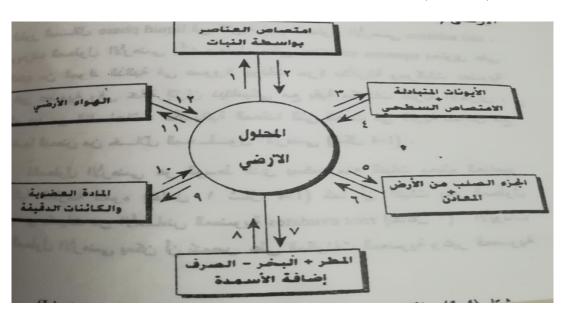
# محلول التربية والاتزان الديناميكي soil solution and dynamic equilibrium

يطلق على الطور السائل Liquid phase في التربة اسم محلول التربة ويعرف بانه محلول مائي يحتوي على العديد من المواد الذائبة في صورة ايونات حرة متأدرتة ومركبات عضوية وغير عضوية وفي حالة اتزان ديناميكي مع بقية مكونات التربة الاخرى. فالعديد من التفاعلات الكيميائية المعقدة التي تحدث في التربة تتفاعل مع بعضها البعض من خلال محلول التربة. فمحلول التربة هو الوسط الذي يستمد منه النبات معظم العناصر الغذائية اللازمة لنموه كما ان النبات يمد محلول التربة بكميات من الاحماض العضوية root exudates (تفاعل 2). الايونات في محلول التربة يمكن ان تدمص على المكونات العضوية وغير العضوية في التربة (تفاعل 3) ويمكن لهذه الايونات الممتصة ان تنطلق ثانية الى محلول التربة (تفاعل 4) واذا اصبح محلول التربة فوق مشبع بالنسبة لمعدن ما فان هذا المعدن يترسب (تفاعل 5)حتى يحدث الاتزان. اما اذا كان محلول التربة لم يصل الى حالة التشبع بالنسبة لمعدن ما فيحدث اذابة لهذا المعدن (تفاعل 6) حتى يحدث الاتزان. الايونات في محلول التربة قد يحدث لها تخفيف نتيجة للأمطار وعمليات الري وانتقالها الى الماء الجوفي (تفاعل 7) او يحدث لها تركيز نتيجة عمليات التبخير واضافات الاسمدة (تفاعل 8) . تركيز العناصر في محلول التربة يتأثر بوجود الاحياء الدقيقة حيث تستمد الاحياء الدقيقة العناصر اللازمة لنموها منه(تفاعل 9) وفي نفس الوقت تطلق العناصر الى محلول التربة عند موت هذه الكائنات الحية الدقيقة وبتحلل المادة العضوية (نفاعل 10)تنطلق الغازات من محلول التربة الى الهواء الارضى (تفاعل 11) او تذوب في محلول التربة (تفاعل 12).



## العوامل التي تؤثر على تركيز العناصر في محلول الترية

- 1. الرقم الهيدروجيني وهو عامل مهم جدا في تحديد ذائبية العناصر فنجد ان ذائبية اكاسيد الحديد تقل بزيادة الرقم الهيدروجيني بينما ذائبية الكاتيونات الاخرى تميل الى تكوين معقدات مثل النحاس والزنك فتزداد بانخفاض الرقم الهيدروجيني.
- 2. ظروف الاختزال عند غمر التربة الحامضية بالماء ينشا عن ذلك ظروف لاهوائية وتكون اغلب التفاعلات في التربة هي تفاعلات اختزال. وعموما تفاعلات الاختزال هي عبارة عن تفاعلات مستهلكة للبروتونات اي يحدث نقص في ايونات الهيدروجين فيرتفع تبعا لذلك الرقم الهيدروجيني للتربة وبتأثر ذوبان العناصر بتغير pH التربة.

## جاهزية العنصر availability mineral

ان مصطلح جاهزية العنصر هو المصطلح الاكثر استعمالا في تغذية النبات ويعرف هذا المصطلح بانه ذلك الجزء من العنصر الموجود في التربة والذي يمكن الحصول عليه من قبل جذور النبات. ولهذا فان مصطلح جاهزية العنصر يشمل الحالة الكيميائية والفيزيائية للعنصر في التربة وعلاقة ذلك بجذور النبات والتي تشمل عمليات النبات الحيوية. ولهذا السبب فان المعنى التام او الكامل للعنصر الجاهز في التربة لا يمكن ان يقاس بصورة كمية.

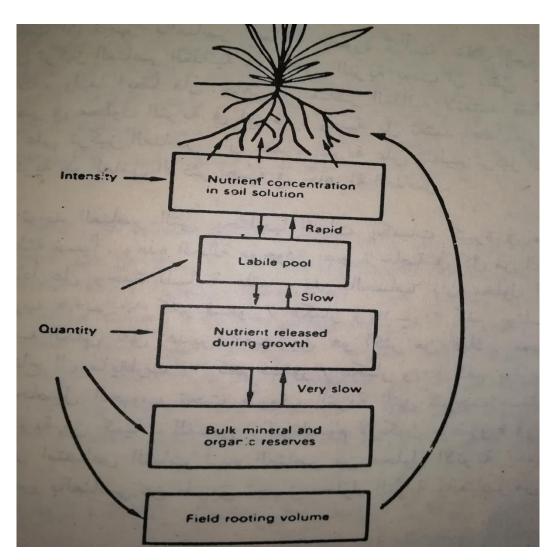
## محلول التربة وتغذية النبات soil solution and plant nutrition

يعد محلول التربة المصدر الرئيس والمباشر للماء والعناصر الغذائية اللازمة لنمو النبات وحيث ان تركيز العناصر الغذائية في محلول التربة منخفضة ولا يفي بحاجة النبات للإتمام دورة حياته فبالتأكيد الكمية الذائبة في محلول التربة لأي عنصر لا تمثل الكمية الكلية لذلك العنصر في التربة وانما تمثل كمية العنصر الصالحة للامتصاص بواسطة النبات والتي يتم تعويض ما يمتصه النبات منها بواسطة الجزء الصلب ولفهم قدرة الطور الصلب على تعويض لما replenishment ما يمتص من المحلول بواسطة النبات يجب معرفة العوامل التي تؤثر على صلاحية اى عنصر للنبات.

النباتات يجب ان تجهز بالعناصر الغذائية بصورة مناسبة خلال فترة نموها ولهذا السبب فان تركيز العناصر الغذائية في محلول التربة يجب ان يبقى بمستوى ملائم لنمو النبات . ان جاهزية العناصر الغذائية لا تعتمد فقط على تركيز هذه العناصر في محلول التربة في اي فترة زمنية بل تعتمد ايضا على قدرة التربة للمحافظة على تركيز العناصر . ان مقدرة التربة على تنظيم تركيز العناصر الغذائية لمحلول التربة هو العامل الاكثر اهمية في جاهزية العناصر . في التربة يوجد عاملان مهمان يؤثران على صلاحية اى عنصر للنبات:

أ. عامل الشدة Intensity Factor ويعرف بانه تركيز العنصر في محلول التربة.

ب. عامل السعة Capacity Factor ويعرف بانه مقدرة الصورة الصلبة في التربة على تعويض الانخفاض في تركيز عنصر ما في محلول التربة فكما نعلم فانه نتيجة لامتصاص النبات للعناصر (الايونات) من محلول التربة يحدث انخفاض في تركيز هذه الايونات في المنطقة الملامسة للجذر ويترتب على ذلك حدوث ظاهرة الانتشار. عوامل الشدة والكمية للعناصر الغذائية تكون ذات علاقة متبادلة وتوضح العلاقة بالشكل الاتي

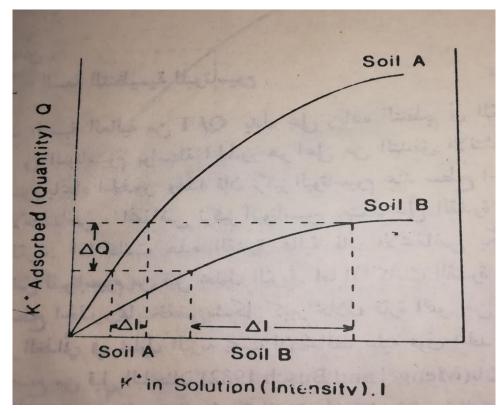


الشكل يوضح الفكرة الرئيسة لحالة فسفور التربة . وهذه الدراسة تعطي تفهما اكثر لسلوك الفسفور في الاتربة وجاهزيته للنبات.

جذور النباتات تعتمد على شدة العنصر الغذائي او على تركيز العنصر في محلول التربة التي تنظم اعتياديا بواسطة جزء العنصر القابل للتغير الذي يكون سهل التبادل. وهذا الجزء من

العنصر الغذائي بصورة عامة يعتبر القسم الاساسي في مكونات عامل الكمية. ولا تحدث هذه الحالة دائما حيث ان تحرر العنصر الغذائي من شكله البطيء الجاهزية يمكن في بعض الاحيان ان يكون مصدرا رئيسا في تجهيز العنصر. وحصول هذه الحالة لا يعتمد فقط على العنصر بصورة خاصة بل ظروف وخواص التربة مثل الرقم الهيدروجيني ، الحرارة ، التهوية ومستوى رطوبة التربة. ولهذا فان عامل الكمية يعتمد بصورة كبيرة على الظروف المناخية وظروف التربة وبالإضافة الى ذلك يعتمد عامل الكمية على حجم التربة الذي تشغله الجذور، وهذا يعني في الحقيقة ان كل العوامل التي تؤثر في توزيع الجذور في مقد التربة تشارك بعامل الكمية.

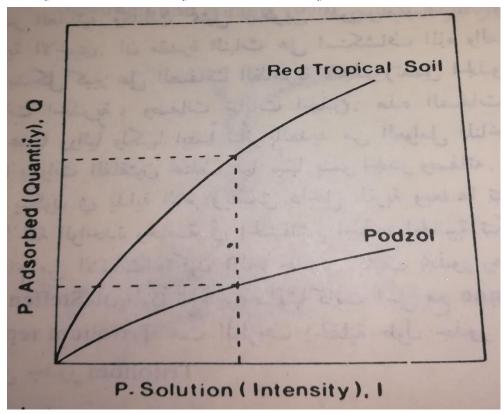
العامل الاخر المهم في جاهزية العنصر الغذائي هو مقدرة التربة على المحافظة على شدة العنصر الغذائي (تركيز العنصر في محلول التربة) وهذا هو عامل التنظيم الذي يوضح اختلاف الشدة عن الكمية.



تختلف التربتين الواحدة عن الاخرى في مقدرتها على تجهيز محلول التربة بالبوتاسيوم. التربة A ذات معدرة احسن في المحافظة على تركيز البوتاسيوم في محلول التربة ولهذا فأنها ذات سعة تنظيمية اكبر من التربة B

 $B_k = \Delta Q/\Delta I$  حيث ان  $B_k$  السعة التنظيمية للبوتاسيوم ان النسبة العالية من  $B_k = \Delta Q/\Delta I$  زيادة التنظيم في التربة بشكل عام. بشكل عام معدل امتصاص البوتاسيوم بواسطة الجذور هو اعلى من التدفق الانتشاري للبوتاسيوم باتجاه الجذور. ولهذا فان تركيز البوتاسيوم عند سطح الجذر ربما ينخفض خلال فترة الامتصاص، انخفاض تركيز البوتاسيوم يعتمد على القدرة التنظيمية للبوتاسيوم من قبل التربة. اذا كانت هذه القدرة عالية فان الانخفاض يكون قليلا بسبب كفاءة التعويض للبوتاسيوم من قبل محلول التربة. اما اذا كانت القدرة واطئة فان تركيز البوتاسيوم على سطح الجذر ربما ينخفض بشكل كبير خلال فترة النمو. من اجل افضل نمو فان تركيز العنصر الغذائي في محلول التربة يجب ان يحافظ عليه فوق الحد الحرج فان تركيز العنصر الغذائي في محلول التربة يجب ان يحافظ عليه فوق الحد الحرج التنظيمية للتربة تكون منخفضة.

لقد وضح مسبقا بان فكرة الكمية / الشدة قد استعملت في دراسة فسفور التربة. الاتربة تختلف بصورة كبيرة من حيث قدرتها على ادمصاص الفسفور. الاتربة الحمراء الاستوائية بصورة عامة يمكن ان تدمص كميات كبيرة من الفسفور بينما الجهد الادمصاصي للفسفور من قبل تربة podzols واطئة. ان التغير في ادمصاص الفسفور في كلتا التربتين موجود في الشكل التالي



ويتضح من الشكل بان الاتربة الاستوائية الحمراء تحتاج الى كميلت اكبر بكثير من الفسفور المدمص مقارنة بالتربة الاخرى لغرض المحافظة على تركيز الفسفور في محلول التربة الذي هو في حالة توازن ومن هذا يتضح بان الاتربة ذات السعة الادمصاصية العالية للفسفور يجب ان تحتوي على كميات اكبر من الفسفور المدمص من الاتربة الرملية والعضوية من اجل تجهيز شدة فسفور مقنعة وملائمة. ان نسبة الفسفور المدمص / تركيز الفسفور في محلول التربة هي اعتياديا تمثل السعة التنظيمية للفسفور في التربة. كمية الفسفور التي من الممكن ان تمتص من قبل النبات تعتمد بشكل كبير على القدرة التنظيمية للفسفور من قبل التربة.

## نمو الجذور والصفات الظاهرية

للجذور ثلاث وظائف رئيسة هي تثبيت النبات في التربة ، امتصاص ونقل الماء والعناصر الغذائية وكذلك تمثيل وتكوين الهورمونات والمركبات العضوية الاخرى. ان مقدرة النبات على استكشاف الماء والعناصر الغذائية في التربة تعتمد بدرجة كبيرة على الصفات الظاهرية للجذر (تعمق الجذور، تفرع الجذور، عدد الشعيرات الجذرية وصفات نهاية الجذر). هذه الصفات المورفولوجية يسيطر عليها وراثيا ولكنها ايضا تتأثر بالعديد من العوامل المناخية.

نمو الجذور وعمقه وصفاته الظاهرية تتأثر بالعوامل الخارجية وخاصة هواء التربة وانضغاط التربة والحالة الخصوبية للتربة. الاوكسجين ضروري لنمو الجذور وفعاليتها الحيوية يمكن ان يؤخذ بعض الاوكسجين من قبل الاوراق وينقل الى الجذور. لكن الظروف اللاهوائية للتربة لا تؤثر فقط على تجهيز الجذور بالأوكسجين بل يمكن ان ينتج عنها تكون مواد سامة التي توقف نمو الجذور واحداث اضرار كبيرة ومن هذه المواد السامة الاثلين والاحماض الدهنية الطيارة. انضغاط التربة يحد من نمو الجذور ولا يستطيع التعمق في التربة.

ان مؤشرات ومعايير النظام الجذري ربما تقاس مثل كتلة الجذر وطول الجذر وسطح الجذر وكثافة الجذور وهي مهمة جدا. المعيار الجذري المهم الاخر هو طول الجذر، نوع التربة يؤثر في نمو النبات وفي شكل وصفات الجذور بالإضافة الى طول الجذر وكثافته فان عدد نهايات الجذور هي ايضا معيار مهم خصوصا ان بعض العناصر الغذائية مثل  $Ca^{+2}$  و  $Ca^{+2}$  و  $Ca^{+2}$  من قبل انسجة الجذور الحديثة.

الشعيرات الجذرية مهمة لكونها تحقق اتصال مباشر مع التربة مما يولد طريق للماء من التربة الى الجذر وانها قادرة على اختراق الطين ذو المقاومة المتوسطة وهي تشارك في التحري عن العناصر الغذائية وهي تلعب دورا مخما للعناصر التي تنتقل الى الجذور بواسطة الانتشار.

امتصاص العناصر الغذائية من قبل النظام الجذري يزيد عن حاجة النبات ولهذا فان جزء صغير من الجذور قادر على امتصاص ما يحتاجه النبات من عناصر غذائية وماء. ولكن يجب ان يبقى في الذاكرة بانه تحت ظروف الحقل ليس المساحة السطحية الكلية للجذر على اتصال مباشر مع محلول التربة بل فقط الاتصال يكون عند المنطقة ذات المسامات وهذا يؤكد بان جزء قليل من الجذر يقوم بعملية الامتصاص للماء والعناصر الغذائية.

#### افرازات الجذور ووسط التربة المحيط

يكون من خلال تحرر المواد العضوية وغير العضوية من الجذر الى التربة. المواد العضوية تنتج من المادة المنسلخة من الجذر وكذلك من افرازات الجذر. المادة المنسلخة من الجذر اثناء نموه وتعمقه في التربة هي الانسجة الخارجية للجذر التي تتحلل بواسطة الكائنات الحية الدقيقة المتواجدة في التربة. وهي المصد الرئيس للكاربون المتحرر من الجذر. ويضاف الى ذلك بان تكون المواد للكربوهيدرات تشارك في انتقال الكاربون العضوي من الجذر الى التربة وهذه المواد تتكون بشكل كبير من السكريات المتعددة مع الكلاكتوز واحماض اخرى. البكتريا تتغذى على هذه المواد المتحررة من الجذر وهذه المواد تعمل على ادمصاص معادن الطين لها وبهذا فأنها تعمل على ربط الجذر بالتربة بعد ان تملئ الفراغات بين الجذر وجزيئات التربة وهذا الارتباط مهم في تجهيز الماء والغذاء للنبات.

اضافة الى افراز السكريات المتعددة يقوم الجذر بإفراز عدد اخر من المواد العضوية مثل الاحماض الامينية والسكريات والاحماض العضوية. تحرر هذه المواد من الجذر مهم للكائنات الحية الدقيقة المتواجدة في الترية لكونها تتغذى عليها مما يساعد بزيادة اعداد هذه الكائنات.