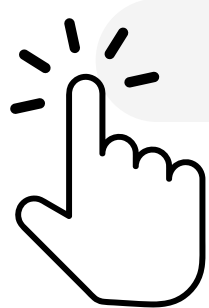


تم تحميل ورفع المادة على منصة



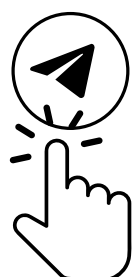
للتعودة الى الموقع اكتب في بحث جوجل



المعلم التعليمي



ALMUALM.COM



انضم الى قناة المنهج السوداني على التليجرام

T.ME/ALMANHJ_S



جمهورية السودان
وزارة التعليم والتربية الوطنية
المركز القومي للمناهج والبحث التربوي
بخت الرضا



المرحلة الثانوية

الأحياء

الصف الثاني

إعداد لجنة بتكليف من المركز القومي للمناهج والبحث التربوي من الأساتذة:

- أ. مي الضو محمد يوسف - المناهج بخت الرضا
أ.د. هائل هاشم أحمد الكمالي - جامعة أم درمان الإسلامية
د. راشد عبدالله أحمد حسونه - المناهج بخت الرضا سابقاً
د. زاهر عباس حلمي إبراهيم - جامعة السودان للعلوم والتكنولوجيا - كلية نبتة

أ. ياسين

٥٩٩١١٦٦٧١

٥١٢٩٤٨٣٩٩٨

الإشراف العام :

د. معاوية السر علي قشي- المدير العام
أ . حبيب آدم حبيب - نائب المدير العام
أ. الباقر رحمة البشير - الأمين العام
أ. أحمد حمد النيل حسب الله - مدير إدارة المناهج

التصميم والايخراج الفني:

د. الرفاعي عبدالله عبدالمهييل مرحوم
المناهج بخت الرضا

الجمع بالحاسوب:

المناهج بخت الرضا

حقوق التأليف محفوظة للمركز القومي للمناهج والبحث التربوي بخت
الرضا، وحقوق الطبع والنشر محفوظة لوزارة التعليم والتربية الوطنية
ولايجوز لأي جهة نقل جزء من هذا الكتاب أو إعادة طبعه
أو التصرف في محتواه دون إذن كتابي

الطبعة الأولى

٢٠٢٦م

المحتويات

الوحدة الأولى: الحركة في الكائنات الحية Movement in living organism

٦	أهداف الوحدة
٧	الحركة في الكائنات الحية
٨	الحركة الجزيئية
١٢	الحركة الظاهرية في النباتات
١٨	الحركة في الكائنات الحية الأولية
٢٠	الحركة في الهيدرا
٢٢	الحركة في الديدان
٢٤	الحركة في الحشرات
٢٦	الحركة في الأسماك
٢٨	الحركة في البرمائيات
٣٠	الحركة في الطيور
٣٣	الحركة في الإنسان
٣٩	مشروع الوحدة
٤٠	تقويم عام الوحدة

الوحدة الثانية: التغذية في الكائنات الحية Nutrition in living organisms

٤٢	أهداف الوحدة
٤٢	مفهوم التغذية والغذاء
٤٥	المركبات الغذائية وأهميتها الحيوية
٤٩	التغذية في النباتات
٥٩	التغذية في الحيوانات
٦٥	الجهاز الهضمي في الإنسان
٧٢	صحة الجهاز الهضمي
٧٤	مشروع الوحدة
٧٦	تقويم عام الوحدة

الوحدة الثالثة: التنفس في الكائنات الحية Respiration in living organisms

٨٠	أهداف الوحدة
٨١	مفهوم التنفس في الكائنات الحية
٨٤	التنفس في النبات
٩١	التنفس في الحيوانات
٩٤	التنفس في الإنسان
٩٨	مشروع الوحدة
٩٩	تقويم عام الوحدة

Excretion in living organisms الوحدة الرابعة: الإخراج في الكائنات الحية

١٠٢	أهداف الوحدة.....
١٠٣	مفهوم الإخراج.....
١٠٧	النتح في النباتات.....
١١٢	طرائق الإخراج في الحيوانات.....
١١٥	الإخراج في الإنسان.....
١٢١	جلد الإنسان.....
١٢٥	مشروع الوحدة.....
١٢٧	تقويم عام الوحدة.....

Transport in living organisms الوحدة الخامسة: النقل في الكائنات الحية

١٢٩	أهداف الوحدة.....
١٣٠	النقل في النبات.....
١٤١	النقل والجهاز الدوري في الحيوانات.....
١٤٧	الجهاز الدوري في الإنسان.....
١٥٤	فصائل الدم.....
١٥٨	مشروع الوحدة.....
١٦٠	تقويم عام الوحدة.....

Sensation in living organisms الوحدة السادسة: الإحساس في الكائنات الحية

١٦٣	أهداف الوحدة.....
١٦٤	الإحساس في الكائنات الحية.....
١٦٩	الإحساس في الحيوانات.....
١٧٢	تركيب الجهاز الحسي في الإنسان.....
١٨٩	مشروع الوحدة.....
١٩٢	تقويم عام الوحدة.....

Hormonal coordination in living organisms الوحدة السابعة: التنظيم الهرموني في الكائنات الحية

١٩٣	أهداف الوحدة.....
١٩٤	التنظيم الهرموني في الكائنات الحية.....
٢٠١	التنسيق الهرموني في الحيوانات.....
٢٠٢	التنسيق الهرموني في الإنسان.....
٢١٣	مشروع الوحدة.....
٢١٤	تقويم عام الوحدة.....

بسم الله الرحمن الرحيم

والحمد لله رب العالمين، والصلاة والسلام على أشرف الأنبياء والمرسلين، سيدنا محمد، وعلى آله وصحبه أجمعين، أما بعد:

أبناء الطلاب وبنات الطالبات:

يسعى المركز القومي للمناهج والبحث التربوي إلى تطوير المناهج الدراسية، كما تعمل وزارة التربية والتعليم الوطنية على الارتقاء بجودة العملية التعليمية. وفي هذا الإطار؛ يأتي كتاب الأحياء للصف الثاني من المرحلة الثانوية ليواكب المستجدات العلمية والتربوية، ويسهم في إعداد جيل واع ومتكّن من أساسيات علم الأحياء، وقادر على توظيفها في حياته اليومية ومستقبله المهني.

ينطلق هذا الكتاب من الأهداف العامة للتعليم الثانوي، ويأتي مستوعباً لأهداف مادة الأحياء في هذه المرحلة؛ لذا عُرضت موضوعاته بصورة علمية منهجية متكاملة، حيث تشمل معظم العمليات الحيوية التي تسهم في بقاء الكائنات الحية، مثل: الحركة، والتغذية، والتنفس، ونقل المواد، والإخراج، والإحساس، إضافةً إلى التنظيم الهرموني. كما اعتمد في عرض المحتوى على التسلسل المنطقي للأفكار، وصياغة المعرفة العلمية بأسلوب يعزّز الفهم العميق.

يهدف الكتاب إلى تنمية مهارات التفكير العلمي، والبحث، والاستقصاء لدى الطلاب، من خلال تضمين أنشطة تعليمية، وتجارب عملية، وأسئلة تقويمية متنوعة تعزّز التعلم الذاتي، وتنمي مهارات التحليل والتفكير النقدي. كما تتضمن نهاية كل وحدة مشروعاً بحثياً يسهم في فهم موضوعها وتحليله تطبيقياً.

نأمل أن يجد فيه المعلمون والمعلمات عوناً في تخطيط دروسهم وتنفيذها، بما يسهم في تحقيق أهداف العملية التعليمية بكفاءة وفاعلية، ومعيناً لهم في أداء رسالتهم التعليمية والتربوية.

كما نأمل أن يفتح آفاقاً واسعة لمواصلة التعلم في مجالات العلوم المختلفة، وخدمة المجتمع والوطن.

والله وليّ التوفيق

المؤلفون

الوحدة الأولى

الحركة في الكائنات الحية

Movement in living organisms

أهداف الوحدة :

يتوقع منك عزيزي الطالب بعد دراستك لهذه الوحدة، أن تكون قادراً على أن :

- تُعرّف مفهوم الحركة في الكائنات الحية.
- توضح أنواع الحركة في الكائنات الحية.
- تصف أنواع الحركة الجزيئية في الكائنات الحية.
- تُقارن بين الحركة في النباتات والحيوانات والإنسان.
- تشرح مختلف أشكال الحركة عند النباتات.
- تصف آليات الحركة لدى الحيوانات الأولية.
- تشرح آلية الحركة في الهيدرا.
- تُميّز طرق الحركة في المجموعات الحيوانية.
- تُفسّر العلاقة بين بنية الهيكل العظمي للإنسان ووظائفه.
- تُسمّي أنواع الهيكل العظمي مع توضيح أمثلة على كل.
- تتعرّف أنواع المفاصل في جسم الإنسان وتُبيّن خصائص كل نوع.
- تحدد مكونات الجهاز العضلي.
- تتعرّف أهمية وضرورة الرياضة والغذاء الجيد في الحفاظ على سلامة الجهاز العظمي والعضلي.

مصطلحات الدراسة:

الحركة الظاهرية - الحركة الجزيئية - المنبه - الاستجابة - النقل السلبي - الانتشار - الأسموزية - البلزمة - التشرب - النقل النشط - الانتحاء - الأوكسينات - استطالة الخلايا - الانسياب الضغطي - الاكتوبلازم - الاندوبلازم - القرص القاعدي - المجسات - الهيكل الهيدروستاتيكي - الحركة الموجية - الدفع النفث - التوجيه - الانقباض العضلي - التنسيق الحركي

الحركة في الكائنات الحية

مقدمة :

تتميز الكائنات الحية بمجموعة من الخصائص التي تميزها عن الكائنات غير الحية، وتشمل :

التنظيم الخلوي ، الحاجة للطاقة، النمو والتطور، الاستجابة للمؤثرات الخارجية، التكاثر، والحركة.

وتُعد الحركة من الخصائص الأساسية للكائنات الحية، حيث تعكس استمرار العمليات الحيوية داخل أجسامها.

الحركة في الكائنات الحية:

تُعرف الحركة في الكائنات الحية بأنها قدرة الكائن الحي أو أحد أجزائه أو مواده الداخلية على الانتقال أو التغير في الموضع.

تتحرك الحيوانات لأغراض متعددة مثل الحصول على الغذاء، الهروب من الأعداء، البحث عن مأوى، أو بغرض التكاثر .

أنواع الحركة في الكائنات الحية :

١. الحركة الظاهرية : وهي الحركة التي تظهر على الكائن الحي بانتقاله من مكان إلى آخر.

تشمل:

- حركة الحيوانات باستخدام الأرجل، الزعانف، الأجنحة، أو الزحف.
- الحركة في النباتات وتُعرف بالانتحاءات، وهي استجابة النبات للمؤثرات مثل: الضوء (الانتحاء الضوئي)، اللمس (الانتحاء اللمسي)، الجاذبية الأرضية (الانتحاء الأرضي) و الماء (الانتحاء المائي).

٢. الحركة الجزيئية (الداخلية): وهي حركة المواد داخل جسم الكائن الحي، وتشمل انتقال السوائل والغازات والمواد الغذائية عبر خلايا، وأجهزة، وأوعية متخصصة. ومن أمثلتها:

- حركة الدم في جهاز الدوران عبر القلب والأوعية الدموية.
- حركة الهواء داخل الجهاز التنفسي أثناء عمليتي الشهيق والزفير.
- انتقال العصارة والغذاء في النباتات عبر الأنسجة الوعائية.

الحركة الجزيئية :

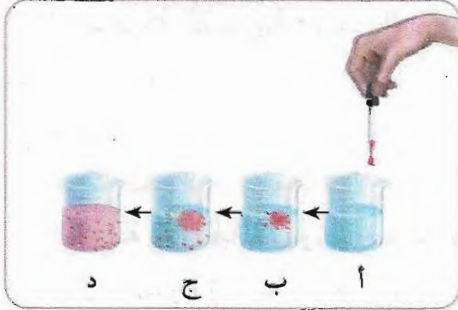
تشير الحركة الجزيئية في الكائنات الحية إلى تحرك الأيونات والجزيئات داخل الخلايا فيما بينها، وتُعد أساساً لمعظم العمليات الحيوية، مثل التمثيل الغذائي، ونقل الإشارات العصبية، وانقسام الخلايا، وتنظيم الاتزان الداخلي واستجابة الخلايا للمؤثرات الخارجية.

وتحدث هذه الحركة نتيجة الطاقة الحرارية التي تجعل الجزيئات في حركة عشوائية مستمرة، ويمكن تصنيفها إلى عدة أنواع رئيسية:

أ/ النقل السلبي عبر الأغشية:

النقل السلبي هو انتقال المواد مثل الماء، والأيونات، وبعض الجزيئات الصغيرة عبر غشاء الخلية دون استهلاك طاقة من الخلية. ويحدث هذا النوع من النقل نتيجة وجود فرق في التركيز بين داخل الخلية وخارجها، حيث تنتقل المواد من مناطق التركيز العالي إلى مناطق التركيز المنخفض حتى يتحقق الاتزان.

تكون الجزيئات والأيونات الذائبة في الماء في حركة عشوائية مستمرة، وينتج عن هذه الحركة انتقال تلقائي للمواد من التركيز الأعلى إلى التركيز الأقل. وتُعرف هذه العملية باسم الانتشار، وتستمر حتى يتساوى تركيز المادة في جميع أجزاء الوسط. يمكن توضيح ذلك من خلال النشاط التالي :



كأس ماء، تنتشر جزيئات الحبر تدريجياً في جميع أجزاء الماء نتيجة الحركة العشوائية لجزيئاتها، دون الحاجة إلى أي مصدر طاقة. وبالطريقة نفسها، تنتقل المواد داخل الخلايا وخارجها بالانتشار. ويضم النقل السلبي:

١- الأسموزية: الأسموزية هي نوع خاص من النقل السلبي، يتمثل في انتقال جزيئات الماء فقط عبر غشاء شبه نافذ يسمح بمرور الماء ويمنع مرور بعض المواد الذائبة.

تتحرك جزيئات الماء من منطقة منخفضة التركيز بالمواد الذائبة إلى منطقة

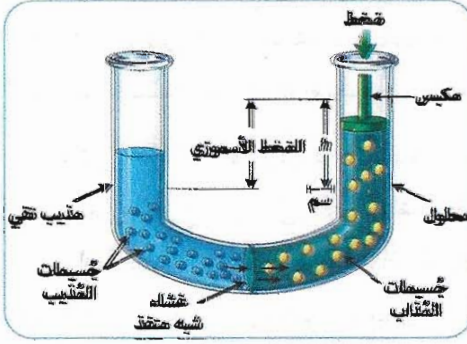
مرتفعة التركيز بالمواد الذائبة، وذلك بهدف تحقيق التوازن في تركيز المواد على جانبي الغشاء.

خصائص الأسموزية:

- تتطلب وجود غشاء شبه نافذ.
- تحدث دون استهلاك طاقة من الخلية.
- ينتقل الماء دائماً من الوسط الأقل تركيزاً بالمواد الذائبة إلى الوسط الأعلى تركيزاً بها.

أمثلة على الأسموزية:

إذا وُضعت خلية نباتية في ماء نقي، يدخل الماء إلى داخل الخلية، فتنتفخ وتصبح أكثر نضارة وحيوية.



إذا وُضعت الخلية في محلول مركز، يخرج الماء منها، فتذبل.

ويمكن تبسيط الفكرة بتخيل غشاء يفصل بين محلولين: أحدهما مخفف والآخر مركز؛ حيث ينتقل الماء من المحلول المخفف إلى المحلول المركز لمحاولة موازنة التركيز.

٢. البلازمة:

الشكل (٢) يوضح الأسموزية عبر غشاء شبه منفذ البلازمة هي انكماش محتويات الخلية (البروتوبلازم) وابتعاد الغشاء البلازمي عن جدار الخلية، نتيجة فقدان الماء بالأسموزية.

تحدث البلازمة عندما توضع خلية نباتية أو أي خلية ذات جدار خلوي في محلول عالي التركيز بالمواد الذائبة مقارنة بمحتوى الخلية.

بسبب خروج الماء من الخلية عبر الغشاء شبه النافذ، ينكمش السيتوبلازم وينفصل عن الجدار الخلوي الصلب.

وتلاحظ البلازمة في خلايا النباتات، كما قد تُشاهد في بعض الكائنات الحية الأخرى التي تمتلك جداراً خلوياً، مثل الفطريات والبكتيريا.

البلازمة ليست حركة دائمة، بل هي استجابة مؤقتة لتغير تركيز الوسط المحيط بالخلية. الشكل (٣)

مراحل البلمرة



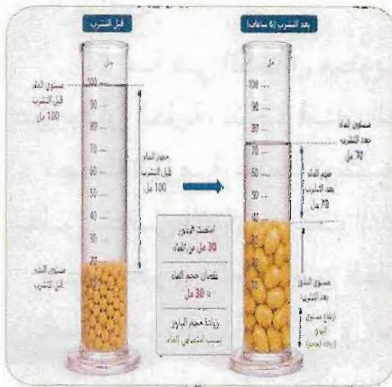
الشكل (٣) يوضح مراحل البلازمة في خلية نباتية

٣. التشريب:

هو عملية امتصاص المواد للماء أو أي سائل، مما يؤدي إلى زيادة حجمها أو انتفاخها. تظهر هذه الظاهرة بوضوح في البذور الجافة، حيث يزداد حجمها بعد التثريب، وينتج عن ذلك ضغط يُسمى ضغط التثريب.

يمكن اعتبار التشرب نوعاً خاصاً من النقل السلبي، حيث تتحرك جزيئات الماء وفق تدرج التركيز. بفضل هذه العملية يمكن دخول الماء إلى النبات. فعلى سبيل المثال، إذا وضعنا مادة نباتية جافة في الماء، يحدث انتفاخ ملحوظ يؤدي أحياناً إلى زيادة كبيرة في الحجم.

٤. حركة الماء داخل النبات: يمتص النبات الماء من التربة عن طريق



الشكل (٤) يوضح عملية تشرب
بذور النباتات الجافة

تحتاج الأوراق إلى الماء لإتمام عملية التمثيل الضوئي، كما يفقد جزء من

الماء عبر عملية النتح، والتي تساعد على استمرار صعود الماء داخل النبات.
ب/ النقل النشط:

يتمثل النقل النشط في انتقال المواد من مناطق منخفضة التركيز إلى مناطق مرتفعة التركيز، أي عكس تدرج التركيز الطبيعي، ولذلك يتطلب طاقة غالباً.

النقل السلبي: تركيز عالي ← تركيز منخفض (بدون طاقة - تتحرك الجزيئات تلقائياً)

النقل النشط: تركيز منخفض ← تركيز عالي (يحتاج لطاقة)

مثال لحركة يحدث فيها النقل السلبي والنشط معاً:

حركة الغذاء داخل النبات: يصنع النبات غذاءه في الأوراق بعملية التمثيل الضوئي. ويتكوّن الغذاء على هيئة سكريات.

بعد تكوّن الغذاء في الأوراق، ينتقل إلى باقي أجزاء النبات مثل الجذور والساق والثمار والبراعم، ويتم ذلك عبر نسيج اللحاء، وهو النسيج المسؤول عن نقل الغذاء داخل النبات.

ينتقل الغذاء داخل اللحاء بعملية تُسمى الانسياب الضغطي مثال لحركة يحدث فيها النقل السلبي والنشط معاً، حيث يتحرك الغذاء من الأماكن التي يتكوّن فيها الغذاء (الأوراق) إلى الأماكن التي تحتاج إليه أو تُخزّنه.

فالانسياب الضغطي هو الآلية التي ينتقل بها الغذاء المُصنّع داخل النبات عبر نسيج اللحاء من الأوراق، إلى الأجزاء التي تحتاج إليه أو تُخزّنه مثل الجذور والثمار والبراعم. يحدث ذلك نتيجة زيادة تركيز السكريات في اللحاء عند الأوراق، مما يؤدي إلى دخول الماء إليها بعملية الأسموزية، فيرتفع الضغط داخلها. وبسبب هذا الفرق في الضغط، ينتقل الغذاء من مناطق الضغط المرتفع إلى مناطق الضغط المنخفض داخل النبات.

تقويم ذاتي:

١. عرّف كلاً من: الحركة الجزيئية، الأسموزية، النتح، والبلزمة.
٢. قارن بين النقل السلبي و النقل النشط من حيث اتجاه النقل، والحاجة إلى الطاقة.
٣. ما المقصود بالانسياب الضغطي؟

الحركة الظاهرية في النباتات

- هل تعتقد أن النباتات يمكن أن تتحرك؟ ولماذا يبدو لنا أنها ثابتة؟
 - ما الفرق بين حركة النباتات وحركة الحيوانات من وجهة نظرك؟
 - هل شاهدت من قبل نباتاً يتحرك عند لمسه؟ ماذا تلاحظ؟
- كما علمت أن الحركة صفة حيوية تظهر عند الكائنات الحية. قد يبدو لك أن النباتات ثابتة لا تتحرك، لكنها كأي كائن حي؛ تمتلك القدرة على الحركة، وإن كانت هذه الحركة مختلفة عن حركة الحيوانات. ففي النباتات يُقصد بالحركة عادةً تغيير في اتجاه النمو أو تغيير في شكل بعض الأعضاء استجابةً لمثيرات (منبهات) داخلية، أو خارجية من البيئة المحيطة بها.
- فالمثير هو أي تغيير في البيئة الداخلية أو الخارجية للنبات يمكن أن يؤثر على نشاطه أو نموه. ومن أبرز هذه المثيرات: الضوء، الماء، الجاذبية الأرضية، واللمس.

وتُعرف استجابة النبات لهذه المثيرات بالانتحاء؛ وهو نمو أو استجابة حركية لبعض أجزاء النبات، أما نحو المثير (انتحاء موجب) أو بعيداً عنه (انتحاء سالب). تجدر الإشارة إلى أن الانتحاءات ليست حركات سريعة كما في الحيوانات، بل تتم على شكل نمو تدريجي لأجزاء النبات.

توجد عدة أنواع من الانتحاء، أهمها:

- ١- الانتحاء الضوئي (Phototropism) ٢- الانتحاء المائي (Hydrotropism)
- ٣- الانتحاء الأرضي (Gravitropism) ٤- الانتحاء اللمسي (Thigmotropism)

الانتحاء الضوئي:

الانتحاء الضوئي هو استجابة النبات للضوء، حيث تنمو السيقان والأوراق نحو مصدر الضوء (انتحاء موجب)، بينما تنمو الجذور بعيداً عنه (انتحاء سالب)، وهو ما يضمن حصول الأجزاء الخضراء على ضوء الشمس اللازم لعملية التمثيل الضوئي.

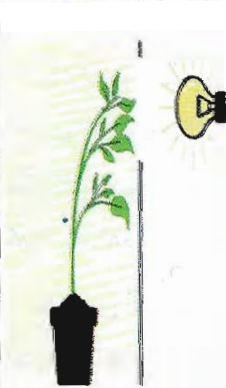
مثال: زهرة دوار الشمس التي تدور رأسها لمواجهة الشمس، مما يزيد من فترة التعرض للأشعة ويعزز كفاءة التمثيل الضوئي.



الشكل (٥) يوضح حركة زهرة الشمس نحو الشمس

أنواع الانتحاء الضوئي:

الجدول (١): يوضح أنواع الانتحاء الضوئي :

الشكل	المثال والتوضيح	اتجاه النمو	التعريف	نوع الانتحاء الضوئي
	نمو سيقان النبات نحو الشمس لزيادة امتصاص الطاقة الضوئية. يحدث الانحناء بسبب استطالة الخلايا (نتيجة لتأثير هرمون الأوكسين) في الجانب البعيد عن الضوء أكثر من الجانب المواجه له.	السيقان والأوراق تنمو نحو الضوء	استجابة نمو أجزاء النبات باتجاه الضوء	الانتحاء الضوئي الموجب
	جذور النبات تنحني للأسفل في التربة نحو مصادر الماء والمعادن، مع تثبيط نسبي للنمو في الاتجاه المضىء.	الجذور تنمو بعيداً عن الضوء	استجابة نمو أجزاء النبات بعيداً عن الضوء	الانتحاء الضوئي السالب

مصطلحات يجب معرفتها:

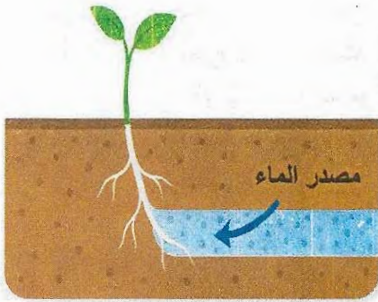
الأوكسين: الأوكسينات هرمونات نباتية يُفرزها الغلاف الورقي للنبات. تتحكم في استطالة الخلايا، بالإضافة إلى العديد من الوظائف الأخرى.
استطالة الخلايا: عملية يُحفزها هرمون الأوكسين عادة في أطراف جذور أو سيقان النباتات، وهو ما يؤدي إلى زيادة طول الخلايا ونموها استجابةً لمُثير.

تقويم ذاتي:

١. ما الانحناء الضوئي، وكيف يظهر في نمو السيقان والجذور؟
٢. فسّر كيف يؤدي تراكم الأوكسين في جانب واحد من الساق إلى انحناء النبات نحو الضوء.
٣. حلّل العلاقة بين اتجاه الانحناء الضوئي وانحناء الجذور وبين كفاءة التمثيل الضوئي وامتصاص الماء والمعادن.

الانحناء المائي:

هو استجابة الجذور للنمو نحو مناطق الرطوبة العالية في التربة. تحتاج النباتات إلى الماء لإتمام عملية البناء الضوئي، ولإذابة ونقل الأيونات المعدنية، كما يساهم الماء في امتلاء الفجوات العصارية والمحافظة على شكل الخلية. يمتص النبات الماء عبر الشعيرات الجذرية بواسطة الخاصية الأسموزية نتيجة اختلاف جهد الماء بين التربة وخلايا الجذر. وعندما توجد فروق في الرطوبة بين جانبي الجذر، ينشأ تباين في معدلات النمو على الجانبين، مما يؤدي إلى انحناء الجذر نحو الماء، وهو ما يُعرف بالانحناء المائي الموجب.



الشكل (٦) الانحناء المائي في النباتات

نشاط (١): مراقبة الانحناءات في النباتات

الأدوات: نباتات صغيرة (مثل زهرة الشمس أو الفاصوليا)، مصباح ضوء، وعاء ماء.

الخطوات:

١. ضع النبات بالقرب من مصدر ضوء جانبي.
 ٢. راقب اتجاه نمو الساق بعد عدة أيام.
 ٣. ضع جذور النبات في اتجاه الرطوبة (وعاء ماء) وراقب نمو الجذور.
- ماذا تلاحظ؟

النتائج المتوقعة:

- اتجاه نمو الساق نحو الضوء (الانتحاء الضوئي الموجب).
- اتجاه نمو الجذور نحو الرطوبة (الانتحاء المائي الموجب).

تقويم ذاتي:

١. ما الفرق بين الانتحاء المائي والانتحاء الضوئي؟
٢. إذا وُضعت بذور في صحن يحتوي على جانب جاف وآخر رطب، في أي اتجاه ستنمو الجذور؟ ولماذا؟

الانتحاء الأرضي:

هو استجابة النبات بالنمو في اتجاه الجاذبية أو بعيداً عنها، ويعرف أيضاً بالانتحاء الجذبي. تنمو سيقان النباتات لأعلى، وبالتالي تظهر انتحاءً جذبياً سالباً، أي في عكس اتجاه الجاذبية، بينما تنمو جذور النبات للأسفل بانتحاء جذبي موجب، بما يعزز امتصاص الماء والأيونات المعدنية من أعماق التربة. أثناء نمو الجذور في اتجاه الجاذبية، يقل نمو الخلايا في الجانب السفلي للجذر نتيجة تركيز هرمون الأوكسين، مما يسمح بتمدد الخلايا في الجزء العلوي وانحناء الجذر نحو الأسفل. أما أثناء نمو السيقان في الاتجاه المعاكس للجاذبية، فتتراكم تركيزات عالية من الأوكسين في الجانب السفلي من الساق، محفزة نمو الخلايا فيه، بينما يتوقف نمو الخلايا في الجزء العلوي، مما يؤدي إلى انحناء الساق نحو الأعلى مبتعدة عن تأثير الجاذبية.



الشكل (٧) يوضح الانتحاء الأرضي في النبات

مع نضج النباتات، يستمر الانتحاء الجذبي في توجيه نمو الأعضاء النباتية بالتوازي مع الانتحاء الضوئي. وبالتالي، تنتحي السيقان انتحاءً ضوئياً موجباً وانتحاءً جذبياً سالباً، بينما تنتحي الجذور انتحاءً ضوئياً سالباً وانتحاءً جذبياً موجباً.

تقويم ذاتي:

١. كيف تؤثر الجاذبية في نمو السيقان والجذور؟
٢. ماذا يحدث لنمو الجذور والسيقان عند غياب تأثير الجاذبية؟ فسّر ذلك علمياً

الانتحاء اللمسي:

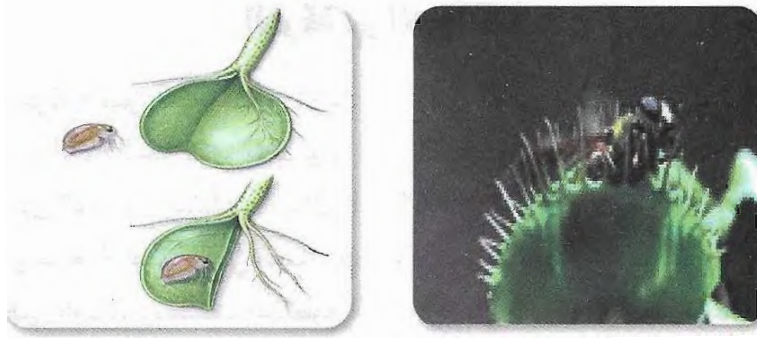
الانتحاء اللمسي هو استجابة نمو النبات عند ملامسة جسم صلب. توجد عدة أشكال له، منها:

١. التفاف النباتات المتسلقة حول الدعام: مثل الأشجار العالية أو الأعمدة، يحدث ذلك عندما يقل نمو الخلايا في النبات المتسلق في الجزء الذي يلامس الدعامة، بينما تنمو وتستطيل خلايا الجزء المقابل، مما يؤدي إلى التفاف النبات حول الدعامة. وقد يحدث هذا بسرعة، حيث تنمو براورات لولبية تلتف حول الجسم الذي يلمسه النبات.



الشكل (٨) الانتحاء اللمسي حول الدعام

٢. انتحاء لمسي في النباتات القانصة للحشرات: تكيفت أوراق هذه النباتات لاقتناص الحشرات، كما في نبات الدايونيا (Venus flytrap) عند لمس الحشرات لأشواك الأوراق، ينغلق فصّي الورقة بسرعة لإحاطة الفريسة. الشكل (٩)

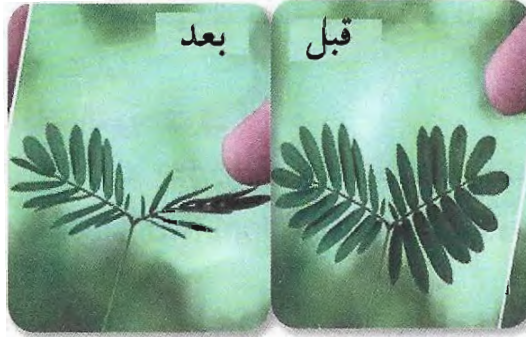


الشكل (٩) الانتحاء للمسي في النباتات القانصة

٣. انتحاء لمسي سريع في نباتات مثل الست المستحية أو الميموسا

(Mimosa pudica):

عند لمس أوراقها، تستجيب بسرعة بالانكماش أو الانحناء نحو الأسفل. هذا النوع من الانتحاء قد يحدث أيضاً نتيجة اهتزاز أو محفز حراري، ويُعد استجابة حركية سريعة لا تعتمد على النمو الخلوي طويل الأمد.



الشكل (١٠) يوضح الانتحاء للمسي في نبات الست المستحية

تقويم ذاتي :

- ١- صنف الانتحاءات مع ذكر أمثلة عملية لكل نوع.
- ٢- اشرح العلاقة بين الانتحاء ووظائفه في البقاء والنمو.

الحركة في الحيوانات

تُعَدُّ الحركة من الخصائص الأساسية التي تميز الحيوانات، إذ تمكّنها من التكيف مع البيئة المحيطة والحصول على الغذاء والهروب من الأعداء والتكاثر والبحث عن المأوى. وتختلف أشكال الحركة في الحيوانات تبعاً لاختلاف تركيب أجسامها وطبيعة البيئة التي تعيش فيها، فبعض الحيوانات تعيش في اليابسة، وأخرى في الماء، وبعضها يستطيع الطيران في الهواء، ولذلك تكيف كل نوع بطريقة حركة تتناسب مع ظروف حياته.

تتحرك كثير من الحيوانات البرية بواسطة الأرجل، أما الطيور وبعض الحشرات فتتحرك بالطيران باستخدام الأجنحة، وفي البيئة المائية تتحرك الحيوانات بالسباحة، وتوجد حيوانات تتحرك بالزحف، حيث يلامس معظم جسمها سطح الأرض، كما تعتمد بعض الحيوانات على الانقباضات العضلية للحركة، وفي الكائنات الحية الدقيقة توجد وسائل حركة بسيطة ومتنوعة.

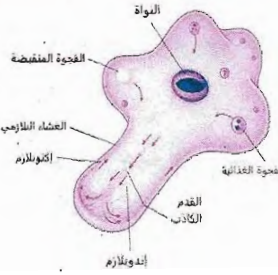
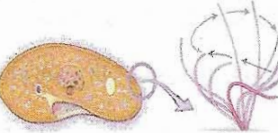
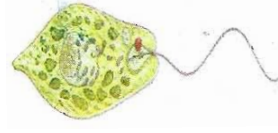
وهكذا يتضح أن أشكال الحركة في الحيوانات متعددة ومتنوعة، وقد ارتبط هذا التنوع بتكيف الحيوانات مع بيئاتها المختلفة، مما يساعدها على البقاء والاستمرار وأداء وظائفها الحيوية بكفاءة.

الحركة في الكائنات الحية الأولية:

كما درست سابقاً الأوليات (protozoa) كائنات حية معظمها مجهرية، تنتمي إلى مملكة الطلائعيات (Kingdom Protista)، معظمها وحيدة الخلية حقيقية النواة، وبعضها متعدد الخلايا.

تتحرك هذه الكائنات بطرق متعددة، مما دفع العلماء إلى تصنيفها إلى شعب مختلفة، اعتماداً على طريقة حركتها. ويعود التنوع في الحركة إلى امتلاكها تراكيب متخصصة تمكنها من الحركة في الوسط المائي، تتمثل في الأقدام الكاذبة (pseudopodia)، والأهداب (cilia)، والأسواط (flagella).

الجدول (٢): يبين أنواع الحركة في الكائنات الحية الأولية، وأدواتها، وآليات حدوثها:

نوع الحركة	التعريف	كائنات تظهرها	أداة الحركة	آلية الحركة	الشكل
الحركة الأميبية	حركة انتقالية تعتمد على تغير شكل الخلية	الأميبيا وبعض الأوليات	الأقدام الكاذبة	اندفاع السيترولازم الداخلي (اندوبلازم) إلى الخارج لتكوين قدم كاذبة، مع تحول السيترولازم الخارجي (اكتوبلازم) ودفع الخلية إلى الأمام	
الحركة الهدبية	حركة ناتجة عن ضربات منتظمة لزوائد خلوية قصيرة	البرامسيوم	الأهداب	تتحرك الأهداب بحركة منسقة إيقاعية، فتدفع الماء في اتجاه معين، مما يؤدي إلى تحرك الكائن في الاتجاه المعاكس	
الحركة السوطية	حركة انتقالية تعتمد على التموج	الأيوجلينا وبعض السوطيات	الأسواط	يتحرك السوط بحركة متموجة منتظمة على طول محوره، مولداً قوة دافعة تدفع الخلية داخل الوسط المائي	

مصطلحات يجب معرفتها:

الأقدام الكاذبة: عبارة عن بروزات من جسم الخلية تنشأ نتيجة لاندفاع الغشاء الخلوي بفعل السيترولازم.

الإكتوبلازم: طبقة رقيقة غير محبة هلامية توجد تحت الغشاء البلازمي في الأميبا.

الاندوبلازم: تقع مباشرة تحت الاكتوبلازم أكثر سيولة.

الأهداب: بروزات قصيرة تشبه الشعيرات، تستخدمها لتدفع جسمها في الماء، وتوجيه الطعام نحوها.

الأسواط: أطول من الأهداب، عادة ما تكون مفردة بأعداد قليلة في أحد نهايات الخلية.

تقويم ذاتي:

١. قارن بين الأهداب والأسواط من حيث: الطول، العدد، طريقة الحركة.
٢. إذا وُجد كائن أولي يتحرك بتغير شكل جسمه دون امتلاك أهداب أو أسواط، فما نوع حركته؟ علّل إجابتك.

الحركة في الهيدرا

الهيدرا حيوان أولي بسيط من شعبة اللاسعات (Cnidaria)، يعيش في المياه العذبة مثل البرك والبحيرات والجداول البطيئة الجريان. له جسم أسطواني يفتح في الطرف العلوي فم محاط بعدد من المجسات (tentacles)، وفي الطرف السفلي قرص قاعدي (basal disc).

تعيش عادة ملتصقة بالصخور أو النباتات المغمورة، مستخدمة إفرازاً لاصقاً ينتجه القرص القاعدي، رغم أنها تقضي معظم وقتها ملتصقة، إلا أنها تستطيع الحركة؛ فهي في بعض الأحيان تتحرك بسهولة، عند البحث عن الغذاء أو أثناء الصيد.

طرق حركة الهيدرا:

تتحرك الهيدرا بطرق متعددة، إلا أن لها طريقتان أساسيتان للحركة:

١. الحركة الالتفافية (Looping):

وهي أكثر طرق الحركة شيوعاً، تتم هذه الحركة بالخطوات التالية:

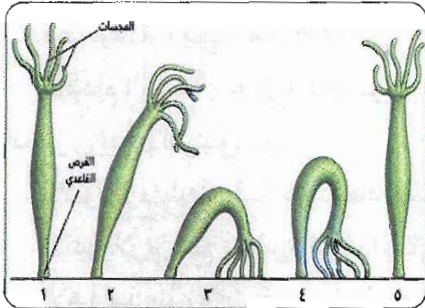
١. تنحني الهيدرا حتى تلمس المجسات السطح وتثبت نفسها.

٢. يتحرّر القرص القاعدي عن السطح.

٣. يُنقل القرص القاعدي باتجاه المجسات المثبتة.

٤. تُعاد المجسات إلى وضعها الطبيعي ويُعاد الجسم لوضعه القائم.

وبتكرار هذه الخطوات، تنتقل الهيدرا ببطء من مكان إلى آخر.

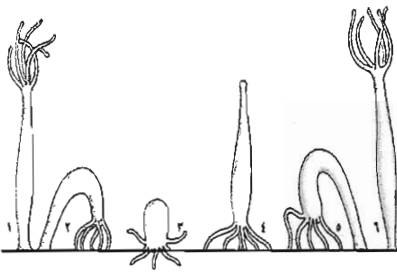


الشكل (١١) يوضح الحركة الالتفافية في الهيدرا

٢. الحركة الانقلابية (Somersaulting):

وتعني الانقلاب أو التدحرج للأمام، في هذه الطريقة:

١. تُثَبِّت الهيدرا المجسات على السطح.
٢. ينفصل القرص القاعدي ويُرفع الجسم حتى يقف على المجسات.
٣. ينقلب الجسم ويُثَبِّت القرص القاعدي في موضع جديد.
٤. تتحرَّر المجسات ويعود الجسم إلى وضعه الطبيعي.



الشكل (١٢) يوضح الحركة الانقلابية في الهيدرا

أحياناً قد تتحرك الهيدرا بطرق أخرى.

الجدول (٣): يوضح بعض من الطرق الأخرى لحركة الهيدرا:

نوع الحركة	آلية الحركة	الشكل
الانزلاق (Gliding)	تُفرز خلايا البشرة في القرص القاعدي مادة مخاطية زلقة تساعد على الانزلاق تدريجياً على السطح.	
الطفو (Floating)	تُحرر الهيدرا القرص القاعدي وتكون مقلوقة، بحيث تكون القدم للأعلى والفم للأسفل. تُفرز الغدد في القرص الغاز والمخاط لتكوين فقاعات، مما يسمح لها بالطفو على الماء والتحرك بفعل التيار أو الأمواج.	
التسلق (Climbing)	تلتصق المجسات بغصون النباتات المغمورة، ثم تتحرر القدم وتنقبض الأذرع، وتضع القدم في مكان جديد، مما يتيح تغيير المكان.	
السباحة (Swimming)	تُحرر الهيدرا القرص القاعدي وتضعه أفقياً وتحرك المجسات مثل الأمواج، مما يؤدي إلى السباحة بحركة متموجة.	

تقويم ذاتي:

١. قارن بين الحركة الالتفافية (Looping) والحركة الانقلابية (Somersaulting) من حيث: العضو المثبت أولاً، سرعة الحركة، والهدف من الحركة.
٢. توقع ماذا يحدث للهيدرا إذا فقدت القدرة على إفراز المادة اللاصقة من القرص القاعدي.
٣. برأيك، لماذا لا تعتمد الهيدرا على طريقة واحدة فقط للحركة؟

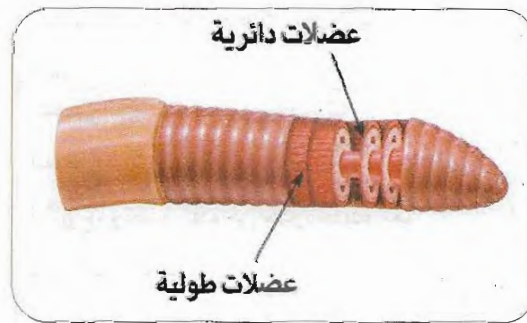
الحركة في الديدان

درست سابقاً في وحدة الدعامية في الكائنات الحية، أن للديدان نوعاً من الهياكل الدعامية يُعرف بـ الهيكل الهيدروستاتيكي (Hydrostatic Skeleton) وهو شكل من أشكال الدعامية الداخلية يوجد في أجسام العديد من الكائنات الرخوة التي تنقر إلى الهيكل الصلب، وتعدّ الديدان مثلاً واضحاً على الكائنات التي تعتمد على هذا النوع من الدعامية.

تعتمد الديدان في حركتها على الهيكل الهيدروستاتيكي؛ إذ يحتوي جسمها على تجويف مملوء بسائل يعمل كدعامية مرنة. ويحاط هذا التجويف بجدار عضلي يتكوّن من مجموعتين من العضلات:

• العضلات الدائرية: تحيط بالجسم على شكل حلقات متكررة.

• العضلات الطولية: تمتد على طول الجسم.



الشكل (١٣) يوضح العضلات الطولية والدائرية في دودة الأرض يؤدي التبادل المنظم في انقباض وانبساط هاتين المجموعتين من العضلات إلى حدوث حركة الديدان؛ إذ يسبب انقباض العضلات الدائرية استطالة الجسم

وزيادة طوله، بينما يؤدي انقباض العضلات الطولية إلى تقاصر الجسم وزيادة سمكه، مما يسمح للديدان بالحركة التدريجية إلى الأمام.

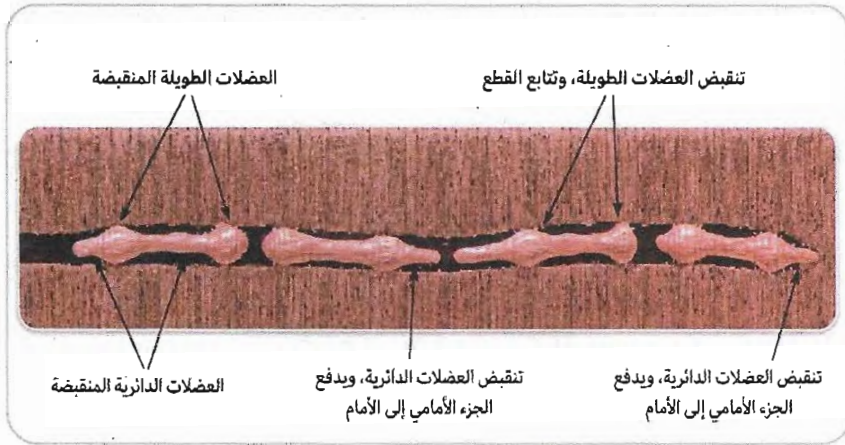
الحركة في دودة الأرض:

تُعَدُّ دودة الأرض نموذجاً شائعاً لدراسة الحركة في الديدان. تعتمد دودة الأرض في حركتها على الهيكل الهيدروستاتيكي من خلال تحريك السائل داخل التجويف الجسمي المقسّم إلى حلقات، مما يؤدي إلى تغيير شكل الجسم.

عند انقباض العضلات الدائرية في جدار الجسم، يزداد الضغط على السائل داخل التجويف الجسمي، بينما ترتخي العضلات الطولية، فيصبح الجسم أطول وأكثر نحافة. وعند انقباض العضلات الطولية، ترتخي العضلات الدائرية، فيقصر الجسم ويزداد سمكه.

وفي هذه المرحلة، تمتد الأشواك؛ وهي تراكيب شوكية دقيقة توجد على السطح البطني لجسم الدودة تنغرس في التربة، مما يثبت الجسم ويمنع انزلاقه إلى الخلف.

إن تتابع موجات الانقباض للعضلات الدائرية ثم الطولية على طول الجسم يُنتج حركة تموجية (الالتواء والانثناء) تدفع دودة الأرض إلى الأمام داخل التربة.



الشكل (١٤) الحركة التموجية في دودة الأرض

نشاط (٢): دراسة الحركة في الديدان

الأدوات: ديدان أرضية، صحن مسطح، ورق رطب.

الخطوات:

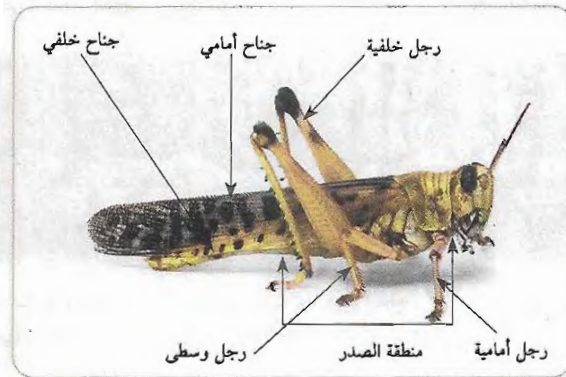
١. ضع الدودة على الصحن المبلل.
٢. راقب حركة الجسم ومقدار انثناء العضلات. ماذا تلاحظ؟

تقويم ذاتي:

١. ما وظيفة السائل الموجود داخل التجويف الجسمي للديدان؟
٢. ماذا يحدث لشكل جسم الدودة عند انقباض العضلات الطولية؟ ولماذا؟
٣. وضح دور الأشواك في حركة دودة الأرض داخل التربة.

الحركة في الحشرات:

تتنتمي الحشرات إلى شعبة المفصليات (Arthropoda)، وهي أكبر شعب مملكة الحيوانات. وتتميز الحشرات بوجود هيكل خارجي صلب يتكون من مادة الكيتين، ويؤدي هذا الهيكل عدة وظائف حيوية؛ إذ يوفر الدُعامية والحماية للأعضاء الداخلية، كما يلعب دوراً أساسياً في الحركة، حيث ترتبط به العضلات المسؤولة عن تحريك الأرجل والأجنحة في الحشرات المجنحة. تتركز الأرجل والعضلات المسؤولة عن الحركة في منطقة الصدر، لذلك يُعدّ الصدر مركز الحركة في جسم الحشرة.



الشكل (١٥) يوضح الأرجل والأجنحة في الجراد

أنماط الحركة في الحشرات:

تُظهر الحشرات تنوعاً كبيراً في أنماط الحركة تبعاً لبيئتها وتركيبها الجسمي؛ فمنها ما يطير مثل العث والفراشات، ومنها ما يركض مثل الصراصير، ومنها

ما يزحف مثل اليرقات. ويمكن تصنيف هذه الأنماط كما يأتي:

المشي والركض:

يساعد تركيب الجسم المتوازن للحشرات على الحركة بكفاءة، إذ تتركز كتلة جسمها في الوسط، مما يساهم في الثبات والاستقرار. وتمتلك الحشرات ست أرجل موزعة على ثلاثة أزواج، ترفع الجسم عن سطح الأرض وتُحقق التوازن والتناسق الحركي أثناء المشي أو الركض.

الطيران:

يعتمد طيران الحشرات المجتحة على الحركة السريعة والمتتابعة للأجنحة، والتي تُحرّك بواسطة عضلات صدرية قوية متصلة بالهيكل الخارجي. وتتحرك الأجنحة بحركات معقّدة تولّد قوى الرفع والدفع اللازمة للطيران.

العضلات المستخدمة في الطيران:

العضلات المباشرة: ترتبط مباشرة بقاعدة الجناح، ويؤدي انقباضها إلى رفع الجناح أو خفضه مباشرة.

العضلات غير المباشرة: لا تتصل بالأجنحة مباشرة، تُغيّر شكل الصدر؛ فعند انقباض بعض عضلات الصدر، ينحني السطح الظهري للصدر إلى أعلى، فينخفض الجناح إلى أسفل، وعند انقباض عضلات أخرى يحدث العكس. وتتميّز هذه الحركة بأنها سريعة ومتكررة جداً، ما يسمح بمعدلات رفرفة عالية.

حركة الأجنحة:

الحركة التنازلية: يتحرك الجناح إلى أسفل وإلى الأمام، مولّداً قوة الرفع الأساسية إضافة إلى جزء كبير من قوة الدفع.

الحركة التصاعدية: يتحرك الجناح للأعلى، مولّداً قوة رفع تساعد على إبقاء الحشرة في الهواء.

تأثير الأجنحة المتعددة: في الحشرات رباعية الأجنحة، تؤثر الأجنحة الأمامية على تدفق الهواء فوق الأجنحة الخلفية، كما يُعدّل توقيت حركة الأجنحة لزيادة كفاءة الطيران والتحكم في القوة المولدة للرفع والدفع.

السباحة والانزلاق:

تستخدم العديد من الخنافس المائية وبعض أنواع البق المائي أرجلها الوسطى أو الخلفية كمجاديف للسباحة أو الغوص. غالباً ما تكون هذه الأرجل مُسطحة

ومزودة بشعيرات تزيد من فعالية الدفع المائي. يستفيد اليعسوب في مرحلة اليرقة من الانقباضات العضلية في البطن لدفع الماء بقوة، مما يوقر دفعاً سريعاً للأمام عبر نظام يشبه الدفع النفث. أما اليرقات عديمة الأرجل، مثل يرقات البعوض وأنواع أخرى من الذباب، فتتزلق في الماء عن طريق التواء وانحناء الجسم المتكرر، مما يولد قوة دفع تمكنها من التحرك بفعالية.

نشاط (٣): حركة الحشرات

الأدوات:

حشرة صغيرة مثل الصرصور أو النمل، عداد وقت، ورقة بيضاء.

الخطوات:

١. لاحظ حركة الحشرة عند المشي أو الركض.
 ٢. حاول تحفيز الحشرة للتسلق أو القفز على سطح مائل.
- ماذا تلاحظ؟

نقوم ذاتي:

١. قارن بين العضلات المباشرة والعضلات غير المباشرة في طيران الحشرات من حيث الاتصال بالجنح وآلية العمل.
٢. علّل: تُعدّ الحركة في الحشرات رباعية الأجنحة أكثر كفاءة من الحشرات ثنائية الأجنحة.

الحركة في الأسماك:

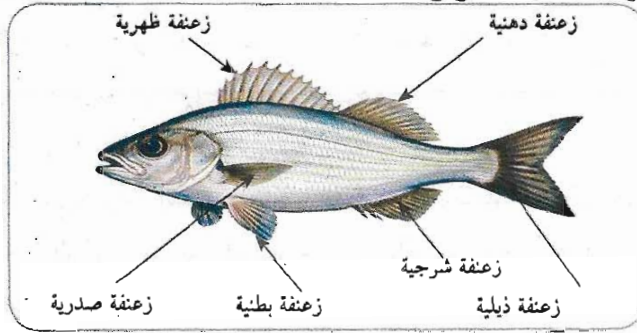
الأسماك هي واحدة من أكبر مجموعات الحيوانات الفقارية، وجميعها يعيش في الماء. تتكيف أجسامها لتسهيل الحركة والبقاء في الوسط المائي.

خصائص الجسم التي تساعد على الحركة:

الشكل الانسيابي: تتمتع الأسماك عادةً بجسم مُسطّح وانسيابي يقلل من مقاومة الماء أثناء السباحة، مما يجعل حركتها أكثر كفاءة.

الزعانف: تراكيب تشبه المجاديف تساعد على التوازن، التوجيه، الدفع، وتغيير الاتجاه أثناء السباحة. توجد الزعانف بأنواع متعددة:

١. الزعانف الصدرية والبطنية: للمناورة والتوازن.
 ٢. الزعانف الظهرية والشرجية: لتثبيت الجسم ومنع الدوران.
 ٣. الزعنفة الذيلية: المصدر الرئيسي للدفع إلى الأمام.
- الذيل: وهو الجزء الأكثر أهمية في الدفع، يتحرك يمينا ويسارا بسرعة، مما يدفع الماء للخلف ويؤدي إلى دفع الجسم إلى الأمام.
- العضلات: توجد عضلات على جانبي جسم السمكة، تنقبض بالتناوب على كل جانب، مولدة موجات انثناء تمتد من الرأس نحو الذيل، ما يدفع الماء بقوة للخلف ويحرك السمكة إلى الأمام.
- المثانة العوامة: هي كيس مملوء بالغاز في معظم الأسماك العظمية يسمح للسمكة بالتحكم في الطفو والتوازن العمودي داخل الماء. عندما تزيد الأسماك الغاز في المثانة، ترتفع في الماء، وعندما تقلله تنخفض إلى أعماق أكبر، دون الحاجة لتحريك الزعانف باستمرار.



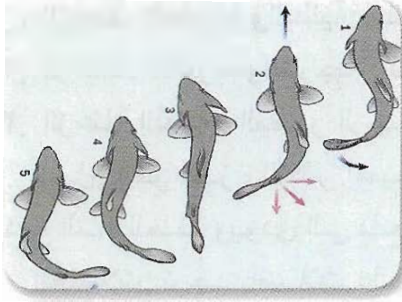
الشكل (١٦) يوضح أنواع الزعانف والذيل في الأسماك

آلية الحركة الأساسية:

تتحرك الأسماك في الماء عن طريق انقباض عضلات الجسم بالتناوب على جانبي العمود الفقري، مما يولد موجة انثناء تنتقل من الأمام إلى الخلف. عندما تصل هذه الموجة إلى الذيل، تُدفع المياه للخلف، وتنتج قوة تدفع السمكة إلى الأمام. كما تساعد الزعانف الأخرى في التوجيه والتوازن أثناء السباحة.

الحركة في سمكة السلمون:

في حالة سمك السلمون، تعمل العضلات على جانبي الجسم بشكل متبادل: - تنقبض العضلات على أحد الجانبين لتجذب الجسم إلى ذلك الاتجاه؛



- ثم تنتقل الانقباضات تدريجياً إلى الجوانب الأخرى في حركة تشبه الموجة تمر من الرأس إلى الذيل؛ هذا الترتيب يسمح بإنتاج قوة دفع مستمرة تدفع السمكة أماماً في الماء.

الشكل (١٧) يوضح الحركة في سمكة السلمون

تقويم ذاتي :

١. ما وظيفة المثانة العوامة في الأسماك العظمية؟
٢. فسّر: كيف يؤدي انتقال موجة الانثناء من الرأس إلى الذيل إلى دفع السمكة للأمام؟
٣. قارن بين: دور العضلات و دور الزعانف في حركة الأسماك.

الحركة في البرمائيات:

تُعَد البرمائيات إحدى طوائف الفقاريات، وتتميز بقدرتها على العيش في بيئتين مختلفتين هما الماء واليابسة، في مرحلة أو أكثر من دورة حياتها. وتشمل هذه الطائفة كائنات معروفة مثل الضفادع، والعلاجيم، والسماذل. وقد انعكس هذا التنوع البيئي بوضوح على أنماط حركتها.

تبدأ حياة معظم البرمائيات في البيئة المائية، حيث تكون في الطور اليرقي (أبو ذنبية)، وتتحرك حركة سباحية باستخدام الذيل، على نحو يشبه حركة الأسماك، مما يساعدها على التنقل والهروب من المفترسات داخل الماء.

ومع اكتمال عملية التحول، تفقد اليرقات ذيولها وتظهر الأطراف، فتنتقل البرمائيات إلى البيئة البرية، وتتغير أنماط حركتها لتشمل:

- القفز: كما في الضفادع، بفضل الأطراف الخلفية الطويلة والقوية.
- المشي أو الزحف: كما في السماذل، باستخدام أطراف قصيرة نسبياً.
- السباحة: لدى الأنواع التي تعيش جزءاً من حياتها في الماء، مستخدمة الأطراف أو حركة الجسم المتموجة.

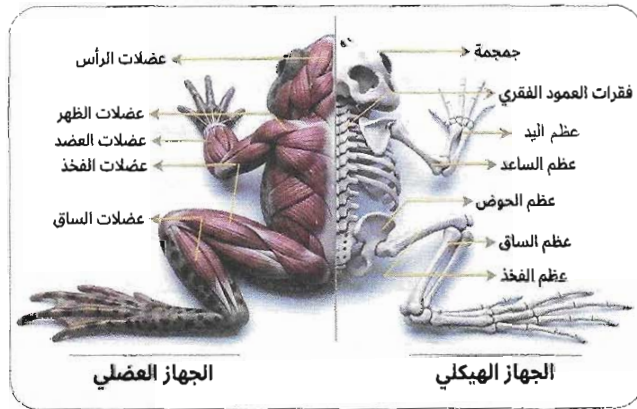
يُعدّ الجلد الرقيق الرطب للبرمائيات عاملاً مساعداً على الحركة، خاصة في البيئات الرطبة، لكنه يجعلها شديدة الحساسية للجفاف، مما يحدّ من نشاطها الحركي في البيئات الجافة. وهكذا ترتبط أنواع الحركة في البرمائيات ارتباطاً وثيقاً ببيئات عيشها ومراحل نموها.

آلية الحركة في الضفادع:

تُعدّ الضفادع مثلاً واضحاً على تكيف البرمائيات مع الحركة في البيئتين البرية والمائية، ويعتمد ذلك أساساً على الأطراف الخلفية الطويلة والقوية.

أولاً: الحركة على اليابسة تتحرك الضفادع على اليابسة غالباً عن طريق القفز، وأحياناً التسلق في بعض الأنواع، خاصة الضفادع الشجرية. تنتهي الأرجل الخلفية أسفل الجسم استعداداً للقفز، ثم تنقبض عضلات الفخذ والساق بقوة وسرعة، فتدفع الجسم إلى الأمام. وعند الهبوط والاستقرار، تستخدم الأرجل الأمامية لتحقيق التوازن.

ثانياً: الحركة في الماء تتحرك الضفادع في الماء بسرعة وكفاءة أعلى مقارنة بحركتها على اليابسة، إذ تعتمد على السباحة باستخدام الأرجل الخلفية.



الشكل (١٨) يوضح أعضاء الحركة في الضفدعة

تستخدم الأرجل الخلفية في خفق الماء للخلف، تساعد الأغشية التي توجد بين الأصابع على زيادة قوة الدفع. يتحقق التوجيه والتوازن من خلال حركة الأطراف ووضعها الجسم.

وتعتمد حركة الضفادع عموماً على التكامل بين قوة الانقباض العضلي والتحكم العصبي، مما يسمح لها بتغيير نمط حركتها تبعاً للبيئة المحيطة.



الشكل (١٩) يوضح القفز في الضفادع باستخدام الأرجل الخلفية

تقويم ذاتي:

١. صف باختصار حركة البرمائيات في المرحلة اليرقية.
٢. قارن بين آلية حركة الضفادع في الماء واليابسة من حيث العضلات المستخدمة والتوازن.
٣. افترض وجود ضفدع فقد جزءاً من أطرافه الخلفية. كيف سيؤثر ذلك على حركته في البيئتين المائية والبرية؟

الحركة في الطيور:

تنتمي الطيور إلى طائفة الطيور (Aves)، وهي إحدى مجموعات الفقاريات، وتضم حوالي ٨٦٠٠ نوع، مما يجعلها من أكثر الفقاريات البرية تنوعاً. وتتميز الطيور عن غيرها من الفقاريات بامتلاكها الريش، كما أن معظمها قادر على الطيران. تتحرك الطيور بعدة طرق، مثل الطيران والمشي والجري والسباحة، ويُعد الطيران أشهر أنماط حركتها. وقد تكيفت الطيور للطيران من خلال امتلاكها ريشاً متخصصاً، وعظاماً خفيفة الوزن تساعد على تقليل كتلة الجسم. يمتلك الطائر نوعين رئيسيين من الريش، وهي زوائد نمو متخصصة من جلد الطائر، تتكوّن من مادة الكيراتين.

الريش المحيطي: يغطي جسم الطائر والأجنحة والذيل، ويساعد على الطيران وتحديد شكل الجسم.

الريش الزغبي: يوجد أسفل الريش المحيطي، ويعمل على عزل الجسم حرارياً.

تتميز الطيور بهيكل عظمي قوي وخفيف الوزن، حيث تحتوي بعض العظام

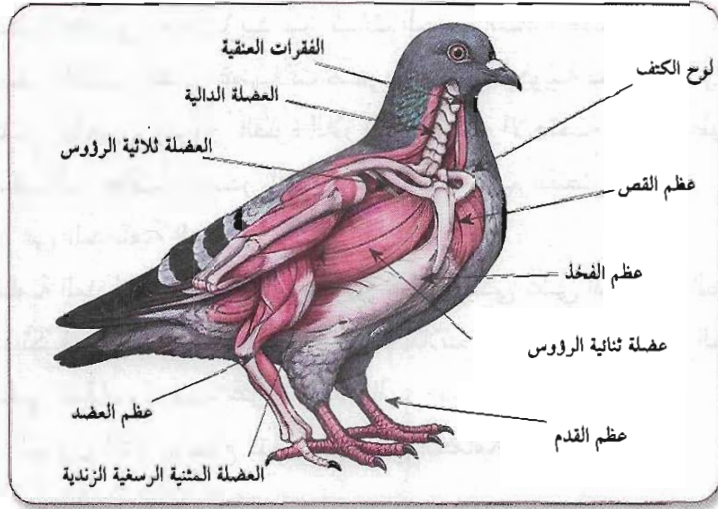
على تجاوزيف هوائية تقلل من الوزن دون التأثير في الصلابة. كما تلتحم عدة عظام في الهيكل العظمي، مما يزيد من ثبات الجسم أثناء الطيران. ويحتوي صدر الطائر على عضلات صدرية كبيرة وقوية تشكّل نحو ٣٠٪ من الوزن الكلي للطائر، وتوفّر القوة اللازمة لحركة الأجنحة أثناء الطيران. ترتبط هذه العضلات بعظم الصدر المعروف باسم عظم القص.

آلية الحركة في الحمامة المنزلية:

تتحرك الحمامة المنزلية بوسيلتين أساسيتين هما المشي على اليابسة والطيران في الهواء. وقد تكيف تركيب جسمها وعضلاتها لتلائم هذين النمطين من الحركة، مما يساعدها على التنقل والبحث عن الغذاء والهروب من الأعداء.

الجدول (٤): يوضح آلية الحركة في الحمامة المنزلية:

نوع الحركة	الأعضاء المشاركة	العضلات الرئيسية	آلية الحركة	الدور الوظيفي
المشي	الساقان الخلفيتان	عضلات الفخذ والساق	انقباض العضلات بالتناوب بين الساقين مع المشي على الأصابع	الحركة على اليابسة والاتزان
الإقلاع	الساقان والأجنحة	عضلات الساق والعضلات الصدرية	دفع الأرض بالساقين يعقبه خفض قوي للأجنحة	رفع الجسم عن سطح الأرض
الطيران	الأجنحة	العضلة الصدرية الكبرى لخفض الجناح، وعضلة رفع الجناح	رفرفة منتظمة للأجنحة تولد قوى الرفع والدفع	التحليق والتنقل في الهواء
التوجيه أثناء الطيران	الذيل و الأجنحة	عضلات الذيل و الأجنحة	تغيير وضع الذيل وزاوية الأجنحة	التحكم في الاتجاه والتوازن
الهبوط	الأجنحة، والذيل، والساقان	عضلات الصدر والساق	تقليل سرعة الرفرفة، فرد الأجنحة والذيل، ثم ملاسة الأرض بالساقين	الهبوط الآمن



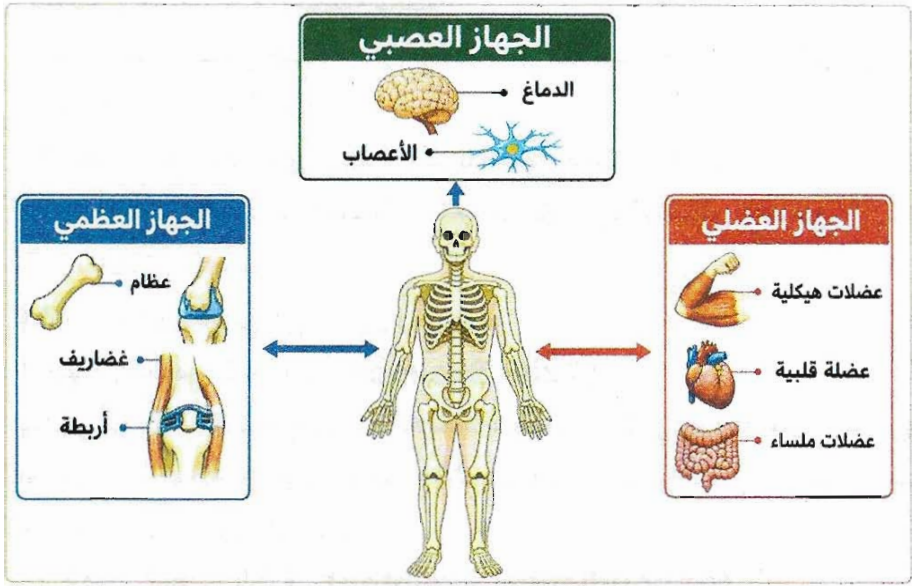
الشكل (٢٠) يوضح أجزاء الحركة في الحمامة المنزلية

تقويم ذاتي:

١. لماذا يحتوي هيكل الطيور على تجاويف هوائية؟
٢. قارن بين المشي وال طيران في الحمامة المنزلية من حيث الأعضاء المشاركة والعضلات المستخدمة.
٣. إذا لاحظت أن ذيل الطائر لا يعمل بشكل طبيعي، كيف سيتأثر اتجاه الطيران والتوازن؟

الحركة في الإنسان

تُعَدّ الحركة من الخصائص الحيوية الأساسية للإنسان، إذ تمكّنه من التفاعل مع بيئته وأداء أنشطته اليومية المختلفة. وتنتج الحركة في جسم الإنسان عن تكامل دقيق بين ثلاثة أجهزة رئيسية هي: الجهاز العصبي، والجهاز العضلي، والجهاز العصبي. ويُعرف هذا التكامل باسم الجهاز الحركي، الذي يعمل تحت إشراف الجهاز العصبي لتنظيم نوع الحركة وقوتها واتجاهها. وتشمل الحركة في الإنسان نوعين رئيسيين؛ حركات داخلية لا إرادية مثل نبض القلب وحركة الأمعاء، وحركات خارجية أو انتقالية مثل المشي والركض والقفز.



الشكل (٢١) يوضح الجهاز الحركي في الإنسان

أولاً: الجهاز العظمي

هو الهيكل الداخلي لجسم الإنسان، ويتكوّن من مجموعة من العظام والغضاريف والأربطة، ويؤدي دوراً أساسياً في دعم الجسم وحمايته وتمكينه من الحركة.

وظائف الجهاز العظمي:

يؤدي الجهاز العظمي عدداً من الوظائف المهمة، من أبرزها:

- دعم الجسم وإعطاؤه شكله العام.
 - حماية الأعضاء الداخلية الحيوية مثل الدماغ والقلب والرئتين.
 - المساهمة في الحركة من خلال المفاصل.
 - إنتاج خلايا الدم داخل نخاع العظم.
- ويبلغ عدد عظام الهيكل العظمي في الإنسان البالغ ٢٠٦ عظمة، بينما يبلغ عدد عظام الطفل الرضيع ٢٧٠ - ٣٠٠ عظمة حيث تلتحم وتندمج العظام عند النمو.

مكونات الجهاز العظمي:

يتكوّن الجهاز العظمي من:

١. العظام: وهي الدعامة الأساسية للجسم.
٢. الغضاريف: نسيج ضام مرّن يوجد في المفاصل والأنف والأذن، ويقلّل الاحتكاك بين العظام.
٣. الأربطة: نسيج ضام قوي يربط العظام ببعضها ويثبت المفاصل.
٤. الأوتار: نسيج ضام يربط العضلات بالعظام وينقل قوة الانقباض العضلي.

أقسام الهيكل العظمي

ينقسم الهيكل العظمي إلى قسمين رئيسيين:

أ. الهيكل العظمي المحوري (Axial Skeleton)

يتكوّن من ٨٠ عظمة، ويشمل الجمجمة، والعمود الفقري، والقفص الصدري، والعظيّمات السمعية. وتتمثل وظيفته الأساسية في دعم الجسم وحماية الدماغ والحبل الشوكي وأعضاء الصدر.

ب. الهيكل العظمي الطرفي (Appendicular Skeleton)

يتكوّن من ١٢٦ عظمة، ويشمل حزام الكتف وحزام الحوض وعظام الأطراف العلوية والسفلية، وتكمن وظيفته الأساسية في إتاحة الحركة وحمل الجسم.

تركيب العظم:

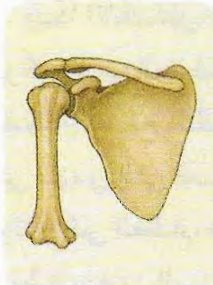
يتكوّن العظم من:

١. العظم الكثيف: وهو صلب وقوي.
٢. العظم الإسفنجي: خفيف الوزن ويحتوي على نخاع العظم.
٣. السمحاق: غشاء خارجي غني بالأوعية الدموية والأعصاب.

ثانياً: المفاصل

المفصل هو موضع التقاء عظمتين أو أكثر، ويتيح الحركة مع الحفاظ على ثبات العظام.

الجدول (٥) : يوضح أنواع المفاصل حسب درجة الحركة وأنواع المفاصل المتحركة

نوع المفصل	نوع الحركة	أمثلة لها	وظائف رئيسية	الشكل
المفاصل الثابتة	لا تتحرك	مفاصل الجمجمة (بين عظام القحف)	حماية الأعضاء الداخلية مثل الدماغ	
المفاصل شبه المتحركة	حركة محدودة	المفاصل بين فقرات العمود الفقري، المفاصل بين العظام الحوضية	دعم الجسم، امتصاص الصدمات، السماح بحركة طفيفة	
المفاصل المتحركة	حركة واسعة	الكتف، الركبة، الفخذ، الكوع، الرسغ	تمكين الحركة، دعم واستقرار العظام، امتصاص الصدمات	

تقويم ذاتي:

١. ما الفرق بين الهيكل العظمي المحوري والهيكل العظمي الطرفي من حيث:
عدد العظام، الوظيفة؟
٢. علل: وجود أنواع مختلفة من المفاصل في جسم الإنسان بدلاً من نوع واحد فقط.
٣. وضح دور المفاصل في تحقيق التوازن بين الثبات والحركة.

ثالثاً: الجهاز العضلي

هو الجهاز المسؤول عن إحداث الحركة في جسم الإنسان، كما يساهم في الحفاظ على وضعية الجسم وتوليد الحرارة.

أنواع العضلات: ينقسم الجهاز العضلي إلى ثلاثة أنواع:

١. العضلات الهيكلية: عضلات إرادية ترتبط بالعظام بواسطة الأوتار.
٢. العضلات القلبية: توجد في القلب وتعمل بشكل لا إرادي.
٣. العضلات الملساء: توجد في الأعضاء الداخلية وتعمل دون إرادة الإنسان.

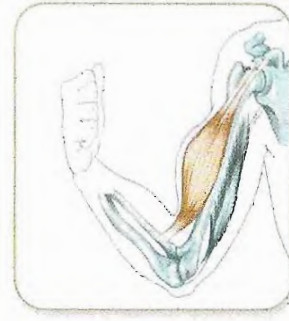
آلية عمل العضلات الهيكلية

تعتمد حركة العضلات الهيكلية على عمليتي الانقباض والانبساط، وتحدث هذه العملية نتيجة تفاعل خيوط بروتينية دقيقة داخل الألياف العضلية تُعرف بالأكتين والميوسين. تنتظم هذه الخيوط في وحدات تُسمى الساركومير، وهي الوحدة الوظيفية لانقباض العضلة.

يبدأ الانقباض العضلي بوصول إشارة عصبية من الدماغ عبر العصب الحركي إلى العضلة، مما يؤدي إلى تحرير أيونات الكالسيوم داخل الألياف العضلية. يسمح ذلك بارتباط خيوط الأكتين والميوسين، فتحدث عملية الانزلاق التي تؤدي إلى قصر الساركومير وانقباض العضلة. تنتقل القوة الناتجة عبر الأوتار إلى العظام، فتتحرك عند المفاصل. وعند توقف الإشارة العصبية، ترتخي العضلة وتعود إلى وضعها الطبيعي بمساعدة العضلة المقابلة.



الشكل (٢٢ب) انقباض العضلة



الشكل (٢٢أ) انقباض العضلة

التكامل بين الجهاز العضلي والعصبي لإنتاج الحركة:

الجهاز العصبي والجهاز العضلي يعملان معاً لإنتاج الحركة في جسم الإنسان. يستقبل الجهاز العصبي المعلومات من الحواس، ثم يرسل إشارات إلى العضلات لتحديد نوع الحركة وقوتها. تستجيب العضلات لهذه الإشارات بالانقباض أو الانبساط لتنفيذ الحركة، سواء كانت إرادية مثل المشي أو لا إرادية مثل نبض القلب.

بناءً على هذه العلاقة، يقوم الجهاز العصبي بتوجيه الحركة وتخطيطها، بينما تقوم العضلات بتنفيذها.

المحافظة على صحة الجهاز العظمي والعضلي:

يعد الجهاز العظمي والعضلي أساس حركة الجسم ودعمه، والحفاظ على صحته يحتاج إلى ممارسة التمارين الرياضية واتباع غذاء صحي متوازن.

أولاً: دور التمارين الرياضية

تقوية العظام: تساعد التمارين مثل المشي والجري والقفز على زيادة كثافة العظام، مما يجعلها أقوى وأقل عرضة للكسر.

تقوية العضلات: تعمل التمارين المقاومة على تقوية العضلات وزيادة قدرتها على دعم الجسم وحماية المفاصل.

تحسين مرونة المفاصل: تساعد التمارين على الحفاظ على حركة المفاصل بشكل طبيعي ومنع تيبسها.

زيادة التوازن والتناسق: تقلل التمارين من خطر السقوط والإصابات.

ثانياً: دور الغذاء الصحي

الكالسيوم: مهم لبناء العظام والأسنان، ويوجد في الحليب، مشتقاته، والخضروات الورقية.

فيتامين د: يساعد الجسم على امتصاص الكالسيوم، ويتوفر في الشمس، والأسماك الدهنية، وصفار البيض.

البروتينات: ضرورية لبناء العضلات وإصلاحها، وتوجد في اللحوم، البيض، البقوليات، والألبان.

عناصر أخرى: مثل الفوسفور والمغنيسيوم، المهمة لصحة العظام ووظيفة العضلات.

ثالثاً: التكامل بين التمارين والغذاء

لا تكفي التمارين وحدها أو الغذاء وحده للحفاظ على صحة العظام والعضلات، بل يجب الجمع بينهما لتحقيق أفضل النتائج.

نشاط (٤): الحركة في الإنسان

الأدوات: قلم، ساعة، دفتر.

الخطوات:

١. اطلب من أحد زملائك في الفصل ثني ذراعه أو رفع ساقه ببطء.
 ٢. راقب الانقباض والانبساط العضلي أثناء الحركة.
 ٣. لاحظ دور الحواس في توجيه الحركة (مثلاً العين تحدد الهدف).
- ماذا تلاحظ؟

تقويم ذاتي:

١. حلل تسلسل الأحداث التي تؤدي إلى انقباض العضلة الهيكلية بدءاً من وصول الإشارة العصبية وحتى حركة العظم.
٢. اقترح: سلوكيات يومية تحافظ على سلامة الجهاز الحركي، مبرراً اختيارك علمياً.

مشروع الوحدة

عنوان المشروع: تحليل ومقارنة استراتيجيات الحركة في الكائنات الحية
هدف المشروع: فهم واستكشاف كيف تختلف آليات الحركة بين النباتات، الأوليات، والحيوانات، مع التركيز على العلاقة بين البنية والوظيفة.

مكونات المشروع:

مقدمة:- تعريف الحركة في الكائنات الحية وأهميتها.
- الفرق بين الحركة الظاهرية والحركة الجزيئية.

أقسام المشروع:

أ. الحركة في النباتات:- شرح أنواع الانتحاء (الضوئي، المائي، الجذبي، اللمسي).

- توضيح دور الأوكسينات واستطالة الخلايا في حركة النبات.
- تحليل كيفية مساعدة هذه الانتحاءات النبات على البقاء والنمو.
ب. الحركة في الكائنات الحية الأولية: - مقارنة الحركة الأميبية، الحركة الهدبية، والحركة السوطية.

- تحليل العلاقة بين أدوات الحركة (الأقدام الكاذبة، الأهداب، الأسواط) ووظائفها.
ج. الحركة في الحيوانات:- مقارنة أساليب الحركة بين الديدان، الحشرات، الأسماك، البرمائيات، الطيور، والإنسان.

- ربط بنية الجهاز الحركي ووظائفه (الهيكل العظمي، العضلات، الأعصاب) بكفاءة الحركة.
- رسم جدول أو مخطط يوضح الاختلافات بين الحركة في النباتات والكائنات الدقيقة والحيوانات.

- تفسير كيف تؤثر البيئة على أنماط الحركة (مائية، برية، جوية).
- إبراز العلاقة بين التركيب والبنية والوظيفة الحركية.

خاتمة المشروع:

استخلاص الدروس حول أهمية الحركة للكائنات الحية.
- تقديم استنتاجات حول تكيف الكائنات مع بيئاتها.
مصادر ومراجع: استخدام كتب علم الأحياء المدرسية والمصادر العلمية الموثوقة.
- إضافة روابط لمقالات أو فيديوهات تعليمية لدعم المشروع.

تقويم عام الوحدة

أ. ضع علامة (✓) أمام العبارة الصحيحة وعلامة (x) أمام العبارة الخاطئة:

١. البلزمة تحدث نتيجة دخول الماء إلى الخلية النباتية. ()
٢. الانتحاءات النباتية حركات نمو بطيئة وليست انتقالية. ()
٣. تعتمد حركة الأميبا على الأهداب. ()
٤. الهيكل العظمي المحوري مسؤول أساساً عن الحركة. ()
٥. المثانة العوامة تساعد السمكة على الطفو دون جهد عضلي كبير. ()

ب. اختر الإجابة الصحيحة فيما يأتي:

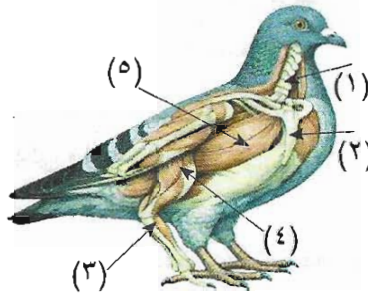
١. تُعدّ الحركة صفة أساسية للكائنات الحية لأنها:
 - (أ) تميّز الكائنات المعقّدة فقط (ب) تدل على استمرار العمليات الحيوية
 - (ج) تحدث في الحيوانات دون النباتات (د) لا ترتبط بالطاقة
٢. أي مما يأتي يُعد مثلاً على الحركة الجزيئية؟
 - (أ) قفز الضفدع (ب) نمو الجذر نحو الماء
 - (ج) انتشار الأكسجين داخل الخلية (د) طيران الطيور
٣. ينتقل الماء في الأسموزية:
 - (أ) من التركيز العالي للمواد الذائبة إلى المنخفض
 - (ب) من التركيز المنخفض للمواد الذائبة إلى العالي
 - (ج) باستخدام طاقة خلوية (د) عبر جدار خلوي فقط
٤. النسيج المسؤول عن نقل الغذاء في النبات هو:
 - (أ) الخشب (ب) اللحاء (ج) الكامبيوم (د) القشرة
٥. تعتمد حركة دودة الأرض أساساً على:
 - (أ) الهيكل الخارجي (ب) الهيكل العظمي
 - (ج) الهيكل الهيدروستاتيكي (د) الزعانف
٦. العضلات المسؤولة مباشرة عن خفض الجناح في طيران الطيور هي:
 - (أ) عضلات الظهر (ب) العضلة الصدرية الكبرى
 - (ج) عضلات الذيل (د) عضلات الساق

ج. علّل:

١. يُعد الانتشار نوعاً من النقل السلبي.
٢. امتلاك الحشرات هيكلأ خارجياً صلباً يساعد على الحركة.
٣. تعدد طرق الحركة في الهيدرا.

د. فسّر:

١. كيف يسهم هرمون الأوكسين في حدوث الانتحاء الضوئي.
 ٢. العلاقة بين شكل جسم السمكة وكفاءة السباحة.
- و. قارن بين كل مما يأتي من حيث التركيب - الآلية - الوظيفة:
١. النقل السلبي و النقل النشط.
 ٢. نسيج الخشب و نسيج اللحاء.
 ٣. الأهداب و الأسواط.
 ٤. حركة الصفدع في الماء و حركته على اليابسة.
 ٥. الهيكل العظمي المحوري و الهيكل العظمي الطرفي.
- ر. اكتب الأجزاء المشار إليها بالأسهم والأرقام في الشكل التالي:



ز. أجب عن الأسئلة التالية:

١. توقع أثر غياب الجاذبية الأرضية على نمو الجذور والسيقان، وفسّر ذلك علمياً.
٢. إذا تعطلت المثانة العوامة في سمكة عظمية، كيف سيؤثر ذلك على حركتها؟
٣. اقترح سبباً يجعل الطيران في الطيور أكثر كفاءة من الطيران في الحشرات الكبيرة.
٤. كيف يؤثر فقدان أحد أنواع المفاصل على حركة الإنسان اليومية؟
٥. اشرح تكامل الجهاز العظمي والعضلي والعصبي في إحداث الحركة عند الإنسان، موضحاً دور كل جهاز مع مثال توضيحي.

الوحدة الثانية

التغذية في الكائنات الحية Nutrition in living organisms

أهداف الوحدة :

يتوقع منك عزيزي الطالب بعد دراستك لهذه الوحدة، أن تكون قادراً على أن :

- تعرّف مفهومي الغذاء والتغذية وتُميّز بينهما.
- تُحدّد أنواع المواد الغذائية الضرورية للإنسان، مع بيان مصادرها ووظائفها.
- تُصنّف أنواع التغذية في الكائنات الحية مع ذكر أمثلة توضيحية.
- توضح التراكيب المتخصصة في تغذية النبات وتشرح وظائفها.
- تصف تركيب البلاستيدات الخضراء ومكوناتها ووظائف كل جزء.
- تشرح عملية البناء الضوئي ومراحلها المختلفة.
- تُميّز بين التفاعلات الضوئية والتفاعلات اللاضوئية.
- تُحدّد العوامل المؤثرة في عملية البناء الضوئي .
- تُسمّي أجزاء الجهاز الهضمي بالترتيب الصحيح.
- تُميّز بين الهضم الميكانيكي والهضم الكيميائي.
- تشرح بإيجاز عمليتي الهضم والامتصاص.
- تستنتج أهمية الغذاء المتوازن في الحفاظ على صحة الجهاز الهضمي وصحة الجسم عامة.

مصطلحات الدراسة:

التغذية - الغذاء - الغذاء المتوازن - البناء الضوئي - الكلوروفيل - البلاستيدات الخضراء - الثغور الكائنات ذاتية التغذية - الكائنات غير ذاتية التغذية - الهضم - الامتصاص - الأميليز - البيبسين - الزغابات المعوية - العصارة الصفراوية - الكربوهيدرات - البروتينات - الدهون - الفيتامينات - الأملاح المعدنية.

التغذية في الكائنات الحية

مفهوم التغذية والغذاء:

التغذية: تُعدّ التغذية من الخصائص الأساسية للكائنات الحية، وتشمل مجموعة من العمليات الحيوية التي يحصل من خلالها الكائن الحي على الغذاء من بيئته. ويُستخدم هذا الغذاء في إنتاج الطاقة اللازمة للقيام بالعمليات الحيوية، وفي بناء الخلايا والأنسجة الضرورية للنمو، وكذلك في تعويض الخلايا التالفة والحفاظ على كفاءة وظائف الجسم. وتختلف طرائق التغذية بين الكائنات الحية؛ فبعضها يصنع غذاءه بنفسه مثل النباتات، بينما يعتمد بعضها الآخر على كائنات أخرى، إلا أن الهدف النهائي للتغذية هو ضمان البقاء واستمرار الحياة.

الغذاء: يُعرّف بأنه كل ما يتناوله الكائن الحي لتزويد الجسم بالعناصر الغذائية اللازمة لإنتاج الطاقة، وبناء الخلايا والأنسجة، وتنظيم الوظائف الحيوية. وتكمن أهميته في إمداد الجسم بالطاقة الضرورية للأنشطة الحيوية، والمساهمة في النمو وتجديد الخلايا، وتنظيم العمليات الحيوية بمشاركة الفيتامينات والأملاح المعدنية، إضافة إلى دعم الجهاز المناعي والمحافظة على صحة الجسم. مكونات الغذاء الأساسية تتمثل في الكربوهيدرات، البروتينات، الدهون، الفيتامينات، الأملاح المعدنية، والماء.

الغذاء المتوازن: هو الذي يضم جميع العناصر الغذائية بنسب مناسبة. ويؤدي الإفراط في الغذاء مع قلة النشاط إلى السمنة وأمراض القلب والسكري، بينما يساهم التنظيم الغذائي في الوقاية والعلاج من بعض الأمراض.

أهمية الغذاء:

1. يمدّ الجسم بالطاقة اللازمة للحركة والنمو.
2. يساهم في بناء الخلايا والأنسجة وتجديدها.
3. ينظم العمليات الحيوية مثل التنفس والهضم والدورة الدموية.
4. يقوّي جهاز المناعة ويحافظ على صحة الجسم.

أنواع التغذية في الكائنات الحية:

تنقسم الكائنات إلى نوعين رئيسيين:

(أ) الكائنات ذاتية التغذية (Autotrophs) هي التي تُنتج غذاءها بنفسها باستخدام مصادر غير عضوية. تشمل النباتات الخضراء، الطحالب، وبعض أنواع البكتيريا مثل

بكتيريا الكبريت.

أهمية الكائنات ذاتية التغذية

١. تمثل المنتجات الأساسية في النظام البيئي.
 ٢. تمد الكائنات الأخرى بالغذاء والأكسجين.
 ٣. تلعب دوراً رئيساً في تدوير العناصر الغذائية.
- (ب) الكائنات غير ذاتية التغذية (Heterotrophs) لا تستطيع تصنيع غذائها، بل تعتمد على مواد عضوية جاهزة من نباتات، حيوانات، وفطريات أو بكتيريا أخرى. تحصل هذه الكائنات على المواد العضوية من النباتات (كائنات آكلة العشب)، الحيوانات (كائنات لاحمة)، كليهما (كائنات قارضة) و المواد المتحللة (مثل الفطريات والبكتيريا المحللة).

خصائص الكائنات غير ذاتية التغذية

١. تعتمد على الطاقة المخزنة في الروابط الكيميائية للغذاء.
٢. تحتاج إلى هضم الغذاء قبل امتصاصه.
٣. تلعب دوراً مهماً في توازن النظام البيئي عبر المستويات الغذائية المختلفة.

تقويم ذاتي:

١. ما أهمية الغذاء للجسم؟
٢. ما المقصود بالغذاء المتوازن؟
٣. فسّر: تُعدّ الكائنات ذاتية التغذية أساس السلاسل الغذائية في النظام البيئي.

المركبات الغذائية وأهميتها الحيوية

تعدّ المركبات الغذائية مواد كيميائية يحتاجها جسم الكائن الحي ليحصل على الطاقة، وينمو، ويُجدّد خلاياه، ويحافظ على توازن وظائفه الحيوية. يحصل الإنسان على هذه المركبات من الغذاء اليومي، وتختلف كمياتها وأهميتها تبعاً للعمر، والجنس، ومستوى النشاط البدني، والحالة الصحية.

يجب أن يشتمل الغذاء الصحي على كل المواد الغذائية بكميات متوازنة و الفواكه و الخضروات. الإسراف في تناول الطعام وعدم ممارسة الرياضة يؤدي للبدانة و أمراض القلب و السكري و الضغط. التحكم في الغذاء يمكن يعالج بعض الأمراض مثلا السكري و الضغط و الأنيميا و الغدة الدرقية.

أولاً: الكربوهيدرات (Carbohydrates)

الكربوهيدرات هي المصدر الأساسي والسريع للطاقة في الجسم، وتتكوّن أساساً من الكربون والهيدروجين. توجد في الحبوب، والخبز، والأرز، والفواكه، والخضروات. تنقسم إلى ثلاثة أنواع رئيسية:

١. السكريات الأحادية: أبسط الأنواع ولا تحتاج إلى هضم، مثل الجلوكوز (مصدر الطاقة الرئيسي للخلايا)، الفركتوز، والجالاكتوز.
٢. السكريات الثنائية: تنتج من اتحاد سكرين أحاديين برابطة جليكوسيدية، مثل السكروز، اللاكتوز، والمالتوز.
٣. السكريات العديدة: سلاسل طويلة من الجلوكوز، غالباً غير ذائبة في الماء، وتُستخدم للتخزين أو البناء، مثل:

النشا: مخزن الطاقة في النباتات (يتكوّن من أميلوز غير متفرّع وأميلوبكتين متفرّع).
الجليكوجين: مخزن الطاقة في الكبد والعضلات عند الحيوان.
السيليلوز: مكوّن رئيسي لجدر الخلايا النباتية ولا يُهضم في الإنسان.
يُخزن الجلوكوز في صورة نشا في النباتات وجليكوجين في الحيوانات. وزيادة استهلاك السكريات قد تؤدي إلى مشكلات صحية مثل السمنة، والسكري، وأمراض القلب.

ثانياً: الدهون (Lipids)

الدهون مركبات عضوية تُعد مصدراً أساسياً للطاقة، إذ يوفر كل جرام منها نحو ٩ سعرات حرارية. تدخل في تركيب الأغشية الخلوية (خاصة الفوسفوليبيدات في الغشاء البلازمي)، وتسهم في العديد من الوظائف الحيوية.

أهم وظائف الدهون:

- تخزين الطاقة كمصدر احتياطي.
- تكوين الأغشية الخلوية والعضيات.
- المساعدة في امتصاص ونقل الفيتامينات الذائبة في الدهون (A, D, E, K).
- العزل الحراري وحماية الأعضاء الداخلية من الصدمات.
- المشاركة في تكوين بعض الهرمونات الستيرويدية، مثل الهرمونات الجنسية، حيث يدخل الكوليسترول في تركيبها.

أنواع الدهون:

١. دهون مشبعة: توجد غالباً في الشحوم الحيوانية.
 ٢. دهون غير مشبعة: توجد في الزيوت النباتية وبعض المصادر البحرية.
- المصادر الغذائية للدهون تتمثل في الزيوت النباتية، الزبدة، شحوم الحيوانات، المكسرات، وبعض المنتجات الحيوانية.
- نقص الدهون قد يؤثر في امتصاص الفيتامينات الذائبة في الدهون، مما قد يسبب مشكلات في العظام، واضطرابات في تجلط الدم، وضعفاً في البصر.
- الإفراط في تناول الدهون، خاصة المشبعة، يرتبط بالسمنة، وارتفاع دهون الدم، وأمراض القلب، وتصلب الشرايين، والكبد الدهني.

ثالثاً: البروتينات (Proteins)

البروتينات مركبات عضوية أساسية للنمو، وبناء الأنسجة، وتجديد الخلايا، وتنظيم العمليات الحيوية. تتكوّن من وحدات بنائية تُسمّى الأحماض الأمينية (عددها ٢٠ حمضاً أمينياً أساسياً في الإنسان)، ترتبط معاً بروابط ببتيدية لتكوين سلاسل غير متفرعة، ويحدّد ترتيب الأحماض الأمينية نوع البروتين ووظيفته. تقوم الريبوسومات في الخلية بتصنيع البروتينات وفق الشفرة الوراثية في الأحماض النووية DNA و RNA.

تتمثل المصادر الغذائية في البيض، الحليب، اللحوم، الأسماك، الدواجن، والبقوليات مثل العدس والفاصوليا.

أهم وظائف البروتينات:

١. بناء الأنسجة والعضلات والنمو وتجديد الخلايا.
 ٢. تكوين الإنزيمات المسؤولة عن التفاعلات الكيميائية الحيوية.
 ٣. تكوين بعض الهرمونات مثل الإنسولين.
 ٤. دعم المناعة (الأجسام المضادة).
 ٥. نقل المواد مثل الهيموجلوبين الذي ينقل الأكسجين.
 ٦. التخزين والتنظيم والمساهمة في إنتاج الطاقة عند الحاجة.
- نقص البروتين قد يؤدي إلى أمراض سوء التغذية مثل الكواشيوركور والماراسموس، وضعف العضلات، وتأخر النمو، ونقص المناعة.
- الإفراط في تناوله لفترات طويلة قد يسبب إجهادًا للكلى لدى بعض الأشخاص، وقد يرتبط بزيادة الوزن إذا زاد عن الاحتياجات اليومية.

رابعاً: الفيتامينات (Vitamins):

مركبات عضوية يحتاجها الجسم بكميات ضئيلة جداً، لكنها ضرورية للحفاظ على النمو السليم وتنظيم العمليات الحيوية المختلفة. وتنقسم إلى نوعين رئيسيين: فيتامينات تذوب في الدهون وهي (A، D، E، K) وتُخزَّن في الكبد والأنسجة الدهنية، وفيتامينات تذوب في الماء وهي فيتامين C ومجموعة فيتامين B، وهذه لا تُخزَّن بكميات كبيرة لذلك يجب الحصول عليها بانتظام من الغذاء.

وظائف الفيتامينات:

١. تنظيم العمليات الحيوية.
 ٢. المساهمة في التمثيل الغذائي (عمليات الأيض).
 ٣. دعم الجهاز المناعي.
 ٤. المساعدة في النمو وسلامة الأنسجة.
- يؤدي نقص الفيتامينات إلى اضطرابات صحية متعددة؛ فنقص فيتامين A يسبب العمى الليلي، ونقص فيتامين C يؤدي إلى الإسقربوط وبطء التئام الجروح، ونقص فيتامين B1 يسبب البري بري، ونقص فيتامين B3 يسبب البلاجرا، كما أن نقص بعض فيتامينات B يؤدي إلى فقر الدم، ونقص فيتامين D يسبب الكساح ولين العظام، في حين يؤدي نقص فيتامين K إلى زيادة قابلية النزيف.

لذا يُعد الحصول على كميات متوازنة من الفيتامينات أمراً أساسياً للحفاظ على صحة الجسم وكفاءة وظائفه الحيوية.

خامساً: الأملاح المعدنية:

المعادن عناصر غير عضوية ضرورية لصحة الجسم، وتدخل في تكوين الأنسجة وتنظيم الوظائف الحيوية.

أهم المعادن ووظائفها:

الكالسيوم والفوسفور: تكوين العظام والأسنان، الكالسيوم مهم أيضاً لتجلط الدم، وانقباض العضلات، وتنظيم ضربات القلب، والفوسفور يدخل في تركيب أغشية الخلايا وجزء الطاقة (ATP).

الصوديوم والبوتاسيوم والكالسيوم: نقل النبضات العصبية وانقباض العضلات. المغنيسيوم: عامل مساعد في العديد من التفاعلات الإنزيمية، ويساهم في نشاط العضلات والأعصاب.

الحديد: يدخل في تركيب الهيموغلوبين المسؤول عن نقل الأكسجين في الدم. اليود: مكون أساسي لهرمونات الغدة الدرقية.

الكلور: يدخل في تكوين حمض الهيدروكلوريك في المعدة.

الكبريت: يدخل في تركيب بعض الأحماض الأمينية والبروتينات.

الزنك: يساهم في نشاط الإنزيمات، التئام الجروح، ودعم المناعة.

النحاس: يساعد في تكوين الهيموغلوبين وخلايا الدم الحمراء.

يؤدي نقص بعض المعادن الأساسية في الجسم إلى مشكلات صحية واضحة؛ فنقص الحديد يسبب فقر الدم نتيجة انخفاض مستوى الهيموغلوبين وضعف نقل الأكسجين إلى الأنسجة، بينما يؤدي نقص الكالسيوم إلى هشاشة العظام وزيادة قابليتها للكسر، وقد يسبب تشنج العضلات نتيجة اضطراب عملية الانقباض العضلي. أما نقص اليود فيؤدي إلى تضخم الغدة الدرقية (الدراق)، ويرتبط قصور الغدة الدرقية أساساً بنقص اليود وليس بنقص الكالسيوم.

التغذية في النباتات

أولاً : مفهوم الأيض (التمثيل الغذائي) في النبات
هل تساءلت كيف ينمو النبات ويكون أوراقاً وأزهاراً وثماراً؟
وكيف يحصل على الطاقة اللازمة لذلك؟
الإجابة تكمن في عمليات كيميائية حيوية تحدث داخل خلاياه تُعرف باسم الأيض (التمثيل الغذائي).

الأيض (التمثيل الغذائي) في النبات هو مجموع التفاعلات الكيميائية الحيوية التي تحدث داخل خلايا النبات، وتمكنه من صنع غذائه، وإنتاج الطاقة، والنمو، والتكاثر، والتكيف مع الظروف البيئية المختلفة. ويُعد الأيض أساس حياة النبات، لأنه ينظم جميع العمليات الحيوية التي تضمن بقاءه واستمراره. وينقسم الأيض إلى عمليتين متكاملتين هما البناء والهدم، ولا يمكن للنبات أن يعيش دون التوازن بينهما.

البناء (Anabolism):

هو عملية تكوين مواد معقدة من مواد بسيطة، و لكي يتم يحتاج إلى طاقة. ومن أهم أمثله في النبات عملية البناء الضوئي، حيث يصنع النبات سكر الجلوكوز من ثاني أكسيد الكربون والماء باستخدام ضوء الشمس. ويُعد البناء الضوئي أساس تغذية النبات، لأنه يحول المواد غير العضوية إلى مواد عضوية غذائية. كما تشمل عمليات البناء تكوين البروتينات من الأحماض الأمينية لبناء أنسجة النبات، وتكوين الدهون خاصة في البذور الزيتية لتخزين الطاقة، وتكوين السليلوز الذي يدخل في بناء الجدار الخلوي ويدعم النبات. ومن خلال هذه العمليات يتم إنتاج المواد الغذائية التي يحتاجها النبات للنمو وتكوين الأوراق والسيقان والثمار.

الهدم (Catabolism):

فهو عملية تفكيك المواد الغذائية المعقدة لإطلاق الطاقة المخزنة فيها، ويستفيد النبات من هذه الطاقة للقيام بوظائفه الحيوية. ومن أهم عمليات الهدم التنفس الخلوي، حيث يتم تكسير الجلوكوز لإنتاج الطاقة عبر مراحل متتابعة. وأكسدة الدهون خاصة أثناء إنبات البذور لإمداد الجنين بالطاقة اللازمة للنمو.

تساعد عملية الهدم النبات على امتصاص الماء والأملاح من التربة، ونقل الغذاء داخل أنسجته، وبناء خلايا جديدة.

يحافظ النبات على اتزان دقيق بين البناء والهدم حسب الظروف البيئية مثل شدة الضوء ودرجة الحرارة وتوفر الماء والعناصر المعدنية. ففي وجود ضوء كافٍ يزداد البناء الضوئي ويخزن النبات الغذاء، أما في الظلام أو عند الحاجة للطاقة فيزداد التنفس ويُستهلك الغذاء المخزن.

وبذلك يتضح أن البناء يمثل صنع الغذاء وتخزينه، بينما يمثل الهدم استخدام هذا الغذاء لإنتاج الطاقة، وأن العلاقة بينهما هي التي تضمن تغذية النبات ونموه واستمرارية حياته.

ثانياً : صنع الغذاء في النبات:

(أ) متطلبات النبات لصنع الغذاء:

العناصر غير العضوية التي يحصل عليها النبات هي الماء، الأملاح المعدنية، وثاني أكسيد الكربون.

التركيبة المتخصصة في تغذية النبات هي الجذر، الساق، والورقة.

(ب) البناء الضوئي كعملية أساسية للتغذية:

تعتمد الكائنات الحية على طريقتين أساسيتين:

١. البناء الضوئي (Photosynthesis):

عملية تتم في النباتات والطحالب وبعض البكتيريا، وتستخدم الطاقة الضوئية من الشمس، ثاني أكسيد الكربون و الماء لإنتاج جلوكوز (مصدر طاقة) ومادة أولية للبناء و أكسجين ناتج جانبي مهم لدعم الحياة على الأرض.

٢. البناء الكيميائي (Chemosynthesis):

تستخدمه بعض البكتيريا التي تعيش في البيئات القاسية (مثل الفوهات البركانية في قاع المحيط).

تحصل هذه البكتيريا على الطاقة من أكسدة مركبات غير عضوية مثل كبريتيد الهيدروجين و الأمونيا.

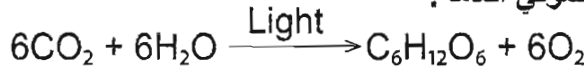
وتستخدم هذه الطاقة لبناء مركبات عضوية.

١. اشرح العلاقة بين عمليتي البناء والهدم في النبات.
٢. لماذا يُعد البناء الضوئي عملية بنائية؟
٣. كيف تساعد عملية الهدم النبات على امتصاص الماء والأملاح؟
٤. لماذا لا يمكن للنبات الاعتماد على عملية البناء فقط دون الهدم؟
٥. وضح كيف تُظهر عملية البناء الضوئي تكامل النبات مع البيئة المحيطة به.

عملية البناء الضوئي: (Photosynthesis)

البناء الضوئي هي العملية الحيوية التي تُمكن النباتات والطحالب وبعض البكتيريا من صنع غذائها ذاتياً عبر استخدام الضوء كمصدر للطاقة. وهي تعد أساس الحياة على الأرض لأنها تنتج الجلوكوز مصدر الطاقة وبناء المواد العضوية وأيضاً تنتج الأكسجين وهو ضروري لتنفس الكائنات الحية.

معادلة البناء الضوئي العامة:

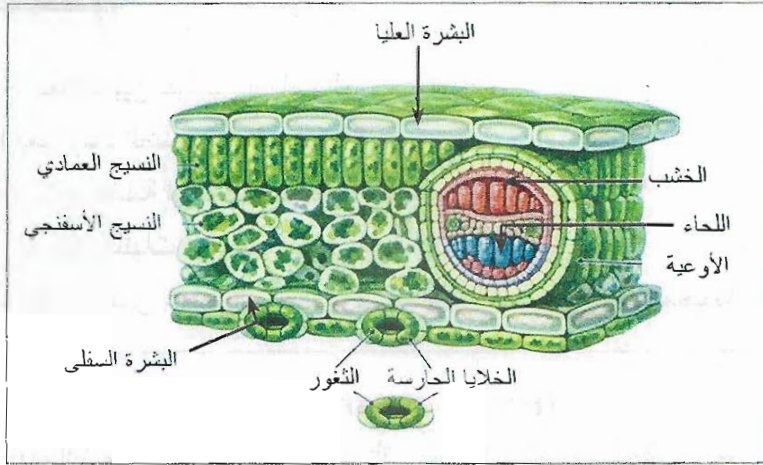


أهمية البناء الضوئي للكائنات الحية:

١. إنتاج الأكسجين اللازم لتنفس الإنسان والحيوان.
٢. إنتاج الجلوكوز الذي يعد المادة الأساسية لبناء البروتينات والدهون والنشا.
٣. يعتبر الأساس الأول لكل سلاسل الغذاء في الكوكب.
٤. ينظم نسبة CO_2 في الغلاف الجوي.

تركيب الورقة:

الورقة هي العضو المسؤول عن صنع الغذاء في النبات من خلال عملية البناء الضوئي، ولذلك فإن تركيبها يساعدها على أداء هذه الوظيفة بكفاءة. أوراق معظم النباتات تكون رقيقة ولا يتجاوز سمكها عدة خلايا، مما يسهل دخول الضوء والغازات إليها.



الشكل (١) يوضح تركيب ورقة النبات

تتركب الورقة من :

أولاً: البشرة (Epidermis)

تغطي الورقة من الأعلى والأسفل، طبقة شفافة، وظيفتها حماية الورقة والسماح بدخول الضوء.

وتُغطى البشرة بطبقة شمعية تُسمى الكيوتيكل، تقلل فقدان الماء بالتبخر.

ثانياً: الثغور (Stomata)

هي فتحات صغيرة توجد غالباً في البشرة السفلية. وظيفتها:

١. إدخال غاز ثاني أكسيد الكربون (CO_2)

٢. إخراج الأكسجين (O_2)

٣. تنظيم فقدان بخار الماء

وتستطيع الثغور الفتح والإغلاق حسب حاجة النبات.

ثالثاً: النسيج المتوسط (Mesophyll)

يقع بين البشرةتين ويُعد المكان الرئيسي لحدوث البناء الضوئي، لأنه يحتوي على معظم البلاستيدات الخضراء.

وينقسم إلى نوعين:

١. النسيج العمادي: خلايا طويلة تحتوي على كمية كبيرة من الكلوروفيل، ويحدث فيها

معظم البناء الضوئي.

٢. النسيج الإسفنجي: خلايا متباعدة تسمح بانتشار الغازات داخل الورقة.

رابعاً: الحزم الوعائية (العروق)

توجد داخل الورقة، وتتكون من:

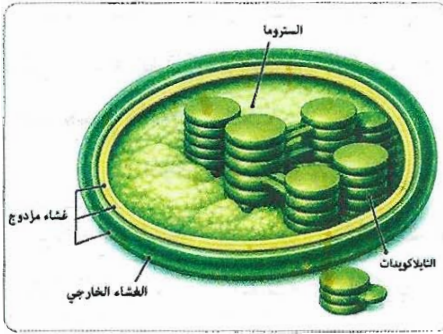
- الخشب: ينقل الماء والأملاح من الجذور إلى الورقة.
- اللحاء: ينقل الغذاء المصنوع إلى باقي أجزاء النبات.

تركيب البلاستيدة الخضراء:

البلاستيدة الخضراء هي العضية المسؤولة

عن البناء الضوئي، وتتكون من:

- غشاء مزدوج.
- مادة شبه سائلة تُسمى الستروما.
- أقراص غشائية تُسمى الثايلاكويدات.
- تتجمع الثايلاكويدات في أكوام تُسمى الجرانا.



الشكل (٢) يوضح تركيب البلاستيدة

مراحل التفاعلات الكيميائية في البناء الضوئي:

تحدث عملية البناء الضوئي داخل البلاستيدات الخضراء، وتنقسم إلى مرحلتين

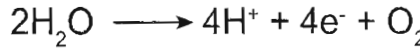
رئيسيتين:

١. التفاعلات الضوئية (Light Reactions): تحدث في أغشية الثايلاكويد

داخل البلاستيدة الخضراء، وتحتاج ضوء الشمس والماء.

وفيها تمتص صبغة الكلوروفيل الضوء، مما يؤدي إلى إثارة الإلكترونات داخلها.

ويتم تحليل جزيئات الماء من خلال عملية التحلل الضوئي:



ينتج عنها إطلاق الأكسجين في الهواء. و إنتاج مركبات غنية بالطاقة (ATP -

NADPH).

تتمثل أهمية هذه التفاعلات في توفير هذه المركبات الطاقة اللازمة للمرحلة التالية،

حيث تُستخدم في تحويل ثاني أكسيد الكربون إلى مركبات عضوية.

٢. التفاعلات اللاضوئية (دورة كالفن - Calvin Cycle) : تحدث في الستروما

داخل البلاستيدة الخضراء

ولا تحتاج إلى ضوء مباشر، لكنها تعتمد على ATP و NADPH الناتجين عن التفاعلات الضوئية.

وفيها يتم تثبيت ثاني أكسيد الكربون من الجو. واستخدام الطاقة المخزنة في ATP و NADPH لتكوين مركبات عضوية بسيطة. في نهاية الدورة، يتم إنتاج الجلوكوز الذي يمثل الغذاء والطاقة المخزنة للنبات.

بهذا الشكل، يعمل البناء الضوئي على تحويل الطاقة الشمسية إلى طاقة كيميائية مخزنة، مع إطلاق الأكسجين الضروري للحياة على الأرض، مما يجعله عملية محورية لبقاء جميع الكائنات الحية.

الجدول (١) يوضح مقارنة بين التفاعلات الضوئية واللاضوئية:

وجه المقارنة	التفاعلات الضوئية	التفاعلات اللاضوئية
مكان الحدث	أغشية الثايلاكويد	الستروما (الحشوة)
الحاجة للضوء	تحتاج ضوءاً مباشراً	لا تحتاج ضوءاً مباشراً
المواد الداخلة	الماء	$CO_2 + ATP + NADPH$
المواد الناتجة	$ATP, NADPH, O_2$	سكر (جلوكوز)
الوظيفة الأساسية	تحويل الطاقة الضوئية إلى كيميائية	تثبيت الكربون وتكوين الغذاء

تجارب العوامل المؤثرة على عملية البناء الضوئي:

تجربة (١) : تأثير شدة الضوء على البناء الضوئي

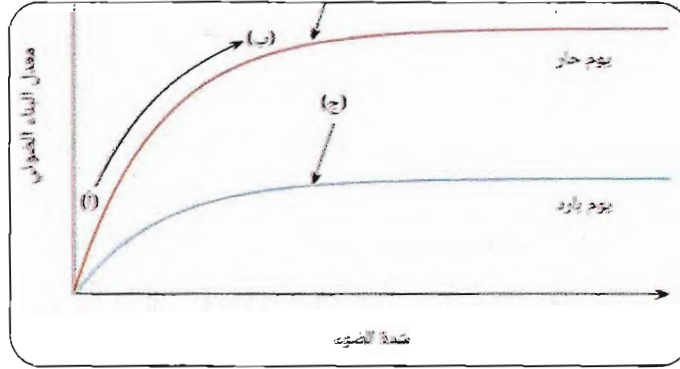
الهدف: دراسة تأثير شدة الضوء على معدل البناء الضوئي.

الأدوات : نبات مائي الإلوديا (Elodea) - كأس زجاجي به ماء + بيكربونات الصوديوم - مصدر ضوء - مسطرة - ساعة توقيت

الطريقة:

١. يوضع النبات المائي في الكأس ويُعرض لمصدر الضوء.
٢. يُغيّر بُعد النبات عن مصدر الضوء لتمثيل اختلاف شدة الإضاءة.
٣. يُحسب عدد فقاعات الأكسجين المتصاعدة في الدقيقة.

النتيجة المتوقعة: يزداد معدل تصاعد فقاعات الأكسجين بزيادة شدة الضوء حتى يصل إلى حد الإشباع.



الشكل (٣) تمثيل بياني يوضح كيف يتأثر معدل البناء الضوئي بشدة الضوء

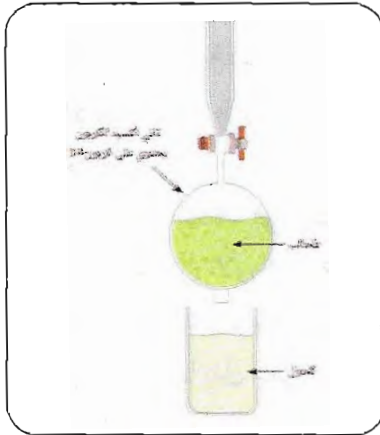
تجربة (٢) تأثير تركيز ثاني أكسيد الكربون (CO_2)

الهدف: بيان أثر تركيز CO_2 على معدل البناء الضوئي.

الأدوات: نبات مائي - ماء + تراكيز مختلفة من بيكربونات الصوديوم - مصدر ضوء ثابت

الطريقة:

١. يُوضع النبات في محاليل تحتوي على تراكيز مختلفة من بيكربونات الصوديوم.
٢. يُثبت الضوء ودرجة الحرارة.
٣. يُقاس معدل تصاعد الأكسجين.



شكل (٤) الجهاز الذي استخدمه كالفن

النتيجة المتوقعة: يزداد معدل البناء الضوئي بزيادة تركيز CO_2 حتى يصل إلى حد معين.

تجربة (٣): تأثير درجة الحرارة

الهدف: دراسة تأثير درجة الحرارة على البناء الضوئي.

الأدوات: نبات مائي - حمام مائي بدرجات حرارة مختلفة - مصدر ضوء ثابت

الطريقة: ١. تُعرض العينات لدرجات حرارة مختلفة.

٢. يُقاس معدل تصاعد الأكسجين عند كل درجة حرارة.

النتيجة المتوقعة : يزداد معدل البناء الضوئي بارتفاع درجة الحرارة حتى الدرجة المثلى، ثم ينخفض بسبب تأثر الإنزيمات.

تجربة (٤): تأثير توفر الماء

الهدف: إثبات أهمية الماء في عملية البناء الضوئي.

الأدوات: نباتان متماثلان - ماء - ضوء

الطريقة:

١. يُروى النبات الأول بانتظام، ولا يُسقى النبات الثاني من الماء.

٢. تُعرض النباتات لنفس ظروف الضوء.

٣. يُفحص وجود النشا في الأوراق باستخدام محلول اليود.

النتيجة المتوقعة: الأوراق في النبات المروي تُعطي لوناً أزرق-أسود (وجود نشا)، بينما النبات الذي لم تتم سقايته من الماء لا يظهر ذلك.

تجربة (٥): تأثير العناصر المعدنية Fe و Mg.

الهدف: دراسة دور العناصر المعدنية في البناء الضوئي.

الأدوات: نباتات مزروعة في محلول غذائي - محلول كامل ومحلول ناقص Fe أو Mg

الطريقة:

١. تُزرع النباتات في محاليل مختلفة.

٢. تُلاحظ لون الأوراق ومعدل النمو.

النتيجة المتوقعة: يظهر الاصفرار (الكلوروز) في النباتات التي تعاني من نقص

Fe أو Mg، مما يدل على انخفاض كفاءة البناء الضوئي.

- غالباً يُقاس معدل البناء الضوئي بـ:

١/ عدد فقاعات الأكسجين

٢ / كمية النشا المتكوّنة

٣/ سرعة النمو.

العناصر غير العضوية التي يحتاجها النبات في عملية التمثيل الضوئي:

تحصل النباتات على مركّبات غير عضوية بسيطة كعناصر غذائية. تحتاج إلى بعض العناصر بكميات كبيرة وتُسمّى العناصر الكبرى (Macronutrients)، مثل البوتاسيوم الذي يساعد في الحفاظ على التركيب الأيوني للسيتوبلازم.

كما تحتاج معظم النباتات إلى كميات ضئيلة من العناصر الصغرى (Micronutrients)

التي تساعد الإنزيمات على القيام بوظائفها.

العناصر الكبرى (Macronutrients):

الجدول (٢) : يوضح العناصر الغذائية الأساسية في النبات، وظائفها، وأثر نقصها:

العنصر	الوظيفة	نقصه
الكربون (C)	مكوّن رئيسي للجزيئات العضوية؛ البناء الضوئي	-
الأكسجين (O)	مكوّن رئيسي للجزيئات العضوية - التنفس	-
الهيدروجين (H)	مكوّن للجزيئات العضوية	-
النيتروجين (N)	مكوّن للبروتينات والأحماض النووية والكلوروفيل	تقرّم، اصفرار في النبات كله
البوتاسيوم (K)	أيون موجب رئيسي، تنظيم الثغور، تنشيط إنزيمات	اصفرار، موت أنسجة، ضعف الساق والجذور
الفسفور (P)	مكوّن للأحماض النووية والفوسفوليبيدات والناقلات الإلكترونية	تقرّم، لون أخضر داكن
الكالسيوم (Ca)	مكوّن للجدران الخلوية؛ تنظيم نفاذية الغشاء؛ تنشيط إنزيمات	-
المغنيسيوم (Mg)	مكوّن الكلوروفيل؛ تنشيط إنزيمات؛ استقرار الريبوسومات	اصفرار خاصة في الأوراق الأكبر
الكبريت (S)	مكوّن للبروتينات والإنزيمات	اصفرار، بقاء العروق داكنة

العناصر الصغرى (Micronutrients):

الجدول (٣) : يوضح العناصر الصغرى؛ وظائفها، و أثر نقصها:

العنصر	الوظيفة	نقصه
الحديد (Fe)	تصنيع الكلوروفيل؛ مكوّن للنقلات الإلكترونية	اصفرار بين العروق، تقزم
الكلور (Cl)	ضروري للبناء الضوئي	ذبول، اصفرار، موت أنسجة
المنغنيز (Mn)	للبناء الضوئي؛ تنشيط إنزيمات	اصفرار الأوراق الصغيرة
المولبيدينوم (Mo)	لعمليات النيتروجين	اصفرار، التفاف، موت الأوراق الحديثة
النحاس (Cu)	تنشيط إنزيمات؛ ناقلات إلكترون	اخضرار داكن والتواء بالأوراق الحديثة
البورون (B)	نقل السكريات	موت القمم النامية وتشوه الأوراق
الزنك (Zn)	تنشيط إنزيمات؛ تصنيع بروتينات وهرمونات	صغر الأوراق، تقزم، اصفرار، بقع

تقويم ذاتي:

١. ما وظيفة صبغة الكلوروفيل؟
٢. لماذا توجد معظم الثغور في البشرة السفلية للورقة؟
٣. حلّل العلاقة بين شدة الضوء ومعدل البناء الضوئي كما يظهر في الرسم البياني.
٤. كيف يوضح تركيب الورقة تكيفها مع وظيفتها في صنع الغذاء؟
٥. قارن بين أعراض نقص المغنيسيوم ونقص الحديد من حيث تأثير كل منهما على الورقة.

التغذية في الحيوانات

تُعَدُّ التغذية من العمليات الحيوية الأساسية التي تضمن بقاء الحيوانات ونموها وقدرتها على التكاثر والاستمرار. وتختلف أنماط التغذية بين الحيوانات تبعاً لنوع الغذاء، وطريقة الحصول عليه، والبيئة التي تعيش فيها، إضافة إلى التكيفات التشريحية والفسيولوجية للجهاز الهضمي. وقد أدى هذا التنوع إلى تطور أجهزة هضمية متباينة في البنية والوظيفة، تمكن كل نوع حيواني من الاستفادة المثلى من مصادر غذائه. يهدف هذا الجزء إلى تقديم دراسة مقارنة لأنماط التغذية في الحيوانات، من حيث نوع الغذاء، وآلية الحصول عليه، وبنية الجهاز الهضمي، والتكيفات التركيبية والوظيفية المرتبطة به.

مفهوم التغذية في الحيوانات:

التغذية هي مجموعة العمليات الحيوية التي يحصل الحيوان من خلالها على الغذاء، ثم يقوم بهضمه ميكانيكياً وكيميائياً، وامتصاص نواتجه، وتمثيلها داخل الجسم لإنتاج الطاقة وبناء الأنسجة، مع التخلص من الفضلات غير المهضومة. وتُعد هذه العمليات أساساً لسلامة الوظائف الحيوية والنمو والتكاثر.

أنواع التغذية في الحيوانات:

التغذية غير ذاتية (Heterotrophic Nutrition):

تُعد جميع الحيوانات كائنات غير ذاتية التغذية، إذ تفتقر إلى البلاستيدات الخضراء ولا تمتلك القدرة على تصنيع غذائها بنفسها، ولذلك تعتمد اعتماداً كلياً على كائنات أخرى، نباتية أو حيوانية، كمصدر للطاقة والمغذيات.

أنواع التغذية غير الذاتية حسب طريقة الحصول على الغذاء:

١. التغذية بالترشيح (Filter Feeding): تعتمد بعض الحيوانات على ترشيح دقائق الغذاء العالقة في الماء باستخدام تراكيب متخصصة. ومن أمثلة ذلك الإسفنجيات، وحياتان البالين، والرخويات ذات المصراعين.

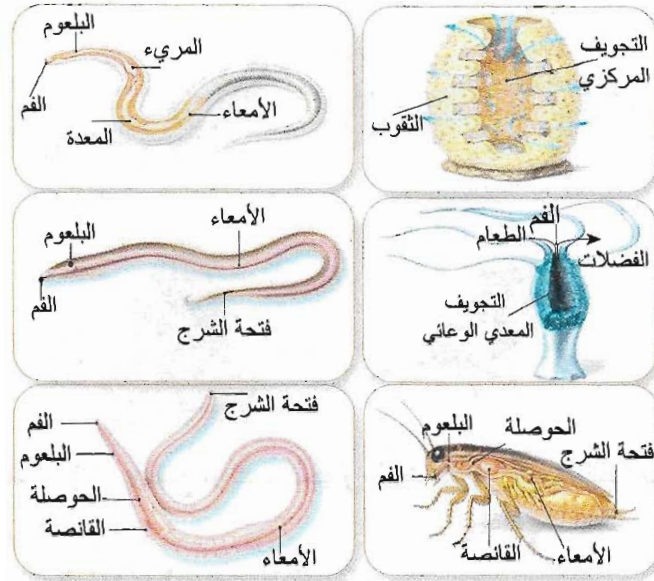
٢. التغذية الطفيلية (Parasitic Feeding): تتغذى الكائنات الطفيلية على عائل حي، وقد تكون داخلية أو خارجية. وتشمل أمثلتها الديدان الشريطية، والديدان الأسطوانية، والعلق الطبي، والقمل، والبعوض، والقراد.

٣.التغذية بالافتراس (Predation): تعتمد المفترسات على صيد كائنات حية أخرى والتغذي عليها مباشرة، مثل الأسود، والنمور، والذئاب، والثعالب.

الجهاز الهضمي في اللافقاريات:

تُظهر اللافقاريات تنوعاً كبيراً في تركيب الجهاز الهضمي، يتراوح بين الهضم داخل الخلايا والأجهزة الهضمية البسيطة أو غير المكتملة، وصولاً إلى أجهزة هضمية مكتملة ومتخصصة.

- الإسفنجيات (Porifera): لا تمتلك جهازاً هضمياً حقيقياً، ويتم الهضم داخل الخلايا، حيث يدخل الغذاء مع الماء عبر الثقوب الجانبية (فتحات الأوستيا) إلى التجويف المركزي (الإسفنجوسيل) ويُهضم داخل الخلايا المطوقة.
- اللاسعات (Cnidaria): تمتلك جهازاً هضمياً غير مكتمل بفتحة واحدة تقوم بوظيفتي الفم والشرج، ويحدث الهضم خارجياً في التجويف المعوي ثم داخلياً داخل الخلايا مثل الهيدرا.
- الديدان المفلطحة (Platyhelminthes): تمتلك جهازاً هضمياً غير مكتمل، بأمعاء متفرعة دون فتحة شرج، كما في البلاناريا والفاشيولا والبلهارسيا.
- الديدان الأسطوانية (Nematoda): تمتلك جهازاً هضمياً مكتملاً يتكون من فم وأمعاء وفتحة شرج، مع درجة محدودة من التخصص مثل الأسكارس والفيلاريا.
- الديدان الحلقية (Annelida): تتميز بجهاز هضمي مكتمل ومتخصص يضم فماً وبلعوماً وحوصلة وقانصة وأمعاء، كما في دودة الأرض والعلق الطبي.
- الرخويات (Mollusca): تمتلك جهازاً هضمياً مكتملاً، ويظهر تركيب الرادولا (اللسان المسنن) في معظمها (عدا ذوات المصراعين)، كما في القواقع والحبار والأخطبوط.
- مفصليات الأرجل (Arthropoda): لها جهاز هضمي مكتمل يبدأ بأجزاء فم متخصصة، ويتكون من أمعاء أمامية ووسطى وخلفية تنتهي بالشرج.

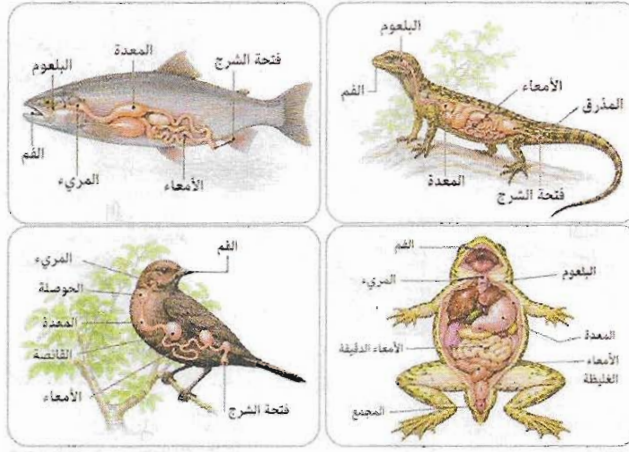


الشكل (٥) يوضح تركيب الأجهزة الهضمية في بعض الحيوانات غير الفقارية

الجهاز الهضمي في الفقاريات:

تتميز الفقاريات بجهاز هضمي مكتمل عالي التخصص، يتلاءم مع نوع الغذاء ونمط المعيشة، ويعتمد على إنزيمات هضمية متخصصة وكفاءة عالية في الامتصاص.

- الأسماك (Pisces): جهازها الهضمي بسيط نسبياً، ويعتمد طول الأمعاء على نوع الغذاء.
- البرمائيات (Amphibia): جهاز هضمي متوسط التعقيد، ولسان قابل للبروز، وتنتهي الأمعاء بالمذرق أو المجمع.
- الزواحف (Reptilia): تمتلك جهازاً هضمياً أكثر تطوراً، أقرب للطيور والثدييات في سلم التطور (معدة واضحة وأمعاء أطول من البرمائيات تنتهي بالمذرق أو المجمع).
- الطيور (Aves): تفتقر إلى الأسنان، و تمتلك جهازاً هضمياً سريعاً وخفيف الوزن، يشمل الحوصلة والمعدة الغدية والقانصة.
- الثدييات (Mammalia): تمثل أعلى درجات التخصص الهضمي، ويختلف جهازها الهضمي تبعاً لنوع التغذية.



الشكل (٦) يوضح تركيب الجهاز الهضمي في بعض الفقاريات

التغذية في الثدييات:

١. الحيوانات العاشبة: (Herbivores)

تتغذى على النباتات الغنية بالسليولوز، وتمتلك جهازاً هضمياً طويلاً، وتعتمد في هضم السليولوز على الفطريات والبكتيريا التي تعيش متكافلة معها. وتتميز المجترات بمعدة مركبة رباعية الحجرات تضمن تخمير السليولوز وهضمه بكفاءة.

٢. الحيوانات اللاحمة: (Carnivores)

تتغذى على اللحوم، وتمتلك جهازاً هضمياً قصيراً نسبياً، ومعدة بسيطة، وإنزيمات قوية لهضم البروتينات والدهون بسرعة.

٣. الحيوانات القارضة: (Omnivores)

تتغذى على مصادر نباتية وحيوانية، وتمتلك جهازاً هضمياً متوسط الطول يجمع بين خصائص العاشبات واللاحمات.



الشكل (٧) يوضح تركيب الجهاز الهضمي في الحيوانات العاشبة - اللاحمة - القارضة
التكيفات التركيبية المرتبطة بالتغذية:

تشمل التكيفات المرتبطة بالتغذية مجموعة من الصفات التركيبية والوظيفية التي تساعد الكائن الحي على الحصول على غذائه وهضمه والاستفادة منه بكفاءة. ومن أهم هذه التكيفات شكل الفم، إذ يختلف تبعاً لنوع الغذاء؛ فالحيوانات العاشبة تمتلك أفواهاً عريضة تساعد على قضم النباتات، بينما تمتلك الحيوانات اللاحمة أفواهاً مزودة بأنياب حادة لتمزيق اللحم، أما بعض الحشرات فلها أجزاء فم متخصصة للامتصاص أو الثقب. كما يختلف نوع الأسنان بحسب طبيعة الغذاء؛ فالعواشب تمتلك أضراساً عريضة لطحن النباتات، واللاحمات تمتلك أنياباً حادة لتمزيق الفريسة، في حين تمتلك القوارض أسناناً تجمع بين الصفتين. ويُعد طول القناة الهضمية من التكيفات المهمة أيضاً؛ فالحيوانات التي تتغذى على النباتات تمتلك قناة هضمية طويلة لأن هضم الألياف النباتية يحتاج إلى وقت أطول، بينما تكون أقصر في الحيوانات اللاحمة لأن اللحم أسهل هضماً.



الشكل (٨) يوضح شكل الفم وتركيب الأسنان في الحيوانات العاشبة - اللاحمة - القارضة

كذلك تختلف الإنزيمات الهاضمة باختلاف نوع الغذاء؛ فهناك إنزيمات متخصصة لهضم الكربوهيدرات أو البروتينات أو الدهون، وتفرز بكميات تتناسب مع طبيعة الغذاء السائد في الكائن الحي. وإضافة إلى ذلك، توجد علاقات تكافلية مع الكائنات الدقيقة داخل الجهاز الهضمي لبعض الحيوانات، مثل البكتيريا التي تساعد المجترات على هضم السيلولوز الموجود في النباتات، وهو مركب لا تستطيع إنزيمات الحيوان هضمه بمفردها.

الأهمية البيئية للتغذية في الحيوانات:

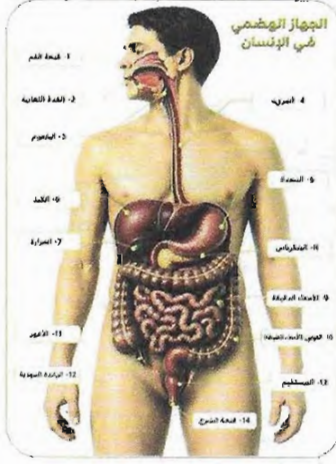
تلعب أنماط التغذية دوراً محورياً في الحفاظ على التوازن البيئي، وتنظيم أعداد الكائنات الحية، وضمان انتقال الطاقة عبر السلاسل الغذائية والشبكات البيئية.

تقويم ذاتي:

١. قارن بين التغذية بالترشيح والتغذية بالافتراس من حيث آلية الحصول على الغذاء.
٢. فسر العلاقة بين نوع الغذاء وتعقيد الجهاز الهضمي في الحيوانات المختلفة.
٣. ماذا يكون الجهاز الهضمي في الحيوانات اللاحمة أقصر نسبياً؟

الجهاز الهضمي في الإنسان (Human Digestive System)

الجهاز الهضمي هو الجهاز المسؤول عن تحويل الطعام إلى مواد بسيطة يستفيد منها الجسم في إنتاج الطاقة وبناء الأنسجة والنمو، ثم التخلص من الفضلات. وتتم هذه العملية عبر ثلاث وظائف رئيسية هي الهضم والامتصاص والإخراج.



يتكون الجهاز الهضمي من القناة الهضمية التي تشمل الفم، والمريء، والمعدة، والأمعاء الدقيقة، والأمعاء الغليظة، والمستقيم، وفتحة الشرج، بالإضافة إلى الغدة الملحقة وهي الغدة اللعابية، والكبد، والبنكرياس، والمرارة، والتي تفرز العصارات الهاضمة.

الشكل (٩) يوضح تركيب الجهاز الهضمي

أولاً: عملية الهضم

تتم عملية الهضم في أجزاء الجهاز الهضمي التالية:

الفم:

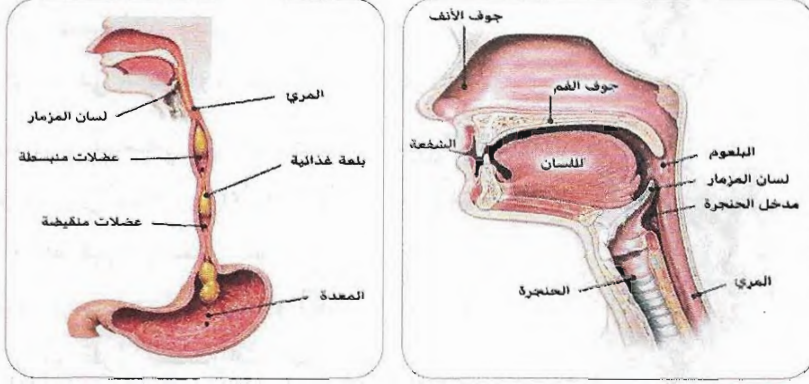
يبدأ هضم الطعام في الفم بالهضم الميكانيكي، حيث تقوم الأسنان بتقطيع وطحن الطعام إلى أجزاء صغيرة، بينما يعمل اللعاب على ترطيبه وتليينه. تفرز الغدة اللعابية (النكفية، وتحت اللسان، وتحت الفك السفلي) اللعاب، وهو سائل قلوي لزج يتكون أساساً من الماء والميوسين وبيكربونات الصوديوم، ويحتوي على إنزيم الأميليز اللعابي (التالين) الذي يبدأ الهضم الكيميائي للكربوهيدرات بتحويل النشا إلى سكر المالتوز. بعد ذلك يُشكّل اللسان الطعام في صورة كتلة تُسمى اللقمة الغذائية ويدفعها نحو البلعوم ثم إلى المريء. وأثناء البلع، يغلق لسان المزمار فتحة القصبة الهوائية لمنع دخول الطعام، وإذا دخل جسم غريب يحدث السعال لطرده.



الشكل (١٠) يوضح تركيب الفم

المرئ:

أنبوب عضلي طوله ٢٥ سنتيمتر يصل بين البلعوم والمعدة مخترقاً الحجاب الحاجز. تدفع العضلات الملساء الطعام بشكل دفعات بفعل التمرجات العضلية أي الحركة الدودية المتتالية بانقباض وانبساط العضلات الملساء إلى أن يصل للمعدة.



الشكل (١١) يوضح المرئ - البلعوم - الحنجرة

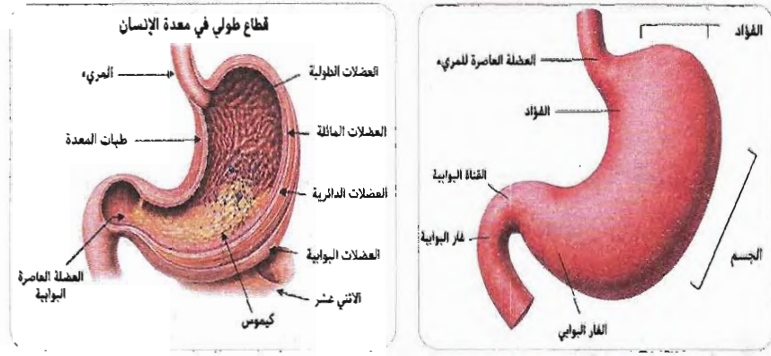
المعدة: (Stomach)

تقع المعدة في الجزء الأيسر من البطن تحت الحجاب الحاجز، وهي كيس عضلي واسع يتصل بالمرئ عبر الصمام القفادي (عاصرة تمنع ارتجاع الطعام). تتكون المعدة من:

- الجزء العلوي المنتفخ.
- جسم المعدة - أكبر جزء يحتوي معظم الإفرازات.
- الجزء البوابي ينظم مرور الطعام إلى الإثني عشر عبر عاصرة دائرية

جدار المعدة:

يتكون من أربع طبقات، أهمها الطبقة العضلية الملساء التي تحتوي على عضلات طولية ودائرية ومائلة، وتعمل على خلط وتمزيق الطعام وخلطه بالعصارة المعدية.



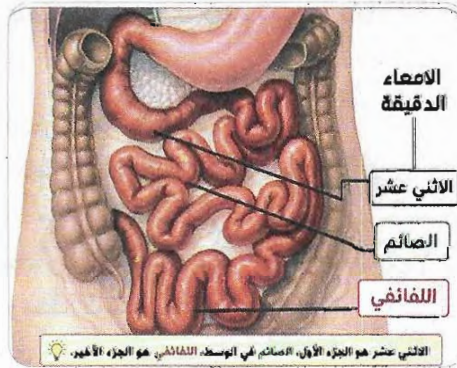
الشكل (١٢) يوضح المعدة

العصارة المعدية ووظائفها:

تحتوي على حمض الهيدروكلوريك (الذي يقتل الميكروبات ويهيئ البروتينات للهضم)، الإنزيمات (بيبسين، رنين)، والمخاط الذي يعمل على حماية جدار المعدة من الحمض والإنزيمات. بالتالي تقوم المعدة بتخزين الطعام مؤقتاً وبدء الهضم الكيميائي للبروتينات.

الأمعاء الدقيقة:

يتم ويكتمل الهضم الأساسي والنهائي والإمتصاص في الأمعاء الدقيقة التي يبلغ طولها ستة أمتار ويستغرق ستة ساعات. تنقسم الأمعاء الدقيقة إلى ثلاثة أجزاء الإثنى عشر و الصائم و اللفائفي. تدفع العضلات الملساء بالأمعاء الدقيقة الطعام بحركة دودية. فيها يتم الهضم الكامل للدهون والبروتينات والسكريات والإمتصاص.

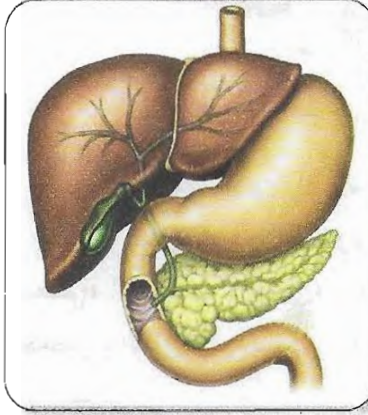


الشكل (١٣) يوضح الأمعاء الدقيقة

تتشارك ثلاثة أعضاء في الهضم بالإضافة إلى الأعضاء السابقة؛ الكبد، والبنكرياس، والحوصلة الصفراوية:

الكبد:

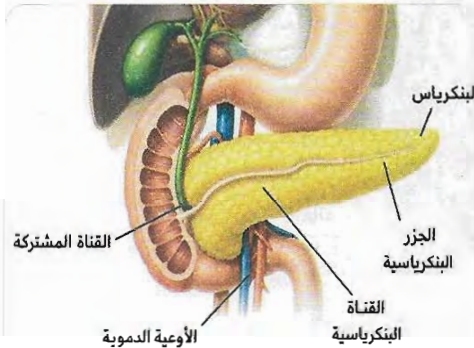
الكبد يلعب دوراً أساسياً في عملية الهضم عبر إنتاج العصارة الصفراوية التي تُفرز نحو لتر يومياً وتخزن في المرارة. تقوم هذه العصارة بتحليل واستحلاب الدهون، أي تحويلها إلى قطرات دهنية صغيرة يمكن مزجها مع الماء، مما يسهل هضمها بواسطة الإنزيمات. كما تساعد العصارة الصفراوية على امتصاص الفيتامينات الذائبة في الدهون (A، D، E، K)، وتساهم في التخلص من الفضلات الناتجة عن الهضم مثل البيليروبين والكوليسترول، مما يعطي الفضلات لونها المميز. عند الهضم، تُفرغ محتويات المرارة عبر قناة مشتركة مع القناة البنكرياسية إلى الإثني عشر لإتمام عملية الهضم.



الشكل (١٤) يوضح الكبد

البنكرياس:

يلعب دوراً أساسياً في الهضم من خلال إفراز العصارة البنكرياسية الهاضمة القلوية، التي تحتوي على الماء، البيكربونات، والأملاح، وإنزيمات هاضمة. تعمل هذه العصارة على معادلة حموضة الطعام القادم من المعدة وتهيئ وسطاً قاعدياً مناسباً لعمل الإنزيمات في الأمعاء الدقيقة.



تحتوي العصارة البنكرياسية الهاضمة القلوية على الإنزيمات بالإضافة إلى بيكربونات و ماء و أملاح. تعمل على معادلة حموضة العصارة القادمة من المعدة و تهيئ وسطاً قاعدياً مناسباً للإنزيمات بالأمعاء .

الشكل (١٥) يوضح البنكرياس

تفرز الغُنيبات البنكرياسية إنزيمات التربسين، والكايमوتربسين، والأميليز، وإنزيمات السكريات الثنائية مثل المالتاز واللاكتيز، و البروتيز والنيوكلييز.

تُفرغ العصارة البنكرياسية في القناة البنكرياسية التي تصب في القناة الصفراوية عند الجزء الأول من الأمعاء الدقيقة (الإثني عشر)، حيث يكتمل الهضم.

الحوصلة الصفراوية:

الحوصلة الصفراوية هي كيس صغير يخزن العصارة الصفراوية التي يفرزها الكبد. أثناء الهضم، تتقلص المرارة وتفرغ العصارة الصفراوية عبر القناة الصفراوية المشتركة إلى الإثني عشر. تساعد هذه العصارة على استحلاب الدهون وتحويلها إلى قطيرات دهنية صغيرة تمكن الإنزيمات البنكرياسية من هضمها بسهولة. كما تسهل امتصاص الفيتامينات الذائبة في الدهون (A، D، E، K) وتساعد في التخلص من الفضلات مثل البيليروبين والكوليسترول، مما يساهم في لون الفضلات الطبيعي.

الإنزيمات ودورها في عملية الهضم:

الإنزيمات هي بروتينات تساعد على تسريع التفاعلات الكيميائية في الجسم بدون أن تُستهلك. كل إنزيم يعمل في وسط معين، سواء كان حمضياً أو قلوياً، وله رقم هيدروجيني (pH) محدد يناسب نشاطه.

تنشط الإنزيمات عندما ترتفع درجة الحرارة ضمن حدود مناسبة، ويقل نشاطها إذا انخفضت درجة الحرارة. وإذا ارتفعت درجة الحرارة عن حوالي ٥٠ °م أو ابتعد الرقم الهيدروجيني عن الحد المناسب، فإن الإنزيمات تتوقف عن العمل أو تتحطم.

كل إنزيم متخصص في هضم نوع معين من المواد الغذائية وتحويله إلى أبسط صورة يمكن للجسم الاستفادة منها.

الجدول (٤) يوضح بعض الانزيمات الهاضمة؛ أماكن إفرازها، و وظائفها:

الأنزيم	مكان الإفراز	مكان العمل	الوظيفة
الأميليز اللعابي (بيتالين)	الغدة اللعابية	الفم	هضم النشا إلى مالتوز
الليباز اللساني	الغدة اللسانية	الفم / المعدة	بدء هضم الدهون (دور محدود)
الببسين	المعدة	المعدة	هضم البروتينات إلى ببتيدات
الرينين (عند الرضع)	المعدة	المعدة	تخثير كازين الحليب
الليباز المعدي	المعدة	المعدة	هضم جزئي للدهون
الأميليز البنكرياسي	البنكرياس	الإثني عشر	هضم النشا إلى مالتوز
الترسين	البنكرياس	الإثني عشر	هضم الببتيدات إلى وحدات أصغر
الكيموتربسين	البنكرياس	الإثني عشر	استكمال هضم البروتينات
الليباز البنكرياسي	البنكرياس	الإثني عشر	تحويل الدهون إلى أحماض دهنية وجليسرول
الكر بوكسي ببتيداز	البنكرياس	الإثني عشر	تحرير الأحماض الأمينية
الفوسفوليبيز	البنكرياس	الإثني عشر	هضم الفوسفوليبيدات
المالتيز	الأمعاء الدقيقة	الأمعاء الدقيقة	تحويل مالتوز إلى جلوكوز
السكرز	الأمعاء الدقيقة	الأمعاء الدقيقة	تحويل السكرز إلى جلوكوز وفركتوز
اللاكاز	الأمعاء الدقيقة	الأمعاء الدقيقة	تحويل اللاكتوز إلى جلوكوز وجالاکتوز
الببتيداز (إريسين)	الأمعاء الدقيقة	الأمعاء الدقيقة	تحويل الببتيدات إلى أحماض أمينية

ملاحظة: الصفراء لا تحتوي على إنزيمات، ودورها استحلاب الدهون فقط.

تقويم ذاتي:

١. ما الوظائف الرئيسية للجهاز الهضمي؟
٢. اذكر ثلاثة أجزاء من المعدة ووظيفتها الأساسية.
٣. وضح دور الكبد في عملية الهضم.
٤. ما الفرق بين الهضم الميكانيكي والهضم الكيميائي؟
٥. اذكر وظيفة كل من الأميليز، الببسين، والليباز.

تقويم ذاتي:

١. ما المواد الغذائية التي تُمتص في الأمعاء الدقيقة؟
٢. كيف تساعد الزغابات المعوية في عملية الامتصاص؟
٣. اذكر أجزاء الأمعاء الغليظة الرئيسية ووظيفتها.
٤. اشرح دور البكتيريا المعوية في الأمعاء الغليظة.
٥. ما الفرق بين الامتصاص في الأمعاء الدقيقة والأمعاء الغليظة؟

صحة الجهاز الهضمي:

تُعَدُّ صحة الجهاز الهضمي ضرورية للحفاظ على صحة الجسم عامة، تتأثر صحة الجهاز الهضمي بعادات الإنسان اليومية، وأهمها نوعية الغذاء. فالغذاء المتوازن الذي يحتوي على الألياف مثل الخضروات والفواكه والحبوب الكاملة يساعد على تحسين حركة الأمعاء ويمنع الإمساك. كما أن شرب كمية كافية من الماء يسهل عملية الهضم والامتصاص ويساعد على تليين الفضلات.

ومن العادات المهمة أيضاً مضغ الطعام جيداً، لأن ذلك يسهل عمل الإنزيمات الهاضمة. كذلك يجب غسل اليدين قبل تناول الطعام لتجنب دخول الميكروبات التي قد تسبب أمراضاً مثل الإسهال والتسمم الغذائي.

وتساعد ممارسة النشاط البدني بانتظام على تنشيط حركة الأمعاء وتحسين عملية الهضم. وفي المقابل، فإن العادات غير الصحية مثل تناول الأطعمة الملوثة، أو الإكثار من الدهون، أو إهمال النظافة قد تؤدي إلى اضطرابات في الجهاز الهضمي.

أمراض الجهاز الهضمي:

هي مجموعة من الاضطرابات التي تصيب القناة الهضمية أو الأعضاء المرتبطة بها، مثل المريء، والمعدة، والأمعاء الدقيقة، والأمعاء الغليظة، والكبد، والبنكرياس، والمرارة. ويُعد الجهاز الهضمي مسؤولاً عن هضم الطعام، وامتصاص العناصر الغذائية، والتخلص من الفضلات، لذلك فإن أي خلل فيه يؤثر بشكل مباشر في صحة الإنسان ونموه.

تحدث هذه الأمراض نتيجة أسباب متعددة، منها العدوى بالبكتيريا أو الفيروسات أو الطفيليات، أو سوء التغذية، أو نقص بعض الإنزيمات، أو الالتهابات، أو العوامل

الوراثية، أو نمط الحياة غير الصحي مثل تناول الأطعمة غير النظيفة أو الغنية بالدهون. تشمل أمراض الجهاز الهضمي أنواعاً كثيرة، منها التهاب المعدة، و قرحة المعدة، والإسهال، والإمساك، والتهاب الكبد، وأمراض الأمعاء الالتهابية.

مرض قرحة المعدة:

هي جرح صغير يحدث في الجدار الداخلي للمعدة، تكون المعدة محمية بطبقة خاصة، ولكن أحياناً تضعف هذه الطبقة، فيؤثر حمض المعدة على الجدار ويسبب القرحة.

تحدث قرحة المعدة العدوى البكتيرية: خاصة بكتيريا الملوية البوابية (*Helicobacter pylori*)، وهي السبب الأكثر شيوعاً، الإفراط في استخدام المسكنات مثل الأسبرين والإيبوبروفين، زيادة إفراز حمض المعدة، التدخين، التوتر الشديد، وتناول الكحول.

تتمثل أعراض قرحة المعدة في ألم أو حرقة في أعلى البطن (أكثر الأعراض شيوعاً)، ألم يزداد عند الجوع، الغثيان أو القيء، فقدان الشهية، الانتفاخ، وفي الحالات الشديدة قيء دم أو براز أسود.

إذا لم تُعالج، قد تظهر على المريض بعض المضاعفات تتمثل في نزيف داخلي، ثقب في جدار المعدة أو انسداد في الجهاز الهضمي.

يعتمد علاج قرحة المعدة على المسبب، ويشمل مضادات حيوية للقضاء على البكتيريا، ومثبطات مضخة البروتون لتقليل حمض المعدة، ومضادات الحموضة، والتوقف عن التدخين والمسكنات الضارة.

مشروع الوحدة

عنوان المشروع: رحلة الغذاء في الكائنات الحية

أهداف المشروع:

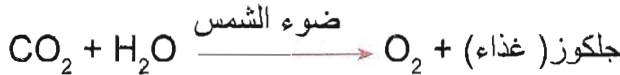
- يميّز بين الغذاء والتغذية.
- يوضّح أنواع التغذية (ذاتية وغير ذاتية).
- يشرح البناء الضوئي في النبات.
- يسمّي أجزاء الجهاز الهضمي في الإنسان.
- يوضح عمليتي الهضم والامتصاص.
- يستنتج أهمية الغذاء المتوازن

فكرة المشروع: إعداد مجسم ولوحة تعليمية توضح كيف تحصل النباتات على غذائها (البناء الضوئي) - كيف تحصل الحيوانات على غذائها - كيف يهضم الإنسان الغذاء ويمتصه - أهمية الغذاء المتوازن

مكونات المشروع: يتكون المشروع من ٣ أجزاء رئيسية:

الجزء الأول: تغذية النبات

المطلوب: عمل مجسم أو رسم لنبات يوضح: الجذر (يمتص الماء) - الساق (ينقل الغذاء) - الورقة (تصنع الغذاء)، وكتابة المعادلة:



عنوان مقترح: كيف يصنع النبات غذاءه؟

الجزء الثاني: تغذية الإنسان

المطلوب: عمل مجسم للجهاز الهضمي يوضح: الفم - المريء - المعدة - الأمعاء الدقيقة - الأمعاء الغليظة وكتابة وظيفة كل جزء.

الجزء الثالث: الغذاء المتوازن

المطلوب: عمل لوحة تحتوي على صور أو رسومات: الخبز (كربوهيدرات) - اللحم (بروتين) - الزيت (دهون) - الفواكه (فيتامينات) - الماء.

الأدوات المطلوبة: كرتون - ألوان - صور من مجلات - صلصال أو فلين - مقص - غراء

خطوات التنفيذ: تجميع الأجزاء في لوحة واحدة، وعرض المشروع أمام الفصل
شكل المشروع النهائي: لوحة كبيرة بعنوان التغذية في الكائنات الحية، وتحتوي على
نبات، وجهاز هضمي، وغذاء متوازن.

تقويم عام الوحدة

١. ضع علامة (✓) أمام العبارة الصحيحة وعلامة (x) أمام العبارة غير الصحيحة مع تصويبها:

١. البناء الضوئي يحدث في جميع أجزاء النبات. ()
 ٢. تتشابه الحيوانات الفقارية في طرق تغذيتها. ()
 ٣. يحدث معظم الهضم الكيميائي في المعدة. ()
 ٤. يحتاج الجسم إلى الفيتامينات بكميات صغيرة جداً. ()
 ٥. الدهون لا تعتبر مصدراً للطاقة. ()
 ٦. الزغابات (الخملات) تزيد من مساحة الامتصاص. ()
 ٧. نقص الحديد يؤدي إلى الأنيميا. ()
 ٨. البنكرياس يفرز الهرمونات فقط. ()
 ٩. الكربوهيدرات تتحول إلى جلوكوز بعد الهضم. ()
 ١٠. العصارة الصفراوية تهضم البروتين. ()
- ب. اكمل ما يأتي بوضع الكلمة المناسبة:

١. تتحول البروتينات إلى
٢. تتحول الدهون إلى و
٣. الوحدة البنائية للبروتين هي
٤. الوحدة البنائية للدهون هي
٥. تحدث عملية الامتصاص في
٦. العضو الذي يفرز العصارة الصفراوية هو
٧. يدخل غاز في البناء الضوئي ويخرج غاز
٨. الكائنات التي تصنع غذاءها تسمى
٩. الهدف الأساسي من التغذية هو الحصول على

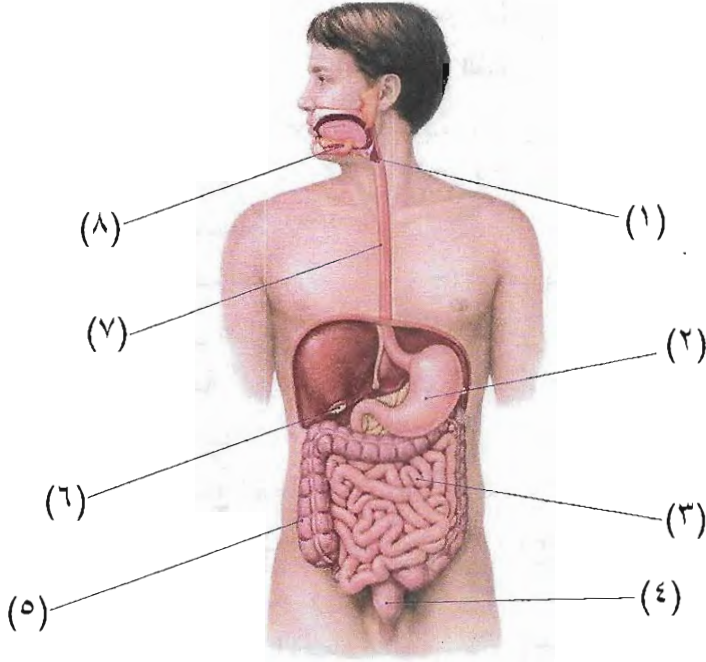
ج. ضع دائرة حول الحرف الذي يمثل الإجابة الصحيحة:

١. الجزء الذي تتم فيه التفاعلات اللاضوئية في النبات هو:
(أ) غشاء الثايلاكويد (ب) تجويف الثايلاكويد (ج) الستروما (د) الهلام الخلوي
٢. الإنزيم الذي يبدأ هضم النشا في الفم هو:
(أ) بيبسين (ب) ليبيز (ج) أميليز (د) تربسين

٣. الحمض الموجود في المعدة هو
 (أ) حمض الكبريتيك (ب) حمض الخليك
 (ج) حمض الهيدروكلوريك (د) حمض النيتريك
٤. العضو المسؤول عن استحلاب الدهون هو:
 (أ) المعدة (ب) الكبد (ج) البنكرياس (د) المرارة
٥. يحتاج النبات كمية ضئيلة منه:
 (أ) الحديد (ب) الكربون (ج) الأكسجين (د) النتروجين
٦. العصارة التي تحتوي على إنزيمات تكسر جميع أنواع الغذاء هي:
 (أ) العصارة الصفراوية (ب) اللعاب
 (ج) العصارة البنكرياسية (د) عصارة المعدة
٧. اسم الحركة التي تدفع الطعام داخل المريء:
 (أ) انقباض عضلي (ب) انبساط عضلي (ج) تمعّج (د) انعكاس
٨. الزغابات - الخملات توجد في:
 (أ) المعدة (ب) الأمعاء الدقيقة (ج) القولون (د) المريء
٩. المكان الذي يتم فيه امتصاص الماء أساساً:
 (أ) المعدة (ب) الأمعاء الدقيقة (ج) الأمعاء الغليظة (د) الفم
١٠. لا يتأثر معدل البناء الضوئي في النبات بزيادة:
 (أ) تركيز CO_2 (ب) شدة الضوء (ج) الأكسجين (د) درجة الحرارة
- (د) علّل:

١. تعتبر الزغابات المعوية مهمة.
٢. تحتاج النباتات إلى ضوء الشمس.
٣. تعتبر الدهون مصدر طاقة مهم.
٤. طول الأمعاء الدقيقة كبير.
٥. وجود الأسنان مهم في التغذية.

(و) وضح الأجزاء المشار إليها بالأسهم والأرقام في الرسم التالي:



(ز) أجب عن الأسئلة التالية:

- ما الفرق بين الهضم الميكانيكي والكيميائي؟
- ما دور البنكرياس في الهضم؟
- لماذا تُعد النباتات ذاتية التغذية أساس السلاسل الغذائية رغم أن بعض البكتيريا تنتج غذاءها عبر البناء الكيميائي؟
- قارن بين دور الماء في كل من التفاعلات الضوئية والتفاعلات اللاضوئية، ولماذا يعد نقص الماء خطيراً على عملية البناء الضوئي ككل.
- كيف تسهم خصائص الورقة التشريحية (البشرة، النسيج العمادي، الإسفنجي) في نجاح عملية البناء الضوئي؟
- لماذا يُعد الأكسجين الناتج من التفاعلات الضوئية مهماً للحياة، رغم أن النبات نفسه قد لا يستخدمه مباشرة في البناء الضوئي؟
- إذا أُجريت تجربة لقياس تأثير شدة الضوء على معدل انطلاق فقاعات الأكسجين من نبات الإلوديا، ما المتغيرات التي يجب ضبطها للحصول على نتائج دقيقة؟

(ر) ضع من القائمة (ب) أمام ما يناسبه في القائمة (أ) داخل المستطيل (ج):

القائمة (ج)	القائمة (أ)	القائمة (ب)
	زيادة كفاءة امتصاص الغذاء المهضوم	الأميليز اللعابي
	تحويل الطاقة الضوئية إلى طاقة كيميائية	الأسنان الطاحنة في الإنسان
	زيادة مساحة السطح الداخلي للامتصاص	الكلوروفيل
	تحليل النشا إلى سكريات أبسط	العصارة الصفراوية
	طحن الطعام إلى أجزاء صغيرة	البناء الضوئي
	تعتمد على غيرها في الحصول على الغذاء	طول الأمعاء الدقيقة الكبير
	امتصاص الماء وتكوين البراز	الكبد
	استحلاب الدهون وتسهيل هضمها	الكائنات غير ذاتية التغذية
	وجود إنزيم يحول البروتين إلى مركبات أبسط	الزغابات المعوية
	امتصاص الطاقة الضوئية اللازمة لصنع الغذاء	هضم البروتين في المعدة
		الليباز البنكرياسي
		الأمعاء الغليظة

الوحدة الثالثة

التنفس في الكائنات الحية

Respiration in living organisms

أهداف الوحدة :

يتوقع منك عزيزي الطالب بعد دراستك لهذه الوحدة، أن تكون قادراً على أن:

- تتعرف مفهوم التنفس في النبات والحيوان والإنسان.
- تعدد أنواع التنفس ومراحله ونواتجه وأهميته للكائنات الحية.
- توضّح العلاقة بين التنفس والبناء الضوئي.
- تشرح التنفس في إنتاج الطاقة والأنشطة الحيوية المختلفة.
- تفسّر العوامل المؤثرة في معدل التنفس.
- تحلل التجارب المعملية المرتبطة بإثبات التنفس ونواتجه.
- تشرح تركيب وآلية عمل الجهاز التنفسي في الإنسان .
- تميز بين الأجهزة التنفسية في بعض الحيوانات.
- تتعرف بعض أمراض الجهاز التنفسي وآثار التدخين وعلاقته بسرطان الرئة.

مصطلحات الدراسة:

التنفس - الأيض الخلوي - التنفس الخلوي - التنفس الخارجي- التنفس الهوائي
- التنفس اللاهوائي - ATP - الجلوكوز - الميتوكوندريا - التحلل السكري - دورة
كريبس - الثغور- العديسات- البناء الضوئي - الانتشار - التنفس الرئوي

التنفس في الكائنات الحية

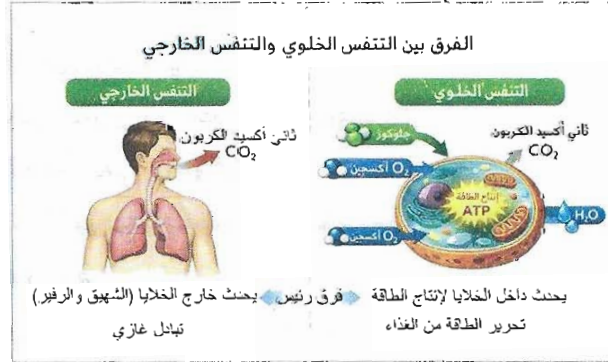
مفهوم التنفس في الكائنات الحية وأهميته

يُعدّ التنفس من العمليات الحيوية الأساسية التي تقوم بها جميع الكائنات الحية، إذ يُقصد به مجموعة من التفاعلات الكيميائية الحيوية التي يتم خلالها تفكيك المواد الغذائية داخل الخلايا بهدف تحرير الطاقة المخزنة فيها. وتُستخدم هذه الطاقة في أداء مختلف الأنشطة الحيوية، مثل النمو، والحركة، وبناء الخلايا، والحفاظ على الاتزان الداخلي للكائن الحي. وتكمن أهمية التنفس في كونه المصدر الرئيس للطاقة اللازمة لاستمرار الحياة؛ فبدونه تتوقف العمليات الحيوية وتفقد الخلايا قدرتها على أداء وظائفها المختلفة. كما يسهم التنفس في التخلص من نواتج التفاعلات الكيميائية، مثل ثاني أكسيد الكربون والماء، مما يساعد على الحفاظ على الاتزان الداخلي للكائن الحي. وبذلك يُعدّ التنفس عملية حيوية لا غنى عنها، تمثل أساس بقاء الكائنات الحية واستمرارها.

التنفس في الكائنات الحية:

يوجد نوعان من التنفس في الكائنات الحية؛ التنفس الخلوي (Cellular Respiration) والتنفس الخارجي (External Respiration)؛ يحدث التنفس الخلوي على المستوى الخلوي، بينما يقتصر التنفس الخارجي (الشهيق والزفير) على بعض الكائنات الحيوانية فقط.

قد يتم التنفس الخلوي في وجود الأكسجين ويُسمى التنفس الهوائي (Aerobic Respiration) أو في غياب الأكسجين ويُسمى التنفس اللاهوائي (Anaerobic Respiration).



الشكل (١) الفرق بين التنفس الخلوي والتنفس الخارجي

وتكمن أهمية التنفس في كونه المصدر الرئيس للطاقة اللازمة لاستمرار الحياة؛ فبدونه تتوقف العمليات الحيوية وتفقد الخلايا قدرتها على أداء وظائفها.

التنفس الخلوي في الكائنات الحية:

التنفس الخلوي هو سلسلة من التفاعلات الأيضية التي تحدث داخل خلايا الكائنات الحية، يتم فيها تكسير الجلوكوز أو غيره من المواد العضوية بهدف تحرير الطاقة وتخزينها في صورة Adenosine Triphosphate (ATP)، وهو المصدر المباشر للطاقة المستخدمة في الأنشطة الحيوية فهو جزيء يُخزن الطاقة وينقلها داخل الخلية. تحدث هذه العملية في خلايا النبات والحيوان، ليلاً ونهاراً، داخل عضيات خلوية متخصصة تُسمى الميتوكوندريا.



الشكل (٢) يوضح التنفس الخلوي

الميتوكوندريا (Mitochondria):

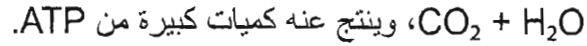
الميتوكوندريا هي العضيات المسؤولة عن حدوث معظم مراحل التنفس الخلوي، ولذلك تُعرف بأنها محطة توليد الطاقة في الخلية. وتتكون من:

١. غشاء خارجي نفاذ نسبياً.
 ٢. غشاء داخلي مطوي إلى أعراف (Cristae).
 ٣. حشوة داخلية تُسمى Matrix.
- ويتم فيها أكسدة الجزيئات العضوية، وإنتاج معظم جزيئات ATP، بالإضافة إلى عمل سلسلة نقل الإلكترونات.

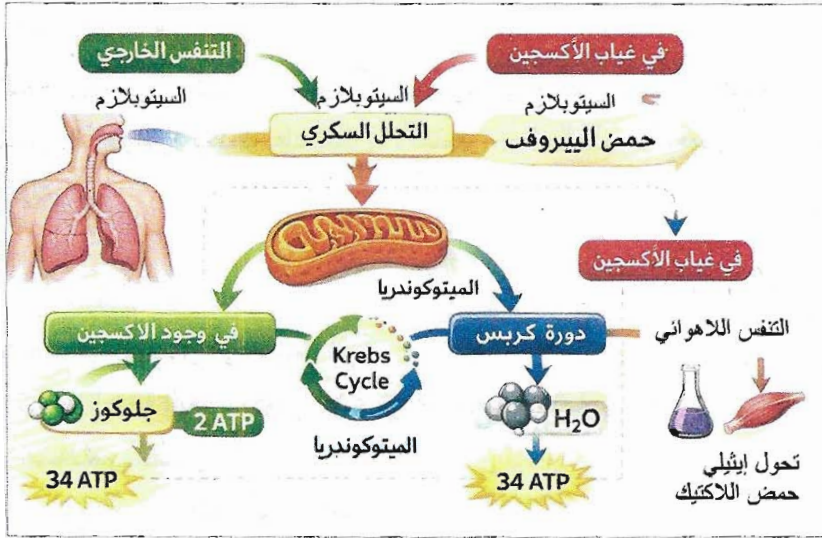
آلية التنفس الخلوي (مراحل إنتاج الطاقة):

تبدأ عملية التنفس بعملية أولية تُعرف بالتحلل السكري (Glycolysis)، ويشترك كل من التنفس الهوائي واللاهوائي في هذه المرحلة، تحدث في السيتوبلازم، يتحلل فيها

الجلوكوز إلى حمض البيروفيك، وينتج مقدار قليل من ATP. في التنفس الهوائي (في وجود الأكسجين)، يدخل حمض البيروفيك إلى الميتوكوندريا، يمر بدورة كريبس حيث يتم أكسدته إلى CO_2 ثم مرحلة سلسلة نقل الإلكترونات وهي المرحلة النهائية من التنفس الخلوي الهوائي وتحدث على الغشاء الداخلي للميتوكوندريا في الخلايا حقيقية الأنوية ويتم فيها نقل الإلكترونات عبر ناقلات بروتينية وصولاً إلى الأوكسجين، الذي يعمل كمستقبل نهائي للإلكترونات مكوناً الماء. وتكون النواتج:



في التنفس اللاهوائي (في غياب الأكسجين)، يحدث تكسير جزئي للمواد العضوية، وينتج عنه مقدار قليل من الطاقة. ويُخترل حمض البيروفيك لإنتاج كحول إيثيلي في الخميرة والنباتات وحمض اللاكتيك في عضلات الحيوانات.



الشكل (٣) يوضح مراحل التنفس الخلوي

تقويم ذاتي:

١. عرّف التنفس الخلوي تعريفاً علمياً دقيقاً.
٢. ما الفرق بين التنفس الهوائي والتنفس اللاهوائي من حيث كمية الطاقة الناتجة؟
٣. قارن بين التنفس الخلوي والتنفس الخارجي من حيث المفهوم والمكان والأهمية.
٤. اشرح مراحل إنتاج الطاقة في حالة التنفس الهوائي بدءاً من الجلوكوز وحتى إنتاج ATP.

التنفس في النبات

مفهوم التنفس في النبات:

التنفس في النبات هو تنفس خلوي يتم في جميع خلاياه ليلاً ونهاراً، ويتم فيه تكسير الجلوكوز الناتج عن البناء الضوئي لتحرير الطاقة اللازمة للأنشطة الحيوية المختلفة. ولا تمتلك النباتات جهازاً تنفسياً متخصصاً، لكنها تعتمد على تبادل الغازات لإتمام التنفس الخلوي.

تبادل الغازات في النبات:

يدخل الأكسجين اللازم للتنفس النباتي ويخرج ثاني أكسيد الكربون الناتج عنه عبر الثغور في الأوراق، العديسات في السيقان الخشبية، والجذور من خلال هواء التربة. ويتم ذلك بالانتشار دون استهلاك طاقة.

أنواع التنفس في النبات:

التنفس الهوائي: يحدث في وجود الأكسجين، ويُنتج أكبر كمية من الطاقة.
التنفس اللاهوائي: يحدث عند نقص الأكسجين، مثل الجذور المغمورة بالماء، ويُنتج طاقة قليلة.

أهمية التنفس للنبات:

تتمثل أهمية التنفس في النبات في:

1. توفير الطاقة للنمو وتكوين الأوراق والأزهار والثمار.
2. امتصاص الماء والأملاح المعدنية.
3. تصنيع البروتينات والهرمونات.
4. مقاومة الإجهاد البيئي.
5. استمرار العمليات الحيوية في غياب الضوء.

تقويم ذاتي:

فسّر:

1. يحدث التنفس في النبات ليلاً ونهاراً، بينما يقتصر البناء الضوئي على النهار.
2. انخفاض معدل تنفس النبات عند درجات الحرارة المرتفعة جداً؟

مقارنة بين التنفس الخلوي والبناء الضوئي:

الجدول (١) يوضح الفرق بين التنفس الخلوي والبناء الضوئي:

المقارنة	التنفس الخلوي	البناء الضوئي
الهدف	تحرير الطاقة	إنتاج الغذاء والطاقة المخزنة
مكان الحدوث	الميتوكوندريا	البلاستيدات الخضراء
يحتاج إلى	الأكسجين غالباً	ضوء الشمس والكلوروفيل
المواد الداخلة	الجلوكوز والأكسجين	CO_2 والماء
النواتج	$ATP + \text{ماء} + CO_2$	جلوكوز + O_2
وقت الحدوث	ليلاً ونهاراً	نهاراً فقط
الطاقة	يستهلك الجلوكوز لإنتاج ATP	يخزن الطاقة في الجلوكوز

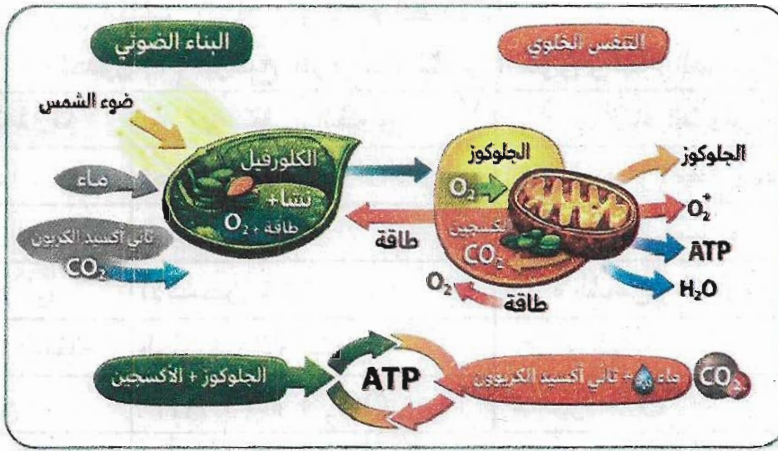
العلاقة بينهما تكاملية: نواتج أحدهما تُعد مواداً أولية للآخر. فالعلاقة بينهما كل عملية تكمل الأخرى:

- البناء الضوئي يصنع الجلوكوز والأكسجين.
- التنفس الخلوي يستخدم الجلوكوز والأكسجين ويعيد CO_2 والماء إلى البيئة ليستخدمهما النبات مجدداً في البناء الضوئي.

الطاقة التي ينتجها التنفس الهوائي تُستخدم في:

- النمو وتكوين الأوراق والأزهار والثمار.
- امتصاص الأملاح والماء.
- تصنيع البروتينات والهرمونات.
- الدفاع ضد الإجهاد الحراري والمائي.

أما التنفس اللاهوائي فهو حل بديل يستخدم فقط في الظروف الصعبة مثل نقص الأكسجين، ولكنه أقل كفاءة بكثير، إذ يعطي كمية قليلة جداً من الطاقة. وبذلك يتضح أن النبات يجمع بين عمليتين متعاكستين في الاتجاه لكنهما متكاملتان في الوظيفة، البناء الضوئي يصنع الطاقة المخزنة، والتنفس يطلقها للاستخدام.



الشكل (٤) العلاقة بين التنفس والبناء الضوئي

تقويم ذاتي:

١. لماذا يُعد التنفس اللاهوائي «حلاً اضطرارياً» للنبات في الظروف غير المناسبة؟
٢. ما العلاقة بين وفرة السكريات ومعدل التنفس النباتي؟

العوامل المؤثرة في التنفس النباتي:

١. درجة الحرارة: كلما ارتفعت إلى حد معين زاد معدل التنفس.

نشاط (١): تأثير درجة الحرارة على معدل التنفس

الهدف : دراسة تأثير درجات الحرارة المختلفة على معدل التنفس في النباتات.

الأدوات:

- بذور منبئة أو قطع بطاطس/ فاصوليا.
- ثلاثة أجهزة لقياس التنفس (Respirometer) أو أنابيب اختبار وسدادات.
- محلول هيدروكسيد الصوديوم NaOH لامتصاص ثاني أكسيد الكربون.
- ميزان حساس.
- حمام مائي بدرجات حرارة مختلفة (١٠°م، ٢٥°م، ٤٠°م).

الخطوات:

١. ضع كميات متساوية من الأنسجة النباتية داخل أجهزة قياس التنفس الثلاثة.
٢. ضع بداخل كل جهاز كوباً صغيراً يحتوي NaOH لامتصاص CO_2 .
٣. ضع الأجهزة في حمامات مائية بدرجات حرارة (١٠ - ٢٥ - ٤٠°م).
٤. سجّل التغير في حجم الغازات داخل الأنبوب خلال ٢٠-٣٠ دقيقة.

النتائج المتوقعة:

- (١) زيادة معدل التنفس عند ٢٥-٣٥°م.
 - (٢) انخفاض النشاط بشدة عند ١٠°م بسبب بطء الإنزيمات.
 - (٣) انخفاض النشاط عند ٤٠°م بسبب تأثر البروتينات وبدء تعطل الإنزيمات.
٢. توفر الأكسجين: محدودية الأكسجين تقلل من معدل التنفس الهوائي.

نشاط (٢): تأثير تركيز الأكسجين على معدل التنفس

الهدف: تحديد كيف يؤثر توفر الأكسجين في التنفس الهوائي.

الأدوات:

- بذور منبثة.
- أوعية محكمة الغلق.
- مضخة تفريغ للهواء (Vacuum pump) أو أكياس نيتروجين.
- جهاز قياس CO_2 أو محلول كربونات المالايشيت (صبغة عضوية صناعية لونها أخضر - أزرق غامق).
- شريط مطاطي لإحكام الغلق.

الخطوات:

١. قسّم البذور إلى ثلاث مجموعات:
 ١. أكسجين طبيعي (الهواء)
 ٢. وسط منخفض الأكسجين (مفرغ جزئياً)
 ٣. وسط شبه خالٍ من الأكسجين (نيتروجين)
٢. اترك المجموعات لمدة ٢-٣ ساعات.
 ٣. قس كمية CO_2 المتصاعدة في كل وعاء.

النتائج المتوقعة:

- (١) أعلى معدل للتنفس في الهواء العادي.

- (٢) انخفاض التنفس في الوسط منخفض الأكسجين.
- (٣) في غياب الأكسجين يظهر تنفس لاهوائي ينتج CO_2 أقل بكثير.
٣. توافر الماء والغذاء: نقص الماء أو السكريات يقلل من نشاط التنفس.

نشاط (٣): تأثير توافر الماء على معدل التنفس

الهدف: قياس أثر رطوبة الأنسجة النباتية على التنفس.

الأدوات:

- بذور قمح منبئة (مجموعة جافة - شبه رطبة - مروية جيداً).
- ريزبيرومتر أو برطمانات صغيرة.
- ورق ترشيح.

الخطوات:

١. حضّر ثلاث مجموعات من البذور:
 - مجموعة مجففة جزئياً.
 - مجموعة رطبة قليلاً.
 - مجموعة مروية جيداً.
٢. ضع كل مجموعة في جهاز تنفس منفصل.
٣. سجّل كمية CO_2 المتحرر أو التغيرات في حجم الغاز.

النتائج المتوقعة:

- (١) البذور المروية جيداً تعمل بمعدل تنفس أعلى.
- (٢) الجفاف يقلل معدل التنفس بسبب انخفاض النشاط الأيضي وإغلاق الثغور.

نشاط (٤): تأثير توفر الغذاء (السكريات) على التنفس

الهدف: قياس تأثير توفر الكربوهيدرات على النشاط التنفسي.

الأدوات:

- شرائح بطاطس أو جذور مفرومة.
- محلول جلوكوز بتركيزات مختلفة (٥% — ١٠%).
- أنابيب اختبار - سدادات - صبغة مؤشرة لثاني أكسيد الكربون مثل BTB.

الخطوات:

١. انقع شرائح البطاطس في تركيزات مختلفة من الجلوكوز لمدة ٣٠ دقيقة.

٢. ضع كل مجموعة في أنبوب يحتوي BTB.

٣. اتركها ١-٢ ساعة.

٤. سجّل سرعة تغيّر لون المؤشر (من الأزرق إلى الأصفر).

النتائج المتوقعة:

(١) أعلى معدل تنفس عند ١٠٪ جلوكوز.

(٢) تنفس قليل عند ٠ ٪ جلوكوز (نقص الغذاء).

٤. العمر والنوع النباتي: تختلف قدرة النباتات على التنفس حسب العمر والأنواع.

نشاط (٥): تأثير العمر النباتي على معدل التنفس

الهدف: مقارنة التنفس في أنسجة نباتية صغيرة مقابل كبيرة.

الأدوات:

- بادرات عمرها ٥ أيام.
- نباتات ناضجة صغيرة.
- جهاز ريزبيرومتر.

الخطوات:

١. ضع كمية متساوية من الأنسجة في أجهزة التنفس.

٢. قس إنتاج CO_2 خلال ٣٠ دقيقة.

النتائج المتوقعة:

(١) البادرات الصغيرة تنفسها أعلى لأنها في مرحلة نمو نشط.

(٢) النباتات الأكبر تنفسها أقل نسبياً.

٥. الضوء: يؤثر بشكل غير مباشر من خلال نشاط البناء الضوئي وإنتاج السكريات.

نشاط (٦): تأثير الضوء على التنفس بصورة غير مباشرة

الهدف: ربط تأثير الضوء بإنتاج السكريات وبالتالي التنفس.

الأدوات:

- نباتات مزروعة في أصيص.
- غرفة مظلمة.
- ريزبيرومتر أو جهاز تبادل غازات.
- مصدر ضوء قوي.

الخطوات:

١. ضع مجموعة من النباتات تحت الضوء لمدة ٤ ساعات.
٢. ضع مجموعة أخرى في الظلام لنفس المدة.
٣. خذ عينات الأوراق من المجموعتين وقيّم التنفس.

النتائج المتوقعة:

- (١) النباتات المعرضة للضوء تنتج سكريات أكثر فيزداد التنفس ليلاً.
- (٢) النباتات المحبوبة عن الضوء مخزونها السكري منخفض فتتخفض معدلات التنفس.

تقويم ذاتي:

١. كيف يؤثر الضوء بصورة غير مباشرة على معدل التنفس في النبات؟
٢. ماذا تستنتج من انخفاض CO_2 الناتج في وسط شبه خالٍ من الأكسجين؟

التنفس في الحيوانات

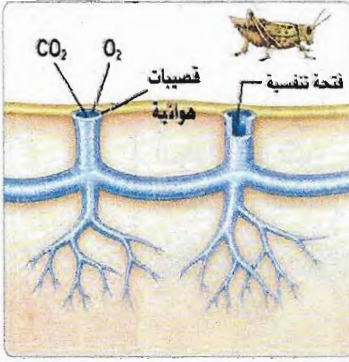
التنفس في الحيوانات هو عملية حيوية يتم من خلالها الحصول على الأكسجين (O_2) اللازم لإنتاج الطاقة، والتخلص من ثاني أكسيد الكربون (CO_2) الناتج عن الأيض الخلوي (كل التفاعلات الكيميائية داخل الخلية التي تمكنها من الحصول على الطاقة، بناء المواد الضرورية، والتخلص من الفضلات، لضمان استمرار وظائف الحياة). وتختلف طرق وأجهزة التنفس في الحيوانات تبعاً لبنية الجسم والبيئة التي تعيش فيها.

أنواع أجهزة التنفس في الحيوانات:

الجدول (٢) يوضح الأنواع المختلفة لأجهزة التنفس في الحيوانات:

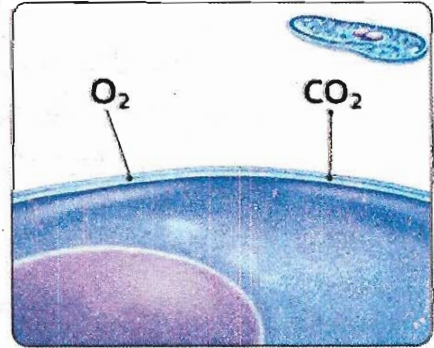
٢. التنفس بالقصيبات الهوائية:

ينتقل الهواء مباشرة إلى الخلايا عبر شبكة من الأنابيب الدقيقة (القصيبات)، يدخل الهواء الفتحات التنفسية ثم ينتشر إلى الخلايا. يوجد في الحشرات وبعض العناكب.



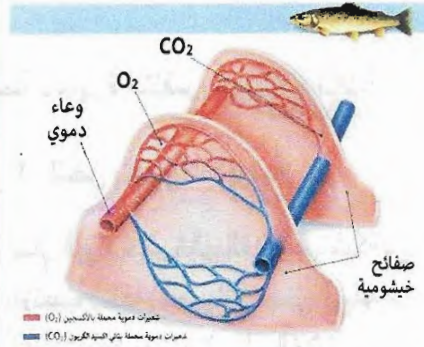
١. التنفس عبر سطح الجسم:

يحدث تبادل الغازات مباشرة عن طريق الانتشار بين سطح الجسم والوسط المحيط (الماء) عبر جلد رقيق ورطب. يوجد في الأميبا، والبرامسيوم، والديدان الحلقية والمفطحة.



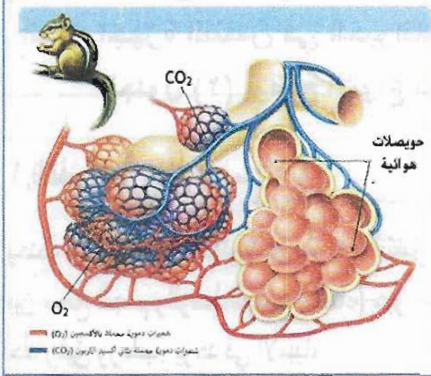
٣. التنفس بالخياشيم:

يتم باستخلاص الأكسجين الذائب في الماء عبر أعضاء متخصصة تُسمى الخياشيم، حيث يحدث انتشار الغازات عبر الصفائح الخيشومية. يوجد في الأسماك، وبراكين البرمائيات، والرخويات، والقشريات.



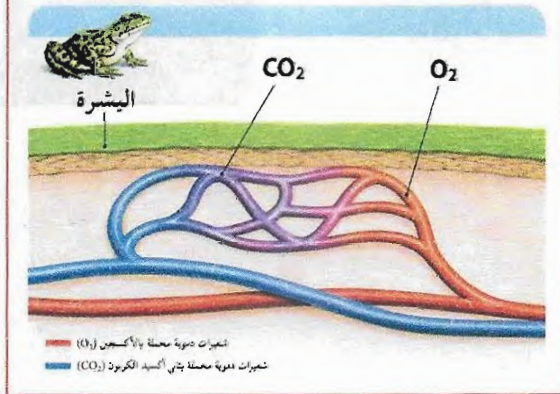
٤. التنفس بالرئتين:

يحدث تبادل الغازات بين الهواء وادم داخل الرئتين عبر الحويصلات الهوائية، حيث يحدث بالانتشار في الحويصلات الهوائية أثناء الشهيق والزفير. يوجد في الزواحف، والطيور، والثدييات (الإنسان).



٥. التنفس الجلدي والرئتين معاً:

يتم باستخدام الجلد والرئتين معاً لتبادل الغازات حسب البيئة (ماء أو هواء)، ويتم بالانتشار عبر الجلد أو الرئتين. يوجد في البرمائيات (الضفدع والسمندر).



نشاط (١): كيف تتنفس الكائنات الحية؟

هدف النشاط: - التمييز بين أنواع التنفس في الكائنات الحية.

- ربط نوع عضو التنفس بالوسط الذي يعيش فيه الكائن.

- تنمية مهارات المقارنة والاستنتاج العلمي.

وصف النشاط: من الجدول الخاص بأنواع التنفس (سطح الجسم، القصبيات الهوائية،

الخياشيم، الرئتين، الجلد والرئتين معاً)، حلّ المعلومات ثم أجب عن الأسئلة الآتية:

١. لماذا يُعدّ الجلد مناسباً للتنفس في الكائنات التي تعتمد على التنفس عبر سطح

الجسم؟

٢. ما العلاقة بين الوسط الذي يعيش فيه الكائن الحي ونوع عضو التنفس لديه؟

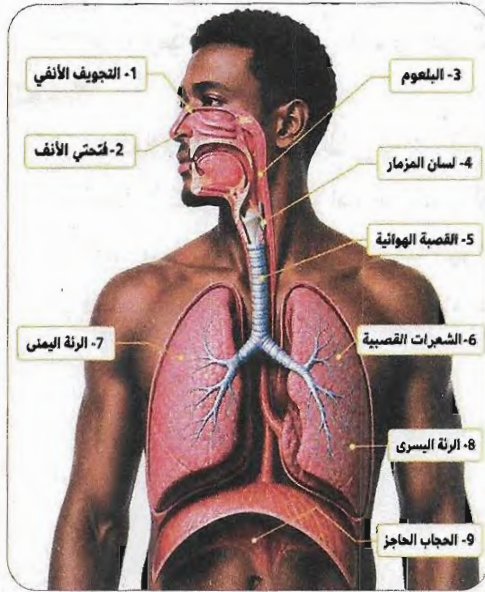
٣. لماذا لا تستطيع الحشرات استخدام الرئتين بدلاً من القصبيات الهوائية؟

٤. كيف يساعد وجود الحويصلات الهوائية في الرئتين على كفاءة تبادل الغازات؟

٥. فسّر علمياً سبب اعتماد البرمائيات على أكثر من وسيلة للتنفس.

التنفس في الإنسان

لقد تعلمت في الدروس السابقة إن التنفس هو عملية حيوية مستمرة تقوم بها الكائنات الحية لتزويد الخلايا بالأكسجين والتخلص من ثاني أكسيد الكربون. الجسم يحتاج الأكسجين لتوليد الطاقة من الغذاء عبر التنفس الخلوي، وهي عملية تحدث داخل الخلايا لإنتاج الطاقة المستخدمة في أداء الأنشطة اليومية مثل الحركة والتفكير والنمو.



أجزاء الجهاز التنفسي ووظائفها:

الأنف: تجويف عظمي ثنائي الفتحات يوجد في مقدمة الوجه، يحتوي على شعيرات

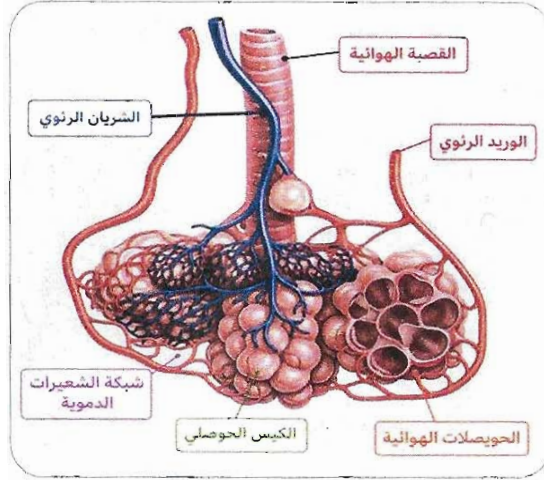
وأغشية مخاطية تعمل على تنقية الهواء من الجزيئات الضارة، ترطيبه وتدفئته قبل دخوله إلى الممرات السفلية.

البلعوم (الحلق): ممر مشترك للهواء والطعام، ينقسم إلى أجزاء تساعد على توجيه الهواء نحو الجهاز التنفسي والغذاء نحو الجهاز الهضمي.

الشكل (٥) أعضاء الجهاز التنفسي في الإنسان

- **الحنجرة:** تحتوي على الحبال الصوتية، وتشارك في إنتاج الصوت، تشمل لسان المزمار، الذي يمنع دخول الطعام إلى القصبة الهوائية أثناء البلع.
- **القصبة الهوائية:** أنبوب يحتوي على حلقات غضروفية، ينقل الهواء إلى الرئتين ويمنع انسداد المجرى الهوائي.
- **الشعب الهوائية:** تفرعات من القصبة الهوائية تتجه إلى كل رئة وتتشعب إلى قنوات أصغر تسمى الشعبات الهوائية. تنقل الهواء إلى داخل أنسجة الرئتين.
- **الرئتان:** عضوان إسفنجيان يقعان في التجويف الصدري على جانبي القلب. تحتوي كل رئة على أسطح كثيرة من الحويصلات الهوائية حيث يحدث تبادل الغازات.
- **الحويصلات الهوائية:** أكياس هوائية صغيرة ذات جدران رقيقة جداً. يتم فيها تبادل الغازات بين الهواء والدم عبر الانتشار.
- **الحجاب الحاجز:** عضلة عريضة تقع تحت الرئتين تفصل التجويف الصدري عن

التجويف البطني. يلعب دوراً رئيساً في حركة الهواء داخل وخارج الرئتين عبر الانقباض والانبساط.



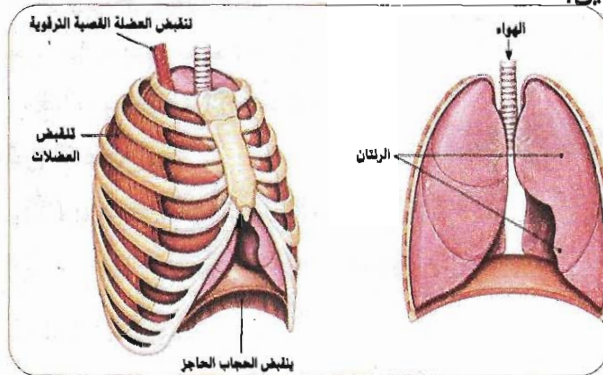
الشكل (٦) يوضح التنفس الخارجي

الآلية التي تحدث بها عملية التنفس:

تنقسم عملية التنفس إلى:

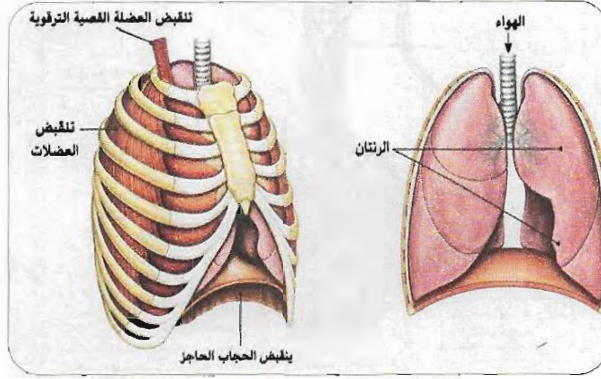
أ. التنفس الخارجي: عملية تبادل غازات التنفس بين جسم الإنسان والمحيط الخارجي وتمر بالمراحل الآتية:

١. عملية الشهيق: يحدث خلالها دخول الهواء إلى الرئتين، فينقبض الحجاب الحاجز وينزل لأسفل، وترتفع الأضلاع بواسطة العضلات الوربية، مما يزيد حجم التجويف الصدري. هذا التمدد يقلل الضغط داخل الرئتين إلى أقل من الضغط الجوي، فينجذب الهواء من الخارج إلى الرئتين.



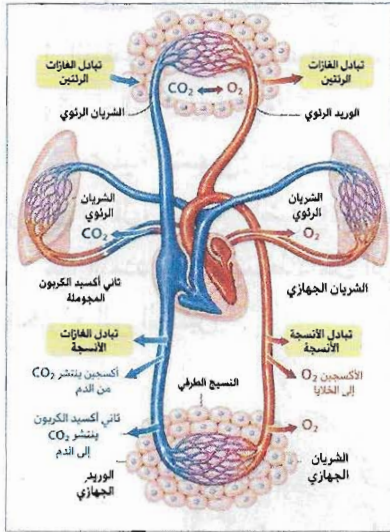
الشكل (٧) يوضح عملية الشهيق

٢. عملية الزفير: تحدث عندما يخرج الهواء من الرئتين إلى الخارج، يسترخي الحجاب الحاجز وتعود عضلات التجويف الصدري لوضعها الأصلي. يقل حجم التجويف الصدري، مما يزيد الضغط داخل الرئتين ويدفع الهواء للخارج، حاملاً معه CO_2 .



الشكل (٨) يوضح عملية الزفير

٣. عملية تبادل الغازات: يحدث في الحويصلات الهوائية؛ حيث يدخل O_2 من الهواء في الحويصلات إلى الشعيرات الدموية، بينما ينتقل CO_2 من الدم إلى الهواء في الحويصلات ليتم طرده عند الزفير.



٤. عملية نقل الغازات: بعد دخول الأكسجين إلى الدم يرتبط الهيموغلوبين في كريات الدم الحمراء، نقله إلى خلايا الجسم.

ثاني أكسيد الكربون الناتج عن التمثيل الخلوي يُنقل في الدم إلى الرئتين للتخلص منه.

ب. التنفس الخلوي: هو العملية التي تحدث داخل خلايا الجسم، حيث يتم استخدام الأكسجين لإنتاج الطاقة من الغذاء، وينتج CO_2 كمنتج ثانوي يتم نقله إلى الرئتين للتخلص منه.

الشكل (٩) يوضح عملية تبادل الغازات

نشاط (٢): مقارنة نسبة CO_2 في هواء الشهيق والزفير

الأدوات: ماء الجير - أنبوب

الخطوات: ١. انفخ هواء الزفير في ماء الجير.

٢. لاحظ التغير في اللون.

ماذا تستنتج؟

تقويم ذاتي:

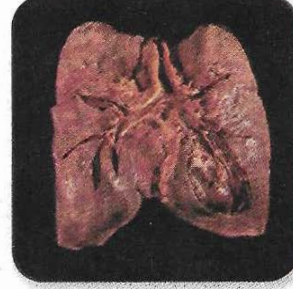
- ١- اذكر فرقاً واحداً بين التنفس الخارجي والتنفس الخلوي.
- ٢- كيف يساعد اختلاف الضغط داخل الرئتين والوسط الخارجي على حدوث الشهيق والزفير؟

أثر التدخين على الجهاز التنفسي:

يُعد التدخين من أخطر العوامل التي تُلحق أضراراً بالجهاز التنفسي، إذ يؤدي إلى الإصابة بأمراض تنفسية خطيرة، من أبرزها سرطان الرئة ومرض الإنسداد الرئوي المزمن، الذي يشمل انتفاخ الرئة والتهاب الشعب الهوائية المزمن.



رئة مصابة بالسرطان



رئة سليمة

الشكل (١٠) يوضح رئة سليمة وأخرى مصابة بالسرطان

يتسبب التدخين في تدمير الحويصلات الهوائية وتقليل المساحة اللازمة لتبادل الغازات، مما يؤدي إلى ضيق تنفس مستمر وانخفاض كفاءة الرئتين. كما يحتوي دخان السجائر على آلاف المواد الكيميائية السامة والمسرطنة، مثل القطران (مادة سامة في دخان السجائر تترسب في الرئتين وتسبب تلف الأنسجة) وأول أكسيد الكربون؛ حيث يقلل أول أكسيد الكربون من قدرة الدم على حمل الأكسجين نتيجة ارتباطه بالهيموغلوبين، بينما يسبب القطران تلف أنسجة الرئة وتعطيل الأهداب المسؤولة عن تنقية الهواء. ولا يقتصر ضرر التدخين على ذلك، بل يُفاقم أعراض الربو ويزيد من حدة نوباته، مما يؤثر سلباً في كفاءة التنفس وصحة الجهاز التنفسي عامةً.

مشروع الوحدة

عنوان المشروع: مقارنة عملية للتنفس في النبات والحيوان والإنسان.

فكرة المشروع: تنفيذ دراسة مقارنة عملية توضّح؛ آلية التنفس في النبات، آلية التنفس في الحيوان، وآلية التنفس في الإنسان. مع ربط ذلك بإنتاج الطاقة (ATP)، وتأثير العوامل البيئية، والعلاقة التكاملية مع البناء الضوئي.

أهداف المشروع:

١. تفسير مفهوم التنفس الخلوي عملياً.
٢. التمييز بين أجهزة وآليات التنفس في الكائنات الحية.
٣. تحليل نتائج تجارب بسيطة تثبت حدوث التنفس.
٤. الربط بين التنفس وإنتاج الطاقة والأنشطة الحيوية.

خطوات تنفيذ المشروع:

أولاً: النبات:

نشاط: استخدام بذور منبّة + ماء الجير أو BTB، ملاحظة تعكّر ماء الجير أو

تغير لون المؤشر.

سجل: على ماذا يدل التغير؟ وما الغاز الناتج؟ و لماذا يحدث التنفس ليلاً ونهاراً؟

ثانياً: الحيوان

اختر ثلاثة كائنات حيوانية مختلفة (مثلاً: دودة أرض - سمكة - إنسان) واملأ جدول مقارنة:

الكائن	وسط المعيشة	عضو التنفس	آلية التبادل	سبب التكيف

ثالثاً: الإنسان نشاط :

١. نفخ هواء الزفير في ماء الجير.

٢. مقارنة الشهيق والزفير.

تحليل: لماذا يحتوي الزفير على CO_2 أكثر؟

ما علاقة ذلك بالتنفس الخلوي؟

خاتمة المشروع: اكتب تقرير علمي مدعم بالصور عن نتائج المشروع.

تقويم عام الوحدة

أ. ضع علامة (✓) أمام العبارة الصحيحة وعلامة (x) أمام العبارة الخاطئة:

١. يحدث التنفس في النبات في البلاستيدات الخضراء. ()
٢. التنفس اللاهوائي ينتج طاقة أكبر من التنفس الهوائي. ()
٣. تعتمد جميع الحيوانات على الرئتين في التنفس. ()
٤. يتم تبادل الغازات في الحويصلات الهوائية بالانتشار. ()
٥. التنفس الخارجي هو نفسه التنفس الخلوي. ()
٦. تحتاج البذور إلى الأكسجين لاتمام عملية التنفس أثناء الإنبات. ()
٧. في سلسلة نقل الإلكترونات تتكون معظم جزيئات ATP. ()
٨. تعتمد البرمائيات على الجلد والرئتين معاً في التنفس. ()

ب. اختر الإجابة الصحيحة فيما يأتي:

١. يحدث التحلل السكري في :
(أ) الميتوكوندريا (ب) السيتوبلازم (ج) البلاستيدات (د) النواة
٢. أي الكائنات الآتية تعتمد على التنفس عبر سطح الجسم؟
(أ) الإنسان (ب) الجراد (ج) دودة الأرض (د) السمكة
٣. ناتج التنفس اللاهوائي في النبات هو :
(أ) حمض اللاكتيك (ب) الكحول الإيثيلي (ج) ماء فقط (د) الأكسجين
٤. يتم تبادل الغازات في الحشرات مباشرة بين :
(أ) الدم والخلايا (ب) الرئتين والدم (ج) الهواء والخلايا (د) الخياشيم والدم
٥. الطاقة الأكبر من التنفس تتكون في مرحلة :
(أ) التحلل السكري (ب) دورة كريبس (ج) سلسلة نقل الإلكترونات (د) الامتصاص
٦. يحدث التنفس في النبات :
(أ) في الضوء فقط (ب) في الظلام فقط (ج) ليلاً ونهاراً (د) عند نقص الماء فقط
٧. من العوامل التي تقلل معدل التنفس :
(أ) ارتفاع الحرارة (ب) نقص الأكسجين (ج) زيادة عمر النبات (د) زيادة الأنشطة الحيوية

٨. الوحدة الأساسية لتبادل الغازات في الرئتين هي:

(أ) الشعب الهوائية (ب) الشعبيات الهوائية

(ج) الحويصلات الهوائية (د) القصبة الهوائية

ج. اكمل الفراغ في العبارات التالية بوضع الكلمة أو العبارة المناسبة:

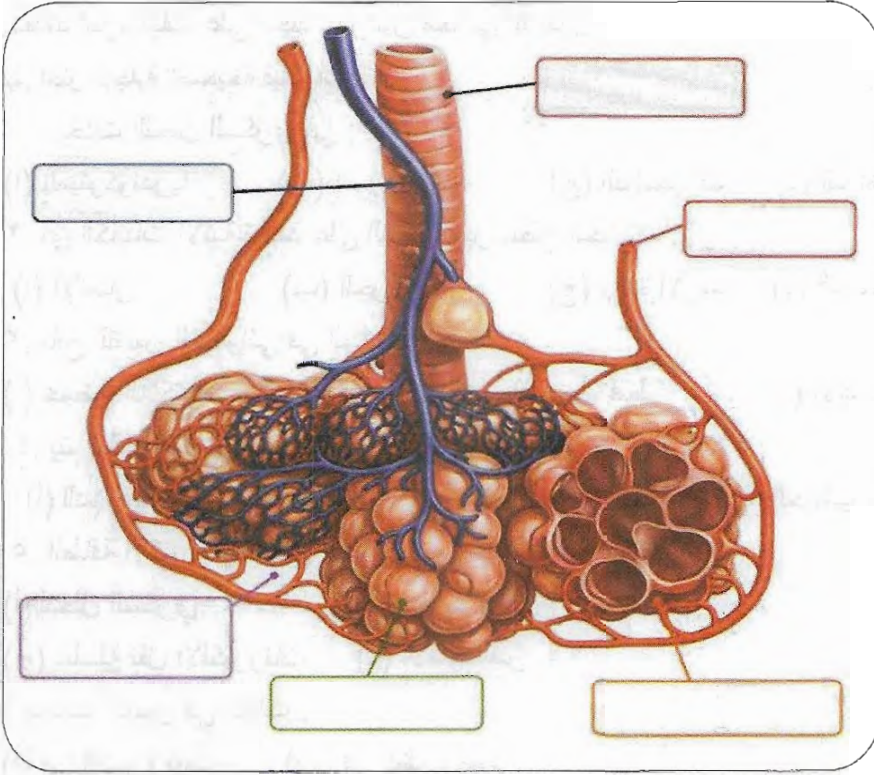
١. تُعرّف الميتوكوندريا بأنها في الخلية.

٢. يحدث التنفس اللاهوائي في الأكسجين.

٣. النواتج النهائية للتنفس الهوائي هي و

٤. تطوى الأغشية الداخلية للميتوكوندريا مكونة تراكيب تُسمى

د. في الشكل التالي وضح الأجزاء المشار إليها :



و. أجب عن الأسئلة التالية:

١. اشرح أهمية التنفس في النبات موضحاً دوره في العمليات الحيوية؟

٢. قارن بين التنفس الهوائي واللاهوائي من حيث المكان ، النواتج، كمية الطاقة؟

٣. صف بالتسلسل مراحل التنفس الثلاث وكيف تنتج الطاقة في كل مرحلة؟

٤. حلّل أثر تشبع التربة بالماء على معدل تنفس الجذور وصحة النبات؟
٥. فسّر العلاقة التكاملية بين البناء الضوئي والتنفس في النبات؟
٦. لماذا يُعد الجلد رقيقاً ورطباً في الكائنات التي تتنفس عبر سطح الجسم؟
٧. اذكر سببين لاختلاف أجهزة التنفس بين الحيوانات.
٨. ما وظيفة الحجاب الحاجز في عملية التنفس؟
٩. فسّر علمياً اعتماد البرمائيات على أكثر من وسيلة للتنفس.
١٠. لماذا يؤدي نقص الأكسجين إلى انخفاض إنتاج الطاقة في الخلايا؟

الوحدة الرابعة

الإخراج في الكائنات الحية Excretion in living organisms

أهداف الوحدة:

يتوقع منك عزيزي الطالب بعد دراستك لهذه الوحدة، أن تكون قادراً على أن :

- تُعرّف مفهوم الإخراج في الكائنات الحية وتبين أهميته في الحفاظ على الاتزان الداخلي.
- تشرح آليات الإخراج في الكائنات الحية باختلاف مستوياتها التنظيمية.
- توضح الإخراج في النبات من حيث المواد الإخراجية وطرقه.
- تفسر عملية النتح والعوامل المؤثرة فيها.
- تجري تجارب بسيطة لبيان النتح وتستخدم جهاز البوتوميتر لقياسه.
- تفسر دور الإخراج في تحقيق الاتزان الداخلي في النباتات.
- تميز طرائق الإخراج في الحيوانات .
- تذكر المواد الإخراجية في الإنسان.
- توضح تركيب الجهاز الإخراجي في الإنسان ووظائف أعضائه.
- تشرح آلية عمل الكليتين ودورهما في تنظيم الماء والأملاح وتركيز الجلوكوز في الدم.
- تعدد المشكلات والأمراض الكلوية الشائعة وطرائق الوقاية والعلاج.
- توضح تركيب الجلد ووظائفه ودوره في الإخراج، مع تفسير تكوين العرق وآلية إفرازه.

مصطلحات الدراسة:

الإخراج - الاتزان الداخلي - الفضلات الأيضية - الإفراز - التبرز- اليوريا -
الأمونيا- حمض اليوريك - النتح - الإدماغ - الثغور - النفريديات - الخلايا اللمفية
- أنابيب ملبيجي - جهاز البوتوميتر - الغدة العرقية المفرزة - البشرة- الأدمة - الكلية
الاصطناعية - غسيل الكلى - الغسيل الدموي - الغسيل البريتوني

الإخراج في الكائنات الحية

مفهوم الإخراج:

الإخراج عملية حيوية أساسية يتم من خلالها التخلص من الفضلات الأيضية الضارة والمواد غير المرغوب فيها الناتجة عن عمليات التمثيل الغذائي (الأيض)، وذلك للمحافظة على توازن البيئة الداخلية للجسم (الاتزان الداخلي) وضمان استمرار الحياة. وتشمل مواد الإخراج في الحيوانات البول والعرق وغاز ثاني أكسيد الكربون، بينما تشمل في النباتات الماء الزائد وبعض الغازات والمركبات الثانوية.

ويختلف الإخراج عن التبرز الذي يعني التخلص من بقايا غذائية غير مهضومة، في حين يختص الإخراج بالتخلص من مواد ضارة تكوّنت داخل الجسم. كما يختلف عن الإفراز (Secretion) الذي يتم فيه طرح مواد نافعة مثل الهرمونات والإنزيمات بعد خروجها من الخلايا، بينما يهدف الإخراج إلى إزالة مواد يسبب بقاؤها ضرراً للخلايا.

أهمية الإخراج:

يُعد الإخراج ضرورياً للكائنات الحية للأسباب الآتية:

١. إزالة الفضلات الأيضية السامة مثل اليوريا والأمونيا وغاز ثاني أكسيد الكربون.
٢. الحفاظ على الاتزان الداخلي (Homeostasis) من خلال تنظيم توازن الماء والأيونات والأحماض والقواعد داخل الجسم.
٣. تنظيم الضغط الأسموزي المناسب داخل الخلايا.
٤. الوقاية من السمية الناتجة عن تراكم المواد الضارة، مثل تحويل الأمونيا شديدة السمية إلى يوريا أو حمض البوليك الأقل سمية والتخلص منها بكمية أقل من الماء كما في الحيوانات البرية.
٥. دعم وظائف الأعضاء والأجهزة المختلفة؛ فالرئتان تتخلصان من CO_2 مما يمنع تسمم الدم، والجلد يفرز العرق فيسهم في تبريد الجسم والمحافظة على درجة حرارة مناسبة للأنشطة الحيوية.

آليات الإخراج في الكائنات الحية:

تختلف آليات الإخراج باختلاف نوع الكائن الحي:

الجدول (١) يوضح آليات الإخراج في الكائنات الحية :

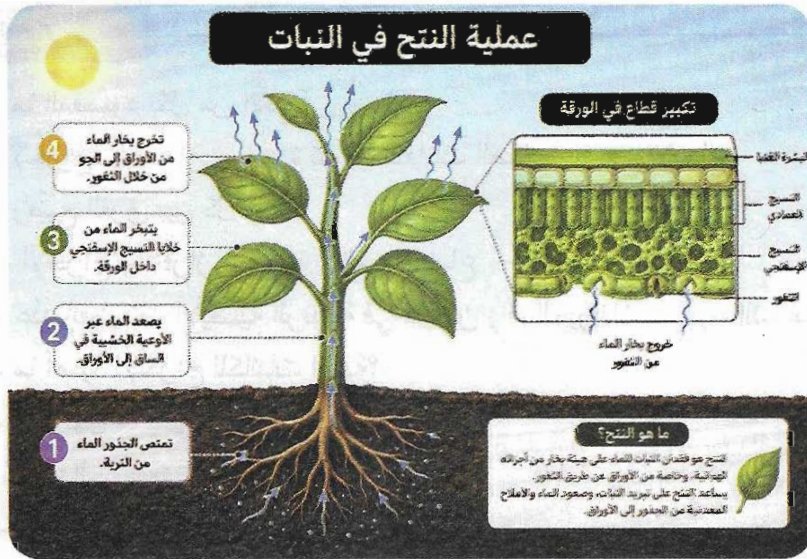
نوع الكائن الحي	آلية الإخراج	العضو/ الوسيلة	الحقيقة العلمية
الحيوانات وخاصة الإنسان	الإخراج البولي	الكليتان	التخلص من الفضلات النيتروجينية مثل اليوريا والأمونيا، والمحافظة على الاتزان الداخلي
	الإخراج التنفسي	الرئتان	إخراج CO_2 الناتج عن التنفس الخلوي ويُطرح أثناء الزفير
	الإخراج الجلدي	الجلد (الغدد العرقية)	يُخرج الجلد الماء والأملاح مما يساهم في تنظيم درجة الحرارة والاتزان المائي
الكائنات المائية	الإخراج المباشر	سطح الجسم / الخياشيم	المواد الإخراجية مثل اليوريا تُطرح مباشرة في الماء لذوبانها العالي في الماء وسميتها المرتفعة
النباتات	النتح	الثغور	تبخر الماء الزائد ويساعد في النقل والاتزان
	الإدماع	الثغور المائية	إخراج الماء السائل يحدث غالباً صباحاً عند زيادة الرطوبة
	فقدان الفضلات	الأوراق القديمة / الإفرازات	التخلص من الفضلات مثل الصمغ والراتنج يسقط الأوراق أو إفرازها
	الانتشار	الأوراق والساق	انتقال الفضلات بالانتشار السلبي
	إعادة التدوير	عمليات أيضية	استخدام CO_2 في البناء الضوئي و O_2 في التنفس

أنواع الفضلات الأيضية الرئيسية في الحيوانات:

١. الأمونيا: شديدة السمية، سهلة الذوبان في الماء، وتُطرح مباشرة في الكائنات المائية.
٢. اليوريا: متوسطة السمية، تُطرح مع البول والعرق، وتُعد الفضلات النيتروجينية الرئيسية في الثدييات.
٣. حمض البوليك (اليوريك): قليل السمية، يُطرح في الطيور والزواحف وبعض اللافقاريات.
٤. ثاني أكسيد الكربون: يُطرح مع عملية التنفس في جميع الكائنات الحية.

المواد الإخراجية في النبات وطرائق إخراجها

١. الغازات: يُطرح ثاني أكسيد الكربون الزائد والأكسجين الزائد بالانتشار عبر الثغور والعديسات، مع إعادة استخدام الغازات الضرورية للعمليات الحيوية.
٢. الماء الزائد: يتبخر عبر الثغور الورقية بعملية النتح.
٣. الماء السائل: يخرج على هيئة قطرات في الصباح الباكر من الثغور المائية على حواف الأوراق بعملية الإدماع.



الشكل (١) عملية النتح والإدماع

٤. المواد الصلبة والنيتروجينية:

أ/ الفضلات الأيونية مثل بلورات أوكسالات الكالسيوم، ويتم التخلص منها بتخزينها

في الفجوات الخلوية الكبيرة.

ب/ تركيز الفضلات في الأوراق القديمة ثم التخلص منها بسقوطها.

ج/ الصمغ والراتنج، وتُفرز غالباً في الأنسجة القديمة وخاصة الخشب.

د/ الفضلات النيتروجينية، ويُعاد استخدام بعضها (إعادة التدوير) في تخليق البروتينات

من جديد.



الشكل (٢) المواد الصلبة والنيتروجينية.

تقويم ذاتي:

- ١- ما المقصود بكل من الآتي:
 - أ- الإخراج
 - ب- إعادة تدوير النفايات الضارة
 - ج- الإدماج
- ٢- وضح الفرق بين كلٍ من:
 - أ- الإخراج والافراز
 - ب- النتح والإدماج
- ٣- عدّد الفضلات الأيضية الرئيسية في كلٍ من : أ- الحيوانات ب- النباتات
- ٤- ما أهمية الإخراج للكائنات الحية؟
- ٥- علّل لكل ما يأتي:
 - أ- تحول الحيوانات البرية الأمونيا إلى يوريا.
 - ب- تسقط النباتات الأوراق القديمة.

النتح في النباتات

النتح هو النبات للماء على شكل بخار، حيث يمتص الماء عن طريق الجذور من التربة ويتم نقله كسائل إلى الأوراق عبر الخشب. في الأوراق، تسمح المسام الصغيرة للماء بالخروج كبخار. يخرج في النتح حوالي ٩٥٪ من الماء الذي يدخل للنبات، وما تبقى يستهلك في أجزاء النبات المختلفة؛ في نمو الخلايا، وبناءها وفي عملية التمثيل الضوئي، يتأثر بعوامل خارجية (بيئية) وتشمل الضوء، الحرارة، الرطوبة الجوية، سرعة الرياح، وتوفر الماء في التربة، و عوامل داخلية (نباتية) وتشمل مساحة الورقة، عدد واتساع الثغور، سمك طبقة الكيوتين، والمحتوى المائي للورقة.

نشاط (١): الكيس البلاستيكي

الطريقة: ربط كيس بلاستيكي شفاف بإحكام حول غصن نباتي مورق.



الملاحظة: تكاثف قطرات ماء داخل الكيس نتيجة

خروج بخار الماء عبر النتح.

نشاط (٢): الأسطوانة المدرجة لقياس معدل النتح

الطريقة: وضع غصن نباتي في أسطوانة مدرجة

تحتوي ماءً ملوناً وقياس مستوى الماء قبل وبعد فترة زمنية.

الملاحظة: انخفاض مستوى الماء يدل على فقدته بالنتح،

وصعود الماء الملون في الأوعية الخشبية يوضح صعود

العصارة.

الشكل (٣) الكيس البلاستيكي



تأثير العوامل الخارجية في معدل النتح:

١. الرياح (حركة الهواء): تزيد معدل النتح بإبعاد بخار

الماء المتراكم حول الأوراق.

٢. الرطوبة الجوية:

يزداد النتح في الجو الجاف ويقل في الجو الرطب

لقلة فرق التركيز.

الشكل (٤) الأسطوانة المدرجة

٣. الضوء: يزيد النتح بفتح الثغور مع زيادة شدة الإضاءة.

٤. الحرارة: يزداد النتج بارتفاع الحرارة حتى حدّ معين، ثم قد تُغلق الثغور لتجنب الذبول.
٥. توفر الماء في التربة: نقص الماء يقلل النتج لعدم قدرة النبات على تعويض الفاقد.

العوامل الداخلية المؤثرة في النتج:

١. عدد واتساع الثغور.
٢. مساحة الورقة وشكلها (الأوراق العريضة تزيد النتج، والإبرية تقلله).
٣. سمك طبقة الكيوتين؛ فزيادتها تقلل النتج.
٤. المحتوى المائي للورقة؛ نقصه يؤدي إلى غلق الثغور وانخفاض النتج.

تقويم ذاتي:

- ١- عرّف عملية النتج.
- ٢- صنّف العوامل التالية والمؤثرة على النتج بكتابة (خارجي أو داخلي):
 - أ- الرطوبة النسبية: ب- رطوبة التربة:
 - ج- مساحة ورقة النبات: د- الحرارة:
 - و- سمك الكيوتين: هـ - سرعة الرياح:
- ٣- علّل لكل مما يأتي:
 - أ- يتوقف النتج في الهواء الساكن تماماً.
 - ب- يفتح النبات الثغور عند الأضاءة الشديدة

جهاز البوتوميتر (Potometer):

البوتوميتر جهاز يُستخدم لقياس معدل امتصاص النبات للماء، وهو يرتبط ارتباطاً وثيقاً بمعدل النتج. يعمل الجهاز على قياس حركة الماء داخل أنبوب شعري مدرّج، حيث تُستخدم حركة فقاعة هواء كمؤشر لكمية الماء الممتصة خلال زمن محدد، وبالتالي تقدير معدل النتج.

مكونات البوتوميتر الأساسية (الشكل ٦):

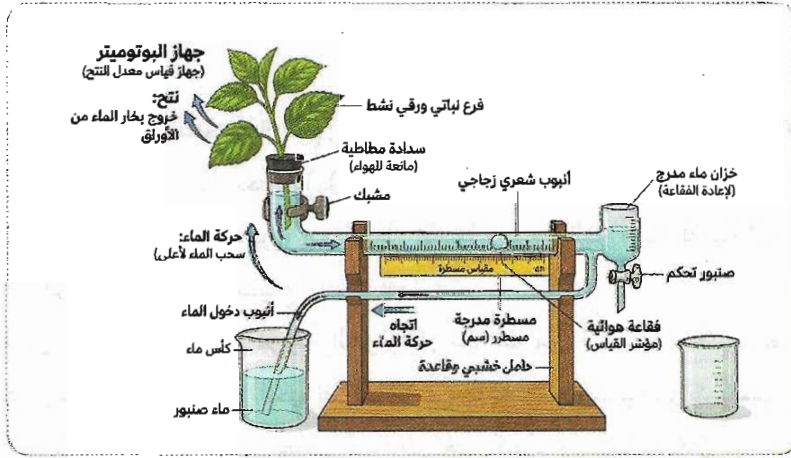
١. أنبوب زجاجي مجوف مملوء بالماء.
٢. أنبوب شعري مدرّج دقيق لقياس حركة الفقاعة.
٣. صمام (صنبور) ثلاثي الفتحات لتوصيل النبات وإدخال الماء وطرده الهواء.
٤. غصن نباتي مقطوع ومتصل بالجهاز.

خطوات الاستخدام:

١. تحضير النبات: يُقطع الغصن حديثاً ويفضل تحت الماء لمنع دخول الهواء.
٢. تجميع الجهاز: يُوصل الغصن بالأنبوب مع التأكد من خلو الجهاز من فقاعات الهواء، مع وجود فقاعة واحدة داخل الأنبوب الشعري.
٣. بدء القياس: يمتص النبات الماء لتعويض ما يفقده بالنتح، فتتحرك الفقاعة داخل الأنبوب.
٤. تسجيل القراءة: تُقاس المسافة التي قطعتها الفقاعة خلال زمن محدد (مثل كل ٥ دقائق).
٥. حساب معدل النتح:

معدل النتح = حجم الماء الممتص ÷ الزمن

حجم الماء = مساحة مقطع الأنبوب الشعري × المسافة المقطوعة.



الشكل (٦) يوضح تركيب جهاز البوتوميتر

ملاحظات مهمة:

١. البوتوميتر يقيس امتصاص الماء وليس النتح مباشرة.
٢. جزء من الماء الممتص يُستخدم في عملية البناء الضوئي والنمو.

الاتزان الداخلي في النبات:

الاتزان الداخلي في النبات (Homeostasis) هو قدرة النبات على الحفاظ على بيئة داخلية مستقرة تسمح باستمرار الوظائف الحيوية بصورة فعالة رغم التغيرات في الظروف الخارجية. يتضمن هذا تنظيمًا دقيقاً لمستويات الماء والغازات ودرجة الحرارة

والعناصر الغذائية داخل أنسجة النبات للحفاظ على الأداء الأيضي والنمو والتكاثر.

ويتم الاتزان الداخلي بآليات مثل:

١. فتح وغلق الثغور (لتحقيق توازن الماء والغازات).
٢. امتصاص الماء وتوزيعه.
٣. التحكم في النتج (تبخر).
٤. الاستجابة للضوء والحرارة مثل (إفراز صبغات للحماية أو تغيير شكل الأوراق).
٥. تكوين الجذور العميقة لمقاومة الجفاف.

فيما يلي توضيح آليات الاتزان الداخلي في النبات:

التوازن المائي (تنظيم الماء): يعتبر الماء أساس الحياة في النبات؛ فالنباتات تفقد الماء باستمرار عبر النتج (Transpiration) من الثغور في الأوراق، ومع ذلك تحافظ على توازن الماء الداخلي من خلال التحكم في فتح وإغلاق الثغور وتقليل خسارة الماء في أوقات الجفاف، كما أن الماء يحافظ على الضغط الداخلي للخلايا الضروري لدعم النسيج النباتي.

التوازن الغازي (تنظيم الغازات): يحتاج النبات ثاني أكسيد الكربون (CO_2) لعملية البناء الضوئي ويطلق الأكسجين (O_2) الناتج؛ تتحكم الثغور في الأوراق في دخول CO_2 وخروج الماء والأكسجين، مع تعديل فتحها بحسب الظروف البيئية للحد من فقد الماء وفي الوقت ذاته تلبية احتياج النبات للغازات.

التوازن الحراري (تنظيم درجة الحرارة): بالرغم من أن النبات لا يستطيع تنظيم درجة حرارته بنشاط كما في الحيوانات، إلا أن النتج يعمل كآلية تبريد تبخيري عندما ترتفع درجات الحرارة، كما أن بعض النباتات تغير اتجاه أوراقها أو تقلل مساحة السطح المعرض للشمس لتقليل ارتفاع الحرارة والحفاظ على الظروف المثلى لعمل الإنزيمات.

التوازن الغذائي (تنظيم العناصر الغذائية): تمتص الجذور الماء والعناصر المعدنية الأساسية من التربة مثل النيتروجين والفوسفور والبوتاسيوم وتوزعها عبر الجهاز الوعائي داخل النبات؛ هذا التنظيم يضمن أن الأجزاء المختلفة تحصل على المغذيات اللازمة لنموها وبقائها.

الساعة البيولوجية: نظام توقيت داخلي يعمل بنمط يومي من الليل للنهار يساعد النبات على معرفة الوقت وتنظيم نشاطه بطريقة مرتبة. هذا النظام يجعله يفتح الثغور في الأوقات المناسبة لامتصاص ثاني أكسيد الكربون ويغلقها عندما يكون الوقت غير مناسب

للحفاظ على الماء، كما ينظم وقت الإزهار بحيث يحدث في الفصل المناسب للسنة. يعمل هذا (المنبه الداخلي) حتى لو لم تتغير الظروف الخارجية فجأة، ويُعد مهماً لنمو النبات واستغلاله الأفضل وقت للضوء والحرارة.

تقويم ذاتي:

- ١- ما المقصود بالبوتمتر؟
- ٢- عدد المكونات الأساسية للبوتمتر.
- ٣- اشرح علاقة النتج بعملية امتصاص الماء من التربة.
- ٤- اكمل الجدول التالي والخاص بآليات التوازن الداخلي:

التوازن الداخلي	التوازن المائي	التوازن الغازي	التوازن الحراري	التوازن الغذائي
آليات التوازن	١-	١-	١-	١-
	٢-	٢-	٢-	
	٣-			

٥- من الجدول أعلاه ما الآلية المشتركة بين كل من:

- أ- التوازن الحراري و التوازن الغازي؟
- ب- التوازن الحراري و التوازن المائي؟
- ج- التوازن المائي و التوازن الغذائي؟

الإخراج في الحيوانات

تختلف طرائق الإخراج باختلاف البيئة ونوع الحيوان ونوع الفضلات النيتروجينية.

أنواع الفضلات النيتروجينية:

١. الأمونيا (NH_3): شديدة السمية، تحتاج كمية كبيرة من الماء لإخراجها، وتفرزها الحيوانات المائية مثل الأميبا.

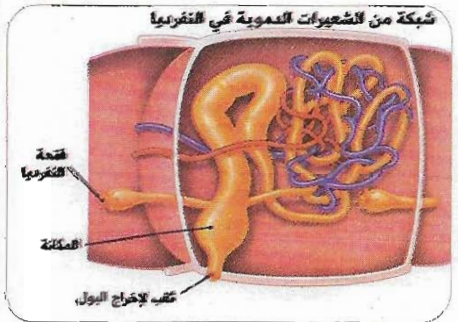
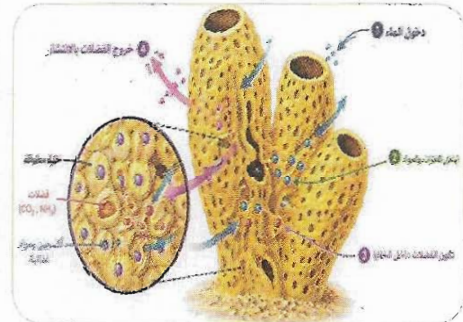
٢. اليوريا (Urea): أقل سمية، تفرزها الثدييات والبرمائيات، وتحتاج ماءً أقل.

٣. حمض اليوريك (Uric acid): قليل الذوبان، يفرز مع كمية قليلة جداً من الماء، وتنتجه الطيور والزواحف والحشرات، لكنه مكلف للطاقة.

أجهزة وأعضاء الإخراج في الحيوانات:

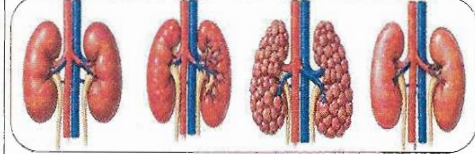
تمتلك الحيوانات أجهزة وأعضاء إخراج متنوعة، تعمل على التخلص من الفضلات الناتجة عن العمليات الأيضية، والحفاظ على توازن الماء والأملاح في الجسم، وتختلف هذه الأجهزة باختلاف مستوى التنظيم الحيوي لكل مجموعة حيوانية وتعقيد تركيب جسمها ومكان عيشها.

الجدول (٢) يوضح أمثلة وأعضاء الإخراج في الحيوانات:

٢. النفريديات:	١. الانتشار البسيط:
ترشيح السوائل الجسدية وإخراج الفضلات. توجد في اللافقاريات مثل ديدان الأرض (الصارقيل وبعض الرخويات).	تفريغ الفضلات مباشرة عبر سطح الجسم. يوجد في الحيوانات البسيطة مثل الإسفنجيات واللاسعات.
 <p>شبكة من الشعيرات الدموية في النفريديا</p> <p>فتحة النفريديا</p> <p>الفتحة</p> <p>شعب لإخراج البول</p>	 <p>دخول الماء</p> <p>خروج الفضلات بالانتشار</p> <p>خلية نفريديا</p> <p>خلية مضخة الماء</p> <p>خلية مضخة البول</p> <p>خلية مضخة الغذاء</p> <p>خلية مضخة الأكسجين</p> <p>خلية مضخة ثاني أكسيد الكربون</p>

٣. الكلى:

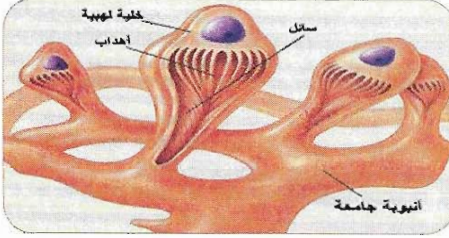
ترشيح الدم وإنتاج البول، تنظيم الماء والأملاح. توجد في الفقاريات (أسماك، برمائية، زواحف، طيور، ثدييات).



البرمائيات الطيور الزواحف الثدييات

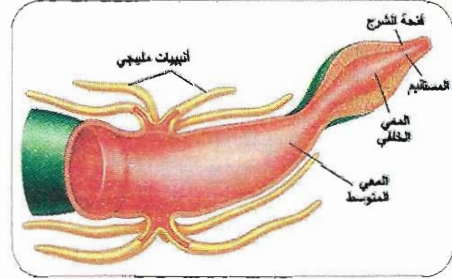
٤. الخلايا الهيبية:

تمتلك شبكة من الأنابيب لإخراج الفضلات وتنظيم الأيونات. توجد في بعض الديدان المسطحة واللافقاريات البسيطة.



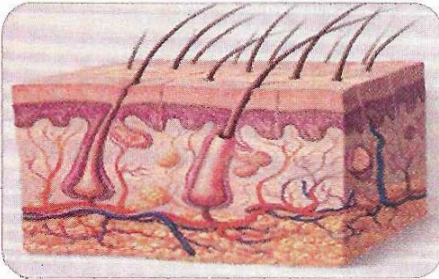
٥. أنابيب ملبيجي:

استخراج الفضلات من الهيموليمف ونقلها إلى الأمعاء. توجد في الحشرات والعنكبوتات وبعض المفصليات.



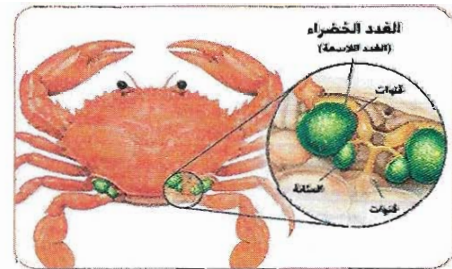
٦. الجلد:

إفراز الماء والأملاح والفضلات عبر الغدد العرقية. يوجد في بعض الفقاريات.



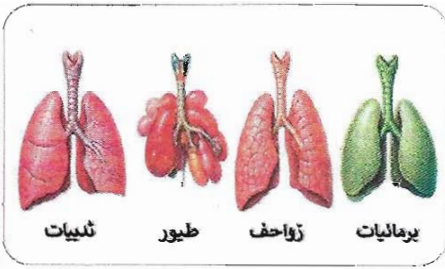
٧. الغدد الخضراء أو الغدد القلبية:

ترشيح الهيموليمف وإخراج الفضلات وتنظيم الأيونات. توجد في القشريات مثل السرطانات.



٨. الرئتان:

تبادل الغازات وإخراج CO_2 وبخار الماء. توجد في الفقاريات (ثدييات، طيور، زواحف، برمائية).



تقويم ذاتي :

١- اكتب اسم الجهاز الإخراجي لكل نوع مما يأتي والمواد المخرجة:

المواد المخرجة

الجهاز الإخراجي

النوع

١- الجرادة

٢- الصارقيـل

٣- الطيور

٢- علل لما يأتي:

أ- الحيوانات البرية لا تخرج الأمونيا مباشرة من أجسامها، لكن تحولها إلى بولينا ثم تخرجها من الجسم.

ب- الطيور والزواحف والحشرات تحول البولينا إلى حمض بوليـك أو مـسحوق صلب ثم تخرجه.

الإخراج في الإنسان

الجهاز الإخراجي في الإنسان:

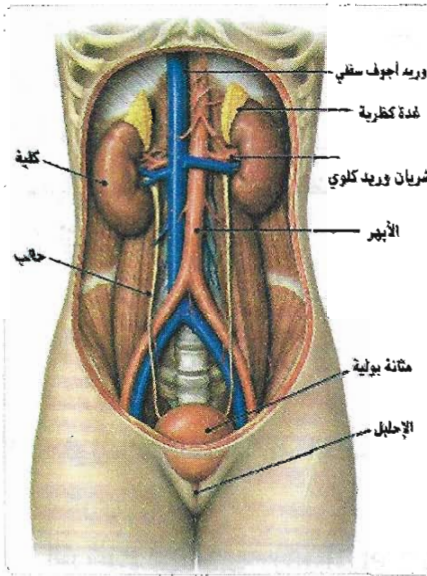
يتكوّن من عدة أعضاء تعمل معاً للحفاظ على الاتزان الداخلي:

١. الجهاز البولي (الكلّي، الحالبان، المثانة، الإحليل).
٢. الجلد (إخراج العرق).
٣. الرئتان (إخراج ثاني أكسيد الكربون).
٤. المستقيم (إخراج الفضلات الصلبة).

الجهاز البولي في الإنسان:

يتكوّن الجهاز البولي من عدة أعضاء تعمل معاً للتخلص من فضلات الأيض وتنظيم الاتزان الداخلي للجسم.

الأعضاء الرئيسية:



١. الكليتان (Kidneys): عضوان بحجم

قبضة اليد تقريباً، يقعان أسفل الظهر، وتتمثل وظيفتهما في تنقية الدم من الفضلات السامة مثل اليوريا والماء الزائد، وتكوين البول.

٢. الحالبان (Ureters): أنبويان عضليان

ينقلان البول من الكليتين إلى المثانة البولية.

٣. المثانة البولية (Urinary Bladder):

عضو عضلي مرن يقوم بتجميع البول وتخزينه مؤقتاً.

٤. الإحليل (Urethra): قناة تنقل البول من

المثانة إلى خارج الجسم.

الشكل (٧) يوضح الجهاز البولي في الإنسان

وظائف الجهاز الإخراجي في الإنسان:

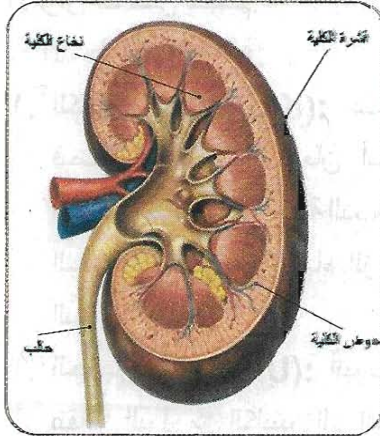
١. إزالة الفضلات: التخلص من اليوريا، حمض اليوريك، الكرياتينين، الأمونيا، وغاز ثاني أكسيد الكربون.

٢. تنظيم السوائل: الحفاظ على توازن الماء والأيونات داخل الجسم.
٣. تحقيق التوازن الأيوني والحمضي-القاعدي: ضبط مستويات الأملاح والأحماض في الدم.

تقويم ذاتي:

- ١- اذكر وظيفتين يقوم بهما جهاز الإخراج في الإنسان.
- ٢- الأمعاء الغليظة والقولون تضغط الفضلات الصلبة وتخرجها على هيئة براز. لماذا يعتبر ذلك إخراجاً؟
- ٤- ما وظيفة كل من:
- أ- الكلية ب- الحالبين ج- المثانة البولية د- الإحليل

آلية عمل الكلية:



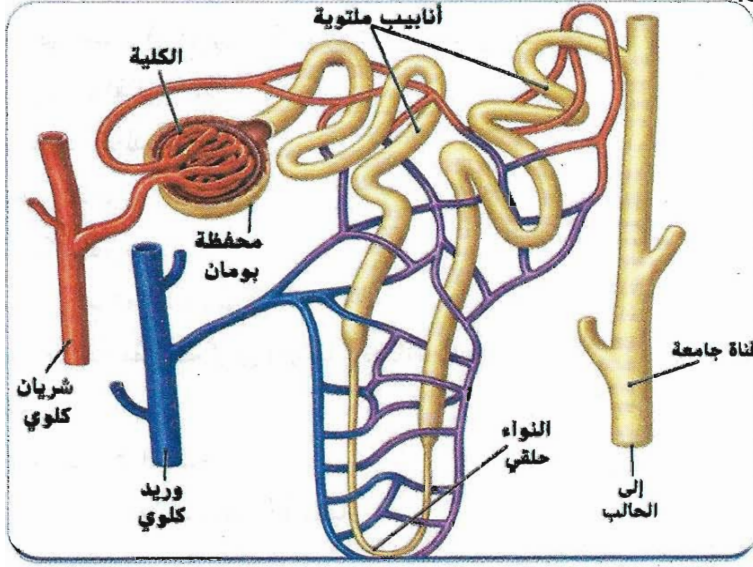
تقوم الكلية بتنقية الدم من الفضلات والسوائل الزائدة عبر وحدات دقيقة تُسمى النيفرونات، حيث تتم عمليتا الترشيح وإعادة الامتصاص لتكوين البول، مع الحفاظ على توازن الأملاح والسوائل وتنظيم ضغط الدم وإنتاج بعض الهرمونات. الشكل (٨) التركيب الداخلي للكلية.

الشكل (٨) قطاع طولي في الكلية

الخطوات التفصيلية لعمل الكلية:

١. دخول الدم: يصل الدم المحمل بالفضلات النيتروجينية إلى الكليتين عبر الشريان الكلوي.
٢. الترشيح في الكبيبة (Glomerulus): يصل الدم إلى شبكة من الشعيرات الدموية الدقيقة تُسمى الكبيبة. يتم ترشيح سائل البول الأولي، حيث تمر المياه والمواد الذائبة والفضلات، بينما تبقى خلايا الدم والبروتينات الكبيرة.
٣. إعادة الامتصاص في الأنابيب الكلوية: ينتقل السائل المرشح إلى الأنابيب الكلوية.

- يُعاد امتصاص المواد المفيدة مثل الجلوكوز والماء وبعض الأملاح إلى الدم.
- تُترك الفضلات مثل اليوريا في السائل.
- ٤. **تكوين البول النهائي:** السائل المتبقي بعد الترشيح وإعادة الامتصاص يُعد البول النهائي، ويُجمع في قنوات التجميع.
- ٥. **النقل والتخلص:** ينتقل البول عبر الحالبين إلى المثانة، ثم يُطرح خارج الجسم عند التبول.



الشكل (٩) يوضح تركيب النيفرونات داخل الكلية

نشاط (٣):

- احضار كلية خروف من الجزارة.
- تعقيمها بقطن مبلل بالكحول الإيثيلي.
- قطعها طولياً وفحص تركيبها الداخلي بعدسة مكبرة.

المشكلات الصحية للكلى

من أكثر أمراض الكلى شيوعاً:

١. حصوات الكلى.
٢. تكيسات الكلى.
٣. التهاب الكلى.

٤. اعتلال الكلى المناعي.
٥. سرطان الكلى.
٦. الفشل الكلوي المزمن (فقدان تدريجي لوظائف الكلى).

الأعراض الشائعة (تظهر غالباً متأخرة):

- تعب وإرهاق بسبب فقر الدم.
- تورم (وذمة) خاصة حول العينين والكاحلين.
- تغيرات في البول (رغوي، داكن، زيادة أو نقصان الكمية).
- غثيان وقيء وفقدان شهية.
- حكة وجفاف الجلد.
- ضيق في التنفس.
- اضطرابات النوم.

الأسباب والعوامل المؤثرة:

- أمراض مزمنة مثل السكري وارتفاع ضغط الدم.
- الجفاف.
- التهابات المسالك البولية.
- بعض الأدوية والعادات غير الصحية.

الوقاية:

١. التحكم في السكري وضغط الدم.
٢. شرب كميات كافية من الماء.
٣. اتباع نظام غذائي صحي.
٤. تجنب التدخين والكحول والعادات الضارة.

علاج أمراض الكلى:

يعتمد العلاج على نوع المرض وشدته، ويشمل:

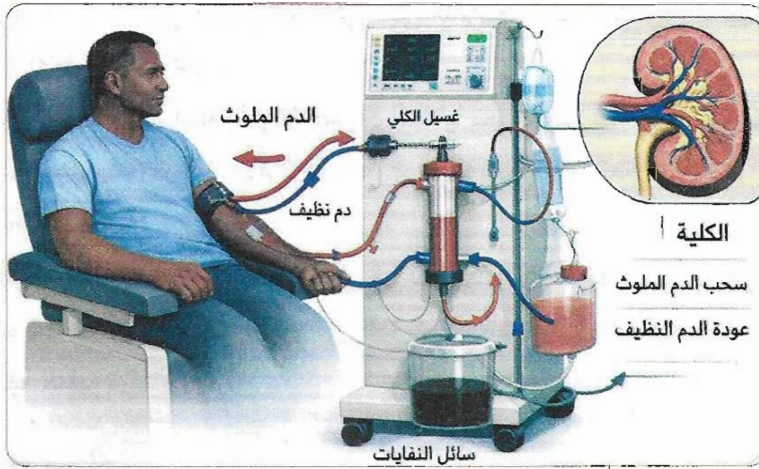
- تعديل نمط الحياة.
- حمية غذائية قليلة الملح والبروتين.
- علاج الأمراض المصاحبة.
- الأدوية المناسبة.
- غسيل الكلى (الديال): دموي أو بريوني.

- زراعة الكلى: كحل نهائي في الحالات المتقدمة.

الكلية الاصطناعية وآلية عملها:

الكلية الاصطناعية جهاز طبي يحل محل الكلى الفاشلة، حيث ينقي الدم من الفضلات والسوائل الزائدة عبر مرشحات دقيقة تحاكي عمل الكلية الطبيعية.
غسيل الكلى الدموي:

١. تحضير المريض بعمل وصلة دموية.
٢. سحب الدم وتمريره عبر الجهاز.
٣. ترشيح الدم عبر أغشية شبه نافذة.
٤. انتقال الفضلات إلى سائل الديال.
٥. إعادة الدم النقي إلى الجسم.
٦. تكرار الجلسات بانتظام.



الشكل (١٠) يوضح عملية غسيل الكلى

غسيل الكلى البريتوني:

يستخدم الغشاء البريتوني كمرشح طبيعي، ويمكن إجراؤه في المنزل.

الكلية الاصطناعية القابلة للزرع:

تقنية مستقبلية قيد التطوير تهدف إلى توفير بديل دائم للكلية الفاشلة.

الاتزان الداخلي في الإنسان: (Homeostasis)

هو العملية التي يحافظ من خلالها الجسم على بيئة داخلية مستقرة رغم التغيرات في البيئة الخارجية. هذا الاتزان يشمل تنظيم مستويات الماء، المواد الغذائية، الأملاح،

والحرارة، ويمكن الخلايا والأعضاء من العمل بكفاءة.

تنظيم الماء: الجسم يحافظ على مستوى الماء في الدم والسوائل عن طريق هرمون ((ADH) Anti-Diuretic Hormone) الذي يُفرز من الغدة النخامية الخلفية.

- عندما يقل الماء في الجسم (مثل عند الجفاف)، يرتفع إفراز ADH، فيحدث زيادة امتصاص الماء في الكلى فيقل إفراز البول ويحافظ الجسم على الماء.
- إذا زاد الماء في الجسم، يقل إفراز ADH فيزيد خروج البول ويعود مستوى الماء إلى الطبيعي.

تنظيم سكر الدم: الأنسولين والجلوكاجون هما هرمونان تنتجهما البنكرياس لتنظيم مستوى الجلوكوز (سكر الدم).

- عند ارتفاع سكر الدم بعد الأكل، تفرز خلايا بيتا في البنكرياس الأنسولين الذي يساعد الخلايا على امتصاص الجلوكوز ويخفض مستوى السكر في الدم.
- عند انخفاض سكر الدم بين الوجبات، تفرز خلايا ألفا في البنكرياس الجلوكاجون الذي يحفز الكبد على إطلاق الجلوكوز إلى الدم ليعود إلى المستوى الطبيعي.

أهمية الاتزان الداخلي:

١. **ضمان كفاءة عمل الخلايا والأعضاء:** الخلايا تحتاج إلى بيئة داخلية مستقرة (مثل درجة الحموضة، تركيز الأملاح، مستوى الجلوكوز) لكي تعمل إنزيماتها وأنظمتها بكفاءة.
٢. **الوقاية من الاضطرابات:** عدم الاتزان في الماء قد يسبب الجفاف أو احتباس السوائل، وعدم تنظيم سكر الدم قد يؤدي إلى نقص سكر الدم أو داء السكري مع مضاعفات صحية خطيرة.

تقويم ذاتي:

- ١- اشرح الخطوات التفصيلية لعمل الكلية الطبيعية.
- ٢- بالرسم المسمى وضح تركيب النيفرون والكبيبة.
- ٣- اذكر ثلاثة من الأمراض التي تصيب الكلية.
- ٤- تحدث عن الفشل الكلوي المزمن من حيث:
أ- تعريفه ب- أعراضه ج- أسبابه د- الوقاية منه هـ- العلاج.
- ٥- صف جهاز الكلية الاصطناعية وآلية عملها.

جلد الإنسان:

يُعد الجلد عضواً إخراجياً مهماً، إذ يساهم في التخلص من بعض الفضلات الأيضية (فضلات هدم البروتين) عبر إفراز العرق الذي يحتوي على ماء زائد وأملاح وقليل من اليوريا، كما يساعد في تنظيم درجة حرارة الجسم ويعمل كمرشح إضافي إلى جانب الكليتين.

تركيب جلد الإنسان:

يتكوّن جلد الإنسان من ثلاث طبقات رئيسة:

١. البشرة (Epidermis):

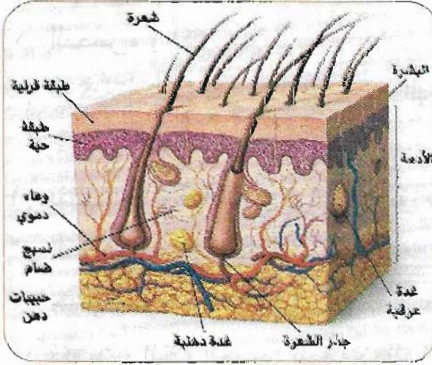
الطبقة الخارجية، تتكوّن من خلايا متجددة، وتوفر الحماية للجسم، وتحتوي على صبغة الميلانين التي تحدد لون البشرة وتقي من الأشعة فوق البنفسجية.

٢. الأدمة (Dermis):

الطبقة الوسطى، وهي أكثر سُمكاً من البشرة، وتحتوي على الأوعية الدموية، والأعصاب، وبصيلات الشعر، والغدد العرقية والدهنية.

٣. الطبقة تحت الجلد (Hypodermis / Subcutaneous Tissue):

الطبقة العميقة، وتتكوّن أساساً من الدهون والأنسجة الضامة، وتعمل كعازل حراري ومخزن للطاقة.



الشكل (١١): قطاع في جلد الإنسان يوضح طبقات الجلد

نشاط (٤):

- احضار أرنب أو قط أو فأر (بإشراف المعلم).
- تخدير الحيوان تحت ناقوس زجاجي باستخدام قطن مبلل بالفورمالين.
- تشريح الحيوان بعد تثبيته في طبق التشريح.
- عمل قطاع في الجلد يوضح الطبقات الثلاث.
- فحص القطاع ورسمه، ثم مقارنته بجلد الإنسان في الشكل (١١)

وظائف الجلد:

١. الحماية: يعمل كحاجز ضد الميكروبات، والأشعة فوق البنفسجية، والصدمات.
٢. تنظيم درجة الحرارة: تبريد الجسم عن طريق التعرق، وتدفئته بتنظيم تدفق الدم.
٣. الإحساس: يحتوي على مستقبلات اللمس، والضغط، والألم، والحرارة.
٤. تصنيع فيتامين د: عند التعرض لأشعة الشمس.
٥. منع فقدان الماء: يحافظ على رطوبة الجسم.
٦. تجديد الخلايا: خلايا البشرة تتجدد باستمرار.
٧. التصبغ: صبغة الميلانين تعطي الجلد لونه وتحميه من أشعة الشم

مكونات العرق:

العرق سائل تفرزه الغدد العرقية ويتكوّن من:

١. الماء: المكوّن الرئيس.
٢. الأملاح والمعادن: مثل الصوديوم، البوتاسيوم، الكالسيوم، المغنيسيوم، الزنك، النحاس، والكلوريد.
٣. مركبات عضوية: مثل الأمونيا، اليوريا، وحمض اللاكتيك (اللبنيك).

وظائف العرق:

١. تنظيم حرارة الجسم: تبخر العرق يبرد الجسم ويمنع ارتفاع حرارته.
٢. التخلص من الفضلات: إخراج بعض المواد الزائدة والأملاح.
٣. حماية الجلد: يساهم في مقاومة الميكروبات ويحافظ على رطوبة الجلد.
٤. تكوين رائحة الجسم: نتيجة تحلل إفرازات بعض الغدد بواسطة البكتيريا.
٥. المساعدة في توازن الأملاح: يحد من تراكم بعض الأملاح مثل الكالسيوم.

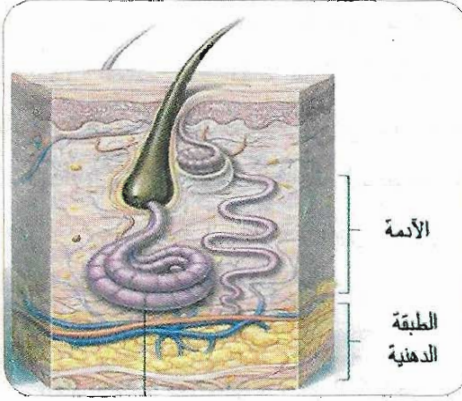
آلية عمل الغدد العرقية:

تنظم الغدد العرقية درجة حرارة الجسم بإفراز العرق استجابة لإشارات الجهاز

العصبي، وتختلف حسب نوع الغدة:

أولاً: الغدد العرقية المفرزة (Eccrine) :-

الأكثر انتشاراً، هي غدد صغيرة موجودة في الجلد تعمل مع الجهاز العصبي لتنظيم درجة حرارة الجسم عندما ترتفع الحرارة. عند ارتفاع حرارة الجسم (مثلاً أثناء الرياضة أو الجو الحار)، ترصد مستقبلات حرارية في الجلد والمخيخ التغير في الحرارة وترسل إشارات إلى مركز التنظيم الحراري في تحت المهاد في الدماغ، الذي ينشط بدوره



الجهاز العصبي اللاإرادي ليمرر إشارات إلى الغدد العرقية ليبدأ التعرق.

عندما تتلقى الغدد العرقية هذه الإشارات، تبدأ في إفراز عرق مائي خفيف على سطح الجلد يتكوّن أساساً من الماء مع كميات قليلة من الأملاح (الاسيما الصوديوم). يوفر هذا العرق مواد قابلة للتبخّر.

الشكل (١٢) يوضح تركيب الغدد العرقية المفرزة

آلية عمل الغدد المفرزة يمكن تلخيصها في المراحل التالية:

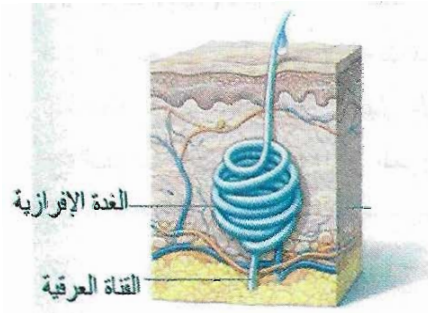
١- الاستشعار: تتعرّف المستقبلات الحرارية في الجلد والدماغ على ارتفاع درجة حرارة الجسم.

٢- الإشارة العصبية: يرسل الجهاز العصبي إشارات عبر الأعصاب السمبثاوية إلى الغدد العرقية لإفراز العرق.

٣- الإفراز: تستجيب الغدد العرقية بإفراز العرق المائي إلى سطح الجلد.

٤- التبريد: عندما يتبخر العرق عن سطح الجلد، يمتص الحرارة من الجلد ويساعد بذلك على تبريد الجسم ومنع ارتفاع درجة حرارته.

ثانياً: الغدد العرقية الناضجة: (Apocrine)



هي نوع من الغدد العرقية توجد في أماكن محددة من الجسم وترتبط بشكل وثيق بصيالات الشعر، وتلعب دوراً خاصاً في إفراز سائل مختلف عن العرق المائي الذي تفرزه الغدد المفرزة حيث يعطى هذا السائل الرائحة المميزة للجسم.

الشكل (١٣) يوضح تركيب الغدد العرقية الناضجة

توجد هذه الغدد الرئيسية في الإبطين، والمنطقة الأربية، وفروة الرأس، وفي مناطق أخرى بها شعر مثل حول الحلمات وبعض المناطق التناسلية، وتفتح قنواتها عادة في

جُريبات الشعر وليس مباشرة على سطح الجلد. يكون نشاط هذه الغدد مرتبطاً بالتغيرات الهرمونية والتنبيه العصبي، وتبدأ عادة بالعمل منذ سن البلوغ، حيث تؤثر الهرمونات الجنسية على تنشيطها. بهذا، تختلف الغدد العرقية الناضجة عن تلك المفرزة من حيث الموقع، وطريقة الإفراز، وتركيب السائل، وتأثير البكتيريا عليه لإنتاج الرائحة، مما يُبرز وظيفتها المتخصصة في الجسم البشري.

المحفزات لإفراز العرق:

١. الحرارة: ارتفاع درجة حرارة الجسم.
٢. العوامل النفسية: التوتر، القلق، والخوف.
٣. الألم: كاستجابة فسيولوجية للجسم.

تقويم ذاتي:

- ١- اكمل ما يأتي بوضع الكلمة المناسبة:
أ- توجد الغدد العرقية في طبقة بينما صبغة الميلانين في طبقة
ب- يحتوي العرق على مواد عضوية مثل NH_3 و و حمض
- ٢- ما الدور الأساسي الذي يقوم به العرق؟ وكيف يتم ذلك؟
- ٣- ما نوع المادة التي تفرزها كل من أ- الغدد العرقية المفرزة.
ب- الغدد العرقية الناضجة.
- ٤- علّل لكل مما يأتي:
أ- يوفر العرق حماية ميكروبية للجلد.
ب- يعتبر الجلد جزءاً من الجهاز الإخراجي.
ج- الخوف يحفز الغدد لإفراز العرق.

مشروع عام الوحدة

عنوان المشروع: الإخراج والاتزان الداخلي في الكائنات الحية من النباتات إلى الإنسان.

أهداف المشروع:

- ١- شرح مفهوم الإخراج وأهميته في الحفاظ على الاتزان الداخلي.
- ٢- مقارنة آليات الإخراج في النباتات والحيوانات، مع أمثلة واضحة.

الجزء الأول: بحث نظري

مقدمة علمية تشرح الإخراج وأهميته في الكائنات الحية وكيف يساهم في الاتزان الداخلي (homeostasis).

مقارنة بين آليات الإخراج في:

- النباتات (النتح، الإدماع، طرح الغازات).
- الحيوانات البسيطة (الانتشار، الخلايا للهية).
- الإنسان (الجهاز البولي، الرنتان، الجلد).

الجزء الثاني: تجربة عملية (النبات)

عنوان التجربة: قياس معدل النتح في النبات باستخدام جهاز البوتوميتر.

الأدوات: نبات مورق، بوتوميتر، ماء ملون، ضوء، مروحة، حجرة رطوبة.

الخطوات:

- ١- تجهيز جهاز البوتوميتر وتوصيله بالنبات.
- ٢- تسجيل حركة الفقاعة في الضوء الطبيعي، ثم تغيير العوامل (الرطوبة، الرياح).
- ٣- رسم بياني يوضح تأثير كل عامل على معدل النتح.

الجزء الثالث: تجربة توضيحية (الإنسان)

عنوان التجربة: تمثيل عمل الجهاز الإخراجي البولي في الإنسان من خلال نموذج أو رسم تفصيلي مع شرح مراحل الترشيح وإعادة الامتصاص وتكوين البول.

طرق العرض:

- لوحة تعليمية لشرح أجزاء الجهاز البولي (الكليتان، الحالبان، المثانة، الإحليل).
- شرح عملي مبسط لآلية الترشيح في النفرونات ووظائفها.

الجزء الرابع: تحليل ومقارنة

يتضمن هذا الجزء مخططات ورسوم بيانية توضح:

- مقارنة بين آليات الإخراج في النبات والحيوان والإنسان.
- كيف يدعم الإخراج الاتزان الداخلي (homeostasis) في كل حالة.
- يمكن أن تُستخدم جداول ورسوم بيانية لتوضيح الفروق.

إخراج المشروع:

تسليم المشروع يمكن أن يكون على شكل:

- تقرير علمي.
- لوحة عرض (Poster) تشمل: مخططات جهاز الإخراج - رسوم بيانية لنتائج البحث - مقارنة شاملة بين الكائنات.

التقويم العام للوحدة

السؤال الأول : اكمل ما يأتي بوضع الكلمة المناسبة:

- ١- ينتج من هدم البروتين غاز سام هو يحول لمادة صلبة هي
- ٢- أهم تكيف يقوم به النبات يُنظم دخول وخروج و
- ٣- الكلية تخرج والجلد يخرج
- ٤- تتحفر الكبد بهرمون فتحول الجليكوجين إلى
- ٥- توجد الأنسجة الضامة في طبقة

السؤال الثاني: ضع علامة (✓) أمام العبارة الصحيحة وعلامة (x) أمام العبارة

غير الصحيحة مع تصويبها:

- ١- التبرز تخلص من مواد غير ممتصة في الأمعاء. ()
- ٢- عملية التنفس تنتج غاز O_2 . ()
- ٣- اليوريا مادة غير سامة للنبات. ()
- ٤- غسل الكلى الدموي يستخدم فيه الغشاء البريتوني. ()
- ٥- الماء يمثل مكون أساسي للعرق. ()
- ٦- مرض السكري سبب رئيسي لتلف الكلى. ()
- ٧- الأوراق النباتية الإبرية الشكل تزيد من معدل النتج. ()

السؤال الثالث: ضع دائرة حول حرف الاجابة الصحيحة في كل مما يأتي:

- ١- توجد صبغة الميلانين في طبقة:
 - أ- الأدمة
 - ب- البشرة
 - ج- الدهنية
 - د- تحت الجلد
- ٢- الغدد الخضراء جهاز إخراجي يوجد في:
 - أ- الثدييات
 - ب- البرمائيات
 - ج- الأسماك
 - د- القشريات
- ٣- يعيد النبات تدوير غاز CO_2 عند عملية:
 - أ- التنفس
 - ب- النتج
 - ج- البناء الضوئي
 - د- طرح الفضلات
- ٤- تُخرج الحيوانات المائية نفايات نيتروجينية عبارة عن:
 - أ- بولينا
 - ب- أمونيا
 - ج- حمض بولييك
 - د- حمض لاكتيك
- ٥- التخلص من الفضلات الأيونية في النبات يتم بعملية:
 - أ- إسقاط الأوراق
 - ب- الافراز
 - ج- التخزين
 - د- التدوير

٦- ترشيح سائل البول الأولى تقوم به:

أ- قناة التجميع ب- النيفرون ج- الكبيبة د- الأنبوبة الكلوية

السؤال الرابع: ضع من القائمة (ب) أمام ما يناسبه في القائمة (أ) داخل المستطيل (ج)

المستطيل (ج)	القائمة (أ)	القائمة (ب)
	إخراج حمض البوليك	١- الراتنج
	نضح قطرات الماء السائل	٢- البوتومتر
	فضلات نباتية	٣- الحالب
	نقص الماء في التربة	٤- نيفرون
	قياس معدل النتج	٥- الزواحف
	نقل البول إلى الخارج	٦- جهاز إخراجي
	قياس درجة الحرارة	٧- الادماع
	أنبوب كلوي	٨- العرق
	أنابيب مليمي	٩- ذبول النبات
	رائحة الجسم المميزة	١٠- الدهون
		١١- الثرمومتر
		١٢- الأكليل

السؤال الخامس:

١- تحدث باختصار عن آلية عمل الكلية.

٢- كيف يتم تجنب الفشل الكلوي المزمن؟

٣- ما أهمية الإخراج للكائنات الحية؟

٤- علّل لكل مما يأتي:

أ- الجلد يوفر حماية مكروبية للجسم.

ب- يزيد الضوء معدل النتج.

ج- العرق المفرز من الغدد العرقية الناضجة يعطي الجسم رائحة مميزة.

الوحدة الخامسة

النقل في الكائنات الحية

Transport in living organisms

أهداف الوحدة :

يتوقع منك عزيزي الطالب بعد دراستك لهذه الوحدة، أن تكون قادراً على أن :

- تُعرّف مفهوم النقل في الكائنات الحية.
- تُعرّف النقل في النبات وتوضح أهميته في بقاء النبات ونموه.
- تُميز بين أنسجة النقل الوعائية في النبات من حيث التركيب والوظيفة.
- تشرح آليات النقل في النبات.
- تشرح نظرية التماسك والشد في صعود الماء عبر أوعية الخشب.
- تتعرف النقل في الحيوانات وحيدة وعديدة الخلايا.
- تُميز بين الجهاز الدوري المفتوح والمغلق في الحيوانات.
- تُعدد مكونات الجهاز الدوري في الإنسان وتذكر مكوناته الأساسية.
- تصف تركيب القلب، غرفه، وصماماته.
- تُميز بين الشرايين والأوردة والشعيرات وتوضح وظيفة كل منها.
- تُعدد مكونات الدم وتوضح وظيفة كل منها.
- تُميز بين الدورتين الدمويتين ومسار كل منها.
- تشرح فصائل الدم ونظام العامل الريصي و توضح أهميتها.
- تحلل العوامل المؤثرة على صحة القلب والدورة الدموية مثل الغذاء - الرياضة - التدخين.

مصطلحات الدراسة:

النقل - الأنسجة الوعائية - نسيج الخشب - نسيج اللحاء - القصيبات - الأنايب
الغريالية - الضغط الجذري - النتج الثغري - النتج الجلدي - النتج العديسي - التدفق
الضغطي - الشد والتماسك - شريط كاسباريان - جهد الماء - الجهاز الدوري المفتوح
- الجهاز الدوري المغلق - البلازما - العامل الريصي تصلب الشرايين - ضغط الدم
- الجلطات الدموية

النقل في الكائنات الحية

مفهوم النقل في الكائنات الحية:

من أهم العمليات الحيوية المتكاملة التي تضمن بقاء ونمو الكائنات الحية، إذ تُعدّ أساسية لنقل الماء والأملاح والمواد الغذائية والغازات داخل الجسم. ففي النباتات، يتم النقل عبر الأنسجة الوعائية؛ حيث ينقل نسيج الخشب الماء والأملاح من الجذور إلى الأوراق، بينما ينقل نسيج اللحاء نواتج البناء الضوئي إلى باقي أجزاء النبات. أما في الحيوانات، فيتولى الجهاز الدوري نقل الأكسجين والمواد الغذائية إلى الخلايا والتخلص من الفضلات.

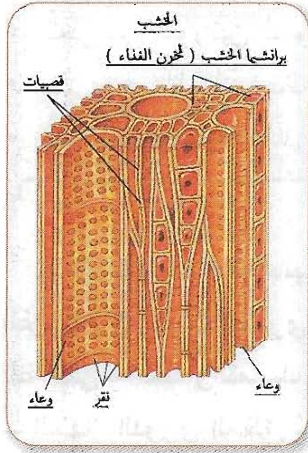
النقل في النبات:

النقل في النبات هو عملية انتقال الماء والأملاح المعدنية والمواد العضوية من أماكن تكونها أو امتصاصها إلى أماكن استخدامها أو تخزينها داخل النبات. ويتم ذلك عبر الأنسجة الوعائية، وهي نسيج الخشب ونسيج اللحاء. يعتمد النقل في النبات على عدة آليات، أهمها؛ الأسموزية، الانتشار، قوى التماسك والتلاصق، الضغط الجذري، الشد الناتج عن عملية النتج.

الأنسجة الوعائية في النبات

أولاً: نسيج الخشب (Xylem)

هو نسيج وعائي متخصص في نقل الماء والأملاح المعدنية من الجذور إلى الأجزاء الهوائية من النبات (الساق والأوراق)، ويكون النقل في اتجاه صاعد غالباً (من أسفل لأعلى).



يتكون نسيج الخشب من:

1. الأوعية الخشبية: أنابيب طويلة متصلة تسمح بمرور الماء بكفاءة عالية.
 2. القصبيات: خلايا طويلة وضيقة تساعد في النقل والدعم.
 3. الألياف الخشبية: تمنح النبات الدعامة والصلابة.
 4. الخلايا البرانشيمية الخشبية: تقوم بالتخزين والمساندة.
- معظم خلايا الخشب ميتة عند النضج، وجدرانها سميكة ومتخشبة بسبب ترسيب مادة اللجنين، مما يساعدها على تحمل قوى الشد الناتجة عن النتج.

الشكل (١): يوضح تركيب الخشب

ثانياً: نسيج اللحاء (Phloem)

هو نسيج وعائي مسؤول عن نقل المواد العضوية المصنعة، خاصة السكريز، من الأوراق إلى الأجزاء المستهلكة أو المخزنة مثل الجذور والثمار والبراعم.

يتكون نسيج اللحاء من:

١. الأنابيب الغربالية: خلايا حية مرتبة في سلاسل تمر عبرها السكريات في شكل محلول.

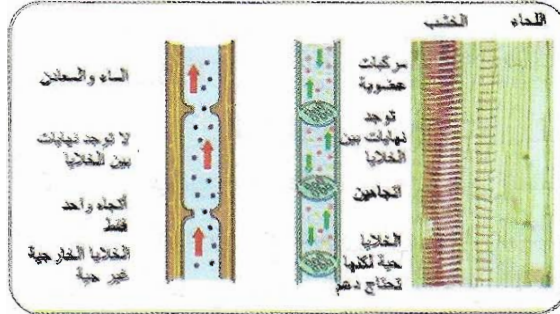
٢. الخلايا المرافقة: ترتبط بالأنابيب الغربالية وتساعد في تحميل السكرور وتفريغها.

- ### ٣. الألياف اللّحائية: للدعامة

٤. الخلايا البراشيمية اللُّحائية: للتخزين والنقل الجانبي.

الشكل (٢) : يوضح تركيب اللحاء

النقل في اللحاء قد يكون صعوداً أو هبوطاً داخل النبات، وذلك تبعاً لمكان إنتاج الغذاء ومكان استهلاكه أو تخزينه ، وليس له اتجاه ثابت كما هو الحال في نسيج الخشب.



الشكل (٣) : يوضح اتجاه النقل في الخشب واللحاء

آليات النقل في النبات :

تعتمد عملية النقل في النبات على آليات فيزيائية وكيميائية متكاملة تضمن انتقال الماء والمواد الغذائية بكفاءة، ولقد تعرفت فيما سبق إلى بعض منها؛ وتشمل:

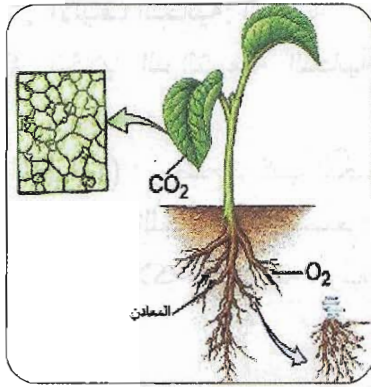
١. الخاصية الأسموزية: انتقال الماء من وسط منخفض التركيز بالأملاح إلى وسط أعلى تركيزاً، مما يسهّل دخول الماء إلى الجذور.
٢. الانتشار: حركة الجزيئات من تركيز عالٍ إلى منخفض، ويسهم في انتقال بعض الأملاح والمواد داخل الخلايا.

٣. التماسك والتلاصق: تماسك جزيئات الماء يحافظ على استمرارية عمود الماء في أوعية الخشب، وتلاصقها بجدران الأوعية يساعد على صعوده.
٤. الضغط الجذري: ناتج عن تراكم الأملاح في الجذر، ويدفع الماء للأعلى خاصة ليلاً عند انخفاض النتج.

أهمية النقل:

بدون النقل لا يستطيع النبات الحصول على الماء للبناء الضوئي، أو توزيع الغذاء، أو نقل الهرمونات، أو الحفاظ على الاتزان المائي والغذائي.

امتصاص الماء والأملاح: تبدأ من الجذور عبر امتصاص أسموزي للماء نتيجة فرق التركيز، وامتصاص نشط للأملاح المعدنية باستخدام طاقة (ATP) وبروتينات ناقلة.



نقل السوائل في النبات: تعتمد النباتات على الأسموزية والانتشار والنقل النشط وقوى التماسك، إضافة إلى سحب الماء بتخره عبر الأوراق.

العناصر غير العضوية: تحتاج النباتات إلى عناصر كبرى مثل البوتاسيوم، وعناصر صغرى بكميات قليلة لدعم عمل الإنزيمات.

الشكل (٤): يوضح انتشار O_2 و CO_2 والمعادن

يدخل ثاني أكسيد الكربون والأكسجين بالانتشار، وتمتص الجذور الماء والمعادن من التربة. يدخل كل من ثاني أكسيد الكربون والأكسجين إلى النبات بانتشار من الهواء عبر الأوراق والسيقان والجذور. وتستخرج الجذور الماء والعناصر الغذائية، وتسمى مجتمعة المعادن.

تقويم ذاتي:

١. عرّف النقل في النبات واذكر أهم الأنسجة الوعائية المشاركة فيه.
٢. اشرح بإيجاز كيف تدخل الأملاح المعدنية إلى خلايا الجذر.
٣. ما أهمية النقل في النبات بالنسبة للبناء الضوئي والاتزان الغذائي؟
٤. قارن بين اتجاه النقل في الخشب واللحاء مع توضيح سبب هذا الاختلاف.

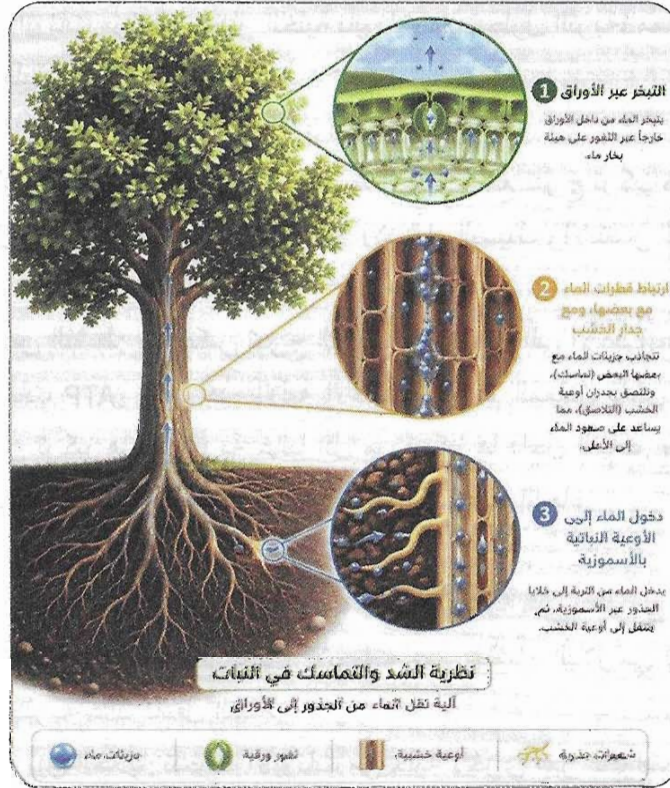
أولاً: النقل عبر الخشب:

النقل عبر الخشب في النباتات يشير إلى حركة الماء والأملاح المعدنية الذائبة من الجذور إلى باقي أجزاء النبات، وخاصة الأوراق، ويعرف أيضاً باسم النقل الصاعد.

تشمل آليات النقل عبر نسيج الخشب:

آلية الشد الناتج عن النتح؛ إذ يؤدي تبخر الماء من أوراق النبات إلى توليد قوة سحب تسهم في رفع عمود الماء داخل أوعية الخشب، وآلية الضغط الجذري الناتجة عن دخول الأيونات إلى الجذر أسموزياً، وآلية التماسك والتلاصق؛ حيث تحافظ قوى التماسك بين جزيئات الماء، وقوى التلاصق بينها وبين جدران الأوعية الخشبية، على استمرارية عمود الماء ومنع انقطاعه.

علمياً تُعرف هذه الآليات مجتمعة باسم نظرية الشد-التماسك (Cohesion-Tension Theory) التي فسرها كل من Henry Horatio Dixon و John Joly، وهي النظرية المقبولة لتفسير صعود الماء في النباتات الوعائية.



الشكل (٥): يوضح نظرية الشد - التماسك

يمكن القول باختصار أن الخشب يعمل كأنابيب نقل رئيسة لنقل الماء والمعادن من التربة إلى الأوراق، مما يضمن استمرار عمليات البناء الضوئي والنمو النباتي.

امتصاص ونقل المعادن:

امتصاص الأملاح المعدنية من التربة:

تمتص النباتات الأملاح المعدنية الذائبة في محلول التربة، وهي عناصر ضرورية للنمو وبناء المركبات الحيوية. وقد بينت الدراسات الفسيولوجية أن امتصاص الأيونات عملية منظمة يمكن أن تتم بصورة مستقلة نسبياً عن امتصاص الماء، ولكل منهما آليات خاصة.

١. أماكن الامتصاص: يحدث الامتصاص أساساً في منطقة الشعيرات الجذرية، لزيادة مساحة السطح الملاصق للتربة، والمناطق القريبة من القمة النامية للجذر.

٢. النفاذية الانتقائية: يمتاز الغشاء البلازمي لخلايا الجذر بخاصية الانتقائية؛ إذ لا تدخل جميع الأيونات بالمعدل نفسه. وغالباً تبدأ العملية بتبادل أيوني على سطح الجذر، حيث تُستبدل أيونات مرتبطة بجدار الخلية بأيونات من محلول التربة، مما يسهل انتقالها إلى داخل الخلية.

آليات الامتصاص:

١. الامتصاص السلبي: يحدث عندما تتحرك الأيونات مع تدرج تركيزها (من الأعلى إلى الأقل) دون استهلاك طاقة، ويتم عبر الانتشار البسيط، والانتشار المُيسَّر بواسطة قنوات أو ناقلات بروتينية غشائية.

٢. الامتصاص النشط: يتم عكس تدرج التركيز (من الأقل إلى الأعلى)، ويتطلب طاقة من جزيئات ATP. وتُعد هذه الآلية الأساسية لتراكم المعادن داخل خلايا الجذر، خاصةً أن تركيزها في التربة غالباً أقل من تركيزها داخل النبات. وتستمد الخلايا هذه الطاقة من التنفس الخلوي للسكريات الواسلة عبر اللحاء.

المسار الداخلي لانتقال المعادن داخل الجذر:

تمر الأيونات بعد دخولها الشعيرات الجذرية بمراحل منظمة حتى تصل إلى أوعية الخشب:

١. الدخول إلى السيتوبلازم: تنتقل الأيونات عبر الغشاء البلازمي إلى سيتوبلازم الشعيرات الجذرية غالباً بالنقل النشط.

٢. الانتقال بين الخلايا: تتحرك الأيونات من خلية لأخرى عبر القنوات السيتوبلازمية المعروفة بالبلازموديرمات (Plasmodesmata)، مروراً بالبشرة ثم القشرة وصولاً إلى

الإنوديرم.

٣. **العبور الإجباري عند شريط كاسباريان:** شريط كاسباريان هو طبقة موجودة في خلايا الإنوديرم (Endoderm) في الجذر، ووظيفته تنظيم دخول الماء والأملاح المعدنية إلى الأنسجة الوعائية.

وهو يمنع مرور المواد بين الخلايا (عبر الجدران الخلوية)، ويجبرها على الدخول إلى داخل الخلايا أولاً، وبذلك يتحكم النبات في نوعية المواد التي تصل إلى الخشب.

يقسم شريط كاسباريان المنطقة في الجذر إلى قسمين:

- **منطقة خارجية:** تمتد من سطح الجذر حتى الإنوديرم، وتكون متصلة بماء التربة.
- **منطقة داخلية:** تقع بعد الإنوديرم، وتتصل مباشرة بنسيج الخشب المسؤول عن نقل الماء والأملاح إلى باقي أجزاء النبات.

٤. **النقل إلى الأسطوانة الوعائية:** تنقل خلايا الدائرة المحيطية (البريسكل) الأيونات نقلاً نشطاً إلى المساحة خارج الخلايا المجاورة لأوعية الخشب.

٥. **الدخول إلى أوعية الخشب:** نتيجة لارتفاع تركيز الأيونات، تنتقل إلى عناصر الخشب (الأوعية والقصبية)، ليبدأ انتقالها صعوداً مع تيار النتح إلى باقي أجزاء النبات. وبذلك يتضح أن امتصاص المعادن في النبات يعتمد على التكامل بين انتقائية الأغشية الخلوية، ووجود شريط كاسباريان المنظم للمسار، وآليات النقل النشط المدعومة بالطاقة. وبذلك يتمكن النبات من التحكم في نوع وكمية العناصر المعدنية الداخلة إليه، وضمان وصولها بكفاءة إلى الأنسجة الوعائية لتوزيعها في جميع أجزائه.



تقويم ذاتي:

١. اشرح بإيجاز خطوات امتصاص المعادن من التربة إلى نسيج الخشب في الجذر.
٢. عرف آلية الضغط الجذري في صعود الماء وأين يكون تأثيرها أقوى.
٣. لماذا يعتبر النقل عبر الخشب ضرورياً لاستمرار عمليات البناء الضوئي في النبات؟
٤. كيف يضمن شريط كاسباريان أن المعادن الضارة أو الملوثة لا تصل إلى الأوراق؟

ماء التربة وامتصاصه ونقله في النبات:

يوجد معظم الماء متاح للنباتات في الطبقة السطحية من التربة (١-٢م)، ويتواجد بأربعة أشكال؛ الماء الشعري ويوجد في المسام الدقيقة، وهو متاح لامتصاص الجذور، الماء الجاذبي والذي يتسرب لأسفل ولا يستفيد منه النبات، الماء الهيدروسكوبي يوجد ملتصقاً بجزيئات التربة وغير متاح، والماء المرتبط كيميائياً وهو غير قابل للامتصاص.

امتصاص الماء:

بعد تراكم الأملاح في الأسطوانة الوعائية، ينتقل الماء أسموزياً من التربة (تركيز عالي للماء) إلى الجذر ثم إلى الخشب، حيث تقل كمية الماء الحر بوجود الأملاح الذائبة. يتحرك الماء حتى الإندوديرم عبر الجدران، لكن شريط كاسباريان يمنع المرور الخارجي ويجبره على العبور عبر الأغشية (مسار داخلي) إلى الأسطوانة الوعائية فالخشب. يرتفع الماء في الخشب بالجريان الكتلي نتيجة فرق ضغط تفسره نظرية التماسك والشد، المعتمدة على تماسك جزيئات الماء بروابط هيدروجينية تكوّن عموداً متصلاً، وتلاصق الماء بجدران أوعية الخشب، وشدّ النتج الناتج عن تبخر الماء من الأوراق، وهو قوة كافية لرفع الماء لمسافات كبيرة قد تصل إلى نحو ٢٠٠ متر.

تقويم ذاتي:

١. اشرح بإيجاز الفرق بين الامتصاص السلبي والامتصاص النشط للأيونات في الجذر.
٢. صف الخطوات الرئيسة لانتقال الأيونات المعدنية من الشعيرات الجذرية إلى أوعية الخشب.
٣. كيف يتحرك الماء من التربة إلى أوراق النبات بعد تراكم الأملاح في الأسطوانة الوعائية؟
٤. كيف يساهم تكامل الأغشية الانتقائية، شريط كاسباريان، والنقل النشط في تحكم النبات بكمية ونوعية المعادن الداخلة؟

النتح وعلاقته بنقل الماء عبر الخشب:

النتح كما عرفت هو فقدان النبات للماء على شكل بخار، يحدث أساساً عبر ثغور الأوراق، ويمكن أن يحدث أيضاً من خلال بشرة الأوراق، أسطح الأزهار، السيقان، العدسيات في اللحاء. ويُعد النتح أحد أهم العمليات التي تربط النبات بالبيئة المحيطة، خصوصاً الغلاف الجوي. وهو القوة الأساسية المسؤولة عن سحب الماء من الجذور إلى الأوراق. تحدث عملية النتح عند تبخر الماء من الثغور، مما يُولد قوة شفط قوية تسحب الماء من أعلى إلى أسفل.

أهمية النتح:

تتمثل أهمية النتح في تبريد النبات، المحافظة على حركة الماء والأملاح، المحافظة على تورم الخلايا (الضغط الامتلاحي)، ودعم عملية التمثيل الضوئي بشكل غير مباشر.

أنواع النتح:

تنقسم عملية النتح إلى ثلاثة أنواع رئيسية حسب مكان فقد الماء:

١. النتح الثغري (Stomatal Transpiration):

يُعد الأهم والأكبر الثغور؛ تمثل الثغور ٣٪ فقط من سطح الورقة، لكنها مسؤولة عن ٩٠٪ أو أكثر من فقد الماء. تُفتح الثغور للسماح بدخول CO_2 للبناء الضوئي. يؤدي هذا الانفتاح إلى تبخر الماء من خلايا الميزوفيل عندما يكون الهواء الخارجي جافاً أو دافئاً.

٢. النتح الجلدي (Cuticular Transpiration): يحدث عبر البشرة الشمعية للورقة. أقل بكثير من النتح الثغري. يزداد فقط عند إغلاق الثغور تماماً.

٣. النتح العدسي (Lenticular Transpiration): يحدث عبر العدسيات في اللحاء ببعض النباتات. يُعد الأقل مساهمة في فقد الماء.

تركيب الثغور:

يتكون الثغر من فتحة مركزية تُحاط بزوج من الخلايا الحارسة، وهما خليتان تقومان بعملية البناء الضوئي وتتحكمان في حجم فتحة الثغر (شكل ٧).

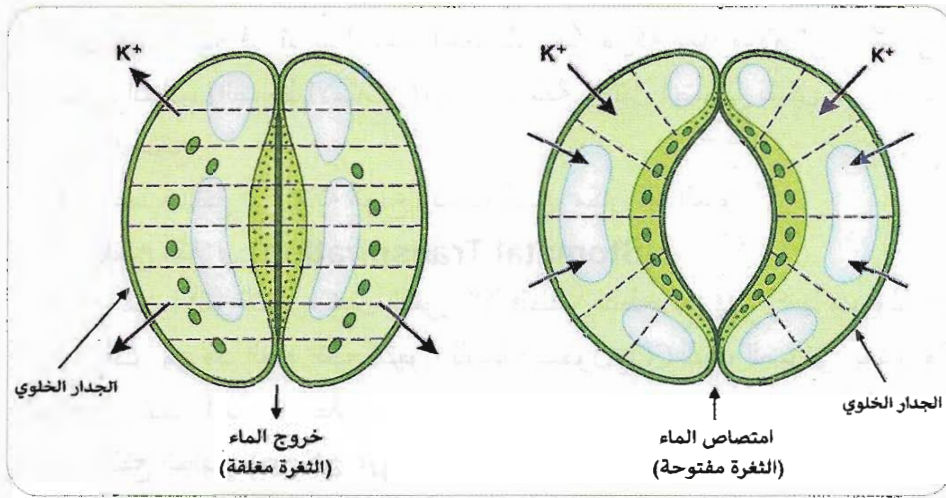
عادةً تفتح الثغور أثناء النهار وتُغلق ليلاً، لكنها قد تُغلق أيضاً إذا بدأت الورقة تفقد الماء. لهذا الترتيب قيمة تكيفية؛ حيث تفتح الثغور فقط عندما يكون الضوء متاحاً للبناء الضوئي، وإذا أصبح فقد الماء شديداً، فإنها تُغلق حتى أثناء النهار.

فتح وإغلاق الثغور:

عندما تمتلئ الخلايا الحارسة بالماء فتنتفخ، وتُغلق عندما تفقد الماء فتتكمش. غير

أن الانتفاخ وحده لا يكفي لفتح الثغر، إذ تؤدي خصائص جدران الخلايا الحارسة دوراً أساسياً في هذه العملية.

تترتب ألياف السليلوز في جدار الخلية ترتيباً دائرياً حول الخلايا الحارسة، فتعمل كأحزمة غير قابلة للتمدد. لذلك، عند دخول الماء إلى الخلايا الحارسة وزيادة ضغط الامتلاء (الضغط الامتلائي)، لا يزداد سمكها بشكل ملحوظ، بل يزداد طولها. ونظراً إلى أن الخليتين الحارستين متصلتان عند الطرفين، فإن ازدياد طولهما يؤدي إلى انحنائهما نحو الخارج، فتتباعدان عن بعضهما وتُفتح الفتحة بينهما.



الشكل (٧): يوضح فتح وإغلاق الثغور

كما أن الجدار الداخلي المواجه لفتحة الثغر يكون أكثر سمكاً وأقل قابلية للتمدد من الجدار الخارجي، مما يسبب انحناء الخلايا الحارسة بعيداً عن بعضها عند امتلائها بالماء، ويسهم في فتح الثغر. وعند فقدان الماء يقل الضغط الامتلائي، فتتكمش الخلايا وتعود الفتحة إلى الانغلاق.

ينظم فتح الثغور وإغلاقها من خلال الخلايا الحارسة، التي تتحكم في اتساع فتحة الثغر استجابةً لعدة عوامل، أهمها شدة الضوء، وتركيز ثاني أكسيد الكربون، وحالة الماء في النبات، إضافةً إلى تأثير بعض الهرمونات النباتية، ولا سيما حمض الأبسيسيك، الذي يساهم في تحفيز إغلاق الثغور عند تعرض النبات للإجهاد المائي.

تقويم ذاتي:

١. اشرح بإيجاز كيف يساهم النتح في صعود الماء عبر الخشب.
٢. ما الفرق بين النتح الثغري، الجلدي، والعدسي من حيث مكان فقد الماء ونسبة مساهمتهم؟
٣. صف دور ترتيب ألياف السليلوز في جدران الخلايا الحارسة في عملية فتح الثغور.

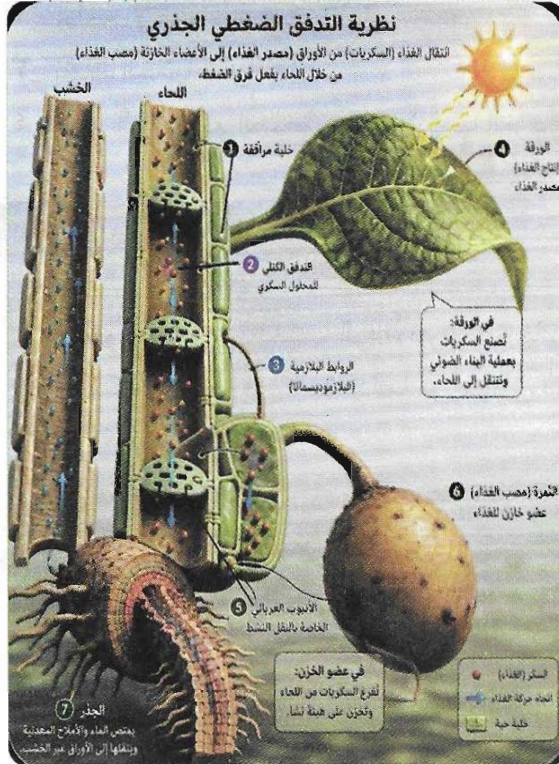
ثانياً: النقل في اللحاء (النقل النسيجي):

ينتقل الغذاء الجاهز، خاصة السكروز، من مناطق الإنتاج في الأوراق إلى مناطق الاستهلاك مثل الثمار والجذور والبراعم عبر اللحاء وفق نظرية التدفق الضغطي.

الخطوات الأساسية لنظرية التدفق الضغطي:

١. تحميل السكروز:

تقوم الورقة التي تجري فيها عملية البناء الضوئي بتصنيع السكروز. يتم بعد ذلك



نقل السكروز نقلاً نشطاً إلى خلية مرافقة مجاورة في اللحاء، ثم ينتشر السكروز إلى عنصر الأنبوب الغربالي المجاور عبر الروابط البلازمية (البلازموديسمات)، مما يؤدي إلى ارتفاع تركيز السكروز في الأنبوب الغربالي.

٢. دخول الماء من الخشب:

يخرج الماء من أوعية الخشب القريبة ويدخل إلى (نهاية الورقة) من الأنبوب الغربالي بعملية الأسموزية، مما يرفع الضغط الهيدروستاتيكي نتيجة دخول عدد متزايد من جزيئات الماء إلى حجم ثابت من الأنبوب.

الشكل (٨): يوضح نظرية التدفق الضغطي الجذري

٣. انتقال محلول السكريات:

يتصل نفس الأنبوب الغربالي بثمرة نامية؛ فعند نهاية الثمرة من الأنبوب الغربالي يدخل السكروز إلى الخلايا المرافقة بالانتشار عبر البلازموديسمات، ثم يُنقل نقلاً نشطاً من الخلايا المرافقة إلى خلايا الثمرة.

٤. تفريغ السكروز:

يخرج الماء من الأنبوب بعملية الأسموزية، مما يؤدي إلى انخفاض الضغط الهيدروستاتيكي داخل الأنبوب. يؤدي ارتفاع الضغط عند نهاية الورقة في اللحاء وانخفاضه عند نهاية الثمرة إلى تدفق الماء، ومعه المواد المذابة، تدفقاً جماعياً من الورقة إلى الثمرة.

العوامل المؤثرة في نقل السكريات عبر اللحاء:

١. معدل البناء الضوئي.
٢. حاجة الأعضاء النامية والثمار.
٣. نشاط الخلايا المرافقة.
٤. توفر الماء لرفع الضغط داخل الأنابيب الغربالية.

تقويم ذاتي:

فسّر:

١. دخول الماء من الخشب إلى الأنبوب الغربالي يحدث عن طريق الأسموزية.
٢. السكروز ينتقل في اللحاء دائماً من مناطق ذات ضغط منخفض إلى مناطق ضغط مرتفع.
٣. ارتفاع الضغط الهيدروستاتيكي عند نهاية الورقة وانخفاضه عند الثمرة يؤدي إلى تدفق جماعي للمواد المذابة.

النقل والجهاز الدوري في الحيوانات

تحتاج جميع الكائنات الحية متعددة الخلايا إلى آليات فعّالة لنقل المواد المختلفة، مثل الأكسجين، والمواد الغذائية، والفضلات الأيضية، والهرمونات، بين خلايا الجسم وأنسجته. ومع ازدياد حجم الجسم وتعقيد البنيوي والوظيفي، لم تعد عمليات الانتشار البسيط كافية لتلبية الاحتياجات الأيضية للخلايا، مما أدى إلى تطور أنظمة متخصصة للنقل، ويُعد الجهاز الدوري من أبرز هذه الأنظمة وأكثرها كفاءة. يهدف هذا الموضوع إلى مقارنة وسائل النقل المختلفة في الحيوانات، مع التركيز على تطور الجهاز الدوري وعلاقته بحجم الجسم ومستوى التنظيم الحيوي.

مفهوم النقل في الحيوانات (Transport in Animals):

يُقصد بالنقل حركة المواد المختلفة داخل جسم الحيوان من مكان إلى آخر، وتشمل هذه المواد الماء، والمواد الغذائية، والغازات التنفسية (الأكسجين وثنائي أكسيد الكربون)، والفضلات الأيضية، والهرمونات. وتختلف آليات النقل من حيوان لآخر تبعاً لحجم الجسم، وتعقيد الخلايا، ووجود أو غياب أجهزة متخصصة.

وسائل النقل غير المتخصصة:

١. الانتشار (Diffusion):

الانتشار هو انتقال المواد والغازات مباشرة من الوسط الخارجي أو من منطقة ذات تركيز عالٍ إلى منطقة ذات تركيز منخفض دون الحاجة إلى طاقة. ويُعد وسيلة النقل الأساسية في الحيوانات البسيطة ذات الأجسام الصغيرة والرقيقة، مثل الإسفنجيات والديدان المفلطحة، حيث تكون معظم الخلايا قريبة من الوسط الخارجي.

٢. الأسموزية (Osmosis):

الأسموزية هي نوع خاص من الانتشار يختص بحركة الماء عبر الأغشية شبه المنفذة، حيث ينتقل الماء من منطقة ذات تركيز مائي أعلى إلى منطقة ذات تركيز مائي أقل، وتلعب دوراً مهماً في تنظيم الاتزان المائي داخل الخلايا.

النقل في الكائنات وحيدة الخلية:

في الحيوانات الأولية مثل الأميبا والبراميسيوم، تتم عمليات النقل كلياً بواسطة الانتشار والأسموزية، نظراً لكونها كائنات وحيدة الخلية. وتقوم الفجوات المنقبضة بدور أساسي

في التخلص من الماء الزائد والفضلات الأيضية، مما يحافظ على الاتزان الداخلي للخلية.

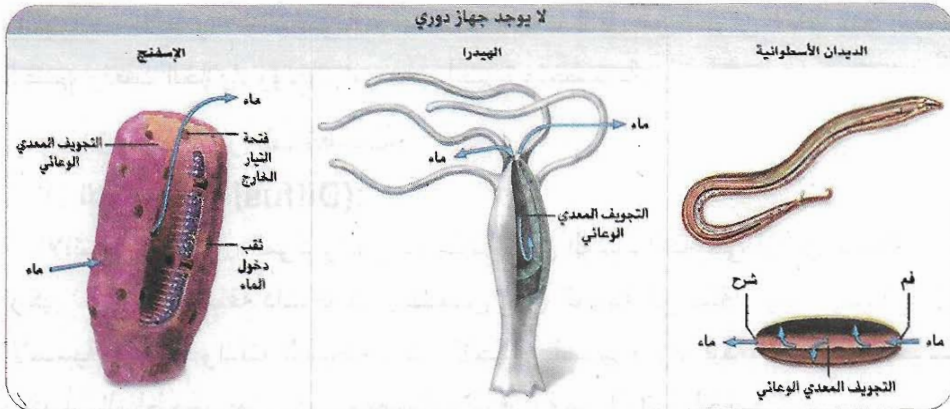
النقل غير المتخصص في الحيوانات متعددة الخلايا البسيطة:

في الحيوانات الصغيرة والبسيطة التركيب، يتم النقل دون وجود جهاز دوري متخصص، وذلك لصغر حجم الجسم وقرب الخلايا من الوسط الخارجي. وقد يتم النقل عبر تجاويف الجسم، مثل:

• القنوات المائية في الإسفنجيات.

• الجوف المعوي في اللاسعات مثل الهيدرا وقناديل البحر.

ويعتمد النقل في هذه الكائنات على الانتشار، والنقل النشط، والأسموزية. ويتميز هذا النوع من النقل بأنه بطيء نسبياً، ولا يحتاج إلى طاقة كبيرة أو أجهزة معقدة، ويكون فعالاً فقط في الكائنات صغيرة الحجم.



الشكل (٩): يوضح النقل عبر تجاويف

النقل بواسطة جهاز متخصص:

مع زيادة حجم الجسم وتعقيد وظائفه، ظهر الجهاز الدوري كنظام متخصص لنقل المواد داخل الجسم. ويوجد هذا الجهاز في الحيوانات الكبيرة والمعقدة، وقد يكون مفتوحاً أو مغلقاً ويعتمد على وجود قلب يعمل كمضخة لدفع السائل الدوري (الدم أو الهيموليمف) إما داخل أوعية دموية مغلقة أو عبر تجاويف الجسم (الهيموسيل).

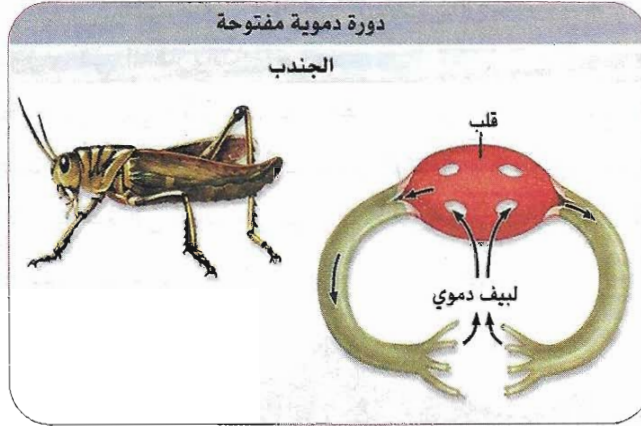
الجهاز الدوري في الحيوانات (Circulatory System):

الجهاز الدوري هو نظام متخصص في نقل المواد داخل جسم الحيوان، ويعتمد أساساً على وجود قلب يضخ السائل الدوري، الذي يجري داخل الأوعية الدموية أو الفراغات الجسدية، ناقلاً الأكسجين، والمواد الغذائية، والهرمونات، ومخلّصاً الجسم من الفضلات الأيضية.

الجهاز الدوري في اللافقاريات:

الجهاز الدوري في اللافقاريات قد يكون مفتوحاً أو مغلقاً بحسب النوع. الجهاز الدوري المفتوح يوجد في معظم مفصليات الأرجل (مثل الحشرات والقشريات)، وعدد من الرخويات، وبعض الديدان الأسطوانية.

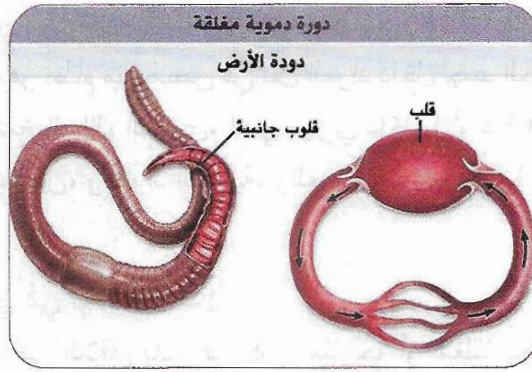
في هذا النظام، لا يكون الدم محصوراً داخل أوعية دموية، بل يُضخ عبر فتحات القلب (الأوستيا) إلى تجاويف الجسم (الهيموسيل) ويغمر الأنسجة مباشرة. وتبادل المواد الغذائية والفضلات يتم بالانتشار بين الهيموليمف وخلايا الجسم.



الشكل (١٠): يوضح الجهاز الدوري المفتوح في الحشرات

الجهاز الدوري المغلق يوجد في رأسيات الأرجل (مثل الأخطبوط والحبار) وبعض الديدان الحلقية مثل دودة الأرض.

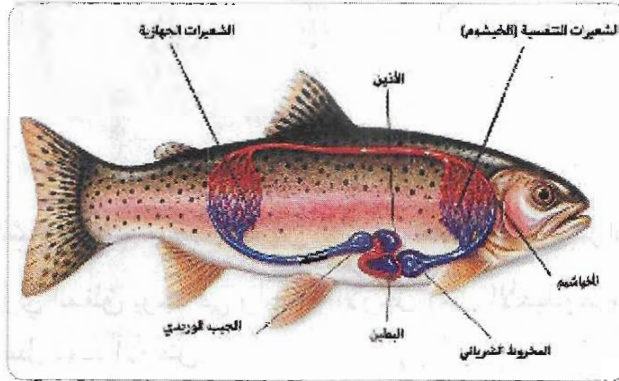
هنا الدم يبقى داخل شبكة أوعية دموية، مما يسمح بنقل أسرع وأكثر فعالية للأكسجين والمواد الغذائية.



الشكل (١١): يوضح الجهاز الدوري المغلق في الديدان الحلقية يعمل الجهاز المفتوح عادةً بضغط منخفض، ويُعد أقل كفاءة من الجهاز الدوري المغلق من حيث سرعة التوزيع ودقة توجيه السائل الدوري. وفي الحشرات لا يرتبط الجهاز الدوري المفتوح مباشرةً بعملية نقل الأكسجين؛ إذ يتم تبادل الغازات عبر جهاز القصبات الهوائية الذي ينقل الأكسجين مباشرةً إلى الخلايا، بينما يقتصر دور الهيموليمف غالباً على نقل المغذيات والفضلات وبعض المواد التنظيمية.

الجهاز الدوري في الفقاريات:

يتميز الجهاز الدوري في الفقاريات بأنه مغلق وعالي الكفاءة، ويقع القلب في الناحية البطنية من الجسم. ويتكون النظام من قلب يعمل كمضخة، وشرابين تنقل الدم بعيداً عن القلب، و أوردة تعيد الدم إلى القلب، و شعيرات دموية يتم عندها تبادل الغازات والمواد الغذائية.



الشكل (١٢) : يوضح الجهاز الدوري الأسماك

يُضخ الدم تحت ضغط مرتفع داخل شبكة مغلقة من الأوعية الدموية، مما يضمن سرعة وكفاءة النقل.

الجهاز الدوري ودرجة حرارة الجسم:

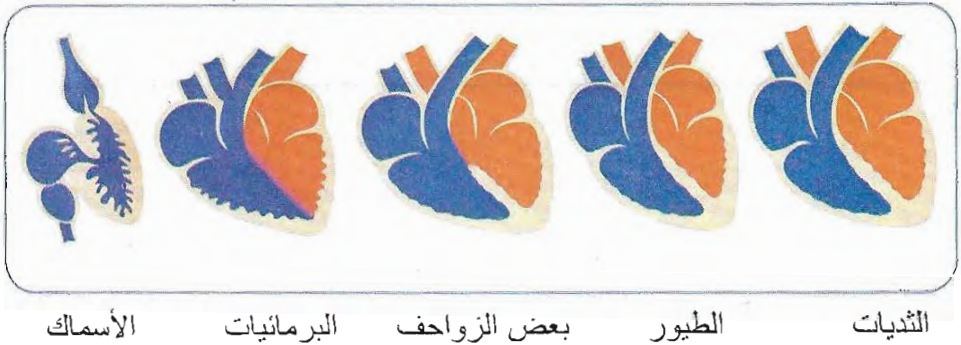
تنقسم الفقاريات من حيث تنظيم درجة الحرارة إلى:

- ذوات الدم البارد (كالأسماك، والبرمائيات، والزواحف)، حيث تتغير درجة حرارة الجسم تبعاً لدرجة حرارة البيئة المحيطة.
- ذوات الدم الحار (كالطيور والثدييات)، حيث يحافظ الجهاز الدوري على درجة حرارة جسم ثابتة، ويتطلب ذلك نظاماً دورياً أكثر تعقيداً واستهلاكاً للطاقة.

تطور القلب في الفقاريات:

يُعدّ القلب العضو الرئيس في الجهاز الدوري لدى الفقاريات، ويظهر تطوّره تدريجاً واضحاً من تركيب بسيط في الأسماك إلى بنية أكثر تعقيداً في الطيور والثدييات. ويرتبط هذا التطور بزيادة كفاءة فصل الدم المؤكسج عن غير المؤكسج، مما يعزّز كفاءة النقل ويدعم النشاط الحيوي للكائن الحي.

- **الأسماك:** قلب مكوّن من غرفتين (أذين وبطين)، ويضخ الدم غير المؤكسد إلى الخياشيم، ثم يسير الدم المؤكسد مباشرة إلى أعضاء الجسم.
- **البرمائيات ومعظم الزواحف:** قلب مكوّن من ثلاث غرف (أذنان وبطين واحد)، ويحدث اختلاط جزئي للدم، مع وجود دورة رئوية (وأحياناً جلدية) ودورة جسمية.
- **الطيور والثدييات:** قلب مكوّن من أربع غرف (أذنان وبطينان)، مع فصل تام بين الدم المؤكسد وغير المؤكسد، ووجود دورتين دمويتين؛ رئوية وجسمية، مما يحقق أعلى كفاءة في النقل.



الشكل (١٣): يوضح تركيب القلب في الفقاريات

أهمية الجهاز الدوري:

يُعد الجهاز الدوري تطوراً متقدماً لآليات النقل في الحيوانات، إذ يزداد تعقيده وكفاءته بازدياد مستوى التنظيم الحيوي. فبينما يمثل النقل البسيط الأساس الفسيولوجي البدائي لحركة المواد، يمثل الجهاز الدوري المرحلة المتقدمة التي ظهرت استجابة لزيادة حجم الجسم وتعقيد الوظائف الحيوية.

يقوم الجهاز الدوري بـ:

- نقل الأكسجين من أعضاء التنفس (الرئتين أو الخياشيم) إلى خلايا الجسم.
- نقل المواد الغذائية إلى الخلايا.
- التخلص من الفضلات الأيضية وثنائي أكسيد الكربون،.
- نقل الهرمونات من الغدد الصماء إلى الأعضاء المستهدفة.
- الإسهام في تنظيم درجة حرارة الجسم.
- دعم جهاز المناعة، حيث تحمل كريات الدم البيضاء مسؤولية الدفاع عن الجسم.

تقويم ذاتي:

١. قارن بين الجهاز الدوري المفتوح والجهاز الدوري المغلق من حيث مسار السائل الدوري، الضغط، الكفاءة، وأمثلة للكائنات.
٢. فسر: العلاقة بين تطور القلب في الفقاريات وتنظيم درجة حرارة الجسم.
٣. كيف ساهم تطور القلب من غرفتين إلى أربع غرف في دعم الكائنات ثابتة درجة الحرارة؟

الجهاز الدوري في الإنسان

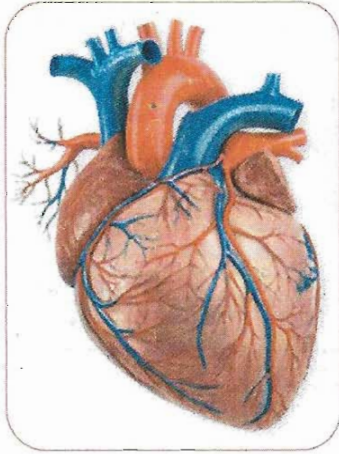
يُعدّ الجهاز الدوري من أهم الأجهزة الحيوية في جسم الإنسان، وتتوقف حياة الإنسان بتوقفه. يتكوّن من القلب والدم والأوعية الدموية (الشرايين، والأوردة، والشعيرات الدموية).

القلب:

القلب هو المحرك الأساسي للجهاز الدوري، وهو عضو عضلي أجوف يعمل كمضخة بحجم قبضة اليد، يحميه غشاء التامور. يقع خلف عظم القص في منتصف القفص الصدري بين الرئتين، ويميل قليلاً إلى الجهة اليسرى. يضخّ القلب الدم باستمرار في شبكة الأوعية الدموية، ضامناً وصول الأكسجين والمواد الغذائية إلى جميع الخلايا.

عضلة القلب: عضلة القلب قوية ولا إرادية، وتتكوّن من نسيج عضلي خاص يُسمّى

النسيج القلبي (Myocardium)، يحتوي على ألياف عضلية تتيح انقباضاً منتظماً. لا تتعب بسهولة بسبب غزارة إمدادها الدموي عبر الشرايين التاجية، ولأنها تنقبض وتنبسط مع وجود فترات راحة قصيرة بين الانقباضات.



حجرات القلب: ينقسم القلب إلى جزأين أيمن وأيسر، يفصل بينهما الحاجز القلبي الذي يمنع اختلاط الدم المؤكسج بغير المؤكسج. ويتكوّن القلب من أربع حجرات:

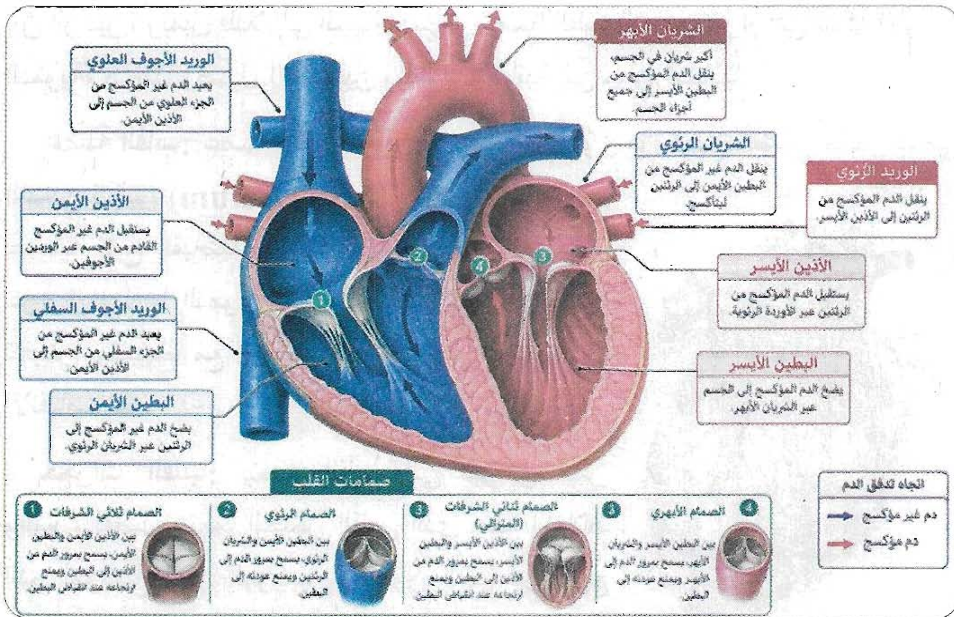
الشكل (١٤): يوضح عضلة القلب

- الأذين الأيمن والأذين الأيسر: حجرتان علويتان تستقبلان الدم من الأوردة.
- البطين الأيمن والبطين الأيسر: حجرتان سفليتان تضخان الدم إلى الشرايين، وجدرانها أكثر سمكاً من جدران الأذنين، خاصة البطين الأيسر.

ينتقل الجانب الأيمن من القلب الدم غير المؤكسج من الجسم ويضخه إلى الرئتين للتخلص من ثاني أكسيد الكربون واكتساب الأكسجين، بينما يستقبل الجانب الأيسر الدم المؤكسج من الرئتين ويضخه إلى باقي أجزاء الجسم.

صمّامات القلب: يوجد في القلب أربعة صمّامات تنظّم سريان الدم وتضمن مروره في اتجاه واحد صحيح:

- الصمام ثلاثي الشرفات: بين الأذين الأيمن والبطين الأيمن.
- الصمام الرئوي: بين البطين الأيمن والشريان الرئوي.
- الصمام ثنائي الشرفات (الميتري/التاجي): بين الأذين الأيسر والبطين الأيسر.
- الصمام الأبهرى: بين البطين الأيسر والشريان الأبهر.



الشكل (١٥) يوضح تركيب القلب

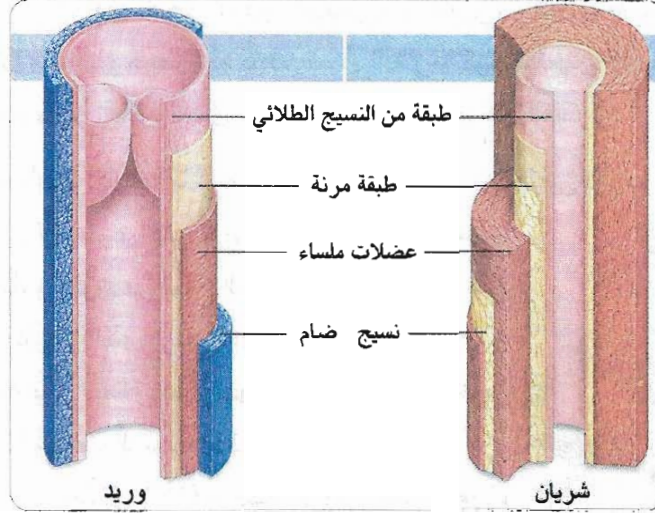
النبض وتنظيم ضربات القلب: النبض هو موجة ضغط تنتقل عبر الشرايين نتيجة انقباض البطينين وضخّ الدم خارج القلب، ويعقبها انبساط يسمح بامتلاء الأذنين بالدم القادم من الأوردة. يمكن الإحساس بالنبض عند لمس الشرايين السطحية. يتراوح النبض الطبيعي للبالغ بين ٦٠ و ١٠٠ نبضة في الدقيقة.

الأوعية الدموية:

الشرايين: لها جدران عضلية سميكة ومرنة وقوية، قادرة على تحمّل الضغط العالي

الناتج عن ضخ القلب، كما أنها قابلة للتمدد. يتكوّن جدار الشريان من ثلاث طبقات: طبقة خارجية من نسيج ضام، تليها طبقة سميكة من العضلات الملساء، ثم طبقة طلائية داخلية. تحمل الشرايين غالباً الدم المؤكسج من القلب إلى أجزاء الجسم.

الأوردة: جدرانها أرق وأقل سمكاً من جدران الشرايين، وتحمل الدم غير المؤكسج من أجزاء الجسم إلى القلب. تحتوي الأوردة على صمامات تمنع رجوع الدم إلى الخلف.



الشكل (١٦): يوضح تركيب الشريان والوريد

الشعيرات الدموية: هي أوعية دقيقة جداً يبلغ قطرها نحو ١٠ ميكرومتر، وتعمل كجسر يربط بين الشرايين والأوردة. جدرانها رفيعة للغاية (بسمك خلية واحدة) ومسامية، مما يسمح بانتشار وتبادل الغازات والغذاء والفضلات بين الدم وخلايا الجسم. تنتهي الشرايين بشعيرات دموية وتبدأ الأوردة منها لتعيد الدم إلى القلب.

تُعد الشعيرات الدموية موقع التبادل الحيوي؛ إذ توصل الأكسجين والمواد الغذائية إلى الخلايا، وتسحب منها ثاني أكسيد الكربون والفضلات. كما تسمح بمرور الماء والمواد الغذائية الذائبة (عدا البروتينات).

تنقل الشعيرات الدموية الغذاء للخلايا مثل الجلوكوز والأحماض الأمينية والدهنية والأملاح والفيتامينات، كما تنقل فضلات الخلايا مثل اليوريا وحمض اللاكتيك إلى الكبد والكلى للتخلص منها، وتنقل الهرمونات من الغدد الصماء إلى الخلايا المستهدفة.

مكوّنات الدم:

يُعدّ الدم نسيجاً ضاماً سائلاً، ويتكوّن من البلازما وخلايا الدم (الحمراء والبيضاء) والصفائح الدموية.

البلازما: سائل أصفر مائل للشفافية يشكّل نحو ٥٥-٦٠٪ من حجم الدم، ويتكوّن بنسبة ٩٢٪ من الماء، ويحتوي على الأملاح المعدنية، والسكريات، والبروتينات (الألبومين والجلوبولينات)، وعوامل التخثر (الفيبرينوجين)، والدهون، والهرمونات، والفيتامينات، والفضلات مثل اليوريا وحمض اللاكتيك. تعمل البلازما كوسط تعيش فيه خلايا الدم وتُنقل عبره، كما تنظّم كمية الماء وتحمل الأجسام المضادة وعوامل التخثر.

كريات الدم الحمراء: خلايا قرصية مفلطحة مقعرة من الجانبين لزيادة مساحة السطح



لتبادل الغازات. لا تحتوي على نواة ولا تنقسم، ويبلغ عمرها نحو ١٢٠ يوماً، وتتكوّن في نخاع العظم الأحمر. تحتوي على بروتين الهيموغلوبين الذي يرتبط بالأكسجين وينقل جزءاً من ثاني أكسيد الكربون. تمتاز بمرونتها العالية التي تمكّنها من المرور عبر الشعيرات الدموية الدقيقة دون أن تتكسر.

الشكل (١٧) يوضح كريات الدم الحمراء

كريات الدم البيضاء: أكبر حجماً من كريات الدم الحمراء، وتحتوي على نواة، ولها



أشكال غير منتظمة وحركة أميبية. تُنتج في نخاع العظم وتوجد في الدم والجهاز اللمفاوي. تشمل أنواعها المتعادلة، والحمضية، والقاعدية، واللمفاوية (التائية والبائية)، والوحيدة. تؤدي دوراً أساسياً في الدفاع المناعي؛ فبعضها يلتهم الأجسام الغريبة، وبعضها يُنتج الأجسام المضادة.

الشكل (١٨): يوضح كريات الدم البيضاء

الصفائح الدموية: أجزاء خلوية صغيرة عديمة اللون ومن دون نواة، تتكوّن في نخاع العظم. وظيفتها الأساسية إيقاف النزيف عبر تكوين الجلطات الدموية عند حدوث الجروح أو تلف الأوعية الدموية، حيث تتجمع الصفائح وتطلق عوامل التخثر لتكوين شبكة من الفيبرين تحجز خلايا الدم وتكوّن قشرة تمنع النزيف وتساعد على التئام الجروح.

تقويم ذاتي:

١. ما وظيفة القلب - بلازما الدم - كريات الدم البيضاء؟
٢. اذكر مكونات الدم.
٣. ما المقصود بالنّض؟
٤. ما اسم الصّمام بين الأذنين والبطين الأيسر؟
٥. لماذا يكون جدار البطين الأيسر أكثر سمكاً من البطين الأيمن؟

الدورة الدموية:

هي العملية التي يضخ القلب من خلالها الدم عبر شبكة معقدة من الأنابيب تُسمى الأوعية الدموية، وتشمل الشرايين والأوردة وفروعها والشعيرات الدموية، لنقل الدم من وإلى جميع أجزاء الجسم.

الدورتان الدمويتان:

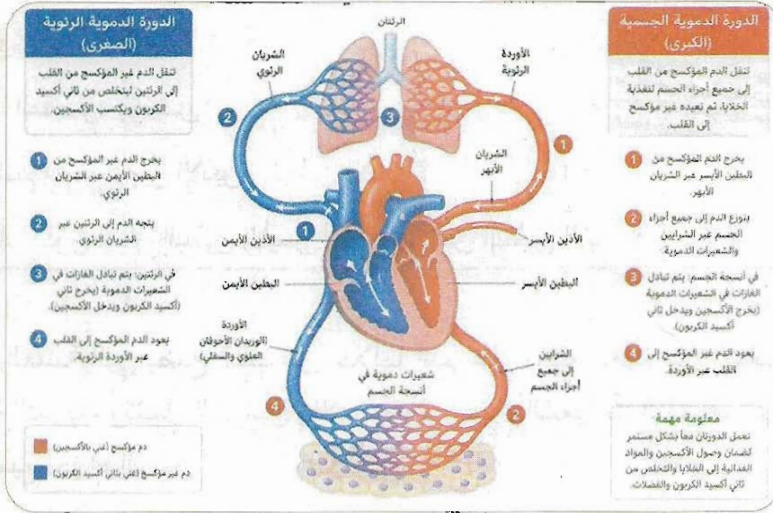
الدورة الدموية الصغرى (الرئوية): هي المسار المسؤول عن تبادل الغازات بين الدم والهواء داخل الرئتين. ينتقل الدم غير المؤكسج من البطين الأيمن عبر الشريان الرئوي إلى الرئتين للتخلّص من ثاني أكسيد الكربون واكتساب الأكسجين، ثم يعود الدم المؤكسج إلى القلب عبر الأوردة الرئوية ليصبّ في الأذين الأيسر.

المسار: البطين الأيمن ← الشريان الرئوي ← الرئتان ← الأوردة الرئوية ← الأذين الأيسر.
في الرئتين ينتقل الأكسجين بالانتشار من الحويصلات الهوائية إلى الدم ليرتبط بالهيموغلوبين في كريات الدم الحمراء، وفي الوقت نفسه ينتقل ثاني أكسيد الكربون من الدم إلى الحويصلات ليُزفّر خارج الجسم.

الدورة الدموية الكبرى (الجسمية): تُوصل الدورة الدموية الكبرى الدم المحمّل بالأكسجين والمواد الغذائية إلى جميع أجزاء الجسم. ينتقل الدم المؤكسج من القلب عبر الشريان الأبهر (الأورطي) إلى مختلف أنسجة الجسم، ثم يعود الدم غير المؤكسج إلى القلب عبر الأوردة التي تصبّ في الوريدين الأجوفين العلوي والسفلي.

المسار: البطين الأيسر ← الشريان الأبهر ← جميع أجزاء الجسم ← الأوردة ← الأذين الأيمن.
يعود الدم الغني بالأكسجين من الرئتين إلى القلب عبر الأوردة الرئوية ليصبّ في

الأذين الأيسر، ثم ينتقل إلى البطين الأيسر، ومنه يُضخَّ خارج القلب عبر الشريان الأبهر. ينتشر الدم عبر الشرايين ثم الشعيرات الدموية ليغذي خلايا الجسم بالأكسجين والغذاء.

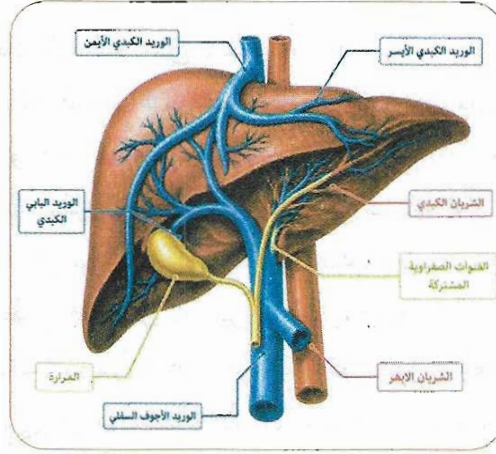


الشكل (١٩): يوضح الدورتان الدمويتان الصغرى والكبرى

كلما ابتعدنا عن القلب يقل قطر وسمك جدران الشرايين والأوردة. وفي الشعيرات الدموية يتم تبادل المواد؛ حيث تعطي الشعيرات الأكسجين والغذاء للخلايا، وتأخذ منها ثاني أكسيد الكربون والفضلات، ثم ينتقل الدم غير المؤكسج إلى الأوردة العائدة إلى القلب عبر الأذين الأيمن، ليُضخَّ بعد ذلك إلى الرئتين عبر الشريان الرئوي للتخلص من ثاني أكسيد الكربون.

الدورة البابية الكبدية: الدورة البابية نظام خاص يربط بين الجهاز الهضمي والكبد. تتميز بوجود شبكتين من الشعيرات الدموية متصلتين عبر وريد كبير يُسمى الوريد البابي الكبدي، الذي ينقل الدم من الأمعاء والمعدة والطحال إلى الكبد. يشمل هذا الدم فروعاً مثل الوريد الطحالي والوريد المساريقي العلوي.

يصل إلى الكبد إمداد دموي كبير من مصدرين هما الشريان الكبدي، والوريد البابي. وتكمن وظيفة الدورة البابية في نقل الدم الغني بالمواد الغذائية الممتصة من الأمعاء إلى الكبد، حيث تُنظَّم هذه المواد وتُعالج، ويُقَيَّ الدم من السموم، ويُنظَّم مستوى السكر بتحويل الجلوكوز إلى جليكوجين قبل توزيعه على باقي الجسم. يخرج الدم من الكبد عبر الوريد الأجوف السفلي إلى القلب.



الشكل (٢٠): يوضح الأوعية الدموية في الكبد

تقويم ذاتي:

١. قارن بين الدم في: الشريان الأبهر - الوريد الأوجف السفلي؛ من حيث محتوى الأكسجين والضغط ووظيفتهما في المسار الدوري.
٢. لماذا يمرّ الدم القادم من الأمعاء بالكبد أولاً قبل عودته إلى القلب؟ ناقش أهمية ذلك في تنظيم سكر الدم وإزالة السموم.
٣. لماذا يقلّ قطر الأوعية الدموية كلما ابتعدنا عن القلب حتى نصل إلى الشعيرات؟ اربط إجابتك بوظيفة تبادل المواد

فصائل الدم

يعتمد تصنيف فصائل الدم على وجود أو عدم وجود مواد تُسمى المستضدات (الأنتيجينات) على سطح كريات الدم الحمراء، وهي مواد ذات طبيعة بروتينية أو سكرية. كما يعتمد أيضاً على وجود أجسام مضادة في بلازما الدم. وتنتقل فصائل الدم بالوراثة من الآباء إلى الأبناء، لذلك يمكن الاستفادة منها أحياناً في قضايا إثبات أو نفي النسب.

تُعد معرفة فصيلة الدم أمراً مهماً جداً عند نقل الدم؛ لأن عدم توافق الفصائل قد يؤدي إلى تفاعل مناعي خطير. فعند نقل دم غير متطابق، تهاجم الأجسام المضادة في بلازما دم المتلقي المستضدات الموجودة على كريات الدم الحمراء للمتبرع، مما يسبب تكتل الكريات الحمراء وقد يؤدي إلى انسداد الأوعية الدموية وحدوث مضاعفات خطيرة.

ومن الأمثلة المهمة على ذلك اختلاف عامل الريصي (Rh)، وخاصة المستضد (D). فإذا كانت الأم سالبة لعامل الريصي (-Rh) وكان الجنين موجباً له (+Rh)، فقد يُنتج جهاز مناعة الأم أجساماً مضادة ضد هذا المستضد، مما قد يؤثر في الجنين. ولتجنب هذه المشكلة، تُعطى الأم حقنة خاصة تمنع تكون هذه الأجسام المضادة.

في بنوك الدم بالمستشفيات، يُفحص الدم بعناية قبل نقله للمرضى، خصوصاً في حالات الطوارئ والعمليات الجراحية. ويتم تحديد فصيلة دم المتبرع والمتلقي، والتأكد من توافقهما، كما يُفحص الدم للكشف عن بعض الفيروسات مثل فيروس نقص المناعة البشرية (الإيدز) وفيروسات الكبد الوبائي. بعد سحب الدم من المتبرعين، يُحفظ في أكياس خاصة داخل ثلاجات مخصصة، ويمكن فصل مكوناته إلى بلازما وصفائح دموية وخلايا دم حمراء، بحيث يُعطى المريض المكون الذي يحتاج إليه فقط، وفقاً لحالته الصحية.

تُصنّف فصائل الدم الرئيسية وفق نظام ABO إلى أربع فصائل: A و B و AB و O (أ، ب، أب، أو). يعتمد هذا التصنيف على وجود أو غياب مستضدات (أنتيجينات) معينة وهي جزيئات كربوهيدراتية ذات طبيعة سكرية ترتبط ببروتينات أو دهون على الغشاء البلازماي لكريات الدم الحمراء، إضافةً إلى وجود أجسام مضادة مقابلة في بلازما الدم.

• **فصيلة الدم A:** تحمل مستضد A على سطح كريات الدم الحمراء، وتوجد في بلازمتها أجسام مضادة من نوع Anti-B.

• **فصيلة الدم B:** تحمل مستضد B، وتوجد في بلازمتها أجسام مضادة من نوع Anti-A.

- **فصيلة الدم AB** تحمل المستضدين A و B، ولا تحتوي بلازمتها على أجسام مضادة ضد A أو B.
- **فصيلة الدم: O** لا تحمل مستضدي A أو B، وتوجد في بلازمتها أجسام مضادة ضد كليهما (Anti-A و Anti-B).
- إضافة إلى نظام ABO، يوجد نظام آخر مهم هو العامل الريصي (Rh factor)، ويعتمد أساساً على وجود أو غياب المستضد Antigen D (D) على سطح كريات الدم الحمراء.
- إذا وُجد المستضد D تُسمى الفصيلة موجبة العامل الريصي (+Rh أو +ve).
- إذا غاب المستضد D تُسمى الفصيلة سالبة العامل الريصي (-Rh أو -ve).
- وبناءً على اجتماع نظامي ABO و Rh، نحصل على ثماني فصائل دم رئيسية:
 (+A و -A) ، (+B و -B) ، (+AB و -AB) و (+O و -O)
 وتكمن أهمية هذا التصنيف في ضمان التوافق عند نقل الدم، إذ إن عدم التوافق بين المستضدات والأجسام المضادة قد يؤدي إلى تفاعل مناعي خطير يُعرف بتراص كريات الدم الحمراء.

جدول (١): يوضح فصائل الدم الأربعة و ما تحمله كريات الدم من أنتجينات و نوع الاجسام المضادة بالبلازما و نقل الدم بين الفصائل

فصيلة الدم	الأنتجينات التي تحملها كريات الدم	الأجسام المضادة الموجودة في البلازما	الفصائل التي يمكنه التبرع لها	الفصائل التي يمكنه تلقي أو إستقبال الدم منها
A	A	Anti B	A and AB	A
B	B	Anti A	B and AB	B
AB	AB	لا يوجد بها أجسام مضادة لـ A or B	AB	A, B and AB
O	لا يوجد بها أنتجين	يوجد بها أجسام مضادة لـ A and B	A, B, AB and O	O

الواهب العالمي أو المتبرع الشامل أو العام **O-ve**: صاحب فصيلة الدم أو سلبية العامل الريصي يمكنه أن يتبرع بدمه لكل الفصائل ، ولكنه لا يقبل إلا دم من نفس فصيلته. لا يوجد بدمه أجسام مضادة لـ أ أو ب

المتلقى أو المستقبل العالمي **AB+ve**: صاحب الفصيلة أ ب إيجابية العامل الريصي يمكنه إستقبال أو تلقي الدم من كل الفصائل. توارث فصائل الدم:

يُحدّد نظام فصائل الدم ABO وراثياً بواسطة جين واحد له ثلاثة أليلات (صور جينية): IA (يمثل المستضد A)، IB (يمثل المستضد B) ، و i (لا يُنتج مستضد A) أو B). الأليلان IA و IB سائدان بالنسبة للأليل i.

كما أن IA و IB يُظهران سيادة مشتركة (Codominance)، أي أنهما يظهران معاً عند اجتماعهما.

وعليه تكون التراكيب الجينية (Genotypes) والأنماط الظاهرية (Phenotypes) كما يلي:

فصيلة الدم A : قد يكون تركيبها الجيني IAIA أو IAi (كلاهما يُظهر النمط الظاهري A).

فصيلة الدم B : قد يكون تركيبها الجيني IBIB أو IBi (كلاهما يُظهر النمط الظاهري B). فصيلة الدم AB: تركيبها الجيني IAIB (يظهر المستضدان A و B معاً نتيجة السيادة المشتركة).

فصيلة الدم O : تركيبها الجيني ii (لا يظهر أي من المستضدين A أو B لأن الأليل i متنح).

وبالتالي فإن التراكيب الجينية الممكنة في نظام ABO هي: IAIA، IAi، IBIB، IBi، IAIB، ii.

هذا النمط الوراثي يُعد مثلاً واضحاً على السيادة المشتركة وتعدد الأليلات في علم الوراثة.

أمراض الدم:

تشمل أمراض الدم حالات تؤثر في تركيب الدم أو وظيفته، مثل فقر الدم، والثلاسيميا، وفقر الدم المنجلي، والهيموفيليا، واضطرابات التخثر، وسرطانات الدم مثل اللوكيميا. قد تكون هذه الأمراض وراثية أو مكتسبة، وتفاوت في شدتها.

صحة القلب:

تُعدّ أمراض القلب والأوعية الدموية من الأسباب الرئيسية للوفيات عالمياً، وتشمل تصلّب الشرايين التاجية، وقصور القلب، واضطرابات النظم القلبية، وارتفاع ضغط الدم، واحتشاء عضلة القلب، والتهابات عضلة القلب أو التامور.

عوامل الخطر: التقدّم في العمر، الوراثة، التدخين، سوء التغذية، ارتفاع ضغط الدم والكوليسترول، السكري، السمنة، قلة النشاط البدني، والتوتر.

الأعراض المحتملة لكل من أمراض الدم وأمراض القلب: ألم الصدر، ضيق التنفّس، الغثيان، الدوخة، التعرّق، وفقدان الوعي.

تقويم ذاتي:

١. إذا كان شخص فصيلته (O-) وتعرض لحادث طارئ، حلّ أهمية هذه الفصيلة في بنوك الدم.
٢. فصيلة دم مريض (A-) تعرّض لنزيف حاد، ما الفصائل التي يمكن نقلها له بأمان؟ علّل إجابتك مناعياً.
٣. أم سالبة Rh تحمل جينياً موجب Rh، لماذا لا تظهر المشكلة غالباً في الحمل الأول؟ حلّ ذلك مناعياً.

مشروع الوحدة

عنوان المشروع: رحلة داخل كائن حي

أهداف المشروع:

- تفسير آليات صعود الماء وفق نظرية الشد-التماسك التي فسرها العالمان Henry Dixon و John Joly..
- تحليل نظرية التدفق الضغطي في اللحاء.
- المقارنة بين الجهاز الدوري المفتوح والمغلق.
- تفسير تطور القلب في الفقاريات.
- تطبيق المفاهيم على مواقف حياتية (تربة مالحة - فقر دم - نزيف - إجهاد حراري).

محاور المشروع:

المحور الأول: النقل في النبات

عنوان مقترح: كيف يصعد الماء ١٠٠ متر دون مضخة؟

يشمل:

١. تجربة عملية لإثبات النتح (تغطية نبات بكيس شفاف).
 ٢. رسم تخطيطي لنسيج الخشب واللحاء.
 ٣. شرح نظرية الشد - التماسك.
 ٤. تحليل دور شريط كاسباريان.
 ٥. مقارنة بين النتح الثغري والجلدي والعدسي.
- منتج مطلوب: - ملصق علمي (Poster) أو فيديو قصير يشرح التجربة

المحور الثاني: النقل في الحيوانات

عنوان مقترح: لماذا لا يكفي الانتشار للحوت؟

يشمل:

١. مقارنة بين النقل بالانتشار في الكائنات البسيطة والجهاز الدوري في المعقدة.
٢. جدول مقارنة بين الجهاز المفتوح والمغلق.
٣. تفسير لماذا الحشرات لا تنقل الأكسجين بالدم.

المحور الثالث: الجهاز الدوري في الإنسان

عنوان مقترح: رحلة خلية دم حمراء داخل جسم الإنسان
يشمل:

١. رسم مسار الدورتين الدمويتين.
٢. تفسير سمك البطين الأيسر.
٣. تحليل أهمية فصائل الدم ABO و Rh.
٤. دراسة حالة: مريض فقر دم وتأثيره على النشاط.

المحور الرابع: النقل والصحة

عنوان مقترح: كيف يحمي أسلوب الحياة جهازك الدوري؟
يشمل:

١. تحليل تأثير التدخين على الشرايين.
٢. دور الرياضة في تقوية عضلة القلب.
٣. العلاقة بين السمنة وارتفاع الضغط.
٤. تصميم حملة توعوية مدرسية.

شكل تنفيذ المشروع:

يمكن اختيار أحد الأشكال التالية:

١. بحث علمي مصغر (٨-١٠ صفحات).
٢. عرض تقديمي (PowerPoint).
٣. مجسم ثلاثي الأبعاد للقلب أو الحزم الوعائية.
٤. فيديو تعليمي قصير (٥-٧ دقائق).
٥. مجلة علمية صفية

تقويم عام الوحدة

- أ. ضع علامة (✓) أمام العبارة الصحيحة وعلامة (x) أمام العبارة الخاطئة:
١. خلايا الخشب الحية تساعد على نقل الماء بكفاءة عالية. ()
 ٢. في الجهاز الدوري المفتوح ينساب الهيموليمف داخل أوعية مغلقة. ()
 ٣. القلب عضلة لا إرادية. ()
 ٤. نقل السكريات في اللحاء له اتجاه ثابت من الجذور إلى الأوراق. ()
 ٥. يوجد اختلاط جزئي للدم في قلب البرمائيات. ()
 ٦. كريات الدم الحمراء عديمة النواة. ()
 ٧. الشد-التماسك هو نظرية تفسر صعود الماء في النباتات الوعائية. ()
 ٨. الجهاز الدوري المغلق أكثر كفاءة من المفتوح. ()
 ٩. الصمامات توجد في الشرايين فقط. ()
 ١٠. الماء المرتبط كيميائياً في التربة يمكن امتصاصه بسهولة بواسطة الجذور. ()
 ١١. تعتمد الحشرات في نقل الأكسجين على الدم بشكل مباشر. ()

ب. اختر الإجابة الصحيحة فيما يأتي:

١. أي من التالي يصف بدقة وظيفة نسيج الخشب في النبات؟
 (أ) نقل السكريات من الأوراق إلى الجذور
 (ب) نقل الماء والأملاح المعدنية من الجذور إلى الأوراق
 (ج) تخزين الغذاء في الجذور
 (د) تنظيم فتح وغلق الثغور
٢. يعتمد النقل بالانتشار في الحيوانات البسيطة على:
 (أ) وجود قلب قوي
 (ب) فرق التركيز بين منطقتين
 (ج) استهلاك كميات كبيرة من الطاقة
 (د) وجود أوعية دموية مغلقة
٣. عدد كريات الدم البيضاء أقل من الحمراء لأن
 (أ) حجمها كبير (ب) لا حاجة لها (ج) دورها دفاعي (د) تتكاثر بسرعة
٤. ما الآلية التي تساعد الماء على الصعود في أوعية الخشب بسبب قوة تماسكه مع جدران الأوعية؟
 (أ) الأسموزية (ب) الانتشار (ج) التماسك والتلاصق (د) الضغط الجذري

٥. يتميز قلب الأسماك بأنه:

- (أ) ثلاثي الحجرات
(ب) رباعي الحجرات
(ج) ثنائي الحجرات
(د) عديم الحجرات

٦. يتكوّن جدار القلب من

- (أ) طبقة واحدة
(ب) طبقتين
(ج) ثلاث طبقات
(د) أربع طبقات

٧. ما وظيفة شريط كاسباريان في الجنر؟

- (أ) السماح بمرور الماء بحرية دون قيود
(ب) تنظيم دخول الماء والمعادن إلى الخشب ومنع مرورها بين الخلايا
(ج) تخزين الأملاح المعدنية
(د) نقل السكريات إلى باقي أجزاء النبات

٨. الفصل التام بين الدم المؤكسج وغير المؤكسج يوجد في:

- (أ) البرمائيات
(ب) معظم الزواحف
(ج) الطيور والثدييات
(د) الأسماك

٩- النبض هو:

- (أ) صوت القلب
(ب) توقف القلب
(ج) تمدد وانقباض الشرايين
(د) حركة الدم في الأوردة

١٠. في خطوة تحميل السكروز، كيف يدخل السكروز إلى عناصر الأنابيب الغربالية؟

- (أ) بالنقل النشط من خلايا المرافقة إلى الأنبوب الغربالي
(ب) بالنقل السليبي من الثمرة إلى الأنبوب الغربالي
(ج) عبر الانتشار الحر في السيتوبلازم
(د) بواسطة ضغط الجنر

ج. وضح نوع الجهاز الدوري في الأشكال التالية:

د. أجب عن الأسئلة التالية:

١. ما الفرق بين وظيفة نسيج الخشب ونسيج اللحاء؟
 ٢. ما الفرق بين الجهاز الدوري المفتوح والمغلق؟
 ٣. لماذا لا تعتمد الحشرات على الدم في نقل الأكسجين؟
 ٤. اذكر آليتين تساعدان في صعود الماء عبر الخشب.
 ٥. ما المقصود بالضغط الجذري؟
 ٦. لماذا يُعد شريط كاسباريان مهماً في الجذر؟
 ٧. يزرع مزارع نباتاته في تربة مالحة، وبعد فترة بدأ النبات بالذبول. فسّر ذلك في ضوء الخاصية الأسموزية.
 ٨. لماذا يُعد البطين الأيسر أكثر سُمكاً من البطين الأيمن؟
 ٩. ما أهمية العامل الريصي في نقل الدم؟
 ١٠. لماذا لا يكون الانتشار كافياً لتلبية احتياجات الأكسجين في الحيوانات كبيرة الحجم؟ اربط إجابتك بنسبة مساحة السطح إلى الحجم.
 ١١. شخص يعاني من انخفاض عدد كريات الدم الحمراء، حلّ كيف يؤثر ذلك على مستوى نشاطه البدني.
 ١٢. اذكر مثالين لأمراض الجهاز الدوري.
- و. زاوج بين المصطلح في العمود (أ) ووظيفته في العمود (ب) في العمود (ج)

العمود (ج)	العمود (أ)	العمود (ب)
	نقل السكريات من المصدر إلى المصب	١- الشعيرات الدموية
	نقل الماء والأملاح المعدنية	٢- الضغط الجذري
	موقع تبادل الغازات والمواد الغذائية	٣- اللحاء
	يمنع رجوع الدم بين الأذنين الأيسر والبطين الأيسر	٤- الصمام الميترالي
	قوة تدفع الماء للأعلى نتيجة تراكم الأملاح	٥- الخشب

الوحدة السادسة

الإحساس في الكائنات الحية Sensation in Living Organisms

أهداف الوحدة:

- يتوقع منك عزيزي الطالب بعد دراستك لهذه الوحدة، أن تكون قادراً على أن :
- تعرّف الإحساس كمفهوم في الكائنات الحية.
- توضّح تفاعل الكائنات الحية مع محيطها بناءً على المعلومات الحسية.
- تشرح استجابة الكائنات الحية للمحفزات الخارجية.
- تُعدّد أنواع المستقبلات الحسية ووظائفها الأساسية.
- تُبيّن تركيب الجهاز الحسي في الإنسان ووظائف أعضائه.
- توضّح عملية نقل الإشارات الحسية من المستقبلات إلى الجهاز العصبي المركزي.
- تشرح تركيب الجهاز العصبي ودور الأعصاب الحسية.
- تتعرف على الخلية العصبية، التشابكات، النبض العصبي والفعل المنعكس.
- تتعرف على بعض اضطرابات الجهاز العصبي الحسي وأثرها على التفاعل مع البيئة.
- تتعرف أعضاء الحس في الإنسان ووظائفها (العين، الأذن، الأنف).
- تتعرف الجلد كعضو للإحساس باللمس.
- تدرك أهمية الحفاظ على أعضاء الحس وصحة الجهاز العصبي.

مصطلحات الدراسة:

- الإحساس - الإدراك - المستقبلات الحسية - الاستقبال - المحفز - التحويل - النقل - الوعي - الأعصاب الحسية - الخلايا العصبية - التشابكات العصبية - السيل العصبي - النبض العصبي - الفعل المنعكس - الحواس الخارجية - الحواس الداخلية - الجهاز العصبي المركزي - الجهاز العصبي الطرفي - الجهاز العصبي اللاإرادي

الإحساس في الكائنات الحية

مفهوم الإحساس:

الإحساس هو قدرة الكائنات الحية على استقبال المؤثرات (المحفزات) من البيئة الخارجية أو الداخلية عبر الحواس المختلفة مثل: البصر، والسمع، واللمس، والشم، والتذوق، ثم تحويل هذه المؤثرات إلى إشارات عصبية تُنقل إلى الدماغ ليتم تفسيرها. ويمكن الإحساس الكائن الحي من الوعي بما حوله والتفاعل معه، وهو أساس الشعور مثل اللذة والألم، ويمثل المرحلة الأولى التي تسبق الإدراك، حيث يقوم الإدراك بتفسير هذه الإشارات وإعطائها معنى.

خطوات عملية الإحساس (Sensation Processes):

- 1- الاستقبال (Reception): تستقبل الخلايا الحسية (المستقبلات العصبية) الطاقة من البيئة مثل الضوء والصوت والحرارة واللمس.
- 2- التحويل (Transduction): تتحول الطاقة الحسية إلى إشارات كهربائية وكيميائية (سيلات عصبية).
- 3- النقل (Transmission): تنتقل الإشارات العصبية عبر الأعصاب إلى مراكز متخصصة في الدماغ مثل المهاد والقشرة الحسية.
- 4- الوعي (Awareness): يصبح الكائن الحي واعياً بالمثيرات، سواء كانت إيجابية (لذة) أو سلبية (ألم).

الفرق بين الإحساس (Sensation) والإدراك (Perception):

- الإحساس: استقبال المثيرات الحسية الأولية، مثل رؤية لون أحمر.
- الإدراك: عملية عقلية عليا تفسر الإحساس وتعطيه معنى اعتماداً على الخبرات السابقة، مثل إدراك أن اللون الأحمر في إشارة المرور يعني التوقف.

أهمية الإحساس:

1. يُعد أساس الوعي والخبرة الذاتية للكائن الحي.
2. ضروري للبقاء، إذ يساعد على التكيف مع البيئة وتجنب الأخطار.
3. يتيح التفاعل مع العالم الخارجي وتكوين خبرات ممتعة أو مؤلمة.

تفاعل الكائنات الحية مع محيطها اعتماداً على المعلومات الحسية:

تتفاعل الكائنات الحية مع بيئتها المحيطة تفاعلاً مستمراً وديناميكياً اعتماداً على المعلومات الحسية التي تستقبلها من الوسط الخارجي، مثل الضوء، والصوت، واللمس، والمواد الكيميائية. وتُلتقط هذه المعلومات بواسطة مستقبلات حسية متخصصة، ثم تنتقل على هيئة إشارات عصبية أو كيميائية إلى مراكز التحليل والمعالجة داخل الجسم، كالجهاز العصبي أو الغدد الصماء، ليتم تفسيرها واتخاذ الاستجابة المناسبة. ويعرف هذا النظام المتكامل باسم البيئة الحسية.

ويشمل هذا التفاعل مجموعة من الآليات الحيوية المعقدة، من أبرزها:

- **الاستجابة العصبية السريعة:** حيث تمكن الكائن الحي من الاستجابة الفورية للمؤثرات البيئية، مثل سلوك الكر والفر عند التعرض للخطر، والذي يعتمد على سرعة انتقال السيالات العصبية لضمان البقاء.
- **التكيف مع الظروف البيئية:** تستجيب الكائنات الحية للتغيرات البيئية طويلة أو قصيرة الأمد، مثل الجفاف وارتفاع درجات الحرارة، عبر تعديلات فسيولوجية أو سلوكية، كإغلاق الثغور في النباتات أو الهجرة الموسمية في الحيوانات، مما يساعد على الحفاظ على الاتزان الداخلي (Homeostasis).
- **التواصل الحيوي:** تلعب الإشارات الحسية دوراً أساسياً في تنظيم السلوك الاجتماعي والتكاثر والبقاء، مثل:
 - رقصة النحل التي تنقل معلومات دقيقة عن موقع الغذاء واتجاهه.
 - لغة الإشارات والأصوات عند القرود وبعض الثدييات، والتي تُستخدم للتحذير، وبناء العلاقات الاجتماعية، وتنظيم الجماعة.

آليات التفاعل الحسي:

- ١- **الاستقبال Reception:** تستقبل المستقبلات الحسية في الكائنات الحية مثل (الجلد، العين، الأذن، الأنف واللسان) المؤثرات مثل (الضوء، الصوت، الحرارة، اللمس، المواد الكيميائية) من البيئة الخارجية أو المؤثرات الداخلية (الهرمونات).
- ٢- **المعالجة Intergration:** تتم معالجة هذه المعلومات في الجهاز العصبي للكائن الحي لتحديد الاستجابة المناسبة.

٣- الاستجابة Response : رد فعل الكائن الحي، مثل الحركة، افراز المواد، التواصل، أو التكيف السلوكي للتعامل مع الموقف.

أمثلة على التفاعلات الحسية والسلوكية:

- النحل: يستخدم رقصة الاهتزاز لتحديد موقع الرحيق.
- القردة: تتواصل بالأصوات والإيماءات لتعزيز الترابط الاجتماعي.
- النمل: يطلق إشارات كيميائية لتوجيه أفراد الجماعة.
- المفترس والفريسة: تستخدم الحواس لتحديد الموقع واتخاذ قرار الهجوم أو الهروب.

تأثير البيئة:

١. تؤثر العوامل غير الحية مثل الحرارة والرطوبة في تكيف الكائنات الحية، كتكيف حيوانات الصحراء مع الجفاف، وحيوانات المناطق الباردة مع البرودة.
٢. تؤثر العلاقات الحيوية مثل التكافل والتطفل والمنافسة في تبادل المعلومات الحسية.

استجابة الكائن للمحفزات الخارجية:

تعرض الكائنات الحية باستمرار لمؤثرات (مُحفزات) مختلفة في بيئتها الداخلية والخارجية، وتُعد الاستجابة لهذه المحفزات أساساً للحياة والبقاء. وتختلف طبيعة المحفزات تبعاً لمصدرها ونوع الكائن الحي، وتشمل ما يلي:

١. الضوء : يُعد الضوء من أهم المحفزات البيئية، خاصة للنباتات.
 - الانتحاء الضوئي: وهو استجابة نمو النبات باتجاه مصدر الضوء، كما في نبات زهرة الشمس، حيث ينمو الساق باتجاه الضوء لزيادة كفاءة عملية البناء الضوئي.
 - في الحيوانات، يسهم الضوء في تنظيم الإيقاع والنشاط اليومي.
٢. اللمس : يؤدي اللمس أو الضغط إلى استجابات حركية أو فسيولوجية واضحة، خاصة في النباتات:
 - التفاف المحاليق النباتية حول الدعامات استجابة لللمس، مما يساعد النبات على التثبيت والدعم.
 - انكماس أوراق نبات المستحية (*Mimosa pudica*) فور لمسها، وهي استجابة دفاعية تقلل من فقد الماء أو تعرض النبات للرعى.

٣. الحرارة : تؤثر درجة الحرارة مباشرة في العمليات الحيوية:

في الإنسان والثدييات، يؤدي ارتفاع الحرارة إلى التعرق لتبريد الجسم، بينما تؤدي البرودة إلى الارتعاش لتوليد الحرارة.

٤. المواد الكيميائية : تلعب المواد الكيميائية دوراً مهماً في التواصل والاستجابة:

- تنجذب الحشرات إلى الروائح الكيميائية الصادرة عن الأزهار للحصول على الرحيق.
- تُستخدم الفيرومونات في تنبيه الحشرات أو جذبها للتكاثر أو التحذير من الخطر.
- في الإنسان، تشمل هذه الاستجابات حاستي الشم والتذوق.

٥. الصوت :

- تستجيب أذن الإنسان للموجات الصوتية عبر تحويل الاهتزازات إلى سيالات عصبية تُفسر في الدماغ كأصوات.
- تساعد هذه الاستجابة في التواصل، والتنبيه، وتحديد مصدر الخطر.

آليات الاستجابة في الكائنات الحية:

تمر الاستجابة للمحفزات بعدة مراحل مترابطة، هي:

١. الاستشعار (Reception):

يتم بواسطة المستقبلات الحسية المتخصصة، مثل مستقبلات ضوئية في العين، و مستقبلات ميكانيكية للمس والصوت، ومستقبلات كيميائية للشم والتذوق.

٢. نقل الإشارة (Transmission) :

في الحيوانات تنتقل الإشارات على هيئة سيالات عصبية عبر الجهاز العصبي. أما في النباتات: تنتقل الإشارات بواسطة هرمونات نباتية أو إشارات كيميائية بطيئة نسبياً.

٣. المعالجة والاستجابة (Processing and Response)

تُحلّل الإشارات في الدماغ أو الحبل الشوكي أو مراكز تحكم أخرى. ينتج عن ذلك استجابة مناسبة قد تكون حركة (كالانسحاب أو الالتفاف)، أو إفراز (كالعرق أو الهرمونات)، أو تعديل وظيفي (تغيير معدل التنفس أو النمو).

أهمية الاستجابة للمحفزات:

١. البقاء : تمكّن الاستجابة الكائن الحي من الهروب من الأخطار، و الحصول على الغذاء والماء، وتجنب الظروف البيئية الضارة.
٢. التكاثر (Reproduction) : تساعد الاستجابات الحسية على التعرف على الشريك المناسب، وتوقيت التكاثر وفق الظروف البيئية الملائمة.
٣. التكيف (Adaptation): يُمكن الكائنات الحية من التعايش مع الظروف البيئية المتغيرة مثل تغير المناخ، والحرارة، وشح الموارد، كما تساهم في استمرارية النوع عبر الأجيال.

تقويم ذاتي:

١. عرّف: الإحساس - البيئة الحسية - التفاعلية الحيوية
٢. ما الفرق بين الإحساس والإدراك؟
٣. عدد خطوات الإحساس في الكائنات الحية.
٤. أكمل الجدول التالي:

نوع التفاعل الحسي أو السلوكي	الحيوان
	النحل
	المفترس
	القردة
	النمل
	الفريسة
	النحل
	المفترس

الإحساس في الحيوانات

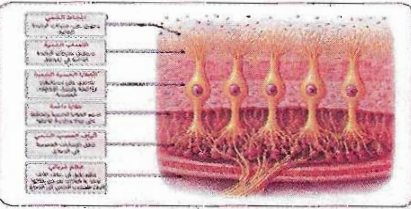
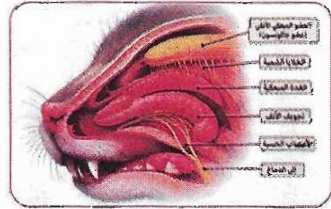
بنية الأعضاء الحسية في بعض الحيوانات

الأعضاء الحسية في الحيوانات هي مستقبلات متخصصة (خلايا عصبية) تحول المنبهات البيئية إلى إشارات عصبية تُنقل إلى الجهاز العصبي المركزي ليتم تفسيرها وإصدار الاستجابة المناسبة.

وتختلف هذه التراكيب تبعاً لاختلاف الكائنات الحية.

تتنوع بنية الأعضاء الحسية ووظيفتها وفقاً للأنواع المختلفة:

الجدول (١) : يوضح بعض هذه الأعضاء الحسية و وظائفها في مجموعة مختلفة من الحيوانات:

<p>نوع الحاسة: الخلايا الحسية الشمية</p> <p>العضو / التركيب: الخلايا الحسية الشمية</p> <p>الوظيفة: استقبال الجزيئات الكيميائية من البيئة</p> <p>أمثلة على الأنواع: الأنف في الثدييات، قرون الاستشعار في الحشرات.</p> 	<p>نوع الحاسة: الحواس الكيميائية (الشم والتذوق)</p> <p>العضو: العضو الميعكي الأنفي</p> <p>الوظيفة: استقبال الإشارات الكيميائية (فيرومونات) وإرسالها إلى البصلة الشمية الإضافية للتأثير على السلوكيات مثل التكاثر والعوانية.</p> <p>أمثلة على الأنواع: العديد من الثدييات</p> 
<p>نوع الحاسة: الحواس البصرية (الرؤية)</p> <p>العضو / التركيب: العين المركبة</p> <p>الوظيفة: رؤية معقدة من خلال مئات العدسات</p> <p>أمثلة على الأنواع: الحشرات والفقاريات</p> 	<p>نوع الحاسة: الحواس البصرية (الرؤية)</p> <p>العضو / التركيب: العين البسيطة</p> <p>الوظيفة: رؤية بسيطة (تمييز الضوء والظل).</p> <p>أمثلة على الأنواع: الجرادة (العين البسيطة أسفل قرون الاستشعار).</p> 

A colorful illustration of a parrot with a large, dark eye and a small bowl of food. The parrot is green with a red forehead and a yellow beak. It is looking down at a small, round, brown bowl containing a yellow, stringy substance. The background is a soft, hazy landscape with green hills and a blue sky.

A detailed illustration of a fish, possibly a salmon, swimming in clear blue water. The fish is shown from the side, facing left. It has a long, pointed snout and a dorsal fin. Concentric circles emanate from its head, representing sound waves used for echolocation. These waves reflect off a small, glowing yellow object on the bottom, which appears to be a piece of food. The bottom is depicted with dark, textured rocks and some green algae.

The diagrams illustrate the stages of plant development:

- Diagram 1:** A seedling with a root system and a shoot system. Labels: **شعيرة النسيجية** (Tissue papilla), **غلاف خلية** (Cell wall), **جدار خلية** (Cell wall), **جدار خلية** (Cell wall).
- Diagram 2:** A seedling with a root system and a shoot system. Labels: **زوائد حرة** (Free outgrowths), **جدار خلية حرة** (Free cell wall).
- Diagram 3:** A seedling with a root system and a shoot system. Labels: **القرص الخشبي** (Wood disk), **القرص الخشبي** (Wood disk).
- Diagram 4:** A seedling with a root system and a shoot system. Labels: **القرص الخشبي** (Wood disk), **القرص الخشبي** (Wood disk).

۱۷.

٢. اغمس عصا أو قضيباً في الماء واضغط أو حركه سريعاً في نقطة معينة من الماء.

• ماذا تلاحظ؟

• ماذا تستنتج؟

التقويم الذاتي :

١. ما المقصود بالأعضاء الحسية؟

٢. سمّ الحيوان الذي يمتلك الأعضاء الحسية التالية:

أ- العين البقعية ب- مستشعر المجال المغنطيسي. ج- السونار

د- مستشعر الحرارة هـ- بقع سمعية

تركيب الجهاز الحسي في الإنسان

الجهاز الحسي في الإنسان نظام متكامل ومعقد يتيح له استقبال المؤثرات من البيئة وتحليلها والتفاعل معها، ويتكوّن من:

١. أعضاء حسية: مثل العين، والأذن، والأنف، واللسان، والجلد.
 ٢. مستقبلات وخلايا عصبية متخصصة: تستقبل المحفزات البيئية وتحولها إلى إشارات كهربائية تُنقل إلى الدماغ ليتم تفسيرها.
 ٣. حواس خارجية رئيسية: البصر، والسمع، والشم، والتذوق، واللمس.
 ٤. حواس داخلية: تشمل الإحساس بالتوازن ووضعية الجسم (الحس العميق)، إضافة إلى الإحساس بالحالة الفسيولوجية للجسم (الحس الداخلي).
- ويهدف هذا النظام إلى تمكين الإنسان من الإدراك الواعي والتفاعل الفعّال مع العالم المحيط.

المكونات الأساسية للجهاز الحسي في الإنسان

١. المستقبلات الحسية خلايا متخصصة تستجيب للمنبهات الخارجية مثل الضوء، والصوت، والحرارة، والضغط، والمواد الكيميائية، وتحولها إلى سيالات عصبية.
 ٢. الأعصاب الحسية الواردة.
 ٣. حزم من الألياف العصبية تنقل الإشارات العصبية من المستقبلات الحسية إلى الجهاز العصبي المركزي (الدماغ والحبل الشوكي).
 ٤. مناطق الدماغ.
- تشمل المهاد والقشرة الحسية والمخيخ، حيث تتم معالجة الإشارات الحسية وتفسيرها لتكوين الإدراك.
٥. الحواس الخارجية الرئيسية

١. البصر: العين تستقبل الضوء لتمييز الألوان والأشكال.
٢. السمع: الأذن تستقبل الموجات الصوتية.
٣. الشم: الأنف يستقبل جزيئات الروائح.

٤. **التذوق:** اللسان يميز النكهات.
٥. **اللمس:** الجلد يستقبل اللمس والضغط والألم والحرارة عبر مستقبلات متخصصة.
٦. **الحواس الداخلية (الداخل جسمية)**
 ١. **التوازن الحركي:** مستقبلات في الأذن الداخلية تحفظ توازن الجسم.
 ٢. **الحس العميق:** مستقبلات في العضلات والمفاصل تعطي إحساساً بوضعية الجسم.
 ٣. **الحس الداخلي:** إشارات من الأعضاء الداخلية تولّد شعوراً بالجوع والعطش والشبع والحاجة إلى التبول.

كيفية عمل النظام الحسي في الإنسان

تمر عملية الإحساس بالمراحل الآتية:

١. **التحفيز (الاستقبال والتثبيط)** تستقبل المستقبلات الحسية في العين أو الأذن أو الأنف أو الجلد أو اللسان المنبهات (ضوء، صوت، حرارة، لمس، مواد كيميائية)، وتحولها إلى إشارات عصبية.
٢. **النقل** تنتقل الإشارات عبر الجهاز العصبي الطرفي بواسطة الأعصاب الحسية إلى الحبل الشوكي.
٣. **الترحيل والتحويل** تُنقل الإشارات إلى المهاد (مركز الترحيل) ثم إلى مناطق متخصصة في القشرة الحسية.
٤. **المعالجة** يفسر الدماغ الإشارات لتتحول إلى إحساس وإدراك واعٍ يعقبه تفاعل مناسب مع البيئة.

تركيب الجهاز العصبي في الإنسان Nervous System in Human

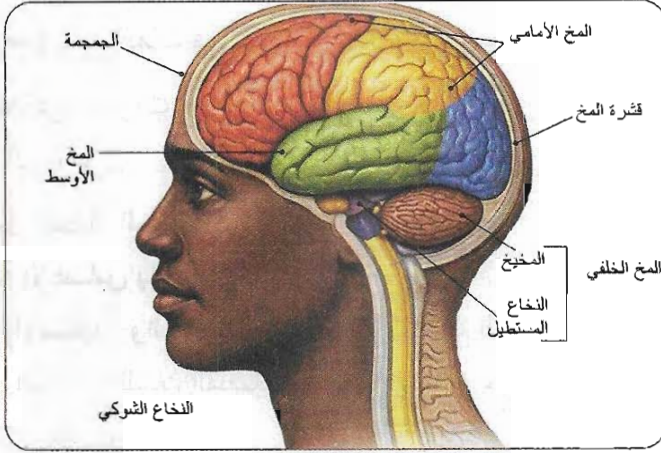
أولاً: الجهاز العصبي المركزي (Central Nervous System)

ويشمل:

١. **الدماغ (Brain):** مركز التحكم الرئيس في الجسم، مسؤول عن الإدراك والتفكير والتعلم والتحكم في الحركات، ويتكوّن من:
 ١. **المخ الأمامي (النصفان الكرويان):** مسؤول عن الذكاء والذاكرة والتفكير والتعلم.
 ٢. **المخ الأوسط:** يربط بين أجزاء الدماغ المختلفة وله دور في البصر والسمع والتوازن.

٣. **المخ الخلفي:** ويتكوّن من:

- **المخيخ:** يحفظ توازن الجسم وينسق الحركات العضلية.
- **النخاع المستطيل:** يتحكم في الوظائف اللاإرادية مثل التنفس وضربات القلب والهضم، ويصل الدماغ بالحبل الشوكي، وتلفه يؤدي إلى الموت الفوري.



الشكل (١) تركيب دماغ الإنسان

٢. الحبل الشوكي (Spinal Cord):

حبل أبيض لامع يمتد من النخاع المستطيل داخل القناة الشوكية، ويحيط به السائل المخي الشوكي الذي يحميه من الصدمات.

وظائفه:

١. نقل السيالات العصبية بين المخ وبقية الجسم.

٢. يُعد مركزاً للأفعال المنعكسة السريعة.

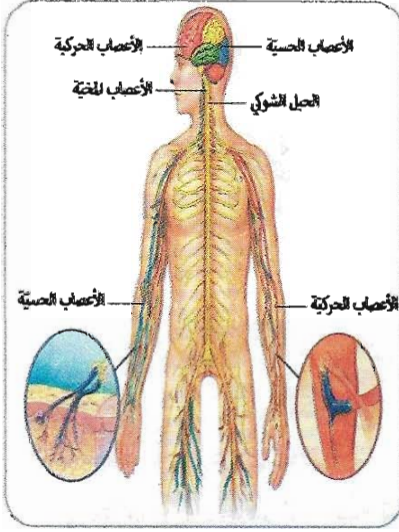
ثانياً: الجهاز العصبي الطرفي: (Peripheral Nervous System)

يتكوّن من:

١. **الأعصاب الشوكية:** عددها ٣١ زوجاً (عنقية، صدرية، بطنية، عجزية، ذنبية).

٢. **الأعصاب المخية:** عددها ١٢ زوجاً، وتتصل بأعضاء الحس وعضلات الوجه.

ثالثاً: الجهاز العصبي غير الإرادي (Autonomic Nervous System):



يتحكم في الأفعال اللاإرادية مثل ضربات القلب وإفراز الغدد، وينقسم إلى:

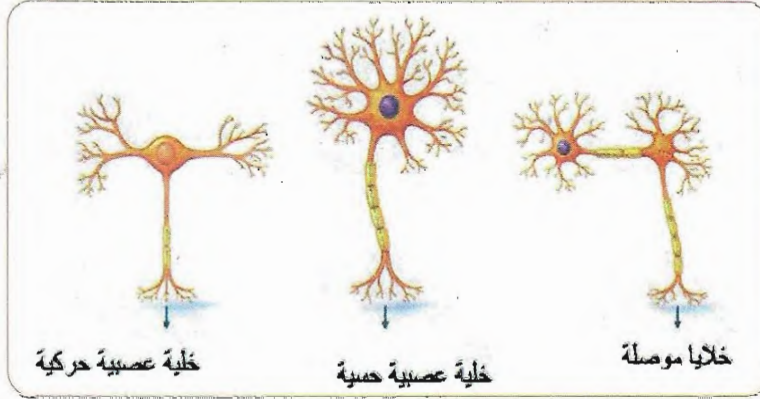
١. الجهاز السمبثاوي: ينشط الأعضاء في حالات الطوارئ.

٢. الجهاز نظير السمبثاوي (الباراسمبثاوي): يبطئ نشاط الأعضاء ويعيد الجسم لحالة الراحة.

الشكل (٢) يوضح تركيب الجهاز العصبي في الإنسان

الخلية العصبية: (Neuron) تتكوّن من:

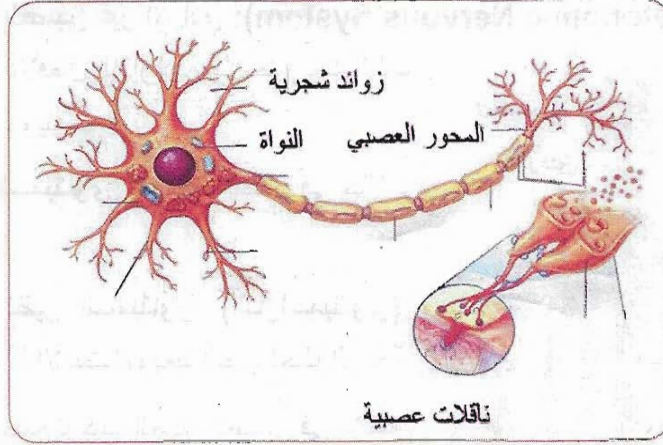
١. جسم الخلية (يحتوي نواة كبيرة).
٢. زوائد شجرية قصيرة متفرعة.
٣. محور طويل غير متفرع ينتهي بنهايات عصبية، ويغلف بغلاف دهني (مايلين). لا تتصل الخلايا العصبية اتصالاً مباشراً، بل عبر تشابكات عصبية.



الشكل (٣) يوضح تركيب الخلايا العصبية

أنواع الخلايا العصبية:

١. خلايا عصبية حسية.
٢. خلايا عصبية حركية.
٣. خلايا اتصال (موصلة).

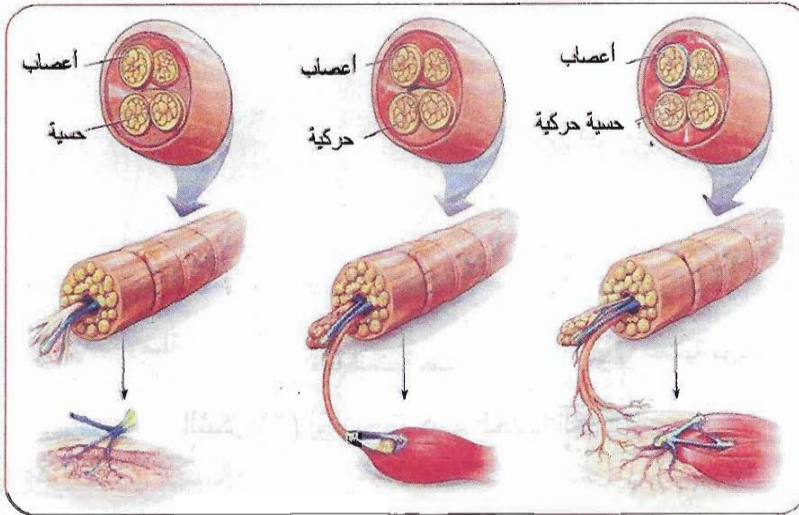


الشكل (٤) يوضح أنواع الخلية العصبية

الأعصاب : (Nerves)

هي حزم من الألياف العصبية تشبه الأسلاك داخل كابل، وتنقسم إلى:

١. أعصاب حسية: تنقل الإشارات من أعضاء الحس إلى الجهاز العصبي المركزي.
٢. أعصاب حركية: تنقل الأوامر من الجهاز العصبي إلى العضلات والغدد.
٣. أعصاب مختلطة: تجمع بين الوظيفتين.



الشكل (٥) يوضح أنواع الأعصاب

السيال العصبي (النبض العصبي):

هو إشارة كهربائية - كيميائية تنتقل عبر الخلايا العصبية نتيجة تغير شحنة الغشاء

الخلوي بسبب حركة أيونات الصوديوم واليوتاسيوم، وتتيح نقل المعلومات بسرعة فائقة.

التشابكات العصبية (المشابك)

نقاط اتصال بين الخلايا العصبية، تنتقل عبرها الإشارات باستخدام نواقل كيميائية، وتتكوّن من:

١. ما قبل التشابك

٢. الشق التشابكي

٣. ما بعد التشابك

الفعل المنعكس (Reflex Action)

استجابة سريعة لا إرادية تحدث لحماية الجسم دون تدخل واعٍ من الدماغ، وتتم عبر القوس الانعكاسي في النخاع الشوكي.

خصائصه:

١. سريع ولا إرادي.

٢. فطري وأساسي للبقاء.

٣. يحدث دون تفكير واعٍ، مع وصول الإشارة لاحقاً إلى الدماغ.

دور الأعصاب الحسية في نقل الإشارات الحسية

تنقل الأعصاب الحسية الإشارات من أعضاء الحس إلى الجهاز العصبي المركزي، مما يمكن الدماغ من إدراك المؤثرات والاستجابة لها.

آلية عمل الأعصاب الحسية

١. استقبال المحفزات.

٢. تحويلها إلى سيال عصبي.

٣. نقلها عبر الألياف العصبية.

٤. معالجتها في الحبل الشوكي والدماغ.

أنواع الإشارات المنقولة

- اللمس والضغط - الألم والحرارة - الرؤية - السمع - التذوق - الشم -

أمراض الجهاز العصبي

هي اضطرابات تصيب الدماغ والحبل الشوكي والأعصاب الطرفية، وتؤثر في الوظائف الحسية والحركية والعقلية.

أمثلة على أمراض الجهاز العصبي الشائعة:

١. الصداع النصفي (الشقيقة)
٢. الصرع
٣. السكتات الدماغية
٤. الشلل الرعاش (مرض باركنسون)
٥. مرض الزهايمر
٦. التصلب المتعدد

أمراض أقل شيوعاً:

١. متلازمة غيلان-باريه
٢. اعتلال الأعصاب الطرفية
٣. شلل بيل

الأعراض العامة:

ضعف العضلات، التململ، اضطرابات الحركة، تغيرات في التفكير والسلوك، واضطرابات النوم.

أمثلة تفصيلية لبعض أمراض الجهاز العصبي

١. الصرع: نوبات تشنجية ناتجة عن نشاط كهربائي غير طبيعي في الدماغ.
٢. الشلل الرعاش: اضطراب حركي يتميز بالرعشة وبطء الحركة وتصلب العضلات.
٣. الأمراض الالتهابية والمعدية: مثل التهاب السحايا، التهاب الدماغ، وشلل الأطفال.
٤. الصداع: يشمل الصداع النصفي، الصداع العنقودي، وصداع التوتر.
٥. اضطرابات النوم: مثل الأرق ومتلازمة تململ الساقين.

ضوابط استخدام العقاقير

لضمان سلامة الجهاز العصبي يجب الالتزام بالتعليمات التالية:

١. أدوية تؤخذ على معدة فارغة.
٢. أدوية تؤخذ مع الطعام.
٣. أدوية لا تؤخذ مع أدوية أو أطعمة معينة.
٤. أدوية لا تؤخذ عن طريق الفم لأنها تهيج الجهاز الهضمي.

المخدرات وأضرارها

إدمان المخدرات يؤثر سلباً في الجهاز العصبي ويؤدي إلى:

١. مضاعفات نفسية: ضعف التركيز وتدني الأداء العقلي والوظيفي.
٢. اضطرابات ذهنية: اللامبالاة وفقدان القدرة على الحكم السليم.
٣. ضعف جهاز المناعة: وزيادة الإصابة بالأمراض المعدية مثل التهاب الكبد الفيروسي والأمراض المنقولة جنسياً.

صحة الجهاز العصبي

تعتمد صحة الجهاز العصبي على:

١. نظام غذائي متوازن غني بالفيتامينات وأوميغا ٣.
٢. ممارسة الأنشطة الذهنية والبدنية بانتظام.
٣. النوم الجيد وإدارة التوتر.
٤. الإكثار من تناول الفواكه والخضروات.
٥. ممارسة تمارين التنفس والاسترخاء.
٦. مراجعة الطبيب عند ظهور أعراض مثل التتميل أو الصداع أو اضطرابات الحركة أو الذاكرة.

أهمية الحفاظ على الأعضاء الحسية

المحافظة على الأعضاء الحسية (العين، الأذن، الأنف، اللسان، الجلد) ضرورية من

أجل:

١. إدراك العالم المحيط.
٢. التواصل مع الآخرين.
٣. التعلم واكتساب الخبرات.
٤. التفاعل الآمن مع البيئة.
٥. حماية الجسم من الأخطار.
٦. تنمية المهارات والبقاء.
٧. الحفاظ على الصحة النفسية والعقلية.

تقويم ذاتي:

١. ما دور الأعصاب الحسية في الجهاز الحسي؟
٢. اشرح آلية عمل الأعصاب الحسية.
٣. أكمل الجدول الآتي:

المحفز	عضو الحس
الألم	
الضغط	
الحرارة	
المواد الكيميائية	
الروائح	

أعضاء الاستقبال الحسية:

هي الأعضاء التي تستقبل المؤثرات البيئية وتنقلها إلى الجهاز العصبي لاتخاذ الاستجابة المناسبة.

أنواع المستقبلات الحسية:

١. المستقبلات الخارجية (Exteroceptors): تستقبل المؤثرات من خارج الجسم.
٢. المستقبلات الداخلية (Enteroceptors): تستقبل التغيرات داخل الجسم مثل تركيب الدم.
٣. المستقبلات الذاتية (Proprioceptors): توجد في العضلات والأوتار، وتحدد وضعية الجسم.

أعضاء الاستقبال الحسية الخارجية في الإنسان

تشمل الحواس الخمس:

١. اللمس (الجلد).
٢. التذوق (اللسان).
٣. الشم (الأنف).
٤. السمع (الأذن).
٥. البصر (العين).

توجد إحساسات مثل الجوع والعطش والحرارة والبرودة لا ترتبط بعضو حسي واحد محدد.

أعضاء الحس بالضوء: عين الإنسان

العين هي عضو الإبصار، وتقع داخل تجويف عظمي متين في الجمجمة يسمى المحجر (Orbit) لحمايتها. يحيط بالعين جفنان متحركان (علوي وسفلي) يقيانها من جسيمات الغبار الدقيقة. ويبطنها غشاء رقيق شفاف يسمى الملتحمة.

ويوجد على حافة الجفنين شعر يسمى الرموش . كما توجد أعلى العين الحواجب وجميعها تعمل على وقاية العين من وهج الشمس وبريق النور.

وتوجد بالزوايا الداخلية لكل عين الشكل غدة دقيقة دمعية تحت الجفن الأعلى تفرز الدموع وهي محلول ملحي ينظف العين ويغسلها من الأتربة، وتتجمع الدموع في قناة تخرج من الزوايا الداخلية للعين تسمى القناة الأنفية تسيل فيها الدموع الفائضة نحو الأنف.

تكاد العين أن تكون مستديرة إلا إنها في المقدمة تكون منخفضة قليلاً وبها ثقب في آخرها لدخول وخروج الأعصاب والأوعية الدموية.

تركيب العين

تشبه العين آلة التصوير (الكاميرا)، وتتكون من:

- ١- الصلبة: طبقة خارجية قوية تقي الأعضاء الداخلية.
- ٢- القرنية: وهي قوس محدب شفاف يمثل امتداد للصلبة إلى الأمام يسمح بمرور الضوء إلى داخل العين.
- ٣- الملتحمة: وهي غشاء وقائي شفاف يغطي القرنية لوقايتها.
- ٤- المشيمية: توجد داخل الصلبة وهي طبقة تتكون من خلايا بها مادة سوداء مما يجعل باطن العين معتماً وهي غنية بالأوعية الدموية التي تغذي مقلة العين.
- ٥- القزحية (القرصة - سواد العين): وهي جزء من المشيمية في شكل قرص يمتد خلف القرنية ويتركب من عضلات دائرية وشعاعية وينتشر في خلايا حبيبات ملونة إما ملونة إما بنية أو زرقاء تكسب العين اللون المميز لها.
- ٦- إنسان العين: وهو ثقب ضيق في منتصف القزحية وهو عبارة عن قرص مستدير يتسع ويصغر نتيجة لانقباض وارتخاء مجموعة من العضلات تحدد كمية الضوء الداخل للعين.
- ٧- العدسة البلورية: جسم هلامي شفاف لين محدب يكون المرئيات. تقع العدسة خلف إنسان العين. والعدسة المحدبة الوجهين وتكون من عدة طبقات تلتف حول العدسة عضلات دائرية تسمى عضلات هدية. وعند انقباضها تزيد العدسة طولاً وتقل سمكاً فترى العين الأشياء البعيدة.

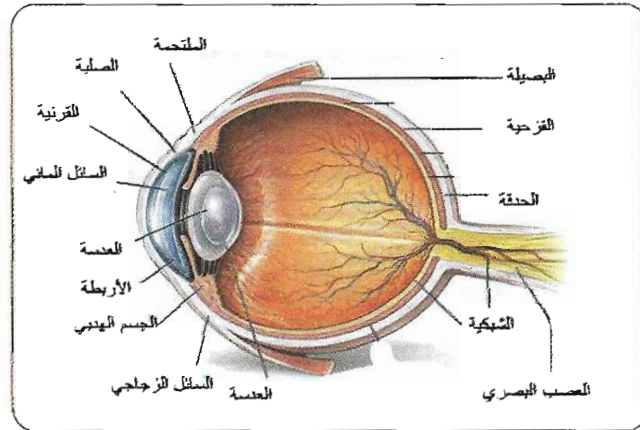
٨- **الغرفة الأمامية:** وهي عبارة عن التجويف الموجود بين القرنية والقزحية وهو مملوء بسائل يسمى السائل المائي.

٩- **الغرفة الخلفية:** وهي التجويف الموجود بين القزحية والعدسة ويملؤها سائل هلامي جلاتيني ملحي يتجدد باستمرار يسمى السائل الزجاجي.

١٠- **الشبكية:** هي الطبقة الحساسة من العين التي تبطن المشيمية ما عدا الجزء الأمامي وتحتوي على خلايا حساسة للضوء. تقع على الشبكية الصور المرئية فتوصلها بواسطة العصب البصري Optic Nerves إلى المخ. وهي تحتوي على نوعين من الخلايا هما الخلايا القضيبيية والخلايا المخروطية.

١١- **البقعة الصفراء:** نقطة توجد في الشبكية تتكون من خلايا مخروطية فقط وتتكون عندها أوضح الصور وتنتشر فيها النهايات العصبية.

١٢- **البقعة العمياء (السوداء):** نقطة خالية من الخلايا الحسية و النهايات العصبية يبدأ عندها العصب البصري في التفرع والانتشار ولا يحدث الأبصار إذا وقعت عليها الصور أي لا تدرك صور المرئيات التي تتكون عليها ولهذا سميت بالنقطة السوداء (العمياء).



الشكل (٦) يوضح تركيب العين

آلية الإبصار:

تسقط الأشعة الضوئية على الشبكية مكونة صورة مقلوبة مصغرة، ثم ينقلها العصب البصري إلى مركز الإبصار في المخ حيث تُفسَّر بشكلها الطبيعي.

تكيف العين وحدة النظر

- التكيف: تغيير تحدّب العدسة لرؤية الأجسام القريبة والبعيدة.
- حدة النظر (Acuity): تعتمد على عدد الخلايا المخروطية في الشبكية، وتكون أعلى في الطيور الجارحة مثل الصقر.

إدراك الألوان

- يعتمد على الخلايا المخروطية.
- الإنسان والرئيسيات يدركون الألوان بوضوح.
- بعض الحيوانات لا تميز ألواناً معينة.
- النحل يرى الأشعة فوق البنفسجية، بينما يعجز الإنسان عن ذلك.

أمراض النظر

تُعدّ أمراض النظر من الاضطرابات الشائعة، ومن أهمها:

١- قصر النظر: (Short Sight – Myopia)

ينشأ قصر النظر نتيجة إنهاك العين، خاصة عند القراءة لفترات طويلة أو صغر حجم الكتابة، مما يؤدي إلى زيادة ضغط العضلات وتغيّر تكوّن العين، فتصبح ببيضوية الشكل من الأمام إلى الخلف.

في هذه الحالة تتكوّن الصورة أمام الشبكية، فيرى المصاب الأشياء القريبة بوضوح بينما تتشوّه رؤية الأشياء البعيدة.

العلاج: استخدام عدسة زجاجية مقعرة الوجهين (مُفرّقة) تعمل على تفريق الأشعة الضوئية قليلاً لتتكوّن الصورة على الشبكية.

٢- طول النظر (Long Sight – Hyperopia):

فيه تكون المسافة بين العدسة والشبكية قصيرة، فتتكوّن الصورة خلف الشبكية، ولذلك يرى المصاب الأشياء البعيدة بوضوح ويجد صعوبة في رؤية الأشياء القريبة. العلاج: استخدام عدسة زجاجية محدّبة الوجهين (لامّة) تجمع الأشعة وتعيد الصورة إلى الشبكية.

أعضاء السمع والتوازن:

تركيب أذن الإنسان:

الأذن هي عضو السمع، وتتكون من ثلاثة أجزاء رئيسية (الشكل ٧):

١. الأذن الخارجية

٢. الأذن الوسطى

٣. الأذن الداخلية

وتتشترك الأجزاء الثلاثة في عملية السمع، بينما تختص الأذن الداخلية بعملية التوازن وحفظ وضع الجسم.

١- الأذن الخارجية: (External Ear)

تتكون من صيوان الأذن، وهو الغضروف الذي يوجد على جانبي الرأس، وظيفته جمع الموجات الصوتية وتركيزها، تمتد منه قناة تُعرف بالقناة السمعية وظيفتها نقل الموجات الصوتية إلى الداخل بطول يقارب ٢,٥ سم. تنتهي ببطلة الأذن وهي غشاء رقيق دائري (قطره نحو ٨ مم) يسد القناة السمعية من الداخل ويهتز عند وصول الصوت.

تحتوي القناة السمعية على شعر وغدد شمعية تحميها من الأتربة.

ويُفسّر وضع اليدين حول الأذنين عند محاولة السمع بوضوح بزيادة تجميع الموجات الصوتية.

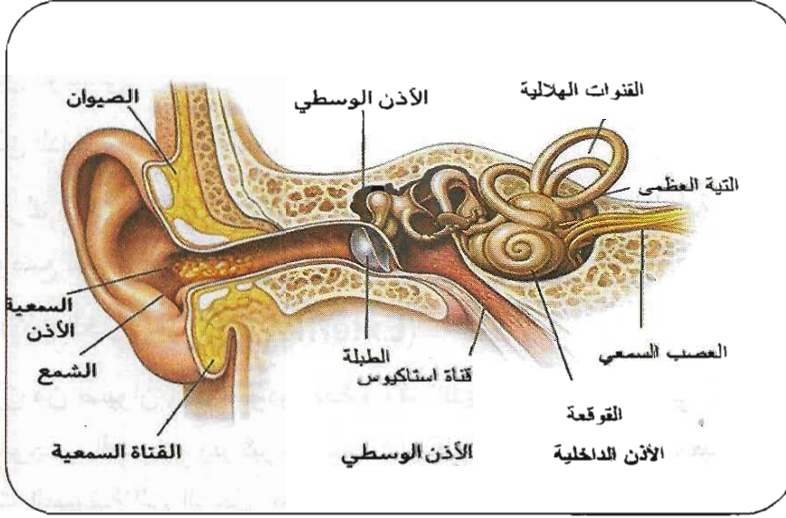
٢- الأذن الوسطى: (Middle Ear)

عبارة عن تجويف مملوء بالهواء بداخله سلسلة عظيمات ثلاث متصلة مع بعضها البعض، أولها المطرقة الذي يلامس طبلة الأذن، والأوسط السندان، والداخلي الركاب الذي يلامس الكوة البيضية في الأذن الداخلية. يخرج من الأذن الوسطى قناة تصلها بالبلعوم تسمى قناة استاكيوس.

٣- الأذن الداخلية: (Internal Ear)

وهي الجزء الداخلي من الأذن حيث توجد الخلايا الحسية التي ترسل منها الدفعات العصبية إلى المخ عن طريق العصب السمعي. وتتكون من جزء عظمي مجوف كثير الالتواءات يسمى التيه العظمي وهو مملوء بسائل يسمى اللف الداخلي ويطفو فوق

سائل آخر ذي قوام أكثر سيولة يحيط به من الخارج يسمى اللف الخاجي . ويتكون التيه العظمي من ثلاثة أجزاء تسمى القوقعة (مسؤولة عن السمع) والدهليز (يساعد في حفظ التوازن) وثلاث قنوات هلالية (يساعد في حفظ وضع الجسم).



الشكل (٧) يوضح تركيب الأذن

وظيفة الأذن:

١. السمع.
٢. حفظ توازن الجسم وتحديد اتجاه حركة الرأس.

آلية السمع:

تستقبل الأذن الخارجية الموجات الصوتية، فتنقل عبر القناة السميعة إلى طبلة الأذن التي تهتز، ثم تنتقل الاهتزازات عبر العظيومات السميعة إلى اللف داخل القوقعة، مما يؤدي إلى تنبيه الخلايا الحسية التي ترسل دفعات عصبية إلى المخ عبر العصب السمي، حيث يُدرك الصوت.

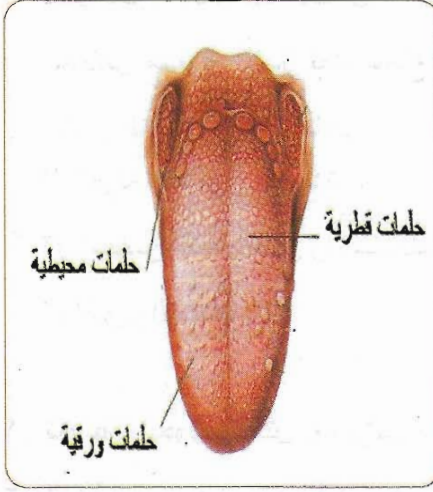
التوازن (الاتزان):

يتم حفظ التوازن بواسطة القنوات الهلالية والدهليز، حيث يتحرك السائل بداخلها عند تغيير وضع الرأس، فينبه الخلايا الحسية التي ترسل إشارات عصبية إلى المخ توضح اتجاه الحركة والتسارع.

وعند الدوران السريع ثم التوقف المفاجئ، يستمر السائل في الحركة، فيشعر الإنسان بالدوار.

أعضاء التذوق والشم:

التذوق (Taste):



اللسان هو عضو التذوق، وتنتشر على سطحه الحليمات الذوقية التي تحتوي على براعم الذوق المتصلة بالأعصاب.

المذاقات الأساسية أربعة:

١. الحلو: يستقبله طرف اللسان.
٢. المر: يستقبله مؤخر اللسان.
٣. الحامض: تستقبله جوانب اللسان.
٤. المالح: يستقبله معظم سطح اللسان.

الشكل (٧) يوضح حلمات الذوق

التذوق عملية كيميائية، ولا يُدرك طعم الطعام الصلب إلا بعد ذوبانه في اللعاب.

الشم (Smell):

يقع عضو الشم في الجزء العلوي من الأنف، حيث تنتشر ألياف العصب الشمي. تذوب المواد الكيميائية للرائحة في المخاط، ثم تنقل الإشارات العصبية إلى مركز الشم في المخ، مما يفسر تأثير الروائح في فتح الشهية أو التأثير النفسي.

أعضاء الحس الأخرى:

توجد في الجلد والعضلات مستقبلات حسية للألم، واللمس، والحرارة، والجوع، وتركز بعض هذه المستقبلات في مناطق معينة مثل الشفاه وأطراف الأصابع.

الاضطرابات الحسية وتأثيرها على حياة الفرد

تأثير ضعف البصر (الإعاقة البصرية):

- ١/ صعوبة القراءة والتنقل وإدراك الألوان.
- ٢/ تحديات تعليمية دون التأثير على القدرات العقلية.

٣/ صعوبات في التفاعل الاجتماعي.

تأثير فقد السمع (الإعاقة السمعية):

١. صعوبة التواصل وفهم الكلام.
٢. تأخر تطور اللغة عند الأطفال.
٣. انخفاض مستوى الأمان لعدم سماع الإشارات التحذيرية.

التأثير النفسي والاجتماعي:

- ١/ العزلة والشعور بالوحدة.
- ٢/ انخفاض الثقة بالنفس والاستقلالية.
- ٣/ القلق والاكتئاب.

التعويض والتكيف:

١. تعويض الحواس: مثل لغة الإشارة وبرائل والمعينات السمعية.
٢. التكيف البيئي: تحسين الإضاءة، استخدام الإشارات البصرية.
٣. التدريب والتأهيل: العلاج المهني والدعم النفسي.

مشروع الوحدة

عنوان المشروع: استكشاف الحواس واستجابة الكائنات الحية للمحفزات

أهداف المشروع:

١- التعرف على مفهوم الإحساس والفرق بينه وبين الإدراك.

٢- ملاحظة استجابة الكائنات الحية لمثيرات خارجية بسيطة.

٣- دراسة بعض أعضاء الحس في الإنسان ووظيفتها.

الأدوات:

سطح صلب مستو (مثل طاولة) - عصا أو قلم - حبوب صغيرة (أرز، عدس، أو حصي خفيف).

مروحة صغيرة أو نفخ الهواء بالفم - ألوان أو ضوء لملاحظة استجابة النباتات أو الحشرات.

روائح مختلفة (ليمون، قهوة، زهور) - قلم وورقة لتسجيل الملاحظات.

خطوات المشروع:

الجزء الأول: استجابة الحيوانات للمحفزات

الخطوات:

- ضع الحبوب على الطاولة.

- حرك العصا بالقرب من الحبوب أو استخدم المروحة لتوجيه الهواء عليها.

- راقب حركة الحبوب نتيجة الاهتزاز أو دفع الهواء.

- سجل ملاحظاتك عن اتجاه الحركة وسرعة انتشار الاهتزاز أو الهواء

الجزء الثاني: استجابة النباتات

الخطوات :

- ضع نباتاً أمام مصدر ضوء مختلف الاتجاهات.

- لاحظ اتجاه نمو النبات نحو الضوء (الانتحاء الضوئي).

- سجل الملاحظات.

الجزء الثالث: الحواس في الإنسان

الخطوات:

- جرب التعرف على الروائح المختلفة وسجل أي استجابة فورية (مثل سعال أو جذب).
- جرب لمس أشياء بدرجات حرارة مختلفة وسجل شعورك.
- لاحظ رد الفعل عند سقوط قلم سريع أمامك (الفعل المنعكس).

خاتمة المشروع:

اكتب تقرير عن المشروع موضحاً فيه :

١. كيف تستجيب الكائنات الحية والمحيط للمحفزات المختلفة عبر الحواس المتخصصة.
٢. الحواس والمستقبلات الحسية تمكن الكائن الحي من إدراك البيئة والتفاعل معها بطرق تساعد على البقاء والتكيف.
٣. أهمية فهم الحواس في الإنسان للحفاظ على صحته والتعامل بفعالية مع المحيط الخارجي.

التقويم العام للوحدة

السؤال الأول: اكمل ما يأتي بوضع الكلمة المناسبة:

- ١- تستقبل الحرارة كمحفز خارجي بواسطة.....
 - ٢- يتواصل أفراد النحل عن طريق.....
 - ٣- قرون الاستشعار في عضو حسي لعملية.....
 - ٤- النشاط الكهربائي غير الطبيعي في يسبب للإنسان.....
 - ٥- يتقوى الجهاز العصبي عند أكل و
- السؤال الثاني: ضع علامة (✓) أمام العبارة الصحيحة وعلامة (x) أمام العبارة غير الصحيحة مع تصويبها.

- ١- المهاد منطقة حسية متخصصة توجد في الدماغ. ()
- ٢- الارتعاش يولد حرارة في الجسم. ()
- ٣- نمو زهرة النبات نحو الشمس يمثل انتحاء لمسي. ()
- ٤- يسمع الخفاش الموجات فوق الصوتية. ()
- ٥- الأنشطة البدنية تفيد صحة الجهاز العصبي. ()
- ٦- الملتحمة غشاء شفاف يوجد في الأذن. ()
- ٧- شم الطيب يفتح الشهية للطعام. ()

السؤال الثالث: ضع دائرة حول الحرف الذي يمثل الإجابة الصحيحة:

- ١- الخطوة الأولى في عملية الإحساس هي:

أ- الوعي	ب- التحويل	ج- الاستقبال	د- النقل
----------	------------	--------------	----------
- ٢- المستقبلات الحسية التي تستقبل الضغط توجد في:

أ- الأنف	ب- الأذن	ج- العين	د- الجلد
----------	----------	----------	----------
- ٣- الطاقة الحرارية يمكن رؤيتها بواسطة:

أ- الفيل	ب- الأفعى	ج- سمكة القرش	د- السلحفاة
----------	-----------	---------------	-------------
- ٤- العضو العصبي الذي يسيطر على حركة التنفس هو:

أ- المخيخ	ب- النخاع الشوكي	ج- النخاع المستطيل	د- المخ الأوسط
-----------	------------------	--------------------	----------------
- ٥- الصور المرئية تقع على طبقة العين المسماة:

أ- القرنية	ب- المشيمية	ج- القرنية	د- الشبكية
------------	-------------	------------	------------

- ٦- عملية السمع في الأذن تقوم بها:
- أ- القنوات الهلالية ب- القوقعة ج- المطرقة د- قناة استاكيوس
- السؤال الرابع: ضع من القائمة (ب) أمام ما يناسبه في القائمة (أ) داخل المستطيل (ج):

المستطيل (ج)	القائمة (أ)	القائمة (ب)
	استقبال الموجات الصوتية	١- الطعم الحلو
	الجلد الناعم أعلى الأنف	٢- الأذن
	جوانب اللسان	٣- الجهاز العصبي
	العضلات الهدبية	٤- الطيور
	التيه العظمي	٥- صيوان الأذن
	شلل الأطفال	٦- الطعم المر
	استشعار المجال المغنطيسي	٧- عضو الشم
	حاسة الشم الكهربائي	٨- العين
	تنشيط حركة الأعضاء	٩- الطبلة
	توافق النشاط الحركي	١٠- سمكة القرش
		١١- السمبتاوي
		١٢- المخيخ

السؤال الخامس:

- أ- ما المقصود بكل من الآتي؟
- ١- الإدراك ٢- الفعل المنعكس ٣- الصرع
- ب- وضح أهمية الإحساس للكائن الحي:
- ج- تحدث باختصار عن أنواع الأعصاب.
- د- كيف نحافظ على صحة الجهاز العصبي؟
- و- ما أثر فقد السمع وضعف البصر على حياة الفرد؟

الوحدة السابعة

التنظيم الهرموني في الكائنات الحية

Hormonal coordination in living organisms

أهداف الوحدة :

يتوقع منك عزيزي الطالب بعد دراستك لهذه الوحدة، أن تكون قادراً على أن :

- تُعرّف التنظيم الهرموني ومفهوم الهرمون في الكائنات الحية.
- توضح دور الهرمونات في تنظيم العمليات الحيوية في النباتات، وتعدد الهرمونات النباتية الرئيسية مع شرح آلية عملها.
- تشرح التنظيم الهرموني في الحيوان والإنسان ودور الهرمونات في حفظ الاتزان الداخلي.
- تتعرف جهاز الغدد الصماء وأهميته في تنظيم وظائف جسم الإنسان.
- تميز بين الغدد الصماء والغدد القنوية.
- توضح دور البنكرياس في تنظيم مستوى سكر الدم
- تفسّر التآزر العصبي – الهرموني والعلاقة بين جهاز الغدد الصم والجهاز العصبي.
- تشرح الاضطرابات الهرمونية الناتجة عن زيادة أو نقص إفراز الهرمونات وتأثيرها في الصحة والسلوك.
- تعدّد بعض أمراض الجهاز الهرموني وطرق الوقاية والعناية بالصحة الهرمونية من خلال التغذية السليمة والنشاط البدني.

مصطلحات الدراسة:

التنظيم الهرموني - الخلايا المستهدفة - المستقبلات الهرمونية - أجهزة الاستقبال
أجهزة الاستجابة - الغدد الصماء - الجهاز العصبي - الأوكسينات الجبرلينات
السيتوكينينات - الغدد القنوية - الغدد المختلطة - البرولاكتين - الثيروتروپين -
الأتسولين - الأدرينالين - التستوستيرون - البروجستيرون

التنظيم الهرموني في الكائنات الحية:

عملية التنظيم الهرموني في الكائنات الحية هي تنظيم العمليات الحيوية المعقدة في الجسم، مثل النمو، وسمات الخلايا، والتكاثر، والشهية، والهضم، وتوزيع الطاقة، والتطور الجنيني، بواسطة الهرمونات، وهي رسائل كيميائية تُفرز من غدد أو أنسجة متخصصة، تعمل على ضبط أنشطة الجسم المختلفة والحفاظ على الاتزان الداخلي.

يتطلب تنظيم بعض هذه الوظائف الحيوية في الحيوانات تنسيقاً مشتركاً بين الجهاز العصبي والجهاز الهرموني لضمان الانسجام بين الإشارات الكهربائية والكيميائية. حيث يعمل الجهاز العصبي كوسيط سريع لنقل الإشارات الكهربائية بين الأعضاء والأنسجة، مما يتيح استجابات فورية ودقيقة، بينما يقوم الجهاز الهرموني بإفراز الهرمونات والتي تعمل كرسائل كيميائية تنتقل عبر الدم إلى الأنسجة المستهدفة لإحداث تأثير.

التنظيم الهرموني في النباتات:

يُشير التنظيم الهرموني في النباتات إلى دراسة الهرمونات النباتية التي تنتجها النباتات، حيث تعمل هذه الهرمونات بشكل متكامل للتحكم في عمليات حيوية مثل نمو السيقان والجذور (الاستطالة والتجذير) والاستجابة للضوء، ونضج الثمار، وتساقط الأوراق. لا يُعد الهرمون منشطاً أو مثبطاً بشكل مطلق، بل يعتمد تأثيره على الظروف البيئية والفسيولوجية.

الهرمونات النباتية الرئيسية:

توجد عدة أنواع من هرمونات النبات التي تُنظم نمو النبات وتطوره، أهمها:

الأوكسينات (Auxens):

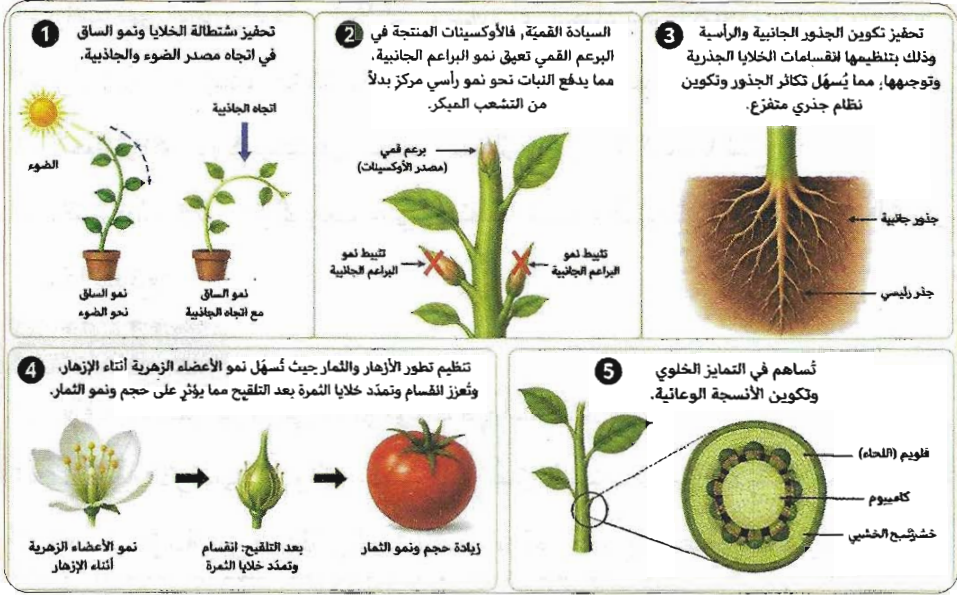
هرمونات نباتية تتحكم في نمو النبات وتطوره خلال دورة حياته، تم اكتشافها من خلال تجارب العالم تشارلز داروين على الانتحاء وسميت بهذا الاسم من الكلمة اليونانية (auxen) والتي تعني ينم.

تتوزع الأوكسينات بشكل غير متساوٍ في النبات، حيث توجد أعلى تراكيز لها في الأجزاء المرستمية (القمة النامية للسيقان والجذور والأوراق النامية والبذور).

تنتقل الأوكسينات الطبيعية من قمة الساق أو البرعم إلى باقي أجزاء النبات إلى أسفل عن طريق أنسجة اللحاء. أكثر الأوكسينات شيوعاً في النباتات هو اندول حمض الخليك.

وظائف الأكسينات في النبات:

للأكسينات العديد من الوظائف، الشكل التالي يوضح بعضاً منها:



الشكل (1) يوضح تأثير الأكسينات على النبات

مصطلحات يجب معرفتها:

النمو: الزيادة في كتلة، أو وزن، أو حجم الكائن الحي. وينتج عنه في النبات التباين في الشكل والمظهر الخارجي للنبات، قد يكون النمو محدوداً أو غير محدود كما يحدث في الأنسجة الإنشائية والمرستيمات.

التمايز الخلوي: عندما تنقسم الخلايا وتتسع تأخذ شكلاً و وظيفة معينة داخل جسم النبات، تتخصص الخلايا لتعمل في التوصيل، والدعم، أو الإفراز والبناء الضوئي.

البرعم: هو جزء صغير ناشئ على النبات يحتوي على خلايا مرستيمية قادرة على النمو والانقسام، ويعتبر مركزاً تكون أوراق جديدة، أزهار، أو سيقان، من أنواعه البرعم القمي، البرعم الجانبي أو الأبطي، والبرعم الزهري.

نشاط: (1) : استكشاف تأثير الأكسينات على نمو النبات

الأدوات المطلوبة: بذور الطماطم أو الفاصولياء، أوعية زراعة ،مصباح ضوء أداة لقطع البرعم القمي.

خطوات النشاط:

- ١- ازرع الشتلات في أوعية منفصلة وضعها بالقرب من نافذة أو مصدر ضوء من جهة واحدة.
 - ٢- راقب نمو السيقان لمدة ٥-٧ أيام وسجّل أي انحناء نحو الضوء.
 - ٣- أزل قمة ساق إحدى الشتلات وقارن نمو البراعم الجانبية مع الشتلات الأخرى.
 - ٤- لاحظ تراكم الأوكسينات في الجانب المظلل للساق والانحناء الناتج.
 - ٥- ناقش كيف تؤثر الأوكسينات على: استطالة الساق، السيادة القمية، والتميز الخلوي.
- ماذا تستنتج؟

تقويم ذاتي:

- ١- عرّف التنظيم الهرموني والهرمونات في الكائنات الحية.
- ٢- ما وظيفة الأوكسينات، والتي تتعلق بنمو ساق النبات للأعلى والانحناء نحو الضوء؟
- ٣- إذا تمت إزالة البرعم القمي لنبات، كيف سيتغير نمو البراعم الجانبية ولماذا؟

٢- الجبريلينات : (Gibberellins)

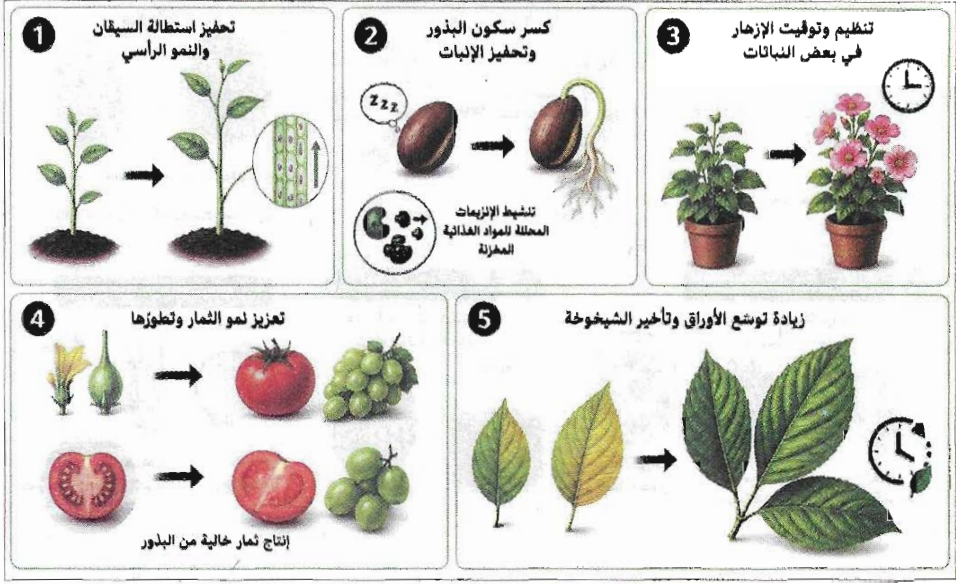
الجبريلينات هي مجموعة من هرمونات النمو النباتية التي تتكوّن طبيعياً في النبات، وتؤدي دوراً أساسياً في استطالة خلايا الساق السليمة وزيادة النمو الطولي. تُعدّ الأوراق حديثة التكوين في النباتات الراقية من أهم مصادر الجبريلينات مقارنة بالأوراق المسنة، كما تُنتج أيضاً في الجذور ولكن بكميات أقل نسبياً.

تم اكتشاف الجبريلينات باعتبارها ثاني مجموعة من هرمونات النمو النباتية بعد الأوكسينات، وذلك على يد العالم الياباني كوروساوا (Kurosawa) أثناء دراسته لمرض البادرة الحمقاء في نبات الأرز، حيث لاحظ استطالة غير طبيعية في السيقان.

تنتقل الجبريلينات داخل النبات عبر أنسجة الخشب، وقد أظهرت الأبحاث الحديثة أنها تنتقل أيضاً عبر أنسجة اللحاء، مما يدل على أن الجبريلينات تنتقل في جميع الأنظمة الوعائية النباتية.

وظائف الجبريلينات في النباتات:

للجبريلينات العديد من الوظائف، الشكل التالي يوضح بعضاً منها:



الشكل (٢) يوضح تأثير الجبريلينات على النباتات

٤- السيتوكينات (Cytokines):

السيتوكينات هي هرمونات نباتية أساسية تحفز انقسام الخلايا (من هنا جاء اسمها:

السيتوكينيز)، كما تؤخر شيخوخة الأوراق (بفضل تأثيرها المضاد للشيخوخة).

تُعزز السيتوكينات النمو الخضري والتفرع الجانبي، كما تحسن تثبيت العقد وتكوين الثمار، وتساهم في بناء الكلوروفيل والبروتين.

تعتبر السيتوكينات ضرورية لتحقيق التوازن بين نمو الجذور والأجزاء العلوية للنبات. يُنتج السيتوكينين بشكل رئيسي في الجذور والمناطق المرستيمية (ذات النمو المستمر)، وينتقل بشكل أساسي عبر نسيج الخشب.



الشكل (٣) يوضح تأثير السيتوكينينات على النباتات

حمض الأبسيسيك (Absciscic Acid):

حمض الأبسيسيك هو أحد الهرمونات النباتية التي تفرزها النباتات لتنظيم نموها ومساعدتها على التكيف مع الظروف البيئية المختلفة. يُرمز له بالاختصار ABA، ويُعد من الهرمونات التي تبطيء النمو في بعض الحالات، لذلك يُعرف بأنه هرمون مثبث للنمو.

وظائف حمض الأبسيسيك:

١- يساعد النبات على تحمل الجفاف؛ عند نقص الماء، يزداد إفراز حمض الأبسيسيك في النبات، فيعمل على إغلاق الثغور الموجودة في الأوراق، مما يقلل فقدان الماء ويحافظ عليه داخل النبات.

٢- تنظيم سكون البذور حيث يساعد على منع إنبات البذور في الظروف غير المناسبة، مثل نقص الماء أو انخفاض درجة الحرارة، وبذلك يضمن نمو النبات في الوقت المناسب.

٣- إبطاء النمو عند الظروف غير الملائمة، وذلك بعمله على تقليل انقسام الخلايا وإبطاء النمو عندما تكون البيئة غير مناسبة، مما يساعد النبات على البقاء.

٤- يساعد النبات في الاستجابة للضغط البيئية، فهو يُطلق عليه أحياناً اسم هرمون الإجهاد لأنه يساعد النبات على الاستجابة لظروف مثل الجفاف والملوحة والبرد.

٥- هرمون الإيثيلين:

الإيثيلين هرمون نباتي غازي بسيط ، وهو مختلف عن باقي الهرمونات لأنه غاز يمكنه التحرك بسهولة داخل النبات وحتى إلى النباتات المجاورة.

ينتج في معظم أجزاء النبات مثل الجذور والسيقان والأوراق والثمار، يعمل حتى في تركيزات قليلة جداً.

وظائف هرمون الإيثيلين:

١- نضج الثمار، حيث يُسرّع عملية نضج الثمار، خصوصاً في الفواكه التي تتنفس بصورة نشطة أثناء النضج مثل الموز والطماطم والتفاح.

٢- يساهم في الشيخوخة وتساقط أجزاء النبات مثل الأوراق والزهور، ويساعد على تساقطها عندما تكون غير مفيدة للنبات.

٣- يؤثر في استجابات النمو وتكيف النبات، بتحفيزه بمرور جذور جديدة ونمو شعيرات الجذور في بعض الحالات.

٤- يعمل كهرمون استجابة للضغط البيئية ، حيث يتكوّن عندما يتعرّض النبات لإصابات أو إجهادات بيئية، فيساعد النبات على التكيف مع الظروف الصعبة.

نشاط (٢): قارن وميز

قم بإعداد جدول للمقارنة بين الهرمونات النباتية الآتية:

الجبريلينات - الأوكسينات - السيٲوكينينات - حمض الأبسيسيك - الإيثيلين.

من حيث:

١- نوع التأثير (تنشيط/تثبيط).

٢- أهم الوظائف.

٣- مكان الإنتاج.

٤- دور الهرمون في النمو أو الشيخوخة.

التكامل بين عمل الهرمونات النباتية:

عند النظر إلى هذه الهرمونات معاً، يتضح أن كل نوع يُكَمِّل الدور الذي يقوم به الآخر. على سبيل المثال، بينما تحفّز الأوكسينات والجبريلينات استطالة الخلايا ونمو الساق، تقوم السيٲوكينينات بتنظيم انقسام الخلايا، ويعمل حمض الأبسيسيك على تثبيط النمو في الظروف غير الملائمة، ويؤثر الإثيلين على مراحل الشيخوخة ونضج الثمار. هذا التكامل بين الهرمونات يُظهر أن التحكم في نمو النبات ليس مرتبطاً بهرمون واحد فقط، بل هو شبكة تفاعلات معقدة تتكامل لتنظيم جميع مراحل حياة النبات.

التقويم الذاتي:

- ١- علّل: يُطلق على حمض الأبسيسيك اسم (هرمون الإجهاد).
- ٢- اذكر سببين يوضّحان أهمية الجبريلينات في نمو النبات.
- ٣- ما دور السيٲوكينينات في توازن نمو النبات؟

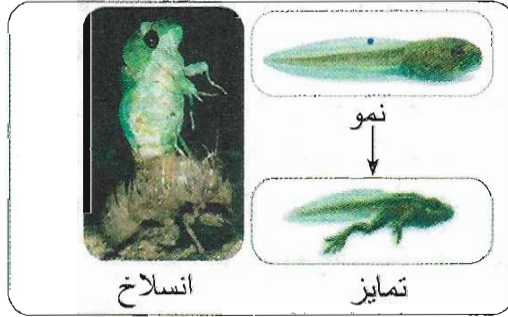
التنسيق الهرموني في الحيوانات

تعتمد الحيوانات على التعاون بين الجهاز العصبي والجهاز الهرموني لضمان استجابة دقيقة للتغيرات التي تحدث داخل الجسم أو في البيئة المحيطة. يعمل الجهاز العصبي على توفير استجابات سريعة وقصيرة الأمد، حيث تنتقل الإشارات الكهربائية عبر الأعصاب بسرعة إلى العضلات والغدد، ما يسمح للجسم بالتصرف فوراً، مثل الانسحاب عند لمس شيء ساخن أو زيادة ضربات القلب عند الخوف.

أما الجهاز الهرموني فيعمل عن طريق إفراز هرمونات تنتقل في الدم، وهي مواد كيميائية تصل إلى أجزاء محددة من الجسم وتستمر تأثيراتها لفترة أطول. هذا يساعد الجسم على تنظيم وظائف مهمة على المدى الطويل، مثل النمو، استخدام الطاقة، توازن الماء والأملاح، وتنظيم النوم والاستيقاظ. بهذا التعاون، يكمل كل جهاز عمل الآخر.

التنسيق الهرموني في الحيوانات غير الفقارية:

في معظم الحيوانات غير الفقارية يوجد جهاز إفراز داخلي بدائي، حيث تُفرز الهرمونات من خلايا متخصصة موجودة في العقد العصبية، بينما تمتلك بعض الأنواع غدداً متخصصة لإفراز وتحرير الهرمونات في الدم. وتؤثر الهرمونات في العديد من العمليات الحيوية، مثل: النمو، النضج الجنسي، التكاثر، التلون، الانسلاخ، التمايز، والتشكل (التحول).



الشكل (٤) يوضح بعض العمليات الحيوية التي تتم في الحيوانات غير الفقارية وتؤثر فيها الهرمونات

التنسيق الهرموني في الحيوانات الفقارية:

في الحيوانات الفقارية يعمل جهاز الإفراز الداخلي متكاملًا مع الجهاز العصبي للحفاظ على الاتزان الداخلي.

تساعد الهرمونات على تنظيم العديد من العمليات الحيوية، مثل:

النمو، التكاثر، عمليات الأيض (التمثيل الغذائي)، وتنظيم توازن الماء والأملاح في الجسم، مما يضمن استقرار البيئة الداخلية للكائن الحي.

التنسيق الهرموني في الإنسان

يتم إفراز الهرمونات في الإنسان، وتنقسم الغدد في جسم الإنسان إلى غدد قنوية (Exocrine glands) وغدد صماء (Endocrine glands)، بالإضافة إلى نوع ثالث من الغدد يُعرف بـ الغدد المختلطة.

الغدد القنوية: غدد تمتلك قنوات خاصة تفرغ إفرازاتها عبرها إلى سطح الجسم أو إلى تجاويف داخلية، مثل الغدد اللعابية والعرقية.

الغدد الصماء: فهي غدد لا قنوية (Ductless glands)، تُفرز هرموناتها مباشرة إلى الدم، لتصل إلى الأعضاء أو الأنسجة المستهدفة، حيث تؤدي دوراً أساسياً في تنظيم الوظائف الحيوية للجسم، مثل النمو، والتمثيل الغذائي (الأيض)، والتكاثر، والمحافظة على الاتزان الداخلي.

وتشمل الغدد الصماء الرئيسة في الإنسان: الغدة النخامية، والغدة الدرقية، والغدد جارات الدرقية، والغدتين الكظريتين، والغدة الصنوبرية، والغدة الزعترية، بالإضافة إلى الغدد التناسلية (المبيضان والخصيتان).

أولاً: الغدد الصماء (Endocrine Glands)

هي غدد تُفرز هرموناتها مباشرة في مجرى الدم، ومن أهمها:

الغدة النخامية (Pituitary Gland):

تقع في قاعدة الدماغ، وتعدّ الغدة الرئيسة في جهاز الغدد الصماء؛ إذ تتحكم في العديد من الأنشطة الحيوية وتنظم عمل معظم الغدد الصماء الأخرى.

الغدة الدرقية (Thyroid Gland):

تتحكم في عمليات الأيض (التمثيل الغذائي) في الجسم، وتُفرز هرموني (الثيروكسين) (T_4) وثلاثي يود الثيرونين (T_3).

الغدد جارات الدرقية (Parathyroid Glands):

تقع خلف الغدة الدرقية، وتلعب دوراً مهماً في تنظيم مستوى الكالسيوم والفوسفور في الدم.

الغدتان الكظريتان (Adrenal Glands):

تقعان فوق الكليتين، وتُفرزان هرمونات متعددة تساهم في تنظيم الاستجابة للضغط، وضبط ضغط الدم، والتمثيل الغذائي.

الغدة الصنوبرية (Pineal Gland):

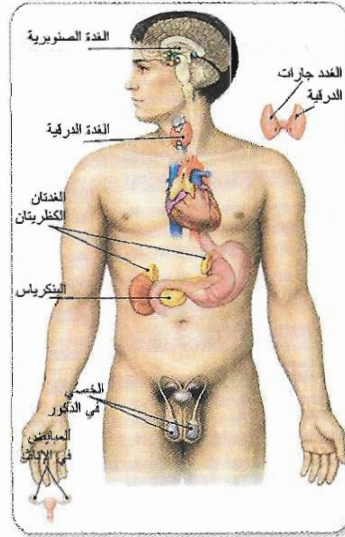
تُفرز هرمون الميلاتونين (Melatonin) الذي ينظم الإيقاع اليومي للجسم ودورة النوم والاستيقاظ.

الغدة الزعترية (Thymus Gland):

تُعد مهمة لتطور الجهاز المناعي، خصوصاً في مرحلة الطفولة، وتضمحل تدريجياً بعد البلوغ.

الغدد التناسلية (Gonads):

وتشمل المبيضان في الإناث والخصيتان في الذكور، وتختص بإنتاج الأمشاج (البويضات والحيوانات المنوية) وإفراز الهرمونات الجنسية المسؤولة عن الصفات الجنسية الثانوية.



الشكل (٥) يوضح بعض الغدد في الإنسان

ثانياً: الغدد القنوية (Exocrine Glands)

هي غدد تُفرز موادها عبر قنوات خاصة، ومن أمثلتها:

الغدد اللعابية (Salivary Glands): تفرز اللعاب في تجويف الفم.

الغدد العرقية (Sweat Glands): تفرز العرق للمساعدة في تنظيم درجة حرارة الجسم.

الغدد الدهنية (Sebaceous Glands): تفرز مواد دهنية تعمل على حماية الجلد والشعر.

الغدد الدمعية (Lacrimal Glands): تفرز الدموع لترطيب العين وحمايتها.

الغدد الثديية (Mammary Glands) ، وغدة البروستاتا، والغدد الصفراوية.

ثالثاً: الغدد المختلطة (Mixed Glands)

وهي غدد تؤدي وظيفة صماء وأخرى قنوية في آن واحد، ومن أبرز أمثلتها:

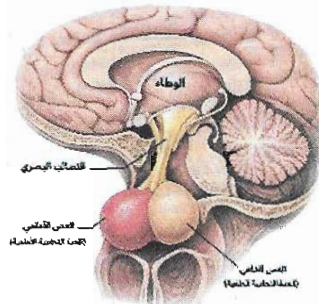
البنكرياس (Pancreas):

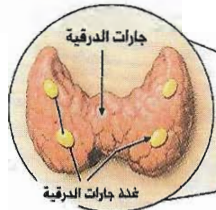
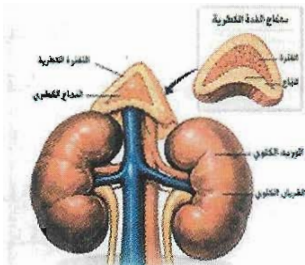
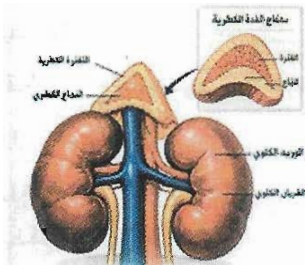
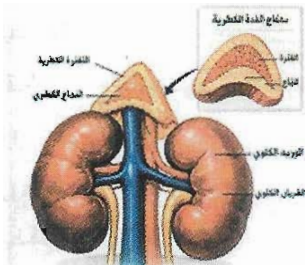
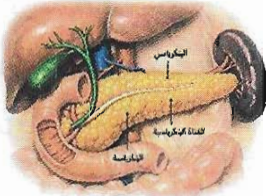
يعمل كغدة صماء بإفراز هرموني الأنسولين والجلوكاجون مباشرة في الدم لتنظيم مستوى سكر الدم، وكغدة قنوية بإفراز العصارات الهضمية إلى الأمعاء الدقيقة.

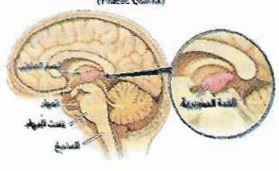
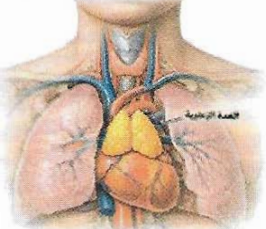
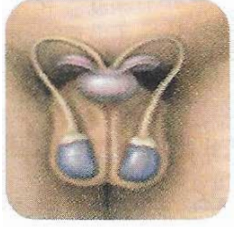
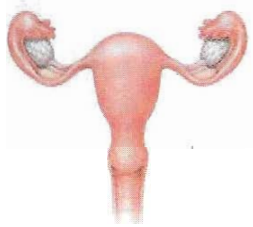
أنواع الهرمونات في الإنسان ووظائفها وتأثير نقصها:

تُقسم الهرمونات في الإنسان بحسب الغدة المُفرزة ووظيفتها الحيوية، إذ تؤدي دوراً أساسياً في تنظيم النمو، والتمثيل الغذائي، والتكاثر، والاتزان الداخلي. ويؤدي اختلال إفرازها، خاصة النقص، إلى اضطرابات فسيولوجية واضحة.

الجدول (٢) يوضح أنواع الهرمونات في الإنسان ووظائفها وتأثير نقصها:

الغدة المفرزة	الهرمون	الوظيفة	تأثير النقص
<p>الغدة النخامية</p> 	هرمون النمو (Growth Hormone)	تنظيم نمو العظام والعضلات	التقزم عند الأطفال، ضعف الكتلة العضلية عند البالغين
	البرولاكتين (Prolactin)	تحفيز إفراز اللبن بعد الولادة	ضعف أو انعدام إدرار اللبن
	الهرمون المنبئ للغدة الدرقية (TSH)	تنشيط الغدة الدرقية لإفراز الثيروكسين	قصور نشاط الغدة الدرقية
	الهرمون المنبئ لقشرة الكظر (ACTH)	تنشيط قشرة الغدة الكظرية	ضعف الاستجابة للضغط والإجهاد
	الهرمون المنبئ للخلايا الصبغية (MSH)	تنظيم صبغة الميلانين	شحوب الجلد
الغدة الدرقية	الثيروكسين (T ₄)	تنظيم معدل الأيض والنمو	الكسل، زيادة الوزن، تضخم الغدة الدرقية (الجويتر)
	ثلاثي يود الثيرونين (T ₃)	زيادة سرعة التفاعلات الحيوية	بطء العمليات الحيوية وضعف النمو

<p>تقلصات عضلية، هشاشة العظام، تشنجات عصبية</p>	<p>تنظيم مستوى الكالسيوم في الدم</p>	<p>هرمون جار الدرقية (Parathormone)</p>	<p>الغدد جارات الدرقية</p> 
<p>ضعف الاستجابة للضغط</p>	<p>الاستجابة السريعة للطوارئ</p>	<p>الأدرينالين</p>	<p>الغدة الكظرية</p> 
<p>التعب العام، انخفاض ضغط الدم</p>	<p>تنظيم الأيض ومقاومة الإجهاد</p>	<p>الكورتيزول</p>	
<p>اختلال توازن الأملاح وانخفاض الضغط</p>	<p>تنظيم الأملاح والماء</p>	<p>الألدوستيرون</p>	
<p>داء السكري</p>	<p>خفض مستوى الجلوكوز في الدم</p>	<p>الأنسولين</p>	<p>البنكرياس (جزر لانجرهانز):</p> 

<p>الأرق واضطراب النوم</p>	<p>تنظيم النوم والإيقاع اليومي</p>	<p>الميلاتونين</p>	<p>الغدة الصنوبرية:</p> <p>الغدة الصنوبرية (Pineal Gland)</p> 
<p>ضعف المناعة</p>	<p>نضج الخلايا اللمفاوية</p>	<p>الثيموسين</p>	<p>الغدة الزعترية</p> 
<p>ضعف الصفات الذكرية والعقم</p>	<p>الصفات الجنسية الثانوية وتكوين الحيوانات المنوية</p>	<p>التستوستيرون</p>	<p>الأعضاء التناسلية الخصيتان في الذكور</p> 
<p>تنظيم الدورة الشهرية والصفات الأنثوية.</p>	<p>تنظيم الدورة الشهرية والصفات الأنثوية</p>	<p>الإستروجين</p>	<p>الأعضاء التناسلية المبيضان في الإناث</p> 
<p>صعوبة الحمل أو الإجهاض</p>	<p>تثبيت الحمل</p>	<p>البروجسترون</p>	

آلية عمل الهرمونات:

١- إنتاج الهرمون:

تقوم الغدة الصماء بإفراز الهرمون استجابةً لتغيرات داخل الجسم أو مؤثرات خارجية، مثل نقص مادة معينة في الدم أو تأثير هرمون آخر.

٢- انتقال الهرمون:

ينتقل الهرمون عبر الدم ليصل إلى الخلايا المستهدفة. بعض الهرمونات تتحرك حرة، بينما يرتبط البعض الآخر ببروتينات ناقلة حسب طبيعتها الكيميائية.

٣- التعرف على الخلية المستهدفة:

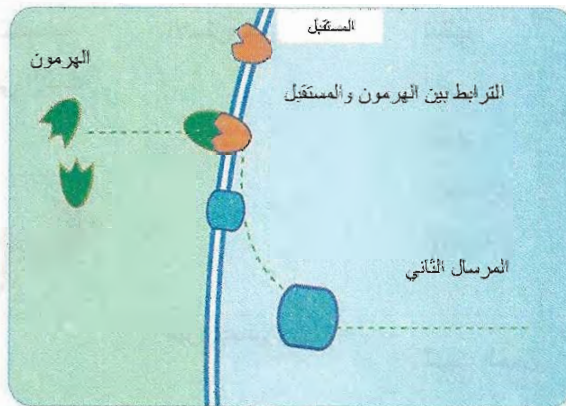
كل خلية مستهدفة لها مستقبلات خاصة للهرمون. بدون هذه المستقبلات، لا تستطيع الخلية الاستجابة.

٤- التأثير حسب نوع الهرمون:

أ- الهرمونات البروتينية والأمينية (مثل الأنسولين، هرمونات الغدة النخامية)؛ لا تستطيع اختراق غشاء الخلية، فتربط بمستقبلات على سطح الغشاء، وتعمل عبر رسل ثانوية مثل cAMP أو أيونات الكالسيوم لتغيير نشاط الخلية بسرعة.

ب- الهرمونات الستيرويدية وهرمونات الغدة الدرقية (مثل الكورتيزول، الأستروجين، الثيروكسين T₄)؛

تستطيع الدخول إلى الخلية، حيث ترتبط بمستقبلات داخل السيتوبلازم أو النواة، فتؤثر مباشرة على المادة الوراثية لتغيير إنتاج بروتينات معينة. تأثيرها أبطأ نسبيًا لكنه طويل الأمد.



الشكل (٦) يوضح آلية عمل الهرمون

تقويم ذاتي:

- ١- أي من الغدد التالية تُفرز هرموناتها مباشرة في الدم؟
(أ) الغدة العرقية (ب) الغدة النخامية (ج) الغدة اللعابية (د) الغدة الدهنية
- ٢- الغدة التي تعمل كغدة مختلطة (صماء وقنوية) هي
- ٣- اقرأ الحالة التالية وأجب عن السؤال:
طفل يعاني من بطء نمو واضح وضعف العضلات بسبب نقص هرمون النمو.
السؤال: أي غدة متعلقة بهذه الحالة وما نوع الغدة؟ وما الهرمون المسؤول؟

بعض الأمراض المرتبطة باختلال إفراز الهرمونات في جسم الإنسان:

١- داء السكري:

السكري هو مرض مزمن، يحدث نتيجة ارتفاع الجلوكوز (السكر) في الدم. المصابون بمرض السكري لا يستطيعون تحويل الجلوكوز في الجسم الى طاقة و ذلك إما لأن كمية الانسولين غير كافية لتحويل الجلوكوز أو أن الانسولين لا يعمل بشكل صحيح.

أنواع مرض السكري:

هناك نوعان رئيسيان للسكري:

السكري نوع ١: يحدث هذا النوع نتيجة مناعة ذاتية ضد الخلايا المسؤولة عن تصنيع الانسولين في البنكرياس، فيصبح الجسم غير قادر على انتاج الانسولين أو افرازه بكميات قليلة جداً. غالباً يصيب هذا النوع الأطفال و الشباب.

السكري نوع ٢: هذا النوع يتطور عندما تنتج خلايا الجسم ما يكفي لتلبية احتياجات الجسم منه أو نتيجة لانخفاض استجابة الجسم للانسولين. عادة يتأثر به البالغين

حقائق علمية مرتبطة بمرض السكري :

التاريخ العائلي: تلعب الوراثة دوراً رئيساً في مرض السكري، حيث أن ١٠ ٪ فقط من الأشخاص الذين يعانون من النوع الأول لديهم تاريخ عائلي لمرض السكري. أما النوع الثاني، فترتفع النسبة الى ٣٠ ٪ و هو أكثر شيوعاً عند الرجال.

النظام الغذائي و البدانة: بشكل عام، ارتفاع مستويات السمنة و هذا يجعل البدناء أكثر عرضة لمرض السكري من النوع الثاني و الذي يرتبط بالنظام الغذائي.

عدم ممارسة النشاط الرياضي: ممارسة النشاط الرياضي بانتظام يمكن أن يزيد من استجابة الجسم للانسولين.

الخلل الوظيفي للبنكرياس: أي علة أو مرض يحدث للبنكرياس سيؤثر على قدرته على إنتاج الانسولين.

العرق: أعراق معينة أكثر عرضة لمرض السكري.

التدخين: التدخين هو أحد العوامل لمقاومة الانسولين. كما أنه يؤثر على الدورة الدموية في الجسم فهو يزيد من فرص تطوير مضاعفات مرض السكري مثل أمراض القلب.

الأعراض:

١- كثرة التبول : الجسم يحاول التخلص من الجلوكوز الفائض عن طريق اخراجه في البول مما يؤدي الى زيادة التبول.

٢- العطش : تكرار التبول يؤدي الى ارتفاع حاجة الجسم للسوائل و العطش.

٣- التعب: بما ان الخلايا لا تحصل على الطاقة التي تحتاج اليها، سيؤدي الى ارهاقها.

٤- الكيتونات: ينتج عن استمرار تحطيم الخلايا الدهنية في الجسم؛ الكيتونات تتراكم في الدم و تفرز في البول.

٦- ضعف الرؤية: امتصاص الجلوكوز يمكن أن يغير في شكل عدسة العين مما يؤدي الى تغير الرؤية.

المضاعفات:

- مشاكل في العين، مثل فقدان البصر و تعتيم في عدسة العين.
- مشاكل الكلى و أمراض القلب.
- الأضرار التي تلحق الأعصاب؛ كالفقدرة على الشعور و يمكن لمشاعر الألم أن تتأثر.

احتياجات مريض السكري:

- مريض السكري يحتاج الى برنامج تعليمي فعال يمكن من خلاله التحكم بالسكري على مدار الأيام.
- تتم عملية معالجة داء السكري من النوع ١ عن طريق حقن الانسولين، اما النوع ٢ عادة ما يكون عن طريق حبوب الفم.
- الفحوصات الطبية الدورية.
- المحافظة على مستوى الجلوكوز.

- اتباع نظام غذائي صحي، و مراقبة الوزن و ممارسة النشاط الرياضي بانتظام.

قصور الغدة الدرقية (Hypothyroidism):

هو حالة تحدث عندما تقل قدرة الغدة الدرقية على إنتاج الهرمونات الكافية خاصة الثيروكسين (T_4) وثلاثي يود الثيرونين (T_3) لتلبية احتياجات الجسم. هذه الهرمونات مسؤولة عن تنظيم عمليات الأيض (التمثيل الغذائي) والنمو والنشاط الحيوي للخلايا، ونقصها يؤدي إلى بطء الوظائف الحيوية.

الأسباب:

- ١- نقص اليود في النظام الغذائي – اليود عنصر أساسي لإنتاج هرمونات الغدة الدرقية.
- ٢- التهاب الغدة الدرقية المناعي الذاتي (مثل مرض هاشيموتو).
- ٣- إزالة الغدة الدرقية جراحياً أو تدميرها بالإشعاعي.
- ٤- خلل في الغدة النخامية أو الوطاء – يؤدي إلى نقص التحفيز لإنتاج الهرمونات.
- ٤- بعض الأدوية أو العلاجات الكيميائية التي تؤثر على وظائف الغدة.



الشكل (٧) تضخم الغدة الدرقية

الأعراض:

التعب والإرهاق المستمر - زيادة الوزن غير المبررة - بطء ضربات القلب - برودة الجسم وجفاف الجلد تساقط الشعر ونقصه - الإمساك المزمن - انتفاخ الوجه والعينين - ضعف التركيز والسيان - لدى الأطفال: تأخر النمو والتطور، تقزم الجسم

العلاج:

- العلاج الهرموني التعويضي: إعطاء الثيروكسين الصناعي (Levothyroxine)

لتعويض نقص الهرمونات. (ضبط الجرعة حسب فحص الدم الدوري لضمان مستويات طبيعية للهرمونات).

- متابعة الأعراض وتحسين التغذية (اليود، السيلينيوم، الزنك).

الوقاية والعناية الصحية:

- ١- تناول الأطعمة الغنية باليود (مثل الأسماك والملح المعالج باليود).
- ٢- متابعة وظائف الغدة الدرقية بشكل دوري خصوصاً عند الأطفال وكبار السن.
- ٣- تجنب تناول أدوية أو أعشاب قد تؤثر على الغدة بدون استشارة الطبيب.

مشروع الوحدة:

عنوان المشروع: استكشاف التنظيم الهرموني في الكائنات الحية.

أهداف المشروع:

- توضيح مفهوم التنظيم الهرموني والهرمونات في الكائنات الحية.
- شرح التنسيق الهرموني في الحيوان والإنسان ودور الغدد الصماء.
- ربط نقص أو زيادة الهرمونات ببعض الأمراض والاضطرابات الحيوية.

أقسام المشروع:

(أ): مقارنة هرمونات النبات:

- اعد جدول جدول المقارنة بين هرمونات النباتات، يتضح من خلاله الهرمون - نوع التأثير (تنشيط/تثبيط) - أهم الوظائف - مكان الإنتاج - دور الهرمون في النمو/ الشيخوخة.

(ب): التنظيم الهرموني في الإنسان

- أعد رسماً تخطيطياً للجهاز الغدد الصماء في الإنسان مع توضيح كل غدة والهرمون الرئيس.

- صنف الغدد إلى صماء، قنوية، مختلطة.
- ضع مثلاً على وظيفة كل هرمون وتأثير نقصه.

خاتمة المشروع: تقديم المشروع في شكل دفتر ملاحظات - جدول - رسومات توضيحية مع الاستنتاجات والملاحظات.

مصادر ومراجع:

- استخدام كتب علم الأحياء المدرسية والمصادر العلمية الموثوقة.
- إضافة روابط لمقالات أو فيديوهات تعليمية لدعم المشروع.

تقويم عام الوحدة

أ. ضع علامة (✓) أمام العبارة الصحيحة وعلامة (x) أمام العبارة الخاطئة:

- ١- الغدة الصماء تفرز هرموناتها عبر قنوات إلى سطح الجسم أو التجاويف. ()
- ٢- الأوكسينات تحفز نمو الجذور وتكوين الثمار. ()
- ٣- الجبريلينات تساعد على كسر سكون البذور وتحفيز الإنبات. ()
- ٤- الغدة الصنوبرية تتحكم في ضغط الدم. ()
- ٥- نقص الثيرونكسين يؤدي إلى زيادة الوزن والكسل. ()

ب. اختر الإجابة الصحيحة فيما يأتي:

- ١- أي من الغدد التالية تُفرز هرموناتها مباشرة في الدم؟
(أ) الغدة العرقية (ب) الغدة النخامية (ج) الغدة اللعابية (د) الغدة الدهنية
- ٢- الغدة التي تعمل كغدة مختلطة (صماء وقنوية) هي:
(أ) الغدة الدرقية (ب) البنكرياس (ج) الغدة النخامية (د) الغدة الكظرية
- ٣- أي هرمون مسؤول عن تنظيم نمو العظام والعضلات عند الأطفال؟
(أ) الأنسولين (ب) هرمون النمو (GH) (ج) الثيرونكسين (د) الكورتيزول
- ٤- أي من هرمونات النبات التالية يُعرف باسم هرمون الإجهاد؟
(أ) الأوكسينات (ب) الجبريلينات (ج) حمض الأبسيسيك (د) السيبتوكينينات
- ٥- وظيفة السيبتوكينينات الرئيسية هي:
(أ) تحفيز انقسام الخلايا وتأخير الشيخوخة (ب) تنشيط النمو الطولي للساق
(ج) إغلاق الثغور (د) إنتاج الكيتونات

ج- أكمل العبارات بوضع الكلمة أو العبارة المناسبة فيما يلي:

- ١- الهرمونات رسائل تنتقل عبر الدم لتصل إلى الخلايا المستهدفة.
- ٢- الغدة النخامية تقع في قاعدة وتتحكم في عمل معظم الغدد الصماء الأخرى.
- ٣- البنكرياس يعمل كغدة بإفراز الأنسولين والجلوكاجون، وكغدة بإفراز العصارات الهضمية.
- ٤- هرمون مسؤول عن تنظيم النوم والإيقاع اليومي للجسم.

٥- نقص هرمون يؤدي إلى ببطء النمو عند الأطفال وضعف العضلات عند البالغين.

د- أجب عن الأسئلة التالية:

١- طفل يعاني من تضخم الغدة الدرقية ويطء في النمو؛ حدد الغدة والهرمون المسؤول ونوع الاختلال.

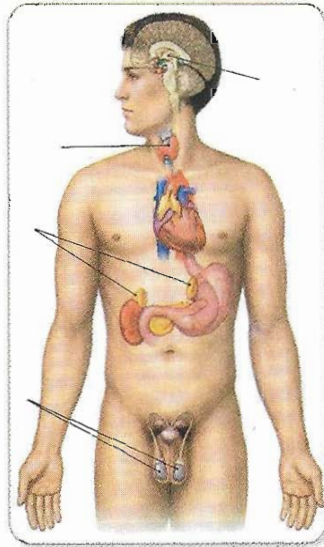
٢- اشرح كيف يعمل التنسيق العصبي-الهرموني للحفاظ على الاتزان الداخلي عند الإنسان.

٣- قارن بين وظائف الأوكسينات والجبريلينات في النباتات، مع ذكر مثال عملي لكل منهما.

٤- اذكر سببين لزيادة خطر مرض السكري النوع ٢ عند البالغين.

٥- فسّر كيف يساعد حمض الأبسيسيك النبات على مقاومة الجفاف.

و- في الرسم التالي وضح مواقع الغدد الصماء:



at home
certainly should be
the only one
of the kind
in the world
for the
first time