وهو حركة الايونات او الجزيئات او الدقئق المكوته لمادة ما من منطقة تركيزها اونشاطها فيه مرتفع الى منطقة تركيزهااو نشاطها فيه منخفض كنتجة لطافتها الذاتيه الحركية وتسمى القوة الناتجة عن حركة الجزيئات المنتشرة بالظغط الانتشاري Diffusion Pressure وعلى هذا

فان الظغط الانتشاري يتناسب طرديا مع الطاقة الحركية للدقئق المنتشرة وعددها ويعتمد معدل الانتشار على تركيز الدقائق المنتشرة في وحدة الحجم ودرجة الحرارة.

وعندما يتساوى تركيز الدقئق المنتشرة في كلا المنطقتين يقف الانتشار ظاهريا في وحدة زمنية اي تحدث حالة اتزان ديناميكي ، وعتدما يتوقف الانتشار ظاهريا فلا تحدث زيادة في تركيز الدقائق في احدى المنطقتبن على حساب الاخرى.

مثال

عند فتح زجاجة عطر فأننانلاحظ تبخر جزيئات العطر ويمكننا شم رائحة العطر في عدة أماكن بعيدة نسبيا عن مكان فتح الزجاجة هذا يدل على ات جزيئات العطر تحركت وانتشرت في الهواء واختلطت بشكل متجانس مع مكونات الهواء من اكسجين ونيتروجين وتاني اوكسيد الكاربون . . . الخ هذاا الانتشار ناتج عن الطاقه الكامنة في جزيئات العطر.

ان انتشار العطر في الجو يمكن ان يحدث بشكل اسرع لو لم يكن هناك غازات محيطة بزجاجة العطر وهي الغازات الجوية الكثيرة، فظغط هذه الغازات اعاق سرعة انتشار جزيئات العطر ولو قمنا بقياس سرعة انتشارغاز معين في زجاجة مليئة بغازات وقارناها مع زجاجة مفرغة نت الغازات لوجدنا دون ادنى شك ان انتشار الغازافي الزجاجة المفرغة كات اسرع بكثير.

الجهد الكيميائي: Chemical Potetial

كمية الطاقة الحرة لكل واحد غرام وزن جزيئي للمادة وهذا يعني اننا نسبنا الطاقة الحرة الى كمية معلومة من المادة .بناء على مفهوم الجهد الكيميائي يمكننا اذا اعادة تعريف الانتشار:

عبارة عن محصلةحركة اي مادة من وسط يحتوي على جهد كيميائي مرتفع الى وسط يحتوي على جهد كيميائي افل وهذه الحركة تعتمد على العشوائية والطاقة الكينيتية اوالطاقة الانتقالية للجزيئات او الذرات او الآيونات .

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

الجهد المائي : Water Potential(UW)

الجهد الكيميائي هو الطاقة الحرة لكل مول (وزن جزيئي)لآي مادة في النظام الكيميائي وبالتالي فان الجهد الكيميائي للمادة تحت ظروف ثابتة من الظغط والحرارة يعتمد على عدد مولات االمادة الموجودة وفي تناولتا 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) لاي مادة في النظام الكيميائي وبالتالي فان الجهد الكيميائي للمادة تحت ظروف ثابته 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 تناسبا عكسيا مع حجم الذرات والجزيئات.

القانون الثالث للانتشار : وفيه ان سرعة الانتشار تتناسب تناسب عكسي مع الوزن الذري او الجزيئي.

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

القانون الخامس للانتشار: وفيه انه اذا وجد مادتين او اكثر في وسط الانتشار، فإن كلا منها تنتشر مستقلة عن الاخرى 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 عكسيا مع الجذر التربيعي لكثافته النسبية ، بمعنى انه كلما زادت الكثافة النسبة 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 فكلما كان معدل ذوبان المادة العضوية وامتزاجها بالماء عالي كلما كان معدل انتشارها كبير والعكس صحيح.

انتشار المواد الصلبة

يعتمد معدت انتشارالمواد الصلبة على قابلية الذوبان في الوسط الموجوجة فيه ،فكلما كانت قابلية الذوبان كبيرة كلما كات معدل لاتتشار اسرع كذلك يعتمد على حجم وكثافة الدقائق فكلما كانت الدقائق صغيرة كلما كان معدل انتشارهااسرع مثلانتشار 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 الكاربون والأوكسجين وكذلك المواد المتطايرة.

الانتشار الغشائي للسوائل (الأزموزية) والجهد 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 الازموزي Osmotic pressure ويصل هذا الضغط أقصاه عندما يفصل المحلول عن مذيبه النقي بغشاء نصف ناضج. لذا يعرف بالضغط الأزموزي (O.P) على انه اقصى 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 جزيئي لماده غير متأينه له ضغط يساوي ٢٢٠٤ بار وأن المواد التي تتأين في الماء كنترات 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 المتوقعه.

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 الازموزي للخلية عندما تكون الخلية في حالة توازي تام مع الماء اي في حالة ان الجهد الازموزي يساوي صفر.

ضغط الامتلاء (الظغط 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 الازموزية 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 سالبية الجهد الأزموزي لمحلول الفجوة (العصير الخلوي) فان الماء يتحرك الى الخلية ويسيبب دفع الغشاء البلازمي ناحية الجدار الخلوي.

الكمية الحقيقية للظغط الذي ينشأ يسمى بظغط الأمتلاء Turgor Pressureفالجدار الخلوي يصبح متصلبا ويظهر ظغطا مساويا ولكنه عكسي وهو مانسميه بظغط 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 جيده وتظهر الأوراق يانعة ومنتفخة وأول

علامات نقص الماء سهلة الملاحظه 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 للظغط 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(البلزمةplasmolysis)

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 احداهما مبطن للفجوة العصارية يسمى غشاء الفجوة Vacuolar membrane والأخر 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 Osmtic system في النظام الأزموزي ينتقل الماء من المحاليل ذات النركيز المنخفض للمذاب الى المحلول الاكثر تركيزا فاذا كان تركيز العصير الخلوي اقل من تركيز المحلول خارج الخلية فان الأزموزية تنعكس في هذه الحاله اي ان الماء ينتقل من الفجوة العصارية الى الخارج خلال الأغشية البلازمية ونتيجة لذلك فان الخلايا تنكمش عن حجمها الأصلي وايضا ينكمش السايتوبلازم عن صورته الأصلية وتسمى هذه الظاهره بالبلزمة plasmolysis .

وان البلزمة نوعان:

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

٢- بلزمة 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 الخارحي ان تنفذ خلال العصير الخلوي فتحدث البلزمة 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 السايتوبلازم والخلية الى شكلها الأصلي وتسمى هذه الحالة الشفاء من البلزمة De plasm0lysis 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 البلزمة .

الدور الذي يلعبه الظغط 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 الممتلئه تكسب النبات صلابة وخاصة في الأنسجة التي لم يتكون فيها اجهزه دعامية كمناطق النمو في الساق والجذر، تساعد هذه الصلابة الجذرعلى اختراق التربة وتساعد الساق على الأحتفاظ 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 ظغطه الأزموزي يسحب الماء من نسيج اخر مجاور له يكون ظغطه الأزموزي منخفض .

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

٥- ترتبط عملية فتح وغلق الثغور بالظغط الأزموزي للخلايا الحارسه فارتفاع الظغط الأزموزي يصاحبه انفتاح الثغور بينما انخفاضه يسبب انغلاق الثغور .

وعلى هذا الأساس فان الماء ينتقل من الفجوة العصارية الى المحلول الخارجي اي الى السايتوبلازم 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 ينجذب بسهوله وهنا يكون ظغط 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 قليله 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 (-١٤بار) وظغط امتلاء(٤بار) ،امالخلية (B) فهي ذات جهد مائي(-١٦بار) والحالة النهائية لكل خلية يمكن التعبير عنها:

-UW = -US + UP

UW = الجهد المائي

US = الجهد الأزموزيΨ

UP = ضغط الامتلاء

حدد في اي اتجاه يسير الماء ولماذا ؟