Biology

Lecture 17

By / S.M.S.M

Traffic across membrane

يتحكم الغشاء الخلوي في عملية النقل إلى داخل الخلية
وخارجها و أيضا العضيات داخل الخلية يحدث عليها نقل

- All cells obtain the molecules and ions they need from their surrounding extracellular fluid.

انتقال المواد عبر الغشاء (Traffic across membrane) * تحصل جميع الخلايا على الجزيئات والأيونات التي تحتاجها من السائل المحيط بها خارج الخلية.

- There is an **continuous traffic of molecules and ions** in and out of the cell through its plasma membrane e.g: glucose, Na^{+}, Ca^{2+}

هناك حركة مستمرة للجزيئات
والأيونات داخل وخارج الخلية عبر غشائها البلازمي، مثل: الجلوكوز، وأيونات الصوديوم (Na+)، والكالسيوم (Ca2+). *

- In eukaryotic cells, there is also **transport in and out of membrane-bounded** intracellular compartments such as the nucleus, endoplasmic reticulum, and mitochondria. e.g : proteins, mRNA, Ca^{2+}, ATP.

في الخلايا حقيقية النواة، يوجد أيضاً نقل داخل وخارج المقصورات داخل الخلوية المحاطة بغشاء مثل النواة، والشبكة الإندوبلازمية، والميتوكوندريا. أمثلة: البروتينات، mRNAg، Ca2g+، ATPg.

تتم من خلال الغشاء لانها عضيات غشائية و هي جزء من اهاز الاندوبلازمي

- **Two problems are to be considered in traffic across membranes**

1-Relative concentrations ما عندي مشكلة في التركيزات النسبية لانه passive transport مش محتاج طاقة

- Normally molecules and ions move spontaneously down their concentration gradient or **downhill** (from a region of higher to a region of lower concentration)

يجب مراعاة مشكلتين في انتقال المواد عبر الأغشية: 1. **التركيزات النسبية:** * عادة ما تتحرك الجزيئات والأيونات تلقائياً مع تدرج تركيزها (من منطقة ذات تركيز أعلى إلى منطقة ذات تركيز أقل).

- Molecules and ions can be moved against their concentration gradient or **uphill**, but this process, requires the **expenditure of energy (usually from ATP).**

يمكن تحريك الجزيئات والأيونات عكس تدرج تركيزها، ولكن هذه العملية تتطلب استهلاك طاقة (عادةً من ATP).

Low con. → high con.

غير مباشرة — مباشرة → دفع ATP مباشر

العائق الاساسي

2-Lipid bilayers are impermeable to most essential molecules and ions.

- The lipid bilayer is **permeable to water molecules and a few other small, uncharged**, molecules like oxygen (O_2) and carbon dioxide (CO_2). These move freely in and out of the cell.
- Lipid bilayers are **impermeable** to: ions such as K+, Na+, Ca2+ Cl-, HCO3- , small hydrophilic molecules like glucose and macromolecules like proteins and RNA.

charge

ما هيسمحلهم انهم يفوتو الا من خلال قنوات خاصة

2. **طبقات الدهون المزدوجة غير منفذة

لمعظم الجزيئات والأيونات الأساسية:** * طبقة الدهون المزدوجة منفذة لجزيئات الماء وبعض الجزيئات الصغيرة الأخرى غير المشحونة مثل الأكسجين (O2) وثاني أكسيد الكربون (CO2). تتحرك هذه الجزيئات بحرية داخل وخارج الخلية. * طبقات الدهون المزدوجة غير منفذة لـ: الأيونات مثل K+، Na+، Ca2+، Cl-، HCO3-، والجزيئات المحبة للماء الصغيرة مثل الجلوكوز، والجزيئات الكبيرة مثل البروتينات وRNA.

لا يوجد غشاء

يوجد غشاء

Diffusion vs transport الانتشار مقابل النقل

- **Diffusion** is the random movement of molecules down their concentration gradient to spread out into the available space (only its own, without regard to other molecules). The direction of the diffused molecule is **unaffected** by the concentration gradients of **other substances.**

- **الانتشار:** هو الحركة العشوائية للجزيئات مع تدرج تركيزها لتنتشر في المساحة المتاحة (بشكل مستقل، دون النظر إلى الجزيئات الأخرى). لا يتأثر اتجاه الجزيء المنتشر بتدرجات تركيز المواد الأخرى.

- **Diffusion is spontaneous** because it decreases the amount of energy in the system and increases disorder or **increases the entropy.**

- الانتشار عملية تلقائية لأنها تقلل من كمية الطاقة في النظام وتزيد من الفوضى أو تزيد من "الاعتلاج" (Entropy).

- Diffusion is **passive process** because the cell does not use energy.
- When the diffused molecules pass or move **across membrane** this is called transport

- الانتشار عملية سلبية لأن الخلية لا تستخدم الطاقة فيها.
- عندما تمر الجزيئات المنتشرة أو تتحرك عبر الغشاء، يسمى ذلك **بالنقل**.

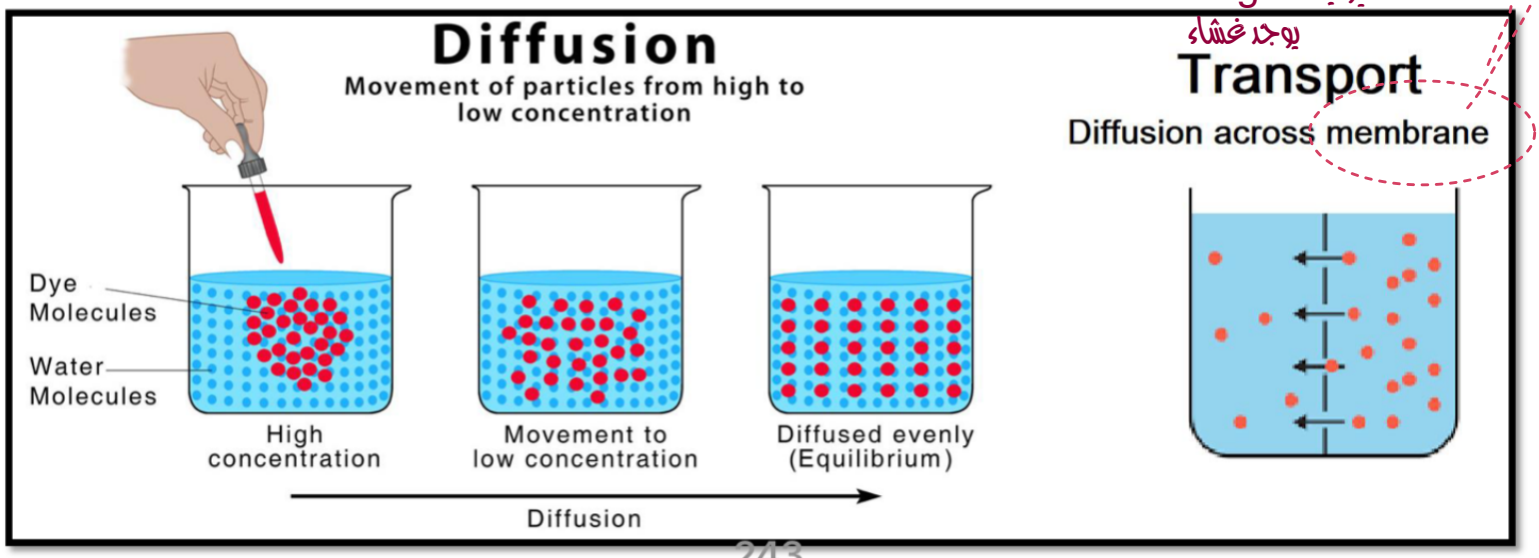
لا يوجد غشاء مثل وضع نقطة من مادة ملونة في وسط مائي فهذه الجزيئات ستنتشر بسبب زياده العشوائية entropy و تتوزع و تاخذ مسافات اوسع و حركتها هنا عبارة عن Diffusion بتكون passive process من التركيز المرتفع الى المنخفض

Artificial صناعي

او

biological حيوي

يوجد غشاء



Passive transport النقل السلبي

- **Passive transport** is movement of a substance down their concentration gradient (**downhill**) across a biological membrane with **no use of energy**.

solute

النقل السلبي (Passive transport) هو حركة مادة مع تدرّج تركيزها (من الأعلى إلى الأدنى – *downhill*) عبر غشاء حيوي من دون استخدام طاقة.

From an area of high solute concentration to an area of low solute concentration.

انتبه! هنا بنحكي عن solute

لذلك لا تحتاج طاقة

- The concentration gradient itself represents **potential energy and driving force** for passive transport, assuming the membrane is permeable for such substance or molecule.

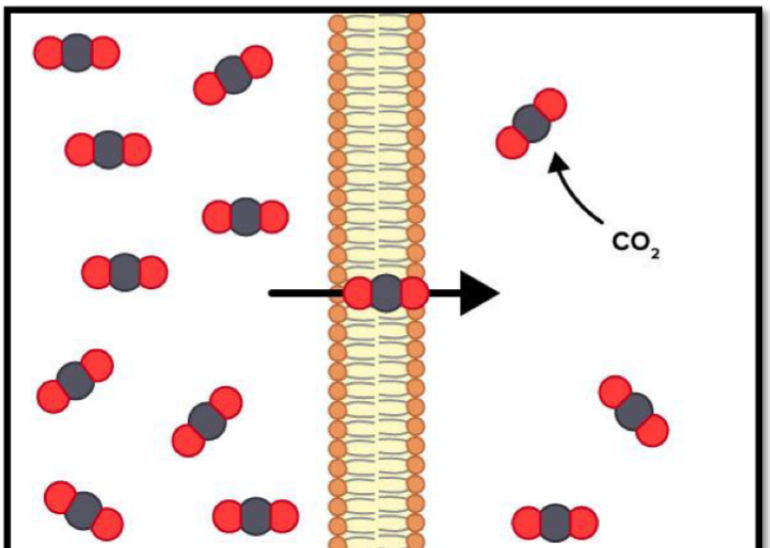
اعتمادا انه الغشاء الموجود عندي يسمح بانتقال هذه المواد

- يمثل تدرج التركيز في حد ذاته طاقة كامنة وقوة دافعة للنقل السلبي، بافتراض أن الغشاء منفذ لتلك المادة أو الجزيء.

Permeable membrane	غشاء نافذ	Allows passage of **all substances** including water and solutes. يسمح بمرور **جميع المواد** (الماء + المذابات).
Impermeable membrane	غشاء غير نافذ	**No substances** can pass through it. لا يسمح بمرور **أي مادة**.
Semipermeable membrane	غشاء شبه نافذ يحكي عنه اسموزيه حيث هتنتقل جزيئات الماء تبعا لتركيز المذاب عند جهة اخرى في المحلول	Allows passage of **solvent only (water)**, not solutes. يسمح بمرور **المذيب فقط (الماء)** ويمنع المذابات.
Selectively permeable membrane	غشاء نافذ انتقائي	Allows passage of **specific substances** such as small non-polar molecules, ions via channels, and water. يسمح بمرور **مواد محددة** مثل

- Biological membranes are **selectively permeable** and therefore have different effects on the rates of transport of various molecules.

- الأغشية البيولوجية ذات نفاذية اختيارية، وبالتالي لها تأثيرات مختلفة على معدلات نقل الجزيئات المختلفة.



Facilitated transport: Passive Transport Aided by Proteins

النقل الميسر: النقل السلبي بمساعدة البروتينات (Facilitated transport)

هو نقل سلبي يعني من التركيز الاعلى الى الاقل دون الحاجة الى طاقه لكن هنا الجزيئات كبيرة او مشحونة لا يسمح لها الشغاء بالمرور فتحتاج الى مساعده من البروتينات التي يمكنها العمل اما كبروتينات ناقلة تحملها من الطرف ذو التركيز الاعلى الى الطرف ذو التركيز الاقل
او تعمل كقناة تسمح بمرورها خاصة عند وجود الأيونات

- Many polar molecules and ions blocked by the lipid bilayer of the membrane **can pass passively (downhill)** with the help of transport proteins that span the membrane. This phenomenon is called **facilitated transport**.

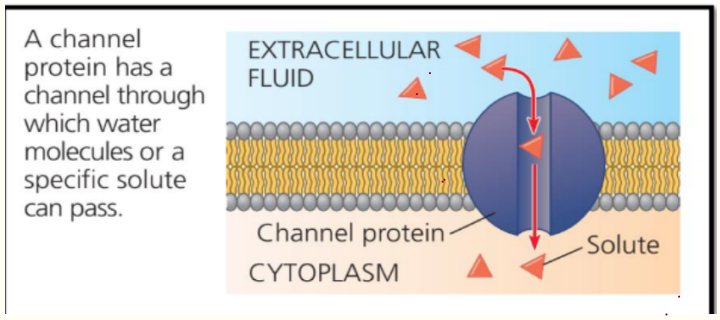
- العديد من الجزيئات القطبية والأيونات التي تحجبها طبقة الدهون المزدوجة للغشاء يمكن أن تمر بشكل سلبي بمساعدة بروتينات النقل التي تمتد عبر الغشاء. تسمى هذه الظاهرة **بالنقل الميسر**.

- Most transport proteins are **very specific**: they transport some substances but not others.

- معظم بروتينات النقل متخصصة للغاية: فهي تنقل بعض المواد دون غيرها.

- Transport proteins are either **channel proteins** or **carrier proteins**.

- بروتينات النقل هي إما **بروتينات قنوية** أو **بروتينات ناقلة**.



يستمر النقل حتى يحدث الاتزان
اي ان التركيز داخل الخلية او العضية يساوي التركيز خارجها
لانه ممكن النقل يكون بين العضيات و السيتوبلازم مثل من السيتوبلازم الى العضية و العكس

- **Channel proteins** simply provide hydrophilic **corridors /passageway** that allow specific molecules or ions to cross the membrane e.g water molecules or small ions .

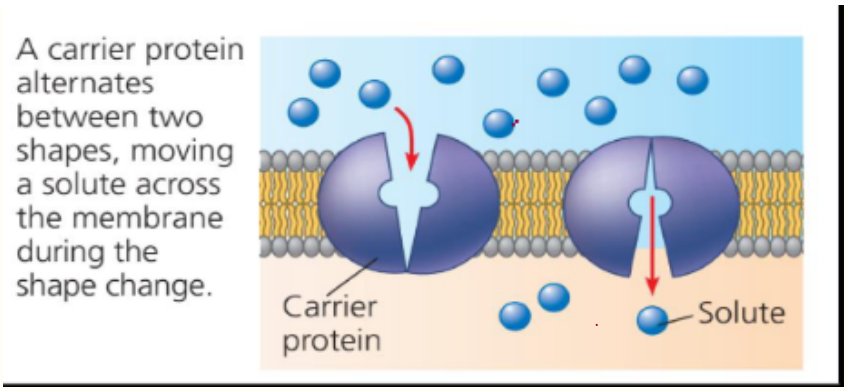
- **البروتينات القنوية:** توفر ببساطة ممرات/قنوات محبة للماء تسمح لجزيئات أو أيونات معينة بعبور الغشاء، مثل جزيئات الماء أو الأيونات الصغيرة.

- **Aquaporins** are specialized channel proteins that facilitate the massive levels of movement of **water (osmosis)** that occur in plant cells and in animal cells

- **الأكوابورينات (Aquaporins):** هي بروتينات قنوية متخصصة تسهل المستويات الهائلة من حركة الماء (الأسموزية) التي تحدث في الخلايا النباتية والحيوانية.

- **Carrier proteins**, e.g. glucose transporter, seem to **undergo a distinctive change in shape** triggered by the binding and release of the transported molecule. Such changes somehow translocate the solute-binding site across the membrane**.** Sugars and amino acids are also transported by carrier proteins

- **البروتينات الناقلة:** مثل ناقل الجلوكوز، يبدو أنها تخضع لتغير مميز في الشكل ناتج عن ارتباط وإطلاق الجزيء المنقول. هذه التغييرات تنقل موقع ارتباط المذاب عبر الغشاء. كما يتم نقل السكريات والأحماض الأمينية بواسطة البروتينات الناقلة.



ارتباط الجزيئات مع البروتينات الناقلة سيعمل تغيير على شكل البروتين ثلاثي الابعاد فبدلا من أن يفتح للخارج سيرتبط مع الجزيئات و يصير يفتح للداخل و يسهل عمليه انتقال هذه الجزيئات

- **Facilitated transport** via channel protein or carrier proteins is a type of passive transport that result in the net movement of a substance **down its concentration gradient (downhill)**.

- النقل الميسر عبر البروتينات القنوية أو البروتينات الناقلة هو نوع من النقل السلبي الذي يؤدي إلى الحركة الصافية للمادة مع تدرج تركيزها.

Saturation of carrier proteins تشبع البروتينات الناقلة

مشكلة النقل الميسر بمساعدة البروتينات انه يحدث تشبع يعني في اي نقل سلبي كل ما زدنا تركيز المادة في طرف هذه الماده ستنتقل الى الطرف الاخر الاقل تركيز لانه مسموح لها تدخل و لكن اذا كان هذا النقل يتم بمساعده بروتينات ناقلة هذه البروتينات عددها قليل و محدود على غشاء العضية او الخلية اذن كل ما زاد التركيز لجزيئات المذاب المراد نقلها هنعمل تشبع للبروتين الناقل

- Facilitated transport through carrier protein is a form of passive transport and therefore **requires a concentration difference** across the membrane.

- النقل الميسر عبر البروتين الناقل هو شكل من أشكال النقل السلبي، وبالتالي يتطلب وجود فرق في التركيز عبر الغشاء.

- Carrier protein must bind to the molecule they transport, so the **relationship** between **concentration and rate of transport differs** from that due to simple passive transport.

- يجب أن يرتبط البروتين الناقل بالجزيء الذي ينقله، لذا فإن العلاقة بين التركيز ومعدل النقل تختلف عن تلك الناتجة عن النقل السلبي البسيط.

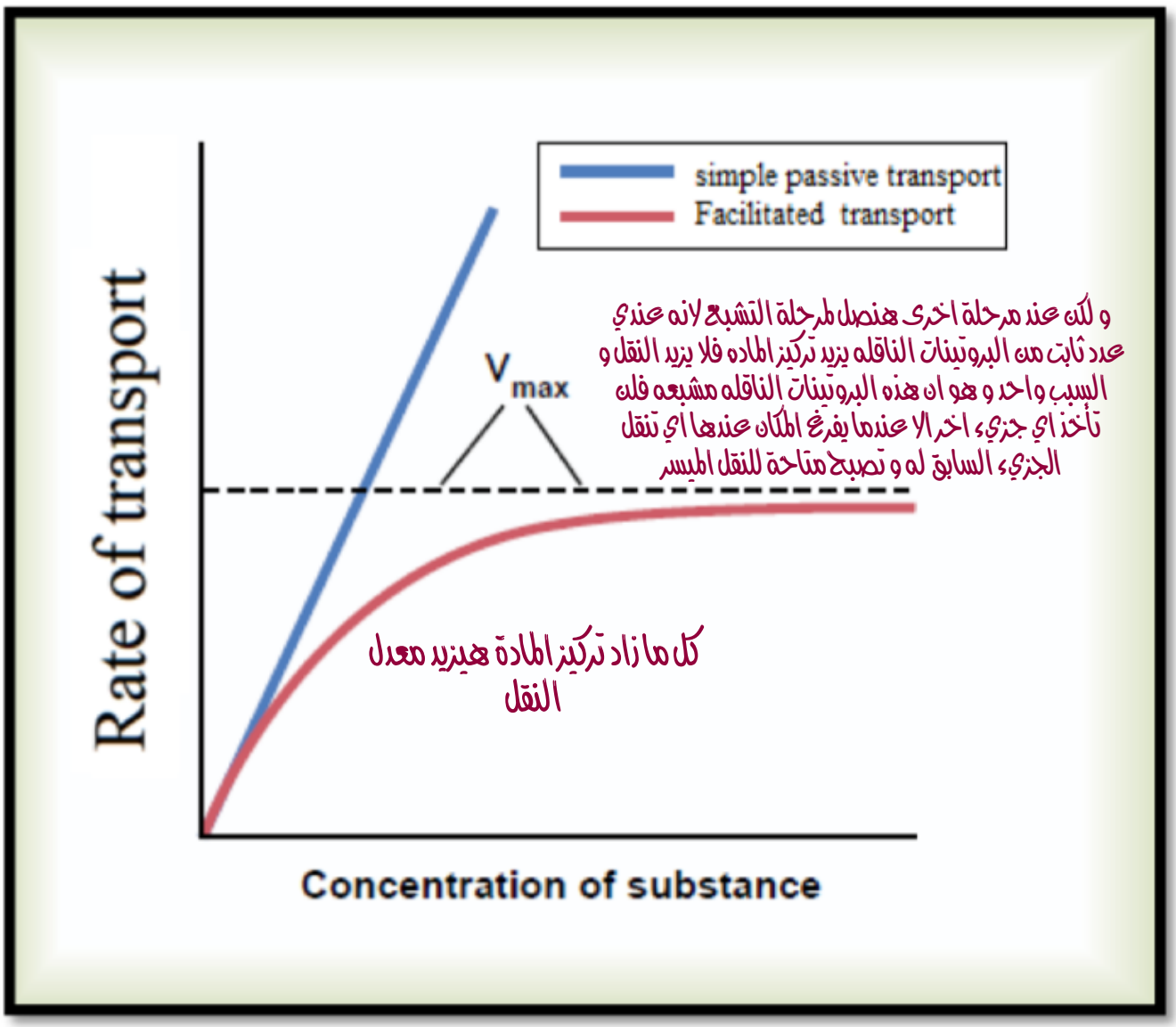
- As concentration increases, transport by simple passive transport shows a **linear increase** in rate of transport.

- مع زيادة التركيز، يظهر النقل السلبي البسيط زيادة خطية في معدل النقل.

- But with Facilitated transport through carrier protein, as concentration increase more of the carriers are bound to the transported molecule. At high enough concentrations all carriers will **be occupied**, and the rate of transport will be **constant**. This means that the carrier exhibits ***saturation***.

246

- ولكن مع النقل الميسر عبر البروتين الناقل، مع زيادة التركيز، يرتبط المزيد من الناقلات بالجزيء المنقول. عند تركيزات عالية بما يكفي، ستنشغل جميع الناقلات، وسيكون معدل النقل ثابتاً. وهذا يعني أن الناقل يظهر حالة **تشبع**.

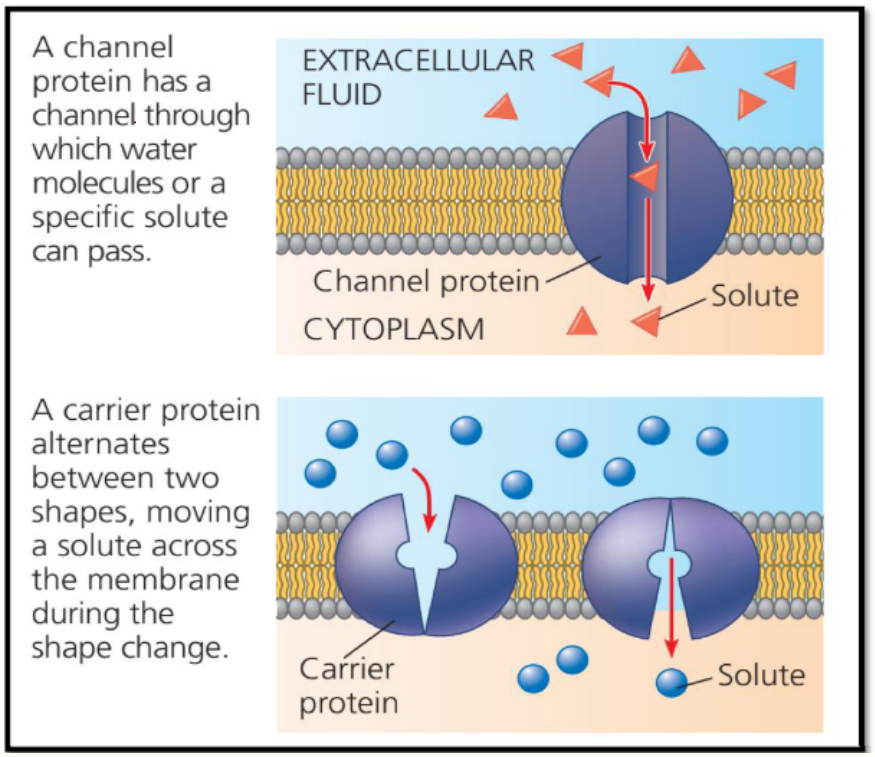


Two types of transport proteins that carry out facilitated transport

نوعان من بروتينات النقل التي تقوم بالنقل الميسر

From an area of high solute concentration to an area of low solute concentration

لا يوجد اتجاه محدد للنقل الا انه من الاعلى تركيز الى الاقل فلو كان التركيز الأعلى داخل الخلية هنطلع الجزيء للخارج و العكس



In both cases (channel protein or carrier protein), the protein can transport the **solute in either direction**, but the net movement is down the concentration gradient of the solute.

في كلتا الحالتين (البروتين القنوي أو البروتين الناقل)، يمكن للبروتين نقل المذاب في أي من الاتجاهين، ولكن الحركة الصافية تكون مع تدرج تركيز المذاب.

Gated Channels القنوات المبوبة

Facilitated transport:

مطلوب نعرف اسماء القنوات فقط

- Many ion channels (Channel proteins that transport ions) function as **gated channels**, which open or close in response to a stimulus (**electrical, chemical or mechanical**)

- تعمل العديد من القنوات الأيونية (بروتينات قنوية تنقل الأيونات) كقنوات مبوبة، تفتح أو تغلق استجابةً لمحفز (كهربائي، كيميائي أو ميكانيكي).

- **Electrically gated ion channels**
- e.g. a potassium ion channels of a nerve cell is an electrically gated ion channel that opens in response to an electrical stimulus, allowing a stream of potassium ions to leave the cell.

- **القنوات الأيونية المبوبة كهربائياً:**
  - مثال: قنوات أيونات البوتاسيوم في الخلية العصبية هي قناة أيونية مبوبة كهربائياً تفتح استجابةً لمحفز كهربائي، مما يسمح لتيار من أيونات البوتاسيوم بمغادرة الخلية.

- **Chemically gated ion channels**
- Chemically (ligand) gated ion channels like Na^+ channels that opens in response to chemical ligand (neurotransmitter acetylcholine) binding allowing a stream of Na^+ ions move across the membrane.

- **القنوات الأيونية المبوبة كيميائياً:**
  - تفتح القنوات الأيونية المبوبة كيميائياً (بربيطة) مثل قنوات Na+ استجابةً لارتباط ربيطة كيميائية (الناقل العصبي أستيل كولين)، مما يسمح لتيار من أيونات Na+ بالتحرك عبر الغشاء.

- **Mechanically gated ion channels**:
- e.g K+ channels in stereocilia, the movement of cilia opens potassium gated channels that starts further steps in generating action potential.

- **القنوات الأيونية المبوبة ميكانياً:**
  - مثال: قنوات K+ في الأهداب الساكنة (stereocilia)، حيث تفتح حركة الأهداب قنوات البوتاسيوم المبوبة التي تبدأ خطوات إضافية في توليد جهد الفعل.

Osmosis الأسموزية

فقط يسمح لجزيئات الماء يعني شو ما يكون عندي جزيئات عاليه التركيز لن تنتقل خلاله

هنا ما بحكي عن المذاب بحكي فقط عن جزئات الماء

- **Osmosis** is **the movement of water** across **semipermeable** membranes

- **الأسموزية:** هي حركة الماء عبر الأغشية شبه المنفذة.

- In aqueous solution (water + dissolved solutes) both water and solutes tend to diffuse downhill (down their concentration gradients).

- في المحلول المائي (ماء + مذابات ذائبة)، يميل كل من الماء والمذابات إلى الانتشار (مع تدرجات تركيزها).

- When two regions are separated by a membrane, what happens depends on whether the solutes can pass freely through that membrane (selective permeability). Most solutes, including ions and sugars, are **unable to cross the lipid bilayer**. So, the concentration gradient of these solutes can lead to the **movement of water**.

- عندما يتم فصل منطقتين بواسطة غشاء، فإن ما يحدث يعتمد على ما إذا كان بإمكان المذابات المرور بحرية عبر ذلك الغشاء (النفاذية الاختيارية). معظم المذابات، بما في ذلك الأيونات والسكريات، غير قادرة على عبور طبقة الدهون المزدوجة. لذا، يمكن أن يؤدي تدرج تركيز هذه المذابات إلى حركة الماء.

- When a **semipermeable** membrane (**allows water only**) separates two solutions with different concentrations of solutes, the concentrations of free water molecules on the two sides of the membrane also differ.

- عندما يفصل غشاء شبه منفذ (يسمح بمرور الماء فقط) بين محلولين بتركيزات مختلفة من المذابات، فإن تركيزات جزيئات الماء الحرة على جانبي الغشاء تختلف أيضاً.

- The **side with higher solute** concentration has **tied up more wa**ter molecules in hydration shells and thus **has fewer free water** molecules.

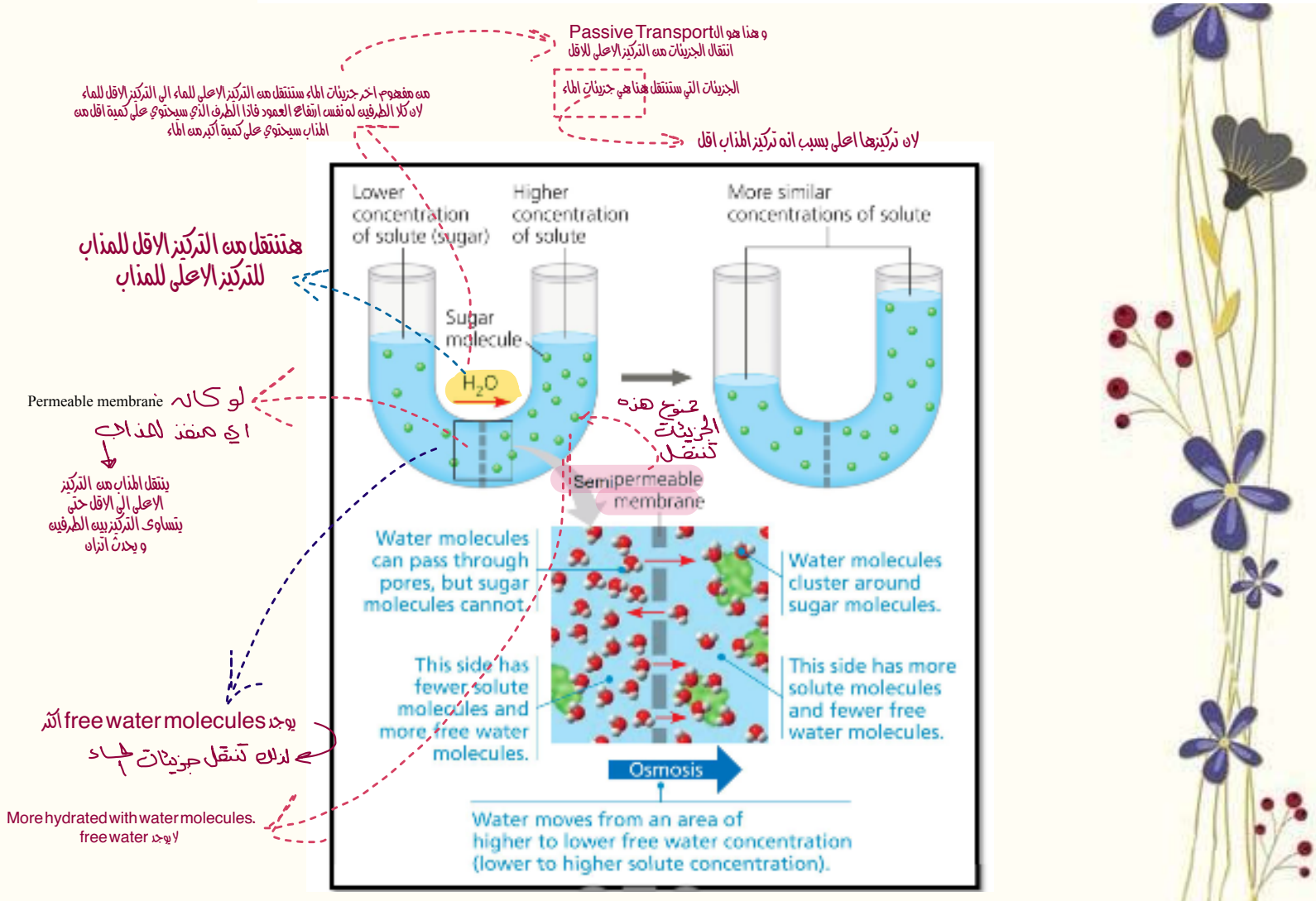
- الجانب ذو التركيز الأعلى للمذاب يربط المزيد من جزيئات الماء في "أغلفة تميه" (hydration shells) وبالتالي يحتوي على جزيئات ماء حرة أقل.

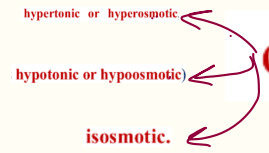
- As a consequence of this difference, **free water molecules move down** their concentration gradient, **toward the higher solute** concentration.

- نتيجة لهذا الاختلاف، تتحرك جزيئات الماء الحرة مع تدرج تركيزها، نحو التركيز الأعلى للمذاب.

- This **net movement of water across** a semipermeable membrane toward a higher solute concentration is called **osmosis**

- تسمى هذه الحركة الصافية للماء عبر غشاء شبه منفذ نحو تركيز أعلى للمذاب بالأسموزية.





osmotic concentration (osmolarity/ Osmolality)

التركيز الأسموزي (الأسمولالية / الأسمولارية)

Pure water → 1L = 1kg

- **Osmotic concentration:** represents the concentration of *all* solutes in a solution.
- Osmolarity number of solute particles in 1 L of solvent
- Osmolality number of solute particles in 1 kg of solvent.

- **التركيز الأسموزي:** يمثل تركيز جميع المذابات في المحلول.
- **الأسمولارية (Osmolarity):** عدد جزيئات المذاب في 1 لتر من المذيب.
- **الأسمولالية (Osmolality):** عدد جزيئات المذاب في 1 كجم من المذيب.

- If two solutions have **unequal** osmotic concentrations, the solution with the **higher** concentration is **hypertonic or hyperosmotic**, and the solution with the **lower** concentration is **hypotonic or hypoosmotic**).

- إذا كان لمحلولين تركيزات أسموزية غير متساوية، فإن المحلول ذو التركيز الأعلى يكون **مرتفع التوتر** (hypertonic)، والمحلول ذو التركيز الأقل يكون **منخفض التوتر** (hypotonic).

- When two solutions have **the same** osmotic concentration, the solutions are **isotonic or isosmotic.**
- The direction and extent of any movement of water across the plasma membrane is determined by comparing the **osmotic strength** of the cytoplasm and the extracellular fluid.

- عندما يكون لمحلولين نفس التركيز الأسموزي، يكون المحلولان **متساويي التوتر** (isotonic).
- يتحدد اتجاه ومدى أي حركة للماء عبر الغشاء البلازمي بمقارنة القوة الأسموزية للسيتوبلازم والسائل خارج الخلية.

- Water **moves out of a cell in a hypertonic solution** (that is, the cytoplasm of the cell is hypotonic, compared with the extracellular fluid). This loss of water causes the cell to shrink.

- يتحرك الماء خارج الخلية في محلول مرتفع التوتر (أي أن سيتوبلازم الخلية منخفض التوتر مقارنة بالسائل خارج الخلية). هذا الفقد للماء يؤدي إلى انكماش الخلية.

- The **amount of water** that enters or leaves the cell depends on the difference the osmotic concentrations of the cytoplasm and the extracellular fluid. This is measured as **osmotic pressure**.

- تعتمد كمية الماء التي تدخل الخلية أو تخرج منها على الفرق بين التركيزات الأسموزية للسيتوبلازم والسائل خارج الخلية. ويقاس هذا **بالضغط الأسموزي**.

- **Osmotic strength or pressure**: is the tendency of a solution to take in a pure water by osmosis.

- **القوة أو الضغط الأسموزي:** هو ميل المحلول لامتصاص الماء النقي عن طريق الأسموزية.

تركيز المذاب في المحلول / تركيز المذاب داخل الخلية

ممنوع خروج المواد من الخلية

يدخل الماء

انتفاخ وانفجار

لانه لايوجد لها جدار خلوي تحميها كما النباتات

تبقى الخلية كما هي (لا تتأثر)

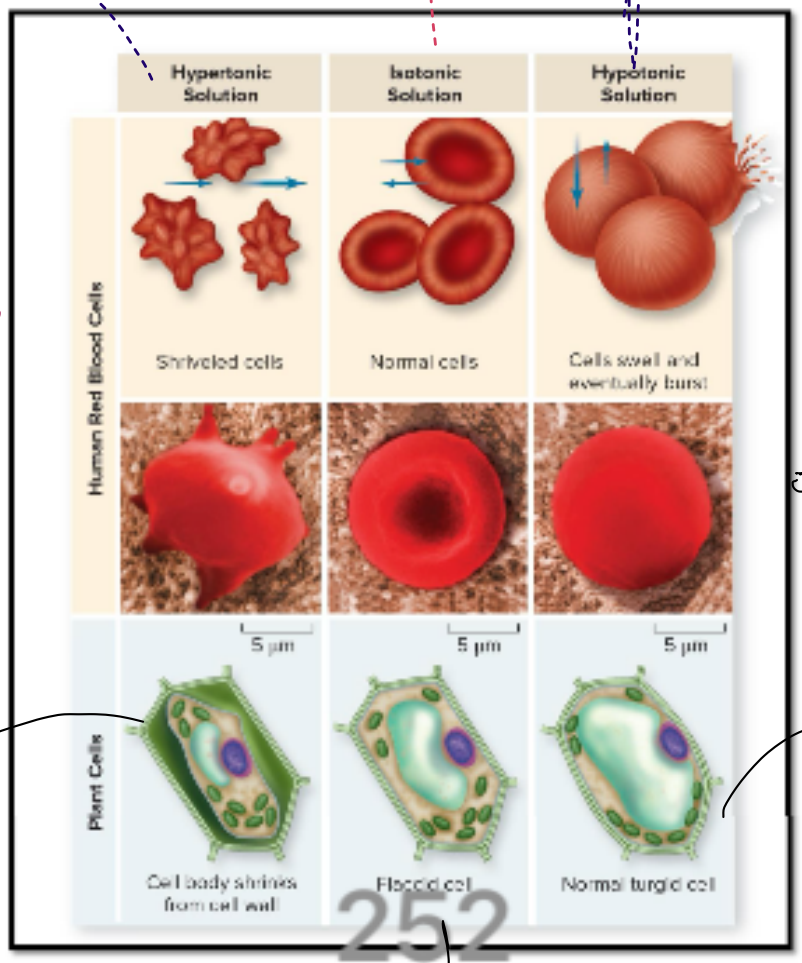
جزيئات الماء لداخله = لخارجه

تركيز المذاب في المحلول / تركيز المذاب في الخلية

ممنوع دخول جزيئات المذاب إلى الخلية

فيخرج الماء

انكماش الخلية



الغشاء الخلوي يتباعد عن الجدار الخلوي

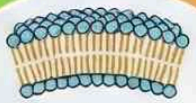
هتنفخ وتصبح **Turgid Cell**

لانها لا تنفخ بسبب وجود الجدار الخلوي

252

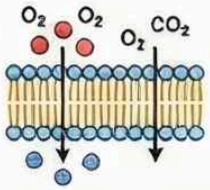
الجدار الخلوي ملاصق للغشاء الخلوي

النقل عبر أغشية الخلية: خريطة ذهنية

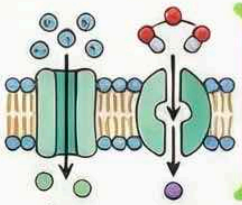


النقل السلبي
(لا يستهلك طاقة)

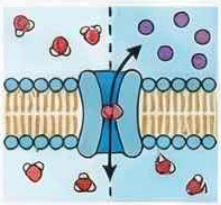
حركة الجزيئات مع تدرج التركيز
تنتقل المواد من المنطقة ذات التركيز الأعلى إلى المنطقة ذات التركيز الأقل



الانتشار البسيط
عبور مباشر للجزيئات الصغيرة غير المشحونة (مثل O_2 و CO_2) عبر طبقة الدهون



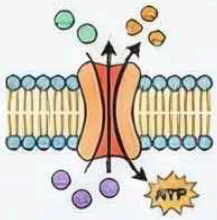
الانتشار المسهَّل
يتطلب بروتينات ناقلة (قنوات أو حاملات) لنقل الأيونات والجزيئات القطبية



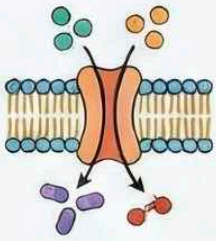
الخاصية الأسموزية
حركة الماء عبر غشاء شبه منفذ باتجاه المحلول الأعلى تركيزاً بالأملاح

النقل النشط
(يستهلك طاقة ATP)

حركة الجزيئات عكس تدرج التركيز
تنتقل المواد من المنطقة ذات التركيز الأقل إلى المنطقة ذات التركيز الأعلى



النقل النشط الأولي
يستخدم الطاقة من ATP مباشرة، مثل "مضخة الصوديوم والبوتاسيوم"

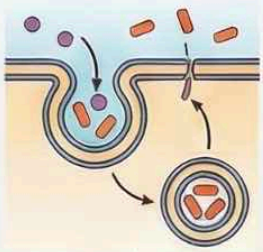


النقل النشط الثانوي (النقل المزدوج)
يستخدم الطاقة الكامنة في تدرج تركيز جزيء آخر لدفع جزيء آخر

النقل بالجملة
(للجزيئات الكبيرة)

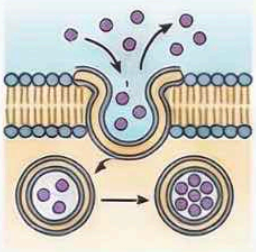
نقل الجزيئات الكبيرة عبر حويصلات
للبروتينات والسكريات المتعددة التي لا تستطيع عبور الغشاء مباشرة

الإدخال الخلوي (Endocytosis)
يحيط الغشاء بالمادة لتكوين حويصلة ونقلها إلى داخل الخلية



يحيط الغشاء بالمادة لتكوين حويصلة ونقلها إلى داخل الخلية

الإخراج الخلوي (Exocytosis)
تندمج الحويصلات مع الغشاء لإطلاق محتوياتها خارج الخلية

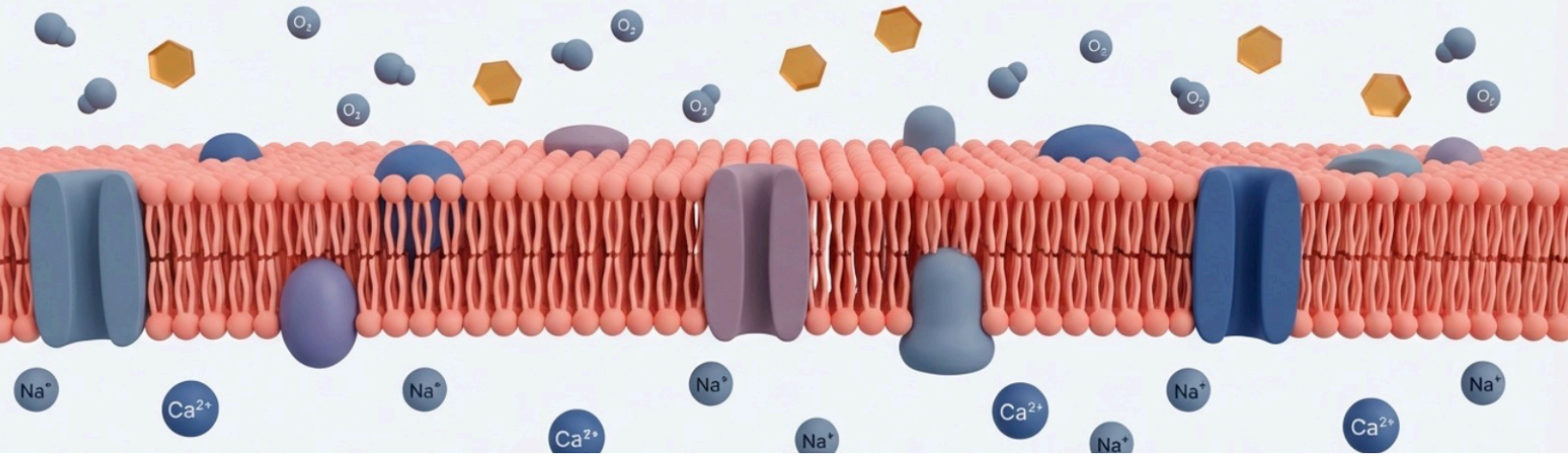


تندمج الحويصلات مع الغشاء لإطلاق محتوياتها خارج الخلية

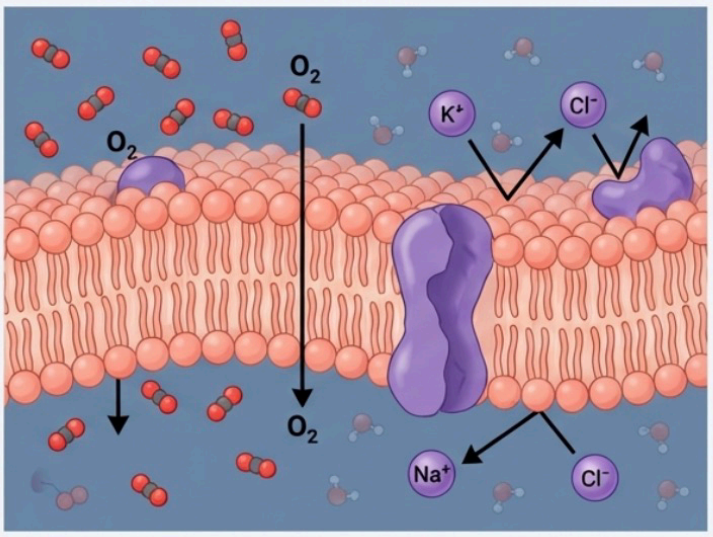
حركة المرور عبر الغشاء البلازمي: حدود الخليــة الذكيـة

من الانتشار البسيط إلى النقل النشط المعقد

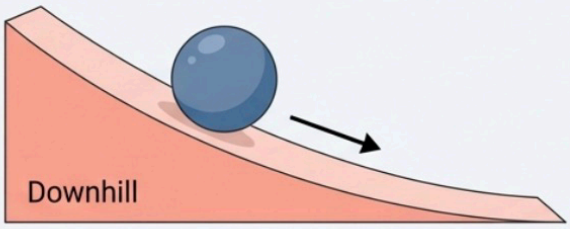
تحصل جميع الخلايا على الجزيئات والأيونات التي تحتاجها من السائل خارج الخلية (atracellura Inter (Extracellular fluid). هناك حركة مرور مستمرة للجزيئات (مثل الجلوكوز) والأيونات (مثل Na^+, Ca^{2+}) داخل وخارج الخلية.
تواجه الخلية مشكلتين رئيسيتين: التركيزات النسبية (Relative Concentrations) وطبيعة الطبقة الدهنية المزدوجة (of Lipid Bilayers Impermeability).



قواعد الفيزياء: تدرج التركيز والنفاذية



النفاذية (Permeability): الطبقة الدهنية المزدوجة تُمرر الماء والغازات الصغيرة (CO_2, CO_2) بحرية، ولكنها تمنع الأيونات (K+, Na+, Cl-) والجزيئات الكبيرة (البروتينات، الجلوكوز).



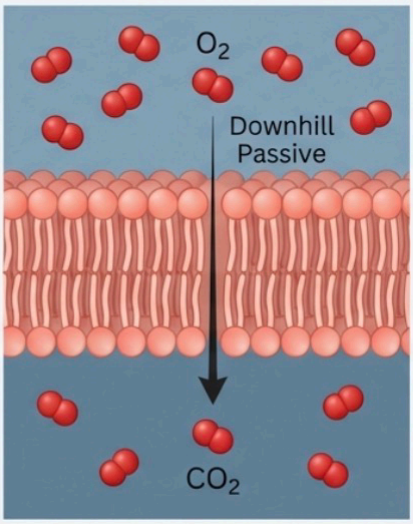
مع التيار (Downhill): تتحرك الجزيئات تلقائيًا من المنطقة الأعلى تركيزًا إلى الأقل تركيزًا (.Spontaneous).

ضد التيار (Uphill): تتطلب حركة الجزيئات من التركيز الأقل إلى الأعلى استهلاكًا للطاقة (ATP).

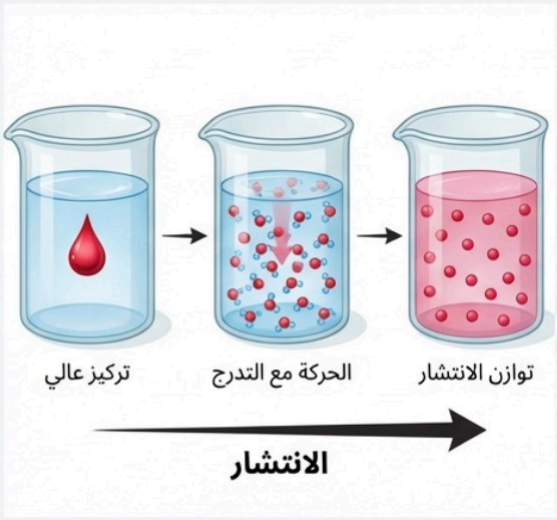
النقل السلبي: الانتشار البسيط

- **التعريف:** حركة عشوائية للجزيئات مع تدرج التركيز (Downhill) لملء المساحة المتاحة.
- **الطاقة:** عملية سلبية (Passive) لا تستهلك طاقة الخلية؛ فهي تزيد من 'العشوائية' (Entropy) في النظام في النظام.
- **التطبيق الخلوي:** جزيئات مثل الأكسجين (O2) وثاني أكسيد الكربون (CO2) تنتشر بحرية عبر الغشاء دون مساعدة.

الانتشار البسيط عبر الغشاء
(Cellular Process)

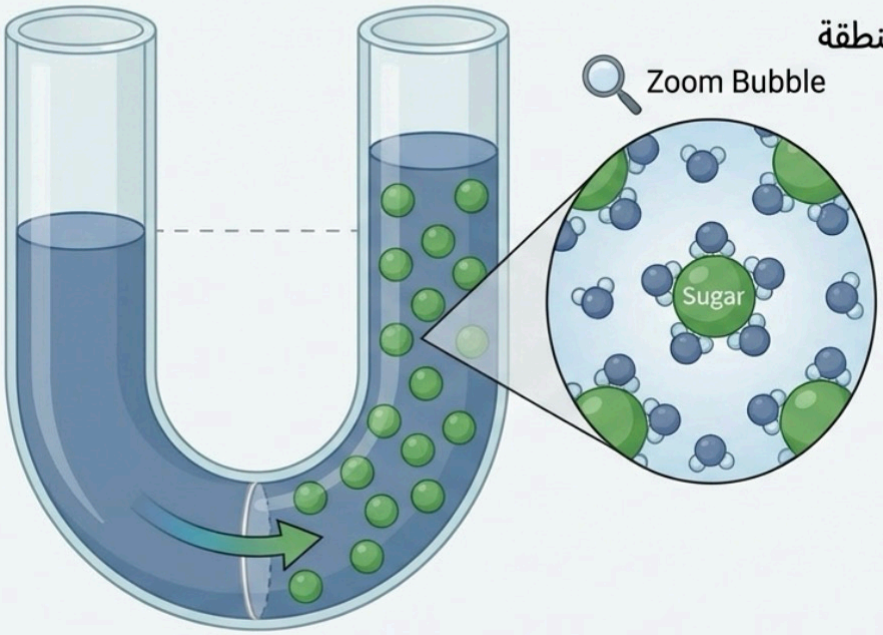


الانتشار في الماء
(Macro Analogy)

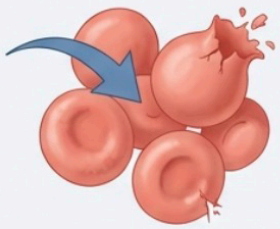
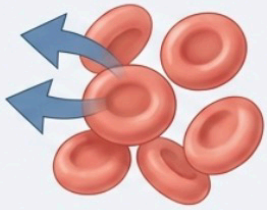
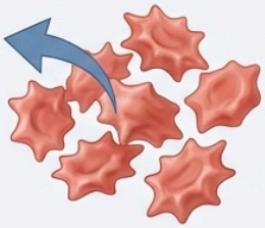
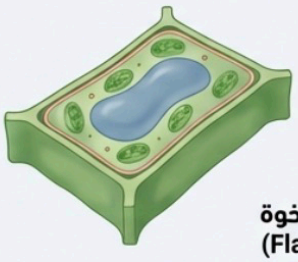
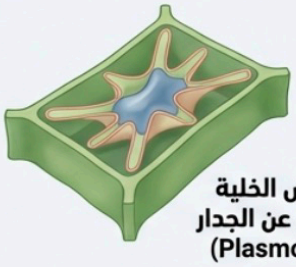


الأسموزية: حركة الماء عبر الغشاء

- **المبدأ:** يتحرك الماء عبر غشاء شبه منفذ من منطقة التركيز المنخفض للمذاب (تركيز عالي للماء الحر) إلى منطقة التركيز العالي للمذاب (تركيز منخفض للماء الحر).
- **السبب:** ترتبط جزيئات الماء بالمذابات (Hydration shells)، مما يقلل من جزيئات الماء "الحرة" القادرة على الحركة.
- **الضغط الأسموزي (Osmotic Pressure):** هو ميل المحلول لسحب الماء النقي إليه عبر الأسموزية.



توازن الماء: مصير الخلية في المحاليل المختلفة

	محلول منخفض التركيز (Hypotonic)	محلول متساوي التركيز (Isotonic)	محلول عالي التركيز (Hypertonic)
خلايا دم حمراء			
خلايا نباتية	خلية منتفخة وصحية (Turgid)	 خلية رخوة (Flaccid)	 تنكمش الخلية وتنفصل عن الجدار (Plasmolysis)

Hypertonic: الماء يخرج من الخلية ← تنكمش الخلية (Shrink).

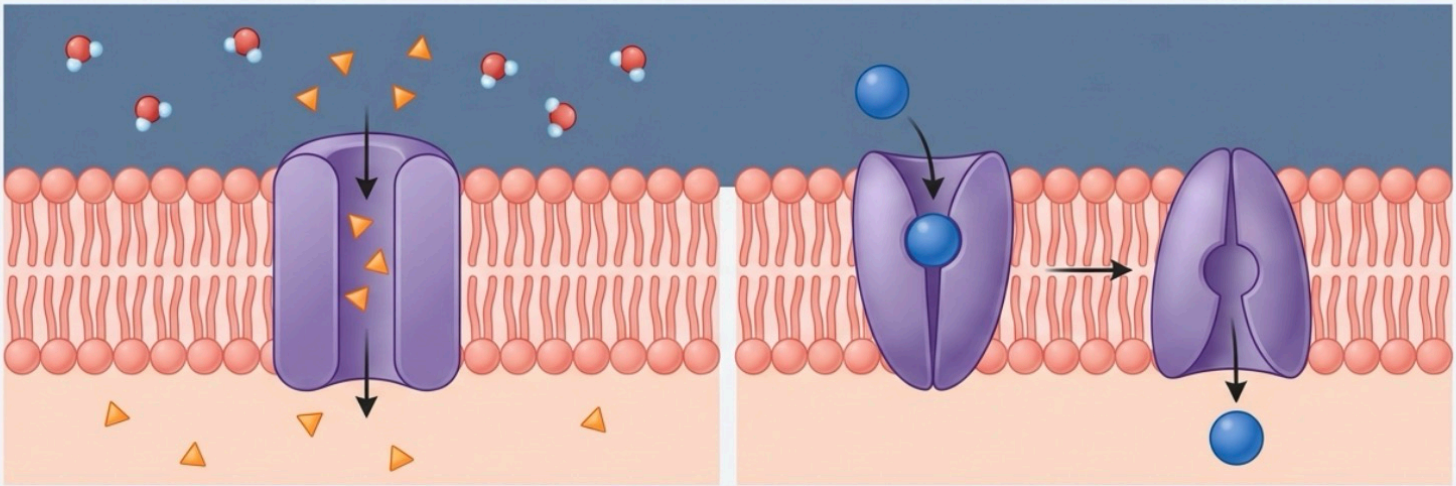
Isotonic: توازن في دخول وخروج الماء ← وضع طبيعي.

Hypotonic: الماء يدخل بقوة ← تنتفخ الخلية وقد تنفجر (Burst).

*Osmolarity represents the concentration of all solutes in a solution

النقل الميسر: مساعدة البروتينات

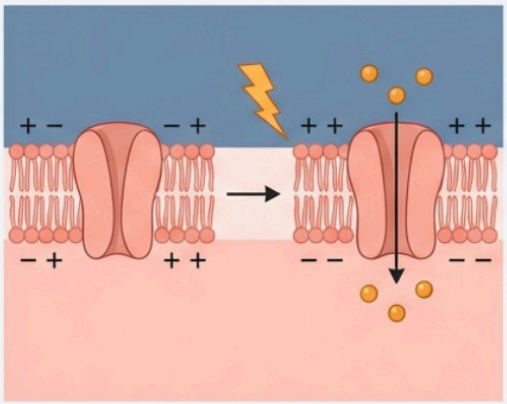
العديد من الجزيئات القطبية والأيونات تمر عبر الغشاء بمساعدة بروتينات ناقلة (Transport Proteins) دون استهلاك طاقة.



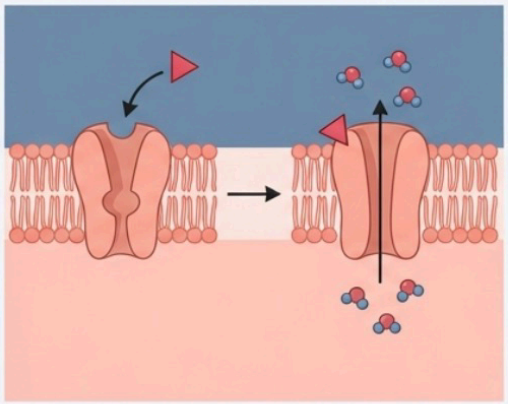
****البروتينات الحاملة (Carrier Proteins):** تغير شكلها عند ارتباط الجزيء بها (مثل ناقل الجلوكوز) لنقله إلى الجانب الآخر.

****بروتينات القنوات (Channel Proteins):** توفر ممرات محبة للماء (Hydrophilic corridors) تسمح بمرور أيونات محددة أو الماء (مثل Aquaporins).

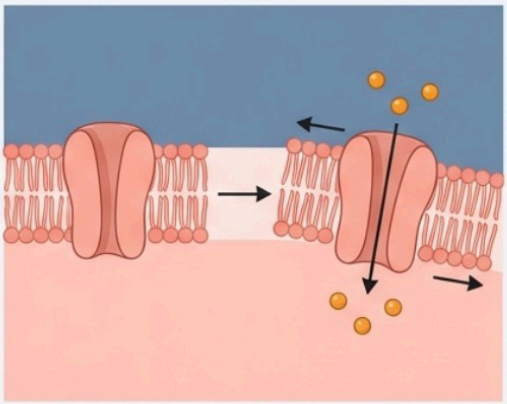
القنوات البوابية: التحكم الدقيق



1. بوابات كهربائية (Electrically Gated):
تفتح استجابة لمحفز كهربائي (مثل قنوات البوتاسيوم في الخلايا العصبية).

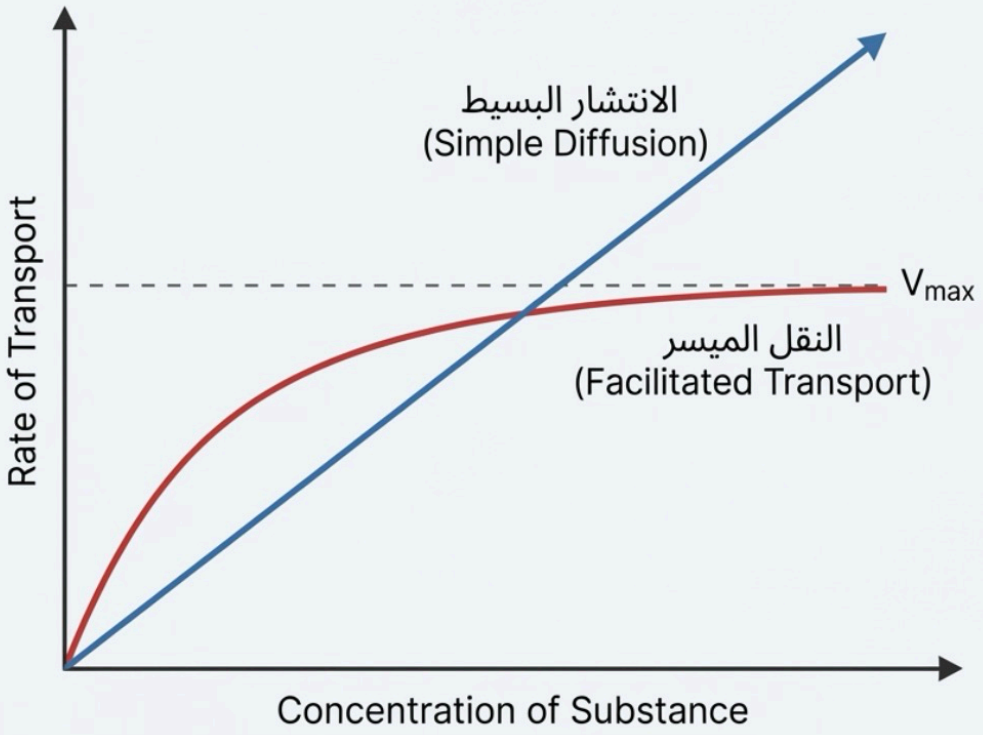


2. بوابات كيميائية (Chemically Gated):
تفتح عند ارتباط مادة كيميائية معينة (Ligand)، مثل النواقل العصبية.



3. بوابات ميكانيكية (Mechanically Gated):
تفتح استجابة لحركة فيزيائية (مثل قنوات +K في الأهداب السمعية).

حركية النقل: التشبع



- **الانتشار البسيط:** تزداد سرعة النقل خطيًا مع زيادة التركيز.
- **النقل الميسر:** يزداد النقل حتى يتم شغل جميع البروتينات الحاملة، ثم تثبت السرعة (Vmax).
- هذا يعني أن البروتينات الحاملة تظهر خاصية **التشبع (Saturation)**.