

## كيفية تقدير جاهزية العناصر الغذائية:

تختلف الترب في قابليتها على التجهيز بالمغذيات وبذلك فهي تختلف في قابليتها على انتاج المحاصيل وفي فترات زمنية مختلفة بدون اضافة عناصر غذائية، وعليه فمن الضروري ان نتعرف على كمية العنصر الغذائي الذي يجهز للنبات بحيث يضاف دون ان يتأثر الانتاج.

ان الكمية التي تضاف من العناصر الغذائية واللازمة للنمو الجيد تعتمد على: 1. نوع المحصول. 2. قابلية التربة على التجهيز بالعناصر الغذائية. من الطرق المستعملة لتقدير جاهزية العنصر الغذائي او كمية العنصر الغذائي هي:

1. علامات النقص بالنبات Nutrient deficiency.
2. تحليل انسجة النبات Analysis of plant tissues.
3. الاختبارات البيولوجية Biological test.
4. الاختبارات الكيميائية للتربة Chemical soil test.
5. العناصر المشعة Isotopes.

### 1. علامات النقص بالنبات:

اما ان تكون ظواهر لونية او ظواهر بالنمو مثلاً نقص النتروجين يؤدي الى ظهور لون اصفر بالأوراق السفلى، اما ظواهر النمو ففي بعض الاحيان النقص لا يعطي لون غريب لكن نموه يكون غريب، فنقص الزنك يؤدي الى سقوط الاوراق السفلية من النبات. يمكن الاستدلال على النقص من اللون او النمو او الاثنين معاً وتعتمد هذه الطريقة على الملاحظات الحقلية التي ترى بالعين المجردة وعلى قياسات تجرى على النبات وهي طريقة ذات اهمية كبيرة لتقييم خصوبة التربة او تقييم جاهزية العناصر وذلك لان النبات يعتبر مؤشر جيد لتداخل جميع العوامل المؤثرة عليه والتي هي ظروف التربة والظروف الجوية وظروف النبات نفسه.

ان نقص العنصر الغذائي لا يؤدي الى ظهور علامات النقص كتأثير مباشر ولكن علامات النقص تظهر نتيجة الخلل في العمليات الحيوية داخل النبات بفعل نقص العنصر، وسبب الخلل بالنمو نتيجة نقص العنصر هو: اما تجمع وتكون مركبات كيميائية مرضية او نقص بعض المركبات الكيميائية التي يحتاجها النبات او غياب مركبات او مواد كيميائية.

المشكلة في اعتماد علامات النقص بالنبات لتقييم محتوى التربة من العنصر هي: 1. ان علامات النقص لأغلب العناصر تظهر في وقت متأخر من الموسم بعد ان ينفذ العنصر الغذائي من التربة وبالتالي من الصعوبة تدارك الموقف واعادة النبات الى طبيعته. بالرغم من ان هناك اسمدة قد ترش على النبات لتلافي الموقف. 2. ظهور النقص المخفي Hidden Hunger وهو ان النبات يعاني من النقص دون ظهور العلامات اي ان النبات يحتاج الى اضافة عنصر غذائي دون ظهور علامات نقص ذلك العنصر.

## 2. تحليل انسجة النبات:

يمكن اللجوء اليها في حالة تعذر الطريقة الاولى. ان كمية اي عنصر غذائي بالانسجة دليل على قابلية التربة على التجهيز بذلك المغذي اي ان كمية العنصر في التربة مرتبطة بالكمية الممتصة من قبل النبات ويحصل النقص في النبات عندما تكون الكمية الجاهزة في التربة قليلة بصورة عامة. ولكن هناك بعض التداخلات وهي انه قد تكون كمية العنصر عالية في التربة ولكن في النباتات قليلة ويعاني النبات من نقص وذلك لان العنصر يكون بصورة غير جاهزة في التربة. قد تحصل اشكالات في تقدير الجاهز بهذه الطريقة تبعاً لظروف التربة او للنبات نفسه، بحيث ان هناك عرقلة في امتصاص العناصر بالرغم من وجودها بالتربة بالكمية الجاهزة الكافية.

مثال/ يوضح تأثير درجة الحرارة على امتصاص NPK لنبات الطماطة وحسب عمر النبات.

Age of plant (days)	12°C			20°C		
	N	P	K	N	P	K
26	3.27	0.15	2.12	4.92	0.38	4.23
60	4.62	0.35	2.70	6.05	0.47	5.12

وهي تجربة تعطي على طبيعة تأثير عمر النبات ودرجة الحرارة فكلما زادت درجة الحرارة زاد الامتصاص، اما بالنسبة لعمر النبات فعندما يزداد عمر النبات يزداد امتصاصه للعناصر الغذائية.

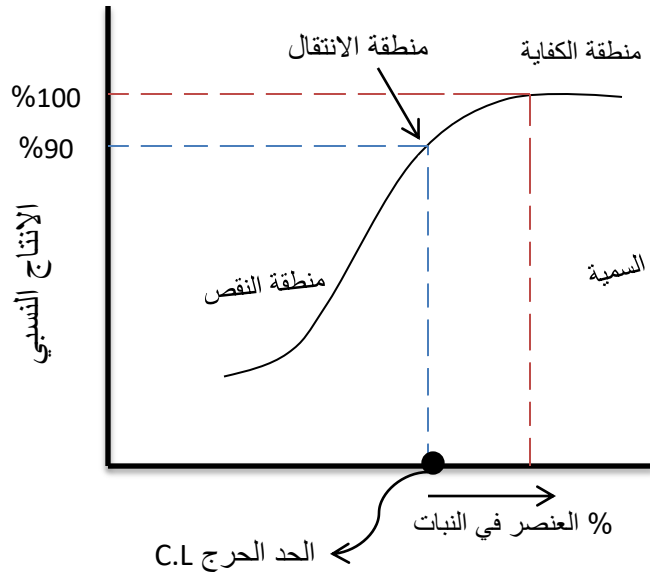
مثال/ تأثير الرطوبة على تركيز NPK في الذرة.

الرطوبة	N	P	K
Stress	2.2	0.18	1.2
No stress	2.9	0.32	1.6

سبب اخر: ان وجود عنصر معين في التربة قد يؤدي الى عرقلة امتصاص عنصر معين وافضل مثال هو التداخل بين الفسفور والزنك فالفسفور عند وجوده بتركيز عالي يعرقل امتصاص الزنك بالنبات، وهذه الحالة تسمى بالتضاد antagonistic.

من الامثلة اعلاه يمكن الاستدلال ان استعمال تحليل الانسجة النباتية هي الطريقة التي تعطي صورة دقيقة للتشخيص والتعرف على كمية العنصر الموجود بالتربة مع الاخذ بنظر الاعتبار الظروف البيئية وظروف النبات والتضاد والرطوبة وهي من معرقات هذه الطريقة.

الفكرة الاساسية في تحليل الانسجة النباتية هو ان النبات يعاني من نقص العنصر او لا يعاني اعتماداً على محتواه او كميته بالنبات مقارنة بمبدأ يسمى الحد الحرج Critical Concentration والذي يعرف بأنه التركيز الذي دونه يقل معدل نمو النبات وبالتالي يقل المحصول كماً ونوعاً، وفوقه لا تحصل اي استجابة من قبل النبات لإضافة العنصر بكميات اكبر. والحد الحرج يستخرج من الشكل التالي:



طريقة استخراج الحد الحرج: بأن ننقص من اعلى انتاج (100%) بمقدار 10% فيكون 90% ونقسمه على المنحنى ثم على المحور السيني الذي يمثل نسبة العنصر في النبات. التركيز اقل من التركيز الحرج C.L فالنبات يعاني من نقص واذا كان اكثر منه فلا نضيف اي شيء.

يظهر من منحنى النمو اعلاه عدة مناطق:

- منطقة النقص: في هذه المنطقة فإن كمية العنصر يكون تركيزه في النبات بحالة تناقص وذلك لان النبات ينمو ويكبر وتركيز العنصر داخل النبات يقل اي يتخفف ويكون بتأثير التخفيف Dillution effect اي ان النمو مضطرب بصورة كبيرة ويكون تركيزه قليل بالنبات بسبب النمو الكبير.
  - منطقة الانتقال: النمو ضعيف او متوقف وهنا فإن زيادة اضافة العنصر تؤدي الى زيادة تركيزه بالنسيج النباتي على عكس المنطقة الاولى.
  - منطقة الكفاية: توقف النمو ويزداد تركيز العناصر داخل النسيج ويصل الى حالة السمية.
- الحد الحرج يختلف باختلاف نوع النبات وعمره.

### 3. الاختبارات البيولوجية:

وتتضمن طريقتين: أ- استخدام النبات ب- استخدام احياء التربة المجهرية.

أ. استخدام النبات:

وهنا نتعرف على خصوبة التربة وتجهيزها بالعنصر الغذائي من خلال زراعة النبات بإحدى الطريقتين: 1- الحقل 2- السنادين (البيوت البلاستيكية).

الحقل: يتم زراعة النبات وتضاف له كميات متتالية من العنصر الغذائي مع استخدام عدد كبير من المكررات وتسجل الملاحظات عن النبات في مدى استجابته للكميات المضافة. من مساوئ هذه الطريقة: 1. غالية التكاليف. 2. تستغرق وقت طويل. 3. صعوبة السيطرة على ظروف النمو.

السنادين: تضاف التربة الى السنادين ونضيف معاملات العناصر الغذائية ونبدأ بالزراعة وتؤخذ القياسات من النبات النامي. من محاسن هذه الطريقة انها اسهل واقصر في مدتها ومسيطر عليها. اما مساوئها هو كون حجم التربة في السندان محدود.

ب. استخدام احياء التربة المجهرية:

هنا تستخدم بعض الاحياء كالفطريات والبكتريا للتعرف على مدى جاهزية العنصر بالتربة، ويؤخذ وزن معلوم من التربة وتزرع فيه الاحياء المطلوبة ويضاف لها ما تحتاجه من عناصر غذائية ما عدا العنصر المطلوب دراسته وتحضن بالحاضنة على درجة حرارة معينة ولفترة معينة ثم تؤخذ قياسات على الاحياء مثل عدد المستعمرات وكثافة النمو وعدد الهايفات او تركيز العنصر في الهايفات ومن خلال هذه القياسات نعرف هل التربة تحتاج للعنصر ام لا.

4. تحليل التربة: وهي من اهم الطرق رغم صعوبتها وتحتاج الى تحليلات كثيرة واجهزة وهي عبارة عن طرق كيميائية تستخدم لتقدير الجاهز في التربة، وتتميز هذه الطريقة ان التحليل يجرى قبل الزراعة وبعد الحصول على النتائج تقارن بجداول قياسية ومن خلال القيمة التي نحصل عليها نعرف هل ان التربة تحتاج الى اضافة سماد او ان العنصر موجود بكمية كافية.

5. العناصر المشعة: استخدام اسلوب جديد لتقدير الكمية الجاهزة في التربة باستخدام النظائر المشعة واساس عملها يرتكز على فكرة ان النظير المشع المضاف للتربة يتوازن مع النسر الموجود اصلاً (مثله) بحيث ان العنصر المشع لقوته يستطيع ان يطرد ما موجود بالمحلول وما موجود على اسطح التبادل (اي الجاهز) وتستخدم معادلات خاصة للتعرف على الكمية الجاهزة من العنصر في التربة، وهي طريقة استخدمت منذ الخمسينات.

## طرق وصول العناصر الغذائية الى الجذر:

### 1. الاعتراض الجذري والتماس التبادلي Interception and contact exchange:

خلال نمو الجذر واندفاعه بالتربة تحصل حالة تماس او ما يقصد به الاعتراض الجذري، وقد تحصل حالة تبادل بين  $H^+$  الموجود على سطح الجذر الناتجة من عمليات حيوية خاصة داخل النبات مع المغذيات الموجودة على اسطح الدقائق. ويعني ذلك ان الايونات تنتقل الى جذور النباتات مباشرة دون تحولها الى محلول التربة، وبذلك تكون التربة الطينية اكثر قدرة على التجهيز من التربة الرملية.

الكمية التي تجهز بها النبات بهذه الطريقة تكون قليلة جداً مقارنة بما يحتاجه النبات.

### 2. الانسياب الكتلي Mass flow:

بهذه الطريقة تنتقل العناصر الغذائية الى سطح الجذر بواسطة الماء، اذ يتحرك العنصر الغذائي مع سيل الماء الى الجذر نتيجة الامتصاص للماء من قبل الجذر، الكمية الواصلة الى الجذر تعتمد على: أ. كمية الماء الواصلة الى الجذر. ب. معدل تركيز العنصر بالماء.

تركيز العنصر الغذائي حول الجذر يعتمد على الكمية الواصلة الى الجذر وكمية الايون الممتص. يعتمد انتقال العناصر الى الجذر على العوامل التي تؤثر على حركة الماء داخل التربة.

تختلف الكمية التي يستفاد منها النبات بهذه الطريقة:

← كافية  $Mg^{++}$  ,  $Ca^{++}$  ,  $NO_3^-$

← غير كافية P ,  $K^+$

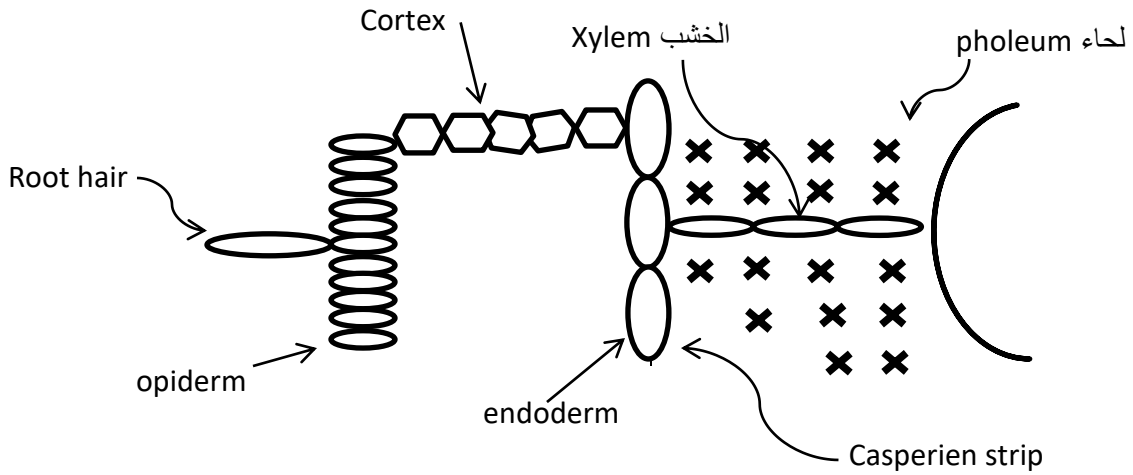
### 3. الانتشار diffusion:

يحصل انتشار العناصر الغذائية عندما ينتقل من التركيز العالي الى التركيز الواطئ وبشكل حركة عشوائية، ويعبر عن محصلة الانتشار net diffusion بالفرق بين عدد الجزيئات التي تتحرك في اي الاتجاهين في وحدة معينة، وعندما تكون محصلة الانتشار تساوي صفر فإن ذلك يعني توقف الانتشار وان حركة الجزيئات متساوية بجميع الاتجاهات.

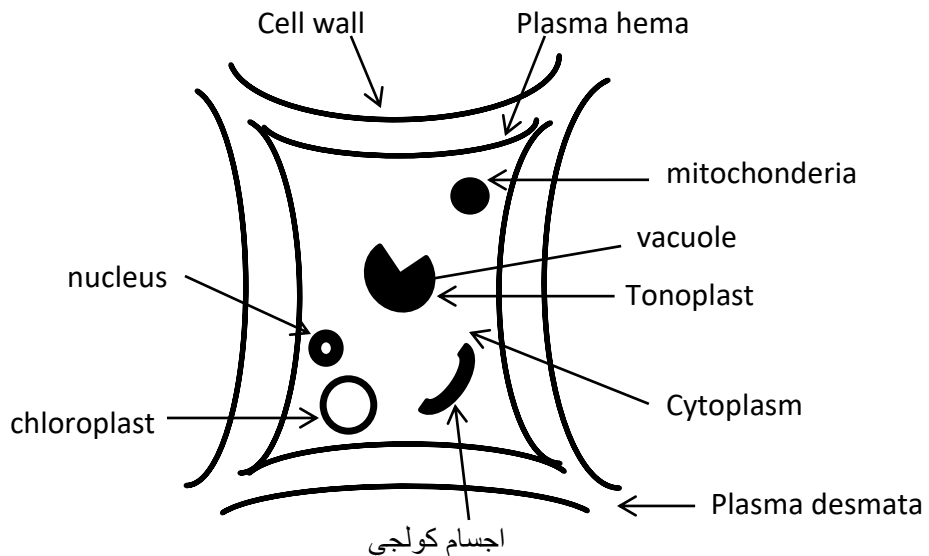
## امتصاص العناصر الغذائية من قبل النبات :Nutrient Absorption

جميع العناصر الغذائية ما عدا  $C, H, O$  تمتص عن طريق الجذور ولو ان الاوراق يمكن ان تقوم بهذه الميكانيكية ولكن لا تلبى جميع حاجة النبات وتكون كفاءة اكثر في حالة العناصر الصغرى فيبقى الجذر هو المصدر الرئيسي لتجهيز المغذيات بالإضافة الى امتصاص المغذيات. بالإضافة الى امتصاص العنصر المغذي فالجذر يقوم بالوظائف التالي:

1. تثبيت النبات
2. مصدر لمنظمات النمو
3. امتصاص الماء.
4. القيام بالعمليات الحيوية اللازمة لنمو الجذر نفسه.



لو اخذنا أي خلية يكون تركيبها بالشكل التالي:



كل خلية تحتوي على جدار خارجي يسمى Call wall يكون نفاذ للماء والايونات بينما الجدار البلازمي Plasma Hema هذا الجدار غير نفاذ وتبعاً لحالة الخلية والعمليات الحيوية التي تجري داخلها وحاجة النبات للأيونات يعتمد في انفتاحه وانغلاقه. توجد الفجوة Vacuole بالخلية وهي التي يجتمع فيها الايونات والماء وتتفصل عن الجدار البلازمي وعن الساييتوبلازم بجدار يسمى جدار الفجوة (غلاف الفجوة) tonoplast. ترتبط خلية مع خلية اخرى بواسطة plasma desmata اي يربط بين ساييتوبلازم خلية و ساييتوبلازم خلية اخرى مجاورة.

### كمية وانتشار الجذور:

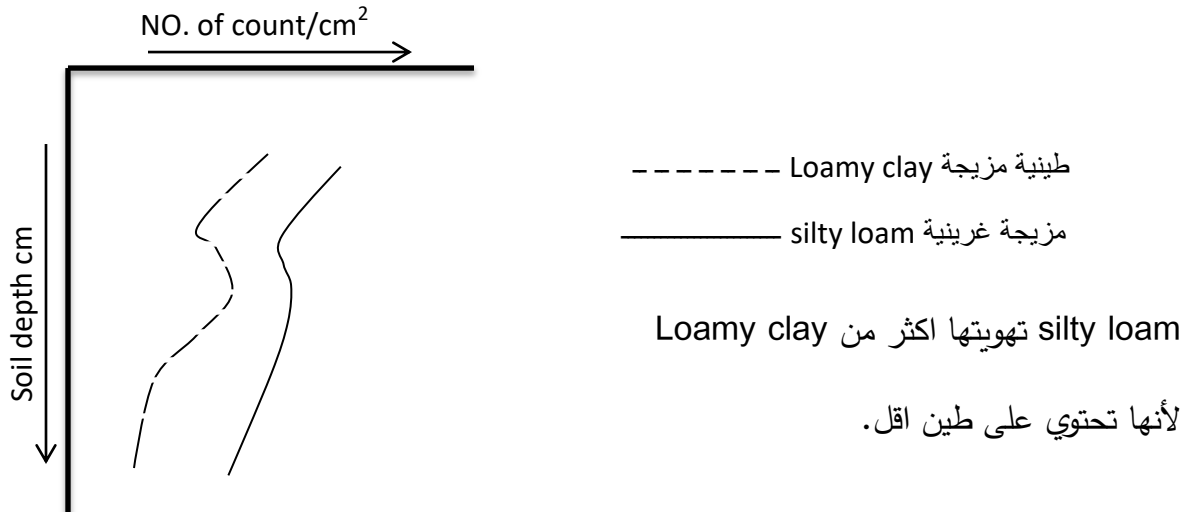
يؤدي نمو النبات في ظروف طبيعية الى تكوين الجذر وبكثافة معقولة، ويعتمد نمو الجذر وحجم الجذر على عدد من العوامل بعضها خارجي والبعض الاخر خاص بالنبات.

العوامل الخارجية: منها هواء التربة، انضغاط التربة، الحالة الخصوبية، الرطوبة والملوحة.

العوامل الداخلية: مثل نوع النبات وعمره.

### أولاً: العوامل الخارجية:

1. التهوية:  $O_2$  ضروري لنمو الجذر وفعاليتها الحيوية حيث ان الظروف اللاهوائية للتربة ليس فقط تمنع تجهيز  $O_2$  للجذر وانما ينتج منها مواد او ظروف سامة قد توقف نمو الجذر وتحدث له اضرار كبيرة مثل الاثلين والاحماض الدهنية المتطايرة. الشكل التالي يوضح اهمية  $O_2$  للنبات (للجذر).





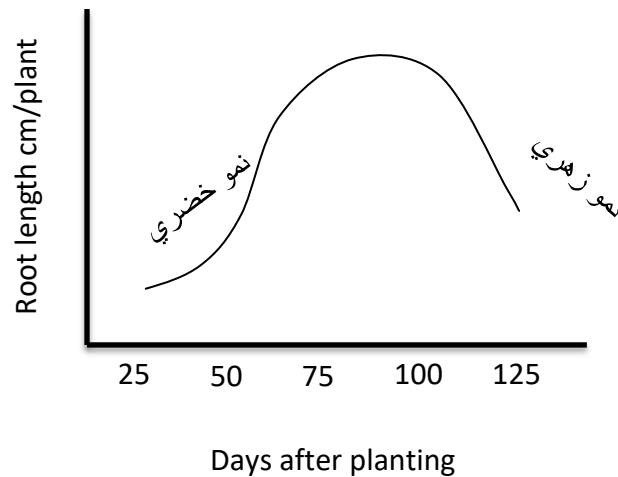
2. انضغاط التربة: ان التربة المضغوطة تحد من نمو الجذر ولا يستطيع التعمق فيها وبالتالي يقل حجمه وامتصاص العناصر.
3. الرطوبة: نمو الجذر لا يتأثر بشكل كبير بقله المحتوى الرطوبي للتربة وذلك لأنه يمكن للجذر ان يحصل على الماء من اجزاء النبات الاخرى.
4. الحالة الخصوبية: يعتمد الجذر بشكل كبير على توزيع المغذيات بالتربة، فالمنطقة التي تتواجد فيها مغذيات اكثر يمتد فيها الجذر اكثر.
5. الملوحة: التراكيز الملحية العالية تحد او توقف نمو الجذر خصوصاً بالمراحل الاولى من نمو النبات.

ثانياً: العوامل الداخلية:

1. تختلف كثافة الجذور ونموها باختلاف النبات وصنفه، الجدول التالي يبين ذلك:

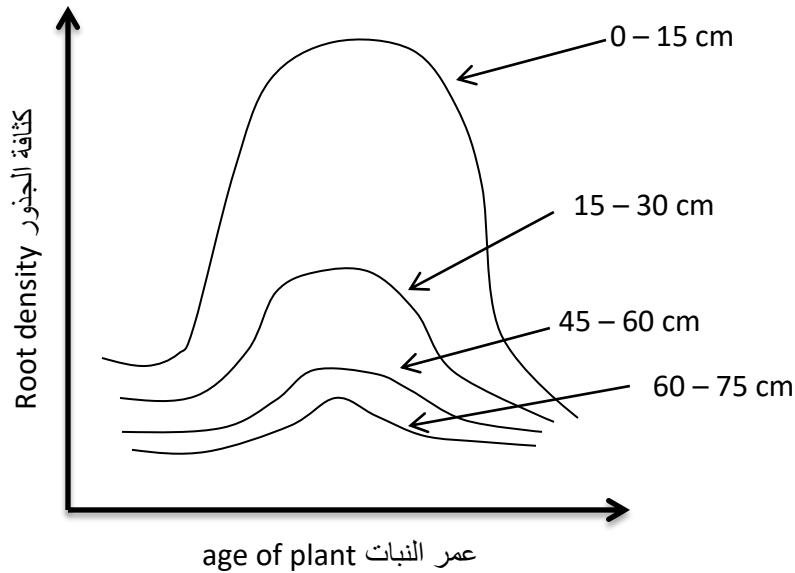
Species	Plant age (days)	LV	AV
Zea mays	79	4.1	145
Soy bean	68	3.5	170
Wheat	94	3.3	113
barley	94	4.2	126

2. عمر النبات: يبين الشكل ادناه اختلاف الجذر لنبات الذرة الصفراء باختلاف عمر النبات.



يزداد طول الجذر مع مرور الوقت بالمراحل الاولى لنمو النبات التي تمثل مرحلة النمو الخضري الى حد معين. ثم يلاحظ نزول بالمنحنى والتي تمثل مرحلة بداية النمو الزهري ونهاية النمو الخضري. هذا التفسير ليس ثابت لكل النباتات فهو يصح على الذرة التي يحصل فيها توقف بالنمو بينما فول الصويا ليس هناك حد فاصل بين النمو الخضري والنمو الزهري له.

الشكل التالي يوضح تغير نمو الجذر مع عمق التربة لنبات الذرة.



ان القسم الاكبر من الجذور موجود بالطبقة السطحية وعند ربط هذه العلاقة مع العمر نلاحظ انه مع تقدم العمر تبدأ الفروقات تقل. كلما تقدم النبات بالعمر وكبر حجمه يبدأ بمد جذوره للطبقات السفلية فتزداد كثافة الجذور بالطبقات السفلية علماً ان هذه الحالة ليست عامة وتختلف باختلاف النباتات فمثلاً فول الصويا لا توجد فيه هذه الظاهرة لان جذور فول الصويا سطحية ولا تتعمق.

#### الوحدات او المعايير التي تعبر عن نمو الجذور:

توجد معايير او مؤشرات كثيرة مثل (كتلة الجذر، طول الجذر، كثافة الجذر) فمثلاً وزن الجذر معيار ضعيف لان الجذر القديم والسميك يعطي وزن اكثر لكن مساهمته بالامتصاص ضعيفة فلا يعبر عن حالة النبات. اهم المعايير المستخدمة هي:

– كثافة الجذر (LV):

هو عباره عن طول الجذر ب cm في وحدة حجم  $\text{cm}^3$ .

– طول الجذر (LA):

هو طول الجذر الكلي في مساحة معينة من سطح التربة ويقاس بوحدة  $\text{cm}^2$ .

– عدد نهايات الجذور:

ان بعض العناصر الغذائية مثل  $\text{Fe}^{+3}$  و  $\text{Ca}^{+2}$  و  $\text{Mg}^{+2}$  يتم امتصاصها بشكل كبير من قبل

انسجة الجذور غير المتكثفه.

### نسبة الجذر على الجزء الخضري (الساق) Root/Shoot ratio

النباتات الخضراء تحتوي على الاوراق التي تقوم بامتصاص  $\text{CO}_2$  من الجو وبمساعدة الطاقة الشمسية كمصدر للطاقة تقوم بعملية البناء الضوئي. الجذر هو المجهز الرئيسي للأوراق الخضراء بالماء والمغذيات التي يحتاجها الساق لنموه او ان الساق هو واسطة لنقل المواد والماء ما بين الاجزاء الخضرية والجذر بالإضافة الى انه يحمل الأوراق ويعرضها للشمس وان هناك توازن وظيفي بين الجزأين.

الساق يجهز المركبات العضوية المصنعة بالأوراق الى الجذر، والجذر يمتص الماء والعناصر الغذائية التي يحتاجها الساق، فعندما يكون النبات في مرحلة البذرة فتكون الافضلية لنمو الجذور لان البذرة يجب ان تجهز الجذر بالطاقة والمغذيات لينمو ويجهز السوق عند ظهوره بالماء والمغذيات.

بعد نمو السوق ( الساق) تنعكس الافضلية لنمو الساق فينمو اسرع من الجذر والسبب لان الغذاء بالبذرة يكون قد نفذ فيجب ان يكون هناك مصدر جديد للغذاء وهو الاوراق.