

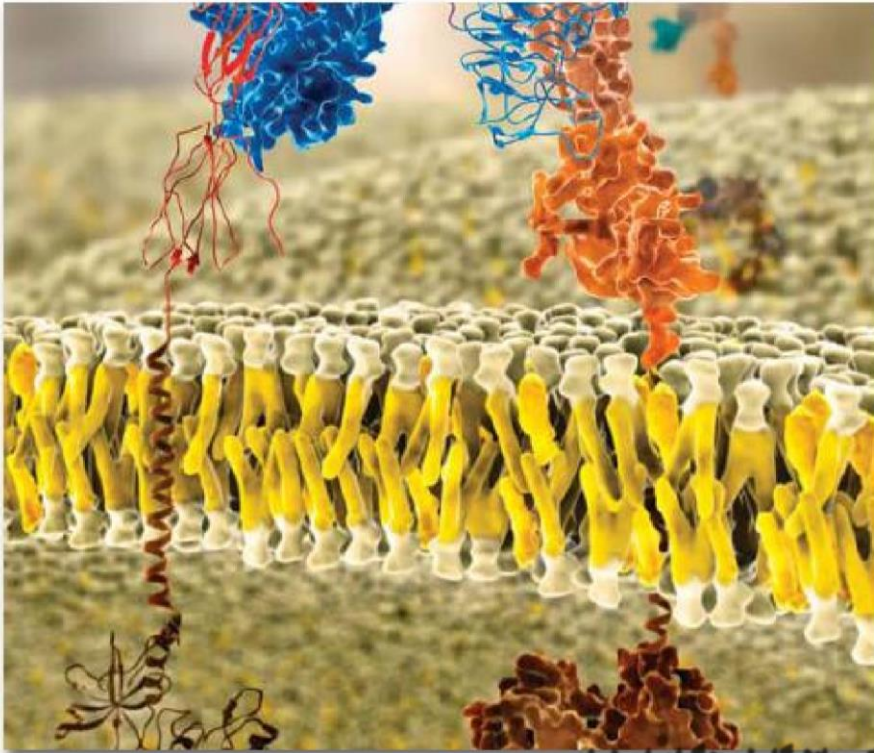
باسمه تعالی

جزوه سلولی ملکولی

گردآورنده: دکتر سید مهدی رجایی

- غشاء مانند یک مایع دو بعدی عمل میکند

زیست مولی اودیش تهیه و تنظیم دکتر رجایی دانشگاه فرهنگیان اصفهان



Biomembrane
Structure

زیست مولی اودیش تهیه و تنظیم دکتر رجایی دانشگاه فرهنگیان اصفهان

Molecular model of a lipid bilayer with embedded membrane proteins. Integral membrane proteins have distinct exoplasmic, cytosolic, and membrane-spanning domains. Shown here are portions of the insulin receptor, which regulates cell metabolism. [Ramon Andrade 3Dciencia/ Science Photo Library/Science Source.]

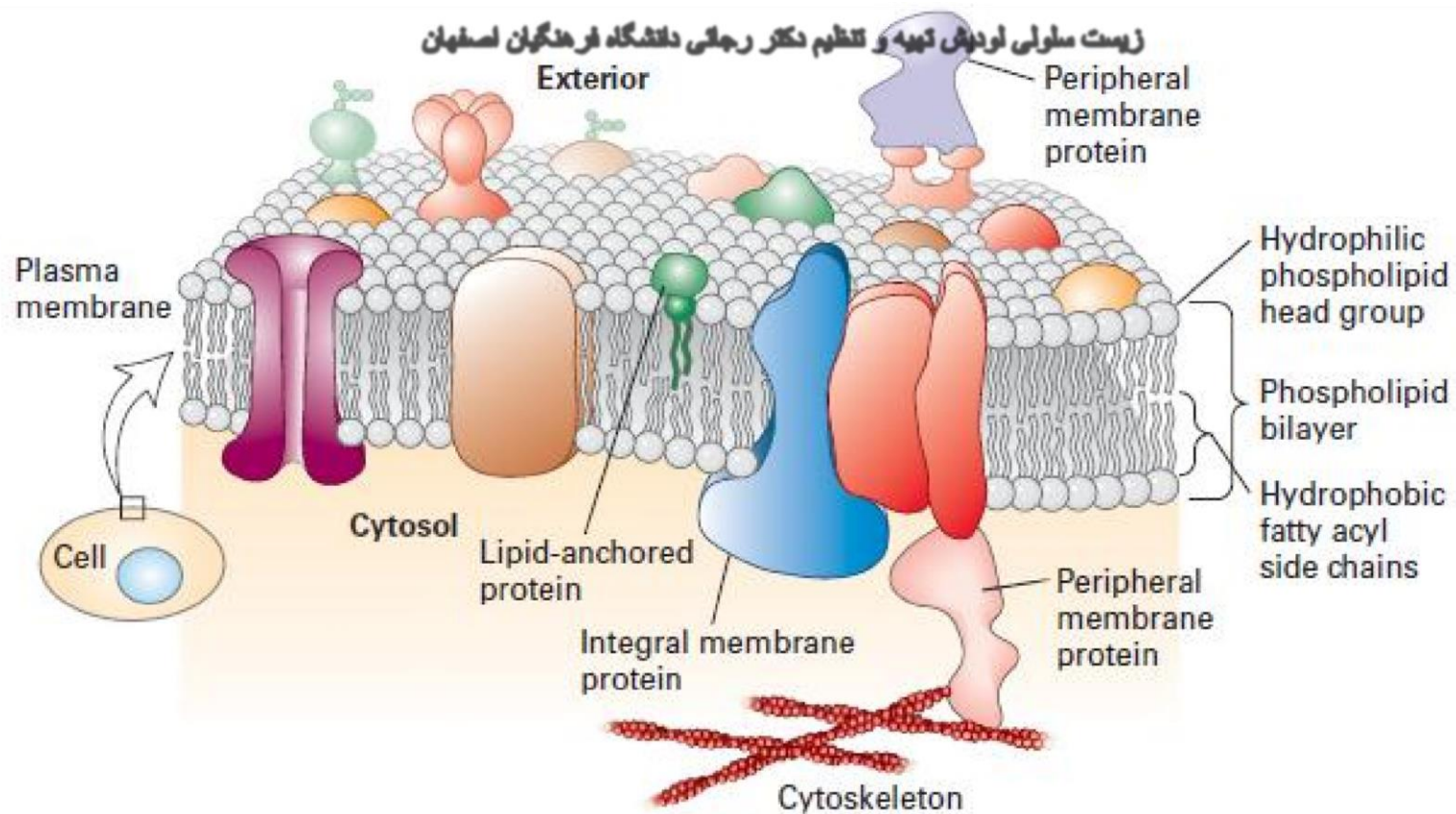
زیست مولی اودیش تهیه و تنظیم دکتر رجایی دانشگاه فرهنگیان اصفهان

- ملکول های لیپیدی منفرد میتوانند حرکت کنند. (مدل موزائیک سیال غشاهای زیستی)

- سیالیت امکان حرکت پروتئین ها در غشاء و جوانه زدن و ادغام غشائی را میدهد.

- از نظر سیالیت مانند روغن زیتون

- اجازه عبور ناخواسته مواد محلول در آب را بین دو طرف نمیدهد.



زیست مولی لودیش تهیه و تنظیم دکتر رجایی دانشگاه فرهنگیان اصفهان

FIGURE 7-1 Fluid mosaic model of biomembranes. A bilayer of phospholipids about 3 nm thick provides the basic architecture of all cellular membranes; membrane proteins give each cellular membrane its unique set of functions. Individual phospholipids can

- سمت های غشاء ستوپلاسمی از نظر مکان شناسی

- سمت سیتوزولی (داخلی)
زیست سلولی لودیش تهیه و تنظیم دکتر رجایی دانشگاه فرهنگیان اصفهان

- سمت سمت اگزوپلاسمی (خارجی)

- در مورد اندامک های غشایی

- سمت رو به سیتوپلاسم معادل سیتوزولی
زیست سلولی لودیش تهیه و تنظیم دکتر رجایی دانشگاه فرهنگیان اصفهان

- سمت لومن آنها معادل سطح اگزوپلاسمی

- این دو سمت در هنگام جوانه زنی و ادغام غشاء محفوظ
زیست سلولی لودیش تهیه و تنظیم دکتر رجایی دانشگاه فرهنگیان اصفهان
میمانند.

زیست سلولی لودیش تهیه و تنظیم دکتر رجایی دانشگاه فرهنگیان اصفهان

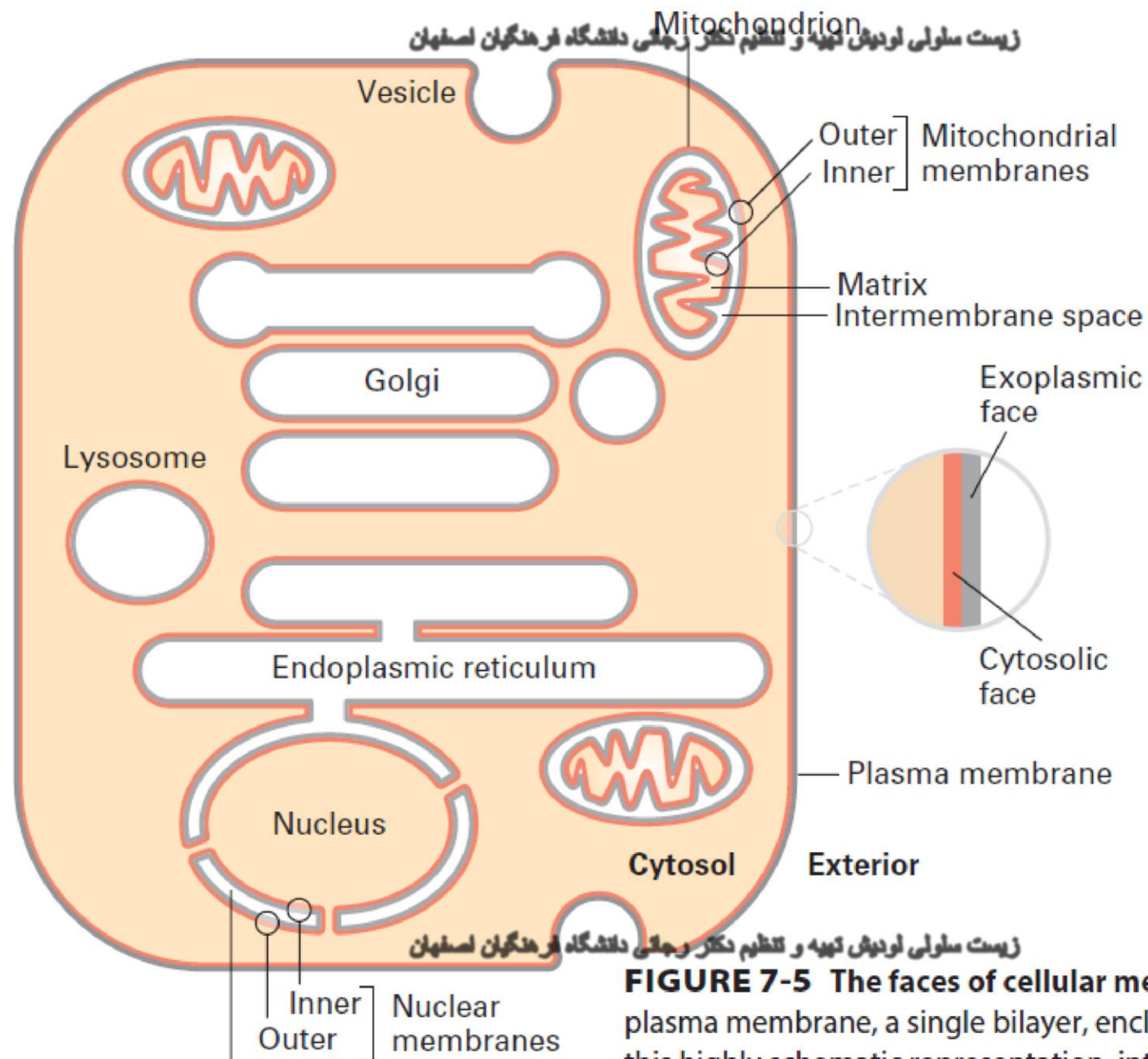


FIGURE 7-5 The faces of cellular membranes. The plasma membrane, a single bilayer, encloses the cell. In this highly schematic representation, internal organelles

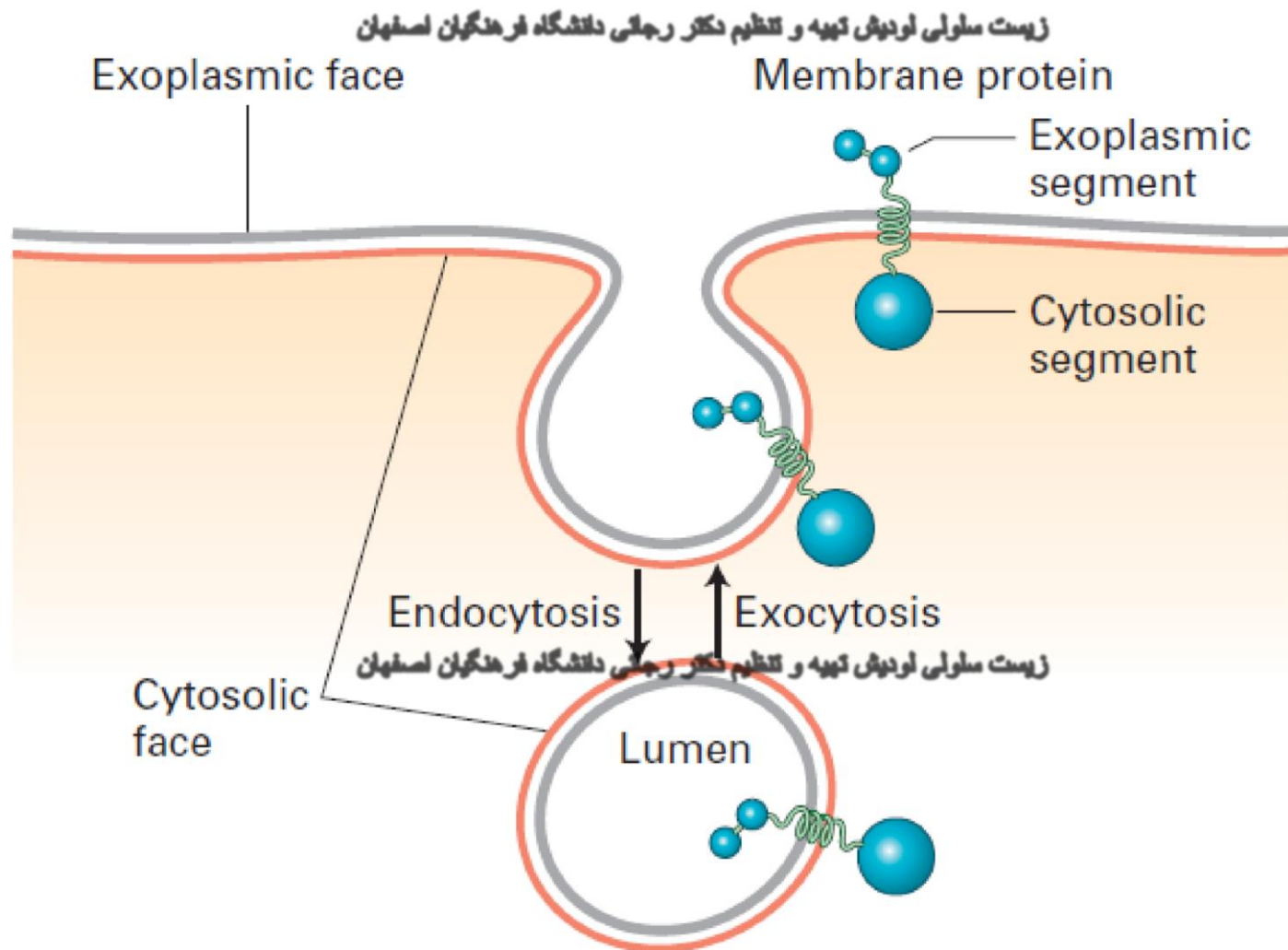


FIGURE 7-6 The faces of cellular membranes are conserved during membrane budding and fusion. Red membrane surfaces are

زیست سلولی اودیش تهیه و تنظیم دکتر رجایی دانشگاه فرهنگیان اصفهان

• در اندامک

های دو غشائی:

میتوکندری،

هسته،

کلروپلاست

زیست سلولی اودیش تهیه و تنظیم دکتر رجایی دانشگاه فرهنگیان اصفهان

• سطح

اگزوپلاسمی

هر لایه روبه

فضای بین

دو غشاء آنها

زیست سلولی اودیش تهیه و تنظیم دکتر رجایی دانشگاه فرهنگیان اصفهان

زیست سلولی اودیش تهیه و تنظیم دکتر رجایی دانشگاه فرهنگیان اصفهان

قرار

زیست سلولی اودیش تهیه و تنظیم دکتر رجایی دانشگاه فرهنگیان اصفهان

دارد.

• فسفولیپیدها

• سه گروه اصلی لیپیدهای غشائی

• کلسترول در جانوران، ارگوسترول در قارچ ها و

• اسفنگولیپیدها

• استرولها:

استیگماسترول در گیاهان

(a) Most phosphoglycerides

are derivatives of glycerol 3-phosphate (red), which contains two esterified fatty acyl chains that constitute the hydrophobic “tail” and a polar “head group” esterified to the phosphate. The fatty acids can vary in length and be saturated (no double bonds) or unsaturated

(one, two, or three double bonds).

In phosphatidylcholine (PC), the head group is choline. Also shown are the molecules attached to the phosphate group in three other common phosphoglycerides:

phosphatidylethanolamine(PE), phosphatidylserine (PS), and phosphatidylinositol (PI).

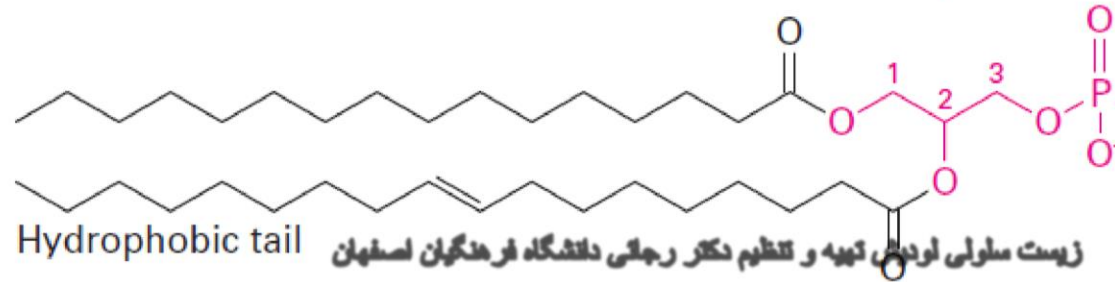
Plasmalogens contain one fatty acyl chain attached to glycerol by an ester linkage and one attached by an ether linkage; they contain the same head groups as other phosphoglycerides.

(a) Phosphoglycerides



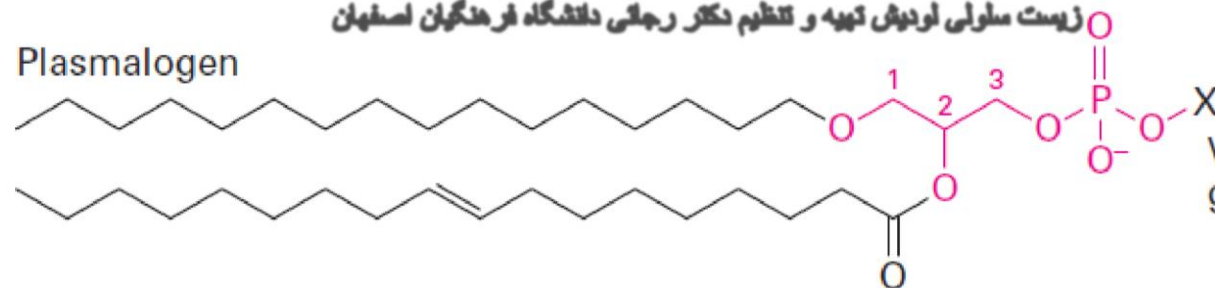
زیست مولی لودیش تهیه و تنظیم دکتر رجایی دانشگاه فرهنگیان اصفهان

Glycerol

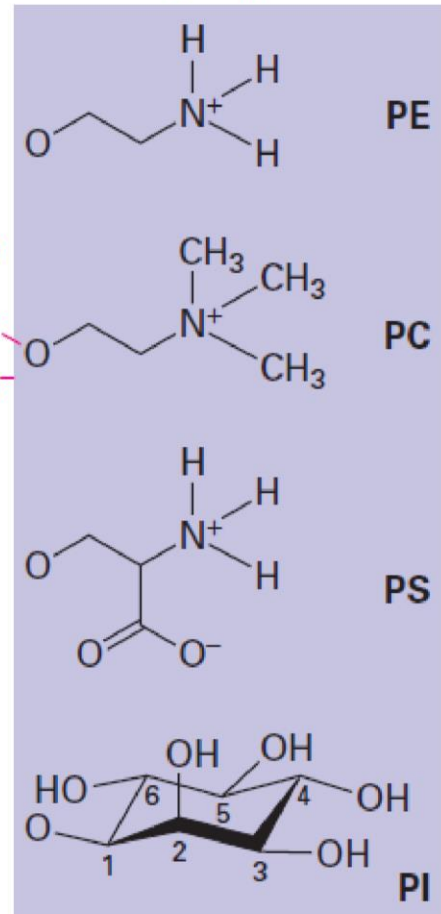


زیست مولی لودیش تهیه و تنظیم دکتر رجایی دانشگاه فرهنگیان اصفهان

Plasmalogen



Variable portion of head group



Variable head group

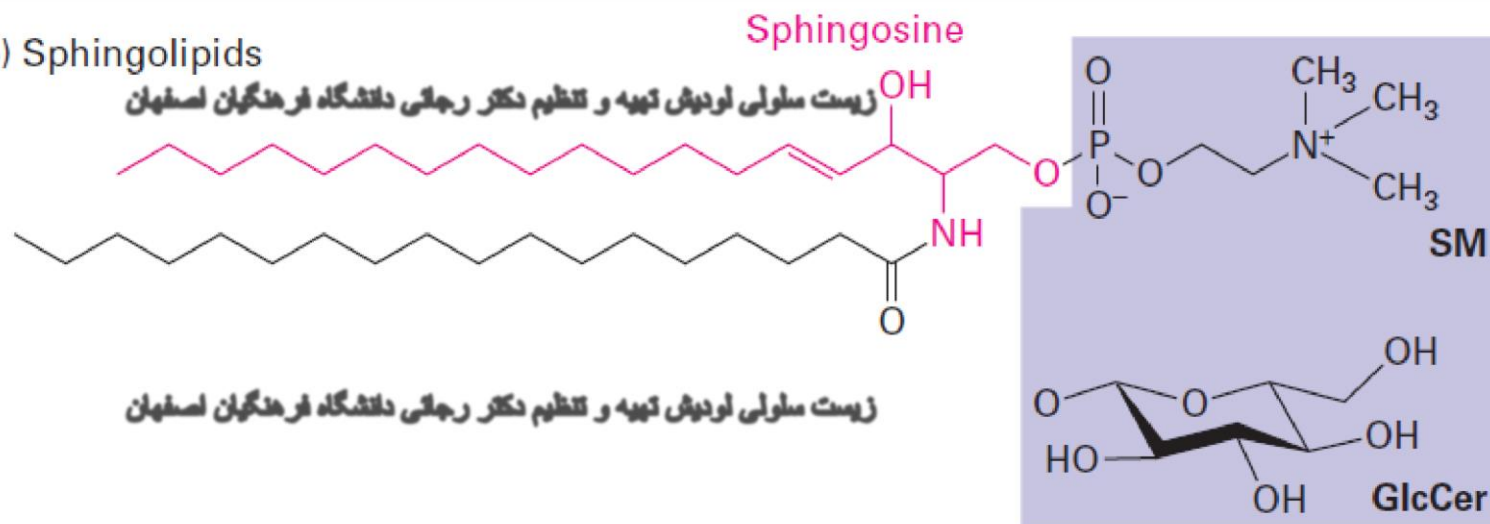
(b) Sphingolipids are derivatives of sphingosine (red), an amino alcohol with a long hydrocarbon chain. Various fatty acyl chains are connected to sphingosine by an amide bond.

The sphingomyelins (SM), which contain a phosphocholine head group, are phospholipids.

Other sphingolipids are glycolipids in which a single sugar residue or branched oligosaccharide is attached to the sphingosine backbone. For instance, the simple glycolipid glucosylcerebroside (GlcCer) has a glucose head group.

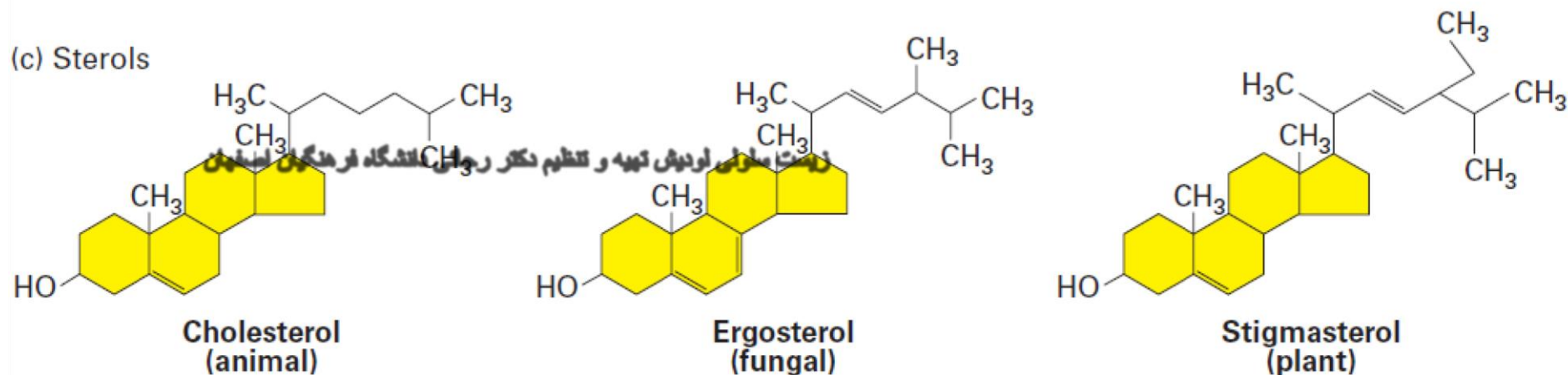
(b) Sphingolipids

زیست مولوی اودیش تهیه و تنظیم دکتر رجائی دانشگاه فرهنگیان اصفهان



زیست مولوی اودیش تهیه و تنظیم دکتر رجائی دانشگاه فرهنگیان اصفهان

(c) Sterols

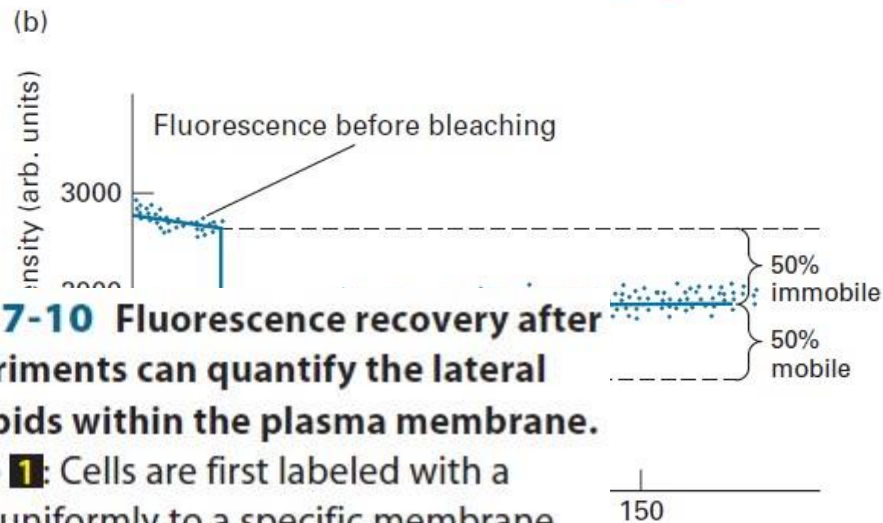
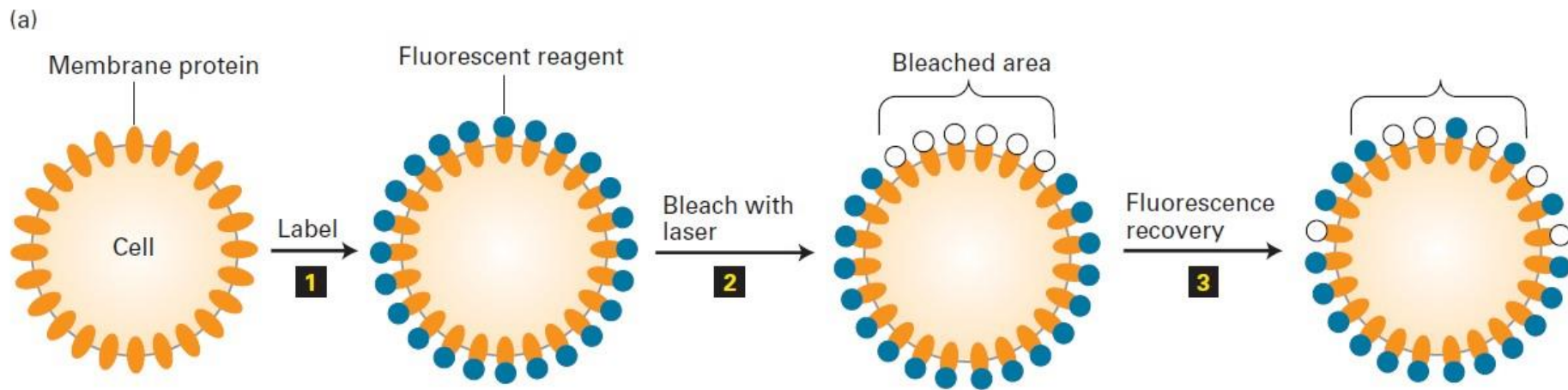


زیست مولوی اودیش تهیه و تنظیم دکتر رجائی دانشگاه فرهنگیان اصفهان

زیست مولوی اودیش تهیه و تنظیم دکتر رجائی دانشگاه فرهنگیان اصفهان

حرکت جبوجی پر َتَّئِیْہُ بَ فسفُ لیپیدُ ب در غشاء

- اشکار سازی با تکنیک FRAP
- در غشاء فیرو بلاستھا فسفولیپیدھا حدود 0/5 میکرومتر حرکت میکنند.
- جابہ جایی ھا بیشتر محلی است.



EXPERIMENTAL FIGURE 7-10 Fluorescence recovery after photobleaching (FRAP) experiments can quantify the lateral movement of proteins and lipids within the plasma membrane.

(a) Experimental protocol. Step **1**: Cells are first labeled with a fluorescent reagent that binds uniformly to a specific membrane lipid or protein. Step **2**: A laser light is then focused on a small area of the cell surface, irreversibly bleaching the bound reagent and thus reducing the fluorescence in the illuminated area. Step **3**: In time, the fluorescence of the bleached patch increases as unbleached fluorescent surface molecules diffuse into it and bleached ones diffuse outward. The extent of recovery of fluorescence in the bleached

ترکیت لیپیدی تر خُص اَص فِسیکی غشء مُثر است

زیست سلولی اودیش تهیه و تنظیم دکتر رجایی دانشگاه فرهنگیان اسفهان

- هر سلول انواع مختلفی از غشاء را دارد که هر کدام منحصر به فرد هستند. (از نظر لیپید و پروتئین ها)
- مثلاً اسفنگومیلین در غشاء های گلژی 6 برابر ER است.
- اسفنگولیپیدها در غشاء سلول های پوششی روده بیشتر، موجب پایداری بیشتر) پیوند های هیدروژنی زیاد به دلیل گروه OH ازاد اسفنگوزین)
- غشاء های با اسید های چرب کوتاه و یا سیر نشده به دلیل واندروالس های ضعیف تر سیالیت بیشتر دارند.
- نوع لیپیدهای غشاء بر سطح یا خمیده بودن آن تاثیر دارد
- مثلاً فسفاتیدیل اتانول امین شکل مخروطی دارد و موجب انحنای

زیست سلولی اودیش تهیه و تنظیم دکتر رجایی دانشگاه فرهنگیان اسفهان

زیست سلولی اودیش تهیه و تنظیم دکتر رجایی دانشگاه فرهنگیان اسفهان

- اما فسفاتیدیل کولین شکل استوانه ای دارد و موجب مسطح بودن غشاء

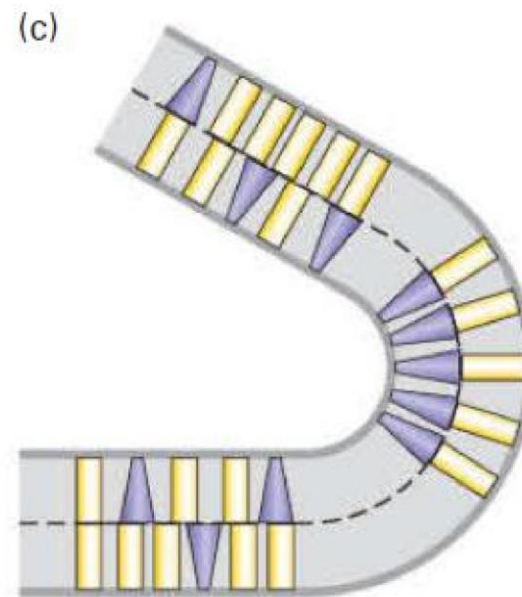
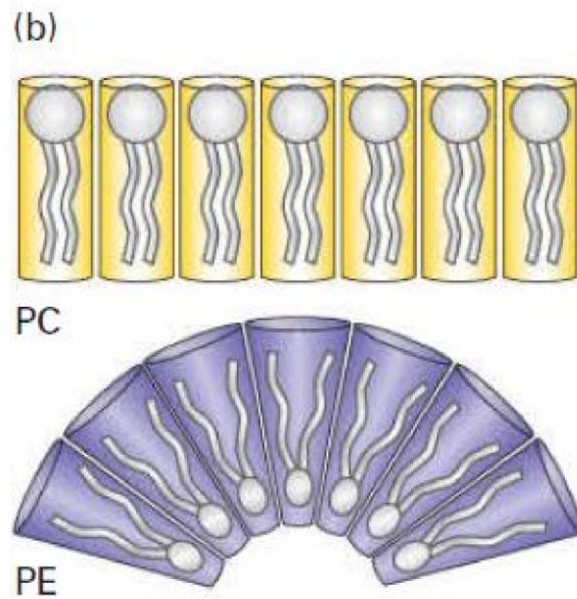
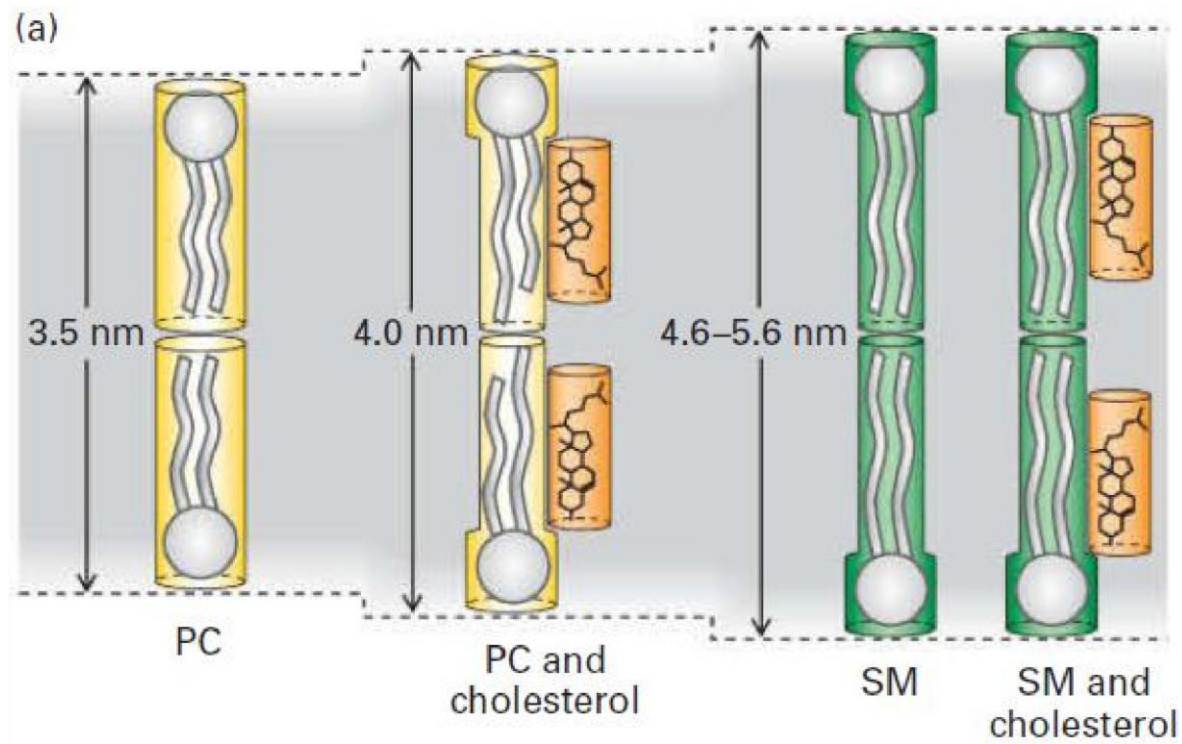
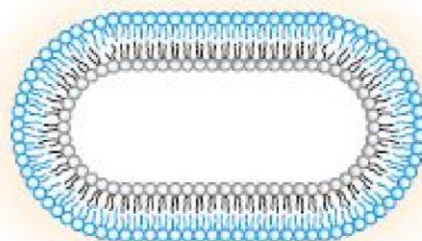


FIGURE 7-11 Effect of lipid composition on bilayer thickness and curvature. (a) A pure sphingomyelin (SM) bilayer is thicker than one formed from a phosphoglyceride such as phosphatidylcholine (PC). Cholesterol has a lipid-ordering effect on phosphoglyceride bilayers that increases their thickness, but it does not affect the thickness of the more ordered SM bilayer. (b) Phospholipids such as PC have a cylindrical shape and form essentially flat monolayers, whereas those with smaller head groups, such as phosphatidylethanolamine (PE), have a conical shape. (c) A bilayer enriched with PC in the exoplasmic leaflet and with PE in the cytosolic face, as in many plasma membranes, would have a natural curvature. See H. Sprong et al., 2001, *Nature Rev. Mol. Cell Biol.* **2**:504.

- ترکیب لیپیدی در لایه آگزوپلاسمی و سیتوزولی متفاوت
- مثلاً در اریتروسیت: اسفنگومیلین و فسفاتیدیل کولین (سیالیت کمتر) در سمت آگزوپلاسمی و فسفاتیدیل اتانول آمین، سرین و اینوزیتول در سمت سیتوزولی (سیالیت بیشتر)
- برخی از فسفولیپیدها احتمالاً به کمک فلیپازها از یک سمت به سمت دیگر برده میشوند.
- در سلولها معمولاً فسفاتیدیل سرین در داخل فراوان تر است اما وقتی سلول ها می میرند در سطح آگزوپلاسمی فراوان میشود.
- از این ویژگی برای اندازه گیری سرعت اپوپتوز استفاده میشود.) به کمک آنکسین V نشاندار که به PS وصل میشود)
- شوینده های غیر یونی مثل ترایتون X-100 لیپیدهای سیال
- ترا میزدایند: کلسترول و اسفنگومیلین باقی می ماند

نتیجه: این دو ریز دمین هایی به نام دسته هایش شناور
لیپیدی (lipid raft) در غشاء می سازند

- Lipdi raft توسط بخش های سیال تر احاطه شده اند.
- کلسترول در انسجام این دسته ها نقش مهمی دارد.



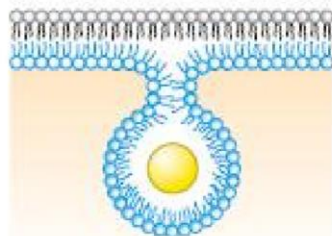
ER membran

زیست مولی لودیش تهیه و تنظیم دکتر رجائی دانشگاه فرهنگیان اسفهان



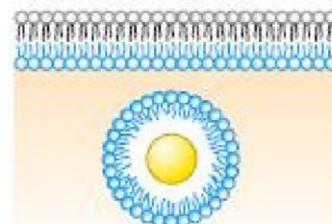
Cholesterol and triglycerides

زیست مولی لودیش تهیه و تنظیم دکتر رجائی دانشگاه فرهنگیان اسفهان



"Lens"

زیست مولی لودیش تهیه و تنظیم دکتر رجائی دانشگاه فرهنگیان اسفهان



Lipid droplet formed from cytoplasmic leaflet

سبختبر عملکرد پر تنیہ بی غشاء

Membrane Proteins: Structure and Basic Functions

- Most Transmembrane Proteins Have Membrane-Spanning α Helices

• پروتئین ها به سه روش در غشاء مستقر هستند

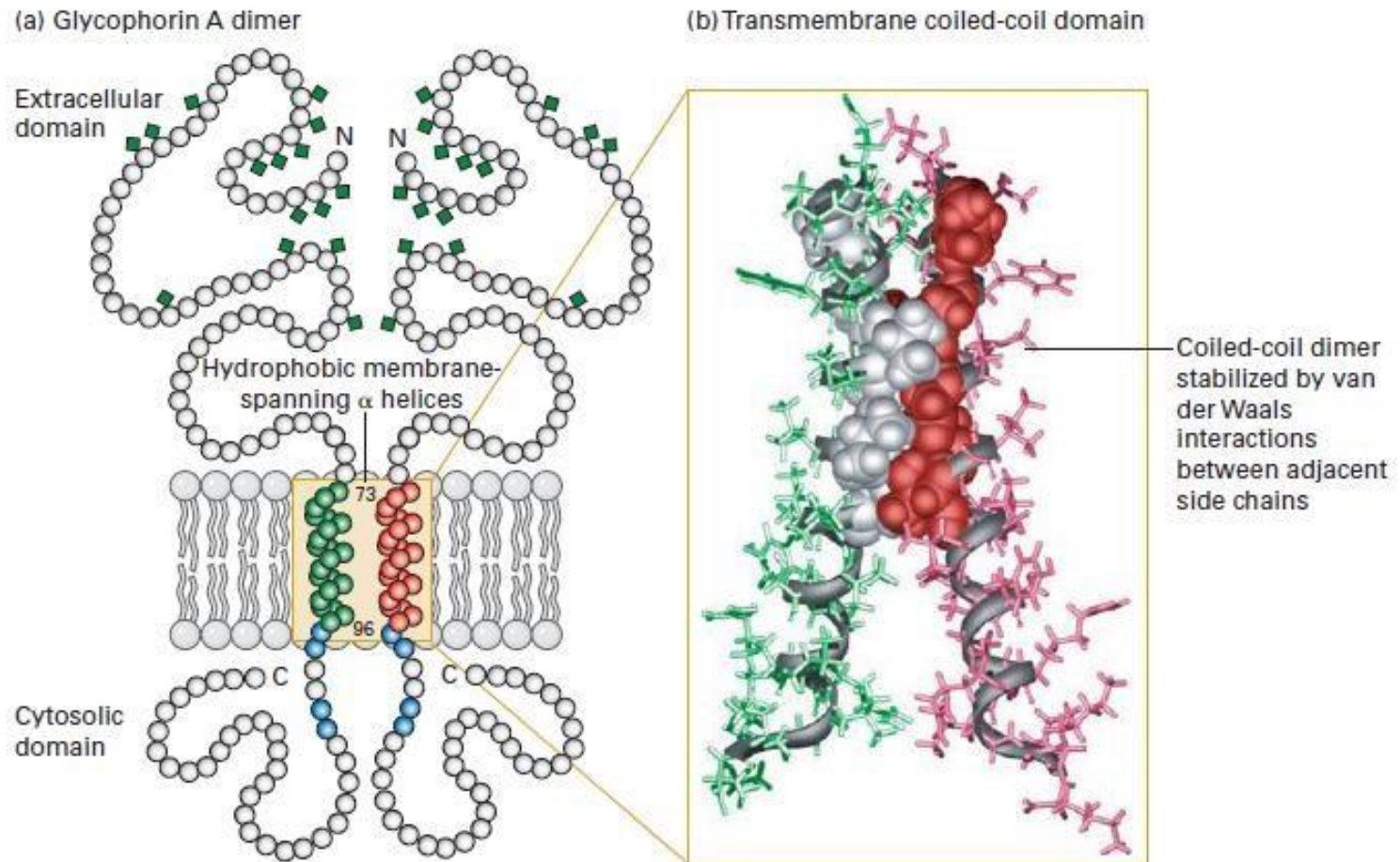
- 1- **Integral membrane** غشائی سرتاسری

• 2- غشائی قلاب شده به لیپید

• **Lipid-anchored membrane proteins**

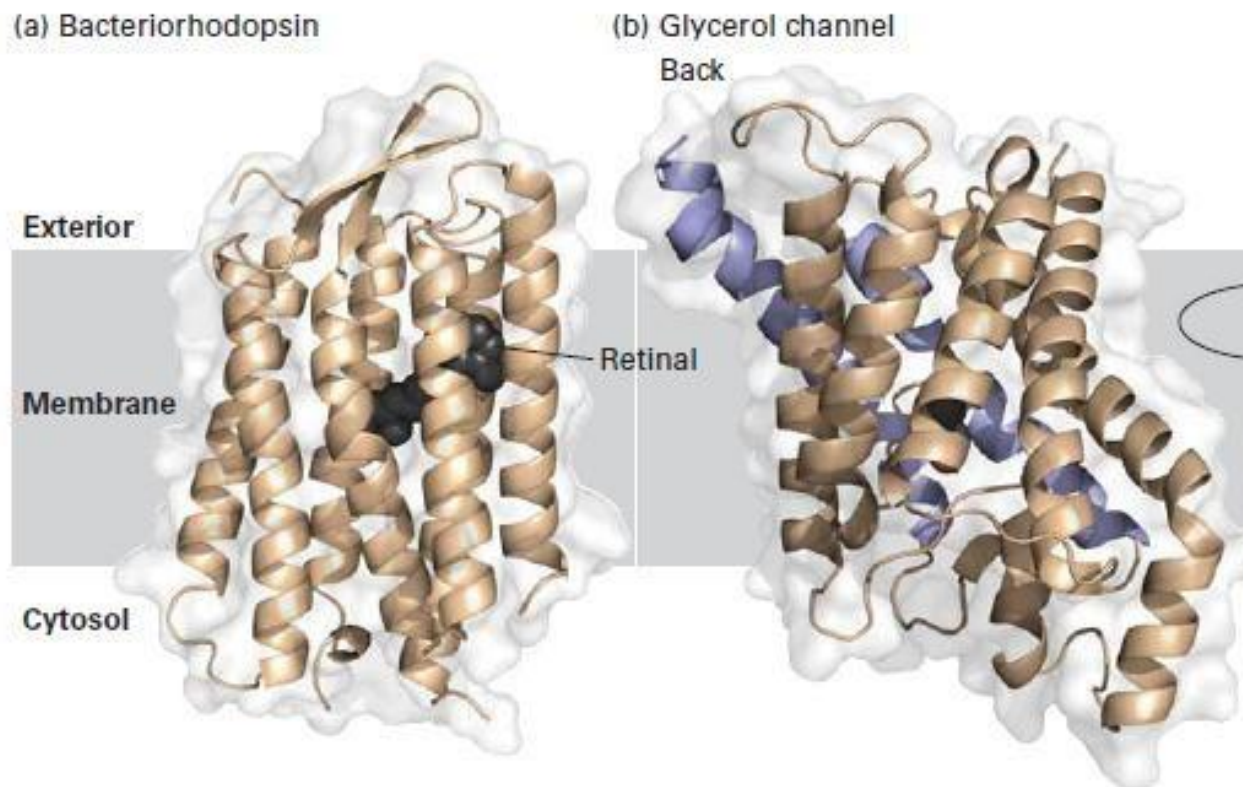
- 3- **Peripheral membrane proteins** غشائی محیطی

- برای مطالعه و جداسازی پروتئین های غشائی از شوینده ها استفاده میشود. (بین فسفولیپیدها قرار گرفته و غشاء را متلاشی میکنند)



?

FIGURE 7 14 Structure of glycophorin A, a typical single-pass transmembrane protein. (a) Diagram of dimeric glycophorin, showing its major sequence features and its relation to the membrane. The single 23-residue membrane-spanning α helix in



each monomer is composed of amino acids with hydrophobic (uncharged) side chains (red and green spheres).

?

- **FIGURE 7 15 Structural models of two multipass membrane proteins.**
- (a) Bacteriorhodopsin, a photoreceptor in certain bacteria.
- The seven hydrophobic α helices in bacteriorhodopsin traverse the lipid bilayer roughly perpendicular to the plane of the membrane. A retinal molecule (black) covalently attached to one helix absorbs light.

- The large class of G protein–coupled receptors in eukaryotic cells also has seven membrane-spanning α helices; their three-dimensional structure is thought to be similar to that of bacteriorhodopsin. (b) Two views
- of the glycerol channel

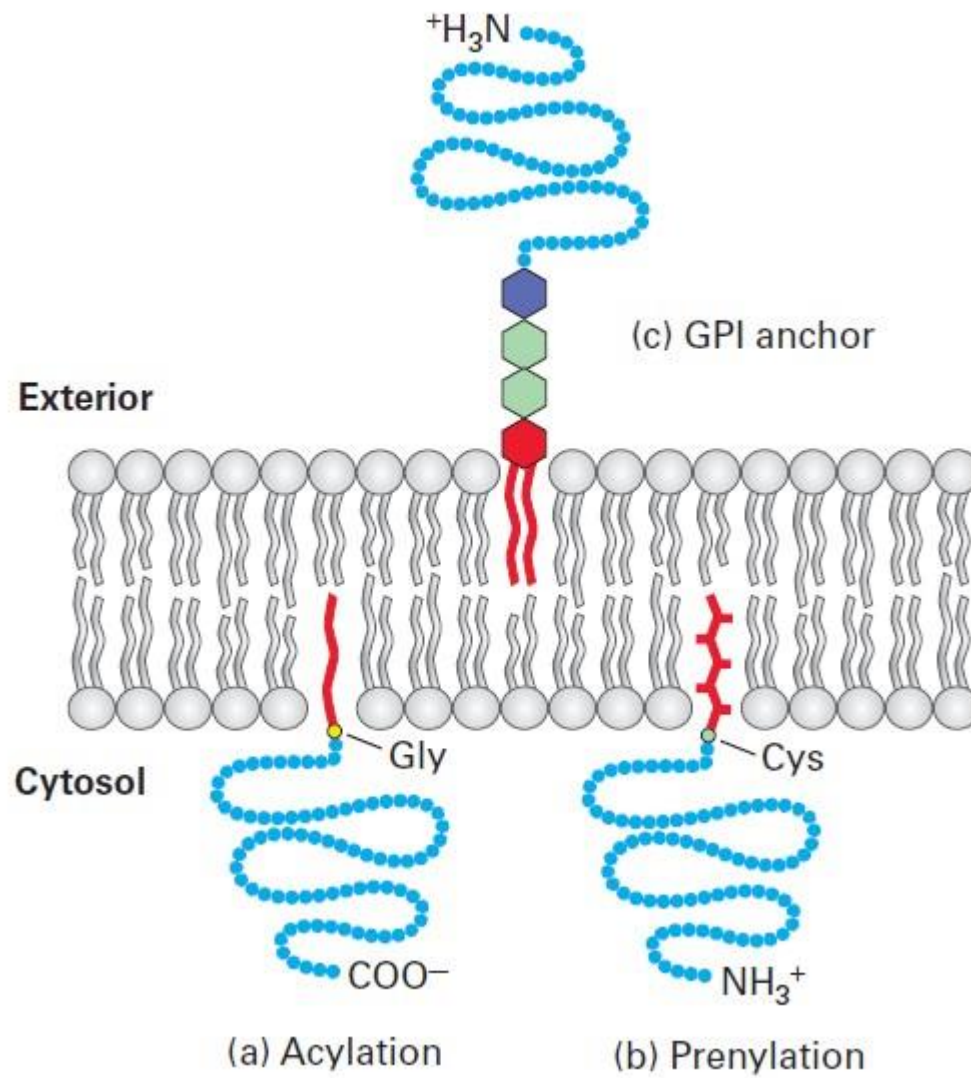


FIGURE 7-19 Anchoring of plasma-membrane proteins to the phospholipid bilayer by covalently linked hydrocarbon

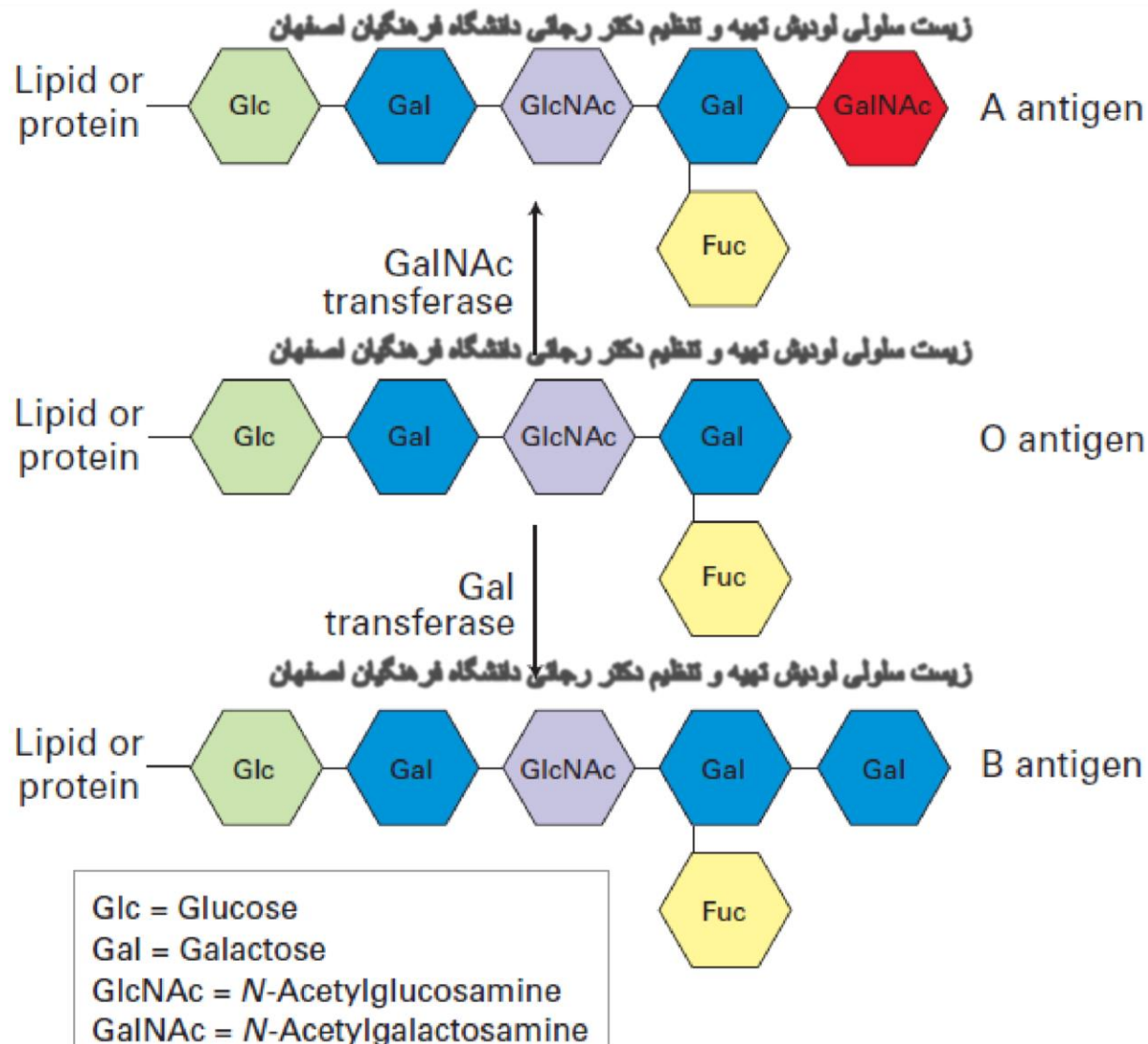
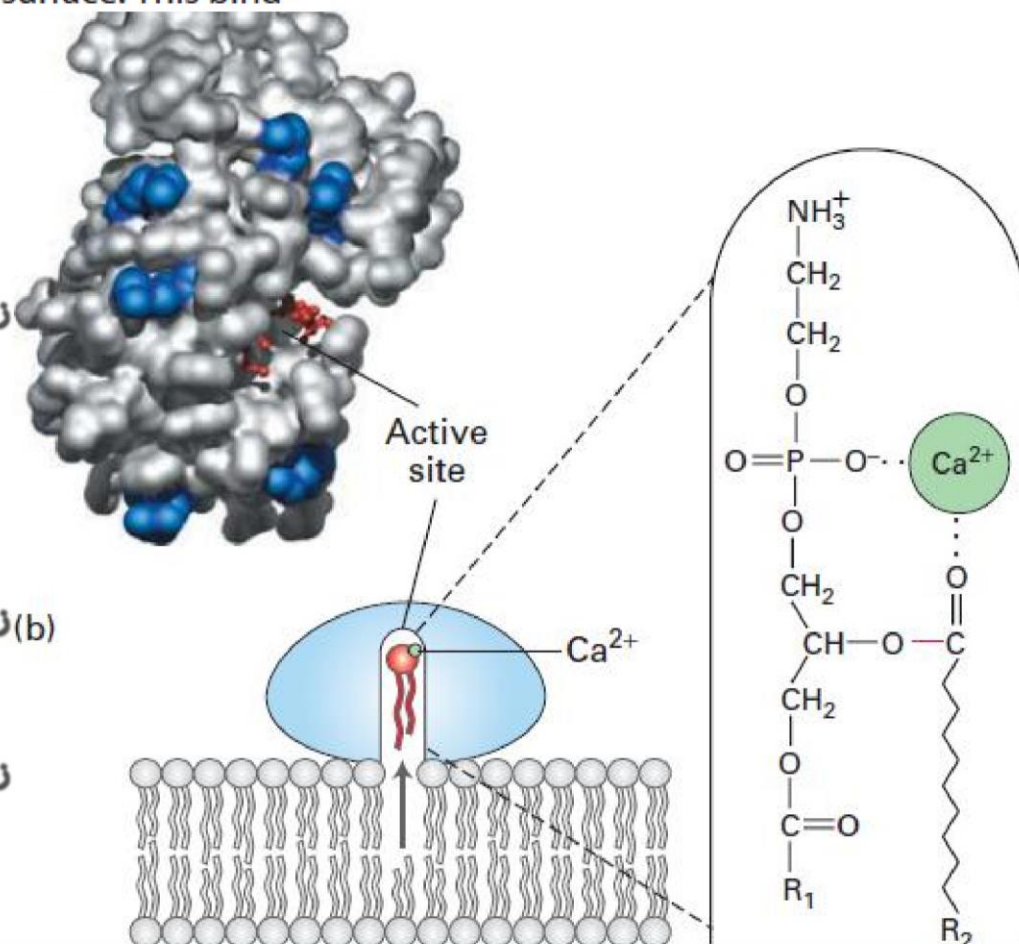


FIGURE 7-20 Human ABO blood group antigens. These antigens are oligosaccharide chains covalently attached to glycolipids or glycoproteins in the plasma membrane. The terminal oligosaccharide sugars distinguish the three antigens. The presence or absence of the glycosyltransferases that add galactose (Gal) or N-acetylgalactosamine (GalNAc) to O antigen determine a person's blood type.

FIGURE 7-21 Lipid-binding surface and mechanism of action of phospholipase A₂.

(a) A structural model of the enzyme, showing the surface that interacts with a membrane. This lipid-binding surface contains a rim of positively charged arginine and lysine residues, shown in blue surrounding the cavity of the catalytic active site, in which a substrate lipid (red ball-and-stick structure) is bound.

(b) Diagram of catalysis by phospholipase A₂. When docked on a lipid membrane, positively charged residues of the binding site bind to negatively charged polar groups at the membrane surface. This bind-



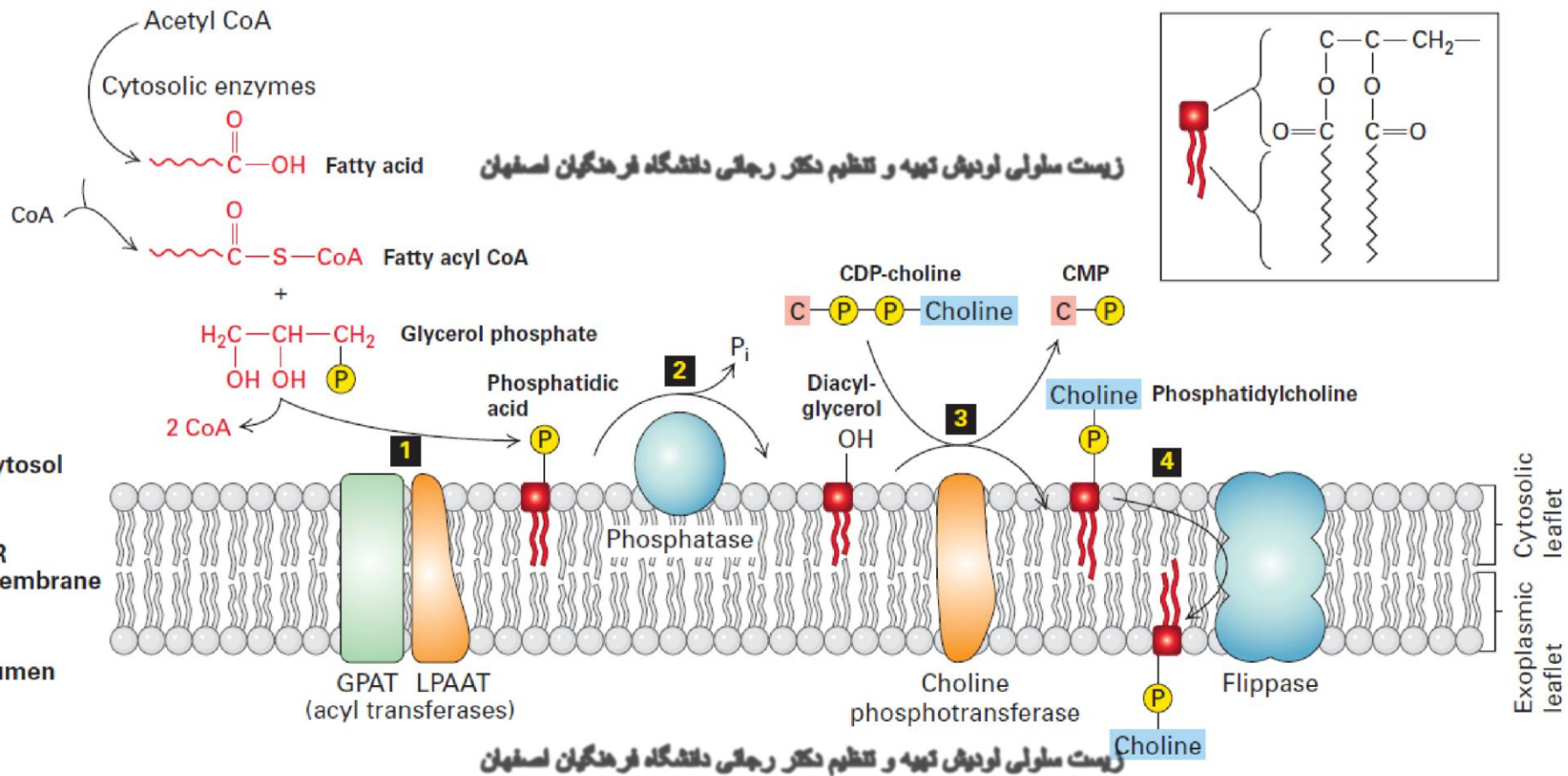
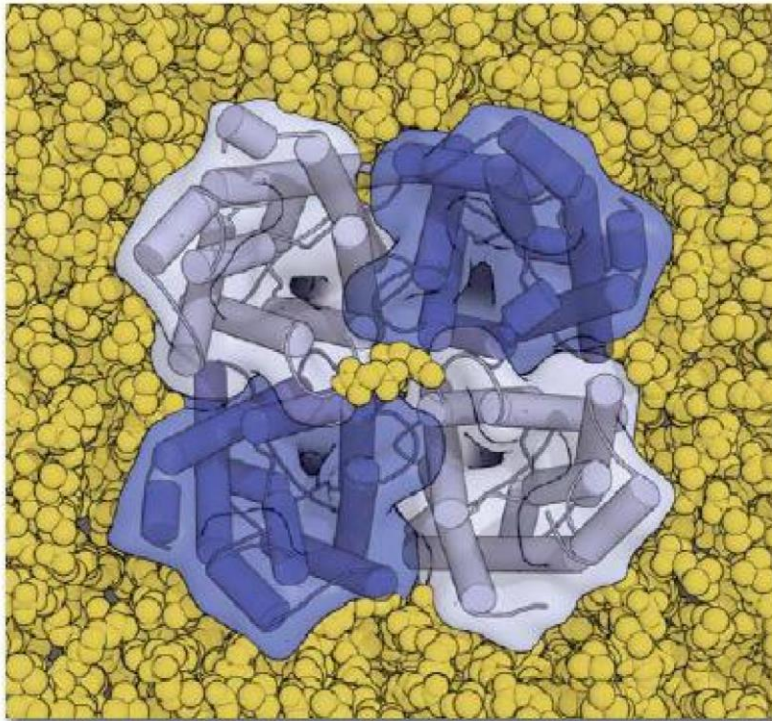


FIGURE 7-25 Phospholipid synthesis in the ER membrane.

phospholipids are amphipathic molecules; the last steps of their

جبت جیبی یُنْ بَ ملْکُل ای کُ چک از
عرض غشبه



Outside-in view of a bacterial aquaporin protein, which transports water and glycerol into and out of the cell, embedded in a phospholipid membrane (yellow). The four identical monomers are colored in light and dark purple; each has a channel in its center. [Data from D. Fu et al., 2000, *Science* **290**:481–486, PDB ID 1fx8]

Transmembrane Transport of Ions and Small Molecules

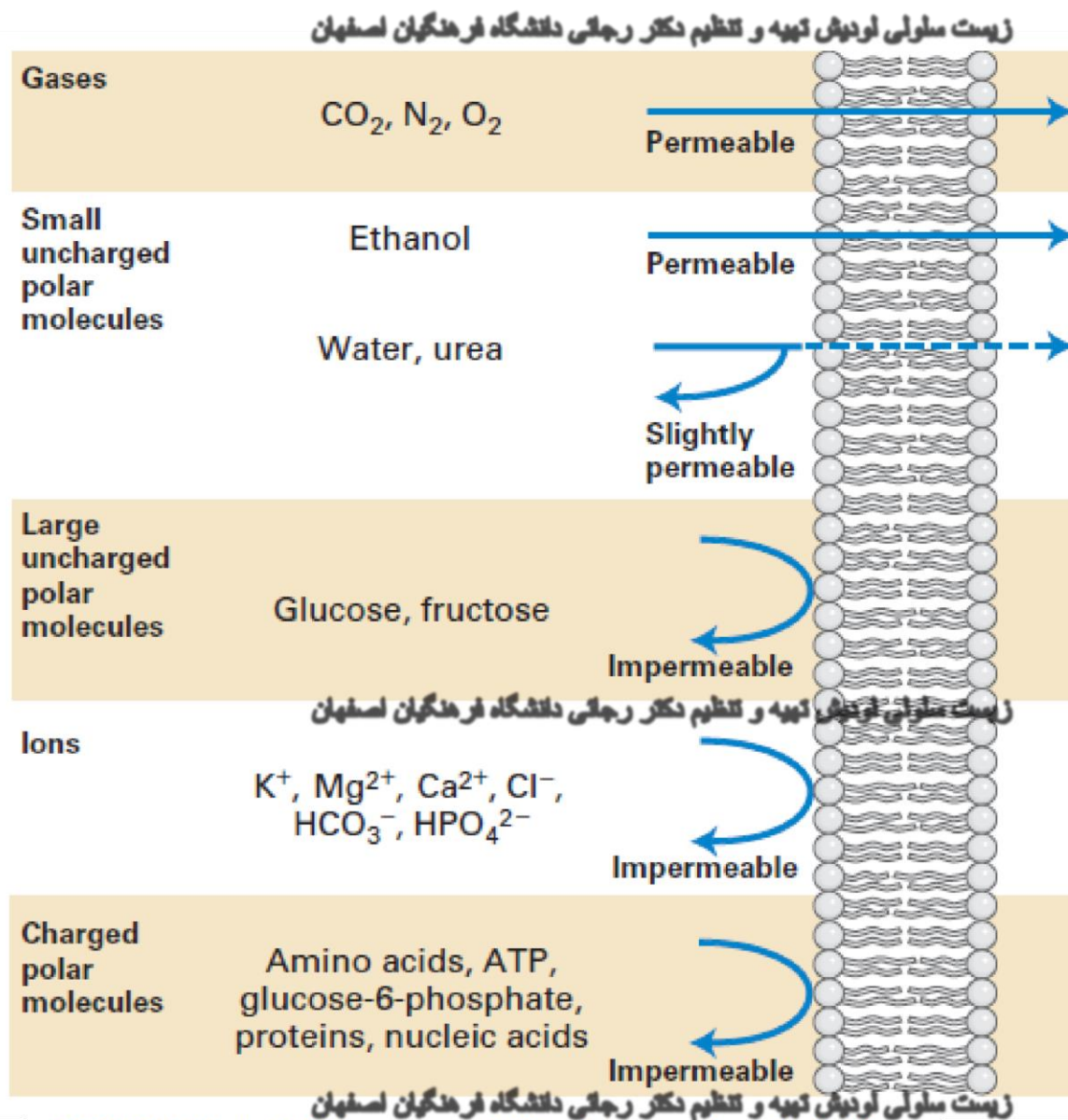
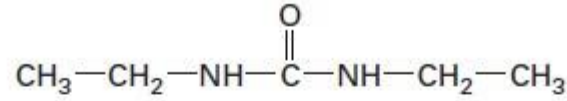


FIGURE 11-1 Relative permeability of a pure phospholipid bilayer to various molecules and ions. A pure phospholipid bilayer is permeable to many gases and to small, uncharged, water-soluble (polar) molecules. It is slightly permeable to water, and essentially impermeable to ions and to large polar molecules.

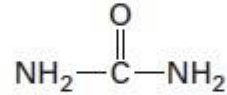
میسان آتگریسی مُاد ضریت تفکیک

The hydrophobicity of a substance is determined by measuring its partition coefficient K , the equilibrium constant for its partition between oil and water. The higher a substance's partition coefficient (the greater the fraction found in oil relative to water), the more lipid soluble it is, and therefore, the faster its rate of movement across a bilayer. The first and

- مثلاً دی اتیل اوره 50 برابر بهتر از اوره از غشاء میگذرد



has a *K* of 0.01, whereas urea

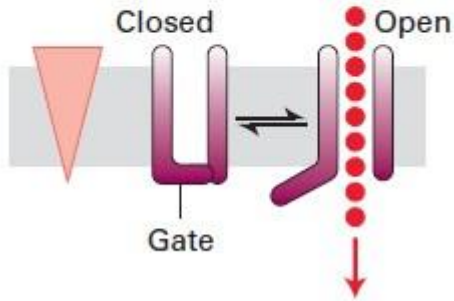


has a *K* of 0.0002. Diethylurea, which is 50 times (0.01/0.0002) more hydrophobic than urea, will therefore diffuse through a pure phospholipid bilayer about 50 times faster than urea. Similarly, fatty acids with longer hydrocarbon chains are more hydrophobic than those with shorter

سَ گَرِي اصلى پَر تئيه^{۲۹} بى اوتقبلی غشء

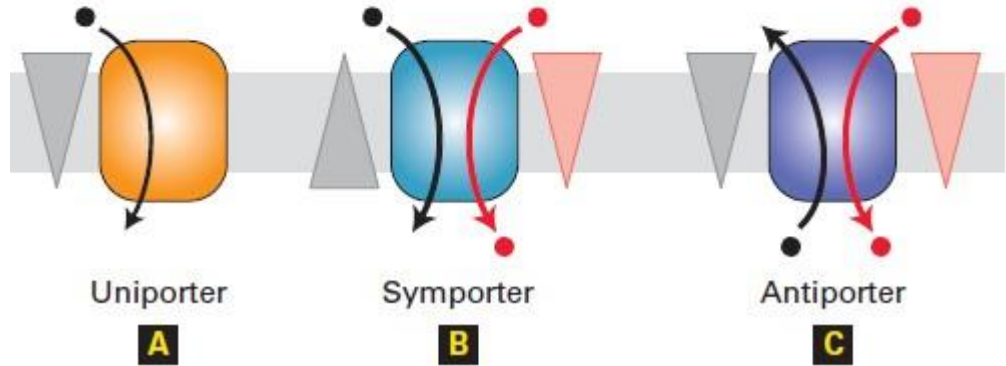
1

Channels
(10^7-10^8 ions/s)



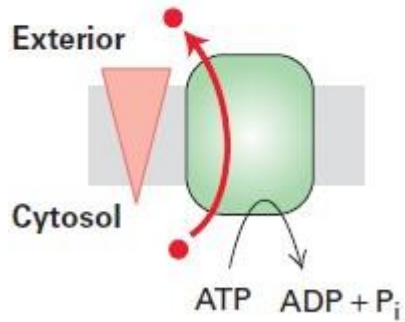
2

Transporters
(10^2-10^4 molecules/s)



3

ATP-powered pumps
(10^0-10^3 ions/s)



• 1- کانال ها

• 2- ناقلین

• 3- پمپ ها

A• ناقل یک سو

B• هم انتقال هم سو

C• هم انتقال نا همسو

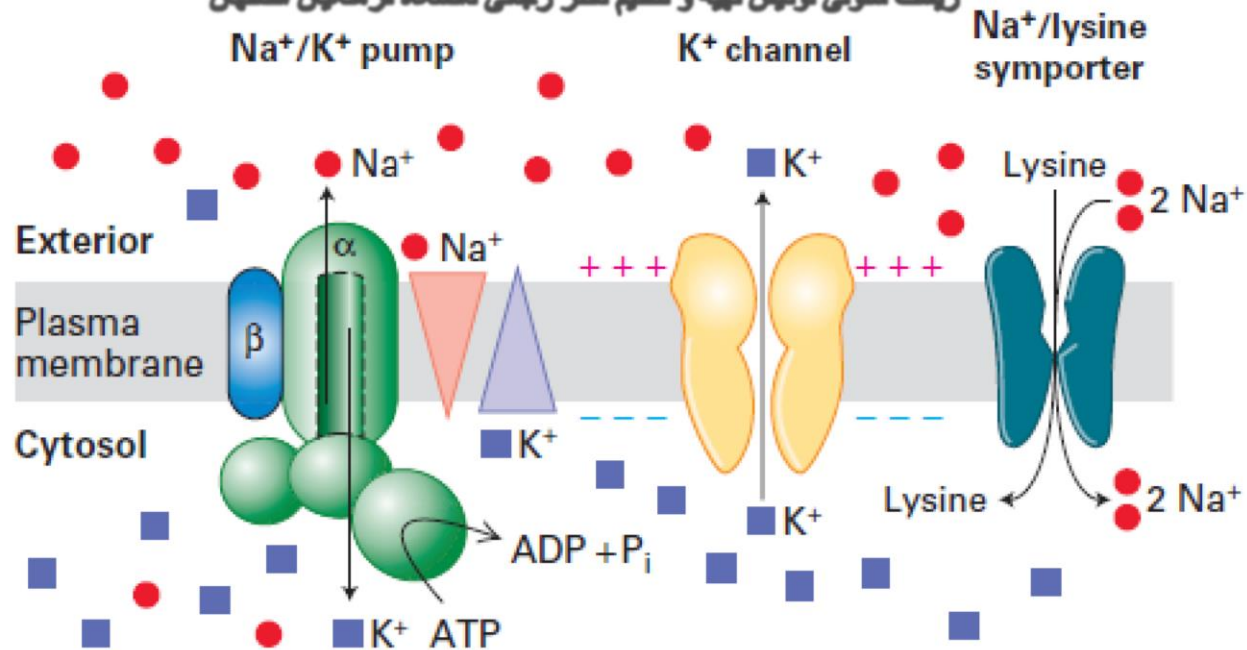


FIGURE 11-3 Multiple membrane transport proteins function together in the plasma membrane of metazoan cells. Gradients

TABLE 11-1 Mechanisms for Transporting Ions and Small Molecules Across Cellular Membranes

Property	Simple Diffusion	Facilitated Transport	Active Transport	Cotransport*
Requires specific protein	—	+	+	+
Solute transported against its gradient	—	—	+	+
Coupled to ATP hydrolysis	—	—	+	—
Driven by movement of a cotransported ion down its gradient	—	—	—	+
Examples of molecules transported	O ₂ , CO ₂ , steroid hormones, many drugs	Glucose and amino acids (uniporters); ions and water (channels)	Ions, small hydrophilic molecules, lipids (ATP-powered pumps)	Glucose and amino acids (symporters); various ions and sucrose (antiporters)

زیست مولوی اودیش تهیه و تنظیم دکتر رجایی دانشگاه فرهنگیان اسفهان • در انتشار تسهیل شده:

• 1- سرعت بیشتر از انتشار ساده از خلال غشاء است

• 2- حد اکثر سرعت V_{max} به میزان اختلاف غلظت بستگی دارد

زیست مولوی اودیش تهیه و تنظیم دکتر رجایی دانشگاه فرهنگیان اسفهان

• 3- در هر دو جهت رخ میدهد

• 4- اختصاصی است. (ناقلین مثل انزیم ها K_m دارند) و مثل آنها از میکائیلز مانند سرعت اولیه قابل محاسبه است.

• 5- گلوکز ترانسپوراز GLUT ناقل تک واحدی گلوکز

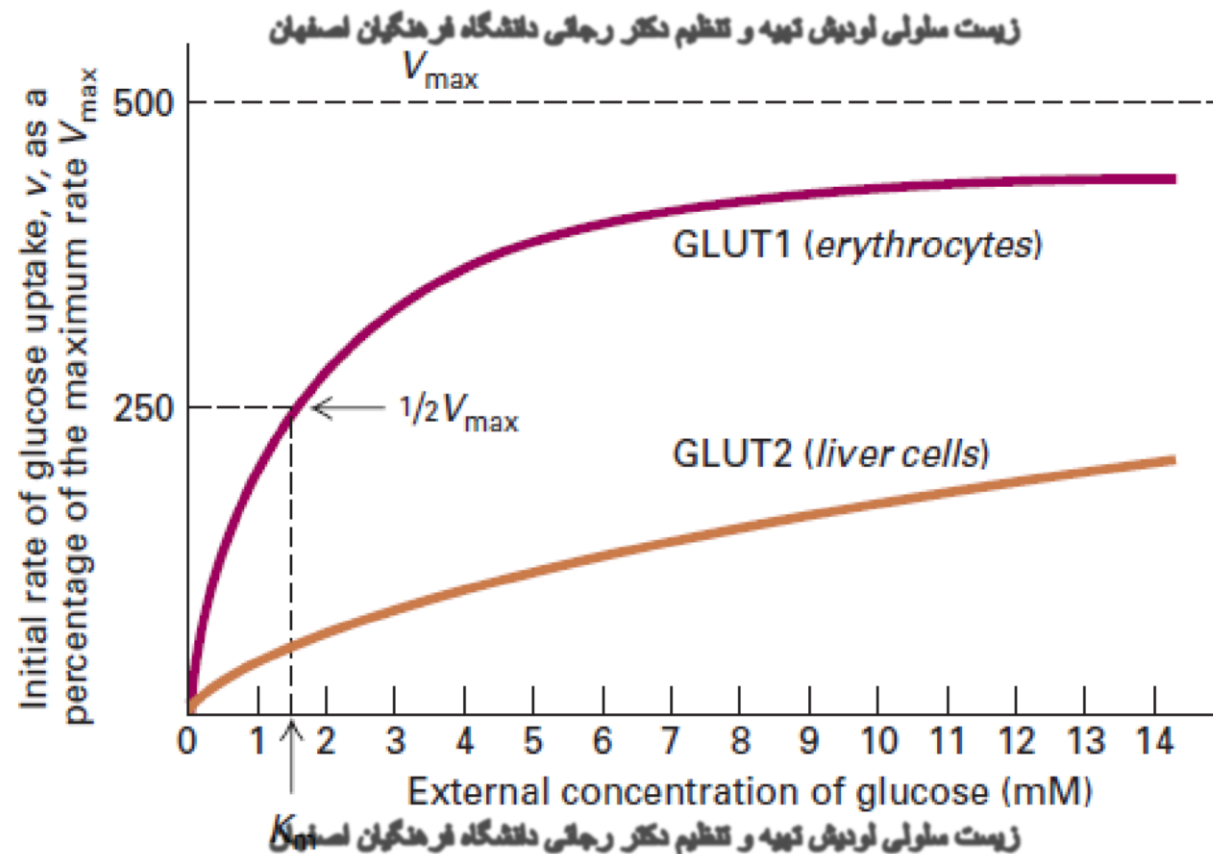
• چهار نوع از این پروتئین 1GLUT در گلبول قرمز، 2GLUT در کبد

2GLUT در کبد، 3GLUT در نورون ها 4GLUT در سلول های چربی و

ماهیچه ای

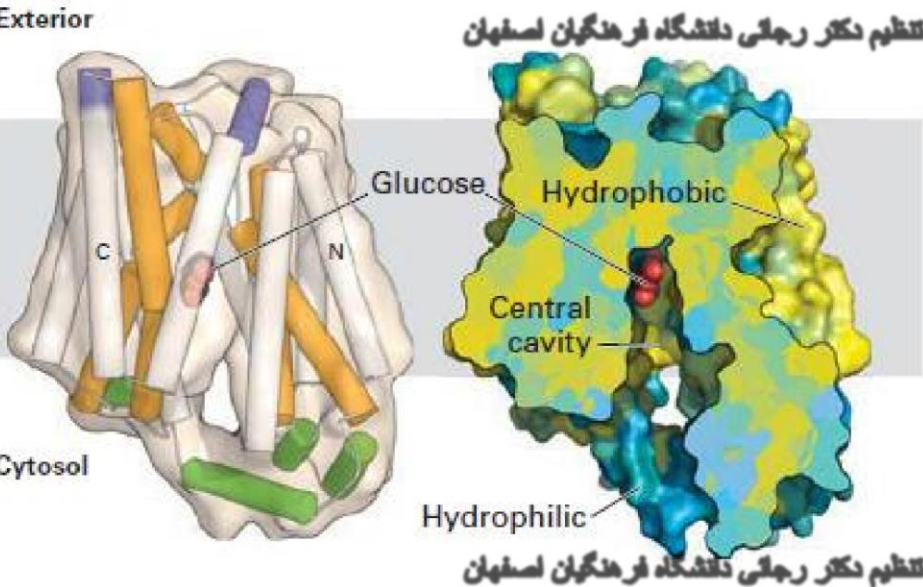
زیست مولوی اودیش تهیه و تنظیم دکتر رجایی دانشگاه فرهنگیان اسفهان

اوتشبر تسیل شدي سریع تر از اوتشبر

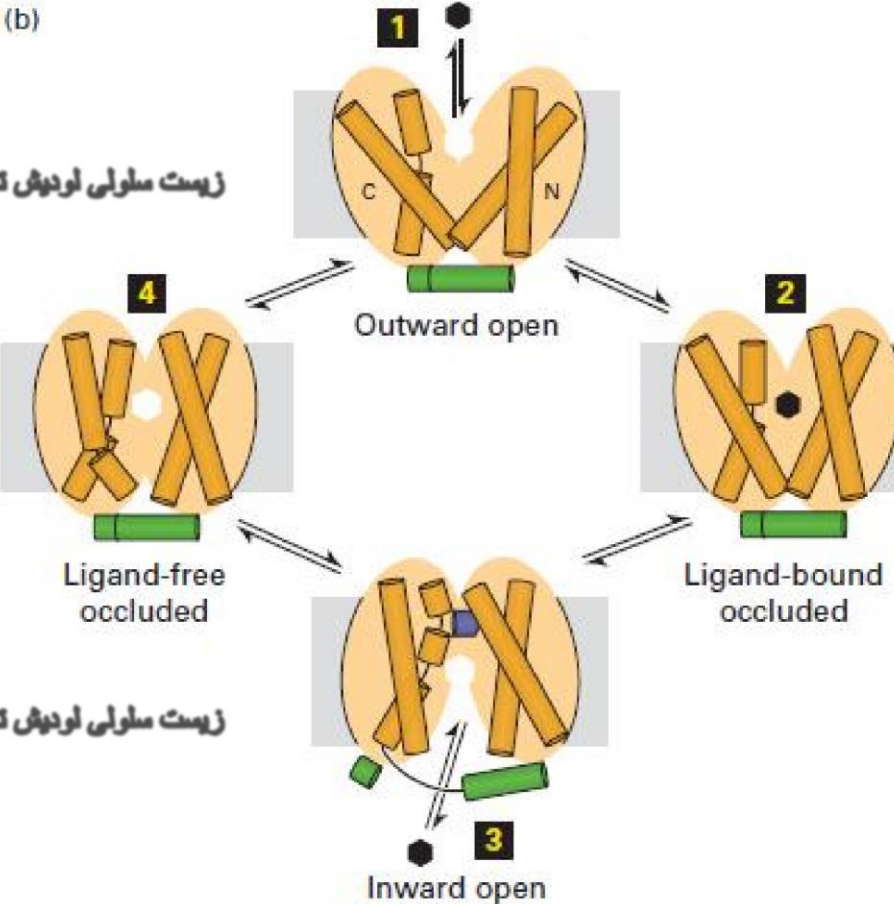


EXPERIMENTAL FIGURE 11-4 Cellular uptake of glucose mediated by GLUT proteins exhibits simple enzyme kinetics. The

(a)



(b)



زیست مولی لودیش تهیه و تنظیم دکتر رجائی دانشگاه فرهنگیان اصفهان

زیست مولی لودیش تهیه و تنظیم دکتر رجائی دانشگاه فرهنگیان اصفهان

اسم عمل اصلی حرکت آة از عرض

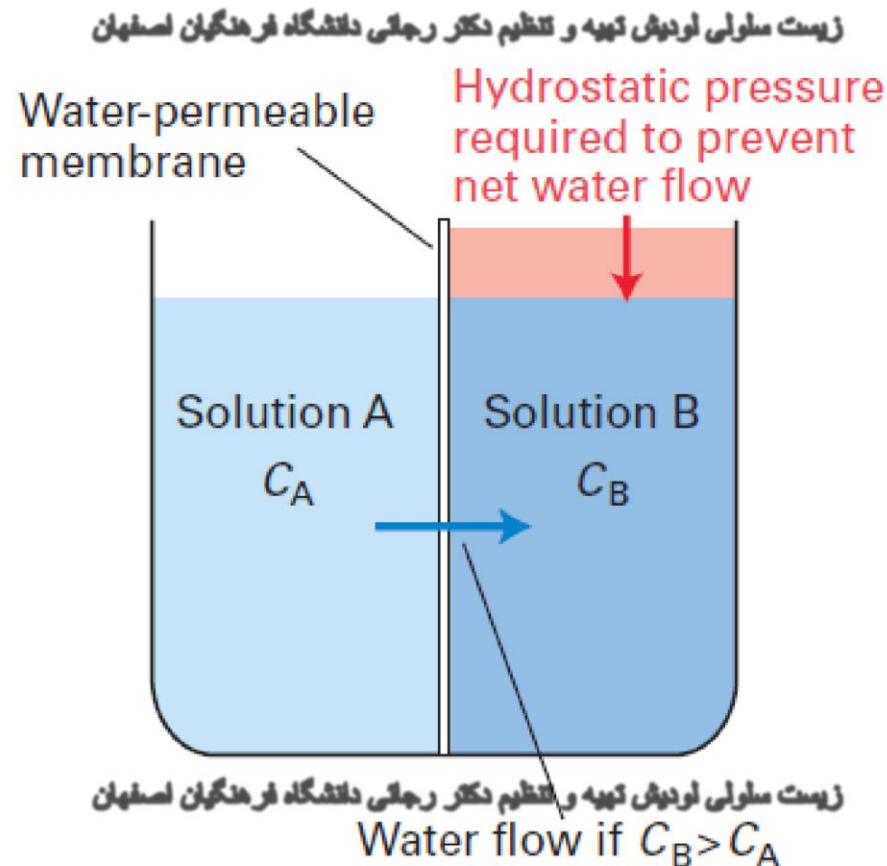


FIGURE 11-6 Osmotic pressure. Solutions A and B are separated

غشَاء

کبویل بی آة غشبه

زیست سلولی، لودیش تهیه و تنظیم دکتر رجایی دانشگاه فرهنگیان اسفهان

اک اپ ریه ب

زیست سلولی، لودیش تهیه و تنظیم دکتر رجایی دانشگاه فرهنگیان اسفهان

- یک پروتئین 4 زیر واحدی، تترامر
- هر زیر واحد 6 الفا هلیکس در غشاء دارد که منفذ مرکزی را می سازند به قطر حدود 28.0 نانومتر کمی بزرگتر از یک ملکول آب
- داخل منفذ با آمینو اسید های ابگریز فرش شده و تعدادی آمینو اسید های ابدوست در وسط منفذ با ملکول های آب پیوند هیدروژنی برقرار میکنند
- پیوند هیدروژنی بین گروه آمینوی، باقیمانده های آمینو اسیدی داخل کانال با اکسیژن پیوند هیدروژنی برقرار کرده و اجازه ورود H_2O را نمیدهند (فقط $20H$)
- اکوایورین 1 در گلبول قرمز و اکوایورین 2 در اپیتلیال مجاری کلیه باز جذب آب را تسهیل میکند.
- فعالیت اکوایورین 2 در حالت عادی در وزیکول ها درون سلول و در اثر وازوپرسین (ADH) به غشاء رفته و باز جذب آب افزایش می یابد.

زیست سلولی، لودیش تهیه و تنظیم دکتر رجایی دانشگاه فرهنگیان اسفهان

- جهش در گیرنده وازوپرسین و یا اکوپورین موجب دیابت بی مزه

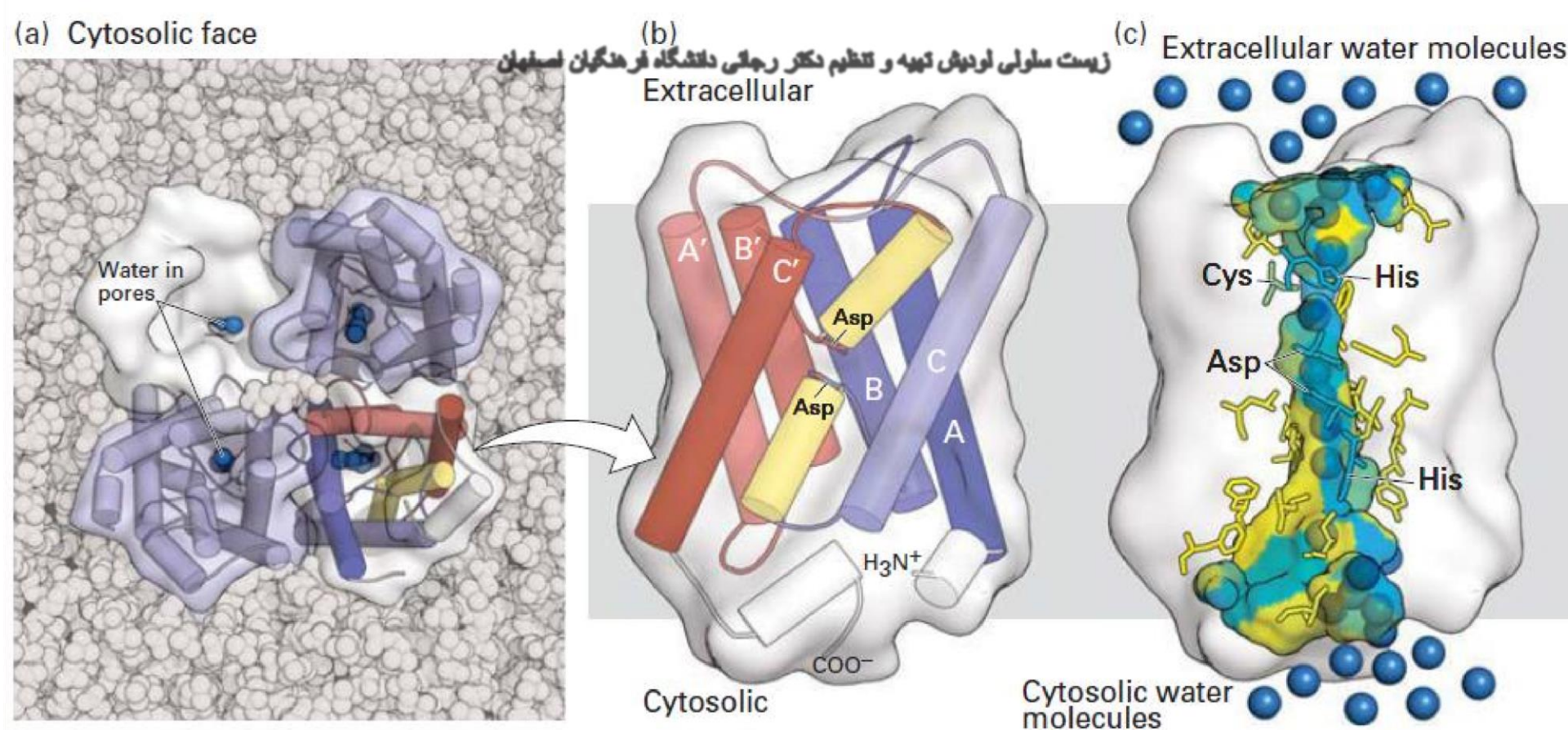


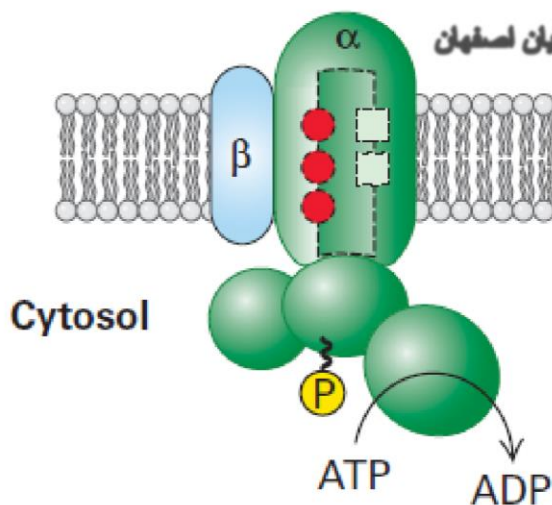
FIGURE 11-8 Structure of an aquaporin. (a) Structural model of the tetrameric protein comprising four identical subunits. Each subunit forms a water channel, as seen in this view looking down on the protein from the exoplasmic side. One of the monomers is shown as a water-accessible surface model, in which the pore

زیمت مولولی لودیش تهیه و تنظیم دکتر رجائی دانشگاه فرهنگیان اسفهان

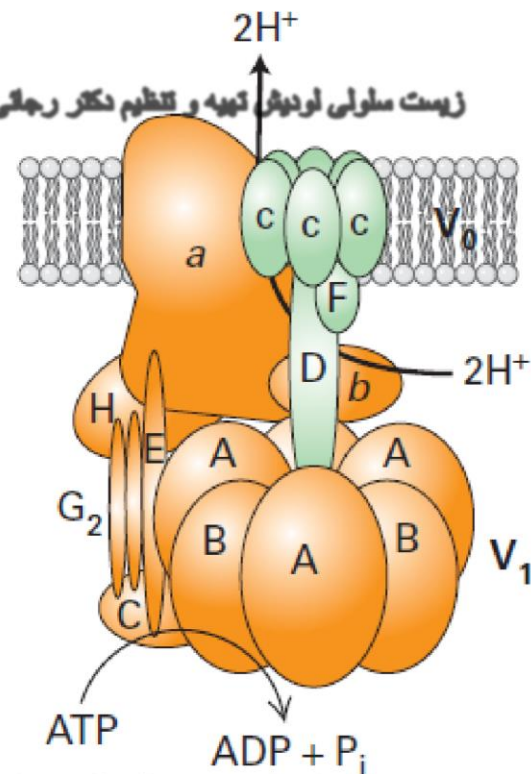
پمپ بی ATP²⁸

- انرژی حاصل از هیدرولیز پیوند فسفوانیدرید صرف انتقال مواد مختلف بر خلاف شیب غلظت می شود.
- همه آنها یک یا چند جایگاه اتصال به ATP که همیشه در سمت سیتوزولی است.
- چهار گروه اصلی: P-V-F-ABC
- غلظت های یونی متفاوت در دو سمت غشاء ایجاد می کنند.

Exterior



Cytosol



P-class pumps

Plasma membrane of plants and fungi (H^+ pump)

Plasma membrane of higher eukaryotes (Na^+/K^+ pump)

Apical plasma membrane of mammalian stomach (H^+/K^+ pump)

Plasma membrane of all eukaryotic cells (Ca^{2+} pump)

Sarcoplasmic reticulum membrane in muscle cells (Ca^{2+} pump)

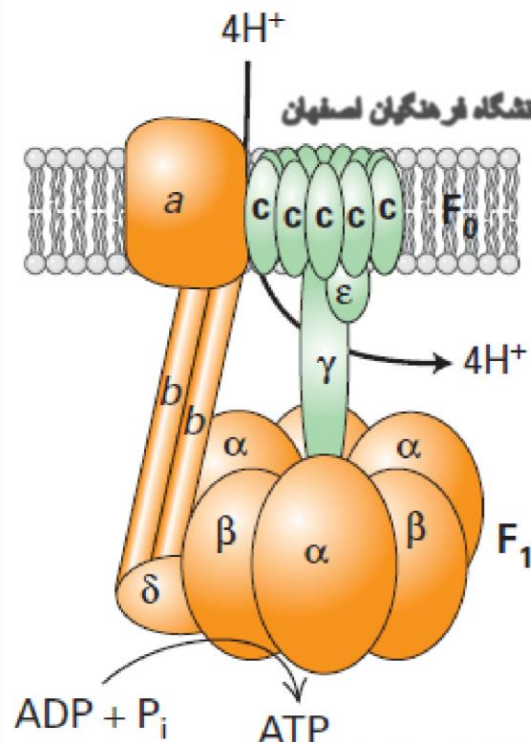
V-class pumps

Vacuolar membranes in plants, yeast, other fungi

Endosomal and lysosomal membranes in animal cells

Plasma membrane of osteoclasts and some kidney tubule cells

زیست مولوی لودیش تهیه و تنظیم دکتر رجایی دانشگاه فرهنگیان اصفهان

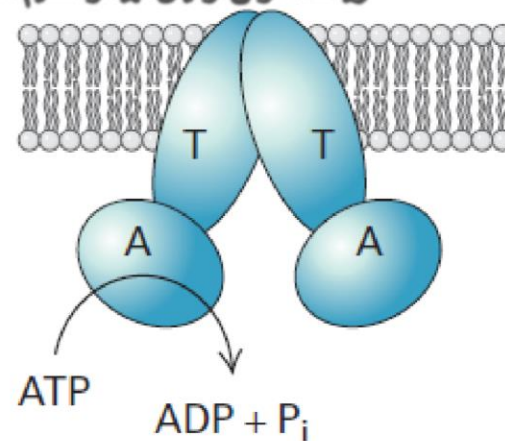


F-class pumps

Bacterial plasma membrane

Inner mitochondrial membrane

Thylakoid membrane of chloroplast



ABC superfamily

Bacterial plasma membranes (amino acid, sugar, and peptide transporters)

Mammalian plasma membranes (transporters of phospholipids, small lipophilic drugs, cholesterol, other small molecules)

Muscle Relaxation Depends on Ca^{2+} ATPases That Pump Ca^{2+} from the Cytosol into the Sarcoplasmic Reticulum

- در حالت استراحت غلظت کلسیم سیتوپلاسم 10^{-7} (یک دهم میکرومولار) و در حالت انقباض بیش از 10^{-6} می رسد و در SR به 10^{-2} می رسد.
- اما کلسیم به دو پروتئین calsequestrin و HACB در sr وصل شده و فرم آزاد کلسیم غلظت کمی خواهد داشت و کار برای پمپ کلسیم آسان تر خواهد بود.

زیست سلولی لوئیس تهیه و تنظیم دکتر رجایی دانشگاه فرهنگیان اصفهان

زیست سلولی لوئیس تهیه و تنظیم دکتر رجایی دانشگاه فرهنگیان اصفهان

مکبویسم فعباییت یمپ کلسیم

- 80 درصد پروتئین sr ماهیچه را تشکیل میدهد و خالص سازی و مطالعه شده.

زیست سلولی، آلودگی، تهیه و تنظیم دکتر رجایی دانشگاه فرهنگیان اصفهان

- دو مرحله اصلی کار یمپ:

- $1E$: جایگاه های اتصال کلسیم در دمن غشائی در جهت سیتوزول (جایگاه ها با تمایل بالا از این سمت در دسترس هستند)

زیست سلولی، آلودگی، تهیه و تنظیم دکتر رجایی دانشگاه فرهنگیان اصفهان

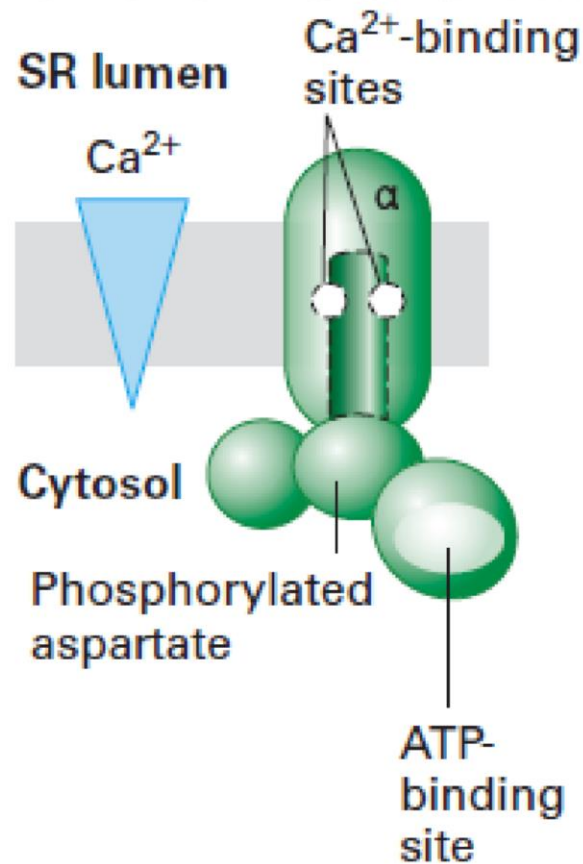
- $2E$: جایگاه های اتصالی در سمت خارج غشاء (روبه ER) با تمایل کم در دسترس هستند.

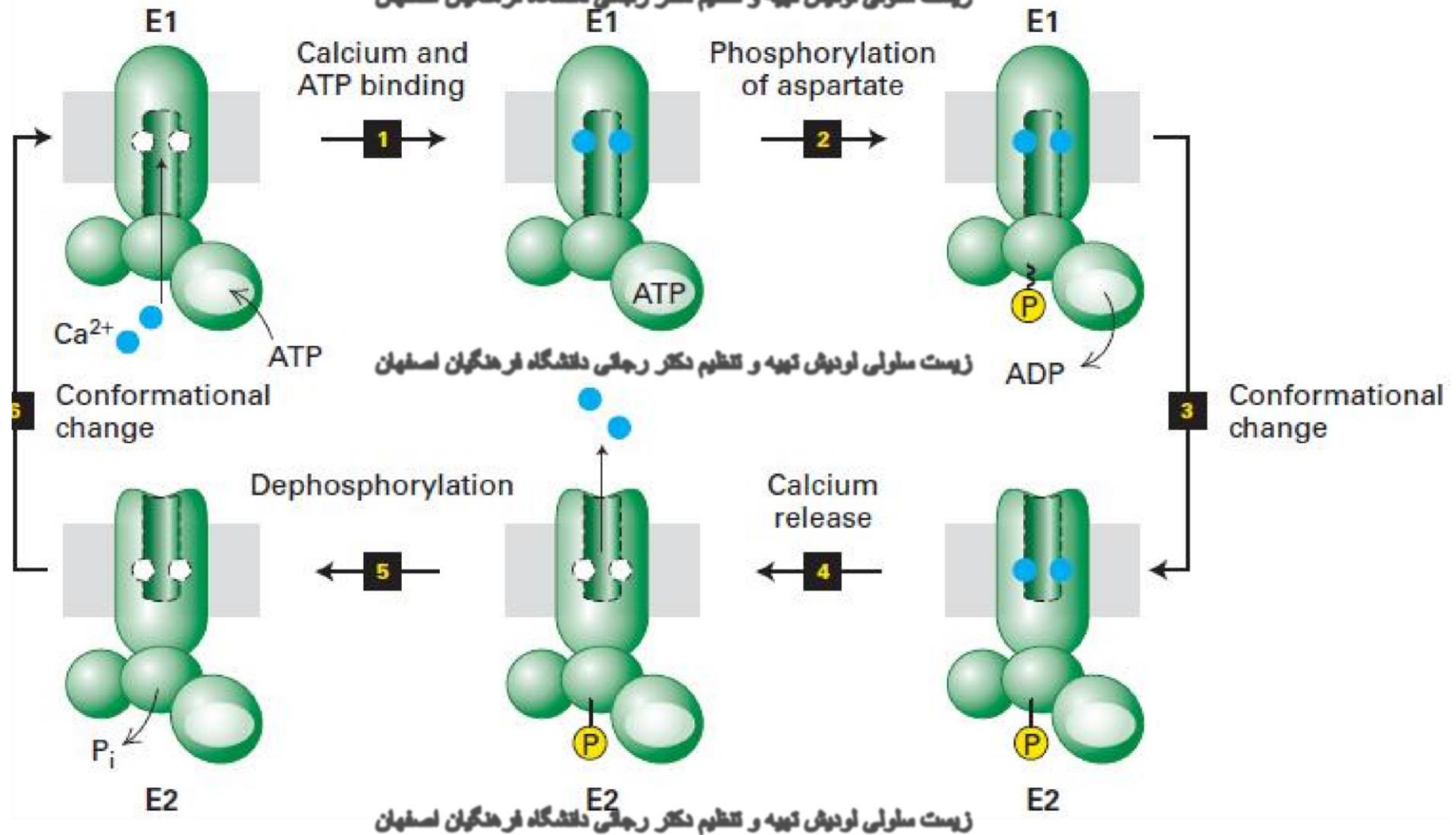
- در هر چرخه دو یون کلسیم یمپ می شوند.

زیست سلولی، آلودگی، تهیه و تنظیم دکتر رجایی دانشگاه فرهنگیان اصفهان

- K_d اتصال کلسیم به جایگاه ها در حالت $2E$ بالاتر و غلظت کلسیم در داخل ER از آن کمتر است و به راحتی آزاد میشود.

زیست سلولی، آلودگی، تهیه و تنظیم دکتر رجایی دانشگاه فرهنگیان اصفهان





(a) E1 state

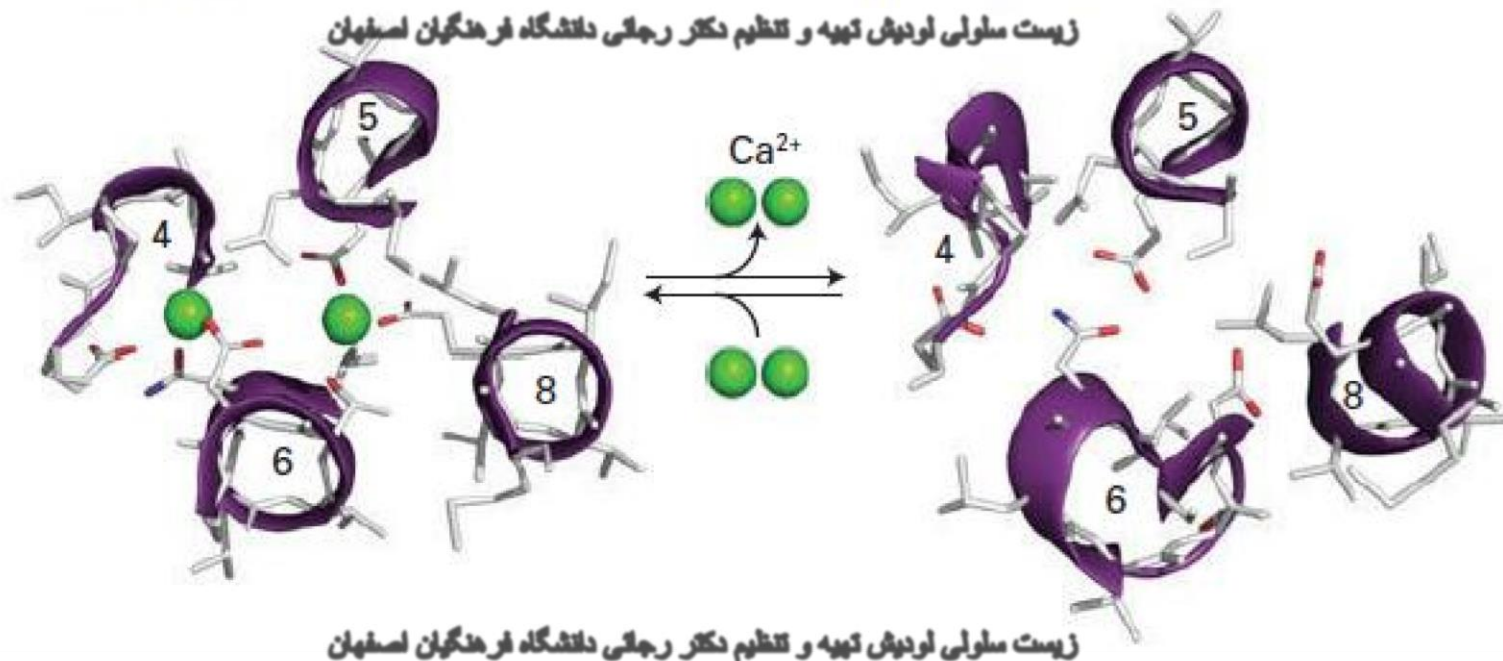
High affinity for Ca^{2+}

Two bound Ca^{2+}

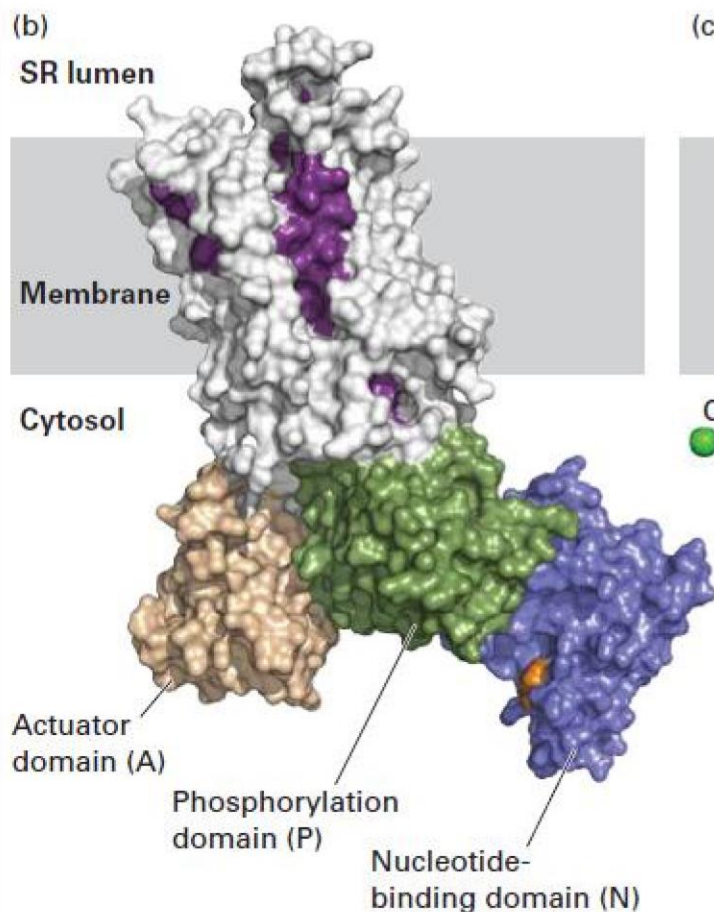
E2 state

Low affinity for Ca^{2+}

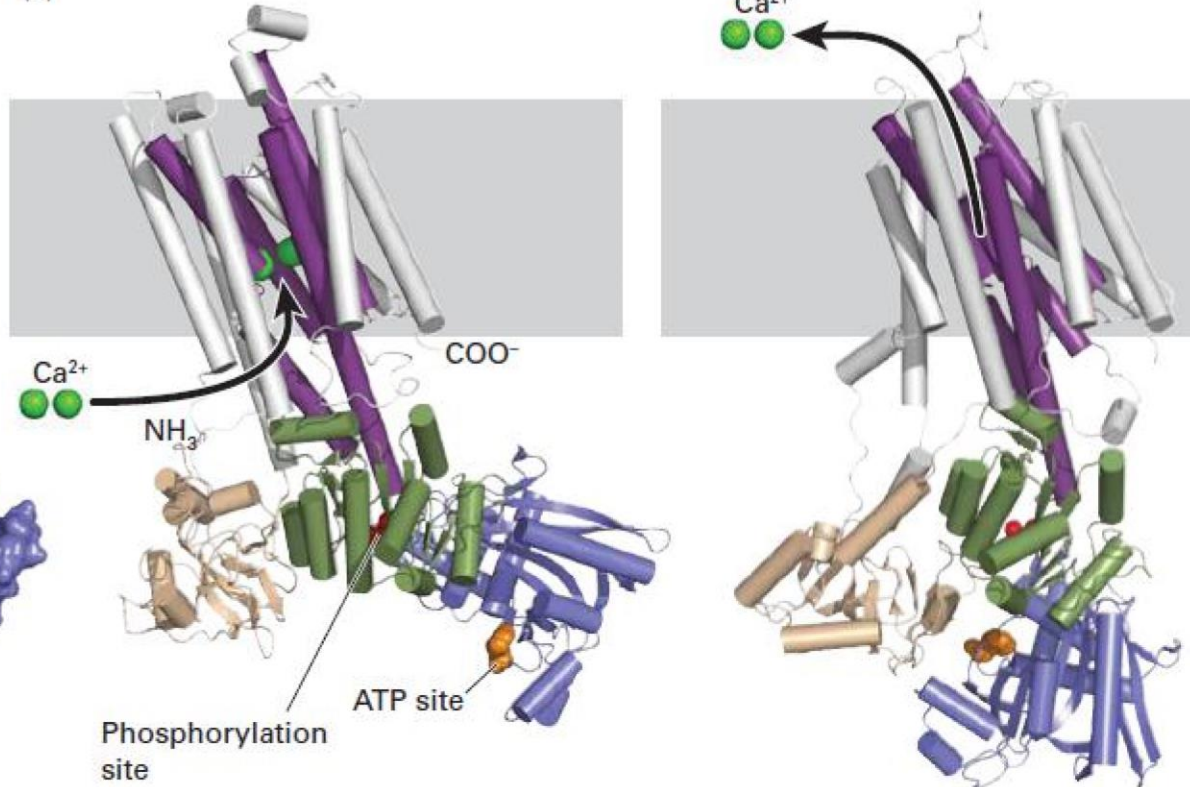
No bound Ca^{2+}



- اکسیژن منفی گروه های COO^- در باقیمانده های آمینو اسیدی مثل اسپارتات و گلوتامات یون های کلسیم را در بر میگیرند. و جایگزین ملکول های آب در محلول می شوند.



(c) زیست مولوی لودیش تهیه و تنظیم دکتر رجایی دانشگاه فرهنگیان اسفهان



زیست مولوی لودیش تهیه و تنظیم دکتر رجایی دانشگاه فرهنگیان اسفهان

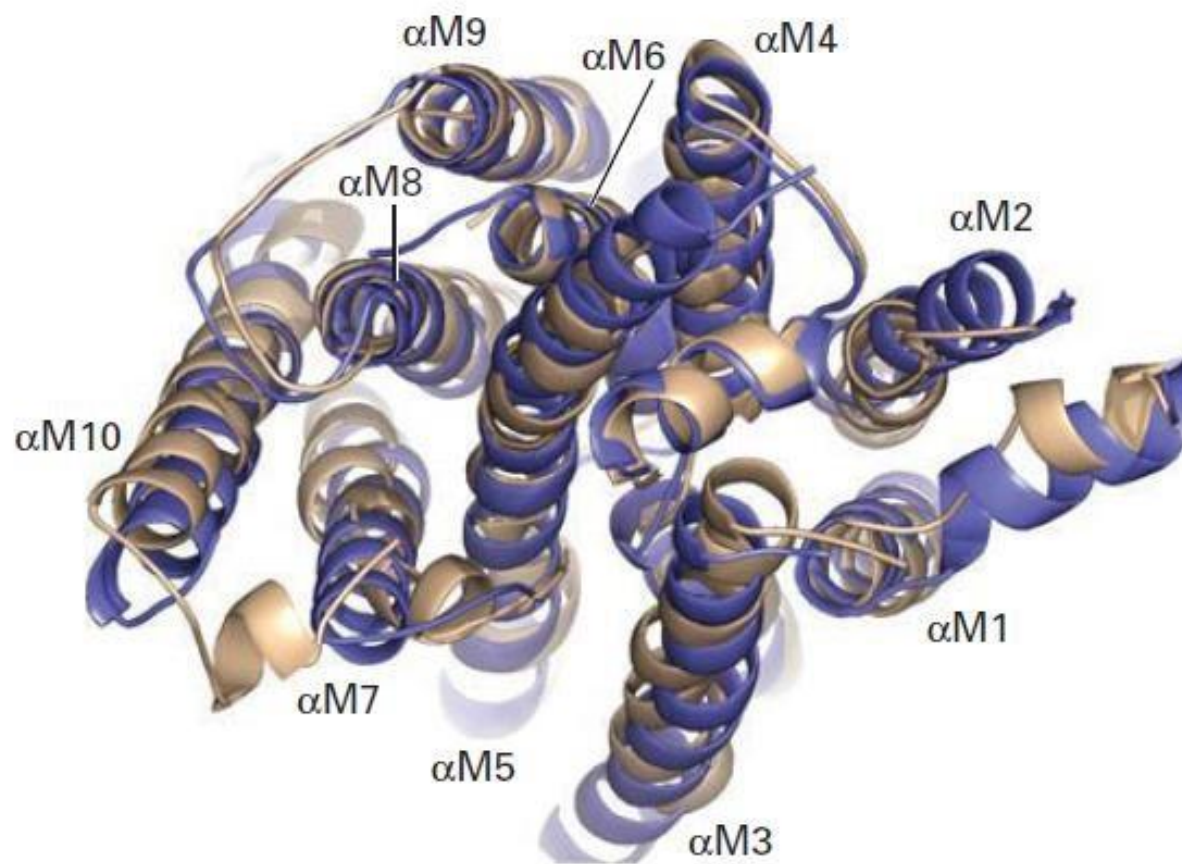
- اتصال ATP و کلسیم باعث جابه جایی مارپیچ های الف و سپس انتقال گروه گاما فسفات به اسپارتات در دمین P صورت میگیرد.
- این حرکات در دمین های P و N باعث تغییر در چهار مارپیچ حاوی جایگاه های کلسیم و کاهش تمایل آنها به کلسیم و قرار گیری آن در معرض سمت خارج سیتوپلاسمی می شود.

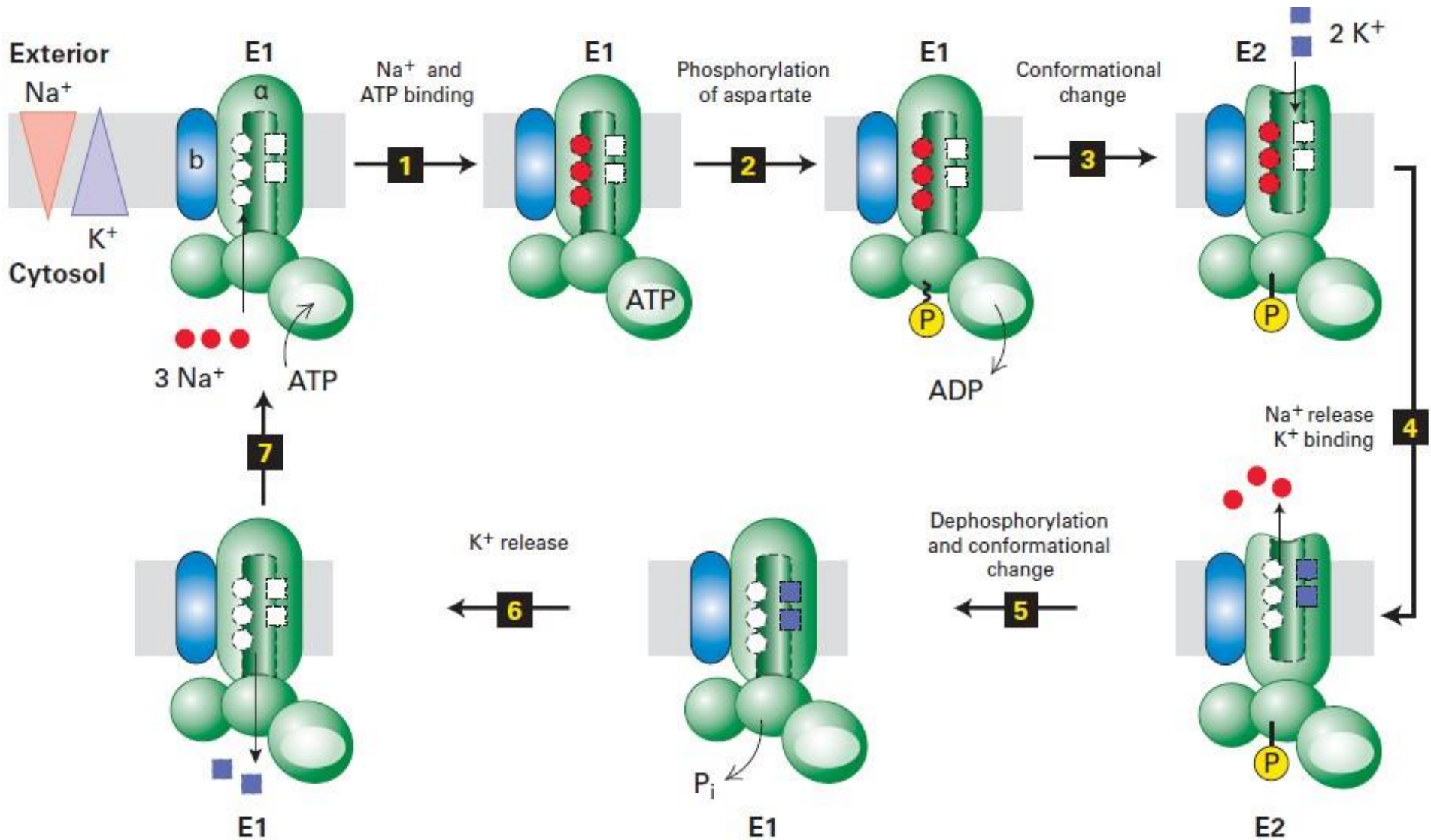
تنظیم پمپ²⁸ بی کلسیم سیٲ^ٲ پلاسمی ث^ٲ سٲ کبلم دَلیه

- زیر واحد الفای این پمپ های گروه P مانند پمپ های کلسیم ER است.
- افزایش کلسیم سٲیوزولی باعث فعال شدن کالمودولین ها و سپس فعال شدن بیشتر پمپ کلسیم سٲیوپلاسمی می شود تا غلظت کلسیم به حالت آرامش برگردد.

پمپ²⁸ بی Na^+/K^+ ATPase

- شباهت زیادی به پمپ های کلسیم دارند (پمپ سدیم پتاسیم طلائی و کلسیم آبی)

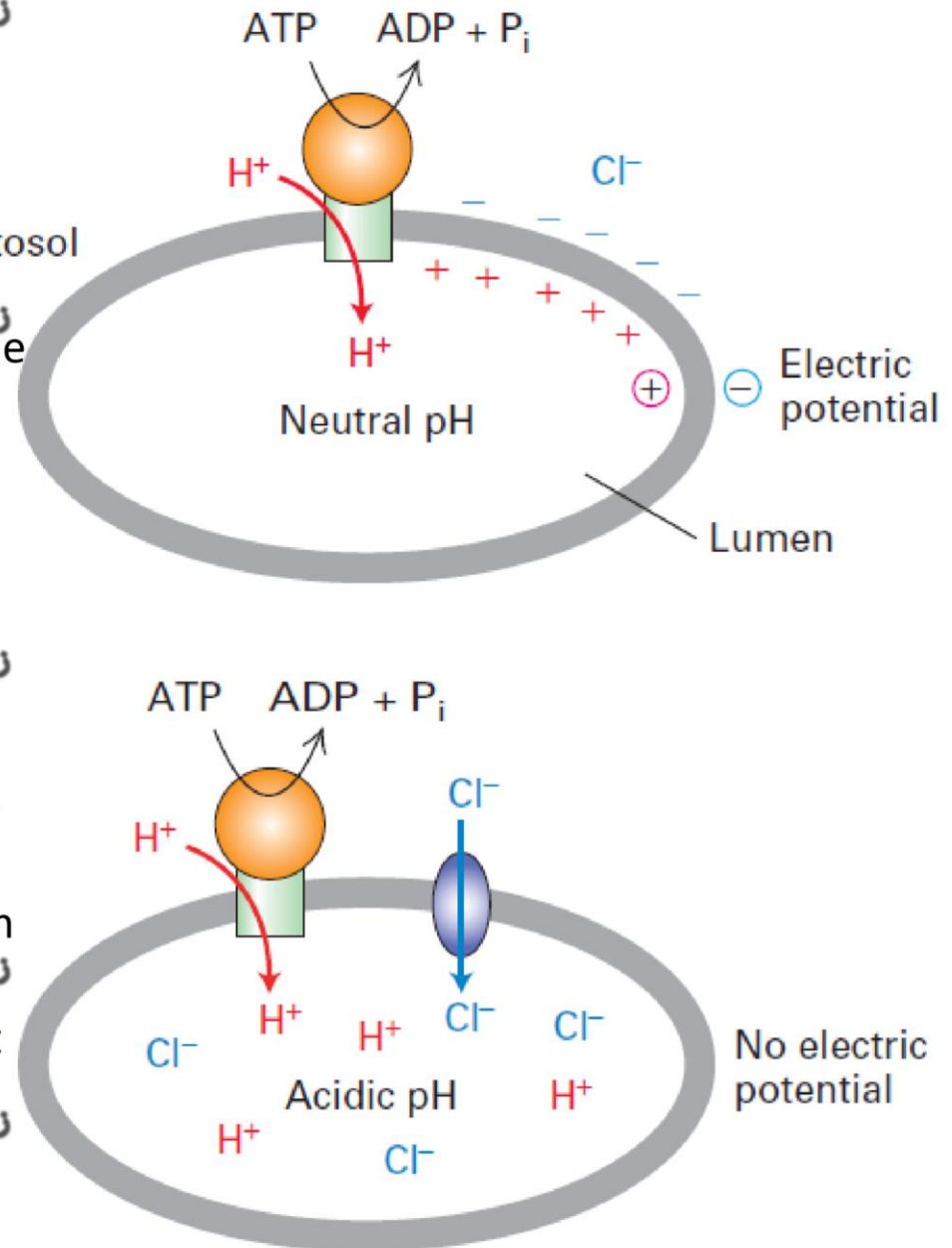




V پمپ بی پر تُن ، گرَی

- همه با مصرف ATP پروتون میکنند
- در غشاء لیزوزوم، اندوزوم، واکوئل های گیاهی حفره خارجی (لومن) را اسیدی میکنند.
- با کمک پروتئین های فلوروسنت حساس به PH درون اندامک ها تعیین می شود.
- اسیدیته لیزوزوم حدود 5 و سیتوپلاسم حدود 7
- مقدار کم پروتون (حدود 250 PH) لومن رو به 4 میرساند.
- اگر فقط پروتون پمپاژ شود اختلاف پتانسیل الکتریکی به وجود آمده و مانع ادامه پمپاژ بیشتر (میشود) روش کار پمپ های P در غشای سیتوپلاسمی گیاهان و قارچ ها)
- برای ایجاد اسیدیته بیشتر لازم است 1- یک انیون مثل Cl^- به داخل لومن توسط کانال های انیونی و یا 2- خروج یک کاتیون انجام شود تا از نیروی بازدارنده اختلاف پتانسیل جلوگیری شود.
- مثلاً در سلول های معده ترشح H^+ با ورود K^+ همراه است (یک پمپ گروه p که H/K ATPase است).
- دو عدد دومین V_0 که سراسر غشائی بوده و کانال هدایت پروتون (زیر واحد a,c) و دومین V_1 سیتوپلاسمی که اتصال و هیدرولیز ATP در آن انجام میشود.
- پمپ های F ساختاری مشابه گروه V ولی در جهت عکس پمپ های پروتونی ATP تولید میکنند.

FIGURE 11-14 Effect of V-class proton pumps on H^+ concentration gradients and electric potential gradients across cellular membranes. (a) If an intracellular organelle contains only V-class pumps, proton pumping generates an electric potential across the membrane (the cytosolic face becomes negative and the luminal face positive), but no significant change in the intraluminal pH. (b) If the organelle membrane also contains Cl^- channels, anions passively follow the pumped protons, resulting in an accumulation of H^+ and Cl^- ions in the lumen (low luminal pH) but no electric potential across the membrane.



پَرَتَّیْه بی ABC²⁸

زیست سلولی لویش تهیه و تنظیم دکتر رجایی دانشگاه فرهنگیان اصفهان

- دو عدد دومین غشائی T: حاوی 10 مارپیچ الفا سازنده جایگاه سوبسترا و راه عبوری
- و دو دومین سیتوزولی (A) متصل به ATP)
- اولین نوع یوکاریوتی آن در مقاومت سلول های توموری کشت شده به چند دارو کشف شد (MDR) نام امروزی 1ABC
- سوبسترای این ناقل داروهای محلول در چربی است و آنها را از سلول خارج میکند) کلشیسین و وینبلاستین)
- هیدرولیز ATP در زیر واحد های A باعث چرخش جایگاه اتصالی دومین های T روبه داخل و بیرون می شود.
- حفره اتصالی سوبسترا هم جایگاه ابگرین دارد و هم ایدوست و هر دو گروه مواد به آن متصل میشوند.
- کاربرد: دفع سموم در سلول های روده کبد و کلیه
- به همین دلیل تومورهای کبدی که پروتئین 1ABC را زیاد بیان میکنند به شیمی درمانی مقاوم هستند.

زیست سلولی لویش تهیه و تنظیم دکتر رجایی دانشگاه فرهنگیان اصفهان

زیست سلولی لویش تهیه و تنظیم دکتر رجایی دانشگاه فرهنگیان اصفهان

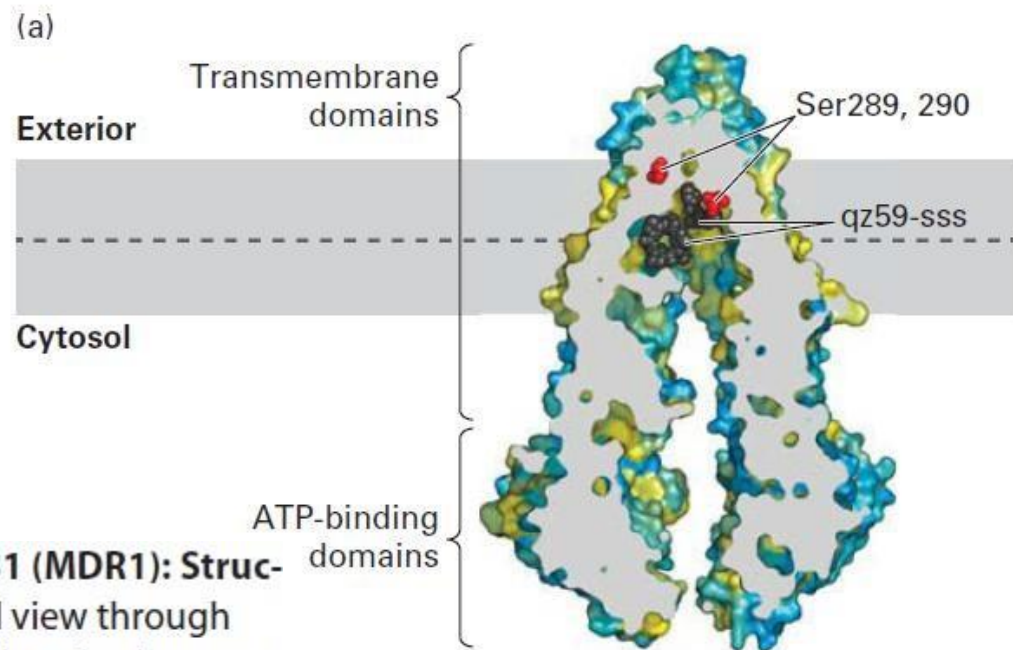
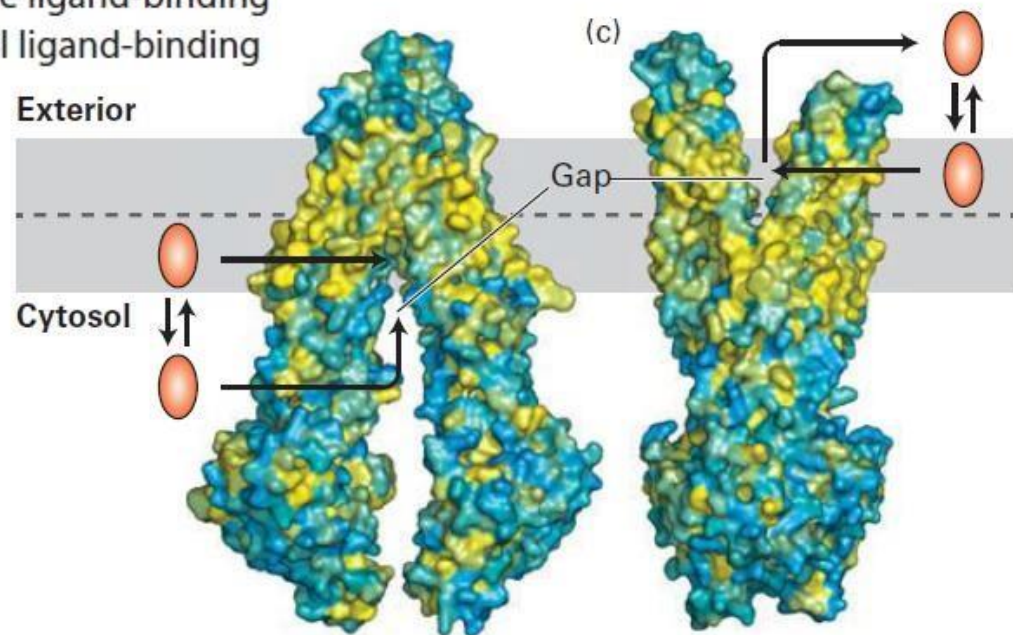
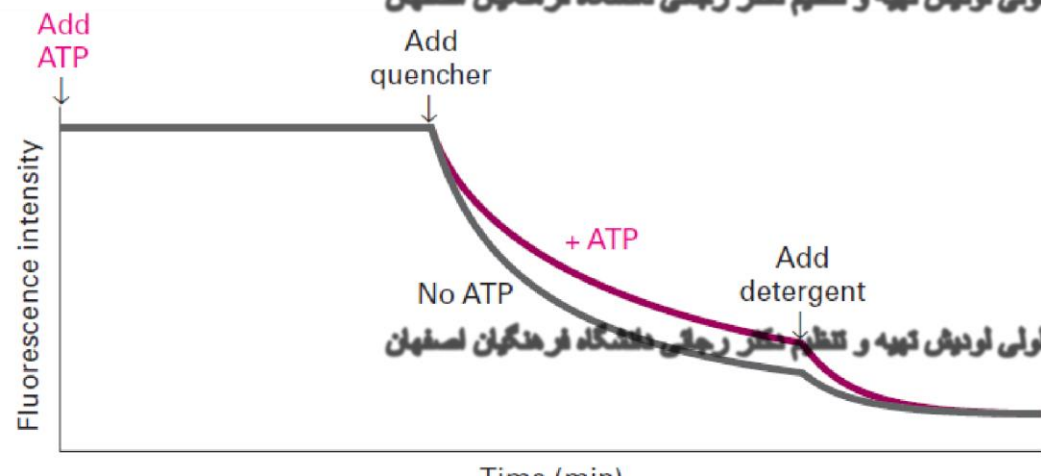
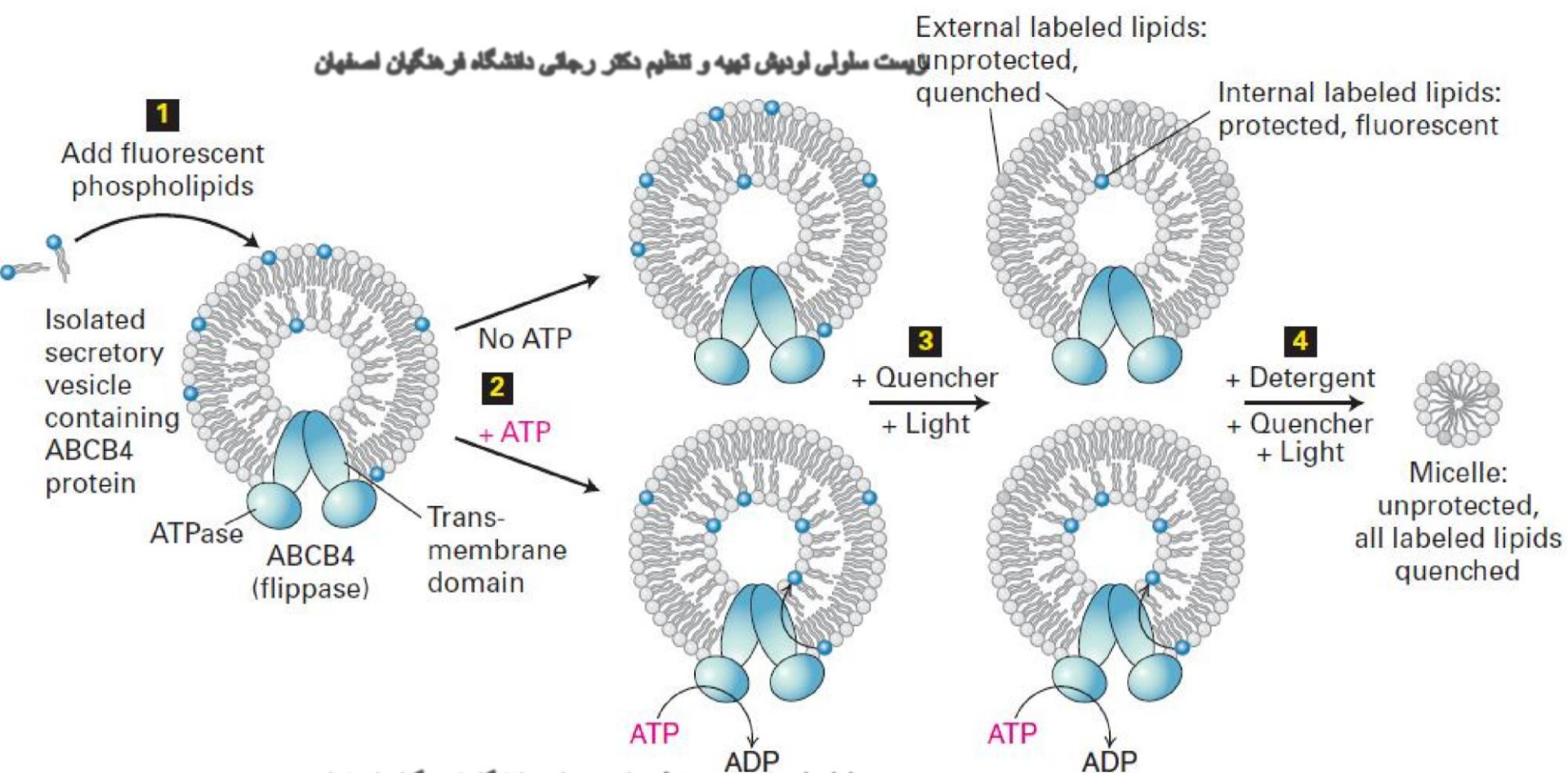


FIGURE 11-15 The multidrug transporter ABCB1 (MDR1): Structure and model of ligand export. (a) Cross-sectional view through the center of an ABCB1 protein bound to two molecules of a drug analog, qz59-sss (black), reveals the central location of the ligand-binding site in relation to the phospholipid bilayer: the central ligand-binding



• کاربرد دیگر ABC: انتقال یا پرتاب ملکول های آبدوست یا آبگریز از لایه داخلی غشاء به لایه خارجی (مدل فلیپازی) •
مطالعه 4ABC در سلول های کبد، فسفاتیدیل کولین را از لایه داخلی غشاء به سمت خارجی آن هدایت تا در ترکیب صفرا وارد شود.

• باروش سنجش خاموشی فلورسنس فعالیت فلیپازی 4ABC در مخمر نشان داده شده است.



- نقش ABC ها در بیماری هایی مثل سیستیک فیبروز CF
- CFTR یا 7ABCC که علاوه بر دومین های A و T
- بین دو بخش A یک بخش R یا تنظیمی اضافه هم دارد.
- این پروتئین پمپ نیست. بلکه یک کانال CL^- است.
- کار آن بازجذب یون کلر از دست رفته طی تعرق است.
- در اکثر بیماران جهش در 508Phe در زیر واحد 1A باعث نقص در اتصال ATP به آن در دمای بدن و نقص عملکرد کانال می شود.

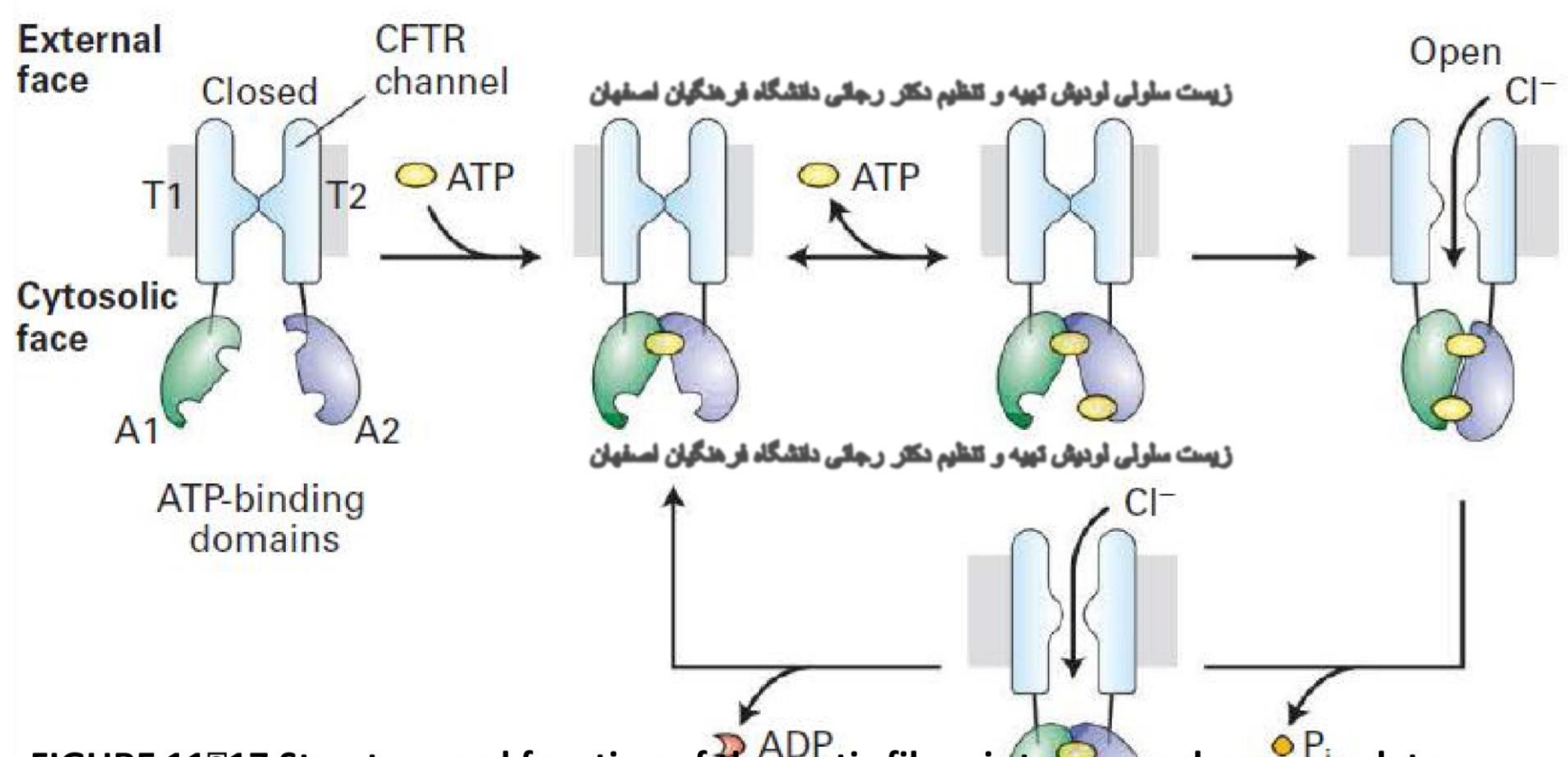


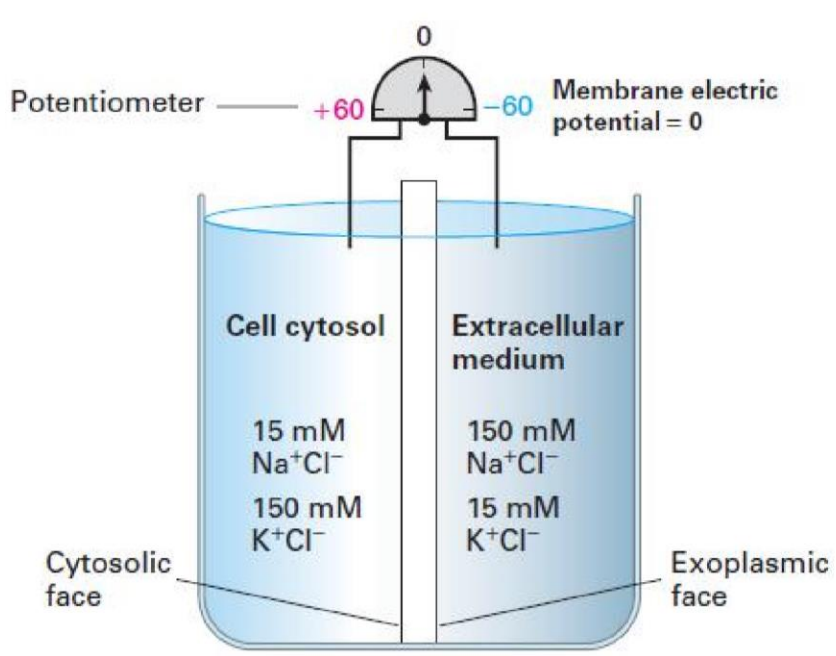
FIGURE 11-17 Structure and function of the cystic fibrosis transmembrane regulator (CFTR). The regulatory (R) domain (not depicted) must be phosphorylated before ATP is able to power channel opening. Upon phosphorylation, one ATP (yellow circle) becomes tightly bound to the A1 domain (green). Binding of a second ATP to the A2 domain (blue) is followed by formation of a tight intramolecular A1–A2 heterodimer and slow channel opening. The relatively stable open state becomes destabilized by hydrolysis of the ATP bound at A2 to ADP (red crescent) and P_i. The ensuing disruption of the tight A1–A2 dimer interface leads to channel closure. T = transmembrane domain; A = cytosolic ATP-binding domain. See D. C. Gadsby et al., 2006, *Nature* **440**:477

4.11 Nongated Ion Channels

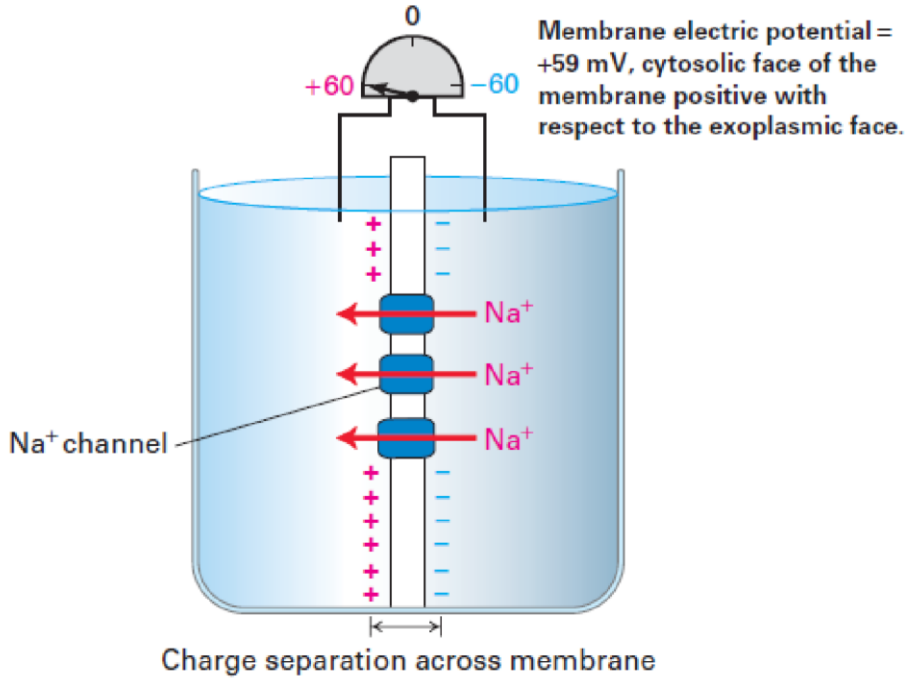
کبویل بی یو وی تَدَن درِیچ

- کار همزمان این کانال ها و پمپ های یونی ATP باعث اختلاف پتانسیل الکتریکی دو سمت غشاء
- همیشه حدود -70 mv و داخل سلول منفی، بیرون مثبت
- این ولتاژ در ضخامت کم غشاء (5.3×10^{-7}) جزئی ولی برای یک سانتیمتر مربع 200000 ولت
- غلظت یونها نقش کلیدی در انتقال علامت، پتانسل عمل در سلول های عصبی
- حرکت انتخابی یونها، اساس ایجاد شیب الکتریکی

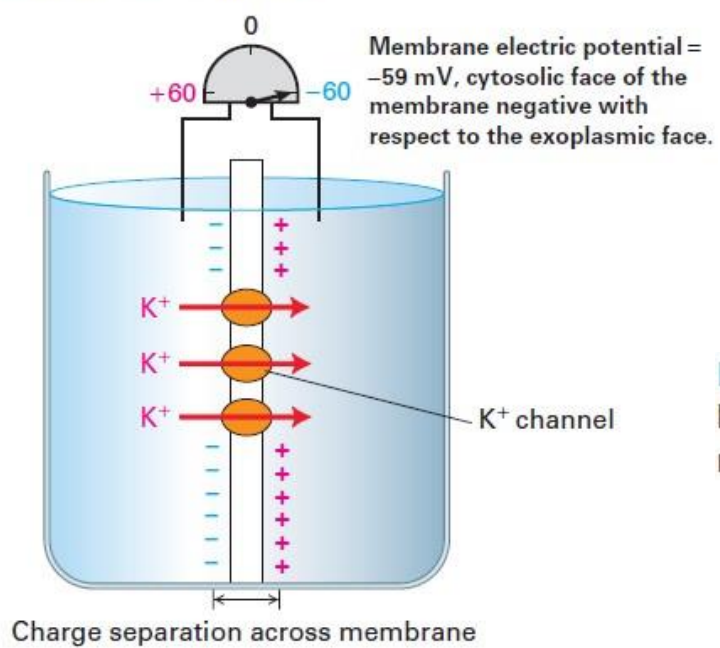
(a) Membrane impermeable to Na^+ , K^+ , and Cl^-



(b) Membrane permeable only to Na^+



(c) Membrane permeable only to K^+



EXPERIMENTAL FIGURE 11-18 Generation of a transmembrane electric potential (voltage) depends on the selective movement of ions across a semipermeable membrane. In this experimental

- اگر فقط غشاء به سدیم نفوذ پذیر باشد پس از تعادل شیب غلظت سدیم با پتانسیل الکتریکی غشاء:

$$E_{Na} = \frac{RT}{ZF} \ln \frac{[Na_{right}]}{[Na_{left}]}$$

زیست مولوی لودیش تهیه و تنظیم دکتر رجایی دانشگاه فرهنگیان اصفهان

- باقرار دادن ضرایب در دمای 20 درجه پتانسل غشاء نسبت به سطح خارج

$$E_{Na} = 0.059 \log_{10} \frac{[Na_{right}]}{[Na_{left}]}$$

زیست مولوی لودیش تهیه و تنظیم دکتر رجایی دانشگاه فرهنگیان اصفهان

اگر نسبت راست به چپ حدود 10 برابر باشد این عدد حدود 59 mv

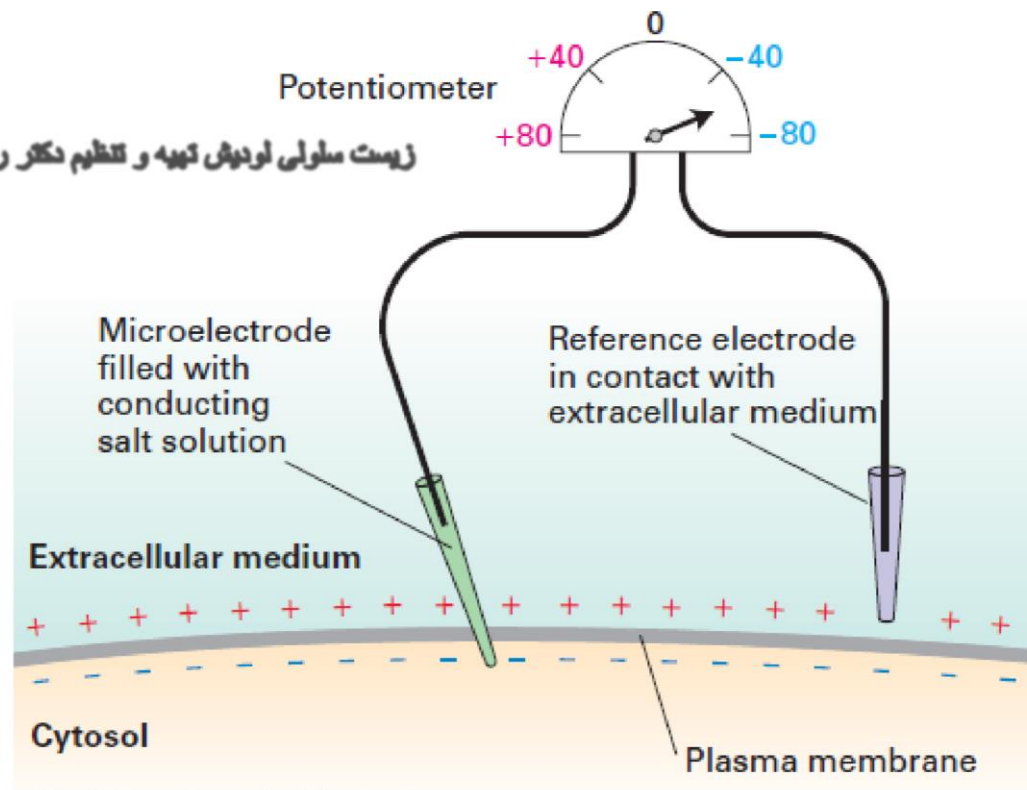
$$E_K = 0.059 \log_{10} \frac{[K_{right}]}{[K_{left}]}$$

زیست مولوی لودیش تهیه و تنظیم دکتر رجایی دانشگاه فرهنگیان اصفهان

اگر همین محاسبات برای یون پتاسیم انجام شود این مقدار 59mv- خواهد بود.

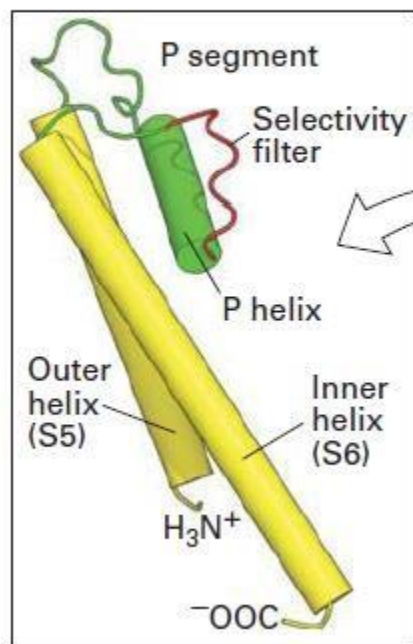
• نتیجه:

- عملاً در غشاء جانوری کانال های K^+ زیاد ولی کانال های Na^+ کم است.
- پس حرکت عمده مربوط به یون پتاسیم بوده و عامل نیرو دهنده خواهد بود. (کانال های آرامش K^+)
- بازو بسته شدن این کانال های پتاسیم تحت تاثیر ملکول های پیام رسان یا پتانسیل غشاء نیست) غیر دریچه ای)
- انواع دریچه دار در سلول های عصبی به اتصال لیگاند یا تغییر پتانسیل غشاء پاسخ می دهند.
- در سلول ها عملاً پتانسیل -70 میلی ولت است زیرا تعداد کمی کانال سدیم این عدد را کمی کمتر از مقدار معادله نرنست برای پتاسیم (-59 میلی ولت) خواهد بود
- در سلول های گیاهی و قارچ ها و گیاهان عامل ایجاد پتانسیل غشاء انتقال پروتون به خارج توسط پمپ های پروتونی ATP ایجاد می شود. (شبیه غشاء لیزوزومی فاقد کانال یون کلر)
- در باکتری های هوازی انتقال پروتون هنگام انتقال الکترون (مثل میتوکندری)

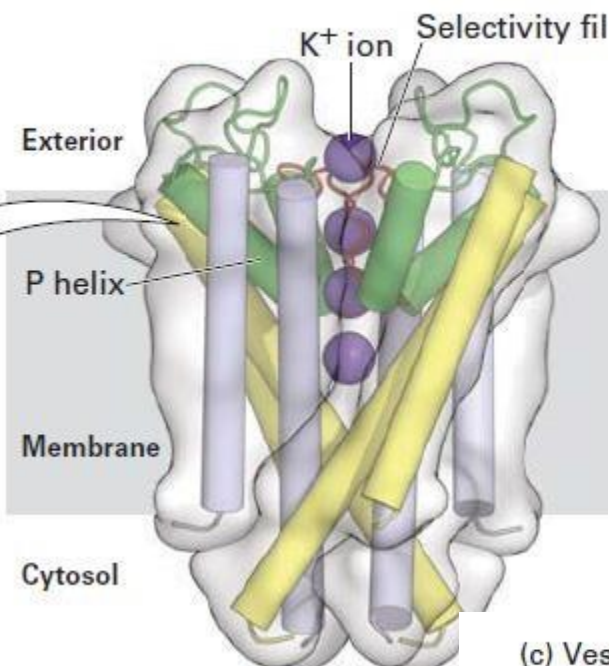


EXPERIMENTAL FIGURE 11-19 The electric potential across the plasma membrane of a live cell can be measured. A microelectrode, constructed by filling a glass tube of extremely small diameter with a conducting fluid such as a KCl solution, is inserted into a cell in such a way that the plasma membrane seals itself around the tip of the electrode. A reference electrode is placed in the extracellular medium. A potentiometer connecting the two electrodes registers the potential—in this case, -60 mV , with the cytosolic face *negative* with respect to the exoplasmic face of the membrane. A potential difference is registered only when the microelectrode is inserted into the cell; no potential is registered if the microelectrode is in the extracellular fluid.

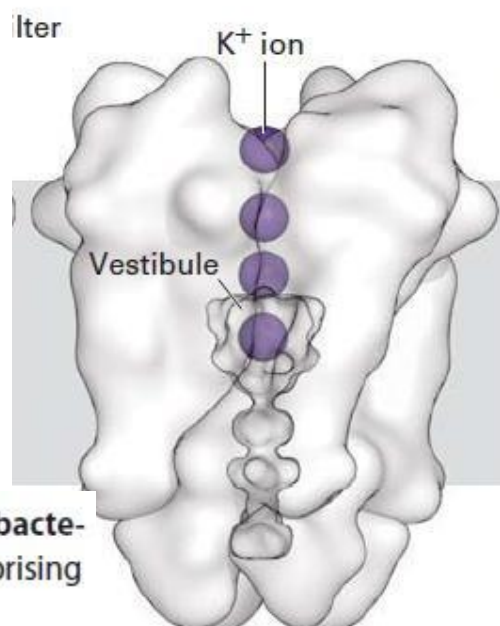
(a) Single subunit



(b) Tetrameric channel



(c) Vestibule



(d) Exterior face

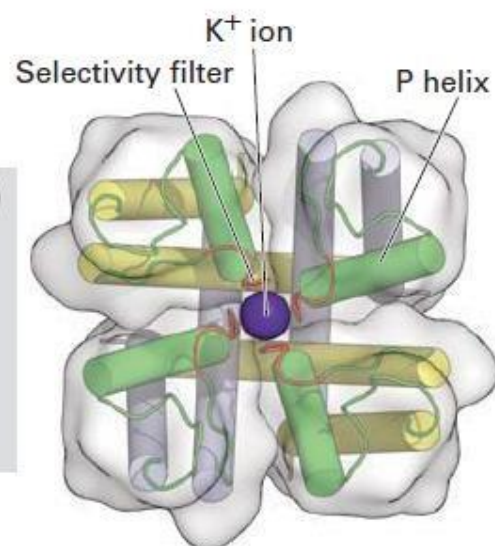
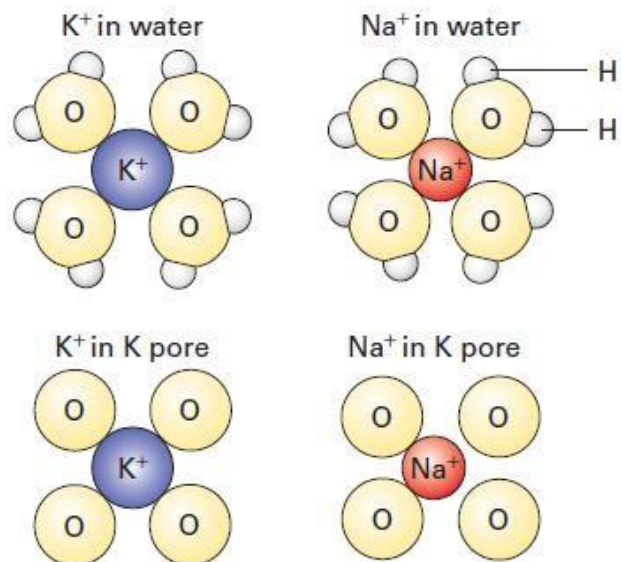
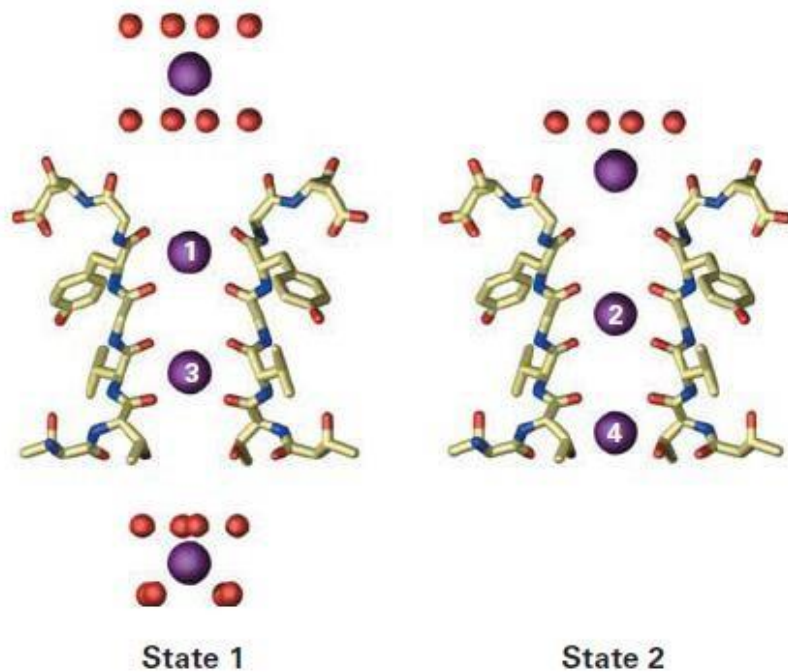


FIGURE 11-20 Structure of a resting K⁺ channel from the bacterium *Streptomyces lividans*. All K⁺ channels are tetramers comprising

(a) K^+ and Na^+ ions in the pore of a K^+ channel (top view)



(c) Ion movement through selectivity filter



(b) K^+ ions in the pore of a K^+ channel (side view)

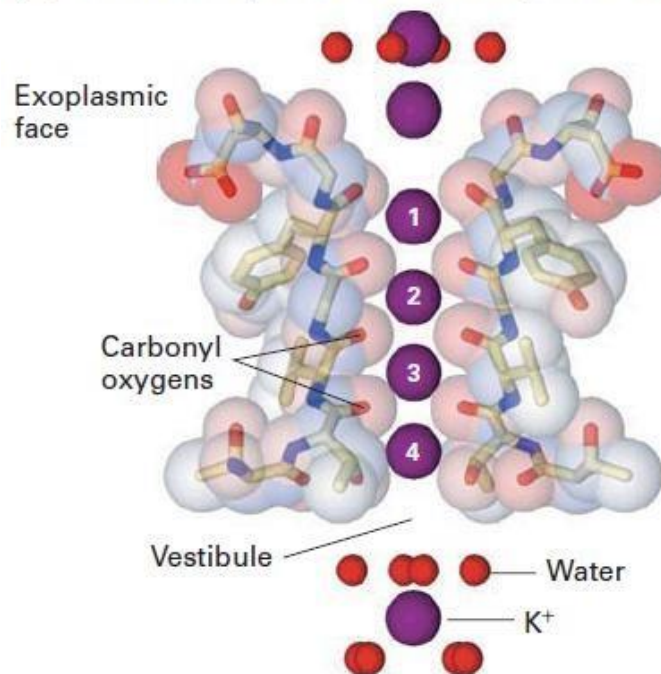


FIGURE 11-21 Mechanism of ion selectivity and transport in resting K^+ channels. (a) Schematic diagrams of K^+ and Na^+ ions

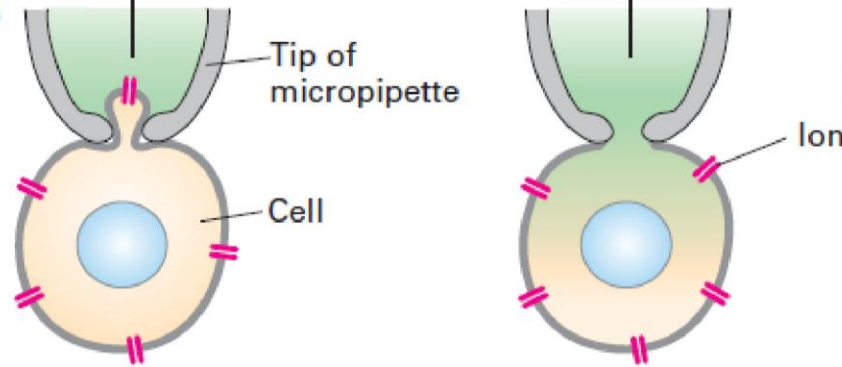
اودازي گيري حرکت ی وِ ب از کبويل بی مفرد ثب رَ ش گيري رانط

Patch Clamps Permit Measurement of Ion Movements Through Single Channels

- یک پیپت روی سطح غشاء سلول محکم بسته میشود.
- قطعه ای از غشاء حاوی یک یا چند کانال درون نوک پیپت یک الکتروود
- و الکتروود دیگر درون سلول
- میزان حرکت یون ها از روی میزان جریان لازم برای حفظ پتانسل غشاء اندازه گیری به صورت عددی بیان میشود.
- الکتروودها تغییر بار را جبران میکنند.
- خروج یون پتاسیم باز پس گیری الکترون از سیتوزول
- ورود یون Na با اضافه شدن الکترون

زیست مولوی لودیش تهیه و تنظیم دکتر رجائی دانشگاه فرهنگیان اصفهان

(c)



Cell-attached patch measures effect of extracellular solutes on channels within membrane patch on intact cell

Whole-cell patch measures effect of intracellular solutes on channels in cell body

زیست مولوی لودیش تهیه و تنظیم دکتر رجائی دانشگاه فرهنگیان اصفهان

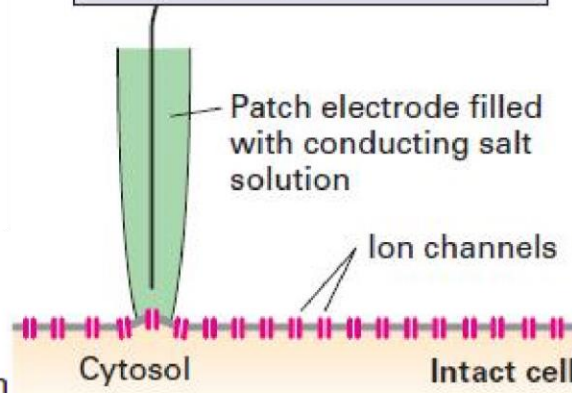


Inside-out detached patch measures effects of intracellular solutes on channels within isolated patch

Outside-out detached patch measures effects of extracellular solutes on channels within isolated patch

(a)

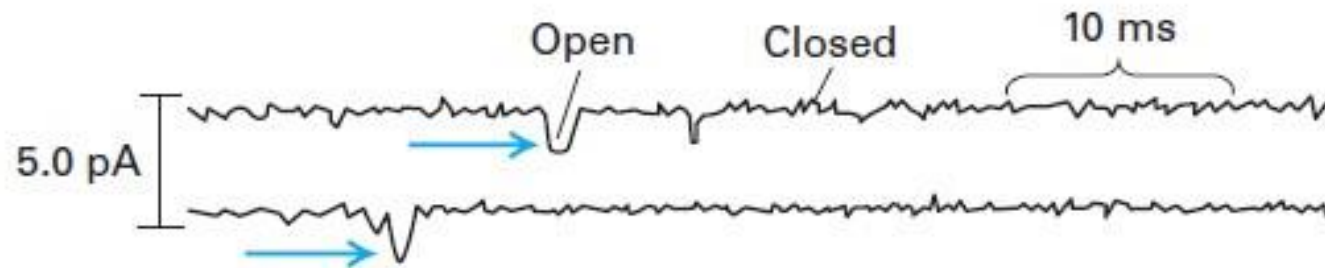
Device to maintain constant voltage across membrane and to measure current flow across membrane at tip of patch electrode



(b)



EXPERIMENTAL FIGURE 11-22 Current flow through individual ion channels can be measured by patch clamping.



EXPERIMENTAL FIGURE 11-23 Ion flux through individual Na^+ channels can be calculated from patch-clamp tracings. Two inside-out patches of muscle plasma membrane were clamped at a potential of slightly less than the resting membrane potential. The patch pipette contained NaCl. The transient pulses of electric current (in picoamperes), recorded as large downward deviations (blue arrows), indicate the opening of a Na^+ channel and the movement of positive charges (Na^+ ions) inward across the membrane. The smaller deviations in current represent background noise. The average current through an open channel is 1.6 pA, or 1.6×10^{-12} amperes. Since 1 ampere = 1 coulomb (C) of charge per second, this current is equivalent to the movement of about 9900 Na^+ ions per channel per millisecond: $(1.6 \times 10^{-12} \text{ C/s})(10^{-3} \text{ s/ms})(6 \times 10^{23} \text{ molecules/mol}) \div 96,500 \text{ C/mol}$. See F. J. Sigworth and E. Neher, 1980, *Nature* **287**:447.

ثین پرَ تئیه^{۲۹} بی کبویل سبز در آسیت.

زیست سلولی، اودیش تهیه و تنظیم دکتر رجایی دانشگاه فرهنگیان اسفهان

اوسیت خودش کانال ندارد. پس هر کانالی که بعد از ورود

mRNA بیان شود در غشاء مشاهده می شود.

زیست سلولی، اودیش تهیه و تنظیم دکتر رجایی دانشگاه فرهنگیان اسفهان

• اندازه بزرگ اوسیت غورباغه مطالعه با روش رابط
گیره آسان تر خواهد بود.

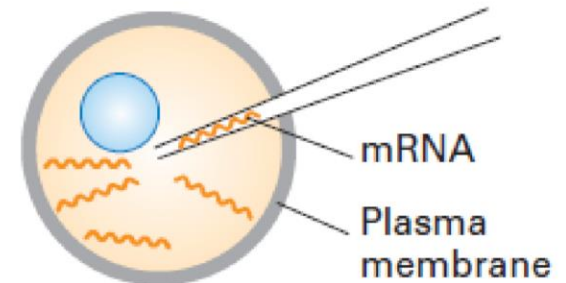
زیست سلولی، اودیش تهیه و تنظیم دکتر رجایی دانشگاه فرهنگیان اسفهان

زیست سلولی، اودیش تهیه و تنظیم دکتر رجایی دانشگاه فرهنگیان اسفهان

زیست مولوی لودیش تهیه و تنظیم دکتر رجایی دانشگاه فرهنگیان اصفهان

1

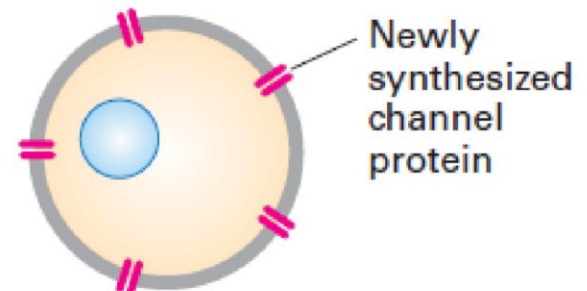
Microinject mRNA
encoding channel
protein of interest



زیست مولوی لودیش تهیه و تنظیم دکتر رجایی دانشگاه فرهنگیان اصفهان

2

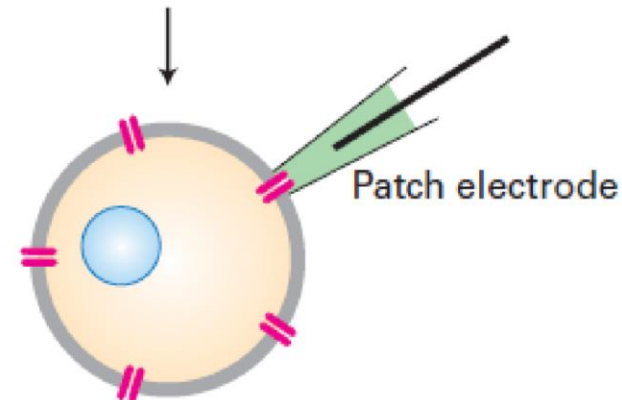
Incubate 24–48 h for
synthesis and
movement of channel
protein to plasma
membrane



زیست مولوی لودیش تهیه و تنظیم دکتر رجایی دانشگاه فرهنگیان اصفهان

3

Measure channel-
protein activity by
patch-clamping
technique



زیست مولوی لودیش تهیه و تنظیم دکتر رجایی دانشگاه فرهنگیان اصفهان

EXPERIMENTAL FIGURE 11-24 The oocyte expression assay

is useful in comparing the function of normal and mutant forms of a

channel protein. An oocyte from the follicle of a frog is first treated with

collagenase to remove the surrounding follicle cells, leaving a denuded

oocyte, which is then microinjected with mRNA encoding the channel

protein under study. See T. P. Smith, 1988, *Trends Neurosci.* 11:250.

زیست مولوی لودیش تهیه و تنظیم دکتر رجایی دانشگاه فرهنگیان اصفهان

م اوتقبلی) اوتقبل مرای (ثب وبقلیه مس و ب مس

and Antiporters Cotransport by Symporters

زیست سلولی، لودیش تهیه و تنظیم دکتر رجایی دانشگاه فرهنگیان اصفهان

- انتقال سدیم به درون سلول از نظر ترمودینامیکی
- محاسبه میزان انرژی آزاد
- دو عامل: ولتاژ و پتانسل غشاء - شیب غلظت
- انرژی ناشی از این انرژی آزاد به سلول برای ورود مواد لازم مثل آمینو اسید ها و گلوکز به سلول کمک می کند.

زیست سلولی، لودیش تهیه و تنظیم دکتر رجایی دانشگاه فرهنگیان اصفهان

$$\Delta G_m = FE$$

$$\Delta G_c = RT \ln \frac{[Na_{in}]}{[Na_{out}]}$$

زیست سلولی، لودیش تهیه و تنظیم دکتر رجایی دانشگاه فرهنگیان اصفهان

$$\Delta G = \Delta G_c + \Delta G_m = (-1.45) + (-1.61) = -3.06 \text{ kcal/mol}$$

زیست سلولی، لودیش تهیه و تنظیم دکتر رجایی دانشگاه فرهنگیان اصفهان

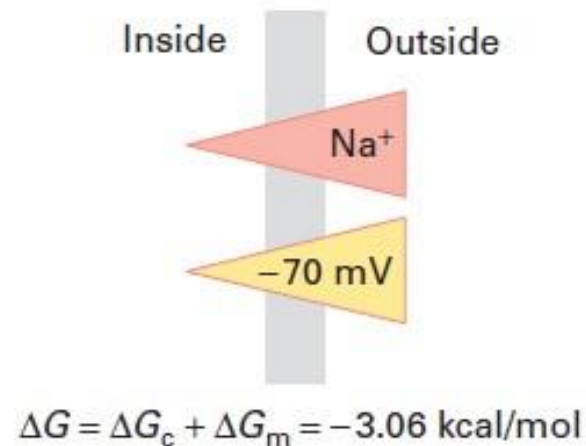
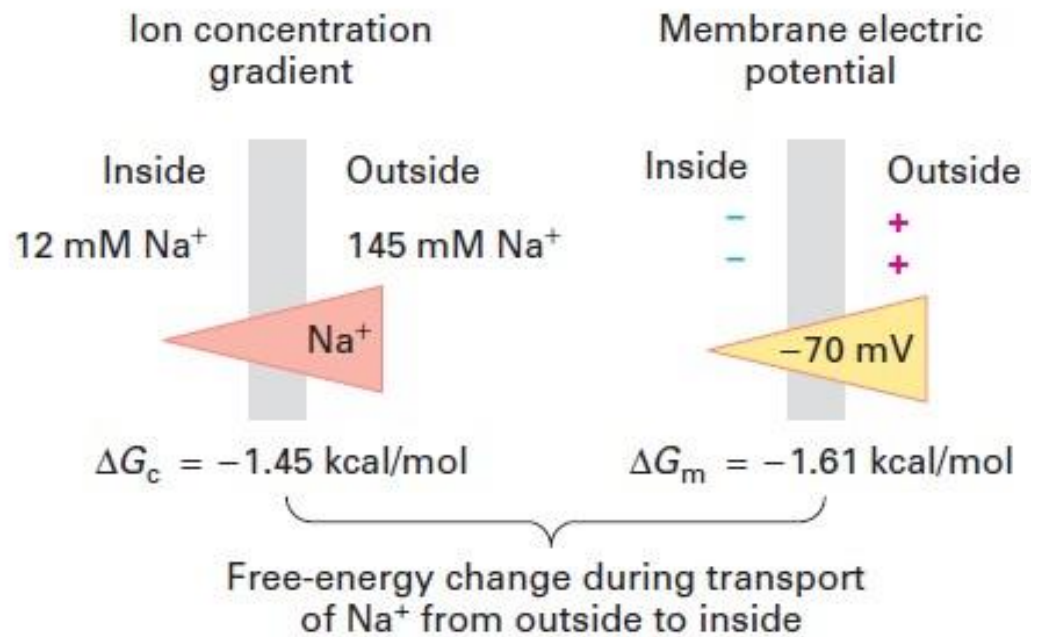
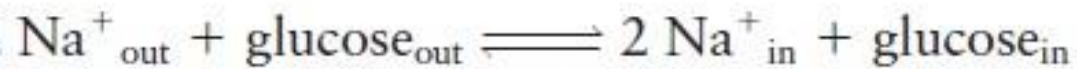


FIGURE 11-25 Transmembrane forces acting on Na⁺ ions. As with all ions, the movement of Na⁺ ions across the plasma membrane is governed by the sum of two separate forces: the ion concentration gradient and the membrane electric potential. At the internal and external Na⁺ concentrations typical of mammalian cells, these forces usually act in the same direction, making the inward movement of Na⁺ ions energetically favorable.

وبقلیه مس مرتبط ثب یُن سدیم

- محاسبه تغییرانرژی آزاد برای انتقال همسو بین دو یون سدیم و یک گلوکز
- درحالت تعادل غلظت درون به بیرون گلوکز حدود 30000 برابر محاسبه می شود.
- اگر یک یون سدیم منتقل میشد این مقدار 170 برابر می شد.



$$\Delta G = RT \ln \frac{[\text{glucose}_{\text{in}}]}{[\text{glucose}_{\text{out}}]} + 2RT \ln \frac{[\text{Na}_{\text{in}}^+]}{[\text{Na}_{\text{out}}^+]} + 2FE$$

$$0 = RT \ln \frac{[\text{glucose}_{\text{in}}]}{[\text{glucose}_{\text{out}}]} - 6 \text{ kcal}$$

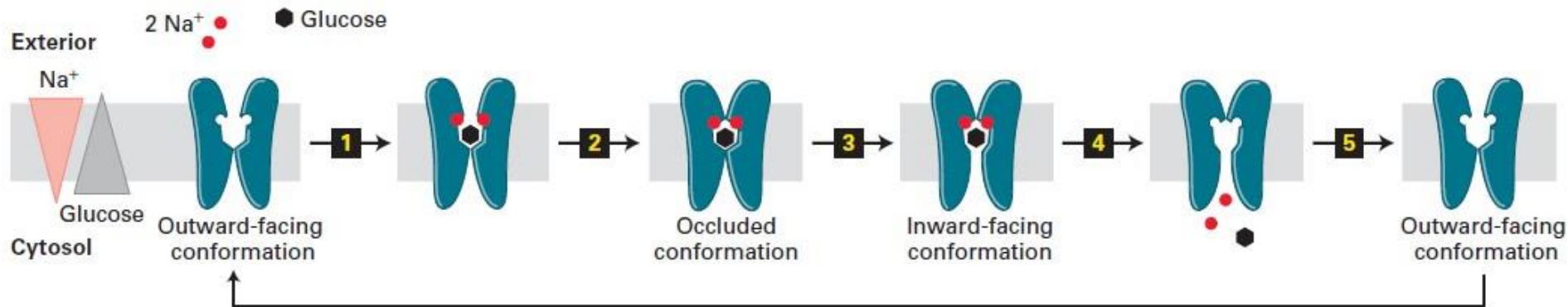


FIGURE 11-26 Operational model for the two-Na⁺/one-glucose symporter. Simultaneous binding of Na⁺ and glucose to the conformation with outward-facing binding sites (step **1**) causes a conformational change in the protein such that the bound substrates are transiently occluded, unable to dissociate into either medium (step **2**). In step **3**, the protein assumes a third conformation with inward-facing

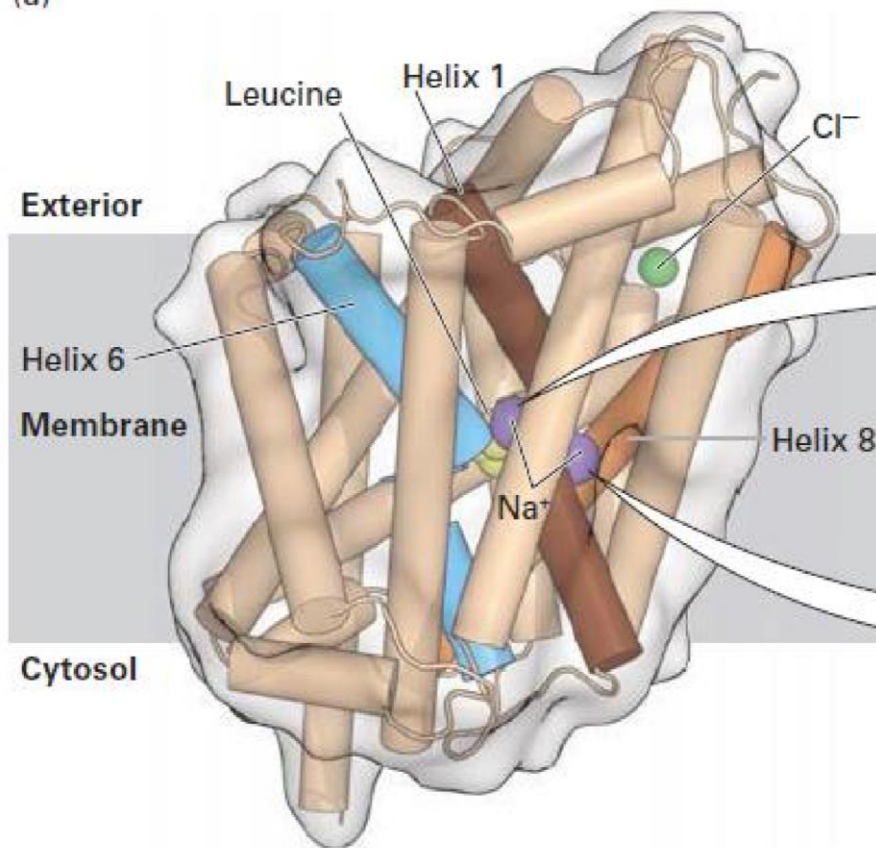
sites. Dissociation of the bound Na⁺ and glucose (step **4**) allows the protein to revert to its original outward-facing conformation (step **5**), ready to transport additional substrate. See H. Krishnamurthy et al., 2009, *Nature* **459**:347–355 for details on the structure and function of this and related Na⁺-linked symporters.

سبختبر یک و بقل مسی دَ سدیم/یک لُسیه در تبکتری

- **Three-dimensional structure of the two- Na^+ /one-leucine symporter from the bacterium *Aquifex aeolicus*.**
- (a) The bound L-leucine, two Na^+ ions, and a Cl^- ion are shown in yellow, purple, and green, respectively.
- The three membrane-spanning α helices that bind the Na^+ or the leucine are colored brown, blue, and orange.
- (b, c) Binding of the two Na^+ ions to carbonyl main-chain or carboxyl side-chain oxygen atoms (red) that are part of helices 1 (brown), 6 (blue), or 8 (orange).
- It is important that one of the Na^+ ions is also bound to the carboxyl group of the transported leucine (part b).

زیست مولی لودیش تهیه و تنظیم دکتر رحمتی دانشگاه فرهنگیان اسفهان

(a)



زیست مولی لودیش تهیه و تنظیم دکتر رحمتی دانشگاه فرهنگیان اسفهان

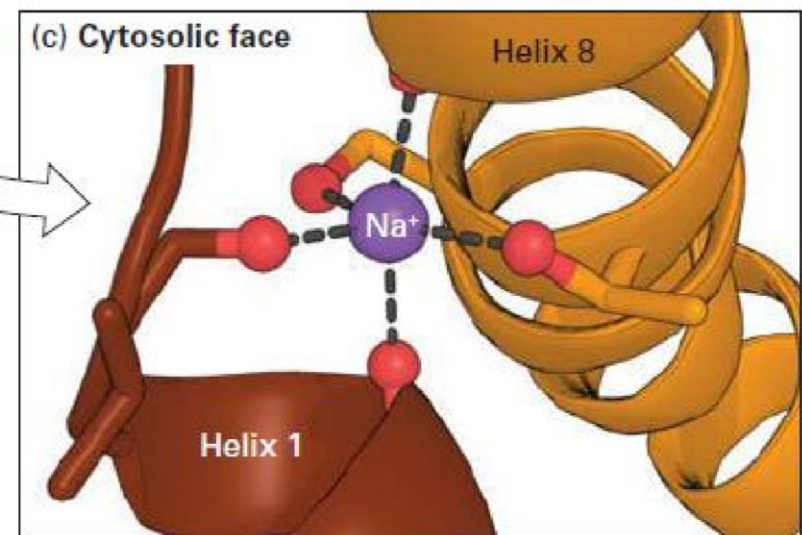
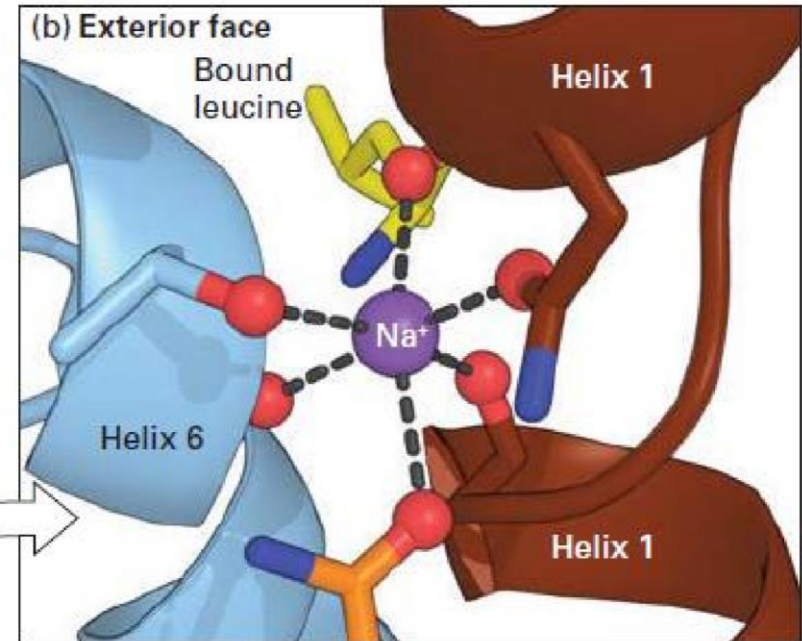


FIGURE 11-27 Three-dimensional structure of the two- Na^+ /

وبقل وب مسی سدیم/کلسیم در سل ل مَب یچ قلجی

A Na⁺-Linked Ca²⁺ Antiporter Regulates the Strength of Cardiac Muscle Contraction

- سه Na⁺ وارد شده و یک Ca²⁺ خارج



- کار ناقل سدیم/پتاسیم ATPase با بالابردن سدیم برای این ناقل لازم است
- مهار این ناقل با اوبائین و دایجوکسین باعث کاهش کار ناقل ناهمسوی کلسیم و افزایش کلسیم باعث افزایش میزان انقباض ماهیچه قلب
- حرکت رو به داخل سه سدیم طبق فرمول های قبلی با نسبت غلظت 10000 برابر در تعادل است.

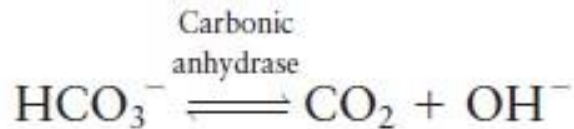
تنظیم PH سلُّل ثب و بقل بی^{۲۹} م اوتقبل

- تنفس هوازی تولید اسید کربنیک و بی هوازی اسید لاکتیک میکند و PH سلول رو اسیدی میکند.

- کنترل اسیدیته سلول: دو ناقل حساس به کاهش PH

- ناقل ناهمسوی یک سدیم یک بیکربنات/ خروج یک کلر افزایش دهنده

PH



- ناقل ناهمسوی یک سدیم/ خروج یک پروتون
- افزایش PH سلول بالای 2.7 باعث فعال شدن: ناقل ناهمسوی ورود یک کلر/ خروج یک بیکربنات باعث کاهش PH سلول

اوتقبل CO₂ تَ سَطْ گَلْجُلْ قَرْمَسْ تَ كَمَكْ و بَقْلْ و ب
مَسْ یُ یُ آوِیُ وِی

• دریافت ها، جدا شدن اکسیژن موجب اتصال پروتون به هیستیدین
هموگلوبین و OH⁻ آب به کمک کربنیک انهیداز با مصرف کربن
دی اکسید، تولید بی کربنات محلول

• خروج بیکربنات در مقابل ورود کلر توسط ناقل ناهمسوی 1AE
جلوی تجمع آنرا در گلبول قرمز می گیرد.

• درشش:

• اتصال کسیرن موجب آزادی پروتون، و تبدیل بی کربنات به CO₂ و
خروج آن از گلبول قرمز

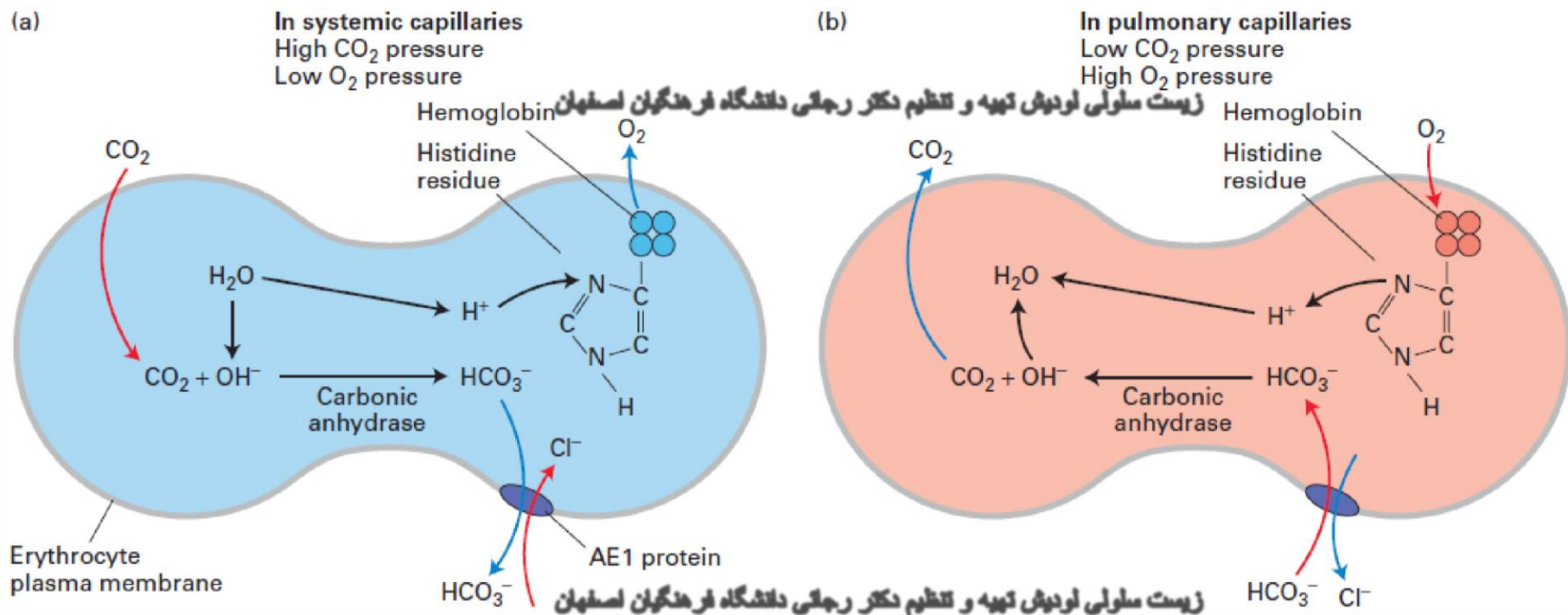


FIGURE 11-28 Carbon dioxide transport in blood requires a $\text{Cl}^-/\text{HCO}_3^-$ antiporter. (a) In systemic capillaries, carbon dioxide gas diffuses across the erythrocyte plasma membrane and is converted into soluble HCO_3^- by the enzyme carbonic anhydrase; at the same time, oxygen leaves the cell and hemoglobin binds a proton. The anion antiporter AE1 (purple) catalyzes the reversible exchange of Cl^- and

HCO_3^- ions across the membrane. The overall reaction causes HCO_3^- to be released from the cell, which is essential for maximal CO_2 transport from the tissues to the lungs and for maintaining pH neutrality in the erythrocyte. (b) In the lungs, where carbon dioxide is excreted, the overall reaction is reversed. See text for additional discussion.

پَرَتَّیَهٗ بی اوتقبلی اگئلی

- محیط واکوئل با تجمع پروتون به کمک پمپ های v و P و کانال های آنیونی
- از شیب پروتون برای تجمع ساکارز در طول روز در واکوئل استفاده می شود.
- PH حدود 3 و پتانسل حدود $+20$ میلی ولت
- (به کمک آنتی پورتر پروتون/سوکروز
- همچنین با کمک این شیب الکتروپروتونی تجمع واکوئلی سدیم و کلسیم میسر است.
- درک مکانیسم پروتئین های واکوئلی در تولید گیاهان مقاوم به شوری بسیار مهم است.

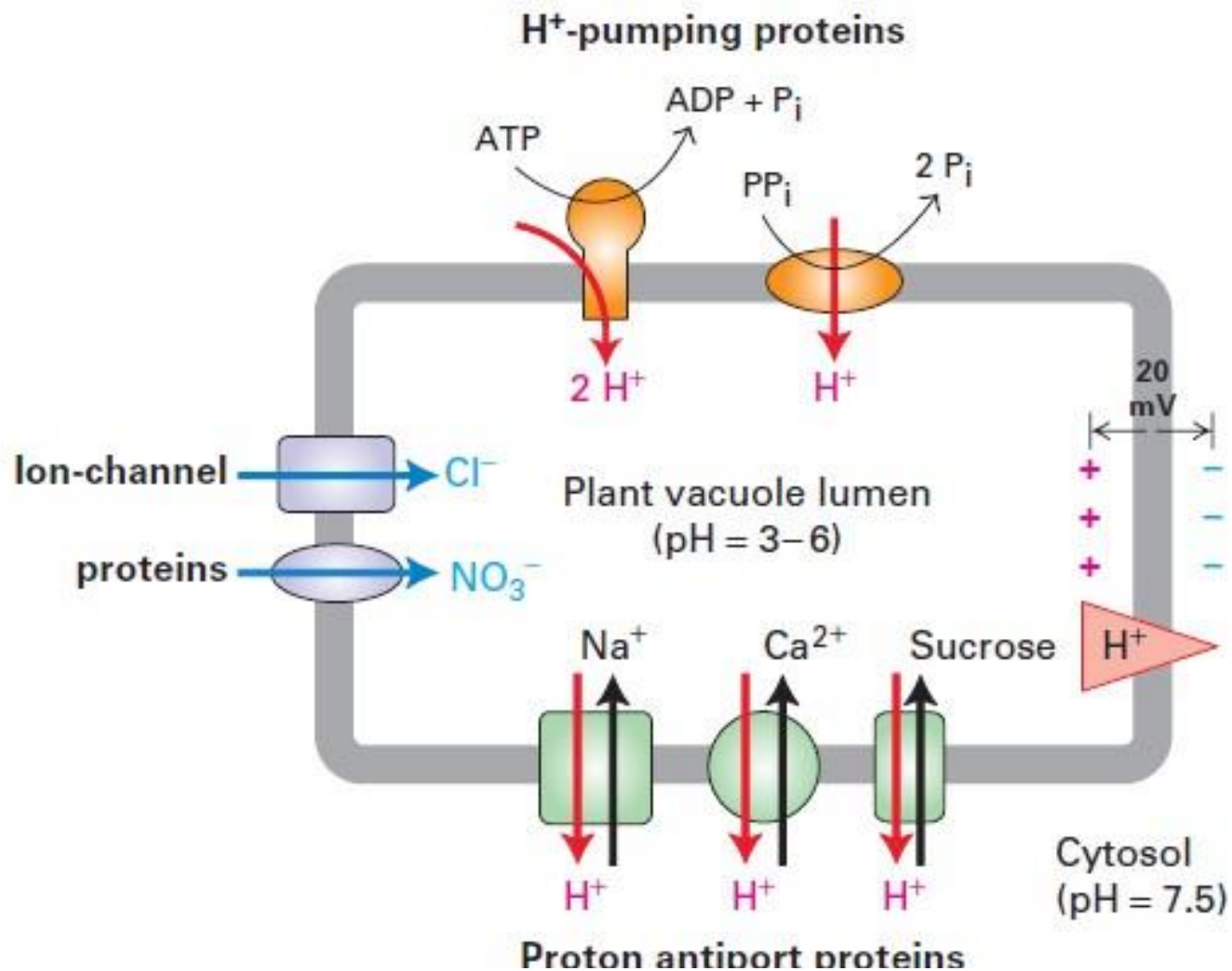


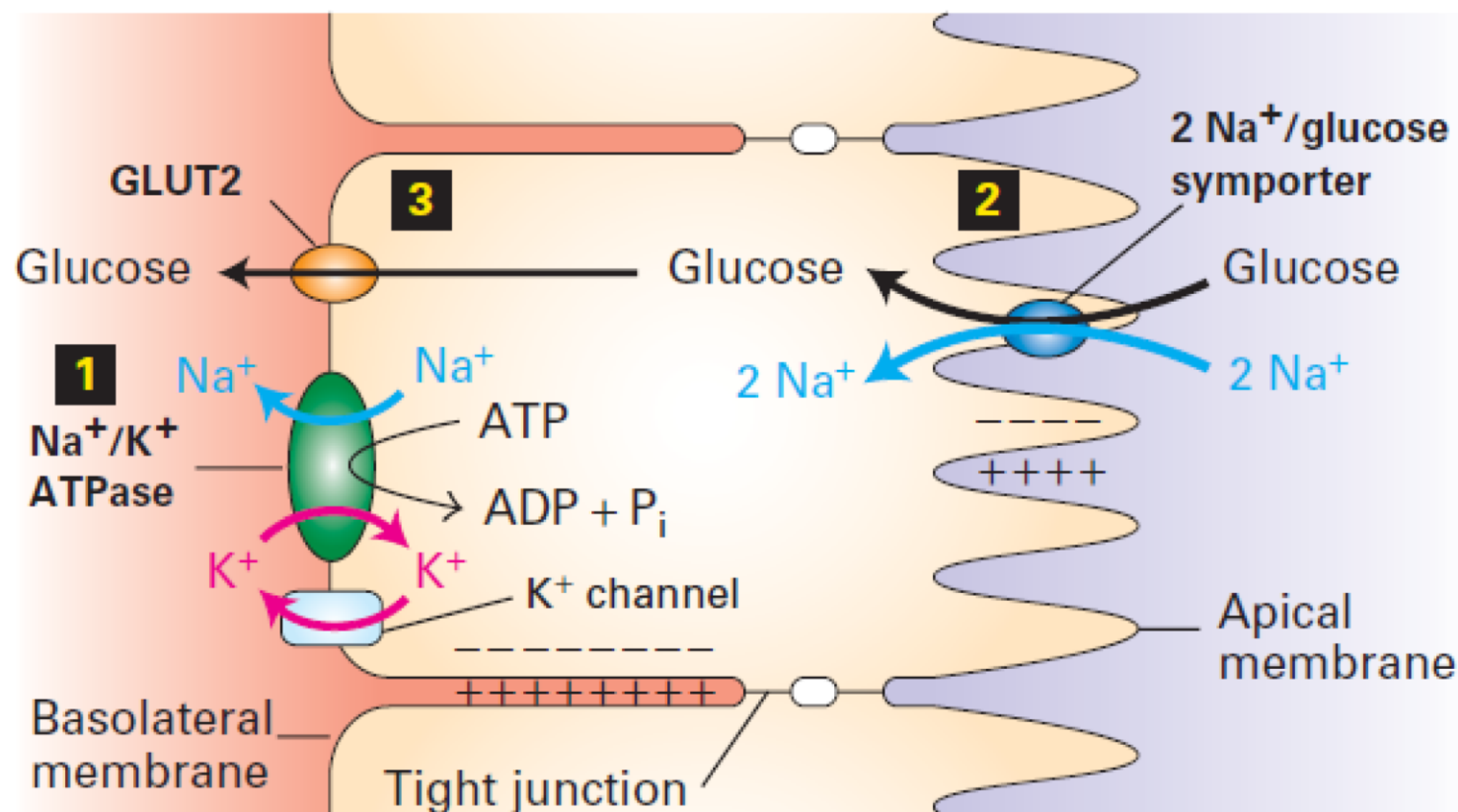
FIGURE 11-29 Concentration of ions and sucrose by the plant vacuole. The vacuolar membrane contains two types of proton pump: (orange): a V-class H⁺ ATPase (*left*) and a pyrophosphate-hydrolyzing proton pump (*right*) that differs from all other ion pumps and is prob-

اوتقبل تراوس سلُلی

زیست سلولی لوئیس تپیه و تنظیم دکتر رجایی دانشگاه فرهنگیان اصفهان

- سلول های قطبی: فاقد تقارن
- یک گروه مهم: سلول های اپیتلیال
- دارای سطح راسی apical رو به محیط خارجی(روده)
- سطح پایه ای besolateral به طرف رگ های خونی
- اتصالات محکم راه نفوذ مواد از بین سلول ها را مسدود و انتقال فقط از طریق غشاء و سیتوپلاسم سلول ها
- انتقال گلوکز و آمینو اسید ها
- گلوکز به همراه دو سدیم با ناقل همسو در سطح راسی به سلول منتقل میشود.
- سدیم وارد شده به سلول در سطح پایه ای به کمک ناقل سدیم امینو اسید به خون رفته و غلظت سدیم در سلول زیاد نمیشود.
- یک پمپ Na^+/k^+ ATPase سدیم را از سلول خارج و به خون میراند تا همراه شیب غلظت سدیم برقرار و از طریق آن گلوکز و سدیم وارد سلول شوند.
- مرحله دوم
- گلوکز سدیم و امینو اسید های انباشته شده در سلول های اپیتلیال به کمک ناقل های تک واحدی مثل GLUT2 ب انتشار تسهیل شده از سطح پایه ای به فضای بین سلولی و خون وارد می شوند.
- با حرکت سدیم و آمینو اسید ها و سدیم به مایع خارج سلولی و خون آب نیز طی فرایند اسمز به خون جذب میشود.
- از این پدیده برای جبران کمبود آب ناشی از اسهال استفاده می شود.) نوشیدنی های قندی نمکی)

زیست سلولی لوئیس تپیه و تنظیم دکتر رجایی دانشگاه فرهنگیان اصفهان



Bl

Hi

Lc...

FIGURE 11-30 Transcellular transport of glucose from the intestinal lumen into the blood. The Na^+/K^+ ATPase in the basolat-

inal lumen

ary glucose

ary Na^+Cl^-

- در حفره معده اسید کلریدریک 1.0 مولار $1\text{PH} =$
- فعالیت پمپ یونی $\text{ATPase } \text{K}^+/\text{H}^+$ از نوع p در غشاء راسی
- برای جلوگیری از افزایش ph در سیتوپلاسم سلول های حاشیه ای (اکسینتیک) آنتی پورتر $3\text{Cl}^-/\text{HCO}_3^-$ در غشاء پایه ای
- به کمک کربنیک انیدراز OH^- با 2CO_2 ترکیب میشود
- یونهای Cl^- به کمک کانال ها در سمت راسی خارج می شوند.

یونهای K^+ برای حفظ تعادل الکتریکی همراه با آنها به کمک کانال خارج میشوند.

- جبران ورود K^+ به سلول توسط پمپ

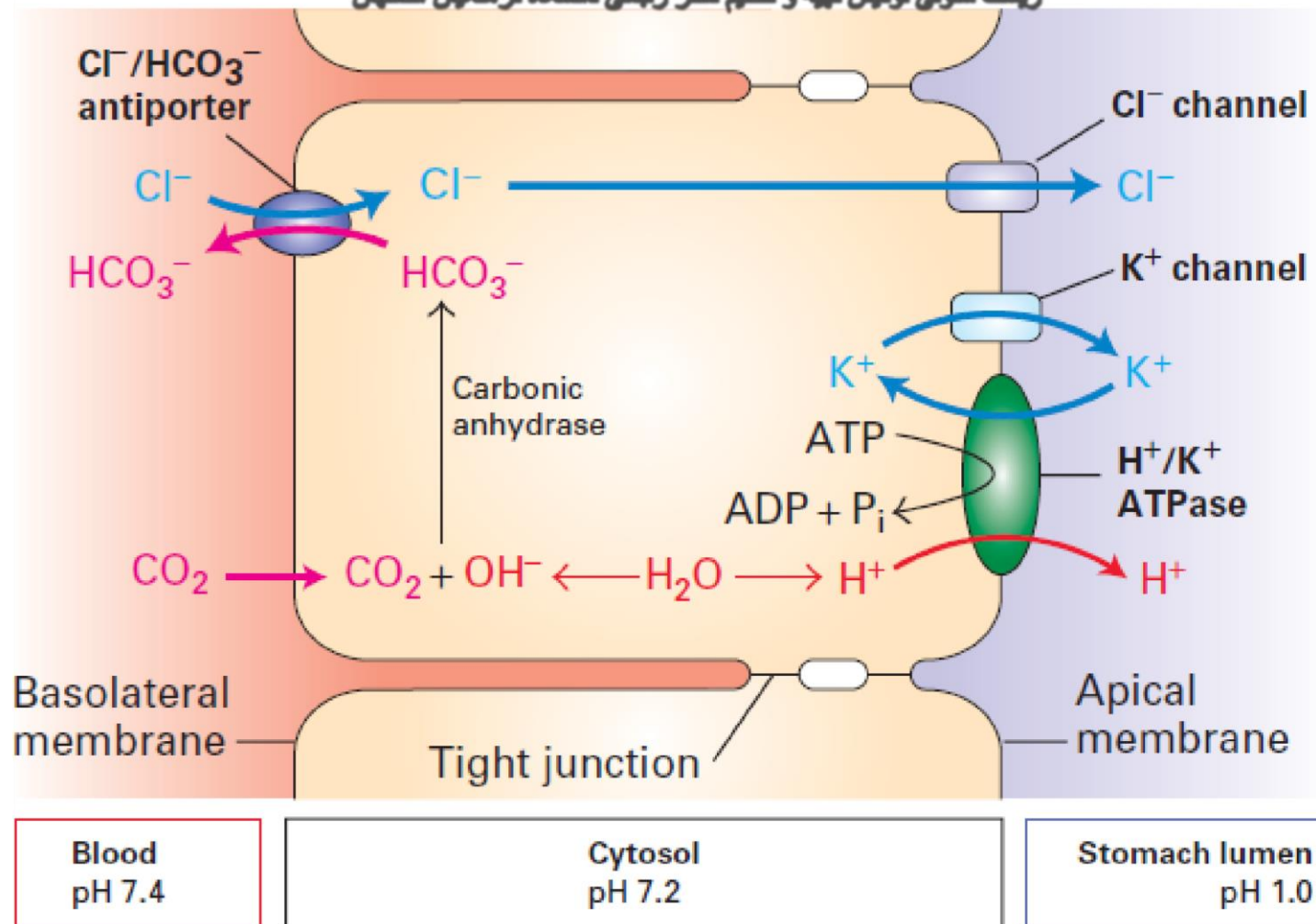


FIGURE 11-31 Acidification of the stomach lumen by parietal cells in the gastric lining. The apical membrane of parietal cells con-

• سلول های استئوکلاست (منهدم کننده استخوان) نوعی
ماکروفاژ

• محکم به استخوان متصل و یک حفره گوارشی حاوی اسید
کلریدریک و پروتئازها بین خود و استخوان تشکیل میدهد که
باعث انحلال کلسیم و هضم پروتئین ها میشود.

• این اسیدیته حاصل یک پمپ پروتون گروه V و یک کانال
کلرید

7CIC و کربنیک انیدراز و آنتی پورتر بیکربنات / کلرید

• جهش در ژن پروتئین کانال کلرید (بیماری استئوپتروزیس)

• چگالی بالای استخوان

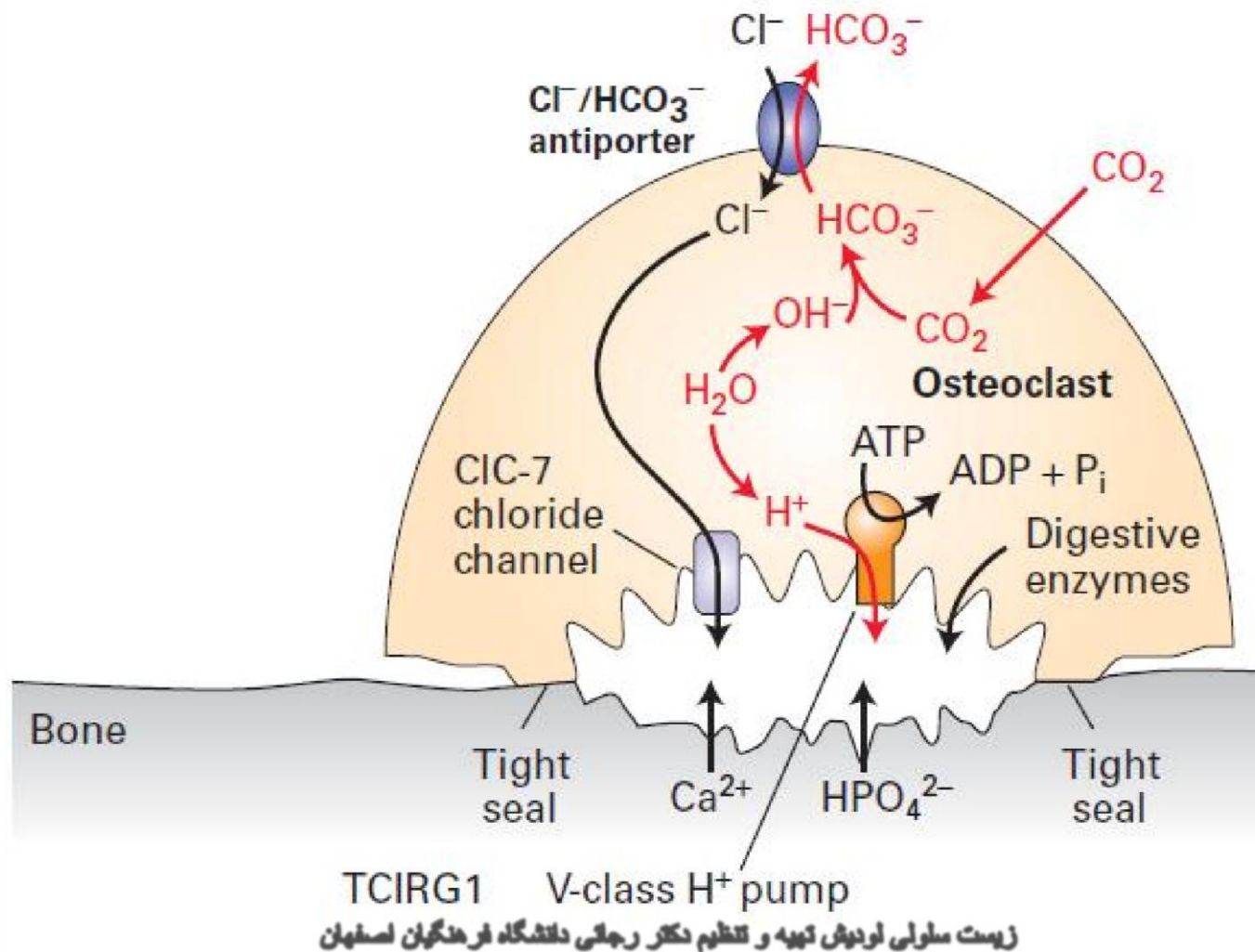


FIGURE 11-32 Dissolution of bone by polarized osteoclast cells requires a V-class proton pump and the ClC-7 chloride channel. The