ا\ أحمد مصطفي

01124421549

التغذية الذاتية

- **مفهوم التغذية: -**

<<هي الدراسة العلمية للغذاء والطرق المختلفة التي تتغذي بواسطتها الكائنات الحية >>

- **<u>أهمية الغذاء للكائن الحي</u>**

١- الغذاء مصدر الطاقة اللازمة لإتمام جميع العمليات الحيوية في جسم الكائن الحي
٢- الغذاء مصدر المادة الخام اللازمة للنمو وتعويض ما يتلف من انسجة الجسم

- **<u>أنواع التغذية فى الكائنات الحية</u>**

التغذية الذاتية	التغذية غير الذاتية
تقوم بها الكائنات ذاتية التغذية مثل: - النباتات - بعض أنواع البكتريا	تقوم بها الكائنات غير ذاتية التغذية مثل ١- الكائنات العضوية مثل (آكلات عشب – آكلات لحوم – متنوعة) ٢- الكائنات الرمية مثل (البكتريا – بعض الفطريات) ٣- الكائنات الطفيلية مثل (البلهارسيا – نبات الهالوك)
تصنع غذائها بنفسها	تحصل الكائنات على غذائها جاهز
تبني الكائنات المركبات الغذائية العضوية معقدة التركيب عالية الطاقة **مثل** (الكربوهيدرات – الدهون – البروتينات) من **مواد غير عضوية** أولية بسيطة التركيب منخفضة الطاقة **مثل** (الماء – الاملاح – ثاني أكسيد الكربون) باستغلال الطاقة الضوئية للشمس	تحصل على غذائها من اجسام الكائنات الحية الأخرى (النباتات – الحيوانات التي سبق وتغذت عليها) في صورة **مواد عضوية** جاهزة معقدة التركيب عالية الطاقة (الكربوهيدرات – الدهون – البروتينات)

التغذية الذاتية في النباتات الخضراء

أولا : عملية امتصاص الماء والاملاح

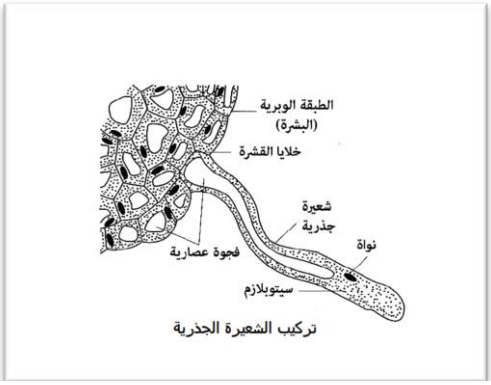
- تتم عن طريق الشعيرات الجذرية ثم ينتقل من خلية الى أخري في اتجاه الاوعية الناقلة

- **منشأ الشعيرة الجذرية**

تعتبر امتداد لخلية واحدة من خلايا من طبقة البشرة (الطبقة الوبرية)

- **تركيب الشعيرة الجذرية**

تبطن من الداخل بطبقة رقيقه
من السيتوبلازم توجد بها نواة وفجوة عصارية كبيرة



تركيب الشعيرة الجذرية

- **طول الشعيرة الجذرية** **حوالي ٤ مم**

- **عمر الشعيرة الجذرية**

لا يتجاوز بضعة أيام او أسابيع .... لان خلايا الطبقة احتكاكها بحبيبات التربة ولكنها تعوض باستمرار من منطقة الاستطالة في الجذر

- **ملائمة الشعيرة الجذرية لوظيفتها**

١- **كثيرة العدد وتمتد خارج الجذر** > لتزيد من مساحة سطح امتصاص الماء والاملاح
٢- **جدرها رقيقة** > لتسمح بنفاذ الماء والاملاح خلالها
٣- **تفرز مادة لزجة** > لتساعدها على التغلغل والانزلاق بين حبيبات التربة مما يساعد على تثبيت النبات
٤- **تركيز المحلول داخل فجوتها أكبر من تركيز محلول التربة** > ليساعد على انتقال الماء من التربة اليها

آليات امتصاص الماء

- **تعتمد آلية امتصاص الماء على عدة ظواهر فيزيائية هي :**

(١)خاصية الانتشـــار

<< هي حركة الجزيئات او الايونات من وسط ذا تركيز مرتفع الي وسط ذا تركيز منخفض نتيجة للحركة الذاتية المستمرة لجزيئات المادة >> **مثل انتشار نقطة حبر في كأس به ماء**

(٢) خاصية النفاذية

- **اختلاف جدر الخلايا وأغشيتها من حيث قدرتها على النفاذية**

غير منفذة	منفذة	شبة منفذة (اختيارية النفاذية)
لا تنفذ الماء ولا ايونات الاملاح	تنفذ الماء والاملاح	تنفذ الماء وتحدد نفاذ كثير من الاملاح وتمنع نفاذ السكر والاحماض الامينية ذات الجزيئات كبيرة الحجم
الجدر المغطاة بالسيوبرين والكيوتين واللجنين	الجدر السليلوزية	الاغشية البلازمية

- **مفهوم النفاذية الاختيارية**

<<هي خاصية تحدد مرور المواد خلال الاغشية البلازمية فتسمح بمرور مواد بصورة حرة طليقة وأخرى تمر ببطء بينما تمنع نفاذ مواد أخرى حسب حاجة الخلية >>

- **الاغشية البلازمية**

<< اغشية شبة منفذة رقيقة ذات ثقوب دقيقة جدا ولها خاصية النفاذية الاختيارية >>

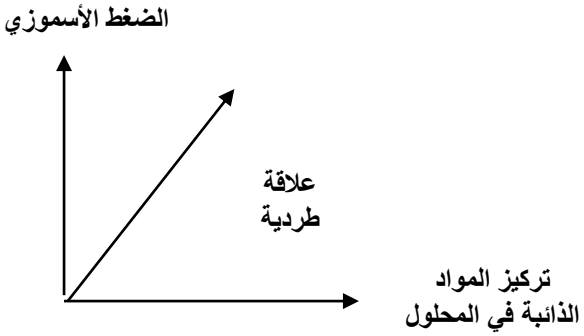
(٣) الخاصية الاسموزية

<<هي مرور الماء خلال الاغشية شبة المنفذة من وسط ذا تركيز مرتفع للماء الى وسط ذا تركيز منخفض للماء >>

- **الضغط الأسموزي**

<<هو الضغط المسبب لمرور الماء خلال الاغشية شبة المنفذة والذي ينشأ عن وجود فرق في تركيز المواد الذائبة في الماء علي جانبي الغشاء>>

- **العلاقة بين تركيز المواد الذائبة في المحلول والضغط الأسموزي للمحلول (علاقة طردية)**



(٤) خاصية التشرب

<< هي امتصاص جدر خلايا النبات الماء من خلال الدقائق الصلبة وخاصة الغروية المحبة للماء مثل (السليلوز – البكتين – بروتينات البروتوبلازم) فتزداد في الحجم وتنتفخ >>

تفسير امتصاص الجذر للماء

١- تحيط بالشعيرات الجذرية طبقة غروية تلتصق بها حبيبات التربة بما ليها من أغشية مائية وذائبات
٢- تتشرب الجذر السليلوزية والبلازمية بالماء حيث أن العصير الخلوي للشعيرة الجذرية أكثر تركيزا من محلول التربة بسبب وجود السكر ذائبا في العصير الخلوي
٣- يكون تركيز الماء في محلول التربة أعلي منه في الفجوة العصارية ولذلك ينتشر الماء بالخاصية الاسموزية من التربة الى خلايا البشرة
٤- ينتشر الماء بنفس الطريقة الى خلايا القشرة ويستمر في تحركه على هذا النمط حتى يصل الى أوعية الخشب في مركز الجذر

عملية امتصاص الاملاح المعدنية

- اثبت العلماء احتياج النبات للكربون C والهيدروجين H والاكسجين O بالإضافة الى عناصر اخري ضرورية يمتصها عن طريق الجذور

- **نقص العناصر الأساسية (الاملاح المعدنية) للنبات يؤدى الى:**
١- اختلال النمو الخضري للنبات او توقفه
٢- عدم تكوين الازهار أو الثمار

- **<u>العناصر الغذائية الضرورية للنبات</u>**

المغذيات الكبرى	المغذيات الصغرى
عناصر يحتاج اليها النبات بكميات غير قليلة	عناصر يحتاج اليها النبات بكميات صغيرة جدا
عددها: -٧عناصر (N-P-S-Ca-Mg-Fe) (النيتروجين – الفسفور – الكالسيوم – الماغنسيوم – الحديد)	عددها: -٨ عناصر (Cl-B-I-Zn-Cu-Al-Mn-Mo) (الكلور – البورون – اليود – الخارصين – النحاس – الألومنيوم – المنجنيز – المولبيدينم

أهميتها: - ١- تعمل املاح النترات والفوسفات والكبريتات على تحويل الكربوهيدرات الي بروتينات ٢- يدخل الفوسفور في تكوين المركبات الناقلة للطاقة ٣- يدخل الحديد في تكوين بعض الانزيمات المساعدة اللازمة لإتمام عملية البناء الضوئي	**أهميتها: -** ١- يعمل بعضها كمنشطات للإنزيمات

علل \ تسمى المغذيات النباتية الصغرى بالعناصر الاثرية؟

لان النبات يحتاج اليها بكميات صغيرة جدا لا تتعدى بضع ملليجرامات في اللتر الواحد

آليات امتصاص الاملاح

(ا) خاصية الانتشار

- تتحرك الايونات الموجبة (كاتيونات) والايونات السالبة (انيونات) من محلول التربة (الأعلى تركيز) الي الشعيرة الجذرية (الأقل تركيز) وقد يحدث تبادل بين الايونات

(٢) خاصية النفاذية الاختيارية

- حيث يختار غشاء الخلية شبة المنفذ بعض الايونات ويسمح بمرورها بينما لا يسمح لأيونات اخري بالمرور حسب حاجة النبات بصرف النظر عن شحنتها او تركيزها او حجمها

(٣) خاصية النقل النشط

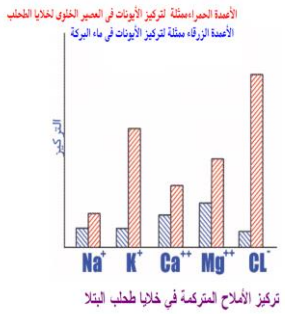
<< هي مرور أي مادة خلال غشاء الخلية عندما يلزمها طاقة كيميائية لإجبار الأيونات على الانتقال ضد تدرج التركيز (أي من تركيز منخفض إلى تركيز مرتفع) >>

-تجربة لإثبات حدوث عملية النقل النشط

- **بإجراء تجربة على طحلب نيتلا الذي يعيش في البرك كانت النتائج كالتالي:**

١- تركيز الأيونات في العصير الخلوي للطحلب أعلى نسبياً من تركيزها في ماء البركة مما يثبت النقل النشط واستهلاك الطاقة لامتصاص هذه الأيونات.

٢- تركيز بعض الأيونات يزيد عن الأخرى مما يؤكد النفاذية الاختيارية حسب حاجة الخلية.

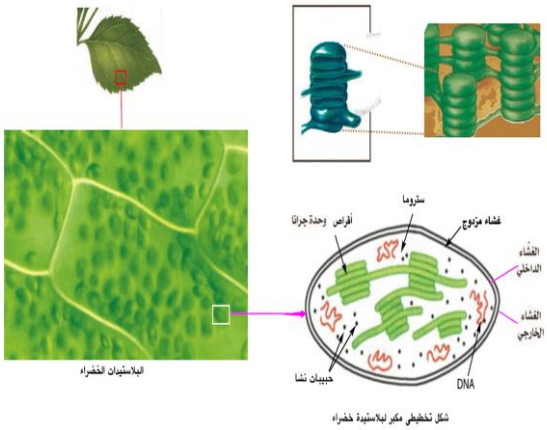


تركيز الأملاح المتركمة في خلايا طحلب النيتلا

ثانياً: عملية البناء الضوئي

- تعتبر الأوراق الخضراء هي المراكز الرئيسية لعملية البناء الضوئي في النباتات الراقية **لأن الأوراق الخضراء تحتوي على البلاستيدات الخضراء.**
- تساهم السيقان العشبية الخضراء بقدر ما في عملية البناء الضوئي **لاحتوائها على انسجة كلورنشيميه بها بلاستيدات خضراء.**

- **تركيب البلاستيدة الخضراء**



شكل تخطيطي مكبر لبلاستيدة خضراء

١- غشاء خارجي مزدوج رقيق سمكه ١٠ نانومتر.
٢- نخاع (سترووما) وهو مادة بروتينية عديمة اللون.
٣- حبيبات نشا.
٤- جرانا:
- عبارة عن حبيبات قرصية تنتظم في عقود.
- قطر الحبيبة ٠,٥ ميكرون وسمكها ٠,٧ ميكرون.
- تتكون كل حبيبة من ١٥ قرصاً أو أكثر متراصة فوق بعضها.
- تختص بحمل الأصباغ التي تمتص الطاقة الضوئية.

- **علل لما يأتي:**

١- ينتشر في نخاع البلاستيدة الخضراء حبيبات نشا صغيرة الحجم بأعداد كبيرة؟
لأنها تتحلل إلى سكر ينتقل إلى أعضاء أخرى تحت ظروف معينة.

٢- تمتد حواف أقراص الجرانا خارج حدود الحبيبة لتلتقي بحواف قرص آخر في حبيبة أخرى مجاورة؟
لزيادة مساحة سطح الأقراص المعرضة للضوء.

- **الأصباغ الأساسية في البلاستيدة الخضراء**

الصبغة	اللون	النسبة
كلوروفيل (أ)	أخضر مزرق	**%٧٠**
كلوروفيل (ب)	أخضر مصفر	
الزانثوفيل	أصفر ليموني	**%٢٥**
الكاروتين	أصفر برتقالي	**%٥**

- **علل / يغلب اللون الأخضر على ألوان الأصباغ الأخرى في البلاستيدة الخضراء؟**
لارتفاع نسبة أصباغ الكلوروفيل الخضراء على نسب الأصباغ الأخرى.

- **<u>أهمية صبغ الكلوروفيل للنبات</u>**

- يقوم بإمتصاص الطاقة الضوئية اللازمة لعملية البناء الضوئي.

- **الصيغة الكيميائية لكلوروفيل (أ)** $C_{55}H_{72}O_5N_4Mg$

- **علل / أهمية ذرة الماغنسيوم الموجودة بمركز جزئ كلوروفيل (أ)؟**

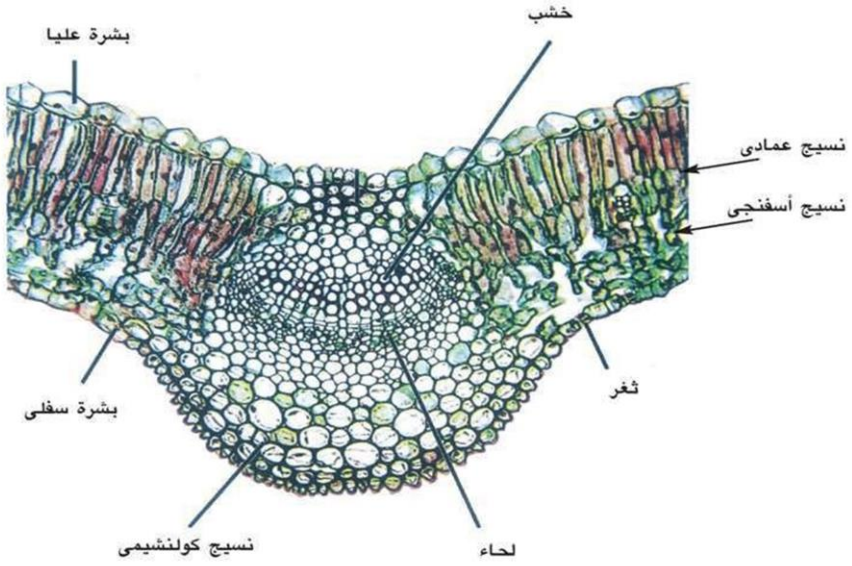
يعتقد أنه توجد علاقة بين وجودها في مركز الجزيء وبين قدرتها على امتصاص الطاقة الضوئية.

تركيب ورقة النبات

- تتركب الورقة من ثلاث أنسجة أساسية هي :

أ **البشرتان العليا والسفلى**

- تتركب كل بشرة من طبقة واحدة من خلايا بارانشيمية برميلية الشكل متلاصقة تخلو من الكلوروفيل.
- يغطي الجدار الخارجي لكل بشرة مادة الكيوتين ماعدا الثغور التي تتخلل خلايا البشرة.



شكل (٥) تركيب الورقة

ب النسيج المتوسط (الميزوفيلي)

- **يتكون من:**

١- الطبقة العمادية (النسيج العمادي)	٢- الطبقة الإسفنجية (النسيج الإسفنجي)
طبقة عمودية على سطح البشرة العليا.	طبقة توجد أسفل الطبقة العمادية ناحية البشرة السفلى.
تتكون من صف واحد من الخلايا البارانشيمية مستطيلة الشكل.	تتكون من خلايا بارانشيمية غير منتظمة الشكل تفصلها مسافات بينية واسعة.
تزدحم خلاياها بالبلاستيدات الخضراء.	تحتوي على بلاستيدات خضراء أقل.

- **علل / تزدحم خلايا النسيج العمادي بالبلاستيدات الخضراء؟**
لكي تستقبل أكبر قدر من الأشعة الضوئية لحدوث عملية البناء الضوئي.

ج النسـيج الوعائـــي

- يتكون من حزم وعائية عديدة، وتتكون الحزمة الوعائية من:

١- أوعية الخشـب	٢- اللحـــــــاء
توجد جهة السطح العلوي للورقة.	يلي الخشب ويوجد جهة السطح السفلي للورقة.
تقوم بتوصيل الماء والاملاح إلى خلايا النسيج الميزوفيلي للقيام بعملية البناء الضوئي.	يقوم بتوصيل المواد الغذائية العضوية بعد تكوينها في النسيج الميزوفيلي إلى باقي أجزاء النبات.

آليـة عمليـة البناء الضـوئي

أ مصدر الأكسجين المنطلق من عملية البناء الضوئي

- **أوضح العالم فان نيل** مصدر الأكسجين المنطلق في عملية البناء الضوئي.
- أجرى فان نيل دراسته على بكتيريا الكبريت الخضراء والأرجوانية.
- هذه البكتيريا ذاتية التغذية حيث تحتوي على كلوروفيل بكتيري.
- تعيش هذه البكتيريا في طين البرك والمستنقعات حيث يتوافر مركب كبريتيد الهيدروجين H_2S.
- مركب كبريتيد الهيدروجين H_2S هو مصدر الهيدروجين الذي تستعمله البكتيريا في اختزال CO_2.

- ما يحدث في هذه البكتيريا شبيه بما يحدث في النباتات الخضراء مع اختلاف مصدر الهيدروجين.
- أي أن مصدر الأكسجين في النباتات الخضراء هو الماء H_2O، كما أن مصدر الكبريت في البكتيريا هو كبريتيد الهيدروجين H_2S.

عملية البناء الضوئي في بكتيريا الكبريت	عملية البناء الضوئي في النباتات الخضراء
يعمل الضوء على تحليل H_2S إلى هيدروجين H_2 والكبريت S طاقة ضوئية $12H_2S \longrightarrow 12H_2 + 12S$	يعمل الضوء على تحليل H_2O إلى هيدروجين H_2 وأكسجين O_2 طاقة ضوئية $12\ H_2O \longrightarrow 12H_2 + 6O_2$
يختزل الهيدروجين الناتج CO_2 لبناء الكربوهيدرات **اختزال** $\mathbf{12H_2 + 6\ CO_2 \longrightarrow C_6H_{12}O_6 + 6H_2O}$	يختزل الهيدروجين الناتج CO_2 لبناء الكربوهيدرات **اختزال** $\mathbf{12H_2 + 6\ CO_2 \longrightarrow C_6H_{12}O_6 + 6H_2O}$
وبالتالي تكون المعادلة العامة للبناء الضوئي: $\mathbf{12H_2S + 6Co_2 \longrightarrow C_6H_{12}O_6 + 6H_2O + 12S}$	وبالتالي تكون المعادلة العامة للبناء الضوئي: $\mathbf{12H_2O + 6Co_2 \longrightarrow C_6H_{12}O_6 + 6H_2O + 6O_2}$

- **إثبات صحة نظرية فان نيل**

أجرى فريق من العلماء في جامعه كاليفورنيا تجربتين لإثبات صحة نظرية **فان نيل** باستخدام طحلب الكوريلا الأخضر.

	التجربة الأولـــــي	التجربة الثانيـــــة
الخطوات	استخدام ماء به نظير الاكسجين O^{18} بدلا من O^{16}	استخدام ماء عادى مع CO_2 يحتوي على O^{18}
المشاهدة	الاكسجين المتصاعد من نوع النظير O^{18}	الاكسجين المتصاعد من النوع العادي O^{16}
الاستنتاج	مصدر التفاعل المنطلق من البناء الضوئي هو الماء وليس ثاني أكسيد الكربون	

معادلة التفاعل :

$$\mathbf{6CO_2{}^{18} + 12H_2O^{16} \xrightarrow[\text{كلوروفيل}]{\text{طاقة ضوئية}} C_6H_{12}O_6{}^{18} + 6O_2{}^{16} + 6H_2O^{18}}$$

ب

تفاعـــلات البنـاء الضوئـي

اولاً: -التفاعلات الضوئية	ثانياً: -التفاعلات اللاضوئية
تتم في الجرانا داخل البلاستيدة.	تتم في الستروما خارج الجرانا في البلاستيدة
العامل المحدد لسرعتها هو الضوء.	العامل المحدد لسرعتها: درجة الحرارة
يتم فيها تحويل طاقة الضوء الحركية الى طاقة وضع كيميائية في الكلوروفيل	يتم فيها تثبيت غاز CO_2 باتحاده مع الهيدروجين H_2 فتتكون المواد الكربوهيدراتية (الغذاء)
النواتج: ١- الاكسجين O_2 ناتج ثانوي ٢- طاقة تختزن في جزئ ATP ٣- هيدروجين H_2 متحد بمركب NADP	**النواتج:** ١- الماء ٢- مركب PGAL لبناء الجلوكوز والنشا والبروتينات والدهون كما يستخدم في التنفس

أولا التفاعلات الضوئية :

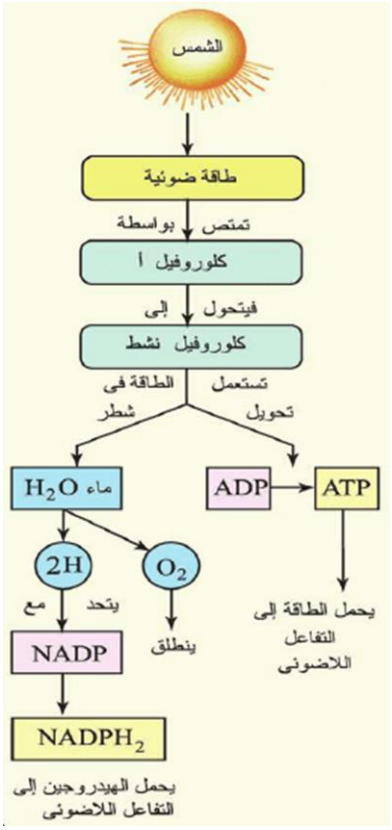
١- عندما يسقط الضوء على الكلوروفيل الموجود في تركيب الجرانا في البلاستيدة الخضراء فان الكترونات ذرات جزئ الكلوروفيل تكتسب الطاقة وتتحرك من مستوياتها الأقل في الطاقة الى مستويات أعلي في الطاقة وبذلك تختزن طاقة الضوء الحركية كطاقة وضع كيميائية في الكلوروفيل بالمنشطة وعندما تتحرر الطاقة المختزنة تهبط الالكترونات مرة أخرى الى مستوي الطاقة العادي ويصبح الكلوروفيل غير منشط ويمكنه امتصاص مزيدا من الضوء فيصبح منشطا مرى أخرى

٢- يستخدم جزء من الطاقة المتحررة من الكلوروفيل المنشط في شطر جزئ الماء الى هيدروجين والأكسجين

٣- يخزن جزء من طاقة الكلوروفيل المنشط في جزئ ATP باتحاد ADP الموجود في البلاستيدة الخضراء مع مجموعة فوسفات (P) وتسمي هذه العملية بالفسفرة الضوئية

٤- يتحد الهيدروجين الناتج من انشطار جزئ الماء مع مساعد أنزيم يوجد في البلاستيدة الخضراء NADP ويتكون منها مركب $NADPH_2$ وبذلك لا يهرب هذا الهيدروجين أو يتحد ثانية مع الاكسجين

٥- ينطلق الاكسجين المتحرر من انشطار كناتج ثانوي



- **علل لما يأتى: -**

١- لمركب NADP أهمية في عملية البناء الضوئي؟

لان الهيدروجين المنطلق من شطر جزئ الماء يتحد به ويتكون مركب $NADPH_2$ حتى لا يهرب الهيدروجين او يتحد مع الاكسجين مره أخرى

٢- يطلق على $NADPH_2$ و ATPمركبي الطاقة التثبيتية؟

لان تثبيت غاز CO_2 في التفاعلات اللاضوئية يتم باتحاده مع الهيدروجين المحمول على مركب $NADPH_2$ بمساعدة الطاقة المختزنة في جزئ ATP

- **ملاحظات هامة**

- **ATP :-** مركب يسمى **أدينوسين** ثلاثي الفوسفات وهو عملة الطاقة في الخلية ويتكون من

١- الادنين ٢- سكر الريبوز ٣- ثلاث مجموعات فوسفات

وتوجد رابطتين عالية الطاقة بين مجموعات الفوسفات

- **ADP:-** أدينوسين ثنائي الفوسفات ويحتوى على مجموعتي فوسفات
- **NADP:-** ثنائي فوسفات أميد النيكوتين ثنائي النيوكليوتيد وهو مستقبل الهيدروجين

ثانيا التفاعلات اللاضوئية

- تحدث في الستروما (نخاع البلاستيدة)
- تحدث باتحاد CO_2مع H_2 المحمول على $NADPH_2$ في وجود الطاقة المخزنة في جزئ ATP فيتكون مركب وسطى ثلاثي الكربون يسمى فوسفوجليسرالدهيد PGAL

الفوسفوجليسرالدهيد :-

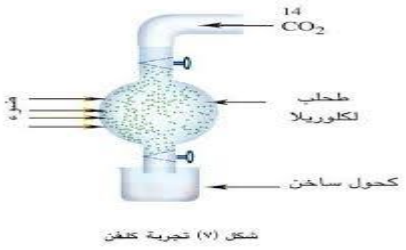
هو أول مركب ثابت كيميائيا ينتج عن عملية البناء الضوئي

استخداماته :-

١- يستعمل في بناء البروتينات والنشا والدهون والجلوكوز

٢- يستعمل كمركب عالي الطاقة في التنفس الخلوي

تجربة العالم ميلفن كالفن للكشف عن طبيعة التفاعلات اللاضوئية

التجربة	المشاهدة	الاستنتاج
- تم وضح طحلب الكلوريلا في جهاز كالمبين بالشكل - امد الطحلب بCO_2 به كربون مشع C^{14} - عرض الطحلب للضوء لعدة ثواني - وضع الطحلب في كأس به كحول ساخن لقتل خلاياه	تكون الفوسفوجليسرالدهيد PAGL بعد ثانيتين فقط من بدء التفاعل ثم تكونت المادة الكربوهيدراتية	المركب سداس الكربون (السكر) لا يتكون في خطوة واحدة بل في عدة تفاعلات وسطية حفزتها أنزيمات خاصة  شكل (٧) تجربة كلفن

التغذيـــــة غيـــر الذاتيـــة

- **عمليه الهضم: -**

<< هي عملية تحويل جزيئات الطعام الكبيرة الى جزيئات صغيرة بواسطة التحلل المائي بمساعدة الإنزيمات >>

- **أهمية الهضم**
- تكسير جزيئات الطعام المعقدة إلى جزيئات أصغر حجماً يسهل امتصاصها مثل:

١- **النشويات**: تتحول الى **سكريات أحادية**

٢- **البروتينات:** تتحول إلى **أحماض أمينية**

٣- **الدهون**: تتحول إلى **أحماض دهنية + جلسرين**

- **الإنزيمات: -**

<< هو مواد بروتينية لها خصائص العوامل المساعدة نتيجة قدرتها على التنشيط المتخصص >>

- **خصائص الأنزيمات**

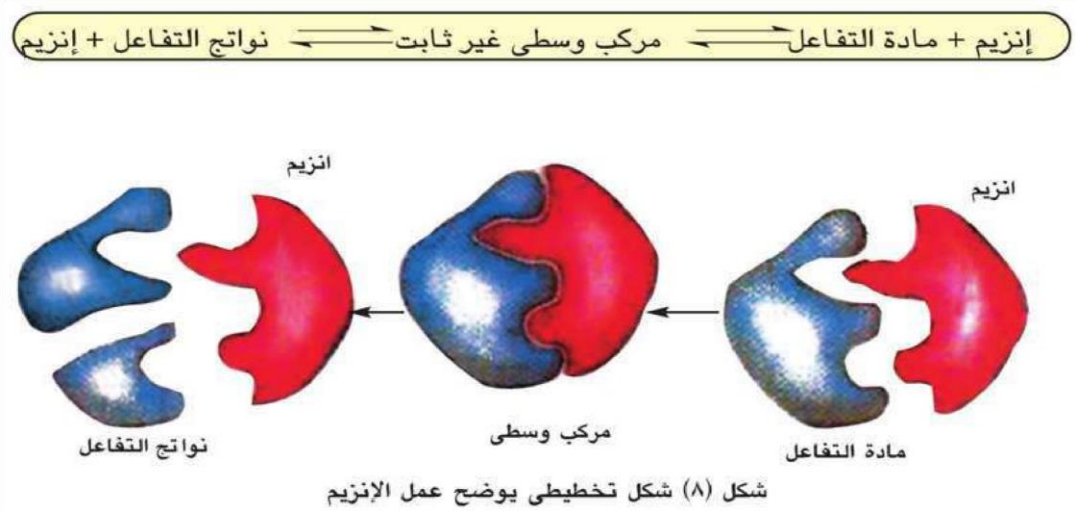
١- **متخصصة**، لأن لكل انزيم تفاعل كيميائي معين يحفزه معتمداً على تركيب الجزيء المتفاعل وشكل الأنزيم.

٢- **لا تؤثر على نواتج التفاعل**، لأنها تزيد من سرعة التفاعل الكيميائي حتى يصل لحالة الاتزان

٣- **بعضها لها تأثير عكسي**، حيث ان الإنزيم الذي يؤدى إلى تكسير جزئ معقد معين إلى جزئين أبسط يستطيع ربط الجزئين الأبسط مرة أخرى مكون الجزيء المعقد.

٤- **يعتمد نشاطها** على أ-درجة الحرارة ب-درجة الأس الهيدروجيني PH

٥- **بعضها يفرز في حالة غير** نشطة مثل إنزيم الببسين في المعدة تفرزه المعدة في صورة ببسينوجين غير النشط ثم يتحول الى الببسين النشط في وجود حمض HCl



شكل (٨) شكل تخطيطى يوضح عمل الإنزيم

تركيب الجهاز الهضمي في الإنسان

(أ) القناة الهضمية تتكون من:

- الفم -البلعوم -المريء -المعدة
- الأمعاء الدقيقة -الأمعاء الغليظة (القولون) - الشرج(الإست)

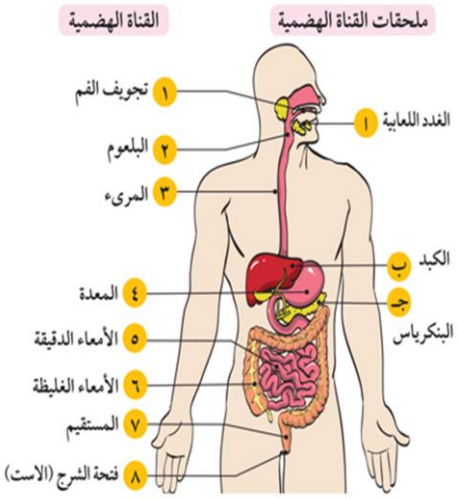
(ب)الغدد الملحقة بالقناة الهضمية وهي:

- الغدد اللعابية -الكبد -البنكرياس

اولاً: -الهضم في الفم

١- <u>الفم</u>

- يحتوي الفم علي:
- **الأسنان:** تتميز إلي:
- قواطع لتقطيع الطعام -أنياب لتمزيق الطعام -أضراس لطحن الطعام.



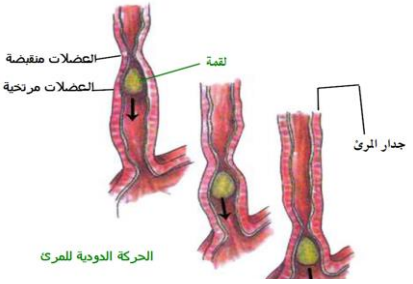
- **اللسان**: يقوم بتذوق الطعام، وتحريكه، وخلطة باللعاب لكي يسهل ابتلاعه.
- ٣**غدد لعابية**: تفرز اللعاب الذي يتكون من:
  - المخاط الذي يلين الطعام
  - إنزيم **الأميليز** (التيالين) الذي يحلل النشا إلى سكر المالتوز الثنائي (سكر الشعير)

٢- <u>البلعوم</u>

- يمر الطعام بعد البلع إلى البلعوم ويوجد في مؤخرة الفم وبه أنبوبتان:
  -الأولى هي المريء -الثانية هي القصبة الهوائية

- علل / تعتبر عملية البلع فعل منعكس منسق؟

- لأن أثناء البلع ترتفع قمة القصبة الهوائية والحنجرة أمام لسان المزمار لتقفل فتحتها فيندفع الطعام من الفم الى المريء ولا يمر داخل القصبة الهوائية.



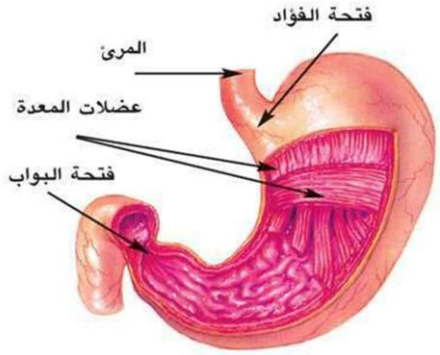
٣- <u>المريء</u>

- يلي البلعوم يصل طوله حوالي ٢٥سم تقريباً.
- يقوم المريء بتوصيل الطعام الى المعدة بواسطة مجموعة من الانقباضات والانبساطات تسمى الحركة الدودية.

.

ثانياً: -الهضم في المعدة

- **المعدة**: كيس منتفخ يبدأ بعضلة حلقية تتحكم في فتحة الفؤاد التي تفصل المعدة عن المريء.
- تنتهي المعدة بعضلة حلقية عاصرة تتحكم في فتحة البواب التي تفصل المعدة عن الأمعاء الدقيقة.
- تفرز المعدة العصير المعدي (العصارة المعدية) وهو عباره عن سائل حمضي عديم اللون يتكون من:
  ١- ماء بنسبة ٩٠%
  ٢- حمض HCl الذي يجعل الوسط حمضي (PH = 1.5 : 2.5)
  ٣- انزيم الببسين الذي يفرز في صورة غير نشطة تعرف بالببسينوجين.



شكل (١٠) المعدة

- **<u>وظيفة المعدة</u>**:
  ١- تخزين الطعام لفترة تسمح بهضمه
  ٢- جدارها العضلي يعمل علي خض الطعام وعجنه وخلطه بالعصارة لتكوين الكيموس
  ٣- تسمح بمرور الكيموس علي دفعات الى الأمعاء الدقيقة بواسطة ارتخاء العضلة الحلقية لفتحة البواب
  ٤- افراز العصارة المعدية الهاضمة وبها الببسين الهاضم للبروتين الى عديد الببتيد

- **<u>أهمية أو وظيفة حمض HCL في المعدة</u>**
  يجعل الوسط في المعدة حمضياً (PH = 1.5 : 2.5) مما يؤدي الى:
  ١- وقف عمل إنزيم الأميليز (التيالين).
  ٢- تنشيط الببسينوجين وتحويله الى ببسين.
  ٣- قتل الميكروبات التي تدخل مع الطعام.

- **علل / لا تهضم المعدة نفسها؟ أو لا يتأثر الجدار الداخلي للمعدة بالعصارة المعدية؟**
- بسبب وجود افرازات مخاطية كثيفة لجدار المعدة الداخلي، وكذلك إفراز إنزيم الببسينوجين في حالة غير نشطة ولا ينشط إلا داخل تجويف المعدة بفعل حمض HCl.

ثالثاً: -الهضم في الأمعاء

- الأمعاء تلي المعدة وتتكون من جزئين هما: ١-الاثني عشر ٢-اللفائفي
- ٨يصل طول الأمعاء الدقيقة حوالي ٨ متر تقريبا.
- يصل قطرها إلى ٣.٥سم في بدايتها إلى ١.٢٥سم في نهايتها.
- تنثني على نفسها ويربط بين التواءاتها غشاء المساريقا.

- **العصارات الهاضمة في الأمعاء**

العصارة الصفراوية	العصارة البنكرياسية	العصارة المعوية
تفرز من الكبد	تفرز من البنكرياس	تفرز من جدار الأمعاء الدقيقة
تخلو من الإنزيمات وتسمى أيضاً الصفراء	تحتوي على: ١- بيكربونات الصوديوم ٢- انزيم الأميليز البنكرياسي ٣- إنزيم التربسينوجين ٤- إنزيم الليبيز	تحتوي على: ١- مجموعة إنزيمات الببتيديز ٢- إنزيم المالتيز ٣- إنزيم السكريز ٤- إنزيم اللاكتيز ٥- إنزيم الإنتيروكينيز

- **وظيفة العصارات الهاضمة وإنزيماتها:**

العصارة الصفراوية	تحول **الدهون** إلى **مستحلب دهني** لتسهيل التأثير الإنزيمي على الدهون.
بيكربونات الصوديوم	تعادل حمض HCL وتجعل وسط الأمعاء الدقيقة قلوياً **PH = 8**
إنزيم التربسين	تكسير **البروتينات** إلى سلاسل قصيرة من **عديديات الببتيد** (كالببسين في المعدة)
إنزيم الليبيز	يحلل **الدهون** مائياً الى **أحماض دهنية** و**جليسرين**.
إنزيم الببتيديز	تكسير سلاسل **عديديات الببتيد** وتحويلها الى **احماض أمينية**.
إنزيم المالتيز	يحلل سكر **المالتوز** (سكر الشعير) الثنائي إلى جزئين من سكر الجلوكوز الأحادي.
إنزيم السكريز	يحلل سكر **السكروز** (سكر القصب) الثنائي الى جلوكوز وفركتوز.
إنزيم اللاكتيز	يحلل سكر **اللاكتوز** (سكر اللبن) الثنائي الى جلوكوز وجالاكتوز.
إنزيم الإنتيروكينيز	ينشط إنزيم **التربسينوجين** ويحوله الى إنزيم **التربسين**.

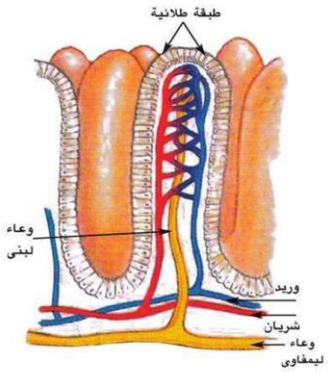
عملية الامتصاص

- **الامتصاص**: -

<< عبور المركبات الغذائية المهضومة الى الدم او الليمف خلال خملات الخلايا الطبقة المبطنة في الأمعاء الدقيقة >>

- **الخملات**: -
<< عبارة عن انثناءات عديدة في جدار اللفائفي تزيد من مساحة سطح الأمعاء الدقيقة المعرض لامتصاص الغذاء المهضوم >>

- **تركيب الخملة**



شكل (١٢) شكل تخطيطى للخملات

١- **طبقة طلائية**: -بداخلها وعاء لبنى ليمفاوي ويحيط به شبكة من الشعيرات الدموية بالأوردة والشرايين.
٢- **خميلات دقيقة**: -وهي امتدادات دقيقة جداً لخلايا الطبقة الطلائية للخملة تعمل على زيادة مساحة سطح الامتصاص.

- **كيفية امتصاص الغذاء المهضوم بواسطة الخملات**

هناك٢ طريقان للمواد الممتصة في كل خملة هما :

١- الطريق الدموي:
- يبدأ بالشعيرات الدموية داخل كل خملة ويمر بهذا الطريق الماء – الاملاح المعدنية – السكريات الأحادية الاحماض الامينية – الفيتامينات الذائبة في الماء
- تصب هذه المواد في الوريد البابي الكبدي ثم تدخل الى الكبد ومنه الى الوريد الكبدي لتصب في الوريد الاجوف السفلي ثم الى القلب

الشعيرات الدموية بخملات الأمعاء ----> وريد بابي كبدي ---> كبد ---->وريد كبدي ----> وريد أجوف سفلي --->أذين أيمن بالقلب

٢- الطريق الليمفاوي:
- يمر فيه الجلسرين والاحماض الدهنية وما يذوب فيها من فيتامينات A - D – K ويعاد اتحاد بعض الجلسرين والاحماض الدهنية لتكوين دهون داخل خلايا الطبقة الطلائية للخملات
- هذه الخلايا تمتص قطيرات الدهن التي لم تتحلل مائيا بالإنزيمات بطرقة البلعمة ثم تتجه جميع الدهون الى الاوعية اللبنية داخل الخملات ومنها الى الجهاز الليمفاوي الذي يحملها ببطء ليصبها في الوريد الاجوف العلوى في القلب

الاوعية اللبنية داخل الخملات ---> الجهاز الليمفاوي ---> وريد أجوف علوى --->أذين أيمن في القلب

التمثيل الغذائي (الأيض)

- **التمثيل الغذائي: -**

<< عملية يستفيد منها الجسم بالمواد الغذائية المهضومة التي تم امتصاصها >>

- **تشمل عمليتين متعاكستين هما:**

١- **عملية الهدم**: -هي عملية يتم فيها اكسدة المواد الغذائية الممتصة خاصة السكريات لإنتاج الطاقة اللازمة لأداء وظائف الجسم الحيوية **مثل**: أكسدة الجلوكوز.

٢- **عملية البناء**: -هي عملية يتم فيها تحويل المواد الغذائية البسيطة إلى مواد معقدة تدخل في تركيب الجسم **مثل**:

- تحويل **السكريات الأحادية** الى مواد نشوية تخزن على هيئة **جليكوجين** في الكبد والعضلات.
- تحويل **الأحماض الدهنية** والجليسرين الى **دهون** تخزن في الجسم تحت الجلد.
- تحويل الاحماض **الأمينية** الى أنواع **البروتينات** في الجسم.

الأمعاء الغليظة والتخلص من فضلات الطعام

١- تندفع فضلات الطعام غير المهضوم من الأمعاء الدقيقة إلى الأمعاء الغليظة (القولون)
٢- تحتوي بطانة القولون على لكثير من **التحززات** التي تساعد على امتصاص الماء وجزء من الاملاح.
٣- تتعفن الفضلات وتصبح شبه صلبة بسبب وجود بعض أنواع البكتيريا بالقولون.
٤- تفرز بطانة القولون مخاطاً يسهل مرور الفضلات للخارج عن طريق فتحه الشرج (الإست).
٥- تطرد الفضلات نتيجة تقلصات شديدة في عضلات المستقيم مع ارتخاء العضلتين العاصرتين على جانبي الشرج.

النقـــــل في النبـــــــات

(أ) <u>النقل في النباتات البدائية كالطحالب</u>

- **علل / لا تحتاج النباتات البدائية كالطحالب إلى انسجة نقل متخصصة؟**

بسبب انتقال المواد الأولية مثل ثاني أكسيد الكربون والماء والأملاح المعدنية، وكذلك نواتج البناء الضوئي من خلية الى أخرى بطريقة الانتشار والنقل النشط.

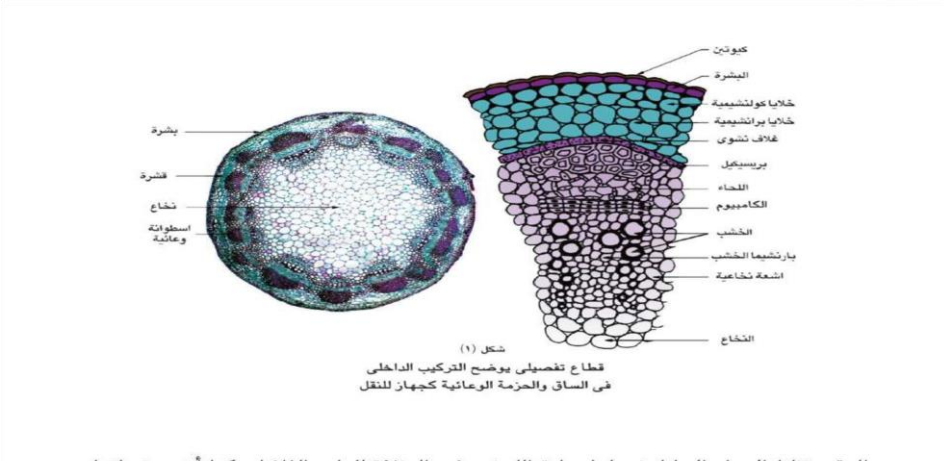
(ب)<u>النقل في النباتات الراقية</u>

- تنتقل الغازات مثل غاز الأكسجين وغاز CO_2 بالانتشار.
- ينتقل الماء والاملاح المعدنية ونواتج البناء الضوئي بواسطة انسجة وعائية متخصصة هي انسجة الخشب وأنسجة اللحاء.

تركيب ساق النبات

أولاً: - **البشـــرة**

١- صف واحد من الخلايا البارانشيمية
٢- متلاصقة برميلية الشكل
٣- مغطاة بالكيوتين.



شكل (١)
قطاع تفصيلي يوضح التركيب الداخلي في الساق والحزمة الوعائية كجهاز للنقل

ثانياً: - القشـــــرة

- تتكون من:

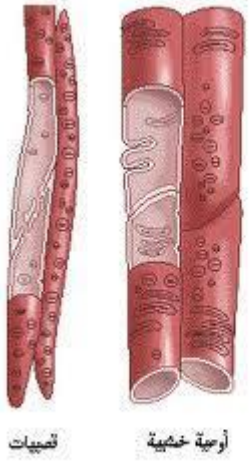
التكوين	الوصف	الوظيفة
١- خلايا كولنشيمية	عدة صفوف من خلايا مغلظة الأركان بالسليلوز وقد تحتوي على بلاستيدات خضراء.	تدعيم النبات والقيام بالبناء الضوئي إذا احتوت على بلاستيدات خضراء.
٢- خلايا بارانشيمية	عدة صفوف من خلايا بينها مسافات بينية.	التهوية.
٣- غلاف نشوي	صف واحد من الخلايا.	تخزين وحفظ حبيبات النشا.

ثالثاً: - الأسطوانة الوعائية

التكوين	الوصف		الوظيفة
١- البريسيكل	مجموعات من خلايا بارانشيمية تتبادل مع مجموعات من خلايا ليفية.		تقوية الساق وجعلها قائمة ومرنة
٢- الحزم الوعائية	تأخذ كل حزمة وعائية شكل مثلث قاعدته للخارج وتتكون من:		
	أنابيب غربالية – خلايا مرافقة	اللحاء	نقل المركبات الغذائية العضوية من الأوراق الى جميع أجزاء النبات
	صف أو أكثر من خلايا مرستيمية	الكمبيوم	ينقسم ليعطي لحاء ثانوياً جهة الخارج وخشباً ثانوياً جهة الداخل
	الأوعية – القصيبات – بارنشيما الخشب	الخشب	تدعيم الساق – ونقل الماء والاملاح الذائبة من الجذر الى الساق والأوراق
٣- النخاع	خلايا بارانشيمية في مركز الساق		التخزين
٤- الأشعة النخاعية	خلايا بارانشيمية تمتد بين الحزم الوعائية		تصل القشرة بالنخاع

تركيب نسيج الخشب :

يتركب نسيج الخشب من : الاوعية – القصيبات – بارنشيما الخشب

الاوعية الخشبية	القصيبات
- سلسلة من خلايا أسطوانية طويلة تتصل نهاية كل منها بالأخرى - في بداية التكوين تتكسر الجدر الافقية لهذه الخلايا وبذلك أصبحت الخلايا متصلة الفتحات - تغلظ الجدار السليلوزى بمادة اللجنين عير المنفذة للماء والذائبات - يموت المحتوى البروتوبلازمى لتكون بذلك أنبوبة مجوفة - يوجد كثير من النقر في الجدار حيث تركت بدون تغليظ علي الجدار الأولى وبذلك تسمح للماء بالمرور من داخل الوعاء الى خارجة - يشاهد ببطانة الوعاء شرائط من اللجنين تأخذ عدة أشكال منها الحلزوني والدائري ووظيفتها تقوية الوعاء وعدم تقوس جدارة للداخل	**تشبه الاوعية الا انها :** - تظهر في القطاع العرضي بشكل خماسي أوسداسى - أطرافها تكون مسحوبة ومثقبة بالنقر 

- **اذكر مكان ووظيفة كلاً من:**

١- الخلايا المرافقة **٢-النقر**

التركيب	المكان	الوظيفة
الخلايا المرافقة	في تركيب اللحاء في النبات	تنظيم العمليات الحيوية للأنابيب الغربالية لاحتوائها على نواة وقدر كبير من الريبوسومات والميتوكوندريا
النقر	أوعية وقصيبات الخشب في النبات	تسمح للماء بالمرور من داخل الأوعية والقصيبات إلى خارجها

- **علل لما يأتي:**

١- احتواء بطانة أوعية الخشب على شرائط لها عدة اشكال مختلفة؟

لتقوية الوعاء وعدم تقوس جدارة للداخل.

٢-وجود نقر في جدار أوعية وقصيبات الخشب تركت بدون تغلظ؟

لكي تسمح للماء بالمرور من داخل الأوعية والقصيبات إلى خارجها

آلية نقل الماء والاملاح من الجذر إلى الورقة

- **القوى التي تعمل علي صعود العصارة**

أ نظرية الضغط الجذري

- **مفهوم الضغط الجذري: -**
<< هو القوة أو الضغط الناشئ في الجذر نتيجة امتصاصه للماء بالخاصية الاسموزية >>

- **ماذا يحدث عند / قطع ساق نبات بالقرب من سطح التربة؟**
- يلاحظ خروج ماء من الساق المقطوعة فيما يعرف بظاهرة الإدماء.

ظاهرة الإدماء

<< خروج الماء من ساق النبات المقطوعة بالقرب من سطح التربة وذلك تحت تأثير الضغط الجذري >>

- **علل / لم تتمكن نظرية الضغط الجذري من تفسير صعود الماء في الأشجار المرتفعة؟**
-لأن الضغط الجذري:
- ضعيف لا يزيد عن ٢ ضغط جوي في أحسن الأحوال.
- يكون معدماً في النباتات عارية البذور مثل الصنوبر.
- يتأثر بالعوامل الخارجية بسرعة.

- **ماذا يحدث عند / قطع ساق نبات الصنوبر بالقرب من سطح التربة؟**
- لا يخرج ماء ولا تحدث ظاهرة الإدماء بسبب انعدام الضغط الجذري في النباتات عاريات البذور.

ب نظرية خاصية التشرب

- تعتمد هذه النظرية على انتقال الماء خلال جدران الخلايا حتى تصل لجدران الأوعية الخشبية.
- **علل / أثبتت التجارب أن خاصية التشرب لها أثر محدوداً جداً في صعود العصارة؟**
- لأن العصارة تسير في تجاويف أوعية الخشب وليس خلال جدرانها فقط.

ج نظرية الخاصية الشعرية

- **الخاصية الشعرية: -**

<< هي خاصية ارتفاع الماء في الانابيب الضيقة جدا (الشعرية) >>

- أوعية الخشب ضيقة جدا يتراوح قطرها بين٠.٢ :٠.٥ مم إذا هي انابيب شعرية
- **علل \ تعتبر الخاصية الشعرية من القوى الثانوية الضيقة لرفع الماء في أوعية الخشب؟**

لان أقصي ارتفاع للماء في أضيق الأنابيب الشعرية لا يزيد عن ١٥٠ سم

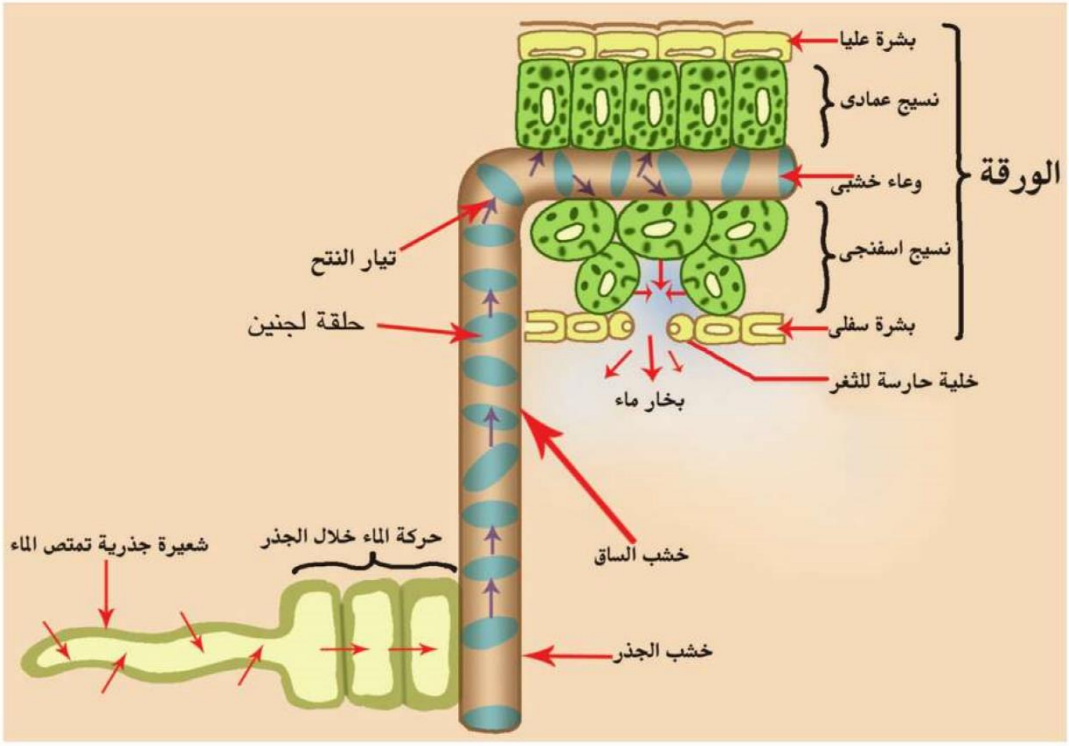
د نظرية قوى التماسك والتلاصق وقوى الشد الناشئة عن النتح

- وضع العالمان ديكسون وجولي أسس هذه النظرية
- أثبتا أن الماء يسحب بواسطة الورقة نتيجة استهلاك الماء في عمليات الأيض والنتح والتبخر
- تتلخص فروض النظرية في أن الماء يرتفع لأعلى تحت تأثير ٣ قوى هما: -

القوة	الدليل علي وجودها	الشروط
قوى التماسك بين جزيئات الماء وبعضها	وجود عمود متصل بالماء داخل الاوعية	خلو الانابيب من الغازات أو الفقاعات الهوائية - أن تكون جدران الانابيب غروية - أن تكون الانابيب شعرية
قوة التلاصق بين جزيئات الماء وجدران الانابيب الخشبية	بقاء أعمدة الماء معلقة باستمرار ضد الجاذبية الأرضية	
قوى الشد الناشئة عن النتح المستمر في الأوراق	وجود جذب مستمر للماء لأعلي	

علل \ لا تنجح زراعة بعض الشتلات إذا تأخرت زراعتها بعد النقل وتعرضت للشمس؟

بسبب دخول فقاعات هوائية داخل الانابيب الموصلة للعصارة فينقطع عمود الماء بها مما يمنع وصول العصارة فتذبل وتموت



شكل (٣)
شكل تخطيطى يوضح صعود الماء فى أوعية الخشب

١- يقلل النتح الرطوبة في الغرفة الهوائية للجهاز الثغري في الورقة
٢- يزداد التبخر من خلال النسيج الوسطى المحيط بغرفة الثغر
٣- يقل امتلاؤها بالماء مما يرفع تركيز عصارتها وتؤدى الى جذبها للماء من الخلايا المجاورة حتى أوعية الخشب في العروق الدقيقة فالكبيرة فالعرق الوسطى للورقة
٤- يقع الماء الموجود في أوعية الخشب تحت قوة شد كبيرة
٥- يرتفع الماء في أوعية وقصيبات الساق والجذر المتصلة ببعضها ولا يقف الشد الورقي عند سحب الماء الذي وصل الى الأسطوانة الوعائية في الجذر بل ويساعد علي الشد الجانبي من الشعيرات الجذرية

آلية نقل الغذاء الجاهز من الورقة الى جميع أجزاء النبات

- يقوم اللحاء بنقل العصارة الناضجة (الغذاء المكتون) في جميع الاتجاهات:
١- الى اعلي لتغذية البراعم والازهار والثمار
٢- الى أسفل لتغذية الساق والمجموع الجذري

تركيب اللحاء

يتركب اللحاء من:

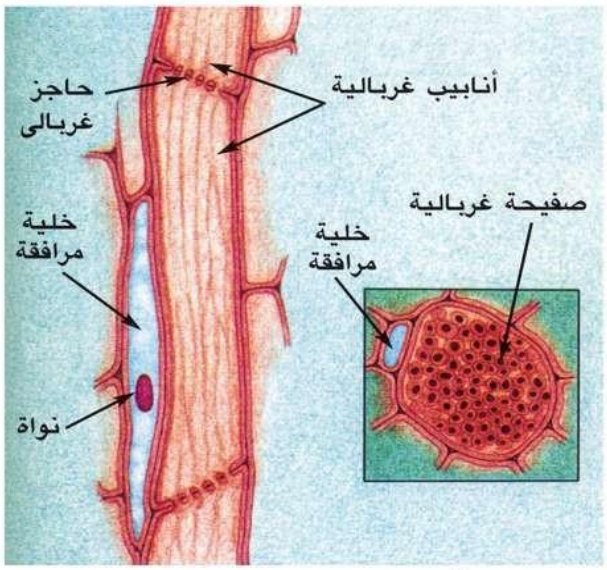
١- الانابيب الغربالية :

- خلايا تظهر مستطيلة في القطاع الطولي
- تحتوى علي خيوط سيتوبلازمية وليس بها أنويه

- تفصل الانابيب الغربالية بعضها عن بعض جدران مستعرضة مثقبة تعرف بالصفائح الغربالية تتخلل ثقوبها خيوط سيتوبلازمية

٢- الخلايا المرافقة :

- خلايا ترافق الانبوبة الغربالية
- ذات نواة وتعمل علي تنظيم العمليات الحيوية للأنبوبة الغربالية بما تحتويه من قدر كبير من الريبوسومات والميتوكوندريات



شكل(٤) قطاع طولى وعرضى فى اللحاء

- **<u>دور الانابيب الغربالية فى نقل المواد الغذائية الجاهزة</u>**

- **أثبتت التجارب دور الانابيب الغربالية في اللحاء في نقل الغذاء كالتالي:**

١- تجربة رابيدن وبور

- تتبعا مسار المواد الكربوهيدراتية في نبات الفول وباستخدام الكربون المشع C^{14}
- لاحظا انتقال المواد الكربوهيدراتية الى اعلي وأسفل في الساق

٢- تجربة العالم متلر

- استعان بحشرة المن وتوصل ان الحشرة تمتص اللحاء من النبات باستخدام فمها الثاقب الذي تغرسه في الانابيب الغربالية للحاء

- **<u>آلية انتقال المواد العضوية فى اللحاء: -</u>**

- تمكن العالمان ثاين وكاني من رؤية خيوط سيتوبلازمية طويلة محملة بالمواد العضوية داخل الانابيب الغربالية
- تمتد هذه الخيوط من انبوبة لآخري عبر ثقوب الصفائح الغربالية وهو ما يسمى الانسياب السيتوبلازمى

الانسياب السيتوبلازمى

<< هي الحركة الدائرية النشطة للسيتوبلازم داخل الانابيب الغربالية والخلايا المرافقة لنقل المواد العضوية >>

- عملية النقل في اللحاء عملية نقل نشط يلزمها ATP التي تتكون بوفرة في الخلايا المرافقة
- تنتقل جزيئات ATPمن الخلايا المرافقة للأنابيب الغربالية بواسطة البلازموديزما

- **الدليل على صحة الانسياب السيتوبلازمى**

انه عند خفض درجة الحرارة او نقص الاكسجين تبطئ حركة السيتوبلازم وانسيابه في الانابيب الغربالية مما يبطئ من عملية النقل النشط في اللحاء

- **اذكر مكان ووظيفة البلازموديزما؟**

المكان :- في لحاء النبات

الوظيفة:- تصل سيتوبلازم الخلية بسيتوبلازم الانبوبة الغربالية لنقل جزيئات ATP بينهما

- **ماذا يحدث عند \ خفض درجة الحرارة او نقص الاكسجين في اللحاء؟**

تبطئ حركة السيتوبلازم وانسيابه في الانابيب الغربالية مما يبطئ من عملية النقل النشط في اللحاء

النـقـــل في الانســـــــــان

- **علل \ لا تحتاج الحيوانات الصغيرة لأجهزة نقل متخصصة؟**

لأنه يتم نقل الغازات التنفسية والمواد الغذائية بطريقة الانتشار ولا تصلح طريقة الانتشار لنقل الغذاء او الغازات الى مختلف الانسجة والأعضاء في الانسان والحيوانات الأكثر تعقيدا

- تتم عملية النقل في الانسان عن طريق جهازين متصلين ببعضهما هما: -

١- الجهاز الدوري ٢-الجهاز الليمفاوي

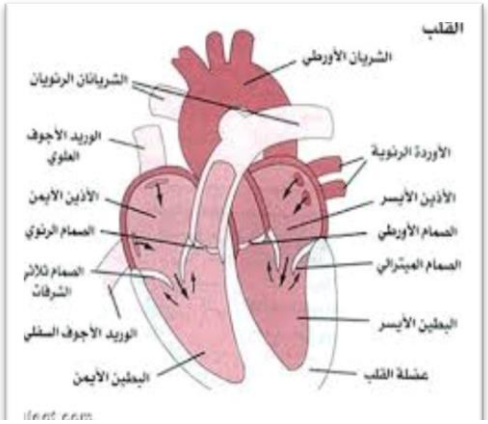
أولا — تركيب الجهاز الدوري في الانسان

- **علل \ الجهاز الدوري في الانسان من النوع المغلق؟**

لان الاوعية الدموية والقلب تتصل معا في حلقة متكاملة فلا يخرج منها الدم الى تجويف الجسم

(١) القلـــــــــــب

- عضو عضلي أجوف يقع داخل التجويف الصدري ويميل الي اليسار قليلا
- **اذكر مكان ووظيفة \ غشاء التامور؟**



المكان:- بقلب الانسان يحيط
الوظيفة :- يوفر للقلب الحماية ويسهل حركته

- **تركيب القلب: -**
١- **الاذينان**: -حجرتان علويتان ذات جدارن عضلية رقيقة تستقبلان الدم
٢- **البطينان**: -حجرتان سفليتان ذات جدران عضلية سميكة توزعان الدم

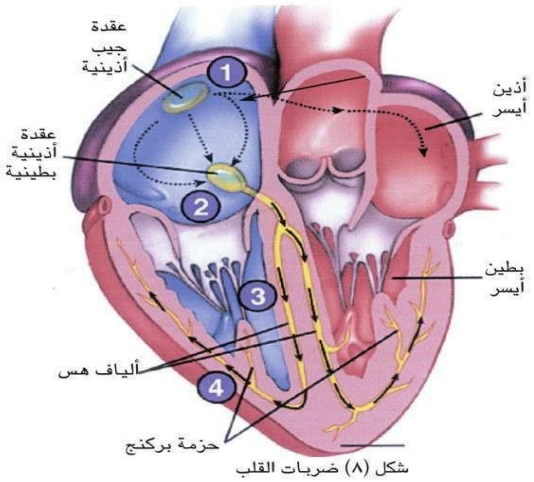
- كل أذين وبطين يتصلا معا عن طريق فتحة يحرسها صمام له شرفات رقيقه

أنواع الصمامات بالقلب

الصمام	المكان	الوظيفة
الصمام الأيمن ثلاثي الشرفات	بين الاذين والبطين والايمن	يسمح بمرور الدم من الاذين الي البطين في اجاه واحد فقط ويمنع رجوعه الى الاذين
الصمام الايسر ثنائي الشرفات (المترالي)	بين الاذين والبطين الايسر	
صمامات هلالية	بين البطينان والشريان الرئوي والشريان الأورطي	تسمح بمرور الدم من البطين الي الشريان في اتجاه واحد فقط ويمنع رجوعه الي البطين

ضـــربـــات الـقـــلب

- تنبع ضربات القلب الايقاعية المنتظمة من داخل نسيج عضلة القلب نفسها .... لان عضلة القلب ذاتية الحركة بدليل ان القلب يستمر في الانقباض المنتظم بعد فصله عن الجسم



شكل (٨) ضربات القلب

منشأ دقات القلب

- يتحكم في ضربات القلب عقدتان عضليتان هما:
١- **العقدة الجيب أذينيه**: توجد مدفونة في جدار الاذين الأيمن قريبة من مكان اتصاله بالأوردة الكبيرة
٢- **العقدة الاذينية البطنية**: توجد عند اتصال الاذينين بالبطينين

- تعتبر العقدة الجيب أذينيه منظم لضربات القلب فهي تتصل بعصبين هما:
١- **العصب الحائر**: يقلل من معدل ضربات القلب
٢- **العصب السمبثاوى**: يزيد من معدل ضربات القلب

- ينبض القلب بالمعدل الطبيعي ٧٠ دقة \ الدقيقة، ولكن هذا المعدل قد
- **ينخفض**: أثناء النوم – حالات الحزن
- **يرتفع:** حالات الفرح – بذل جهد جسماني – بعد الاستيقاظ

تميز دقات القلب

- **صوت غليظ وطويل**: عند انقباض البطينين نتيجة غلق الصمامين بين الاذينين والبطينين
- **صوت حاد وقصير**: عند انبساط البطينين نتيجة غلق الصمامين بين البطينين والشريانين الرئوي الأورطي

كيفية حدوث ضربات القلب

١- تطلق العقدة الجيب أذينيه إثارة الانقباض التلقائي فتنقبض عضلات الاذينين
٢- تصل الموجه الكهربائية الي العقدة الاذينية البطينية
٣- تنتقل الاثارة عبر ألياف هس ثم تنتشر من الحاجز بين البطينين الي جدار البطينين عبر حزمة **بركنج** فتثير عضلات البطينين للانقباض

(٢) الاوعية الدموية

المقارنة	١- الشريان	٢- الوريد	٣- الشعيرات الدموية
المكان	مدفون في عضلات الجسم	قريبة من سطح الجلد	تنتشر بين المسافات الموجودة بين خلايا الانسجة لتصل بين التفرعات الشريانية الدقيقة والتفرعات الوريدية الدقيقة
التركيب	يتركب من ثلاث طبقات ١- **الخارجية** : نسيج ضام ٢- **الوسطى** : سميكة وتتكون من عضلات غير ارادية ويتحكم في انقباضها وانبساطها الياف عصبية ٣- **الداخلية** : صف واحد من خلايا طلائية رقيقة تعلوها الياف مرنة	نفس الطبقات الثلاثية التي يتركب منها جدار الشريان الا ان الالياف المرنة نادرة وسمك الطبقة الوسطى أقل	- أوعية دقيقة مجهرية يصل قطر الشعيرة ٧-١٠ ميكرون - جدارها رقيق جدا - تتكون من طبقة واحدة خلوية - صف واحد من الخلايا - طلائية رقيقة - توجد ثقوب دقيقة بين هذه الخلايا - يبلغ سمك الجدار ٠.١ ميكرون وهذا يساعد علي التبادل السريع للمواد بين الدم وخلايا الانسجة
القدرة على النبض	له القدرة علي النبض (المرونة اللازمة لاندفاع الدم بداخله أثناء انقباض البطين) لوجود نسبة عالية من الالياف	ليس لها القدرة علي النبض لان الالياف المرنة توجد بنسبة نادرة كما أن سمك الطبقة الوسطى أقل سمكا	لا تحتوى على ألياف مرنة
وجود الصمامات	لا تحتوى علي صمامات	بها صمامات تسمح للدم بالمرور اتجاه القلب ولا تسمح برجوعه	لا تحتوى علي صمامات
الوظيفة	١- حمل الدم من القلب الى أجزاء الجسم ٢- حمل دم مؤكسج ماعدا الشريان الرئوي الذي يحمل دم غير مؤكسج من البطين الأيمن الى الرئتين	١- حمل الدم من الجسم الى القلب ٢- يحمل دم غير مؤكسج ما عدا الاوردة الرئوية التي تحمل دم مؤكسج من الرئتين الى الاذين الايسر	١- تسهيل عملية تبادل الغازات والمواد الذائبة ٢- تمد الانسجة بجميع المواد التي تحتاج اليها

- **علل لما يأتي: -**

١- **الشرايين نابضة بعكس الاوردة؟**
لان الطبقة العضلية الوسطى يتحكم في انقباضها وانبساطها ألياف عصبية

٢- **وجود صمامات في بعض الاوردة في جسم الانسان؟**
لكي تسمح بمرور الدم في اتجاه واحد فقط هو اتجاه القلب ولا تسمح برجوعه.

٣- **تنتشر الشعيرات الدموية في الفراغات بين خلايا الجسم؟**
لكي تمد هذه الخلايا باحتياجاتها من الغذاء والاكسجين

٤- **القطر الداخلي للشرايين أضيق من الاوردة بينما جدار الشريان أكبر سمكا من جدار الوريد؟**
لان الطبقة العضلية الوسطى في الشرايين أكبر سمكا منها في الاوردة

- **اذكر مكان ووظيفة الالياف المرنة؟**

المكان: -تعلو الطبقة الطلائية الداخلية لجدار الشرايين

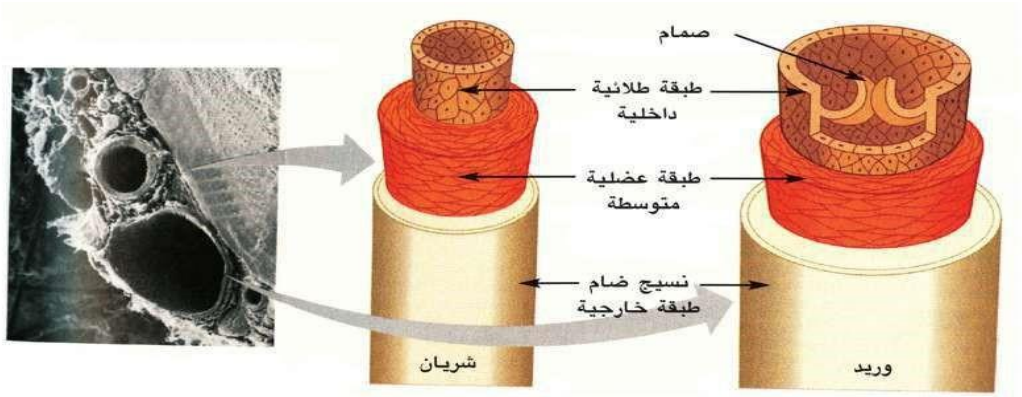
الوظيفة: -تعطى الشريان المرونة اللازمة لاندفاع الدم يداخلها أثناء انقباض البطينين

- **ما دور كلا من:**

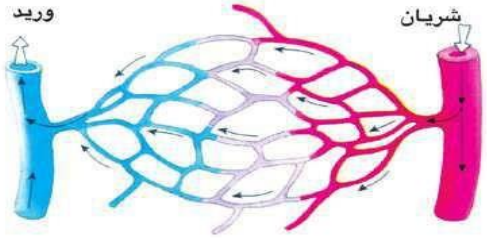
١- **ابن النفيس:** اكتشف الدورة الدموية في القرن العاشر الميلادي

٢- **وليم هارفي**: استطاع مشاهدة مواضيع الصمامات في أوردة الذراع عند ربط برباط عند قاعدته

٣- **مالبيجي**: اكتشف الشعيرات الدموية في أواخر القرن السابع عشر الميلادي



شكل (٥) تركيب الشريان والوريد



شكل (٦) يوضح اتصال الشرينات بالوريدات

(٣) الـــــــدم

- سائل أحمر لزج قلوي ضعيف PH=7.4 يوجد في جسم الانسان بمتوسط ٦:٥ لتر
- عبارة عن نسيج ضام وعائي يتركب من

١- البلازما	- هي المادة بين الخلوية (الخلالية) السائلة في الدم وتمثل ٥٤% من الدم وتتكون من: ١- ماء بنسبة ٩٠ % ٢- أملاح غير عضوية بنسبة ١% ٣- بروتينات بنسبة ٧% مثل: الألبومين – الفيبرينوجين – الجلوبيولين ٤- مواد أخرى بنسبة ٢% مثل: نواتج هضم – هرمونات – انزيمات – أجسام مضادة – فضلات (يوريا) - **الوظيفة:** نقل المواد الغذائية المهضومة والهرمونات وبعض الانزيمات وكذلك نقل المواد النيتروجينية الاخراجية (الفضلات)
٢- كريات الدم الحمراء	- **الوصف**: كريات مستديرة الشكل مقعرة الوجهين - **العدد**: يحتوي جسم: ١- الذكر البالغ من ٤:٥ مليون خلية لكل مم^{٣} ٢- الأنثى البالغة من ٤:٥.٤ مليون خلية لكل مم ^{٣} - **المنشأ**: تنشأ داخل نخاع العظام بمعدل ١٠٠ مليون خلية كل دقيقة - **العمر**: متوسط عمر الخلية لا يزيد عن ٤ أشهر تقضيها مرورا داخل الدورة الدموية ١٧٢٠٠٠ مرة - **التركيب**: خلايا عديمة الانوية تحتوي على مادة الهيموجلوبين حمراء اللون وهي عبارة عن بروتين مرتبط بعنصر الحديد - **مكان تكسيرها**: تتكسر في الكبد والطحال ونخاع العظم - **الوظيفة**: نقل غاز الاكسجين من الرئتين الى كافة انحاء الجسم ونقل ثاني أكسد الكربون من كافة أنحاء الجسم الي الرئتين
٣- كريات الدم البيضاء	- **الوصف**: كريات عديمة اللون ليس لها شكلا خاصا - **العدد**: يحتوي الدم علي ٧٠٠٠ كرية دم بيضاء لكل مم ^{٣} ويزيد في حالة المرض - **المنشأ**: تنشأ داخل نخاع العظام والطحال والجهاز الليمفاوي - **العمر**: متوسط عمر الخلية من ١٣:٢٠ يوم - **الوظيفة**: الدفاع عن الجسم كما يلي: ١- مهاجمة الميكروبات حيث تحيط بها وتبتلعها ٢- تعطيل المواد الغريبة التي تنتجها الميكروبات ٣- إبعاد الخلايا الميتة والفضلات الأخرى ٤- إنتاج الاجسام المضادة بواسطة أنواع معينة من الكريات البيضاء

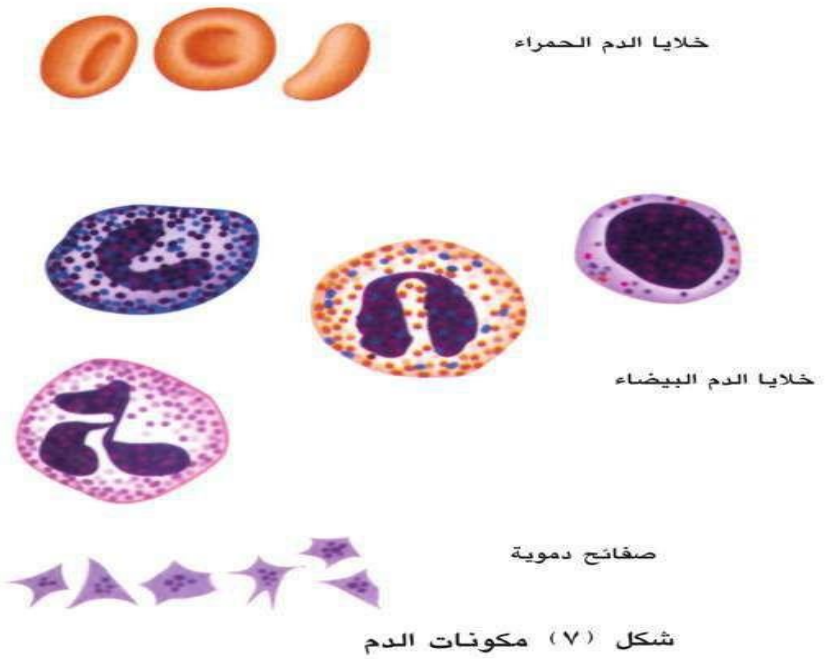
٤ - الصفائح الدموية	- **الوصف**: جسيمات صغيرة غير خلوية - **العدد**: يحتوي الدم علي ٢٥٠ألف صفيحة لكل مم^{٣} - **المنشأ**: تنشأ داخل نخاع العظام - **العمر**: متوسط عمر الصفيحة الدموية ١٠ أيام تقريبا - **الوظيفة**: تلعب دورا هاما في تكوين الجلطة الدموية بعد الحرج - يبلغ ربع حجم الكرية الحمراء

- **علل لما يأتي: -**

١- لكريات الدم البيضاء القدرة على التغلغل بين خلايا جدر الشعيرات الدموية؟
لأنها تتحرك في الجسم بلا انقطاع مناسبة على طول جدران الاوعية الدموية

٢- دم الشرايين يتميز باللون الأحمر الفاتح؟
لان الهيموجلوبين عندما يتحد بالأكسجين الموجود بالرئتين يتحول الى مادة الاوكسي هيموجلوبين ذات اللون الأحمر الفاتح ولكنه يتخلى عن الاكسجين عند وصوله الى خلايا الجسم ويتحول مرة أخرى الى الهيموجلوبين

٣- يتميز دم الاوردة باللون الأحمر القاتم؟
لان الهيموجلوبين عندما يتحد بثاني أكسيد الكربون الموجود في خلايا الجسم يتحول الى مادة كاربامينو هيموجلوبين ذات اللون القاتم ولكنه يتخلى عن ثاني أكسيد الكربون عند وصوله الى الرئتين ويتحول مرة أخري الى الهيموجلوبين



شكل (٧) مكونات الدم

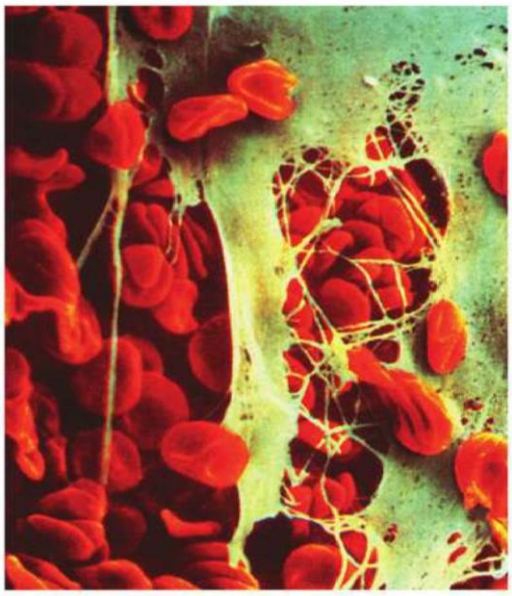
- تحدث الجلطة الدموية عند حدوث قطع أو تمزق للأوعية الدموية

- **أهمية تجلط الدم:**

حماية الدم من النزيف حتى لا يفقد الجسم كمية كبيرة من الدم التي تعرضه لصدمة يعقبها الموت

- **عوامل تجلط الدم**

١- تعرض الدم للهواء
٢- احتكاك الدم بسطح خشن مثل الاوعية والخلايا الممزقة



شكل (١٣) الجلطة الدموية

آلية تكوين الجلطة الدموية

١- الخطوة الاولي:

عندما يتعرض الدم للهواء أو يحتك بسطح خشن مثل الاوعية والخلايا الممزقة فإن الصفائح الدموية تقوم مع الخلايا التالفة في منطقة الجرح بتكوين مادة بروتينية تسمى ثرومبوبلاستين

صفائح دموية +خلايا تالفة ← (عوامل تجلط الدم) ← مادة ثرومبوبلاستين

٢- الخطوة الثانية:

في وجود ايونات الكالسيوم Ca^{++} وعوامل تجلط الدم الموجودة في البلازما فان الثرومبوبلاستين يحفز تحويل البروثرومبين (بروتين يفرزه الكبد بمساعده فيتامين K ويصبه الى ثرومبين

مادة البروثرومبين (بروتين يفرزه الكبد بمساعدة فيتامين K ويصبه في البلازما) ← (الثروبوبلاستين: أيونات Ca^{++} وعوامل التجلط) ← انزيم الثرومبين (انزيم نشط)

٣- الخطوة الثالثة:

الثرومبين انزيم نشط يحفز عملية تحويل الفيبرينوجين (بروتين ذائب في البلازما) الى بروتين غير ذائب وهو الفيبرين

بروتين الفيبرينوجين (ذائب في البلازما) ← (انزيم الثرومبين) ← بروتين الفيبرين (غير ذائب في البلازما)

٤- الخطوة الرابعة:
يترسب الفيبرين علي شكل خيوط متشابكة تتجمع فيها خلايا الدم فتتكون الجلطة التي تسد فتحة الوعاء الدموي المقطوع ليتم وقف النزيف

- **أسباب عدم تجلط الدم داخل الاوعية الدموية:**
١- سريان الدم بصورة طبيعية داخل الاوعية الدموية دون ابطاء
٢- انزلاق الصفائح الدموية بسهولة داخل للأوعية الدموية في تتفتت
٣- وجود مادة الهيبارين التي يفرزها الكبد والتي تمنع تحويل البروثرومبين الى الثرومبين

- **سؤال للتفكير \ ما دور الكبد في تكوين أو عدم تكوين الجلطة الدموية؟**
١- يفرز الكبد بروتين البروثرومبين الذي يتحول الي انزيم الثرومبين المحفز لتحول الفيبريتوجين الذائب في البلازما الي الفيبرين غير الذائب في البلازما
٢- يفرز مادة الهيبارين التي تمنع تحويل بروتين البروثرومبين الى انزيم الثرومبين

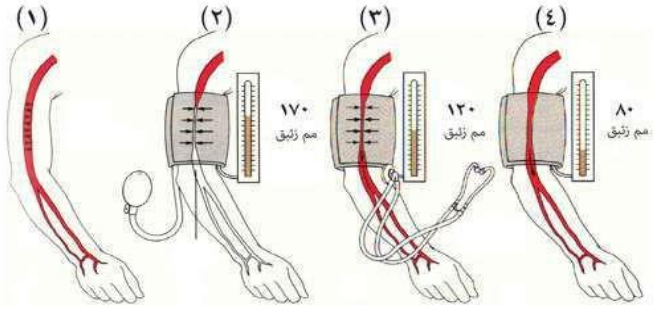
وظائف الـــــدم

نقل	١- نقل الغذاء المهضوم والهرمونات وبعض الانزيمات وأيضا المواد النيتروجينية الاخراجية بواسطة البلازما ٢- نقل الاكسجين وثاني أكسيد الكربون بواسطة كريات الدم الحمراء
تنظيم	١- تنظيم درجة حرارة الجسم عند ٣٧ م ٢- تنظيم عمليات التحول الغذائي ٣- تنظيم البيئة الداخلية للجسم مثل: كمية الماء – الحالة الاسموزية – درجة PH
حماية	١- حماية الجسم من غزو الجراثيم والميكروبات بواسطة كريات الدم البيضاء ٢- حماية الدم من النزيف بتكوين الجلطة الدموية

ضغط الـــــدم

- يمر الدم بسهولة في الشرايين والاوردة ولكنه لا يمر بسهولة في الشعيرات الدموية
- يحتاج الدم الي ضغط لمروره في الشعيرات الدموية بسبب مقاومتها لهذا السائل اللزج الكثيف
- **يرتفع ضغط الدم**: عند **انقباض** البطينين ويكون أعلي ما يمكن في الشرايين القريبة من القلب
- **ينخفض ضغط الدم:** عند **انبساط** البطينين ويكون أقل ما يمكن في الشعيرات الدموية والاوردة ١٠ مم زئبق

قياس ضغط الـدم



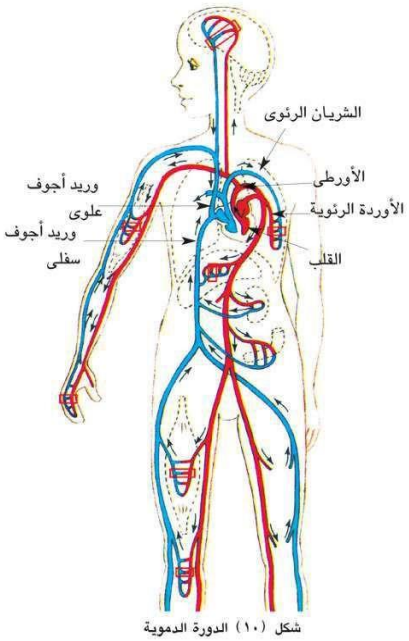
شكل (٩) قياس ضغط الدم

- يقاس بواسطة جهاز مقياس ضغط الدم (جهاز الزئبق) الذي يعطى رقمين
١- **الرقم العلوي:** هو الحد الأقصى لضغط الدم ويكون عند انقباض البطينين
٢- **الرقم السفلي**: هو الحد الأقصى لضغط الدم ويكون عند انبساط البطينين
- ضغط الدم المثالي يكون ١٢٠\٨٠ مم زئبق
- **الرقم ١٢٠ مم زئبق** هو ضغط الدم عند انقباض البطينين
- **الرقم ٨٠ مم زئبق** هو ضغط الدم عند انبساط البطينين

- **علل \ يرتفع ضغط الدم تدريجيا مع مرور السنين؟**

بسبب حدوث ضيق تدريجي في الشرايين مما يزيد من المقاومة التي يلاقيها الدم عند مروره فيها

الدورة الدموية في الانسان



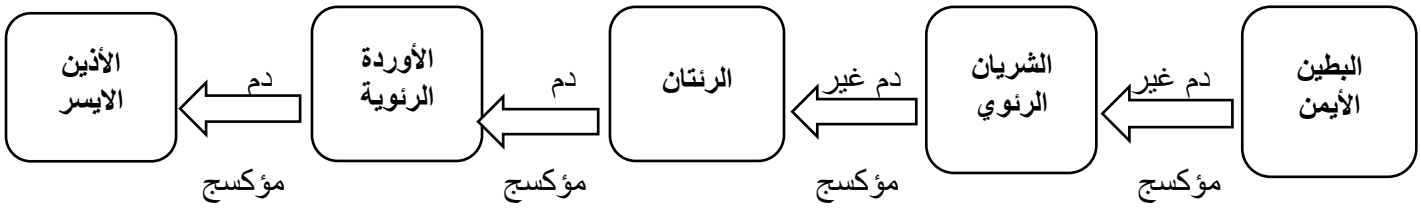
شكل (١٠) الدورة الدموية

(١) الدورة الدموية الرئوية (الصغرى)

- **تبدأ من البطين الأيمن وتنتهي في الاذين الايسر كالتالي:**

١- ينقبض البطين الأيمن فيقفل الصمام ثلاثي الشرفات فتحة الاذن الأيمن
٢- يندفع الدم غير المؤكسج في الشريان الرئوي ويعمل الصمام الرئوي على منع رجوع الدم الي البطين الأيمن
يتفرع الشريان الرئوي الي فرعين (فرع في كل رئة) ويتفرع كل منهما في أنسجتها الى عدة تفرعات تنتهى بشعيرات دموية تنتشر حول الحويصلات الهوائية

٣- يحدث تبادل للغازات فيخرج من الدم غاز ثاني أكسد الكربون وبخار الماء ويحمل غاز الاكسجين الى الدم فيصبح دما مؤكسجا
٤- يعود الدم المؤكسج من الرئتين داخل أربعة اوردة رئوية (وريدان من كل رئة) يفتح كل منهما في الاذين الايسر

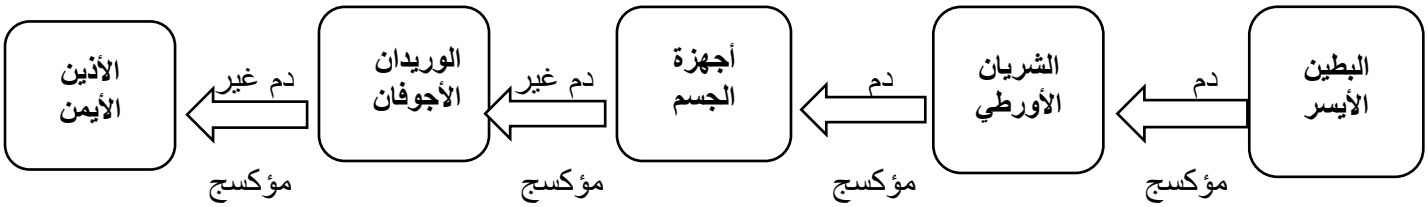


- في نهاية الدورة تنقبض جدران الأذين الأيسر فيندفع الدم المؤكسج الى البطين الأيسر ويعمل الصمام ثنائي الشرفات (المترالي) على منع رجوع الدم الى الأذين الأيسر.

(٢) الدورة الدموية الجهازية (الجسمية الكبرى)

- **تبدأ من البطين الأيسر في الأذين الأيمن كالتالي:**

١- ينقبض البطين الايسر بعد امتلائه بالدم المؤكسج فيقفل الصمام ثنائي الشرفات فتحة الاذين الايسر
٢- يندفع الدم الى الأورطي ويعمل الصمام الأورطي علي منع رجوع الدم الى البطين الايسر
٣- يتفرع الأورطي (الشريان الابهر) الى عدة شرايين يتجه بعضها الى الجزء العلوى من الجسم والبعض الاخر يتجه الى الجزء السفلي وتتفرع الشرايين الي فروع أصغر فأصغر تنتهي بشعيرات دموية تنتشر خلال الانسجة بين الخلايا وتوصل اليها ما يحمله الدم من أكسجين وماء ومواد غذائية ذائبة
٤- تنتشر المواد الناتجة من عمليات الهدم (أكسدة السكر والدهون) مثل غاز ثاني أكسد الكربون خلال جدران الشعيرات الدموية وتصل الى الدم فتغير لونه من الأحمر الفاتح الى الاحمر القاتم (دم غير مؤكسج)
٥- تتجمع الشعيرات الدموية مكونة أوعية أكبر فأكبر هي (الاوردة)
٦- تصب الاوردة الدم غير المؤكسج في الوريدين الاجوفين العلوى والسفلي اللذين يصبان في الدم الاذين الأيمن



- في نهاية الدورة الجهازية تنقبض جدران الأذين الأيمن فيندفع الدم غير المؤكسج إلى البطين الأيمن ويعمل الصمام ثلاثي الشرفات على منع رجوع الدم الى الأذين الأيمن.
-

(٣) الدورة الدموية الكبدية البابية

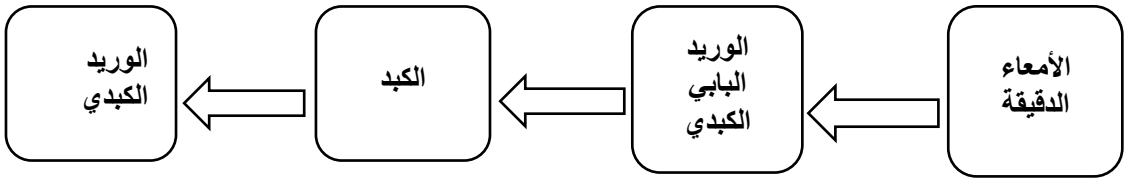
تبدأ من الشعيرات الدموية لخملات الأمعاء الدقيقة وتنتهي بالشعيرات الدموية في الكبد كالتالي:

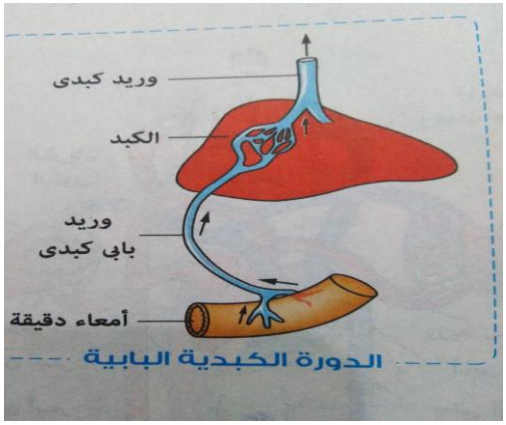
١- تمتص خملات الأمعاء الدقيقة الجلوكوز والاحماض الامينية التي تنتقل الى الشعيرات الدموية الموجودة داخل الخملات

٢- تتجمع الشعيرات الدموية في أوردة أكبر فأكبر وتصب محتوياتها في الوريد البابي الكبدي الذي تتصل به أيضا أوردة من البنكرياس والطحال والمعدة

٣- يتفرع الوريد البابي الكبدي (عند دخوله للكبد) الى أفرع صغيرة تنتهي بشعيرات دموية دقيقة ترشح خلال جدرانها بعض المواد الغذائية الزائدة عن حاجة الجسم فيحدث لها بعض التحولات في الكبد

٤- تتجمع الشعيرات الدموية لتكون الوريد الكبدي الذي يخرج من الكبد ويصب محتوياته في الجزء العلوى من الوريد الاجوف السفلي الذي يصب الدم في الاذين الأيمن



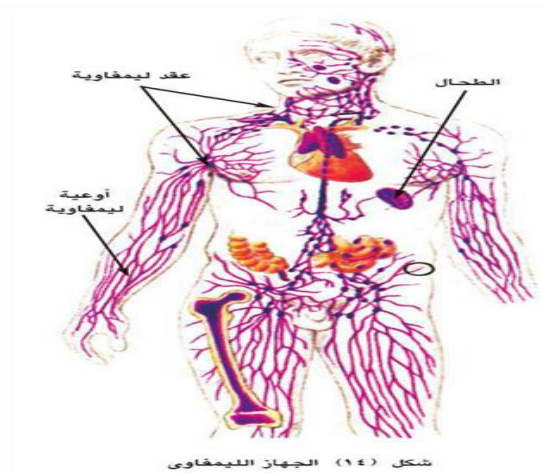


ثانياً: - الجهاز الليمفاوي في الإنسان

- **علل / يعتبر الجهاز الليمفاوي هو الجهاز المناعي لجسم الإنسان؟**

بسبب قدرته الدفاعية حيث انه ينتج الاجسام المضادة المسئولة عن إكساب الجسم المناعة.

تركيب الجهاز الليمفاوي



شكل (١٤) الجهاز الليمفاوى

١	**الليمف**	- عبارة عن سائل يترشح من بلازما الدم أثناء مروره في الأوعية الدموية. - يحتوي الليمف على جميع مكونات البلازما بالإضافة لعدد كبير من كريات الدم البيضاء
٢	**الأوعية الليمفاوية**	- تعمل على تجميع الليمف لإعادته الى الجهاز الدوري عن طريق الوريد الأجوف العلوي
٣	**العقد الليمفاوي**	- هي مصاف توجد على مسافات معينة بطول الأوعية الليمفاوية يمر خلالها الليمف. - تقوم بالقضاء على الميكروبات بما تنتجه من كريات الدم البيضاء.

التنفـــس الخلوي

- **الفرق بين التنفس الخلوي والتبادل الغازي:**

التنفس الخلوي (أكسدة الجلوكوز)	التبادل الغازي
عملية استخراج الطاقة المختزنة في الروابط الكيميائية بجزيئات الطعام وخاصة السكريات وتخزينها في جزيئات ATP ليستخدمها الكائن الحي في القيام بالأنشطة المختلفة.	عملية حصول الكائن الحي على الأكسجين مباشرة من الهواء الجوي كما في الكائنات وحيدة الخلية، أو بواسطة جهاز تنفسي كما في الكائنات عديدة الخلايا، وخروج ثاني أكسيد الكربون كمنتج نهائي للتنفس.

- **علل لما يأتي:**

١- يعبر عن جزئ الغذاء عادةً بجزيء الجلوكوز عند إيضاح أسلوب وخطوات انحلاله؟

لأن أغلب خلايا الكائنات الحية تستخدمه لإنتاج الطاقة أكثر من استخدامها لأي جزئ غذاء اخر.

٢- تعتبر جزيئات AT هي العملة المتداولة للطاقة في الخلية؟

-لأن كل طاقة تحتاج اليها الخلية تقتضي وجود جزيئات ATP والتي ينطلق منها طاقة عند تحويلها الى جزيئات ADP تقدر ما بين ١٢:٧ سعر حراري كبير لكل مول.

٣-تتم معظم مراحل اكسدة الجلوكوز (التنفس الخلوي) داخل الميتوكوندريا؟

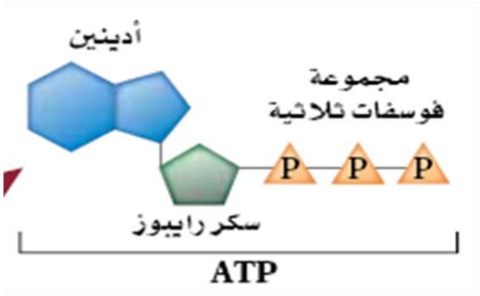
-لأن الميتوكوندريا تحتوي على:

-إنزيمات التنفس -الماء - جزيئات الفوسفات

- مرافقات إنزيمية مثل: NAD^+ وFAD -حاملات الطاقة (السيتوكرومات)

تركيب جزئ ATP

١- قاعدة الأدينين النيتروجينية
٢- سكر الريبوز الخماسي
٣- ثلاث مجموعات فوسفات



أولا: - التنفس الخلوي الهوائي

- يتم التنفس الخلوي الهوائي في وجود الاكسجين.
- ينتج من اكسدة مول واحد من الجلوكوز ($C_6H_{12}O_6$) كمية من الطاقة مقدارها ٣٨ جزئ ATP

$$C_6H_{12}O_6 + 6O_2 \longrightarrow 6CO_2 + 6H_2O + 38ATP$$

مراحل اكسدة جزئ الجلوكوز

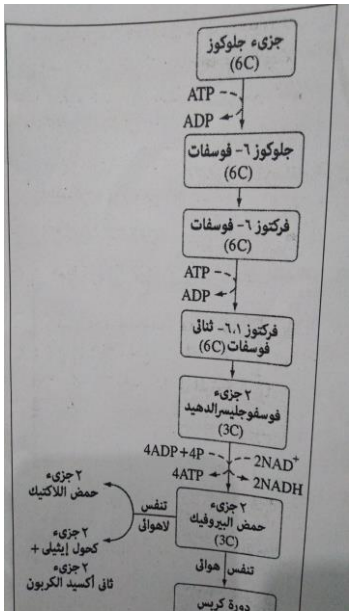
(١)مرحلة انشطار جزئ الجلوكوز

- تتم خارج الميتوكوندريا في السيتوسول(الجزيء غير العضي)، وتحدث في التنفس الهوائي واللاهوائي.
- خطوات انشطار جزئ الجلوكوز في المخطط التالي:

١- ينشطر جزئ الجلوكوز الى جزئين من حمض البيروفيك (ثلاثي الكربون) مارا بمجموعة من التفاعلات فيها

٢- يتحول الجلوكوز الى جلوكوز- ٦ فوسفات ثم فركتوز-٦ فوسفات ثم فركتوز ١-٦ ثنائي فوسفات الذي يكون جزئين من فوسفوجليسرالدهيد PGAL ليأكسد الى جزئين من حمض البيروفيك وليختزل جزئين من مساعدة الانزيم NAD^+ الى NADH وينتج جزئين من ATP في سيتوسول الخلية وهذه التفاعلات تحدث في غياب أو نقص الاكسجين لذلك تعرف بالتنفس اللاهوائي

٣- الطاقة الناتجة غير كافية لأداء الوظائف الحيوية في الكائنات ولذلك يدخل حمض البيروفيك الى الميتوكوندريا في وجود الاكسجين لإنتاج طاقة أكبر ويتم ذلك في خطوتين هما (دورة كربس – سلسله نقل الالكترون)



- **معادلة التفاعل:**

$$C_6H_{12}O_6 \xrightarrow[\text{تنفس لا هوائي}]{\text{انزيمات التنفس}} 2C_3H_4O_3 + 2ATP$$

- **نواتج هذه المرحلة:**
- ٢ جزئ 2ATP وهي غير كافية لإداء الوظائف الحيوية.
- ٢ جزئ 2NADH

(٢)مرحلة دورة كربس

- تحدث داخل الميتوكوندريا بعد تأكسد كل جزئ من حمض البيروفيك لتحول الى مجموعة أسيتيل.
- تتحد كل مجموعة أسيتيل مع مرافق الإنزيم أ (CO.A).
- يتكون أسيتيل مرافق الإنزيم أ وينتج عن ذلك: ٢ جزئ NADH و٢ جزئ CO_2
- تتكرر دورة كربس مرتين لكل جزئ جلوكوز، أي بمعدل دورة لكل جزئ أسيتيل.

- **خطوات دورة كربس**

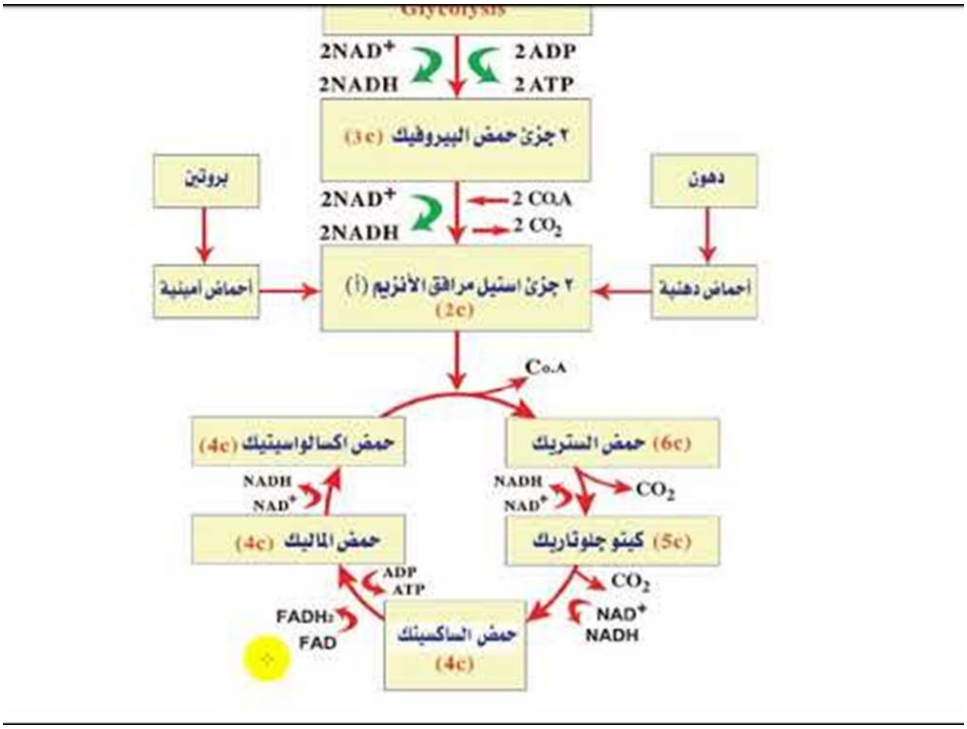
١- يدخل أسيتيل مرافق الانزيم (ا) الى دورة كربس حيث ينفصل مرافق الانزيم (ا) عن مجموعة الاسيتيل ليكرر عمله مره أخرى

٢- تتحد مجموعة الاسيتيل ثنائي الكربون (2C) مع حمض الاكسالواسيتك رباعي الكربون(4C) لينتج حمض الستريك سداسي الكربون(6C)

٣- يمر حمض الستريك بثلاثة مركبات وسطية تبدأ بحمض الكيتوجلوتاريك (5C) ثم حمض الساكسينك (4C) ثم حمض الماليك (4C) لتنتهي التفاعلات بحمض الستريك مرة اخري

لذلك تسمى دورة كربس بدورة حمض الستريك

- **خطوات دورة كربس في المخطط التالي:**



- **نواتج دورة كربس الواحدة لجزيء أسيتيل:**
- جزئ واحد ATP
- ٣ جزئ NADH
- جزئ واحد $FADH_2$
- ٢ جزئ CO_2

-نواتج دوره كربس لجزيء جلوكوز:
٢ جزئ ATP
٦ جزئ NADH
٢ جزئ $FADH_2$
٤ جزئ CO_2

- **أهمية دورة كربس**

أكسدة ذرات الكربون بإزاله الكترونات تستقبلها جزيئات NAD^+ وFAD وتنقلها للسيتوكرومات لتحرير الطاقة اللازمة لإنتاج جزيئات ATP.

- **علل / لا تتطلب دورة كربس وجود اكسجين لكي تحدث؟**

لأن اكسدة ذرات الكربون أثناء تفاعلات دورة كربس تتم بواسطة الإلكترونات التي تستقبل بواسطة NAD^+ وFAD.

(٣) مرحلة سلسلة نقل الإلكترون

- تحدث داخل الميتوكوندريا بمساعدة السيتوكرومات التي توجد في الغشاء الداخلي للميتوكوندريا.

- **خطوات سلسلة نقل الإلكترون:**

١- يمر الهيدروجين والإلكترونات المحمولة على $FADH_2$ ، NADH خلال تتابع من السيتوكرومات.

٢- تحمل السيتوكرومات الإلكترونات على مستويات طاقة مختلفة، وبمرور الإلكترونات من مستوي طاقة أعلى إلى مستوي طاقة اقل، او من سيتوكروم الى سيتوكروم اخر تنطلق طاقة كافية لتحويل ADP الى ATP وهو ما يعرف بـــــ الفسفرة التأكسدية.

٣- يتحد زوج إلكترونات + زوج من أيونات الهيدروجين H^+ + ذرة اكسجين لتكوين الماء H_2O

$$2e^- + 2H^+ + {}^1/_2\, O_2 \longrightarrow H_2O$$

- **علل / يعتبر الأكسجين هو المستقبل الأخير في سلسلة نقل الإلكترون؟**

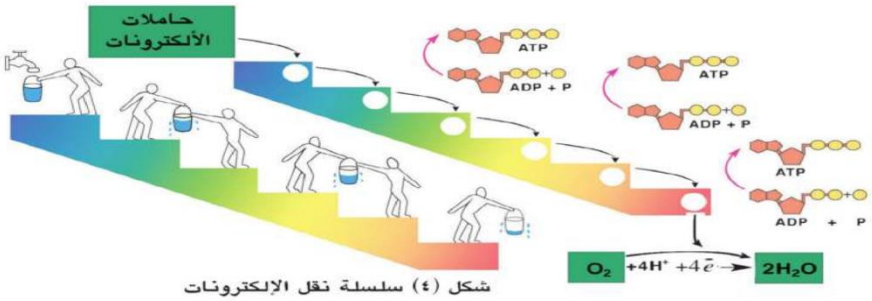
لأن ذرة منه تتحد مع زوج من الإلكترونات السالبة (e^-) في وجود زوج من أيونات الهيدروجين الموجبة (H^+) لتكوين الماء H_2O.

- **<u>السيتوكرومات :-</u>**

<< هي تتابعات من مرافقات الانزيمات توجد في الغشاء الداخلي للميتوكوندريا تحمل الالكترونات علي مستويات مختلفة من الطاقة >>

- **<u>الفسفرة التأكسدية :-</u>**

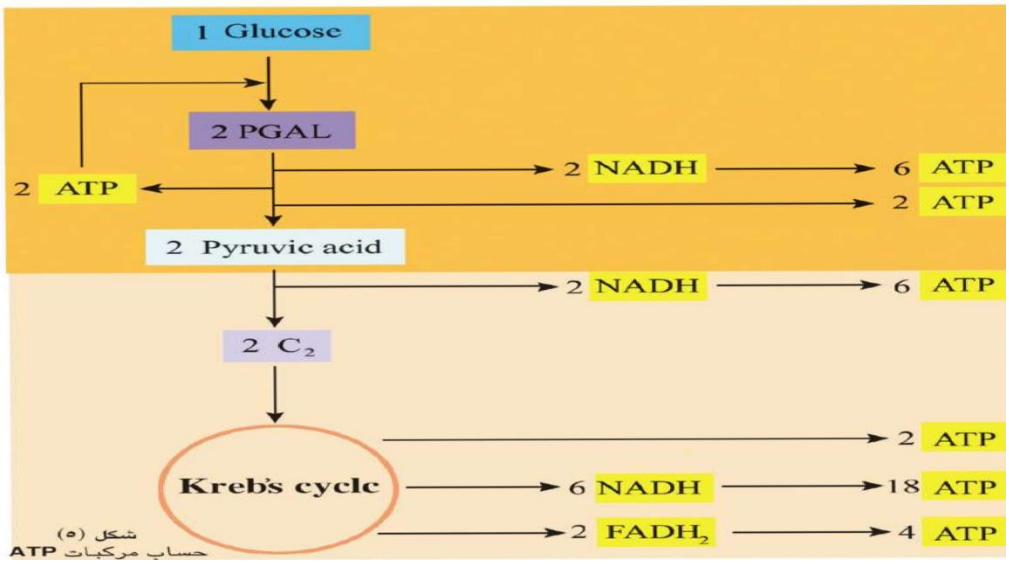
<< هي عملية تكوين جزئ ATP من جزئ ADP والفوسفات باستخدام الطاقة المنطلقة أثناء مرور الالكترونات التي تحملها السيتوكورمات من مستوى طاقة أعلي الى مستوى طاقة أقل



شكل (٤) سلسلة نقل الإلكترونات

حساب عدد جزيئات ATP

- كل جزئ NADH يعطى ٣ جزئ ATP -كل جزئ $FADH_2$ يعطى ٣ جزئ ATP



شكل (٥)
حساب مركبات ATP

وبالتالي يكون عدد جزيئات ATPكالتالي:

	في السيتوسول	في الميتوكوندريا	المجموع	عدد ATP الكلي
ATP	٢	٢	٤	٤
NADH	٢	٢ قبل دورة كربس ٦ داخل دورة كربس	١٠	٣٠
FADH2	-	٢	٢	٤
المجموع النهائي لجزيئات ATP الناتج عن أكسدة جزئ جلوكوز واحد				**٣٨**

ثانياً: التنفس الخلوي اللاهوائي

التنفس اللاهوائي (التخمر)

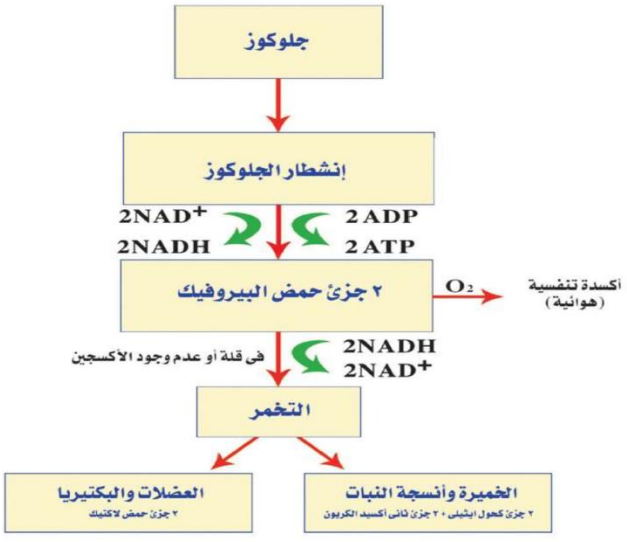
<<هي عملية حصول الكائن الحي على الطاقة من جزئ الغذاء (الجلوكوز) في نقص أو غياب الأكسجين وذلك بمساعدة مجموعة من الإنزيمات، وتنتج عنه كمية ضئيلة من الطاقة (٢ جزئ ATP) >>

- **مراحل التنفس اللاهوائي (التخمر):**

١- انشطار جزئ الجلوكوز الى جزيئين حمض البيروفيك **وينتج:**

٢- جزئ ATP - ٢ جزئ NADH

٢-تحول حمض البيروفيك الى حمض لاكتيك او كحول إيثيلي وفقاً لنوع الخلية.



شكل (٦) مخطط التنفس اللاهوائى

أنواع التخمر

التخمر الحمضي	التخمر الكحولي
يحدث في خلايا عضلات الحيوان، والبكتيريا	يحدث في الخميرة وبعض انسجة النبات
- في الانسان يسبب التعب والإجهاد في العضلات. - في البكتيريا تقوم علية صناعات الألبان.	له فوائد صناعية مثل صناعة الكحول
يختزل فيه حمض البيروفيك الى حمض اللاكتيك	يختزل فيه حمض البيروفيك الى كحول إيثيلي و CO_2
يحدث الاختزال باتحاد حمض البيروفيك مع الإلكترونات التي على NADH	

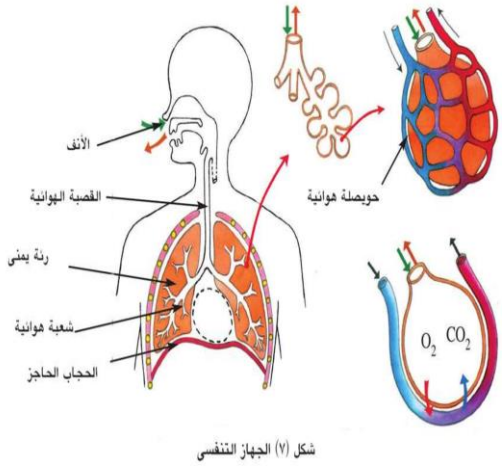
التنفـس في الإنســـان

تركيب الجهاز التنفسي في الإنسان

(١) الأنف والفم

- علل / يفضل صحياً التنفس من الأنف وليس الفم؟
- لأن الأنف:

١- ممر دافئ بما يبطنه من شعيرات دموية كثيفة.
٢- رطب بما يفرز فيه من مخاط.
٣- مرشح بما فيه من مخاط وشعيرات تعمل كمصفاة.



شكل (٧) الجهاز التنفسي

(٢) البلعوم

- ممر مشترك لكل من الهواء والغذاء.

(٣) الحنجرة

- تعرف بصندوق الصوت، ويمر الهواء خلالها إلى القصبة الهوائية.

(٤) القصبة الهوائية

- **علل لما يأتي:**

١- وجود حلقات غضروفية بجدار القصبة الهوائية؟
لكي تجعلها مفتوحة باستمرار.
٢-تبطن القصبة الهوائية بأهداب تتحرك من أسفل لأعلى؟
لكي تعمل على تنقية الهواء المار بها من الدقائق الغريبة به فيمكن ابتلاعها.

- تتفرع القصبة الهوائية الى **شعبتين** هوائيتين، والتي تتفرع الى أفرع أصغر تسمى **الشعيبات،** وتنتهي أدق التفرعات بأكياس تسمى << **الحويصلات الهوائية** >>

(٥) الرئتان

- تحتوي كل رئة على حوالي ٦٠٠ مليون حويصله، لزيادة مساحة الأسطح التنفسية.

- **علل / تعتبر جدر الحويصلات الهوائية تنفسية فعلية؟**
- لأن جدارها:
١- رقيقة مما يسرع عملية التبادل الغازي.
٢- محاطة بشبكة ضخمة من الشعيرات الدموية تسهل تبادل الغازات.
٣- مرطبة ببخار الماء اللازم لذوبان الغازان (O_2، CO_2) لإتمام تبادل الغازات.

دور الجهاز التنفسي في الإخراج

١- يقوم بإخراج غاز ثاني أكسيد الكربون في هواء الزفير.
٢- يقوم بإخراج بعض الماء في صورة بخار ماء مع هواء الزفير، حيث:
-يفقد جسم الإنسان يومياً ٥٠٠سم^3 من الماء خلال الرئتين من أصل ٢٥٠٠سم^3 ماء يومياً.
-يتم هذا الفقد في الماء نتيجة تبخر الماء المرطب لجدر الحويصلات الهوائية.

التنفس في النبات

- التنفس في معظم النباتات يتم بسهولة نظراً لاتصال معظم خلاياه بالبيئة الخارجية مباشرةً، حيث ينتشر غاز الاكسجين الى داخل الخلية بينما ينتشر غاز CO_2 الى خارجها.

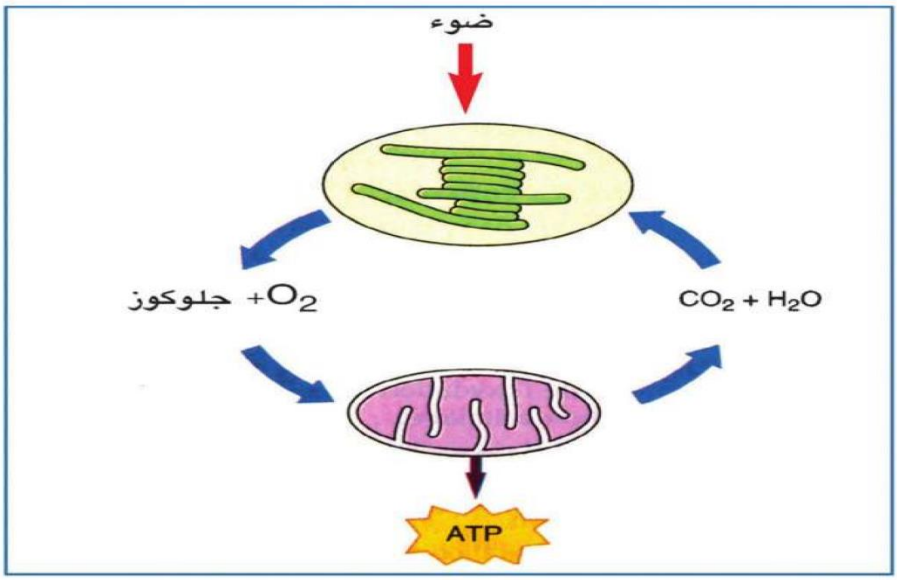
- **طرق دخول غاز الاكسجين الى خلايا النبات الراقي:**

١- **ثغور الأوراق**: ينتشر في المسافات البينية ويذوب في ماء الخلية.
٢- **ممرات اللحاء**: يحمل بعض الأكسجين اليها مع الماء.
٣- **الجذور**: مذاباً في ماء التربة الذي تمتصه الشعيرات الجذرية او التشعيرات الجذرية او تتشربه جدر الخلايا.
٤- **ثغور الساق الخضراء وعديسات الساق الخشبية او أي تشققات في القلف.**

- **طرق التخلص من غاز CO_2 الناتج من التنفس:**
١- انتشار الغاز مباشرة من خلايا النبات الى البيئة الخارجية، وذلك في الخلايا التي على السطح.
٢- مرور الغاز الى الخشب او اللحاء ثم الى الثغر فالبيئة الخارجية، وذلك في الخلايا التي في العمق.
٣- جزء من ثاني أكسيد الكربون الناتج من التنفس يستخدم في عملية البناء الضوئي

العلاقة بين عملتي البناء الضوئي والتنفس في النبات :-

١- تقوم البلاستيدات في النبات الأخضر بعملية البناء الضوئي منتجة الجلوكوز والاكسجين
٢- يتجه الجلوكوز وغاز الاكسجين الى الميتوكوندريا لتحرير الطاقة من خلال عملية التنفس
٣- يتجه غاز ثاني أكسيد الكربون والماء الناتجين من عملية التنفس الى البلاستيدة لإتمام عملية البناء الضوئي



شكل (٨)دورة البناء الضوئي والتنفس الخلوى