(امتصاص الماء)

يقصد بامتصاص الماء دخول الماء وما فيه من ذائبات إلى النبات من البيئة المحيطة به.والذي غالبا مايكون عن طريق المجموع الجذري كما قد يحدث عن طريق المجموع الخضري وذلك في بعض النباتات الأرضية وكل النباتات المائية.

أولا:امتصاص الماء من قبل الجذور:-

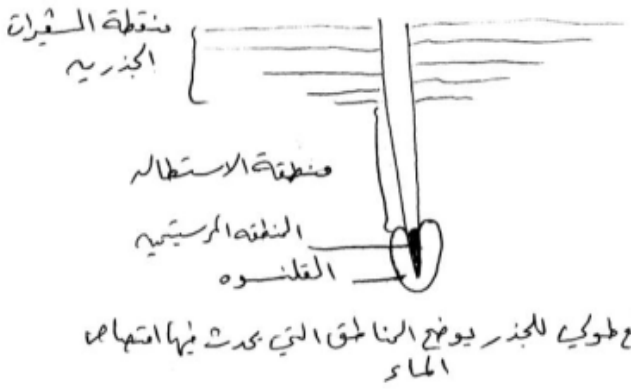
يحدث معظم امتصاص الماءوالاملاح المعدنية من قبل الاجزاءالقمية للجذور والتي تتألف من أربع مناطق مميزة وهي:

أ-**القلنسوة**:وهي منطقة قصيرة جدا بيضاء اللون وتحيط بالمنطقة التي تليها.

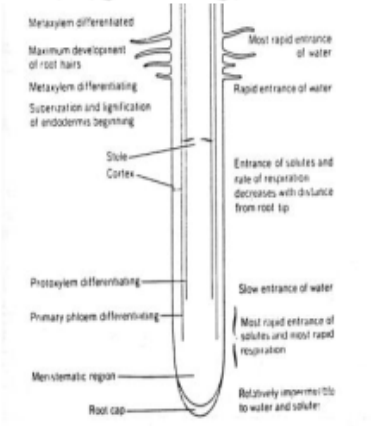
ب-المنطقة المرستيمية :تلي القلنسوة وتكون مغطاة جزئيا بالقلنسوة ولا يزيد طولها عن 1و0ملم ويكون لونها مصفرو خلايا هذه المنطقة في حالة انقسام خلوي ونمو.

ج- **منطقة الاستطالة**:تلي المنطقة المرستيمية ويبلغ طولها بضع مليمات.

ء- منطقة الشعيرات الجذرية:يختلف طولها باختلاف الأنواع النباتية وظروف نمو الجذر.



مقطع طولي للجذر يوضح المناطق التي يحدث فيها امتصاص الماء



الامتصاص الاكبرللماء يحدث في منطقة الشعيرات الجذرية ثم منطقة الاستطالة اماكمية الماءالممتصة خلال القلنسوة والمنطقة المرستيمية فقليلة.

ان ميكانيكية امتصاص الماء بما فيه من العناصر الغذائية عن طريق الجذورلازالت مدار نقاش وجدل علمي حتى يومنا هذا لكن عموما يقترح وجود نوعين من الامتصاص هما:-

أ-الامتصاص السالب للماء(الامتصاص الحر للماء) Passive Absorbtion

بموجبه يحدث دخول الماء الى الجذورنتيجة فعالية الجزء الجزء الخضري (الاوراق خاصتا)في حين تقوم الجذور نفسها بدور سطح الامتصاص والقناة الناقلة فقط وبموجب هذه الطريقة يتم دخول الجزء الاعظم من الماء الى النبات.

حيث ان تبخر الماء من خلايا الاوراق عن طريق الثغور يؤدي الى زيادة سالبية الجهد الا وزموزي وقلة الضغط الانتفاخي في خلايا الورقة وبالتالي تصبح الطاقة الحرة للماء(جهد الماء)في خلايا الورقة اكثر سالبية وعندئذ تمتص خلايا الورقة الماء من الخلايا المجاورة والاخيرة من خلايا السويق وهكذا حتى يمتص الماء من خلايا الساق فالجذرثم محلول التربة وعلى الرغم من ان فقدان الماء في عملية النتح هو السبب الرئيسي للقوة السالبة الا ان فقدن الماء باي طريقة اخرى كدخوله في التفاعلات الحيوية وعمليات النمو لاتصرف الجذور طاقة لاجل حدوثه.

ب-الامتصاص النشط للماء(الفعال). Active Absorbtion of W.

يحدث امتصاص الماء بموجب هذه الطريقة بسبب نشاط فعالية خلايا المجموع الجذري للنبات ويتطلب صرف طاقة حيوية يتم تجهيزها من عملية التنفس ويسير ام بألية ازموزية اوغير ازموزية ويكون استخدام الطاقة فيه بشكل مباشراو غير مباشروكما يلي:-

1-الالية الغير ازموزية:-

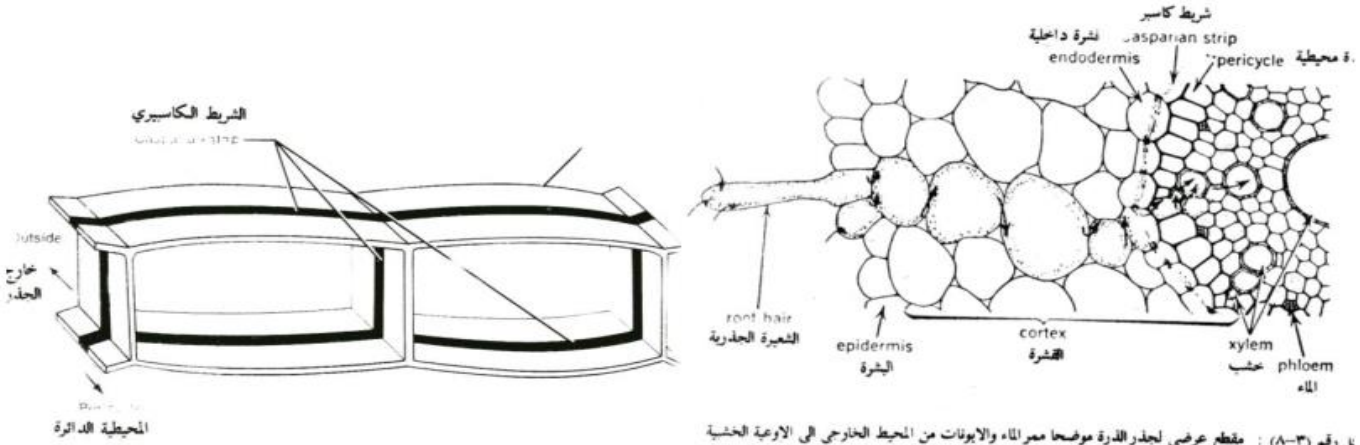
في هذه الحالة يتقل الماء بمافيه من ذائبات من محلول التربة الى خلاياالجذربمساعدة الطاقة المتحررة من عملية التنفس ويكون اتجاه حركته بعكس منحدرالتركيزاي من التركيزالواطئ للماء الى التركيزالعالي للماء وهذا يتطلب تجهيزطاقة بشكل مباشر للتغلب على قوانين الانتشار التي تسير بموجب منحدرالتركيزوتحدث هذه الحالة عند العطش الشديد للنبات اوجفاف التربة(عندالذبول المؤقت)اوكلاهما.

2-الالية الازموزية:

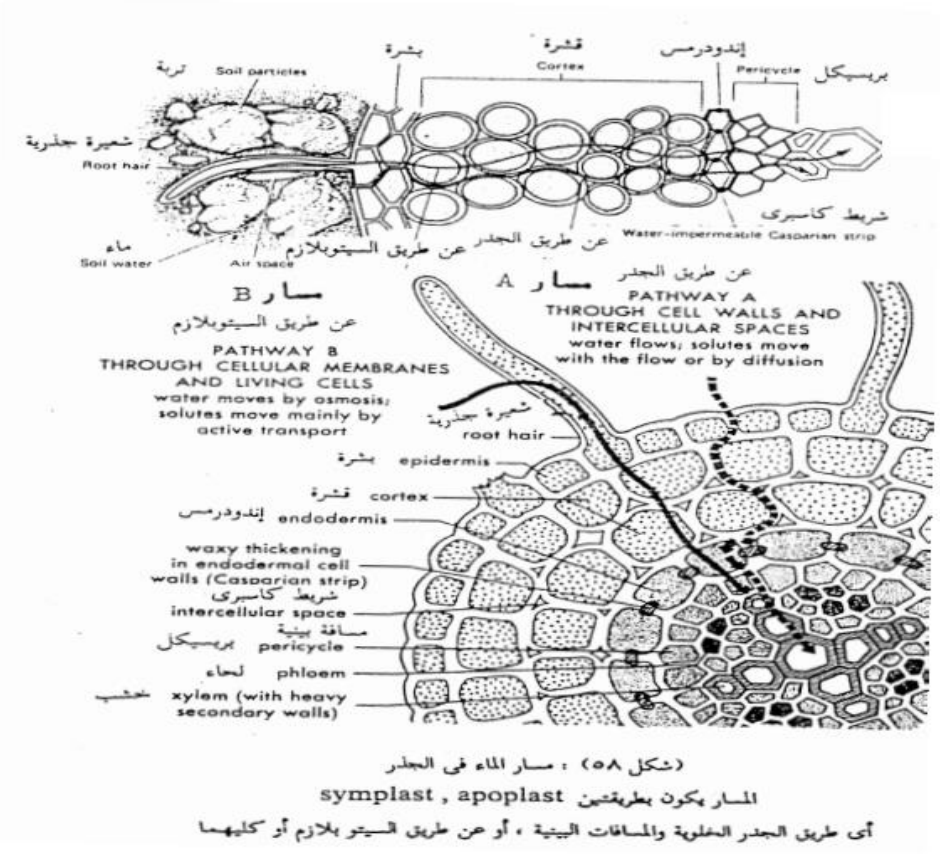
يتم بموجب هذه الطريقة استخدام الطاقة لكن بشكل غير مباشرحيث ان الماء بمافيه من ذائبات ينتقل من التربة الى الاجزاء الداخلية من الجذرطبقا للالية الازموزية أي من التركيز العالي للماء الى التركيزالواطئ أي الماء ينتقل من خلال بشرة الجذر بمافيها من شعيرات الى القشرة فالقشرة الداخلية ثم الاسطوانة الوعائية فانسجة اللحاء وأخيرا الى الخشب نتيجة ازدياد تركيزالذائبات كلما تقدمنا نحو الخلايا الداخلية للجذروكماموضح بالمخطط والرسم المرفقان ادناه.

الشعيرات الجذرية وخلايا ← انسجة ← القشرة الداخلية (الاندوديرمز)
البشرة القريبة منها القشرة الحاوية على شريط كاسبر.

خشب ← اللحاء ← الاسطوانة الوعائية
الدائرة المحيطة (البريسايكل)



شكل رقم (٣-٨) : مقطع عرضي لجذر الذرة موضحا ممر الماء والايونات من المحيط الخارجي الى الاوعية الخشبية وكيفية عمل الشريط الكاسيري بعملية حركة symplast عن Epstein, 1972



(شكل ٥٨) : مسار الماء في الجذر
المسار يكون بطريقتين symplast , apoplast
أي طريق الجذر الخلوية والمسافات البينية ، أو عن طريق السيتو بلازم أو كليهما

السؤال المحير حتى يومنا هذا هو لماذا يكون تركيز الاملاح في الخلايا الداخلية للجذر اعلى ممافي الخلايا الخارجية علما بان امتصاص الذائبات والاحتفاظ بها في خلايا الجذر يتطلب طاقة حيوية وهذه الطاقة تكون على اقلها في المنطقة الداخلية للجذر وخاصتا قرب القنوات الخشبية بسبب نقصان تركيز O_2 وزيادة ال CO_2 مقارنتا مع الخلايا الخارجية والجذر وخاصتا خلايا القشرة التي تحتوي على مسافات بينية واسعة يتخللها الهواء وكما موضح بالرسم اعلاه ولما كان تجمع الاملاح يتطلب طاقة حيوية لمسك هذه الاملاح ضد منحدر التركيز لذلك سوف تسهل عملية فقدان الاملاح من الخلايا الداخلية للجذر بسبب قلة الطاقة ولكن انتشارها نحو القشرة مرة ثانية سوف يكون امر مستحيل او صعب جدا بسبب وجود الشريط الكاسبري في خلايا القشرة الداخلية(والذي يمثل صف من الخلايا الحاوية على تغلظ سوبريني في جدرها العرضية والقطرية وليس التماسية والذي يعيق رجوع الماء للخارج لهذا سوف يتحرك الماء دائما نحو فراغات اوعية الخشب والى حد ألان لا يعرف بالضبط كيف يجري الماء بصورة قطرية من نسيج البشرة حتى أنسجة الخشب لكن النظرية الأكثر قبولا هي نظرية أنظمة ال Apoplast-Symplast والتي بموجبها يمثل:-

ال Apoplast:نظام نقل الماء عبر المسافات البينية بين الخلايا(الفراغات)وجدران الخلايا والأوعية القصبية للخشب المملوءة بالماء أو الهواء والتي تساهم بنقل الماء وحتى شريط كاسبر ومن ثم بعد شريط كاسبر خلال الأوعية الخشبية.

في حين يمثل ال Symplast نظام نقل الماء عبر محتويات السايتوبلازم للخلية الواحدة ولمجموع الخلايا المتجاورة بواسطة القنوات السايتوبلازمية التي تربط الخلايا مع بعضها البعض وبموجبه ينتقل الماء من القشرة الداخلية الحاوية شريط كاسبر حتى أوعية الخشب.

العوامل المؤثرة في امتصاص الماء

1-تركيز محلول التربة

انخفاض الجهد المائي لمحلول التربة يقلل من كمية الماء الممتص، واذا استمر انخفاض الجهد المائي في محلول التربة يمكن أن يتوقف الجذر عن امتصاص الماء ويعاني عندها من الجفاف الذي يعرف بالجفاف الفسيولوجي Physiological drought، أذا استمرت هذه الحالة تموت أغلب النباتات الاقتصادية، الا أن النباتات الملحية أو الصحراوية تتغلب على هذا الإنخفاض في الجهد المائي لمحلول التربة بخفض الجهد الأزموزي بعملية التنظيم الأزموزي Osmoregulation لأنسجة النبات بطريقتين هما:

اولاً-زيادة امتصاص وتراكم الأيونات خصوصاً في الأراضي المالحة لخفض الجهد المائي للنبات، رغم أن أغلب هذه الأيونات سامة وتقلل من انتاجية النبات فضلاً عن صرف النبات طاقة لإمتصاصها من المحيط، ولكن هي وسيلة للبقاء.

ثانياً-هدم البروتينات والكربوهيدرات للحصول على أحماض امينية وسكريات ذائبة نشطة في خفض الجهد المائي وإبقاء تدرج الجهد المائي لصالح النبات(اي دخول الماء للنبات) ويحدث هذا للنباتات المعرضة لإجهاد الجفاف أو الإجهاد الملحي.

س\لماذا تقل انتاجية المحاصيل المعرضة للإجهاد الملحي أو الجفاف؟

2-تهوية التربة

تكون كفاءة امتصاص الجذر للماء عالية في تربة جيدة التهوية والعكس صحيح وذلك بسبب:

اولاً-نقص الاوكسجين يعيق العمليات الحيوية ومنها الامتصاص النشط للأيونات والعناصر المغذية لأن O_2 اساسي لتحرير الطاقة.

ثانياً-تراكم CO_2 بشكل حامض الكاربونيك H_2CO_3 في التربة يزيد من لزوجة البروتوبلازم ويقلل من النفاذية وبالتالي تقل قابلية الجذور على امتاص الماء.

3-الماء المتيسر

هو كمية الماء في التربة التي تكون بين السعة الحقلية ونقطة الذبول الدائم.

السعة الحقلية- تمثل كمية الماء التي تستطيع التربة الامساك بها ضد الجاذبية الأرضية. وتبلغ قيمة جهد الغرويات في التربة عند السعة الحقلية 0.03ميكاباسكال وتختلف النسبة المئوية لرطوبة التربة حسب نوعها فتبلغ 4.5% في التربة الرملية و45.1% في التربة الطينية.

نقطة الذبول الدائم- هي نسبة عجز الماء التي عندها يفقد النبات قابليته على امتصاص الماء حتى لو وضع في اجواء مشبعة بالماء لمدة 24 ساعة، وتبلغ قيمة جهد غرويات التربة عندها -1.5 ميكاباسكال

وتختلف رطوبة التربة عند هذه القيمة حسب نسجتها إذ تبلغ 2.2% في الرملية و26.2 في الطينية. وقد تذبل بعض النباتات عندما يفوق معدل النتح معدل الإمتصاص اثناء الجو الحار(الذبول الأولي).

4-معدل النتح في النبات

زيادة معدل النتح تسبب انخفاض في الجهد المائي للنبات وبالتالي فأن تدرج الجهد المائي يكون في صالح دخول الماء الى النبات.

5- خصائص المجموع الجذري

يختلف المجموع الجذري بين النباتات في كونه وتدي متعمق او سطحي متفرع قرب سطح التربة وان مدى اختراقه للتربة وكثافته وخصائصه التشريحية تؤثر كثيراً في عملية الإمتصاص.

6- الظروف المناخية

تؤثر الظروف المناخية مثل درجة الحرارة وسرعة الرياح والرطوبة النسبية والضوء في امتصاص الماء، يكون تأثير الظروف البيئية غير مباشر فتؤثر درجة حرارة الجو المنخفضة مثلاً في تقليل كفاءة الجذر في سحب الماء عن طريق خفض حرارة التربة التي تخفض معدل انتشار الماء وتخفض نفاذية الأغشية وتقلل من نشاط العمليات الأيضية ونمو الجذور وزيادة لزوجة الماء. الحرارة العالية نسبياً تسبب زيادة انتشار الماء وزيادة النتح مما يسبب زيادة سحب الماء من التربة ولحد معين قد تغلق الثغور وتعود عملية امتصاص الماء للتراجع. وجود الضوء يسبب عملية البناء الضوئي وهذا يعني فتح الثغور ووجود مركبات الطاقة وحصول نمو في المجموع الجذري وكلها تدفع نحو تعجيل امتصاص الماء من التربة. بشكل عام فأن أي عامل يؤثر في عملية النتح يؤثر في عملية امتصاص الماء مثل سرعة الرياح والرطوبة النسبية.

صعود الماء في نسيج الخشب

1- نظرية الضغط الجذري

هو الضغط المتولد في عناصر الخشب نتيجة لفعاليات خلايا الجذر وهي عملية نشطة أي تتطلب امتصاص الأيونات امتصاصاً نشطاً بصرف طاقة، في حين يكون صعود الماء في انسجة الخشب حسب الأزموزية. عند قطع ساق نبات قرب سطح التربة وعندما تكون هذه التربة مروية جيداً يلاحظ خروج الماء من منطقة القطع، وقد يتراوح الضغط في الساق بسبب الضغط الجذري بين 0.5-0.6 ميكاباسكال. ومن الظواهر التي تؤيد نظرية الضغط الجذري الإدماع و لإدماء، ومن الانتقادات التي توجه لهذه النظرية:

1-عدم ملاحظة هذه الظاهرة دائماً.

2-الضغط المتولد عنها قليل لا يفسر صعود الماء في الأشجار العالية.

3-لم يلاحظ وجود الضغط الجذري في خشب المخروطيات وهي اشجار عالية.

4-معدل انسياب العصارة في الخشب ابطأ من معدل النتح مما يدعو للتفكير بوجود آلية اخرى تسهم في نقل الماء الى الأوراق.

ويبدو أن الضغط الجذري واضح في حالة الرطوبة النسبية العالية وغياب النتح.

2-نظرية الشد والتماسك

تعتمد هذه النظرية على خاصية تماسك جزيئات الماء مع بعضها وتلاصق جزيئات الماء مع الجدر الداخلية لعناصر الخشب. الأدلة المؤيدة:

اولا- يقل قطر الساق عندما يتعرض النبات الى معدل عالي من النتح فيه تتقلص اوعية الخشب.

ثانياً-وجد أن هناك ضغط سالب في عناصر الخشب لبعض اشجار الغابات يتراوح بين -4 الى -8ميكا باسكال. وأن الجهد المائي يصبح اكثر سالبية مع الارتفاع عن سطح الأرض.

الأنتقادات لهذه النظرية:

اولاً- من المحتمل أن يكون الضغط الناجم عن النتح غير كافٍ لتحريك الماء خلال الخشب ضمن المعدلات التي تم تسجيلها.

ثانياً- لابد من استمرار الأعمدة المائية دون انقطاع بين سطح التبخر والماء الموجود في المساحات الحرة في الجذور، وهذا صعب الحدوث.

ثالثاً-لا يمكن تعميم نتائج انابيب شعرية على الأوعية والقصيبات إذ ان تلاصق الماء مع الأنابيب الشعرية أكثر من عناصر الخشب.