة بكميات قليلة في وجباتنا حتى يؤدي جسمنا وظائفه بصورة صحية ولمنع أمراض العوز (النقص). وتعمل فيتامينات كثيرة كمساعدات أنزيمية ضرورية للتفاعلات الكيميائية التي تحدث داخل الخلايا.

جميع الحقوق محفوظة لـ مركز المناهج التعليمية والبحوث التربوية ـ ليبيا

- فيتامين (ج) أو حامض الأسكوربيك هو فيتامين قابل للذوبان في الماء، ويتلف بسهولة بالحرارة، والقلويات، وعمليات الأكسدة.
  - **الأهمية الغذائية**: مطلوب لتكوين المواد بين الخلوية (والتي تربط الخلايا معًا) وللحفاظ على سلامة الأنسجة الطلائية (الجلد، واللثة، وبطانة الأوعية الدموية).
  - **نقصه يسبب**: مرض الاسقربوط، ونزيف اللثة، وعدم ثبات الأسنان، والالتئام الضعيف للجروح، والتورم المؤلم للمفاصل.
  - **مصادره الغذائية**: الفواكه، والخضروات الخضراء.
- فيتامين (د): هو فيتامين قابل للذوبان في الدهون ومقاوم نسبيًّا للحرارة والأكسدة.
  - **الأهمية الغذائية**: ضروري لامتصاص الكالسيوم والمركبات الفوسفورية، ويمكِّن الجسم من استخدام هذه المركبات في تكوين الأسنان والعظام.
  - **نقصه يسبب**: مرض الكساح – تكوين أسنان وعظام ضعيفة.
  - **مصادره الغذائية**: زيوت كبد السمك، والزبدة، والجبن، والبيض، ويمكن صنعه في أجسامنا بواسطة التعرض لضوء الشمس الذي يتفاعل مع الأصباغ الموجودة في الجلد.
- الكالسيوم: (1 جرام يوميًّا للأطفال، ويحتاج الكبار أكثر من ذلك قليلا أثناء الحمل والرضاعة).
  - **الأهمية الغذائية**: مطلوب لبناء العظام والأسنان السليمة ولتجلط الدم ولأداء العضلات لوظيفتها على الوجه الأكمل.
  - **نقصه يسبب مرض**: الكساح (انظر أعلاه).
  - **مصادره الغذائية**: اللبن، والجبن، والبازلاء، والفول، والخضراوات الخضراء.
- الحديد: (0.02جرام يوميًّا لمتوسط أعمار البالغين).
  - **الأهمية الغذائية**: ضروري لتكوين الهيموجلوبين في خلايا الدم الحمراء، وتحتاجه أنزيمات معينة تشارك في عملية التنفس الخلوي.
  - **نقصه يسبب**: الأنيميا – ملامح شاحبة، وشعور بالتعب والضعف (بسبب الإمداد غير الكافي من الأكسجين، حيث لا يوجد هيموجلوبين كافٍ أو كريات دم حمراء تنقل الأكسجين).
- الأهمية **الغذائية** للماء:
  - مكوِّن أساسي للبروتوبلازم.
  - مذيب ووسيلة نقل للمواد داخل الجسم مثل الأكسجين والطعام المهضوم والفضلات والهرمونات، إلخ.
  - يُكوِّن وسطًا لإتمام التفاعلات الكيميائية.
  - يشترك في التفاعلات الكيميائية في الجسم.
  - يساعد على التحكم في درجة حرارة الجسم، مثل التخلص من الحرارة الزائدة في الجسم عن طريق العرق.
- الألياف: هي جزء من الطعام لا نستطيع هضمه.
  - **الأهمية الغذائية**: تزيد من حجم محتويات الأمعاء، وتحث عضلات الأمعاء الغليظة للعمل على تحريك المادة غير القابلة للهضم ودفعها لفتحة الشرج.
  - **نقصها يسبب**: الإمساك.
  - **مصادرها الغذائية**: الفاكهة الطازجة، والخضراوات، والحبوب، والردة.

جميع الحقوق محفوظة لـ مركز المناهج التعليمية والبحوث التربوية ـ ليبيا

3 – 3 الوجبة **الغذائية** المتوازنة

- تحتوي الوجبة الغذائية المتوازنة على :
  - مواد كربوهيدراتية ودهنية كافية لسد حاجتنا من الطاقة .
  - مواد بروتينية كافية من النوع الصحيح (أي تحتوي على جميع الأحماض الأمينية الضرورية) للنمو والإصلاح .
  - فيتامينات، ومواد معدنية، وماء، وألياف كافية للحفاظ على الصحة الجيدة .

- الطعام كمصدر للطاقة :
  - جرام واحد كربوهيدرات يعطي 16 ك جول .
  - جرام واحد بروتين يعطي 17 ك جول .
  - جرام واحد دهون يعطي 38 ك جول .

- ترتبط متطلبات الطاقة في الغذاء بـ:
  - **النشاط** : كلما كان الشخص نشيطًا كلما احتاج إلى طاقة أكثر .
  - **العمر** : يحتاج المراهقون وصغار البالغين إلى طاقة لكل كيلوجرام من كتلة الجسم أكثر من الأطفال والشيوخ .
  - **الجنس** : في نفس الحجم والعمر، يستهلك الرجال طاقة أكثر من النساء .

3 – 4 مشاكل إمدادات الغذاء في العالم

- سوء التغذية والإفراط في التغذية والجوع هي المشكلات المرتبطة بإمدادات الغذاء الرئيسة التي تواجه العالم اليوم .

- ينتج سوء التغذية عن عدم توازن مكونات الوجبة الغذائية الكاملة – قلة أو زيادة تناول المواد الغذائية عبر فترة من الزمن .
  - يؤدي قلة تناول المواد المغذية إلى أمراض نقص تغذية كثيرة تشمل مرض كواشيوركور (نقص البروتينات) والإمساك (نقص الألياف غير القابلة للذوبان) .
  - يزيد تناول الدهون المشبعة والكوليسترول بإفراط من خطر أمراض القلب التاجية .

- الإفراط في تناول الطعام هو الحصول على طاقة زائدة تؤدي إلى السمنة التي تزيد من خطر أمراض القلب والسكري وقصر متوسط العمر .

- الجوع هو عدم حصول الجسم على الطاقة الكافية، مما يجعله يستهلك احتياطي الطاقة المخزنة، وفي النهاية يستهلك عضلات الجسم للحصول على الطاقة، ويؤدي ذلك إلى فقد حاد في كتلة الجسد وربما يضعف القلب .

جميع الحقوق محفوظة لـ مركز المناهج التعليمية والبحوث التربوية ـ ليبيا