دولة ليبيا
وزارة التعليم
مركز المناهج التعليمية والبحوث التربوية

الأحياء

للسنة الثانية من مرحلة التعليم الثانوي
(القسم العلمي)

الدرس الثالث

المدرسة الليبية بفرنسا ـ تور

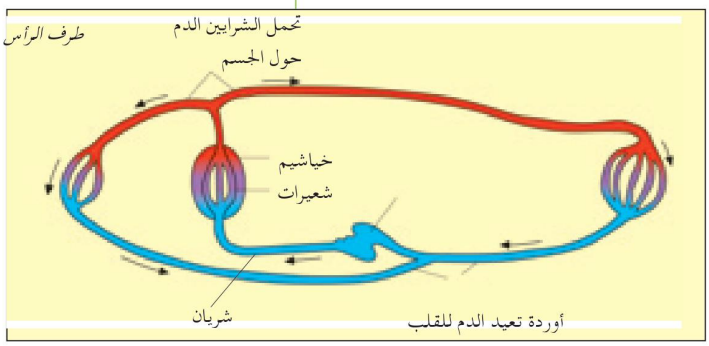
العام الدراسي:
1441 / 1442 هـ . 2020 / 2021 م.

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.

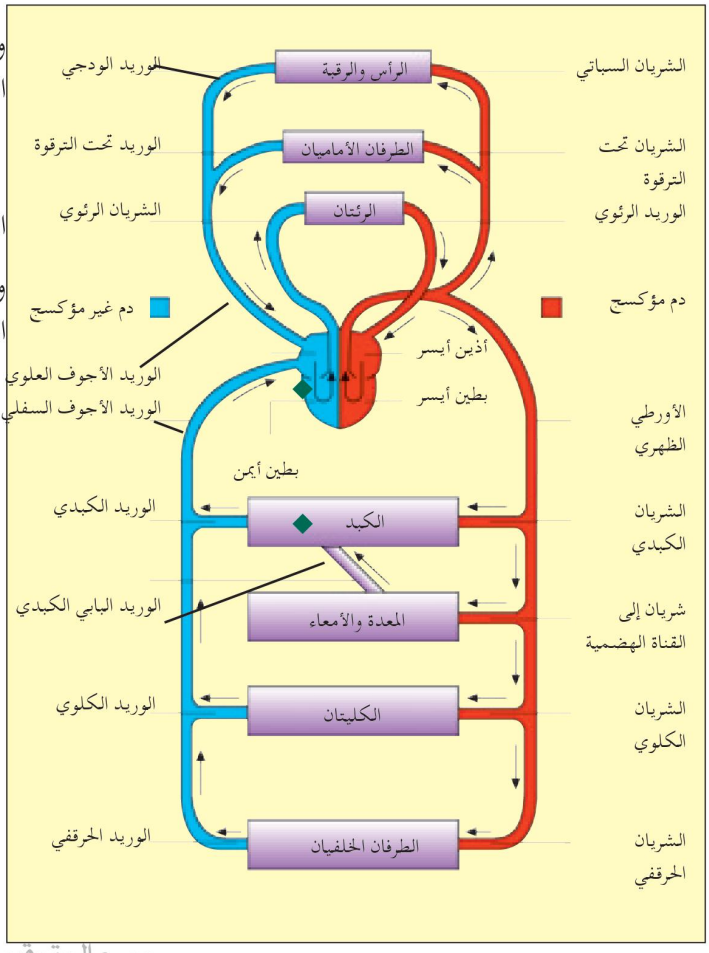
وتحمل **الشرايين الرئوية** الدم من القلب إلى الرئتين.

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.

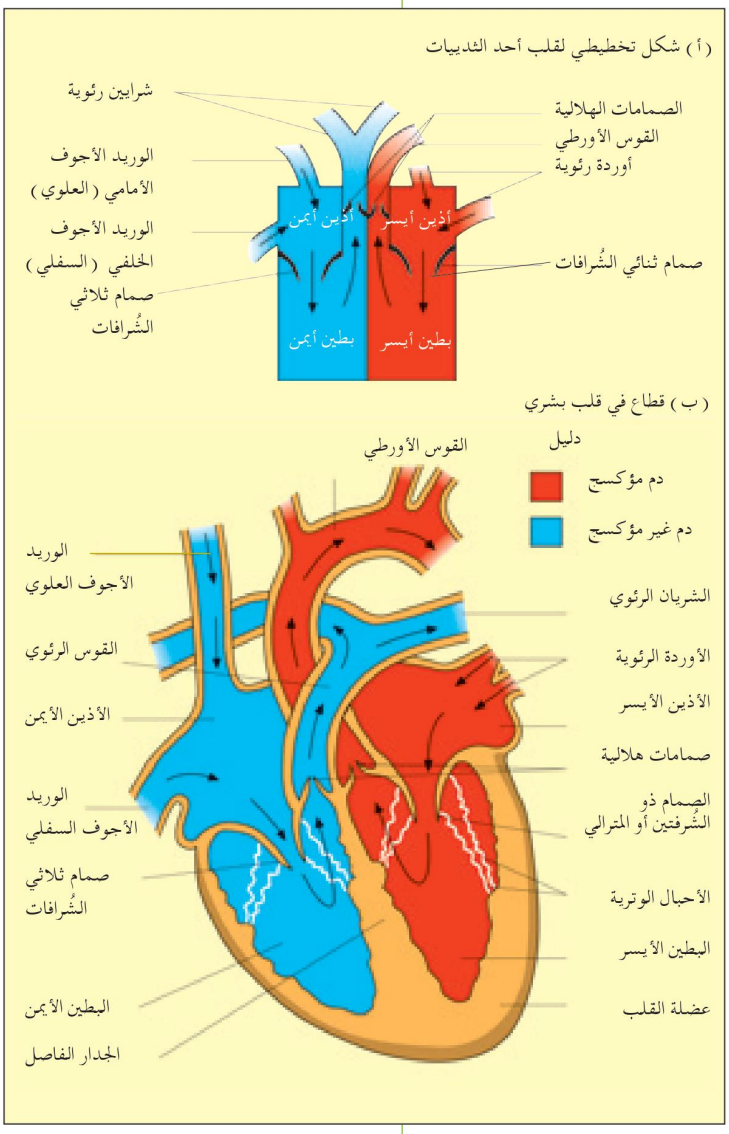
الدم الذي يترك القلب للدخول في الدورة الجهازية يكون تحت ضغط مرتفع. ويضمن ذلك توزيع الدم المؤكسج على أنسجة الجسم بمعدل أسرع. (ويساعد ذلك في الحفاظ على المعدل الأيضي العالي في الثدييات.)

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) تخطيطيًا قلب إحدى الثدييات والأوعية الدموية الرئيسة به، فيبين مرور الدم خلال القلب. ويقدم شكل 1 – 9 (ب) رسمًا تخطيطيًا 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**.

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).

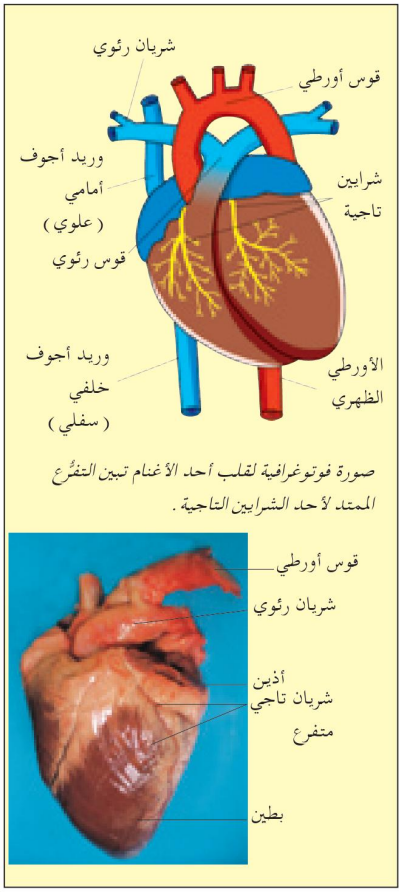
يعود الدم المؤكسج من الرئتين إلى القلب عن طريق الأوردة الرئوية المنفتحة على الأذين الأيسر. وعند انقباض الأذين الأيسر يدخل الدم إلى البطين الأيسر.

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.



صورة فوتوغرافية لقلب أحد الأغنام تبين التفرُّع الممتد لأحد الشرايين التاجية.

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

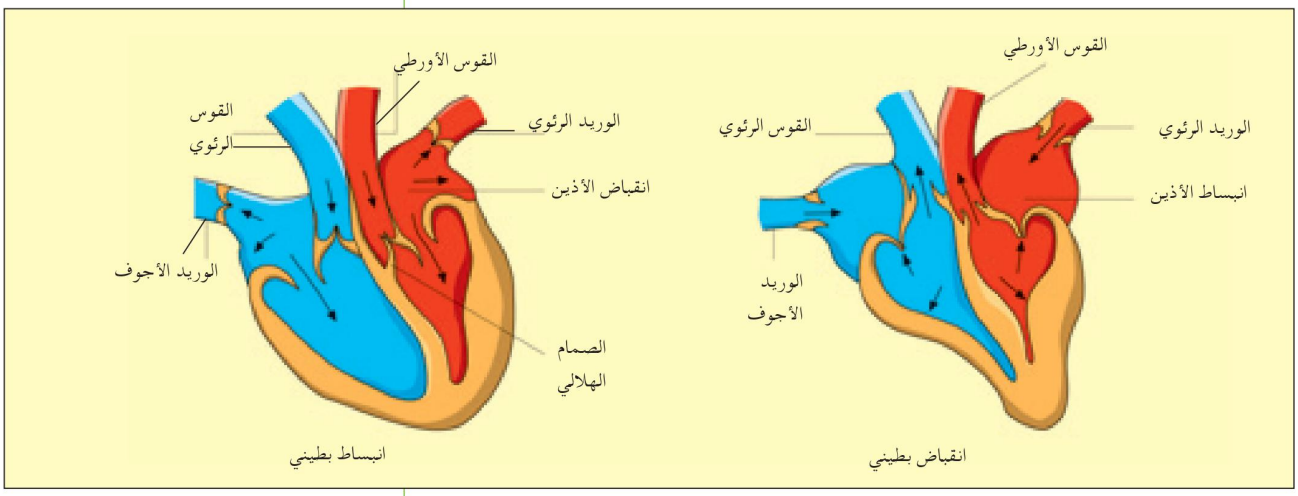
كيفية عمل القلب

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

1 – 4 القلب

◄ القلب هو عضو عضلي ينقبض وينبسط بانتظام طوال الحياة.

يتكون القلب من 4 حجرات: أذينان (الحجرتان العلويتان) وبطينان (الحجرتان السفليتان).

- يوجد حاجز يفصل بشكل تام الأذين والبطين الأيمنين عن الأذين والبطين الأيسرين، ويمنع ذلك اختلاط الدم غير المؤكسج في الجانب الأيمن للقلب بالدم المؤكسج في الجانب الأيسر منه. ويضمن ذلك أيضًا ذهاب الدم غير المؤكسج بالكامل إلى الرئتين، في حين يُرسل جميع الدم المؤكسج إلى جميع أجزاء الجسم (فيما عدا الرئتين).
- تتسم جدران الأذينين بأنها رقيقة لأنها تدفع الدم فقط إلى داخل البطينين، في حين تتسم جدران البطينين بأنها أكثر سُمكًا لأن عليها دفع الدم خارج القلب. و تكون جدران البطين الأيسر أكثر سُمكًا من جدران البطين الأيمن حتى يتمكن البطين الأيسر من ضخ الدم بقوة شديدة (تحت ضغط مرتفع) إلى بقية الجسم.
- وتضمن الصمامات الموجودة في القلب انسياب الدم في اتجاه واحد فقط، أي أنها تمنع حدوث تدفق عكسي للدم مرة أخرى.

أربعة صمامات قلبية:
- صمام ثلاثي الشرفات: بين الأذين الأيمن والبطين الأيمن.
- صمام ثنائي الشرفات: بين الأذين الأيسر والبطين الأيسر.
- صمامات نصف هلالية:
  - بين البطين الأيمن والشريان الرئوي.
  - بين البطين الأيسر والأورطي.

◄ آلية عمل القلب:

تشير دقة واحدة للقلب إلى حدوث انقباض واحد وانبساط واحد للأذينين وللبطينين.

(1) يمتلئ الأذينان المنبسطان بالدم الوارد من الأوردة.

(2) ينقبض الأذينان تلقائيًّا مما يؤدي إلى فتح الصمامات (ثلاثي وثنائي الشرفات) ومرور الدم إلى البطينين المنبسطين.

(3) ينقبض البطينان تلقائيًّا مما يؤدي إلى فتح الصمامات نصف الهلالية واندفاع الدم إلى الشرايين، في حين تنغلق الصمامات ثلاثية وثنائية الشرفات (محدثة الصوت الأول للقلب)، ثم يبدأ الأذينان في الانبساط.

(4) يسترخي البطينان وتنغلق الصمامات نصف الهلالية (محدثة صوتًا).

◄ وفي كل مرة ينقبض البطينان ويضخان الدم إلى الشرايين، تتمدد الشرايين. وبعد كل تمدد ترتد الجدران المرنة للشرايين وتضخ الدم على هيئة سلسلة من الأمواج والنبضات.

◄ ويكون معدل النبض:
- مرتفعًا بعد بذل جهد.
- منخفضًا أثناء الراحة.

جميع الحقوق محفوظة لـ مركز المناهج التعليمية والبحوث التربوية ـ ليبيا

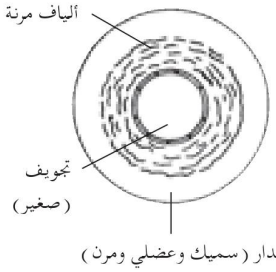
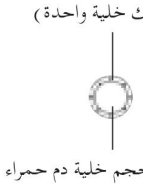
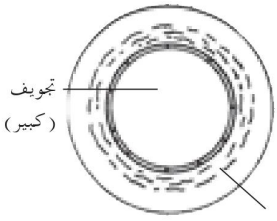
1 – 5 الأوعية الدموية

◄ ثلاثة أنواع للأوعية الدموية :

الشرايين : (تسمى الأفرع بالشرايين الصغيرة أو شُرينات) : تحمل الدم إلى خارج القلب .

الشعيرات الدموية : (شبكة من الأوعية الدقيقة تربط الشرايين الصغيرة (الشُّرينات) بالأوردة الصغيرة (الوُرَيدات)) : وهي تحمل المواد المغذية والأكسجين ومواد أخرى مفيدة إلى الخلايا وتتخلص من الفضلات التي تنتجها هذه الخلايا .

الأوردة : (تسمى الأفرع بالأوردة الصغيرة أو وُرَيدات) : تحمل الدم إلى القلب .

	شريان	شعيرة دموية	وريد
• التركيب : جدار وتجويف (قطاع مستعرض في الوعاء الدموي)			
• الصمامات	غير موجودة .	غير موجودة .	صمامات نصف هلالية موجودة لمنع التدفق العكسي للدم .
• تدفق الدم	يتحرك الدم بطول الشريان بواسطة انقباض وانبساط عضلات جدرانه، ويتدفق الدم تحت ضغط هائل بسرعة وبشكل مفاجئ .	يتدفق الدم بسلاسة، ويكون الضغط أعلى في نهاية الشريان الصغير (الشُرَين) للشبكة عنه في نهاية الوريد الصغير (الوُرَيد) .	يتحرك الدم في الوريد عن طريق انقباضات عضلات الجدار في الوريد، ويتدفق الدم تحت ضغط منخفض ببطء وبسلاسة .
• طبيعة الدم	مؤكسج (فيما عدا الشريان الرئوي) .	مؤكسج في نهاية الشريان الصغير (الشرين) وغير مؤكسج في نهاية الوريد الصغير (الوُرَيد) (فيما عدا في الرئتين) .	غير مؤكسج (فيما عدا الوريد الرئوي) .

1 – 6 الشرايين التاجية

◄ شريانان تاجيّان يمدان عضلات القلب بالمواد المغذية والأكسجين .

◄ مرض القلب التاجي :

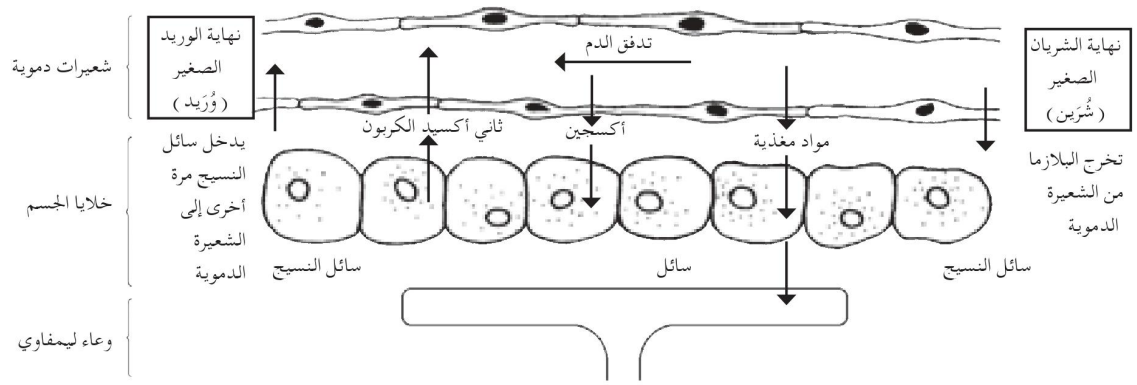
يمكن للرواسب الدهنية (تصلب الشرايين) والجلطات الدموية (تجلط ـ تخثر) على الجدران الداخلية للشرايين التاجية أن تسد تجاويفها جزئيًا، معيقة تدفق الدم إلى عضلات القلب . نتيجة لذلك لا تحصل عضلات القلب على المواد المغذية والأكسجين بدرجة كافية مما يؤدي إلى ترديها مسببة ألمًا شديدًا في القلب – أزمة قلبية .

الأسباب المحتملة : نظام غذائي عال الدسم، والتدخين، والزيادة المفرطة في الوزن ونقص التمرينات الرياضية والتوتر .

جميع الحقوق محفوظة لـ مركز المناهج التعليمية والبحوث التربوية ـ ليبيا

1 – 7 نقل المواد بين الشعيرات الدموية وسوائل النسيج وخلايا الجسم

◄ تسبح خلايا الجسم في سائل النسيج أو السائل البين خلوي. و يعتبر هذا السائل في الواقع بلازما مخففة (عادة ما تكون من دون بروتينات البلازما). ويتكون هذا السائل باستمرار عندما ترشح البلازما من جدران الشعيرات الدموية بين الخلايا إلى المساحات البين خلوية. ويحدث ذلك عند نهاية الشريان الصغير (الشُّرَيِّنُ) في شبكة الشعيرات الدموية بسبب ضغط الدم المرتفع هناك. ويتسرب سائل النسيج عائدًا إلى الشعيرات الدموية عند نهاية الوريد الصغير (الوُرَيد) في شبكة الشعيرات الدموية. ويصب بعض سائل النسيج في الأوعية الليمفاوية، والتي تصب بدورها في الأوعية الدموية.



شكل 1 – 5 العلاقة بين الشعيرات الدموية وسائل النسيج وخلايا الجسم

◄ يعمل سائل النسيج كوسيط بين الدم وخلايا الجسم:

- تنتشر المواد المغذية والأكسجين خارج الدم في الشعيرات الدموية إلى سائل النسيج ومنه إلى خلايا الجسم.
- تنتشر الفضلات التي تكوِّنها الخلايا إلى سائل النسيج، وتنتشر منه إلى الدم في الشعيرات الدموية.

1 – 8 أنسجة النقل في النباتات العليا

◄ يتكون النقل أو الأنسجة الوعائية للنباتات الزهرية من الخشب واللحاء، حيث أنهما يمتدان بشكل متصل يبدأ من الجذور إلى السيقان والأوراق.

◄ الخشب:

الوظائف: (1) ينقل الماء والأملاح المعدنية من الجذور إلى السيقان والأوراق.
(2) يوفر الدعم للنباتات.

يتكون أساسًا من أوعية عبارة عن أنابيب مجوفة طويلة تمتد باستمرار من الجذر إلى الورقة، وتتكون هذه الأوعية من خلايا تتصل أطرافها من دون وجود أية جدران عرضية. وهي أيضًا خلايا ميتة (لا يوجد فيها بروتوبلازم) وترجع قوة الجدران إلى ترسب مادة اللجنين عليها.

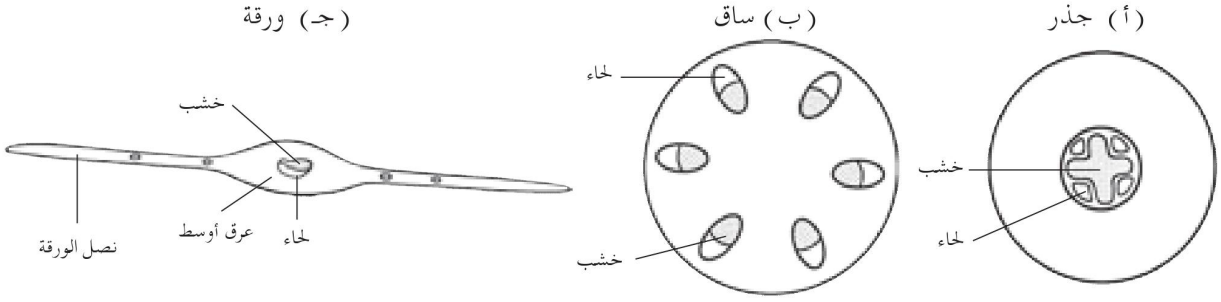
◄ اللحاء:

الوظيفة: يوصل الطعام المصَنَّع غالبًا من الأوراق لجميع أجزاء النبات الأخرى، ويعرف ذلك بالنقل.

يتكون أساسًا من أنابيب غربالية وخلايا مرافقة. ويتكون الأنبوب الغربالي من صف واحد من الخلايا المطوَّلة ذات الجدران المستعرضة المثقوبة (صفائح غربالية).
وتكون الخلايا حية (من دون نوى في الخلايا الناضجة) وذات جدران رقيقة. ويحدث نقل الطعام عن طريق الانتشار والنقل النشط. والخلايا المرافقة ذات نوى ومن المحتمل أنها تساعد الأنابيب الغربالية في وظيفة النقل.

جميع الحقوق محفوظة لـ مركز المناهج التعليمية والبحوث التربوية ـ ليبيا

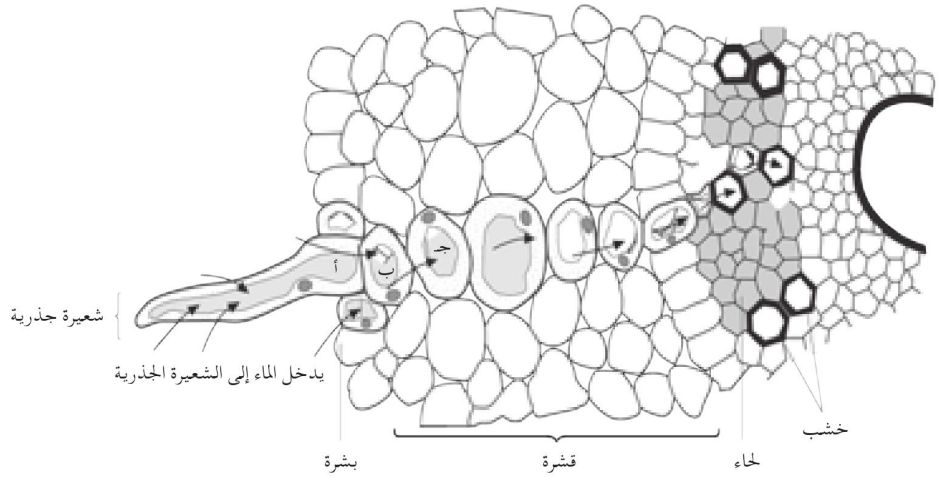
◄ مواقع الخشب واللحاء في جذر، وساق، وورقة النبات ذي الفلقتين.



شكل 1 – 6 أجزاء عرضية من أعضاء متنوعة لنبات ذي فلقتين.

1 – 9 نقل الماء والأملاح المعدنية

◄ نقل الماء:
- يدخل ماء التربة إلى الشعيرات الجذرية بالأسموزية.
- ينتقل ماء التربة من الشعيرات الجذرية إلى الداخل من خلية إلى خلية بالخاصية الأسموزية حتى يصل إلى الأوعية الخشبية في الجذر.
- ينتقل ماء التربة بعد ذلك من الجذر إلى الساق والأوراق في الخشب عن طريق الضغط الجذري والخاصية الشعرية وقوى الشد الناشئة عن النتح (العامل الرئيس).



قطاع في جذر النبات لتوضيح مسار الماء خلاله

شكل 1 – 7 أهمية تدرج تركيز جهد الماء عند صعود الماء في جذور النباتات.

- يكون ماء التربة ذا جهد مائي أعلى من عصارة الخلية في خلية الشعيرة الجذرية. و من ثم يتم سحب ماء التربة إلى خلية الشعيرة الجذرية بالأسموزية (بطول تدرج جهد الماء).
- تصبح عصارة الخلية في (أ) مخففة بدرجة أكثر، بمعنى أن لديها تدرج جهد مائي أعلى من العصارة الموجودة في (ب).
- يُسحب الماء من (أ) إلى (ب) بالأسموزية. وتصبح عصارة الخلية في (ب) مخففة بدرجة أكثر من العصارة الموجودة في (جـ).
- يدخل الماء عندئذ إلى (جـ)، وتستمر عملية تدرج جهد الماء وانتقاله من خلية لأخرى، حتى يصل الماء في النهاية إلى الأوعية الخشبية ويدخلها.

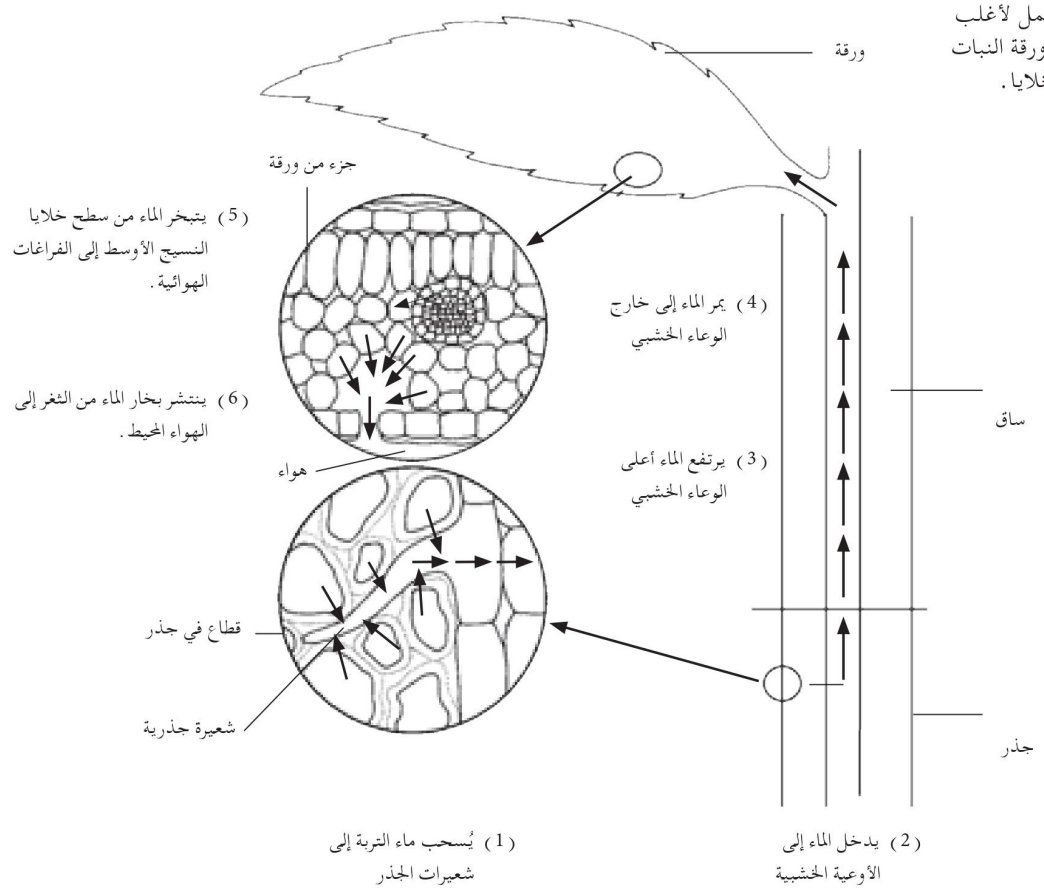
◄ توجد الأملاح المعدنية كأيونات مذابة في ماء التربة. وتدخل تلك الأملاح إلى شعيرات الجذر عن طريق النقل النشط بصورة أساسية وتتحرك للداخل حتى تصل إلى الخشب، ثم تُنقل من الجذر إلى الساق والأوراق.

جميع الحقوق محفوظة لـ مركز المناهج التعليمية والبحوث التربوية ـ ليبيا

1 – 10 النتح

- النتح هو فقد لبخار الماء من الأجزاء الهوائية للنبات، وخاصة من خلال الثغور الموجودة بالأوراق.
- وعندما يتبخر الماء من الأوراق، يُحدِث قوة امتصاص تجذب الماء لأعلى الأوعية الخشبية، وهذه القوة هي قوى الشد الناشئة عن النتح.

ملحوظة: الطريق المحتمل لأغلب الماء الموجود في خلايا ورقة النبات يكون بطول جدران الخلايا.



شكل 1–8 مسار النتح: انسياب الماء في النبات من الجذر حتى الورقة

- أهمية النتح:
  - يرفع الماء والأملاح المعدنية إلى أعلى إلى الأوراق لتصنيع الطعام.
  - يسمح بتدفق الماء خلال النبات، جاعلا الخلايا منتفخة مما يوفر الدعم المطلوب.
  - يزيل الحرارة الكامنة من النبات (تأثير تبريدي).
- يتأثر معدل النتح بـ
  - درجة الحرارة: يتبخر الماء بمعدل أسرع في اليوم الحار.
  - الرطوبة (كمية الماء في الهواء): يتبخر الماء بمعدل أسرع عندما يكون الهواء أكثر جفافًا، أي أقل رطوبة.
  - ضوء الشمس: تنفتح الثغور استجابة للضوء مؤدية إلى تبخر ماء أكثر.
  - الرياح: تعمل حركة الهواء على إزالة الهواء الرطب أعلى أسطح الورق وتستبدله بهواء أكثر جفافًا، ويعزز ذلك عملية البخر.

- **الذبول**: عندما يفقد النبات ماء أكثر (كبخار ماء) خلال أوراقه عما يمتصه خلال جذوره.
  - يتناقص ضغط الاكتناز لخلاياه.
  - تصبح الخلايا عندئذ رخوة.
  - تتدلى الأوراق ويرتخي الساق – حالة الذبول في النبات العشبي.

جميع الحقوق محفوظة لـ مركز المناهج التعليمية والبحوث التربوية ـ ليبيا