

وهو حركة الأيونات أو الجزيئات أو الدقائق المكوته لمادة ما من منطقة تركيزها أو نشاطها فيه مرتفع إلى منطقة تركيزها أو نشاطها فيه منخفض كنتيجة لطاقتها الحركية وتسمى القوة الناتجة عن حركة الجزيئات المنتشرة بالضغط الانتشاري Diffusion Pressure وعلى هذا

فإن الضغط الانتشاري يتناسب طردياً مع الطاقة الحركية للدقائق المنتشرة وبعدها ويعتمد معدل الانتشار على تركيز الدقائق المنتشرة في وحدة الحجم ودرجة الحرارة.

وعندما يتساوى تركيز الدقائق المنتشرة في كلا المنطقتين يقف الانتشار ظاهرياً في وحدة زمنية أي تحدث حالة اتزان ديناميكي، وعندما يتوقف الانتشار ظاهرياً فلا تحدث زيادة في تركيز الدقائق في إحدى المنطقتين على حساب الأخرى.

مثال

عند فتح زجاجة عطر فأنتنالاحظ تبخر جزيئات العطر ويمكننا شم رائحة العطر في عدة أماكن بعيدة نسبياً عن مكان فتح الزجاجة هذا يدل على أن جزيئات العطر تحركت وانتشرت في الهواء واختلطت بشكل متجانس مع مكونات الهواء من أكسجين ونيتروجين وتاني أو أكسيد الكربون . . . الخ هذا الانتشار ناتج عن الطاقة الكامنة في جزيئات العطر.

إن انتشار العطر في الجو يمكن أن يحدث بشكل أسرع لو لم يكن هناك غازات محيطية بزجاجة العطر وهي الغازات الجوية الكثيرة، فضغط هذه الغازات أعاق سرعة انتشار جزيئات العطر ولو قمنا بقياس سرعة انتشار غاز معين في زجاجة مليئة بغازات وقارناها مع زجاجة مفرغة نت الغازات لوجدنا دون أدنى شك أن انتشار الغاز في الزجاجة المفرغة كان أسرع بكثير.

الجهد الكيميائي: Chemical Potetial

كمية الطاقة الحرة لكل واحد غرام وزن جزيئي للمادة وهذا يعني أننا نسبنا الطاقة الحرة إلى كمية معلومة من المادة. بناء على مفهوم الجهد الكيميائي يمكننا إذا إعادة تعريف الانتشار:

عبارة عن محصلة حركة أي مادة من وسط يحتوي على جهد كيميائي مرتفع إلى وسط يحتوي على جهد كيميائي أقل وهذه الحركة تعتمد على العشوائية والطاقة الكينيتية أو الطاقة الانتقالية للجزيئات أو الذرات أو الأيونات.

والطاقة الكينيتية أو الطاقة الانتقالية: هي عبارة عن القوة المسؤولة عن تحريك الجزيئات سواء كانت الجزيئات لسائل أو لغاز.

الجهد المائي (UW) : Water Potential

الجهد الكيميائي هو الطاقة الحرة لكل مول (وزن جزيئي) لأي مادة في النظام الكيميائي وبالتالي فان الجهد الكيميائي للمادة تحت ظروف ثابتة من الضغط والحرارة يعتمد على عدد مولات المادة الموجودة وفي تناولنا لعلاقة النبات والماء فنحن عادة مانعبر عن الجهد الكيميائي للماء بالجهد المائي (UW) .

كلما كان الجهد المائي قليل كلما كان ارتباط الماء بالوسط كبير وكذلك فكلما جف الوسط (التربة) كلما زاد الارتباط بينه وبين الماء اي انه جهده المائي ينخفض وهذا يعتبر ذو أهمية في عملية النبات البذري والتي سنتطرق لها لاحقا.

الجهد الكيميائي هو الطاقة الحرة لكل مول (وزن جزيئي) لأي مادة في النظام الكيميائي وبالتالي فان الجهد الكيميائي للمادة تحت ظروف ثابتة من الضغط والحرارة يعتمد على عدد مولات المادة الموجودة ، وفي تناولنا لعلاقة النبات والماء فنحن عادة مانعبر عن الجهد الكيميائي للماء بالجهد المائي (UW).

كلمات كان الجهد المائي قليل كلما كان ارتباط الماء بالوسط كبير وكذلك فكلما جف الوسط (التربة) كلما زاد الارتباط بينه وبين الماء أي انه جهده المائي ينخفض وهذا يعتبر ذو أهمية مطلقة في عملية النبات البذري والتي سنتطرق لها لاحقا

تخضع الأيونات أو الجزيئات في انتشارها لعدة قوانين طبيعية نذكر منها :

القانون الأول للانتشار : وفيه ان سرعة الانتشار تتناسب طرديا مع درجة التركيز

القانون الثاني للانتشار : وفيه ان سرعة الانتشار تتناسب تناسباً عكسياً مع حجم الذرات والجزيئات.

القانون الثالث للانتشار : وفيه ان سرعة الانتشار تتناسب تناسباً عكسياً مع الوزن الذري أو الجزيئي.

القانون الرابع للانتشار: وينص على ان الذرات أو الجزيئات تنتقل من نقطة في الوسط درجة تركيزها فيه مرتفعة الى نقطة اخرى في نفس الوسط.

القانون الخامس للانتشار: وفيه انه اذا وجد مادتين أو أكثر في وسط الانتشار، فإن كلا منها تنتشر مستقلة عن الأخرى تمام الاستقلال. وتنطبق هذه القوانين على كل من المذاب والمذيب على حد سواء.

انتشار الغازات :

تنتشر الغازات المختلفة بمعدلات مختلفة حتى ولو كانت تحت نفس العوامل الجوية وأن معدل انتشار الغازات المختلفة يتناسب عكسياً مع الجذر التربيعي لكثافته النسبية ، 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 . كثافة الاوكسجين تعادل ١٦ مرة اكثر من كثافة الهيدروجين لذا فان معدل انتشار الهيدروجين تكون اربعة اضعاف الاوكسجين.

كذلك تزداد سرعه 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 تركيز ويعزى ذلك الى حرية انتقال الغاز وتكون اقل.

انتشار السوائل ان معدل انتشار الواد العضوية السائلة مثل الأيثر والزايلول والكلوروفورم يعتمد بصفه أساسيه على قابليتها للذوبان في الغشاء المائي (وسط الانتشار) التي يفصل بينها فكما كان معدل ذوبان المادة العضوية وامتزاجها بالماء عالي كلما كان معدل انتشارها كبير والعكس صحيح.

انتشار المواد الصلبة

يعتمد معدت انتشار المواد الصلبة على قابلية الذوبان في الوسط الموجودة فيه ،فكلما كانت قابلية الذوبان كبيرة كلما كانت معدل لانتشار اسرع كذلك يعتمد على حجم وكثافة الدقائق فكما كانت الدقائق صغيرة كلما كان معدل انتشارها اسرع مثلالانتشار بلورات السكر في الماء وانتشار بلورات برمنكنات البوتاسيوم في الماء.

اهمية 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 موجبه او سالبة او جزيئات بعضها يدخل عن طريق الاجزاء الخضرية وبعضها عن طريق الجذور فمثلا يدخل الاوكسجين O_2 عن طريق الثغور اما الماء والايونات الموجبة والسالبة للمعادن فتنتقل 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 وطرح ثاني اوكسيد الكربون والأوكسجين وكذلك المواد المتطايرة.

الانتشار الغشائي للسوائل (الأزموزية) والجهود الأزموزي Osmotic potential

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

ينشأ عادة ضغط معين عند انتشار المذيب عبر هذه الأغشية ويسمى بالضغط الأزموزي Osmotic pressure ويصل هذا الضغط أقصاه عندما يفصل المحلول عن مذيبه النقي بغشاء نصف ناضج. لذا يعرف بالضغط الأزموزي (O.P) على انه أقصى ضغط يمكن ان ينشأ في محلول عند فصله عن مذيبه النقي بغشاء نصف ناضج وان قيمته تعادل الضغط اللازم احداثه على محلول لمنع دخول الماء اليه عبر الغشاء علما ان الضغط الأزموزي يتناسب طرديا مع تركيز المحلول ، فمحلول واحد جزئي لماده غير متأينه له ضغط يساوي ٢٢٠٤ بار وأن المواد التي تتأين في الماء ككثرات البوتاسيوم وكلوريد الصوديوم على سبيل المثال فانها تعطي ضغوط ازموزية أعلى من القيم المتوقعة نظرا لتفكيك جزيئاتها الى ايونات وعلى العكس من ذلك تعطي المواد التي تتجمع جزيئاتها في المحلول (مثل المواد الغروية) ضغوط ازموزية اقل بكثير من القيم المتوقعة.

وينتج عن حركة جزيئات المذيب في اتجاه معين ضغط يسمى بالضغط الانتفاخي Truger pressure والذي يحد من حركة الماء في ذلك لاتجاه.

يعرف الضغط الانتفاخي على انه الضغط الذي يتكون داخل الخلية والذي يدفع الغشاء والجدار الخلوي نحو الخارج ويكون الضغط الانتفاخي موجب في الخلايا الحية، والضغط الانتفاخي يساوي للضغط الأزموزي للخلية عندما تكون الخلية في حالة توازي تام مع الماء اي في حالة ان الجهد الأزموزي يساوي صفر.

ضغط الامتلاء (الضغط الانتفاخي) (Turgor pressure (u p)

الجدار الخلوي ذو الصلابة والتركيب الغير مطاطي نسبيا يغلف الخلية النباتية وغشاءها البلازمي plasmalemma الاختياري النفاذية، هذه الصفات الفريدة للخلية النباتية تجعلها تعيش دائما تحت مدى واسع من التركيزات الأزموزية بعكس الخلية الحيوانية التي يمكنها ان تعيش فقط في محاليل ذات تركيزات أزموزية متشابهه تماما.

عند وضع الخلية النباتية في ماء نفي فانها تنتفخ ولكنها لا تنفجر وبسبب سلبية الجهد الأزموزي لمحلول الفجوة (العصير الخلوي) فان الماء يتحرك الى الخلية ويسبب دفع الغشاء البلازمي ناحية الجدار الخلوي.

الكمية الحقيقية للضغط الذي ينشأ يسمى بضغط الأمتلاء Turgor Pressure فالجدار الخلوي يصبح متصلبا ويظهر ظغطا مساويا ولكنه عكسي وهو مانسميه بضغط الجدار wall Pressure ونتيجة لهذا التبادل الفعلي بين هذه القوى فات الخلية النباتية تحت هذه الظروف يقال عنها انها منتفخة وبالتالي فان عملية الأمتلاء تظهر عندما تكون عملية الري والامتصاص جيدة وتظهر الأوراق يانعة ومنتفخة وأول

علامات نقص الماء سهلة الملاحظة في النبات وهو نقص امتلاء خلايا الورقة والذي يعطي للاوراق مظهر الذبول.

يعرف الجهد الأزموزي والذي يرمز له (-US) وهو مقدار النقص الحاصل في جهد الماء نتيجة لوجود واحد او اكثر من المواد الذائبة فيه وتكون إشارته سالبة واجهد الأزموزي مساوي للضغط الأزموزي ولكن يعاكسه في الأشاره ، ان الجهد الأزموزي للماء يساوي صفر وهي اعلى قيمة لطاقة الماء تكون جزيئته حرة الحركة وغير معقدة او ممتزجة بجزيئة مذابة فيه. ويمكن حساب الجهد الأزموزي لأي محلول اذا عرفنا مقدار المادة المضافة.

الخاصية الأزموزية في الخلايا النباتية (البلمزة plasmolysis)

ان الخلية محاطة بجدار سيليلوزي منفذ لاغلب انواع المحاليل الغروية وفي الخلية النباتية فجوة عصارية او اكثر مليئه بمحاليل نشطة ازموزيا (املاح وسكريات) ويحاط بروتوبلازم الخلية بغشائين يلازميين احدهما مبطن للفجوة العصارية يسمى غشاء الفجوة Vacuolar membrane والآخر مبطن بجدار الخلية يسمى plasma membrane وهي اغشية ذات نفاذية انتخابية مشابهه في سلوكها الى الأغشية نصف الناضحة الصناعية. لذلك يمكن اعتبار الخلية النباتية كنظام ازموزي Osmotic system في النظام الأزموزي ينتقل الماء من المحاليل ذات التركيز المنخفض للمذاب الى المحلول الاكثر تركيزا فاذا كان تركيز العصير الخلوي اقل من تركيز المحلول خارج الخلية فان الأزموزية تنعكس في هذه الحالة اي ان الماء ينتقل من الفجوة العصارية الى الخارج خلال الأغشية البلازمية ونتيجة لذلك فان الخلايا تنكمش عن حجمها الأصلي وايضا ينكمش الساييتوبلازم عن صورته الأصلية وتسمى هذه الظاهره بالبلمزة plasmolysis .

وان البلمزة نوعان:

١- بلمزة دائمية Permanent plasmolysis وهذه تحدث عند وضع الخلية في محلول عالي التركيز ويكون الغشاء غير منفذ لجزيئات المادة المذابة في المحلول الخارجي.

٢- بلمزة مؤقتة Temporary plasmolysis وهذا النوع يحدث عند وضع الخلية في محلول عالي التركيز ويكون الغشاء البلازمي في هذه الحالة يسمح لجزيئات المادة المذابة في المحلول الخارجي ان تنفذ خلال العصير الخلوي فتحدث البلمزة في بادى الأمر ومن ثم تتعادل.

في حالة وضع هذه الخية في محلول مخفف او ماء فان الماء ينتقل الى داخل الخلية عبرة الأغشية العصارية ويعود الساييتوبلازم والخلية الى شكلها الأصلي وتسمى هذه الحالة الشفاء من البلمزة De plasmolysis يسمى هذا النوع من المحاليل بمحلول منخفض التركيز Hypotonis solution اما اذا كان المحلول الخارجي الذي يحيط بالخلية ذا تركيز مسوي لتركيز العصير الخلوي فان هذا المحلول يسمى سوي التركيز Isotonis soiution اما اذا كان تركيز المحلول الخارجي اعلى من تركيز العصير الخلوي فان هذا المحلول يسمى محلول عالي التركيز Hupertonis solution وهو المحلول الذي يسبب البلمزة .

الدور الذي يلعبه الضغط الأزموزي والخاصية الأزموزية في حياة النبات:

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

٢- تعمل الأزموزية على ابقاء الخلايا النباتية في حالة امتلاء والخلية الممتلئة تكسب النبات صلابة وخاصة في الأنسجة 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 .

٣- تعمل الأزموزية على توزيع الماء في جسم النبات ، فاذا قل الماء في نسيج نباتي فانه نظرا لأرتفاع ضغطه الأزموزي يسحب الماء من نسيج اخر مجاور له يكون ضغطه الأزموزي منخفض .

٤- تزيد التراكيز الأزموزية العالية مقاومة النبات لدرجات الحرارة العاليه والجفاف بمعنى ان زيادة تراكيز العصير الخلوي منشأته ان يخفض درجة الحرارة ويقلل من فقد النبات للماء .

٥- ترتبط عملية فتح وغلق الثغور بالضغط الأزموزي للخلايا الحارسة فارتفاع الضغط الأزموزي يصاحبه افتتاح الثغور بينما انخفاضه يسبب انغلاق الثغور .

وعلى هذا الأساس فان الماء ينتقل من الفجوة العصارية الى المحلول الخارجي اي الى الساييتوبلازم ثم الى الخارج اي من منطقة ذات جهد مائي اقل سالبية (عالي) الى منطقة جهدها المائي اكثر سالبية (منخفض) هذا التحرك يسبب انكماش الفجوة وبالتالي جذب الغشاء الخلوي بعيدا عن الجدار الخلوي وذلك لأن الجدار الخلوي صلب ولا يجذب بسهولة وهنا يكون ضغط الأمتلاء يساوي صفر Turgor pressure=0 تنتج حالة مختلفة لو ان الخلية وضعت في محلول اقل تركيز من

تركيز العصير الخلوي وهنا سوف تمتلى الخلية ولكن عادة كمية دخول الماء تكون قليلة وبهذا فالتغيرات في شكل الخلية تكون بسيطة .

الأزموزية بين الخلايا : Osmosis between cells

نفترض ان هناك خليتين ملتصقتين ومحميتين من اي بخار ،والعصير الخلوي للخلية (A) ذي جهد ازموزي (-٤ ابار) وضغط امتلاء (٤ بار) ،اما الخلية (B) فهي ذات جهد مائي (-٦ ابار) والحالة النهائية لكل خلية يمكن التعبير عنها:

$$-UW = -US + UP$$

$$UW = \text{الجهد المائي}$$

$$US = \text{الجهد الأزموزي } \Psi$$

$$UP = \text{ضغط الامتلاء}$$

حدد في اي اتجاه يسير الماء ولماذا ؟



