أهم اليات عمل الغشاء الخلوي :

1. تحصل الخلية على المواد التي تحتاجها في عملياتها الأيضية من البيئة المحيطة بها عبر الغشاء البلازمي .
2. تنتقل جزيئات المواد خلال الغشاء البلازمي اعتمادا على نوعها ، حجمها ، قدرتها على الذوبان في الدهون .
3. تنقل جزيئات المذاب الصغيرة من و إلى الخلية بواسطة البروتينات الناقلة في عمليات الانتشار البسيط ، الانتشار المسهل ، النقل النشط .
4. تدخل جزيئات المذاب الكبيرة الصلبة إلى الخلية بعملية الأكل الخلوي ، أما الجزيئات السائلة الكبيرة فتدخل بعملية الشرب الخلوي
5. تشتمل عملية البلعمة على العمليات (الأكل الخلوي ، الشرب الخلوي ، دخول المستقبل الوسيط) .
6. تخرج بقايا المواد المتكونة بعملية البلعمة من الخلية بالإخراج الخلوي .
7. يتم دخول وخروج الماء (المذيب) من وإلى الخلية حسب الخاصية الإسموزية)

طرق انتقال المواد من والى الخلية عبر الغشاء الخلوي

أن حاجة الخلية للمواد والأيونات تختلف حسب نوع الخلية واحتياجاتها لمدة معينة دون غيرها فعلى سبيل المثال ، تحتاج جميع الخلايا لدخول غاز الأوكسجين للقيام بعملية التنفس الخلوي ولكن الخلايا العضلية تحتاجه اكثر من غيرها ، وجميع الخلايا تحتاج الى أيونات الصوديوم والبوتاسيوم ولكن الخلايا العصبية تحتاجها اكثر من غيرها ، وجميع الخلايا تأخذ السكر الكلوكوز والفركتوز ولكن خلايا الأمعاء والكبد تحتاجها اكثر من غيرها ، وهكذا فأن حاجة الخلايا للمواد والأيونات تحكمه عوامل متعددة .

وإذا كان على الخلية أن تعيش وتكبر فيجب أن تحصل على المغذيات والمواد الأخرى من السوائل المحيطية ، ومعظم تلك المواد تمر عبر غشاء الخلية بواسطة / الانتشار الحر free diffusion والنقل الفاعل active transport .

- الانتشار الحر : Free Diffusion

تتحرك الكثير من المواد من خلال الاغشية باسلوب الانتشار الحر، كما تشير الدراسات حيث تتناسب نسبة هذا الانتشار طردياً مع نسبة ذوبان تلك المواد في اللبيد . يستثنى الماء من هذه القاعدة وذلك لان جزيئاته تنتشر بحرية خلال الغشاء بانتظام وسرعة حيث اقترح بان الاغشية تحتوي على ثقوب (8-10) انكستروم تبطن بجزيئات محبه للماء حيث تكون هذه الفتحات ذات سعة كافية لدخول جزيئات الماء في حين تلاقي جزيئات اخرى صعوبة للدخول من خلالها.

- النقل الفعَّال (الفاعل) : الحمل الفعلي للمواد عبر الغشاء بواسطة التركيب الفيزيائي للبروتين الذي يخترق الغشاء في كل الاتجاهات .

يمتاز الغشاء الخلوي بخاصية النفاذية الاختيارية{السماح لمواد دون أخرى بالنفاذ (المرور) من وإلى الخلية}.

يعتمد هذا المرور على :

أ- حجم المواد

ب- الطريق الذي تسلكه

ج- حاجتها للطاقة

هناك ثلاثة أنواع لطرق انتقال المواد من وإلى الخلية وهي :

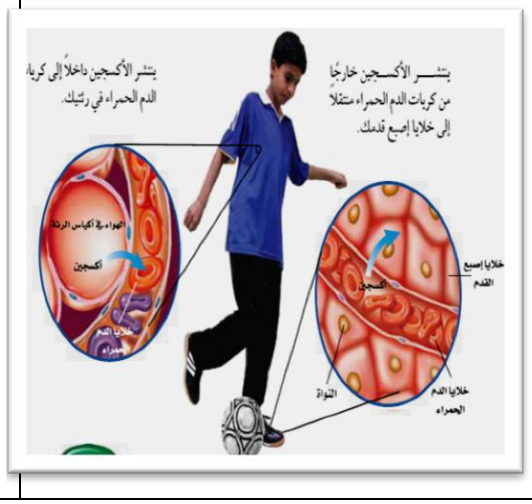
– النقل السلبي .ويشمل (الانتشار البسيط ، الخاصية الأسموزية ، الانتشار المسهل)

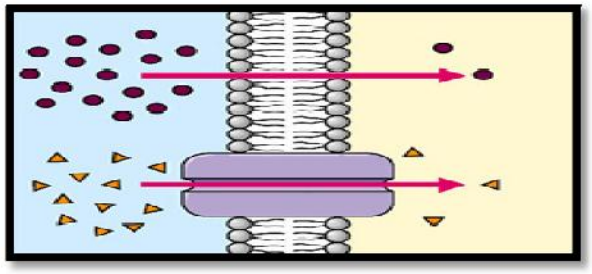
– النقل النشط .

– النقل الخلوي الكلي . (الإدخال الخلوي ، والإخراج الخلوي)

أولا: النقل السلبي : نقل المواد عبر الغشاء الخلوي دون الحاجة إلى طاقة.

أنواع النقل السلبي:

الانتشار البسيط	الخاصية الاسموزية	الانتشار المدعوم (مسهل)
عملية انتقال الجزيئات من منطقة التركيز العالي لمنطقة التركيز المنخفض عبر قنوات بروتينية ناقلة ، تمر من خلالها الجزيئات دون الارتباط معها ولا تحتاج الى طاقة	هي انتقال حزينات (المذيب) الماء عبر الغشاء الخلوي من وسط الجهد المائي المرتفع الى الجهد المائي المنخفض .	انتشار جزيئات المذاب بمساعدة بروتينات الغشاء الخلوي(البروتينات الناقلة) التي ترتبط معها ارتباطا مؤقتا فتغير شكلها ثم تعود الى شكلها الطبيعي بعد انفصال جزيئات المذاب عنها ودخولها الى الخلية ، وهذه الإليه لا تحتاج الى طاقة
كانتشار جزيئات الأكسجين 	• إذا كانت كمية الماء في محيط الخلية أقل من كميته داخلها فإن الماء ينتقل من داخله باتجاه الخارج والعكس صحيح. • تختلف الخلية الحيوانية عن الخلية النباتية في أنها تنفجر ان دخلها كميات كبيرة من الماء.	كانتشار جزيئات السكر



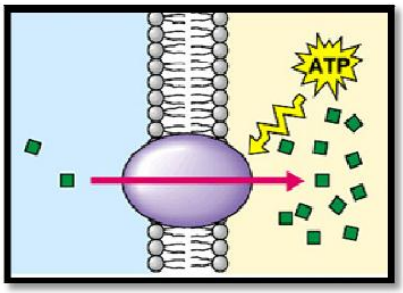
الإنتشار البسيط ←

الخاصية الأسموزية عبر الغشاء الشبة ←

ثانيا: النقل النشط Active Transport**: نقل المواد عبر الغشاء الخلوي مع استهلاك الطاقة.**

في هذا النوع يحتاج بالإضافة للبروتينات الناقلة استهلاك البروتينات للطاقة لنقل الجزيئات عبر الغشاء وبعد تحرر الجزيئات من البروتينات ترتبط بجزيئات أخرى.

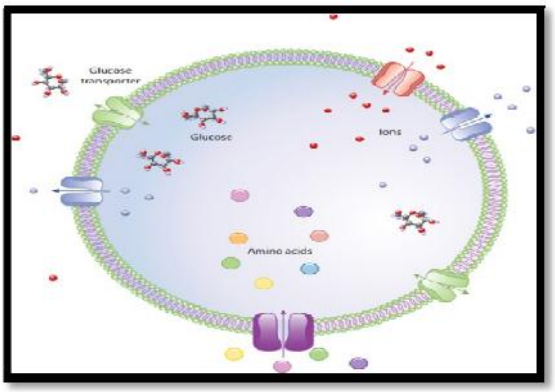
والنقل النشط (Active Transport) هو أحد الطرق التي تتحرك بها الجزيئات والمواد الأخرى داخل وخارج الخلايا والأغشية الخلوية الداخلية، حيث تتحرك هذه الجزيئات أو الأيونات عكس تدرّج التركيز من منطقة ذات تركيز منخفض إلى منطقة ذات تركيز عالٍ، فهذه العملية لا تحدث بشكل تلقائي في الخلايا، لذلك يلزم وجود طاقة (ATP) وإنزيمات حتى يتمكن المذاب من الانتقال عبر الغشاء، وعادةً ما يتم النقل النشط للجزيئات الصغيرة أو الأيونات عبر غشاء الخلية بواسطة بروتينات النقل الموجودة في الغشاء، والتي تحتوي على مناطق استقبال ترتبط بهذه الجزيئات، ثم تنقلها إلى الخلية.



النقل النشط

ثالثا: النقل الاختياري Selective transport

وجود المستقبلات receptors على السطح الخارجي للغشاء الخلوي حيث يسمح بالتعرف واختيار المواد الداخلة أو الخارجة من الخلية وهذا يفسر كيفية تأثير الأدوية، الهرمونات، البكتيريا والفيروسات فقط على الخلايا المستهدفة Target cell.



النقل الإختياري

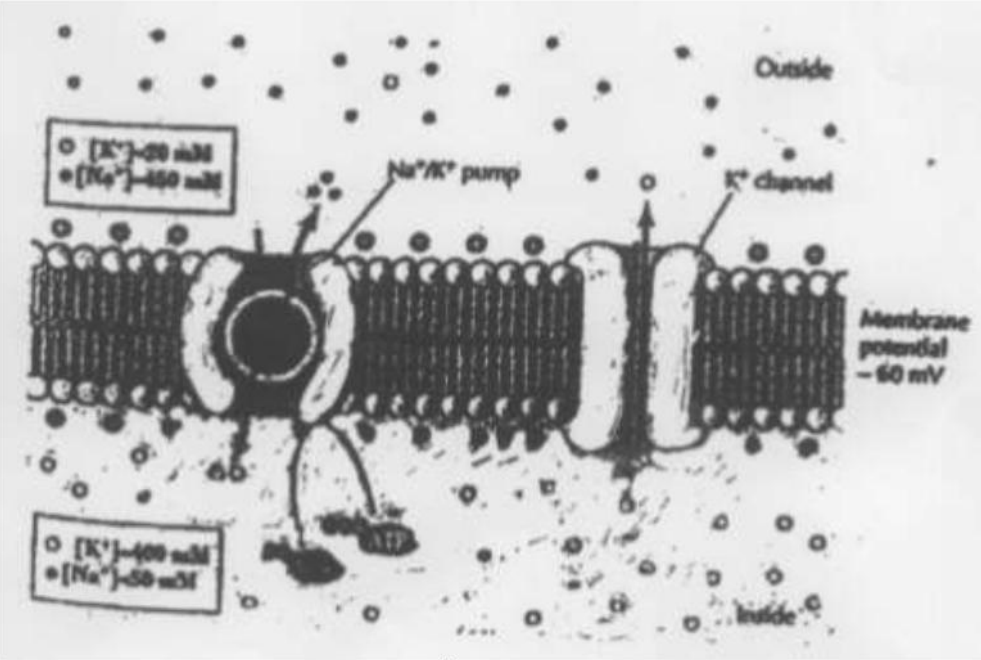
رابعا: الضخ الايوني Ion Pump

لحد الان. وهناك نوعان مميزان من ضخ ايون الصوديوم Na^+ خاصان بالخلايا الحيوانية.

1- فالنوع الاول يبين ان ضخ ايون الصوديوم الى الخارج مرتبط بقوة مع انتقال ايونات البوتاسيوم K^+ الى الداخل وهكذا فان ايون الصوديوم وايون البوتاسيوم تتبادل بطريقة اجبارية Complsory Way ويدعى هذا النوع من ضخ ايون

الصوديوم بالضخ المتبادل للصوديوم و البوتاسيوم او الضخ المتعادل المزدوج Sodium Pottasium Exchange Pump or the Coupled neutral Pump.

2- اما في النوع الثاني فأن دخول ايونات البوتاسيوم K^+ لايشترط خروج ايونات الصوديوم Na^+ في عملية ضخ الصوديوم المولدة للالكترونات والذي يسمى بضخ التولد الالكتروني Electrogenic Sodium Pump وذلك بسبب انحدار الجهد الكيميائي الكهربائي عندما لا يعوض خروج ايون الصوديوم بنسبة 1:1 من دخول ايون البوتاسيوم في اغلب الخلايا ويحصل نتيجة ذلك تجمع من K^+ الذي يعوض النقص في Na^+ (او H^+ في البكتريا) وهو واحد من الادلة العملية لضخ التولد الالكتروني اكثر من الضخ الطبيعي.



رسم تخطيطي يوضح مضخة الصوديوم بوتاسيوم

خامسا: النقل الخلوي الكلي :

1- الإدخال الخلوي :Endocytosis

يتم اخذ الاجسام الى داخل الخلية عن طريق الغشاء البلازمي بعدة طرق:

- الأكل الخلوي او الالتهام الخلوي (البلعمة) :Phagocytosis

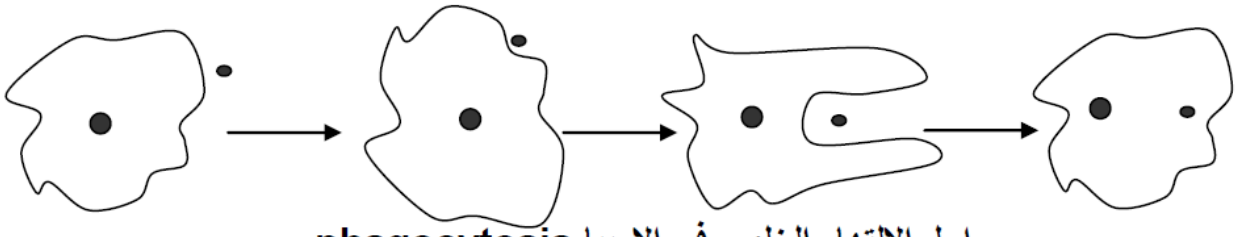
إدخال الجزيئات الكبيرة جدا بإحاطتها بالغشاء الخلوي.

لأن الغشاء الخلوي يمتاز بانحنائه للدخل عند ملامسة الجزيئات الضخمة(كالبروتينات والبكتيريا) له ليحيط بها وينغلق على نفسه مكونا الفجوة.

تستخدم العديد من الأحياء وحيدة الخلية الحرة ، هذه الطريقة في تغذيتها مثل الأميبا والخلايا الأكولة في جهاز المناعة .

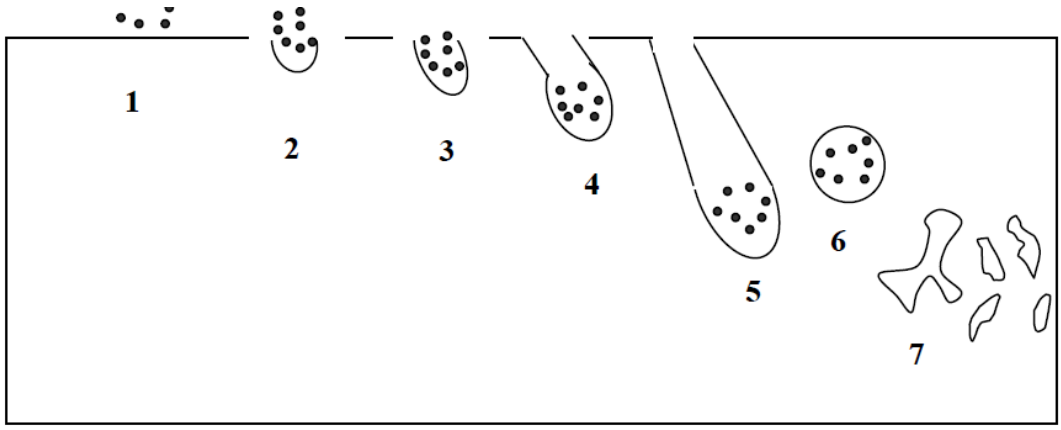
مثال توضيحي : الاميبا

يمثل الالتهام الخلوي هضم الاجسام الصلبة من الخلية بواسطة الفعالية الطبيعية لغشاء البلازما. هذه الظاهرة يمكن ملاحظتها في الاميبا حيث تعمل على مد اقدام كاذبة حول الدقائق المطلوب هضمها ثم تحتوي هذه الدقائق في داخل الخلية وتتكون فجوة كبيرة نسبياً تنطلق الى داخل الخلية وان عمل بعض خلايا الدم البيضاء يكون مشابهاً لعمل الاميبا والتي تساعد الجسم في الوقوف ضد المواد الغريبة حيث ان كريات الدم البيضاء Leucocytes لها القابلية لهضم البكتريا بواسطة الاكياس الملتهمة وكذلك فضلات الخلية واجسام كبيرة اخرى.



مراحل الالتهام الخلوي في الاميبا phagocytosis

- **الشرب الخلوي :Pinocytosis** يتم أدخال مادة سائلة (إدخال المحاليل) الى الخلية .



رسم تخطيطي يبين مراحل الشرب الخلوي Pinocytosis

2- **الإخراج الخلوي**:**Exocytosis** يتم بطريقة معاكسة للبلعمة حيث تندمج الفجوة بالغشاء لتنطلق مكوناتها للخارج. وبهذه الطريقة تفرز المعدة إفرازاتها المساعدة على الهضم.

انواع الاخراج الخلوي

1- افراز الكلي **Holocrine Secretion**

2- الافراز الجزئي **Eccrine Secretion**

3- الافراز القمي **Apocrine Secretion**

4- افراز الثنائي **Diacrine Secretion**

البلعمة هي قدرة الغشاء البلازمي على الانثناء إلى الداخل في المنطقة التي يلامس بها الأجسام الكبيرة ، بحيث تصبح هذه الأجسام داخل الانغماد الذي يتحول إلى فجوة ضمن السيتوسول[1].

أهمية البلعمة:

1- تغذية الكائنات وحيدة الخلية مثل الاميبا .

2- إدخال الجزيئات الكبيرة والمواد الصلبة الى داخل الخلية .

3- ابتلاع الأجسام الغريبة بوساطة خلايا الدم البيضاء .

[1] - السيتوسول هو جزء سائل من السيتوبلازم شبه السائل يملأ الفراغ بين المكونات الهيكلية الداخلية للخلية. والسيتوسول هو البيئة الداخلية للخلية.