٥-١ الغشاء الخلوي (البلازمي) Cell Membrane

ماهو الغشاء الخلوي (البلازمي) ؟

هو غشاء حي رقيق يحيط بالخلية ويحمي مكوناتها، لا يزيد سمكه عن ١٠ مم ولا يشاهد إلا بالمجهر الإلكتروني.

ماوظيفة الغشاء الخلوي ؟

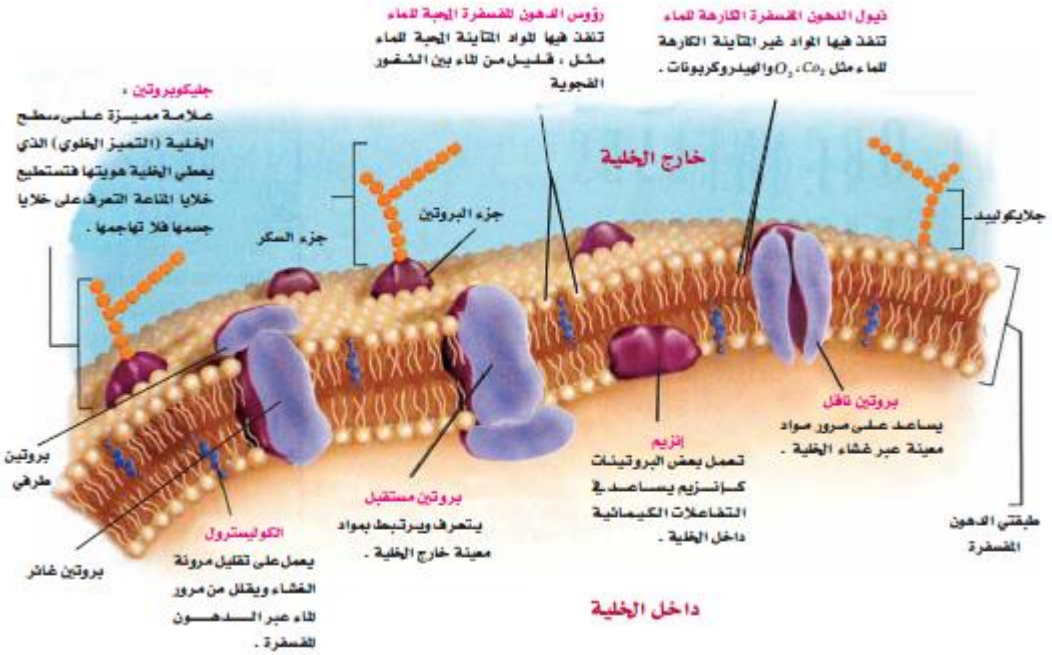
يعمل على فصل سيتوبلازم الخلية عن البيئة الخارجية، واتصال الخلية بالخلايا المجاورة،

ما مكونات الغشاء الخلوي ؟

ولمكوناته قابلية الحركة، يتميز الغشاء الخلوي بأنه ذو نافذية اختيارية أي يسمح لبعض المواد بالدخول والخروج من وإلى الخلية دون المساج لمواد أخرى بالمرور، يوضح العلماء شكل غشاء الخلية بالنموذج الفسيفسائي السائل.

ما سبب التسمية ؟

يرجع سبب التسمية إلى توزيع الجزيئات البروتينية المنتشرة في طبقتي الدهون المفسفرة السائلة على شكل فسيفسائي. إن هذا التركيب للغشاء الخلوي هو نفسه في جميع خلايا الكائنات الحية.



اختبر فهمك ١

١- لماذا تختلف فصائل الدم الآتية بين البشر (A, B, AB, O) ؟

٢- ما وظيفة كل من:

- ذيول الدهون المفسفرة - الكوليسترول - البروتينات الغائرة -البروتينات الطرفية - الجليكوبروتينات .

٣- يهاجم جهاز المناعة الفيروسات الغازية للجسم . فسّر ذلك.

٤- لماذا لا تذوب بشرة الجلد عند غسلها بالماء ؟.

إجابة اختبر فهمك (١)

١-بسبب اختلاف شكل ووجود المواد الكربوهيدراتية على أسطح أغشية خلايا الدم الحمراء في دم الإنسان.

٣-بسبب وجود السكريات البروتينية (جليكوبروتينات) والسكريات الدهنية (جليكو ليبيد) منفردة التركيب على سطح غشاء خلية الفيروس تستطيع الخلايا المناعية تعّرف الخلايا الغريبة .

٤- لأن الماء لا يذوب فيها لاحتوائها على الدهون المفسفرة.

معلومات تهمك

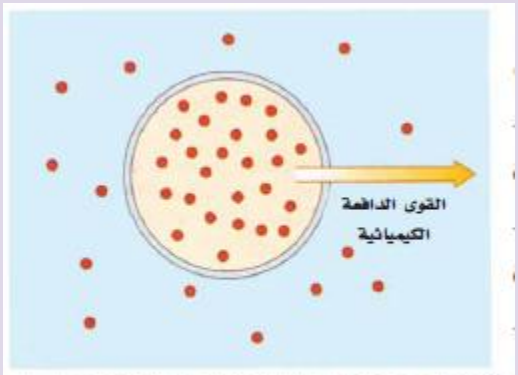
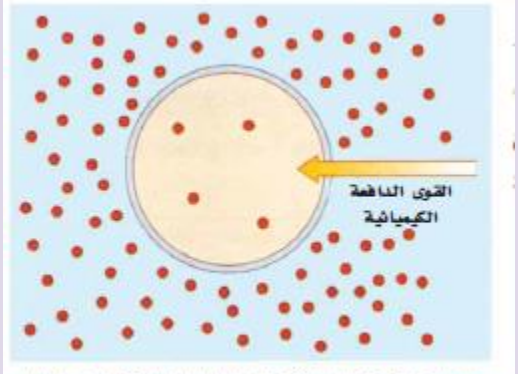
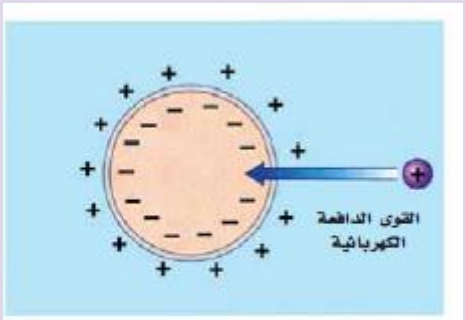
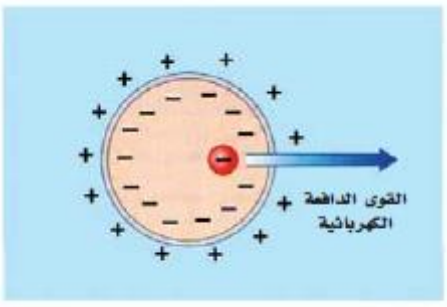
أن نظام التمييز الخلوي هو نظام يوفر الحماية للجسم،و أن نفس النظام الذي يحمي الإنسان من السرطان والبكتيريا والفيروسات يدمر أيضا الأنسجة والأعضاء المزروعة (كزراعة الكلى للمريض أو البنكرياس) حيث يعتبر الجسم خلايا الكلى أو البنكرياس المأخوذة من شخص آخر أجسامًا غريبة ويقوم بمهاجمتها ،بينما وجد العلماء أن خلايا الجنين لم يحدث بها تطور في بصمات الجليكوبروتين وهي غير متمايزة ويقبلها الجسم، فعند غرس خلايا البنكرياس المأخوذة من الأجنة في المريض لا يرفضها الجسم لإنتاج هرمون الأنسولين ومازالت الأبحاث جارية في هذا المجال.

٥-٢ تبادل المواد عبر أغشية الخلايا *Exchange of Materials Across Cell Membrane*

أشرح تبادل المواد عبر أغشية الخلايا .

تحتاج الخلايا بجسمك إلى تبادل المواد مع السوائل المحيطة بها والتي تتكون من الماء ومواد مختلفة يمكن أن تمر عبر الأغشية الحيوية ذات خاصية النفاذية الاختيارية. فعملية تبادل المواد بين الخلايا والسوائل المحيطة بها تمم بعدة آليات وهي الانتشار والأسموزية والنقل النشط والإدخال والإخراج الخلوي.

ما العوامل التي تؤثر في اتجاه النقل؟

- القوى الدافعة الكيميائية	القوى الدافعة الكهربائية	القوى الدافعة الكهروكيميائية
ماهي القوى الدافعة الكيميائية ؟ عند تواجد مادة ما بتركيز مختلف على جانبي غشاء الخلية يتكون منحدر التركيز، يعتبر مصطلح منحدر التركيز معنى آخر للفرق في التركيز ويعطى الرمز دلتا ، يستخدم مصطلح منحدر التركيز لأي اختلاف في التركيز بين موقعين، ويعرف بمعدل تغير التركيز مع المسافة، ولأن الجزيئات تنتقل مع منحدر التركيز تلقائياً، لذلك يمكن التفكير أن منحدر التركيز كنوع من القوى التي تدفع الجزيئات في الاتجاه المعين لذا نستنتج أن منحدر التركيز هو القوة الدافعة الكيميائية.  أ- عندما يكون تركيز الجزيئات (نقط) داخل الخلية أكثر من خارجها.  ب- عندما يكون تركيز الجزيئات (نقط) خارج الخلية أكثر من داخلها.	تحتوي السوائل في الجسم على مواد مذابة متنوعة معظمها أيونات موجبة وسالبة، فالاختلاف في تركيز الأيونات على جانبي الغشاء يولد فرقاً في الجهد يعرف بفرق جهد الغشاء وعادة يكون داخل الخلية زيادة في الأيونات السالبة عن الأيونات الموجبة بالنسبة لخارج الغشاء فيطلق عليه جهد الغشاء السالب، وعندما يعبر أيون ما الغشاء يكون اتجاهه تحت تأثير جهد الغشاء.  (أ)  (ب)	عند انتقال الأيونات عبر الغشاء فإنه يقع تحت تأثير قوتين دافعتين تعملان مع بعضهما وهي القوة الكيميائية التي تنتقل فيها الأيونات من التركيز الأعلى إلى التركيز المنخفض والقوة الكهربائية التي تنتقل فيها الأيونات مدفوعة في اتجاه واحد أو إلى جهد الغشاء. فيكون اتجاه القوة الدافعة الكهروكيميائية للأيون هو محصلة اتجاه القوتين الدافعتين الكيميائية والكهربائية.

هناك نوعان من النقل، النقل السلبي والنقل النشط:

أولاً: النقل السلبي Passive Transport:

في هذا النوع من النقل يتم نقل الجزيئات عبر الغشاء مع منحدر التركيز، ولا يتطلب ذلك استخدام طاقة.

١- الانتشار البسيط	٢- الانتشار المسهل (الميسر)	٣- الأسموزية
ماهو الانتشاء البسيط؟ هو تحرك الجزيئات من منطقة ذات تركيز عال إلى منطقة ذات تركيز منخفض عبر غشاء الخلية حتى يحدث تساوي في تركيزها على جانبي الغشاء. وتعتبر حالة تبادل غازي الأكسجين وثاني أكسيد الكربون بين الوسط الداخلي والخارجي للخلية أثناء عملية التنفس أو التمثيل الضوئي إحدى حالات الانتشار تبعاً لمنحدر التركيز. يوضح الشكل (٤-٥). خاصية الانتشار. **بماذا يعتمد معدل الانتشار ؟** - اتجاه القوة الدافعة: تعمل القوة الدافعة على تحديد اتجاه المادة المنقولة عبر الغشاء بالإضافة إلى معدل نقلها. - مساحة سطح الغشاء: يزداد نقل الجزيئات عبر الغشاء كلما زادت مساحة سطح الغشاء مثل مساحة سطح الحويصلات الرئوية والخملات في الأمعاء.	**ماهو الانتشار المسهل (الميسر) ؟** هو انتقال المواد عبر الغشاء بعد ارتباطها بالنواقل البروتينية ولا تحتاج إلى طاقة. ويعزى الفرق في ارتباط المادة المذابة بالناقل في جهتي الغشاء إلى منحدر التركيز، وأهم مثال للانتشار المسهل هو انتقال الجلوكوز من الدم إلى خلايا الجسم.	**ماهيالأسموزية؟** هي انتقال الماء عبر غشاء الخلية مع منحدر تركيزه، أي من الوسط الأعلى تركيزاً للماء إلى الوسط الأقل تركيزاً للماء، **التركيز الأسموزي:** هو مجموع تركيز المواد في المحلول. **الضغط الأسموزي:** مصطلح آخر للتركيز الأسموزي، يمكن تعريف الضغط الأسموزي للمحلول على أنه قياس غير مباشر لتركيز مواد المحلول والوحدة المستخدمة فيه مليمتر زئبق. وبما أن للجزيئات المذابة في محلول ما ضغط، فيمكن قياسه بأجهزة الضغط كاستخدام المكبس هنا. تتبع الخطوات العملية التالية. لتعريف الضغط الأسموزي لمحلول ما.

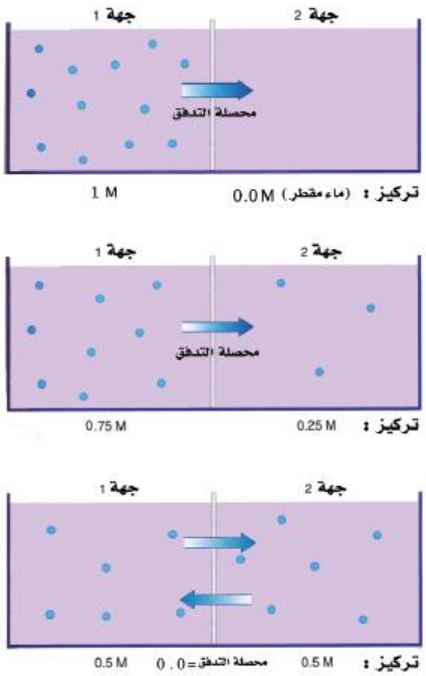
بما تعتمد نفاذية الغشاء ؟

أ) طبيعة المادة المنقولة وخواص الغشاء، فالمواد الكارهه للماء (غير قطبية) مثل المركبات الهيدروكربونية، ثاني أكسيد الكربون، والأكسجين، تستطيع الذوبان في الدهون المفسفرة بسهولة والمرور عبر الغشاء.

ب) حجم وشكل الجزيئات المنتشرة: الجزيئات الكبيرة وذات الأشكال غير المحددة تنفذ بصعوبة في الغشاء.

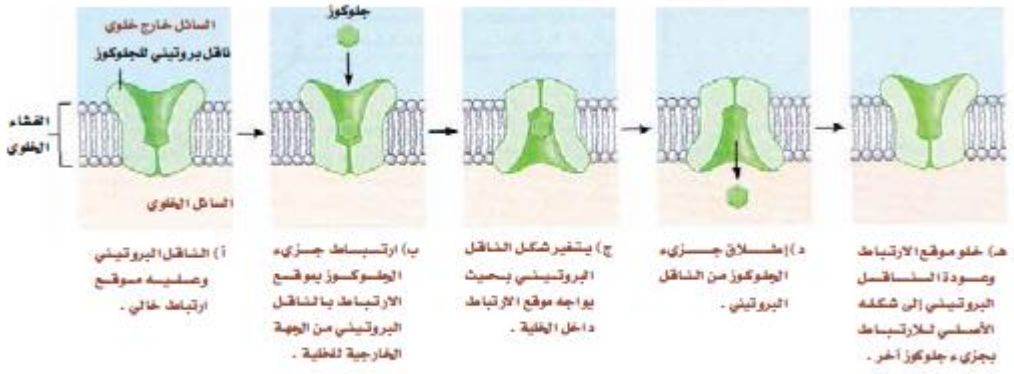
ج) درجة الحرارة: تنتقل الجزيئات بسرعة عند درجات الحرارة المرتفعة.

د) سمك الغشاء: كلما كان الغشاء رقيقاً زاد من سرعة النقل والتبادل، لهذا نجد الشعيرات الدموية وخلايا الحويصلات الرئوية لها أغشية رقيقة.



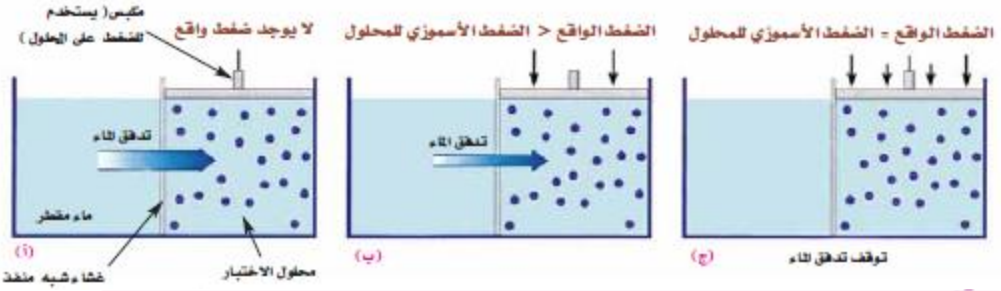
عندما يكون تركيز الجزيئات متساوي في الجهتين ، تتحرك الجزيئات في اتجاهين مختلفين عبر الغشاء بمعدل متساوي .

٢ - الانتشار المسهل (الميسر) Facilitated Diffusion :



الشكل (٥-٥): نقل الجلوكوز بالناقل البروتيني عبر غشاء الخلية .

٣ - الأسموزية Osmosis :



اختبر فهمك ٢

١ـ من خلال دراستك النقل بالانتشار :

أ) ما خصائص الجزيئات المنقولة التي تنفذ بالغشاء ؟

ب) ما خصائص الغشاء التي تؤثر في نفاذيته ؟

٢ـ لماذا تلجأ الخلية إلى الانتشار المسهل لنقل بعض المواد ؟

٣ـ ارسم العلاقة بين تأثير درجة الحرارة وسرعة النقل ؟

إجابة اختبر فهمك (٢)

١ـ

أ- خصائص الجزيئات المنقولة التي تنفذ بالغشاء كالآتي:

-مواد ذات طبيعة (غير قطبية أو غير متأينة) صغيرة الحجم مثل: المركبات الهيدروكربونية، ثاني أكسيد الكربون، والأكسجين.

-مواد ذات طبيعة (قطبية أو متأينة) مثل: الماء والجزيئات القطبية غير المشحونة معتدلة الحجم كالجلوكوز والسكريات .

-حجم وشكل الجزيئات المنتشرة: الجزيئات الكبيرة وذات الأشكال غير المحددة تنفذ بصعوبة في الغشاء.

-درجة الحرارة: تنتقل الجزيئات بسرعة عند درجات الحرارة المرتفعة.

ب- خصائص الغشاء التي تؤثر في نفاذيته كالآتي:

-في طبقة الذيول الكارهة للماء تنفذ المواد الكارهة للماء بسهولة عبر الطبقة ذات الطبيعة (غير القطبية أو غير المتأينة).

- أما في طبقة الرؤوس المحبة للماء فتنفذ المواد المحبة للماء ذات الطبيعة (القطبية أو المتأينة)، بالرغم من كون جزيئات الماء مستقطبة لا تذوب بذيول الدهن ثمر بكميات قليلة من بين الثغور الفجوية الموجودة في طبقة الدهون المفسفرة، وذلك بسبب صغر حجمها. تنتقل عادة جزيئات الماء في الغشاء عن طريق الانتشار المسهل.

- تنتقل الأيونات بالبروتينات الناقلة ، كما تنتقل الجزيئات القطبية غير المشحونة معتدلة الحجم مثل: الجلوكوز والسكريات بواسطة البروتينات الناقلة .

- الكوليسترول : يعمل الكوليسترول على تقليل مرونة الغشاء، بالإضافة إلى أنه يقلل من مرور الماء عبر طبقة الدهون المفسفرة.

- مساحة سطح الغشاء : يزداد نقل الجزيئات عبر الغشاء كلما زادت مساحة سطح الغشاء.

-سمك الغشاء: كلما كان الغشاء رقيقًا زاد من سرعة النقل والتبادل.

٢- يرجع إلى طبيعة الجزيئات.

الخلية والسوائل المحيطة بها :

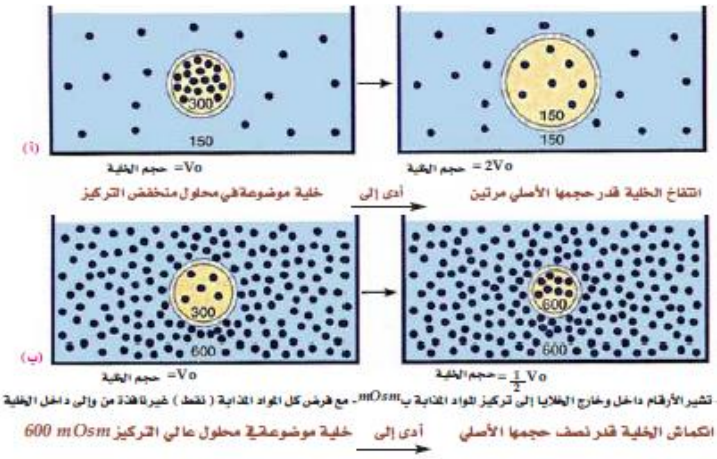
يفصل الخلية الحية عن الوسط الخارجي غشاء الخلية وبالتالي نجد أن هناك سوائل على جانبي الغشاء هما السائل داخل الخلية والسائل خارج الخلية، فقد تكون السوائل داخل وخارج الخلية متساوية التركيز وبالتالي نجد أن حركة جزيئات الماء متساوية من وإلى الخلية.

أما عندما تكون السوائل خارج الخلية عالية التركيز أي لها ضغط أسموزي أعلى من السائل الخلوي. فإن ذلك سيعمل على خروج جزيئات الماء من الخلايا إلى السائل خارج الخلايا مؤدياً إلى انكماشها.

أو عندما تكون السوائل خارج الخلية منخفضة التركيز أي يكون لها ضغط أسموزي أقل عن الضغط الأسموزي داخل الخلية. فإن جزيئات الماء تدخل داخل الخلية مؤدية إلى انتفاخ الخلايا النباتية أو انفجار الخلايا الحيوانية.

معلومات تهمك

- توجد السوائل الخلوية والخارج خلوية المتساوية التركيز في الإنسان والكائنات الحية السليمة، فالسوائل الموجودة بالجسم مثل الدم مذاب فيها سكر وأملاح ومواد أخرى متساوية التركيز مع السوائل الخلوية .
- عندما تكون السوائل خارج الخلية عالية التركيز بالنسبة للخلية النباتية:تموت النبتة إلا إذا تمت معالجة الوضع بتخفيف مياه التربة على الفور .
- عندما تكون السوائل خارج الخلية منخفضة التركيز على سبيل المثال في بعض الحالات المرضية لمرضى الكلى: الماء الزائد يظل بالجسم ومن ثم يدخل الخلايا مؤديًا إلى انتفاخها وبالتالي يعمل خللاً في عمل الخلايا العصبية وآلام.أما بالنسبة للخلية النباتية: يدخل الماء إلى الخلية النباتية وتنتفخ إلا أنه يمارس جدار الخلية ضغطًا مساويا ومعاكسا للضغط الأسموزي يسمى ضغط الامتلاء، فلا تنفجر .



الشكل(٥-٨):تغيير في حجم الخلايا الموضوعة في محاليل منخفضة وعالية التركيز بالترتيب.

ثانيا : النقل النشط *Active Transport* :

ماهو النقل النشط ؟

هي عملية انتقال الجزيئات أو الأيونات ضد منحدر التركيز عبر غشاء الخلية ويتطلب ذلك استخدام طاقة على شكلATP

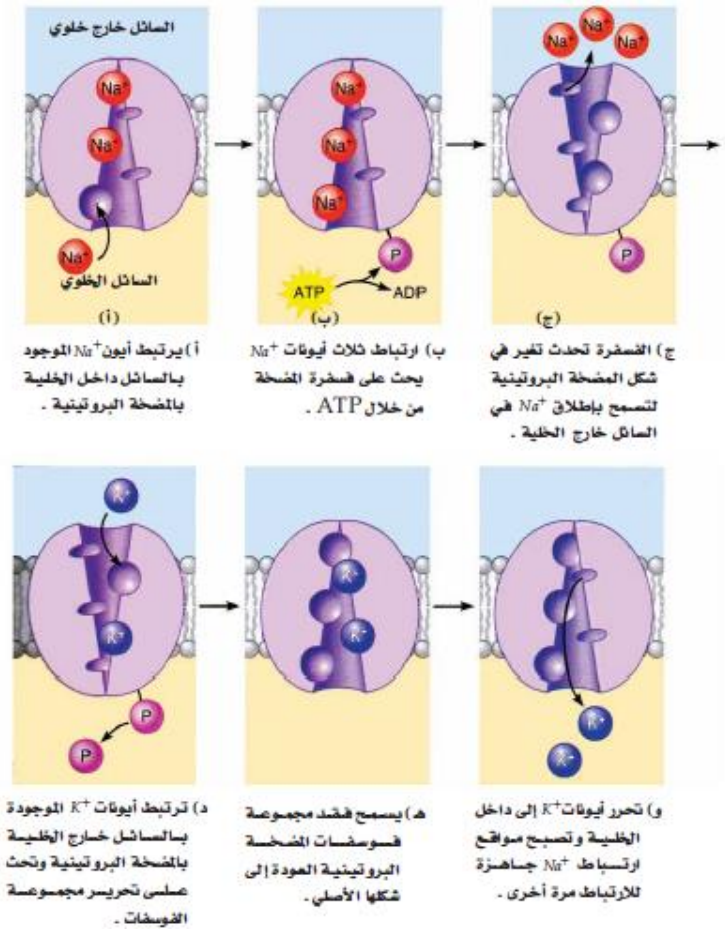
ما فائدة النقل النشط؟

النقل النشط يمكن الخلية من الحفاظ على التركيز الداخلي للجزيئات والذي يختلف عن تركيز جزيئات السائل الخارجي المحيط. .

ونستعرض فيما يلي مضخة الصوديوم والبوتاسيوم كمثال على النقل النشط لأنها موجودة في كل الخلايا.

أشرح مضخة الصوديوم والبوتاسيوم ؟

لاحظت من الشكل السابق بأنه يوجد على المضخة ثلاث مواقع ارتباط للصوديوم وموقعين ارتباط لأيون البوتاسيوم، وهذه العملية تحتاج إلى طاقة لنقل أيونات الصوديوم إلى خارج الخلية، وأيونات البوتاسيوم إلى داخل الخلية ضد منحدر الكهروكيميائي.



أ) يرتبط أيون Na^+ الموجود بالسائل داخل الخلية بالمضخة البروتينية .

ب) ارتباط ثلاث أيونات Na^+ يحث على فسفرة المضخة من خلال ATP .

ج) الفسفرة تحدث تغير في شكل المضخة البروتينية لتسمح بإطلاق Na^+ في السائل خارج الخلية .

د) ترتبط أيونات K^+ الموجودة بالسائل خارج الخلية بالمضخة البروتينية وتحث على تحرير مجموعة الفوسفات .

هـ) يسمح فقد مجموعة فوسفات المضخة البروتينية العودة إلى شكلها الأصلي.

و) تحرر أيونات K^+ إلى داخل الخلية وتصبح مواقع ارتباط Na^+ جاهزة للارتباط مرة أخرى .

نقل المواد بالفجوات الغشائية :

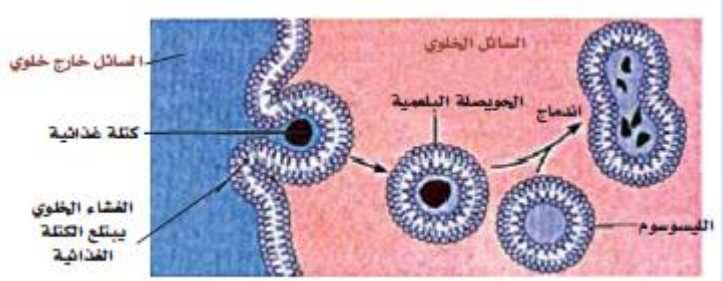
١ - الإدخال الخلوي Endocytosis :

يتم الإدخال الخلوي في الحيوانات بعدة طرق هي :

- البلعمة Phagocytosis :	- الشرب الخلوي Pinocytosis :

ماهي البلعمة؟

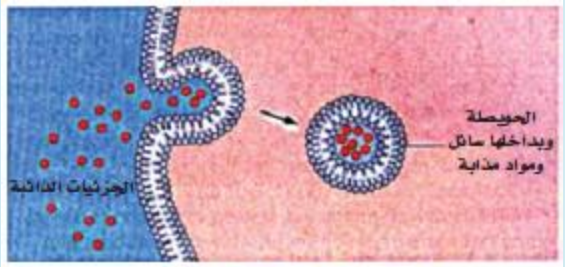
في عملية البلعمة تقوم الخلية بما يشبه الحركة الأميبية ويكون ذلك بمد نتوءين من الغشاء البلازمي حول كتلة غذائية صغيرة في السائل خارج الخلية، وعند اكتمال احاطة الغشاء بالكتلة الغذائية وبعض من السائل الخارجي فإن نتوءي الغشاء يلتصقان لتكوين حويصلة داخل السيتوبلازم، ثم يندمج غشاء الحويصلة مع غشاء الليسوسوم الذي يفرز انزيمات هاضمة تعمل على تكسير الكتل الغذائية لتستفيد منها الخلية.



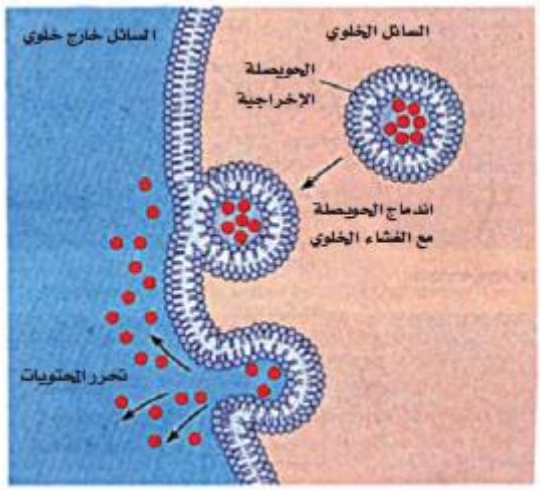
الشكل (٥-١١) : عملية البلعمة.

ماهو الشرب الخلوي؟

ينبعج غشاء الخلية للداخل لتكوين حويصلة داخل السيتوبلازم ثم تنفصل هذه الحويصلة عن الغشاء، تحتوي الحويصلة على جزء من السائل خارج الخلوي به مواد مذابة.



الشكل (٥-١٢) : عملية الشرب الخلوي.



٢- الإخراج الخلوي Exocytosis :

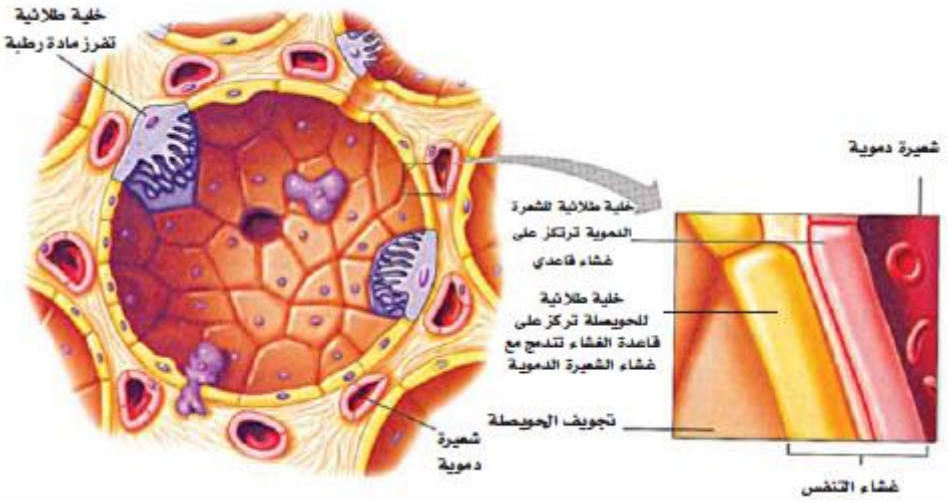
ماهو الإخراج الخلوي ؟

اندماج الحويصلة داخل الخلية مع الغشاء الخلوي ثم تحرر محتوياتها في السائل الخارجي للخلية.

ما وظائف الإخراج الخلوي؟

- إضافة مكونات للغشاء الخلوي مثل: بروتينات، الدهون المفسفرة، كربوهيدرات.
- لإفراز مواد معينة خارج الخلية في السائل النسيجي مثل: بعض خلايا الدم البيضاء التي تفرز أجسام مضادة لمقاومة الأمراض.

ملحوظة :- يجب على عمليتي الإدخال والإخراج الخلوي تكونان متزنتين وإذا لم يحصل التوازن سيتغير حجم غشاء الخلية، كما تحتاج عمليات الإدخال والإخراج الخلوي إلى استخدام طاقة.



اختبر فهمك ٣

– ماالطريقة لدخول الكتل الغذائية داخل الخلية ؟

– ما وظائف الإخراج الخلوي ؟

– أي المواد التالية ينتقل مع منحدر التركيز أو ضده من أو إلى الخلية (الجلوكوز – الماء – أيونات الصوديوم) .

إجابة اختبر فهمك (٣) :

– بالبلعمة (الكتل الغذائية التي تدخل الخلية بالبلعمة مثل: البروتينات وعديدات التسكر)

– ينتقل الجلوكوز مع منحدر التركيز بالانتشار الميسر إلى داخل الخلية .
ينتقل الماء مع منحدر التركيز بالانتشار الميسر إلى داخل الخلية .
تنتقل أيونات الصوديوم إلى خارج الخلية ضد منحدر التركيز .

لفهم آلية الانتشار في خلايا الكائن الحي سندرس انتشار غازات التنفس في الإنسان :

كم حويصلةفرئتين في الجهاز التنفسي للإنسان ؟

تحتويات على حوالي ٣٠٠ مليون حويصلة حيث تعطي مساحة كبيرة تقدر بأكثر من ٧٠ متر مربع أي قدر مساحة ملعب تنس تقريباً وتحيط الحويصلات شعيرات دموية كثيفة.

مما يتألف جدارا الحويصلة الهوائية في الرئتين والشعيرة الدموية ؟

من طبقة رقيقة من الخلايا لكل منهما فتشكل سطحاً يساعد في عملية انتشار الأكسجين وثاني أكسيد الكربون بين هواء الحويصلات والدم، ويتحدد اتجاه حركة الغازات من خلال منحدر الضغط بين الدم وهواء الحويصلات.

الضغط الجزئي للغازات *Partial pressure of gases*:

يماذا يعتمد ضغط الغازات ؟

يعتمد على درجة حرارتها وعدد جزيئات الغاز في حجم معين، كما أن الضغط المبذول من قبل غاز من بين عدد من الغازات المخلوطة يسمى بالضغط الجزئي لذلك الغاز.

فالضغط الكلي للهواء (أو خليط من الغازات) = مجموع الضغوط الجزئية للغازات.

$$P_{air} = P_{N2} + P_{O2} + P_{H2O}$$

بما يحتوي الهواء ؟

على غازين بنسب كبيرة هما الأكسجين بنسبة ٢١ % والنيتروجين بنسبة ٧٩% أما بقية الغازات تتواجد بكميات ضئيلة مثل ثاني اكسيد الكربون وكمية بخار الماء في الهواء التي تعتمد على الرطوبة.

كيفية حسب ضغط الغازات ؟

ولحساب الضغط الجزئي للغازات الموجودة بالهواء نضرب نسبة وجوده ضغط الهواء العادي.

وحيث إن ضغط الهواء عند مستوى سطح البحر يساوي ٧٦٠ مللي، وبفرض إن الرطوبة تساوي صفر فالضغط الجزئي للغازين الرئيسين في الهواء كالآتي:

$$P_{N_2} = 0.79 \ X \ 760 \ mmHg = 600 \ mmHg$$

$$P_{O_2} = 0.21 \ X \ 760 \ mmHg = 160 \ mmHg$$

في جسم الإنسان تؤثر الرطوبة على قيم الضغط الجزئي للغازات على سبيل المثال فالهواء الملامس للحويصلات يكون مشبع بالرطوبة وهذا يؤثر على الضغط الجزئي للأكسجين وثاني أكسيد الكربون .

		Oxygen	Carbon dioxide
هواء جوي	Atmospheric air	160 mm Hg	0.3 mm Hg
هواء حويصلي	Alveolar air	100 mm Hg	40 mm Hg
اوردة رئوية	Pulmonary veins	100 mm Hg	40 mm Hg
الشرايين	Systemic arteries	100 mm Hg	40 mm Hg
الخلايا	Cells	≤40 mm Hg	≥46 mm Hg
الأوردة	Systemic veins	40 mm Hg	46 mm Hg
شرايين رئوية	Pulmoary arteries	40 mm Hg	46 mm Hg

معلومات تحملك

يذوب ثاني أكسيد الكربون في الدم أكثر بحوالي 20 مرة عن الأكسجين، يرجع السبب في ذلك إلى اعتماد ذوبانية الغازات في السوائل على ثلاثة عوامل هي :

١- طبيعة المذاب والمذيب ، تتفاوت نسبة ذوبان الغازات في السوائل باختلاف نوع الغاز المذاب وقوى التجاذب التي تنشأ بين جزيئات المذاب والمذيب .

٢- درجة الحرارة ،إن جزيئات الغاز تمتلك طاقة حركية عالية ، وعند ذوبانها في السوائل تنطلق كمية من الحرارة تؤدي إلى خفض طاقة حركة جزيئات الغاز مما يساعد المذيب على الاحتفاظ بجزيئات الغاز . أما عند رفع درجة حرارة المحلول تكتسب جزيئات الغاز طاقة حركية كافية لخروجها من السائل.

٣- الضغط ، تتأثر ذوبانية الغازات في السوائل بضغط الغازات فوق السائل ، حيث تزداد ذوبانيتها بزيادة ضغطها الواقع فوق سطح السائل عند ثبوت درجة الحرارة والسبب في ذلك يرجع إلى زيادة تركيز جزيئات الغاز فوق سطح السائل وبالتالي زيادة ذوبان جزيئات الغاز فيه.

لذلك تركيز جزيئات الغاز الذائبة في سائل ما تعتمد على الآتي :

– الضغط الجزئي للغاز – ذائبية الغاز – درجة الحرارة .

تبادل الغازات في الرئتين *Gas exchange in the lungs*:

أشرح تبادل الغازات في الرئتين

-الدم الداخل إلى الشعيرات الدموية الرئوية هو دم غير مؤكسج ويكون فيهP_{O_2}يساوي ٤٠ mmHg وP_{CO_2}يساوي ٤٦ mmHg

-وعندما يصل هذا الدم إلى جدار الحويصلة ينتشر غازي الأكسجين وثاني أكسيد الكربون إلى الحويصلة أو إلى الدم حسب منحدر الضغط mmHg.٤٠ بالدم يساوي P_{O_2}mmHg١٠٠ وP_{O_2}بالحويصلة يساوي فينتشر الأكسجين من الحويصلة إلى الدم لأن

-بينما ينتشر ثاني أكسيد الكربون من الدم إلى P_{CO_2}الدم يساوي ٤٦ mmHg وP_{CO_2}بالحويصلة يساوي ٤٠ mmHg. الحويصلة لأن

تستمر الغازات بالانتشار إلى أن تصل إلى التوازن بين شعيرات الدم الرئوية وهواء الحويصلات كما أن معدل الانتشار سريع بسبب رقة جدار الحويصلة والشعيرة الدموية.

اختبر فهمك ٤

١- إذا علمت أن الضغط الجوي عند مستوى سطح البحر يساوي *760 mmHg* والضغط الجوي على قمة جبل أفرست هو *250 mmHg* و نسبة الأكسجين في الهواء في المكانين *21%* فما الضغط الجزئي للأكسجين على قمة جبل أفرست؟.

٢- قلة كفاءة الأكسجين للإنسان عند وصوله قمة جبل أفرست ؟ فسر ذلك .

إجابة اختبر فهمك (٤)

١- الضغط الجزئي للأكسجين على قمة جبل إفرست هي :

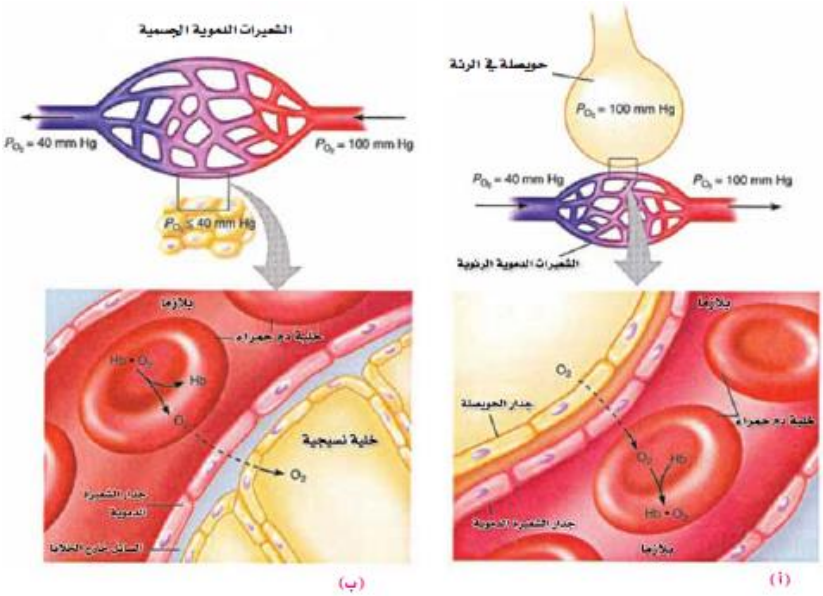
$Po_2 = 0.21 \times 250 = 25.5$ *mmHg*

٢- بسبب قلة الضغط الجزئي للأكسجين ، والذي يصعب انتشاره بسهولة في الحويصلات.

نقل الأكسجين في الدم Oxygen transport in the blood:

كيف نقل الأكسجين في الدم؟

تنتقل جزيئات الأكسجين من هواء الحويصلات إلى الشعيرات الدموية فترتبط بالهيموجلوبين مكونة الأكسي هيموجلوبين وعندما يصل الدم إلىPO2 الأنسجة تنفك جزيئات الأكسجين عن الهيموجلوبين وتنتشر بالخلايا إن ارتباط الأكسجين بالهيموجلوبين أو إنفكاكه يعتمد على السائل المحيط بالهيموجلوبين.



يمكن كتابة تفاعل الأكسجين مع الهيموجلوبين كالتالي:

$$Hb + O_2 \rightleftharpoons Hb.O_2$$

ويلاحظ من المعادلة إذا توفر الأكسجين بكثرة في الشعيرات الدموية الرئوية فإن التفاعل يتجه إلى اليمين، وإذا قل الأكسجين في شعيرات الدم المحيطة بالخلايا فإن التفاعل يتجه إلى اليسار من أجل إطلاق الأكسجين في الخلايا. ويستطيع جزيء الهيموجلوبين الارتباط بأربعة جزيئات أكسجين وعليه يمكن كتابة تفاعل الهيموجلوبين بالأكسجين كالآتي:

$$Hb \overset{O_2}{\rightleftharpoons} Hb.O_2 \overset{O_2}{\rightleftharpoons} Hb.(O_2)_2 \overset{O_2}{\rightleftharpoons} Hb.(O_2)_3 \overset{O_2}{\rightleftharpoons} Hb.(O_2)_4$$

بما يعتمد ارتباط الأكسجين ؟

بالهيموجلوبين على الضغط الجزئي للأكسجين في الدم، فعند انخفاض الضغط الجزئي يقل ارتباط الأكسجين بالهيموجلوبين. P_{O_2}

وكلما زادفإن ارتباط الأكسجين بالهيموجلوبين يزيد إلى أن يصل إلى التشبع ١٠٠%.

وهناك عوامل أخرى تؤثر على ارتباط الأكسجين بالهيموجلوبين مثل: درجة الحرارة والرقم الهيدروجيني.

معلومات تهمك

يعاني الأشخاص أو المصابين بالأنيميا من ضيق التنفس والشعور بالتعب بسبب نقص عدد جزيئات الهيموجلوبين المرتبطة بالأكسجين . لذلك لا يحصلون على الأكسجين بقدر كاف.

تبادل الغازات في الأنسجة *Gas exchange in tissue*:

كيف تتبادل الغازات في الأنسجة ؟

ينتقل الدم المؤكسج في الشعيرات الدموية الرئوية إلى الأذين الأيسر عبر الأوردة الرئوية ثم ينساب هذا الدم إلى البطين الأيسر الذي بدوره يضخه ليصل إلى الشعيرات الدموية الجسمية حول الخلايا فيتم هناك تبادل الغازات مع خلايا الأنسجة.

فالدم الذي يدخل الشعيرات الدموية الجسمية ذات Po_2 يساوي ١٠٠ ملي زئبقي , و Pco_2 يساوي ٤٠ كللي زئبقي

ماذا يحدث فى السائل المحيط بالخلايا والشعيرات الدموية ؟

وينخفض Po_2 في السائل المحيط بالخلايا والشعيرات الدموية وذلك بسبب استهلاك الخلايا للأكسجين بينما يرتفع Pco_2 بسبب إنتاج الخلايا له في عملية التنفس، فينتشر غازي الأكسجين وثاني أكسيد الكربون حسب منحدر الضغط.

تبادل ثاني أكسيد الكربون ونقله في الشعيرات الدموية الجسمية والأوردة

كيف يتم التبادلفى ثاني أكسيد الكربون ونقله في الشعيرات الدموية الجسمية والأوردة؟

رغم إن بعض غاز ثاني أكسيد الكربون يبقى ذائباً بالدم، والبعض يرتبط بالهيموجلوبين، إلا أن معظمه يتحول إلى بيكربونات وأيونات الهيدروجين بمساعدة إنزيم كربونيك انهيدريزفي خلية الدم الحمراء،

ماذا يحدث عند زيادة مستوى البيكربونات فى خلايا الدم الحمراء ؟

وكلما زاد مستوى أيونات البيكربونات في خلايا الدم الحمراء يتم نقله إلى البلازما للتبادل مع أيونات الكلور. ويوضح التفاعل الكيميائي التالي تكوين وتفكك البيكربونات في الدم

$$CO_2 + H_2O \underset{}{\overset{\text{كربونيك انهيدريز}}{\rightleftharpoons}} \underbrace{H_2CO_3}_{\text{حمض الكربونيك}} \rightleftharpoons \underbrace{H^+ + HCO_3^-}_{\text{بيكربونات}}$$

ترجع أهمية هذا التفاعل إلى دوره في التخلص من ثاني أكسيد الكربون الذائب بالدم والمحافظة على الرقم الهيدروجيني للدم.

اختبر فهمك ٥

١ـ ماهي الصيغ الجزيئية للمركبات التي يوجد فيها ثاني أكسيد الكربون بالدم ؟

٢ـ أكمل التفاعل الآتي :

$$CO_2 + H_2O \overset{\text{كربونيك انهيدريز}}{\rightleftharpoons} \rightleftharpoons$$

٣ـ ما العامل المؤثر على انتقال الأكسجين من الحويصلات الهوائية إلى الشعيرات الدموية الرئوية وانتقال CO_2 من الدم إلى الحويصلات ؟

إجابة اختبر فهمك (٥)

١- H_2CO_3 ، HCO_3^-

٢- المعادلة موجودة في الكتاب .

٣- الضغط الجزئي للغازين CO_2 ، O_2 .

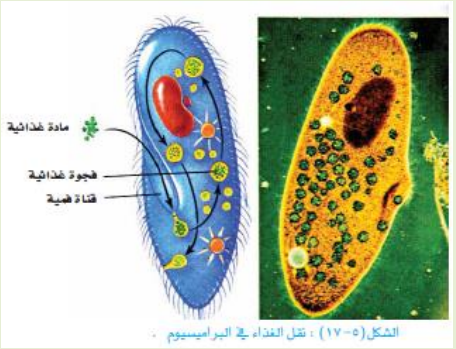
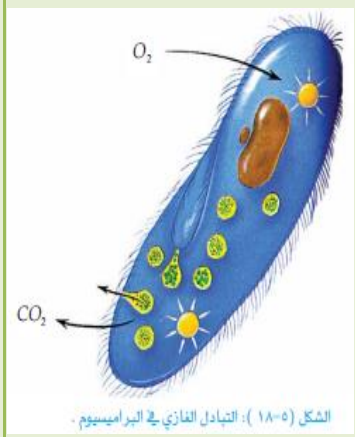
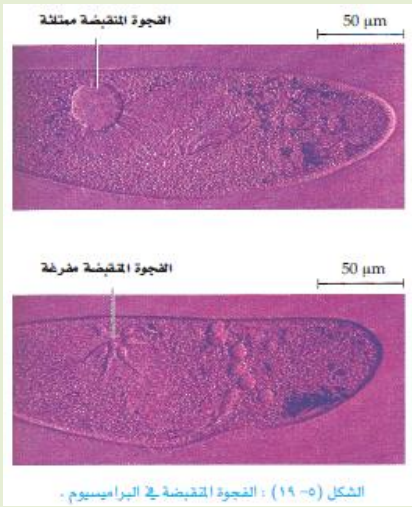
الفصل الخامس — النقل في الحيوان

٥-٣ تأثير بعض المواد البيئية على عمل أجهزة جسم الإنسان والكائنات الحية:

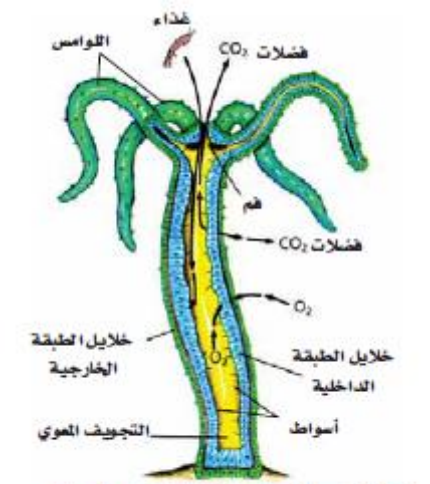
١- أول أكسيد الكربون (CO)	٢-مبيد مركبات الفوسفور العضوية	٣- مبيد مركبات الكلور العضوية
ماهو غاز اول أكسيد الكربون ؟ **هو غاز عديم اللون والرائحة سام للكائنات الحية، فعند دخوله دم الإنسان فإن ألفة الهيموجلوبين بأول أكسيد الكربون أكثر من ألفته بالأكسجين فيرتبط أول أكسيد الكربون بالهيموجلوبين. وبذلك تقل سعة الهيموجلوبين في نقل الأكسجين بالدم وبالتالي ينقص الأكسجين بالجسم.** **ماذا يحدث عن تعرض الجسم لغاز اول أكسيد الكربون ؟** **إذا تعرض الجسم لغاز أول أكسيد الكربون يؤدي إلى خلل مؤقت بالدماغ مثل فقد الذاكرة وتدمير الأعصاب واضطراب في الإدراك وتغير في الشخصية. وقد تحدث هذه الأعراض بعد فترة من التعرض للغاز وقد تستمر ولو تم إسعاف المصاب.** **أين يتعرض الانسان لغاز أول أكسيد الكربون ؟** **يتعرض الإنسان لغاز أول أكسيد الكربون أثناء العمل داخل ورش السيارات المقفلة، وفي المنازل عند إحراق الوقود للتدفئة أو عند استخدام جهاز التدفئة داخل غرف مقفلة لا يدخلها الهواء أيام الشتاء.** **يمكن استشعار وجود غاز أول أكسيد الكربون باستخدام جهاز يعمل على تنبيه الإنسان بوجود زيادة في مستوى أول أكسيد الكربون.**	**كيف تدخل مركبات الفورسفور العضوية جسم الانسان ؟** **- تدخل مركبات الفوسفور العضوية جسم الإنسان عن طريق تناولالخضراوات الطازجة التي رش عليها المبيدات الفسفورية** **- أو شرب المياه الملوثة بالمبيد** **- أو يدخل في أجسام العمال الغير مدربين في رش المبيد للمزارع،** **مما يؤثر على وظائف أجهزة الجسم المختلفة.**	؟DDTماهوالكلوردين مبيد أ) كلوردين: هو مبيد واسع المدى ومستخدم بدرجة واسعة على المحاصيل الزراعية وفي البيوت، كما يستخدم ضد النمل الأبيض. تم حظر استخدامه في بعض البلدان لأضراره الصحية، يمكن أن تدخل مادة الكلوردين جسم الإنسان عن طريق التغذي بالكائنات الحية المائية المحتوية على المبيد في أنسجتها الدهنية والتي تراكمت فيها من الماء الملوث. فتؤثر على وظائف أجهزة الجسم المختلفة بالإضافة إلى أنها مادة محدثة للسرطان. DDT ب) مبيد: للقضاء على البعوض DDTاستخدم مبيد والآفات الزراعية ومازال ينتج ويستخدم في بعض البلدان للقضاءعلى البعوض الناقلة لمرض الملاريا. تم حظر استخدامه في بعض البلدان لأضراره الصحية، ما هو أثر المبيدات على وظائف أجهزة الجسم المختلفة؟ - يعتبر مادة سامة جداً للطيور والأسماك. بدهون الكائنات الحية DDT- ترتبط مادة وتتركز بالجسم ويمكن أن تنتقل بالسلسلة الغذائية.

٥-٤ النقل في بعض مجموعات الحيوان Transport in some animal groups

أولاً النقل في الطلائعيات (البراميسيوم) Transport in Protists(Paramecium) :

أ) نقل الغذاء :	ب- التبادل الغازي	ج) الإخراج
أين يتواجد البراميسيوم ؟ **يتواجد البراميسيوم في برك وقنوات المياه العذبة الغنية بالنباتات المتحللة،** **تحيط بالخلية أهداب وبها قناة فمية تدخل إلى البكتيريا أو الأحياء الدقيقة فيحيطها جزء من غشاء الخلية مع قطرة من الماء مكونا فجوة غذائية في السيتوبلازم في عملية البلعمة،** **ماذا يحدث عند توفر الغذاء بكثرة ؟** **وعندما يتوفر الغذاء بكثرة تتكون عدة فجوات غذائية متتابعة ويتحرك السيتوبلازم بالفجوات الغذائية وفي أثناء ذلك تتحد الفجوات الغذائية مع الليسوسومات التي تفرز الإنزيمات الهاضمة على الغذاء، ويتم هضم المواد الغذائية، وتتحول إلى مواد بسيطة داخل الفجوة، فتنتقل جزيئات الغذاء المفيدة الناتجة إلى السيتوبلازم عن طريق الانتشار أما الفضلات الصلبة التي لم يتم هضمها فتخرج إلى الوسط الخارجي عن طريق انفتاح الفجوة الغذائية الهاضمة في عملية الإخراج الخلوي.**  الشكل (٥-١٧) : نقل الغذاء في البراميسيوم .	**ما فائدة الطلائعيات ؟** **تقوم الطلائعيات بالتبادل الغازي مع الوسط المحيط عبر غشائها الخلوي، ففي البراميسيوم ينتشر كل من غازي الأكسجين الذائب في الماء المحيط عبر غشائها الخلوي إلى السيتوبلازم، وثاني أكسيد الكربون الذي نتج من تفاعل التنفس الخلوي بالسيتوبلازم عبر الشغاء إلى الماء المحيط.**  الشكل (٥-١٨) : التبادل الغازي في البراميسيوم .	ماذا يحيط بجسم الطلائعيات ؟ يحيط بجسم الطلائعيات غشاء ذو النفاذية الاختيارية فالأملاح المعدنية وغاز ثاني أكسيد الكربون والأمونيا الناتجة من النشاطات الأيضية تترك الخلية بسرعة عن طريق الإنتشار عبر الغشاء الخلوي إلى السائل المحيط بها، ولكن مشكلة الطلائعيات تكمن في المحافظة على توازن الماء داخل جسمها فطلائعيات المياه العذبة كالبراميسيوم تحتوي على تركيز أعلى من المواد الذائبة داخل أجسامها من تركيز السائل المحيط بها، فيدخل إليها الماء عبر الغشاء الخلوي بكميات كبيرة بالأسموزية، ولهذا فهي تقوم بتجميع الماء الزائد بعملية النقل النشط ثم تخرجه إلى خارج الخلية.  الشكل (٥-١٩) : الفجوة المنقبضة في البراميسيوم .

ثانيًا : النقل في اللاسعات (الهيدرا) Transport in Cnidarians(Hydra)

أ) نقل الغذاء :	ب) التبادل الغازي	ج) الإخراج
ماهوالهيدرا؟ هو حيوان عديد الخلايا، يعيش في المياه العذبة. تركيب جسم الهيدرا بالإضافة إلى نقل الغذاء والغازات. **ماذا يحدث بعد دخول قطع الغذاء إلى التجويف المعوي عبر الفم؟** تفرز الخلايا الغدية في الطبقة الداخلية المبطنة للتجويف المعوي إنزيمات خارج الخلايا لهضم الغذاء، ويكون الهضم جزئي، ثم تدخل المادة الغذائية التي تم هضمها جزئيا إلى الخلايا الغذائية بالطبقة الداخلية عن طريق البلعمة، **لماذا يتم دخول الخلايا الغذائية عن طريق البلعمة ؟** حيث يستكمل هضمها بإنزيمات الليسوسوم داخل فراغات بالسيتوبلازم ومن ثم امتصاصها وتطرد البقايا غير المهضومة من التجويف المعوي إلى الخارج عن طريق فتحة الفم كما أن لهذه الخلايا الغذائية المحملة بالغذاء المهضوم القدرة على الانفصال عن أماكنها والانتقال إلى أماكن أخرى في الجدار لتوصيل الغذاء.	**كيف يتم التبادل الغازي فالهيدرا ؟** يتم التبادل الغازي في الهيدرا من خلال طبقتي جسم الحيوان التي تكون على اتصال بالماء المحيط فيسهل عليها التبادل الغازي بالانتشار حيث يتم تبادل الأكسجين المذاب وثاني أكسيد الكربون مع الوسط المحيط.  الشكل (٥-٢٠) : نقل الغذاء والغازات والفضلات في حيوان الهيدرا.	كيف يتم الإخراج فى حيوان الهيدرا ؟ يتخلص حيوان الهيدرا من الفضلات مثل ثاني أكسيد الكربون والأمونيا عن طريق الانتشار من خلايا طبقات الجسم إلى الوسط المحيط.

اختبر فهمك ٦

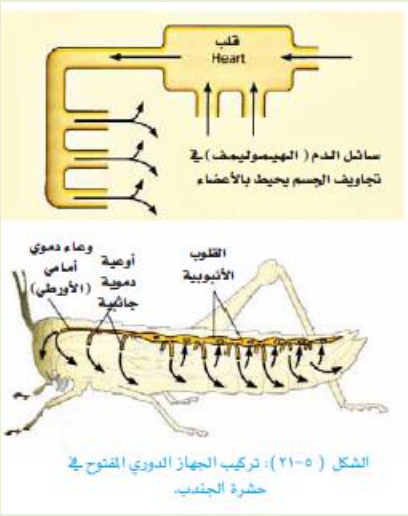
١) علل لا توجد أجهزة تبادل في البراميسيوم والهيدرا ؟
٢) سمِّ العملية التي يتم بها إدخال الغذاء إلى الخلايا الغذائية بالطبقة الداخلية بالهيدرا ؟
٣) كيف يتم التبادل الغازي في الهيدرا وفقًا لمنحدر التركيز ؟

إجابة اختبر فهمك (٦)

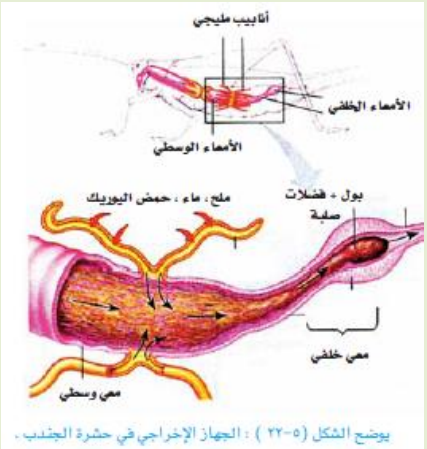
١-لأن خلية البراميسيوم تكون على اتصال بالماء المحيط فيسهل عليها تبادل المواد من الخلية وإليها.
- وطبقة جسم حيوان الهيدرا أيضًا على تماس بالماء المحيط بمن الداخل يدخل إليها الماء عبر فتحة الفم ، ومن الخارج على تماس بالماء فيتم تبادل المواد .
٢-البلعمة والإخراج الخلوي.
٣- ينتشر O_2 المذاب من الماء وإلى طبقتي جسم الهيدرا ، لأن كمية الأكسجين بالماء أكثر من داخل جسم الهيدرا،والعكس بالنسبة إلى ثاني أكسيد الكربون حيث تكون كمية CO_2 داخل الجسم أكبر فينتشر إلى الخارج حسب منحدر التركيز.

ثالثا : النقل في المفصليات (حشرة الجندب)

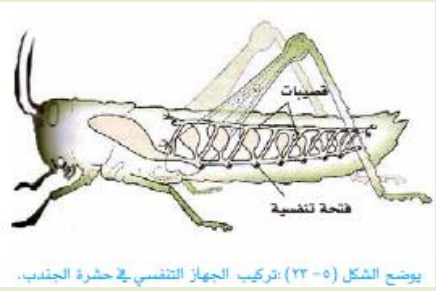
أ) الدورة الدموية	ب) الإخراج	ج) التبادل الغازي
مالفرق بين جهاز دوري مغلق كما في الإنسان وجهاز دوري مفتوح كما في المفصليات؟ الجهاز الدوري المفتوح عبارة عن أوعية دموية بسيطة مفتوحة، ينتقل فيه الدم جزئياً وببطء. لا ينقل الدم الغازات التنفسية في الحشرات بسبب عدم احتوائه على صبغة الهيموجلوبين كما يسمى بالهيموليمف. . وعند انقباض القلوب الأنبوبية الموجودة في وسط الحشرة يدفع الدم إلى المقدمة عبر الأورطي فيخرج الدم من الأورطي متجهاً إلى الرأس ثم يسيل عبر فجوات الجسم فيغمر أنسجة الجسم من المنطقة الأمامية إلى الخلفية، حيث يتم تبادل المواد الغذائية والفضلات بين الدم وأنسجة الجسم، ثم يعود الدم إلى القلوب عند استرخائها وفتح ما يشبه الصمامات بجدران القلوب.	**كيف يتكون الجهاز الإخراجي في حشرة الجندب؟** من أنابيب رفيعة تعرف بأنابيب ملبيجي حيث يتصل وسط الأنابيب بالقناة الهضمية، وتطفو الأطراف ذات النهايات المقفلة في سائل الدم (هيموليمف) الذي يملأ الجسم نتيجة وجود الجهاز الدوري المفتوح، وتقوم الأنابيب بتجميع الفضلات حمض اليوريك وبعض الأملاح والماء الزائد من سائل الدم الذي يغمر أنسجة الجسم وصبها في القناة الهضمية للحشرة، ومنها إلى خارج الجسم مع مفرزات الجهاز الهضمي كما يحدث إعادة امتصاص للماء والأملاح ومواد عضوية في المستقيم وإعادتها إلى سائل الدم.	ماهي القصيبات الهوائية ؟ الحشرات من الحيوانات النشيطة سريعة الحركة، لذا تحتاج إلى قدر كبير من الطاقة التي تحصل عليها من أكسدة الغذاء فجهازها التنفسي يعمل بكفاءة حيث يمدها بالأكسجين اللازم.. يدخل الهواء ويخرج من جسم الجندب من خلال عشرة أزواج من الفتحات التنفسية على جانبي الجسم. والتي تؤدي إلى قصبات هوائية متفرعة إلى قصبات والتي تتفرع إلى شعيرات هوائية، تمتلئ نهاياتها بسائل خاص، ويتم تبادل الغازات بشكل مباشر بين الهواء والخلايا عن طريق السائل بعملية الانتشار، وبذلك فإن تبادل الغازات في الحشرات يتم بين خلايا الجسم والهواء مباشرة ولا دخل لدم الحشرات في عملية التنفس.



الشكل (٥-٢١): تركيب الجهاز الدوري المفتوح في حشرة الجندب.



يوضح الشكل (٥-٢٢) : الجهاز الإخراجي في حشرة الجندب .



يوضح الشكل (٥ - ٢٣) :تركيب الجهاز التنفسي في حشرة الجندب.

اختبر فهمك ٧

١- علل لا ينقل سائل الدم في الحشرة الأكسجين ولا ثاني أكسيد الكربون ؟

٢- حدد اتجاه منحدر التركيز لغازي الأكسجين وثاني أكسيد الكربون بين الشعيرات وخلايا الجسم ؟

إجابة اختبر فهمك (٧)

١- لعدم وجود صبغة الهيموجلوبين فيه.

٢- ينتشر O_2 من الشعيرات الهوائية عبر السائل إلى خلايا الجسم. وينتشر CO_2 من خلايا الجسم عبر السائل إلى الشعيرات الهوائية فالقصيبات.

رابعا : النقل في الديدان الحلقية (دودة الأرض)

أ) الدورة الدموية

ما الذي ينقله الدورة الدموية لدودة الارض ؟

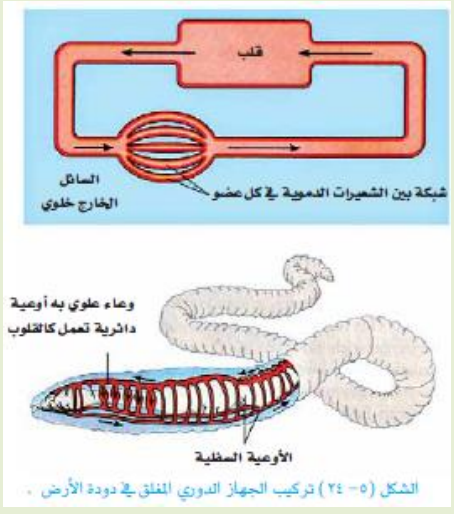
ينقل الدم في دودة الأرض المواد الغذائية المهضومة، والغازات، والفضلات في جهاز دوري مغلق، ويحتوي دمها على صبغة الهيموجلوبين الذي يعمل على نقل الأكسجين وثاني أكسيد الكربون.

كيف يتم تركيب جسم دودة الأرض ؟

يعتبر تركيب جسم دودة الأرض أكثر تعقيداً من تركيب جسم الهيدرا، لأنه معظم خلاياها بعيدة عن الوسط المحيط، فبالتالي جهازها الدوري المغلق يساعدها على تبادل المواد بين الوسط المحيط وخلايا جسمها.

ماذا يحدث عندما تنقبض القلوب ؟

عندما تنقبض القلوب يتم ضخ الدم من الوعاء العلوي إلى الوعاءين السفليين التي ينساب فيها الدم متجهاً إلى المنطقة الخلفية من الجسم، ثم يعود إلى الجهة العلوية الأمامية، وتتفرع الأوعية الدموية الكبرى إلى أوعية رفيعة التي تدخل أجزاء الجسم وتسمى بالشعيرات الدموية، حيث يتم تبادل المواد بين الشعيرات الدموية وأنسجة الجسم عبر السائل النسيجي، تنتشر المواد الغذائية المهضومة والغازات من الشعيرات الدموية إلى السائل النسيجي فالأنسجة ويحدث العكس للفضلات.



الشكل (٥-٢٤) تركيب الجهاز الدوري المغلق في دودة الأرض .

ب) الإخراج

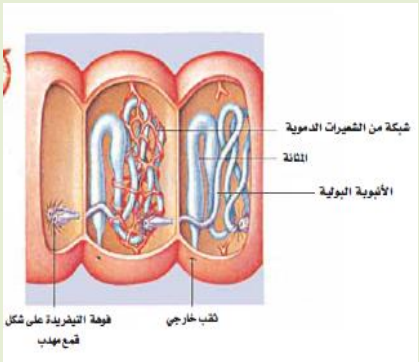
كيف يتم الإخراج في الديدان ؟

يتم التبادل الغازي في دودة الأرض عبر جلدها الرطب، حيث ينتشر الأكسجين عبر جلدها إلى الشعيرات الدموية فيرتبط هيموجلوبين الدم به وينقله إلى السائل النسيجي فالأنسجة، ثم ينقل الهيموجلوبين ثاني أكسيد الكربون من الأنسجة إلى الشعيرات الدموية تحت الجلد والذي ينتشر إلى الخارج.

ج) التبادل الغازي

كيف يتم التبادل الغازي ؟

يتكون الجهاز الإخراجي في دودة الأرض من أنابيب إخراجية تسمى النيفريدات ويوجد زوج من النيفريدات في الحلقة الواحدة ماعدا الحلقات الثلاث الأولى والحلقة الأخيرة، حيث تدخل سوائل الجسم في الحلقة في الطرف المفتوح للنفريدة على شكل قمع مهدب، وخلال مرور السائل داخل النفريدة يتم امتصاص بعض الأملاح والمواد الغذائية في الشعيرات الدموية المحيطة وكما تتخلص الشعيرات الدموية من المواد الإخراجية إلى النفريدة ويستمر مرور السائل وفيه الفضلات النيتروجينية (يوريا) والماء الزائد والأملاح المعدنية إلى خارج الجسم عبر ثقب الإخراج في الطرف الأخر وفي الحلقة المجاورة.

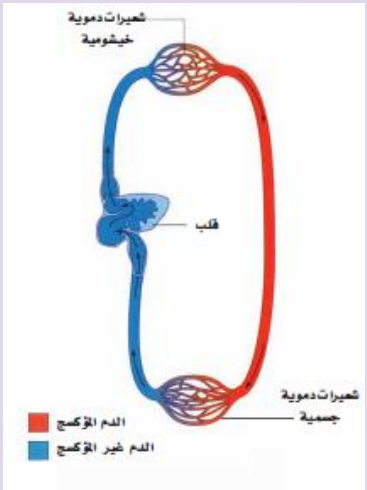
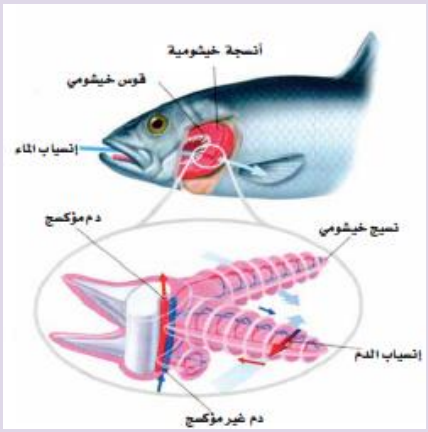


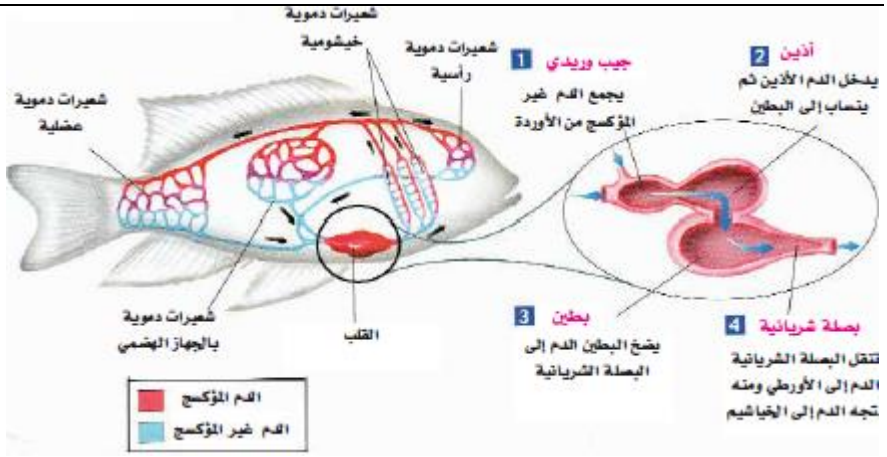
اختبر فهمك

١- كيف تتبادل دودة الأرض غازي الأكسجين وثاني أكسيد الكربون مع البيئة ؟

٢- ما أهمية صبغة الهيموجلوبين في دم دودة الأرض ؟

خامسا : النقل في الأسماك

أ) الدورة الدموية	ب) التبادل الغازي	ج) الإخراج
أشرح الجهاز الدوري في الأسماك ؟ **هو جهاز دوري مغلق، وله قلب يضخ الدم حول الجسم بدورة واحدة من القلب إلى الخياشيم، ومن الخياشيم إلى جميع أجزاء الجسم ثم يرجع للقلب مرة أخرى.** **ينقل الدم في الأسماك الأكسجين والمواد الغذائية إلى أنسجة الجسم بالإضافة إلى أنه ينقل الفضلات الناتجة من عمليات الأيض الغذائي وثاني أكسيد الكربون والأمونيا إلى الخياشيم والكليتان للإخراج.**  	**كيف يتم الإخراج فى الأسماك ؟** **عضو التبادل الغازي في الأسماك هي الخياشيم. والتي هي عبارة عن طبقات رقيقة من الأنسجة الغنية بالشعيرات الدموية، تعطي مساحة سطح كبيرة للتبادل الغازي، فعندما يمر الماء فوق الخياشيم فإن الأكسجين المذاب في الماء ينتقل إلى أنسجة الخياشيم والشعيرات الدموية، والذي ينتقل بدوره إلى جميع أنسجة الجسم، كما ينتشر ثاني أكسيد الكربون من الشعيرات الدموية بالخياشيم إلى خارجها في الماء.**  	كيف يتم التبادل الغازي فى الأسماك ؟ تتخلص الأسماك من الفضلات النيتروجينية (أمونيا) بالانتشار عبر الخياشيم إلى الماء المحيط، ويخرج بعض الأمونيا عن طريق الكلية. التي تساعدها على حفظ توازن الماء في أجسامها، فتواجه أسماك البحر مشكلة فقد الماء بالأسموزية، ولحلها تقوم الكلية بتركيز الأملاح وبذلك يدخل الماء إلى الجسم. أما أسماك الماء العذب، يدخل الماء بكثرة في الأسماك، فتقوم الكلية بالتخلص من البول المخفف بكثرة.



معلومات تحمك

بعض الأسماك تنتقل من الماء العذب إلى الماء المالح من خلال تكيف عمل الكلية .

اختبر فهمك ٩

١ـ لا تستطيع أسماك البحر العيش في ماء الفلج. علل ذلك

٢ـ تحتاج أسماك الزينة في حوض تربية السمك إلى تغيير الماء وضخ الهواء فيه . ما أهمية ذلك للسمك ؟

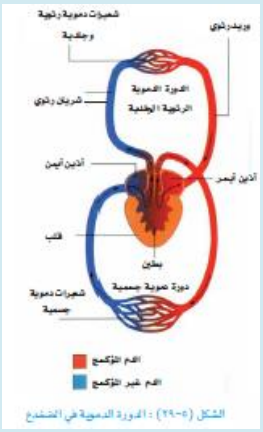
٣ـ قارن بين نوع المواد الإخراجية في كل من دودة الأرض ،والجندب ،والسمكة و الطيور؟

إجابة اختبر فهمك (٩):

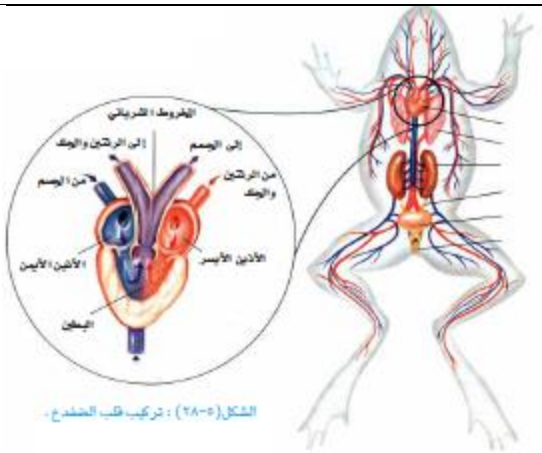
١–لأن تركيز سوائل جسم سمك البحر عال من المواد والأملاح فهي تتكيف في تركيز عال من الأملاح في ماء البحر.

٢–لأن الأكسجين الذائب يستهلك ،فعند تجديد الماء يحتوي على أكسجين ذائب تحتاج إليه الأسماك.

سادسًا : النقل في البرمائيات (الضفدع)

أ) الدورة الدموية	ب) التبادل الغازي	ج) الإخراج
كم دورة توجد فى الضفدع مع الشرح . **توجد دورتان دمويتان في الضفدع البالغ هما:** **الدورة الدموية الرئوية الجلدية والدورة الدموة الجسمية. ففي الدورة الدموية الرئوية الجلدية يضخ البطين الدم في شريان متفرع ليصل إلى الشعيرات الدموية بالرئة والجلد فيتم تبادل غازي الأكسجين وثاني أكسيد الكربون قبل رجوعه إلى الأذين الأيسر، ودورة دموية جسمية يضخ فيها البطين الدم المؤكسج القادم من الأذين الأيسر في شريان إلى جميع الأنسجة عبر الشعيرات الدموية ومن ثم يرجع الدم غير المؤكسج إلى الأذين الأيمن عبر الوريد.** **حدوث بعض الخلط للدم المؤكسج بالدم غير المؤكسج في بطين الضفدع، وتتغلب عليه الضدفع بوجود حاجز الذي يحول معظم الدم المؤكسج من الأذين الأيسر إلى شريان الدورة الدموية إلى الجسم، ويحول معظم الدم غير المؤكسج من الأذين الأيمن إلى شريان دورة الدم الرئوية الجلدية.**  الشكل (٥-٢٩) : الدورة الدموية في الضفدع	**كيف يتنفس الضفدع ؟** **بعضوين مختلفين في طورين من حياته،** **١- ففي المراحل الجنينية يتنفس أو ذنيبة بالخياشيم وعبر الجلد الرطب،** **٢- أما في الطور البالغ فإن الرئة تحل محل الخياشيم مع استمرارية التبادل الغازي عبر الجلد الرطب المحتوي على شعيرات دموية والغشاء المبطن لتجويف الفم. وفي بعض البرمائيات مثل السلمندرتبقى الخياشيم معها حتى الطور البالغ.**	كيف يتم الاخراج فى الضفدع ؟ للضفدع كليتان لترشيح الفضلات من الدم، الفضلات النيتروجينية التي تنتجها كلية الضفدع هي اليوريا التي تغادر الدم عن طريق الحالبين أو إلى المثانة ومنها إلى خارج الجسم.

الفصل الخامس — النقل في الحيوان



الشكل (٥-٢٨) : تركيب قلب الضفدع .

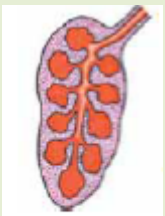
اختبر فهمك ١٠

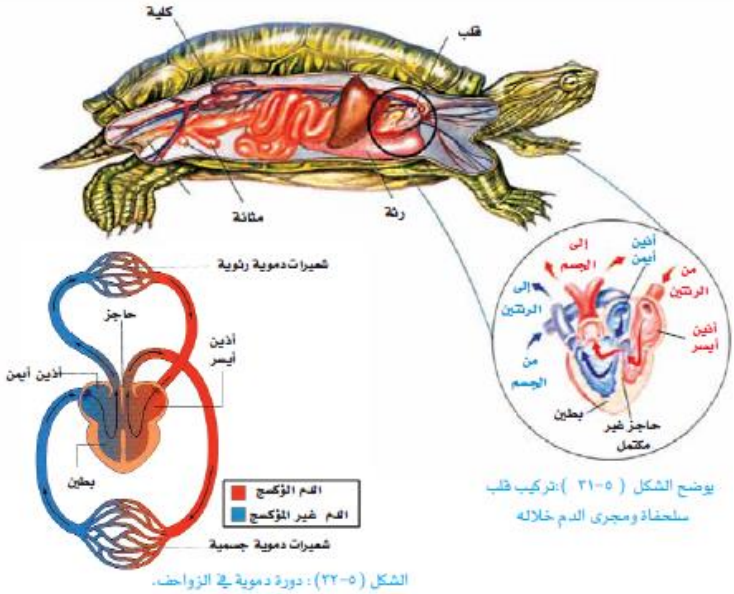
١ـ قارن آلية التبادل الغازي في كل من دودة الأرض ، والجندب ، والسمكة و الضفدع؟
٢ـ إذا وضعت ضفدعة في بيئة جافة ، فكيف تتنفس ؟ .
٣ـ برأيك لماذا يساعد الجلد على تبادل الغازات في الضفدعة إلى جانب الرئتين؟

إجابة اختبر فهمك (١٠)،

٢- بالرئتين.
٣- من أجل ضمان وصول كميات كافية من الأكسجين إلى الدم والأنسجة، لأن رئة الضفدعة لا تكفي وحدها لتوصيل الأكسجين إلى الدم بسبب بساطة تركيبها، بالإضافة إلى بساطة تركيب القلب أيضًا حيث يحدث بعض الخلط للدم المؤكسج بالدم غير المؤكسج.

سابقاً : النقل في الزواحف (السلحفاة)

أ) الدورة الدموية	ب) التبادل الغازي	ج) الإخراج
أشرح الدورة الدموية فى الزواحف . **للزواحف جهاز دوري مغلق، يحتوي القلب على أذينين وبطين واحد مع وجود حاجز جزئي الذي يساعد على فصل الدم المؤكسج عن الدم غير المؤكسج أثناء دورة الدم.** **يتحرك الدم في الزواحف في دورتان دمويتان، دورة دموية صغرى وفيها تنتقل الدم من القلب إلى الرئتين حيث يتم أكسجته ثم يعود ثانية إلى القلب، ودورة دموية كبرى ينتقل فيها الدم المؤكسج من القلب إلى جميع أجزاء الجسم بما فيهما الرئتين ثم يعود ثانية غير مؤكسج إلى القلب.** **يتم تبادل المواد بين الشعيرات الدموية وأنسجة الجسم، فالمواد الغذائية المهضومة والغازات تنتشر من الشعيرات الدموية إلى الأنسجة ويحدث العكس للفضلات.**	**من رئة للزواحف ؟** **للزواحف رئتين ماعدا الثعابين لها رئة واحدة، تحتوي الرئتين على تفرعات وعلى عدد من الأكياس الهوائية التي تعطي مساحة سطح كبيرة للتبادل الغازي.** **لمعظم الزواحف عضلات حول الضلوع حيث يؤدي إلى إخراج هواء الزفير بالإضافة إلى ذلك تستطيع معظم الزواحف التنفس عبر فتحات الأنف.**  مساحة السطح في رئة الزواحف كبيرة الشكل (٥-٣٣)	**كيف يتم الإخراج فى الزواحف ؟** للزواحف كليتان تنتجان البول الذي يتجمع في المثانة قبل خروجه من الجسم، وفي بعض الزواحف ينساب البول خلال أنابيب إلى خارج الجسم مباشرة. يحتوي بول الزواحف المائية مثل التماسيح على مادة الأمونيا السامة، فيلزمها أن تشرب الماء بكميات كبيرة لتخفف الأمونيا في البول ومن ثم تخرجه، بينما الزواحف التي تعيش على اليابسة تنتج حمض اليوريك الأقل سمية ويكون على شكل بلورات بيضاء غليظة وتحتاج كمية قليلة من الماء لإخراجه.



الشكل (٥-٣٢): دورة دموية في الزواحف.

يوضح الشكل (٥-٣١): تركيب قلب سلحفاة ومجرى الدم خلاله

ثامناً : النقل في الطيور Transport in Birds :

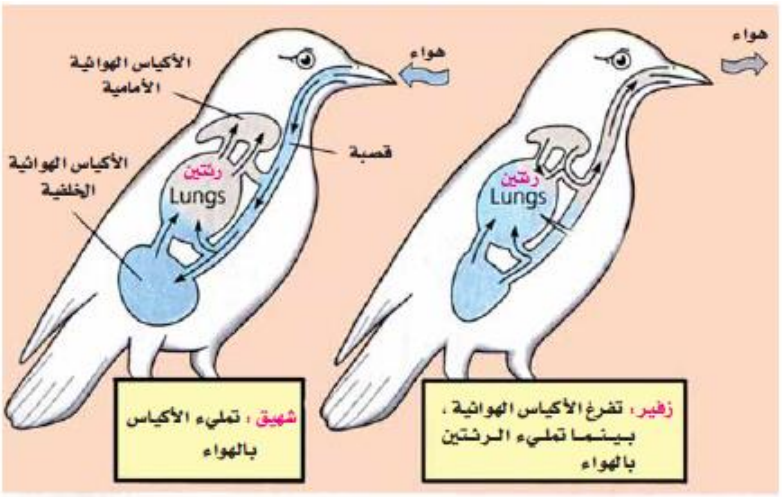
أ) الدورة الدموية	ب) التبادل الغازي	ج) الإخراج
إشرح الجهاز الدوري في الطيور. **للطيور جهاز دوري مغلق، ودورتان دمويتان دورة دموية صغرى وفيها تنقل الدم من القلب إلى الرئتين حيث يتم أكسجته ثم يعود ثانية إلى القلب، ودورة دموية كبرى ينتقل فيها الدم المؤكسج من القلب إلى جميع أجزاء الجسم بما فيهما الرئتين ثم يعود ثانية دماً غير مؤكسج إلى القلب.** **يتم تبادل المواد بين الشعيرات الدموية وأنسجة الجسم، فالمواد الغذائية المهضومة والغازات تنتشر من الشعيرات الدموية إلى الأنسجة ويحدث العكس للفضلات.**	**عندما يستنشق الطائر الهواء، يدخل معظمه إلى الكيس الخلفي الموجود في تجويف الجسم، ثم ينساب الهواء من الأكياس إلى الرئتين، وفي الرئتين يمر الهواء عبر سلسلة من الأنابيب الضيقة المبطنة بأنسجة متخصصة لتبادل الغازات، ومن ثم يخرج هواء الزفير من الرئتين إلى الكيس الأمامي للخارج إن إنسيابية الهواء في إتجاه واحد يعمل على وصول الهواء الؤكسج إلى الرئتين في كل الأوقات.**	كيف يتم الإخراج فى الطيور ؟ للطيور كليتان تقومان بإنتاج الفضلات النيتروجينية المتمثلة في حمض اليوريك على شكل بلورات بيضاء شبه غليظة نشاهدها تتساقط باستمرار من الطيور.

معلومات تهمك

يعتبر القلب الذي يتركب من أذينين وبطينين ذات أهمية للحيوانات ثابتة درجة الحرارة homeotherm مثل الطيور والثدييات حيث يعمل القلب والأوعية الدموية فيها على نقل كميات كبيرة من الأكسجين والمواد الغذائية إلى الخلايا لأكسدتها وإنتاج طاقة عالية تستخدمها في أنشطتها المختلفة.

ينبض قلب طائر الطنان 600 مرة في الدقيقة ،وطائر القرقف الأمريكي 1000 مرة في الدقيقة ، وينبض قلب أقل الطيور نشاطا 72 مرة في الدقيقة مثل قلب الإنسان. الشكل (٥-٣٧). طائر الطنان

الشكل (٥-٣٧) طائر الطنان



الشكل (٥- ٣٦): الجهاز التنفسي وعملية الشهيق والزفير في الطيور .

اختبر فهمك ١١

١ـ ما التركيب المميز في الجهاز التنفسي للطيور الذي يساعدها على تلبية حاجتها من الأكسجين بكميات كبيرة؟.

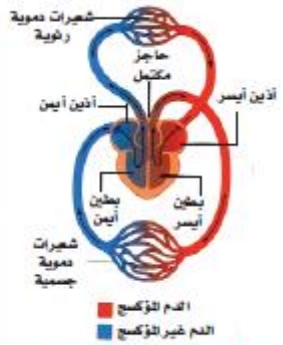
٢ـ قارن بين الجهاز الدوري المغلق والجهاز الدوري المفتوح ؟

إجابة اختبر فهمك (١١):

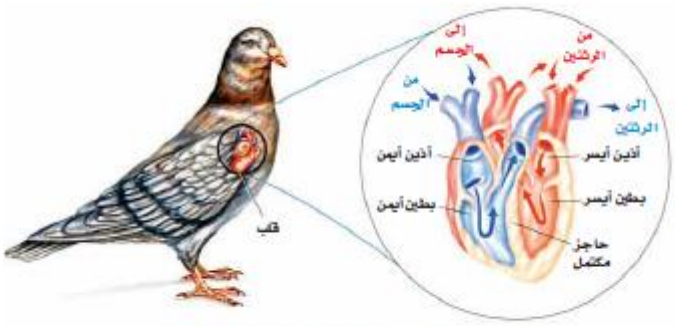
١- وجود أكياس هوائية متصلة بالرئتين بطريقة تضمن انسيابية أكسجين الهواء في اتجاه واحد إلى الرئتين.

٢-

- الجهاز الدوري المفتوح :عبارة عن أوعية دموية بسيطة مفتوحة ينتقل فيها الدم جزئيًا وبطء. ولا ينقل الدم الغازات التنفسية بسبب عدم احتوائه على صبغة الهيموجلوبين كما يسمى بالهيموليمف .
- الجهاز الدوري المغلق : ينقل الدم ضمن أوعية تشكل دائرة لا يمكن الدخول إليها أو الخروج منها إلا بالنفاذ أو الرشح خلال جدر تلك الأوعية. ولوجود الدم في أوعية ينشيء له ضغط دم يدور بفعالية .



الشكل (٥-٣٤) : الدورة الدموية في الطيور.



الشكل (٥-٣٥): تركيب قلب الطيور (الحمام) .