

الغشاء الخلوي

The Cytoplasmic Membrane
cell membrane
or
plasma membrane

يحيط بالخلية غشاء حي يعمل كحاجز بينها وبين البيئة المحيطة بها لحماية مكونات الخلية، بحيث تسمح خواصه التركيبية بالتعامل مع المواد والجزيئات المحيطة به حسب احتياج الخلية، بما يسمح بمرور جزيئات معينة، بينما يكون عديم النفاذية بالنسبة للبعض الآخر. ويسرى هذا التحكم أيضاً في الاتجاه المضاد أي من الخلية إلى البيئة الخارجية.

1. الغشاء السيتوبلازمي Cytoplasmic membrane

- يلي الجدار الخلوي ويحيط بالسيتوبلازم وسمكه ضئيل جداً لا يزيد عن 20 نانومتر ويمثل حوالي 15% من الوزن الجاف للخلية وتركيبه أساساً من الفوسفوليبيدات والبروتين وهو غشاء مرن جداً.

- الغشاء السيتوبلازمي يظهر في التحضيرات الميكروسكوبية الالكترونية لبعض الميكروبات أنه ليس غشاء بسيطاً ولكنه يحتوي على إنحناءات عديدة داخلية في السيتوبلازم وهذه الانحناءات علاوة على زيادتها للسطح العام للغشاء فتتركز عليها إنزيمات التنفس وتحل محل الميتوكوندريا في الكائنات الأرقية حيث أن البكتيريا مثل باقي Procaryotes لا تحتوي على ميتوكوندريا كما يعتقد أن لهذه الانحناءات دور في انتقال الكروموسومات عند انقسام الخلية وعند تكون الجدر العرضية .

- ويظهر الغشاء في تحضيرات الميكروسكوب الالكترونية في شكل ثلاثي الطبقات عبارة عن طبقتين رقيقتين من البروتين بينهما طبقة شفافة من الفوسفوليبيدات .

وينتشر على سطح الغشاء البلازمي عدد كبير من
المستقبلات التخصصية التي تقوم بالتعرف على
المركبات الحيوية: مثل الهرمونات والتأثيرات العصبية
وتوصيل مفعولها إلى داخل الخلية.

يتتركب الغشاء الخلوي في البكتيريا من طبقتين من الدهون المفسفرة **Phospholipid bilayer** كما هو الحال في الاغشية الخلوية للكائنات حقيقية النواة

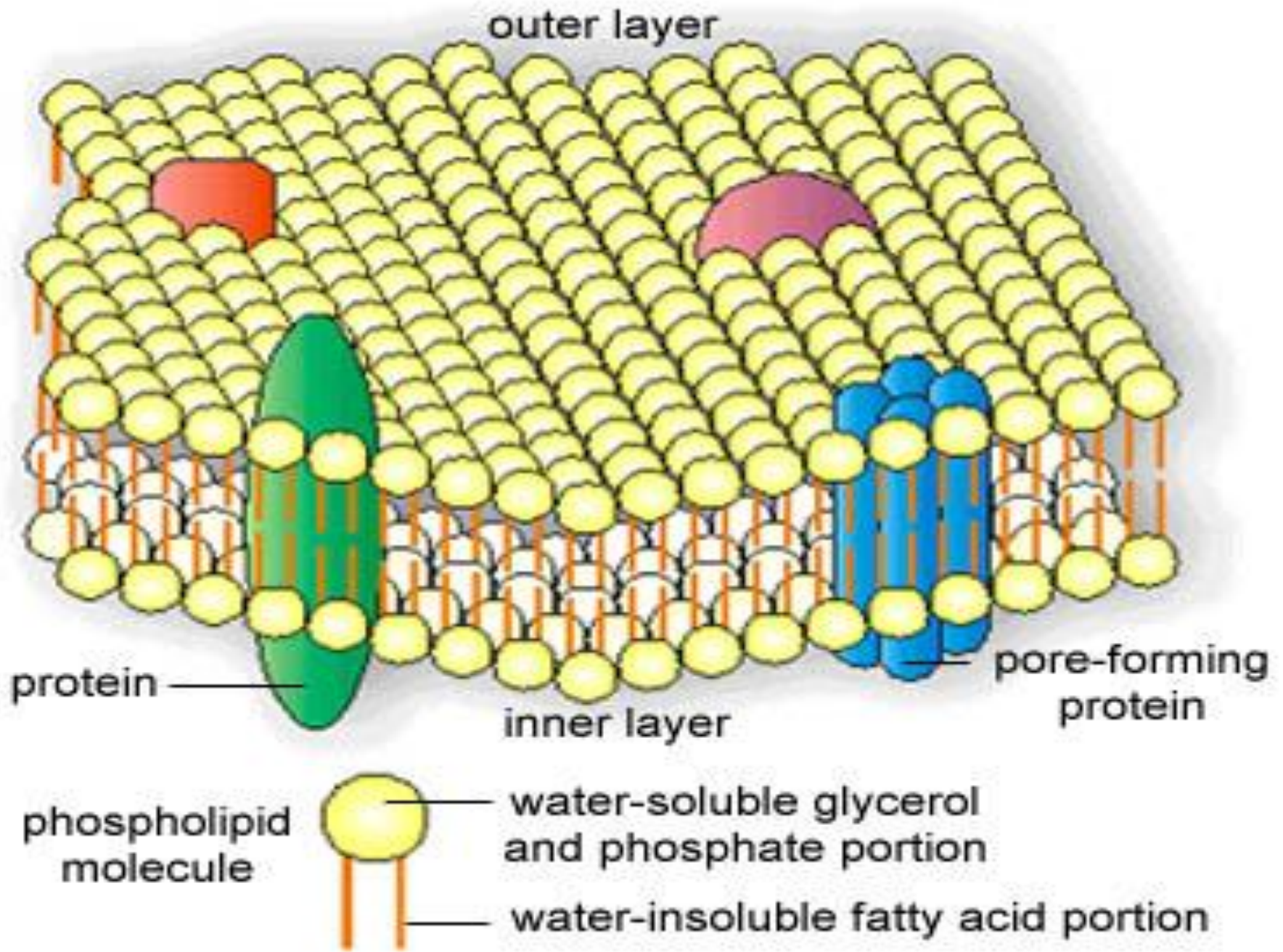
تتركب الدهون المفسفرة من شقين

- 1- رؤس من فوسفات الجليسرول **Glycerol-phosphate** وهذه الرؤس تكون الى الخارج و الى الداخل (الجزء المحب للماء)
- 2- ذيول من سلاسل طويلة من الاحماض الدهنية تقع بين طبقتي فوسفات الجليسرول (الجزء الكاره للماء)

لاحظ ايضا البروتينات الموجودة في الغشاء البلازمي و هي اما بروتينات متغلغلة

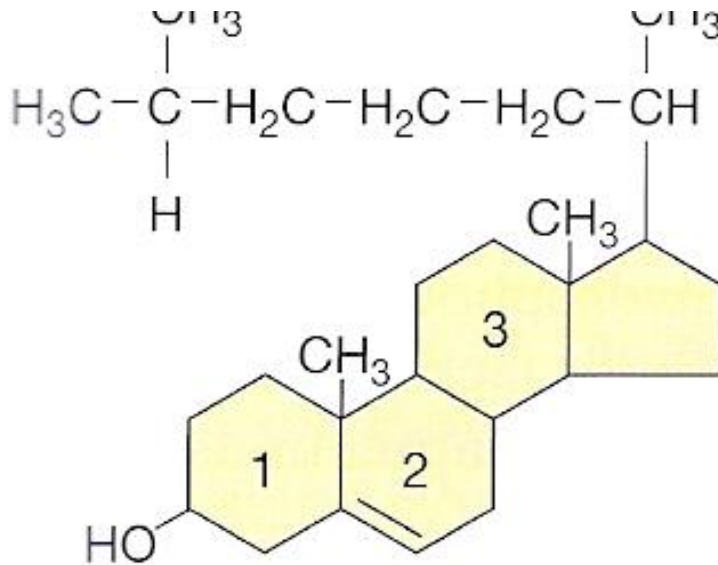
Integral proteins او بروتينات سطحية **Peripheral proteins**

على الرغم من تشابه التركيب العام للغشاء البلازمي بين البكتيريا و الكائنات حقيقية النواة الا ان الغشاء الخلوي البكتيري يخلو من الدهون العالية **Sterols** مثل الكوليسترول **Cholesterol** و توجد بدلا عنها **Hopanoid**



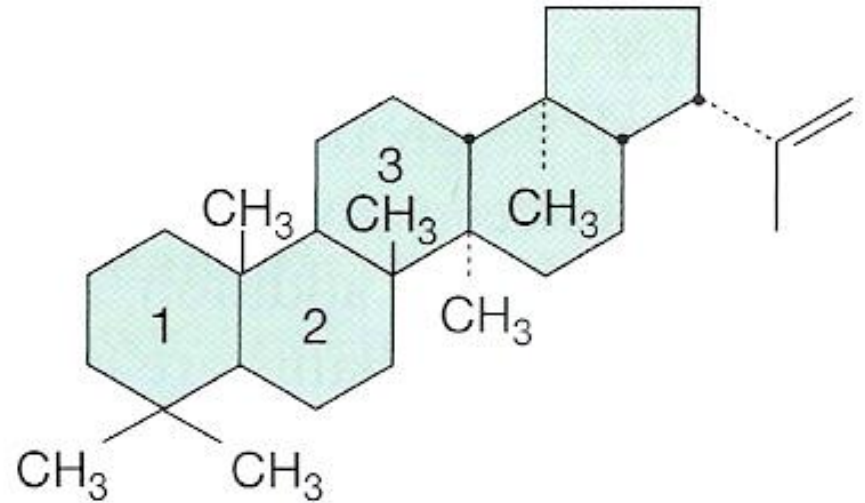
التركيب الكيميائي لدهون الغشاء البلازمي

الدهون الكوليسترول
الموجودة في أغشية حقيقية
النواة



(a)

الدهون Hopanoid -
الموجودة في أغشية البكتيريا



(b)

وتكون جزيئات البروتين على شكل وحدات متفرقة
ومستقلة وليست على شكل طبقة مستمرة ومتصلة، أي
أن هذا النموذج يصور البروتينات كجزيئات مطمورة أو
سابحة في السائل الدهني، بحيث تسمح خاصيتا الحركة
والتركيب الحبيبي لهذه الجزيئات بالقيام بالتفاعلات
اللازمة لإتمام نقل جزيئات معينة خلال الغشاء البلازمي.

بروتينات الغشاء الخلوي

□ بروتينات الغشاء الخلوي تنقسم لنوعين:

(1) بروتينات داخلية **Integral Protein**

(2) بروتينات خارجية (تركيبية أو طرفية) **Peripheral Proteins**

بروتينات الغشاء الخلوي

(1) بروتينات داخلية Integral Protein :

- تمثل 70% من مجموع بروتينات الغشاء الخلوي.
 - ترتبط بقوة بطبقة الدهون المزدوجة ، عن طريق أحماض امينية هيدروفوبية و غير قطبية.
 - إما توجد مطمورة داخل الغشاء الخلوي أو كجزئيات كبيرة تخترق كلا طبقتي الدهون المزدوجة وتبرز إلى الخارج وإلى الداخل أي من كلا سطحي الغشاء
- Transmembrane Protein.**

بروتينات الغشاء الخلوي

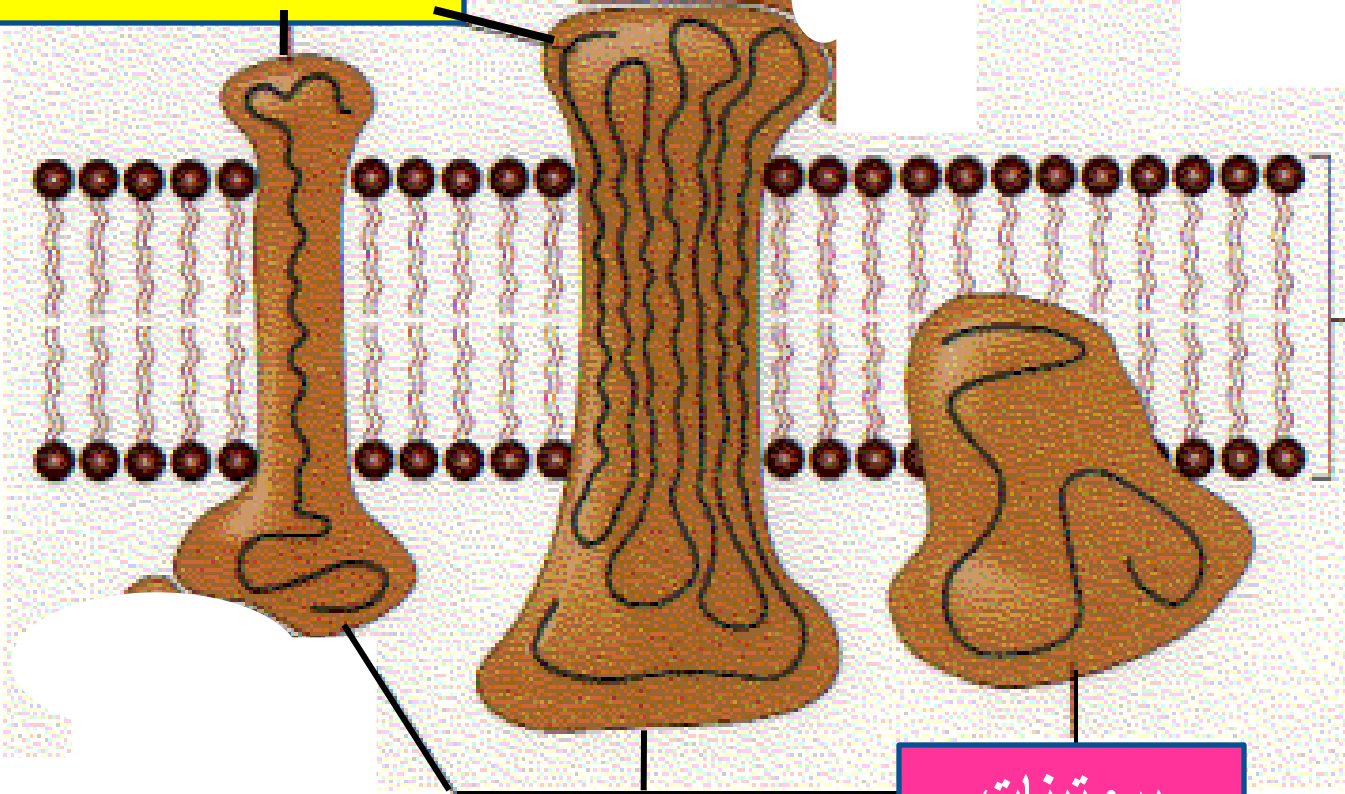
(1) بروتينات تكاملية (داخلية) Integral Protein :

- i. بعضها يعمل كقنوات لمرور المواد الذائبة في الماء.
- ii. بعضها يعمل كبروتينات حاملة أي تنقل الجزيئات الكبيرة التي لا يمكنها أن تعبر خلال القنوات البروتينية والانتقال إلى الداخل، عن طريق البروتينات الناقلة، أو عن طريق Pumps (مضخات)

أنواع بروتينات الغشاء الخلوي

(1) بروتينات داخلية

بروتينات تخترق كل من
سطحي الغشاء الخلوي



طبقة
الفوسفوليبيد
المزدوجة

بروتينات
غشائية داخلية

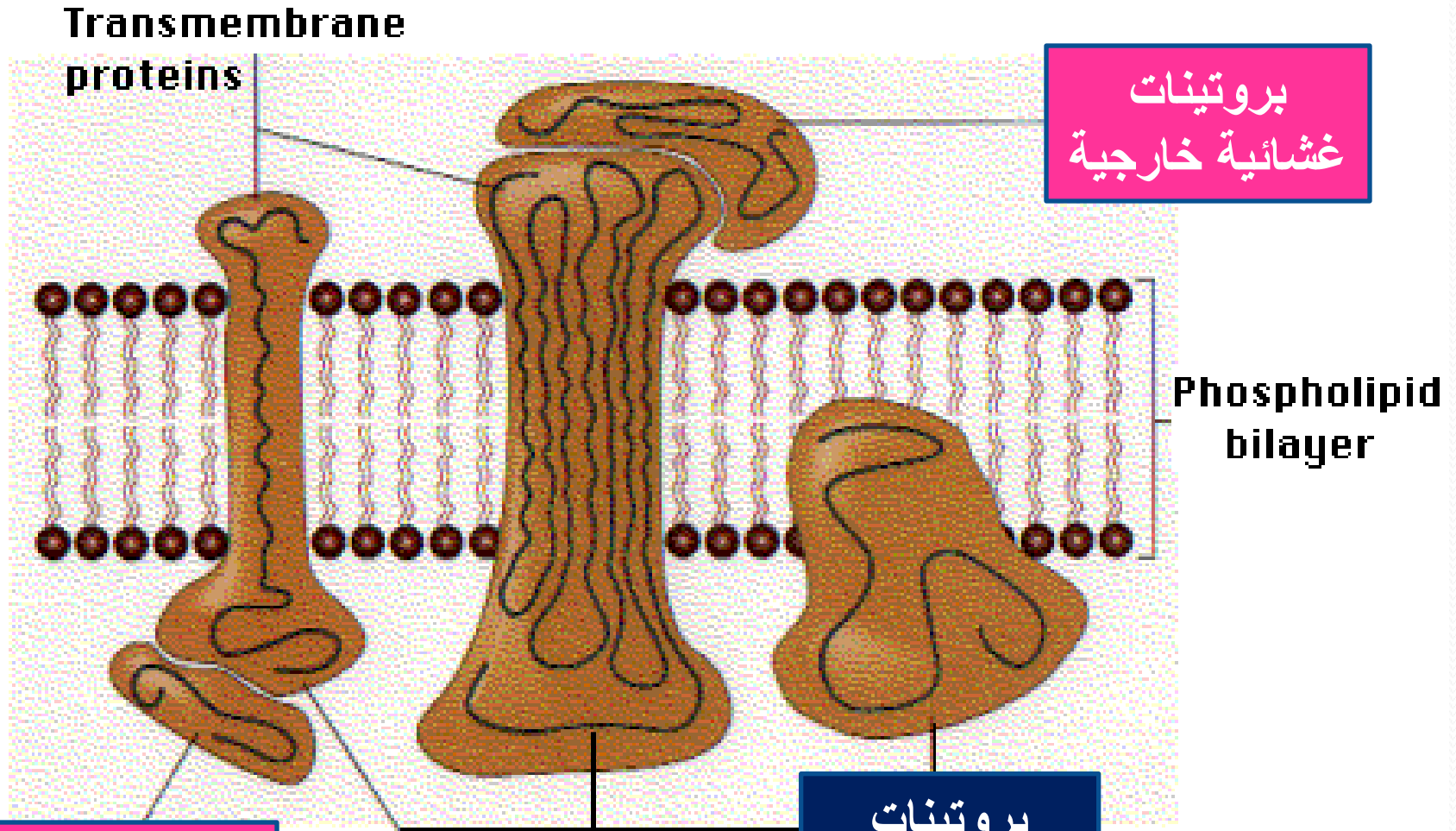
بروتينات الغشاء الخلوي

2- بروتينات خارجية (تركيبية أو طرفية) Peripheral Proteins

- ترتبط خفيفاً بسطح الغشاء عن طريق أحماضها الأمينية القطبية و الهيدروفيلية.
- لا تخترق طبقتي الدهون المفسفرة.
- في الغالب هي بالكامل متصلة بالسطح الداخلي للغشاء.
- توجد عادةً مرتبطة بالبروتينات الداخلية وتعمل عادة كإنزيمات.

أنواع بروتينات الغشاء الخلوي

(2) بروتينات خارجية



بروتينات
غشائية

بروتينات
غشائية داخلية

بروتينات الغشاء الخلوي

● بروتينات الغشاء الخلوي تؤدي معظم وظائف الغشاء البلازمي :

- 1- النقل.
- 2- ظاهرة "تعرف الخلايا على الخلايا", و ظاهرة "إلتصاق الخلايا بالخلايا"
- 3- مستقبلات الهرمونات.
- 4- الطرد والإبتلاع.
- 5- التوصيل (كما في توصيل النبضات العصبية).
- 6- الربط بين الخلايا **Intercellular Joining**

النق

نقل نشط

- 1) يحتاج لبروتين ناقل
- 2) يحتاج لطاقة

نقل مباشر

- 1) لا يحتاج لطاقة
- 2) يكون من التركيز الأعلى إلى التركيز الأقل

نقل ميسر

يحتاج لبروتينات ناقلة

بروتينات حاملة

قنوات بروتينية

تنفتح
و تنغلق

دائماً
مفتوحة

نقل بسيط

لا يحتاج لبروتينات
ناقلة تنقل المواد عبر
الغشاء

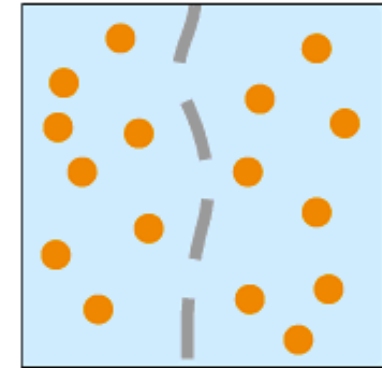
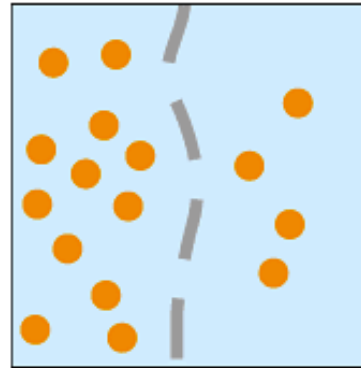
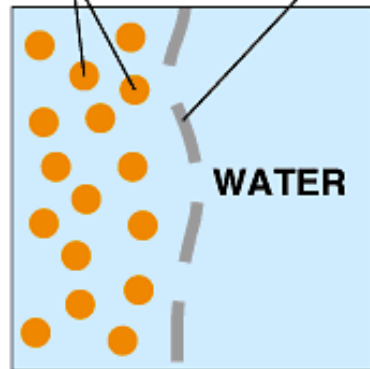
i. النقل البسيط **Simple Diffusion** : بواسطته تتحرك

الجزئيات من التركيز العالي إلى التركيز الأقل أي مع

Concentration gradient.

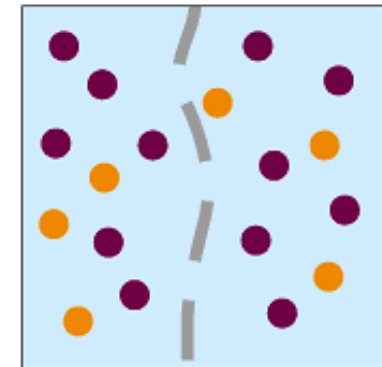
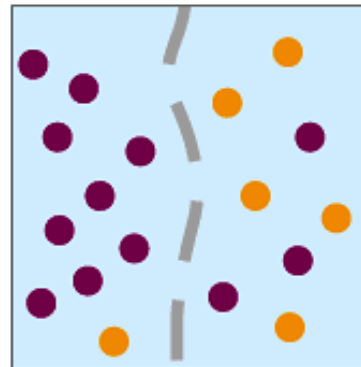
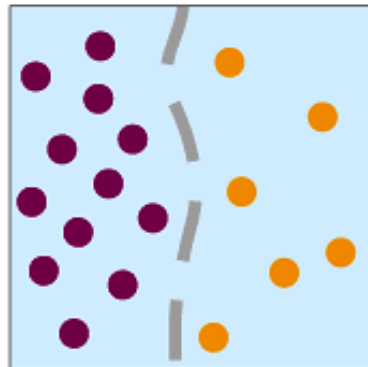
- الجزيئات الهيدروفوبية (الغير قطبية) مثل الهيدروكربونات و الجزيئات O_2 CO_2 تستطيع أن تذوب في طبقة الدهون المزدوجة للغشاء الخلوي ثم تعبره بسهولة دون مساعدة بروتينات الغشاء.
- لكن هذه المنطقة الهيدروفوبية (الجزء الداخلي من الغشاء) تمنع العبور المباشر للأيونات والجزيئات القطبية (التي هي هيدروفيلية) عبر الغشاء الخلوي

Molecules of dye Membrane (cross section)



Equilibrium

(a) Diffusion of one solute

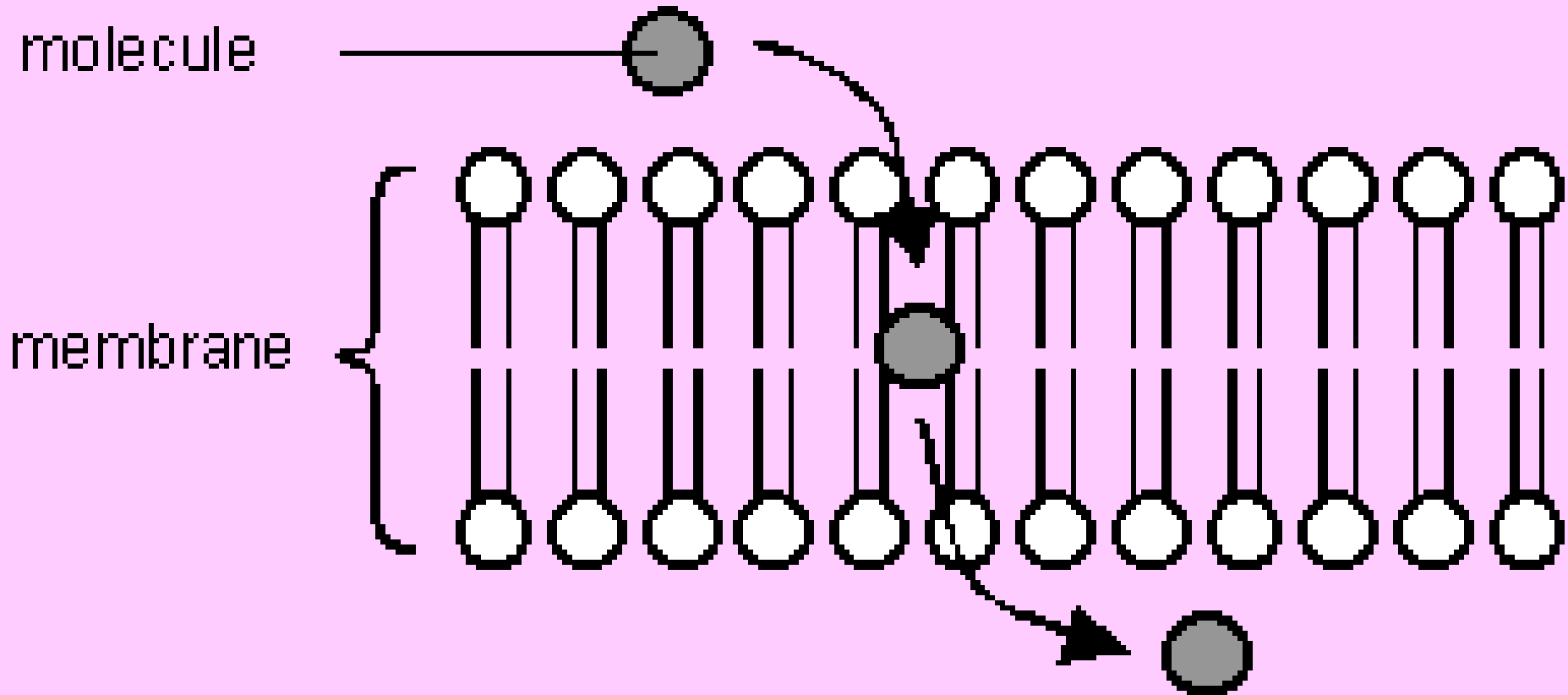


Equilibrium

(b) Diffusion of two solutes

الانتشار البسيط

• مواد قليلة فقط تستطيع أن تعبر مباشرة من خلال طبقة الدهون المزدوجة المكونة للغشاء الخلوي. هذه المواد هي جزيئات تذوب في الدهون مثل الستيرويدات و الهيدروكربونات, أو الجزيئات الصغيرة جدا مثل: H_2O و CO_2 و O_2 .



وظيفة الغشاء الخلوي

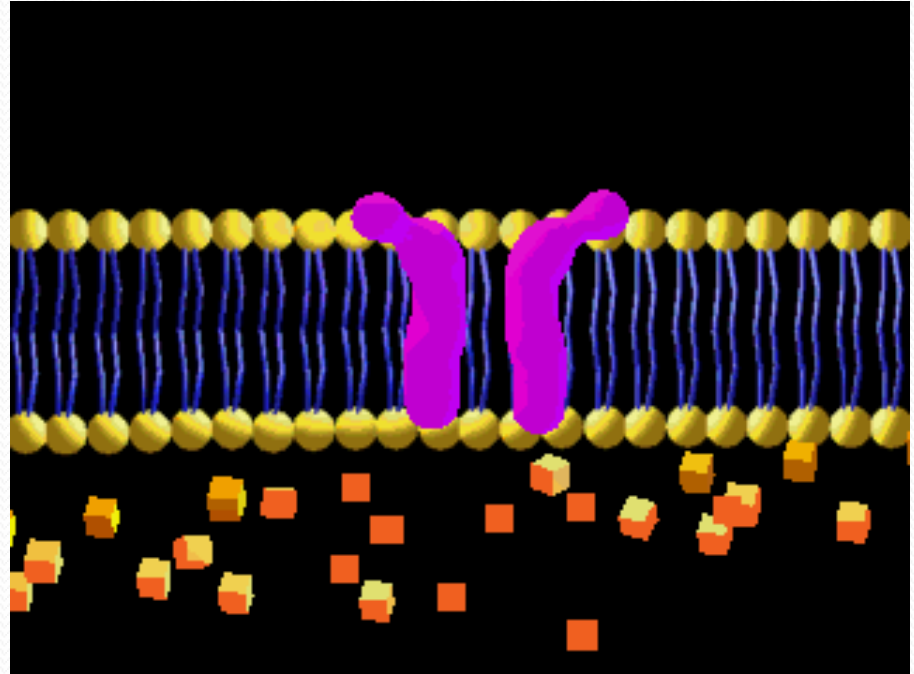
□ النقل الميسر (الانتقائي) **Facilitated diffusion** :

تنتقل الجزيئات بمساعدة **البروتينات الناقلة** من التركيز العالي إلى التركيز الأقل أيضا.

□ يؤدي إلى عبور العديد من الجزيئات القطبية والأيونات (التي يعاق أو يمنع عبورها من خلال طبقة الدهون المفسفرة المزدوجة) و ذلك عن طريق البروتينات الناقلة.

قناة بروتينية دائمة الإفتاح

النقل الميسر

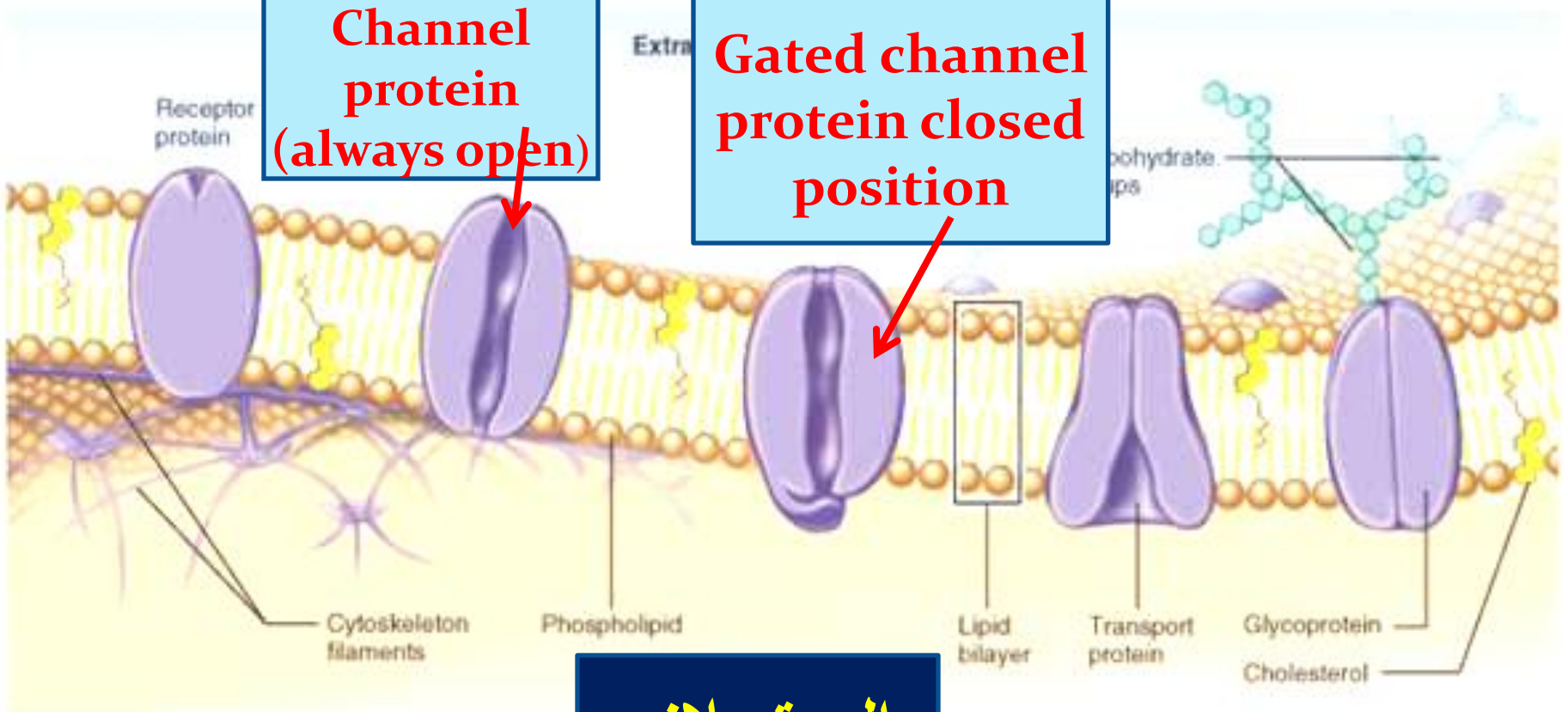


خارج الخلية

أنواع القنوات البروتينية

Channel
protein
(always open)

Gated channel
protein closed
position

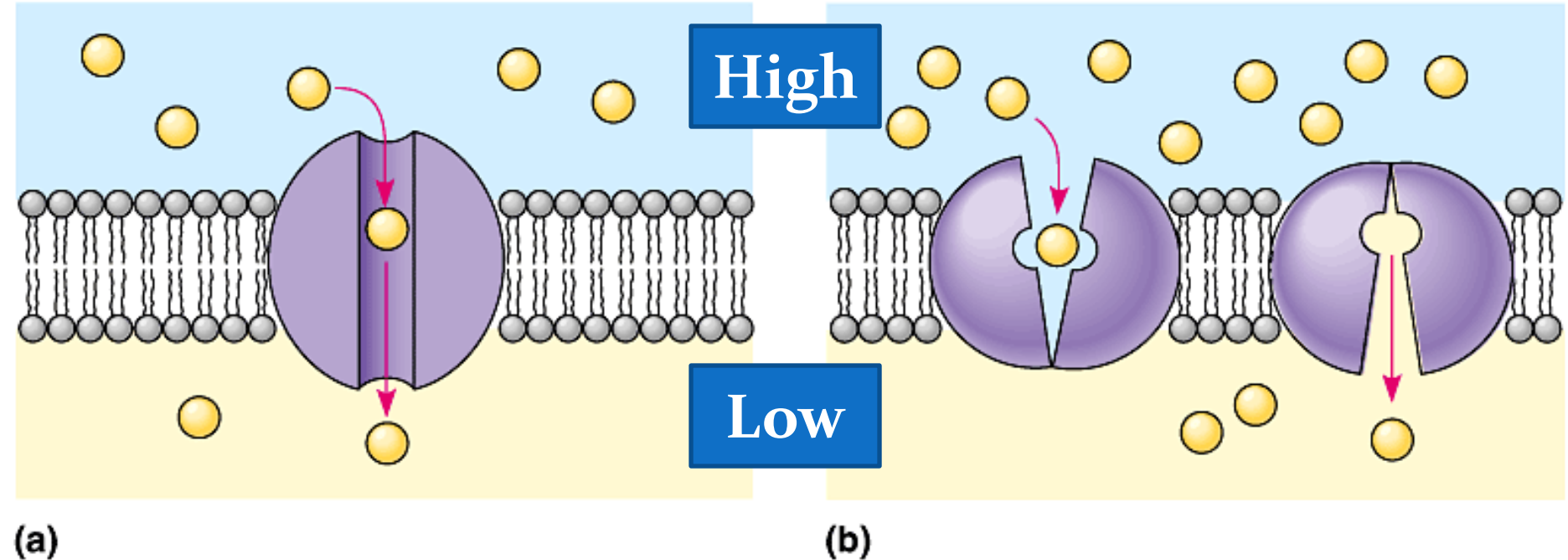


السيتوبلازم

Copyright © 2001 Benjamin Cummings, an imprint of Addison-Wesley

بروتين يعمل كقناة دائمة الانفتاح
لتسهيل النقل الإنتقائي

بروتين حامل يتغير باستمرار من
شكل إلى آخر لإدخال أو إخراج
المواد عبر الغشاء

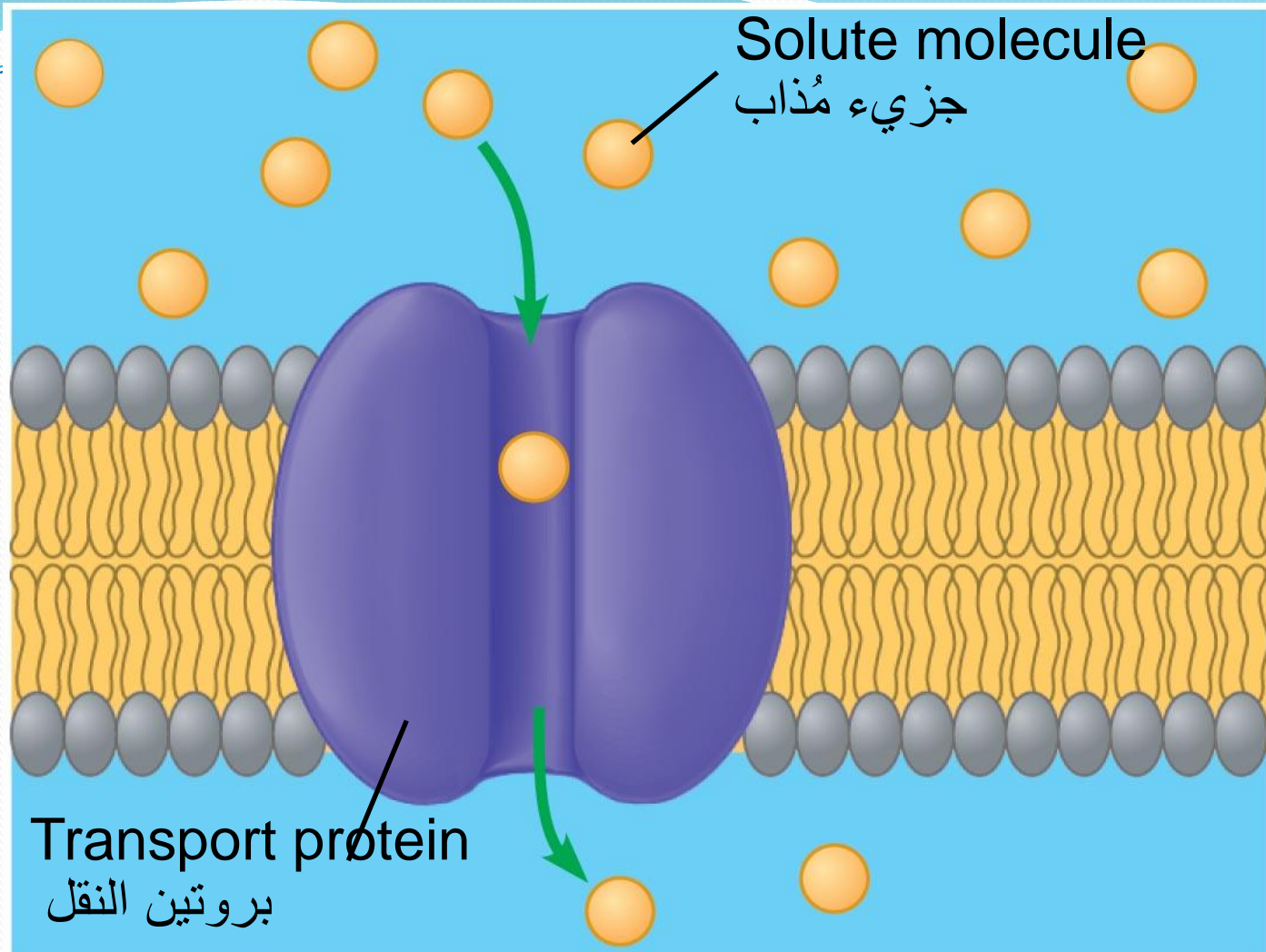


Facilitated Diffusion

النقل الميسر

This is similar to simple diffusion in the sense that it is diffusion (across a membrane) from a high concentration to a lower concentration. However, this time the rate of diffusion is greatly accelerated by the action membrane proteins that act as carrier molecules and aid in diffusion.

These "carrier proteins" are known as "Permeases".

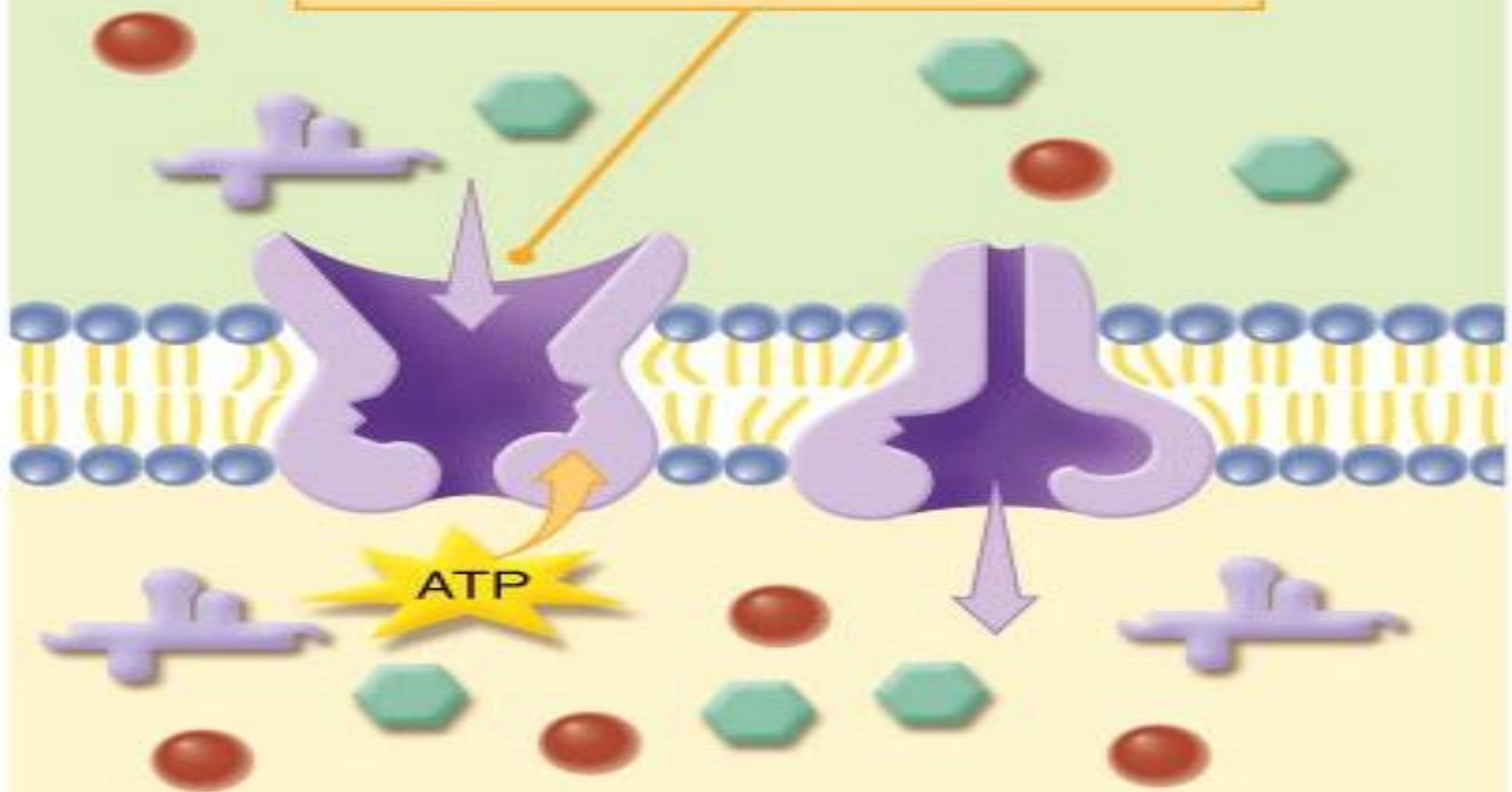


Copyright © 2009 Pearson Education, Inc.

Transport protein providing a channel for the diffusion of a specific solute across a membrane
يوفر بروتين النقل قناة انتشار لمُذاب معين عبر الغشاء

ACTIVE TRANSPORT

Minerals, some sugars, and most amino acids move against a concentration gradient with an input of energy



النقل النشط

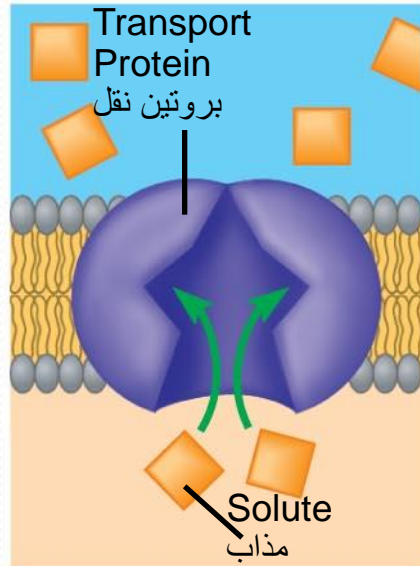
بعض المواد الذائبة لها تركيز أعلى في داخل الخلية مقارنة بخارجها
و عند الحاجة دخولها الى الخلية يجب أن
تمر عبر الغشاء الخلوي من الوسط الأقل تركيز الى الوسط الأعلى
تركيزا

و هذا النوع من النقل يسمى **“النقل النشط”** و في هذه الحالة يحتاج
النقل الى طاقة بالإضافة الى البروتين الناقل

النقل النشط يمكن البكتيريا من التنافس بنجاح مع الكائنات الأخرى على المواد
الغذائية المحدودة في بيئتها الطبيعية ، وتمكن البكتيريا الممرضة للتنافس مع
خلايا الجسم والميكروبات لطبيعية علي نفس مصدر المغذيات

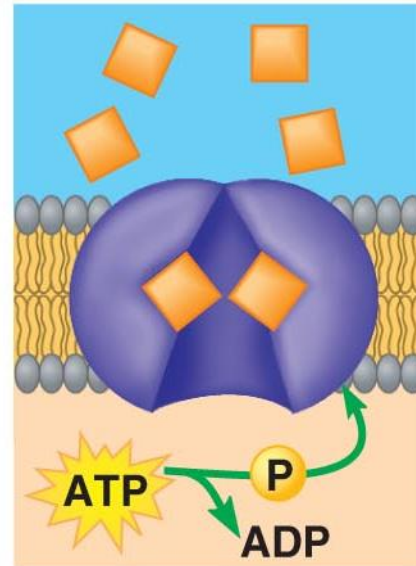
تبذل الخلايا طاقة أثناء عملية النقل النشط للمذاب عكس اتجاه مُدرج التركيز

- يحتاج ذلك لبذل الطاقة على هيئة الـ ATP
- تغير الآلية شكل بروتينات الغشاء من خلال عملية الفسفرة باستخدام الـ ATP

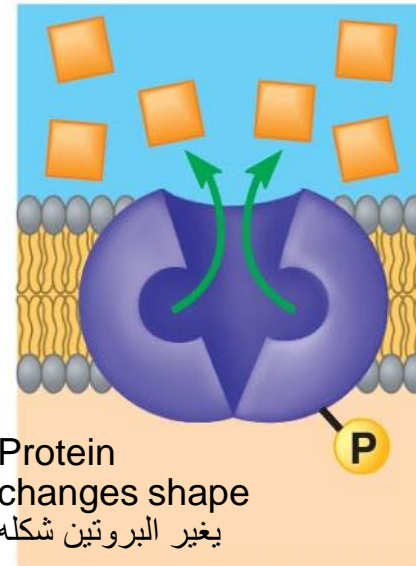


1 Solute binding
ارتباط المذاب

Copyright © 2009 Pearson Education, Inc.

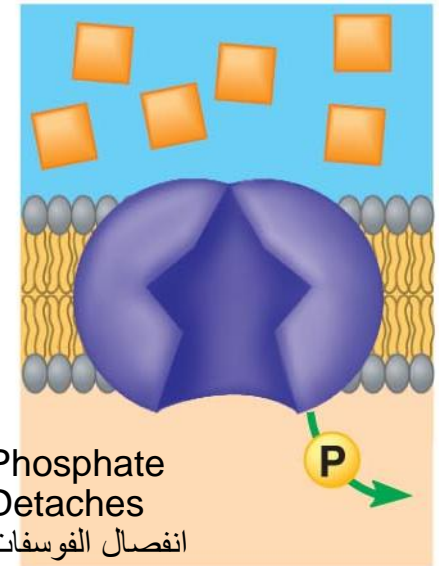


2 Phosphorylation
الفسفرة



Protein
changes shape
يغير البروتين شكله

3 Transport
النقل



Phosphate
Detaches
انفصال الفوسفات

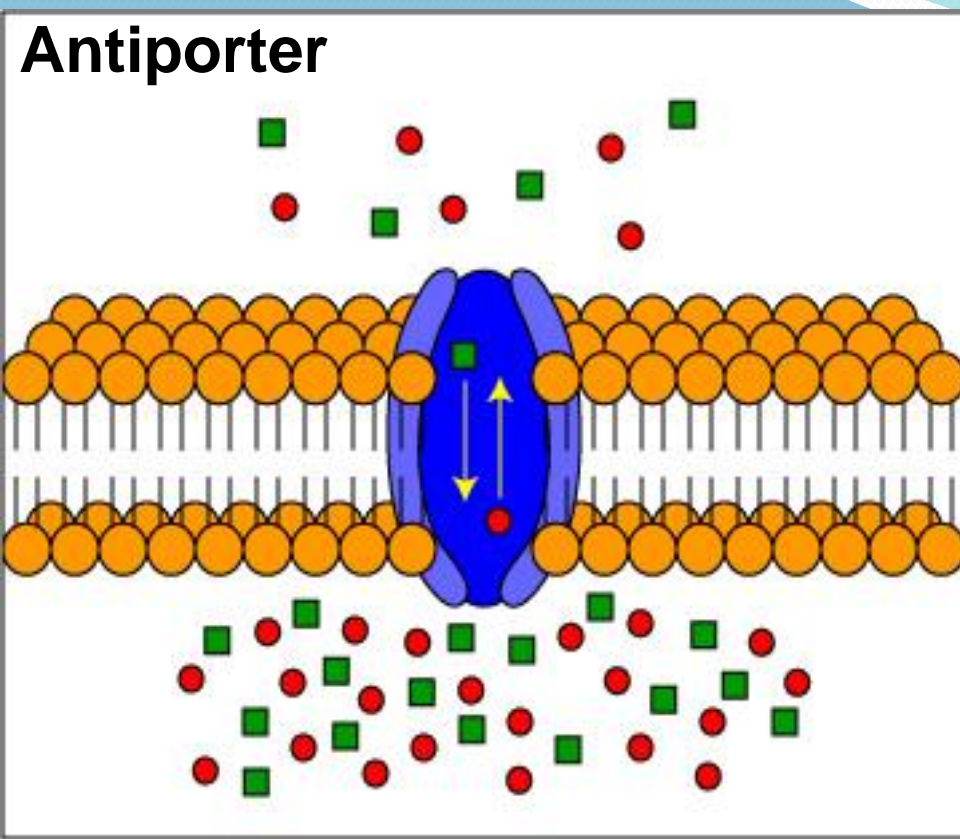
4 Protein reversion
رجوع البروتين

Active transport of a solute across a membrane
عملية النقل النشط للمذاب عبر غشاء



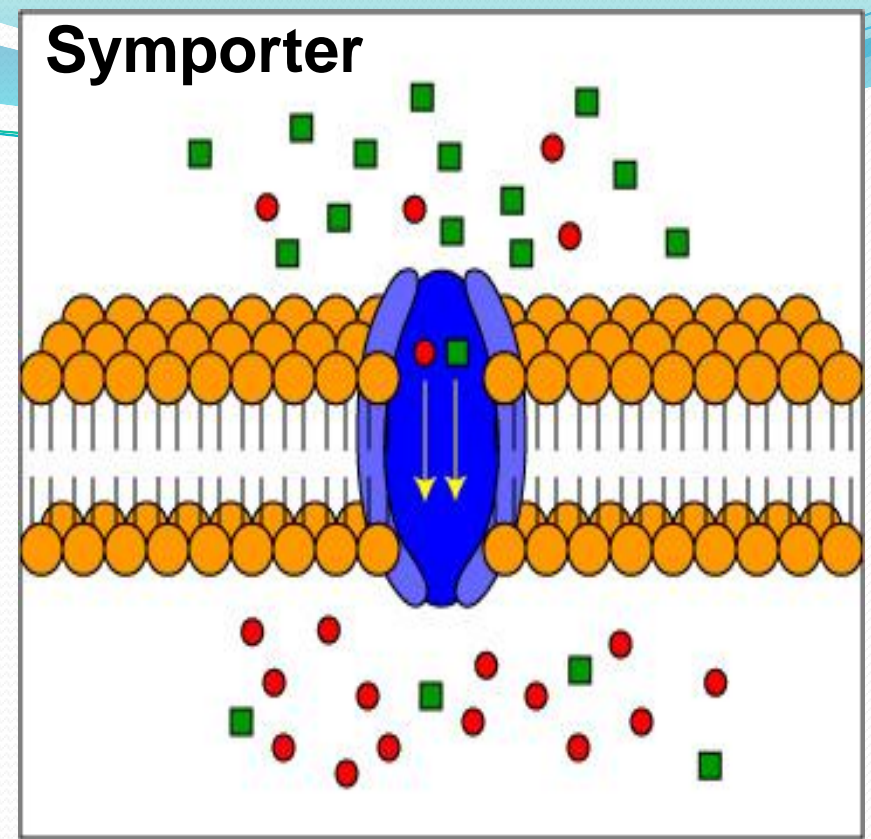
Transport proteins involved in active transport include

1. antiporters,
2. symporters,
3. the proteins of the ATP-binding cassette (ABC) system,
4. the proteins involved in group translocation.



نقل مادة واحدة في اتجاه ونقل مادة الثانية في الاتجاه المعاكس عبر الغشاء في وقت واحد.

نقل الأيونات والجلوكوز والأحماض الأمينية ضد تدرج تركيزهم. أيونات الصوديوم (Na^+) والبروتونات (H^+) ، نتقل عبر الأغشية البكتيرية من خلال antiporter



النقل في وقت واحد اثنين من المواد عبر الغشاء في الاتجاه نفسه.

نقل الجزيئات الكبيرة عبر الغشاء الخلوي

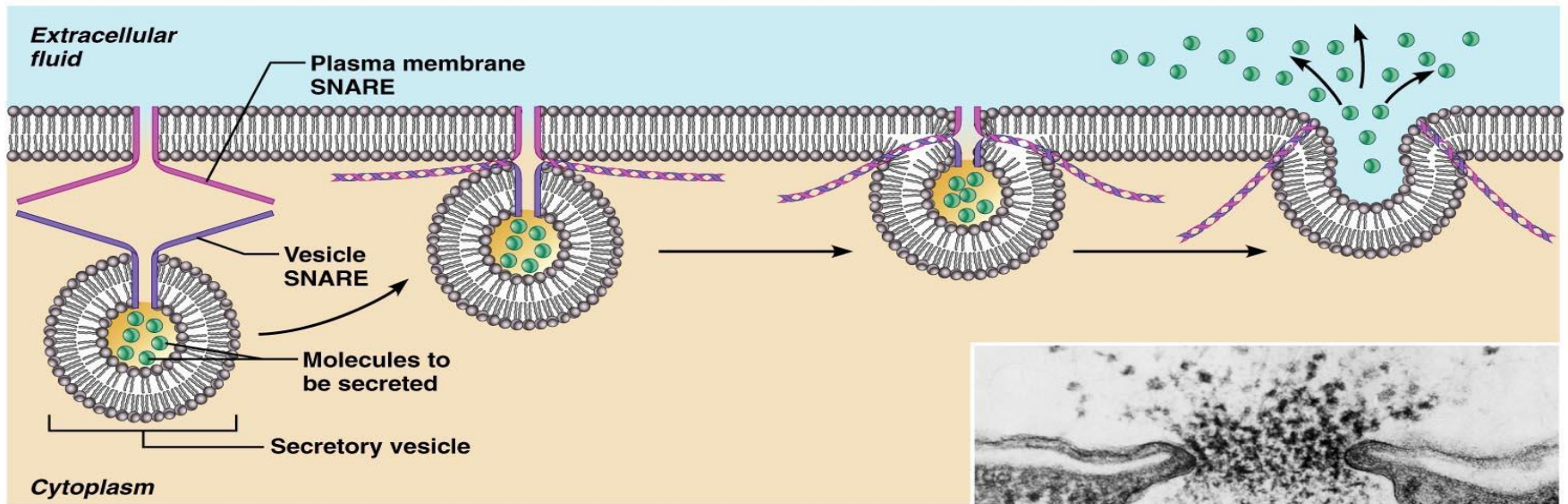
تستخدم الخلية آليتين لنقل الجزيئات الكبيرة عبر الأغشية

1. **Endocytosis** البلعمة: و لتوريد مواد نافعة لمعيشة الخلية إلى داخل الخلية

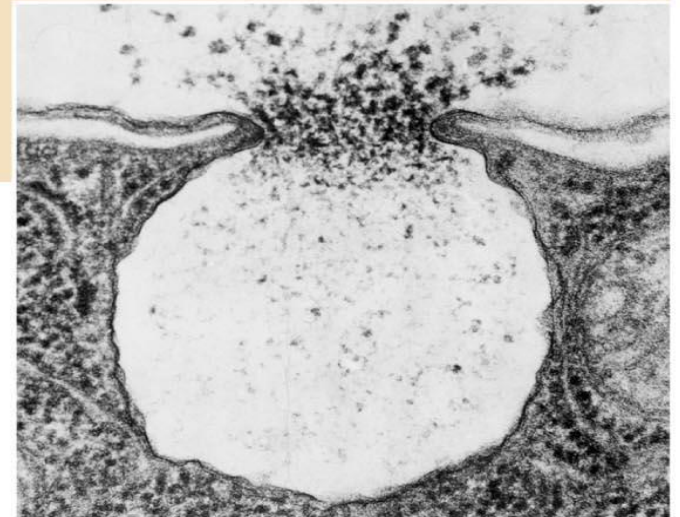
2. **Exocytosis** الطرد: لتصدير الجزيئات الضخمة كالبروتينات أو متعدد السكريات إلى خارج الخلية

في كلتا الحالتين يتم تعبئة المواد المراد نقلها في حويصلات لتندمج بالغشاء البلازمي

exocytosis



(a)



(b)

أهمية الغشاء السيتوبلازمي :

- غشاء منفذ إذ يسمح بمرور الماء والمواد المذابة فيه بدرجات مختلفة أي له نفاذية اختيارية Differential permeability وكذلك يسمح بمرور المواد التالفة إلى خارج الخلية لذلك فإن الغشاء السيتوبلازمي يعتبر مسئولاً عن كل عمليات الانتشار الغشائي من الخلية وإليها . ويحتوي على مجموعة إنزيمية تسمى Permeases تنظم تلك العملية .
- يحتوي على الكثير من الإنزيمات الهامة التي تجهزها الخلية كما يحتوي على الإنزيمات التنفسية المسؤولة عن انتقال الإلكترونات في عملية الأكسدة والاختزال وإنزيمات الفسفرة .
- امتدادات الغشاء السيتوبلازمي داخل الخلية تكون الأوعية الحاملة للصبغات الضوئية مثل الكلورفيل البكتيري والكاروتينات في البكتريا الممثلة للضوء .
- يوجد بالغشاء مراكز تضاعف الحمض النووي DNA ومنابت الفلاجلات وتتم فيه كثير من العمليات التخليقية الحيوية مثل تخليق الجدار الخلوي وتكوين الكبسولة .



Functions of the cytoplasmic membrane other than selective permeability

1. **energy production.** The electron transport system for bacteria with aerobic and anaerobic respiration, as well as photosynthesis for bacteria converting light energy into chemical energy is located in the cytoplasmic membrane.
2. **motility.** The motor that drives rotation of bacterial flagella is located in the cytoplasmic membrane.
3. **waste removal.** Waste byproducts of metabolism within the bacterium must exit through the cytoplasmic membrane.
4. **formation of endospores**

وظائف للغشاء الخلوي غير انتقائي النفاذية

- 1- إنتاج الطاقة. يقع نظام نقل الإلكترون للبكتيريا مع التنفس الهوائي واللاهوائي، فضلا عن التمثيل الضوئي للبكتيريا تحويل الطاقة الضوئية إلى طاقة كيميائية في الغشاء الخلوي
2. الحركية. ويقع المحرك الذي يدفع تناوب سياط البكتيرية في غشاء هيولي.
3. التخلص من النفايات. للمشتقات الأيض داخل بكتيريا الخروج من خلال الغشاء الخلوي .
4. تشكيل الأبواغ



The Bacterial Cytoplasmic Membrane

