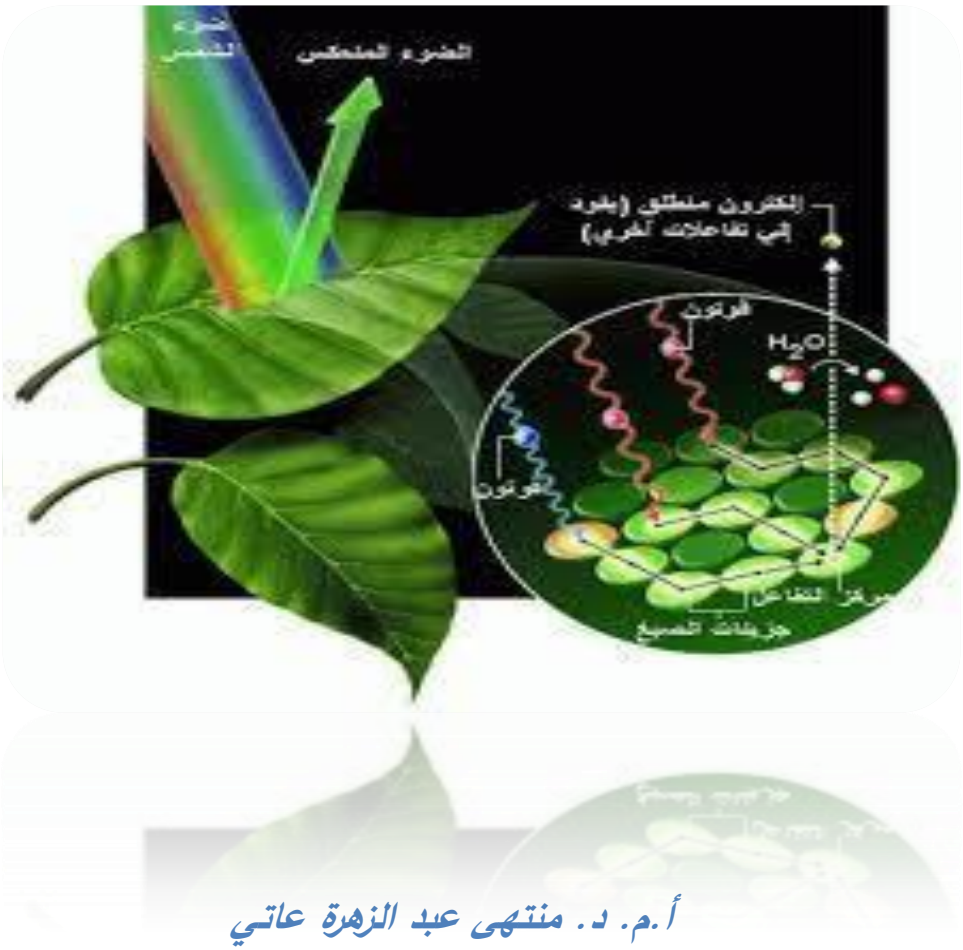
فسلجة النبات العملي

PRACTICAL PLANT PHYSIOLOGY



أ.م. د. منتهى عبد الزهرة عاتي

المرحلة الثانية

البستنة وهندسة الحدائق

المحاضرة الرابعة

اهمية الماء في حياة النبات

اليات انتقال الماء

1-الانتشار

2-التشرب

الضغط الجذري

ظاهرة الادماع

ظاهرة الادماء

الجهد الكيميائي

الجهد المائي

اختبار قدرة الاغشية على النفاذية (انواع الاغشية)

تأثير درجة الحرارة على الاغشية

اهمية الماء في حياة النبات

تحتاج الكائنات الحية ومن ضمنها النباتات الى كمية كبيرة من الماء لما له من اهمية قصوى في حياتها فهو بالإضافة الى كونه احد مركبات البروتوبلازم فانه يشترك بصورة مباشرة او غير مباشرة في جميع التفاعلات التي تحدث في الخلايا النباتية فالكائنات الحية لا تنمو بصورة طبيعية ولا تظهر نشاطها بدرجة عالية الا عندما تكون خلاياها ممتلئة بالماء ففي الانسجة النشطة جدا كالأنسجة التي يتم بها عملية التركيب الضوئي في الاوراق نلاحظ ان الماء يشكل حوالي 90% من تركيبها وعلى العكس من ذلك نجد ان نسبة الماء تتدنى الى اقل من 10 %في الانسجة قليلة الفعالية كما في انسجة البذور .ينظم عملية فتح وغلق الثغور ايضا يحافظ على انتفاخ الخلية وتماسك النبات ككل ايضا يعتبر المذيب الاساسي للكثير من المواد التي تدخل في التفاعلات الكيميائية نتيجة قابليته على تكوين اواصر هيدروجينية ايضا يدخل الماء في تركيب البروتوبلاست (المادة الحية) ويمثل احيانا 95 %من الوزن الكلي وبالتالي فان نقص الماء في البروتوبلاست يوقف نشاطه الحيوي وعندما يزداد النقص يموت البروتوبلاست ويرجع ذلك لان معظم العمليات الحيوية بالبروتوبلاست بما فيها الكاربوهيدرات والبروتينات والاحماض النووية تكون في حالتها الطبيعية بوجود الماء وعند نقص الماء تتأثر خصائصها الكيميائية والطبيعية ايضا يوفر البيئة الملائمة لحركة المواد الذائبة في الخشب واللحاء .

ان العناصر الاساسية لنمو النباتات وكذلك المركبات الضرورية لنقل الطاقة والمواد التي تدخل في تركيب الخلايا النباتية تحتاج الى الماء كوسط لانتقالها الى النبات بطريقة الانتشار او الازموزية (التناضح) او التشرب او بهذة الطرق مجتمعة .

ان النباتات الراقية تحصل على الماء من التربة بواسطة جذورها المتفرعة ولا تحتفظ بكل ما تحصل عليه من الماء وانها تفقد الجزء الاكبر عن طريق النتح في الاوراق اما النباتات الواطئة كالطحالب والفطريات فأنها تحصل على الماء بواسطة بعض او كل خلاياها التي تكون على اتصال بالماء وفي الحزازيات توجد اعضاء خاصة لامتصاص الماء تعرف بأشباه الجذور وتقوم بدور جزئي في امتصاص الماء والاملاح المعدنية.

تحصل النباتات على الماء بطرق فيزيائية تعتمد على الطاقة الحركية لجزيئات المواد ومن هذه الطرق الانتشار فالمواد الغازية مثلا تنتقل من والى الخلايا النباتية بطريقة الانتشار البسيط وتنتقل العناصر المعدنية

الى سطح جذور النباتات النامية في التربة وكذلك ان قسما كبيرا من المواد تنتقل خلال الانسجة النباتية بطريقة الانتشار ويدخل قسم ضئيل نسبيا من الماء الى النباتات بطريقة التشرب بينما تعتمد البذور على خاصية التشرب في الحصول على الماء اثناء انباتها فالشعيرات الجذرية وخلايا البشرة في منطقة الامتصاص تتشرب جذورها بالماء من التربة حتى تتشبع به . وبما ان الماء ينتقل من جدار خلوي مشبع الى جدار متلاصق له اقل منه تشبعا فان الماء المتشرب ينتقل من جدر الشعيرات الجذرية المشبعة الى جدر الخلايا القشرة الملاصقة لها ثم يستمر انتقال الماء خلال جدر الخلايا القشرة المتتابعة وعندما يصل ماء التشرب الى خلايا القشرة الداخلية يتعذر مروره الى خارجها نظرا لوجود مادة السوبرين في شريط كاسبار غير المنفذ للماء لذا يتجه الماء الى اعلى الساق ومنه الى الاوراق .كما ان قسما من ماء التربة ينتقل الى الشعيرات الجذرية بطريقة التناضح وذلك حينما يكون الجهد المائي Water Potential للشعيرات الجذرية اقل (اكثر بالسالب) من الجهد المائي لمحلول التربة ويندفع الماء الممتص الى اوعية الخشب الى الجذر بقوة دافعة تنشا من الفرق في الجهد المائي لمحلول التربة ومحلول العصارة الخشبية وينشا من دخول الماء الى الجذر تولد ضغط يسمى الضغط الجذري Root pressure الذي يعزى اليه ظاهرة الادماء Bleeding والادماع Guttation ويعتمد الضغط الجذري على توفر العوامل البيئية الملائمة خاصة توفر الماء في التربة وزيادة الرطوبة النسبية في الهواء الجوي .

ان النظام المائي للنبات يشمل اليات مختلفة فالمواد المذابة تتحرك نتيجة لحركة الماء خلال العناصر الناقلة في الخشب واللحاء فضلا عن ذلك فان الثغور الموجودة على سطح الاوراق سوف تنفتح عندما تقوم الخلايا الحارسة بامتصاص الماء وتنغلق عندما تفقد الخلايا الحارسة الماء . وهناك قوة اخرى تساهم في دخول الماء الى جذور النباتات هي قوة الشد الناتجة عن النتح فعندما تفقد خلايا النسيج المتوسط الورقة بعض مائها بطريقة النتح ترتفع قوة امتصاصها ويؤدي ذلك الى انتقال الماء اليها في الخلايا المجاورة لها وتستمر العملية الى ان يصل سحب الماء الى الاوعية الخشبية في الورقة حيث ان الماء يشكل عمودا متصلا من الجذر الى الورقة في الاوعية الخشبية فيها وبذلك تشترك كل من قوة تماسك الجزيئات للماء مع عملية النتح في صعود العصارة الى الاعلى .

الضغط الجذري Root pressure :- الميكانيكية المسؤولة عن حركة الماء في اوعية الخشب وهذ ممكن ملاحظته عن طريق تجمع العصير الخلوي الناتج من عملية النضح الى الجزء الباقي من النبات المقطوع في النباتات الصغيرة يشارك الضغط الجذري في انتقال المواد الذائبة والمواد غير العضوية (المواد التي تحتوي على الكاربون فقط مثل CO_2 او العناصر بمفردها او اتحاد العناصر كما تشمل اليوريا والاملاح وغيرها) الى الاعلى وخاصة عندما يكون معدل النتح قليلا . **الضغط الجذري يولد ظاهرتين مهمتين هما :-**

1-الادماع Guttation هي عملية نضوح الماء خلال النبات ويتحرر على شكل قطرات دمعية عند نهاية الورقة وهذ الظاهرة هي الدليل على العمليات الحيوية الجذرية الشديدة والضغط الجذري العالي في النبات وهذه الظاهرة تلاحظ في الليل والصباح الباكر نتيجة لعرقلة التبخر في الليل وقد وجد ان القطرات الدمعية تحتوي على المواد الذائبة ومن العوامل المحفزة لها هي الامتصاص العالي للماء والضغط الجذري المرتفع وانخفاض او انعدام النتح لظرف ما ويتم فقدان الماء عن طريق تراكيب متخصصة تسمى الثغور المائية Hydathodes التي توجد اعلى قمة الورقة في نباتات ذوات الفلقة الواحدة وعلى محيط الاوراق في نباتات ذوات الفلقتين ومن المواد الموجودة في عصارة الادماع هي معظم الاملاح المعدنية والسكريات مثل الكلوكوز والفركتوز والسكروز ومواد اخرى مثل الدهون والبروتينات ويكون pH لهذا السائل من 6-7.5 في غالبية النباتات .

2-ظاهرة الادماء Bleeding خروج وتدفق الماء او العصارة خارج الاوعية الناقلة بعد قطع او تقليم الساق في الربيع قبل تكون الاوراق الجديدة كما في اشجار العنب .وهذه العصارة تكون عبارة عن مواد عضوية ملونة ذائبة في الماء تنتج بشكل طبيعي من تحلل المخلفات في البيئة المائية ولها القدرة على امتصاص الاطوال الموجية القصيرة لذلك احيانا تظهر بالوان مختلفة .

النباتات التي تقوم بظاهرة الإدماع

لا بد من معرفة أن ظاهرة الادماع لا تتشارك بها كافة النباتات، فالأشجار مثلًا غير قادرةٍ على إحداث القوة اللازمة لدفع عصارة النسيج الخشبي إلى الأعلى وصولًا للأوراق، لذلك تقتصر عملية الإدماع على النباتات غير الخشبية التي لا يتجاوز طولها 3 متر إضافةً لبعض أنواع الشجيرات والنباتات المتسلقة.

لا تشكل عملية الادماع أي مشكلةٍ للنباتات مادامت نسبة المعادن في التربة غير مرتفعةٍ؛ لأن تبخر الماء سيترك المعادن في الأوراق فإن كانت نسبتها مرتفعةً ستحرق حوافها

الادماع في ذوات الفلقتين

الادماع في ذوات الفلقة الواحدة

الفرق بين الادماع والنتح

1- الادماع يحدث في الليل وفي ساعات الصباح الباكر اما النتح فيحدث خلال النهار وخصوصا عند ارتفاع درجة الحرارة ..

2- تفقد المياه في حالة الادماع على هيئة سائلة بينما في حالة النتح تفقد على هيئة بخار ...

3- يحدث الادماع من خلال الثغور المائية Hydathodes بينما يحدث النتح من خلال المسام ..

4- في حالة النتح تكون المسام مفتوحة ولكن في حالة الادماع تكون المسام مغلقة ..

5- المياه المفقودة في حالة الادماع تكون غنية بالعناصر المعدنية والسكريات بينما مياه النتح تكون مياه نقية

اليات انتقال الماء

1- الانتشار Diffusion تم الإشارة اليه في المحاضرات السابقة

2- **التشرب Imbibition** عملية تميؤ Hydration المواد الغروية (البروتينات ، بكتينات ، مواد سيليلوزية) نتيجة لأدمصاص (امتزاز) الماء حول دقائقها والادمصاص وهو التصاق الجزيئات

والايونات بسطح جسم صلب او سائل حيث تتراكم الجزيئات على السطع ولا تدخل في حجم المادة الممتزة وتظهر جزيئات الغرويات المحبة للماء ميل شديد لأدمصاص جزيئات الماء حولها بشكل اغلفة يسمى الماء في هذه الحالة بالماء المرتبط Bound Water الذي يؤدي الى زيادة كتلة وحجم الغرويات .كما ان المواد الغروية المختلفة تمتاز بوجود ثغور وفجوات وقنوات دقيقة جدا تمتد خلالها لذا فهي تمتلك مساحات سطحية داخلية هائلة مما يجعل قابلية تشربها للماء عالية والمواد النباتية التي لها القابلية على تشرب الماء كثيرة وتشمل المواد البروتينية والنشوية والسليلوزية والبكتينية وغيرها ويصل الماء الى هذه المواد حسب قوانين الانتشار كما ان قسما من الماء ينتقل خلال المواد الغروية بواسطة الخاصية الشعرية ولخاصية التشرب اهمية كبيرة في حصول البذور على الماء اثناء الانبات وتقل او تنعدم اهميتها في الخلايا النباتية البالغة الممتلئة بالماء .

شروط عملية التشرب

هناك شرطان اساسيات لحدوث عملية التشرب

1- وجود فرق في الجهد المائي بين المادة المتشربة والمشربة فمثلا عند وضع بذور البزاليا في الماء سوف يحدث فرق كبير في الجهد المائي حيث يتحرك الماء بسرعة نحو المادة المشربة كلما دخل الماء الى المادة المتشربة فان قيمة الجهد المائي تزداد حتى يتساوى الجهد المائي في الداخل والخارج وعند حدوث الاتزان تتوقف عملية التشرب .

2- وجود نوع من التجاذب بين المادة المتشربة والمادة المشربة فليس من الضروري المادة المشربة تتشرب بكافة السوائل فمثلا البذور الجافة عند وضعها بالماء تنتفخ ولكن لا يحدث الانتفاخ عند وضعها في الايثر او السوائل العضوية الاخرى ومن هذا يتضح ان عملية التشرب تتطلب وجود قوة تجاذب بين جزيئات المادة المشربة والسائل المشرب به .

انواع التشرب

1- **التشرب المحدود** : تشرب الماء الى حد معين بحيث تحتفظ المادة بقوامها الصلب مثل تشرب الجيلاتين بالماء البارد .

2- **التشرب غير المحدود** : تشرب الغروي او المادة اولا ثم تحويله الى محلول غروي سائل القوام مثل الجيلاتين بالماء الحار حيث يتحول الجيلاتين من الحالة الصلبة الى الحالة السائلة .

الجهد المائي(طاقة الماء) Water Potential الفرق بالجهد الكيميائي بين النموذج المائي والماء النقي

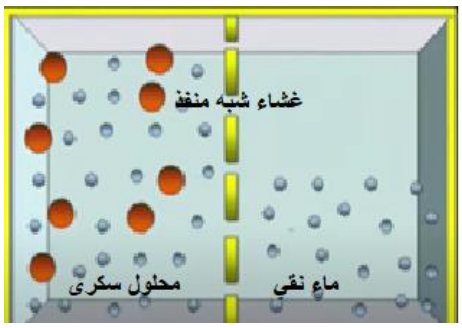
الجهد الكيميائي : Chemical Potential : – هو مقدار الطاقة الحرة الموجودة في وزن جزيئي غرامي واحد من المادة بثبوت الضغط ودرجة الحرارة فمثلا عند فصل محلول سكري مكون من السكروز والماء النقي بواسطة غشاء شبه منفذ او نصف منفذ اي منفذ للماء وغير منفذ للسكروز الذي يحدث هو انتشار اكبر كمية من جزيئات لماء النقي الى المحلول وذلك نتيجة لوجود فرق في الجهد المائي للماء اكبر من الجهد المائي للمحلول وينشا عنه ضغط معين يعرف بالضغط او الجهد الازموزي Osmotic potential .

Ψ_w = الجهد المائي

Ψs = الجهد الازموزي

Ψ_p = الجهد الانتفاخي

$\Psi_w = \Psi_s + \Psi_p$



اختبار قدرة الاغشية الحية على النفاذية

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

1- **الغشاء المنفذ Permeable Membrane :** هو الغشاء الذي يسمح لجزيئات المذاب والمذيب بحرية تامة خلاله مثل جدار الخلية .ان نفاذية الجزيئات والدقائق يعتمد بصورة اساسية على حجمها وطاقتها الحركية والتي تعتمد على صفة هامة وهي ذوبان هذة الجزيئات والدقائق في الاغشية نفسها .ان اغشية الخلايا البلازمية تتكون من مواد دهنية ومواد بروتينية وعلى هذا الاساس فان المواد الاكثر نفاذية هي التي تذوب بالدهون .
2- **الغشاء غير المنفذ Impermeable Membrane** هو الغشاء الذي لا يسمح لجزيئات المذاب والمذيب بالمرور خلاله مثل اغشية الفلين.
3- **الغشاء شبه المنفذ Semi Permeable Membrane** هو الغشاء الذي يسمح بمرور جزيئات الماء(المذيب) خلاله ولا يسمح بنفاذ جزيئات المذاب مثل ورق السلوفان
4- **الاغشية ذات النفاذية الاختيارية Selectively Permeable Membrane** هي الاغشية التي توجد في الخلايا النباتية التي لها القدرة على التمييز والانتقاء لجزيئات المذاب اي تسمح بمرور بعض المواد دون الاخرى رغم تشابهها في الشحنة والحجم والوزن الجزيئي .

تأثير درجة الحرارة على نفاذية الاغشية البروتوبلازمية

تتسبب درجة الحرارة العالية (اكثر من 60 م) تأثير ضار على الغشاء البروتوبلازمي حيث تؤدي الى تخثر البروتين الداخل في تركيب الغشاء مما يجعله يفقد خاصيته الفسلجية ويفقد وظيفة 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 دنترة للبروتين Denaturation(اي عملية فقدان التركيب الهيكلي الثنائي والثلاثي للبروتين). اما في درجات الحرارة المنخفضة (صفر مئوي) فان 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 الدرجات

الحرارية الاعتيادية لا تتأثر الاغشية البلازمية وتبقى محتفظة بوظيفتها الفسلجيه .