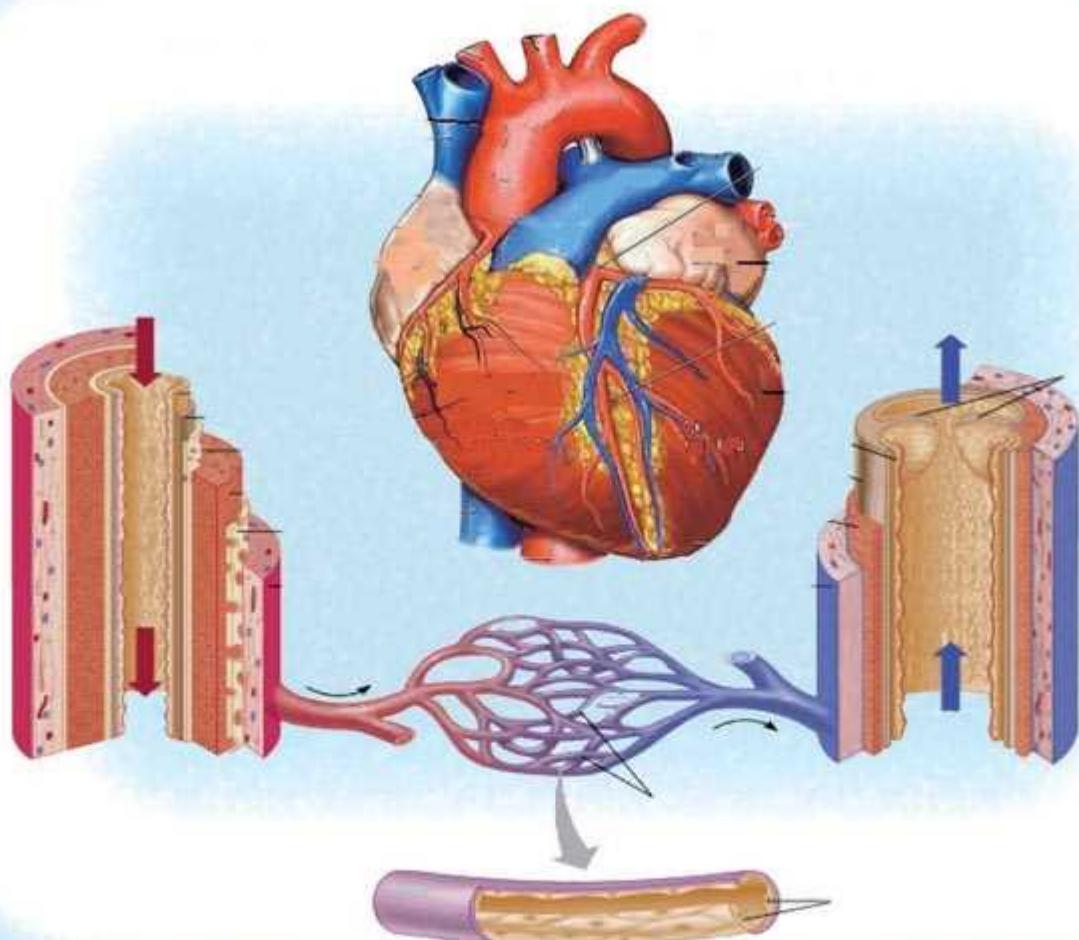




## مرحلة التعليم الثانوي

# علم الأحياء





وزارة التربية والتعليم

جمهورية السودان

وزارة التربية والتعليم

المركز القومي للمناهج والبحث التربوي



بخت الرضا

التعليم الثانوي

# علم الله

الصف الثاني

لجنة إعداد الكتاب وتطويره :

- |                           |                                    |
|---------------------------|------------------------------------|
| - المناهج بخت الرضا       | - المناهج بخت الرضا                |
| - المناهج بخت الرضا       | د . سليمان محمد الحسن              |
| - المناهج بخت الرضا       | أستاذ / بدري محمد أوسبي            |
| - المناهج بخت الرضا       | أستاذة / مي الفضو محمد يوسف        |
| - جامعة السودان المفتوحة  | بروفيسور / عبدالسلام محمود عبدالله |
| - راشد عبدالله أحمد حسونه | د . راشد عبدالله أحمد حسونه        |

لجنة مراجعة وتنقيح الكتاب :

- |                          |                                    |
|--------------------------|------------------------------------|
| - جامعة الخرطوم          | بروفيسور / محمد عثمان خضر          |
| - جامعة السودان المفتوحة | بروفيسور / عبدالسلام محمود عبدالله |
| - جامعة الخرطوم          | بروفيسور / يوسف بابكر أبوجديري     |
| - جامعة الخرطوم          | بروفيسور / سيدات التيجاني محمد     |
| - جامعة الخرطوم          | دكتور / التيجاني محمد حسن علام     |

جميع الحقوق محفوظة للمركز القومي للمناهج والبحث التربوي بخت الرضا ولا يحق لأي جهة نقل جزء من هذا الكتاب أو إعادة طبعه أو التصرف في محتواه دون إذن كتابي من إدارة المركز القومي .

### الإشراف العام :

- |                            |                                |
|----------------------------|--------------------------------|
| - المدير العام للمركز      | أ. د. الطيب أحمد المصطفى حياتي |
| - نائب المدير العام للمركز | د. علي أحمد إبراهيم خليفة      |
| - الأمين العام للمركز      | د. معاوية السر قشبي            |
| - مدير إدارة المناهج       | أ. علي محمد الجاك              |

### التصميم والخارج الفني :

أ. الرفاعي عبدالله عبد المهيبل مرحوم

المناهج بخت الرضا

### الجمع بالحاسوب :

أ. الرفاعي عبدالله عبد المهيبل مرحوم

عبد القادر موسى محمد

المناهج بخت الرضا



والصلوة والسلام على نبی الهدی ومعلم البشر

### توضیة

عزيزي الطالب ، أهلاً ومرحباً بك إلى مقرر علم الأحياء للصف الثاني . لقد سلکنا في منهج علم الأحياء للمرحلة الثانوية هذا تقديم دراسة مقارنة للخصائص التنظيمية ، والتركيبية المظهرية ، والتشريحية ، والفسيولوجية ، والوراثية ، التي خص بها الله سبحانه وتعالى الكائنات الحية لتدوی ، على الوجه الأکمل ، وظائفها الحيوية المتمثلة في التركيب البنائي والتغذية ، والنقل ، والتنفس ، والإخراج ، والتنسيق ، والحركة ، والانتقال ، والتکاثر ، وانتقال الصفات الوراثية ، والعلاقات البيئية .

يحيثك هذا النهج من الدراسة المقارنة التي تربط التركيب بالوظيفة على التفكير والتدبر ، وبصفة خاصة في خلق الله سبحانه وتعالى لتكون دراستك لعلم الأحياء بعيداً وبحثاً عن المعرفة ، وذلك استجابة لقوله سبحانه وتعالى :

إِنَّ فِي

خَلْقِ السَّمَاوَاتِ وَالْأَرْضِ وَآخِرَاتِ الظَّلَالِ وَالنَّهَارِ لِآيَاتِ  
الْأُولَى الْأَلْبَابِ ﴿١﴾ الَّذِينَ يَذَكُرُونَ اللَّهَ قِيَامًا وَقُعُودًا  
وَعَلَى جُنُوبِهِمْ وَسَفَرَ حَكَرُونَ فِي خَلْقِ السَّمَاوَاتِ وَالْأَرْضِ  
رَبَّنَا مَا خَلَقْنَا هَذَا إِبْطَلًا سُبْحَانَكَ فَقَنَاعَدَ إِلَيْكَ النَّارِ ﴿٢﴾

آل عمران ( ١٩٠ - ١٩١ )

لقد هدفنا أن نقدم لك قدرًا معتبرًا من المعرفة في مجال علم الأحياء يساعدك على موافقة تعليمك في مراحل دراسية عليا لاحقة بمشيئة الله .  
لقد شمل كتاب علم الأحياء للصف الثاني - الذي بين يديك - الماده

العلمية الخاصة ببعض الصفات الحيوية التي خص الله - سبحانه وتعالى بها الكائنات الحية.  
وإليك عناوين الوحدات الواردة في هذا المقرر:

## محتويات المقرر

الصفحة	اسم الوحدة	السلسلة
١	التغذية في الكائنات الحية Nutrition in Living Organisms	١
٥٢	النقل في الكائنات الحية Transport in Living Organisms	٢
٩٥	التنفس في الكائنات الحية Respiration in Living Organisms	٣
١١٢	الإخراج في الكائنات الحية Excretion in Living Organisms	٤
١٣٤	التنسيق في الكائنات الحية Co-ordination in Living Organisms	٥

يُصاحب هذا الكتاب المنهجي النظري الكتاب العملي ليكسبك تنفيذ محتوياته المهارات العملية عن طريق النشاط المنهجي العملي الذي تمارسه داخل الصدف وخارجها.

نرجو أن تفيد من هذا الكتاب وأن تستمتع بدراسته. كما نسعد بتلقي نقدم وآرائكم، أستاذنة وطلاباً، لأن ذلك سيكون لنا معييناً على تطوير مناهجنا والمُضي بها قدماً.

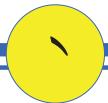
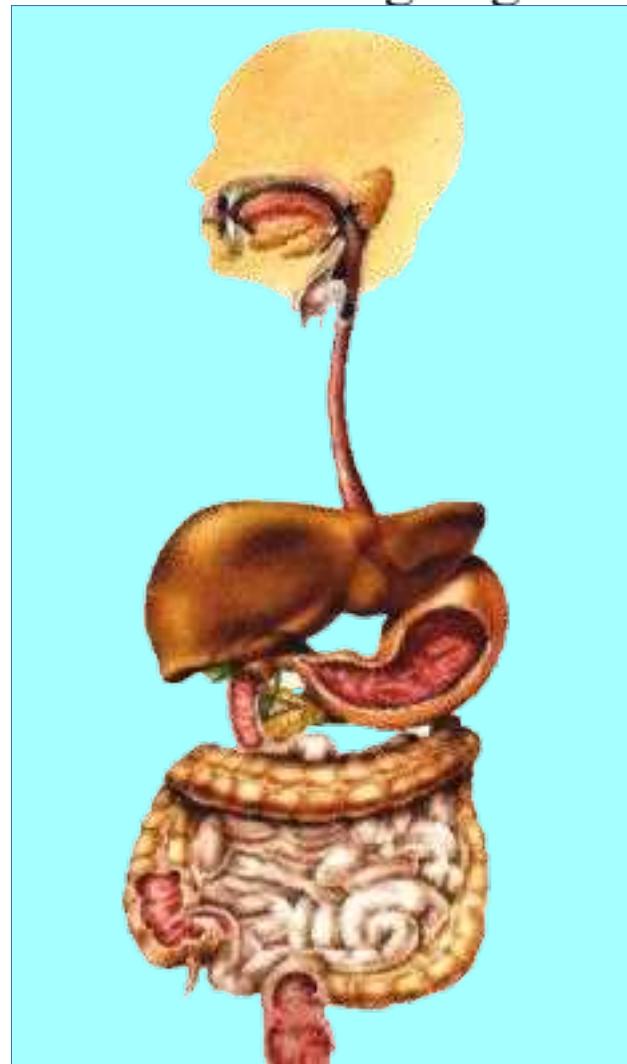
والله ولي التوفيق

المؤلفون

الوحدة الأولى

# التغذية في الكائنات الحية

Nutrition in Living Organisms



## الوحدة الأولى

### التغذية في الكائنات الحية

#### أهداف تدريس الوحدة :

بعد دراسة هذه الوحدة يجب أن تكون قادراً على أن :

١. تعرف مفاهيم الغذاء والتغذية .
٢. تعدد المجموعات الغذائية ووظائفها لجسم الكائن الحي .
٣. تتعرف بعض أمراض سوء التغذية وأعراضها والوقاية منها .
٤. تعدد أشكال التغذية في الكائنات الحية .
٥. تعرف مفاهيم : التغذية الذاتية وغير الذاتية .
٦. تتعرف مفهوم البناء الضوئي والعوامل التي تؤثر في البناء الضوئي.
٧. تجري تجارب على العوامل التي تؤثر في البناء الضوئي .
٨. تتعرف التركيب الداخلي لورقة النبات .
٩. تجري قطاعات عرضية في ورقة النبات .

# الوحدة الأولى

## التغذية في الكائنات الحية

### Nutrition in Living Organisms

التغذية من مظاهر الحياة التي تميز الكائنات الحية عن غيرها من الأشياء غير الحياة ، والتغذية (Nutrition) هي : مجموعة العمليات التي يحصل بها الجسم على المواد الازمة لنشاطه ونموه ، وتجديد خلاياه ووقايته من الأمراض وحفظ نوعه .

وتهتم التغذية بمصادر العناصر الغذائية وأنواعها وما يجري لهذه العناصر داخل أجسام الكائنات الحية ، وذلك إذا علمنا أن أجسام النباتات والحيوانات تتكون من جزيئات من مركبات عضوية منظمة بطريقة تمكن الكائن الحي من القيام بوظائفه الحيوية ، وأن كل الكائنات الحية تحتاج للغذاء لكن يوجد اختلاف أساسي بين النباتات والحيوانات في طريقة التغذية، فالنباتات تصنع غذائتها بطريقة ذاتية في أوراقها الخضراء ، أما الحيوانات فتعتمد على النباتات بطريقة مباشرة أو غير مباشرة وعلى الحيوانات الأخرى في غذائها .

تتغذى النباتات والحيوانات على مواد تسمى العناصر الغذائية (Nu-trients). تدخل العناصر الغذائية التي يحصل عليها النبات من البيئة المحيطة في تركيب المواد الغذائية مثل الكربوهيدرات والدهون والبروتينات.

#### أهمية الغذاء للكائن الحي :

تستخدم الكائنات الحية المواد الغذائية بعد صنعها وتحويلها من مواد معقدة إلى مواد بسيطة التركيب في أداء الوظائف التالية :

١. إمداد الجسم بالطاقة الازمة لنشاطاته وعملياته الحيوية(الكربوهيدرات والدهون والبروتينات) .
٢. بناء وتجديد وتعويض الخلايا والأنسجة(البروتينات والمعادن والماء)

### ٣. تنظيم العمليات الحيوية بالجسم (الفيتامينات والمعادن والماء)

#### المجموعات الغذائية : Food groups

يقسم الغذاء إلى مجموعات غذائية ، والمجموعة الغذائية هي مجموعة الأغذية المتشابهة لحد ما في تركيبها ومحتها من العناصر الغذائية ، ويترشد بها عند اختيار وتقديم الوجبات الغذائية .

وت تكون المجموعات الغذائية من مركبات عضوية وغير عضوية تشمل الكربوهيدريات (السكريات والنشويات والمواد السيليللوزية) والبروتينات والدهنيات والفيتامينات والأملاح المعدنية والماء .

##### أولاً : مجموعة الأغذية الكربوهيدراتية : Carbohydrate group

الكربوهيدريات مواد عضوية توجد في أنسجة وخلايا النباتات والحيوانات ، وت تكون من عناصر الكربون والهيدروجين والأوكسجين ، ونسبة الهيدروجين إلى الأوكسجين فيها هي (٢:١) ، وتضم الكربوهيدريات السكريات الأحادية مثل سكر الجلوكوز والفراكتوز والسكريات الثنائية مثل سكر السكروز والمالتوز والسكريات العديدة ، مثل النشا والمواد السيليللوزية . والسكريات هي المصدر الرئيسي لغذاء الإنسان والكائنات الحية ، ويتحصل عليها من النباتات الخضراء بعد قيامها بعملية البناء الضوئي ، ويستمد الإنسان المواد الكربوهيدراتية من السكريات والحبوب الغذائية والبقول المجففة والأغذية المصنعة الغنية بالكربوهيدرات مثل المكرونة والشعيرية والمربى والبن المجفف ، أما الفواكه والخضروات الطازجة فهي ذات كميات بسيطة من المواد الكربوهيدراتية ما عدا البطاطس والبامبى والموز والبلح ، أما الألياف السيليللوزية فيمكن الحصول عليها من الحبوب الكاملة ومنتجاتها والخضروات والفواكه الطازجة .

تمد المواد الكربوهيدراتية الجسم بالطاقة اللازمة لنشاط الكائن الحي ، حيث أن جراماً واحداً منها يمد الجسم بـ ١٦ كيلوجول من الطاقة . ويجب أن

يتناول الشخص العادي ما بين ٥٠ - ٦٠٪ من مواد الطاقة في الوجبة الغذائية وأن لا يزيد ما يستهلكه من السكر عن ١٠٪ لأن الزائد منه يتحول إلى دهن يخزن في الجسم مما يقود إلى السمنة ، كما أن كميات السكر الكبيرة في الوجبة تؤدي إلى عسر الهضم وإضطرابات الجهاز الهضمي ، ونقص المواد الكريوهيدراتية في الغذاء يجعل الجسم مضطراً لاستهلاك الدهون لتوليد الطاقة ، وهو يقود إلى اضطرابات الجهاز العصبي والمخ ، كما أن نقص المواد الكريوهيدراتية يجعل الجسم يستهلك البروتينات للحصول على الطاقة مما يحرم الجسم من بناء وتجديد أنسجته وخلاياه .

## ثانياً : مجموعة الدهنيات (اللبيدات Lipids)

يطلق مصطلح اللبيدات على الدهن (الشحوم) والزيوت. وهي استرات أحماض دهنية ، وتكون اللبيدات من عناصر الكربون والهيدروجين والأوكسجين، وتحتوي بعض منها على الفوسفور والنيتروجين ونسبة الهيدروجين : الأوكسجين فيها أعلى منها في المواد الكريوهيدراتية ، وتوجد الزيوت في بعض الحبوب مثل السمسم والفول السوداني وزهرة الشمس وبعض الفواكه ، أما الدهون الحيوانية فتوجد في اللحوم والسمن وصفار البيض. عند هضم اللبيدات تتحول إلى أحماض دهنية وجليسرين .

### وظائف الدهون والزيوت :

١. تكون مصدراً للطاقة في الجسم حيث الجرام الواحد من الدهن عند احتراقه يزود الجسم بطاقة مقدارها (٣٧) كيلو جول .
٢. تستخدم الدهون المخزنة في الجسم كمصدر للطاقة ، تمد الجسم بالطاقة عند اللزوم .
٣. تعطى الدهون الفرد الشعور بالشبع لمدة طويلة لأن هضمها يتم ببطء.
٤. تحافظ على بعض أعضاء الجسم لأنها تحيط بها في صورة أنسجة دهنية مما يساعد على تثبيتها في مكانها وحمايتها من الصدمات الخارجية مثل النسيج الدهني المحيط بالكلويتين .

٥. تخزن تحت الجلد وتعمل كطبقة عازلة للحرارة تقلل الفاقد من الحرارة في الجو البارد ، كما تساعد على ليونة الجلد وعدم جفافه أو خشونته.
٦. الدهون المخزنة تحت الجلد تحتوى على مولد فيتامين (د) (Provita- $\text{min D}$ ) الذي يحول إلى فيتامين (د) بواسطة الأشعة فوق البنفسجية الآتية من الشمس .
٧. تسهل الزيوت على الجسم التخلص بسرعة من الفضلات أثناء مرورها في الأمعاء الغليظة .
٨. تدخل في بناء أغشية خلايا الجسم وبناء بعض الهرمونات .

### **الكوليسترول : Cholesterol**

الكوليسترول من المواد الدهنية في الأنسجة الحيوانية ويدخل في الدم، ويلعب دوراً كبيراً في نقل الأحماض الدهنية في جسم الإنسان ، ويوجد بكثرة في البيض ، وارتفاع معدل الكوليسترول في الدم يعرض الفرد للإصابة بأمراض القلب ، معدل الكوليسترول في دم الإنسان هو  $107 - 130.2 \text{ ملجم / 100 مل دم}$  - (متوسط معدله في الدم  $200 \text{ ملجرام / 100 مل دم}$ ).

### **ثالثاً : مجموعة البروتينات : Proteins group**

البروتينات مواد عضوية تتكون من سلاسل طويلة من الأحماض الأمينية . عدد الأحماض الأمينية المعروفة حتى الآن (٢٢) حامضاً أمينياً . وبارتباط هذه الأحماض وتبادل مواقعها يتكون عدد لا يحصى من البروتينات، تقسم الأحماض الأمينية إلى :

١. أحماض أمينية أساسية وهي أحماض أمينية لا يمكن للجسم أن يكونها بالكمية والسرعة اللازمة لسد حاجة الجسم ، مثل حمض الليسين-Lysine وحمض الفالين Valine .
٢. أحماض أمينية غير أساسية : وهي أحماض أمينية يمكن للجسم تكوينها حسب إحتياجه مثل حمض البرولين Proline والارجينين Arginine ومن بين الأحماض الأمينية الاثنان والعشرون توجد ثمانية أحماض

أمينية فقط منها ضرورية لتعذية الإنسان . ويمكن تقسيم البروتينات إلى بروتينات حيوانية توجد في الحيوانات ، وبروتينات نباتية توجد في النباتات، القيمة الغذائية للبروتينات الحيوانية أعلى منها في البروتينات النباتية ، وذلك لأن البروتينات الحيوانية تحتوى على كل الأحماض الأمينية الأساسية بينما ينقص أو يغيب بعض الأحماض الأمينية في بعض البروتينات النباتية. المصادر الحيوانية للبروتينات عديدة منها اللحوم والأسماك والألبان والبيض ، والمصادر النباتية للبروتينات منها البقوليات مثل الفاصوليا والعدس واللوبيا وبعض الحبوب الغذائية .

#### **الأهمية الغذائية للبروتينات :**

١. تدخل في بناء الخلايا والأنسجة وتتجديدها .
٢. تدخل في بناء الإنزيمات والهرمونات والأجسام المضادة .
٣. مصدر للطاقة عند نقص مصادر الطاقة الأخرى (الكريوهيدريات والدهون) وجرام واحد من البروتين يعطى طاقة مقدارها ١٧ كيلوجول .
٤. نقل العناصر الغذائية .
٥. يدخل بعضها في بناء أحماض وأملاح الصفراء والهيموجلوبين وبعض الإنزيمات الهاضمة .
٦. تحفظ درجة حموضه الجسم مناسبة للفاعلات الحيوية بالأنسجة .

#### **رابعاً : الفيتامينات : Vitamins**

الفيتامينات مواد عضوية منخفضة الوزن الجزيئي ، وتحتلت في التركيب الكيميائي، وهي مواد ضرورية للمحافظة على الصحة والنمو والتكاثر وصيانة الجسم . ولا تدخل في بناء الجسم ، ولا تحطم للحصول على الطاقة، وتوجد في الأغذية بكميات قليلة ، ويحتاج لها الجسم بكميات قليلة تتراوح ما بين بضعة ميكروجرامات وعدة مليجرامات ، ولا يستطيع الجسم صنع معظم الفيتامينات ، وقد يصنع بعضها ولكن بكميات غير كافية ، لذا لا بد من تناول مختلف الغذاء الذي يمثل مصادر لها ، ولكل فيitamin دور خاص لا يمكن لفيitamin آخر أن يقوم به .

تقوم النباتات الخضراء بتكوين الفيتامينات في أوراقها ، أما الحيوانات فتحصل عليها من النباتات أو من الحيوانات التي تغذت على النباتات . يشار لكل فايتمين بحرف وهي التسمية الشائعة.

تقسم الفيتامينات حسب قابلية ذوبانها في الدهون أو الماء إلى :

١. فيتامينات ذائبة في الدهون .
٢. فيتامينات ذائبة في الماء .

### **المصادر الغذائية لبعض الفيتامينات ووظائفها واعراض نقصها :**

#### **١/ فيتامين (A) :**

المصادر الغذائية لفيتامين A هي الكبد، البيض السمن والألبان كاملة الدسم . وظائف هذا الفيتامين هي المحافظة على الرؤية، النمو والصيانة وتمييز الخلايا وتطور العظام والمحافظة على سلامة الجلد ، الحماية من الإصابة بالسرطان والحماية من امراض الاوعية الدموية واعراض نقص الفيتامين هي ضعف النظر (العمى الليلي) إلتهاب الجلد وخشونته ولدين العظام والأسنان.

#### **٢/ فيتامين (B) :**

المصادر الغذائية لهذا الفيتامين هي القمح ، الفاصوليا ، البقوليات الأخرى، خلاصة الخميرة ومعظم الخضروات . ووظائف فيتامين (B) هي : يساعد في اطلاق الطاقة ، يؤثر على النمو ونقل عصبي يؤثر على وظائف المخ . واعراض نقصه هي مرض البري بري واعراضه ضعف العضلات وشللها واضمحلالها . وإرتفاع ضغط الدم .

#### **٣/ فيتامين (D) :**

المصادر الغذائية لفيتامين (D) هي الكبد ، منتجات الألبان ، خلاصة الخميرة ، البيض، ضوء الشمس يساعد الجلد على تكوينه لذا فإنه يعرف بفيتامين اشعة الشمس . ووظائفه هي امتصاص الكالسيوم والفوسفات ، المحافظة على مستوى

الاحماض الامينية في الدم وتنظيم الجهاز المناعي، وانتاج هرمون الانسولين ونقل الاشارات العصبية .

اعراض نقصه هي مرض الكساح (لين) ، فقد حاسة السمع . وله علاقة بمرض البول السكري.

#### ٤/ فيتامين (C) :

المصادر الغذائية لفيتامين (C) هي الموالح ، الخضروات الورقية الطازجة والفاكهه.

من وظائف هذا الفيتامين يدخل في تكوين العضلات ، يساعد على تقوية الجهاز المناعي يمنع الأكسدة ويفي الجسم من الامراض ، يخلص الجسم من السموم والمعادن الثقيلة.

واعراض نقصه هي الشعور بالتعب ، نزف تحت الجلد ، جفاف الجلد ، تورم ونزف اللثة واضطرابات الجهاز العصبي .

### خامساً العناصر المعدنية (الأملاح المعدنية) Mineral Salts

العناصر المعدنية هي العناصر غير العضوية التي توجد في الأغذية ويحتاج لها الجسم بكميات قليلة جداً للقيام بوظائفه الحيوية ، وتكون العناصر المعدنية ٤٪ من وزن الجسم ، وتوجد في صور مختلفة في جسم الإنسان، وفي هذه الحالات توجد متحدة مع المركبات العضوية ، مثل الهيموجلوبين والثيروكسين كما توجد متحدة مع مركبات غير عضوية مثل فوسفات الكالسيوم المكونة للعظام ، كما توجد على هيئة أيونات حرة مثل ايونات الكالسيوم <sup>++</sup>Ca في سوائل الجسم .

لكل عنصر معدني وظائف محدد يقوم بها ، وإذا نقص العنصر في الغذاء تظهر على الفرد أعراض مرضية ، وتقسم العناصر المعدنية الموجودة في الجسم إلى :

١- العناصر المعدنية الكبرى Macro - elements : وتضم الكالسيوم والفوسفور والصوديوم والبوتاسيوم والكلور والكبريت والماغنسيوم وتكون ٣.٥٪ من وزن الجسم تقريباً .

٢- العناصر المعدنية الصغرى Micro - elements : وتشتمل عناصر الحديد والنحاس والخارصين والبيود والمنجنيز والسيلينيوم والسيليكون والنikel والفاناديوم والرصاص والكادميوم . وفيما يلي وصف للعناصر المعدنية التي يحتاج لها الجسم :

### ١- الكالسيوم :

يوجد الكالسيوم في اللبن والجبن وصفار البيض والخضروات الورقية ومعظم الأطعمة ويقوم الكالسيوم بـ الوظائف الآتية :

- تكوين وبناء العظام والأسنان .
- ينظم انقباض وارتفاع العضلات وخاصة عضلات القلب .
- ينشط كثيراً من الإنزيمات والتفاعلات الحيوية .
- يلعب دوراً في عملية تجلط الدم .

ويعمل فيتامين (D) دوراً في زيادة وسهولة امتصاص الكالسيوم ، ونقص الكالسيوم في الغذاء يسبب مرض الكساح ، ومسامية العظام ، وسهولة كسرها وصعوبة التئام الكسور ، خاصة عند كبار السن .

### ٢- الفوسفور :

يوجد الفوسفور تقريباً في كل الأطعمة ويتوفر أكثر في الأنسجة الحيوانية بوجه عام والبروتين مثل اللحم والأسماك والجبن ، وفي أداء وظائفه يقترن الفوسفور مع الكالسيوم ، وأهم وظائف الفوسفور :

- ضروري لتكوين العظام والأسنان .
- يدخل في تمثيل وإمتصاص وانتقال العناصر الغذائية مثل الكربوهيدرات والدهون والبروتينات .
- يدخل في تركيب الإنزيمات والأحماض النووية .
- يدخل في تكوين ونقل الطاقة في الجسم .

### ٣- الحديد :

يكون الحديد ٤٪ من وزن الجسم وأهم مصادره الكبد واللحوم وصفار

## **البيض والبقول الجافة والخضروات الورقية والحبوب الكاملة والفول**

**السوداني ، وأهم وظائف الحديد :**

- يدخل في عمليات أكسدة الغذاء حيث يحمل الأوكسجين اللازم للأكسدة وثاني أكسيد الكبريتون الناتج عن الأكسدة بين الأنسجة وخارج الجسم .
- يدخل في تكوين بعض الإنزيمات والمركبات التي تدخل في تمثيل الطاقة، مثل السيتوكروم اللازم لـأكسدة المواد الكربوهيدراتية والدهون والبروتينات.
- يدخل في تكوين هيموجلوبين الدم .
- يحول الكاروتين إلى فيتامين (A) . وإذا نقص الحديد من الغذاء يعاني الفرد من فقر الدم ( الأنيميا ) وهي نقصان الهيموجلوبين في الدم.

## **٤- اليود :**

يدخل اليود في تكوين هرمون التيروكسين الذي تفرزه الغدة الدرقية ، ويحتاج له الجسم بكميات قليلة ، وأهم مصادر اليود الأسماك والإعشاب البحرية والخضروات ، ولضمان الحصول على كمية كافية من اليود يضاف يوديد البوتاسيوم إلى ملح الطعام (الملح المدعم باليود iodized salt) أو يضاف إلى مياه الشرب والخبز ، وأهم وظائف اليود التالي :

- تنظيم سرعة عمليات الأكسدة في الخلايا .
- يدخل في تمثيل المواد الكربوهيدراتية .
- يؤثر على النمو ، فإذا قل هرمون التيروكسين نقص النمو .
- يؤثر على نشاط الجهاز العصبي والعضلي والدوري والتناسلي ونشاط الغدد الصماء .

يدخل في تكوين البروتينات وتحويل الكاروتين إلى فيتامين (A) .  
عند نقص اليود في الغذاء تعمل الغدة الدرقية على تعويض هذا النقص فيزداد حجمها وتتضخم ويصاب الفرد بمرض (الجوير goiter) وأعراضه زيادة حجم الغدة الدرقية ، وانخفاض التمثيل الغذائي والتبلد الذهني وخشونة الجلد والضعف العام .

## سادساً الماء :

الماء من أهم المواد الغذائية أية (٣٠) سورة الانبياء .



ويدخل الماء في تركيب جميع الأنسجة الحية وتصل نسبته إلى ٥٥ - ٦٠٪ من وزن الجسم ، وتحتل كمية الماء في جسم الإنسان البالغ حوالي ٤٥ لترًا ، ويؤدي الماء وظائف من أهمها التالي :

- يدخل في تركيب جميع أنسجة وخلايا الجسم وسوائله خاصة العصارات الهاضمة وجميع افرازات الجسم .
  - يعمل ك وسيط ناقل لحمل المواد الغذائية والأوكسجين لكل خلايا الجسم، كما يحمل ثاني أكسيد الكربون من خلايا وأنسجة الجسم إلى الرئتين للتخلص منه في هواء الزفير .
  - يساعد على التخلص من نواتج التحول الغذائي ويحملها إلى خارج الجسم عن طريق البول والعرق والبراز .
  - يعمل كوسط تتم فيه جميع التفاعلات الكيميائية الحيوية مثل عمليات الهضم والامتصاص والتمثيل الغذائي .
  - ينظم درجة حرارة الجسم عند تبخره من سطح الجلد ويعمل على توزيعها داخل الجسم .
  - يعمل على حفظ ، الأنسجة ومرؤونتها ولزيونتها ودعمها ويرميها من أثر الصدمات والجفاف .
- يفقد الإنسان يومياً حوالي ١.٥ لترًا من الماء مع البول والبراز والعرق لذا يجب تعويض هذا الماء بشرب كميات مناسبة من الماء يومياً .

## سابعاً : الألياف (Fibres)

الألياف مواد كربوهيدراتية سيليللوزية توجد في الأغذية النباتية مثل الخضروات والمواد النباتية الطازجة ، وتشكل الألياف جزءاً أساسياً من جدر خلايا النباتات ، ولا يتم هضم الألياف في جسم الإنسان لعدم احتوائه على إنزيمات تهضم مادة السيليللوز ، وينتج عن ذلك وصول الألياف إلى الأمعاء الغليظة (القولون) دون أن تهضم ، وتفيـد الألياف الجسم في التالي :

- تنشط حركة الأمعاء لعمليات الهضم والتخلص من الفضلات .
  - تعمل كملين يمنع حدوث الإمساك و الوقاية من سرطان القولون .
  - مادة مائة تساعد على الشعور بالشبع لذا فهي تفـيد في إنقاص الوزن.
  - تعمل على زيادة حجم محتويات القولون وهذا يساعد القولون على استرجاع الماء مما يساعد على جعل البراز ليناً وبالتالي يقل زمن خروجه إلى خارج الجسم ، مما يجعل القولون سليماً .
- أهم مصادر الألياف الخضروات والخبز الكامل (الأسمر) لكن الخبز الأبيض يحتوى على قليل من الألياف ، لماذا ؟

## أمراض سوء التغذية :

سوء التغذية هو نقص الغذاء الذي يتناوله الفرد وعدم كفايته كما ونوعاً ، مما يؤدي لظهور أعراض معينة تعرف بأمراض نقص التغذية **Under - nutrition** مثل النحافة والأنيميا ، أو قد تنتج من زيادة الغذاء عن حاجة الجسم مما يؤدي لظهور أعراض مرضية تعرف بأمراض زيادة التغذية **Over - nutrition** مثل البدانة والسمنة والتي تقترن بأمراض ضغط الدم والشرايين التاجية ومرض السكر .  
من بين أهم أمراض سوء التغذية مرض الكواشيركور

### Kwashiorkor ومرض الميراسموس Marasmus

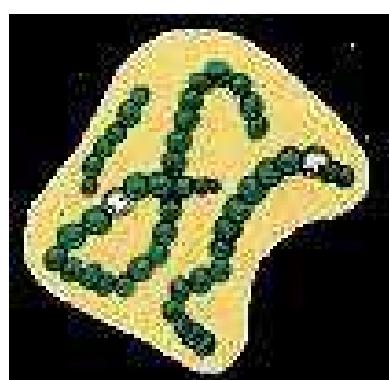
ينتج مرض الكواشيركور عن نقص البروتينات في الوجبات الغذائية خاصة عند الأطفال ، حيث يعتمد الطفل في غذائه على المواد النشوية . واعراضه هي جفاف الجلد وانتفاخ البطن ، وإنهاك وضعف عام وإنفعال . أما مرض الميراسموس Marasmus فينتج عن نقص أو عدم كفاية مواد الطاقة ويفقد الطفل اغلب انسجة الجسم ويصبح شديد الهزال ، ذو جلد مجعد .

## أشكال التغذية في الكائنات الحية

عند النظر للكائنات الحية وطرق حصولها على غذائها تلاحظ أن هناك طريقتين رئيسيتين للحصول على الغذاء هما : التغذية الذاتية والتغذية غير الذاتية ، واعتماداً على طريقة التغذية قسم العلماء الكائنات الحية إلى : كائنات ذاتية التغذية (Autotrophic) وكائنات غير ذاتية التغذية (Heterotrophic) .

### ١- الكائنات ذاتية التغذية : (Autotrophic organisms)

التغذية الذاتية : هي عملية يقوم فيها الكائن الحي بصنع غذائه العضوي من مواد غير عضوية ، حيث يقوم الكائن الحي بصنع المواد السكرية واللبيدات والأحماض الأمينية باستخدام ثاني أكسيد الكربون كمصدر لعنصر الكربون أو النشادر أو النترات كمصدر للنيتروجين ، والكائنات التي تستخدم الضوء كمصدر للطاقة لصنع المركبات العضوية تسمى كائنات ذاتية التغذية الضوئية ، أما الكائنات التي تؤكسد المركبات مثل كبريتيد الكربون ( $H_2S$ ) للحصول على الطاقة تسمى بالكائنات ذاتية التغذية الكيميائية Chemotrophs والطحالب الخضراء المزرقة (السيانوبكتيريا Algae) . ومن أمثلة الكائنات ذاتية التغذية النباتات الخضراء



الشكل (٣-١) الطحالب الخضراء  
مزرقة طحلب النسوك

bacteria (الشكل ٣-١) (طحلب النسوك). في كل نظام بيئي تكون ذاتيات التغذية (Au- totrophs) هي منتجات الغذاء .

## ٢/ الكائنات غير ذاتية التغذية : (Heterotrophic Organisms)

التغذية غير الذاتية : هي عملية يتحصل فيها الكائن الحي على غذائه العضوي من كائنات حية أخرى ، والكائنات غير ذاتية التغذية كائنات حية لا تستطيع بناء غذائها العضوي من مواد أولية غير عضوية بل تعتمد على الكائنات ذاتية التغذية في غذائها ، فهي تستخدم المواد العضوية التي أنتجتها المنتجات إما بطريقة مباشرة بأن تتغذى على النباتات أو بطريقة غير مباشرة بأن تتغذى على كائنات أخرى تتغذى على النباتات .

ومن أمثلة الكائنات غير ذاتية التغذية كل الحيوانات والفطريات وأغلب أنواع البكتيريا.

## التغذية الذاتية : Autotrophic Nutrition

تحصل النباتات الخضراء والطحالب وبعض أنواع البكتيريا على غذائها باستخدام التغذية الذاتية فالنباتات تبني غذائها من مواد أولية بسيطة غير عضوية مكونة جزيئات عضوية معقدة التركيب ، وذلك بواسطة عملية البناء الضوئي (Photosynthesis) . وأحياناً يطلق مصطلح (التغذية النباتية على التغذية الذاتية) .

### أنواع التغذية الذاتية :

توظف الكائنات ذاتية التغذية طريقتين لصنع المواد الغذائية من مواد غير عضوية هما :

#### ١- البناء الكيميائي : (Chemosynthesis)

وهي طريقة تغذية ذاتية تتم في بعض أنواع البكتيريا (السيانوبكتيريا) تقوم فيها بصنع غذائها العضوي من ثاني أكسيد الكربون والماء مستخدمة طاقة تنتج من أكسدة مواد غير عضوية عديدة من بينها كبريتيد الهيدروجين  $(HS_3^2)$  والنشادر  $(NH_3^2)$  والحديد  $(Fe^2)$  وغيرها .

## ٢- البناء الضوئي (Photosynthesis)

ويقصد به عملية بناء الغذاء العضوي من ثاني أكسيد الكربون والماء بواسطة النباتات الخضراء والطحالب ، وذلك بأن تستخدم الطاقة الضوئية التي يمتلكها اليخصوص (الكلوروفيل) وبعض الأصباغ النباتية المشابهة له ، وذلك تبعاً للمعادلة النهائية التالية :

ثاني أكسيد الكربون + الماء  $\longrightarrow$  سكر جلوكوز + الأوكسجين ولكي تصبح المعادلة السابقة بسيطة وضع الجلوكوز كمركب غذائي ينتج عن البناء الضوئي ، وهذا لا يعني أنه المادة الوحيدة التي تنتج من البناء الضوئي.

### المواد الخام اللازمة لعملية البناء الضوئي :

يحتاج النبات للقيام بالبناء الضوئي لمواد أولية بسيطة غير عضوية هي:

- ١- الماء ويحصل عليه النبات من التربة ويمتصه بواسطة جذوره .
- ٢- ثاني أكسيد الكربون ويحصل عليه النبات من الهواء الجوي ومن الناتج من عملية تنفسه .
- ٣- الأملاح المعدنية ويحصل عليها النبات من محلول ماء التربة بواسطة الجذور .

### العوامل التي تؤثر على عملية البناء الضوئي :

هناك عدة عوامل تؤثر على عملية البناء الضوئي ويمكن تقسيم هذه

العوامل إلى:

- ١- عوامل خارجية : وهي عوامل تتعلق بالبيئة التي يعيش فيها النبات وتضم العوامل التالية :
  - ١- تركيز غاز ثاني أكسيد الكربون .
  - ٢- توفر درجة الحرارة المناسبة .
  - ٣- شدة الإضاءة .
  - ٤- توفر الماء .
- ٢- عوامل داخلية : وهي تتعلق بتركيب النبات ، ومنها كمية وتوزيع

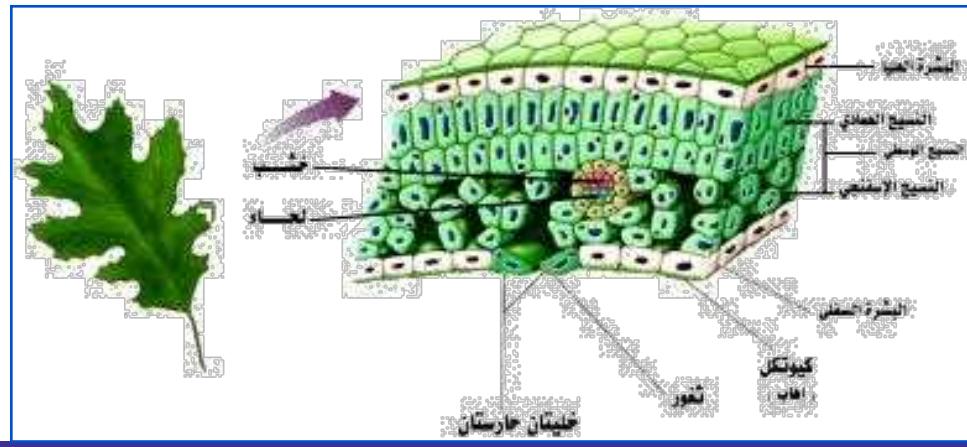
اليخضور وعدد التغور ، وتوزيعها على سطحي الأوراق ، ووجود الإنزيمات .  
ويعتمد الكشف على حدوث عملية البناء الضوئي وتأثرها بالعوامل السابقة  
يعتمد على تكون النشا أو عدم تكونه النشا في أوراق النبات ويتم ذلك عن  
طريق عملية اختبار النشا (انظر دليل العملي) فإذا كان النبات يقوم بالبناء  
الضوئي فإن أوراقه سوف تكون السكريات ، وبما أنه من السهل إختبار تكون  
النشا أكثر من اختبار تكون السكر ، فإننا سوف نعتبر تكون النشا دليلاً على أن  
عملية البناء الضوئي تتم في النبات والتجارب في دليل العملي تم تصميمها  
لمعرفة مما إذا كانت الورقة النباتية تصنع النشا في غياب الي>xضور أو الضوء  
أو ثاني أكسيد الكربون .

### موقع البناء الضوئي : The site of photosynthesis :

يتم البناء الضوئي في الأجزاء الخضراء من النبات (الأوراق والسيقان  
الخضراء) وهذا يشير إلى أن البناء الضوئي له علاقة باليخضور ، حيث أن  
اليخضور يوجد داخل البلاستيدات الخضراء في خلايا النباتات ، ولكي تفهم  
عملية البناء الضوئي لابد لك أولاً من التعرف على التركيب الداخلي لورقة  
النبات الأخضر .

### التركيب الداخلي لورقة النبات (تشريح الورقة) :

عندما تجري قطاعاً عرضياً في ورقة نبات أخضر من ذوات الفلقتين  
سوف تشاهد تحت المجهر أن ورقة النبات تتكون من الأنسجة التالية :  
البشرة والنسيج المتوسط (الميزوفيل Mesophyll) والنسيج الوعائي والثغور  
أنظر الأشكال (٤ - ١ - ب) .



الشكل (٤-٤-أ) قطاع عرضي في ورقة نبات من ذوات الفلقتين (٤-٤-ب) صورة لقطاع عرضي في ورقة نبات من ذوات الفلقتين .

من الأشكال السابقة يتضح أن الورقة تتكون من الأنسجة التالية :

#### أ- البشرة : Epidermis

لورقة النبات بشرتان تغطيان سطحها الأعلى والأسفل يطلق عليهما البشرة العليا (Upper epidermis) والبشرة السفلية (Lower epidermis) وتتكون كل بشرة من طبقة واحدة من خلايا برنسيمية (Parenchyma) وهي عدسيّة الشكل متلاصقة تخللها بعض الفتحات تسمى الثغور (Stomata)، ولا تحتوي خلايا البشرة على بلاستيدات خضراء ما عدا في الخلايا الحارسة (guard cells) التي تحيط بالثغور، يغطي خلايا البشرة من الخارج بطبقة من مادة شمعية تسمى الكيوتين (Cutin) وهي غير منفذة للماء ، تلائم خلايا البشرة الوظائف التي تؤديها، وذلك كالتالي :

١. شكلها العدسي يمكنها من تجميع أشعة الشمس على الأنسجة الداخلية التي تقوم بالبناء الضوئي .
٢. خلاياها متلاصقة تماماً وبذل تعمل كغطاء خارجي يقي الأنسجة الداخلية

من الجفاف .

٣. طبقة الكيوتين الشمعية تمنع جفاف الأنسجة الداخلية .
٤. وجود الثغور يمكن الورقة من تبادل الغازات في عمليات البناء الضوئي والتنفس ، كما أنها تتحكم في فقد بخار الماء أثناء عملية النتح .

## **بـ- النسيج المتوسط (الميزوفيل Mesophyll)**

وهو النسيج الأساسي الذي يكون ورقة النبات ، وينحصر بين البشرتين العليا والسفلى ، ويكون من طبقتين هما :

### **١- النسيج العمادي (Palisade tissue)**

وهو يلي البشرة العليا ، ويكون في ورقة ذات الفلقتين من طبقة واحدة أو طبقتين من خلايا برانشيمية اسطوانية الشكل (انظر الشكل ٤-١) مستطيلة بينها مسافات بينية صغيرة وخلاياها متعمدة على البشرة وفي الأوراق أفقية الوضع عادة يوجد نسيج عمادي واحد تحت البشرة العليا ، أما في الأوراق رأسية الوضع فيوجد نسيج عمادي آخر تحت البشرة السفلية ، وتحتوي خلايا النسيج العمادي على عدد كبير من البلاستيدات الخضراء التي تقوم بعملية البناء الضوئي .

### **٢- النسيج الإسفنجي (Spongy tissue)**

يقع النسيج الإسفنجي تحت النسيج العمادي ، ويتركب من عدة طبقات من خلايا برانشيمية حية رقيقة الجدران ، غير منتظمة الشكل بينها مسافات بينية واسعة تضفي عليها خاصية إسفنجية ، وتتصل المسافات بينية مع بعضها البعض ، وقرب الثغور تكون مسافة بينية واسعة تسمى الغرفة الهوائية (Chambers) وهذا يلائم الوظائف التي يؤديها النسيج الإسفنجي وهي :

- ١- التهوية وتبادل وانتشار الغازات مثل الأوكسجين وثاني أكسيد الكربون بين أنسجة الورقة والهواء المحيط بها .
- ٢- المساعدة في عملية البناء الضوئي لأن خلايا النسيج الإسفنجي تحتوي

على عدد قليل من البلاستيدات الخضراء ، لكن النسيج العمادي أكثر كفاءة في البناء الضوئي لأن عدد البلاستيدات الخضراء أكثر في خلاياه .

### ٣- النسيج الوعائي : (Vascular tissue)

من الشكل (١-٤-أ) و(١-٤-ب) تلاحظ أن القطاع العرضي في الورقة يضم العرق الوسطي وهو أكبر عروق الورقة ، وهو يحتوى أنسجة ناقلة أنبوبية التركيب تتكون من حزم وعائية (Vascular bundles) ، وكل حزمة منها تتكون من الأنسجة التالية :

١- الخشب (Xylem) : ويوجد جهة السطح العلوي للورقة ويتركب من عدة صفوف من أوعية الخشبية يفصل بينها خلايا برانشيمية حية رقيقة الجدران قسمى برانشيم الخشب. يتكون الخشب من الخشب الأولى (البروتوزيلم- Proxylem) جهة البشرة العليا، والخشب التالى الميتازيلم (Metaxylem) جهة البشرة السفلی، وتتكون الأوعية الخشبية من أنابيب مستطيلة ، ويقوم الخشب بـ الوظائف التالية :

- ١- نقل الماء والأملاح الذائبة فيه من الساق إلى النسيج المتوسط في الورقة .
  - ٢- يعمل على دعم الورقة ، وذلك لأن جدران أوعية الخشب ملجننة وسميكه .
- ٢- اللحاء (Phloem) :

توجد أنسجة اللحاء جهة البشرة السفلی للورقة ، ويكون اللحاء من الأنابيب الغريالية (Sieve tubes) والخلايا المرافقة (Companion cells) وبرانشيم اللحاء (Phloem Parenchyma) وألياف اللحاء. وظيفة اللحاء هي توصيل المواد الغذائية المصنعة في الأوراق (النسيج المتوسط) إلى أجزاء النبات المختلفة .

استعمال نواتج عملية البناء الضوئي : سكر الجلوکوز هو أهم نواتج البناء الضوئي ، وتنتمي إليه العمليات التالية :

- ١- يُوكسَد في عملية التنفس للحصول على الطاقة التي تستخدَم في كل التفاعلات الكيميائية الحيوية .

- ٢- يتكشف ليعطي سكر السكروز (Sucrose) - سكر القصب . وهو الشكل القابل للانتقال من المواد الكربوهيدراتية الى مادة اخرى، أو يتكشف سكر الجلوكوز ليكون النشا وهو الشكل القابل للتخزين من المواد الكربوهيدراتية، أو يتكشف سكر الجلوكوز في صورة سيليلولوز وهو الشكل البنائي للمواد الكربوهيدراتية حيث يدخل في بناء جدران خلايا النبات .
- ٣- يختزل بعض من سكر الجلوكوز مكوناً التالي :
- ١- دهون كطاقة مخزنة تستخدم عند الحاجة إليها .
  - ٢- زيوت تكون أغشية خلايا النبات .
- ٤- يتفاعل جزء من سكر الجلوكوز مع أيونات النيترات والفوسفات مكوناً أحماضاً النوويّة مثل الدنا (DNA) وهو المسؤول عن الصفات الوراثية .
- ٥- يتفاعل جزء من سكر الجلوكوز مع أيونات النيترات والكبريتات مكوناً أحماضاً أمينية وبروتينات تشمل الإنزيمات وبعض الهرمونات.
- ينتج عن عملية البناء الضوئي غاز الأوكسجين ويمكن إثبات ذلك عن طريق التجربة (انظر دليل العملي)

## التغذية غير الذاتية

**أهداف الدرس :**

بعد نهاية الدرس يجب أن تكون قادراً على أن :

- تعدد أنواع التغذية غير الذاتية .
- تعرف مفاهيم التغذية المترابطة والرمية والتطفلية .
- تعدد طرق التغذية في الحيوانات .
- تتعرف تركيب أجزاء الفم في الحشرات .
- تتعرف التغذية في الهيدرا والامبيا .
- تتعرف على عملية الهضم وأنواعه .
- تتعرف على الجهاز الهضمي في الإنسان وعملية الهضم والامتصاص والتمثيل الغذائي .

## **التغذية غير الذاتية**

### **Heterotrophic Nutrition**

بعض من الكائنات الحية لا تستطيع صنع غذائها العضوي بنفسها، وتحصل على غذائها من الكائنات ذاتية التغذية ، مثل هذا النوع من التغذية يسمى بالتغذية غير الذاتية ، ويضم هذا النوع من التغذية كل الحيوانات والفطريات وأغلب البكتيريا وقليل من النباتات الزهرية والحيوانات الأولية . ولقد تم التعرف على ثلاثة أنواع من التغذية غير الذاتية هي :

**١- التغذية المغایرة Holozoic Nutrition** وهي التغذية على مواد عضوية صلبة يحصل عليها الكائن الحي من كائنات حية أخرى ، كما في أغلب الحيوانات وبعض من النباتات المتخصصة .

**٢- التغذية الرمية Saprophytic Nutrition:** وهي أن يتغذى الكائن على مركبات عضوية ذاتية في محاليل ، حيث يحصل عليها الكائن الحي من أجسام الحيوانات والنباتات الميتة ، ويتم هذا النوع من التغذية في العديد من البكتيريا والفطريات والأوليات ، وبعض من هذه الكائنات يمكنها أن تحول المواد العضوية الميتة الصلبة إلى محاليل ثم تمتّصها .

**٣- التغذية التطفلية Parasitic Nutrition :** وهي تغذية يعتمد فيها الكائن المتطفل (الطفيل Parasite) على المركبات العضوية الموجودة في أجسام كائنات حية أخرى وهي (العوائل Hosts) . وعادة ما توجد هذه المركبات في صورة محاليل . كما هو الحال في طفيليّات الامماء مثل الدودة الشريطية والإسكارس ، وفي بعض الحالات تتغذى الطفيليّات على أنسجة العائل الصلبة، وقد تعمل على قتل عوائلها ، وبعد ذلك تستمر في التغذية على جثثها عن

طريق الترمم ، وهذا يدل على عدم وجود حدود فاصلة بين طرق التغذية الثلاثة السابقة .

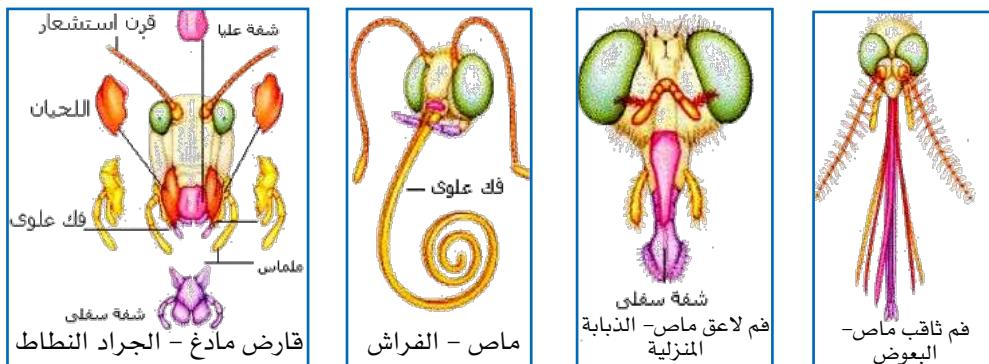
## التغذية في الحيوانات : Animal Nutrition :

تتغذى الحيوانات على النباتات أو الحيوانات ، وبعض منها يتغذى على الاثنين معاً ، كما هو الحال في الإنسان ، أما أكثر الحيوانات فغذيتها محدودة المصادر وينحصر غالباً في مصدر واحد ، فمثلاً أكلات اللحوم من سباع وذئاب تتغذى على اللحوم فقط ، وبعض آخر من الحيوانات ضاق نطاق غذائتها وانحصر في نوع واحد من الغذاء فمثلاً بعض أنواع الخفافيش تتغذى على الدم ، كما أن بعض الحشرات والديدان الطفيلية تتغذى على دم الإنسان.

### طرق تناول الغذاء في الحيوانات :

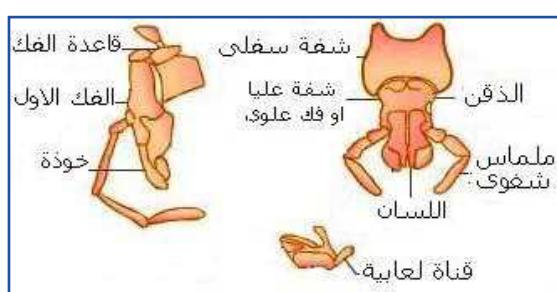
تتعدد طرق تناول الغذاء في الحيوانات مثلاً :

- الحيوانات الفقارية لها أعضاء متنوعة للقبض على الغذاء وتناوله وقطعه مثل المناشير والأظافر والأسنان .
- بعض الحيتان ليس لها أسنان ، ولها جهاز ترشيح خاص في الفم يمكنها من الحصول على الكائنات المجهرية السباحة (البلانكتونات) (Planktons) من الطبقات العليا والوسطية من الماء .
- تحور أجزاء فم كثير من الحشرات لتلائم طبيعة غذائها مثلاً:
  - ١- الفراشات لها فم أنبوبي ماص تستخدمه للحصول على رحيق الأزهار الذي يوجد في قاع الزهرة . الشكل (٥-١)



الشكل (٥-١) أجزاء الفم في بعض الحشرات .

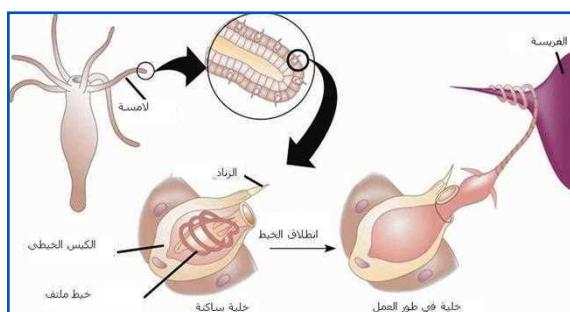
- البعوض له أجزاء فم ثاقب ماص يستخدمه لثقب جلد الإنسان ليصل إلى الأوعية الدموية حتى يمتص منها الدم . الشكل (٥-١)
- الجناد والصراصير لها أجزاء فم قارضة ماضفة .



الشكل (٦-١)

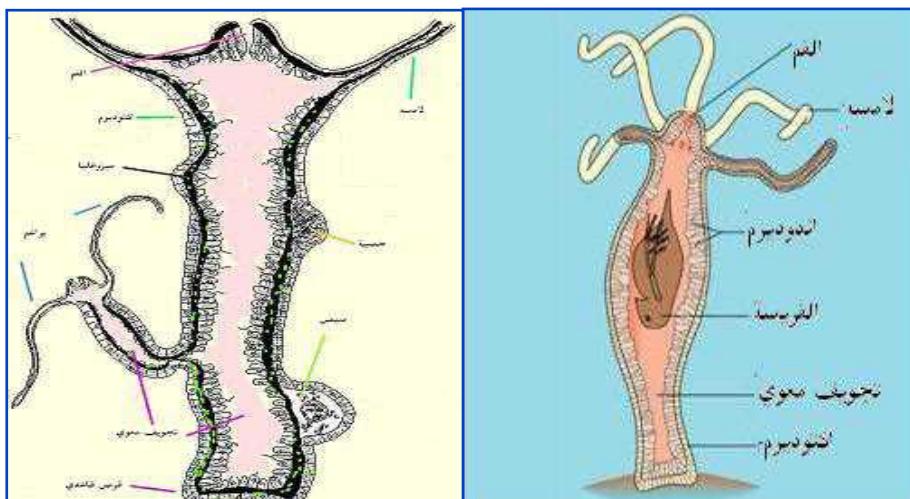
الشكل (٦-١) الفم القارض الماضغ في الصرصور .

- الأحياء المائية مثل الهيدرا التي تتغذى على براغيت الماء لها لوامس مزودة بخلايا لاسعة الشكل (٧-١) .

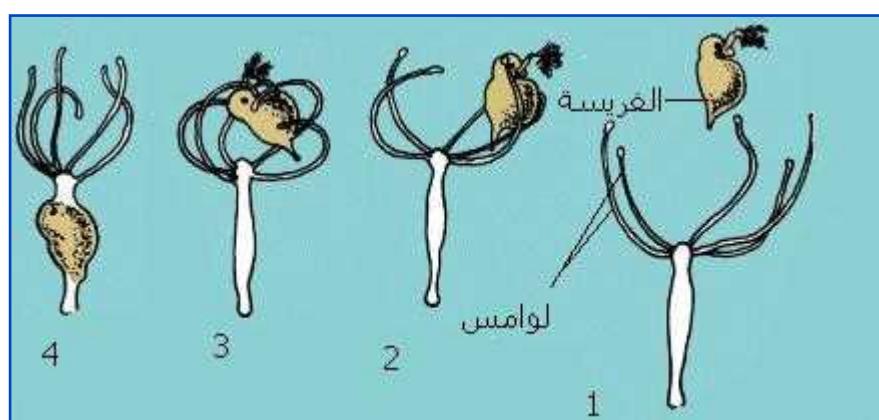


الشكل (٧-١) . اللوامس في الهيدرا

وهذه الخلايا اللاصعة مليئة بسوائل تحدّر الفريسة وتُشلّ حركتها، ومن ثم تستطيع الهيدرا القبض على الفريسة باستخدام لوامسها وتدخلها تجويفها الهضمي الشكل (٨-١) و(٩-١)



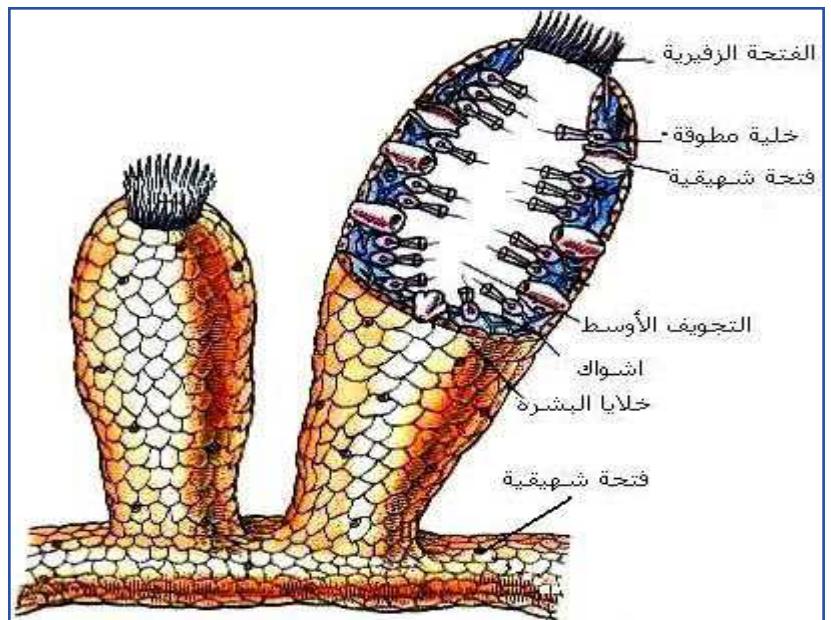
(٨-١) قطاع طولي في جسم الهيدرا



الشكل (٩-١) خطوات التغذية في الهيدرا

- بعض الحيوانات المائية مثل حيوان الإسفنج الشكل (١٠-١) الذي يعيش في الماء في مكان واحد طوال حياته ، ليس له أعضاء تمكّنه من الإمساك بالطعام ،

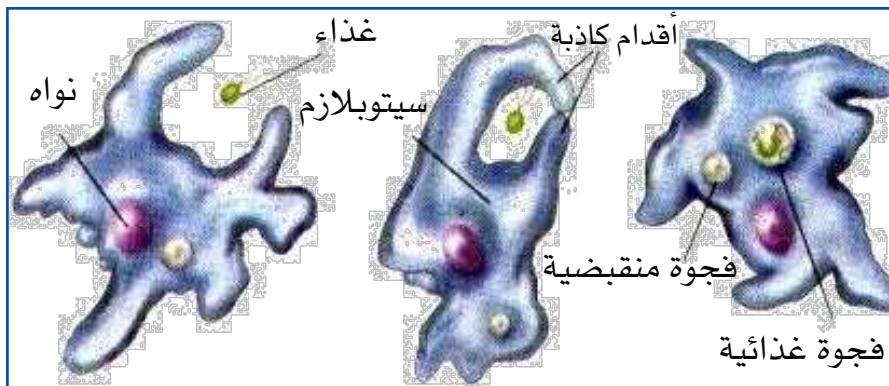
لكن يسر الله له الحصول على الطعام عن طريق اسوات في بعض خلاياه تسمى **الخلايا المطوقة (Collar cells)** وبحركة هذه الاشواط تحدث تياراً مائياً مستمراً، يدخل عن طريق فتحات في جسمه تسمى **الفتحات الشهيقية** ويحمل تيار الماء غذاء الإسفنج من أحياه دقيقة ومواد عضوية، وتقوم الخلايا المطوقة بالتهام الغذاء وتهضمها (هضم داخلي)، ثم تطرد بقايا الطعام مع تيار الماء عن طريق فتحات أخرى تسمى **الفتحات الزفيرية**، أما الطعام المهضوم فينتقل بعده من الخلايا المطوقة إلى باقي خلايا الجسم.



الشكل (١٠-١) قطاع في حيوان الإسفنج .

بعض الحيوانات الأولية مثل الاميبا لها غشاء خلوي رقيق مرن يمكنها من تغيير شكلها ، ونتيجة لذلك يتدفق سيتوبلازم الخلية نحو نقطة معينة يتكون عندها ما يسمى بالقدم الكاذب الشكل (١١-١) ، وعندما تشعر الاميبا بقرب أي طعام مثل طحلب أو أحد الحيوانات السوطية فإنها تستجيب بتكون قدم كاذب يحيط بالغذاء ، وعندما يدخل الغذاء إلى السيتوبلازم تكون حوله فجوة غذائية وتفرز عليه إنزيمات هاضمة تقوم ب搥مه ثم يتم امتصاص

نواتج الهضم ، وهذا النمط من الهضم الذي يتم داخل الخلية يسمى بالهضم الداخلي .



الشكل (١١-١) طريقة التغذية في الامبيا

### التقويم

- ٢- عرف : التغذية المغايرة - التغذية الرمية - التغذية التطفلية ثم اذكر مثلاً على كل نوع منها .
- ٣- اذكر نوع الغذاء الذي تتغذى عليه الكائنات التالية :  
(أ) الخفافيش (ب) الديدان (ج) الفراشات (د) الحيتان  
(ه) البعوض (و) الهييدرا .
- ٤- اذكر أسماء الأعضاء التي تستخدمها الكائنات التالية في تناول غذائها:  
(أ) الحيوانات الفقارية (ب) الحيتان (ج) الفراشات (د) البعوض (ه) الجراد والصرصور (و) الهييدرا (ز) الإسفنج (ل) الامبيا .
- ٥- بالرسم وضح التالي :  
(أ) الفم الماuchi في الفراش (ب) الفم الماuchi في الصرصور . (ج) قطاع طولي في جسم الهييدرا (د) خلية لاسعة  
(ه) قطاع في حيوان الإسفنج .

## **مدخل عام للتغذية والهضم في الكائنات غير ذاتية التغذية**

تواجه الكائنات غير ذاتية التغذية مشكلة هي كيفية الحصول على الغذاء العضوي وتناوله ، وذلك على النحو التالي :

١. الكائنات المترمرة : وهي كائنات تتغذى على مواد عضوية توجد في صورة محاليل كما في طفيلييات القناة الهضمية للإنسان مثل الديدان الشريطية ، فهذه الكائنات لا تواجه مشكلة في الحصول على الغذاء أو هضمها ، فكل الذي تقوم به هو امتصاص المواد الغذائية مباشرة عبر غشاء جسمها أو عبر بطانة قنواتها الهضمية .
٢. الكائنات التي تتغذى على مواد عضوية صلبة يجب أن يكون لديها وسائل للحصول على الغذاء أولاً ثم تحويله إلى شكل ذائب لكي تتمكن من امتصاصه إلى داخل أجسامها ، ولكي تحصل هذه الكائنات على الغذاء لا بد لها من تراكيب جسمية تساعدها على ذلك مثل الأسنان والفكوك والمناقير واللوامس والأيدي ... الخ ، ثم بعد ذلك يتم هضم الطعام وامتصاصه ونقله لباقي أجزاء الجسم المختلفة .

### **عملية الهضم :**

تم عملية الهضم في الكائنات غير ذاتية التغذية (الحيوانية) في مرحلتين هما :

### **مرحلة الهضم الميكانيكي :**

وهي مرحلة يتم فيها قطع أو طحن الطعام بواسطة الأسنان وما شابهها من أعضاء في الحيوانات المختلفة ، ويلي ذلك عمليات انقباض عضلات المعدة التي تعمل على خلط ومنزج الطعام شبه الصلب ، حيث أن جدران القناة الهضمية في الثدييات ذات عضلات مهمتها تقليل ودفع الطعام على طول

القناة الهضمية ، كما يصاحب عملية الهضم الميكانيكي إفراز إنزيمات هاضمة من غدد توجد خارج القناة الهضمية مثل الكبد والبنكرياس والغدد اللعابية ، إن عملية قطع وتجزئة وطحن الطعام في مرحلة الهضم الميكانيكي تفيد في زيادة مساحة سطح الطعام ليسهل على الإنزيمات العمل عليه بكفاءة .

## ٢- مرحلة الهضم الكيميائي :

هي مرحلة تلي مرحلة الهضم الميكانيكي ، وفيها تقوم الإنزيمات بتفكيك جزيئات الغذاء العضوي المعقدة إلى وحداتها البنائية ، وتعاون في ذلك مجموعة من الإنزيمات حيث يتم عند نهاية هذه المرحلة من الهضم التالي :

- ١- تحويل المواد الكربوهيدراتية إلى سكريات أحادية مثل الجلوكوز .
- ٢- تحويل المواد الدهنية إلى أحماض دهنية وجليسرين .
- ٥- تحويل المواد البروتينية إلى أحماض أمينية .

إن الإنزيمات التي تقوم بعملية الهضم الكيميائي تتشابه في تركيبها وعملها في كل الكائنات الفقارية تقريباً .

## الامتصاص والتمثيل : Absorption and Assimilation

يتم امتصاص النواتج النهائية لعملية الهضم من جلوكوز وأحماض أمينية وأحماض دهنية وجليسرين من خلال جدران القناة الهضمية ، حيث أن البطانة الداخلية للجزء الذي يمتص الطعام من القناة الهضمية (الأمعاء الدقيقة) مزود بثنيات عديدة مغطاه بزوائد إصبعية الشكل عديدة تسمى الخملات وهذه الثنائيات والزوائد تزيد مساحة السطح المتصاد .

عند انتهاء عملية الامتصاص يحمل الدم الطعام المهضوم إلى خلايا وأنسجة الجسم حيث يتم استهلاكه في إنتاج الطاقة أو يحول بعض منه إلى مواد عضوية تماثل تركيب أنسجة الجسم وتسمى هذه العملية بالتمثيل الغذائي، أما الطعام غير المهضوم فيستمر في سيره في القناة الهضمية حتى يصل إلى نهايتها في صورة مواد برازية وفضلات تخرج عن طريق فتحة الشرج (الاست)

## **أنواع الهضم :**

يقسم الهضم إلى نوعين وذلك اعتماداً على المكان الذي تتم فيه عملية

الهضم :

- ١- الهضم الخارجي ، أو الهضم خارج الخلية وفيه يتم هضم الطعام تماماً قبل امتصاصه بواسطة الخلايا المبطنة للقناة الهضمية كما يحدث في الحيوانات الفقارية مثل الإنسان .
- ٢- الهضم الداخلي أو الهضم داخل الخلية ، وفيه يتم أخذ جزيئات الطعام الصلب إلى داخل الخلايا بواسطة عملية الالتهام (Phagocytosis) ثم يهضم في فجوات غذائية داخل الخلايا كما يحدث في الاميبا والسوطيات والإسفنج .

وفي بعض الحيوانات تقسم عملية الهضم إلى مرحلتين ، مرحلة خارج الخلية وأخرى داخل الخلية ، حيث يتم إفراز إنزيمات الهضم الخارجي في القناة الهضمية ، ويجزأ الطعام إلى جسيمات صغيرة ، ثم تقوم خلايا بطانة القناة الهضمية بالالتهام بهذه الجسيمات الصغيرة أو تلتها غدد هاضمة خاصة تفرز عليها إنزيمات الهضم الداخلي كما يحدث في الهيدرا والقواقع ، ويرى العلماء أن عملية الهضم الداخلي عملية بدائية .

## **التقويم**

- ١- كيف تحصل الكائنات التالية على غذائها :

  - (١) الكائنات المترمرة      (ب) الكائنات المتغذية على مواد صلبة.
  - ٢- أذكر مثلاً على

    - (١) كائن متترمك      (ب) كائن يتغذى على مواد صلبة .
    - ٣- ما مرحلتا عملية الهضم في الكائنات غير ذاتية التغذية ؟
    - ٤- ما الغدد التي تفرز الإنزيمات في القناة الهضمية ؟
    - ٥- ما النواتج النهائية لعملية الهضم الكيميائي ؟

ذكر مثال واحد لكل نوع .

# الجهاز الهضمي في الإنسان

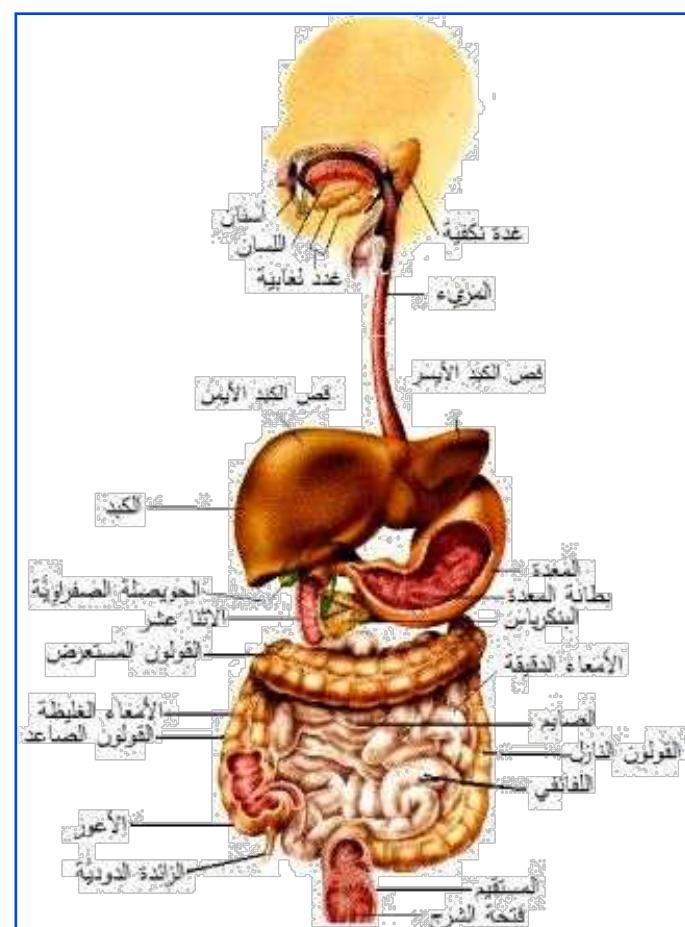
**أهداف الدرس :**

يتوقع منك بعد دارستك لهذا الدرس أن تكون قادراً على أن :

- ١- تصف التركيب العام للقناة الهضمية والغدد الملحقة بها في الإنسان.
- ٢- تربط خصائص القناة الهضمية بوظائف أجزائها .
- ٣- تصف خطوات عملية هضم المواد الغذائية المختلفة .
- ٤- تحديد دور الكبد والبنكرياس والعصارة الصفراوية في عملية الهضم.
- ٥- تصف عملية امتصاص وتمثيل المواد الغذائية في جسم الإنسان .
- ٦- تحديد فوائد المواد الغذائية ونتائج نقصها أو زيتها على صحة الإنسان .
- ٧- تعدد أمراض الجهاز الهضمي وطرق الحفاظ على صحة الجهاز الهضمي.

## جهاز الهضم في الإنسان .

الشكل (١٢-١) يبين تركيب جهاز الهضم وأجزائه المختلفة في الإنسان حيث يتضح لك أن الجهاز الهضمي في الإنسان يتكون من القناة الهضمية وملحقات القناة الهضمية وذلك كالتالي :



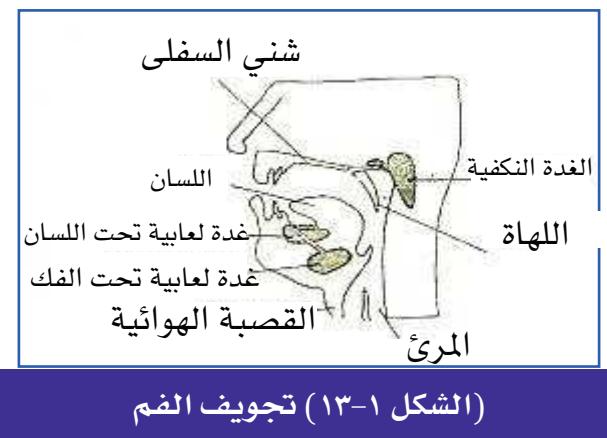
الشكل (١٢-١) الجهاز الهضمي في الإنسان

أولاً: القناة الهضمية : وهي أنبوبة طويلة لها فتحتان هما فتحة الفم وفتحة الشرج ، وهي أنبوبه غير مستقيمة وملتفة وأقطارها غير متساوية وأشكالها غير متشابهة فمنها الجزء الضيق والمنتظم القطر والواسع المنتفخ . ومنها ما هو

شديد الالتفاف وما هو مقسم لـ**كيس وجيب** ، وترتكب القناة الهضمية من الأجزاء التالية :

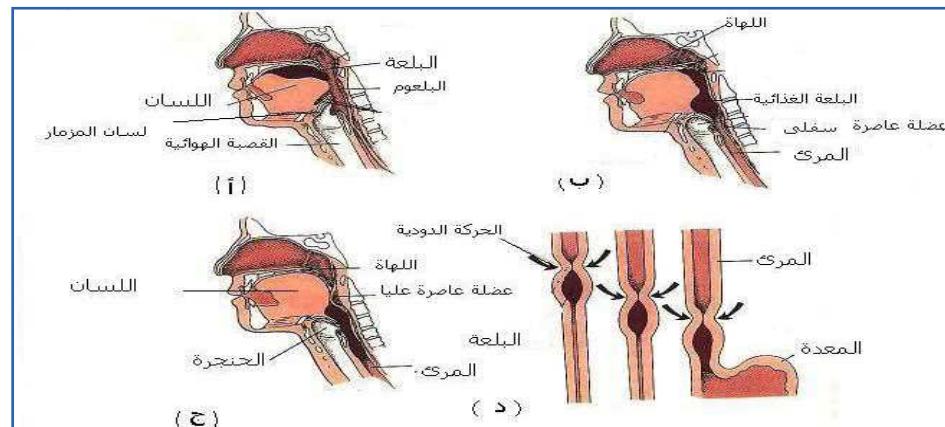
#### ١- الفم :

والفم فتحة عرضية أفقية محاطة بشفتين عضليتين ويقود الفم إلى التجويف الفموي وهو مبطن بغشاء ناعم رطب ، ويفصله عن التجويف الأنفي سقف الحلق الذي يمتد إلى الخلف مكوناً امتداداً عضلياً هو اللهاة الشكل (١٣-١) واللهاة تتدلى عند التنفس لسد فتحة الفم الداخلية . يوجد بالتجويف الفموي اللسان والأسنان .



#### ٢- اللسان :

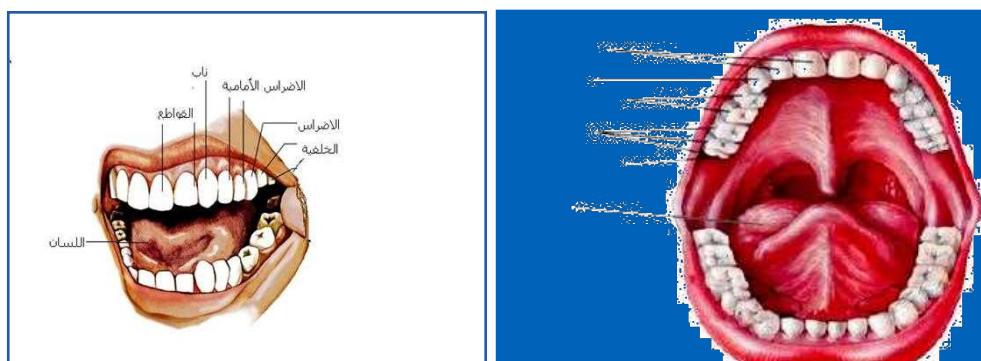
واللسان جسم عضلي مثبت على الفك الأسفل من الخلف وطرفه الأمامي حر، وتنشر على سطحه العلوي أعداد كبيرة من براعم حسية تقوم بتنزق الطعام . ووظيفة اللسان تحريك الطعام بين الأسنان وتنزق الطعام ، ويعمل على تكوين البلعنة الغذائية ودفعها إلى الخلف لتدخل إلى البلعوم أثناء عملية البلع الشكل (١٤-١) .



الشكل (١٤-١) عملية البلع

### ٣- الأسنان :

وهي أجسام صلبة مرتبة في صفين على هيئة نصف دائرة (الشكل ١٤-٢٨) في تجويف الفم مثبتة على الفكين الأسفل وال أعلى و عددها (٣٢) سنًا (١٦ سنًا في كل من الفك الأعلى والأسفل).



الشكل (١٥-١) الأسنان في الفكين (الشكل ١٦-١) أنواع الأسنان في الإنسان

**الأسنان متكيفة لأداء وظيفة قطع وتمزيق وطحن الطعام لذا تتميز إلى :**

- **القواطع وعددها (٤) في كل فك ووظيفتها مسح وقطع الطعام .**
- **الأنابيب وعددها (٢) في كل فك ووظيفتها تمزيق الطعام .**
- **الأضراس وعددها (١٠) في كل فك وتميز إلى أضراس أمامية وعددها (٤) في كل فك وأضراس خلفية وعددها (٥) في كل فك ووظيفة الأضراس طحن الطعام، وأنشأه مرور الطعام بالفم يتم مضغه وخلطه باللعاب الذي تفرزه الغدد اللعابية التي تفتح قنواتها في تجويف الفم .**

#### **٤- البلعوم :**

البلعوم يلي فتحة الفم الداخلية ، وهو تجويف قمعي الشكل تفتح فيه (٧) فتحات هي : فتحة الفم الداخلية وفتحتان من أسفل هما فتحة القصبة الهوائية من الأمام وفتحة المريء من الخلف ، وفتحتان جانبيتان من أعلى هما فتحتا الأنف الداخليتين ، وفتحتا قناتي استاكيوس وتقدوان إلى الأذن الوسطي، وعند وصول الطعام إلى البلعوم ترتفع اللهاة لسد فتحتي الأنف وتنقبض العضلات المحيطة بالحنجرة لتمكن وصول الطعام إلى الرئتين ، وتعمل قوة دفع اللسان وانقباض عضلات البلعوم على دفع الطعام إلى المريء .

#### **٥- المريء : الشكل (١٢-١)**

المريء أنبوب طوله (٢٥) سم في الإنسان يصل البلعوم بالمعدة ويمر مخترقاً التجويف الصدري وعضلة الحجاب الحاجز حتى يصل المعدة، وجدران المريء عضلية تحدث حركة تسمى الحركة الدودية، كما أن جدران المريء الداخلية مبطنة بغشاء مخاطي يساعد على بلع الطعام .

#### **٦- المعدة : الشكل (١٢-١)**

المعدة كيس كمثرى الشكل يمتد بعرض الجزء الأعلى من تجويف البطن أسفل الحجاب الحاجز ويميل إلى الجهة اليسرى قليلاً ، والمعدة مكونة من جزئين هما : الطرف الفؤادي والطرف البوابي الذي يفتح في الأمعاء

الدقيقة بواسطة الفتحة البابية والتي يحرسها صمام عضلي يتحكم في مرور الطعام من المعدة إلى الأمعاء الدقيقة . وجدران المعدة عضلية تتكون من ثلاثة عضلات غير إرادية عرضية وطولية ودائرية ، ببطن جدران المعدة غشاء مخاطي تنتشر فيه غدد تفرز العصير المعدى الذي يحتوي على إنزيمات الببسين والرنين ، كما تفرز غدد أخرى حمض الهيدروكلوريك ومواد مخاطية، وتحرك عضلات جدران المعدة في كل الاتجاهات لتعمل على هز وطحن وتحريك الطعام (هضم ميكانيكي) ليختلط بالعصير المعدى لضمان هضم الطعام . ويلي المعدة الأمعاء الدقيقة .

#### ٧- الأمعاء الدقيقة : الشكل (١٢-١)

الأمعاء الدقيقة أنبوب عضلي طويل كثير الالتواء والالتفاف يشغل حيزاً كبيراً من التجويف البطن طوله (٦-٥) أمتار، متماسكة الأجزاء بواسطة نسيج داخلي رقيق (الماريقا ، وجدران الأمعاء الدقيقة عضلية بها عضلات طولية ودائرية تعمل بالتبادل وتحدث حركة دودية ، وهذه الجدران مبطنة بغشاء مخاطي تنتشر فيه غدد تفرز العصير المعدى الذي يحتوي على إنزيمات هاضمة . وتتكون الأمعاء الدقيقة من ثلاثة أقسام هي :

##### أ - الإثنى عشر : لشكل (١٢-١)

وهو الجزء الأول من الأمعاء الدقيقة ويقع بعد المعدة ، وطوله (٢٥) سنتيمتراً وشكله مقوس ، وتفتح في وسطه القناة البنكرياسية الصفراوية المشتركة الناتجة من التحام قناتي البنكرياس والصفراء .

ب - الصائم ويلي الثاني عشر ويشكل الجزء الأوسط من الأمعاء الدقيقة ويقع في منطقة السرة ويبلغ طوله ٢٥ سنتيمتراً وهو سميك له لفائف بارزة وثنائيات عديدة .

##### ج - اللفائفي : الشكل (١٢-١)

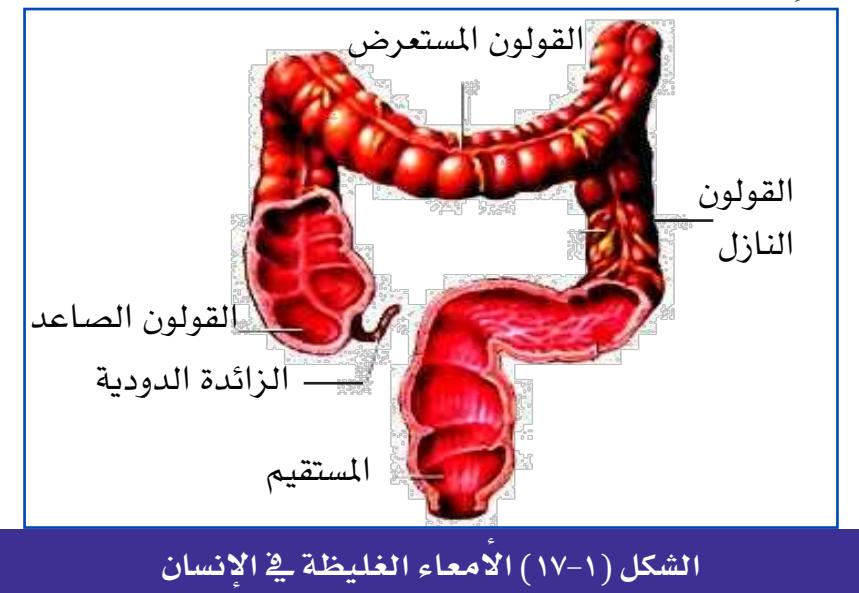
وهو الجزء الأخير من الأمعاء الدقيقة ويقع بعد الصائم ويحصل بالأمعاء الغليظة ويقع بالقرب من منطقة الحوض ، ويبلغ طول اللفائفي ٣٣٠ سنتيمتراً تقريباً وهو أقل سماكاً من الصائم وتنتشر على جدرانه ثنيات ونتوءات كثيرة

التجاعيد بارزة كأصابع اليد تسمى الخملات ووظيفتها زيادة مساحة السطح الهاضم والسطح الماصل للأمعاء .

#### ٨- الأمعاء الغليظة : الشكل (١٢-١)

وهي الجزء الأخير من القناة الهضمية، والأمعاء الغليظة قناة عضلية واسعة طولها حوالي ١٦٠ سنتيمتراً تتصل مع الأمعاء الدقيقة بواسطة صمام يمنع عودة الطعام إلى الأمعاء الدقيقة ، وتحتلت عن الأمعاء الدقيقة في أنها أقصر ولا تحتوى على خملات وتنقسم إلى الأجزاء التالية :

- ١- الأعور : ويقع في الجهة اليمنى من التجويف البطنى من أسفل وتفتح فيه الأمعاء الدقيقة وهو كيس سميك طوله ٦ سنتيمتراً يقع عند اتصال الأمعاء الدقيقة بالأمعاء الغليظة ، وتخرج من أسفله زائدة أنبوبية سائية مغلقة طولها (١٢-٨) سنتيمتراً تقع في الجهة اليمنى من الفراغ البطنى تسمى الزائدة الدودية ، وتعتبر في الإنسان عضواً لا وظيفة له تلتهب أحياناً وتزال جراحياً .
- ٢- القولون : الشكل (١٧-١) وهو أنبوب واسع يمتد من الأعور إلى أعلى ويسمى القولون الصاعد ثم يتوجه أفقياً بعرض البطن ويسمى القولون المستعرض ، ثم يتجه إلى أسفل مرة أخرى ويسمى القولون النازل .



جـ- المستقيم : وهو الجزء الأخير من الأمعاء الغليظة وفيه تجمع فضلات الطعام وتتعرّض استعداداً لطردّها خارج الجسم في الوقت المناسب في شكل براز عن طريق فتحة الشرج .

وظائف الأمعاء الغليظة في الإنسان هي :

· امتصاص الماء وبعض الغازات والأملاح ليتحول الطعام غير المهضوم إلى براز صلب نسبياً .

· إفراز مادة مخاطية تسهل مرور الفضلات إلى الخارج .

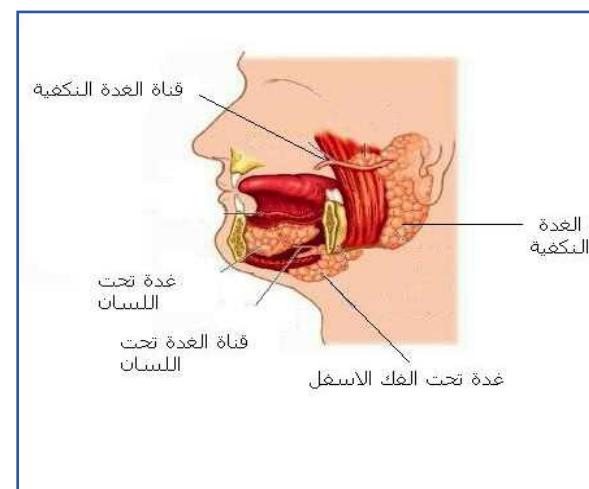
· حزن البراز والعمل على تعفنه بواسطة البكتيريا الموجودة فيها لحين طردّه إلى الخارج .

ثانياً- ملحقات القناة الهضمية :

ملحقات القناة الهضمية هي أعضاء أو غدد لها علاقة بعملية هضم الطعام وتضم الغدد اللعابية والكبد والبنكرياس .

#### ١- الغدد اللعابية : الشكل (١٨-١)

وهي غدد قنوية تفرز اللعاب في تجويف الفم وعددّها (٣) أزواج

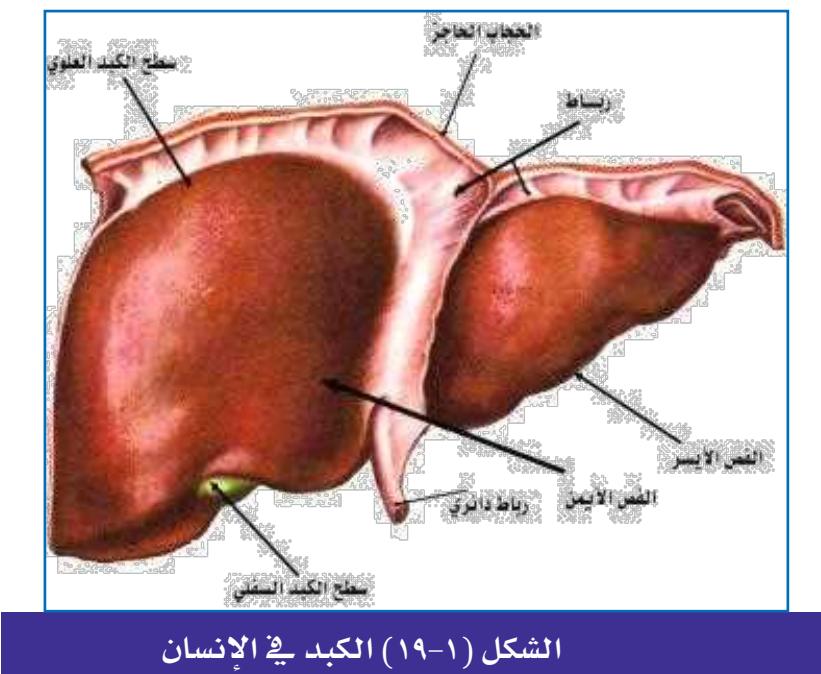


الشكل (١٨-١) الغدد اللعابية

وهي :

١- الغدتان النكفيتان وتقعان أمام الأذنين إلى أسفل قليلاً وتفتح كل واحدة

- في قاعدة الضرس الثاني من الفك العلوي .
- ٢- غدتان تحت قاعدة اللسان وتقع في قاع الفم وتصبان اللعاب بواسطة قنوات صغيرة أسفل اللسان .
- ٣- غدتان تحت الفك السفلي وتقعان على جانبي الفك السفلي وتفرزان اللعاب على جانبي قاعدة اللسان بقنوات صغيرة .
- ٤- الكبد : الشكل (١٩-١)



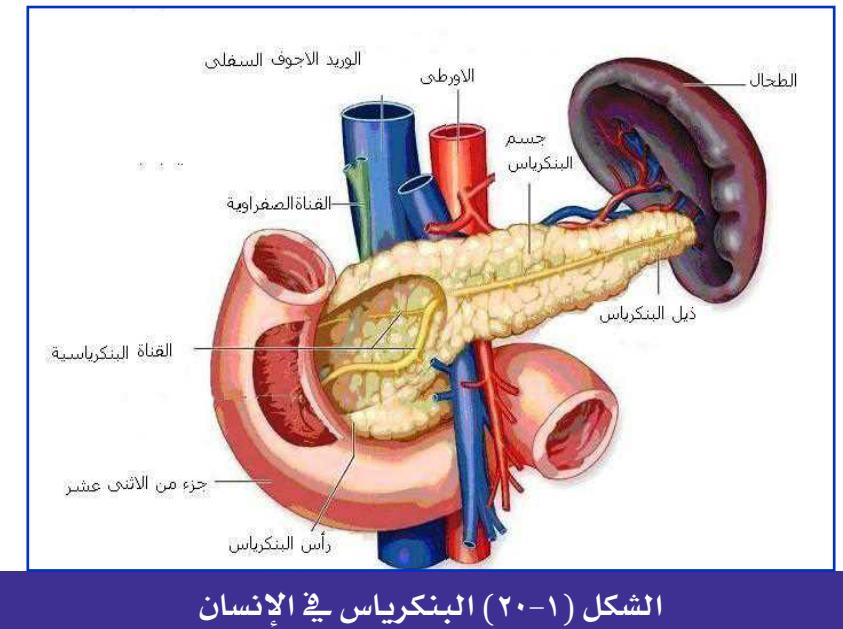
الكبد أكبر غدد جسم الإنسان حجماً ويوجد تحت الحاجب الحاجز مباشرة وتنزن  $(\frac{1}{2})$  كيلوجراماً ولونها بنى داكن ، و تتكون من أربعة فصوص أكبرها الأيمن ويفصل المعدة عن الحاجب الحاجز ، ويتصل بالكبد من أسفل كيس الحويصلة الصفراوية ، وهي مخزن للعصارة الصفراوية ، وهي مادة قلوية مرة المذاق لونها أخضر يميل إلى الأصفرار ، وتفرزها الكبد وترسلها عن طريق القناة الصفراوية إلى الثانية عشر حيث تساهم في عملية الهضم إلا أن الصفراء لا تحتوى على إنزيمات هاضمة . والقناة الصفراوية تفتح قرب بواب

المعدة في الثانية عشر .

### **وظائف الكبد :**

يتمثل دور الكبد في التالي :

- ١- إفراز مادة الصفراء التي تحول الدهون إلى مستحلب دهني .
  - ٢- تنظم المواد الغذائية في الجسم حيث تحول الفائض من سكر الجلوكوز إلى نشا حيواني (جليكوجين) ويتم تخزينه في خلاياها لاستفاد منه عند الحاجة ، ويدرك ذلك يعمل الكبد على حفظ نسبة السكر في الدم ثابتة .
  - ٣- تحويل الزائد من الأحماض الأمينية إلى كربوهيدراتات تخزن في صورة جليكوجين وبولينا تطرد خارج الجسم بواسطة الكليتان عن طريق البول .
  - ٤- تحويل الزائد من الأحماض الدهنية إلى نشا حيواني يخزن في الجسم .
  - ٥- تخزن بعض الأملاح المعدنية (أملال الحديد والنحاس) وبعض الفيتامينات .
  - ٦- تكوين مادة الهيبارين التي تمنع تجلط الدم داخل الأوعية الدموية .
  - ٧- تصنع مادة الفيبرينوجين التي تدخل في تجلط الدم عند حدوث جروح لمنع نزف الدم .
  - ٨- تخليص الجسم من سموم البكتيريا الناتجة من نشاطها في الأمعاء الغليظة .
- ٣- البنكرياس : الشكل (٢٠-١)



**الشكل (٢٠-١) البنكرياس في الإنسان**

غدة عنقودية الشكل طولها حوالي ٦ سم تقع أسفل المعدة تتصل من الجهة اليمنى بالاثني عشر ومن الجهة اليسرى بالطحال، وتحرج منها القناة البنكرياسية التي تفتح في الاثني عشر بعد التحامها مع القناة الصفراوية، يفرز البنكرياس العصارة البنكرياسية التي تحتوي على عدد من الإنزيمات التي تكمل هضم المواد الغذائية في الأمعاء الدقيقة، بعض خلايا البنكرياس تفرز هرمون الانسيولين الذي يعمل على حفظ توازن السكر في الدم.

### **الهضم في الإنسان :**

الهضم علمية يتم فيها تحويل جزيئات الطعام العضوي المعقدة التركيب إلى جزيئات صغيرة بسيطة التركيب ذاتية يمكن امتصاصها بسهولة خلال جدران الأمعاء الدقيقة وتحمل إلى الدورة الدموية.

### **أنواع الهضم :**

تجري على المواد الغذائية منذ دخولها الفم وحتى الأمعاء الدقيقة

مجموعة من العمليات بعضها ميكانيكي (الهضم الميكانيكي) وبعضها كيميائي (الهضم الكيميائي) .

فالهضم الميكانيكي (Mechanical digestion) عملية يتم فيها تقطيع وتمزيق وطحن وتفتيت أو هرس الطعام الصلب المعقد وتحريكه على طول القناة الهضمية ويتم ذلك عن طريق الفم والأسنان من قواطع وأنياب وأضراس حتى يسهل بلعه ، وهذا يمهد لعمل الإنزيمات الكيميائي أما الهضم الكيميائي أو الهضم الإنزيمي وهو عمليات يتم فيها تحليل الغذاء كيميائياً عن طريق الإنزيمات الهاضمة .

### **الإنزيمات :**

والإنزيمات مركبات عضوية بروتينية تفرزها خلايا الجسم وتعتبر عوامل مساعدة منشطة للفيروسات الكيميائية دون أن يتغير أو يتتأثر تركيبها الكيميائي . والإنزيمات الهاضمة تفرزها خلايا حية توجد في الغدد اللعابية وجدران المعدة وجدران الأمعاء الدقيقة وغدة البنكرياس .

### **خواص الإنزيمات :**

الإنزيمات مواد ذات طبيعة متحخصة اذ لكل إنزيم مواد غذائية معينة يعمل عليها . وهو يتتأثر بنوع الوسط الذي يعمل فيه كما يتتأثر بدرجة حرارة الجسم فيعمل بفعالية في درجة حرارة الجسم المثلث  $(37^{\circ}\text{C})$  والتي يجب أن لا تتجاوز الخمسين درجة مئوية .

### **مناطق الهضم في جسم الإنسان :**

يتم الهضم في الفم والمعدة والأمعاء الدقيقة . وأول عمليات الهضم تتم في الفم حيث تقطع الأسنان وتمزق وتطحن الطعام ويتم مضغه (هضم ميكانيكي) ويتم خلطه باللعاب الذي يحول الطعام إلى كتل صغيرة رطبة لينة سهلة البلع ، كما يحتوى اللعاب على إنزيم الأميليز اللعابي (التيالين) الذي يعمل في وسط قلوي ويحول المواد الكربوهيدراتية (النشويات) إلى سكر مالتوز (هضم جزئي).

أن إفراز اللعاب يحدث نتيجة لرد فعل تنبيهي ينجم عن دخول الطعام في الفم أو نتيجة لرؤية الطعام أو شم رائحته أو حتى مجرد التفكير فيه وتعتمد كمية اللعاب المفرزة على نوع الغذاء فعندما يكون الغذاء من اللحوم يقل حجم اللعاب وتكون به كمية قليلة من التيالين ، أما إذا كان الغذاء من النشويات أو السكريات فتكون كمية اللعاب كبيرة جداً .

### الهضم في المعدة :

يمر الطعام بعد بلعه إلى المعدة عن طريق المريء بواسطة الانقباضات العضلية للمريء ، وفي المعدة يستمر عمل إنزيم التيالين لفترة من الزمن حتى يتحول الوسط إلى حمضي بفعل حامض HCl الذي تفرزه المعدة . تقوم المعدة بهضم ميكانيكي للطعام وذلك عن طريق انقباضات عضلات جدرانها فتكسر وتجزئ الطعام وتخالطه بالعصارة المعدية التي تفرزها ، وتتأثر حركات المعدة بعدة عوامل منها :

- ١- كمية الطعام فإذا كانت الوجبة كبيرة تمددت جدران المعدة وزادت من حركاتها .
  - ٢- يزيد الكافيين (يوجد في القهوة) وإنزيم الانسيولين من حركات المعدة بينما يقلل النيكوتين (التدخين) من هذه الحركات .
  - ٣- الدهون عند كثتها في الوجبة أو في حالة الألم والتعب الجسماني والفكري والخوف والقلق والحزن تقلل من حركات المعدة .
- إن العصارة المعدية التي تفرزها غدد جدران المعدة تتكون من حامض الهيدروكلوريك وإنزيمات هاضمة ومواد مخاطية والماء وبعض الأملاح وهذه لها وظائف وذلك كالتالي.

### (أ) حامض الهيدروكلوريك : ويقوم بـ الوظائف التالية :

١. يحول وسط المعدة إلى وسط حمضي يناسب عمل الإنزيمات الهاضمة في المعدة ، كما يحول الإنزيمات غير النشطة إلى نشطة مثلاً يوجد إنزيم الببسين في المعدة في صورة خاملة هي إنزيم البابسينوجين وذلك لكي لا يهضم

جدران المعدة عند خلوها من الطعام، فإذا وصل الطعام المعدة يعمل حمض الهيدروكلوريك على تنشيط البسينوجين إلى بيسين نشط.

٢. يزيد حامض الهيدروكلوريك HCl من درجة إذابة أملاح الكالسيوم والحديد وهذا يزيد من درجة امتصاصها

٣. يُحث حامض HCl خلايا الغشاء المخاطي للاثنى عشر والامعاء الدقيقة لإفراز هرمون السكريتين Secrtin الذي ينشط إفرازات البنكرياس والكبد .

٤. يطهر حامض الهيدروكلوريك المعدة والأمعاء من كثير من الميكروبات التي تدخل مع الطعام.

(ب) الانزيمات الهاضمة المعدية هي:

#### ١- إنزيم البيسين ويحول البروتينات الى بيتونات .

- إنزيم الرينين وهو إنزيم له أهمية خاصة في مرحلة الطفولة فهو يقوم بتجهيز (تختثر) بروتينين للبن ، وبذلك يمنع المرور السريع للبن في المعدة ليبقى مدة أطول في المعدة ، أي أنه يحول بروتينين للبن السائل إلى بروتينين صلب هو الكازين .

٣- إنزيم الليبار المعدى : هذا الإنزيم ذو أثر ضعيف في وسط المعدة الحمضي  
لذا لا تهضم الدهون في المعدة .

(ج) المواد المخاطلة

إفراز المعدة لحامض  $\text{HCl}$  قد يشكل خطورة على جدران المعدة حيث أن الأحماض تتلف وتحطم المواد العضوية ، لذا تعمل المواد المخاطية على حماية جدران المعدة من الجروح الميكانيكية والكيميائية وتكون طبقة واقية للمعدة ، وعند فشل المعدة في إفراز المواد المخاطية تسبب ما فين حامض  $\text{HCl}$  بتسبب تآكلًا في خلايا وأنسجة المعدة وبالتالي تسبب قرحة المعدة .

### **٣- الهضم في الأمعاء الدقيقة :**

عند وصول الطعام من المعدة إلى الأمعاء الدقيقة ماراً بالاثني عشر تتعادل حموضة الطعام نتيجة للعصارات التي تفرز في الاثني عشر والأمعاء، وتصب على الطعام ثلاثة أنواع من العصارات الهاضمة هي : العصارات المعوية والعصارة الصفراوية والعصارة البنكرياسية .

#### **أولاً : العصارة (الكبدية) الصفراوية**

والعصارة الصفراوية يفرزها الكبد وتتخزن في الحويصلة الصفراوية ومنها تذهب إلى الاثني عشر عن طريق القناة الصفراوية ، والصفراء Bile سائل أصفر مخضري يحتوى على بيكربونات الصوديوم وأصباغ أخرى وهى ذات طبيعة قلوية وتقوم بالوظائف التالية :

١. تحول الدهون إلى مستحلب دهني ، أي تزيد من مساحة سطح الدهن المعرض لفعل إنزيم الليباز .
٢. تتحدد مع بعض المركبات الدهنية مثل الكوليستيرون والفيتامينات غير القابلة للذوبان في الماء لتحولها إلى مركبات تذوب في الماء ليسهل امتصاصها .
٣. تحول وسط الاثني عشر إلى وسط قلوي لتتيح الفرصة لعمل الإنزيمات في الاثني عشر .
٤. تحمل المواد التي لا حاجة للجسم بها مثل إصبعات الصفراء الناتجة من تحطم الهيموغلوبين وبعض المعادن السامة كالنحاس والأدوية إلى الأمعاء وأخيراً التخلص منها مع البراز .
٥. تمنع تعفن الطعام في الأمعاء .

#### **ثانياً : العصارة البنكرياسية :**

ويفرزها البنكرياس وتحملها القناة البنكرياسية إلى الاثني عشر وتحتوي على إنزيمات هي :

١. الاميليز ويحول النشا إلى سكر مالتوز .
٢. المالتيز ويحول المالتوز إلى سكر جلوكوز .

٣. السكريز ويحول السكروز إلى سكر جلوكوز وفراكتوز .
٤. الليباز البنكرياسي ويحول الدهون إلى أحماض دهنية وجليسرين.
٥. التريسين ويحول البروتينات إلى أحماض أمينية .

### **ثالثاً : العصارة المغوية :**

وتحتوى على الإنزيمات

التالية :

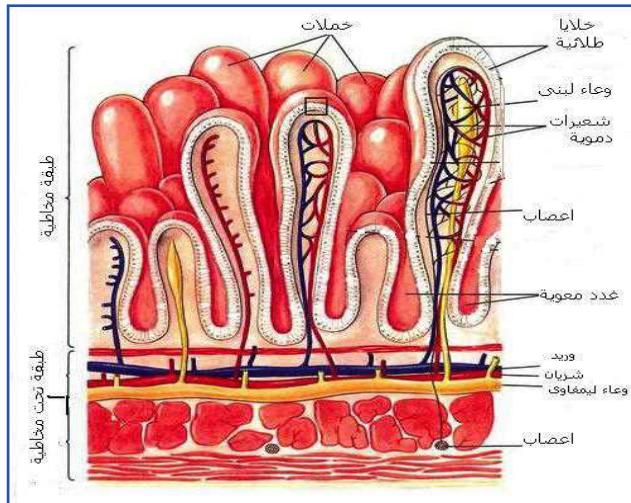
١. المالتيز ويحول سكر المالتوز إلى سكر جلوكوز .
٢. السكريز ويحول السكروز إلى جلوكوز وفراكتوز .
٣. اللاكتيز ويحول سكر اللبن اللاكتوز إلى سكري جلوكوز وجلاكتوز .
٤. الاميليز المعدي ويحول النشا إلى سكر مالتوز .
٥. بيتيديز ويحول الببتيدات إلى أحماض أمينية .

ويمكن تلخيص عمليات الهضم في التالي :

١. السكريات والنشويات تحول إلى سكر جلوكوز .
٢. البروتينات تحول إلى أحماض أمينية .
٣. الدهنيات تحول إلى أحماض دهنية وجليسرين .

## **Absorption**

عملية الامتصاص هي مرحلة تلي عملية الهضم ، ويتم امتصاص الطعام في الأمعاء الدقيقة ولا يتم في الفم والمريء ، أما في المعدة فيحدث امتصاص للماء والأملاح المعدنية البسيطة ومواد أخرى مثل الأدوية والعقاقير والكحول ، ولكن المكان الطبيعي لعملية الامتصاص هو الأمعاء الدقيقة وذلك لطولها حيث يمكن للطعام المهضوم أن يمكث فيها أطول فترة ممكنة كما أن جدرانها مزود بعدد كبير من الثنيات (الشكل ١-٢١)



الشكل (٢١-١) جزء من بطانة الأمعاء الدقيقة بين تركيب الخلية

وعلى هذه الثنائيات توجد الآلاف من الخملات التي تكون في صورة زوائد تزيد من مساحة سطح الامتصاص . الشكل (٢١-١) .

وبما أن تركيز المواد الغذائية المهضومة داخل تجويف الأمعاء الدقيقة أكبر من تركيزها في الشعيرات الدموية والأوعية الليمفاوية فإن هذه المواد تنتشر من الأمعاء إلى تيار الدم كالتالي :

١. تنتشر (تمتص) الأحماض الأمينية وسكر الجلوكوز إلى الشعيرات الدموية في الخملات ويحملها الوريد البابي الكبدي إلى الكبد .

٢. الأحماض الدهنية والجليسرين تنتشر إلى الأوعية اللبنية (الليمفاوية) وتتحدد الأوعية الليمفاوية مع بعضها البعض مكونة وعاء ليمفاوياً كبيراً يسمى القناة الليمفاوية الصدرية التي تتجه إلى أعلى لتتحدد مع الدورة الدموية في منطقة العنق .

٣. الأملاح المعدنية (أملاح الحديد والكالسيوم وغيرها) والفيتامينات يتم إمتصاصها بواسطة الإنتشار النشط الإختياري عند الخلايا الطلائية التي تبطن الخملات .

أما المواد غير المهضومة فتطرح خارج الجسم في صورة براز عن طريق فتحة

الشرج وذلك بعد أن يمتص منها الماء في القولون .

### **التمثيل الغذائي :**

عند إنتقال الغذاء المهضوم إلى تيار الدم يكون لكل جزء منه وظيفة معينة يؤديها في الجسم ، لذا يجب أن يكون الغذاء محتوياً على كل المجموعات الغذائية وبكميات مناسبة ، وبما أن الطعام المهضوم يذهب إلى الكبد فإن الكبد يعمل على تنظيم الغذاء المهضوم وإمداد كل أجزاء الجسم بالغذاء المطلوب كماً ونوعاً ، والكبد كما ذكرنا سابقاً تؤدي عدداً كبيراً من الوظائف الحيوية من بينها عملية التمثيل الغذائي assimilation وهي عملية استخدام جزيئات الغذاء في أنحاء الجسم المختلفة . ونتيجة للعمليات التي تقوم بها الكبد فإن كل خلية أو نسيج في الجسم يستخدم جزيئات الغذاء في أداء عدد كبير من وظائفه مثل بناء خلايا العضلات ، وبناء خلايا العظام باستخدام الكالسيوم والفوسفات ، وإطلاق الطاقة باستخدام سكر الجلوكوز في التنفس أما الزائد من المواد الغذائية فيخزن حيث مثلاً :

١. الزائد من الجلوكوز تحوله الكبد إلى جليكوجين يخزن في الجسم.
٢. الزائد من الأحماض الدهنية يخزن كرصيد للطاقة يستخدم عند الحاجة.
٣. الزائد من الأحماض الأمينية فلا يخزن لأن الأحماض الأمينية مواد سامة، لذا تقوم الكبد بتحطيمها وتحويلها إلى مواد أقل سمية حيث ينزع منها النشادر ويتحدد مع ثاني أكسيد الكربون ويكونان المواد البولية من يوريا وحمض البوليك ويطرحان لخارج الجسم عن طريق البول .

### **صحة الجهاز الهضمي :**

يكون الجهاز الهضمي عرضة للإصابات بكثير من الطفيلييات وذلك لأن هذه الطفيلييات قد تدخل من البيئة الخارجية مع الطعام الذي يتغذى عليه الفرد ومن بين هذه الطفيلييات ديدان الاسكارس والانكلستوما والديدان الشريطي وبعض الأوليات مثل الانتاميبا هستوليتكا (الدستاريما الاميبية) أو الجارديا وقد يصاب بالبكتيريا مثل بكتيريا تسمم الغذاء وبكتيريا الكوليرا

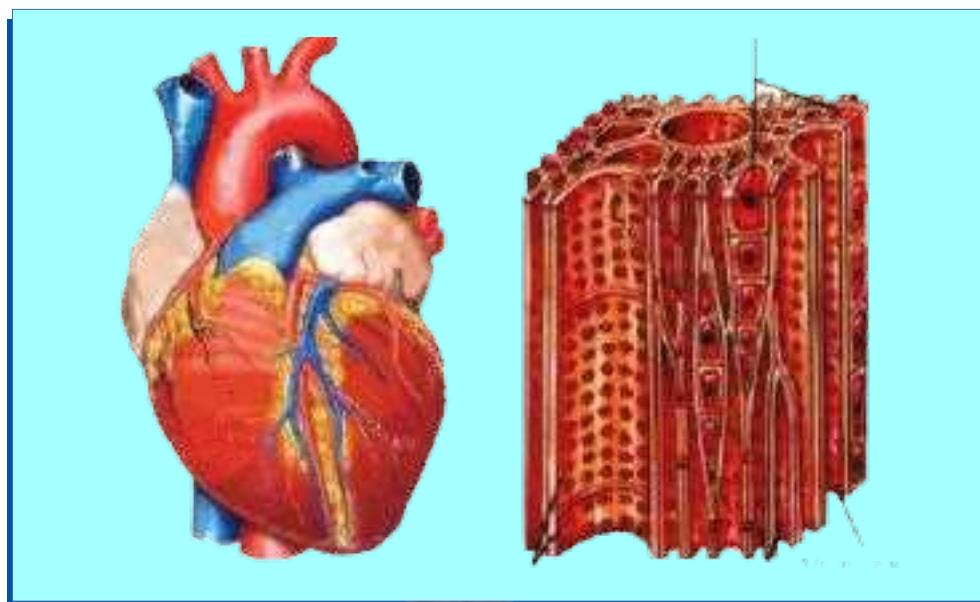
وبكتيريا الدستاريا الباسيلية وغيرها من الأمراض المعدية ، لذا وجب الحرص على نظافة الطعام وطهيه جيداً وغسل الأيدي عند تناول الطعام ، وغسل الخضروات الورقية قبل أكلها ، ويتحتم على الفرد إتباع ما يلي :

١. عدم التبرز والتبول في الأماكن الرطبة .
٢. المحافظة على الطعام والشراب من خطر الذباب .
٣. عدم استخدام المواد البرازية كسماد للتربة .
٤. غسل الخضروات قبل تناولها .
٥. مراجعة الطبيب عند الشعور بأعراض المرض وتناول الأدوية حسب إرشاد الطبيب .
٦. عدم أكل اللحوم دون طهي جيد .

## الوحدة الثانية

### التَّنْقُلُ فِي الْكَايْنَاتِ الْحَيَّةِ

Transport in Living Organisms



## الوحدة الثانية

# النقل في الكائنات الحية

### أهداف الوحدة

يتوقع منك في نهاية هذه الوحدة أن تكون قادراً على أن :

١. تبين أن جهاز النقل في الكائن الحي متكيف لأداء وظيفته .
٢. توضح أهمية نقل المواد للكائن الحي .
٣. تبين كيف تتم عملية نقل المواد داخل أجسام كائنات حية مختلفة .
٤. توضح دور الأجهزة الخشبية في النقل في النبات .
٥. تشرح آلية النقل من الجذور إلى أوراق النبات .
٦. تعرف دور اللحاء في نقل المواد المصنعة من الأوراق إلى أجزاء النبات الأخرى .
٧. تعرف الجهاز الدوري وأهميته للإنسان .
٨. توضح التركيب النسيجي للشرايين والأوردة .
٩. تبين مكونات الدم ووظائفه .
١٠. تعرف فصائل الدم .
١١. تعرف الجهاز اللمفاوي وأهميته .
١٢. تكتسب مهارة رسم الأشكال التوضيحية .
١٣. تكتسب مهارة استخلاص المعلومات من الجداول .
١٤. تكتسب مهارة حفظ النفس من الأمراض .
١٥. تكون اتجاهات وقيم سلوكية صحيحة في حياتك .
١٦. تقدر عظمة الله في دقة صنعه في الخلق .

# النقل في الكائنات الحية

(Transport in Living Organisms)

بعد عملية هضم الطعام داخل خلية الكائن الحي أو خارجها ، لابد من نقله إلى جميع أجزاء الجسم ليتم امتصاصه والاستفادة منه في إنتاج الطاقة الالزامية للعمليات الحيوية وذلك في وجود الأوكسجين . ومن الأهمية أيضاً للكائن الحي التخلص من الفضلات .  
لكن ، ما الوسيلة التي يمكن بها نقل المواد الغذائية من خلايا الجسم وإليها ؟

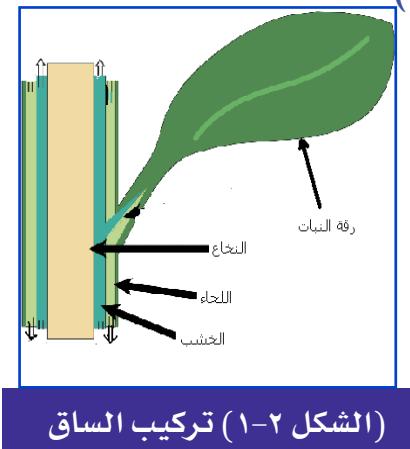
## النقل في النبات (Translocation in Plants)

تنتقل المواد العضوية وغير العضوية في جسم النبات من مكان لآخر بصورة مستمرة داخل الأنسجة الوعائية الناقلة .

### تعريف النسيج :-

النسيج عبارة عن خلايا متشابهة متخصصة لأداء وظيفة معينة .

## الجهاز الناقل (Transporting System)



هناك نوعان من أنواع الأنسجة الوعائية الناقلة

التي تنتشر في الجسم النباتي هما :

- ١- نسيج الخشب (Xylem Tissue)
  - ٢- نسيج اللحاء (Phloem Tissue)
- (الشكل ١-٢)

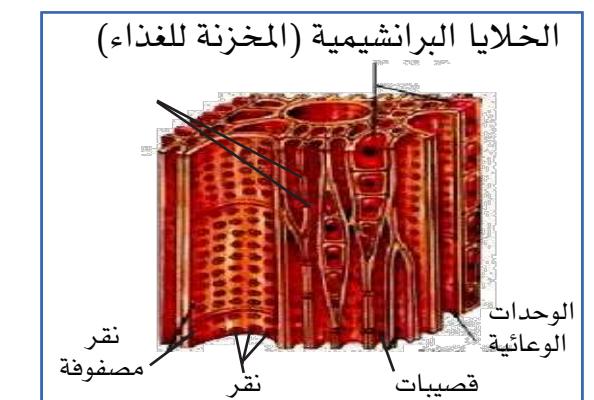
(الشكل ١-٢) تركيب الساق

## أولاً نسيج الخشب :

يوجد في الجهة الداخلية من الأنسجة الوعائية . ويبدأ نسيج الخشب من الجذر ويمتد خلال الساق حيث ينتهي بالأوراق ، ويتم من خلاله نقل الماء والأملاح المعدنية المتخصصة من قبل الجذر وإيصالها عبر الساق إلى الأوراق . والخشب نسيج يتكون من الأجزاء التالية :

- ١- الوحدات الوعائية
- ٢- القصيبات
- ٣- برانشيمية الخشب
- ٤- ألياف الخشب

(الشكل ٢-٢)



(الشكل ٢-٢) تركيب نسيج الخشب

## ١/ الأوعية :

الأوعية الخشبية عبارة عن سلسلة من الوحدات الوعائية المتخصصة فوق بعضها بواسطة نهايات جدرها غليظة مثقبة . وت تكون هذه الجدر الغليظة عن طريق ترسيب مادة اللجنين (Lignin) وهي مادة تسمح بنفاذ الماء إلى داخل الوعاء الخشبي ، كما أنها تعطي الدعمة للأوعية الخشبية . (الشكل ٢-٢) .

## ٢- القصيبات :

هى عبارة عن خلايا مستطيلة الشكل تقريرياً غير مثقبة ، و تتسم بالتلغلظ في أماكن متعددة كما أنها تتميز بنهايات منقرة . تتمثل وظيفة القصيبات في نقل الماء والأملاح المعدنية .

## ٣- برانشيم الخشب :

تقوم الخلايا البرانشيمية بوظيفة خزن الماء والغذاء ، كما أنها تستخدم في النقل الجانبي .

#### ٤- الألياف :

لألياف وظائف داعمة .

#### ثانياً نسيج اللحاء (Phloem Tissue) :

يبدأ نسيج اللحاء من الأوراق ويمتد إلى الساق وفروعه ويتم من خلاله نقل نواتج عملية البناء الضوئي من الأوراق إلى القمم النامية في الساق والجذر والأجزاء الخازنة في النبات حيث يستفاد منه أو يتم خزنه . ويوجد نسيج اللحاء في الجزء الخارجي للأنسجة الوعائية القريب من القشرة.

يتربّب نسيج اللحاء من أنواع متباينة من الخلايا وهي :

١- الأنابيب الغريالية

٢- الخلايا المرافقية

٣- ألياف اللحاء

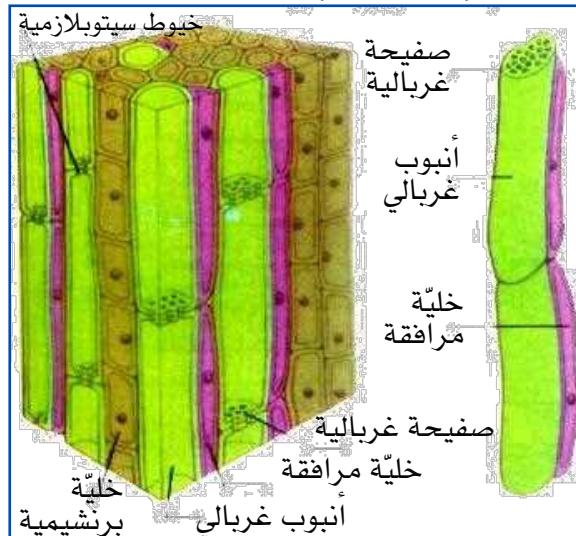
٤- برانشيمية اللحاء (الشكل ٣-٢)

١- الأنابيب الغريالية :

عبارة عن صل عمودي من الخلايا المستطيلة ، رقيقة الجدران وذات

نهايات مثقبة تسمى الصفائح الغريالية (Sieve Plates) والتي تصل نهايات

الأنابيب بعضها كما في (الشكل ٣-٢) .



(الشكل ٣-٢) تركيب نسيج اللحاء

توجد روابط سيتوبلازمية تصل كل أنبوب بآخر عبر هذه الثقوب، وبهذه الوسيلة تكون عناصر اللحاء مسار متصل لنقل المواد العضوية داخل النبات .

## ٢- الخلايا المرافقة :

توجد مجاورة لخلايا الأنابيب الغريالية ووظيفتها توصيل الغذاء وغيرها من المحاليل العضوية إلى كل أجزاء النبات أو إلى الأجزاء الخارنة .

## ٣- برانشيم اللحاء والالياف :

وظيفة برانشيم اللحاء هي خزن النشا والدهون أما الألياف فلها وظيفة داعمية .

توجد طبقة من الخلايا بين اللحاء والخشب وتسمى طبقة الكامبيوم (Cambium) وبانقسام خلاياها يستمر النبات في تكوين انسجة جديدة ينمو إلى الداخل لتكون الخشب وإلى الخارج لتكون اللحاء ، وتسمى الأنسجة التي تتكون بهذه الطريقة بالأنسجة الثانوية .

## آلية الامتصاص والنقل في النبات :

### Mechanism of Absorption and Transportation in Plants)

تقوم الأوراق الخضراء في النبات بالحصول على غاز ثاني أكسيد الكربون والضوء من الجو ، وتقوم الجذور بامتصاص الماء والأملاح المعدنية لتصنيع الغذاء ، حيث يقوم الخشب بنقل الماء والأملاح إلى الأوراق بينما يقوم اللحاء بنقل الغذاء العضوي الجاهز لجميع أجزاء النبات لتزويده بالطاقة اللازمة .

## امتصاص الماء : (Water absorption)

توجد قوتان تدفع الماء إلى داخل الجذر عبر خلايا القشرة وحتى الأوعية الخشبية وهما :

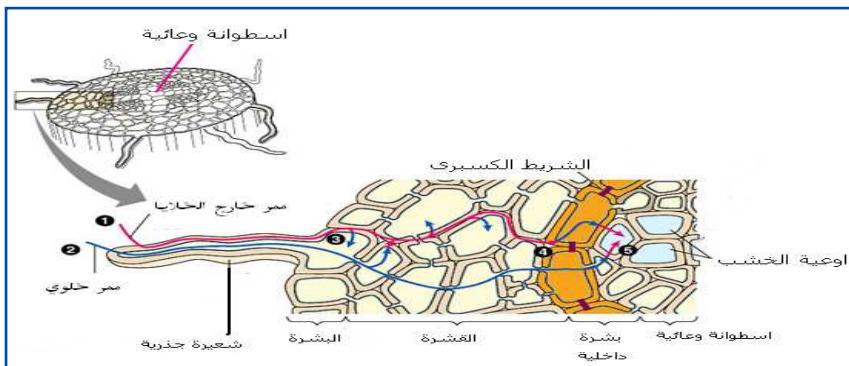
## ١- الضغط الأسموزي (Osmotic Pressure) :

يدخل الماء من التربة إلى الشعيرات الجذرية عبر أغشية الجذر بفعل

الخاصية الاسموزية (باتجاه المحلول الأكثر تركيزاً) نظراً لتفاوت التركيز بين محلول التربة و محلول خلية الشعيرية الجذرية (فرق في الضغط الاسموزي) الأمر الذي يسبب نقص الماء الموجود في التربة حول الجذور فيعوض نقص الماء من المناطق المجاورة في التربة بواسطة خاصية الانتشار ، وهكذا ينتقل الماء داخل الشعيرية الجذرية وعبر الأنسجة إلى الأوعية الخشبية .

## ٢- قوة التشرب (Imbibition) :

إذا وضعنا قطعة خشب جاف في الماء فإنها تنتفخ ويزداد حجمها نتيجة لدخول الماء بين جسيمات جدرها . دخول الماء بهذه الطريقة يباعد جسيمات جدر الخلية بعضها عن بعض فيتسبب بذلك في زيادة حجمها ، وتتميز جدر الخلايا النباتية الحية بخاصية التشرب هذه ، حيث تشرب جدر الشعيرية الجذرية (٢،٤) بالماء حتى تتشبع وبواسطة الانتشار ينتقل ماء التشرب إلى جدر الخلية (٣) ومنها إلى (٤) وهكذا حتى يصل الماء إلى الأوعية الخشبية (٥) .



(الشكل ٢-٤) التشرب في الشعيرية الجذرية

## نقل الماء والأملاح المعدنية في النبات :

### (Water and Minerals Translocation)

عند وصول الماء والأملاح المعدنية المذابة فيه إلى منطقة الخشب الموجودة في الجذر يتولى هذا النسيج نقلها إلى الساق فالأوراق حيث يتم صنع

الغذاء ، وهناك عدة نظريات لتفسير كيفية صعود الماء والأملاح المعدنية إلى أعلى النبات منها :

#### ١- الخاصية الشعرية (Capillarity) :

الأنابيب الشعرية لصغر قطرها يرتفع فيها الماء إذا وضعت قائمة داخل الماء ، وكلما قل قطر الأنابيب يزداد ارتفاع الماء فيها ، وهذه الخاصية تعرف بالخاصية الشعرية . وتعتبر الأوعية الخشبية في النبات بمثابة أنابيب شعرية نسبة لصغر قطرها ولذلك نجد أن الماء يرتفع فيها بالخاصية الشعرية ، إلا أن الماء لا يرتفع بهذه الخاصية إلى علو كبير.

#### ٢- خاصية التشرب (Imbibition) :

يرتفع الماء تبعاً لخاصية تشرب جدران الأوعية الخشبية ولكن كمية الماء المرتفعة بهذه الطريقة تكون محدودة ولا تفي بحاجة النبات إلى الماء .

#### ٣- الضغط الجذري (Root Pressure) :

يتولد الضغط الجذري عن الضغط الأسموزي لمحلول التربة الذي يتجمع ويتراكم في الأوعية الخشبية للجذور فينشأ عن تراكم المحلول ضغط يسمى الضغط الجذري الذي يعمل على دفع الماء والمواد الذائبة إلى أعلى في الأنابيب الشعرية الخشبية إلى حد يتساوى فيه مع الضغط الجوي ، وبذلك فالضغط الجذري لا يزيد في أي حال عن ١٠ ضغط جوي حيث يختلف ذلك حسب نوع النبات وحسب فصول السنة . وتعتبر ظاهرة الادماع (Guttation) مثالاً على الضغط الجذري .

يعمل هذا الضغط الجذري على رفع العصارة في النباتات الصغيرة .

#### ٤- نظرية الشد النتحي والتماسك (Transpiration – Cohesion) (- Theory)

يصعد الماء إلى قمم الأشجار بفعل شد من أعلى بواسطة قوة جذب تنشأ في الورقة نتيجة لعملية النتح ، وتسمى هذه القوة بالقوة السالبة .

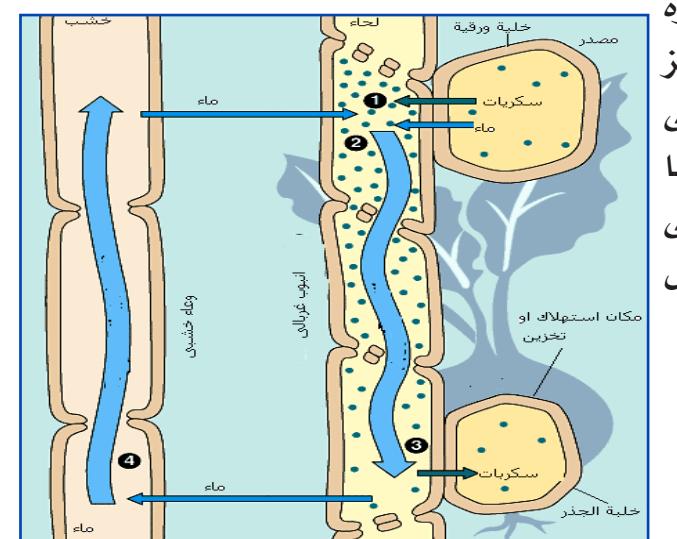
#### آلية النقل عبر اللحاء (Phloem Mechanism) :

لتفسير آلية نقل الغذاء في اللحاء فقد وضعت عدة نظريات نذكر منها:

## ١- الانسياب الضغطي (Pressure Flow) :

تفترض النظرية أن الماء والغذاء الجاهزان ينتقلان معاً عبر الأنابيب الغريالية نتيجة التفاوت التدريجي في الضغط بين الأنابيب الغريالية الموجودة في الأوراق (حيث يتم صنع الغذاء) وتلك الموجودة في الساقان والجذور (حيث يتم الاستهلاك أو تخزين الغذاء). وتتضمن آلية هذه الفرضية، أنه نتيجة لاختلاف التركيز بين الخلايا، ينتقل سكر الجلوكوز من خلايا نسيج الأوراق إلى الخلايا البرنشيمية المجاورة لأنبوب الغريالي، وبعد ذلك يندفع الماء إلى خلايا الأنابيب الغريالي بفعل الخاصية الاسموزية مما يسبب زيادة ضغط الامتلاء

فيها وهذا يسبب بدوره انتقال الغذاء الجاهز عبر الأنابيب الغريالي إلى المناطق التي تكون فيها الضغط منخفضاً أي إلى الساقان والجذور . (الشكل ٦-٢).



(الشكل ٦-٢) النقل في اللحاء

## ٢- الانسياب السيتوبلازمي (Cytoplasmic Streaming) :

تتضمن هذه الفرضية أن المواد الذائبة تنساب مع سيتوبلازم الخلايا الغريالية. فهناك إنتقال دوري لسيتوبلازم الأنابيب الغريالية ناقلاً معه المواد الغذائية المذابة وعندما تصل هذه المواد إلى منطقة الصفائح الغريالية فإنها تنتقل خلالها إلى الأنبوة الغريالية الثانية بواسطة الانتشار البسيط أو بواسطة النقل النشط.

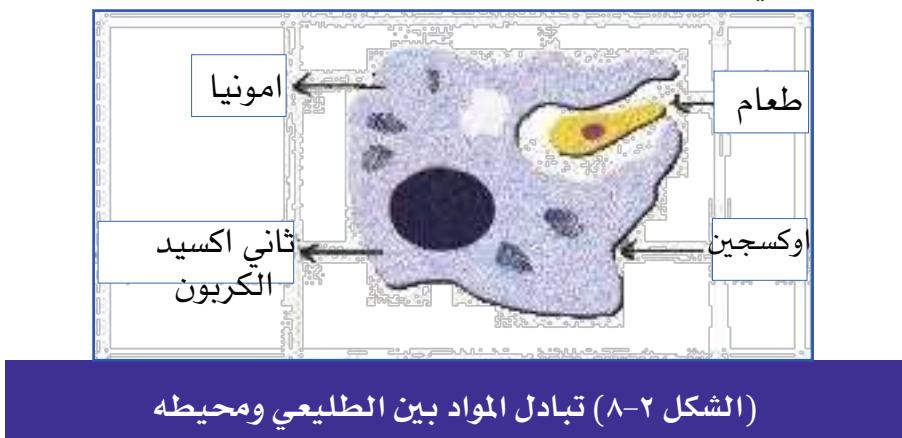
# النقل في الحيوان (Transport in Animals)

تم عملية النقل في الحيوانات إما بآليات النقل البسيط (Simple Transport) أو عن طريق الأجهزة الدورية (Circulatory Systems).

## أولاً : آليات النقل البسيط :

لا تحتاج الحيوانات الصغيرة (البدائيات والطلائعيات) لجهاز خاص بالنقل ، فعمليات مثل الانتشار البسيط (Simple Diffusion) والنقل الفعال (النشط) (Active Transport) وانسياب السيتوبلازم (Cyto-Streaming) كافية ليحصل كل جزء من جسم الحيوان على احتياجاته من المواد الغذائية . فانسياب السيتوبلازم في جميع أجزاء الخلية ، حيث يحدث الهضم للغذاء وتتم بعد ذلك جزيئات الغذاء المهضوم بالانتشار أو بالنقل النشط في السيتوبلازم.(الشكل ٨-٢)

إلا أن عملية النقل النشط تحتاج من الخلية إلى صرف طاقة ، لأن اتجاه النقل يتم من المناطق الأقل تركيزاً إلى الأعلى تركيزاً ، بينما يحدث العكس في الانتشار العادي أو البسيط .



## ثانياً : الأجهزة الدورية (Circulatory Systems )

تحتوي الحيوانات معقدة التركيب على جهاز نقل داخلي متخصص

ومتطور يعرف بجهاز الدوران .

ويتكون في معظم هذه الحيوانات من :

١. سائل تذوب فيه المواد المراد نقلها .

٢. مضخة لاستمرار تدفق السائل .

٣. قنوات وأوعية يمر بها السائل .

ويوجد هناك نوعان من الأجهزة الدورية هما :

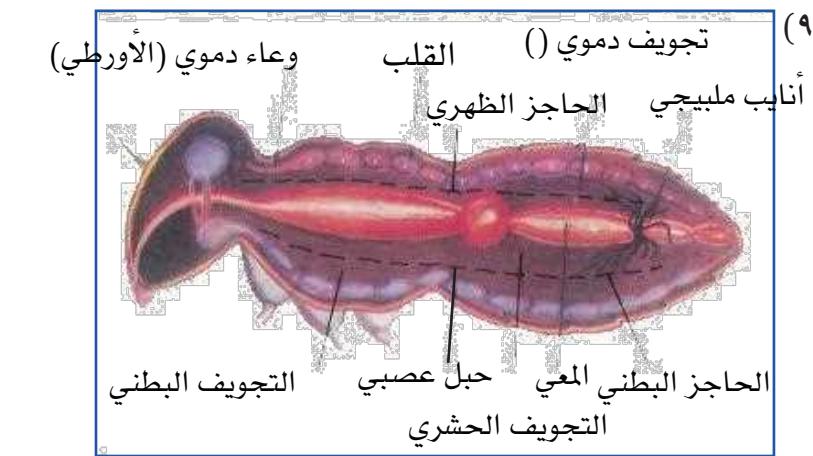
الجهاز الدوري المفتوح والجهاز الدوري المغلق .

الجهاز الدوري المفتوح (open circulatory system) :

تمتلك المفصليات جهازاً دورياً مفتوحاً لا توجد فيه أوعية دموية محددة فيما عدا القلب والأورطي في الناحية الظهرية ، وينتقل الدم عبر الوعاء الصادر من القلب وينتهي بضراغات كبيرة تدعى الجيوب الدموية يسيل فيها الدم ويغمرها ، ولذا سمي هذا الجهاز ، بالجهاز الدوري المفتوح ، ومثال لذلك ما يوجد في الحشرات .

### الجهاز الدوري في الحشرات :

ينقسم فراغ الجسم العام في الحشرات إلى ثلاثة تجاويف بواسطة غشاءين حاجزين ، أحدهما ظهري والآخر بطني .



(الشكل ٩-٢) الجهاز الدوري في الحشرات

يمتد الحاجز الظاهري بطول الجسم أسفل القلب وأعلى القناة الهضمية ويعرف هذا التجويف الذي يتكون أعلى الحاجز الظاهري بالتموري ، أما الحاجز البطني فيمتد بطول الجسم أيضاً ، أعلى الحبل العصبي وأسفل القناة الهضمية ويعرف هذا التجويف الذي يوجد أسفل الحاجز البطني بالتجويف البطني ، أما التجويف المحصور بين الغشاءين الحاجزين (البطني والظاهري) يسمى التجويف الحشوي .

يتكون القلب من عدة حجرات ويمتد داخل الجسم من الجهة الظهرية وهو يمثل الوعاء الوحيد في الجسم وهو مغلق من الطرف الخلفي وينتهي عند طرفه الأمامي بالأورطي .

تتم دورة الدم بأن ينقبض القلب بانتظام بواسطة جداره العضلي ، كما تنقبض حجرات القلب الواحدة تلو الأخرى فتحدث بذلك حركة دورية تبدأ من الخلف إلى الأمام دافعة الدم إلى الأمام ليتدفق خارجاً من الأورطي ويصب في منطقة الرأس ليسيل في الجيوب أو التجاويف الموجودة بين أنسجة الجسم، حيث يتم فيها تبادل المواد بين خلايا الجسم والدم ، ثم يعود الدم إلى الخلف عن طريق الفراغ الحشوي أو العصبي والبطني ثم ظهرياً في منطقة البطن ليدخل الجيب التاموري ومنه إلى القلب ثانية عبر فتحات جانبية مزدوجة . تساعده على استمرار هذه الدورة بجانب القلب حركة الحاجزين الظاهري والبطني إلى أعلى وأسفل .

وتقتصر وظيفة الدم في الحشرات على نقل الغذاء والفضلات وليس الغازات ، حيث يتم تبادل الغازات بين أنسجة الجسم وبين الهواء الخارجي مباشرة ، لذلك يعتبر الجهاز الدوري للحشرات أقل كفاءة في النقل من الجهاز الدوري المغلق .

### الجهاز الدوري المغلق :

يعتبر الجهاز الدوري المغلق أكثر تعقيداً أو تخصصاً وأكثر كفاءة وفعالية منه في المفتوح ، ويتلخص دور الجهاز الدوري المغلق في انه ينقل الدم ضمن أوعية تشكل دائرة لا يمكن الدخول إليها أو الخروج منها إلا بالنفاذ أو الرشح

خلال جدر تلك الأوعية ومثال لذلك ما يوجد في دودة الأرض. وتختلف درجة تعقيد وتخصص الجهاز الدوري المغلق حسب نوع الحيوان.

## الجهاز الدوري في الإنسان (Circulatory System in Human)

الجهاز الدوري أو الجهاز الدموي في الإنسان من النوع المغلق، أي أن الدم يسير في أوعية دموية مغلقة خاصة به لا يمكن الدخول إليها أو الخروج منها إلا بالنفاذ أو الرشح خلال جدر تلك الأوعية.

يتصل الجهاز الدوري بكل أجهزة الجسم ناقلاً إليها أو منها مواد مهمة - فهو يتصل بالجهاز الهضمي فيزوده بالأوكسجين ويجمع المواد الغذائية الممتصة وينقلها إلى أماكن الاستهلاك مباشرة أو إلى أماكن التخزين كالكبد والعضلات والعظام . كما أنه يتصل بجهاز التنفس فينقل منه الأوكسجين إلى كل خلية في الجسم وينقل ثاني أكسيد الكربون من الخلايا إلى الرئة ، كما ويتصل بالجهاز البولي فينقل إليه الجلوكوز والأوكسجين لتنفسه. ويتصل الجهاز الدوري أيضاً بجهاز الغدد الصماء فينقل منها افرازاتها من الهرمونات ويوزعها على أماكن الاستجابة ، وأخيراً يتصل الجهاز الدوري بالجلد فينقل إليه الأملاح والماء الذي يتم التخلص منه عن طريق التعرق .

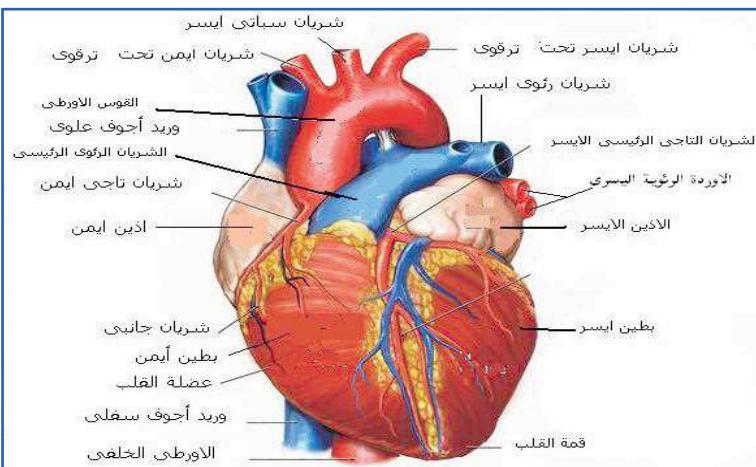
### مكونات الجهاز الدوري :

يتكون الجهاز الدوري في الإنسان من القلب والأوعية الدموية والدم.

#### أولاً : القلب (Heart) :

القلب عضو عضلي مجوف يشبه المخروط المقلوب ، قاعدته إلى أعلى ورأسه إلى أسفل ويحتم قبضة اليد (الشكل ١١-٢) ، يقع بين الرئتين داخل التجويف الصدري ويميل قليلاً إلى جهة اليسار من التجويف الصدري وتحمييه الضلوع وعضلات الصدر والعمود الفقاري والقفص الصدري والحجاب الحاجز . يغلف القلب غشاء جلدي قوي مزدوج الجدار يسمى حجاب القلب أو التامور يحوي بين جداريه سائلًا يقي القلب من تأثير الاحتكاك بالأعضاء المحيطة والصدمة الخارجية ، كما يتحكم هذا الغلاف في تمدد عضلات القلب حتى

لا يتمدد أكثر من المطلوب نتيجة لامتناع القلب بالدم .  
عضلة القلب عضلة لا إرادية ، ولها القدرة على الانقباض والارتخاء ذاتياً ،  
ولهذا نجد أن القلب ينبع حتى بعد إزالته من الجسم إذا ما وضع في محلول  
غذائي مناسب ، كما أن القلب يبدأ بالنبض في التطور الجنيني قبل تكون  
نهائيات الأعصاب ، ولذلك لا يحتاج إلى تأثير الجهاز العصبي إذ أن عمل العضلة  
مستقل عن الجهاز العصبي ولا يستجيب للإشارات العصبية إلا لتنظيم وتعديل  
دقات القلب حسب الحاجة .



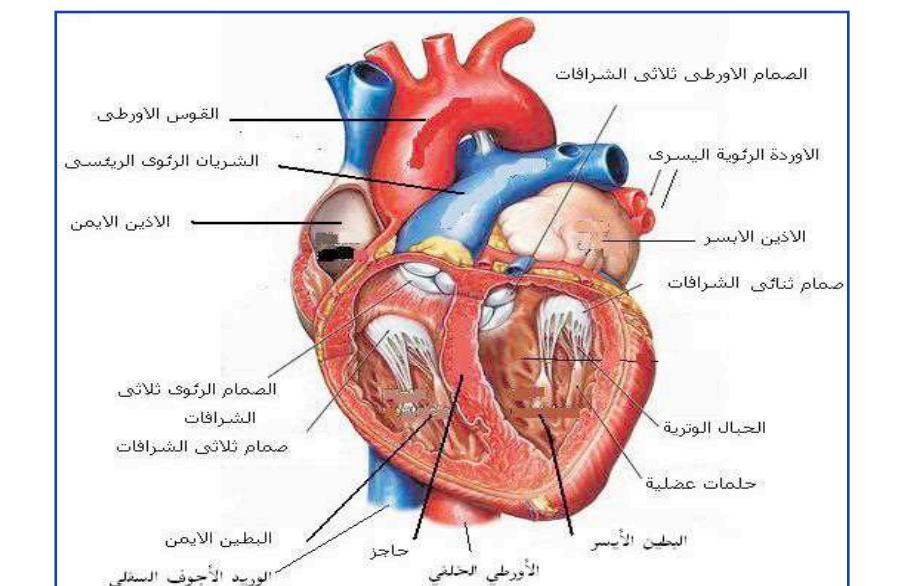
(الشكل ١١-٢) القلب من الخارج

يتكون القلب من أربع حجرات :

١- أذينان ، أيمن وأيسر ولا يوجد اتصال مباشر بين الأذينين الأيمن والأيسر  
ويحتلان الموقع العلوي من القلب .

٢- بطينان ، أيمن وأيسر ولا يوجد أيضاً اتصال مباشر بين البطينين .  
ويتوسط القلب حاجز طولي يفصله إلى نصفين مستقلين . يتميز الأذينان  
بجدر رقيقة بينما يتميز البطينان بجدر عضلية سميك . يفتح كل أذين  
في البطين الذي يقابلها من أسفل بفتحة تسمى الفتحة الأذين - بطينية  
ويحرس كل فتحة منها صمام غشائي عضلي . الصمام الذي يحرس الفتحة  
الأذين - بطينية اليمنى يتكون من ثلاث قطع جلدية ويسمى الصمام ثلاثي

الشرفة ، أما الصمام الذي يحرس الفتحة الأذين - بطينية اليسرى يتكون من قطعتين قويتين وأكثر سماً ، ويسمى الصمام ثنائي الشرفة . ترتبط أغشية تلك الصمامات بخيوط وترية قليلة المرونة تسمى الحبال الوتيرية . وظيفة هذه الصمامات أنها تسمح فقط بمرور الدم في اتجاه واحد - أي من الأذين إلى البطين وليس العكس . (الشكل ١٢-٢)



(الشكل ١٢-٢) القلب من الداخل

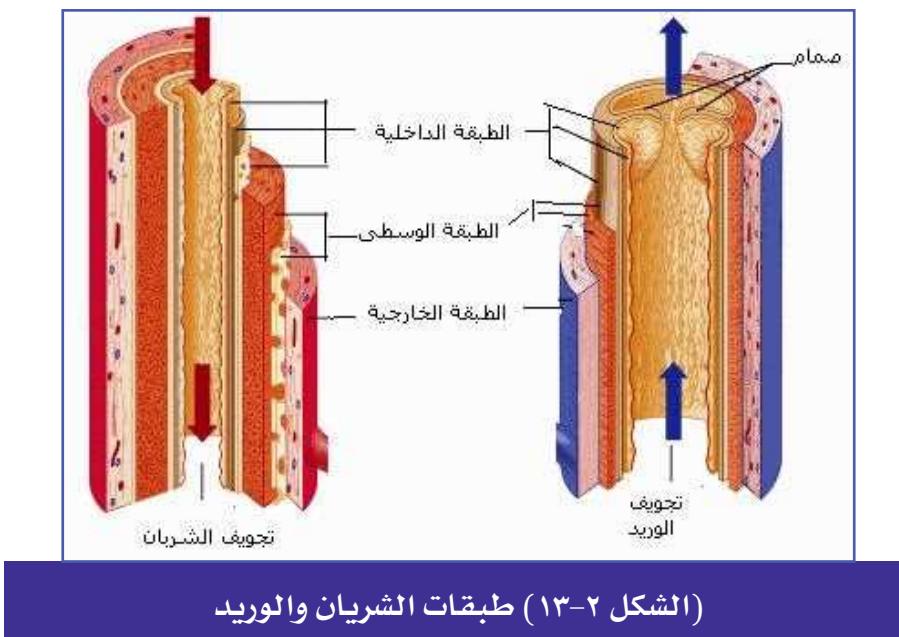
## ثانياً : الأوعية الدموية (Blood Vessels)

وهي إحدى مكونات الجهاز الدوري في الإنسان وتُعرَّف أنها قنوات أو أنابيب مرنّة تنقل الدم لجميع أجزاء الجسم وتنقسم إلى شرايين وأوردة وشعيرات .

### أ- الشرايين (Arteries)

كل الأوعية التي تخرج من القلب تسمى شرايين حتى وإن كانت تحمل دمًا غير مؤكسد مثل الشريان الرئوي .

الشرايين أو عيّة عضلية ذات جدران سميكه تتكون من ثلاثة طبقات يغور معظمها في أعماق الأنسجة حفاظاً عليها من الأذى : الطبقة الخارجية وهي الأكثر قوّة وتتكون من عناصر مرنّة مطاطة الألياف ذلك بجانب النسيج الضام . الطبقة الوسطى وتتكون من عضلات ملساء دائريّة وقليل من الألياف المرنّة والمطاطة . ثم تأتي الطبقة الداخليّة وتتكون من الخلايا الداخليّة المسطحة الملائمة للدم ذلك بجانب طبقة رقيقة من النسيج الضام وطبقة قاعدية مرنّة . (الشكل ١٣-٢). وتحمي الشرايين بافتقارها لأي صمامات .



(الشكل ١٣-٢) طبقات الشريان والوريد

### وظائف الشرايين :

- ١- التحكم في انسياب الدم بصورة مستمرة .
- ٢- توزيع الدم لجميع أجزاء الجسم .
- ٣- التحكم في ضغط الدم .

**يقسم الجهاز الشرياني إلى :**

### ١- الشريان الرئوي :

وهو يخرج من أعلى البطين الأيمن حاملاً دمًا غير مؤكسد إلى الرئتين

حيث يتفرع إلى فرعين ، أحدهما يتجه إلى الرئة اليمنى ويسمى بالشريان الرئوى الأيمن والثانى يتجه إلى اليسرى ويسمى بالشريان الرئوى الأيسر وذلك لتنقية الدم وأكسدته.

## ٢- الشريان الأورطى (الابهر) :

يخرج من البطين الأيسر حاملاً دماً موكسجاً إلى جميع أجزاء الجسم وبعد خروجه من البطين وقبل أن ينحني نحو اليسار والى أعلى يتفرع منه أول الشريان التاجي والذي لا يليث أن يتفرع إلى فرعين أيمين وأيسر ليكون الشريان التاجي الأيمن والشريان التاجي الأيسر(الشكل ١١-٢) . ويسير الشريانان على سطح عضلة القلب لتغذيته بالغذاء والأوكسجين، والجدير بالذكر أن تصلب أو انسداد هذه الشريانين يسبب ما يعرف بالذبحة الصدرية . كما تتفرع من الشريان الأورطى مجموعة أخرى من الشريانين إلى الأمام والجانبين والى الجهة الرأس والبطن لضمان تزويد مناطق الجسم المختلفة بالغذاء والأوكسجين .

### بـ- الأوردة (Veins)

وهي الأوعية التي تنقل الدم من أعضاء وأنسجة الجسم المختلفة إلى القلب وتحمل جميع الأوردة دماً غير موكسد عدا الأوردة الرئوية فهي تحمل دماً موكسداً إلى القلب . يحتوى جسم الإنسان على أوردة دموية كثيرة ومن أهمها :

## ١- الأوردة الرئوية:

وعددتها أربعة : اثنان يخرجان من الرئة اليمنى والآخران من الرئة اليسرى وتحمل الأوردة الرئوية الدم الموكسد من الرئتين باتجاه القلب حيث تتحد معاً في وريد رئوي واحد يصب في الأذين الأيسر .

## ٢- الوريد الأجوف العلوي :

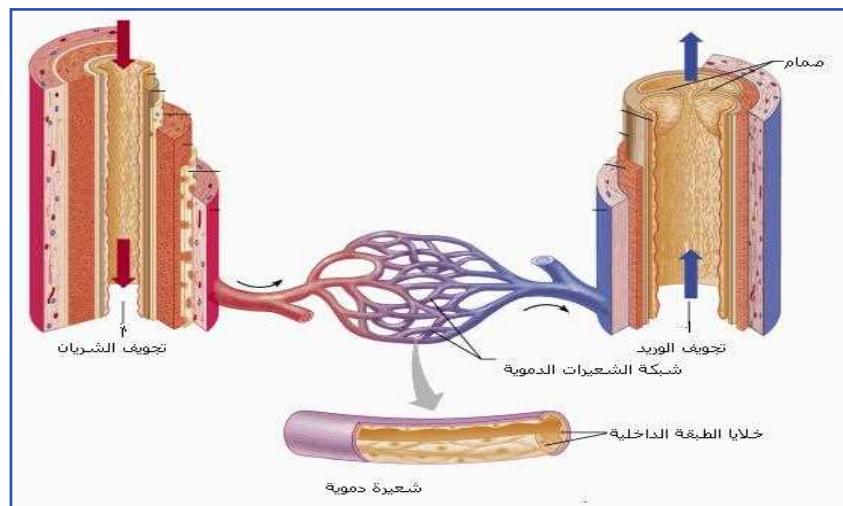
ينتاج هذا الوريد من تجمع أو التقاء الأوردة التي تأتي من الرأس والدماغ والأطراف الأمامية ، ويحمل الوريد الأجوف العلوي على إرجاع الدم غير الموكسد

من الجزء العلوي الأمامي للجسم ويصبه في الأذين الأيمن للقلب (الشكل ٢-١١).

### ٣- الوريد الأجوف السفلي :

وينتتج من التقاء الأوردة القادمة من الفخذين والكليتين والكبд والتي تحمل دمًا غير مؤكسد ويصبه في الأذين الأيمن للقلب (الشكل ١١-٢) .

**ج- الشعيرات الدموية :** (Blood capillaries) هي الأوعية الدموية الدقيقة التي تصل الشرايين الدقيقة والأوردة الدقيقة في شكل شبكة وعائية تغطى كل أنسجة الجسم . (الشكل ١٤-٢)



(الشكل ١٤-٢) الشعيرات الدموية

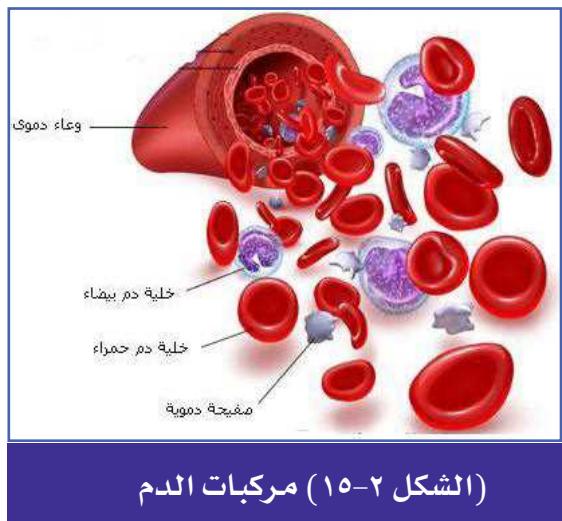
ت تكون جدر الشعيرات الدموية من طبقة خلوية واحدة ، ومن نوع واحد من الخلايا الرقيقة وهى تناظر الطبقة الداخلية في كل من الشرايين والأوردة ، وتتمتع جدر الشعيرات بالخاصية النفاذية - أى تسمح بمرور الغذاء والفضلات بين الدم داخل الشعيرات الدموية وبين السائل المحيط بخلايا الجسم وعليه تعتبر الشعيرات الدموية أهم مكونات الجهاز الدوري بحكم وظيفتها المتميزة بالتحصص .

### ثالثاً الدم (Blood) :

وهو سائل لزج أحمر اللون يملأ القلب والأوعية الدموية المتصلة به ويزن حوالي من وزن الجسم أي بمعدل ٧٠ ملليتر/كجم وزن ، فالشخص الذي يزن ٤٠ كجم مثلاً يحتوي جسمه على حوالي ٣ لترات دم تقريباً .  
مركبات الدم : (الشكل ١٥-٢) يتربّك الدم من المكونات التالية :

#### ١- البلازما (plasma) :

وهو سائل مائي أصفر باهت اللون تسبح فيه مكونات الدم الأخرى وهو يشكّل ٥٥٪ من حجم الدم ويترتبّل البلازما من الآتي :  
١- الماء : يشكّل الماء الجزء الأكبر من بلازما الدم وتبلغ نسبته حوالي ٩٠٪ ولذلك يلعب الماء دوراً مهماً كمذيب لكثير من المواد ونقاولاً فعالاً لجزئيات المواد الغذائية المذابة



٢- البروتينات : تشكل حوالي ٦-٨٪ من كتلة الدم .

ج - مواد كيميائية : وتشمل الجلوكوز والدهون وأملاح غير عضوية والبيوريا والفايتامينات والأنزيمات والهرمونات وأجسام مضادة ، وتشكل هذه المواد حوالي ٣٪ من كتلة البلازما .

#### وظائف البلازما :

١. توفر الوسط الملائم الذي يعتبر دعامة أساسية لكريات الدم حتى يمكن ضخها عبر الأوعية الدموية .
٢. تؤدي بروتينات البلازما دوراً رئيساً في التحكم في كمية الماء والسوائل في

الأنسجة .

٣. تحمل بروتينات البلازمما كثيراً من المواد التي تدور في الدم والمتمثلة في الهايموغلوبين والحديد والدهون وكذلك الفايتامينات (أ)، (د)، (ك)
٤. حمل الغذاء إلى الأنسجة ويتم ذلك عن طريق جمع الطعام المهضوم من الأمعاء عبر الأوعية الدموية (الشرايين) وتوصيلها إلى جميع الخلايا .
٥. حمل المواد الإخراجية وبخاصة الفضلات النتروجينية (البول) عبر الأوردة من خلايا الجسم إلى الكليتين .
٦. تساعد البلازمما برفقة الخلايا البيضاء على تحطيم الجراثيم المسبة للأمراض .
٧. تساعد على حفظ التوازن المائي في الجسم كما تساهم في تنظيم درجة حرارة الجسم عن طريق العرق .
٨. نقل الهرمونات من مراكز تكوينها (الغدد) إلى الأعضاء التي تستخدمها .

٢ - كريات (خلايا) الدم الحمراء (Red Blood cells) :  
خلايا مستديرة م-curva مسطحة عديمة النواة كما في (الشكل ١٥-٢)  
وليس لها القدرة على الانقسام .

وتكون الخلايا الحمراء في نخاع العظام وتنتمي بالمرونة ، لذا يسهل ضغطها ومرورها في الشعيرات الدموية التي قطرها أقل من قطر خلايا الدم الحمراء، ويؤدي ذلك إلى تمزقها وتحطمها بنسبة عالية تصل حوالي مليونين في الثانية ، ولهذا لا بد أن يتكون عدد مماثل من الخلايا وبنفس المعدل في نخاع العظام كالفقرات والقصص والضلوع لتعويض فقدانها المستمر.  
تعيش الخلايا الحمراء حوالي ١٢٠ يوماً ، أما عددها فيختلف ويتوقف على عوامل مختلفة منها، العمر والجنس والحالة الصحية والغذائية والمكان الذي يعيش فيه الإنسان من حيث الارتفاع عن سطح البحر ، وفي المعدل يصل عددها في الرجل حوالي ٤،٥ مليون خلية لكل ملليلتر (١سم<sup>٣</sup>) من الدم وفي المرأة ٤،٧ مليون لكل ملليلتر من الدم .

### **وظائف كريات الدم الحمراء :**

١. نقل الأوكسجين من الرئتين إلى خلايا أنسجة الجسم .
٢. طرد ثاني أكسيد الكربون الناتج من العمليات الحيوية وذلك بنقله من جميع خلايا الجسم إلى الرئتين لإخراجه عن طريق الزفير .
٣. يعتبر الهيموغلوبين من المواد المنظمة التي تحافظ على استقامة وتوازن المواد الكيميائية بالدم .

### **٣- كريات (خلايا) الدم البيضاء (White Blood Cells) :**

هي خلايا حية شفافة وغير ملونة تسبح في بلازما الدم وتختلف عن الخلايا الحمراء من حيث :

١. أنها أكبر حجماً منها .
٢. تحتوى على نواة . (الشكل ١٦-٢) .
٣. لها القدرة على الانقسام .
٤. لها القدرة على الحركة الذاتية .

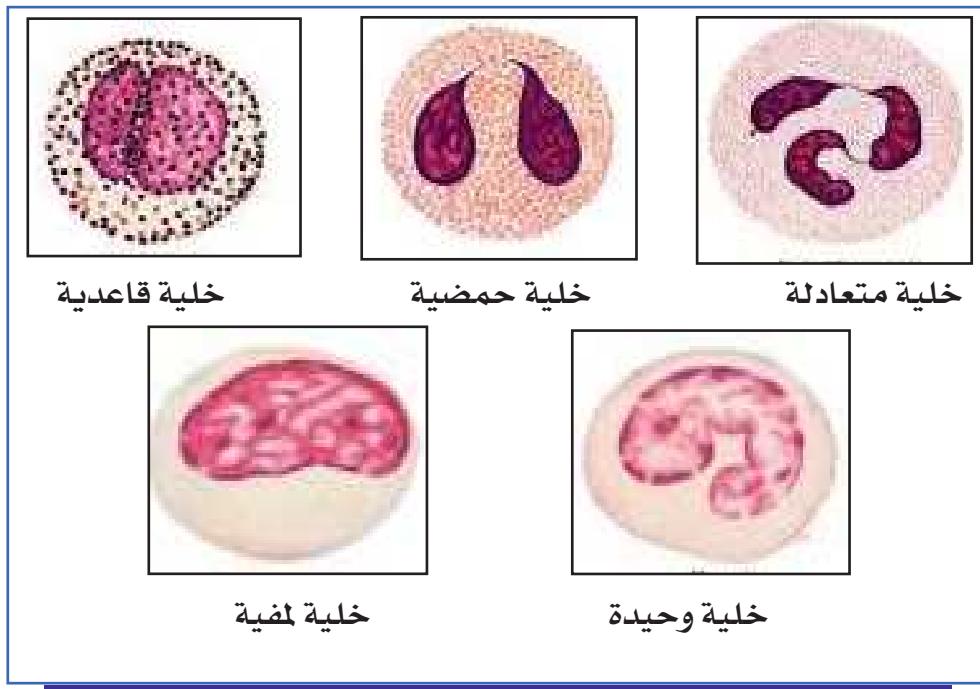
فهي تتحرك حركة أمببية وتنتقل من مكان إلى آخر عكس الخلايا الحمراء التي تناسب في بلازما الدم . كما أنها تستطيع التسرب عبر الشعيرات الدموية إلى فراغات الأنسجة .

يقل عدد الكريات البيضاء من نظيراتها كريات الدم الحمراء ومعدلها الطبيعي يصل حوالي ٧٠٠٠ خلية لكل ملليلتر من الدم إذ يرتفع هذا العدد من ١٥ - ٧٠ ألف خلية في حالة الالتهابات الحادة مثل التهاب الزائدة الدودية ، وعليه يعتبر ارتفاع عدد الخلايا البيضاء مؤشراً لكثير من الحالات المرضية الناتجة عن التهاب جرثومي .

تتكون خلايا الدم البيضاء في تissue العظام والعقد اللمفاوية .

تقسم الكريات الدموية البيضاء إلى نوعين هما :

١. الكريات البيضاء المحببة .
٢. الكريات البيضاء غير المحببة . (الشكل ١٦-٢) .



### أولاً : الكريات البيضاء ذات الحبيبات :

ويتميز السيتوبلازم فيها باحتوائه على حبيبات لها القدرة على امتصاص أصباغ كيميائية معينة . وتشتمل الكريات البيضاء المحبية الآتي :

- ١- الكريات القاعدية : وتشكل نسبة ضئيلة من خلايا الدم البيضاء ولها نواة كبيرة غير منتظمة ولها القدرة على التلون بالأصباغ القاعدية فتبعد زرقاء اللون .

- ٢- الكريات الحامضية : لها نواة رفيعة في الوسط ومنتفخة من طرفيها أما السيتوبلازم مملوء بالحبيبات التي تتلون بالأصباغ الحامضية فتبعد عندها حمراء اللون .

- ٣- الكريات المتعادلة : تتميز بامتلاكها نواة مقسمة أو مجزأة إلى ٣ أقسام ، وحبيبات هذه الكريات تصبغ بكلتا الصبغتين .

## **ثانياً : الكريات غير الحبيبة :**

ويمتاز السيتوبلازم بخلوه من الحبيبات وهي تشمل الآتي :

- ١- الكريات المفاوية : ولها نواة كبيرة ، ولها القدرة على تكوين أجسام مضادة في الجسم ضد الميكروبات .
- ٢- الكريات الكبيرة (وحيدات النواة) : وهى أكبر خلايا الدم البيضاء حجماً ، ولها نواة كبيرة الحجم تملأ معظم الخلية ولها القدرة على التهام الأجسام الغريبة أو الميكروبات .

## **وظائف كريات الدم البيضاء :**

بالرغم من وجود أنواع من أشكال مختلفة من كريات الدم البيضاء إلا

أنها تؤدي وظيفة دفاعية ومناعة للجسم من الميكروبات وذلك كالآتي :

١. تكون الكريات البيضاء ما يعرف بالأجسام المضادة (Antibodies) التي تتتصق بال أجسام الغريبة المسببة للمرض وتبطل عملها .
٢. لها القدرة على التهام الميكروبات الجرثومية خاصة وأنها تتحرك وتتجول في الدم وتنتقل بسرعة إلى أماكن الإصابة حيث الأجسام الغريبة (بكتيريا - فيروسات - الخ ) .

٣. الخلايا الحامضة تشكل مناعة للجسم من شرب بعض الطفيلييات وبخاصة الديدان الطفيلية .

## **٤- الصفائح الدموية (Blood Platelets)**

هي جسيمات صغيرة جداً غير خلوية لعدم وجود نواة في جميع مراحل تكوينها وليس لها شكل محدد ، فقد تكون مستديرة أو بيضاوية (الشكل ١٥-٢)، ويبلغ عددها في المعدل الطبيعي ٣٠٠ ألف صفيحة دموية في كل ملليلتر من الدم .

تصنع الصفائح الدموية في نخاع العظام وتحتاج بسرعة تفتها عند تعريضها للهواء كما أنها تجتمع وتعمل على تخثر (تجلط) الدم والختام الجروح ووقف النزيف.

## خطوات عملية تجلط الدم (Blood clotting)

- ١- في أماكن القطع (الجرح) تتعرض صفائح الدم للهواء وتتفتت معطية إنزيم الترومبوكينيز (Thrombokinase).
- ٢- يعطى إنزيم الترومبوكينيز عمل مادة الهيبارين (Heparin) الذي يمنع تكون الجلطة في الحالات العادمة.
- ٣- عند تعطل مادة الهيبارين تنشط مادة أخرى في الدم تسمى البروترومبين وتكون إنزيم الترومبين.
- ٤- يتفاعل الترومبين مع مادة أخرى في الدم تسمى الفبرينوجين (Fibrinogen) ويتحولها إلى مادة غير قابلة للذوبان تسمى الفيبرين (Fibrin).
- ٥- تترسب مادة الفيبرين في شكل ألياف شبكة متداخلة مع بعضها البعض وتعلق بها كريات الدم الحمراء والبيضاء والصفائح الدموية وتنشر بين فتحات شبكة الفيبرين فتسدتها. فتتكون بذلك الجلطة الدموية التي تسد الجرح . (الشكل ١٧-٢) .



## وظائف الدم (Blood Functions) :

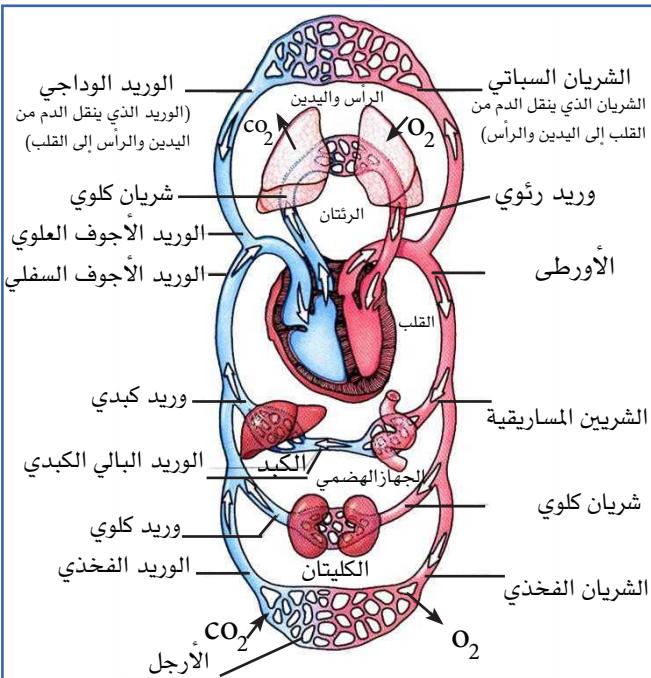
تمثل وظائف الدم محمل وظائف مكوناته وملخصها أن الدم يعمل كجهاز ناقل ورابط كيميائي ومنظم للحرارة دفاعي .  
الدورة الدموية (Blood Circulation) :

بعد معرفة الجهاز الشرياني والوريدي ووظائفهما في الجهاز الدوري للإنسان يمكننا الآن أن ن تتبع دورة الدم في الجسم . تقسم الدورة الدموية في الجسم إلى الدورات التالية :

### ١- الدورة الرئوية (Pulmonary Circulation) :

هذه الدورة مستقلة تماماً عن الدورات الأخرى ، والهدف منها هو أكسدة الدم - أي تزويده بالأوكسجين - وتخليصه من الفضلات الغازية . تبدأ هذه الدورة من البطين الأيمن حيث يضخ الدم في الشريان الرئوي وهو الشريان الوحيد بالجسم الذي يحمل دماً وريدياً ، وهذا الدم الوريدي لونه أزرق محمر لأنّه يحمل قليلاً من الأوكسجين وكثيراً من ثاني أكسيد الكربون . يتفرع الشريان الرئوي إلى فرعين ، أيمن للرئة اليمنى وأيسر للرئة اليسرى ، ويتفرعان داخل الرئتين لشرايين دقيقة تنتهي بشعيرات دموية ملامسة للحويصلات الهوائية ، وهنا يتخلص الدم من ثاني أكسيد الكربون ويتزود بكمية كافية من الأوكسجين ويصير لون الدم أحمراً . بعد ذلك تتجمع الشعيرات الدموية في أوردة دقيقة تصب في الأوردة الرئوية - وهي الوحيدة بين أوردة الجسم التي تحمل دماً مؤكسداً . تصب الأوردة الرئوية هذا الدم المؤكسد في الأذين الأيسر للقلب(الشكل ٢-١٨). يعتبر علاء الدين بن أبي حزم الملقب بابن النفيس (١٢١٠ - ١٢٧٧ م) مكتشف هذه الدورة والتي تعرف أحياناً بالدورة الدموية الصغرى .

٢- الدورة الجهازية(الدورة الدموية الكبرى): ( Systemic Circulation )  
الهدف من هذه الدورة ، دفع الدم المؤكسد إلى جميع خلايا وأنسجة وأعضاء الجسم ، وهي أكبر الدورات في الجسم.(الشكل ٢-١٨)



(الشكل ٢-١٨) الدورة الجهازية

تبدأ الدورة الدموية الكبرى من البطين الأيسر حيث يتم ضخ ٦٠ سم<sup>٣</sup> من الدم مع كل نبضة قلبية في الأورطي (أكبر شريان في الجسم) الذي لا يلبث أن يتفرع إلى فرعين أساسيين .

الأول يتجه نحو الرأس والذراعين لتنفذية هذه الأجزاء ، أما الفرع الثاني يتجه نحو أسفل الجسم حيث يتفرع إلى عدة فروع ليمد أعضاء البطن بالدم ، كما ويترفع عند أسفل البطن ويكون شرايين تغذى الأرجل . ويعود الدم من هذه الدورات إلى القلب خلال وريدين كبيرين هما الوريد الأعوچ العلوي (اللامامي) الذي يأتي من الأجزاء العليا (الرأس - الذراعان) والوريد الأعوچ السفلى الذي يعود بالدم من الأجزاء السفلية للجسم ويصب الوريدان في الأذين الأيمن للقلب . وتضم هذه الدورة الكبرى دورات فرعية هي :

### أ/ الدورة التاجية (Coronary Circulation) :

توجد فتحتان في الشريان الأورطي عند خروجة من القلب تؤديان

إلى الشريانين التاجيين الأيسر والأيمن يمدان القلب نفسه بالدم وتنتفرع إلى شريان أصغر في شكل شبكة من الشعيرات تخرق كل جزء من القلب (الشكل ٢-١١). تتجمع هذه الشعيرات من القلب في أوردة دقيقة تؤدي إلى وريدين تاجيين يفرغان ما بهما في الأذين الأيمن.

**ب/ الدورة الدموية البابية (Hepatic Portal Circulation) :**  
تعتبر الدورة البابية جزءاً مهماً من الدورة الدموية في الجسم وتحدث كما يلي:

الدم الشرياني يدخل الكبد بواسطة الشريان الكبدي بينما الدم الوريدي في الأوردة الدموية الآتية من المعدة والبنكرياس والطحال والأمعاء (الجهاز الهضمي) والمحملة بالمواد الغذائية المهضومة تمتد في وريد رئيسي يسمى بالوريدي البابي الكبدي الذي لا يصب في القلب مباشرة إنما يتوجه نحو الكبد ويتفرع داخل الكبد إلى فروع كثيرة تنتهي بشبكة من الشعيرات الدموية التي لا تثبت أن تتجمع لتكون في النهاية الوريدي الكبدي الذي يحمل الدم من الكبد إلى الورييد الأجواف السفلية . وهكذا تلاحظ أن للكبد دوراً مهماً في هذه الدورة إذ يقوم بعملية طرد أو فصل المواد غير المرغوب فيها أو السامة والتأكد من سلامة الغذاء قبل استيعابها في الدورة الدموية في الجسم . فالكبد إذن يعمل (كنقطة تفتيش) للتأكد من سلامة المواد الداخلة في الدورة الدموية العامة في الجسم .

**ج- الدورة الكلوية (Renal Cycle) :**  
جزء صغير من الدورة الكبرى تحدث في الكليتين حيث يدخل الشريان الكلوي الذي يتفرع من الأورطي إلى الكليتين ويحمل دماً مؤكسداً وهو أكثر دم ملوث بالنفايا الضارة مثل الأحماض البولية (Uric acid) . ويتفرع في الكليتين إلى شريان أصغر فأصغر تنتهي بشعيرات دموية ثم تتجمع في أوردة صغيرة تنتهي في النهاية بالأوردة الكلوية التي تحمل الدم غير المؤكسد الخارج من الكليتين ، ويعتبر أنقى دم في الجسم رغم عدم تأكسده ، وتصب الأوردة

## **الكلوية في الوريد الأجوف السفلي .**

يعتبر على بن العباس (من مواليد القرن العاشر) مكتشف الدورة الدموية الكبرى ولم يكن الطبيب الإنجليزي وليم هارفي (1578-1657م) هو المكتشف الحقيقي كما تذكر الكتب غير العربية . أما العالم الإيطالي مارسييلو فهد (1628-1694م) فقد اكتشف الأوعية الشعرية الدموية .

## **الضربة القلبية والنبض (Heart Beat and Pulse) :**

تنشأ الضربات القلبية عن انقباض عضلة القلب وانبساطها في دورات متتالية كما يلي :

**الانبساط :** في هذه المرحلة يدخل الدم المؤكسد الأذين الأيسر بينما يدخل الدم غير المؤكسد الأذين الأيمن ثم يسري الدم إلى البطينين . في نهاية هذه المرحلة يكون البطينان قد امتلاكاً إلى حوالي ٨٠٪ من سعتها .

**الانقباض الأذيني :** في هذه المرحلة ينقبض الأذينان ويعصران ما تبقى من الدم فيما إلى البطينين .

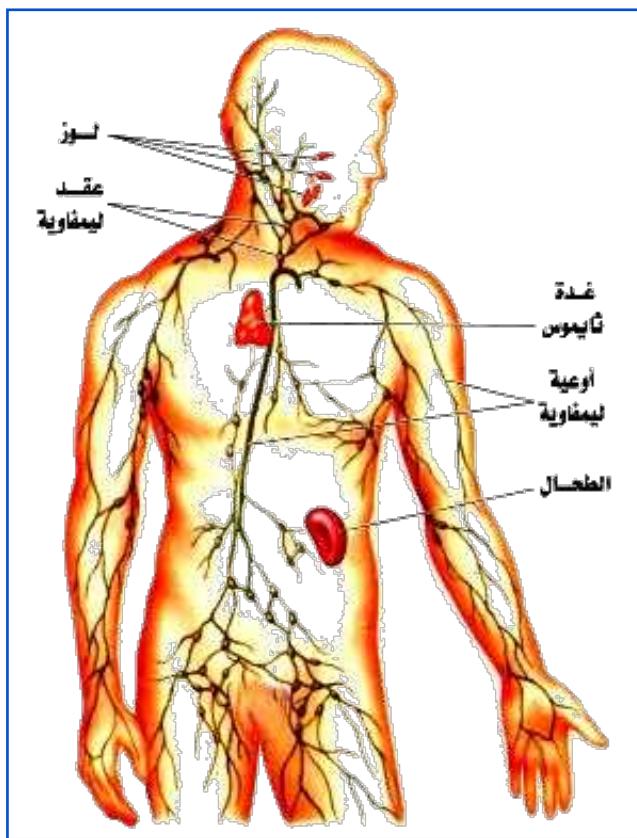
**الانقباض البطيني :** في هذه المرحلة الأخيرة ينقبض البطينان فينفتح الصمامان في مخرجيهما (الأبهري والرئوي) ، ويُدفع الدم عبر الشريان الرئوي والأبهري (الأورطي) . وبانتهاء هذه المرحلة تبدأ مرحلة الانبساط مجدداً . تستغرق هذه الضربة الكامنة، من الثانية لكن أثناء التمارين أو عند الاجهاد قد تتزايد سرعة النبض إلى أكثر منضعف .

يمكن ملاحظة نبضات القلب بسهولة في الإنسان في منطقة الشريان الموجودة في الأطراف القريبة من سطح الجسم ، منطقة الرسغ مثلاً .

بالرغم أن سرعة النبض تختلف حسب العمر (في الأطفال أكثر من الشباب والشيخوخة) والجنس (في الإناث أكثر) والنشاط (يزداد بازدياد المجهود) وكذلك عند ارتفاع درجة الحرارة إلا أن المعدل الطبيعي لنبضات القلب في الشخص العادي (ال الطبيعي) تتراوح بين (٦٥-٧٥) نبضة في الدقيقة .

## الجهاز المفاوي : Lymphatic System

تمتلك الفقاريات بالإضافة إلى الجهاز الدوري جهازاً آخر هو الجهاز المفاوي . (الشكل ١٩-٢) .



(الشكل ١٩-٢) الجهاز المفاوي

يعتبر الجهاز المفاوي متمماً للجهاز الدوري . واللمف عبارة عن سائل لبني شفاف عديم اللون يشبه البلازما في تركيبه إلا أنه يخلو من الكريات الحمراء لكنه يحتوي على خلايا ملفية .

### ما عمل الجهاز المفاوي ؟

يسير الدم كما ذكرنا سابقاً في أوعية دموية مغلقة ولهذا لا يوجد

اتصال مباشرة بين الدم وخلايا الجسم ولذا يعمل اللمف ك وسيط بين الدم والخلايا بعيدة عن الشعيرات الدموية، فينقل لها المواد الغذائية والأوكسجين والهرمونات والأجسام المضادة ويعود منها بالفضلات الناتجة عن التحولات الغذائية . (الشكل ٢٠-٢)



(الشكل ٢٠-٢) الشعيرات اللمفاوية في فراغات الأنسجة

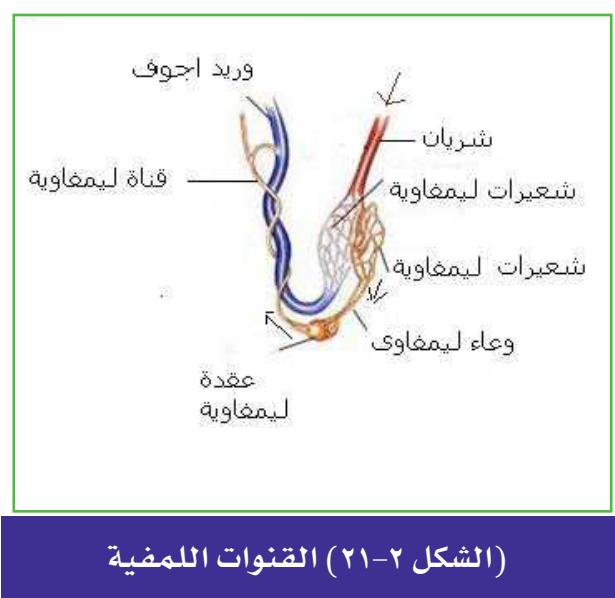
### كيف يتكون اللمف؟

يتكون سائل اللمف نتيجة لضغط الدم المرتفع في منطقة الشعيرات الدموية وعليه يُرشح سائل دموي (الليمف) من خلال جدر الشعيرات الدموية الشريانية الرقيقة محملًا بالأوكسجين والمواد الغذائية وهرمونات وينتشر في المسافات البينية للخلايا ، أما معظم بروتينات الدم فلا تتمكن من النفاذ خلال جدر الشعيرات الدموية، بل تبقى محجوزة في تلك الشعيرات ما عدا بعض كريات الدم البيضاء التي تهاجر لتؤدي وظيفتها الدافعية في مناطق مختلفة من الجسم . وعليه يغمر اللمف بما فيه من مواد غذائية ذاتية وأوكسجين خلايا الجسم ويبلّلها ، وتم عملية التبادل بين سائل اللمف وبين خلايا الجسم . وهكذا تنتشر المواد الغذائية والأوكسجين إلى الخلايا التي يلامسها أو يغمرها سائل اللمف بينما المواد التي يكون تركيزها عاليًا في الخلايا كالفضلات

النيتروجينية وثاني أكسيد الكربون تنتشر بسهولة من خلايا الجسم إلى اللمف المحيط بها الذي يعود بها إلى الدورة الدموية من خلال جدر الشعيرات نفسها، وهكذا يساعد على التوازن المائي في الجسم .

● مإذا يحدث لسائل اللمف الذي لا يتمكن من العودة إلى تيار الدم عن طريق النفاذ إلى الجانب الوريدي من الشعيرات ؟

**اللمف المتخلّف في الأنسجة ينحدر إلى داخل أوعية خاصة دقيقة تعرف**



بالشعيرات اللمفية ، وتتميز هذه الشعيرات بكثرة ثقوبها تلتقط بها البروتينات الموجودة باللمف . يدخل سائل اللمف الدورة الدموية بعد أن يمر من خلال أربع مناطق : (الشكل ۲۱-۲)

- ١- الشعيرات اللمفية .
- ٢- الأوعية اللمفية .
- ٣- العقدة اللمفية .
- ٤- القنوات اللمفية .

وهكذا نلاحظ أن الشعيرات اللمفية تتحد معاً لتكون أوعية لمفية أكبر فأكبر حتى تكون في النهاية القنوات اللمفية الرئيسية الصدرية اليمنى واليسرى . (الشكل ۲۱-۲) ومنه إلى الوريد الأحْجَوْف العلوي فالقلب والدورة الدموية العامة . وهكذا يتضح أن سائل اللمف لا يخضع لضخ لكنه يندفع باتجاه واحد فقط إلى القلب عندما تُضغط الأوعية اللمفية بتقلصات العضلات المحاطة بها أثناء الحركة ، ويحول دون رجوع السائل في الاتجاه المعاكس وجود الصمامات . يؤدي إنسداد الأوعية اللمفية إلى عدم عودة اللمف إلى الدورة الدموية ويحدث انتفاخ في العضو الذي حدث به الإنسداد مما يسبب تجمّع اللمف وهذا ما يدعى الإستسقاء .

## **الأعضاء اللمفية (Lymphoid Organs) :**

تتركب الأعضاء اللمفية من أنسجه مفاوية تحتوى عادة على خلايا لفية وكريات بيضاء أكولة وخلايا منتجة للأجسام المضادة وقد يوجد بها عدد كبير من كريات الدم الحمراء ، كما في الطحال ، وتشمل الأعضاء اللمفية ما يلى (الشكل ١٩-٢) :-

### **١- العقد اللمفية (Lymphatic Nodes) :**

تبعد العقدة على شكل حبة الفاصوليا وتختلف في الحجم فقد تكون صغيرة كرأس الدبوس وقد يصل قطرها بوصة واحدة . وبالرغم أنها موزعة في أجزاء مختلفة من الجهاز المفاوي لكنها تظهر كجماعات في مناطق مختلفة من الجسم خاصة في منطقة العنق والمناطق الإبطية الصدرية والفخذية . ترجع أهمية العقد اللمفية إلى تكوين الخلايا اللمفية ، كما أنها تعمل على استخلاص الميكروبات من سائل اللمف وفي حالة إصابة الجسم ببكتيريا فإن الخلايا الأكولة تهاجمها .

### **٢/ الطحال (Spleen) :**

عضو لمفي ينقسم من الداخل إلى جيوب تمثل بالدم . يقع خلف المعدة وتحت الحاجز مباشرة في الجزء العلوي الأيسر . ترجع أهميته لما يلى :

١. يعتبر مستودعاً للدم خاصة الكريات الحمراء لوقت حاجة الجسم .
٢. يعتبر المكان الذي تتحطم فيه كريات الدم الحمراء حيث يحتفظ بعنصر الحديد لاستخدامه مرة أخرى بينما يتحول بقية الهيموغلوبين إلى صبغ يفرزه الكبد مع الصفراء .
٣. له القدرة على إنتاج كريات الدم البيضاء اللمفية وبالتالي يساهم في إعطاء الجسم مناعة ضد الجراثيم .
٤. يكون الطحال مادة معينة تعمل على تشجيع تكوين خلايا الدم في نخاع العظام .

### ٣/ الغدة الثيموسية (Thymus Gland) :

توجد في القصبة الهوائية للجهاز التنفسي ولها علاقة بتكوين مناعة للجسم خاصة عند الأجنحة والأطفال .

### ٤/ اللوز (Tonsils) :

عبارة عن ثلاثة أزواج من التركيبات اللمفية ولها علاقة في مناعة الجسم وهي عرضة للالتهابات لذا يمكن التخلص منها أو استئصالها .

### فصائل الدم (Blood Groups) :

ربما سمعت وشاهدت أعداداً من الناس في المستشفيات يعانون من نزيف الدم من جراء حادث أو عملية ولادة ويحتاجون إلى عمليات نقل دم . وقد أدرك الأطباء أن هناك حالة من التوافق وعدم التوافق بين نوع الدم المنقول ونوع دم المريض المستقبل لهذا الدم ، وذلك لأن خلط نوعين من دم غير متجانس يؤدي إلى تجميع كريات الدم الحمراء في كتل وتكون جلطات تؤدي إلى قفل الأوعية الدموية مما ينتج عنه مضاعفات خطيرة وأحياناً قد تؤدي إلى وفاة المريض .

### إذن كيف تتم عملية نقل الدم من شخص سليم إلى آخر مريض ؟

تحمل كريات الدم الحمراء على سطحها نوعين من البروتينات يعرف بالأنججينات (Antigens) ويرمز إليهما بالحرفين (A) و (B) وقد يوجدان إما مجتمعين معاً (AB) أو منفردين (A) و (B) أو لا يوجدان على الإطلاق (صفر) ويرمز له في هذه الحالة (O) وعليه قسم العالم لانستيوز فصائل دم الإنسان (حسب نوع الانججين الموجود أو غيابه) إلى أربع فصائل كما يلي : (O) ، (AB) ، (A) ، (B) وبالمثل قد يحتوى بلازما الدم في الإنسان على أجسام مضادة تعرف بالأجسام المضادة لـ (A) والأجسام المضادة لـ (B) ولها كانت الأجسام المضادة تتفاعل مع الانججينات المماثلة لها مما يتسبب بذلك في تكوين الجلطات ، فإن الدم العادي لا يحتوى عادة على الانججين (في كرات الدم الحمراء) والجسم المضاد له (في البلازما) في آن واحد .

لاحظ الجدول .

#### الجدول (٢-٢) صفات فصائل الدم

الجسم المضاد في البلازم	الفصيلة	انتجين كريات الدم الحمراء
Anti (B) - B	A	A
Anti (A) - A	B	B
لا يوجد	AB	AB
AB Anti (A) and (Anti(B)	O	لا يوجد

والدم الذي ينقل للمريض يحتوى عادة على كمية قليلة من البلازم ولذلك فكريات دم المتطوع هي التي يجب أن تمتزج مع بلازما دم المريض ، ولذلك إذا حقنا دمًا من الفصيلة (A) في دم مريض من الفصيلة (B) فالجسم المضاد لانتجين (A) في بلازما دم المريض سيتفاعل في الحال مع انتجين (A) على الكريات الحمراء لدم المتطوع فت تكون الجلطة . والإنسان الذي يكون دمه من الفصيلة (AB) لا يحتوى بلازما دمه على أجسام مضادة ولذلك يمكنه تقبل أي فصيلة أخرى من الدم تنقل إليه ويسمى عادة المستقبل العالمي (Universal Recipient) والذين يملكون فصيلة دم (O) يسمون الواهبين العالميين (Universal Donor) وذلك لأن كرياتهم الحمراء ليس بها انتجين . ولذلك صاحب الفصيلة (O) يستطيع أن يعطى دمًا لكل أصحاب الفصائل الأخرى . ويمكن تلخيص هذا في الجدول التالي :

**الجدول (٣-٢) فصائل الدم المتواقة وغير المتواقة أثناء نقل الدم .**  
**الانجینات في دم المتطوع**

الانتجين	الجسم المضاد	الفصيلة	(A)	(B)	AB))	يوجد لا
(O)	جسم مضاد لـ (B)	(A)	(A)	(B)	AB))	ـ (O)
✓	جسم مضاد لـ (A)	(B)	ـ (A)	ـ (B)	ـ (B)	ـ (A)
✓	ـ (A)	(B)	ـ (B)	ـ (A)	ـ (B)	ـ (B)
✓	ـ (B)	ـ (A)	ـ (B)	ـ (A)	ـ (A)	ـ (A)
ـ (A)	ـ (B)	ـ (AB)	ـ (B)	ـ (A)	ـ (B)	ـ (O)
ـ (B)	ـ (A)	ـ (O)	ـ (A)	ـ (B)	ـ (B)	ـ (B)

العلامة : ✓ تعنى أن الدميين يمتزجان  
أجب عن الآتي من الجدول (2-3)

● ماذا يحدث إذا أعطى شخص فصيلة دمه (AB) شخصاً آخر فصيلة دمه (O) ؟

● تم نقل دم من فصيلة (A) إلى دم آخر فصيلته (B) . ماذا تتوقع ؟  
● شخص يحمل فصيلة دم (B) . أبحث في الجدول الفصائل التي يمكن أن يأخذ منها الدم.

● أبحث عن الفصيلة التي تعطى كل الفصائل .  
● أذكر الفصيلة التي يحتوى البلازما فيها أجساماً مضادة لكل من فصيلة الدم (A) و (B)

بناء على ذلك يمكن أن نبين فصائل الدم المختلفة التي يمكن أو لا يمكن أن يحدث توافق بينها أثناء عمليات نقل الدم .

## جدول (٤-٢) فصائل الدم المتواقة وغير المتواقة أثناء نقل الدم

فصيلة الدم	الانتجين	الأجسام المضادة	يمكن أن يعطى الدم إلى	يمكن أن يأخذ الدم من
(A)	(A)	(Anti (B	(A)	(O), (A)
(B)	(B)	(Anti (A	(B)	(O), (B)
(AB)	لا يوجد		(AB)	جميعها
(O)	جميعها	Anti (A) and ((B	(O)	(O)

### العامل الريصي (Rhesus Factor)

العامل الريصي أنتجين يوجد على سطح كريات الدم الحمراء لكثير من الناس. واكتشف لأول مرة في نوع من القرود جنس (Rhesus monkey) وهذا سبب تسميته. الإنسان الذي يحمل هذا الأنتجين في دمه يصنف كموجب للعامل الريصي ( $Rh^+$ ) والذي لا يحمل الأنتجين يصنف سالب العامل الريصي ( $Rh^-$ ). وهذا الأنتجين له أهمية كبيرة في حياة الجنين . وهكذا يلحق بفصائل الدم نوعان من العامل الريصي هما :-

- ١- موجب العامل الريصي ( $Rh^+$ ) .
  - ٢- سالب العامل الريصي ( $Rh^-$ ) وهو لا يحملون الأنتجين الريصي إلا أنهم ينتجون أجساماً مضادة له إذا ما تعرضوا له في إحدى الحالتين التاليتين أو كليهما .
١. نقل الدم ، لأن ينقل دم شخص موجب العامل الريصي إلى دم شخص سالب العامل الريصي .
٢. تبادل الدم بين الأم والجنين ، لأن يكون دم الأم من نوع ( $Rh^-$ ) ودم الاب من نوع ( $Rh^+$ ) والجنين ( $Rh^+$ ) .
- من الملاحظ أن الإنسان عادة لا يحمل أجساماً مضادة لهذه العوامل في دمه

لكن بالرغم من ذلك إذا تم نقل دم إيجابي العامل الريسي ( $Rh^+$ ) في دم سلبي العامل الريسي ( $Rh^-$ ) فإن جهاز المناعة للشخص مستقبل الدم يكون أجساماً مضادة لهذه الانتجينات والتي بدورها تجعل كريات الدم الحمراء الإيجابية العامل الريسي تتلاصق مع بعضها البعض وتؤدي إلى تحطيمها - (أي  $Rh^+$ ) - محدثة حالة مرضية وذلك لأنه لا يوجد توافق بين العاملين . هذا وبذلك كثيراً ما تكون المجموعة ( $Rh$ ) مسؤولة عن وفاة الأجنحة والأطفال قبل أو بعد الولادة مباشرة نتيجة لتحلل كريات الدم الحمراء للجنين .

● متى يحدث عدم توافق الدم بين الأم والجنين نتيجة ( $Rh$ ) ؟  
يحدث ذلك في الزيجات التي يكون فيها الزوج موجب العامل ( $Rh^+$ ) والزوجة سالبة العامل ( $Rh^-$ ) والجنين ( $Rh^+$ ) فالرغم أنه لا يوجد اختلاط بين دم الأم ودم الجنين إلا أن بعض الاختلاط قد يحدث نتيجة لتسرب بعض خلايا دم الجنين من خلال المشيمة أو أثناء انسلاخ المشيمة التي تحتوى على أوعية دموية مكونة من الأم والجنين ، ونتيجة لذلك يبدأ دم الأم في تكوين أجسام مضادة للتغلب أو قتل الخلايا التي تسربت إليه من دم الجنين وتمر هذه المضادات للجنين عن طريق المشيمة فيحدث ما أشبه بالحرب إلا أن الجنين سيخسر المعركة نتيجة لضعفه وعدم قدرته على مجابهة جهاز المناعة عند الأم وبالتالي يبدأ دم الجنين بالتمييع والانحلال وتقل كميته .

عادة الطفل الأول أقل تعرضاً لخطر الموت من لا حقه ولكن عند ولادة هذا الطفل توفر فرصه أكبر لتسرب جزء من دم الجنين ( $Rh^+$ ) إلى دم الأم من خلال الجروح التي تصيب الأغلفة الجنينية ورحم الأم . دخول الانتجينات محمولة على كرات الدم ( $Rh^+$ ) تنبه جهاز مناعة الأم ( $Rh^-$ ) كي تنتج أجساماً مضادة وفي الحمل الثاني بجنين ( $Rh^+$ ) تنتقل الأجسام المضادة من دم الأم عبر المشيمة إلى دم الجنين محدثة انحلال كريات الدم الأحمر للجنين مما قد يسبب موت الجنين أو الطفل حدث الولادة . وهكذا نلاحظ أن الحمل المسبق المتكرر يزيد من احتمالية موت الجنين .

● هل الاختلاف بين الأم والأب بالنسبة للعامل ( $Rh$ ) يعني دوام موت الطفل نتيجة لانحلال كريات الدم الحمراء ؟

## ● وهل يمكن إنقاذ مثل هؤلاء الأطفال ؟

عملياً يمكن القضاء على المضادات وحماية الطفل وذلك بتطعيم الأمهات ذوى المجموعة (Rh-) بمصل خاص (Anti - Rhbodier) للقضاء أو إبطال أو معادلة خلايا دم الطفل التي كانت قد تسررت إلى الدورة الدموية للألم وقبل أن يقوم جهاز المناعة للألم بالاستجابة لها بتكون أجسام مضادة للعامل أو الانتجين الريصي ويتم هنا بعد الولادة مباشرة . كما يمكن إنقاذ حياة الطفل بإجراء عملية نقل الدم كلى للطفل حال من الأجسام المضادة للعامل الريصي خلال فترة قصيرة سواء داخل الرحم أو بعد الولادة مباشرة . أما كوقاية يجب عدم إعطاء المرأة سالبة العامل الريصي (Rh-) دماً موجب العامل الريصي (Rh+) وذلك لتجنب تكون أجسام مضادة في دم المرأة للانتجين الريصي . أما إذا كانت الألم سالبة العامل الريصي (- Rh-) والألم (+ Rh+) والألم (+ Rh+) فلا يوجد خوف على الإطلاق .

## صحة الجهاز الدوري :

الجهاز الدوري من أجهزة الجسم المهمة التي تقع عليه مسؤولية توصيل الغذاء والأوكسجين والمواد المفيدة الأخرى إلى جميع أجهزة الجسم . كما أنه يقوم بنقل الفضلات وكل المواد الإخراجية من أجهزة الجسم إلىأعضاء الإخراج لطرحها خارج الجسم ومن هنا تتضح لنا أهمية المحافظة على جهازنا الدوري .

## صحة القلب :

يتأثر القلب بأجهزة وأعضاء الجسم المختلفة نظراً لعلاقته بها ، فمثلاً الرئتان كلما كان عملها طبيعياً ومنظماً كلما ساعد ذلك القلب على دفع الدم إليها . وأن أي خلل يصيب القلب قد يؤدي إلى تضخمها وعجزه عن أداء عمله بصورة طبيعية .

إن الجهد العضلي الشديد والاضطرابات النفسية والعصبية والهضمية وسموم وجراثيم بعض الامراض وسموم التبغ (التدخين) والكحول (الخمور)

كلها ذات تأثير ضار على القلب وعدم انتظام نبضه .

### **صحة الشرايين والأوردة :**

للحافظة على صحة الشرايين والأوردة وجعلها تقوم بعملها بصورة سليمة ومنتظمة يجب المحافظة على مرونتها ومنع تصلب جدرانها لتسمح بمرور الكمية اللازمة من الدم إلى أعضاء الجسم الأخرى . وهناك عدة مؤثرات تضعف متانة الشرايين ومرونتها ، من بينها :

١. نتائج طبيعية - فسيولوجية لتأكل أوعية الدم الشريانية .
  ٢. مؤثرات ميكانيكية تمثل في الإجهاد الذي يتعرض له الإنسان من الارتفاع في ضغط الدم .
  ٣. عوامل كيميائية وفي مقدمتها تعاطي المسكرات والتدخين والسمنة الزائدة التي تزيد الأعباء على القلب .
  - . الأمراض التي تتسبب عن الميكروبات كما في التهاب اللوز والتايفوид والمalaria .
  - هـ. كل ما يعيق جريان الدم كالأربطة والملابس الضيقة .
٣. العوامل الوراثية . (ستقابلك في دراساتك اللاحقة)

### **صحة الدم :**

لكي يبقى الدم قادراً على أداء وظائفه الحيوية يجب الاعتناء بالغذاء وتنوعه ليعمل على تزويد الدم بجميع العناصر الحيوية ، وإن الرياضة والتنفس العميق وعدم تعاطي المسكرات والتدخين وعدم التعرض للإجهاد . كلها تعطى الدم القدرة الكافية لمد أنسجة الجسم وأعضائه بأسباب الحيوية والنشاط .

## تدريب عام

(أ) ضع دائرة حول الحرف الذي يشير إلى الإجابة الصحيحة

١- النسيج عبارة عن :

١. مجموعة خلايا تؤدي وظيفة .

٢. جهاز النقل في النبات .

٣. مجموعة الأعضاء التي تكون النبات .

٤. خلايا متشابهة تؤدي وظيفة معينة .

٢- نسيج الخشب يمتد من :

١. الجذر إلى الساق .

٢. الساق إلى الأوراق .

٣. الجذر إلى الأوراق .

٤. قشرة الساق إلى النخاع .

٣- تقوم الخلايا البرانشيمية في الساق بوظيفة :

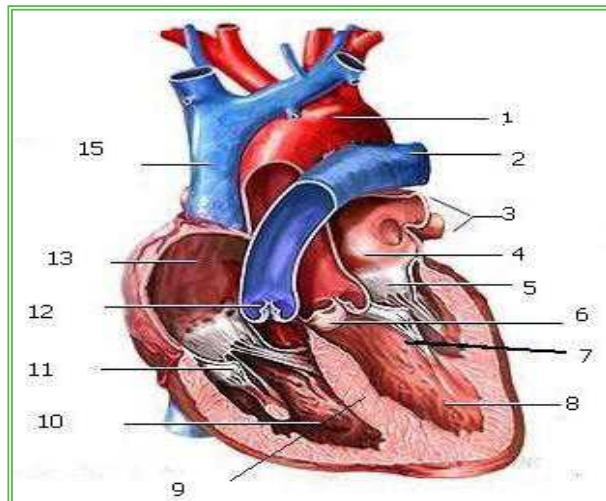
١. نقل الماء والأملاح من الجذر إلى الساق .

٢. حزن الماء والغذاء .

٣. توصيل الأنابيب الغريالية ببعضها .

٤. نقل الغذاء الجاهز إلى كل أجزاء النبات .

(ب) ١- ماذا يمثل الشكل أدناه ؟



٢- ما اسم التراكيب من ١٤-١

**(ج) أجب باختصار.**

١. ما الفرق بين اللمف والدم .
٢. رتب خلايا الدم تنازلياً من حيث العدد .
٣. لماذا يحدث الموت أثناء نقل الدم أحياناً ؟
٤. ما وظيفة خلايا الدم البيضاء .
٥. حدد الأساس الذي يتم به نقل الدم من شخص لآخر .

**(د) ضع دائرة حول الحرف الذي يشير إلى الإجابة الصحيحة :**

**١. يصل الدم إلى عضلة القلب عن طريق :**

١. الشريان الرئوي .
٢. الابهر .
٣. الوريد الأجواف السفلية .
٤. الشريان التاجي .

**٢. الخطوة الأخيرة من عملية تجلط الدم .**

١. تحتاج إلى أيونات الكالسيوم .
٢. تحدث خارج دورة الدم
٣. تحول بروثرومبين إلى ثرومبين .
٤. تحول الفيبرونوجين إلى فبرين .

**٣- الذبحة الصدرية تنتج عن انسداد :**

١. الشريان الرئوي .
٢. الشريان الأورطي .
٣. الشريان التاجي .
٤. الوريد الرئوي .

**٤- كريات الدم البيضاء :**

١. تحتوى على نواة .
٢. أكبر حجماً عن الكريات الحمراء .
٣. لها القدرة على الانقسام .
٤. كل ما ذكر صحيح .

**٥- يتميّز الدم بلون أحمر بسبب وجود :**

١. كريات الدم البيضاء .
٢. الصفائح الدموية .
٣. البروتينات .
٤. الهيموغلوبين .

**٦- تبدأ الدورة الدموية الكبرى من :**

١. الأذين الأيسر .
٢. البطين الأيمن .
٣. البطين الأيسر.
٤. الأذين الأيمن .

**٧- الشريان الكلوي يحمل دمًا :**

١. ملوثاً .
٢. نقياً .
٣. مؤكسداً .
٤. (أ، ج) .

**٨- يصنف الدم إلى فصائل حسب نوع :**

١. الانتجين .
٢. الأجسام المضادة .
٣. العامل الريصي .
٤. كل ما ذكر صحيح .

**(هـ) بين العبارة الصحيحة فيما يلي :**

١. يحمل الإنسان أجساماً مضادة للعامل الريصي .
٢. يتأثر القلب بأعضاء الجسم المختلفة نظراً لارتباطه بها .
٣. تصلب الشرايين يعني ضيق مجرى الدم .
٤. فصيلة الدم (A) يمكن أن يعطى الدم إلى الفصيلة (AB) .
٥. لا توجد خطورة من زواج فتاة موجبة العامل الريصي بزوج سالب العامل الريصي.

**(و) اكتب المصطلح العلمي لكل عبارة من العبارات التالية :**

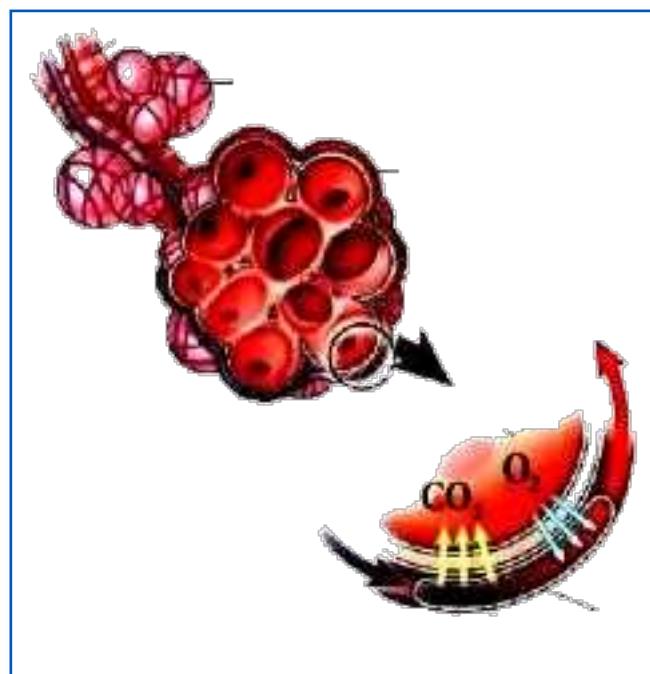
١. ضخ الدم إلى الرئتين ثم استقباله بعد أكسدته .
٢. تصل بين الشريانين والأوردة .
٣. وعاء دموي ينقل الدم من القلب إلى أجهزة الجسم الأخرى.
٤. وعاء دموي ينقل الدم من القلب إلى الرئتين .
٥. سائل باهت اللون ويشكل ٥٥٪ من حجم الدم .
٦. من مركبات الدم يحتوى على عنصر الحديد وله القدرة على الالتحاد مع الأوكسجين .

**(ز) أنقل الجدول التالي في كراستك وضع علامة (+) حيث يجوز نقل الدم وعلامة (-) حيث لا يجوز .**

A	B	AB	O	دم المستقبل المانح
				A
				B
				AB
				O

## الوحدة الثالثة

# التنفس في الكائنات الحية



## الوحدة الثالثة

# التنفس في الكائنات الحية

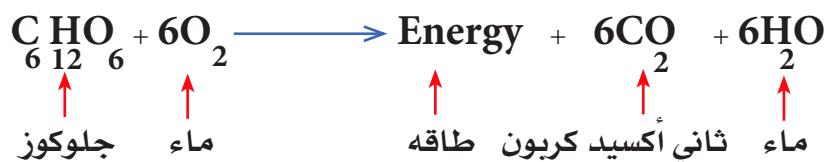
**أهداف دراسة التنفس في الكائنات الحية :**

عزيزي الدارس بعد فراغك من دراسة هذه الوحدة يجب أن تكون قارداً على أن :

- ١- تعرف عملية التنفس .
- ٢- تحدد استخدامات الطاقة في الكائنات الحية .
- ٣- تعرف التنفس الهوائي واللاهوائي .
- ٤- تحدد العوامل التي تؤثر على عملية التنفس في النباتات .
- ٥- تتعرف عملية التنفس في الامبيا والهيدرا ودودة الأرض .
- ٦- تتعرف جهاز التنفس في الإنسان وتركيب أجزائه .
- ٧- تميز بين حركات الشهيق والزفير .
- ٨- تتعرف بعض الأمراض التي تصيب جهاز التنفس في الإنسان .

## التنفس في الكائنات الحية

تشتمل عملية التنفس في الكائنات الحية على أكسدة جزيئات الغذاء وإطلاق الطاقة . تحتوى جزيئات الغذاء على عناصر الكربون والهيدروجين والأوكسجين ، تؤدي الأكسدة التامة للمواد الغذائية إلى تحول هذه المواد إلى ثاني أكسيد الكربون وبيخار الماء مع تحرير قدر معين من الطاقة، ومن جانب لا تتم الأكسدة التامة إلا في وجود الأوكسجين الذي يتحصل عليه الكائن الحي عن طريق عملية التنفس - وذلك وفقاً للمعادلة التالية :



وعليه يمكن أن نعرف التنفس بأنه : إطلاق الطاقة من المواد الغذائية . وعملية التنفس تتم في كل الكائنات الحية ، وفي عملية التنفس يتم إطلاق الطاقة الكيميائية المخزنة في جزيئات الغذاء العضوي ، ويتم تحويل هذه الطاقة إلى أشكال أخرى من الطاقة يمكن للكائنات الحية استخدامها لتبقى حية مثلاً :

- تستخدم الطاقة في نمو الكائن الحي لبناء جزيئات أكبر من جزيئات أصغر مثلاً تكوين البروتين من الأحماض الامينية
- حفظ درجة حرارة الجسم ، حيث أن كل التفاعلات الكيميائية في أجسام الكائنات الحية تطلق قدرًا من الحرارة وخاصة التفاعلات التي تتم في الكبد في الحيوانات .

٣- تستخدم الطاقة في النقل النشط فالجزيئات العضوية يمكن أن تتحرك من مكان لآخر في الجسم ضد تدرج تركيزها مثل امتصاص الايونات المعدنية في جذور النباتات .

- ٤- تستخدم الطاقة أيضًا في انقسام الخلايا : حيث أن نسخ وتضاعف الصبغيات في الخلية يحتاج بشدة للطاقة ، كما أن هنالك خلايا تستبدل باستمرار في جسم الكائن الحي ، فمثلاً يتم استبدال بلايين الخلايا يومياً في جسم الإنسان .

٥- تستخدم الطاقة الناتجة من التنفس في حركة الكائن الحي ، ففي الحيوانات مثلاً يحتاج انقباض العضلات للطاقة ، وأن مصدر الطاقة سوف ينفد إذا كانت كمية الغذاء أو الأوكسجين محدودة .

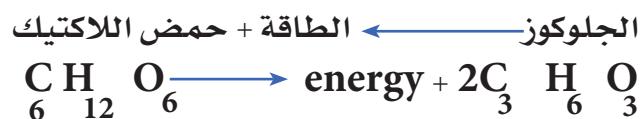
إن عملية إطلاق الطاقة أثناء عملية التنفس تتم بكميات صغيرة وذلك لكي تحدث التفاعلات الكيميائية التي تبقى الكائن حياً، وهذه الكميات الصغيرة من الطاقة تخزن في جزيئات تسمى الادينوسين ثلاثي الفوسفات (ATP)

### Adenosine triphosphate

والتفاعلات التي تحدث أثناء عملية التنفس يمكن تلخيصها في المعادلة التالية :



فإذا تم التفاعل السابق في وجود الأوكسجين فإن التنفس يسمى تنفساً هوائياً ويتم في عضيات توجد داخل الخلايا تسمى الميتوكوندريا - Mito- chondria أما إذا تم التنفس في غياب الأوكسجين (كما يحدث في الخميرة والعضلات المجهدة في الحيوانات) فإنه يتم نوع آخر من التنفس يسمى التنفس اللاهوائي وتحت هذه الظروف يمكن للعضلات إطلاق طاقة دون أن تستخدم الأوكسجين ويتم ذلك تبعاً للمعادلة التالية :



إن للتنفس اللاهوائي بعض المساوى ومنها :

- ١- يعطى ٥٠٪ من الطاقة التي يعطيها جزئي واحد من سكر الجلوکوز عندما يتم اکسته عن طريق التنفس الهوائي .
- ٢- حامض اللاكتيك مادة سامة إذا تراكم في الخلايا فإنه يحبط إنقباض العضلات وهذا يؤدي إلى تعب وإجهاد يقود في النهاية إلى الموت .

## نشاط :

قارن بين التنفس الهوائي واللاهوائي من حيث أخذ الأوكسجين والمواد الناتجة عن كل منهما وكمية الطاقة الناتجة .

يحدث التنفس الهوائي في كل الحيوانات والنباتات الراقية ومعظم النباتات الدقيقة ويتم في وجود الأوكسجين ، كما أن التنفس اللاهوائي يتم في بعض النباتات الدقيقة مثل الخميرة وبعض أنواع البكتيريا وفيه ينتج غاز ثاني أكسيد الكربون وكحول ايثيلي وهو نوع من التنفس تكون اكسدة الغذاء فيه غير تامة ، وذلك على النحو التالي .



مما سبق يمكن تلخيص ما يتم في عملية التنفس في التالي :

- ١- احتراق الأوكسجين الجوي .
- ٢- اكسدة وتحليل جزء من الغذاء العضوي المخزن مما ينتج عنه نقص في الوزن كما هو مشاهد في البذور النباتية عند ما تنمو .
- ٣- إطلاق ثاني أكسيد الكربون والماء .
- ٤- تحرير الطاقة الكيميائية المخزنة في الغذاء العضوي لاستخدامها النبات أو الحيوان في أداء وظائفه الحيوية .

## التنفس في النبات :

النباتات كنوع من الكائنات الحية تحتاج لطاقة لأداء أنشطتها الحيوية، حيث أن كل خلايا النبات وأنسجته تتنفس ليلاً ونهاراً ، كما أن نشاط التنفس يكون أكثر في الأجزاء النامية من النبات مثل الأزهار والبراعم والبذور النباتية وقمم الجذور والسيقان ، في حين أن الأعضاء النباتية البالغة يكون تنفسها بطبيئاً مقارنة مع الأجزاء السابقة . وعادة ما يدخل الأوكسجين اللازم للتنفس

من خلال التغور التي تكون مغلقة أثناء الليل ، وحل مشكلة التنفس في النباتات ليلاً توجد أعضاء خاصة في الفروع تسمى العديسات وهي تكون مفتوحة أثناء الليل . ولذلك يتم انتشار الغازات بسهولة في جسم النبات توجد شبكة من الفراغات الهوائية ومسافات بين خلوية وهذه متصلة مع بعضها البعض ومتصلة باللغور والعديسات .

عندما تتنفس خلايا النبات فإنها تنتج ثاني أكسيد الكربون باستمرار وفي عملية البناء الضوئي يتم استخدام ثاني أكسيد الكربون باستمرار أثناء النهار ويُنتج عن البناء الضوئي غاز الأوكسجين ، لكن عملية البناء الضوئي تتم بسرعة أكبر من عملية التنفس وربما تغطي عليها ، وعليه في النباتات الخضراء تكون المسافات بين الخلوية غنية بالأوكسجين أثناء النهار ، لكنها غنية بثاني أكسيد الكربون أثناء الليل .

### **العوامل التي تؤثر على التنفس في النباتات :**

- ١- الأوكسجين : حيث أنه أهم عامل للتنفس لأن عملية التنفس عملية أكسدة، وتتأثر عملية الأكسدة هذه بتركيز الأوكسجين الموجود في الهواء المحيط ، فإذا انخفضت نسبة الأوكسجين إلى ٥٪ فان عملية التنفس تقل بسرعة شديدة .
- ٢- درجة الحرارة : وهذه تؤثر بوضوح على معدل التنفس حيث يكون أقل معدل للتنفس عند درجة صفر م حتى ١٠ م ، وعند ارتفاع درجة الحرارة فإن معدل التنفس يرتفع ويصل إلى أقصى مدى له عند درجة حرارة ما بين (٤٠-٥٤ م) وبعد درجة الحرارة هذه يتآثر البروتوبلازم ويقل معدل التنفس ، ودرجة الحرارة المثلية للتنفس تقع ما بين (٣٥-٣٠ م)
- ٣- الضوء : يؤثر الضوء على عملية التنفس بطريقة غير مباشرة ففي ضوء الشمس الساطع يكون نشاط التنفس أكبر من نشاطه في الضوء الخافت ، والسبب في ذلك أنه في الضوء الساطع تبقى التغور مفتوحة وبالتالي يتم انتشار الأوكسجين بسرعة .
- ٤- الماء : أن البروتوبلازم المشبع بالماء يتنفس بدرجة أكبر من البروتوبلازم في حالة الجفاف ومن البذور الجافة ، وعليه عند توفر الماء يزداد معدل التنفس.

- ٥- حيوية الخلايا : التنفس في الخلايا النباتية الغضة النشطة يكون أسرع منه في الخلايا المعمرة ، وبالتالي تتنفس البراعم الخضراء والزهريات والبذور النامية أسرع من الأجزاء المعمرة من النبات .
- ٦- تركيز ثاني أكسيد الكربون : يتراكم  $\text{CO}_2$  نتيجة لعملية التنفس حول النبات وبالتالي يقل تنفس النبات ويمكن أن يتوقف ، وإذا تم إزالت  $\text{CO}_2$  فإن التنفس يستمر مرة أخرى .
- ٧- المواد الغذائية : المواد الغذائية مثل الكربوهيدرات الأكثر قابلية للذوبان تؤثر على التنفس لدى كبير ، وإذا توفر الأوكسجين فإن المواد تهدم وتحطم بسرعة كبيرة .

#### **التفصيم :**

١. عرف (أ) التنفس (ب) التنفس الهوائي (ج) التنفس اللاهوائي .
٢. ما استخدامات الطاقة التي تنتج من عملية التنفس في الكائنات الحية .
٣. أذكر اسمالجزي الذي تخزن فيه كميات الطاقة الصغيرة في أجسام الكائنات الحية .
٤. أكتب معادلة :

  - ١- التنفس الهوائي
  - ٢- التنفس اللاهوائي .

٥. ما العضي الذي تتم فيه عملية التنفس الهوائي في خلايا الكائنات الحية.
٦. عدد مساوي التنفس اللاهوائي .
٧. قارن بين التنفس الهوائي والتنفس اللاهوائي .
٨. أكتب معادلة التحمر الكحولي والتنفس اللاهوائي الذي يتم في العضلات المجهدة في الحيوانات .
٩. كيف تحل النباتات مشكلة التنفس ليلاً عندما تكون الثغور مغلقة .
١٠. باختصار عدد العوامل التي تؤثر على عملية التنفس في النباتات .

# التنفس في الحيوان

## Respiration in Animals

تم عملية التنفس في النباتات والحيوانات عن طريق تبادل الغازات وفي الحيوانات والأولييات يتم التنفس وتبادل الغازات بعدة طرق مختلفة تتراوح ما بين الانتشار البسيط للغازات عبر الخلايا كما في الامبيا إلى عملية معقدة تشارك فيها عدة أعضاء وأجهزة كما في الإنسان.

فالأمبيا جسمها محاط بغشاء بلازمي يسمح بانتشار الأوكسجين الذائب في الماء الذي يحيط بها إلى جميع أجزاء السيتوبلازم، وبين نفس الطريقة ينتشر  $\text{CO}_2$  والماء الناتجين عن التنفس إلى خارج الامبيا.

والهييدرا تتنفس عن طريق الانتشار إذ تقوم كل خلية من جسم الحيوان بامتصاص الأوكسجين الذائب في الماء وإخراج  $\text{CO}_6$ .

ودودة الأرض (الصارقيل) لها جلد رطب رفيع مغطى بطبقة من الكيوتين الذي تفرزه الخلايا الخارجية، كما تفرز هذه الخلايا المخاط الذبي يحفظ الجلد رطباً يذوب فيه الأوكسجين الذي ينتشر إلى داخل الجسم ويطرد الجسم ثاني أكسيد الكربون، لذا إذا جف جلد دودة الأرض فإنها تموت وذلك لعدم قدرتها على امتصاص الأوكسجين.

أما الحيوانات الراقية المعقدة التركيب فقد طورت أنسجة وأسطح تنفسية خاصة، وفي كل الحالات هذه الأسطح تشتمل على عدد كبير من أسطح مفلطحة أو أكياس أو أنابيب لها مساحات سطح كبيرة تلائم عمليات التبادل الغازي. وأبسط هذه الأسطح الخيشيم الخارجية التي تنمو من طبقة البشرة من سطح الجسم كما في أبوذنيبة، أو تكون خيشيم داخلية موضوعة في فجوات داخل الجسم محمية من أن تتحطم أو تتلف كما في الأسماك، أما الفقاريات التي تتنفس الهواء فلها رئات متطرورة في شكل أكياس وهنالك نمط آخر يوجد في الحشرات التي لها فتحات تنفسية تقود إلى نظام متشعب من القصبات الهوائية. تنتشر خلال الجسم وتصل أنسجة وخلايا الجسم، وعلى الرغم من أن كل أعضاء التنفس السابقة تبدو مختلفة إلا أن لها صفات أساسية مشتركة منها:

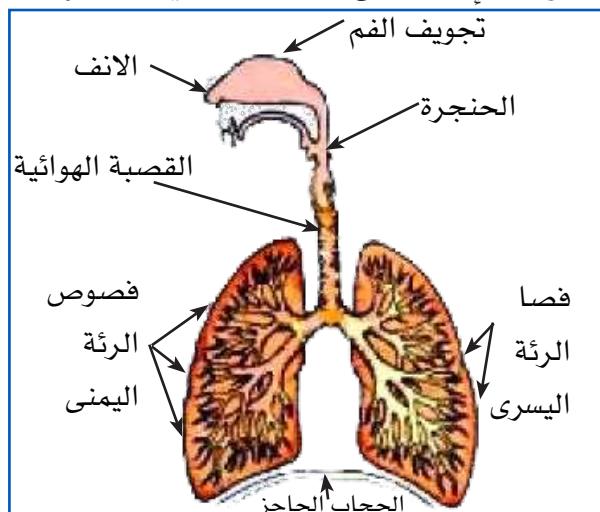
- ١- أنها تعرض مساحة سطح كبيرة للوسط الذي يعيش فيه الحيوان ليتمكن من التنفس .
- ٢- أنها تسمح بتبادل الغازات .

### التقويم :

١. وضح كيف يتم التنفس في كل من الامبياء (ج) دودة الارض (ب) الهيدرا (د) الحشرات .
٢. علل : إذا جف جلد دودة الارض فإنها تموت .
٣. أذكر مثلاً لكائن له (أ) خياشيم داخلية . (ب) خياشيم خارجية .
٤. ما الصفة المشتركة بين أعضاء التنفس في الحيوانات .

# جهاز التنفس في الإنسان

يتربّ جهاز التنفس في الإنسان من الأعضاء الآتية ، انظر الشكل(٦-٣)

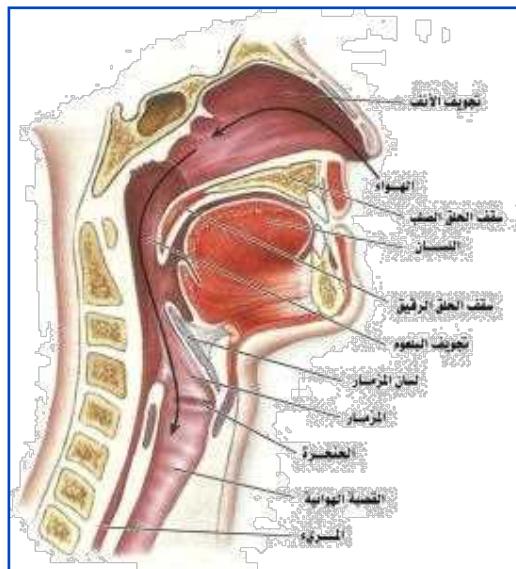


الشكل (٦-٣) الجهاز التنفسي في الإنسان

## ١- الأنف :

يتصل الجهاز التنفسي بالمحيط الخارجي بواسطة الأنف ، والأنف مبطن بغشاء طلائي يحتوى على عدد من الخلايا المفرزة للمخاط الذي يمسك بالبكتيريا والغبار ، كما يرطب الهواء الجاف ليصبح رطباً مناسباً للدخول إلى الرئتين وتحتوى الأنف على شعيرات دموية في بطانة الأنف تدفئ الهواء البارد حتى لا يؤذى الرئتين، كما يوجد بالأنف شعر يحجز الغبار والأتربة .

## ٢- البلعوم والحنجرة : انظر الشكل (٧-٣)



الشكل (٧-٣) قطاع طولي يوضح البلعوم والحنجرة

تقود نهاية الأنف إلى البلعوم وهو أنبوب يقع في نهايته تركيب غضروفية يشبه الصندوق هو الحنجرة ، وفتحة الحنجرة تسمى المزمار تثنى عليها قطعة غضروفية تسمى لسان المزمار تغلق فتحة المزمار عند بلع الطعام وتمنعه من الدخول إلى الجهاز التنفسي .

الحنجرة هي عضو الصوت تحتوى على زوج من الحبال الصوتية تهتز عندما يندفع الهواء بينها معطية أصواتاً لتصاغ على هيئة كلام.

## ٣- القصبة الهوائية وفروعها :

تقع القصبة الهوائية أسفل الحنجرة ، وهي أنبوب أسطواني غير مكتمل الاستدارة ، ويحتوى جدار القصبة الهوائية على حلقات غضروفية غير مكتملة الاستدارة ، وتبقى القصبة الهوائية مفتوحة على الدوام . يبطن القصبة الهوائية غشاء طلائي خلاليات ذات أهداب كما أن به خلايا مفرزة للمواد

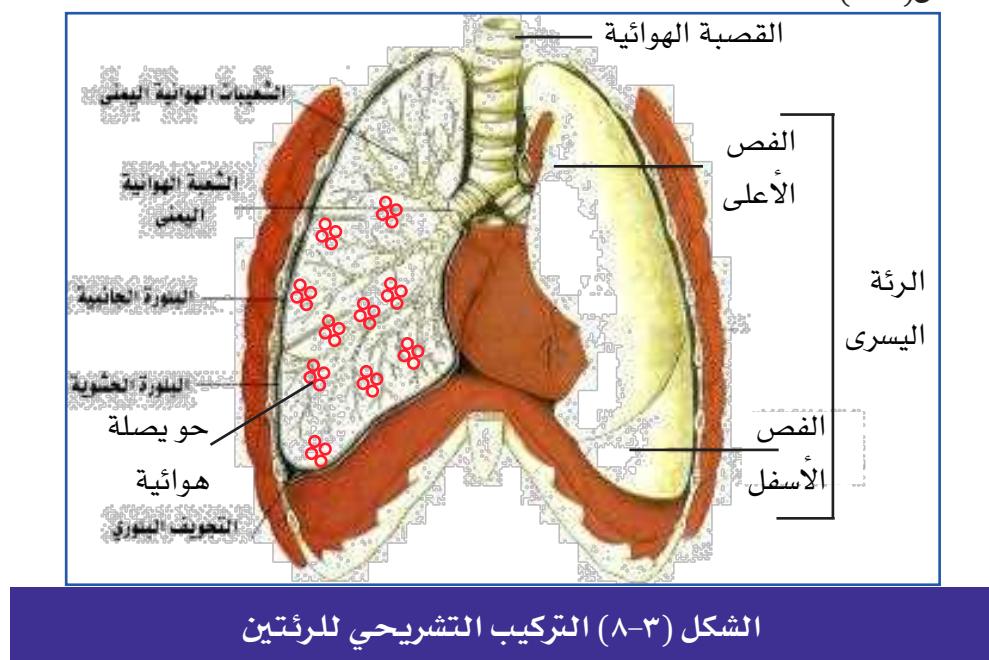
المخاطية، وتتحرك أهداب الخلايا الهوائية دافعة المخاط وما يعلق به من ذرات غبار وبيكتيريا نحو الأعلى وترجع على هيئة بساق أو تبتلع.

تتفرع القصبة الهوائية (انظر الشكل) (٨-٣) إلى شعوبتين قصبيتين ، تدخل كل واحدة إلى رئة ، حيث تتفرع تفرعاً متكرراً معطية افرعاً تقل في القطر ، وتحتوي منها الحلقات الغضروفية ، ويصبح كل فرع منها مكوناً من طبقة رقيقة من العضلات الملساء ومن نسيج مخاطي وتسمى القصبيات الهوائية .

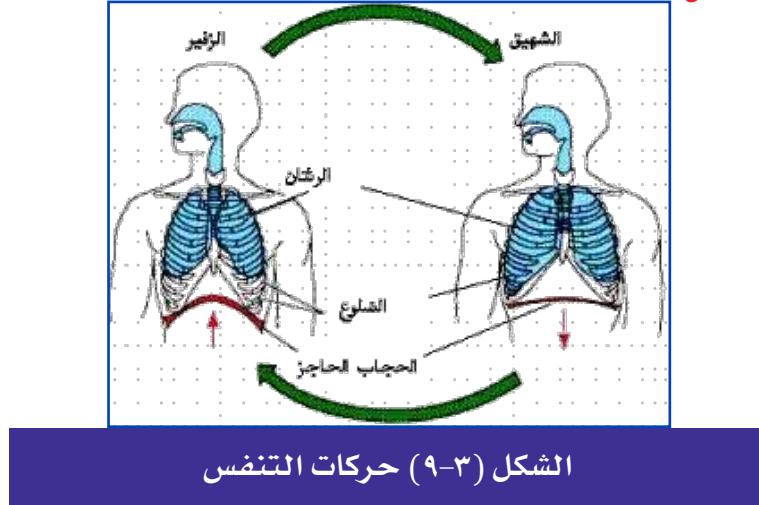
#### ٤- الرئتان :

تؤدي كل قصبية هوائية إلى مجموعة قنوات حويصلية تفتح كل منها في تركيب عنقودي من الحويصلات الهوائية ، حيث أن كل حويصلة كيس صغير، ذو جدار من طبقة واحدة من خلايا طلائية ، ويحاط الكيس بشبكة من الشعيرات الدموية وكل رئة بها حوالي ٣٠٠ مليون من الحويصلات الهوائية ، ويتم تبادل الغازات بين الحويصلات الهوائية وما يحيط بها من شعيرات دموية بواسطة الانتشار البسيط .

الشكل (٨-٣)



## حركات التنفس :



الشكل (٩-٣) حركات التنفس

الرئتان توجدان في التجويف الصدر وكل رئة يحيط بها غشاء يسمى الغشاء البلاورى يربط بكمية قليلة من سائل يسمى السائل البلاورى وجدار الصدر مكون من الأضلاع وما بينها من عضلات بين الضلوع ، وانقباض هذه العضلات يدفع الصدر إلى الأعلى قليلاً ونحو الأمام فيزداد حجم التجويف الصدر ، كما أن جدار الصدر يتصل من أسفل بالحجاب الحاجز الذي يكون مقعرًا في حالة الراحة نحو الأعلى ، غير أنه ينبعض عند الانقباض مما يؤدي إلى اتساع التجويف الصدر

كيف تتم عملية التنفس ؟ انظر الشكل (٩-٣)

١- عند انقباض عضلات ما بين الضلوع وعضلة الحجاب الحاجز معاً ، يزداد حجم التجويف الصدر ويقل الضغط داخله (أي حول الرئتين) وداخل حويصلات الرئة وينشأ فرق ضغط بين ضغط الهواء عند فتحة الأنف ، وحويصلات الرئة ويكون الضغط عاليًا عند فتحة الأنف ويؤدي هذا إلى اندفاع الهواء ليملأ الرئتين وهذه العملية تسمى الشهيق .

كيف يتم خروج الهواء من الرئتين ؟

٢- يؤدي عكس العمليات السابقة أنظر الشكل (٩-٣) إلى اندفاع الهواء خارج الرئتين وتسمى هذه العملية الزفير ، إذ ترتخي عضلات ما بين الضلوع وعضلة

الحجاب الحاجز ، فيقل تجويف الصدر ويزاد الضغط داخلة فيضغط على الرئتين مخرجاً منها الهواء وتتكرر هذه العملية بين (١٠-٣) مرة في الدقيقة الواحدة .

**التبادل الغازي في الإنسان : الشكل (١٠-٣)**  
يتم التبادل الغازي عند أسطح تبادل الغازات والتي يجب أن تتصرف بالخصائص التالية :

- ١- يجب أن يكون السطح رقيقاً رفيعاً ليسمح للغازات بالانتشار بسهولة.
- ٢- يجب أن يكون سطح التبادل الغازي قريباً جداً من أجهزة النقل التي تنقل الغازات من وإلى الخلايا التي تحتاج لها .
- ٣- يجب أن يكون السطح القائم بالتبادل الغازي رطباً ليحمي الخلايا التي توجد عند سطحه من الجفاف والموت .
- ٤- يجب أن يكون له مساحة سطح كبيرة وذلك لكي يتم انتشار أكبر كمية من الغاز خلاله في وقت واحد .
- ٥- يجب أن يكون لسطح التبادل الغازي مصدر جيد يمده بالأوكسجين وفي الإنسان يتم التبادل الغازي في الرئتين كالتالي :

**عند الشهيق :**

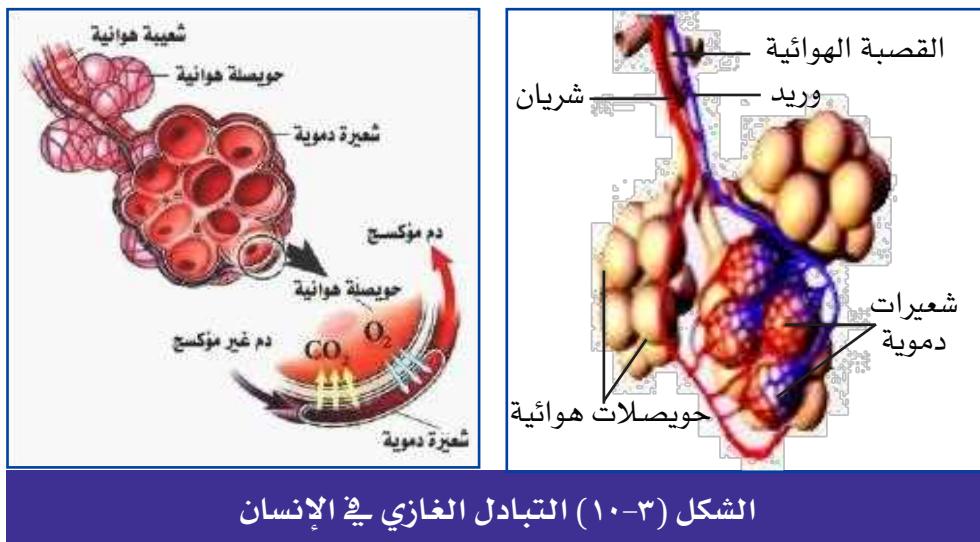
- ١- يدخل الرئتين هواء نقي نسبة أوكسجينه (٪٢١) حتى يصل الحويصلات الهوائية المحاطة بالشعيرات الدموية التي تحمل دماً قليلاً بالأوكسجين .
- ٢- ينتقل الأوكسجين من الحويصلات الهوائية بالانتشار إلى الدم عبر جدران الحويصلات الهوائية ذات الطبقة الخلوية الواحدة ثم عبر جدران الشعيرات الدموية ذات الطبقة الخلوية الواحدة، ثم يعبر إلى خلايا الدم الحمراء ويرتبط بالهيموجلوبين.

**عند الزفير : الشكل (١٠-٣)**

وبطريقة مشابهة ينتقل ثاني أكسيد الكربون ، حيث أن الدم القادم إلى الحويصلات الهوائية بواسطة الشريان الرئوي وفروعه يحمل تركيزاً عالياً من ثاني أكسيد الكربون ، في حين أن هواء الحويصلات يحتوى على نسبة أقل من  $\text{CO}_2$  مما يؤدي إلى انتشارهذا الغاز نحو الحويصلات الهوائية للرئه من الدم.

ماذا يحصل للأوكسجين بعد وصوله إلى الدم ؟

١- نقل الأوكسجين :

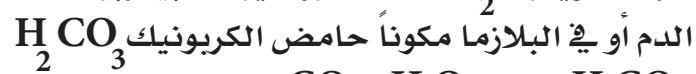


الشكل (١٠-٣) التبادل الغازي في الإنسان

تنقل خلايا الدم الحمراء الأوكسجين في صورة مركب اوكسي هيموجلوبين إلى الخلايا والأنسجة وفيها يتحلل هذا المركب ويتحرر الأوكسجين وينتشر داخل الخلايا ، أما الهيموجلوبين منزوع الأوكسجين فيعود إلى الرئتين مع الدم مرة أخرى للارتباط من جديد بالأوكسجين .

٢- نقل ثاني أكسيد الكربون :

يجمع الدم ثاني أكسيد الكربون من الخلايا والأنسجة وينقله إلى الرئتين ويكون  $\text{CO}_2$  في صورة أيونات بيكربيونات ذاتية في الماء داخل خلايا



ويقوم إنزيم في كريات الدم الحمراء بتحليل الحامض مكوناً أيونات الهيدروجين



وفي الرئتين يعاد تكوين حمض الكربونيك الذي يتحلل إلى ماء وثاني أكسيد الكربون الذي ينتشر من الدم إلى الحويصلات الهوائية .

## **صحة الجهاز التنفسي :**

يتعرض الجهاز التنفسي لعدد من الأمراض مثل مرض السل الذي تسببه البكتيريا والأنفلونزا التي تسببها الفيروسات كما أن سلوك الإنسان له دور في إصابات الجهاز التنفسي مثل التدخين ، فالضرر الناتج عن التدخين بطئ الحدوث ، لكنه تدريجي ومميت في النهاية ، فالأنابيب التنفسية مغطاة بمخاط يلتقط الغبار والبكتيريا الممرضة ، والخلايا المهدبة في هذه الأنابيب تدفع المخاط خارج الجهاز التنفسي ، ويؤثر الدخان في هذه العملية حيث يسبب في البداية بطء حركة الأهداب ومع مرور الزمن واستمرار الشخص في التدخين يؤدي إلى شلل حركة الأهداب واحتفائها ويظهر السعال المميز للمدخنين . وتسوء الأمور عندما يتجمع المخاط في المجاري الهوائية مؤدياً إلى انسدادها وتصبح سطوح التنفس عرضه للبكتيريا الممرضة ، والسعال المتكرر يقود إلى التهاب بطانة القصبات الهوائية المزمن ، ويترافق إنتاج المخاط بإزدياد سمك بطانة القصبات مما يحدث صعوبة في عملية التنفس وفقد القصبات مرونتها ولا تعود قادراً على امتصاص الضغط الناتج عن السعال وبذلك تتمزق جدران الحويصلات الهوائية الرقيقة محدثة مرض الامفيزيمـ Em-physema ، والتوقف عن التدخين في هذه المرحلة يؤدي إلى عودة الأمور إلى وضعها الطبيعي أما إذا استمر الفرد في التدخين فإن الأمور تتدهور، والتغيرات المصاحبة للأمفيفيزيمـ هي تغيرات خلوية تؤدي إلى سرطان الرئة ، حيث تبدأ الخلايا الدقيقة على الحاجة الخارجية للقصبات في الانقسام بمعدل أسرع من المعتاد وإذا استمر التدخين فإن أوراماً سرطانية قابلة للانتشار في أنسجة الرئة الأخرى سوف تكون .

ويعزي ٨٠٪ من حالات سرطان الرئة إلى التدخين كما أن ١٣٪ فقط ممن أصيب بسرطان الرئة يعيشون لمدة (٥) سنوات بعد التشخيص ، أما البقية، فإنهم يموتون قبل ذلك .

### **التقويم :**

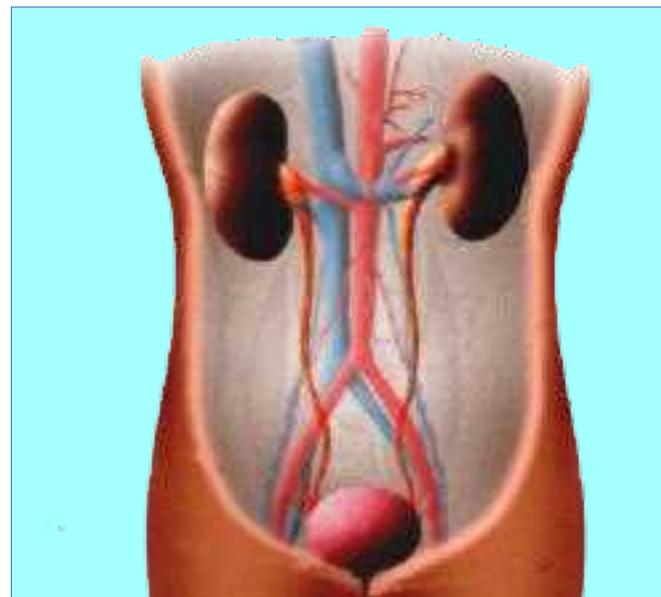
١. ما مكونات الأنف في الإنسان التي تجعلها ملائمة لعملية التنفس .
٢. ما وظيفة الحلقات الغضروفية غير مكتملة الاستدارة التي توجد في القصبة الهوائية .
٣. أذكر فقط الأعضاء التي يتكون منها الجهاز التنفسي في الإنسان .
٤. ما هي خصائص أسطح التبادل الغازي ؟
٥. أكتب بـإيجاز ٩ أسطر عن عملية الشهيق والزفير في الإنسان .
٦. مستخدماً المعادلات الكيميائية أكتب عن عملية نقل ثاني أكسيد الكربون ؟
٧. أذكر ٣ أمراض يتعرض لها الجهاز التنفسي .



# الوحدة الرابعة

## الإفراز في الكائنات الحية

Excretion in Living Organisms



## الوحدة الرابعة

# الإخراج في الكائنات الحية

### أهداف الوحدة :

يتوقع منك بنهاية هذه الوحدة أن تكون قادراً على أن :

١. تبيّن أن جهاز الإخراج في الكائن الحي متكيّف لأداء وظيفته .
٢. تبيّن أهمية الإخراج للكائن الحي .
٣. توضح مفهوم : الفجوة المنقضة - أنابيب ملبيجي - النتح - الادماع - الكلية- البول - الجلد - العرق - الأملاح .
٤. تصف التركيب العام لأجهزة الإخراج في بعض الكائنات الحية .
٥. تتّبع آلية تنقية الدم وتكون البول .
٦. تكتسب مهارة إجراء تجارب تطبيقية .
٧. تكتسب مهارة حفظ النفس .
٨. تكتسب مهارة اتخاذ القرار .
٩. تدرك أهمية صحة الأجهزة الإخراجية .
١٠. تقدر عظمة الخالق في دقة صنعه للأجهزة الإخراجية .

# الإخراج في الكائنات الحية (Excretion in Living Organisms)

## تعريف عملية الإخراج وأهميتها :

تنتج داخل جسم الكائن الحي سواء كان وحيدة الخلية أو عديدة الخلايا مواد ضارة تسمى الفضلات الأيضية (Metabolic wastes) نتيجة لقيام الكائن الحي بنشاطاته الحياتية ونتيجة لعملية الهدم والبناء للغذاء (الأيض الغذائي) . ولابد لجسم الكائن الحي التخلص من هذه الفضلات ، حيث أن تواجدها وعدم إخراجها خارج الجسم يؤدي إلى تسمم الجسم أو عدم تنظيم التوازن المائي والمليحي بين سوائل جسم الكائن الحي والوسط الذي يعيش فيه ، أو تكون هذه الفضلات زائدة عن حاجة الجسم وعديمة الفائدة . والعملية التي يتم التخلص بها من هذه الفضلات تسمى الإخراج (Excretion) .

## الإخراج في النبات (Excretion in Plant)

تقوم النباتات بنشاطات حيوية مختلفة تصاحبها تفاعلات كيميائية داخل أجسامها تنتج عنها فضلات ومواد إخراجية والتي إذا تراكمت داخل أنسجة النبات قد تمنع النبات من أداء وظائفه الحياتية ، ولذا لابد للنبات أن يتخلص من هذه الفضلات ويمكن أن نمثل تلك العملية بالمعادلة التالية :



نواتج تفاعل

مواد تفاعل

إذا كان المنتج (ج) ضرورياً لبقاء النبات ، يجب التخلص من المنتج (د) ، لأنه يمثل الفضلات التي يجب إخراجها أو التخلص منها حتى يحدث اتزان داخل جسم النبات .

## المواد الإخراجية في النبات (Excretory products in plant)

تشمل المواد الإخراجية في النبات ما يأتي :

١. الأوكسجين (Oxygen) : ينتج من عملية البناء الضوئي في النباتات والكائنات ذاتية التغذية ويعتبر الأوكسجين أحد مواد التفاعل في عملية التنفس الهوائي .

٢. ثاني أكسيد الكربون : (Carbon dioxide) ينتج من عملية التنفس في جميع الكائنات الحية ويطرح إلى الوسط الخارجي - ماء كان أو هواء ، ووظيفته الرئيسية في النبات الأخضر أنه يمثل أحد مواد التفاعل في عملية البناء الضوئي.

٣. الماء Water: ينتج الماء أثناء عملية التنفس الهوائي في جميع الكائنات الحية.

٤. الأيونات والأملاح (Ions , Salts) : تنتج من أيض المغذيات المعدنية ، ووظيفتها الأساسية هي الحفاظ على الضغط الأسموزي ، ويمكن تدويرها في النظم البيئية - أي إعادة استخدامها في العمليات الحيوية ومن أمثلة هذه المواد أوكسالات الكالسيوم .

٥. التаниنات والأحماض العضوية (Tannins and Organic Acids) : مصدر التаниنات والأحماض العضوية هو أيض نيتروجيني والكريوهيدرات في بعض أنواع النباتات وهي مواد تكسب الأنسجة التي توجد فيها طعمًا مراً ولذا لا تأكلها الحيوانات.

تفتقر النباتات لأجهزة متخصصة ومتطرفة للتخلص من هذه الفضلات ، الأمر الذي لا يسبب أي عائق أو مشكلة رئيسة للنباتات لأسباب منها، أن العمليات الحيوية فيها تعتمد بشكل أساسي على الكريوهيدرات وبالتالي تكون الفضلات أقل سمية من المواد النيتروجينية .

وبالرغم من ذلك فهناك عدة طرق يستخدمها النبات للتخلص من الفضلات ذكر منها :

## أولاً : الادماع (Guttation)

الادماع هو عملية فقد الماء في صورة سائلة من سطح النبات عن طريق فتحات تعرف بالثغور المائية أو فتحات الادماع - (الشكل ٤-١)

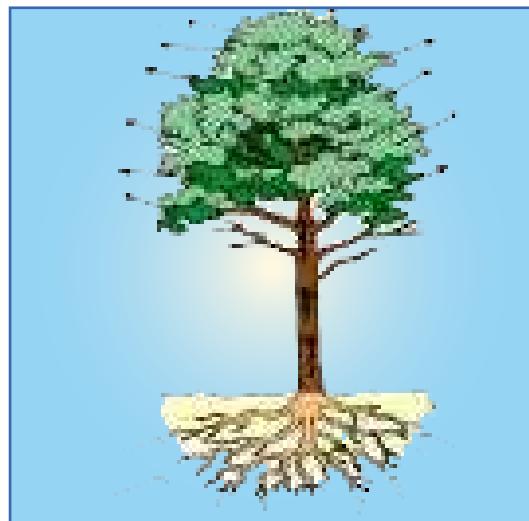


(الشكل ٤-١) الادماع

تحدث ظاهرة الادماع عندما تكون الظروف غير ملائمة لحدوث عملية النتح كانخفاض درجة الحرارة وتشبع الجو بالرطوبة ويخار الماء . ويمكن ملاحظة هذه الظاهرة في الصباح الباكر ، حيث تتكون قطرات سائلة عند حواف الأوراق أو في نهايتها ومن أمثلة النباتات التي تظهر فيها هذه الظاهرة، الفصيلة النجيلية والطااطم .

## ثانياً النتح (Transpiration)

النتح هو خروج الماء على شكل بخار ماء من أنسجة الأجزاء النباتية المعرضة للهواء ، ويتم معظم النتح من خلال أوراق النبات . (شكل ٤-٢) .



(الشكل ٤-٤) يوضح عملية النتح

**توجد أنواع مختلفة من النتح هي :**

أ- النتح الثغرى:

يتم بواسطة فتحات تسمى الثغور وهي توجد في الطبقة العليا والسفلى لورقة النبات .

ب/ النتح الكيوتيني :

يحدث النتح الكيوتيني عبر طبقة البشرة والكيوتكل ، وهي مادة شمعية يفرزها بروتوبلازم خلايا البشرة.

ج/ النتح العديسي:

يحدث النتح العديسي بواسطة خلايا تسمى العديسات توجد في أماكن متعددة في السوق الحديثة .

### **العوامل التي تؤثر على معدل النتح :**

يختلف معدل النتح في ساعات النهار حيث يصل معدل النتح إلى

درجة القصوي في منتصف النهار ، وينخفض في أثناء الليل وبذلك تتأثر عملية النتح بعوامل عديدة بعضها خارجية والآخرى داخلية .

### أ/ العوامل الخارجية : (External Factors)

توجد عدة عوامل خارجية تؤثر على عملية النتح وهي العوامل المتعلقة بالبيئة التي يعيش فيها النبات ، ونذكر منها ما يأتي :-

١. درجة الحرارة : (Temperature) : يزداد معدل النتح بازدياد درجة الحرارة وينخفض المعدل بانخفاضها . لماذا ؟

٢. الرطوبة النسبية : (Relative humidity) : تزداد سرعة النتح كلما كانت الرطوبة النسبية في الهواء قليلة وتقل بارتفاع الرطوبة النسبية . لماذا ؟

٣. التيارات الهوائية : (Air Currents) : يزداد معدل النتح كلما زادت سرعة وحركة الهواء المحيط بالنبات . لماذا ؟

## أسئلة مراجعة

### السؤال الأول

- ضع علامة (✓) أمام العبارة الصحيحة وعلامة (✗) أمام الخطأ .
- كل الكائنات الحية لها أجهزة إخراج متخصصة .
  - ينتج الأوكسجين في النباتات من عملية التنفس .
  - الجذور الكبيرة تساعد على امتصاص الماء من أعماق التربة .
  - الضوء الساطع يؤثر في عملية النتح .
  - تقل سرعة النتح بزيادة المحتوى المائي في التربة .
  - الجذور وظيفتها امتصاص الماء والأملاح فقط .

### السؤال الثاني :

- عدد فضلات النبات الايضية .
- اذكر طريقتين يتخلص بها النبات من فضلاتة .
- ما أهمية الإخراج للكائن الحي ؟
- ما المقصود بالادماع ؟
- ما التركيب الذي يتم عن طريقه الادماع ؟

### السؤال الثالث

علل :

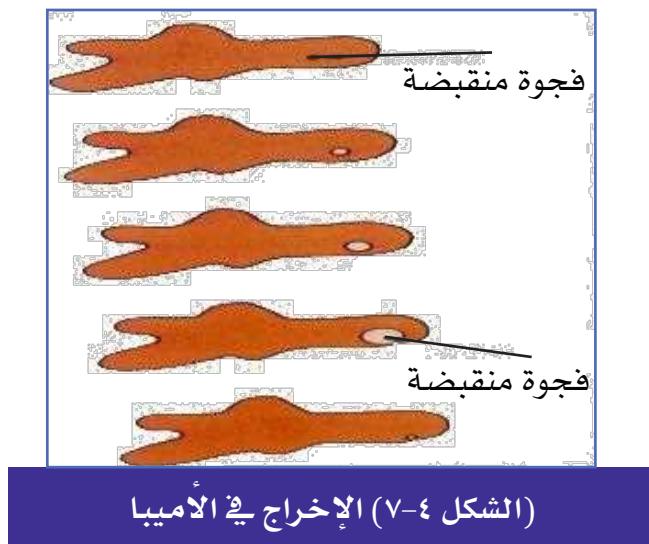
- تسقط بعض النباتات أوراقها أثناء فصل الجفاف .
- التفاف أرواق بعض النباتات في المناطق الحارة .
- حركة الهواء المحيط بالنباتات تزيد من معدل النتح . كيف ؟
- كيف تزيد نباتات اليابسة كفاءتها في الحصول على الماء ؟

## الإخراج في الحيوان :

الحيوانات تفوق النباتات نشاطاً وحيوية ، لأنها تكون مواد إخراجية مختلفة أهمها الماء وثاني أكسيد الكربون ومركبات نيتروجينية مختلفة وبعض الأملاح المعدنية ، وتتبادر الحيوانات في كيفية إخراج هذه المواد كما سنرى .

## الإخراج في الامبيا :

تتكون المواد الإخراجية في الامبيا من مواد نيتروجينية في شكل أيون أمونيا(نشادر) ( $\text{NH}_4^+$ ) وثاني أكسيد الكربون وماء . ويتم التخلص من النشادر وثاني أكسيد الكربون بعملية الانتشار من خلال الغشاء البلازمي ، أما الماء الذي يدخل بكميات كبيرة إلى السيتوبلازم في الامبيا الحرة التي تعيش في مياه عذبة يتم التخلص منه بواسطة الفجوة المنقبضة (Contractile vacuole) التي تنقبض دافعة الماء إلى الخارج (الشكل ٤-٧).



(الشكل ٤-٧) الإخراج في الامبيا

أما الامبيا الحرة التي تعيش في الماء المالحة والامبيا الطفيليية فلا تحتاجان إلى الفجوة المنقبضة لاتزان أو لتوارن الضغط الأسموزي داخل الخلية والوسط المحيط .

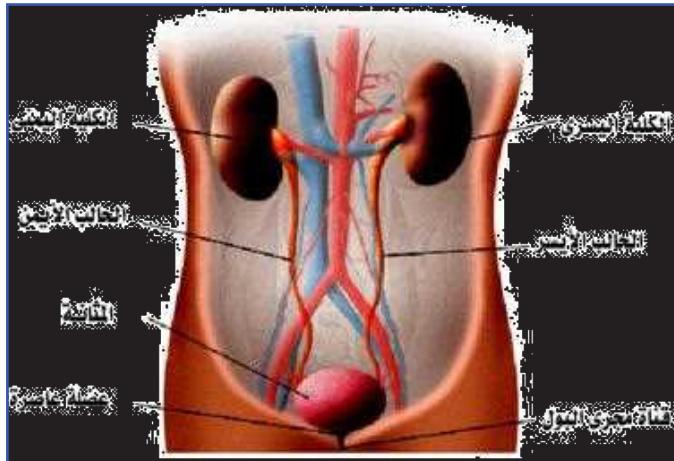
## الإخراج في الإنسان : (Excretion in Human)

يمكن تقسيم الإخراج في جسم الإنسان إلى أربعة أنواع :

١. الإخراج الهضمي : يتم من خلاله طرد الغائط (البراز) الذي يتتألف من المواد الغذائية غير المهضومة والماء والبكتيريا وخلايا منسلحة من بطانة القناة الهضمية .
٢. الإخراج الرئوي : ويتم من خلاله التخلص من نواتج عملية التنفس (بخار الماء وغاز ثاني أكسيد الكربون) .
٣. الإخراج الكلوي : تعمل الكليتان على استخلاص مكونات البول من الدم وتنقيتها من المواد الضارة (اليوريا) والماء الزائد ويتم ذلك عن طريق الجهاز البولي .
٤. الإخراج الجلدي: يقوم الجلد بعملية التخلص من الماء الزائد والأملاح واليوريا .  
وستتناول كلاً من الإخراج الكلوي والجلدي فيما يلي .

## الجهاز الإخراجي في الإنسان : (Excretory System in Humanbeings)

أ- الجهاز البولي (Urinary System) يتركب الجهاز البولي في الإنسان من الأعضاء التالية : (الشكل ٤-١٠)

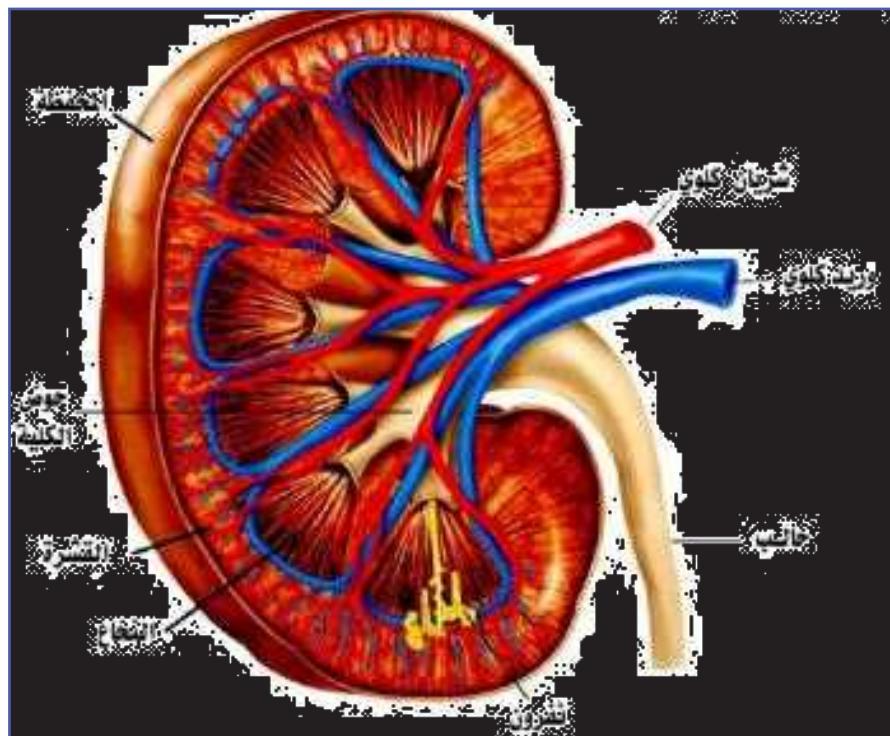


(الشكل ٤-١٠) الجهاز البولي في الإنسان

## أولاً : الكليتان (Kidneys)

لإنسان كليتان موجودتان في الجهة الظهرية من تجويف البطن على جانبي العمود الفقري مدفونتان في أنسجة شحمية تعمل على تثبيتها ، وكل كلية على هيئة حبة الفاصولياء ، والسطح الخارجي للكلية محدب والداخلي مقعر ، في وسطه سره تدخل به الأوعية الدموية والأعصاب ويخرج منه الحالب . يكون جانبيها المقعر مجاوراً للعمود الفقري ويبلغ طول الكلية 12 سم وعرضها 6 سم وسمكها 3 سم تقريباً . يحيط الكلية من الخارج غشاء رقيق يسمى المحفظة (Capsule) . ولكل كلية حالب وهو عبارة عن أنابيب ضيق طوله 30 سم يمتد ملتصقاً بالجدار الظهري حتى يدخل المثانة حيث يُخزن فيها البول حتى خروجه .

تركيب الكلية : (الشكل ١١-٤)



(الشكل ١١-٤) تركيب الكلية

عند شق الكلية طولياً إلى نصفين متضادتين تظهر فيها منطقتان هما القشرة والنخاع .

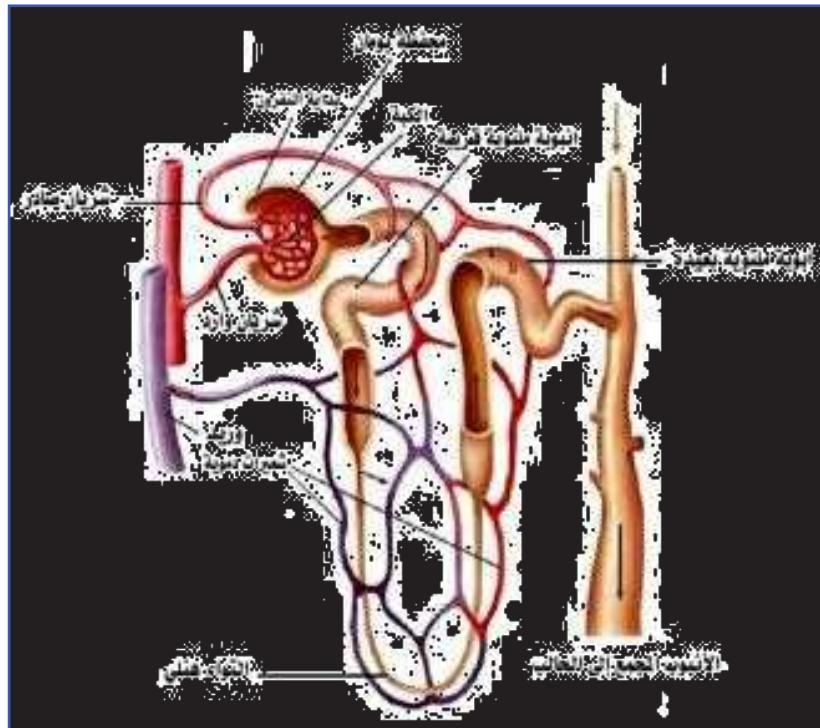
١. القشرة : وهي المنطقة الخارجية ذات لون أحمر لاحتوائها على أوعية دموية كثيرة .

٢. النخاع : وهو الجزء الداخلي من الكلية ويمتد نحو الداخل مكوناً امتدادات هرمية الشكل تسمى اهرامات ملبيجي . ويحيط النخاع تجويف داخلي يعرف بحوض الكلية (Pelvis) ويتصل بحوض كل كلية أوعية دموية رئيسة هي :

١. الشريان الكلوي ويحمل الدم المؤكسد لتغذية الكلية .

٢. الوريد الكلوي ويقوم بجمع الدم غير المؤكسد من الكلية ويصبه في الوريد الأعواف السفلي ومنه للقلب . كما يخرج من كل كلية حانب (قناة الكلية) وينقل البول من الكلية إلى المثانة البولية .

أما من الناحية التشريحية المجهرية فتتركب كل كلية من وحدات أنبوبية صغيرة جداً تسمى الوحدات الكلوية أو النيفرونات (Nephrons) . و النيفرون هو وحدة التركيب والوظيفة في الكلية . تحتوي كل كلية على ما يزيد عن مليون من النيفرونات . يبدأ النيفرون من منطقة القشرة ويمتد إلى منقطة النخاع . تتركب كل وحدة كلوية أو نيفرون من الأجزاء التالية (الشكل ٤-١٢) .



(الشكل ٤-١٢) تركيب النيفرون

١. محفظة بومان (Boman's Capsule) : وهي عبارة عن كيس مزدوج الجدران يحصر مجموعة كبيرة من الشعيرات الدموية يطلق عليها الكُبة والكُبة تقع بين شريانين دقيقين هما ، الشريان الوارد وهو فرع دقيق من الشريان الكلوي يجلب الدم إلى الكُبة ، والثاني الشريان الصادر ويحمل الدم بعيداً عن الكُبة أو المحفظة .
٢. أنبوية النيفرون : وهي أنبوية خيطية رقيقة جداً وملتوية ، وتنتمي إلى الأجزاء التالية :
  ١. الأنبوة الملتوية القريبة . وتشكل الجزء الأول من أنبوية النيفرون وتوجد في قشرة الكلية .
  ٢. التواه هنلي : وهو عبارة عن انحناء على شكل الحرف الإنجليزي (U) .
  ٣. الأنبوة الملتوية البعيدة : وتشكل الجزء الثالث من أنبوية نيفرون وتوجد في

قشرة الكلية وتصب هذه الأنبوة مع نظيراتها في أنبوبة واسعة تسمى الأنبوة الجامعة التي تفتح بالقرب من أهرامات ملبيجي حيث تفرغ محتوياتها في حوض الكلية الذي يجمع البول قبل أن يمر إلى الحالب ثم إلى المثانة البوالية.

### ثانياً : الحالبان : (Ureters)

الحالب أنبوبة عضلية رفيعة وفي سمك قلم الرصاص وينزل عن طريقه البول قطرة قطرة إلى المثانة .

### ثالثاً : المثانة : (Bladder)

وهي كيس عضلي مكون من أنسجة عضلية قوية ملساء يوجد في التجويف الحوض . تُستخدم المثانة لخزن البول بشكل مؤقت حتى حين تفريغه ، ولها القدرة على الانقباض والانبساط . للمثانة ثلاث فتحات ، فتحتان تتصلان بالحالبين والثالثة تفتح على الفتحة البوالية .

عندما تمتلئ المثانة بالبول (حوالى ٣٠٠ سم<sup>٣</sup>) تحدث لجدرانها إنقباضات متوازية إنذاراً بخروج محتوياتها ، وعند التبول تنبض عضلاتها وترتخي العضلة العاصرة فيمر البول في مجرى القناة البوالية إلى الخارج

#### عملية فصل البول :

يدخل الدم إلى الكلية بواسطة الشريان الكلوي ليتم تصفيته من الفضلات النيتروجينية والأملاح الزائدة وغيرها من الفضلات ويخرج الدم الحالي من المواد الضارة (دم نقى) من الكلية بواسطة الوريد الكلوي حيث يلتقي الوريد الأعجوف السفلي الذي يحمل الدم إلى القلب . وتنتمي هذه العملية عبر المراحل التالية :

١. الترشيح (Filteration) : عندما يدخل الدم شبكة الشعيرات الدموية المكونة للكلية ، يصبح الدم تحت ضغط عالي ويعمل هذا الضغط على ترشيح بلازما الدم خلال جدران تلك الأوعية الشعرية الدموية حاملاً معه الماء والفضلات النيتروجينية والأملاح وسكر الجلوكوز ومواد نافعة أخرى .

٢. إعادة الامتصاص (Reabsorption) : تدخل هذه المواد المترشحة إلى محفظة بومان ومنها تنساب في الأنابيب البولية، حيث تقوم هذه الأنابيب بامتصاص الماء خاصة في التواه هنالى مما يساعد ذلك على المحافظة على نسبة ماء الجسم ثابتة ، كما يجرى امتصاص المواد النافعة للجسم كالأملاح المعدنية والأحماض الامينية والهرمونات والسكر والفيتامينات وتم إعادةها إلى الدم .

٣. الإفراز (Secretion) : بالإضافة إلى إعادة امتصاص كميات كبيرة من الماء والمواد النافعة ، فإن جدر الأنابيب الملتوية البعيدة قادرة على استخراج بعض المواد العضوية الغريبة أو بعض مخلفات التمثيل الغذائي أو بعض السموم من الدم وتضاف هذه المواد إلى البول الذي يتجمع في حوض الكلية ومنه ينتقل عبر الحالب إلى المثانة ، حيث يتجمع البول هناك حتى حين التخلص منه عن طريق الفتحة البولية .

## البول (Urine)

هو سائل أصفر اللون ذو رائحة مميزة تختلف حسب نوع الغذاء وذو تأثير حمضي ويكون الماء حوالي ٩٦٪ وما تبقى يتكون من أملاح ذاتية مثل ملح اليوريا وحامض البوليك وبعض أملاح الصوديوم والبوتاسيوم والكالسيوم. تختلف كمية البول المفرزه يومياً حسب درجة الحرارة أو الفصل إذ يقل البول صيفاً ويزيد شتاً . «لماذا؟» وقد تصل كمية البول ما بين ١.٥ - ٢ لتراً يومياً.

## بعض أمراض البول والجهاز البولي :

١. البول السكري (داء السكر) (Diabetes) : يعمل هرمون الأنسولين الذي تفرزه غدة البنكرياس على تجزئة السكر الموجود في خلايا الجسم لإنتاج الطاقة وعندما يقل إفراز الأنسولين في الدم لخلل في عمل البنكرياس تضعف عملية تجزئة السكر مما يؤدي ذلك إلى تراكم السكر في الدم وبالتالي ترشحه في

الكلية وخروجها مع البول ، في هذه الحالة يسمى البول السكري .

٢. البول الزلالي (داء الزلال) (Albumin) : المواد البروتينية لا تترشح مع الدم في محفظة بومان لكبر حجم هذه الجزيئات ولكن في حالات مرضية والتهاب الكليتين تترشح هذه المواد الزلالية وتخرج مع البول .

٣. أملأح البول (الحصوة) (Bladder Calculus) : هناك بعض الحالات تزداد فيها كمية الأملأح الدائبة في الدم نتيجة لعدد من العوامل الفسيولوجية والغذائية والمرضية مما يسبب ترسبها على شكل حصى في حوض الكلية أو الحالب أو المثانة ، وأهم هذه الأملأح المترسبة هي الفوسفات والأوكسالات .

٤. البول الدموي (البلهارسيا) (Belharzia) : من أمراض الجهاز البولي تسببه دودة البلهارسيا التي تدخل الجسم أثناء السباحة في المياه الملوثة وتؤدي إلى خروج دم مع البول .

#### ٥. الفشل الكلوي (Kidney Failure)

وهو مرض يجعل الكلية غير قادرة على أداء وظيفتها في إزالة الفضلات من الدم . إن قصور كلية واحدة لا يعرض الحياة للخطر لكن الأمراض الكلوية غالباً ما تصيب الكليتين معاً مما يستدعي عملية جراحية لزراعة كلية أو تركيب كلية اصطناعية .

#### زراعة الكلية (Kidney Transplant)

الزراعة الكلوية هي العلاج الحاسم لقصور كلا الكليتين وهذه العملية هي الأنجح بين جميع عمليات زراعة الأعضاء .

وتجرى عادة باستخدام كلية منحوحة من شخص صحيح الجسم تعمل كلياته بحيوية ونشاط وليس هناك خطورة على من يتبرع بكليته ، لأن كلية واحدة سليمة تكفي لتؤدي عملها في جسم الإنسان .

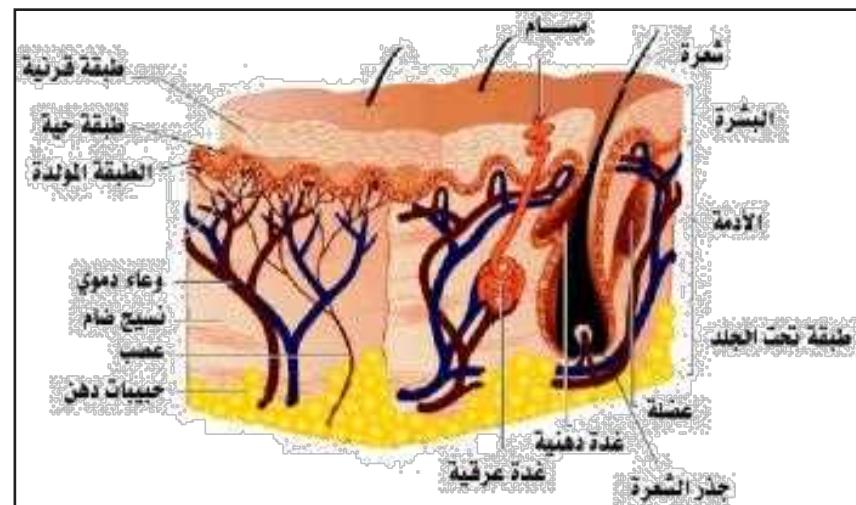
## ب/ الجلد (The skin)

يشكّل الجلد حدود الجسم وغطاءه الخارجي الواقي فهو غطاء متين من يحفظ ويغطي بقية أجهزة الجسم الأخرى ، ولهذا يعتبر خط الدفاع الأول في الجسم . يختلف سمك الجلد حسب العمر والجنس والنوع ومنطقة الجسم .

فعلى سبيل المثال نجد جلد منطقة الظهر أكثر سماكةً من جلد البطن وهكذا .

### تركيب الجلد :

يبين (الشكل ٤-٤) أن الجلد يتتألف من طبقتين أساسيتين هما : طبقة خارجية (سطحية) تسمى البشرة وأخرى داخلية تسمى الأدمة .



(الشكل ٤-٤) تركيب الجلد

١. البشرة (Epiderms) : وهي الطبقة العليا من الجلد وهي تتتألف من عدة طبقات من الخلايا ، طبقة عليا وطبقة وسطي وثالثة سفلی .

١. الطبقة العليا (الطبقة القرنية) : عبارة عن خلايا مفلطحة قرنية ميتة تنسلخ من الجسم من حين لآخر على شكل قشور أثناء عملية الفسول والاحتكاك، وقد تكونت هذه الطبقة نتيجة لانقسام خلايا الطبقات العميقة ذات الخلايا

العمادية أو المكعبية والتي تكون خلايا الطبقة الوسطى .

٢. الطبقة الوسطى (الطبقة الحية) : تلي الطبقة القرنية وتتكون من خلايا حية لها القابلية على الانقسام وتوليد خلايا جديدة وعندما تموت تحول إلى قشور أو خلايا قرنية تعوض وتتجدد ما يتمزق من خلايا البشرة .

٣. الطبقة الداخلية أو السفلي (الطبقة المولدة) : تتكون من صف واحد من خلايا طلائية وتميز باحتواها على خلايا تحتوي على حبيبات وصبغات ملونة تكسب الجلد اللون المميز له وأهم هذه الصبغات الميلانين (Melanin) ويختلف مقدار هذه الصبغة تبعاً للشعوب (الوراثة) . بشرة الجلد لا تحتوي على أوعية دموية ولهذا لا ينزل الدم إذا تعرض الجلد لخدوش أو جروح غير عميقة وتتغذى خلايا البشرة بواسطة الانتشار الغذائي من منطقة الأدمة .

٤. الأدمة (Dermis) : طبقة سميكة تقع أسفل طبقات البشرة وتتكون من نسيج ضام يحتوي على عدد كبير من الشعيرات الدموية ونهايات الأعصاب التي تجتمع في شكل حلمات وهي تمثل أداة الحس . وتقع تحت الأدمة طبقة من نسيج تحت جلدي يتكون معظمها من الدهن ، ويختلف سمكه من منطقة لأخرى في الجسم ، ومن إنسان لأخر .

### **مشتقات الجلد :**

هناك أعضاء أو مشتقات تابعة للجلد وهي :

#### **A/ الغدد العرقية**

وهي من صميم تركيب الجلد . وهي عبارة عن قنوات طويلة تنتهي بجسم أنبوبى كثير الالتواء تحيط بها شعيرات دموية كثيرة ووظيفتها فصل العرق من الدم وتصبه في قناة تمتد خلال الأدمة حتى تصل البشرة الخارجية حيث تفتح إلى الخارج (مسامات) .

تساعد هذه العملية في ترطيب الجسم وتعديل درجة حرارته عن طريق التبخر وحفظ درجة حرارة الجسم في معدلها الطبيعي .

العرق عبارة عن محلول مائي (٩٩٪) والباقي مواد صلبة معدنية ذاتية أهمها، كلوريد الصوديوم والبوليما .

## **مكونات العرق :**

يبين الجدول التالي التركيب العام للعرق مقارنة بلازم الدم في جسم الإنسان .

الجدول (٤-١) يوضح التركيب العام للعرق مقارنة بتركيب بلازما الدم

المادة	تركيب العرق	تركيب بلازما الدم
	ملجم / ٣ سم	ملجم / ٣ سم ١٠٠
الصوديوم	١٨٥	٣٢٥
البوتاسيوم	١٥	١٥
الكالسيوم	٤	١٠
الماغنيسيوم	١	٣
الكلور	٣١٠	٣٧٠
نتروجين (يوريا)	٢٠	١٥
جلكوز	٢	١٠٠
بروتين	صفر	٧٤٠٠

## **ب/ الغدد الدهنية : (Sebaceous Glands)**

هي غدد عنقودية الشكل متفرعة لها قناة مائلة وتنتشر في كافة أنحاء الجلد عدا باطن الكف ووظيفتها أنها تفرز مادة دهنية تعمل على تلixin جلد الإنسان ومنعه من الجفاف كما تساعد على انتزاع الماء عن الجسم خاصة عند الحمام أو السباحة.

## **ج/ الشعر : (Hair)**

أحد مميزات الحيوانات الثدية ومنها الإنسان ويعطي سطح الجلد ، وكثافته تختلف حسب نوع الحيوان والجنس والوسط الذي تعيش فيه . والشعر

يشكل طبقة عازلة للجسم وبالتالي يساهم في بقاء درجة حرارة الجسم ثابتة . وتتركب الشعرة من خلايا قرنية مكونة من جذر وساق ، والجذر موجود في باطن الجلد (الأدمة) والجزء السفلي منه منتفح ويكون البصيلة الشعرية المحاطة بنهايات الأعصاب . والساق هو الجزء الظاهر من الشعرة . تحيط الشعرة غدة دهنية تعمل على لمعان وتلين الشعرة .

## د/ الأظافر : Nails

وهي أجزاء متقرنة من البشرة تنتهي جذورها بالأدمة ، وأهميتها أنها تحفظ السطح الظاهري من نهايات الأصابع . إذا لم يتم قص الأظافر من وقت لآخر فإنها تجمع الأوساخ التي تحوي الجراثيم الخطرة والتي قد تصيب المعدة فتسبب الأمراض .

## وظائف الجلد : (Skin Functions)

١. حفظ الأعضاء الداخلية من ظروف المحيط الخارجي .
٢. حفظ الحرارة وموازنتها .
٣. تشكيل مادة عازلة للحرارة عن طريق طبقات الشحوم المختزنة تحته .
٤. مساعدة الجهاز الكلوي في تنظيم التوازن المائي والمليحي للجسم من خلال عملية التعرق .
٥. القيام بعملية الإحساس اللمسي نظراً لانتشار نهايات الأعصاب .
٦. يعتبر الجلد مركزاً لبناء فيتامين D بتأثير أشعة الشمس فوق البنفسجية .

صحة الجلد : تستوجب الآتي :

١. تجنب مسببات الجروح أو الخدوش التي تصيبه .
٢. عدم التعرض لأشعة الشمس القوية لمدة طويلة .
٣. العناية بالغذاء الجيدة وتنوعها .
٤. نظافة الجسم حيث أن الأوساخ تراكم عليه وتغلق مساماته وتعيق عملية خروج العرق .
٥. مراجعة الطبيب عند الشعور بظهور بعض الأمراض الجلدية .

## **تدريب عام**

**أ/ عَرَفْ مَا يَأْتِي :**

**الإخراج - محفظة بومان - الطبقة الحبيبية - الغدة العرقية .**

**ب/ أَجْبَعْ عَنِ الْأَتِي :**

**١. ما اسم الوعاء الدموي الذي ينقل الدم إلى الكلية .**

**٢. ما الوظيفة التي يؤديها الشريان الصادر .**

**٣. كيف تتم عملية ترشيح البول .**

**٤. ما الوظيفة التي يقوم بها التواه هناى .**

**٥. كيف يمكننا المحافظة على الجلد والعنابة به .**

**٦. ما أهمية الإخراج للكائن الحي ؟**

**علل لما يأتى :**

**١. ترافق الشعرة غدة دهنيه .**

**٢. حقن المصابين بالبول السكري هرمون الأنسولين .**

**٣. يوصي المصابون بالحصوة الإقلال من تناول الطماطم في غذائهم .**

**٤. في الظروف الطبيعية لا تترشح جزيئات البروتينات عبر الشعيرات الدموية .**

**أكمل :**

**١. يتركب الجهاز البولي من الأعضاء التالية :**

..... ١ .....

..... ٢ .....

..... ٣ .....

**٢. .... هو عملية هدم وبناء الغذاء .**

**٣. تتتألف الكلية من طبقتين هما : ..... و .....**

**٤. الطبقة الحبيبية تتكون من خلايا .....**

**٥. البول الدموي مرض تسببه .....**

**٦. .... هي وحدة التركيب والوظيفة في الكلية .**

**هـ/ ضع دائرة حول الحرف الذي يشير إلى الإجابة الصحيحة :**

**١. التراكيب التالية تتم فيها إعادة الامتصاص عدا :**

محفظة بومان - التواء هنلي - الأنبوة القريبة - القناة الجامعية .

٢. يتربّك الجلد من طبقتي :

أ/ البشرة والنخاع . ب/ القشرة والأدمة. ج/ النخاع والقشرة . د/ البشرة والأدمة.

٣. الطبقة التي تحتوي على الخلايا الملونة في الجلد هي :

أ/ القرنية . ب/ الحبيبية . ج/ الأدمة . د/ الملبيجية .

و/ صبح الخطأ دون تغيير ما تحته خط فيما يلي :

١. المثانة عبارة عن كيس مكون من أنسجة عضلية إرادية .

٢. البول سائل أصفر له رائحة مميزة ويكون الماء حوالي %٨٠ منه .

٣. يشبه رشيق البول بلازما الدم في جميع مكوناته ما عدا خلوه من الفايتامينات.

ز/ وضح بالرسم كيف تتم عملية الإخراج في الامبيا .

صف عملية الإخراج في الجرادة .

أي العبارات الآتية صحيحة وأيها خطأ .

١. تمثل أنابيب ملبيجي وسيلة الإخراج في دودة الأرض .

٢. كلما كبر حجم الكائن وتعقد تركيبه ، زادت حاجته إلى جهاز إخراج متخصص .

٣. تتخلص الامبيا من الماء الزائد عن طريق فجوات منقبضة .

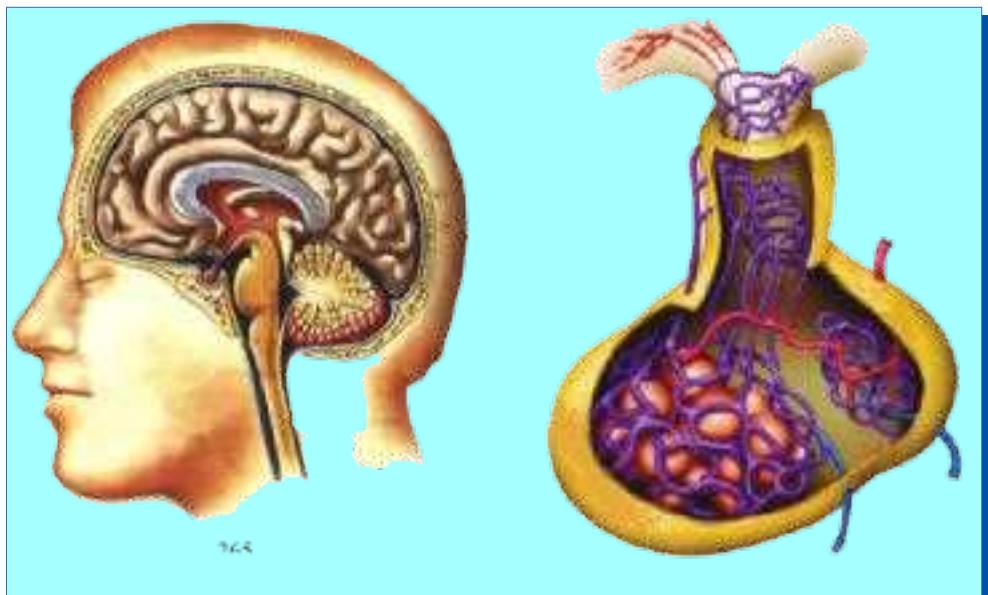
٤. توجد في النبات أجهزة خاصة للتخلص من الفضلات .

٥. وظيفة جهاز الإخراج هي التخلص من الماء الزائد فقط .

الوحدة الخامسة

# التنسيق في الكائنات الحية

Co-ordination in living organisms



## الوحدة الخامسة

# التنسيق في الكائنات الحية

أهداف دراسة التنسيق الهرموني في الكائنات الحية

يتوقع عزيزي الطالب بعد فراغك من دراست هذه الوحدة أن تكون قادرًا على أن :

١. تعرّف مفهوم كل من النمو والتمايز والتطور في النباتات.
٢. تعدد المجموعات الهرمونية الرئيسية النباتية الطبيعية.
٣. تشرح خصائص كل هرمون طبيعي ووظائفه الفيسيولوجية في النباتات.
٤. توضح التفاعلات بين المجموعات الهرمونية الرئيسية في التحكم الهرموني على العمليات الحيوية التي تحدث داخل جسم النبات وتنسيق النمو .
٥. تعرف الغدد الصماء.
٦. تعدد الغدد في جسم الانسان.
٧. تتعرف وظائف كل غدة من الغدد الصماء.
٨. تحديد آثار نقص كل هرمون على جسم الانسان وصحته.
٩. تتعرف بعض الامراض الناشئة عن نقص بعض الهرمونات.

## مقدمة :

النمو الطبيعي للكائنات الحية هو أحد مميزاتها ، وهو ظاهرة إحيائية معقدة التكوين وينتاج عن الانقسام المستمر للخلايا . تحدث كثير من التغيرات الطبيعية في أفراد المملكة النباتية وتجد أن النمو الخضري والتطور الجنسي يحدثان نتيجة لسلوك كل منها لعدة مراحل متتالية ، ولذلك تختلف التركيب الخارجية شكلياً وتباين التفاعلات الكيميائية داخلياً ، يتحكم في ذلك أولاً العوامل الوراثية وثانياً العوامل الإحيائية المسؤولة عن الهيكل البشري والتفاعلات الكيميائية، وكلاهما مسؤول عن تكوين البداءات وظهور الأعضاء واتمام وظائفها .

## Growth النمو

يعرف النمو بأنه الزيادة في وزن أو حجم أو كتلة الكائن الحي ، وينتج عن ذلك التباين في المظهر والشكل الخارجي للنبات ، قد يكون النمو محدوداً (Determinate) ويحدد ذلك وراثياً ، وقد يكون غير محدود (determinate) كما يحدث في الأنسجة الإنسانية والمرستيمات (، تنمو جميع النباتات في تتبع منتظم لمعدلات النمو .

## Differentiation التمايز

التمايز هو عندما تنقسم الخلايا وتنتسع في الحجم ثم تأخذ شكلًا ووظيفة معينة داخل جسم النبات ، تخصص الخلايا لتعمل في التوصيل (Conduction) والدعامة (Support) أو الإفراز (Secretion) والبناء الضوئي (Photosynthesis) وغيرها من الوظائف .

الشكل ( ١ - ٥ )

دورة الانقسام والتمايز والنمو في الخلية النباتية

## **أ- التنسيق الهرموني في النباتات Hormonal Co-ordination in Plants**

تتطلب النباتات نظام اتصال يمكن كل أجزاء النبات من الاستجابة المناسبة المتناسقة . ويكون نظام الاتصال من عدة مراسلين كيميائيين -Chemical Messengers (Target parts) . ت تكون داخل جسم النبات وتنقل مع محتويات اللحاء للأجزاء المستهدفة (Target parts) . أطلق مصطلح هرمونات على هذه المواد الكيميائية التي تنظم النمو وتحكم في العمليات الأخرى داخل جسم النبات .

### **مفهوم الهرمون The Hormone Concept**

حين بدأ العلماء في أواخر القرن التاسع عشر دراسة ظاهرة انتباه النباتات نحو الضوء (Phototropism) أو تحت تأثير الجاذبية الأرضية (Geotropism) وجد أنه بإزالة بضع مليمترات من قمة الساق أو الجذر فإن النبات يفقد الاستجابة للمؤثرات الخارجية وفسرت هذه الظاهرة بوجود مادة مجهولة في قمم النبات تنتشر منها لتؤثر على الأجزاء الأخرى . تم بعد ذلك استخلاص تلك المادة وأطلق عليها لفظ أوكسين (Auxin) .

أجريت التحاليل الكيميائية على هذه المادة وتوصل العلماء إلى تركيبها ووجد أنها مركب عضوي هو أندول حمض الخل (Indol acetic Acid) . ويرمز له بالرمز المختصر (I. A. A) أو (A. G. X) .

### **الهرمون النباتي Phytohormone**

هو مركب عضوي (مشجع) أو مثبط للنمو يوجد أساساً داخل أنسجة النبات أي يصنع داخل أنسجة النبات مثل أندول حمض الخل (A. G. X) .

يمكن تقسيم الهرمونات النباتية إلى عدة مجموعات حسب تأثيرها الفسيولوجي والطبيعة الكيميائية لها ، تشمل هذه الهرمونات المجموعات التالية:

١. الأوكسينات Auxins
٢. الجبرلينات Gibberellins
٣. السيتوكينينات Cytokinins

٤. مثبطات النمو وحمض الابسيسيك - **Growth inhibitors and Ab** - (scisic Acid) (ABA)
٥. غاز الأثيلين
٦. ثنائي وعديدات الأمين **Di- and polyamines**
٧. براسينو ستيرويادات **Brassinosteroids**
٨. الجاسمونات **Jasmonates**

## ١. الاوكسينات Auxins

هي مركبات عضوية مستحثة للنمو اكثراً شيئاً في النباتات اندول حامض الخلوي وتصنع طبيعياً القمم النامية في النبات وهناك بعض المركبات التي لا تكون عادة موجودة في أنسجة النبات ويتم تصنيعها في المختبر وتعمل نفس عمل الاوكسينات النباتية مثل نفاثلين حمض الخل (Naphthalene) أو حمض acetic acid (acetic acid) ويرمز له بالأحرف (ن.ح.خ أو NAA) أو فينوكسي حمض الخل ثنائي الكلور ويختصر بالأحرف (D، ف أو ٢،٤) للاسم (٤، ٢، ٤).

توجد الاوكسينات في النباتات الراقية في البراعم الخضرية والزهرية وفي القمة النامية للساق والجذر والأوراق النامية والبذور (الأجزاء المرستيمية). تنتقل الاوكسينات الطبيعية من قمة الساق أو البرعم إلى باقي أعضاء النبات أي إلى أسفل عن طريق أنسجة اللحاء (Phloem) وليس عن طريق الجاذبية الأرضية . كما توجد الاوكسينات في النباتات الدنيا مثل البكتيريا والفطريات .

تؤثر الاوكسينات على مراحل النمو المختلفة بتأثيرها على النشاط الحيوي في النمو تؤثر على اتساع الخلايا ، وفي النمو الخضر يكون التأثير على تكوين الجذور العرضية وعلى البراعم الابطية وأيضاً على انقسام الخلايا. وقد أثبتت البحوث الحديثة أن الاوكسينات الطبيعية تشارك في تنسيق عدد من النشاطات النباتية وأهمها ما يأتي :

## ١. تكوين الثمار Fruit Formation

عند تكوين البذور فإنها تفرز أوكسجين طبيعي في الأجزاء الزهرية المحيطة بها ومن ثم تحفز نمو الثمرة.

## ٢. استimulation of Seed Germination

يمكن الإسراع بعملية إنبات البذور عند إضافة بعض الهرمونات . إندول حمض الخل ينشط عملية الإنبات في بعض البذور الكامنة.

## ٣. نشأة الجذور العرضية Adventitious Roots Initiation

يحفز الأوكسجين تكوين الجذور العرضية في كثير من الأنواع النباتية وتنشأ الجذور العرضية في الساقان والأوراق بدلاً من أن تنشأ من المجموع الجذري الأصلي للنبات .

## ٤. السيادة القمية Apical Dominance

وهي تثبيط أو توقف نمو البراعم الجانبية التي تنتشر على الساق بنمو قمة الساق وتحدث من انتقال الأوكسجين الذي ينتجه النسيج الإنسائي القمي بتركيز عالٍ إلى أسفل فيثبط نمو البراعم الجانبية.

إذا أزيل النسيج القمي الإنساني ووضع مكانه قطعة آجار محتوية على الأوكسجين عند قمة الجذع المقطوع فإن ذلك يحافظ على تثبيط البراعم الجانبية . أما إذا وضعت قطعة آجار خالية من الأوكسجين فلا يكون لها مثل هذا التأثير .

## ٥. التساقط (الانفصال) Abscission

الأوراق والثمار حديثة التكوين تنتج الأوكسجين فتبقي متصلة بالساق بقوة وعندما يتناقص إنتاج الأوكسجين بواسطة الورقة أو الثمرة فإن طبقة خاصة من الخلايا تتكون عند قاعدة عنق الورقة أو عنق الثمرة . هذه الطبقة تسمى طبقة الانفصال أو السقوط ( Abscission Layer ) وسرعان ما ينفصل

عنق الورقة أو الورقة أو الثمرة عند هذه النقطة فتسقط الورقة أو الثمرة على الأرض .

### الاوكسينات المصنعة : Synthetic Auxins

هي مركبات عضوية مستحبة للنمو لا تكون عادة موجودة في أنسجة النبات وتصنع في المختبرات وتعمل نفس عمل الاوكسينات الطبيعية ومن أمثلتها نفاثلين حمض الخل (NAA) وفينوکسي حمض الخل ثنائي الكلور (D<sub>2</sub>A<sub>4</sub>) وأندول حمض البيوتريك (IBA) حيث يستخدم الأول لتشجيع تكوين الجذور والثمار أما الآخران يستخدمان كمبيد للحشائش.

### ٢. الجبريلينات The Gibberellins

تشابه التأثيرات الفسيولوجية للجبريلينات مع الاوكسينات في بعض الحالات وتختلف عنها في حالات أخرى . إن الجبرلين والاوکسین من محفزات استطالة واتساع الخلايا ، ونمو الشمار العذرية ، وبناء الحمض النووي الريبيوزي (RNA) والبروتين ، ويعمل الجبرلين بصورة مضادة للأوكسين حيث أنه يبطئ عملية تكوين الجذور العرضية على العقل ، تحفز الجبريلينات استطالة الساق للنبات الكامل وكسر كمون البراعم والبذور وتحفيز النسيج الوسطي في الورقة .

### ٣- السيتوكينينات : Cytokinins

هي هرمونات محفزة لانقسام الخلايا، أيضاً تؤدي السيتوكينينات إلى ظهور تغيرات وتحولات شكلية واحداث بعض التفاعلات الكيميائية في أعضاء النبات المختلفة والتي يمكن تلخيصها كما يلي:

١. انقسام الخلية : وقد استفاد العلماء من هذا التأثير في مجال زراعة الأنسجة .

٢. السيتوكينينات لها دور في اتساع الخلية ، وفي التكون الشكلي (Morphogenesis) وكسر الكمون ، وتكوين البلاستيدات ، والتحكم في جنس الإزهار في

بعض النباتات وتكوين الشمار والبذور ، وتأخير الشيخوخة في الأوراق ، خلصت البحوث الحديثة إلى أن السيتوكينيات تقلل فعالية السيادة الكنمية .

#### ٤- حمض الابسيسيك : Abscisic Acid

لحمض الابسيسيك عديد من الأدوار الفيسيولوجية المهمة في حياة النبات وأمثلة ذلك تجدها في الآتي : كمون البراعم والبذور ، سقوط أعضاء النبات .

#### ٥- الأثيلين : Ethylene

الأثيلين هرمون نباتي يوجد في درجة حرارة الغرفة العاديّة بصورة غازية وهو هرمون غازي . يؤثر الأثيلين على كثير من العمليات الفيسيولوجية داخل جسم النبات ، أمثلة تلك الآثار تجدها في الآتي : نضج الشمار ، ونمو الجذور ، ونمو الأوراق ، وتكوين الجذور العرضية ، تكوين مخطاف الرويشة وفي التعبير الجنسي للإزهار ، ويحفز إنبات البذور والذرنات والابصال الكامنة ويساعد في تضخم الخلايا وتكوين الكأس .

## (ب) التنسيق الهرموني في الحيوانات :

### تعريف الغدة الصماء : The Endocrine Gland

الغدة الصماء غدة عديمة القناة Ductless gland حيث يسرى إفرازها في الدم ليؤثر على الأنسجة المختلفة حسب طبيعة الإفراز . تفرز الغدد الصماء الهرمونات وهي مواد كيميائية فعالة وقوية التأثير تصنع من مواد تستمد من الدم وتنتقل بواسطة الدم وتحكم في جميع نشاطات الجسم . فهي عبارة عن المواد المسيطرة الحقيقية على كافة الوظائف البيولوجية في الجسم .

جهاز الغدد الصماء في جسم الإنسان : The Endocrine System

أهم الغدد الصماء الموجودة في جسم الإنسان هي : الشكل (١-٥)

١- الغدد النخامية : Pituitary Gland

٢- الغدد تحت سرير (مهاد) المخ : Hypothallmus

٣- الجسم الصنوبri : Pineal Gland

٤- الغدة الدرقية : Thyroid Gland

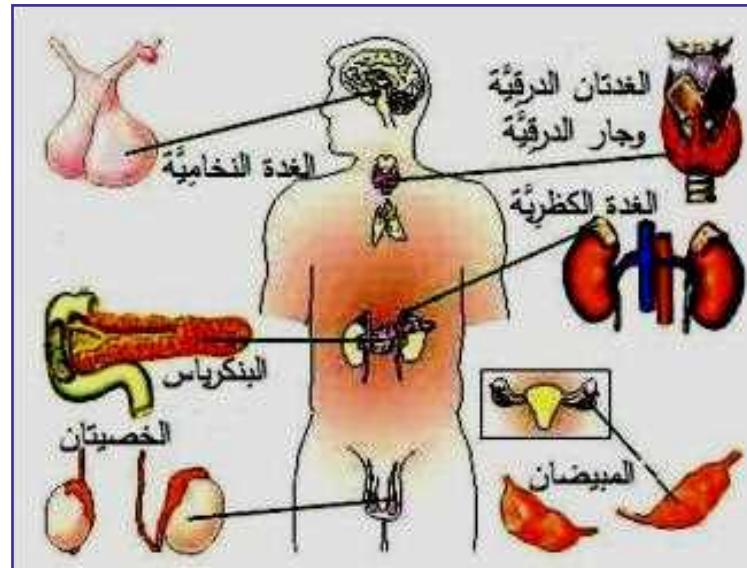
٥- الغدة جار الدرقية : Para thyroid Gland

٦- الغدة الثيموسية : Thymus Gland

٧- الغدة الكظرية (جار الكلوية) : Adrenal Gland

٨- البنكرياس : Pancreas

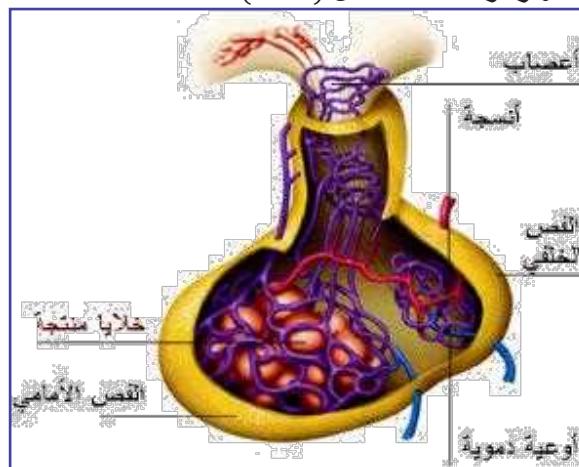
٩- خلايا المناسل التي تفرز الهرمونات : Secretory glands Gonads



(شكل ١-٥) الغدد الصماء

### أولاً : الغدة النخامية :

غدة صغيرة توجد في قاع الجمجمة أسفل المخ . وهي أهم غدة في الجسم على الإطلاق . تتكون الغدة النخامية من فصين فص أمامي وفص خلفي يفرزان عدداً من الهرمونات . الشكل (٢-٥)



(شكل ٢-٥) الغدة النخامية

### **أ- الفص الأمامي : Anterior Lobe**

وهو أكبر من الفص الخلفي ويفرز الهرمونات الآتية :

#### **١- هرمون النمو : Somatotropic hormone**

عبارة عن مجموعة هرمونات للنمو تشتراك مع غيرها من الهرمونات المرتبطة بالتمثيل الغذائي العام في سرعة تنشيط انقسام الخلايا ، ونمو الجسم وبنائه وتنظيم نمو العظام .

**٢- هرمون القونادوتروبيك : Gonadotropic** يتحكم في نمو الأعضاء الجنسية وأفرازاتها الهرمونية ، وهو مع بعض هرمونات الجنس الآخر يسبب كل التغيرات التي تحدث للإنسان في فترة الانتقال من مرحلة الطفولة إلى مرحلة البلوغ .

**٣- الهرمون المنشط لقشرة الغدة الكظرية : الأدريينوكورتيكتروبيك (Adreno – Cortico – Tropic hormone)**

ينبه قشرة الغدة الكظرية لتفرز بعض الهرمونات والدهون والبروتينات وتعمل على المحافظة على توازن الماء والأملاح في الجسم .

#### **٤- هرمون البرولاكتين : Prolactin**

يساعد على إفراز اللبن من أثداء المرأة عند الولادة ، ويساعد على عمليات التمثيل الغذائي، وتمثيل البروتينات وتكونيتها ، وينشط الغدة الدرقية والجار درقية.

**٥- الهرمون المنشط لأصباغ الميلانين Melanocytostimulating Hormone ( MSH )**

**٦- الهرمون المنشط للغدة الدرقية :**  
**(Thyroid Stimulating Hormone (T S H)** يؤثر على الغدة الدرقية لكي تفرز هرمون الشيروكسين .

## **ب - الفص الخلفي : Posterior Lobe** الشكل (٢-٥)

وهو أصغر من الفص الأمامي ويفرز الهرمونات الآتية :

### **١- هرمون البترسين Pitressin ويقوم بالتالي :**

- يساعد على تنظيم كمية الماء في الدم .
- تنظيم ضغط الدم .

### **٢- هرمون البيتوسين Pitocin :**

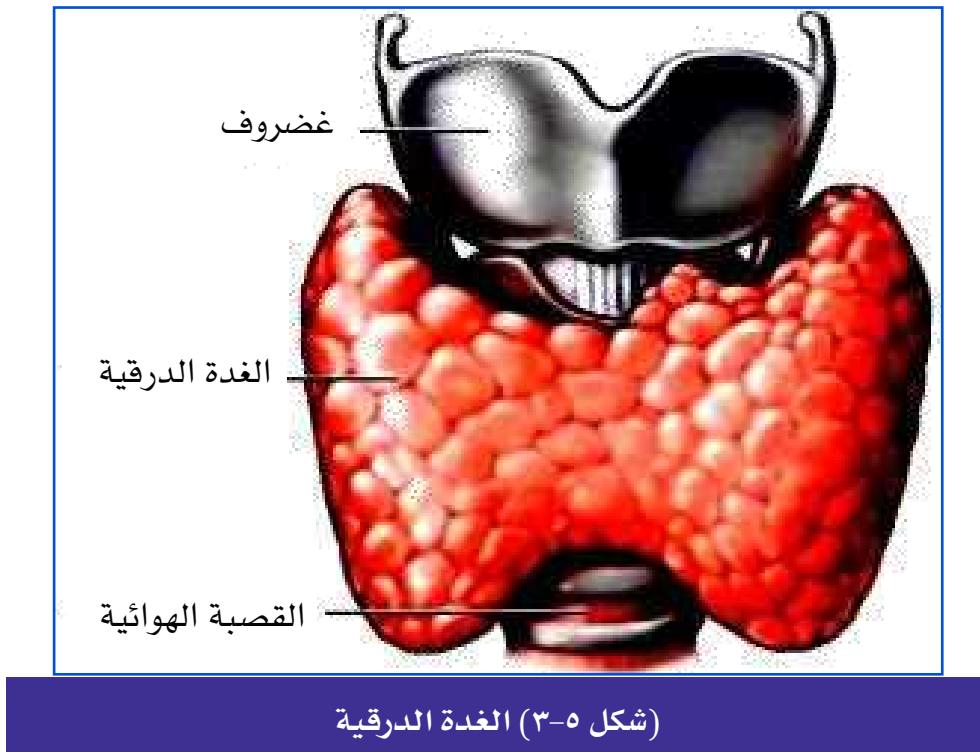
يثير العضلات غير الإرادية ، فهو منبه للغشاء المخاطي المبطن للرحم والأمعاء ، والمثانة ويعتقد أن تأثيره ينصب أساساً على العضلات وليس على الأعصاب .

## **ثانياً : الجسم الصنوبرى Pineal body :**

وهو بروز أعلى المخ يفرز أثناء الظلام كمية كبيرة من هرمون ميلاتونين الذي يؤثر عبر المخ والغدة النخامية في نشاط الحيوان والإنسان الموسمي (ينعش الإنسان ليلاً) .

## **ثالثاً: الغدة الدرقية Thyroid gland :**

عضو يتكون من فصين يقعان على جنبي الحنجرة يصلهما جزء صغير مستعرض يمر من فوق الحنجرة الشكل (٣-٥) ويمكن تشبیهها بشکل الفراشة وهي فاردة جناحيها .



(شكل ٣-٥) الغدة الدرقية

#### **رابعاً : الغدد جارات الدرقية Parathyroid gland**

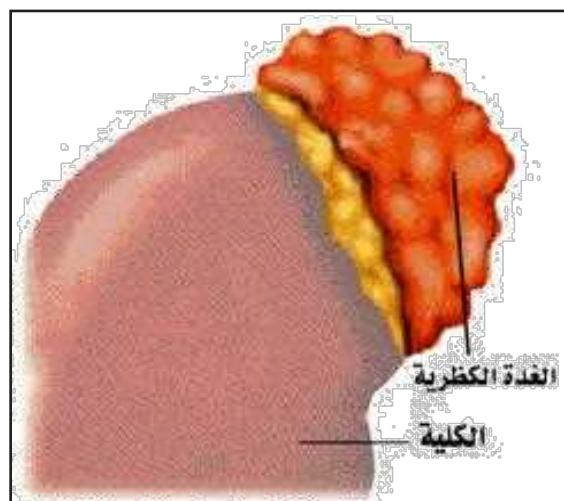
أربعة (أجزاء) غدد صغيرة الحجم بيضاوية توجد على السطح الظاهري للغدة الدرقية . اثنان في كل فص (موقعها غير ظاهر) .

تفرز الغدد جارات الدرقية هرمون باراثورمون **Parathormone** الذي يتحكم في تمثيل أملاح الكالسيوم في الجسم ويحافظ على مستواها في الدم ويساعد في نمو العظام والنشاط العصبي .

تفرز الغدة الدرقية هرمون الثيروكسين **Thyroxin** الذي يدخل اليود في تركيبه ، ولذلك يعتبر وجود عنصر اليود في الغذاء أمر بالغ الأهمية، ويؤثر الثيروكسين سلباً وإيجاباً على الجسم ، فهو يساعد في نمو الجسم وأكسدة الغذاء لتحرير الطاقة المخزونة فيه . (التحكم في معدل التمثيل الغذائي الحيوي للجسم **Metabolism**) .

## خامساً : الغدة الكظرية : Adrenal Gland

غدتان تقع كل واحدة منها فوق كلية وتتكون الغدة من منطقتين منطقة مركبة تسمى النخاع وتفرز هرمون الادرنالين Adrenalin ومنطقة خارجية تسمى القشرة وتفرز هرمون الكورتيزون Cortisone الشكل (٤ - ٥)



الشكل (٤ - ٥) الغدة الكظرية

## وظائف هرمون الكورتيزون :

يعمل هذا الهرمون على :

- ١- تمثيل الكاربوهيدراتات في الجسم .
- ٢- نمو الأنسجة الضامنة في الجسم .
- ٣- منع الالتهابات المفصالية .
- ٤- تنظيم كمية الماء في الجسم .
- ٥- وتنظيم نسبة أملاح الكالسيوم والصوديوم في الجسم .

أما زيادة هرمون الكورتيزون فتسبب انتفاخ المفاصل وضغط العظام على النسيج الضام الموجود بين المفاصل الأمر الذي يحدث آلاماً شديدة.

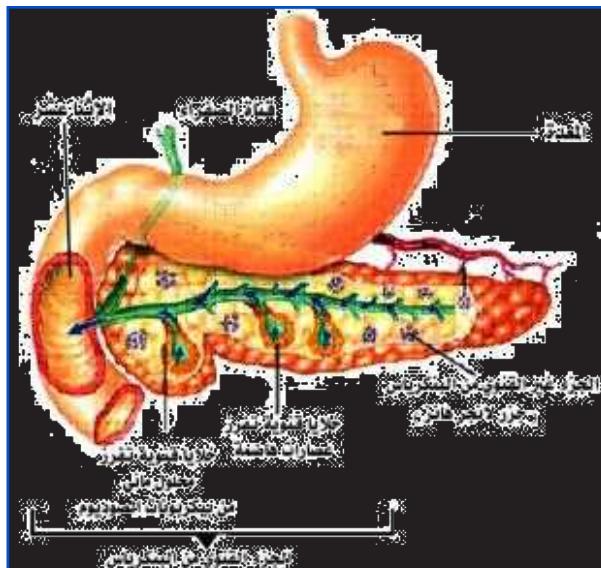
## وظائف هرمون الأدرينالين :

يسمى هرمون الطوارئ وله تأثير على الجسم إذ أنه يقوم بالاتي :

- ١- يتسبب في زيادة نبضات القلب وبالتالي زيادة معدل احتراق الغذاء.
- ٢- إطلاق الجلايكوجين المخزن في الكبد وتحويله إلى جلوكوز وارتفاع ضغط الدم .
- ٣- يقلل كمية الدم التي تغذي الأمعاء ويزيد كمية الدم في العضلات .
- ٤- يساعد في الإسراع بتجلط الدم .

نقص هرمون الأدرينالين يسبب عدم الاستعداد لمواجهة الطوارئ .

**سادساً : البنكرياس : Pancreas الشكل (٥-٥)**



الشكل (٥-٥) غدة البنكرياس

البنكرياس غدة صماء كما أنها ذات إفراز هضمي (افرازات العصارة البنكرياسية الهضمية) . وتقع البنكرياس تحت المعدة بين فرعى قوس الاثني عشرة وتفرز هرمون الانسولين Insulin من خلايا خاصة تسمى جزر لانجرهانس تنتشر بين الخلايا المفرزة للعصارات الهضمية . يرتبط البنكرياس بتنظيم مستوى سكريات الدم وأهمها سكر الجلوكوز .

### **وظائف هرمون الأنسولين في الجسم :**

- ١- يحافظ على مستوى السكر في الدم.
- النقص في هرمون الأنسولين يسبب بعض الأعراض مثل:
- مرض البول السكري (السكري) .

### **مرض السكر : Diabetes mellitus**

ويسمى مرض البول السكري ، ومن أعراضه ارتفاع مستوى السكر في الدم ارتفاعاً كبيراً فقد يرتفع إلى ثلاثة أضعاف مستوى العادي حتى أنه يخرج مع البول . ولا يستطيع ضحايا هذا المرض مواكبة زيادة الجلوكوز في الدم بتحويله إلى جلايكوجين أو دهون، وهو من الأمراض الوراثية ويمكن معرفته بفحص البول والدم. ويعالج بتناول حبوب أو حقن الأنسولين يومياً.

الزيادة في إفراز الأنسولين تسبب غيبوبة ( صدمة السكر ) وتحدث عادة عند حقن الجسم بجرعة كبيرة من الأنسولين، وفي هذه الحالة يجب تناول غذاء يحتوي على كمية كبيرة من السكر، مثل تناول كوب من العصير للتخلص من الفائض من الأنسولين.

### **سابعاً: خلايا المناسل الإفرازية :**

يقعان أسفل البطن وينتجان الامشاج (البويضات والحيوانات المنوية) ويجانب ذلك تعمل بعض خلاياهما كعدد صماء تفرز بعض الهرمونات فالمبيضان يفرزان هرمونات الاستروجين والبروجسترون والريلاكسين . والخصيتان تفرزان هرمونات الاندورجين والتستوستيرون .

### **التقويم :**

١- عرف

أ/ النمو

ب/ التمايز

ج / التكشـف

٢- بالرسم وضح دورة الانقسام النمو التمايز في الخلية النباتية .

٣- عرف :

أ/ الهرمون النباتي    ب/ الاوكسجينات    ج/ السيتوكينيات

٤- أذكر فقط (٤) من الهرمونات النباتية .

٥- أذكر فقط (٢) من الاوكسجينات .

٦- أذكر فقط الأنشطة النباتية التي تشارك فيها الاوكسجينات .

٧- قارن بين الجيرلينات والاوكسجينات .

٨- ما التغييرات الشكلية والتفاعلات التي تحدثها السيتوكينيات في أعضاء النبات المختلفة .

٩- ما أدوار حمض الأبسيساك في حياة النبات .

١٠- عرف :

أ- الغدة الصماء    ب- الهرمون الحيواني

١١- عدد الغدد الصماء في جسم الإنسان .

١٢- وضح مكان كل من الغدد التالية :

أ/ النخامية    ب/ الدرقية    ج/ الكظرية

١٣- أذكر أسماء الهرمونات التي تفرزها الغدد التالية :

أ/ الدرقية    ب/ الجار درقية    ج/ البنكرياس

١٤- ما وظيفة كل من الهرمونات التالية :

أ/ هرمون النمو ب/ هرمون البترسين ج/ الأنسلين د/ الثيروكسين

هـ/ البارا ثورمون

١٥- ما آثار نقص إفراز الهرمونات التالية :

أ/ هرمون النمو ب/ الثيروكسين ج/ الكورتيزون د/ الأدريناлиـن

# الجهاز العصبي

## Nervous System

**أهداف دراسة الجهاز العصبي :**

عزيزي الدارس بعد فراغك من هذا الدرس يجب أن تكون قادراً على أن:

١. تعرف مفهوم الإحساس .
٢. تعرف تركيب الجهاز العصبي في الإنسان .
٣. تعرف تركيب الخلية العصبية وأنواعها .

# الجهاز العصبي

## Nervous System

### الإحساس : Responsiveness

من صفات الكائنات الحية إحساسها بالمؤثرات الخارجية وتجابها معها . ولنست هذه الصفة وقفاً على الإنسان وغيره من الكائنات الراقية بل تتميز بها جميع الأحياء حتى الحيوانات الأولية والنباتات الأولية فحيوان الأميبا أو البراميسيوم الذي يتكون جسمه من خلية واحدة يحس بالحرارة ويبعد عنها وبالحموضة فينكمش . والنباتات تحس بالضوء وتتجه نحوه لكي تتمكن من امتصاص الطاقة الضوئية الضرورية لصنع الغذاء .

وعليه فإن الإحساس صفة ملزمة للكائنات الحية لذا يعرف كالتالي : (الإحساس أن يشعر الكائن الحي بالمنبهات والمؤثرات الخارجية والداخلية فيستجيب لها أو يرد عليها) . ويسمى الإحساس بالحساسية أو الانفعالية - Irritability . والإحساس هو أهم ما يميز الكائن الحي عن الكائن غير الحي . والحيوان أكثر احساساً من النبات بفضل جهازه العصبي والعضلي . إذ ينقل الجهاز العصبي الإحساس بالمؤثرات ، فيستجيب لها الجهاز العضلي أو يرد عليها بالحركة . (للحيوان أعضاء حس خاصة كالعينين والأذنين والأنف واللسان والجلد لتسلم المنبهات) هنالك عدة منبهات Stimuli أو عوامل تقع على الكائن الحي من البيئة فيستجيب لها أي ينفعل بها ويوصف بأنه حساس فمثلاً : إذا حاول أحد مس يدك بسلك ساخن فانك تسحب يدك بسرعة لكي تتجنب الحرارة التي تؤديك . فالحرارة منبه Stimulus وسحب يدك استجابة Response . وقد يكون المنبه داخلي كالجوع والعطش والخوف . وقد يكون المنبه خارجي كالحرارة والصوت وقد تكون المنبهات طبيعية مثل الضوء والحرارة والصوت والضغط والرطوبة ، وقد تكون المنبهات كيميائية مثل وجود غاز أو مادة متطايرة في الهواء كالعطور ، وقد تكون المنبهات نفسية

كالخوف والجوع والعطش ، لذا بالإحساس يصبح الحيوان مدركًا لوجوده ولَا يحيط به.

### الكتويون :

١- عرف الإحساس .

٢- أذكر مثلاً واحداً لكل مما يلي :

- أ/ منبه داخلي    ب/ منبه خارجي
- ج/ منبه طبيعي    د/ منبه كيميائي    ه/ منبه نفسي

## **تركيب الجهاز العصبي في الإنسان :**

**(Nervous System in Human (Homo sapiens**

**يتكون الجهاز العصبي في الإنسان من الأقسام التالية**

**أ- الجهاز العصبي المركزي : Central Nervous System** ويشمل:

**١- المخ / ٢- الحبل الشوكي Spinal Cord**

**ب/ الجهاز العصبي الطرفي Peripheral Nervous System**

**ج/ الجهاز العصبي غير الإرادي : Autonomic Nervous System**

وينقسم إلى قسمين هما :-

**١- العصبي غير الإرادي السمبتاوي : Sympathetic ينشط حركة الأعضاء.**

**١- العصبي غير الإرادي نظير السمبتاوي : Parasympathetic يبطئ من حركة الأعضاء .**

### **المخ في الإنسان :**

يوجد في علبة الجمجمة العظمية التي تضفي عليه الوقاية والحماية

ومما يدعم حماية المخ تغليفه بثلاثة أغشية داخل الجمجمة تسمى الأغشية

السحائية الشكل وهي الألم الجافية والعنكبوتية والألم الحنون التي تلتتصق

مباشرة بالمخ وينتشر فيها عدد كبير جداً من الأوعية الدموية التي تغذي المخ .

والمخ أنبوبة مجوفة تتكون من ثلاثة أجزاء هي المخ الأمامي والمخ الأوسط

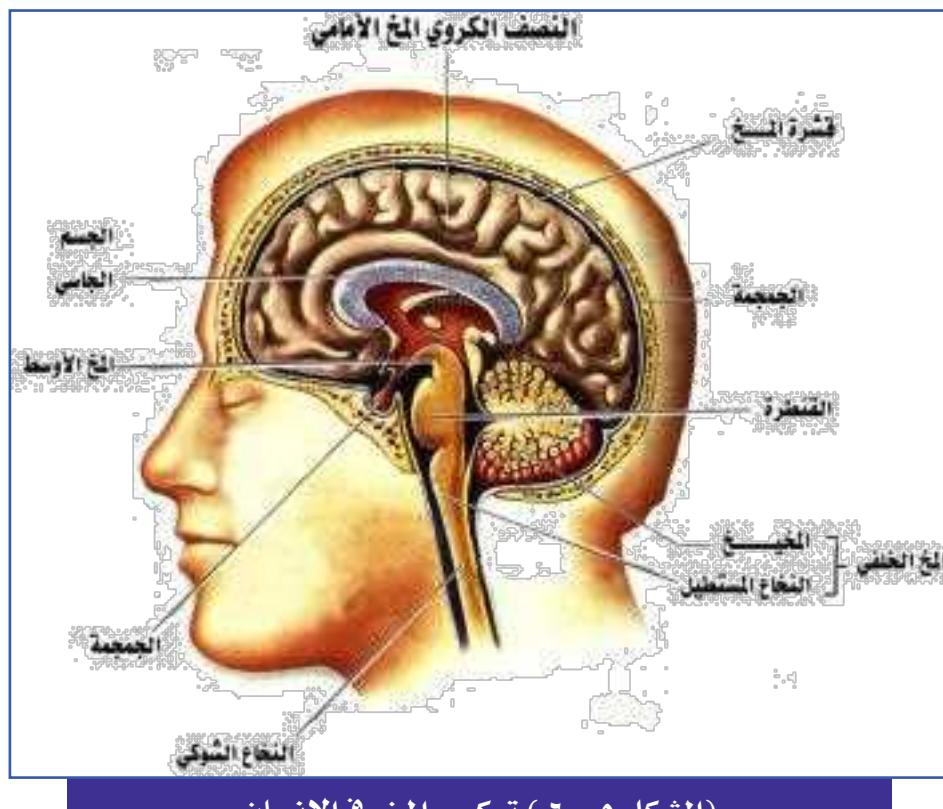
والمخ الخلفي . (الشكل ٥ - ٦ )

### **١/ المخ الأمامي : (النصفان الكروييان)**

النصفان الكروييان فصان متساويان تقريباً في الحجم ويفصلهما جزئياً

شق عميق ، وتكثر في سطحيهما الثنيات والتلافيف والتعاريف ، وكلما كثرت زاد

مستوى الذكاء وقابلية التعلم .



(الشكل ٥ - ٦ ) تركيب المخ في الإنسان

## ٢/ المخ الأوسط :

أن المخ الأوسط في الإنسان صغير نسبياً وغير ظاهر ويكون من الفصين البصريين ولهمما علاقة بالبصر والسمع ويقوم المخ الأوسط ب الوظائف التالية:

- يربط النبضات العصبية بين المخ الأمامي والمخ الخلفي وبين المخ الأمامي والأعين .
- ويشارك في الحفاظ على التوازن .

## ٣/ المخ الخلفي :

ويتكون من المخيخ والنخاع المستطيل .

## **أ/ المخيخ :**

يتكون المخيخ من نصفين كرويين ملتفان بعمق ويقوم بالوظائف التالية:-

- حفظ توازن الجسم .

- توافق النشاط الحركي في الجسم (أهم وظيفة له) إذ يعمل على تنسيق وتنظيم حركة العضلات في الجسم .

## **ب/ النخاع المستطيل :**

يوجد النخاع المستطيل أسفل النصفين الكرويين والمخيخ ويكون في شكل مخروط مسحوب إلى أسفل . يصل النخاع المستطيل الأجزاء الأخرى للمخ بالحبل الشوكي ويقوم بالوظائف التالية :-

-يعتبر النخاع المستطيل مركزاً للحركات غير الإرادية فهو يحوي مراكز الأعصاب التي تسيطر على حركات التنفس والجهاز الهضمي والأعصاب المنظمة لدقائق القلب ونبض الشريانين والأوردة ، ويعمل على حفظ توازن درجة حرارة الجسم ، توصيل الدفعات العصبية ما بين النصفين الكرويين والنخاع الشوكي ، وينتج عن تلف النخاع المستطيل الموت الفوري .

## **الحبل الشوكي (النخاع الشوكي) :**

أنبوبية مجوفة أو حبل أبيض لامع يمتد من قاعدة المخ (النخاع المستطيل) وحتى نهاية العمود الفقري داخل القناة الشوكية التي تكونها فقرات العمود وتحيط به أغشية المخ . وتحتوي القناة الشوكية على سائل يسمى السائل المخي الشوكي الذي يعمل على حفظ توازن الضغط في المخ والنخاع الشوكي ويقيهما من الصدمات ويتصل النخاع الشوكي بالمخ عن طريق فجوات تسمى البطينات . Ventricle

### **وظيفة النخاع الشوكي في التوافق العصبي :**

- يوصل الجهاز العصبي السطحي بالمخ أي ينقل التيارات العصبية من المخ إلى البدن والأطراف والعكس .
- يولد معظم الأفعال المنعكسة : (مركز تواافق صغير اذ يمكن للنبضات المنعكسة مثل السحب المنعكس أن يحدث خلال الفعل الوحيد للحبل الشوكي).

## **الجهاز العصبي الطرفي :**

يتكون من الأعصاب المخية والأعصاب الشوكية .

### **الأعصاب الشوكية :**

تخرج من الحبل الشوكي وتنفذ من ثقوب بين الفقرات ، ويخرج كل منها من النخاع الشوكي بطريقين ، طريق بطني وطريق ظاهري ويلتقي الطريقان فيتحدان ويكونا عصباً واحداً . وعدد الأعصاب الشوكية ٣١ زوجاً وتتميز إلى الآتي :

- ١- ٨ أزواج عنقية ، ١٢ زوجاً صدرية ، ٥ أزواج بطانية ، ٥ أزواج عجزية ، ٦ أزواج ذنبي

### **٢/ الأعصاب المخية :**

عددها ١٢ زوجاً وتخرج من المخ من خلال ثقوب الجمجمة وتتصل بأعضاء الحس وجلد الوجه وهي لا تختلف اختلافاً جوهرياً عن الأعصاب الشوكية إلا في موقعها من الجسم .

## **ج/ الجهاز العصبي غير الإرادي :-**

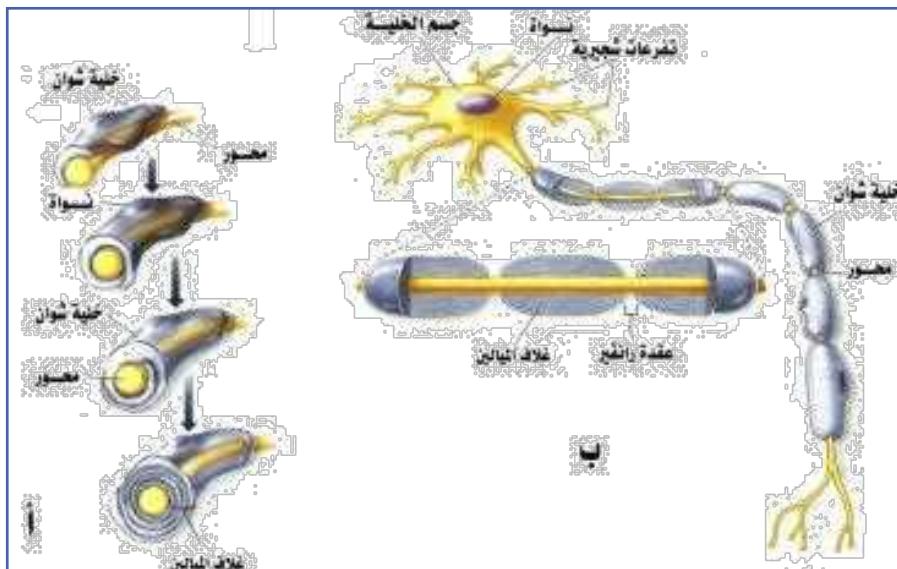
يختص بالافعال التي تحدث داخل الجسم دون أن يكون للإرادة فيها أي تدخل مثل تنظيم ضربات القلب وإفرازات الغدد اللعابية والغدد الصماء وينقسم الجهاز العصبي غير الإرادي إلى قسمين هما :

- ١- السمبتاوى : ينشط الجهاز السمبتاوى حركة الأعضاء . فعندما تشار الألياف العصبية السمبتاوية التي تتصل بالقلب فإن ضربات القلب تزداد وتضيق الأوعية الدموية في الجلد وتتمدد قرحية العين وتتسع .
- ٢- الباراسمبتاوى : يبطئ الجهاز الباراسمبتاوى من حركة الأعضاء فعند إثارة الألياف الباراسمبتاوية فإن القلب يبطئ من ضرباته ويحدث عكس الأفعال السابقة .

## **الخلية العصبية أو النيورون : Neuron**

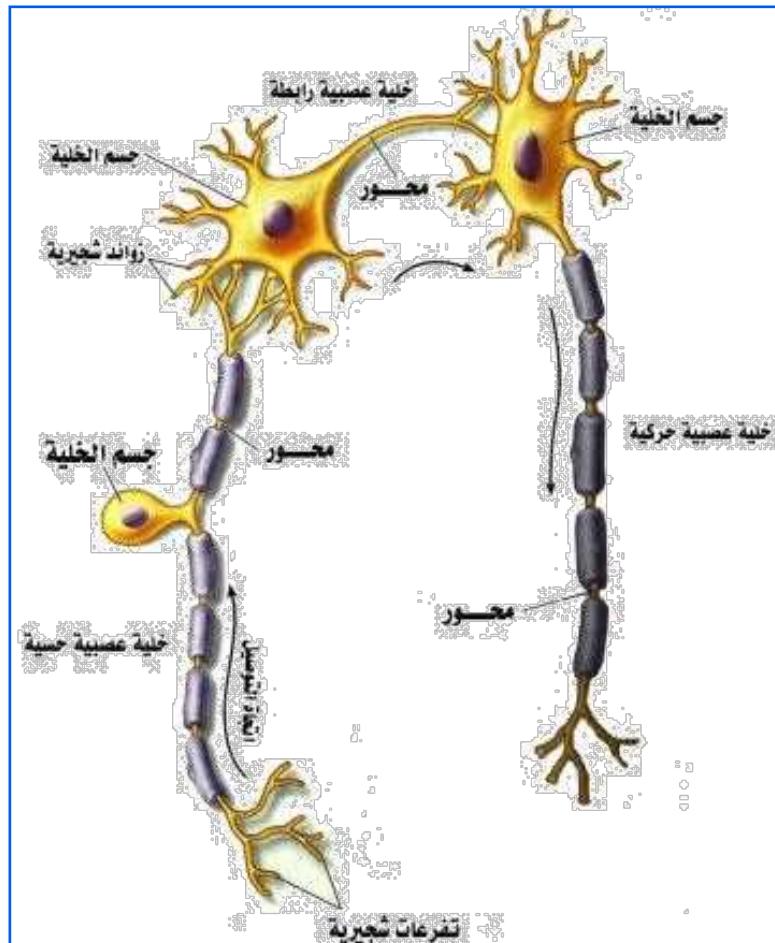
تتكون من جسم الخلية الذي يحتوى على نواة كبيرة وتتفرع منه زوائد بروتوبلازمية عديدة تسمى بالزوائد الشجرية وأحدى هذه الزوائد طويلة غير متفرعة وتنتهي بنهايات عصبية وتسمى المحور ويغلف المحور من الخارج

بِغَلَافِ دَهْنِي عَازِلِ الشَّكْلِ (٧ - ٥)



## الشكل (٧) تركيب الخلية العصبية

ولا تتصل الخلايا العصبية مع بعضها اتصالاً مباشراً وإنما تقترب زوائد الشجرية من بعضها البعض لتكون مسافات تسمى الساينابس والتي تنتقل خلالها الدفعات العصبية بوسائل كيميائية.



الشكل (٨-٥) أنواع الخلايا العصبية

وتوجد عادة ثلاثة أنواع من الخلايا العصبية حسية وحركية وخلايا اتصال الشكل (٨-٥) . فالخلايا العصبية الحسية **Afferent or sensory Neuron** هي التي تنقل الدفعات العصبية من أعضاء الحس إلى الجهاز العصبي المركزي .

وخلايا الاتصال العصبية **Association Neuron** تربط بين الخلايا الحسية والحركية وتوجد بداخل المخ والنخاع الشوكي .

أما الأعصاب Nerves فهي مجموعات من الألياف العصبية (المحاور) يغلفها غمد سميك أبيض اللون ويمكن تشبيهها بالأسلاك داخل الكيبل . وألياف الأعصاب المخية وكذلك ألياف الأعصاب الشوكية معزولة عن بعضها البعض بالغلاف الدهني .

### وتوجد ثلاثة أنواع من الأعصاب هي :-

١. الأعصاب الحسية : Sensory Nerves وهي التي تنقل أليافها الدفعات العصبية الحسية من أجزاء الجسم إلى النخاع الشوكي والمخ. مثل الأعصاب الشمية والبصرية .

٢. الأعصاب الحركية : Motor Nerves وهي التي تنقل أليافها الدفعات الحركية من المخ والنخاع الشوكي إلى العضلات مثل العضلات التي تحرك العين والغدد .

٣. الأعصاب المختلطة : Mixed Nerves وهي التي تنقل بعضها أليافها الدفعات العصبية الحسية والبعض الآخر ينقل الدفعات العصبية الحركية مثل الأعصاب الشوكية . وتتفرع الأعصاب عدة مرات حتى تصبح التفرعات النهائية دقيقة جداً تنتهي في خلايا الجسم بأجسام الأعصاب وهي أجسام مجهرية تسمى بالنهائيات الحساسة وهي تتآثر وتتنبه لأي تغير يحدث حولها وتنقل هذا التأثر في شكل إشارة أو رسالة إلى الليفة العصبية .

# أَعْضَاءُ الْاسْتِقْبَالِ الْحَسِيَّةِ

أَهْدَافُ دراسةِ أَعْضَاءِ الْاسْتِقْبَالِ الْحَسِيَّةِ

أَخِي الدَّارِسُ بَعْدَ دراستك لِهَذَا الدَّرْسِ يُجَبُ أَنْ تَكُونَ قَادِرًاً عَلَى أَنْ :

- ١- تمييز بين المستقبلات الخارجية والداخلية والذاتية .
- ٢- تعدد أعضاء الحس في الإنسان .
- ٣- تتعرف تركيب أعضاء الحس بالضوء (العين) .
- ٤- تتعرف كيفية الإبصار وتصحيح خطاء الإبصار .
- ٥- تتعرف تركيب أعضاء السمع (الأذن) وأآلية السمع والاتزان .
- ٦- تتعرف تركيب أعضاء التذوق والشم وأعضاء الحس الأخرى في الجلد .

### **أعضاء الاستقبال الحسية :-**

هي تلك الأعضاء التي تستقبل المؤثرات في بيئه الحيوان وتخطر الجهاز العصبي بذلك ليتخذ الموقف المناسب . ويمكن تصنيف أعضاء الحس إلى :-

١. المستقبلات الخارجية : **Exteroceptors** تستقبل المؤثرات من خارج جسم الحيوان .

٢. المستقبلات الداخلية : **Enterceptors** تستقبل المؤثرات من داخل الجسم مثل تلك التي تكشف التغيرات التي تحدث في تكوين الدم .

٣. المستقبلات الذاتية : **Proprioceptors** توجد في العضلات والأوتار وتساعد في تحديد وضع الجسم وفي معظم الأحيان لا تدخل أعمال هذه المستقبلات في دائرة وعيانا إلا أنها تكون قواعد بعض الاحساسات مثل الإحساس بالعطش والجوع .... الخ .

### **أعضاء الاستقبال الحسية الخارجية :**

توجد خمسة أعضاء استقبال حسية خارجية في الإنسان ولها أجزاء متخصصة في المؤثرات والحواس الخمس هي :

١- اللمس (الجلد سريع التأثير للمس) .

٢- الذوق (يحدث في خلايا معينة في اللسان) .

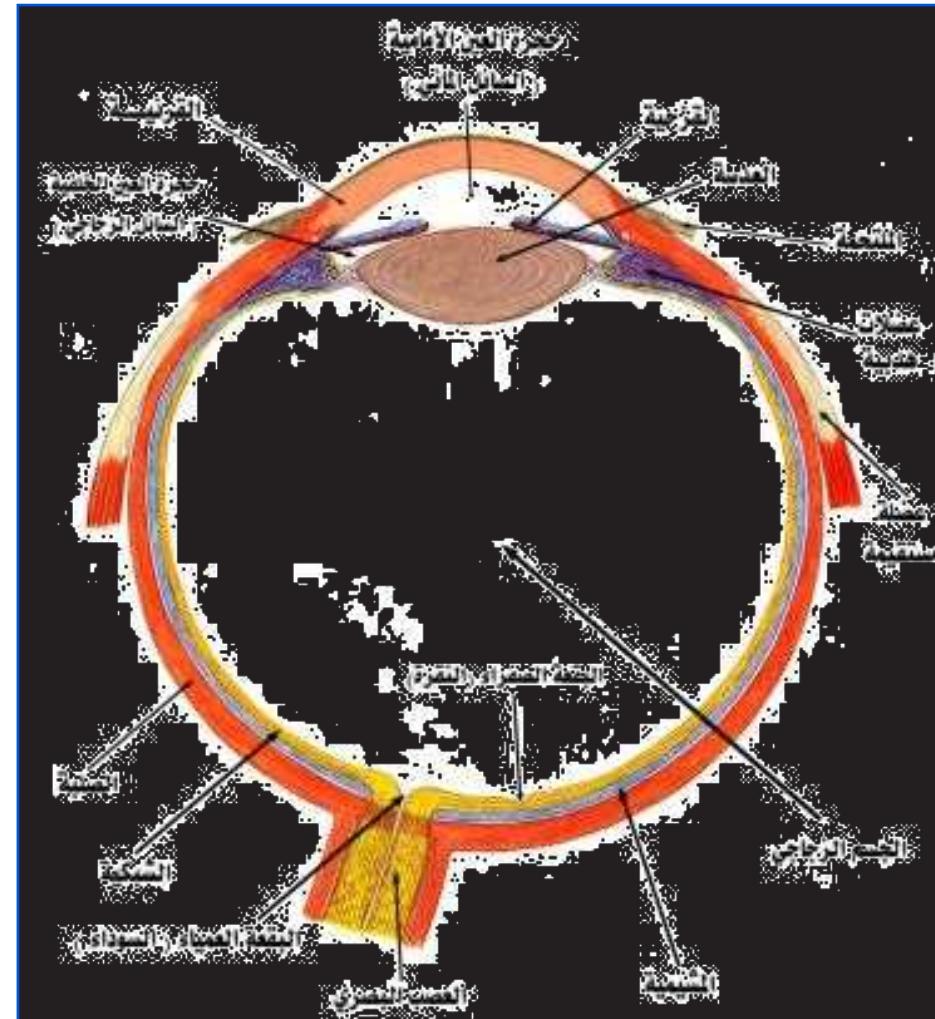
٣- الشم (أعضاء الشم توجد في داخل الأنف) .

٤- السمع (بواسطة الأذن) .

٥- البصر (بواسطة العين) .

٦- توجد أنواع من الاحسیس كالتى تحدثها الحرارة والبرد والعطش والجوع ليس لها أعضاء خاصة  
أعضاء الحس بالضوء

عين الإنسان : (تركيبها وأالية عمله ) الشكل (٩-٥)



الشكل (٥-٩) قطاع في العين

تسمى العين وهي عضو البصر وتوجد داخل تجويف متين بالجمجمة يسمى المحجر Orbit ، ويبدون هذا العظم (المحجر) فإن الملاكم يمكن أن يصاب بالعمى من جراء أي ضربة بسيطة من يد خصمه . تربط العين داخل تجويفها ست عضلات تحركها حركات إرادية في

الاتجاهات المختلفة .

يحيط بالعين جفنان متحركان (علوي وسفلي) يقيانها من جسيمات الغبار الدقيقة . ويبطنهما غشاء رقيق شفاف يسمى الملتحمة .

إذا حدث أن دخلت جسيمات غبار إلى العين فإن الملتحمة تلتهب وتحمر . ويوجد على حافة الجفنين شعر يسمى الرموش . كما توجد أعلى العين الحاجب وجميعها تعمل على وقاية العين من وهج الشمس وبريق النور . يفرز الغشاء الداخلي للجفن مادة زيتية

وتوحد بالزاوية الداخلية لكل عين الشكل غدة دقيقة دمعية تحت الجفن الأعلى تفرز الدموع وهي محلول ملحي ينظف العين ويفصلها من الآتيرية ، وتتجمع الدموع في قناة تخرج من الزاوية الداخلية للعين تسمى القناة الأنفية تسيل فيها الدموع الفائضة نحو الأنف .

تكاد العين أن تكون مستديرة إلا إنها في المقدمة تكون منخفضة قليلاً وبها ثقب في آخرها لدخول وخروج الأعصاب والأوعية الدموية .

### تركيب العين :

تشبه العين في تركيبها آلة التصوير (الكاميرا) فهي تتكون من الطبقات الآتية:-

#### ١- الصلبة :

وهي طبقة سميكة خارجية مكونة من نسيج أبيض ليفي وقائي من ألياف متينة تقي الأعضاء الداخلية .

#### ٢- القرنية :

وهي قوس محدب شفاف يمثل امتداد للصلبة إلى الأمام يسمح بمرور الضوء إلى داخل العين .

#### ٣- الملتحمة :

وهي غشاء وقائي شفاف يغطي القرنية لوقايتها .

#### ٤- المشيمية :

توجد داخل الصلبة وهي طبقة تتكون من خلايا بها مادة سوداء مما يجعل

باطن العين معتماً وهي غنية بالأوعية الدموية التي تغذي مقلة العين .

#### ٥- القرحية (القرصة - سواد العين)

وهو جزء من المشيمية في شكل قرص يمتد خلف القرنية ويتركب من عضلات دائيرية وشعاعية وينتشر في خلاياه حبيبات ملونة إما بنية أو زرقاء تكسب العينونها كالأزرق والعلسي .... الخ .

#### ٦- إنسان العين :

وهو ثقب ضيق في منتصف القرحية وهو عبارة عن قرص مستدير يتسع ويصغر نتيجة لانقباض وارتخاء مجموعة من العضلات تحدد كمية الضوء الداخل للعين .

#### ٧- العدسة البلورية :

جسم هلامي شفاف لين محدب يكون الرئيسيات . تقع العدسة خلف إنسان العين . والعدسة محدبة الوجهين وتكون من عدة طبقات تلتف حول العدسة عضلات دائيرية تسمى عضلات هدية . وعند انقباضها تزيد العدسة طولاً وتقل سمكاً فترى العين الأشياء القريبة وعند ارتفاع العضلات الهدبية تقل العدسة طولاً فترى العين الأشياء بعيدة.

#### ٨- الغرفة الامامية :

وهي عبارة عن التجويف الموجود بين القرنية والقرحية وهو مملوء بسائل يسمى السائل المائي .

#### ٩- الغرفة الخلفية :

وهي التجويف الموجود بين القرحية والعدسة ويمليها سائل هلامي جلاتيني ملحي يتجدد باستمرار يسمى السائل الزجاجي .

#### ١٠- الشبكية :

هي الطبقة الحساسة من العين التي تبطن المشيمية ما عدا الجزء الأمامي وتحتوي على خلايا حساسة للضوء . تقع على الشبكية الصور المرئية فتوصلها بواسطة العصب البصري optic nerves إلى المخ . وهي تحتوي على نوعين من الخلايا هما الخلايا القصبية والخلايا المخروطة .

## ١١- البقعة الصفراء :

نقطة توجد في الشبكية تتكون من خلايا مخروطية فقط وت تكون عندها أوضح الصور وتنشر فيها النهايات العصبية .

## ١٢- البقعة العميماء (السوداء) :

نقطة خالية من الخلايا الحسية والنهايات العصبية يبدأ عنها العصب البصري في التفرع والانتشار ولا يحدث الأبصار إذا وقعت عليها الصور أي لا تدرك صور المرئيات التي تتكون عليها ولهذا سميت بالنقطة السوداء (العميماء) .

وعند الإبصار تخرج من الجسم المرئي أشعة ضوئية تمر من خلال القرنية وإنسان العين إلى العدسة البلورية التي تكون صورة مقلوبة مصغرة على الشبكية، ثم ينقل العصب البصري الصورة المقلوبة إلى مركز الإبصار في النصفين الكرويين في المخ حيث يتم ادراك الصورة في شكلها وحجمها الطبيعي.

## تكييف العين :

عندما تدخل الأشعة الضوئية العين فإنها تنكسر عند سطح القرنية والعدسة البلورية وتتركز على الشبكية . وما كان للعدسة المحدبة بعد بؤري محدد فإن صورة الجسم لا تكون واضحة المعالم على الشبكية إلا عندما تكون على بعد محدد من العدسة ، وكلما ازداد تكور العدسة كلما قصرت المسافة بين الجسم المريء والعدسة . ويمكن تعديل البؤري لعدسة العين بتغيير تكورها وبذلك يمكن توضيح تفاصيل الصورة لاي جسم يقع على بعد ٢٥ سم أو أكثر إلى ما لا نهاية .

## حدة النظر - Acuity

ويعني بها كمية التفاصيل التي يمكن أن يراها الإنسان لجسم مريء ، وهي تعتمد على عدد من الخلايا المخروطية في مساحة محددة من الشبكية، فكلما زاد عددها كلما زادت كمية الدفعات العصبية إلى المخ واتضحت تفاصيل الصورة ، ومما يلفت النظر هنا أن الطيور ذات نظر أكثر حدة من نظر الإنسان ، فالصقر مثلاً يمكنه أن يرى وبوضوح تفاصيل دقيقة لجسم ما لا يستطيع

الإنسان رؤيتها إلا باستعمال منظار ذي عينين يكبر حجمها ثمان مرات .

### **إدراك الألوان :**

ينحصر إدراك الألوان في الثدييات وفي الإنسان وبقية رتبة الرئيسيات Primates مثل القرود ، أما حيوان ثدي مثل الثور فإنه لا يرى اللون الأحمر، وما نراه في حلبة المصارعة من هجومه على مصارع يحمل علمًا أحمرًا إنما هو استجابة لتموجات العلم .

معظم الأسماك والطيور تدرك الألوان وكذلك النحل والفراسات مع الاختلاف في مدى إدراكتها للألوان المختلفة فالنحل مثلاً يدرك لون الأشعة فوق البنفسجية التي يعجز عن إدراكتها الإنسان ، والخلايا المخروطية هي المسئولة عن رؤية الألوان في عيون الإنسان ، وبما أنها تحتاج إلى ضوء شديد لإثارتها فإن الألوان لا ترى في الأماكن المظلمة.

### **أمراض النظر :**

#### **أمراض النظر كثيرة وأهمها :**

##### **١- قصر النظر : Short Sight**

ينشأ قصر النظر عند إنهاك العين بواسطة العضلات وأسبابه عديدة منها صغر الكتابة المقروءة مما يؤدي إلى الضغط على العين فتصبح بيضاوية الشكل من الأمام إلى الخلف (عدم انتظام تكور العين) فت تكون الصورة أمام الشبكية وللعلاج تستخدم عدسة زجاجية مقعرة الوجهين (مفرقة) تفرق الأشعة قليلاً وتساعد على إبعاد الصورة عن العدسة وتقريبها إلى الشبكية .

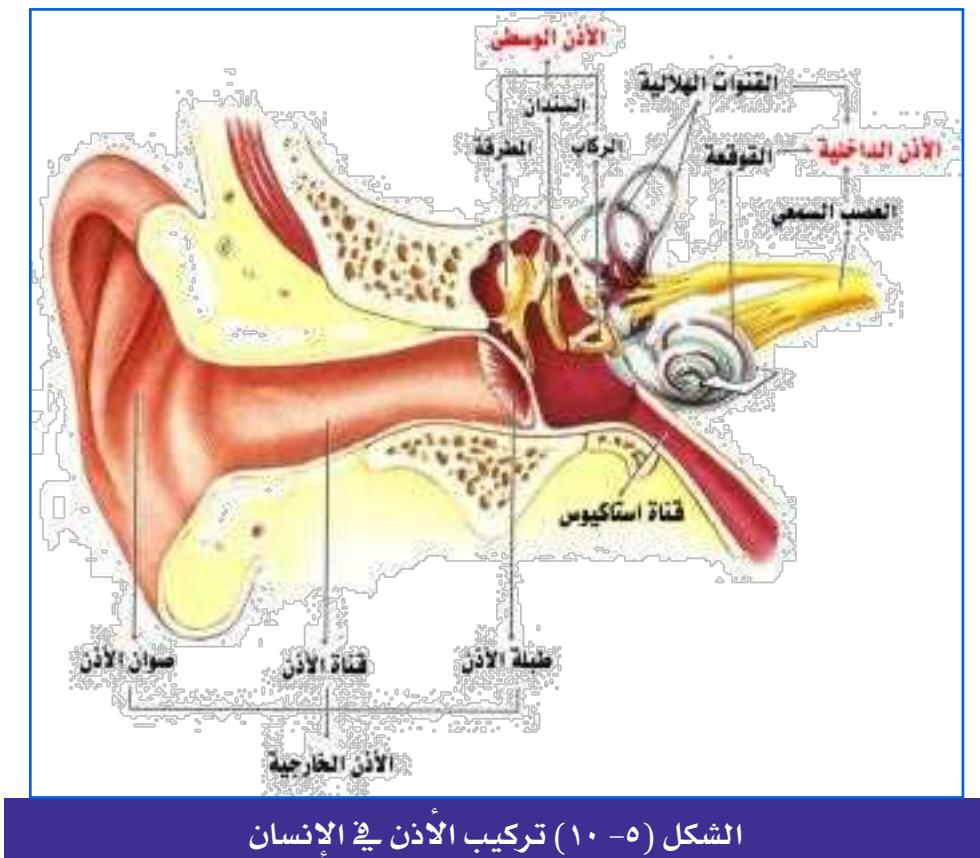
٢- طول النظر Long Sight وفيه تكون المسافة من الأمام إلى الخلف أي من العدسة إلى الشبكية قصيرة ولذا تقع الصورة خلف الشبكية وفي هذه الحالة ترى العين الأشياء بعيدة وتعجز عن تمييز الأشياء القريبة . وللعلاج تستخدم عدسة زجاجية محدبة من الجانبين (لامة) تجمع الأشعة وتكون الصورة على الشبكية .

## أَعْصَاءُ السَّمْعِ وَالْتَّوَازْنِ

تركيب أذن الإنسان كعضو سمع وتوازن وأ آلية عملها .

### تركيب أذن الإنسان :

الأذن هي عضو السمع وتنقسم في الإنسان من ثلاثة أجزاء هي الأذن الخارجية والأذن الوسطى والأذن الداخلية كما في الشكل(١٠-٥) وتشترك الأجزاء الثلاثة في عملية السمع أما عملية التوازن وحفظ وضع الجسم فمن اختصاص الأذن الداخلية فقط .



## ١- الأذن الخارجية : External Ear

ت تكون من جزء كالقمع يسمى صيوان الأذن (الغضروف الذي يوجد على جنبي الرأس) الذي تمتد منه القناة السمعية التي تسير إلى داخل الجمجمة مسافة ٢٠ سم تقريباً لتنتهي بغشاء رقيق يسمى طبلة الأذن (قطرها حوالي ٨ مم). أي أن طبلة الأذن تسد قناة السمع من الداخل . وظيفة الصيوان هي جمع الموجات الصوتية وتركيزها وإرسالها إلى الطبلة عن طريق القناة السمعية ، وكلما كان الصيوان كبيراً ومحركاً كما في بعض الحيوانات ، كلما كان أكثر كفاءة في جمع الموجات الصوتية. ويمكننا الآن الإجابة على السؤال التالي : لماذا نضع أيديينا حول إذاننا في شكل فنجان عندما نريد سماع الأصوات بصورة أوضح ؟ صيوان أذن الإنسان لا يتحرك لكن رغم ذلك يستطيع الإنسان تحديد اتجاه الصوت وذلك لأن الصوت يسمع بوضوح عندما يكون مصدره قريباً من أحد الأذنين ، ويصعب تحديد اتجاه الصوت إذا كان مصدره على بعد متساوي من الأذنين ، وفي هذه الحالة يحرك الإنسان رأسه جانباً في محاولة لتحديد اتجاه الصوت . ويوجد بالقناة السمعية غدد شمعية تفرز مادة شمعية كما يوجد بها شعر لحمايتها من الأتربة.

## ٢- الأذن الوسطي : Middle Ear

عبارة عن تجويف مملوء بالهواء بداخله سلسلة عظميات ثلاثة متصلة مع بعضها البعض ، أولها المطرقة الذي يلامس طبلة الأذن ، والأوسط السنдан ، والداخلي الركاب الذي يلامس الكوة البيضية في الأذن الداخلية . يخرج من الأذن الوسطي قناة تصلها بالعلوم تسمى قناة استاكيوس ، وبذلك يتتساوى ضغط الهواء في الأذن الوسطي خلف الطبلة مع الهواء خارج الطبلة حتى لا تتأثر الدبذبات الصوتية عند مرورها بالأذن الوسطي . الآن هل يمكنك الإجابة على هذا السؤال : لماذا تحدث إذاننا فرقة عندما ترتفع الطائرة بسرعة إلى أعلى أو عندما تصعد بسيارة إلى أعلى الجبل ؟

## ٣- الأذن الداخلية -- Internal Ear

وهي الجزء الداخلي من الأذن حيث توجد الخلايا الحسية التي ترسل منها الدفعات العصبية إلى المخ عن طريق العصب السمعي . وت تكون من جزء عظمي

مجوف كثير الالتواءات يسمى التيه العظمي وهو مملؤ بسائل يسمى اللمف الداخلي ويطفو في سائل آخر ذي قوام أكثر سیولة يحيط به من الخارج يسمى اللمف الخارجي . ويكون التيه العظمي من ثلاثة أجزاء تسمى القوقة والدهليز وثلاث قنوات هلالية . الشكل (١٠-٥)

#### ١. القوقة : (الجسم الحلزوني)

وهي أنبوبة في شكل صدفة حلزونية نهايتها مقلبة ويدخلها شريط غشائي طويل يمتد بامتدادها ويكون من الألياف مستعرضة ذات أطوال مختلفة .

#### ٢. القنوات الهلالية :

وهي عبارة عن ثلاث قنوات هلالية الشكل في ثلاثة مستويات متعمدة على بعضها البعض . الشكل (١٠-٥)

#### ٤- الدهليز :

وهو فجوة تتكون من جزئين يفتحان في بعضهما البعض **البيركيولس Sacculus** وترجع من القنوات الهلالية إلى أعلى والكيس **Utriculus** وترجع منه القوقة من أسفل . وفي الدهليز توجد فتحة الكوة البيضية حيث يرتكز طرف الركاب على الغشاء الغضروفي الذي يغطيها ، وتنشر في اللمف الداخلي نهايات العصب السمعي المكونة من الخلايا الحسية والألياف العصبية، وظيفة القوقة هي القيام بعملية السمع أما القنوات الهلالية والدهليز فمسئولي عن عملية حفظ توازن الجسم وتصحيح وضعه .

#### وظيفة الأذن :

- ١- القيام بعملية السمع .
- ٢- مساعدة الجسم على ضبط توازنه وذلك بتوضيح اتجاه حركة الرأس.

### آلية السمع : Mechanism of Hearing

يستقبل صيوان الأذن الموجات الصوتية ويركزها في القناة السمعية التي تنقلها إلى الطلبة التي تهتز اهتزازات مماثلة فتنتقل اهتزازات الطلبة بواسطة العظيمات السمعية الثلاثة إلى اللمف الداخلي في القوقة الذي

يجعل الألياف المستعرضة التي بداخلها تهتز في بعض أجزائها ، ومن ثم تنتقل هذه الاهتزازات إلى الخلايا الحسية التي تتأثر بها ، وتنقل هذه التأثير إلى المخ عن طريق العصب السمعي .

ولما كان اللمف داخل القوقة غير قابل للضغط وجب أن يكون هناك غشاء آخر يمكن أن يحدث اهتزازات تposure تغييرات الضغط التي تحدث في اللمف وهذا الغشاء هو ما يعرف بالشيلك الدائري في الأذن الداخلية .

### التوازن (الاتزان) Balance

عملية حفظ التوازن تقوم بها القنوات الهلالية المتعامدة على بعضها البعض ففي القنوات الهلالية الثلاث والدليز سائل يتحرك كلما تغير وضع الرأس ويرتطم بأطراف الأعصاب مما يوضح تغير الاتجاه في السير . وكذلك في مؤخرة كل قناة هلالية يوجد انتفاخ يحتوى على مجموعة من الخلايا الحسية التي تبرز منها شعيرات ترقد في مخروط جلاتيني . وعند ما يحرك الإنسان رأسه من حالة سكون في اتجاه آخر فإن السائل الموجود بداخل القناة التي تقع مع حركة الرأس في مستوى واحد يضغط على المخروط الجلاتيني فيؤدي ذلك إلى انحناء الشعيرات ، ونتيجة لذلك ترسل دفعات عصبية إلى المخ وبهذه الطريقة يتسلل المخ معلومات عن الحركات التسارعية أو الدورانية . أما إذا كانت السرعة ثابتة وفي اتجاه واحد فسيكون الضغط على الخلايا الشعرية منتظمًا ولذلك لا يتسلل المخ دفعات عصبية أخرى . هل يمكنك الآن الإجابة على هذا السؤال .

ماذا يحدث لك عندما تدور بسرعة ثم تقف فجأة ؟  
(وبالطبع توجد أعضاء أخرى تساعده على الاتزان كالبصر والجلد)

## أعضاء التذوق والشم

### Taste Concept :

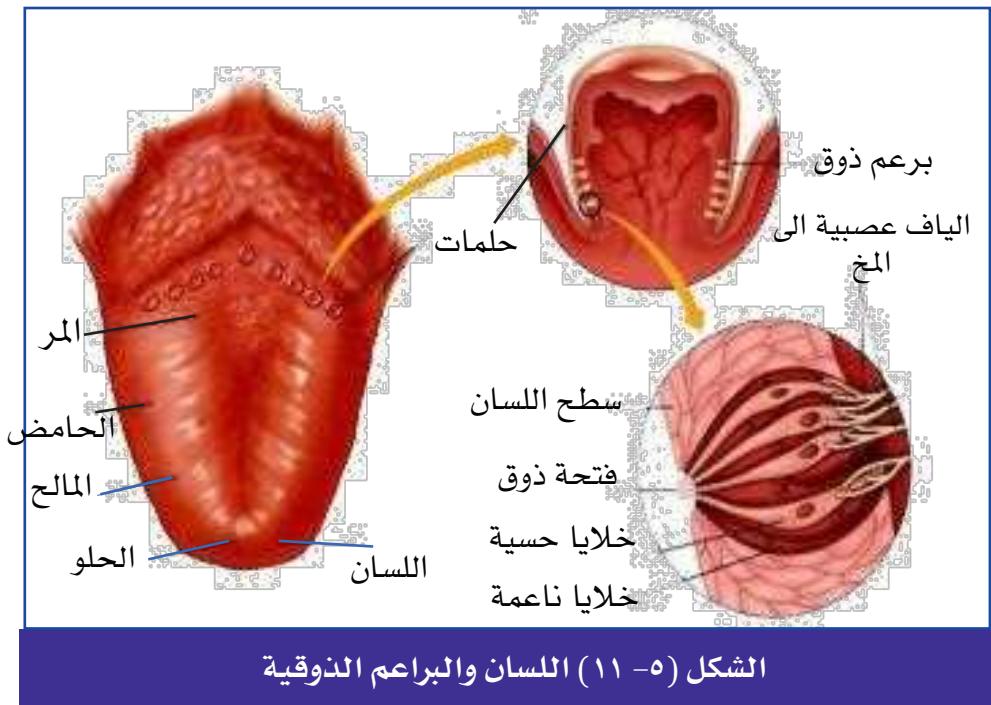
تتفاوت حاسة الذوق في الناس تفاوتاً كبيراً جداً ، واللسان هو العضو المختص بالذوق . أهم مناطق اللسان من حيث التذوق هي سطح اللسان إذ توجد مجموعات من الحليمات الذوقية Taste buds مطمورة في حلمات صغيرة Papillea مرتفعة فوق سطح اللسان مما يجعل سطحه خشنًا . تستقبل الحليمات الذوقية منه الذوق وتتغذى بواسطة الدم ولها اتصال بروءوس الأعصاب . وهنالك تخصص في الذوق فكل منطقة في اللسان تستقبل نوعاً معيناً من الذوق .

### المذاقات أربعة وهي :

- ١- الحلو : ويستقبله رأس اللسان .
- ٢- المر : ويستقبله آخر اللسان .
- ٣- الحامض : ويستقبله جوانب اللسان .
- ٤- المالح : ويستقبله كل سطح اللسان .

### Mechanism of Taste :

ت تكون حاسة الذوق من حلمات الذوق التي توجد منتشرة في سطح اللسان في شكل كهوف تحوى بداخلها براعم الذوق . وبراعم الذوق هذه تفتح في التغور الكهفية وهذه ترقد بداخلها الخلايا الحسية الذوقية التي ترسل أهدابها المجهرية عبر تلك الثقوب السطحية لتحس بطعم الذوق عندما يتدفق خلالها السائل المذاب وعند ذلك ينتقل الإحساس المذاقي عبر العصب الرئيسي وهو ينشر أليافه في قاعدة الكهف الذي يحوى البراعم الذوقية ، وعلى هذا لا يعرف طعم الجسم الصلب إلا بعد إذابته بواسطة اللعاب الفمي ، وعلى هذا فإن الذوق عملية كيميائية ، وليس كالسمع والبصر فهما عمليتان فيزيائيتان . وهنالك ستة مذاقات أساسية هي الحلو والمر والحامض والقلوي والمالح والمعدني وتشتق منها مذاقات متعددة بنسبية تمازجها فيذوق الإنسان الخضروات والفواكه والمسكرات والألبان ومشتقاتها . شكل (٥-١١)



الشكل (١١) اللسان والبراعم الذوقية

### الشم : Smell

تستعمل هذه الحاسة عند الحيوان في التحكم على الطعام ومتابعة الأعداء ، ويكون عضو الشم من جلد ناعم يغطي التجاويف العليا للأنف ويحصل بأعداد عديدة من رؤوس الأعصاب التي تجتمع مكونة عصب الشم المتصلين بالمخ أعضاء الشم في الإنسان وكيفية الإحساس بالروائح الكيميائية: تستقر حاسة الشم في الجزء العلوي من الأنف أي أنها ليست متمركزة في ممرات الهواء وبذلك لا تتعرض للإثارة المستمرة أثناء عملية التنفس، وبذلك لا تكون عرضة للدمار . وفي تلك المنطقة العليا التي تتركز فيها حاسة الشم تنتشر ألياف العصب المخي الشمي ، وهذه الألياف تصل إليها خلال ثقوب الصفيحة العظمية الغربالية التي تكون سقف الأنف ، وهنالك تغطس أهداب الخلايا الشمية الموجودة في نهاية تلك الألياف العصبية في مخاط وهذا المخاط يعلوها فتدوب فيه الروائح الشمية أولاً ثم تذوب ثانياً في المواد التي في ثنايا تلك الأهداب والتي تساعدها طبيعتها على إدانتها ، وتنتقل الروائح بعد ذلك

بواسطة الألياف الشمية إلى مركز الشم المخلوي ومنه إلى مناطق أخرى ذات اتصال به ، وكل هذا يجعل للشم سمات خاصة تتميز به كفتح الشهية للطعام والإثارة الجنسية في حالة شم الطيب . الشكل (١٤-٥)

### **أعضاء الحس الأخرى :**

توجد في الجلد والعضلات بعض أعضاء الحس المتخصصة التي تشعرنا بأحساس الألم والجوع واللمس والحرارة ، وبالرغم من أن هذه الحواس منتشرة في الجلد على نطاق واسع إلا أن بعضها يتمركز في أماكن محددة من الجلد مثل تلك التي تختص باللمس وتتركز في الشفاه وأطراف الأصابع.