جامعة تكريت
كلية التربية للبنات
علوم الحياة

فسلجة النبات
المحاضرة السادسة
المرحلة الرابعة

ا.م.د.ايوب جمعه عبدالرحمن

Dr_ayyub_Bio@tu.edu.iq

2024

امتصاص الماءAbsorption of water

الامتصاص هو دخول الماء ومافيه من ذائبات من البيئة المحيطة عن طريق المجموع الجذري او المجموع الخضري وذلك في بعض النباتات الارضية وكل النباتات المائية.

ان جريان الماء يرافقه بعض الذائبات معه وان مرور الذائبات يعتمد على خاصية الاغشية المسماة

Reflection Coefficient اي مدى السماح لمرور الذائبات وانه في الظروف الاعتيادية يعد الجذر العضو

الرئيسي المسؤول عن امتصاص الماء من التربة وخاصة في منطقة الشعيرات الجذرية وبدرجة اقل خلال خلايا البشرة. ومن المعلوم ان اطراف الجذور الناية والشعيرات الجذرية تتكون من خلايا ذات جدران سليلوزية رقيقة كما في الرسم ادناه

شكل( ) رسم مكبر للشعيرة الجذرية

وخالية من المواد الشمعية Wax والكيوتينية Cutin والسوبرينية Subrin التي يمكن ان تعيق نفاذية الماء خلالها

ونظراً لكبر مساحة الاسطح المعرضة لخلايا منطقة الاستطالة والشعيرات الجذرية فانها تمتص كمية كبيرة من الماء مقارنة بخلايا المنطقة المرستيمية والقلنسوة وان معدل الامتصاص يقل كلما ابتعدنا عن طرف الجذر.ومما يجدر ذكره ان الماء يدخل خلايا الجذورنتيجة لمنحدر ال الجهد المائي Water potential فطالما يكون طاقة الماء

Water potential لمحلول التربة اعلى مما في الجذور فان الماء يدخل الجذور نسبة اكبر مما يخرج من

الجذور ويظهر ان هذا المنحدر في ال Water potental يحدث بسبب ازدياد الذائبات في الخلية او نقصان في انتفاخ الخلية مما يجعل ال (Ψ)(جهد الماء) (او الطاقة الكيمياوية الكامنة للماء) في الخلية اكثر سالبية ومن الجدير بالذكر ان جهد المائي (Ψ) للماء النقي يساوي صفر ويكون سالب في المحاليل تحت الضغط الاعتيادي وتكون موجبة القيمة كما في الماء النقي تحت ضغط اعلى من الضغط الجوي.هذا ويظهر ان اكثر الماء يأخذه النبات عن

طريق الخاصية الازموزية اي انها ظاهرة حرةPassive Absorption.

*الامتصاص السالب للماء او الامتصاص الحر للماء:Passive Absorption Water

يطلق على القوة المسببة لامتصاص الماء بصورة حرة بالقوة السالبة Passive Absorption لان دخول الماء

الى الجذر يتسبب عن ظروف تحدث خارج الجذور(او في الغصن الورقي) وبعبارة اخرى فان خلايا الجذر ماهي الا ممر للماء من محلول التربة الى اوعية الخشب.ان سبب فعل القوة السالبة او الشد السالب فيرجع لعملية سحب النتح Transpiration pull وذلك بتبخر الماء من خلايا الاوراق عن طريق الثغور وزيادة الضغط الازموزي وقلة الضغط الانتفاخي في خلايا الورقة وبهذا يصبح الجهد المائي لخلايا الورقة اكثر سالبة.وعندئذ تمتص خلايا الورقة الماء من الخلايا المجاورة وهذه الخلايا تمتص الماء من خلايا السويق وهكذا حتى يمتص الماء من خلايا الساق فالجذر فمحلول التربة.وعلى الرغم ان عملية النتح هو السبب الرئيسي للقوة السالبة الا ان فقدان الماء بأي طريقة اخرى كدخوله في التفاعلات الحيوية والنمو يؤدي الى النتيجة نفسها.

***الامتصاص النشط للماء :Active Absorption of Water.**

ويقصد به صرف طاقة حيوية لاجل امتصاص الماء اي نتيجة فعالية الجذور وبصورة عامة فقد افترض ان امتصاص الماء النشط يتعلق بالميكانيكية الازموزية للجذور وبميكانيكية غير ازموزية في الجذور.

1–امتصاص الماء النشط بالميكانيكية الازموزية .

ان امتصاص الماء بالميكانيكية الازموزية لايتطلب صرف طاقة ولكن يعتقد ان الماء يتحرك من التربة الى

داخل خلايا الجذور بسبب وجود منحدر او فرق في ال Water potential (الاكثر سالبة) باتجاه الخلية

اي ان الماء يجري خلال خلايا بشرة الجذور والقشرة والى القنوات الخشبية بسبب ازدياد تركيز الذائبات كلما اتجهنا من الخلايا الخارجية للجذور الى الخلايا الداخلية للجذر اما سبب ازدياد الذائبات في الخلايا الداخلية للجذور مقارنة بالخلايا الخارجية فيعزى الى ان امتصاص الذائبات في خلايا الجذر يتطلب طاقة حيوية.وبما ان تجمع الاملاح يتطلب طاقة حيوية لمسك الاملاح ضد منحدر التركيز لذلك تسهل خلايا الاسطوانة المركزية فقدان الاملاح ولكن انتشار الاملاح مرة ثانية للقشرة سيكون امراً مستحيلاً بسبب وجود الشري الكاسبيري Casparian Strip

المتكون من المواد الكنينية والسوبرينية في الجدران العلوية والسفلية والعرضية لخلايا القشرة الداخلية يجعل من الصعب حركة الماء خلال الجدار الخلوي.ولهذا يكون اتجاه حركة الاملاح دائماًباتجاه الخشب.واما الماء فيتبع مجرى الاملاح ايضاً حيث يجري من محلول التربة ذات الجهد المائي (ψ)الواطئ (الاكثر سالبية).فالماء يجري من البشرة فالقشرة ثم القشرة الداخلية والدائرة المحيطة حتى الاوعية الخشبية ويعتقد ان الماء يتحرك من البشرة الى الخشب باحدى الطرق الثلاث وهي :

1–خلال خلايا القشرة اي مارة بجدار الخلية والسايتوبلازم والفجوة.

2–خلال الجدار السليلوزي فقط.

3–خلال السايتوبلازم والجدار الخلوي دون المرور بالفجوة كما في الشكل ادناه:

شكل يبين حركة الماء من البشرة الى الخشب

ولاجل معرفة اي طريق يوفر اقل مقاومة لحركة الماء يستحسن التطرق الى بعض المفاهيم الفسيولوجية.

1-مفهوم الفراغ الحر:Free Space or Outer Concep

عد الفسيولوجيين النباتيين الفراغ الحر هو الفراغ الموجود في الخلايا الذي تنتقل اليه المواد بطريقة حرة Passive Transport والفراغ الحر يشمل جدران الخلايا والمسافات البينية بين الخلاي والاوعية والقصيبات الخشبية.فلو اغطس نسيج نباتي كالجذور في محلول معين ولنفرض ان النسيج يحتوي على قسم من حجمه مفتوحاً للانتشار الحر(عملية حرة) ففي حالة التوازن فان تركيز الدقائق المذابة داخل الحجم المفتوح من النسيج سيعادل تركيز الذائبات في المحلول مايسمى بالفراغ الحر الخارجي على افتراض ان عملية دخول الذائبات للنسيج هي عملية الانتشار الحرة فقط.

2-مفهوم ال :Apoplast-Symplast

لقد Munch (1932) بان النظام المتصل بين جدران الخلايا والمسافات البينية والاوعية القصيبية المملؤة ماء او هواء يمكن عدها نظاماً موحداً اطلق عليه Apoplast ويمكن القول بان ال Free space يشابه ال Apoplast اما المتبقي فيشمل السايتوبلازم وتبين بواسطة المجهر الالكتروني ان السايتوبلازم يرتبط من خلية لاخرى من خلال الخيوط او القنوات السايتوبلازمية Plasmdesmata ولهذا تشكل نظاماً متواصلاً لنقل الماء Symplast.والمواد المذابة من خلال القنوات السايتوبلازمية ويطلق على هذا النظام السايتوبلازمي المترابط بنظام

2-امتصاص الماء النشط المعتمد على الطاقة وليس الازموزية.

يرى بعض الدارسين ان الماء يدخل الخلايا ضد منحدر الطاقة الكانة للماء Water potential gradient ويتطلب ذلك صرف طاقة منتجة من عملية التنفس ويفسر هذه العملية جزئياً بان الامتصاص النشط لايونات العناصر الغذائية من محلول التربة يؤدي الى زيادة تركيز الايونات في العصير الخلوي وبالتالي ازدياد الضغط الازموزي للعصير الخلوي وينتج عن ذلك امتصاص الماء.والادلة على امتصاص الماء حيوياً فهي:

1–ان القيم الازموزية المستحصلة بطريقة البلزمة Plasmolysis هي اقل من القيم المستحصلة بطريقة قياس الانخفاض في درجة الانجمادCryscopy وبما ان الطريقة الاولى تتعلق بالانسجة الحية بينما تعتمد الطريقة الثانية على مستخلص العصير الخلوي لذلك اقترح بان عنصراً حيوياً قد يكون جزءاً من المحتوى او القيمة الازموزية المقاسة بالبلزمة.

2–ان معدل امتصاص الماء يمكن تعلقه بالعمليات الحيوية كالتنفس ويمكن تثبيط امتصاص الماء بمثبطات التنفس.ويرى معظم الفسيولوجيين ان امتصاص الماء حيوياً لايحدث في النباتات العالية جداً والتي تعتمد على القوانين الازموزية والادلة على ذلك هي:

أ–ان القيم الازموزية المستحصلة بالبلزمة قد تكون منخفضة جداً بسبب عدم امكانية تخمين نقصان حجم الخلايا.

ب–ان العلاقة بين امتصاص الماء والتنفس هي غير مباشرة حيث توجد العديد من العمايات الحيوية المعتمدة على الطاقة المتحررة من التنفس.

ج–ان نفاذية اغشية الخلايا للماء هي عالية جداً كما تحتاج الى صرف طاقة هائلة للمحافظة على منحدر الطاقة الكامنة للماء عبر الاغشية الخلوية.

ويذكر ان تجمع الاملاح حيوياً في القنوات الخشبية في خلايا الجذور ينتج عنه الضغط الجذري Root pressure والذي يتاثر بعدة عوامل كتوفر الاوكسجين والمواد الضارة ومثبطات عملية التنفس.ويترتب عن الضغط الجذري حالتان هما النزف Bleeding او Exudationوكذلك الادماع Guttation.هذا ووجد ان الضغط الجذري يختلف باختلاف فصول السنة ولهذا يتضح انه عندما يكون النبات اوراقاً جديدة ضغيرة يكون النتح قليلاً والضغط الجذري عالياً ولكن عندما يزداد النمو وتكبر الاوراق وتزداد مساحتها السطحية فان معدل النتح يشتد وينخفض الضغط الجذري.

***امتصاص الماء عن طريق الاوراق.**

تستطيع اغلب النباتات امتصاص الماء بالحالة السائلة او البخارية عن طريق الاوراق وان مدى امتصاص الماء بهذه الوسيلة يعتمد على جهد Water potential للخلايا الورقية.وكذلك مدى نفاذية طبقة الكيوتين للماء

كما ان بعض الباحثين يرى ان الماء قد يؤخذ عن طريق الثغور ويعتقد بوجود ممر اخر عن طريق بعض خلايا البشرة المتخصصة وخاصة في السطح العلوي للبشرة وان معدل امتصاص الماء من قبل الورقة يتناسب عكسياً مع المحتوى المائي في الورقة او على الجهد المائي لخلايا الورقة.ان اهمية امتصاص الماء عن طريق الاوراق تكمن في تقليل النتح وبالتالي جعل الاوراق في حالة انتفاخ وتسهيل نمو النبات كزيادة عدد الافرع ومساحة الورقة كما انه يفيد من ناحية الاقتصاد بالماء وخاصة في المناطق القاحلة.

***العوامل المؤثرة في امتصاص الماء من قبل النبات.**

1-كمية الماء القابلة للامتصاص في التربة.

من المعلوم انه ليس جميع الماء الموجود في التربة يمكن ان يمتصه النبات وعادة النباتات تمتص الماء من التربة اذا كان محتوى ماء التربة يقع بين نقطة الذبول الدائميPermenant Wiltingوالسعة الحقلية Field capacity اما اذا قل المحتوى المائي القريب من المجموعة الجذرية فعندئذ يصبح الامتصاص صعباً بسبب ان القوة الطبيعية التي تمسك الماء مع دقائق التربة تصبح اشد من القوة المسببة لدخول الماء الى النبات.هذا وهناك بعض المصطلحات المتعلقة بحالات الماء في التربة منها السعة الحقليةField capacity والتي يقصد بها المحتولى المائي للتربة بعدما تصبح مشبعة بالرطوبة ويترشح الماء الزائد. ومصطلح نقطة الذبول الدائمي Permenant Wilting point والتي يقصد بها نسبة ماء التربة الباقية عندما تكون اوراق النبات النامي في التربة قد ظهرت عليها علامات الذبول الدائمي اي ان الاوراق لاتسترجع انتفاخها عند وضعها في جو مشبع فتعني بالرطوبة.اما مصطلح قابلية تجهيز الماءWater Supplying Capacityالفرق في المحتوى المائي بين السعة الحقلية ونقطة الذبول الدائمي،واما مصطلح نقص الرطوبة الكلية للماء في التربة Total Soil Moisture Stress فهو مجموع المحتوى الازموزي لمحلول التربة وكذلك نقص الرطوبة او Soil Moisture Tension.ويقصد بنقص الرطوبة القوة الجاذبية و الالتصاقية والهيدروستاتيكية التي تمسك الماء بدقائق التربة.هذا وان السعة الحقلية ونقطة الذبول الدائمي تختلف باختلاف نوعية التربة.فالتربة الطينية

تمتلك سعة حقلية Fielf capacity ونقطة الذبول الدائميPermanent wilting point اعلى من التربة الرملية

بيد ان خاصية نقطة الذبول الدائمي تختلف ايضا باختلاف نوعية النبات فاوراق نباتات المنطقة المعتدلة Mesophyles تحتوي على محتوى ازموزي تقدر ب 20 ضغط جوي بينما المحتوى الازموزي لاوراق نباتات نباتات المنطقة الملحيةHalophytes يقارب 200 ضغط جوي وهذا الاختلاف يؤدي الى اختلاف قابلية النباتات

على سحب الماء من التربة.ففي النهار يزداد نقص الرطوبة الكلية للماء عندما ينفذ ماء التربة المجاور للجذور وكذلك يصبح الجهد المائي(ψ) اكثر سالبية.اما في الليل فان نقص الرطوبة الكلية يسبب حركة الماء من اجزاء التربة الى التربة القريبة من الجذور كما ان الجهد المائي للنبات يزداد (اقل سالبة) بسبب قلة العمليات الحيوية وقلة النتح ليلاً.اما عند استمرار جفاف التربة بتقدم الايام فان الفرق بين الجهد المائي(ψ) ونقص الرطوبة الكلية للماء للتربة يصبح قليلاً وفي نقطة ما يتساوى الاثنان في الليل ويفقد النبات الانتفاخ حيث يصبح الضغط الانتفاخي صفرا في الليل وعندئذ تحدث حالة الذبول الدائمي.ولهذا يمكن تعريف نقطة الذبول الدائمي بانها محتوى الماء الموجود في التربة عندما يكون جهد الماء للنبات وكذلك نقص الرطوبة الكلية للماء للتربة في حالة متوازنة وان الضغط الانتفاخي لاوراق ذلك النبات المدروس يكون صفراً.وعلى الرغم ان الماء يعد غير متوفر للنبات فوق حدود السعة الحقلية او تحت حدود نقطة الذبول الدائمي الا ان امتصاص الماء قد يحدث بكميات ضئيلة جداً ومع ذلك فنمو النبات يتوقف في حدود نقطة الذبول الدائمي وقد تموت النبات اذا لم يعد الماء ثانية للتربة.

2- درجة حرارة التربة:

ان معدل الامتصاص ينخفض بانخفاض درجة الحرارة ويزداد بارتفاعها الى حد معين وهذا مايفسر امتصاص الماء هو عملية نشطة وتعتمد على توفر الطاقة.وتختلف تاثير درجة الحرارة باختلاف النباتات. وان تاثير انخفاض درجة الحرارة على معدل امتصاص الماء راجع الى عدة اسباب منها:

أ-انخفاض معدل انتشار الماء ولهذا تقل حركة الماء.

ب-انخفاض نفاذية الاغشية ونفاذية البروتوبلازم للماء بانخفاض درجة الحرارة.

ج-قلة العمليات الحيوية Metabolism وقلة نمو الجذور في درجات الحرارة المنخفضة.

3-تركيز محلول التربة:

كلما قل تركيز محلول التربة قل الضغط الازموزي(∏) وزاد الجهد المائي( )Water potential لمحلول التربة وبذلك يزداد الفرق في (ψ) بين محلول التربة والعصير الخلوي وبالتاي يزداد معدل امتصاص النبات للماء.

4–تهوية التربة(توفر الاوكسجين):

تمتص جذور النباتات الماء من التربة الجيدة التهوية بمعدل اسرع من التربة الغدقة.وتوجد عدة اسباب لجعل التربة الفقيرة التهوية تعيق امتصاص الماء من قبل النبات منها:–

أ–ان قلة الاوكسجين في التربة يؤدي الى اعاقة نمو الجذور والعمليات الحيوية الجارية فيها وبالتالي تردي امتصاص ايونات العناصر الغذائية التي بدورها ستؤثر على امتصاص الماء من التربة.

2–تراكم Co2 في التربة القليلة التهوية يؤدي الى اضرار اكثر من اضرار قلة الاوكسجين ويظهر ان زيادة Co2 يؤدي الى زيادة لزوجة البروتوبلازم وقلة النفاذية مما يقلل امتصاص الماء من النبات.

هذا وتتميز النباتات المائية بقدرتها على النمو طبيعياً في الاراضي الرطبة لوجود تحويرات تشريحية في الجذور كوجود المسافات البينية الواسعة بين خلايا الجذور لحفظ الاوكسجين او وجود الجذور الهوائية في بعض النباتات الاخرى.

5–معدل النتح في النبات.

كلما ارتفع النتح زادت القوة السالبة(قلة الجهد المائي للاوراق ويصبح اكثر سالبة)في العصير الخلوي للنبات وبالتالي يزداد معدل امتصاص الماء من قبل النبات.

6–خصائص المجموعة الجذرية وتاثيرها على معدل امتصاص الماء.

تختلف المجموعة الجذرية للنباتات في المظهر ومى اختراقها للتربة لذلك تختلف قابلية امتصاص الماء.فمثلاً بعض المجاميع الجذرية تخترق التربة عميقاً بينما المجاميع الاخرى تؤلف شبكة كثيفة من الجذور المتفرعة والتي لاتستطيع اختراق التربة عميقاً ولكناه تغطي مساحات كبيرة من التربة وبعمق اقل. ان معظم امتصاص الماء يحدث في مناطق الشعيرات الجذرية الغير حاوية على اللكنين والسوبرين الانه في بعض الاحيان فان الماء قد يمتص من

المناطق الحاوية على السوبرين في الجذور.فقد وجد في الاشجار ان اجزاء كبيرة من الجذور حاوية على السوبرين ولذلك فمن الضروري في هذه النباتات امتصاص الماء خلال هذه المناطق الحاوية على السوبرين.هذا ويمكن القول بوجود ثلاثة ممرات لدخول الماء الى الجذور الحاوية على السوبرين.

1–العديسات ب– الكسور الموجودة حول فرع الجذور ج–الجروح

***ظاهرة العزل Elamination**

العزل هو احد عمليات انتقال المواد من النبات الى البئة المحيطة به.وعلى الرغم ان عملية النتح تعد اهم عمليات العزل بيد انه توجد عمليات اخرى ضمن العزل يجب ذكرها وهي :

Excretion–3 Secretion–2 Recretion–1

Recretion تعني التخلص من المواد الممتصة من قبل الجذور وقد تكون هذه العملية حرة اوحيوية اما

Secretion تعني التخلص من المواد الممثلةAssimilated .فقد تفرز الجذور بعض المواد الممثلة حيوياً

كالسكريات والاحماض العضوية والامينية والاميدات والفيتامينات ومنظمات النمو والقلويات العضوية والمركبات الفينولية.

اماExcretion تعني التخلص من المواد المحللة (المهدمة)حيوياDissimilated وتعد من اهم العمليات

هذا وتفرز النباتات بعض المواد الفينولية لتتمع منافسة النباتات الاخرى لها واطلق على هذه العملية

Allelopathyاما اهم المواد المفروزة فهي Chlorogenic acid والScopolin. وقد يحدث الافراز من

المجموعة الخضرية بشكل قطرات يطلق عليه اسم Guttation .ويذكر ان النباتات المسماة اكلة الحشرات Insectivorous

تفرز محاليل حاوية على انزيمات محللة.كما ان بعض النباتات الملحية تفرز من غددها الملحية

الاملاح بتركيز قد يصل ال(0.5N).