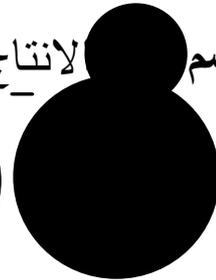
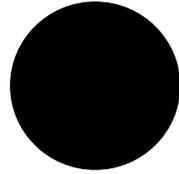


بِسْمِ اللّٰهِ الرَّحْمٰنِ الرَّحِیْمِ

{ وَقُلْ رَبِّ زِدْنِي عِلْمًا }

صدق الله العظيم

قسم الانتاج النباتي

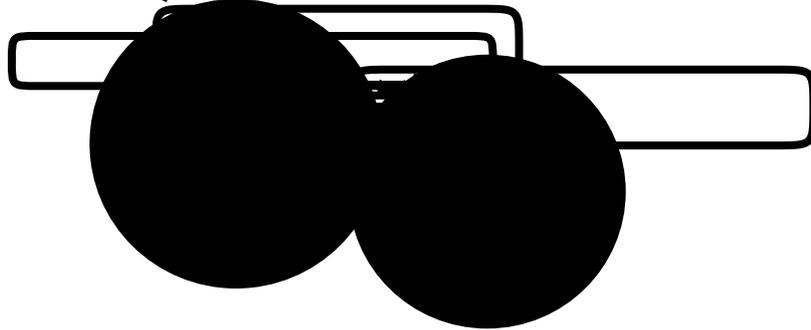


خصوبة التربة

and fertilizer

قسم الانتاج النباتي المرحلة الثانية

د.بشدر العامري



## الفصل الاول

### العالم والغذاء نظره جديده

أن الارض القابلة للزراعه تشكل نسبة ١٢ % من مساحة الكره الارضيه ١٦ % هواء وصحاري ٧٢ % مياه و أن ٥ % فقط من ١٢ % هي صالحه للاستغلال الزراعي و الباقية تعاني من مشاكل ( الملوحه – الكلسيه – الصوديه – الجبسيه ) أن العالم بأجمعه من انسان وحيوان جميعه يتغذى من انتاج هذه المساحه . أن الزياده المضطرده في عدد سكان العالم يجب ان تواكبها زياده في الانتاج الزراعي لكي نسد حاجة الانسان من الغذاء ولزيادة الانتاج يمكن اتباع ما يلي .

- ١ – زياده رقعة الارض الزراعيه وأدخال نظم ري جديده و استصلاح الاراضي الملحيه والصحراويه وصيانة التربيه .
- ٢ – رفع كفاءة الارض الانتاجيه باستخدام المصلحات و الاسمده الكيماويه العضويه واستخدام مبيدات الامراض والادغال .
- ٣ – انتخاب اضافة هجينيه ذات كفاءه انتاجيه عاليه .
- ٤ – نشر استخدام الوسائل الحديثه في الزراعه – استخدام المكننه والتدريب .
- ٥ – تطوير الثروه السمكيه .
- ٦ – مساعده الاقطار الفقيره في تنفيذ مشاريع تنمويه فيها .
- ٧ – نشر استخدام البروتين الصناعيه .
- ٨ – نشر وتطوير تربيته الدواجن والحيوانات .
- ٩ – تحديد النمو السكاني في البلدان الفقيره .
- ١٠ – استخدام منظمات النمو في الزراعه لتقصير زمن بقاء المحصول بالتربيه وأستغلال الارض عدة مرات .

## الفصل الثاني

### القشرة الارضية الخزان الرئيسي للعناصر الغذائية

القشرة الارضية :- هي خليط من مواد معدنية وصخرية تختلف في صلابتها وتحتوي على اكثر من ٩٢ عنصر كيميائي تدخل في مكوناتها وتشكل العناصر ٩٨% من القشرة الارضية ( K, Na , Ca, Mg, F , Al , Si , O ) .

وأن القشرة الارضية تكونت من الصخور والتي تنقسم الى :-

١ - **صخور نارية :-** ناشئه من الكتل المنصهره من باطن الارض بسبب الحراره والضغط العالي

٢ - **صخور رسوبيه :-** وهي ناتجه من تجوية الصخور النارية ومنقله من مكانها وترسب في مكان آخر .

٣ - **صخور متحوله :-** ناتجه من عمليات التحول للصخور النارية و الرسوبيه بسبب تعرضها اما للحراره المرتفعه أو الضغط الشديد او كليهما وبذلك تتحول الى صخور ذات معالم جديده .

**التربه :-** جسم طبيعي معقد له قطاع متميز يوجد على الطبقة السطحيه من القشرة الارضية ونشأ من تحلل الصخور والمواد العضويه تحت تأثير عوامل تكوين التربه ويمكن للنبات النمو فيها .

وأن نظام التربه معقد وله اربعة اطوار :-

١ - **الطور الصلب :-** ويشمل المكونات الصلبه المعدنيه و العضويه ويشكل نصف حجم التربه واكثر من ٧٥% من وزنها .

٢ - **الطور السائل :-** وهو محلول التربه وما يحتويه من مواد غذائيه او معلقه في صوره غرويه عضويه أو معدنيه ذائبه ويشغل مساحات التربه وهو مصدر اساسي للماء والمغذيات بالنسبه للنبات .

٣ – الطور الغازي :- ويشمل مجموعة الغازات الموجوده في مسامات التربه ( Co2 ، N2 ، O2 )

٤ – الطور الحي :- ويشمل كل ماهو حي من التربه كالكائنات الحيه الدقيقه ( بكتريا – فطريات – طحالب – الحشرات – الديدان الارضيه – بروتوزوا – جذور النباتات ) .

**الارض الخصبه :-** وهي التربه الحاويه على جميع العناصر الغذائيه الضروريه للنبات في صور صالحه لأستفاده النبات وخاليه من أي عنصر سام . أي أن خصوبة التربه تتعلق أساسا بمدى قدرتها على امداد النبات بما يحتاجه من عناصر غذائيه بالكميات والصور الملائمه .

**الارض المنتجه :-** فهي التي تحتوي على كميات كافيه من جميع العناصر الغذائيه الضروريه للنبات في صور صالحه لأستفاده النبات وخاليه من أي عنصر سام وفي نفس الوقت اعطاء نمو وانتاج جيد للنبات .

جدول يبين متوسط الكميه الكليه للعناصر الغذائيه الكبرى في الاراضي معبرا عنها كنسبه مئويه

العنصر	اراضي المنطقه الرطبه	اراضي المنطقه الجافه
النتروجين ( N )	0.15	0.08
الفسفور ( P )	0.04	0.07
البوتاسيوم ( K )	0.7	2.0
الكالسيوم ( Ca )	0.4	1.0
المغنسيوم ( Mg )	0.3	0.6
الكبريت ( S )	0.04	0.08

العناصر الصغرى معبرا عنها ( PPM ) جزء بالمليون

الحديد	5000 – 50000	25000
المنغنيز	200 – 10000	2500
الزنك	1.0 - 250	100
البورون	5 – 150	50
النحاس	5 – 150	50

50	1000 - 10	الكوريد
2	5 - 0.2	الموليبدينيم

يمكن تقسيم العناصر حسب مكان ظهور أعراض نقصها على النبات

- ١ - **عناصر متحركة** :- حيث تظهر أعراض نقصها على الاوراق القديمة أي ينتقل من النموات القديمة الى الحديثه عند حدوث النقص ومنها ( Mg، P ، K ،N ) .
- ٢ - **عناصر غير متحركة** :- حيث تظهر أعراض نقصها النموات الحديثه ومنها ( Mn ،Ca ، Cu،Fe S ) وتنقسم الى

- أ- في حالة نقص الحديد والكبريت والمنغنيز تظهر علامات الاصفرار على الاوراق القديمه دون أن يموت البرعم الطرفي .
- ب- في حالة نقص الكالسيوم والبورون يموت البرعم الطرفي ويسبق ذلك أختفاء اللون الاخضر في البراعم الورقيه .
- ت- في حالة نقص النحاس يحدث ذبول مستمر للاوراق العليا .

**توازن العناصر ( nutrient balance ) :-** وهي نسبة العناصر الغذائيه الى بعضها البعض وهي نقطة مهمه حيث أن زيادة عنصر ما بصورة جاهزه يؤدي الى نقص عنصر آخر . ويمكن نشاهده هذه الظاهره مع البوتاسيوم ( K ) حيث تظهر أعراض نقصه في التربيه لوجود نسبه أو كميته عاليه من الكالسيوم و المغنسيوم الذائبين واللذان يؤثران على امتصاص البوتاسيوم وكذلك الحال بين الزنك والفسفور .

الرمز الكيمياوي والشكل الايوني للعناصر الغذائيه الضروريه التي تمتص من قبل النبات

	NO <sup>-3</sup>	NH <sup>+</sup>	N	النيتروجين
PO <sub>4</sub> <sup>-3</sup>	HPO <sub>4</sub> <sup>-2</sup>	H <sub>2</sub> PO <sub>4</sub> <sup>-</sup>	P	الفسفور
		K <sup>+</sup>	K	البوتاسيوم
		Ca <sup>++</sup>	Ca	الكالسيوم
		Mg <sup>++</sup>	Mg	المغنسيوم
		SO <sub>4</sub> <sup>-</sup>	S	الكبريت

	Fe <sup>+3</sup>	Fe <sup>+2</sup>	Fe	الحديد
		Cu <sup>+2</sup>	Cu	النحاس
		Zn <sup>+2</sup>	Zn	الزنك
		Mn <sup>+2</sup>	Mn	المنغنيز
		Bo <sub>3</sub> <sup>-</sup>	B	البورون
		MoO <sub>4</sub> <sup>-2</sup>	Mo	الموليبدينم
		Cl <sup>-</sup>	Cl	الكلوريد

## الفصل الثالث

### العناصر الغذائية الضرورية

النبات يأخذ احتياجاته أما على شكل غازي من الهواء الجوي أو معدني من التربه ونادر ما يمتص النبات العناصر الضرورية على شكل عضوي وبذلك يختلف كاملا عن الانسان والحيوان والاحياء الدقيقة .

أن عدد العناصر المعروفة في الطبيعه ١٠٣ منها ١٩ عنصر مهم في تغذية النبات ومنها ١٦ عنصر ضروري لجميع النباتات و ٣ ضروريه لبعض النباتات .

#### مواصفات العنصر الضروري :-

- ١ - لا يستطيع النبات أكمل دورة حياته بدونه .
  - ٢ - لا يمكن تعويض نقصه بأضافة أي كميته من عنصر آخر .
  - ٣ - يدخل مباشرة في التركيب الكيماوي للنبات مثل الاجزاء الحيويه أو الأنزيمات
- العناصر الضرورية هي ( C ، H ، O ، N ، P ، K ، S ، Ca ، Mg ، Fe ، Zn ، Cu ، Mo ، B ، Cl ) .

#### العناصر الضرورية لبعض النباتات هي :-

Na للبنجر السكري وكذلك النباتات النامية في الترب الملحيه .

Si للرز .  
Co للبقوليات ذات العقد الجذريه والتي تثبت N الجوي .

**خصوبة التربه:-** تعتبر التربه خصبه من الناحيه الزراعيه عند توفر جميع العناصر الغذائيه الضروريه لنمو النبات بكميات كافيه وجاهزه لسد حاجة النبات .

- أ – تصنيف العناصر على اساس الكمية التي يحتاجها النبات
- ١ – كبرى ( C ، H ، O ، N ، P ، K ) وتقاس ملغم/ غم أو نسبه مئويه % .
  - ٢ – متوسطه ( Si ، Na ، S ، Ca ، Mg ) .
  - ٣ – صغرى ( Mo ، B ، Fe ، Mn ، Zn ، Cu ، Cl ) ويحتاجها النبات بكميات قليله وتقاس جزء بالمليون PPM .

**ب – تصنيف العناصر حسب دورها الحيوى-الكيميائى**  
ربط العنصر بالدور الذي يقوم به في النبات

- ١ – المجموعه الاولى :- ( C ، H ، O ، N ، S ) تشكل الماده العضويه في النبات عمل الانزيمات والتمثيل الغذائى تفاعلات الاكسده و الاختزال - هيكل النبات والنشاط الانزيمى .
- ٢ – المجموعه الثانيه :- ( P ، B ، Si ) الاستره مع الكحول – تفاعلات نقل الطاقه في النبات .
- ٣ – المجموعه الثالثه :- ( k ، Na ، Ca ، Mg ، Mn ، Cl ) الجهد الازموزى منشطات انزيميه - تسريع التفاعلات الكيميائيه داخل الخليه – موازنه الايونات المنتشره وغير المنتشره .
- ٤ – المجموعه الرابعه :- ( Fe ، Cu ، Zn ، MO ) نقل الالكترونات عن طريق تغيير التكافؤ – مخليبات في مجاميع البروستينك – مهمه في النشاط الانزيمى من حيث الاهميه .

جميع العناصر الضروريه لها نفس الاهميه سواء يحتاجها النبات بكميات كبيره أو صغيره .  
راجع جدول ١٤ صفحه ٧٨ تركيز العناصر الغذائيه في النبات بمستوى تغير كافي لنمو النبات .

## الفصل الرابع

**جاهزية العناصر الغذائية :-** هي العناصر التي يستطيع النبات امتصاصها من التربة بسهولة وسرعه

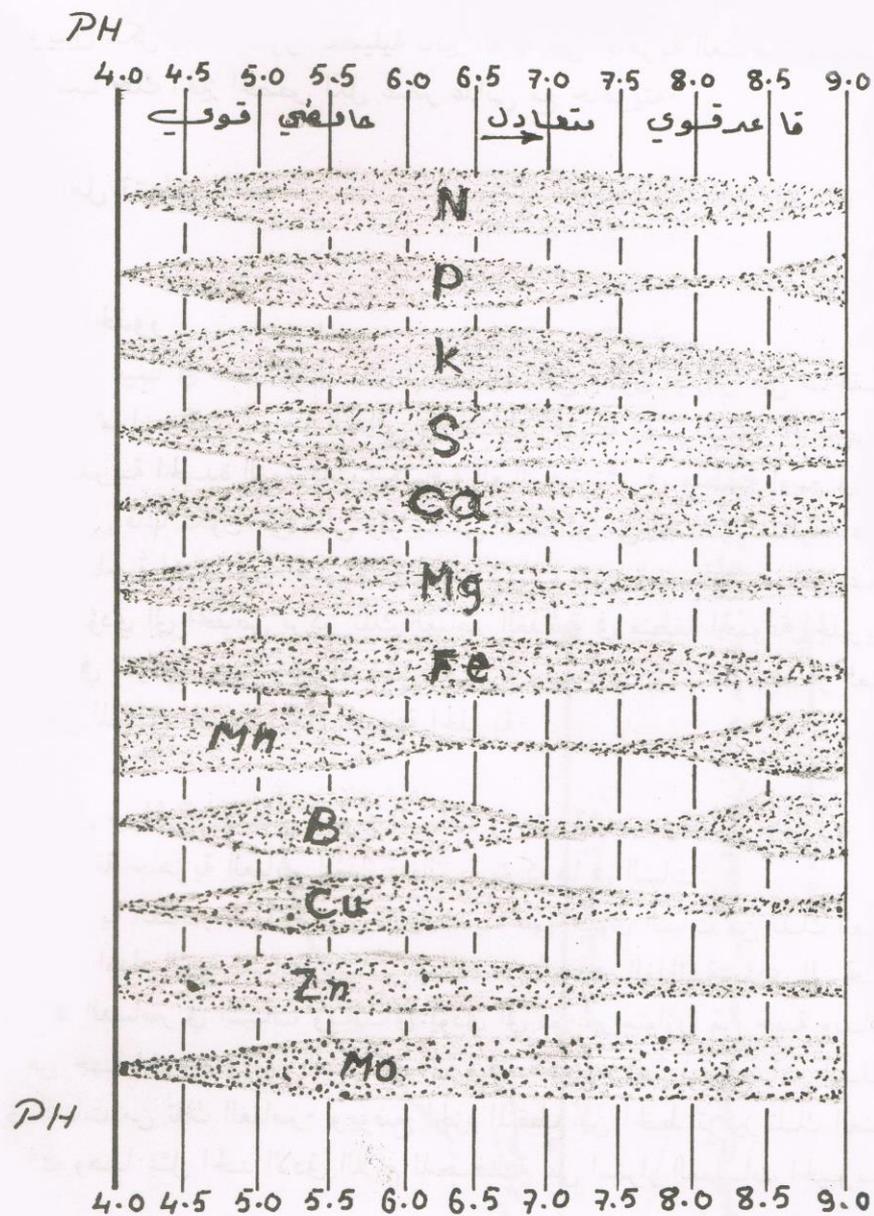
**العناصر الغذائية غير الجاهزه :-** هي العناصر التي لا يستطيع النبات امتصاصها وجاهزية العناصر الغذائية تعبير شائع في عملية تغذية النبات والخصوبه وهو تعبير وصفي وليس كمي بين الحاله و الوسط الذي توجد به العناصر الغذائية فمثلا وجود العنصر الغذائي ذائب في محلول التربه . يعني جاهزية اكثر من العنصر المدمص على المعقد الفردي وهذا بدوره اكثر جاهزيه من العنصر المثبت وكذلك الشكل الكيماوي للمركب الذي يدخل العنصر الغذائي في تكوينه يؤثر على جاهزيته مثلا Ca من الجيبس (  $2H_2O$  ،  $CaSO_4$  ) اكثر جاهزيه من الكلس (  $CaCO_4$  ) وذلك لان الاول اكثر ذوبان من الثاني .  
أما الوسط الذي يؤثر على جاهزية العناصر الغذائية فهو التربه ويكون العنصر جاهز عند توفر الشرطان التاليان

- ١ - أن يكون بصوره جاهزه للامتصاص ( ذائب ) .
- ٢ - أن يكون في متناول المجموعه الجذريه .

### العوامل المؤثره على جاهزية العناصر الغذائية :-

- ١ - عوامل تتعلق بالعنصر الغذائي
- ١ - درجة ذوبان العنصر
- ٢ - عوامل تتعلق بالتربه
- ١ - قابلية الادمصاصيه للتربه
- ب - تركيز العنصر
- ج - حركة العنصر
- ب - تفاعل التربه

تفاعل التربة يؤثر كثيرا على اى جاهزية العناصر الغذائية مثلا ( N ، S ) جوده من مدى واسع من تفاعل التربة ( ٤ ، ٥ - ٩ ) PH بينما تنخفض جاهزية العناصر الغذائية الصغرى بأرتفاع قيم PH ويشذ عن ذلك عنصر ( Mo ) شكل ٤٥ صفحه ٩١ .



شكل ( ٤ - ٥ ) : تأثير تفاعل التربة على جاهزية العناصر الغذائية في تربة العسوية .  
( Lucas & Davis , 1961 )

### 3 – عوامل تتعلق بالنبات

- أ – كثافة الجذور :- كلما كانت المجموعه الجذريه جيده كانت امكانية حصولها على الماء والعناصر الغذائيه اكبر والعكس صحيح .
- ب – عوامل وراثيه :- نوع النبات وتشعب وتعمق جذوره .

## الفصل الخامس

### آلية امتصاص العناصر الغذائيه من قبل النبات

- ١- نظرية التبادل التماسي ( contact exchange ) :- يجب معرفة الحقائق التاليه لفهم هذه النظرية
- أ- جدار الخليه يحتوي على مواقع تبادليه سالبه مصدرها مجاميع الكابوكسيل وهذه تمدص الايونات نتيجة للقوه الكهربائيه الساكنه .
- ب- جدار الخليه مشبع بالهيدروجين ومصدرها مضخة الهيدروجين أو نتيجة لتنفس الجذور أو يتحرر CO<sub>2</sub> ويتفاعل مع H<sub>2</sub>O مكون H<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> وهذا حامض قلق سرعان ما يتحلل وينتج الهيدروجين



- وبالتالي فإن منطقه الجذر في التربه تكون مشبعه بالهيدروجين .
- ت- لايعتبر غشاء الخليه نفاذ للايونات بصوره حره بل أنتقائيه .
- ث- بمجرد دخول الايونات لايسمح لها بالخروج ثانيه .
- ج- يسمح غشاء الخليه للماء بالدخول و الخروج بحريه .

- ح- يقع ضمن جدار الخلية جزء بروتيني يقوم بنقل الايونات من الخارج الى الداخل و ليس العكس وهذا يسمى بالحامل .
- خ- قد تتواجد بعض الانزيمات في غشاء الخلية والتي لها علاقه مباشره أو غير مباشره بامتصاص العناصر الغذائية .

### أن الايونات تنتقل باحد الوسائل التاليه :-

- ١ - التماس التبادلي من التربه الى سطح الجذر .
- ٢- الانتشار من التربه الى الفضاء الحر داخل الجذر .
- ٣- الحامل من محلول التربه الى داخل الجذر .
- ٤- التدفق الكتلي .
- ٥- الامتصاص الطاقى واللاطاقى .

**الانتشار :-** هو صافي حركة الايونات أو الجزيئات من منطقة التركيز العالي الى الواطئ وسبب هذه الحركه هو الطاقه الحراريه الموجوده اصلا في الجزيئات أو الذرات أو الايونات وتزداد الحركه كلما كان الفرق في التركيز عالي ويتبع قانون فكس الاول

$$F = - D ( dc / dx )$$

$$F = \text{معدل الانتشار}$$

$$D = \text{معامل الانتشار}$$

$$C = \text{التركيز}$$

$$X = \text{المسافه}$$

وعندما تمتص الجذور الايونات ينخفض تركيزها في المنطقه الجذريه وبالتالي تتحرك الايونات من المناطق البعيده الى منطقه الجذر .

**التدفق الكتلي :-** يحدث عندما تتحرك كتله من الماء من نقطه الى اخرى نتيجة للضغط الهيدروستاتيكي الناتج من ضغط عمود أو كتلة الماء . وتحديث هذه الظاهره عند السقي أي يتطلب عمود ماء كذلك عند وجود النتج العالي .

**الحامل :-** هو جزئي بروتين موجود في غشاء الخلية يقوم بنقل الايونات من خارج الخلية الى الداخل وليس العكس ولكل أيون جزئ أو حامل خاص به وكما موضح في الشكل صفحه ( ١٠٧ - ١٠٨ ) .

وهذه توضح نظرية الاختبار للنبات بالنسبه للعناصر الغذائية بحيث يسمح بمرور ما يحتاجه ويمنع مرور ما لا يحتاجه ومجهز الطاقه وهذا هو انزيم فوسفوكاينتر .

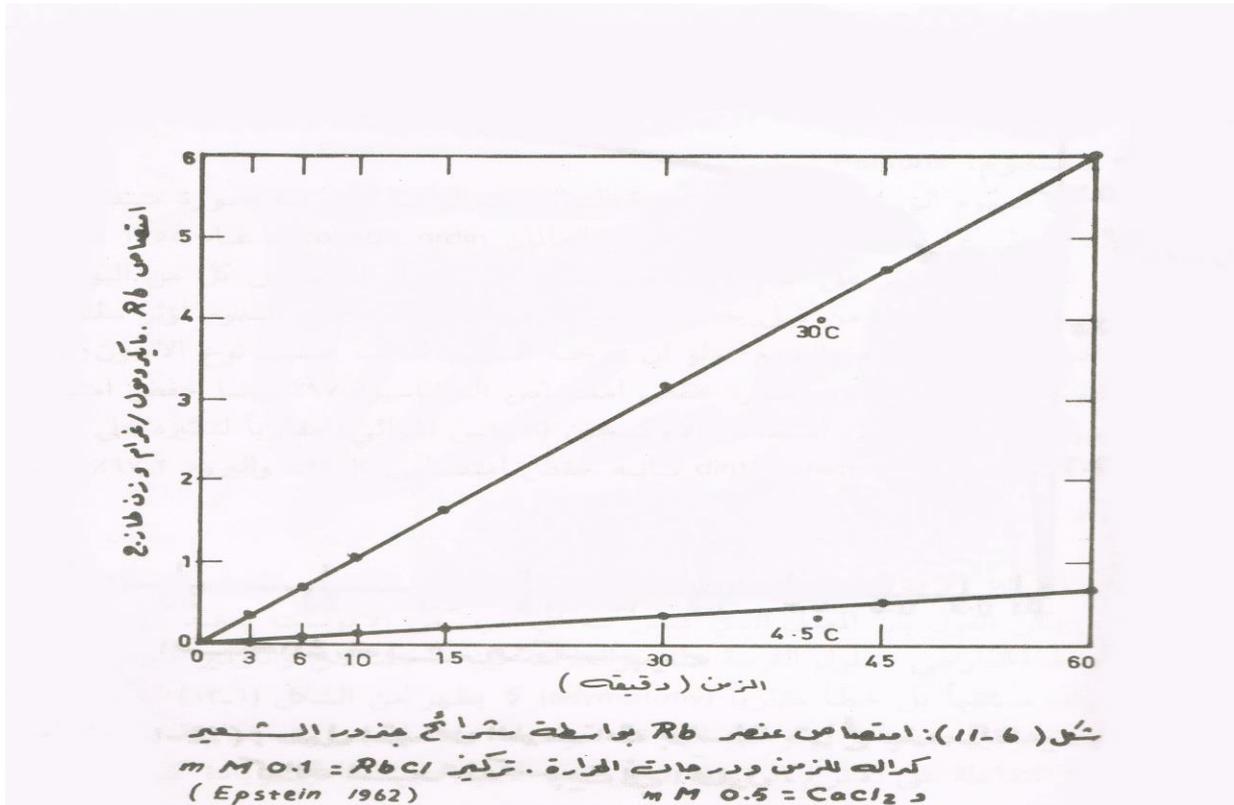
## الامتصاص الطاقى و اللاطاقى :-

**الطاقى :-** هو نقل الايونات من خارج الخلية الى الداخل ويحتاج الى طاقه وذلك لانه ضد منحدر الجهد الكهروكيميائى ومصدر هذه الطاقه هو كسر الاصره التى تربط مجموعة الفوسفات المعدنيه (  $PO_4$  ) مع (  $HDP$  ) فى الجزئ الغنى بالطاقه (  $ATP$  ) وتقوم بعملية الفصل الكهروكيميائى مجموعة من الانزيمات تسمى (  $ATPas$  ) .

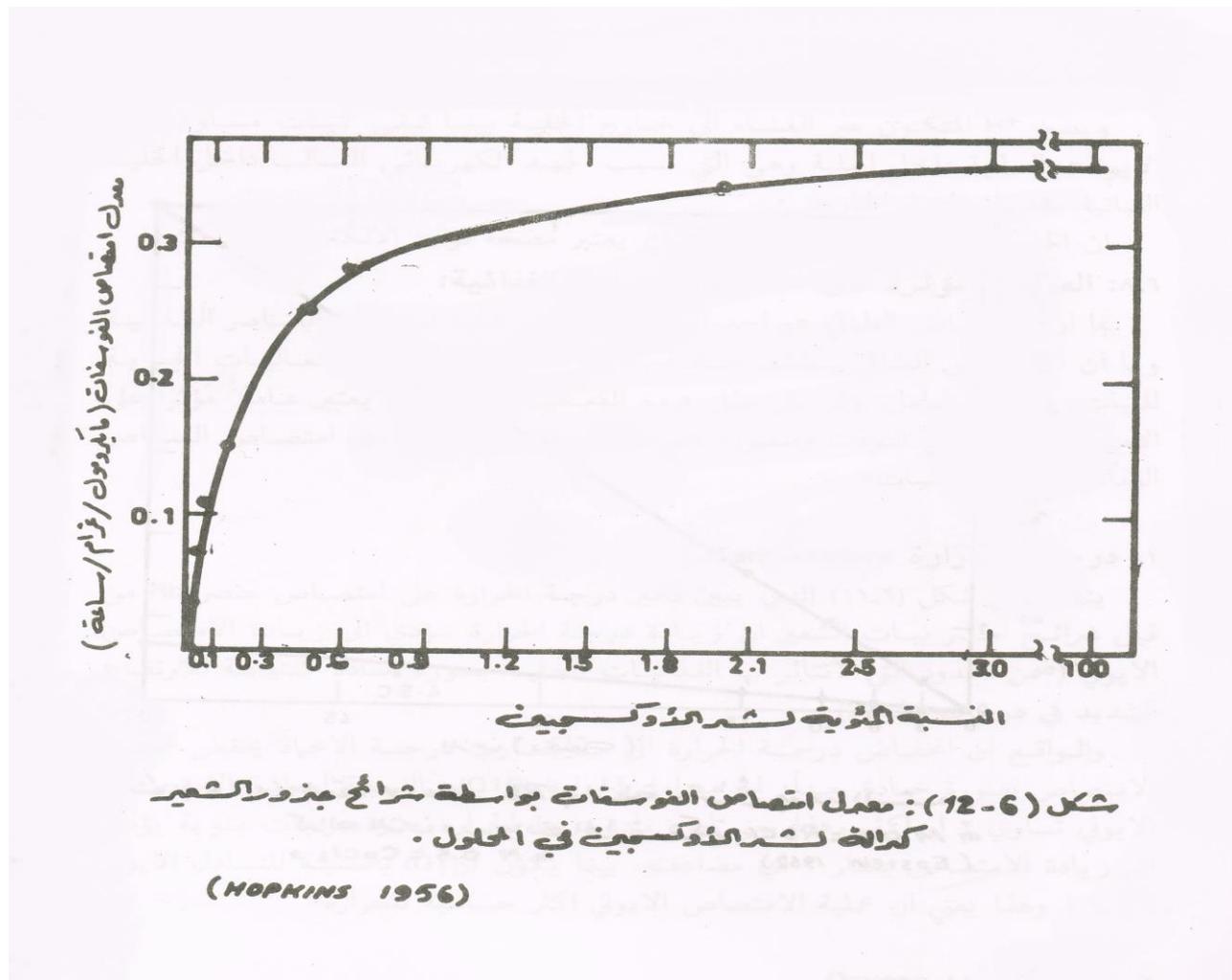
**اللاطاقى :-** هو نقل الايونات من خارج الخلية الى الداخل دون الحاجه الى طاقه لانها بأتجاه منحدر الجهد وتكو الايونات تحت تأثير ظاهرتين فيزيائيتين الاولى تنتج عن منحدر الجهد الكيميائى والاخرى ناتجه عن منحدر الجهد الكهربائى فى الاولى من التركيز العالى الى الواطئ وفى الثانية تنجذب الايونات لاختلاف الشحنة .

**العوامل المؤثره على امتصاص العناصر الغذائيه :-** أن الامتصاص يحتاج الى طاقه وان مصدر هذه الطاقه هي فعاليات النبات الحيويه فان أي عامل يؤثر على الفعاليات الحيويه سوف يؤثر على الطاقه وبالتالي يؤثر على امتصاص العناصر الغذائيه .

١ - **درجة الحرارة :-** أن زيادة درجة الحرارة تؤدي الى زيادة امتصاص العناصر الغذائيه ضمن الحدود التى لاتتأثر فيها الفعاليات الحيويه وعند الانجماد تتوقف الفعاليات الحيويه وبالتالي يتوقف امتصاص العناصر الغذائيه وكلما زادت درجة الحرارة ١٠ % يتضاعف الامتصاص الشكل صفحه ١١٩ .

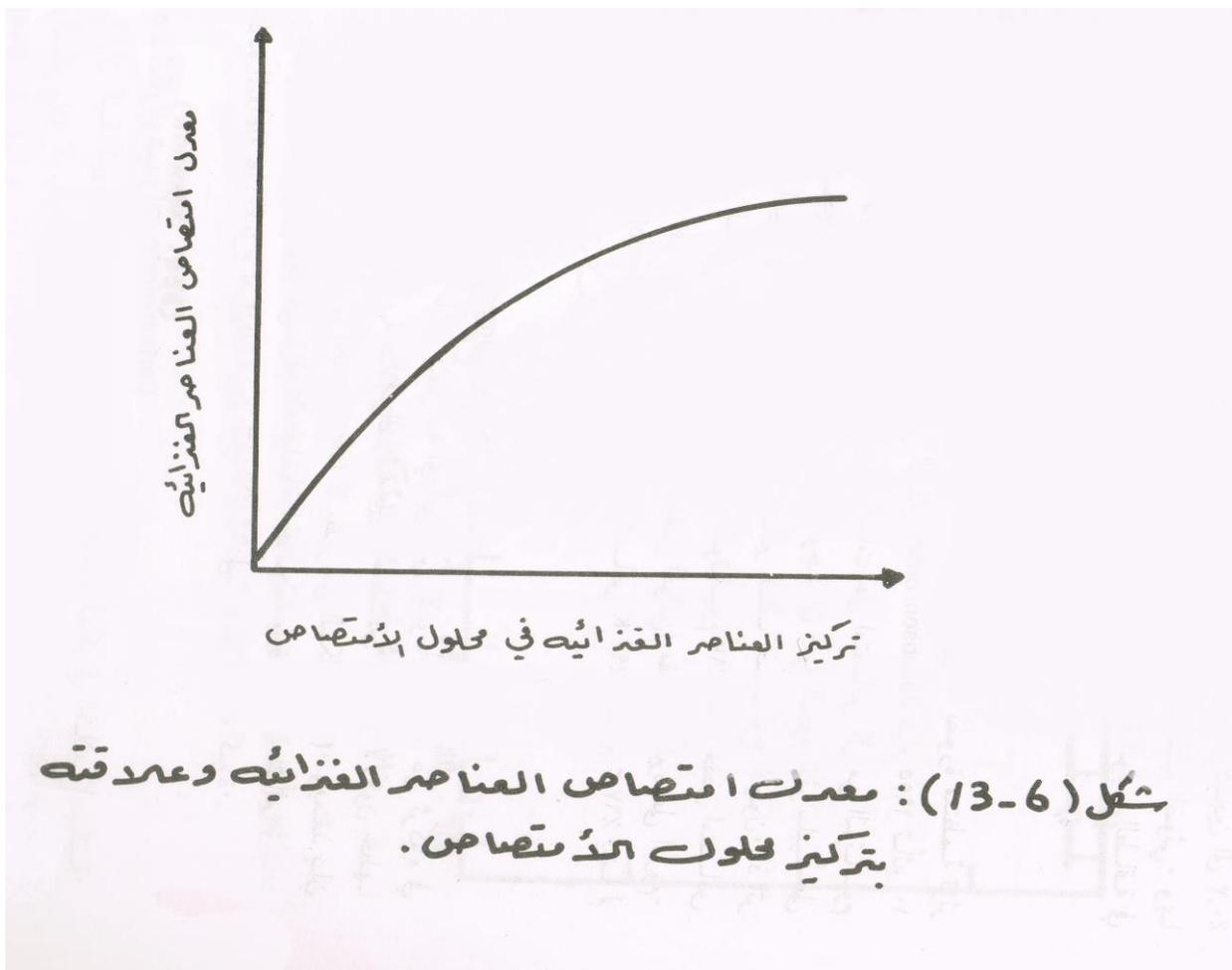


٢ - الاوكسجين  $O_2$  :- عند نقص الاوكسجين في الظرف اللاهوائي يحدث انخفاض شديد في امتصاص العناصر الغذائية أو يتوقف شكل صفحه ١٢٠ وذلك لان مصدر الطاقه ATP خلال عمليتي التنفس والبناء الضوئي .



٣ - السموم :- هذه تؤثر على قيام الخلية النباتية بفعاليتها الحيوية بصورة متطحة وبالتالي تؤثر على الامتصاص وان جميع السموم تؤثر سلبيا على الامتصاص .

٤- التركيز الايوني :- ان العلاقة بين الامتصاص والتركيز الايوني هي علاقة طردية تقريبا شكل  
صفحة ١٢٢ .



٥ - الكربوهيدرات :- انها مصدر الطاقة من خلال أكسدة السكر في الخلايا النباتية والسكر مادة  
كربوهيدراتيه مصدرها عملية التركيب الضوئي

٦ - الضوء :- الكربوهيدرات مصدرها عملية التركيب الضوئي وكما في المعادله التاليه



الضوء ضروري لعملية التركيب الضوئي وتوفره بغير اساس لانتاج الطاقه المؤثره على عملية  
الامتصاص .

## الفصل السادس

### الأسمدة

**السماد :-** مادة غذائية ضرورية لنمو النبات تضاف الى التربه أو النبات مباشرة لغرض تلبية متطلبات النبات الغذائيه في حالة عجز التربه عن تلبية تلك المتطلبات .

**المردود السمادي :-** هو كمية الزيادة في الانتاج الناتجه من إضافة كمية معينه من السماد .

**درجة السماد :-** النسبه المئوية للعنصر في ذلك السماد وعادة ما تكتب على شكل ارقام على الكيس مثلا ( ٤٠-٢٠-١٠ ) ( K-P-N ) .

**نوع السماد :-** هنالك عدة طرق لتحديد نوع السماد .

أ- التحليل السمادي

ب- طريقة تحضير السماد

ت- كون السماد معدني أو عضوي

ث- تأثير السماد على درجة تفاعل التربه

**السماد البسيط :-** وهو السماد الذي يحتوي على مركب كيميائي واحد مثلا ( نترات الامونيوم – فوسفات الكالسيوم الاحاديه – كلوريد البوتاسيوم ) .

**السماد المركب :-** وهو مزيج يحتوي على مادتين سماديتين أو اكثر أو عنصرين سماديين أو اكثر .

**السماد الكامل :-** وهو السماد الحاوي على العناصر الثلاث ( K-P-N ) .

**السماد ذو التأثير الحامضي :-** وهو الذي يقوم بخفض درجة تفاعل التربه مثلا ( أملاح الامونيوم التي تضيف  $H^+$  الى التربه في عملية النتزجه .

**السماد ذو التأثير القاعدي :-** هو السماد الذي يرفع درجة تفاعل التربه مثل ( نترات الكالسيوم والصوديوم ) .

**المواد المعادله لتفاعل التربه :-** وهي التي تضاف مع الاسمده الحامضيه لمعادلة حموضتها أو مع الاسمده القاعديه لمعادلة قاعديتها .

## مواصفات السماد الجديد :-

- أ- درجة الذوبان  
التفاعل  
د- سهولة الخزن و الاضافه  
ب- سعره الواصل للحقل  
ج- تأثير ملائم على درجة

## النتروجين ( N )

يمتص النبات ( N ) أكثر من بقية العناصر الاخرى الموجوده في التربه وهو يعتبر من أكثر الاسمده المضافه للتربه لتغذية النبات . والتربه لاتحتوي الا على القليل جدا والذي يمكن اهماله في تغذية النبات بأستثناء الجزء العضوي والذي يكون مصدر جاهز سريع للنبات . فالصخور الرسوبيه والناريه تحتوي على كميات قليلة من النتروجين وان المصدر الاساسي ( N ) هو الغلاف الجوي اذ يحتوي على ٧٨ % حجما من N ورغم كمية النتروجين الكبيره في الغلاف الجوي الا انه غير مهم في تغذية النبات ويكون جاهز عند ارتباطه بالهيدروجين أو الاوكسجين أو الكربون وعملية الارتباط هذه تسمى عملية ( تثبيت النتروجين ) .  
وعملية الارتباط هذه تحتاج الى طاقه عاليه لكسر الاصره التي تربط جزيئات النتروجين لا يمتلكها النبات وقد تمتلكها بعض الكائنات الحيه أو تحدث اثناء البرق نتيجة التفريغ الكهربائي حيث يتأكسد ( N ) كما يلي



وينزل NO<sub>2</sub> مع ماء المطر

**امتصاص النتروجين من قبل النبات :-** يمتص النبات النتروجين على شكل ( NH<sub>4</sub><sup>+</sup> ، NO<sub>3</sub><sup>-</sup> ) وقد يمتصه على شكل ( NH<sub>3</sub> ) أو اليوريا CO(NH<sub>2</sub>)<sub>2</sub> وقد يضاف عن طريق الاوراق .  
يمتص النتروجين على شكل ( NO<sub>3</sub><sup>-</sup> ) لانه موجود في محلول التربه اما ( NH<sub>4</sub><sup>+</sup> ) ويدمص على اسطح التربه الغرويات أو مثبت كما انه سريع التحول الى ( NO<sub>3</sub><sup>-</sup> ) بفعل عملية النترجه .  
يمتص ( N ) في المراحل الاولى أكثر من المتأخره وهو مهم لتكوين البروتين فأن أي زياده في نمو النبات يجب ان تصاحبها زياده في امتصاص النيتروجين وهو من العناصر المتحركه داخل النبات .

### اهمية النتروجين للنبات :-

- ١- مهم لتكوين الاحماض الامينية من خلال دمج ( N ) مع الكربوهيدرات الناتجة من عملية التركيب الضوئي وتكوين البروتين .
- ٢- مهم في تكوين هيكل النبات و بروتوبلازم الخلية .
- ٣- مهم في تكوين الانزيمات ( لان معظمها بروتينات ) .
- ٤- مهم في عملية التركيب الضوئي لانه جزء من الكلورفيل .
- ٥- يدخل في تركيب الحوامض النووية ( RNA – DNA ) .
- ٦- مهم في نقل الشفرات الوراثية .
- ٧- مهم في جزيئات نقل الطاقة ( ADP – ATP ) .

### نقص النتروجين في النبات :-

- ١- قلة النمو الخضري وتقرم النبات وبطئ النمو .
- ٢- ظهور لون اخضر باهت (لانه يدخل في تركيب الكلوفيل ) .
- ٣- ظهور لون اخضر مصفر عند النقص الشديد .
- ٤- ظهور لون قهوائي بمحاذاة العروق القديمة لانه عنصر متحرك .

### زيادة النتروجين في النبات :-

- ١- نمو خضري كثيف وظهور لون ( أخضر ) داكن .
- ٢- انخفاض كمية الحبوب والناتج الثمري في الاشجار .
- ٣- انخفاض كمية السكر في البنجر السكري .
- ٤- النبات عرضه للاصابه بالامراض والحشرات .
- ٥- قابليه على تحمل الشتاء قليله لانه رقيق الجدران كثير العصاره لعدم توازن بناءه ولتجنب هذه المساوي يجب توفير كميات متوازنه من العناصر الغذائية ( N ، P ، K ) لتحقيق نمو متوازن .

## صور النتروجين في التربة :-

### أ- نتروجين لاعضوي

ب-نتروجين عضوي :- وهذا يشكل الجزء الاكبر من ( N ) التربة .

والنتروجين لاعضوي على شكل (  $\text{NH}_4^+$  ،  $\text{NO}_2^-$  ،  $\text{NO}_3^-$  ) او بشكل غازات (  $\text{NO}_2$  ،  $\text{NH}_3$  ) ، (  $\text{N}_2$  ،  $\text{N}_2\text{O}$  ) .

أما العضوي فهو ( البروتين ) الذي يحلل الى احماض امينية مندمجه مع بعضها أو حره وكذلك الامينات السكريه وقد توجد بحالة تداخل شديده مع الطين مما يقلل من احتمال تحللها وكذلك مهم لتحسين بناء التربة ويقسم الى

أ- N موجود في ماده عضويه غير قابله للتحلل مثل Humus .

ب- ماده عضويه قابله للتحلل وهي بقايا النباتات و الكائنات الحيه .

ويشكل N العضوي ٩٩ % من نيتروجين التربة ولذلك نقول أن توزيع N في التربة هو نفس توزيع الماده العضويه فيها .

عملية تمعدن النتروجين :- وهي عملية تحول النتروجين العضوي غير الجاهز للامتصاص الى نتروجين معدني جاهز للامتصاص وتقوم بها بكتريا خاصه وتمر بثلاث مراحل

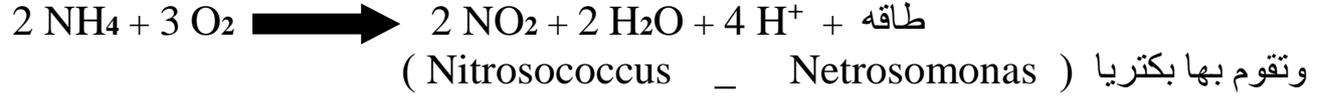
١ – الاماده ( **Aminization** ) :- وهي تفكك البروتين الى احماض امينية وبفعل بكتريا من نوع heterotrophic وفق المعادله



٢- النشدره ( **Ammonification** ) :- وهي عملية تكوين الامونيوم من الاحماض الامينية وتقوم بها بكتريا heterotrophic



٣- النترجه ( **Nitrification** ) :- وهي أكسدة ايون الامونيوم الى نترات وتتم بمرحلتين



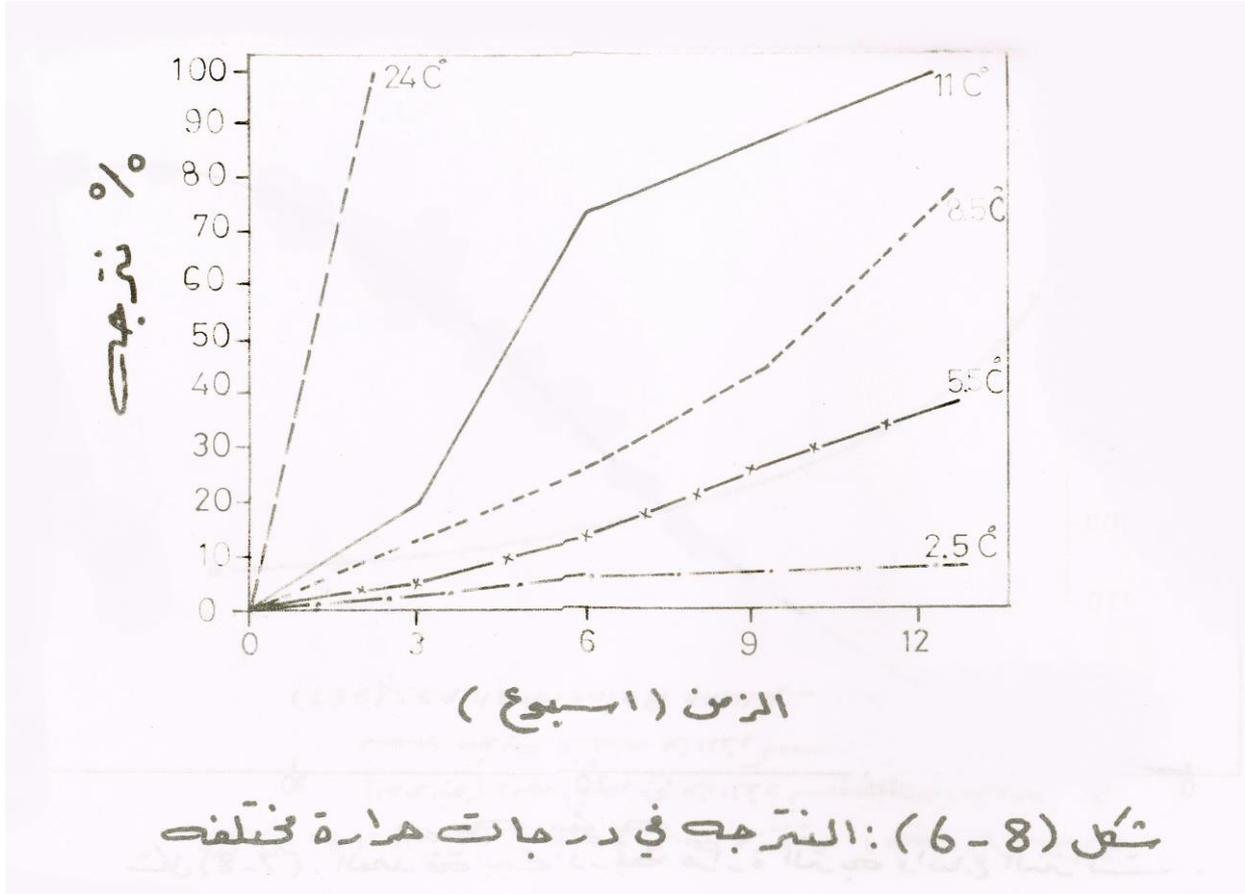
تقوم بها بكتريا ( Nitrobacter )

وهذه العملية تؤدي الى زيادة حموضه التربه لانها تنتج اربع ايونات (  $\text{H}^+$  ) لكل ايون امونيوم وتظهر اهمية اضافة (  $\text{CaCO}_3$  ) المعادله للحموضه لكن في العراق لاتوجد مثل هذه المشكله لان تربتنا قاعديه .

### العوامل المؤثره على عملية النترجه :-

١ - **PH** :- ان افضل PH ( ٥,٥ - ٨,٧ ) وهذا يؤثر على جاهزية العناصر الغذائيه لبكتريا النترجه .

٢ - **حرارة التربه** :- تنخفض عملية النترجه بأنخفاض درجة الحراره ويتوقف بالانجماد وافضل درجة حراره هي ٢٤ م ٢ كما في الشكل صفحه ١٥٩



- ٣-  $O_2$  :- مهم لان بكتريا النترجة هي بكتريا هوائية تحتاج  $O_2$  للتنفس .
- ٤- رطوبة التربة :- بكتريا النترجة متوسطة الحساسيه للرطوبة وقد تتم العمليه حتى قرب نقطة الذبول .
- ٥- كمية  $NH_3$  :- هي ماده الاولي للفاعل وتتأثر بعملية النشدره ( C/N ) .
- ٦- اعداد بكتريا النترجه :- لاتعتبر الاعداد مشكله لان البكتريا تتكاثر بسرعه عند توفر مصدر الغذاء والطاقه .
- ٧- توفر العناصر الغذائيه لبكتريا النترجه :- تحتاج الى كميته كافيته من ( P - Ca ) وكميته معتدله و متوازنه من ( Cu - Fe - Mn ) .

### فقد النتروجين من التربة :- يفقد النتروجين من الترب بأحد الطرق التالية

- ١ - الاستهلاك النباتي للنتروجين وهذا يختلف حسب نوع النبات ومرحلة نموه .
- ٢ - الفقد بعملية التعرية :- أنجراف التربة سواء بالتعرية المائية أو الريحيه يؤدي الى فقد النتروجين محمولا مع التربة المجرفة .

٣ - فقد بعمليات الغسل :- النتروجين بصورة  $NO_3^-$  سهل الفقد بالغسل خصوصا في الترب ذات النفاذية الجيدة .

٤ - فقدان النتروجين على هيئة غازات وهذا يتم بأحد الصور التالية

أ- عملية عكس النترجة Denitrification

ب- يفقد النتروجين من التربة من خلال تفاعلات كيميائية وخصوصا في الترب الحامضية جيدة التهوية

ت- تطاير الامونيا

٥ - تثبيت الامونيوم في التربة :- يمكن المحافظة على بقاء النتروجين على صورة امونيوم وعدم تحولة الى نترات من خلال اضافة بعض مثبطات عملية النترجة مثل مادة ( N-serve ) وغيرها من المواد ذات التأثير المشابهه وأن بقاء النتروجين على صورة امونيوم وعدم أكسدته لها تأثير كبير من الايجابيات منها

أ- تقليل فقد  $N_2$  بعمليات الغسل وعكس النترجة .

ب- تقليل عدد دفعات النتروجين المضاف ( لأن اضافة N مع N-Serve يجهز النبات بكميات مناسبة من N للمحاصيل التي تحتاجه على دفعات .

ت- نمو النبات يكون أفضل عندما تتغذى بالنتروجين على شكل (  $NO_3^- + NH_4^+$  ) وليس على شكل امونيوم أو نترات لوحدها .

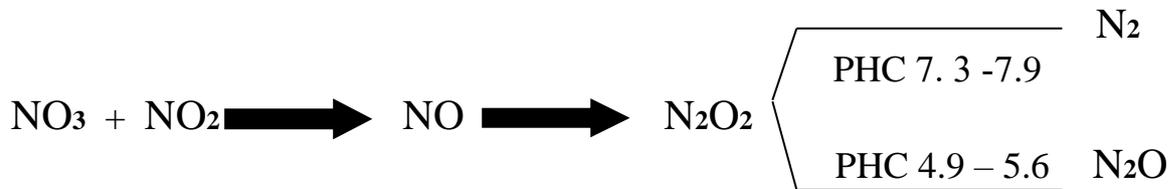
ث- أمتصاص الفسفور من قبل النبات من التربة يزداد عند تغذية النبات على الامونيوم .

ج- أمتصاص النتروجين على صورة امونيوم يقلل من تركيز النترات في نباتات السبانغ والخس والفجل والبنجر السكري .

ح- أمتصاص النبات للنتروجين على صورة امونيوم يؤدي الى زيادة تركيز الاحماض الامينية والبروتينات لعدد من النباتات مثل الذرة الصفراء و الحنطة .

خ- تغذية النبات بالنتروجين على صورة امونيوم يقلل من اصابة عدد النباتات بالامراض مثل جرب البطاطا .

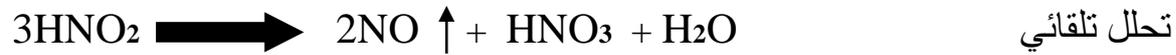
أ- عملية عكس النترجة :- تحدث هذه العملية في الظروف اللاهوائية أي ترابه غدقه او مرصوصه وتقوم البكتريا باخذ  $O_2$  من المركبات الحاويه عليه كما يحصل لايون النترات



وتقوم بها بكتريا ( Bacillus - Micrococcus - Achromobacter ) .

- وعملية عكس النترجة هي تحويل N المعدني الى غاز النيتروجين وهنالك عدة عوامل تؤثر عليها
- ١- تفاعل التربة :- كلما ارتفع PH تزداد عملية عكس النترجة .
  - ٢- الرطوبة :- تزداد بزيادة الرطوبة .
  - ٣- نقصان O<sub>2</sub> من التربة

ب- فقد النيتروجين كيميائيا :- هي عملية تطاير النيتروجين على شكل ( N<sub>2</sub> - NO ) ويتم غالبا في التربة الحامضية او يتعادل بتفاعل الامونيوم مع النترات لتكوين غاز النيتروجين



ث- تطاير الامونيا :- وهذه تحدث في التربة القاعديه ( تربة العراق ) لسيادة ايون الهيدروكسيل ( OH<sup>-</sup> ) وفق المعادله



وهذه تسبب فقد النيتروجين بتطاير الامونيا . وان جميع الاسمدة الامونياكية تلاقي هذا المصير عند اضافتها للتربة القاعديه ولذلك لا تنفع باضافتها ويمكن تقليل اثرها بزيادة عملية النترجة من خلال زيادة تهوية التربة ورفع درجة الحرارة .

نسبة الكربون / النيتروجين ( C / N Ratio ) :- ان البكتريا المسؤولة عن تحلل المادة العضويه تحتاج الى طاقه وغذاء فيجب توفر كاربون عضوي مصدر للطاقه ونيتروجين معدني للغذاء وتكون المادة سريعة التحلل كلما كانت C/N قليله والعكس صحيح .

البقوليات 10 : 1

الحبوب 100 : 1  
الاحياء الدقيقة 4 : 1 - 9 : 1

### الاسمده النتروجينيه :- تقسم الى

- ١- اسمده نتراتيه :- يكون N فيها على شكل  $\text{NO}_3^-$
- ٢ - اسمده امونياكيه :- يكون فيها N على شكل  $\text{NH}_4^+$
- ٣- اسمده الاميدات :- يكون فيها N على شكل  $\text{-NH}_2(\text{amid})$

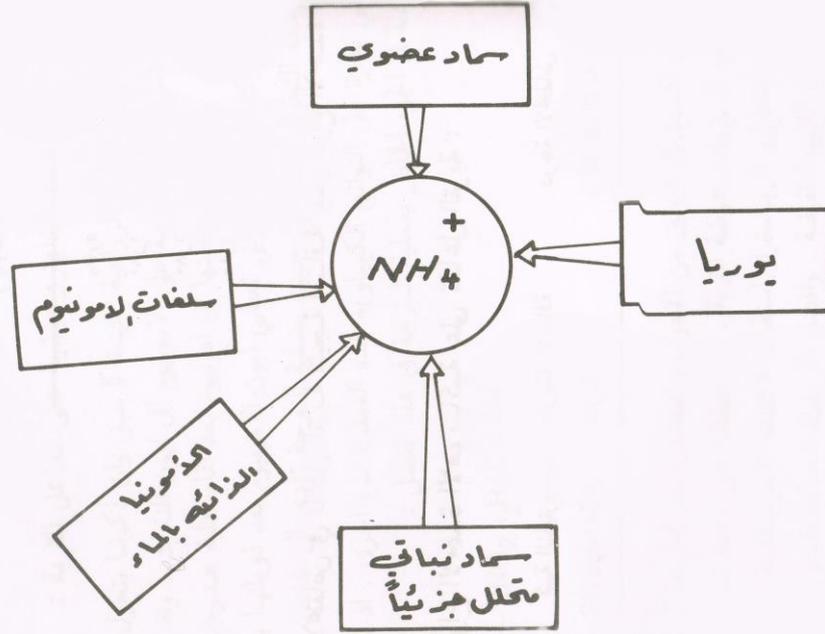
معظم الاسمده النتروجينيه صلبه ولكن توجد سائله او غازيه وتحتاج الى متطلبات خاصه لاضافتها للتربه . وهي جيده الذوبان في الماء ولاتحافظ على تركيبها الكيماوي عند اضافتها للتربه الى ان تتحول الى نترات . في النهايه في الترب العاديه تكون الاستجابه للاسمده النتراتيه والامونياكيه متقاربه راجع جدول صفحه ١٧٣ لانواع الاسمده النيتروجينيه و مكوناتها .

### صناعة الاسمده النتروجينيه :-

١ - صناعة اليوريا :- الامونيا هي المصدر الاساسي لمعظم الاسمده النيتروجينيه وكانت تعتمد على الفحم الحجري سابقا اما في الوقت الحاضر من غاز الميثان ( $\text{CH}_4$ ) وتتخلص الصناعه في مفاعلة N الجوي مع H من الميثان في اوعيه طرد مركزي وبوجود بعض المحفزات تحت ضغط ( ٢٢٠٠ ) ودرجة حراره ( ٤٠٠ - ٥٠٠ ) °م .



وهذه الامونيا تستخدم للتسميد المباشر في بعض الدول وقد تضاف مع ماء السقي .



شكل (8-15): ان يصير النايترجين في معظم الأسمدة النايتروجينية  
هو ايونات الأمونيوم ( لاحظ بأن  $NH_4^+$  بدوره يتحول الى  $NO_3^-$   
في عملية التربة )

### الميزان النيتروجيني (Nitrogen balance)

هو الذي يعبر عن محصلة المسارات والتفاعلات المختلفة كما المعدنة والتدهور وامتصاص النبات والغسل والتطاير وعكس النترجة وغيرها التي يتعرض بها النيتروجين بالتربة وبذلك يمكن حساب الكمية المضافة والمتبقية في أي وقت نختار  
الميزان النيتروجيني = كمية N الموجود في التربة + الكمية المضافة - كمية N المفقود من التربة

وهذا يعني أن الكمية المضافة N-Inputs تشمل

- ١ - كمية N المثبتة بايولوجيا من قبل المحاصيل .
- ٢ - كمية N المضاف بهيئة أسمده كيميائيه معدنية أو عضوية .
- ٣ - المخلفات النباتية أو الحيوانية المضافه الى التربة ومقدار المعدنه و دورها في جاهزية N .

٤ – ما يضاف من N مع ماء الري والأمطار والمصادر الأخرى والتي تساهم في زيادة N التربة مع تحديد الصورة التي يستقر عليها النتروجين .

الكمية المفقودة من N -Outputs وتشمل

- ١ – كمية N المثبتة بغرويات التربة – المغسولة الى افاق التربة البعيدة من المنطقة الجذرية – المتطايره أو المفقوده بصورة غازية .
  - ٢ – كمية N المتحولة الى صور عضوية خلال عملية التدهور .
  - ٣ – الكمية الممتصه من قبل النبات .
- ويمكن حساب كمية النتروجين المتبقية بالتربة بعد إنهاء الموسم الزراعي من المعادلة التالية

$$N_{\text{exin}} = NF - NHC - ND + (N_{\text{NA}} - NO_2) + N_{\text{SON}}$$

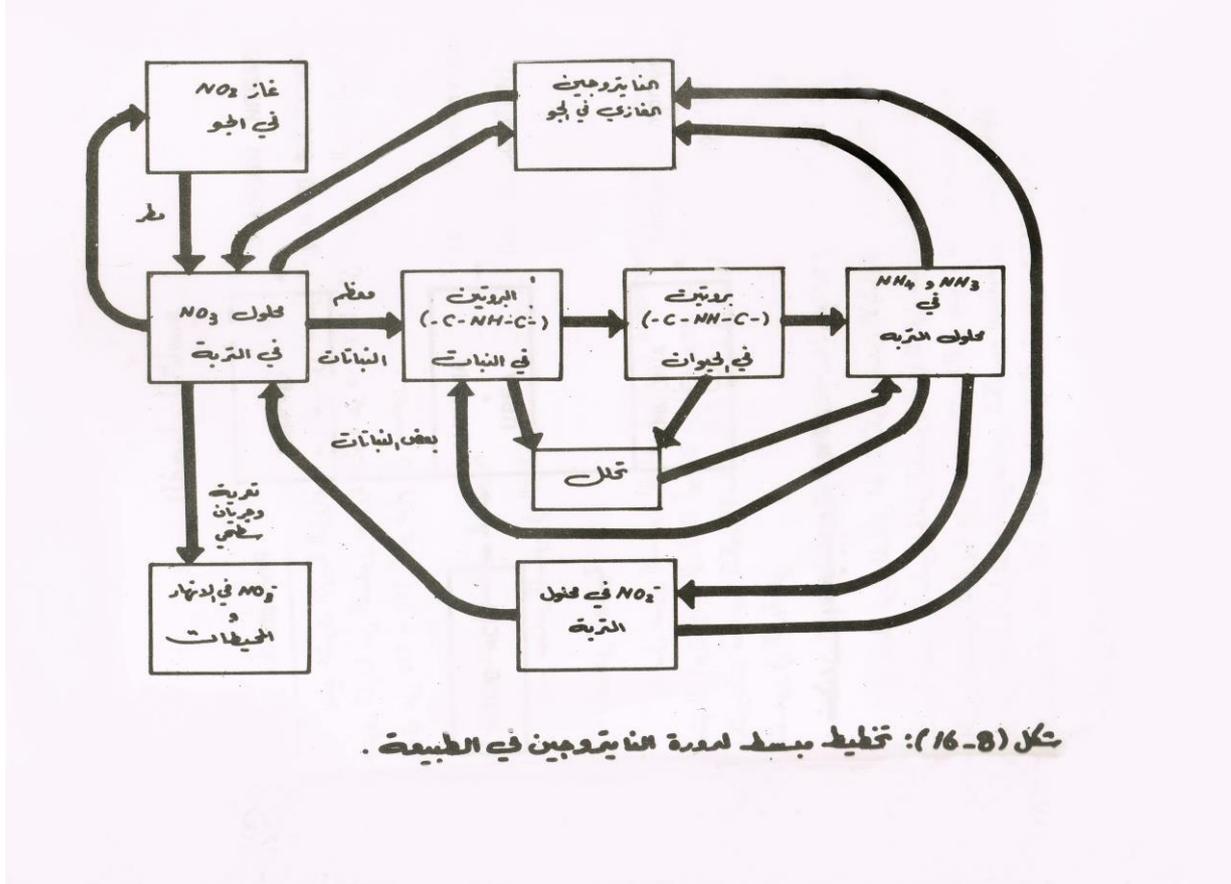
المتحدره	المفقود	المضاف	المفقود	الامتص	السماذ	المتبقي
من	بالتعرية	مع	بعكس	من	المضاف	في
المصادر	والتطاير	ماء	النترجة	قبل		التربة
العضوية		الري		النبات		

### هنالك عدة عوامل تؤثر على تطاير الامونيا:-

- ١ – نسجة التربة :- يزداد الفقد في الترب الرملية عنه في الطينية بسبب المساحة السطحية العليا للامتصاص .
- ٢ – رطوبة التربة :- يقل الفقد بازدياد المحتوى الرطوبي لازدياد احتمال تكون ( $NH_4^+$ ) وامتصاصه على الترب .
- ٣ – عمق الاضافه :- يقل الفقد بازدياد عمق الاضافه .
- ٤ – مسافات الاضافه :- يقل الفقد بازدياد تقارب مسافات الاضافه في وحدة المساحة .



- ٢- حرق الوقود البترولي في المصانع والسيارات والتدفئه مما يزيد من كمية  $NO_2$  في الجو .  
 ٣- زيادة الفضلات الحيوانيه عبرالمشاريع الضخمه للابقار والدواجن .  
 ٤- زيادة تعرية التربه وفقد N الى البحيرات والانهار نتيجة لطرق الري والزراعه غير الصحيحه



### دورة النيتروجين في الطبيعة الفسفور

تحتوي التربه الزراعيه على 0.02 – 0.15 % من الفسفور ( P ) يطلق عليه ( مفتاح الحياة ) لدوره المباشر في معظم الفعاليات الحيويه لانها تجري بدونه .

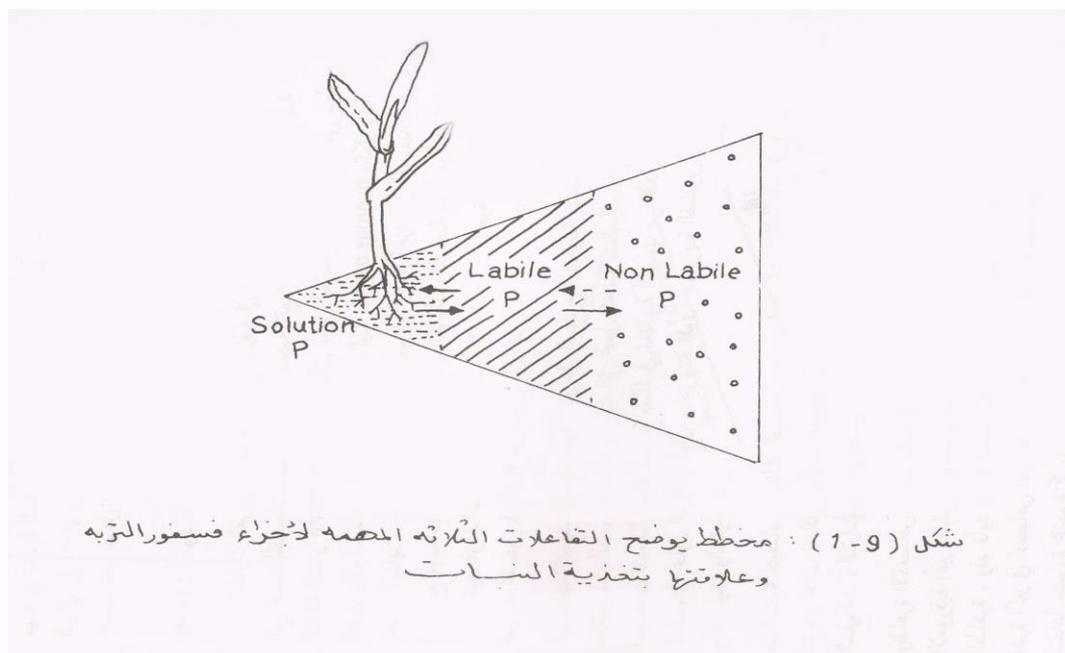
أهم مصادره :-

١- **المصادر المعدنية :-** وتشمل صور الفسفور المعدني في التربه الناتجه من استبدال ايون واحد الى ثلاثة ايونات (  $H^+$  ) من حامض الفسفوريك (  $H_3PO_4$  ) بمكونات معدنيه لتكوين الاملاح الفسفوريه في التربه ومن اهم المصادر هي  
 أ- معدن الاباتيت      ب- الفارسنيت      ج - السترتجيت

٢- **المصادر العضويه :-** وتشمل صور الفسفور العضوي الناتجه عن ازالة ايون واحد من الهيدروجين فيمكن ان تستبدل جزئيا او كليا بكتونات معدنيه . والماده العضويه هي المصدر الرئيسي للفسفور العضوي الذي يرتبط بأصره تساهميه مع المركبات العضويه .  
 ويتحلل بفعل الاحياء الدقيقه وبوجود الماء ويتحول الى فسفور معدني جاهز للامتصاص من قبل النبات ومن هذه المصادر  
 أ- الاحماض النوويه      ب- الفوسفوليبيدات

ويقسم الفسفور حسب جاهزيته للتربة الى

- ١ - الفسفور الذائب
- ٢ - الفسفور المحمول على أسطح غرويات التربة .
- ٣ - الفسفور غير الذائب أو غير الجاهز .



**يختلف**  
**محتوى**  
**التربة**

**من الفسفور حسب**

- ١ - نوع المادة الام ( المادة الاصلية للتربة ) .

- ٢ – العمليات الطبيعية التي تحدث للتربة .
- ٣ – نسجة التربة .
- ٤ – درجة الحرارة .
- ٥ – عمر التربة .

تكون التربة المعدنية ذات محتوى قليل من الفسفور وكذلك الترب الخشنة بالمقارنة مع الترب الناعمة تحت نفس الظروف ويكون محتوى الطبيعة السطحية أكثر من الاعماق من الفسفور ( لتحلل المادة العضوية ) وكذلك المناطق الجافة وشبه الجافة أعلى من الرطبة لنفس النسجه .

### ماهو مصير الفسفور المتحرر الى محلول التربة

ويتم اي مصير للفسفور يحدث بأحد الطرق التالية

- ١ – تفاعل كيميائي مع كاربونات التربة ( Ca- Mg – Fe – Al ) .
- ٢ – امتصاصه من قبل النبات .
- ٣ – الفقد عن طريق الغسل خصوصا عندما تكون الامطار كميتها كثيرة ومن الترب الرملية المنخفضة التفاعل مع الفسفور .
- ٤ – الفقد عن طريق التعرية المائية بسبب أنجراف التربة الحاد الحاوية على الفسفور .
- ٥ – قد يتعرض الى عملية ادمصاص اذ تدمص ايونات الفوسفات بقوة على أسطح التبادل المشحون بشحنة موجبة .

العوامل المؤثرة على محتوى التربه من الفسفور العضوي :-

١- محتوى التربة من المادة العضوية :- كلما زادت المادة العضوية في التربة زاد المحتوى من الفسفور العضوي وتحتوي الطبقة العليا من التربة كمية اكبر من الفسفور العضوي من الطبقات السفلى .

٢- PH التربة :- الفسفور العضوي يميل الى الثبات في التفاعل المنخفض كما في التربة الحامضية

٣- المناخ :- تأثير درجة الحرارة على تحليل المادة العضوية ويزداد التحلل بارتفاع درجة الحرارة

٤- الاستغلال الزراعي للارض :- عند زراعة الارض ينخفض محتواها من ( P- N ) العضوي كما ان الفسفور المتبقي هو اكثر من N المتبقي .

**الفسفور في محلول التربة :-** يتأين حامض الفسفوريك الى وسيادة أي من هذه الايونات يعتمد على درجة تفاعل التربة



كما هو موضح في جدول صفحة 194 ان التفاعل المحصور بين ( ٤ - ٨ ) تكون الايونات السائده على شكل  $\text{H}_2\text{PO}_4^-$  و  $\text{HPO}_4^{2-}$  وتظهر عن عدم وجود ايونات الحديد و الالمنيوم .  
**تثبيت الفسفور في التربة :-** هي تحويل الفوسفات الذائبه المضافه للتربة الى صور اقل ذوبان نتيجة لتفاعلها مع مركبات العضويه والمعدنيه وبالتالي تقيد حركة الفسفور وتقل جاهزيته ويشمل تفاعلات الامتصاص والترسيب الكيماوي والتثبيت البايولوجي .

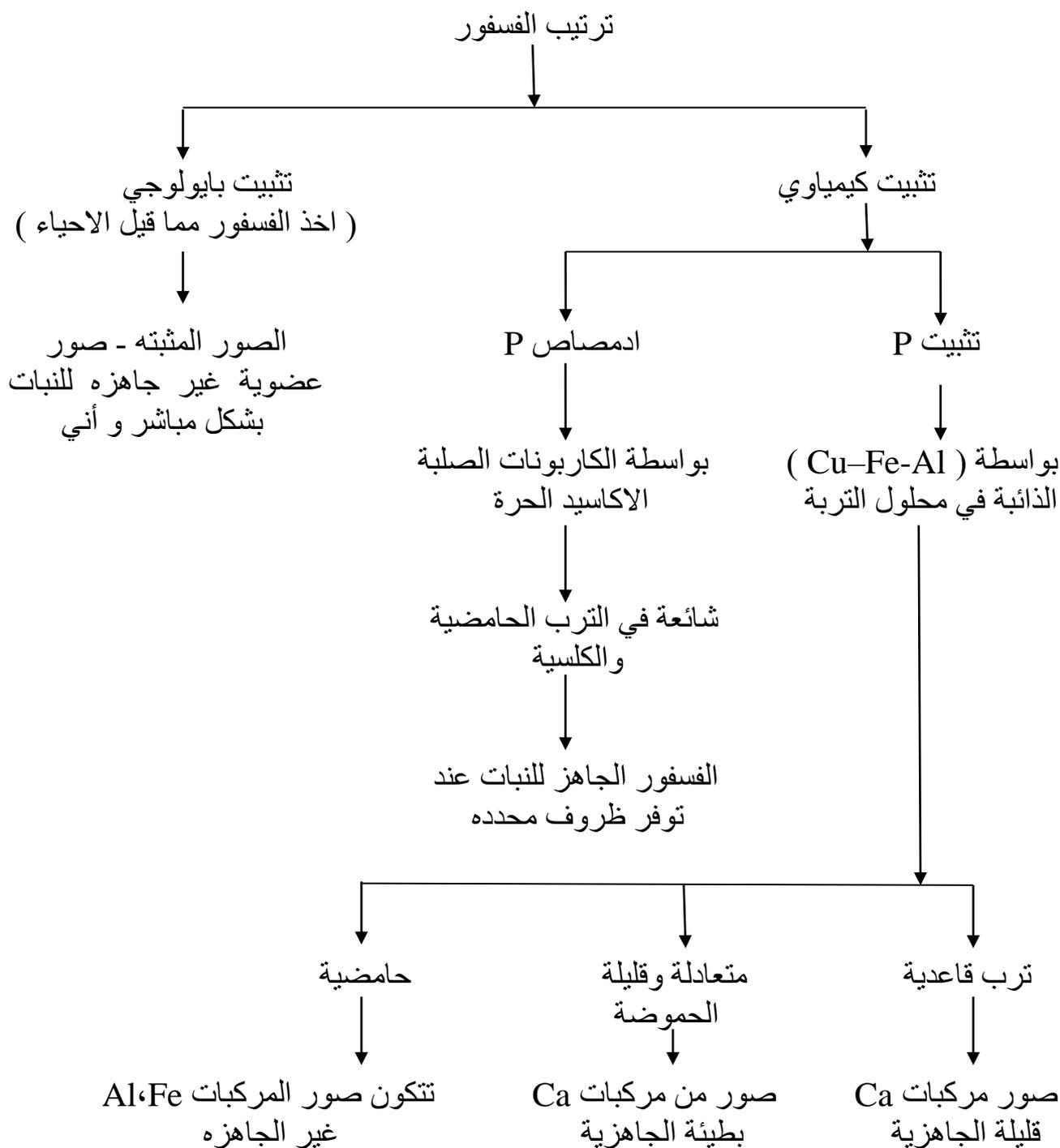
### **أهم تفاعلات تثبيت الفسفور:-**

١- **تفاعلات تثبيت الفسفور في التربة الحامضية :-** يثبت P في التربة الحامضية نتيجة تفاعل ايونات الفوسفات مع الحديد Fe و Al و SiO<sub>2</sub> سلكيات الطين وتقسم الى  
أ- الادمصاص ب- الانحلال المتماثل ج- الانحلال المزدوج

٢- **تثبيت P في التربة القاعديه :-** وتتم بفعل ايونات الكالسيوم وصوره المختلفه سواء الذائب او المتبادل وكاربونات الكالسيوم وتسمى تفاعلات ترسيب وتترسب على شكل فوسفات الكالسيوم النباتيه  $\text{CaHPO}_4$   $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$  وقد تترسب على شكل هيدروكسي ( انبثايت )

٣- تفاعلات الترسيب :-

١- التفاعلات في الترب الكلسية :- وهي تفاعل الفوسفات المضافة مع كاربونات الكالسيوم أو أيون الكالسيوم الذائب في محلول التربة أو المتبادل على أسطح معادن الطين مكون مركبات فوسفات مختلفة .

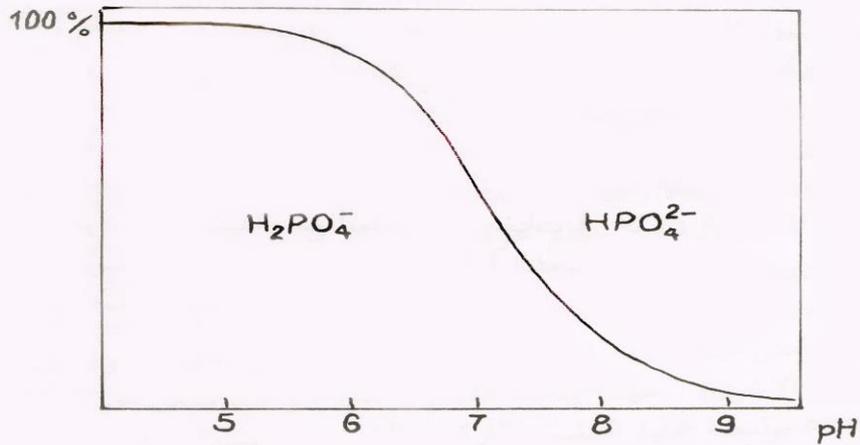


وتؤثر به عدة عوامل ومنها ( العوامل المؤثرة على تفاعلات ترسيب الفسفور هي )

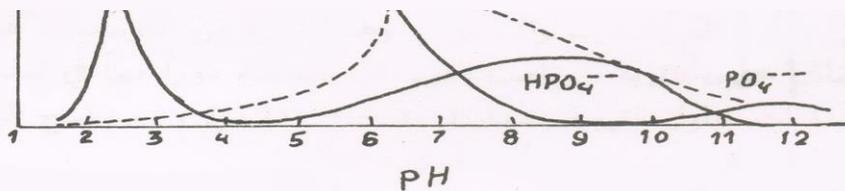
- أ - نشاط الكالسيوم .
- ب - كمية وحجم  $\text{CaCO}_3$  الحره في التربه .
- ج - كمية ونوع معادن الطين في التربه .
- د - تأثيرها على PH التربه .

### العوامل المؤثره على تثبيت P في التربه

- ١ - كمية ونوع معادن الطين
- ٢ - الزمن ( يؤثر زمن تفاعل p والتربه )
- ٣ - تفاعل التربه



شكل ( 3-9 ) : نسبة ايوني  $\text{H}_2\text{PO}_4^-$  و  $\text{HPO}_4^{2-}$  وعلاقتها بتفاعل التربه



شكل ( 2-9 ) : يوضح علاقة ايونات الفوسفات في محلول  $\text{Ca-H}_3\text{PO}_4$  بدرجات مختلفه من الـ pH .

- ٤- درجة الحرارة ( يزداد التثبيت بارتفاع درجة الحرارة لانه تفاعل كيميائي )
- ٥- الاملاح
- ٦- ماده العضويه ( بزيادتها تؤدي الى زيادة جاهزية الفسفور )

### طرق اضافة السماد :-

- ١- نثر على سطح التربه وخلطه مع مكوناتها
- ٢- نثر السماد على السطح بعد الحراثة
- ٣- اضافته بخطوط اليه
- ٤- تلقيم
- ٥- خلط السماد مع البذور
- ٦- التسميد التخزيني ( الاحتياطي )  
والكاليوم Ca والمغنيسيوم Mg حيث تترسب على شكل فوسفات الحديد و الالمنيوم في الترب  
الحامضيه وفوسفات الكاليوم والمغنيسيوم في الترب القاعديه .  
واحسن جاهزيه للفسفور عند درجة تفاعل ( ٥,٥ - ٧ )

**الفوسفات المدمصه :-** وهي P المدمص على سطح الغرويات البلوريه وهي تقع ضمن الجزء القابل للاحلال ومنها الفوسفات المدمصه على اسطح معادن الطين والاكسيدات والهيدوكسيدات المائيه والكاربونات وكذلك معدن الأبتابت وفوسفات الحديد والالمنيوم .

وهذا الجزء في حالة اتران مع P في محلول التربه وتلعب الفوسفات المدمصه دور كبير في تغذية النبات ومقدارها تفوق فوسفات محلول التربه بمقدار ( 100 - 1000 ) مره كما في الشكل صفحه ١٩٧ وهي تدمص على الاسطح المشحونه بشحنه موجب .

**اهمية الفسفور للنبات :-** يمتص النبات P بصوره اسرع في مراحل نموه البكره وللنبات القدره على توزيعه على اجهزته المختلفه تبعاً للحاجه

- ١- يعتبر P احد مركبات البروتين النووي
- ٢- يخزن في البذور بشكل فاييتين
- ٣- يدخل في تركيب الفوسفوليبيدات ( مكونات غشاء الخليه )
- ٤- يدخل في تركيب الانوسيتول ( جزيئة سكر حلت محل  $H^+$  في  $H_3PO_4$  )
- ٥- يرتبط مع المركبات العضويه لتكوين المركبات غنيه بالطاقه
- ٦- مسؤول عن نقل الطاقه
- ٧- تمثيل الدهون والتحويلات الكربوهيدراتيه
- ٨- يعمل كمرافق انزيمي لانزيم الزايميز
- ٩- ينظم درجة تفاعل التربه
- ١٠- له دور كبير في عمليات نمو وتكوين الجذور ونضج الثمار والبذور
- ١١- مسؤوله عن تكبير نضج الحاصل ومقاومة النبات للاضطجاع
- ١٢- يحسن من مقاومة النبات للامراض
- ١٣- يؤثر على انقسام الخلايا

**اعراض نقص الفسفور :-** تظهر اعراض نقصه على الاوراق القديمه لانه عنصر متحرك

ومتجمع داخل النبات

- ١- تقزم النبات والتفرعات الجديده بطيئة النمو
- ٢- لونها اخضر داكن لارتفاع محتوى الكلوروفيل ( قريب من البنفسجيه )
- ٣- يقع او خطوط بنيه او برونزيه على الاوراق
- ٤- تأخر نضج الحاصل
- ٥- اعاقه تحويل السكر الى نشا وبالتالي ضمور البذور

**الاسمده الفسفوريه :-** تصنع من معاملة الفوسفات بحامض الكبريتيك وهناك طرق تصنيع

مختلفه وتقسّم الاسمده الفسفوريه الى ثلاثة مجاميع اساسيه حيث درجة ذوبانها

- ١- قابله للذوبان بالماء
- ٢- لاتذوب في الماء غير انها تذوب بالحوامض الضعيفه

٣- لاتذوب في الماء وصعبة الذوبان بالحوامض الضعيفة ويحدد محتوى السماد الفسفوري من P بشكل خاص او كسيد الفسفور ( P2O5 ) ويمكن التحويل بين P و P2O5 كما يلي

$$0.43x \% P2O5 = \% P$$

$$2.29x \% P = \% P2O5$$

**ومن انواع الاسمده :-**

Ca(H2PO4)2 . H2O . CaSO4	سماد سوبر فوسفات الكالسيوم الاعتيادي
Ca(H2PO4) . H2O	سماد سوبر فوسفات الكالسيوم المركز
CaHPO4 . 2 H2O	سماد فوسفات الكالسيوم الثنائي
Ca3P2O8CaO + CaO . SiO2	سماد خبيث المعادن ( فوسفات توماس )
NH4H2PO4 ( Map )	سماد فوسفات الالمنيوم ( الاموفس )
( NH4 )2 HPOH ( DAP )	
3Ca(H2PO4)2	سماد فوسفات

### الفسفور في ترب العراق

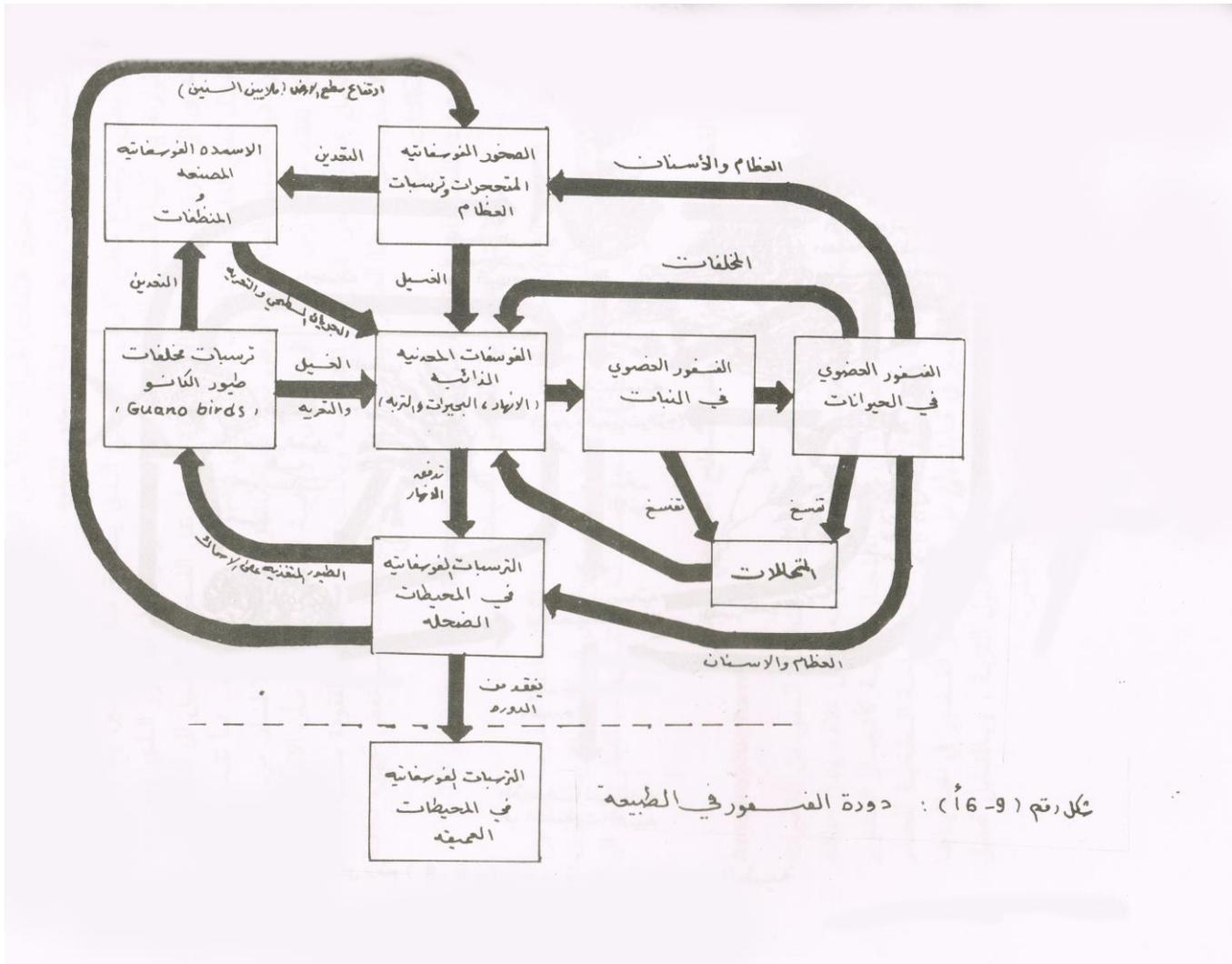
تتغير ترب العراق بارتفاع محتواها من Ca واملاحه قليلة الذوبان واشيد الى دور الكالسيوم وتفاعلاته في خفض جاهزية الفسفور ووجدت ان افضل طريقه لاستخلاص P في الترب القاعديه هي طريقة o / sen وقد قام ( د.نوري عبدالقادر و ابتسام جعفر سنة 1977 ) بدراسه على الفسفور في الترب العراقيه ووجد ان الحد الحرج للفسفور الجاهز في ترب العراق هو 7 جزء بالمليون فسفور حر يعادل 10 كغم P2O5 / دونم وافترضوا الجدول العلمي التالي

الاستجابيه للاسمده الفوسفاتيه	محتوى التربيه من P	الكميه المكافئه من P2O5 كغم / دونم	قيمة تحلل P PPM
مؤكد	واطي	10	7 - 0
محتمل	متوسط	16.75 - 10	12 - 7
غير محتمل	عالي	اكثر من 16.75	اكثر من 12

وافترضوا التوصيات التاليه

كمية السماد الفوسفاتي المضاف كغم / دونم	كمية P2O5 والتي يجب اضافتها كغم / دونم	قيمة تحلل P PPM
---	--	-----------------

45	30	7 - 0
23	10	12 - 8
12	5	20 - 12
0	0	اكثر من 20



### دورة الفسفور في الطبيعة

## البوتاسيوم K

عنصر مهم في تغذية النبات كثير الانتشار في القشرة الارضية وبمعدن ( 2.3 - 2.6 ) % وزنا .  
 محتوى الترب المعدنيه من K اكثر من النيتروجين والفسفور .

محتوى الترب الناعمه ( الطين ) من K اعلى من الترب الخشنه .

### أشكال البوتاسيوم ومصادره :-

ان مصدر البوتاسيوم هو الصخور الحاويه له مثل ( الفلدسبار و المسكوفائيت و البيوتيد ) وعند تعرضها لعمليات التجربه الكيماويه او الحراره والضغط يتحرر البوتاسيوم منها .

### صور البوتاسيوم فى التربه :-

- ١- **k صعب الجاهزيه ( غير ميسر ) :-** ويشكل نسبة ٩٠ - ٩٨% من البوتاسيوم الكلي فى التربه وهذا يشارك بجزء قليل لسد حاجة النبات خلال موسم النمو .
- ٢- **K بصيئ الجاهزيه ( مثبت ) :-** ويشكل ٣ - ١٠% من البوتاسيوم الكلي ويعد مخزن و مجهز لمحلول التربه بالبوتاسيوم الجاهز .
- ٣- **K الجاهز (الميسر) :-** يشكل نسبة ١% من البوتاسيوم الكلي ويمكن ان تتحول هذه الصوره فيما بينها .

ميسر → مثبت → غير ميسر

تثبيت البوتاسيوم :- وهي عملية تحول K من الصيغ الجاهزه الى صور غير جاهزه وهي عمليه كيميائيه ويؤثر عليها العديد من العوامل منها

- ١ - نوع معادن الطين
- ٢- درجة الحراره :- يزداد التثبيت بازياد درجة الحراره
- ٣- رطوبة التربه :- جفاف التربه الرطبه ذات المحتوى العالى من K يؤدي الى انخفاض K المتبادل ولكن عندما يكون محتوى التربه قليل من K فأن جفافها يؤدي الى زيادة البوتاسيوم المتبادل
- ٤- كاربونات الكالسيوم :- زيادتها تؤدي الى زيادة تثبيت البوتاسيوم

### عوامل فقد البوتاسيوم :-

- ١- امتصاص النبات :- يمتص النبات K اكثر من بقية العناصر عدا النيتروجين
- ٢- الفقد بالغسل

- ٣- الفقد بالتعريه و الانجراف
- ٤- الفقد بالتثبيت

### اهمية البوتاسيوم:-

- ١- انقسام الخلايا الحيه للنبات
- ٢- عملية التركيب الضوئي
- ٣- تنشيط الانضمه الانزيميه
- ٤- اختزال النترات وتكوين البروتينات
- ٥- يساعد عند وجوده بكميات كافيه في عدم تكوين الامينات السامه
- ٦- زيادة مقاومه النبات للامراض
- ٧- يمنع حصول الرقاد في محاصيل الحبوب ( الاضطجاع )

تحتاج المحاصيل الدرنيه مثل البنجر السكري / القصب السكري / البطاطس بكميات كبيره .

### اعراض نقص البوتاسيوم :-

- ١- لاتظهر اعراض نقصه بصوره مرئيه سريعه أذ يظهر اولا نقص في معدل نمو النبات
- ٢- ظهور الاصفرار ثم الموت الموضعي للانسجه النباتيه
- ٣- يبدأ الاصفرار في حواف الاوراق ويمتد الى الوسط ثم يصبح لون الحافات بنيا
- ٤- تظهر علامات النقص على الاوراق القديمه اولا ثم تمتد الى بقية النبات

الاسمده البوتاسيه :- وهي الاسمده الحاويه على عنصر K وتقاس القيمه السماديه بمقدار النسبه المئويه للبوتاسيوم على هيئة K<sub>2</sub>O %

### اهم الاسمده :-

١- KCl :- وهو من اكثر الاسمده البوتاسيه في العالم وارخصها ثمنا على ٦٠ % K<sub>2</sub>O

وهو سماد مركز سريع الذوبان ويحتوي على عنصر الكلوريد ولذا لاينصح بأستعماله في الاراضي الملحيه او المحاصيل الحساسه لعنصر الكلور مثل الموالح .

٢-  $K_2SO_4$  :- ويحتوي على ٥%  $K_2O$  وهو ملائم للترب القاعديه لاحتوائه على الكبريت وتأثيره حامضي ويجهز النبات بالبوتاسيوم والكبريت ويتحمل التخزين وسهل الذوبان بالماء ويستعمل مع المحاصيل الحساسه لعنصر الكلور .

### معدل وكمية البوتاسيوم المضافه تتحدد بما يلي :-

- ١- محتوى التربه من البوتاسيوم الجاهز
- ٢- نوع المحصول وطول فترة النمو
- ٣- مستوى الانتاج المطلوب
- ٤- خصائص التربه
- ٥- نوعية المجموع الجذري ومدى انتشاره
- ٦- وقت الزراعه

## الكالسيوم $Ca^{+2}$

عنصر ضروري للنبات ومحتوى القشره الارضيه من هذا العنصر يحدد 3.64 ويختلف محتوى التربه من هذا العنصر باختلاف نوعية التربه وماده الاصل والظروف المناخيه السائده .

### أشكال الكالسيوم :-

- ١ - الكالسيوم غير الجاهز للامتصاص :- وهو الموجود في المعادن الاولييه وهو مخزون جيد بعد تحرره منها .
- ٢ - الكالسيوم المتبادل :- وهو المدمص على غرويات التربه العضويه وغير العضويه وهو مهم جدا في صفات التربه الفيزياويه و الكيمياويه .
- ٣ - الكالسيوم الذائب :- وهو الشكل الجاهز للامتصاص ويكون بحاله توازن مع المتبادل .

### أهمية الكالسيوم للنبات :-

- ١- يدخل في تركيب الجدران الخلويه على شكل بيكتات الكالسيوم .

- ٢- يساعد على نمو الخلايا وزيادة اطوالها .
- ٣- يؤثر على تطور الخلايا المرشحيه .
- ٤- له دور مهم في الاغشيه الخلويه الحيه للخليه النباتيه .

### أعراض نقص الكالسيوم :-

- ١- عنصر غير متحرك داخل النبات
- ٢- تظهر اعراض نقصه على نهايات النبات والاوراق الحديثه
- ٣- اصفرار وتشوه الاوراق الحديثه في المراحل الاولى
- ٤- بعدها يظهر تبقع وموت الانسجه في حافة الاوراق

### أسمدة Ca

- ١- كاربونات الكالسيوم 36 %
- ٢- الدولومانت 17 %
- ٣- نترات الكالسيوم 20 %
- ٤- الجبس الزراعي 22 %
- ٥- كلوريد الكالسيوم 36 %
- ٦- سوبر فوسفات العادي 20 %
- ٧- سوبر فوسفات ثلاثي 13 %

### **Mg<sup>+2</sup> المغنسيوم**

تحتوي القشرة الارضية على ١,٩٣ % مغنسيوم . يتواجد في الصخور القاعديه اكثر من الصخور الحامضيه والرسوبيه

### مصادره :-

- ١- المعادن الاولييه ( البيونايت )
- ٢- المعادن الثانويه ( الطين )

### صور المغنسيوم :-

- ١- ذائب في محلول التربه
- ٢- متبادل مع سطوح معادن الطين والماده العضويه
- ٣- مثبت

### العوامل المؤثره في محتوى التربه من المغنسيوم :-

- ١ - نوعية التربه
- ٢- الماده العضويه
- ٣- الفقد بالغسل
- ٤- عملية التضاد ( زيادة Ca و K تقلل من امتصاص Mg )

### أهمية المغنسيوم :-

- ١- جزء مهم في ماده الكلوروفيل وهو المفتاح المعدني لهذه الماده
- ٢- مهم في تكوين السكريات داخل النبات
- ٣- يعمل كناقل للفسفور ومنتشط للانزيمات
- ٤- يحفز تكوين الدهون النباتيه ويدخل في تكوين البذور
- ٥- يؤدي دور كبير في انتقال وتوزيع النشا
- ٦- نقصه يوقف تكوين البروتينات النباتيه

### أعراض نقصه :-

- ١- عنصر متحرك داخل النبات
- ٢- تظهر اعراض نقصه في نبات ذوات الفلقتين تكون الورقه صلبه متيبسه سريعة الانكسار .

- ٣- التواء العروق الوسطية وظهور اللون الاصفر
- ٤- موت موضعي للانسجه عند النقص الشديد
- ٥- في اوراق ذوات الفلقه الواحده تظهر على قاعدة الورقه بقع صغيره ذات لون اخضر داكن وهو مخالف الى لون الورقه الاصفر الشاحب وعند النقص الشديد يعم اللون الاصفر وتكون مخططه
- ٦- الموت الموضعي في نهاية الورقه
- ٧- علاقة المغنسيوم يمو من Grass tetany

### أسمدة المغنسيوم :-

- ١- الدولمايت Mg % 12
- ٢- اوكسيد المغنسيوم Mg % 45
- ٣- كبريتات المغنسيوم Mg % 10.5
- ٤- كاربونات المغنسيوم Mg % 27
- ٥- فوسفات الامونيوم - المغنسيوم MgNH<sub>4</sub>PO<sub>4</sub>-H<sub>2</sub>O Mg % 14.8

ملاحظات عامه :-

- ١- اسمدة المغنسيوم الحاويه على الكبريتات اسرع في تأثيرها من اسمدة المغنسيوم الحاويه على الكاربوهيدرات
- ٢- ينصح اضافة الدولمايت في الترب الحامضيه اما المتعادله ننصح باضافة كبريتات المغنسيوم
- ٣- فوسفات الامونيوم - المغنسيوم ينصح باستعمالها للنبات البستانيه صغيره العمر والحساسه لاشكال المغنسيوم الاخرى .

## الكبريت S<sup>-2</sup>

محتوى القشرة الارضية من هذا العنصر حوالي 0.06 % ويوجد على شكل عضوي ويعتبر S المقيد عضويا هو الخزان الرئيسي لكبريت التربة . ولذا كمية الكبريت تتناسب طرديا مع كمية المادة العضوية .

### صور الكبريت :-

- الكبريت المحجوز بالكاربون ( الاحماض الامينية )
- 1- كبريت عضوي
- غير المحجوز بالكاربون ( الدهون- الكبريتات الفينولية )

2- معدي :- في صورة املاح ذائبة او غير ذائبة مثل كبريتات الكالسيوم والمغنسيوم والصدويم في ظروف المناطق الجافة وشبه الجافة . اما في المناطق الرطبة تتواجد الكبريتات اما في محلول التربة او مدمصه على غروياتها

وظائف الكبريت :- تختزل الكبريتات عند امتصاصها الى كبريتيد ويدخل في المركبات العضوية مثل الحامض الاميني والبروتينات ومن النباتات التي تحتاجه بكميات عالية (اللهاهه - اللفت - البصل الذره الصفراء - القطن ) .  
اما الحبوب فتحتاج كميات قليلة و البقوليات احتياجها متوسط .

### وهو مهم للاسباب التاليه :-

- 1- يشترك في تكوين بروتينات النباتات والاحماض الامينية مثل ( cysteine ) وهو حجر الاساس للبروتين .
- 2- تكوين الروابط المهمة لتكوين الانزيمات البروتينيه .
- 3- مساعد لنمو النبات والفيتامينات .
- 4- يزيد من نسبة الدهون في فول الصويا .
- 5- يدخل في تركيب البروتوبلازم .
- 6- يزيد من مقاومة النبات للبروده .
- 7- مسؤول عن التدمع في البصل ورائحة الثوم .
- 8- يساعد في تثبيت النتروجين في المحاصيل البقوليه .

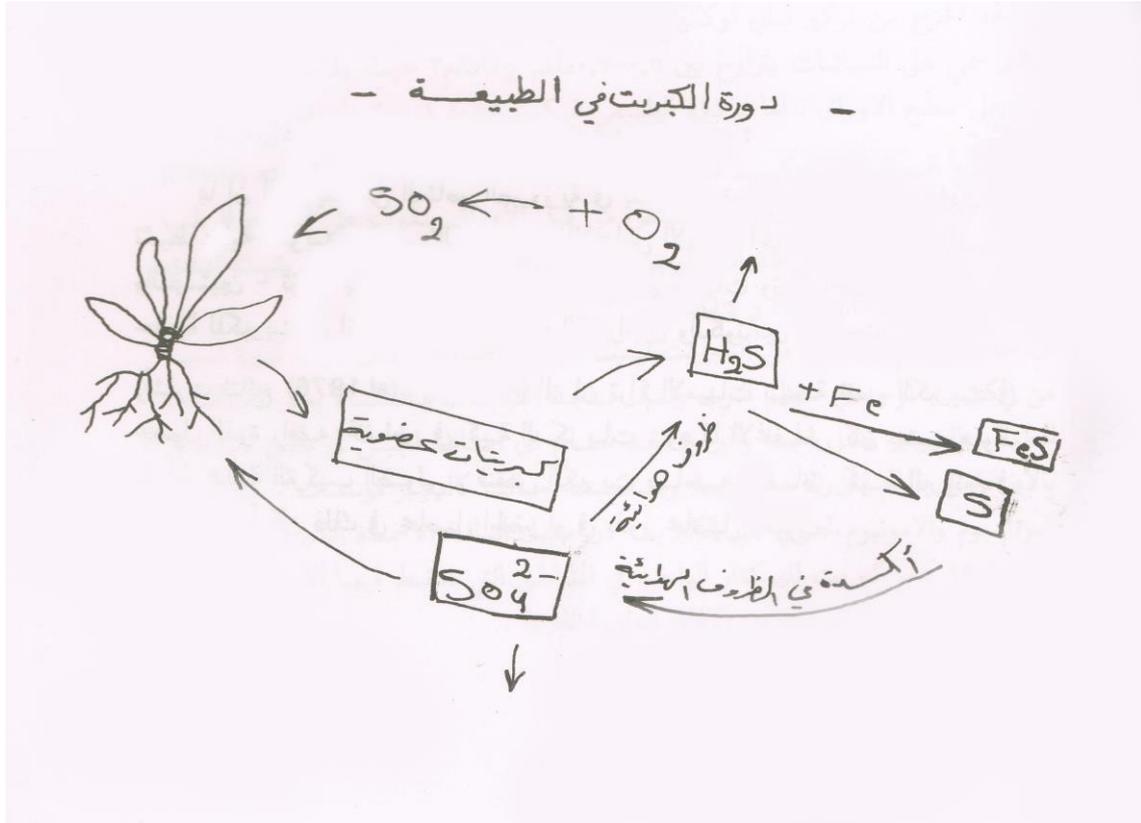
### اعراض نقص الكبريت :-

- 1 - عنصر متحرك داخل النبات .
- 2- تشابه اعراض نقص الكبريت مع النتروجين والفرق بينهما هو انتقال الكبريت اقل سرعه من النتروجين ولذا تظهر اعراض نقص النتروجين اسرع من الكبريت .

- ٣- يقل معدل نمو النبات .  
 ٤- النبات صلب وقابل للكسر .  
 ٥- ساق ضعيف .  
 ٦- تغير لون الورقة من الاخضر الفاتح الى الياصر الفاتح ثم اصفرار داكن وبعدها اصفرار شامل .  
**اسمدة الكبريت :-**

١- الكبريت ( مادة صفراء ) نقاوته	S	٢- حامض الكبريتيك
٩٠ - ٥٠ % كبريت حسب	H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	٣- الجبس الزراعي
٩٨ % كبريت	CaSO <sub>4</sub> .2H <sub>2</sub> O	٤- كبريتات الامونيوم
٢٣.٥ % كبريت	(NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	٥- كبريتات البوتاسيوم
٢٤ % كبريت	K <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	٦- كبريتات المغنسيوم
١٨ % كبريت	MgSO <sub>4</sub> .7H <sub>2</sub> O	٧- كبريتات النحاس
١٨.٢ % كبريت		٨- كبريتات الحديدك
١٢.٨ % كبريت		
١١.٥ % كبريت		

الع  
نا  
صر



الصغرى

## الحديد Fe

- يمتص النبات الحديد على شكل  $Fe^{+2}$  و  $Fe^{+3}$
- ١- يتأثر امتصاص Fe بارتفاع درجة تفاعل التربيه PH .
  - ٢- كذلك زيادة تركيز الفوسفات والكالسيوم في محلول التربيه .
- ان زيادة PH والتهويه الجيده تعمل على اكسدة الحديد الى حديديك وتعمل بالتالي على ترسيب بشكل املاح الحديديك او فوسفات الحديد صعبة الذوبان .

### أهمية الحديد Fe :-

- ١ - منشط لانزيمات الاكسده و الاختزال
- ٢- يساعد في بناء الكلوروفيل بالرغم من انه لايدخل في تركيبه
- ٣- يدخل في تركيب لبيدات جدران النويه والكلوربلاست والميتوكوندريا
- ٤- يساعد في عملية انقسام الخلايا
- ٥- عنصر اساسي في تركيب السايتركروم و كذلك هو مسؤول عن انتقال الالكترونات
- ٦- يدخل في تركيب السيتوكريوم لذا فهو يلعب دور اساسي في عملية التنفس
- ٧- يلعب دور اساسي في تحويل النتروجين الذائب في الاوراق الى بروتين وهذا البروتين يلعب دور كبير في حماية الكلوروفيل من اشعة الشمس القويه

### أعراض نقصه :-

- ١- اصفرار مميز على الاوراق وذلك لفقد الكلوروفيل مع بقاء العروق خضراء
- ٢- انخفاض كبير في معدل نمو نباتات الحمضيات حيث ان عدد كبير من الثمار العاقده حديثا تسقط
- ٣- عنصر غير متحرك وتظهر اعراض نقصه على الاوراق الحديته
- ٤- في محاصيل الحبوب تظهر اعراض نقصه على شكل اشراطه متبادله بين الاصفر و الاخضر على امتداد الورقه .
- ٥- تحول كامل للاوراق على اللون الاصفر وقد تصبح شبه بيضاء وخاصة في النموات الحديته .

### مصادر الاسمده :-

١- الاسمده او الماده العضويه يختلف انواعها  
 ٢- مركبات الحديد الصناعيه العضويه وغير العضويه  
 وتختلف الاسمده الحيوانيه من حيث محتواها من الحديد وتلك القيمه تتوقف بشكل مستمر على  
 كمية التربيه المخلوطه مع السماد . ان اضافه الماده العضويه بمقدار ( ٢٥ - ٥٠ ) طن متري /  
 هكتار ( ١٠ - ٢٠ ) طن / ايكر لعدة سنوات لاتقدم المزيد من الحديد فقط ولكن ربما تقدم  
 الحامض العضوي ذات الاهميه الكبيره وكذلك المركبات الاخرى القادره على قلب الحديد ( chelate iron )  
 والتي تحسن جاهزية الحديد الموجود اصلا في التربيه .  
 وكذلك تعمل بقايا النباتات على تقديم نفس الفائده . عندما تكون الاسمده الحيوانيه متوفره بكميات  
 كبيره وقريبه فان اضافتها تقدم احدى الطرق الاقصاديه الاكثر فعاليه في السيطرة على نقص Fe

**المصادر غير العضويه :-** ان اضافه مصادر الحديد غير العضويه الى التربيه قد تثبت انها تكون  
 غير فعاله بشكل عام ( بسبب تفاعلات مركبات الحديد مع مكونات التربيه ) .  
 يبين الجدول التالي بعض مركبات غير العضويه التي يجري اختبارها للحديد

المصادر غير العضويه	التركيب الكيميائي	نسبة Fe %
كبريتات الحديدوز	Fe <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> . 7H <sub>2</sub> O	20 %
كبريتات الحديديك	Fe <sub>2</sub> (SO <sub>4</sub> ) <sub>3</sub> . 4H <sub>2</sub> O	20 %
كربونات الحديدوز	FeCO <sub>3</sub> . H <sub>2</sub> O	42 %
كبريتات الامونيوم للحديدوز	(NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> . FeSO <sub>4</sub> . 6H <sub>2</sub> O	14 %
المحلول الزجاجي	Combination	متغاير
Iron frits		
بولي فوسفات الحديد الامونيومي	Fe(NH <sub>4</sub> )HP <sub>2</sub> O <sub>7</sub>	32 %

**المصادر العضويه :-** المواد المخليه للهيدروكربونات

12- 9	FeDTPA
6	FeEDTA
6	FeEDDHA
9 – 5	FeHEDTn

### الماده العضويه :- المواد المخليبيه الناتجه من الناتج العرضي لصناعة الورق

١١ – ٥	Ligninsul fonate
٨ – ٥	Methoxyphenyl propane
١٠ – ٩	Comple poly flavonoacid

ان مركبات الحديدوز و الحديديك ذات قابليه متباينه للذوبان في الماء وتستعمل كبريتات الحديدوز بشكل واسع كمصدر للاضافة المباشره للتربه ا عن طريق الرش مركبات الحديد غير العضويه ذات سعر رخيص بالمقارنه مع مركبات الحديد العضويه .

مصادر الحديد العضويه :- وتشمل المواد المخليبيه المركبه من الهيدروكربونات و المركبات التي تفرز المواد ذات القابليه المخليبيه المنتجه من الصناعات الخشبيه ومن هذه المركبات الاتلين وهي ( EPTA ، ETPA ، HEDTA ) وتستعمل هذه المواد عند الاضافه للتربه او الرش على النباتات وهي غالية الثمن بالمقارنه مع المصادر غير العضويه ولكن تأثيرها افضل

### طرق اضافة اسمدة الحديد :-

- ١- اضافة الحديد الى التربه
- ٢- اضافة الحديد الى النبات
- ٣- زرق مركبات الحديد الذائبه مع مياه الري
- ٤- تغطية البذور بمركبات معينه للحديد

أ- ان اضافة الحديد للتربه درست لعدة سنوات على شكل عضوي و غير عضوي كانت مخيبيه للامال بصوره تامه .

وهناك دراسات قليلة منشوره حول نجاح اضافة كبريتات الحديدوز والحديديك او المواد المخلبيه مثل ( FeDDHA ) الى التربه بمعدلات عاليه وبصوره مستمره بمقدار ١٠٠ كغم / هكتار من ( Fe ) على شكل غير عضوي . ان اضافة المخلبيات كانت فعاله بعض الشئ لكنها مواد باهضة الثمن ويجب اضافتها الى التربه قبل الانبات .

ب- **اضافة الحديد بالرش :-** ذات فعاله اكبر من تصحيح نقص الحديد لاتكو عرضه للتفاعلات الكيماويه وتحتاج الى تكرار عمليه الرش عدة مرات وتشمل المصادر العضويه وغير العضويه . توصيتها بمعدل ( ٣-٤% من  $FeSO_4$  ) وبعض التوصيات ( ٢٨٠ - ٣٧٠ ) لتر من محلول ٤%  $FeSO_4$  / هكتار اي من ( ٣٠ - ٤٠ ) غالون / اكر . ان الاضافه بالرش تستوجب ترطيب جميع الورقه للحصول على الفائده القصوى وذلك لان انتقال كل من الحديد من جزء الى اخر في النبات لا يتم بصوره جيده وان عدم تغطية سطح الورقه يؤدي الى ظاهره التبقع .

ج- ان اضافة الحديد مع نظام الري بالرش غير شائعه ولكن تجري بصوره ناجحه وتعتبر اضافته مع الري بالتنقيط افضل من الرش ولكن اضافته مع الري بالتنقيط لاشجار الحمضيات ادى الى خفض كمية الماء المستهلكه سنويا تقريبا ( ثلث الكميه المطلوبه للري بالرش ) .

وزاد من كفاءه اضافته كميته قليله من ٠,٠١ كغم من الحديد للشجره الواحده على شكل ( FeEDDHA ) عدد كبير من الجذور الفعاله في محور التربه الرطبه التي تحتوي على الحديد المضاف قد ساعدت على زياده الكفاءه عند مقارنتها بكمية الحديد الموصى بها لكل شجره .

د- **تغليف البذور :-** تم تأشير بعض النجاحات في تصليح نقص الحديد عن طريق تغليف البذور بناده ( iron Irgnim sulfonate ) المحضره بعملية التخمر لازالة السكريات . ومن الواضح ان الكميات القليله من الحديد المضافه في المحيط الغريب من البذور كانت فعاله في تصليح نقص الحديد .

## النحاس Cu

## أهميته :-

- ١- مهم لجميع العمليات الحيوية في النبات
- ٢- يدخل في تركيب عدد من الانزيمات
- ٣- يدخل في تركيب الكلوروبلاست
- ٤- مهم في ثبوتية الكلوروفيل والمواد الملونه الاخرى في الانسجه النباتيه

## أعراض نقصه :-

- ١- تتداخل اعراض نقص النحاس والاصابات الفطريه والفايروسيه ولذلك نلجأ الى التحليل الكيماوي .
- ٢- موت القمم الناميه والسلاميات قصيره
- ٣- موت الاوراق الحديثه والتقرعات من الطرف نحو القاعده
- ٤- اصفرار الاوراق وقد تتحول الى متيسه
- ٥- جيوب صمغيه على اشجار البرتقال
- ٦- تشقق صغيره على الثمار المصابه بالنقص
- ٧- اللهانه والخس تكون رؤوس صغيره الحجم

**التسميد :-** تستخدم كبريتات النحاس (  $CuSO_4$  ) بمعدل ( ١ - ١٠ ) كغم / هكتار وبالرش على الاوراق بمعدل ٠,٥% تركيز

# الفصل الحادي عشر

## 11.0 المنغنيز

### 11.1 منغنيز التربة ومصادره

ان المنغنيز (Mn) من العناصر الصغرى الضرورية لنمو النبات ويوجد في التربة بمعدلات مختلفة تتراوح بين ٢٠٠ - ٣٠٠٠ جزء بالمليون وهذه المستويات الكلية للمنغنيز كثيرة الانتشار بين التربة المختلفة ويوجد المنغنيز في مختلف الصخور الاولية ، ويتحرر من هذه الصخور عن طريق عمليات التجوية على شكل معادن حاوية عليه تعد بدورها مصدراً لمنغنيز التربة . ومن هذه المعادن التي تحتوي على المنغنيز :

١ - الاكاسيد البسيطة وتضم المعادن الآتية :

Pyrolusite	$MnO_2$
hausmannite	$Mn_3O_4$
manganite	$MnOOH$

٢ - الاكاسيد المعقدة وتضم المعادن الآتية :

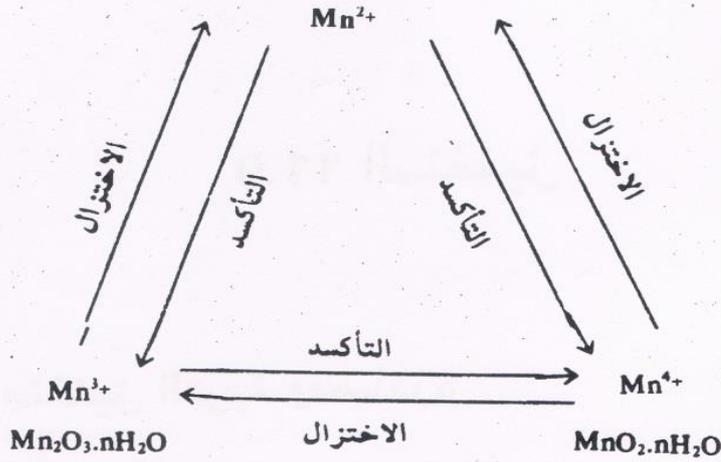
braunite  $(Mn, Si)_2O_3$

وكذلك معدن Psilomelane

٣ - الكاربونات وتضم  $(MnCO_3)$  rhodochrosite

٤ - السيليكات وتضم  $(Mn SiO_3)$  rhodonite

ان اهم اشكال المنغنيز الموجودة في التربة هي المنغنيز الثنائي التكافؤ ( $Mn^{2+}$ ) وهذا يكون موجوداً في محلول التربة او مدمصاً على سطوح معادن الطين والمادة العضوية . والشكل الاخر للمنغنيز هو اكاسيد المنغنيز التي تحتوي على المنغنيز بصورتيه الثنائية والثلاثية التكافؤ. إن العلاقة بين اشكال المنغنيز يمكن توضيحها بالشكل الآتي :



يلاحظ من هذا الشكل بأن المنغنيز يوجد بثلاث حالات من التكافؤ وهي :

- ١ - ايونات ثنائية التكافؤ  $Mn^{2+}$  بصورة ذائبة في محلول التربة او مدمصة الى سطوح الطين والمادة العضوية ويزداد تركيز هذه الحالة من المنغنيز في الترب الحامضية ذات درجة تفاعل منخفضة .
- ٢ - المنغنيز الثلاثي التكافؤ على صورة اكسيد  $Mn_2O_3$  ويزداد تركيزه في الترب ذات درجة تفاعل متعادلة .
- ٣ - المنغنيز الرباعي التكافؤ على صورة اكسيد خامل  $MnO_2$  ويزداد تركيز هذه الصورة من المنغنيز في الترب التي تكون درجة تفاعلها اعلى من ٨ .

ان المنغنيز الثنائي التكافؤ الموجود في محلول التربة بصورة ذائبة يكون في حالة اتزان مع المنغنيز الثنائي التكافؤ الموجود بصورة مدمصة على معادن الطين والمادة العضوية . ان مستويات منغنيز محلول التربة وعلاقته باشكاله الاخرى تعتمد بصورة كبيرة على عمليات الاكسدة والاختزال . وكل العوامل التي تؤثر في عمليات الاكسدة والاختزال تؤثر بدورها في جاهزية منغنيز التربة .

## 11.2 العوامل التي تشارك في انخفاض جاهزية المنغنيز وظهور اعراض النقص على النبات :

ان العوامل التي تؤدي الى قلة المنغنيز الجاهز في محلول التربة هي بصورة عامة تضم عوامل خاصة بالصفات الفيزيائية والكيميائية وعوامل مناخية واهم هذه العوامل هي :

### ١ - التربة القاعدية والتربة ذات الحامضية الخفيفة :

تؤدي درجة تفاعل التربة دوراً كبيراً في جاهزية المنغنيز ؛ إذ تزداد في التربة الحامضية جاهزيته بسبب زيادة درجة ذوبان مركبات المنغنيز الموجودة في التربة . اما في التربة القاعدية والحامضية الخفيفة فتقل جاهزية المنغنيز الى درجة قد تظهر على اثرها اعراض نقص المنغنيز على النبات . وذلك يعود الى تكون مركبات معقدة من المادة العضوية والمنغنيز اضافة الى أن نشاط الكائنات الحية الدقيقة المسؤولة عن عمليات اكسدة المنغنيز يزداد عند درجة تفاعل  $v$  واكثر .

### ٢ - التربة ذات الصرف الرديء :

في مثل هذه التربة يزداد الصرف الجانبي مما يؤدي الى فقدان المنغنيز عن هذا الطريق .

### ٣ - تربة الـ **Histosols** العضوية :

في هذه التربة تتكون مركبات معقدة من المنغنيز والمادة العضوية وبذلك يقل مستوى المنغنيز الجاهز .

### ٤ - المستويات العالية من الحديد ، والنحاس والزنك :

ان سلوك المنغنيز الكيميائي يشابه سلوك الحديد والنحاس والزنك وبهذا فانها تنافسه على جهات الامتصاص ( حوامل العناصر الغذائية داخل النبات ) في حالة كون تراكيز هذه العناصر في محلول التربة اعلى من تركيز المنغنيز . كذلك ربما تقوم هذه العناصر بازاحة المنغنيز من المركبات المغلفة مثل  $MnEDTA$  او مركبات اخرى وتعرضه الى عمليات التأكسد داخل التربة او عمليات اخرى تقلل من جاهزيته .

## ٥ - الظروف الجافة :

في الظروف الجافة لا تتحلل املاح المنغنيز مائياً وبذلك تكون اقل جاهزية . كذلك يزداد معدل عمليات الاكسدة في هذه الظروف فيتأكسد المنغنيز الثنائي التكافؤ الى منغنيز ثلاثي او رباعي التكافؤ فتقل بذلك جاهزيته .

٦ - كذلك تؤدي درجات الحرارة المنخفضة : الى قلة المنغنيز الجاهز في التربة . وهذا ربما يعود الى قلة تحرر المنغنيز الى محلول التربة ، وكذلك تؤدي شدة الضوء الواطئة الى ظهور اعراض نقص المنغنيز بسبب ازدياد طلب النبات لهذا العنصر .

## 11.3 الوظائف الحيوية للمنغنيز

يؤدي المنغنيز دوراً كبيراً ومؤثراً في كثير من العمليات الحيوية للنبات ومن اهم الوظائف الحيوية التي يشارك فيها المنغنيز هي :

- ١ - مشاركته في نظام الانتقال الالكتروني في عملية التركيب الضوئي .
- ٢ - نقصه يؤدي الى تلف تركيب الكلوروبلاست .
- ٣ - يؤدي الى زيادة نشاط الانزيمات **Oxidases**
- ٤ - معظم الانزيمات في دورة TCA ومن ضمنها **dehydrogenases** تنشط بواسطته .
- ٥ - يؤثر في تركيز منظم النمو **Auxin** في الانسجة النباتية ، اذ يقل هذا المنظم بوجود المنغنيز بتراكيز عالية سمية .
- ٦ - يؤدي نقصه الى حصول زيادة غير طبيعية في **IAA** وخاصة في نبات القطن .

## 11.4 احتياج النبات لعنصر المنغنيز :

تحتوي معظم الترب على مستويات مناسبة من المنغنيز الجاهز لنمو النبات ولهذا فان اضافة المنغنيز تكون غير ضرورية في الظروف الاعتيادية . من هذا يتضح بأن هناك حاجة لكمية قليلة من هذا العنصر لمعظم النباتات . ولهذا فان وجوده بكميات عالية تحدث السمية للنبات . ان تراكيز عنصر المنغنيز التي هي بين ٢٠ - ١٥٠ جزء بالمليون في انسجة النبات لمعظم المحاصيل المعروفة عند الطور الخضري

تعد مناسبة ، ولكن التراكيز التي هي اقل من ٢٠ جزء بالمليون تشير الى وجود نقص بهذا العنصر في النبات . ان وجود ٢٠٠ جزء بالمليون من عنصر المنغنيز او اكثر في انسجة النباتات يعد تركيزاً عالياً قد يؤدي الى السمية لمعظم النباتات .

وتختلف النباتات من حيث احتياجاتها لعنصر المنغنيز وكذلك في امتصاصها لهذا العنصر . ومثال ذلك نبات الشوفان قد يحتوي على ٧٠٠ جزء بالمليون من المنغنيز في انسجته ولكن نبات التبغ في نفس التربة التي ينمو فيها نبات الشوفان قد يصل تركيز المنغنيز في انسجته الى ٣٠٠٠ جزء بالمليون . ويجب ان نذكر كذلك بأن نبات الشوفان يستطيع مقاومة التراكيز العالية من المنغنيز التي تعد سامة لنبات التبغ عن طريق عدم امتصاصه من الجذور . ان نبات فول الصويا ومحاصيل الحبوب الصغيرة تكون كثيرة الاستجابة للمنغنيز المضاف . وذلك عندما يكون محتوى التربة من هذا العنصر غير ملائم وغير كافي للنمو الجيد . اما النباتات الذرة الصفراء ، والحشائش والبجت فتكون ذات استجابة واطئة .

ان تحليل النبات يساعد على التعرف على احتياجات النباتات المختلفة من عنصر المنغنيز ، والجدول الآتي ( جدول ٢٤ ) يوضح التراكيز الواطئة . الاعتيادية والمفرطة لعنصر المنغنيز في الانسجة النباتية لعدد من المحاصيل الزراعية المهمة مقاسة كجزء بالمليون .

الجدول ( ٢٤ ) مستويات المنغنيز في الانسجة النباتية لعدد من المحاصيل الزراعية مقاسة كجزء بالمليون

(Brown and Hanson 1977)

المحصول	التراكيز الواطئة والتي تظهر اعراض النقص	التراكيز الاعتيادية	التراكيز المرتفعة
الذرة الصفراء	اقل من ١٩	٢٠ - ١٥٠	اعلى من ٢٠٠
القطن	اقل من ٣٠	٣١ - ٣٠٠	—
فول الصويا	اقل من ٢٠	٢١ - ١٠٠	اعلى من ٢٥٠
البجت	اقل من ٣٠	٣٠ - ١٠٠	اعلى من ٢٥٠
الحشائش	اقل من ٣٠	٣٠ - ١٥٠	—
محاصيل الحبوب	اقل من ١٠	١٠ - ١٠٠	—

## 11.5 اعراض نقص المنغنيز

لا يكون المنغنيز نسبياً سهل الحركة داخل النبات . ولهذا فإن اعراض نقصه تظهر أولاً في الاوراق الحديثة التكوين . وتشابه اعراض نقصه اعراض المغنيسيوم ، إذ في كلا الحالتين يحدث الاصفرار في العروق الوسطى للاوراق . في النباتات ذوات الفلقتين في اكثر الاحيان تظهر بقع صُفْر صغيرة على الاوراق . وفي النباتات ذوات الفلقة الواحدة وخاصة في نبات الشوفان تظهر اعراض نقص العنصر في الجزء القاعدي للورقة وذلك بوجود بقع او خطوط ذات لون اخضر مشيب . أما اعراض التركيز العام للمنغنيز تتميز بشكل عام ببقع بيّنة اللون في الاجزاء القديمة من النبات وتوزيع غير منتظم للكوروفيل .

## 11.6 اسمدة المنغنيز

من اهم اسمدة المنغنيز هي :

- ١ - كبريتات المنغنيز تحتوي على ٢٦ - ٢٨ % منغنيز ( $MnSO_4$ )
- ٢ - اوكسيد المنغنيز يحتوي على ٤١ - ٦٨ % منغنيز ( $MnO$ )
- ٣ - ساد مغلف يحتوي على ١٣ % منغنيز ( $MnEDTA$ )

ملاحظات مهمة حول التسميد بعنصر المنغنيز

- ١ - يفضل اضافة كبريتات المنغنيز الى الترب الكلسية وذلك قريباً من النبات وليس بطريقة النثر لتقليل عمليات اكسدة المنغنيز .
- ٢ - يفضل اضافة كبريتات المنغنيز بدلاً من الاسمدة المغلفة وذلك لكون كبريتات المنغنيز اكثر تأثيراً .
- ٣ - يفضل اضافة المنغنيز بطريقة الرش على النبات في الترب الكلسية العضوية .

## الفصلُ الثاني عشر

### 12.0 البورون

#### 12.1 بورون التربة ومصادره

يعد عنصر البورون (B) من العناصر الغذائية الصغرى والضرورية لنمو النبات . يوجد البورون في معظم الترب بكميات قليلة تتراوح ما بين ٧ - ٨٠ جزء بالمليون . ولا يوجد بتراكيز عالية سامة في الترب الجافة الا اذا اضيفت الى التربة بكميات كبيرة مع الاسمدة الكيماوية . يوجد البورون بصورة رئيسة في التربة على شكل حامض البوريك ( $H_3BO_3$ ) او على شكل بورات في محلول التربة او مدمصة الى جزيئات التربة . والمعادن التي تحتوي على البورون في التربة هي :  
- البورات المائية وتضم :

Borax	$Na_2B_4O_7 \cdot 10H_2O$
Kernite	$Na_2B_4O_7 \cdot 4H_2O$
Colemanite	$Ca_2B_6O_{11} \cdot 5H_2O$
Ulexite	$NaCaB_5O_9 \cdot 8H_2O$

- البورات الالامائية وتضم :

Ludwigite	$Mg_2FeBO_5$
Kotoite	$Mg_3(BO_3)_2$

وهو معدن مقاوم لعمليات التجوية ولهذا فإنه لا يشارك في مستوى بورون التربة القابل للذوبان. ان الترب الغنية بالطين يكون محتواها من البورون القابل للذوبان بالماء قليلاً وهي بدورها اقل من كمية البورون الموجودة في الترب الخفيفة من حيث المحتوى من البورون الكلي. ان محتوى الترب الجافة وشبه الجافة من البورون بصورة عامة اعلى من محتوى ترب المناطق الرطبة. في ظروف عمليات الغسل يفقد البورون بسهولة من مقد التربة.

يوجد بورون التربة على شكل ذائب في محلول التربة وشكل مدمص على سطوح الطين ومادة الدبال واعلى ادمصاص للبورون يحصل عند درجات تفاعل للتربة ما بين ٧ - ٩. معظم البورون الصالح والجاهز للنبات يوجد في الجزء العضوي من التربة. اذ انه عند تحلل المادة العضوية يتحرر البورون الى محلول التربة.

## 12.2 العوامل التي تشارك في انخفاض جاهزية البورون وظهور اعراض النقص على النبات .

وبصورة عامة يمكن للعوامل التالية ان تشارك في نقص عنصر البورون في النبات . وهذه العوامل اما خاصة بالتربة او خاصة بالظروف المناخية :

- ١ - الترب ذات المحتوى الواطىء من البورون وهذه تشمل عدة ترب منها :  
- **alluvials** وهي الترب المتطورة من الترسبات النهرية ومادة الاصل لها فقيرة بعنصر البورون بسبب فقدانه مع حركة الماء .
- **podzols** وهي الترب المتكونة تحت الظروف الباردة المعتدلة الى المعتدلة وكذلك تحت الظروف الرطبة .

تمتاز هذه الترب بانها تكونت في ظروف الغسل الشديد فتغسل معظم العناصر ومن ضمنها البورون .

- الترب العضوية العائدة الى **Histosols** المشبعة بالماء والمعرضة الى عمليات البزل وذات النسجة الخشنة .

- **regosols** وهي التربة المتكونة من معادن مترسبة رخوة غير متماسكة او

عليها ، مثل الرمل . مثل هذه الترب تكون حرة البزل ومعرضة لعمليات الغسل .  
 - **Haplaquepts** وهي الترب التي تحتوي على نباتات الغابات الخضر ، وهي  
 ترب صودية ذات درجة تفاعل عالية تؤدي الى قلة ذوبان مركبات البورون فتقل  
 كميته الجاهزة .

٢ - ترب المناطق ذات المعدلات المتوسطة والغزيرة من الامطار .  
 ٣ - ترب ذات درجة تفاعل متعادلة او قاعدية ، اذ في مثل هذه الترب يزداد  
 ادمصاص البورون واعلى ادمصاص يحصل بين درجة تفاعل ٧ - ٩ ، وتقل درجة  
 ذوبان مركبات البورون اضافة الى تفاعل البورون مع الاكاسيد الثلاثية في مثل  
 هذه الترب فتقل جاهزيته .

٤ - الظروف الجافة وخاصة في فصل الصيف حيث فترة الجفاف الطويلة التي تكون  
 فيها حركة البورون معدومة تقريباً ، درجة ذوبانه واطئة جداً بسبب قلة  
 الرطوبة .

٥ - الترب ذات المحتوى العالي من الطين تعاني من نقص البورون بسبب زيادة  
 معدل ادمصاص معادن الطين للبورون .

ان مستويات البورون الذائب في ترب المناطق الرطبة يتراوح بين ٠.٠٥ - ٢.٥  
 جزء بالمليون ، اما ترب المناطق الجافة فقد تحتوي على اكثر من ٥ أجزاء بالمليون  
 من البورون الذائب . وتؤدي نسجة التربة دوراً كبيراً في محتوى التربة من البورون .  
 الجدول الآتي ( ٢٥ ) يوضح تأثير النسجة على محتوى ترب ولايتي الباما والمسبسي

الجدول ( ٢٥ ) تأثير نسجة التربة على بورون التربة الذائب في الماء العار عند  
 التقدير جزءاً بالمليون .

النسجة	المسبسي		الباما
	منطقة الدلتا	التلال	
اتربة طينية	٠.٧٦	٠.١٣٠	٠.١٥٥
اتربة مزيجية سلتية	٠.٤٨	٠.٠٩٥	٠.١٣٠
اتربة مزيجية رملية	٠.٣٦	٠.٠٨٦	٠.٠٨٥
اتربة رملية	-	-	٠.٣٢

في امريكا. اما مستويات البورون في الترب العراقية ( مرتضى وآخرون ١٩٨٦ ).  
للمناطق الشمالية الغربية والجنوبية في محافظة نينوى تراوحت بين ٠.٣٦ - ١.٢١  
جزء بالمليون عند استخلاصه من التربة بالماء الحار وبين ٨.٢٥ - ٢٩.٦٠ جزء  
بالمليون عند استخلاصه بالحامض .

### 12.3 الوظائف الحيوية للبورون

يؤدي البورون دوراً كبيراً في العمليات الحيوية للنبات ومن اهم هذه الوظائف

هي :

- ١ - البورون يسهل ويسير عملية انتقال السكريات في النبات حيث يتفاعل مع السكريات مكوناً معقد السكر مع البورون . وهذا المعقد تكون حركته من خلال الاغشية الخلوية اسهل من حركة جزيئات السكر لوحدها وهذا ربما يعود الى تكون مناطق او نقاط استقبال للسكر في النموات الحديثة او لكون البورون ربما يعد احد مكونات الاغشية النباتية .
- ٢ - يساعد ويحفز تكون المركبات الفينولية .
- ٣ - البورون ضروري في تكوين خلايا النبات
- ٤ - البورون ذو اهمية كبيرة في تكوين الاحماض النووية حيث ان نقص البورون يؤدي الى حصول نقص في محتوى النبات من RNA . كذلك يحفز البورون العمليات الحيوية لـ RNA .
- ٥ - نقص البورون يؤدي الى تجمع النترات في النبات وقلة تكون البروتينات بسبب انخفاض معدل اختزال النترات وتكون الاحماض الامينية .
- ٦ - تنظيم النشاط الانزيمي
- ٧ - تنظيم تكون ونشاط الهرمونات النباتية . اذ ان نقص البورون يقلل من تكون هرمون النمو cytokinins ولكن نقص البورون يزيد من تجمع هرمون النمو Auxin بكميات كبيرة تؤثر سلباً في نمو النبات اذ انها تؤدي الى حدوث الموت الموضعي للانسجة النباتية .

### 12.4 احتياج النبات لعنصر البورون

تختلف النباتات فيما بينها من حيث احتياجها لعنصر البورون واستناداً الى هذا يمكن تقسيم النباتات من حيث احتياجها لهذا العنصر الى :

١- النباتات الحساسة لنقص عنصر البورون وهذه تضم نباتات البنجر السكري وشمندر الماشية ونبات الكرفس .

٢- النباتات ذات الاحتياج العالي لعنصر البورون وهذه تضم نباتات اللفت . والقربيط . واللهاة والجت . وبصورة عامة النباتات ذوات الفلقتين تحتاج الى كميات اكبر من البورون من نباتات الفلقة الواحدة .

٣- النباتات الحساسة لزيادة عنصر البورون . في هذا المجال لاينصح باضافة البورون الى محاصيل الحبوب ونبات فول الصويا لحساسية هذه النباتات لعنصر البورون وربما يؤدي هذا العنصر الى حدوث سمية في النبات .

الترب الحامضية التي تحتاج الى الجير لاتحتاج باستمرار الى عنصر البورون . ولكن عندما يضاف الجير الى الترب الحامضية حسب الحاجة فسوف تستجيب لاضافة البورون وخاصة عندما تكون النباتات النامية في مثل هذه الترب هي الجت او البقوليات الاخرى . وهناك عدد من المؤشرات تؤكد ان الاتربة ذات المحتوى العالي من الفسفور تحتاج الى عنصر البورون . ان نقص عنصر البورون في المحاصيل لايرتبط فقط بمحتوى التربة من هذا العنصر بل يتأثر ايضاً بدرجة تفاعل التربة . ونوعية النبات وصفه والمادة العضوية للتربة ومحتوى التربة من العناصر الغذائية . ان الاضافات المتزايدة من الاسمدة البوتاسية وخاصة بورات البوتاسيوم الثلاثية تزيد من جاهزية مركبات بورون التربة . وقد ذكرنا سابقاً ان نسبة محتوى البورون الكلي في النبات تنخفض بارتفاع درجة تفاعل التربة . ان احتياجات المحاصيل والخضراوات المختلفة لمستويات البورون الجاهزة في التربة موجودة في الجدول ( ٢٦ ) كذلك يمكن الاستدلال عن احتياج النبات لعنصر البورون عن طريق التحليل النباتي والجدولان الآتيان : ( ٢٧ . ٢٨ ) توضح محتوى انسجة النباتات المختلفة من عنصر البورون حسب التراكيز التي يمكن الاستفادة منها عند وضع الخطة التسميدية .

الجدول ( ٢٦ ) عدد من محاصيل الحبوب والخضر والفاكهة مقسمة حسب احتياجها لعنصر البورون ، ومستويات بورون التربة الجاهز للحصول على اعلى انتاج .

احتياج عال اعلى من ٠.٥ جزء بالمليون	احتياج متوسط ٠.١ - ٠.١٥ جزء بالمليون	احتياج منخفض اقل من ٠.١ جزء بالمليون
التفاح	الجزر	الشمير
الجبث	القطن	الفاصوليا ، اللوبيا
الهلبيون	الخنس	الحمضيات
الشوندر	البرسيم ( حبوب )	البرسيم ( اعلاف )
الكرفس	فستق المبيد	الذرة الصفراء
النباتات الصليبية	الخوخ	الاعلاف المشبية
عباد الشمس	جوز البكان	محاصيل الحبوب الصغيرة
	البطاطا الحلوى	فول الصويا
	التبغ	الفريز
	الطماطة	

الجدول ( ٢٧ ) محتوى انسجة المحاصيل الحقلية من البورون جزءاً بالمليون .  
(Turner 1976)

المحصول	نقص	منخفض	اجتيادي	عال	مفرط
الذرة الصفراء	صفر - ٣	٤ - ٥	٦ - ٢٥	٢٦ - ٦٠	٦٠ +
فول الصويا	صفر - ١٠	١١ - ٢٠	٢١ - ٨٠	٨١ - ١٠٠	١٠٠ +
الجبث	صفر - ١٥	١٦ - ٣٠	٣١ - ٨٠	٨١ +	-
الحنطة	صفر - ٣	٤ - ٦	٧ - ٢٥	٢٦ - ١٠٠٠	١٠٠٠ +
القطن	صفر - ١٦	صفر - ٢٠	٢١ - ٨٠	٨١ - ٢٠٠	٢٠٠ +
التبغ	صفر - ١٠	١١ - ٢٠	٢١ - ١٠٠	١٠٠ +	-
البنجر السكري	صفر - ١٠	١١ - ٢٠	٢١ - ٥٠	٥٠ +	-
البطاطا	-	-	١٠ - ٤٠	-	-
الطماطة	-	صفر - ٣٠	٣١ - ٩٠	٩١ - ٢٥٠	٢٥٠ +

الجدول ( ٢٨ ) محتوى أنسجة محاصيل الخضر والفاكهة من البورون جزءاً بالمليون  
(Turner 1976)

المحصول	نقص	منخفض	اعتيادي	عال	مفرط
الثوندر الأحمر	١٥	-	٢٧ - ٨٣	-	-
الكرنب أو الملفوف	-	-	٧٠	-	-
اللهاثة	٨ - ٥	-	٢٢ - ٥٥	-	-
القرنبيط	-	-	٣٦	-	-
الجزر	صفر - ١٦	-	٢٠٤ - ٣٢	-	-
الكرفس	صفر - ١٥	-	٤٨ - ٢٧	-	-
الخس	-	-	٤٣ - ٢٧	-	٧٠ +
فستق المبيد	صفر - ٢٥	-	-	-	-
الفجل	٨ - ٣٣	-	١٩٥ - ١٩	-	-
الحمضيات ✓	صفر - ١٥	١٦ - ٤٠	٤١ - ١٥٠	١٥١ - ٢٥٠	٢٥٠ +
التفاح	صفر - ٢٠	٢١ - ٢٨	٢٩ - ٥٠	٥٠ +	-
الخوخ	صفر - ٢٠	٢١ - ٢٥	٢٦ - ٥٠	٥٠ +	-
الاجاص	صفر - ٢٠	٢١ - ٣٠	٣١ - ٥٠	٥٠ +	-
الأعناب	-	صفر - ٢٥	٢٦ - ٥٠	٥٠ +	-

ان عنصر البورون نسبياً غير متحرك داخل النبات ولهذا فإن أعراض نقصه تظهر أولاً في الأجزاء العليا والنموات الحديثة للنبات . وأعراض نقص البورون بصورة عامة هي ظهور نمو غير طبيعي أو معاق للأجزاء الهوائية النامية وتكون الأوراق حديثة التكوين في أكثر الأحيان سميكة ، ومشوهة ومنكمشة ويغلب عليها اللون الأخضر المزرق والغامق ، وربما يظهر أيضاً اللون الأصفر غير المنتظم بين العروق . عند تقدم النقص تصبح الأوراق والسيقان ضعيفة وقابلة للكسر ، وأيضاً يحصل موت للنموات الطرفية ويعاق تكون الأزهار والثمار وفي بعض الحالات ينعدم تكونها .

## 12.5 أسمدة البورون :

من أهم أسمدة البورون المستعملة والمنتشرة في الأسواق هي :

### ١ - بورات الكالسيوم :

سماد بورات الكالسيوم  $(Ca_2B_6O_{11} \cdot 5H_2O)$  بلورات محلية بيض يعرف بسماد Colemanite . هذا السماد صعب الذوبان في الماء ولكنه يذوب في الحوامض الخفيفة ويحتوي على ١٠ % بورون .

### ٢ - بورات المغنيسيوم :

سماد بورات المغنيسيوم  $(2Mg_3 B_8O_{15} \cdot MgCl_2)$  بلورات ذات لون أبيض مائل الى الرمادي يعرف بسماد boracite . وهذا السماد أيضاً صعب الذوبان بالماء ولكنه يذوب في الحوامض الخفيفة ، ويحتوي على ٢١ % بورون .

### ٣ - بورات الصوديوم :

سماد بورات الصوديوم  $(Na_2B_4O_7 \cdot 10H_2O)$

مسحوق ملحي أبيض اللون وهو أكثر أسمدة البورون استعمالاً في أميركا ويعرف هذا السماد بالبوراكس (Borax) ويحتوي على ١١ % بورون . هذا السماد قابل للذوبان بالماء وهو بذلك معرض للفقد من التربة عن طريق عمليات الغسيل .

### ٤ - سماد Pyrobor

هذا السماد يعرف بالسماد بورات ٤٦ ويصنع من البوراكس ويحتوي على ٤٦ %  $B_2O_3$  ( ١٤ % بورون ) ، ويوجد على شكل حبيبات كبيرة أو صغيرة الحجم وهو ذو لون رمادي خفيف وربما يعود هذا اللون الى كون هذا السماد مغلفاً بمادة الطين من أجل المحافظة عليه بصفات فيزيائية جيدة .

## ٥ - سماء Anhydrous borax

هذا السماء يعرف بالسماء بورات ٦٥ ويصنع أيضاً من البوراكس ويحتوي على ٦٥ %  $B_2O_3$  (٢٠,٢ % بورون) . وهو بنوري ذو لون أصفر براق وحببانه بحجم حببيات الرمل . ويعد أرخص الأسمدة الكيميائية المصنعة لعنصر البورون وذا محتوى عال من البورون .

## ٦ - سماء Solubor

هذا السماء مسحوق أبيض اللون يصنع من تكرير وتنقية سماء Borax 65 ويحتوي على ٦٦ %  $B_2O_3$  (٢٠,٥ % بورون) . ويستعمل في أكثر الأحيان مع الأسمدة السائلة أو يضاف عن طريق الرش أو التغيير .

## ٧ - حامض البوريك

هذا السماء ذو قابلية ذوبان بالماء ويحتوي ١٧ % بورون . يصنع حامض البوريك من حامض الكبريتيك والبوراكس كما في المعادلة الآتية :



# الفصل الثالث عشر

## 13.0 الزنك

### 13.1 زنك التربة ومصادره

يوجد عنصر الزنك ( الخارصين Zn ) في الترب بمعدلات تتراوح بين ١٠ - ٣٠٠ جزء بالمليون في المعادن المختلفة للتربة . من المعادن الأولية المهمة التي تضم الزنك في صفاتها هي :

- ١ - الكبريتيدات وتضم المعدن  $(ZnS)$  Sphalerite
- ٢ - الكاربونات وتضم المعدن  $(ZnCO_3)$  Smithsonite
- ٣ - السليكات وتضم المعدن  $(Zn_4(OH)_2Si_2O_7 \cdot H_2O)$  Hemimorphite

كذلك يوجد الزنك بالاضافة الى وجوده في المعادن الأولية في معادن الطين الثانوية أو المادة العضوية بصورة متبادلة . ان تحرر الزنك من المعادن الأولية والمعادن الثانوية ومادة التربة العضوية هو الذي يكون زنك محلول التربة . ان كمية الزنك في محلول التربة أي الزنك الذائب الناتج من عمليات التجوية للمعادن الأولية أو المتحرر من المعادن الثانوية قليلة جداً مقارنة بكمية الزنك الكلي للتربة . وهذا يعود الى وجود عوامل كثيرة تقلل من كمية الزنك الجاهز للامتصاص من لدن النبات .

## 13.2 العوامل التي تشارك في انخفاض جاهزية الزنك وظهور أعراض النقص على النبات :

من العوامل المهمة التي تؤدي الى تقليل كمية الزنك الجاهز في التربة والتي تسبب بظهور أعراض النقص على النبات هي :

### ١ - درجة تفاعل التربة

يلحظ بصورة عامة أن الزنك أكثر جاهزية في الترب الحامضية منه في الترب القاعدية . وهذا يعود الى عدد من الأسباب منها : أن ارتفاع درجة تفاعل التربة يؤدي الى زيادة شدة ادمصاص الزنك الى المعدن **goethite** ( نوع من أكاسيد الحديد المائية ) وهذا يؤدي الى تقييد حركة الزنك في الترب القاعدية وأحياناً في الترب المتعادلة . كذلك عند ارتفاع درجة تفاعل التربة يقل معدل ذوبان المركبات الحاوية على الزنك وخاصة عندما تكون كمية كاربونات الكالسيوم عالية .

٢ - في الترب المعدنية تكون الطبقة السطحية للتربة أكثر محتوى من الزنك الجاهز من الطبقة تحت السطحية للتربة وهذا يعود الى العلاقة الواضحة بين الزنك الجاهز والمادة العضوية للتربة السطحية الناتجة من تحلل بقايا النبات . ومن هذا يتضح ان أية عملية تسوية أو قشط للتربة وكذلك عمليات التعرية المائية والريحية تؤدي الى جرف التربة السطحية ، وبذلك يقل محتوى التربة من الزنك الجاهز .

### ٣ - المستويات العالية من عنصر الفسفور في التربة :

تظهر أعراض نقص الزنك في الترب الغنية بعنصر الفسفور . وهذا يحصل اعتيادياً عند الاضافات الكبيرة من الأسمدة الفوسفاتية . وخاصة عندما توضع قرب النبات أو على خطوط . التراكيز العالية من الفسفور قريباً من المحور الجذري للنبات تعمل على :

- بطء انتقال الزنك من الجذور الى اجزاء النبات العليا مما يؤدي الى تجمع الزنك في الجذور .

- التراكيز العالية من الفسفور تتداخل مع الوظائف الحيوية للزنك .

٤ - انخفاض درجة الحرارة وانضغاط التربة يؤدي الى ظهور أعراض نقص الزنك على النبات في عدد من المناطق وذلك بسبب تأثير هذه الظروف في نمو الجذور، إذ تؤدي الى ضعف النمو للجذور الذي يؤدي بدوره الى قلة امتصاص العناصر الغذائية. ويؤدي انخفاض درجة الحرارة أيضاً الى انخفاض معدل تحرر الزنك من المادة العضوية نتيجة قلة نشاط الكائنات الحية الدقيقة المسؤولة عن تحلل المادة العضوية.

٥ - الأمطار الغزيرة تؤدي الى فقدان عنصر الزنك نتيجة عمليات الغسل مما يؤدي الى ظهور أعراض النقص.

٦ - يقل الزنك الجاهز للامتصاص من لدن النبات في التربة الرملية ذات المحتوى الواطيء من المادة العضوية. ان انخفاض محتوى التربة من المادة العضوية يؤدي بصورة عامة الى انخفاض معدل تغليف عنصر الزنك مما يعرضه الى عمليات تكون المركبات غير الجاهزة للدوبان والامتصاص من لدن النبات.

٧ - اضافة الى ما ذكر فهناك عامل أساس ورئيس له علاقة بمحتوى التربة من الزنك وهذا العامل هو مادة الأصل للتربة واحتوائها على المعادن الأولية الحاوية على عنصر الزنك. فققر مادة الأصل الى عنصر الزنك يؤدي الى انخفاض مستويات الزنك في التربة.

### 13.3 الوظائف الحيوية للزنك

يؤدي الزنك دوراً كبيراً في العديد من الوظائف الحيوية. ومن أهم الوظائف التي يقوم بها هذا العنصر الذي يعد من العناصر الضرورية لنمو النبات هي :

١ - إنه يدخل في تركيب وتكوين عدد من الأنزيمات مثل **dehydrogenases** و **proteinas** و **peptidases**.

٢ - ويعمل على تحفيز عدد من الأنزيمات منها أنزيم **enolase** وأنزيم **Carbonic anhydrase** الذي يوجد في الكلوروبلاست ويعمل منظماً للرقم الهيدروجيني للخلية ويمنع بذلك تغيير طبيعة البروتينات.

٣ - ويشترك في تكوين النشاء وتنشيط أنزيم النشاء الذي هو **starch synthetase**

- ٤ - ويساعد في استطالة ساق النبات وتحفيز عمل منظم النمو Auxin ، ويعتقد ان الزنك ضروري في تكوين مادة tryptophan التي تؤثر بدورها في نشاط منظم النمو ، وكذلك يؤثر الزنك في نشاط الأنزيمات التي تؤثر هي أيضاً في نشاط منظم النمو وهي Tryptophan synthetase . وكذلك له علاقة بالعمليات الحيوية لمادة tryptamine ، التي تؤثر في نشاط منظم النمو .
- ٥ - يحفز تكون سايتوكروم C ويحافظ على ثبات أجزاء الرايبوسومات .

### 13.4 احتياج النبات لعنصر الزنك

ان محتوى معظم الترب من الزنك يزيد عما تحتاجه النباتات منه ولكن جاهزيته هي العامل المحدد والمهم . ان التحليل النباتي لعنصر الزنك يساعد على وضع الخطة التسميدية لمختلف النباتات ، ومن الدراسات والبحوث وجدت المستويات الآتية الملائمة لطائفة من المحاصيل الزراعية من عنصر الزنك ومن هذه المحاصيل :

الذرة الصفراء ، والذرة البيضاء ، وفول الصويا :

- إن أقل من ٢٠ جزء بالمليون زنك في أنسجة النبات ربما يؤدي الى ظهور أعراض النقص .
- ٢١ - ٧٠ جزء بالمليون تراكيز ملائمة
- ٧١ - ١٥٠ جزء بالمليون تراكيز عالية
- أعلى من ١٥٠ جزء بالمليون هي تراكيز قد تؤدي الى السمية .

ان النباتات تختلف فيما بينها من حيث حساسيتها لعنصر الزنك . ولقد وجد أن نباتات الشوفان ، والحنطة ، والشعير والزوان وكذلك الأعشاب انما هي نباتات غير حساسة أما نباتات البطاطا ، والطماطا ، والبنجر السكري والجت فهي نباتات متوسطة الحساسية . أما النباتات الكثيرة الحساسية لنقص الزنك فهي الذرة الصفراء ، والكتان والباقلاء والجدول الآتي ( ٢٩ ) يصنف النباتات بحسب حساسيتها لعنصر الزنك .

الجدول ( ٢٩ ) تصنيف النباتات بحسب حساسيتها لمحتوى التربة من الزنك .

كثيرة الحساسية	متوسطة الحساسية	غير حساسة
الفاصوليا	الجت	اسبركس
الذرة الصفراء	الشوندر	الشمير
الكتان	البرسيم	الجزر
الغنب	القطن	الكرفس
الخوخ	البصل	الأعشاب
البكان	البطاطا	الشوفان
فول الصويا	فستق المبيد	البازلاء
شجر التانغ	الذرة البيضاء	الحنطة
	العشب السوداني	
	الطماطة	

### 13.5 أعراض نقص الزنك

ان عنصر الزنك بطيء الحركة داخل الأنسجة النباتية لذلك فإن عملية توزيعه على أجزاء النبات ليست سهلة وغير سريعة . وهذا مما يؤدي الى ظهور أعراض النقص في بداية الأمر على الأجزاء العليا والحديثة للنبات . النباتات التي تعاني من نقص الزنك يظهر اللون الأصفر في أكثر الأحيان على العروق الوسطية للورقة . وبقيّة مساحة الورقة تكون ذات لون أخضر شاحب وأصفر بل وأبيض . في النباتات ذوات الفلقة الواحدة - وخاصة الذرة الصفراء - تتكون حزم صفراء اللون على أي جانب من جوانب العرق الوسطي الرئيس للورقة . في أشجار الفاكهة تتكون في نهاية الجزء العلوي للشجرة أوراق صغيرة صلبة على شكل مجاميع أو على شكل متورد . وفي أكثر الأحيان الأجزاء العليا تبدأ بالموت وتتساقط الأوراق قبل اكتمال نموها .

### 13.6 أسمدة الزنك

ان من أهم الأسمدة الحاوية على عنصر الزنك والواسعة الاستعمال هي :

- Zn EDTA وهذا السماد يحتوي على ٦ ٪ زنك
- Na<sub>2</sub>Zn EDTA وهذا السماد يحتوي على ١٤ ٪ زنك

- $\text{NaZn NTA}$  وهذا السماد يحتوي على ١٣٪ زنك
- $\text{NaZn HEDTA}$  وهذا السماد يحتوي على ٩٪ زنك
- وهناك أسمدة مخلبية أخرى مثل  $\text{ZnEDDHA}$  و  $\text{ZnHEEDA}$

## ٢ - كبريتات الزنك

ان سماد كبريتات الزنك ( $\text{ZnSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ ) من أهم الأسمدة الحاوية على الزنك التي تضاف بطريقة الرش ، وكذلك يمكن استعمال هذا السماد بعد خلطه بالأسمدة الصلبة . ان ( $\text{Zinc sulfate monohydrate}$ )  $\text{ZnSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$  يحتوي على ٣٥٪ زنك ، أما ( $\text{Zinc sulfate heptahydrate}$ )  $\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$  يحتوي على ٣٣٪ زنك . كذلك يوجد كبريتات الزنك القاعدية [ $\text{ZnSO}_4 \cdot 4\text{Zn}(\text{OH})_2$ ] وهذه تحتوي على ٥٥٪ زنك .

## ٣ - أوكسيد الزنك

ان أوكسيد الزنك ( $\text{ZnO}$ ) غير قابل للذوبان بالماء يحتوي على ٨٠٪ زنك وأسعاره منخفضة نسبياً .

## ٤ - فوسفات الأمونيوم الحاوية على الزنك

يحتوي هذا السماد على ٣٣.٥٪ زنك وهو قليل الذوبان بالماء ويمكن اضافته الى التربة ، أو بطريقة الرش .

## ٥ - فوسفات الزنك

يحتوي هذا السماد ( $\text{Zn}_3(\text{PO}_4)_2$ ) على ٥١٪ من عنصر الزنك

## ٦ - كبريتيد الزنك

يسمى هذا السماد ( $\text{ZnS}$ ) بسماد Sphalerite ويحتوي على ٦١٪ زنك و ٣٠٪ كبريت . وهو قليل الذوبان بالماء

٧ - هناك أسمدة أخرى مثل  $\text{Zn Polyflavonoids}$  ويحتوي على ١٠٪ زنك . وكذلك سماد  $\text{Zn ligninsulfonate}$  ويحتوي على ٥٪ زنك .

## 13.7 ملاحظات مهمة حول عنصر الزنك

- ١ - في الترب ذات الحامضية الخفيفة وفي حالة نقص الزنك ينصح باضافة ١١.٢ - ٢٢.٤ كغم / هكتار من  $ZnSO_4 \cdot 7H_2O$  للمحاصيل الحقلية . ويضاف اعتيادياً ٠.٢٣ كغم لكل شجرة حول الجذع من نفس السماد .
- ٢ - في الترب القاعدية والترب المزيجية الرملية ينصح باضافة ٤٤.٨ - ٧٨.٤ كغم / هكتار من سماد  $ZnSO_4 \cdot 7H_2O$  وذلك للمحاصيل الحولية والأشجار المثمرة . وينصح بطريقة الرش باضافة ١١.٤ كغم من نفس السماد لكل ١٠٠ غالون ( ٣٧٩ لتر ) تضاف قبل تفتح البراعم للأشجار المثمرة في الترب القاعدية .
- ٣ - في الترب الحامضية الرملية يكون من الأفضل اضافة الزنك بطريقة الرش أو استعمال سماد غير كبريتات الزنك عند الاضافة للتربة وذلك لكون كبريتات الزنك ذات درجة ذوبان عالية من بين الأسمدة الحاوية على الزنك مما يعرضها للفقد من التربة بعمليات الغسل .
- ٤ - في الترب القاعدية التي لها القابلية على تثبيت الزنك يفضل اضافة أسمدة الزنك المغلفة .

## الفصل الرابع عشر

### 14.0 النحاس

#### 14.1 نحاس التربة ومصادره

يعد عنصر النحاس (Cu) من العناصر الغذائية الضرورية لنمو النبات . ومحتوى التربة من النحاس الكلي يتراوح ما بين ٥ - ٥٠ جزء بالمليون وقد يصل في بعض الحالات الى ١٠٠ جزء بالمليون . ويوجد الجزء الكبير من نحاس التربة في الصفائح البلورية للمعادن الأولية والثانوية ، ومن أهم المعادن الحاوية على هذا العنصر :

١ - الكبريتيدات البسيطة : وتضم المعادن الآتية :

chalcocite	$Cu_2S$
covellite	$CuS$

٢ - الكبريتيدات المعقدة : وتضم المعادن الآتية :

chalcopyrite	$CuFeS_2$
bornite	$Cu_5FeS_4$
enargite	$Cu_3AsS_4$
tetrahedrite	$(Cu,Fe)_{12}Sb_4S_{13}$

٣ - الأكاسيد : وتضم المعادن الآتية :

Cuprite	$Cu_2O$
tenorite	$CuO$

٤ - الكربونات : وتضم المعادن الآتية :

malachite	$Cu_2(OH)_2CO_3$
azurite	$Cu_3(OH)_2(CO_3)_2$

( $CuSiO_3 \cdot 2H_2O$ ) chrysocolla

٥ - السليكات : وتضم المعدن

( $Cu(OH)_6SO_4$  brochantite

٦ - الكبريتات : وتضم المعدن

وفضلاً عن وجود النحاس في المعادن الأولية للتربة فإنه يوجد أيضاً في المعادن الثانوية ومادة التربة العضوية . ان أشكال نحاس التربة هي : النحاس الذائب في محلول التربة ، وهو أقل كمية من الأشكال الأخرى ، والنحاس المتبادل أو المدمص على سطوح معادن الطين والمادة العضوية للتربة وهذا الجزء المتبادل يكون بحالة جاهزة للنبات وهذا الشكل يكون في حالة اتزان مع نحاس محلول التربة الذائب . الشكل الثالث للنحاس هو الشكل المثبت في صفائح المعادن البلورية . ان عنصر النحاس يرتبط بقوة بحيبيات التربة ولذلك فإنه عنصر غير سهل الحركة داخل التربة ويزداد تركيزه بذلك في الآفاق العليا لها ويتناقص بازدياد عمقها .

## 14.2 العوامل التي تشارك في انخفاض جاهزية النحاس وظهور أعراض النقص على النبات :

١ - درجة تفاعل التربة

ان مستوى النحاس في محلول التربة يقل بارتفاع درجة تفاعل التربة . وهذا يعود الى تناقص كمية النحاس المتبادلة على أوجه التبادل المعدنية . حيث تؤدي الكاتيونات وخاصة الكالسيوم على الاحلال محل النحاس المتبادل وهذا يؤدي الى

تحول النحاس من الصورة الجاهزة الى صورة غير جاهزة لامتصاص النبات لها .

## ٢ - التربة ذات المحتوى الواسع من النحاس :

ان محتوى التربة الملائم لنمو النبات من هذا العنصر يختلف باختلاف نوعية التربة ومادة الأصل . تعاني التربة المعدنية من نقص النحاس عندما يكون محتواها من هذا العنصر أقل من ٦ أجزاء بالمليون ، أما في التربة العضوية فأنها تعاني من نقص النحاس عندما يكون محتواها أقل من ٣٠ جزء بالمليون .

٣ - المستويات العالية من عناصر الفسفور ، النيتروجين والزنك تؤدي الى حصول تداخل مع عنصر النحاس فتقل بذلك جاهزيته وعملية امتصاصه من قبل النبات .

## ٤ - التربة الغنية بالمادة العضوية

تؤدي المادة العضوية الى التقليل من جاهزية النحاس الى درجة قد تؤدي الى ظهور أعراض نقص هذا العنصر على النبات ، وسبب ذلك يعود الى ربط النحاس ( $Cu^{2+}$ ) بقوة من قبل المادة العضوية وبذلك يكون تحرره صعباً جداً فتقل جاهزيته .

## 14.3 الوظائف الحيوية للنحاس

يؤدي النحاس دوراً كبيراً في عدد من العمليات الحيوية للنبات وأهم الوظائف الحيوية لهذا العنصر الضروري لنمو النبات هي :

١ - يدخل النحاس في تركيب الكلوروبلاست ولذلك فإنه يؤثر في عملية التركيب الضوئي للنبات .

٢ - يؤدي النحاس دوراً كبيراً في تكوين وثبات الكلوروفيل والمواد الملونة للأنسجة النباتية النامية .

٣ - يدخل في تركيب عدد من الأنزيمات مثل *tyrosinase* و *laccase* .

*ascorbic acid oxidase* و *polyphenol oxidase* و *cytochrome oxidase*

٤ - يشترك في العمليات الحيوية للبروتينات حيث يحفز تكوين RNA و DNA . وقلة النحاس تؤدي الى زيادة تكون مركبات النيتروجين الامينية وقلة تكون البروتينات .

- ٥ - يشترك في العمليات الحيوية للكربوهيدرات حيث تقل مستويات السكر المختزلة بنقص هذا العنصر .
- ٦ - يشارك في الانتقال الالكتروني وفي عملية التركيب الضوئي .
- ٧ - يؤثر النحاس بصورة غير مباشرة في تكوين العقد الجذرية التي بدورها تؤثر في عملية تثبيت النيتروجين الجوي بوساطة النباتات البقولية . ولقد وجد من الدراسات بأن نقص هذا العنصر يؤدي الى انخفاض معدل تكوين العقد الجذرية وربما السبب يعود الى انخفاض نشاط الانزيم cytochrome oxidase بانخفاض محتوى التربة من هذا العنصر .

#### 14.4 احتياج النبات لعنصر النحاس

ان محتوى النباتات التي لاتعاني من نقص النحاس هو بين ٨ - ٢٠ جزء بالمليون من عنصر النحاس . أما النباتات التي تعاني منه فأنها عادة تحتوي على اقل من ٦ أجزاء بالمليون من النحاس . ان النباتات تختلف فيما بينها من حيث احتياجها لعنصر النحاس ، والجدول الآتي ( ٣٠ ) يبين المستويات الملائمة من هذا العنصر في اوراق اهم المحاصيل . وتختلف النباتات من حيث حساسيتها لنقصان النحاس ، واكثر النباتات استجابة لأسمدة النحاس هي الشوفان ، والحنطة ، والجت والسبيناغ والنباتات ذات الاستجابة المتوسطة هي اللهانة ، والقرنبيط ، البنجر السكري والذرة الصفراء ، أما النباتات ذات الاستجابة الواطئة فهي الباقلاء ، والبطاطا ، وفول الصويا والحشائش .

الجدول ( ٣٠ ) المستويات الملائمة من عنصر النحاس في اوراق اهم المحاصيل  
(Brown and Hanson 1977)

المحصول	المستويات الملائمة للنمو الجيد جزء بالمليون
الذرة الصفراء	٦ - ٢٥
الذرة البيضاء	٦ - ٢٥
فول الصويا	١٠ - ٣٠
الجت	١١ - ٣٠
الاعشاب العلفية	١٠ - ٥٠
محاصيل الحبوب الصغيرة	٦ - ٢٥

## 14.5 اعراض نقص النحاس

ان عنصر النحاس من العناصر البطيئة الحركة داخل النبات ولهذا فان اعراض نقص هذا العنصر تظهر في بداية الامر على النموات الحديثة وذلك بسبب صعوبة انتقاله وتوزيعه من الاجزاء القديمة الى الاجزاء النباتية الحديثة التكوين . في محاصيل الحبوب تظهر اعراض النقص اولاً في قمة الورقة وفي مرحلة تكوين الافرع والاعراض هي تلون قمم النبات باللون الابيض والاوراق تكون رفيعة وتأخذ شكلاً لولبياً ، ونمو العقد الوسطية على الساق يتناقص ، وفي النقص الشديد لاتتكون العناقيد الزهرية . في اشجار الفاكهة يؤثر نقص النحاس على البراعم أو الاغصان الطرفية ويؤدي الى موت النموات الجديدة .

## 14.6 اسمدة النحاس

- ان من اهم اسمدة النحاس الواسعة الانتشار هي :
- 1 - الاسمدة المخلبية ومن أهمها هي  $CuEDTA$
  - 2 - اوكسيد النحاس ( $CuO$ ) ، ويحتوي هذا السماد على 60 - 80 % نحاس وهو من اسمدة النحاس المهمة والاكثر استعمالاً وتأثيراً .
  - 3 - كبريتات النحاس  
يسمى هذا السماد ( $CuSO_4 \cdot 5H_2O$ ) الحجر الازرق أو **blue vitriol** ، ويحتوي على 24,8 % نحاس و 13,8 كبريت . ويوجد في صورة مادة صلبة أو مادة للرش .
  - 4 - فوسفات الالمنيوم الحاوية على النحاس ، ويحتوي على 30 % نحاس .

## 14.7 ملاحظات مهمة حول عنصر النحاس

- 1 - في اكثر الاحيان تضاف كبريتات النحاس مرة واحدة وبمقدار 1 - 10 كغم نحاس / هكتار للترب المعدنية التي تعاني من نقص النحاس . اما الترب العضوية فتحتاج الى كميات اكبر من الكميات التي تحتاجها الترب المعدنية .
- 2 - وجد بأن اضافة كبريتات النحاس بطريقة الرش كانت اقل نجاحاً من بقية الاسمدة وذلك لحساسية الاوراق للكبريتات التي تؤدي الى زيادة نسبة احتراقها .

## الفصل الخامس عشر

### 15.0 الموليبدنيوم

#### 15.1 موليبدنيوم التربة ومصادره

ان محتوى معظم الترب من الموليبدنيوم (Mo) الكلي يتراوح بين ٠.٦ الى ٣.٥ جزء بالمليون ومعدل العنصر الكلي يتراوح من ٢.٣ جزء بالمليون . أما الموليبدنيوم الجاهز فيقارب ٠.٢ جزء بالمليون . ويوجد جزء كبير من موليبدنيوم التربة في التركيب البلوري للمعادن الاولية . ومن اهم المعادن الاولية الحاوية على هذا العنصر هي :-

- ١ - الكبريتيدات : وهذه تضم المعدن (MoS<sub>2</sub>) molybdenite
- ٢ - الاكاسيد : وتضم المعدن (Mo<sub>3</sub>O<sub>8</sub>.8H<sub>2</sub>O) ilsemanite
- ٣ - الموليبيدات : وتضم المعادن الاتية :

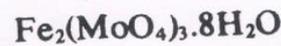
Wulfente



Powellite



Ferrimolybdite



بالاضافة الى المعادن الاولية فان الموليبدنيوم يوجد ايضاً في معادن الطين الثانوية والمادة العضوية ، وتحرر الموليبدنيوم من المعادن الاولية والثانوية والمادة العضوية يشكل موليبدنيوم التربة . ان هذا العنصر يوجد في التربة بأربعة اشكال هي :

- ١ - الشكل الذائب في الماء .
- ٢ - الشكل المدمص على سطوح المواد الغروية للتربة وهذا الشكل يكون جاهزاً لامتناس النبات له . وقابلاً للتبادل مع العناصر الأخرى .
- ٣ - الشكل العضوي . هنا العنصر يكون جزء من المادة العضوية وفي حالة تحلل المادة العضوية يتحول هذا الجزء من العنصر إلى صورة جاهزة لامتناس النبات لها .
- ٤ - جزء من التركيب البلوري للمعادن الأولية والثانوية ، وهذا الجزء غير صالح لامتناس النبات له .

## 15.2 العوامل التي تشارك في انخفاض جاهزية الموليبدنيوم وظهور اعراض النقص على النبات .

من العوامل المهمة التي تؤدي إلى انخفاض جاهزية عنصر الموليبدنيوم في التربة مما يؤدي إلى ظهور اعراض النقص على النبات هي :

### ١ - درجة تفاعل التربة

على العكس من العناصر الغذائية الصغرى التي مر شرحها فإن عنصر الموليبدنيوم تزداد جاهزيته بارتفاع درجة تفاعل التربة . في التربة المتعادلة والقاعدية يكون معدل ادمصاص العنصر واطئاً ويزداد بانخفاض درجة تفاعل التربة ولهذا تكون جاهزيته في التربة الحامضية واطئة .

### ٢ - المستويات العالية من الحديد والالمنيوم

ان زيادة تركيز هذين العنصرين في محلول التربة يؤدي إلى تحول الموليبدنيوم من الصورة الجاهزة إلى الصورة غير الجاهزة . إذ يتفاعل الموليبدنيوم مع كل من الحديد والالمنيوم مكوناً موليبدات الحديد وموليبدات الالمنيوم غير الذائبة . ويزداد تركيز الحديد والالمنيوم في التربة الحامضية وهذا سبب آخر لانخفاض جاهزية الموليبدنيوم في التربة الحامضية .

٣ - التربة الرملية ذات محتوى من الموليبدنيوم اقل من محتوى التربة الأخرى ذات النسجة الناعمة .

٤ - التربة ذات المحتوى العالي من المادة العضوية تحتوي على الموليبدنيوم بكميات اكبر من التربة الفقيرة بالمادة العضوية .

### 15.3 الوظائف الحيوية لعنصر الموليبدنيوم

ان النبات يحتاج لهذا العنصر بكميات قليلة ولكنه مع ذلك عنصر ضروري ويشارك في العديد من العمليات الحيوية للنبات ومن اهم الوظائف الحيوية لهذا العنصر هي :-

- ١ - جزء ضروري في الانزيم **nitrogenase** المسؤول عن تثبيت النيتروجين الجوي بوساطة البكتريا المتخصصة لذلك .
- ٢ - جزء ضروري في الانزيم **nitrate reductase** المسؤول عن عملية اختزال النترات في النبات .
- ٣ - يحفز امتصاص وانتقال عنصر الحديد في النبات .

ان النباتات تختلف من حيث احتياجها لعنصر الموليبدنيوم ولقد وجد أن أكثر النباتات احتياجاً لهذا العنصر هي البقوليات . والقرنبيط واللاهانة . وبصورة عامة لاتكون النباتات ذوات الفلقة الواحدة حساسة جداً لنقص عنصر الموليبدنيوم . وتكون النباتات في حالة نقص عندما يكون مستوى الموليبدنيوم فيها اقل من ٠.٢ جزء بالمليون من المادة الجافة . والجدول الآتي ( ٣١ ) يوضح تركيز الموليبدنيوم جزءاً بالمليون عند المستويات المنخفضة . الاعتيادية والمفرطة في انسجة نباتات فول الصويا . والجت والحشائش .

الجدول ( ٣١ ) تركيز الموليبدنيوم جزءاً بالمليون في انسجة بعض المحاصيل الزراعية

(Brown and Hanson 1977)

المحصول	مستويات حالة النقص الى المستويات المنخفضة	المستويات الاعتيادية	المستويات المفرطة
فول الصويا	اقل من ١	١ - ٥	اعلى من ١٠
الجت	اقل من ١	١ - ٥	اعلى من ١٠
الحشائش	اقل من ٠.١	٠.١ - ١	اعلى من ١٠

## 15.4 اعراض نقص الموليبدنيوم

ان اعراض نقص الموليبدنيوم تظهر اولا على الاوراق الوسطى والقديمة حيث تتلون بلون اصفر الى اصفر مخضر وتلتف حافات الاوراق على نفسها وتكون الاوراق في اكثر الاحيان صغيرة ومغطاة ببقع . في نبات القرنبيط والنباتات العائدة لفصيلة يظهر الاصفرار في العروق الوسطية للورقة وتكون الورقة في اكثر الاحيان ذات لون اخضر مشوب ببياض مترهل . وفي حالة النقص الشديد لا يتكون نصل الورقة ومن المحتمل فقط يتكون العرق الوسطي من الورقة ويكون على شكل يشبه السوط وتسمى هذه الحالة بالذيل السوطي . في الحمضيات تظهر بقع صفراء على الاوراق .

## 15.5 اسمدة الموليبدنيوم

ان من اهم الاسمدة الحاوية على عنصر الموليبدنيوم هي :

### ١ - موليبدات الصوديوم

ان سماد موليبدات الصوديوم ( $\text{Na}_2\text{MoO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ) يحتوي على ٤٦ % موليبدنيوم وهو مسحوق ابيض اللون قابل للذوبان بالماء .

### ٢ - موليبدات الامونيوم

ان سماد موليبدات الامونيوم  $[(\text{NH}_4)_6\text{Mo}_7\text{O}_{24} \cdot 4\text{H}_2\text{O}]$  يحتوي على ٥٤ % موليبدنيوم وهو مسحوق ابيض اللون قابل للذوبان بالماء .

### ٣ - موليبدات الفسفور - الامونيوم

هذا السماد  $[(\text{NH}_4)_3\text{P}(\text{Mo}_3\text{O}_{10})_4]$  يحتوي على ٦١ % موليبدنيوم ذو لون اصفر وغير قابل للذوبان بالماء بل يذوب في الحوامض الخفيفة .

## الاسمدة العضويه والمصلحات

**الاسمدة العضويه :-** هي مواد طريه او معامله بايولوجيا متكون عادة من مصدر حيواني او نباتي و اضافتها للتربه تزيد من خصوبتها وترفع من انتاجية المحاصيل الزراعيه .  
وتشمل ( السماد الحيواني – ميعة الدمن – البيت pead ( ينتج من نقص الطحالب ) – مخلفات الطيور – الفضلات و النواتج المختلفه – الاشتات ) .

### الاسمدة الخضراء – الاسمدة العضويه الصناعيه :-

ان دور الاسمدة العضويه معروف منذ القدم حيث تعتبر مصدر للعناصر الغذائيه التي يحتاجها النبات وذلك لاحتوائها على العناصر الغذائيه الكبرى و الصغرى وتسمى احيانا بالاسمدة الكامله .  
ان استعمال هذه الاسمدة مع الاسمدة المعدنيه اثبتت فعاليتها في تحسين الصفات الفيزيائويه والكيميائويه والبايولوجيه للتربه وزيادة الانتاج الزراعي . وتعتبر الاسمدة العضويه مصدر الكائنات الحيه الدقيقه وغاز CO<sub>2</sub> المهم في تكوين حامض الكربونيك .

### جاهزية العناصر الغذائيه فى السماد الحيواني :- ان سرعة تحلل هذا السماد تتوقف على

- ١- نوعيته
- ٢- خواص التربه
- ٣- نظام التهويه
- ٤- الرطوبه
- ٥- التفاعلات الحيويه الجاربه
- ٦- الكائنات الحيه الدقيقه

ويكون الناتج النهائي لتحلل المواد العضويه من المركبات النتروجينيه هو الامونيا والتي قد تستخدم من قبل النبات مباشرة او تتحول الى صور النتروجين الاخرى بفعل عملية النترجه او عكس النترجه

اما بالنسبه للفسفور فيكون الناتج النهائي هو حامض الفسفوريك HPO<sub>3</sub> . اما البوتاسيوم يكون بشكل ايون جاهز للامتصاص من قبل النبات وتضاف الاسمدة الحيوانيه بمعدل ( ١٠ – ٤٠ ) طن / هكتار وحسب درجة تحلل الدمن و نوع التربه و المحصول و الظروف الجاربه . ولمحاصيل الحبوب تتراوح الكمية المضافه من ( ١٥ – ٢٠ ) طن / هكتار . اما بالنسبه في المناطق الاديميه بمعدل ( ١٢ – ١٥ ) طن / هكتار المحاصيل البقوليه بمعدل ( ١٠ ) طن / هكتار . محاصيل العلف الاخضر والمحاصيل الجذريه والبطاطا ( ٢٠ – ٣٠ ) طن / هكتار ويجب قلب الدمن مع التربه حيث ان بقائه على سطح التربه لمدة ٢٤ ساعه تقلل كفاءته بمعدل ٥٠% وقد يفقد السماد كل ما تحتويه من N خلال بضعة ايام ويقلب عاده مع ١٥ سم من سطح التربه .

- ان الاسمده العضويه ( المخلفات النباتيه والاسمده الخضراء ) تباين فيها بينها بالنقاط التاليه
- ١- محتواها من العناصر الغذائيه حسب استهلاكها وتغذيتها .
  - ٢- كميتها المضلفه للتربه ( الجزء المتبقي من الجزء الخضري ) حسب كثافة المزوعه .
  - ٣- تباين أي من اختلاف نوعية المحاصيل كالتباين بين مخلفات الذره الصفراء زهرة الشمس و الحنطه و الشعير . وهذا اختلاف في نوعية المحاصيل سينعكس على نسبة ( N / C ) التي لها اثر كبير في تحلل وتفسخ هذه المواد
  - ٤- تباين في وزن ماده الجافه بالمتر المربع الواحد من التربه بعد قلبها في التربه ومن معرفة وزن ماده الجافه م ٢ يمكن حساب وزنها / دونم او هكتار او كميته الكربون القابله للاكسده ( C / N ) واخيرا كمية المغذيات التي تضاف للتربه / دونم وكذلك الفرق بين ماده العضويه والكربون القابل للاكسده .

تتحرق ماده العضويه بالكامل تحت درجة حراره ( ٥٥٠ - ٦٠٠ ) م ° في حالة رفع درجة الحراره اكثر من هذه الدرجه ( ان جزء من المكون المعدني يتطاير ) اذن ماده العضويه تقدر بهذه الطريقه اما الكربون القابل للاكسده يقدر بطريقه walkly & Black فيمثل بالكربون الموجود في البروتينات والكربوهيدرات ... الخ ومنها نحسب نسبة ( C / N ) ويفضل ان تكون ( ١٠ / ١ ) .

## Soil organic matter

**الماده العضويه :-** هي بقايا النباتات ( جذور و سيقان ) فضلات الحيوانات و الدواجن عندما تتحلل في ظروف معينه تصبح بهيئة دبال ( Humus ) وتعمل على ربط دقائق التربه وبهذا تؤثر على الصفات الفيزيائيه والكيميائيه للتربه .

### مصادر المواد العضويه :-

- ١- بقايا النباتات المزروعه في التربه ( اوراق - جذور - سيقان )
- ٢- محاصيل السماد الاخضر ( الجت - البرسيم )
- ٣- الاسمده العضويه ( السماد الحيواني )
- ٤- الكائنات الحيه الدقيقه في التربه

## أهمية المادة العضوية للاراضي الزراعيه :-

- ١- **تغذية النبات :-** تعتبر خزين للعناصر الغذائية اللازمه لنمو النبات لان نتيجة تحللها ينتج ( CO<sub>2</sub> ) الذي يدخل في عملية التركيب الضوئي فيحول العناصر من صورته غير جاهزه الى صورته الجاهزه .
- ٢- **تحسين بناء التربه :-** لها اهميه كبيره في تحسين صفات التربه الفيزيائيه وذلك فيتكون المجمعات الثابته بالماء وتحسن تهويتها وتسهيل اختراق الجذور ونمو النبات .
- ٣- **تحويل العناصر الغذائية الى صورته ميسوره للنبات**
- ٤- **تنشيط الكائنات الدقيقة في التربه**
- ٥- **تعمل على حفظ PH التربه :-** لان نتيجة تحللها تكون حوامض والذي تعمل على خفض PH .

**الدبال ( Humus ) :-** ماده داكنة اللون تبقى في التربه فتكسيبها الكثير من الخصب .  
يعد الكربون المكون الاساسي للماده العضويه في التربه وكذلك النتروجين وقد يشمل مجموع الكربون الكلي في التربه غير المواد العضويه مجموعة ( CO<sub>2</sub> ، MgCO<sub>2</sub> ، CaCO<sub>3</sub> ) الذائب في محلول التربه وجذر البيكاربونات اكاربونات العناصر الانتقاليه .  
كل هذه المركبات اللاعضويه الكربونيه الى جانب الكربون العضوي المركز في باطن التربه ( الفحم الحجري - الكرافيت ) لاتعد من اصل المجموع الكلي للكربون العضوي .  
الكربون الكلي العضوي يشمل مجموع الكربون المتمثل في الماده العضويه والدبال المقوم للتحلل .

## مميزات الماده العضويه :-

- ١- ان الماده العضويه ذات وزن نوعي واطي
  - ٢- ان الماده العضويه ذات مساحه سطحيه نوعيه عاليه
  - ٣- تكون بمجموعها نسبه عاليه من المواد الغرويه ( Colloid )
  - ٤- تكون ذات قابليه عاليه لمسك الماء ( W . H . C )
- تؤثر على بناء التربه وعلى قابليه التربه للاحتفاظ بالماء .
  - تعتبر المصدر الرئيسي لطعام الاحياء المجهرية والبكتريا ( لانها تساعد على تسهيل عملية انطلاق العناصر الغذائية من مركباتها وجعلها في محلول التربه ) .
  - تتوقف كمية الماده العضويه على سطح التربه او في الاعماق على عدة عوامل منها

- ١- المناطق الرطبه الممطره الباردة ( تكون كميتها كبيره ) .
- ٢- المناطق الممطره المعتدله ( كبير ايضا وقل من المناطق في النقطه الاولى ) .
- ٣- نوع المزروعات .

#### ٤- نوع نسجة التربة .

- اكثر الترب الذي تحتوي على المادة العضويه هي ترب ( الماك ) تصل نسبتها ما بين ( ٣٠ - ٧٠ ) % .
  - ترب ( الدرين ) تكون نسبة المادة العضويه اكثر من ٧٠% قوام ليفي .
  - الحشائش الحويله العميقة الجذور تخدم التربه وذلك بتكوين ( الدبال ) المقاوم للتحلل وبذلك تضيف هذه الحشائش للتربه المادة العضويه باستمرار .
  - وان السبب في تكوين الدبال هو ( قلة نسبة تواجد O2 في الاعماق ) وبالتالي تضيف كميات كبيره من متجدده من المادة العضويه التي تعمل على مسك التربه وتحسين بنائها .
  - المادة العضويه تعتبر مصدر للطاقة ( كطعام ) للاحياء المجهرية حيث تحصل هذه الاحياء على الطاقه بواسطة اكسده وحرق الكربون العضوي وتحويله الى ( CO2 ) وماء وبالنتيجه استهلاك المادة العضويه .
  - ان هذه المادة العضويه جزء منها لايتحلل تحلل كامل وقسم منها يتحلل تحلل جزئي . ولو لا انحلالها لغطت الارض وتجمعت بشكل كثيف .
- وان هذا النوع من التحلل يعيد اكثر العناصر في مركباتها نوع من التوازن في الاخذ و العطاء ففي حالة النبات النامي يحتاج الى ( CO2 ) واستهلاكه في عملية التركيب الضوئي كميات كبيره واساسيه ويكون بنفس النسبه من انطلاقه من تحلل المواد العضويه في التربه وإلا لكان ( CO2 ) المتواجد في الجو يكفي لمدته من الزمن لاتزيد عن ٥٠ سنة .
- ولو لا هذه الموازنه الناتجه من الدوره من البناء والانحلال للمواد الكربونيه وكذلك المواد النتروجينيه في هذه العمليه الحيويه التي تجري في التربه .
- الماده العضويه تحتوي على :-

- ١- الكربوهيدرات ( السكريات - السليلوز - هيموسيلولوز ) .
- ٢- اللكتين ( الفينول ) .
- ٣- البروتين ( الحوامض الامينيه ) .
- ٤- الشحوم و الشموع و الرزن ( مواد حافظه للانسجه النباتيه تنظم حركة الماء والغاز خلال الانسجه الوعائيه . وقد تسد الشقوق التي تصيب بعض الاجسام النباتيه . وقد تتجمع هذه المواد في البذور الزيتيه .

- وتعتمد الاحياء الدقيقة التي تساعد عملية تحلل المواد العضويه على مركبات النتروجين التي تزيد من سرعة هذه الاحياء وبالتالي ممايزيد من سرعة فعالية هذه الاحياء هو

١- درجة الحرارة

٢- درجة التهويه

٣- توفر الاوكسجين

٤- الرطوبه المعتدله

مادة الدباله المشبعه بالهيدروجين والتي بدورها تدعى بالحامض الدبالي ويكون هذا الحامض حامض حقيقي يتأين منتج جذر سالب و موجب ويتحد الجزء السالب مع الايونات الموجبه مكونه مركبات .  
وتتكون هذه المواد ويكون اللون داكن يرجع سببه الى وجود الحامض الدبالي .  
تتجمع المواد العضويه بكثره في المناطق الرطبه ومناطق الاهوار و المستنقعات يؤدي الى تكوين القلويه السوداء .