



جمهورية مصر العربية
وزارة التربية والتعليم
والتعليم الفني
الإدارة المركزية لشئون الكتب

علم الأحياء

للفص الثاني الثانوى

إعداد

أ. حسن السيد الهراس أ.د. أمين عرفان دويدار
أ.د. عدلى كامل فرج أ.د. عبد الله محمد إبراهيم
أ. أحمد محفوظ كامل أ.د. محمد عبد الحميد شاهين
أ. عبد المنعم عبد الحميد الطناني أ. على حسن عبد الله

مراجعة

أ.د. فاطمة محمد مظهر

تم التنضيد والإخراج الفني بالمركز الاستكشافى للعلوم

الإخراج الفني

أ.د/ محمد سامح سعيد
(المشرف العام على المركز)

م/ عصام الدين أحمد على

٢٠١٩ - ٢٠٢٠ م

غير مصرح بتداول هذا الكتاب خارج وزارة التربية والتعليم والتعليم الفني

لجنة التطوير

أ.د / إسماعيل محمد كامل
أستاذ علم النبات
كلية العلوم - جامعة القاهرة

أ.د / أمين عرفان دويدار
استاذ متفرغ
كلية التربية - جامعة عين شمس

أ.د / حسناء أحمد حسنى
أستاذ علم النبات
كلية العلوم جامعة القاهرة

أ.د / أنور بكر منصور
استاذ علم الحيوان
كلية العلوم - جامعة القاهرة

أ / سلوى صلاح الدين الهوارى
موجه عام أحياء
مركز تطوير المناهج والمواد التعليمية

أ.د / عبد الرحمن توفيق أحمد
أستاذ علم الحيوان
كلية العلوم - جامعة القاهرة

أ / نور الهدى على حسن
موجه أول بالمعاش

أ / شادية أحمد صديق فليفل
موجه عام بالمعاش

أ / رزق حسن رزق الحداد
مدرس أول مشرف أحياء

أ / حسن السيد محرم
خبير أحياء

لجنة التعديل

أ / شادية أحمد صديق
موجه عام بالمعاش

د / عبد المنعم إبراهيم أبو العطا
استاذ علم النبات

أ / ناهد جمال الدين
موجه أول بالمعاش

أ / حسن السيد محرم
خبير بيولوجى

أ / شريف فرغلى محمد
خبير بيولوجى

مستشار العلوم

أ / يسرى فؤاد سويس

الإشراف التربوى

مركز تطوير المناهج والمواد التعليمية

تقديم

محتوى الكتاب

الصفحة	الموضوع	
٥	■ التركيب والوظيفة فى الكائنات الحية	الباب الأول
٥	الفصل الأول: التغذية والهضم	
٢٦	الفصل الثانى: النقل	
٥١	الفصل الثالث: التنفس	
٦٨	الفصل الرابع: الإخراج	
٨٥	الفصل الخامس: الإحساس	

الباب الأول

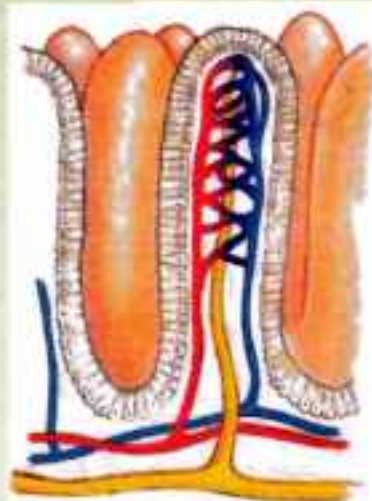


التركيب والوظيفة في الكائنات الحية

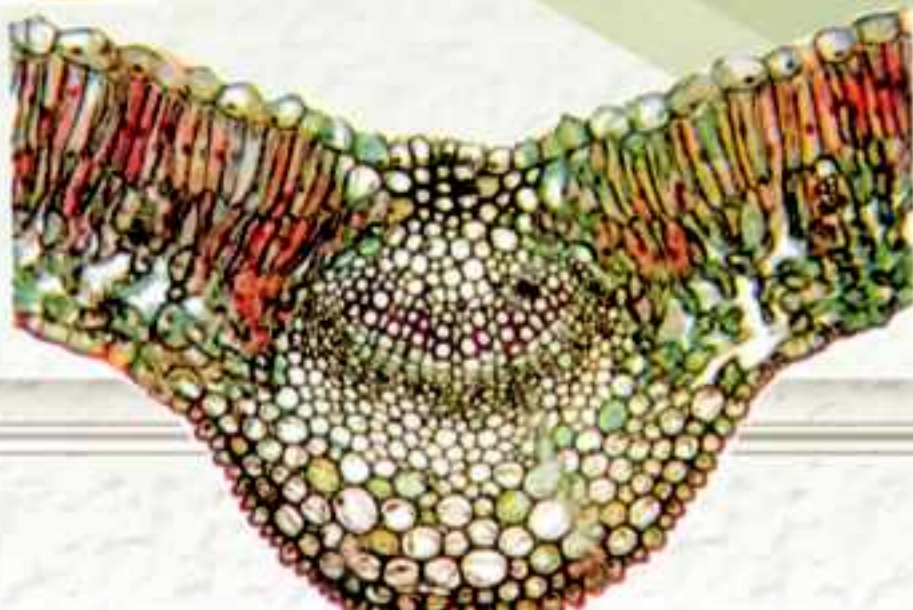
الفصل الأول

التغذية والهضم في الكائنات الحية

في نهاية هذا الفصل ينبغي أن يكون الطالب قادرا على أن :



- يتعرف مفهوم التغذية في الكائنات الحية.
- يفرق بين التغذية الذاتية والتغذية غير الذاتية.
- يذكر الملائمة الوظيفية للشعيرة الجذرية.
- يشرح خطوات البناء الضوئي.
- يتعرف مفهوم التغذية في الإنسان .
- يوضح عمليات الهضم داخل أعضاء الجهاز الهضمي.
- يشرح كيفية امتصاص الغذاء في الأمعاء الدقيقة.
- يشرح دور الإنزيمات في عمليات الهضم المختلفة.
- يستنتج أهمية الغذاء للإنسان.



التغذية

مفهوم التغذية والحاجة إليها

من أهم مظاهر الحياة فى الكائنات الحية أنها تتغذى. فالغذاء هو المصدر الذى يستمد منه الكائن الحى الطاقة اللازمة لجميع العمليات الحيوية للجسم، كما أن الغذاء هو المادة الخام اللازمة للنمو وتعويض مايبلى من مادة الجسم. ويطلق مفهوم (التغذية) Nutrition على الدراسة العلمية للغذاء والطرق المختلفة التى تتغذى بواسطتها الكائنات الحية. وهناك نوعان من التغذية:

أولاً: تغذية ذاتية: Autotrophic Nutrition

الكائنات ذاتية التغذية هى التى تصنع غذائها بنفسها كالنباتات الخضراء وبعض أنواع من البكتريا التى تستطيع أن تبني داخل خلاياها الغذاء ذو الطاقة العالية كالسكر والنشا والدهون والبروتينات من مواد أولية بسيطة منخفضة الطاقة وهى ثانى أكسيد الكربون والماء والأملاح المعدنية وتحصل عليها من بيئتها مع استغلال الطاقة الضوئية لإتمام التفاعلات الكيميائية بما يطلق عليه البناء الضوئى photosynthesis

ثانياً: تغذية غير الذاتية: Heterotrophic Nutrition

تحصل الكائنات غير ذاتية التغذية على الغذاء من أجسام الكائنات الأخرى فهى تحصل على المركبات الغذائية عالية الطاقة من النباتات الخضراء أو من حيوانات سبق أن تغذت على النباتات. ويمكن تقسيم الكائنات غير ذاتية التغذية كما يأتى :

١ - غير ذاتية عضوية: مثل أكلات العشب وأكلات اللحوم ومتنوعة الغذاء.

٢ - غير ذاتية طفيلية : مثل البلهارسيا ونبات الهالوك.

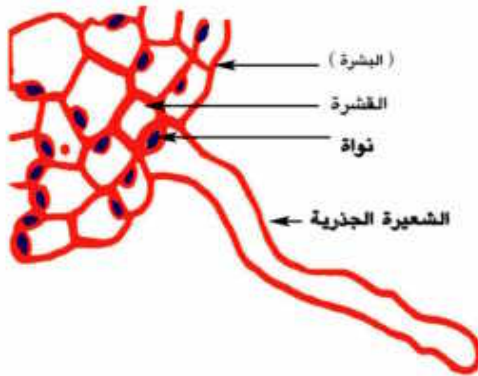
٣ - غير ذاتية رمية: مثل البكتريا الرمية وبعض الفطريات.



التغذية الذاتية التغذية فى النباتات الخضراء

عرفنا فيما سبق أن التغذية الذاتية هى إحدى طرق التغذية التى تتميز بها النباتات الخضراء حيث تقوم خلاياها ببناء المركبات الغذائية العضوية عالية الطاقة التى تحتاجها لبناء جسمها مثل المواد الكربوهيدراتية والدهنية والبروتينية من مواد غير عضوية بسيطة التركيب تستمدتها من بيئتها وهى الماء وثنائى أكسيد الكربون والأملاح المعدنية مستخدمة الطاقة الضوئية للشمس فى عملية البناء الضوئى. وعلى ذلك فهناك عمليتان مهمتان فى عملية التغذية الذاتية التى يقوم بها النبات الأخضر وهما عملية امتصاص الماء والأملاح وعملية البناء الضوئى.

أولاً: عملية امتصاص الماء والأملاح



تركيب الشعيرة الجذرية شكل (١)

يتم امتصاص الماء والأملاح المعدنية فى النباتات الخضراء الراقية من التربة عن طريق الشعيرات الجذرية فى المجموع الجذرى للنبات ثم تنتقل من خلية إلى أخرى فى اتجاه الأوعية الناقلة.

تركيب الشعيرة الجذرية :

الشعيرة تمثل امتداد لخلية واحدة من خلايا الطبقة الوبرية (البشرة) ويصل طولها حوالى ٤مم والشعيرة الجذرية مبطنه من

الداخل بطبقة رقيقة من السيتوبلازم بها النواة وبها فجوة عصارية كبيرة وعمر الشعيرة الجذرية لا يتجاوز بضعة أيام أو أسابيع لأن خلايا البشرة فى الجذر تتمزق بين حين وآخر وتعوض باستمرار من منطقة الاستطالة بالجذر.

ملاءمة الشعيرات الجذرية لوظيفتها :

- ١ - جذرها رقيقة تسمح بنفاذ الماء والأملاح خلالها.
- ٢ - عددها الكبير وامتدادها خارج الجذر يزيد من مساحة سطح الامتصاص.
- ٣ - تركيز المحلول داخل فجوتها العصارية أكبر من تركيز محلول التربة مما يساعد على انتقال الماء من التربة إليها.

٤ - تفرز الشعيرة الجذرية مادة لزجة تساعد على التغلغل والانزلاق بين حبيبات التربة والالتصاق بها وبذلك تساعد على تثبيت النبات.

آلية امتصاص الماء

تعتمد هذه الآلية على عدة ظواهر فيزيائية هي:

١ - خاصية الانتشار Diffusion

هي تحرك الجزيئات أو الأيونات من منطقة ذات تركيز عالٍ إلى منطقة ذات تركيز منخفض، وذلك يرجع إلى الحركة الذاتية المستمرة لجزيئات المادة المنتشرة مثل انتشار نقطة حبر سقطت في كأس بها ماء.

٢ - خاصية النفاذية Permeability

تختلف جدر الخلايا وأغشيتها في قدرتها على النفاذية فالجدر السيليلوزية تنفذ كل من الماء وأيونات الأملاح المعدنية، بينما الجدر المغطاة بالسيوبرين والكيوتين واللجنين فلا تنفذ الماء والأملاح، أما الأغشية البلازمية فهي أغشية شبه منفذة كما أنها أغشية اختيارية النفاذية، فهي رقيقة فيها ثقب دقيقة جدا لها خاصية تحديد مرور المواد خلالها فقد تمر خلالها بعض المواد بصورة حرة وطلاقة، وأخرى تمر ببطء بينما تمنع نفاذ مواد أخرى ويعرف ذلك بالنفاذية الاختيارية Selective Permeability فهي تنفذ الماء بينما تحدد نفاذ كثير من الأملاح، وتمنع نفاذ السكر والأحماض الأمينية ذات الجزيئات كبيرة الحجم.

٣ - الخاصة الأسموزية Osmosis

هي مرور الماء خلال الغشاء شبه المنفذ من منطقة ذات تركيز عالٍ للماء إلى منطقة ذات تركيز منخفض للماء، ويسمى الضغط الذي يسبب مرور الماء خلال الأغشية شبه المنفذة بالضغط

الأسموزي Osmotic Pressure وكلما كان تركيز المواد المذابة في المحلول كبيراً كلما زاد الضغط الأسموزي.

تعميق المعرفة



لتعميق معرفتك في هذا الموضوع يمكنك الاستعانة ببنك المعرفة المصري من خلال الرابط المقابل:

٤ - خاصة التشرب imbibition

إن الدقائق الصلبة وخاصة الدقائق الغروية لها القدرة على امتصاص الماء فتزداد في الحجم وتنتفخ وتمتص جدر خلايا النبات الماء بهذه الخاصية، ومن المواد الغروية المحبة للماء في النبات وتتضح فيها هذه الخاصية السيليلوز والمواد البكتينية وبروتينات البروتوبلازم.



وفى ضوء الحقائق السابقة يمكن تفسير كيف يتم امتصاص الجذر للماء ، إذا تحيط بالشعيرات الجذرية طبقة غروية تلتصق بها حبيبات التربة بما عليها من أغشية مائية وذائبات فتتشرب الجدر السيليلوزية والبلازمية بالماء حيث أن العصير الخلوى للشعيرة الجذرية أكثر تركيزاً من محلول التربة نظراً لوجود السكر ذائباً في العصير الخلوى. وعلى ذلك يكون تركيز الماء في محلول التربة أعلى منه فى الفجوة العصارية، ولذلك ينتشر الماء بالخاصية الأسموزية من التربة إلى خلايا البشرة، ومن ثم ينتشر الماء بنفس الطريقة إلى خلايا القشرة ويستمر فى تحركه على هذا النمط حتى يصل إلى أوعية الخشب فى مركز الجذر.

امتصاص الأملاح المعدنية

العناصر الغذائية الضرورية للنباتات الخضراء:

تمكن العلماء عن طريق إجراء تجارب متنوعة من إثبات أن النبات يحتاج إلى عناصر ضرورية غير الكربون والهيدروجين والأكسجين يمتصها عن طريق الجذور ويؤدى نقصها إلى اختلال نموه الخضري أو توقفه أو إلى عدم تكوين الأزهار أو الثمار. وأمكن تقسيم هذه العناصر إلى قسمين:

١ - المغذيات الكبرى Macro-Nutrients

ويحتاج النبات لهذه العناصر بكميات غير قليلة وهى سبعة عناصر:

النيتروجين - الفوسفور - البوتاسيوم - الكالسيوم - المغنسيوم - الكبريت - الحديد.

٢ - المغذيات الصغرى Micro - Nutrients

ويحتاج إليها النبات بكميات صغيرة جداً لاتزيد على بضع ملليجرامات فى اللتر وتسمى لذلك بالعناصر الأثرية وهى : المنجنيز - الخارصين - البورون - الألومنيوم - الكلور - النحاس - الموليبيدينم - اليود.

وقد ثبت أن بعض هذه العناصر تعمل كمنشطات للإنزيمات.

تعمل أملاح النترات والفوسفات والكبريتات على تحويل الكربوهيدرات إلى بروتينات، ويدخل الفوسفور فى تكوين المركبات الناقلة للطاقة ويدخل الحديد فى تكوين بعض الانزيمات المساعدة اللازمة لإتمام عملية البناء الضوئى.

آلية امتصاص الأملاح

تعتمد آلية امتصاص الأملاح على الظواهر الآتية :

١ - الانتشار Diffusion،

تنتقل أيونات العناصر من الوسط الأعلى تركيزًا إلى الوسط الأقل تركيزًا نتيجة حركة الأيونات الحرة والمستمرة حيث تنتشر دقائق الذائبات مستقلة عن الماء وعن بعضها البعض على صورة أيونات موجبة تسمى كاتيونات مثل K^+ , Ca^{++} وأيونات سالبة تسمى أنيونات مثل: $(SO_4)^{-}$, $(NO_3)^{-}$, $(Cl)^{-}$ وتتحرك هذه الذائبات بالانتشار من محلول التربة وتنفذ داخل الجدران السيليلوزية.

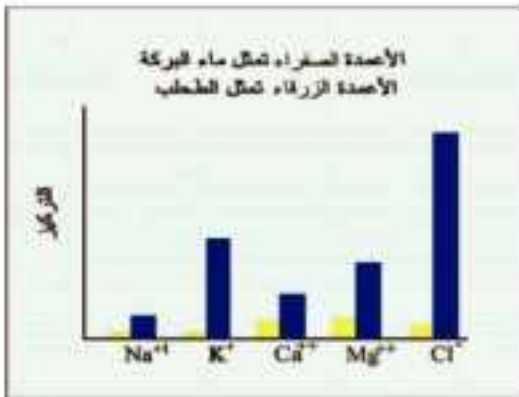
- قد يحدث تبادل للكاتيونات فمثلًا يخرج أيون الصوديوم Na^+ من الخلية ويدخل أيون البوتاسيوم K^+ بدلًا منه.

٢ - النفاذية الاختيارية Selective Permeability

عندما تصل الأيونات إلى الغشاء البلازمي شبه المنفذ يختار بعضها ويسمح لها بالمرور حسب حاجة النبات ولا يسمح للبعض الآخر بصرف النظر عن حجم الأيونات أو تركيزها أو شحنتها.

٣ - النقل النشط Active Transport

في بعض الأحيان تنتشر الأيونات من محلول التربة حيث تركيزها منخفض إلى داخل الخلية حيث تركيزها مرتفع، ويلزم طاقة لإجبار هذه الأيونات على الانتشار ضد التدرج في التركيز، ويوضح الشكل البياني في شكل (٢) نتائج تجربة أجريت على طحلب (Nitella) الذي يعيش في البرك.



شكل (٢) تركيز الأملاح في طحلب النيتلا وماء البركة

فتركيز الأيونات المختلفة المتركمة في العصير الخلوي لخلايا الطحلب أعلى نسبيًا من تركيزها في ماء البركة، مما يستدعي أن تستهلك الخلية طاقة لامتصاص هذه الأيونات. كما يتضح أيضًا من التجربة زيادة تركيز بعض الأيونات المتركمة في الخلية عن الأخرى، مما يدل على أن الأيونات تمتص اختياريًا حسب حاجة الخلية ويطلق على مرور أي مادة خلال غشاء الخلية عندما يلزمها طاقة كيميائية بالنقل النشط.



ثانيا : عملية البناء الضوئي



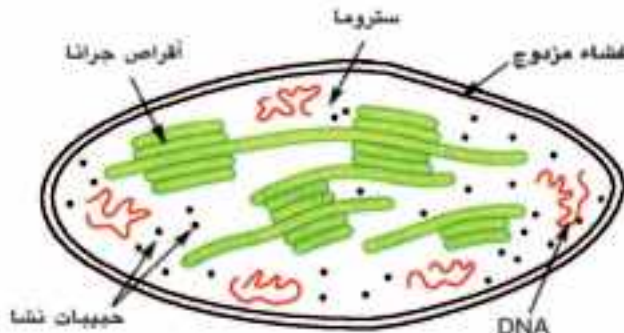
شكل (٣) البلاستيدات الخضراء

تعتبر الأوراق الخضراء هي المراكز الأساسية لعملية البناء الضوئي لأنها تحتوي على البلاستيدات الخضراء في النباتات الراقية. وقد تساهم السيقان العشبية الخضراء بقدر في هذه

العملية لاحتوائها على أنسجة كلورنشيمية بها البلاستيدات الخضراء.

Chloroplast

تركيب البلاستيدة الخضراء



شكل (٤) شكل تخطيطي مكبر لبلاستيدة خضراء

تبدو البلاستيدات الخضراء في النباتات الراقية كتكتلة متجانسة على شكل عدسة محدبة وذلك تحت الميكروسكوب الضوئي. ولكن بدراسة البلاستيدة الخضراء.. بالميكروسكوب الإلكتروني ثبت أنها تتكون من غشاء مزدوج خارجي رقيق سمكه حوالي ١٠ نانو متر. وبداخله النخاع أو الستروما

Stroma ويتركب من مادة بروتينية عديمة اللون وينتشر في هذا النخاع حبيبات تسمى الجرانال Granula قرصية الشكل ويبلغ قطر الحبيبة حوالي ٠.٥ ميكرون وسمكها حوالي ٠.٧ ميكرون وهي تنظم في عقود تمتد داخل جسم البلاستيدة وتتركب الحبيبة الواحدة Granum من ١٥ قرصا أو أكثر مترابطة بعضها فوق بعض وهي التي تختص بحمل الاصباغ التي تمتص الطاقة الضوئية والقرص مجوف من الداخل وقد تمتد حواف بعض الأقراص خارج حدود الحبيبة لتلتقي بحواف قرص آخر في حبيبة أخرى مجاورة (شكل ٤) وهذا التركيب يزيد كثيرا من مساحة السطح المعرض للأقراص.

تحتوى البلاستيدة الخضراء على أربع أصباغ أساسية كما فى الجدول الآتى :

نسبتهما حوالى ٧٠٪	لونه أخضر مزرق	Chlorophyll a	كلوروفيل أ
	لونه أخضر مصفر	Chlorophyll b	كلوروفيل ب
نسبته حوالى ٢٥٪	لونه أصفر ليمونى	Xanthophyll	زانثوفيل
نسبته حوالى ٥٪	لونه أصفر برتقالى	Carotene	كاروتين

لذلك يغلب اللون الأخضر على ألوان الأصباغ الأخرى فى البلاستيدة. ويختص الكلوروفيل بامتصاص الطاقة الضوئية اللازمة لعملية البناء الضوئى. وتتكون حبيبات النشا داخل البلاستيدة الخضراء بأعداد كبيرة وتكون صغيرة الحجم نظرا لأنها لا تلبث أن تتحلل إلى سكر لنقله إلى أعضاء أخرى تحت ظروف معينة. وجزئ الكلوروفيل معقد التركيب والقانون الجزيئى لكلوروفيل (أ) هو $C_{55}H_{72}O_5N_4Mg$ وتوجد ذرة المغنسيوم فى مركز الجزيء ويعتقد أن قدرة الكلوروفيل على امتصاص الضوء له علاقة بوجود المغنسيوم فى تركيبه.

تركيب الورقة : تتركب ورقة النبات من ثلاثة أنسجة أساسية شكل (٥) هى:

١ - البشرتان العليا والسفلى Epidermis

تتركب كل منها من : طبقة سمكها خلية واحدة من خلايا بارانشيمية برميلية الشكل متلاصقة خالية من الكلوروفيل تتخللها الثغور والجدار الخارجى لها مغطى بطبقة من الكيوتين ماعدا الثغور.

٢ - النسيج المتوسط Mesophyll Tissue

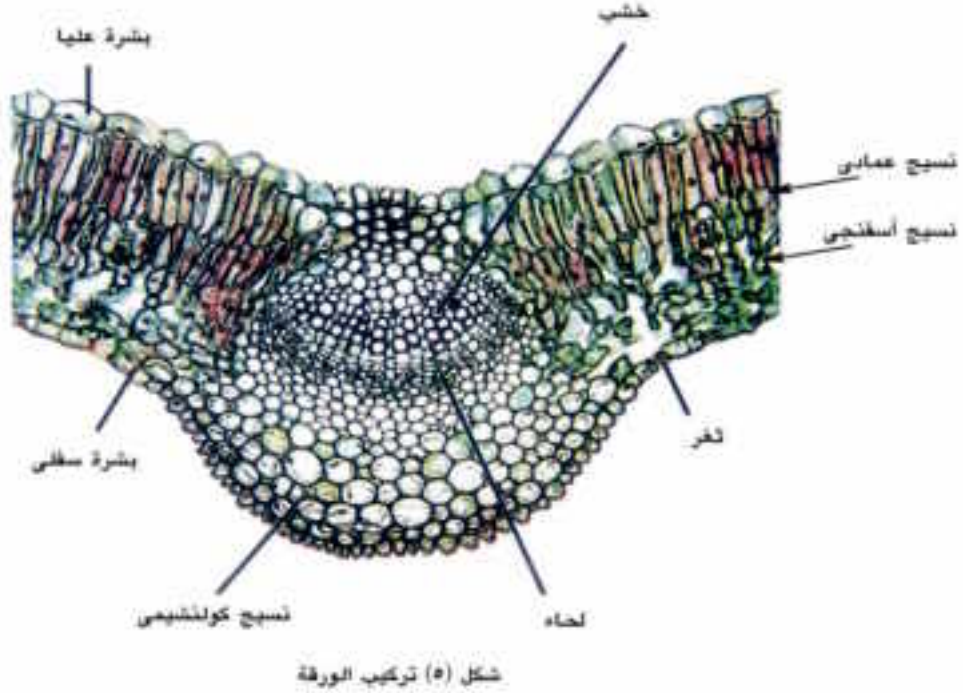
يقع بين البشرتين العليا والسفلى وتخرقه العروق ويتكون من :

(أ) الطبقة العمادية Palisade layer

تتكون من صف واحد من خلايا بارانشيمية مستطيلة الشكل عمودية على سطح البشرة العليا ومزدحمة بالبلاستيدات الخضراء التى ترتب نفسها فى الجزء العلوى من الخلايا العمادية لتستقبل أكبر قدر من الأشعة الضوئية.

(ب) الطبقة الأسفنجية Spongy Layer

توجد أسفل الطبقة العمادية وتتركب من خلايا بارانشيمية غير منتظمة الشكل تفصلها مسافات بينية واسعة وتحتوى خلاياها على بلاستيدات خضراء بنسبة أقل من الخلايا العمادية.



٣ - النسيج الوعائي Vascular tissue

يتكون من حزم وعائية عديدة ممتدة داخل العروق والعريقات ويحتوى العرق الوسطى على الحزمة الوعائية الرئيسية وداخل الحزمة الوعائية توجد أوعية الخشب فى عدة صفوف تفصلها خلايا بارنشيم الخشب ويلى الخشب اللحاء جهة السطح السفلى للورقة وهو يقوم بتوصيل المواد الغذائية العضوية الذائبة التي تكونت في النسيج المتوسط إلى باقى أجزاء النبات.

تعميق المعرفة



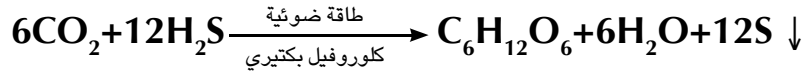
لتعميق معرفتك في هذا الموضوع يمكنك الاستعانة ببنك المعرفة المصري من خلال الرابط المقابل:

آلية البناء الضوئي

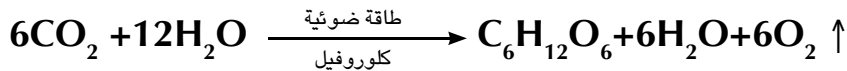
ما مصدر الأكسجين المنطلق في عملية البناء الضوئي؟

إن أول من أوضح مصدر الأكسجين في عملية البناء الضوئي العالم الأمريكي فان نيل Van Neil بجامعة ستانفورد، وقد توصل إلى ذلك بدراسة البناء الضوئي في بكتريا الكبريت الخضراء والأرجوانية ، وهذه البكتريا ذاتية التغذية تحتوى على كلوروفيل بكتيري (أبسط تركيباً من الكلوروفيل العادي) وهى تعيش فى طين البرك والمستنقعات حيث يتوفر كبريتيد الهيدروجين وهو مصدر الهيدروجين الذى تستعمله هذه البكتريا فى اختزال CO_2 لبناء المواد الكربوهيدراتية مع تحرر الكبريت.

وقد افترض فان نيل أن الضوء يعمل على تحليل كبريتيد الهيدروجين إلى هيدروجين وكبريت ثم يستعمل الهيدروجين فى تفاعلات لاضوئية لاختزال CO_2 إلى كربوهيدرات كما فى المعادلة التالية:



وعلى هذا الأساس افترض أن التفاعلات الضوئية التى تجرى فى النباتات الخضراء تكون مشابهة لما يحدث فى بكتريا الكبريت ولكن الضوء يحلل الماء إلى هيدروجين وأكسجين ثم يستعمل الهيدروجين لاختزال CO_2 فى سلسلة من التفاعلات لاحتاج إلى وجود الضوء لإنتاج الكربوهيدرات. لذلك افترض نيل أن الأكسجين المتحرر يأتى من الماء كما هو حال الكبريت الذى يتحرر من H_2S وعلى ذلك يمكن كتابة المعادلة الكيميائية العامة لعملية البناء الضوئي فى النباتات الخضراء كما يلي:

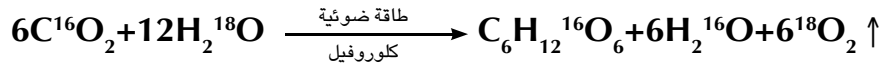


وفى عام ١٩٤١ قام فريق من العلماء فى جامعة كاليفورنيا بتجارب لإثبات صحة نظرية فان نيل، استعمل هؤلاء العلماء الطحلب الأخضر المسمى كوريللا Chlorella ووفروا له جميع الظروف المناسبة لعملية البناء الضوئي ولكن الماء المستعمل كان به نظير الأكسجين ^{18}O بدلا من ^{16}O

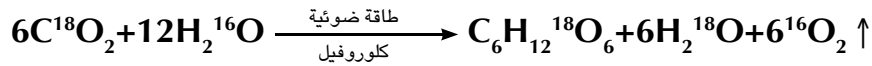


فوجدوا أن الأكسجين المتصاعد من عملية البناء الضوئي من نوع النظير ^{18}O وليس ^{16}O وعلى ذلك فإن مصدر هذا الأكسجين هو الماء وليس CO_2 ولزيادة التدليل على هذا الاستنتاج. فقد كرر العلماء التجربة بعد استعمال الماء العادي مع CO_2 يحتوى على ^{18}O فتحرر أكسجين عاديا أى ^{16}O هو المتوفر فى الماء العادي ويمكن توضيح ذلك بالمعادلتين الآتيتين:

(التجربة الأولى)



(التجربة الثانية)



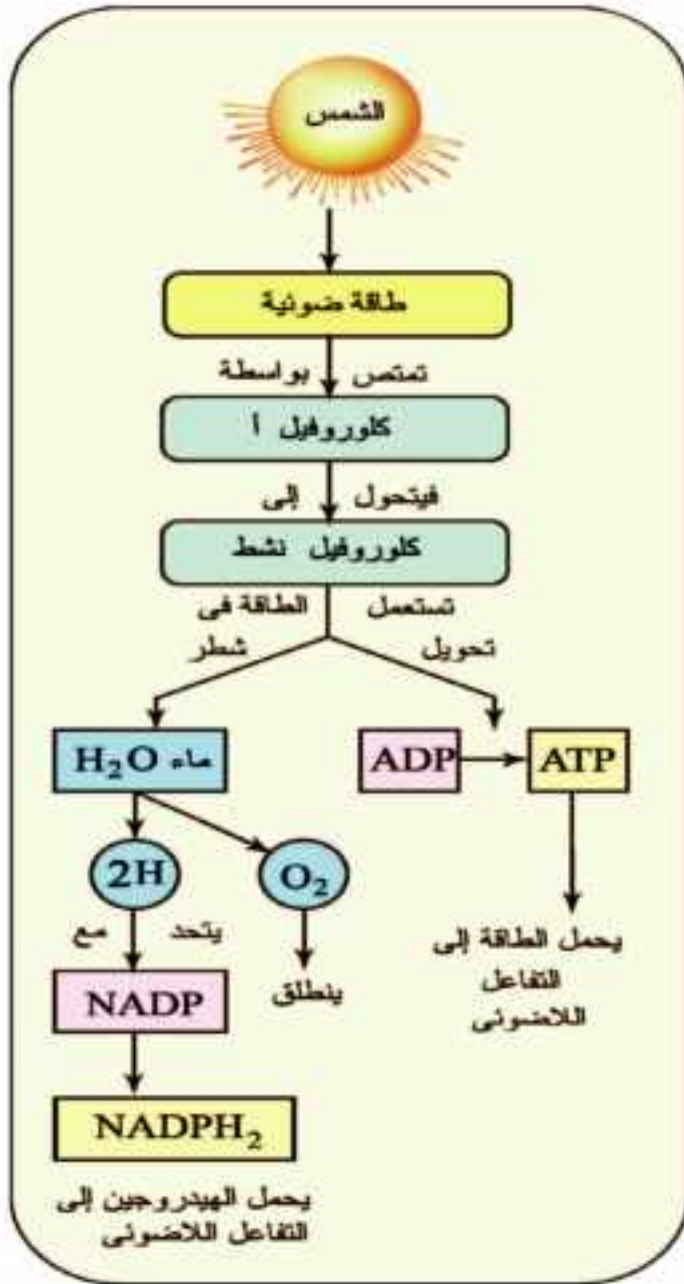
التفاعلات الضوئية واللاضوئية :

أوضح العالم بلاكمان Blackman في سنة ١٩٠٥ من خلال تجاربه لدراسة العوامل المحددة لمعدل عملية البناء الضوئي مثل عوامل الضوء والحرارة وثانى أكسيد الكربون إن عملية البناء الضوئي تنقسم إلى تفاعلات حساسة للضوء سماها التفاعلات الضوئية والتي يكون فيها الضوء هو العامل المحدد لسرعة هذه العملية، وتفاعلات لا ضوئية أو تفاعلات الظلام (التفاعلات الأنزيمية) وهذه التفاعلات حساسة لدرجة الحرارة ولا تتأثر بالضوء ، ويمكن أن تحدث فى الضوء أو فى الظلام على السواء وتكون درجة الحرارة هى العامل المحدد لسرعة العملية.

أولاً : التفاعلات الضوئية : Light reactions

١ - عندما يسقط الضوء على الكلوروفيل الموجود فى تركيب الجرانانا فى البلاستيدة الخضراء فإن إلكترونات ذرات جزئى الكلوروفيل تكتسب الطاقة وتتحرك من مستوياتها الأقل فى الطاقة إلى مستويات أعلى فى الطاقة وبذلك تخزن طاقة الضوء الحركية كطاقة وضع كيميائية فى الكلوروفيل. وتسمى عندئذ جزيئات الكلوروفيل بالمنشطة أو المثارة .

وعندما تتحرر الطاقة المخترنة تهبط الإلكترونات مرة أخرى إلى مستوى الطاقة ويصبح الكلوروفيل غير منشط ويمكنه امتصاص مزيدا من الضوء ليصبح منشطاً مرة أخرى.



شكل (٦) ملخص التفاعلات الضوئية

٢ - يستخدم جزء من الطاقة المتحررة من الكلوروفيل المنشط في شطر جزئ الماء إلى هيدروجين وأكسجين.

٣ - ويخترن جزء من طاقة الكلوروفيل المنشط في جزئ ATP باتحاد جزئ ADP الموجودة في البلاستيدة الخضراء مع مجموعة فوسفات $(PO_4)^{-}$ وتسمى هذه العملية بالفسفرة الضوئية



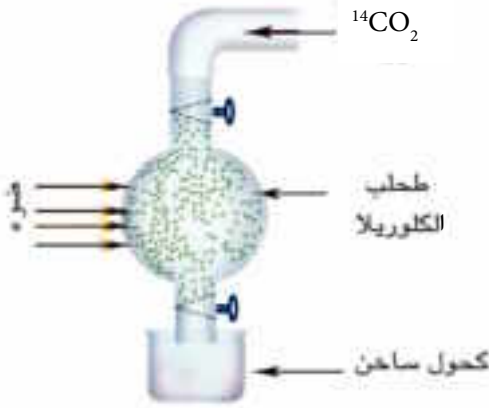
٤ - يتحد الهيدروجين الناتج من انشطار جزئ الماء مع مساعد إنزيم يوجد في البلاستيدة الخضراء ويرمز له NADP

(ثنائي فوسفات أميد النيكوتين ثنائي النيوكليوتيد وهو مستقبل الهيدروجين). ويتكون منهما مركب $NADPH_2$ وبذلك لا يهرب هذا الهيدروجين أو يتحد مرة ثانية مع الأكسجين .

٥ - ينطلق الأكسجين المتحرر من انشطار الماء كنتاج ثانوي.



ثانياً: التفاعلات اللاضوئية Dark Reactions



شكل (٧) تجربة كالفن

وهي مجموعة التفاعلات التي تحدث في أرضية البلاستيكية الخضراء « الستروما » خارج الجرانا، حيث يتم تثبيت غاز CO_2 باتحاده مع الهيدروجين المحمول على مركب $NADPH_2$ وبمساعدة الطاقة المخزنة في جزيء ATP، وبذلك تتكون المواد الكربوهيدراتية .

ولقد تمكن العالم ميلفن كالفن Melvin Calvin ومساعدوه في جامعة كاليفورنيا سنة

١٩٤٩ من الكشف عن طبيعة التفاعلات اللاضوئية بعد اكتشاف نظير الكربون المشع ^{14}C فقد وضعوا طحلب الكلوريل في الجهاز شكل (٧) وأمدوه بغاز CO_2 به كربون مشع ^{14}C ثم أضيء المصباح لعدة ثوان ليتمكن حدوث البناء الضوئي ثم وضع الطحلب في كأس به كحول ساخن لقتل الخلية ووقف التفاعلات البيوكيميائية ثم فصلوا المركبات التي تكونت خلال عملية البناء الضوئي بطرق خاصة وكشفوا فيها عن الكربون المشع بعدد جيجر.

وقد أوضحت النتائج أنه عندما استمرت عملية البناء الضوئي لمدة اثنتين فقط تكون مركب ذو ثلاث ذرات كربون وهو ما يسمى فوسفوجليسر الدهيد PGAL وهذا هو المركب الأول الثابت كيميائياً الناتج عن البناء الضوئي ويمكن أن يستعمل هذا المركب لبناء الجلوكوز والنشا والبروتينات والدهون كما يمكن أن يستعمل كمركب عالي الطاقة في التنفس الخلوي، ولقد أوضح كالفن أن تكوين السكر سداسي الكربون لم يتم في خطوة واحدة ، بل من خلال عدة تفاعلات وسيطة حفزتها إنزيمات خاصة.

تعميق المعرفة



لتعميق معرفتك في هذا الموضوع يمكنك الاستعانة ببنك المعرفة المصري من خلال الرابط المقابل:

التغذية غير الذاتية

مفهومه والحاجة إليه:

في التغذية غير الذاتية يحصل الكائن الحي على غذائه في صورة مواد عضوية جاهزة ومعقدة غالبا وذات جزيئات ضخمة (« بروتينات - نشويات - دهون ») لا تستطيع أن تنفذ خلال أغشية خلايا الكائن الحي ليستفيد منها إلا بعد تكسيرها لجزيئات أصغر حجماً وأبسط تركيباً. (« أحماض أمينية - جلوكوز - أحماض دهنية وجليسرين ») وهذه الجزيئات صغيرة ويسهل امتصاصها ودخولها إلى الخلية بالانتشار أو النقل النشط فتستعملها كمصادر للطاقة أو للبناء واستمرار النمو.

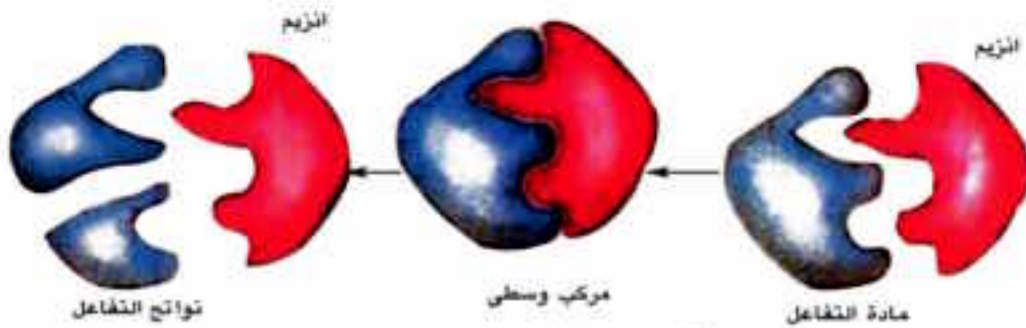
الهضم Digestion

تحويل جزيئات الطعام الكبيرة polymers إلى جزيئات صغيرة Monomers بواسطة التحلل المائي Hydrolysis ويساعد على ذلك عمل الأنزيمات.

الإنزيمات Enzymes

الأنزيم مادة بروتينية له خصائص العوامل المساعدة نتيجة لقدرته على التنشيط المتخصص فكل إنزيم يحفز إحدى التفاعلات الكيميائية المعينة. وهذا التفاعل يعتمد على تركيب الجزئ المتفاعل وشكل الإنزيم، وعندما يتم التفاعل تنفصل الجزيئات الناتجة عن الإنزيم تاركة إياه بالصورة التي كان عليها قبل التفاعل.

إنزيم + مادة التفاعل → مركب وسطي غير ثابت → نواتج التفاعل + إنزيم



شكل (A) شكل تخطيطي يوضح عمل الإنزيم



ويلاحظ أن الإنزيمات لا تؤثر على نواتج التفاعل ، بل تعمل فقط كعامل حفاز على زيادة معدل التفاعل حتى يصل إلى حالة اتزان . وبعض الإنزيمات قد يكون لها تأثير عكسي فنفس الإنزيم الذى يساعد على تكسير جزئ معقد إلى جزيئين أبسط يستطيع أن يعيد ربط الجزيئين إلى نفس الجزئ المعقد. وبعض الإنزيمات تفرزها الخلية فى حالة غير نشطة لذلك لا بد من وجود مواد خاصة لتنشيطها. فمثلا إنزيم الببسين يفرز بواسطة المعدة كمادة غير نشطة هى الببسينوجين التى تتحول فى وجود حمض الهيدروكلوريك إلى الببسين النشط وتعتمد درجة نشاط الإنزيم على درجة الحرارة ودرجة الأس الهيدروجيني PH

الهضم فى الإنسان Digestion in Man

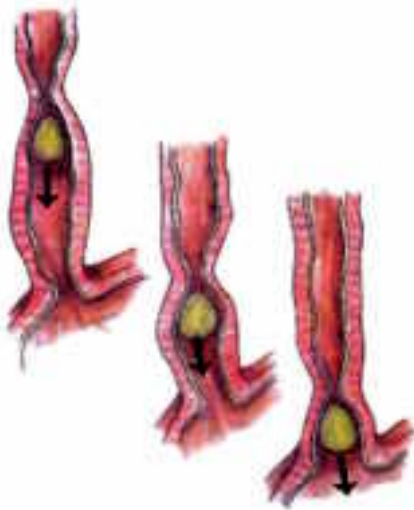
يتركب الجهاز الهضمى فى الإنسان من قناة هضمية تمتد من الفم حتى الشرج وتتكون هذه القناة من الفم والبلعوم والمرئ والمعدة والأمعاء الدقيقة والأمعاء الغليظة والشرج وغدد ملحقة بهذه القناة وتشتمل على الغدد اللعابية والكبد والبنكرياس.

وتتم عملية الهضم فى الإنسان كما يلي :

Buccal digestion

أولاً: الهضم فى الفم

يبدأ الجهاز الهضمى بفتحة الفم ويحوى الفم الأسنان التى تتميز إلى قواطع فى مقدمة الفك لتقطيع الطعام ويليها الأنياب لتمزيق الطعام ثم الأضراس لطحن الطعام أما اللسان فيقوم بتذوق الطعام وتحريكه وخلطه باللعاب، حيث يوجد ثلاث أزواج من الغدد اللعابية تفتح بقنوات فى التجويف الفمى لتصب اللعاب الذى يحتوى على المخاط الذى يلين الطعام ويسهل إنزلاقه. كما يحتوى على إنزيم الأميليز Amylase المسمى بالتياالين Ptyalin (pH7.4) الذى يعمل فى وسط قلوى ضعيف وهو يحلل النشا مائياً إلى سكر ثنائى هو المالتوز (سكر شعير) ويوجد فى مؤخرة الفم البلعوم Pharynx حيث يمتد منه أنبوبتان الأولى المرئ والثانية القصبة الهوائية التى تعتبر جزء من الجهاز التنفسى. وتعتبر عملية البلع فعل منعكس منسق وهى تدفع الطعام من الفم إلى المرئ وأثناء ذلك ترتفع قمة القصبة الهوائية والحنجرة أمام لسان المزمار لتقفل فتحتها.

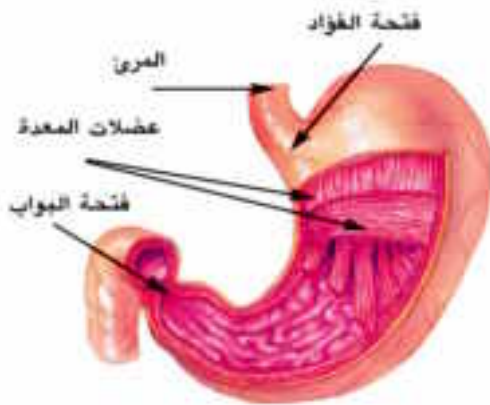


شكل (٩) الحركة الدودية للمريء

المريء : يمر فى العنق والتجويف الصدرى ويمتد
محاذاً للعمود الفقرى بطول ٢٥سم.

ويوجد ببطانته غدد تفرز المخاط وهو يوصل
الطعام للمعدة بواسطة مجموعة من الانقباضات
والانبساطات العضلية والتي تسمى الحركة الدودية
Peristalsis وهى حركة مستمرة على طول القناة
الهضمية وهى المسئولة عن دفع الطعام فيها وخضه
وعجنه مع العصارات الهاضمة شكل (٩)

ثانياً: الهضم فى المعدة : Gastric Digestion



شكل (١٠) المعدة

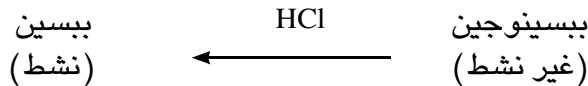
المعدة كيس منفتح يفصلها عن المريء عضلة
حلقية تتحكم فى فتحة الفؤاد Cardiac Sphincter
كما يفصلها عن الأمعاء الدقيقة عضلة حلقية
عاصرة تتحكم فى فتحة البواب Pyloric Sphincter
شكل (١٠) والبروتينات هى المواد الغذائية
الوحيدة التى يؤثر عليها العصير المعدى، وهو
عبارة عن سائل حمضى عديم اللون يتكون من :

١ - ماء بنسبة ٩٠٪

٢ - حامض الهيدروكلوريك: يعمل هذا الحامض
على جعل وسط المعدة حامضياً (pH 1.5-2.5)

فيوقف عمل إنزيم التيالين كما يعمل على قتل الميكروبات التى تدخل مع الطعام .

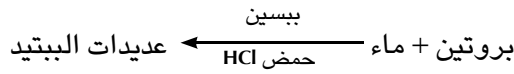
٣ - إنزيم الببسين Pepsin الذى يعمل على هضم البروتين ويفرز هذا الإنزيم فى صورة غير
نشطة تسمى ببسينوجين Pepsinogen ويعمل حامض الهيدروكلوريك على تنشيطه





هضم البروتينات :

يعمل إنزيم الببسين النشط على التحلل المائي للبروتين بكسر روابط ببتيدية معينة من سلاسل البروتين الطويلة ويحولها إلى سلاسل قصيرة من عديدات الببتيد.



والآن دعنا نتساءل لماذا لا تؤثر العصارة المعدية على الخلايا المبطنة للمعدة؟

يمكن الإجابة على هذا التساؤل بأن الإفرازات المخاطية الكثيفة لجدار المعدة الداخلى تحمي هذه المعدة من فعل العصارات الهاضمة كما يتواجد إنزيم الببسينوجين فى صورة غير نشطة ولا ينشط إلا بعد خروجه من خلايا المعدة إلى تجويفها بفعل حامض HCl

ثالثا: الهضم فى الأمعاء Intestinal Digestion

الأمعاء الدقيقة : Small Intestine

تتكون الأمعاء الدقيقة من الإثنى عشر واللفائفى ويبلغ طولها حوالى ٨ أمتار وقطرها يتراوح بين ٣,٥ سم فى بدايتها و١,٢٥ سم فى نهايتها وتنثنى على نفسها ويربط بين التواءاتها غشاء المساريقا. والعصارات التى تعمل على هضم الطعام فى الأمعاء الدقيقة هى :

١ - العصارة الصفراوية : Bile

تفرز من الكبد على الغذاء أثناء مروره فى الإثنى عشر وتعمل على تحويل الدهون إلى مستحلب دهنى، أى تجزئ الحبيبات الكبيرة إلى قطرات دهنية دقيقة فيسهل ويسرع التأثير الإنزيمى على الدهون التى لا تذوب فى الماء.

٢ - العصارة البنكرياسية : Pancreatic juice

تفرز من البنكرياس على الطعام فى الإثنى عشر وهى تحتوى على مايلى :

أ - بيكربونات الصوديوم : تعادل حمض HCl وتجعل الوسط قلويا (pH 8)

ب - أنزيم الأميليز البنكرياسى : يحلل النشا والجليكوجين إلى سكر مالتوز ثنائى

ج - أنزيم التربسينوجين: وهو غير نشط ومتى وصل إلى الإثنى عشر فإنه يتحول إلى الصورة النشطة وهى التربسين Trypsin وذلك بفعل إنزيم انتروكينيز Enterokinase والذى يفرزه الجدار

الخلوى للأمعاء الدقيقة ويساعد إنزيم التربسين على تكسير البروتينات إلى عديدات الببتيد.
د - أنزيم الليباز Lipase: يحلل مائيا الدهون إلى أحماض دهنية وجلسرين وذلك بعد تجزيئتها بالصفراء.

٣ - العصارة المعوية : Intestinal juice

هذه العصارة تفرزها خلايا خاصة فى جدار الأمعاء الدقيقة وتحتوى على الإنزيمات التالية والتي تكمل عمل الإنزيمات السابقة فى عملية الهضم النهائى لمكونات الغذاء.

أ - مجموعة إنزيمات الببتيديز Peptidases وهى عدة أنواع يختص كل منها بتكسير الروابط الببتيديية بين أنواع معينة من الأحماض الأمينية فى سلسلة عديدات الببتيد لتتكون فى النهاية الأحماض الأمينية المختلفة.

ب - مجموعة الإنزيمات المحللة للسكريات الثنائية إلى السكر الأحادى وهى :

- أنزيم المالتيز Maltase يحلل سكر المالتوز «سكر الشعير» إلى جزيئين من سكر الجلوكوز

- أنزيم السكريز Sucrase وهو يحلل سكر السكروز «سكر القصب» إلى جلوكوز وفركتوز.

- أنزيم اللاكتيز Lactase وهو يحلل سكر اللاكتوز «سكر اللبن» إلى جلوكوز وجاللاكتوز.

ج - أنزيم انتروكينيز وهو ليس من الإنزيمات الهاضمة بل هو منشط فقط لإنزيم التربسينوجين.

الامتصاص: Absorption

الامتصاص هو عبور المركبات الغذائية المهضومة إلى الدم أو الليمف خلال الخلايا المبطنه للفائفى فى الأمعاء الدقيقة.

وبدراسة تركيب جدار الأمعاء الدقيقة كما فى شكل « ١١ » يلاحظ وجود اثثناءات عديدة فى جدار الفائفى تسمى الخملات Villi وهى تزيد من سطح الأمعاء الدقيقة المعرض لامتصاص الغذاء إذ تبلغ مساحة هذا السطح حوالى ٢١٠م^٢ أى خمسة أضعاف مساحة سطح جسم الإنسان . وتتكون الخملة من طبقة طلائية بداخلها وعاء لبنى « ليمفاوى» يحيط به شبكة من الشعيرات الدموية الشريانية والوريدية وقد لوحظ بالمجهر الإلكتروني وجود امتدادات دقيقة جدا لخلايا الطبقة الطلائية للخملة تعرف بالخميلات الدقيقة وهذه أيضاً تعمل على زيادة سطح الامتصاص وتنقل نواتج عملية الهضم إلى الدم والليمف بخاصية الانتشار الغشائى والنقل النشط.



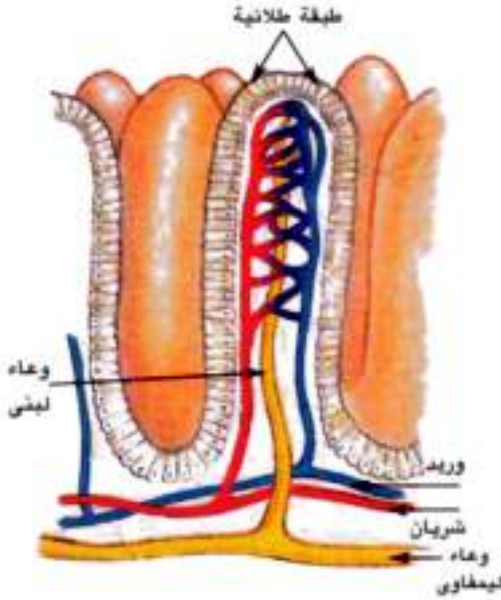
وهناك طريقان للمواد الممتصة في كل خملة هما:

أ - الطريق الدموي:

يبدأ بالشعيرات الدموية داخل كل خملة ويمر بهذا الطريق الماء والأملاح المعدنية والسكريات الأحادية والأحماض الأمينية والفيتامينات الذائبة في الماء وتصب هذه المواد في الوريد البابي الكبدي ثم تدخل إلى الكبد ومنه إلى الوريد الكبدي لتصب في الوريد الأجوف السفلي فالقلب.

ب - الطريق الليمفاوي:

يمر فيه الجلسرين والأحماض الدهنية



شكل (11) شكل تخطيطي للخملات

وما يذوب فيها من فيتامينات A، D، E، K ويعاد اتحاد بعض الجلسرين والأحماض الدهنية لتكوين دهون داخل خلايا الطبقة الطلائية للخملات كما أن هذه الخلايا تمتص قطيرات الدهن التي لم تحلل مائيا بالإنزيمات بطريقة البلعمة ثم تتجه جميع الدهون إلى الأوعية اللبنية داخل الخملات ومنها إلى الجهاز الليمفاوي الذي يحملها ببطء ليصبها في الوريد الأجوف العلوي فالقلب.

التمثيل الغذائي « الأيض » Metabolism

التمثيل الغذائي هي العملية التي يستفيد منها الجسم بالمواد الغذائية المهضومة والتي تم امتصاصها وتشمل عملية التمثيل الغذائي على عمليتين متعاكستين.

١ - عملية البناء Anabolism

وفيها يتم تحويل المواد الغذائية البسيطة إلى مواد معقدة تدخل في تركيب الجسم فيتحول السكر إلى مواد نشوية تخزن على هيئة جليكوجين يخزن في الكبد والعضلات.

والأحماض الأمينية تتحول إلى أنواع البروتينات في الجسم وتتحول الأحماض الدهنية والجلسرين إلى مواد دهنية تخزن في الجسم خاصة تحت الجلد.

٢ - عملية الهدم: Catabolism

وفيها يتم عملية أكسدة المواد الغذائية الممتصة وخاصة السكريات لإنتاج الطاقة اللازمة لأداء الجسم لوظائفه الحيوية.

الأمعاء الغليظة والتخلص من فضلات الطعام:

تندفع فضلات الطعام غير المهضومة إلى الأمعاء الغليظة حيث يتم امتصاص الماء وجزء من الأملاح خلال بطانة الأمعاء الغليظة التي يوجد بها كثير من التحزرات تساعد على ذلك ثم تصبح فضلات الطعام شبه صلبة ، يحدث لهذه المواد تعفن بسبب وجود بعض أنواع من البكتيريا . ثم تطرد الفضلات على شكل براز من فتحة الشرج نتيجة تقلصات شديدة في عضلات المستقيم وارتخاء العضلتين العاصرتين على جانبي الشرج وتفرز الأمعاء الغليظة المخاط الذي يسهل مرور فضلات الطعام للخارج.

تعميق المعرفة



لتعميق معرفتك في هذا الموضوع يمكنك الاستعانة ببنك المعرفة المصري من خلال الرابط المقابل:



أسئلة

س١: تعتبر الخاصية الأسموزية من الظواهر الفيزيائية المهمة في امتصاص الماء خلال الجذر.

- ما المقصود بالخاصية الأسموزية؟ وما أهميتها بالنسبة للنبات؟
- ما علاقة الخاصية الأسموزية بالضغط الأسموزي؟

س٢: اختر الإجابة الصحيحة لكل عبارة مما يأتي من الإجابات المحتملة التالية لها:

- (أ) لا تستطيع النباتات الخضراء أن تعيش في أعماق بعيدة في المحيطات وذلك لأنه.....
- لا توجد التربة المناسبة لتثبيت جذور النباتات
 - تركيز الأكسجين عال جدا في الأعماق البعيدة
 - تركيز ثاني أكسيد الكربون منخفض جدا
- (ب) أحد النظائر الآتية أفاد في الكشف عن التفاعلات اللاضوئية.....
- كربون ١٤ - أكسجين ١٨ - كبريت ٣٥ - كربون ١٢
- (ج) ينتقل الماء عبر خلايا الأندودرمس إلى الخشب بواسطة.....
- التشرب - الخاصية الشعرية - الخاصية الأسموزية - النفاذية الاختيارية
- (د) أول مركب عضوي ثابت ينتج في عملية البناء الضوئي هو.....
- أدينوسين ثلاثي الفوسفات - NADP - الجلوكوز - فوسفو جلسرالدهيد
- (هـ) تتم التفاعلات اللاضوئية في الستروما في وجود كل من.....
- ثاني أكسيد الكربون والماء و ATP
 - ثاني أكسيد الكربون و ATP و NADPH₂
 - ثاني أكسيد الكربون و ATP و NADPH₂
- (و) يتأثر فعل الإنزيم ب.....
- درجة الحرارة فقط
 - نوع جزيئات الغذاء
 - درجة الحرارة و الـ pH

س٣: «الامتصاص هو عبور المركبات الغذائية المهضومة إلى الدم أو الليمف».

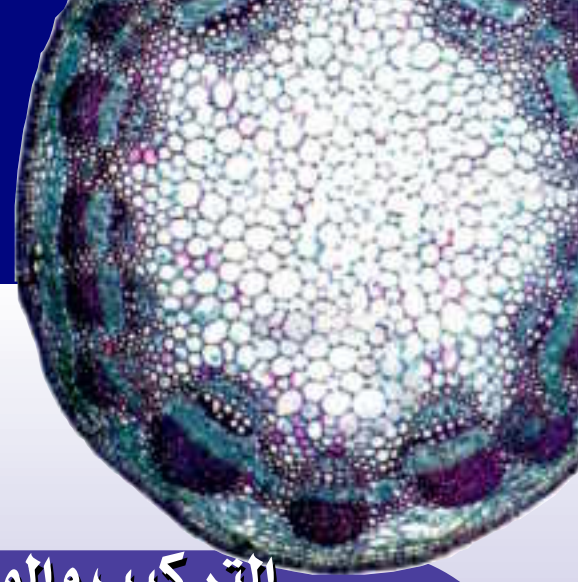
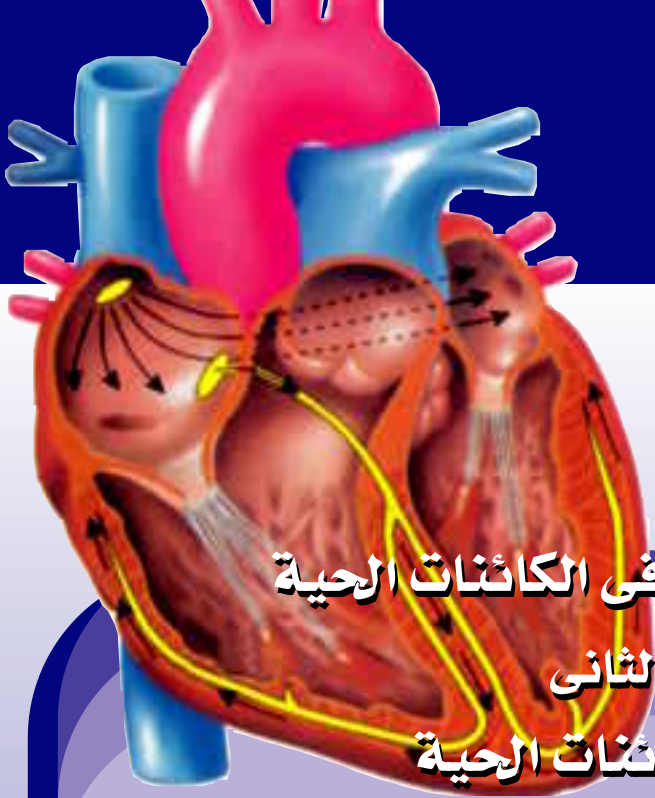
- (أ) في أي جزء من الأمعاء الدقيقة تتم عملية الامتصاص؟
- (ب) ما المواد التي يتم امتصاصها من خلال هذا الجزء وما الطرق التي تسلكها؟
- (ج) ماذا يحدث لأجزاء الطعام التي لم تهضم وكيف يتخلص منها الجسم؟

س٤: «تتم عملية امتصاص النبات للأملاح بطرق مختلفة».

- (أ) ما العناصر الغذائية الضرورية للنبات وما أهميتها؟
- (ب) من طرق انتقال هذه العناصر هي النقل النشط ما المقصود بالنقل النشط وما أهميته للنبات؟

س٥: علل لما يأتي :

- ١ - قدرة النباتات على تثبيت CO₂ في الظلام بعد تعرضها لفترة للضوء.
- ٢ - تنتقل أيونات الأملاح من محلول التربة إلى خلايا الجذر ضد التدرج في التركيز .
- ٣ - لا تؤثر العصارة المعدية على الخلايا المبطنة للمعدة.



التركيب والوظيفة في الكائنات الحية

الفصل الثاني

النقل في الكائنات الحية

في نهاية هذا الفصل ينبغي أن يكون الطالب قادرا على أن :

- يتعرف مفهوم النقل في النبات الراقى.
- يستنتج آلية النقل من الجذر إلى الورقة.
- يكتشف القوى التي تعمل على صعود العصارة.
- يتعرف نقل الغذاء الجاهز من الورقة إلى جميع أجزاء النبات.
- يشرح دور الأنايب الغרבالية في النقل.
- يتعرف جهاز النقل في الإنسان.
- يتعرف الجهاز الدورى.
- يتعرف تركيب الدم ووظائفه.
- يتعرف ضربات القلب وضغط الدم.
- يستنتج الدورة الدموية.
- يستنتج آلية تكوين الجلطة.
- يتعرف مكونات الجهاز الليمفاوى.





النقل

من دراستنا في الفصل السابق للتغذية والهضم في الكائنات الحية اتضح لنا أن كل كائن حي يحتاج إلى مواد مختلفة يدخلها إلى جسمه بطريقة أو بأخرى فالنبات الأخضر لكي يقوم بعملية البناء الضوئي فإنه يتطلب إمدادا كافيا بثاني أكسيد الكربون والماء والأملاح المعدنية. وفي النباتات البدائية كالحالب فإن هذه المواد الأولية مع نواتج البناء الضوئي تتحرك من خلية إلى أخرى بالانتشار والنقل النشط ولذلك فلا توجد حاجة لأنسجة نقل متخصصة. أما في النباتات الراقية فإن الغازات تنتقل بالانتشار، أما انتقال الماء والأملاح المعدنية والنواتج الذائبة للبناء الضوئي فإنه يتم بواسطة أنسجة وعائية متخصصة.

وإذا انتقلنا إلى الحيوانات وجدنا أنها تحصل علي الطاقة اللازمة لها في صورة طعام يتم هضمه ثم امتصاص المواد الغذائية الذائبة وعندئذ تبدأ مشكلة نقلها وتوزيعها إلى مختلف الأنسجة البعيدة عن سطح الامتصاص، وفي الحيوانات الصغيرة كالبرتوزوا والهيدرا فإن حركة الغازات التنفسية والمواد الغذائية يتم بالانتشار بينما في الحيوانات الأكبر والأكثر تعقيدا لا يصلح الانتشار كوسيلة كافية لنقل الغذاء والأكسجين إلى مختلف الأنسجة، ولذلك أصبح من الضروري وجود جهاز نقل متخصص في هذه الحيوانات.

النقل في النباتات الراقية Transport in higher plants

درسنا فيما سبق كيف يتم امتصاص الماء والأملاح المعدنية من التربة بواسطة الجذر وكيف تنتقل هذه المواد عبر أنسجة الجذر المختلفة حتى تصل إلى أوعية الخشب في الجذر ومن ثم ينقلها إلى خشب الساق ثم إلى الأوراق حيث تقوم بعملية البناء الضوئي وتكوين المواد الغذائية عالية الطاقة وهي المواد الكربوهيدراتية والدهنية والبروتينية ثم تنتقل هذه المركبات من مراكز صنعها إلى مواضع التخزين والاستهلاك في الأنسجة المختلفة في الجذر والساق والثمار والبذور، والطريق الذي يسلكه هذا الغذاء العضوي هو الأنابيب الغربالية في لحاء الورقة والساق والجذر.

ولقد درسنا التركيب الداخلى للورقة لعلاقتها بعملية التغذية ويجدر بنا الآن أن ندرس التركيب الداخلى للساق لأهمية ذلك فى فهم دوره فى عملية النقل.

فإذا فحصنا قطاعا عرضيا فى ساق نبات حديث ذو فلقين تحت المجهر « شكل ١ » يتبين لنا أنه يتركب من الأنسجة التالية :

١ - **البشرة** : Epidermis وهى صف واحد من الخلايا البارنشيمية برميلية الشكل متلاصقة يغلفها من الخارج طبقة من الكيوتين.

٢ - **القشرة** : Cortex تتكون من عدة صفوف من الخلايا الكولنشيمية مغلظة الأركان بالسليولوز ولها وظيفة دعامية وقد تحتوى علي بلاستيدات خضراء فهى تقوم أيضاً بعملية البناء الضوئى ثم تليها عدة صفوف من الخلايا البارنشيمية يتخللها كثير من المسافات البينية للتهوية وآخر صف منها يعرف بالغلاف النشوى لحفظ حبيبات النشا.

٣ - **الأسطوانة الوعائية** Vascular cylinder تشغل حيزاً كبيراً في الساق وتتركب مما يأتى :

أ - **البريسكل** : Pericycle مجموعات من خلايا بارنشيمية متبادلة مع مجموعات من الخلايا الليفية وكل مجموعة ألياف تقابل حزمة وعائية من الخارج ووظيفته تقوية الساق وجعلها قائمة مرنة

ب - **الحزم الوعائية** Vascular bundles وهى مرتبة في محيط دائرة والحزمة مثلثة الشكل قاعدتها للخارج وتتركب كل حزمة من :

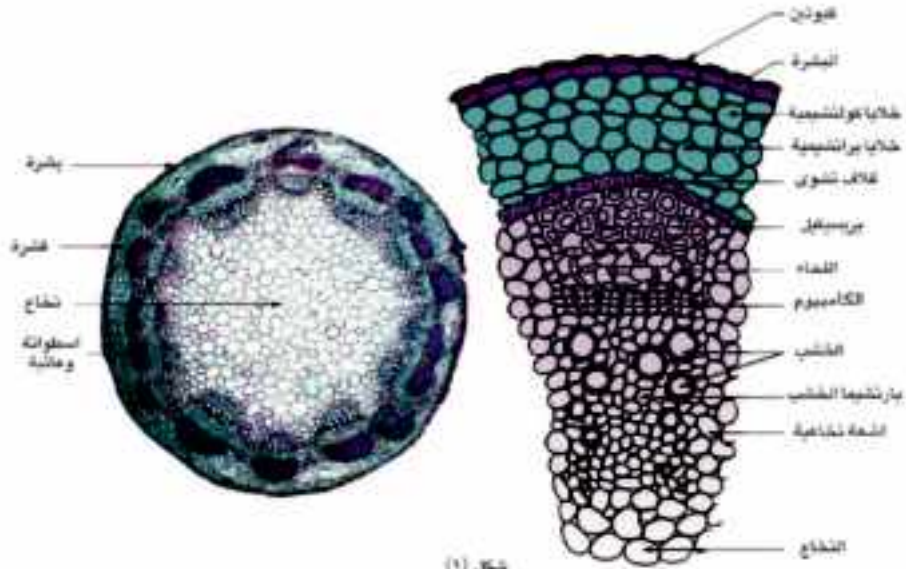
١ - **اللحاء** Phloem وهو الجزء الخارجى ويتكون من أنابيب غربالية وخلايا مرافقة وخلايا بارنشيمية ووظيفته نقل المركبات الغذائية العضوية.

٢ - **الكمبريوم** : Cambium ويتكون من صف واحد أو أكثر من خلايا مرستيمية توجد بين اللحاء والخشب وعندما تنقسم خلاياه تعطى لحاء ثانويا للخارج وخشبا ثانويا للداخل.

٣ - **الخشب** : Xylem وهو الجزء الداخلى من الحزمة الوعائية ووظيفته نقل الماء والأملاح الذائبة كما أنه يقوم بتدعيم الساق ويتكون من :

أ - الأوعية Vessels

يتركب الوعاء من سلسلة من خلايا اسطوانية طويلة تتصل نهاية كل منها بالأخرى ، وفى بداية التكوين تكسرت الجدر الأفقية لهذه الخلايا وبذلك أصبحت الخلايا متصلة الفتحات، وفى نفس



شكل (١)

قطاع تفصيلي يوضح التركيب الداخلي في الساق والحزمة الوعائية كجهاز للنقل

الوقت تغلظ الجدار السليلوزي لها بمادة اللجنين غير المنفذة للماء والذائبات كما أن محتوياتها البروتوبلازمية قد ماتت وبذلك تكونت أنبوبة مجوفة وتوجد كثير من النقر في الجدار حيث تركت بدون تغليظ علي الجدار الأولي وبذلك تسمح للماء بالمرور من داخل الوعاء إلى خارجه، كما يشاهد ببطانة الوعاء شرائط من اللجنين تأخذ عدة أشكال فمعناها الحلزوني والدائري ووظيفتها تقوية الوعاء وعدم تقوس جداره للداخل.



شكل (٢) الخشب

ب - القصبيات Tracheids

تشبه الأوعية إلا أنها في القطاع العرضي تظهر بشكل خماسي أو سداسي وبدلاً من أن تكون مفتوحة الطرفين نجد أن نهايتها مسحوبة الطرف ومتقبة بالنقر (شكل ٢)

بارنشيميا الخشب Xylem parenchyma عبارة عن صفوف من الخلايا توجد بين أوعية الخشب والحزم الوعائية في الساق يتصل خشبها بخشب الجذر والورقة ويتصل لحاؤها بلحاء الجذر والورقة فتكون شبكة متصلة من أوعية النقل في جميع أجزاء النبات.

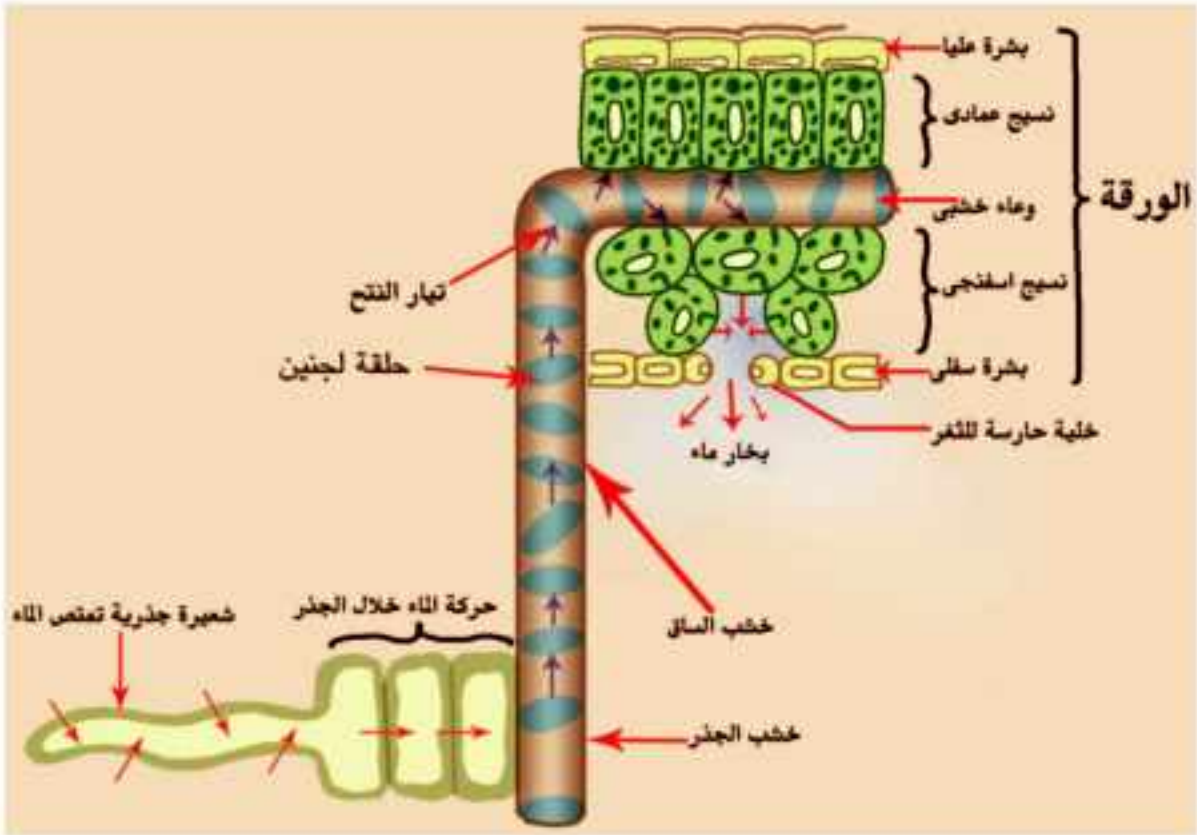
ج - النخاع : Pith يوجد في مركز الساق ويتكون من خلايا بارنشيميا للتخزين.

د - الأشعة النخاعية : Medullary rays

تمتد بين الحزم الوعائية وتصل بين القشرة والنخاع وخلاياها بارنشيميا .

أولاً : آلية نقل الماء والأملاح من الجذر إلى الورقة :

يقوم الخشب بنقل الماء والأملاح من الجذر إلى الأوراق كما هو موضح بشكل «٣».



شكل (٣)

شكل تخميطي يوضح صعود الماء في أوعية الخشب



القوى التي تعمل علي صعود العصارة :

وضعت عدة نظريات لتفسير صعود الماء نورد منها مايلي :

١ - الضغط الجذري Root pressure

إذا قطعت ساق نبات بالقرب من سطح التربة تلاحظ أن الماء يخرج من الساق المقطوعة وتسمى هذه الظاهرة بالإدماء ولاشك أن ذلك يتم بفعل قوة أو ضغط من الجذر نتيجة وجود امتصاص جذري مباشر يرجع إلى الحركة الأسموزية للماء في داخل أنسجة الجذر، وقد سبق لنا دراسة ذلك في الفصل الأول.

ويندفع الماء لمسافة قصيرة عمودياً خلال أوعية الخشب إلى حد معين يتوقف بعدها نظرا لتساوى الضغط الجذري مع ضغط عمود الماء في أوعية الخشب المعاكس للضغط الجذري .

وقد أثبتت التجارب أنه لايمكن تفسير صعود الماء إلى مسافات شاهقة في الأشجار العالية علي أساس الضغط الجذري إذ أنه في أحسن الأحوال لايزيد عن ٢ ض جو كما أنه يكون معدوما في النباتات عارية البذور كالصنوبر كما تتأثر هذه القوة بالعوامل الخارجية بسرعة.

٢ - خاصية التشرب Imbibition

قد سبق لنا دراسة هذه الخاصية . وعرفنا أن جدران الأوعية الخشبية التي تتكون من السليلوز واللجنين ذات الطبيعة الغروية لها القدرة علي تشرب الماء، وهذه الخاصية أثرها محدود جدا في صعود العصارة حيث إن التجارب أثبتت أن العصارة تسير في تجاويف أوعية الخشب وليس فقط خلال جدرانها ، وأهمية هذه الخاصية تنحصر في نقل الماء خلال جدران الخلايا حتى تصل إلى جدران الأوعية الخشبية والقصيبيات في الجذر ومنه إلى باقى أجزاء النبات.

٣ - الخاصية الشعرية Capillarity

يرتفع الماء في الأنابيب الضيقة بالخاصية الشعرية وبما أن أوعية الخشب من الأنابيب الضيقة التي يتراوح قطرها بين ٠,٢ مم - ٠,٥ مم لذلك يرتفع الماء في هذه الأوعية بالخاصية الشعرية . ولكن إذا علمت أن مدى ارتفاع الماء في أضيق الأنابيب لايزيد على ١٥٠ سم لذلك فإن الخاصية الشعرية تعتبر من القوى الثانوية الضعيفة لرفع العصارة.

٤ - نظرية التماسك والتلاصق وقوى الشد الناشئة عن النتح:

Transpiration - pull & Cohesive and adhesive forces

وضع أسس نظرية التماسك والتلاصق العالمان ديكسون وجولى عام ١٨٩٥.

وقد ثبت لعلماء فسيولوجيا النبات أن هذه القوى هي القوة الأساسية التي تعمل على سحب الماء فى الساق إلى مسافات شاهقة تصل إلى ١٠٠م وقد أثبت ديكسون وجولى أن الماء يسحب من قبل الورقة نتيجة استهلاك الماء فى عمليات الأيض «التحول الغذائى» والنتح والتبخر فى الأوراق ، وتتلخص النظرية فى أن عمود الماء يرتفع فى الأنابيب الخشبية بالقوى التالية :

أ - قوة تماسك جزيئات الماء بعضها ببعض داخل أوعية الخشب والقسيبات مما يفسر وجود عمود متصل من الماء .

ب - قوة التلاصق بين جزيئات الماء وجدران الأنابيب الخشبية التى تحافظ على أعمدة الماء معلقة باستمرار مقاومة لتأثير الجاذبية الأرضية .

ج - جذب أعمدة الماء إلى أعلى بواسطة عملية النتح المستمرة فى الأوراق .

وقد ثبت أن للماء قوة شد عالية فى الأنابيب بشرط توفر مايلى :

أ - أن تكون الأنابيب شعرية.

ب - أن تكون جدران الأنابيب ذات خاصية التصاق مع الماء.

ج - أن تخلو الأنابيب من الغازات أو فقاعات الهواء حتى لا ينقطع العمود المائى فيها والملاحظ أن هذه الشروط جميعها تتوافر فى الأنابيب الخشبية.

والآن هل تستطيع تفسير عدم نجاح نقل بعض الشتلات من المشاتل لزراعتها فى الأرض المستديمة إذا تأخر زراعتها بعد النقل وتعرضت للشمس مدة طويلة ؟

وبناء على ما سبق يمكن توضيح مسار صعود العصارة من الجذر إلى الأوراق كمايلى:

يقلل النتح الرطوبة فى الغرفة الهوائية للجهاز الثغرى فى الورقة فيزداد التبخر من خلايا النسيج الوسطى المحيط بغرفة الثغر فيقل امتلاؤها بالماء مما يرفع تركيز عصارتها ويؤدى إلى جذبها للماء من الخلايا المجاورة حتى أوعية الخشب فى العروق الدقيقة فالكبيرة فالعرق الوسطى للورقة

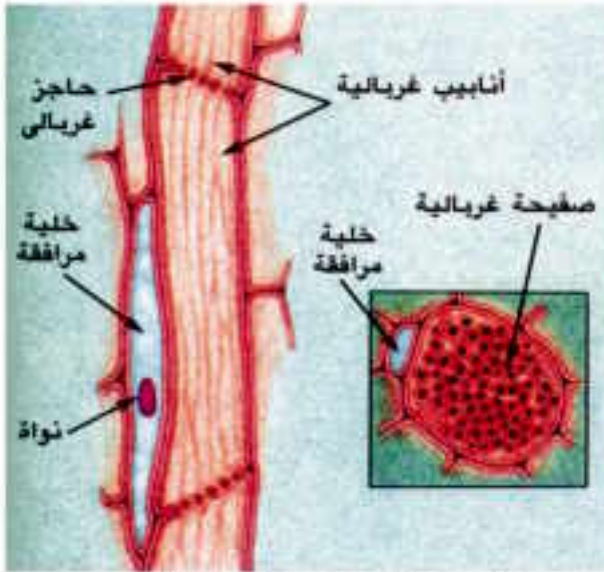


فيقع الماء الموجود فى أوعية الخشب تحت قوة شد كبيرة فيرتفع الماء فى أوعية وقصبيات الساق والجذر المتصلة ببعضها ولا يقف الشد الورقى عند حد سحب الماء الذى وصل إلى الأسطوانة الوعائية فى الجذر بل ويساعد على الشد الجانبى من الشعيرات الجذرية كذلك كما فى الشكل السابق « شكل ٣ »

ثانياً: نقل الغذاء الجاهز من الورقة إلى جميع أجزاء النبات:

ينقل اللحاء العصارة الناضجة « التى تتكون من المواد العضوية عالية الطاقة التى كونتها الورقة أثناء عملية البناء الضوئى » فى كل اتجاه إلى أعلى لكى تغذى البراعم والأزهار والثمار وإلى أسفل لكى تغذى الساق والمجموع الجذرى، فمم يتكون اللحاء وكيف يلائم وظيفته ؟

دور الأنايب الغربالية فى النقل:



شكل (٤) قطاع طولى وعرضى فى اللحاء

يتكون اللحاء من خلايا تظهر مستطيلة فى القطاع الطولى وتعرف بالأنايب الغربالية Sieve Tubes وهى تحتوى على خيوط سيتوبلازمية وليس بها أنوية ويرافق كل أنبوبة غربالية خلية مرافقة ذات نواة وتعمل على تنظيم العمليات الحيوية للأنبوبة الغربالية بما تحتويه من قدر كبير من الريبوسومات والميتوكوندريا .

وتفصل الأنايب الغربالية بعضها عن بعض جدران مستعرضة مثقبة تعرف بالصفائح الغربالية تتخلل

ثقوبها خيوط السيتوبلازم « شكل ٤ » وقد أثبتت التجارب دور الأنايب الغربالية فى نقل المواد الغذائية الجاهزة إلى أجزاء النبات ومن هذه التجارب مايلى :

١ - أتاح العالمان رابيدن وبور عام ١٩٤٥ لورقة واحدة من نبات الفول القيام بالبناء الضوئى فى وجود CO_2 ويحتوى على الكربون المشع ^{14}C وبذلك تكونت مواد كربوهيدراتية مشعة أمكن تتبع مسارها فى النبات فوجد أنها تنتقل إلى أعلى وإلى أسفل فى الساق.

٢ - تمكن العالم ميتلر Mittler من جمع محتويات الأنابيب الغربالية للتعرف عليها بمساعدة حشرة المن Aphid التي تتغذى على عصارة النبات الناضجة حيث تغرس فمها الثاقب في أنسجة النبات فيخترقها حتى يصل إلى الأنابيب الغربالية ومن ثم يتدفق الغذاء عبر فمها إلى معدتها وعندما فصل جسم الحشرة كله عن فمها وهي تتغذى ، أمكن جمع عينة من محتويات الأنابيب الغربالية وبعد تحليلها ثبت أنها مكونة من المواد العضوية التي تصنع في الأوراق «سكر قصب وأحماض أمينية» وتحقق أن هذه هي عصارة اللحاء بأن عمل قطاعا في المنطقة المغروس فيها خرطوم الحشرة فظهر أنه مغروس في أنبوبة غربالية من لحاء النبات.

آلية انتقال المواد العضوية في اللحاء:

في عام ١٩٦١ استطاع العالمان ثاين وكاني Thain & Canny رؤية خيوط سيتوبلازمية طويلة محملة بالمواد العضوية داخل الأنبوبة الغربالية وتمتد هذه الخيوط من أنبوبة إلى أخرى عبر ثقبوب الصفائح الغربالية.

وبذلك أمكن تفسير آلية انتقال المواد العضوية في اللحاء على أساس الأنسياب السيتوبلازمية أى حركة السيتوبلازم حركة دائرية داخل الأنابيب الغربالية والخلايا المرافقة فأثناء ذلك تنتقل المواد العضوية من طرف الخلية إلى الطرف الآخر ثم تمر إلى أنبوبة غربالية مجاورة عن طريق الخيوط السيتوبلازمية التي تمر من أنبوبة إلى أخرى.

وقد ثبت للعلماء أن عملية النقل في اللحاء عملية نشطة يلزمها مواد ناقلة للطاقة ATP والتي تتكون بوفرة في الخلايا المرافقة وتنتقل عبر البلازموديزما التي تصل سيتوبلازم الخلية المرافقة بسيتوبلازم الأنبوبة الغربالية .

ومما دعم ذلك أن ثبت بالتجربة أن عملية النقل في اللحاء تبطئ عند خفض درجة الحرارة أو نقص الأكسجين في الخلايا مما يبطئ من حركة السيتوبلازم وانسيابه في الأنابيب الغربالية.



جهاز النقل فى الإنسان Human Transport System

تتم عملية النقل فى جسم الإنسان عن طريق جهازين متصلين ببعضهما اتصالاً وثيقاً وهما :

أ - الجهاز الدورى ب - الجهاز الليمفاوى

الجهاز الدورى : Circulatory system

يتركب هذا الجهاز من القلب والأوعية الدموية التى يمر فيها الدم وتتصل هذه الأوعية فى حلقة متكاملة أى أن الجهاز من النوع المغلق.

١ - القلب Heart :

هو عضو عضلى أجوف يقع داخل التجويف الصدرى ويميل قليلاً إلى اليسار ويحيط به غشاء التامور الذى يوفر الحماية للقلب ويسهل حركته.

ينقسم القلب إلى أربع حجرات منها حجرتان تستقبلان الدم وهما الأذنين Auricles وجدرانها عضلية رقيقة وحجرتان توزعان الدم وهما البطينان ventricles وجدرانها عضلية سميكة .

وينقسم القلب طولياً إلى قسمين أيمن وأيسر بحواجز عضلية ويتصل كل أذين بالبطين المقابل له عن طريق فتحة يحرسها صمام له شرفات رقيقة تسمح للدم بالمرور من الأذين إلى البطين المقابل له فى اتجاه واحد ، والصمام الأيمن ذو ثلاث شرفات أما الأيسر فذو شرفتين كما توجد صمامات هلالية عند اتصال القلب بالشريان الرئوى والأورطى ويقوم القلب بالإنقباض والانبساط بطريقة منتظمة مدى الحياة.

٢ - الأوعية الدموية Blood Vessels

أ - الشرايين Arteries

هى الأوعية التى يتجه فيها الدم من القلب إلى أجزاء الجسم ، وجدار الشريان يتكون من ثلاثة طبقات ، تتكون الخارجية منها من نسيج ضام أما الطبقة الوسطى فهى سميكة وتتكون من عضلات غير إرادية يتحكم فى انقباضها وانبساطها ألياف عصبية ، أما بطانة الشريان فتتكون من صف واحد من خلايا طلائية رقيقة تعلوها ألياف مرنة تعطى الشريان المرونة اللازمة لإندفاع الدم بداخله

أثناء إنقباض البطينين والشرايين توجد عادة مدفونة وسط عضلات الجسم وهي تحمل دماً مؤكسجاً ما عدا الشريان الرئوي الذي يخرج من البطين الأيمن حاملاً دماً غير مؤكسج إلى الرئتين.



شكل (٥) تركيب الشريان والوريد

ب - الأوردة Veins وهي الأوعية التي يتجه فيها الدم إلى القلب ، ويتركب جدار الوريد من نفس الطبقات الثلاث التي يتركب منها جدار الشريان إلا أن الألياف المرنة نادرة وسمك الطبقة الوسطى أقل وعلى ذلك فجدار الوريد أقل سمكا وهو غير نابض وتوجد في بعض الأوردة صمامات تسمح للدم بالمرور في اتجاه القلب ولا تسمح برجوعه مثل أوردة الأطراف القريبة من سطح الجلد ويمكن مشاهدة مواضع هذه الصمامات في أوردة الذراع عند ربطه برباط ضاغط عند قاعدته مثلما فعل وليم هارفي الطبيب الإنجليزي الذي درس الدورة الدموية في القرن السابع عشر بعد أن اكتشفها الطبيب العربي ابن النفيس في القرن العاشر ، وتحمل الأوردة الدم غير المؤكسج ما عدا الأوردة الرئوية التي تفتح في الأذين الأيسر فهي تحمل دماً مؤكسجاً.



شكل (٦) يوضح اتصال الشريانات بالوريدات

ج - الشعيرات الدموية Capillaries هي أوعية دقيقة مجهرية تصل بين التفرعات الشريانية الدقيقة (الشريانات) Arterioles والتفرعات الوريدية الدقيقة (الوريدات) Venules (شكل ٦) وقد اكتشف هذه الحقيقة العالم الإيطالي مالبيجي في أواخر القرن السابع عشر فكمل عمل هارفي ويصل قطر الشعيرة من ٧ إلى ١٠ ميكرون وجدرانها رقيقة جدا مكونة من طبقة خلوية



واحدة، وهي صف واحد من خلايا طلائية رقيقة وتوجد ثقبوب دقيقة بين هذه الخلايا ، ويبلغ سمك الجدار حوالى 0.00001 من المليمتر وهذا يساعد علي التبادل السريع للمواد بين الدم وخلايا الأنسجة وتنتشر الشعيرات الدموية فى الفراغات بين خلايا جميع انسجة الجسم حيث تمد جميع الخلايا باحتياجاتها.

٣ - الدم Blood

سبق لك فى الصف الأول ان عرفت أن الدم نسيج ضام سائل يحتوى على خلايا دموية حمراء وأخرى بيضاء بجانب الصفائح الدموية «شكل ٧» وتسمى المادة الخلالية فيه بالبلازما ، والدم هو الوسط الأساسى فى عملية النقل وهو سائل أحمر لزج، ويوجد فى جسم الإنسان فى المتوسط من ٥ إلى ٦ لترات من الدم، وهو قلوى ضعيف «٤، pH» ويتكون الدم من :

أ - البلازما Plasma

تمثل ٥٤% من حجم الدم وتتكون من :

ماء (٩٠%) وأملاح غير عضوية (١%) مثل أملاح Na^+ ، Cl^- ، HCO_3^- ، Ca^{++} وبروتينات (٧%) مثل الألبومين والجلوبيولين والفيبرينوجين ومواد أخرى (٢%) مثل : نواتج الهضم (سكريات وأحماض أمينية) وهرمونات وإنزيمات وأجسام مضادة وفضلات (يوريا).

ب - كريات الدم الحمراء (Red blood corpuscles) Erythrocytes (RBCs)

هى من أكثر الخلايا انتشارا فى الدم يحتوى الجسم على ٤ إلى ٥ مليون خلية لكل مليمتر^٣ من الدم فى الرجل البالغ ومن ٤ إلى ٤,٥ مليون خلية لكل مليمتر^٣ فى الأنثى البالغة وعمر كل واحد منها لايزيد على أربعة شهور وهى تمر فى الجسم طيلة هذه الفترة داخل الدورة الدموية ١٧٢,٠٠٠ مرة.

تتكون الكريات الحمراء لدى الإنسان البالغ داخل نخاع العظام وكریات الدم الحمراء مستديرة مقعرة الوجهين وعديمة الأنوية وهى تحتوى على كميات كبيرة من مادة كيميائية تسمى الهيموجلوبين، تتكون من البروتين والحديد ، والهيموجلوبين لونه أحمر وهو الذى يمنح الدم لونه.

ويتحد الهيموجلوبين بالأكسجين الموجود فى الرئتين لتتكون مادة جديدة تسمى الأوكسى هيموجلوبين ولونها أحمر فاتح وإتحاد الهيموجلوبين بالأكسجين يمكن الكريات الحمراء من



نقل الأكسجين إلى كافة أنحاء الجسم حيث يتخلى عن الأكسجين الموجود فيه ويتحول ثانية إلى هيموجلوبين الذى يتحد مع ثانى أكسيد الكربون متحولاً إلى مادة كاربامينو هيموجلوبين لونها أحمر قاتم لذلك فإن الدم المتدفق من جرح فى الشريان الذى يحتوى على الأكسجين يكون لونه فاتحاً أكثر من لون الدم الموجود فى الوريد .

تتكسر الكريات الحمراء فى

الكبد والطحال ، وفى النخاع العظمى عند إنتهاء عمرها القصير ، وتحل كريات جديدة محلها .

حيث تتكون مائة مليون كرية دم حمراء جديدة كل دقيقة ويقوم الجسم باسترجاع البروتينات الموجودة فى الكريات القديمة ويستعملها فى تكوين العصارة الصفراوية التى تلعب دوراً فى عملية هضم الدهون .

ج - كريات الدم البيضاء : (White blood corpuscles) Leucocytes(WBCs)

هناك نوع آخر من الخلايا المنتشرة فى الدم يسمى كريات الدم البيضاء ، وتوجد أنواع مختلفة من الكريات البيضاء ، ولكل نوع وظيفة خاصة ويبلغ عدد كريات الدم البيضاء سبعة آلاف خلية لكل ملليمتر^٣ من الدم ويزيد عددها فى وقت المرض .

والدور الأساسى للكريات البيضاء هو الدفاع عن الجسم ، فهى تقوم بمهاجمة الميكروبات وتعطل المواد الغريبة التى تقوم الميكروبات بانتاجها فى الدم ، كما تقوم بابعاد الخلايا الميتة والفضلات الأخرى وكريات الدم البيضاء عديمة اللون لا تملك شكلاً خاصاً وتحرك فى الجسم بلا انقطاع



وتنسب علي طول جدران الأوعية الدموية ، كما أنها قادرة على التغلغل بين خلايا جدار الشعيرات الدموية وهناك أنواع معينة من الكريات البيضاء تقوم بانتاج الأجسام المضادة وبعضها يهاجم الميكروبات ويحيط بها ويبتلعها.

تعيش بعض انواع الكريات البيضاء من ١٣ - ٢٠ يوماً وتتكون في نخاع العظمى خلايا جديدة باستمرار وكذلك فى الطحال وفي الجهاز الليمفاوى.

د - الصفائح الدموية Blood Platelets

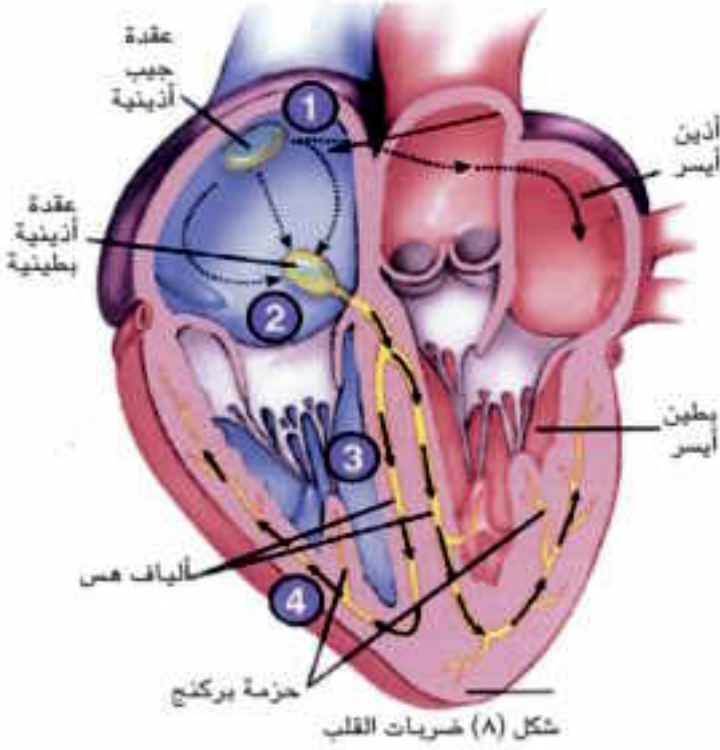
هى جسيمات صغيرة غير خلوية ، وتنشأ من نخاع العظام وهى تتجدد بصورة مستمرة حيث يبلغ عمرها حوالي عشرة أيام ويبلغ حجم الصفيحة ربع حجم الكرية الحمراء وعدد الصفائح ٢٥٠ ألف لكل ملليمتر^٣ وتلعب الصفائح دوراً فى تجلط الدم بعد الجرح.

وظائف الدم :

- ١ - نقل المواد الغذائية المهضومة والأكسجين وثنائى أكسيد الكربون والهرمونات وبعض الإنزيمات النشطة أو الخاملة والمواد النيتروجينية الإخراجية.
- ٢ - تنظيم عمليات التحول الغذائية وتنظيم درجة حرارة الجسم عند ٣٧°م وتنظيم البيئة الداخلية للجسم مثل الحالة الأسموزية وكمية الماء ودرجة الحموضة فى الأنسجة.
- ٣ - حماية الجسم من غزو الجراثيم والكائنات المسببة للأمراض وذلك عن طريق كريات الدم البيضاء.
- ٤ - حماية الدم نفسه من عملية النزف بتكوين الجلطة الدموية.

ضربات القلب: Heart beats

تنبع ضربات القلب الإيقاعية المنتظمة من داخل نسيج عضلة القلب نفسها فهي ذاتية الحركة وقد ثبت أن القلب يستمر في الانقباض المنتظم حتى بعد أن يفصل تماماً من الجسم وينفصل عن الأعصاب المتصلة به. فما منشأ هذا الإيقاع المنتظم لخفقان القلب؟



توجد صغيرة متخصصة من ألياف عضلية مدفونة في جدار الأذين الأيمن

قريبة من مكان اتصاله بالأوردة الكبيرة وهي تسمى بالعقدة الجيب أذينية Sino-atrial node ويمكن اعتبارها منظم لدقات القلب Pacemaker وهذه العقدة تطلق إثارة الانقباض تلقائياً فتثير عضلات الأذنين للإنقباض وعندما تصل الموجة الكهربائية العصبية إلى العقدة الثانية الموجودة عند اتصال الأذنين بالبطينين وهي العقدة الأذينية البطينية Atrio-Ventricular node تنتقل منها الإثارة بسرعة عبر ألياف هس Hess ثم تنتشر من الحاجز بين البطينين إلى جدار البطينين عبر حزمة بركنج Perking فتثير عضلاتهما للانقباض كما هو موضح بشكل (٨) .

والعقدة الأولى أي المنظم تنبض بالمعدل الطبيعي ٧٠ دقة / دقيقة وهي تتصل بعصبين الأول وهو العصب الحائر يخفض من معدلها والثاني وهو العصب السمبثاوي يزيد هذا المعدل. وبذلك يمكن أن تتغير عدد دقات القلب حسب الحالة الجسمية أو النفسية. فمثلاً أثناء النوم ينخفض معدل ضربات القلب ثم يرتفع تدريجياً بعد الاستيقاظ كما يقل معدل ضربات القلب في حالات الحزن ويزداد في حالات الفرح وكذلك في حالة بذل جهد جسماني عنيف.



ويمكن أن نميز في دقات القلب صوتين أحدهما غليظ وطويل ويرجع إلى غلق الصمامين بين الأذنين واليطينين عند الانقباض ثم صوت ثان حاد وأقصر من الأول وينشأ نتيجة لإغلاق صمامى الأورطى والشريان الرئوى عند انبساط البطينين .

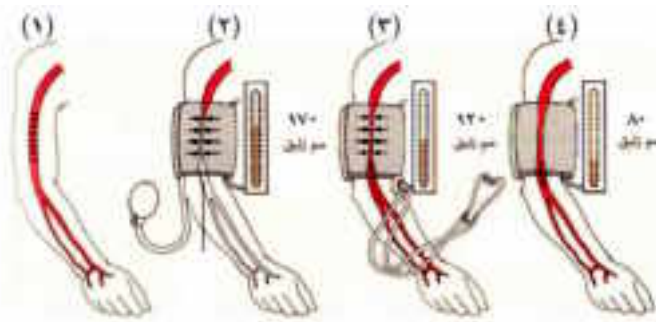
وفى مدى العمر العادى للإنسان يدق القلب فى المتوسط ٧٠ دقة فى الدقيقة فيضخ ٥ لتر دم فى كل دقيقة وهى تعادل كل الدم فى الجسم.

ضغظ الدم:

ينتقل الدم إلى الجسم بواسطة عملية نبض القلب حيث يجرى الدم بسهولة فى الشرايين والأوردة ولكى يمر فى الشعيرات الدموية الميكروسكوبية يكون فى حاجة لضغظه فالدم سائل لزج وكثيف، لذلك فإنه لا يمر بسهولة فى هذه القنوات الدقيقة.

وبسبب هذه المقاومة يرتفع الضغظ فى شبكة الشرايين عندما ينبض القلب. وأعلى ارتفاع لضغظ الدم يكون فى الشرايين القريبة من القلب ويصل إلى ذروته مع تقلص البطينين أى أن هناك مقياسين لضغظ الدم. الحد الأقصى عند تقلص البطينين والحد الأدنى يكون عند ارتخاء البطينين.

يمكن قياس ضغظ الدم بواسطة جهاز يسمى مقياس ضغظ الدم «جهاز الزئبق» الذى يعطى رقمين مثل ١٢٠ / ٨٠ مم زئبق وهو ضغظ الدم العادى لدى الإنسان الشاب الطبيعى ويبدل الرقم ١٢٠ على ضغظ الدم عند إنقباض البطينين والرقم ٨٠ على ضغظ الدم عند انبساط البطينين. ويقل ضغظ الدم كلما ابتعدنا عن الشرايين القريبة من القلب حتى نصل إلى أدنى معدل لها فى الشعيرات الدموية والأوردة «١٠ مم زئبق» وعلى ذلك فإن رجوع الدم فى الأوردة يعتمد على الصمامات الموجودة بها والعضلات التى تحيط بتلك الأوردة.



شكل (٩) قياس ضغظ الدم

يرتفع ضغظ الدم رويداً رويداً مع مرور السنين وقد يصل إلى حالة خطيرة إذا لم يعالج ضغظ الدم.

يتكون جهاز مقياس ضغظ الدم، شكل (٩) من أنبوبة زئبقية ولوحة رقمية

يتم معرفة ضغط الدم حسب ارتفاع الزئبق في الأنبوبة ويستدل عليه من الرقم الموجود على اللوحة، حيث يصغى الطبيب أو الممرضة بواسطة السماعة لصوت النبض، ويتم تحديد الرقم الدال على إنقباض، البطينين عندما يسمع الطبيب صوت النبض، ويتم تحديد الرقم الدال على إنبساط البطينين عندما يختفى هذا الصوت.

يمكن قياس ضغط الدم عندما ينبض القلب وكذلك بين نبضة وأخرى. كما توجد بعض الأجهزة الرقمية لقياس ضغط الدم، ولكنها لا تكون في دقة جهاز الزئبق.

الدورة الدموية :

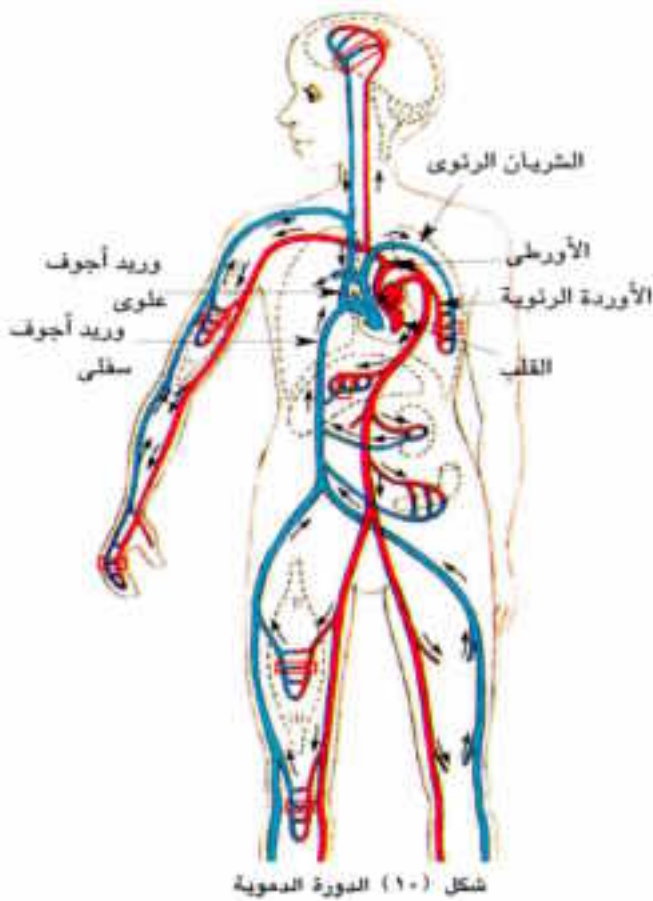
يمكن تقسيم الدورة الدموية في الإنسان إلى ثلاثة مسارات رئيسية:

١ - الدورة الرئوية «الصغرى»

Pulmonary circulation

تبدأ من البطين الأيمن وتنتهي في الأذين الأيسر، فعندما ينبض البطين الأيمن يقفل الصمام ثلاثي الشرفات فتحة الأذين الأيمن ويندفع الدم غير المؤكسج في الشريان الرئوي. يعمل الصمام الرئوي على منع رجوع الدم إلى البطين الأيمن.

يتفرع الشريان الرئوي إلى فرعين يتجه كل منهما إلى رئة ويتفرع في أنسجتها إلى عدة تفرعات تنتهي بشعيرات دموية تنتشر حول الحويصلات الهوائية. ويتم عندها تبادل الغازات فيخرج من الدم ثاني أكسيد الكربون وبخار الماء ويحمل الأكسجين إلى الدم





فيصبح مؤكسجا. ويعود من الرئتين داخل أربعة أوردة رئوية «وريدان من كل رئة» يفتح كل منها في الأذين الأيسر. وعند انقباضه يمر الدم إلى البطين الأيسر ويعمل الصمام ثنائي الشرفات على منع رجوع الدم إلى الأذين الأيسر.

٢ - الدورة الجهازية «الجسمية الكبرى» Systemic circulation

تبدأ من البطين الأيسر وتنتهي في الأذين الأيمن فعندما ينقبض البطين الأيسر بعد امتلائه بالدم المؤكسج يقفل الصمام ثنائي الشرفات فتحة الأذين الأيسر فيندفع الدم إلى الأورطى ويعمل الصمام الأورطى على منع رجوع الدم إلى البطين الأيسر.

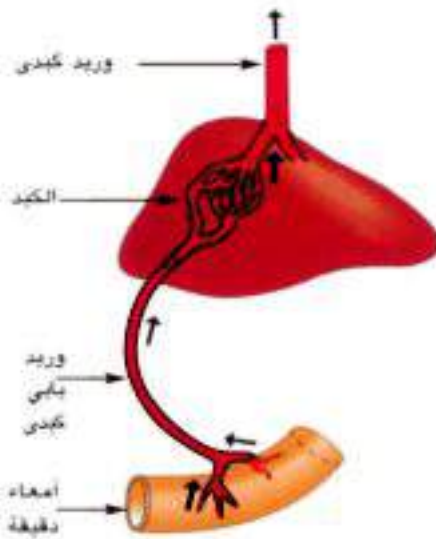
ويتفرع الأورطى «الشريان الأبهر» إلى عدة شرايين يتجه بعضها إلى الجزء العلوى من الجسم والبعض الآخر يتجه إلى الجزء السفلى، وتتفرع الشرايين إلى قروص أصغر فأصغر تنتهي بشعيرات دموية تنتشر خلال الأنسجة بين الخلايا وتوصل إليها ما يحمله الدم من أكسجين وماء ومواد غذائية ذائبة. ثم تنتشر المواد الناتجة من عمليات الهدم كأكسدة السكر والدهن مثل ثانى أكسيد الكربون خلال جدران الشعيرات الدموية وتصل إلى الدم فيتغير لونه من الأحمر الفاتح إلى الأحمر القاتم ويسمى بالدم غير المؤكسج.

تتجمع الشعيرات الدموية وتكون أوعية أكبر فأكبر تعرف بالاوردة ثم تصب الأوردة الدم غير المؤكسج في الوريدين الأجوفين العلوى والسفلى اللذين يصبان الدم في الأذين الأيمن وعند امتلائه بالدم تنقبض جدرانه فيحمل الدم إلى البطين الأيمن، الذى يمتلئ بالدم غير المؤكسج. والجدير

بالذكر أن انقباض الجانب الأيمن للقلب يتم في نفس الوقت مع إنقباض الجانب الأيسر له وبذلك يضخ الدم غير المؤكسج من البطين الأيمن في نفس الوقت الذي يضخ فيه الدم المؤكسج من البطين الأيسر.

٢ - الدورة الكبدية البابية Hepatic Portal Circulation

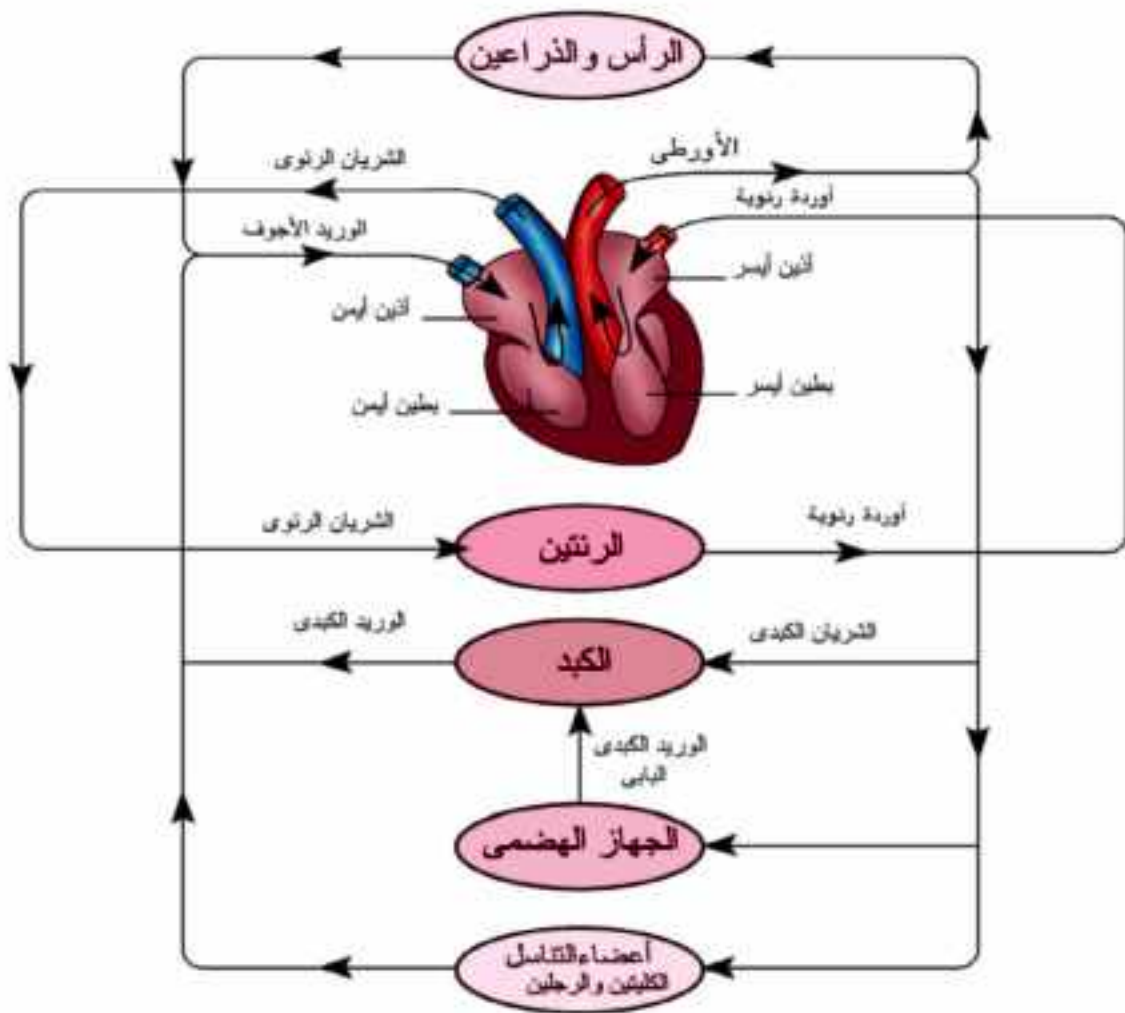
بعد عملية امتصاص الجلوكوز والأحماض الأمينية بواسطة خلايا الأمعاء الدقيقة تنتقل هذه المواد إلى الشعيرات الدموية التى توجد داخل الخملات، وهذه الشعيرات تتجمع في



شكل (١١) الدورة البابية

أوردة أكبر فأكبر حتى تصب محتوياتها في الوريد الكبدي البابي والذي ترد إليه أيضا أوردة من البنكرياس والطحال والمعدة.

يتفرع الوريد البابي عند دخوله الكبد إلى أفرع صغيرة تنتهي بشعيرات دموية دقيقة ترشح خلال جدرانها بعض المواد الغذائية الزائدة عن حاجة الجسم فيحدث لها بعض التحولات في الكبد ثم تتجمع الشعيرات الدموية لتكون الوريد الكبدي الذي يخرج من الكبد ليصب محتوياته في الجزء العلوي من الوريد الأجوف السفلي قرب دخوله الأذين الأيمن.



شكل (١٢) شكل تخطيطي للدورة الدموية



الجلطة الدموية Blood Clot



شكل (١٣) الجلطة الدموية

عند قطع أو تمزق الأوعية الدموية فإن الدم يسارع إلى التجلط ليحمي نفسه من النزيف الذي يفقده كمية كبيرة من الدم، وقد يؤدي ذلك إلى صدمة يعقبها الموت.

وفيما يلي آلية تكوين الجلطة :

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

٢ - وفي وجود أيونات الكالسيوم Ca^{++}

وعوامل تجلط الدم الموجودة في البلازما

فإن الثرومبوبلاستين يحفز تحويل البروثرومبين Prothrombin «بروتين يفرزه الكبد بمساعدة فيتامين K ويصبه في الدم»، إلى ثرومبين Thrombin

٣ - والثرومبين إنزيم نشط يحفز عملية تحويل الفيبرينوجين Fibrinogen «بروتين ذائب في

البلازما» إلى بروتين غير ذائب هو الفيبرين Fibrin

٤ - يترسب الفيبرين على شكل خيوط متشابكة تتجمع فيها خلايا الدم فيكون الجلطة التي تسد

فتحة الوعاء الدموي المقطوع وهكذا يتم وقف النزف كما هو موضح بشكل (١٣).

لماذا لا يتجلط الدم داخل الأوعية الدموية؟

لا يتجلط الدم داخل الأوعية الدموية ما دام سريان الدم يجرى بصورة طبيعية فلا تبطئ سرعته ومادامت الصفائح الدموية تنزلق بسهولة داخل الأوعية الدموية فلا تتفتت ومادام هناك مادة الهيبارين التي يفرزها الكبد والتي تمنع تحويل البروثرومبين إلى ثرومبين،

وفيما يلي تخطيط مبسط لآلية تكوين الجلطة:

١ - صفائح دموية + خلايا محطمة عوامل التجلط فى الدم ← ثرومبوبلاستين

٢ - بروثرومبين ← ثرومبوبلاستين
ثرومبين
+Ca⁺⁺ عوامل التجلط

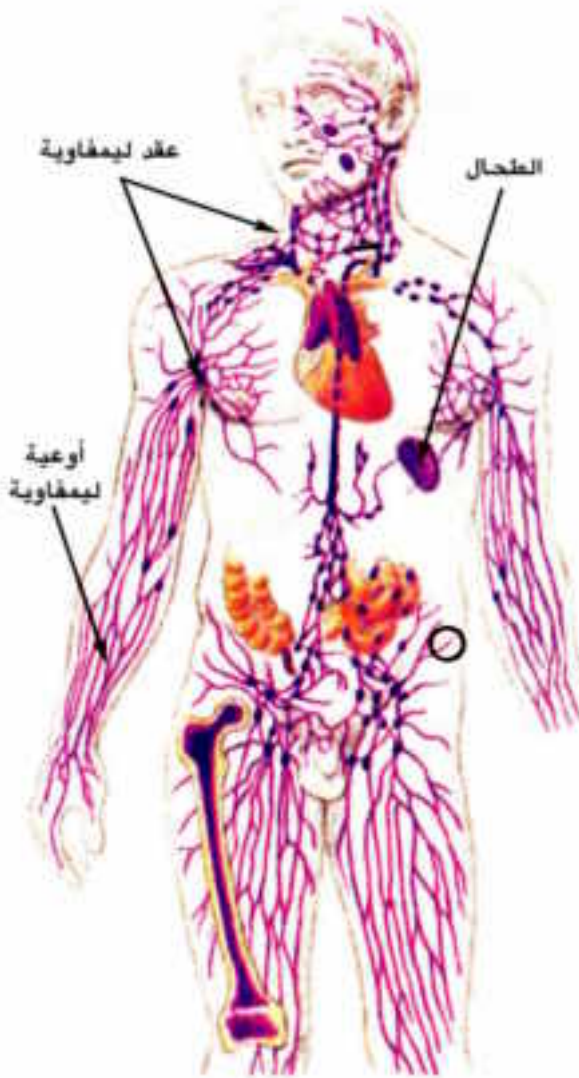
٣ - فيبرينوجين ← ثرومبين
فيبرين

الجهاز الليمفاوى Lymphatic System

يعتبر الجهاز الليمفاوى هو الجهاز المناعى لجسم الإنسان لقدرته الدفاعية وإنتاج الأجسام المضادة المسؤولة عن إكساب الجسم المناعة.

يتكون الجهاز الليمفاوى شكل (١٤)، من عدد كبير من الأوعية الليمفاوية تعمل على تجمع سائل يترشح من بلازما الدم أثناء مروره فى الأوعية الدموية ويحتوى على جميع مكونات البلازما بالإضافة إلى عدد كبير من خلايا الدم البيضاء ويعرف هذا السائل بالليمف ويتم إعادته إلى الجهاز الدورى عن طريق الوريد الأجوف العلوى.

يمر الليمف عبر مصاف تسمى العقد الليمفاوية والتي توجد على مسافات معينة بطول الأوعية الليمفاوية، وتعمل تلك العقد على القضاء على الميكروبات بما تنتجه من كريات الدم البيضاء ويعتبر الطحال من أهم الأعضاء الليمفاوية بالجسم.



شكل (١٤) الجهاز الليمفاوى



الأنشطة العملية

- فحص (قطاع عرضي) في ساق نبات دوار الشمس ذو الفلقتين .
- تجارب عرض لتوضيح النقل في النبات الراقى « تجربة لإثبات دور الخشب في نقل الماء»
- تشريح قلب خروف للتعرف على أجزائه.
- فحص قطاع عرضي في ساق نبات «ذى الفلقتين» دوار الشمس
المواد والأدوات اللازمة:
- ١ - شريحة مجهزة لقطاع عرضي في ساق نبات «دوار الشمس»
- ٢ - ميكروسكوب مركب.

الإرشادات

- ١ - افحص الشريحة المجهزة للقطاع تحت المجهر بالشيئية الصغرى وتبين مواضع الأنسجة الرئيسية للقطاع وهى البشرة والقشرة والأسطوانة الوعائية وما بها من حزم وعائية وعددها وترتيب البريسكل واللحاء والخشب فى كل منها ثم النخاع والأشعة النخاعية.
- ارسم شكلا تخطيطيا لما تراه موضحا عليه البيانات.
- ٢ - افحص بالشيئية الكبرى كل نسيج من الأنسجة السابقة مع ملاحظة ما يأتى:
- أ - البشرة : ما شكل خلاياها؟ وهل عليها كيوتين؟ وهل عليها شعيرات سطحية؟ وهل بها ثغور ومسافات بينية؟
- ب - القشرة: ما عدد طبقاتها؟ وهل جميع خلاياها متشابهة الشكل، والنوع؟ وما مدى اتساع القشرة بالنسبة للقطاع؟ وهل توجد بها مسافات بينية؟ وما شكل خلايا آخر طبقاتها؟ وهل توجد بها حبيبات نشا؟

تابع الأنشطة العملية

- ج - البريسيكل: مانوع خلاياه؟ وما سمك جدرانها؟
- د - اللحاء: مانوع خلاياه؟
- هـ - الكمبيوم: ماشكل خلاياه؟ من كم صف يتركب؟
- و- الخشب: ما نوع خلاياه وما وضع الخشب الأولى، والخشب الثانوى بالنسبة لمركز القطاع؟
- ز - الأشعة النخاعية: أين توجد وما شكل خلاياها؟ وهل بها مسافات؟
- ح - النخاع : ما نوع خلاياه؟ كم عدد صفوف خلاياه؟ ارسم شكلا تفصيليا لجزء من القطاع موضحا عليه البيانات.



أسئلة

س١- ماذا يحدث لضربات القلب فى الحالات الآتية،

- أ - أثناء النوم
ب- بعد الاستيقاظ من النوم
ج - عند انفعالات الفرح
د - عند بذل مجهود ضعيف
هـ - عند الحزن

س٢- اكتب نبذة مختصرة عن كل مما يأتى:

- أ - الكامبيوم. ب - العقدة الجيب أذينية
ج - خلايا الدم البيضاء

س٣- اذكر مكان ووظيفة كل مما يأتى:

- أ - القصيبات ب - النقر
ج - غشاء التامور
د- الكيوتين هـ - الهيموجلوبين
و- العقدة الأذينية البطنية

س٤- يوجد فى النباتات خلايا ترتبط بوظيفة النقل:

- أ - اذكر اسم هذه الخلايا
ب - حدد نوعية المواد التى تنتقل خلال هذه الخلايا
ج - حدد اتجاه النقل فى كل من هذه الخلايا

س٥- يمتص نبات الفول الماء والأملاح المعدنية بواسطة الجذور ويحصل أيضا على ثانى أكسيد الكربون عن طريق الثغور:

- أ - حدد المكان الذى يحدث فيه انتشار غاز ثانى أكسيد الكربون
ب - تتبع المسار الذى يسلكه الماء والأملاح وكذا ثانى أكسيد الكربون حتى مكان استغلالها فى النبات.
ج - حدد نوعية المركبات التى تتكون كنواتج نهائية.

س٦- اشرح كيف تتكون الجلطة الدموية فى الإنسان.

س٧: علل لما يأتى:

- أ - لا ينجح نقل الشتلات من مكانها إلى الأرض الجديدة إذا تعرضت للشمس مدة طويلة.
ب - يسمع الطبيب صوتين مختلفين لضربات القلب ويسهل عليه تمييزهما.
ج - لا يتجلط الدم داخل الأوعية الدموية

د - يتغير عدد دقات القلب حسب الحالة الجسمية أو النفسية للإنسان.

هـ - يقاس ضغط الدم برقمين.

و- يحتوى الجهاز الليمفاوي على عقد ليمفاوية

س ٨- اختر الإجابة الصحيحة لكل عبارة ممايتى من الإجابات التالية لها:

أ - إنتقال الماء من الجذور إلي الأوراق يتم وفق الترتيب التالى :

«الشعيرات الجذرية - اللحاء - القشرة - النسيج المتوسط - البشرة العليا».

- «القشرة - الشعيرة الجذرية - اللحاء - الخلايا الإسفنجية - البشرة السفلى»

«الشعيرة الجذرية - القشرة - الخشب - النسيج المتوسط - الثغور»

-«البشرة - القشرة - الخشب - الخلايا العمادية - الثغور»

ب - عندما يصاب الإنسان بالتهاب في الزائدة الدودية يظهر فى دمه زيادة فى عدد :

«الأنزيمات - الكرات البيضاء - الصفائح الدموية - الكرات الحمراء».

ج - يصل الماء إلي قمم الأشجار العالية نتيجة ظاهرة:

«التشرب - الخاصية الشعرية - قوى التماسك والتلاصق وقوى الشد الناتجة عن النتح -

الضغط الجذرى»

د - يُمنع رجوع الدم فى الأوردة بواسطة :

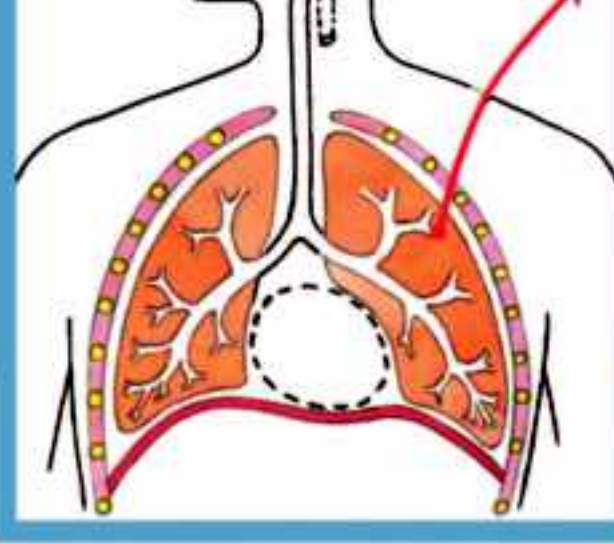
«الصمامات - الصفائح الدموية - دقات القلب - الأوعية الليمفاوية»

هـ - من بروتينات البلازما التى لها دور فى تكوين الجلطة الدموية:

«الجلوبيولين - الفيبرينوجين - الالبومين - الهيبارين»

و - الدم الذى يصل إلى خلايا المخ يترك القلب من :

«الأذين الأيمن - الأذين الأيسر - البطين الأيمن - البطين الأيسر»



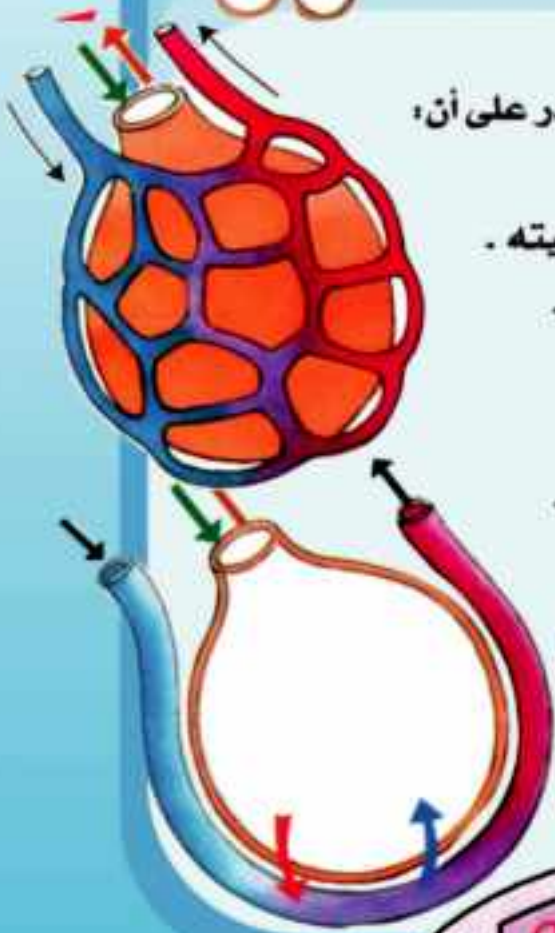
التركيب والوظيفة في الكائنات الحية

الفصل الثالث

التنفس

في نهاية هذا الفصل ينبغي أن يكون الطالب قادر على أن:

- يتعرف مفهوم التنفس الخلوي .
- يفهم خطوات انشطار الجلوكوز ونواتجه وأهميته .
- يتعرف خطوات التنفس الهوائي وأين يحدث .
- التمييز بين التنفس الهوائي واللاهوائي .
- يذكر أهمية التنفس للخلية .
- يربط بين البناء الضوئي والتنفس في النبات .



التنفس وحاجة الكائن الحي إليه :

رأينا فيما تقدم أن النبات الأخضر يمتص الطاقة من ضوء الشمس ويخزنها بعد أن يحولها إلى طاقة كيميائية فى مواد غنية بالطاقة فى عملية البناء الضوئى. وأهم هذه المواد هى الكربوهيدرات - السكريات بصفة خاصة.

وتتم عملية التنفس عن طريق حصول الكائن الحي على الأوكسجين مباشرة من الهواء الجوى كما فى الكائنات وحيدة الخلية أو عن طريق جهاز التنفس فى الكائنات عديدة الخلايا ويخرج ثانى أكسيد الكربون كمنتج نهائى للتنفس.

ويجب ألا نخلط بين التبادل الغازى والتنفس الخلوى حيث تهدم الخلية جزيئات الطعام وتحرر الطاقة التى تستخدم فى أداء وظائف وأنشطة الخلية.

التنفس الخلوى:

يعتبر الجلوكوز والكربوهيدرات الأخرى صور مخزنة للطاقة ، وأيضا صور تنتقل فيها الطاقة من خلية الى خلية ومن كائن حي إلى كائن حي آخر.

والتنفس الخلوى هو العملية التى تستخرج بها خلايا الكائن الحي الطاقة اللازمة لنشاطها من الطاقة المخزنة فى الروابط الكيميائية لجزيئات الطعام التى يصنعها النبات أو يتناولها الحيوان.

يعبر عن جزيء الغذاء عادة بجزيء الجلوكوز عند إيضاح أسلوب وخطوات انحلاله نظراً لأن أغلب خلايا الكائنات الحية تستخدم الجلوكوز لإنتاج الطاقة أكثر من استخدامها لأى جزيء غذاء آخر متوافر.

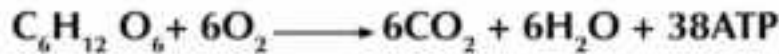
يمكن تشبيه جزيء ATP بالعملة الصغيرة (الفكّة) التى فى جيبك والتى تتميز بسهولة تداولها وصرفها.. والغالب أن كل طاقه تحتاج الخلية إلى تدبيرها تقتضى وجود ATP ولذلك فإنها تعتبر بحق بمثابة العملة الدولية للطاقة فى الخلية.



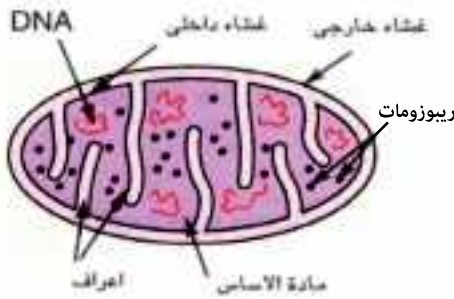
ولكي نتفهم كيف تؤدي جزيئات ATP وظيقتها لابد أن نتبين تركيبها. إن الجزيء الواحد منها يتكون من ٣ وحدات أولها هي الأدينين Adenine التي تعتبر قاعدة نيتروجينية (أي أنه لها خواص القاعدة)، والثانية سكر خماسي الكربون يسمى ريبوز Ribose والثالثة هي مجموعة الفوسفات. ويلاحظ أنه يوجد في كل جزيء منها ثلاثة مجموعات من الفوسفات.

وعندما يتحول ATP إلى ADP (أدينوسين ثنائي الفوسفات) ينطلق مقدار من الطاقة يقدر ما بين ١٢-٧ سعر حراري كبير لكل مول.

تبدأ عملية التنفس الخلوي بجزيء الجلوكوز. ويمكن تلخيص تحوله في المعادلة الآتية والتي يتضح فيها كمية الطاقة الناتجة من مول واحد من الجلوكوز.



وتتم أكسدة جزيء الجلوكوز على ثلاث مراحل هي:



شكل (١) تركيب الميتوكوندريون

(أ) انشطار الجلوكوز Glycolysis

(ب) دورة كريس Krebs's Cycle

(ج) سلسلة نقل الإلكترونات Electron Transport

Transport

يحدث انشطار الجلوكوز في الجزء غير العضي من السيتوبلازم والمعروف بالسيتوسول Cytosole، أما خطوات كلا من دورة كريس وسلسلة

نقل الإلكترونات فتحدث داخل الميتوكوندريا Mitochondria حيث توجد إنزيمات تنفس وماء وفوسفات ومرافقات الإنزيم وجزيئات حاملات الإلكترونات أو السيتوكرومات Cytochromes والتي تحمل الإلكترونات على مستويات الطاقة المختلفة، حيث تزال ذرات الهيدروجين أثناء التفاعل لتتمر إلى مرافقات الأنزيم Co . Enzymes وأهمها NAD^+ التي تختزل إلى $NADH$ والثاني هو FAD الذي يختزل إلى $FADH_2$

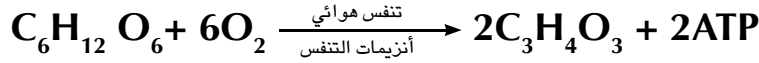


أ- مرحلة انشطار الجلوكوز Glycolysis :

تتم مرحلة انشطار الجلوكوز في حالتى التنفس الهوائى والتنفس اللاهوائى لانتاج الطاقة، وفيها ينشطر الجلوكوز إلى جزيئين من حمض البيروفيك (ثلاثى الكربون) مارا بمجموعة من التفاعلات فيها يتحول الجلوكوز إلى جلوكوز -6- فوسفات Glucose -6- Phosphate ثم فراكٹوز -6- فوسفات Fructose -6- Phosphate ثم فراكٹوز 1-6 ثنائى فوسفات Fructose 1-6 Diphosphate الذى يكون جزيئين من فوسفوجليسرالدهيد PGAL ليتأكسد إلى جزيئين من حمض البيروفيك وليختزل جزيئين من مرافق الانزيم NAD إلى NADH وينتج جزيئين من ATP فى سيتوسول الخلية وهذه التفاعلات تحدث فى غياب أو نقص الأكسجين لذلك تعرف بالتنفس اللاهوائى Anaerobic respiration



شكل (٢) رسم تخطيطى لخطوات انشطار الجلوكوز Glycolysis



والطاقة الناتجة غير كافية لأداء الوظائف الحيوية في الكائنات ولذلك يدخل حمض البيروفيك إلى الميتوكوندريا في وجود الأكسجين لإنتاج طاقة اكبر ويتم ذلك في خطوتين هما دورة كربس وسلسلة نقل الإلكترون

ب : دورة كربس : kerb's Cycle

كان أول من وصفها السير هانز كربس Sir Hanz Krebs في عام ١٩٣٧ ومنح جائزة نوبل عن هذا العمل في عام ١٩٥٣ وقبل الدخول في دورة كربس يتم الأتي :

تعميق المعرفة



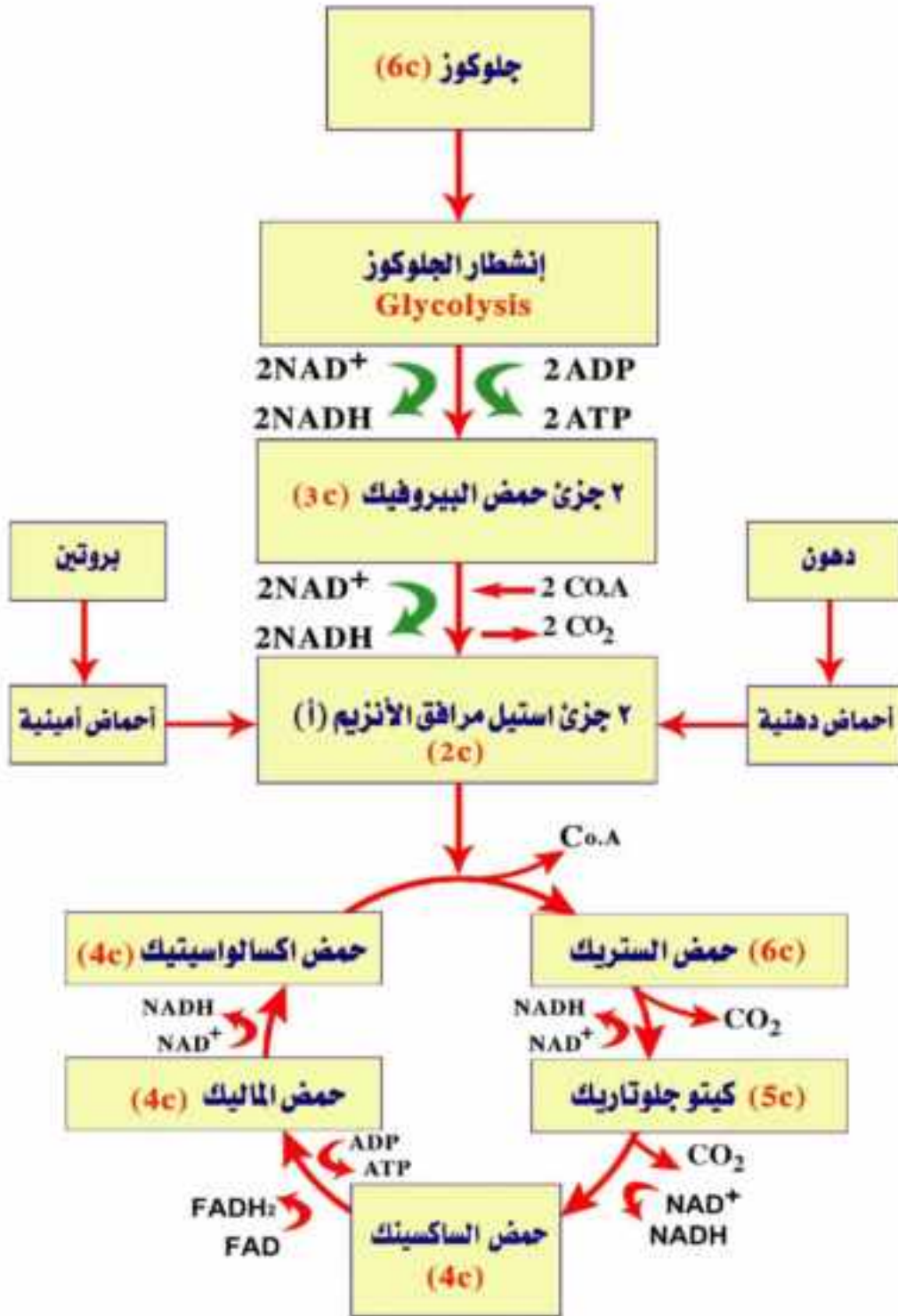
لتعميق معرفتك في هذا الموضوع يمكنك الاستعانة
ببنك المعرفة المصري من خلال الرابط المقابل:

يتأكسد كل جزيء من حمض البيروفيك ليتحول إلى مجموعة استيل ليتحد مع مرافق الإنزيم (Co.A) مكونا استيل مرافق الانزيم (أ) (Acetyl Co .A)

وينتج عن ذلك جزيئين NADH وجزيئين CO₂ (يمكن لمجموعات الأستيل الأخرى والنااتجة من تكسير جزيئات الدهون والاحماض الأمينية أن تتحد مع مرافق الأنزيم (أ) لتلتحق بدورة كربس) وتتم خطوات الدورة كالأتي:

(١) يدخل جزيء استيل مرافق الانزيم (أ) إلى دورة كربس حيث ينفصل عنه مرافق الانزيم (أ) ليكرر عمله في دورة أخرى بينما تتحد مجموعة الأستيل ثنائي الكربون (2C) مع مركب رباعي الكربون (4C) (حامض الأوكسالوأستيك Oxalo acetic acid) لينتج مركب سداسي الكربون (6C) [حامض الستريك Citric acid] والذي يمر بثلاثة مركبات وسطية تبدأ بحمض الكيتوجلوتاريك Ketogtotaric acid ثم حمض الساكسينيك (Succinic acid) ثم حمض الماليك (Malic acid) لتنتهي التفاعلات بحمض الستريك (Cirtic acid) مرة أخرى لذلك قد تسمى دورة كربس بدورة حمض الستريك.

(٢) يتحرر أثناء دوره جزيئان من ثاني أكسيد الكربون وجزيء ATP كما ينتج ثلاث جزيئات من NADH وجزيء واحد FADH₂ وذلك في كل دوره (تتكرر الدورة مرتين مرة لكل جزيء من مجموعة الاستيل) ويلاحظ أن دورة كربس لا تتطلب وجود الأكسجين فكل الإلكترونات التي تزال في أكسدة ذرات الكربون أثناء التفاعلات تستقبل بواسطة NAD⁺ و FAD



شكل (٣) رسم تخطيطي يوضح دورة كريس



ج . سلسلة نقل الإلكترون Electron Transport Chain

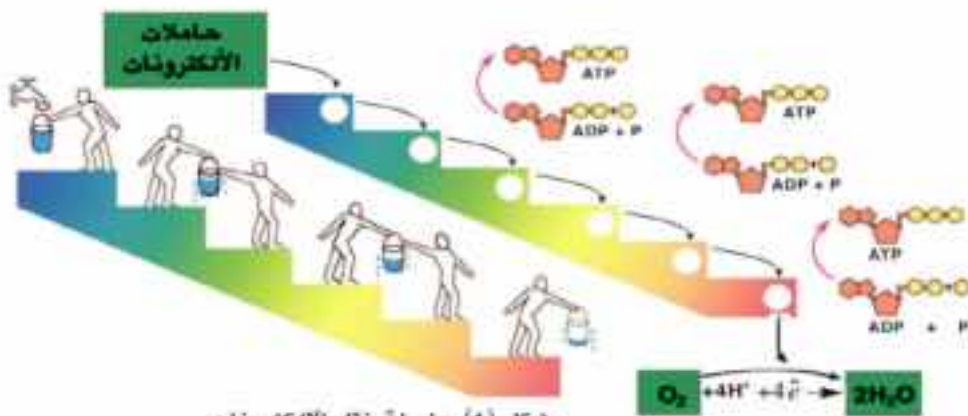
(١) مع نهاية دورة كربس وفى المرحلة الأخيرة من التنفس الهوائي يمر الهيدروجين والإلكترونات ذات المستوى العالي من الطاقة والمحمولة على كل من $NADH$, $FADH_2$ خلال تتابع من مرافقات الإنزيمات توجد فى الغشاء الداخلى للميتوكوندريا وتعرف بالسيتوكرومات (حاملات الإلكترونات) وتحمل الإلكترونات على مستويات طاقة مختلفة وبمرور الإلكترونات من جزيء الى آخر من السيتوكرومات تنطلق الطاقة لتكون جزيئات ATP من جزيئات ADP ويعرف ذلك بالفسفرة التأكسدية Oxidative Phosphorylation

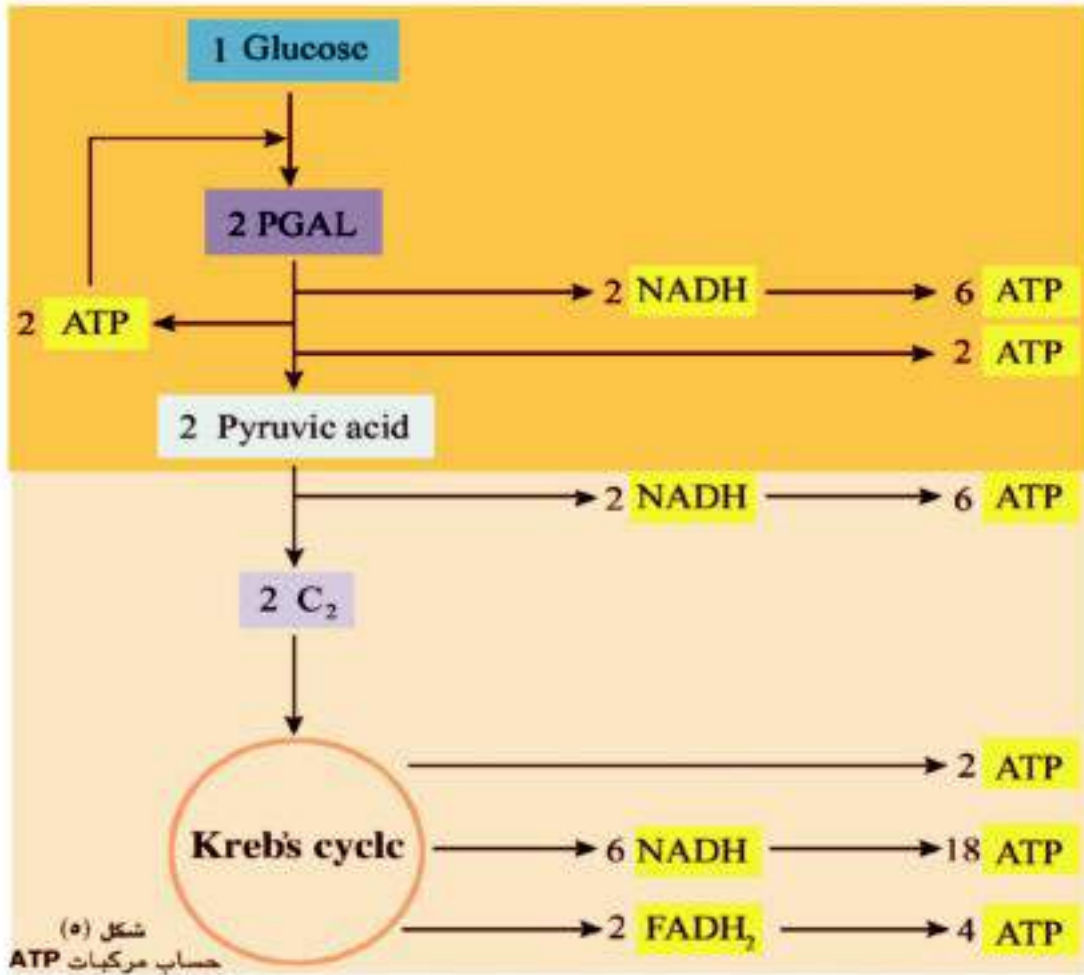
(٢) يعتبر الأكسجين هو المستقبل الأخير فى سلسلة نقل الإلكترونات حيث أن زوج من الإلكترونات تتحد مع زوج من H^+ ثم مع ذرة أكسجين لتكوين الماء



فى سلسلة نقل الإلكترونات يعطى كل جزيء $NADH$ ثلاث جزيئات ATP بينما يعطى جزيء $FADH_2$ جزيئين ATP

(٣) وعلى ذلك فإن تأكسد جزيء واحد من الجلوكوز فى وجود الأكسجين فى عملية التنفس الهوائي ينتج عنها ٣٨ جزيئا ATP منها جزيئان فى سيتوبلازم الخلية أثناء (انشطار الجلوكوز) و٣٦ جزيئا فى الميتوكوندريا (مرحلة التنفس).





تعميق المعرفة



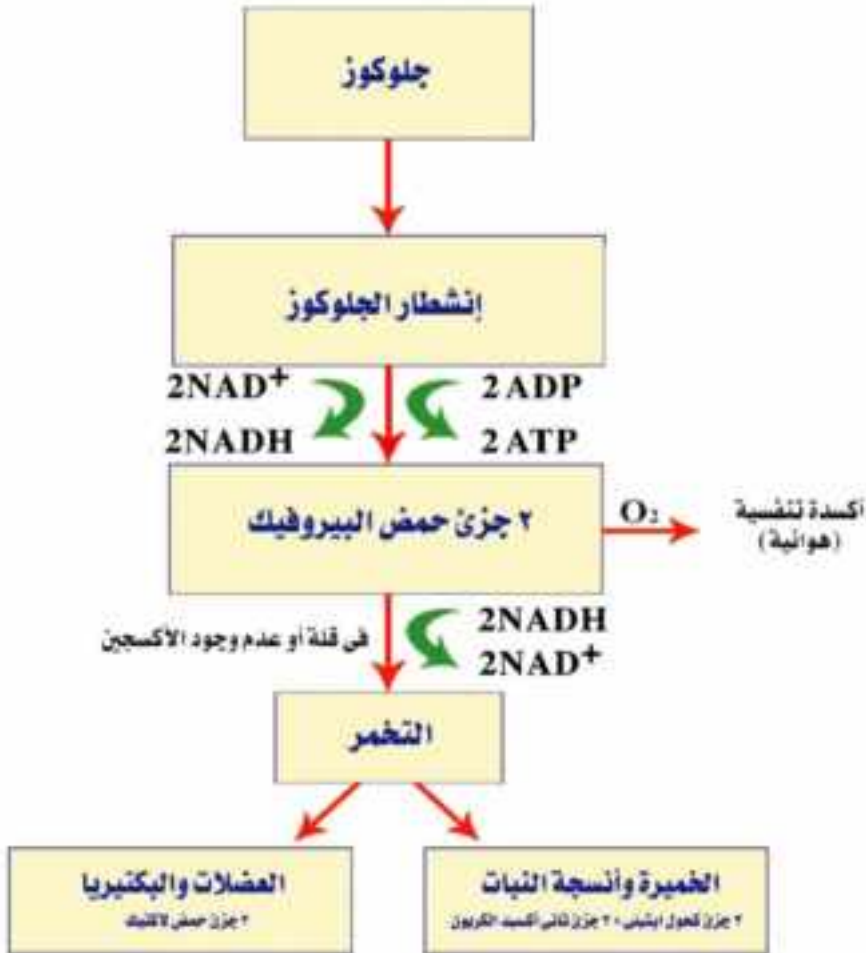
لتعميق معرفتك في هذا الموضوع يمكنك الاستعانة
ببنك المعرفة المصري من خلال الرابط المقابل:

التنفس اللاهوائي Anaerobic Respiration :

تتنفس الكائنات الحية مثل البكتيريا والخميرة نوع آخر من التنفس في وجود قلة من الأكسجين أو في ظروف قد يندم فيها الأكسجين ويعرف بالتنفس اللاهوائي. كذلك الخلايا النباتية والحيوانية قد تتنفس لا هوائيا عندما لا يتوافر الأكسجين ويعرف ذلك بالتخمير. Fermentation وعملية التخمير لا تتطلب أكسجين ولكنها تتم في وجود مجموعة من الإنزيمات وتكون المحصلة النهائية لعملية التنفس اللاهوائي بانسطار الجلوكوز إلى جزيئين من حمض البيروفيك وجزيئين NADH وكمية ضئيلة من الطاقة عبارة عن جزيئين من ATP (كما في الخطوة الأولى من التنفس الهوائي)



يتحدد تحول حمض البيروفيك في التنفس اللاهوائي وفقاً لنوع الخلية التي ينتج بها .
 ففي حالة الخلايا الحيوانية وخاصة خلايا العضلات عندما تؤدي تدرجات شاقه أو عنيفه تتطلب كم كبير من الاكسجين فإن خلايا العضلات قد تستنفذ كل الاكسجين الموجود بها وتلجأ الخلايا إلى تحويل حمض البيروفيك بعد اختزاله (اتحاده مع الالكترونات التي علي NADH) إلى حمض لاكتيك (C₃H₆O₃) ويسبب ذلك ما يعرف بالتعب العضلي (إذا توفر الاكسجين يتأكسد حمض اللاكتيك إلى حمض بيروفيك مرة أخرى ثم استيل مساعد الأنزيم «أ») . وفي حالة البكتيريا يتحول حمض البيروفيك إلى حمض لاكتيك في عدم وجود الأكسجين - أما في الخميرة أو بعض أنسجة النباتات يختزل حمض البيروفيك إلى كحول إيثيلي وينطلق ثاني أكسيد الكربون ويعرف ذلك بالتخمير الكحولي ويستخدم ذلك في الصناعة.

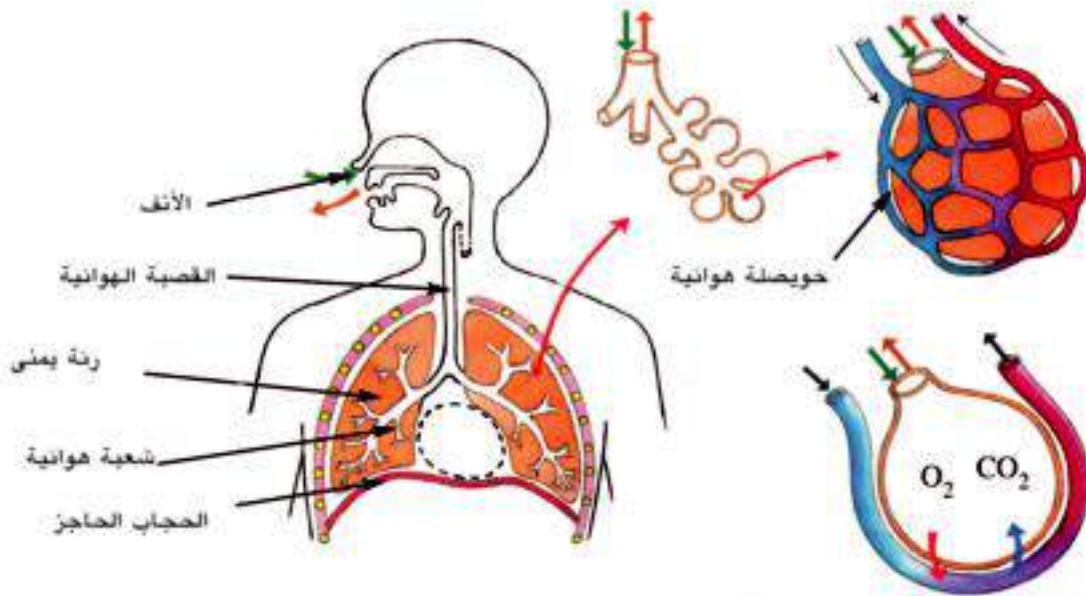


شكل (٦) مخطط التنفس اللاهوائي

التنفس في الإنسان

الجهاز التنفسي للإنسان

يدخل الهواء الجسم خلال الأنف أو الفم. ولكن دخوله من الأنف يكون أفضل من الناحية الصحية لأن الأنف ممر دافئ (بما يبطنه من شعيرات دموية كثيرة) ورطب (بما يفرز فيه من مخاط) ومرشح (بما يحتويه من شعيرات تعمل كمصفاة ومن مخاط أيضا).



شكل (٧) الجهاز التنفسي

ثم يمر الهواء خلال البلعوم وهو طريق مشترك لكل من الهواء والغذاء ، ويدخل القصبية الهوائية عن طريق الحنجرة التي تعرف أيضا بصندوق الصوت. وتحتوى جدر القصبية الهوائية على حلقات غضروفية تجعلها مفتوحة باستمرار ، كما أنها مبطنه بأهداب تتحرك من أسفل إلى أعلى لكي تعمل على تنقية الهواء المار بتحريك ما قد يكون به من دقائق غريبة إلى البلعوم حيث يمكن أن تبتلع. و تتفرع القصبية الهوائية عند طرفها السفلي إلى شعبتين ، يتفرع كل منهما بالتالي إلى أفرع أرفع فأرفع تسمى الشعيبات. وأخيرا تنتهي أدق التفرعات بأكياس تسمى الحويصلات (ويصل عددها في الرئة الواحدة إلى نحو ٦٠٠ مليون حويصلة).



وتعتبر جدرها الرقيقة أسطح تنفسية فعلية حيث تحيط بها من الخارج شبكة ضخمة من الشعيرات الدموية ، التي يلتقط دمها الأكسجين من هواء الحويصلات الهوائية وما يتصل بها من شعيبات ، وما يحيط بها من شعيرات .

والجدير بالذكر أن الجهاز التنفسي فى الانسان له دور هام فى إخراج بعض الماء مع هواء الزفير على صورة بخار الماء ، فالانسان يفقد يوميا ٥٠٠ سم^٣ من الماء خلال الرئتين من المجموع الكلي الذى يفقده من الماء وهو نحو ٢٥٠٠ سم^٣ . ويتم هذا الفقد نتيجة تبخر الماء الذى يرطب جدر الحويصلات الهوائية واللازم لذوبان الأكسجين وثاني أكسيد الكربون لتتم عملية تبادل الغازات بين هواء الحويصلة والدم المحيط بها فى الشعيرات الدموية .

التنفس فى النبات

يمتص النبات الأخضر الطاقة الضوئية من الشمس وذلك أثناء عملية البناء الضوئي ليحولها إلى طاقة كيميائية تخزن فى صورة جزيئات عضوية (الجلوكوز) غنية بالطاقة و عند احتياج النبات إلى قدر من الطاقة ليؤدى به إحدى وظائفه الحيوية فإنه يقوم بتحرير هذه الطاقة ببطء فى سلسلة من الخطوات لتفاعلات تتضمن تكسير روابط الكربون فى المادة العضوية . وتلك هي عملية التنفس فى النبات . فإذا تمت عملية التحرير عن طريق الأكسدة فى وجود الأكسجين بصفه أساسيه فإنها تسمى تنفس هوائي . أما إذا تمت فى غياب الأكسجين فإنها تسمى تنفس لا هوائي .

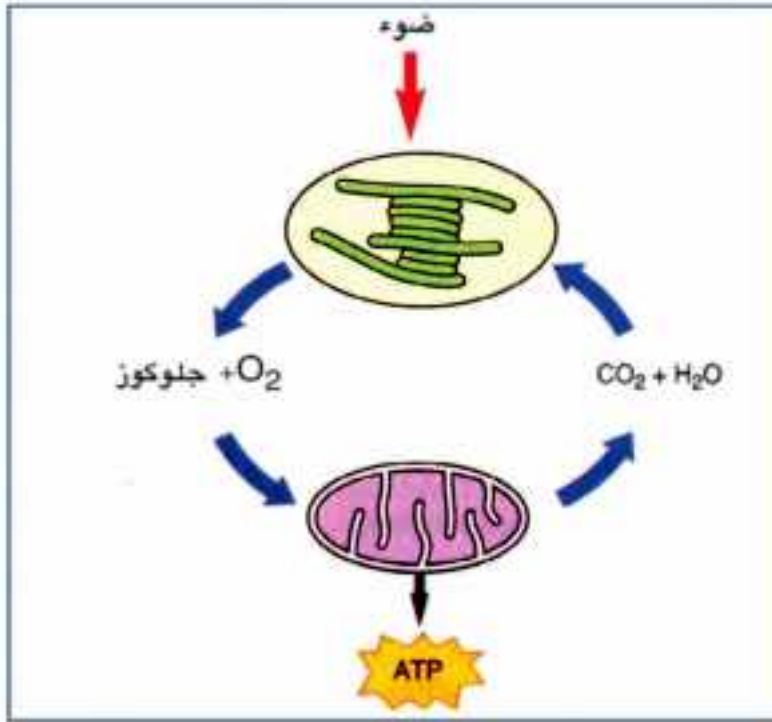
وفى الواقع أن كل خلية حية (فى كثير جدا من النباتات) . تكون على اتصال مباشر بالبيئة الخارجية مما يسهل كثيرا إنجاز عملية تبادل الغازات فى التنفس و ببساطة تامه فإن غاز الأكسجين ينتشر إلى داخل الخلية بينما ينتشر غاز ثاني أكسيد الكربون إلى خارجها .

وفى النباتات الوعائية يصل الأكسجين إلى الخلايا بطرق مختلفه فعندما تفتح ثغور الأوراق يدخل الهواء إلى الغرف الهوائية ومنها ينتشر إلى كافة المسافات البينية التي تتخلل أعضائه المختلفة ، فينتشر الغاز خلال أسطح الخلية ويزوب فى ماء الخلية . كما أن بعض الأكسجين يحمل إلى ممرات اللحاء مع الماء ويصل من هذا الطريق إلى أنسجة الساق والجذر .

وأخيرا فإن الأكسجين قد يدخل أيضا النبات خلال الجذور مذابا فى ماء التربة الذى تمتصه الشعيرات الجذرية أو تتشربه جدر الخلايا . وإذا كان ساق النبات أخضر فإن الثغور التي علي سطحه توفر مدخلا للهواء وكذلك إذا كان الساق خشبيا فإن العديسات أو أية تشققات فى القلف قد تقوم بنفس هذا العمل .

أما تخلص النبات من ثاني أكسيد الكربون الناتج عن التنفس فقد يتم بأن ينتشر مباشرة من خلايا النبات المعرضة مباشرة للهواء أو التربة إلى البيئة الخارجية، أما الخلايا التي في عمق النبات فقد تمرر ثاني أكسيد الكربون إلى أنسجة الخشب أو اللحاء التي تمرره بدورها إلى الثغر فالجو الخارجي.

ولا يجوز لنا أن ننسى علاقة البناء الضوئي في النبات بالتنفس . فما يتم في البلاستيدة ينعكس في الميتوكوندريا لتحرير الطاقة بالتنفس والشكل التالي يوضح تلك العلاقة في صورة دورة تتم بين البناء الضوئي والتنفس الخلوي.



شكل (٨) دورة البناء الضوئي والتنفس الخلوي



تجربة توضح تنفس الأجزاء النباتية الخضراء :



شكل (٩)
تجربة لإثبات تنفس النبات الأخضر

١ - خذ نباتا أخضر مزروعا في أصيص صغير، وضعه علي لوح زجاجي وضع إلي جواره كأسا أو كوبا صغيرا به محلول ماء الجير الرائق . ونكس فوق الاثنين ناقوسا زجاجيا وغط الناقوس بقطعة قماش سوداء (شكل ٩).

٢- أعد جهاز مماثلا للسابق تماما ولكن الأصيص يكون خاليا من أى نبات مزروع فيه.

٣- ضع بعضا من ماء الجير الرائق في كأس صغيرة بين الجهازين السابقين اترك الجميع فترة من الزمن. ماذا تشاهد ؟

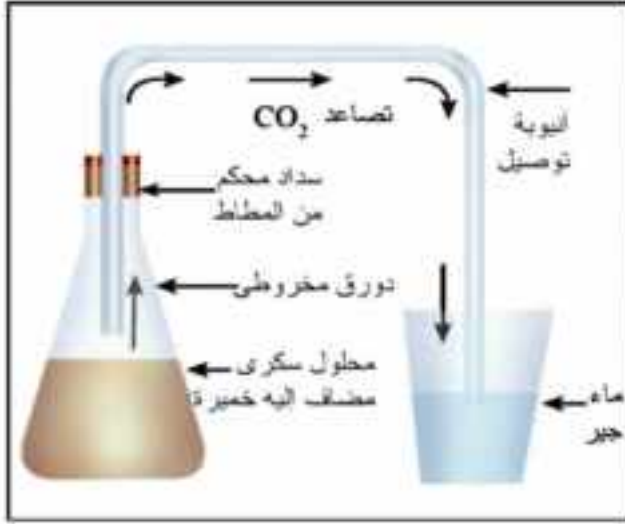
المشاهدة : يتعكر ماء الجير في (١) فقط . ماذا تستنتج ؟

في (١) النبات الأخضر المزروع في الأصيص قد تنفس وأخرج ثاني أكسيد الكربون الذي عكر ماء الجير في الكأس. وقد غطي الناقوس الزجاجي بقطعة قماش سوداء حتي يحجب الضوء عن النبات الأخضر لتقف بالتالي عملية البناء الضوئي التي تستهلك ثاني أكسيد الكربون من هواء الناقوس أو المتصاعد من التنفس.

في (٢) ، (٣) لم يتعكر ماء الجير نظرا لصغر نسبة ثاني أكسيد الكربون سواء في هواء الناقوس أو في الهواء الجوى.

ويتضح من هذه التجربة أن النبات الأخضر يتنفس ويترد ثاني أكسيد الكربون نتيجة لذلك .

تجربة: توضيح عملية التخمير الكحولي:



شكل (١٠) تجربة لإثبات التخمير الكحولي

خذ دورقا مخروطي الشكل . ضع فيه محلولاً من السكر (أو من العسل الأسود المخفف بضعف حجمه من الماء). أضف إليه قدراً من الخميرة وامزجها جيداً بالمحلول. سد الدورق بسداد تنفذ منها أنبوبة توصيل. أغمر طرف أنبوبة التوصيل الخالص في كأس بها ماء الجبر. اترك الجهاز عدة ساعات في مكان دافئ. شكل (١٠)

ماذا تشاهد:

تتصاعد فقاعات غازية فوق سطح محتويات الدورق. كما نشاهد تعكر ماء الجبر.

ماذا تستنتج؟

تعكر ماء الجبر يدل على تصاعد غاز ثاني أكسيد الكربون والذي ينتج من تنفس الخميرة لا هوائياً. وإن شممت محتويات الدورق فإنك تلاحظ رائحة الكحول بها دلالة على تكونه أيضاً نتيجة لتنفس الخميرة اللاهوائي.

وتجدر الإشارة إلى وجود نوع آخر من التخمير يسمى التخمير الحمضي تقوم به عدة أنواع من البكتيريا: وينتج منه حمض بدلاً من الكحول. وكثير من صناعات الألبان مثل الجبن والزبد والزبادي تصنع بواسطة هذا النوع من التخمير.

هذا ولبذور النباتات البذرية القدرة على التنفس اللاهوائي إذا وضعت في ظروف لا هوائية.



أسئلة

١ - تخير الإجابة الصحيحة لكل عبارة مما يلي:

- (١) تعمل سلسلة نقل الإلكترون على نقل الألكترونات
 (أ) من الجراننا إلى الستروما
 (ب) من الطاقة الشمسية إلى الكلوروفيل
 (ج) إلى كاروتين
 (د) لانطلاق الطاقة
- (٢) تبدأ دورة كربس باتحاد مجموعة الأستيل مع مركب رباعي الكربون لتكوين
 (أ) حمض الستريك
 (ب) حمض الخليك
 (ج) ادينين
 (د) حمض الماليك
- (٣) خلايا العضلات التي تقوم بنشاط عنيف تكون نسبة عالية من
 (أ) حمض البيروفيك
 (ب) حمض اللاكتيك
 (ج) حمض الستريك
 (د) حمض الأستيك
- (٤) تتم أكسدة الجلوكوز في حالة التنفس الخلوى الهوائى من خلال
 (أ) اتحاد الجلوكوز بالأكسجين
 (ب) فقد الجلوكوز للهيدروجين
 (ج) اتحاد الجلوكوز بالهيدروجين
 (د) فقد الجلوكوز للإلكترونات
- (٥) ينطلق جزئى CO_2 نتيجة
 (أ) انشطار الجلوكوز
 (ب) تخمر حمض اللاكتيك
 (ج) التخمر الكحولي
 (د) التحلل المائى للجليكوجين
- (٦) يختزل حمض البيروفيك ليكون :
 (أ) PGAL
 (ب) ثانى أكسيد الكربون والايثانول
 (ج) فراكتوزا ١ - ٦ ثنائى الفوسفات
 (د) حمض الماليك

(٧) توصف سلسلة نقل الإلكترونات بأنها:-

(أ) حاملات الجزيئات التي تتغير بتغير الإنزيمات

(ب) دورة الأكسدة الفوسفورية

(ج) تتابع من تفاعلات الأكسدة والإختزال

(د) تفاعل طارد للحراره

س ٢: فسر كلا مما يأتي:

(١) ينتج عن الأكسدة الهوائية الكاملة لجزيء واحد من الجلوكوز ٣٨ جزيء ATP

(٢) يختلف التنفس الخلوى عن الاحتراق.

(٣) تكوين مركبات وسطية فى دورة كربس .

(٤) يرتبط البناء الضوئي بالتنفس فى النبات.

س ٣: (أ) أشرح تجربة توضح عملية التخمر الكحولي مع الرسم

(ب) تعتبر سلسلة نقل الإلكترونات هي الخطوة الاخيرة والأساسية فى إنطلاق

جزيئات ATP

(١) ماذا تعني بسلسلة نقل الإلكترونات؟

(٢) ما دور الانزيمات المساعدة فى إنطلاق ATP

(٣) ما علاقة الأكسجين بسلسلة نقل الإلكترونات؟



س٤: (يطلق على انشطار الجلوكوز عملية التخمر)

اشرح تلك العبارة موضحاً معنى التخمر ونواتجه في كلا من الخلية النباتية والحيوانية.

س٥: كيف يستخدم البروتين كمصدر للطاقة في الخلية الحية

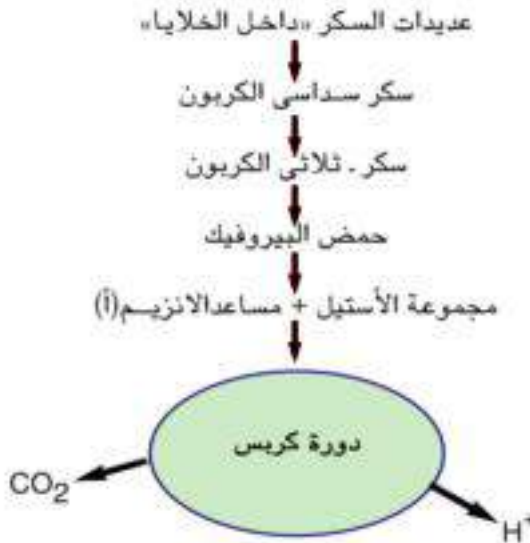
س٦: الشكل المقابل يوضح ما يحدث داخل الخلايا الحية.

أجب عن الأسئلة الآتية بعد دراستك للمركبات الناتجة :-

(أ) اذكر المركبات الكربوهيدراتية المخزنة داخل الخلايا النباتية والحيوانية

(ب) ما أسم العملية التي يتم فيها تحويل سكر (٦) كربون إلي حمض البيروفيك؟ وأين تحدث بالخلية؟

(ج) ماذا يحدث لأيونات الهيدروجين الناتجة؟



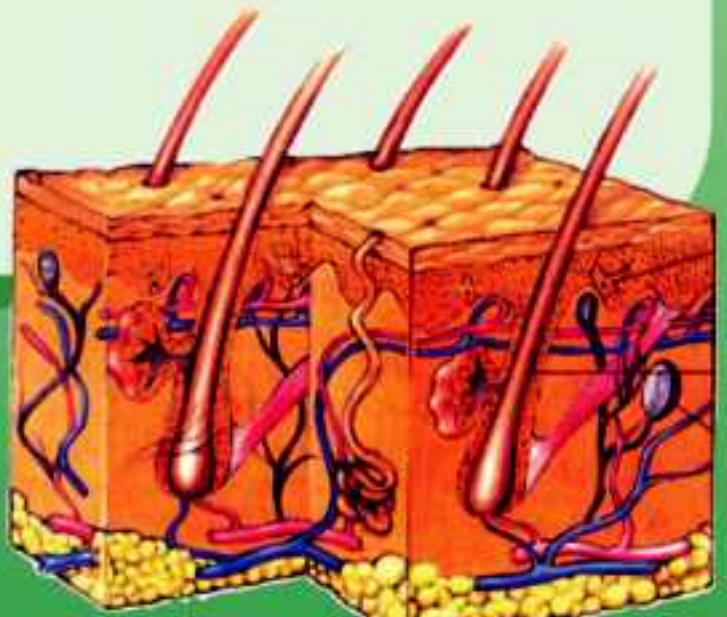


التركيب والوظيفة في الكائنات الحية

الفصل الرابع

الإخراج في الكائنات الحية

- في نهاية هذا الفصل ينبغي أن يكون الطالب قادر على أن:
 - يعرف مفهوم الإخراج.
 - يفهم دور الجهاز الإخراجي في التخلص من الفضلات والمواد الضارة بالجسم.
 - يتعرف مكونات الجهاز الإخراجي في الإنسان.
 - يتعرف على دور الكلية الصناعية في الإخراج
 - يتعرف على دور الكبد في الإخراج
 - يفهم دور الإخراج في النبات.
 - يقدر عظمة الخالق في عمل الكلية.





مفهوم الإخراج وأهميته:

تحتاج كل العمليات الحيوية التي تحدث في جسم الكائن الحي مهما تفاوت رقيه إلى نشاطات كيميائية تتخلف عنها بعض الفضلات أو المواد التالفة. ولا بد للكائن الحي أن يتخلص منها أولاً بأول وإلا تراكمت في جسمه وسببت له الكثير من المشكلات والإضرار. ويطلق على العملية التي يتخلص بها الكائن الحي من هذه الفضلات (الإخراج).

أولاً: الإخراج في الحيوان Excretion

تقتصر عملية الإخراج فقط على المواد التي تعبر الأغشية البلازمية لتغادر الجسم أما الطعام غير المهضوم والذي يخرج على صورة براز فلا يعتبر إخراجاً بمفهومه العلمي لأنه خرج من الجسم دون أن ينفذ من الأغشية البلازمية للخلايا.

ومثل ذلك النيتروجين في الهواء الجوي الذي يدخل إلى الرئتين في عملية الشهيق ويخرج منها في عملية الزفير.

وأهم الفضلات التي ينتجها الجسم ويخرجها هي ثاني أكسيد الكربون والماء الناتجين من تكسير الجزيئات العضوية، والفضلات النتروجينية (النشادر واليوريا وحامض اليوريك «حامض البوليك») الناتجة من تكسير البروتينات.

أما الأعضاء التي تتولى الإخراج في أجسام الحيوانات الراقية فهي الجلد والرئتين والكبد أو الكليتين. وبالإضافة إلى ذلك فإن أعضاء الإخراج تسيطر على تنظيم محتويات الجسم من الأملاح، وبعض التوابل التي لها محتويات متطايرة تترك الجسم خلال الرئتين أما باقي أجزائها فتخرج من خلال الكليتين.

أما المواد السامة فإنها تتحول إلى صور غير سامة للجسم أو غير ذائبة بواسطة الكبد أو الكليتين.

وفيما يلي جدولاً يبين أهم الفضلات الناتجة في جسم الإنسان وأعضاء إخراجها:

المواد الإخراجية	أعضاء الإخراج
ثاني أكسيد الكربون	الرئتين
الماء	الكليتين - الجلد - الرئتين
الفضلات النتروجينية	الكليتين - الجلد - (نسبة صغيرة)
الأملاح	الكليتين - الجلد
التوابل	الكليتين - الرئتين (المواد المتطايرة)

الإخراج في الإنسان

١- الجلد: skin

يعتبر الجلد عضواً للإخراج في جسم الإنسان، ويعد الجلد أكبر أعضاء الجسم لأنه يحيط بالجسم كله وأطرافه من الخارج.

تركيب الجلد:

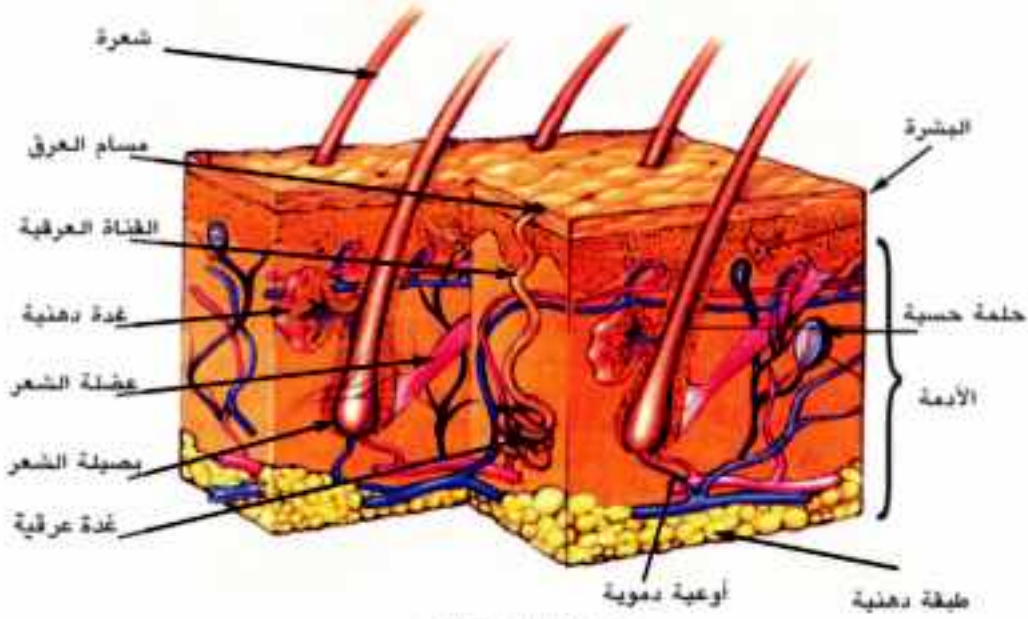
يتركب الجلد من طبقتين رئيسيتين هما البشرة Epidermis والأدمة Dermis، ويلتصق بالجسم بواسطة طبقة دهنية (شكل ١).

أ- البشرة:

تتكون من عدة طبقات من خلايا طلائية. ما يوجد منها على السطح خلايا غير حية مملوءة بمادة قرنية من الكيراتين Keratin وتعرض دائماً للاحتكاك (عندما تجفف وجهك أو جسمك بمنشفة أو تحك يديك معاً) وتنشأ عن هجرة خلايا الطبقة الداخلية التي تتولى تكوينها إلى السطح الخارجي ثم تموت.. وهي تتجدد باستمرار وتعوض. وعند قاعدة الطبقة الداخلية خلايا صبغية تفرز حبيبات تكسب الجلد لونه (الميلانين).

ب- الأدمة:

طبقة تلي البشرة، تتكون بصفة أساسية من أنسجة ضامة. وتحتوي على الأوعية الدموية والنهايات العصبية الحسية والغدد العرقية والدهنية وبصيلات الشعر والخلايا الدهنية.



شكل (١) قطاع في الجلد

والغدة العرقية عبارة عن أنبوبة رفيعة تلتف على نفسها وتفتح عند سطح الجلد (في طبقة البشرة) وتسمى هذه الفتحات مسام العرق. ويتبخر العرق على سطح الجلد ليخفض ذلك من حرارة الجسم. وتتخلف الفضلات التي تجعل الجسم لزجًا. ومن المهم إزالة هذه الفضلات تباغًا بالغسل حتى لا تسد الفضلات مسام العرق وللوقاية مما ينبعث منها روائح كريهة عند تراكمها. وتتكون الشعرة من بصيلة تحيط بها الكثير من الشعرات الدموية. وتوجد حولها قرب خروجها من الجلد غدة دهنية تفرز مادة دهنية تسهل خروج الشعرة من الجلد، وتكسبها ليونة تحول دون تقصفها. كما يتصل بها عضلة تحركها إذا انقبضت.

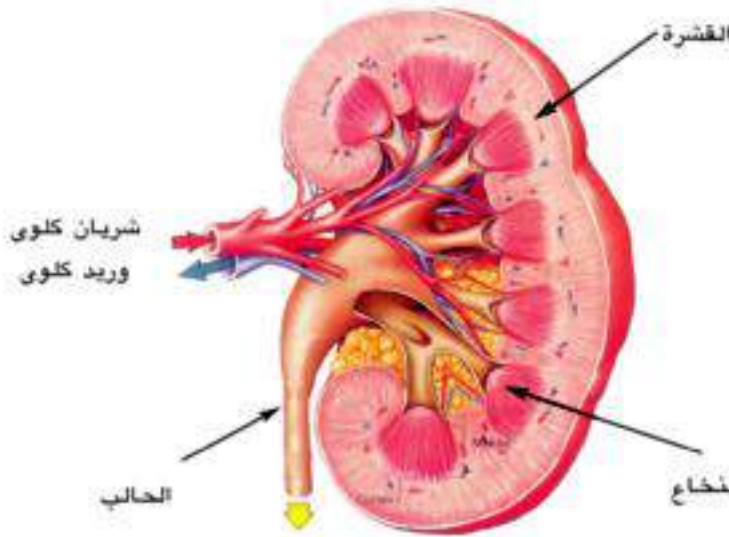
أما النهايات العصبية الحسية فهي تستجيب للضغط واللمس والألم ودرجة الحرارة.

٢- الكلية : Kidney

لكل حيوان فقارى كليتان. وفي الفقاريات الدنيا تكون الكلى أعضاء طويلة ورقيقة وتمتد على طول جانبي العمود الفقارى. أما فى الفقاريات الراقية كالثدييات فإن الكلى تكون أكثر إكتنازًا وتقع خلف البريتون (الغشاء الذى يبطن التجويف البطنى) ويتصل بكل كلية قناة تنقل البول تسمى الحالب لتجمعه فى المثانة حيث يخرج بعد أن يتجمع عن طريق قناة مجرى البول.

تركيب الكلية:

تقع كليتا الانسان فى الجزء العلوى من التجويف البطنى. على جانبي العمود الفقرى. ويبلغ طول الكلية نحو ١٢ سم وعرضها نحو ٧ سم وسمكها نحو ٣ سم وتشبه فى شكلها حبة اللوبيا فجزؤها الخارجى محدب والداخلي مقعر. وعند جزئها المقعر يدخل فرع من الأورطى يسمى الشريان الكلوى كما يخرج وريد يسمى الوريد الكلوى الذى يتصل بالوريد الأجوف السفلى. وتتكون الكلية من منطقة خارجية ضيقة تسمى القشرة ومنطقة أخرى داخلية عريضة تسمى النخاع (شكل ٢).

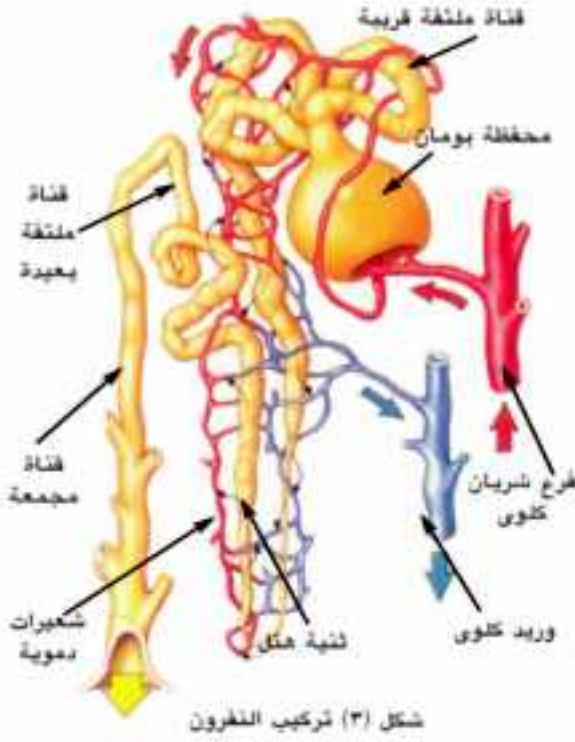


شكل (٢) رسم قطاع طولى فى الكلية

الوحدة الوظيفية للكلية هي النفران Nephron. وتتكون كل كلية من نحو مليون نفران. وهى عبارة عن أنابيب دقيقة تنتفخ فى بدايتها مكونة انتفاخًا يشبه الفئجان يسمى محفظة بومان شكل (٣)

توجد بمنطقة القشرة. ولكل نفران أنبوبة تكون متعرجة فى منطقة القشرة فى بدايتها تعرف بالأنبوبة الملتفة القريبة وتؤدى

إلى انحناء على شكل حرف U يسمى ثنية هنل Henel فى منطقة النخاع ثم يعود مرة أخرى إلى القشرة فى صورة متعرجة تعرف بالأنبوبة الملتفة البعيدة. وتتجمع هذه الأنابيب فى أنابيب جامعة تقع فى تجويف الكلية المقعر الذى يعرف بحوض الكلية.

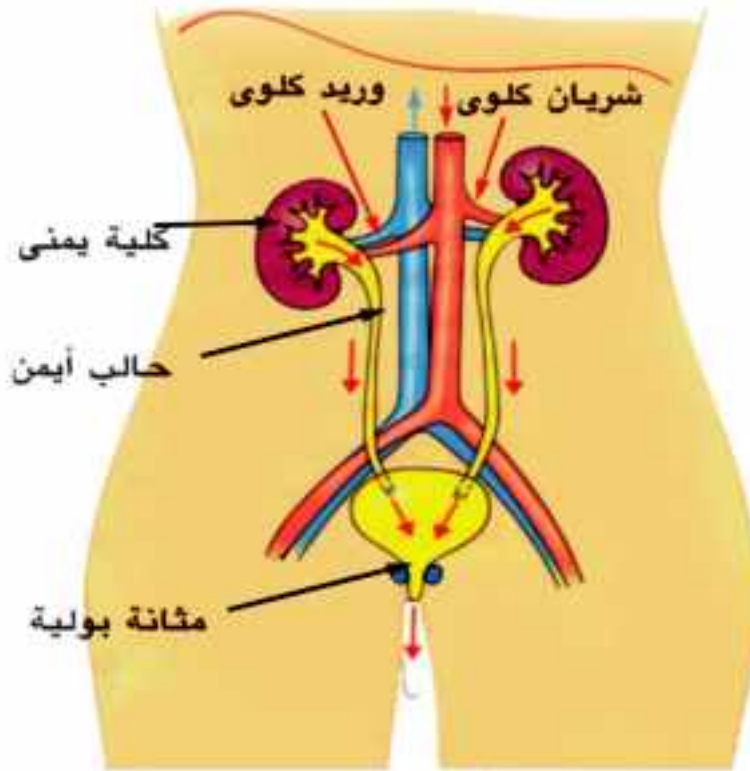


ويتصل بكل كلية أنبوية تسمى الحالب تنقل البول من الكلية قطرة بقطرة إلى كيس عضلي صغير يسمى المثانة حيث يتصل بها من الخلف في اتجاه مائل، والمثانة عضلة عاصرة تسدها حتى يتجمع فيها البول ولا تسمح للبول بالخروج إلا عند الحاجة في قناة تتصل بها تسمى مجرى البول Urethra.

استخلاص البول

يخرج من الأورطي فرعان يتجه كل فرع منهما إلى إحدى الكليتين، ويسمى الشريان الكلوي. فيدخلها عند سطحها المقعر، وهنا يتفرع إلى

فروع أصغر فأصغر وتتكون شبكة من الشعيرات الدموية داخل محفظة بومان تعرف بالجمع، حيث يرشح الجزء السائل من الدم (البلازما) بما يحويه من ماء وفضلات ومواد معدنية وجلوكوز وتعر في النفرون. أما خلايا الدم وجزئيات البروتين الكبيرة فلا تمر. ولكن ماذا يحدث لو أخرج كل هذا الرشح من الجسم؟ إن الجسم يفقد كثيرًا من المواد الضرورية اللازمة له، كما يلزم على الفرد أن يشرب ١٧٠ لتر من الماء في اليوم الواحد لإحلاله بدلًا مما فقد. وعلى ذلك فبعد أن يرشح الدم لابد أن تحدث عملية أخرى يستعاد فيها الماء الذي يحتاجه الجسم، والجلوكوز والمواد المعدنية ليمر ثانية إلى الدم وتسمى هذه العملية بإعادة الامتصاص الاختياري، بينما تترك فقط الفضلات التي تكون في صورة بول. ويحتوي البول على فائض الماء، والفضلات النيتروجينية (اليوريا) وبعض الأملاح غير العضوية. كما أنه قد يحتوي على مواد أخرى تكون فائضة عن حاجة الجسم وتشمل مقادير صغيرة من الجلوكوز والفيتامينات، وتتم هذه العملية في أنبوية النفرون، ثم ينتقل البول في الحالب بعد أن يخرج من الكلية إلى المثانة حيث يخزن وعندما تمتلئ المثانة بالبول فإن عضلاتها تنقبض لتدفع البول إلى مجرى البول ليطرده إلى خارج الجسم.



شكل (٤) الجهاز البولي في الإنسان

ويطلق على الكليتين
والحالبين والمثانة
ومجرى البول «الجهاز
البولي». (شكل ٤)

هذا ويمكن للفرد أن
يعيش بكلية واحدة. وفي
هذه الحالة فإن الكلية
تنمو وتكبر قليلاً وتقوم
بعمل الكليتين معاً. ولكن لا
يمكن لأحد أن يعيش طويلاً
دون أى كلية أو إذا توقفت
كلية عن العمل لأى سبب
لأنه يصاب بالتسمم نتيجة
لتراكم الفضلات في دمه.

هذا وإذا علمنا أن جسم

الإنسان يحتوى على نحو ٦ أو ٥ لتر من الدم. فإن ١.٢ - ١.٣ لتر من الدم يمر خلال الكلية في
كل دقيقة ليصل مجموعه اليومي نحو ١٦٠٠ لتر وهو يوازى بالتقريب ١/٤ حجم الدم كله الذي
يضخه القلب. ويعنى ذلك أن نسبة عالية جداً من الدم تمر خلال الكلية فى كل وقت.

ومن حجم الدم الكلى يوجد نحو ٣ لترات من البلازما. تمر كل قطرة منها خلال الكلية لتراقب
محتوياتها وتختبر نحو ٥٦٠ مرة في اليوم.

٣- الكبد: بالإضافة إلى وظائف الكبد في عملية الهضم والتمثيل الغذائى فإنه يلعب دوراً مهماً
في عملية الإخراج حيث يقوم بهدم وتحطيم السموم التي تمتص فى الأمعاء وبالتالي يساهم في
تنقية الدم منها.

وإيضاً يقوم بفصل المجموعة النيتروجينية الأمينية NH_2 من الأحماض الأمينية الزائدة

ويحولها إلى يوريا ويتم طردها
فى صورة بولينا عن طريق
الكليتين إلى خارج الجسم.

تعميق المعرفة

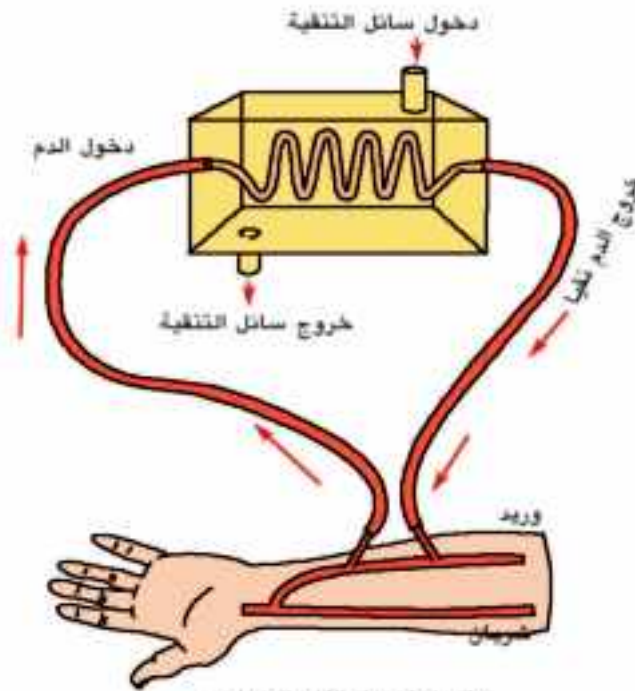


لتعميق معرفتك في هذا الموضوع يمكنك الاستعانة
ببنك المعرفة المصري من خلال الرابط المقابل:



جهاز الكلى الصناعية

يحدث الفشل الكلوي نتيجة لبعض الأمراض التي تصيب الكليتين لتتوقف عن أداء وظيفتها ويؤدي ذلك إلى تراكم المواد الإخراجية في الدم والتسمم أو الموت. لذلك لابد من تنقية الدم عن طريق جهاز الكلى الصناعية (شكل ٥) حيث يضخ الدم من شريان المريض إلى الجهاز ليمر خلال أنبوبة ذات غشاء رقيق شبه منفذ يشبه السلوفان ومن الجهة الأخرى للغشاء يمر سائل لتنقية الدم يحتوي على جميع محتويات البلازما العادية ماعدا اليوريا والنواتج الإخراجية الأخرى للأبيض وحيث أن تركيز تلك العناصر الضارة عالية في دم مريض الفشل الكلوي عنها في السائل الموجود داخل وعاء الكلية الصناعية لذا تمر المواد الضارة من الدم عبر الجدران شبه المنفذة إلى السائل ثم يعاد الدم إلى المريض نقيًا وتكرر هذه العملية عدة مرات تستغرق عدة ساعات في اليوم وتكرر مرتين إلى ثلاث مرات أسبوعياً .



شكل (٥) جهاز الكلى الصناعي

ثانياً، الإخراج في النبات

لا يشكل الإخراج في النباتات أي مشكلة. وذلك لأن معدل سرعة الهدم في النبات أقل بكثير من سرعته في الحيوان إذا تساوا في الوزن، ونتيجة لذلك فإن تجمع الفضلات في خلايا النبات يكون بطيئاً جداً. كما أن النباتات الخضراء تعيد استخدام فضلات الهدم فمثلاً CO_2 والماء الناتجين عن عملية التنفس يعاد استخدامها في عملية البناء الضوئي. وكذلك فإن النبات يستطيع استعمال فضلاته النيتروجينية في بناء بروتينه اللازم. وخصوصاً أن الفضلات الناتجة عن أيض الكربوهيدرات أقل سمية بكثير من الفضلات النيتروجينية الناتجة عن أيض البروتينات.

وفي النباتات الأرضية فإن الفضلات الأيضية مثل الأملاح والأحماض العضوية تختزن في خلايا النبات على شكل بلورات عديمة الذوبان إما في السيتوبلازم أو في الفجوات العصارية. ومادامت عديمة الذوبان فهي لا تشكل أي ضرر على الخلية النباتية. وكثير من النباتات تطرح غاز CO_2 وبعض الأملاح المعدنية عن طريق الجذور. كما أن بعض النباتات التي تنمو في تربة غنية جداً بالكالسيوم تتخلص من هذا العنصر الزائد عن طريق تجميعه في الأوراق التي تسقط في النهاية. ويتخلص النبات من غاز ثاني أكسيد الكربون الناتج عن التنفس والأكسجين الناتج عن البناء الضوئي بالانتشار عن طريق ثغور الأوراق. أما الماء الزائد فيتم طرح معظمه بعملية النتح وبعضه يخرج بعملية الإدماع guttation حيث يشاهد خروج قطرات مائية عند أطراف أوراق بعض النباتات في الصباح الباكر في نهاية فصل



شكل (٦) الإدماع

الربيع. وتخرج قطرات الإدماع عن غير طريق الثغور إذ يوجد لها جهاز دمعي متخصص قد يتكون من خلية واحدة أو من عدة خلايا تفتح بفتحة تسمى الثغر المائي Hydathode ويتميز بدوام انفتاحه. كما تتميز القطرات الدمعية بأنها ليست ماءً خالصاً وإنما يوجد بها بعض المواد المختلفة قد تترسب إذا تبخر ماء الإدماع بسرعة (شكل ٦).



النتح Transpiration

تسمى عملية فقد النبات للماء في صورة بخار «النتح» وأكثر ٩٠٪ من مجموع الماء الذي يفقده النبات يخرج عن طريق الثغور ويطلق عليه **النتح الثغري** Stomatal Transpiration أما بخار الماء الذي قد يمر أيضاً بطريقة مباشرة من خلال بشرة المجموع الخضري والتي تكسوها مادة الكيوتين الشمعية فهو **نتح كيوتيني** Cuticular Transpiration ولا يتجاوز مقداره عادة ٥٪ من بخار الماء الكلي المفقود. كما أن السوق الخشبية للأشجار تفقد مقادير صغيرة من بخار الماء خلال العديسات بواسطة **النتح العديسي** Lenticular Transpiration

يحتاج النبات إلى كميات هائلة من الماء يمتصها من التربة، يدخل أغلبه من خلال الجذور لتنتقله الأنسجة الموصلة الناقلة من الجذر إلى الساق فالأوراق - ويفقد في نفس الوقت أغلب هذه الكميات من الماء بصفة تكاد تكون مستمرة. وما يحدث هو أن الماء يتسرب في صورة بخار من جدر الخلايا الرطبة للنسيج المتوسط (الميزوفيلي) بالورقة إلى هواء المسافات البينية (الجيوب الهوائية) التي تتخلل الخلايا. ومنها يمر بالانتشار خلال فتحات الثغور إلى الهواء الخارجي .

وكذلك الحال بالنسبة لسائر الخلايا الأخرى التي تطل على المسافات البينية الأخرى المتخللة لكافة أنسجة النبات.

على أن نسبة قليلة من الماء تمر أيضاً خلال طبقة الكيوتيكل التي تغطي بشرة الاعضاء النباتية المعرضة للهواء الخارجي. وكذلك من العديسات (وهي فتحات توجد في طبقة الفلين التي تغطي سيقان الأشجار الخشبية) وباختصار فإنه يمكن القول أن السطح الكلي للنبات المعرض للهواء الجوى يفقد الماء.

ونظراً لأن الثغور أكثر وجوداً على أوراق النبات عن أى عضو آخر من المجموع الخضري فإن النتح يتم أغلبه في الأوراق.

تجربة: إثبات أن النبات يقوم بعملية النتح:

خذ نباتاً مورقاً مزورعاً في أصيص، ثم يغطي الأصيص المعرض للهواء بورق مشبع بزيت البارافين.

ضع الأصيص على لوح زجاجي. ثم نكس على الأصيص ناقوساً زجاجياً وانتظر فترة من الوقت.



شكل (٧) النبات الأخضر ينتج

ماذا تشاهد؟

تبدأ قطيرات دقيقة من الماء في الظهور على السطح الداخلي للناقوس الزجاجي، لا تلبث أن تتجمع في النهاية إلى قطرات أكبر وتسيل على جدر الناقوس إلى أسفل. (شكل ٧)

ماذا تستنتج؟

يدل ذلك على أن الهواء بداخل الناقوس قد استقبل قدرًا من بخار الماء لا بد أن يكون مصدره النبات، وقد تكثف جزء منه في صورة قطرات. ويمكن التأكد من أنه

ماء باستخدام كبريتات النحاس البيضاء (اللامائية) التي يتحول لونها إلى الأزرق.

ويستنتج من ذلك أن الماء يمر من أجزاء النبات المعرضة للهواء إلى الهواء المحيط.

فوائد النتج للنبات،

من أهم وظائف النتج للنبات أنه يعمل على تخفيف حدة إرتفاع درجة حرارته وأيضًا يساعد على رفع الماء والأملاح من الأرض.

١- تخفيف حدة ارتفاع درجة الحرارة،

نعلم أن جزءًا كبيرًا من الطاقة التي تمتصها أوراق النبات تكون في صورة حرارة، أو تحول إلى حرارة في داخل أنسجة الورقة، ويتصور أن الطاقة الممتصة التي تزيد عن الحاجة التي تستخدم في عملية البناء الضوئي قد تسبب ارتفاعًا في درجة حرارة الورقة - وخاصة في الأيام المشمسة الدافئة - يضر البروتوبلاست أو يميته إذا لم يعمل النتج بتأثير تبخير الماء (النتج) على تبريد النبات وخفض درجة الحرارة نسبيًا.



٢- رفع الماء والأملاح من التربة:

تحتوى خلايا الجذر على عصارة خلوية يكون تركيزها من المواد الذائبة (العضوية وغير العضوية) أكثر من تركيز محلول التربة. ونتيجة لذلك فإن الماء الأرضى يدخل خلايا الجذر بالقوة الأسموزية Osmosis ويكون جهد الأسموزية كافيًا لتحريك الماء من الشعيرات الجذرية إلى أنسجة الجذر الداخلية حتى أوعية وقصيبيات الخشب، ثم يرتفع فى أوعية الساق وينتقل إلى أوعية الورق (العروق الصغيرة) فخلايا النسيج الميزوفيلى ويؤدى ذلك إلى تخفيف تركيز عصارتها الخلوية، وبالتالي إلى تقليل قدرة هذه الخلايا على شد الماء أو وقف هذا الشد كلية.

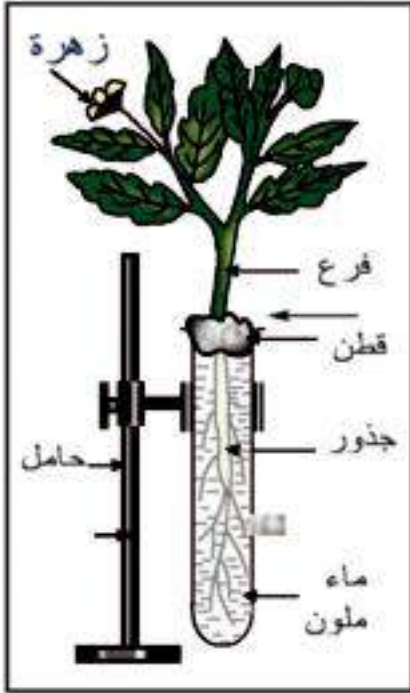
ولكن خلايا الميز وفيل تتخللها مسافات بينية واسعة مليئة بالهواء، وإذا ما تبخر ماء الخلايا إلى ذلك تبعًا فإن تركيز عصارة الخلايا يأخذ في التزايد بالتدرج مما يستتبع زيادة قدرته على سحب الماء من أسفل. ويشير ذلك إلى دور النتج فى شد الماء إلى أعلى بوضوح.

وبالنظر إلى أن القوة الأسموزية لا تكفى إلا لتحريك الماء إلى أعلى فى ساق النبات لمسافة قصيرة فى ظاهرة تسمى «الضغط الجذرى» وبالنظر إلى أن بعض الأشجار تتطلب تحريك الماء فى أوعيتها إلى ارتفاع يصل فى بعضها إلى ١٢٥ مترًا فإن ذلك يتم تفسيره من خلال نظرية «التماسك والتلاصق» التى سبق لك دراستها فى الفصل الثانى.

تجربة: لإيضاح أن الماء يصعد فى الخشب ليصل إلى الأوراق:

(أ) خذ أنبوبة اختبار واملأها بمحلول صبغة الأيوسين. انزع نباتًا صغيرًا مزهرًا (يكون مزروعًا فى أصيص) بجذوره باحتراس. اغمر جذور النبات فى محلول الأيوسين بأنبوبة الاختبار ثم سد حول ساقه بقطعة قطن عند فوهة الأنبوبة. احفظ الأنبوبة مثبتة فى وضع رأسى لعدة ساعات. (شكل ٨)

ماذا تشاهد؟



شكل (٨) صعود الماء في أوعية الخشب

تشاهد أن قواعد الأعناق يصبح لونها قرنفلياً كما أن عروق بتلات الزهرة يصبح لونها أيضاً قرنفلياً.

(ب) اعمل قطاعاً عرضياً رقيقاً في ساق النبات وافحصه ميكروسكوبياً (بعد وضعه على شريحة زجاجية).

المشاهدة: يشاهد أن نسيج الخشب هو وحده الذي أخذ لون صبغة الأيوسين.

ماذا تستنتج من هذه التجربة؟

تلون قواعد الأعناق وعروق بتلات الأزهار باللون القرنفلي يدل على أن محلول الأيوسين الموضوع في أنبوبة الاختبار قد وصل إلى هذه الأعضاء. وتوضح هذه التجربة:

- ١- أن الماء يمتص بواسطة الجذور،
- ٢- أن الماء ينقل إلى أعلى خلال خشب الساق إلى الأوراق.

تجربة لتوضيح صعود الماء في النبات بقوة النتج:

املاً كأساً صغيرة بالزئبق. املاً أنبوبة رقيقة بالماء ونكسها في الزئبق بالكأس (ينغمر طرفها السفلى في الزئبق). اقطع فرع نبات مورق مزروع في أصيص بحيث يكون القطع تحت سطح الماء. دع طرف الفرع (الساق) السفلى ينفذ من سدادة من الفلين (بحجم فوهة الأنبوبة) من ثقب بها (بنفس حجم الساق تقريباً أو أوسع قليلاً). ثبت سدادة الفلين وفرع النبات مثبت بها على فوهة الأنبوبة العلوية واحكم سدها بوضع فازلين أو قطعة نسيج مشبعة بالزيت حول السدادة عند اتصالها بالأنبوبة. حدد سطح الزئبق في الأنبوبة. (شكل ٩)

اترك الجهاز في مكان مفتوح فترة.



ماذا تشاهد؟

يرتفع سطح الزئبق في الأنبوبة في نهاية التجربة عن سطحه الأصلي قبل التجربة.

ماذا تستنتج؟

يعزى ارتفاع سطح الزئبق في الأنبوبة إلى النتح.

التفسير: فرع النبات فقد ماء، ثم امتص ماء من الأنبوبة لتعويض الماء الذي فقده خلال النتح، فارتفع الزئبق في الأنبوبة. مما يوضح أن فقد النبات للماء يولد شداً يرفع الماء إلى أعلى.



شكل (٩)

قوة الشد الناتجة عن النتح

الأنشطة العملية

- أ- دراسة لطاع في جلد الإنسان. للتعرف على تركيبه.
- ب- فحص وتشريح كلية حيوان ثديي للتعرف على التركيب الداخلي للكلية.
- ج- إثبات حدوث النتح باستخدام البوتومتر.

أسئلة

س ١ : اكتب المصطلح العلمي الذي تدل عليه كل عبارة مما يأتي:

- ١- عملية حيوية يقوم بها الكائن الحي للتخلص من نواتج التمثيل الغذائي الضارة.
- ٢- وحدة وظيفية للإخراج تقع في الكلية وتقوم باستخلاص البول.
- ٣- خروج الماء عند أطراف أوراق بعض النباتات في الصباح الباكر.

س ٢: اختر الإجابة الصحيحة فيما يلي:

- ١- أي من التراكيب التالية يتحكم في خروج البول من الجسم؟
(أ) المثانة البولية
(ب) مجرى البول
(ج) الكليتان
(د) العضلة الدائرية المحيطة بفتحة المثانة البولية
- ٢- تصنع مادة اليوريا (البولينا) بجسم الإنسان في:
(أ) الجلد
(ب) الكلية
(ج) الكبد
(د) الرئة
- ٣- يتدفق الدم في الشريان الكلوي لتنقيته من المواد المسرفة بالكلية بمعدل:
(أ) لتر واحد في الدقيقة
(ب) لترين في الدقيقة
(ج) لترين في الساعة
(د) ثلاثة لترات في الدقيقة
- ٤- عندما يكون الجو حاراً للغاية يزداد معدل العرق لأن الشعيرات الدموية بالجلد:
(أ) تتسع
(ب) تضيق
(ج) تنقبض
(د) تتفطح
- ٥- من وظائف طبقة بشرة جلد الإنسان:
(أ) امتصاص الهواء
(ب) إخراج غاز
(ج) إنتاج العرق
(د) منع غزو البكتريا للجسم
- ٦- التركيب المختص باستخلاص البولينا بجسم الإنسان هو
(أ) المثانة البولية
(ب) قشرة الكلية
(ج) أنابيب ملبيجي
(د) النفرون



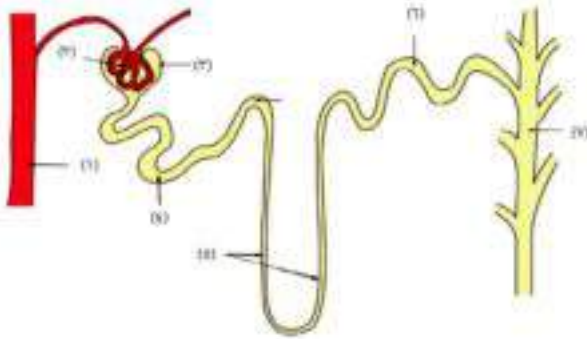
٧- يبلغ عدد الوحدات الوظيفية بكليتي الإنسان حوالي:

- (أ) مليون
(ب) ثلاث ملايين
(ج) مليونين
(د) خمسة ملايين

٨- جزء النفرون الذي يتكون من أنبوبة دقيقة بشكل انتفاخ مزدوج الجدار تتفرع داخله شعيرات دموية غزيرة يسمى:

- (أ) محفظة بومان
(ب) ثنية هنل
(ج) الجمع أو الكبة
(د) كأس كلوي

س ٢ الشكل التخطيطي التالي يوضح تركيب أحد النفرونات وإمدادها الدموي بكلية الإنسان، اجب عن الأسئلة التالية:-



- ١- اكتب الرقم الدال على الأجزاء التالية بجانب كل منها:
(أ) محفظة بومان
(ب) الأنبوبة الجامعة
(ج) الأنبوبة الملتوية القريبة
(د) الأنبوبة الملتوية البعيدة
٢- اشرح كيف تمر المواد من الجزء رقم (٢) إلى الجزء رقم (٣).

٣- اذكر اسم مركبين بالدم يمران بالجزء رقم (٢) ولا يمران بالجزء رقم (٣)

٤- وضح سبب عدم مرور المركبين السابقين من الجزء رقم (٣).

٥- السائل المار بالجزء رقم (٣) من الشكل يوجد به كل من الجلوكوز والماء واليوريا (البولينا)

اشرح ما الذي يحدث لهذه المركبات خلال مرورها بالجزء المتبقى من النفرون.

٦- اذكر اسم السائل الذي يمر من الكلية إلى المثانة البولية.

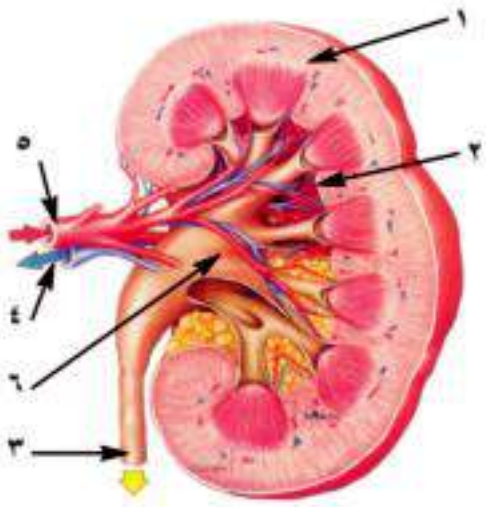
س ٤ قارن بين الكلية في الفقاريات الدنيا والكلية في الفقاريات الراقية

س ٥ علل لما يأتي،

١- لا تعتبر عملية التبرز في الإنسان عملية إخراج بالمفهوم العلمي.

٢- يستمر إخراج العرق من الجلد في الشتاء رغم برودة الجو.

س ٦ الشكل التخطيطي المقابل يمثل مقطعاً طولياً بكلية الإنسان، ادرسه، ثم أجب عن الأسئلة التالية:



١- اكتب أسماء وخصائص أجزاء الشكل المميز للأرقام من ١ إلى ٦

٢- تتوقف كمية البول التي تستخلصها الكليتين من الدم في اليوم الواحد على عدة عوامل اذكر اثنين من هذه العوامل؟

٣- يقوم جسم الإنسان بتكوين مادة البولينا عن طريق هدم بعض المواد الغذائية الزائدة عن حاجته، ما عضو جسم الإنسان الذي يقوم بتكوين البولينا؟

وما المادة التي يكون منها البولينا؟ وما العضو الذي يخلص الجسم من الكمية الكبرى من البولينا؟
٤- يدخل الكلية سائل ويتركها سائلان، ما هذه السوائل التي تدخل وتخرج من الكلية؟

س ٧ اكتب نبذة مختصرة عما يأتي:

الثغر المائي - النتح الكيوتيبي - النتح الثغري - النتح العديسي

س ٨ اشرح تجربة توضح صعود الماء في النبات بقوة النتح.

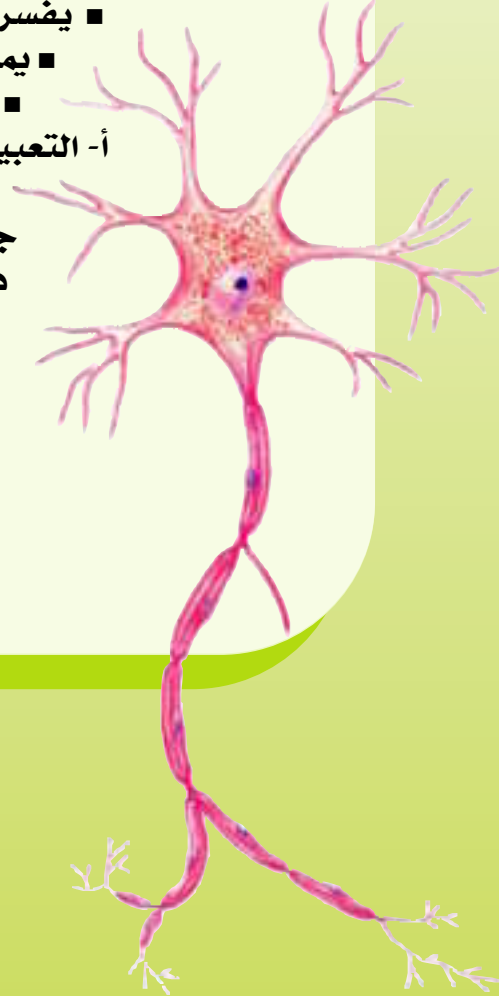


التركيب والوظيفة فى الكائنات الحية

الفصل الخامس

الاحساس فى الكائنات الحية

- فى نهاية هذا الفصل ينبغى أن يكون الطالب قادراً على أن:
- يتعرف مفهوم الإحساس فى الكائنات الحية .
 - يفسر استجابة بعض النباتات للمس وحركة اليقظة والنوم .
 - يذكر مفهوم الانتحاء فى النبات .
 - يفسر دور الأوكسينات فى عملية الانتحاء الضوئى والأرضى والمائى لكل من الساق والجذر .
 - يفسر عملية انتقال السيال العصبى خلال التشابك أو الليفة العصبية .
 - يفسر كيفية حدوث الفعل المنعكس .
 - يميز بين العصب والليفة العصبية .
 - يكتسب مهارة :
- أ- التعبير بالرسم ، مثل الخلية العصبية
ب - الفحص المجهرى للخلية العصبية .
ج- الربط بين التركيب والوظيفة - كالجهاز العصبى
د - التجريب واستخلاص النتائج (تجارب الانتحاء)



مفهوم الإحساس وحاجة الكائن الحي إليه

الإحساس Irritability هو أحد خواص الكائن الحي التي يستجيب لها استجابة مناسبة تعمل على الحفاظ على حياته. والإحساس في الحيوان أكثر وضوحاً منه في النبات، وهو يبلغ أعلى درجة من الكفاية والإتقان في حالة الإنسان.

أولاً الإحساس في النبات

١- استجابة النبات للمس والظلام:

لو أنك لمست وريقة من وريقات نبات الست المستحية (Mimosa) فإنها تتدلى كما لو كان قد أصابها الذبول، ثم يتعاقب تدلى ما يحاورها من الوريقات إلى أن يعم التأثير كل الوريقات ويتبع ذلك انحناء عنق الورقة فيتدلى بدوره.

ولو أنك راقبت وريقات نبات الست المستحية نهاراً ثم ليلاً لوجدت أنها تكون منبسطة بالنهار، فإذا ما أقبل الليل تقاربت الوريقات. ويعبر عن ذلك أن هناك حركة يقظة ونوم.



الأوراق قبل اللمس



الأوراق مسترخية بعد اللمس



شكل (١) الإحساس في نبات الست المستحية



وتفسر كل من الحركتين على أساس امتلاء الخلايا، ذلك أن أوراق نبات المستحية أوراق مركبة ريشية لكل منها محور أولى يحمل في نهايته أربعة محاور ثانوية، يحمل كل منها صفيين من الوريقات، ويوجد انتفاخ في قاعدة كل محور أولى وثانوى ووريقة بشكل (١)، وعندما تلمس الوريقة أو يحل المساء تنحنى المحاور الأولية نحو الأرض وتنخفض المحاور الثانوية وتنطبق الوريقات المتقابلة بعضها على بعض وتلعب الانتفاخات دور المفاصل في الحركة إذ يتقلص سطحها السفلى باللمس أو الظلام ويؤدى إلى زيادة النفاذية من خلاياه فيخرج منها الماء إلى الأنسجة المجاورة، ومن ثم ترتخي ولكنها تستعيد الماء بعد زوال التنبيه.

وقد وجد أن جدر خلايا النصف السفلى من الانتفاخ أكثر رقة وحساسية من جدر خلايا النصف العلوى وأنها تلعب الدور الرئيسي في هذه الحركة.

٢- الانتحاء : Tropism

إن أكثر أنواع الإحساس وما يتبعها من حركة حدوثا في النبات يتمثل في عملية الانتحاء فمن المعروف أن نمو السوق والجذور يخضع لعوامل مختلفة كالضوء والرطوبة والجاذبية الأرضية، فتمتى وقعت هذه العوامل بصورة غير متساوية على جانبي الساق أو الجذر أحدثت فيه انحناء يطلق عليه الانتحاء.

ونذكر فيما يلي بعض أنواعه:

أ- الانتحاء الضوئى : Phototropism

تجربة: ضع كأسا به ماء يطفو على سطحه قرص من الفلين مثبت به بادرة نبات مستقيمة الجذور والساق داخل صندوق مغلق مظلم به فتحة صغيرة في أحد جوانبه ينفذ منها الضوء وأتركه عدة أيام.



شكل (٢) يتجه الساق نحو الضوء ويتجه الجذر بعيدا عنه

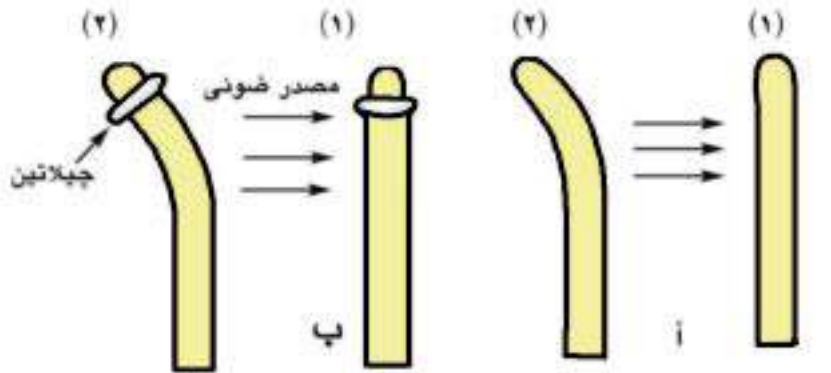
تشاهد انحناء طرف الساق نحو الفتحة التي يدخل منها الضوء بينما ينتحي الجذر بعيداً عن الضوء شكل (٢).



والتفسير المباشر لحركة الانتحاء هو تباين نمو جانبي الساق أو الجذر القريب والبعيد عن مصدر الضوء (زيادة نمو جانب الساق البعيد عن الضوء عن الجانب المواجه للضوء، والعكس في الجذور) ولكن ما سبب هذا النمو المتباين بين الجانبين؟ ولماذا يختلف الجذر عن الساق في حركة الانتحاء؟

لقد استطاع العلماء تفسير هذه الظاهرة. فقد وجد «بويسن جنسن» Boysen Jensen أن الغلاف الورقي لبادرة الشوفان شكل (٣) يفقد قدرته على الانتحاء ناحية الضوء إذا نزعته (١-٢ مم من القمة) ولكنه يستعيد هذه القدرة عند إعادة القمة المنزوعة إلى مكانها مباشرة أو عند تثبيتها بالجيلاتين شكل (٤ ب).

أما إذا فصلت القمة عن بقية الغلاف الورقي بصفحة من الميكا فإنه لن يكون هناك أي انحناء. ويدل ذلك على أن قمة الغلاف الورقي للبادرة قد كونت مواداً كيميائية استطاعت النفاذ عبر الجيلاتين لتؤثر في منطقة النمو ولكنها لم تستطع النفاذ من الصفيفة المعدنية وتسمى هذه المواد «الأوكسينات» Auxins (وقد عرف تركيبها الكيميائي فيما بعد ووجد أن أكثرها شيوعاً هو أندول حمض الخليك).

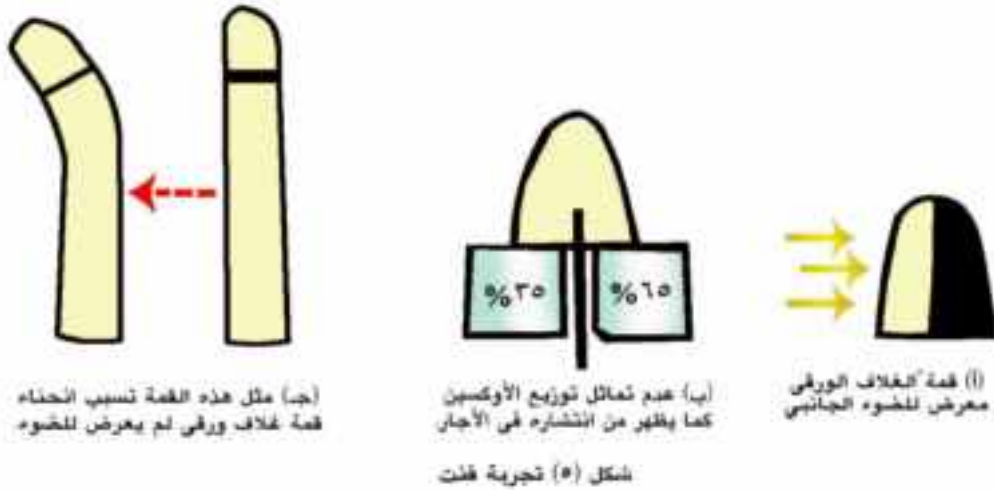


(أ) انحناء قمة الغلاف الورقي تجاه مصدر الضوء.
(ب) استعادة القدرة على الانتحاء إذا أعيدت قمة الغلاف إلى موضعها عند تثبيتها بالجيلاتين

شكل (٤)



ولما كان الانحناء نحو الضوء ينشأ عن تباين في نمو جانبي الطرف المعرض للضوء، فإن هذا يلزم وجود كميات غير متكافئة من «الأوكسينات» في كل من جانبي قمة الغلاف الورقي للبادرة. وللتحقق من ذلك أجريت عدة تجارب نذكر منها تجربة «فنت» Vent شكل (٥) فقد عرض غلاف بادرة الشوفان من جانب واحد لإضاءة مناسبة شكل (٥ - أ)، ثم فصل القمة و وضعها على قطعتين من الأجار بينهما صفيحة معدنية، بحيث ينتشر الأوكسين من الجانب المضاء في إحدى القطعتين



وينتشر من الجانب المعظم في القطعة الأخرى ثم قاس تركيز الأوكسين في كلا من القطعتين فوجد أن كمية كبيرة منه قد تجمعت في القطعة التي كانت تمس الجزء البعيد عن الضوء من غلاف البادرة شكل (٥ - ب)، ومعنى ذلك أن الأوكسين قد هاجر من الجانب المواجه للضوء إلى الجانب البعيد عنه، ومثل هذه القم تسبب انحناء قمة غلاف ورقي لم يعرض للضوء إذا نزعتم قمته ووضعت هي بدلاً منها شكل (٥ - ج)

معنى هذا أنه عند تعرض قمة ساق البادرة للضوء تنتقل الأوكسينات من الجانب المواجه للضوء إلى الجانب البعيد عنه مما يؤدي إلى استطالة خلايا هذه الجانب بدرجة أكبر من استطالة خلايا هذا الجانب بدرجة أكبر من استطالة الجانب المواجه للضوء فينتحى الساق نحو الضوء، ويسمى الساق «منتح ضوئي موجب».

أما فى الجذر فإن تجمع الأوكسينات فى الجانب المظلم من الجذر يحدث أثراً عكسياً إذ يمنع استطالة الخلايا فى هذا الجانب بينما تستمر خلايا الجانب المضاء فى النمو فينتحى الجذر بعيداً عن الضوء ويسمى الجذر - «منتح ضوئى سالب».

ويفسر هذا الاختلاف بين الجذر والساق بأن تركيز الأوكسينات اللازم لاستطالة خلايا الجذر يقل كثيراً عن التركيز اللازم لاستطالة خلايا الساق، وعلى ذلك فإن زيادة تركيز الأوكسينات عن حد معين يمنع استطالة خلايا الجذر فى الوقت الذى يحفز فيها استطالة خلايا الساق.

ب- الإنتحاء الأرضى : Geotropism

يقصد بالانتحاء الأرضى استجابة النبات النامى لمؤثر خارجى هو الجاذبية الأرضية فتنتحى الأعضاء النباتية تجاهها أو بعيداً عنها، فمن المعروف أن الجذر يتجه عمودياً إلى أسفل التربة على حين يتجه الساق إلى أعلى، وكان يظن أن الجذر يتجه إلى أسفل طلباً للغذاء وهرباً من الضوء، ولكن ذلك الزعم خاطئ، فعند تنكيس إصيص يحوى نبت فإن الجذر يتجه إلى أسفل لا إلى التربة على حين تتجه الساق إلى أعلى.

تجربة: استنبت بعض البذور فى إصيص به تربة منداه بالماء. فتنمو الريشة رأسياً إلى أعلى والجذر رأسياً إلى أسفل، ضع إحدى البادرات فى وضع أفقى شكل (٦ - أ) واطرها عدة أيام تشاهد انحناء طرف الساق إلى أعلى ضد اتجاه الجاذبية الأرضية شكل (٦ - ب) بينما ينتحى طرف الجذر إلى أسفل. ومعنى ذلك أن السيقان والسويقات سالبة الانتحاء الأرضى أما الجذر فموجب الانتحاء الأرضى



(ب)

شكل (٦) أثر الجاذبية الأرضية فى الإنتحاء

(أ)

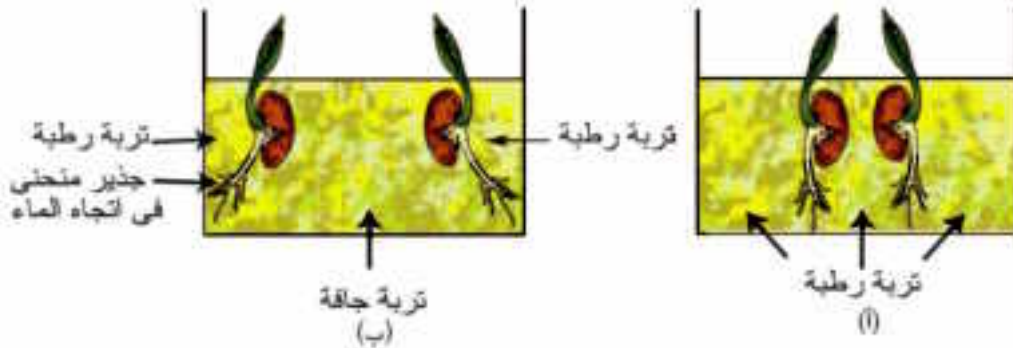


ويرجع الانتحاء، كما سبق أن ذكرنا إلى تباين نمو جانبي العضو للتوزيع غير المتماثل للأوكسينات في عضو النبات.

عندما يكون النبات في الوضع الرأسى الطبيعى تكون الأوكسينات موزعة بانتظام فى كل من القمة النامية للساق والجذر، لذا ينمو الساق مباشرة إلى أعلى والجذر إلى أسفل ولكن عند وضع النبات أفقياً تتراكم الأوكسينات فى الجانب السفلى لكل من الساق والجذر فيؤدى إلى تنشيط خلايا السطح السفلى له فتتمو وتستطيل بدرجة أكبر من خلايا السطح العلوى مما يؤدى إلى إنحناء طرف الساق إلى أعلى ضد الجاذبية الأرضية شكل (٦ - أ)، ويحدث عكس ذلك فى الجذر إذ يعطل تركيز الأوكسينات فى الجانب السفلى للجذر من نمو واستطالة هذا السطح فى الوقت الذى تستمر فيه خلايا السطح العلوى فى النمو والاستطالة مما يؤدى إلى انحناء طرف الجذر إلى أسفل.

ج - الانتحاء المائى: Hydrotropism

تجربة: احضر إناءين متماثلين شكل (٧) (حوضين من الزجاج) وضع فيهما كميتين متساويتين من التربة الجافة، أزرع فيهما بعض البذور ثم رش التربة فى الإناء الأول بانتظام، شكل (٧ - أ)، أما الإناء الثانى بشكل (٧ - ب) فضع الماء على جوانبه فقط. أترك الإناءين لعدة أيام تشاهد أن الجذور فى الإناء الأول تنمو مستقيمة ورأسيه، أما الجذور فى الإناء الثانى فتحنى وتتجه فى نموها نحو الماء الموجود على جوانبه.



الانتحاء المائى شكل (٧)

ويرجع نمو الجذور المستقيمة دون انحناء فى الإناء الأول لتساوى انتشار الماء فى التربة حول الجذر، أما انحناء الجذور فى الإناء الثانى فيرجع إلى وجود الماء فى جانب الإناء وعدم وجوده فى وسط الإناء مما تسبب عنه عدم تساوى انتشار الماء حول الجذر، وهكذا تتجمع الأوكسينات فى جانب الجذر المواجه للماء فتعطل استطالة خلاياه بينما تستمر خلايا الجانب الآخر فى الاستطالة والنمو مما يسبب انحناء الجذر نحو الماء، ومعنى هذا أن الجذر «منتج مائى موجب».

ثانياً : الجهاز العصبى والإحساس فى الإنسان

Nervous System & Sensation

الجهاز العصبى : Nervous System

يتحكم الجهاز العصبى فى نشاطات جميع وظائف اجهزة جسم الإنسان وينسق اعمالها بدقة بالغة وكذلك وسيلة لتلقى المعلومات سواء كانت خارجية أو داخلية عن طريق المؤثرات بواسطة اجهزة الاستقبال ثم الاستجابة لها وذلك ليكون الانسان على اتصال دائم ومباشر مع ما يحدث مع بيئته الخارجية والداخلية فيحفظ الوضع الداخلى للإنسان ثابتا ومتزنا، ويكون هذا بالتعاون مع جهاز الغدد الصماء.

ولقد بلغ هذا الجهاز اقصى درجة من درجات التطور فى الحيوانات الفقارية خاصة فى الإنسان.

ويقسم الجهاز العصبى إلى :

١- الجهاز العصبى المركزى : Central Nervous System (CNS)

يشمل هذا الجهاز الدماغ (المخ) والنخاع الشوكى

٢- الجهاز العصبى الطرفى : Peripheral Nervous System

يشمل الأعصاب المخية والأعصاب الشوكية .

والجهاز العصبى الذاتى : Autonomic Nervous System

يرتبط هذا الجهاز بعضلات الجسم اللارادية وغدد الجسم ويقسم هذا الجهاز إلى قسمين :



أ- الجهاز السمبثاوى : Sympathetic Nervous System

تتصل أليافه العصبية بالمنطقة الصدرية والمنطقة القطنية من النخاع الشوكى.

ب- الجهاز الباراسمبثاوى : Parasympathetic Nervous System

تتصل أليافه العصبية بالجهاز العصبى بالمخ ومنطقة العجز من النخاع الشوكى.

وقبل دراسة مكونات هذا الجهاز لابد من الإشارة الى تركيب الخلية العصبية وهى وحدة بناء الجهاز العصبى.

الخلية العصبية : Nerve Cell

الخلية العصبية (شكل ٨) صغيرة الحجم لا ترى بالعين المجردة مثل باقى الخلايا وتعتبر وحدة بناء الجهاز العصبى وتتكون من:

أ- جسم الخلية :

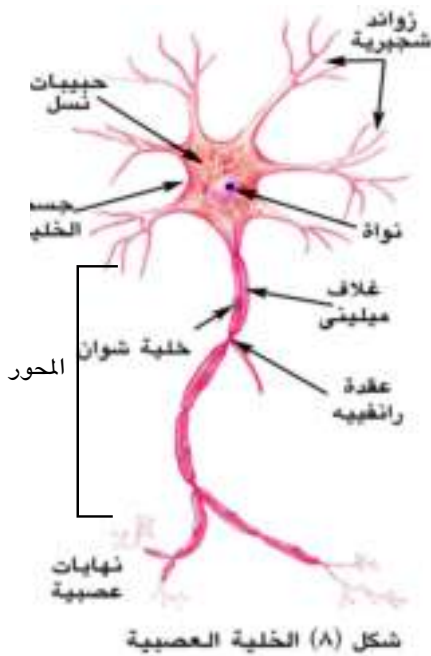
ويحتوى على نواة مستديرة يحيط بها سيتوبلازم يعرف بالنيوروبلازم Neuroplasm والذى يحتوى على لبيفات دقيقة تسمى لبيفات عصبية كما يحتوى على حبيبات دقيقة تعرف بحبيبات نسل، والتي لا توجد إلا فى الخلايا العصبية ويعتقد أنها غذاء مدخر تستهلكه الخلية أثناء نشاطها. كما تحتوى الخلية على كل العضيات الأخرى مثل الميتوكوندريا وأجسام جولجى ماعدا الجسم المركزى (السنترسوم)

ب- زوائد الخلية العصبية :

ويوجد منها نوعان:

١- الزوائد الشجرية : Dendrites

وهى زوائد قصيرة وعديدة تخرج من جسم الخلية لزيادة مساحة السطح العصبى المستقبل للنبضات العصبية، إذ ان معظم التنبيهات العصبية تدخل الى جسم الخلية عن طريقها وبعضها يدخل من خلال جسم الخلية.



شكل (٨) الخلية العصبية

٢- المحور : Axon

وهواستطالة سيتوبلازمية كبيرة قد تمتد الى أكثر من متر ويطلق عليه الليفة العصبية ويغلف المحور مادة دهنية بيضاء تسمى ميلين Myelin ويسمى هذا الغلاف بالغمد النخاعي Myelin Sheath، يكونه خلايا خاصة تعرف بخلايا شوان Schwann Cells المحيطة بالغمد النخاعي الذى يتقطع على أبعاد متتالية بعدد من الأختناقات تعرف باسم عقد رانفييه Nodes of Ranvier كما يحاط بالغمد النخاعي طبقة رقيقة تغلفه من الخارج تعرف بالغشاء العصبى. Neurolemma وينتهى المحور بنهايات عصبية Terminal Arborization وينقل المحور السيالات العصبية Impulses من جسم الخلية إلى منطقة التشابك العصبى Synapse .

هذا وقد وجد أن المحاور المغلفة بالميلين توصل السيالات العصبية أسرع من نظيراتها غير المغلفة لأنها تعتبر مادة عازلة.

مما سبق يمكن ملاحظة أن السيل العصبى يمر دائما فى اتجاه واحد أى أن التنبيهات العصبية تدخل إلى جسم الخلية العصبية عن طريق الزوائد الشجرية، بينما تقوم الزوائد المحورية بنقل التنبيه العصبى بعيدا عن جسم الخلية عن طريق التشابك العصبى.

أنواع الخلايا العصبية:

تنقسم الخلايا العصبية تبعا لوظيفتها إلى ثلاثة أنواع رئيسية:

أ- خلايا عصبية حسية :

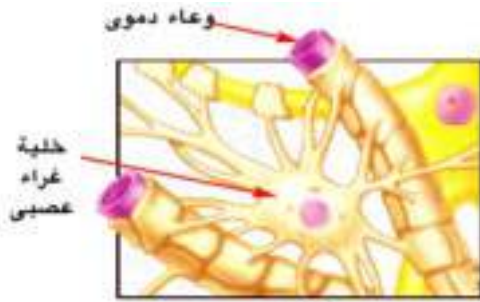
Sensory neurons :

تقوم هذه الخلايا بنقل السيالات العصبية من أعضاء الاستقبال إلى الجهاز العصبى المركزى

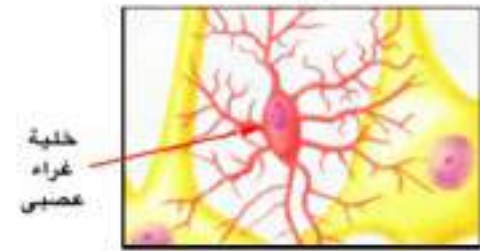
ب- خلايا عصبية حركية:

Motor neurons :

تقوم هذه الخلايا بنقل السيالات العصبية من الجهاز العصبى المركزى إلى أعضاء الاستجابة كالعضلات والغدد.



(i)



(ii)

شكل (٩) بعض أشكال خلايا الغراء العصبى



ج- خلايا عصبية موصلة (رابطة) Connector neurons

هى عبارة عن حلقة وصل بين الخلايا الحسية والحركية.

الغراء العصبى: Neuroglia

من ضمن مكونات النسيج العصبى بالإضافة إلى أجسام الخلايا العصبية وتفرعاتها يوجد نوع من الخلايا تعرف بخلايا الغراء العصبى التى تتميز بقدرتها على الانقسام (شكل ٩) وتقوم بالوظائف الرئيسية التالية:

- أ- تدعم الخلايا العصبية حيث تعمل عمل النسيج الضام.
- ب - تعمل كعازل بين الخلايا العصبية.
- ج- تقوم بتغذية الخلايا العصبية.
- د- تساهم فى تعويض الأجزاء المقطوعة فى بعض الخلايا العصبية.

تركيب العصب:



يتكون العصب (شكل ١٠) من مجموعة من الحزم العصبية، وتحاط كل حزمة عصبية بغلاف من النسيج الضام، وتغلف مجموعات الحزم بغلاف العصب المكون من النسيج الضام والمزود بالأوعية الدموية.

والحزمة العصبية تتكون من مجموعة من الألياف العصبية (المحاور وما يحيط بها من أغلفة).

ترتبط مع بعضها البعض عن طريق الخلايا الغرائية (الدعامية)

السيال العصبى: Nerve Impulse

يطلق اسم السيال العصبى على الرسالة التى تنقلها الأعصاب من أعضاء الحس (أجهزة الاستقبال) إلى الجهاز العصبى المركزى ومن هذا الأخير إلى أعضاء الاستجابة.

فما هى إذن طبيعة السيال العصبى؟

انتقال السيال العصبى ما هو فى الحقيقة إلا ظاهرة كهربائية ذات طبيعة كيميائية ولكى نستوعب ما يحدث عند مرور السيال العصبى فى ليفة عصبية لا بد لنا أن نلقى نظرة فاحصة على الخلية العصبية فى أربع حالات.

أ - الخلية العصبية فى وضع الراحة.

ب - التغيرات التى تحدث على الخلية العصبية عندما تنبه بمؤثر ما.

ج- كيفية انتقال السيال العصبى خلال الألياف العصبية.

د- كيف تعود الخلية العصبية أو الليفة العصبية إلى حالتها.

والآن سنتناول كل حالة من الحالات بشىء من التفصيل.

أ - الخلية العصبية فى وضع الراحة:

عند دراسة تركيز أيونات داخل وخارج الخلية العصبية وجد أن هناك اختلاف واضح فى تركيز الأيونات خارج وداخل الخلية حيث لوحظ ما يلى :



الغشاء مستقطب شكل (١١)

- تركيز أيونات الصوديوم Na^+ خارج الخلية أكثر بكثير من تركيزه داخل الخلية بنسبة ١٠ - ١٥ مرة.

- تركيز أيونات البوتاسيوم K^+ داخل الخلية أكثر ثلاثون مرة عن تركيزها فى السائل الخارجى المحيط بالخلية.

- تركيز الأيونات السالبة داخل الخلية العصبية أعلى بكثير من تركيزها فى الخارج نتيجة لوجود أيونات البروتينات وايونات الكلور Cl^-



- كمية الأيونات السالبة الموجودة داخل الخلية العصبية تعادل كل الشحنات الموجبة وتتفوق عليها.

- نشأ عن التوزيع غير المتكافئ للأيونات داخل وخارج الخلية العصبية ما يسمى بفرق الجهد التآثيرى Electrical potential Difference وأطلق على هذا الفرق اسم الجهد فى وقت الراحة Resting Potential وعند قياس قيمة هذا الفرق وجد انه يساوى حوالى -70 مللي فولت وينتج عن هذا حالة تعرف بالاستقطاب Polarization (شكل ١١) حيث يكون سطح الخلية الخارجى موجبا والداخلى سالبا.

وحالة الاستقطاب هذه نتيجة:

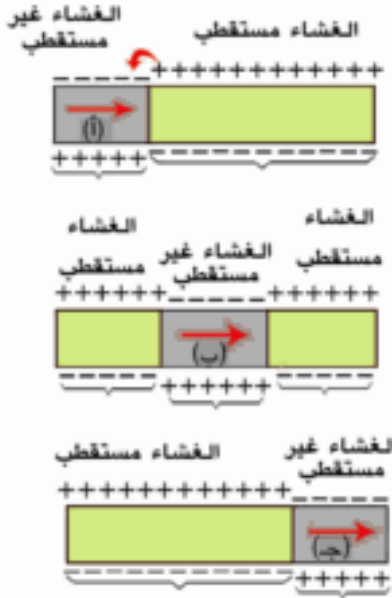
١- النفاذية الاختيارية غير المتساوى لأيونات الصوديوم والبوتاسيوم فالغشاء العصبى أثناء الراحة أكثر نفاذية لايونات البوتاسيوم إلى الوسط الخارجى عن أيونات الصوديوم ٤٠ مرة وتستقر أيونات البوتاسيوم على السطح الخارجى للخلية مما يزيد من شحنة الموجبة.

٢- وجود بروتينات متأينة ذات أوزان جزيئية عالية. وتحمل شحنات سالبة على الناحية الداخلية للغشاء العصبى بالإضافة إلى أيونات الكلور Cl^- .

٣- مضخات الصوديوم والبوتاسيوم، والتي تلعب دورا فى المحافظة على الثبات النسبى لهذا التوزيع عن طريق النقل النشط حتى حدوث التنبيه ومرور السيلال، وعلى هذا تتراكم أيونات البوتاسيوم الموجبة خارج الغشاء أثناء الراحة تاركة البروتينات السالبة (والتي لا تستطيع عبور الغشاء لحجمها الكبير) فى الناحية الداخلية منه وكذلك أيونات الكلور Cl^- حتى يصل فرق الجهد -70 مللي فولت.

ب- التغيرات التى تحدث عند تنبيه الخلية العصبية:

لا تثار الخلية العصبية إلا إذا كان المؤثر كاف لإثارها. تحدث تغيرات فى نفاذية غشاء الخلية للأيونات مما يؤدي إلى اندفاع أيونات الصوديوم بكميات كبيرة إلى الدخول داخل الخلية وتندفع كميات قليلة من أيونات البوتاسيوم خارجها. وذلك عن طريق ممرات أو قنوات فى غشاء الخلية.



شكل (١٢) يوضح انتقال السيال العصبى خلال الليفة العصبية

كمية الشحنات الموجبة التي تدخل الخلية تكفى لمعادلة كل الأيونات السالبة، لذا يصبح خارج الخلية سالب الشحنة إذا قورن بداخلها (عكس ما كان عليه وقت الراحة).

يطلق على الحالة الجديدة التي نشأت فى الخلية عملية إزالة الاستقطاب Depolarization ويصبح فرق الجهد حوالى + ٤٠ مللى فولت.

ج- كيفية انتقال السيال العصبى خلال الاليف العصبية:

يعمل إزالة الاستقطاب كمنبه للمنطقة المجاورة من العصب فيحدث فيها تغيرات تشبه تماما التي ذكرت عند تنبيه الخلية العصبية لأول مرة (شكل ١٢) أى أن السيال العصبى ينتقل على هيئة موجات من إزالة الاستقطاب ثم عودته ثم إزالته وهكذا على طول الليفة العصبية.

د - كيف تعود الخلية العصبية إلى حالتها الأصلية:

١- بمجرد أن يزول تأثير المنبه يفقد غشاء الخلية العصبية نفاذيته لأيونات الصوديوم وتزيد نفاذيته لأيونات البوتاسيوم، ويعود الغشاء العصبى إلى نفاذيته السابقة قبل التنبيه أى وقت الراحة.

٢- يؤدى ذلك إلى إعادة التوزيع الأيونى غير المتكافئ على جانبى الغشاء إلى ما كانت عليه وقت الراحة أى عودة الاستقطاب. Repolarization هذا وتدعى ظاهرة اللإستقطاب (زوال الاستقطاب) Depolarization من (-٧٠ مللى فولت الى +٤٠ مللى فولت) ومن ثم العودة الى (-٧٠ مللى فولت) ويعرف ذلك بجهد الفعالية Action Potential وجهد الفعالية المتنقل بسرعة من الليف العصبى هو فى الواقع الحافز أو السيال العصبى Nerve Impulse.

٣- يبقى العصب بعد الإثارة لفترة زمنية قصيرة تتراوح بين ٠,٠٠١ إلى ٠,٠٠٣ من الثانية لايستجيب لاي مؤثر مهما كانت قوته وتسمى هذه الفترة بفترة الامتناع او الجموح



Refractory Period وفي هذه الفترة يستعيد الغشاء الخلوي خواصه الفسيولوجية حتى يمكن نقل سيال عصبي آخر جديد

خصائص السيال العصبي:

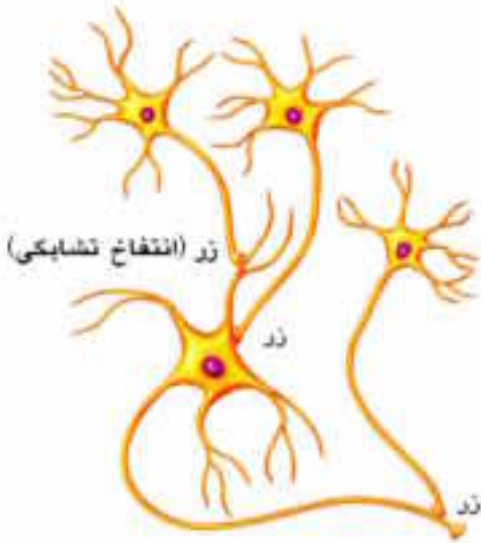
١ - السرعة: تعتمد سرعة السيال العصبي من مكان لآخر على قطر الليفة العصبية، حيث لوحظ أن الألياف العصبية كبيرة القطر مثل الألياف العصبية النخاعية تنقل السيالات العصبية بسرعة كبيرة قدرت بحوالي ١٤٠ متر/ ثانية، والألياف العصبية الرفيعة تنقل السيال العصبي بسرعة حوالي ١٢ متر/ ثانية .

٢ - تخضع إثارة العصب لقانون «الكل أو لا شيء» (All or none law) والذي تخضع له أيضا انقباض العضلات ومفهومه أنه لن يتولد سيال عصبي إلا إذا كان المؤثر قويا بدرجة تكفي لإثارة العصب بحد أقصى، والزيادة في قوة المؤثر لن تزيد في قوة الإستجابة .

أما إذا كان المؤثر ضعيفا فإنه لا يكفي أن ينقل الخلية العصبية أو الليفة العصبية من حالة الراحة (-٧٠ مللي فولت) إلى جهد الفعلية (١١٠ مللي فولت)

التشابك العصبي Synapse

يعرف التشابك العصبي على انه الموضع الموجود بين تفرعات المحور العصبي لخلية عصبية والتفرعات الشجيرية للخلية العصبية اللاحقة لها شكل (١٣) . وأهمية دراسة التشابك العصبي تأتي للإجابة عن سؤال هو كيفية انتقال السيال العصبي من خلية عصبية لأخرى .



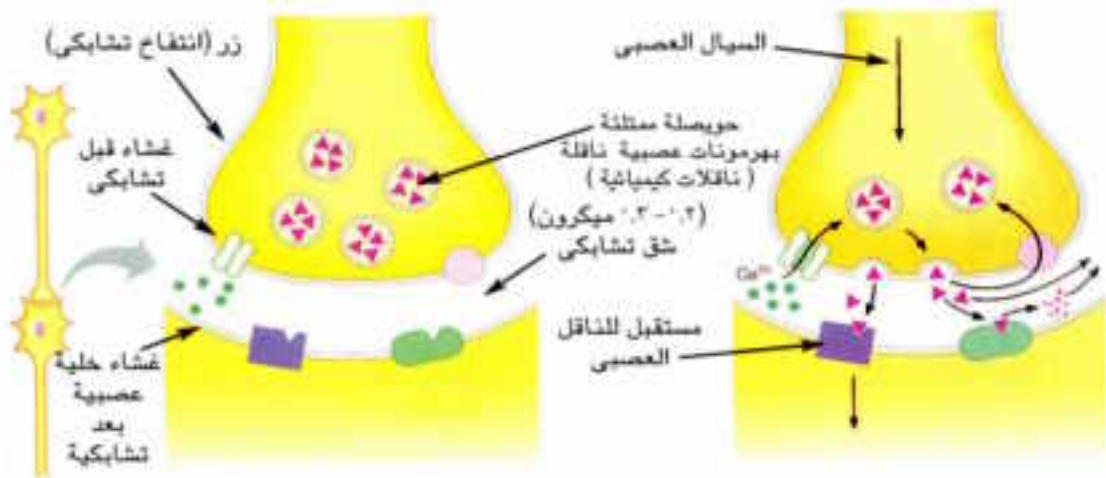
شكل (١٣) يوضح التشابك العصبي-العصبي

انواع التشابك العصبى:

- أ - تشابك عصبى بين خليتين عصبيتين
- ب - تشابك عصبى بين خلية عصبية وليفة عضلية.
- ج - تشابك عصبى بين خلية عصبية و خلايا غدية.

تركيب التشابك العصبى:

يظهر التركيب الدقيق للتشابك العصبى شكل (١٤) ان التفرعات النهائية للمحور تنتهى بانتفاخات تعرف بالأزرار وتقع هذه الإنتفاخات قريبة جدا من التفرعات الشجيرية (أو جسم الخلية العصبية) للخلية العصبية التالية. ويوجد بين هذه الانتفاخات والتفرعات الشجرية للخلية العصبية المجاورة شق يسمى شق التشابك المحصور بين الغشاء قبل التشابكى والغشاء بعد التشابكى ويفحص الجزء المنتفخ وجد انه يحتوى على أكياس صغيرة تدعى حويصلات عصبية تحوى داخلها مواد كيميائية تسمى الناقلات الكيميائية Chemical Transmitters مثل الاستيل كولين Acetyl Choline والنور ادرينالين Noradrenaline وهذه المواد لها دور كبير فى نقل السيال العصبى .



شكل (١٤) يمثل انتقال السيال العصبى خلال التشابك العصبى



كيفية انتقال السيال العصبي عبر التشابك العصبي - العصبي:

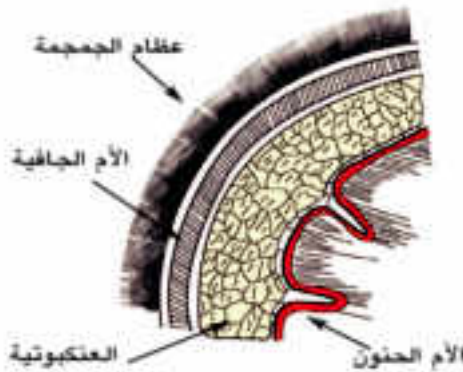
- ١- عند وصول السيال العصبي الى الانتفاخات العصبية (الأزوار) تعمل مضخة الكالسيوم الموجودة في غشاء الخلية على ادخال ايونات الكالسيوم داخل الخلية فتسبب انفجار عدد كبير من الحويصلات العصبية فيتحرر منها الناقلات الكيميائية.
- ٢- تسبح الناقلات الكيميائية عبر الفجوة (الشق) حتى تصل الى الزوائد الشجيرية للخلية العصبية المجاورة شكل (١٤).
- ٣- يؤدي التصاق هذه الناقلات الكيميائية بالمستقبلات الخاصة بها والموجودة على أغشية الزوائد الشجيرية الى إثارة تلك الاغشية في نقطة الاتصال وتغير من نفاذية تلك الأغشية لأيونات الصوديوم والبوتاسيوم لإزالة استقطابها ويخلق ذلك سيالا عصبيا كما ذكرنا سابقا يعبر جسم الخلية العصبية ثم محورها الى خلية عصبية جديدة.
- ٤- يعمل انزيم الكولين استيريز Cholinesterase على تحطيم الاستيل كولين بعد عبوره إلى الزوائد الشجيرية كي يتوقف عمله ويعود الغشاء إلى حالته أثناء الراحة.

الجهاز العصبي المركزي Central Nervous System

كما ذكرنا سابقا يتكون من الدماغ والنخاع الشوكي

أولا: الدماغ (المخ) Brain

يكون الدماغ الجزء الأكبر من الجهاز العصبي المركزي، ويبلغ وزن الدماغ عند الولادة حوالي ٣٥٠ جرام ويصل في الرجل البالغ حوالي ١٤٠٠ جرام، ويوجد الدماغ داخل حيز عظمي قوى يسمى صندوق الدماغ (الجمجمة)



شكل (١٥) الأغشية السحائية

يحيط بالدماغ ثلاثة أغشية يطلق عليها الأغشية السحائية شكل(١٥) تقوم بحماية وتغذية خلايا المخ وهذه الأغشية الثلاثة هي:

- ١ - الأم الجافية : يبطن عظام الجمجمة
- ٢ - الأم الحنون : يلتصق بسطح المخ.

٣- **العنكبوتية**: يملأ الفراغ بين الغلافين الخارجى والداخلى يتخلله سائل شفاف لحماية الدماغ من الصدمات. يتكون الدماغ شكل (١٦) من ثلاثة أجزاء رئيسية هي:

أ- **الدماغ الأمامى**: Forebrain **والذى يشتمل على** :

قشرة الدماغ Brain Cortex والمهاد Thalamus وتحت المهاد Hypothalamus

ب- **الدماغ المتوسط**: Midbrain

ج - **الدماغ الخلفى**: Hindbrain **والذى يشمل على**:

المخيخ Cerebellum وقنطرة فارول pons varolii والنخاع المستطيل. Medulla oblongata

ويتصل بالدماغ فى الإنسان ١٢ زوجا من الأعصاب المخية. Cranial Nerves.

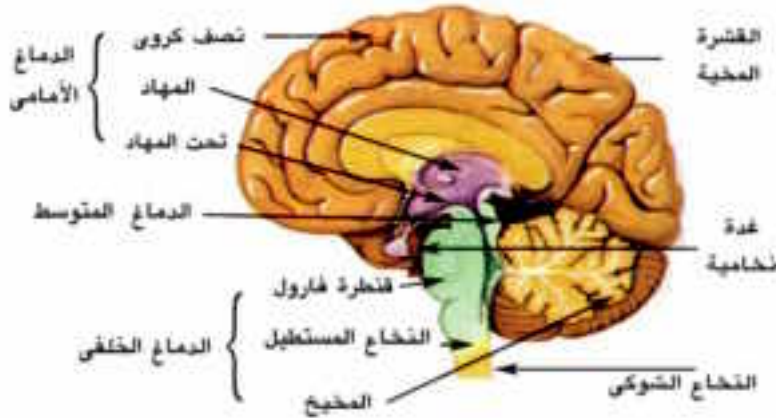
وستتناول بإيجاز تركيب ووظيفة كل جزء من هذه الأجزاء :

١- يمثل الدماغ الأمامى الجزء الأكبر من الدماغ ويتركب من :

١- **قشرة المخ أو نصفا كرة المخ** Cerebral Hemispheres

وهما فصين كبيرين يفصل بينهما شق كبير، ويطلق على كل فص نصف الكرة المخى ويرتبط نصفا كرتى المخ بواسطة حزمة عريضة من الألياف العصبية. وتتميز القشرة المخية بوجود انخفاضات مختلفة العمق تعرف باسم الشقوق والأخايد وبينهما طيات وتلافيف.

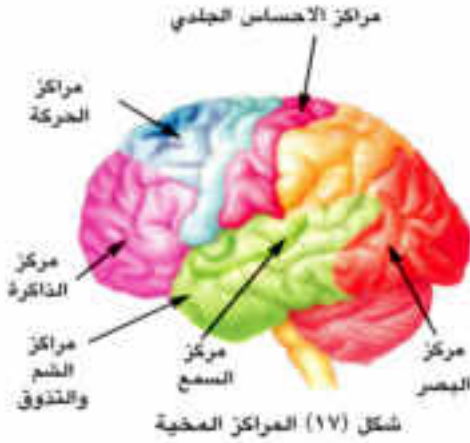
يقسم كل نصف كرة إلى عدة فصوص هي الفص الجبهى - الفص الجدارى - الفص القفوى - الفص الصدغى كما يوجد فص خامس غير ظاهر من الشكل الخارجى حيث يكون مغطى بالفص الجبهى والفص الجدارى ويطلق على هذا الفص « فص الجزيرة» .



شكل (١٦) قطاع فى المخ



وظائف قشرة المخ:



أ- يقع فى الفص الجبهى مراكز الحركات الإرادية كما به بعض مراكز الذاكرة والنطق.

ب- يقوم الفص الجدارى بالتحكم فى عدد كبير من الوظائف الحسية مثل الإحساس بالحرارة أو البرودة أو الضغط أو اللمس.

ج - يقع فى الفص القفوى مراكز حساسة تتحكم فى حاسة البصر (شكل ١٧).

د- يقع فى الفص الصدغى مراكز حاسة الشم والتذوق كما يقع فيه أيضا مركز السمع.

٢- المهاد :

مركزا مهما لتنسيق السيالات الحسية (ماعداد الشم) التى تصل للقشرة.

٣- تحت المهاد:

يوجد فى هذا الجسم مراكز كثيرة تتحكم فى الأفعال الانعكاسية حيث يوجد فيه مثلا مراكز الجوع والشبع والعطش وتنظيم درجة حرارة الجسم كما يوجد فيه مراكز النوم.

ب- الدماغ الأوسط:

أصغر أجزاء الدماغ ويكون حلقة الوصل بين الدماغ الأمامى والدماغ الخلفى، ويحتوى على مراكز عصبية تقوم بحفظ التوازن العام للجسم ويحتوى على مراكز متصلة بالسمع والبصر كما يقوم بتنظيم العديد من الأفعال الإنعكاسية مثل الأفعال الإنعكاسية السمعية.

ج- الدماغ الخلفى:

يتكون من:

١- المخيخ:

يوجد فى الجهة الخلفية ويتكون من ثلاث فصوص. ويحفظ توازن الجسم بالتعاون مع الأذن الداخلية وعضلات الجسم.

٢ - قنطرة فارول والنخاع المستطيل :

تقوم كل من القنطرة والنخاع المستطيل بالوظائف التالية:

- ١ - تمر خلالهما السيلالات العصبية القادمة من الحبل الشوكى إلى أجزاء الدماغ المختلفة.
- ٢- توجد فى النخاع المستطيل بعض المراكز الحيوية فى الجسم وأهمها المراكز التنفسية والمراكز المنظمة لحركة الأوعية الدموية ومراكز البلع والقيء والسعال والعطس.

ثانياً: النخاع (الحبل) الشوكى : Spinal Cord

يوجد النخاع الشوكى فى قناة توجد داخل الفقرات وتسمى القناة العصبية أو القناة الشوكية، ويبدأ الحبل الشوكى من النخاع المستطيل فى الدماغ، ويمتد بطول العمود الفقرى.

ويبلغ طول النخاع الشوكى فى الإنسان البالغ ٤٥ سم. النخاع الشوكى مجوف من الداخل لاحتوائه على قناة وسطية صغيرة تسمى القناة المركزية ويغلف النخاع الشوكى من الخارج للداخل بثلاثة أغشية هى:

- ١- الأم الجافية
- ٢- العنكبوتية
- ٣- الأم الحنون

ويوجد فى النخاع الشوكى شقان يقسمان الحبل الشوكى إلى نصفين ويتركب نسيج النخاع الشوكى من طبقتين. الداخلية منها هى المادة الرمادية، وتبدو على شكل حرف H، شكل (١٨) ويوجد لها قرنان ظهريان وقرنان بطنيان وقوام هذه المادة الخلايا العصبية والزوائد الشجرية وخلايا الغراء العصبى والخارجية هى المادة البيضاء وقوامها الألياف العصبية.

وظائف النخاع الشوكى:

النخاع الشوكى هو المركز الرئيسى للأفعال الانعكاسية وتقوم المادة الرمادية بهذه الوظيفة. وتوجد فى الحبل الشوكى آلاف من الأقواس الانعكاسية.

تعمل المادة البيضاء بالنخاع الشوكى كناقل او موصل للسيلالات العصبية حيث يعمل على نقل هذه السيلالات من أجزاء الجسم المختلفة إلى المراكز الرئيسية فى الدماغ والعكس.



شكل (١٨) قطاع فى النخاع الشوكى



الأعصاب الشوكية

يوجد في الإنسان ٣١ زوج من الأعصاب الشوكية والتي توجد في أزواج متعاقبة على جانبي الحبل الشوكي وتنظم هذه الأزواج من الأعصاب كما يلي:

- ١- ثمانية أزواج من الأعصاب تتصل بالعنق (الأعصاب العنقية).
- ٢- إثنتا عشر زوج من الأعصاب تتصل بالصدر (الأعصاب الصدرية).
- ٣- خمسة أزواج من الأعصاب تتصل بالفقرات القطنية (أعصاب قطنية)
- ٤- خمسة أزواج من الأعصاب تتصل بالفقرات العجزية (أعصاب عجزية)
- ٥- زوج من الأعصاب يتصل بالعصعص (أعصاب عصعصية)

لكل عصب من هذه الأعصاب الشوكية جذران:

جذر ظهري : ويحتوي على ألياف الحس ويعمل على نقل الرسائل (السيالات العصبية) من أعضاء الاستقبال إلى النخاع الشوكي والدماغ.

جذر بطني : ويحتوي على ألياف الحركة وينقل الرسائل أو الأوامر التنبيهية الحركية من الدماغ والنخاع الشوكي إلى أعضاء الاستجابة (العضلات والغدد).

الجهاز العصبي الطرفي ، Peripheral Nervous System

يتركب هذا الجهاز من شبكة من الأعصاب تنتشر في أجزاء الجسم، وهو يعمل على ربط الجهاز العصبي المركزي (الدماغ والنخاع الشوكي) بجميع أجزاء الجسم وتصل هذه الشبكة من الأعصاب مايلي:

١ - الأعصاب المخية: عددها ١٢ زوج متصلة بالدماغ وهي إما أن تكون حسية أو حركية أو مختلط (أي تقوم بنقل السيال العصبي من أعضاء الاستقبال إلى المخ وأوامر التنبيه من المخ إلى أعضاء الاستجابة).

٢- الأعصاب الشوكية: وعددها ٣١ زوج ومتصلة بالنخاع الشوكي وهي حسية وحركية (مختلطة).

القوس الانعكاسي (الفاعل المنعكس) Reflex Arc (Reflex Action)

يعتبر القوس الانعكاسي شكل (١٩) وحدة النشاط العصبي، ومعظم الوظائف العصبية يمكن تحليلها إلى مجموعة من الأفعال المنعكسة تتم على مستويات مختلفة ويشمل القوس العصبي المنعكس على خليتين عصبيتين على الأقل خلية عصبية حسية (واردة) و خلية عصبية حركية (صادرة) ولكن في معظم الأحيان يتكون القوس الانعكاسي من:

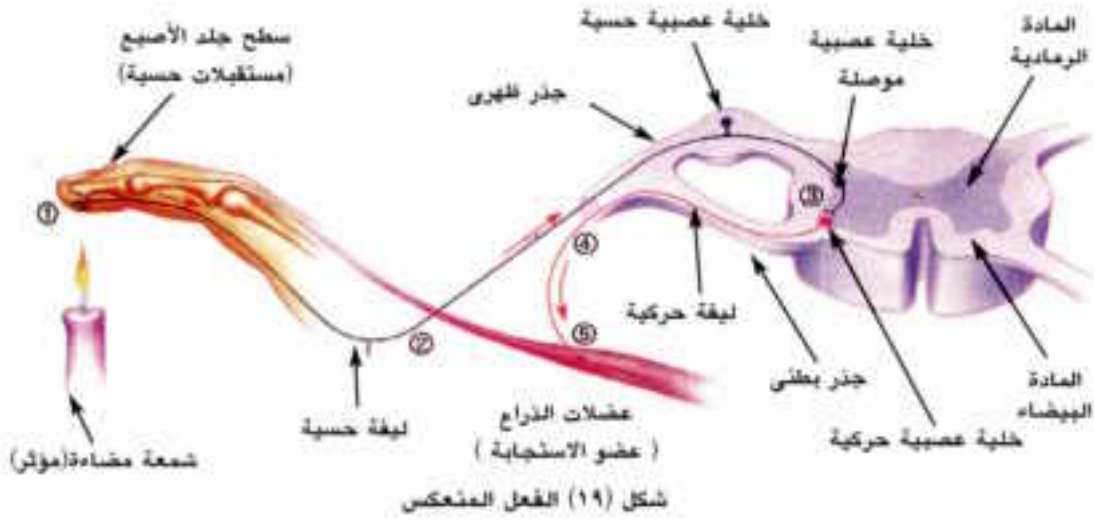
عضو الإحساس (أوالمستقبل): Sense Organ

خلية عصبية حسية أو واردة Sensory Neuron

خلية عصبية موصلة (رابطة) Connector Neuron

خلية عصبية حركية أو صادرة Motor Neuron

العضو المستجيب أو المنفذ Effector ، وهو العضو الذى سوف يستجيب للتغيرات التى تحدث فى البيئة كالعضلات والغدد، وإذا كانت الاستجابة فى العضلات الإرادية (الهيكلية) سمي القوس الانعكاسى الإرادى، بينما يسمى بالقوس الانعكاسى اللاإرادى (أو الذاتى) إذا كانت الاستجابة فى العضلات اللا إرادية أو عضلة القلب أو الغدد.



الجهاز العصبى الذاتى : Autonomic Nervous System

ينظم هذا الجهاز النشاطات المختلفة التى لا تقع تحت إرادة الإنسان مثل تنظيم حركة انقباض عضلات القلب والعضلات الملساء (اللا إرادية) وكذلك إفراز غدد الجسم ويتكون الجهاز العصبى الذاتى (شكل ٢٠) من جزئين هما:

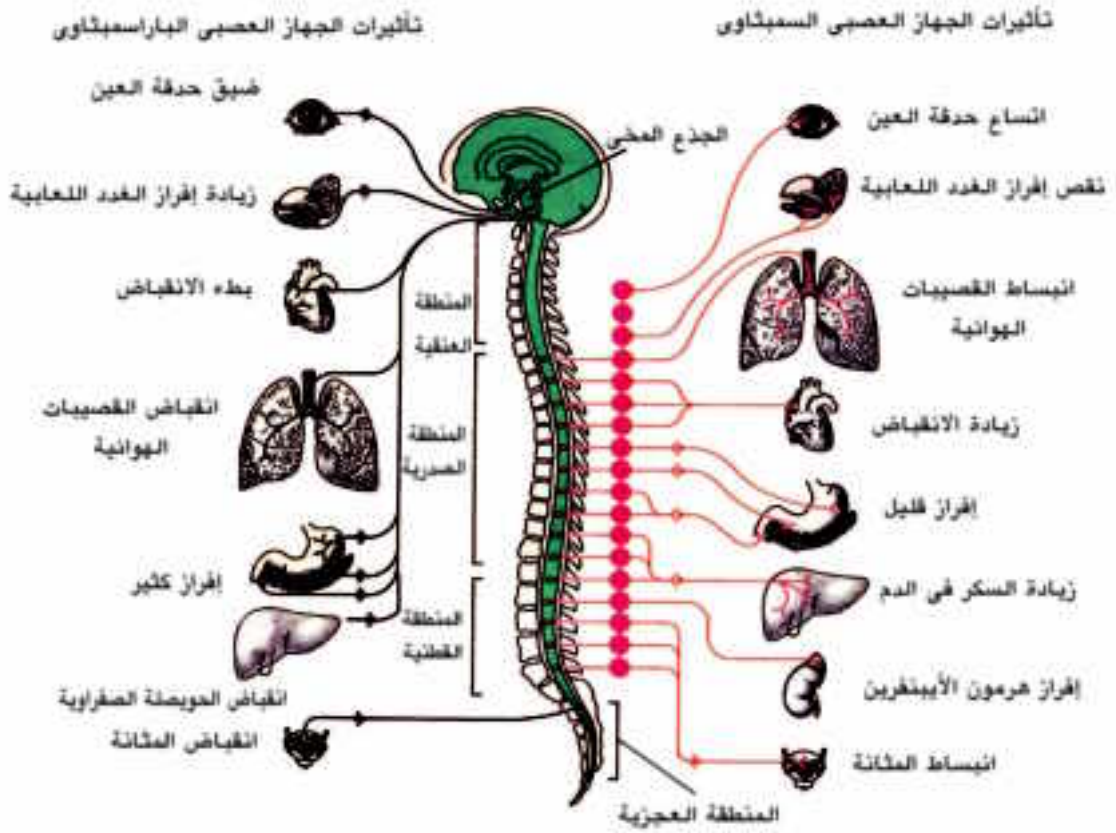
الجهاز العصبى السمبثاوى Sympathetic N.S

وتنشأ أليافه من المنطقة الصدرية والقطنية من النخاع الشوكى، ويعمل الجهاز العصبى السمبثاوى عمل جهاز الطوارئ حيث تسيطر السيالات العصبية التى يحملها هذا الجهاز على العديد من أعضاء الجسم الداخلية وتحدث فيها تغيرات تساعد الجسم على مجابهة الظروف الطارئة.



الجهاز العصبي الباراسمبثاوى Parasympathetic N.S

تنشأ ألياف هذا الجهاز من جذع الدماغ والمنطقة العجزية من النخاع الشوكى. معظم أجزاء الجسم الداخلية تصلها ألياف عصبية من كلا الجهازين السمبثاوى والباراسمبثاوى، وغالبا ما يكون تأثير أحد الجهازين معاكسا لتأثير الآخر.



شكل (٢٠) تأثيرات الجهاز العصبي الذاتى على بعض أجزاء الجسم

و يوضح الجدول التالي تأثير كل من الجهازين السمبثاوى والباراسمبثاوى على بعض أجزاء الجسم:

بعض تأثيرات الجهاز العصبى الذاتى

تأثير الجهاز الباراسمبثاوى	تأثير الجهاز السمبثاوى	العضو المستجيب
تقليل معدل النبض وقوة الانقباض	زيادة معدل النبض وقوة الانقباض	القلب
يسبب انبساطها فى كل من الغدد اللعابية والأعضاء التناسلية	يسبب انقباضها فى كل من الجلد والأحشاء - الغدد اللعابية - الدماغ - الأعضاء التناسلية - الرئة	الأوعية الدموية
يسبب انقباض كل من جدار المعدة والأمعاء والقولون	يسبب انبساط كل من جدار المعدة والأمعاء والقولون	القناة الهضمية
يسبب انقباض القصبيات الهوائية ويزيد من افرازاتها	يسبب انبساط القصبيات الهوائية ويثبط من افرازاتها	الجهاز التنفسى
يسبب انقباضها	يسبب انبساطها	المثانة البولية
يعمل على تضيق حدقة العين	يعمل على اتساع حدقة العين	العين
يسبب إفرازًا كثيرًا	يسبب إفرازًا قليلًا	الغدد ١ - اللعابية
يسبب إفرازًا كثيرًا	يسبب إفرازًا قليلًا	٢ - المعدة
انقباض الحويصلة الصفراوية	يسبب تكسير الجليكوجين ويزيد مستوى السكر فى الدم	٣ - الكبد
يسبب زيادة افراز الانزيمات	يسبب نقص افراز الانزيمات	٤ - البنكرياس
لايتصل بهذه الغدة	يسبب إفراز هرمون الانرينالين الذى يرفع ضغط الدم ويزيد سرعة القلب ويزيد من مستوى السكر فى الدم	٥ - نخاع الغدة الكظرية



أسئلة

س (١) اختر الاجابة الصحيحة ممايلي :

- ١- الوظيفة الحيوية التي تعمل على تكيف الكائن الحي مع البيئة هي :
 - أ- التنفس ب- النقل ج- الحركة د- الاحساس
- ٢- الليفة العصبية تمثل :
 - أ- زائدة شجيرية للخلية العصبية ب- محور أسطوانى للخلية العصبية
 - ج- زائدة شجيرية أو محور اسطوانى د- الخلية العصبية
- ٣- العصب يمثل :
 - أ- زائدة شجيرية عصبية ب- محاور اسطوانية غير مغلغه
 - ج- مجموعة من الألياف العصبية المغلفة د- تجمع أجسام الخلايا العصبية والمكونه للحبل العصبى.
- ٤ - جميع الغدد التالية يؤثر عليها الجهاز العصبى الذاتى البارسمبثاوى ماعدا :
 - أ - البنكرياس ب - نخاع الغدة الكظرية
 - ج - المعدة واللعابية د - الكبد
- ٥ - المحاور المغلفة بالميالين توصل السيالات العصبية أسرع من المحاور غير المغلفة :
 - أ - العبارة صحيحة لأن الميالين مادة عازلة.
 - ب - العبارة صحيحة لأن الميالين مادة موصله.
 - ج - العبارة غير صحيحة لأن الميالين يقوم بالتغذية فقط.
 - د- العبارة غير صحيحة لأن الميالين يقوم بافراز السائل النخاعى فقط.
- ٦ - كل ما يأتى يوضح فترة الجموح ماعدا :
 - أ- أنها فترة زمنية لازمة لإخراج أيونات الصوديوم بالنقل النشط.
 - ب - تتراوح هذه الفترة بين ٠,٠٠١ - ٠,٠٠٣ ثانية
 - ج - يستجيب الغشاء لأى مؤثر أثناء هذه الفترة.
 - د- يستعيد فيها الغشاء الخلوى خواصة الفسيولوجية

٧ - بعض الأغشية التالية تحيط بالمخ ، ولكن الغشاء الذي يقوم بحمايته من الصدمات هو :

- أ - الأم الحنون .
ب - الأم الجافية
ج - الأم العنكبوتية
د - الغشاء العصبى

س (٢) علل لماياتى :

- ١ - الفعل المنعكس لا يتطلب تدخل المخ .
٢ - قدرة السائل العصبى على الانتقال خلال الشق التشابكى .
٣ - الجذر موجب الانتحاء الأرضى وسالب الانتحاء الضوئى .
٤ - توجد حبيبات نسل فى جسم الخلايا العصبية .
٥ - عند حدوث إصابة فى المراكز العصبية فأن مكان الجرح يلتئم رغم أن الخلايا العصبية غير قادرة على الانقسام وتعويض التالف منها .

س (٢) ارسم شكلا مبسطا للخلية العصبية فى الانسان موضعا عليها البيانات

س (٤) لنبات المستحية نوعان من الحركة اذكرهما وبين كيف تتم كل منهما

س (٥) اشرح دور الاوكسينات النباتية فى كل مماياتى :

- أ - الانتحاء الضوئى لكل من الساق والجذر .
ب - الانتحاء المائى للجذر .
س (٦) كيف تفسر انتقال السائل العصبى خلال كل من : التشابك العصبى - الليفة العصبية

س (٧) ماذا يحدث فى الحالات الآتية ؟

- أ - نمو بادرة نباتية وهى فى وضع أفقى
ب - قطع القمة النامية لساق نبات ما .
ج - إصابة المخيخ .
د - تلف النخاع المستطيل .

س (٨) ما المقصود بكل مماياتى :

فترة الجموح - عقد رانفييه - الميالين - حويصلات التشابك - الأعصاب المختلطة - أغشية المخ .

س (٩) وضح بالتجربة .

- أ - الانتحاء المائى للجذر .
ب - تجربة فنت .
ج - تجربة بويسن جنسن

س ١٠ اذكر ماتعرفه عن الأعصاب الشوكية

س ١١ وضح تأثير الجهاز العصبى الذاتى على الأعضاء التالية :

القلب - الأوعية الدموية - القناة الهضمية - المثانة البولية - العين

المواصفات الفنية:

مقاس الكتاب	٨٢×٥٧ سم
عدد ملازم الكتاب	٧ ملازم
عدد الصفحات بالفلاف	١١٦ صفحة
نوعية ورق الفلاف ووزنه	كوشيه ١٨٠ جم ٤ لون
نوعية ورق المئن ووزنه	مستورد ٧٠ جم
ألوان الكتاب	٤ لون
رقم الكتاب	٤٤٦ ١٠ ٣ ٣٣ ٢ ٥

جميع حقوق الطبع محفوظة لوزارة التربية والتعليم والتعليم الفني
داخل جمهورية مصر العربية

مطابع الدار الهندسية / زهاء المعادي
موبايل: ٠١٢٢٣٤٩٠١١ تليفاكس: ٢٩٧٠٣٧٦٦