

دراسة ظاهرة الانتشار والتشرب والنفاذية والبلزمة

اولا : الانتشار diffusion :-

عبارة عن انتقال المادة من منطقة التركيز العالي الى منطقة منخفضة التركيز. والانتشار صفة من صفات المادة ناشئ عن الطاقة الحركية لدقائقها وهو ينطبق على المادة المذابة في المحلول وعلى المذيب في ان واحد ، حيث تنتشر المواد بصورة مستقلة عن بعضها البعض بفعل الطاقة الحركية لكل منها ، وتسمى القوة الناتجة عن حركة الجزيئات المنتشرة بالضغط الانتشاري Diffusion Pressure والذي يتناسب طرديا مع الطاقة الحركية للدقائق المنتشرة وعددها .

امثلة على ظاهرة الانتشار:

1- ذوبان قطع السكر او الملح داخل كوب الماء دون التقليب فأننا نتذوق الطعم في اية نقطه داخل الماء.

2- التدفق الكتلي هو انتقال المواد عند تعرضها لقوة خارجية كالجاذبية او الضغط مما تؤدي الى حركة الجزيئات ككتلة واحده في اتجاه تلك القوة ، مثال :

*كتدفق الماء عبر مجرى معين بواسطة ضغط هيدروستاتيكي ناتج عن الجاذبية .

*انتقال الماء داخل اوعية الخشب او انتقال الماء داخل الجذور.

3- انتشار رائحة العطر من مكان ما داخل الغرفة الى الجزء الاخر عبر الهواء.

أهمية الانتشار للنبات :

ان النبات يحتاج خلال مراحل نموه المختلفة الى مواد تتمثل بالجزيئات او العناصر الكيميائية الموجودة في التربة او الهواء، حيث تدخل العناصر الى النبات على شكل ايونات موجبة او سالبة او جزيئات، بعضها يدخل عن طريق الاجزاء الخضرية وبعضها عن طريق الجذور فمثلا يدخل الاوكسجين عن طريق الثغور اما الماء والايونات الموجبه والسالبة للمعادن فتنقل من التربة الى النبات عن طريق الجذور ، ثم تنتقل الى باقي اجزاء النبات حيث تشترك في الفعاليات المختلفة . كذلك فإن النبات يفقد بعض من هذه المواد الى

المحيط الخارجي عن طريق بعض العمليات الفسلجية التي تعتمد على مبدأ الانتشار ، مثل فقد الماء من الجزء الخضري على شكل سائل او بخار مائي وانتشار ثاني اوكسيد الكربون والاكسجين وكذلك المواد المتطايرة من والى داخل الخلية .

هناك عدة عوامل تؤثر في سرعة الانتشار وتشمل :

معظم العمليات الفسيولوجية التي تحدث في النبات ترتبط بطريقة مباشرة او غير مباشرة بظواهر الانتشار، ويتحدد معدل انتشار مادة معينة بالعوامل التي تؤثر على انتشارها واهم هذه العوامل:

1- الحجم: تتناسب سرعة الانتشار تناسباً عكسياً مع حجم الايونات او الجزيئات المنتشرة، بمعنى انه كلما صغر حجم الايون او الجزيء المنتشر كلما زادت سرعة انتشاره.

2- الكتلة: تتناسب سرعة الانتشار تناسباً عكسياً مع الوزن الذري او الجزيئي، لذلك اذا تساوت الدقائق في حجمها فان الاثقل وزناً تكون هي الابطأ في سرعة انتشارها.

3- درجة التركيز: تنتقل الذرات او الجزيئات من نقطة درجة التركيز عندها عالية الى نقطة اخرى درجة التركيز عندها اقل بمعدل اسرع.

4- درجة الحرارة: تزداد سرعة الانتشار بأرتفاع درجة الحرارة بسبب زيادة الطاقة الحركية للجزيئات.

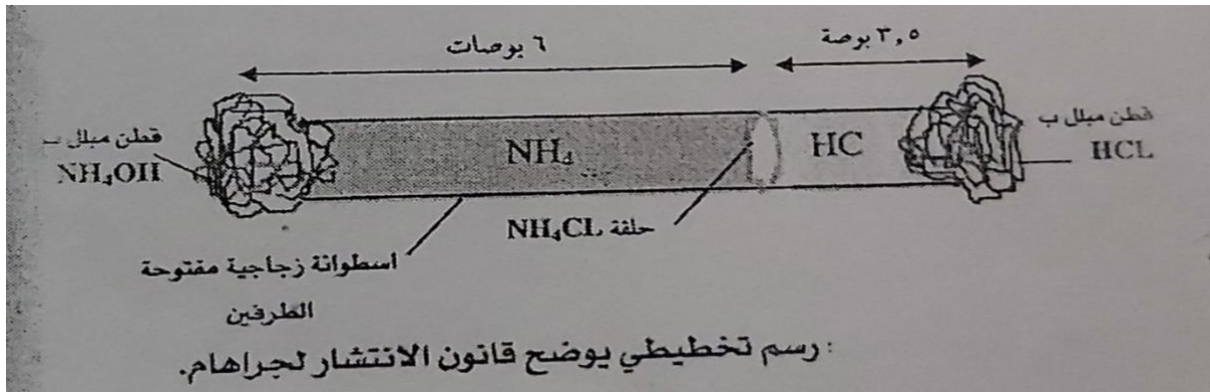
أنتشار الغازات :

تنتشر الغازات المختلفة بمعدلات مختلفة حتى ولو كانت تحت نفس العوامل الجوية وان معدل انتشار الغازات المختلفة يتناسب عكسياً مع الجذر التربيعي لكثافتها النسبية وهذا ما نص عليه قانون جراهام، بمعنى انه كلما زادت الكثافة النسبية للغاز قل معدل انتشاره وكلما قلت الكثافة النسبية للغاز زاد معدل انتشاره ، والكثافة النسبية للغاز هي وزن حجم معين من الغاز بالنسبة لوزن نفس الحجم من الهيدروجين او هي النسبة بين الوزن الجزيئي للغاز والوزن الجزيئي للهيدروجين. كذلك تزداد سرعة انتشار الغاز بزيادة درجة الحرارة حيث تعزى هذه الى الزيادة في الطاقة الحركية للجزيئات، كما وان الجزيئات تنتشر بصورة ابطأ كلما كان الوسط التي تنتشر فيه اكثر تركيزاً ويعزى ذلك الى حرية انتقال الغاز تكون اقل.

ويمكن توضيح سرعة انتشار الغازات بالتجربة الآتية:

طريقة العمل:

- 1- ثبت على حامل (بوضع افقي) انبوبة زجاجية مفتوحة الطرفين طولها 30 سم .
- 2- ثبت في كل فوهة قطعة قطن مناسبة .
- 3- اخرج قطعتا القطن وضع فوق احدهما بضع قطرات من حامض HCL المركز والثانية ضع فوقها قطرات من الامونيا المركزة.
- 4- ارجع قطعتي القطن الى الفوهتين بسرعة وفي أن واحد ، بعد فترة من الزمن سوف تظهر حلقة ضبابية داخل الانبوبة جراء تكوين كلوريد الامونيوم .



- 5- احسب بواسطة مسطرة المسافة التي قطعها كل غاز (من مركز تكون الحلقة والى طرفي الانبوبة) ومن ثم احسب نسبة الانتشار النسبية.

سرعة الانتشار النسبية = (المسافة التي قطعها الغاز الاسرع انتشارا \ المسافة التي قطعها الغاز الابطئ انتشارا) 100 X

يتضح من التجربة: اختلاف سرعة انتشار جزيئات غاز HCL وغاز NH4 لاختلاف كثافتهما ويلتقيان مكونان كلوريد الامونيوم NH4CL في منطقة قريبة من جزيئات الغاز الثقيل وهو غاز HCL .

انتشار المواد الصلبة :

يعتمد معدل انتشار المواد الصلبة على قابلية ذوبانها في الوسط الموجودة فيه. فكلما كانت قابلية الذوبان كبيرة كلما كان معدل الانتشار اسرع ، كذلك يعتمد على حجم وكتلة الدقائق فكلما كانت الدقائق صغيرة كلما كان معدل انتشارها اسرع . مثل انتشار بلورات السكر في الماء او انتشار بلورات برمنكنات البوتاسيوم في الماء.

انتشار السوائل :

ان معدل انتشار المواد العضوية السائلة مثل الايثر والزايلول والكلوروفورم يعتمد بصفة اساسية على قابليتها للذوبان في الغشاء المائي (وسط الانتشار) التي يفصل بينها، فكلما كان معدل ذوبان المادة العضوية وامتزاجها بالماء عالي كلما كان معدل انتشارها كبير والعكس صحيح.

الانتشار الغشائي للسوائل (الازموزية) والجهد الازموزي Osmotic Potential :

تمثل الازموزية حالة خاصة من الانتشار فهي تمثل حركة جزيئة المذيب الماء خلال غشاء شبه نفاذ او غشاء ذو نفاذية انتقائية من الوسط الذي يكون فيه الطاقة الحركية لجزيئات المذيب عالية الى الوسط الذي تكون فيه الطاقة الحركية لجزيئات المذيب واطنة، اي من المحاليل ذات التركيز الواطئ (للمذاب) الى المحلول ذات التركيز العالي (المذيب).

عادة ينشأ ضغط معين عند انتشار المذيب عبر هذه الاغشية يسمى **بالضغط الازموزي Osmotic Pressure** ويصل هذا الضغط اقصاه عندما يفصل المحلول عن مذبية النقي بغشاء نصف ناضج . لذا يعرف **الضغط الازموزي (O.P)** على انه اقصى ضغط يمكن ان ينشأ في محلول عند فصلة عن مذبية النقي بغشاء نصف ناضج وان قيمته تعادل الضغط اللازم احداثه على محلول لمنع دخول الماء اليه عبر الغشاء ، علما ان الضغط الازموزي يتناسب طرديا مع تركيز المحلول ، وان المواد التي تتأين في الماء ككنترات البوتاسيوم وكلوريد الصوديوم على سبيل المثال فأنها تعطي ضغوط ازموزية اعلى من القيم المتوقعة نظرا لتفكيك جزيئاتها الى ايونات وعلى العكس من ذلك تعطي المواد التي تتجمع جزيئها في المحلول (مثل المواد الغروية) ضغوط ازموزية اقل بكثير من القيم المتوقعة .

ينتج عن حركة جزيئات المذيب في اتجاه معين ضغط يسمى بالضغط الانتفاخي والذي يحد من حركة الماء في ذلك الاتجاه يعرف الضغط الانتفاخي على انه الضغط الذي يتكون داخل الخلية والذي يدفع الغشاء والجدار الخلوي نحو الخارج ويكون الضغط الانتفاخي موجب في الخلايا الحيه ولكن سالب في الخلايا الخشب، والضغط الانتفاخي يكون مساوي

للضغط الازموزي للخليه عندما تكون الخلية في حالة توازن تام مع الماء اي في حالة ان الجهد الازموزي يساوي صفر.

يعرف الجهد الازموزي والذي يرمز له (Ψ) وهو مقدار النقص الحاصل في جهد الماء نتيجة لوجود واحد او اكثر من المواد الذائبة فيه وتكون اشارته سالبة والجهد الازموزي مساوي للضغط الازموزي ولكن يعاكسة في الاشارة ان الجهد الازموزي للماء يساوي صفر وهي اعلى قيمة لطاقة الماء تكون جزيئاتها حرة الحركة وغير معقدة او معقدة بجزيئات مذابه فيه. ويمكن حساب جهد الازموزي لاي محلول اذا عرفنا مقدار الماده المضافه وذلك حسب المعادلة :

$$RT - V \ln N = \text{الجهد الازموزي}$$

حيث N = تركيز المذاب

V = حجم المحلول باللتر

R = ثابت الغازات 0.0082

T = درجة الحرارة المطلقة (273م+)

الدور الذي يلعبه الضغط الازموزي والخاصية الازموزية في حياه النبات :

1- امتصاص الماء من التربة بواسطة الشعيرات الجذرية وانتقاله الى باقي اجزاء النبات يتم بالخاصية الازموزية.

2- تعمل الازموزية على ابقاء الخلايا النباتية في حالة امتلاء والخلية الممتلئه تكسب النبات صلابة وخاصة في الانسجة التي لم يتكون فيها اجهزه دعامية كمناطق النمو في الساق والجذر، تساعد هذه الصلابة الجذر على اختراق التربة وتساعد الساق على الاحتفاظ بقوامه، كما ان الخلايا الممتلئة هي وحدها التي لها القدرة على النمو والانقسام والقيام بسائر عمليات التحول الغذائي.

3- تعمل الازموزية على توزيع الماء في جسم النبات ، فأذا قل الماء في نسيج نباتي فإنه نظرا لأرتفاع ضغطه الازموزي يسحب الماء من نسيج اخر مجاور له يكون ضغطه الازموزي منخفض .

4- تزيد التراكيز الازموزيه العاليه مقاومة النبات لدرجات الحرارة العاليه والجفاف بمعنى ان زيادة تراكيز العصير الخلوي من شأنه ان يخفض درجة الحرارة ويقلل من فقد النبات للماء .

5- ترتبط عملية فتح وغلق الثغور بالضغط الأزموزي للخلايا الحارسة، فأرتفاع الضغط الأزموزي يصاحبه انفتاح الثغور بينما انخفاضه يسبب انغلاقها .

ثانياً: التشرب Imbibition

يعتبر التشرب نوعاً معيناً من الانتشار، حيث أن حركة الماء هي في اتجاه التدرج الانتشاري ويمكن بواسطتها دخول الماء إلى النبات، فأذا وضعنا مادة نباتية جافة في الماء يحدث انتفاخ ملحوظ يؤدي في بعض الأحيان إلى زيادة كبيرة في الحجم.

وهذا يعود إلى أن جزءاً قليلاً من الماء في أنسجة النبات غير الجاف يكون مدمصاً لسطوح جدران الخلايا وأجزاء الخلايا والجزيئات والأيونات، كما أن مادة النبات الجافة أيضاً تدمص جزيئات الماء من الأشياء المحيطة بها وهذه عملية بايولوجية مهمة، كما هي الحال في البذور الموضوعه في التربة، حيث تدمص الماء بسرعة من الوسط المحيط بها فتخترق جزيئات الماء المساحات الخلوية الداخلية لجدار الخلية وأجزاء الخلية الأخرى بسبب قوة الامتصاص حيث تؤدي هذه القوى إلى انتفاخ البذور. إن هذا النوع من الامتصاص للماء يجهز البذور بالماء الذي تحتاجه بعملياتها الكيميائية الحيوية والتي بدورها تسبب الانبات Germination.

التشرب في الواقع هو عملية انتشار مثل الأزموزية يتداخل معها الخاصية الشعرية، حيث تكون المادة المتشربة عادة ذات تركيب مسامي يتميز بهذه الخاصية. ويصبح من الصعب تحديد كمية الماء التي تدخل بواسطة قوة الانتشار أو بواسطة الخاصية الشعرية كل على حده. وتعزى هذه الخاصية عادة إلى الفرق بين ضغطي الانتشار للسائل في الوسطين الخارجي والداخلي للمادة المتشربة، وطالما كانت قيمة الأول كبيرة فإن عملية التشرب تستمر وتصل إلى حالة الاتزان (كما في حالة الأسموزية) عندما تتساوى قيمة الضغط الانتشاري للسائل في الوسطين الخارجي والداخلي.

تتأثر عملية التشرب بكمية الأملاح الذائبة في الماء الخارجي تماماً مثل (الأسموزية) حيث يؤدي ذلك إلى تقليل قوة التشرب (أي قوة انتشار الماء للداخل) وذلك بمقارنته بالماء النقي. وبما أن الضغط الأزموزي للمحاليل هو مقياس لقوة امتصاصها الأزموزية وعلى ذلك فهو يؤثر على عملية التشرب بصورة عكسية أي أن زيادة الضغط الأزموزي للمحاليل تؤدي إلى نقص التشرب.

الشروط الضرورية للتشرب:

1- وجود فرق في الجهد المائي بين المادة الشاربة للماء والسائل المتشرب.

2- وجود الفه بين مكونات المادة الشاربة للماء والماء المتشرب.

مثال على ظاهرة التشرب: عند وضع بذور جافة او قطعة من الخشب في ماء لبضع ساعات يلاحظ انتفاخ هذه البذور او قطعة الخشب بدرجة ملحوظة وهذه الظاهرة تسمى عملية التشرب، وكمية الماء التي تمتصها المادة المتشربة تسمى ماء التشرب وهي عادة تكون كمية كبيرة جدا اذا ما قورنت بالوزن الجاف للمادة المتشربة حيث تصل الى عشرات امثالها . ويمكن ان تنتشر مادة ما ابخرة الماء (على الصورة الغازية) ويلاحظ ذلك في الاجواء الرطبة مثل تمدد الابواب الخشبية في الاجواء الرطبة في فصل الشتاء ومن الامثلة الاخرى للمواد المتشربة النشأ والجيلاتين والسليلوز والاجار وبذور النباتاتالخ.

ثالثا: النفاذية Permeability

تتميز الخلايا النباتية الحية بأن لها القدرة على التحكم في دخول وخروج المواد المختلفة، والنفاذية الاختيارية للبروتوبلازم تعتبر من مميزات الاغشية البلازمية وليس من خصائص المواد التي تنفذ من خلالها ، لذلك فإن النفاذية صفة من صفات الاغشية البلازمية وهي تعبر عن قابلية الغشاء على امرار المواد من خلاله وتقسم الاغشية حسب نفاذيتها الى:

أ- اغشية منفذة (ناضحة):

ان هذا النوع من الاغشية يسمح بمرور الماء والمواد المذابة بدون تحكم مثل جدار الخلية.

ب- اغشية شبة منفذة (نصف ناضحة):

ان هذا النوع من الاغشية ينفذ الماء (المذيب) بسهولة بينما يتحكم في نفاذ المواد المذابة خلاله مثل غشاء السيلوفين.

ج- اغشية غير منفذة (غير ناضحة):

ان هذا النوع من الاغشية لا ينفذ اي من جزيئات الماء (المذيب) المواد المذابة خلاله مثل اغشية الفلين او الزجاج.

ان نفاذية الجزيئات والدقائق يعتمد بصورة اساسية على حجمها وعلى طاقتها الحركية والتي تعتمد على صفة هامة وهي ذوبان هذه الجزيئات والدقائق في الاغشية نفسها. ان اغشية الخلايا البلازمية تتكون من مواد دهنية ومواد بروتينية وعلى هذا الاساس فالمواد الاكثر نفاذية هي المواد التي تذوب بالدهون.

وتتأثر النفاذية بعدة عوامل من أهمها:

درجة الحرارة ، المواد السامة ، المواد الذائبة في المحاليل الخارجية.

والتجارب التالية توضح تأثير هذه العوامل على نفاذية الاغشية البلازمية:

تسبب درجة الحرارة العالية (اكثر من 60م) تأثير ضار على الغشاء البروتوبلازمي حيث تؤدي الى تخثر للبروتين الداخل في تركيب الغشاء البروتوبلازمي مما يجعله يفقد خاصيته الفسلجية ويفقد وظيفته في السيطرة على خروج ودخول المواد من والى الخلية ، اي تصبح نفاذيته مطلقة، في حين ان درجات الحرارة من 70-100 م سوف تعمل على حدوث تمسخ للبروتين (اي عملية فقدان التركيب الهيكلي الثنائي والثلاثي للبروتين)، اما في درجة الحرارة المنخفضة (صفر مئوي) فإن هذه تؤدي الى تجمد قطرات الماء الموجودة في الاغشية، الامر الذي يؤدي الى زيادة حجم الماء حيث يسبب في تمزق الاغشية، وكنتيجة لذلك تنهار نفاذية هذه الاغشية وتصبح مطلقة. بينما في درجات الحرارة الاعتيادية لا تتأثر الاغشية البلازمية وتبقى محتفظة بوظيفتها الفسلجية.

طريقة العمل:

1- خذ ثلاث مجاميع من قطع الشوندر، اغسلها بماء الحنفية ونظفها كل مجموعه تزن 10 غم.

2- ضع كل مجموعه في بيكر سعة 300 مل.

3- اضع الى البيكرات الثلاثة 200 مل من الماء المقطر.

4- ضع البيكر الاول في الثلجة والثاني على هيتز حراري، اما البيكر الثالث فيوضع في درجة حرارة المختبر. نلاحظ بعد ساعة من الزمن ان الانبوب الاول يظل الماء تقريبا دون تلون، اما الانبوب الثاني فإن الماء يتلون باللون الاحمر بالارتفاع التدريجي لدرجة الحرارة.

نستنتج : ان درجة الحرارة تنشط حركة جزيئات الماده برفع معدل طاقتها بدرجة تسمح بأختراق الغشاء البلازمي، وتزيد درجة الحرارة من نفاذية الغشاء ايضا. حيث وجد زيادة معدل دخول المواد بمقدار 1.5 بأرتفاع درجة الحرارة عشر درجات مئوية. اما عند زيادة درجة الحرارة عن الحد الذي تتحملة الانسجة الخلوية فأنه يحدث خلل بالغشاء البلازمي عن طريق تغيير تركيب الدهن المكون للغشاء مما يترتب عليه زيادة النفاذية بطريقة عشوائية بدون اي تحكم.

تأثير المواد المخدرة في نفاذية الاغشية البروتوبلازمية:

المواد والادوات: زجاجات ، خيط ، جذور بنجر او جزر او شوندر ، قطن ، ماء ، المادة المخدرة (الاسيتون) .

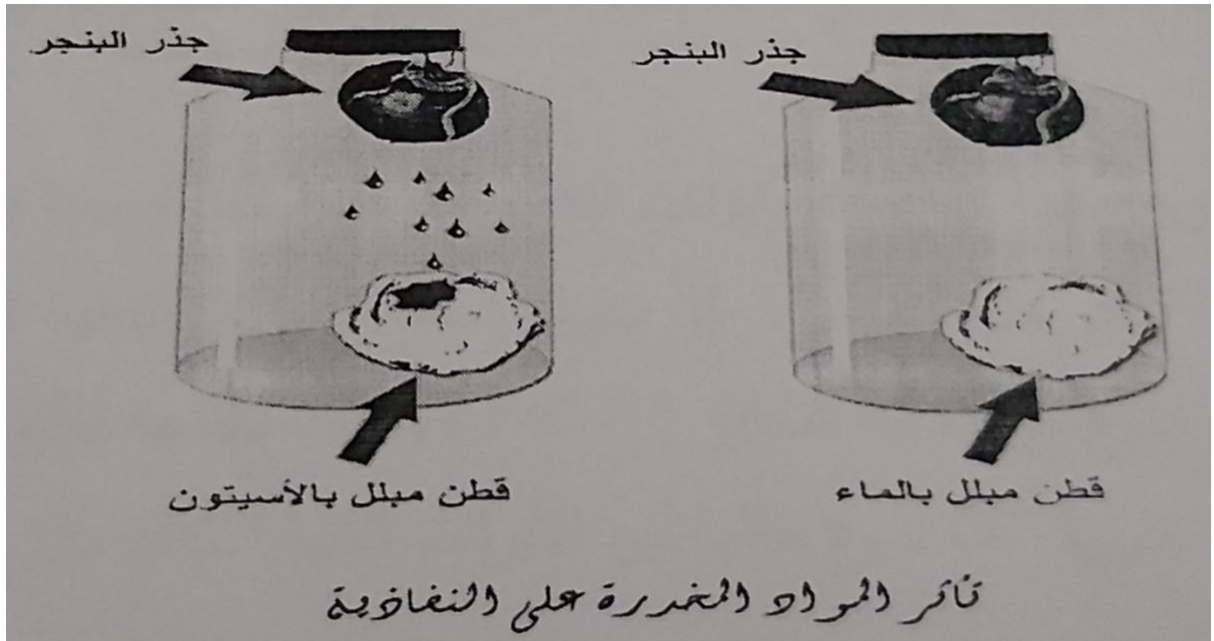
طريقة العمل:

1- نحضر مكعبين من البنجر او ونعلق احدهما في اناء محكم يحتوي على قطعة قطن مبللة بالماء.

2- نعلق الاخرى في وعاء محكم اخر يحتوي ايضا على قطعة قطن ولكنها مبللة بالمادة المخدرة الاسيتون.

نلاحظ: ان مكعب البنجر في بخار الماء يحتفظ بعضيرة الملون. اما المكعب الاخر المعلق في بخار الاسيتون فنتساقط قطرات العصير الخلوي الملون.

نستنتج: ان المواد تؤثر على حساسية الخلية وتنفسها وكلما كان ذوبان هذه المواد في دهن الاغشية الخلوية كبيرا كان تأثيره على الغشاء وعلى النفاذية اكبر بحيث تدخل الغشاء البلازمي وتتجمع على مواضع مختلفة من سطحه الداخلي فتشغلها، فيعمل هذا التجمع على تغيير خواص الغشاء بحيث يؤثر في سرعة ونفاذية الذائبات فأما يسمح لها بالمرور او يمنع دخولها.



رابعاً: البلزمة Plasmolysis

ان الخلية محاطة بجدار سليلوزي منفذ لأغلب انواع المحاليل الغروية في الخلية النباتية فجوة عصارية او اكثر بمحاليل نشطة ازموزيا (املاح وسكريات) ويحاط بروتوبلازم الخلية بغشائين بلازمين احدهما مبطن للفجوة العصارية يسمى غشاء الفجوة والآخر مبطن لجدار الخلية يسمى غشاء البلازمي وهي اغشية ذات نفاذية انتخابية مشابهه في سلوكها الى اغشية نصف ناضجة الصناعية . لذلك يمكن اعتبار الخلية النباتية كنظام ازموزي ففي النظام الازموزي ينتقل الماء من المحاليل ذات التركيز المنخفض للمذاب الى المحاليل الاكثر تركيز، فإذا كان تركيز العصير الخلوي اقل من تركيز المحلول خارج الخلية فأن الازموزية تنعكس في هذه الحالة اي ان الماء ينتقل من الفجوة العصارية الى الخارج خلال الاغشية البلازمية ونتيجة لذلك فأن الخلايا تنكمش عن حجمها الاصلي وايضا ينكمش السايروبلازم عن صورته الاصلية وتسمى هذه الظاهرة بالبلزمة، والبلزمة نوعان:

1- بلزمة مستديمة وهذه تحدث عند وضع الخلية في محلول زائد التركيز ويكون الغشاء غير منفذ لجزيئات المادة المذابة في المحلول الخارجي .

2- بلزمة مؤقتة وهذا النوع يحدث عند وضع الخلية في محلول زائد التركيز ويكون الغشاء البلازمي في هذه الحالة يسمح لجزيئات المادة المذابة في المحلول الخارجي ان تنفذ خلال العصير الخلوي فتحدث البلزمة في بادئ الامر ومن ثم تتعادل.