دولة ليبيا
وزارة التعليم
مركز المناهج التعليمية والبحوث التربوية

الأحياء

كتاب الطالب

للسنة الثانية من مرحلة التعليم الثانوي
(القسم العلمي)

جميع الحقوق محفوظة لـ مركز المناهج التعليمية والبحوث التربوية ـ ليبيا

دولة ليبيا
وزارة التعليم
مركز المناهج التعليمية والبحوث التربوية

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

1440-1441هـ
2019-2020م

التمهيد

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

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

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

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

كلمة إلى الطالب

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

الأجزاء

قُسِّمت كتب السلسلة إلى أجزاء كما يلي:

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

مَثَلنَا كل جزء بلَون كما هو مبين أعلاه. تغطي الوحدة الأولى الأساسيات الضرورية لفهم الأجزاء الأربعة بوضوح.

جميع الحقوق محفوظة لـ مركز المناهج التعليمية والبحوث التربوية ـ ليبيا

الوحدات

تشترك الوحدات في كل جزء في معظم الخصائص التالية:

أهداف التعلم

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

المقدمة

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

النص

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

التعريف

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

الأفكار الدليلية

تقدم في مربعات هامشية، وهي تلخص الأفكار الرئيسة للنص.

نور المعرفة

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

ملحوظة

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

استقصاء

التجارب الاستقصائية هي خاصية أساسية في أي سلسلة علوم. ورغم عدم كون الكتاب الدراسي كتابًا عمليًّا، إلا أنه يعرض التجارب المرتبطة بالموضوعات لأهميتها في استيعاب المفاهيم.

اختبر نفسك

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

مهمة

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

تحليل

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

ملخص وخريطة مفاهيم

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

ركن التفكير

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

جميع الحقوق محفوظة لـ مركز المناهج التعليمية والبحوث التربوية ـ ليبيا

التدريب

مجموعة منتقاة من أسئلة الامتحانات الهدف منها التدريب على تحقيق الأهداف التقويمية المحددة في المنهج .

المبادرات

تم دمج المبادرات التالية في المحتوى :

- مهارات التفكير / معالجة العلم
- تقانة المعلومات
- التربية الوطنية

ويمكن التعرف عليها بالأيقونتين التاليتين :

لتطبيق مهارات التفكير

لرسائل التربية الوطنية

جميع الحقوق محفوظة لـ مركز المناهج التعليمية والبحوث التربوية ـ ليبيا

المحتويـات

الجزء الأول : تعضي الفرد والحفاظ على سلامته

الوحدة الأولي	**النقل في الثدييات**	**9**
	1 – 1 الحاجة إلى جهاز للنقل	11
	1 – 2 الدم	11
	1 – 3 الجهاز الدوري	15
	1 – 4 الدورة الدموية المزدوجة في الثدييات	18
الوحدة الثانية	**نقل المواد في النباتات الزهرية**	**26**
	2 – 1 تركيب النباتات الزهرية وعلاقته بالنقل	26
	2 – 2 حركة الماء ضد الجاذبية	32
الوحدة الثالثة	**التنفس**	**37**
	3 – 1 لماذا تتنفس الكائنات الحية؟	37
	3 – 2 تبادل الغازات في الحيوانات	41
	3 – 3 تبادل الغازات في النباتات الخضراء	47
الوحدة الرابعة	**الإخراج**	**50**
	4 – 1 ما الإخراج؟	51
	4 – 2 الإخراج في الثدييات	52
الوحدة الخامسة	**اتزان الوسط الداخلي**	**58**
	5 – 1 الحاجة إلى اتزان الوسط الداخلي	59
	5 – 2 جلد الثدييات	62
الوحدة السادسة	**التنسيق والاستجابة : (1) الجهاز العصبي في الثدييات**	**70**
	6 – 1 ما الإحساس؟	71
	6 – 2 الجهاز العصبي في الثدييات	71
الوحدة السابعة	**التنسيق والاستجابة : (2) أعضاء الاستقبال في الحيوانات**	**83**
	7 – 1 ما أعضاء الحس؟	84
	7 – 2 العين في الثدييات	84
	7 – 3 الإبصار	87
الوحدة الثامنة	**التنسيق والاستجابة : (3) الهرمونات والغدد الصماء**	**91**
	8 – 1 الهرمونات	93
	8 – 2 التحكم الهرموني والعصبي	97
الوحدة التاسعة	**العقاقير**	**100**
	9 – 1 ما العقار؟	101
	9 – 2 العقاقير الطبية	102
	9 – 3 الكحول	103
	9 – 4 إساءة استعمال العقاقير	104
	9 – 5 التدخين	105

جميع الحقوق محفوظة لـ مركز المناهج التعليمية والبحوث التربوية ـ ليبيا

الوحدة العاشرة	التنوع الحيوي والمحافظة على البيئة	111
	10 – 1 مملكة ذوات النواة الأولية	112
	10 – 2 مملكة البروتوكتستا (الطلائعيات)	113
	10 – 3 مملكة الفطريات	113
	10 – 4 المملكة النباتية	114
	10 – 5 المملكة الحيوانية	115
	10 – 6 المحافظة على التنوع الحيوي	115
	10 – 7 الأنواع المهددة بالانقراض	116
	10 – 8 إنقاذ الأنواع المهددة بالانقراض	117
	10 – 9 حماية الأنواع المهددة بالانقراض	118
مسرد		123
الملحق (1)		128

جميع الحقوق محفوظة لـ مركز المناهج التعليمية والبحوث التربوية ـ ليبيا

جميع الحقوق محفوظة لـ مركز المناهج التعليمية والبحوث التربوية ـ ليبيا

الوحدة 1

النقل في الثدييات
Transport in Mammals

أهداف التعلم

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

- تفهم كيفية عمل الجهاز الدوري المزدوج في الثدييات وتربط الفروق بين الدورتين بوظائف كل منهما .
- تذكر الأوعية الدموية الرئيسة في جسم الإنسان وتقارن الشرايين، والأوردة، والشعيرات الدموية من حيث التركيب والوظيفة .
- تصف تركيب القلب، وتشرح وظيفته من حيث الانقباض العضلي وعمل الصمامات .
- تتعرف على أنواع خلايا الدم المختلفة، وتحدد وظائفها .
- تصف نقل المواد بين الشعيرات الدموية والسائل النسيجي .

التبرع بالدم، وإنقاذ حياة الأفراد

يعتبر الدم، كما ستتعلم في هذه الوحدة، ضروريًّا لحياة الإنسان . ومع هذا، تفقد أحيانًا أجسامنا الدم أثناء إجراء عملية جراحية أو كنتيجة لحادث على سبيل المثال . فإذا فُقدت كمية كبيرة من الدم، نحتاج إلى استبدالها بكمية أخرى يتبرع بها أشخاص آخرون . ولكن كيف يصل هذا الدم إلى المستشفى؟ وكيف نتأكد من جودته؟

يتوفر الدم في جميع المستشفيات بليبيا عن طريق مصرف الدم المركزي . دعونا الآن نتتبع مسار الدم من بداية التبرع به حتى استخدامه في المستشفى .

فاطمة فتاة في السادسة عشر من عمرها وهي تريد التبرع بالدم لأول مرة بعد موافقة والديها . واستقبلت بترحاب شديد كمتبرعة بالدم . وعند وصولها إلى مركز التبرع بالدم كان أول ما فعلته هو تسجيل اسمها . وبعد ملء استمارة صحية قصيرة، سألها أحد الأطباء بعض الأسئلة ليتأكد أنها صالحة للتبرع بالدم . أجرت فاطمة بعد ذلك الفحوصات اللازمة وتم قياس ضغط الدم، والنبض، والوزن . فيجب أن يكون الوزن 45كجم على الأقل للتبرع بالدم، وكانت فاطمة تزن 50 كجم .

ثم أُخذت نقطة من دمها لفحص مستوى الهيموجلوبين فيه . والهيموجلوبين هو صبغ يجعل لون الدم أحمر وينقل الأكسجين إلى الأجزاء المختلفة في الجسم . وكأنثى، يجب أن يكون لدى فاطمة 12 جرامًا على الأقل من الهيموجلوبين لكل ديسيلتر من الدم حتى تُعتبر مؤهلة للتبرع بالدم .

جميع الحقوق محفوظة لـ مركز المناهج التعليمية والبحوث التربوية ـ ليبيا

- تُستهلك حوالي 16 وحدة كاملة من الدم كل ساعة يوميًّا بالليبيا ، فكم مجموعة تُستهلك في العام؟ عليك الانتظار ثلاثة أشهر بين جلسات التبرع بالدم، فكم عدد المتبرعين بالدم الذين تحتاج إليهم بليبيا لتوفير احتياجاتها من الدم؟
- هل تعتقد أن عليك التبرع بالدم في المستقبل؟ ناقش مع زملائك لماذا يجب على كل شخص التبرع بالدم واذكر أسباب عدم رغبة بعض الناس في التبرع به. كيف ستقنع الناس بالتبرع بالدم؟

وقد تعدت فاطمة هذا المعدل ويمكنها الآن التبرع بالدم. وبعد استلقائها على السرير نُظِّفَ ذراعها وأُعطت مسكنًا موضعيًّا حتى لا تشعر بأي ألم أثناء التبرع. ثم حُقنت في أحد الأوردة في ذراعها وأخذت تفتح وتغلق يدها لتساعد على تدفق الدم في كيس لدائني معقم موضوع تحت السرير. إن جميع التجهيزات بالطبع معقمة وتستعمل مرة واحدة ثم يتم التخلص منها ولذلك لا توجد فرصة للإصابة بأي مرض.

وبعد حوالي 5 دقائق، كانت فاطمة قد تبرعت بـ 430 ملليلتر، أو وحدة كاملة، من الدم وهي تمثل تقريبًا عشر المجموع الكلي من حجم الدم بجسدها، وسيستبدل جسمها هذه الكمية خلال حوالي 72 ساعة. فالتبرع لن يضعفها أو يقلل مناعتها بأي شكل من الأشكال. ثم يغلق وبإحكام الكيس الذي يحتوي على دمها، وتُجمع جميع الأدوات المستخدمة للحصول على الدم من فاطمة وتحرق فيما بعد في المحرقة. يوضع بعد ذلك شريط لاصق على مكان حقن الوريد، ويمكن لفاطمة العودة لبيتها بعد تناول كوب من الشاي. وتستغرق العملية كلها 45 دقيقة فقط.

لم تنته قصة الدم بعد، حيث يؤخذ بعد ذلك إلى مصرف الدم لفحص ما إذا كان به أمراض مثل التهاب الكبد أو الإيدز ولمعرفة فصيلته. إن فصيلة دم فاطمة هي B العامل الريصي Rh سالب، وهو نوع نادر من الدم يمكن استخدامه في نواحي شتى بعد اجتيازه الاختبارات. ومع هذا فدم فاطمة مطلوب مباشرة لمريض تجرى له عملية جراحية بالكبد. ولقد حل دم فاطمة محل الدم الذي فقده المريض عن طريق تنقيطه بذراعه لمساعدته على استرداد عافيته.

فيمَ يستخدم الدم أيضًا؟
ما المانع لبعض الناس من التبرع بالدم حتى لو كانت لديهم الرغبة في ذلك؟

جميع الحقوق محفوظة لـ مركز المناهج التعليمية والبحوث التربوية ـ ليبيا

1 – 1 الحاجة إلى جهاز للنقل

لا يوجد جزء من بروتوبلازم الجسم بعيدًا عن غشاء البلازما أو سطح الجسم في الحيوان البسيط أحادي الخلية. فينتشر الأكسجين خلال سطح الجسم، ويصل بسهولة إلى مركز الخلية. وبالمثل، يمكن إزالة الفضلات بسرعة من الجسم بالانتشار البسيط. وعلى النقيض من ذلك، توجد في الكائنات العضوية المعقدة مثل الإنسان والثدييات الأخرى خلايا متعددة في مركز الجسم بعيدًا عن البيئة الخارجية. فلا يستطيع الانتشار البسيط وحده أن ينقل أكسجينًا كافيًا ومواد غذائية كافية لتلك الخلايا، ولا يستطيع كذلك التخلص من الفضلات بسرعة كافية. يوجد نتيجة لذلك جهاز نقل لحمل المواد من جزء في الجسم إلى جزء آخر. وفي الثدييات، يتكون جهاز النقل من **الجهاز الدموي والجهاز الليمفاوي**. والموائع (جمع مائع) الموجودة في هذين الجهازين هما الدم والليمف على التوالي.

الأفكار الدليلية

جهاز نقل الدم

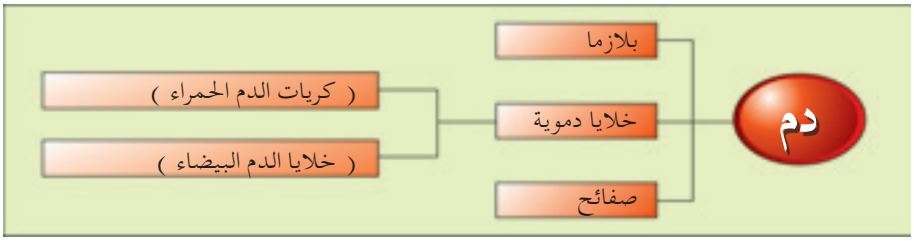
يكون الانتشار في الحيوانات الضخمة مثل الثدييات أبطأ من أن يسمح بتبادل المواد بالسرعة المطلوبة وبالكميات الضرورية لمواجهة الاحتياجات الأيضية في الخلايا. ولذلك يوجد بالثدييات جهاز نقل للدفق الكتلي. ويتألف هذا الجهاز من سلسلة من الأوعية الدموية، والدم السائل الذي يتدفق خلال الأوعية الدموية حاملًا معه المواد التي يوزعها على الجسم، والقلب الذي يضخ الدم في سائر أنحاء الجسم.

1 – 2 الدم

يعتبر الدم بالنسبة للكثيرين مجرد سائل أحمر، ولكنه يسمى بصورة أدق النسيج المائع. لماذا تُستخدم كلمة "نسيج" هنا؟ هل يحتوي الدم على خلايا؟ اكتشف ذلك بإجراء استقصاء 1 – 1.

تركيب وتكوين الدم

لقد تعلمنا أن الدم ليس مجرد سائل. يتكون الدم من مائع يحتوي على خلايا وصفائح دموية معلقة. ويسمى الدم النسيج المائع بسبب وجود هذه الخلايا. ويعرف الجزء المائع من الدم بالبلازما ويمثل حوالي 55% من الحجم الكلي للدم، في حين تمثل خلايا الدم أوالكريات والصفائح الدموية 45% الأخرى.



البلازما

البلازما عبارة عن سائل لونه أصفر باهت. وتتكون حوالي 90% من البلازما من ماء يذوب فيه خليط معقد من مواد عديدة. وتشمل هذه المواد:

- بروتينات قابلة للذوبان مثل **الألبومين**، **والجلوبيولين**، **والفيبرينوجين**، **والبروثرومبين**. ويلعب كل من الفيبرينوجين والبروثرومبين دورًا مهمًّا في تجلط الدم. وتوجد كذلك في الدم أجسام مضادة مسئولة عن مقاومة المرض.
- الأملاح المعدنية المذابة مثل الكلوريدات، والبيكربونات، والكبريتات، وفوسفات الصوديوم، والبوتاسيوم توجد على هيئة أيونات في البلازما. وتوجد كذلك أملاح الكالسيوم. فالكالسيوم عنصر ضروري لتجلط الدم.

ملحوظة

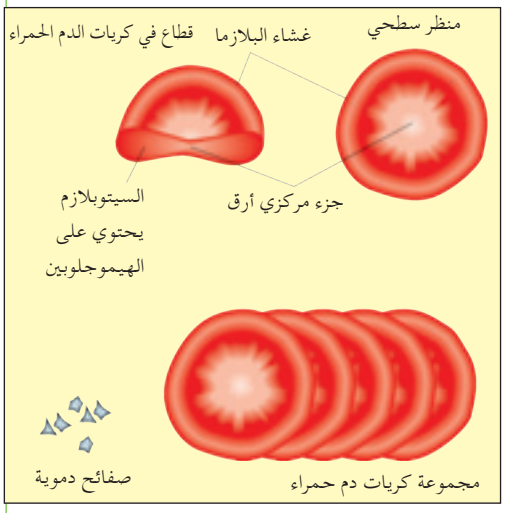
إن كميات الأملاح المعدنية، والبروتين القابل للذوبان، والجلوكوز في الدم ثابتة نسبيًّا، ويساعد ذلك في الحفاظ على ثبات الضغط الأسموزي للدم.

جميع الحقوق محفوظة لـ مركز المناهج التعليمية والبحوث التربوية ـ ليبيا

- المواد الغذائية مثل الجلوكوز، والأحماض الأمينية، والدهون، والفيتامينات.
- نواتج الإخراج مثل البول، وحمض اليوريك، والكرياتينين. يوجد ثاني أكسيد الكربون في شكل أيونات البيكربونات.
- الهرمونات.

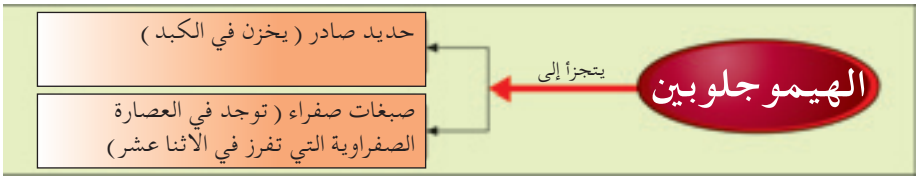
كريات الدم الحمراء أو الخلايا الحمراء

كريات الدم الحمراء في الحيوان الثديي عبارة عن قرص دائري مسطح مقعَّر الوجهين مما يجعل مركز الخلية أقل سمكًا من أطرافها. ولا يوجد بها نواة، وقطرها أقل من 0.01 ملليمتر. ونظرًا لأنها مرنة، فيمكنها المرور خلال الشعيرات الدموية الأصغر منها في القطر. ويوجد في كل ملليمتر مكعب من الدم حوالي 5 ملايين كرية دم حمراء. ويختلف العدد الفعلي طبقًا للنوع والحالة الصحية.



شكل 1 – 1 كريات دموية حمراء وصفائح دموية في الإنسان

ويُنتج النخاع العظمي كريات الدم الحمراء. ويتراوح معدل عمر الكريات من 3 إلى 4 أشهر. وعندما تُبلى الكريات، يتم اتلافها في الطحال والكبد. إن كريات الدم الحمراء في الأصل عبوات صغيرة تحتوي على صبغ هيموجلوبين، وهو نوع خاص من البروتين يحتوي على حديد. ويمكن هذا الصبغ كريات الدم الحمراء من نقل الأكسجين من الرئتين إلى جميع الخلايا في الجسم. ويتجزأ الهيموجلوبين كما هو مبين بالشكل:



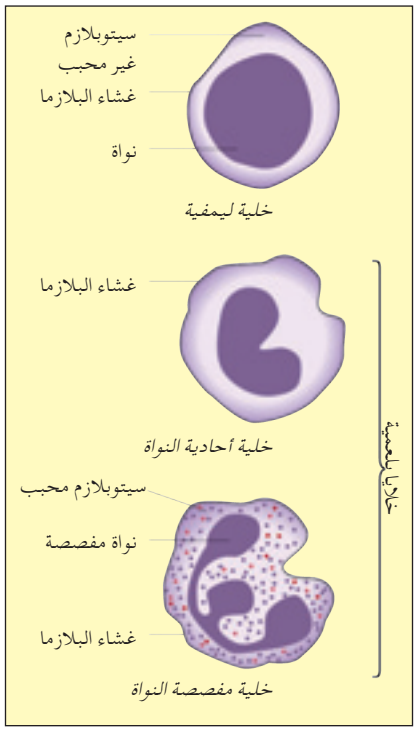
خلايا الدم البيضاء (الخلايا البيضاء)

خلايا الدم البيضاء عديمة اللون ولا تحتوي على هيموجلوبين، وهي أكبر من كريات الدم الحمراء وأقل منها في العدد. ويوجد لكل خلية دم بيضاء في الدم، حوالي 700 كرية دم حمراء، أي أن نسبة كريات الدم الحمراء إلى البيضاء هي 700 : 1. ولهذا، يوجد في كل ملليمتر مكعب من الدم حوالي 5000 إلى 10000 خلية دم بيضاء فقط مقابل 5 مليون كرية دم حمراء تقريبًا.

خلايا الدم البيضاء تكون غير منتظمة الشكل، وتحتوي كل خلية على نواة. ويمكن للخلايا البيضاء التغيير من شكلها والمرور خلال جدران الشعيرات الدموية الدقيقة إلى الفراغات الموجودة بين خلايا النسيج.

ويوجد نوعان رئيسان من خلايا الدم البيضاء **الخلايا الليمفاوية والخلايا البلعمية**. وتفرز الغدد أو العقد الليمفاوية الخلايا الليمفاوية. وكل خلية ليمفية لها نواة كبيرة ومستديرة، وتحتوي على كمية صغيرة نسبيًّا من السيتوبلازم غير المحبب. وتكون الخلايا الليمفاوية مستديرة الشكل تقريبًا، وتتحرك حركات محدودة.

ويفرز النخاع العظمي الخلايا البلعمية والتي تسمى كذلك لأنها تبتلع الجسيمات الغريبة مثل البكتيريا. ويوجد نوعان من الخلايا البلعمية: خلايا أحادية **النواة**، و**خلايا مفصصة النواة**. ويوجد في الخلية أحادية النوى نواة على شكل حبة



شكل 1 – 2 الكريات الدموية البيضاء عند الإنسان

ملحوظة

تتسم كريات الدم الحمراء في الثدييات بعدم وجود نواة مع العلم بأن كريات الدم الحمراء للفقاريات الأخرى توجد بها نواة.

وأثناء حياتها، تتحرك كرية الدم الحمراء حوالي 1100 كم حول جسم الإنسان.

جميع الحقوق محفوظة لـ مركز المناهج التعليمية والبحوث التربوية ـ ليبيا

الفاصوليا. وتكون الخلية مفصصة النوى ذات فصوص كثيرة وسيتوبلازم محبب.

وتلعب خلايا الدم البيضاء دورًا حيويًّا في الحفاظ على صحة الجسم عن طريق مقاومة المرض. ورغم احتوائها على نواة، فعمرها العادي على الأقل داخل مجرى الدم لا يتعدى أيامًا قليلة فقط. ورغم عدم وضوح كيفية تخلص الجسم من خلايا الدم البيضاء المتهالكة، إلا أن البعض يعتقد أن خلايا الدم البيضاء النشطة تبتلعها.

الصفائح الدموية

هي ليست خلايا حقيقية ولكن أجزاء صغيرة جدًّا من السيتوبلازم الموجود في خلايا معينة في النخاع العظمي، وهي تلعب دورًا مهمًّا في تجلط الدم.

وظائف الدم

يؤدي الدم وظيفتين مهمتين. أولاً، يعمل كوسيط ناقل حيث يحمل موادَّ عديدة وينقلها بين أجزاء الجسم المختلفة. ثانيًا، يحمي الجسم من الكائنات المسببة للأمراض (مسببات المرض).

وظيفة الدم كوسيط ناقل

ينقل الدم مايلي:

- المواد الغذائية المهضومة من الأمعاء إلى جميع أجزاء الجسم.
- نواتج الإخراج من الأنسجة إلى أعضاء الإخراج الخاصة بها للتخلص منها.

ويتم التخلص من الفضلات النيتروجينية (البول، وحمض اليوريك (البوليك)، والكرياتينين) عن طريق الكليتين. يدخل ثاني أكسيد الكربون من الخلايا إلى الدم ثم يُحمَل على شكل أيونات البيكربونات في بلازما الدم. وعند مرور الدم خلال الرئتين تتحلل أيونات البيكربونات لتطلق ثاني أكسيد الكربون الذي ينتشر بعد ذلك في تجاويف الرئة. يُطرد ثاني أكسيد الكربون بعد ذلك من الرئتين أثناء الزفير.

- الهرمونات من الغدد التي تنتجها إلى أجزاء الجسم التي تحتاجها.
- الحرارة المنبعثة في أنسجة الجسم التنفسية، وبخاصة العضلات والكبد، وتوزيعها على جميع أنحاء الجسم، وبذلك يحتفظ الجسم بدرجة حرارة منتظمة.
- الأكسجين، المرتبط مع الهيموجلوبين، من الرئتين إلى جميع أجزاء الجسم.

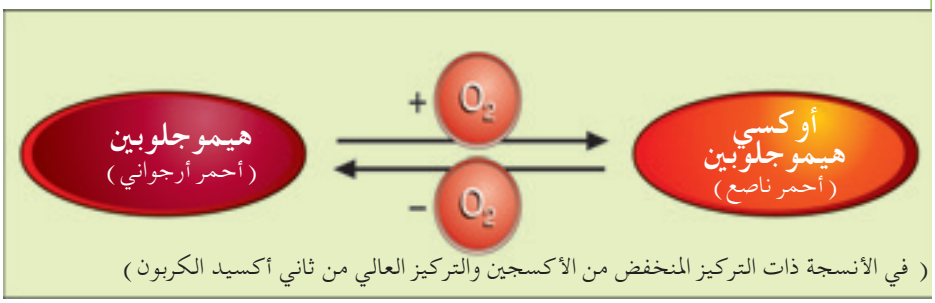
وتُحمَل المواد الغذائية، ونواتج الإخراج، والهرمونات في صورة محلول في البلازما، إلا أن الأكسجين يُحمل في كريات الدم الحمراء. والهيموجلوبين له علاقة قوية بالأكسجين، فعند مرور الدم في الرئتين، ينتشر الأكسجين من تجاويف الرئة إلى الدم. ويرتبط الهيموجلوبين بشكل غير محكم مع الأكسجين ليكوِّنا مُرَكَّبًا غير ثابت يسمى أوكسي هيموجلوبين، الذي يعطي الدم اللون الأحمر الناصع، يُنقل بعد ذلك إلى جميع أنسجة الجسم. وعند مرور الدم خلال الأنسجة التي تحتوي على كمية قليلة من الأكسجين، يتحرر الأكسجين من الأوكسي هيموجلوبين، وينتشر بعد ذلك في محلول في الخلايا النسيجية. وبهذه الطريقة، تتلقى كل خلية في الجسم نصيبها من الأكسجين. ويكون لون الهيموجلوبين الخالي من الأكسجين أحمر أرجوانيًّا. إن هذا الاختلاف في اللون يبرر اللون الأحمر للشرايين ولون الأوردة المائل للزرقة.

التسمم بغاز أول أكسيد الكربون

يتحد الهيموجلوبين مع غاز أول أكسيد الكربون بسرعة أكبر مما يتحد مع الأكسجين ليكوِّن مُركبًا ورديًّا ناصعًا يسمى كربوكسي هيموجلوبين. وعلى النقيض من الأوكسي هيموجلوبين لا يتخلى هذا المركب بسهولة عن أول أكسيد الكربون، ولذلك يصبح الهيموجلوبين عديم الفائدة. وهذا هو سبب تسمم الناس من عادم السيارات أو الغازات المنبعثة في مكان مغلق.

ويتم العلاج من تسمم أول أكسيد الكربون بوضع أقنعة على وجوه المرضى، وتوفير الهواء الذي يحتوي على نسبة من الأكسجين أعلى بكثير من المعتاد. لماذا نحتاج إلى مثل هذا العلاج؟

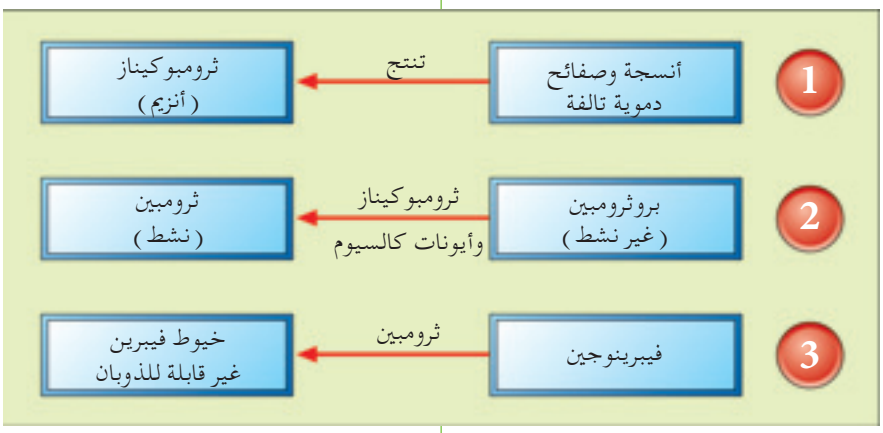
جميع الحقوق محفوظة لـ مركز المناهج التعليمية والبحوث التربوية ـ ليبيا



(في الأنسجة ذات التركيز المنخفض من الأكسجين والتركيز العالي من ثاني أكسيد الكربون)

■ تجلط الدم

يتجلط الدم المُعَرَّضْ للهواء بسرعة . ويغلق تجلط الدم الجرح ويوقف النزيف، ويمنع كذلك الجسيمات الغريبة من دخول مجرى الدم . وفي حالات استثنائية، مثل الأفراد الذين يعانون من مرض وراثي يسمى **هيموفيليا / الناعور**، تتعطل آلية تجلط الدم عند هؤلاء مما يعرضهم للنزف حتى الموت، أو يموتون من نزف داخلي بعد الجروح الطفيفة .

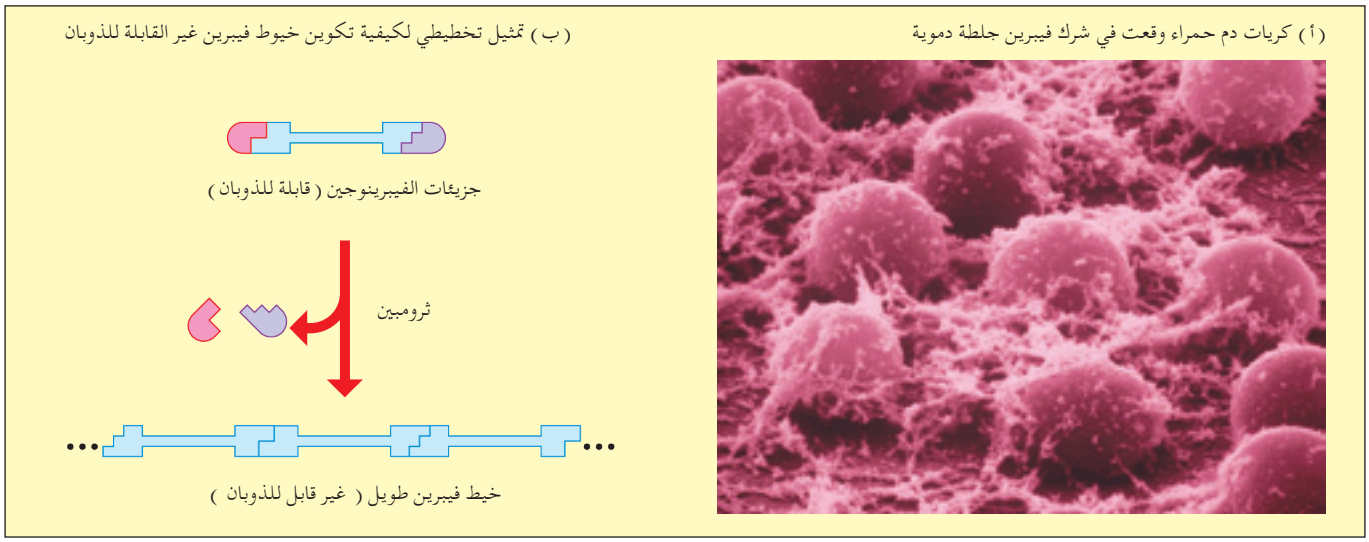


تعتبر آلية تجلط الدم عملية معقدة . فعند تلف الأوعية الدموية، ينطلق أنزيم يُسمى ثرومبوكيناز (أنزيم الجلطة) من الأنسجة التالفة والصفائح الدموية . ويحول أنزيم الجلطة (ثرومبوكيناز) بروتين بروثرومبين، الموجود عادة في البلازما، إلى ثرومبين . ويجب تواجد أيونات الكالسيوم قبل حدوث ذلك . والثرومبين هو أنزيم أيضًا، يحفز عملية تحويل البروتين الذائب فيبرينوجين إلى شبكة من خيوط الفيبرين غير القابلة للذوبان . وتربط خيوط الفيبرين كريات الدم معًا، وتكوِّن الكتلة كلها جلطة . ويعتبر فيتامين K ضروريًّا كذلك لعملية تجلط الدم . وتتلخص عملية التجلط في ثلاثة تفاعلات مبينة أعلاه .

ولا يتجلط الدم عادة في الأوعية الدموية غير التالفة، بسبب وجود مادة مضادة للتجلط تسمى هيبارين يفرزها الكبد . فعند انطلاق ثرمبوكيناز يلغي تأثير الهيبارين حتى يحدث تجلط الدم . وعند تجلط الدم يتخلف عنه سائل مائل للصفرة يسمى **المصل** . يكون لهذا المصل نفس تركيب البلازما فيما عدا أنه تنقصه مكونات التجلط .

تفرز أيضًا الحيوانات التي تتغذى على الدم مثل العَلَقْ، موادَّ لمنع التجلط . وهذا سبب نزيف الجروح دون توقف ولفترة طويلة إذا تم التخلص من العلقة قبل أنتهائها من الطعام .

جميع الحقوق محفوظة لـ مركز المناهج التعليمية والبحوث التربوية ـ ليبيا



شكل **1 – 3** يرجع تجلط الدم إلى تكوين خيوط فيبرين غير قابلة للذوبان من الفيبرينوجين، وهو بروتين دم قابل للذوبان .

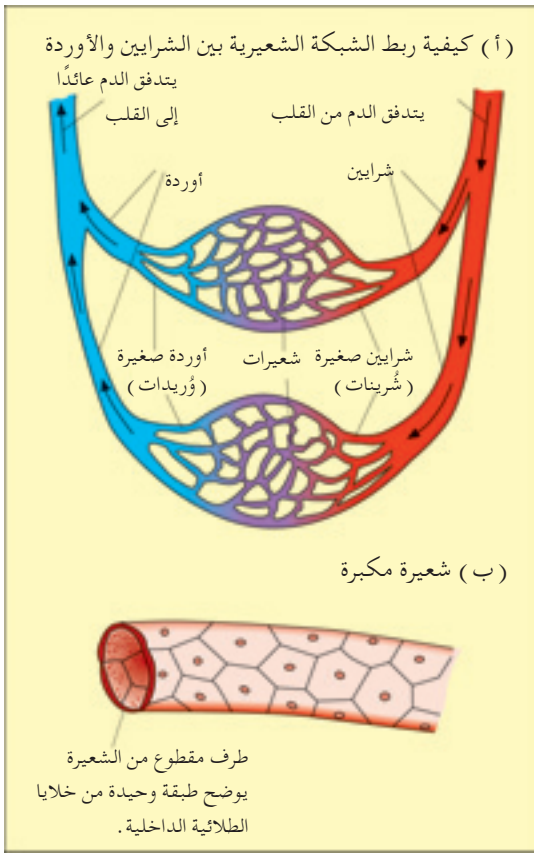
1 – 3 الجهاز الدوري

يستخدم الدم لنقل مواد عديدة من عضو في الجسم إلى عضو آخر بالتدفق المستمر حول الجسم . ففي الفقاريات، يجري الدم خلال جهاز مغلق من الأوعية الدموية يسمى الجهاز الدوري .

ويسمى هذا التدفق **دورة الدم** . يستمر الدم في التدفق في جميع أنحاء الجسم عن طريق مضخة عضلية، هي القلب . فعند استرخاء القلب يُملأ بالدم، وعند انقباضه يندفع الدم منه بقوة . ويتدفق الدم عندئذ خلال الأوعية الدموية التي توجه تدفقه إلى جميع أجزاء الجسم .

وتسمى الأوعية الدموية التي تحمل الدم بعيدًا عن القلب بالشرايين . والشريان الكبير الذي يخرج من الجانب الأيسر للقلب هو الأورطي . يتفرع الأورطي ليُكوِّن شرايين أصغر . وتتفرع تلك الشرايين مرة أخرى لتُكوِّن شرايينَ أدق تسمى شرينات، تنقسم وتصبح أفرعها في النهاية أوعية دموية دقيقة جدًّا تسمى شعيرات (شكل 1 – 4 (أ)) . والشعيرات هي أوعية دموية مجهرية توجد بين خلايا جميع الأنسجة تقريبًا، ولها جدران تتكون من طبقة واحدة فقط من الخلايا المسطحة تسمى إندوثيليوم (الطلائية الداخلية) (شكل 1 – 4 (ب)) .

وتتميز البطانة الوعائية أو الطلائية الداخلية (إندوثيليوم) بأنها اختيارية النفاذية، حيث تساعد مواد معينة على الانتشار بسرعة خلال جدران الشعيرة . وتتفرع الشعيرات بشكل متكرر، وتوفر الأفرع العديدة مساحة سطح كبيرة لتبادل المواد بين الدم وخلايا النسيج . وعند تشعب الشُّرَيْن إلى شعيرات تزيد مساحة القطاعات العرضية الكلية . ويقلل ذلك من ضغط الدم في الشعيرات، ويبطئ تدفق الدم ليوفر مزيدًا من الوقت لتبادل المواد .



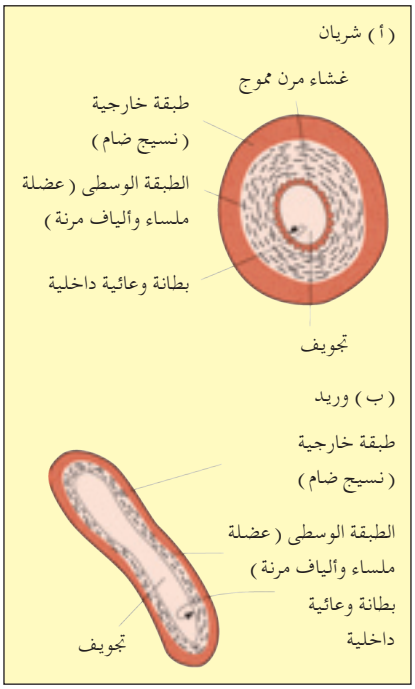
شكل **1 – 4** الشعيرات الدموية

جميع الحقوق محفوظة لـ مركز المناهج التعليمية والبحوث التربوية ـ ليبيا

وقبل أن تترك الشعيرات العضو أو النسيج، تتحد لتشكل أوردة صغيرة تسمى وُريدات تتحد بدورها لتشكل أوردة أكبر. و**تحمل الأوردة الدم عائدة به إلى القلب** *مرة أخرى*.

وباختصار، يتكون الجهاز الدوري للدم في الفقاريات من الآتي:

- **القلب** – عضو عضلي يدفع الدم إلى جميع أجزاء الجسم.
- **الشرايين** – أوعية دموية تحمل الدم بعيدًا عن القلب.
- **الأوردة** – أوعية دموية تنقل الدم إلى القلب.
- **الشعيرات الدموية** – أوعية دموية ذات جدران رقيقة مجهرية (يكون سُمك الجدار خلية واحدة)، تحمل الدم من شريان صغير (شُرَيِّن) إلى وريد صغير (وُرَيِّد).



شكل **1 – 5** قطاعات عرضية للأوعية الدموية

الشرايين

بما أن الشرايين تتلقى الدم مباشرة من القلب، فيجب أن تكون قادرة على تحمل الضغط الشديد للدم حين يندفع خارجًا منه. والشرايين لها جدران عضلية سميكة مرنة (شكل 1 – 5). وترجع قوة الشريان في مقاومة الضغط، إلى وجود الألياف المرنة. وتكون الطبقة المرنة أكثر سُمكًا في الشرايين الكبيرة القريبة من القلب.

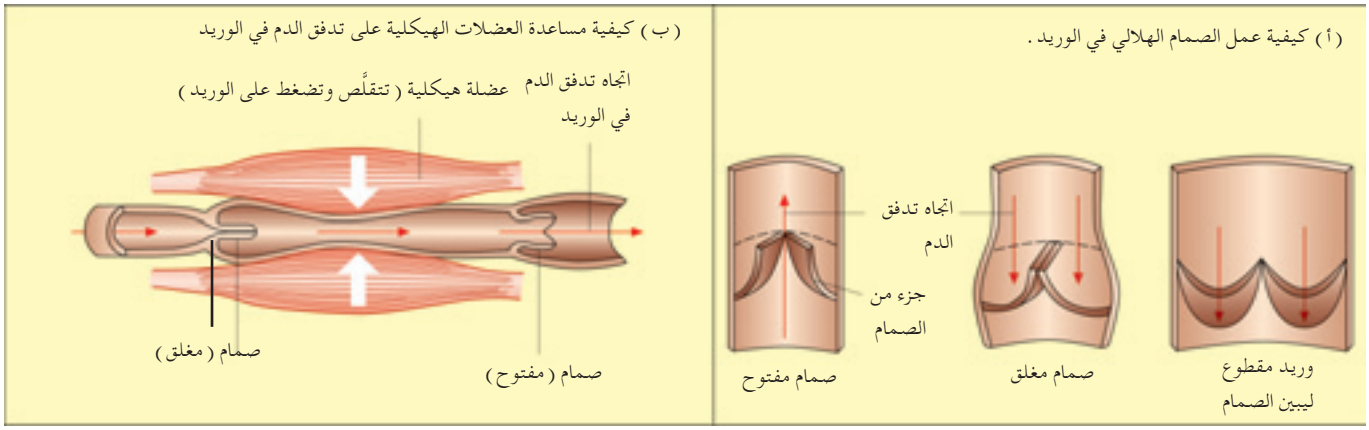
وتساعد الجدران المرنة السميكة في الحفاظ على ضغط الدم العالي في الشريان. وتسمح المرونة بتمدد جدران الشريان وارتداده مرة أخرى مما يساعد على دفع الدم إلى الأمام.

ويحدث تقلص واتساع الشريان بسبب انقباض وانبساط العضلات في جداره. وعند تقلص الشريان، يضيق تجويفه ويقل معدل تدفق الدم خلاله في كل وحدة زمن. وعندما يصبح الشخص شاحب اللون، يشير ذلك أحيانًا إلى تقلص الشرايين القريبة من الجلد. ومن ناحية أخرى، عند اتساع الشريان، يصبح تجويفه أكثر اتساعًا ويتدفق عندئذ دم أكثر خلاله في كل وحدة زمن. ما الذي تعتقد حدوثه للشرايين عند شعور شخص بالخجل واحمرار وجنتيه؟ هل تتقلص الشرايين أم تتسع؟

الأوردة

يكون الدم في الشرايين تحت ضغط مرتفع، ولكنه يكون منخفضًا عند وصوله إلى الأوردة. ويتدفق الدم ببطء وسلاسة أكثر ولذا لا تكون جدران الأوردة سميكة وعضلية مثل الشرايين من نفس الحجم. تحتوي الأوردة أيضًا على أنسجة أقل مرونة. ويوجد في معظم الأوردة عوضًا عن ذلك صمامات داخلية بطولها لمنع تدفق الدم للخلف (شكل 1 – 6). هذه الصمامات عبارة عن طيات من الجدران الداخلية على هيئة أهلة القمر، ولذا يطلق عليها **الصمامات الهلالية**. ويساعد حركة الدم بطول الأوردة تأثير العضلات الهيكلية عليها. ويزيد التدريب العضلي من الضغط المبذول على الأوردة، مما يدفع الدم أسرع بطولها.

جميع الحقوق محفوظة لـ مركز المناهج التعليمية والبحوث التربوية ـ ليبيا



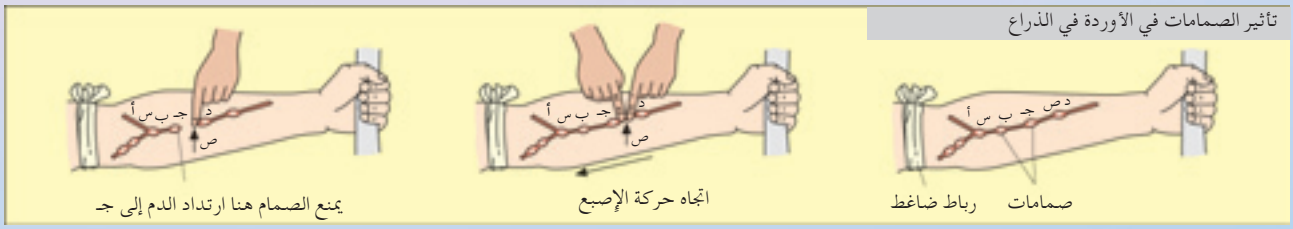
شكل 1 – 6 الصمامات في الأوردة

نور المعرفة

عرض وجود الصمامات في الأوردة

برهن عالم الفيزياء الإنجليزي ويليام هارفي (1578 – 1657) لأول مرة على وجود صمامات في الأوردة . فربط الجزء العلوي من ذراع شخص ما برباط ضاغط حتى ظهرت الصمامات في الأوردة كانتفاخات صغيرة (انظر الأجزاء أ، ب، جـ، د في الشكل) . ثم وضع إصبعين على الجزء ص ودفع بإصبع واحد الدم لأعلى حتى الجزء س .

وجد هارفي ارتداد الدم من س إلى ب فقط وليس لأبعد من ذلك، ويظهر ذلك من خلال الاختفاء الواضح للوريد بين ب، جـ. لقد منع الصمام عند ب الدم من العودة إلى جـ.



جدول 1 – 1 الفروق بين الشرايين والأوردة

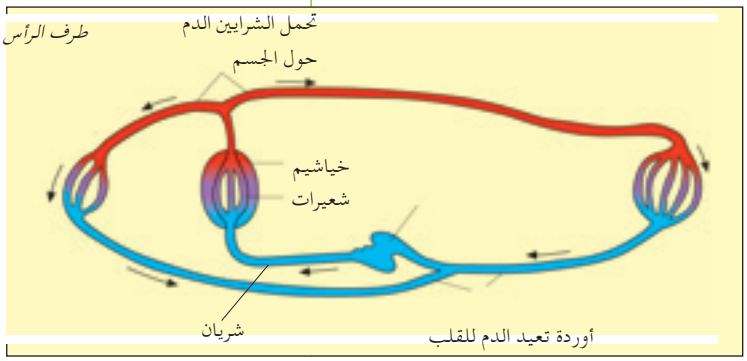
الشرايين	الأوردة
◆ تحمل الدم بعيدًا عن القلب .	◆ تحمل الدم إلى القلب .
◆ يكون الدم تحت ضغط كبير في الشرايين، ولذلك يتدفق بسرعة وبشكل مفاجئ عاكسًا عملية ضخ الدم المنتظمة التي يقوم القلب بها .	◆ لا يكون الدم تحت ضغط كبير في الأوردة، ولذلك يتدفق ببطء شديد وبسلاسة .
◆ ذات جدران عضلية مرنة وسميكة .	◆ ذات جدران عضلية رقيقة نسبيًّا .
◆ لا توجد بها صمامات .	◆ ذات صمامات هلالية بطول الأوردة لمنع تدفق الدم إلى الخلف .
◆ تحمل الدم الأحمر المؤكسج (إستثناء : الشرايين الرئوية التي تحمل الدم غير المؤكسج من القلب إلى الرئتين) .	◆ تحمل الدم غير المؤكسج الأحمر المائل للزرقة (استثناء : الأوردة الرئوية التي تحمل الدم المؤكسج من الرئتين إلى القلب) .

جميع الحقوق محفوظة لـ مركز المناهج التعليمية والبحوث التربوية ـ ليبيا

1 – 4 الدورة الدموية المزدوجة في الثدييات

يتدفق الدم في الحيوانات، مثل السمك، خلال القلب مرة واحدة أثناء كل دورة في الجسم. ويقال إن لهذه الحيوانات دورة واحدة (شكل 1 – 7). تحمل الشرايين الدم من القلب إلى الخياشيم حيث يمتص الأكسجين. وتحمل الشرايين التي تترك الخياشيم الدم الغني بالأكسجين إلى الأجزاء المختلفة من الجسم، ثم تقوم الأوردة بتجميع الدم من خلايا الجسم. وعند دخول الدم إلى الأوردة، يكون محتوى الأكسجين فيه ضعيفًا، وتحمل الأوردة الدم غير المؤكسج مرة أخرى للقلب.

ويوجد في الثدييات، دورة مزدوجة (شكل 1 – 8) بسبب الرئتين.



شكل 1 – 7 الدورة الوحيدة في السمكة.

يمر الدم خلال القلب **مرتين** كل دورة كاملة واحدة.

يتدفق الدم من الدورة الرئيسة للجسم إلى القلب ومنه إلى الرئتين، ثم يعود مرة أخرى إلى القلب قبل أن يُضخ في الدورة الرئيسة. تحمل الأوردة الكبيرة الدم غير المؤكسج من أجزاء الجسم المختلفة إلى القلب.

وتحمل **الشرايين الرئوية** الدم من القلب إلى الرئتين.

ثم يعود الدم المؤكسج إلى القلب عن طريق **الأوردة الرئوية**.

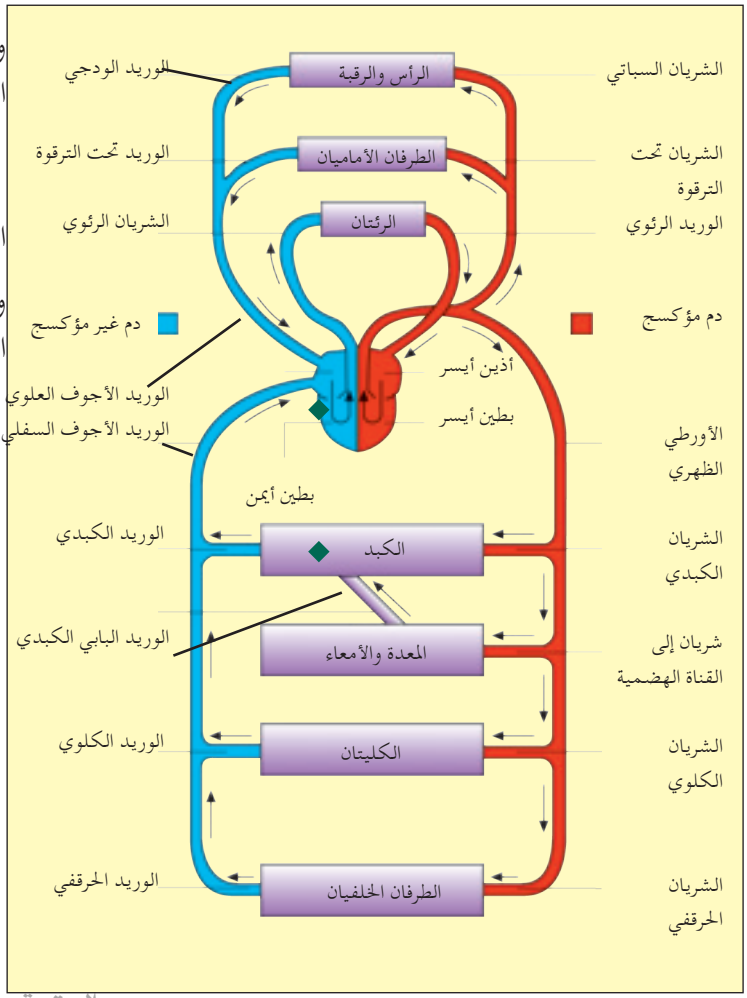
والدورة التي تربط الرئتين بالقلب تعرف **بالدورة الرئوية**.

ويترك الدم المؤكسج الجانب الأيسر من القلب، وتوزعه الشرايين على جميع أجزاء الجسم (فيما عدا الرئتين). وتحمل الأوردة الدم من جميع أجزاء الجسم إلى الجانب الأيمن من القلب مرة أخرى. وهذه هي الدورة الرئيسة التي نطلق عليها **الدورة الجهازية**.

ويكوِّن كلٌّ من الدورة الرئوية والدورة الجهازية الدورة المزدوجة في الثدييات، ومميزات الدورة المزدوجة هي:

الدم الذي يدخل الرئتين يكون تحت ضغط منخفض. ويضمن ذلك تأكسج الدم بشكل جيد قبل العودة إلى القلب.

الدم الذي يترك القلب للدخول في الدورة الجهازية يكون تحت ضغط مرتفع. ويضمن ذلك توزيع الدم المؤكسج على أنسجة الجسم بمعدل أسرع. (ويساعد ذلك في الحفاظ على المعدل الأيضي العالي في الثدييات.)

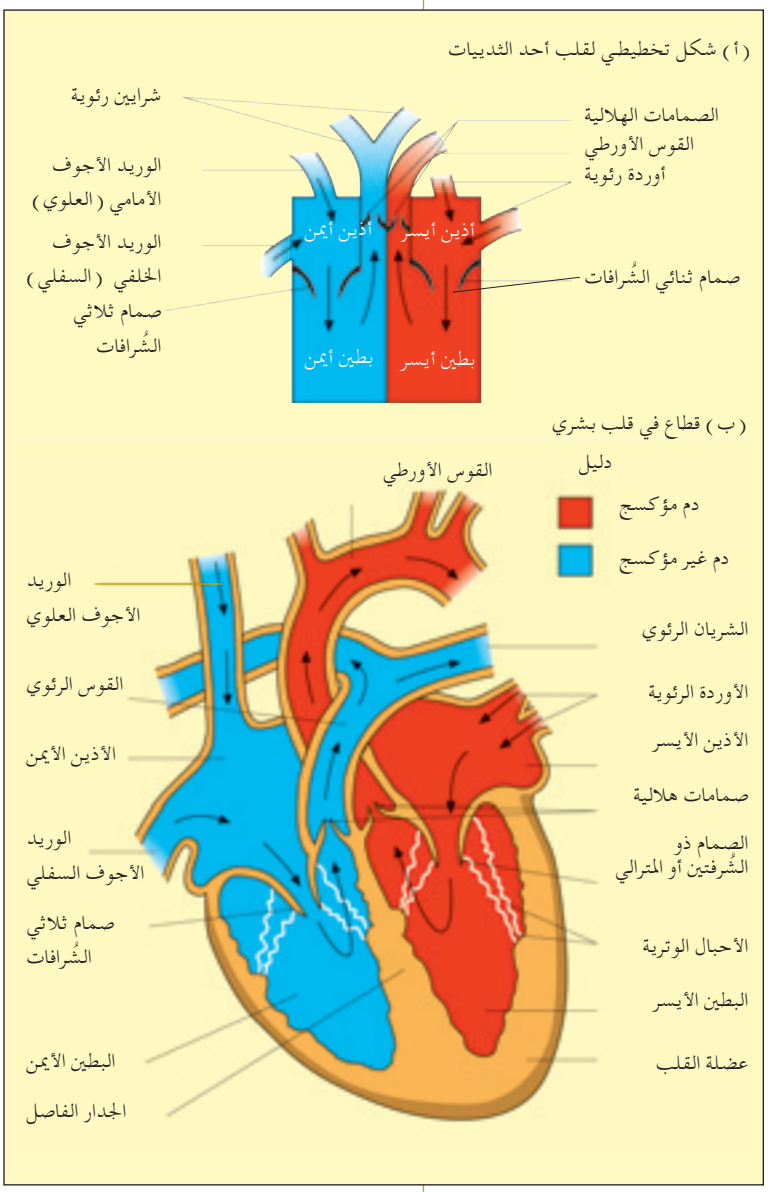


شكل 1 – 8 الدورة المزدوجة في الثدييات

جميع الحقوق محفوظة لـ مركز المناهج التعليمية والبحوث التربوية ـ ليبيا

تركيب القلب

يعتبر قلب الثدييات عضوًا معقدًا. ويختلف حجمه بحجم الحيوان، ففي الإنسان يكون في حجم قبضة اليد. ويقع في الصدر خلف القفص الصدري بين الرئتين. والقلب مخروطي الشكل تقريبًا، وله وضع مائل بحيث تتجه قمته بدرجة طفيفة ناحية الجانب الأيسر للجسم. ويحاط القلب كله بكيس من طبقتين يعرف **بغلاف القلب أو التامور**، ويكون الغشاء الداخلي ملامسًا للقلب. ويوجد بين غشائي التامور السائل التاموري الذي يعمل على تقليل الاحتكاك عند خفقان القلب.



شكل **1-9** قلب الثدييات

ويمثل شكل 1 – 9 (أ) تخطيطيًّا قلب إحدى الثدييات والأوعية الدموية الرئيسة به، فيبين مرور الدم خلال القلب. ويقدم شكل 1 – 9 (ب) رسمًا تخطيطيًّا أكثر تفصيلاً لقلب بشري تم فتحه لبيان الحجرات الأربع والأوعية الدموية.

ويتكون قلب الثدييات من أربع حجرات: الحجرتان العلويتان، تُسميان **أذينين**، وتوجد تحتهما حجرتان كبيرتان تعرفان بالبطينين (جدرانهما عضلية سميكة). ويكون الجانب الأيمن للقلب منفصلًا تمامًا عن الجانب الأيسر عن طريق جدار عضلي **(الحاجز الأوسط)** الذي يوجد في منتصف القلب. ولا يمكن بهذه الطريقة للدم غير المؤكسج في الجانب الأيمن الاختلاط بالدم المؤكسج في الجانب الأيسر.

ويعود الدم من جميع أجزاء الجسم إلى الأذين الأيمن. يعود الدم من الرأس، والرقبة، والذراعين إلى الأذين الأيمن عن طريق وريد ضخم يسمى **الوريد الأجوف العلوي**. ويعود الدم من أجزاء الجسم الأخرى (فيما عدا الرئتين) عن طريق **الوريد الأجوف السفلي**. ولذلك، يتلقى الأذين الأيمن الدم غير المؤكسج من الوريدين الأجوفين.

وعند انقباض الأذين الأيمن، يُضخ الدم إلى البطين الأيمن. ويوجد **الصمام ثلاثي الشُرافات** بين الأذين الأيمن والبطين الأيمن، ويتكون من ثلاث شرفات.

تتصل **الشُرافات** بجدران البطين الأيمن عن طريق أوتار تشبه الحبال تسمى **الأحبال الوترية** (التي تربط الجوانب السفلى للشُرفات مع جدران البطين)، تتجه لأسفل لتجعل الدم يتدفق بسهولة من الأذين إلى البطين.

وعند انقباض البطين الأيمن، يجبر ضغط الدم الشُرافات على غلق الفتحات إلى داخل الأذين، مما يمنع الدم من التدفق خلفًا إلى داخل الأذين، وتمنع الأحبال الوترية الشُرافات من الارتداد إلى الأذين عند انقباض البطين الأيمن. يترك الدم البطين الأيمن متخذًا طريقًا واحدًا يسمى **القوس الرئوي**.

ملحوظة

تستخدم كلمات "أيمن" و "أيسر" مع الأعضاء في جسم الحيوان، والتي تعني أنك تنظر بالفعل إلى القلب مشرحًا من سطحه البطني. ولهذا، يكون الجانب الأيمن لقلب الحيوان مواجهًا لجانبك الأيسر والعكس صحيح.

جميع الحقوق محفوظة لـ مركز المناهج التعليمية والبحوث التربوية ـ ليبيا

ويخرج القوس الرئوي من القلب وينقسم إلى **شريانين رئويين** يتجه واحد إلى كل رئة. وتمنع الصمامات هلالية الشكل الموجودة بالقوس الرئوي عودة الدم إلى البطين (شكل 1–11).

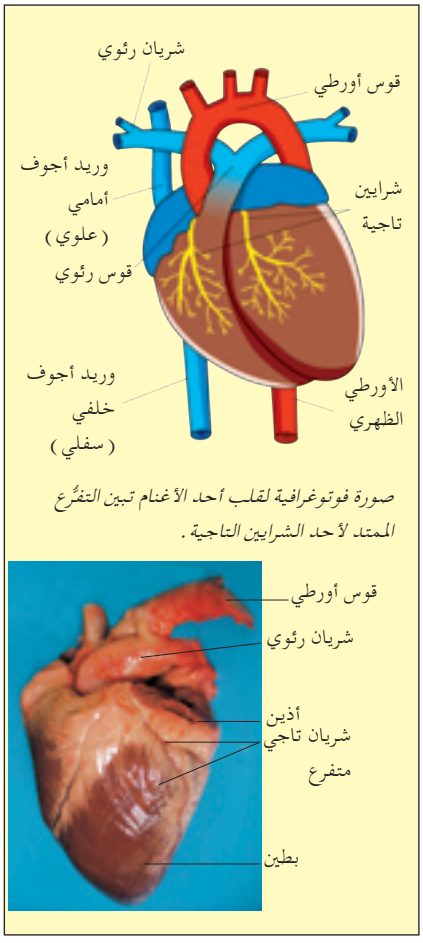
يعود الدم المؤكسج من الرئتين إلى القلب عن طريق الأوردة الرئوية المنفتحة على الأذين الأيسر. وعند انقباض الأذين الأيسر يدخل الدم إلى البطين الأيسر.

ويوجد بين الأذين الأيسر والبطين الأيسر **الصمام ذو الشُرفتين** (أو **الصمام المترالي**). ويشبه هذا الصمام في تركيبه ووظيفته الصمام ثلاثي الشُرافات فيما عدا أن له شُرفتين بدلًا من ثلاث. وعند انقباض البطين الأيسر، يتركه الدم عن طريق شريان كبير هو القوس الأورطي. يتوزع الدم من القوس الأورطي لجميع أجزاء الجسم (ما عدا الرئتين). وينحني القوس الأورطي لأعلى من البطين كأنبوب على شكل حرف U، وله صمامات هلالية مثل القوس الرئوي لمنع عودة تدفق الدم إلى البطين الأيسر. ويكون الدم الداخل إلى الأورطي واقعًا تحت ضغط شديد.

وتكون جدران البطين الأيمن أقل سُمكًا من جدران البطين الأيسر. ويضخ البطين الأيمن الدم إلى الرئتين الموجودتين على مسافة قريبة من القلب. ولهذا، يكون الدم في الشرايين الرئوية تحت ضغط أقل من الدم في الأورطي، ويوفر ذلك وقتًا كافيًا لحدوث تبادل غازات في الرئتين مثل امتصاص الأكسجين في الدم.

ويخرج شريانان تاجيان صغيران من القوس الأورطي. وتتوزع منهما شُعب تمد عضلات القلب بالأكسجين والمواد الغذائية (شكل 1 – 10).

وتكون جدران الأذينين رفيعة بعض الشيء مقارنة بالبطينين لأن عليها دفع الدم إلى البطينين فقط، ولا يتطلب ذلك قدرة كبيرة. ومن ناحية أخرى، يتوجب على البطينين دفع الدم خارج القلب، ولذلك تكون جدرانهما سميكة نسبيًّا، و بخاصة البطين الأيسر الذي يضخ الدم إلى جميع أنحاء الجسم.



شكل **1 – 10** القلب والأوعية الدموية المرتبطة به.

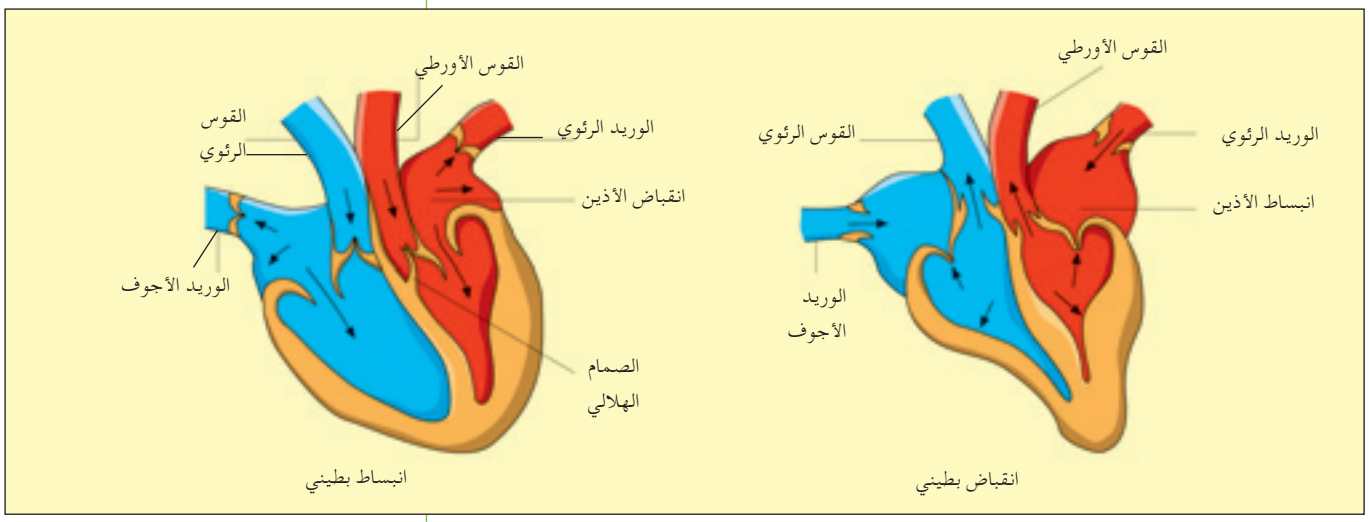
كيفية عمل القلب

يعمل الأذينان في القلب بالتزامن، حيث يسترخيان (ينبسطان) في وقت واحد لتلقِّي الدم من الأوردة. يتلقى الأذين الأيمن الدم من الوريدين الأجوفين، في حين يتلقَّى الأذين الأيسر الدم من الأوردة الرئوية. ثم ينقبض الأذينان الأيسر والأيمن في وقت واحد، ضاخين الدم إلى البطينين المسترخيين. وبعد فترة وجيزة، ينقبض البطينان الأيسر والأيمن في وقت واحد ضاخين الدم منهما إلى القوس الأورطي والقوس الرئوي على التوالي. وفي هذه الأثناء، يُمنع التدفق الخلفي للدم (عودة الدم) إلى داخل الأذينين عن طريق الغلق المفاجئ للصمامات ثلاثية وثنائية الشُرافات. يُحدث غلق الصمامات صوت "لَّابْ" يمكن سماعه في خفقة (ضربة) القلب. وبعد انقباض البطينين بشكل تام، يبدآن في الاسترخاء. وأثناء استرخائهما، يميل الدم في الشرايين إلى العودة إلى البطينين، ولكن يُمنع ذلك بالغلق المفاجئ للصمامات الهلالية.

ويكوِّن الانقباض والانبساط **نبضة** واحدة. وتوجد فترة توقف قصيرة بين نبضتي (ضربتي) القلب. وتتغير سرعة نبض القلب طبقًا لعمر وحجم الشخص. والمعدل الطبيعي لنبض (ضربات) قلب الشخص البالغ هو حوالي 72 مرة في الدقيقة.

لاحظ أن الأذُينين والبطينين يعملان بالتبادل. فعند انقباض الأذُينين، ينبسط البطينان، والعكس صحيح.

جميع الحقوق محفوظة لـ مركز المناهج التعليمية والبحوث التربوية ـ ليبيا



شكل 1 – 11 كيفية عمل القلب

ضغط الدم

ضغط الدم هو قوة الدم المبذولة على جدران الأوعية الدموية. ويصل ضغط الدم في الشرايين إلى أقصاه أثناء الانقباض البطيني عندما يُجبر الدم على دخول الشرايين، ثم يقل ضغط الدم أثناء الانبساط البطيني. ويختلف ضغط الدم في أجزاء الجسم المختلفة، حيث يصبح أعلى ما يكون بالقرب من القوس الأورطي ويضعف كلما ابتعدت الشرايين عن القلب. ويكون منخفضًا في الأوردة، ويصل إلى حوالي صفر ملليمتر من الزئبق في الوريدين الأجوفين، مباشرة قبل الانفتاح إلى داخل الأذين الأيمن للقلب.

ويختلف ضغط الدم من شخص لآخر. فيتراوح الضغط الانقباضي لدى الشخص العادي من 120 إلى 140 ملليمتر زئبق، ويتراوح الضغط الانبساطي من 75 إلى 90 ملليمتر زئبق. وقد يحدث ضغط الدم العالي مؤقتًا حتى للأشخاص العاديين، مثل بعد التدريب الشاق، أو في حالات الغضب. ولكن يعتبر الضغط العالي المستمر للدم عند الأشخاص متوسطي العمر أو كبار السِّن خطرًا، وتسهل السيطرة عليه بزيارة الطبيب في الوقت المناسب واتباع النصيحة. ويمكن قياس ضغط دم أي فرد بأداة تسمى **جهاز قياس ضغط الدم**.

النبض

في كل مرة ينقبض البطينان، يُضخ الدم إلى القوس الأورطي، وإلى داخل الشرايين الممتلئة بالدم. الزيادة المفاجئة في الضغط تسبب اتساع الشرايين. وبعد كل عملية اتساع، ترتد جدران الشرايين وتدفع الدم للأمام في سلسلة من الموجات. وتسمى كل موجة من تلك الموجات **الموجة النبضية** أو**النبض**. لذا يتساوى معدل النبض في جميع الشرايين، رغم أن النبض يكون أضعف في أجزاء الشريان البعيدة عن القلب.

ويحدث النبض بعد كل انقباض بطيني. وبإحصاء عدد ضربات النبض في الدقيقة يمكننا التوصل بالفعل إلى عدد نبضات (ضربات) القلب في الدقيقة. وتختلف سرعة النبض حتى في الإنسان الصحيح بدنيًّا، فيكون مرتفعًا بعد المجهود الشاق ومنخفضًا أثناء الراحة. ومع هذا، تكون معدلات النبض منخفضة نسبيًّا لدى بعض الأفراد الأصحاء بدنيًّا، مثل الرياضيين.

شكل 1 – 12 استخدام جهاز الضغط لقياس ضغط الدم

جميع الحقوق محفوظة لـ مركز المناهج التعليمية والبحوث التربوية ـ ليبيا

الشرايين الرئيسة في الجسم

الشرايين التي تخرج من القلب هي **الشرايين الرئوية** من البطين الأيمن، و**القوس الأورطي** من البطين الأيسر.
وتتفرع الشرايين التالية من القوس الأورطي:

- **الشرايين السُباتية** التي تمد الرأس والعنق بالدم.
- **الشرايين تحت الترقوة** التي تمد الذراعين أو الأطراف الأمامية بالدم، ويوجد شريان تحت ترقوي لكل ذراع.
- **الأورطي الظهري** يلتف القوس الأورطي للخلف ناحية الجانب الأيسر للقلب ويمتد للأسفل أو للخلف كأورطي ظهري. ويوجد الأورطي الظهري على الجانب الأيسر للعمود الفقري ويشق طريقه للأسفل موازيًا له.

وتتفرع الشرايين الرئيسة التالية من الأورطي الظهري:

- **الشريان الكبدي** إلى الكبد.
- **الشرايين المساريقية** إلى الأمعاء.
- **الشرايين الكلوية**، واحد لكل كلية.
- **الشرايين الحرقفية**، واحد لكل طرف خلفي أو لكل رجل.

الأوردة الرئيسة في الجسم

يعود الدم للقلب عن طريق الأوردة الرئيسة التالية:

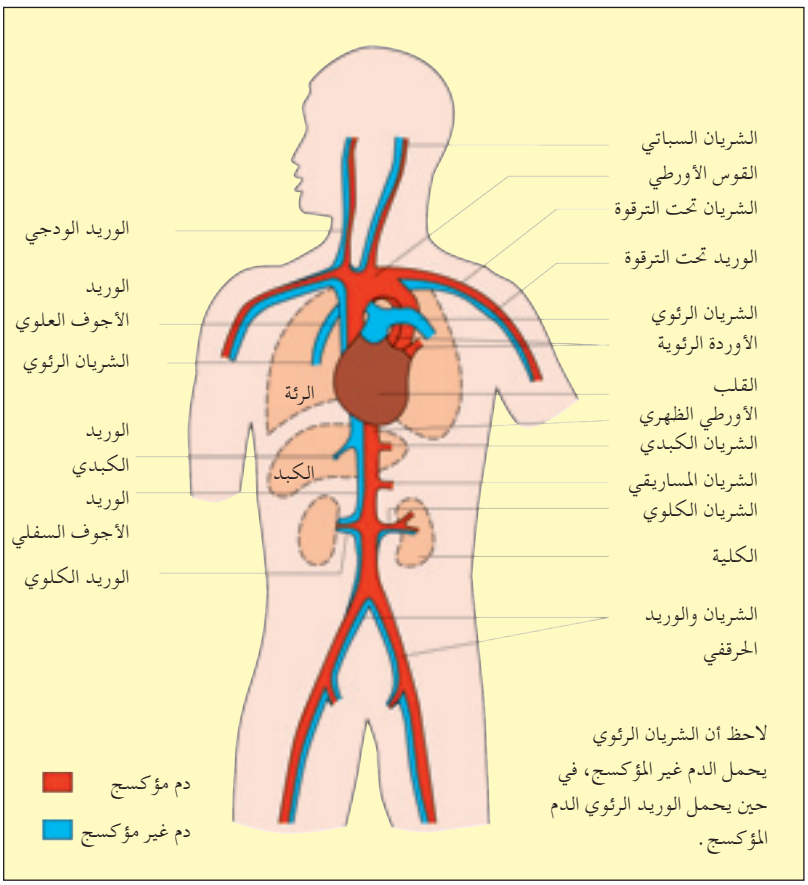
- **الأوردة الرئوية** الحاملة للدم من الرئتين إلى الأذين الأيسر للقلب.
- **الأوردة الودجية** الجامعة للدم من الرأس والعنق.
- **الأوردة تحت الترقوة** الجالبة للدم من الأطراف الأمامية. (تتحد الأوردة الودجية والأوردة تحت الترقوة لتكوين الوريد الأجوف العلوي الذي ينفتح على الأذين الأيمن للقلب).
- **الوريد الأجوف السفلي** الممتد بشكل مستقيم بطول ظهر الثدييات، موازيًا للأورطي الظهري ومجاورًا للعمود الفقري.

ويشق **الوريد الأجوف السفلي** طريقه خلال التجويف البطني، متصلًا بأوردة عديدة تحمل الدم من أجزاء الجسم المختلفة.
ومن بين هذه الأوردة:

- **الأوردة الحرقفية** الجالبة للدم من الأطراف الخلفية.
- **الأوردة الكلوية** الجالبة للدم من الكليتين.
- **الوريد الكبدي** الجالب للدم من الكبد.

ولا تفتح الأوردة من القناة الهضمية مباشرة في الوريد الأجوف السفلي. بل تتحد معًا لتكون الوريد البابي الكبدي الذي يدخل الكبد ويتشعب إلى شعيرات عديدة هناك. **ويسمى الوريد "البابي" لأنه يحمل الدم من إحدى الشبكات الشعيرية إلى الأخرى**. ولهذا، ينبع الوريد البابي الكبدي من الشعيرات في جدار القناة الهضمية عند أحد الطرفين، وتنطلق منه شعيرات في الكبد عند الطرف الآخر.

ولهذا، نجد أن الدم الذي يأتي من الأجزاء الخلفية للجسم يعود في النهاية إلى القلب عن طريق الوريد الأجوف السفلي.



شكل 1 – 13 الجهاز الدوري للإنسان يبين الشرايين والأوردة الرئيسة

جميع الحقوق محفوظة لـ مركز المناهج التعليمية والبحوث التربوية ـ ليبيا

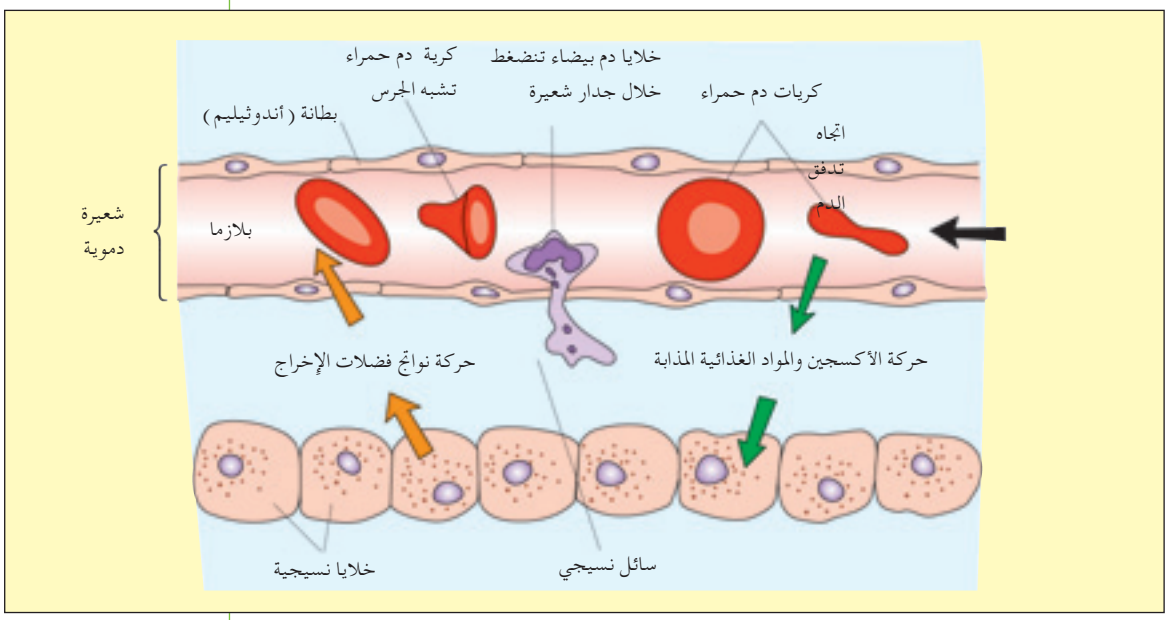
انتقال المواد بين الشعيرات وخلايا النسيج

تحتوي المساحات الصغيرة جدًّا بين خلايا النسيج على سائل عديم اللون هو **السائل النسيجي (السائل البين خلوي أو السائل الخلالي)**. في أنسجة معينة، مثل النسيج العصبي أو الغضروف، لا تتصل خلايا النسيج اتصالًا مباشرًا بشعيرات الدم التي تكون على مسافة بعيدة. ومع ذلك، تُحاط الخلايا في كل نسيج بسائل نسيجي يحمل موادَّ على هيئة محلول بين خلايا النسيج والشعيرات الدموية. وتنتشر تلك المواد الغذائية المذابة والأكسجين من الدم إلى السائل النسيجي ثم إلى الخلايا. وتنتشر الفضلات من الخلايا إلى داخل السائل النسيجي ثم خلال جدران الشعيرات إلى داخل الدم ثم إلى أعضاء الإخراج للتخلص منها (شكل 1 – 14).

وبما أن الشعيرات الدموية ضيقة، تتحرك كريات الدم الحمراء خلال تجويف الشعيرات الدموية في صف واحد.

وتصبح كريات الدم الحمراء على شكل جرس أثناء مرورها خلال شعيرات الدم الضيقة. ومميزات ذلك هي كالآتي:

- يتناقص قطر كريات الدم الحمراء، حتى يمكنها المرور خلال تجويف الشعيرات بسهولة.
- تزيد الكرية من مساحتها السطحية، لتزيد سرعتها في امتصاص أو إطلاق الأكسجين.
- تقل سرعة تدفق الدم، فيتاح وقت أكثر، مما يزيد من كفاءة التبادل الغازي.



شكل 1 – 14 العلاقة بين شعيرة دموية، والسائل النسيجي، وخلايا النسيج

جميع الحقوق محفوظة لـ مركز المناهج التعليمية والبحوث التربوية ـ ليبيا

اللِّيمف والجهاز اللِّيمفاوي

يتكون الليمف من الدم. وعادة ما يكون ضغط الدم عند الطرف الشرياني للشعيرات عاليًا، ولذلك يتم دفع بلازما الدم (عادة من دون البروتينات الموجودة بها) خلال جدران الشعيرة إلى الفجوات بين الخلايا (المساحات بين الخلايا). ويمكن كذلك لخلايا الدم البيضاء (الخلايا البلعمية) الخروج من الأوعية الدموية، وتستطيع التغيير من شكلها لتنضغط خلال جدران الشعيرة. والسائل النسيجي هو بلازما مخففة تحتوي على خلايا دم بيضاء، ولا يحتوي السائل النسيجي على كريات دم حمراء لأنها كبيرة بدرجة لا تسمح لها بالمرور خلال جدران الشعيرة.

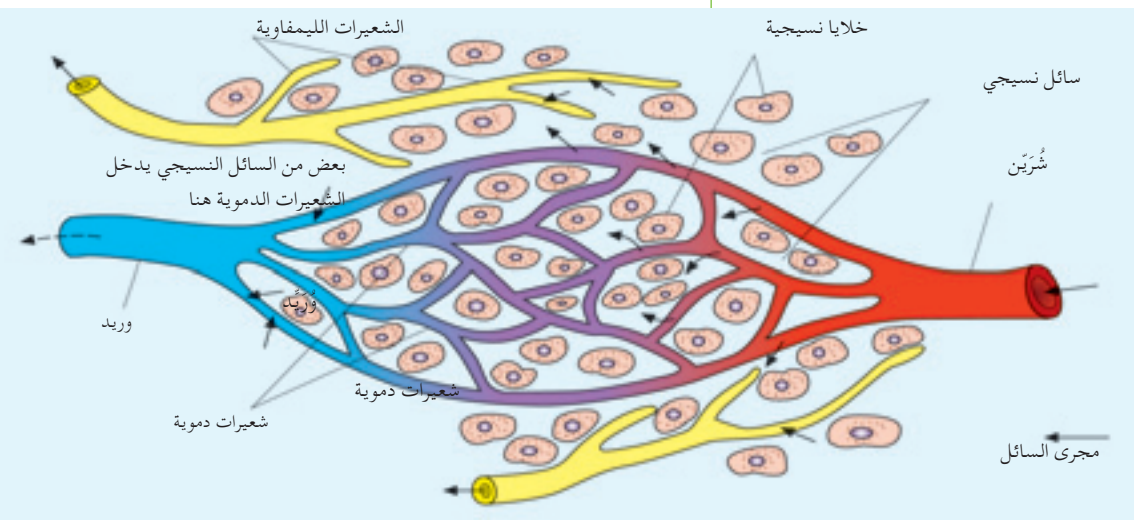
وإذا استمر خروج بلازما الدم من الشعيرات الدموية، فسيفقد الدم كمية كبيرة من السائل. ولمنع حدوث ذلك، تمتص الشعيرات الدموية كمية صغيرة من السائل النسيجي عند الطرف الوريدي حيث يكون ضغط الدم أدنى من الضغط الأسموزي في الشعيرات الدموية. ويُمتص معظم الماء إلى داخل الشعيرة الدموية مرة أخرى بالأسموزية.

ملحوظة

في الجهاز الليمفاوي، تتحد الشعيرات الليمفاوية لتكوين أوعية ليمفاوية أكبر، والتي تفرغ السائل الليمفاوي إلى داخل الوريدين تحت الترقوى الأيسر، وتحت الترقوى الأيمن على التوالي.

ويتجمع السائل النسيجي في صورة ليمف داخل جهاز آخر من الأنابيب التي تعيده إلى الدم. وتسمى هذه الأنابيب الأوعية الليمفاوية أو **الليمفاويات**.

ونرى من خلال التوضيح السابق، أن السائل النسيجي، والليمف، والدم في حالة دوران مستمر (شكل 1 – 15).



شكل 1 – 15 الدم والشعيرات والليمفاوية

جميع الحقوق محفوظة لـ مركز المناهج التعليمية والبحوث التربوية ـ ليبيا

ملخص

- خريطة مفاهيم تبين مكونات دم الثدييات

- الاختلافات بين كريات الدم الحمراء وخلايا الدم البيضاء.

كرية الدم الحمراء	خلية الدم البيضاء
◆ تحتوي على هيموجلوبين	◆ لا تحتوي على هيموجلوبين
◆ ليس لها نواة	◆ لها نواة
◆ شكلها دائري ومقعرة الوجهين	◆ غير منتظمة الشكل
◆ تنقل الأكسجين	◆ التبلعم أو إفراز أجسام مضادة

- ◆ للثدييات دورة دموية مزدوجة: دورة رئوية، ودورة جهازية .
- ◆ يتكون جهاز النقل من جهاز الدم والجهاز الليمفاوي.
- الأجزاء الأساسية في الجهاز الدوري للدم:
  - ◆ القلب: لضخ الدم حول الجسم.
  - ◆ الشرايين ذات الجدران السميكة: لنقل الدم من القلب.
  - ◆ الأوردة ذات الجدران الرقيقة: لإعادة الدم إلى القلب.
  - ◆ الشعيرات الدموية الدقيقة جدًّا (المجهرية): للسماح بتبادل المواد.
  - ◆ الصمامات في القلب، والأوردة، والشرايين الخارجة من البطينين في القلب: لضمان تدفق الدم في اتجاه واحد، ومنع التدفق للخلف.
- تتكون نبضة القلب من انقباض وانبساط بطيني.
- يساعد الجهاز الليمفاوي على عودة معظم السائل النسيجي الزائد إلى مجرى الدم.
- السائل النسيجي هو بلازما من دون البروتينات، ولكنه يحتوي على خلايا دم بيضاء. والمصل هو بلازما من دون فيبرينوجين.

جميع الحقوق محفوظة لـ مركز المناهج التعليمية والبحوث التربوية ـ ليبيا

الوحدة 2

نقل المواد في النباتات الزهرية

Transport of Materials in Flowering Plants

أهداف التعلم

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

- تُوجد علاقة سببية بين تركيب الشعيرات الجذرية (من حيث مساحة السطح) ووظائفها (أي امتصاص الماء والأملاح المعدنية).
- تُعرِّف النتح، وتربط هذه العملية بأسطح الخلية، والفراغات الهوائية بين الخلوية، والثغور.
- تشرح حركة الماء لأعلى الساق بدلالة قوى الشد الناتجة عن النتح.
- تحدد الأنسجة الخشبية واللحائية في قطاعات عرضية من الجذور، والسيقان، والأوراق ذات الفلقتين.
- تفهم كيفية انتقال المياه، والأملاح المعدنية، والجزيئات العضوية داخل النباتات.

2 - 1 تركيب النباتات الزهرية وعلاقته بالنقل

تمتلك النباتات الأكثر تطورًا جسمًا معقدًا من الأوراق، والسيقان، والأزهار، والثمار. وتُقسم تلك النباتات إلى نباتات عشبية، ونباتات خشبية. كما تصنف إلى مُعمِّرة، وثنائية الحول، وحولية اعتمادًا على المدة الزمنية التي تعيشها.

لنفكر الآن في حل المشكلات التي تضمنتها المقدمة. أولًا، لنفكر في الأوعية التي تحمل المواد إلى أعلى وإلى أسفل، والتي نطلق عليها الأنسجة الناقلة أو الوعائية.

جميع الحقوق محفوظة لـ مركز المناهج التعليمية والبحوث التربوية ـ ليبيا

أنسجة النقل أو الأنسجة الوعائية

الأنسجة الوعائية في النباتات الزهرية هي الخشب واللحاء، وهي مسئولة عن نقل المواد فيها .

الخشب

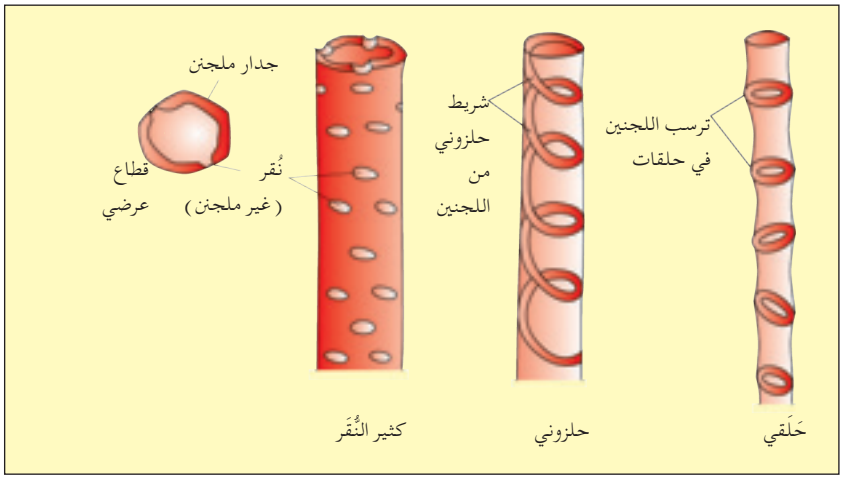
يقوم النسيج الخشبي في النبات بالوظيفتين التاليتين :

- نقل الماء والأملاح المعدنية المذابة فيه من الجذور إلى السيقان والأوراق .
- توفير الدعم الميكانيكي داخل النبات .

يتكون الخشب أساسًا من أوعية خشبية . والوعاء عبارة عن أنبوبة مجوفة طويلة تمتد من الجذر إلى الورقة . ويكون التجويف في الوعاء الخشبي متصلًا ومستمرًا . والوعاء هو تركيب ميت، يقوى جداره بمادة تسمى **لجنين** تترسب عليه . وقد يترسب اللجنين على شكل حلقي أو حلزوني . وقد يتلجنن كل الجدار في بعض الأوعية فيما عدا المناطق المسماه بالنُّقر (شكل 2–1) .

تكيُّف الوعاء الخشبي لنقل الماء :

- تجويف متصل من دون أي جدار فاصل أو بروتوبلازم في داخله يعوق مرور المياه والأملاح المعدنية .
- له جدران ملجننة لحماية الوعاء من الارتخاء (توفر الأوعية في مجموعها دعمًا ميكانيكيًّا للنبات) .



شكل 2 – 1 الأوعية الخشبية تبين النماذج المختلفة للتلجنن

ملحوظة

النباتات العشبية، والنباتات الخشبية

يمتلك النبات الخشبي مجموعًا خضريًّا يستمر عامًا بعد عام وتزداد سيقانه سُمكًا بمرور الزمن وتتصلب وتصبح خشبًا . وتعتبر الأشجار والشجيرات من النباتات الخشبية . والأشجار نباتات خشبية طويلة وتتفرع عادة بعد نموها إلى ارتفاع أمتار عديدة فوق سطح الأرض . وتكون الشجيرات أصغر ولها أفرع كبيرة قريبة من سطح الأرض .

والنبات العشبي ذو أنسجة خشبية قليلة نسبيًّا وليس له مجموع خضري خشبي دائم . وتموت بعض الأعشاب في نهاية الموسم الزراعي . وفي أعشاب أخرى، تموت أجزاء من المجموع الخضري الهوائي في نهاية الموسم الزراعي، تاركة الأجزاء المدفونة تحت الأرض حية لإنتاج أجزاء خضرية جديدة للموسم الزراعي التالي . ومن أمثلة النباتات العشبية القمح، والشعير، والذرة .

نباتات معمرة، وثنائية الحول، وحولية

النباتات المعمرة هي التي تستطيع مواصلة الحياة عامًا بعد عام . والأشجار والشجيرات هي نباتات خشبية معمرة، ومن أمثلة العشبيات المعمرة الموز والزنجبيل .

وتعيش بعض النباتات العشبية لموسمين زراعيين فقط . وعند نهاية العام الثاني تموت النباتات تاركة البذور خلفها، وتسمى هذه النباتات ثنائية الحول مثل الجزر، والفجل .

وتعيش النباتات الحولية لموسم زراعي واحد فقط، مثل الذرة والشعير .

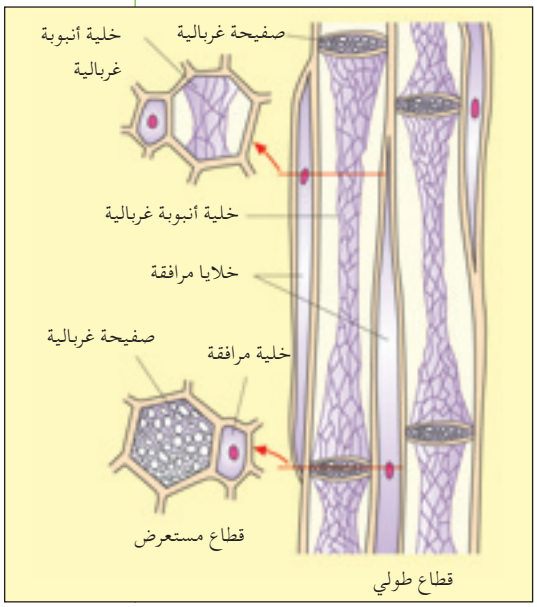
جميع الحقوق محفوظة لـ مركز المناهج التعليمية والبحوث التربوية ـ ليبيا

اللحاء

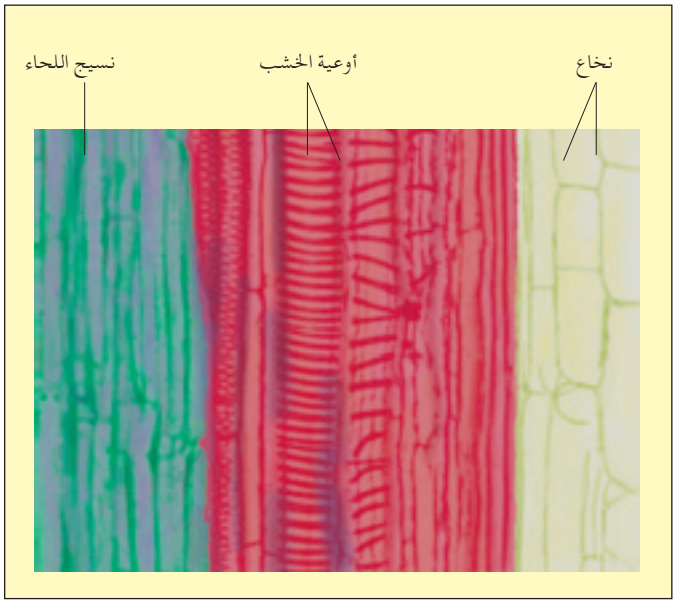
يوصل اللحاء الطعام المُصنَّع (سكروز وأحماض أمينية) من الأجزاء الخضراء للنبات وخاصة الأوراق إلى الأجزاء الأخرى في النبات، ويتكون أساسًا من **أنابيب غربالية** و**خلايا مرافقة** (شكل 2 – 2) .

ويتكون الأنبوب الغربالي من صف واحد من خلايا حية طويلة رقيقة الجدر تسمى خلايا الأنبوبة الغربالية . وتتخلل الجدران المستعرضة التي تفصل الخلايا ثقوب دقيقة مثل الغربال، ولذلك تسمى **صفائح غربالية** . وتفقد الخلية الغربالية المكتملة النمو تجويفها المركزي ومعظم عضياتها التي تشمل النواة الخاصة بها، ولكن تكون لها طبقة رقيقة من السيتوبلازم . وتحدث عملية انتقال الطعام المصنَّع خلال سيتوبلازم خلايا الأنبوبة الغربالية والصفائح الغربالية عن طريق الانتشار والنقل النشط .

وبسبب البروتوبلازم المنحل، توجد خلية مرافقة بجانب كل خلية أنبوبة غربالية للمحافظة عليها حية . والخلية المرافقة عبارة عن خلية ضيقة لها جدران رقيقة، وتحتوي على الكثير من السيتوبلازم ونواة . وتساعد الخلايا المرافقة الأنابيب الغربالية في نقل الطعام المُصنَّع .



شكل 2 – 2 بعض مكونات نسيج اللحاء



شكل 2 – 3 صورة مجهرية تبين أنسجة الخشب واللحاء في ساق نبات ذي فلقتين

جميع الحقوق محفوظة لـ مركز المناهج التعليمية والبحوث التربوية ـ ليبيا

التركيب الداخلي لأعضاء النبات

سنستعرض الآن توزيع الأنسجة في ساق وجذر. ولقد تناولنا توزيع الأنسجة في ورقة النبات في الوحدة السابعة من كتاب الصف الأول.

التركيب الداخلي لساق نبات ذي فلقتين

ينتظم الخشب واللحاء معًا في سيقان النباتات ذات الفلقتين لتكوين **حزم وعائية**. وتنتظم الحزم الوعائية في حلقة حول منطقة مركزية تسمى النخاع. ويوجد الخشب واللحاء في كل حزمة وعائية على طول نفس نصف القطر. ويقع اللحاء خارج الخشب مع وجود نسيج بينهما يسمى **الكامبيوم** (شكل 2 – 4). وتنقسم خلايا الكامبيوم وتتمايز لتكوين نسيج خشبي جديد ونسيج لحائي جديد مما يجعل الساق أكثر سمكًا.

وتُغطى الساق بطبقة من الخلايا تسمى **البشرة**. ويحمي خلايا البشرة **كيوتيكل** يمنع تبخر الماء من الساق. والمنطقة بين الحزم الوعائية والبشرة هي **القشرة**. ويعمل كل من القشرة والنخاع على تخزين المواد الغذائية، مثل النشا.

التركيب الداخلي لجذر حديث لنبات ذي فلقتين

لا يكون الخشب واللحاء في حزمة واحدة معًا في الجذر ذي الفلقتين. بل يقعان على أنصاف أقطار مختلفة وبالتبادل مع بعضهما البعض (انظر شكل 2 – 5).

وتعتبر قشرة الجذور أيضًا نسيج تخزين. وتسمى بشرة الجذر التي تحمل الشعيرات الجذرية **الطبقة الوبرية**. وكل شعيرة جذرية هي زائدة أنبوبية لخلية بشرة. ويغيب الكيوتيكل في الطبقة الوبرية. هل يمكنك تفسير ذلك؟

ملحوظة

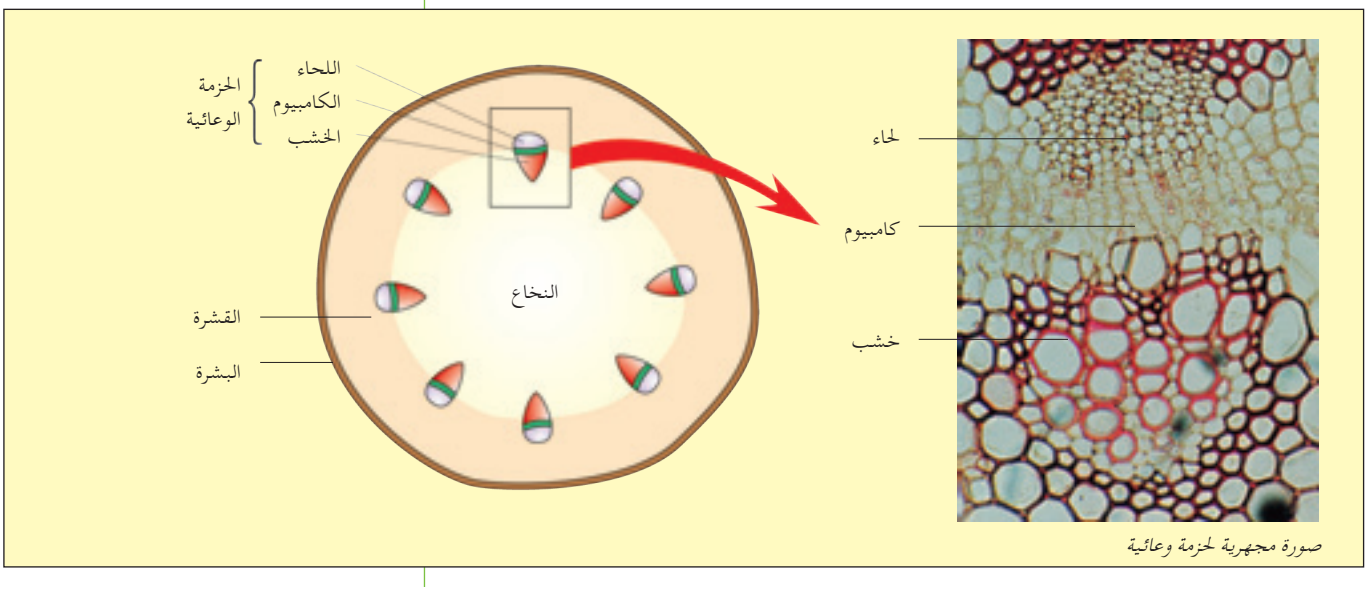
تركيب الجذر

تعتبر قمة كل جذر **منطقة نمو**. وتتكون منطقة النمو من خلايا صغيرة تنقسم بشكل فعال لتكوِّن خلايا جديدة عن طريق عملية انقسام خلوي تسمى الانقسام الميتوزي.

ويوجد خلف منطقة النمو مباشرة **منطقة الاستطالة**. وتستطيل الخلايا هنا فتحدث زيادة في طول الجذر. وعندما يطول الجذر، يدفع طرفه (قمته) جسيمات التربة. ولحماية الخلايا الصغيرة من التمزق يُغطى طرف الجذر عن طريق **قلنسوة الجذر**.

ويقع خلف منطقة الاستطالة **منطقة النضج أو الشعيرات الجذرية**. وهي المنطقة التي يتم فيها امتصاص معظم الماء والأملاح المعدنية.

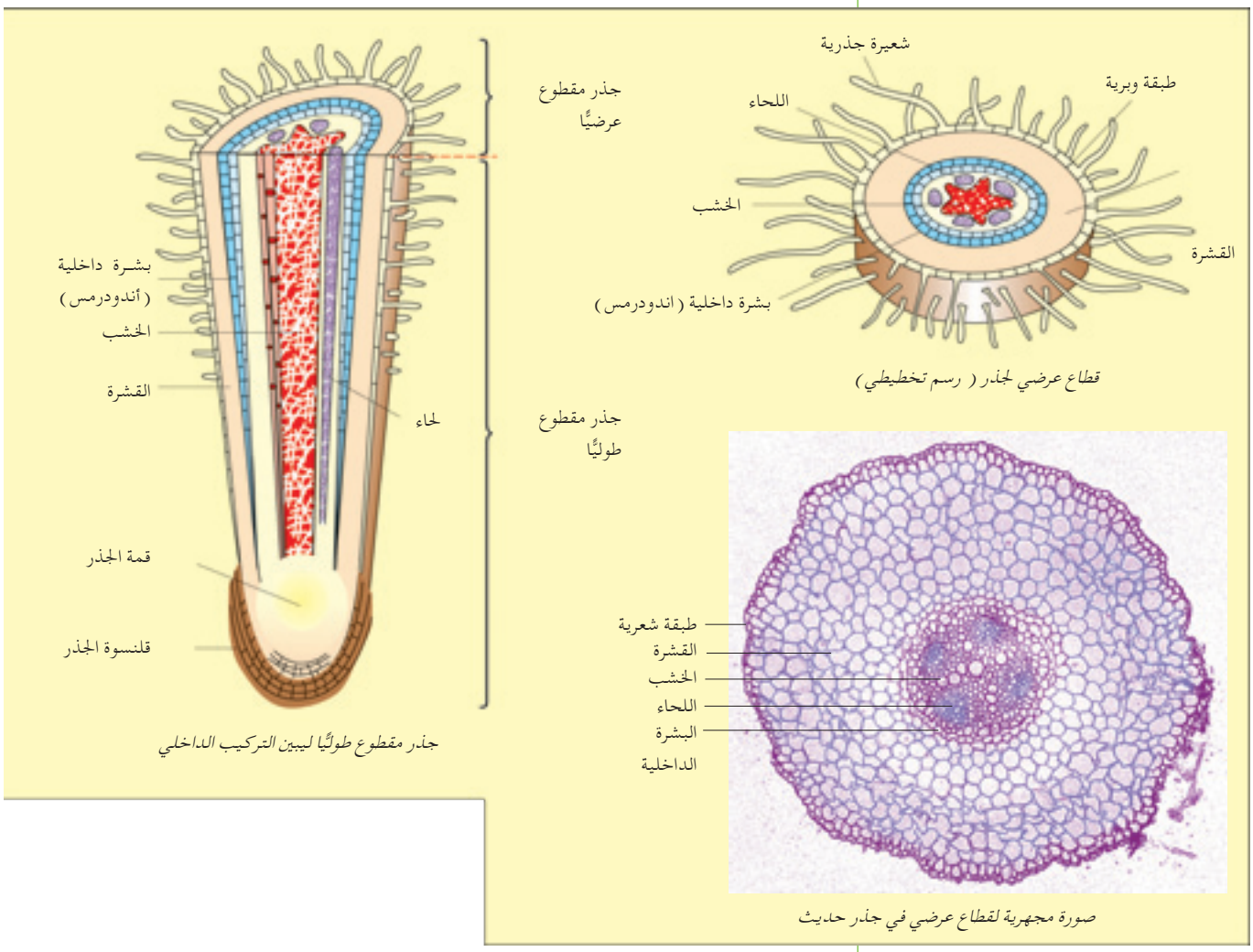
مناطق الجذر



صورة مجهرية لحزمة وعائية

شكل 2 – 4 شكل عام لساق حديث ذي فلقتين (قطاع عرضي)

جميع الحقوق محفوظة لـ مركز المناهج التعليمية والبحوث التربوية ـ ليبيا



شكل 2 – 5 جذر حديث لنبات ذي فلقتين

انتقال المواد الغذائية العضوية

يعرف انتقال المواد الغذائية المصنعة مثل السكريات والأحماض الأمينية بالانتقال . يتم عبر أوعية اللحاء .

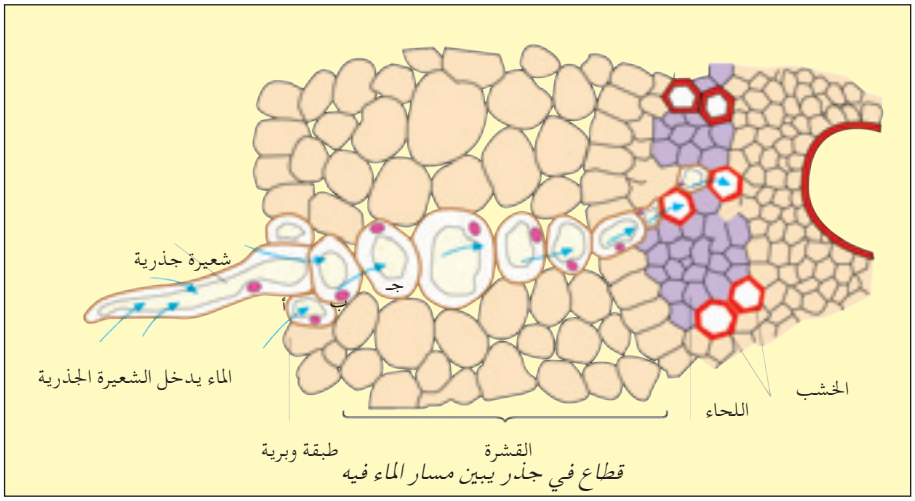
دخول الماء إلى النبات

يحدث امتصاص الماء والأملاح المعدنية بصفة رئيسة في منطقة الشعيرات الجذرية . وكل شعيرة جذرية تعتبر زائدة أنبوبية دقيقة لخلية البشرة، وهي تنمو بين جسيمات التربة، وتكون على اتصال وثيق بالماء المحيط بها (شكل 2–6) . تكون الأملاح المعدنية مذابة في ماء التربة . ولهذا، يكون الغشاء الرقيق من السائل المحيط بكل جسيمة محلولًا مخففًا من الأملاح المعدنية .

والعصارة في خلية الشعيرة الجذرية هي محلول قوي نسبيًّا من السكريات والأملاح المتعددة . لذا يكون الجهد المائي للعصارة أدنى من الجهد المائي لمحلول التربة، ويفصل بين المحلولين غشاء بلازما خلية الشعيرة الجذرية الذي يعمل كغشاء شبه منفذ . ولهذا يدخل الماء الشعيرة الجذرية عن طريق الخاصية الأسموزية . ويخفف دخول الماء من تركيز العصارة، بحيث يصبح تركيز عصارة خلية الشعيرة الجذرية أقل من تركيز عصارة الخلية التالية الملاصقة (خلية ب، شكل 2 – 7) .

جميع الحقوق محفوظة لـ مركز المناهج التعليمية والبحوث التربوية ـ ليبيا

وعليه يمر الماء بالأسموزية من خلية الشعيرة الجذرية إلى الخلية الداخلية. وبالمثل، يمر الماء من الخلية (ب) إلى الخلية التالية (الخلية جـ) في القشرة. وتستمر هذه العملية حتى يدخل الماء إلى الأوعية الخشبية ويتحرك لأعلى النبات.



شكل 2 – 7 مسار الماء خلال الجذر

الانتشار والنقل النشط عند امتصاص الأملاح المعدنية المذابة

لا يسمح غشاء سطح الخلية شبه المنفذ في خلية الشعيرة الجذرية بمرور المواد الغذائية مثل السكريات والنشا خارج الشعيرة الجذرية إلى التربة، ولكن يسمح بمرور الأملاح المعدنية المذابة في محلول التربة إلى داخل الشعيرة الجذرية بواسطة الانتشار البسيط. وتنتشر الأملاح المعدنية المذابة من هناك للداخل خلال القشرة إلى داخل الأوعية الخشبية لكي تُنقل لأعلى.

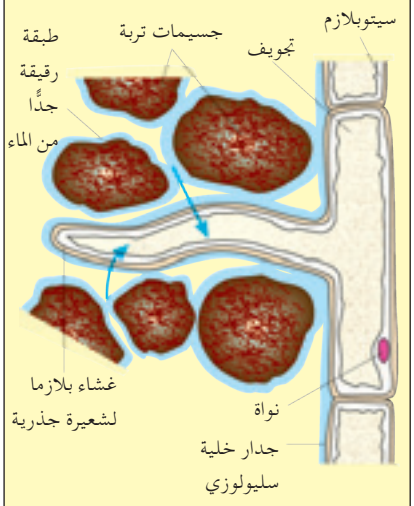
يصبح امتصاص الأملاح المعدنية بالانتشار ممكنًا فقط عندما يكون تركيزها في ماء التربة أكبر من تركيزها في خلايا الشعيرة الجذرية. عندما توجد على سبيل المثال أيونات كالسيوم في محلول التربة أكثر مما في خلية الشعيرة الجذرية، تنتشر أيونات الكالسيوم إلى داخل الشعيرة الجذرية. ولكن تكون الشعيرة الجذرية قادرة على امتصاص أيونات الكالسيوم من محلول التربة رغم وجود أيونات كالسيوم في خلية الشعيرة الجذرية أكثر مما في التربة. مما يعني أن الشعيرة الجذرية تمتص الآن أيونات الكالسيوم مقابل تدرج التركيز، أي يحدث نقل نشط لأيونات الكالسيوم. ويحتاج هذا النوع من النقل إلى طاقة، ولهذا يحدث فقط في الخلايا الحية، لأنها تتنفس. وتنفس النسيج هو العملية التي تتحرر فيها الطاقة، والتي يمكن استغلال جزء منها في النقل النشط.

ورغم أن الانتشار البسيط يلعب دورًا في امتصاص الأملاح المعدنية، تشير الأدلة الحالية إلى أن امتصاص الشعيرات الجذرية للأملاح المعدنية يحدث أساسًا عن طريق النقل النشط.

تكيف خلية الشعيرة الجذرية لعملية الامتصاص

- تكون شعيرة الجذر طويلة وضيقة، مما يزيد من نسبة مساحة السطح إلى الحجم، والتي تزيد بالتالي من معدل امتصاص الماء والأملاح المعدنية.

(أ) قطاع في خلية شعيرة جذرية



(ب) بادرة فول تبين شعيرات جذرية

شكل 2 – 6 شعيرة جذرية

الأفكار الدليلية

النقل النشط

تلك هي حركة المواد من مكان التركيز الأقل إلى مكان التركيز الأعلى، أي، أنها حركة المواد ضد تدرج التركيز. ويتطلب ذلك استخدام طاقة، مثلما يتطلب منك دفع دراجة إلى أعلى التل استخدام طاقة.

جميع الحقوق محفوظة لـ مركز المناهج التعليمية والبحوث التربوية ـ ليبيا

- تحتوي عصارة الخلية على سكريات، وأحماض أمينية، وأملاح. وتكون العصارة أكثر تركيزًا من محلول التربة وتُمنع من الارتشاح عن طريق غشاء سطح الخلية. ويؤدي ذلك إلى دخول الماء إلى الشعيرة الجذرية بالأسموزية.
- وبما أن خلية الشعيرة الجذرية حية، فهي قادرة على توفير طاقة للنقل النشط. وتأتي هذه الطاقة من التنفس الخلوي.

ملحوظة

يقدر أن هكتارًا من نبات الذرة، يفقد في الموسم الواحد أكثر من 3600 طن متري من الماء عن طريق النتح.

2 – 2 حركة الماء ضد الجاذبية

لقد توصلت الآن إلى إجابات معظم المشكلات التي عُرضت في مقدمة هذه الوحدة. وتبقى مشكلة رئيسة واحدة وهي الأكثر إثارة للفضول: كيف يتحرك الماء، والأملاح المعدنية المذابة به، من الجذور إلى أوراق النباتات حيث تحدث عملية البناء الضوئي؟

الضغط الجذري والخاصية الشعرية في نقل الماء

تستخدم الخلايا الحية المحيطة بالأوعية الخشبية في جذر النبات النقل النشط لضخ الأيونات إلى الأوعية، مما يقلل من جهد الماء في الأوعية الخشبية. ولذلك، يمر الماء من الخلايا الحية إلى داخل الأوعية الخشبية عن طريق الأسموزية ويتدفق لأعلى. ويسمى ذلك **الضغط الجذري**.

ولكن لا يكفي الضغط الجذري وحده لسحب الماء لأعلى حتى الأوراق في الأشجار الطويلة. توجد عوامل أخرى لها دور فعال مثل **الخاصية الشعرية، وقوة الشد الناشئة عن النتح**.

يميل الماء للتحرك لأعلى في الأنابيب الشعرية الدقيقة بالخاصية الشعرية. وبما أن الأوعية الخشبية في النبات عبارة عن أنابيب شعرية ضيقة جدًّا فإن الخاصية الشعرية تساعد على تحرك الماء لأعلى خلالها.

تلعب الخاصية الشعرية دورًا في تحرك الماء لأعلى في النباتات الصغيرة، ولكنها لا تبرر ارتفاع الماء لأعلى في شجرة طويلة.

كيف نبرر ارتفاع الماء إلى أعلى حتى الأوراق في النباتات الطويلة؟ إن قوة الشد الناشئة عن النتح هي القوة الأقوى التي تجعل الماء يرتفع حتى أوراق الأشجار الطويلة. سنناقش ذلك الآن.

النتح

تمتص النباتات الخضراء الماء من التربة باستمرار، ولا تستخدم كل الماء الذي يُمتص. ولذا يجب التخلص من هذا الماء الزائد بالإضافة إلى الماء الذي تنتجه الخلايا أثناء التنفس الخلوي. ويُتخلص منه بشكل رئيس عند تبخره من الأجزاء الهوائية للنبات. تُبين التجارب السابقة أن الورقة تفقد أثناء عملية النتح معظم بخار الماء من داخلها، وليس من سطحيها، لأن القشيرة (الكيوتيكل) التي تغطي سطحي الورقة غير نفاذة نسبيًّا للماء.

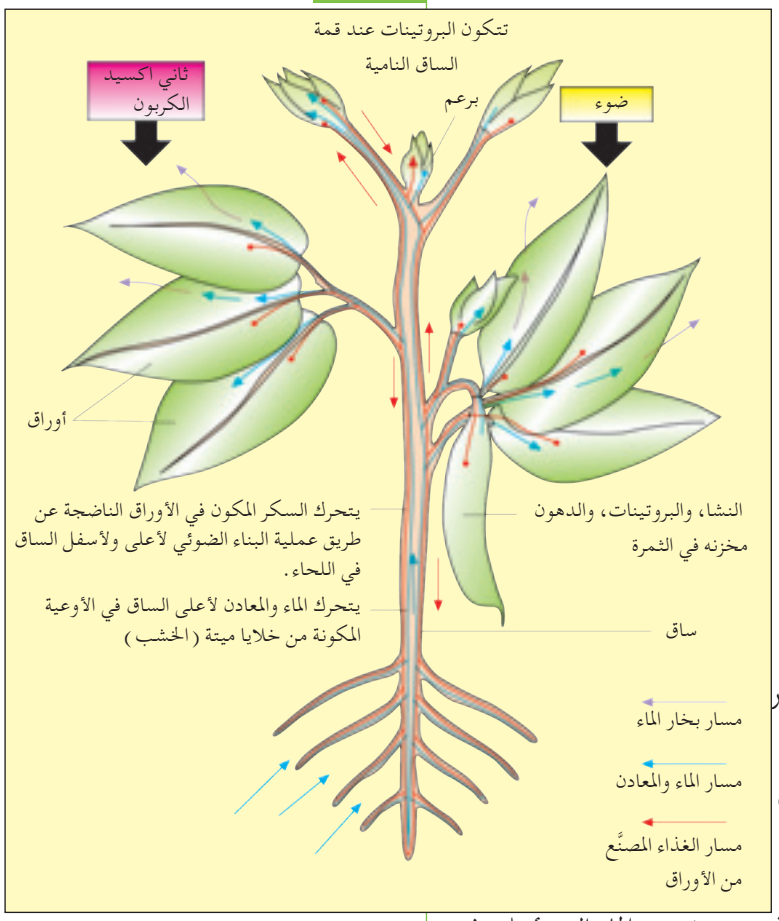
تعريف

يُعرف فقد بخار الماء من الأجزاء الهوائية للنبات، وخاصة خلال الثغور الموجودة على الأوراق، بالنتح.

جميع الحقوق محفوظة لـ مركز المناهج التعليمية والبحوث التربوية ـ ليبيا

ومع هذا، قد تتبخر كمية صغيرة جدًّا من الماء مباشرة من أسطح خلايا البشرة، وهو ما نطلق عليه نتح قشيري (كيوتيني) . وتوجد مساحات بين خلوية عديدة في النسيج الأوسط لورقة النبات . ويخرج الماء باستمرار من خلايا النسيج الأوسط لتكوين طبقة رقيقة من الرطوبة على أسطح الخلايا . ويتبخر الماء من جدران الخلية الرطبة إلى المساحات بين الخلوية، وينتشر من هناك خلال الثغور إلى الهواء الأكثر جفافًا خارج الورقة . وعند تبخر الماء من خلايا النسيج الأوسط في الورقة النباتية، تصبح عصارة الخلية أكثر تركيزًا . ولهذا تسحب الخلايا الماء بالأسموزية من الخلايا الأكثر عمقًا داخل الورقة . وتسحب هذه الخلايا بدورها الماء من العروق أي من الأوعية الخشبية .

ويكون عمود الماء في الأوعية الخشبية متصلًا من الجذور وحتى الأوراق . وعند امتصاص خلايا النسيج الأوسط الماء من الأوعية الخشبية، يتحرك عمود الماء كله إلى الجذور حتى الأوراق (شكل 2 – 8) .



شكل 2 – 8 دورة الغازات والسوائل في النباتات

ويؤدي تبخر الماء من الأوراق إلى توليد قوة ماصة تجذب (تشد) الماء إلى أعلى في الأوعية الخشبية . وتعرف هذه القوة الماصة الناتجة بسبب النتح **بقوة الشد الناشئة عن النتح**، وهي القوة الرئيسة لجذب الماء والأملاح المعدنية إلى أعلى النبات . ويسمى دفق الماء لأعلى النبات **تيار النتح** .

أهمية النتح

رغم كون النتح الزائد ضارًّا بالنبات، إلا أن له استخدامات معينة :

- القوة الماصة الناشئة عن النتح هي العامل الرئيس في رفع الماء والأملاح المعدنية المذابة لأعلى النبات من الجذور إلى الأوراق . وتحصل بهذه الطريقة أوراق النبات على الماء والأملاح اللازمة لعملية البناء الضوئي .
- تخرج الحرارة الكامنة مع تبخر الماء من الأوراق، مما يبردها ويمنع احتراقها بفعل الشمس الحارقة .

العوامل التي تؤثر على معدل النتح

يعتمد النتح على البخر، ولذلك فإن أي عامل يؤثر على معدل بخر الماء يؤثر أيضًا على معدل النتح . والعوامل الخارجية التي تؤثر على معدل النتح هي :

- ***رطوبة الهواء***

تكون عادة المساحات بين الخلوية في ورقة النبات مشبعة ببخار الماء . فإذا كان الهواء في الخارج جافًا، ينتشر بخار الماء بسرعة أكبر خارج الورقة، أي يزداد معدل النتح .
ومن الناحية الأخرى، إذا كان الهواء رطبًا أو نديًّا، فإنه يعيق البخر . وبناءً عليه، كلما ازدادت رطوبة الهواء، كلما كان معدل النتح أبطأ بافتراض بقاء العوامل الخارجية الأخرى ثابتة .

جميع الحقوق محفوظة لـ مركز المناهج التعليمية والبحوث التربوية ـ ليبيا

درجة حرارة الهواء

بافتراض بقاء العوامل الأخرى ثابتة، يؤدي ارتفاع درجة حرارة الجو المحيط إلى زيادة معدل البخر، ولهذا يكون معدل النتح أكبر.

الرياح القوية

في الهواء الساكن، يرطب بخار الماء الذي ينتشر إلى خارج ورقة النبات الهواء المحيط بها، مما يقلل من معدل خروج بخار الماء من الورقة. إلا أن الرياح تزيل بخار الماء من حول الورقة مما يقلل من رطوبة الهواء، ويساعد ذلك على زيادة معدل النتح. وكلما ازدادت قوة الرياح كلما زاد معدل النتح. ولكن في حالة الرياح القوية، تُغلَق الثغور لأن الخلايا الحارسة تفقد ماء أكثر من اللازم.

الضوء

يؤثر الضوء على حجم الثغور في ورقة النبات. ويؤثر ذلك بالتالي على معدل النتح. وتتفتح الثغور في ضوء الشمس وتصبح أكثر اتساعًا، مما يساعد على زيادة معدل النتح. وتغلق الثغور عند حلول الظلام.

الذبول

يساعد ضغط الاكتناز (الامتلاء) في خلايا النسيج الأوسط في ورقة النبات على دعم الورقة وبقائها ثابتة ومنبسطة لامتصاص ضوء الشمس اللازم لعملية البناء الضوئي. ويتسبب النتح الزائد في ضوء الشمس القوي في فقدان الخلايا لاكتنازها، فتصبح رخوة، ويذبل النبات.

مزايا ذبول ورقة النبات

يقل معدل النتح لأن ورقة النبات تنثني مما يقلل السطح المعرض لنور الشمس. إن ذلك يرخي الخلايا الحارسة فتنغلق الثغور.

عيوب الذبول

يقل معدل البناء الضوئي لأن الماء يصبح عاملًا محددًا. تقل أيضًا كمية ثاني أكسيد الكربون التي تدخل الورقة لأن الثغور مغلقة.

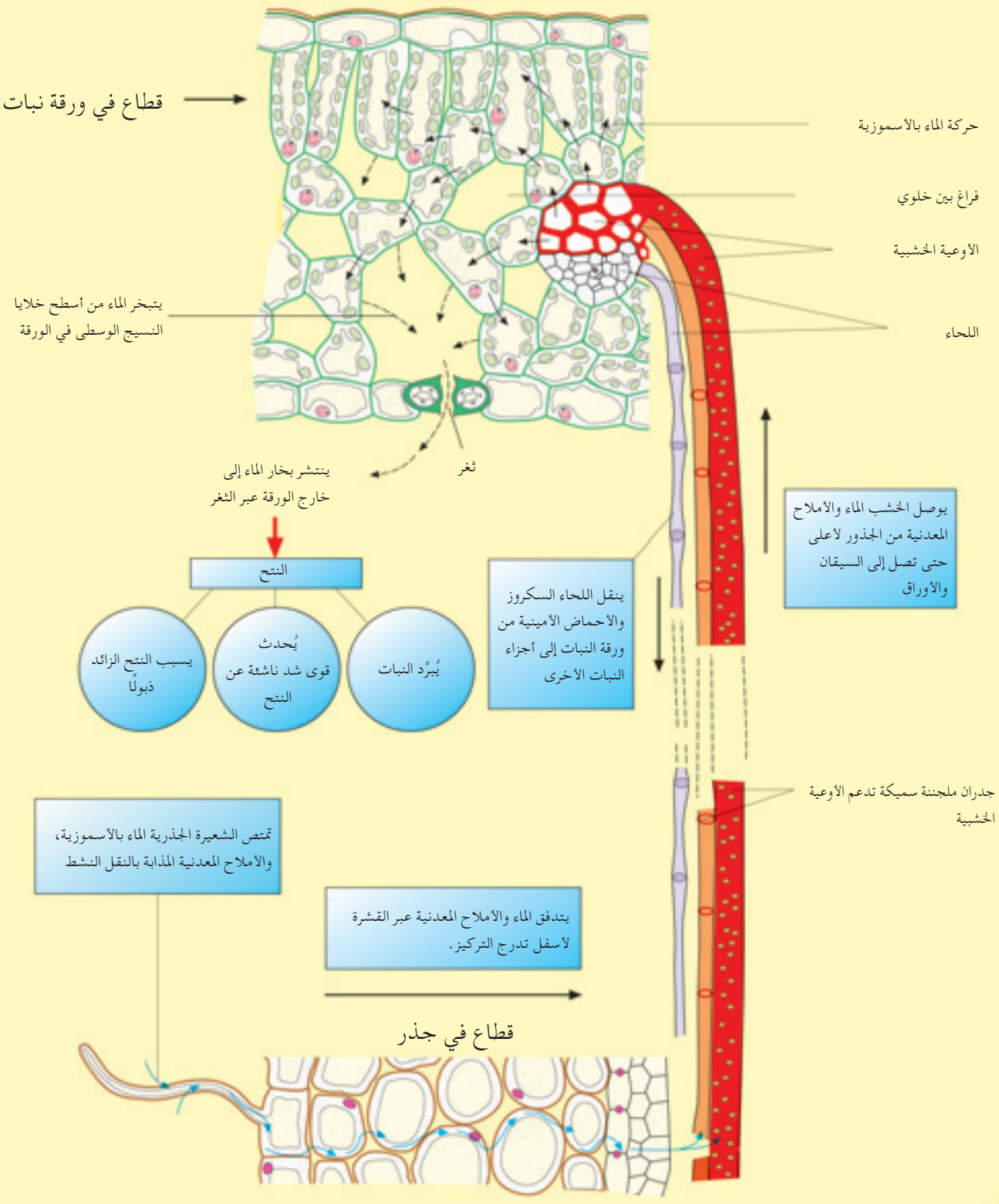
شكل 2 - 9 يبين الرسمان أ، ب أجزاء من نفس النبات في أوقات مختلفة من النهار.

ملخص

- خريطة المفاهيم (انظر الصفحة التالية)
- الشعيرة الجذرية هي زائدة ممتدة لخلية مفردة في الطبقة الوبرية، وهي تزيد من مساحة سطح الجذر لامتصاص الماء والأملاح المعدنية.
- النقل النشط حركة المادة من المنطقة ذات التركيز الأدنى إلى المنطقة ذات التركيز الأعلى أي ضد تدرج التركيز. وتُستخدم الطاقة في تلك العملية.
- العوامل المساعدة لتحرك الماء لأعلى في الأوعية الخشبية هي كالآتي:
  - قوى الشد الناشئة عن النتح (عامل أساسي)
  - الضغط الجذري
  - الخاصية الشعرية
- النتح فقد بخار الماء من الأجزاء الهوائية في النبات.
  - يحدث النتح بصفة رئيسة خلال ثغور الأوراق
  - يشد (يجذب) النتح الماء والأملاح المعدنية إلى أعلى النبات
  - يزيل الحرارة الكامنة من النبات (تأثير تبريدي)
  - يتأثر معدل النتح بعوامل بيئية مثل:
    - درجة الحرارة
    - ضوء الشمس
    - الرطوبة
    - سرعة الرياح
  - يستخدم البوتومتر في قياس معدل النتح في غصن النبات (الفرع الخضري).

جميع الحقوق محفوظة لـ مركز المناهج التعليمية والبحوث التربوية - ليبيا

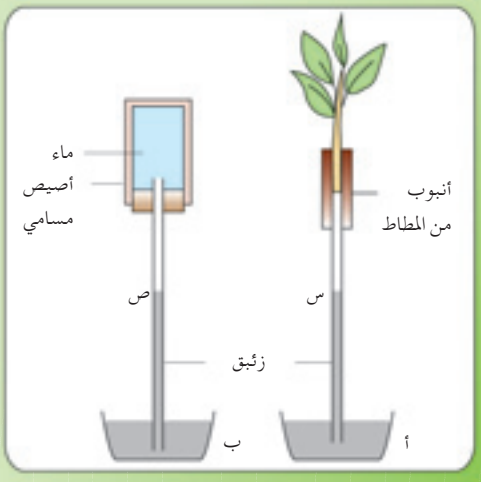
خريطة مفاهيم توضح نقل المواد في نبات زهري



جميع الحقوق محفوظة لـ مركز المناهج التعليمية والبحوث التربوية ـ ليبيا

ركن التفكير

مهارة التفكير: المقارنة



يشير (أ) في الرسم الموجود على اليسار إلى غصن نبات (فرع مورق) طرفها المقطوع مغمور في أنبوبة بها ماء. غمر الطرف المفتوح للأنبوبة في طبق به زئبق. ويبين الرسم (ب) أصيصًا مساميًّا مملوءًا بالماء ومُجهزًا بنفس الطريقة. عُرضت الأنبوبتان (أ، ب) لضوء الشمس، وبعد مرور بعض الوقت ارتفع الزئبق في الأنبوبتين.
عند إجراء التجربة في الظلام، ارتفع عمود الزئبق في الأنبوبة (ب) ولم يرتفع عمود الزئبق في الأنبوبة (أ).

ما أوجه التشابه بين التصميمين؟

وما أوجه الاختلاف؟

من حيث

من حيث

من حيث

من حيث

جميع الحقوق محفوظة لـ مركز المناهج التعليمية والبحوث التربوية ـ ليبيا

الوحدة 3

التنفس
Respiration

أهداف التعلم

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

- تميز بين *التنفس الهوائي واللاهوائي*.
- تميز بين التنفس والشهيق والزفير.
- تذكر استخدامات الطاقة في جسم الإنسان .
- تفهم إنتاج حامض اللاكتيك في عضلات الإنسان وتأثيراته أثناء التدريبات العنيفة .
- تفهم آلية تبادل الغازات في الإنسان .
- تستقصي تأثيرات التدريبات الرياضية على معدل التنفس وعمقه .
- توجد علاقة سببية بين خصائص الحويصلات الهوائية ووظيفتها في تبادل الغازات .

3 – 1 لماذا تتنفس الكائنات الحية؟

من أجل أن تحافظ الكائنات العضوية على بقائها، ولِكي تتحرك، وتنمو، وتتكاثر وتقوم بجميع وظائف الحياة، لابد أن تتوافر لها الطاقة . وتعتبر الطاقة التي يشعها ضوء الشمس المصدر المطلق (الأساسي) للطاقة . وتقوم النباتات الخضراء بتحويل هذه الطاقة أثناء البناء الضوئي إلى طاقة كيميائية تستطيع اختزانها في الأطعمة العضوية . وتحصل الحيوانات على هذه الطاقة المخزنة (طاقة كامنة) بتناول الأغذية العضوية التي تُصنعها النباتات الخضراء، أو بالتغذي على الحيوانات الأخرى .

بما أن الطاقة محتجزة في جزيئات الغذاء العضوي، يجب على الكائن العضوي تكسيرها لإطلاق الطاقة . ويتم تكسير المواد العضوية المعقدة (بصفة رئيسة الكربوهيدرات) عن طريق **الأكسدة** التي تحدث داخل كل خلية حية .

جميع الحقوق محفوظة لـ مركز المناهج التعليمية والبحوث التربوية ـ ليبيا

ولا ينطبق ذلك على الحيوانات فقط بل على النباتات الخضراء أيضًا . وتحدث عادة هذه العملية داخل الخلية، وهو ما يطلق عليه اسم **التنفس**، ولذلك :

تعريف

التنفس هو أكسدة المواد الغذائية مع إطلاق للطاقة داخل الخلايا الحية .

ويوجد نوعان من التنفس : التنفس الهوائي، والتنفس اللاهوائي .

التنفس الهوائي

تعريف

التنفس الهوائي هو تكسير المواد الغذائية في وجود الأكسجين، وإطلاق كميات كبيرة من الطاقة . وينتج عن ذلك تحرر ثاني أكسيد الكربون والماء في صورة فضلات .

المعادلة الإجمالية للتنفس الهوائي هي على النحو التالي :

هذه العملية أكثر تعقيدًا مما تبينه المعادلة السابقة، لأنها تتضمن العديد من التفاعلات . ويُحَفَّز كل تفاعل بمنظومة من الأنزيمات . وتعتبر خلايا الميتوكوندريا هي "المصانع" التي تحتوي على تلك الأنزيمات . ولذلك تُعتبر الميتوكوندريا مهمة في التنفس الهوائي .

وتتنفس معظم الحيوانات بما في ذلك الإنسان والنباتات الخضراء هوائيًا . فهي كائنات عضوية نشطة بالمقارنة بغيرها من الكائنات الأخرى، وتحتاج إلى الكثير من الطاقة لكي تظل على قيد الحياة .

بعض استخدامات الطاقة

تستهلك الكثير من العمليات في الجسم الإنساني طاقة، مثل تكوين البروتينات من الأحماض الأمينية، وبناء البروتوبلازم اللازم للنمو، وانقسام الخلية . تحتاج كل تلك العمليات طاقة، فضربات القلب، وحركات التنفس، وغيرها من الانقباضات العضلية كلها عمليات مستهلكة للطاقة .

والنقل النشط الذي تنتقل به المواد مقابل تدرج التركيز يحتاج إلى الطاقة الناتجة من التنفس . يتضمن على سبيل المثال امتصاص الأمعاء الدقيقة لمواد غذائية معينة، وامتصاص خلايا الشعيرات الجذرية للأملاح المعدنية نقلًا نشطًا . وانتقال النبضات العصبية (الوحدة 6) هي عملية أخرى تستخدم الطاقة .

وتنطلق بعض الطاقة أثناء عملية التنفس في صورة حرارة . نحتاج الحرارة للشعور بالدفء (الوحدة 5 : تنظيم حرارة الجسم) .

الأفكار الدليلية

التنفس والأكسدة

الأكسدة هي عملية كيميائية تتضمن فقدانًا للإلكترونات . وبالإضافة إلى هذا التعريف يتضمن أيضًا تعريف الأكسدة إضافة الأكسجين أو فقدان الهيدروجين . وأثناء عملية التنفس تتأكسد المواد الغذائية العضوية لكي تنطلق الطاقة التي تستفيد منها الخلايا الحية في القيام بالعمليات الحيوية المتعددة .

ملحوظة

فقدان الكتلة الجافة

عند وزن أنفسنا، فإن الكتلة الناتجة هي محصلة كل المواد الموجودة في أجسامنا بما في ذلك الماء . وتعرف كتلة أجسامنا من دون كتلة الماء بـ **الكتلة الجافة** للجسم . وأثناء عملية التنفس عند تكسير السكر لتنطلق الطاقة، فإن ثاني أكسيد الكربون والماء الناتجان يخرجان من الجسم في صورة فضلات، فينتج عن ذلك فقدان في الكتلة الجافة . ويمكن إجراء تجارب توضح فقدان الكتلة الجافة في أنسجة التنفس .

جميع الحقوق محفوظة لـ مركز المناهج التعليمية والبحوث التربوية ـ ليبيا

تحليل

محصلة الطاقة من الجلوكوز

عند تكسير الجلوكوز أثناء عملية التنفس الهوائي يستخدم جزء من الطاقة في تكوين جزيء آخر يطلق عليه أدينوسين ثلاثي الفوسفات ATP، وهو مصدر سريع للحصول على كمية صغيرة من الطاقة. وتستخدم جزيئات ATP في الخلية الحية للقيام بالعمليات الخلوية بالكيفية وبالطريقة المطلوبة.

ويتطلب تصنيع مول واحد من ATP 30 كيلو جول من الطاقة. وعلى الرغم من أن الأكسدة الكاملة لمول واحد من الجلوكوز تعطي 3000 كيلو جول من الطاقة، إلا أن التنفس الهوائي يطلق طاقة كافية لتصنيع 38 مول فقط من ATP.

احسب:

1 الطاقة اللازمة لتصنيع 38 مول من ATP.

2 نسبة الطاقة الكيميائية المنطلقة أثناء أكسدة مول واحد من الجلوكوز الذي يتحول إلى طاقة كيميائية تخزن في ATP.

3 كمية الطاقة الحرارية المنطلقة نتيجة الأكسدة الكاملة لمول واحد من الجلوكوز أثناء التنفس الهوائي.

التنفس اللاهوائي

تعريف

التنفس اللاهوائي هو تكسير المواد الغذائية مع إطلاق كمية صغيرة نسبيًّا من الطاقة في غياب الأكسجين.

ولذلك يعتبر التنفس اللاهوائي أقل كفاية من التنفس الهوائي من حيث حصيلة الطاقة. وهو يحدث في بعض الكائنات الدقيقة مثل الخميرة.

ويمكن للخميرة التنفس هوائيًّا وأيضًا لاهوائيًّا اعتمادًا على وجود الأكسجين من عدمه. في غياب الأكسجين تتنفس الخميرة لاهوائيًّا، وتكون كمية الطاقة المنطلقة كافية لبقاء الخميرة علي قيد الحياة، ولكنها لاتكون نشطة تمامًا في ظل هذه الشروط. وينطلق من الخميرة الإيثانول (الكحول) وغاز ثاني أكسيد الكربون في شكل فضلات. ويطلق أيضًا على التنفس اللاهوائي في الخميرة **التخمر الكحولي**.

ومعادلة التنفس اللاهوائي هي كالتالي:

لاحظ أن جزيء الجلوكوز يُكَسّر جزئيًّا فقط، وأن الإيثانول الناتج يحتوي على كمية كبيرة من الطاقة. ويفسر ذلك انطلاق كميات صغيرة فقط من الطاقة أثناء التنفس اللاهوائي.

ملحوظة

المول

المول هو كمية المادة التي تحتوي على 6.023×10^{23} جسيمات (ذرات أو جزيئات) من هذه المادة.

جميع الحقوق محفوظة لـ مركز المناهج التعليمية والبحوث التربوية ـ ليبيا

التنفس اللاهوائي في العضلات

شكل 3 – 1 يؤدي الركض إلى تقلصات عضلية شديدة.

تتنفس الخلايا العضلية في الأحوال العادية هوائيًّا، وقد يحدث التنفس اللاهوائي لفترة زمنية قصيرة في حالة نقص الأكسجين. أثناء الانقباضات العضلية الشديدة مثلًا تستخدم الخلايا العضلية الأكسجين أولًا في التنفس هوائيًّا. وقد يبدأ الشخص في اللهث للتخلص من ثاني أكسيد الكربون والحصول على كمية أكبر من الأكسجين بمعدل أسرع.

ويبدأ القلب أيضًا في النبض بمعدل أسرع لحصول العضلات على الأكسجين بمعدل أسرع. ويوجد مع ذلك حد لمعدل التنفس ودقات القلب، لا تستمر بعده في الزيادة. ماذا يحدث لو أصبحت الانقباضات العضلية شديدة للغاية كما في سباق العَدْو 200 متر، لدرجة لا يستطيع معها الحد الأقصى للتنفس إنتاج الطاقة بالسرعة الكافية لمواجهة الحاجة إليها.

وإذا ما استمرت هذه الانقباضات العضلية الشديدة، فيجب إنتاج المزيد من الطاقة. تتنفس الخلايا العضلية لاهوائيًّا لإنتاج الطاقة **الزائدة**، ويتكون حمض اللاكتيك أثناء تلك العملية.

الأفكار الدليلية

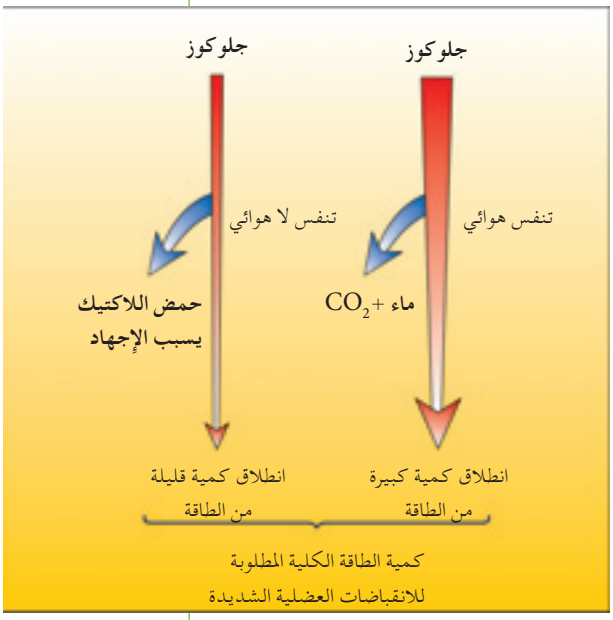
استحقاق الأكسجين

كمية الأكسجين المطلوبة لأكسدة اللاكتيك الذي تنتجه العضلات أثناء التنفس اللاهوائي.

تُطلق كمية صغيرة فقط من الطاقة في التنفس اللاهوائي، ولكن تكون هذه الكمية المنتجة بالإضافة إلى تلك المنتجة في التنفس الهوائي كافية لاستمرار انقباض العضلات (شكل 3–2).

ونظرًا لوجود كمية غير كافية من الأكسجين لتلبية الحاجة في الانقباضات العضلية الشديدة، يتراكم حمض اللاكتيك ببطء في العضلة ويقال في تلك الحالة أن العضلة تعاني استحقاقًا **للأكسجين**. وقد يصل حمض اللاكتيك إلى درجة عالية من التركيز تتسبب في شعور الشخص **بالإنهاك** الشديد. ويحتاج الجسم في تلك الحالة إلى قسط من الراحة حتى يستعيد نشاطه السابق. والألم العضلي الذي يشعر به الشخص يرجع إلى وجود حمض اللاكتيك السام.

وأثناء فترة الراحة يزال حمض اللاكتيك من العضلات وينقل إلى الكبد، حيث يؤكسد جزءٌ منه لإنتاج الطاقة التي تستخدم بعد ذلك في تحويل الجزء المتبقي منه إلى جلوكوز. يعاد بعد ذلك الجلوكوز إلى العضلة ويصبح عندها الجسم مستعدًا لخوض سباق آخر.



شكل 3 – 2 يوضح التغيرات التي تحدث للعضلات أثناء الانقباضات العضلية الشديدة.

جميع الحقوق محفوظة لـ مركز المناهج التعليمية والبحوث التربوية ـ ليبيا

التنفس الخلوي، وتبادل الغازات، والتَّنَسُّم

يتضمن التنفس الهوائي عمليتين هما: **التنفس الخلوي**، و**تبادل الغازات**.

■ *التنفس الخلوي*

هو أكسدة الجزيئات الغذائية العضوية مع إطلاق طاقة، وثاني أكسيد كربون، وماء، ويحدث داخل الخلايا الحية أو أنسجة الكائن الحي، ويطلق عليه مصطلح التنفس الخلوي أو الداخلي. وتتاح بهذه الطريقة كل الطاقة التي تستفيد منها النباتات والحيوانات العليا.

■ *تبادل الغازات (التنفس الخارجي)*

يجب أن تحصل خلايا الكائن الحي على الأكسجين، والعملية التي ينتقل فيها الأكسجين من الهواء أو الماء المحيط إلى الخلايا، وتنتقل فيها نواتج التنفس (ثاني أكسيد الكربون والماء) من الخلايا رجوعًا إلى الوسط المحيط (الهواء أو الماء) هي ما نطلق عليه عملية تبادل الغازات. والشهيق والزفير (التنسم) جزء من عملية تبادل الغازات، ويشير إلى الانقباضات العضلية وحركات الضلوع التي ينتج عنها حركة الهواء إلى داخل الرئة، وحركة الهواء من الرئة إلى خارج الجسم.

كيف نعرف أن الكائنات العضوية الحية تتنفس؟

أثناء عملية التنفس، يتم استهلاك أكسجين، وإطلاق طاقة، وغاز ثاني أكسيد كربون، وماء. ولذلك إذا بيَّنا أن كائنًا عضويًّا يستهلك الأكسجين ويخرج ثاني أكسيد الكربون والحرارة، فإننا نستطيع القول بأنه يتنفس.

3 - 2 تبادل الغازات في الحيوانات

تكون مساحة سطح الكائنات المائية وحيدة الخلية كبيرة بالمقارنة بحجمها. يحدث بفاعلية تبادل غازي لكل من الأكسجين وثاني أكسيد الكربون بين الحيوان والبيئة المائية المحيطة عن طريق الانتشار خلال غشاء سطح الخلية. ولا تحتاج تلك الكائنات إلى جهاز خاص لتبادل الغاز أو آليات لنقل الأكسجين. وغالبًا ما تكون مساحة سطح الحيوانات الضخمة (مثل الأسماك، والبرمائيات، والثدييات) صغيرة بالنسبة لحجم أجسامها، وعلاوة على ذلك، يكون السطح في الغالب مُغطَى بطبقة سَميكة لحمايتها أو لمنع فقدان الماء، ولا يصلح للتبادل الغازي. وتوجد في تلك الكائنات أعضاء خاصة مثل الرئات والخياشيم حيث تكون مساحة سطح التبادل الغازي كبيرة جدًّا وتكون أغطيتها رقيقة. ويمكن بهذه الطريقة امتصاص كميات أكبر من الأكسجين وطرد كميات أكبر من ثاني أكسيد الكربون من الجسم في كل وحدة زمنية. وتساعد حركات تنسم خاصة على زيادة تبادل الغازات بين الحيوانات والبيئة المحيطة.

ملحوظة

الاستخدام الدقيق للغة العلمية

غالبًا ما يستخدم العلماء ألفاظًا ذات دلالات مختلفة قليلًا في الحياة اليومية. ولذلك من المهم توخي الحذر عند استخدامك لتلك المفردات العلمية، وهو ما يتضح في هذا الموضوع.

علميًّا التنفس هو عملية كيميائية تحدث داخل الخلايا وينتج عنها طاقة، بينما التنسم (الشهيق والزفير) عملية تهوية ميكانيكية تعمل على تزويد الجسم بالأكسجين اللازم لتشغيل تلك العملية الخلوية الكيميائية. على الرغم من ذلك، نشير أحيانًا إلى التنسم (الشهيق والزفير) في لغة الحياة اليومية على أنه تنفس، ويعتبر ذلك خطأً من الناحية العلمية.

جميع الحقوق محفوظة لـ مركز المناهج التعليمية والبحوث التربوية ـ ليبيا

آليات التنسم

توجد لدى كثير من الحيوانات آليات تنسم خاصة تزيد من معدل تبادل الغازات بين الحيوانات والبيئة الخارجية. وتتم بشكل رئيس حركات التنسم عند الحيوانات على مرحلتين:

- دخول الهواء أو الماء وتسمى **الشهيق**.
- خروج الهواء أو الماء وتسمى **الزفير**.

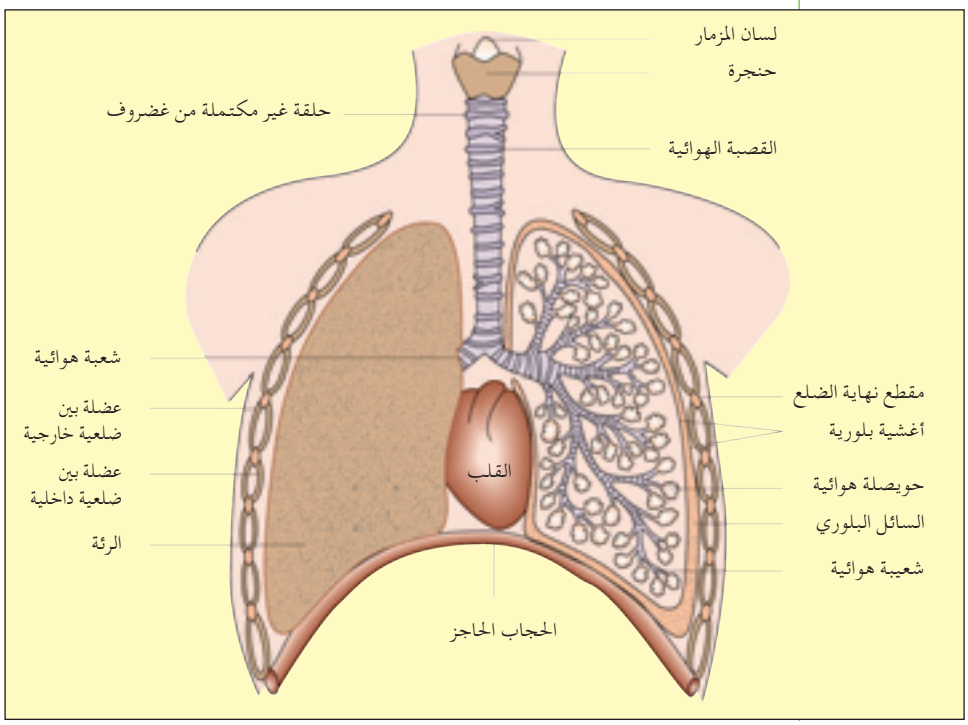
وعادة ما يوجد فاصل قصير بين هاتين المرحلتين.

ملحوظة

أهمية جهاز النقل (الجهاز الوعائي الدموي) في نقل الأكسجين إلى خلايا الجسم والتخلص من ثاني أكسيد الكربون تم شرحها في الوحدة (1).

جهاز تبادل الغازات عند الإنسان

الأعضاء المسئولة عن تبادل الغازات في الإنسان وغيره من الثدييات هي الرئتان في الصدر، والممرات الهوائية المؤدية إليهما. وتتكون الممرات الهوائية من **الممرات الأنفية، والبلعوم، والحنجرة، والقصبة الهوائية، وشعبتا القصبة الهوائية، والشعب الهوائية**. ويعتبر القفص الصدري، والضلوع، والحجاب الحاجز وغيرها من العضلات ذات الصلة أجزاءً أساسية في الجهاز التنفسي. ويدخل عادة الهواء إلى الجسم عن طريق فتحتي الأنف الخارجيتين.



شكل 3-3 جهاز تبادل الغازات في الإنسان (قطاع في الرئة اليسرى يبين الحويصلات الهوائية)

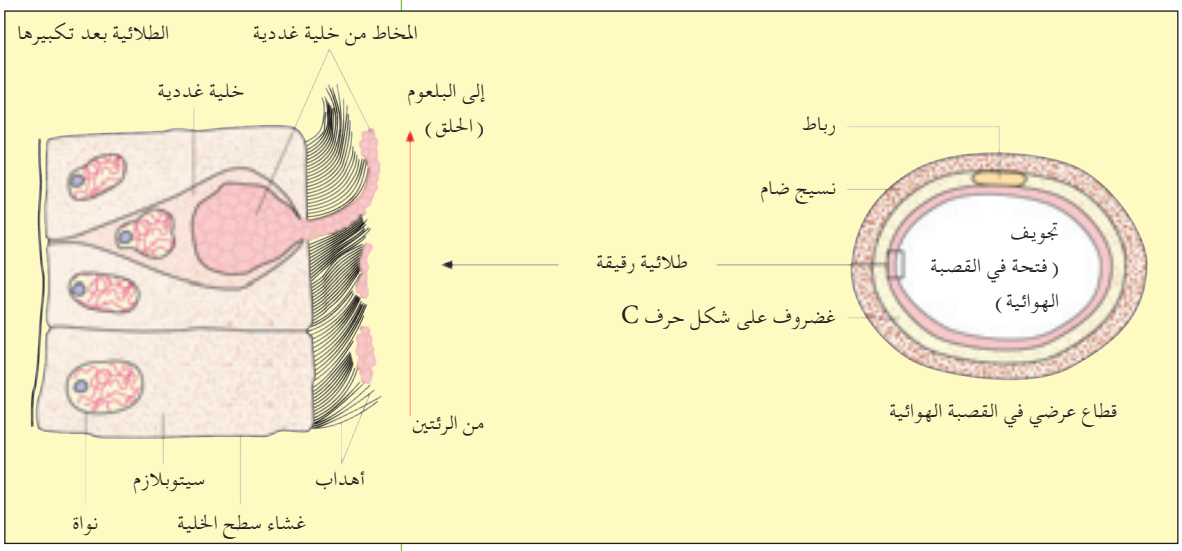
جميع الحقوق محفوظة لـ مركز المناهج التعليمية والبحوث التربوية ـ ليبيا

وتوجد على جدران فتحتي الأنف أهداب من الشعيرات الدقيقة. وتؤدي فتحتا الأنف إلى الممرين الأنفيين المغطيين بغشاء مخاطي رطب. والتنفس عن طريق الأنف له المزايا التالية:

- تحجز الشعيرات الأنفية والمخاط الموجود على الغشاء المخاطي التراب والجسيمات الغريبة بما في ذلك بكتيريا الهواء.
- عند مرور الهواء خلال الممر الأَنفي يتم تدفئته وترطيبه قبل دخوله إلى الرئتين.
- يمكن اكتشاف المواد الكيميائية الضارة عن طريق الخلايا الحسية (خلايا مستقبلة صغيرة) في الغشاء المخاطي.

وتوجد عند نهاية الممر الأنفي فتحتان، هما فتحتا الأنف الداخليتان، يمر خلالهما الهواء إلى البلعوم. ويمر الهواء أولًا من البلعوم إلى الحنجرة ثم إلى القصبة الهوائية خلال فتحة تعرف **بالمزمار** (الوحدة 6 من كتاب الصف الأول من مرحلة التعليم الثانوي).

وتقع القصبة الهوائية أمام المريء وتمتد من الحنجرة إلى داخل تجويف الصدر، وتدعمها حلقات غضروفية على شكل حرف C تضمن بقاءها مفتوحة على الدوام. وتتفرع النهاية السفلية في القصبة الهوائية إلى أنبوبين هما **الشعبتان الهوائيتان**، واحدة لكل رئة. وتنقسم الشعبة الهوائية اليمنى إلى ثلاثة أنابيب شعبية، واحدة لكل فص من الفصوص الثلاثة في الرئة اليمنى، أما الشُعبة الهوائية اليسرى فتنقسم إلى اثنتين حيث يوجد بالرئة اليسرى فصان اثنان فقط.



شكل 3 – 4 تركيب القصبة الهوائية

وتحمل الطلائية التي تغطي الجدران الرقيقة في القصبة الهوائية والشعب الهوائية الأهداب. كما توجد أيضًا خلايا غددية في الطلائية تفرز المخاط (شكل 3 – 4) الذي يحجز جسيمات الغبار والبكتيريا. وتساعد الأهداب على إزاحة هذه الجسيمات إلى الشعبتين الهوائيتين والقصبة الهوائية ومنها إلى البلعوم، حيث تُبتلع بعد ذلك في المريء.

وتتفرع داخل الرئتين أنابيب الشُعب الهوائية إلى أنابيب أصغر فأصغر باستمرار، وتسمى أصغر أنابيب الشُعب الهوائية الشُعيبات الهوائية (شكل 3 – 3)، وليس لها دعامة غضروفية. وتنتهي كل شُعبة هوائية بعنقود من **الحويصلات الهوائية**. وتكون جدران الحويصلات الهوائية رقيقة جدًّا، ورطبة، ومزودة بالشعيرات الدموية مما يجعلها ملائمة لتبادل الغازات.

جميع الحقوق محفوظة لـ مركز المناهج التعليمية والبحوث التربوية ـ ليبيا

وتسمح الطبيعة المرنة للرئتين بالانبساط والانقباض بسهولة أثناء التنسم. ويحدث تبادل الغازات خلال جدران الحويصلات الهوائية (شكل 3 – 7ب). وتوجد في الرئة الآلاف من تلك الحويصلات الهوائية بحيث تتيح مساحة سطح كبيرة لتبادل الغازات. وتقدر مساحة سطح الحويصلات الهوائية الكلية في الرئتين بخمسين ضعف المساحة الإجمالية للجلد أو ما يساوي مساحة سطح ملعب تنس.

وتقع كل رئة من الرئتين في **تجويف البلورا**، وعند تمدد الرئتين يمتلئ هذا التجويف تقريبًا، و تجويف البلورا مبطن باثنين من الأغشية الشفافة المرنة تسمى **الأغشية البلورية**. ويغطي الغشاء البلوري الداخلي الرئة، بينما يتصل الغشاء البلوري الخارجي مع جدران الصدر والحجاب الحاجز، وتسمح الطبقة الرقيقة لسائل التليين (التزليق) بين أغشية البلورا بانزلاق الأغشية فوق بعضها البعض بسهولة عند انبساط الرئتين وانقباضهما أثناء التنفس.

وتدعم الضلوع جدار القفص الصدري، وتتصل بالعمود الفقري عن طريق الظهر بحيث يمكنها التحرك لأعلى أو أسفل. أما من الأمام (من جهة البطن)، تتصل الضلوع بنفس الطريقة **بعظمة الصدر** أو **القص**. ويوجد في الإنسان 12 زوجًا من الضلوع، تتصل العشرة ضلوع الأولى منها فقط (العد من أعلى) بالقص والباقي ضلوع حرة. وتوجد بين الضلوع مجموعتان من العضلات، وهما بالتحديد العضلات بين الضلعية الداخلية والخارجية (شكل 3 – 3)، وعند انقباض العضلات بين الضلعية الخارجية، تنبسط العضلات بين الضلعية الداخلية والعكس صحيح.

ويفصل الصدر عن البطن عضلة على شكل قبة ونسيج مرن هو **الحجاب الحاجز**. وعند انقباض عضلات الحجاب الحاجز يتسطح الحجاب الحاجز لأسفل، وعند ارتخائها يتقوس لأعلى مرة أخرى. ويغير عمل العضلات بين الضلعية والحجاب الحاجز من حجم تجويف الصدر.

آليات التنسم :

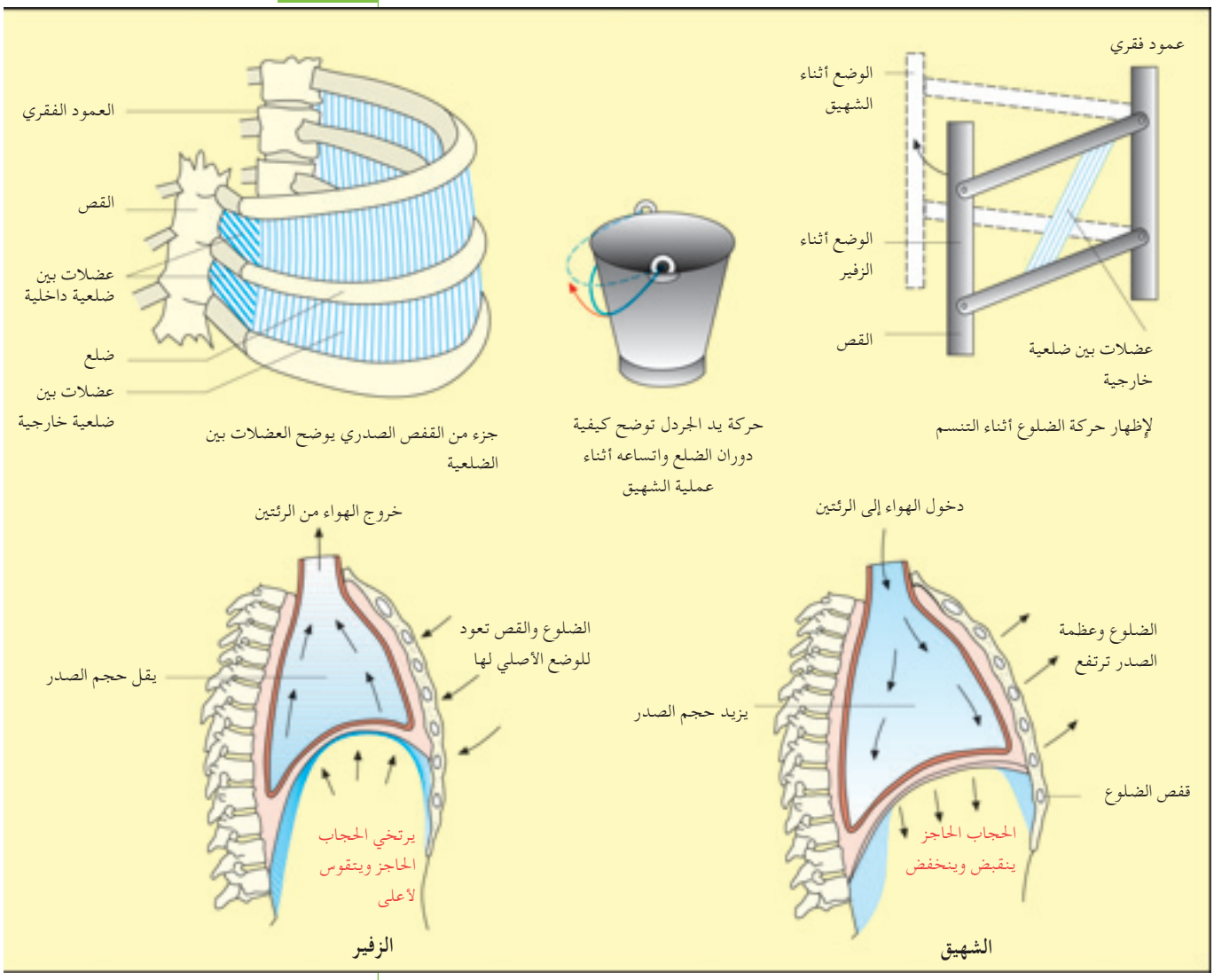
الشهيق أو دخول الهواء

أثناء عملية الشهيق تنقبض العضلات بين الضلعية الخارجية بينما تنبسط العضلات بين الضلعية الداخلية. نتيجة لذلك، تتحرك الضلوع لأعلى وللأمام وبالتالي يتحرك القص بعيدًا عن العمود الفقري مما يزيد من قطر تجويف الصدر. وتزيد الحركة العلوية للضلوع من عرض الصدر، وتشبه تلك الحركة رفع مقبض الجردل (الدلو) كما هو مبين في شكل 3–5.

وعند ارتفاع الضلوع إلى أعلى ينقبض الحجاب الحاجز، ويتسطح مما يزيد من سعة تجويف الصدر (ويمكن مقارنة تأثير الحجاب الحاجز على الرئتين باستخدام حجاب حاجز مطاطي وبالونين في شكل 3 – 6). وبزيادة حجم تجويف الصدر يقل الضغط داخله ويصبح أقل من الضغط الجوي الخارجي.

وعند اتساع تجويف الصدر، يسبب ضغط الهواء في الحويصلات الهوائية تمدد الرئتين لتملأ الفراغ المتسع.

جميع الحقوق محفوظة لـ مركز المناهج التعليمية والبحوث التربوية ـ ليبيا



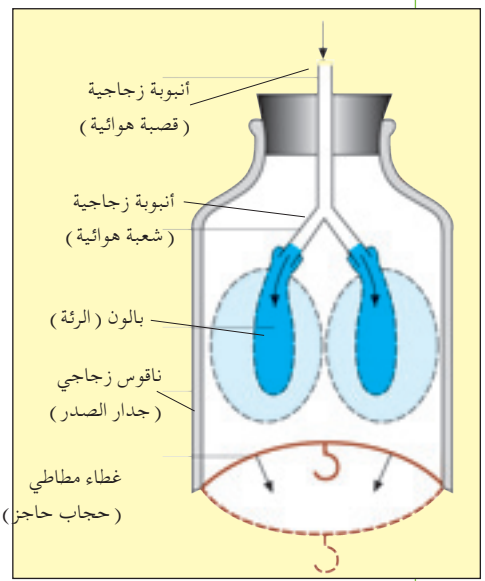
شكل 3-5 آلية التنسم في الإنسان

ويقلل تمدد الرئتين من ضغط الهواء في الحويصلات . ويصبح الآن هواء الحويصلات ذا ضغط أدنى من الهواء الجوي خارج الجسم الذي يندفع إلى الرئتين إلى أن يتعادل ضغط الهواء في الرئتين مع الضغط الجوي . هكذا يتم بالفعل سحب الهواء إلى الرئتين .

يعقب ذلك فترة توقف قصيرة يتم أثناءها تبادل الغازات بين هواء الحويصلات والدم، ويذوب الأكسجين في النداوة المبطنة لجدران الحويصلة . ينتشر الأكسجين المذاب بعد ذلك في الدم حيث يرتبط مع الهيموجلوبين ليكون أوكسي هيموجلوبين، وينتشر أثناء ذلك ثاني أكسيد الكربون في الاتجاه العكسي أي من الدم إلى داخل تجويف الحويصلة .

■ *الزفير أو خروج الهواء*

يعقب الشهيق حدوث الزفير، حيث يرتخي الحجاب الحاجز ويتقوس إلى أعلى . وترتخي العضلات بين الضلعية الخارجية بينما تنقبض العضلات بين الضلعية الداخلية . وتعود الضلوع والقص إلى أوضاعها الطبيعية حيث تضغط على الرئتين، فتكون الرئتان في حالة انضغاط ليندفع الهواء بقوة خارجهما .



شكل 3-6 نموذج يحاكي عمل الحجاب الحاجز

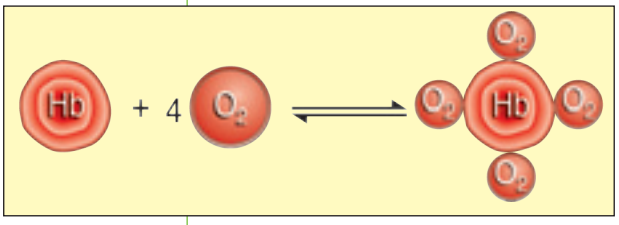
جميع الحقوق محفوظة لـ مركز المناهج التعليمية والبحوث التربوية ـ ليبيا

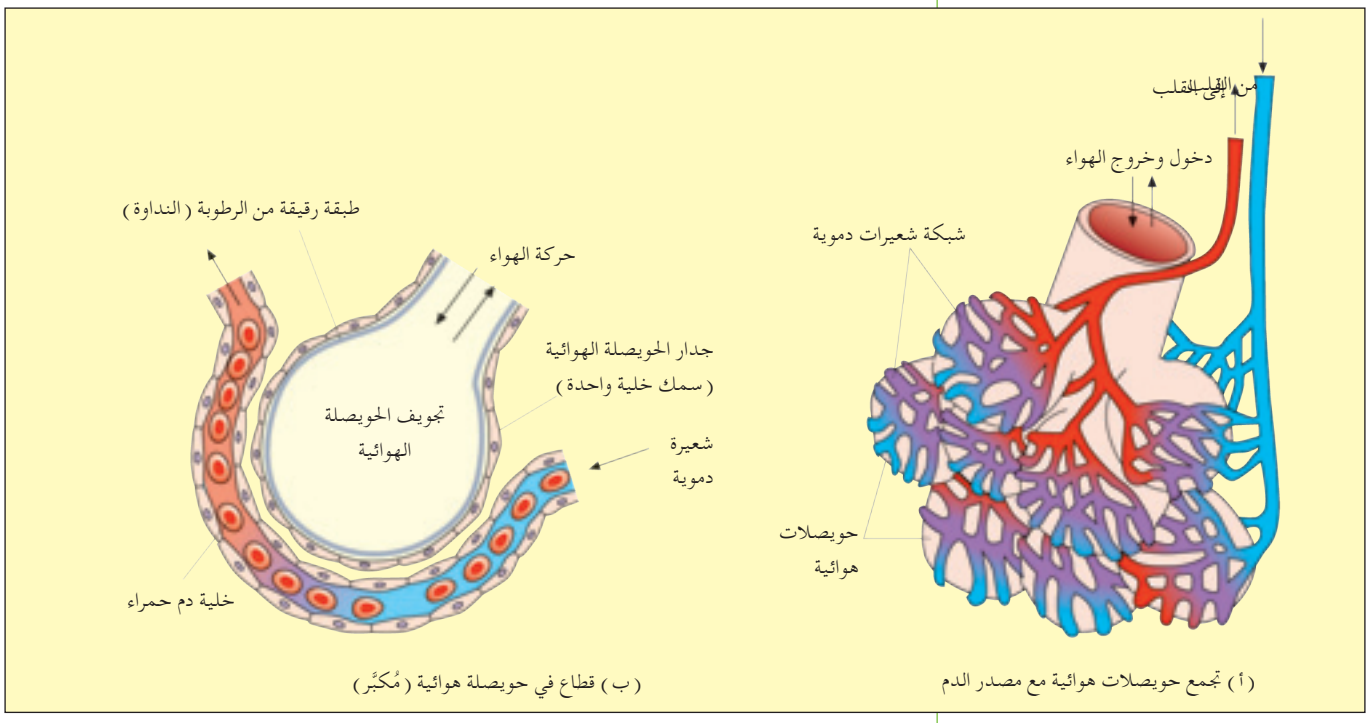
تبادل الغازات في الرئتين

يحدث تبادل الغازات في الرئتين عن طريق الانتشار، فالدم الذي يدخل إلى الرئتين يحتوي على كمية قليلة من الأكسجين وكمية أكبر من ثاني أكسيد الكربون. والهواء الذي يدخل الجسم أثناء عملية الشهيق يحتوي على كمية كبيرة من الأكسجين وكمية أقل من ثاني أكسيد الكربون. وتدرج الانتشار هذا والذي يكون فيه تركيز الأكسجين في هواء الحويصلات الهوائية أعلى منه في الدم، وتركيز ثاني أكسيد الكربون في الدم أعلى منه في هواء الحويصلات الهوائية يمكن الحفاظ عليه بالوسيلتين الآتيتين:

- التدفق المستمر للدم خلال الشعيرات الدموية.
- دخول وخروج الهواء في الشعب الهوائية أثناء التنفس.

ويسمح الغشاء (سُمكه خلية واحدة) الذي يفصل الشعيرات الدموية عن هواء الحويصلات بنفاذ الغازين، مما يسمح بانتشار سهل لهما. وبما أن الشُعيبات الهوائية تحتوي على أكسجين أكثر من الدم، فإن الأكسجين ينتشر إلى داخل الدم بعد ذوبانه في النداوة المبطنة لجدران الحويصلات الهوائية. ويرتبط الأكسجين مع الهيموجلوبين في كريات الدم الحمراء ليكون أوكسي هيموجلوبين. وعليه يكون هذا التفاعل عكسيا، ويتوقف اتجاهه إلى اليمين أو اليسار على كمية الأكسجين الموجودة بالبيئة المحيطة. وفي الرئتين حيث يكون تركيز الأكسجين أعلى، يتحول التفاعل إلى جهة اليمين ويتكون الأوكسي هيموجلوبين. وعند مرور الدم خلال الأنسجة الفقيرة في الأكسجين، يتحول التفاعل إلى جهة اليسار، وبذلك يتحرر الأكسجين. وينتشر بعد ذلك الأكسجين خلال جدران الشعيرات الدموية إلى داخل الخلايا (الوحدة 1).





شكل 3 - 7 الحويصلات الهوائية

جميع الحقوق محفوظة لـ مركز المناهج التعليمية والبحوث التربوية ـ ليبيا

وينتشر ثاني أكسيد الكربون الناتج من خلايا النسيج إلى داخل بلازما الدم حيث يُنقل في صورة أيونات كربونات الهيدروجين (بيكربونات) إلى الرئتين. وفي الرئتين تحول كربونات الهيدروجين مرة ثانية إلى ثاني أكسيد الكربون، الذي ينتشر خارجًا من الشعيرات الدموية إلى داخل تجاويف الحويصلات الهوائية.

ويتبخر بعض الماء من جدران الحويصلات الهوائية، وتنتقل أيضًا بعض الحرارة من الدم إلى هواء الحويصلات الهوائية.

سعات الرئة

يتغير جزء فقط من الهواء في الرئتين مع كل دورة تنسم، وتتغير كمية الهواء تبعًا لعمق التنسم. ويقدر أنه في كل دورة تنسم عادية يدخل نحو 500 سم^3 من الهواء إلى الرئتين، ويخرج نفس المقدار تقريبًا في الزفير. ويعرف ذلك الحجم من الهواء **بالهواء المدِّي** (كمية الهواء التي تدخل الجسم وتغادره في كل عملية شهيق وزفير)، ويجب مراعاة أن الأرقام المستخدمة هنا هي أرقام تقريبية، حيث تختلف من شخص إلى آخر.

3 - 3 تبادل الغازات في النباتات الخضراء

لا تمتلك النباتات الخضراء آليات تنسم متخصصة لتبادل الغازات، ولكن تكون مساحة سطحها كبيرة بالنسبة لحجمها، ولذلك يكفي الانتشار البسيط للغازات لتلبية احتياجاتها.

ويحدث تبادل الغازات في السيقان الحديثة والأوراق خلال الثغور بصفة أساسية. ويعوق الكيوتيكل حركة الغازات، على رغم حدوث التنفس عن طريق الكيوتيكل بالفعل، وهو غاية في الأهمية أثناء الليل عندما تغلق الثغور. وفي السيقان الخشبية المسنة تنمو طبقة نسيج فليني مضاد للماء تحت البشرة الخارجية، وتتكون فتحات في الفلين يطلق عليها **عديسات** لتبادل الغازات. وينتشر غاز الأكسجين من الغلاف الجوي المحيط ليدخل في الفراغات بين الخلايا في الأوراق والسيقان. يذوب الأكسجين في النداوق على جدران الخلايا، ثم ينتشر في الخلايا بعد ذلك. وينتشر من خلية إلى أخرى حتى يصل إلى الأنسجة التي لا تتصل مباشرة بالهواء.

وينتشر ثاني أكسيد الكربون الذي ينتج من التنفس الخلوي إلى خارج الخلايا خلال الفراغات بين الخلوية إلى الهواء الجوي عن طريق الثغور.

وتحتاج الجذور إلى الأكسجين من أجل تنفس الأنسجة. وهي تحصل عليه من مياه التربة في صورة أكسجين مذاب ينتشر في الشعيرات الجذرية ومنها إلى الخلايا الداخلية في الجذر. وينتشر ثاني أكسيد الكربون إلى خارج الجذور خلال أسطح الشعيرات الجذرية.

ويمكن الكشف عن امتصاص النباتات الخضراء للأكسجين وإطلاق ثاني أكسيد الكربون أثناء الليل فقط أو عند وجود النبات في مكان مظلم. إذا وضع النبات في ضوء الشمس الساطع يحدث البناء الضوئي والتنفس في آن واحد. وأثناء عملية البناء الضوئي يتحرر الأكسجين، ويستخدم جزء منه في التنفس الخلوي. وفي ضوء الشمس الساطع يكون معدل البناء الضوئي أكبر من معدل التنفس. وتنطلق كمية من الأكسجين أكبر مما تستطيع الخلايا الاحتفاظ به للتنفس. نتيجة لذلك، يخرج الأكسجين الزائد من الأوراق خلال الثغور. وبما أن كمية ثاني أكسيد الكربون الناتجة أثناء عملية التنفس لا تكفي لصناعة الغذاء، يصبح انتشار ثاني أكسيد كربون أكثر من الغلاف الجوي الخارجي إلى داخل الأوراق ضروريًا.

تنفس النبات

من المهم تذكر أن الخلايا النباتية تتنفس طوال الوقت. إلا أنه في وجود ضوء الشمس الساطع فقط وعندما يكون معدل البناء الضوئي أكبر من معدل التنفس في النباتات، تطلق النباتات الأكسجين خلال الثغور.

ملحوظة

التنفس هو عملية مستمرة تحدث طوال الليل والنهار في جميع الخلايا الحية.

جميع الحقوق محفوظة لـ مركز المناهج التعليمية والبحوث التربوية ـ ليبيا

جدول 3-2 الفروق بين التنفس و البناء الضوئي

التنفس	البناء الضوئي
◆ تتحرر الطاقة.	◆ تخزن الطاقة في جزيئات الكربوهيدرات.
◆ يستخدم الأكسجين، ويخرج ثاني أكسيد الكربون والماء.	◆ يستهلك ثاني أكسيد الكربون والماء، ويخرج الأكسجين.
◆ عملية هدمية ينتج عنها تكسير لجزيئات الكربوهيدرات.	◆ عملية بنائية ينتج عنها بناء لجزيئات الكربوهيدرات.
◆ يحدث في جميع الخلايا في جميع الأوقات، مستقلًا عن الكلوروفيل وضوء الشمس.	◆ يحدث فقط في الخلايا التي تحتوي على الكلوروفيل وفي وجود ضوء الشمس.

ملخص

- انظر إلى خريطة مفاهيم التنفس في الصفحة التالية
- التنفس الخلوي هو العملية التي تحدث في الخلايا الحية والتي تتأكسد فيها المواد الغذائية العضوية وتتحرر الطاقة اللازمة للأنشطة الحيوية للخلايا، وينجم عنها فقد في الكتلة الجافة.
- التنسم هو العملية التي يحدث فيها تبادل للغازات بين الكائن الحي ومحيطه، حيث يمتص الكائن الحي الأكسجين ويطرد ثاني أكسيد الكربون. وتساعد حركات التنسم الخاصة لدى الحيوانات الثديية على عملية تبادل الغازات.
- كيفية تهيؤ السطح التنفسي عند الإنسان للقيام بوظيفة تبادل الغازات.
  - الحويصلات الهوائية الكثيرة لها مساحة سطح كبيرة.
  - تضمن الجدر الرقيقة للحويصلة (يبلغ سُمكها طبقة واحدة من الخلايا) معدل انتشار سريع.
  - تدفق الدم المستمر للحفاظ على تدرج انتشار متاح بواسطة جدران الحويصلات الهوائية الغنية بالشعيرات الدموية.
  - الطبقة الرقيقة المنداة (الرطبة) المبطنة لجدر الحويصلات تساعد على ذوبان الأكسجين.
- يحدث تبادل الغازات في النباتات الخضراء خلال الثغور في الأوراق ومن خلال العديسات التي توجد على السيقان المسنة. أما في جذور النباتات فإن الأكسجين المذاب في ماء التربة ينتشر خلال خلايا الشعيرات الجذرية.

جميع الحقوق محفوظة لـ مركز المناهج التعليمية والبحوث التربوية ـ ليبيا

خريطة مفاهيم التنفس

التنفس

أكسدة المواد الغذائية مع إطلاق طاقة.
يحدث في الخلايا الحية، وفي وجود الأنزيمات.

التنفس الهوائي

- يتطلب وجود الأكسجين
- إطلاق كميات ضخمة من الطاقة
- إنتاج ثاني أكسيد الكربون والماء

التنفس اللاهوائي

- لا يتطلب وجود الأكسجين
- إطلاق كمية صغيرة من الطاقة
- إنتاج حمض اللاكتيك في الثدييات.
  إنتاج الكحول الإيثيلي وثاني أكسيد الكربون في الخميرة.

ما أوجه الاختلاف

كيف يمتص الجسم الأكسجين ويتخلص من ثاني أكسيد الكربون

آليات التنسم

الشهيق (دخول الهواء)

- تنقبض العضلات بين الضلعية الخارجية وترتخي العضلات بين الضلعية الداخلية.
- تتحرك الضلوع لأعلى وإلى الخارج.
- ينقبض الحجاب الحاجز ويتسطح.
- يزداد حجم القفص الصدري.
- يقل ضغط الهواء في القفص الصدري.
- يتدفق الهواء إلى الرئتين.

الزفير (خروج الهواء)

- ترتخي العضلات بين الضلعية الخارجية وتنقبض العضلات بين الضلعية الداخلية.
- تتحرك الضلوع إلى أسفل وللداخل.
- يرتخي الحجاب الحاجز ويتقوس لأعلى.
- يقل حجم القفص الصدري.
- يزداد ضغط الهواء في القفص الصدري.
- يتدفق الهواء خارج الرئتين.

تبادل الغازات

- يذوب الأكسجين في الطبقة الرطبة التي تغطي غشاء جدار الحويصلة
- ينتشر الأكسجين الذائب إلى داخل الشعيرات الدموية.
- ينتشر ثاني أكسيد الكربون من الدم إلى تجويف الحويصلة.

ركن التفكير

مهارات التفكير: حل المشكلات واتخاذ القرار

المشكلة

أدرك فجأة أحد الغطاسين عند عمق 20 مترًا تحت سطح البحر، أنه لم يتبق لديه سوى كمية أكسجين تكفي لدقيقة واحدة فقط. ويعرف أن أقصى معدل يمكن أن يصعد به إلى السطح هو 20 مترًا في الدقيقة، وأن أقصى مدة يمكن أن يتوقف فيها عن التنفس هي ثلاث دقائق. ما الذي يجب أن يفعله؟

الحلول المحتملة

الحل الأول	الحل الثاني

النتائج ماذا يحدث في حالة اتباع هذا الحل؟	القيمة ما مدى أهمية النتيجة؟ لماذا؟
الحل 1	الحل 1
الحل 2	الحل 2

حل جديد

كيف يمكن تعديل ذلك الحل للوصول إلى حل أفضل؟

جميع الحقوق محفوظة لمركز المناهج التعليمية والبحوث التربوية - ليبيا

الوحدة 4

الإِخـراج

Excretion

أهداف التعلم

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

- تحدد وتشرح أهمية الإخراج.
- تتعرف على مكونات الجهاز البولي في الثدييات وتذكر وظائف كل مكون من هذه المكونات.
- تربط بين تركيب الكُلية في الثدييات ووظيفتها في التخلص من البـول والميـاه الزائدة عن حاجـة الجسم.
- تربـط عمليـة الديلـزة (الفصل الغشـائي) في أجهزة غسـل الكلى إلى انتشـار الجزيئـات الدقيقة خلال غشاء.

الكُليتـان زوج مـن الأعضـاء ينقِّيا الدم أثناء مروره خلالهما، فينتجا محلولًا مركزًّا يسـمى البول. ويتكون البول بصفة رئيسة من ماء مذابة فيه فضلات (نواتج إخراجية) مثل اليوريا. ونتخلص من البول عند الذهاب إلى دورة المياه.

أصيـب شـاب فـي الثلاثـين من عمره، بعـدوى بكتيريـة أتلفت إحـدى كليتيه حتـى توقفت عن العمـل، وتـمكن مـن مواصلة الحيـاة بصورة طبيعيـة، وذلـك لأن الكُلية الأخرى تـؤدي وظيفتها بطريقة طبيعية. ولسـوء الحظ، وبعد مضي ثمانية أشـهر من إصابته بدأت الكُلية السـليمة تتلف أيضًـا. وأصبـح الشـاب يواجـه أزمـة، فجسـمه لا يسـتطيع التخلص من الميـاه الزائدة، والملـح، واليوريا التي تتجمع في دمه.

لا يزال جسـم الشـاب ينتج البول، ولكنه لا يستطيع التخلـص من جميـع الفضـلات، والتي يعتبـر الكثير منها موادَّ سـامة ناتجة عن التفاعـلات الكيميائية التي تحدث داخل خلاياه.

شخص يخضع لعملية الغسيل الكلوي

جميع الحقوق محفوظة لـ مركز المناهج التعليمية والبحوث التربوية ـ ليبيا

ويأمل المريض في إجراء عملية زرع للكُلية، ولكن يوجد عدد قليل من المتبرعين بليبيا كما هو الحال في بقية البلدان، ولا يسعه إلا الاستمرار في عملية الغسيل الكلوي (الديلزة) لتنقية دمه إلى أن يحصل على الكُلية المناسبة. وتنطوي تلك العملية كما نرى في الصورة على توصيل جسمه بجهاز ديلزة (غسيل الكُلى). ولتقليل الوقت الذي يقضيه في مركز غسل الكُلى يتبع نظامًا غذائيًا صارمًا. فلا يسمح له إلا بتناول نصف لتر واحد فقط من السوائل يوميًّا وهي ربع الكمية التي تدخل جسم الإنسان البالغ العادي. ويتناول فقط من 30 – 40 جرامًا من البروتين في اليوم الواحد وهي الكمية الموجودة في بيضة واحدة صغيرة. ولا يستطيع تناول الأطعمة الغنية بالبوتاسيوم مثل الفواكه الحمضية، والموز، والقهوة سريعة الذوبان، والفول السوداني، والشيكولاتة. وبالتزامه بذلك النظام الغذائي الصارم وبإجرائه عملية الغسيل ثلاث مرات أسبوعيًّا، يستطيع البقاء حيًّا لحين إجراء عملية زرع الكُلية.

نأمل أن يجد المريض متبرعًا، وعندما يحصل على الكُلية الجديدة سوف يصلها الجراحون بالأوعية الدموية الموجودة داخل جسمه حتى تعمل على تنقية الدم.

4 – 1 ما الإخراج؟

في التنفس الخلوي تكسر المواد المعقدة إلى مواد أبسط مع إطلاق طاقة. والعمليات الكيميائية التي تكسر فيها المواد المعقدة إلى مواد أقل تعقيدًا يطلق عليها **أنشطة الهدم أو الأيض الهدمي**. يُعتبر على سبيل المثال، التنفس الخلوي، ونزع المجموعة الأمينية من البروتينات والأحماض الأمينية لتكوين اليوريا في الكبد عمليات أيض هدمي.

وتتكون المواد المعقدة من مواد أبسط داخل الخلية، وهي العملية التي يطلق عليها **أنشطة الأيض البنائي** ويتم فيها بناء المواد المركبة أو المواد المعقدة من المواد الأبسط. فتكوين البروتوبلازم الجديد من الأحماض الأمينية، وتحويل الجلوكوز إلى جليكوجين في الكبد والعضلات وعملية البناء الضوئي في النباتات الخضراء هي أمثلة لعمليات الأيض البنائي. وتحدث تلك التغيرات الكيميائية بصفة مستمرة في الكائنات الحية.

ومحصلة جميع الأنشطة الكيميائية داخل جسم الكائن الحي تُعرف **بالأيض**، أي:

أيض بنائي + أيض هدمي = الأيض

الأفكار الدليلية

الأيض

تشير عملية الأيض إلى جميع العمليات الكيميائية سواء الهدمية أو البنائية، التي تحدث في خلايا جسم الكائن الحي بغرض بقائه حيًّا.

جميع الحقوق محفوظة لـ مركز المناهج التعليمية والبحوث التربوية ـ ليبيا

ينتج عن عمليات الأيض مواد قد تكون ضارة إذا سمح لها بالتجمع في الجسم. وبالتالي يجب التخلص منها، أو ترسيبها على شكل مواد غير ضارة وغير قابلة للذوبان كما يحدث في بعض النباتات والحيوانات.

تعريف الإخراج هو العملية التي يتخلص فيها جسم الكائن الحي من الفضلات الأيضية والمواد السامة.

توجد آليات إخراج عديدة في المملكة الحيوانية. وفي معظم الكائنات وحيدة الخلية يتم الإخراج بأبسط طريقة وذلك عن طريق الانتشار إلى الماء المحيط. أما الحيوانات الأكبر أو ذات الجلد غير المنفذ فتحتاج إلى أعضاء إخراج خاصة.

ملحوظة

يجب التفريق بين الإخراج والتغوط (**التبرز**). والمقصود بالتبرز هو التخلص من المواد غير المهضومة من القناة الهضمية. ومادة البراز (المادة غير المهضومة) لا تتكون من مواد داخل الخلايا، ولم يحدث أبدًا امتصاصها داخل الخلايا، وبالتالي لا تتكون نتيجة للتغيرات الأيضية.

4 – 2 الإخراج في الثدييات

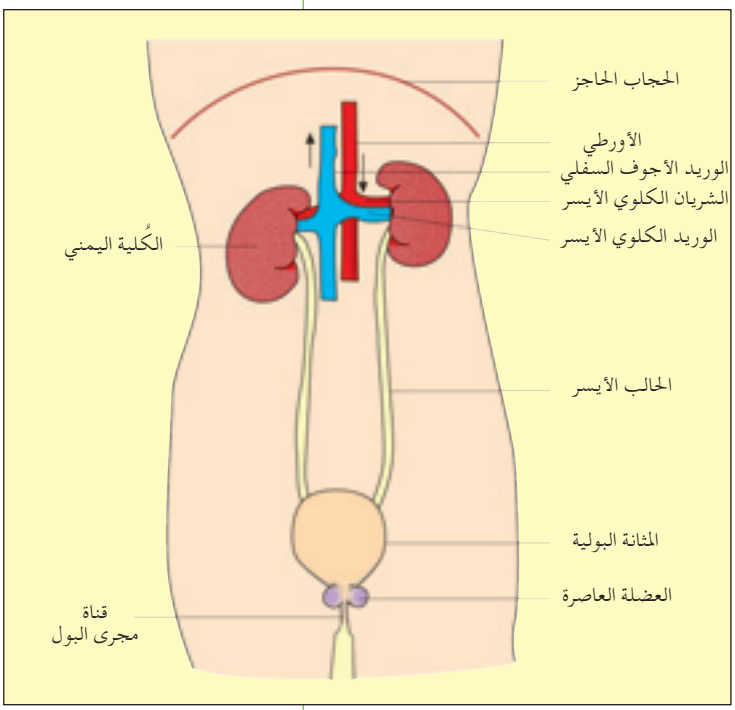
يبين جدول 4–1 نواتج الإخراج الرئيسة وأعضاء الإخراج في الثدييات (مثل الإنسان). لقد درست وظائف الكبد والرئتين، وسندرس الآن الكُليتين، ثم الجلد في الوحدة التالية.

الجهاز البولي في الثدييات

يتكون الجهاز البولي في الثدييات من الكُليتين، والحالبين، والمثانة البولية، ومجرى البول (شكل 4 – 1).

والكُلى في الثدييات مثل الإنسان والأرانب لها شكل حبة الفاصوليا، وتكون عادة محاطة بكتلة من الدهن في تجويف البطن. وتلتصق الكُليتان بجدار ظهر الجسم، كل واحدة منهما على أحد جانبي العمود الفقري. وتوجد الكُليتان في الإنسان فوق الخصر مباشرة، وتكون الكُلية اليسرى أعلى من الكُلية اليمنى بقليل.

ويواجه السطح المقعر لكل كُلية من الكُليتين العمود الفقري. ويوجد في مركز هذا السطح منخفض (ميزاب) يعرف **بالسرة**، حيث يتصل الوريد الكلوي، والشريان الكلوي، والأعصاب بالكُلية. وتخرج من السرة أنبوبة ضيقة تسمى **الحالب** تتجه إلى أسفل لتتصل بالسطح الظهري للمثانة البولية، ويمر البول من كل كُلية خلال الحالب إلى **المثانة البولية**. والمثانة عبارة عن كيس عضلي مرن يقع في الجهة البطنية للمستقيم، يُخزِّن البول. ويوجد عند قاع المثانة العضلة العاصرة. وعند امتلاء المثانة بالبول، تنبسط العضلة العاصرة لتسمح بمرور البول إلى داخل **مجرى البول** ومنه إلى خارج الجسم.



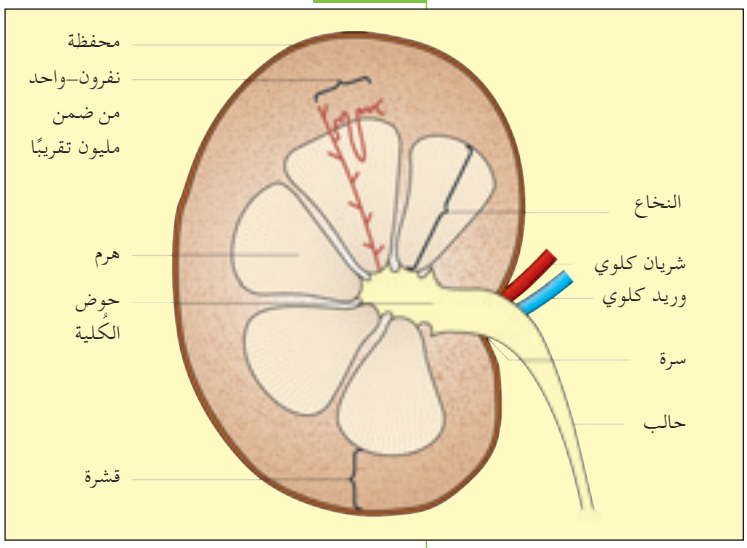
شكل 4–1 الجهاز البولي في الإنسان

جميع الحقوق محفوظة لـ مركز المناهج التعليمية والبحوث التربوية ـ ليبيا

قطاع طولي للكلية كما يُرى بعدسة يدوية مكبرة

يبين القطاع الطولي في كلية الثدييات أنها تتكون من جزأين أساسيين:

- غلاف خارجي لونه أحمر قاتم يسمى **القشرة**.
- غلاف داخلي أكثر سُمكًا لونه أحمر فاتح يطلق عليه **النخاع**. ويتكون النخاع في الإنسان ومعظم الثدييات الكبيرة من 12 إلى 16 تركيب مخروطي الشكل مثل الأهرامات تصب في فراغ يشبه القمع في الكُلية يسمى **حوض الكُلية**.



شكل 4–2 قطاع طولي في الكُلية يبين مناطقها وموضع النفرون.

والحوض الكلوي (حوض الكُلية) هو الجزء المتسع من الحالب داخل الكُلية. وهرميات النخاع بها أشرطة شعاعية لوجود عدد كبير جدًّا من **الأنيبيبات البولية** أو **النفرونات**، يتكون فيها البول.

جدول 4–1 الإخراج في الثدييات

ناتج الإخراج	عضو الإخراج	ملحوظات
ثاني أكسيد الكربون	الرئتان	الغاز في هواء الزفير
أملاح معدنية		
فضلات نيتروجينية معظمها يوريا (ناتج من نزع المجموعة الأمينية من البروتينات) الكرياتنين (نتيجة انحلال العضلة) ◆ حامض البوليك (نتيجة تكسير المواد النووية) ◆ ◆	الكُليتان الجلد	مكونات البول المكونات الأساسية للعرق وهي بكميات قليلة فقط
المياه الزائدة	الكُليتان الجلد الرئتان	المكون الأساسي للبول المكون الأساسي للعرق بخار الماء في هواء الزفير
صبغات الصفراء (نتيجة تكسير الهيموجلوبين)	الكبد	عن طريق الأمعاء الدقيقة

تركيب الأنيبيبة الكلوية (النفرون)

تبدأ كل أنيبيبة كلوية (نفرون) في القشرة كتركيب يشبه الفنجان يسمى المحفظة الكلوية أو محفظة بومان (شكل 4 – 3). وتتصل تلك المحفظة بأنيبيبة قصيرة، ملتفة (أي تلتف حول نفسها) قبل استقامتها عند مرورها بالنخاع. وتلتوي هذه الأنيبيبة في النخاع على شكل حرف U لتعود إلى داخل القشرة حيث تلتف مرة ثانية. ثم تنفتح بعد ذلك على **أنيبيبة جامعة** تمر خلال النخاع إلى أن تُفتح في الحوض الكلوي. ويسمى جزء الأنيبيبة الذي يأخذ شكل حرف U في النخاع ثنية هنلي.

نور المعرفة

المجسات الحيوية

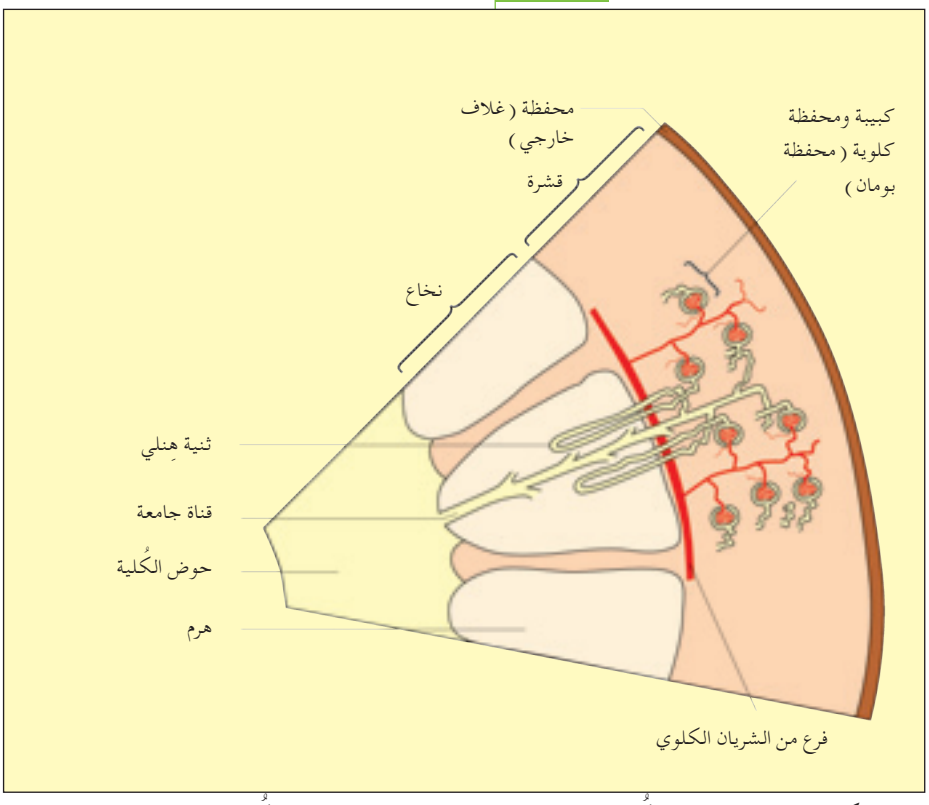
يمكن بملاحظة تركيز مادة مثل الجلوكوز في البول أو الدم التزود بمعلومات كافية عن العملية الأيضية ومستوى سلامة الجسم. والمجسات الحيوية هي أجهزة حساسة للغاية تستخدم في قياس تركيزات منخفضة جدًّا من المواد.

يتكون الجهاز من مجس يحتوي على أنزيمات ثابتة. وعندما تلمس المادة المراد قياسها المجس تتفاعل مع الأنزيمات. ويتحول التفاعل إلى إشارة كهربائية يدل حجمها على تركيز المادة.

والجهاز المبين بالصورة يستخدم لقياس تركيز الجلوكوز في الدم ويساعد مرضى السكري على معرفة حالتهم المرضية.

المجس الحيوي يستخدم في قياس مستوى تركيز الجلوكوز في الدم.

جميع الحقوق محفوظة لـ مركز المناهج التعليمية والبحوث التربوية ـ ليبيا

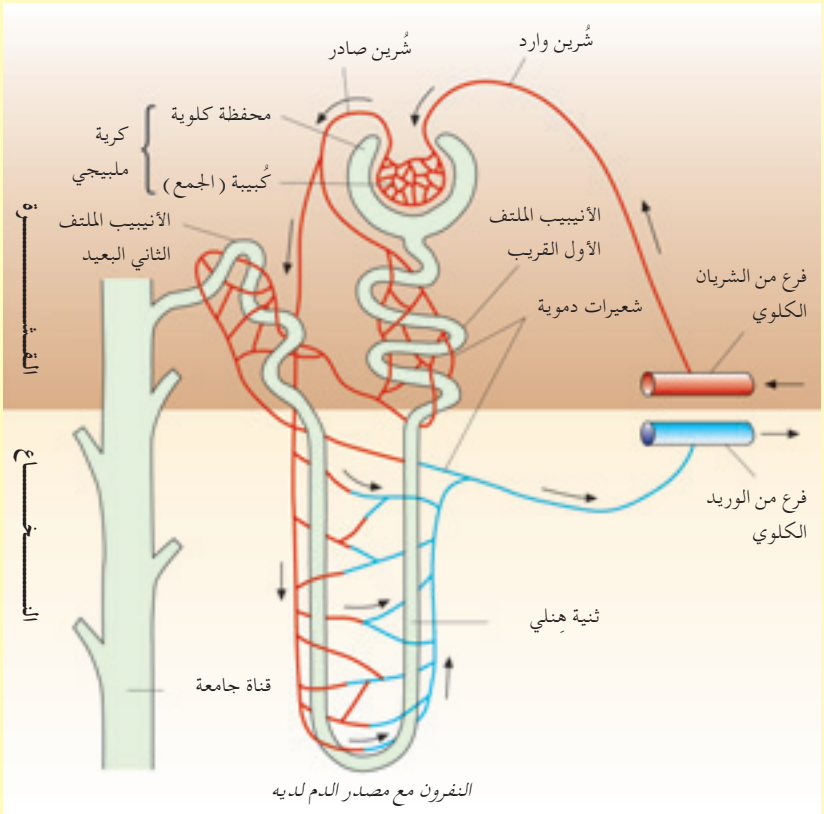


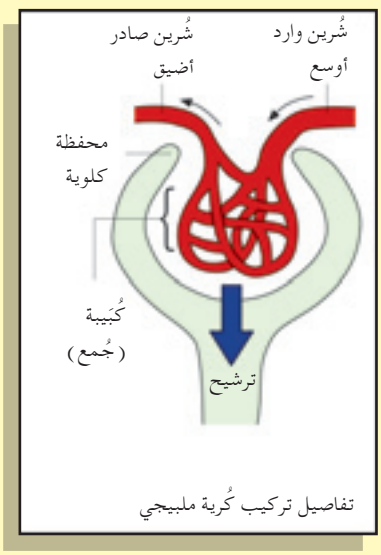
شكل 4 – 3 جزء في الكُلية يبين موقع عدد قليل من أنيبيبات الكُلية والإمداد الشرياني (قطاع طولي)

ويدخل الدم إلى الكُلية عن طريق الشريان الكلوي الذي يتفرع إلى عدد كبير من الأفرع. وينقسم كل فرع من تلك الأفرع إلى كتلة من الشعيرات الدموية في المحفظة الكلوية. ويطلق على كتلة الشعيرات الدموية تلك **الكُبَيْبة (الجُمع)**، ويطلق على المحفظة مع الكُبَيْبة (الجمع) مصطلح **كُرية كلوية** أو **كُرية ملبيجي**. والدم الذي يخرج من الكُبَيْبة يدخل إلى الشعيرات الدموية المحيطة بالأنيبيبة. وتتحد تلك الشعيرات الدموية مكونة فرعًا من الوريد الكلوي.

ملحوظة

كُرية ملبيجي سميت بهذا الاسم نسبة للعالم الإيطالي ملبيجي الذي اكتشفها وتراكيب أخرى لم تكن معروفة قبل اكتشاف المجهر.





شكل 4–4 أنيبيبة كلوية

جميع الحقوق محفوظة لـ مركز المناهج التعليمية والبحوث التربوية ـ ليبيا

وظائف الكُليتين

- تعتبر الكُليتان عضوي إخراج يتخلصان بصفة رئيسة من الفضلات النيتروجينية الضارة (مثل البولينا)، والمياه الزائدة، والأملاح المعدنية في شكل بول.
- تساعد الكُليتان في الحفاظ على الأس الهيدروجيني pH وتركيب بلازما الدم عن طريق إعادة الامتصاص الانتقائي للمواد المفيدة بطول النفرون.
- تنظم الكُليتان توازن الماء والأملاح في سوائل الجسم. وفي حالة ثبات الشروط الأخرى، قد تؤدي زيادة كمية الطعام السائل، أو زيادة معدل التنفس الخلوي، أو انخفاض إفراز الجلد للعرق إلى زيادة كمية الماء الموجودة في الدم. فتتخلص الكُليتان من كمية أكبر من الماء في البول. وعند انخفاض كمية الطعام السائل الداخل إلى الجسم، أو عند فقدان كميات كبيرة من العرق، تتخلص الكُليتان من كمية ماء أقل، مما يؤدي إلى إعادة امتصاص كميات أكبر من الماء في مجرى الدم للحفاظ على المستوى العادي للماء في الجسم.

الفشل الكلوي

حين تفشل إحدى الكُليتين في القيام بوظيفتها كما رأينا في بداية هذه الوحدة يستطيع الشخص الاستمرار في حياته الطبيعية بالكُلية الأخرى، ولكن إذا فشلت الكُليتان، كما في حالات العدوى الشديدة أو الحوادث، يتوفى الشخص إذا لم يتلقَ العلاج الطبي الفوري.

ويمكن علاج الشخص عن طريق جهاز الديلزة أو جهاز الغسيل الكلوي حيث يُسحب الدم من شريان في ذراع المريض ليمر خلال أنابيب في جهاز الغسيل الكلوي. وتكون أنابيب الجهاز شبه المنفذة مغمورة في سائل ديلزة خاص فتسمح بنفاذ جزيئات صغيرة مثل البولينا والفضلات الأخرى لتنتشر من الأنابيب إلى داخل سائل الديلزة. وتظل الجزيئات الكبيرة مثل البروتين وخلايا الدم داخل الأنابيب. تسمى هذه العملية **بالديلزة**، وتنسب التسمية إلى جهاز الغسيل الكلوي (الديلزة). (انظر شكل 4–5).

يحتوي سائل الديلزة (محلول الغسيل الكلوي) على الكميات الأساسية من الأملاح التي يحتاجها الجسم. ويضمن ذلك عدم انتشار الأملاح خارج الدم إلى داخل محلول الغسيل. وعلاوة على ذلك، إذا كانت تلك الأملاح غير موجودة في الدم فسوف تنتشر داخل الدم الموجود في أنابيب الجهاز، وتكون أنابيب جهاز الغسيل الكلوي ضيقة وطويلة وملتفة على بعضها البعض لكي تزيد من نسبة مساحة السطح إلى الحجم. ويزيد ذلك من سرعة تبادل المواد بين الدم وسائل الديلزة في جهاز الغسيل الكلوي. ويكون اتجاه تدفق الدم عكس اتجاه تدفق سائل الغسيل، مما يحافظ على تدرج الانتشار اللازم لطرد الفضلات. ويعود الدم المرشح مرة أخرى إلى الوريد في ذراع المريض. ويحتاج مريض الفشل الكلوي إلى الغسيل مرتين أو ثلاث مرات أسبوعيًا. وتستغرق هذه العملية بضع ساعات.

نور المعرفة

التحكم في ضغط الدم

تعمل الكُلية على إزالة مخلفات الأيض والتحكم في مستوى الماء والأملاح الذائبة في الدم، مما يعني أنها تلعب دورًا أساسيًا في التحكم في حجم الدم وضغطه. وعند زيادة حجم الدم يرتفع ضغط الدم. وإذا ظل حجم الدم عند مستوى ثابت مع تناقص قطر الأوعية الدموية، فإن ضغط الدم يرتفع أيضًا. ويمكن أن يؤدي ارتفاع ضغط الدم إلى انفجار الأوعية الدموية في المخ مسببًا سكتة دماغية. ولتجنب ذلك يصف الأطباء عقاقير تسمى مضادات إدرار البول التي تقلل من إنتاج هرمون ADH(**الهرمون المضاد لإدرار البول**)، مما يعني إنتاج كميات كبيرة من البول المخفف وتقليل حجم الماء في الدم.

ويعتبر قياس ضغط الدم بصفة دورية مهمًا للغاية، لتجنب السكتة الدماغية.

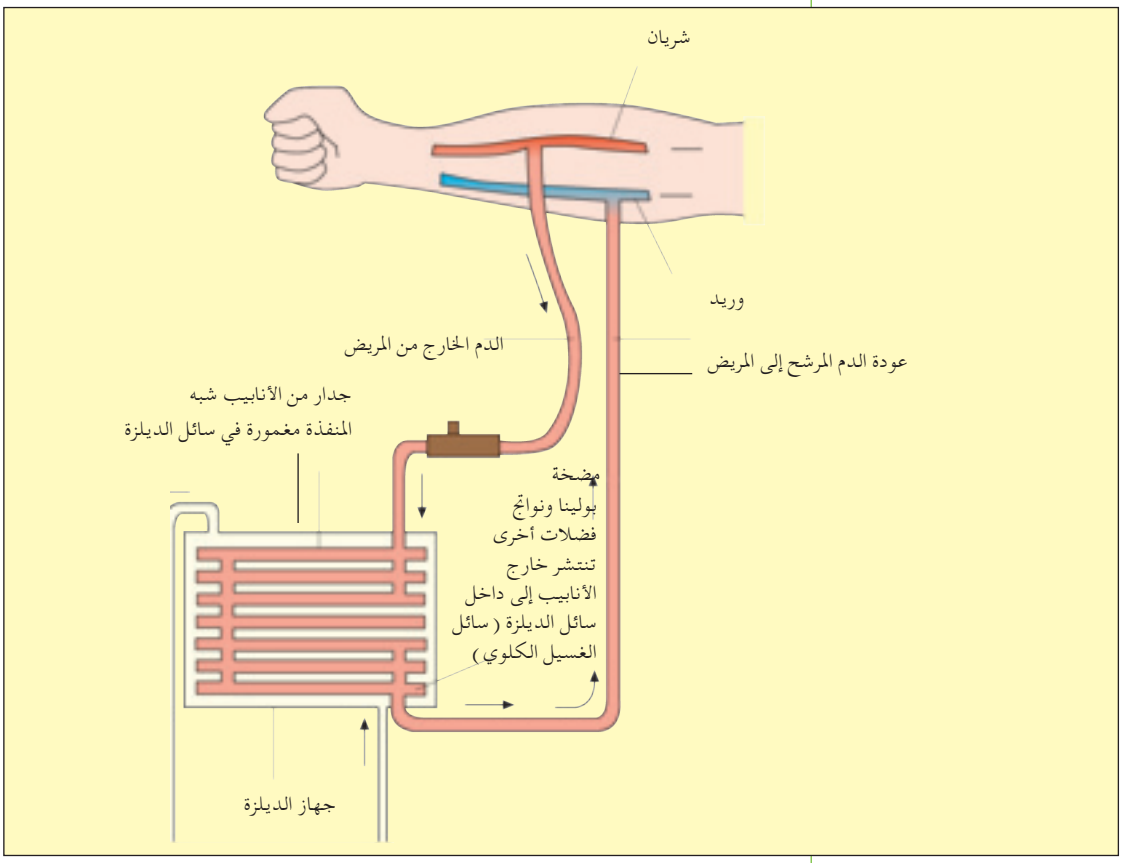
ملحوظة

تحتوي كل كلية على مليون نفرون تقريبًا وهي عبارة عن أنيبيبات محاطة بالأوعية الدموية

سؤال

لماذا تؤدي الكميات الكبيرة من الملح في الغذاء إلى ارتفاع ضغط الدم؟

جميع الحقوق محفوظة لـ مركز المناهج التعليمية والبحوث التربوية ـ ليبيا

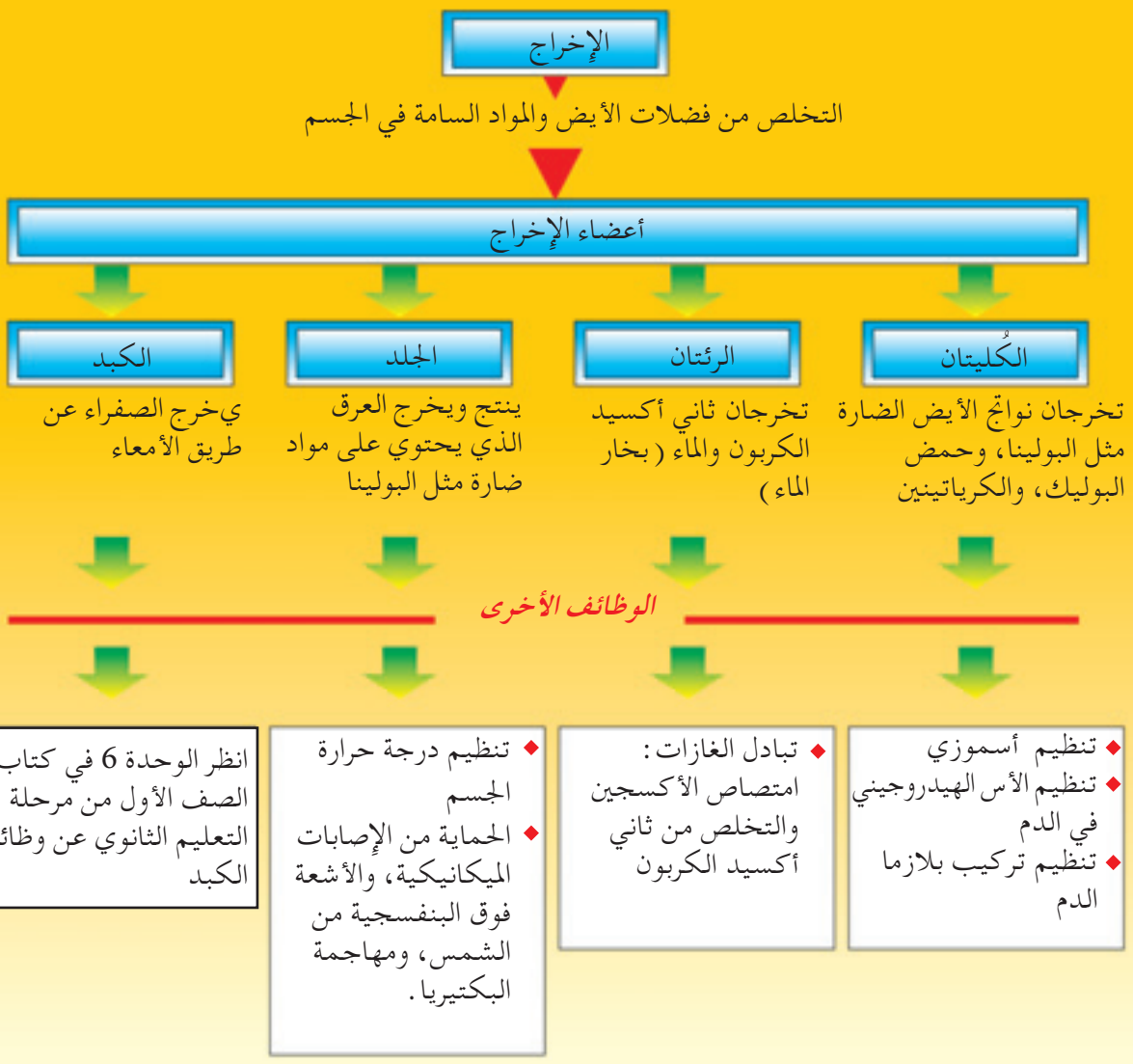


شكل 4-5 كيفية عمل جهاز غسيل الكلى (جهاز الديلزة)

جميع الحقوق محفوظة لـ مركز المناهج التعليمية والبحوث التربوية ـ ليبيا

ملخص

خريطة مفاهيم الإخراج



- يتكون الجهاز البولي من الكُليتين، والحالبين، والمثانة، ومجرى البول.
- تتكون الكُلية من محفظة ليفية، وقشرة، ونخاع يتكون من هرميات، وحوض كلوي.
- تحتوي الكُلية على عدد كبير من الأنيبيبات تسمى نفرونات. ويتكون كل نفرون من محفظة كلوية (بومان). وتحتوي المحفظة على كبيبة (جُمع)، والأنيبيبة الملتفة الأولى (القريبة)، وثنية هنلي، والأنيبيبة الملتفة الثانية (البعيدة).

جميع الحقوق محفوظة لـ مركز المناهج التعليمية والبحوث التربوية ـ ليبيا

الوحدة 5

اتزان الوسط الداخلي
Homeostasis

أهداف التعلم

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

- تعرف مصطلح اتزان الوسط الداخلي للجسم .
- تشرح عمل اتزان الوسط الداخلي للجسم بدلالة آليات التغذية المرتدة (الراجعة) (feed back) السلبية .
- تذكر (توجز) تركيب الجلد وتتعرف على الشعر، والغدد العرقية، والأوعية الدموية وتخزين الدهون والأنسجة العازلة .
- تشرح كيف يحافظ جسم الإنسان على ثبات درجة حرارته .

استقصاء تجمعات طيور البطريق

تجمعات طيور البطريق

تعتبر طيور البطريق الرائعة المُسماة الإمبراطور أكبر طيور البطريق على الإطلاق، وهي تعيش في القطب الجنوبي وقد طورت نظامًا معقدًا في تربية صغارها .

تسير الطيور في بداية الشتاء القطبي مسافة 100 كيلو متر مبتعدة عن البحر حيث تتغذى إلى الأرض التي تتكاثر فيها . وفي تلك البقعة تضع أنثى البطريق بيضة واحدة، وتسلمها إلى الذَّكَر ثم تعود إلى البحر مرة أخرى .

وتهبط درجة الحرارة في تلك البيئة القطبية ذات العواصف الثلجية إلى نحو 40° س تحت الصفر أو دون ذلك . ومن الضروري ألا تلمس البيضة الأرض وإلا تجمدت فورًا، ولذلك يحمل ذَكَرُ البطريق البيضة على قدميه، وبرغم البرد القارس إلا أن البيضة تظل عند درجة حرارة 38° سلسيوس، ولا تقل درجة حرارة جسم طائر البطريق عن ذلك على الإطلاق .

تعتبر هذه العملية للحفاظ على درجة حرارة الجسم ثابتة مثالًا جيدًا على اتزان الوسط الداخلي للجسم، وسوف ندرس كيفية عملها في هذه الوحدة . والقاعدة الأساسية بسيطة حيث تقول : افعل عكس ما يحدث .

إذا زادت درجة حرارة البطريق عن 38° درجة سلسيوس، فإنه يلهث ليفقدها وإذا قلَّت درجة الحرارة عن هذه النقطة، يزداد معدل الأيض عند الطائر ليُولِّد كمية أكبر من الحرارة . ويحافظ الطائر على ثبات درجة حرارته طوال فصل الشتاء بتكسير الدهون المخزنة في جسمه بالإضافة إلى تجمع الطيور مع بعضها البعض .

جميع الحقوق محفوظة لـ مركز المناهج التعليمية والبحوث التربوية ـ ليبيا

5 – 1 الحاجة إلى اتزان الوسط الداخلي The Need for Homeostasis

تتغير الظروف في أجسامنا باستمرار . وتعمل الآليات الموجودة فينا على ضبط هذه التغيرات ومنع أية تغيرات قوية . إذا حدث تغير قوي في الدم وسوائل الأنسجة المحيطة، فإنه يؤثر على التفاعلات الكيميائية في خلايا الأنسجة وبالتالي يلحق الأذى بالجسم .

يحتاج الجسم نتيجة لذلك إلى عملية اتزان الوسط الداخلي لأن الخلايا في أجسام الحيوانات مثل الثدييات والطيور تعمل بكفاءة ولكن لها متطلباتها . لذلك يجب أن تحتفظ هذه الخلايا بدرجة الحرارة المناسبة بحفظها في سائل نسيجي له أس هيدروجيني pH وجهد مائي مناسب . هذا يعني أن هذه الحيوانات بما فيها الإنسان يجب أن تحتفظ بتركيب سوائل الأنسجة بحيث لا تتغير إلا بشكل طفيف . لقد رأينا على سبيل المثال أن أحد العوامل التي يجب الحفاظ على ثباتها هو درجة حرارة الجسم . تعمل الأنزيمات في جسم الإنسان في مدى معين من درجات الحرارة، وأي تغير في درجات الحرارة قد يؤدي إلى خمول الأنزيمات وفي بعض الحالات إلى وقف عملها، ويفسر ذلك ضرورة استشارة الشخص المصاب بالحمى لطبيب حيث أن الأمر قد يكون مميتًا .

تعريف

اتزان الوسط الداخلي هو الحفاظ على بيئة داخلية ثابتة .

نقصد بالبيئة الداخلية موائع الجسم أي الدم والمائع النسيجي . ويعتبر الدم نسيجًا ضامًّا حيث يتدفق باستمرار في الجسم كله، وأي تغير في الدم يؤدي إلى حدوث تغير في المائع النسيجي، والذي يؤثر بالتالي على خلايا الأنسجة .

آلية التغذية المرتدة (الراجعة) السلبية

تتضمن عملية التحكم في الاتزان الداخلي للجسم مبدأ مهمًّا هو **التغذية المرتدة السلبية** . إذا زاد جهد الماء مثلًا عن المستوى الطبيعي في الدم يصحح الجسم هذا الخلل ويقلل جهد الماء حتى يصل إلى مستواه الطبيعي . وبالمثل إذا انخفض عن المستوى الطبيعي، يستجيب الجسم برفع جهد الماء إلى المستوى الطبيعي مرة ثانية . أي أن الجسم يقوم دائمًا بعملية عكسية للتغير، وتسمى هذه العملية بالتغذية المرتدة السلبية .

كيف يحدد الجسم متى يقوم برد الفعل؟ لابد من وجود بعض الأعضاء أو التراكيب في الجسم التي تكشف التغيرات في حالة الجسم . هذه الأعضاء أو التراكيب تسمى بالمستقبلات (المحسات)، وأي تغير في الشروط الطبيعية يسمى بالمنبه .

ولحدوث عملية الاتزان الداخلي لابد من وجود الآتي :

- منبه وهو تغير في البيئة الداخلية .
- مستقبل – يشعر بالمنبه .
- آلية تصحيحية تلقائية أو ذاتية تحدث :
- آلية التغذية المرتدة السلبية .

الأفكار الدليلية

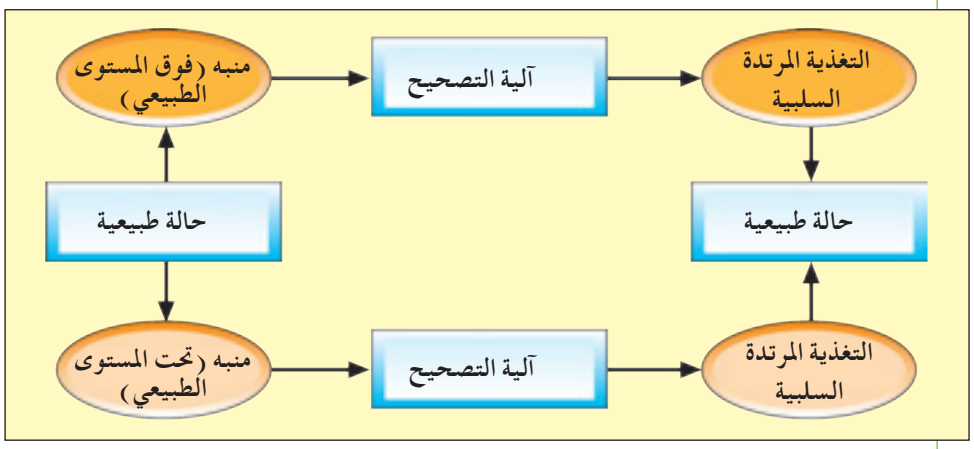
اتزان الوسط الداخلي

هي عملية الحفاظ على تركيب موائع الجسم في مدى صغير . يوفر للكائن الحي قدرًا من الاستقلالية عن تغيرات الشروط البيئية الخارجية عن طريق إيجاد بيئة داخلية ثابتة نسبيًّا .

البيئة

البيئة الخارجية هي التي تعيش فيها الكائنات، والبيئة الداخلية هي التي تعيش فيها الخلايا وتعرف هذه البيئة الداخلية في الثديات بالمائع النسيجي .

جميع الحقوق محفوظة لـ مركز المناهج التعليمية والبحوث التربوية ـ ليبيا



شكل 5-1 شكل تخطيطي يوضح مبادئ الاتزان الداخلي

سؤال

إذا ارتفع مستوى الجلوكوز في الدم بشدة، سوف تتقلص كلٌ من كريات الدم الحمراء والبيضاء وتصاب بالجفاف. هل يمكنك تفسير ذلك؟

أمثلة على الاتزان الداخلي في الإنسان

تنظيم تركيز الجلوكوز في الدم

يبقى تركيز الجلوكوز في بلازما الدم ثابتًا نسبيًّا. تحتاج خلايا الجسم إلى الجلوكوز للتنفس الخلوي لتزويدها بالطاقة اللازمة للقيام بوظائفها الحيوية.

ويعتبر الانخفاض الحاد في تركيز جلوكوز الدم خطرًا.

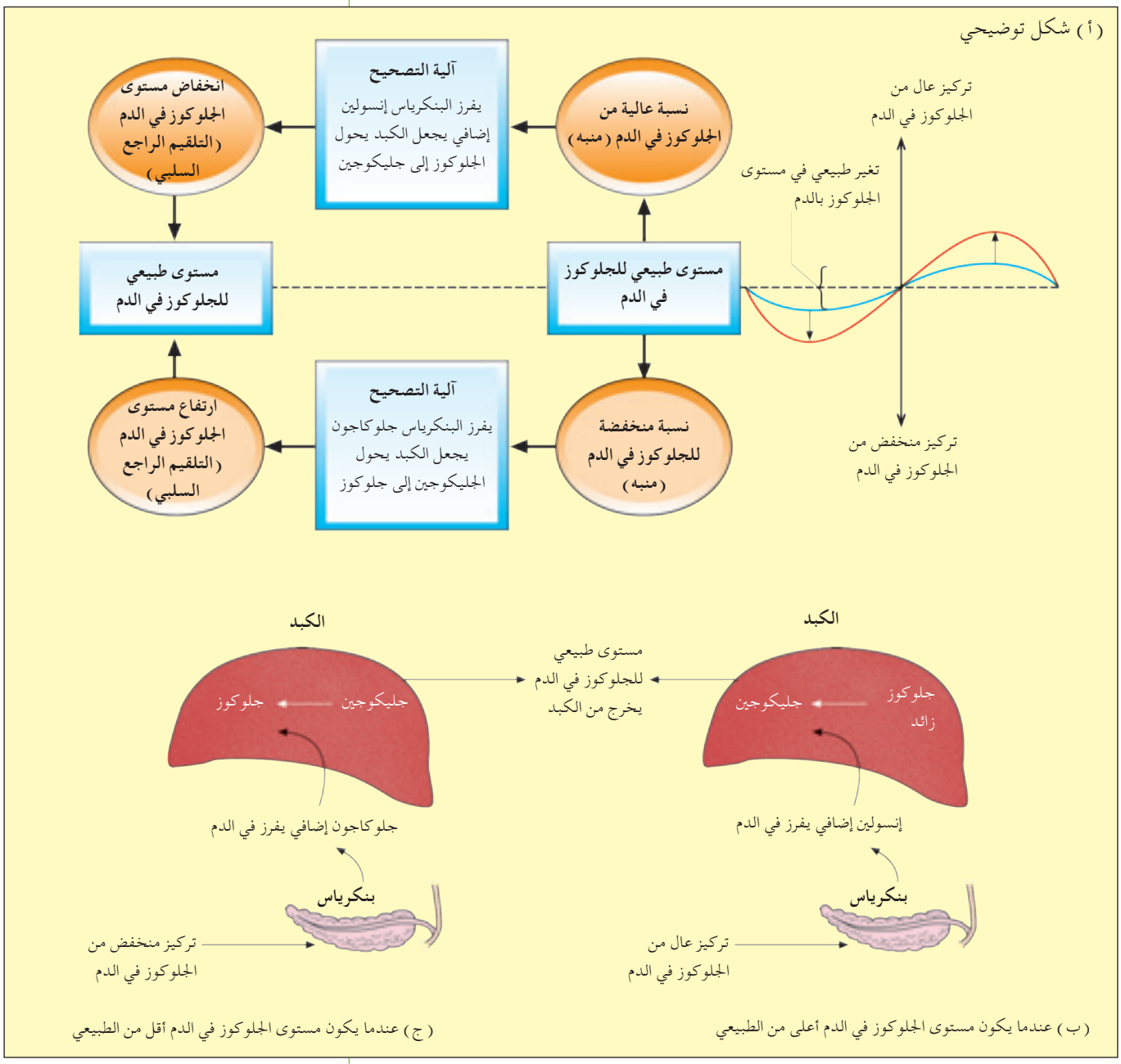
وقد يرتفع مستوى الجلوكوز في الدم بعد تناول وجبة من الطعام، وقد ينخفض نتيجة التدريب العضلي العنيف أو الجوع الشديد. كيف يحافظ الجسم على ثبات مستوى الجلوكوز في الدم؟

نجد بعد مضي بعض الوقت على تناول وجبة غنية بالسكر أو النشا أن الجلوكوز يُمتص إلى داخل تيار الدم في الأمعاء الدقيقة مما ينتج عنه:

- زيادة تركيز جلوكوز الدم – ذلك هو المنبه.
- استثارة البنكرياس (المستقبل).
- يفرز البنكرياس في مجرى الدم كمية أكبر من الإنسولين. ينتقل الإنسولين إلى الكبد الذي يحول الجلوكوز الزائد إلى نشا حيواني (جليكوجين) (آلية التصحيح) ويخزن الجليكوجين في الكبد.
- ينخفض الجلوكوز في الدم إلى المستوى الطبيعي (التغذية المرتدة (الراجعة) السلبية) قبل أن يخرج من الكبد ويدخل الدورة الدموية العامة.

وقد يحدث انخفاض في تركيز جلوكوز الدم أثناء التقلص العضلي الشديد أو الجوع. وفي هذه الحالة يُحفَّز البنكرياس لإفراز هرمون يسمى **جلوكاجون** في مجرى الدم. يُنقل الجلوكاجون إلى الكبد الذي يحول الجليكوجين المختزن إلى جلوكوز. يدخل الجلوكوز تيار الدم ويرتفع تركيزه إلى المستوى الطبيعي.

جميع الحقوق محفوظة لـ مركز المناهج التعليمية والبحوث التربوية ـ ليبيا



شكل 5-2 تنظيم الاتزان الداخلي لمستوى الجلوكوز في الدم

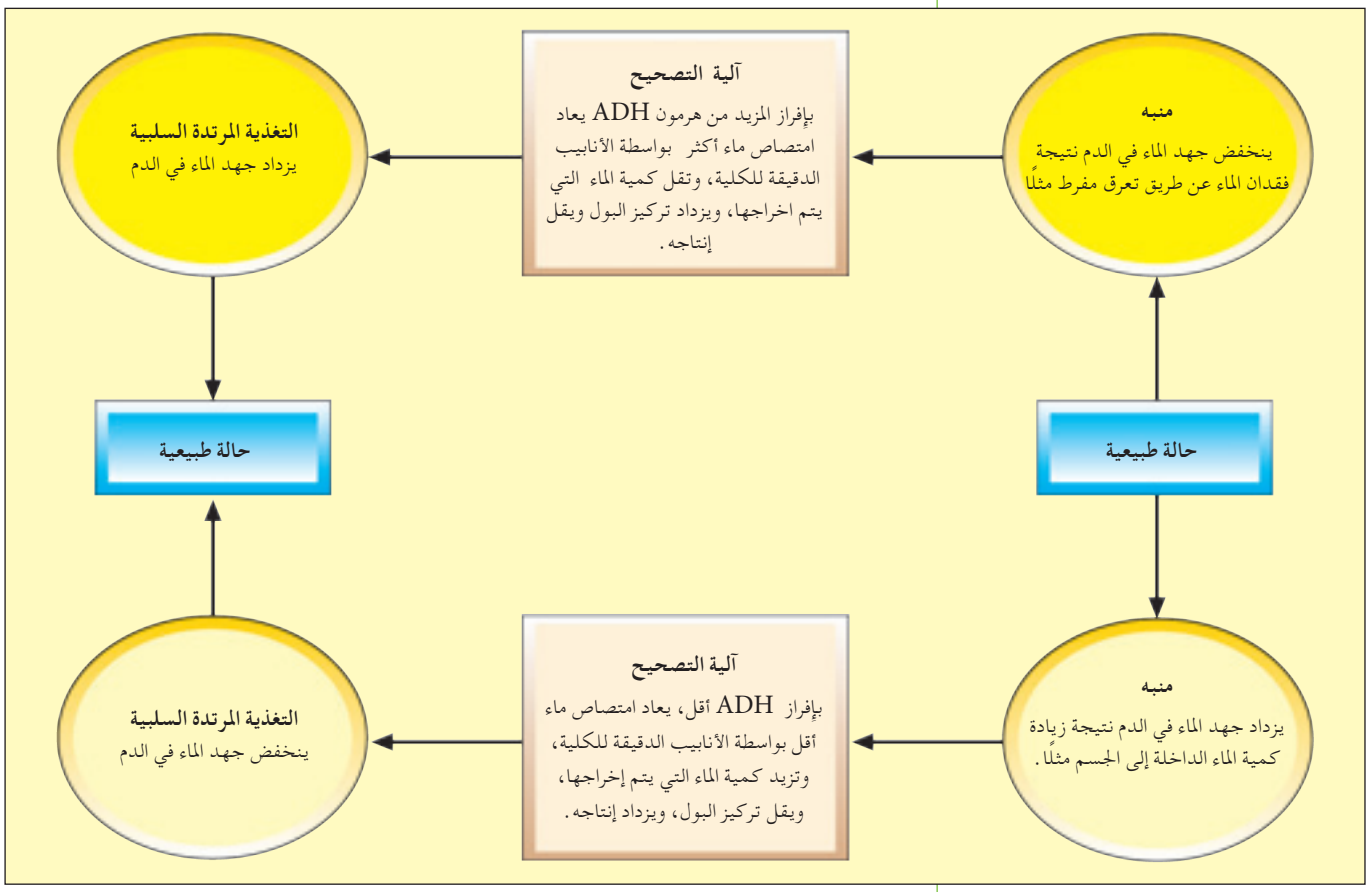
تنظيم جهد الماء في الدم

ويلخص شكل **5-3** تنظيم الاتزان الداخلي لجهد الماء في الدم .

تنظيم درجة الحرارة

يعتبر تنظيم درجة حرارة الجسم مثالًا آخر مهمًّا لاتزان الوسط الداخلي . ولفهم ذلك، نحتاج إلى معرفة تراكيب ووظائف جلد الثدييات أولاً .

جميع الحقوق محفوظة لـ مركز المناهج التعليمية والبحوث التربوية ـ ليبيا



شكل 5 – 3 تنظيم الاتزان الداخلي لجهد الماء (الضغط الأسموزي) في الإنسان

◆ هرمون ADH مانع لإدرار البول ويتحكم في معدل امتصاص الماء في الكلية.

5 – 2 جلد الثدييات The Mammalian Skin

يعتبر الجلد أكثر من مجرد غطاء واقٍ لسطح الجسم، فهو أيضًا عضو إخراج بالإضافة إلى كونه منظم لدرجة حرارة الجسم. وأي تغير في درجة الحرارة في البيئة المحيطة يُكتشف بواسطة الجلد. فعند وخزك بدبوس تشعر بالألم، وعند شعورك بالخجل يتحول لون جلدك للون الأحمر، مما يدل على وجود إمداد وفير من الأعصاب والشعيرات الدموية في الجلد. ويصطبغ جلدك بلون السمرة عند تعرضك لضوء الشمس، ويتصبب جسمك عرقًا في الأيام الحارة. كيف ولماذا تحدث تلك الأشياء؟ قبل الإجابة عن تلك الأسئلة لابد أن نعرف عدة أشياء عن تركيب الجلد.

تركيب الجلد في الثدييات

يبين قطاع رأسي في الجلد (شكل 5 – 4) أنه يتكون من جزأين هما:
جزء خارجي يطلق عليه **البشرة**، وجزء داخلي أكثر سُمكًا يسمى **الأدمة**.

جميع الحقوق محفوظة لـ مركز المناهج التعليمية والبحوث التربوية ـ ليبيا

البشـرة

عبارة عن طبقة طلائية معقدة تتكون من:

الطبقة القرنية الخارجية

تتكـون تلـك الطبقـة من خلايا ميتة، ومسـطحة، وجافة، وقرنية بسـبب ترسـب مادة **الكيراتـين** وهـو بروتين يوجـد أيضًا في الأظافـر. والطبقة القرنية مقاومـة للماء وتمنع فقدان الماء الزائد عن طريق البخر، كما أنها تمنع دخول الجراثيم إلى الجسم إلا إذا كانت هناك إصابة أو قطع في الجلد. تُكوِّن أيضًا تلك الطبقة غطاءً واقيًا فوق سـطح الجسـم لوقايتـه مـن الإصابـة الميكانيكيـة. وتزال خلاياها بالحك بشـكل مسـتمر ولكن يحل محلها خلايا أخرى جديدة من طبقة البشرة الداخلية. وفي أجزاء الجسم التي تتعرض للتلف أكثر من غيرها، تكون الطبقة القرنية أكثر سمكًا مثل كعب القدم وراحة اليد.

الطبقة الحبيبية (المحببة)

تتكـون مـن خلايـا حيـة تصبـح جافـة وقرنيـة مـع تحركها إلـى أعلـى لتكويـن الطبقة القرنية.

طبقة ملبيجي الداخلية

تحتـوي علـى الخلايا الحية التي عادة ما تكون صبغية، وتضفي تلك الصبغة على الجلد لونه المميز وتحميه من أشـعة الشـمس فوق البنفسجية الضارة. وخلايا هذه الطبقة هي الخلايا الوحيدة في البشرة التي تنقسم. وتُدفع الخلايا الجديدة المتكونة إلى الخارج، وأثناء ذلك يتغير شكلها وتركيبها وأخيرًا تكون الطبقة القرنية.

الأدمة

تتكون الأدمة بصفة رئيسة من نسيج ليفي ضام، يحتوي سطحها الذي يلامس البشرة أخاديد دقيقة جدًّا تسمى **الحلمات**.

نجد التراكيب التالية مطمورة في الأدمة:

الأوعية الدموية

توجـد أعـداد كبيرة من الشـعيرات الدموية في الأدمة، ويُتحكم في الشـرايين الدقيقة (الشُـرينات) الحاملـة للـدم إلى تلك الشـعيرات عـن طريق الأعصاب المحركـة للأوعية الدموية. وتسـبب تلك الأعصاب الانقباض والتوسـع الانعكاسـي للشرايين أي **توسع الأوعيـة** vasodilation. وعنـد توسـع الشـعيرات الدقيقـة، تتدفـق كميـة أكبـر مـن الـدم إلـى الجلـد، ويظهـر ذلك عنـد احمرار جلد الشـخص بعـد عمليـة الإخراج أو عنـد الانفعـال. ويقلـل انقبـاض الشـرايين الدقيقة فـي الجلـد، أي **انقباض الأوعية** vasoconstriction، من كمية تدفق الدم في الجلد، ويسبب شحوب اللون عند الإنسان. وتساعد عملية اتساع (تمدد) وضيق (انقباض) الشرايين على تنظيم درجة حرارة الجسم.

الشعر

يعتبر وجود الشـعر خاصية مميزة للثدييات، وعلى الرغم من أن الشـعر يكون **مطمورًا** في الأدمة إلا أن البشـرة هي التي تُكوِّنه. وتنغمد طبقة ملبيجي من البشـرة إلى داخل الأدمة مكونة أنبوبًا أجوفًا يسمى جراب (**حويصلة**) الشعرة، تنمو بداخلها الشعرة.

تظهـر الأخاديـد الدقيقـة أو الحلمـات فـي أصبـع الإنسـان خـلال البشـرة وهـي مرتبـة بانتظـام. ويكـون نمطهـا ثابتًا ومميـزًا حيث يختلـف فـي كل فـرد عـن الآخـر، وبالتالي تسـتخدم بصمات الأصابـع في تحديد هوية الأشخاص.

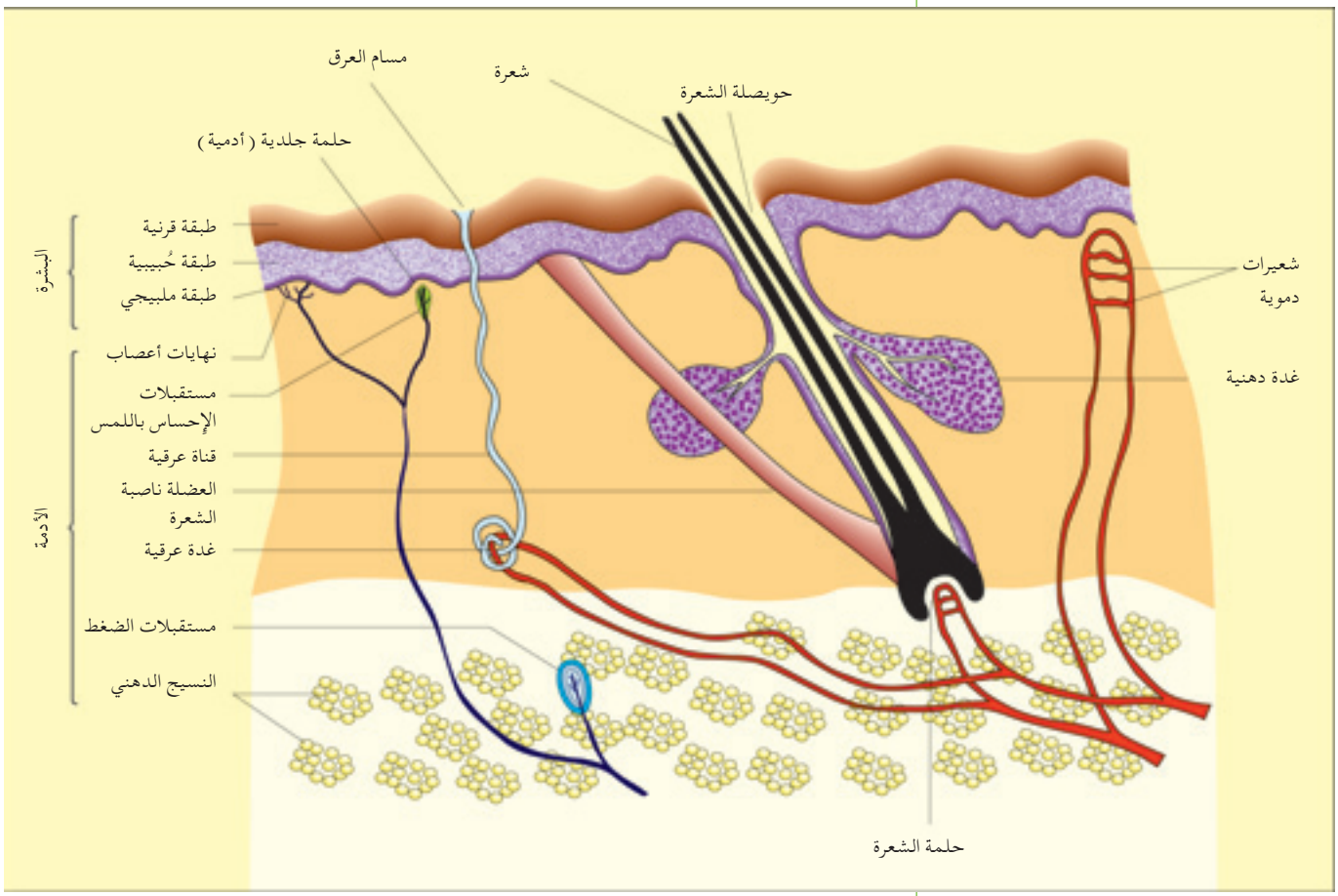
جميع الحقوق محفوظة لـ مركز المناهج التعليمية والبحوث التربوية ـ ليبيا

وتوجد في قاعدة الحويصلة كتلة نسيجية تحتوي على الشعيرات الدموية والأعصاب هي **حلمة الشعرة**، وهي مغطاة بخلايا البشرة دائمة الانقسام دافعةً الخلايا الجديدة إلى أعلى، والتي سرعان ما تموت وتتصلب مكونة بذلك الشعر.

ويلتصق بحويصلات الشعر **عضلات ناصبة للشعر** والتي تعمل انقباضاتها على "انتصاب (وقوف) الشعر" ، كما ترفع الجلد حول الشعر منتجة خاصية تسمى "بثور الأوزة" عند الإنسان.

الغدد الدهنية sebaceous glands

تُشتق الغدد الدهنية من البشرة. وتفتح على الأقل غدتان دهنيتان داخل كل حويصلة شعرة مفرزة مادة دهنية تسمى **الزَّهَم** sebum داخل الحويصلة الشعرية، تعمل على تشحيم الشعر وتحافظ على نعومة وملمس الجلد، وتمنع جفاف الجلد كما أن لها مفعولًا مطهرًا فهي تمنع نمو البكتيريا.



شكل 5 - 4 قطاع في جلد الإنسان

جميع الحقوق محفوظة لـ مركز المناهج التعليمية والبحوث التربوية ـ ليبيا

الغدد العرقية

يعتبر وجود الغدد العرقية خاصية أخرى تميز الثدييات. والغدة العرقية عبارة عن أنبوب ملتف يتكون عن طريق نمو البشرة إلى أسفل، وهي تُكون عقدة محكمة في الأدمة تحيط بها الشعيرات الدموية الكثيفة، ويفرز العرق من الدم الموجود في هذه الشعيرات ثم يتدفق خلال **القناة العرقية** ومنها إلى **مسام العرق** على سطح الجلد. والعرق الذي يفرز من هذه الغدة يحتوي بشكل رئيس على ماء مذاب به أملاح غير عضوية (كلوريد الصوديوم في الغالب) وكميات قليلة جدًّا من مادة عضوية مثل البولينا. وبما أن العرق قد يحتوي على مقدار صغير من نواتج فضلات الأيض مثل البولينا فإن الجلد أيضًا يعتبر عضو إخراج. ويخرج العرق باستمرار ولكن يُفرَز أحيانًا بكميات ضئيلة للغاية ويتبخر على الفور. وفي بعض الأحيان تخرج كميات أكبر من العرق تظهر على شكل قطيرات فوق الجلد أو تكون في الحالات الشديدة على شكل " خطوط سائل جارية " . وتختلف كمية العرق التي يفرزها الجسم باختلاف الظروف، فهي وسيلة يساعد بها الجلد على تنظيم درجة حرارة الجسم، وذلك عند تبخر العرق من على الجلد مستخدمًا الحرارة الكامنة للتبخير.

المستقبلات الحسية

توجد النهايات العصبية في البشرة والأدمة وتُكوِّن أعضاء الحس أو المستقبلات، وهي التي تمكننا من الشعور بالألم والضغط والتغيرات التي تطرأ على درجة الحرارة في البيئة الخارجية، ومنها على سبيل المثال مستقبلات اللمس التي تعطينا الإحساس باللمس. والنهايات العصبية في الجلد تعطينا الإحساس بالألم أو تغيرات درجة الحرارة في الأشياء المحيطة بنا.

طبقة الدهن تحت الجلد

يوجد تحت الأدمة طبقات متعددة من خلايا الشحم (النسيج الشحمي) حيث يُخزن الدهن. ويعمل أيضًا دهن تلك الخلايا كطبقة عازلة، ومن ثم يُعرف أيضًا النسيج الشحمي بأنه مخزن الدهون ونسيج عازل.

إنتاج وفقدان الحرارة

يتم إنتاج الحرارة داخل الجسم نتيجة للأنشطة الأيضية مثل التنفس الخلوي. ويكون التنفس الخلوي أكثر نشاطًا في العضلات وبدرجة أقل في الكبد، ولذلك تنطلق الحرارة بكميات كبيرة من هذه الأعضاء. ويوزع الدم الحرارة على سائر أعضاء الجسم. ويكتسب الإنسان حرارة زائدة بتناول الأطعمة الساخنة، أو من أشعة الشمس، أو من الهواء الدافئ في الأيام الحارة. وإذا لم يفقد الإنسان تلك الحرارة فقد يموت من شدتها؛ لذلك نفقد تلك الحرارة:

- عن طريق الجلد بالحمل، والإشعاع، وبمقدار محدود عن طريق التوصيل.
- بواسطة تبخر العرق من على سطح الجلد.
- في البول والبراز.
- في هواء الزفير الخارج من الرئتين.

ملحوظة

يختلف عدد الشعيرات وطبيعتها من مكان لآخر في الجسم الواحد، ومن جنس لآخر. ويكون الشعر في الإنسان قليلًا نسبيًا. بينما في الثدييات ذات الفراء يكون الشعر ناعمًا وكثيفًا مكونًا غطاءً كثيفًا من الفراء. والفراء لا يعمل فقط على حماية الجلد ولكن أيضًا كعازل. والعديد من الحيوانات، مثل معظم القطط، تتميز بشعر طويل صلب للحماية، وشعر آخر ناعم داخلي يعمل كعازل ويُكون الفراء. وفي البلاد معتدلة المناخ، تُكون بعض الثدييات غطاءً كثيفًا من الفراء في الشتاء، وتفقد جزءً كبيرًا منه في الصيف، ومنها أيضًا من يغير لون فرائه للون الأبيض الثلجي في الشتاء، للتخفي من اعدائها.

الثعلب القطبي في الصيف والشتاء

بعض الشعر مخصص لأداء وظائف معينة مثل الشعر الموجود على الحاجب والأنف والأذن، والذي يعمل على منع وصول جسيمات الغبار إلى هذه الأماكن الحساسة من الجسم. والشوارب أو الشعر الذي يحيط بالأنف لدى الكلاب، والقطط، وثدييات أخرى كثيرة له وظيفة لمسية. والشوكات الطويلة الصلبة لدى حيوان القنفذ، والحراشيف على حيوان آكل لالنمل ما هي جميعًا إلا شعر متحور.

جميع الحقوق محفوظة لـ مركز المناهج التعليمية والبحوث التربوية ـ ليبيا

ملحوظة

الغدد اللبنية (الغدد الثديية) هي صفة مميزة للثدييات، فهي عبارة عن غدد دهنية متحورة تقوم بإفراز اللبن عند الإناث المرضعة.

الأسماك، والبرمائيات، والزواحف، واللافقاريات ليست قادرة على الموازنة بين كميات الحرارة التي تولدها وكميات الحرارة التي يفقدها الجسم، ومن ثم تكون درجة حرارة أجسامها غير ثابتة، فتختلف بناءً على البيئة المحيطة بجسمها وعلى نشاطها أيضًا، ولذلك تعرف هذه الحيوانات بأنها من "ذوات الدم البارد" أو **حيوانات متغيرة درجة الحرارة** *poikilothermic*.

وتعرف الثدييات والطيور بأنها من "ذوات الدم الحار" أو **حيوانات ثابتة درجة الحرارة** *homoiothermic* فهي تحتفظ بدرجة حرارة ثابتة بغض النظر عن درجة حرارة الوسط المحيط أو الغلاف الجوي، وفي الإنسان تكون درجة حرارة الجسم العادية حوالي 37°سلسيوس.

مزايا درجة حرارة الجسم الثابتة

- تستطيع الحيوانات ذوات الدم الحار مواصلة نشاطها أثناء النهار وأيضًا على مدار العام بغض النظر عن درجة حرارة البيئة التي تعيش فيها.
- تعمل الأنزيمات على نحو أفضل عند درجة حرارة مثلى ثابتة تقترب من درجة حرارة الجسم.
- تتغذى الحيوانات على مدار العام، فهي ليست في حاجة إلى البيات الشتوي.
- تستطيع الحيوانات استيطان مناطق كثيرة ذات شروط مناخية مختلفة.

تنظيم درجة حرارة الجسم

يعمل "تحت المهاد" Hypothalamus الموجود بالدماغ (الوحدة 6) على مراقبة درجة حرارة الدم المتدفق خلالها، وتتم تلك العملية من خلال مركز تنظيم الحرارة الموجود في تحت المهاد الذي ينقسم إلى جزأين هما مركز فقدان الحرارة ومركز اكتساب الحرارة. ويتلقى أيضًا تحت المهاد معلومات عن تغيرات الحرارة في البيئة الخارجية من مستقبلات درجة الحرارة في الجلد.

ماذا يحدث عندما تبدأ درجة الحرارة في الارتفاع؟

عند قيام الجسم بنشاط عضلي شاق يتولَّد قدر كبير من الحرارة، وترفع درجة حرارة الدم، وعلى الفور ينشط مركز فقدان الحرارة في تحت المهاد ويرسل نبضات عصبية إلى أعضاء الجسم ذات الصلة، وتستجيب آليات التحكم التالية:

- تتوسع الشرايين الدقيقة (الشُرينات) في الجلد للسماح بتدفق المزيد من الدم خلال الجلد، ويستقبل الجلد قدرًا أكبر من الحرارة التي يفقدها عن طريق الإشعاع، والحمل، والتوصيل.
- يزداد نشاط الغدد العرقية التي تؤدي بدورها إلى إنتاج كميات أكبر من العرق. بينما يتبخر قدر أكبر من العرق من على سطح الجلد، يتخلص الجسم من قدر أكبر من الحرارة الكامنة، وتعتبر هذه طريقة فعالة لفقد الحرارة.
- تزيد سرعة التنسم مما يساعد على فقدان الحرارة.
- ينخفض معدل الأيض في الجسم وبالتالي تقل كمية الحرارة المفقودة.

نور المعرفة

التماسيح تنظم درجة حرارة جسمها

التماسيح زواحف برمائية ضخمة، تُنظم درجة حرارة أجسامها في حدود ضيقة للغاية بوسائل سلوكية وليست بوسائل وظيفية، ففي بداية اليوم تستلقي التماسيح في الشمس المدارية الدافئة حتى تدفئ أجسامها، وعندما تزداد شدة الحرارة تفتح فكيها الضخمين وتتخلص من الحرارة عن طريق تبخير المياه من أفواهها. وعندما تحتر أكثر فإنها تتحرك إلى المياه لترطب أجسامها، وعندما تتخلص من تلك الحرارة الزائدة تعود إلى شاطئ النهر أو الرمال القريبة للاستلقاء في الشمس مرة أخرى. وقد تكون لاحظت أيضًا أن القطط والكلاب ترقد في الشمس، فهي تستخدم الطاقة الحرارية التي تحصل عليها من الشمس في تدفئة أجسامها. لماذا يعتبر ذلك ميزة بالنسبة لها؟

سؤال

كيف يتكيف سلوك الحيوان الثديي لزيادة درجة الحرارة الخارجية؟

جميع الحقوق محفوظة لـ مركز المناهج التعليمية والبحوث التربوية ـ ليبيا

وتظل درجة حرارة الجسم نتيجة لذلك ثابتة . ويُتخلص من الحرارة الزائدة التي تتولد أثناء النشاط العضلي الشديد بمعدل أسرع لكي لا تحدث زيادة ملحوظة في درجة حرارة الجسم .

ويحدث نفس رد الفعل عند ارتفاع درجة حرارة البيئة الخارجية، فترسل على الفور مستقبلات درجة الحرارة الموجودة بالجلد نبضات عصبية لتنبيه مركز فقدان الحرارة في تحت المهاد . إذا كانت درجة حرارة الأشياء المحيطة أعلى من درجة حرارة الجسم، يمتص الحيوان الثديي الحرارة بدلًا من فقدها . تحت هذا الظرف تكون الوسيلة الرئيسة لفقدان الحرارة عن طريق تبخير العرق من جسمه .

ماذا يحدث في اليوم البارد؟

في اليوم البارد يفقد الجسم كمية كبيرة من الحرارة خاصة على سطح الجلد، وهذا الانخفاض في درجة الحرارة يُنشط مستقبلات درجة الحرارة في الجلد التي ترسل على الفور نبضات عصبية إلى مركز اكتساب الحرارة في تحت المهاد . وتنخفض أحيانًا درجة حرارة الدم، فيشعر في الحال تحت المهاد بهذا الانخفاض . ويُرسل في الحالتين مركز اكتساب الحرارة في تحت المهاد على الفور نبضات عصبية إلى أعضاء الجسم ذات الصلة لتفعيل آليات التحكم التالية :

- يحدث انقباض عكوسي في شرايين الجلد الدقيقة، فتتدفق كمية أقل من الدم خلال الجلد وبالتالي تقل كمية الحرارة المفقودة عن طريق الحمل، والإشعاع، والتوصيل .
- يقل نشاط الغدد العرقية وبالتالي تقل كمية الحرارة الكامنة المفقودة في الجسم .
- يزداد معدل الأيض في الجسم ويتولد قدر أكبر من الحرارة داخله .

سؤال

ما التكيفات التي تمكن هذه الحيوانات من الحفاظ على درجة حرارة أجسامها؟

كيفية قيام بعض الحيوانات الثديية بتنظيم درجة حرارة جسمها

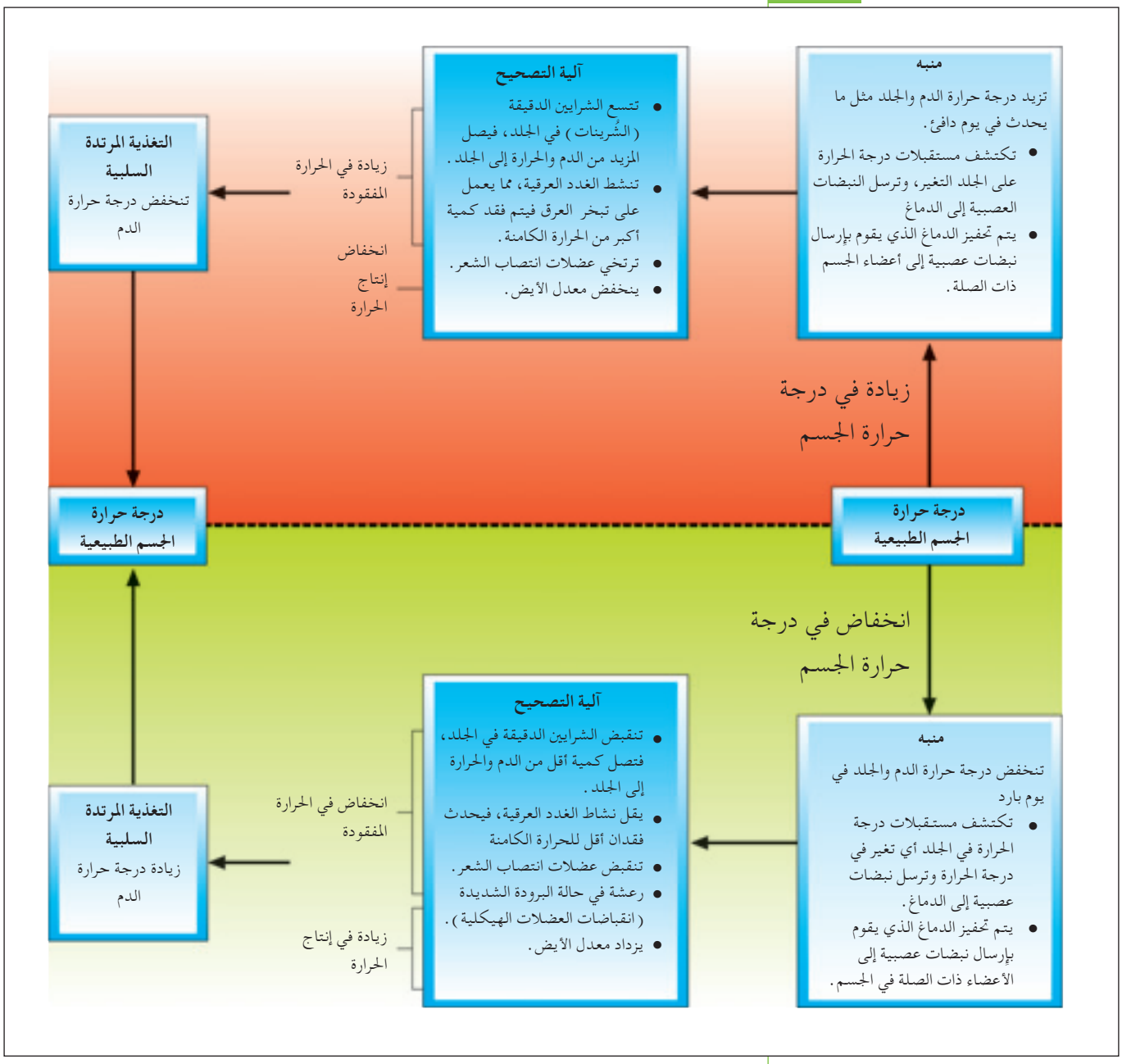
تتوزع الغدد العرقية عند الإنسان، والحصان، والدب، والأرنب في كافة أنحاء الجسم، والبخر الذي يحدث للعرق في مختلف أنحاء سطح الجسم يزيد من معدل فقدان الحرارة . وفي الكلب، توجد الغدد العرقية على الأقدام (باطن القدم) حتى أننا غالبًا ما نرى أثر أقدام مبللة عندما تعرق الكلاب بغزارة، وتزيد الكلاب من معدل فقدان الحرارة باللهث وإدلاء لسانها إلى الخارج . والبخر الذي يحدث للرطوبة في لسان الكلب يساعد على تبريد جسمه . وعندما يلهث الكلب بشدة، فإن ذلك يساعده على التخلص من الكثير من الحرارة مع التنسم .

ولا يوجد فراء على جسم الحوت الذي يعيش في المياه الباردة حيث أنه لا يقلل من فقد الحرارة إضافة إلى أنه يشكل عائقًا للسباحة، وعوضًا عن ذلك توجد طبقة دهنية سميكة تحت الجلد تعمل كعازل حراري، وعندما ينشط الحوت تتولد كمية كبيرة من الحرارة يفقد منها الكثير أثناء التنسم – طرد الهواء من الرئتين .

تواجه الحيوانات الضخمة في المناطق الاستوائية مشكلة فقدان الحرارة . فعند الفيل، تقل نسبة مساحة السطح إلى الحجم، وبالتالي يقل معدل فقدان الحرارة (مع تساوي الشروط الخارجية الأخرى)، ويتم تعويض ذلك بقلة الشعر، وهو ما يحدث أيضًا عند حيوان فرس النهر ووحيد القرن . . . إلخ ونوعًا ما عند الحصان . وللفيل أذنان كبيرتان بمثابة مراوح لتبريد الهواء فوق جسم الفيل . كما أن للفيل أيضًا عادة رش جسمه بالمياه، ويساعد التبخير الذي يحدث لتلك المياه على خفض درجة حرارة جسمه .

أما الثدييات صغيرة الحجم (مثل الفئران)، تكون نسبة سطح الجسم إلى الحجم كبيرة، وبالتالي يصبح من الصعب منع الفقدان الحراري . تلك هي إحدى أسباب ارتفاع معدل الأيض لديها . وتحتاج تلك الحيوانات أيضًا إلى الحصول على كميات كبيرة من الطعام للحصول على كمية الطاقة اللازمة للحفاظ على درجة حرارة الجسم، وتستطيع الكثير من الثدييات الصغيرة تجنب درجات الحرارة الشديدة بالعيش في الجحور والمخابئ .

جميع الحقوق محفوظة لـ مركز المناهج التعليمية والبحوث التربوية ـ ليبيا



شكل 5 – 5 دور الاتزان الداخلي في تنظيم درجة حرارة جسم الثدييات

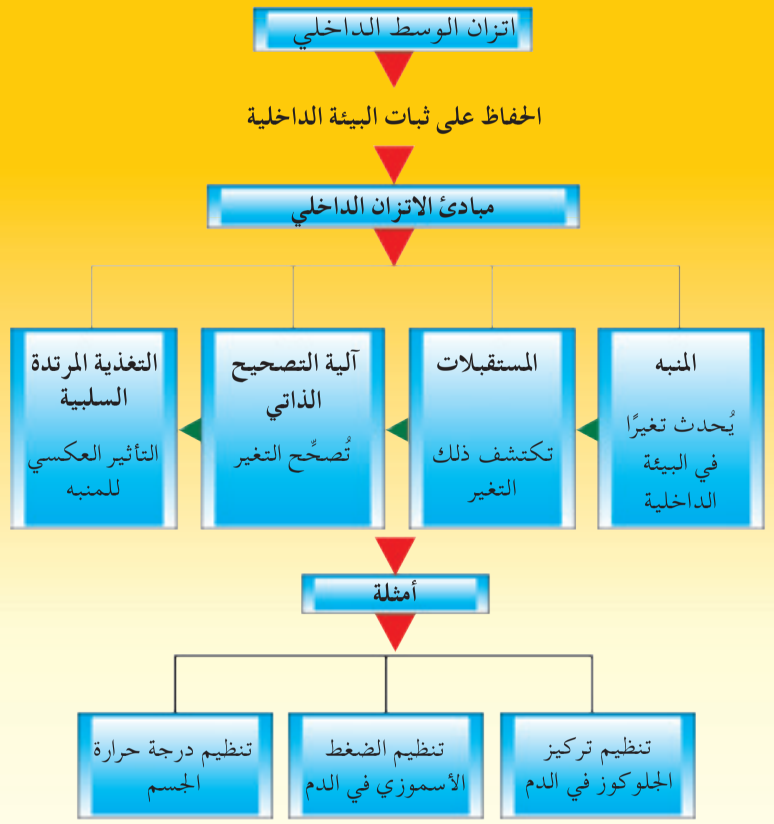
تنفش الحيوانات ذات الفراء شعرها عن طريق انقباض عضلات الشعر في الأيام الباردة، وتصبح طبقة الهواء المحجوزة بين الشعر أكثر سُمكًا. وبما أن الهواء موصل رديء للحرارة، فإن الحرارة تستغرق وقتًا أطول في الانتقال عبر طبقة سميكة من الهواء الساكن عنها في الطبقات الرقيقة، وبالتالي يقل الفقد في درجة الحرارة بدرجة كبيرة. وفي الإنسان، يحدث تفاعل مماثل لكن بكفاءة أقل حيث يؤدي هذا التفاعل إلى خاصية "بثور الأوزة".

تكون أحيانًا هذه التفاعلات غير كافية لمنع الانخفاض في درجة حرارة الجسم، فتحدث بعض التقلصات المنعكسة في عضلات الجسم التي نلاحظها على هيئة "رعشة"، ويزيد هذا التقلص المتقطع في العضلات من إنتاج الحرارة، ويساعد على رفع درجة حرارة الجسم للوصول إلى المعدلات الطبيعية. وفي الإنسان يساعد أيضًا تناول المأكولات الساخنة على رفع درجة حرارة الجسم. ما سلوكيات الإنسان الأخرى لمواجهة البرد؟

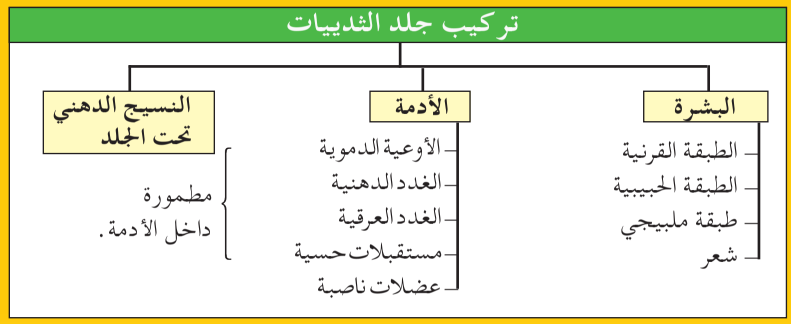
جميع الحقوق محفوظة لـ مركز المناهج التعليمية والبحوث التربوية ـ ليبيا

ملخص

خريطة مفاهيم اتزان الوسط الداخلي



تركيب جلد الثدييات



تنظيم درجة الحرارة في الثدييات

- المكتشفات
  - المستقبلات الحرارية في الجسم
  - تحت المهاد
- آليات تنظيم درجة الحرارة تتضمن طرق زيادة أو نقصان :
  - فقد الحرارة من الجسم
  - إنتاج الحرارة داخل الجسم

في يوم بارد	في يوم حار (30° س مثلًا)
• تنقبض الشرايين الدقيقة (الشُرينات) في الجلد، يتدفق دم أقل وبالتالي حرارة أقل إلى الجلد.	• تنبسط الشرينات في الجلد، يتدفق دم أكثر وبالتالي حرارة أكثر إلى الجلد.
• الغدد العرقية أقل نشاطًا.	• تصبح الغدد العرقية أكثر نشاطًا، ويتم إفراز كميات أكثر من العرق، وبالتالي يتم فقد كمية أكبر من الحرارة الكامنة.
• تنقبض العضلات الناصبة للشعر مما يؤدي إلى انتصاب الشعر. • بالتالي يتم احتجاز طبقة أسمك من الهواء الساكن بين الشعر (غير مؤثر عند الإنسان).	• ترتخي العضلات الناصبة للشعر مما يؤدي إلى استواء الشعر. • نتيجة لذلك يتم احتجاز القليل من الهواء بين الشعر.
• يزيد معدل الأيض.	• يقل معدل الأيض.
• بداية رعشة.	• لا تحدث رعشة.

جميع الحقوق محفوظة لـ مركز المناهج التعليمية والبحوث التربوية - ليبيا

الوحدة 6

التنسيق والاستجابة : 1– الجهاز العصبي في الثدييات

Coordination and Response:
I . The Nervous System in Mammals

أهداف التعلم

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

- تذكر أن الجهاز العصبي يتكون من الدماغ، والحبل الشوكي، والأعصاب .
- تفهم كيفية قيام الأجزاء المكونة للجهاز العصبي بتنسيق وتنظيم وظائف الجسم .
- تلخص وظائف الخلايا العصبية الحسية، والموصلة، والمستجيبة (المنفذة) للمؤثرات .
- تناقش وظيفة الدماغ والحبل الشوكي في إصدار استجابة متناسقة كرد فعل لمثير معين (الفعل المنعكس) .

التفكير من خلال الجهاز العصبي

يعتبر جسم الإنسان تركيبًا معقدًا مدهشًا للغاية، ورغم ذلك نفعل كثيرًا من الأشياء التي نجدها غير جديرة بالملاحظة . لا ندرك مدى تعقيد تلك الأفعال، ومدى جمالها في واقع الأمر، إلا حين التوقف لتأملها جيدًا . وتبدأ هذه الوحدة بمساعدتك على إدراك جدارتك باستخدام تجربة للتفكير تتبعها تجربة أخرى تنفذها بنفسك . تذكر أن العلماء المتميزين هم من أصحاب الخيال الواسع .

تخيل أنك تلعب لعبة كرة تنس الطاولة وضرب خصمك الكرة عاليًا فوق الشبكة . تتحرك دون عناء تجاه الكرة وبعد ثانية واحدة أو ثانيتين ترد بضرب الكرة . قد يبدو هذا الفعل للوهلة الأولى غير ملفت للانتباه، ولكن حاول التفكير فيما حدث داخل جسمك للإتيان بهذا الفعل .

يعتبر ما حدث عملية مدهشة تجمع بين التنسيق، والحسابات، والتذكر . وقد نُفِّذ هذا الإنجاز بواسطة جهازك العصبي . ومع ذلك، نفعل مثل تلك الأشياء في أغلب الأحيان دون ملاحظتها .

وسوف يساعدك باقي هذه الوحدة على فهم كيف يستطيع جهازك العصبي القيام بهذه الأشياء .

مهمة : تخيل أنك تلتقط زيتونة باستخدام شوكة . سجل جميع الأشياء التي تتخيل أن جهازك العصبي يجب أن يقوم بها لتنفيذ ذلك، ثم ناقش تلك القائمة مع أحد زملائك .

جميع الحقوق محفوظة لـ مركز المناهج التعليمية والبحوث التربوية ـ ليبيا

6 - 1 ما الإحساس؟

تستطيع الكائنات الحية التفاعل مع التغيرات في البيئة الخارجية، ونطلق على تلك القدرة على الاستجابة للمنبه مصطلح **الإحساس** أو**الاستجابة**. وتكون عادة الاستجابة في صورة حركة تفيد الكائن الحي. تنمو النباتات مثلًا في اتجاه الضوء، وتسبح الكائنات وحيدة الخلية مثل اليوجلينا تجاه الضوء، وتوجد كائنات أخرى مثل يرقة الذبابة المنزلية، تبتعد عن الضوء.

ويوجد بكثير من اللافقاريات مثل الحشرات والديدان جهاز عصبي يتحكم في أنشطتها وردود أفعالها للبيئة المحيطة بها، على الرغم من عدم امتلاكها دماغًا جيد التكوين. والفقاريات مثل الأسماك والإنسان لا تمتلك فقط جهازًا عصبيًّا، ولكن لديها أيضًا دماغًا جيد التكوين وأعضاء حسية على درجة عالية من التخصص تمكنها من التكيف بسرعة مع التغيرات التي تطرأ على بيئتها. والجهاز العصبي وسيلة يتم بها التنسيق السريع بين أعضاء الجسم المختلفة.

تعتبر الكثير من الأنشطة التي تقوم بها الثدييات آلية أو لا إرادية بمعنى أنها ليست تحت سيطرة الإرادة. فالأفعال مثل ضربات القلب، والحركة الدودية، وحركات التنفس **حركات لا إرادية**، ومن ناحية أخرى تكون الكثير من الأفعال التي تقوم بها الثدييات تحت سيطرة الإرادة وتعرف بأنها **أفعال إرادية**. وسوف ندرس الآن الجهاز العصبي في الثدييات ونتعرف على طريقة تحكمه في الأفعال المختلفة.

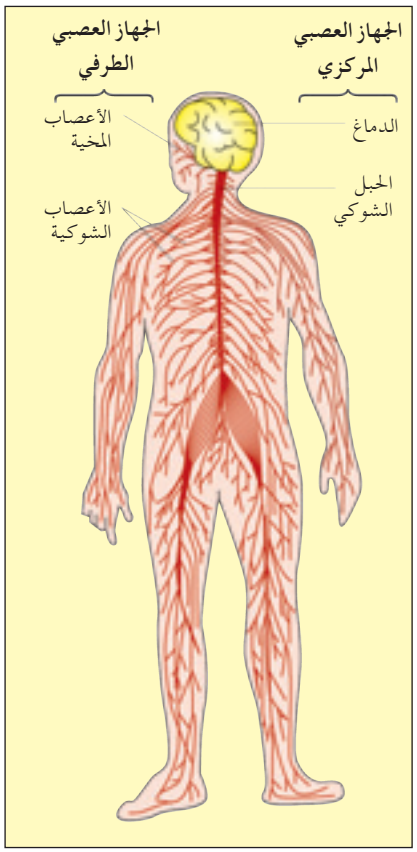
6 - 2 الجهاز العصبي في الثدييات

يتكون الجهاز العصبي في الثدييات من:

- **الجهاز العصبي المركزي**، ويتكون من الدماغ والحبل الشوكي.
- **الجهاز العصبي الطرفي**، ويتكون من الأعصاب المخية من الدماغ، والأعصاب الشوكية المتصلة بالحبل الشوكي، والأعضاء الحسية.

تستقبل الأعضاء الحسية المنبهات، ولذا تسمى **المستقبلات**، وتطلع الجهاز العصبي بأية تغيرات في البيئة المحيطة، وتفعل ذلك بإصدار الرسائل العصبية المسماه **نبضات (سيالات) عصبية**، وهي نبضات كهربائية، تُنقل بعد ذلك إلى الجهاز العصبي المركزي عن طريق الأعصاب.

تنتقل النبضة العصبية في جزء من الثانية، فمثلًا عند ملامسة شخص يدك من الخلف، تشعر باللمسة على الفور تقريبًا. ويرسل الجهاز العصبي المركزي كاستجابة لهذا المنبه إشارات عصبية إلى العضلات التي تنفذ التأثير المطلوب، فمثلًا قد تنقبض عضلات الذراع مما يجعل اليد ترتد بعيدًا، ولذلك تعرف العضلات بالمستجيبات. وتنقل أو تحمل الأعصاب النبضات (السيالات) العصبية من المستقبلات إلى الجهاز العصبي المركزي ومنه إلى المستجيبات.



شكل 6-1 التنظيم العام للدماغ، والحبل الشوكي، والأعصاب في الإنسان

جميع الحقوق محفوظة لـ مركز المناهج التعليمية والبحوث التربوية ـ ليبيا

النسيج العصبي

يتكـون النسـيج العصبـي من خلايا عصبية تسـمى عصبونـات neurones . وعلى الرغـم مـن اختـلاف حجم وشـكل الخلايـا العصبيـة (العصبونـات) في أجـزاء الجهاز العصبي المختلفة، إلا أنها جميعًا متشابهة في الأساس .

تركيب الخلايا العصبية (العصبونات)

انظر إلى شكل 6–2 الذي يبين أنواع الخلايا العصبية الثلاثة وهي كالآتي :

- **الخلايـا العصبية الحسـية** أو **المسـتقبلة** . وتسـمى كذلـك لأنها تنقـل النبضات (السـيالات) العصبية من أعضاء الحس أو المسـتقبلات (أعضاء الاسـتقبال) إلى الجهاز العصبي المركزي .
- **الخلايا العصبية الحركية** أو**المستجيبة**، التي تنقل السيالات العصبية من الجهاز العصبي المركزي إلى المستجيبات (أعضاء الاستجابة) .
- **الخلايـا العصبيـة الموصلـة** أو **الوسـيطة**، التـي توجـد داخـل الجهـاز العصبـي المركزي .

تتكـون كل خليـة عصبية من **جسـم الخلية** الذي يحتوي على نـواة وعدد من الزوائد السيتوبلازمية الدقيقة، وتسمى تلك الزوائد **ألياف عصبية** . وتوجد عادة ليفة واحدة طويلـة تنقـل السـيالات العصبيـة بعيدًا عن جسـم الخلية، وتسـمى **المحـور** . والألياف العصبية التي توصل السـيالات أو النبضات العصبية إلى جسـم الخلية تُسـمَّى **أغصان عصبيـة** dendrons . وينتهـي كل مـن المحور والأغصـان العصبيـة بتفرعـات عنـد نهاياتهـا الحرة، تسـمى **غصينـات** (زوائد شـجيرية) dendrites . وعـادة ماتكون الأغصان العصبية قصيرة، مع أن بعض الخلايا الحسية ذات غصن عصبي طويل .

تحيط بالكثير من الألياف العصبية طبقة من المواد الدهنية تسمى **غمد نخاعي (غلاف ميلينـي)** ، تقـوم بـدور الطبقة العازلة، مثـل الواقي المطاط الذي يعزل السـلك الموصل للكهرباء . والغلاف الميليني بدوره محاط بغشاء رقيق يسمى **غلاف الليفة العصبية**، والذي يغذي الألياف . والغمد النخاعي (الغلاف الميليني) ليس متصلاً ولكنه متقطع عند نقاط معينة تعرف **بعقد رانفييه**، حيث يصبح غلاف الليفة العصبية متلامسًا مع الليفة العصبية، وتسـاعد عقد رانفييه على سـرعة انتقال السـيالات العصبية بطول الليفة .

الجهاز العصبي المركزي

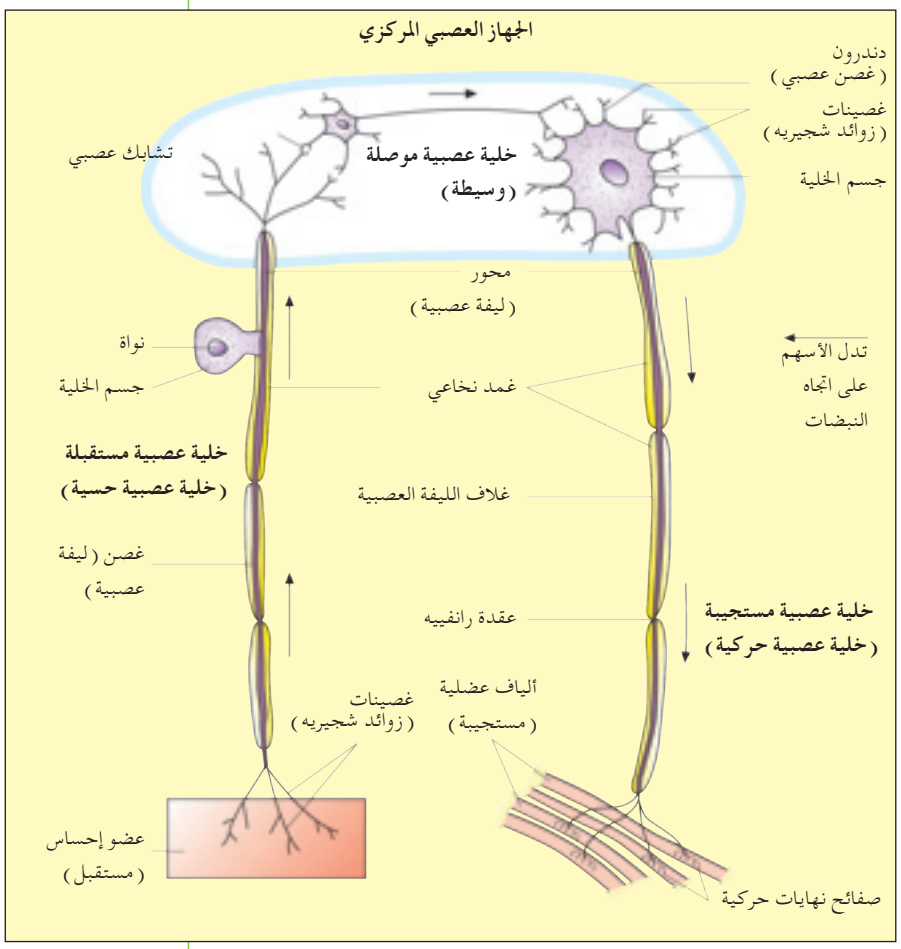
يتكون النسيج العصبي في الجهاز العصبي المركزي من منطقتين متمايزتين هما : **المادة السنجابية (السمراء)** ، **والمادة البيضاء** . وتتكون المادة السنجابية بشكل رئيس من أجسـام الخلايا العصبية، وتشـكل الطبقات الخارجية من الدماغ والأجزاء المركزية من الحبل الشـوكي . وتتكون المادة البيضاء بشـكل رئيس من الألياف العصبية، وتكوِّن الأجزاء المركزية من الدماغ والطبقات الخارجية من الحبل الشوكي (شكل 6–4) .

الأفكار الرئيسية

معالجة المعلومات

يشـبه الجهـاز العصبـي فـي الإنسـان الجهـاز العصبـي فـي أي حيـوان آخـر. فهـو جهـاز لتجميع ونقل وتفسـير المعلومات . تجمع هذه المعلومـات بواسـطة المسـتقبلات الموجودة في أماكـن معينة من الجسـم مثل العـين أو داخل الجسـم مثل المسـتقبلات الموجودة في الأوعية الدمويـة فـي رقبتك التـي تقيس تركيـز ثاني أكسيد الكربون في الدم . تحول هذه المعلومات إلى إشـارات كهربائية تسمى نبضات عصبية تتنتقـل بدورهـا بواسـطة الأعصـاب الطرفيـة إلـى الجهـاز العصبـي المركـزي، مثـلًا الدماغ . و هنـا يتم تفسـير النبضـات العصبية المتنوعة و "يقرر" الدماغ الفعل الواجب .

جميع الحقوق محفوظة لـ مركز المناهج التعليمية والبحوث التربوية ـ ليبيا



شكل 6-2 العلاقة بين الخلية العصبية المستقبلة، والخلية العصبية الحركية، والجهاز العصبي المركزي

التشابك العصبي

تنتقل الإشارات من محور خلية عصبية إلى الزوائد الشجيريه لخلية عصبية أخرى عبر فراغ صغير جدًّا يسمى **التشابك العصبي** (شكل 6 – 2)، ولذلك يعتبر التشابك العصبي وصلة بين خليتين عصبيتين. ومن المهم ملاحظة انتقال السيالات العصبية عبر التشابك العصبي عن طريق وسائل كيميائية. حين تتصل نهاية فرع المحور مع الليفة العضلية تتكون **صفيحة النهاية الحركية**. ويماثل انتقال النبضات العصبية عبر صفيحة النهاية الحركية انتقالها عبر التشابك العصبي.

الأفكار الدليلية

الأعصاب

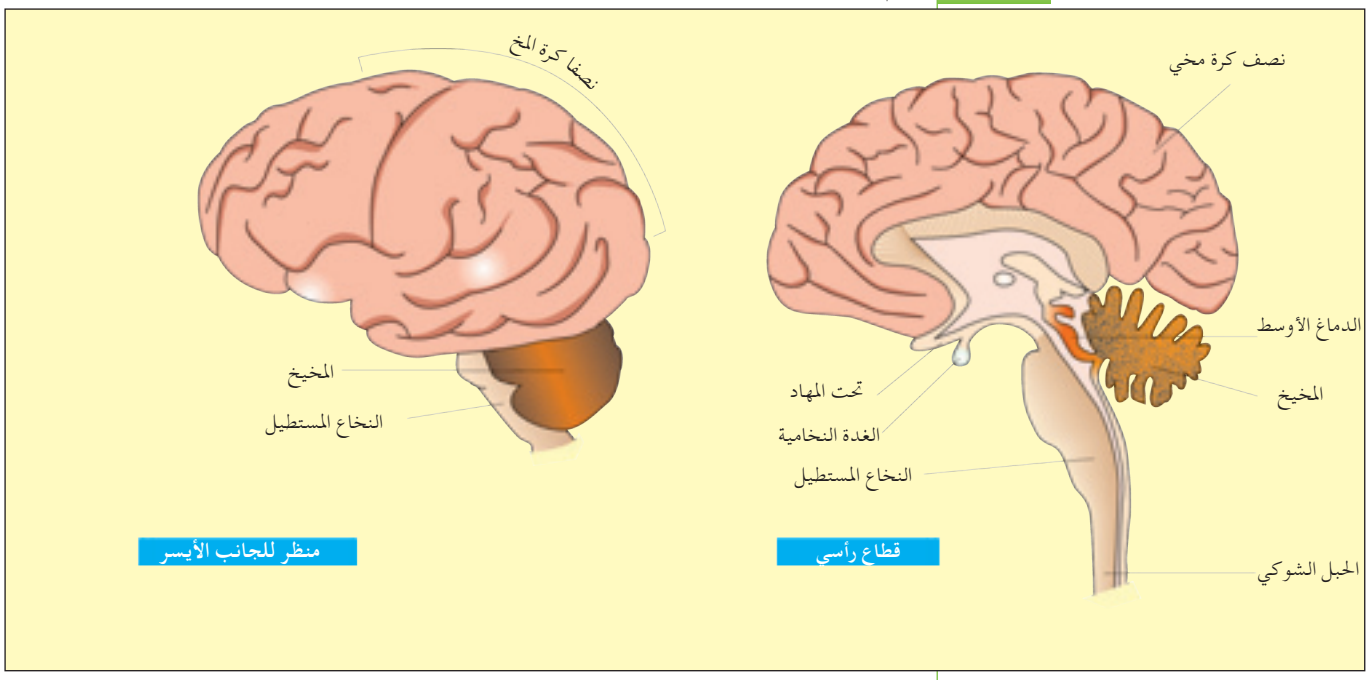
العصب الخارج من الدماغ أو من الحبل الشوكي عبارة عن حزمة من الألياف العصبية محاطة في غمد من الأنسجة الضامة. وقد تحتوي هذه الأعصاب على ألياف عصبية حسية فقط (توصل النبضات من أعضاء الإحساس) أو ألياف عصبية حركية فقط (توصل النبضات العصبية إلى المستجيبات أو المستفعلات)، أو ألياف مختلطة (أي تحتوي على الألياف العصبية الحسية والألياف العصبية الحركية معًا).

الدماغ (المخ) في الثدييات

من بين جميع الحيوانات، يعتبر دماغ الثدييات هو الأكثر تطورًا، ويمكن تقسيم الدماغ Brain في الثدييات إلى الأجزاء الثلاثة التالية :

- **الدماغ الأمامي** ويشتمل على المخ cerebrum ، وتحت المهاد ، والغدة النخامية
- **الدماغ الأوسط** (mid brain).
- **الدماغ الخلفي** ويتكون من المخيخ cerebellum، والنخاع المستطيل.

جميع الحقوق محفوظة لـ مركز المناهج التعليمية والبحوث التربوية ـ ليبيا

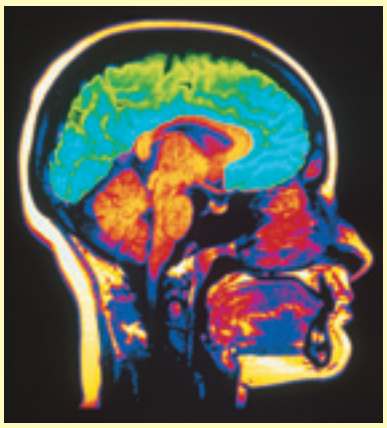


شكل 6 – 3 الدماغ البشري

الدمـاغ الأمامي

ويتكـون مـن **المخ**، **وتحـت المهاد**، **والغـدة النخامية**. ويتكـون المخ مـن **نصفي كرة المخ** cerebral hemispheres وهما أكبر أجزاء الدماغ في الثدييات، ويختصان بالـذكاء، والذاكـرة، والتعلـم، والتحكم في جميع الأفعال الإراديـة، ويختصان أيضًا بالعاطفـة لـدى الإنسـان. ويعتمد الـذكاء وقدرة التعلم على مسـاحة السـطح ودرجة تنامي نصفي كرة المخ. وفي الفقاريات العليا وبصفة خاصة في الإنسـان، يكون نصفا كرة المخ على درجة عالية من الاتساع والتنامي. وما يزيد من اتساع سطح دماغ الإنسان وجود أخاديد وشقوق عميقة في نصفي كرة المخ.

وتسـمى أرضيـة نصف الكرة المخـي **تحت المهـاد** hypothalamus، و هي منطقة مهمة تختص بتنظيم درجة حرارة الجسـم، وضغط الدم الأسموزي، والشهية، والنوم، والعواطف. وتتصل الغـدة النخامية بتحت المهاد، وتفرز الكثير من الهرمونات المهمة بمـا فـي ذلـك الهرمـون المنظـم لإدرار البول (ADH).



صورة بالرنين المغناطيسي MRI لدماغ طبيعي.

الدماغ الأوسط

يتكـون الدمـاغ الأوسـط مـن **الفصـوص البصريـة** optic lobes، وتُمثـل فـي الثدييـات بأربعـة أجسـام صغيـرة، تختص بـردود الأفعـال البصرية مثل حـركات مقلة العين.

ملحوظة

كلما كبر نصفي الكرة المخيين كلما زادت مساحة السطح، وبالتالي تتسع للمزيد من الخلايا العصبية، ونتيجة لذلك يكون الحيوان أكثر ذكاءً. وفي الفقاريات العليا وخصوصًا الإنسان يكون نصفا كرة المخ مرئيًا فقط عند النظر إلى الدماغ من أعلى (شكل 6–3).

ونرى دماغًا تتنامى فيه مساحة السطح بطريقة كبيرة عن طريق الأخاديد والشقوق الموجودة به لدى ثدييات كبيرة وذكية أخرى مثل الدلافين.

جميع الحقوق محفوظة لـ مركز المناهج التعليمية والبحوث التربوية ـ ليبيا

الدمـاغ الخلفي

يقـع **المخيـخ** في الجهة الظهرية خلـف الفصين البصريين، وهو كبير الحجم وله سـطح ذو طيـات عديـدة. ويلعـب المخيـخ دورًا مهمًّا فـي التحكم في التناسـق العضلـي وبخاصة الحفاظ على توازن الجسم.

ويقـع **النخـاع المسـتطيل** medulla oblongata أسـفل المخيـخ، وتضيـق نهايتـه الخلفية أو السـفلى شـيئًا فشـيئًا وصولًا إلى الحبل الشـوكي. ويتحكم النخاع المسـتطيل فـي الحـركات اللا إرادية مثل ضربات القلب، والحركة الدودية، ومعدل حركات التنفس، وانقباض وانبساط الأوعية الدموية.

الحبل الشوكي والأعصاب الشوكية

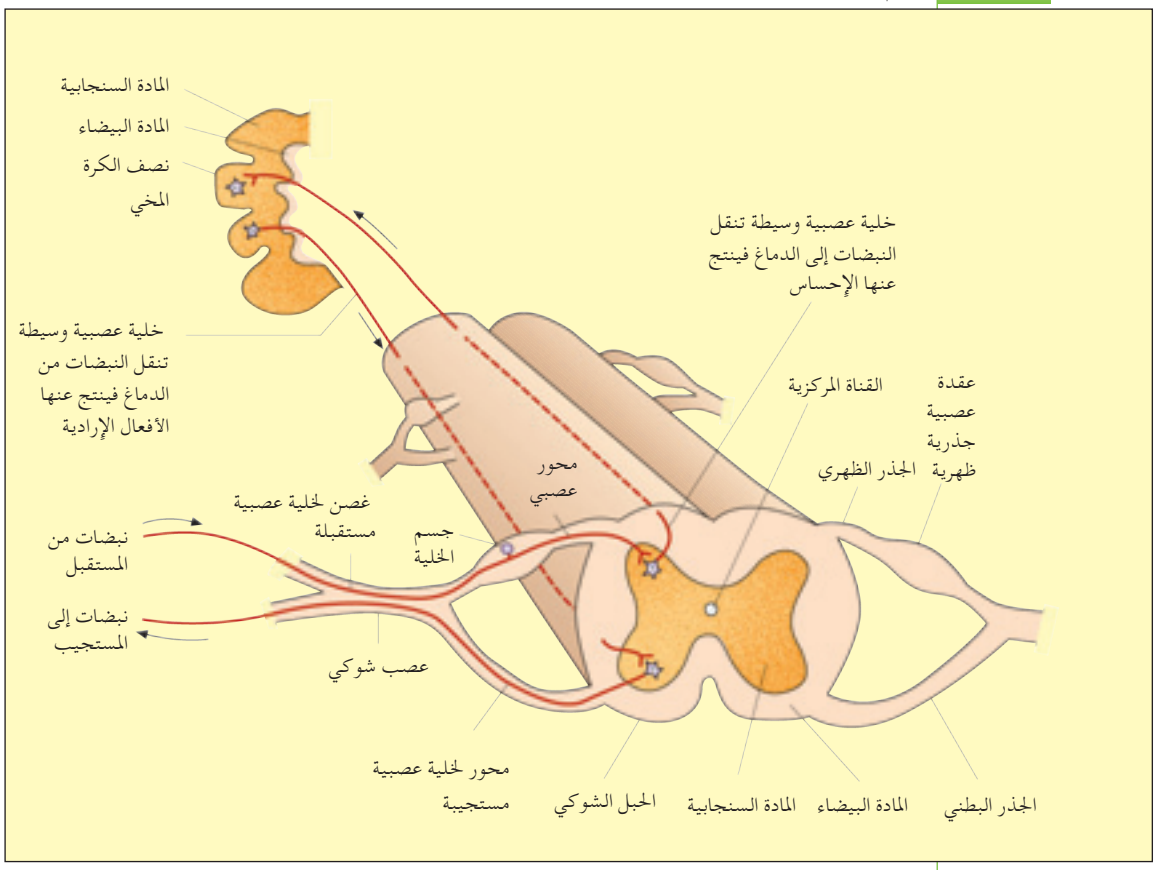
يمتـد الحبـل الشـوكي من النخاع المسـتطيل حتـى نهاية العمـود الفقري، وهـو يمر داخل العمود الفقري الذي يعمل على حمايته. وتبرز **الأعصاب الشـوكية** على فواصل بطول الحبل الشوكي كما هو مبين في شكل 6–1. ويوجد في الإنسان 31 زوجًا من الأعصاب الشوكية.

ويبين شـكل 6–4 قطاعًا مسـتعرضًا من الحبل الشوكي في المنطقة المحتوية على الأعصاب الشوكية. ويتكون الحبل الشوكي مثل الدماغ من مادة بيضاء ومادة سِنجَابية، ولكن على عكس الدماغ فإن المادة السنجابية محاطة بالمادة البيضاء من الخارج، والمادة السنجابية لها شـكل حرف H. وتجري قناة ضيقة في المركز تحتوي على المائع المخي الشـوكي في وسـط الحبل الشوكي، ويزود هذا المائع الحبل الشوكي بالمادة المغذية.

ويتفـرع كل عصـب شـوكي إلى جذرين مباشـرة قبل الاتصال بالحبل الشـوكي (شـكل 6–4). ويتصـل **الجـذر الظهري** بالجزء الظهري في الحبل الشـوكي، ويحتوي فقط على الخلايا العصبية المسـتقبلة. وتتجمع أجسـام الخلايا العصبية المسـتقبلة في انتفاخ صغير يسـمى **العقدة العصبية الجذرية الظهرية**. وتنتهي محاور الخلايا العصبية المسـتقبلة في المادة السنجابية للحبل الشوكي، بينما تتحول أغصانها العصبية لتصبح الألياف الحسية في الجذر الظهري والعصب الشوكي.

يحتوي الجذر البطني المتصل بالجزء البطني في الحبل الشوكي على خلايا عصبية مستجيبة فقط. وتقع أجسام الخلايا العصبية المستجيبة في المادة السنجابية للحبل الشوكي بينما تخرج المحاور العصبية من الحبل الشـوكي لتدخل إلى الجذر البطني والعصب الشـوكي. ويحتـوي العصب الشـوكي على ألياف عصبية تخـرج من الجذور الظهرية والبطنية، وبما أنه يحتوي على ألياف عصبية من كل من الخلايا العصبية المسـتقبلة والمسـتجيبة، يعتبر **عصبًا مختلطًا**. وعند ترك العصب الشـوكي للحبل الشـوكي، يتفرع إلى ألياف عصبية تغذي مختلف أعضاء الجسـم. وسـرعان مـا تنفصل الألياف الحسـية والألياف الحركية، فتذهب الأولى إلى المستقبلات بينما تتجه الأخيرة إلى المستجيبات.

جميع الحقوق محفوظة لـ مركز المناهج التعليمية والبحوث التربوية ـ ليبيا



شكل 6-4 جزء من الحبل الشوكي يبين مسار السيالات (النبضات) العصبية .

تقع الخلايا العصبية الموصلة في المادة السنجابية للحبل الشوكي، وتُكوِّن تشابكات عصبية مع الخلايا العصبية المستقبلة والمستجيبة، وهي بذلك تمكن النبضات العصبية من الانتقال من الخلايا العصبية المستقبلة إلى الخلايا العصبية المستجيبة .

ويحتوي الحبل الشوكي أيضًا على خلايا عصبية موصلة تسير بمحاذاة طوله، توصل النبضات العصبية من الألياف العصبية المستقبلة إلى الدماغ أو من الدماغ إلى الخلايا العصبية المستجيبة (شكل 6-4) . ولذلك عندما يلمس أحد الأشخاص يدك، فإن ذلك يستثير الخلايا العصبية المستقبلة فيها، وتنتقل النبضات العصبية خلال الخلايا العصبية المستقبلة إلى المادة السنجابية في الحبل الشوكي . وتعمل الخلايا العصبية في الحبل الشوكي على توصيل النبضات العصبية إلى الدماغ . تحس بأن شخصًا ما لمس يدك عند وصول النبضات العصبية إلى المخ Cerebrum في الدماغ Brain .

الأفعال الإرادية

إذا أردت جذب يدك بعيدًا عندما يلمسها شخص ما، تصدر نبضة عصبية من الدماغ، وتنتقل النبضة من الدماغ بطول الخلية العصبية الموصلة في الحبل الشوكي إلى الخلايا العصبية المستجيبة الملائمة، وبالتالي إلى العضلات المناسبة التي تتقلص نتيجة لذلك وتنفذ الفعل المطلوب . وفي تلك الحالة يرتبط الفعل بالدماغ، وسواء أردت إبعاد يدك أم لا فإن ذلك التصرف يعتمد على اختيارك . وبما أن ذلك الفعل يقع تحت سيطرة الإرادة، فإن ذلك يعتبر مثالًا للحركات الإرادية .

نور المعرفة

التهاب السحايا (التهاب أغشية الدماغ)

يحيط بالحبل الشوكي والدماغ ثلاث طبقات من الأغشية المتينة تسمى السحايا، وهي تعمل على حماية الدماغ والحبل الشوكي . وتصاب أحيانًا تلك الأغشية بفيروس أو بكتيريا مسببة مرضًا يطلق عليه التهاب السحايا . ويكون الشكل الفيروسي لذلك المرض بغيضًا ولكنه عادةً لا يهدد حياة المريض . في حين يكون الشكل البكتيري له غاية في الخطورة، ويؤدي إلى الوفاة السريعة، وبخاصة بين الأطفال الصغار إلا إذا عولج المرض في مراحله الأولى باستخدام المضادات الحيوية .

جميع الحقوق محفوظة لـ مركز المناهج التعليمية والبحوث التربوية ـ ليبيا

بالإضافة إلى دور الحبل الشوكي في توصيل النبضات العصبية من المستقبلات إلى الدماغ أو من الدماغ إلى المستجيبات، فله وظيفة رئيسة أخرى هي العمل كمركز للفعل المنعكس.

الأفعال المنعكسة (اللاإرادية)

إن رد الفعل الذي تشاهده في استقصاء 6–1 هو استجابة فورية لمؤثر معين. فالمؤثر الذي يحدث نفضة بالركبة هو الطرق المفاجيء أسفل صابونة الركبة، وعادة لا يستطيع الشخص أن يتحكم في رد الفعل بأي جهد متعمد.

تعريف

الاستجابة الفورية لمؤثر معين من دون تحكم متعمد تسمى الفعل المنعكس.

استقصاء

1-6

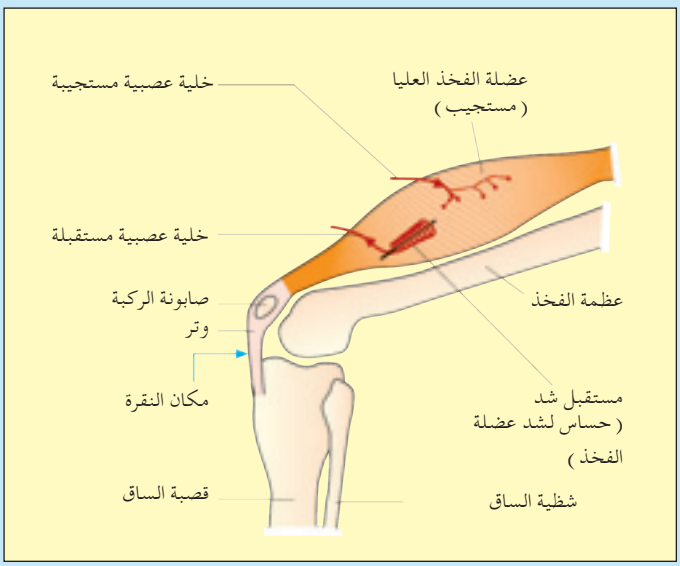
الفعل المنعكس – نفضة الركبة

أجر التجربة التالية ولاحظ ما يحدث.

1 اجلس وضع ساقًا فوق الأخرى بحيث تستطيع قصبة الساق العليا التأرجح بحرية تامة. اطلب من صديقك أن ينقرك بشدة أسفل صابونة الركبة بسيف يده. ماذا يحدث؟

2 في المرة الثانية جرب وضع يدك على فخذ الساق العليا. ما الإحساس الذي تشعر به في عضلة الفخذ العليا؟

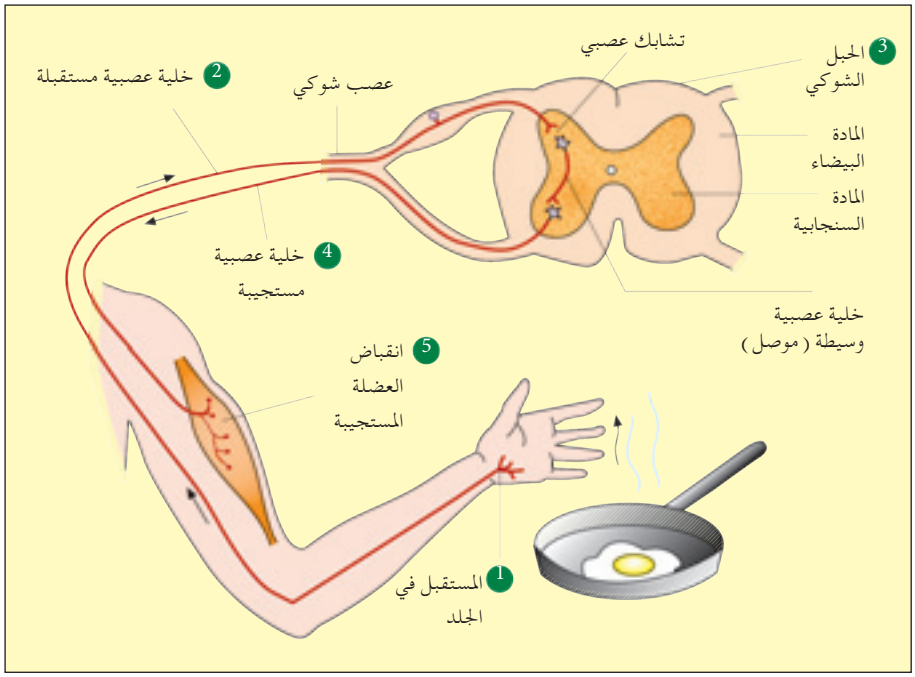
3 هل الركل الفوري لساقك هو رد فعل تلقائي؟ هل يمكنك التحكم فيه؟



جميع الحقوق محفوظة لـ مركز المناهج التعليمية والبحوث التربوية ـ ليبيا

الانعكاسات

الفعل المنعكس نمط سلوكي بسيط يتضمن استجابة ذاتية سريعة لمثير ما، فإذا وضعت يدك مصادفة فوق شيء ساخن، تجد أنها تتحرك بسرعة بعيدًا عنه، وهذا هو المقصود بالفعل المنعكس.



شكل 6-5 لبيان القوس المنعكس عند لمس اليد لجسم ساخن

الفعل المنعكس أبسط صور الاستجابة عند الحيوانات العليا، ومثال آخر للفعل المنعكس البسيط هو انسحاب اليد المفاجئ عند لمس جسم ساخن. والأحداث في هذا الفعل المنعكس لُخِّصت فيما يلي.

ملخص لتتابع الأحداث عند لمس اليد لجسم ساخن.

1. تستثير حرارة الجسم نهايات الأعصاب (المستقبلات) في الجلد.
2. تصدر النبضات العصبية التي تنتقل بطول الخلية العصبية المستقبلة إلى الحبل الشوكي (شكل 6 – 5).
3. تنتقل النبضات العصبية في الحبل الشوكي أولًا عبر تشابك عصبي إلى الخلية العصبية الموصلة، ثم عبر تشابك عصبي آخر إلى الخلية العصبية المستجيبة.
4. تخرج النبضات العصبية من الحبل الشوكي بطول الخلية العصبية المستجيبة إلى المستجيب.
5. المستجيب هو العضلة ذات الرأسين التي تتقلص بعد ذلك، مما يسبب الانسحاب المفاجئ لليد بعيدًا عن الجسم الساخن.

الانعكاسات الدماغية والشوكية

تتضمن الأفعال المنعكسة أيضًا العطس، والسعال، واحمرار الوجه، وحكة الجلد، وحركة رموش العين عند التلويح باليد أمامها، وإفراز اللعاب عند وجود الطعام في الفم. ويفرز اللعاب في أغلب الأحيان بمجرد رؤية الطعام أو شم رائحته، هل يمكنك ذكر أسماء المستقبلات والمستجيبات في هذه الأمثلة؟ تحدث كل تلك الأفعال دون قصد من الإنسان، ومن الصعب منع حدوثها إراديًا.

جميع الحقوق محفوظة لـ مركز المناهج التعليمية والبحوث التربوية ـ ليبيا

وتُصنَّف الأفعال المنعكسة على النحو التالي:

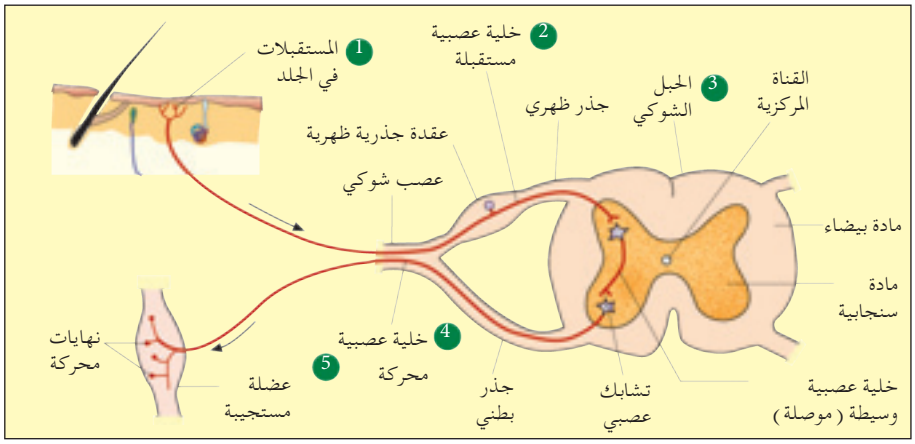
- الأفعال المنعكسة الشوكية، ويتحكم فيها الحبل الشوكي.
- الأفعال المنعكسة الدماغية، ويتحكم فيها الدماغ (وليس الإرادة)، وتحدث عادة في منطقة الرأس ومنها الفعل المنعكس لحدقة العين، ورَمش العين، وإفراز اللعاب.

قوس الانعكاس

يوجد في كل مثال من الأمثلة السابقة مسار محدد تسير فيه النبضات (السيالات) العصبية من المستقبل إلى العضو المستجيب، ويعرف ذلك المسار العصبي بقوس الانعكاس. ويتكون قوس الانعكاس من العناصر التالية:

1. المستقبل أو عضو الإحساس.
2. خلية عصبية مستقبلة.
3. مركز الانعكاس (الحبل الشوكي أو الدماغ).
4. خلية عصبية مستجيبة.
5. مستجيب (عضلة أو غدة).

ويبين شكل 6-6 قوس انعكاس شوكي بسيط.



شكل 6-6 قوس انعكاس بسيط

الفعل المنعكس الشرطي

الأفعال المنعكسة التي تناولناها حتى الآن هي استجابات موروثة أو يولد بها الإنسان، فمثير معين ينتج دائمًا نفس الاستجابة. وعلى الرغم من ذلك لم نولد بالكثير من الأفعال المنعكسة التي نقوم بها يوميًّا وإنما اكتسبناها من خبراتنا الماضية أو بالتعلم. فمثلًا، حين يرى الصبي تفاحة لأول مرة قد لا تسبب إفراز اللعاب ولكن بعد تذوق طعم التفاح عدة مرات ومعرفة أنها كلها حلوة المذاق، يفرز اللعاب لمجرد رؤية التفاحة، حتى أنه في بعض الحالات بمجرد ذكر التفاح قد ينتج عنه نفس الاستجابة، ويسمى ذلك الفعل بالفعل المنعكس الشرطي.

الفعل المنعكس المكتسب بالخبرة السابقة أو بالتعلم من مثير غير مؤثر أصلًا يسمى الفعل المنعكس الشرطي.

تجارب بافلوف

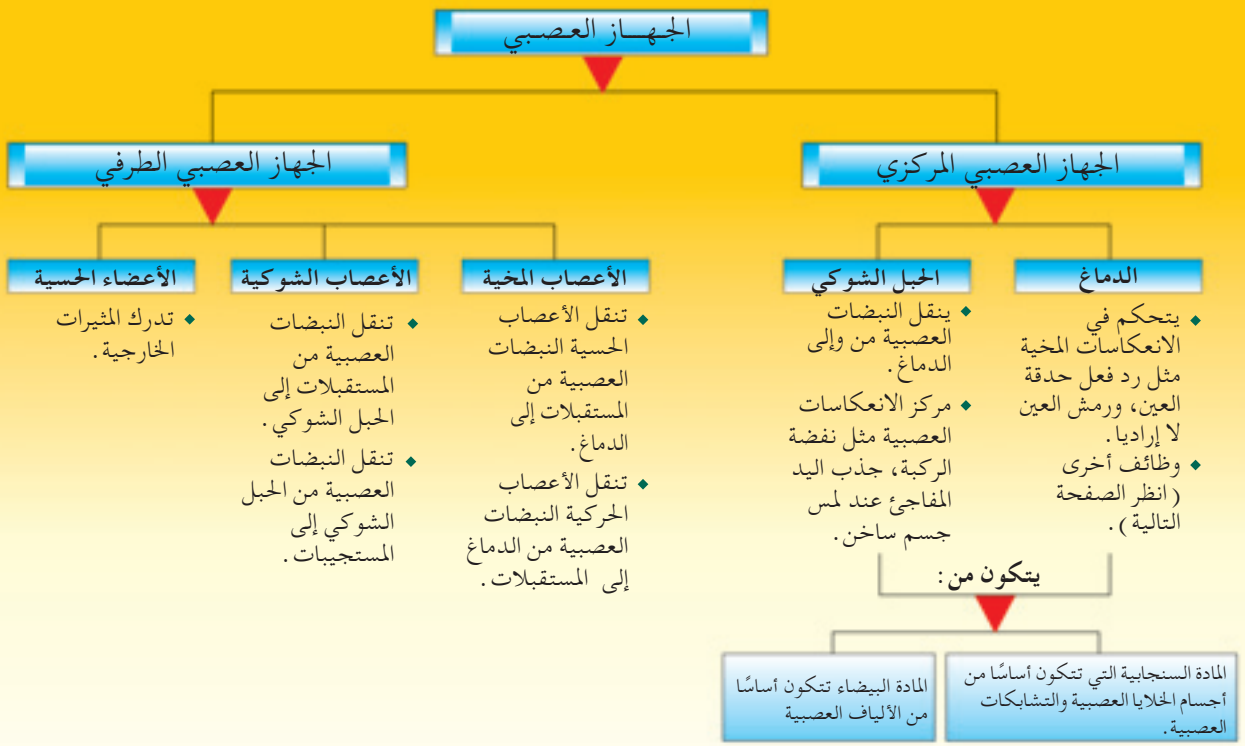
قام عالم الفسيولوجيا الروسي بافلوف بتجربة شهيرة عن الفعل المنعكس الشرطي. إفراز اللعاب هو عادة فعل منعكس بسيط استجابة لاتصال الطعام ببراعم التذوق في اللسان.

أجرى بافلوف تجاربه على الكلاب. في كل مرة تُطعم الكلاب كانت تفرز لعابًا، وفي كل مرة يقدم فيها الطعام إلى الكلاب كان يدق جرسًا. وبعد مضي فترة من الزمن وجد أن مجرد سماع الكلاب لصوت الجرس كان يتسبب في إفراز اللعاب. ولذلك يمكن مع بعض التدريب ربط الفعل المنعكس البسيط (إفراز اللعاب) بشرط ما بمعنى أن الفعل يحدث في وجود مثير غير فعال في الأساس (صوت دق الجرس). وتتكون العادات بنفس الطريقة وتُؤدَّي دون قصد الإنسان. ويفسر ذلك أهمية تكوين الشخص لعادات سليمة لأن التخلص من العادات السيئة صعب.

جميع الحقوق محفوظة لـ مركز المناهج التعليمية والبحوث التربوية ـ ليبيا

ملخص

خريطة مفاهيم الجهاز العصبي في الثدييات



الإحساس هو قدرة الكائن الحي على الاستجابة إلى مثير ما.

النسيج العصبي

- الخلية العصبية هي عصبون والليفة العصبية هي امتداد بروتوبلازمي طويل لجسم الخلية العصبية، وتنقل السيالات (النبضات) العصبية.
- العصب هو مجموعة من الألياف العصبية.
- الخلية العصبية المستقبلة (خلية عصبية حسية) تنقل النبضات من عضو الحس (المستقبل) إلى الجهاز العصبي المركزي، والخلية العصبية المستجيبة (خلية عصبية حركية) تنقل النبضات العصبية من الجهاز العصبي المركزي إلى المستجيب.
- التشابك العصبي عبارة عن وصلة بين اثنين من الخلايا العصبية. وينقل الغصن النبضات العصبية إلى جسم الخلية العصبية. وينقل المحور النبضات العصبية بعيدًا عن جسم الخلية العصبية.

الدماغ والحبل الشوكي

- تتكون المادة البيضاء بصفة رئيسة من الألياف العصبية، وتتكون المادة السنجابية بصفة رئيسة من أجسام الخلايا. وفي الدماغ توجد المادة السنجابية في الجزء الخارجي وتغلف المادة البيضاء، وفي الحبل الشوكي توجد المادة البيضاء في الجزء الخارجي وتغلف المادة السنجابية.

جميع الحقوق محفوظة لـ مركز المناهج التعليمية والبحوث التربوية ـ ليبيا

- الأجزاء المختلفة من الدماغ ووظائفها :

	أجزاء الدماغ في الحيوان الثديي	الوظيفة / الوظائف
الدماغ الأمامي	• نصفا كرة المخ • تحت المهاد • الغدة النخامية	الذكاء، والذاكرة، والأفعال الإرادية، والأحاسيس تنظيم درجة حرارة الجسم، والضغط الأسموزي في الدم، والشهية، والانفعالات تفرز عددًا من الهرمونات
الدماغ الأوسط	• الفصان البصريان	تختص بالإبصار وحركات كرة العين
الدماغ الخلفي	• المخيخ • النخاع المستطيل	التناسق العضلي وتوازن الجسم الأفعال اللاإرادية مثل ضربات القلب، وحركات التنفس، والحركة الدودية

- الحبل الشوكي :
  - يعتبر مركزًا للأفعال المنعكسة،
  - ينقل النبضات من المستقبل إلى الدماغ،
  - ينقل النبضات من الدماغ إلى المستجيب .

➤ الأفعال المنعكسة والأفعال الإرادية :

- الفعل المنعكس هو استجابة مباشرة لمثير حسي معين دون تحكم إرادي .
- قوس الانعكاس هو أقصر طريق تقطعه النبضات العصبية من المستقبل إلى المستجيب في الفعل المنعكس .
- تتكون أجزاء قوس الانعكاس من : المستقبل، والخلية العصبية الحسية، والخلية العصبية الموصلة في مركز الانعكاس (مثل الحبل الشوكي)، والخلية العصبية الحركية، والمستجيب .
- الفعل الإرادي هو الذي تتحكم فيه الإرادة ولا يشتمل على خلية عصبية حسية .
- أمثلة للفعل المنعكس الشوكي : نفضة الركبة، وسحب اليد المفاجئ عند لمس جسم ساخن .
- أمثلة للفعل المنعكس الدماغي : رد الفعل المنعكس لحدقة العين، ورَمش العين اللاإرادي عند مرور شيءٍ أمامها .
- الفعل المنعكس الشرطي يُكتسب من الخبرات السابقة أو التعلم عن طريق مثير ليس له دور فعال أصلًا في صدور الاستجابة .

جميع الحقوق محفوظة لـ مركز المناهج التعليمية والبحوث التربوية ـ ليبيا

ركن التفكير

مهارة التفكير: المقارنة

مدت مريم يدها لمصافحة أمل

جذبت مها يدها فجأة عندما لمست جسمًا ساخنًا

ما أوجه التشابه بين الحركتين؟

ما أوجه الاختلاف؟

	من حيث	
	من حيث	
	من حيث	

جميع الحقوق محفوظة لـ مركز المناهج التعليمية والبحوث التربوية ـ ليبيا

الوحدة 7

التنسيق والاستجابة: 2– أعضاء الاستقبال في الحيوانات

Coordination and Response:
II . Animal Receptor Organs

أهداف التعلم

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

- تصف تركيب العين.
- تذكر كيف أن الأجزاء المكونة للعين تساعد العين على إنتاج صورة بؤرية للأجسام القريبة والبعيدة على شبكية العين.
- تشرح كيفية استجابة حدقة العين للضوء الخافت والساطع.

معاونة الدلافين على تجنب شباك الصيادين

تُقتل الآلاف من الدلافين كل عام عند وقوعها في شباك الصيادين رغم امتلاكها جهاز سونار في منتهى الكفاءة. تستطيع استخدام الصوت "لترى" في المحيط. تصدر الدلافين صفارات وأصوات طقطقة ذات تردد عالٍ جدًّا. تصطدم تلك الأصوات بالأجسام المحيطة في الماء ثم تنعكس مرة أخرى إلى الدلافين التي تستشعرها. إذًا لماذا لا تستطيع الدلافين اكتشاف الشباك باستخدام أجهزة السونار لديها وبالتالي تحاشيها؟ وللإجابة عن هذا السؤال كان على علماء الأحياء معرفة طريقة عمل جهاز الإحساس عند الدلافين وكيفية استخدامها جهاز السونار للتعرف على البيئة المحيطة.

الدلافين الواقعة في شباك الصيادين

أوضحت الدراسات أن الدلافين تستخدم أجهزة السونار لديها وأدمغتها في اكتشاف أسراب الأسماك بالتقاط صدى الصوت الصادر عن مئات العوم (أكياس الهواء) الموجودة في الأسماك. وإذا زودت الشباك بعوامات لدائنية في حجم الكرة الصغيرة مثلًا، تستطيع الدلافين اكتشافها أيضًا، فتتوقف عند مسافة قصيرة من الشباك في محاولة التعرف على ماهية تلك الكرات اللدائنية. ومن المحتمل أن الدلافين تعتقد أن تلك الكرات اللدائنية هي نفسها مئات العوم لدى الأسماك لتشابه الترددات الصادرة من كليهما. ولكن من الواضح أن تلك الترددات ليست متشابهة بدرجة كافية، لذلك تشك الدلافين في الكرات فتتجنب الشباك تمامًا بالسباحة حولها. إن مثل تلك الأبحاث قد تساعد على إنقاذ حياة الآلاف من الدلافين في المستقبل.

سنتعلم في هذه الوحدة كيفية إحساس الكائنات الحية بالبيئة المحيطة.

جميع الحقوق محفوظة لـ مركز المناهج التعليمية والبحوث التربوية ـ ليبيا

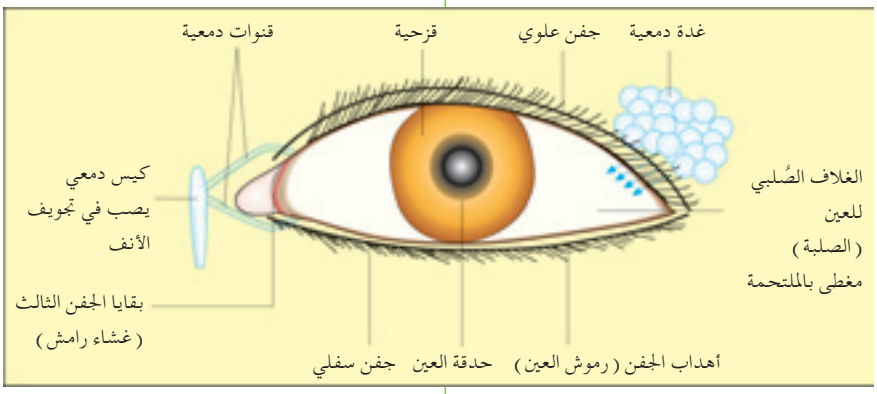
7 – 1 ما أعضاء الحس؟

يوجد تفاعل مستمر بين الكائن الحي والبيئة الخارجية. يجب أن يكون الكائن قادرًا على اكتشاف التغيرات الحادثة في البيئة المحيطة وتعديل سلوكه بطريقة ملائمة لكي تزداد فرص بقائه على قيد الحياة.

وأعضاء الحس هي مستقبلات تستقبل وتبلغ الجسم بالتغيرات التي تحدث في البيئة. وفي الثدييات، تتراوح من تراكيب مثل الغصينات (الزوائد الشجيرية) في الخلايا العصبية المستقبلة حتى الأعضاء دقيقة التخصص مثل العين والأذن.

7 – 2 العين في الثدييات

تقع مقلة العين في الثدييات في تجويف بالجمجمة هوحجاج العين (تجويف الحجاج)، فيظهر جزء فقط من العين. وتلتصق مقلة العين بحجاج العين عن طريق ست **عضلات مستقيمة**، تستطيع أيضًا تحريكها داخل حجاج العين. وتُستخدم تلك العضلات عند تدوير مقلة العين من دون تحريك الرأس. والجزء الظاهر من مقلة العين مغطى بغشاء رقيق شفاف يسمى **الملتحمة** (شكل7–1)، متصل بجلد الجفنين العلوي والسفلي. ووظيفة الجفنين ليست فقط حماية مقلة العين، إنما يساعدان أيضًا في التحكم في كمية الضوء الداخلة إلى العين. ففي الأيام المشمسة نغلق غالبًا جفني العين جزئيًا، ويقلل هذا الإغماض الجزئي للعين من كمية الضوء الداخلة إليها. وفي كل مرة ترمش العين، تزيل الجفون جسيمات التراب عن مقلة العين وتسيل الدموع فوق مقلة العين، فتمنع بذلك جفاف الملتحمة. وتساعد أهداب الجفون (رموش العين) أيضًا على حماية العين من جسيمات التراب.



شكل 7 – 1 منظر أمامي للعين اليسرى

ويتم تزليق (تليين) الملتحمة عن طريق الدموع التي تفرزها **الغدة الدمعية** الكائنة في الركن الخارجي للجفن العلوي. وتنساب الدموع التي تفرزها إلى الخارج بين جفني العين والجزء المكشوف من مقلة العين، مما يساعد على تقليل الاحتكاك عند تحرك الجفنان. وتسبب جسيمات التراب التي تدخل إلى العين إفراز الدموع بكميات أكبر لإزالتها. وتصرف إفرازات الدموع الزائدة إلى **القناة الدمعية الأنفية** الممتدة من الزاوية الداخلية للعين إلى الأنف.

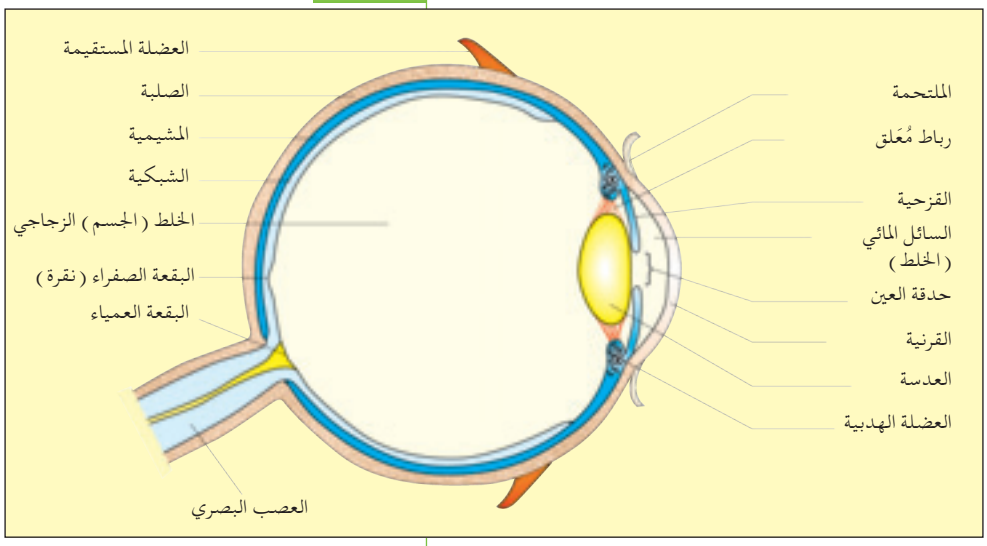
ملحوظة

العاطفة قد تتسبب في زيادة إفراز الدموع ومرورها خلال القناة الدمعية الأنفية ولذلك تسبب "سيلان الأنف" وقد تسبب تدفقًا زائدًا في الدموع مما ينتج عنه "البكاء".

التركيب الداخلي للعين

يبين القطاع الرأسي لمقلة العين (شكل 7 – 2) تكَوُّن جدارها من ثلاث طبقات. الطبقة الخارجية صلبة، وبيضاء، وليفية وتسمى **الغلاف الصُّلبي** أو **الصُّلبة** وندرك أنها الجزء الأبيض من العين عند النظر إليها من الأمام (شكل7–1). تكوِّن الصلبة طبقة حامية حول مقلة العين، وتمتد كطبقة شفافة رقيقة تسمى القرنية والتي تُكوِّن بروزًا (نتوءًا) صغيرًا في مقدمة العين. وبما أن القرنية شفافة، فإنها تسمح بدخول الضوء إلى العين.

جميع الحقوق محفوظة لـ مركز المناهج التعليمية والبحوث التربوية ـ ليبيا

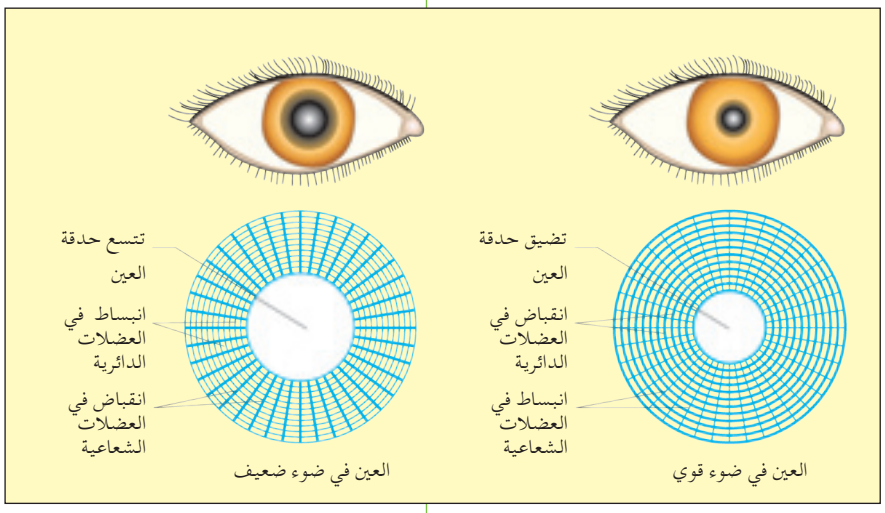


شكل 7 – 2 قطاع رأسي في العين

وهي وسط أكثر كثافة من الهواء، ولذلك تنكسر أشعة الضوء المارة خلالها إلى الداخل تجاه حدقة العين والعدسة. وتسبب القرنية أكبر انكسار للضوء.

والطبقة التالية هي **المشيمية** (الغلاف المشيمي) وتحتوي على شبكة من الشعيرات الدموية التي تعمل على تغذية العين، والغلاف المشيمي للعين يصطبغ باللون الأسود تمامًا مثل صندوق كاميرا التصوير المطلي باللون الأسود من الداخل، وتمنع بذلك انعكاس الضوء إلى الداخل.

وتتحور النهاية الأمامية للمشيمية لتكون **الجسم الهدبي** و**القزحية**. ويحتوي الجسم الهدبي على عضلة هدبية تغير من سمك العدسة. والقزحية عبارة عن تكوين قرصي الشكل له فتحة دائرية تسمى **حدقة العين**. وتسمح حدقة العين الموجودة في مركز العين للضوء بالمرور إلى العين. ويتراوح لون القزحية بين الأزرق والرمادي وبين البني والأخضر. ويتغير حجم حدقة العين حتى يسمح لكمية ضوء مناسبة بالمرور إلى داخل العين، مما يحمي الطبقة الداخلية للعين من التلف. في الضوء الخافت، يجب أن تدخل كمية أكبر من الضوء إلى العين حتى نتمكن من الرؤية بوضوح.



شكل 7 – 3 عمل القزحية

التحكم في دخول الضوء إلى العين

العين عضو مكيف للإحساس بالضوء، ولكن يجب التحكم بحرص في كمية الضوء الداخلة إلى العين حتى تؤدي وظيفتها على الوجه الأكمل، ويتم ذلك عن طريق تغيير قطر حدقة العين. وتتحكم في حدقة العين مجموعتان من العضلات اللاإرادية الموجودة في القزحية. توجد مجموعة في شكل دائرة حول حدقة العين، والمجموعة الأخرى مرتبة في شكل شعاعي، مثل الأشعة الواصلة لحواف عجلة الدراجة. وعند انقباض العضلات الدائرية في القزحية، ترتخي عضلاتها الشعاعية ويصغر حجم حدقة العين. وبالمثل، فإن انقباض العضلات الشعاعية وارتخاء العضلات الدائرية في القزحية يجعل حدقة العين تتسع. وتتحكم القزحية في حجم حدقة العين وبالتالي في كمية الضوء التي تدخل إلى العين.

تتسع عادة حدقة العين عند انخفاض شدة الضوء المحيط، وتضيق عند علو شدة الضوء، وهذا فعل منعكس. ويكون أحيانًا الضوء ساطعًا بدرجة لا يكفي معها تقلص حجم حدقة العين، وفي تلك الحالة يجب اقتراب جفني العين من بعضهما بحيث يقوما بحجب جزء من الضوء.

ملحوظة

حركة القزحية تشبه حركة الحاجز الذي يتحكم في الفتحة الموجودة في آلة التصوير.

جميع الحقوق محفوظة لـ مركز المناهج التعليمية والبحوث التربوية ـ ليبيا

العدسة

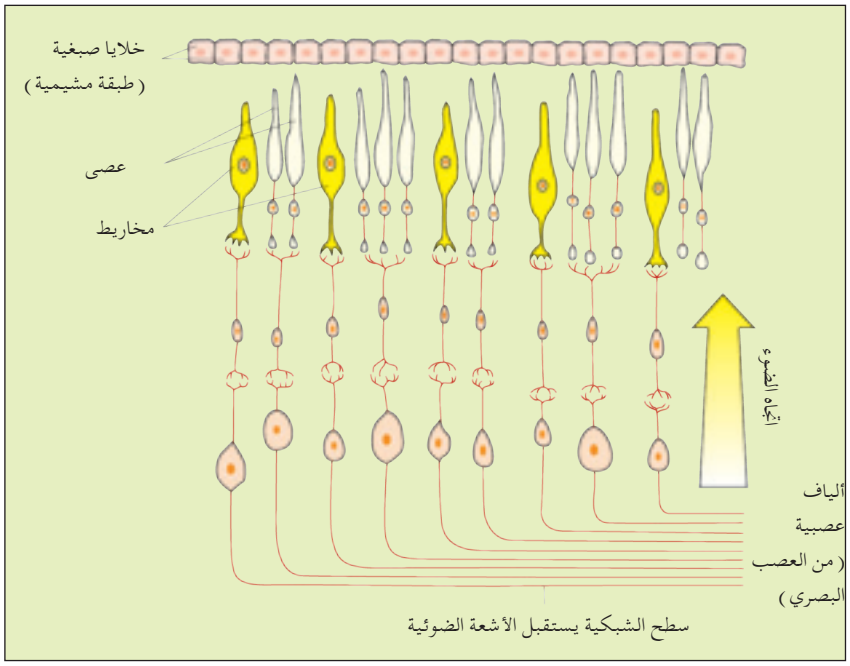
تقع العدسة خلف القزحية وتتصل بها، وهي عبارة عن **عدسة** شفافة محدبة الوجهين بلورية. وتتصل حافة العدسة بالجسم الهدبي عن طريق الأربطة المعلقة.

ويحتوي الجسم الهدبي على الكثير من العضلات الدائرية اللاإرادية يطلق عليها اسم **العضلات الهدبية**، وتلعب دورًا مهمًّا في **التركيز البؤري** أو **المواءمة** (انظر الوحدة 7–3). وتتميز العدسة بالمرونة حتى يمكن تغيير درجة تقوسها بواسطة حركة العضلات الهدبية. والتغيرات التي تحدث في درجة التقوس تغير البعد البؤري للعدسة مما يساعد على تكون صور واضحة للأجسام على الشبكية عند مسافات مختلفة.

وتُقسِّم العدسة مقلة العين إلى غرفتين. تقع الغرفة الصغرى أمام القزحية والعدسة وتكون ممتلئة بمائع مائي يعرف **بالخلط (السائل) المائي**. أما الغرفة الكبرى فتقع خلف العدسة وتكون مليئة بمائع هلامي شفاف يسمى **بالخلط (الجسم) الزجاجي**. وكلا الخلطين الزجاجي والمائي يعملان على احتفاظ مقلة العين بثباتها، كما يعملان على انكسار الضوء.

الشبكية

الشبكية هي الطبقة الداخلية الأخيرة في مقلة العين، وهي حساسة للضوء، وتتكون عليها الصور. وتتكون الشبكية من **مستقبلات الضوء** أو خلايا حساسة للضوء متصلة بنهايات الأعصاب في العصب البصري (شكل 7 – 4)، ويوصل ذلك العصب النبضات (السيالات) العصبية إلى الدماغ عند استثارة المستقبلات الضوئية.



شكل 7–4 قطاع في الشبكية

فهم وإدراك

الرؤية في الظلام

المطلوب منك في هذا التدريب التفكير في كيفية عمل شبكية العين.

1 ما نوع مستقبلات الضوء المستخدمة في حالة الضوء الضعيف مثل وقت الغسق (ظلمة أول الليل)؟

2 لماذا يظهر الجسم مهزوزًا أو غير واضح عند النظر إليه في الضوء الضعيف؟

3 لماذا لا توجد رؤية لونية لدى الحيوانات التي تصطاد ليلاً؟

4 القطط والكائنات المفترسة الليلية الأخرى لديها طبقة من نسيج عاكس (تميز عيونها بخاصية اللمعان) يقع خلف الشبكية.
لماذا تبدو عيون القطط وكأنها تلمع عندما تتعرض لضوء السيارات؟ وكيف تساعد هذه الأنسجة العاكسة القطط على الرؤية الواضحة في الظلام؟

جميع الحقوق محفوظة لـ مركز المناهج التعليمية والبحوث التربوية ـ ليبيا

ويوجد نوعان من مستقبلات الضوء : **العصى والمخاريط** . وتحتوي العصى على **الأرجواني البصري**، الصبغة المختصة بالرؤية في الضوء الخافت . ويتسبب الضوء في تبييض صبغة الأرجواني البصري، المختصة باكتشاف الضوء . وتتحول الصبغة الأرجوانية البصرية كلها إلى اللون الأبيض في الضوء الساطع . ولذلك عند دخول الشخص من مكان مضيء إلى مكان معتم، قد لا يتمكن من التمييز بين الأشياء الموجودة من حوله لبعض الوقت، وذلك لأن الصبغة الأرجوانية البصرية تستغرق بعض الوقت لتتكون مرة أخرى في العصويات . ويحتاج الشخص إلى فيتامين A حتى يكون الصبغة الأرجوانية البصرية في عينيه، والشخص الذي يعاني من نقص فيتامين A قد لا يستطيع الرؤية في الضوء الخافت، ويقال إن ذلك الشخص يعاني من **العمى الليلي** .

والمخاريط أقل حساسية للضوء من العصى ولذلك تكون عديمة الكفاية في الضوء الخافت، وتختص بالضوء القوي ورؤية الألوان .

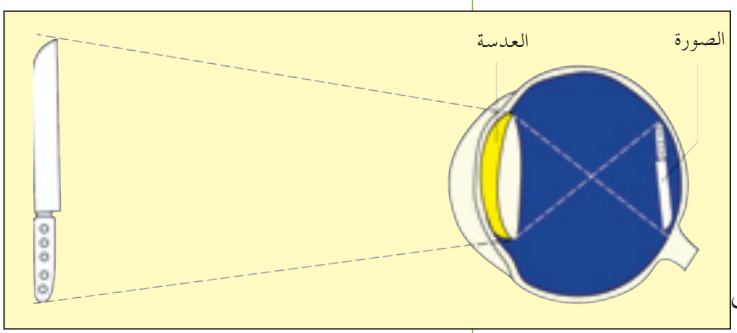
يوجد ثلاثة أنواع من المخاريط : المخروط الأزرق، والأحمر، والأخضر، ويمتلك كل منها صبغة مختلفة . وتمتص الصبغات المختلفة ضوءًا ذا أطوال موجية مختلفة . والمخاريط مجتمعة تمكن الشخص من رؤية الألوان المختلفة للضوء، ولذلك تمكننا المخاريط من رؤية **الطيف** كاملًا على الشبكية .

يوجد في منطقة الشبكية على المحور البصري للعدسة أو موازيًا له تجويف أصفر ضحل يعرف **بالبقعة المركزية** fovea centralis **أو البقعة الصفراء** yellow spot . ذلك هو المكان الذي عادة ما تتكون فيه الصور في البؤرة، ويحتوي فقط على مخاريط . ويصل تركيز المخاريط إلى أكبر درجة له في هذه النقطة، ونتيجة لذلك تكون الرؤية أوضح ما تكون عندما تتركز الصور بؤريًا في تلك البقعة الصفراء .

7 – 3 الإبصار

الضوء ضروري للإبصار . ينعكس الضوء الساقط على الجسم، وتسقط بعض تلك الأشعة المنعكسة على العين، ثم تنكسر خلال القرنية ثم الخلط المائي على العدسة . وتزيد العدسة من الانكسار وتتجمع الأشعة في بؤرة على شبكية العين شكل 7 – 5 . وتحفز الصورة المتكونة على الشبكية إما العصى أو المخاريط طبقًا لشدة الضوء . لاحظ أن الصورة المتكونة على شبكية العين تكون :

- صورة مقلوبة (من أعلى لأسفل)
- معكوسة (من الخلف للأمام)
- مصغرة (أصغر في الحجم من الجسم المشاهد)



شكل 7–5 تكوُّن صورة على الشبكية

وتنتقل النبضات التي يحدثها الضوء الساقط على العصى والمخاريط عن طريق العصب البصري إلى مؤخرة المخ . ويفسر الدماغ تلك النبضات حتى نرى الجسم بالشكل والحجم الطبيعي، على رغم كون الصورة فوق شبكية العين مصغرة، و مقلوبة، و معكوسة .

جميع الحقوق محفوظة لـ مركز المناهج التعليمية والبحوث التربوية ـ ليبيا

ضبط البؤرة (ضبط الصورة)

في آلة التصوير، يمكن تركيز صور الأجسام الموجودة عند مسافات مختلفة بؤريًّا على الفيلم أو اللوح عن طريق ضبط مكان العدسة . وفي عين الثدييات تظل العدسة في مكانها عن طريق الأربطة المعلقة . وإذا كانت العدسة مثبتة بصرامة لتكوين صور واضحة للأجسام البعيدة على شبكية العين، فإن صور الأجسام القريبة ستكون خارج البؤرة، ولذلك يعتبر ضبط البؤرة (الصورة) أو المواءمة أمرًا ضروريًّا حتى يمكن رؤية الأجسام الموجودة عند مسافات مختلفة بوضوح .

تعريف

ضبط البؤرة (الصورة) أو المواءمة عبارة عن ضبط لعدسة العين حتى تتكون صور واضحة على شبكية العين للأجسام الموجودة عند مسافات مختلفة .

ضبط البؤرة (الصورة) في الرؤية البعيدة (7 أمتار أو أكثر)

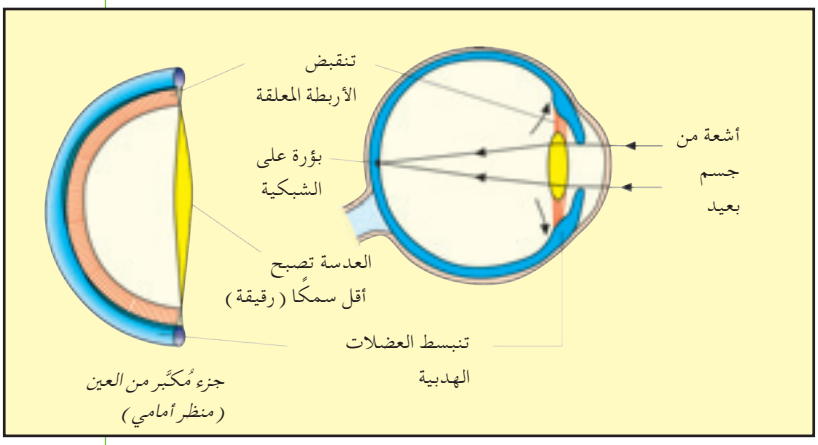
عندما ينظر الشخص إلى جسم بعيد، تكون الأشعة المنعكسة من الجسم موازية تقريبًا لبعضها البعض عند وصولها إلى العين . تعكس بعد ذلك القرنية والعدسة تلك الأشعة (المتوازية) بحيث يصبح الجسم في بؤرة الشبكية . وتقوم العدسة بالتحكم الدقيق في الضبط البؤري .

وعندما تشاهد العين جسمًا بعيدًا بهذه الطريقة،
ترتخي (تنبسط) العضلات الدائرية في الجسم الهدبي، وتنقبض الأربطة المعلقة جاذبة حافة العدسة المرنة التي تزداد تسطحًا وتصبح أقل تحدبًا (شكل 7 – 6) . وفي تلك الشروط تزداد حدة الضبط البؤري للأجسام البعيدة على البقعة المركزية في شبكية العين، وبذلك يرى الشخص الأجسام البعيدة بوضوح .

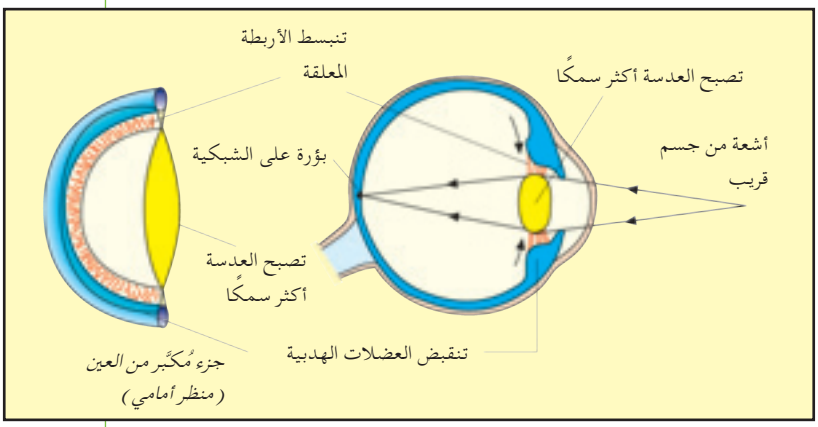
ضبط البؤرة (الصورة) في الرؤية القريبة

يحدث ضبط البؤرة (الصورة) للرؤية القريبة (مثل قراءة كتاب) عن طريق انقباض العضلات الدائرية في الجسم الهدبي، مما يؤدي إلى ارتخاء الأربطة المعلقة وتخفيف الشد على العدسة، فتصبح نظرًا لطبيعتها المرنة أكثر سُمكًا وتحدبًا . ويمكن تجميع الأشعة المتفرقة من الجسم القريب (شكل 7 – 7) لتتركز بؤريًّا كصورة واضحة على شبكية العين . وكلما ازداد قرب الجسم كلما ازداد تقلص العضلات الدائرية وازداد سُمك العدسة . وتوجد نقطة يطلق عليها **نقطة القرب** يكون فيها الجسم قريبًا جدًّا من العين، ولكي تراه العين بوضوح يجب أن تتقلص العضلة الهدبية بالكامل وتصل العدسة إلى أقصى درجة تحدب لها . وإذا ما استمر اقتراب الجسم من العين، فإن ذلك سوف يؤدي إلى ضبابية وعدم وضوح الصورة المتكونة على الشبكية لأن العدسة تعجز عن ضبط الصورة بدرجة أكبر من ذلك . حاول تحريك صفحة مطبوعة بالقرب من عينك، وقدر نقطة القرب لعينك .

جميع الحقوق محفوظة لـ مركز المناهج التعليمية والبحوث التربوية ـ ليبيا



شكل 7-6 ضبط البؤرة (الصورة) في الرؤية البعيدة



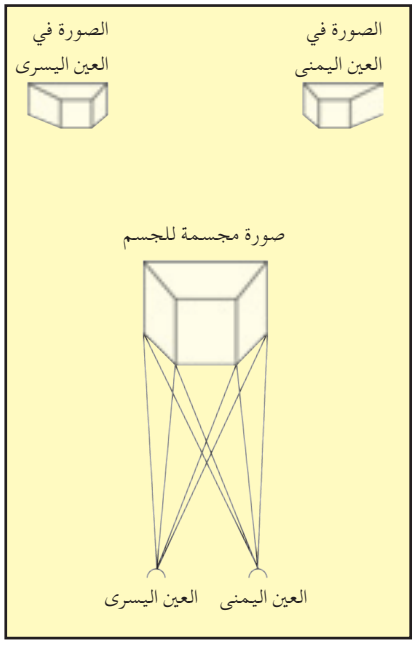
شكل 7-7 ضبط البؤرة (الصورة) في الرؤية القريبة

الرؤية المجسمة

يمتلك الإنسان عينين يتداخل مجالا رؤيتهما (شكل 7 – 9). ويمكن للعينين التركيز بؤريًّا على نفس الجسم، فتتلقى كل عين صورة مختلفة نوعًا ما عن الأخرى. ويستطيع الدماغ تفسير الصورتين معًا ويمكننا من رؤية جسم ثلاثي الأبعاد، وهو ما يطلق عليه **الرؤية المجسمة**، وتساعدنا تلك الرؤية في إدراك حجم، وعمق، وبعد الجسم عنا على نحو أفضل.

وتعتبر الرؤية المجسمة مهمة جدًّا للحيوانات المفترسة مثل الأسود والنمور، والطيور الجارحة مثل النسور، والصقور، حيث أن التقدير الصحيح للمسافة ضروري لقنص الفريسة. وتحتاج الفريسة إلى مجال أوسع للرؤية لاكتشاف اقتراب الحيوانات المفترسة. مثال ذلك الأرانب التي توجد أعينها على جانبي أعلى الرأس، فهي تمتاز بمجالات رؤية واسعة ولكن لها رؤية مجسمة محدودة.

شكل 7 – 9 مجال الرؤية عند الإنسان

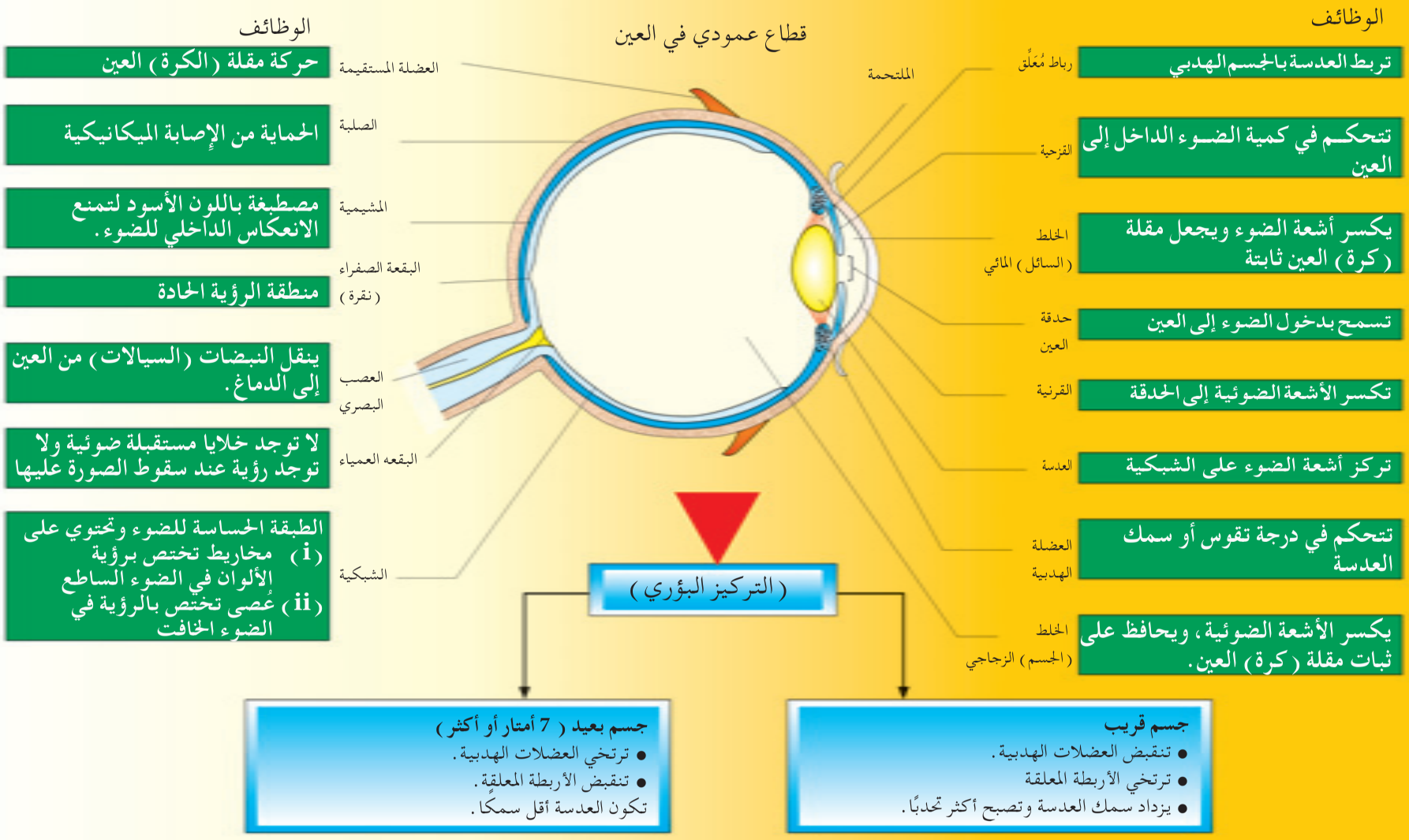


شكل 7-8 الرؤية المجسمة

جميع الحقوق محفوظة لـ مركز المناهج التعليمية والبحوث التربوية ـ ليبيا

ملخص

خريطة مفاهيم لتركيب ووظيفة العين



أعضاء الحس هي المستقبلات، التي تدرك المثيرات وتنقل معلومات للحيوان عن التغيرات في البيئة.

جميع الحقوق محفوظة لمركز المناهج التعليمية والبحوث التربوية - ليبيا

الوحدة 8

التنسيق والاستجابة : 3 – الهرمونات والغدد الصماء

Coordination and Response:
III . Hormones and Endocrine Glands

أهداف التعلم

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

- تعرِّف الهرمون من حيث طبيعته، مصدره، ووسيلة انتقاله، وطريقة عمله، ومصيره .
- تشرح دور الأدرينالين في رفع مستويات جلوكوز الدم، وتقترح أمثلة لمواقف يحدث فيها ذلك .
- تربط أعراض داء السكري بمسبباته وتقترح العلاج المناسب له .

تبدأ هذه الوحدة بمهمة عليك القيام بها . ستساعدك هذه المهمة في التعرف على ماهية المواد الكيميائية المسماة بالهرمونات، والتي تنتجها أجسامنا باستمرار، وتأثيرها الهائل على الطريقة التي تعمل بها أجسامنا .

مهمة

1-8 الحياة مع الإجهاد

هل شعرت بما يلي من قبل : تقلصات في معدتك، زيادة في معدل نبضك، تعرق يديك ، وملمسهما بارد ورطب؟ تحدث هذه الأعراض غالبًا عندما نكون عصبيين، ويتهيأ جسمنا لفعل ما مثل العراك أو الجري هربًا . تُحث مثل تلك الأعراض بهرمون الأدرينالين الذي يُفرز داخل الجسم .

الأدرينالين :

- يزيد من معدل ضربات القلب .
- يزيد من معدل التنفس .
- يسبب انقباض الأوعية الدموية حول الأمعاء، موجهًا الدم إلى الجلد، والعضلات، والدماغ .
- يرفع المعدل الأيضي .
- يوسع حدقة العين .

1 أين يتكون الأدرينالين في الجسم؟ (انظر إلى جدول 8 – 1 وشكل 8–1) .
2 ما التأثير العام للأدرينالين على الجسم؟
3 لماذا تشعر بذلك الشعور عندما تكون عصبيًّا أو خائفًا؟

جميع الحقوق محفوظة لـ مركز المناهج التعليمية والبحوث التربوية ـ ليبيا

الإجهاد

يسبب أيضًا الإجهاد إفراز الأدرينالين. ومن الصعب تعريف الإجهاد لأن ما يُعتبر مجهدًا لشخص ما، مثل ركوب سيارة مسرعة جدًّا، قد يكون ممتعًا لشخص آخر. ومع ذلك، فالأشخاص الذين يعيشون حياة مجهدة، مثل المديرون التنفيذيون في مجال الأعمال التجارية، يفرزون باستمرار الأدرينالين في مجرى دمهم. فأجسامهم تهيأ بشكل مستمر للقيام بفعل ما، للمواجهة أو للهرب ولكن الفعل المتوقع لا يحدث أبدًا. وقد تكون الآثار قصيرة الأجل للإجهاد مفيدة، حيث تشعر على سبيل المثال بأنك "أكثر حيوية". ولكن التعرض المستمر للإجهاد والإفراز طويل الأجل للأدرينالين، قد يكون ضارًّا جدًّا كما يبين الجدول التالي:

الأفكار الدليلية

الهرمونات

هي مواد كيميائية:

- تفرزها الغدد الصماء.
- ينقلها الدم.
- تغير من نشاط عضو أو أكثر في الجسم.

آثار الإجهاد على الجسم

حالة جسم طبيعي	الاستجابة لإفراز الأدرينالين	التأثير قصير الأجل على الجسم	التأثيرات طويلة الأجل المحتملة
العضلات: سريان دم طبيعي	يزيد سريان الدم	أداء عضلي أفضل	تصبح العضلات مشدودة ومؤلمة
الدماغ: سريان دم طبيعي	يزيد سريان الدم	يقظة ذهنية	صداع قد يصل إلى صداع نصفي
القلب: معدل نبض وضغط دم طبيعي	يزيد معدل النبض وضغط الدم	يتدفق دم زائد ليصل إلى العضلات والدماغ حاملًا أكسجين وجلوكوز	ضغط دم عالٍ يؤدي إلى داء الضغط المرتفع والذي قد يسبب سكتات دماغية وأمراض القلب
المعدة والأمعاء: سريان دم طبيعي وحركة دودية طبيعية.	يقل سريان الدم، ويزيد معدل الحركة الدودية	يقل معدل الهضم، وتصرف الفضلات بالتبرز.	ألم في المعدة والأمعاء، وإسهال
الأيض العام: معدل استخدام طبيعي للأكسجين، والجلوكوز، والدهون المخزنة.	يزيد استخدام الأكسجين، وتحترق الدهون والجلوكوز أثناء التنفس لإنتاج طاقة	إتاحة طاقة أكثر للأنشطة المختلفة مثل العدْو.	تعب

جميع الحقوق محفوظة لـ مركز المناهج التعليمية والبحوث التربوية ـ ليبيا

8 – 1 الهرمونات

مقدمة

تؤثر الهرمونات كثيرًا على نمو، وتطور، ونشاط الكائن الحي . تفرز على سبيل المثال **الغدة الدرقية** في الرقبة **الهرمون ثيروكسين** الذي يضمن نموًّا وتناميًا طبيعيًّا للجسم . فإذا كان الهرمون ناقصًا في أبي ذنيبه (الطور اليرقي للضفدعة) مثلًا فلن يستطيع النمو ليصبح ضفدعًا بالغًا، وإذا أُفرز بكميات زائدة، يحدث التحول (التحور) بسرعة وينتج ضفدع صغير الحجم جدًّا . وللهرمونات آثار قوية على الجسم، ولذلك يجب أن يكون إفرازها متوازنًا لمنع حدوث نتائج مدمرة .

وتتحكم بعض الهرمونات في غدد أو عضلات أخرى، بينما تتحكم هرمونات أخرى في أنشطة الجسم مثل النمو والتنامي أو تنسق بينها . لذلك تعتبر الهرمونات رُسُلًا كيميائية تساعد الجهاز العصبي على التنسيق بين أجزاء الجسم المختلفة، مما يضمن تناميها وعملها بشكل متناسق .

الغدد الصماء

معظم الغدد المذكورة حتى الآن قنوية (ليست صماء) . تمتلك على سبيل المثال الغدة اللعابية قناة لحمل اللعاب إلى التجويف الفمي، كما تمتلك الغدة العرقية قناة عرقية لحمل العرق لخارج الجسم . وتسمى هذه الغدد **غدد خارجية الإفراز** exocrine (باليونانية exo = للخارج، Krinein = يفرز) لأنها تصب إفرازاتها خارج الجسم . وفي الفقاريات، تُفرز الهرمونات بواسطة **الغدد اللاقنوية (أو الصماء)** ، وهي كما يشير الاسم ليس لديها قنوات لإخراج إفرازاتها، حيث تمر الهرمونات التي تفرزها تلك الغدد مباشرة إلى مجرى الدم الذي يوزعها في جميع أنحاء الجسم . وتعرف الغدد اللاقنوية **بالغدد الصماء** endocrine (باليونانية : endo = داخل) أو غدد الإفراز الداخلي .

بعض الغدد مثل الغدد الكظرية، هي إجمالاً غدد صماء تفرز هرمونات فقط . وتفرز غدد مثل الغدد التناسلية (الخصي والمبايض) والبنكرياس إفرازات خارجية بالإضافة إلى الهرمونات . وتلك الغدد تتميز بأنها غدد قنوية ولا قنوية في نفس الوقت . ينتج البنكرياس عصارة بنكرياسية تحملها القناة البنكرياسية إلى الاثنا عشر، ويحتوي البنكرياس كذلك على مجموعات خاصة من الخلايا تعرف **بجزر لانجر هانز** التي تفرز هرمون **الإنسولين** في مجرى الدم .

ويتحكم الجهاز العصبي في أنشطة بعض الغدد الصماء مثل نخاع الكُظر (شكل 8 – 2) . وتعمل مواد كميائية معينة على تنظيم أنشطة غدد أخرى . وفي حالات معينة، تكون المواد الكيميائية نفسها هي هرمونات من غدد صماء أخرى .

ويبين شكل 8 – 1 مواقع بعض الغدد الصماء، ويوضح جدول 8 – 1 تأثيرات بعض الهرمونات على الجسم .

ومن الضروري ملاحظة الآتي :

النمو والأيض غير الطبيعيين

يعتمد النمو الطبيعي للإنسان على إفراز الكمية المناسبة من الهرمونات الدرقية في الدم . فإذا أفرز هرمون أقل من اللازم في الأطفال نتيجة لقصور في نشاط الغدة الدرقية سينتج عن ذلك تخلف عقلي وبدني يسمى **بالقماءة** . وإذا حدث ذلك في البالغين، يحدث نقص عام في المعدل الأيضي الذي يؤدي إلى كسل عقلي وبدني، حالة تسمى ميكسيديما (مرض جلدي ناشيء عن قصور الغدة الدرقية ويتميز بجفاف الجلد وبفقدان النشاط العقلي والجسدي)، ويؤدي ذلك أيضًا إلى البدانة . ويمكن علاج البالغين بتقديم الثيروكسين في صورة أقراص .

ويؤدي النشاط الزائد للغدة الدرقية إلى زيادة معدل الأيض مع نبض متزايد (نبض سريع) ومعدل تنفس عال ودرجة حرارة عالية في الجسم . وقد ينتج عن ذلك قصور في القلب . ويمكن علاج هذا المرض بإزالة الغدة الدرقية أو تدميرها بتناول يود مشع .

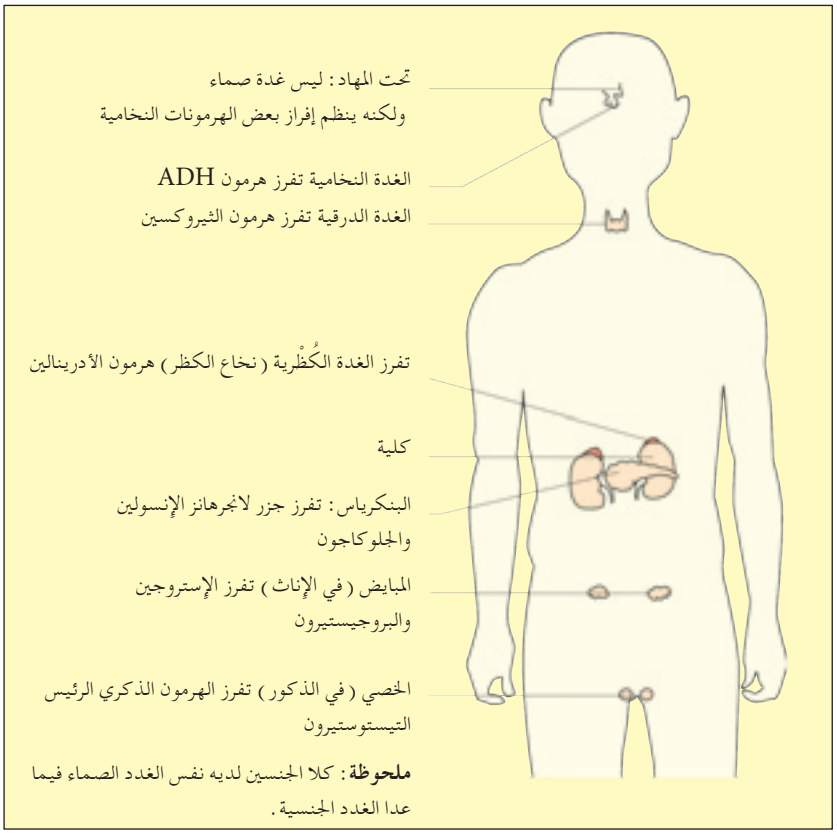
جميع الحقوق محفوظة لـ مركز المناهج التعليمية والبحوث التربوية ـ ليبيا

- تلعب الغدة النخامية دورًا مهمًّا "كضابط"، فهي تفرز عددًا من الهرمونات، يتحكم كل منها في نشاط غدة معينة، وعليه يُشار إلى الغدة النخامية أحيانًا بأنها " الغدة المسيطرة " .
- تظل بعض الغدد غير نشطة حتى يصل الكائن إلى سن معين، مثل الغدد التناسلية (المناسل : الخصية والمبيض) .
- يوجد فرق بين الهرمونات قصيرة الأجل وطويلة الأجل، فتأثير هرمونات مثل الأدرينالين قصير الأجل، بينما تأثير هرمونات مثل الثيروكسين طويلة ودائمة المفعول في الجسم .
- لا يجب أن يكون إفراز كل هرمون مناسبًا فقط، بل يجب أن يكون متوازنًا أيضًا، فالإفراز الزائد لهرمونات معينة قد يكون ضارًّا .
- بعد أداء الهرمونات لوظائفها، يدمرها الكبد في النهاية .

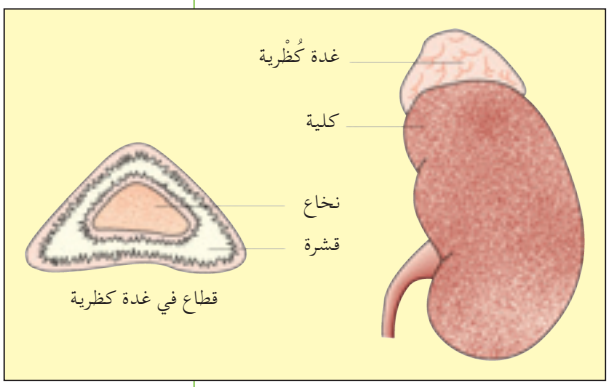
أفكار الدليلية

الغدد الصماء (داخلية الافراز) والغدد خارجية الإفراز

الغدد الصماء تفرز الهرمونات مباشرة داخل مجرى الدم، بينما تفرز الغدد خارجية الإفراز إفرازات تترك الغدة خلال قناة معينة .



شكل 8 – 1 موقع الغدد الصماء



شكل 8 – 2 غدة كُظرية

جميع الحقوق محفوظة لـ مركز المناهج التعليمية والبحوث التربوية ـ ليبيا

جدول 8 – 1 بعض الغدد الصماء وإفرازاتها

الغدة الصماء وإفرازها	سبب الإفراز	التأثير (التأثيرات)
جزر لانجرهانز في البنكرياس تنتج هرمون الإنسولين	زيادة في تركيز جلوكوز الدم	تقلل من تركيز جلوكوز الدم عن طريق : ◆ زيادة نفاذية أغشية الخلية للجلوكوز، مما يزيد من معدل استيعاب الخلايا للجلوكوز . ◆ تحويل الجلوكوز إلى جليكوجين للتخزين في الكبد والعضلات . ◆ إحداث أكسدة زائدة للجلوكوز أثناء التنفس النسيجي . وبهذه الطريقة يزيد معدل استفادة الخلايا من الجلوكوز بشكل عام . ■ *تأثير نقص الإفراز* ◆ لا تستطيع خلايا النسيج تخزين الجلوكوز أو الاستفادة منه، ولذلك يرتفع تركيز جلوكوز الدم ويُفقد بعضٌ منه بعد ذلك في البول – داء السكري . ◆ وبما أن الخلايا العضلية لا تخزن احتياطي من الجليكوجين، فيضعف الجسم وينقص وزنه باستمرار . ◆ يؤكسد الجسم الدهون بدلًا من الجلوكوز لإنتاج طاقة، ويؤدي ذلك إلى إفراز مواد سامة تسمى كيتونات والتي تُفرز في البول، ويمكن أن يؤدي ذلك إلى الوفاة . ■ *نتائج الإفراز المفرط* ◆ تناقص غير عادي في تركيز سكر الدم . ◆ حدوث صدمة . ◆ قد يتبع ذلك غيبوبة ووفاة .

حبوب وحقن إنسولين

نظام غذائي محدد

أجهزة الاستشعار البيولوجي سهلة الاستخدام لقياس تركيزات جلوكوز الدم.

داء السكري (مرض السكر)

داء السكري مرض يكون فيه الجسم غير قادر على التحكم في تركيز جلوكوز الدم ليبقى داخل حدود آمنة . ونتيجة لذلك، يمكن وصول تركيز جلوكوز الدم إلى مستوى يفوق قدرة الكلية على إعادة امتصاصه بالكامل . والجلوكوز الذي لا يُعاد امتصاصه يخرج في البول .

ويوجد نوعان رئيسان لداء السكري :

◆ النوع الأول، ويعرف بداء السكري المبكر، فهو يظهر مبكرًا في حياة الفرد ويرجع إلى عدم قدرة البنكرياس على انتاج إنسولين كاف .

◆ النوع الثاني لمرض السكر، ويحدث في مرحلة متقدمة في حياة الفرد ويسمى لذلك بداء السكري المتأخر، ويكون الأفراد البدناء أكثر عرضة للإصابة به . وترجع هذه الحالة إلى الهبوط في إفراز البنكرياس للإنسولين أو فشل الخلايا المستهدفة في الاستجابة له .

■ ***الأعراض***

مستوى عال باستمرار لجلوكوز الدم وتواجد جلوكوز في البول بعد أية وجبة هي أعراض لداء السكري .

■ ***العلاج***

يجب على مرضى داء السكري قياس تركيزات جلوكوز الدم واختبار البول بشكل منتظم، ويجب عليهم كذلك مراقبة وجباتهم بعناية والتأكد من عدم تناولهم لمواد كربوهيدراتية أكثر من اللازم .

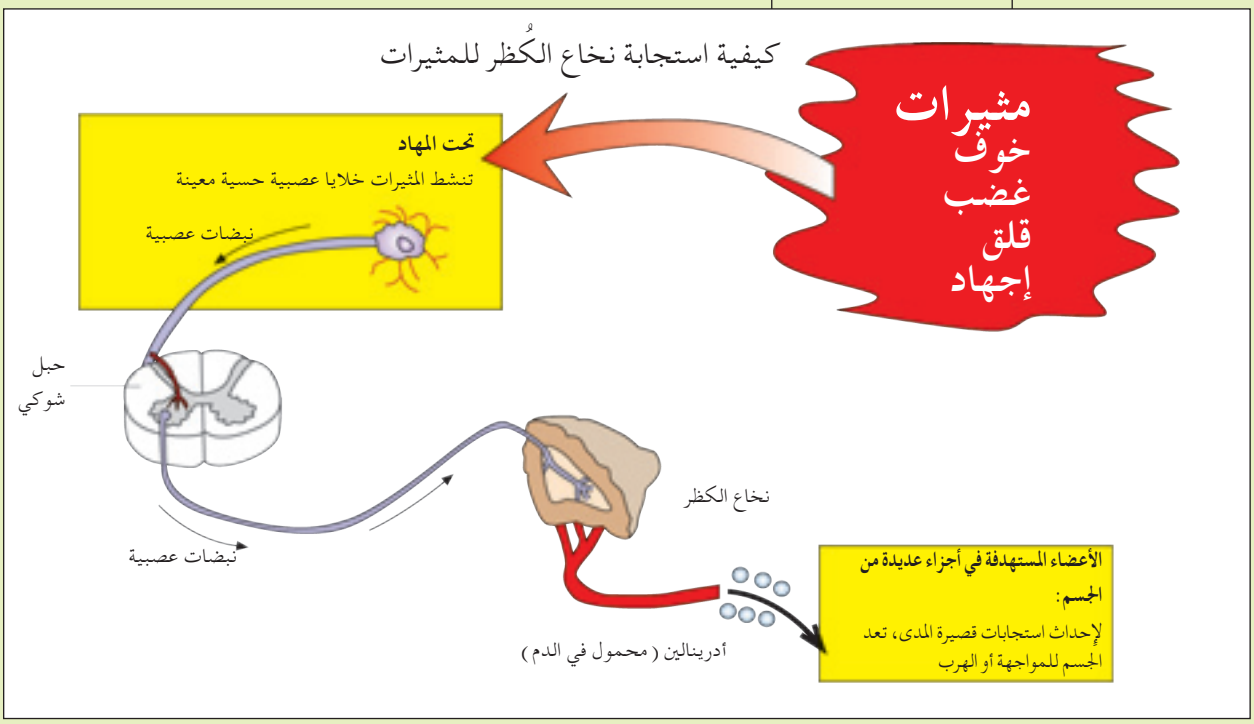
ويجب على مرضى داء السكري (النوع الأول) حقن الإنسولين في الوريد يوميًّا، وعليهم التأكد كذلك أن لديهم مصدرًا للطعام السكري (حلوى الجلوكوز) لأن جلوكوز الدم لديهم يمكن أن ينخفض أكثر من اللازم مسببًا غيبوبة .

ويتحكم عادة مرضى النوع الثاني من داء السكري في مستوى سكر الدم لديهم بتنظيم واع للمحتوى الكربوهيدراتي في وجباتهم، ونادرًا ما تطرأ الحاجة للحقن بالإنسولين يوميًّا مثل النوع الأول .

جميع الحقوق محفوظة لـ مركز المناهج التعليمية والبحوث التربوية ـ ليبيا

الغدة الصماء وإفرازها	سبب الإفراز	التأثير (التأثيرات)
ينتج نخاع الكُظر هرمون الأدرينالين	حالات الخوف، والغضب، والقلق، والإجهاد	◆ يزيد ذلك الهرمون من مستويات جلوكوز الدم بالإسراع في تكسير الجليكوجين إلى جلوكوز في الكبد والعضلات. ويحمل الدم الجلوكوز الناتج لجميع الأعضاء الحيوية، وبخاصة القلب والعضلات الهيكلية. ◆ يزيد من المعدل الأيضي – ويعني ذلك إطلاق طاقة أكثر عند تنفس النسيج. ◆ يزيد من معدل ضربات القلب ويسبب ارتفاعًا في ضغط الدم حتى يمكن حمل الأكسجين والجلوكوز بشكل أسرع إلى العضلات. ◆ يقبض شرايين الجلد مسببًا شحوب الوجه، ويوجه كمية أكبر من الدم إلى العضلات مثلًا في الأطراف. ◆ يزيد معدل التجلط في الدم. ◆ يسبب انبساط الشعيبات الهوائية ولهذا يزيد انسياب الهواء للرئتين. ◆ يسبب توسيع حدقة العين لتحسين الرؤية. ◆ يقلص عضلات الشعر مؤديًا إلى "بثرات الأوز" على سطح الجلد. وهذه التفاعلات تجعل الجسم مستعدًا للمواجهة أو الهرب أو لحالات الطوارئ.

كيفية استجابة نخاع الكُظر للمثيرات



جميع الحقوق محفوظة لـ مركز المناهج التعليمية والبحوث التربوية ـ ليبيا

الغدة الصماء وإفرازها	سبب الإفراز	التأثير (التأثيرات)
الغدد التناسلية: ◆ الخصيتان، تفرزان هرمون تستوستيرون	هرمون من الغدة النخامية	◆ مرتبط بتنامي خصائص جسم الذكر أثناء مرحلة الجنين، مثل الأعضاء التناسلية الذكرية وكيس الصفن. ◆ يتحكم في نمو الخصائص الجنسية الأساسية والثانوية في الفرد البالغ، وتشمل الأولى نضج أعضاء الجنس الذكرية بينما تشمل الأخيرة خصائص مثل خشونة الصوت ونمو شعر الوجه والعانة. ◆ مطلوب لاكتمال تكوين الحيوان المنوي.
◆ المبيضان، يفرزان هرمونات: ● الإستروجين	هرمون من الغدة النخامية	◆ يتحكم في نمو الأعضاء التناسلية للأنثى والخصائص الجنسية الثانوية مثل نمو الغدد الثديية (الثديان) وكبر الحوض.
● البروجسترون (هرمون الحمل)	هرمون من الغدة النخامية	◆ يُعد الرحم لغرس الجنين، ويسبب زيادة حجم الغدد الثديية أثناء الحمل، ويمنع التبويض.

8 – 2 التحكم الهرموني والعصبي

يعمل التحكم الهرموني مثل التحكم العصبي كوسيلة للتنسيق (التآزر) داخل الجسم. ففي الحالتين يتسبب المثير في نقل رسالة للعضو المستهدف (المستجيب) الذي ينفذ الاستجابة. على سبيل المثال، زيادة الضغط الأسموزي في الدم (المثير) تجعل الغدة النخامية تنتج الهرمون المضاد لإدرار البول ADH وتنقله إلى الكليتين في الدم.

ويزيد ADH هنا من نفاذية جدران الأنيبيبات الجامعة للماء في الكلية لكي تستطيع الكليتان الاستجابة عن طريق إعادة امتصاص ماء أكثر (التأثير).

ومع ذلك، يختلف التحكم العصبي عن التحكم الهرموني في أوجه كثيرة. فعلى سبيل المثال، قد يؤثر التحكم العصبي على جزء معين فقط من الجسم، بمعنى أن تأثيره موضعي. ولأن الدم ينقل الهرمونات حول الجسم، فيمكن أن تتأثر عدة أعضاء مستهدفة. ويبين ذلك آثار الأدرينالين على القلب، والشرايين، والقزحية، والمعدل الأيضي. ويلخص جدول 8 – 2 التالي الفروق بين التحكم العصبي والتحكم الهرموني.

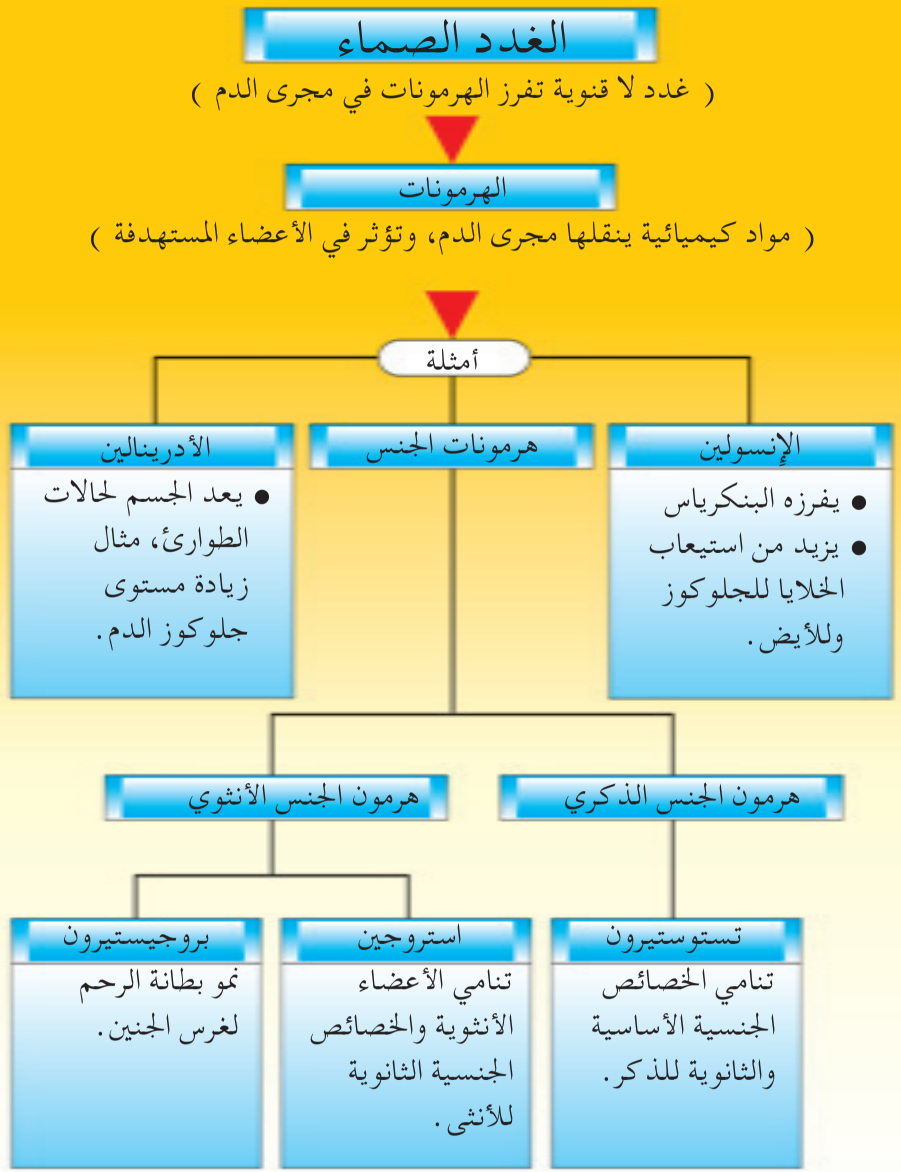
جدول 8 – 2 الفروق بين التحكم العصبي والتحكم الهرموني

التحكم العصبي	التحكم الهرموني
يشمل نبضات عصبية (إشارات كهربائية)	يشمل هرمونات (مواد كيميائية)
الخلايا العصبية تنقل النبضات العصبية	ينقل الدم الهرمونات
استجابة سريعة	استجابة بطيئة
الاستجابة قصيرة الأمد	قد تكون الاستجابة قصيرة الأمد أو طويلة الأمد
قد يكون إرادي أو لا إرادي	دائمًا لا إرادي
يكون عادة موضعي	قد يؤثر على أكثر من عضو واحد مستهدف

جميع الحقوق محفوظة لـ مركز المناهج التعليمية والبحوث التربوية ـ ليبيا

ملخص

- خريطة مفاهيم للغدد الصماء (على اليسار) .
- الهرمونات
  - الهرمون عبارة عن مادة كيميائية ينتجها جزء واحد من الجسم ويُنقل بواسطة مجرى الدم للعضو أو الأعضاء المستهدفة حيث يحدث تأثيره .
  - تُفرز الهرمونات مباشرة في مجرى الدم .
  - في الفقاريات، تُنتج الهرمونات بواسطة الغدد الصماء أو اللاقنوية .
  - البنكرياس غدة خارجية الإفراز وداخلية الإفراز (صماء) أيضًا .
  - يجب أن تكون كمية الهرمونات الناتجة متوازنة وإلا تعرَّض الجسم لأحداث غير طبيعية .
- داء السكري
  - في هذا المرض لايمكن التحكم في مستوى جلوكوز الدم في حدوده الطبيعية، ويرجع ذلك في المعتاد إلى نقص إنتاج الإنسولين أو عدم استجابة الخلايا المعنية للهرمون .
  - أعراض المرض هي ارتفاع مستوى جلوكوز الدم ووجود جلوكوز في البول .
  - يمكن علاجه بالتحكم في تناول الكربوهيدرات في النظام الغذائي اليومي، وتناول جرعات منتظمة من الإنسولين عن طريق الفم أو الوريد .

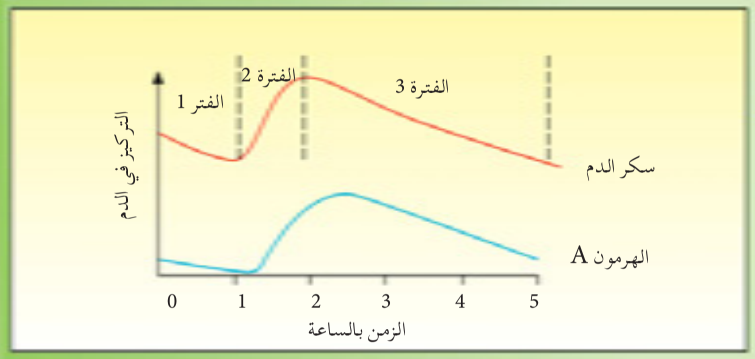


جميع الحقوق محفوظة لمركز المناهج التعليمية والبحوث التربوية - ليبيا

ركن التفكير

مهارات التفكير: الاستنتاج والتحليل

ترى في الشكل التالي رسمًا بيانيًّا يبين كيفية تغير تركيز سكر الدم وتركيز هرمون معين في الدم على مدى خمس ساعات. ادرسه وأكمل الشكل إلى اليسار.



من الرسم البياني، ماذا تستنتج عن التغير في تركيز جلوكوز الدم؟

الفترة 1 | الفترة 2 | الفترة 3

ماذا تستنتج عن الهرمون A؟

الهرمون A هو:

الأسباب:

يمكن تعليم الأطفال الذين يعانون من نقص الهرمون A حقن الهرمون في الوريد لديهم.

لماذا؟

	ماذا لو حُقن هرمون A بمقدار أكثر من اللازم في الدم؟	ماذا لو حُقن هرمون A بمقدار أقل من اللازم في الدم؟
الأسباب		

الاستنتاج النهائي:

جميع الحقوق محفوظة لمركز المناهج التعليمية والبحوث التربوية - ليبيا

الوحدة 9

العقاقير
Drugs

أهداف التعلم

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

- تُعرِّف العقار وتفهم تأثيره على أيض الجسم .
- تربط استخدام العقاقير الطبية مثل المضادات الحيوية بعلاج العدوى البكتيرية .
- تلخص تأثيرات إدمان المخدرات على الفرد وتقدر أهمية المشاكل الاجتماعية المرتبطة بذلك .
- تصف تأثيرات التعاطي للكحول على الفرد وتفهم الآثار الاجتماعية لهذه العادة .
- تشرح كيف يسبب تدخين السجائر الأمراض، ويؤثر على الأجنة التي لم تولد بعد .

صيدلية الطبيعة (الأعشاب الطبية)

لابد وأنك زرت طبيبًا وأنت مريض في وقت ما في حياتك، فوصف لك دواءً أو عقارًا لعلاجك . وأثبتت الدلائل مؤخرًا أن الحيوانات تعرف أيضًا العقاقير وتحصل عليها من النباتات . قضت على سبيل المثال عالمة أحياء أمريكية – هولي دبلن – غالبية عام 1975م تتعقب الفِيَلَة الحوامل في كينيا بشرق أفريقيا، ولاحظت أن أنثى معينة من الفِيَلَة لم تُغير روتينها من المشي حوالي 5 كم كل يوم بحثًا عن الطعام . ومع ذلك، غيرت هذه الأنثى يومًا ما سلوكها ومشت 28 كم إلى ضفة نهر وبدأت تأكل أوراقًا من نوع معين من الشجر لم تر هولي دبلن الفيلة تأكله من قبل . ولقد أكلت هذه الأنثى الحامل الشجرة كلها ثم سارت عائدة لموطنها، وأنجبت فيلًا صغيرًا بعد 4 أيام .

ولقد دهشت دبلن بهذا التغير في السلوك . هل كان لأكل هذه الشجرة علاقة بالحث على الولادة؟

واكتشفت دبلن لدهشتها، أن النساء الكينيات يشربن الشاي المصنوع من لحاء وأوراق هذه الشجرة لحثهن على الولادة . وهذه إحدى الدراسات المتنامية التي تبين أن الحيوانات تستخدم النباتات كمصدر للعقاقير .

جميع الحقوق محفوظة لـ مركز المناهج التعليمية والبحوث التربوية ـ ليبيا

وتأكل الشمبانزي غالبًا أوراق شجر الجَنْبه (فيرنونيا أميجدالين) عند شعورها بالتعب والمرض. ويستخدم الأفارقة المحليين هذه الشجرة لعلاج نفس الأعراض. وتأكل الشمبانزي كذلك أوراق أسبيليا (نوع من دوّار الشمس) المحتوية على العقار ثياروبين A، وهو زيت أحمر يحتوي على الكبريت وهو يقضي على البكتيريا المسببة للمرض والديدان التي تعيش كطفيليات في أمعائها. ويستخدم الإنسان مستخلصات هذا الزيت كعقار مضاد للسرطان.

وتبدو الأدلة واضحة على أن الحيوانات، تداوي نفسها بتناول العقاقير مثل الإنسان. ولسوء الحظ، ليست جميع العقاقير مفيدة، فبعضها مضر وقد يؤدي إلى الموت أو الإدمان حتى إذا تم تناولها بكميات صغيرة. وستتعلم عن هذه العقاقير الضارة، وعن العقاقير الأخرى الأكثر نفعًا في هذه الوحدة.

9 - 1 ما العقار؟

العقار هو أي مادة كيميائية تستخدم من خارج الجسم (عدا الطعام) تعدل أو تؤثر على التفاعلات الكيميائية فيه.

يُطلق مُسمَّى العقاقير على مجموعة متنوعة من المواد مثل الكحول، والكافيين المنشط الموجود في الشاي والقهوة، وتوجد مادة الكافيين بكميات منخفضة عادة في مثل تلك المشروبات، ولم يحدث أن تناول إنسان جرعات من الكافيين أدت إلى هلاكه.

ويكون العقار مفيدًا للجسم أو ضارًّا له تبعًا لكيفية استخدامه، وتنشأ عادة المشاكل عندما يصبح الناس مدمنين لعقاقير معينة.

وينقسم استخدام العقاقير إلى ثلاث مجموعات هي : العقاقير الطبية، والعقاقير المقبولة اجتماعيًّا، والعقاقير الضارة. وتعتبر السجائر أيضًا من العقاقير ولكنها أصبحت غير مقبولة اجتماعيًّا لأنها ضارة بالصحة، وتحتوي على النيكوتين الذي يسبب الإدمان بصورة كبيرة. وهذا هو سبب إدمان الشخص للسجائر، حيث يتشوق مدخن السجائر للنيكوتين.

شكل 9 - 1 أمثلة لبعض العقاقير.

جميع الحقوق محفوظة لـ مركز المناهج التعليمية والبحوث التربوية ـ ليبيا

9 - 2 العقاقير الطبية

تُستخدم الكثير من العقاقير تحت الإشراف الطبي لعلاج الأمراض، ولتسكين الألم، وفي الجراحة. البنسلين مثلًا مادة كيميائية ينتجه فطر، ويستخدم لعلاج الأمراض البكتيرية. ويستخدم البالودرين في تدمير طفيل الملاريا.
هل يمكنك ذكر اسم عقارين آخرين يتم استخدامهما لعلاج الأمراض؟

شكل 9 - 2 بعض العقاقير الطبية

المضادات الحيوية

المضادات الحيوية مواد كيميائية تستخدم على نطاق واسع لعلاج أمراض معدية كثيرة تسببها الكائنات الدقيقة، وتُنتج هذه المواد الكيميائية بواسطة أنواع معينة من البكتيريا والفطريات. ومع ذلك، يوجد قليل من المضادات الحيوية من صنع الإنسان.

المضادات الحيوية لا تؤثر على الفيروسات. ويصف الأطباء أحيانًا المضادات الحيوية كعلاج عند الإصابة الفيروسية. وهذا إجراء وقائي، فهو يمنعك من التقاط عدوى بكتيرية محتملة (والذي يستطيع جسمك مقاومتها في الأحوال الطبيعية) لأن مقاومتك تكون ضعيفة جدًّا.

وتوجد أربعة أنواع رئيسة من المضادات الحيوية:

- **بنسلين**، وينتجه الفطر *بنيسيليوم* *Penicillium*، ويهاجم عددًا محدودًا نسبيًّا من البكتيريا ولهذا يندرج تحت قائمة المضادات الحيوية محدودة النطاق كما يطلق عليها.
- **سيفالوسبورين**، وينتجه الفطر *سيفالوسبوريوم* *Cephalosporium*، وتم اكتشافه عام 1948م، وهو مفيد في مواجهة البكتيريا التي أصبحت مقاومة للبنسلين.
- **تيتراسيكلين**، وتنتجه بكتيريا تُسمى *ستربتومايسز أوريوفيشنز* *Streptomyces aureofaciens* والذي يستطيع مقاومة مجموعة متنوعة من البكتيريا، أي أنها مضادات حيوية واسعة النطاق.
- **إيريثروميسين**، وتنتجه بكتيريا تسمى *Streptomyces erythreus* ويعمل ضد نفس النوع من البكتيريا مثل البنسلين، لذلك يعتبر مفيدًا في مواجهة البكتيريا التي تولِّد مقاومة للبنسلين.

وتعمل المضادات الحيوية إحدى طريقتين. يمنع البنسلين مثلًا البكتيريا من صنع مكونات ضرورية لجدار الخلية مما يساعد جهاز المناعة في الجسم على تدميرها. بينما يدمر التيتراسيكلين الآلية المنتجة للبروتين داخل سيتوبلازم البكتيريا، مما يمنع نموها.

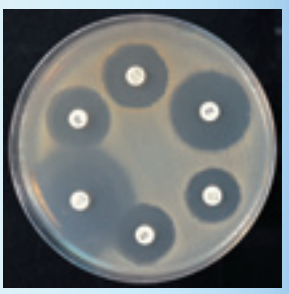
المخدِّرات والمسكنات

المخدِّرات عبارة عن عقاقير تجعل الجسم غير قادر على الإحساس بالألم. ويسبب الكوكايين، أول مخدر موضعي اكتُشِف، فقد الإحساس في المنطقة المحقونة. واليوم يستخدم أحد مشتقاته، نوفوكايين، في عمليات علاج الأسنان.

ويمكن لعقاقير معينة تخفيف الألم من دون إحداث تنميل أو التأثير على الوعي،

ملحوظة

يوضح الشكل التالي تأثير المضادات الحيوية على البكتيريا النامية على مستنبت الأجار في طبق بتري. يوجد المضاد الحيوي على الأقراص، وينتشر من الأقراص إلى داخل الأجار مما يؤدي إلى موت البكتيريا الموجودة به. ونرى ذلك كمنطقة خالية من البكتيريا حول الأقراص.



جميع الحقوق محفوظة لـ مركز المناهج التعليمية والبحوث التربوية ـ ليبيا

وتسمى هذه العقاقير **مسكنات**، مثل الأسبرين الذي يسكن الألم البسيط ويقلل الحمَّى، ومع ذلك، ينتج عن تعاطيه بكميات كبيرة آثار جانبية مثل القرحة المعدية.

9 – 3 الكحول

يُتناول الكحول على شكل مشروبات كحولية ويمتص بسرعة في مجرى الدم من الأمعاء، ويتم تكسيره في الكبد.

تأثير الكحول على الجهاز العصبي

الكحول عقار خافض يبطئ بعض وظائف الدماغ، وتختلف تأثيراته في البداية من شخص لآخر، فقد يسبب للبعض قلقًا متزايدًا، أو يقلل لدى البعض الآخر الشد العصبي والقلق. كما يعمل الكحول على عدم التحكم في النفس، وقد يقوم البعض بتصرفات خاطئة يندم على فعلها بعد زوال تأثير الكحول.

وكلما زاد الإفراط في تناول الكحول ظهرت تأثيرات ملحوظة أخرى للسُّكْر على الشخص مثل التحدث بألفاظ غير مفهومة، والرؤية غير الواضحة، وغياب التناسق العضلي فيصبح غير قادر على السير بثبات، ويتدهور حكمه على الأمور، ويسيء تقدير السرعة. وعند قيادة السيارة قد يقود بسرعة من دون حرص وتصبح ردود أفعاله أبطأ، تنتج عنها حوادث مرورية كثيرة.

ويقع السكير في غيبوبة سُكْر مع تبلد مناطق متزايدة في الدماغ، وأخيرًا، يصبح الدماغ مخدرًا ويحدث فقدان للوعي. وقد تؤدي المستويات العالية من الكحول، (حوالي 0.7%) في الدم إلى شلِّ النخاع المستطيل أو الدماغ الخلفي الذي يتحكم في التنفس وضربات القلب فيموت الشخص. ويتسبب السُّكْر الشديد في موت العديد في العالم.

وعند تناول الشخص الكحول بشكل متكرر، فإنه يدمنه، ويصبح غير قادر على التوقف عن الشرب حتى يثمل ويصبح جسده معتمدًا على الكحول، ويصبح مدمنًا للكحول، وهؤلاء الأشخاص يشكلون عبئًا على مجتمعاتهم.

- فقد يهملون عملهم وأسرهم، وتصبح تصرفاتهم عنيفة وبخاصة نحو أفراد أسرهم.
- تُرتكب جرائم كثيرة تحت تأثير الكحول.

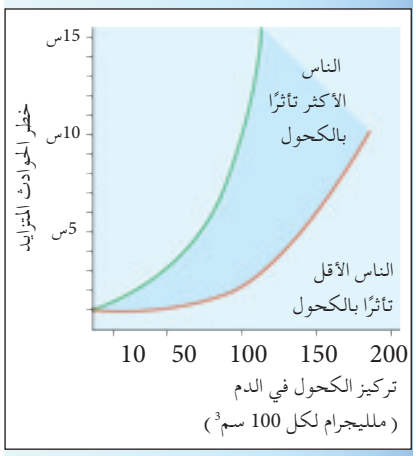
ويتعرض مدمنو الكحول لأعراض انسحاب (انظر الوحدة 9 – 4)، عندما يُمنع عنهم الكحول، وبالتالي فهم يحتاجون إلى المساعدة للتخلي عن عادة الشرب. ولمزيد من المعلومات، ابحث في شبكة المعلومات الدولية عن مساعدة مدمني الكحول، مثل الجمعيات المختصة بذلك.

ملحوظة

يعتبر السائق في حالة سُكر عندما يقود تحت تأثير الكحول بحيث يكون محتواه في:
- دم المخالف حوالي 0.5 ← 0.8 ملليجرام لكل مل (سم^3) على الأقل، أو
- هواء الزفير لديه حوالي 0.25← 0.35 ملليجرام لكل لتر.

استخدام مقياس التنفس لفحص مستوى الكحول في الدم لأحد سائقي السيارات.

يبين الشكل التالي كيفية تزايد خطورة الحوادث أثناء القيادة بعد تناول الكحول. ومع هذا، فمن المهم ملاحظة أن عوامل مثل وزن الجسم، والعمر، وزمن رد الفعل تحدث فروقًا في تأثر الشخص بالكحول.
(زمن التأثر هو الفترة الزمنية بين تلقي المثير والاستجابة إليه.)



رسومات بيانية تربط بين عدد الحوادث ومحتوى الكحول في الدم.

جميع الحقوق محفوظة لـ مركز المناهج التعليمية والبحوث التربوية ـ ليبيا

تأثير الكحول على الجهاز الهضمي

ينبـه الكحـول الإفـراز الحمضي في المعدة الذي يزيد من خطـر الإصابة بالقرح المعدية. وقد يؤدي الإفراط في تناول الكحول لفترات طويلة إلى تليف الكبد، وهو مرض تُدمر فيه خلايا الكبد، وتستبدل بنسيج ليفي مما يجعل الكبد أقل قدرة على أداء وظائفه. ويعتبر نزيف الكبد والفشل الكبدي غالبًا السبب في موت مرضى تليف الكبد نتيجة إدمـان الكحـول. وفـي نيويورك، في فتـرة ما، اعتبر مرض تليف الكبد السـبب الثالث لموت الأشخاص الذين تتراوح أعمارهم بين 25 – 65 عامًا.

9 – 4 إساءة استعمال العقاقير

تعريف

إسـاءة اسـتعمال العقاقيـر هـو تناولهـا بشـكل زائـد، أو دون إشـراف طبيب.

تأثيرات إساءة استعمال العقاقير

يؤدي سوء استعمال العقاقير إلى:

- **التحمّل** (التعود)، وهي حالة يتوجب على الشخص فيها تناول العقار بكميات متزايدة لتحقيق نفس التأثير.
- **الإدمـان**، وهـي حالة يشـعر فيها الفرد بأعراض الانسـحاب إذا لم يتنـاول العقار، وتشمل أعراض الانسحاب الإحساس بما يلي:
  - بالمرض البدني (الغثيان، القيئ، رعشة غير متحكم فيها.. إلخ)
  - بالتشويش العقلي (قلق حاد، اكتئاب.. إلخ).

أنواع العقاقير

لقد أصبح سـوء اسـتعمال العقاقير من الأمور الخطيرة في دول كثيرة. ويمكن تصنيف العقاقيـر إلـى عدة أصناف، ويمكن للعقـار الواحد أن يكون ضمن عدة أصناف. يمكن للسهولة تصنيف العقاقير كالتالي:

- ***عقاقير منشطة***

تنبه هذه العقاقير الجهاز العصبي المركزي مثل الكوكايين والأمفيتامينات. وتسـتخدم الأمفيتامينـات لمواجهـة الاكتئـاب، ومنـع التعـب، ومقاومة الجوع لـدى المرضى الذين يتبعون نظامًا غذائيًّا معينًا.

- ***عقاقير مُهَبِّطة***

ومـن أمثلتهـا الباربيتيوريت والذي يسـتخدم كأقراص منومة، وتوصـف تلك العقاقير للتغلب على الأرق ولعلاج الصرع.

ملحوظة

الشاي والقهوة

إن شـرب الشـاي له تاريخ طويـل يعود إلى 2700 قبـل الميـلاد. وبدأ شـرب القهوة في الشرق الأوسط منذ أكثر من 1000 عام.

ولقـد أصبح شـرب الشـاي والقهـوة مألوفًا الآن فـي أجـزاء كثيرة من العالم. إن شـهرة القهوة والشاي ترجع إلى التأثير المنبه الذي يحدثـه الكافيـين فيهما. وكمية الكافيين تعتبر قليلة نسبيًّا، ولذلك لا يتحول الناس إلى مدمنين عند تناول الشاي والقهوة.

والكافيـين منبـه وقد يوصـف للتغلب على التعب والنعـاس أو لمواجهة الاكتئاب الناتج عـن جرعـة زائـدة لعقـار مـا، مثـل تسـمم الباربيتيـورات. ومـع هـذا، فالاسـتخدام الزائـد لأي عقـار يكـون ضارًّا، مثـال ذلك أن تناول الكافيين بصورة مفرطة قد يسبب أضرارًا للقلب والكليتين.

وبسبب التأثيرات الضارة للكافيين أنتجت عدة شـركات بدائل للقهوة، والأكثر شهرة منها هو البوسـتم، مشروب مغذ من القمح والعسـل الأسـود والردة كان يبيعه تشـارلز بوسـت عـام 1893م. وهـذه الأيـام، تتيـح الكولا والقهوة منزوعة الكافيين الاسـتمرار فـي الاسـتمتاع بمـذاق هذه المشـروبات من دون تناول الكافيين.

جميع الحقوق محفوظة لـ مركز المناهج التعليمية والبحوث التربوية ـ ليبيا

عقاقير هلوسة

وتشمل البانجو (الماريجوانا)، LSD (وهو عقار هلوسة) تجعل الفرد يعيش حالة من الوهم، والهلوسة، والصور المشوشة.

الأفيونيات

وتشمل الأفيون، والمورفين، والهيروين، وهي عقاقير مخدرة لأنها تخفف الألم وتحث على النوم والذهول.

الهيروين

أخطر العقاقير التي يساء استخدامها هي الأفيونيات وبخاصة الهيروين. فالهيروين مهدئ قوي، ويعتبر إساءة استخدامه أحد مشاكل الإدمان الكبرى في دول كثيرة، وهو أقوى عدة مرات من المورفين. في البداية، يُضعف الأحاسيس ويعطي شعورًا بقوة الصحة، ويقلل من الشعور بالجوع، ويخفض التوتر، ويشعر مستخدمه بالنعاس. وخطر هذا العقار هو إدمان مستخدمه له بصورة سريعة واحتياجه كل مرة لجرعة أكبر لإعطائه نفس الإحساس. والشخص المدمن يعتمد بدنيًّا على المخدر، وإذا مُنع العقار عنه يتعرض لأعراض الانسحاب، وتشمل القلق، واضطرابات المعدة، والعرق، وبثرات على الجلد، وانهمار دموع العين، والقيئ، والإسهال، والهلوسة، والتشنج، وفي الحالات الشديدة، يموت الشخص.

يشعر المدمن بتعاسة بالغة، ولتجنب أعراض الانسحاب، عليه استخدام العقار باستمرار. ويحاول بعض مدمني الهيروين الحصول بكل الوسائل الممكنة على أكبر قدر من النقود لشراء العقاقير التي يحتاجونها، مما يجعلهم يلجأون للجريمة.

ومشكلة أخرى هي أن المدمنين عادة ما يُحقنون العقاقير مباشرة في الوريد. وقد تكون إبر الحقن التي يشتركون في استخدامها غير معقمة وملوثة، مما يؤدي إلى نقل أمراض مثل التهاب الكبد B، والأمراض التناسلية، والإيدز (نقص المناعة المكتسبة). وفي الحقيقة، يعتبر اشتراك المدمنين في الإبر (أمر شائع بين مدمني الهيروين) أحد الوسائل الرئيسة لنقل فيروس نقص المناعة في الإنسان والذي يسبب الإيدز.

9 - 5 التدخين

لماذا يدخن الناس؟ ولماذا تبذل الجهات المسئولة جهدًا كبيرًا في حَث الناس على عدم التدخين؟ وماذا يوجد في دخان التبغ؟ هل يعتبر تدخين السجائر حقًّا مشكلة صحية خطيرة؟ هذه بعض الأسئلة التي يسألها كثير من الناس لأنفسهم. ولا يقتنع المدخنون بأن تدخين السجائر ضار لصحتهم، ويجادلون أحيانًا بأن غير المدخنين يصابون بسرطان الرئة، وأن آخرين يدخنون لسنوات عديدة لم يصبهم شيء حتى الآن.

نور المعرفة

الخشخاش، والأفيون، والهيروين

تدافع النباتات عن نفسها ضد الهجوم مستخدمة آليات دفاع كثيرة بما فيها المواد الكيميائية. إن أحدها هو خشخاش الأفيون، وهو عشب حولي طوله حوالي متر واحد، تحتوي أوراقه على مواد كميائية تسمى القلوانيات والتي لها مذاق منفر بالنسبة للحشرات وآكلات الأعشاب. ولهذا، فهي تتجنب أكل الخشخاش. وأحد هذه القلوانيات هو الأفيون، وهو عقار يعطي إحساسًا بالنشوة عند تدخينه. وعرف هذا التأثير منذ 6000 عام. وبحلول عام 1800م كان الأفيون عنصرًا شائعًا في كثير من الأدوية.

ويوجد معظم الأفيون في العصارة اللبنية التي ترتشح عند تقطيع ثمرة الخشخاش التي على شكل قُلَّة. ويحتوي الأفيون على 25 مادة قلوانية على الأقل وأكثرها توافرًا هما المورفين والكودين وكلاهما يُستخدم للقضاء على الألم. والهيروين، المصنع بالتعديل الكيميائي للمورفين، يعتبر مادة غير شرعية، والبيع غير المشروع منه تزيد قيمته على 6 بليون دولار كل عام. يتم إنتاج 10000 طن تقريبًا من الأفيون كل عام، ويستخدم منه حوالي 400 طن فقط في الدواء. والهند هي أكبر منتج والمنتج الشرعي الوحيد للأفيون.

خشخاش الأفيون ومشتقاته: الأفيون الخام، والمورفين، والكودين والهيروين.

جميع الحقوق محفوظة لـ مركز المناهج التعليمية والبحوث التربوية ـ ليبيا

البرنامج الوطني للسيطرة على التدخين

يهدف برنامج الحد من التدخين إلى تقليل عدد المدخنين في ليبيا عبر:

- التوعية العامة حول مخاطر التدخين عن طريق حملات، ومعارض، ولوحات، وكتيبات.

- التشريع (مثل تخصيص أماكن كثيرة في ليبيا خالية من التدخين والحد من محتوى القار والنيكوتين في السجائر)

- خدمات لمساعدة المدخنين على الإقلاع عن العادة.

عيادة الإقلاع عن التدخين

(18 عامًا فأقل)

عيادة إرشادية للأطفال

لماذا يدخن الناس؟

يدخن بعض الشباب لأنهم يعتقدون أن التدخين رمز للبلوغ، ويعزز ذلك إعلانات شركات السجائر، حيث تهدف إلى توصيل الانطباع بأن النضج، والمكانة الاجتماعية، والسعادة، والنجاح ترتبط بالتدخين. ومع هذا، أوضحت الدراسات المسحية أن كثيرًا من الشباب يدخنون لإخفاء ضعفهم أو قصورهم مثل الفشل في دراستهم أو رياضتهم.

وبعض الشباب يبدأ التدخين من باب الفضول، فهم يريدون معرفة سر نشوة التدخين. ولسوء الحظ، تحتوي السجائر على عقاقير مؤدية للإدمان، ولذلك يجد المدخنون صعوبة في الإقلاع عن التدخين.

وقد يحب الشباب تقليد آبائهم المدخنين. ويدخن آخرون كثيرون لأنهم يريدون قبولهم كأعضاء في مجموعة من الأصدقاء المدخنين. فإغاظة زملائهم المستمرة وحثهم لهم تجعلهم يشعرون أنهم غير مغامرين بشكل كاف إن لم يدخنوا. ويسمى ذلك "ضغط الأقران".

لماذا يستمر الناس في التدخين؟ الأسباب التي يسوقها المدخنون الذين يستمرون في التدخين أن التدخين منبه، ويخفف التوتر، والإحباط، أو حتى الملل. فهذه في الواقع تأثيرات نفسية لأن التدخين لا يستطيع التنبيه وتقليل التوتر في ذات الوقت.

والذين يدخنون عددًا معينًا من السجائر في اليوم، وفي أوقات معينة، (بعد الوجبات مثلاً)، قد تكونت لديهم تلك العادة بالفعل. ويشعرون بأن شيئًا ما ينقصهم، إذا لم يدخنوا في هذه الأوقات.

والسجائر عقار، حيث يمكن أن تصبح مدمنًا لها. فالأشخاص الذين يريدون التوقف عن التدخين قد تظهر عليهم أعراض الانسحاب إذا كانوا من المدخنين لفترة طويلة. وتشمل هذه الأعراض التوق الشديد للتدخين، والنوم المتقطع، وسرعة الانفعال، وتنميل في الأذرع والأرجل، وعدم القدرة على التركيز في العمل، والسعل أكثر من المعتاد. هذه الأعراض البغيضة تجعل بعض الأشخاص يستمرون في التدخين رغم أنها تختفي خلال مدة قصيرة نسبيًّا.

حقائق حول التدخين

لنتأمل الآن حقائق التدخين، وعليك بعد ذلك التفكير بعناية إذا كنت تريد التدخين أو إذا كنت بدأت فعلًا التدخين، ما إذا كان عليك الإقلاع عنه. تذكر دائمًا أن التدخين لم يعد مقبولاً اجتماعيًّا.

يحتوي دخان السجائر على أكثر من 4000 مادة كيميائية، أغلبها ضار بالجسم. وسنكتشف لاحقًا المزيد عن المواد الكيميائية التي لها علاقة بالمشاكل الصحية.

جميع الحقوق محفوظة لـ مركز المناهج التعليمية والبحوث التربوية ـ ليبيا

■ *نيكوتين*

هذا هو عقار الإدمان الموجود في التبغ:

- إنه ينبه الدماغ في البداية بجعل المدخن يشعر باليقظة ويُرخي العضلات. وفيما بعد، يُبَلِّد الدماغ والأحاسيس.
- يسبب إفراز الأدرينالين، مما يزيد من معدل ضربات القلب وضغط الدم.
- يجعل الدم يتجلط بسهولة، ولهذا يزداد خطر جلطات الدم التي تؤدي إلى انسداد الأوعية الدموية، وإذا أدت هذه الجلطات إلى انسداد الشرايين التاجية، قد تحدث أزمة قلبية أو إذا حدثت في الشعيرات الدموية للدماغ، قد تحدث سكتة دماغية.

■ *أول أكسيد الكربون*

- إذا زاد تركيز أول أكسيد الكربون في الهواء بنسبة 1%، يكون له تأثير مميت– فمن يستنشق مثل ذلك التركيز العالي من الغاز يموت خلال 10 دقائق. وذلك لأن أول أكسيد الكربون يقلل كفاءة كريات الدم الحمراء في نقل الأكسجين.
- يزيد من معدل ترسب المواد الدهنية على الجدران الداخلية للشرايين، جاعلة مجراها أكثر ضيقًا، ويزيد ذلك من خطورة تصلب الشرايين.
- يُتلف بطانة الأوعية الدموية، مما يزيد من احتمالات تجلط الدم، وسد الأوعية الدموية.

■ *القار*

مادة بنية اللون لزجة تتراكم في الرئتين أثناء التدخين.

- تحتوي على كثير من المواد الكيميائية المسببة للسرطان carcinogenic. في الظروف العادية، يحدث انقسام مستمر للخلايا في الرئتين لاستبدال الأنسجة الطلائية أو غشاء الحويصلات الهوائية، ويحث القار هذه الخلايا على الانقسام بمعدل غير عادي، ويؤدي مثل ذلك التضاعف غير المتحكم فيه للخلايا إلى أورام أو تكتلات في الأنسجة (سرطانات). وتسد هذه السرطانات الحويصلات الهوائية، مما يقلل من كفاءة التبادل الغازي.
- تشل حركة الأهداب المبطنة للممرات الهوائية، مما يمنع الأهداب من إزالة جسيمات التراب من الرئتين والقصبة الهوائية.

■ *المهيجات*

الأمثلة تشمل سيانيد الهيدروجين والأكرولين.

- تشل هذه المواد حركة الأهداب في الممرات الهوائية وتضعف جدران الحويصلات.
- تهيج الخلايا المبطنة للممرات الهوائية مما يجعلها تفرز مخاطًا، وهو بدوره يسبب سعال المدخنين، ويفجر السعال الجدران الضعيفة للحويصلات مسببًا نقصًا في مساحة الجدار عند التحام حويصلات كثيرة دقيقة لتكوِّن عددًا مختزلًا من الحويصلات الكبيرة. وتسبب هذه العملية في النهاية نقصًا كبيرًا في مساحة سطح التبادل الغازي في الرئتين (انظر تنفخ الرئة ضمن أمراض التدخين).

الأمراض المرتبطة بالتدخين في ليبيا

■ سرطان الرئة

أوضحت الدراسات أنه كلما دخنت أكثر كلما كان خطر الإصابة بسرطان الرئة أكبر. ويبين تلك العلاقة جدول 9–1.

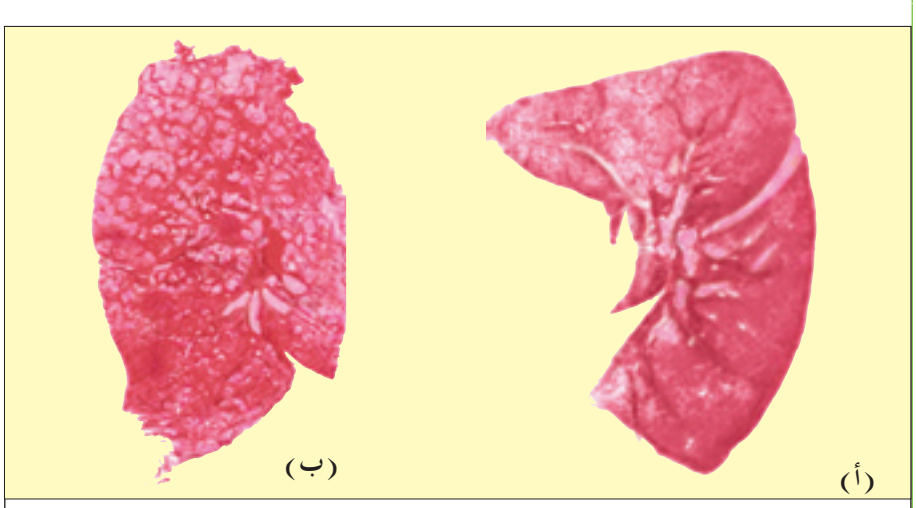
عدد السجائر المدخنة في اليوم	خطر الإصابة بسرطان الرئة مقارنة بشخص غير مدخن
10	10 أضعاف
20	20 ضعفًا
30	30 ضعفًا

جدول 9–1 العلاقة بين التدخين وسرطان الرئة

■ سرطانات أخرى

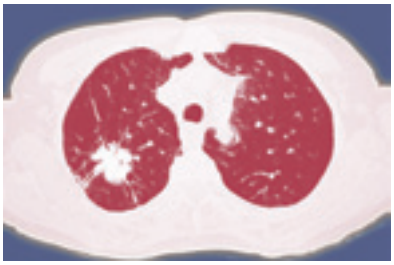
السرطان هو انقسام غير عادي للخلايا غير مسيطر عليه يؤدي إلى نمو أورام أو تكتلات للأنسجة. ويزيد التدخين من خطر الإصابة بسرطان الفم، والحلق (الحنجرة)، والبنكرياس، والكليتين، والمثانة البولية.

جميع الحقوق محفوظة لـ مركز المناهج التعليمية والبحوث التربوية ـ ليبيا



(أ) نسيج رئة عادي ذو حويصلات هوائية صغيرة جدًّا بحيث لا يمكن رؤيتها.

(ب) نسيج رئة لأحد المدخنين الشرهين يبين حويصلات هوائية منتفخة كثيرة.



(جـ) الرئة التي في الجهة اليمنى عادية، بينما يظهر في الرئة التي في الجهة اليسرى نمو سرطاني.

(جـ)

شكل 9-4 رئة سليمة ورئة أحد المدخنين

■ *النزلات الشعبية المزمنة*

في النزلات الشعبية المزمنة، تلتهب الأنسجة الطلائية أو الغشاء المبطن للأسطح الداخلية للشعب أو الممرات الهوائية الرئيسة للرئتين وتضيق هذه الممرات، ويتم إفراز مخاط زائد، مما يحد من انسياب الهواء في الممرات الهوائية، ويصبح التنفس صعبًا. ويسعل الفرد ويصدر صوت حشرجة مستمر في محاولة لتنظيف ممراته الهوائية مما يجعل رئتيه أكثر عرضة للإصابة بعدوى بكتيرية. وينتج كذلك إفراز متزايد من البصاق البلغمي أو النخامة البلغمية. ويسبب استنشاق المواد الكيميائية المهيجة، مثل تلك الموجودة في دخان السجائر، الإصابة بالنزلة الشعبية.

■ *تنفُّخ الرئه (إمفيزيما)*

يرتبط عمومًا تنفخ الرئه بالنزلات الشعبية المزمنة وبتدخين السجائر، حيث أن الجدران الفاصلة بين الحويصلات تتهدم بسبب السعال الشديد مما يؤدي إلى اتساع فراغات الهواء وتقليل مساحة سطح الرئة. ويقلل ذلك امتصاص الأكسجين، وتصبح الرئتان منتفختين أكثر من اللازم بالهواء وتفقدا مرونتيهما، مما ينتج عنه صعوبة في التنفس. ويستنفد الشخص المصاب بالالتهاب كثيرًا من طاقته في مجرد الاستمرار في التنفس، ويحدث أزيز أو حشرجة، ويعاني من ضيق تنفس شديد حتى عند بذل أقل مجهود.

وعند إصابة شخص ما بنزلة شُعبية مزمنة وَتنفُّخ الرئه في نفس الوقت، يقال أنه يعاني من مرض رئوي مزمن معيق.

إن طبع مثل تلك التحذيرات على علب السجائر هو إحدى الطرق العديدة لإبعاد الناس عن التدخين.

جميع الحقوق محفوظة لـ مركز المناهج التعليمية والبحوث التربوية ـ ليبيا

التدخين والحمل

يؤثر أول أكسيد الكربون والنيكوتين الموجودان في دخان السجائر على نمو الجنين، حيث يتحد أول أكسيد الكربون مع الهيموجلوبين في خلايا الدم الحمراء للأم ليكوِّنا مركَّبًا جديدًا هو كربوكسي هيموجلوبين، والذي لا يستطيع نقل الأكسجين، ولهذا تقل كمية الأكسجين التي تصل للجنين خلال المشيمة.

ويسبب النيكوتين ضيق الشرايين التي تحمل الدم إلى المشيمة، ونتيجة لذلك تقل أيضًا كمية المواد الغذائية التي تصل للجنين. وتتأثر كذلك صحة الأم فقد تعاني من نقص في الأكسجين أو تصاب بنزلة شعبية مزمنة.

ولقد ثبت أن النساء اللاتي يستمررن في التدخين أثناء الحمل يعرضن الجنين للخطر بالطرق التالية:

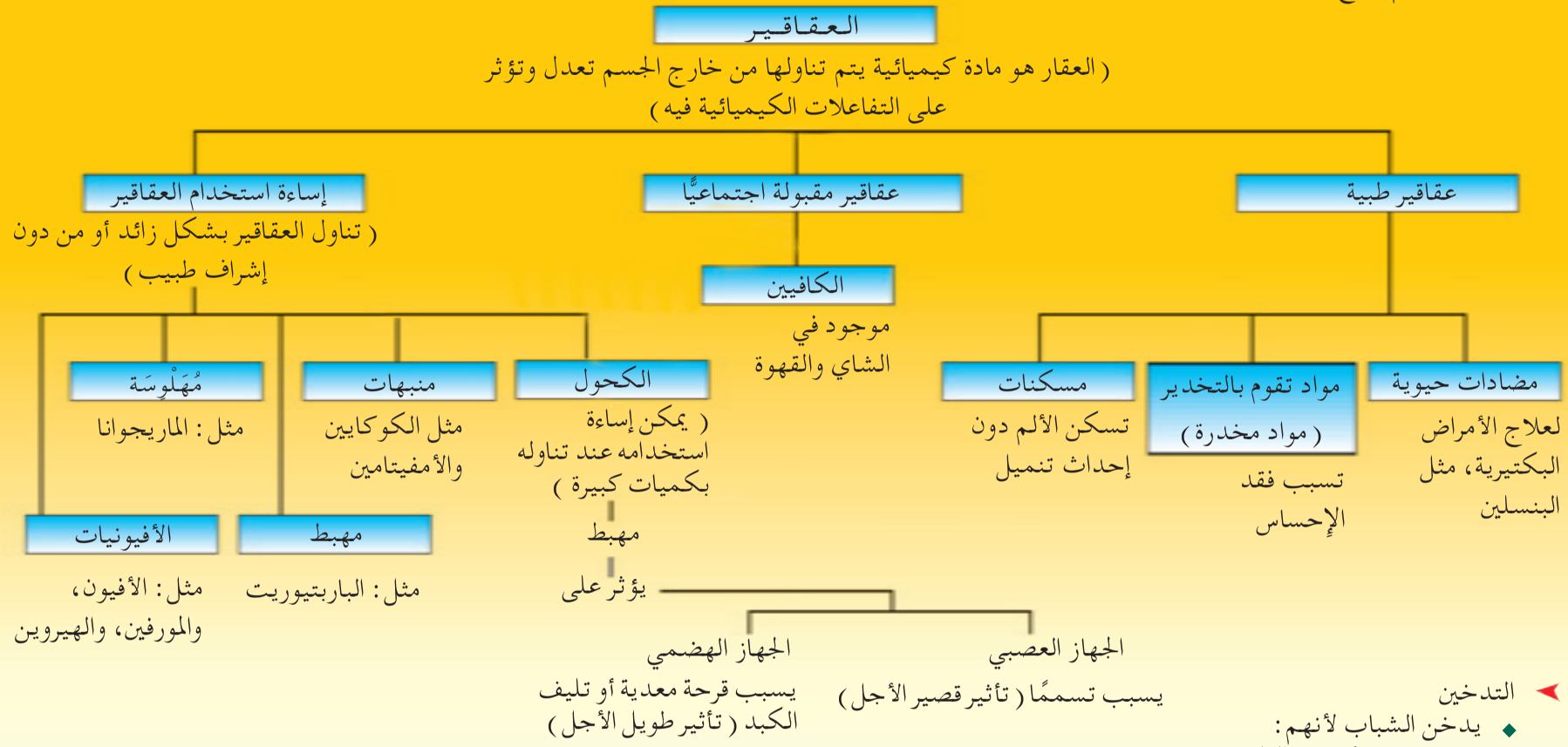
- يتأثر نمو الدماغ لدى الجنين، وقد يعاني الطفل بعد ذلك من صعوبات في التعلم.
- ينمو الجنين ببطءٍ أكثر، ولذلك يولد أقل حجمًا، وأكثر ضعفًا، وقد يموت في الأيام الأولى القليلة من حياته.
- تزيد خطورة (أعلى مرتين أو ثلاثة) ولادة الطفل قبل أوانه.
- يوجد احتمال متزايد لسقوط الحمل.
- تزايد احتمالات ولادة الطفل ميتًا (مولود ميت).

معًا من أجل ليبيا خالية من التدخين

جميع الحقوق محفوظة لـ مركز المناهج التعليمية والبحوث التربوية ـ ليبيا

ملخص

خريطة مفاهيم أنواع العقاقير



التدخين

- يدخن الشباب لأنهم :
  - يعتقدون أنه رمز البلوغ .
  - تجذبهم الإعلانات التي تربط التدخين بالنضج، والمكانة الاجتماعية، . . إلخ .
  - فضوليين .
  - يريدون إخفاء ضعفهم أو قصورهم .
- يستمر الناس في التدخين :
  - لتأثيراته النفسية، فهم يشعرون أن التدخين منبه، ويخفف التوتر، والملل .
  - لأنه أصبح عادة .
  - لأنهم أصبحوا مدمنين .
- يزيد التدخين من خطر الإصابة بسرطان الرئة، والنزلات الشُعبية المزمنة، وتنفخ الرئة، ومرض القلب التاجي .
  - تعرض النساء اللاتي تستمرن في التدخين أثناء الحمل الجنين للخطر .

جميع الحقوق محفوظة لمركز المناهج التعليمية والبحوث التربوية - ليبيا

الوحدة 10

التنوع الحيوي والمحافظة على البيئة

Biodiversity and conservation

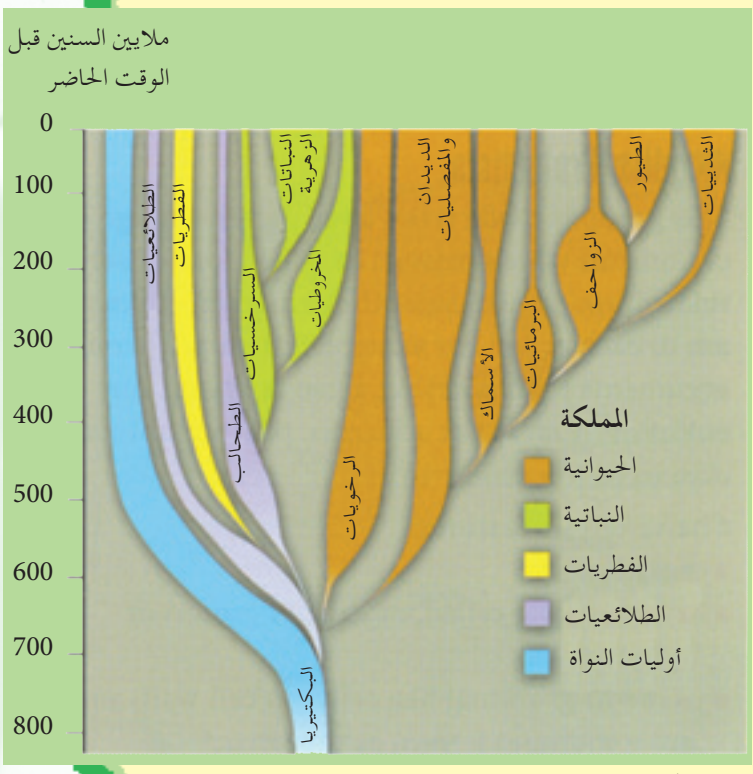
أهداف التعلم

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

- تحدد تصنيف الممالك الخمس لإظهار التنوع في الكائنات الحية.
- تناقش معنى مصطلح التنوع الحيوي.
- تناقش أسباب الحاجة إلى المحافظة على التنوع الحيوي.
- تصف الأسباب التي تجعل نوعًا محددًا مهددًا بالانقراض، وتستعمل هذه المعلومات في سياق الأنواع الأخرى المهددة بالانقراض.
- تناقش طرق حماية الأنواع المهددة بالانقراض بما في ذلك دور حدائق الحيوان، الحدائق النباتية، المحميات (الحدائق الوطنية) ومصارف البذور.

التنوع الحيوي والمحافظة على البيئة

لا أحد يعرف بالضبط كم عدد الأنواع المختلفة من الكائنات الحية الموجودة على كوكب الأرض. ما تم وصفه وتسميته من الحيوانات يصل إلى أكثر من مليون ونصف، وهناك ما يقرب من ربع مليون من أنواع النباتات الزهرية وآلاف من النباتات الأخرى مثل السرخسيات والحزازيات بالإضافة إلى الفطريات والبكتيريا والكائنات الأخرى وحيدة الخلية، والبحث مستمر عن عدة ملايين من الأنواع المختلفة.



شكل (10-1) العلاقات التطورية المحتملة للممالك الخمسة

جميع الحقوق محفوظة لـ مركز المناهج التعليمية والبحوث التربوية ـ ليبيا

كل هـذه الكائنـات هـي حـدود معرفتنـا، إذ أن بعض علماء علوم الحياة يعتقدون بأن هناك ما يزيد على 100 مليون نوع من الحيوانات، ويمكن أن يوجد على شجرة واحدة بالغابات الاستوائية المطرة أكثر من 1200 نوع من الخنافس، وفي كل مرة تقريبًا يقوم فيها أحد علماء الحياة بإجراء تعداد للخنافس في مسـاحة صغيرة بالغابات المطرة، فإنه يجد أعدادًا كبيرة من أنواع لم تكن معروفة من قبل.

تصنيف الممالك الخمس:

أكبـر المجموعـات التـي تصنـف فيهـا الكائنات الحية هي الممالـك، وهناك على الأقل اثنتان أو ثلاثة من الطرائق المختلفة المستعملة في التصنيف، وسوف نفحص واحدة منها فقط وهي نظام الممالك الخمس.

10 – 1 مملكة أوليات النواة Kingdom Prokaryota

يقسم حاليًا عدد كبير من علماء الأحياء هذه المملكة إلى مجموعتين: اركيا Archaea والبكتيريا، وهما متشابهتان ولكن الكيمياء الحيوية لكل منهما مختلفة جدًا.

■ **الخواص المميزة:**

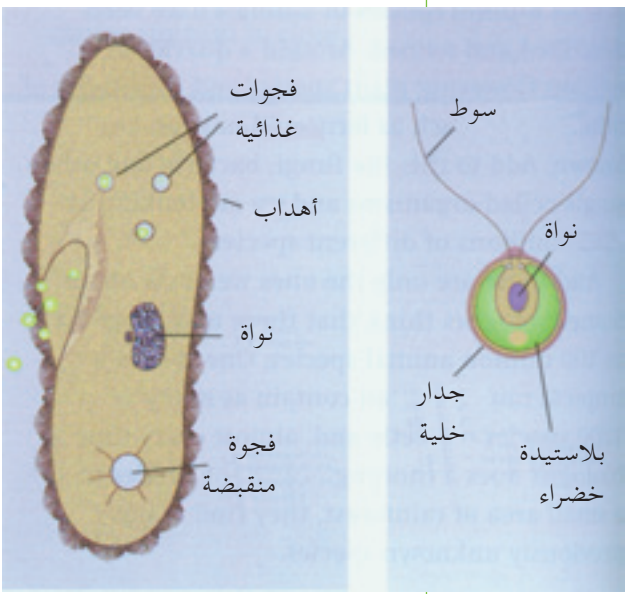
- الخلايا بدون أنوية.
- يوجد الدنا DNA ككروموسوم حلقي.
- توجـد جزيئـات حلقيـة صغيـرة من الدنا (DNA) تسـمى البلازميدات، وذلك في أغلب الأنواع.
- لا يوجد أغشـية تحيط بالعُضيات (الميتوكوندريا، الشـبكة الاندوبلازمية).
- الرايبوسومات أصغر من الرايبوسومات الموجودة في حقيقيات النواة.
- يحتوي الجدار الخلوي على ببتيدوجلايكونات.
- توجد عادة في شكل خلايا منفردة أو في مجموعات صغيرة من الخلايا.

شكل (**10–2**) خلية أولية النواة

جميع الحقوق محفوظة لـ مركز المناهج التعليمية والبحوث التربوية ـ ليبيا

10 – 2 مملكة الطلائعيات Kingdom Protoctista

تتكون هذه المجموعة من تشكيلة متباينة جدًّا من الكائنات الحية، والتي ربما تكون في الحقيقة ذات صلة قريبة بكائنات في ممالك أخرى أكثر من صلتها ببعضها البعض. على سبيل المثال، هناك جدل قوى حول تصنيف الطحالب كنباتات. وأي كائن من حقيقيات النواة ليس فطرًا، أو نباتًا أو حيوانًا يصنف ضمن الطلائعيات.



شكل (10–3) اثنان من البروتوكتستا، على اليسار الحيوان الأولي (باراميسيوم) بدون جدار خلوي وعلى اليمين الطحلب كلاميدوموناس

■ **الخواص المميزة:**

- حقيقية النواة.
- غالبًا ما تتكون من خلية واحدة، أو توجد كمجموعات من الخلايا المتشابهة.
- لبعضها خلايا تشبه الخلايا الحيوانية (لا يوجد جدار خلوي) وتعرف في بعض الأحيان بالحيوانات الأولية.
- بعضها له خلايا تشبه الخلايا النباتية (سليولوز بالجدار الخلوي ووجود بلاستيدات خضراء) وتعرف في بعض الأحيان بالطحالب.

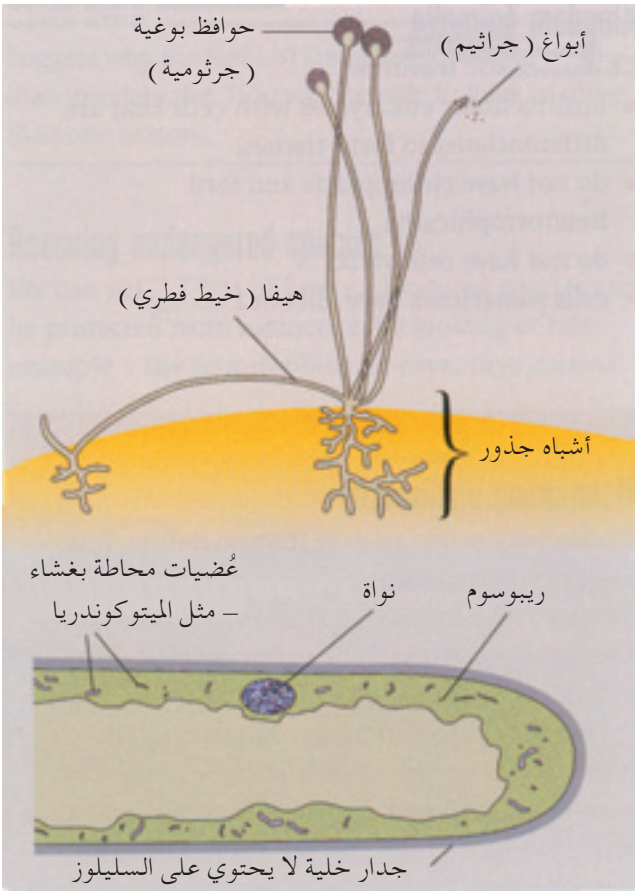
10 – 3 مملكة الفطريات Kingdom Mycetae (Fungi)

■ **الخواص المميزة:**

- حقيقية النواة.
- لا يوجد بها كلوروفيل ولا تقوم بعملية التمثيل الضوئي – غير ذاتية التغذية.
- شكل الجسم بسيط، يمكن أن يكون وحيد الخلية أو يتكون من خيوط طويلة تسمى الهايفات أو الخيوط الفطرية (بجدر عرضية أو بدونها).
- الفطريات الكبيرة مثل الفقاع (عيش الغراب) لها كتلة مدمجة من الخلايا كجزء من دورة حياتها.
- تتكاثر بواسطة الابواغ (الجراثيم).
- الخلايا لها جدار خلوي يتكون من الكيتين أو مواد أخرى، وليس من السيليلوز (عدا الفطريات البيضية).
- لا توجد بها أهداب أو أسواط (توجد الأسواط في أبواغ وأمشاج بعض الفطريات).

شكل (10–4) جسم ثمري (بوغي) لفطر عيش الغراب اجاريكوس كمبسترس *Agaricus campestris*

جميع الحقوق محفوظة لـ مركز المناهج التعليمية والبحوث التربوية ـ ليبيا

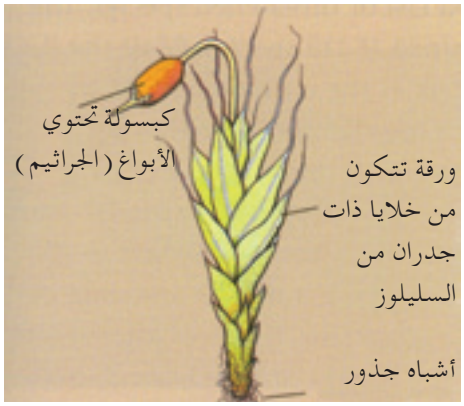


شـكل (**10–5**) فطر عفن الخبز الرايزوبس *Rhizopus* مع شـكل تفصيلي لإحدى الهايفات (الخيوط الفطرية)

10 – 4 المملكة النباتية Kingdom Plantae

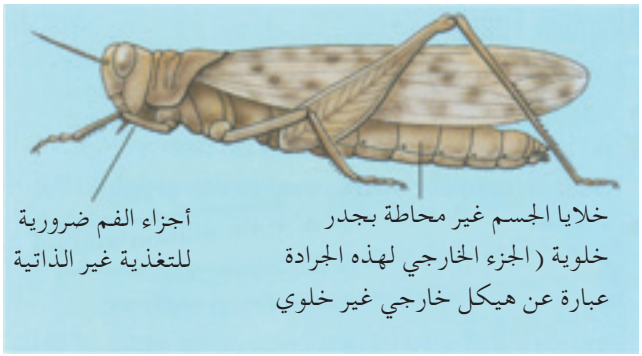
■ **الخواص المميزة :**

- حقيقيات نواة عديدة الخلايا خلاياها تتمايز لتكون أنسجة .
- بعض الخلايا بها بلاستيدات خضراء وتقوم بعملية التمثيل الضوئي .
- جدر الخلايا موجودة على الدوام وتتكون من السليلوز .
- الخلايا قد يكون لها أسواط في بعض الأحيان، مثال الأمشاج المذكرة للحزازيات .



شكل (**10–6**) النبات الحزازي جريميا بولفيناتا *Grimia pulvinata*

جميع الحقوق محفوظة لـ مركز المناهج التعليمية والبحوث التربوية ـ ليبيا



شكل (**10–8**) جرادة

شكل (**10–7**) نبات كيس الراعي (كابسيلا بورسا – باستورس) *Capsella bursa –pastoris*

10 – 5 المملكة الحيوانية Kingdom Animalia

■ **الخواص المميزة :**

- حقيقيات النواة عديدة الخلايا وتتمايز الخلايا لتكون أنسجة .
- لا يوجد بها بلاستيدات خضراء، غير ذاتية التغذية .
- لا يوجد بها جدر خلوية .
- يوجد بالخلايا في بعض الأحيان أهداب أو أسواط .

10 – 6 المحافظة على التنوع الحيوي

التنوع الحيوي مصطلح ليس من السهل تعريفه . وعادة ما يعني مجتمعات الكائنات والأنواع التي تعيش معًا في موطن واحد، ويعنى أيضًا التنوع الوراثي الموجود في كل نوع .

يسود نوع من القلق حول المخاطر التي تهدد التنوع الحيوي بسبب زيادة عدد السكان والاستخدام المفرط للموارد من العديد من البيئات المختلفة، ممّا جعل أنواع الكائنات الحية تُفقد بمعدل خطير، ولذلك فإن المحافظة على التنوع الحيوي تشمل السعي لإبطاء أو إيقاف أو إحداث تغير عكسي في فقدان التنوع الحيوي .

جميع الحقوق محفوظة لـ مركز المناهج التعليمية والبحوث التربوية ـ ليبيا

لماذا نعطي فقد التنوع الحيوي أهمية كبيرة؟ بكل بساطة يعتبر التنوع الحيوي بالنسبة للعديد من الناس قضية أخلاقية ومعنوية، لأننا نعيش على كوكبنا الذي يشاركنا فيه عدد كبير جدًا من الكائنات الأخرى وليس من حقنا أن نكون سببًا في انقراضها.

بل إن هناك أسباب عملية كثيرة أخرى تحتم علينا المحافظة على التنوع الحيوي، على سبيل المثال هناك 700 نوع من الأدوية التي يصفها الأطباء للمرضى في بريطانيا مشتقة من النباتات وحوالي 70% من هذه النباتات تنمو في الغابات الاستوائية المطيرة، وبدون شك، هناك عدد آخر من النباتات التي لا نعرفها. إذا ما سمحنا للغابات الاستوائية المطيرة بالزوال، فإننا سنفقد أنواعًا من هذه الكائنات التي قد تكون مفيدة لنا. وبالمثل، قد يمكننا استعمال الأنواع النباتية أو الحيوانية البرية لإدخال جينات جديدة نافعة لمحاصيلنا النباتية و لحيواناتنا التي تعيش بالمزرعة.

يساعد التنوع الحيوي داخل النظام البيئي على المحافظة على الاستقرار. تتفاعل كل الكائنات في النظام البيئي بطرق مختلفة، وإذا ما اختفى نوع واحد منها فإن ذلك يمكن أن يؤثر على المجموعة ككل.

10 – 7 الأنواع المهددة بالانقراض

ينشر الاتحاد العالمي للمحافظة على الطبيعة والموارد الطبيعية سنويًا ما يعرف بالقائمة الحمراء للأنواع المهددة بالانقراض. وقد احتوت القائمة التي نشرت في عام 2006 على 16119 نوعًا. جميع هذه الأنواع مهددة بالانقراض من على سطح الأرض، ومن البديهي أن ملايين الأنواع انقرضت في الماضي وفي بعض الأحيان بأعداد هائلة في المرة الواحدة، وهو ما يطلق عليه ظاهرة الانقراض الجماعي. ولكن كانت كل هذه الظواهر طبيعية، على الرغم من أنها تسببت بواسطة تغيرات مفاجئة وكبيرة في الطبيعة مثل تصادم الكويكبات مع الأرض. ما نواجهه في الوقت الحاضر هو احتمال حدوث انقراض جماعي آخر، ولكن سببه الإنسان في هذه الحالة.

شكل (10-9) تعيش قرود اورانج اوتان في الغابات الاستوائية الكثيفة في بورنيو، وبقاؤها مهدد بإزالة هذه الغابات.

إن السبب الرئيس لهذا الانقراض هو فقد المواطن البيئية أو الأماكن التي تعيش فيها الكائنات. لقد تكيف العديد من الأنواع للمعيشة في موطن معين وفي ظروف بيئية معينة. يدمر الإنسان المواطن البيئية بواسطة تجفيف المستنقعات وقطع أشجار الغابات المطيرة وتلويث الهواء والماء والتربة. وهناك سبب آخر لانقراض الأنواع وهو قتلنا لأعداد كبيرة منها من أجل الحصول على الغذاء أو الصيد كنوع من التريّض.

جميع الحقوق محفوظة لـ مركز المناهج التعليمية والبحوث التربوية ـ ليبيا

تكتسب بعض الأنواع المهددة بالانقراض أهمية كبرى – مثل النمور ودببة الباندا – ويمكنك الحصول على معلومات كثيرة عنها على شبكة المعلومات. وهناك أنواع أخرى لم تلق اهتمامًا مثل البزاق (Kerry Slugs). ولذلك فإنه ليس مستغربًا أن تضم القائمة الحمراء للاتحاد العالمي للمحافظة على الطبيعة والموارد الطبيعية نسبة عالية من الفقاريات مقارنة باللافقاريات، ونسبة كبيرة من النباتات الخضراء مقارنة بالطلائعيات، بينما لا توجد كائنات أولية النواة بالقائمة. نحن لا نعرف بصورة مطلقة كم عدد هذه الكائنات المهددة بالانقراض.

شكل (**10-10**) يوجد بزاق « كيرى » في جنوب غرب ارلندا فقط

10 - 8 إنقاذ الأنواع المهددة بالانقراض

يمكننا أن نكون فكرة عن كيفية حماية الأنواع المهددة بالانقراض بأن ننظر إلى أحد الأمثلة، على سبيل المثال حيوان المها (الوعل الوحشي الأفريقي ذو القرون السيفية) : أوريكس داما *Oryx damma* . تعيش المها الأفريقية في المناطق شبه الصحراوية بشمال أفريقيا، ويتم اصطياده في معظم الأحيان للحصول على لحمه وللاستفادة من جلده. ولكن معدلات الاصطياد تزايدت بشكل كبير في الخمسينيات والستينيات من القرن الماضي بسبب تنقل عمال النفط في المناطق التي يعيش بها واستعمال بنادق الصيد. تم التأكد في فترة الستينيات والسبعينيات من القرن الماضي، أنه إذا لم تتخذ أية إجراءات لحمايتها فسوف يُقضى عليها نهائيًا.

وبناء على ذلك تم جمع بعض من حيوانات الوعل الوحشي الإفريقي (المها) ونقلت إلى حدائق الحيوان في أماكن مختلفة بالعالم.

ثم بدأ برنامج التزاوج لهذا الحيوان بحدائق الحيوانات، وحاولت كل حديقة حيوان إكثار المها وتكوين قطيع منها. اتخذت الاحتياطات بحيث لا يتم تزاوج الحيوانات وثيقة القربى مع بعضها، وذلك حتى يتم المحافظة على التنوع الوراثي.

وتطلب هذا الإجراء في الغالب نقل هذه الحيوانات من حديقة حيوانات إلى أخرى. إن التلقيح الاصطناعي يقلل من الحاجة لنقل الحيوانات من حديقة حيوان إلى أخرى لأنه يمكن جمع الحيوانات المنوية من ذكر واحد، ثم تُجمّد وتُنقل لجميع أرجاء العالم لتلقيح أنثى حيوان أو أكثر (في بعض الأنواع، أصبح ممكنا زرع أجنة الأنواع النادرة في أنثى أخرى وثيقة القربى بهذا النوع والتي تعمل كأم بديلة).

جميع الحقوق محفوظة لـ مركز المناهج التعليمية والبحوث التربوية ـ ليبيا

بينما كان هذا البرنامج على قدم وساق، اتخذت احتياطات لتوفير موطن يئي آمن للوعل الوحشي الأفريقي (المها) بحيث يتم إرجاعها في نهاية المطاف إلى الحياة البرية. وقد تم إنشاء محميات كبيرة في تونس وتمت إحاطتها بأسوار من الأسلاك الشائكة حتى تمنع دخول قطعان الماشية لهذه المحميات، وتم تشجيع المواطنين للمشاركة في هذا العمل وتم توظيف بعضهم لرعاية المحميات.

في عام 1985، كانت أول محمية جاهزة، وتم تسريح عشرة من الوعل الوحشي الأفريقي (المها) بها وتم حفظها في زرائب صغيرة خلال فترة الشهور القليلة الأولى، وذلك حتى يتم التأكد من تأقلمها للظروف غير المألوفة، وفي عام 2000 أصبح عددها يزيد عن 120.

لقد كان هذا البرنامج ناجحًا جدًا، ويوجد الآن محميات أخرى بها حيوانات المها أكثر. كما أن هناك حدائق حيوان عديدة بها قطعان للتربية، وهكذا يبدو أن حيوانات المها آمنة، على الأقل في الوقت الحاضر.

ولكن لم تحظَ كل المحاولات بالنجاح، إذ أن بعض الحيوانات ترفض بكل بساطة التزاوج عندما تكون في الأسر. وغالبًا ما يكون من الصعب خلق مواطن بيئية مناسبة لها، لذلك لا يمكن إرجاعها للحياة البرية. في بعض الأحيان وحتى إن توفر الموطن البيئي المناسب، فإنه من الصعب على الحيوانات أن تتكيف للعيش طليقة بالحياة البرية بتلك المواطن البيئية بعد تعوّدها على الحياة بحدائق الحيوان.

شكل (**10-11**) وعل المها الأفريقي اوريكس دامّا

10-9 حماية الأنواع المهددة بالانقراض

يوضح لنا مثال الوعل الوحشي الأفريقي (المها) أحد الوسائل التي بواسطتها يمكن حماية الأنواع المهددة بالانقراض. أن برامج التربية في الأسر بحدائق الحيوان وفي حدائق الأحياء البرية قد تساعد في الحفاظ على عشائر الأنواع التي تتكاثر ببرامج التربية، على أمل أنه في يوم ما يمكن إرجاعها إلى الحياة البرية. ويمكن أن تلفت حدائق الحيوان انتباه الناس إلى أنواع الحيوانات و يمكن أن تزيد من اهتمامهم للمحافظة عليها وهذا يمكن أن يؤدي إلى دعم أكبر من الناس لصالح مشاريع المحافظة على أنواع الحيوانات وتوفير دعم مالي أكثر لها.

جميع الحقوق محفوظة لـ مركز المناهج التعليمية والبحوث التربوية ـ ليبيا

شكل (**10-12**) مصرف الألفية للبذور في بريطانيا

تلعب الحدائق النباتية دورًا مماثلًا بالنسبة للنباتات المهددة بالانقراض إذ يمكن أن تجمع البذور والعقل من الأنواع التي توجد بالبرية ثم تستعمل لزيادة أعداد النباتات التي يمكن أن تستعمل في يوم ما لإعادتها لمواطنها البيئية، كما يمكن أن تساعد المزارع النسيجية في إنتاج عدد كبير من النباتات من عينات قليلة.

شاركت الجمعية الملكية للحدائق النباتية في مدينة كيو ببريطانيا في مساعدة مشاريع مماثلة وتقوم بإدارة مشروع طموح يسمى مصرف الألفية للبذور الذي بدأ منذ عام 2000. إن هدف هذا المصرف هو جمع وحفظ بذور 10% على الأقل من النباتات التي تنمو بالعالم، وهكذا إذا انقرض أي منها من الحياة البرية، فسيكون هناك مصدر لبذوره التي يمكن إنباتها. تجمع البذور قدر الإمكان من مواقع مختلفة ومتعددة وذلك حتى تحتوي على نسبة جيدة من المعين الجيني لذلك النوع.

شكل (**10-13**) فرز البذور بمصرف الألفية للبذور

بعض البذور من السهل تخزينها، ولكن هناك بذورٌ أخرى تحتاج إلى شروط تخزين خاصة. ومن المهم أيضًا زراعة بعض البذور من حين إلى آخر لتنمو النباتات ثم تجمع بذورها الجديدة، لأن معظم البذور لا تعيش لسنوات عديدة. وهناك بعض النباتات التي لا يمكن حفظها على هيئة بذور على الإطلاق ولا بد من المحافظة عليها كنباتات ناضجة.

إن برامج التربية في الأَسر بحدائق الحيوان، وزراعة النباتات بالحدائق النباتية والمحافظة على مصارف البذور قد تكون ناجحة جدًّا للمحافظة على حياة النوع، ولكن في نهاية المطاف، يُحبِّذ معظم الناس أن تعيش هذه الكائنات في بيئتها الطبيعية. تخصص معظم الدول حاليًا مناطق لحماية الحياة البرية والبيئة بحيث تكون فيها نشاطات الإنسان محدودة. فعلى سبيل المثال يمكن إنشاء المحميات بشرط أن تكون بعيدة عن المباني، وعن مناطق رعي الماشية ومناطق الصيد والأنشطة الأخرى التي يمكن أن تؤثر بطريقة عكسية على الحيوانات والنباتات التي تعيش في المحميات.

في بعض الدول مثل كينيا تمثل الحدائق الوطنية، مناطق للحماية حيث تحفظ بها عشائر الحيوانات البرية.

هناك قيود على الأنشطة البشرية بالحدائق، وأغلب الأموال التي تستعمل في إدارة هذه الحدائق مصدرها السياحة، كما أن الحدائق تستغل لتعليم الناس كيفية المحافظة على البيئة، هذا من شأنه أن يزيد من الإدراك بالقضايا المهمة ويستقطب دعم الأفراد .

جميع الحقوق محفوظة لـ مركز المناهج التعليمية والبحوث التربوية ـ ليبيا

شكل (**10-14**) الفيلة في حديقة أمبوسيلى الوطنية، كينيا

كل هذا يمكن تحقيقه بشكل أفضل إذا ما شارك الناس الذين يعيشون في المنطقة بأي شكل من الأشكال حتى يشعروا أن الحدائق هي حدائقهم ويمكنهم الحصول على فوائد منها. وهذا يمكن أن يحدث بالسماح لهم باستعمال مساحات بالحديقة لزراعة بعض المحاصيل أو لرعى حيواناتهم وتوظيفهم كحراس أو استعمال بعض المال الذي يتم الحصول عليه من السياحة لتحسين الخدمات الصحية والتعليمية لهم.

في بريطانيا وعلى النقيض، تستعمل الحدائق الوطنية بشكل أساسي كمساحات للترويح عن الناس وليس للمحافظة على الحياة البرية، وقد صنفت مناطق صغيرة كمناطق خاصة مهمة للمحافظة على البيئة، مثل المواقع ذات الاهتمام العلمي الخاص. وتنتشر هذه المواقع في كل أنحاء بريطانيا وعادة ما يتم اختيارها على أساس أنها تحتوي على أنواع نادرة أو أنها تشكل مواطن بيئية نادرة.

جميع الحقوق محفوظة لـ مركز المناهج التعليمية والبحوث التربوية ـ ليبيا

ملخص

- يمكن تصنيف كل الكائنات الحية في أحد الممالك الخمس: البروكريوتا (بدائيات النواة)، الطلائعيات، الفطريات، النباتات والحيوانات.
- يشمل التنوع الحيوي مواطن النبات والحيوان (البيئات) والأنواع في أي منطقة والتنوع الوراثي للنوع.
- هناك أسباب معنوية وأخلاقية للمحافظة على التنوع الحيوي وكذلك هناك أسباب عملية أخرى، على سبيل المثال يمكننا استعمال النباتات للحصول على الأدوية، واستعمال الحيوانات كمصدر للجينات لاستعمالها في تربية الأصناف الجيدة.
- أصبحت الأنواع النباتية والحيوانية مهددة بخطر الانقراض بسبب فقد الموطن البيئي، وتغير بيئاتها (ربما بسبب التلوث) والاستغلال البشرى المفرط لها.
- يمكن أن تكون المحافظة على أنواع الحيوانات المهددة بالانقراض عن طريق برامج التربية، حيث يتم إكثار مجموعات منها في حدائق الحيوان والحدائق البرية. وتحاول هذه البرامج المحافظة على أصول الجينات (المورثات) وتحاشى التزاوج المختلط، وفي الوقت نفسه، أجريت محاولات لتوفير موطن بيئي مناسب للحيوانات بالحياة البرية، وذلك حتى يمكن تسريح الحيوانات المتزاوجة بالأسر التي تمت تربيتها بحدائق الحيوان إلى الحياة البرية من جديد. يشارك المواطنون المحليون في مثل هذه الإجراءات، لأن هذا يزيد من تقبلهم وتفهمهم للمشروع ويزيد من فرص نجاحه.
- تساعد الحدائق النباتية ومصارف البذور في المحافظة على أنواع النباتات المهددة بالانقراض بواسطة تربيتها ثم إعادتها إلى موطن بيئي مناسب. توفر مصارف البذور ظروفًا مناسبة للحفاظ على حياة أنواع مختلفة من البذور لمدة طويلة بقدر الإمكان. تزرع عينات البذور لتكون نباتات ناضجة من فترة إلى أخرى وذلك حتى يتم جمع بذور طازجة حديثة.

جميع الحقوق محفوظة لـ مركز المناهج التعليمية والبحوث التربوية ـ ليبيا

ركن التفكير

مهارات التفكير : التحليل ، وحل المشكلات

المشكلة : كان لبعض العوامل مثل النشاط البشري لاستغلال الموارد البيئية المتنوعة آثار بالغة السوء على التنوع الحيوي الذي يعتبره البعض قضية أخلاقية ومعنوية لأن الإنسان ليس من حقه الإضرار بما يشاركه الحياة على كوكب الأرض من كائنات ليكون سببًا في انقراضها أو تهديدها بالانقراض.

ما السبب الذي جعل من هذا الأمر مشكلة؟

ما هي النتائج الناجمة عن هذه المشكلة؟

ما هي الحلول المقترحة لهذه المشكلة؟

التحليل النهائي وقيمة النتائج

جميع الحقوق محفوظة لـ مركز المناهج التعليمية والبحوث التربوية ـ ليبيا

مسرد

أجون (تخصيب) Eutrophication

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

إخراج Excretion

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

إخصاب Fertilization

العملية التي يندمج فيها مشيج ذكري مع مشيج أنثوي لتكوين اللاقحة.

إدمان العقاقير Drug addiction

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

إساءة استخدام العقاقير Drug abuse

تناول العقاقير بشكل مكثف، أو من دون وصفة الطبيب.

أسموزية Osmosis

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

أليلات Alleles

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

أليل سائد Dominant allele

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

أليل متنح Recessive allele

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

انتخاب (انتقاء) اصطناعي Artificial selection

طريقة يستخدمها الإنسان لإنتاج نباتات وحيوانات لها صفات مرغوبة.

انتشار Diffusion

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

انتقال مكاني Translocation

نقل المواد الغذائية المصنَّعَة مثل السكريات والأحماض الأمينية في النباتات.

أنزيمات Enzymes

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

انقسام اختزالي ميوزي Meiosis

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

أوردة Veins

أوعية دموية تنقل الدم من جميع أجزاء الجسم إلى القلب.

إيدز AIDS

متلازمة نقص المناعة المكتسبة وهي اختصار

Acquired Immune Deficiency Syndrome

بروتينات Proteins

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

بلزمة Plasmolysis

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

بلعمة Phagocytosis

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

بناء ضوئي Photosynthesis

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

تأثرية أو حساسية Irritability or sensitivity

قدرة الكائن الحي على الاستجابة لمؤثر.

جميع الحقوق محفوظة لـ مركز المناهج التعليمية والبحوث التربوية ـ ليبيا

تبرز Egestion

تخلص الجسم من المادة غير المهضومة.

تحليل بالماء (تحلل مائي) hydrolysis

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

تحمُّل العقار Drug tolerance

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

تركيز بؤري أو مواءمة Focusing or accommodation

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

تشابك عصبي Synapse

وصلة بين خليتين عصبيتين.

تصحر Desertification

إتلاف الأرض الصالحة للزراعة مما يؤدي إلى شروط شبه صحراوية.

تصلُّب الشرايين Atherosclerosis

ترسيب مواد دهنية (كوليسترول) على الجدران الداخلية للشريان.

تطفل Parasitism

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

تغاير (تباين) Variation

الاختلافات التي يمكن ملاحظتها داخل النوع الواحد.

تغاير متصل (مستمر) Continuous variation

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

تغاير غير متصل (متقطع) Discontinuous variation

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

تغذية Nutrition

دخول الغذاء والعمليات التي تحوله إلى مادة حية.

تقلصات موجية (دودية) Peristalsis

تقلصات منتظمة تشبه الموجات في جدران الأمعاء.

تكاثف Condensation

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

تكاثر جنسي Sexual reproduction

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

تكاثر لاجنسي Asexual reproduction

إنتاج أفراد جديدة، من دون اندماج خليتين تناسليتين يسمى كل منهما مشيج (جاميت).

تقانة حيوية (تكنولوجيا حيوية) Biotechnology

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

تلقيح Pollination

انتقال حبة اللقاح من المتك إلى الميسم.

تلقيح خلطي Cross-pollination

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

تلقيح ذاتي Self-pollination

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

تلوث Pollution

العملية التي تضاف فيها مواد ضارة إلى البيئة.

تمثيل غذائي Assimilation

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

تنسم (شهيق وزفير) Breathing

العملية التي يحدث بها تبادل للغازات بين الكائن الحي والبيئة.

تنظيم أسموزي Osmoregulation

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

جميع الحقوق محفوظة لـ مركز المناهج التعليمية والبحوث التربوية ـ ليبيا

تنفس خلوي Tissue respiration

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

تنفس هوائي Aerobic respiration

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

تنفس لاهوائي Anaerobic respiration

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

اتزان الوسط الداخلي للجسم Homeostasis

(الاستقرار الداخلي)

الحفاظ على بيئة داخلية ثابتة.

جين (مورث) Gene

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

حماية (حفظ) البيئة الطبيعية Conservation

حماية المصادر الطبيعية للبيئة والمحافظة عليها.

خلية عصبية رد فعل انعكاسي

Neurone Reflex action

استجابة فورية لمثير محدد من دون تحكم شعوري.

زوائد شجيرية عصبية Dendron

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

سكر مختزل Reducing sugar

السكريات التي تنتج راسبًا أحمر عند غليانها مع محلول بندكت.

سلسلة غذائية Food chain

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

سيادة مشتركة Co-dominance

حالة يعبر فيها أليلين عن نفسيهما في الهجين.

شبكة الغذاء Food web

سلسلتان غذائيتان مرتبطتان فيما بينهما أو أكثر.

شرايين Arteries

أوعية دموية تحمل الدم الخارج من القلب.

شعيرات دموية Capillaries

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

شعيرة جذرية Root hair

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

ضغط الاكتناز (الامتلاء) Turgor pressure

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

طفرة Mutation

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

طمث (حيض) Menstruation

التصريف الشهري للدم من الرحم عبر المهبل.

عشيرة (سكان) Population

مجموعة من الأفراد من نفس النوع.

عصب Nerve

مجموعة من الألياف العصبية.

عقار Drug

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

علم البيئة Ecology

دراسة العلاقات بين الكائنات الحية والبيئة الطبيعية.

غدد صماء Endocrine glands

غدد لا قنوية تفرز هرمونات في مجرى الدم.

غشاء جزئي (أو اختياري) النفاذية

(Partially or selectively) permeable membrane

غشاء يسمح بمرور بعض المواد خلاله دون مرور مواد أخرى.

فعل إرادي Voluntary action

عمل تتحكم فيه الإرادة.

فعل انعكاسي شرطي Conditioned reflex action

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

جميع الحقوق محفوظة لـ مركز المناهج التعليمية والبحوث التربوية ـ ليبيا

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

محاليل متساوية الأسموزية Isotonic solutions
محاليل لها نفس التركيزات.

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

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

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

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

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

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

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

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

حيز (موضع) بيئي Niche
الدور الذي يلعبه الكائن الحي أوالمكان الذي يسكنه في موطنه.

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

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

نمط (طرز) جيني Genotype
التجمع الجيني في أي فرد.

جميع الحقوق محفوظة لـ مركز المناهج التعليمية والبحوث التربوية ـ ليبيا

نمط (طرز) ظاهري Phenotype

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

هرمون Hormone

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

هضم Digestion

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

هندسة وراثية Genetic engineering

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

وجبة غذائية متوازنة Balanced diet

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

وريد بابي Portal vein

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

جميع الحقوق محفوظة لـ مركز المناهج التعليمية والبحوث التربوية ـ ليبيا

الملحق 1

بعض المواقع المفيدة على شبكة الإنترنت

قائمة بعناوين المواقع على شبكة الإنترنت

الوحدة الأولى: النقل في الثدييات

- **مقدمة الوحدة**: موقع SBTS على الشبكة

http://www.gov.sg/moh/sbts/index.htm

- كيف يُعالج فقر الدم اللاتنسُّجي

http://medic.med.uth.tmc.edu/ptnt/00001038.

- الجمعية الأمريكية للقلب – إحصاءات ومعلومات عن أمراض القلب الوعائي

http://www.americanheart.org

الوحدة الثانية: النقل في النباتات

- مقدمة مختصرة عن النقل في النباتات

http://tidepool.st.usm.edu/crswr/111planttransport.htm

الوحدة الثالثة: التنفس

- عن ATP

http://www.fwparker.org/exhibits/biopage/index.htm

- **مهمة منزلية 10-1** مرض التنفس

http://www.nutramed.com/asthma
http://www.colby.edu/personal/thtieten/air_sing.html

- وصف تفصيلي عن عملية التنفس

http://mss.scbe.on.ca/DSRESPIR.htm
http://www.life.uiuc.edu/bio100/link_page/respire.htm

الوحدة الرابعة: الإخراج

- المؤسسة القومية للكلى

http://www.nkfs.org/

الوحدة السادسة: التنسيق والاستجابة: الجهاز العصبي في الثدييات

- يوفر صورًا للمخ

http://www.med.harvard.edu/AANLIB/home.htm

الوحدة الثامنة: التنسيق والاستجابه: III الهرمونات والغدد الصماء

- **مقدمة الوحدة**: تقليل التوتر

http://infoseek.go.com/Health/Mental_health Stress?svx=mental+stress

الوحدة التاسعة: العقاقير (الأدوية)

- **مهمة منزلية 9-1**

http://www.teenchallenge.org.sg/index.html

- معلومات عن التدخين من وزارة الصحة – سنغافورة

http://www.healthylife.org.sg/pamphlets/smoking_pamphlets3.html

جميع الحقوق محفوظة لـ مركز المناهج التعليمية والبحوث التربوية ـ ليبيا

ملاحظات

جميع الحقوق محفوظة لـ مركز المناهج التعليمية والبحوث التربوية ـ ليبيا

ملاحظات

جميع الحقوق محفوظة لـ مركز المناهج التعليمية والبحوث التربوية ـ ليبيا

ملاحظات

جميع الحقوق محفوظة لـ مركز المناهج التعليمية والبحوث التربوية ـ ليبيا