دولة ليبيا
وزارة التعليم
مركز المناهج التعليمية والبحوث التربوية

الأحياء

كتاب الطالب

للسنة الأولى من مرحلة التعليم الثانوي

جميع الحقوق محفوظة لـ مركز المناهج التعليمية والبحوث التربوية ـ ليبيا

دولة ليبيا
وزارة التعليم
مركز المناهج التعليمية والبحوث التربوية

جميع الحقوق محفوظة: لا يجوز نشر أي جزء من هذا الكتاب، أوتخزينه، أو تسجيله، أو تصويره بأية وسيلة داخل ليبيا دون موافقة خطية من إدارة المناهج بمركز المناهج التعليمية والبحوث التربوية بليبيا.

1441-1440هـ
2020-2019م

التمهيد

تدمج سلسلة الأحياء لمرحلة التعليم الثانوي مهارات التفكير، وتقانة المعلومات، والتربية الوطنية في المحتوى.
لقد توخينا الحرص الشديد لضمان تغطية جميع الموضوعات الحديثة بطريقة مناسبة، مثل متطلبات التقانة الحيوية والهندسة الوراثية. فكتبت على سبيل المثال الوحدة " تأثير النشاط البشري على البيئة " لتواكب أحدث ما أسفر عنه العلم في هذا المجال.

لقد تم أيضًا التأكيد على تعليم مهارات التفكير والمعالجة، فضُمِّنت تجارب استقصائية عديدة في النشاط العملي لمساعدة الطلاب على تعلم مهارات المعالجة الصحيحة، وتشمل معظمها أسئلة تحفز التفكير.

يشجع ركن *التفكير* عند نهاية كل وحدة من وحدات الكتاب الدراسي على التفكير وتطبيق المعرفة التي اكتسبوها في حل المشكلات ذات الصلة بتلك الموضوعات. وتتضمن الأساليب العلمية و مهارات التفكير التي يستخدمها الطلاب في ركن التفكير مهارات التحليل، والمشاهدة، والاستنتاج، والمقارنة، والتصنيف، والتخطيط للاستقصاءات، واتخاذ القرار، وحل المشكلات بطرق ابتكارية إلى آخره.

ومن المهم أن يكون الطالب متمكنًا بقدر كاف من المفاهيم الأساسية لعلم الأحياء حتى يستطيع حل المشكلات ذات الصلة. ويجب ألا تقتصر دراسة الأحياء على الطلاب الذين يرغبون في الالتحاق بمهنة الطب فقط، بل يجب أن تكون جزءًا من التعليم العام الشامل.

كلمة إلى الطالب

نقترح عليك قبل البدء في دراسة وحدات كتب هذه السلسلة ما يلي:
قراءة كل وحدة مرتين. تكون القراءة الأولى سريعة لمعرفة الأفكار الأساسية، ثم تكون القراءة الثانية متأنية لاستيعاب التفاصيل.
قد لا تكون بعض التفاصيل مطلوبة للامتحانات بطريقة مباشرة، ورغم ذلك يجب دراستها، وقد ضُمِّنت في السلسلة لتوضح نقاطًا مهمة في علم الأحياء. وتهدف بعض تلك التفاصيل إلى إثراء معلوماتك، أو إلى توسيع مجال معرفتك بالقضايا المعاصرة.
ينبغي عليك الإلمام بمفاهيم أساسية معينة قبل استخدامها في مواقف جديدة أو تطبيقها في حل المسائل ذات الصلة.
من المفيد إلى جانب النقاط السابقة اعتياد السمات الأساسية لكتب هذه السلسلة والتي نلخصها فيما يلي:

الأجزاء

قُسِّمت كتب السلسلة إلى أجزاء كما يلي:

الجزء الأول تعضي الفرد والحفاظ على سلامته	Section I Organization and Maintenance of the Individual
الجزء الثاني الكائنات الدقيقة والتقانة الحيوية	Section II Microorganisms and Biotechnology
الجزء الثالث علاقة الكائنات الحية ببعضها البعض وبالبيئة	Section III Relationships of Organisms with One Another and with the Environment
الجزء الرابع تنامي الكائنات الحية واستمرارية الحياة	Section IV Development of Organisms and Continuity of Life

مثلنا كل جزء بلون كما هو موضح أعلاه. تغطي الوحدة الأولى الأساسيات الضرورية لفهم الأجزاء الأربعة بوضوح.

جميع الحقوق محفوظة لـ مركز المناهج التعليمية والبحوث التربوية ـ ليبيا

جميع الحقوق محفوظة لـ مركز المناهج التعليمية والبحوث التربوية ـ ليبيا

الوحدات

تشترك الوحدات في كل جزء في معظم الخصائص التالية:

أهداف التعلم

هي أهداف التعلم المطلوب منك تحقيقها في نهاية الوحدة. والغرض من عرض قائمة الأهداف عند بداية الوحدة التركيز على المطلوب منك الإلمام به.

المقدمة

تبدأ كل وحدة بفقرة قصيرة تعتبر مقدمة لها. تهدف المقدمة إلى مساعدتك على التفكير في العمل المطلوب دراسته في هذه الوحدة. قد يتضمن هذا العمل القيام بمهام بسيطة مثل قراءة النص، أو النظر إلى الصور، أو التعامل مع البيانات، أو البحث عن المعلومات. وصممت المقدمة لمساعدتك على التفكير في علم الأحياء ومعناه بالنسبة لك. اقرأ النص، وانظر إلى الصور، ثم أجب عن الأسئلة في نهاية الفقرة وناقش إجاباتك في الفصل.

النص

إن محتوى الوحدة هو النص الذي يقدم المفاهيم والحقائق المساندة الأساسية. ويدعم النص رسومات بيانية، وصور فوتوغرافية ملونة عليها عناوين وتعليقات توضيحية. ويتم إبراز وتفسير الكلمات الدليلية في النص.

التعريف

تعرف الكلمات أوالمفاهيم الواجب استيعابها بوضوح للحصول على قراءة واضحة المعنى للنص.

الأفكار الدليلية

تقدم في مربعات هامشية، وهي تلخص الأفكار الرئيسة للنص.

نور المعرفة

تحتوي على مواد إثرائية تغطي موضوعات المنهج بعمق. وهي تتضمن فهمًا أوضح للمفاهيم والموضوعات ذات الأهمية الخاصة، أو الملامح التاريخية والتقنيات العملية، أوالتطبيقات الحديثة في الأحياء.

ملحوظة

تتيح الملحوظة المزيد من المعلومات التوضيحية أو الشيقة المرتبطة بالموضوعات قيد الدراسة.

اختبر نفسك

لاتهدف أسئلة الاختبار الذاتي فقط إلى تقييم مدى تقدمك ولكن أيضًا إلى تحفيزك على التفكير.

مهمة

يركز هذا التدريب على تطبيق المفاهيم التي تم تدريسها. والهدف من تلك المهام هو المساعدة في تنمية مهارات التفكير، والبحث، والاستقصاء. كما أنها تشجع أيضًا على استخدام التقانة لمساعدتك في الحصول على المعلومات، وجمع البيانات، واستخدام الرسوم البيانية.

تحليل

يقدم هذا التدريب معلومة معينة، تتبعها أسئلة مصممة بعناية لقياس مهارات التحليل والفهم.

ملخص وخريطة مفاهيم

يتم إدراج النقاط الأساسية في قائمة تسمح بالمراجعة السريعة عند نهاية النص الأساسي لكل وحدة. وأينما أمكن يتم تضمين خريطة مفاهيم لتنظيم المعلومات والأفكار داخل الموضوع بطريقة منهجية.

ركن التفكير

يستخدم في تلك الخاصية منظم بياني ليقدم تمثيلًا مرئيًا وكليًا للحقائق، والمفاهيم، وعلاقاتها في إطار منظم. ومن خلال ذلك الركن فإن عملية التفكير تصبح مرئية. يوضح لك ركن التفكير كيف "تفكر" حين تتناول وتعالج المعلومات، ويمكنك بالتالي من التحكم في عملية التفكير الخاصة بك.

جميع الحقوق محفوظة لـ مركز المناهج التعليمية والبحوث التربوية ـ ليبيا

المبادرات

تم دمج المبادرات التالية في المحتوى:

- مهارات التفكير / معالجة العلم
- التربية الوطنية

ويمكن التعرف عليها بالأيقونتين التاليتين:

لتطبيق مهارات التفكير

لرسائل التربية الوطنية

جميع الحقوق محفوظة لـ مركز المناهج التعليمية والبحوث التربوية ـ ليبيا

المحتويـات

الوحدة الأولى	ما علم الأحياء؟	9
1 – 1	لماذا ندرس علم الأحياء؟	10
1 – 2	الكائن الحي	11
1 – 3	التصنيف في علم الأحياء	11

الجزء الأول : تعضي الفرد والحفاظ على سلامته

الوحدة الثانية :	الخلايا : وحدات بناء الحياة	16
2 – 1	تركيب وتنظيم الخلية	17
2 – 2	الخلايا المتخصصة، والأنسجة، والأعضاء، والأجهزة	21
الوحدة الثالثة	الانتشار، والأسموزية.	26
3 – 1	الانتشار	27
3 – 2	الأسموزية	29
3 – 3	النقل النشط	35
الوحدة الرابعة	الأنزيمات	39
4 – 1	ما الأنزيمات؟	41
4 – 2	تصنيف الأنزيمات	43
4 – 3	خصائص الأنزيمات	43
الوحدة الخامسة	التغذية	50
5 – 1	الحاجة إلى الطعام	50
5 – 2	المواد المغذية في الطعام	51
5 – 3	القيم الغذائية للطعام، والنظام الغذائي	66
الوحدة السادسة	التغذية في الثدييات	76
6 – 1	التغذية الحيوانية	77
6 – 2	الجهاز الهضمي في الثدييات	78
6 – 3	الهضم في الإنسان	82
6 – 4	الامتصاص	85
6 – 5	التمثيل الغذائي	87
الوحدة السابعة	التغذية في النباتات	92
7 – 1	البناء الضوئي	93
7 – 2	ورقة النبات : مصنع إنتاج الغذاء في الطبيعة	101
7 – 3	التغذية المعدنية في النباتات	103
مسرد		109

جميع الحقوق محفوظة لـ مركز المناهج التعليمية والبحوث التربوية ـ ليبيا

جميع الحقوق محفوظة لـ مركز المناهج التعليمية والبحوث التربوية ـ ليبيا

الوحدة 1

ما هو علم الأحياء (البيولوجيا)؟

What Is Biology?

أهداف التعلم

بعد الانتهاء من دراسة هذه الوحدة سوف تكون قادرًا على أن :

- تُعرِّف مصطلح *البيولوجيا* (*علم الأحياء*)، وتشرح فائدة دراسة علم الأحياء.
- تفرق بين الكائن الحي والشيء غير الحي.
- تفهم كيفية طرح السؤال العلمي.
- تفهم سبب وكيفية تصنيف علماء الأحياء للكائنات الحية.

أُشتقت كلمة بيولوجيا (علم الأحياء باللغة الإنجليزية) من الأصل الإغريقي «bios» وتعني الحياة، و« logos» وتعني المعرفة. ولذلك فإن علم الأحياء (البيولوجيا) هو، دراسة منظمة للكائنات الحية، والنظريات ذات العلاقة التي توصل إليها الإنسان لوصف وشرح عالم الحياة.

ويشترك علماء الأحياء معنا في حاسة فضول هائلة حول الحياة في كافة صورها المدهشة. فنحن نشاهد برامج التلفاز التي تتناول الحيوانات والنباتات ونزور حدائق الحيوانات والنباتات ونرعى الحدائق ونربي الحيوانات الأليفة.

إلا أن علماء الأحياء يدرسون غالبًا الحياة في مناطق أكثر غرابة، فتجدهم جالسين في ظُلَّة شجرة إحدى الغابات المدارية أو غائصين في أعماق المحيطات في غواصات خاصة. وحيثما يذهبون يطرحون دائمًا أسئلة تتعلق بالكائنات الحية (يطلق عليها أيضًا كائنات عضوية) مثل :

- ما أنواع الكائنات الحية الموجودة؟ وكيف يمكن التعرف عليها؟ وكيف يمكن تصنيفها في مجموعات لتوضيح أوجه الاختلاف والتشابه بينها؟
- كيف تتكون الكائنات الحية وكيف تؤدي وظائفها؟
- كيف وصلت تلك الكائنات الحية إلى ما وصلت إليه كأفراد وجماعات؟

بعض الكائنات الحية حولنا

جميع الحقوق محفوظة لـ مركز المناهج التعليمية والبحوث التربوية ـ ليبيا

- أين تعيش الكائنات الحية ولماذا؟ كيف تتفاعل تلك الكائنات مع بعضها البعض ومع الأشياء غير الحية؟

مهمة: أجب عن السؤال التالي: كيف تؤثر الكائنات الحية على حياتك؟

اكتب أكبر قدر ممكن من الطرق التي تؤثر بها الكائنات الحية على حياتك ثم قارن تلك القائمة بقائمة شخص آخر. ويمكنك عمل ملصقات توضع على حائط الفصل لتوضيح الطريقة التي تؤثر بها الكائنات الحية الأخرى على حياة الإنسان.

هل أنت جزء من العالم الطبيعي؟ وفي أي النواحي تختلف عن باقي الحيوانات؟

· توليد الاحتمالات
· المقارنة
· تحديد النماذج والعلاقات

1-1 لماذا ندرس علم الأحياء؟

بما أن الإنسان كائن حي فإن دراستنا لعلم الأحياء تساعدنا على فهم سلوكنا وفهم أنفسنا. وبالنسبة للكثير منكم فإن الجزء الأكثر تشويقًا في علم الأحياء قد يكون دراستك لنفسك:

- كيف يؤدي جسمك وظائفه؟
- كيف يكون رد فعله للأمراض؟
- كيف تتشابه أو تختلف في الشكل عن الأفراد الآخرين مثل أخواتك وإخوتك ووالديك؟

سوف تتعلم أيضًا كيفية وصولك أنت وباقي الكائنات الحية الأخرى للتواجد على سطح الأرض كجزء من نشأة الحياة وعملية تطور الكائنات الحية. لا تعتبر دراستنا لأنفسنا كاملة إلا إذا أجرينا دراسة مقارنة مع الحيوانات الأخرى لوجود تشابه بين وظائف معظم هذه الحيونات والإنسان. فدراسة حركة العضلات عند الضفدع على سبيل المثال أو دراسة الجهاز الهضمي والتنفسي والعصبي في حيوان ثديي مثل الأرنب، تمكننا على نحو أفضل من فهم كيفية عمل تلك الأجهزة في أجسامنا. وباختراع المجهر أمكننا اكتشاف عالم جديد ألا وهو عالم الكائنات الدقيقة (أي الكائنات التي لا يمكن رؤيتها إلا عند تكبيرها باستخدام المجهر). وتوجد بين تلك الكائنات أنواع تسبب الكثير من الأمراض. وبدراسة عملياتها الحياتية وتفاعلها مع بعض المواد الكيميائية وطريقة انتشارها نتعلم طرق مكافحتها.

تنتج النباتات الخضراء ليس فقط الأكسجين الذي نتنفسه بل أيضًا غذاءنا والكثير من المشروبات التي نتناولها. هل تعلم أن 95% من طعامنا نحصل عليه من 20 نوعًا فقط من النباتات؟ فالشاي والقهوة التي هي من أحب المشروبات نحصل عليها من النباتات. ونستخدم مواد مستخلصة من النباتات في صنع الدهانات، واللدائنات، والصابون، والزيوت، والمواد اللاصقة، والمطاط الطبيعي، والشمع، والصبغات، والبهارات، والعقاقير، ومعظم المضادات الحيوية. حتى أوراقنا النقدية مصنوعة من النباتات.

جميع الحقوق محفوظة لـ مركز المناهج التعليمية والبحوث التربوية ـ ليبيا

2-1 الكائن الحي

خصائص الحياة

ليس من السهل تعريف مصطلح "الحياة" بدقة، لكن يمكن بالتجربة والمشاهدة تسجيل الأنشطة الخاصة بالكائنات الحية. لاحظ الكائنات الحية من حولك وقارنها بالأشياء غير الحية، وحاول كتابة قائمة بخصائص تشترك فيها الكائنات الحية، ثم قارن قائمتك بالخصائص التالية والتي تتمثل في التغذية، والتنفس، النمو، التكاثر، الإحساس والإخراج، والتي ستتم دراستها لاحقاً.

1 – 3 التصنيف في علم الأحياء

توجد أعداد لا حصر لها من الكائنات الحية على الأرض. ومن المستحيل التعرف عليها جميعًا دون وضعها في مجموعات، وهي العملية التي نطلق عليها التصنيف. ويحاول علماء الأحياء تصنيف الكائنات الحية بطريقة ذات مغزى، كما يبحثون عن أنماط قد تساعدهم على تفسير التنوع الشديد للحياة على الكرة الأرضية وكيفية ارتباط تلك الكائنات الحية ببعضها البعض. وفي عام 1753م اخترع العالم السويدي كارل لينيه (لينيوس) نظامًا للتصنيف يعتمد على أوجه الشبه في الشكل والتركيب، ومازال هذا النظام مفيدًا حتى اليوم.

نظام التصنيف

يجمع التصنيف الاصطناعي الكائنات الحية على أساس الخصائص المفيدة للإنسان مثل: "النباتات التي يمكن أكلها" أو "الحيوانات التي تستطيع الطيران". إلا أنه في علم الأحياء يُستخدم نظام طبيعي في التصنيف يعكس نشأة أو تطور الكائن الحي ويعتبر بمثابة دليلاً مرجعيًّا للتعرف على الكائنات الحية.

تقسم الكائنات الحية إلى عدد قليل من **الممالك** مثل المملكة الحيوانية والمملكة النباتية. وداخل كل مملكة تُصنف الكائنات العضوية إلى عدة **شعب** (المفرد: **شعبة**) أو **أقسام** في حالة النباتات. تتكون كل شعبة من كائنات حية متشابهة، وقد لا تكون أوجه الشبه بادية للعيان من الوهلة الأولى.

وتتكون الشعب من **طوائف**، وتتكون الطوائف من **رتب**، وفي داخل كل رتبة توجد **العائلات**، ويكون التشابه داخل العائلة كما نلاحظ من الاسم متقاربًا إلى حد كبير. وتتكون كل من تلك العائلات من عدد مختلف من **الأجناس** (المفرد **جنس**) وعادة ما يكون في كل جنس عدة **أنواع**.

وعند تدرج مقياس التصنيف إلى أسفل بتلك الطريقة نلاحظ أن أوجه الشبه بين الكائنات الحية تزداد اقترابًا. يسهل على سبيل المثال التمييز بين عائلة وأخرى. يكون من السهل أيضًا الفصل بين الأجناس المختلفة مع أنه قد يصعب الفصل بين الأنواع المختلفة.

جميع الحقوق محفوظة لـ مركز المناهج التعليمية والبحوث التربوية ـ ليبيا

الأفكار الدليلية

ما النوع؟

إن تعريف النوع مسألة غاية في الصعوبة. ويُعتبر النوع الوحدة الأساسية في التعرف. ويمكن للكائنات العضوية داخل الأنواع التكاثر لإنتاج ذرية تنمو وتتنامى وتتكاثر بطريقة طبيعية.

وتنقسم "تحت شعبة" **الفقاريات** إلى خمس طوائف هي بالتحديد **الأسماك** Pisces، **والبرمائيات** Amphibia، **والزواحف** Reptilia، **والطيور** Aves، **والثدييات**

Panthera leo

Panthera tigris

شكل 1 - 1 تصنيف القط المستأنس
طائفة : الثدييات Mammalia
رتبة : آكلة اللحوم Carnivora
فصيلة (عائلة) : السنوريات (القط) Felidae
جنس : القط *Felis*
نوع : مستأنس *domestica*
والآن صنف " القطتين في الصورتين"

ملحوظة

نرى أن التصنيف الطبيعي يكون هرمي الشكل، ويوجد لكل مستوى من مستويات الهرم اسم معين. ويكون الترتيب بدءًا من المجموعة الأكبر كما يلي:

نظام التسمية الثنائية

قد يختلف الاسم الشائع لأي كائن عضوي من مكان إلى آخر في العالم، مما يسبب نوعًا من الالتباس. واستخدم لينيوس اللغة اللاتينية لإطلاق اسمين على كل كائن عضوي. ونسمي ذلك الأسلوب في التسمية **نظام التسمية الثنائية**.

- يشير الاسم الأول إلى الجنس الذي ينتمي إليه الكائن العضوي، ويبدأ دائمًا بحرف كبير.
- والاسم الثاني هو اسم النوع، ويبدأ بحرف صغير.
- أن يكتب الإسم العلمي للجنس والنوع بحروف مائلة أو تحتهاخط

تنتمي على سبيل المثال القطة المنزلية إلى جنس *القط* (*Felis*) والنوع *مستأنس* (*domestica*). ولذلك فإن الاسم العلمي الذي يطلق على القط هو القط المستأنس (*Felis domestica*). ويسمى الكلب كانيس فاميليارس (الكلب الأليف) (*Canis familiaris*).

كيف نصنف الكائنات الحية في الوقت الحاضر؟

يقسم معظم علماء الأحياء الكائنات الحية إلى خمس ممالك :

- **أوليات النواة** – البكتريا.

الطلائعيات وهي عبارة عن مجموعة من كائنات حية وحيدة الخلية وبعض

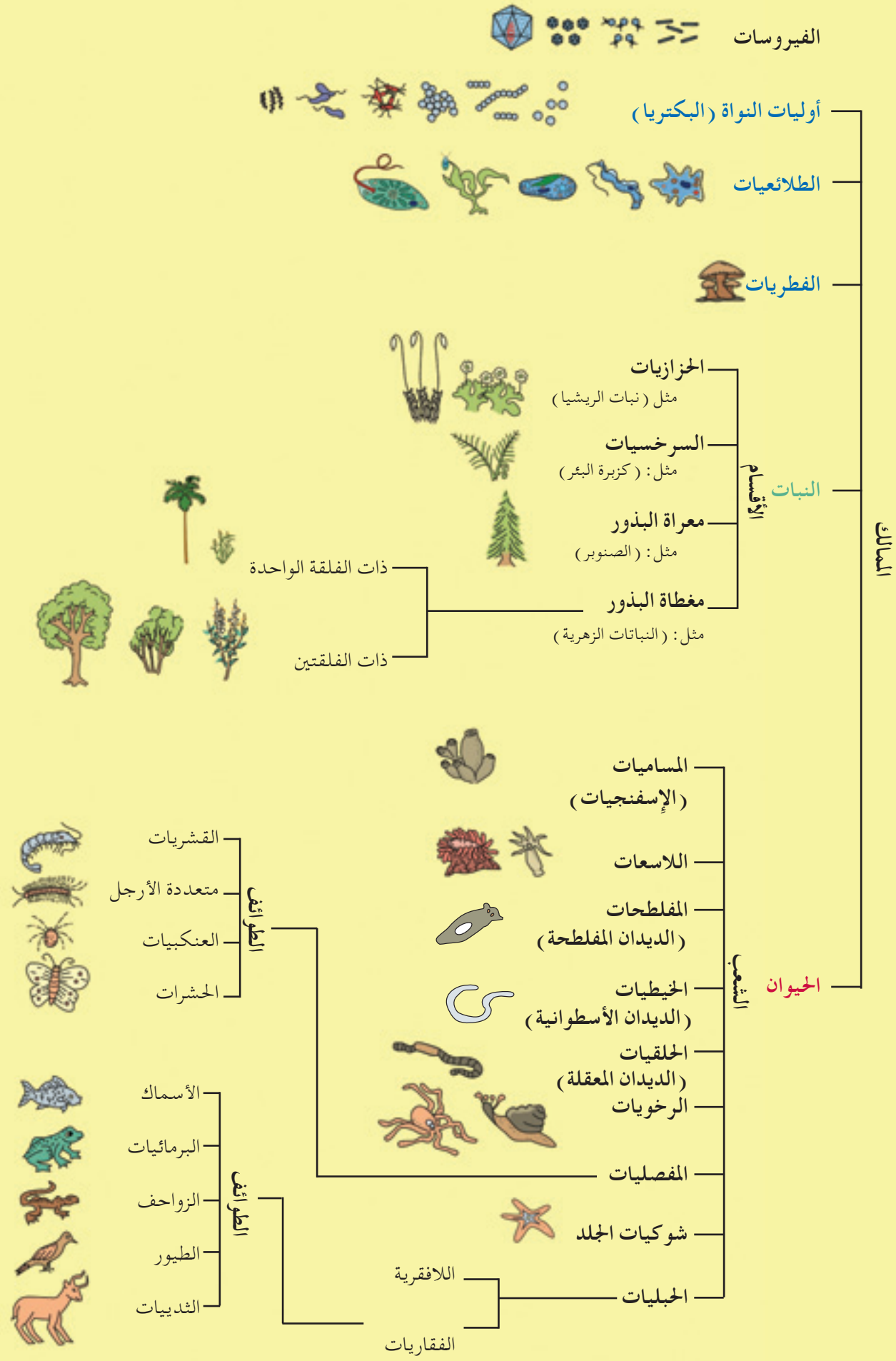
- الكائنات البسيطة متعددة الخلايا مثل الطحالب.
- **الفطريات** – عيش الغراب، والخميرة، والعفن، ...إلخ.
- **النباتات** – النباتات الخضراء.

الحيوانات – مملكة الحيوان التي تضم الإنسان.

وتوجد علاوة على ذلك الفيروسات وهي "أصغر الكائنات العضوية". وتقع على الحد الفاصل بين عالم الكائنات الحية وعالم الأشياء غير الحية.

جميع الحقوق محفوظة لـ مركز المناهج التعليمية والبحوث التربوية ـ ليبيا

شكل 1 – 2 نظرة عامة على المجموعات الرئيسة من الكائنات العضوية.



جميع الحقوق محفوظة لـ مركز المناهج التعليمية والبحوث التربوية ـ ليبيا

مهمة

- تحديد الأفكار
- التحليل
- صياغة الأسئلة

طرح الأسئلة العلمية

يرجع التشويق في علم الأحياء إلى المشاهدات والتجارب التي يجريها علماء الأحياء والتي تساعدنا على معرفة الكثير عن الكائنات الحية. والمهم هو عملية ممارسة علم الأحياء والتي لا تقتصر فقط على مجرد معرفة الحقائق ولكن أيضًا على كيفية توصل علماء الأحياء لها.

وتبدأ الطريقة العلمية بأشياء تألفها بالفعل ألا وهي: **المشاهدة والفضول** (طرح الأسئلة).

ويمكن المشاهدة في أي مكان: في الحديقة، أثناء لعبك، أو حتى أثناء مشاهدتك للتلفاز. وقد تلاحظ على سبيل المثال وأنت تجري أوتلعب لعبة ما أنك تتنفس بسرعة أكبر وأن قلبك يدق بسرعة أكبر، مما يجعلك تطرح على نفسك عددًا من الأسئلة: "إلى أي مدى يدق قلبي بسرعة أكبر؟ كم من الوقت يتطلب حتى يرجع إلى معدله الطبيعي مرة أخرى؟ لماذا أتنفس بسرعة أكبر؟"

يختص علم الأحياء بإيجاد إجابات لتلك النوعية من الأسئلة. ولكي يتوصل علماء الأحياء إلى الإجابات، فإنهم يستخدمون خبراتهم السابقة، وأفكارهم، ومشاهدات إضافية لاقتراح الأسباب أو فرض الفروض التي قد ينتج عنها تنبؤات.

فعلى سبيل المثال "إنني أتنفس بسرعة أكبر حتى يدخل مزيد من الأكسجين إلى داخل جسمي" هو **فرض**". كلما زاد نشاطي الرياضي كلما زادت سرعة تنفسي" هو **تنبؤ** يستند إلى هذا الفرض. ويجرى علماء الأحياء تجاربَ للتحقق من صحة هذا الفرض ومدى دقته. وإذا انطبقت نتائج التجربة على التنبؤات يقبل الفرض. في حين يرفض الفرض في حالة عدم انطباق نتائج التجربة مع التنبؤات.

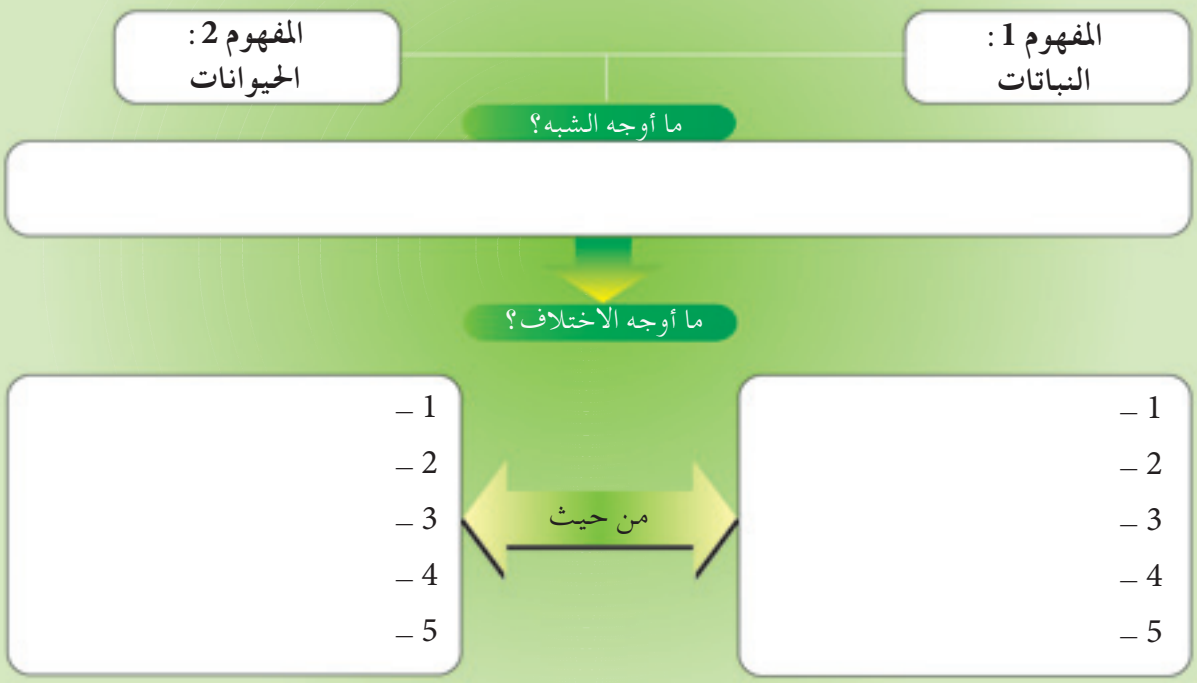
وسيُطلب منك في هذا الكتاب ممارسة علم الأحياء، وليس مجرد معرفة الحقائق. ولكي تبدأ لابد من الاعتياد على طرح الأسئلة العلمية. وإليك فرصتك الأولى.

ارجع إلى قائمة الطرق التي تؤثر بها الكائنات الحية على حياتك، والتي كونتها في بداية هذه الوحدة، ثم اكتب **ثلاثة** أسئلة علمية تود طرحها حول تلك الكائنات الحية. وناقش الأسئلة مع زملائك في الفصل.

جميع الحقوق محفوظة لـ مركز المناهج التعليمية والبحوث التربوية ـ ليبيا

ركن التفكير

مهارة التفكير: مقارنة



جميع الحقوق محفوظة لـ مركز المناهج التعليمية والبحوث التربوية ـ ليبيا

الوحدة 2

الخلايا: وحدات بناء الحياة

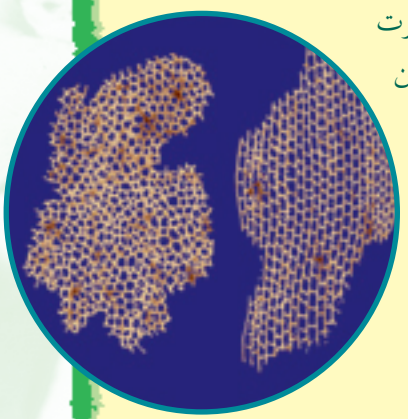
Cells: The Building Blocks of Life

أهداف التعلم

بعد الانتهاء من دراسة هذه الوحدة سوف تكون قادرًا على أن:

- تميز بين المكونات المختلفة للخلايا النباتية والحيوانية التي يمكن رؤيتها تحت المجهر الضوئي.
- تقارن وتضاهي تراكيب الخلايا النباتية والحيوانية.
- تقدر أهمية غشاء سطح الخلية.
- تُوجد العلاقة بين مواءمة تركيب الخلية ووظيفتها.
- تفرق بين المصطلحات: الخلية، والنسيج، والعضو، والجهاز العضوي.

نتكون أنا، وأنت، والغالبية العظمي من الحيوانات، والنباتات من بلايين الخلايا الدقيقة مثلما يشيد المنزل من الطوب. إن أول من استخدم مصطلح "الخلية" هو روبرت هوك عالم النبات البريطاني في عام 1667 بعد فحصه لشرائح دقيقة من الفلين من لحاء شجرة مستخدمًا في ذلك مجهرًا بدائيًا. لقد لاحظ تكون قطعة الفلين من صناديق صغيرة متراصة ومتلاصقة ذات جدران سميكة تبدو وكأنها فارغة. تشبه الصناديق قرص العسل، وأطلق عليها اسم الخلايا. ولكنه أمضى كثيرًا من السنوات في الدراسة والبحث قبل التوصل إلى طبيعة تلك الخلايا. إن ما شاهده هوك هو فقط جدران الخلية غير الحية. أما فكرتنا في الوقت الحاضر عن الخلية فهي مختلفة تمامًا لأننا نستطيع دراسة الخلية الحية بتقنيات أكثر تقدمًا.



خلايا الفلين كما شاهدها هوك

تخيل الخلايا كأنها مصانع كيميائية

قبل دراسة ماهية الخلية ومكوناتها تحتاج إلى معرفة وظيفتها.

ويتطلب منك ذلك إعمال خيالك للتفكير في شيء غاية في الصغر لا يرى إلا من خلال المجهر. *إن القدرة على التخيل أمر ضروري لعالم الأحياء*. ولكي ترى مدى سعة خيالك اقرأ الفقرة التالية ثم أوجز المهمة المذكورة في النهاية.

جميع الحقوق محفوظة لـ مركز المناهج التعليمية والبحوث التربوية ـ ليبيا

الخلايا وحدات بناء الحياة: وهي أبسط الوحدات التي يمكنها أن تعيش بشكل مستقل. وتحدث داخل كل خلية آلاف التفاعلات الكيميائية كل ثانية. تحافظ تلك التفاعلات على استمرارية عمل أجسام الحيوانات والنباتات. تُكوِّن جميع تلك التفاعلات معًا الأيض في الخلية التي ما هي إلا مصنع كيميائي:

- تحضر المواد الخام مثل الجزيئات العضوية ومنها السكر، والأملاح غير العضوية مثل النترات والفوسفات.
- تستخدم هذه المواد الخام في تصنيع جزيئات جديدة منها البروتينات التي تستخدمها الخلية أو ترسلها إلى مكان آخر في الجسم.

يموج المصنع بالنشاط: يعاد تجميع المواد الخام التي يتلقاها في صورة منتجات جديدة ترسل إلى الخارج

تُكوِّن على سبيل المثال الخلايا داخل عظامك مادة خاصة جدًّا يطلق عليها ***هيموجلوبين***، تجعل دمك أحمر. وتُصنِّع تلك الخلايا الهيموجلوبين في النخاع العظمي عن طريق اتحاد الحديد مع جزيء عضوي. وهي مع ذلك لا تستخدم الهيموجلوبين، وإنما تعبئه داخل خلايا أخرى هي خلايا الدم الحمراء، ثم يُحمل الهيموجلوبين إلى جميع أجزاء جسمك في الدورة الدموية. وبالتالي يحمل الهيموجلوبين الأكسجين من رئتيك إلى جميع الخلايا في جسمك.

2 - 1 تركيب وتنظيم الخلية

تركيب الخلية

الخلية وحدة حياة. فهي تتكون من كتلة من مادة حية يطلق عليها **بروتوبلازم** (وهو مصطلح مشتق من الأصل الأغريقي Protos التي تعني الأول، و plasm التي تعني الشكل).

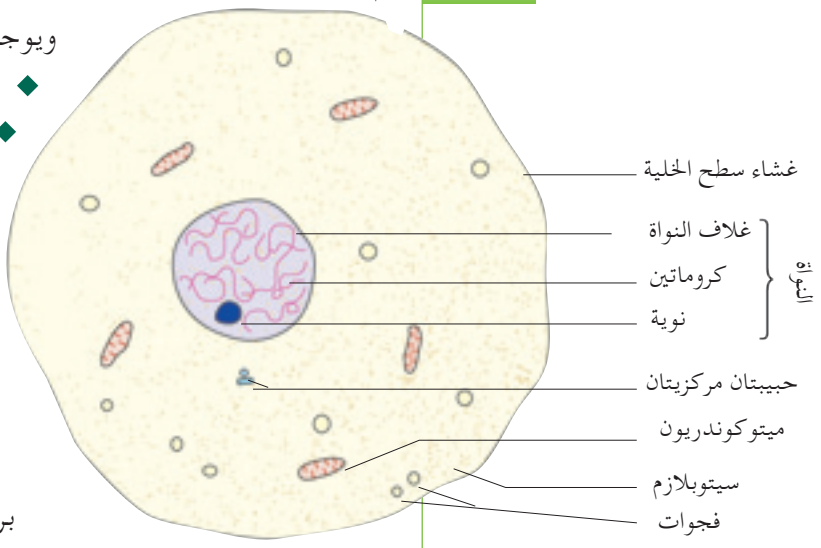
والبروتوبلازم مادة معقدة تشبه الجيلاتين يحدث بداخلها عدد لا نهائي من الأنشطة الكيميائية التي تضمن الحياة للخلية. وهي عبارة عن مخلوط من مركبات كثيرة مرتبة بنظام دقيق. وتصل نسبة الماء في بروتوبلازم الخلية ما بين 70% و90%، ويتكون الباقي من أملاح معدنية، ومركبات عضوية (مركبات الكربون) مثل الكربوهيدرات، والبروتينات، والدهون. وبما أن البروتوبلازم عبارة عن مخلوط فإن تركيبه يختلف من نبات لآخر ومن حيوان لآخر. وبروتوبلازم الخلايا التي تكون جزءًا معينًا من الجسم قد يختلف عن بروتوبلازم الخلايا التي توجد في جزء آخر منه. يختلف على سبيل المثال بروتوبلازم خلايا العضلات عن بروتوبلازم خلايا المخ.

الأفكار الدليلية

البروتوبلازم

هو جوهر الخلية الحي. يشتمل على غشاء سطح الخلية، والنواة، والسيتوبلازم حيث يحدث العديد من التفاعلات الكيميائية الحيوية.

جميع الحقوق محفوظة لـ مركز المناهج التعليمية والبحوث التربوية ـ ليبيا



شكل 2 - 1 رسم تخطيطي لخلية حيوانية

ويوجد البروتوبلازم في صورتين:

- الحالة الهلامية (أو الحالة السائلة).
- الحالة الجيلاتينية (الحالة شبه الصلبة) ويطلق عليها هذا الاسم لأن قوام البروتوبلازم يشبه مادة الجيلاتين. ويعتمد وجود البروتوبلازم في صورته الهلامية أو الجيلاتينية على الوضع الفسيولوجي للخلية. وبالرغم من معرفة العلماء للمركبات المتعددة التي تُكون البروتوبلازم، فلم يتمكن أي منهم من إعداد مخلوط يمكن أن يطلق عليه فعليًّا بروتوبلازم. ويرجع ذلك للقيود التالية:
- أن الطبيعة الدقيقة للبروتوبلازم مازالت غير معروفة. فهي غاية في التعقيد ولم نتمكن حتى الآن من فهم كافة التفاصيل التي تتعلق بنظامها.
- لم نتمكن حتى الآن من استنساخ الشروط البيئية التي يمكن أن تنشأ فيها الحياة. ويتكون بروتوبلازم الخلية من ثلاثة أجزاء: النواة، والسيتوبلازم، وغشاء سطح الخلية (الغشاء البلازمي) (شكل 2–1، و2–2).

النـواة

تتكون النواة من كتلة دائرية صغيرة من البروتوبلازم الأكثر كثافة تسمى **بلازما النواة**، محاطة بغشاء يطلق عليه الغلاف النووي. تكون النواة مطمورة داخل سيتوبلازم الخلية، وتتحكم في الأنشطة الخلوية العادية.

يوجد بداخل النواة ما يلي:

- شبكة من تراكيب على شكل خيوط طويلة تسمى كروماتين. وتحتوي خيوط الكروماتين على المواد الوراثية بمعنى المواد الموروثة عن الوالدين. وتتحكم تلك المواد في أنشطة الخلية. وأثناء انقسام الخلية تتكثف خيوط الكروماتين وتصبح تراكيب ملفوفة الشكل تسمى كروموسومات (صبغيات). وتظهر الكروموسومات بالفحص المجهري كتراكيب سميكة عصوية الشكل.
- تراكيب كروية تسمى نويات. وتلعب كل نوية دورًا في بناء البروتينات.
- **غلاف نووي** يفصل المحتوى النووي عن السيتوبلازم المحيط.

والنواة مسئولة عن تكاثر الخلية. وهي لازمة أيضًا لاستمرار حياة الخلية وإصلاح الأجزاء التالفة. تكون بعض الخلايا من دون نواة ومن أمثلتها خلايا الدم الحمراء عند الثدييات، وتكون حياتها قصيرة ولا تستطيع التكاثر.

السيتوبلازم

يسمى الجزء من البروتوبلازم الذي يحيط بالنواة السيتوبلازم. وعادة ما يُكوِّن الجزء الأكبر من الخلية، وهو المكان الذي تحدث فيه معظم عمليات الحياة. وتكون بعض العضيات المهمة مطمورة داخل السيتوبلازم.

الأفكار الدليلية

الكروماتين والكروموسومات

في الخلية غير المنقسمة يوجد الدنا DNA في النواة على شكل كروماتين. وحينما تنقسم الخلية فإن الدنا DNA الموجود في نواتها يُرى سميكًا وملفوفًا إلى كروموسومات.

ملحوظة

يوضح التحليل الكيميائي أن كل خيط كروماتين يتكون من بروتينات ومركب يسمى الحمض النووي الريبوزي المنقوص الأكسجين DNA. تخزن في الدنا DNA المعلومات الوراثية. ويحتوي الدنا DNA على التعليمات التي تحتاج إليها الخلية لتقوم بجميع التفاعلات الكيميائية التي تحدث داخلها. انتقلت إليك نصف المادة الجينية الدنا DNA داخل خلايا جسمك من والدتك والنصف الآخر من والدك.

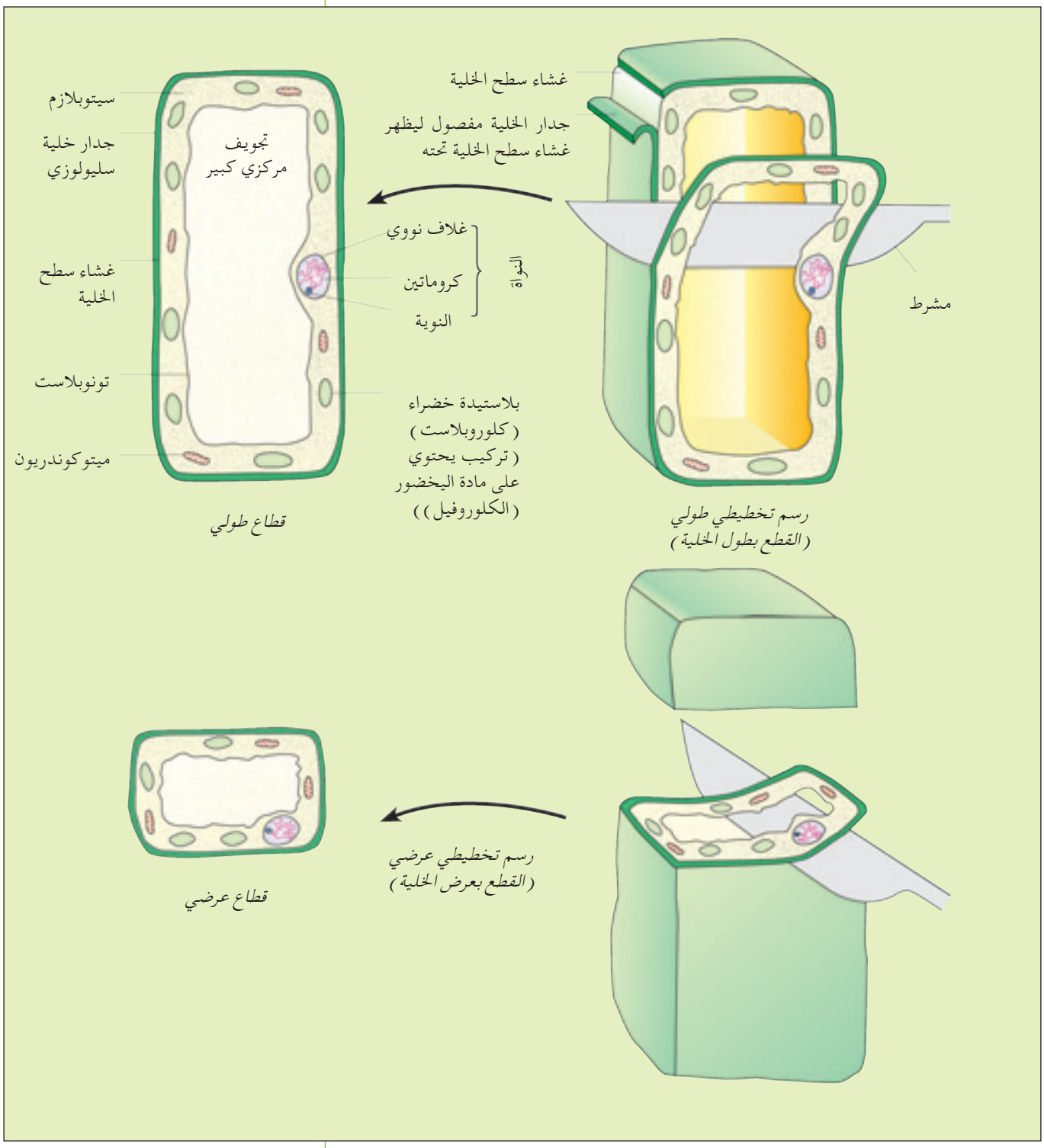
جميع الحقوق محفوظة لـ مركز المناهج التعليمية والبحوث التربوية ـ ليبيا

الأفكار الرئيسية

العُضّي

عبارة عن تركيب محكم التنظيم يوجد داخل الخلية بمعنى تركيب خلوي دقيق له وظائف محددة.

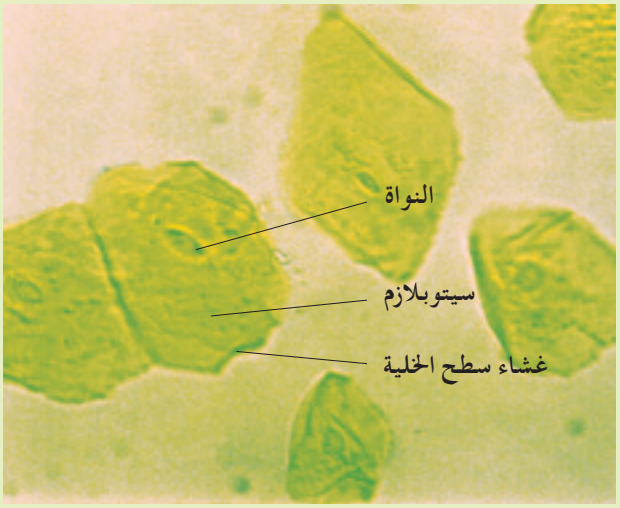
◆ **الميتوكوندريا** عبارة عن عُضيات عصوية أو كروية صغيرة، تعمل على إطلاق الطاقة من المواد الغذائية أثناء التنفس الخلوي. وقد تخزن الطاقة المنطلقة مؤقتًا في جزيئات صغيرة تسمى ATP (**أدينوسين ثلاثي الفوسفات**). وتشبه جزيئات ATP *البطاريات* في الخلية. وتنتقل من جزء إلى جزء آخر في الخلية، وعند الحاجة إليها يمكن تكسيرها لإطلاق طاقة. وتستخدم الخلية تلك الطاقة في القيام بأنشطة حيوية مثل التكاثر والنمو. وقد تحتوي الخلايا النباتية أيضًا على العُضيات المسماة البلاستيدات الخضراء (جبيلات اليخضور) أو **كلوروبلاستيدات**. وهي الأماكن التي تُصنِّع فيها النباتات غذاءها باتحاد ثاني أكسيد الكربون والماء مستخدمة طاقة ضوء الشمس لإنتاج الجلوكوز (سكر أحادي).



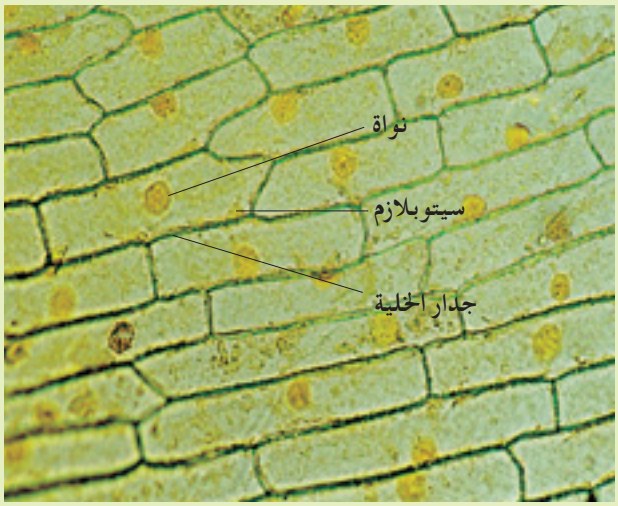
شكل 2-2 تركيب خلية نباتية

جميع الحقوق محفوظة لـ مركز المناهج التعليمية والبحوث التربوية ـ ليبيا

شكل 2 – 3 صور مجهرية للخلايا الحيوانية والنباتية



(أ) خلايا حيوانية – من طلائية بطانة الخد



(ب) خلايا نباتية – من بشرة ورقة البصل.

(بواسطة المجهر الضوئي)

ملحوظة

المجاهر والدراسة المجهرية

لا يمكن رؤية معظم الخلايا بالعين المجردة. إلا أنه يمكن رؤية الخلايا ومكوناتها عن طريق المجاهر الضوئية والإلكترونية.
وتستطيع المجاهر الضوئية تكبير الأجسام حتى 1000 × (ألف مرة) ويمكن للمجهر الإلكتروني تكبير الصور إلى أكثر من 100000 مرة. وتكون صور المجاهر الإلكترونية باللون الأبيض والأسود. ويمكن تلوينها اصطناعيًّا.

- **الفجوات**: الفجوة عبارة عن فراغ ممتلئ بسائل مُحاط بغشاء.
  - قد يكون للخلايا الحيوانية فجوات صغيرة كثيرة ولكنها لا تكون عادة دائمة. وقد تحتوي الفجوات على مواد غذائية وماء.
  - وتحتوي عادة الخلية النباتية على فجوة كبيرة مركزية تحتوي سائلًا يسمى **عصارة الخلية**. وتحتوي عصارة الخلية على مواد مذابة مثل السكريات، والأملاح المعدنية، والأحماض الأمينية. وتكون تلك الفجوة الكبيرة محاطة بغشاء يسمى تونوبلاست.
- **الحبيبات المركزية**: عبارة عن زوج من التراكيب الصغيرة قريبة من النواة تلعب دورًا في انقسام الخلية. ولا توجد في معظم الخلايا النباتية.

غشاء سطح الخلية

يحيط **غشاء سطح الخلية** بالسيتوبلازم من الخارج، ويسمى أيضًا **غشاء البلازما**. وهو غشاء شبه منفذ (الوحدة 3) يتحكم في المواد التي تدخل أو تخرج من الخلية. وقد تحيط أغشية مشابهة أيضًا مساحات أو فجوات كبيرة داخل الخلية.
ويوجد في خلية النبات **جدار الخلية** الذي يحيط بالخلية بالكامل. ويتكون جدار الخلية من السليولوز الذي يحمي الخلية.
(شكل 2–2 و 2–3ب).

خلايا نباتية – من طبقة النسيج الأوسط في ورقة حديثة في نبات الزينيا (صورة ملونة بالمجهر الإلكتروني)

الخلايا النباتية في صورة المجهر الإلكتروني على اليمين مكبرة جدًّا بحيث تظهر تراكيب الخلية بوضوح تام. قارن بين تلك الصورة المجهرية والصور في أعلى الصفحة.

جميع الحقوق محفوظة لـ مركز المناهج التعليمية والبحوث التربوية ـ ليبيا

2 – 2 الخلايا المتخصصة، والأنسجة، والأعضاء، والأجهزة

تعديل تركيب الخلية لأداء وظائف محددة

يتضمن النمو في الكائن العضوي انقسام الخلايا. فالخلايا الناتجة الجديدة قد تتغير وتتنامى إلى أنسجة جديدة. ويطلق على عملية التغيير هذه **التمايز**.

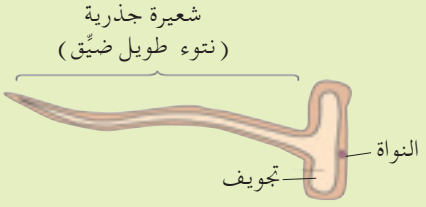
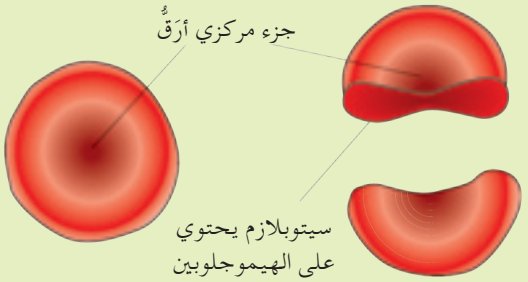
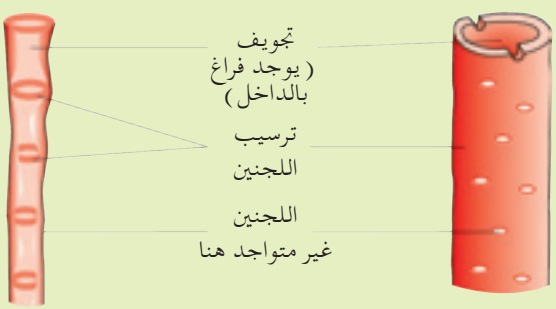
توجد أنواع خلايا مختلفة كثيرة في الكائنات الحية. وتختلف الخلايا من حيث الشكل والحجم وتتكيف لأداء وظائف معينة. يقدم جدول 2–1 بعض النماذج القليلة لخلايا اختيرت لتوضيح العلاقة بين تركيب الخلايا ووظائفها في الكائن الحي.

الأفكار الدليلية

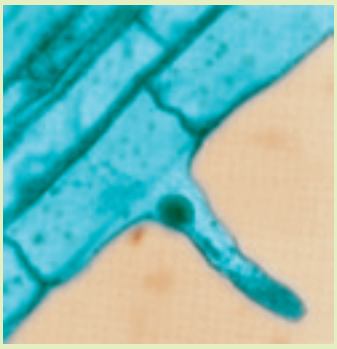
التمايز

هي العملية التي تصبح فيها الخلية متخصصة لأداء وظيفة محددة. تتمايز على سبيل المثال خلايا الإنسان لتكون أنواعًا مختلفة من الخلايا مثل خلايا الكبد، وخلايا العضلات، والخلايا المنوية، والخلايا الطلائية. وتتمايز أيضًا الخلايا النباتية في الجذور والسيقان لتكون أنواعًا مختلفة من الخلايا بما في ذلك خلايا اللحاء وخلايا الخشب.

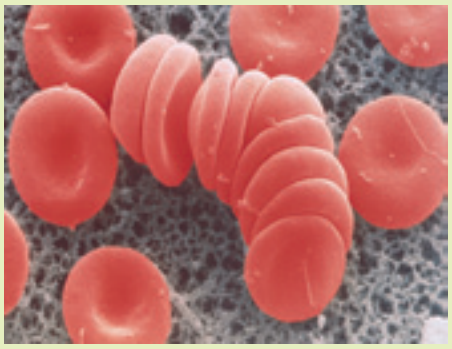
جدول 2 – 1 أمثلة من الخلايا المتخصصة وكيف يتكيف تركيب كل منها لوظائفها المحددة

تركيب الخلية	تكيفها لأداء وظيفتها
خلية شعيرة جذرية  	طول وصغر قطر الشعيرة الجذرية يزيد من نسبة مساحة السطح إلى حجم الخلية (ارجع إلى الوحدة 3) للامتصاص الجيد للماء والأملاح المعدنية من التربة.
كرية دم حمراء  الخلية مقسومة إلى نصفين لتوضح الشكل الثنائي المقعر منظر للسطح الخارجي	تحتوي كرية الدم الحمراء على مادة صبغية حمراء يطلق عليها هيموجلوبين، تسمح للخلية بنقل الأكسجين من الرئة إلى جميع أجزاء الجسم. وتتخذ الشكل الدائري مقعر الوجهين لزيادة نسبة مساحة السطح إلى الحجم بهدف زيادة معدل انتشار الأكسجين من و إلى الخلية بالكامل.
الأوعية الخشبية الأوعية الخشبية: يظهر في الشكل نوعان مختلفان من الأوعية  والوعاء الخشبي عبارة عن أنبوبة أسطوانية ضيقة تحيط بفراغ متصل يسمى تجويفًا (ينتج بسبب غياب الجدر العرضية). يكون الوعاء ميتًا بسبب عدم وجود البروتوبلازم. ويترسب على جدرانه مادة صلبة يطلق عليها اللجنين.	تنقل الأوعية الخشبية الماء والأملاح المعدنية من الجذور إلى الساق والأوراق. ويسمح غياب الجدران العرضية والبروتوبلازم للماء بالمرور بسهولة خلال التجويف الأنبوبي. ويقوي اللجنين الجدران ويمنع انهيار الأوعية. وعندما تتجمع مع بعضها البعض، فإنها (تسمى الخشب أيضًا) توفر دعمًا آليًّا للنبات.

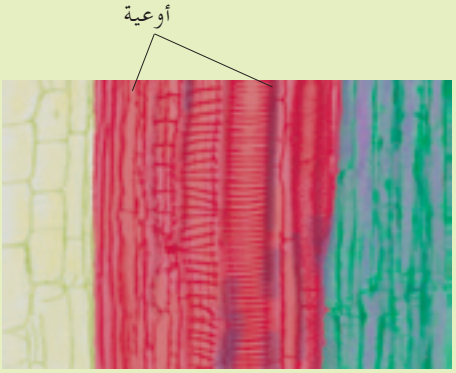
جميع الحقوق محفوظة لـ مركز المناهج التعليمية والبحوث التربوية ـ ليبيا



(أ) خلية شعيرة جذرية



(ب) كريات دم حمراء



(جـ) أوعية الخشب

- ***ما الخصائص المميزة التي تشترك فيها الخلايا في أ ، ب؟***
- ***حدد الخصائص التي توجد في (جـ) و التي تساعد الأوعية على القيام بوظيفتها في نقل الماء؟***

شكل 2–4 صور مجهرية توضح خلايا تكيفت للقيام بوظائف محددة

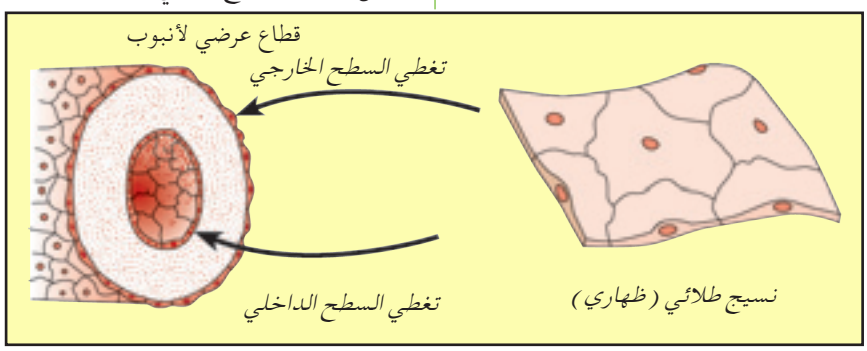
الأنسجة، والأعضاء، والأجهزة

يتكون الكائن الحي متعدد الخلايا من عدد كبير من الخلايا . يتكون جسم الإنسان من نحو 60000 بليون خلية . وتوجد أنواع عديدة من الخلايا، تختلف من حيث الحجم والشكل . ويقوم كل نوع من أنواع تلك الخلايا بوظيفة معينة . قد تتجمع خلايا من نوع واحد لتؤدي وظيفة خاصة، ويطلق على مجموعة الخلايا المتماثلة التي تؤدي وظيفة خاصة **النسيج البسيط** . ومثال تلك الأنسجة البسيطة هو **النسيج الطلائي (الظهاري)** ، وهو عبارة عن طبقة من الخلايا تغطي كلًا من أسطح الجسم الداخلية والخارجية .

وللنباتات أنسجة خارجية مماثلة تسمى **البشرة** . مثال ذلك البشرة الموجودة على الأوراق والسيقان في النبات . ومثال آخر للنسيج البسيط هو النسيج العضلي، وهو عبارة عن مجموعة من الخلايا العضلية تسبب حركة الجسم بانقباضها وانبساطها . وقد تحتوي بعض الأنسجة على أنواع عديدة من الخلايا مثل الأنسجة الضامة بين وداخل الأعضاء . ومع ذلك يكون للنسيج بأكمله وظيفة واحدة هي ربط مختلف أجزاء العضو أو الأعضاء مع بعضها البعض، ويطلق على هذا النسيج – النسيج المركب . والأمثلة الأخرى للأنسجة هي النسيج العصبي، والنسيج الغدي، وأنسجة العظم، . . . إلخ .

النسيج

عبارة عن مجموعة من الخلايا ذات أصل مشترك وتكوين متشابه يمكنها من القيام بوظيفة محددة .



شكل 2 – 5 نسيج طلائي (ظهاري)

جميع الحقوق محفوظة لـ مركز المناهج التعليمية والبحوث التربوية ـ ليبيا

وتوجد أيضًا في النباتات أنواع مختلفة من الأنسجة مثل الخشب، واللحاء، والكمبيوم، والفلين.

وقد ترتبط الأنسجة المختلفة مع بعضها البعض مكونة **عضوًا** مثل المعدة أو الكبد.

والعضو عبارة عن مجموعة من الأنسجة المختلفة تعمل مع بعضها البعض لتمكن العضو من أداء وظائفه المختلفة. تتكون على سبيل المثال المعدة من أنسجة غدية تفرز عصارات هضمية لهضم الطعام، ونسيج عضلي يسبب انقباض المعدة وخلط الطعام جيدًا بالعصارات الهضمية، وأنسجة ضامة تساعد على ربط الأنسجة الأخرى مع بعضها البعض. ويتم التنسيق بين تلك العمليات التي تحدث في المعدة بواسطة نسيج عصبي. من ثم فإن المعدة مكونة من أربعة أنواع مختلفة من الأنسجة. ومن أمثلة أعضاء النبات هناك الأوراق، والجذور، والسيقان، والأزهار.

وتُكوِّن الأعضاء التي تعمل مع بعضها البعض لغرض معين جهازًا عضويًّا مثل الجهاز الهضمي أو الجهاز التنفسي. وتُكوِّن الأجهزة المختلفة التي تعمل معًا الكائن العضوي الكامل.

الأفكار الدليلية

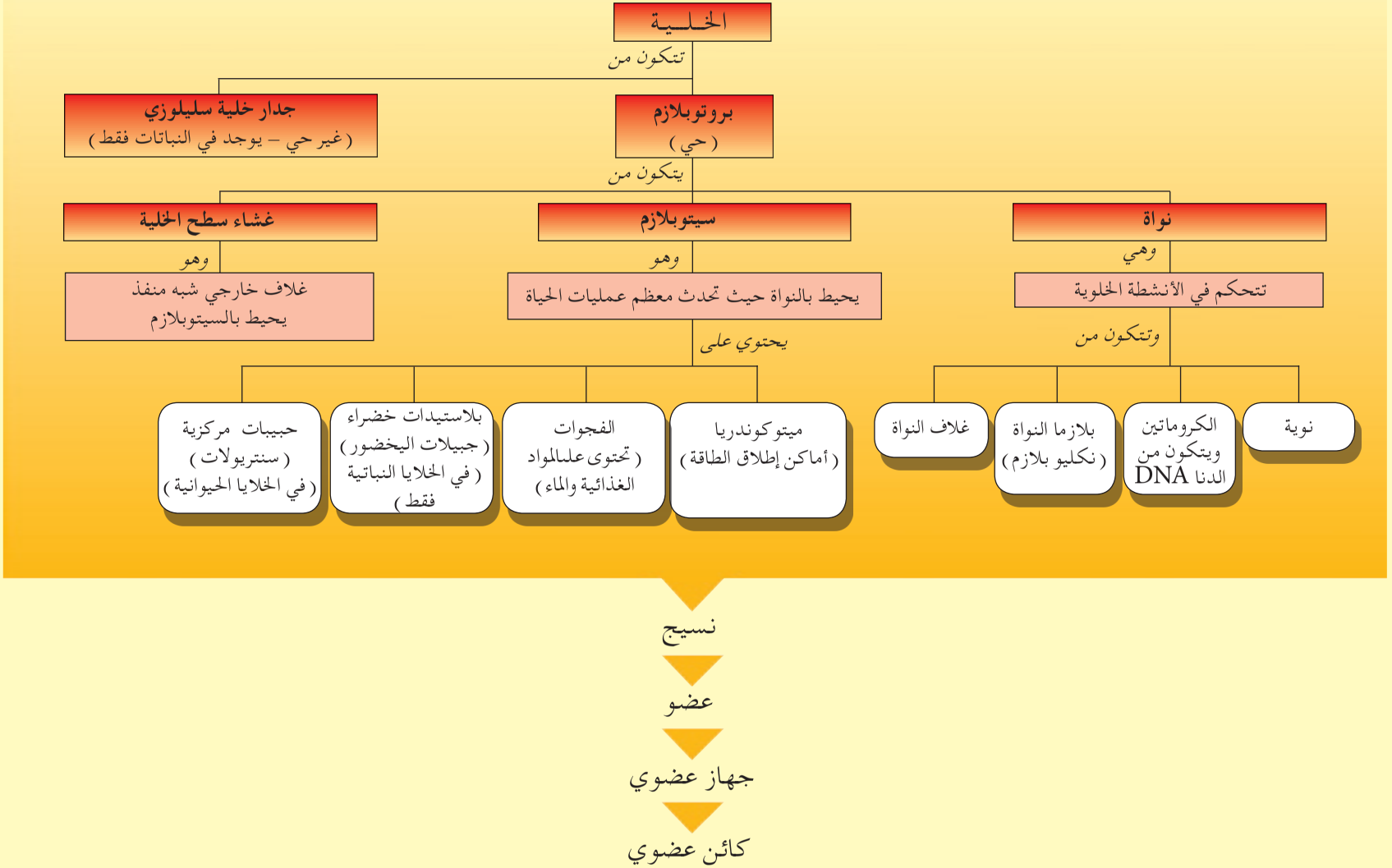
العضو

العضو تركيب يتكون من أنسجة مختلفة تعمل معًا لأداء وظيفة معينة. فالمعدة مثلًا عضو وظيفته تخزين الطعام مؤقتًا وهضمه جزئيًا. والورقة في النبات عضو في عملية البناء الضوئي.

جميع الحقوق محفوظة لـ مركز المناهج التعليمية والبحوث التربوية ـ ليبيا

ملخص

خريطة مفاهيم لتركيب الخلية وطريقة بناء الكائنات العضوية



جميع الحقوق محفوظة لمركز المناهج التعليمية والبحوث التربوية - ليبيا

ركن التفكير

مهارة التفكير: الاستدلال

يُمثل الشكل التالي قطاعًا في خلية.
ادرسه بعناية.

هل هي خلية حيوانية أم خلية نباتية؟

الاستدلال:

لماذا؟

الأسباب:

ما الوظيفة الخاصة التي تؤديها؟

الوظيفة:

لماذا؟

الاستنتاج:

جميع الحقوق محفوظة لـ مركز المناهج التعليمية والبحوث التربوية ـ ليبيا

الوحدة 3

الانتشار، والأسموزية

Diffusiona nd Osmosis

أهداف التعلم

بعد الانتهاء من دراسة هذه الوحدة سوف تكون قادرًا على أن :

- تفرق بين مصطلحي الانتشار والأسموزية .
- تقدر أهمية جهد الماء للنباتات والحيوانات .
- تستنتج ما يحدث للخلايا الحيوانية والنباتية عند وضعها في محاليل ذات جهد مائي مختلف .
- تعرف النقل النشط .
- تربط بين تكيف الحلية ووضائفها

لقد عرفت أثناء دراستك لهذا الكتاب أن :

- جميع الكائنات الحية تتكون من خلية واحدة أو أكثر .
- كل خلية محاطة بغشاء سطح الخلية .
- الخلية تشبه مصنعًا مصغرًا للمواد الكيميائية، تدخل إليه المواد الخام فتتم تفاعلات كيميائية حيوية مختلفة لإنتاج جزيئات جديدة تستخدم عن طريق الخلية، أو ترسل لاستخدامها في مكان آخر في الجسم .

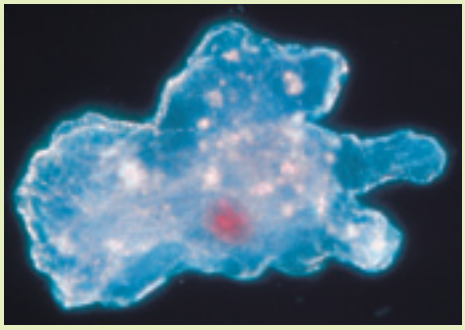
لنمعن التفكير قليلًا في تلك الأفكار .

يمكننا تخيل أجسام النباتات و الحيوانات باعتبارها أجزاء من آلة، تم هندستها لحل المشكلات التي تتعلق بالبقاء على قيد الحياة . وهذه طريقة مفيدة للتفكير في الكائنات العضوية لأنك قد تبدأ في طرح أسئلة محفزة للتفكير مثل كيف صُممت وبني الكائن العضوي لهضم الطعام، والتكاثر، والحركة؟ . . . إلخ .

ويمكن أيضًا طرح نفس تلك الأسئلة عن الأعضاء، والأنسجة، والخلايا : كيف صُممت المعدة لأداء وظيفتها؟ كيف يعمل النسيج العصبي لحمل الرسائل العصبية؟ كيف تتكيف أنواع الخلايا المختلفة مثل كريات الدم الحمراء، والخلايا العصبية، وخلايا اللحاء للقيام بوظائفها؟

جميع الحقوق محفوظة لـ مركز المناهج التعليمية والبحوث التربوية ـ ليبيا

تلك هي أنواع الأسئلة التي سوف نجيب عنها في الفصول التالية، ولكن نحتاج في هذه الوحدة للإجابة عن سؤال جوهري جدًّا. وسوف تعي أهمية هذا السؤال بالنظر إلى الكائن العضوي التالي. يسمى هذا الكائن العضوي *الأميبا* وهو يعيش في الماء. ويجب أن يحصل الأميبا على كل شيء يحتاج إليه للبقاء حيًّا من الماء: الماء نفسه، والأملاح، والأكسجين، والجزيئات العضوية. بالإضافة إلى ذلك، فإن الفضلات التي تنتج عن *الأميبا* مثل ثاني أكسيد الكربون لابد أن تخرج من الخلية وتدخل الماء. ومع ذلك يفصل غشاء سطح الخلية السيتوبلازم داخل الأميبا عن الماء. ولذلك فالسؤال المهم هو:



الأميبا

كيف تعبر المواد التي تحتاج إليها الأميبا خلال غشاء الخلية وكيف تخرج الفضلات خلاله؟

يكون غشاء الأميبا رقيقًا للغاية، ومع ذلك يجب أن تتمكن المواد من التحرك عبره إذا ما كان للأميبا أن تعيش. الآن، فكر في بلايين الخلايا التي يحتويها جسمك. إن لكل خلية من تلك الخلايا نفس مشكلة الأميبا: كيفية إدخال المواد إلى الخلايا، وكيفية إخراجها منها. ولفهم كيفية تحرك المواد إلى داخل وخارج الخلايا، يجب أولًا معرفة كيفية تحرك المواد في الأجهزة غير الحية.

3 – 1 الانتشار

تخيل أنك جالس في غرفتك تطالع كتابًا أو تؤدي واجباتك المنزلية. يُطهي أثناء ذلك الطعام في المطبخ. تبدأ تدريجيًّا في إدراك أن هناك طعامًا يطهي: تشمه. كيف حدث ذلك؟ أنت في غرفة النوم، والطعام يطهي في المطبخ. انتشرت بطريقة ما رائحة طهي الطعام من المطبخ إلى غرفتك ومنها إلى أنفك. تتبخر الذرات الأحادية للطعام أثناء طهيه من سطحه، أي تتحول إلى غاز. ما حدث هو انتشار هذا الغاز والرائحة المرتبطة به في أرجاء المنزل. وحدث هذا "الانتشار" للغاز خلال عملية نطلق عليها **الانتشار**.

تعريف

الانتشار هو صافي حركة الأيونات أوالجزيئات من منطقة ذات تركيز مرتفع إلى منطقة ذات تركيز منخفض بمعنى إلى أسفل تدرج التركيز.

أفضل طريقة لفهم الانتشار هي تصوُّره كحركة عشوائية للجزيئات إلى أسفل **تدرج التركيز**. انظر إلى شكل 3 – 1. يبين الرسم البياني تدرج التركيز. إن المادة موضع الاهتمام أكثر تركيزًا عند النقطة (أ) (انظر إلى المحور س) من عند النقطة (ب) – يوجد اختلاف في التركيز بين هاتين النقطتين.

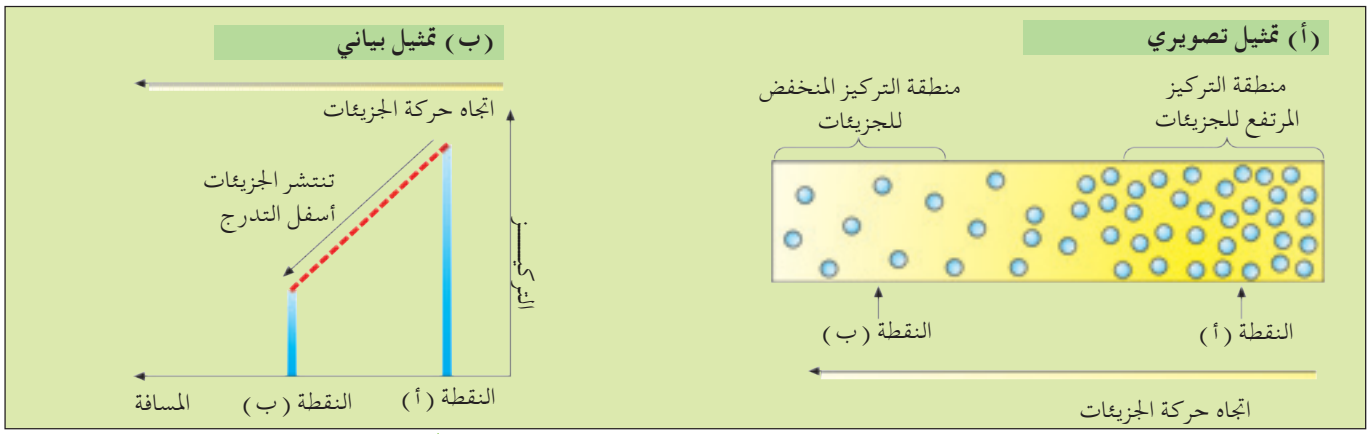
الأفكار الدليلية

الانتشار

هو صافي حركة الجزيئات أو الأيونات من حيث توجد بتركيز أعلى إلى حيث توجد بتركيز أقل.

وتمتلك جزيئات السوائل والغازات طاقة حركية وتكون في حالة حركة دائمة حول نفسها. وبما أن تلك الحركة تكون عشوائية فإنها تصل إلى التوازن عندما تتوزع تلك الجزيئات بالتساوي. ولا يعني ذلك أن حركة الجزيئات قد توقفت، فهي في الواقع دائمة الحركة ويوجد نفس العدد من تلك الجزيئات في كل مكان في المنظومة، ولذلك لا يوجد تغير صافي بعد الآن (يطلق على ذلك **التوازن الديناميكي**).

جميع الحقوق محفوظة لـ مركز المناهج التعليمية والبحوث التربوية ـ ليبيا



شكل 3-1 تمثيل الانتشار

إذا ربطنا نقطتي التركيز معًا برسم خط يصل بين الخط الأزرق عند كل نقطة، نحصل على خط مستقيم منحدر له درجة ميل. هذا الخط الأحمر هو تدرج التركيز بين النقطتين. ولذلك يُعرف الفرق في التركيز بين منطقتين بتدرج الانتشار (التركيز). وتتحرك الجزيئات أو الأيونات أي تنتشر إلى أسفل ذلك التدرج. ولذلك، كلما ازداد انحدار التدرج كلما كانت حركة الجزيئات أسرع. وهذه قاعدة مهمة: **كلما ازداد انحدار تدرج انتشار المادة، كلما كان معدل انتشار تلك المادة أسرع.**

انتشار المواد المذابة

يتكون المحلول من جزأين: المادة المذابة، والمادة المذيبة. أعددت على سبيل المثال محلول كبريتات النحاس في مخبار في استقصاء 3-1.

كان الماء هو المذيب وكبريتات النحاس هي المادة المذابة. وكما شاهدت فإن الجسيمات الصلبة المذابة (المواد المذابة) تنتشر أيضًا بالتساوي في المحلول (المُذيب). إذا وجد أكثر من مادة مذابة في نفس السائل، فإن الجسيمات الذائبة لكل من تلك المواد تنتشر مستقلة عن جسيمات المواد الأخرى.

الانتشار والخلايا

يحتوي الكأس في شكل 3 – 2 على محلولين مختلفين يفصلهما غشاء منفذ، بمعنى غشاء يكون منفذًا لكل من المذيب (الماء) والمذاب (المواد المذابة). ويحتوي الجانب الأيسر من الكأس على محلول كبريتات النحاس، بينما يحتوي الجانب الأيمن من الكأس على محلول يوديد البوتاسيوم. سوف تنتشر الأيونات المذابة من جسيمات كبريتات النحاس عبر الغشاء إلى الجانب الأيمن للكأس، بينما تنتشر أيونات يوديد البوتاسيوم من الجانب الأيمن إلى الجانب الأيسر عبر الغشاء المنفذ. وفي النهاية ستوجد تركيزات متساوية من أيونات النحاس على جانبي الغشاء ولذلك سيكون للمحلولين نفس درجة اللون الأزرق. يحدث نفس الشيء مع باقي الأيونات.

الأيونات

الأملاح مثل كبريتات النحاس و يوديد البوتاسيوم تتكسر لتكوين أيونات عند ذوبانها في الماء. والأيون هو جسيم مشحون ولذلك تذوب كبريتات النحاس لتنتج أيون النحاس الذي له شحنة موجبة وأيون الكبريتات الذي له شحنة سالبة. ولكن مواد مثل السكر لا تكون أيونات عند ذوبانها في السائل (المذيب).

جميع الحقوق محفوظة لـ مركز المناهج التعليمية والبحوث التربوية ـ ليبيا

تخيل الآن أن الغشاء المنفذ في الكأس هو غشاء سطح الخلية. وغشاء سطح الخلية شبه منفذ حيث يسمح بنفاذ بعض المواد، ولا يسمح بنفاذ مواد أخرى. وتنتشر المادة إلى داخل أو خارج الخلية إذا كانت من المواد التي يسمح غشاء الخلية بنفاذها مثل الأكسجين وثاني أكسيد الكربون. ولذلك يعتبر الانتشار وسيلة مهمة لتحرك المواد إلى داخل وخارج الخلية. تحصل على سبيل المثال *الأميبا* على الأكسجين الذي تحتاج إليه من الماء الذي تعيش فيه عن طريق الانتشار، كما أنها تتخلص من ثاني أكسيد الكربون الذي تنتجه عن طريق الانتشار.

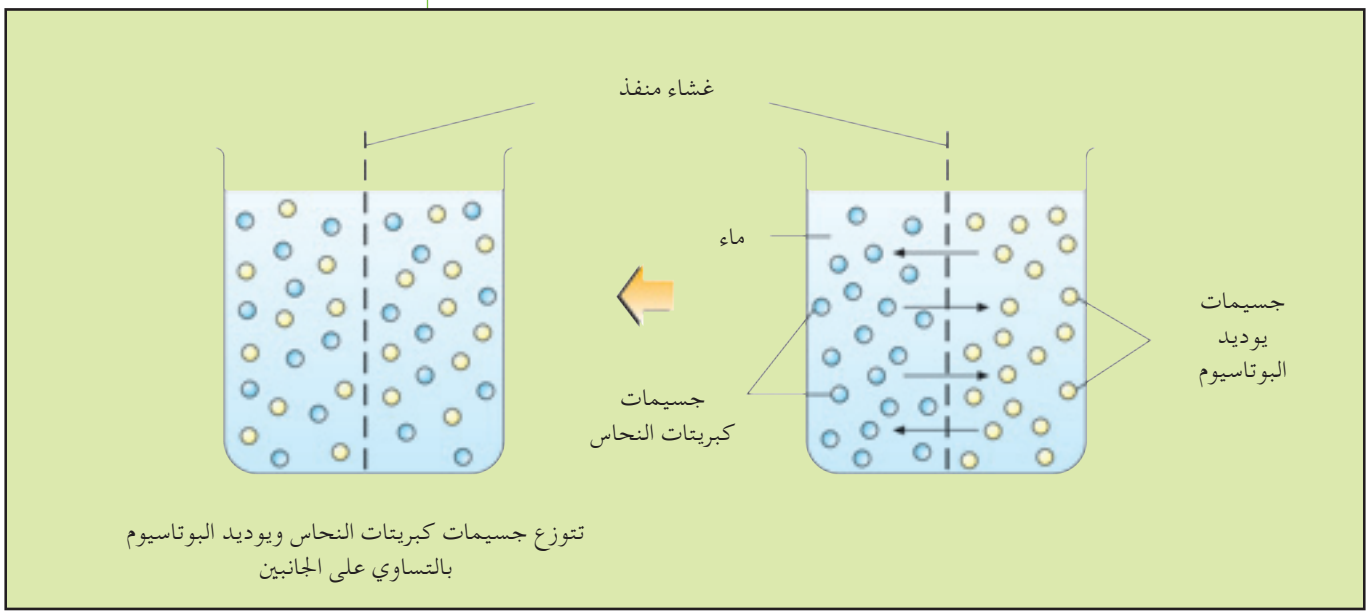
الأفكار الرئيسية

الأسموزية

هي حالة خاصة من حالات الانتشار التي تتضمن حركة جزيئات الماء من المحلول الأكثر تركيزًا إلى المحلول الأقل تركيزًا خلال غشاء شبه منفذ.

3 – 2 الأسموزية

أنت تعلم أن غشاء سطح الخلية غشاء من نوع خاص يسمح بمرور بعض المواد ولا يسمح بمرور مواد أخرى. يعتبر مثل هذا الغشاء **غشاءً شبه منفذ.**

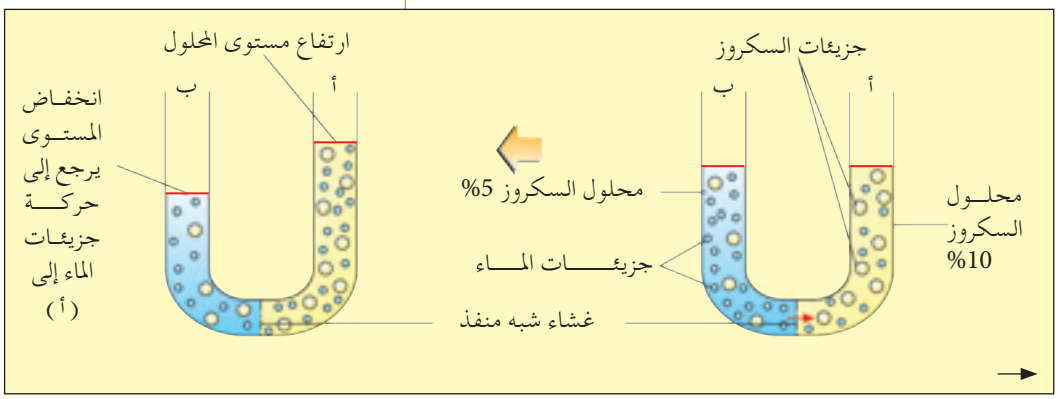


شكل 3 – 2 انتشار جسيمات يوديد البوتاسيوم وكبريتات النحاس خلال غشاء منفذ.

إذا كان لدينا غشاء شبه منفذ يفصل ذراعي أنبوب على شكل حرف U (شكل 3–3)، ويحتوي الذراع (أ) على محلول السكروز بتركيز 10%، ويحتوي الذراع (ب) على نفس الحجم من محلول السكروز بتركيز 5%، ماذا سيحدث؟ بما أن الغشاء شبه منفذ، فسوف يسمح بمرور جزيئات الماء الصغيرة بسهولة، بينما لن يسمح بمرور جزئيات السكروز كبيرة الحجم. وبما أن محلول السكروز 5% أقل تركيزًا من محلول السكروز 10% فإن ذلك يعني أن محلول السكروز 5% يحتوي على جزيئات ماء أكثر لحجم معلوم من محلول السكروز 10%، بمعنى أن جزيئات الماء تكون أكثر تركيزًا في محلول 5% منها في محلول 10%. ولذلك تتحرك جزيئات ماء من المحلول 5% الأقل تركيزًا عبر غشاء شبه منفذ إلى المحلول 10% الأكثر تركيزًا.

جميع الحقوق محفوظة لـ مركز المناهج التعليمية والبحوث التربوية ـ ليبيا

تخفف حركة الماء في الذراع (أ) المحلول في (أ) .ويستمرمستوى المحلولين في الذراعين (أ) و (ب) في التغير حيث توجد صافي حركة لجزيئات الماء إلى داخل الذراع (أ) . وسوف تثبت المستويات في الذراعين



شكل 3-3 الأسموزية

(أ) و (ب) فقط عندما يتساوى تركيز جزيئات الماء في الذراعين. تسمى حركة الماء (المذيب) من المحلول المخفف إلى المحلول الأكثر تركيزًا عبر الغشاء الشبه منفذ

أسموزية أو **تناضح** .

جهد الماء

تحتاج الآن إلى التفكير في الأسموزية بطريقة مختلفة قليلًا ولكن أكثر إفادة . يستخدم مصطلح **جهد الماء** في وصف حركة جزيئات الماء، وهو قياس لقابلية الماء للانتقال من مكان إلى آخر . يحتوي المحلول المخفف على عدد أكبر من جزيئات الماء في كل وحدة حجم مقارنة بالمحلول المركز، ولذلك يكون جهد الماء أعلى في المحلول المخفف عنه في المحلول المركز . وعند فصل محلولين من الماء مختلفي الجهد بغشاء شبه منفذ يتكون تدرج لجهد الماء . يتحرك الماء دائمًا من الجهد المائي الأعلى إلى الجهد المائي الأدنى، بمعنى إلى أسفل تدرج جهد الماء .

تعريف

الأسموزية حركة جزيئات الماء من محلول ذي جهد مائي أعلى إلى آخر ذي جهد مائي أدنى خلال غشاء شبه منفذ .

جميع الحقوق محفوظة لـ مركز المناهج التعليمية والبحوث التربوية ـ ليبيا

الخاصية الأسموزية في الكائنات الحية

تشبه الأجهزة الأسموزية في الخلايا الحية الجهاز المبين في استقصاء 3 – 2. فيوجد سيتوبلازم خلية حيوانية داخل غشاء حي ألا وهو غشاء سطح الخلية. يكون ذلك الغشاء مُنفِذًا جزئيًا، ويسمح بمرور الماء والكثير من المواد المذابة مثل الأكسجين وثاني أكسيد الكربون بسهولة، ولكنه غير منفذ للجزيئات الكبيرة مثل البروتينات. ويعتبر البروتوبلازم المحصور مخلوطًا معقدًا من المواد المختلفة والتي تؤلف مجتمعة التركيز الأسموزي للخلية. وإذا وضعت تلك الخلية في محلول مخفف، فإننا نحصل على جهاز يتكون من محلولين لهما تركيزين مختلفين يفصلهما غشاء سطح الخلية شبه المنفذ. والمحلول داخل الخلية له جهد مائي أدنى من المحلول المخفف خارج الخلية، ولذلك يدخل الماء إلى الخلية بواسطة الأسموزية.

وسوف نتناول أهمية الانتشار والأسموزية في النباتات والحيوانات في فصول تالية.

المحاليل منخفضة الأسموزية، ومتساوية الأسموزية، ومرتفعة الأسموزية

(تنطبق هذه المصطلحات على الأجهزة الحيوانية فقط، ولا تنطبق على الأجهزة النباتية)

تأمل المحلولين (أ) و (ب). جهد المحلول (أ) أعلى من جهد المحلول (ب)، ولذلك يقال إن المحلول (أ) ذو أسموزية منخفضة بالنسبة للمحلول (ب). وإذا كان المحلولان متساويين في التركيز، فيقال إنهما متساويا الأسموزية. والخلايا التي تُغمر في محلول متساوي الانتشار بالنسبة إلى السيتوبلازم الخاص بها لن يتغير حجمها أو شكلها. ويعرف المحلول ذو الجهد المائي الأدنى بالمحلول مرتفع الأسموزية. لاحظ استخدام تلك التعبيرات دائمًا في وجود محلولين. فمثلًا عند القول بإن محلولًا ما مرتفع الأسموزية، لايكون لذلك معنى إلا إذا حددت مسبقًا أنه مرتفع بالنسبة لمحلول آخر. ولذلك يعتبر سيتوبلازم *الأميبا* محلولًا ذا أسموزية مرتفعة بالنسبة للماء الذي تعيش فيه، بينما يكون الماء ذا أسموزية منخفضة بالنسبة لسيتوبلازم *الأميبا*.

جميع الحقوق محفوظة لـ مركز المناهج التعليمية والبحوث التربوية ـ ليبيا

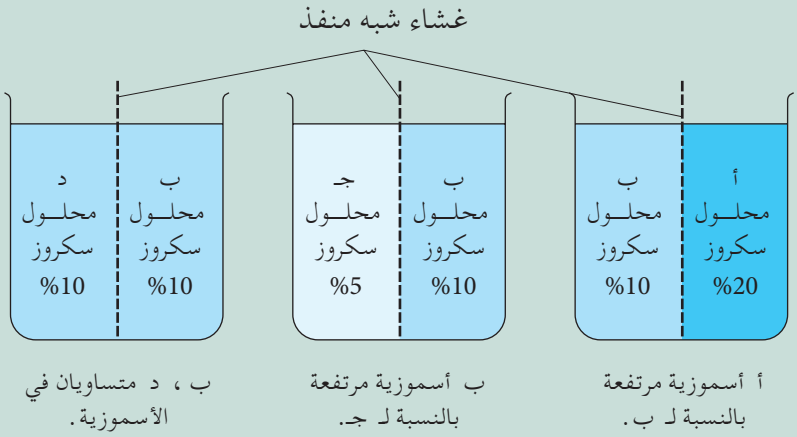
اختبر نفسك

1-3

انظر مرة أخرى إلى المحلولين في شكل 3-3.

1 أي محلول له جهد مائي أعلى عند بداية التجربة؟
2 أي المحلولين يعتبر ذا أسموزية منخفضة وأيهما ذا أسموزية مرتفعة؟
3 متى يصبح المحلولان ذوا أسموزية متساوية؟ هل يختلف جهد الماء عندما يصبحا متساويان في الأسموزية؟ لماذا؟
4 ادرس الشكل التالي ثم رتب المحاليل أ، ب، جـ، د ترتيبًا تنازليًّا تبعًا لتدرج جهد الماء لكل منها.

مقارنة محاليل ذات تركيزات مختلفة



أ أسموزية مرتفعة بالنسبة لـ ب.

ب أسموزية مرتفعة بالنسبة لـ جـ.

ب ، د متساويان في الأسموزية.

ماذا يحدث للخلية في محلول ذي جهد مائي مرتفع؟

تتصرف الخلية النباتية بشكل مختلف عن الخلية الحيوانية عند وضعها في محلول ذي جهد مائي مرتفع. بما أن عصارة الخلية تكون ذات جهد مائي منخفض عن المحلول خارج الخلية الحية، فإن الماء يدخل إلى الخلية بالأسموزية.

عند دخول الماء إلى الخلية يزداد حجم الفجوة فتدفع محتويات الخلية إلى جدار الخلية السليلوزي. ويعمل هذا الجدار على منع التمدد الزائد للخلية بممارسة ضغط معاكس لمنع دخول مياه أكثر. وعندما تصبح الخلية على هذا النحو فإنها تنتفخ، مما يسمى **الاكتناز** (الامتلاء). والضغط الذي يبذله الماء على جدار الخلية هو **الضغط الاكتنازي**. ولا يترتب على ذلك انفجار خلية النبات لأن جدار الخلية متين وغير مرن نسبيًّا.

ومن الناحية الأخرى تنتفخ الخلية الحيوانية، ويمكن أن تنفجر في المحلول ذي الأسموزية المنخفضة (شكل 3-4) لأن الخلية ليس لها جدار.

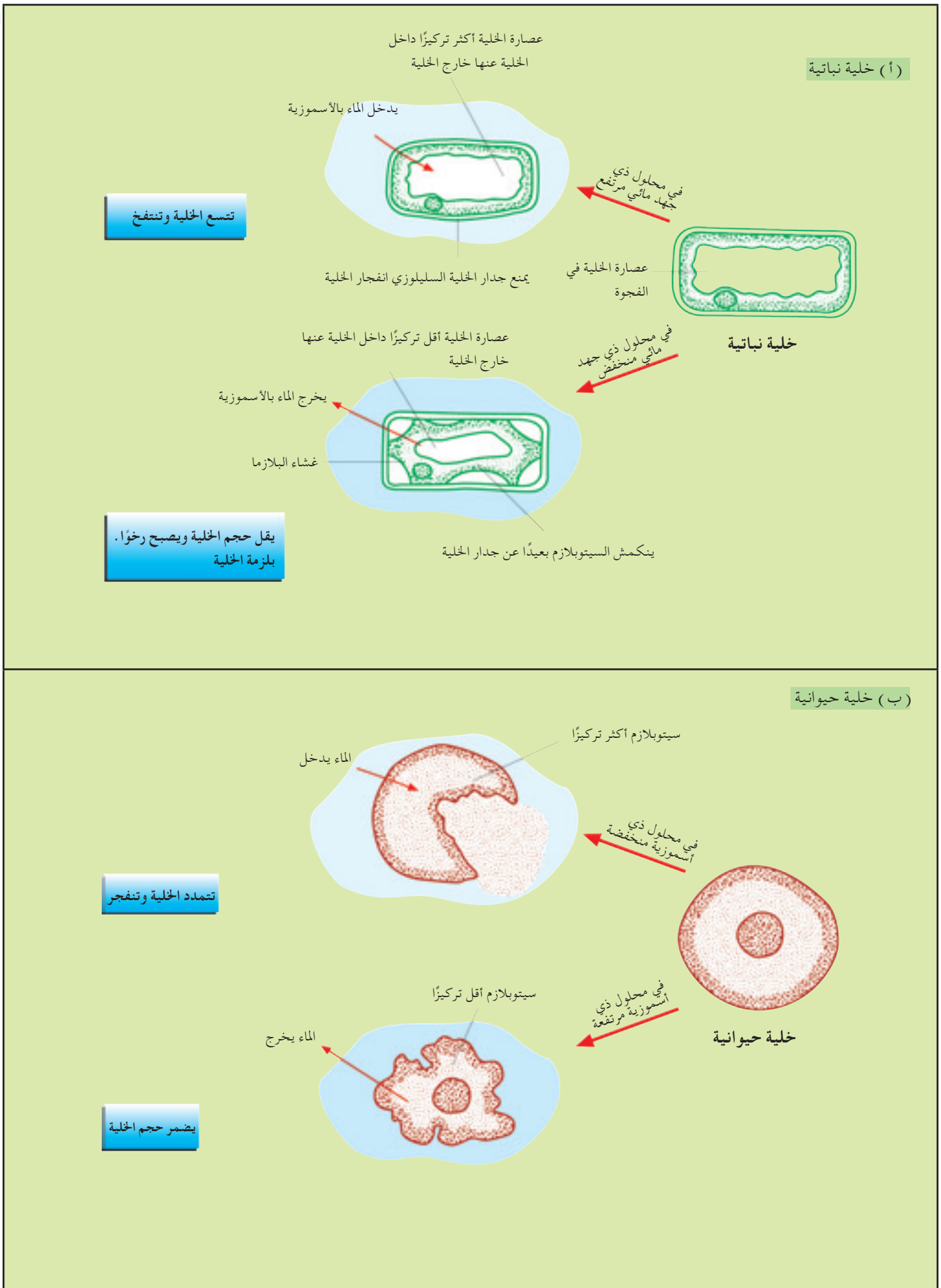
ملحوظة

الغشاء شبه المنفذ هنا غشاء سطح الخلية وليس جدار الخلية السليلوزي. ويكون جدار الخلية السليلوزي منفذًا ويسمح بمرور معظم المواد المذابة.

ماذا يحدث للخلية في محلول ذي جهد مائي منخفض؟

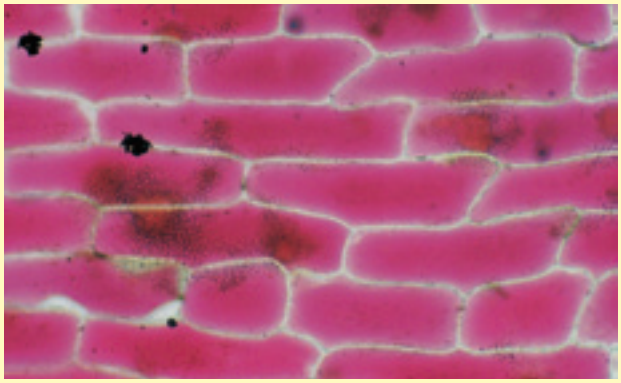
لقد شاهدنا سلوك الخلايا النباتية عند وضعها في محلول ذي جهد مائي مرتفع. ويبين أيضًا شكل 3 – 4 ما يحدث للخلايا النباتية عند وضعها في محلول ذي جهد مائي منخفض.

جميع الحقوق محفوظة لـ مركز المناهج التعليمية والبحوث التربوية ـ ليبيا

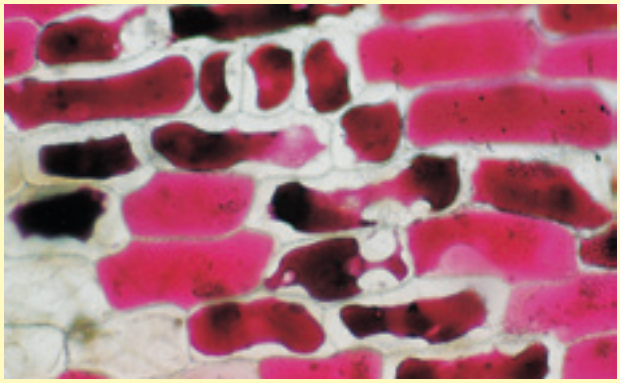


شكل 3-4 سلوك الخلايا عند وضعها في محاليل ذات تركيزات مختلفة

جميع الحقوق محفوظة لـ مركز المناهج التعليمية والبحوث التربوية ـ ليبيا



(أ) خلايا عادية



(ب) خلايا مُبلزمة (منكمشة)

شكل 3-5 خلايا بشرة ورقة البصل

ويصبح جهد ماء عصارة الخلية في تلك الحالة أعلى من جهد ماء المحلول خارج الخلية. وتحدث مع ذلك الأسموزية، ولكن يتحرك الماء في هذه المرة إلى خارج الخلية. وبينما يُفقد الماء من الخلية يصغر حجم الفجوة وينكمش السيتوبلازم مبتعدًا عن جدار الخلية. ويعرف تقلص السيتوبلازم مبتعدًا عن جدار الخلية عند غمر خلايا النبات في محلول ذي جهد مائي منخفض **بالبلزمة** (انكماش الخلية). ويمكن إعادة الخلايا المنكمشة (المتبلزمة) إلى حالتها الطبيعية بوضعها في ماء أو في محلول ذي جهد مائي مرتفع.

يتسبب وضع الخلية الحيوانية في محلول ذي أسموزية مرتفعة في فقدانها الماء. ويُكوِّن غشاء الخلية نتوءات صغيرة عند فقد الماء وانكماش الخلية، وتسمى تلك العملية **بالتحزيز**. وتصبح الخلية الحيوانية منزوعة الماء عند وضعها في محلول ذي أسموزية مرتفعة وتموت في نهاية الأمر.

أهمية الاكتناز (الامتلاء) في النباتات

يلعب الاكتناز دورًا مهمًّا في الحفاظ على شكل الأغشية اللينة في النباتات. تستطيع السيقان الصغيرة ومعظم الأوراق و بخاصة في النباتات ذات السيقان غير الخشبية أن تظل صلبة ومنتصبة بسبب الضغط الاكتنازي داخل خلاياها، وعند ارتفاع معدل بخر الماء من الخلايا تفقد اكتنازها، ويذبل النبات.

ترجع حركة بعض أجزاء النبات إلى تغيرات في الاكتناز. تتسبب على سبيل المثال التغيرات التي تحدث للاكتناز في الخلايا الحارسة في فتح وغلق الثغور (الوحدة 7). ويرجع تكوُّر وانثناء الوريقات في نبات *الميموزا* (المستحية) عند لمسها إلى تغيرات في اكتناز الانتفاخات الصغيرة عند قاعدة الوريقات. تتفتح بعض الأزهار نهارًا وتغلق ليلًا بينما يغلق البعض الآخر أثناء النهار ويتفتح ليلًا. وترجع حركات الانثناء في البتلات إلى تغيرات في اكتناز الخلايا على الأسطح المقابلة للبتلات.

وتكون الأنسجة المنكمشة المُبلزمة ذابلة أو رخوة، وتموت الخلايا إذا بقيت منكمشة (مُبلزمة) لمدة طويلة. ولذلك لا ينصح بإضافة كميات كبيرة من الأسمدة حول جذور النبات لأن محلول التربة يصبح حينئذ عالي التركيز، ويخرج الماء من الشعيرات الجذرية.

حفظ الطعام بواسطة الأسموزية (التناضح)

يحتاج الإنسان دائمًا إلى تخزين الطعام للبقاء عند وجود نقص في التموين. ولسوء الحظ تهاجم البكتريا والفطريات الطعام المخزن وتفسده. وإحدى طرق تجنب ذلك تكون بحفظ الطعام في محاليل ملحية شديدة الملوحة (ماء الملح)، أو محاليل سكرية . وتعتبر تلك المحاليل على درجة عالية من التركيز بحيث تصبح عالية الأسموزية بالنسبة لسيتوبلازم أي كائن مجهري يدخل إلى الطعام. وتفقد البكتريا الماء بسرعة عن طريق الأسموزية وبالتالي تموت. ومن أمثلة الأطعمة التي تحفظ في (ماء الملح) اللحوم والسمك، بينما تحفظ الفاكهة في محاليل سكرية.

جميع الحقوق محفوظة لـ مركز المناهج التعليمية والبحوث التربوية ـ ليبيا

وإذا لـم يضـف مـاء كافٍ لتخفيـف تركيـز محلـول التربـة، فسـوف يمـوت النبـات في نهاية الأمر.

اشرح حالة النبات (أسفل)، واستعادة حيويته (إلى اليسار).

تحليل

التفكير مليًّا في الأسموزية و الانتشار

يعتبر كل من موضوعي الأسموزية والانتشار من الأهمية بحيث يستحق بذل مزيد من الوقت للتأكد من استيعابك للأفكار. تذكر أنه يمكنك رسم صور لمساعدتك في حل المسائل الآتية:

1 عندما توضع خلية بكتيرية في محلول سكري ذي أسموزية مرتفعة، أي المواد سوف تغادر الخلية وأيها سوف يتحرك داخلها؟
وما العمليات المتضمنة؟

2 وُضع كأس به ماء مقطر على منضدة ووُضعت نقطة من كريات الدم الحمراء بواسطة ماصة في أسفل الكأس. لماذا يتحول لون الماء بشكل متسق إلى الأحمر بعد ساعتين؟

3 تحتوي *الأميبا* التي تعيش في المياه العذبة على تركيب معين يسمى الفجوة الانقباضية يستخدم في ضخ الماء إلى خارج الخلية. لا تحتوي *الأميبا* التي تعيش في المياه المالحة على فجوات انقباضية.
اشرح هاتين الملحوظتين.

3-3 النقل النشط

تكون الخلايا الحية في بعض الأحيان قادرة على امتصاص مواد معينة على الرغم من التركيز الأعلى لتلك المواد داخل الخلية بالنسبة لتركيزها في البيئة الخارجية، مما يعني أن الخلايا تمتص موادَّ في عكس اتجاه تدرج التركيز.

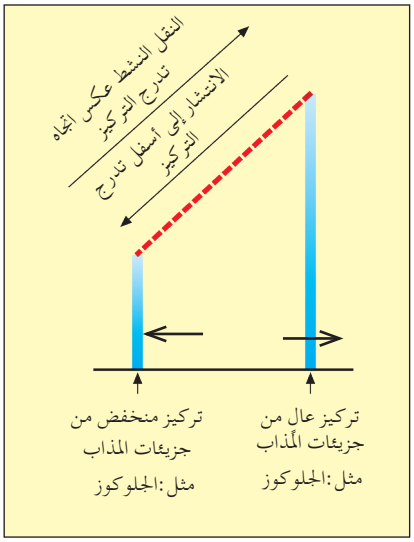
تتطلب مثل هذه العملية طاقة، وتسمى **النقل النشط**. ويحدث النقل النشط فقط في الخلايا الحية لأنها الوحيدة التي تتنفس. تنطلق الطاقة أثناء التنفس الخلوي ويستهلك جزء منها في عملية النقل النشط.

تعريف النقل النشط عملية تستخدم فيها الطاقة لنقل جسيمات مادة ما في عكس اتجاه تدرج التركيز من منطقة تتواجد فيها بتركيز منخفض إلى منطقة تتواجد فيها بتركيز عالٍ.

ويشترك النقل النشط في عدد من العمليات التي تحدث داخل الكائن العضوي، ومنها امتصاص:

الأملاح المعدنية المذابة بواسطة الشعيرات الجذرية.

الجلوكوز والأحماض الأمينية بواسطة الخلايا في الأمعاء الدقيقة في الإنسان.



شكل 3-6 النقل النشط و الانتشار

جميع الحقوق محفوظة لـ مركز المناهج التعليمية والبحوث التربوية ـ ليبيا

التكيف من أجل الامتصاص

تكون بعض الخلايا مهيئة خصيصًا لامتصاص المواد، مثل خلايا الشعيرات الجذرية والخلايا الطلائية التي تبطن الأمعاء الدقيقة. وغالبًا ما تكون لتلك الخلايا نتوءات طويلة أو أغشية خلوية مطوية (منثنية) تعمل على زيادة مساحة سطح الغشاء الخارجي للخلية والذي تُمتص المواد خلاله إلى داخل الخلية.

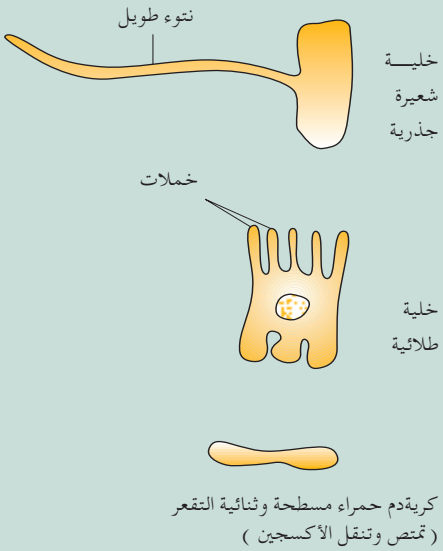
اختبر نفسك

3-2

1 برر صغر حجم الخلايا النشطة.

2 لماذا لا يتجاوز نمو الخلايا الحد الأقصى لها؟

3 كيف تتكيف الشعيرة الجذرية، والخلية الطلائية في الأمعاء الدقيقة والخلية الدموية الحمراء لامتصاص المواد؟



4 ما الخاصية التي تشترك فيها الخلايا الثلاث؟

جميع الحقوق محفوظة لـ مركز المناهج التعليمية والبحوث التربوية ـ ليبيا

ملخص

- خريطة المفاهيم (إلى اليسار).
- يسمح الغشاء شبه المنفذ بمرور بعض المواد دون الأخرى.
- أنواع المحاليل
  - المحلول ذو الأسموزية المنخفضة يكون جهد الماء فيه أعلى (أو مخفف بدرجة أكبر) من محلول آخر.
  - المحلول ذو الأسموزية المرتفعة يكون جهد الماء فيه أدنى (أو مركز بدرجة أكبر) من محلول آخر.
  - المحلول ذو الأسموزية المتساوية يكون له نفس جهد الماء (أو له نفس التركيز.)
- الضغط الاكتنازي (ضغط الامتلاء) هو الضغط الواقع على جدران الخلية في اتجاه الخارج ويرجع إلى وجود الماء في الخلية وهو الذي يعطي للخلية صلابتها أو اكتنازها (امتلاءها).
- يساعد الاكتناز على تدعيم الأنسجة الرخوة في النباتات.
- البلزمة هي عملية انكماش السيتوبلازم بعيدًا عن جدار الخلية عند غمر خلايا النبات في محلول عالي الأسموزية.

جميع الحقوق محفوظة لمركز المناهج التعليمية والبحوث التربوية - ليبيا

ركن التفكير

مهارات التفكير: حل المشكلات، وتخطيط الاستقصاء، واتخاذ القرار

لدينا ثلاثة محاليل سكر أ، ب، جـ وُضع كل منها في طبق بتري. أحد تلك المحاليل مخفف جدًّا، والآخر مخفف، والثالث عالِي التركيز. طلب منك إجراء تجربة لتحديد التركيزات النسبية في المحاليل أ، ب، جـ ولديك ساق من نبات السبانخ طوله 3 سم وسكين حاد أو مشرط.

المشكلة

كيفية تحديد التركيزات النسبية للمحاليل الثلاثة.

ضع تلك المفاهيم في اعتبارك

- مستويات جهد الماء المختلفة في المحاليل.
- جهد الماء في عصارة الخلية.
- جلد (بشرة) المادة النباتية يكون غير منفذ للماء.
- يتحرك الماء من المحلول ذي الجهد المرتفع إلى المحلول ذي الجهد المنخفض.

الطريقة المتبعة

صف كيف ستجرى استقصاءك.

النتائج

سجل البيانات والمشاهدات التي حصلت عليها (بما في ذلك الرسومات) في الشكل التالي:

المحلول (أ)	المحلول (ب)	المحلول (جـ)

حدد التركيزات النسبية للمحاليل

التركيزات النسبية	مخفف تمامًا	مخفف	مركز جدًّا
المحلول (أ)			
المحلول (ب)			
المحلول (جـ)			

(ضع علامة في المربع المناسب)

برر اختيارك

جميع الحقوق محفوظة لـ مركز المناهج التعليمية والبحوث التربوية ـ ليبيا

الوحدة 4

الأنزيمات
Enzymes

أهداف التعلم

بعد الانتهاء من دراسة هذه الوحدة سوف تكون قادرًا على أن :

- تعرف مصطلح الأنزيم من حيث التركيب والوظيفة .
- تشرح أسلوب عمل الأنزيم باستخدام آلية المفتاح والقفل .
- تستقصى تأثيرات الأس الهيدروجيني pH ودرجة الحرارة على نشاط الأنزيم .
- تفهم العلاقة بين النشاط الأمثل للأنزيم والشروط المختلفة التي يعمل فيها .

لقد استخدمنا في هذا الكتاب المصنع الكيميائي كنموذج لتوضيح عمل الخلية :

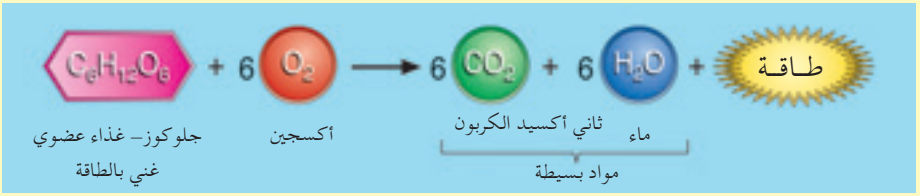
- تستقبل المواد الخام .
- تجرى تفاعلات على تلك المواد لإنتاج جزيئات جديدة .
- تستخدم تلك المواد الجديدة أو ترسلها إلى مكان آخر في جسم الكائن الحي .

ولكن هذا النموذج لا يفي بالغرض تمامًا . فأنت تعلم إذا زرت مصنعًا كيميائيًّا من قبل، أو من دراستك للعمليات الكيميائية في الكيمياء أن التفاعلات التي تتم في تلك المصانع تحدث داخل حاويات فلزية كبيرة تحت درجات حرارة وضغط عالية . ولا يمكن تشبيه الكيمياء التي تعمل داخل جسم الإنسان بهذا النموذج أو بنموذج النيران المتأججة في الصورة إلى اليمين .

تطلق تلك النيران الضخمة الطاقة المختزنة في صورة حرارة بسرعة هائلة وفي دفعة واحدة ، مما يرفع من درجة حرارة الأشياء المحيطة عدة مئات من الدرجات السلسيوسية .

جميع الحقوق محفوظة لـ مركز المناهج التعليمية والبحوث التربوية ـ ليبيا

ولنـدرس تلـك الفكرة بشـيء مـن التفصيل مسـتخدمين مثـالًا لتفاعل كيميائي مألـوف لك هو الاحتـراق . يمكنـك إجـراء تلـك التجربـة أو مجـرد التفكير فيها . يحترق السـكر طبقًـا للمعادلة التالية :



ولكن إذا أردت حرق السكر عليك تسخينه (انظر النشاط) .

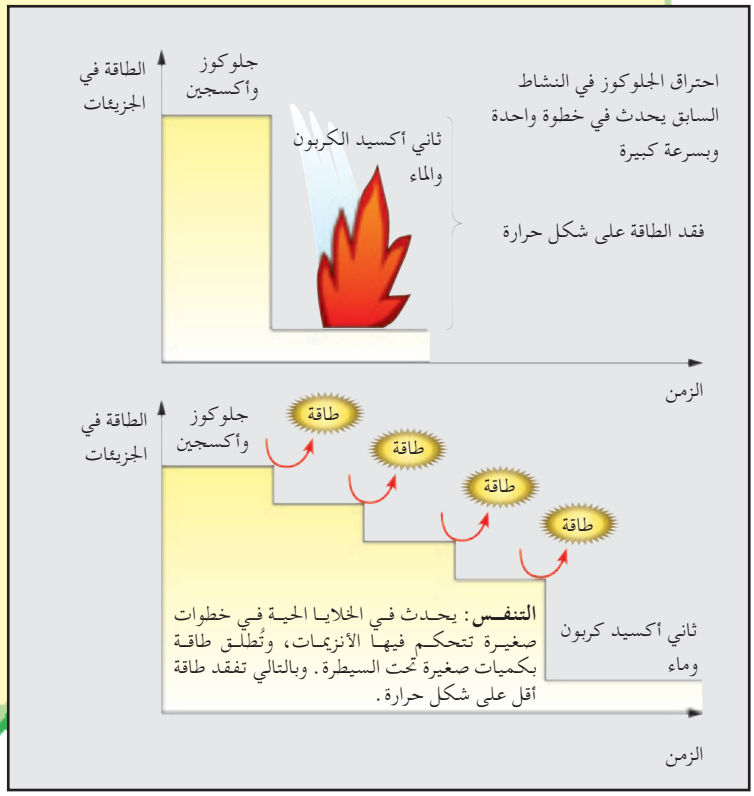
النشاط : ضع بعض السكر في طبق تبخير ثم سخنه عند درجة حرارة مرتفعة باسـتخدام موقد بنزن كما هو موضح . ينصهر السكر أولًا ثم عندما ترتفع درجة الحرارة عدة مئات سلسيوسية تمسك به النار ويحترق – وتنطلق الطاقة المخزنة في جزيئات السكر في صورة طاقة حرارية .

انظـر إلـى المعادلـة مـرة ثانيـة . إنهـا ذات المعادلـة التـي تعرضنـا لهـا فـي الوحـدة الأولـى باعتبارهـا العمليـة الكيميائيـة الحيويـة التي نطلق عليهـا التنفس والتي تحدث في كل خلية في جسمك .

تحرق خلايا جسمك السكر رغم عدم احتوائها موقد بنزن لتسخين السكر حتى تصل حرارته إلى عدة مئات من الدرجات السلسيوسية . إن درجة حرارة جسمك في النهاية هي 37 درجة سلسيوسية .

إنه إذًا لغز علمي كبير يواجه عالِم الأحياء : كيف تقوم الخلايا بالتنفس في مثل هذه الحرارة المنخفضة؟

الإجابة هي أن الخلايا لا تقوم بعملية التنفس في خطوة واحدة كبيرة ولكن على عدة خطوات، فتطلـق كميات صغيرة مـن الطاقة تُحتجز في جزيئـات خاصة ذات طاقـة مرتفعة . (ويمكن استخدام الطاقة المحتجزة في مثل هذه الجزيئات فـي إحداث تفاعلات كيميائية حيوية أخرى فـي الجسـم) . تلـك التفاعـلات متعـددة الخطوات ممكنة بسـبب احتواء الخلايـا على جزيئـات عضويـة خاصـة تسـمى **الأنزيمات** التي سوف ندرسها في هذه الوحدة .



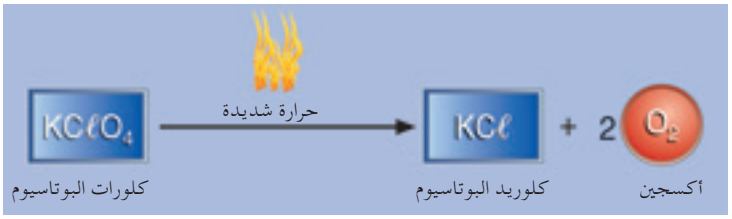
الفرق بين احتراق الجلوكوز في النشاط السابق، و احتراقه في الخلية في جسمك .

جميع الحقوق محفوظة لـ مركز المناهج التعليمية والبحوث التربوية ـ ليبيا

4 - 1 ما الأنزيمات؟

ما الأنزيمات؟ وما العوامل التي تؤثر على عملها؟ يجب استرجاع ما درسته عن المحفزات في مادة الكيمياء لفهم الأنزيمات. المحفز مادة تغير التفاعل الكيميائي أو تزيد سرعته دون أن تتغير هي كيميائيًّا عند نهاية التفاعل.

ينبعث على سبيل المثال غاز الأكسجين، عند تسخين كلورات البوتاسيوم بشدة في أنبوب اختبار.



يحدث هذا التفاعل ببطء ويحتاج درجة حرارة عالية. يصهر التسخين الخفيف كلورات البوتاسيوم فقط دون إنتاج أكسجين، ولكن عند إضافة قليل من أكسيد المنجنيز الأسود إلى المادة المنصهرة تزداد سرعة التفاعل وينتج عنه انبعاث سريع للأكسجين. لذلك، يعتبر أكسيد المنجنيز محفزًا غير عضوي. وفي نهاية التفاعل تبقى كتلة أكسيد المنجنيز كما هي مما يؤكد عدم تغيرها في التفاعل.

يمكن زيادة سرعة العديد من التفاعلات باستخدام المحفزات. يتطلب تكسير الكربوهيدرات، والدهون، والبروتينات في المعمل من دون استخدام محفز أجهزة معقدة ودرجات حرارة مرتفعة، في حين يستطيع جسم الكائن الحي القيام بنفس التفاعلات بسرعة ودون ارتفاع درجة حرارته. ويفعل ذلك باستخدام المحفزات العضوية التي تتكون بصفة رئيسة من البروتين والتي تسمى أنزيمات.

تعريف
الأنزيمات محفزات بيولوجية مصنوعة من البروتين، وهي تغير من معدل التفاعلات الكيميائية دون أن تتغير كيميائيًّا في نهاية التفاعل.

الأفكار الدليلية

الأنزيمات
محفزات بيولوجية أو عضوية، لها طبيعة البروتين بصفة رئيسة وتعمل على تحفيز العمليات الكيميائية الحيوية العديدة التي تحدث في الخلية الحية في نطاق ضيق من درجات الحرارة.

الهضم: عملية مُحفزة بالأنزيمات

تعتبر الكثير من المواد التي تتغذى عليها الحيوانات غير قابلة للذوبان في الماء أو غير قابلة للانتشار. تبلغ جزيئاتها درجة من الكبر لا تمكنها من اختراق غشاء سطح الخلية الحية. تخيل على سبيل المثال وجبة تتكون من أرز وسمك. يحتوي الأرز على نشا وهو من المواد الكربوهيدراتية الكبيرة، بينما يحتوي السمك على نوعين من الجزيئات الكبيرة: الدهون والبروتينات. عند تناولك للوجبة يدخل السمك والأرز إلى المعدة ومنها إلى الأمعاء، وهي أعضاء مبطنة بالخلايا. وتكون جزيئات البروتينات والدهون والكثير من المواد الكربوهيدراتية مثل النشا كبيرة للغاية ولا يمكن انتشارها عبر أغشية أسطح تلك الخلايا. وبالتالي لا يمكن امتصاص هذه الجزيئات في شكلها هذا داخل خلايا الجسم، بل يجب تحويلها إلى الآتي:

جميع الحقوق محفوظة لـ مركز المناهج التعليمية والبحوث التربوية ـ ليبيا

- مواد أبسط وأصغر قابلة للذوبان في الماء،
- وتكون جزيئاتها قابلة للانتشار، أي صغيرة بحيث تمر خلال الأغشية الخلوية.

تعرف هذه العملية **بهضم** الطعام، وتتم بفعل أنزيمات الهضم .

الهضم هو العملية التي تتكسر فيها الجزيئات الكبيرة غير القابلة للذوبان لتصبح جزيئات صغيرة قابلة للذوبان والانتشار.

الأفكار الدليلية

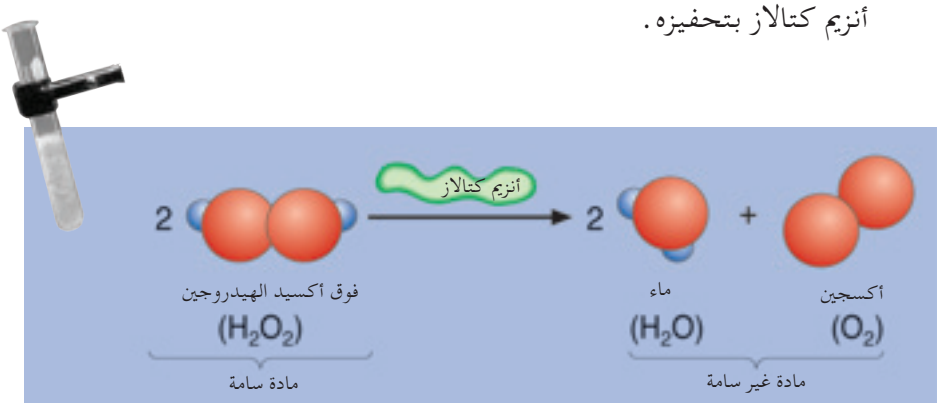
الهضم

هو العملية التي تتكسر فيها المواد المعقدة غير القابلة للذوبان إلى جزيئات صغيرة قابلة للذوبان. ويتضمن ذلك فعل أنزيمات الهضم والتي تعمل مثل المقصات الجزيئية، حيث تقطع الجزيئات الكبيرة إلى جزيئات أصغر.

أنواع أخرى من التفاعلات المحفزة بالأنزيمات

توجد أجهزة بيولوجية أخرى بالإضافة إلى الجهاز الهضمي تتطلب أنزيمًا واحدًا أو أكثر كمحفز. وتحدث العديد من التفاعلات الكيميائية داخل الخلايا الحية.

- ينتج عن بعض تلك التفاعلات تركيب مواد معقدة من مواد أبسط. تستخدم على سبيل المثال الأحماض الأمينية التي تدخل إلى الخلايا في صنع بروتينات الخلية. وينتج السيتوبلازم أنزيمات خاصة تحقق مثل تلك التفاعلات.
- ويتم في بعض الحالات الأخرى تكسير المواد المعقدة إلى مواد بسيطة، مثل أكسدة الجلوكوز لإطلاق طاقة وإنتاج ثاني أكسيد الكربون والماء. تتضمن تلك العملية سلسلة من التفاعلات الكيميائية، تشترك فيها العديد من الأنزيمات. يقوم كل من تلك الأنزيمات بتحفيز تفاعل معين، ويشترك مع باقي الأنزيمات في إتمام العملية كاملة.
- ينتج أحيانًا عن التفاعلات الكيميائية في الخلايا فوق أكسيد الهيدروجين، وهي مادة سامة للأنسجة. وتقوم الخلايا بإنتاج أنزيم كتالاز الذي يحفز تكسير فوق أكسيد الهيدروجين إلى ماء وأكسجين. وهكذا يتم منع تأثير فوق أكسيد الهيدروجين السام. يوجد أنزيم كتالاز في النباتات وفي الحيوانات، ويكثر في الثدييات في الكبد والدم. وتصف المعادلة التالية التفاعل الكيميائي الذي يقوم أنزيم كتالاز بتحفيزه.



نلاحظ من الوظائف السابقة للأنزيمات، أنها تعمل كمحفز في الكثير من التفاعلات التي تحدث داخل الكائن الحي، ومع ذلك لا تُفرز إلا عند الحاجة إليها. فالأنزيمات الهاضمة مثلًا لاتُفرز إلا عند وجود طعام في القناة الهضمية مطلوب هضمه. نرى من ذلك أن الأنزيمات تلعب دورًا مهمًّا في التحكم في الكثير من التفاعلات التي تحدث داخل الكائن الحي.

"تعتبر هذه الوجبة غير مفيدة للجسم من دون الأنزيمات الهاضمة." حلل صحة تلك العبارة.

جميع الحقوق محفوظة لـ مركز المناهج التعليمية والبحوث التربوية ـ ليبيا

4 – 2 تصنيف الأنزيمات

يمكن تصنيف الأنزيمات طبقًا للتفاعلات الكيميائية التي تحفزها. وتعتبر عملية الهضم مثالًا للتفاعل الكيميائي المسمى تحللًا مائيًا (hydrolysis) (إنشقاق = lysis، ماء = hydro). ونحتاج في عملية التحلل المائي إلى جزيئات الماء لتكسير جزيء مركب إلى جزيئات أبسط (الوحدة 6). ولذلك فإن الأنزيمات التي تحفز التفاعلات الهيدروليتية تعرف **بأنزيمات التحلل المائي** (هيدروليزات).

أمثلة لأنزيمات التحلل المائي (هيدروليزات):

- أنزيمات كربوهيدريزات التي تهضم المواد الكربوهيدراتية مثل:
  - الأميلازات (مثل الأميلاز اللعابي في الفم والأميلاز البنكرياسي) المسئولة عن هضم وتحليل النشا مائيًا.
  - السليولازات التي تهضم مادة السليولوز. وتكون بعض أنواع البكتريا قادرة على إنتاج أنزيم السليولاز، ولا تنتجها الثدييات.
- البروتيازات (مثل مادة الببسين في المعدة) التي تهضم البروتينات.
- الليبازات (مثل مادة ستيابسين في عصارة البنكرياس) التي تهضم الدهون (الليبيدات).

وتستخدم الأنزيمات الهاضمة في بعض مساحيق التنظيف. فهي تكسر وتزيل البقع الناتجة عن المواد العضوية مثل العرق، والدم، والمواد النباتية. وتوجد فئة أخرى من الأنزيمات هي الأنزيمات المؤكسدة – المختزلة المختصة بأكسدة الطعام أثناء التنفس الخلوي.

ملحوظة

اسم كل أنزيم:
- يبين المادة التي يعمل عليها الأنزيم.
- يتميز اسم الأنزيم بإضافة المقطع "از ase" في نهايته. كان يطلق في الماضي على الأنزيم اسم مكتشفه مثل الببسين.

4 – 3 خصائص الأنزيمات

الأنزيمات مواد فعالة للغاية. وبما أنها تظل دون تغير في التفاعلات التي تحفزها، فيمكن إعادة استخدام جزيئات الأنزيمات ذاتها تكرارًا في عديد من التفاعلات. إضافة إلى ذلك يمكن لكمية صغيرة من الأنزيم أن تُحدث عددًا كبيرًا من التفاعلات الكيميائية.

الأنزيمات وسرعة التفاعلات الكيميائية

تعمل الأنزيمات على تغيير أو زيادة سرعة التفاعلات الكيميائية التي تحدث داخل الخلية.

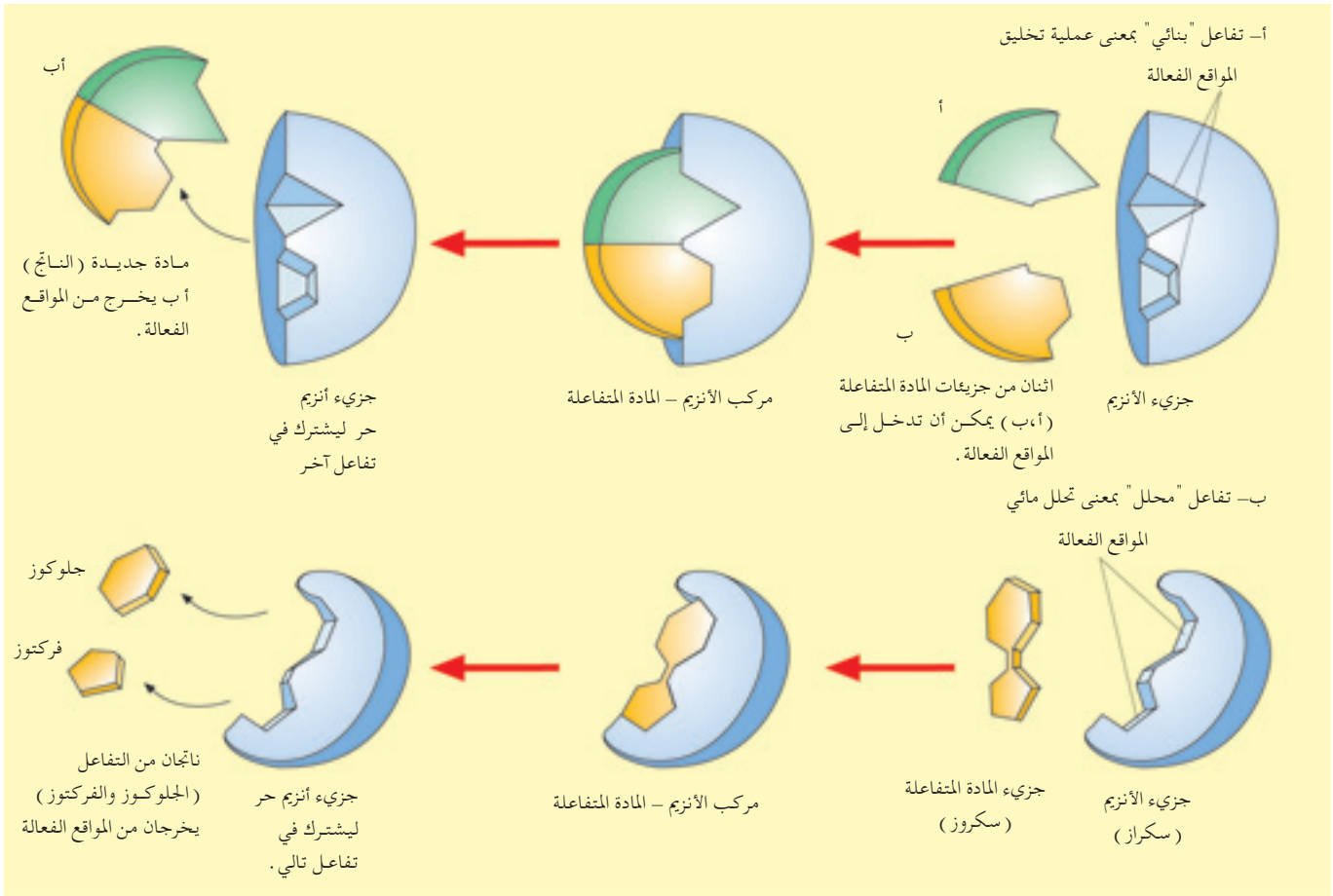
الأنزيمات مطلوبة بكميات ضئيلة

بما أن الأنزيمات لا تتغير في التفاعلات الكيميائية، فإن مقدارًا ضئيلًا من الأنزيم يمكن أن يحفز تفاعلًا كيميائيًا ضخمًا.

ملحوظة

يُقدَّر أن جزيئًا واحدًا من أنزيم كاتالاز يمكن أن يكسر خمسة ملايين جزيء من فوق أكسيد الهيدروجين في ثانية واحدة فقط!

جميع الحقوق محفوظة لـ مركز المناهج التعليمية والبحوث التربوية ـ ليبيا



شكل 4 – 1 استخدام فرضية القفل والمفتاح في تفسير كيفية عمل الأنزيمات

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.

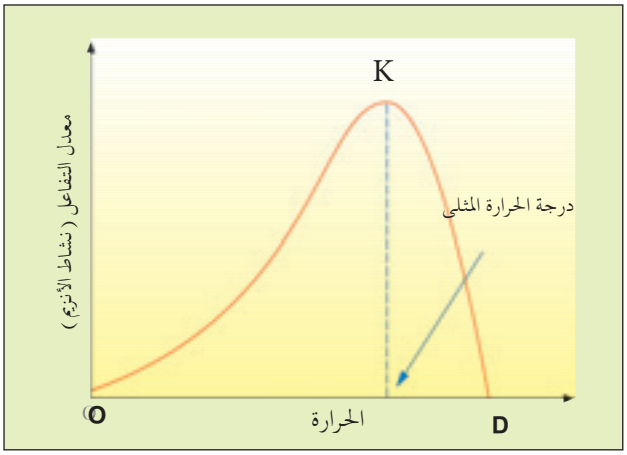
تأثير درجة الحرارة على نشاط الأنزيم

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.

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.

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.

الأفكار الدليلية

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.

نور المعرفة

التطبيقات الصناعية للأنزيمات

الأنزيمات مواد نافعة يرغب الكيميائيون الصناعيون في استخدامها، حيث تمكنهم من إحداث تفاعلات كيميائية عند درجات حرارة منخفضة. إحدى طرق استعمال الأنزيمات هي استخدام كائنات حية كاملة في العمليات الصناعية مثل استخدام الكائنات الدقيقة في صنع الجبن، والزبادي، والبيرة. ولكن يتزايد استخدام الأنزيمات في صورتها الخام في العمليات الصناعية، فيستخدم على سبيل المثال الأنزيم كتالاز في صناعة المطاط الإسفنجي عند إضافته إلى مادة اللاتكس المحتوية على فوق أكسيد الهيدروجين. يحفز الأنزيم تكسير فوق أكسيد الهيدروجين لينتج رغوة من فقاعات الأكسجين داخل مادة اللاتكس وهذا هو المطاط الإسفنجي.

الأنزيمات متخصصة و حساسة جدًّا مما يجعلها مثالية للاستخدام في التحليلات الكيميائية و خاصة عند وجود عينات صغيرة جدًّا للتحليل. ومن تطبيقات هذه العملية الكشف عن الجلوكوز في السوائل مثل البول. ووجود الجلوكوز في البول يدل على ارتفاع مستوى الجلوكوز في الدم وهي معلومة مهمة لمرضى السكري.

ويمكن لمرضى السكري الكشف عن وجود الجلوكوز في البول باستخدام شرائح الاختبار الموضحة في الصورة.

وتحتوي هذه الشريحة الطبية على نوعين من الأنزيمات هما أكسيداز الجلوكوز وبيروكسيداز الجلوكوز، حيث يقوم أنزيم أكسيداز الجلوكوز بتكسير الجلوكوز وإنتاج فوق أكسيد الهيدروجين، ثم يتحد فوق أكسيد الهيدروجين مع الصبغة الموجودة على الشريحة الطبية عن طريق الأنزيم الثاني (البيروكسيداز). ووجود فوق أكسيد الهيدروجين يغير لون الصبغة إلى عدة درجات لونية، وكلما زاد إنتاج فوق أكسيد الهيدروجين كلما دل ذلك على زيادة وجود الجلوكوز، مما يزيد من تركيز لون الصبغة، ويمكنك مشاهدة تدرج الألوان في الصورة.

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.

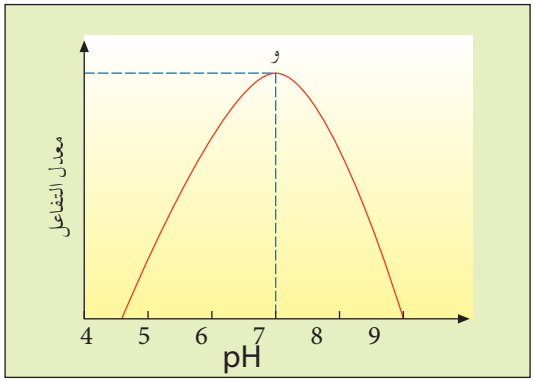
ويمكن الحصول على نفس شكل المنحنى باستخدام أنزيمات أخرى تعمل في المحاليل الحامضية أو القلوية، ونستطيع من خلال تلك المنحنيات معرفة الأس الهيدروجيني pH الأمثل لتلك الأنزيمات.

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

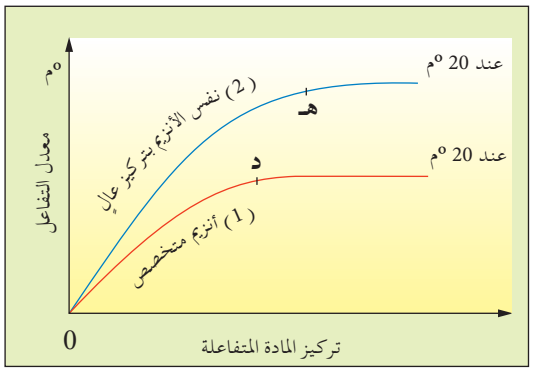
في شكل 4–4 (المنحنى البياني رقم 1) كلما ازداد تركيز الركيزة (المادة المتفاعلة) ازداد معدل التفاعل في البداية حتى يصل إلى النقطة د. ولا تزيد أي زيادة أخرى في تركيز الركيزة من معدل التفاعل، وذلك لأنه في أي لحظة معينة تكون جميع الأنزيمات قد تشبعت أو قد استهلكت. وتظل كمية النواتج المتكونة في كل وحدة زمن 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

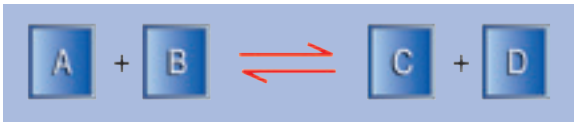
تتطلب بعض الأنزيمات مركبًا آخر يسمى **الأنزيم المساعد** ليتحد معها قبل أن يحفز التفاعلات. وتعتبر تلك الأنزيمات المساعدة مركبات عضوية غير بروتينية.

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.

تحليل

مساحيق الغسيل الحيوية (البيولوجية)

لقد رأينا عددًا من التطبيقات الصناعية للأنزيمات، وقد تكون صادفت أنزيمات في صورة مساحيق غسيل بيولوجية. يتكون الوسخ على ملابسك من جزيئات كبيرة من البروتينات والدهون. ولا تذوب في الغالب تلك الجزيئات الكبيرة بسهولة في الماء.

1 كيف تساعد الأنزيمات الهاضمة في غسيل الملابس العالق بها بروتينات ودهون؟

2 توصي التعليمات المكتوبة على مساحيق الغسيل البيولوجية بغسل الملابس عند درجات حرارة منخفضة، أي أقل من 45° سلسيوسية، لماذا؟

3 ما ميزة غسل الملابس عند درجات حرارة منخفضة؟

4 لا تقتصر لسوء الحظ المواد التي تسبب اتساخ الملابس على البروتين أو الدهون، مثال ذلك زيت جنزير الدراجة. للتخلص من مثل تلك الاتساخات، يجب غسل الملابس عند درجات حرارة من 70 إلى 80°س. ما المشكلات التي قد يسببها ذلك عند استخدامك مسحوق غسيل بيولوجي؟

5 لحل هذه المشكلة، استقصى علماء الأحياء الصناعيون أنزيمات بكتريا الكبريت التي تزدهر في المياه الساخنة المحيطة بالينابيع الساخنة. تكون هنا درجة حرارة الماء في كثير من الأحيان قريبة من درجة الغليان. لماذا يُفضل استخدام الأنزيمات المستخلصة من هذه الكائنات العضوية في صنع مساحيق الغسيل البيولوجية؟

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

ركن التفكير

مهارات التفكير: المقارنة، وحل المشكلات، واتخاذ القرار

طُلب منك شراء كمية من الفلفل الأخضر. وترغب أنت في حفظه طازجًا لأطول فترة ممكنة.

المشكلة

كيف يمكنك الحفاظ على النبات طازجًا لأطول فترة ممكنة؟

بعض المفاهيم للأخذ في الاعتبار

- تفرز البكتريا أنزيمات لهضم الطعام.
- تؤثر درجة الحرارة والأس الهيدروجيني pH على الأنزيمات.
- تزداد سرعة نمو البكتريا في وجود الرطوبة والحرارة.

لديك خياران

	الخيار 1 ضع الفلفل في الثلاجة	الخيار 2 احفظ الفلفل في الملح أو الخل
سبب اختيارك لهذا الخيار		
ما مزايا وعيوب كل من الخيارين؟	*المزايا:*	*المزايا:*
	العيوب:	*العيوب:*

قرارك النهائي واستنتاجك

جميع الحقوق محفوظة لـ مركز المناهج التعليمية والبحوث التربوية ـ ليبيا

الوحدة 5

التغذية
Nutrition

أهداف التعلم

بعد الانتهاء من دراسة هذه الوحدة سوف تكون قادرًا على أن :

- تشرح سبب احتياج الكائنات الحية للطعام.
- تذكر العناصر الكيميائية التي تُكوِّن الكربوهيدرات، والبروتينات، والدهون، وتفسر كيف تُصنع تلك الجزيئات الكبيرة من وحدات أساسية أصغر.
- تلخص الأهمية الغذائية للعناصر الغذائية المختلفة.
- تُعرِّف النظام الغذائي المتزن، وتربطه باحتياجات المجموعات المختلفة من البشر.
- تفهم مشكلات موارد الغذاء في العالم وعلاقتها بسوء التغذية، والبدانة، وأمراض القلب.

5 - 1 الحاجة إلى الطعام

تحتاج الكائنات الحية إلى الغذاء لسبب أو أكثر من الأسباب التالية :

- توفير الطاقة اللازمة لأنشطة الجسم الحيوية.
- تصنيع البروتوبلازم الجديد اللازم للنمو، وإصلاح الأجزاء التالفة في الجسم، ولأغراض التكاثر.
- الحفاظ على الصحة، أي منع الأمراض الناجمة عن نقص الغذاء.

تحتاج جميع الكائنات الحية إلى طاقة للحفاظ على بقائها، وأيضًا لنموها، وحركتها... إلخ. وتستطيع النباتات الخضراء الاستفادة من الطاقة التي تستمدها من أشعة الشمس خلال عملية البناء الضوئي (الوحدة 7)، ولكن تحتاج الكائنات الأخرى إلى الطعام لتحصل على احتياجاتها من الطاقة. ولذلك يحتوي الطعام الذي تتناوله الكائنات الحية على مخزون من الطاقة، ويطلق على تلك الطاقة المخزنة **الطاقة الكيميائية الكامنة**.

الطاقة لا تفنى و لا تستحدث من العدم، ولكن يمكن تحويلها من صورة إلى أخرى. وهذا ما يحدث داخل خلايا جسمك، فتحول على سبيل المثال خلايا العضلات الطاقة المخزنة في الطعام إلى **طاقة حركية** حين تنقبض (تتقلص)

ملحوظة

الطاقة هي القدرة على بذل شغل بمعنى :

- إحداث تغيير.
- تحريك المادة في الاتجاه المضاد لقوة عكسية مثل الجاذبية أو الاحتكاك.
- الحفاظ على استمرارية الكائن الحي في حالته عالية التنظيم.

بما أن الطاقة هي القدرة على بذل شغل، فهي ليست دائمًا واضحة لنا مثل المادة التي لها كتلة وتشغل حيزًا من الفراغ. تقاس الطاقة بوحدات تسمى **الجول** نسبة إلى العالم جول (Joule) الذي درس عمليات تحول الطاقة.

جميع الحقوق محفوظة لـ مركز المناهج التعليمية والبحوث التربوية ـ ليبيا

شكل 5-1 يمدنا الطعام بالطاقة و المواد التي نحتاج إليها لنبقى أحياء و في صحة جيدة

عضلات جسمك لتحريك هيكل الجسم. ومع ذلك، عند تغير شكل الطاقة، "يفقد" جزء منها أو يضيع في شكل طاقة حرارية. ولذلك يجب أن يمد الطعام الجسم بكمية من الطاقة أكبر من التي يستخدمها الكائن الحي لتعويض هذا الفاقد. ويحدث فقدان للطاقة حتى في حالة عدم نشاط الكائن الحي، ولذلك تحتاج الكائنات الحية إلى الطعام حتى إذا كانت في حالة راحة.

يشبه جسم الكائن الحي الآلة من حيث تعرضه للإهلاك والتلف. ومع ذلك يستطيع جسم الإنسان على عكس الآلة النمو، والتكاثر، وإصلاح أجزائه المتهالكة. ولقيام الكائن بتلك الوظائف يجب أن يصنع المزيد من البروتوبلازم وذلك بتناول مواد غذائية معينة مثل الأحماض الأمينية التي يقوم الجسم بتمثيلها وتحويلها إلى بروتوبلازم جديد. تتحد على سبيل المثال الأحماض الأمينية التي يتم تناولها لتكون بروتينات، المكون الأساسي لمادة البروتوبلازم.

تمتلك الثدييات هيكلًا داخليًّا يتكون من العظام والغضروف. ولذلك فهي تحتاج إلى استهلاك أملاح معدنية معينة وبخاصة مركبات الكالسيوم والفوسفور اللازمة لبناء التراكيب الهيكلية. ويعتبر الكالسيوم، والحديد، والفوسفات موادَّ معدنية ضرورية للقيام بكثير من العمليات الكيميائية التي تحدث داخل الجسم.

وتحتاج الثدييات أيضًا إلى كميات قليلة من الفيتامينات التي لا تستطيع صنعها بنفسها. وإذا حدث نقص في إمدادها بالفيتامينات، قد تعاني من أمراض نقص الفيتامينات مثل الكساح، والإسقربوط، والبري – بري... إلخ.

5 – 2 المواد المغذية في الطعام

المواد المغذية مواد كيميائية موجودة في الطعام تعمل على تغذية الجسم، بمعنى تزويده بالطاقة والمواد التي يحتاج إليها. ويمكن تصنيف المواد المغذية الموجودة في الطعام الذي نتناوله على النحو التالي:

- الكربوهيدرات
- الدهون
- البروتينات
- الفيتامينات
- الألياف الغذائية

تسمى موادَّ مغذية عضوية نتيجة الحصول عليها من الكائنات العضوية، وهي مركبات من الكربون.

- الماء
- الأملاح المعدنية

مواد مغذية غير عضوية

نور المعرفة

الاستخدام الأمثل للطاقة الحرارية

تستفيد نباتات "الفيلو دندرون" من الطاقة الحرارية التي تخرج أثناء العمليات الكيميائية التي تحدث داخل خلاياها. وتتفتح أزهارها لمدة يومين فقط، ومع ذلك تكون قادرة على إنجاز عمل رائع: الحصول على الحرارة اللازمة ذاتيًّا. فأثناء الليل وفي الأماكن التي تعيش فيها تلك النباتات تنخفض درجة الحرارة المحيطة إلى درجة التجمد تقريبًا، ولكن تستطيع أزهار تلك النباتات الوصول إلى درجة حرارة تزيد على 46°س. وتمتلك أيضًا بعض النباتات الأخرى نظام تسخين داخلي. نبات مثل نبات الكرنب المنتن، وزهرة زنبق الذباب أيضًا تُولِّد كميات كبيرة من الحرارة. تعتبر تلك الحرارة مهمة جدًّا لنظام تكاثر زهرة زنبق الذباب، حيث يعمل النبات على جذب الحشرات التي تلقح الزهرة بإطلاق مركبات لها رائحة تشبه رائحة اللحم المتعفن. تساعد الحرارة الزائدة على تبخير تلك المركبات حتى تنتشر الرائحة الكريهة التي يطلقها النبات في الهواء لجذب الذباب إليها.

إثراء الدليلية

لماذا نحتاج إلى الطعام؟

تحتاج الكائنات الحية إلى الطعام للأسباب التالية:

الطعام
↓ يحتوي على
طاقة ومواد
↓ تستخدم في

- الأنشطة الحيوية التي تحافظ على الحياة
- الحركة
- النمو، والتطور، وتعويض التالف
- الحفاظ على صحة جيدة

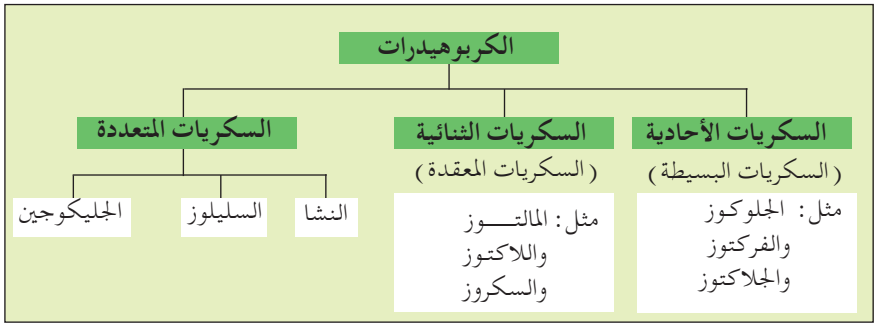
جميع الحقوق محفوظة لـ مركز المناهج التعليمية والبحوث التربوية ـ ليبيا

شكل 5-2 الخبز، ومجموعة الحبوب غنية بالمواد الكربوهيدراتية

رغم التنوع الكبير في الغذاء إلا أن المواد المغذية قليلة، وتحتوي أنواع طعام معينة على مادة مغذية واحدة فقط مثل السكر. وهناك أنواع أخرى من الأطعمة قد تشكل مصادر غنية لمادة مغذية معينة، إلّا أنها قد تحتوي أيضًا على مواد مغذية أخرى. فاللحوم مثلًا غنية بالبروتينات ولكنها تحتوي أيضًا على الدهون، والفيتامينات، والمواد المعدنية.

المواد الكربوهيدراتية

تأتي الأطعمة الكربوهيدراتية من النباتات بشكل رئيس، وهي مصدر جيد للطاقة اللازمة للجسم. وتوجد ثلاث مجموعات رئيسة من المواد الكربوهيدراتية.



تعريف الكربوهيدرات مواد عضوية تتكون من عناصر الكربون، والهيدروجين، والأكسجين، وتوجد بها ذرات الهيدروجين والأكسجين بنفس النسبة التي توجد في الماء، أي 2 : 1

سكر الجلوكوز أحد الكربوهيدرات البسيطة وصيغته $C_6H_{12}O_6$. والصيغة العامة للكربوهيدرات هي $C_nH_{2m}O_m$. وفي حالة الجلوكوز $n = 6$ و $m = 6$ أيضًا. ولكن في حالة السكروز (سكر القصب) $n = 12$ و $m = 11$ وبالتالي فإن صيغته $C_{12}H_{22}O_{11}$.

وتتضمن الكربوهيدرات السكريات، والنشا، وسليولوز جدران الخلية النباتية، وعددًا من المواد ذات الصلة. وتوجد مواد أخرى عبارة عن كربوهيدرات معدلة قليلًا مثل الكيتين المكون لهيكل الحيوانات المفصلية.

وظائف الكربوهيدرات

توجد حاجة إلى الكربوهيدرات:

- كمصدر للطاقة.
- لتكوين التراكيب الداعمة مثل جدر الخلايا السليولوزية في النباتات.
- لتحويلها إلى مركبات عضوية أخرى مثل الأحماض الأمينية والدهون.
- لتكوين الأحماض النووية (مثل DNA، انظر الوحدة 2).
- لتخليق مواد تليين أو تزليق مثل المخاط الذي يتكون من مادة كربوهيدراتية وبروتين. ويحجز المخاط الذي يبطن الجهاز التنفسي عند الإنسان جزيئات الأتربة.
- لإنتاج الرحيق في بعض الأزهار، يجذب الرحيق السكري الحشرات للحصول على الغذاء وبالتالي يتيح حدوث عملية التلقيح.

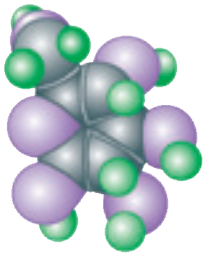
جميع الحقوق محفوظة لـ مركز المناهج التعليمية والبحوث التربوية ـ ليبيا

أنواع السكر

السكريات مركبات بلورية حلوة المذاق سريعة الذوبان في الماء. ويمكن التمييز بين نوعين من السكريات:

■ السكريات البسيطة أو السكريات الأحادية

يوجد العديد من السكريات البسيطة، وأكثرها شيوعًا السكريات التي تحتوي على 6 ذرات كربون وصيغتها العامة هي $C_6H_{12}O_6$. وتلك السكريات: الجلوكوز، والفركتوز، والجلاكتوز، تختلف فقط في تفاصيل ترتيب الذرات العديدة داخل الجزيء مما يعطيها خواصَّ بيولوجية وكيميائية مختلفة.



نموذج لجزيء سكر بسيط

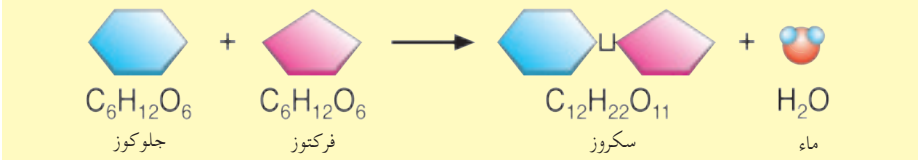
يوجد الجلوكوز (سكر العنب)، على الأقل بكميات صغيرة، في جميع الحيوانات. ينتشر الفركتوز (سكر الفواكه) في النباتات، ولكنه غير شائع في الحيوانات. والجلاكتوز أحد مكونات سكر اللبن (اللاكتوز)، وهو ينتج عند هضم اللاكتوز. ويندر وجود الجلاكتوز واللاكتوز في الكائنات الحية بخلاف الثدييات.

■ السكريات المركبة أو السكريات الثنائية

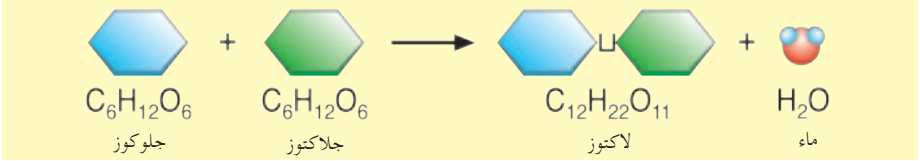
تسمى السكريات المركبة كذلك لأن كل جزيء منها يتكون من جزيئين من السكريات البسيطة مكثفان مع بعضهما البعض. (انظر تفاعل التكاثف في صفحة 60)، وتسمى السكريات الثنائية ولها تركيب أكثر تعقيدًا من السكريات البسيطة.

والأنواع الشائعة من السكريات الثنائية هي السكروز، واللاكتوز، والمالتوز وتحتوي على 12 ذرة كربون، وصيغتها العامة $C_{12}H_{22}O_{11}$. وترجع أيضًا الفروق بين السكريات الثنائية إلى ترتيب الذرات داخل الجزيء.

◆ *السكروز (سكر القصب)* يوجد في سيقان نبات قصب السكر، والفاكهة السكرية، وبعض الجذور التي تختزن تلك المواد مثل البنجر، والجزر. ويتكون من جزيء جلوكوز وجزيء فركتوز متحدين معًا، ولا يوجد في الثدييات.



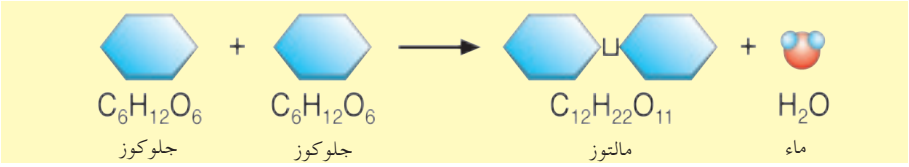
◆ *اللاكتوز (سكر اللبن)* يوجد في لبن جميع الثدييات بما في ذلك الإنسان. ويتكون من اتحاد الجلوكوز والجلاكتوز معًا.



◆ *المالتوز (سكر الشعير)*، ويتكون نتيجة الهضم الجزئي للنشا، وهو اتحاد جزيئين من الجلوكوز. لاحظ أن تكوين جزيء واحد من السكر المركب (السكريات الثنائية) يتطلب جزيئين من السكريات البسيطة.

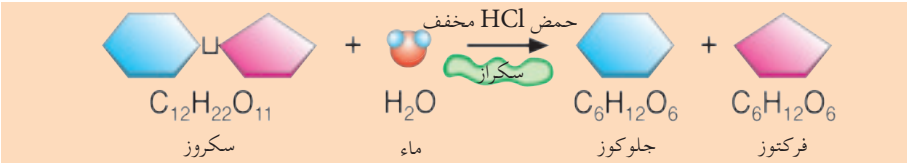
جميع الحقوق محفوظة لـ مركز المناهج التعليمية والبحوث التربوية ـ ليبيا

ينتج عن كل من التفاعلات السابقة فقدان جزيء ماء، ويعرف ذلك **بتفاعل التكاثف**.



تعريف التكاثف تفاعل كيميائي يتحد فيه جزيئان بسيطان لتكوين جزيء أكبر مع نزع جزيء من الماء.

يمكن تجزئة السكر المعقد إلى جزيئات أبسط (أي السكريات البسيطة) عن طريق تسخينها مع الأحماض أو معالجتها بالأنزيم المناسب. ولذلك تتكون السكريات البسيطة الفركتوز والجلوكوز عند تسخين محلول السكروز مع حمض الهيدروكلوريك المخفف أو معالجته بأنزيم السكراز:



لاحظ أن جزيء ماء يضاف في هذا التفاعل إلى جزيء السكروز.

تعريف التفاعل الذي يضاف فيه جزيء ماء لشطر الجزيء المركب إلى وحداته الأساسية يعرف بالتحلل المائي أو التفاعل الهيدروليتي.

لذلك يتم تحليل محلول السكروز بالماء ليكون جلوكوز وفركتوز. وبالمثل يستخدم التحلل المائي في تحليل اللاكتوز إلى جلوكوز وجلاكتوز باستخدام أنزيم اللاكتيز، ويحلل المالتوز بالماء إلى جلوكوز باستخدام أنزيم المالتيز.

أنواع السكريات المتعددة

تتكون السكريات المتعددة من عدد كبير من جزيئات السكريات الأحادية المتحدة معًا. وعملية تكاثف جزيئات متشابهة كثيرة لتكوين جزيء كبير يطلق عليها عملية **البلمرة**. النشا، والسليولوز، والجليكوجين هي سكريات متعددة تتكون من تكاثف عدد كبير من جزيئات الجلوكوز.

■ النشا

يعتبر النشا أحد أهم مصادر الكربوهيدرات في الطعام الذي نتناوله. ويوجد بكميات وفيرة في الأغذية النباتية مثل البطاطس، والحبوب، ... إلخ. ولكن لا تنتج الحيوانات النشا أو تخزنه.

ويمكن الكشف عن النشا باختبار اليود. عند إضافة قطرات قليلة من محلول اليود إلى أية مادة تحتوي على نشا، تتحول المادة إلى اللون الأزرق القاتم.

الأفكار الدليلية

التحلل المائي وتفاعلات التكاثف

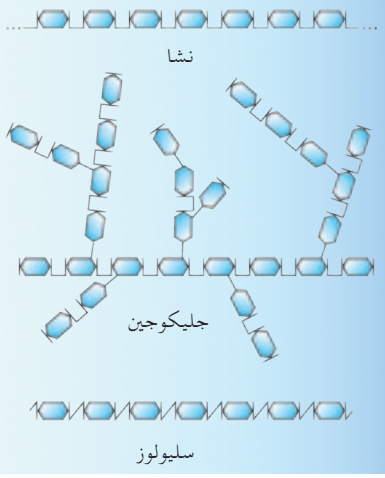
يوجد نوعان أساسيان من التفاعلات البيوكيميائية التي تحدث في جسمك باستمرار.

التحلل المائي، هو تكسير الجزيئات الكبيرة إلى جزيئات أصغر بإضافة الماء. ويحدث على سبيل المثال هذا النوع من التفاعل أثناء الهضم. تتضمن تفاعلات التكاثف ربط جزيئين صغيرين لتكوين جزيء أكبر مع إزالة الماء.

تعتبر تفاعلات التكاثف مهمة للغاية لتكوين البوليميرات الكبيرة مثل النشا والبروتينات. ويعتبر التكاثف عملية عكسية للتحلل المائي.

ملحوظة

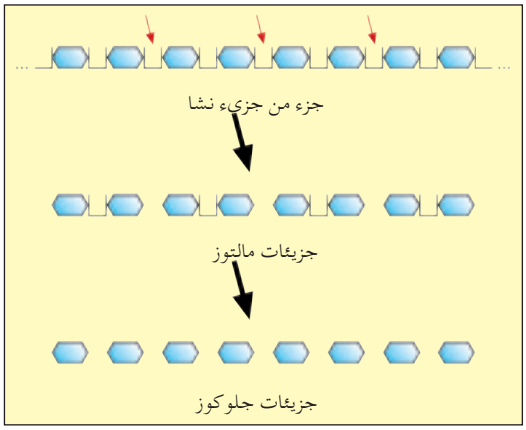
يتكون كل من النشا، والجليكوجين، والسليلوز بالكامل من وحدات الجلوكوز إلا أن خواص كل منها مختلفة تمامًا. ويرجع ذلك إلى الطرق المتعددة التي تتحد وتترتب بها تلك الوحدات.



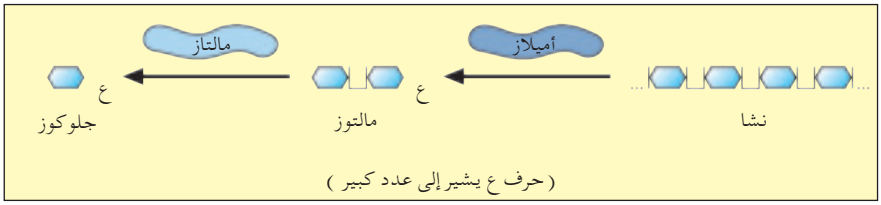
جميع الحقوق محفوظة لـ مركز المناهج التعليمية والبحوث التربوية ـ ليبيا

يتكـون النشـا من عدد كبير جدًّا مـن جزيئات الجلوكوز المتكاثفة معًا لتكوين سلاسل من وحدات الجلوكوز . وهذه السلاسل عبارة عن خليط من السلاسل المتفرعة والمستقيمة . في شكل 5 – 3 يمثل كل شكل سداسي وحدة جلوكوز . وترتبـط وحـدات الجلوكـوز عـن طريـق " جسـور " أو روابط كيميائيـة . وقد يحتـوي جـزيء النشـا على 200 وحـدة جلوكوز . وعند تحليل النشـا بحمض تتكسر الروابط وتنطلق وحدات الجلوكوز، مما يفسر إنتاج السكريات المختزلة عند تحليل النشا مائيًّا .

ونستطيع تحليل النشا جزئيًّا باستخدام أنزيم مناسب ألا وهو أنزيم الأميلاز الذي يهضم النشـا ويحوله إلى سـكر المالتوز . ويمكن أن يتحول المالتوز إلى جلوكوز عن طريق أنزيم المالتيز أو عن طريق التسخين مع حمض .



شكل 5 – 3 مراحل التحليل المائي للنشا



■ *الجليكوجين*

يُذكـر أحيانًـا الجليكوجين باعتباره "نشـا حيواني" . ويعتبر مخزونًـا كربوهيدراتيًّا في الحيوانـات وأيضًـا في الفطريات . وهو يُخزن بصفة رئيسـة فـي الكبد والعضلات عند الثدييات . ويتكون عند تكاثف عدد كبير من ذرات الجلوكوز لتكون سلاسـل كثيرة التفرع من وحدات الجلوكوز .

يعتبر الجليكوجين و النشا موادَّ تخزينية مناسبة لأنها :

- غير قابلة للذوبان في الماء، ولذلك لا تغير من الضغط الأسموزي في الخلايا .
- عبارة عن جزيئات كبيرة غير قادرة على الانتشار خلال الأغشية الخلوية .
- تتحلل مائيًّا بسهولة إلى جلوكوز عند الحاجة إليها .
- جزيئاتها لها أشكال مدمجة، ولذلك تحتل مساحة فراغ أقل من تلك التي تشغلها جميع جزيئات الجلوكوز المكونة لها .

■ *السليولوز*

السـليولوز مـادة كربوهيدراتية تشـكل الجزء الأكبر من جدر الخلية فـي النبات، وهي تشـبه النشـا لأنها تتكون من وحدات الجلوكوز التي تتحد مع بعضها لتكون سلاسل مستقيمة . إلا أن المادتين تختلفان من الناحية الكيميائية لاختلاف الطريقة التي تتحد بها وحدات الجلوكوز داخلها .

السـليولوز مادة خاملة، ويسـتطيع عدد قليل فقط مـن الكائنات الحية هضمها . والإنسـان لا يسـتطيع هضم مادة السـليولوز، ولكنها تكون معظـم المادة غير المهضومة . وتعتبر تلك الألياف مهمة للأمعاء الغليظة لكي تؤدي وظائفها على نحو سليم .

سباق اختراق الضاحية (الماراثون)

هو سـباق طويـل جدًّا يبلغ طوله أكـثر مـن 26 ميل أو 42 كيلو متر . ويقطع الرياضيون البارعون هذه المسافة في زمن يزيد على الساعتين قليلًا . ومن الواضح أن ذلك يتطلب كميات هائلة من الطاقة . يحصل المتسابق عليها من الجليكوجين المخزن الذي يتم تكسيره لإنتاج السكريات التي تستخدم بعد ذلك في إمداده بالطاقة اللازمة لقطع مثل تلك المسافة . ويحتاج المتسابـق إلى تخـزين أكبر قدر ممكن من الجليكوجين قبل السباق . ويتحقق ذلك بتناول كميات كبيرة من الأطعمة المحتوية على نشويات خلال اليومين السابقين للسباق . يتحـول النشا إلى جليكوجين يخزن في الكبد والعضلات .

جميع الحقوق محفوظة لـ مركز المناهج التعليمية والبحوث التربوية ـ ليبيا

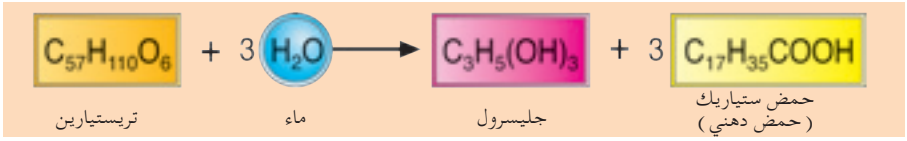
الدهون

الدهون (تشمل الدهون النباتية والحيوانية ولا تشمل الزيوت المعدنية) أيضًا من الأطعمة المولدة للطاقة، ويشيع استخدامها كمخازن للغذاء وبخاصة عند الحيوانات . وتتكون من عناصر الكربون، والهيدروجين، والأكسجين ولكنها على عكس الكربوهيدرات، تحتوي على كميات أقل من الأكسجين بالنسبة لما تحتويه من الهيدروجين.

تعريف

الدهون مركبات عضوية تتكون من عناصر الكربون، والهيدروجين، والأكسجين وهي على عكس الكربوهيدرات تحتوي على كميات من الأكسجين أقل بكثير مقارنة بالهيدروجين.

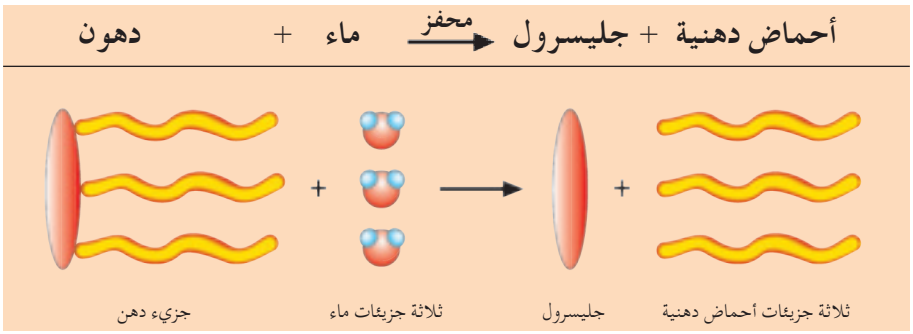
وتتكسر الدهون إلى مركبات أبسط عن طريق التحلل المائي : عند تحليل تريستيارين على سبيل المثال بالماء باستخدام أنزيم الليباز ينتج حمض ستياريك وجليسرول.

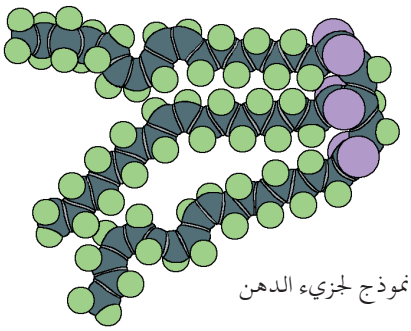


ملحوظة

تريستيارين (دهن لحم البقر) له الرمز الكيميائي $C_{57}H_{110}O_6$. لاحظ كمية الأكسجين الصغيرة التي يحتويها بالمقارنة بالهيدروجين. لا توجد العناصر التي تكون الدهون بنسب ثابتة، ولذلك لا توجد صيغة عامة مثل صيغة الكربوهيدرات.

وعند تحليل الدهون بالماء ينتج عنها أحماض دهنية وجليسرول :




نموذج لجزيء الدهن

تمثل المعادلة في تكسير الدهون إلى أحماض دهنية وجليسرول . وتتضمن عملية التكسير إضافة جزيئات الماء (التحلل المائي)، وتحدث سريعًا في وجود أنزيم أو محفز.

جميع الحقوق محفوظة لـ مركز المناهج التعليمية والبحوث التربوية ـ ليبيا

الدهون والزيوت

هل توجد اختلافات بين الدهون والزيوت؟ هذا السؤال يشبه التساؤل عَمَّ إذا كان يوجد فرق بين الماء والثلج. فنحن نطلق على زيت جوز الهند زيتًا ولكن عندما نضعه في الثلاجة سرعان ما يتحول إلى كتلة صلبة من الدهن. ولذلك يتوقف الفرق بين الدهون والزيوت (بالمعنى الذي أشرنا إليه من قبل) على حالة كل منهما. فالدهون صلبة والزيوت سائلة عند درجة 20°س أو درجة حرارة الغرفة. وسنستخدم هنا مصطلح "دهن" للإشارة إلى كل من الدهون النباتية والحيوانية الصلبة، والسائلة.

وظائف الدهون

تعتبر الدهون:

- مصدرًا ومخزنًا جيدًا للطاقة.
- مادة عازلة وبخاصة تحت الجلد لمنع أي فقدان مفرط للحرارة. ويوجد لدى الثدييات التي تعيش في الماء، استعداد أكبر لفقد الحرارة لأن غطاء الشعر لا يكون عازلًا جيدًا للماء. ولذلك يكون لحيوانات مثل الحيتان طبقة سميكة من الشحم تحت الجلد تساعدها على الاحتفاظ بحرارة جسمها.
- مذيبًا للفيتامينات القابلة للذوبان في الدهون وغيرها من المواد الحيوية الأخرى بما في ذلك الهرمونات الجنسية والهرمونات ذات الصلة.
- مكونًا للبروتوبلازم خاصةً في الأغشية البروتوبلازمية.
- وسيلة تحد من فقدان الماء خلال سطح الجلد. وتُكوِّن الإفرازات الدهنية الناتجة عن الغدد الدهنية تحت الجلد طبقة رقيقة فوق السطح، مما يقلل من معدل بخر الماء. ويقلل ذلك أيضًا من معدل فقدان الحرارة من الجلد. لماذا؟

مصادر الطعام الغنية بالدهون

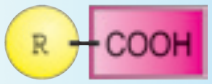
الأطعمة الغنية بالدهون تشمل الزبد، والجبن، ودهون اللحوم، والزيتون، والكثير من أنواع المكسرات، وبذور زيت الخروع، وزيت النخيل، والكثير من النباتات البقولية. ويعتبر كبد السمك غنيًّا بالدهون مثل كبد أسماك القرش. وتعتبر معظم الأسماك "واللحوم البيضاء" خالية نسبيًّا من الدهون، ويمكن لمن يتبع نظامًا غذائيًّا خاليًا من الدهون أكلها، ولكن أسماك السلمون والأسماك الشبيهة بالرنكة غالبًا ما تحتوي على كثير من الدهون. ويستطيع الإنسان، وبعض الأنواع الأخرى من الثدييات، تصنيع الدهون التي يحتاج إليها، ولذلك لا تعتبر الدهون أساسية في الوجبة الغذائية. ويجب أن يتجنب الأشخاص الذين يعانون من حصى في المثانة البولية تناول الدهون.

تسمى أنواع الدهون الموجودة في الأجسام الحيوانية **الدهون المشبعة**. وتوجد عادة مع الدهون المشبعة مادة دهنية تسمى **كوليسترول**. وقد يترسب الكوليسترول داخل الشرايين، مما يؤدي إلى الإصابة بأزمات قلبية (الوحدة 1 من كتاب الصف الثاني من مرحلة التعليم الثانوي). والدهون النباتية **دهون غير مشبعة** ولا تسبب أمراض القلب. وفي الواقع يجب أن تحل محل الدهون الحيوانية بقدر الإمكان.

شكل 5-4 أمثلة للأطعمة الغنية بالدهون

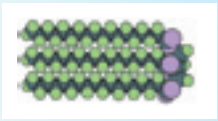
ملحوظة

يسمى حمض ستياريك حمضًا دهنيًّا لأنه مشتق من الدهون. وللحمض الدهني مجموعة حمضية (COOH –) ترتبط بسلسلة هيدروكربونية طويلة يشار اليها بالرمز R

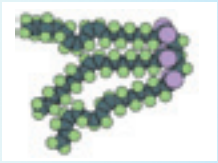


هل تعلم ما الدهون المشبعة والدهون غير المشبعة؟

تعتبر الدهون مشبعة عندما لا تستطيع الأحماض الدهنية الموجودة بها احتواء المزيد من ذرات الهيدروجين. في الدهون غير المشبعة تستطيع الأحماض الدهنية الموجودة بها الحصول على زوج واحد (غير متشبع أحاديًّا) أو أكثر من زوج (غير مشبع متعدد) من ذرات الهيدروجين. سلسلة الأحماض الدهنية المشبعة تكون مستقيمة.



تنثني الأحماض الدهنية غير المشبعة في الأماكن التي يدخل خلالها الهيدروجين.



جميع الحقوق محفوظة لـ مركز المناهج التعليمية والبحوث التربوية ـ ليبيا

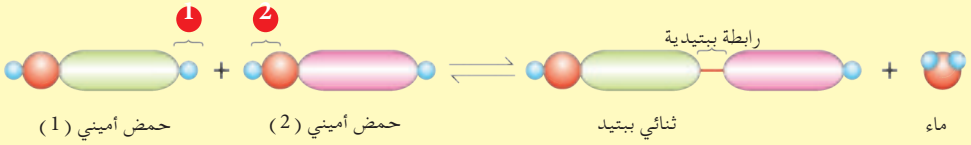
علم الأحياء

البروتينات

البروتينات مواد عضوية معقدة تحتوي على الكربون، والهيدروجين، والأكسجين، **والنيتروجين**، وتحتوي غالبًا على كميات من الفوسفور والكبريت.
وتوجد البروتينات بصفة دائمة في البروتوبلازم. وجزيئات البروتينات هي الأكبر والأعقد بين جزيئات المواد الغذائية. ويتكون جزيء البروتين من مركبات بسيطة تعرف **بالأحماض الأمينية**، وهي الوحدات الأساسية في البروتينات.

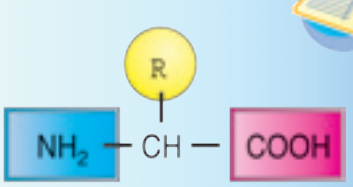
ويحتوي الحمض الأميني على مجموعة أمينية ($-NH_2$)، ومجموعة حمضية ($-COOH$)، وسلسلة هيدروكربون جانبية يشار إليها بالرمز R. تكتب الصيغة العامة للأحماض الأمينية (مع وجود بعض الاستثناءات) كما هو مبين على اليمين.

ويوجد 22 حمضًا أمينيًّا طبيعيًّا في البروتين النباتي والحيواني. وترتبط تلك الأحماض الأمينية ببعضها البعض لكي تكون سلاسل طويلة. وعندما يرتبط حمضان أمينيان يتم التخلص من جزيء واحد من الماء، أي يكون التفاعل تفاعل تكاثف. وتكون الرابطة المتكونة بين الحمضين الأمينيين قوية، وتعرف **بالرابطة الببتيدية**.



1 ذرة هيدروجين (H) من المجموعة الأمينية.
2 الهيدروكسيل ($-OH$) جزء من المجموعة الحمضية.

ملحوظة



قد تحتوي R أحيانًا على مجموعات S و$COOH$ وNH_2 و/أو **OH** بدلًا من واحد أو أكثر (نادرًا) من ذرات الهيدروجين. و بالرغم من أن 22 نوعًا فقط من أنواع الأحماض الأمينية المختلفة تدخل في تكوين البروتينات، إلا أنها تتحد بطرق مختلفة لتكون ملايين من جزيئات البروتين المختلفة، مثلما تستخدم الأحرف الأبجدية البالغ عددها 26 في تكوين عدد كبير من الكلمات.

وإذا اتحد اثنان أو أكثر من الأحماض الأمينية بواسطة الروابط الببتيدية، تتكون **عديد الببتيدات أو ببتون**. وتتحد بالتالي عديد الببتيدات لتكون سلسلة طويلة من الأحماض الأمينية. وتحتوي سلسلة الحمض الأميني في المتوسط على 500 وحدة.
ويتكون جزيء البروتين من سلسلة واحدة أو أكثر من تلك السلاسل. ولا تكون سلاسل الأحماض الأمينية في جزيء البروتين مستقيمة، وتلتف في معظم البروتينات لتعطي البروتين شكلًا ثلاثي الأبعاد مميزًا. وتحافظ اللفائف على تماسكها عن طريق روابط عرضية ضعيفة (الروابط الهيدروجينية) تتحطم بسهولة بفعل الحرارة، والأحماض، والقلويات. ويتسبب تكسير تلك الروابط العرضية في مسخ (تغيير طبيعة) البروتين، مما يؤثر عادة على وظائف البروتين كما لاحظنا في الوحدة الرابعة.

بما أن جزيئات البروتين كبيرة جدًّا، فلا يمكنها المرور خلال الأغشية الحية؛ لذلك لا يمكن لجسم الحيوان امتصاص البروتينات المبتلعة بطريقة مباشرة، إذ لابد من تكسيرها بواسطة الأنزيمات. وعملية الهضم مثال آخر للتحلل المائي. ففي البداية

تُشطر البروتينات إلى عديد ببتيدات (أو ببتونات) تنشطر بدورها إلى مكوناتها من الأحماض الأمينية.

جميع الحقوق محفوظة لـ مركز المناهج التعليمية والبحوث التربوية ـ ليبيا

بروتينات ← عديد ببتيدات ← أحماض أمينية

والأحماض الأمينية جزيئات صغيرة الحجم وبسيطة. وبما أنها قابلة للذوبان في الماء وتبلغ حدًّا من الصغر يسمح لها بالانتشار خلال الأغشية الحية، فيمكن امتصاصها بسهولة إلى داخل جسم الحيوان. وعند دخول الأحماض الأمينية في خلايا الجسم، تتحد مرة أخرى لتكون البروتين الحيواني.

تأثير نقص البروتين

يحتاج الشخص البالغ من 50 إلى 100 جرام من البروتينات في المتوسط يوميًّا. ويؤدي نقص البروتينات عند الأطفال إلى **الإصابة بمرض نقص البروتينات** والذي يطلق عليه **كواشيوركر**. ويكون عادة للأطفال الذين يعانون من هذا المرض بطون منتفخة، ومن أعراضه تشقق الجلد وتغطيته بالقشور.

وظائف البروتينات

إن تكوين البروتوبلازم الجديد ضروري لعملية النمو، إذ ينتج عن الأنشطة المستمرة التي تحدث داخل الخلية عدم انتظام وتلف البروتوبلازم القديم، ولذلك يجب إنتاج بروتوبلازم جديد ليحل محل البروتوبلازم التالف.

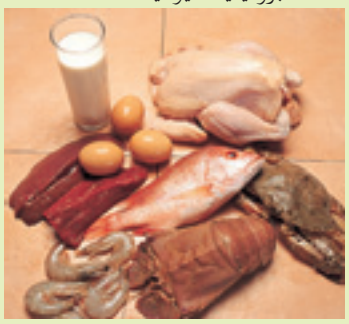
والبروتينات:

- ضرورية لتكوين البروتوبلازم، والنمو، وتعويض الخلايا التالفة في الجسم.
- تستخدم في تكوين الأنزيمات، وبعض الهرمونات (الوحدة 8 من كتاب الصف الثاني).
- تستخدم في تكوين الأجسام المضادة لمقاومة الأمراض (الوحدة 1 من كتاب الصف الثاني).
- مصدر للطاقة.

◄ 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.

أطعمة بروتينية حيوانية



أطعمة بروتينية نباتية

شكل 5 – 5 مصادر الطعام الغنية بالبروتينات

جميع الحقوق محفوظة لـ مركز المناهج التعليمية والبحوث التربوية ـ ليبيا

اختبر نفسك

1-5

أجريت اختبارات الغذاء على ثلاثة أنواع مختلفة من الأغذية مدون عليها أ، ب، جـ. وأجريت الاختبارات الثلاثة على كل نوع من أنواع الأغذية الثلاثة. وسُجلت النتائج في الجدول التالي:

1 مستخدمًا النتائج في الجدول، اذكر المواد التي توجد في كل طعام.

الغذاء أ يحتوي على _____

الغذاء ب يحتوي على _____

الغذاء جـ يحتوي على _____

2 كيف تختبر قطعة من قشرة ثمرة البرتقال للتحقق من وجود الدهون؟

الاختبار	أ	ب	جـ
إضافة محلول اليود	بني	بني	أزرق قاتم
التسخين مع محلول بندكت	يتكون راسب أحمر	يتكون راسب أحمر	يظل المحلول أزرق
إضافة محلول هيدروكسيد الصوديوم مع 1% من محلول كبريتات النحاس	يتكون لون أزرق	يتكون لون بنفسجي	يتكون لون بنفسجي

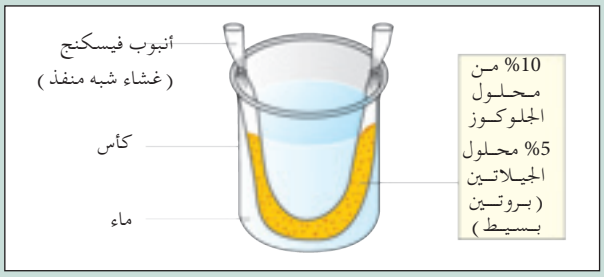
2-5 استعن بكراسة النشاط العملي

1 أُجريت التجربة الموضحة في الجانب الأيسر من الصفحة باستخدام محلول الجلوكوز والجيلاتين (بروتين) في أنبوب فيسكنج، والماء في الكأس. وتُرك الجهاز لمدة 30 دقيقة ثم اختُبر السائل في المخبار للكشف عن الجلوكوز والجيلاتين. أظهرت الاختبارات أن الجلوكوز موجود في السائل في الكأس في حين لم يستدل على وجود الجيلاتين.

(أ) اذكر اسم العملية التي ينتقل فيها الجلوكوزمن أنبوب فيسكنج إلى الماء في الكأس.

(ب) اقترح سببًا لعدم انتقال الجيلاتين من الأنبوب إلى الماء في الكأس.

(جـ) ماذا يحدث إذا استبدلنا الماء في الكأس بمحلول الجلوكوز 25% ؟



2 اذكر اسم التفاعل الكيميائي الذي يتكسر فيه السكروز ليكون جلوكوز.

3 ماذا تتوقع أن تكون قيمة الأس الهيدروجيني pH لمحلول شديد القلوية؟

4 اذكر اسم نوع التفاعل الكيميائي الذي تتحد فيه الأحماض الأمينية لتكون بروتينات؟

جميع الحقوق محفوظة لـ مركز المناهج التعليمية والبحوث التربوية ـ ليبيا

اختبر نفسك

3-5

وضعت عينة من مادة غذائية (س) على بلاطة بيضاء ثم أضيفت إليها قطرة من محلول اليود، فتحول لونها إلى اللون الأزرق القاتم.

غُليت عينة أخرى من المادة الغذائية (س) في المحلول (ب) ولم يتغير لون المحلول الأزرق.

ووضعت عينة ثالثة من (س) في أنبوبة غليان تحتوي على كمية متساوية من المحلول (ص) عند درجة حرارة ثابتة 36°س في حمام مائي. أخذت عينة من المحلول في أنبوبة الغليان في الحمام المائي بعد 15 دقيقة وتم غليها في المحلول (ع). نتج عن ذلك راسب أحمر طوبي (لم يعط المحلول « ص » راسبًا أحمر طوبيًّا عند معالجته بهذه الطريقة).

(أ) اذكر اسم المادة الغذائية (س).

(ب) اذكر اسم المحلول (ص).

(جـ) اذكر اسم المحلول (ع).

(د) المحلول (ص) يقوم بدور _____ .

(هـ) ماذا يوجد في أنبوبة الغليان في الحمام المائي بعد 15دقيقة؟

(و) ما نوع التفاعل الكيميائي الذي حدث في أنبوبة الغليان في الحمام المائي؟

(ز) ارسم شكلًا بيانيًّا يبين توقعك لتأثير درجة الحرارة على مفعول المحلول (ص) علىالمادة (س). دون بيانات محوري الرسم.

الفيتامينات

وُجِد المرض الذي نطلق عليه الآن بري بري منذ أكثر من 2000 عام بين الصينيين الذين يتغذون بشكل رئيس على السمك والأرز (بعد إزالة قشرته الخارجية). يتأثر الجهاز العصبي نتيجة لهذا المرض، وينتج عنه شلل في الأطراف، وفي الحالات الحادة للمرض يتوفي المريض.

الأفكار الدليلية

الفيتامينات

الفيتامينات هي مجموعة من المركبات الكيميائية العضوية غير المتشابهة كيميائيا يحتاج إليها الإنسان في نظامه الغذائي بكميات صغيرة. يتم الحصول على العديد من الفيتامينات من الأغذية النباتية ومن الممكن الحصول عليها من أنسجة الحيوانات الأخرى أو تقوم الكائنات الدقيقة التي تعيش في القناة الهضمية بإنتاجها.

وجد في العصور الوسطى أن البحارة المقيمين على متن سفنهم لشهور طويلة يمرضون مرضًا شديدًا. عانى أولئك البحارة من تورم ونزيف اللثة، وتعرضت أسنانهم للسقوط، وتورمت المفاصل، وأصابهم الوهن والألم. لقد كانوا يصابون بمرض الإسقربوط لأن الطعام الذي يتناولوه على السفن خالٍ من الخضروات والفاكهة الطازجة. وفي نهاية القرن السادس عشر اكتشف القبطان الإنجليزي هوكينز عدم إصابة البحارة بمرض الإسقربوط عند أكل ثمار الليمون.

جميع الحقوق محفوظة لـ مركز المناهج التعليمية والبحوث التربوية ـ ليبيا

نحن نعلم الآن أن الأمراض الناجمة عن نقص الغذاء مثل البري بري والإسقربوط تحدث بسبب نقص بعض المواد الكيميائية في الغذاء الذي نتناوله والمعروفة **بالفيتامينات**.

والفيتامينات مركبات عضوية لا تتكون وفقًا لنظام محدد مثل الكربوهيدرات، والبروتينات، والدهون. وهي ليست من الأغذية المولدة للطاقة ولا تعمل على بناء الجسم، ومع ذلك يحتاجها جسم الحيوان بكميات صغيرة بما في ذلك الإنسان، للنمو والصحة الجيدة. توجد الفيتامينات المختلفة في

شكل 5 – 6 الطفلة في الجانب الأيسر مصابة بمرض الكساح نتيجة لنقص الكالسيوم أو فيتامين (D) في غذائها

أنواع مختلفة من الأغذية، وحينما نتبع نظامًا غذائيًّا متنوعًا يحتوي على الخضراوات والفواكه الطازجة النيئة، فإننا نحصل في الغالب على معظم أنواع الفيتامينات التي نحتاج إليها. ولا يحصل الفقراء في الدول النامية، على مثل ذلك النظام الغذائي. ولسوء الحظ، يعتمد معظم الناس في الدول المتقدمة وبصفة أساسية على الطعام المعالج وبالتالي يعانون من نقص في الفيتامينات.

وتختلف كمية الفيتامينات التي يحتاجها الإنسان باختلاف عمره. **فالفيتامينات القابلة للذوبان في الدهون** يمكن تخزينها في دهون الجسم عكس **الفيتامينات القابلة للذوبان في الماء** التي لا يختزنها الجسم، ويجب أن يحتويها الغذاء اليومي للإنسان.

وعند معاناة الإنسان من نقص فيتامين معين، تظهر عليه أعراض أو علامات مميزة. إذا عانى الشخص من نقص حاد في الفيتامين، سوف تبدو عليه علامات المرض الناجم عن ذلك النقص، ويكون عادة من الصعب اكتشاف النقص الخفيف للفيتامين، ولكنه قد يؤثر على نشاط الفرد حيث يشعر بالإجهاد أو سرعة الاستثارة. وبما أن أقراص الفيتامينات أصبحت في متناول الجميع بسهولة هذه الأيام، يجب تذكر احتياج الشخص إلى كميات ضئيلة للغاية من الفيتامينات. وتكون الكميات الكبيرة من بعض أنواع الفيتامينات سامة، وقد ينجم عنها بعض الأمراض غير الحادة، لذا يجب تناولها تحت الإشراف الطبي. يبين جدول 5 – 1 مصادر ووظائف فيتاميني ج، د.

الجرعات الزائدة من الفيتامينات

الفيتامينات معروفة بكونها ضرورية للصحة، وتشجع شركات الأدوية على استخدام الفيتامينات كإضافة إلى الوجبة الغذائية. وفي واقع الأمر، فإن شركات الأدوية تحقق ثروات طائلة كل عام من وراء بيع حبوب الفيتامينات. وتحتاج جماعات معينة مثل الأطفال، أو كبار السن، أو السيدات الحوامل إلى تناول مثل تلك الأنواع من الحبوب. ولكن الغالبية العظمى من الناس لا تحتاج إلى فيتامينات إضافية حيث أننا نحصل على جميع احتياجاتنا من الفيتامينات من الغذاء الذي نتناوله، بافتراض أننا نتناول أغذية متنوعة بقدر كاف. وفي الواقع، فإن جسم الإنسان يصاب بالتسمم عند تناوله جرعات كبيرة من الفيتامينات. وهذا ما حدث في أحد الرحلات القطبية حين تناول مجموعة من المستكشفين الإيطاليين كبد دب قطبي عندما نفد الطعام الذي كان في حوزتهم. وكبد الدب القطبي يحتوي على كميات ضخمة من فيتامين (D)، وعانى أولئك المكتشفون من الآثار الناجمة عن تناول كميات كبيرة من فيتامين (D) أدت إلى تسممهم وإلى وفاة بعضهم.

هل تُعد الفيتامينات المضافة ضرورة حقًا؟

جميع الحقوق محفوظة لـ مركز المناهج التعليمية والبحوث التربوية ـ ليبيا

يوضح **جدول 5 - 1** مصادر ووظائف فيتاميني D، C

الفيتامينات	المصادر	الوظائف
D (د) فيتامين قابل للذوبان في الدهون	◆ زيوت كبد السمك (مثل سمك القُد أو البقلاة، وسمك القرش)، وصفار البيض، واللبن، والسمن النباتي الصناعي. ◆ ويمكن لأشعة الشمس فوق البنفسجية تحويل مادة طبيعية (ايرجوستيرول) في الجلد إلى فيتامين D. لذلك لا يحتاج الشخص الذي يحصل على قدر كاف من أشعة الشمس إلى فيتامين D في غذائه. ملحوظة: يتميز فيتامين D بالمقاومة النسبية ضد الحرارة والأكسدة. 	◆ يُسرع امتصاص مركبات الكالسيوم والفوسفور من الأمعاء. ◆ يساعد الجسم على الاستفادة من هذه المركبات في تكوين الأسنان والعظام. **النقص**: يؤدي النقص الطفيف عند الأطفال في مرحلة النمو إلى تسوس الأسنان. ويؤدي النقص الحاد إلى **مرض الكساح**، ومن خصائص هذا المرض ضعف تكوين الأسنان والعظام. وتكون العظام عند الأطفال لينة وسهلة الكسر وتتقوس بسهولة تحت ضغط وزن الجسم. وتنشأ عن ذلك المرض تشوهات مثل إعوجاج الساقين، وقرقعة الركب (التواء الرجلين نحو الداخل بحيث تقترب الركبتان وتصطكان ببعضهما وتحدث قرقعة). وفي البالغين يحدث لين للعظام، وينشأ مرض يسمى مرض **لين العظام**. **الإفراط**: قد ينتج عنه إزالة الأملاح المعدنية من العظام، ومضاعفات الكسور، وتكلس الكثير من الأغشية اللينة، ويشمل ذلك الرئة والكلى.
C (ج) **(حمض الأسكوربيك)** فيتامين قابل للذوبان في الماء	◆ تعتبر أكبر مصادره الفاكهة الحامضية الطازجة (الليمون، والبرتقال)، وأنواع أخرى من الفاكهة (الجوافة، والطماطم، والموز). ◆ الخضروات الخضراء الطازجة. ◆ عصائر الفاكهة ملحوظة: يسهل تلفه عن طريق التسخين، كما يحدث في الطهي والتعليب. 	◆ ضروري لتكوين المواد بين الخلوية. وتوجد تلك المواد بين الخلايا وتعمل على تماسكها. ◆ وجوده ضروري للحفاظ على سلامة الأنسجة الطلائية. النقص: يؤدي إلى مرض الإسقربوط ومن أعراضه التهاب وتورم اللثة، وتعرض الأسنان للسقوط، والنزيف الداخلي في العضلات والجلد، وصعوبة التئام الجروح، وألم وتورم المفاصل. الإفراط: يتم التخلص منه بواسطة الجسم.

ملحوظة

فيتامين A: ضروري لتكوين صبغ حساس للضوء في شبكية العين وللحفاظ على أغشية طلائية صحية. والمصادر الغنية بهذا الفيتامين تشمل منتجات الألبان، وزيوت كبد السمك، والخضراوات الورقية الخضراء.

فيتامين ب المركب: يتكون من فيتامينات متعددة وهي مركبات مساعدة للأنزيمات مهمة لعملية التنفس الغشائي. وينجم عن نقص بعضها أمراض البري بري، والبلاجرا، والأنيميا الخبيثة، ومن أمثلة المصادر الغنية بهذا الفيتامين الخميرة، والكبد، والنخالة (الردة: أغلفة الحبوب المتخلفة من نخل دقيقها).

جميع الحقوق محفوظة لـ مركز المناهج التعليمية والبحوث التربوية ـ ليبيا

الماء

يعتبر في غاية الأهمية للحياة، لأنه مكون أساسي في مادة البروتوبلازم. ويُكوِّن الماء نحو 70% من وزن جسم الثدييات. ويستطيع الإنسان في معظم الأحوال البقاء على قيد الحياة دون طعام لفترة أطول مما لو بقي من دون ماء.

شكل 5 – 7 علاوة على مياه الشرب، فإننا نحصل على الماء من المشروبات والأغذية التي نتناولها يوميًا.

وظائف الماء

ترجع الكثير من وظائف الماء إلى حقيقة كونه أحد أفضل **المذيبات** المعروفة لكل من الأملاح غير العضوية والكثير من المركبات العضوية. وتعطي تلك الخاصية الماء أهمية خاصة للحياة، ولذلك فإن الماء هو:

- الوسط الذي تحدث فيه التفاعلات الكيميائية المختلفة داخل الكائن الحي.
- عامل نقل لكل مما يلي:
  - المواد الغذائية المهضومة من الأمعاء إلى أجزاء الجسم الأخرى.
  - نواتج الإخراج من خلايا الأنسجة إلى أعضاء الإخراج لطردها خارج الجسم.
  - الهرمونات من أماكنها الأصلية (أي الغدد) إلى مناطق الجسم التي تحتاجها.
- مكون أساسي لكل من:
  - المُزَلِّق (المُزيت) الموجود في المفاصل.
  - العصارات الهاضمة.
  - الدم.

بالإضافة إلى ما سبق، يؤدي الماء الوظائف التالية:

- ضروري لتفاعلات التحلل المائي أو الهيدروليتية (الهضم).
- متفاعل أساسي في عملية البناء الضوئي في النباتات الخضراء.
- يساعد على تنظيم درجة حرارة الجسم، ويتم التخلص من حرارة الجسم الزائدة عن طريق تبخر العرق من سطح الجلد.

متطلبات الماء

تعتمد كمية الماء التي يتطلبها الجسم على نشاط الشخص والشروط البيئية المحيطة. يحتاج الإنسان النشط أو الذي يعيش في الأماكن الحارة والجافة إلى كميات أكبر من الماء. ويفقد الجسم يوميًا كمية من الماء أثناء عملية التنفس، وفي البول، والبراز، والعرق. ويزداد حجم المنصرف من البول في بعض الأمراض (مثل مرض السكري)، ولذلك يحتاج مرضى السكر إلى ماء أكثر من الأفراد الذين لا يعانون من هذا المرض. وللحفاظ على توازن كمية الماء المفقودة يوميًا، يحتاج الشخص البالغ السليم ذو النشاط العادي إلى حوالي 3 لترات يوميًا من الماء في الجو المعتدل. وقد يحتاج الإنسان في الأجواء الحارة إلى كميات أكبر قليلًا من الماء. ويتأقلم سكان المناطق الحارة مع الطقس الحار، وبالتالي فإن حاجاتهم من الماء تقل عن الوافدين الجدد إلى نفس المكان.

لا تحتاج الكثير من اللافقاريات، والثدييات الصحراوية الصغيرة، وبعض الطيور إلى شرب الماء لأن أجسامها تنتج مايكفي من "الماء الأيضي" عند تكسير الطعام.

جميع الحقوق محفوظة لـ مركز المناهج التعليمية والبحوث التربوية ـ ليبيا

شكل 5 – 8 الخضراوات والفاكهة الطازجة مصدر غني بالفيتامينات والمعادن.

المعادن

العناصر المعدنية هي أملاح غير عضوية لا تعطي طاقة ولكن لا غنى عنها لوظائف الجسم. ويبين جدول 5 – 2 الأهمية الغذائية لاثنين من أهم المعادن (الكالسيوم والحديد).

نحصل على المعادن من الحيوانات الأخرى أو من النباتات. ويحتاج الإنسان (وبعض الثدييات الأخرى أيضًا) إلى بعض المعادن بكميات أكبر نسبيًا من المعادن الأخرى التي يكون الاحتياج إليها بمقادير ضئيلة. وتتضمن العناصر المعدنية التي يكون الاحتياج إليها أكبر، الكالسيوم، والفوسفور، والصوديوم، والكلور، والبوتاسيوم، والحديد، والماغنسيوم.

جدول 5 – 2 المصادر والمتطلبات والوظائف لعنصري الكالسيوم والحديد

العنصر غير العضوي	المصادر	المتطلبات	الوظائف
الكالسيوم	◆ اللبن، والجبن، والبيض. ◆ السمك الصغير الذي يؤكل بعظامه. ◆ الحبوب، وفول الصويا، والخضروات الخضراء القاتمة مثل السبانخ والجرجير.	◆ حوالي جرام واحد للأطفال في مرحلة النمو. ◆ كميات أقل للإنسان البالغ مع زيادة الكمية قليلًا أثناء الحمل والإرضاع.	◆ ضروري لبناء العظام والأسنان. ◆ ضروري لأداء العضلات وظائفها الطبيعية. ◆ ضروري لتجلط الدم لمنع الفقد المفرط منه. النقص: النقص الشديد يؤدي إلى مرض الكساح.
الحديد	◆ الكبد، واللحوم الحمراء، وصفار البيض. ◆ الخبز، والدقيق، والخضروات الخضراء القاتمة.	◆ يحتاج الإنسان إلى كميات صغيرة جدًّا منه حوالي 0.02 جرام يوميًّا للبالغ. ◆ السيدات الحوامل يحتجن إلى كميات أكبر.	الحديد مكون بنائي لكل مما يلي، وبالتالي ضروري لتكوينها: ◆ الهيموجلوبين – الصبغة الحمراء التي تنقل الأكسجين في الجسم. ◆ الميوجلوبين – بروتين موجود في خلايا العضلات يخزن الأكسجين للاستعمال عند التقلص العضلي. ◆ أنزيمات معينة متضمنة في التنفس الخلوي. النقص: ينتج عنه انخفاض مستوى الهيموجلوبين في الدم. ويقل حجم وعدد كرات الدم الحمراء – وهي الحالة التي تعرف بالأنيميا الغذائية وأعراضها الإجهاد واللهاث.

جميع الحقوق محفوظة لـ مركز المناهج التعليمية والبحوث التربوية ـ ليبيا

العناصر النادرة (الأثارية) Trace elements

نطلق على المعادن التي يحتاجها الجسم بكميات ضئيلة العناصر الأثارية (النزرة) . ومن أمثلة تلك العناصر اليود، والزنك، والمنجنيز. ونحصل عادة على تلك العناصر ضمن الطعام، ووظيفتها في عمليات الجسم لم تُفهم بالكامل حتى الآن .

الألياف الغذائية

تشير الألياف الغذائية إلى المواد الليفية غير القابلة للهضم مثل السليولوز الموجود في الغذاء. وهي مهمة لأنها تزيد من حجم محتويات الأمعاء، وتساعد على الحركة الدودية (التموجية) .

والحركة الدودية عبارة عن سلسلة من الحركات العضلية لجدران القناة الهضمية شبيهة بالتموجات. وتساعد تلك الحركات على خلط الطعام بالعصارات الهاضمة، وتجعله يتحرك في نفس الوقت بطول القناة الهضمية. وإن لم تحدث حركات تموجية سليمة فإن المادة غير المهضومة في الأمعاء الغليظة لا تتحرك بالسرعة الكافية ويتم امتصاص كمية كبيرة من الماء. ويصبح البراز بالتالي صلبًا وجافًّا جدًّا، مما يجعل التخلص منه عن طريق فتحة الشرج غاية في الصعوبة. وتعرف تلك الحالة **بالإمساك**، ويمكن الوقاية منها عن طريق تناول ألياف كافية وشرب كميات كافية من الماء. وتساعد أيضًا ممارسة الرياضة بانتظام في زيادة نشاط الحركة التموجية .

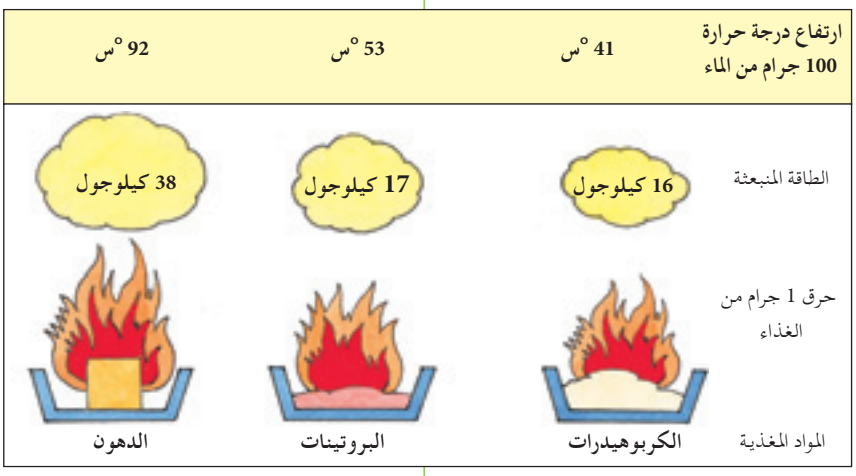
والمصادر الغنية بالألياف هي الفواكة الطازجة، والخضروات، والنُخالة (الرَّدَّة)، والحبوب، ودقيق القمح .

5 – 3 القيم الغذائية للطعام، والنظام الغذائي

قيمة الطاقة في الطعام

تحتوي المواد الغذائية العضوية الغنية بالطاقة على قيم مختلفة من الطاقة. فينتج عن الاحتراق الكامل لجرام واحد من المادة الكربوهيدراتية 16 كيلو جول (ك ج) من الطاقة. تلك هي قيمة الطاقة للمادة الكربوهيدراتية. وقيمة الطاقة للبروتين هي 17 كيلو جول لكل جرام، و 38 كيلو جول لكل جرام من الدهون .

بما أن الدهون تحتوي على أكبر قدر من الطاقة، فيجب على الأشخاص الذين يعانون من مشاكل زيادة الوزن تجنبها .



شكل 5 – 9 الطاقة المنبعثة من المواد المغذية الرئيسة في الطعام

جميع الحقوق محفوظة لـ مركز المناهج التعليمية والبحوث التربوية ـ ليبيا

استقصاء

4-5 محتوى الطاقة في الطعام

للكشف عن كمية الحرارة الصادرة عن احتراق حبة فول سوداني

1 لديك قطعة من حبة فول سوداني تزن 0.2جرام تقريبًا. ثبت حبة الفول السوداني جيدًا في طرف الإبرة المثبتة في حامل. وتحتوي أنبوبة الاختبار (أنبوبة الغليان) المعطاة لك على 20 سم^3 من الماء.

2 (أ) ضع الترمومتر في الماء الموجود في أنبوبة الاختبار. اقرأ وسجل درجة حرارة الماء.

(ب) أشعل قطعة الفول السوداني، وحرك اللهب المشتعل أسفل أنبوبة الغليان لرفع درجة حرارة الماء. أجر التجربة بإمساك أنبوبة الغليان بإحدى يديك والإبرة المثبتة في حامل باليد الأخرى. أشعل النار في قطعة الفول السوداني باستخدام موقد بنزن (وإذا انطفأت

يجب عليك إشعالها بسرعة مرة أخرى). وبمجرد اشتعال قطعة الفول السوداني قربها أسفل أنبوبة الاختبار لتسخين الماء الموجود بها. اترك قطعة الفول السوداني تحترق تمامًا حتى تصبح غير قابلة للاشتعال مرة أخرى.

(جـ) عند توقف قطعة الفول السوداني عن الاحتراق تمامًا، ضع الترمومتر فورًا في الماء في أنبوبة الاختبار وحركها برفق، ثم سجل أعلى درجة حرارة يصل إليها الماء.

3 يكتسب الماء 0.8 كيلو جول طاقة حرارية لكل ارتفاع قدره 10°س في درجة حرارة الماء. تصدر تلك الطاقة الحرارية عن احتراق قطعة الفول السوداني. احسب عدد وحدات الكيلو جول التي اكتسبها الماء. بين عملك.

4 تحتوي حبة الفول السوداني في الواقع على 25 كيلو جول طاقة في كل جرام ولذلك فإن قطعة بهذا الحجم (0.2 جرام تقريبًا) ينتج عنها ٥ كيلو جول من الطاقة الحرارية. اقترح سببًا لاختلاف نتائجك عن تلك القيمة.

5 اقترح خطوات بسيطة لتحسين أداء الجهاز المستخدم في التجربة للحصول على نتائج أكثر دقة.

6 خذ حبة الفول السوداني الكاملة، وقطِّعها إلى قطع صغيرة، ثم اطحن تلك القطع قدر استطاعتك، واستخدم المادة الناتجة في إجراء تجارب على الغذاء مستخدمًا الكواشف المقدمة إليك (محلول بندكت، ومحلول اليود، والإيثانول، والماء) ثم أكمل البيانات في الجدول التالي.

7 حدد المواد التي تعطي أكبر كمية من الطاقة لتسخين الماء من نتائج اختبارك. فسر مشاهداتك.

كاشف الاختبار	معالجة كاشف الاختبار	المشاهدة	الاستنتاج
محلول بندكت	أضف مسحوق فول سوداني و2سم^3 من الماء إلى 2 سم^3 من محلول بندكت ثم سخن.		
محلول اليود	أضف قطرة من اليود إلى مسحوق الفول السوداني.		
الإيثانول والماء	أضف 2 سم^3 من الإيثانول إلى مسحوق الفول السوداني في أنبوبة اختبار. رج المحلول. قم بتصفية المحلول في 2 سم^3 من الماء.		

جميع الحقوق محفوظة لـ مركز المناهج التعليمية والبحوث التربوية ـ ليبيا

النظام الغذائي المتوازن والقيم الغذائية

نحتاج إلى نظام غذائي متوازن للنمو والتنامي الصحي لأجسامنا.

تعريف

يحتوي النظام الغذائي المتوازن على الكميات الضرورية من المواد الكربوهيدراتية، والدهون، والبروتينات، والفيتامينات، والمعادن، والماء، لتلبية الاحتياجات اليومية لأجسامنا.

وقد يعتبر النظام الغذائي المتوازن لشخص ما غير متوازن لشخص آخر. تختلف الكميات المطلوبة من المواد الغذائية المتنوعة من فرد لآخر. وتختلف كل من المواد المغذية التي يحتاج إليها جسمك تبعًا لنشاطك، ونمط حياتك، وعمرك. فجسمك يحتاج إلى المعادن، والماء، والفيتامينات، مع كمية كافية من البروتين لنمو الأنسجة وإصلاح التالف منها مع كمية كافية من الأغذية التي تزود الجسم بالطاقة.

ويحتاج الإنسان إلى الطاقة لبذل الشغل أثناء اليقظة، وللقيام بالوظائف الحيوية عند السكون (الراحة) أو أثناء النوم. وحتى حين يكون الجسم سليمًا بدنيًّا وفي حالة سكون انفعالي فإنه يحتاج إلى الطاقة ليظل على قيد الحياة، مثلًا لاستمرار نبضات القلب. وتعرف كمية الطاقة التي يحتاج إليها الإنسان لأداء الوظائف الحيوية للجسم في حالة السكون التام **بالأيض الأساسي**.

تعتمد احتياجاتك اليومية من الطاقة على الأيض الأساسي، وأنشطتك البدنية. ويتأثر معدل الأيض الأساسي بالمناخ، وحجم الجسم، والعمر، والجنس، والحالة الصحية للشخص.

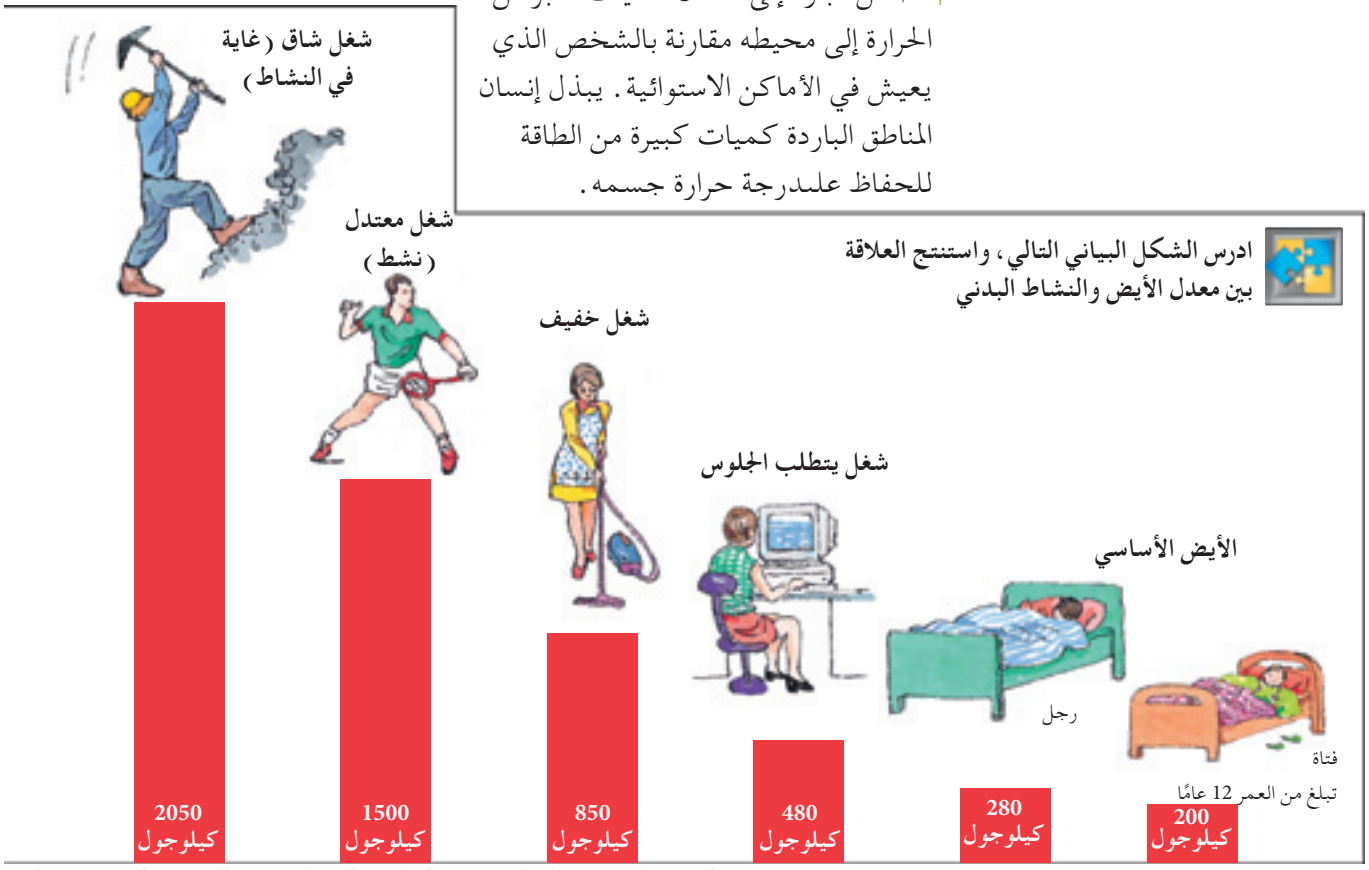
معدل الأيض الأساسي

الأيض هو المصطلح المستخدم لوصف جميع التفاعلات الكيميائية التي تحدث داخل الكائن الحي. ومعدل الأيض الأساسي هو قياس لسرعة حدوث التفاعلات الكيميائية عندما يكون الشخص في حالة سكون (راحة) تام. ولذلك فهو قياس لكمية الطاقة اللازمة للأنشطة الحيوية مثل ضربات القلب، وحركات العضلات، أثناء عملية التنفس.

المناخ

يميل الشخص الذي يعيش في البلد ذي الطقس البارد إلى فقدان كميات أكبر من الحرارة إلى محيطه مقارنة بالشخص الذي يعيش في الأماكن الاستوائية. يبذل إنسان المناطق الباردة كميات كبيرة من الطاقة للحفاظ على درجة حرارة جسمه.

ادرس الشكل البياني التالي، واستنتج العلاقة بين معدل الأيض والنشاط البدني



جميع الحقوق محفوظة لـ مركز المناهج التعليمية والبحوث التربوية ـ ليبيا

ولذلك يكون معدل الأيض الأساسي الخاص به أعلى من المعدل الخاص بالشخص الذي يعيش في المناطق الاستوائية .

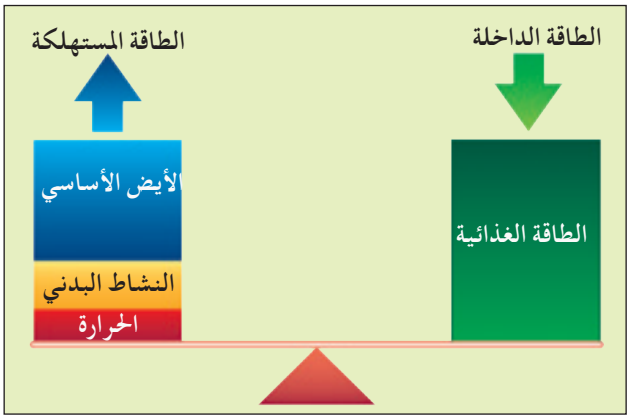
حجم الجسم

قد تختلف أحجام وأوزان أجسام الأفراد من نفس الجنس والعمر. يحتاج الأشخاص ذوو البنية الضخمة (أجسام ضخمة) إلى كميات أكبر من الطاقة للأيض الأساسي من الأشخاص صغيري البنية (أجسام صغيرة) .

العمر

يكون عادة معدل الأيض الأساسي لدى الأطفال أثناء النمو أعلى من الأشخاص المتقدمين في السن وذلك لاحتياج الأطفال إلى كميات أكبر من الطاقة لتلبية احتياجات النمو . ويتناقص معدل الأيض الأساسي لدى البالغين ببطء مع تقدم العمر .

شكل 5 – 10 توازن الطاقة



جدول 5 – 3 احتياجات الطاقة اليومية

احتياجات الطاقة اليومية		
	العمر (بالسنين)	كيلوجول
الرجال	25	10 800
	45	10 200
	65	8 600
النساء	25	8 000
	45	8 000
	65	6 400
السيدات الحوامل (النصف الثاني)		+ 1200
مرحلة الإرضاع		+ 4 000
الرضع	شهر (0–1/12)	
	6–2 شهر (2/12 – 6/12)	كجم × 480
	12–7 شهر (7/12 – 12/12)	كجم × 400
الأطفال	3 – 1	5 300
	6 – 4	6 800
	9 – 7	8 400
	12 – 10	10 000
الصبيان	15 – 13	12 400
	19 – 16	14 000
الفتيات	15 – 13	10 400
	19 – 16	9 500
(تقدر البيانات بالجدول متطلبات الطاقة اليومية للأفراد في ليبيا)		

الجنس

يكون عادة إنتاج الرجال من الطاقة أعلى من إنتاج السيدات من نفس حجم الجسم، والعمر، وذلك لأن لدى الرجال عمومًا كمية أقل من الأنسجة الدهنية في أجسامهم . ولذلك يعتبر منع فقدان الحرارة أقل كفاءة عند الرجال منه عند السيدات .

الصحة

تتحكم الغدة الدرقية الموجودة بالرقبة في معدل الأيض عن طريق إفراز هرمون الثيروكسين . فإذا كانت الغدة الدرقية عند الشخص أقل نشاطًا من المعتاد تصبح كمية الثيروكسين المنتجة غير كافية، وبالتالي يصبح معدل الأيض الأساسي منخفضًا . وعلى العكس من ذلك، تنتج الغدة الدرقية مفرطة النشاط كميات كبيرة من الهرمون مما يساعد على زيادة معدل الأيض .

الوظيفة

بعد دراسة العوامل التي تحدد الأيض الأساسي، عليك الآن إمعان النظر في أنشطتك أثناء اليقظة . فإذا كنت نشطًا للغاية وتتطلب مهنتك شغلًا شاقًّا، ستحتاج طاقة أكثر من الشخص ذي النشاط العادي، والذي يحتاج بدوره إلى كميات أكبر من الطاقة مقارنة بالشخص الساكن . ارجع إلى جدول 5 – 3 وحدد احتياجاتك من الطاقة اليومية . (يشير الجدول إلى احتياجات الطاقة للأفراد العاديين) .

جميع الحقوق محفوظة لـ مركز المناهج التعليمية والبحوث التربوية ـ ليبيا

يجب التأكد من وجود **توازن للطاقة** في نظامك الغذائي، بمعنى توازن الطاقة الداخلة مع الطاقة المستهلكة.

فإذا كنت تستهلك 12 000 كيلو جول من الطاقة في اليوم، ويحتوي نظامك الغذائي على كمية أدنى من ذلك، يكون وزنك أقل من اللازم. ومن الناحية الأخرى إذا كانت كمية الطاقة التي يحتويها نظامك الغذائي تفوق الكمية المستهلكة، فإن الفائض يخزن في جسمك على هيئة دهون، وبالتالي يزداد وزنك. ويجب اعتماد برنامج إنقاص الوزن على تقليل الداخل من الكربوهيدرات والدهون مع عدم تقليل كمية المواد المغذية الأخرى. فيجب على سبيل المثال: ألا يقل الداخل من المواد البروتينية، ولا ينصح بدخول كميات كبيرة جدًّا من البروتين لأن ذلك يعني دخول كميات مفرطة من النيتروجين إلى الجسم. ويتخلص الكبد من النيتروجين الزائد عن حاجة الجسم على هيئة يوريا تفرزها الكليتان في البول. والكميات الكبيرة من البروتينات الداخلة إلى الجسم تعني قيام الكبد والكليتين بعمل إضافي. ويعتبر النظام الغذائي اليومي الذي يحتوي على كمية كبيرة من البروتين عبئًا يؤدي في النهاية إلى تلف تلك الأعضاء.

حول أسلوب الحياة الصحي

لقد أدى النزوح من الريف إلى المدن إلى نمط حياة قليل الحركة، وإلى تغير نمط الاستهلاك الغذائي للسكان، نتج عنه انتشار السمنة بين الشباب. وليبيا تعتمد على المصادر البشرية، فتعتبر القوة العاملة التي تتمتع بصحة جيدة عنصرًا أساسيًّا للنمو والحياة.

وتعتبر السمنة، ونمط الحياة قليل الحركة، والسجل العائلي المقترن بارتفاع نسبة الكوليسترول في الدم، عوامل خطيرة تشير إلى إمكانية الإصابة بأمراض القلب. وللحفاظ على صحة أجسامنا، ينبغي الأكل بحرص وممارسة التدريبات الرياضية بانتظام.

أحد طرق متابعة النظام الغذائي السليم تكون باتباع الطريقة الهرمية المبينة فيما يلي.

ادرس هرم النظام الغذائي ثم أجب عن الأسئلة التالية:

- *بالصعود إلى الهرم من أسفل إلى أعلى، ما المواد المغذية الرئيسة الموجودة في أغذية المستوى الثاني والثالث من الهرم؟*
- *ما المواد المغذية الرئيسة الموجودة في الأطعمة في المستوى 1، 4؟*
- *لماذا يجب أن يحتوي نظامنا الغذائي على أكبر كمية من الغذاء من المستوى 1 وأقل كمية من الغذاء من المستوى 4؟*

جميع الحقوق محفوظة لـ مركز المناهج التعليمية والبحوث التربوية ـ ليبيا

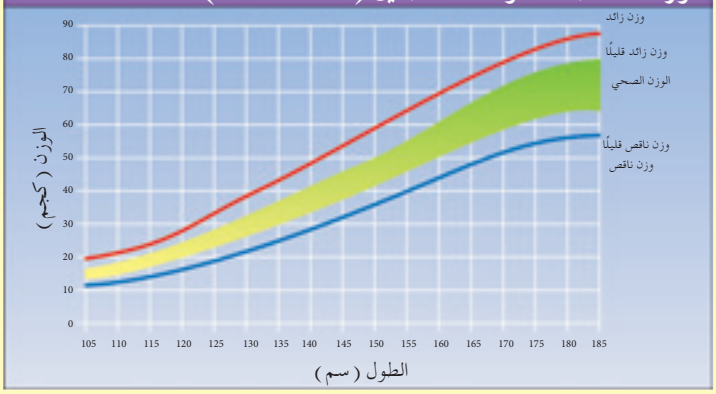
الكتيبات المتعلقة بأسلوب الحياة الصحية متاحة في المراكز الصحية، ويمكن الحصول عليها من العيادات المتخصصة، وينصح الأفراد باتباع الآتي :

- تقليل الداخل من الدهون والكوليسترول .
- تناول كميات أكبر من الخضروات والفاكهة .
- استهلاك كميات أقل من الأملاح .
- المحافظة على الوزن الصحي للجسم .

ويقدم التمثيلان البيانيان إلى اليسار إرشادًا أوليًّا لتحديد صحية وزنك. استخدم الرسم البياني للمقارنة بوزنك .

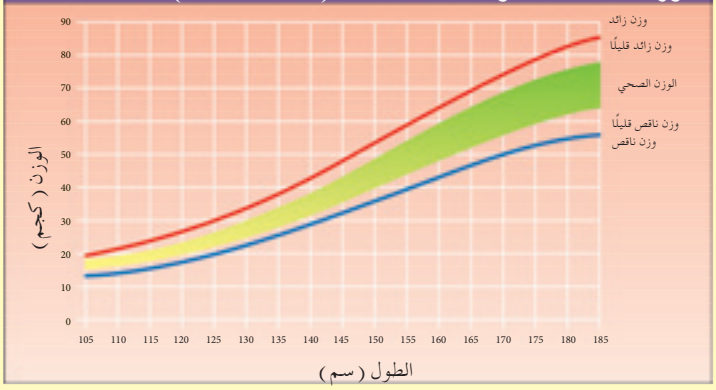
الرسم البياني أ

الوزن بالنسبة للطول عند البنين (6 – 17 عاما)



الرسم البياني ب

الوزن بالنسبة للطول عند الفتيات (6 – 17 عامًا)



مهمة

1-5 النظام الغذائي والصحة

هل تتبع نظامًا غذائيًّا متزنًا؟

دوِّن الأطعمة التي تتناولها كل يوم في الإفطار، والغذاء، والعشاء. اجمع معلومات حول قيمة الطاقة وتكوين الطعام الذي تتناوله في هذه الوجبات، وسجل المعلومات التي حصلت عليها على شكل رسومات بيانية وتصويرية .

هل تعتقد أن نظامك الغذائي متزن؟ يتمتع أغلب الناس بصحة جيدة حين يتكون نظامهم الغذائي : 60% من المواد الكربوهيدراتية، و25% من الدهون، و15% من البروتينات، بالإضافة إلى الكميات المطلوبة من الفيتامينات، والأملاح المعدنية، والماء .

النظام الغذائي، والمواد الغذائية، والصحة في ليبيا

اجمع المعلومات من شبكة الإنترنت، والمجلات، والجرائد حول التغذية وما يتعلق بالأنظمة الغذائية في ليبيا . ما المشاكل الأساسية؟

جميع الحقوق محفوظة لـ مركز المناهج التعليمية والبحوث التربوية ـ ليبيا

مشكلات موارد الطعام في العالم

تعتبر المجاعة، وسوء التغذية، و التغذية المفرطة هي المشكلات الأساسية المتعلقة بموارد الغذاء التي يعاني منها العالم. وهي ترجع إلى التوزيع غير المتكافئ للغذاء بالنسبة لحجم السكان.

تحدث **المجاعة** عند عدم حصول الإنسان أو الحيوان على القدر الكافي من الطاقة في غذائه. يبدأ الجسم في استخدام احتياطياته من الطاقة المخزنة في شكل دهون أو جليكوجين للحصول على احتياجاته الأيضية الأساسية. وبعد نفاد الدهون والجليكوجين يبدأ الجسم في استخدام البروتين. وبما أن العضلات تتكون معظمها من المواد البروتينية، يؤدي ذلك إلى ذبول العضلات، كما نراه في الأفراد الذين يعانون من المجاعة. وبالإضافة إلى العضلات الهيكلية، فقد يبدأ الجسم في استخدام العضلة الموجودة في القلب، مما يضعفه ويعرضه للخطر.

من ناحية أخرى ينجم **سوء التغذية** عن **عدم توازن النظام الغذائي**. قد يرجع ذلك إلى النقص أو الإفراط في تناول بعض العناصر المغذية خلال فترة من الزمن. وقد ذكرنا سابقًا الأمراض الناتجة عن نقص الفيتامنيات والمعادن. ويعتبر أيضًا المرض الناتج عن نقص البروتين (كواشيوركر Kwashiorkor) مثالًا على سوء التغذية، كما يسبب نقص الألياف في الوجبة الغذائية الإمساك.

وعلى العكس من ذلك، يحدث الإفراط في الغذاء عند استهلاك الشخص كميات من الطاقة أكثر مما يستطيع استخدامه فيصبح بدينًا، أو مصابًا بالبدانة. وتعتبر البدانة من المشكلات الغذائية المهمة في الدول المتقدمة.

يزيد الاستهلاك الزائد من الدهون المشبعة والكوليسترول من مخاطر أمراض القلب التاجية (الوحدة 1 من كتاب الصف الثاني من مرحلة التعليم الثانوي). ويقدر أن كل 500 جرام من الأنسجة الدهنية في الجسم تحتاج إلى 1 كيلو متر من الأوعية الدموية، مما يعني أن القلب يكون عليه العمل أكثر لضخ الدم في جسم الشخص البدين (المصاب بالبدانة).

وتشير الدراسات إلى زيادة فرص إصابة الأشخاص ذوي البدانة بأمراض السكري وإلى قصر متوسط أعمارهم.

وعمومًا قد يرجع عدم توازن النظام الغذائي إلى ما يلي:

- موانع اقتصادية (مثل تناول الأطعمة الرخيصة لتجنب الجوع).
- عادات الأكل غير الصحية لعدم وجود معرفة غذائية كافية.
- عدم الرغبة في اتباع الإرشادات الغذائية.

ملحوظة

تساهم العوامل التالية إلى حد كبير في المجاعة وسوء التغذية في العالم:

- ازدياد النمو السكاني خاصة في الدول النامية.
- سوء توزيع المواد الغذائية.
- زراعة المحاصيل المربحة بدلًا من محاصيل الغذاء في بلدان نامية معينة.

(أ) طفل يعاني من سوء التغذية

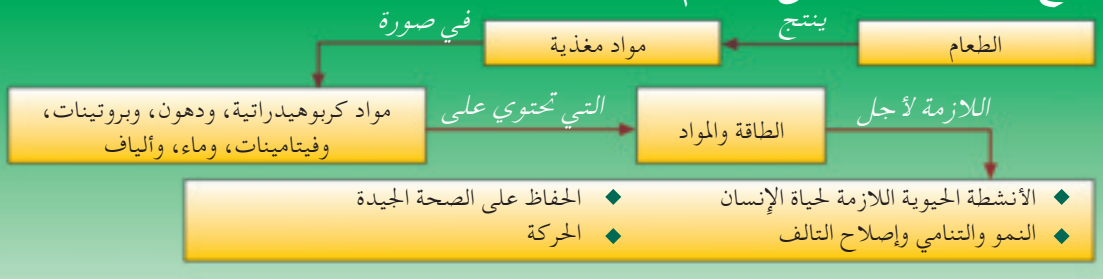
(ب) نفس الطفل بعد علاج استغرق شهرًا واحدًا.

شكل 5 - 11 يمكن للنظام الغذائي المتزن إعادة الصحة إلى طفل يعاني من سوء التغذية.

جميع الحقوق محفوظة لـ مركز المناهج التعليمية والبحوث التربوية ـ ليبيا

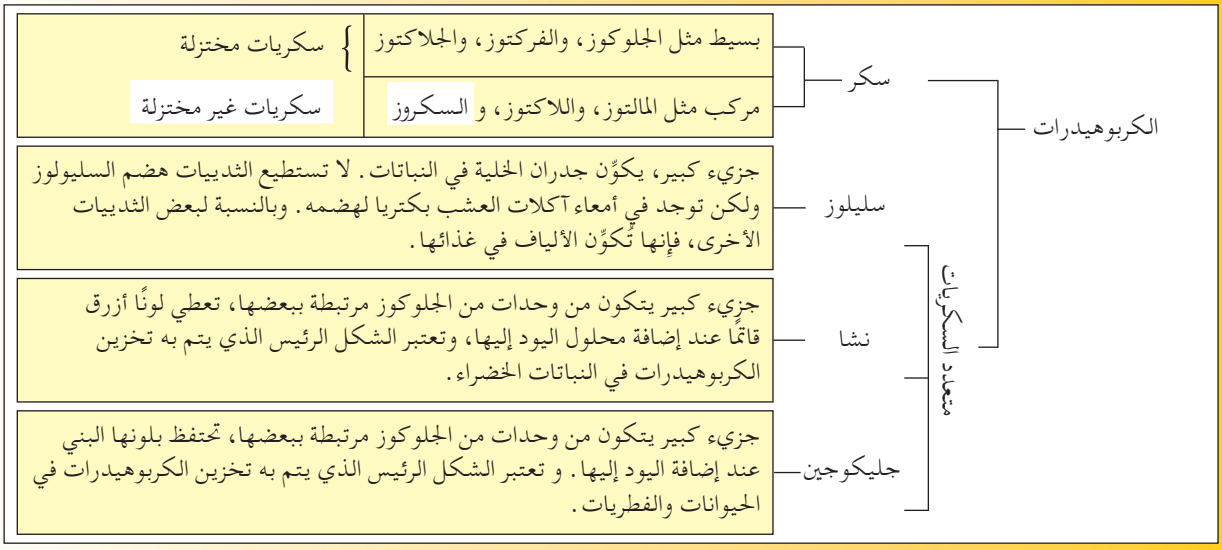
ملخص

تحتاج الكائنات الحية إلى الطعام لأن :



الكربوهيدرات

- الكربوهيدرات مركبات عضوية تتكون من عناصر الكربون، والهيدروجين، والأكسجين. وتوجد ذرات الهيدروجين والأكسجين بنسبة 2 : 1 .
- ويحتاج الكائن الحي للكربوهيدرات :
  - كمصدر للطاقة اللازمة للأنشطة الحيوية .
  - لتكوين جدار الخلية السليولوزي في النبات .
  - كأحد مكونات الحمض النووي .
  - كأحد مكونات المواد المرطبة مثل المخاط .
  - لتكوين المركبات العضوية الأخرى مثل الأحماض الأمينية والدهون .
  - السكريات في رحيق الأزهار تجذب الحشرات للقيام بعملية التلقيح .
- ويمكن تصنيف الكربوهيدرات كما هو مبين أسفل .
- الكشف عن وجود الكربوهيدرات :
  - يُكوِّن السكر المختزل راسبًا أحمر عند تسخينه في محلول بندكت .
  - يعطي النشا لونًا أزرق قاتمًا عند إضافة اليود .



تفاعلات التكسير والبناء التي تمر بها المواد المغذية في الجسم :

- التحلل المائي عبارة عن تفاعل كيميائي تعمل فيه جزيئات الماء على تكسير الجزيء المعقد إلى جزيئات أبسط في التركيب .
- التكاثف هو تفاعل كيميائي تتحد فيه الجزيئات البسيطة لتكون جزيء أكبر مع إنتاج الماء .

الدهون

- الدهون مركبات عضوية تتكون من عناصر الكربون، والهيدروجين، والأكسجين، وعلى عكس الكربوهيدرات تحتوي على كميات أقل من الأكسجين بالنسبة لما تحتويه من الهيدروجين .
- تتحلل الدهون مائيًّا لتكون الأحماض الدهنية والجليسرول .
- والدهون ضرورية لأنها :
  - تعتبر مصدرًا للطاقة .

جميع الحقوق محفوظة لـ مركز المناهج التعليمية والبحوث التربوية ـ ليبيا

- تعتبر مادة عازلة تمنع الفقدان المفرط للحرارة عبر جلد الثدييات.
- تعمل كمذيب للفيتامينات القابلة للذوبان في الدهون وبعض الهرمونات.
- تعتبر مكونًا للأغشية البروتوبلازمية.

◆ عند إجراء اختبار مستحلب الإيثانول على الدهون، يتكون مستحلب أبيض متعكر.

➤ البروتينات

◆ البروتينات مركبات عضوية تتكون من الكربون، والهيدروجين، والأكسجين، والنيتروجين. وغالبًا ما تحتوي على الكبريت والفوسفور.

◆ وتتكون البروتينات من أحماض أمينية مرتبطة ببعضها عن طريق الروابط الببتيدية. وعند تحلل البروتينات مائيًا تتحول أولًا إلى متعددة الببتيدات أو ببتونات ثم تتحول إلى أحماض أمينية.

البروتينات ← متعددة الببتيدات (الببتونات) ← الأحماض الأمينية

◆ يحتاج الجسم للبروتينات:

- لتكوين البروتوبلازم الجديد اللازم للنمو وإصلاح الأجزاء التالفة في الجسم.
- لتكوين الأنزيمات وبعض الهرمونات.
- لأنها تعتبر مصدرًا للطاقة.
- لتكوين الأجسام المضادة.
- الكشف عن البروتينات بإستخدام محلول بيوريت ، يعطي الكاشف لوناً بنفسجياً

➤ قيمة طاقة الطعام

◆ 1 جرام من الكربوهيدرات ينتج 16 كيلو جول.
◆ 1 جرام من البروتين ينتج 17 كيلو جول.
◆ 1 جرام من الدهون ينتج 38 كيلو جول.

➤ تعتبر الفيتامينات مركبات عضوية تحتاج إليها أجسام الثدييات للحفاظ على الصحة وتجنب أمراض سوء التغذية.

◆ فيتامين ج (C) (حمض الأسكوربيك):

- لازم لتكوين المادة بين الخلوية والمحافظة على النسيج الطلائي صحي وسليم.
- ينجم عن نقص هذا الفيتامين مرض الإسقربوط.

◆ فيتامين د (D) (الكالسيفرول):

- ضروري لامتصاص الكالسيوم والفوسفور.
- يصاب الأطفال بمرض الكساح نتيجة لنقص هذا الفيتامين.

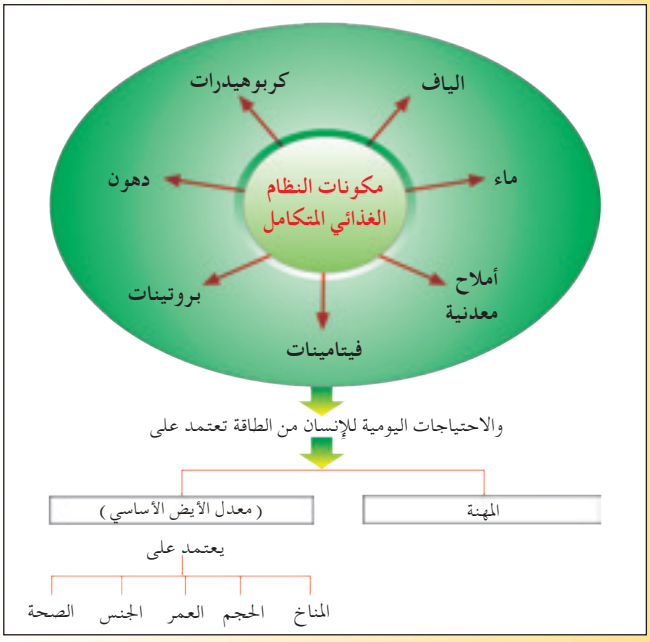
➤ أهمية الماء:

- مكون أساسي للبروتوبلازم.
- وسط ضروري لحدوث التفاعلات الكيميائية.
- مذيب للأنزيمات، والمواد الغذائية، ونواتج الإخراج، إلخ لكي تتنقل من جزء في الجسم إلى جزء آخر.
- يساعد على التحكم في درجة حرارة الجسم.
- أحد المتفاعلات في التحلل المائي وعملية البناء الضوئي.

➤ المعادن

◆ الكالسيوم: ضروري لتكوين العظام والأسنان.
◆ الحديد: المكون التركيبي في الهيموجلوبين، ونقصه يسبب الأنيميا الغذائية.

➤ يحتوي النظام الغذائي المتوازن على الكميات المناسبة من الكربوهيدرات، والدهون، والبروتينات، والفيتامينات، والمعادن، والألياف لتلبية احتياجات الجسم اليومية من تلك المواد.



➤ التغذية والصحة

◆ سوء التغذية: نقص أو إفراط دخول المواد المغذية إلى الجسم.
◆ يؤدي نقص التغذية إلى أمراض سوء التغذية ومنها مرض نقص البروتين (كواشيوركر Kwashiorkor).
◆ يؤدي الإفراط الغذائي إلى البدانة، والبدانة تزيد من مخاطر الإصابة بأمراض القلب، ومرض السكري، وقصر متوسط عمر الإنسان.

جميع الحقوق محفوظة لـ مركز المناهج التعليمية والبحوث التربوية ـ ليبيا

ركن التفكير

مهارات التفكير: البحث، والمقارنة، واتخاذ القرار

البحث

لماذا تخزن خلايا الكبد الجليكوجين ولا تخزن الجلوكوز؟

جليكوجين **جلوكوز**

ما أوجه الشبه؟

ما أوجه الاختلاف؟

من حيث

	حجم الجزيء	
	القابلية للذوبان	
	الضغط الأسموزي	
	محتوى الطاقة	

الاستنتاج

أسباب تخزين الجليكوجين:

ماذا يحدث لو قامت الخلايا الحيوانية بتخزين الجلوكوز بدلًا من الجليكوجين؟

جميع الحقوق محفوظة لـ مركز المناهج التعليمية والبحوث التربوية ـ ليبيا

الوحدة 6

التغذية في الثدييات

Nutrition in Mammals

أهداف التعلم

بعد الانتهاء من دراسة هذه الوحدة سوف تكون قادرًا على أن :

- تُعَرِّف المناطق الرئيسة في القناة الهضمية للإنسان والأعضاء المرتبطة بها .
- تصف الوظائف الرئيسة للأعضاء المختلفة في القناة الهضمية .
- تفسر ضرورة هضم الطعام .
- تصف عملية الهضم الكيميائي .
- تصف عملية الامتصاص والتمثيل الغذائي، وتشرح كيفية تكيف القناة الهضمية في الإنسان للقيام بتلك الوظائف .

سوف تكتشف في هذه الوحدة طريقة هضم الطعام في القناة الهضمية عند الإنسان، وهي أنبوب طوله تسعة أمتار، يلف داخل جسمك بدءًا من الفم حتى فتحة الشرج . مستخدمين تشبيه الآلة (مع الفارق) يدخل الطعام في حالته الخام عند قمة هذه الأنبوبة ويُهضم بواسطة الجهاز الهضمي . وتُطرد المواد التي لا يمتصها الجسم خارجه عندما تذهب إلى دورة المياه . ابسط يديك ثم ضعها على بطنك، توجد تحت يديك المعدة والأمعاء التي تتم فيها عملية الهضم . كيف تستطيع معرفة العمليات التي تحدث هناك ؟

بدأت إحدى تلك المحاولات في عام 1822 عندما أطلقت النيران دون قصد على عامل بالجيش الأمريكي اسمه أليكسيس سانت مارتن من بندقية صغيرة على مسافة قريبة . وأحدثت إحدى إصاباته ثقبًا كبيرًا في البطن، خرجت منه محتويات الإفطار الذي تناوله . ولدهشة الجميع نجا العامل من هذه الإصابة الأليمة، وأصبح بمثابة تجربة متحركة لطبيب بالجيش اسمه ويليام بومنت .

لم يلتئم الجرح الذي أصاب أليكسيس بطريقة صحيحة، مما وفر للطبيب بومنت نافذة يستطيع الدخول من خلالها لدراسة طريقة عمل الجهاز الهضمي . سد الثقب في البداية بلف ضمادة حوله بإحكام، ولكن نما بعد فترة طرف متدلي من الجلد فوق الجرح، أصبح بمثابة صمامًا يمكن فتحه وغلقه بالضغط عليه . وأجرى بومنت، بموافقة أليكسيس، سلسلة من التجارب خلال هذا الصمام استمرت حوالي تسع سنوات .

وحكى بومنت كيف أنه يضغط على البطن فوق الكبد فيحصل على العصارة الصفراوية خلال الصمام، كما أنه نزع وحلل محتويات المعدة . يستخدم أيضًا هذا الأسلوب لتحليل الهضم في الحيوانات حيث توضع أنابيب تغذية (كانيولا) داخل المعدة أو الأمعاء . ويمكن عندئذ نزع محتويات المعدة والأمعاء خلال تلك الأنابيب لتحليلها .

جميع الحقوق محفوظة لـ مركز المناهج التعليمية والبحوث التربوية ـ ليبيا

ويستطيع الأطباء الأن استخدام أشعة إكس لدراسة عمل الجهاز الهضمي في الإنسان. انظر إلى الصورة الفوتوغرافية التي تبين صورة المعدة والأمعاء التي التقطت بعد تناول المريض وجبة تحتوي على أيونات فلز الباريوم الثقيل. لا تستطيع أشعة إكس اختراق الباريوم الثقيل ولذلك تبدو المساحات التي غطاها الباريوم بيضاء اللون في أشعة إكس. هل تستطيع تمييز المعدة والأمعاء؟

تُستخدم تقنية أخرى لدراسة عمل الجهاز الهضمي تُسمى التنظير الداخلي، تتضمن إدخال كاميرا متصلة بأنبوب طويل في المعدة خلال الفم. ويستطيع الأطباء باستخدام الألياف الضوئية رؤية ما يحدث داخل المعدة. وتفيد تلك الطريقة في تشخيص الحالات الطبية المختلفة مثل قرحة المعدة.

تظهر أشعة إكس المعدة والأمعاء بعد وجبة من الباريوم

6 - 1 التغذية الحيوانية

تعرف عملية دخول الطعام والعمليات التي تحول المواد الغذائية إلى مادة حية **بالتغذية**. ولذلك تتضمن التغذية العمليات التالية:

- إطعام – عملية دخول الغذاء إلى الجسم.
- هضم – العملية التي تُكسر فيها جزيئات الطعام الكبيرة إلى جزيئات قابلة للذوبان والانتشار تمتصها خلايا الجسم.
- امتصاص – العملية التي تدخل فيها المواد الغذائية المهضومة إلى خلايا الجسم.
- تمثيل – العملية التي تُحول فيها بعض المواد الغذائية المهضومة إلى بروتوبلازم جديد أو تستخدم للإمداد بالطاقة.

تتغذى الحيوانات بتناول (اغتذاء) المادة العضوية المعقدة الجاهزة (الصلبة أو السائلة) والتي تحصل عليها من الكائنات الحية الأخرى. ويعرف هذا الأسلوب في التغذية على المادة الحيوية المعقدة الجاهزة **بالتغذية الحيوانية**. وتمتلك معظم الحيوانات أعضاءً أو أجهزة عضوية خاصة للتغذية مثل الفم والقناة الهضمية. يكون الجهاز العضوي الخاص بالتغذية متطورًا للغاية في الثدييات.

الأفكار الدليلية

التغذية الحيوانية

يوجد هذا النوع من التغذية في الحيوانات، ويتضمن ابتلاع (اغتذاء) المواد المغذية العضوية المعقدة و هضمها، و امتصاصها، ثم تمثيلها.

جميع الحقوق محفوظة لـ مركز المناهج التعليمية والبحوث التربوية ـ ليبيا

6 – 2 الجهاز الهضمي في الثدييات

يتألف **الجهاز الهضمي** في الثدييات من القناة الهضمية والغدد المرتبطة بها. وتُهضم المواد الغذائية في القناة الهضمية. تمتد القناة الهضمية الأنبوبية (شكل 6 – 2) من الفم حتى فتحة الشرج (الإست)، ويوجد غالبية هذا الطول ملتفًّا في تجويف البطن. وتتكون القناة الهضمية من الأجزاء التالية: الفم، والتجويف الفمي، والبلعوم، والمريء، والمعدة، والأمعاء الدقيقة، والأمعاء الغليظة، وفتحة الشرج.

الفم والتجويف الفمي

يدخل الطعام إلى الجسم خلال الفم الذي يؤدي إلى التجويف الفمي. ويوجد حول جانبي ومقدمة التجويف الفمي الفك العلوي والفك السفلي. ويكون الفك العلوي ثابتًا بينما يكون الفك السفلي متحركًا. ويحمل الفكان أربعة أنواع من الأسنان: القواطع، والأنياب، والضروس الأمامية، و الضروس الخلفية.

ويتم في الفم تكسير الغذاء الصلب إلى قطع صغيرة عن طريق حركة المضغ التي تقوم بها الأسنان. ويوجد باللسان خلايا حسية خاصة أو براعم تذوق تساعد على انتقاء الأطعمة المناسبة. وتفتح ثلاثة أزواج من الغدد اللعابية في التجويف الفمي عن طريق قنوات معينة. وتنتج الغدد إفرازًا يسمى اللعاب يتم تفريغه في التجويف الفمي.

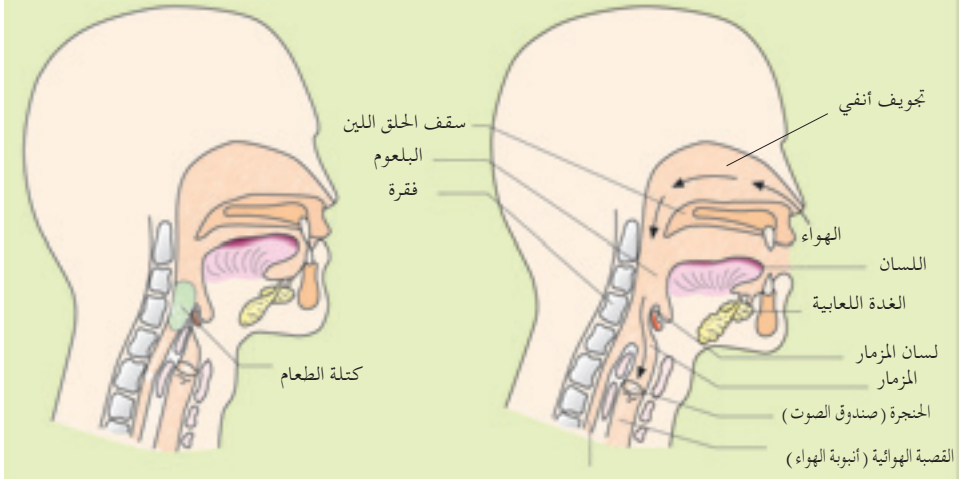
البلعوم

هو جزء القناة الهضمية الذي يصل الفم بالمريء والقصبة الهوائية (الأنبوبة الهوائية) عن طريق الحنجرة. ويوجد على الحنجرة شق طولي يسمى **المزمار**.
والبلعوم ممر مشترك لكل من الهواء والطعام. ويحتمل مرور الطعام إلى داخل القصبة الهوائية أثناء بلعه. وتمنع عادة قطعة صغيرة على شكل نتوء غضروفي يسمى **لسان المزمار** حدوث ذلك. ويوجد لسان المزمار فوق الحنجرة، خلف مؤخرة اللسان بالضبط. تتحرك الحنجرة أثناء عملية البلع إلى أعلى بحيث تصبح تحت لسان المزمار، ولا تستطيع جسيمات الطعام الدخول إلى القصبة الهوائية.

تدخل أحيانًا جسيمات دقيقة من الغذاء أو الماء إلى الحنجرة أو القصبة الهوائية، مما يؤدي بطريقة أوتوماتيكية إلى كحة شديدة لإجبار تلك الجسيمات على الخروج، ولمنع حدوث اختناق.

تفتح تراكيب أخرى إلى داخل البلعوم وهي الجيوب (التجاويف) الأنفية، وقناتي أستاكيوس الآتيتين من الأذن.

شكل 6-1 ماذا يحدث أثناء البلع والتنفس



(أ) أثناء التنفس تتحرك الحنجرة إلى أسفل و يفتح المزمار

(ب) أثناء البلع تتحرك الحنجرة إلى أعلى، و يقفل المزمار بواسطة لسان المزمار

ملحوظة

الأمعاء
تتكون الأمعاء الدقيقة من الاثنا عشر، والصائم، واللفائفي بينما تتألف الأمعاء الغليظة من الأعور، والقولون، والمستقيم. ولا يمكن التمييز بين الصائم واللفائفي في معظم الحيوانات الثديية ولكنها واضحة في الإنسان.

الغدة
الغدة هي خلية، أو نسيج، أو عضو يفرز مادة كيميائية. ويطلق على الغدد اللعابية هذا الاسم لأنها تفرز اللعاب.

استقصاء

1-6

1 ضع أصابع يديك فوق الحنجرة.

2 ابتلع اللعاب ثم سجل بالتفصيل ما يحدث في حلقك.

3 فسر أسباب الحركة في الحلق.

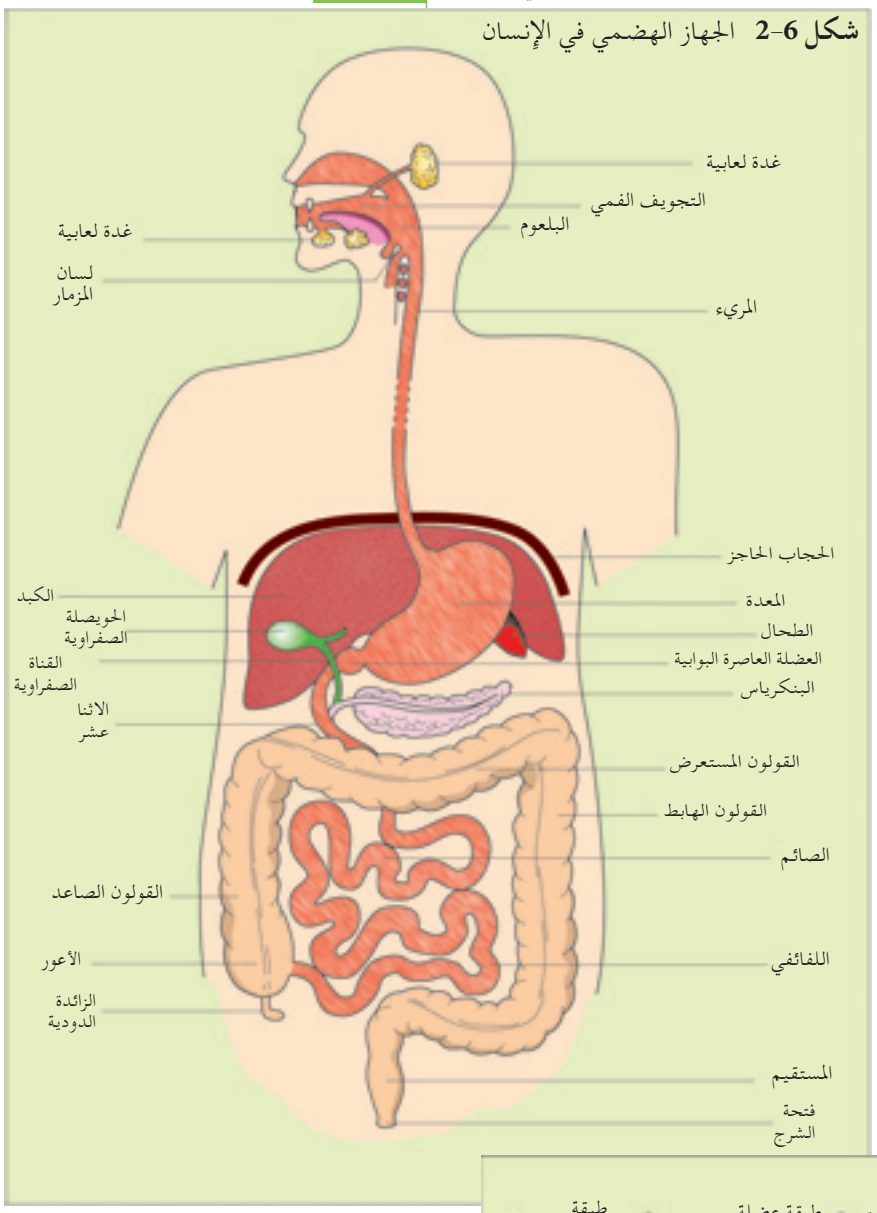
جميع الحقوق محفوظة لـ مركز المناهج التعليمية والبحوث التربوية ـ ليبيا

المريء

هو أنبوب عضلي ضيق يستمر من البلعوم، مرورًا بالحلق، والحجاب الحاجز، وحتى المعدة. وتتكون جدرانه من أربع طبقات توجد بطول القناة الهضمية عدا فتحة الشرج.

1. تتكون الطبقة الخارجية من غشاء رقيق يعرف بالطبقة المصلية، وهي غطاء رطب وزلق، لتقليل الاحتكاك عند انزلاق الأعضاء فوق بعضها البعض.
2. يلي ذلك الطبقات العضلية التي تتكون من طبقة خارجية من عضلات طولية وطبقة داخلية من عضلات دائرية. يطلق عليها العضلات الملساء وتكون انقباضاتها بطيئة وثابتة.
3. تأتي بعد ذلك طبقة من الأوعية الدموية والأنسجة الضامة والتي يطلق عليها الطبقة تحت المخاطية.
4. الطبقة الأخيرة من الداخل هي الطبقة المخاطية، وهي طبقة مطوية بكثرة وتحتوي على خلايا غددية، و تفرز بعضها مخاطًا لزجًا. ويعمل المخاط على تزليق الطعام ليتحرك بسهولة في القناة الهضمية.

شكل 6-2 الجهاز الهضمي في الإنسان



شكل 6-3 جزء من جدار القناة الهضمية (قطاع عرضي)

الحركة التموجية (الدودية)

تسبب طبقتا العضلات الملساء انقباضات متناسقة تشبه الموجة في جدران القناة الهضمية. وتعرف تلك الحركات **بالحركة التموجية** (الدودية) وهي التي تحرك الطعام بطول القناة الهضمية.

وتعمل مجموعتا العضلات بطريقة معينة بحيث ترتخي مجموعة عند انقباض الأخرى، وعند انقباض العضلة الدائرية ترتخي العضلة الطولية.

شكل 6-4 حركة الانضغاط الناتجة عن الحركة التموجية تحرك الطعام بطول القناة الهضمية.

جميع الحقوق محفوظة لـ مركز المناهج التعليمية والبحوث التربوية ـ ليبيا

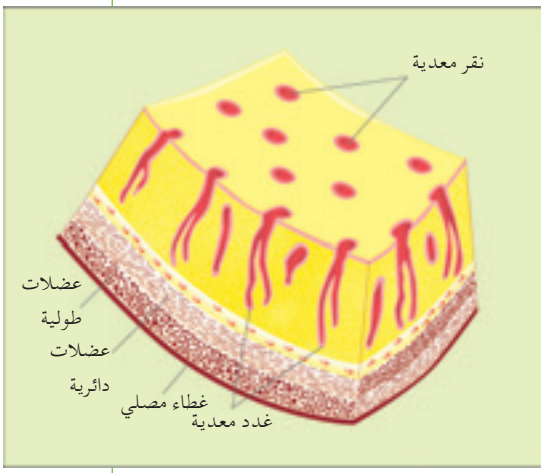
وتنقبض جدر القناة الهضمية (مثل الأمعاء) بمعنى أنها تصبح أكثر ضيقًا لكن أطول، وبالتالي يُعصر الطعام أو يدفع إلى الأمام. وعند انقباض العضلة الطولية ترتخي العضلة الدائرية، وتتسع القناة الهضمية لتصبح أعرض وأقصر، مما يوسع تجويف القناة الهضمية لدخول الطعام.

المعدة

المعدة كيس عضلي قابل للانتفاخ، لها جدران عضلية سميكة جيدة النمو. وهي تقع تحت الحجاب الحاجز مباشرة على الجانب الأيسر من تجويف البطن، ويغطيها الكبد جزئيًا.

وتحمل الطبقة المخاطية لجدار المعدة نقر كثيرة، يتراص على جدرانها الغدد المعدية التي تفرز **العصارة المعدية** التي تلعب دورًا كبيرًا في عملية الهضم.

ويوجد صمام عضلي في المكان الذي تتصل فيه المعدة بالأمعاء الدقيقة يسمى **العضلة العاصرة البوابية**. وعند انقباض ذلك الصمام يغلق مدخل الأمعاء الدقيقة، وعند انبساطه ينفتح المدخل بحيث يُسمح للطعام بالمرور إلى الأمعاء الدقيقة.



شكل 6-5 قطاع في جدار المعدة (صورة مجسمة)

الأمعاء الدقيقة

تتكون الأمعاء الدقيقة من الاثنا عشري على شكل حرف U (الجزء الأول من الأمعاء الدقيقة)، والصائم، واللفائفي كثير الالتفاف. ويبلغ طول الأمعاء الدقيقة في الإنسان نحو 6 أمتار.

وتحتوي بطانة جدر الأمعاء الدقيقة على الغدد التي تفرز الأنزيمات الهاضمة. ويبين شكل (6-6) ص 92 التركيب التفصيلي لجدران الأمعاء الدقيقة.

تتصل الأمعاء الدقيقة (وأيضًا الأمعاء الغليظة) بجدار الجسم الظهري عن طريق أغشية رقيقة شفافة تسمى **المساريقا** (لاحظ تلك الأغشية أثناء تشريح الأرنب).

الأعضاء والغدد المرتبطة بالقناة الهضمية

الكبد والحوصلة الصفراوية (المرارة)

يعتبر الكبد أكبر غدة في الجسم، لونه أحمر داكن ويتكون من خمسة فصوص، ثلاثة منها في الجانب الأيمن واثنين على الجانب الأيسر. وهو يقع تحت الحجاب الحاجز مباشرة على الجانب الأيمن من الجسم. ويلامس سطحه العلوي الحجاب الحاجز في حين يلامس سطحه السفلي المعدة والأمعاء الدقيقة. ويتصل بالسطح السفلي من الكبد ثلاثة أوعية دموية هي الوريد الكبدي البابي، والوريد الكبدي، والشريان الكبدي.

وتفرز خلايا الكبد **الصفراء**، وهي سائل قلوي لونه أصفر مخضر يحتوي على أملاح الصفراء وصبغات الصفراء التي تسبب لون العصارة. ولا تحتوي الصفراء على أنزيمات ولذلك لا تستطيع هضم الطعام ولكنها تساعد على هضم الدهون. وصبغات الصفراء هي فضلات تخرج مع البراز.

جميع الحقوق محفوظة لـ مركز المناهج التعليمية والبحوث التربوية ـ ليبيا

وتُخزن العصارة الصفراوية بصفة مؤقتة في الحوصلة الصفراوية (المرارة) . وهي كيس أصفر يميل للون الأخضر ملتصق بالكبد . وعند انقباض الحوصلة الصفراوية تتدفق العصارة إلى الاثنا عشري خلال القناة الصفراوية .

ويؤدي الكبد وظائف مهمة أخرى كثيرة خلاف دوره في الهضم .

البنكرياس

البنكرياس غدة تقع في بداية التفاف الاثنا عشري . وهي تتصل بالاثنا عشري عن طريق قناة بنكرياسية . وتتصل قناة الصفراء بالقناة البنكرياسية قبل أن تفتح الأخيرة في الاثنا عشري . وينتج البنكرياس **العصارة البنكرياسية** التي تحتوي على أنزيمات الهضم . يفرز البنكرياس أيضًا هرمون الإنسولين الذي يلعب دورًا مهمًّا في التحكم في مستوى سكر الدم في الجسم والاستفادة من المواد الكربوهيدراتية .

الأمعاء الغليظة

الأمعاء الغليظة أقصر ولكنها أكثر اتساعًا من الأمعاء الدقيقة . وتفتح الأمعاء الدقيقة على الأمعاء الغليظة في الجانب الأيمن من تجويف البطن . وفي المكان الذي تلتقي فيه الأمعاء الدقيقة والقولون الصاعد (جزء من الأمعاء الغليظة) يوجد كيس صغير هو الأعور **والزائدة الدودية** .

يبلغ طول الأمعاء الغليظة حوالي 1.5 متر تقريبًا وتتكون من :

- الأعور والزائدة الدودية .
- القولون الصاعد الذي يتجه إلى أعلى بطول الجانب الأيمن من تجويف البطن .
- القولون المستعرض الأفقي .
- القولون الهابط الذي يتجه إلى أسفل ليتصل بالمستقيم .
- المستقيم (أنبوبة عضلية قصيرة) .

يُخزن **البراز** (مادة غير مهضومة) بصفة مؤقتة في المستقيم . وعند انقباض المستقيم يطرد البراز خلال فتحة الشرج . والوظيفة الرئيسة للأمعاء الغليظة هي امتصاص الماء والأملاح المعدنية من المادة الغذائية غير المهضومة . تساعد أيضا الأمعاء الغليظة على إزالة البكتريا بصفة دورية أثناء عملية التبرز .

الأفكار الدليلية

الكبد والبنكرياس

يلعب كل من الكبد والبنكرياس دورًا في عملية الهضم . ومع ذلك فإن لكل منهما أدوارًا أخرى مهمة في الجسم . فالبنكرياس يفرز الهرمونات المسئولة عن التحكم في مستوى الجلوكوز في الدم بينما للكبد مجموعة أخرى من الوظائف التي تم إدراجها في هذه الوحدة .

ملحوظة

لا تؤدي الزائدة الدودية أي دور في عملية الهضم ولكن يمكن أن تصيبها العدوى وتلتهب مسببة التهاب الزائدة الدودية .

ملحوظة

الكائنات البشرية متنوعة الطعام وهي لاتهضم السليولوز . أما آكلات العشب من الثدييات فلديها كائنات دقيقة في قناتها الهضمية لهضم الكمية الكبيرة من السليولوز في غذائها . ويحدث هذا الهضم في الأعور والزائدة الدودية، وهي الخاصية التي تميز الثدييات آكلة العشب مثل الحصان . لذلك، يعتبر الأعور الكبير والزائدة الدودية الكبيرة من خصائص الثدييات آكلات العشب .

جميع الحقوق محفوظة لـ مركز المناهج التعليمية والبحوث التربوية ـ ليبيا

6 - 3 الهضم في الإنسان

في الفم

يستثير الطعام الموجود في الفم الغدد اللعابية فتفرز اللعاب الذي يختلط بالطعام. ويساعد **المخاط** الموجود في اللعاب على تليين الطعام، بينما يساعد المضغ على تكسير الطعام إلى قطع صغيرة. ويحتوي اللعاب على **أميلاز اللعاب**، وهو الأنزيم الذي يهضم النشا المطهي إلى مالتوز. ويكور اللسان الطعام إلى كتل دائرية انزلاقية صغيرة تسمى **مُضغ** طعام (مفردها **مُضغة**)، تُبتلع وتدخل إلى المريء عن طريق البلعوم.

في المريء

تمر كل مضغة طعام خلال المريء إلى المعدة بمساعدة جزئية من الجاذبية الأرضية وبسبب الحركة الدودية لجدر المريء، وتستغرق الرحلة نحو سبع ثوان.

في المعدة

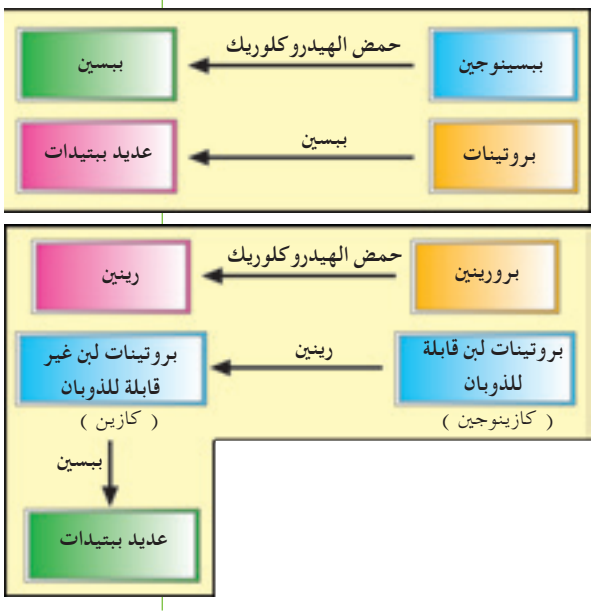
يستثير الطعام في المعدة الغدد المعدية فتفرز العصارة المعدية في تجويف المعدة. وتقوم الحركة الدودية في جدار المعدة بخض الطعام وخلطه جيدًا بالعصارة المعدية.

والعصارة المعدية هي محلول مخفف من حمض الهيدروكلوريك (الأس الهيدروجيني =2) وأنزيمين هما **رنين وببسين**. ويعمل حمض الهيدروكلوريك المخفف على :

- وقف نشاط أميلاز اللعاب.
- تحويل الأنماط غير النشطة للأنزيمات في العصارة المعدية إلى أنماط نشطة.
- إتاحة وسط قليل الحموضة مناسب لنشاط الأنزيمات المعدية.
- قتل الميكروبات وبعض أنواع من الطفيليات.

ويتم إنتاج الأنزيمات المعدية في صورة **ببسينوجين** غير نشط **وبرورينين** غير نشط يحولا عن طريق الحمض إلى أنزيمات نشطة : ببسين ورنين على الترتيب. ويهضم الببسين البروتينات لتتحول إلى عديد ببتيدات أو ببتونات. ولذلك لا تتكون إلا في الحالة غير النشطة على هيئة ببسينوجين. وإذا ما تم إفرازها على هيئة ببسين نشط فسوف تهضم الخلايا التي أنتجتها.

أنزيم الرنين من الأنزيمات التي تختص بها الثدييات. فالثدييات الصغيرة تعتمد فقط على اللبن في غذائها. ويعمل الرنين على تجلط أو تماسك بروتينات اللبن وذلك بتحويل بروتين **كازينوجين** القابل للذوبان إلى مادة **كازين** غير قابلة للذوبان. تتطلب تلك العملية وجود أيونات الكالسيوم. والكازين غير القابل للذوبان يظل في المعدة فترة كافية لهضمه عن طريق الببسين. وإذا ظلت بروتينات اللبن على حالتها السائلة فسوف تمر خلال المعدة إلى الاثنا عشري بسهولة مثل الماء، وبالتالي لن تمر بعملية الهضم عن طريق الببسين. ويُنتهي من هضم البروتين في اللفائفي.



ملحوظة

يتضمن الهضم عمليتين متمايزتين :
الهضم الكيميائي والهضم الفيزيائي.
والهضم الفيزيائي يتضمن تكسير الطعام إلى جسيمات صغيرة بطريقة آلية و يحدث ذلك في :

- الفم عند مضغ الطعام.
- المعدة حيث تتسبب عمليات الانقباض والانبساط المستمرة في العضلات الموجودة في جدر المعدة في تحريك الطعام ومزجه وتكسيره إلى جسيمات.

والهضم الفيزيائي يزيد من مساحة سطح الطعام المأكول مما يمكّن أنزيمات الهضم من العمل بكفاءة.
الهضم الكيميائي هو تكسير الجزيئات الكبيرة مثل البروتينات والنشا والدهون التي يحتويها الطعام إلى جزيئات صغيرة قابلة للذوبان. يتضمن ذلك تفاعلات تحلل مائي محفزة عن طريق أنزيمات الهضم.

جميع الحقوق محفوظة لـ مركز المناهج التعليمية والبحوث التربوية ـ ليبيا

من الطبيعي بقاء الطعام في المعدة مدة تتراوح من ثلاث إلى أربع ساعات. ويتحول الطعام المهضوم جزئيًا إلى الحالة السائلة مكونًا ما يسمى **بالكيموس** الذي يمر بمقادير صغيرة إلى الاثنا عشري عند انبساط وانفتاح العضلة العاصرة لبوابة المعدة.

في الأمعاء الدقيقة

وفي الأمعاء الدقيقة يُحفز الكيموس ما يلي:

- الغدد المعوية لتفرز **العصارة المعوية**.
- البنكرياس ليفرز العصارة البنكرياسية والتي تمر خلال القناة البنكرياسية إلى داخل الاثنا عشري.
- الحوصلة الصفراوية لتطلق الصفراء التي تمر خلال قناة الصفراء إلى داخل الاثنا عشري.

أصبح الطعام الآن ملامسًا للعصارة البنكرياسية، والعصارة الصفراوية، والعصارة المعوية. والسوائل الثلاثة جميعها قلوية. وتعادل القلويات الكيموس الحمضي وتوفر وسطًا قلويًا مناسبًا لنشاط أنزيمات البنكرياس والأمعاء.

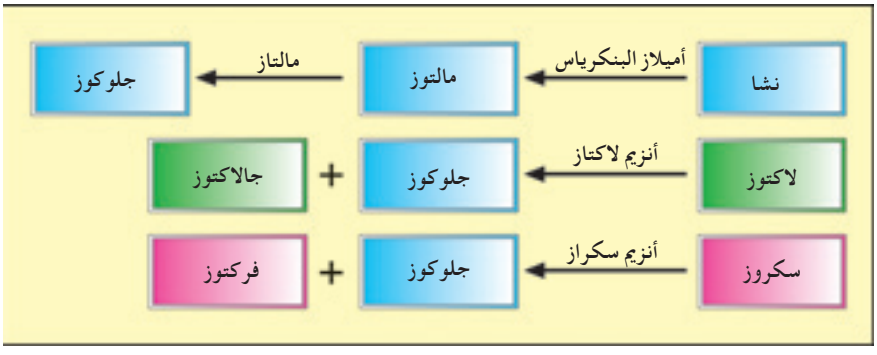
والأنزيمات الموجودة هي على النحو التالي:

- تحتوي العصارة البنكرياسية على **أميلاز البنكرياس، وليباز البنكرياس، وتربسينوجين** (بروتيز).
- تحتوي العصارة المعوية على **أنتروكيناز، وإربسين** (ببتيديز)، **و مالتاز، وسكراز (أو إنفرتاز)، ولاكتاز، وليباز الأمعاء**.

هضم الكربوهيدرات في الأمعاء الدقيقة

قد يحتوي الطعام الذي نتناوله على النشا والمواد الكربوهيدراتية الأخرى مثل اللاكتوز، والسكروز، والسليولوز. ويبدأ هضم النشا في الفم، وبما أن الطعام لا يبقى هناك فترة طويلة، يُهضم جزء قليل من النشا عن طريق أميلاز اللعاب ويُحوَّل إلى مالتوز. ولا تُهضم الكربوهيدرات في المعدة. عند دخول الكربوهيدرات إلى الأمعاء الدقيقة يُحوَّل النشا المتبقي عن طريق أميلاز البنكرياس إلى مالتوز. و يتم تكسير المالتوز إلى جلوكوز عن طريق المالتاز، وتكسير اللاكتوز إلى جلوكوز وجلاكتوز عن طريق أنزيم لاكتاز، والسكروز إلى جلوكوز وفركتوز عن طريق أنزيم سكراز.

ومن هنا نرى أن السكريات البسيطة (جلوكوز، وفركتوز، وجلاكتوز) هي المنتج النهائي لهضم الكربوهيدرات. ولا تُهضم مادة السليولوز في القناة الهضمية.



نور المعرفة

قرحة المعدة

تُنتج في بعض الحالات غير العادية كمية زائدة من حمض الهيدروكلوريك، فتتآكل أجزاء من جدار المعدة مما ينتج عنه قرحة المعدة. ويزيد القلق أيضًا من إفراز العصارة المعدية في المعدة. كانت تعزى قرحات المعدة أو الاثنا عشري في الماضي إلى زيادة حمض المعدة، ولكن تزايد الاعتقاد مؤخرًا بأن سبب القرحة هو العدوى. وتزايد الآن اعتقاد الكثير من الأطباء بأن كل قرحات الاثنا عشري ترتبط بوجود بكتريا يطلق عليها اسم هليكوباكتر بيلوري. وقد تلعب البكتريا أيضًا دورًا في قرحات المعدة والتهاب المعدة المزمن. ما يحير الأطباء هو أن 90% من الأشخاص الذين تعيش البكتريا في معدتهم لا يصابون بالمرض. أما 10% الأخرين الذين أصيبوا بالقرحات مع وجود بكتريا هليكوباكتر، يصابون بقرحات متكررة و يحتاجون إلى العلاج للتخلص من البكتريا.

ملحوظة

هضم السليولوز

لا يهضم البشر مادة السليولوز لأن أجسامنا لا تنتج الأنزيم اللازم لهضمها.

وتعتبر عملية هضم السليولوز ضرورية بالنسبة لآكلات العشب لأنها تعيش على أكل النباتات. فتستهلك الأبقار مثلًا كميات ضخمة من الأعشاب التي تتكون في الأصل من السليولوز.

كيف تهضم الأبقار هذا السليولوز؟

في الواقع هي لا تفعل حيث يُهضم السليولوز بواسطة كائنات دقيقة تعيش في معدة الأبقار. تقوم تلك الكائنات الدقيقة بتكسير السليولوز لتكوين نواتج يمكن أن تمتصها الأبقار.

جميع الحقوق محفوظة لـ مركز المناهج التعليمية والبحوث التربوية ـ ليبيا

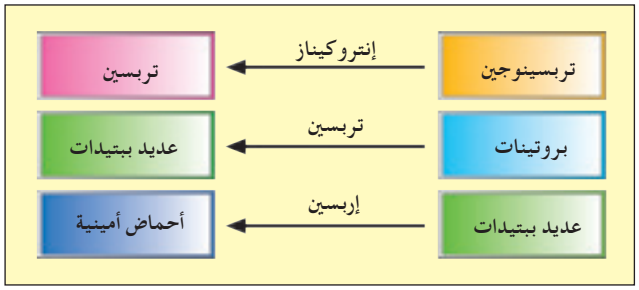
هضم الدهون في الأمعاء الدقيقة

الصفراء **تستحلب الدهون**، بمعنى أنها تعمل على تقليل التوتر السطحي للدهون وتكسيرها إلى كريات دهن صغيرة تظل معلقة في الماء لتُكوِّن مستحلبًا ثابتًا. وتؤدي تلك العملية إلى توسيع المساحة السطحية للدهون وتسرع من هضمها. وتُهضم الدهون المستحلبة عن طريق الليبازات (الليبازات البنكرياسية والمعوية) إلى أحماض دهنية وجليسرول (جليسرين). وبذلك يكون الناتجان النهائيان لهضم الدهون هما الأحماض الدهنية والجليسرول.

هضم البروتينات في الأمعاء الدقيقة

يبدأ هضم بعض البروتينات في المعدة. أما البروتينات التي لا تُهضم والتي تدخل إلى الأمعاء الدقيقة فيحولها التربسين إلى عديد ببتيدات. ويُنتج أنزيم تربسين على شكل تربسينوجين غير فعال في العصارة البنكرياسية، يُحَوَّل إلى تربسين فعال عن طريق إنتروكيناز الأمعاء.

يُهضم عديد الببتيدات إلى أحماض أمينية عن طريق أنزيم إربسين المتواجد في العصارة المعوية. ويكون الناتج النهائي لهضم البروتين هو الأحماض الأمينية.



مكان الهضم	الإفراز	المصدر	الأنزيم	الفعل / التأثير
الفم	اللعاب	الغدد اللعابية	أميلاز اللعاب	نشا ← مالتوز
المعدة	العصارة المعدية	الغدد المعدية	رينين ببسين	كازينوجين قابل للذوبان ← كازينوجين غير قابل للذوبان بروتينات ← عديد ببتيدات
الأمعاء الدقيقة	الصفراء	الكبد	-	تحول الدهون إلى مستحلب دهني
	العصارة البنكرياسية	البنكرياس	أميلاز تريبسين ليباز	نشا ← مالتوز بروتينات ← عديد ببتيدات دهون ← أحماض دهنية وجليسرول
	العصارة المعوية	الغدد المعوية	إنتروكيناز مالتاز لاكتاز سكراز أربسين ليباز	تربسينوجين ← تربسين مالتوز ← جلوكوز لاكتوز ← جلوكوز وجالاكتوز سكروز ← جلوكوز وفركتوز عديد ببتيدات ← أحماض أمينية دهون ← أحماض دهنية وجليسرول

جدول 6 – 1 ملخص الهضم في القناة الهضمية عند الإنسان

جميع الحقوق محفوظة لـ مركز المناهج التعليمية والبحوث التربوية ـ ليبيا

اختبر نفسك

1-6

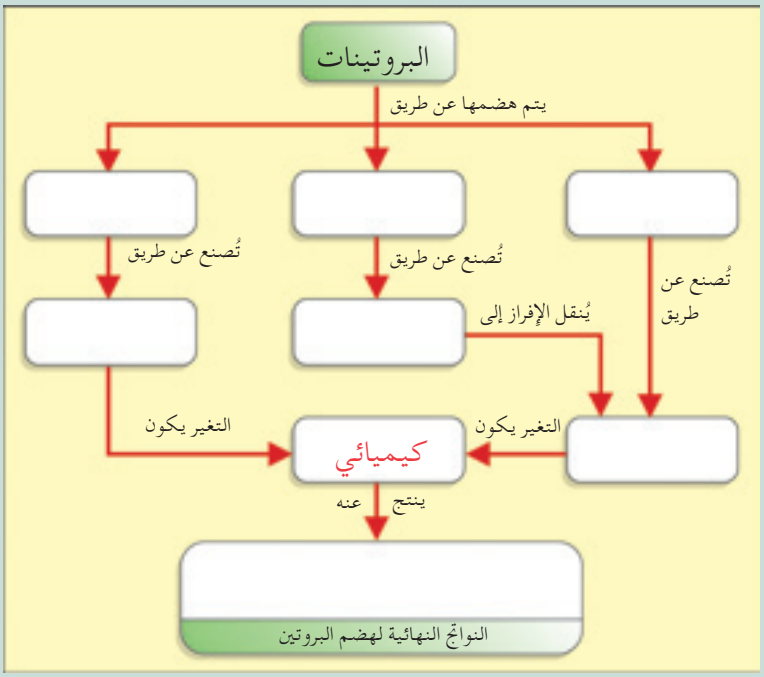
هضم المواد المغذية

1 أكمل مخطط الانسياب لعملية هضم البروتينات في قناتك الهضمية ثم أجب عن الأسئلة التالية:

(أ) ما الأعضاء الثلاثة التي تنتج الأنزيمات الهاضمة للبروتينات؟

(ب) هل ينتج عن عمل تلك الأنزيمات تغيرات كيميائية أو فيزيائية في البروتينات؟

(جـ) ما النتيجة النهائية لهضم البروتينات؟



2 ارسم مخططات انسياب مشابهة تبين كيفية هضم الكربوهيدرات والدهون؟

تتابع

6 - 4 الامتصاص

يُمتص الطعام المهضوم أي السكريات البسيطة، والأحماض الأمينية، والأحماض الدهنية، والجليسرول عن طريق الخملات في الأمعاء الدقيقة خصوصًا في الصائم واللفائفي.

تكيفات الأمعاء الدقيقة لامتصاص نواتج الغذاء المهضوم

تتكيف الأمعاء الدقيقة جيدًا لامتصاص المواد الغذائية المهضومة، فالجدران الداخلية للأمعاء الدقيقة توجد على شكل ثنيات وأخاديد كثيرة مستعرضة (شكل 6-6). وللأمعاء الدقيقة نتوءات دقيقة أصبعية الشكل يطلق عليها **الخملات** (المفرد **خملة**) تبرز داخل تجويف الأمعاء، تعمل على زيادة مساحة السطح. وقد أوضحت الفحوصات المجهرية أن الخلايا الطلائية للخملات تحتوي بدورها على العديد من الخملات المصغرة، وتوجد بين قواعد تلك الخملات الفتحات الدقيقة لغدد الأمعاء التي تفرز العصارة المعوية.

ونجد أن جدار الأمعاء والخملات غنية بالأوعية الدموية والأوعية الليمفاوية التي تنقل الطعام الممتص إلى الدورة الدموية.

اختبر نفسك

2-6

يعتمد معدل امتصاص نواتج الهضم على العوامل التالية:

- مساحة السطح، ومدى اتساعها.
- الغشاء الذي يفصل المواد الغذائية عن الشعيرات الدموية، فتستغرق نواتج الطعام المهضوم وقتًا أقل في المرور خلال الغشاء الرقيق مقارنة بالغشاء السميك.
- تدرج الانتشار (الوحدة 3)

1 أنظر إلى شكل 6 - 6 واذكر ثلاث طرق تزداد بواسطتها مساحة السطح في الأمعاء الدقيقة.

2 افحص تركيب الخملة. كيف تتلاءم الطبقة الطلائية لامتصاص المواد الغذائية؟

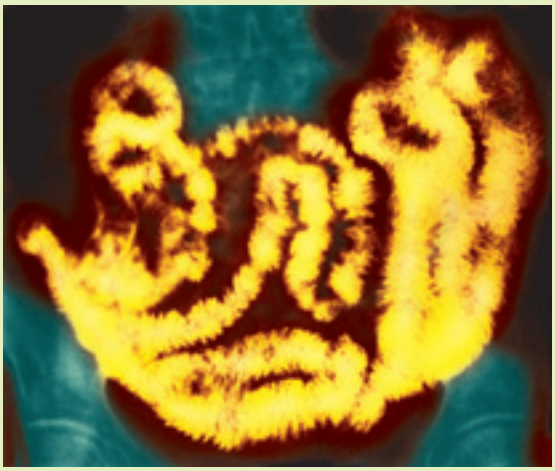
3 تحتوي الخملة على العديد من الشعيرات الدموية. كيف يسهم ذلك في الحفاظ على تدرج انتشار عملية امتصاص نواتج الهضم؟

4 يبلغ طول الأمعاء الدقيقة حوالي 6 أمتار، كيف يساعد ذلك في الهضم والامتصاص؟

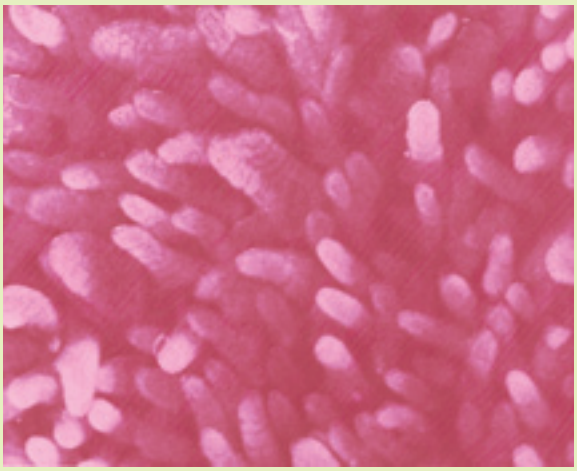
جميع الحقوق محفوظة لـ مركز المناهج التعليمية والبحوث التربوية ـ ليبيا

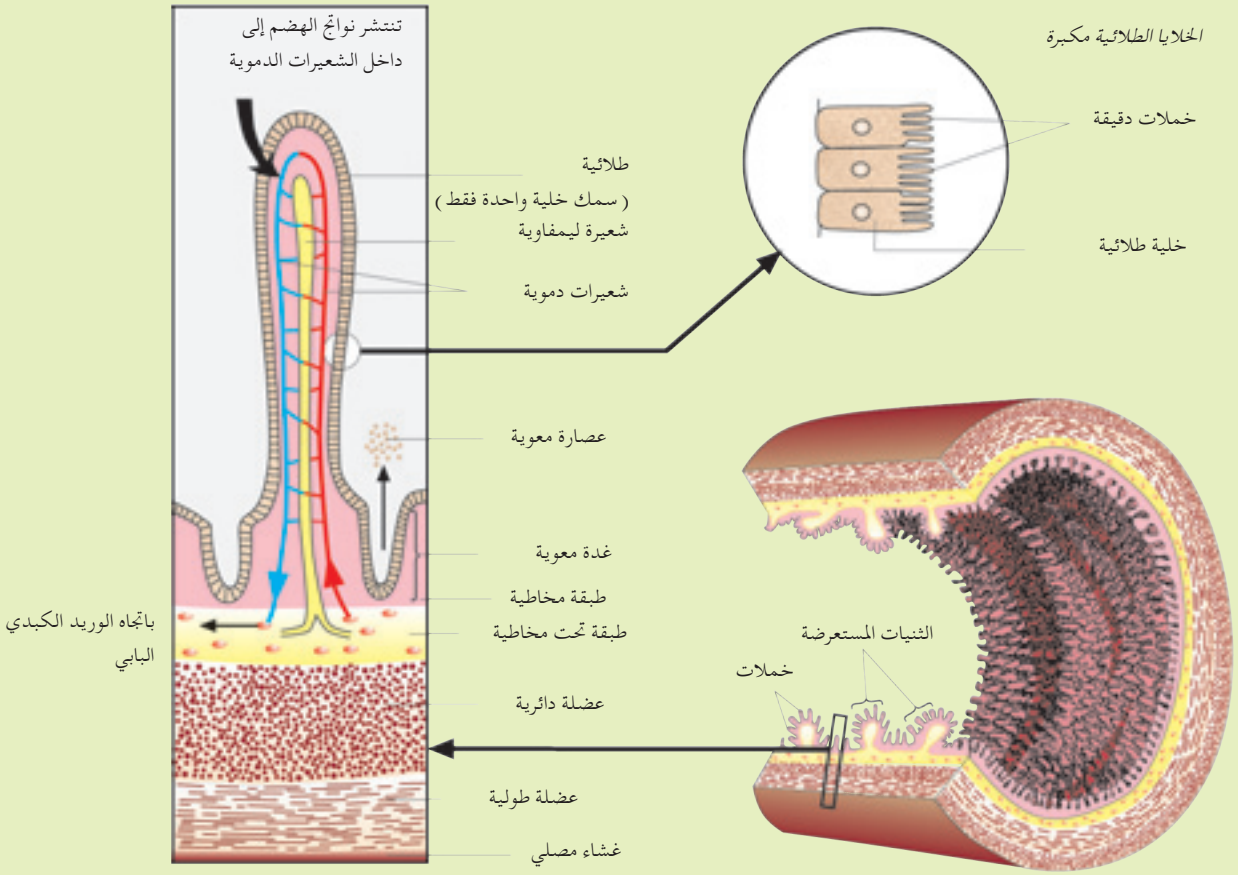
يوجد في كل خملة **شعيرة لبنية أو ليمفاوية** تحيط بها الشعيرات الدموية. وتقوم الشعيرات الليمفاوية للخملات بنقل الدهون، بينما تقوم الأوعية الدموية بنقل السكريات والأحماض الأمينية. ويحافظ النقل المستمر على تدرج الانتشار اللازم لامتصاص الطعام المهضوم.

(أ) يبين النمط الريشي للجدار الداخلي للأمعاء الدقيقة الانثناءات الكثيرة بها.



(ب) صورة بالمجهر الإلكتروني الماسح للأمعاء الدقيقة توضح الخملات.





(جـ) الأمعاء الدقيقة بعد اقتطاع أجزاء منها لبيان الثنيات المستعرضة والخملات.

قطاع من الخملة (مكبر بدرجة كبيرة)

(د) تركيب الخملة.

شكل 6-6 يبين التركيب الدقيق للأمعاء الدقيقة كيفية تهيوئها لهضم وامتصاص الطعام.

جميع الحقوق محفوظة لـ مركز المناهج التعليمية والبحوث التربوية ـ ليبيا

عملية الامتصاص

تمر السكريات البسيطة والأحماض الأمينية خلال جدران الخملات إلى الشعيرات الدموية . وينقل الدم تلك المواد إلى أجزاء الجسم الأخرى . وتمر أيضًا الأملاح المعدنية والفيتامينات إلى داخل الشعيرات الدموية في الخملات . تلعب عملية النقل النشط (الوحدة الثالثة) دورًا مهمًّا في امتصاص النواتج المهضومة وبخاصة الجلوكوز ، والأحماض الأمينية ، والأملاح المعدنية .

ومادة الجليسرول قابلة للذوبان في الماء ، وتنتشر في الطلائية . ومن ناحية أخرى تتفاعل الأحماض الدهنية مع أملاح الصفراء لتكون رغاوي صابونية قابلة للذوبان تنتشر بعد ذلك داخل الطلائية . وفي الطلائية يعاد اتحاد الجليسرول والرغاوي الصابونية لتكون كريات دهنية دقيقة تمتصها الشعيرات الليمفاوية .

وتمتص أيضًا الأمعاء الغليظة الماء والأملاح المعدنية . وتخزن المادة غير المهضومة وغير الممتصة مؤقتًا في المستقيم قبل طردها عن طريق فتحة الشرج على هيئة براز . وتسمى عملية طرد المواد غير المهضومة إلى خارج الجسم بعملية **التبرز** .

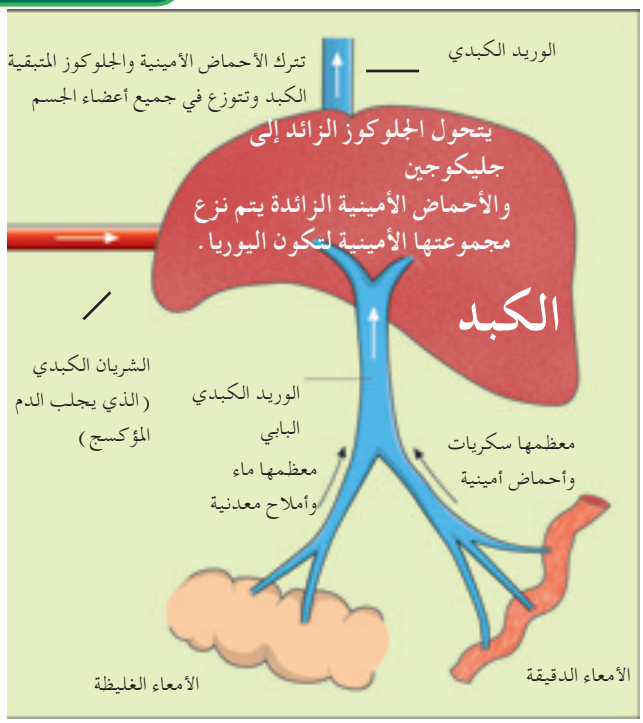
6 – 5 التمثيل الغذائي

تعرف عملية نقل الطعام الممتص والاستفادة منه **بالتمثيل الغذائي** .

السكريات

يكون الدم الموجود الآن في الخملات غنيًّا بالمواد السكرية البسيطة . وتتحد الشعيرات الدموية مكونة أوعية دموية أكبر والتي تتحد بدورها لتكون وريدًا كبيرًا هو **الوريد الكبدي البابي** (شكل 6 – 7) . ينقل هذا الوريد السكريات إلى الكبد .

وفي الكبد تتحول معظم السكريات الممتصة إلى جليكوجين ، وتُخزَّن . ومع ذلك يُنقل بعض الجلوكوز في الدم تاركًا الكبد ليُوزع على جميع أجزاء الجسم . وتستخدم جميع الخلايا الجلوكوز في إنتاج الطاقة . ويُؤكسد الجلوكوز أثناء تنفس الأنسجة لتحرير الطاقة اللازمة للأنشطة الحيوية للخلايا . ويخزن الجلوكوز الفائض في الكبد في صورة جليكوجين . ويتطلب تحويل الجلوكوز إلى جليكوجين هرمونًا يسمى إنسولين يفرزه البنكرياس . وعند احتياج الجسم إلى الجلوكوز لإنتاج الطاقة ، يحول الكبد الجليكوجين المخزن إلى جلوكوز يحمله الدم بعد ذلك إلى الخلايا .



شكل 6–7 مسار المواد الغذائية الممتصة والأوعية الدموية المتصلة بالكبد

الأحماض الأمينية

يجب مرور كلٍّ من السكريات والأحماض الأمينية خلال الكبد قبل الوصول الى الدورة الدموية العامة . وتكون مسارات نقل تلك المواد فيالجسم واحدة .
وتتحول الأحماض الأمينية التي تدخل الخلايا إلى بروتوبلازم جديد يستخدم للنمو ولتعويض الأجزاء التالفة في الجسم ، كما يستخدم في تكوين الأنزيمات والهرمونات .

الدهون

تحتوي الشعيرات الليمفاوية على سائل عديم اللون يسمى **اللمف** . وعند امتصاص الدهون في الشعيرات الليمفاوية تمتزج مع اللمف لتُكوِّن سائلًا لبنيًّا يسمى **كَيْلوس** . وتتحد الشعيرات الليمفاوية لتُكوِّن أوعية ليمفاوية أكبر في الحجم ، تُفرِّغ الكيْلوس إلى مجرى الدم . ويحمل الدم الدهون إلى سائر أعضاء الجسم .

جميع الحقوق محفوظة لـ مركز المناهج التعليمية والبحوث التربوية ـ ليبيا

وتُحمل الدهون إلى الكبد قبل استخدامها حيث تُحوَّل إلى أشكال يمكن أكسدتها أو تخزينها. وفي الشروط العادية عند توافر كمية كافية من الجلوكوز لا تُؤكسد الدهون. وتستخدم الدهون على سبيل المثال في بناء البروتوبلازم في أغشية الخلية. يخزن فائض الدهون في أنسجة خاصة تسمى أنسجة **دهنية (تخزين الدهون والأنسجة العازلة)** توجد تحت الجلد، وحول القلب، والكليتين، وفي المساريقا التي تربط الأمعاء.

وتُؤكسد الدهون في ظروف معينة، كما في حالة الصيام، عند عدم توفر الإمداد الكافي من الجلوكوز، لتزويد كافة أنشطة الجسم الحيوية بالطاقة.

الكبد: الوظائف المرتبطة بالهضم والتمثيل الغذائي

إنتاج الصفراء

يلعب الكبد وظيفة مهمة في هضم الدهون بإفراز العصارة الصفراوية (الصفراء) التي تخزن مؤقتًا في الحوصلة الصفراوية قبل الاستخدام.

تنظيم تركيز جلوكوز الدم

يحافظ الكبد على كمية الجلوكوز في الدم ثابتة. ويحتوي الدم عادة على نحو 70 – 90 مليجرامًا من الجلوكوز في كل 100 سم^3 من الدم. ويرتفع محتوى الجلوكوز في الدم بعد تناول وجبة دسمة من الطعام. وعند مرور الدم خلال الكبد يتحول الجلوكوز الزائد إلى جليكوجين غير قابل للذوبان ويُخزَّن. ويحتوي الدم الذي يخرج من الكبد على كمية ثابتة كافية من الجلوكوز. وعند احتياج الخلايا النسيجية في الجسم إلى جلوكوز تحصل عليه من الدم، وينخفض نتيجة لذلك مستوى الجلوكوز في الدم. ويحث ذلك الكبد على تحويل الجليكوجين الموجود داخله مرة ثانية إلى جلوكوز يدخل الدم. ويرتفع بهذه الطريقة مستوى الجلوكوز في الدم إلى مستواه العادي. ويقع تحريك الجليكوجين وتعبئته تحت سيطرة هرمونات الإنسولين والأدرينالين.

ويرجع سبب الإحساس بالجوع إلى مستوى الجلوكوز في الدم. ينخفض مستوى الجلوكوز في الدم أثناء الصيام أو بعد فترة طويلة من تناول الطعام إلى ما دون المتوسط. وعند وصول الدم الذي يحتوي على مستوى منخفض من الجلوكوز إلى المخ يتم استثارته لإرسال الإشارات إلى المعدة الخاوية من الطعام. وتحدث تقلصات شديدة في المعدة الخاوية هي وخزات الجوع التي تشعر بها. وعند ارتفاع مستوى الجلوكوز في الدم، مثل بعد فترة قصيرة من تناول الطعام، تتوقف تقلصات المعدة وتختفي بالتالي وخزات الجوع.

ملحوظة

وظائف أخرى مهمة للكبد

تكوين البروتين

يُصَنِّع الكبد بروتينات البلازما من الأحماض الأمينية الغذائية. وتشتمل تلك البروتينات على الألبومينات والجلوبيولينات والبروتينات الضرورية لتجلط الدم مثل الفيبرينوجين.

تخزين الحديد

بعد مضي فترة من الزمن تصبح كريات الدم الحمراء تالفة. تلك الخلايا ليس لها نواة ويتم تدميرها في الطحال ويصل الهيموجلوبين الخاص بها إلى الكبد. ويقوم الكبد بتكسير الهيموجلوبين وتخزين الحديد الناتج من تلك العملية. وتتكون صبغات الصفراء أيضًا نتيجة لتكسير الهيموجلوبين.

التخلص من السموم

قد تُمتص المواد الضارة إلى داخل الدم من القناة الهضمية. وتصبح تلك المواد الضارة (مثل حمض البنزويك، وحمض البكريك، والكلوروفورم) غير ضارة بفعل خلايا الكبد. وتسمى عملية تحويل المواد الضارة إلى مواد غير ضارة عملية التخلص من السموم. والكحول أيضًا يتم تكسيره في الكبد.

إنتاج الحرارة

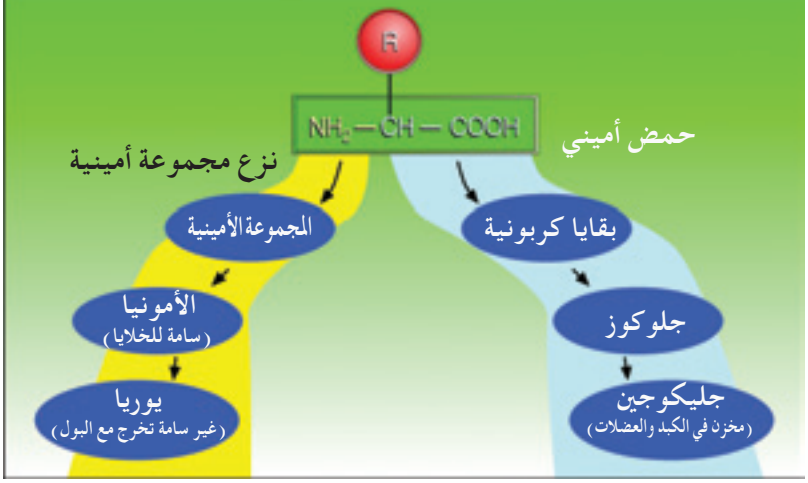
تُنتج الحرارة نتيجة لأنشطة كيميائية متعددة تحدث في الكبد. ويُوزع الدم الحرارة على كافة أعضاء الجسم، وبذا يحافظ على درجة حرارة الجسم ثابتة.
وتوضح النقاط السابقة أن الكبد هو العضو الرئيس في تنظيم كيمياء الجسم.

جميع الحقوق محفوظة لـ مركز المناهج التعليمية والبحوث التربوية ـ ليبيا

نزع المجموعة الأمينية من الأحماض الأمينية

تصل الأحماض الأمينية الزائدة عن الحاجة إلى الكبد حيث تُنزع المجموعة الأمينية الخاصة بها وتُحَوَّل إلى يوريا. ويُحَوَّل الجزء الباقي من الأحماض الأمينية المنزوعة الأمين إلى جلوكوز في الكبد. وتُحوَّل أي زيادة في الجلوكوز تتكون بتلك الطريقة إلى جليكوجين.

مصير الأحماض الأمينية الزائدة عن الحاجة في الغذاء



ملخص

- الثدييات متنوعة التغذية.
- خريطة المفاهيم (على الجانب الأيسر) تبرز أجزاء القناة الهضمية عند الإنسان ووظائفها.
- الحركة الدودية هي تقلصات موجية منتظمة لجدر القناة الهضمية، تحدث عن طريق التقلصات المتبادلة بين العضلات الدائرية والطولية (العضلات الملساء) في الجدر، وتساعد على دفع الطعام بطول القناة الهضمية.
- قائمة بالعصارات الهاضمة، ومصادرها، ومحتوياتها:

العصارة الهاضمة	المصدر	المحتويات
اللعاب	الغدد اللعابية	أميلاز اللعاب، والمخاط
العصارة المعدية	الغدد المعدية في المعدة	رنين، وببسين، وحمض هيدروكلوريك
العصارة البنكرياسية	البنكرياس	أميلاز البنكرياس، والتربسين، والليباز
العصارة المعوية	الغدد المعوية في الأمعاء الدقيقة	إنتروكيناز، ومالتاز، ولاكتاز، وسكراز، وإربسين، وليباز.

جميع الحقوق محفوظة لـ مركز المناهج التعليمية والبحوث التربوية ـ ليبيا

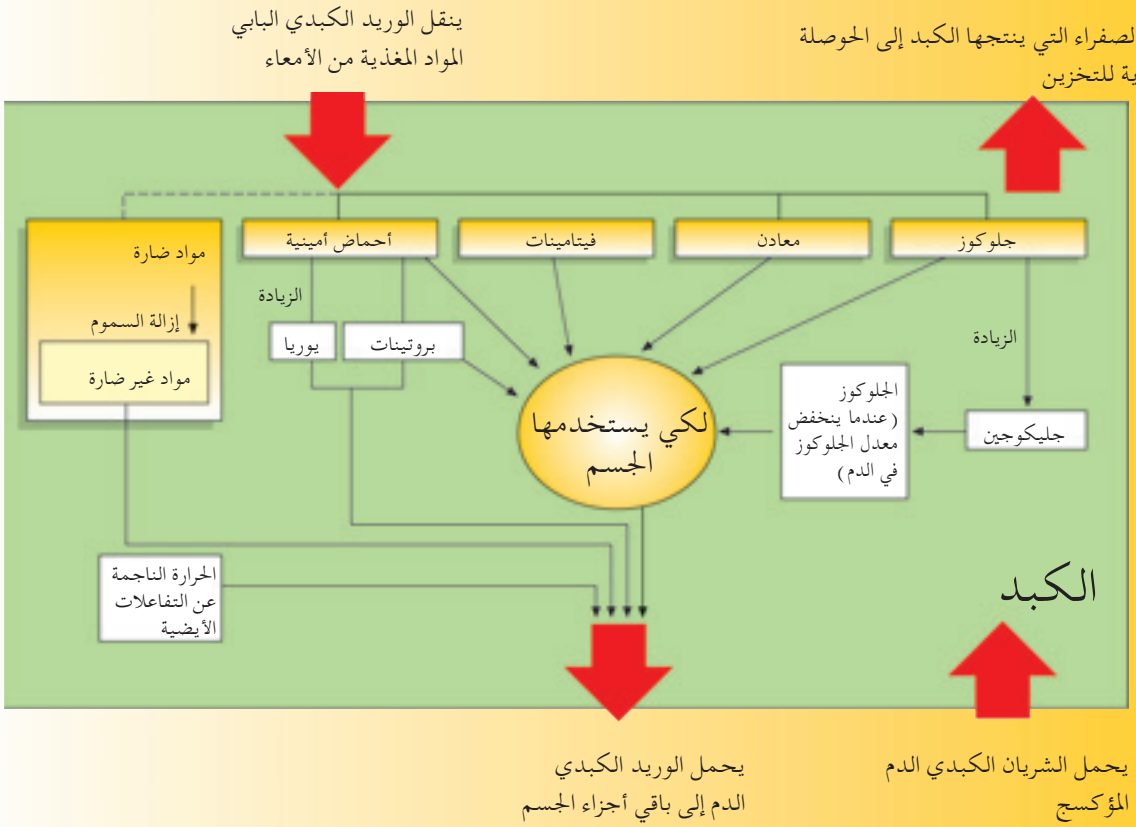
وفيما يلي مراحل الهضم الكيميائي للنشا والبروتينات والدهون :

نشا	الأميلاز في اللعاب الأميلاز في العصارة البنكرياسية	مالتوز	مالتاز في العصارة المعوية ← جلوكوز
بروتينات	الببسين في العصارة المعدية التربسين في العصارة البنكرياسية	عديد ببتيدات	إربسين في العصارة المعوية ← أحماض أمينية
دهون	الليباز في العصارة البنكرياسية والمعوية		← أحماض دهنية وجليسرول

تكيف الأمعاء الدقيقة لامتصاص المواد الغذائية :

- مساحة سطح كبيرة،
- غنية بالشعيرات الدموية والشعيرات الليمفاوية لتحمل المواد الغذائية الممتصة، وتحافظ عملية الطرد المستمرة على تدرج الانتشار لعملية الامتصاص.
- للخملات جدران رقيقة (الطلائية بسمك خلية واحدة).
- طولها كبير لإتاحة الزمن الكافي لعملية الامتصاص.

خريطة مفاهيم لوظائف الكبد الرئيسة :



جميع الحقوق محفوظة لـ مركز المناهج التعليمية والبحوث التربوية ـ ليبيا

ركن التفكير

مهارات التفكير: تخطيط الاستقصاء، والبحث التجريبي، وحل المشكلات

لديك أنبوبتا اختبار، الأنبوبة (أ) والأنبوبة (ب). تحتوي الأولى على محلول أميلاز وتحتوي الأخرى على ماء. والمطلوب منك اكتشاف أي من الأنبوبتين يحتوي على الأنزيم. صمم تجربة لحل المشكلة.

الكواشف المطلوبة

الطريقة المستخدمة

النتائج: سجل ملحوظاتك واستنتاجاتك في صورة جدول

جميع الحقوق محفوظة لـ مركز المناهج التعليمية والبحوث التربوية ـ ليبيا

الوحدة 7

التغذية في النباتات

Nutrition in Plants

أهداف التعلم

بعد الانتهاء من دراسة هذه الوحدة سوف تكون قادرًا على أن :

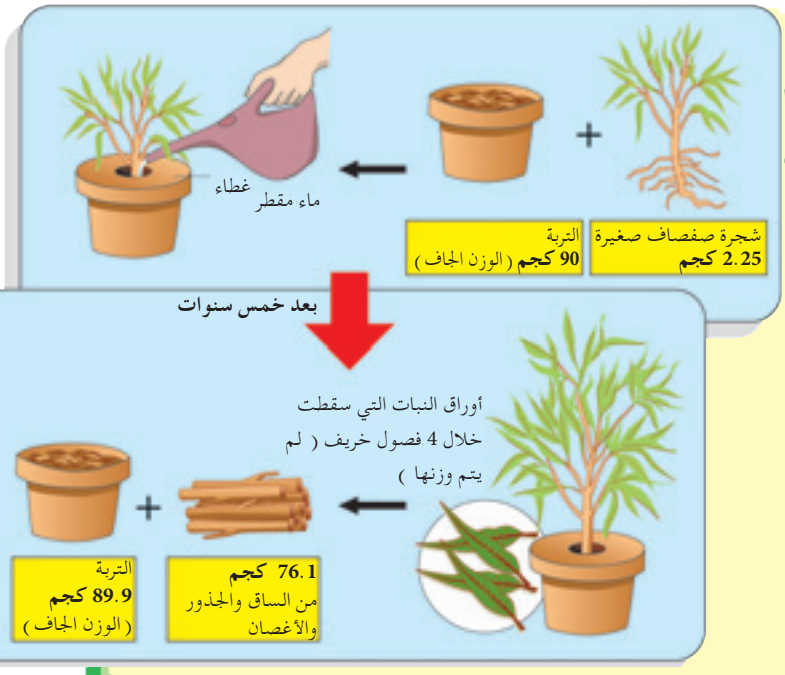
- تلخص عملية البناء الضوئي وتشرح ضرورة الماء، وثاني أكسيد الكربون، وضوء الشمس، واليخضور (الكلوروفيل)، وإنتاج الأكسجين.
- تستقصى العوامل المختلفة اللازمة للبناء الضوئي وقانون العوامل المُحَدِّدَة.
- تفهم ضرورة البناء الضوئي للحياة على الأرض.
- تتعرف على وتسمى التراكيب الخلوية والنسيجية المختلفة في ورقة النبات وتدونها.
- تربط تكيفات تركيب ورقة النبات بعملية البناء الضوئي.
- تستقصى أهمية المعادن في تغذية النبات وبصفة خاصة النيتروجين والماغنسيوم، مع شرح الحاجة إلى مثل هذه المعادن، والأمراض الناشئة عن نقص وجودها في النباتات.

تُعتبر النباتات عنصرًا حيويًّا للإنسان. فنحن نأكلها، ونستخدمها في صنع أشياء مثل الورق والثياب، كما نستمد منها عددًا هائلًا من العقاقير. ويعتبر فهم أكبر قدر من المعلومات عن النباتات أمرًا ضروريًّا إذا أردنا على سبيل المثال توفير الغذاء لجميع السكان في العقود القادمة. وأنت على علم بالفعل بالخلايا النباتية، وسوف تكتشف في هذه الوحدة كيفية تغذي النباتات. لقد بدأ علماء الأحياء مؤخرًا فهم تلك الأمور.

كيف تتغذى النباتات ؟

من أي مصدر تحصل النباتات على غذائها؟ لاحظ قدماء اليونانيين أن تسميد التربة يزيد من نمو النبات، وأن حياة الحيوانات التي يربونها تعتمد على الطعام (أي هذه النباتات) الذي تتناوله، ولذلك خلصوا إلى أن النباتات "تأكل التربة". كيف نتحقق من تلك المقولة بأن النباتات "آكلات للتربة" ؟ ما نوع التجربة التي يمكن القيام بها؟ طرح الطبيب الهولندي جان بابتيستا فان هيلمونت هذا السؤال، وأجرى تجربة غاية في الإبداع للتحقق من صدق مقولة أن النبات يستمد طعامه من التربة.

جميع الحقوق محفوظة لـ مركز المناهج التعليمية والبحوث التربوية ـ ليبيا



التجربة التي أجراها جان بابتستا فان هيلمونت على شجرة الصفصاف

يبين هذا الشكل تفاصيل التجربة التي قام بها بابتيست. لاحظ بعناية الأرقام التي تدل على الكتلة.

1. ما مقدار الزيادة التي طرأت على كتلة شجرة الصفصاف على مدار السنوات الخمس التي أجريت خلالها التجربة؟
2. ما مقدار النقصان في كتلة التربة؟
3. هل تحصل النباتات على طعامها عن طريق "أكل التربة"؟
4. اقترح فرضًا آخر لتفسير نمو الشجرة بهذه الدرجة الكبيرة رغم تناقص كتلة التربة بنسبة محدودة جدًا.

- تنبؤ
- عمل استنتاجات

7 - 1 البناء الضوئي

يحتاج الكائن الحي طاقة كافية لبقائه ولأداء وظائف الجسم الحيوية المختلفة. ويحصل الكائن الحي على تلك الطاقة من الأطعمة المنتجة للطاقة. فالحيوانات تسعى بصفة مستمرة للحصول على طعامها في صراع لا ينتهي من أجل البقاء. وإذا ما تتبعنا سلسلة الغذاء (الوحدة 2 من كتاب الصف الثالث من مرحلة التعليم الثانوي) فسوف نصل دائمًا في نهاية المطاف إلى النباتات الخضراء. فمن أين إذن تحصل تلك النباتات الخضراء على الطاقة والمواد الخام اللازمة لبناء مادة النبات؟

يمكن طرح السؤال بطريقة مختلفة بعض الشيء. كيف تُكوِّن النباتات الجزيئات العضوية؟ ومن أين تحصل تلك النباتات على الطاقة التي تحتاج إليها لتكوين تلك الجزيئات العضوية؟ ومن أين تحصل النباتات بصفة خاصة على الكربون اللازم لتكوين الجزيئات العضوية؟ أظهرت التجارب نمو النباتات بصورة جيدة عند غمر جذورها في محاليل أملاح معدنية خالية من الكربون. والماء والأملاح المعدنية التي يستمدها النبات من التربة تكون غير غنية بالطاقة، على عكس المركبات الغنية بالطاقة مثل الكربوهيدرات الموجودة في جسم النبات. علاوة على ذلك، من الواضح أن النباتات لا تحصل على الكربون من الماء الذي تحتاج إليه لصنع الجزيئات العضوية الغنية بالكربون مثل السليولوز الموجود في أجسامها.

وبناءً على ما سبق، فإن كلًّا من الكربون والطاقة الموجودان في جسم النبات يأتيان من دون شك من مصادر أخرى خلاف التربة. ونحن نعلم احتواء الهواء على ثاني أكسيد الكربون.

- هل يكون الهواء هو مصدر الكربون في النباتات الخضراء؟

الأفكار الدليلية

أنواع التغذية

يُكوِّن الكائن العضوي في حالة التغذية الذاتية الجزيئات العضوية التي يحتاج إليها من الجزيئات غير العضوية البسيطة مثل ثاني أكسيد الكربون والماء، وهي العملية التي تتطلب مصدرًا للطاقة. وبالنسبة للعديد من **الكائنات الحية ذاتية التغذية**، يكون الضوء هو مصدر الطاقة، ويسمى نوع التغذية في تلك الحالة **التغذية الذاتية المعتمدة على الضوء**: وتوصف النباتات بأنها ذاتية التغذية الضوئية. وبالنسبة لبعض الكائنات الأخرى يكون مصدر الطاقة هو التفاعلات الكيميائية التي تتم داخل الكائن ويطلق عليها **الكائنات ذاتية التغذية الكيميائية**.

والتغذية المتباينة (على عكس التغذية الذاتية) هي العملية التي يستخدم فيها الكائن العضوي المركبات العضوية للحصول على معظم أو كل احتياجاته من الكربون. وأحد أنواع تلك التغذية هو التغذية الحيوانية (الوحدة 6).

جميع الحقوق محفوظة لـ مركز المناهج التعليمية والبحوث التربوية ـ ليبيا

تتعرض النباتات الخضراء لضوء الشمس أثناء النهار.

- هل يكون ضوء الشمس هو مصدر الطاقة للنباتات الخضراء؟

قد نجد ما نبحث عنه في إجابة السؤالين السابقين. إذا كان ثاني أكسيد الكربون وضوء الشمس هما المصدران اللذان يحصل منهما النبات على الكربون والطاقة لصنع الكربوهيدرات،

- كيف تتحول الطاقة في ضوء الشمس إلى طاقة كيميائية تخزن في جزيئات الكربوهيدرات؟ و
- كيف يتحول ثاني أكسيد الكربون غير العضوي الموجود في الهواء إلى جزيئات الكربوهيدرات العضوية الكبيرة تلك؟

تكمن الإجابة في العملية المذهلة التي نطلق عليها **البناء الضوئي**، وهي كلمة تتكون في اللغة اليونانية من مقطعين (*photo* ضوء + *synthesis* بناء)، وهي العملية التي تعتمد عليها الحياة على ظهر الأرض في النهاية.

وللتحقق من ضرورة وجود الكربون وضوء الشمس لتكوين الكربوهيدرات، ما علينا إلا تصميم تجارب للتأكد من ذلك. ونحتاج قبل الشروع في إجراء تلك التجارب إلى بعض المعلومات الأساسية عن عملية البناء الضوئي.

المعلومات الأساسية اللازمة لإجراء تجارب البناء الضوئي

1. تعتبر السكريات أبسط أنواع الكربوهيدرات. وعند حدوث عملية البناء الضوئي يجب أن **تتكون السكريات أولًا من ثاني أكسيد الكربون**.
2. إذا تكونت السكريات بمعدلات أسرع من المعدلات التي تستهلك بها، تتحول السكريات الزائدة إلى نشا يُخزن. لا يعتبر تكوين النشا بناءً ضوئيًّا، فقد يحدث ذلك في الجذور أو أعضاء التخزين في باطن التربة.
3. وعند توقف عملية البناء الضوئي أثناء الليل أو في الظلام، تحول الأنزيمات في الأوراق النشا إلى سكريات تُنقل إلى أجزاء النبات الأخرى. وللتخلص من النشا في الأوراق يمكنك وضع النبات في مكان مظلم لمدة يومين.

ملحوظة

للسهولة يكشف الناس غالبًا عن وجود النشا في الأوراق النباتية لبيان إنتاج السكريات الزائدة أثناء عملية البناء الضوئي. ويمكن التعرف على وجود النشا باختبار اليود.
وقد تحتاج عند إجرائك للتجارب على البناء الضوئي التأكد من عدم وجود النشا في بداية إجراء التجربة في أوراق النبات، وعند تكون النشا في الأوراق في نهاية التجربة فإن ذلك يعني أن البناء الضوئي قد حدث بالفعل.

تحليل

تكوين الكربوهيدرات

لقد درسنا الكربوهيدرات في الوحدة الخامسة. والمادة الكربوهيدراتية البسيطة مثل الجلوكوز لها الصيغة الكيميائية $C_6H_{12}O_6$، بينما الصيغة الكيميائية لثاني أكسيد الكربون هي CO_2.

1 كم عدد ذرات الكربون التي يحتويها جزيء الجلوكوز؟ كم عدد جزيئات ثاني أكسيد الكربون التي يتطلبها تكوين جزيء جلوكوز واحد بدلالة عدد ذرات الكربون؟

2 ما العنصر الكيميائي الذي يحتوي عليه جزيء الكربوهيدرات ولا يوجدفي ثاني أكسيد الكربون؟

3 هذا العنصر غير موجود في الهواء. اقترح مصدرًا يمكن أن يحصل منه النبات على ذلك العنصر.
(**لمحة**: أمعن النظر في اسم الكربوهيدرات)

جميع الحقوق محفوظة لـ مركز المناهج التعليمية والبحوث التربوية ـ ليبيا

الشروط الضرورية لحدوث البناء الضوئي

من الضروري وجود ضوء الشمس، وثاني أكسيد الكربون، واليخضور (الكلوروفيل) لعملية البناء الضوئي .

يبقى عامل آخر يؤثر على البناء الضوئي هو درجة الحرارة . وتعتمد عملية البناء الضوئي على تفاعل الأنزيمات في البلاستيدات الخضراء . ولقد درسنا تأثير درجة الحرارة على نشاط الأنزيم في الوحدة الرابعة . ولذلك تعتبر درجة الحرارة المناسبة ضرورية لحدوث البناء الضوئي .

يعتبر الماء أيضًا عنصرًا ضروريًّا لعملية البناء الضوئي، و لكن ذلك الموضوع خارج عن نطاق هذا الكتاب .

تحدث عملية البناء الضوئي على مرحلتين

يحدث البناء الضوئي على مرحلتين هما **مرحلة الاعتماد على الضوء**، ومرحلة **الاستقلال عن الضوء** أو **مرحلة الظلام** .

في مرحلة وجود الضوء، يمتص اليخضور (الكلوروفيل) الطاقة الضوئية ويحولها إلى طاقة كيميائية . وتعتبر الطاقة الضوئية لازمة أيضًا لكسر جزيئات الماء إلى أكسجين وهيدروجين أي **التحليل الضوئي** للماء . لاحظ أن كل الأكسجين يؤخذ من الماء .

ويستخدم الهيدروجين الناتج لاختزال ثاني أكسيد الكربون إلى مادة كربوهيدراتية (جلوكوز) . وتستمد الطاقة الكيميائية اللازمة لحدوث تلك العملية من المرحلة الضوئية . و بما أن تكوين الجلوكوز من ثاني أكسيد الكربون لا يتطلب وجود الضوء بشكل مباشر فيطلق على هذه المرحلة مرحلة الظلام أو بتعبير أدق **مرحلة الاستقلال عن الضوء** . وتلعب الأنزيمات دورًا مهمًّا في مرحلة الظلام .

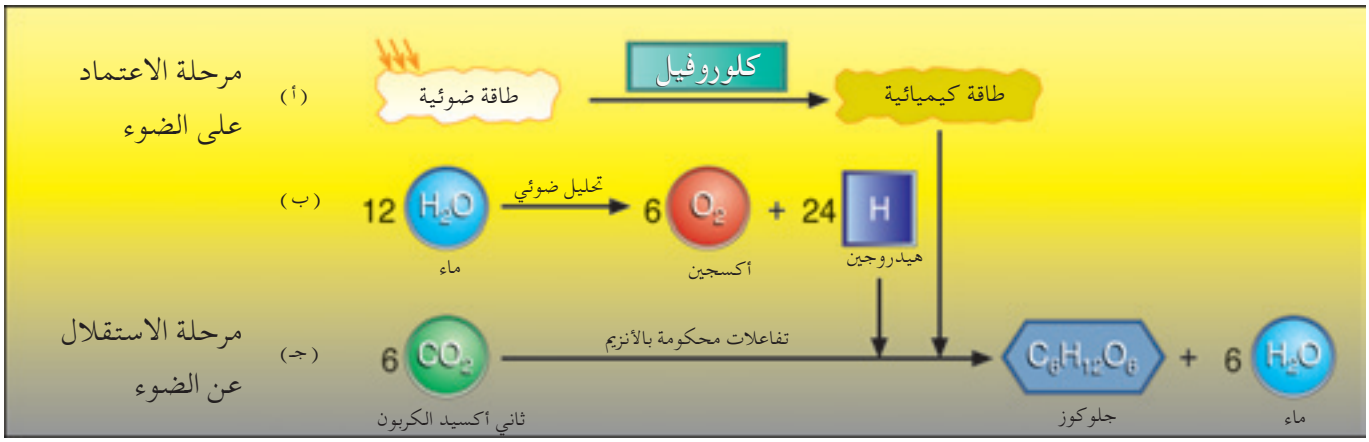
البناء الضوئي هو العملية التي يمتص فيها اليخضور (الكلوروفيل) طاقة ضوئية ثم تُحوَّل إلى طاقة كيميائية تستخدم في تكوين الكربوهيدرات من الماء وثاني أكسيد الكربون . ويتم تحرير الأكسجين أثناء تلك العملية . والماء وثاني أكسيد الكربون هما المادتان الخام المستخدمتان في عملية البناء الضوئي .

الأفكار الدليلية

البناء الضوئي

درس علماء الأحياء البناء الضوئي في النبات منذ مئات السنين . واكتشفوا الآتي :

- البناء الضوئي يستخدم ثاني أكسيد الكربون .
- تتطلب عملية البناء الضوئي الضوء والماء وينطلق الأكسجين .
- تمتص صبغة خضراء تسمى اليخضور (الكلوروفيل) الضوء أثناء عملية البناء الضوئي .
- يأتي الأكسجين الذي يتحرر أثناء عملية البناء الضوئي من الماء .

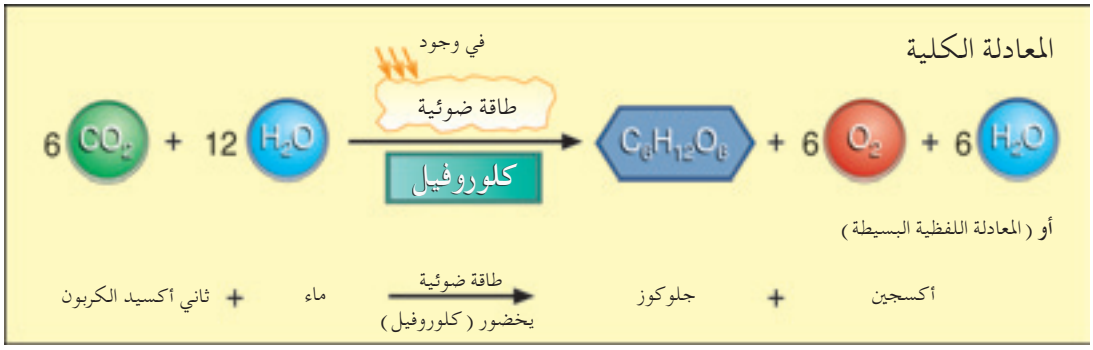


لذلك، تتحول أثناء عملية البناء الضوئي الطاقة الضوئية النشطة، وتخزن في جزيئات المادة الكربوهيدراتية . والشكل الأول المستقر للكربوهيدرات المتكونة أثناء عملية البناء الضوئي هو الجلوكوز .

جميع الحقوق محفوظة لـ مركز المناهج التعليمية والبحوث التربوية ـ ليبيا

يخرج كل الأكسجين الصادر أثناء عملية البناء الضوئي من الماء كما هو مبين في المعادلة (ب) . ولتكوين جزيء واحد من الجلوكوز ينشطر 12 جزيئًا من الماء ليعطي 6 جزيئات من الأكسجين و24 ذرة هيدروجين . ويستخدم الهيدروجين في اختزال 6 جزيئات من ثاني أكسيد الكربون لتكوين جزيء واحد من الجلوكوز و6 جزيئات من الماء كما هو مبين في المعادلة (جـ) . وتنتج المعادلة الكلية لتلك العملية عن دمج المعادلة (ب) والمعادلة (جـ) .

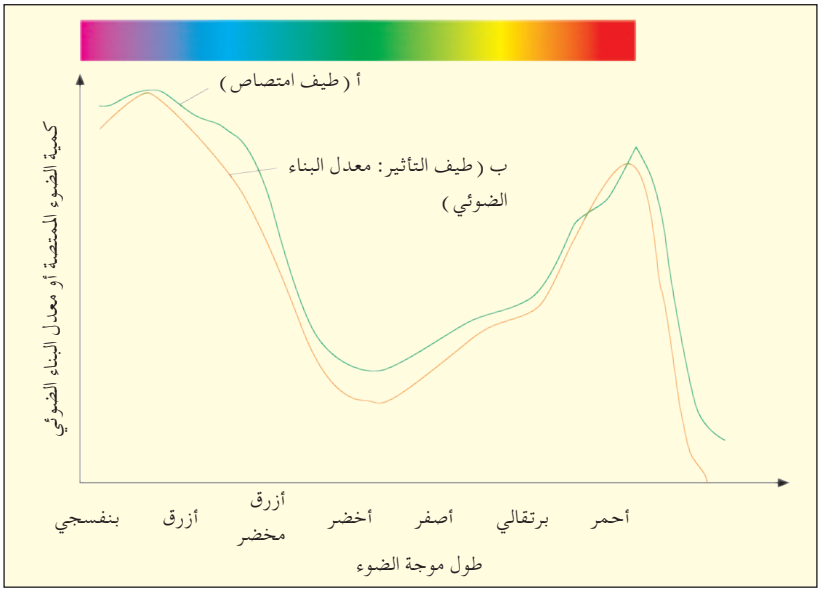
انظر ص 89 للمعادلات (أ)، (ب)، (جـ) .



والعملية الفعلية أكثر تعقيدًا من المعادلة السابقة، فهي تشتمل على الكثير من الخطوات البينية قبل تكون الجلوكوز . وعلى أساس المعلومات المتوفرة لدينا حاليًا، ما الخطأ من وجهة نظرك في المعادلة القديمة التالية؟

هل تُستخدم جميع الأطوال الموجية للضوء في عملية البناء الضوئي؟

نلاحظ عند مرور طيف الضوء خلال مستخلص يخضور (كلوروفيل) عدم امتصاص جميع ألوان الضوء بدرجة واحدة . ويُمتص معظم الضوء في مناطق الطيف الزرقاء والحمراء .



شكل 7 - 1 مقارنة بين طيف امتصاص وطيف تأثير اليخضور (الكلوروفيل)

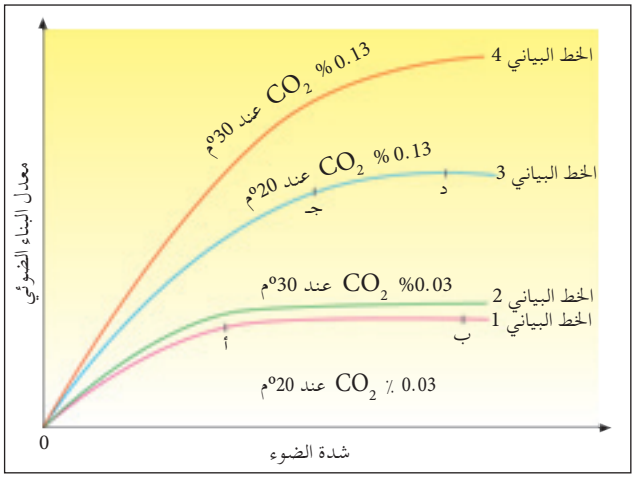
جميع الحقوق محفوظة لـ مركز المناهج التعليمية والبحوث التربوية ـ ليبيا

ولايُمتص الضوء الأخضر على الإطلاق. يبدو اليخضور (الكلوروفيل) أخضر اللون لأنه يعكس معظم الضوء الأخضر. ويبين طيف الامتصاص مقدار امتصاص اليخضور (الكلوروفيل) للأطوال الموجية المختلفة للضوء (شكل 7 – 1 الرسم البياني أ).

هل تُستخدم جميع الأطوال الموجية للضوء التي يمتصها اليخضور (الكلوروفيل) في البناء الضوئي؟ أجريت تجارب بتعريض أوراق النبات الخضراء لأضواء ذات ألوان مختلفة ثم قياس معدل البناء الضوئي في كل حالة. يقدم لنا ذلك طيفًا تأثيريًّا (شكل 7 – 1، الرسم البياني ب). ويتضح أن الأضواء الزرقاء والحمراء هي أكثر الأطوال الموجية فعالية في عملية البناء الضوئي. وبواسطة رسم بياني يبين طيف الامتصاص و طيف التأثير معًا يتضح التشابه الشديد بين الاثنين. والأمواج الطولية التي تمتص بفاعلية (أي الأضواء الحمراء، والأضواء الزرقاء) عن طريق اليخضور (الكلوروفيل) هي أيضًا نفس الأطوال الموجية التي تعطي أعلى معدلات لعملية البناء الضوئي.

العوامل المحددة

كما شرحنا في الوحدة 4، إذا غُيرت كمية أي عامل مؤثر بشكل مباشر على عملية ما يسمى العامل المحدد. ويتأثر معدل البناء الضوئي بمجموعة من العوامل الخارجية مثل تركيز ثاني أكسيد الكربون، وشدة الضوء، ودرجة الحرارة. ويبين شكل 7 – 2 تأثير تلك العوامل على معدل البناء الضوئي.



شكل 7–2 تأثير العوامل المختلفة على معدل البناء الضوئي

بالنظر إلى الخط البياني (1) يتضح أنه في البداية عند زيادة شدة الضوء، يزداد معدل البناء الضوئي من صفر إلى (أ)، و يكون الضوء هو العامل المحدد في تلك الحالة. وعند تجاوز النقطة (أ)، لا يصبح الضوء العامل المحدد حيث يظل المعدل ثابتًا حتى مع زيادة شدة الضوء. ويصبح عامل آخر مثل درجة الحرارة أو تركيز ثاني أكسيد الكربون العامل المحدد الذي يسبب ميل الخط البياني بطول أ ب.

وعند زيادة درجة الحرارة من 20 درجة سلسيوسية إلى 30 درجة سلسيوسية مع ثبات تركيز ثاني أكسيد الكربون، لا تحدث أي زيادة ملموسة في المعدل كما هو مبين في الخط البياني (2)، مما يدل على أن درجة الحرارة ليست هي العامل المحدد الفعلي. ولكن عند تثبيت درجة الحرارة وارتفاع تركيز ثاني أكسيد الكربون في الجو إلى 0.13%، يزداد معدل البناء الضوئي بدرجة كبيرة كما هو مبين في الخط البياني (3)، مما يدل على أن تركيز ثاني أكسيد الكربون هو العامل المحدد في الجزء أ ب في الخط البياني (1).

في الواقع وتحت الشروط الطبيعية يعتبر تركيز ثاني أكسيد الكربون عاملًا محددًا مهمًّا جدًّا حيث يظل ثاني أكسيد الكربون ثابتًا عند 0.03%، ويمكن زيادة تركيزه بدرجة أعلى من 0.03% في ظل الشروط التجريبية فقط.

أما العامل المحدد في الجزء جـ د في الخط البياني (3) فهو درجة حرارة البيئة المحيطة. وتتسبب زيادة درجة الحرارة من 20° سلسيوسية إلى 30° سلسيوسية، في زيادة ملحوظة في معدلات البناء الضوئي كما هو مبين في الخط البياني (4) رغم أن تركيز ثاني أكسيد الكربون يظل ثابتًا عند 0.13%.

ملحوظة

الضوء والبناء الضوئي

يمتص الضوء بواسطة صبغة اليخضور (الكلوروفيل). ويتحرك الضوء في موجات، وتتجمع طاقته في حزم تسمى فوتونات. وتتناسب طاقة الفوتون تناسبًا عكسيًّا مع طول موجة الضوء، فكلما زاد طول الموجة قل مقدار الطاقة في كل فوتون. ويتكون ضوء الشمس من طيف من ألوان الضوء، فالضوء الأحمر (أكبر طول موجة) والضوء الأزرق (أقصر طول موجة) هما أكثر ألوان الطيف فعالية في عملية البناء الضوئي، وهذان الطولان الموجيان يُمتصا بواسطة اليخضور (الكلوروفيل).

الإثراء الدليلي

العوامل المحددة

تعتبر العوامل الأساسية التي تتحكم في معدل البناء الضوئي هي درجة الحرارة، وتوافر الماء، وشدة الضوء، وتركيز ثاني أكسيد الكربون.

جميع الحقوق محفوظة لـ مركز المناهج التعليمية والبحوث التربوية ـ ليبيا

اختبر نفسك

1-7

1 تم تزويدك بورقتي نبات عديمتي اللون، الورقة س والورقة ص.

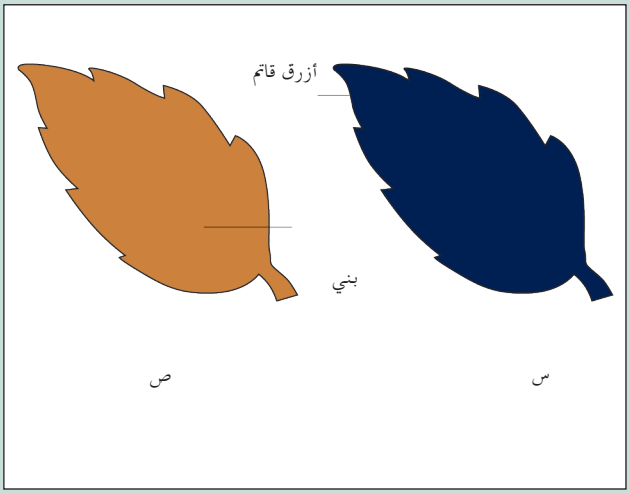
2 صف التفاصيل العملية التي تجعلهما عديمتي للون بعد نزعهما من النبات الذي نمتا به. وضح السبب في كل مرحلة من وصفك.

3 أضيفت بضع قطرات من اليود إلى كلٍّ من الورقتين. ونتائج كل ورقة مبينة على الجانب الأيسر من الصفحة.

4 من شكل الورقتين المصطبغتين بمحلول اليود، كيف تمت معالجة الورقتين من وجهة نظرك قبل نزعهما من النباتات؟

5 يمكنك استخدام تلك التجربة لتوضيح ضرورة كل عامل من العوامل الأساسية الأخرى للبناء الضوئي. اذكر اسم عاملين محتملين في هذا الخصوص.

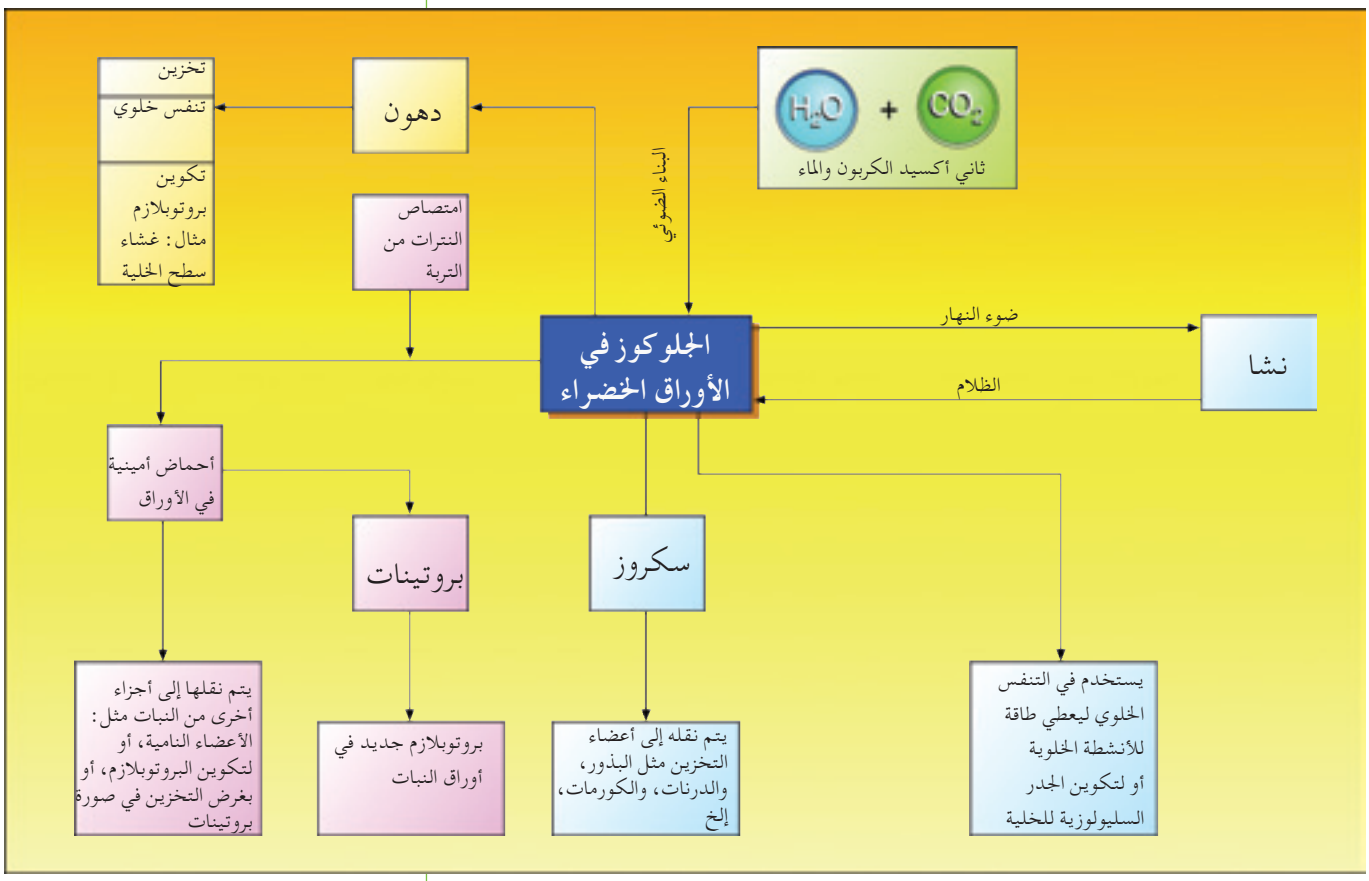
6 أي من الورقتين يمكن استخدامها كتجربة ضابطة؟ اذكر السبب.



جميع الحقوق محفوظة لـ مركز المناهج التعليمية والبحوث التربوية ـ ليبيا

مصير الجلوكوز الموجود في الأوراق

مـاذا يحـدث للجلوكوز الذي يتكون أثناء عملية البناء الضوئي؟ يلخص شـكل 7–3 مصير الجلوكوز.



شكل 7 – 3 مصير الجلوكوز في أوراق النبات

- عنـد تكـون الجلوكـوز في بادئ الأمـر في الورقة، تسـتخدمه الخلايـا أثناء تنفس النسيج لتزود الأنشطة الخلوية بالطاقة.
- يستخدم في صناعة الجدر السليولوزية للخلية.
- يتحول فائض الجلوكوز إلى سكروز الذي يُنقل بعد ذلك إلى الأعضاء التي تُخزنه مثـلًا فـي البـذور، ودرنـات الجذور، ودرنـات السـيقان، والكورمـات، ليخزن في صـورة نشـا أو فـي أشـكال أخرى حسـب النبات. فـي حالة نبات قصب السـكر يُخزن في الساق على هيئة سكروز.
- ويزداد أثناء سـاعات النهار معدل البناء الضوئي لدرجة تَكَوُّن السـكريات بدرجة أسـرع مـن معـدل التخلص منهـا. وتتجمع كمية كبيـرة في الورقة تُحوَّل إلى نشـا يُخَـزَّن مؤقتًـا في الورقـة. وأثناء الليل تتوقـف عملية البناء الضوئـي ويُعاد تحويل النشا عن طريق الأنزيمات في أوراق النبات إلى سكريات بسيطة.
- يتفاعـل الجلوكـوز فـي الورقة مع النتـرات وغيرها من الأمـلاح المعدنية التي تصل إلى ورقة النبات لتكون الأحماض الأمينية، ثم تتحد تلك المواد بعد ذلك لتكون بروتينات تتحول بعدها إلى بروتوبلازم جديد داخل الخلايا.
وتُخَـزَّن الأحماض الأمينية الزائدة على شـكل بروتينات في الأوراق، أو تُنقَل إلى الأماكـن الناميـة فـي النبـات (القمـة الناميـة في كل من السـاق والجـذر) حيث تستخدم في بناء بروتوبلازم جديد، أو تخزن على شكل بروتينات.

جميع الحقوق محفوظة لـ مركز المناهج التعليمية والبحوث التربوية ـ ليبيا

- وتتكون الدهون أيضًا من الجلوكوز في أوراق النبات. فتتحول أيضًا بعض السكريات التي تصل إلى أعضاء التخزين إلى دهون تُخزن داخل تلك الأعضاء.

عملية الهضم، واستخدام الطعام المُخَزَّن في النبات

تُشْتَقُ البروتينات، والدهون، والنشا من الجلوكوز الذي يتكون في الأوراق، وتُخَزَّن أية زيادة في تلك الكميات كنواتج غير قابلة للذوبان في أعضاء التخزين. وتُنتج الخلايا في أعضاء التخزين أنزيمات لهضم المواد المخزنة إلى مواد قابلة للذوبان والامتصاص عند احتياج النبات لها. ويُهضم النشا بواسطة الدياستاز ليتحول إلى مالتوز الذي يتحول بواسطة الملتاز إلى جلوكوز .وقد يتحول الجلوكوز إلى سكروز وينقل إلى أجزاء أخرى. وتُحوّل البروتينات إلى عديد ببتيدات وأحماض أمينية عن طريق الببسين والإربسين على التوالي. وتُهضم الدهون وتُحَوَّل إلى أحماض دهنية وجلسيرول.

تُنقل المواد الغذائية المهضومة إلى كافة أعضاء الجسم و بخاصة الأماكن النامية في النبات. ويستخدم السكر والدهون المهضومة بصفة رئيسة لإنتاج الطاقة. وتستخدم بعض السكريات في بناء جدر الخلايا. وتُمثل الأحماض الأمينية لتكوين بروتوبلازم جديد. وبرغم عدم وجود جهاز هضمي لدى النباتات، إلا أن عمليات الهضم لديها تشبه عمليات الهضم عند الحيوانات.

أهمية البناء الضوئي

- تتكون المواد الكربوهيدراتية أثناء عملية البناء الضوئي، ثم تتكون الدهون والبروتينات والمركبات العضوية الأخرى من الكربوهيدرات. وتصبح جميع تلك المواد الغذائية في نهاية الأمر غذاءً للحيوانات، حيث تعتمد الحيوانات بطريقة مباشرة أو غير مباشرة على النباتات.
- يعتبر ضوء الشمس المصدر الأساسي للطاقة لجميع الكائنات الحية. وأثناء عملية البناء الضوئي تتحول الطاقة الضوئية إلى طاقة كيميائية تُخزن داخل جزيئات الكربوهيدرات. وحين تتغذى الحيوانات على النباتات، تحصل منها مباشرة على الطاقة.

تعتمد الحيوانات بطريقة مباشرة أو غير مباشرة على النباتات الخضراء للحصول على الغذاء

- الفحم " وقود احفوري " يتكون من الأشجار، ويحتوي على مخزون من الطاقة مستمدًا من الشمس خلال عملية البناء الضوئي. وعند احتراق الفحم تنطلق منه الطاقة. ونستخدم تلك الطاقة في الطهي وتشغيل الآلات، والمحركات، . . . إلخ.
- وتساعد عملية البناء الضوئي في تنقية الهواء الجوي، بمعنى أنها تزيل ثاني أكسيد الكربون من الجو. وتنتج تلك العملية في نفس الوقت الأكسجين الذي تستخدمه الكائنات الحية في التنفس، وبذا يستخدم في دعم صور الحياة المختلفة.

جميع الحقوق محفوظة لـ مركز المناهج التعليمية والبحوث التربوية ـ ليبيا

7 – 2 ورقة النبات : مصنع إنتاج الغذاء في الطبيعة

يشار أحيانًا إلى ورقة النبات على أنها إحدى "المصانع" الرئيسة في العالم، لأن الورقة هي العضو الذي تحدث فيه عملية البناء الضوئي . وورقة النبات هي أيضًا العضو الذي تتكون فيه المواد الغذائية الأخرى مثل الدهون والبروتينات . وتصبح تلك المواد في النهاية غذاءً لجميع الكائنات الحية الأخرى إما بطريقة مباشرة أو غير مباشرة .

وإذا اعتبرت الورقة "مصنعًا" ، فحتمًا تكون مجهزة جيدًا بالمعدات التي تمكنها من تصنيع الغذاء . وبالفحص الدقيق لورقة النبات يتبين أنها متوائمة تمامًا مع وظيفتها في إنتاج الغذاء .

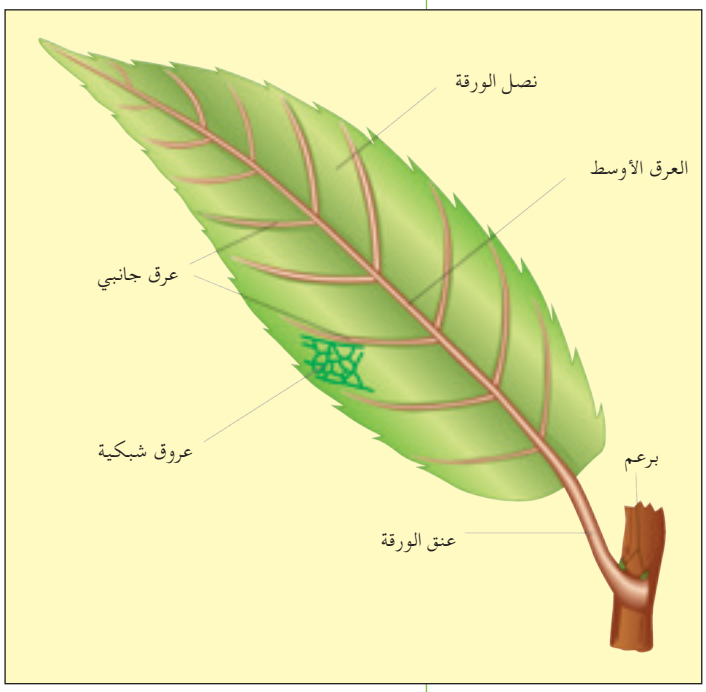
وبصفة عامة، تتكون ورقة النبات الخضراء العادية من **نَصْل الورقة**، و**عنق الورقة**، و**قاعدة الورقة** .

ويحمل عنق الورقة النصل بعيدًا عن الساق حتى يتمكن النصل من الحصول على كمية كافية من أشعة الشمس والهواء . وفي بعض الأوراق (مثل أوراق العشب أو الذرة) لا يوجد عنق . وتتميز تلك النباتات بطول نصل أوراقها .

يمتلك نصل ورقة النبات سطحًا مستويًا كبيرًا مقارنة بحجمه . وتمكن تلك الصفة الورقة من الحصول على أكبر قدر ممكن من ضوء الشمس اللازم لعملية البناء الضوئي . ونصل الورقة الرقيق الممتد يعني وصول ثاني أكسيد الكربون بسرعة إلى الخلايا الداخلية في الورقة .

التعرق

تحمل العروق النباتية الماء والأملاح المعدنية إلى الخلايا في نصل ورقة النبات، كما تنقل الأغذية المصنعة من الورقة إلى باقي أجزاء النبات . وفي الأوراق البسيطة مثل أوراق شجرة البرتقال أو نبات *الخطمي* (*الورد الصيني*) *أو نبات الفلفل*، يوجد عرق رئيس (العرق الأوسط) الذي تتفرع منه باقي الأفرع في النبات مكونة بذلك شبكة من العروق الدقيقة .



شكل 7–4 السمات الخارجية لورقة نبات ذات فلقتين

التركيب الداخلي لنصل الورقة

يبين قطاع مستعرض في ورقة النبات (شكل 7–5 ب) أن نصل الورقة على كل من جانبي العرق الأوسط **له بشرة عليا** تتكون من طبقة واحدة من الخلايا المتراصة عن قرب يغطيها من الخارج **قشيرة (كوتيكل)** . وتحمي تلك القشيرة الظاهرة الورقة، وتحد من تبخر الماء الزائد، كما تعمل على تركيز الضوء على طبقات النسيج الأوسط في ورق النبات .

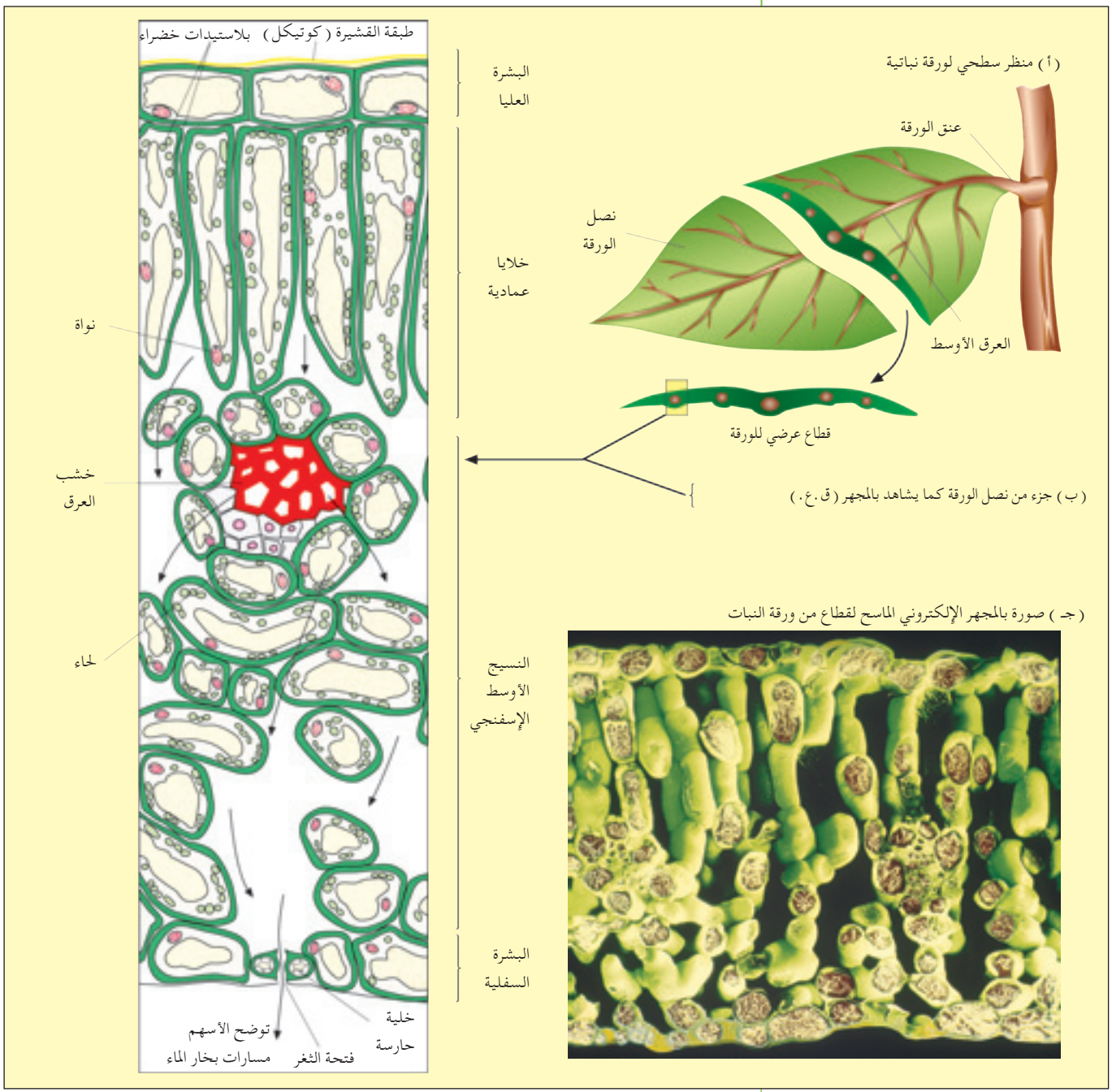
ويقع **النسيج الأوسط** أسفل البشرة العليا، وهي المنطقة الرئيسة في عملية البناء الضوئي . ويمكن تمييز منطقتين في النسيج الأوسط للنبات هما **النسيج العمادي** و**النسيج الإسفنجي** . ويتكون النسيج العمادي من طبقة أو طبقتين من الخلايا الأسطوانية الطويلة المتلاصقة تكون محاورها الطويلة متعامدة على البشرة . وتحتوي تلك الخلايا على العديد من الكلوروبلاستيدات (البلاستيدات الخضراء) التي

جميع الحقوق محفوظة لـ مركز المناهج التعليمية والبحوث التربوية ـ ليبيا

تمكنها من امتصاص أكبر قدر من ضوء الشمس اللازم للبناء الضوئي. والكلوروبلاستيدات (البلاستيدات الخضراء) تراكيب ذات شكل بيضاوي تحتوي على مادة اليخضور (الكلوروفيل). تكون خلايا الغشاء الإسفنجي غير منتظمة الشكل ومتباعدة بدرجة تسمح بوجود فراغات هوائية كثيرة وكبيرة بينها، كما تحتوي أيضًا على بلاستيدات خضراء.

وتوجد أسفل النسيج الأوسط **البشرة السفلية** وتتكون أيضًا مثلها مثل البشرة العلوية من طبقة واحدة من الخلايا المتراصة تغطيها من الخارج طبقة من الكوتيكل. وتحتوي البشرة السفلية على الكثير من الفتحات الدقيقة يطلق عليها **الثغور** (المفرد **ثغر**). وفي معظم النباتات ذات الفلقتين، توجد الثغور بكميات كبيرة في البشرة السفلية من الورقة. ويحيط بالثغر (شكل 7 – 6) خليتان من الخلايا الحارسة.

شكل 7 – 5 تركيب ورقة النبات



جميع الحقوق محفوظة لـ مركز المناهج التعليمية والبحوث التربوية ـ ليبيا

وتختلف الخلايا الحارسة عن خلايا البشرة في النواحي التالية:

- تشبه الخلايا الحارسة من منظور سطحي حبة الفول، بينما تكون خلايا البشرة غير منتظمة الشكل.
- تحتوي الخلايا الحارسة على بلاستيدات خضراء حتى تستطيع تصنيع الغذاء عن طريق عملية البناء الضوئي (لا تحتوي خلايا البشرة على بلاستيدات خضراء).
- تعتبر الخلايا الحارسة هي خلايا البشرة الوحيدة القادرة على تصنيع السكر. ووفقًا لإحدى النظريات، يزداد تركيز أيونات البوتاسيوم (K^+) في الخلايا الحارسة عند التعرض لضوء الشمس. ويعمل ذلك بجانب السكر المُتكوِّن على خفض جهد الماء في الخلايا الحارسة. ويدخل الماء نتيجة لذلك من الخلايا الأخرى إلى الخلايا الحارسة عن طريق الخاصية الأسموزية فتنتفخ وتصبح مكتنزة. ولوجود جدار سليولوزي أكثر سمكًا على أحد جانبي الخلية الحارسة، أي الجانب الذي يوجد حول فتحة الثغر، تُصبح الخلايا الحارسة المنتفخة أكثر تحدبًا، وتعمل بالتالي على فتح ثغر النبات.

ويستهلك النبات أثناء الليل السكر، ويخرج الماء من الخلايا الحارسة، ولذلك تصبح رخوة وتغلق فتحات الثغور. يقلل ذلك من كمية بخار الماء الذي يخرج من الورقة. ولا تُنظم خلايا البشرة كمية الماء المفقود من الورقة، وإنما تعمل فقط على حماية المناطق الداخلية في ورقة النبات.

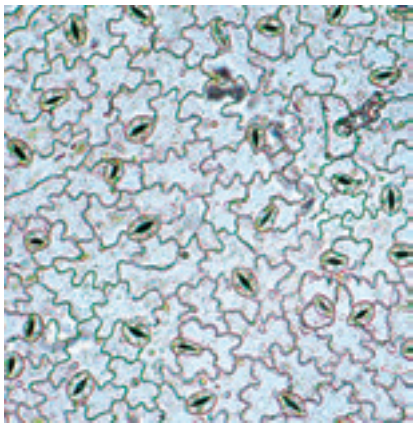
دخول ثاني أكسيد الكربون إلى ورقة النبات

يستهلك ثاني أكسيد الكربون الموجود في ورقة النبات بسرعة كبيرة أثناء النهار عند حدوث البناء الضوئي. وبذا يصبح تركيز ثاني أكسيد الكربون في الورقة أدنى من تركيزه في الهواء الجوي، أي يتوفر تدرج انتشار. فينتشر ثاني أكسيد الكربون من البيئة الخارجية خلال الثغور، ومنها إلى مجموعة الفجوات الهوائية في الورقة.
وتُغطِّى دائمًا أسطح خلايا النسيج الأوسط طبقة رقيقة من الماء حتى يذوب فيها ثاني أكسيد الكربون. ينتشر بعد ذلك ثاني أكسيد الكربون المذاب كمحلول إلى داخل الخلايا.

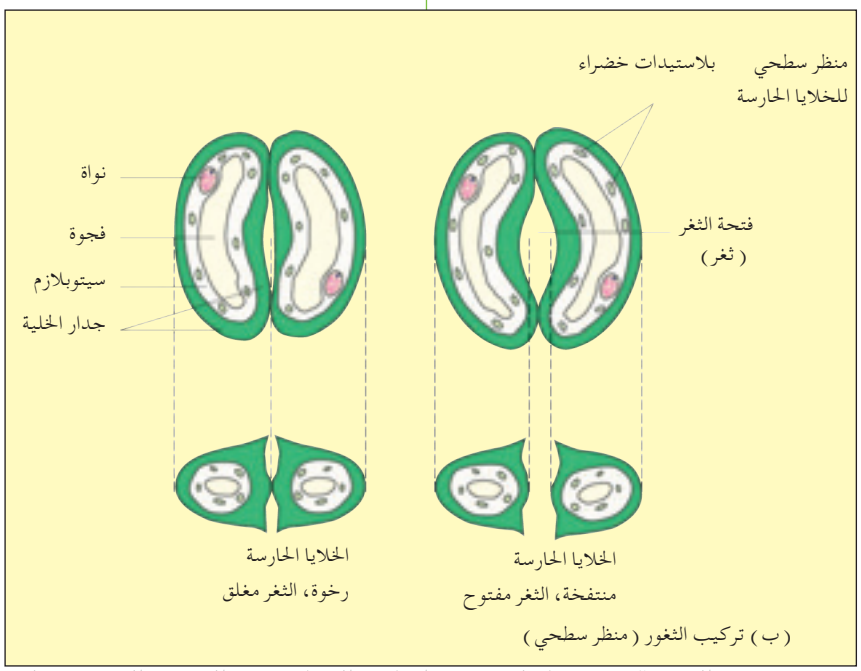
دخول الماء والأملاح المعدنية إلى الورقة

تُكوِّن عروق الورقة النباتية أفرعًا دقيقة تنتهي بين خلايا النسيج الأوسط، وهي تحتوي على اللحاء والخشب. ويعمل خشب النبات على توصيل الماء والأملاح المعدنية المذابة إلى الورقة من التربة عن طريق جذور النبات. وتنتشر تلك المواد الخام بمجرد خروجها من عروق النبات، من خلية إلى أخرى خلال النسيج الأوسط للورقة. وعند تلقي الخلايا الخضراء المواد الخام الأساسية (ثاني أكسيد الكربون، والماء، والأملاح المعدنية)، فإنها تُصنِّع الغذاء عن طريق عملية البناء الضوئي، وتُنقل السكريات المُصنَّعة خلال اللحاء إلى جميع خلايا النبات.

شكل 7 – 6 الثغور



(أ) منظر سطحي للبشرة السفلية في الورقة



(ب) تركيب الثغور (منظر سطحي)

جميع الحقوق محفوظة لـ مركز المناهج التعليمية والبحوث التربوية ـ ليبيا

كيف تتكيف ورقة النبات لعملية البناء الضوئي؟

يُلخص جدول 7 – 1 الخصائص الأساسية لورقة النبات، وكيفية تكيفها لأداء عملية البناء الضوئي.

التركيب	التكيف
◆ سطح مسطح عريض	لامتصاص أكبر قدر من الطاقة الضوئية.
◆ نصل الورقة رفيع	يسمح بسرعة مرور ثاني أكسيد الكربون إلى الخلايا الداخلية. يسمح بوصول أشعة الشمس لجميع خلايا النسيج الأوسط.
◆ تحتوي البلاستيدات الخضراء على اليخضور (الكلوروفيل)، وتوجد في جميع خلايا النسيج الأوسط	يمتص اليخضور (الكلوروفيل) الطاقة الضوئية ويحولها إلى طاقة كيميائية تستخدم في تصنيع السكريات.
◆ يوجد عدد أكبر من البلاستيدات الخضراء في النسيج العمادي العلوي	تسمح بامتصاص طاقة ضوئية أكثر بالقرب من سطح الورقة.
◆ نظام فراغات الهواء المتصلة ببعضها البعض في النسيج الأوسط	يسمح بالانتشار السريع لثاني أكسيد الكربون في خلايا النسيج الأوسط.
◆ وجود الثغور في طبقات بشرة النبات	تفتح في ضوء الشمس لتسمح لثاني أكسيد الكربون بالانتشار داخل ورقة النبات وانتشار الأكسجين إلى خارج الورقة.
◆ احتواء العروق على الخشب واللحاء	ينقل الخشب الماء والأملاح المعدنية إلى خلايا النسيج الأوسط. وينقل اللحاء السكريات بعيدًا عن الورقة.
◆ عنق ورقة النبات	يُثَبِّت الورقة النباتية في وضع يمكنها من امتصاص أكبر قدر من الطاقة الضوئية.

جدول 7 – 1 تكيف ورقة النبات للقيام بعملية البناء الضوئي

جميع الحقوق محفوظة لـ مركز المناهج التعليمية والبحوث التربوية ـ ليبيا

تحليل

معضلة النبات

تعاني النباتات من مشكلة حقيقية. فللحصول على ثاني أكسيد الكربون اللازم لعملية البناء الضوئي، يجب أن تظل الثغور الموجودة بأوراقها مفتوحة. ينتشر ثاني أكسيد الكربون إلى داخل النبات خلال الثغور حتى يصل إلى البلاستيدات الخضراء الموجودة بخلايا النسيج العمادي التي تقوم بعملية البناء الضوئي. ومع ذلك، سوف ينتشر بخار الماء إلى الخارج عن طريق تلك الثغور ويُفقد في الهواء الخارجي. وإذا كان معدل فقدان الماء في النبات أسرع من معدل حصوله عليه من التربة، فإن خلايا النبات سوف تبدأ في الانكماش (التبلزم) ويذبل النبات في النهاية.

فسر الآتي مستخدمًا المعلومات التي تعلمتها حتى الآن في هذه الوحدة:

1 لماذا تغلق معظم النباتات ثغورها ليلاً؟

2 ينخفض أحيانًا معدل البناء الضوئي في نباتات مثل القمح أو الشعير في منتصف يوم مشمس مرتفع الحرارة.

3 لماذا يكون ذلك التكيف مفيدًا وبخاصة للنباتات الموجودة في المناطق القاحلة مثل نباتات الصبار؟

تفتح بعض النباتات ثغورها ليلًا وتمتص ثاني أكسيد الكربون وتقوم بتخزينه في صورة كيميائية، وعندما تشرق الشمس تقوم تلك النباتات بغلق ثغورها واستخدام ثاني أكسيد الكربون المخزن في عملية البناء الضوئي أثناء النهار.

7 – 3 التغذية المعدنية في النباتات

استعرضنا في السابق كيفية استفادة النباتات الخضراء من المواد غير العضوية مثل ثاني أكسيد الكربون والماء في صنع المواد العضوية المعقدة. وتحتاج النباتات إلى النترات لتكوين الأحماض الأمينية والبروتينات. وعلى الرغم من ذلك، يبين التحليل الكيميائي لجسم النبات إحتواءه على عدد من العناصر الأخرى بالإضافة إلى الكربون، والهيدروجين، والأكسجين، والنيتروجين. وتعرف تلك المواد بالعناصر الأساسية لأن بعضها ضروري للنمو الصحي للنبات.

توجد بعض العناصر بكميات ضئيلة فقط في جسم النبات، وتكون أيضًا ضرورية لنموه السليم. والعناصر الأساسية التي تحتاج إليها معظم النباتات مبينة على الجانب الأيسر من هذه الصفحة.

وتعتبر عناصر الكربون، والهيدروجين، والأكسجين ضرورية جدًّا لتكوين الكربوهيدرات والتي تعتبر بدورها حجر الأساس الذي تصنع منه جميع المركبات الأخرى في النبات. ولا يمكن حدوث عملية البناء الضوئي في النبات في غياب ثاني أكسيد الكربون. ويحصل النبات على الهيدروجين والأكسجين من الماء الذي يمتصه النبات. لذا يعتبر الماء عنصرًا حيويًّا لقيام النبات بوظائفه.

العناصر الأساسية

عناصر لافلزية	الكربون الهيدروجين الأكسجين النيتروجين الفوسفور الكبريت
عناصر فلزية	البوتاسيوم الكالسيوم المنجنيز الحديد

جميع الحقوق محفوظة لـ مركز المناهج التعليمية والبحوث التربوية ـ ليبيا

محلول استنبات كامل للنبات

ماء مقطر	1000 سم^3
نترات البوتاسيوم	0.25 جرام
كبريتات المنجنيز	0.25 جرام
البوتاسيوم والفوسفات	0.25 جرام
نترات الكالسيوم	1 جرام
محلول كلوريد الحديديك (III)	قطرتان

مع ملاحظة ضرورة إضافة المواد الكيميائية إلى الماء بالترتيب المبين بالأعلى.

لإعداد محلول استنبات ينقصه:

- النيتروجين: تخلص من النترات، واستخدم كلوريد البوتاسيوم وكبريتات الكالسيوم.
- الماغنسيوم: تخلص من كبريتات الماغنسيوم، واستخدم كبريتات الكالسيوم.

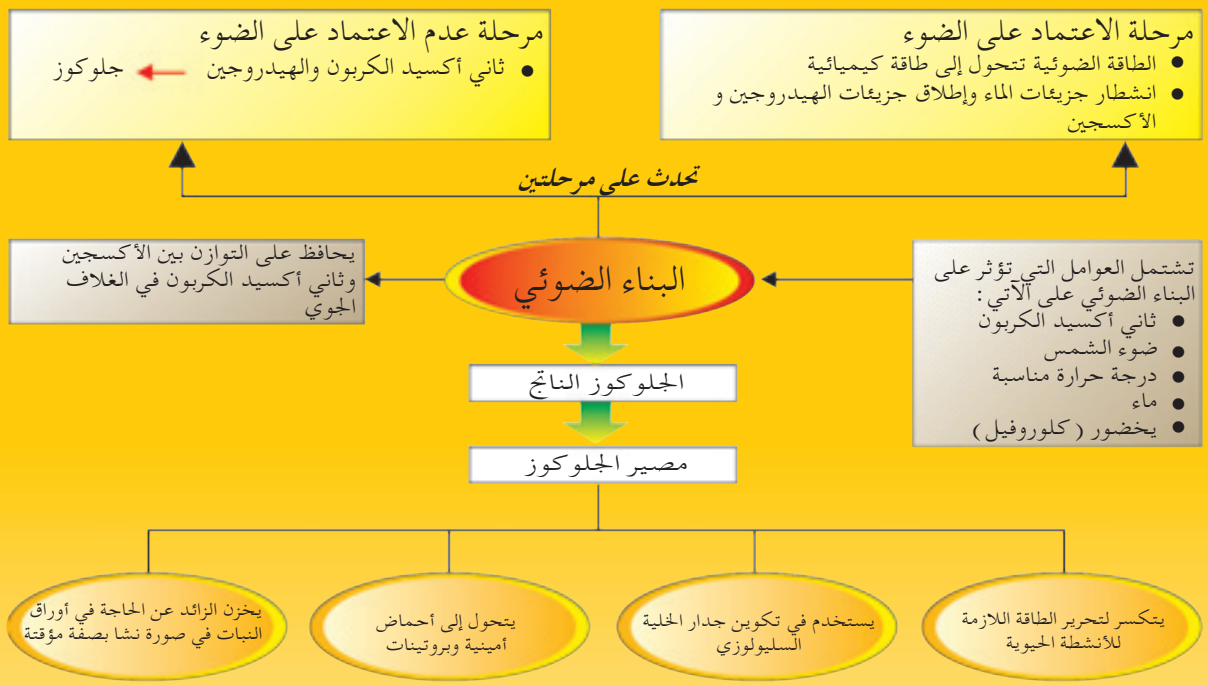
تجارب الاستنبات

يمكن معرفة ضرورة عناصر معينة مثل النيتروجين والماغنسيوم للنمو السليم للنبات عن طريق تجارب الاستنبات. وتجرى تلك التجارب على أحد النباتات المناسبة مثل نبات الذرة، الذي يُستنبت وجذوره مغمورة في محاليل أملاح معدنية مختلفة. ينقص كل محلول عنصرًا معينًّا، ويلاحظ تأثير غياب ذلك العنصر على نمو النبات. ويقارَن النمو غير الطبيعي في هذه النباتات مع النمو الطبيعي لنباتات أخرى تكون جذورها مغمورة في محلول استنبات متكامل، أي تتوافر فيه كافة العناصر الأساسية بالنسب الملائمة المبينة إلى اليمين.

جميع الحقوق محفوظة لـ مركز المناهج التعليمية والبحوث التربوية ـ ليبيا

ملخص

خريطة مفاهيم البناء الضوئي



البناء الضوئي عملية متعددة الخطوات يحجز اليخضور (الكلوروفيل) فيها الطاقة الضوئية ويحولها إلى طاقة كيميائية تستخدم بعد ذلك في تصنيع الكربوهيدرات العضوية من ثاني أكسيد الكربون غير العضوي والماء. ويخرج الأكسجين كمنتج ثانوي أثناء تلك العملية.

معادلة البناء الضوئي :

$$6CO_2 + 12\,H_2O \xrightarrow[\text{طاقة ضوئية}]{\text{يخضور (كلوروفيل)}} C_6H_{12}O_6 + 6O_2 + 6H_2O$$

يتكون نصل الورقة من ثلاثة تراكيب :

- البشرة العليا المحمية بواسطة قشيرة (كوتيكل) تمنع عملية الجفاف، وبها ثغور قليلة.
- البشرة السفلى بها قشيرة والكثير من الثغور.
- يحرس كل ثغر خليتان حارستان على شكل حبة الفول السوداني تتحكمان في حجمه وبالتالي في معدل انتشار الغازات خلاله.
- النسيج الأوسط للورقة، وينقسم إلى : نسيج عمادي تتلاصق خلاياه وتحتوي على بلاستيدات خضراء عديدة، ونسيج إسفنجي تكون خلاياه أقل التصاقًا وتكون الفراغات بين الخلوية فيه متعددة حتى تسمح بانتشار الغازات. وتحتوي تلك الخلايا أيضًا على بلاستيدات خضراء.
- عروق تحتوي على الخشب و اللحاء.

بالإضافة إلى الكربون، يعتبر أيضًا كل من الهيدروجين، والأكسجين، والنيتروجين، والماغنسيوم عناصر ضرورية للنمو السليم للنبات.

- النيتروجين ضروري لتكوين البروتين، والبروتوبلازم، والأنزيمات، والأحماض النووية. ويكون نمو الشتلات في محلول الاستنبات من دون وجود نيتروجين نموًا ضعيفًا، كما يقل عدد الأوراق، ويكون لونها الأخضر شاحبًا، وتموت الشتلة في النهاية.
- يعتبر الماغنسيوم مكونًا مهمًّا لمادة اليخضور (الكلوروفيل). والشتلات التي يتم استنباتها في محلول من دون وجود ماغنسيوم تكون أوراقها صفراء وصغيرة وذلك لأن النبات يصبح غير قادر على تكوين اليخضور (الكلوروفيل)، فتظهر صبغة صفراء على النبات، وتظهر عليه أعراض الشحوب اليخضوري.

جميع الحقوق محفوظة لـ مركز المناهج التعليمية والبحوث التربوية ـ ليبيا

ركن التفكير

مهارات التفكير: البحث التجريبي، والاستنتاج، والتنبؤ

طُلب منك البرهنة على خروج الأكسجين من النبات الأخضر أثناء عملية البناء الضوئي

المواد المتاحة

- محلول أزرق الميثيلين المنزوع اللون الذي يتحول إلى الأزرق في وجود الأكسجين
- ثلاث أنابيب اختبار ذات سدادت مطاطية
- رقائق من الألومنيوم
- نبات الإلوديا

	التجربة	ضابط (1)	ضابط (2)
ما النتائج التي تتوقعها؟			
ما أسباب تنبؤاتك؟			

ابدأ التجربة بإكمال الرسم على الجانب الأيسر، ثم اكتب اسماء (جميع المواد والمحتويات) (سوف تحتاج إلى ضابطين في التجربة)

جميع الحقوق محفوظة لـ مركز المناهج التعليمية والبحوث التربوية ـ ليبيا

مسرد

تخصيب (أجون) Eutrophication

النمو والتكاثر الوفير للطحالب والنباتات الخضراء نتيجة خصوبة المواد المغذية في الماء مما يؤدي إلى نقص كمية الأكسجين الذائب في الماء.

إخراج Excretion

العملية التي يتخلص بها جسم الكائن الحي من الفضلات الأيضية والمواد السامة.

إخصاب Fertilization

العملية التي يندمج فيها مشيج ذكري مع مشيج أنثوي لتكوين اللاقحة (الزيجوت).

إدمان العقاقير Drug addiction

حالة تظهر فيها أعراض الانسحاب على الشخص عند عدم تناوله للعقاقير.

إساءة استخدام العقاقير Drug abuse

تناول العقاقير بشكل مكثف، أو من دون وصفة الطبيب.

أسموزية (تناضح) Osmosis

حركة جزيئات الماء من محلول ذي جهد مائي أعلى إلى محلول ذي جهد مائي أقل خلال غشاء شبه منفذ.

أليلات Alleles

أشكال مختلفة لنفس الجين. تحتل نفس المواقع النسبية في زوج من الكروموسومات المتماثلة.

أليل سائد Dominant allele

أحد أشكال الجين الذي يعبر عن نفسه ويعطي نفس النمط الظاهري في حالتي اللاقحة المتماثلة واللاقحة المتغايرة.

أليل متنح Recessive allele

أحد أشكال الجين الذي يعبر عن نفسه فقط في حالة تماثل اللاقحة.

انتخاب (انتقاء) اصطناعي Artificial selection

طريقة يستخدمها الإنسان لإنتاج نباتات وحيوانات لها صفات مرغوبة.

انتشار Diffusion

صافي حركة الجزيئات من منطقة ذات تركيز عال للجزيئات إلى منطقة ذات تركيز منخفض لها، إلى أسفل تدرج التركيز.

انتقال مكاني Translocation

نقل المواد الغذائية المصنَّعَة مثل السكريات والأحماض الأمينية في النباتات.

أنزيمات Enzymes

محفزات (عوامل مساعدة) بيولوجية مكونة من البروتين، وهي تُغيِّر معدل التفاعل الكيميائي دون أن تتغير في نهاية التفاعل.

انقسام اختزالي ميوزي Meiosis

أحد أشكال الانقسام النووي، والذي تحتوي فيه الأنوية الناتجة من الانقسام على نصف عدد الكروموسومات أو المادة الوراثية الموجودة في النواة الأصلية.

أوردة Veins

أوعية دموية تنقل الدم من جميع أجزاء الجسم إلى القلب.

إيدز AIDS

متلازمة نقص المناعة المكتسبة وهي اختصار

Acquired Immune Deficiency Syndrome

بروتينات Proteins

مركبات عضوية مصنوعة من الكربون، والهيدروجين، والأكسجين، والنيتروجين، ويوجد غالبًا كبريت، وفوسفور. وتتكون البروتينات من أحماض أمينية ترتبط معًا بروابط ببيتيدية.

بلزمة Plasmolysis

انكماش السيتوبلازم بعيدًا عن جدار الخلية بسبب فقد الماء عند غمر خلايا النبات في محلول ذي جهد مائي منخفض.

بلعمة Phagocytosis

عملية بلع وهضم الجزيئات الغريبة مثل البكتريا بواسطة خلايا الدم البيضاء.

بناء ضوئي Photosynthesis

العملية التي يمتص فيها اليخضور (الكلوروفيل) الطاقة الضوئية ويحولها إلى طاقة كيميائية تُستخدم في تركيب المواد الكربوهيدراتية من الماء وثاني أكسيد الكربون، وينطلق الأكسجين خلال تلك العملية.

تأثرية أو حساسية Irritability or sensitivity

قدرة الكائن الحي على الاستجابة لمؤثر.

تبرز Egestion

تخلص الجسم من المادة غير المهضومة.

جميع الحقوق محفوظة لـ مركز المناهج التعليمية والبحوث التربوية ـ ليبيا

تحليل بالماء (تحلل مائي) hydrolysis

تفاعل يضاف فيه جزيء ماء ليقوم بتكسير جزيء معقد إلى جزيئات أصغر.

تحمُّل العقار Drug tolerance

حالة يستمر فيها الشخص في تناول الكثير من العقاقير للوصول إلى نفس التأثير المطلوب.

تركيز بؤري أو موائمة Focusing or accommodation

ضبط العدسة حتى تتكون صور واضحة لأجسام على مسافات مختلفة على الشبكية.

تشابك عصبي Synapse

وصلة بين خليتين عصبيتين.

تصحر Desertification

إتلاف الأرض الصالحة للزراعة مما يؤدي إلى شروط شبه صحراوية.

تصلُّب الشرايين Atherosclerosis

ترسيب مواد دهنية (كوليسترول) على الجدران الداخلية للشريان.

تطفل Parasitism

علاقة بين كائنين عضويين بحيث يعيش أحدهما (الطفيلي) على أو في جسم الآخر (العائل). ويأخذ الطفيلي غذاءه من العائل الذي يسكن فيه، وهو يسبب بعض الضرر لعائله أثناء هذه العملية.

تغاير (تباين) Variation

الاختلافات التي يمكن ملاحظتها داخل النوع الواحد.

تغاير متصل (مستمر) Continuous variation

سمات ذات طرز مظهرية تتراوح تدريجيًّا من النقيض إلى النقيض، وتحدثها التأثيرات المشتركة (أو الإضافية) لجينات كثيرة، وتتأثر بالشروط البيئية مثل: الذكاء، والطول، ولون جلد الإنسان.

تغاير غير متصل (متقطع) Discontinuous variation

سمات توضح اختلافًا محدودًا في طرزها المظهرية يمكن تمييزها بسهولة، ويتحكم فيها عادة جين واحد أو عدد قليل من الجينات، ولا تتأثر بالبيئة.

تغذية Nutrition

دخول الغذاء والعمليات التي تحوله إلى مادة حية.

تقلصات موجية (حركة دورية) Peristalsis

تقلصات منتظمة تشبه الموجات في جدران الأمعاء.

تكاثف Condensation

تفاعل كيميائي يتوحد فيه جزيئان بسيطان معًا لتكوين جزيء أكبر مع إزالة جزيء واحد من الماء.

تكاثر جنسي Sexual reproduction

التكاثر الذي يشمل اندماج خليتين تناسليتين يسمى كل منهما مشيج (جاميت).

تكاثر لاجنسي Asexual reproduction

إنتاج أفراد جديدة، من دون اندماج خلايا تناسلية (أمشاج ذكرية وأمشاج أنثوية).

تقانة حيوية (تكنولوجيا حيوية) Biotechnology

استخدام العمليات البيولوجية التي تشارك فيها الكائنات الدقيقة في صناعة المضادات الحيوية (مثل البنسلين) أو لتوفير خدمات للإنسان.

تلقيح Pollination

انتقال حبة اللقاح من المتك إلى الميسم.

تلقيح خلطي Cross-pollination

انتقال حبوب اللقاح من نبات ما إلى ميسم زهرة في نبات آخر من نفس النوع.

تلقيح ذاتي Self-pollination

انتقال حبوب اللقاح من المتك إلى الميسم في نفس الزهرة أو في زهرة أخرى على نفس النبات.

تلوث Pollution

العملية التي تضاف فيها مواد ضارة إلى البيئة.

تمثيل غذائي Assimilation

عملية تتحول فيها بعض المواد الغذائية الممتصة إلى بروتوبلازم جديد أو تُستخدم لتوفير طاقة.

تنسم (شهيق وزفير) Breathing

العملية التي يحدث بها تبادل للغازات بين الكائن الحي والبيئة.

تنظيم أسموزي Osmoregulation

تنظيم تركيز الماء أو الملح في الدم للحفاظ على ثبات الجهد المائي في البيئة الداخلية.

جميع الحقوق محفوظة لـ مركز المناهج التعليمية والبحوث التربوية ـ ليبيا

تنفس خلوي Tissue respiration

العملية التي تتم في الخلايا الحية والتي تتأكسد بها المواد الغذائية مع إطلاق الطاقة الضرورية للخلايا حتى تؤدي أنشطتها الحيوية.

تنفس هوائي Aerobic respiration

تجزئة المواد الغذائية في وجود الأكسجين مع إطلاق كمية كبيرة من الطاقة، وينطلق ثاني أكسيد الكربون والماء كفضلات.

تنفس لاهوائي Anaerobic respiration

تجزئة المواد الغذائية في غياب الأكسجين مع إطلاق كمية صغيرة نسبيًّا من الطاقة.

اتزان الوسط الداخلي للجسم (الاستقرار الداخلي) Homeostasis

الحفاظ على بيئة داخلية ثابتة.

جين (مورث) Gene

عامل الوراثة الموجود في موقع معين في الكروموسومات، وهو يتحكم في صفة محددة.

حماية (حفظ) البيئة الطبيعية Conservation

حماية المصادر الطبيعية للبيئة والمحافظة عليها.

خلية عصبية Neurone

رد فعل انعكاسي Reflex action

استجابة فورية لمثير محدد من دون تحكم شعوري.

زوائد شجيرية عصبية Dendron

ليفة عصبية تنقل السيالات (النبضات) العصبية نحو جسم خلية عصبية.

سكر مختزل Reducing sugar

السكريات التي تنتج راسبًا أحمر عند غليانها مع محلول بندكت.

سلسلة غذائية Food chain

سلسلة من الكائنات الحية تنتقل خلالها الطاقة على شكل مادة (طعام)، تكون السلسلة الغذائية، والتي يتغذى فيها كل كائن حي على الكائن السابق له ويوفر الطعام للكائن اللاحق.

سيادة مشتركة Co-dominance

حالة يعبر فيها أليلين عن نفسيهما في الهجين.

شبكة الغذاء Food web

سلسلتان غذائيتان مرتبطتان فيما بينهما أو أكثر.

شرايين Arteries

أوعية دموية تحمل الدم الخارج من القلب.

شعيرات دموية Capillaries

أوعية دموية ذات جدران رقيقة تُرى بالمجهر (في سُمْك خلية واحدة) تحمل الدم من شريان صغير (شُرين) إلى وريد صغير (وُريد).

شعيرة جذرية Root hair

نمو زائد لخلية واحدة في الطبقة الوبرية، وهو يُزيد من مساحة سطح الجذر من أجل امتصاص الماء والأملاح المعدنية.

ضغط الاكتناز (الامتلاء) Turgor pressure

الضغط الحادث على جدران الخلية نحو الخارج بسبب الماء الموجود في الخلية.

طفرة Mutation

التغير المفاجئ أو التلقائي في تركيب الجين أو الكروموسوم أو عدد الكروموسومات، ومن الممكن أن تكون متوارثة.

طمث (حيض) Menstruation

التصريف الشهري للدم من الرحم عبر المهبل.

عشيرة (سكان) Population

مجموعة من الأفراد من نفس النوع.

عصب Nerve

مجموعة من الألياف العصبية.

عقار Drug

أي مادة كيميائية يتم تعاطيها (غير الطعام) يمكنها تعديل أو التأثير على التفاعلات الكيميائية في الجسم.

علم البيئة Ecology

دراسة العلاقات بين الكائنات الحية والبيئة الطبيعية.

غدد صماء Endocrine glands

غدد لا قنوية تفرز هرمونات في مجرى الدم.

غشاء جزئي (أو اختياري) النفاذية Partially (or selectively) permeable membrane

غشاء يسمح بمرور بعض المواد خلاله دون مرور مواد أخرى.

فعل إرادي Voluntary action

جميع الحقوق محفوظة لـ مركز المناهج التعليمية والبحوث التربوية ـ ليبيا

عمل تتحكم فيه الإرادة.

فعل انعكاسي شرطي
Conditioned reflex action
فعل انعكاسي مكتسب من خبرات سابقة أو تم تعلمه لمثير غير فعَّال أساسًا في إحداث الاستجابة.

فيتامينات
Vitamins
مركبات عضوية يحتاجها جسم الثدييات للمحافظة على صحته ولمنع أمراض نقص هذه الفيتامينات.

قصور أكسجيني
Oxygen debt
كمية الأكسجين المطلوبة لأكسدة حمض اللاكتيك المنتج في العضلات أثناء التنفس اللاهوائي.

قوس انعكاسي
Reflex arc
أقصر طريق تمر فيه السيالات (النبضات) العصبية من المستقبل إلى المؤثر في الفعل الانعكاسي.

كائنات محللة
Decomposers
كائنات حية تُجزئ المادة العضوية الميتة، وتتغذى على بعض البقايا وتُطلق الباقي.

كائنات مستهلكة
Consumers
حيوانات تحصل على الطاقة من الكائنات الحية التي تتغذى عليها.

كائنات منتجة
Producers
النباتات الخضراء التي يمكنها صنع المواد الكربوهيدراتية عن طريق البناء الضوئي.

ليفة عصبية
Nerve fibre
امتداد سيتوبلازمي طويل لجسم الخلية العصبية، ويعمل على نقل السيالات (النبضات) العصبية.

مادة بيضاء
White matter
جزء من المخ أو الحبل الشوكي يتكون بصورة رئيسة من ألياف عصبية.

مادة سنجابية (سمراء)
Grey matter
جزء في المخ أو الحبل الشوكي يتكون أساسًا من أجسام الخلايا العصبية.

متغاير اللاقحة
Heterozygous
كائن لديه أليلات غير متماثلة بالنسبة لسمة معينة، مثل Tt.

متماثل اللاقحة
Homozygous
كائن لديه أليلات متماثلة بالنسبة لسمة معينة، مثل TT أو tt.

مجتمع (جماعة أحياء بيئية)
Community
مجموعات من النباتات والحيوانات تعيش وتتفاعل معًا تحت نفس الشروط البيئية.

محاليل متساوية الأسموزية
Isotonic solutions
محاليل لها نفس التركيزات.

محلول عال الأسموزية
Hypertonic solution
محلول له جهد مائي أدنى (أو أكثر تركيزًا) من محلول آخر.

محلول منخفض الأسموزية
Hypotonic solution
محلول له جهد مائي أعلى (أو مخفف بدرجة أكثر) من محلول آخر.

محور عصبي
Axon
ليفة عصبية تنقل السيالات (النبضات) العصبية بعيدًا عن جسم الخلية العصبية.

مسكِّنات
Analgesics
عقاقير يمكنها تسكين الألم من دون إحداث تنميل أو التأثير على الوعي.

مشيج (جاميت)
Gamete
خلية تناسلية تحتوي على عدد فردي من الكروموسومات.

مضادات حيوية
Antibiotics
مواد كيميائية تستخدم لعلاج كثير من الأمراض المعدية التي تسببها كائنات دقيقة مثل البكتريا.

منع الحمل
Contraception

مواد مخدرة
Anaesthetics
عقاقير تجعل الجسم غير قادر على الإحساس بالألم.

موطن (بيئة – موئل)
Habitat
المكان الذي يعيش فيه الكائن الحي.

حيز بيئي ضيق
Niche
الدور الذي يلعبه الكائن الحي أوالمكان الذي يسكنه في موطنه.

نتح
Transpiration
فقد بخار الماء من أجزاء النبات المعرضة للهواء، وخاصة من خلال الثغور في الأوراق.

نقل فعَّال (نشط)
Active transport
تستخدم الطاقة لنقل مادة ما من المنطقة ذات التركيز الأقل إلى المنطقة ذات التركيز الأعلى، أي ضد تدرج التركيز، وتستخدم الطاقة في هذه العملية.

جميع الحقوق محفوظة لـ مركز المناهج التعليمية والبحوث التربوية ـ ليبيا

Genotype نمط (طرز) جيني

التركيب الجيني لكائن ما .

Phenotype نمط (طرز) ظاهري

السمة الظاهرة في أي فرد، مثل المظهر الخارجي كالطول ولون العين .

Hormone هرمون

مادة كيميائية ينتجها جزء من الجسم وتنتقل في مجرى الدم للعضو (للأعضاء) المستهدف حيث تؤثر عليه .

Digestion هضم

عملية تتجزأ فيها جزيئات الطعام الكبيرة إلى جزيئات صغيرة قابلة للذوبان وللانتشار ويمكن أن تمتصها خلايا الجسم .

Genetic engineering هندسة وراثية

تقنية تستخدم لنقل الجينات من كائن حي إلى كائن حي آخر .

Balanced diet غذاء متوازن

وجبة تحتوي على الكميات الصحيحة من الكربوهيدرات، والدهون، والبروتينات، والفيتامينات، والمعادن، والماء، والمخشِّنات لإشباع الحاجات اليومية للجسم .

Portal vein وريد بابي

وعاء دموي يحمل الدم من شبكة من الشعيرات الدموية إلى أخرى .

جميع الحقوق محفوظة لـ مركز المناهج التعليمية والبحوث التربوية ـ ليبيا

ملاحظات

جميع الحقوق محفوظة لـ مركز المناهج التعليمية والبحوث التربوية ـ ليبيا

ملاحظات

جميع الحقوق محفوظة لـ مركز المناهج التعليمية والبحوث التربوية ـ ليبيا