التشرب Imbibition

نوع خاص من الانتشار لان حركة الماء تعتمد على الفرق بالجهد المائي، مثال: تشرب البذور، تشرب الخشب، والتشرب هو احد اسباب حركة الماء في جسم النبات.

شروط حدوث عملية التشرب:

1- وجود فرق او منحدر بالجهد المائي ($\Delta\Psi_w$) بين المادة المتشربة والسائل المحيط به (المادة المشربة).

2- وجود تجاذب او الفة بينهما.

مثال: المطاط يتشرب بالايثر ولا يتشرب بالماء، المواد النباتية الاخرى قليلة التشرب بالايثر.

Ψ_w للبذور الجافة = - 900 بار او (- 90 ميكا باسكال) فعند وضعها في الماء يحدث منحدر شديد فيحدث ادمصاص للماء.

العوامل المؤثرة في التشرب:

1- درجة الحرارة: تزداد سرعة التشرب بارتفاعها، لكن لا تؤثر في كمية الماء المتشرب.

2- الجهد الازموزي: يؤثر في سرعة التشرب وكمية الماء المتشربة.

ضغط التشرب:

عند التشرب يحدث ضغط التشرب (Imbibition Pressure)(IP) ويطلق عليه حالياً بالجهد المتري (Matric potential) ويرمز له (Ψ_m).

للتشرب اهمية خاصة في انبات البذور، فالانبات لا يحدث بدون تشرب.

تغيّر الحجم والطاقة نتيجة التشرب:

يزداد حجم المادة المتشربة نتيجة تشربها بالماء ولكن الحجم الكلي للنظام سوف يقل ونتيجة ادمصاص المادة لجزيئات الماء يفقد بعض من الطاقة الحركية للجزيئات وتظهر هذه الطاقة على شكل حرارة ولذا نجد دائماً زيادة في درجة حرارة النظام نتيجة للتشرب.

امتصاص ونقل الماء Water Absorption & Translocation

يحصل النبات على الماء من التربة ويمتص بواسطة الجذور. نسبة قليلة من الماء يبقى في النبات (يستعمل في النمو والتركيب الضوئي وغيره من الفعاليات والقسم الاعظم يفقد بالنتح (بعضه بالادماع).

الامتصاص: حركة الماء من التربة الى الجذر.

النقل: حركة الماء من منطقة الامتصاص الى مناطق الاستعمال او الفقدان خلال انسجة النبات.

معظم الامتصاص يكون في طرف الجذر، معظمه في الشعيرات الجذرية، يتم الامتصاص بالقوة الازموزية (نتيجة الفرق بالجهد المائي $\Delta\Psi_w$) من منطقة ذات Ψ_w عالي (التربة) الى منطقة ذات Ψ_w اقل (الجذر)، ويحدث تلقائياً دون الحاجة الى طاقة ايضية (اي امتصاص سلبي Passive absorption).

الماء الميسور للامتصاص في التربة يقع بين السعة الحقلية Field capacity (F. C.) ($\Psi_w = 0$) ونقطة الذبول Wilting point (W. P.) ($\Psi_w = 15$ بار).

حركة الماء في النبات:

الماء الممتص في الشعيرات الجذرية ينتشر خلال جدران الخلايا الى القشرة الداخلية التي تمنع الانتشار بسبب طبقة السوبرين غير النفاذة للماء الموجودة في شريط كاسبر Casparian strip لذلك يدخل الماء الى بروتوبلازم خلايا القشرة الداخلية ثم ينتقل الى الانسجة الخشبية.

- **apoplast**: النظام المتصل بين جدران الخلايا والمسافات البينية المملوة بالماء والهواء.
- **symplast**: نظام سايتوبلازمي مترابط – يربط سايتوبلازم الخلايا بواسطة خيوط بلازمية palsmodesmata وتشكل نظاماً لنقل الماء والمواد المذابة.

الية انتقال الماء mechanism of water transport:

كيف يصعد الماء عمودياً الى الاجزاء العليا للنبات التي قد يصل ارتفاعها الى اكثر من 100م ؟.

حركة الماء الى الاعلى يجب ان تتم اما بقوة دافعة (ضاغطة) Pumping او بقوة ساحبة او رافعة Pulling or lifting (اي تحت تأثير الشد under tension).

ومن النظريات الموجودة.....

1- الخاصية الشعرية Capillary:

الصعود بواسطة هذه الظاهرة لا يتجاوز 1.2 م في ادق الاوعية.....نظرية غير مقبولة....

2- الضغط الجذري Root pressure :

عند قطع ساق نبات عشبي قرب سطح التربة يلاحظ انسياب العصارة الخشبية (Xylem sap) من الاوعية المكشوفة، وهذا الانسياب يقع تحت تأثير الضغط الجذري الذي يتولد نتيجة للفعاليات الايضية (تلاحظ هذه الظاهرة عندما تثبط الفعاليات الايضية عند استخدام مثبطات التنفس او غياب الاوكسجين او درجات الحرارة المنخفظة ...الخ).

يتولد الضغط الجذري كالاتي:

- الايونات تمتص وتتجمع في الاوعية الخشبية (امتصاص فعاّل).
- يزداد تركيز الاملاح في الاوعية الخشبية فيؤدي الى تناقص الجهد الازموزي وهذا يقود الى حركة الماء باتجاه الاوعية الخشبية بالقوة الازموزية.
- نتيجة دخول الماء يتولد الضغط.
- اذا قطع الساق يخرج سائل exudate
- اذا وضعنا مانومتر Manometer على السطح المقطوع يمكن ملاحظة ان الجذر يولّد ضغط.

لا يمكن تفسير انتقال الماء بهذه النظرية للاسباب الاتية :

1- بعض انواع النباتات (كالمخروطيات) لا تُشاهد فيها ظاهرة الضغط الجذري ومع ذلك يصعد الماء الى الاعلى.

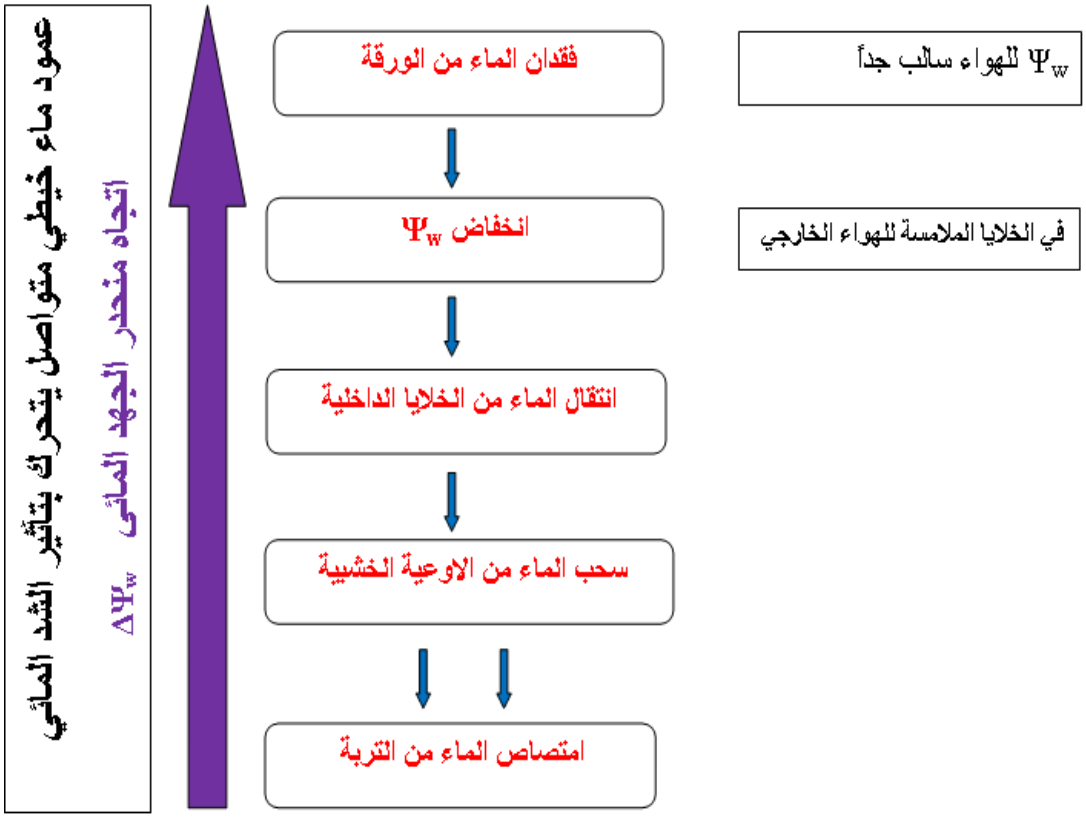
2- مقدار الضغط الجذري غير كافي (لا يتجاوز 2 بار في اغلب الاحيان).

3- معدل انسياب العصارة الخشبية اقل من معدل النتح، وهناك مايشير الى ان العصير الخشبي يكون تحت تأثير الشد وليس الضغط.

في بعض النباتات، الضغط الجذري يسبب ظهور قطرات في حواف الاوراق تحت ظروف عدم النتح او نتح بطيء (جو رطب) فيكون الضغط الجذري عالي ويسبب خروج القطرات من خلال ثقوب خاصة في نهايات العروق تسمى الثغور او الغدد المائية hydathodes، وغالباً ما تحدث ليلاً.

3- نظرية الشد التماسكي Cohesion-tension theory :

القوة اللازمة لصعود الماء الى شجرة عالية (القمة) حوالي 10 ضغط جو، وهذه تتوفر نتيجة قوة التبخر (النتح).



عناصر نظرية الشد التماسكي:

حركة الماء من التربة الى الجذر فالساق فالاوراق ثم الثغور ومنها الى الهواء باتجاه تناقص منحدر الجهد المائي.

بين جزيئات الماء وجدران الخلايا المحبة للماء بواسطة الاواصر الهيدروجينية.

بين جزيئات الماء بواسطة الاواصر الهيدروجينية ايضاً في مسار الماء في النبات

4- النظرية الحيوية Vital theory:

نقل الماء عملية فعّالة (Active) بسبب وجود الخلايا الحية (بارنكيمية)....غير مقبولة ....

تحت ظروف النتح السريع، الشد او سحب النتح (Transpiration pull) هو المسؤول عن حركة الماء.

تحت ظروف النتح البطيء: الضغط الجذري مهم.

العوامل المؤثرة في امتصاص الماء:

1- **درجة الحرارة (التربة):** تزداد سرعة الامتصاص بارتفاعها وتقل بانخفاضها بسبب:

- زيادة لزوجة الماء بانخفاض درجة الحرارة.
- تقل نفاذية الاغشية الخلوية بانخفاض درجة الحرارة.
- قلة الفعاليات الحيوية وقلة نمو الجذور بانخفاض درجة الحرارة.

2- **الماء الميسور للامتصاص Availability of soil water:** بين السعة الحقلية (F.C.) ونقطة الذبول الدائم (PWP).

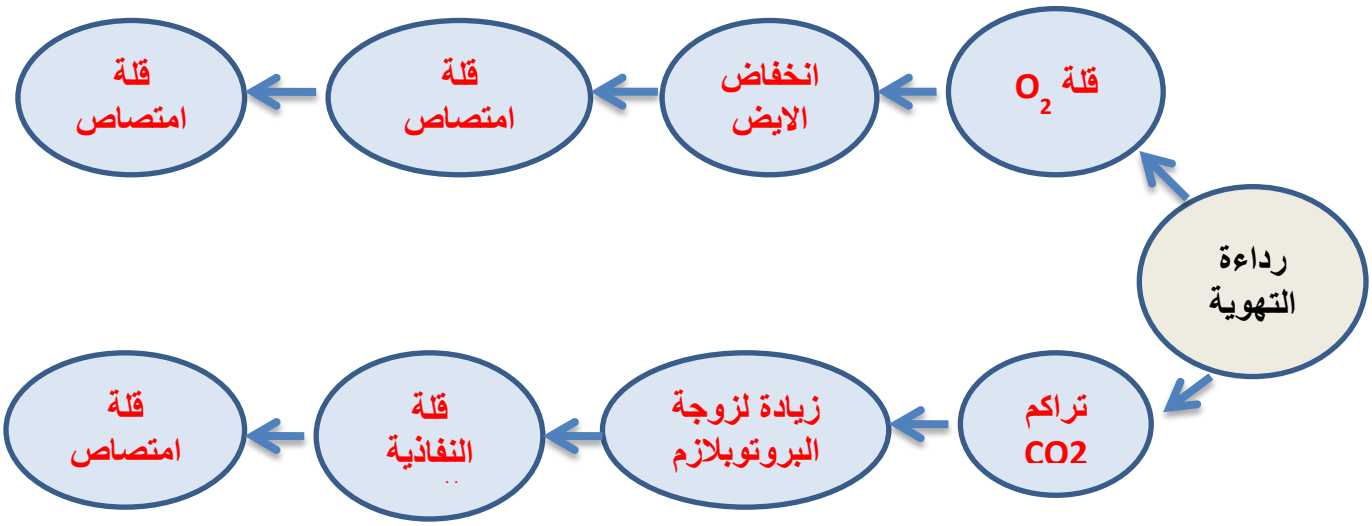
3- الجهد الازموزي لمحلول التربة osmotic potential of soil solution:

- قلة تركيز محلول التربة يؤدي الى ازدياد الجهد المائي ومن ثم ازدياد منحدر الجهد المائي بين محلول التربة والعصير الخلوي وبالتالي يزداد الامتصاص.

- PWP يتوقف على نوع النبات مثلاً Halophytes او النباتات المتكيفة للبيئة المالحة قد يصل الجهد الازموزي للعصير الخلوي الى 200 بار فيمكنها امتصاص الماء نتيجة $\Delta\Psi_s$.

4- تهوية التربة Soil aeration:

- تهوية التربة تزيد من سرعة امتصاص الماء.
- تهوية رديئة (غدقة) يؤدي الى انخفاض الامتصاص



5- معدل النتح:

6- خصائص المجموع الجذري:

- امتصاص الماء بواسطة الاجزاء الهوائية
- الامتصاص بدرجة محدودة يتوقف على: Ψ_w الخلايا الورقية ونفاذية طبقة الكيوتين