وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
هيئة التعليم التقني
المعهد التقني المسيب

بسم الله الرحمن الرحيم

{ وَقُلْ رَبِّ زِدْنِي عِلْمًا }

صدق الله العظيم

قسم التربه

خصوبة التربة واستصلاح الأراضي

المرحلة الثانية

مواهب مدحت حسين
مدرس

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 صالحة 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 زيادة في الانتاج الزراعي لكي نسد حاجة الانسان من الغذاء ولزيادة الانتاج يمكن اتباع ما يلي .

١ – زيادة رقعة الارض الزراعيه وأدخال نظم ري جديده و استصلاح الاراضي الملحيه والصحراويه وصيانة التربه .
٢ – رفع كفائة الارض الانتاجيه باستخدام المصلحات والاسمده الكيمياويه العضويه واستخدام مبيدات الامراض والادغال .
٣– انتخاب اضافة هجينيه ذات كفائه انتاجيه عاليه .
٤ – نشر أستخدام الوسائل الحديثه في الزراعه – أستخدام المكننه والتدريب .
٥ – تطوير الثروه السمكيه .
٦ – مساعدة الاقطار الفقيره في تنفيذ مشاريع تنمويه فيها .
٧ – نشر أستخدام البروتين الصناعي .
٨– نشر وتطوير تربية الدواجن والحيوانات .
٩ – تحديد النمو السكاني في البلدان الفقيره .
١٠ – أستخدام منظمات النمو في الزراعه لتقصير زمن بقاء المحصول بالتربه وأستغلال الارض عدة مرات .

الفصل الثاني

االقشره الارضيه الخزان الرئيسى للعناصر الغذائيه

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

وأن القشره الارضيه تكونت من الصخور والتي تنقسم الى :-

١ – **صخور ناريه :-** ناشئه من الكتل المنصهره من باطن الارض بسبب الحراره والضغط العالي .
٢ – **صخور رسوبيه :-** وهي ناتجه من تجوية الصخور الناريه ومنقوله من مكانها وتترسب في مكان أخر .
٣– **صخور متحوله :-** ناتجه من عمليات التحول للصخور الناريه 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 الطبقه السطحيه من القشره الارضيه ونشأ من تحلل الصخور والمواد العضويه تحت تأثير عوامل تكوين التربه ويمكن للنبات النمو فيها .

وأن نظام التربه معقد وله اربعة اطوار :-

١ – الطورالصلب :- ويشمل المكونات الصلبه المعدنيه و العضويه ويشكل نصف حجم التربه واكثر من ٧٥% من وزنها .
٢ – الطورالسائل :- 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 (O_2 ، N_2 ، Co_2) .

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

الكلوريد	1000 - 10	50
الموليبدنيم	5 – 0.2	2

يمكن تقسيم العناصر حسب مكان ظهور أعراض نقصها على النبات

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

<u>توازن العناصر (nutrient balance):-</u> وهي نسبة العناصر الغذائيه الى بعضها البعض وهي نقطة مهمه حيث أن زيادة عنصر ما بصوره جاهزه يؤدي الى نقص عنصر أخر .
ويمكن نشاهدة هذه الظاهره مع البوتاسيوم (K) حيث تظهر أعراض نقصه في التربه لوجود نسبه أو كميه 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

النيتروجين	N	NH^{+}	NO^{-}_{3}	
الفسفور	P	$H_2PO_4^{-}$	HPO_4^{-2}	PO_4^{-3}
البوتاسيوم	K	K^{+}		
الكالسيوم	Ca	Ca^{++}		
المغنسيوم	Mg	Mg^{++}		
الكبريت	S	SO_4^{-}		

الحديد	Fe	Fe^{+2}	Fe^{+3}	
النحاس	Cu	Cu^{+2}		
الزنك	Zn	Zn^{+2}		
المنغنيز	Mn	Mn^{+2}		
البورون	B	$Bo3^{-}$		
الموليبدنيم	Mo	$MoO4^{-2}$		
الكلوريد	Cl	Cl^{-}		

الفصل الثالث

العناصر الغذائية الضروريه

النبات يأخذ احتياجاته أما على شكل غازي من الهواء الجوي أو معدني من التربه ونادر ما يمتص النبات العناصر الضروريه على شكل عضوي وبذلك يختلف كاملا عن الانسان والحيوان والاحياء الدقيقه .
أن عدد العناصر المعروفه 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 – لايستطيع النبات أكمال دورة حياته بدونه .
٢ – لايمكن تعويض نقصه بأضافة أي كميه من عنصر أخر .
٣ – يدخل مباشرة في التركيب الكيمياوي للنبات مثل الاجزاء الحيويه أو الأنزيمات
العناصر الضروريه هي (C، H ، O ، N ، P ، K ، S ، Ca ، Mg ، Fe ، Zn ، Cu ، Mo ، B (Cl ، .

العناصر الضروريه لبعض النباتات هي :-

Na للبنجر السكري وكذلك النباتات الناميه 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 (Mg ، Ca ، S ، Na ، Si) .
٣ – صغرى (Cl ، Cu ، Zn ، Mn ، Fe ، B ، Mo) ويحتاجها النبات بكميات قليله وتقاس جزء بالمليون PPM .

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

١ – المجموعه الاولى :- (S ، N ، O ، H ، C) تشكل الماده العضويه في النبات عمل الانزيمات والتمثيل الغذائي تفاعلات الاكسده و الاختزال - هيكل النبات والنشاط الانزيمي .
٢ – المجموعه الثانيه :- (Si ، B ، P) الاستره مع الكحول – تفاعلات نقل الطاقه في النبات .
٣ – المجموعه الثالثه :- (Cl ، Mn ، Mg ، Ca ، Na ، k) الجهد الازموزي منشطات انزيميه - تسريع التفاعلات الكيمياويه داخل الخليه – موازنة الايونات المنتشره وغير المنتشره .
٤ – المجموعه الرابعه :- (MO ، Zn ، Cu ، Fe) نقل الالكترونات عن طريق تغيير التكافؤ – مخلبيات في مجاميع البروستيتك – مهمه في النشاط الانزيمي 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 الغذائيه :- هي العناصر التي يستطيع النبات امتصاصها من التربه بسهوله وسرعه

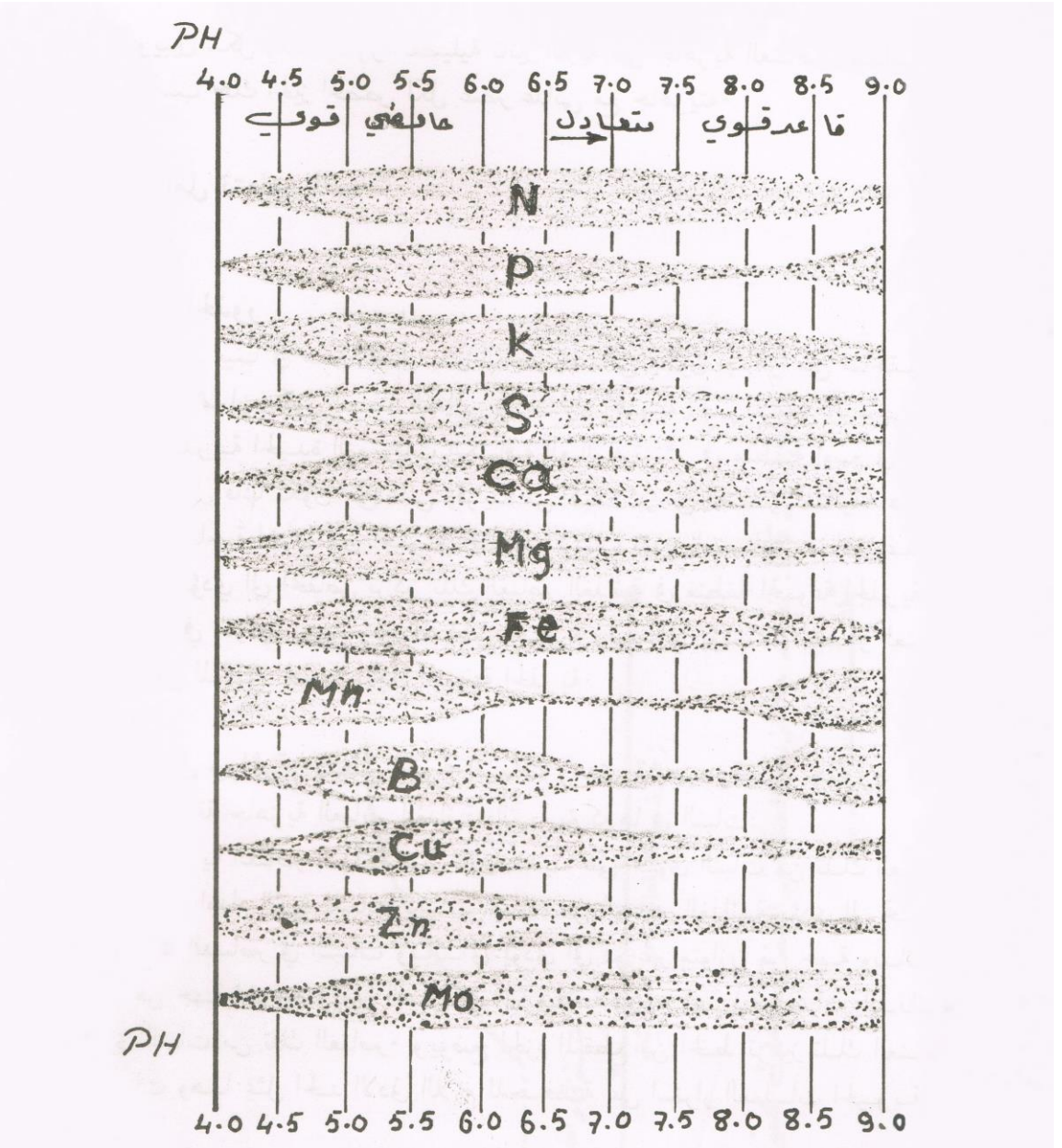
العناصر الغذائيه غير الجاهزه :- هي العناصر التي لايستطيع النبات امتصاصها وجاهزية العناصر الغذائيه تعبير شائع في عملية تغذية النبات والخصوبه وهو تعبير وصفي وليس كمي بين الحاله و الوسط الذي توجد به العناصر الغذائيه فمثلا وجود العنصر الغذائي ذائب في محلول التربه . يعني جاهزية اكثر من العنصر المدمص على المعقد الفردي وهذا بدوره اكثر جاهزيه من العنصر المثبت وكذلك الشكل الكيمياوي للمركب الذي يدخل العنصر الغذائي في تكوينه يؤثر على جاهزيته مثلا Ca من الجيبس ($CaSO_4$ ، $2H_2O$) 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
ا – درجة ذوبان العنصر ب – تركيز العنصر ج – حركة العنصر
٢– عوامل تتعلق بالتربه
ا – قابلية الادمصاصيه للتربه ب – تفاعل التربه

تفاعل التربه يؤثر كثيرا على على جاهزية العناصر الغذائيه مثلا (N ، S) جيده من مدى واسع من تفاعل التربه (٥,٤ – ٩) PH بينما تنخفض جاهزية العناصر الغذائيه الصغرى بأرتفاع قيم PH ويشذ عن ذلك عنصر (Mo) شكل ٤٥ صفحه ٩١ .



شكل (5 - 4) : تأثير تفاعل التربة على جاهزية العناصر الغذائية في الترب المغمورة .
(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 النظريه

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_2 ويتفاعل مع H_2O مكون H_2CO_3 وهذا حامض قلق سرعان ما يتحلل وينتج الهيدروجين

$$CO_2 + H_2O \xrightarrow{\text{قلق}} H_2CO_3 \longleftrightarrow HCO_3^- + H^+$$

وبالتالي فأن منطقة الجذر في التربه تكون مشبعه بالهيدروجين .

ت-لايعتبر غشاء الخليه نفاذ للايونات بصوره حره بل أنتقائيه .

ث-بمجرد دخول الايونات لايسمح لها بالخروج ثانية .

ج- يسمح غشاء الخليه للماء بالدخول و الخروج بحريه .

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

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 الطاقي واللاطاقي .

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 = معدل الانتشار
D = معامل الانتشار
C = التركيز
X = المسافه

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

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

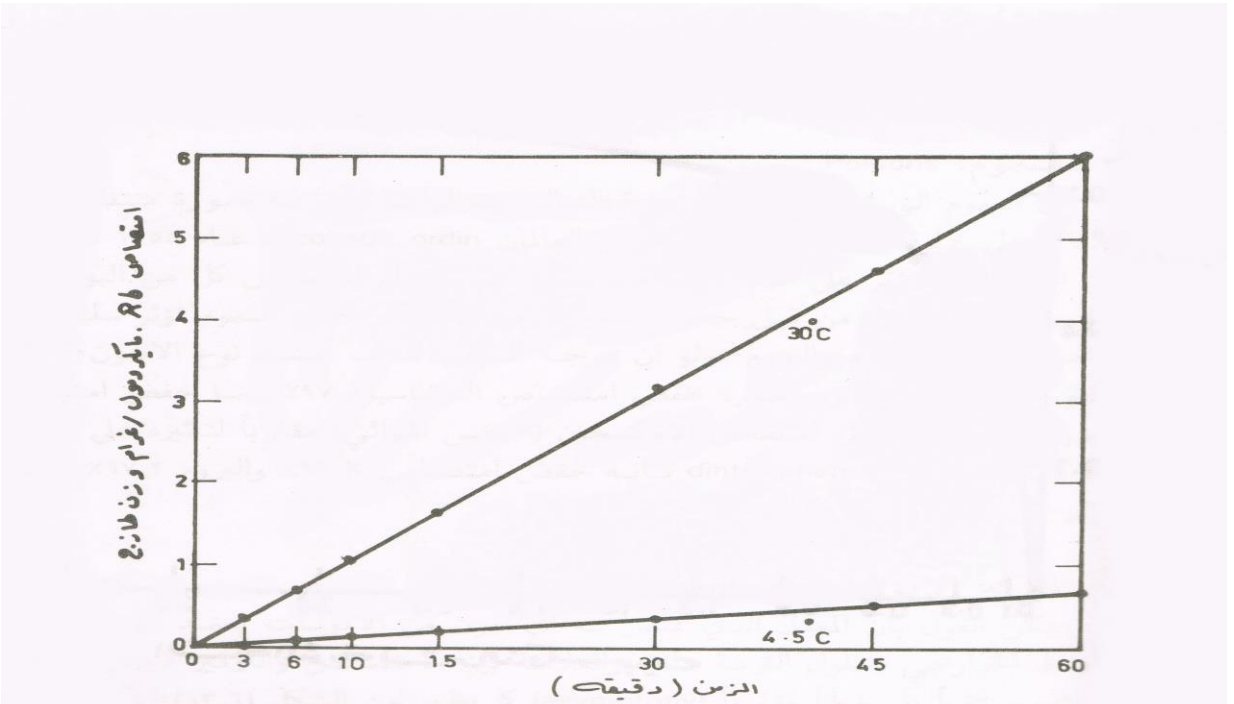
الحامل :- هو جزئي بروتين موجود في غشاء الخليه يقوم بنقل الايونات من خارج الخليه الى الداخل وليس العكس ولكل أيون جزئ أو حامل خاص به وكما موضح في الشكل صفحه (١٠٧-١٠٨) .
وهذه توضح نظرية الاختبار للنبات بالنسبه للعناصر الغذائيه بحيث يسمح بمرور ما يحتاجه ويمنع مرور ما لايحتاجه ومجهز الطاقه وهذا هو انزيم فوسفوكاينتر .

الامتصاص الطاقي و اللاطاقي :-

الطاقي :- هو نقل الايونات من خارج الخليه الى الداخل ويحتاج الى طاقه وذلك لانه ضد منحدر الجهد الكهروكيمياوي ومصدر هذه الطاقه هو كسر الاصره التي تربط مجموعة الفوسفات المعدنيه (PO_4) مع (HDP) في الجزئ الغني بالطاقه (ATP) وتقوم بعملية الفصل الكهروكيمياوي مجموعة من الانزيمات تسمى (ATPas) .
اللاطاقي :- هو نقل الايونات من خارج الخليه الى الداخل دون الحاجه الى طاقه لانها بأتجاه منحدر الجهد وتكو الايونات تحت تأثير ظاهرتين فيزياويتين الاولى تنتج عن منحدر الجهد الكيمياوي والاخرى ناتجه عن منحدر الجهد الكهربائي في الاولى من التركيز العالي الى الواطئ وفي الثانية تنجذب الايونات لاختلاف الشحنه .

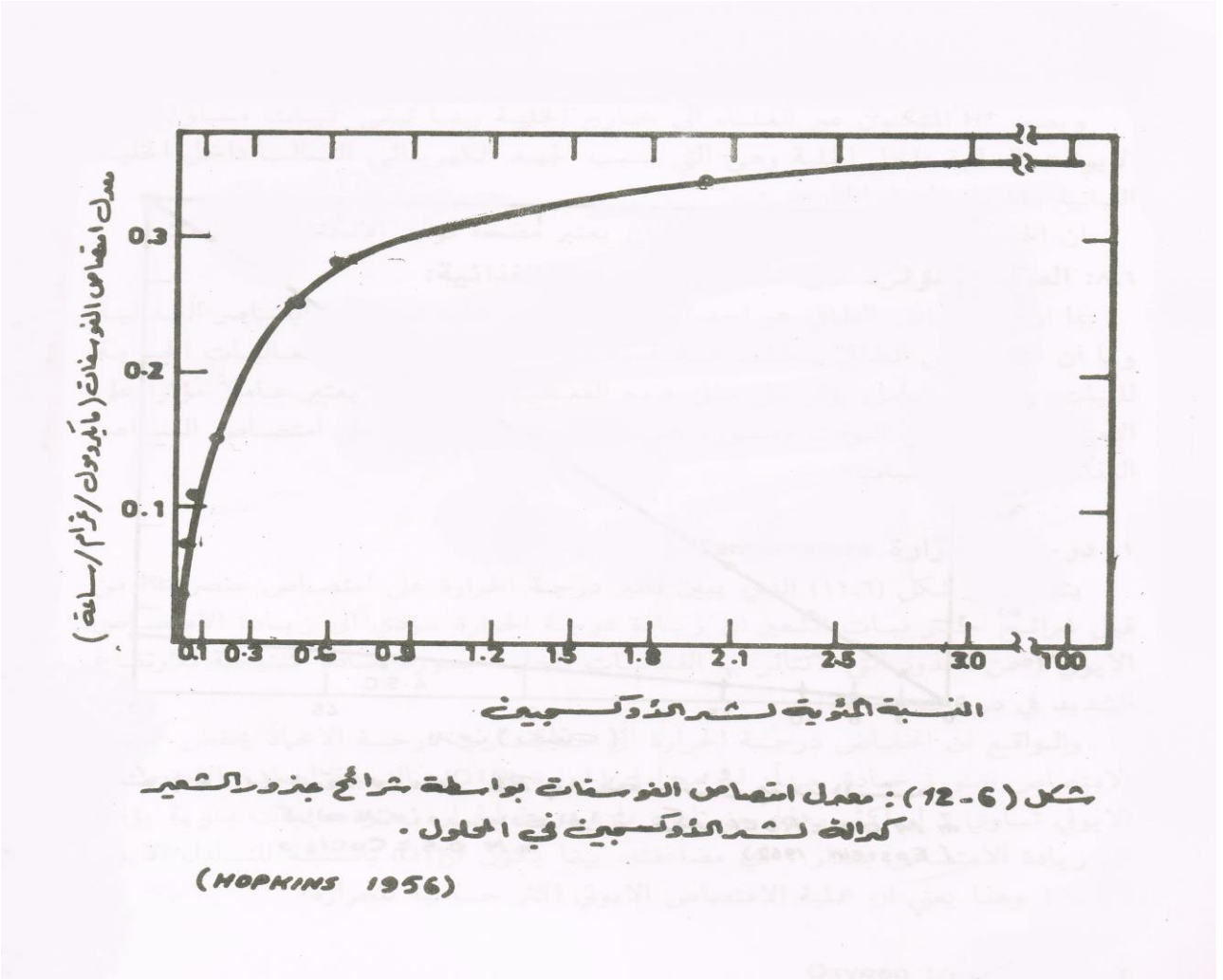
العوامل المؤثره على امتصاص العناصر الغذائيه :- أن الامتصاص يحتاج الى طاقه وان مصدر هذه الطاقه هي فعاليات النبات الحيويه فأن أي عامل يؤثر على الفعاليات الحيويه سوف يؤثر على الطاقه وبالتالي يؤثر على امتصاص العناصر الغذائية .

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



شكل (٦-١١): امتصاص عنصر Rb بواسطة شرائح جذور الشعير كدالة للزمن ودرجات الحرارة . تركيز $RbCl$ = 0.1 m M و $CaCl_2$ = 0.5 m M
(Epstein 1962)

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

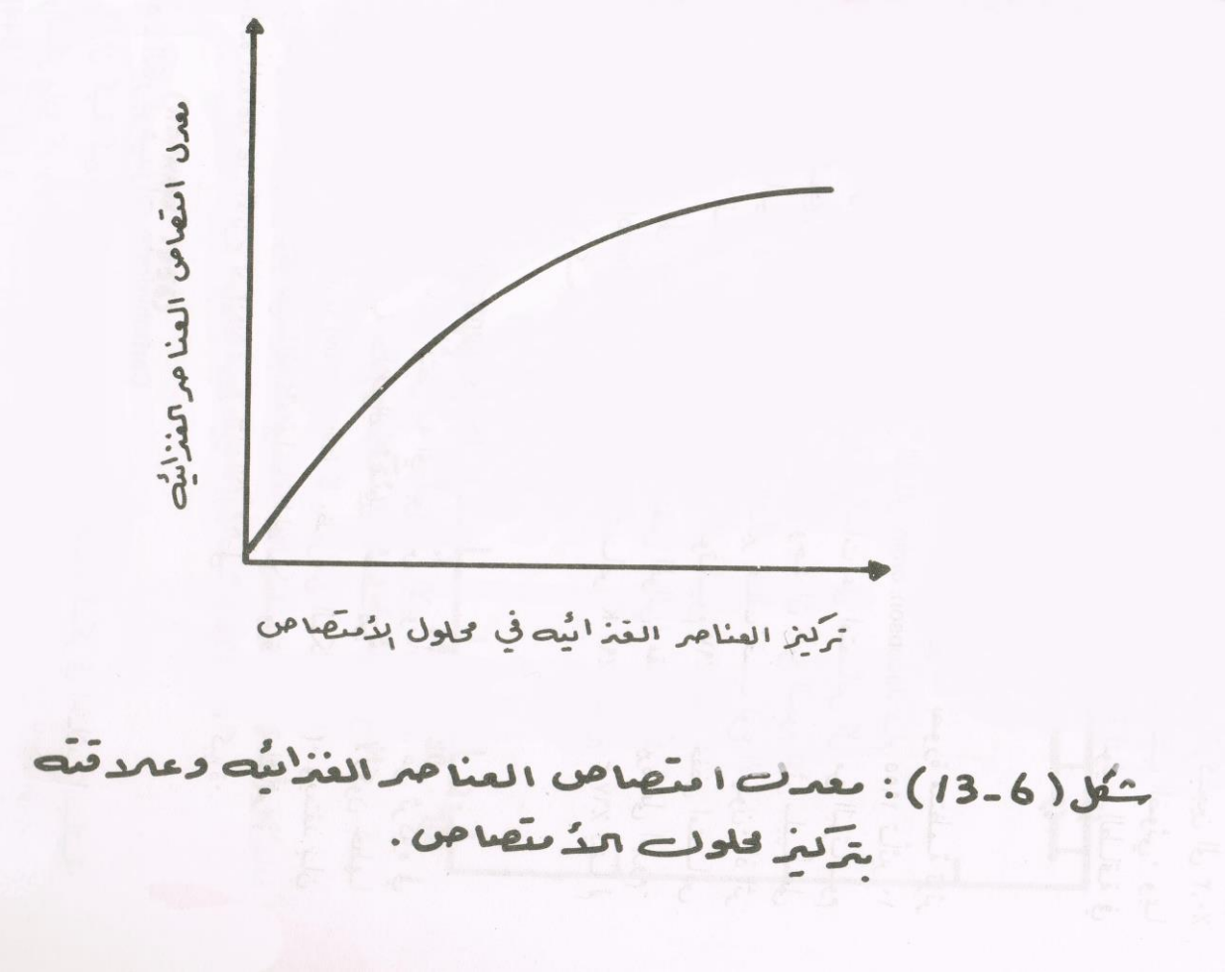


شكل (6-12) : معدل امتصاص النوسفات بواسطة شرائح جذور الشعير كدالة لتشبع الأوكسجين في المحلول .

(HOPKINS 1956)

٣ – **السموم :-** هذه تؤثر على قيام الخليه النباتيه بفعاليتها الحيويه بصوره متظحه وبالتالي تؤثر على الامتصاص وان جميع السموم تؤثر سلبيا على الامتصاص .

٤ – **التركيز الايوني :-** ان العلاقه بين الامتصاص والتركيز الايوني هي علاقة طرديه تقريبا شكل صفحه ١٢٢ .



شكل (6-13) : معدل امتصاص العناصر الغذائيه وعلاقته بتركيز محلول المُمتصاص .

٥ – **الكاربوهيدرات :-** انها مصدر الطاقه من خلال أكسدة السكر في الخلايا النباتيه والسكر ماده كاربوهيدراتيه مصدرها عملية التركيب الضوئي

٦ – **الضوء :-** الكاربوهيدرات مصدرها عملية التركيب الضوئي وكما في المعادله التاليه

$$6CO_2 + 6H_2O \longrightarrow C_6H_{12}O_6 + 6O_2$$

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

الفصل السادس

الأسمده

السماد :- ماده غذائيه ضروريه 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 الزياده في الانتاج الناتجه من أضافة كمية معينه من السماد .

درجة السماد :- النسبه المئويه للعنصر في ذلك السماد وعادة ما تكتب على شكل ارقام على الكيس مثلا (١٠-٢٠-٤٠ 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 كيمياوي 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 النترجه .

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 ب- سعره الواصل للحقل ج- تأثير ملائم على درجة التفاعل

د- سهولة الخزن و الاضافه

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 قليله 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 الكاربون 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

$$N_2 + O_2 \longrightarrow 2NO$$

$$2NO + O_2 \longrightarrow 2NO_2$$

وينزل NO_2 مع ماء المطر

<u>امتصاص النتروجين من قبل النبات :-</u> يمتص النبات النتروجين على شكل (NO_3^- ، NH_4^+) وقد يمتصه على شكل (NH_3) أو اليوريا $CO(NH_2)_2$ وقد يضاف عن طريق الاوراق .

يمتص النتروجين على شكل (NO_3^-) لانه موجود في محلول التربه اما (NH_4^+) ويدمص على اسطح التربه الغرويات أو مثبت كما انه سريع التحول الى (NO_3^-) بفعل عملية النترجه .

يمتص (**N**) في المراحل الاولى أكثر من المتأخره وهو مهم لتكوين البروتين فأن أي زياده في نمو النبات يجب ان تصاحبها زيادة في امتصاص النيتروجين وهو من العناصر المتحركه داخل النبات .

اهمية النتروجين للنبات :-

١– مهم لتكوين الاحماض الامينيه من خلال دمج (**N**) مع الكاربوهيدرات الناتجه من عملية التركيب الضوئي وتكوين البروتين .
٢– مهم في تكوين هيكل النبات و بروتوبلازم الخليه .
٣– مهم في تكوين الانزيمات (لان معضمها بروتينات) .
٤– مهم في عملية التركيب الضوئي لانه جزء من الكلورفيل .
٥– يدخل في تركيب الحوامض النوويه (RNA – DNA) .
٦– مهم في نقل الشفرات الوراثيه .
٧– مهم في جزيئات نقل الطاقه (ADP – ATP) .

نقص النتروجين في النبات :-

١– قلة النمو الخضري وتقزم 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 بمحاذات العروق القديمه لانه عنصر متحرك .

زيادة النتروجين في النبات :-

١– نمو خضري كثيف وظهور لون (أخضر) داكن .
٢– أنخفاض كمية الحبوب والناتج الثمري في الاشجار .
٣– أنخفاض 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 المساوئ يجب توفير كميات متوازنه من العناصر الغذائيه (N ، P ، K) لتحقيق نمو متوازن .

صور النتروجين في التربه :-

أ- نتروجين لاعضوي

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

والنتروجين لاعضوي على شكل (NO_3^- ، NO_2^- ، NH_4^+) او بشكل غازات (NO_2 ، NH_3 ، N_2O ، N_2) .
أما العضوي فهو (البروتين) الذي يحلل الى احماض امينيه مندمجه مع بعضها أو حره وكذلك الامينات السكريه وقد توجد بحالة تداخل شديده مع الطين مما يقلل من احتمال تحللها وكذلك مهم لتحسين بناء التربه 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 التربه ولذلك نقول أن توزيع N في التربه 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 – **الامأده (Aminization) :-** وهي تفكك البروتين الى احماض امينيه وبفعل بكتريا من نوع heterotrophic وفق المعادله

protein ⟶ R_NH_2 + CO_2 + طاقه
احماض امينيه

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

$R_NH_2 + H_2O \longrightarrow NH_3 + R_OH +$ طاقه

$NH_3 + H \longrightarrow NH_4$

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

$2\ NH_4 + 3\ O_2 \longrightarrow 2\ NO_2 + 2\ H_2O + 4\ H^+ +$ طاقه

وتقوم بها بكتريا (Netrosomonas _ Nitrosococcus)

$2\ NO_2 + O_2 \longrightarrow 2NO_3 +$ طاقه

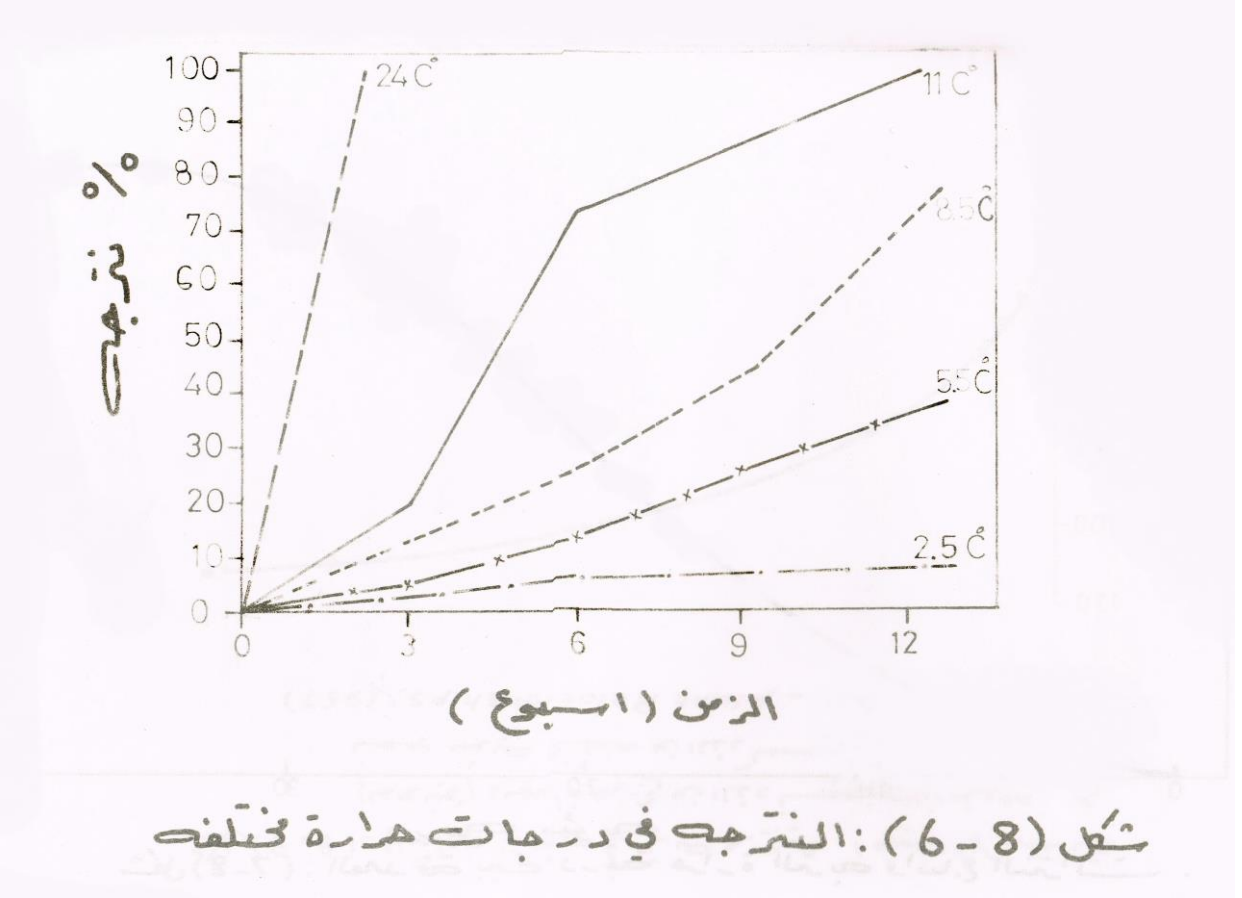
تقوم بها بكتريا (Nitrobacter)

وهذه العمليه تؤدي الى زيادة حموضه التربه لانها تنتج اربع ايونات (H^+) لكل ايون امونيوم وتظهر اهمية اضافة ($CaCO_3$) 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 م٢ كما في الشكل صفحه ١٥٩



شكل (8 - 6) : النترجه في درجات حرارة مختلفه

٣– **O_2 :-** مهم لان بكتريا النترجه هي بكتريا هوائيه تحتاج O_2 للتنفس .
٤– **رطوبة التربه :-** بكتريا النترجه متوسطة الحساسيه للرطوبه وقد تتم العمليه حتى قرب نقطة الذبول .
٥– **كمية NH_3 :-** هي الماده الاوليه للتفاعل 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 كميه كافيه من (P - Ca) وكميه معتدله و متوازنه من (Cu - Fe - Mn) .

<u>فقد النتروجين من التربة :-</u> 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 – الفقد بعمليات الغسل :- النتروجين بصورة $NO3^-$ سهل الفقد بالغسل خصوصا في الترب ذات النفاذية الجيدة .

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

أ- عميلة عكس النترجة Denitrification

ب-يفقد النتروجين من التربة من خلال تفاعلات كيمياوية 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 أضافة بعض مثبطات عملية النترجة مثل مادة (N-serc) وغيرها من المواد ذات التأثير المشابهه وأن بقاء النتروجين على صورة امونيوم وعدم أكسدته لها تأثير كبير من الايجابيات منها

أ- تقليل الفقد $N2$ بعمليات الغسل وعكس النترجة .

ب-تقليل عدد دفعات النتروجين المضاف (لأن أضافة 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 ($NO3^- + NH4^+$) 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- **<u>عملية عكس النترجه :-</u>** تحدث هذه العمليه في الظروف اللاهوائيه أي تربه غدقه او مرصوصه وتقوم البكتريا باخذ $O2$ من المركبات الحاويه عليه كما يحصل لايون النترات

$$NO_3 + NO_2 \longrightarrow NO \longrightarrow N_2O_2 \begin{cases} \text{PHC } 7.3 - 7.9 & N_2 \\ \text{PHC } 4.9 - 5.6 & N_2O \end{cases}$$

وتقوم بها بكتريا (Bacillus - Micrococcus - Achromobacter) .

وعملية عكس النترجه هي تحويل N المعدني الى غاز النيتروجين وهنالك عدة عوامل تؤثر عليها
١ــ تفاعل التربه :- كلما ارتفع PH تزداد عملية عكس النترجه .
٢ ــ الرطوبه :- تزداد بزيادة الرطوبه .
٣ــ نقصان O_2 من التربه

ب- **فقد النتروجين كيمياويا :-** هي عملية تطاير النتروجين على شكل (N_2 - NO) ويتم غالبا في الترب الحامضيه او يتعادل بتفاعل الامونيوم مع النترات لتكوين غاز النتروجين

$$NO_2^- + NH_4^+ \longrightarrow 2H_2O + N_2 \uparrow$$

من الحامض الاميني $$R_NH_2 + HNO_3 \longrightarrow R_OH + H_2O + N_2\uparrow$$

تحلل تلقائي $$3HNO_2 \longrightarrow 2NO \uparrow + HNO_3 + H_2O$$

ث-**تطاير الامونيا :-** وهذه تحدث في الترب القاعديه (ترب العراق) لسيادة ايون الهيدروكسيل (OH^-) وفق المعادله

$$NH_4 + H_2O + OH^- \longrightarrow NH_3 \uparrow + 2\ H_2O$$

وهذه تسبب فقد النتروجين بتطاير الامونيا .
وان جميع الاسمده الامانياكيه تلاقي هذا المصير عند اضافتها للترب القاعديه ولذلك لاتنفع باضافتها ويمكن تقليل اثرها بزيادة عملية النترجه من خلال زيادة تهوية التربه ورفع درجة الحراره .

نسبة الكاربون / النتروجين (C / N Ratio) :- ان البكتريا المسؤوله عن تحلل الماده العضويه تحتاج الى طاقه وغذاء فيجب توفر كاربون عضوي مصدر للطاقه ونتروجين معدني للغذاء وتكون الماده سريعة التحلل كلما كانت C/N قليله والعكس صحيح .
البقوليات 1 : 10

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

الاسمده النتروجينيه :- تقسم الى

١- **اسمده نتراتيه :-** يكون N فيها على شكل NO_3^-
٢ – **اسمده امونياكيه :-** يكون فيها N على شكل NH_4^+
٣– **اسمده الاميدات :-** يكون فيها N على شكل $-NH_2(amid)$

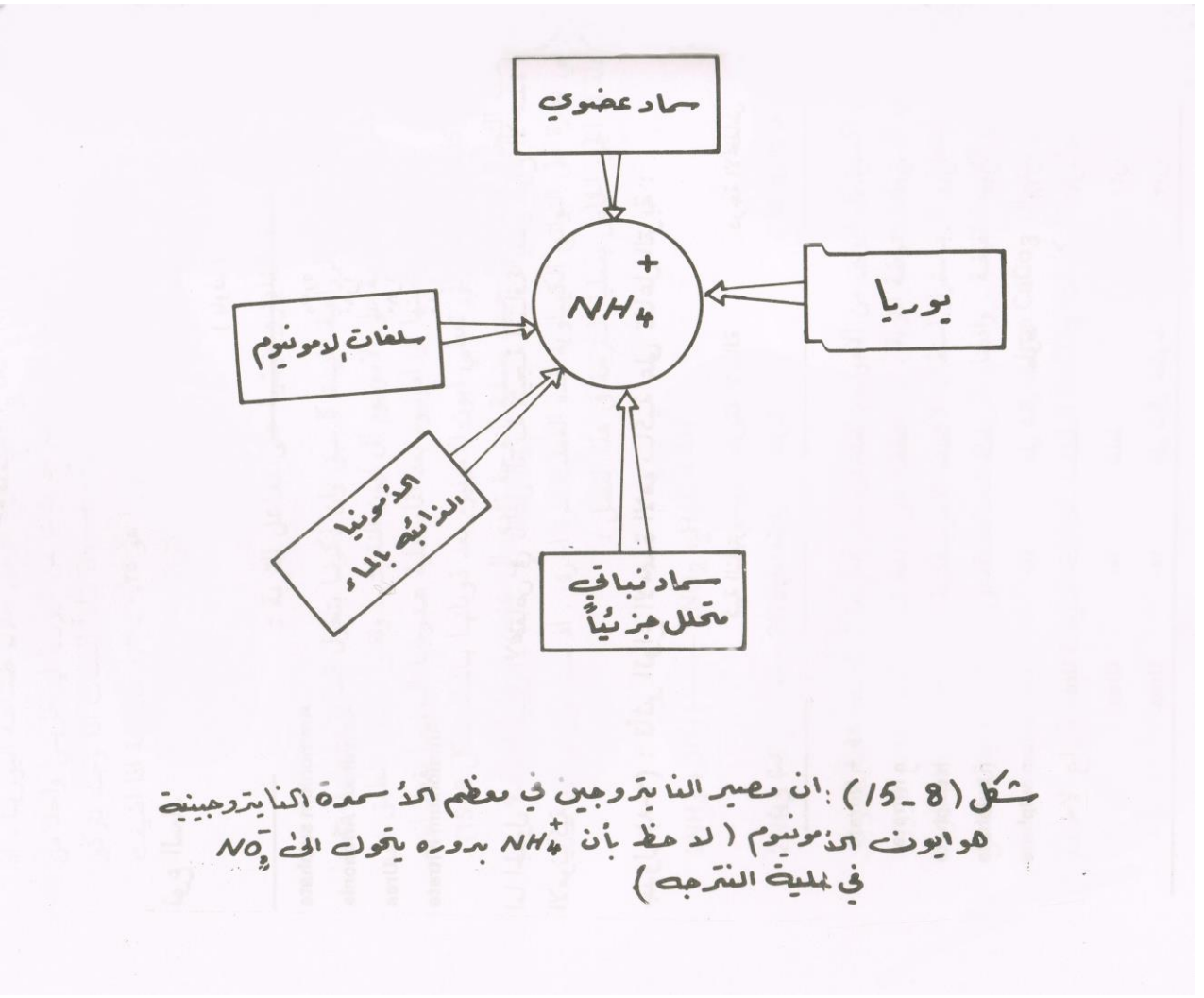
معظم الاسمده النتروجينيه صلبه ولكن توجد سائله او غازيه وتحتاج الى متطلبات خاصه لاضافتها للتربه . وهي جيده الذوبان في الماء ولاتحافظ على تركيبها الكيمياوي عند اضافتها للتربه الى ان تتحول الى نترات . في النهايه في الترب العاديه تكون الاستجابه للاسمده النتراتيه والامونياكيه متقاربه راجع جدول صفحه ١٧٣ لانواع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

صناعة الاسمده النتروجينيه :-

١ – صناعة اليوريا :- الامونيا هي المصدر الاساسي لمعظم الاسمده النايتروجينيه وكانت تعتمد على الفحم الحجري سابقا اما في الوقت الحاضر من غاز الميثان
(CH_4) وتتلخص الصناعه في مفاعلة N الجوي مع H من الميثان في اوعية طرد مركزي وبوجود بعض المحفزات تحت ضغط (٢٢٠٠) ودرجة حراره
(٤٠٠ -٥٠٠) م° .

$$3H_2 + N_2 \longrightarrow 2\,NH_3$$

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



شكل (8_15): ان مصير النايتروجين في معظم اسمدة النايتروجينية هو ايون الامونيوم (لاحظ بأن NH_4^+ بدوره يتحول الى NO_3^- في عملية النترجه)

<u>الميزان النتروجيني (Nitrogen balance)</u>

هو الذي يعبر عن محصلة المسارات والتفاعلات المختلفة كما المعدنة والتدهور وامتصاص النبات والغسل والتطاير وعكس النترجة وغيرها التي يتعرض بها النتروجين بالتربة وبذلك يمكن حساب الكمية المضافة والمتبقية في أي وقت نختار

الميزان النتروجيني = 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 كيمياويه معدنية أو عضوية .
٣ – المخلفات النباتية أو الحيوانية المضافه الى التربة ومقدار المعدنه و دورها في جاهزية N .

٤ – مايضاف من N مع ماء الري والامطار والمصادر الاخرى والتي تساهم في زيادة N التربة مع تحديد الصورة التي يستقر عليها النتروجين .

الكمية المفقوده من N N-Outputs وتشمل

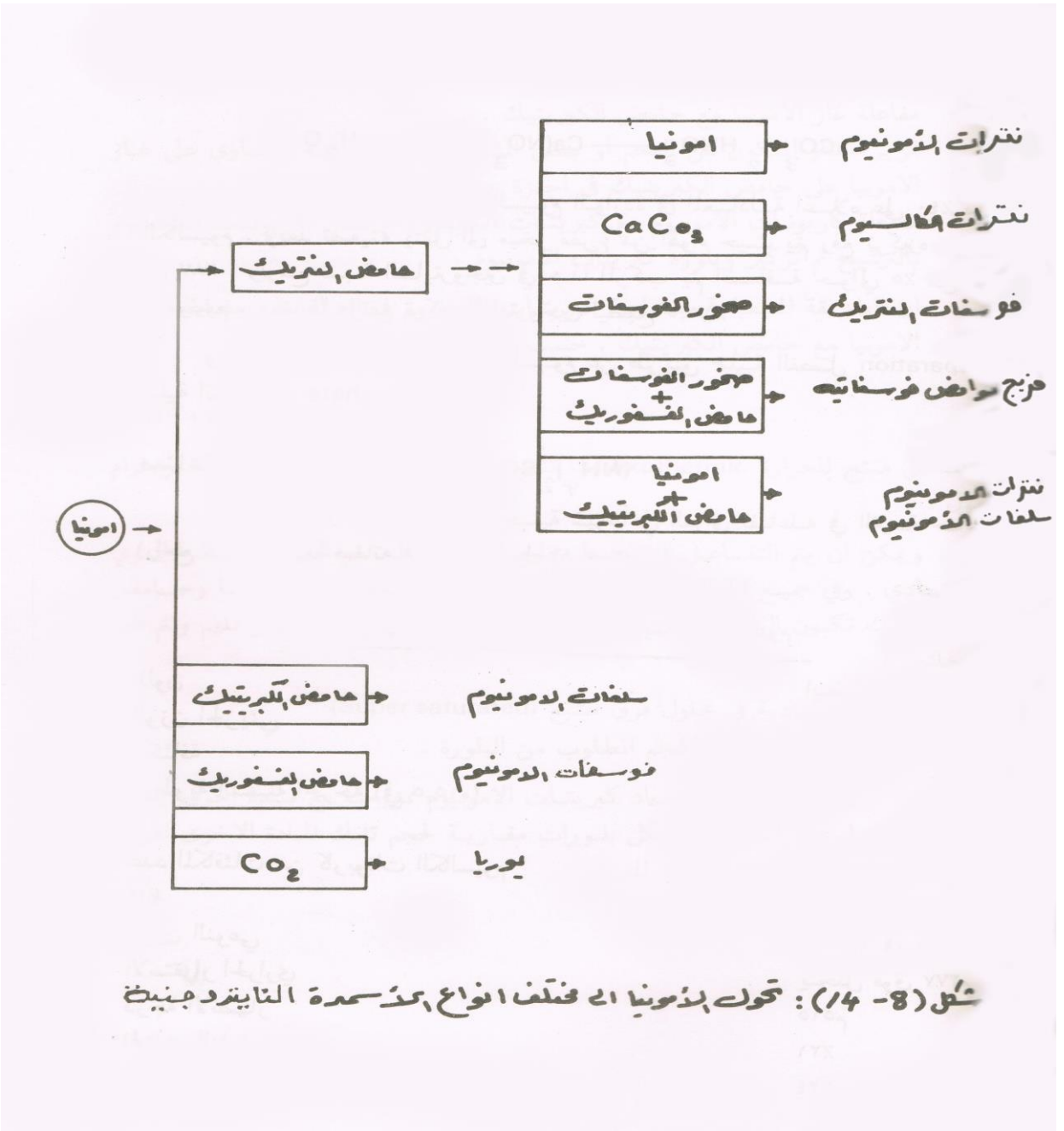
١ – كمية N المثبته بغرويات التربة – المغسولة الى افاق التربة البعيده من المنطقة الجذرية – المتطايره أو المفقوده بصورة غازية .
٢ – كمية N المتحولة الى صور عضوية خلال عملية التدهور .
٣ – الكمية الممتصه من قبل النبات .
ويمكن حساب كمية النتروجين المتبقية بالتربة بعد أنهاء الموسم الزراعي من المعادلة التالية

$$N\ exin = NF - NHC - ND + (N_{NA} - NO2) + N_{SON}$$

المتحرره من المصادر العضوية	المفقود بالتعرية والتطاير	المضاف مع ماء الري	المفقود بعكس النترجة	الممتص من قبل النبات	السماد المضاف	المتبقي في التربة

<u>هنالك عدة عوامل تؤثر على تطاير الامونيا:-</u>

١ – نسجة التربه :- يزداد الفقد في الترب الرمليه عنه في الطينيه بسبب المساحه السطحيه العليا للامتصاص .
٢ – رطوبة التربه :- يقل الفقد بازدياد المحتوى الرطوبي لازدياد احتمال تكون ($NH4^+$) وامتصاصه على الترب .
٣– عمق الاضافه :- يقل الفقد بازدياد عمق الاضافه .
٤– مسافات الاضافه :- يقل الفقد بازدياد تقارب مسافات الاضافه في وحدة المساحه .



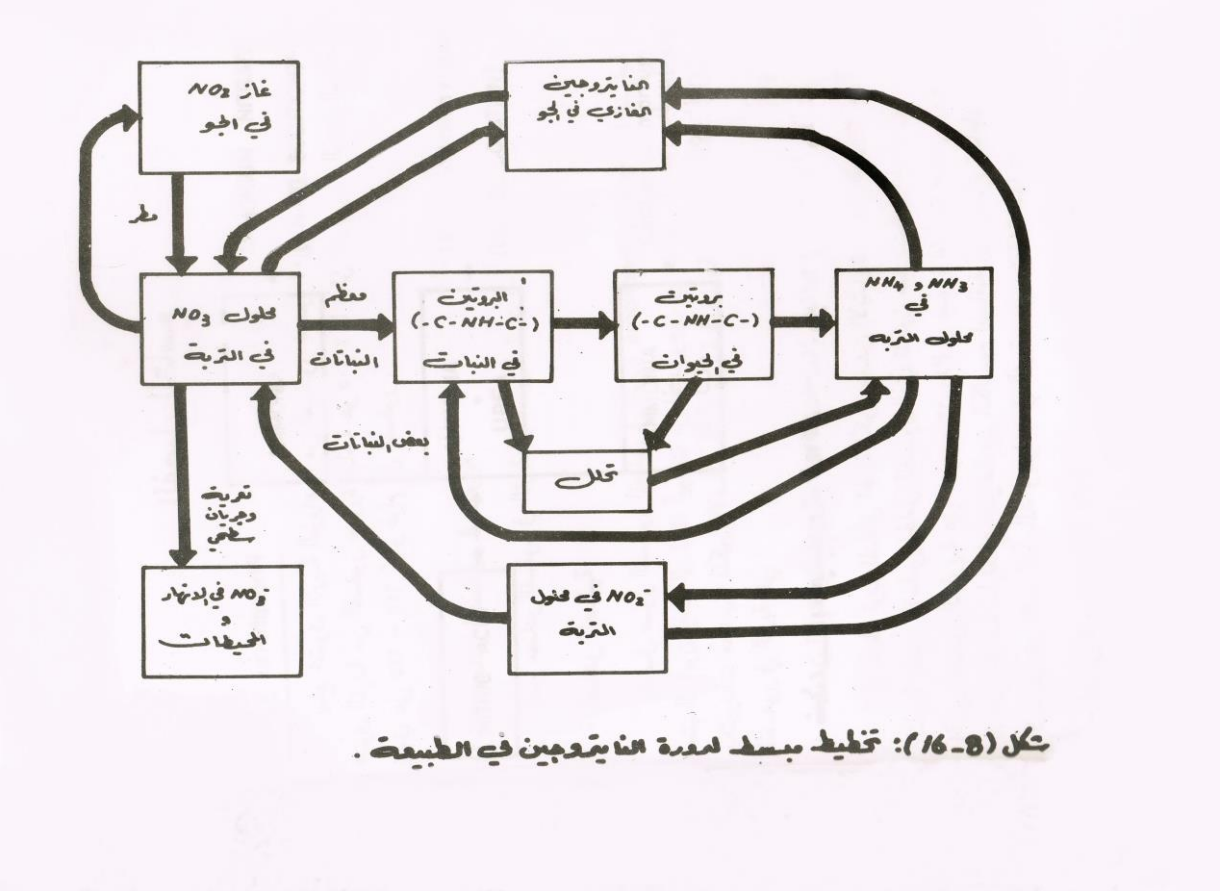
شكل (8- 14): تحول الامونيا الى مختلف انواع الاسمدة النايتروجينية

<u>أثر الاسمده النتروجينيه على تفاعل التربه :-</u> بصوره عامه تؤدي الاسمده النايتروجينيه الى خفض درجة تفاعل التربه لان اثناء عملية النترجه وتكوين النترات تنتج ايونات الهايدروجين .

<u>دورة النتروجين في الطبيعه :-</u> ان دورة N في الطبيعه استمرت لملايين السنين ومكن تدخل الانسان في الوقت الحاضر اخذ يؤثر على التوازن الطبيعي لهذه الدوره من خلال

١ـ انتاج الاسمده مستخدما N الجوي .

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



شكل (8-16): تخطيط مبسط لدورة النايتروجين في الطبيعة .

دورة النتروجين في الطبيعه

الفسفور

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

<u>أهم مصادره :-</u>

١ – **المصادر المعدنيه :-** 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 الابتايت 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 بآصره تساهميه مع المركبات العضويه .

ويتحلل بفعل الاحياء الدقيقه وبوجود الماء ويتحول الى فسفور معدني جاهز للامتصاص من قبل النبات ومن هذه المصادر

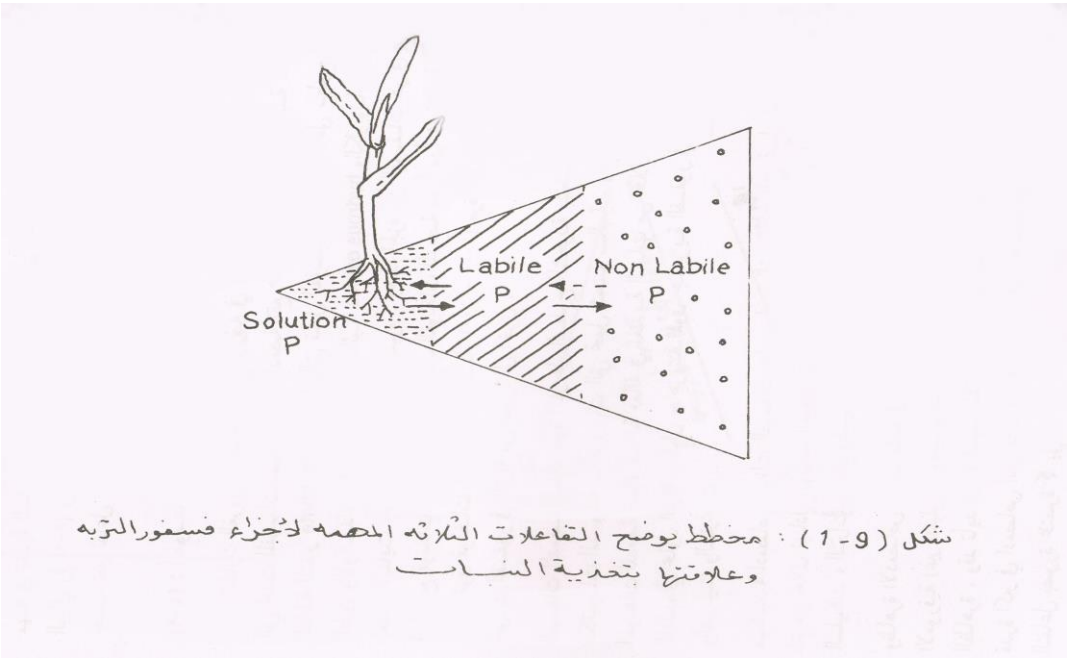
أ- الاحماض النوويه ب- الفوسفوليبدات

ويقسم الفسفور حسب جاهزيته للتربة الى

١ – **الفسفور الذائب**

٢ – الفسفور المحمول على أسطح غرويات التربة .

٣ – الفسفور غير الذائب أو غير الجاهز .



شكل (9-1) : مخطط يوضح التفاعلات الثلاثه المهمه لاجزاء فسفور التربه وعلاقتها بتغذية النبات

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 بالمقارنه 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 الرطبه لنفس النسجه .

ماهو مصير الفسفور المتحرر الى محلول التربة

ويتم اي مصير للفسفور يحدث بأحد الطرق التالية

١ – تفاعل كيمياوي مع كاربونات التربة (Ca- Mg – Fe – Al) .
٢ – أمتصاصه من قبل النبات .
٣ – الفقد عن طريق الغسل خصوصا عندما تكون الامطار كميتها كثيرة ومن الترب الرملية المنخفضه 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 المؤثره على محتوى التربه من الفسفور العضوي :-

١- محتوى التربه من الماده العضويه :- كلما زادت الماده العضويه في التربه زاد المحتوى من الفسفور العضوي وتحتوي الطبقه العليا من التربه كميه اكبر من الفسفور العضوي من الطبقات السفلى .
٢– PH التربه :- الفسفور العضوي يميل الى الثبات في التفاعل المنخفض كما في الترب الحامضيه
٣– المناخ :- تأثير درجة الحراره على تحليل الماده العضويه ويزداد التحلل بارتفاع درجة الحراره
٤– الاستغلال الزراعي للارض :- عند زراعة الارض ينخفض محتواها من (N –P) العضوي كما ان الفسفور المتبقي هو اكثر من N المتبقي .

<u>الفسفور في محلول التربه :-</u> يتأين حامض الفسفوريك الى وسيادة أي من هذه الايونات يعتمد على درجة تفاعل التربه

$H_3PO_4 \longleftrightarrow H^+ + H_2PO_4^-$

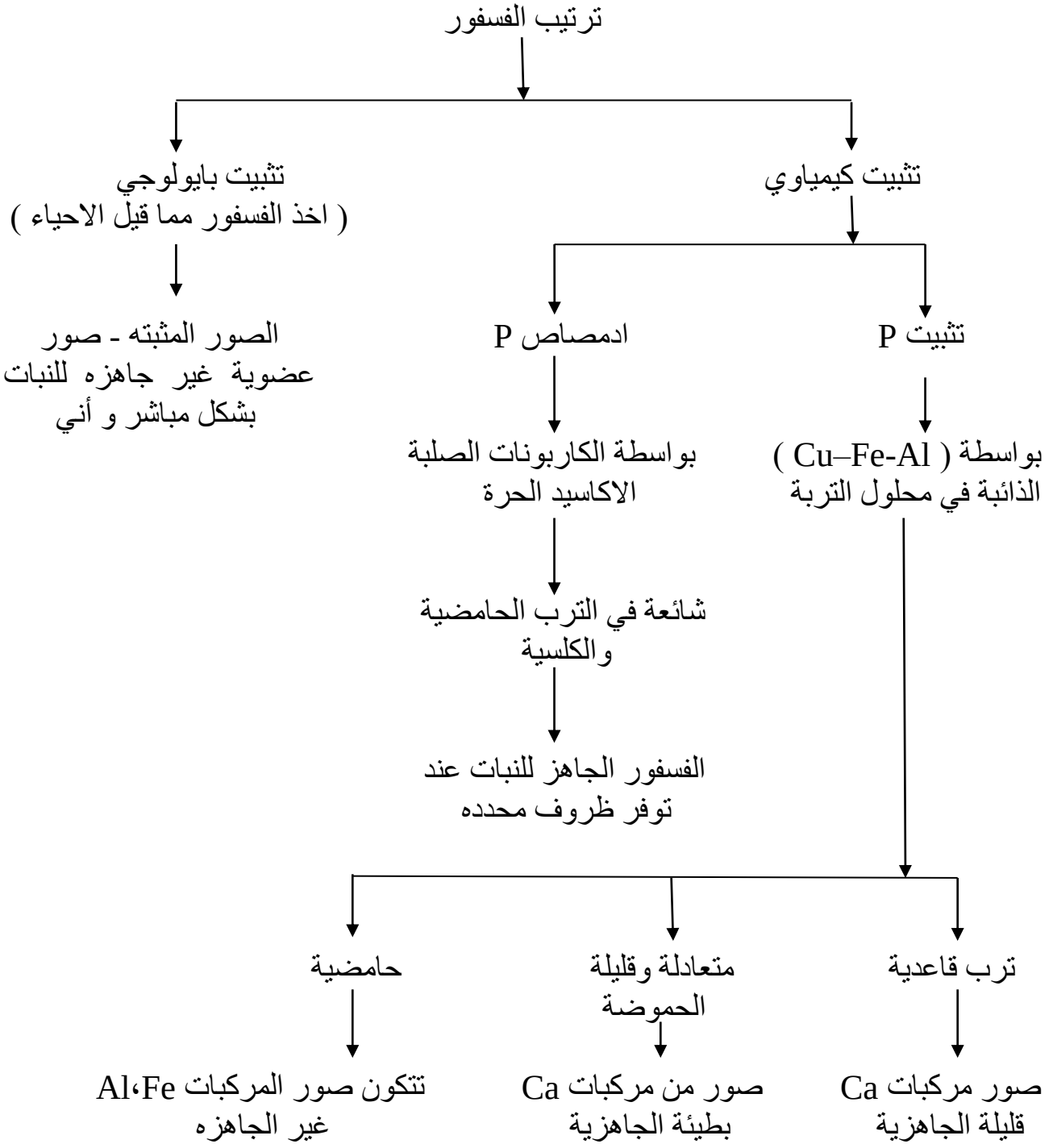
$H_2PO_4^- \longleftrightarrow H^+ + HPO_4^{-2}$

$HPO_4^{-2} \longleftrightarrow H^+ + PO_4^{-3}$

كما هو موضح في جدول صفحه 194 ان التفاعل المحصور بين (٤– ٨) تكون الايونات السائده على شكل $H_2PO_4^-$ و HPO_4^{-2} وتظهر عن عدم وجود ايونات الحديد و الالمنيوم .
<u>تثبيت الفسفور في التربه :-</u> هي تحويل الفوسفات الذائبه المضافه للتربه الى صور اقل ذوبان نتيجة لتفاعلها مع مركبات العضويه والمعدنيه وبالتالي تقيد حركة الفسفور وتقل جاهزيته ويشمل تفاعلات الامتصاص والترسيب الكيمياوي والتثبيت البايولوجي .

<u>أهم تفاعلات تثبيت الفسفور:-</u>
١– **تفاعلات تثبيت الفسفور في الترب الحامضيه :-** يثبت P في الترب الحامضيه نتيجة تفاعل ايونات الفوسفات مع الحديد Fe و Al و Sio سلكيات الطين وتقسم الى
أ- الادمصاص ب- الانحلال المتماثل ج- الانحلال المزدوج
٢– **تثبيت P في الترب القاعديه :-** وتتم بفعل ايونات الكالسيوم وصوره المختلفه سواء الذائب او المتبادل وكاربونات الكالسيوم وتسمى تفاعلات ترسيب وتترسب على شكل فوسفات الكالسيوم النباتيه $CaHPO_4$ $Ca_3(PO_4)_2$ وقد تترسب على شكل هيدروكسي (انبتايت)
٣ – تفاعلات الترسب :-

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

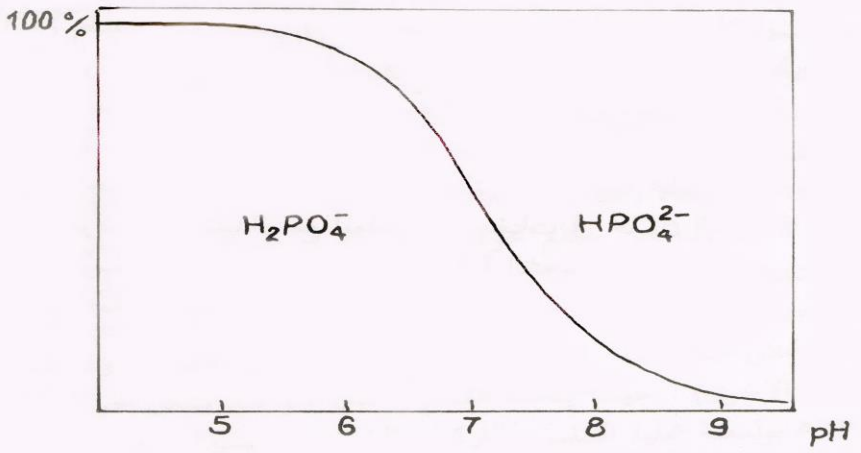


وتؤثر به عدة عوامل ومنها (العوامل المؤثرة على تفاعلات ترسيب الفسفور هي)

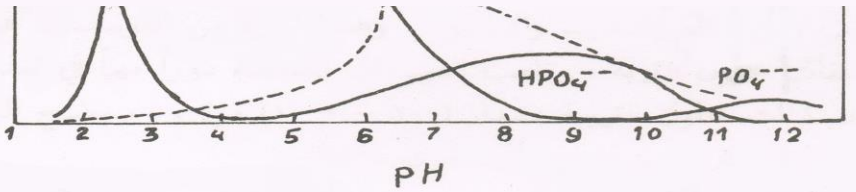
أ – نشاط الكالسيوم .
ب – كمية وحجم $CaCO_3$ الحره في التربه .
ج – كمية ونوع معادن الطين في التربه .
د – تأثيرها على PH التربة .

العوامل المؤثره على تثبيت P في التربه

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



شكل (9 – 3) : نسبة ايوني $H_2PO_4^-$ و HPO_4^{2-} وعلاقتها بتفاعل التربه



شكل (9 – 2) : يوضح علاقة ايونات الفوسفات في محلول $Ca-H_3PO_4$ بدرجات مختلفه من الـ pH .

٤– درجة الحراره (يزداد التثبيت بارتفاع درجة الحراره لانه تفاعل كيمياوي)
٥– الاملاح
٦– الماده العضويه (بزيادتها تؤدي الى زيادة جاهزية الفسفور)

طرق اضافة السماد :-

١– نثر على سطح التربه وخلطه مع مكوناتها
٢– نثر السماد على السطح بعد الحراثه
٣– اضافته بخطوط اليه
٤– تلقيم
٥– خلط السماد مع البذور
٦– التسميد التخزيني (الاحتياطي)
والكالسيوم Ca والمغنيسيوم Mg حيث تترسب على شكل فوسفات الحديد و الالمنيوم في الترب الحامضيه وفوسفات الكالسيوم 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 والاوكسيدات والهيدوكسيدات المائيه والكاربونات وكذلك معدن الأبتابت وفوسفات الحديد والالمنيوم .

وهذا الجزء في حالة اتزان مع P في محلول التربه وتلعب الفوسفات المدمصه دوركبير في تغذية النبات ومقدارها تفوق فوسفات محلول التربه بمقدار (100 – 1000) مره كما في الشكل صفحه ١٩٧وهي تدمص على الاسطح المشحونه بشحنه موجبه .

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

١– يعتبر P احد مركبات البروتين النووي
٢– يخزن في البذور بشكل فايتين
٣– يدخل في تركيب الفوسفوليبدات (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 والتحولات 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 تبكير 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– اعاقة تحويل السكر الى نشا وبالتالي ضمور البذور

الاسمده الفسفوريه :- تصنع من معاملة الفوسسفات بحامض الكبريتيك وهنالك طرق تصنيع مختلفه وتقسم 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 الضعيفه ويحدد محتوى السماد الفسفوري من P بشكل خاص اوكسيد الفسفور (P_2O_5) ويمكن التحويل بين P و P_2O_5 كما يلي

$$0.43x \% P_2O_5 = \% P$$
$$2.29x \% P = \% P_2O_5$$

ومن انواع الاسمده :-

سماد سوبر فوسفات الكالسيوم الاعتيادي	$Ca(H_2PO_4)_2 . H_2O . CaSO_4$
سماد سوبر فوسفات الكالسيوم المركز	$Ca(H_2PO_4) . H_2O$
سماد فوسفات الكالسيوم الثنائيه	$CaHPO_4 . 2 H_2O$
سماد خبيث المعادن (فوسفات توماس)	$Ca_3P_2O_8CaO + CaO . SiO_2$
سماد فوسفات الالمنيوم (الاموفس)	$NH_4H_2PO_4$ (Map)
	(NH_4)$_2$ HPOH (DAP)
سماد فوسفات	$3Ca(H_2PO_4)_2$

الفسفور في ترب العراق

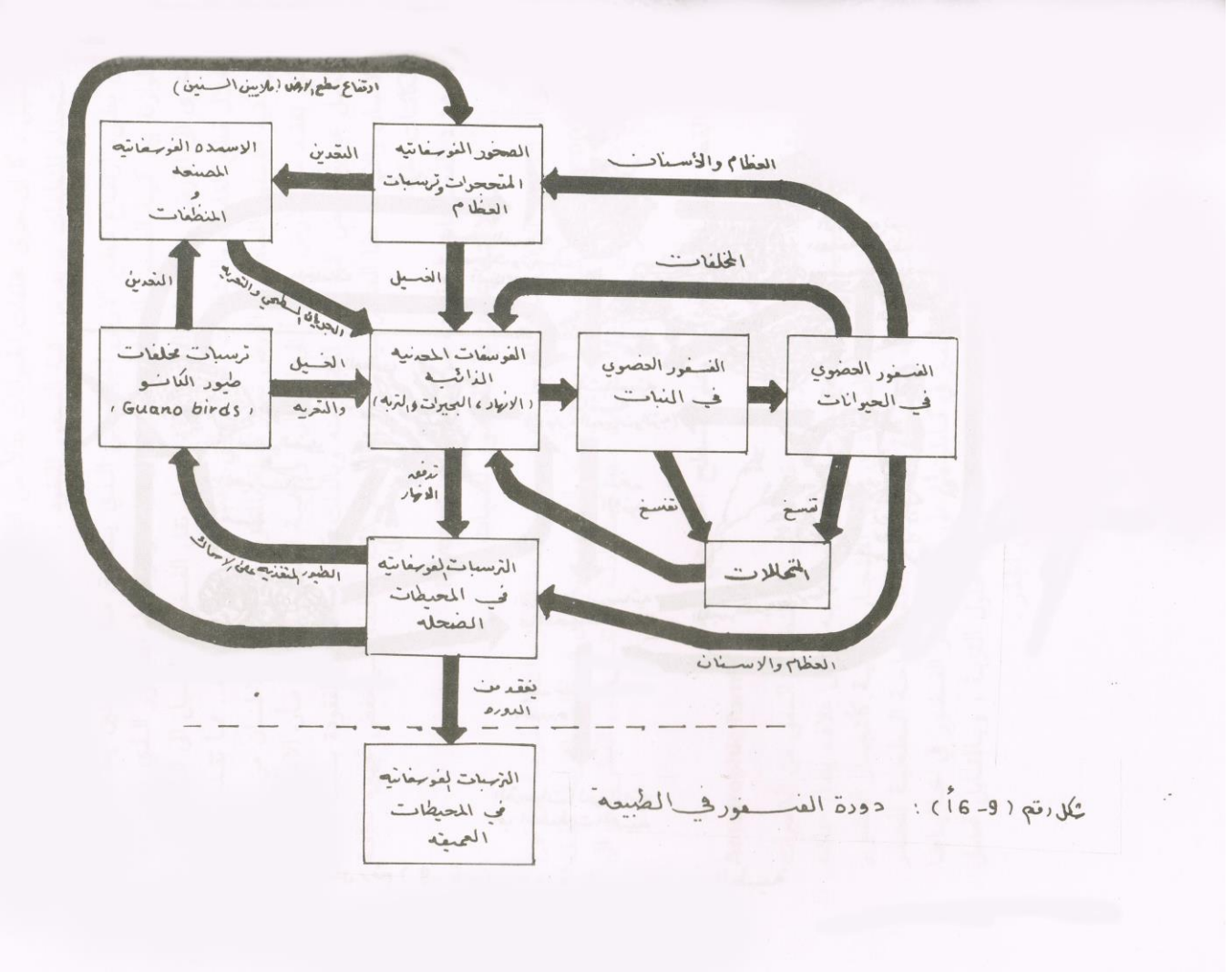
تتغير ترب العراق بارتفاع محتواها من Ca واملاحه قليلة الذوبان واشيد الى دور الكالسيوم وتفاعلاته في خفض جاهزية الفسفور ووجدت ان افضل طريقه لاستخلاص P في الترب القاعديه هي طريقة sen / o وقد قام (د.نوري عبدالقادر و ابتسام جعفر سنة 1977) بدراسه على الفسفور في الترب العراقيه ووجد ان الحد الحرج للفسفور الجاهز في ترب العراق هو 7 جزء بالمليون فسفور حر يعادل 10 كغم P_2O_5 / دونم وافترضوا الجدول العلمي التالي

قيمة تحلل P PPM	الكميه المكافئه من P_2O_5 كغم / دونم	محتوى التربه من P	الاستجابه للاسمده الفوسفاتيه
7 – 0	10	واطئ	مؤكد
12 – 7	16.75 – 10	متوسط	محتمل
اكثر من 12	اكثر من 16.75	عالي	غير محتمل

وافترضوا التوصيات التاليه

قيمة تحلل P PPM	كمية P_2O_5 والتي يجب اضافتها كغم / دونم	كمية السماد الفوسفاتي المضاف كغم / دونم

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



دورة الفسفور في الطبيعه

البوتاسيوم K

عنصر مهم في تغذية النبات كثير الانتشار في القشره الارضيه 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 مصد البوتاسيوم هو الصخور الحاويه له مثل (الفلدسبار و المسكوفايت و البيوتيد) وعند تعرضها لعمليات التجربه الكيمياويه او الحراره والضغط يتحرر البوتاسيوم منها .

صور البوتاسيوم في التربه :-

١– **k صعب الجاهزيه (غير ميسر) :-** ويشكل نسبة ٩٠– ٩٨% من البوتاسيوم الكلي في 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 بازدياد درجة الحراره
٣– رطوبة التربه :- جفاف التربه الرطبه ذات المحتوى العالي 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_2O %

اهم الاسمده :-

١- **KCl :-** وهو من اكثر الاسمده البوتاسيه في العالم وارخصها ثمنا على ٦٠ % K_2O

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 ٥٠% 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 .

<u>معدل وكمية البوتاسيوم المضافه تتحدد بما يلي :-</u>

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 ومادة الاصل والظروف المناخيه السائده .

<u>أشكال الكالسيوم :-</u>

١ – **الكالسيوم غير الجاهز للامتصاص :-** وهو الموجود في المعادن الاوليه 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 بحالة توازن مع المتبادل .

<u>أهمية الكالسيوم للنبات :-</u>

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 %

المغنسيوم Mg^{+2}

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

مصادره :-

١– المعادن الاوليه (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 مادة الكلوروفيل وهو المفتاح المعدني لهذه الماده
٢– مهم في تكوين السكريات داخل النبات
٣– يعمل كناقل للفسفور ومنشط 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 الوسطيه 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– الدولدمايت Mg % 12 ٢– اوكسيد المغنسيوم Mg % 45
٣– كبريتات المغنسيوم Mg % 10.5 ٤– كاربونات المغنسيوم Mg %27
٥– فوسفات الامونيوم – المغنسيوم $MgNH_4PO_4\text{-}H_2O$ Mg % 14.8

ملاحضات 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 صغيرة العمر والحساسه لاشكال المغنسيون الاخرى .

الكبريت S^{-2}

محتوى القشره الارضيه من هذا العنصر حوالي 0.06 % ويوجد على شكل عضوي ويعتبر S المقيد عضويا هو الخزان الرئيسي لكبريت التربه . ولذا كمية الكبريت تتناسب طرديا مع كمية الماده العضويه .

صور الكبريت :-

١– **كبريت عضوي**
- الكبريت المحجوز بالكاربون (الاحماض الامينيه)
- غير المحجوز بالكاربون (الدهون– الكبريتات الفينوليه)

٢– **معدني :-** في صورة املاح ذائبه او غير ذائبه مثل كبريتات الكالسيوم والمغنسيوم والصوديوم في ظروف المناطق الجافه وشبه الجافه . اما في المناطق الرطبه تتواجد الكبريتات اما في محلول التربه او مدمصه على غروياتها

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

وهو مهم للاسباب التاليه :-

١– يشترك في تكوين بروتينات النباتات والاحماض الامينيه مثل (cysteine) وهو حجر الاساس للبروتين .
٢– تكوين الروابط المهمه لتكوين الانزيمات البروتينيه .
٣– مساعد لنمو النبات والفيتامينات .
٤– يزيد من نسبة الدهون في فول الصويا .
٥– يدخل في تركيب البروتوبلازم .
٦– يزيد من مقاومة النبات للبروده .
٧– مسؤول عن التدمع في البصل ورائحة الثوم .
٨– يساعد في تثبيت النتروجين في المحاصيل البقوليه .

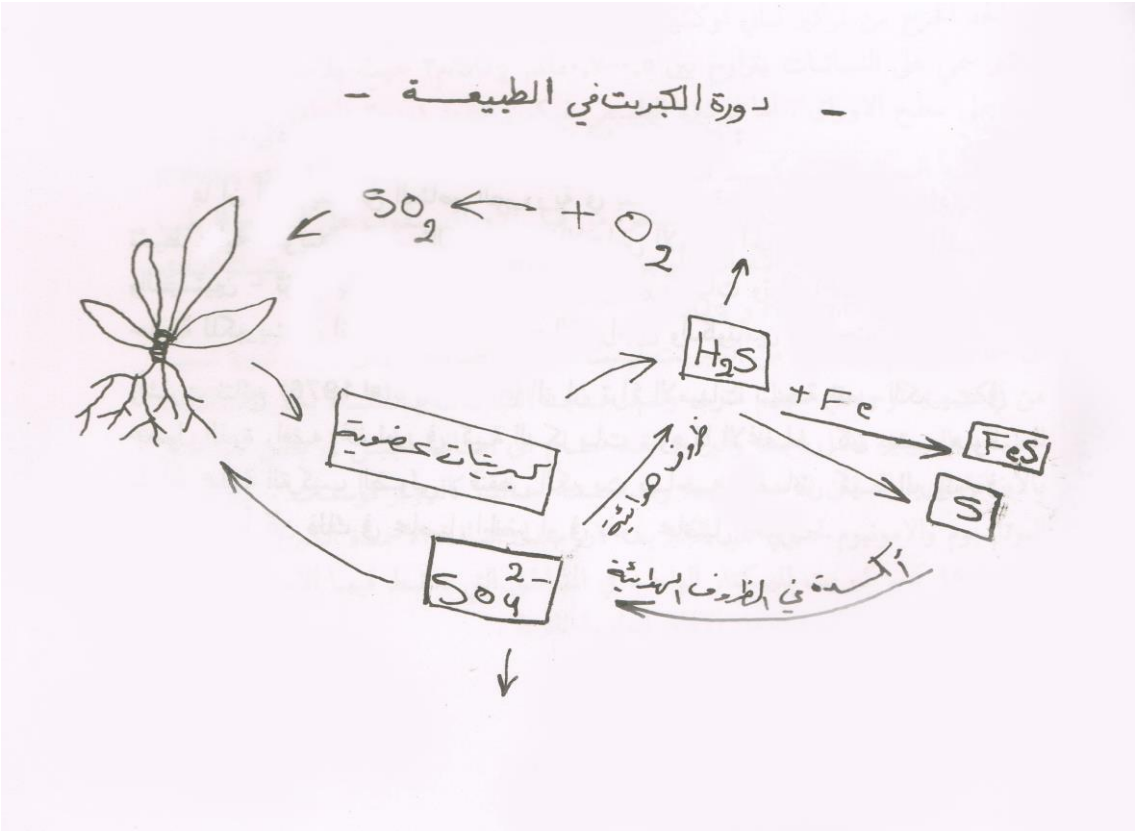
أعراض نقص الكبريت :-

١ – عنصر متحرك داخل النبات .
٢– 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 الورقه من الاخضر الفاتح الى الى الاصفر الفاتح ثم اصفرار داكن وبعدها اصفرار شامل .

اسمدة الكبريت :-

١– الكبريت (ماده صفراء)	S	50 – 90 % كبريت حسب نقاوته
٢– حامض الكبريتيك	H_2SO_4	98 % كبريت
٣– الجبس الزراعي	$CaSO_4.2H_2O$	23.5 % كبريت
٤– كبريتات الامونيوم	$(NH_4)_2SO_4$	24 % كبريت
٥- كبريتات البوتاسيوم	K_2SO_4	18 % كبريت
٦– كبريتات المغنسيوم	$MgSO_4.7H_2O$	18.2 % كبريت
٧– كبريتات النحاس		12.8 % كبريت
٨– كبريتات الحديديك		11.5 % كبريت



الحديد Fe

يمتص النبات الحديد على شكل Fe^{+2} و Fe^{+3}
١– يتأثر امتصاص Fe بارتفاع درجة تفاعل التربه PH .
٢– كذلك زيادة تركيز الفوسفات والكالسيوم في محلول التربه .
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 والمايتوكوندريا
٤– يساعد في عملية انقسام الخلايا

٥– عنصر اساسي في تركيب السايتوكروم 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 الحديثه
٤– في محاصيل الحبوب تظهر اعراض نقصه على شكل اشرطه متبادله بين الاصفر و الاخضر على امتداد الورقه .
٥– تحول كامل للاوراق على اللون الاصفر وقد تصبح شبه بيضاء وخاصة في النموات الحديثه .

مصاد الاسمده :-

١ــ الاسمده او الماده العضويه يختلف انواعها
٢ــ مركبات الحديد الصناعيه العضويه وغير العضويه
وتختلف الاسمده الحيوانيه من حيث محتواها من الحديد وتلك القيمه تتوقف بشكل مستمر على كمية التربه المخلوطه مع السماد . ان اضافة 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 التربه .
وكذلك تعمل بقايا النباتات على تقديم نفس الفائده . عندما تكون الاسمده الحيوانيه متوفره بكميات كبيره وقريبه فأن اضافتها تقدم احدى الطرق الاقتصاديه الاكثر فعاليه في السيطره على نقص Fe .

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

المصادر غير العضويه	التركيب الكيمياوي	نسبة Fe %
كبريتات الحديدوز	$Fe_2SO_4 . 7H_2O$	% 20
كبريتات الحديديك	$Fe_2(SO_4)_3 . 4H_2O$	% 20
كربونات الحديدوز	$FeCO_3 . H_2O$	% 42
كبريتات الامونيوم للحديدوز	$(NH_4)_2SO_4 . FeSO_4 . 6H_2O$	% 14
المحلول الزجاجي	Combination	متغاير
Iron frits		
بولي فوسفات الحديد الامونيومي	$Fe(NH_4)HP_2O_7$	% 32

المصادر العضويه :- المواد المخلبيه للهيدروكربونات

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

المادة العضويه :- المواد المخلبيه الناتجه من الناتج العرضي لصناعة الورق

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

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 المخلبيه المركبه من الهيدروكربونات و المركبات التي تفرز المواد ذات القابليه المخلبيه المنتجه من الصناعات الخشبيه ومن هذه المركبات الاثلين وهي (EPTA ، ETPA ، HEDTA) وتستعمل هذه المواد عند الاضافه للتربه او الرش على النباتات وهي غالية الثمن بالمقارنه مع المصادر غير العضويه ولكن تاثيرها 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 مخيبه للامال بصوره تامه .

وهناك دراسات قليله 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 فعاليه اكبر من تصحيح نقص الحديد لاتكو عرضه للتفاعلات الكيمياويه وتحتاج الى تكرار عملية 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 / ايكر .
ان الاضافه بالرش تستوجب ترطيب جميع الورقه للحصول على الفائده القصوى وذلك لان انتقال كل من الحديد من جزء الى اخر في النبات لايتم بصوره جيده وان عدم تغطية سطح الورقه يؤدي الى ظاهرة التبقع .

ج- ان اضافة الحديد مع نظام الري بالرش غير شائعه ولكن تجري بصوره ناجحه وتعتبر اضافه 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 كفائة اضافته كميه قليله من ٠١,٠ 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 زيادة الكفائه عند مقارنتها بكمية الحديد الموصى بها لكل شجره .

د- **تغليف البذور :-** تم تأشير بعض النجاحات في تصليح نقص الحديد عن طريق تعليف البذور بنادة (iron lrgnim 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

اهميته :-

١– مهم لجميع العمليات الحيويه 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 الكيمياوي .
٢– موت القمم الناميه والسلاميات قصيره
٣– موت الاوراق الحديثه والتفرعات من الطرف نحو القاعده
٤– اصفرار الاوراق وقد تتحول الى متيبسه
٥– جيوب صمغيه على اشجار البرتقال
٦– تشقق صغيره على الثمار المصابه بالنقص
٧– اللهانه والخس تكون رؤوس صغيرة الحجم

التسميد :- تستخدم كبريتات النحاس ($CuSO_4$) بمعدل (١ – ١٠) كغم / هكتار وبالرش على الاوراق بمعدل ٠٥,٠ % تركيز

الفصل الحادي عشر

11.0 المنغنيز

11.1 منغنيز التربة ومصادره

ان المنغنيز (Mn) من العناصر الصغرى الضرورية لنمو النبات ويوجد في الترب بمعدلات مختلفة تتراوح بين ٢٠٠ ـ ٣٠٠٠ جزء بالمليون وهذه المستويات الكلية للمنغنيز كثيرة الانتشار بين الترب 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 ـ الاكاسيد البسيطة وتضم المعادن الآتية :

Pyrolusite	MnO_2
hausmannite	Mn_3O_4
manganite	MnOOH

٢ ـ الاكاسيد المعقدة وتضم المعادن الآتية :

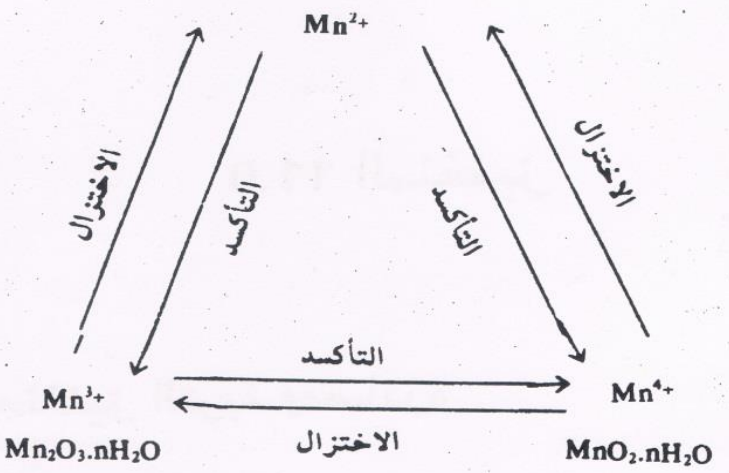
braunite $(Mn,Si)_2O_3$

وكذلك معدن Psilomelane

٣ ـ الكاربونات وتضم rhodochrosite ($MnCO_3$)

٤ ـ السليكات وتضم rhodonite ($Mn\ SiO_3$)

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 ـ 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 ـ المنغنيز الثلاثي التكافؤ على صورة اكسيد Mn_2O_3 ويزداد تركيزه في الترب ذات درجة تفاعل متعادلة .

٣ ـ 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 الفيزياوية والكيمياوية وعوامل مناخية واهم هذه العوامل هي :

١ ـ الترب القاعدية والترب ذات الحامضية الخفيفة :

تؤدي درجة تفاعل التربة دوراً كبيراً في جاهزية المنغنيز ، إذ تزداد في الترب الحامضية جاهزيته بسبب زيادة درجة ذوبان مركبات المنغنيز الموجودة في التربة . اما في الترب 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 ٧ واكثر .

٢ ـ الترب ذات الصرف الرديء :

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

٣ ـ ترب الـ Histosols العضوية :

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

٤ ـ المستويات العالية من الحديد ، والنحاس والزنك :

ان سلوك المنغنيز الكيمياوي 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 ـ الظروف الجافة :

في الظروف الجافة لاتتحلل 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 ـ 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 ـ مشاركته في نظام الانتقال الالكتروني في عملية التركيب الضوئي .
٢ ـ نقصه يؤدي الى تلف تركيب الكلوروبلاست .
٣ ـ يؤدي الى زيادة نشاط الانزيمات Oxidases
٤ ـ معظم الانزيمات في دورة TCA ومن ضمنها dehydrogenases تنشط بواسطته .
٥ ـ يؤثر في تركيز منظم النمو Auxin في الانسجة النباتية ، اذ يقل هذا المنظم بوجود المنغنيز بتراكيز عالية سمية .
٦ ـ 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 فأن 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 ـ 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 والجت 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 ـ ١٥٠	اعلى من ٢٠٠
القطن	اقل من ٣٠	٣١ ـ ٣٠٠	—
فول الصويا	اقل من ٢٠	٢١ ـ ١٠٠	اعلى من ٢٥٠
الجت	اقل من ٣٠	٣٠ ـ ١٠٠	اعلى من ٢٥٠
الحشائش	اقل من ٣٠	٣٠ ـ ١٥٠	—
محاصيل الحبوب	اقل من ١٠	١٠ ـ ١٠٠	—

11.5 اعراض نقص المنغنيز

لايكون المنغنيز نسبياً سهل الحركة داخل النبات . ولهذا فأن اعراض نقصه تظهر اولاً 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 بنيّة اللون في الاجزاء القديمة من النبات وتوزيع غير منتظم للكلوروفيل .

11.6 اسمدة المنغنيز

من اهم اسمدة المنغنيز هي :

١ ـ كبريتات المنغنيز تحتوي على ٢٦ ـ ٢٨ ٪ منغنيز $(MnSO_4)$

٢ ـ اوكسيد المنغنيز يحتوي على ٤١ ـ ٦٨ ٪ منغنيز (MnO)

٣ ـ سماد مغلف يحتوي على ١٢ ٪ منغنيز $(MnEDTA)$

ملاحظات مهمة حول التسميد بعنصر المنغنيز

١ ـ يفضل اضافة كبريتات المنغنيز الى الترب الكلسية وذلك قريباً من النبات وليس بطريقة النثر لتقليل عمليات اكْسدة المنغنيز .

٢ ـ يفضل اضافة كبريتات المنغنيز بدلاً من الاسمدة المغلفة وذلك لكون كبريتات المنغنيز اكثر تأثيراً .

٣ ـ يفضل اضافة المنغنيز بطريقة الرش على النبات في الترب الكلسية العضوية .

الفصل 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 ـ ٨٠ جزء بالمليون . ولا يوجد بتراكيز عالية سامة في الترب الجافة الا اذا اضيفت الى التربة بكميات كبيرة مع الاسمدة الكيمياوية . 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 :

ـ البورات المائية وتضم :

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

ـ البورات اللامائية وتضم :

Ludwigite	Mg_2FeBO_5
Kotoite	$Mg_3(BO_3)_2$

ـ سليكات البورون المعقدة وهذه تضم معدن **tourmaline**

وهو معدن مقاوم لعمليات التجوية ولهذا فانه 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 مابين ٧ ـ 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 ـ الترب ذات المحتوى الواطىء من البورون وهذه تشمل عدة ترب منها :

ـ **alluvials** وهي الترب المتطورة من الترسبات النهرية ومادة الاصل لها فقيرة بعنصر البورون بسبب فقدانه مع حركة الماء .

ـ **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 .

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

ـ **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 الخُضْر ، وهي ترب صودية ذات درجة تفاعل عالية تؤدي الى قلة ذوبان مركبات البورون فتقل كميته الجاهزة .

٢ ـ ترب المناطق ذات المعدلات المتوسطة والغزيرة من الامطار .

٣ ـ ترب ذات درجة تفاعل متعادلة او قاعدية ، اذ في مثل هذه الترب يزداد ادمصاص البورون واعلى ادمصاص يحصل بين درجة تفاعل ٧ ـ ٩ ، وتقل درجة ذوبان مركبات البورون اضافة الى تفاعل البورون مع الاكاسيد الثلاثية في مثل هذه الترب فتقل جاهزيته .

٤ ـ 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 ـ 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 ـ 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 والمسسبي

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

النسجة	الباما	المسسبي	
		التلال	منطقة الدلتا
اتربة طينية	٠.١٥٥	٠.١٣٠	٠.٧٦
اتربة مزيجية سلتية	٠.١٣٠	٠.٠٩٥	٠.٤٨
اتربة مزيجية رملية	٠.٠٨٥	٠.٠٨٦	٠.٣٦
اتربة رملية	٠.٠٣٢	–	–

في امريكا . اما مستويات البورون في الترب العراقية (مرتضى واخرون ١٩٨٦.) للمناطق الشمالية الغربية والجنوبية في محافظة نينوى تراوحت بين ٠.٣٦ ـ ١.٢١ جزء بالمليون عند استخلاصه من التربة بالماء الحار وبين ٨.٢٥ ـ 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 ـ البورون يسهل ويسيّر 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 ـ يساعد ويحفز تكون المركبات الفينولية .

٣ ـ البورون ضروري في تكوين خلايا النبات

٤ ـ البورون ذو اهمية كبيرة في تكوين الاحماض النووية حيث ان نقص البورون يؤدي الى حصول نقص في محتوى النبات من **RNA** . كذلك يحفز البوزون العمليات الحيوية لـ **RNA** .

٥ ـ نقص البورون يؤدي الى تجمع النترات في النبات وقلة تكون البروتينات بسبب انخفاض معدل اختزال النترات وتكون الاحماض الامينية .

٦ ـ تنظيم النشاط الانزيمي

٧ ـ 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 سلبياً 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 ـ النباتات الحساسة لنقص عنصر البورون وهذه تضم نباتات البنجر السكري وشمندر الماشية ونبات الكرفس .

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

٣ ـ 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 وصنفه 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 ـ ٠,١٥ جزء بالمليون	احتياج منخفض اقل من ٠,١ جزء بالمليون
التفاح	الجزر	الشعير
الجت	القطن	الفاصوليا ، اللوبيا
الهليون	الخس	الحمضيات
الشوندر	البرسيم (حبوب)	البرسيم (اعلاف)
الكرفس	فستق العبيد	الذرة الصفراء
النباتات الصليبية	الخوخ	الاعلاف العشبية
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	اعتيادي	عال	مفرط
الذرة الصفراء	صفر ـ ٣	٤ ـ ٥	٦ ـ ٢٥	٢٦ ـ ٦٠	+ ٦٠
فول الصويا	صفر ـ ١٠	١١ ـ ٢٠	٢١ ـ ٨٠	٨١ ـ ١٠٠	+ ١٠٠
الجت	صفر ـ ١٥	١٦ ـ ٣٠	٣١ ـ ٨٠	+ ٨١	ـ
الحنطة	صفر ـ ٣	٤ ـ ٦	٧ ـ ٢٥	٢٦ ـ ١٠٠٠	+ ١٠٠٠
القطن	صفر ـ ١٦	صفر ـ ٢٠	٢١ ـ ٨٠	٨١ ـ ٢٠٠	+ ٢٠٠
التبغ	صفر ـ ١٠	١١ ـ ٢٠	٢١ ـ ١٠٠	+ ١٠٠	ـ
البنجر السكري	صفر ـ ١٠	١١ ـ ٢٠	٢١ ـ ٥٠	+ ٥٠	ـ
البطاطا	ـ	ـ	١٠ ـ ٤٠	ـ	ـ
الطماطة	ـ	صفر ـ ٣٠	٣١ ـ ٩٠	٩١ ـ ٢٥٠	+ ٢٥٠

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

المحصول	نقص	منخفض	اعتيادي	عال	مفرط
الشوندر الأحمر	١٥	–	٢٧ – ٨٣	–	–
الكرنب أو الملفوف	–	–	٧٠	–	–
اللهانة	٥ – ١٨	–	٢٢ – ٥٥	–	–
القرنبيط	–	–	٣٦	–	–
الجزر	صفر – ١٦	–	٣٢ – ٢٠٤	–	–
الكرفس	صفر – ١٥	–	٢٧ – ٤٨	–	–
الخس	–	–	٢٧ – ٤٣	–	+ ٧٠
فستق العبيد	صفر – ٢٥	–	–	–	–
الفجل	٨ – ٣٣	–	١٩ – ١٩٥	–	–
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 فأن 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 ـ بورات الكالسيوم :

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

٢ ـ بورات المغنيسيوم :

سماد بورات المغنيسيوم $(2Mg_3\ B_8O_{15}.MgCl_2)$ 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 ـ بورات الصوديوم :

سماد بورات الصوديوم $(Na_2B_4O_7.10H_2O)$

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 ـ 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 فيزياوية جيدة .

٥ ـ سماد Anhydrous borax

هذا السماد يعرف بالسماد بورات ٦٥ ويصنع أيضاً من البوراكس ويحتوي على ٦٥ ٪ B_2O_3 (٢٠,٢ ٪ بورون) . وهو بلوري ذو لون أصفر براق وحبيباته بحجم حبيبات الرمل . ويعد أرخص الأسمدة الكيميارية المصنعة لعنصر البورون وذا محتوى عال من البورون .

٦ ـ سماد Solubor

هذا السماد مسحوق أبيض اللون يصنع من تكرير وتنقية سماد Borax 65 ويحتوي على ٦٦ ٪ B_2O_3 (٢٠,٥ ٪ بورون) . ويستعمل في أكثر الأحيان مع الأسمدة السائلة أو يضاف عن طريق الرش أو التغبير .

٧ ـ حامض البوريك

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

$$Na_2B_4O_7 + H_2SO_4 + 5H_2O \longrightarrow Na_2SO_4 + 4H_3BO_3$$

الفصل الثالث عشر

13.0 الزنك

13.1 زنك التربة ومصادره

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

١ ـ الكبريتيدات وتضم المعدن (ZnS) Sphalerite

٢ ـ الكاربونات وتضم المعدن ($ZnCO_3$) Smithsonite

٣ ـ السليكات وتضم المعدن ($Zn_4(OH)_2Si_2O_7.H_2O$) 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 ـ 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 تؤدي 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 ـ **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 ـ 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 ـ **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 ـ الأمطار الغزيرة تؤدي الى فقدان عنصر الزنك نتيجة عمليات الغسل مما يؤدي الى ظهور أعراض النقص .

٦ ـ يقل الزنك الجاهز للامتصاص من لدن النبات في التربة الرملية ذات المحتوى الواطىء 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 للذوبان والامتصاص من لدن النبات .

٧ ـ اضافة الى ماذكر فهناك عامل أساس ورئيس له علاقة بمحتوى التربة من الزنك وهذا العامل هو مادة الأصل للتربة واحتواؤها على المعادن الأولية الحاوية على عنصر الزنك . ففقر 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 العنصرالذي يعد من العناصر الضرورية لنمو النبات هي :

١ ـ إنه يدخل في تركيب وتكوين عدد من الأنزيمات مثل **dehydrogenases** و **proteinases** و **peptidases** .

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

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

٤ ـ ويساعد في استطالة ساق النبات وتحفيز عمل منظّم 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 ـ 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 :

- إنّ أقل من ٢٠ جزء بالمليون زنك في أنسجة النبات ربما يؤدي الى ظهور أعراض النقص .
- ٢١ ـ ٧٠ جزء بالمليون تراكيز ملائمة
- ٧١ ـ 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	الشعير
الكتان	البرسيم	الجزر
العنب	القطن	الكرفس
الخوخ	البصل	الأعشاب
البكان	البطاطا	الشوفان
فول الصويا	فستق العبيد	البازلاء
شجر التانغ	الذرة البيضاء	الحنطة
	العشب السوداني	
	الطماطة	

13.5 أعراض نقص الزنك

ان عنصر الزنك بطيء الحركة داخل الأنسجة النباتية لذلك فأن 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 . وبقية مساحة الورقة تكون ذات لون أخضر شاحب وأصفر بل وأبيض . في النباتات ذوات الفلقة الواحدة ـ وخاصة الذرة الصفراء ـ 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_2Zn EDTA وهذا السماد يحتوي على ١٤ ٪ زنك

- NaZn NTA وهذا السماد يحتوي على ١٣ ٪ زنك
- NaZn HEDTA وهذا السماد يحتوي على ٩ ٪ زنك
- وهناك أسمدة مخلبية آخرى مثل ZnHEEDA و ZnEDDHA .

٢ ـ كبريتات الزنك

ان سماد كبريتات الزنك ($ZNSO_4.H_2O$) من أهم الأسمدة الحاوية على الزنك التي تضاف بطريقة الرش ، وكذلك يمكن استعمال هذا السماد بعد خلطه بالأسمدة الصلبة . ان (Zinc sulfate monohydrate) $ZnSO_4.H_2O$ يحتوي على ٣٥ ٪ زنك ، أما (Zinc sulfate heptahydrate) $ZnSO_4.7H_2O$ يحتوي على ٢٣ ٪ زنك . كذلك يوجد كبريتات الزنك القاعدية $[ZnSO_4.4Zn(OH)_2]$ وهذه تحتوي على ٥٥ ٪ زنك .

٣ ـ أوكسيد الزنك

ان أوكسيد الزنك (ZnO) غير قابل للذوبان بالماء يحتوي على ٨٠ ٪ زنك وأسعاره منخفضة نسبياً .

٤ ـ فوسفات الأمونيوم الحاوية على الزنك

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

٥ ـ فوسفات الزنك

يحتوي هذا السماد ($Zn_3(PO_4)_2$) على ٥١ ٪ من عنصر الزنك

٦ ـ كبريتيد الزنك

يسمى هذا السماد (ZnS) بسماد Sphalerite ويحتوي على ٦١ ٪ زنك و ٣٠ ٪ كبريت ، وهو قليل الذوبان بالماء

٧ ـ هناك أسمدة آخرى مثل Zn Polyflavonoids ويحتوي على ١٠ ٪ زنك . وكذلك سماد 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 $ZnSO_4.7H_2O$ 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 $ZnSO_4.7H_2O$ 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 التُرب 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 مابين ٥ ـ 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 ـ **الكبريتيدات البسيطة** : وتضم المعادن الآتية :

chalcocite	Cu_2S
covellite	CuS

٢ ـ **الكبريتيدات المعقدة** : وتضم المعادن الآتية :

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

٣ ـ الأكاسيد : وتضم المعادن الآتية :

Cuprite	Cu_2O
tenorite	CuO

٤ ـ الكاربونات : وتضم المعادن الآتية :

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

٥ ـ السليكات : وتضم المعدن $(CuSiO_3.2H_2O)$ chrysocolla

٦ ـ الكبريتات : وتضم المعدن $(Cu(OH)_6SO_4$ brochantite

وفضلاً عن وجود النحاس في المعادن الأولية للتربة فأنه يوجد أيضاً في المعادن الثانوية ومادة التربة العضوية . ان أشكال نحاس التربة هي : النحاس الذائب في محلول التربة . وهو أقل كمية من الأشكال الآخرى . 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 بحبيبات التربة ولذلك فانه 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 ـ 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 ـ الترب ذات المحتوى الواطيء من النحاس :

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

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

٤ ـ الترب 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 ـ يدخل النحاس في تركيب الكلوروبلاست ولذلك فأنه يؤثر في عملية التركيب الضوئي للنبات .

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

٣ ـ يدخل في تركيب عدد من الأنزيمات مثل laccase و tyrosinase و cytochrome oxidase و polyphenol oxidase و ascorbic acid oxidase .

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

٥ ـ يشترك في العمليات الحيوية للكاربوهيدرات حيث تقل مستويات السكر المختزلة بنقص هذا العنصر .

٦ ـ يشارك في الانتقال الالكتروني وفي عملية التركيب الضوئي .

٧ ـ يوثر 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 ـ 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 ـ ٢٥
الذرة البيضاء	٦ ـ ٢٥
فول الصويا	١٠ ـ ٣٠
الجت	١١ ـ ٣٠
الاعشاب العلفية	١٠ ـ ٥٠
محاصيل الحبوب الصغيرة	٦ ـ ٢٥

14.5 اعراض نقص النحاس

ان عنصر النحاس من العناصر البطيئة الحركة داخل النبات ولهذا فأن 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 :

١ ـ الاسمدة المخلبية ومن أهمها هي **CuEDTA**

٢ ـ اوكسيد النحاس **(CuO)** ، ويحتوي هذا السماد على ٦٠ ـ ٨٠ ٪ نحاس وهو من اسمدة النحاس المهمة والاكثر استعمالاً وتأثيراً .

٣ ـ كبريتات النحاس

يسمى هذا السماد **($CuSO_4.5H_2O$)** الحجر الازرق أو **blue vitriol** ، ويحتوي على ٢٤,٨ ٪ نحاس و ١٢,٨ كبريت . ويوجد في صورة مادة صلبة أو مادة للرش .

٤ ـ فوسفات الالمنيوم الحاوية على النحاس ، ويحتوي على ٣٠ ٪ نحاس .

14.7 ملاحظات مهمة حول عنصر النحاس

١ ـ في اكثر الاحيان تضاف كبريتات النحاس مرة واحدة وبمقدار ١ ـ ١٠ كغم نحاس / هكتار للترب المعدنية التي تعاني من نقص النحاس . اما الترب العضوية فتحتاج الى كميات اكبر من الكميات التي تحتاجها الترب المعدنية .

٢ ـ 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 المولیبدنیوم

15.1 مولیبدنیوم التربة ومصادره

ان محتوى معظم الترب من المولیبدنیوم (Mo) الكلي یتراوح بین ٠,٦ الى ٣,٥ جزء بالملیون ومعدل العنصر الكلي یتراوح من ٢,٣ جزء بالملیون . أما المولیبدنیوم الجاهز فیقارب ٠,٢ جزء بالملیون . ویوجد جزء كبیر من مولیبدنیوم التربة في التركیب البلوري للمعادن الاولیة . ومن اهم المعادن الاولیة الحاویة على هذا العنصر هي : ـ

١ ـ الكبریتیدات : وهذه تضم المعدن molybdenite (MoS_2)
٢ ـ الاكاسید : وتضم المعدن ilsemannite ($Mo_3O_8.8H_2O$)
٣ ـ المولیبیدات : وتضم المعادن الاتیة :

Wulfenite	$PbMoO_4$
Powellite	$CaMoO_4$
Ferrimolybdite	$Fe_2(MoO_4)_3.8H_2O$

بالاضافة الى المعادن الاولیة فأن المولیبدنیوم یوجد ایضاً في معادن الطین الثانویة والمادة العضویة ، وتحرر المولیبدنیوم من المعادن الاولیة والثانویة والمادة العضویة یشكل مولیبدنیوم التربة . ان هذا العنصر یوجد في التربة بأربعة اشكال هي :

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

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

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

١ ـ درجة تفاعل التربة

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

٢ ـ المستويات العالية من الحديد والالمنيوم

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

٣ ـ التربة الرملية ذات محتوى من الموليبدنيوم اقل من محتوى التربة الاخرى ذات النسجة الناعمة .

٤ ـ 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 : ـ

١ ـ جزء ضروري في الانزيم **nitrogenase** المسؤول عن تثبيت النيتروجين الجوي بوساطة البكتريا المتخصصة لذلك .
٢ ـ جزء ضروري في الانزيم **nitrate reductase** المسؤول عن عملية اختزال النترات في النبات .
٣ ـ 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 واللهانة . 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 ـ ٥	اعلى من ١٠
الجت	اقل من ١	١ ـ ٥	اعلى من ١٠
الحشائش	اقل من ٠.١	٠.١ ـ ١	اعلى من ١٠

15.4 اعراض نقص الموليبدنيوم

ان اعراض نقص الموليبدنيوم تظهر اولاً 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 لفصيلته 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 صُفْر على الاوراق .

15.5 اسمدة الموليبدنيوم

ان من اهم الاسمدة الحاوية على عنصر الموليبدنيوم هي :

١ ـ موليبدات الصوديوم

ان سماد موليبدات الصوديوم $(Na_2MoO_4.2H_2O)$ يحتوي على ٤٦ ٪ موليبدنيوم وهو مسحوق ابيض اللون قابل للذوبان بالماء .

٢ ـ موليبدات الامونيوم

ان سماد موليبدات الامونيوم $[(NH_4)_6Mo_7O_{24}.4H_2O]$ يحتوي على ٥٤ ٪ موليبدنيوم وهو مسحوق ابيض اللون قابل للذوبان بالماء .

٣ ـ موليبدات الفسفور ـ الامونيوم

هذا السماد $[(NH_4)_3P(Mo_3O_{10})_4]$ يحتوي على ٦١ ٪ موليبدنيوم ذو لون اصفر وغير قابل للذوبان بالماء بل يذوب في الحوامض الخفيفة .

الاسمده العضويه والمصلحات

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

الاسمده الخضراء – الاسمده العضويه الصناعيه :-

ان دور الاسمده العضويه معروف منذ القدم حيث تعتبر مصدر للعناصر الغذائيه التي يحتاجها النبات وذلك لاحتوائها على العناصر الغذائيه الكبرى و الصعرى وتسمى احيانا بالاسمده الكامله .
ان استعمال هذه الاسمده مع الاسمده المعدنيه اثبتت فعاليتها في تحسين الصفات الفيزياويه والكيمياويه والبايولوجيه للتربه وزيادة الانتاج الزراعي . وتعتبر الاسمده العضويه مصدر الكائنات الحيه الدقيقه وغاز CO_2 المهم في تكوين حامض الكربونيك .

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

١– نوعيته
٢– خواص التربه
٣– نظام التهويه
٤- الرطوبه
٥– التفاعلات الحيويه الجاريه
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 **HPO3** . اما البوتاسيوم يكون بشكل ايون جاهز للامتصاص من قبل النبات وتضاف الاسمده الحيوانيه بمعدل (١٠ – ٤٠) طن / هكتار وحسب درجة تحلل الدمن و نوع التربه و المحصول و الظروف الجاريه . ولمحاصيل الحبوب تتراوح الكمية المضافه من (١٥– ٢٠) طن / هكتار . اما بالنسبه في المناطق الديميه 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 ٢٤ساعه تقلل كفائته بمعدل ٥٠% وقد يفقد السماد كل ما تحتويه من N خلال بضعة ايام ويقلب عاده مع ١٥سم 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 الماده الجافه بالمتر المربع الواحد من التربه بعد قلبها في التربه ومن معرفة وزن الماده الجافه م ٢ يمكن حساب وزنها / دونم او هكتار او كميه الكاربون القابله للاكسده (C / N) واخيرا كمية المغذيات التي تضاف التربه / دونم وكذلك الفرق بين الماده العضويه والكاربون القابل للاكسده .

تحرق الماده العضويه بالكامل تحت درجة حراره (٥٥٠– ٦٠٠) م° في حالة رفع درجة الحراره اكثر من هذه الدرجه (ان جزء من المكون المعدني يتطاير) اذن الماده العضويه تقدر بهذه الطريقه اما الكاربون القابل للاكسده يقدر بطريقة walkly & Black فيمثل بالكاربون الموجود في البروتينات والكاربوهيدرات ... الخ
ومنها نحسب نسبة (C / N) ويفضل ان تكون (١/ ١٠) .

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 والكيمياويه 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 الماده العضويه للاراضي الزراعيه :-

١– **تغذية النبات :-** تعتبر خزين للعناصر الغذائيه اللازمه لنمو النبات لان نتيجة تحللها ينتج (CO_2) الذي يدخل في عملية التركيب الضوئي فيحول العناصر من الصوره غير جاهزه الى الصوره الجاهزه .
٢– **تحسين بناء التربه :-** لها اهميه كبيره في تحسين صفات التربه الفيزيائيه وذلك فيتكون المجمعات الثابته بالماء وتحسن تهويها وتسهيل اختراق الجذور ونمو النبات .
٣– تحويل العناصر الغذائيه الى صوره ميسوره للنبات
٤– تنشيط الكائنات الدقيقه في التربه
٥– **تعمل على حفظ PH التربه :-** لان نتيجة تحللها تكون حوامض والذي تعمل على حفض PH .

الدبال (Humus) :- ماده داكنة اللون تبقى في التربه فتكسبها الكثير من الخصب .
يعد الكاربون المكون الاساسي للماده العضويه في التربه وكذلك النتروجين وقد يشمل مجموع الكاربون الكلي في التربه غير المواد العضويه مجموعة ($CaCO_3$ ، $MgCO_2$ ، CO_2) الذائب في محلول التربه وجذر البيكاربونات اكاربونات العناصر الانتقاليه .
كل هذه المركبات اللاعضويه الكاربونيه الى جانب الكاربون العضوي المركز في باطن التربه (الفحم الحجري – الكرافيت) لاتعد من اصل المجموع الكلي للكاربون العضوي .
الكاربون الكلي العضوي يشمل مجموع الكاربون المتمثل في الماده العضويه والدبال المقاوم للتحلل .

مميزات الماده العضويه :-

١– ان الماده العضويه ذات وزن نوعي واطئ
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 قابلية التربه للاحتفاظ بالماء .
- تعتبر المصدر الرئيسي لطعام الاحياء المجهريه والبكتريا (لانها تساعد على تسهيل عملية انطلاق العناصر الغذائيه من مركباتها وجعلها في محلول التربه) .
- تتوقف كمية الماده العضويه على سطح التربه او في الاعماق على عدة عوامل منها

١– المناطق الرطبه الممطره البارده (تكون كميتها كبيره) .
٢– المناطق الممطره المعتدله (كبير ايضا واقل من المناطق في النقطه الاولى) .
٣– نوع المزروعات .

٤– نوع نسجة التربه .

- اكثر الترب الذي تحتوي على الماده العضويه هي ترب (الماك) تصل نسبتها ما بين (٣٠– ٧٠) % .
- ترب (الدرين) تكون نسبة الماده العضويه اكثر من ٧٠% قوام ليفي .
- الحشائش الحوليه العميقة الجذور تخدم التربه وذلك بتكوين (الدبال) المقاوم للتحلل وبذلك تضيف هذه الحشائش للتربه الماده العضويه باستمرار .

وان السبب في تكوين الدبال هو (قلة نسبة تواجد O_2 في الاعماق) وبالتالي تضيف كميات
كبيره من متجدده من الماده العضويه التي تعمل على مسك التربه وتحسين بنائها .

- الماده العضويه تعتبر مصدر للطاقه (كطعام) للاحياء المجهريه حيث تحصل هذه الاحياء على الطاقه بواسطة اكسده وحرق الكاربون العضوي وتحويله الى (CO_2) وماء وبالنتيجه استهلاك الماده العضويه .

- ان هذه الماده 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 (CO_2) واستهلاكه في عملية التركيب الضوئي كميات كبيره واساسيه ويكون بنفس النسبه من انطلاقه من تحلل المواد العضويه في التربه وإلا لكان (CO_2) المتواجد في الجو يكفي لمده من الزمن لاتزيد عن ٥٠ سنه .

ولو لا هذه الموازنه الناتجه من الدوره من البناء والانحلال للمواد الكاربونيه وكذلك المواد النتروجينيه في هذه العمليه الحيويه التي تجري في التربه .

الماده العضويه تحتوي على :-

١– الكاربوهيدرات (السكريات – السليلوز – هيموسيلولوز) .
٢– اللكنين (الفينول) .
٣– البروتين (الحوامض الامينيه) .
٤– الشحزم ز الشموع و الرزن (مواد حافضه 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 الدقيقه التي تساعد عملية تحلل المواد العضويه على مركبات النتروجين التي تزيد من سرعة هذه الاحياء وبالتالي
مما يزيد من سرعة فعالية هذه الاحياء هو

١– درجة الحراره
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 .