# نفاذية الأغشية السيتوبلازمية

تتميز الخلايا النباتية بإحاطتها بالجدار الخلوى الذى يسمح بنفاذ الماء والذائبات بحرية تامة. بينما ينظم الغشاء البلازمى مرور الذائبات وذلك حتى تصبح المحتويات الداخلية لخلايا النبات منظمة بدقة. ويقصد بالنفاذية مرور المواد عبر الأغشية الخلوية وبالتالى فإن درجة نفاذ أى مادة تختلف عن الأخرى ويقوم الغشاء السيتوبلازمى وكذلك أغشية جسيمات الخلية المختلفة بتنظيم مرور الذائبات.

من المعروف أن الأيونات تعانى من ضعف فى حركتها وإنتقالها عبر الأغشية الخلوية وذلك لكبر حجم الغلاف المائى المحيط بها ولعدم ذوبانها فى الدهون ولوجود شحنات كهربائية عليها مما يجعلها تتأثر بالشحنات الأخرى الموزعة فى الأغشية وكذلك شحنات الأيونات الأخرى الموجودة.

## الإنتقال السالب والنشط للذائبات:

يطلق الإنتقال السالب على إنتشار الجزيئات التى لا تحمل شحنات كهربائية مثل المواد العضوية البسيطة ومنها الجلكوز والذى ينتشر على جانبى الغشاء ونتيجة لفرق الجهد الإنتشارى على جانبى الغشاء ويطلق على هذا النوع بالإنتشار السالب أو الطبيعى.

ولكن عند حدوث إنتقال أو إمتصاص نشط للجزيئات أو الأيونات متخطية بذلك قوانين الإنتشار المعروفة فهذه ما يطلق علية الإنتقال أو الإمتصاص النشط. ولذلك فإن هذا الإنتقال يحتاج إلى توفر طاقة ليتم حدوثة ضد فروق التركيز وهناك كثير من الأدلة المتوفرة على إمتصاص وإنتقال الأيونات المختلفة عن طريق الإنتقال النشط. وقد أوضح العالم **Levitt** بعض الأسباب لهذا الإعتقاد منها:

## ما هى الأدلة على حدوث الإنتقال النشط:

- زيادة معدل الإنتقال ضد فروق التركيز على جانبى الغشاء.
- حدوث تراكم للأيونات داخل الخلايا بدرجة ملحوظة عن الوسط الخارجى.
- وجود علاقة معدل الإنتقال وكمية الطاقة الناتجة عن التحولات الغذائية.
- إرتباط ميكانيكية الإنتقال مع نشاط الخلية.

**ويحدث كلا النوعين من الإنتقال السالب أو النشط للذائبات من جسيم لأخر داخل الخلية أو من خلية لأخــرى أو من محلول التربة لخلايا الجذر.**

**وعلى سبيل المثال فان السكروز الذى يبنى داخل البلاستيدة الخضراء أثناء عملية البناء الضوئى ينتقل إلــى السيتوبلازم المحيط بالبلاستيدة بالانتشار السالب لفرق التركيز داخل وخارج البلاستيدة وبــنفس الطريقــة ينتقل إلى الخلايا المجاورة وكذلك خلال الأنابيب الغربالية. وكمثال للإنتقال النشط داخل الخلايا مــا يحــدث لصبغة الانثوثبانين القرمزية اللون توجد فى كثير من بتلات الأزهار وجذور البنجر وغيرها عند انتقالها من السيتوبلازم إلى الفجوة العصارية حيث مكان تراكمها عبر غشاء التونوبلاست.**

**وللانتقال النشط أهمية بالغة للخلايا الحية حيث أنه يمنع انتشار العناصر المهمة لنشاط التحولات الغذائية من داخل الخلية إلى خارجها.**

## ميكانيكية الإنتقال النشط:

**يمكن تلخيص هذه الميكانيكيات حسب أراء العلماء فى النقاط التالية:**

**١ ــ النظرية الغربالية**

**حيث يتوقف نفاذ الذائبات على حجم الثقوب التى توجد فى الغشاء البلازمى وبذلك تختلــف نفاذيــة المــادة حسب حجم وشكل كل من الثقب والدقيقة النافذة. فالمواد التى يقل حجمها عن حجم الثقب والكبيرة الحجم لا تنفذ. ويؤخذ على هذه الطريقة:**

- **لم تستطيع هذه النظرية تفسير نفاذية المواد غير القطبية بدرجة أسرع من المركبات القطبية والتى يكون وزنها الجزيئى قليل فى معظم الحالات.**
- **لوحظ عدم مرور الفيروس خلال مرشح تشمبرلند المشحون بشحنة موجبة بينما ينفذ خــلال نفــس المرشح إذا شحن بشحنات سالبة وهذه لا يمكن تفسيرها تبعا لهذه النظرية.**

**٢ ــ نظرية الإذابة Solubility**

**وقد اقترح هذه النظرية العالم اوفرتون وتفترض هذه النظرية أن الغشاء البرتوبلازمى شبة سائل وان الطبقة السطحية منة تتكون من مواد شبيهة بالدهون مع بروتينية وتنفذ المواد القابلة للذوبان فى الــدهون بدرجــة عالية (المواد الغير قطبية).**

**إلا أن هذه النظرية لا يمكنها تفسير جميع النتائج . فمثلا بعض الصبغات التى تذوب فى الــدهون لا يمكنهــا النفاذ خلال الأغشية البرتوبلازمية.**

**وقد أدخلت تعديلات كثيرة على هذه النظرية أهمها التعديل الحديث الذى يفترض أن الغشاء البلازمى يتركــب من طورين ممتزجين (موزيك) طور مائى وهو الذى يسمع بنفاذية المواد الذائبة فى الماء وطور دهنى وهــو الذى يسمح بنفاذية المواد الذائبة فيه.**

**وتشترط هذه النظرية أن المادة تذوب أولاً فى مادة الغشاء البلازمى فى جانب واحد ثم تنتشر خــلال ســمك الغشاء إلى الجانب الأخر ثم تترك الغشاء وتعبر إلى الجانب الثانى منه.**

**٣ ــ نظرية الإنتشار الحر**

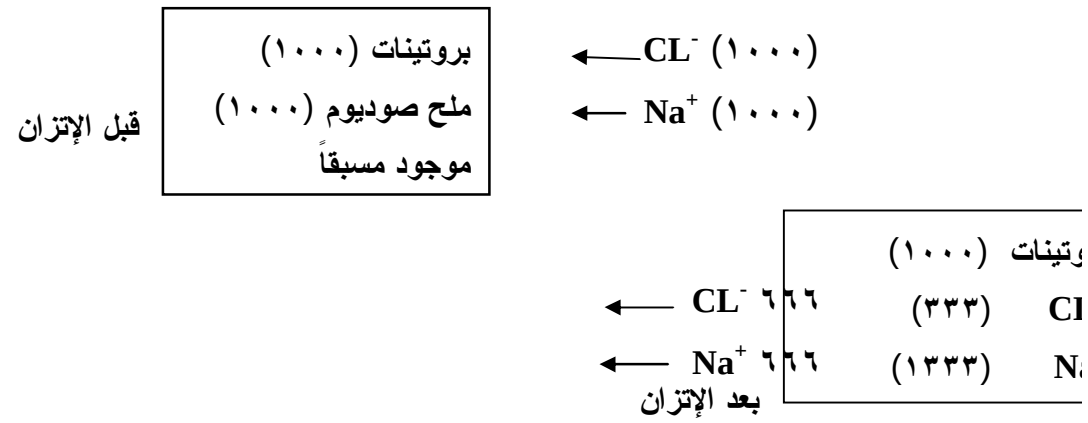
**حيث ينتشر العنصر من التركيز الأعلى خارج الخلية إلى التركيز الأقل داخل الخلية تبعا لقــوانين الانتشــار العادية المعروفة. ولم تفسر النظرية تراكم نوعية معينة من العناصر داخل الخلية حيث يصل تركيز العنصــر داخل الخلية إلى أكثر من ٣٠ ضعف تركيزه خارج الخلية وبالرغم من هذا يستمر دخول العنصر إلى داخــل الخلايا.**

**٤ ــ إتزان دونان**

**وهذه النظرية تفسر كيف تتركز العناصر الممتصة داخل الخلية بدرجة أعلى من تركيزها فى الخارج . فمثلا النفاذية تعتمد على أن الغشاء البلازمى ينفذ كل من ايونات الصوديوم والكلور ولكنه غير منفذ للبروتينــات وعلى ذلك إذا ما وضعت خلية نباتية تحتوى على ملح بروتينات الصوديوم فى محلول خارجى مــن كلوريــد الصوديوم وتركت للتعادل منه. فيلاحظ فى النهاية أن أيونات الصوديوم والكلور نفذت إلى الــداخل ويــؤدى**

**ذلك إلى تراكم أيون الصوديوم داخليا ومعه كمية من أيونات الكلور بينما فى الخارج يقل تركيز كل من $Na^+$ ، $CL^-$ وعند حالة الإتزان يكون ضرب الأيونات × الكاتيونات متساوى خارج وداخل الخلية.**

**إذن $Na^+ \times CL^-$ (فى الخارج) = $Na^+ \times CL^-$ (فى الداخل).**




**$Na^+ \times CL^-$ (فى الخارج = $Na^+ \times CL^-$ (فى الداخل).**

**٦٦٦ × ٦٦٦ = ٣٣٣ × ١٣٣٣ تقريباً**

**وبهذا يمكن تفسير نفاذية ايونات الصوديوم والكلور وتركيز كاتيون $Na^+$ بالذات داخل الغشاء البلازمى بدرجة اكبر من تركيزه فى الخارج وذلك تحقيقا للإتزان.**

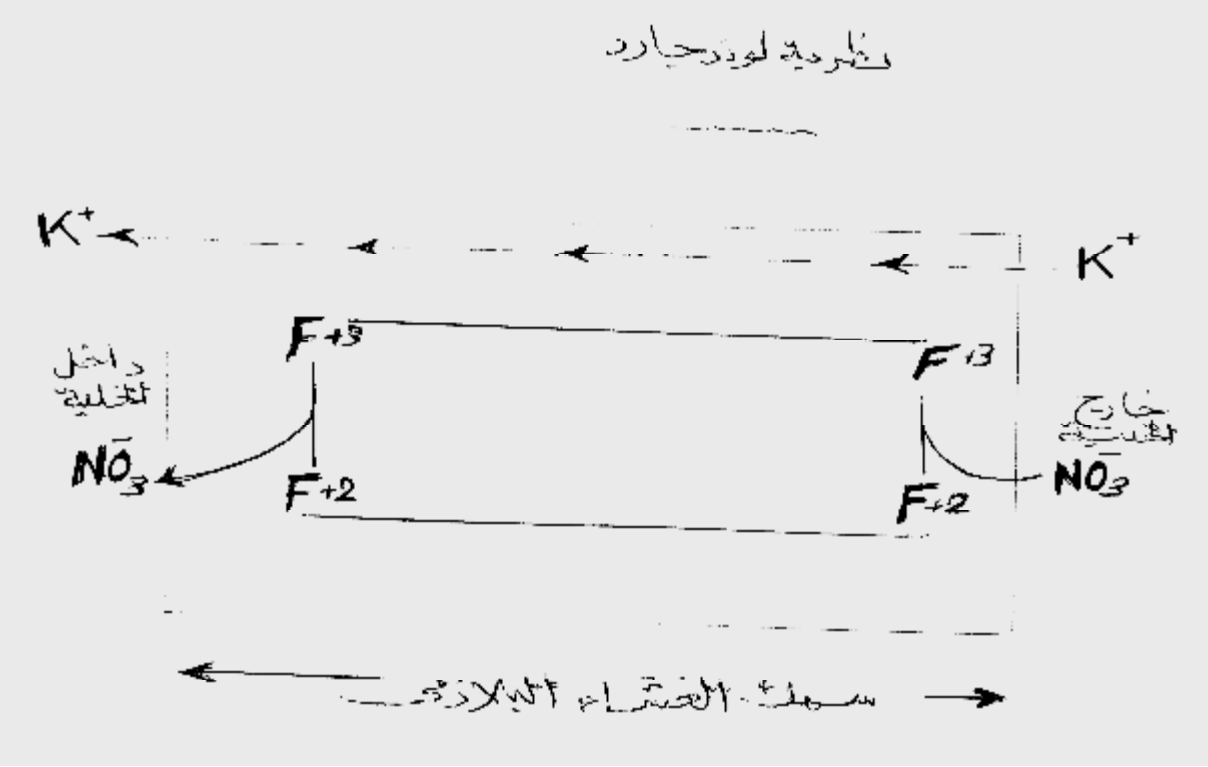
**٥ ــ التبادل الأيونى Ionexchange**

**التبادل الأيونى يتم بين الكاتيونات المدمصة على سطح غرويات التربة وسطح الخلية السالب الشحنة. وهذا التبادل يتم أما بطريق الاتصال المباشر بين حبيبات التربة وأسطح الخلية وأما عن طريق محلول التربة. وتفرز مناطق الجذر الممتصة النشطة كميات كبيرة من ثانى أكسيد الكربون فى صورة حمض كربونيك وأحماض عضوية أخرى عن طريقها يتم تبادل الايونات والكاتيونات بين محلول التربة وسيتوبلازم الخلية.**

**٦ ــ نظرية لوندجارد**

**وهذه النظرية تعتمد اساسا على أن ذرة الحديد فى مركبات السيتوكروم المختلفة تنتقل من صورة حديدوز إلى حديديك بالاكسوجين الجوى ثم تعود وتختزل مرة أخرى إلى صورة الحديدوز عن طريق المرافقات الإنزيمية المختزلة $FADH_2$ وذلك خلال الغشاء البلازمى.**

**وقد اقترح لوندجارد أن ذرة الحديديك وهو يحمل شحنة موجبة ينجذب إليه الأيونات (مثل النترات السالبة الشحنة) وتمر معه عبر الغشاء إلى الداخل. وعندما يختزل $F^{+++}$ إلى $F^{++}$ تنفرد الأيونات داخل الغشاء. ثم يعود الحديدوز المختزل مرة أخرى ليتأكسد بواسطة $O_2$ بمساعدة إنزيم سيتوكروم أوكسيديز. وفى هذه الحالة يكون عند الجانب الخارجى من الغشاء ويكون صالحا لجذب أيونات أخرى إلى الداخل وهكذا. أما الكاتيونات مثل $K^+$ (البوتاسيوم) ، $ca^{++}$ (الكالسيوم) فنفترض النظرية أنها تتبع الأنيونات فى المرور. ولكن نظرية لوندجارد تحتاج لبعض التعديلات تفسر أهمية المواد الفسفورية (ATP) فى عملية إمتصاص الأيونات.**




**٧ ــ نظرية الناقلات Carrier theory**

وهذه النظرية تفترض أن هناك مواد متخصصة فى نقل الذائبات إلى داخل الخلية وهذه المواد توجد فى الغشاء البلازمى وتتكون من بروتينات عادية أو نووية وتقوم كل منها بنقل نوع من الأيونات خلال الغشاء البلازمى إلى الداخل تماماً كما يحدث فى التفاعلات الإنزيمية.

وأثناء عملية الإنتقال هذه تنطلق طاقة حرارية أثناء عملية الإمتصاص لكى تمكن الخلية من إمتصاص ما تريده والمحافظة على الأيونات الممتصة فى الداخل. وكذلك العمل على تركيز هذه الأيونات فى الداخل حتى ولو كان تركيز هذا الأيون فى الخارج محدوداً.

| خارج الخلية | | طاقة | | داخل الخلية |
|---|---|---|---|---|
| - - - - - - - - | ⟷ | معدن مرتبط بالناقل | ⟷ | - - - - - - - - - |
| أيون + ناقل | | | | أيون + ناقل |

وهذه الحوامل قد تكون متخصصة لعنصر معين بالذات أو أن يكون الحامل متخصص لنقل مجموعة معينة من الأنيونات مثل الهالوجينات أو يكون الحامل عاماً أى ينقل أى ايون طالما توفرت شروط الإنتقال.

وقد أفترض العديد من العلماء أمثلة لمثل تلك الحوامل.

١ ــ الكحولات العطرية. ٢ ــ الأحماض الأمينية. ٣ ــ السيتوكرومات .

٤ ــ سيتوبلازم الخلية. ٥ ــ ATP.

## ظــاهرة الــتضاد

من المعروف أن محلول أى ملح منفرداً يكون ضاراً بالنبات إلا أنه إذا خلطت محاليل عدة أملاح منها بنسب معينة وليكن محلول NaCl مع محلول $CaCl_2$ فإن كلا من الملحين يضاد التأثير الضار للآخر ويسمى المحلول فى هذه الحالة متزناً. وفى حين أن ظاهرة التضاد تبدو واضحة بين الكاتيونات الأحادية والكاتيونات ثنائية التكافؤ إلا أنها تكون ضعيفة بين الكاتيونات متشابه التكافؤ.

وظاهرة التضاد يمكن تفسيرها على أن البروتوبلازم يتكون من أملاح بروتينات مع كاتيونات عديدة مثل $K^+$ $Ca^{++}$ , $Mg^{++}$ , ، وهذه الأملاح تكون فى حالة أتزان بحيث إذا تعرضت الخلية النباتية لمحلول ملح واحد فإن نوعاً واحداً من الكاتيونات (كاتيون هذا الملح) تحل محل عدد من الكاتيونات وبهذا يسود هذا الملح مما

**يؤدى إلى تغيير تركيب وصفات البروتوبلازم ويحدث بالتالى التأثير الضار. ومما يمنع الوصول إلى مثل هذه الحالة وجود ملحين أو أكثر فى الوسط الغذائى مثل $CaCl_2$ & KCl.**

**ويعتقد العلماء أن أيونات الملح بدلا من إتحادهما كيميائياً مع البروتوبلازم قد تتجمع سطحياً بواسطة غرويات الخلية. وعلى هذا فإن مجموعة الأملاح حين توجد فى البيئة الغذائية يبدأ أثرها عن طرق تقليل التجمع السطحى لأيونات كل نوع منها على حدة. ومن التفسيرات التى ظهرت كذلك بخصوص ظاهرة التضاد، أفترض أن وجود مادتين كيميائيتين فى الوسط الغذائى بنسب معينة يؤدى إلى حالة ثبات فى المستحلبات التى يتكون منها الغشاء السيتوبلازمى.**