

الاسمدة وخصوبة التربة

قسم المحاصيل الحقلية

المرحلة الثالثة

استاذ المادة

أ.د. عبد المهدي صالح الانصاري

الاسمدة وخصوبة التربة

- ١- أسس ومفاهيم أولية في خصوبة التربة والتسميد
- ٢- مكونات التربة والتبادل الأيوني ودرجة تفاعل التربة
- ٣- النمو ومعادلات النمو والعوامل المؤثرة فيه
- ٤- النتروجين (N): مصادره وتفاعلاته بالتربة وتأثيره على نمو النبات وإنتاجيته
- ٥- الفسفور (P): مصادره وتفاعلاته بالتربة وتأثيره على نمو وإنتاجية النبات
- ٦- K, Ca, and Mg : مصادرها وتفاعلاتها بالتربة وتأثيرها على نمو وإنتاجية النبات
- ٧- الكبريت (S) : مصادره وتفاعلاته بالتربة وأثره في نمو النبات
- ٨- العناصر الصغرى : مصادرها وتفاعلاتها بالتربة وأثرها في نمو النبات
- ٩- المادة العضوية بالتربة : مصادرها وطبيعتها وتحللها بالتربة ودورها في نمو النبات
- ١٠- تقدير وتقويم خصوبة التربة وطرق إضافة الاسمدة

• المصادر

- ١- الاسمدة وخصوبة التربة د. كاظم مشحوت (الكتاب المقرر)
- ٢- التسميد وخصوبة التربة د . سعد الله النعيمي
- ٣- مبادئ تغذية النبات Mingel and Kirkby
- ٤- مصادر من الانترنت

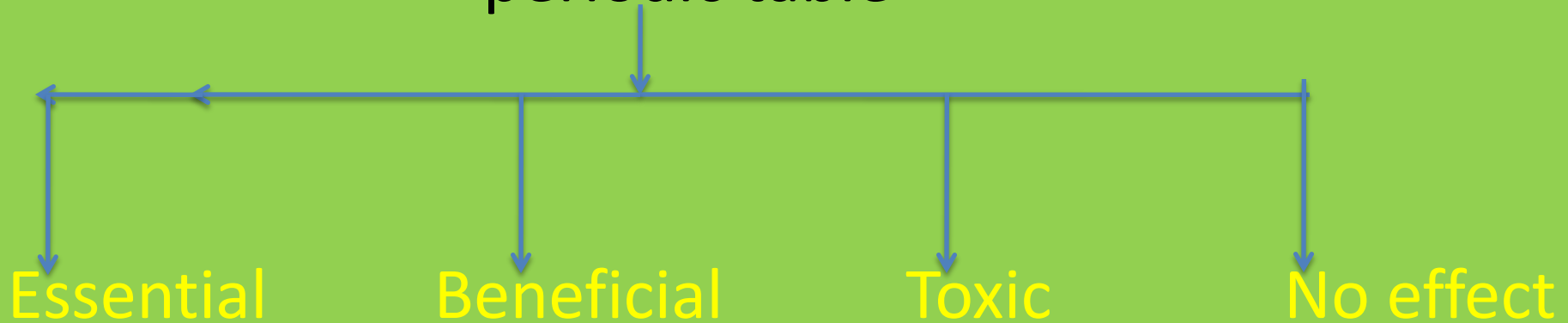
العناصر الغذائية وخصوبة التربة

Essential elements

Nutrition : growth and metabolism

Nutrients : inorganic elements used by plants.

periodic table



١- العناصر الضرورية (essential)

ا- ضروري لاكمال دورة حياة النبات (life cycle) -

Deficiency of the element makes it impossible for the plant to complete its life cycle.

ب- يدخل في تركيب مركبات عضوية ضرورية لنمو النبات

- direct effect on plant growth and reproduction.

ج- لا بديل للعنصر

- No other element substitutes for the element.

٢- العناصر المفيدة (Beneficial elements)

النبات يحتاج للعنصر ولكن هناك عنصر آخر ممكن ان يحل محله ولكن النمو في الحالة الأولى أفضل

For beneficial elements :-

elements that might enhance growth or that have function in some plants. (sparing effect)

(Na, Co , Si, V)

٣- العناصر السامة (Toxic)

التراكيز الطبيعية ليس لها تاثير ولكن بالتراكيز العالية تكون سامة

at natural level has no effect, but at high conc. It is toxic.

٤- عديمة التأثير

present in nature at low conc.

TABLE 1.1**Listing of Essential Elements, Their Date of Acceptance as Essential, and Discoverers of Essentiality**

Element	Date of Essentiality^a	Researcher^a
Nitrogen	1804	de Saussure ^b
	1851–1855	Boussingault ^b
Phosphorus	1839	Liebig ^c
	1861	Ville ^b
Potassium	1866	Birner & Lucanus ^b
Calcium	1862	Stohmann ^b
Magnesium	1875	Boehm ^b
Sulfur	1866	Birner & Lucanus ^b
Iron	1843	Gris ^c
Manganese	1922	McHargue ^c
Copper	1925	McHargue ^c
Boron	1926	Sommer & Lipman ^c
Zinc	1926	Sommer & Lipman ^c
Molybdenum	1939	Arnon & Stout ^c
Chlorine	1954	Broyer, Carlton, Johnson, & Stout ^c
Nickel	1987	Brown, Welch, & Cary (11)

^aThe dates and researchers that are listed are those on which published articles amassed enough information to convince other researchers that the elements were plant nutrients. Earlier work preceding the dates and other researchers may have suggested that the elements were nutrients.

^bCited by Reed (22).

^cCited by Chapman (13).

تقسيم العناصر الغذائية الأساسية :

١- على اساس الكمية التي يحتاجها النبات

ا- عناصر كبرى (macro nutrients): الكمية التي يحتاجها النبات بحدود ٢٠٠ - ٥٠٠ كغم / هكتار وتشمل N, P , K, S, Ca, C, H, ,O, Mg

ب- عناصر صغرى (micronutrients) : الكمية يحتاجها النبات تقاس بالغرامات / هكتار وتشمل Zn, Mo, B, Cl Fe, Mn, Cu

تقسيم اخر :

ا- عناصر اولية (primary elements) وتشمل (N , P, K)

ب- عناصر ثانوية (secondary elements) وتشمل (Ca , Mg , S)

ج- عناصر صغرى (micro nutrients) وتشمل العناصر الصغرى المذكورة سابقا

المعدل التقريبي لكميات العناصر الغذائية الكبرى والصغرى التي يحتاجها النبات

جدول (1) المعدل التقريبي لكميات العناصر الغذائية الصغرى والكبرى التي يحتاجها النبات (Cooke, 1975).

العناصر الغذائية الصغرى		العناصر الغذائية الكبرى	
الكمية غم / هكتار	العنصر	الكمية كغم / هكتار	العنصر
600	الحديد	100	النايتروجين
600	المغنيز	100	البوتاسيوم
200	الزنك	50	الكالسيوم
200	البورون	15	الفسفور
100	النحاس	15	المغنيسيوم
10	الموليبدينوم	30	الكبريت
1	الكوبلت		

٢- التقسيم على اساس الحركة في النبات :

الانتقال من جزء إلى اخر

mobile

N, K, Mg, P, Cl

Na, Zn, and Mo

immobile

Ca, S, Fe , B, and Cu

لذا تظهر علامات نقص هذه العناصر على الأجزاء العليا من النبات أولاً

٣- الدور الفسيولوجي للعناصر داخل النبات

1st group

C,H,O,N ,and S

2nd group

P, B , and Si

3th group

K , Na, Mg , Ca , Mn , and Cl.

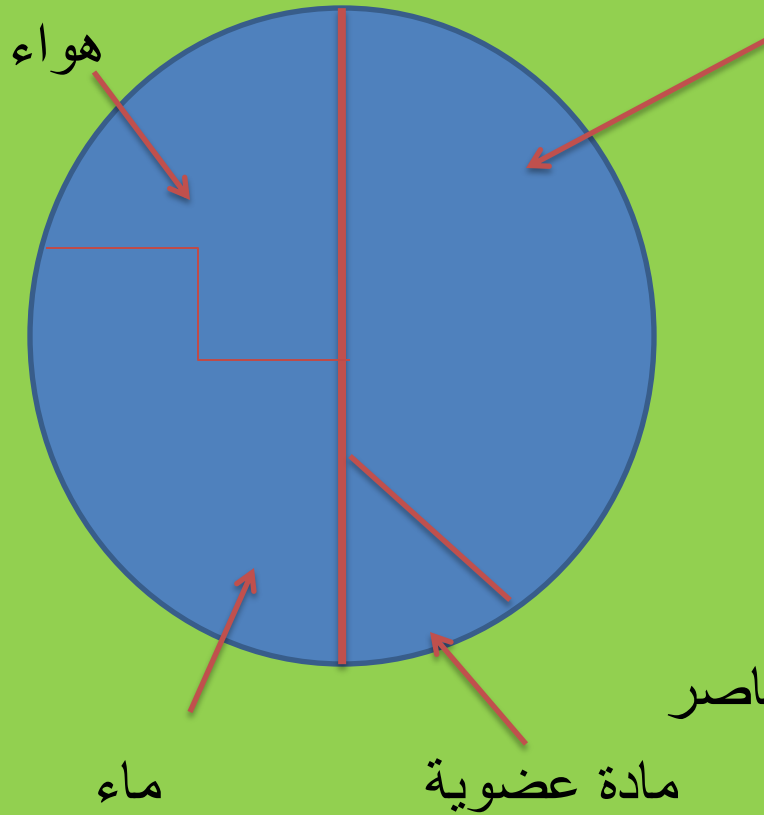
4th group

Fe ,Cu , Zn , and Mo

جدول (١) ص ١٢ في الكتاب المقرر

مصادر العناصر الغذائية

١- الطور الصلب لمكونات التربة



الجزء الصلب
(معادن)

- الجزء الصلب مصدر للعناصر عدا (N,S)
الكمية الكلية اكثر من احتياجات النبات ولكن
الكمية الجاهزة قليلة جدا

-الجزء العضوي مخزن ومصدر لبعض العناصر
(N , P , S). يجب ان تتحلل قبل ان تصبح هذه العناصر
جاهزه

- العناصر الغذائية الجاهزة تكون ذائبة في محلول التربة ولكن كميتها قليلة جدا مقارنة
باحتياج النبات

العناصر الغذائية الموجودة في التربة تكون :

- ذائبة في محلول التربة

- ممسوكة على سطح غرويات ودقائق التربة

- مثبتة في معادن التربة او بين سطوح دقائق التربة

وتكون هذه الصور في حالة اتزان كيميائي فيما بينها لذا عند دراسة

قابلية التربة على تجهيز العناصر الغذائية للنبات يجب ان يؤخذ بنظر الاعتبار محتوى محلول التربة والطور الصلب معا واللذان يعبر عنهما :

عامل الشدة (intensity factor)

كمية العنصر الموجودة في محلول التربة (I)

عامل الكم (quantity factor)

كمية العنصر الموجودة على الجزء الصلب لتجهيز محلول

التربة بالعناصر الغذائية (Q) والتي يمكن تحديدها

بالتالي

- الكمية التي هي بحالة توازن سريع مع محلول التربة (K المتبادل)
- الكمية التي هي بحالة توازن متوسط مع ما موجود في محلول التربة (K المثبت و P المترسب حديثا)

- الكمية التي في حالة توازن بطيء مع محلول التربة (العناصر الموجودة في المادة العضوية والمركبات القليلة الذوبان)

- قدرة الجزء الصلب على تعويض مايزال من محلول التربة من

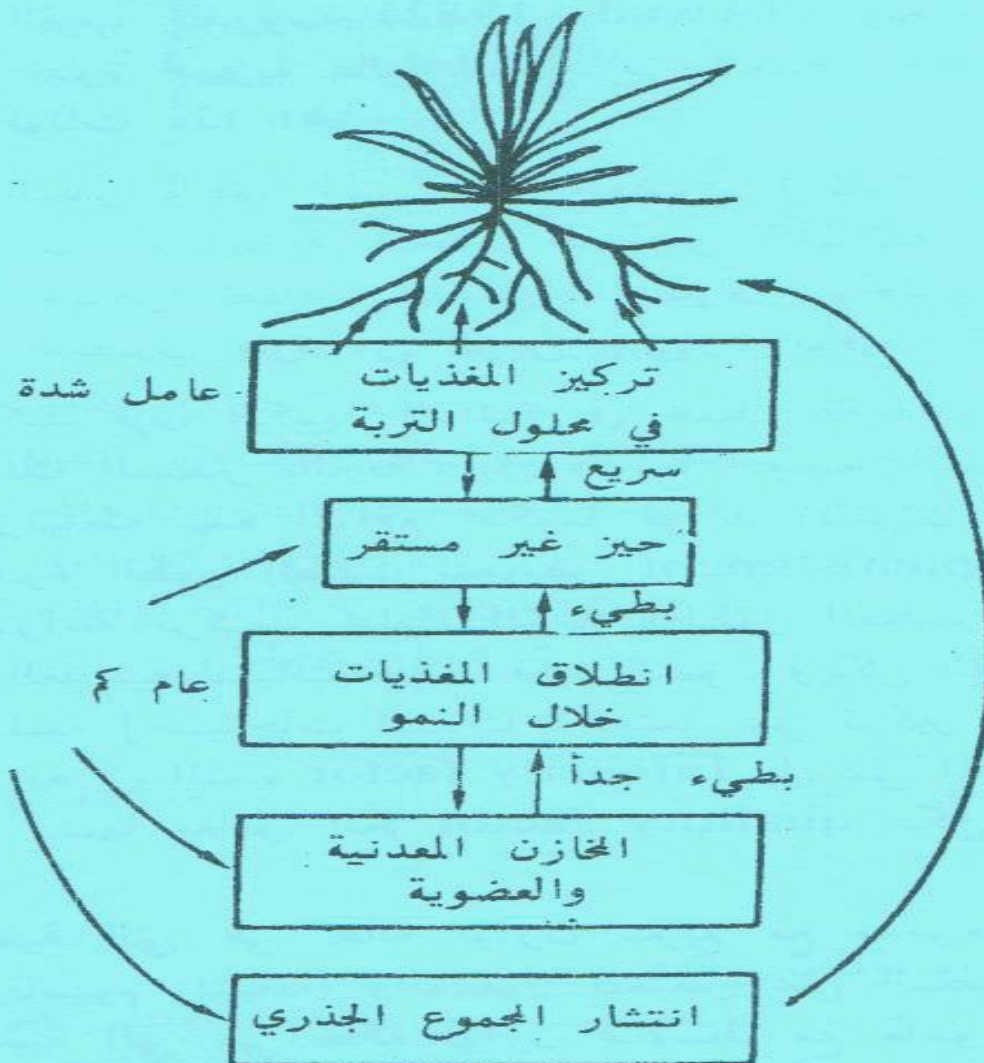
العناصر تعتمد على عامل مهم هو **القدرة التنظيمية للتربة**
(soil buffering capacity) والتي يعبر عنها رياضيا

التغير بعامل الكم (ΔQ)

القدرة التنظيمية =

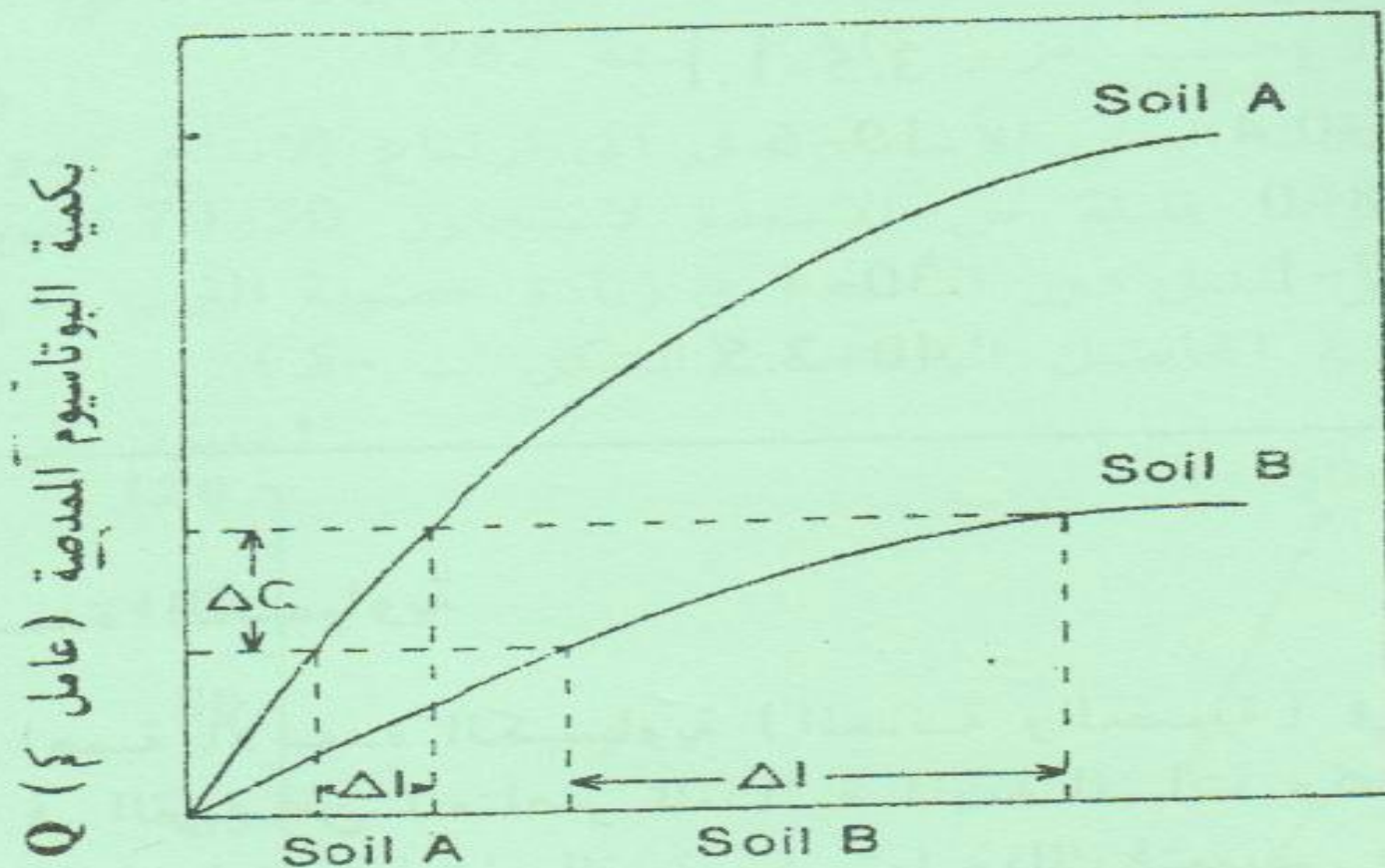
التغير بعامل الشدة (ΔI)

كلما كانت القيمة عالية كلما كانت القدرة التنظيمية للتربة عالية



الشكل (1) التوازن الكيميائي بين عامل الشدة وعامل الكم وعلاقته بالقدرة التجهيزية للمغذيات (Williams, 1970)

العلاقة بين تركيز K في التربة وعامل الكم في تربتين ذات سعة امتصاصية مختلفة



تركيز ايون البوتاسيوم (عامل شدة) I

في المحلول (عامل شدة) I

٢- الأمطار x 2

تعتبر الأمطار من المصادر الطبيعية المجهزة للعناصر الغذائية

٣- الأسمدة

تعد الأسمدة (كيميائية وعضوية) من المصادر المهمة للعناصر الغذائية للنبات وذلك لتعويضها السريع للنقص الحاصل بالعناصر الغذائية المراد إضافتها للتربة وكذلك يمكن التحكم بنوعية وكمية العناصر المراد إضافتها

كيميائية ← مجرد الذوبان تكون جاهزة

عضوية ← تحتاج إلى أحياء مجهرية لتحللها

L2 خصوبة التربة والعوامل المؤثرة فيها

خصوبة التربة (soil fertility)

هي قدرة التربة على تجهيز النبات بما يحتاج من العناصر الغذائية بالكمية الكافية والصورة الملائمة للامتصاص والوقت المناسب وهذا يعني لكي تكون التربة الزراعية خصبة لابد أن تكون ذو قدرة تجهيزية عالية للعناصر.

➤ استعمال الأسمدة بدلا عن ترك الأرض بور

➤ ضرورة تحليل التربة لايجاد خصوبتها

➤ خصوبة التربة ونتاجيتها : قد تكون التربة خصبة الا ان انتاجيتها تكون

قليلة بسبب عوامل اخرى مثل الملوحة العالية و نقص الرطوبة وغيرها

العوامل التي تؤثر على خصوبة التربة

١- درجة تفاعل التربة (pH)

يؤثر pH من خلال تأثيره على جاهزية العناصر الغذائية انسب قيمه ٦-٧ ويمكن تحديد التأثيرات بما يلي :-

- بتحولها إلى صور غير جاهزة للامتصاص وكذلك تساعد على تطاير الامونيا
- ارتفاع ال pH يؤدي إلى قلة جاهزية الفسفور و العناصر الصغرى وذلك من الأسمدة النتروجينه المضافة
- انخفاض ال PH يؤدي إلى زيادة تجوية المعادن مما يؤدي إلى انطلاق العناصر مثل Mg , Al , Mn, K كما تعمل على اذابة العديد من املاح الكربونات والكبريتات وكذلك يؤدي إلى تدهور الفسفور
- نشاط احياء التربة المجهرية

Low PH → fungi
neutral pH → bacteria
high pH → actionmycetes

الاسمدة وخصوبة التربة

قسم المحاصيل الحقلية

المرحلة الثالثة

استاذ المادة

أ.د. عبد المهدي صالح الانصاري

العوامل التي تؤثر على خصوبة التربة

١- درجة تفاعل التربة (pH)

يؤثر pH من خلال تأثيره على جاهزية العناصر الغذائية انسب قيمه ٦-٧ ويمكن تحديد التأثيرات بما يلي :-

- بتحولها إلى صور غير جاهزة للامتصاص وكذلك تساعد على تطاير الامونيا
- ارتفاع ال pH يؤدي إلى قلة جاهزية الفسفور و العناصر الصغرى وذلك من الأسمدة النتروجينه المضافة
- انخفاض ال PH يؤدي إلى زيادة تجوية المعادن مما يؤدي إلى انطلاق العناصر مثل Mg , Al , Mn, K كما تعمل على اذابة العديد من املاح الكربونات والكبريتات وكذلك يؤدي إلى تدهور الفسفور
- نشاط احياء التربة المجهرية

Low PH → fungi
neutral pH → bacteria
high pH → actionmycetes

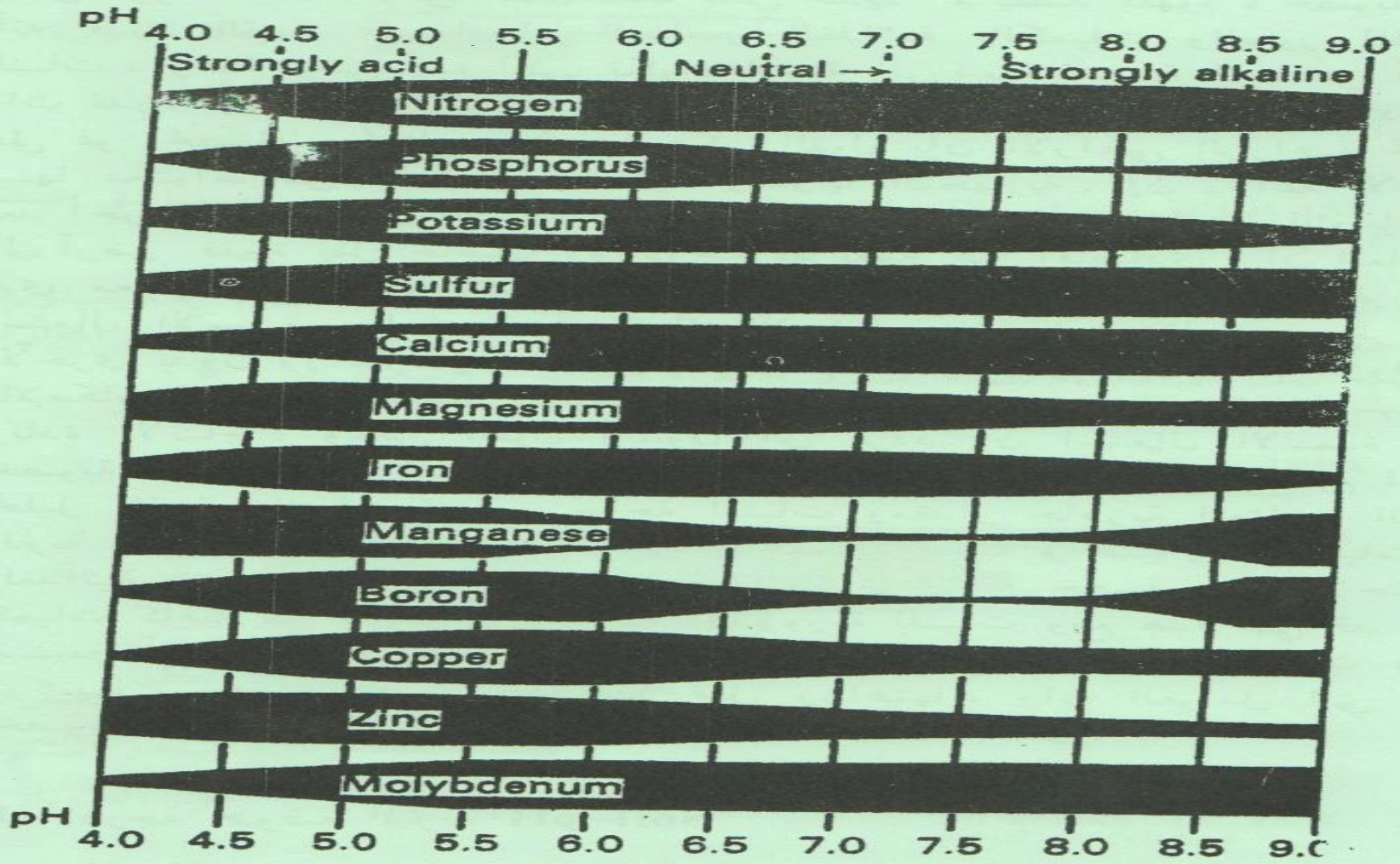
➤ تأثيره على السعة التبادلية الايونية (C.E.C.)

Low pH → C.E.C (pH depend charge)

➤ تؤثر درجة تفاعل التربة على تفاعلات الأكسدة والاختزال بالتربة
(تكافؤ العنصر الغذائي بالتربة)

➤ يؤثر ال PH على نوع الصورة السائدة من العنصر وبالتالي تحدد
طبيعة امتصاص العنصر فمثلا ال NO_3 تمتص تحت الظروف الحامضية
بينما يمتص ال NH_4 تحت الظروف القاعدية
لكل عنصر PH مثالي لجاهزيته
شكل ص ٢٠ في الكتاب المقرر

تأثير قيمة pH التربة على جاهزية العناصر الغذائية



شكل (7) تأثير قيمة pH التربة على جاهزية العناصر الغذائية : الاجزاء الغامقة تمثل اقصى جاهزية (Lucas & Davis, 1961)

٢- قوام التربة والتركيب المعدني

يتكون الطور الصلب للتربة من :

- مكونات معدنية (mineral)

- مكونات عضوية (organic)

المكونات المعدنية تكون خليط من معادن أولية و ثانوية تأخذ إحصاما مختلفة

sand

slit

clay

التوزيع الحجمي لهذه المكونات soil texture ومن خلاله يمكن التعرف على الخواص الكيميائية للتربة

المكونات العضوية

عبارة عن المواد العضوية القديمة المقاومة للتحلل او المخلفات العضوية التي لم تتحلل

➤ دور مكونات الطور الصلب في خصوبة التربة

تفاعلات العناصر الغذائية بالتربة وأثرها في تحديد

صورة العنصر وكميته بالتربة :-

- دور معادن الطين في تحديد قابلية التربة على

لاحتفاظ بالعناصر الغذائية والماء

- نوع معدن طين السائد في التربة

1:1 clay vs 2:1 clay

أثرها في C.E.C. والاحتفاظ بالعناصر الغذائية

٣- محتوى التربة من المادة العضوية

المادة العضوية عبارة عن المواد المتبقية من الكائنات الحية نباتية كانت ام حيوانية بغض النظر عن درجة تحللها وتحتوي مجموعة من العناصر الغذائية اهمها

C , H , O , N , S , P....etc

الدبال (Humus) :

الجزء من المادة العضوية الذي بلغ درجة عالية من التحلل ووصل إلى درجة اتزان تقريبا مع البيئة المحيطة

تختلف الأراضي الزراعية في محتوى المادة العضوية فمثلا : Peat تحتوي على ٥٠-٩٠ %

بعض ترب جنوب العراق تحتوي على ١ %

يمكن إيجاز دور المادة العضوية في تحديد خصوبة التربة بما يلي :

- تعتبر مصدر ومخزنا للعناصر الغذائية اللازمة لنمو النبات
 - مثال عنصر أل N ولكن يجب يتحول إلى صورته الاعضوية (inorganic N) بفعل أحياء التربة المجهرية .
 - زيادة السعة التبادلية الأيونية (C. E. C.) وكذلك زيادة قدرة التربة للاحتفاظ بالماء لذا يفضل اضافة للترب الرملية.
 - يساعد على تحسين بناء التربة وذلك من تكوين حبيبات مركبة (تحسين الخواص الفيزيائية للتربة) مما يخلق ظروف جيدة لحركة الماء والهواء بالتربة .
 - المحافظة على القدرة التنظيمية للترب وذلك من خلال ايونات الH المنطلقة من المجاميع الكربوكسيلية
- لذا يمكن القول



٤- محتوى التربة من الاملاح الذائبة

في الترب الجافة معدلات التبخر أعلى من معدلات الغسل مما يؤدي إلى زيادة تركيز الأملاح على سطح التربة

➤ تؤثر الأملاح الذائبة من خلال :

- تركيز الأملاح في محلول التربة (saline soil)

- زيادة نسبة Na على سطح معقد التربة (sodic soil)

الأملاح الذائبة : كلوريدات وكبريتات ايونات Na, Ca, Mg
بصورة رئيسية وبيكاربونات ونترات وبورات
هذه الايونات بصوره ثانوية

➤ تأثير الأملاح (saline soil)

- osmotic effect : التأثير الكلي للاملاح بغض النظر عن
نوع هذه الأملاح

- specific effect (التأثير النوعي)

تأثير نوع معين من الأملاح على النبات سواء عند تركيز عالي او منخفض

➤ تأثير نسبة ال Na (sodic soil)

- عند زيادة نسبة الصوديوم عن ١٥ % على معقد التبادل فان ذلك سوف يؤدي إلى تفريق حبيبات التربة وحركتها الى أسفل قطاع التربة وكذلك إلى عدم ثبات بناء التربة
- تكوين طبقة صماء (تمنع نزول الماء داخل قطاع التربة)
- لزوجتها عند الابتلال وتكوين كتل كبيرة عند الجفاف (صعوبة خدمتها عند الزراعة)

٥- التهوية

هواء التربة	الهواء الجوي	
٢٠	٢١	O ₂
٠,٣	٠,٠٣	CO ₂
٧٨,٦٠	٧٨,٠٣	N

➤ أهمية هواء التربة :

- ان نقص الأوكسجين يؤثر على قابلية الجذر في امتصاص العناصر الغذائية اذ تتحول الكثير من العناصر الغذائية إلى صور غير جاهزة للامتصاص (اكسدة واختزال)
الضغط الجزئي للأوكسجين

الامتصاص النسبي		(بار)
P	K	
١٠٠	١٠٠	٠,٢١
٥٦	٧٥	٠,٠٥
٣٠	٣٧	٠,٠٠٥

- يؤثر على فعالية احياء التربة المجهرية
- نقص الاوكسجين يؤدي إلى خلق ظروف لاهوائية مما يؤدي الى تخمر المواد الكربوهيائية وتكوين مركبات ضارة ذات تاثير سلبي على نمو النبات

(شكل ص ٢٨ في الكتاب المقرر)

- نقص الأوكسجين يقلل من امتصاص الماء
- نقص الأوكسجين يقلل من نمو الجذور

٦- محتوى التربة الرطوبي

- التأثير على عملية التركيب الضوئي من خلال فتح وغلق الثغور
- يعتبر وسط مناسب لإذابة العناصر الغذائية وبذا يؤدي دور مهما في كفاءة استعمال الأسمدة الكيميائية والعضوية
- يؤثر نقص الماء على تمثيل ال N وتكوين البروتين

العوامل التي تؤثر على امتصاص العناصر الغذائية

١- عوامل خارجية

متعلقة بالبيئة التي ينمو فيها النبات وتشمل صورة العنصر
وعوامل التربة الفيزيائية والكيميائية

٢- عوامل داخلية

عوامل متعلقة بفسلجة النبات وصفاته الوراثية وتشمل

- الصفات الوراثية للنبات
- نوع الجذر وطبيعة نموه
- التنفس وعملية التركيب الضوئي
- النتح وعمر النبات

طرق وصول العناصر الغذائية للنبات

١- الاعتراض الجذري والتماس التبادلي

Root interception and contact exchange

- خلال نمو الجذر واندفاعه بالتربة يحصل تماس أو ما يسمى بالاعتراض الجذري بين الجذر ودقائق التربة وقد تحصل حالة تبادل بين ايونات H الموجودة على سطح الجذر وبعض العناصر الموجودة على دقائق التربة (تكون التربة الطينية أكثر كفاءة من التربة الرملية) .
- الكمية التي يجهز بها النبات بهذه الطريقة قليلة ولا تسد حاجة النبات من العناصر الغذائية

٢- الانسياب الكتلي (mass flow)

- ينقل العنصر الغذائي إلى الجذر مع سيل الماء إلى الجذر
- الكمية الواصلة للجذر تعتمد على كمية الماء الواصلة للجذر وتركيز العنصر في الماء
- يعتمد انتقال العناصر للجذر على العوامل التي تؤثر على حركة الماء في التربة
- تختلف الكمية التي يستفاد منها النبات بهذه الطريقة

Ca , NO₃ ← كافية

P, K ← غير كافية

٣- الانتشار (diffusion) :

الانتقال من التركيز العالي إلى الواطئ

الاسمدة وخصوبة التربة

قسم المحاصيل الحقلية

المرحلة الثالثة

استاذ المادة

أ.د. عبد المهدي صالح الانصاري

L3 العلاقة بين خصوبة التربة والإنتاجية

إنتاجية التربة : قدرة التربة على إنتاج محصول معين تحت ظروف نمو محددة مثل موعد الزراعة والتسميد وغيرها
إن إنتاجية التربة هي محصلة عوامل عديدة تؤثر على المحصول منها يتعلق بالتربة وآخر بالظروف البيئية المحيطة بالنبات . لذا الإنتاجية تعكس نظرة اقتصادية وليس مقتصرة على التربة فقط .
لذا ممكن وصف الإنتاج بأنه دالة لمتغيرات يمكن إن يعبر عنها بالمعادلة :

$$\text{yield} = f (\text{soil, water, human, plant,.....etc})$$

لو افترضنا ثبوت جميع العوامل عدا خصوبة التربة فرضا ال (K)
فان الانتاج سوف يتحدد بكمية K في التربة وان المعادلة تصبح

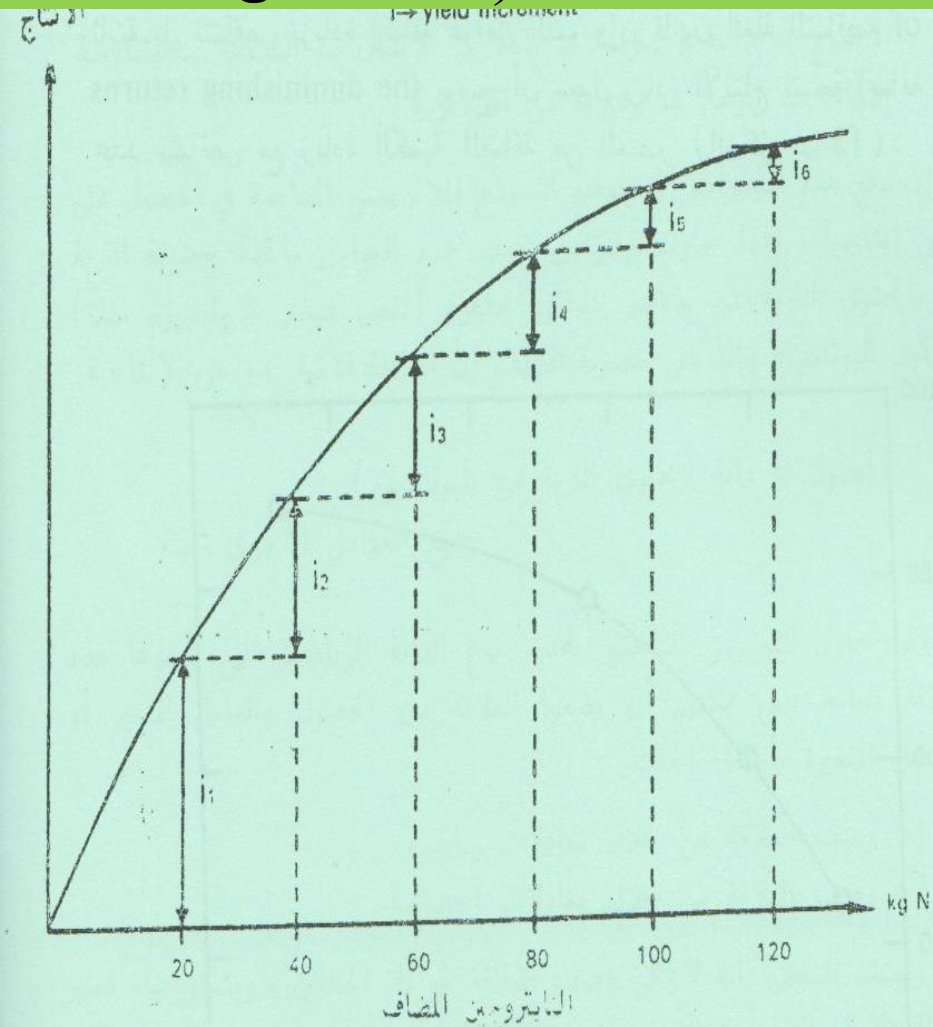
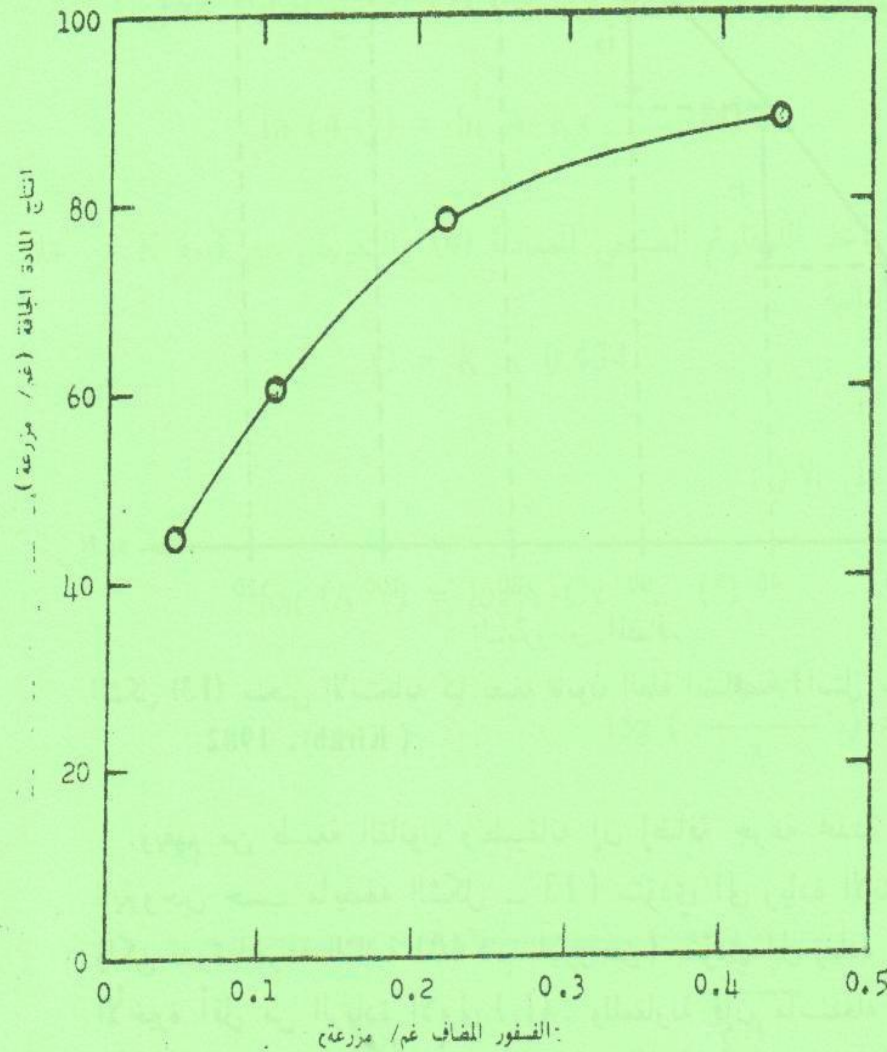
$$\text{yield} = f (K)_{x_1 x_2 x_3 \dots x_n}$$

لقد حاول كثير من الباحثين تحديد الدالة الرياضية التي تأخذها هذه العلاقة العامة حتى يمكنهم ان يضعوا العلاقة بين الإنتاج والعامل المتغير او العوامل الاخرى

- Liebig, 1855 and Springel , 1839 توصلوا إلى قانون الحد الأدنى (low of minimum) لوصف هذه العلاقة :-

- نمو وإنتاج النبات يتحدد بالعامل الموجود بأقل كمية بغض النظر عن توفر بقية العناصر
- إضافة هذا العامل إلى التربة يؤدي إلى زيادة نسبية ثابتة (علاقة خطية) وإضافة أي عنصر آخر ليس له تأثير على طبيعة العامل المحدد للنمو وكذلك الإنتاج
- العلاقة بين العامل المحدد للنمو والإنتاج علاقة خط مستقيم

درس (1909) Micherlich العلاقة بين إضافة العنصر ونمو النبات حسب رأي Liebig فتوصل للعلاقة التالية :- قانون الغلة المتناقصة (law of diminishing return)



الشكل (13) منحنى الاستجابة كما يصفه قانون الغلة المتناقصة (استل من Mengel & Kirkby, 1982)

التعبير الرياضي لوصف معادلة Mitscherlich

$$\frac{dy}{dx} = (A - Y) C$$

dy = الزيادة في المحصول الناتجة من العامل المحدد للنمو
(dx)

A = أقصى إنتاج ممكن الحصول عليه عند توفر جميع عوامل
النمو

Y = الإنتاج بعد إضافة وحدات معينة من العامل المحدد للنمو

C = ثابت يعتمد على طبيعة نمو النبات

الانتقاد الموجه لهذه المعادله ان قيمة C غير ثابتة وتختلف باختلاف
المحاصيل وظروف النمو

معادلة Spillman

$$y = m (1 - R)$$

Y = الناتج و m = أقصى إنتاج و R = ثابت و x = عامل النمو
دمج معادلة Spillman مع معادلة Mitcherlich نحصل على
المعادلة

- CX

$$Y = A (1 - 10^{-CX})$$

y = الناتج A = أقصى إنتاج c = ثابت x = عامل النمو

لحل المعادلة السابقة يجب أن تحول إلى الشكل اللوغارتمي

$$\text{Log} (A- Y) = \text{Log}100 - 0.301 X$$

عند التعبير عن النمو كنمو نسبي فان قيمة $C = 0.301$

حساب الإنتاج النسبي (relative yield) عند إضافة كمية متزايدة من العامل المحدد للنمو

- عند استعمال المحصول النسبي فان قيمة $C = 0.301$

وقيمة $A = 100$ فعندها تصبح المعادلة

$$\text{Log} (100- y) = \text{Log} 100 - 0.301 (x)$$

أمثلة :

- عندما لا يتوفر اي عامل من عوامل النمو فان $X = 0$ لذا فان $y = 0$

- عند إضافة وحدة واحدة من العامل المحدد للنمو

$$\text{Log} (100 - y) = \log 100 - 0.301 \quad (1)$$

$$\text{Log} (100 - y) = 2 - 0.301$$

$$= 1.699$$

$$100 - y = 50$$

$$\text{Then, } y = 50$$

اي ان إضافة وحدة واحدة (الأولى) من عامل النمو يؤدي إلى
انتاج يعادل ٥٠% من اقصى انتاج

- عند إضافة ٢ وحدة من العامل المحدد للنمو

$$\text{Log} (100 - y) = \text{Log} 100 - 0.301 \quad (2)$$

وعند الحسابات كما في اعلاه تكون قيمة $y = 75$

- عند إضافة ٣ وحدات من العامل المحدد للنمو فإن قيمة $y = 87.5$

➤ زيادة في إضافة العامل المحدد للنمو سوف يؤدي إلى زيادة مقدارها ٥٠% من الزيادة الناتجة من إضافة الوحدة السابقة (جدول ص ٤٥ في الكتاب المقرر)

➤ Baule unit او دليل الاستفادة (efficiency index) :-
وحدة عامل النمو المضافة التي تعطي نصف أقصى حد إنتاجي الزيادة الناتجة من إضافة أكثر من عامل نمو واحد
لو فرضنا توفر جميع عوامل النمو عدا عاملين (X_1, X_2) فإن إضافة Baule unit من كل منهما الزيادة الناتجة في المحصول تكون :

$$0.5 \times 0.5 = 0.25 \text{ من أقصى إنتاج (Max. Yield)}$$

Figure 5. To get the highest possible yield no nutrient must be limiting

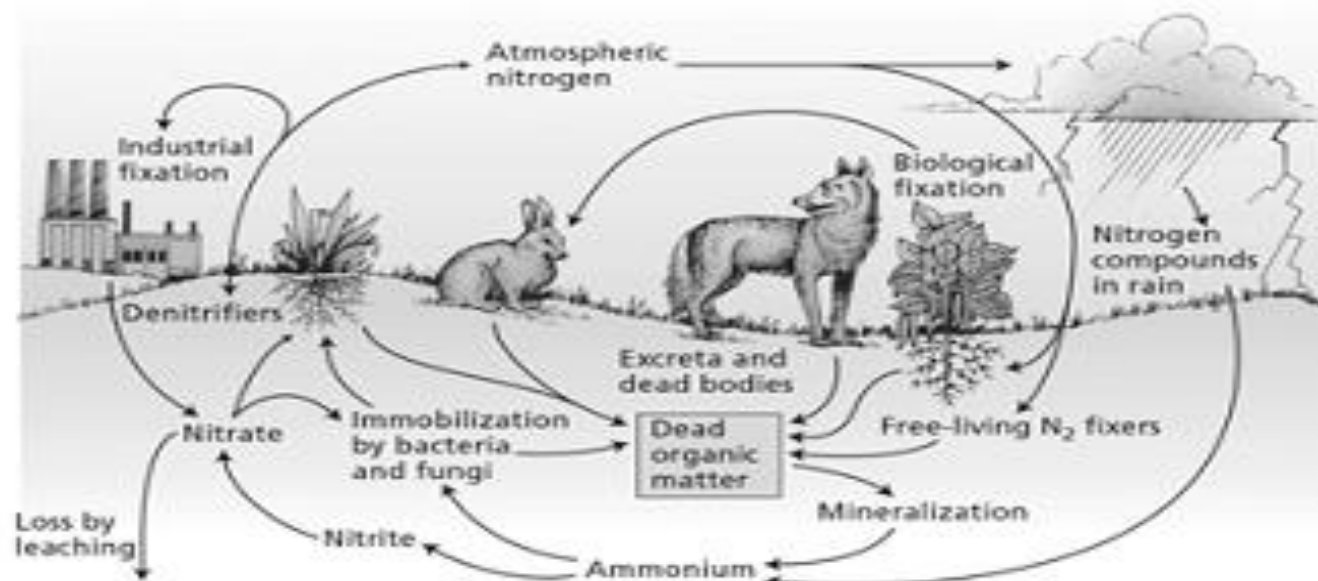
The factors interact and a crop can make best use of the factor that limits growth when the other factors are close to their optima.



Crop yield cannot be greater than the most limiting soil nutrient permits

Soil and Fertilizer Nitrogen

Nutrients cycle in the environment



PLANT PHYSIOLOGY, Third Edition, Figure 15.1 © 2002 Sinauer Associates, Inc.

➤ أهمية النتروجين

يتحد النتروجين مع المركبات الكربونية في النبات ليكون العديد من المركبات العضوية المختلفة والتي منها البروتينات والأحماض الأمينية والفيتامينات والكلوروفيل وغيرها من المركبات

➤ مصدر النتروجين في التربة :-

المصدر الأساسي للنتروجين في التربة هواء التربة ولكنه بشكل غير جاهز للاستعمال من قبل النبات عدا النباتات ذات القابلية على تثبيت النتروجين الجوي (N- fixation)

➤ الأحياء المسؤولة عن تثبيت النتروجين الجوي :-

اولا :- التثبيت الحيوي (Biological Fixation)

ا- لا تعايشا

- الطحالب الخضراء المزرقة (blue green algae)

- البكتريا الحرة : اهمها

- Azotobacter وهي بكتريا هوائية تنتشر في مختلف الترب عدا الحامضية ذات PH اقل من ٦
- Clostridium وهي بكتريا لاهوائية لها قابلية على تثبيت الN في الترب الحامضية . كمية النتروجين التي تثبت بهذه الطريقة تكون بحدود ٥ - ١٠ كغم / هكتار / سنة

٢- التثبيت التعايشي (Sympotic N fixation)

بكتريا (Rhizobium) + نبات (البقوليات)

البكتريا المثبتة للنتروجين تختلف باختلاف النبات (تخصص دقيق) . الاكثر كفاء في التثبيت (١٠٠-٤٠٠ كغم /هكتار / سنة)

٣- التثبيت الترابي (Associated N fixation)

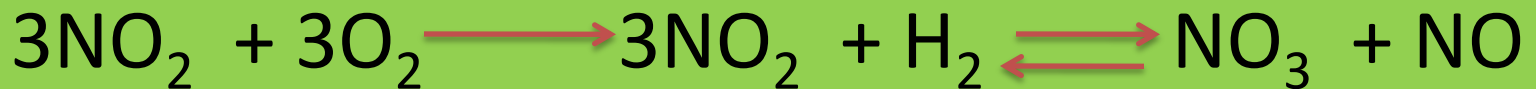
البكتريا تتواجد في منطقة الرايزوسفير وعلى سطوح جذور النباتات مثل بكتريا ال Azosprillum وانواع اخرى

ثانيا :- التثبيت الصناعي (الكيميائي)

١- طريقة Haber- Bosch (معامل الأسمدة النتروجينية)



٢- خلال عملية البرق : تفاعل ال N مع O_2



الكمية التي تثبت بهذه الطريقة قليلة جدا بحدود بضع كيلو غرامات سنويا / هكتار

L4 صور النروجين بالتربة Forms of N in soil

نروجين التربة ممكن ان يقسم بصوره عامة إلى :

➤ نروجين لاعضوي inorganic N

➤ نروجين عضوي organic N

النروجين اللاعضوي Inorganic N :-

- NO_3^- , NO_2^- ,and NH_4^+ :- present in soil as results of

i- organic matter decomposition

ii- fertilizers application

- N_2O , NO , :- present in soil as result of denitrification -
and considered as lost N forms

- N_2 : inert gas

الاسمدة وخصوبة التربة

قسم المحاصيل الحقلية

المرحلة الثالثة

استاذ المادة

أ.د. عبد المهدي صالح الانصاري

L4 صور النروجين بالتربة Forms of N in soil

نروجين التربة ممكن ان يقسم بصوره عامة إلى :

➤ نروجين لاعضوي inorganic N

➤ نروجين عضوي organic N

النروجين اللاعضوي Inorganic N :-

- NO_3^- , NO_2^- ,and NH_4^+ :- present in soil as results of
 - i- organic matter decomposition
 - ii- fertilizers application
- N_2O , NO , :- present in soil as result of denitrification and considered as lost N forms
- N_2 : inert gas

النيتروجين العضوي (organic N)

النيتروجين العضوي الموجود بالتربة يكون على هيئة :

a- consolidated amino acid or protein

b- free amino acids (a.a)

c- amino sugar

تكون هذه الصور مرتبطة مع دقائق الطين أو اللكين أو حره ولكنها بهذه الصورة قد تهاجم من قبل الاحياء المجهرية في التربة

➤ تحولات النيتروجين بالتربة

- تعدن النيتروجين العضوي (mineralization of organic N)



تؤدي أحياء التربة المجهريّة الدور الرئيسي في هذه العملية

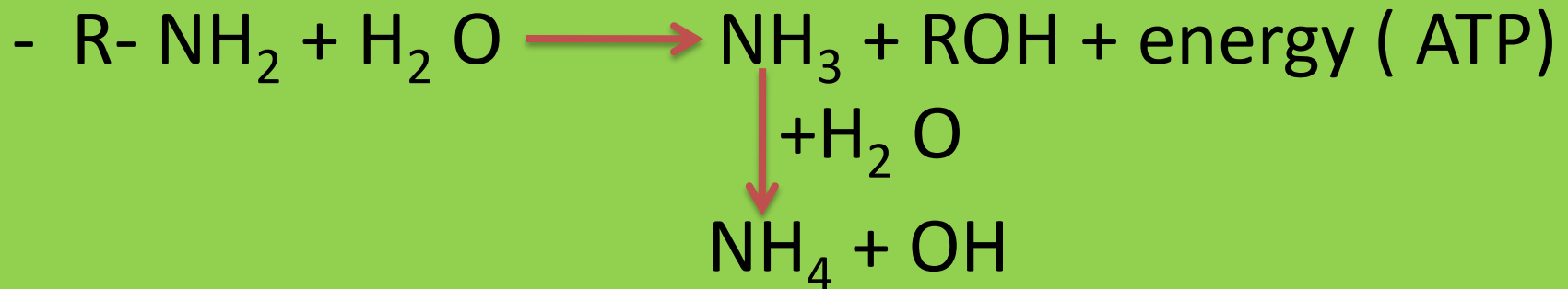
١- عملية النشدر (Ammonification) وتتضمن :



1st step

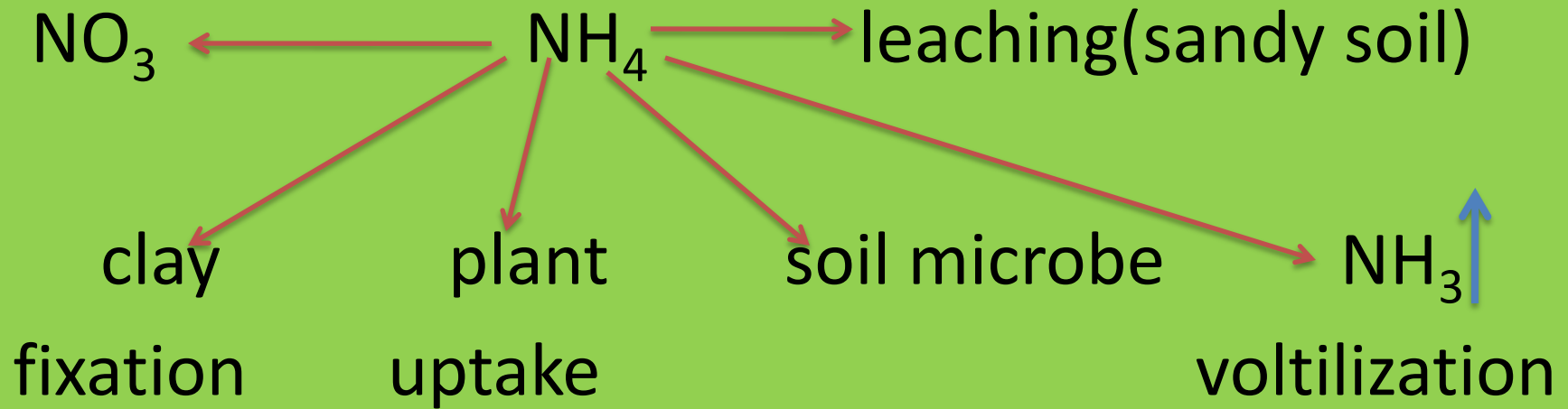


2nd step



تؤدي أحياء التربة المهجرية الدور الرئيسي في هذه العملية

➤ الاحتمالات التي ترافق التي ترافق الـ NH_4 المتكون



➤ العوامل المؤثرة على عملية النشطرة

❖ نسبة C / N

احياء التربة (heterotrophic) التي تقوم بتحلل المادة العضوية في التربة تحتاج نتروجين لمصاحبة نموها السريع المصاحب لإضافة المواد العضوية للتربة فان كانت كمية النتروجين المتوفر في المادة العضوية المضافة لا تسد حاجة هذه الأحياء وان كمية ال C فيها عالية مقارنة بكمية ال N اي ان نسبة C/ N عالية فان الاحياء المجهرية سوف تستعمل كل النتروجين الموجود في المادة العضوية المضافة لسد احتياجتها من ال N ولا تحرر اي N للتربة من المادة العضوية المضافة بل قد تلجا هذه الاحياء إلى استعمال النتروجين اللاعضوي (NH_4 , NO_3) الموجود اصلا بالتربة لسد احتياجاتها مما يؤدي إلى قلة النتروجين الجاهز للنبات في التربة

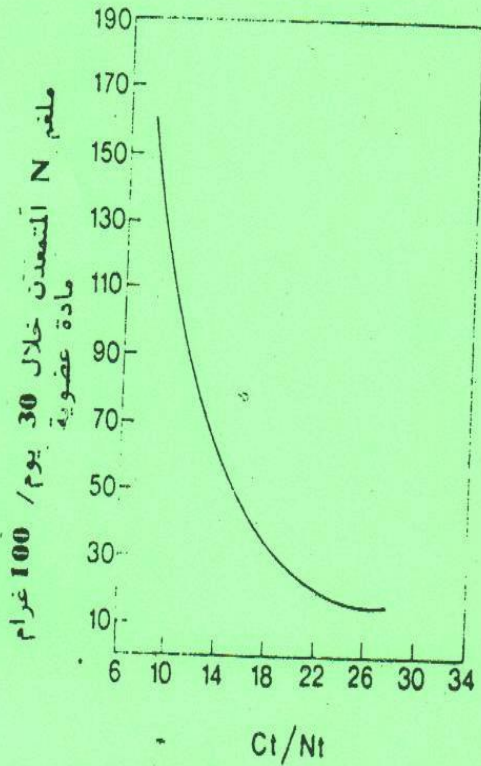
$C/N > 30 \longrightarrow$ immobilization

$C/N < 20 \longrightarrow$ mineralization

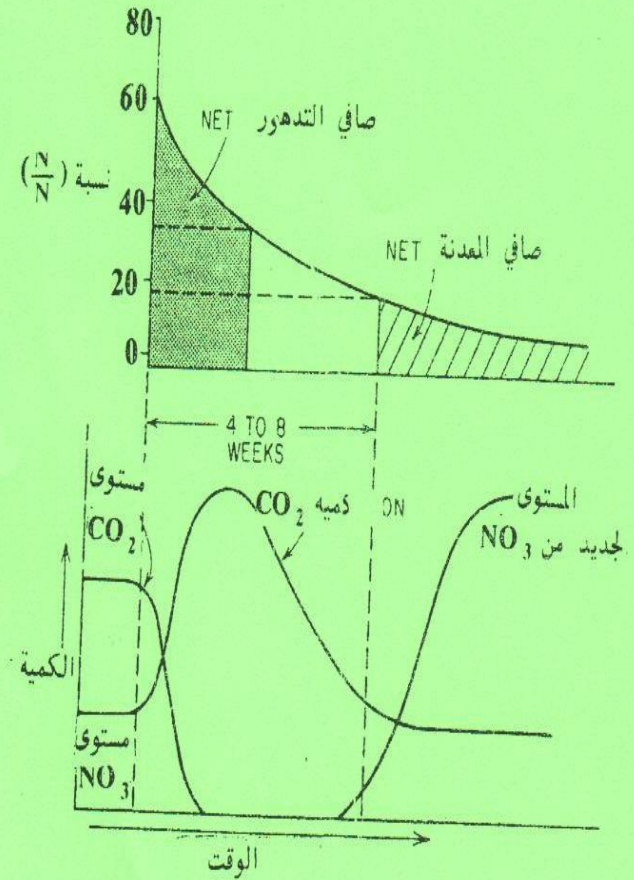
$C/N = 20-30 \longrightarrow$ neither mineralization or immobilization

أكثر تعقيداً في تحليلها من المواد الحاوية على البروتين . كما أن امتصاص الأيونات المحللة للمواد البروتينية بواسطة معادن الطين يقلل من نشاط هذه الإنزيمات ومساهمتها في عملية تحليل المادة العضوية .

أو المعدنة .



شكل (2) العلاقة بين معدل معدنة النيتروجين ونسبة الكربون الى النيتروجين (C/N) في المخلفات العضوية (Van Dijk, 1968) .



الشكل (11) العلاقة بين معدل معدنة النيتروجين ونسبة C/N للمادة العضوية (استل من Tisdale & Nelson 1975)

كلما يؤثر على فعالية الاحياء المجهرية بالتربة يؤثر على عملية النشطرة

optm. PH 6.5 - 8

optm. Temp. 35- 45

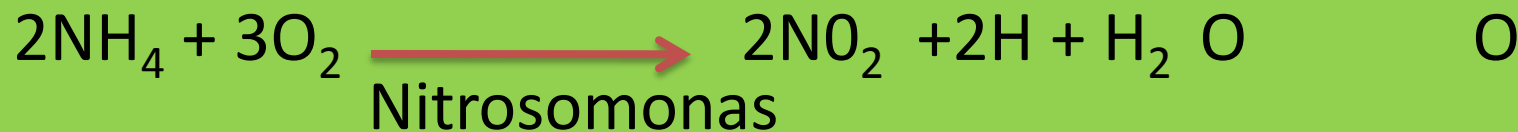
٢- عملية النترجة (Nitrification)



تتضمن العملية مرحلتين

1ST Step

6e⁻



2nd Step

6e⁻



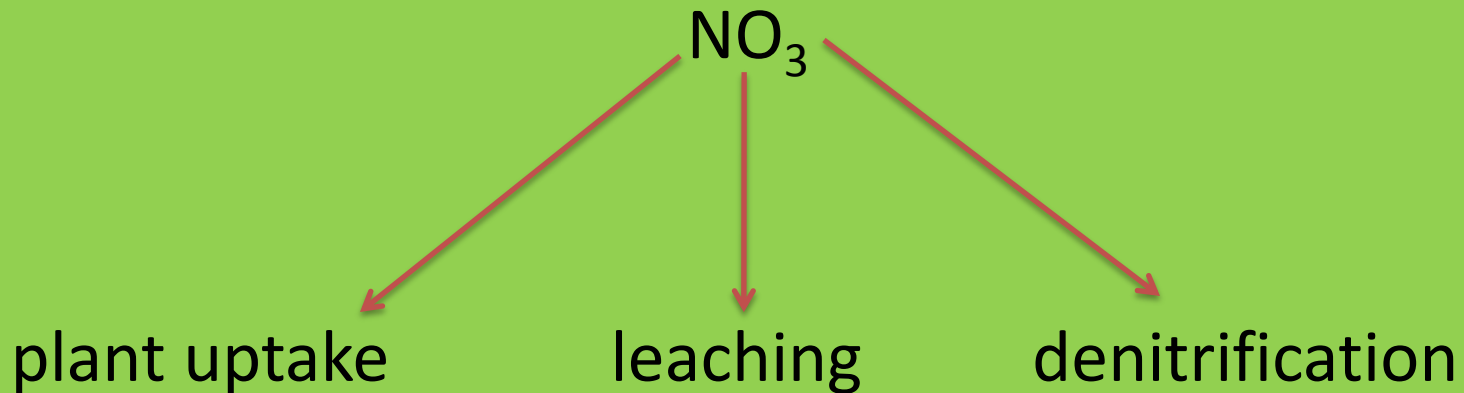
من خلال مما ذكر اعلاه فان عملية النترجة :

- تحتاج إلى اوكسجين لذا فان جميع العوامل التي تؤثر على تهوية التربة تؤثر على عملية النترجة بالتربة

- تؤدي إلى خفض درجة تفاعل التربة

- العوامل التي نشاط احياء التربة تؤثر على العملية

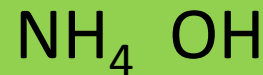
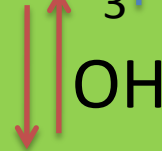
➤ الاحتمالات التي ترافق ال NO_3 المتكونة



Ammonia volatilization تطاير الأمونيا ➤

عملية فقد النتروجين من التربة بصورة غاز أمونيا

ميكانيكية الفقد :

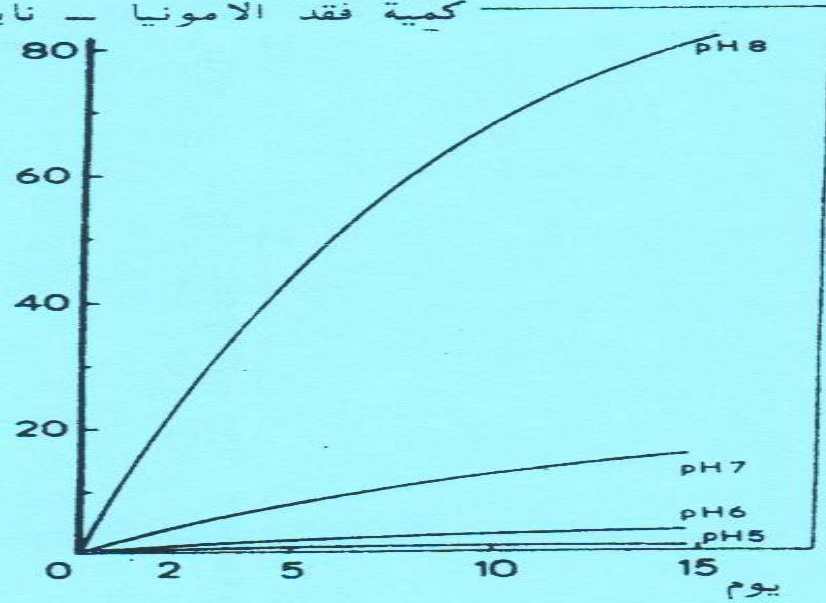


ويمكن وصف المعادلة العامة لتطاير الأمونيا :



الحمضية يؤدي إلى زيادة فقد الامونيا من الأسمدة النيتروجينية المضافة .
والشكل يوضح طبيعة العلاقة بين pH التربة وكمية الامونيا المتطايرة .

كمية فقد الامونيا - نيتروجين (%)



➤ العوامل التي تؤثر على تطاير الامونيا من التربة
١- pH الوسط

يعد من اهم العوامل المؤثرة على التطاير وحسب المعادلة



2 - الحرارة Temp.



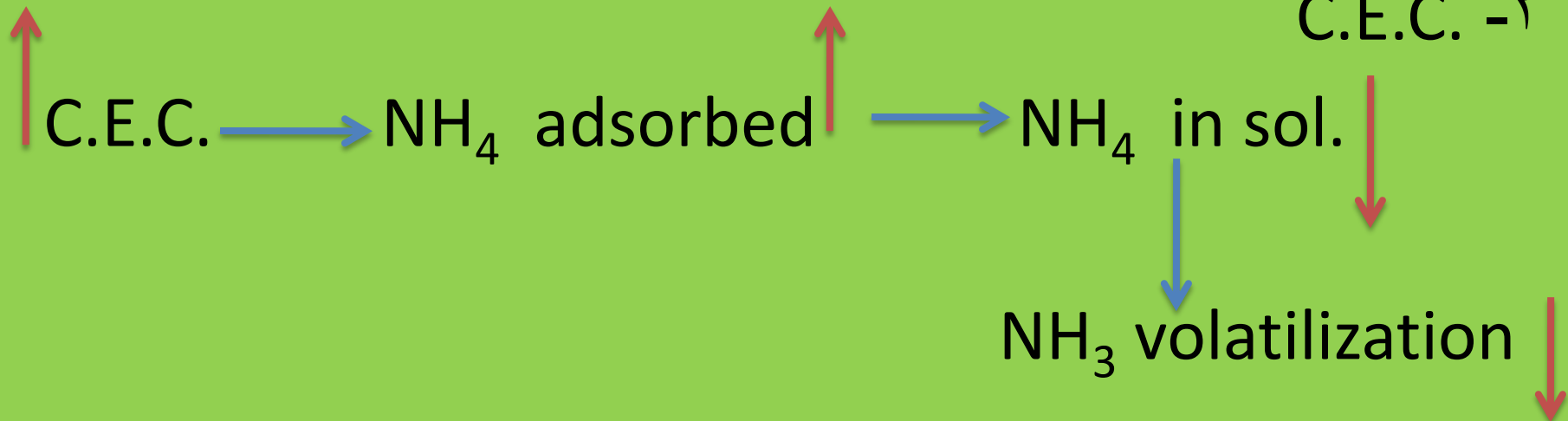
الاسباب : ارتفاع درجات الحرارة تؤدي الى

- إلى سرعة انتشار الغاز

- زيادة فعالية الاحياء المجهرية في التربه

- زيادة سرعة تحلل اليوريا

3 - C.E.C.



٤- الاملاح salts

يكون تأثير الاملاح على التطاير من خلال تأثيرها على
درجة تفاعل التربة



٥- مستوى السماد المضاف وطريقة الإضافة

- كلما زاد مستوى السماد المضاف كلما زاد التطاير

- خلط السماد مع التربة او اضافة تحت سطح التربة يؤدي

الى قلة تطاير الامونيا

٦- المحتوى الرطوبي

كلما زاد المحتوى الرطوبي للتربة كلما زادت معدلات

التطاير

الاسمدة وخصوبة التربة

قسم المحاصيل الحقلية

المرحلة الثالثة

استاذ المادة

أ.د. عبد المهدي صالح الانصاري

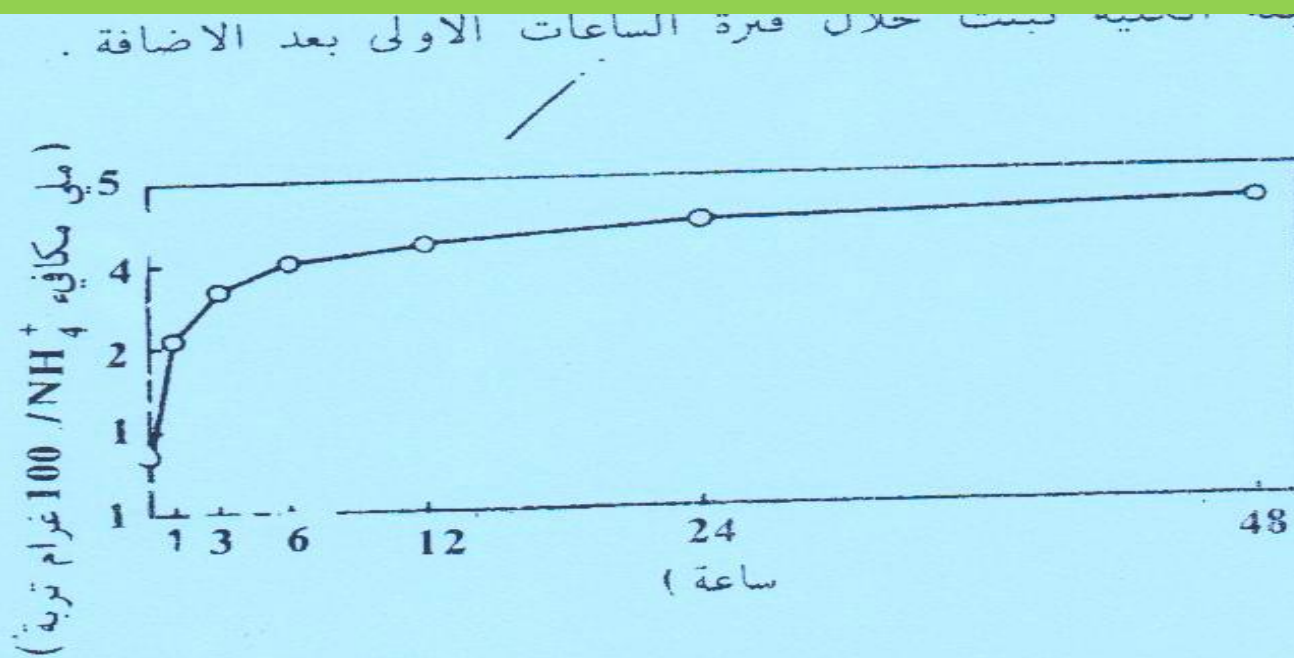
تثبيت الامونيوم Ammonium fixation ➤

- هي عملية تثبيت الامونيوم المضاف للتربة او الناتج من تحلل المادة العضوية بالتربة ما بين طبقات معادن التربة وخاصة معادن نوع ٢:١ المسئولة عن عملية التثبيت
- يتم التثبيت من خلال إحلال أيون NH_4 محل ايونات أخرى موجودة في ما بين ال expandable layers لمعادن الطين
- قد ينظر ال NH_4 المثبتة بأنها صورة غير قابلة للتبادل الأيوني
- قسم من ال NH_4 المثبت ممكن أن يتعرض إلى عملية النترجة وبذلك ينطلق إلى محلول التربة
- الكمية المثبتة في الطبقات تحت السطحية اعلى مثيلاتها في الطبقات السطحية

العوامل المؤثرة على عملية التثبيت

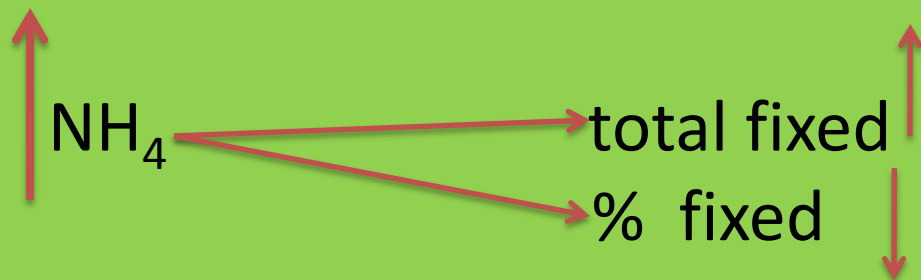
- فترة التفاعل :

يرتبط معدل تثبيت الامونيوم مع معدل الانتشار الايوني وان التثبيت يكون اقصاه بعد الإضافة مباشرة ويقل معدل التثبيت مع الزمن وان ٦٠-٩٠ % من الكمية المثبتة يثبت خلال الساعات الاولى من الإضافة



شكل (15) تأثير وقت التفاعل بين كمية الامونيوم المضافة والتربة إذ ان الكمية المضافة
عتل 7.4 ملي مكافئ امونيوم لكل 100 غم تربة (Harada and Kutsuna, 1954).

- كمية الامونيوم المضافة



كمية الامونيوم المثبتة % من الكمية المضافة	كمية الامونيوم المثبتة ملي مكافئ / ١٠٠ غم تربة	كمية الامونيوم المضافة ملي مكافئ / ١٠٠ غم تربة
٨٣	٠,٨٣	١
٤٣	٢,١٧	٥
١٩	٣,٨٥	٢٠

- التجفيف والترطيب

زيادة تجفيف التربة بعد إضافة املاح الامونيوم يؤدي إلى زيادة تثبيت الامونيوم وقد يعود ذلك إلى :

١ - ازالة الماء يؤدي إلى زيادة تركيز الامونيوم

ب- عملية التجفيف تساهم في زيادة قدرة معادن الطين على التثبيت

- نوع معدن الطين السائد

قابلية معادن ٢:١ على التثبيت < من معادن ١:١ وكذلك تختلف معادن ٢:١ فيما بينها

Vermiculite > Illite > Semectite

- محتوى التربة من المادة العضوية

أختلاف المصادر قسم تشير إلى وجود تاثير موجب للمادة العضوية

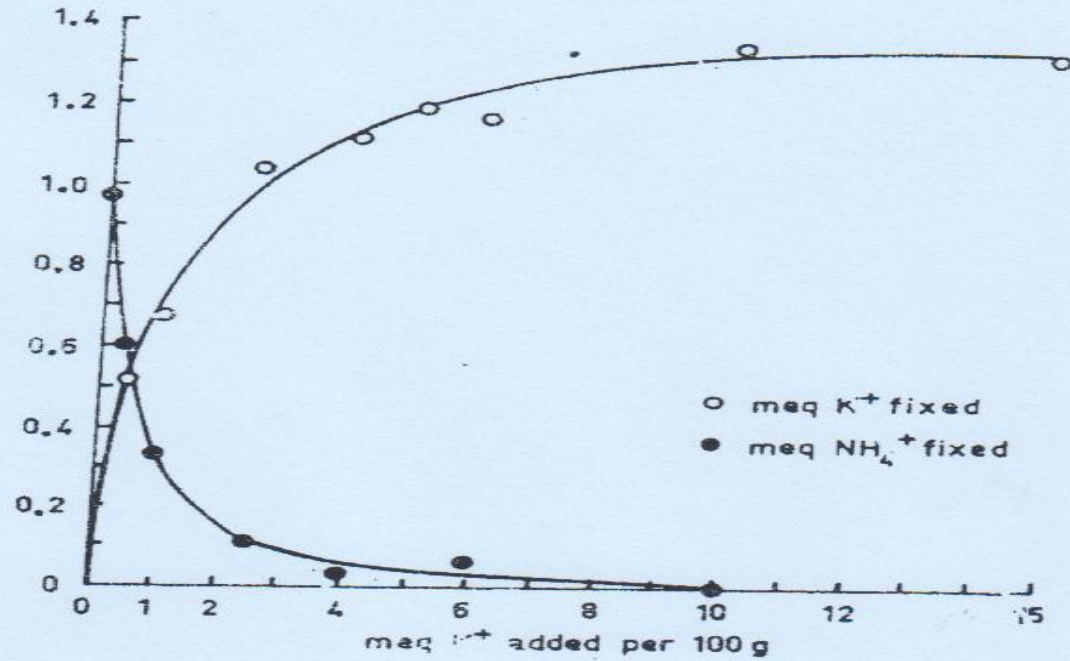
على التثبيت والآخر يشير إلى عكس ذلك

- محتوى التربة من كاربونات الكالسيوم



- تأثير الايونات الأخرى

اشارة الدراسات إلى ان ايونات K , Rb , Cs تؤدي إلى عرقلة تثبيت الامونيوم هذا التأثير يعتمد على وقت الاضافة . إضافة ال K قبل ال NH_4 تؤدي إلى قلة تثبيت ال NH_4

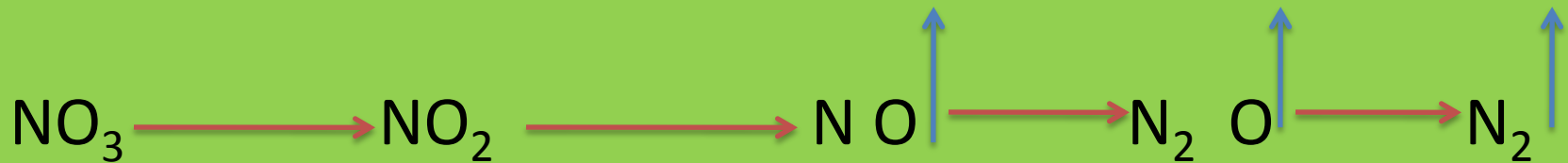


شكل (16) تأثير أضافة مستويات مختلفة من البوتاسيوم على كمية الامونيوم المثبتة من مستوى الاضافة (10 ملي مكافئ امونيوم لكل 100 غرام تربة) علماً بأن فترة التفاعل 30 دقيقة ، حسب ما اورده (Stanford and Pierre, 1947) .

جدول (9) تأثير وقت إضافة البوتاسيوم على كمية الامونيوم المثبتة حسب ما أورده (Jansson, 1958) .

➤ عكس النترجة L5 dinitirification

تحت الظروف اللاهوائية تعاني التربة من نقص في O_2 تحت هذه الظروف تسود أحياء التربة اللاهوائية التي تستعمل الـ O_2 الموجود في النترات والنترت كمستقبل للإلكترونات للحصول على الطاقة مما يؤدي إلى طلاق N وأكسايـد النتروجين إلى الجو (فقدان النتروجين من التربة)



يستلزم لعملية عكس النترجة

أ- أحياء تربة لاهوائية (Bacillus, Pseudomonas)

ب- توفر واهب الكترونيات (مادة عضوية)

ج- ظروف لاهوائية

د- وجود NO_3 , NO_2 , NO , N_2 O

العوامل المؤثرة في عملية عكس النترجة

- درجة تفاعل التربة

ارتفاع درجة تفاعل التربة اكثر ٥ تؤدي إلى زيادة عكس النترجة

يؤثر ال pH على نوع الغازات المتطايرة

٥,٦ إلى ٤,٩ معظم الفقد يكون بهيئة N_2O

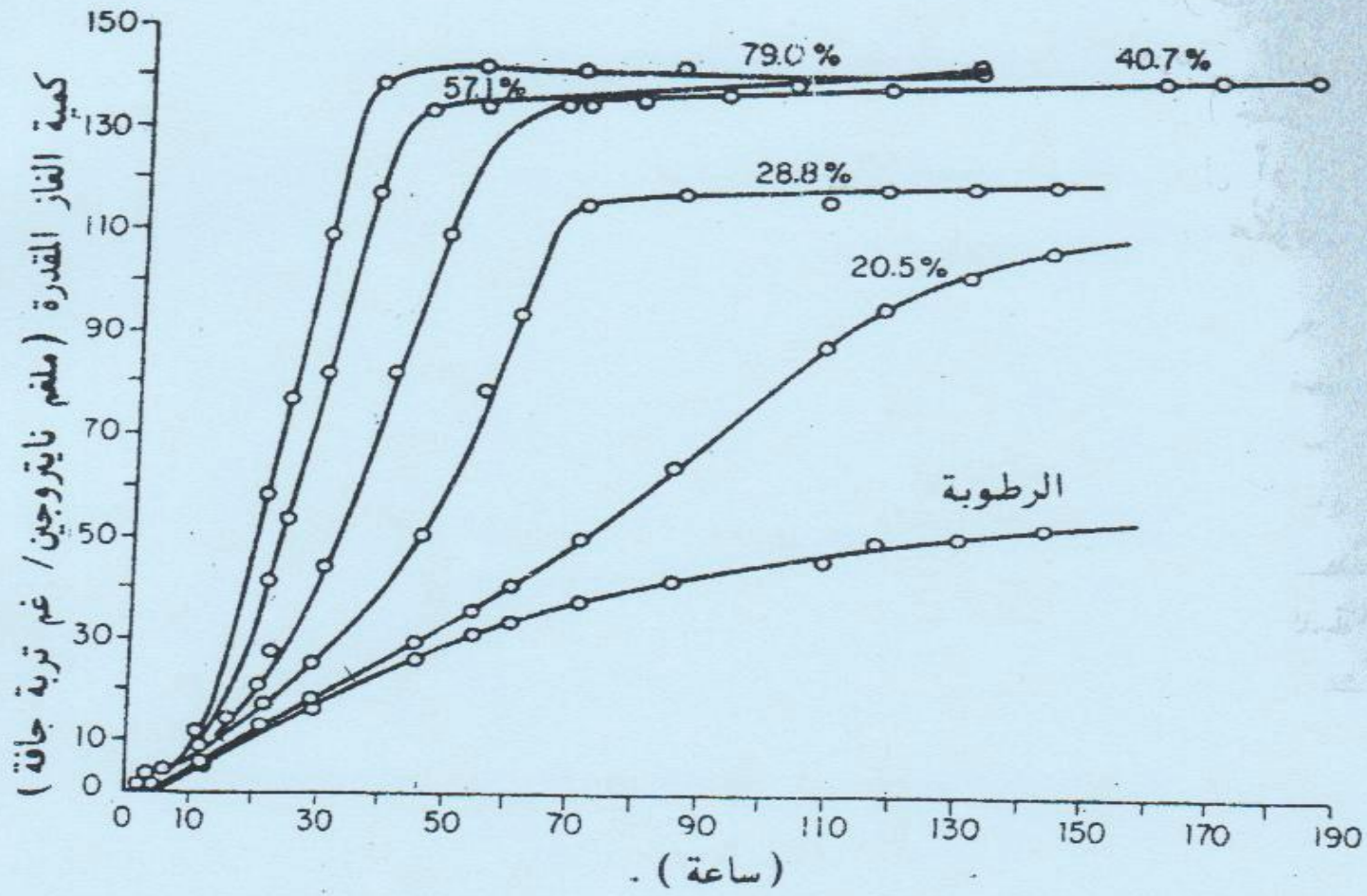
٧,٣ إلى ٧,٩ معظم الفقد يكون بهيئة N_2

- المحتوى الرطوبي

H_2O → denitrification

- المادة العضوية في التربة

O.M. → denitirfication



شكل (9) تأثير محتوى التربة الرطوبي على عملية عكس النترجة (Mc Garity, 1961).

النتروجين ونمو النبات

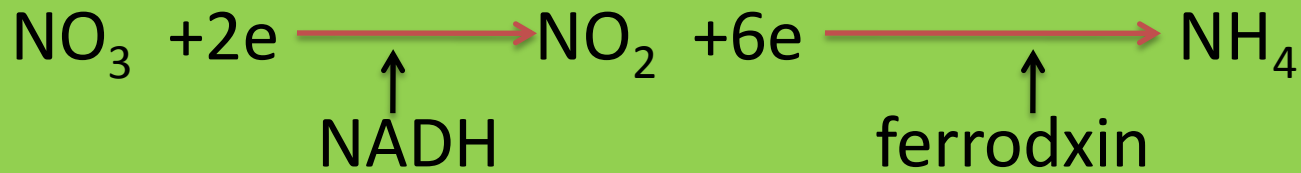
- يمتص النبات النتروجين بصورة NO_3^- او NH_4^+

- تركيز NO_3^- في التربة اكثر من تركيز NH_4^+ على التربة الحامضية

- عند امتصاص النترات يجب ان تختزل إلى امونيوم قبل تمثيلها



- اختزال النترات في النبات



(سايتوبلازم)

(كلوروبلاست)

- تمثيل NH_4

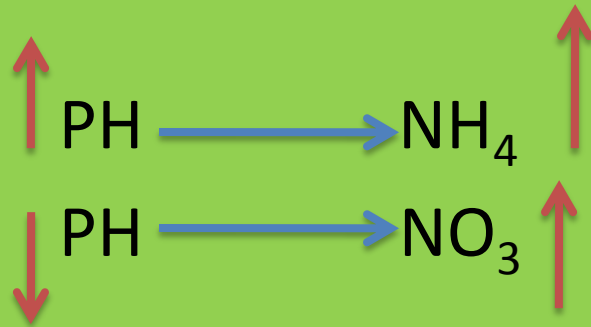


- تحول ال NH_4 إلى أحماض أمينية سريعة جدا لأن ال NH_4 ذو تأثير سام على النبات (يمنع تكوين ATP) لذلك يستطيع النبات خزن كميات من NO_3 أكثر من NH_4

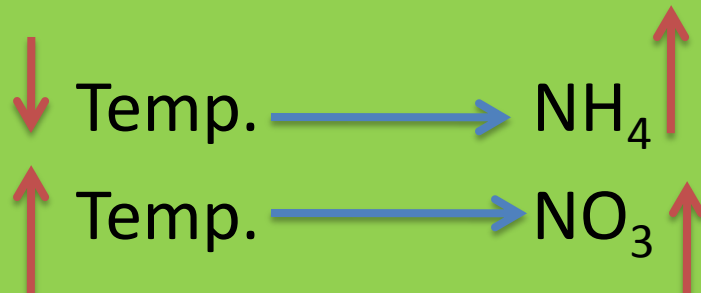
هل النباتات تفضل NO_3^- أو NH_4^+ ؟

ا- نوع النبات : النباتات الكربوهيدراتية تفضل NH_4 بينما البروتينية تفضل NO_3

ب- درجة تفاعل التربة :



ج- Temp.



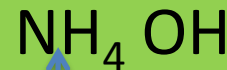
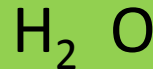
تفاعلات سماد اليوريا بالتربة

يعتبر سماد اليوريا من الأسمدة العضوية التي تحتاج إلى إنزيم اليوريز لتحللها وجعل محتواها من النتروجين جاهز للاستعمال من قبل النبات

urease

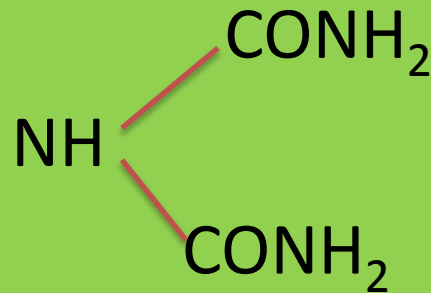


كاربونات الامونيوم



- محددات استعمال سماد اليوريا

ا- احتواء سماد اليوريا على مادة ال Biuret التي تتكون من نتيجة اتحاد جزئتين من اليوريا عند ارتفاع درجة حرارة التصنيع إلى أعلى من الحدود الاعتيادية



ب- تطاير الامونيا

ج- امتصاص جزيء اليوريا من قبل الجذور
امتصاص النبات لكمية تصل ال ٣% يوريا تؤدي إلى تسمم النبات
ولكن حصول مثل هذه الحالة تكون قليلة لسرعة تحلل اليوريا بالتربة

طريقة وموعد إضافة الأسمدة النتروجينية للتربة

تعتمد طريقة إضافة السماد على طبيعة السماد والظروف المحيطة وخصائص التربة . من طرق الإضافة الشائعة :

- خلط السماد مع التربة أو إضافة على السطح قبل عملية الري
- إضافة مع ماء الري بطريقة ال fertigation
- إضافة عن طريق الرش على الجزء الخضري للنبات (لتركيز اليوريا في محلول الرش دور مهم لتجنب احتراق الأوراق نتيجة الرش).

- غالبا ما يضاف السماد بدفعتين احدهما عند تحضير الأرض للزراعة والثانية بعد شهر من الإنبات تقريبا ولكن أظهرت نتائج الدراسات الحديثة بان إضافة السماد بدفعات خلال موسم النمو وحسب حاجة النبات للعنصر هي الأكفاء من بين طرق الإضافة

اعراض نقص النتروجين





Nitrogen deficient symptoms



正常与缺氮水稻分蘖期对比

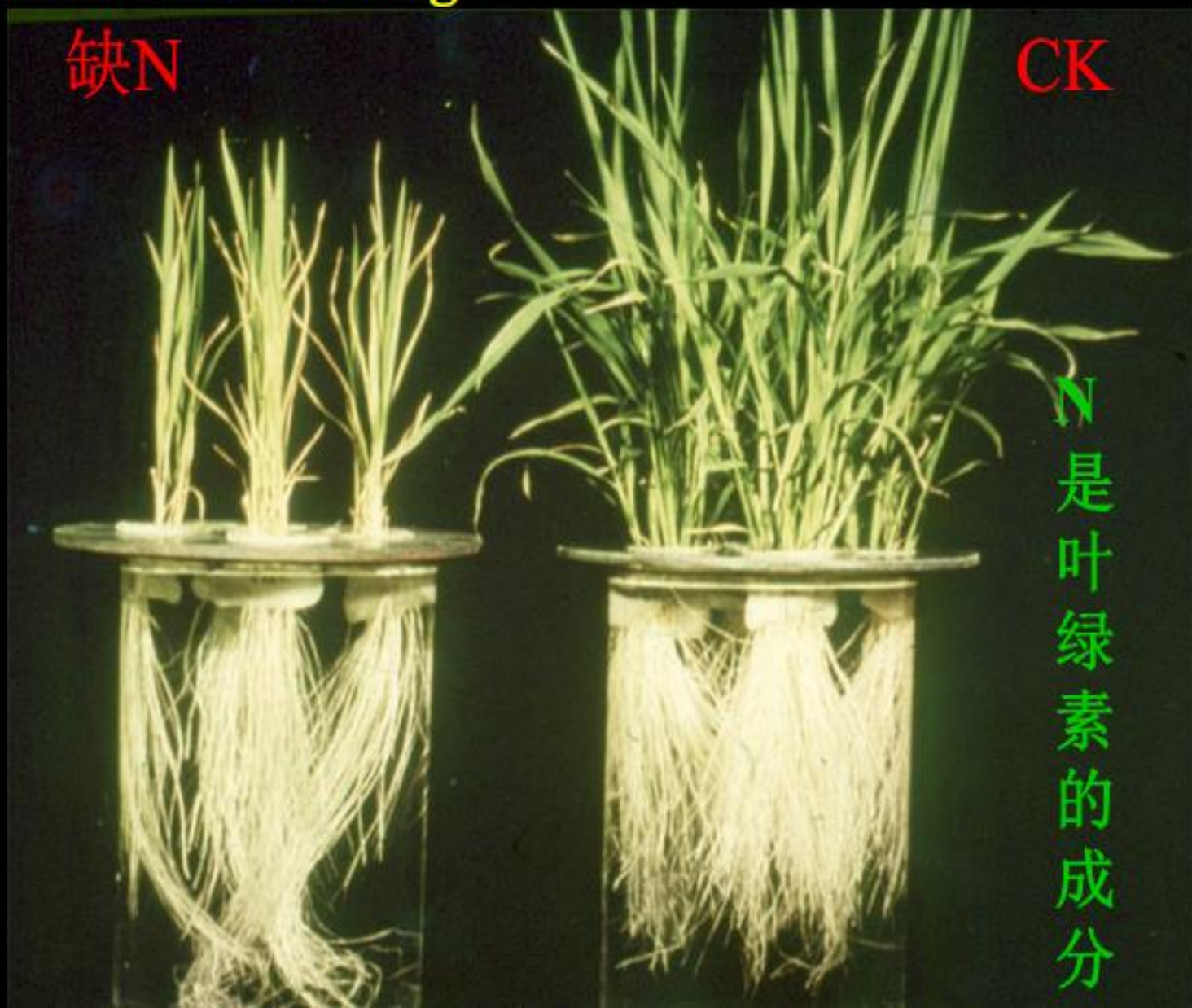
江苏武进白土

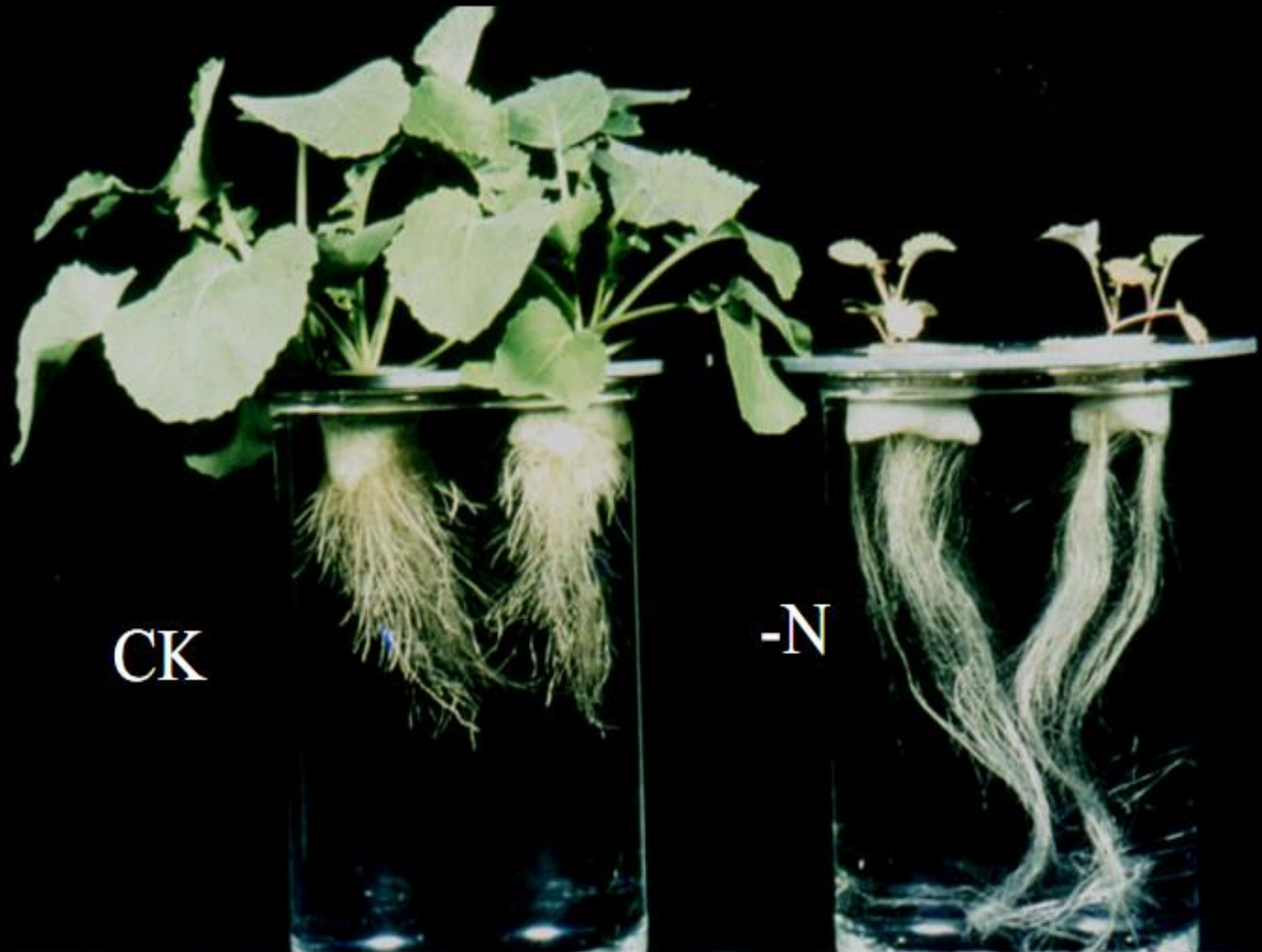


缺氮水稻植株色淡绿，下部老叶枯黄，中部叶尖也开始发黄，直立，分蘖少

1) Growth stun, roots show thinner and longer, less branches and tillerings

老叶发黄枯死，新叶色淡





Symptom of N deficiency in rape

**Too much N results in overgrowth
and is sensitive to diseases and
pests, to lodging and “贪青迟熟”。**

水稻氮过量



引起倒伏

玉米氮过量



成熟时氮过量绿为绿色

الاسمدة وخصوبة التربة

قسم المحاصيل الحقلية

المرحلة الثالثة

استاذ المادة

أ.د. عبد المهدي صالح الانصاري

الفوسفور Phosphorus L6

يعد الفسفور من العناصر الغذائية الضرورية الكبرى التي يحتاجها النبات يدخل الفسفور في الكثير من الفعاليات الحيوية في النبات منها :

- عملية التركيب الضوئي p.s.
- تكوين النوايا وانقسام الخلايا وتطور ونمو البذور
- نقل الصفات الوراثية في النبات
- دور اساسيا في عمليات الطاقة في النبات (ATP)

الفسفور من العناصر المتحركة في النبات اي ينتقل من الاجزاء القديمة في النبات إلى النموات الحديثة عند الحاجة له وكمية في النبات اقل من N, K , S, Ca, Mg ولا يحتاج إلى اختزال قبل تمثيله

➤ صور الفسفور في التربة

يمكن تقسيم الفسفور بالتربة وبشكل عام إلى

- فسفور معدني Inorganic P

- فسفور عضوي Organic P

١- الفسفور المعدني Inorganic P

- يوجد في التربة بصور مختلفة يمكن تقسيمها على أساس صفاتها

الفيزيائية والكيميائية والمعدنية

- يوجد بصورة مركبات تحتوي على Ca, Mg, Al, Fe

- في الترب القاعدية يوجد الفسفور بصورة مركبات تحتوي على

Ca, Mg ويشكل معدن ال apatites الجزء الكبر من صور

الفسفور المعدني في الترب القاعدية وهناك ٤ انواع من هذا المعدن

صور معادن الابيتايت (apatite)

- هيدروكسي ابتايت $\text{Ca}_{10} (\text{PO}_4)_6 (\text{OH})_2$ أكثر الصور شيوعا بالتربة
- فلور ابيتايت $\text{Ca}_{10} (\text{PO}_4)_6 \text{F}$
- كلور ابيتايت $\text{Ca}_{10} (\text{PO}_4)_6 \text{Cl}$
- كاربونات ابيتايت $\text{Ca}_{10} (\text{PO}_4)_6 \text{CO}_3$
- في الترب الحامضية يتفاعل الفسفور مع اكاسيد الحديد والالمنيوم ويكون مركبات



٢- الفسفور العضوي Organic P

- تختلف الترب بمحتواها من الفسفور العضوي حيث يتراوح

ما بين ٢٠% إلى ٨٠%

- زيادة نشاط الاحياء المجهرية في التربة تؤدي إلى قلة كمية الفسفور العضوي بالتربة

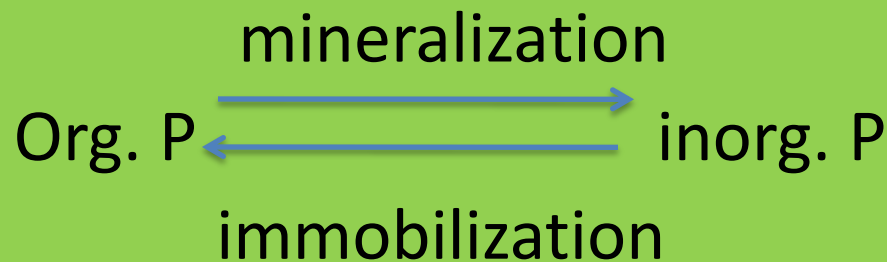
- يضم العديد من المركبات العضوية الا ان عدد كبير منها غير معروف

من المركبات الشائعة : Inositol phosphate, phospholipids
phosphoprotein, nucleic acid, phytin

يعتبر Inositol phosphate اكثر المركبات شيوعا

➤ معدنة الفسفور العضوي Mineralization of organic P

هي عملية تحول الفسفور العضوي الموجود في المادة العضوية بالتربة إلى فوسفور لاعضوي جاهز للاستعمال من قبل النبات .



- العامل الرئيسي الذي يحدد سيادة اي من العملتين هو C/ P في المخلفات العضوي المضافة او الموجودة بالتربة

$C / P < 200:1$  mineralization

$C / P > 300:1$  immobilization

- عملية تعدن الفسفور بطيئة وتعتمد على

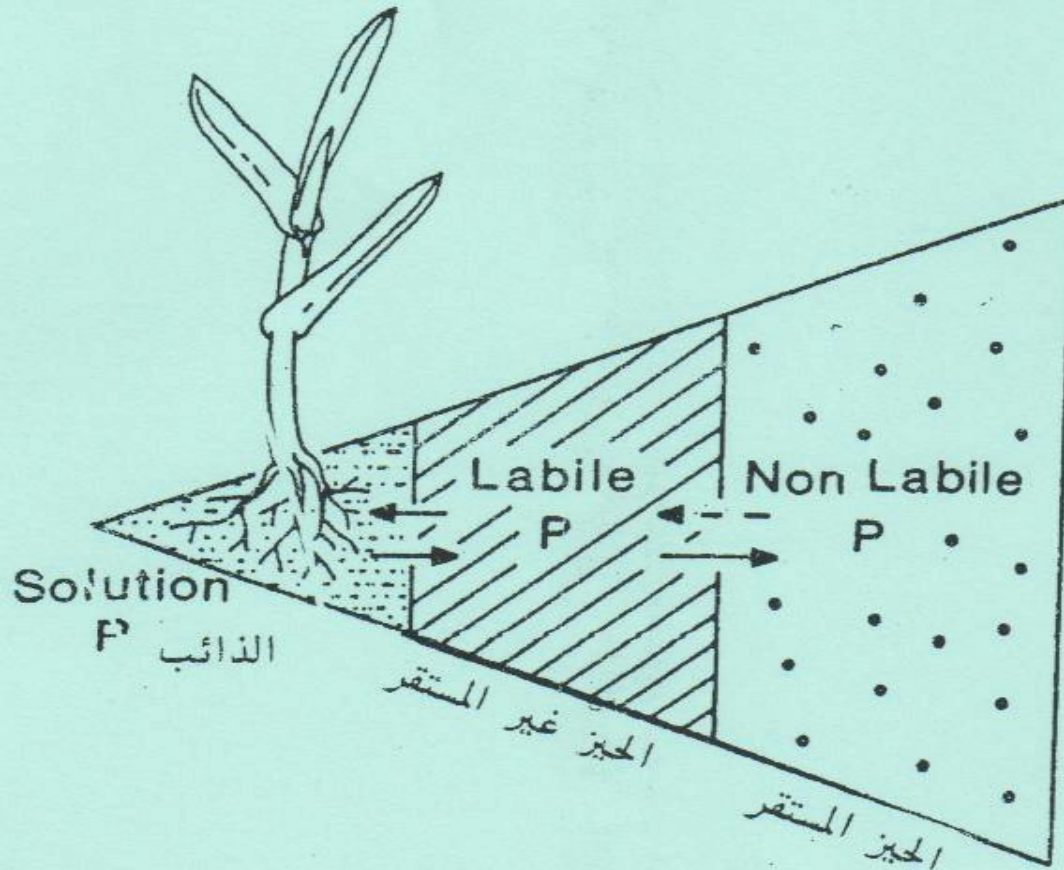
ا- نشاط أحياء التربة المهجرية

ب- فعالية أنزيم ال phosphatase في التربة

ج- الظروف البيئية السائدة بالتربة

L7 تقسيم الفسفور حسب جاهزيته للنبات

يمكن تقسيم الفسفور حسب جاهزيته للنبات استنادا للشكل



الشكل (2) اجزاء الفسفور بالتربة وعلاقتها بتغذية النبات (استل من Mengel and Kirkby, 1982).

١- الفسفور الذائب في محلول التربة

- كمية قليلة مقارنة بالكمية الكلية والكمية الممدصة فقد وجد بان كمية الفسفور الذائب بمحلول التربة لاتزيد عن ٠,٠١ % من الكمية الكلية

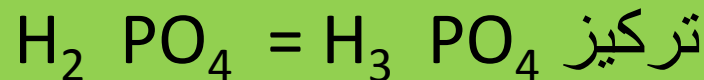
- مهم جدا لتغذية النبات لانه يكون بشكل جاهز

- يوجد في محلول التربة بصور مختلفة اعتماد على درجة تفاعل التربة تشمل هذه الصور : PO_4 , HPO_4 , $H_2 PO_4$ ويحدد الـ pH الوسط سيادة اي من هذه الصور

- حسب المعادلة



عند قيمة PH ٢,١٥ فان



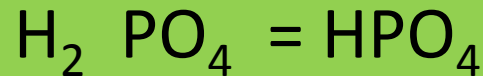
عند PH اقل من ٢,١٥ تكون السادة لايون $H_3 PO_4$

عند PH اكثر من ٢,١٥ تكون السيادة لايون $H_2 PO_4$

- ارتفاع درجة التفاعل اكثر من ٢,١٥



عند pH ٧,٢



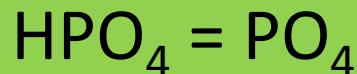
عند PH اقل من ٧,٢ تكون السادة لايون $H_2 PO_4$

عند PH اكثر من ٧,٢ تكون السيادة لايون HPO_4

- ارتفاع PH الوسط اعلى من ٧,٢

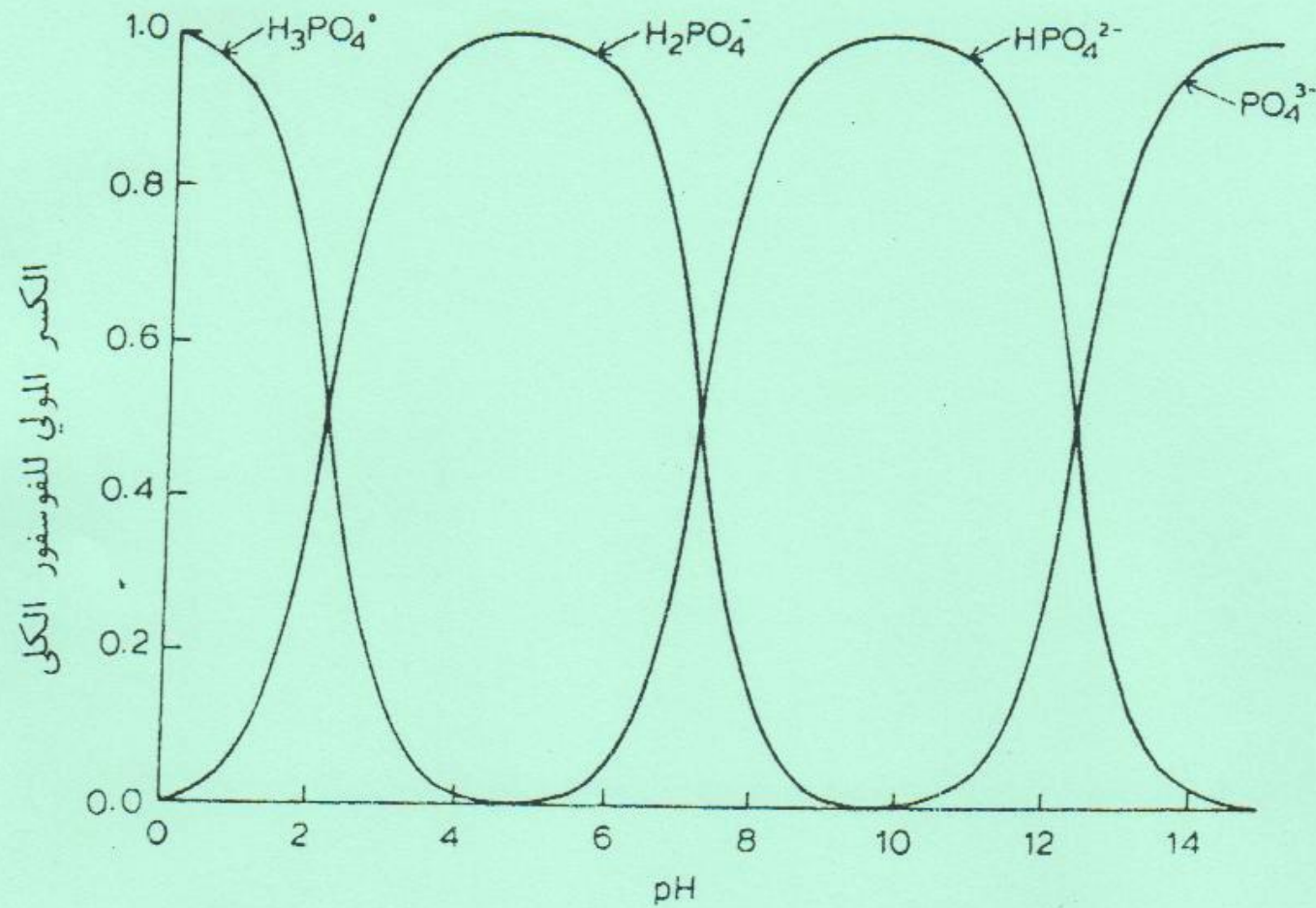


عند قيمة PH ١٢,٣٥



عند PH اقل من ١٢,٣٥ تكون السيادة لايون HPO_4

عند PH اكثر من ١٢,٣٥ تكون السيادة لايون PO_4



الشكل (1) تأثير قيمة pH الوسط على توزيع ايونات الاورثوفوسفات في المحلول (استل من Lindsay, 1979)

لا يذوب الفوسفات الا في الوسط الحمضي، لذلك يجب تعديل حموضة التربة في محلول التربة

٢- صور الفسفور في الحيز الغير مستقر

صور الفسفور في هذا الحيز يشمل :

- الفسفور الممدص على سطح غرويات التربة او الترسيب حديثا
- بهيئة مركبات فوسفات الكالسيوم او الحديد او الالمنيوم التي تملك اذابة عالية مقارنة مع المركبات القليلة الذوبان الأخرى مثل الالبتايت
- كمية الفسفور في هذا المستودع تشكل تقريبا ٢% من الفسفور الكلي في التربة وتختلف من تربة إلى أخرى
- تكون بحالة توازن مع صور الفسفور الأخرى بالتربة ولكن توازن بطيء

٣- صور الفسفور في المستودع المستقر

- يقع ضمن هذا المستودع صور الفسفور القليلة الذوبان والجاهزية للنبات وكذلك يشمل الفسفور العضوي في التربة
- يشكل أكثر من ٩٧% من الفسفور الكلي في التربة
- يكون بحالة توازن بطيء مع فوسفور الحيز الغير مستقر

الاسمدة وخصوبة التربة

قسم المحاصيل الحقلية

المرحلة الثالثة

استاذ المادة

أ.د. عبد المهدي صالح الانصاري

يتعرض الفسفور المضاف للتربة إلى سلسلة من التفاعلات تؤدي إلى تحويله إلى صورة غير جاهزة للاستعمال من قبل النبات يطلق عليها بالصور المثبتة وتشمل عملية التثبيت التفاعلات التالية :

١- امدصاص الفسفور Phosphorus adsorption

حركة العنصر من محلول التربة إلى السطوح معادن او معقدات التربة ودون التفاعل المباشر معها وبدون اختراق لسطحة ويمدص الفسفور نوعيا specific adsorption اي ان الكمية الممدصة لا يمكن اعادتها إلى محلول التربة وفقا لاسس التبادل اليوني بل تخضع لحالات خاصة ومن خلال عملية الانطلاق desorption وتشمل تفاعلات الامدصاص

١- الامدصاص النوعي بومسطة كاربونات الكالسيوم

وتشمل تفاعلات الادمصاص

ا- الادمصاص النوعي بواسطة كاربونات الكالسيوم (CaCO_3)

ويتم هذا التفاعل من خلال احلال ايون H_2PO_4^- محل CO_3^{2-}

مكونا طبقة سطحية ويكون هذا النوع من التفاعل مهما بالترب الكلسية
وعند التراكيز الواطئة من الفسفور والفترة اللازمه للتفاعل تكون بحدود
ساعة

ب- ادمصاص الازدواج اليوني للفسفور مع الكالسيوم $\text{CaH}_2\text{PO}_4^-$ او

المغنيسيوم $\text{MgH}_2\text{PO}_4^-$ على سطح كاربونات الكالسيوم

ج- الادمصاص الوعي بواسطة اكاسيد الحديد والالمنيوم في الحامضية ليكون

مركبات معقدة غير ذائبة بالماء

د- الادمصاص بواسطة معادن الطين

معادن الطين ١:١ اكثر قدرة على التثنيث من معادن ٢:١

يمكن وصف تفاعلات الامدصاص

- احلال P محل Si في طبقة Tertrahydral

- احلال p محل OH الموجودة في الهيكل البنائي لمعادن الطين

لنوع ال cations السائد على سطح معادن الطين تاثير كبيرا على كمية
الفسفور الممدصة $Ca > Mg > K > Na$

تتم عملية انطلاق الفسفور الممدص (desorption) من خلال احلال
ايونات سالبة لها القدرة على الامدصاص الايوني محل الفسفور الممدص

٢- تفاعلات الترسيب

ينظر لها كخطوة تالية لعملية الامدصاص ويمكن وصفها :

١- تفاعلات الترسيب بالترب الكلسية

يتفاعل الفسفور المضاف مع كاربونات الكالسيوم او الكالسيوم

الذائب او المتبادل على سطح معادن الطين مكونا مركبات مختلفة

(ايون الاورثوفوسفات الذائب في محلول التربة $H_2PO_4^-$)

↓
يتفاعل مع ايون الكالسيوم

$Ca(H_2PO_4)_2 \cdot H_2O$ فوسفات احادي الكالسيوم

1: 2

monocalcium phosphate

↓
مع توفر مزيد من ايونات الكالسيوم وثبات تركيز الفوسفات

$CaHPO_4 \cdot 2H_2O$ فوسفات ثنائي الكالسيوم

1: 1

Dicalcium phosphate

↓
مع توفر مزيد من ايونات الكالسيوم

$Ca_3(PO_4)_2$ فوسفات ثلاثي الكالسيوم

3: 2

Tricalcium phosphate

↓
مع توفر مزيد من ايونات الكالسيوم

$Ca_8H_2(PO_4)_6$ فوسفات ثنائي الكالسيوم

4: 3

Octacalcium phosphate

↓
مع توفر مزيد من ايونات الكالسيوم

$Ca_{10}(PO_4)_6(OH)_2$ هيدروكسي ابتايت

5: 3

Hydroxyapatite

↓
مع توفر تركيز من ايون الفلورايد

$Ca_{10}(PO_4)_6(F)_2$ فلورو ابتايت

Florapatite

ب- تفاعلات الترسيب في الترب الحامضية

يتفاعل الفسفور المضاف للترب الحامضية مع اكاسيد الحديد والالمنيوم والمنغنيز ويتحول إلى مركبات معقدة غير ذائبة بالماء مثل الفرسيكايت والسترنكايت

➤ العوامل التي على ترسيب الفسفور

١- محتوى التربة من كاربونات الكالسيوم

- ترفع درجة تفاعل التربة

- تملك سطح فعال

- مصدر لايونات الكالسيوم

٢- محتوى التربة من الاكاسيد والهيدروكسيدات الحرة

اكاسيد الحديد والالمنيوم (تم توضيحه سابقا)

٣- PH التربة

تؤثر من خلال التحول السريع للمركبات العالية الذوبان إلى مركبات قليلة الذوبان

٤- نوع المعدن السائد

- معادن ١:١ اكثر قابلية على التثبيت من معادن ٢:١

- نوع ال cations السائد على سطح المعدن

٥- المادة العضوية

- تخبب Ca, Fe, Al تاركة الفسفور حر في المحلول

- عند تحللها تطلق CO₂ الذي يؤدي إلى خفض درجة تفاعل التربة

- مصدر للفسفور العضوي الذي يمتاز بقلّة تثبيتة مقارنة بالفسفور

المعدني

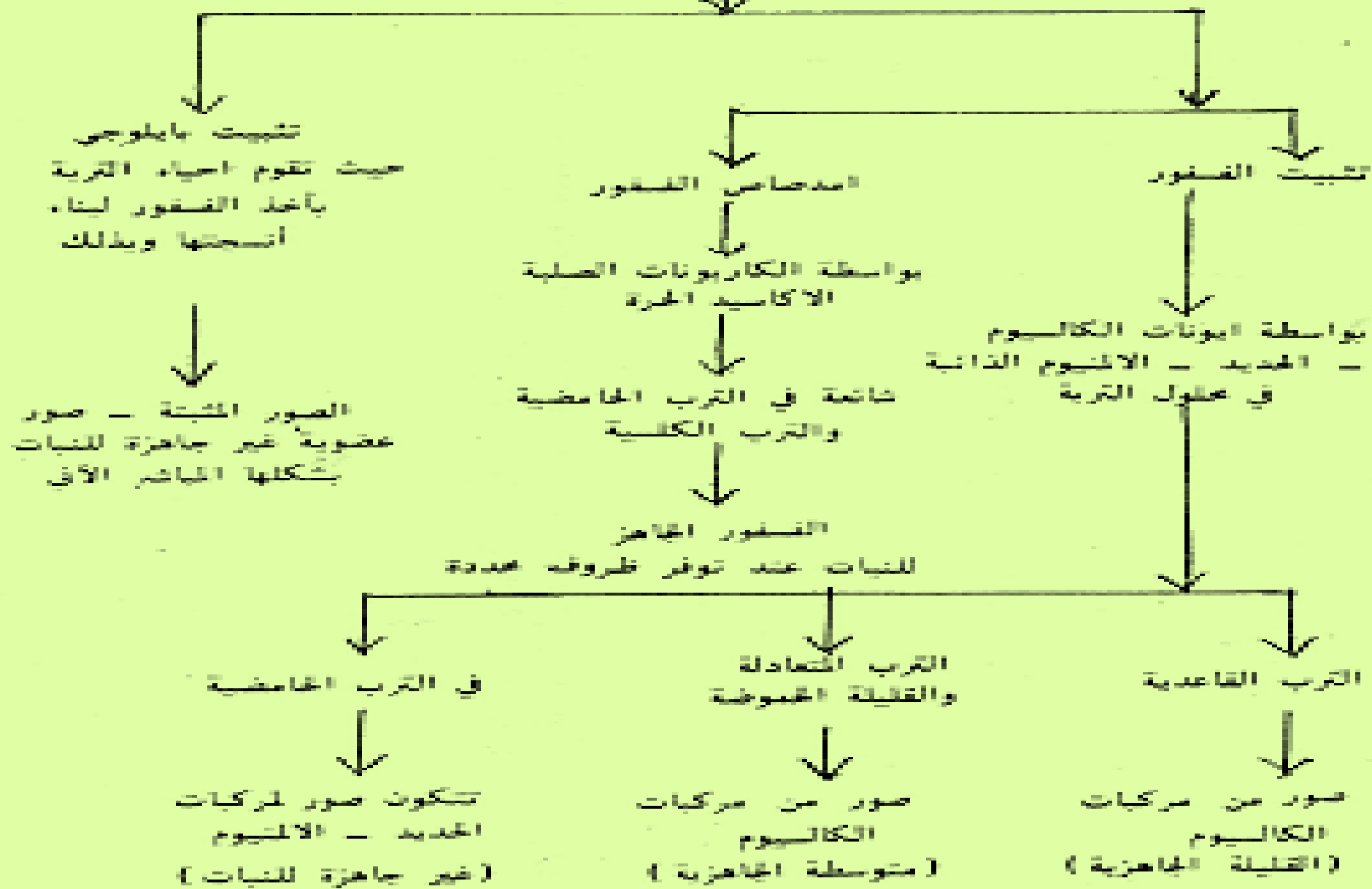
٦- ملوحة التربة

زيادة ملوحة التربة تؤدي إلى زيادة عملية ترسيب الفسفور

٧- عوامل اخرى

مثل الزمن و الرطوبة و الحرارة و نوع وكمية السماد المضاف

ترسيب الفسفور



يمتص النبات الفسفور بهيئة H_2PO_4 و HPO_4 والصورة الاولى هي الصورة المفضلة للامتصاص . لا يختزل الفسفور في النبات بل يمثل بالشكل التي يمتصها النبات . يدخل في تركيب عدد من المركبات العضوية . نسبة الفسفور العضوي إلى المعدني تختلف حسب نوع النبات وعمره

جدول (4) محتوى اجزاء بعض النباتات من صور الفسفور العضوي والمعدني (استل من (Sauchelli, 1965).

المحتوى النبات الكلي من الفسفور (%)	العضوي	اجزاء النبات	المحصول
5	95	بذور	الذرة الصفراء
40	60	السيقان	الذرة الصفراء
4	96	بذور	الحنطة
72	28	التش	الحنطة
5	95	بذور	فول الصويا
45	55	الدرنات	البطاطا
45	55	الألياف	القطن

- يدخل الفسفور في تركيب phtin, phosphlipid , nucleo protein , nucleic acid, ATP , وغيرها من المركبات العضوية
- يلعب الفسفور دورا مهما في عملية نقل الطاقة من خلال تكوين مركبات ATP وتحت الظروف الهوائية

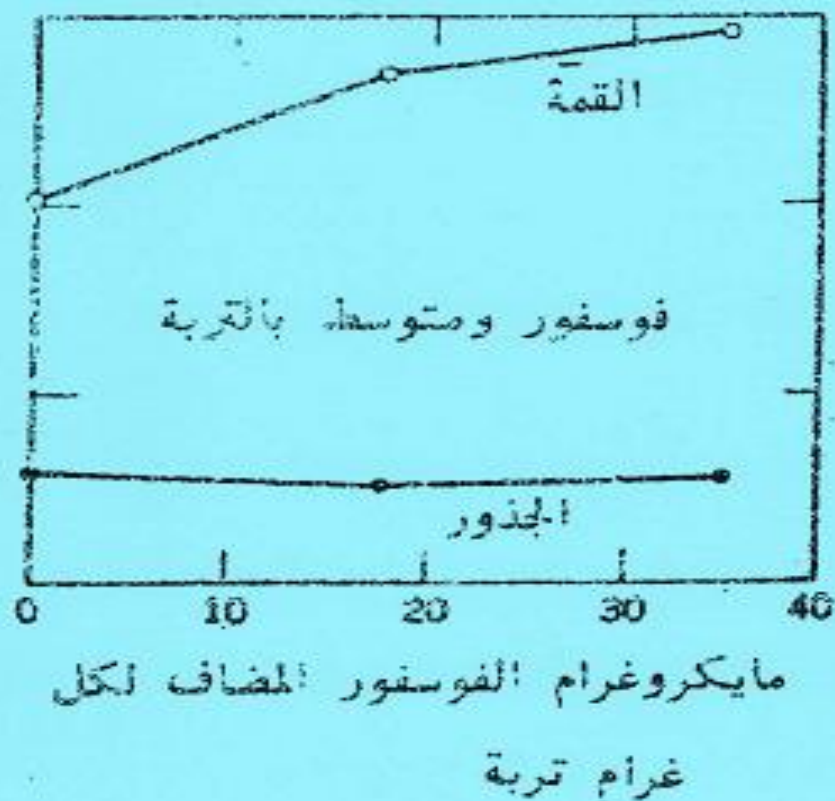
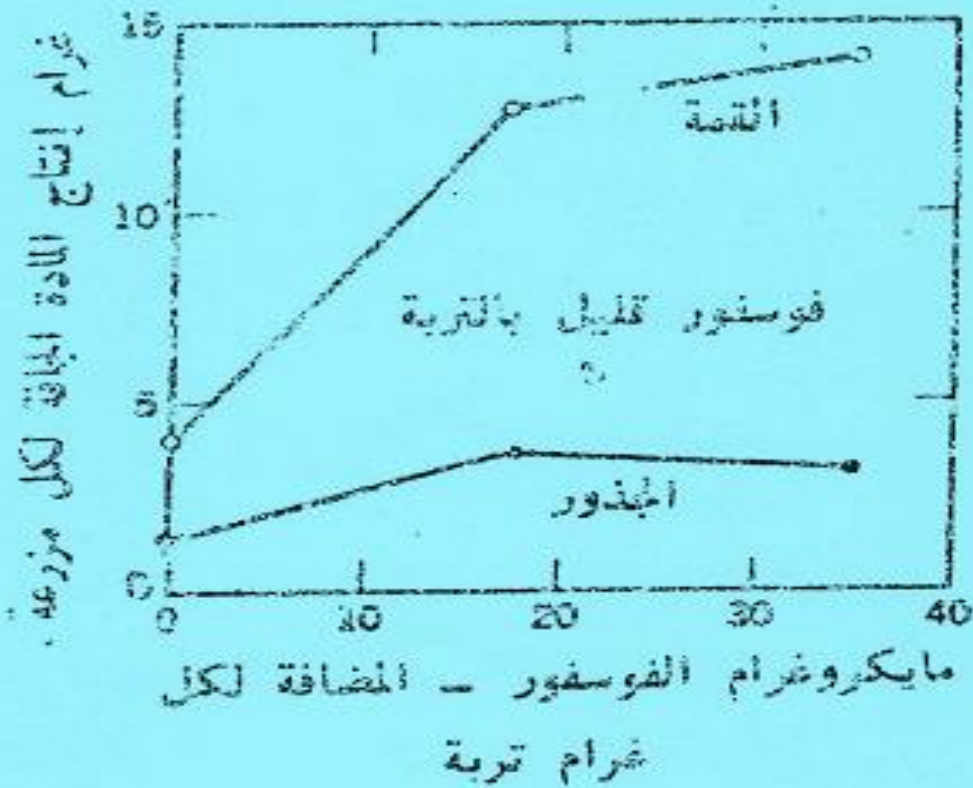


لذا يلعب الفسفور دور رئيسيا في عملية امتصاص العناصر الغذائية التي تحتاج إلى طاقة

- يعتبر من العناصر المتحركة : ينتقل من الاجزاء القديمة إلى النموات الحديثة عند حصول نقص في كمية الفسفور الممتص في النبات
- تركيزه في النبات يتراوح ما بين ٠,٢ إلى ٠,٥ %

➤ الفسفور ونمو النبات L8

- ان امتصاص الفسفور يساهم في زيادة نمو جميع اجزاء النبات
- استجابة الجزء العلوي من النبات للفسفور اعلى من الجزء الجذري ويرجع ذلك إلى الاستهلاك المستمر له في الجزء العلوي



الشكل (9) إنتاج الجزء العلوي وجذور الشعير المزروع في تربة رملية مزيجة عوملات بمستويات مختلفة من سماد السوبر فوسفات المركز.

- الاضافات العالية للفسفور تعجل في انتاج النبات المبكر

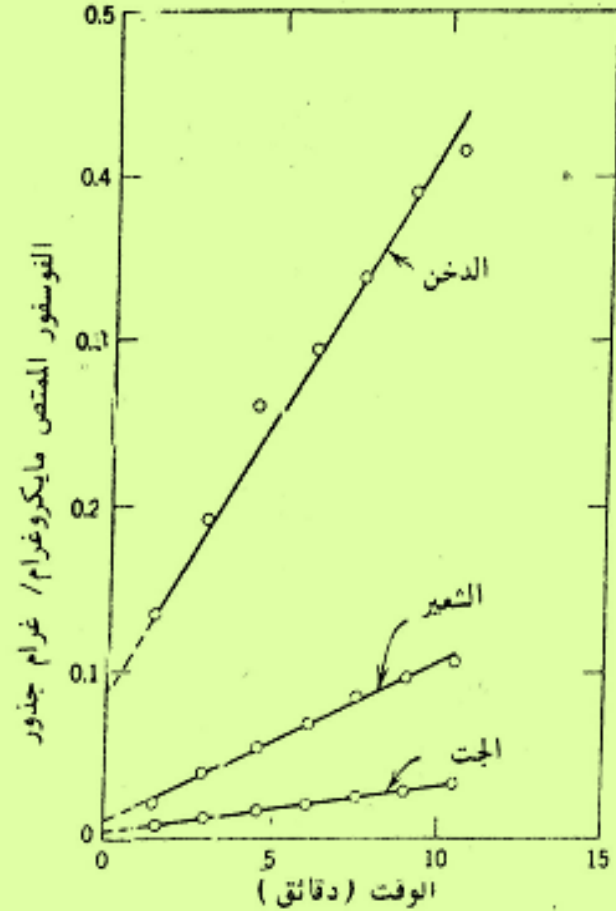
جدول (6) تأثير مستوى الفسفور المضاف على انتاجية الباقلاء ونضجها فترة
النضج (Black, 1968)

مستوى السماد الفوسفاتي المضاف كغم / هكتار	انتاج الباقلاء كغم / هكتار	معدل انتاج الباقلاء المبكر منسوبا للانتاج الكلي
0	20	25
20	227	40
39	400	47
59	388	48

- اشارت الكثير من المصادر إلى ان استجابة المحاصيل للفسفور تكون اعلى عند اضافة في بداية موسم النمو (starter fertilizers)
- يؤثر نوع المحصول في استجابة النبات للفسفور المضاف وكلما زادت المساحة السطحية للجذر كلما زادت اتجابة النبات للفسفور المضاف

جدول (7) تأثير وقت التسميد على انتاجية محصول الشوفان من (المادة الجافة)
بوحددة كغم/ هكتار (استل من Black, 1968).

وقت التسميد	بدون اضافة	اضافة 39	معدل الزيادة
	فسفور / كغم	كغم فسفور / هكتار من الفسفور المضاف %	
2 / حزيران	570	760	33
22 / حزيران	3000	3400	13
8 / تموز	4200	4700	12



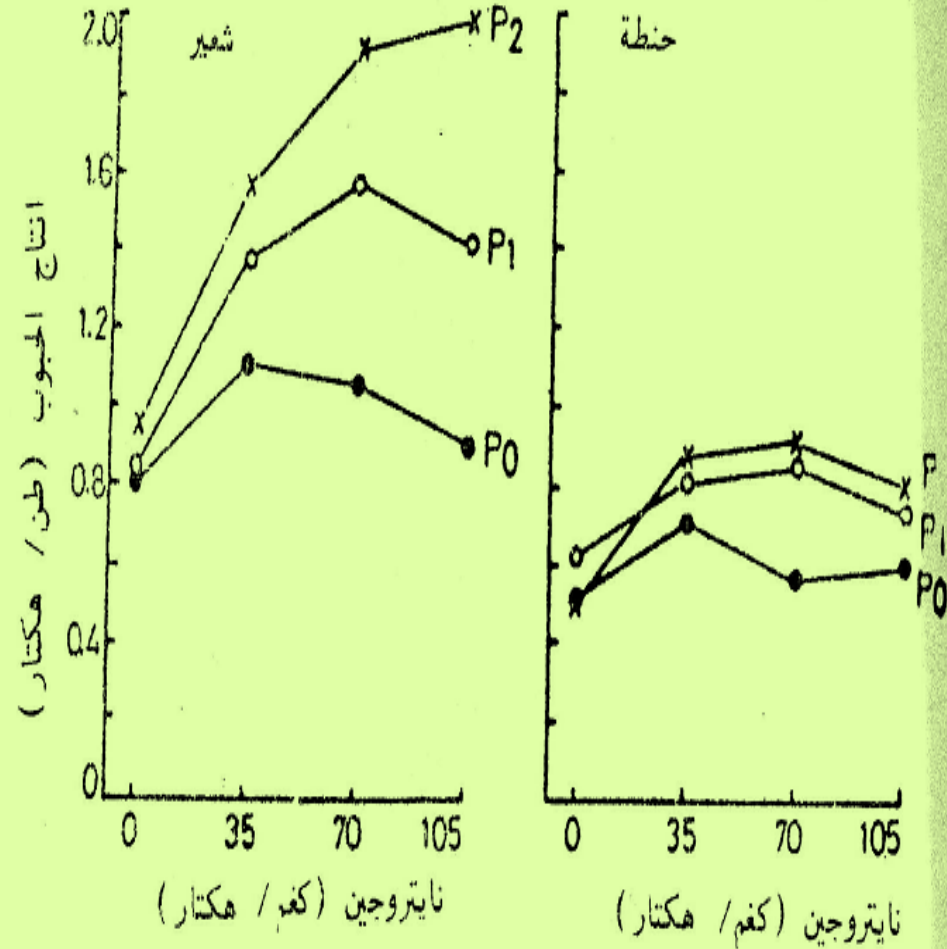
الشكل (10) مقارنة امتصاص الفسفور من قبل محصول الدخن - الشعير والجوت من محلول غذائي يحتوي على 15.5 ملغم فسفور بهيئة P^{32} لكل مليلتر .

- تقل ملوحة التربة من استجابة النبات للفسفور المضاف (جدول ٩)
- إضافة النتروجين تزيد من استجابة النبات للفسفور المضاف (شكل ١١)

جدول (٩) تأثير الملوحة على استجابة الذرة الصفراء للتسميد الفوسفاتي

(Nieman & Clark, 1979)

المعاملة	الوزن الطري / 2 نبات	تركيز الفسفور المعدني [Pi] مايكرومول / 100 غرام وزن طري
المعاملة القياسية / المستوى الواطيء من الفسفور	1101	4.7
المستوى العالي من الفسفور	2259	13.6
المعاملة الملحية / المستوى الواطيء من الفسفور	549	28.4
المستوى العالي من الفسفور	252	37.5



الشكل (11) تأثير اضافة النايتروجين على استجابة محصولي الحنطة والشعير للفسفور (Orphanos, 1983)

الاسمدة وخصوبة التربة

قسم المحاصيل الحقلية

المرحلة الثالثة

استاذ المادة

أ.د. عبد المهدي صالح الانصاري

يعتبر صخر الفوسفات (rock phosphate) المصدر الاساسي في صناعة

معظم الأسمدة الفوسفاتية اذ يعامل بالحرارة او الحوامض لكسر او اصر
الابتايت فيتحول إلى صور اكثر ذوبان . اهم الأسمدة الفوسفاتية
- حامض الفسفوريك

يصنع من معالة صخر الفوسفات مع حامض الكبريتك المركز
(يحتوي على ٣٢ % $P_2 O_5$)

- السوبر فوسفات العادي

يصنع من اذابة صخر الفوسفات بواسطة حامض الكبرتيك المركز
(يحتوي على ١٦-٢٢ % $P_2 O_5$ و ٨-١٠ % جبس)

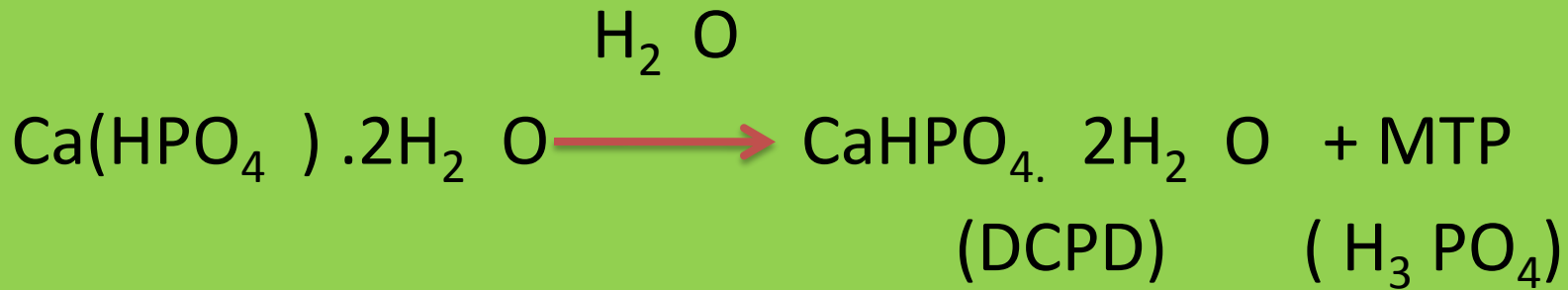
- السوبر فوسفات المركز

يصنع من تفاعل صخر الفوسفات مع حامض الفوسفريك الابيض
(يحتوي على ٤٤-٥٥ % $P_2 O_5$)

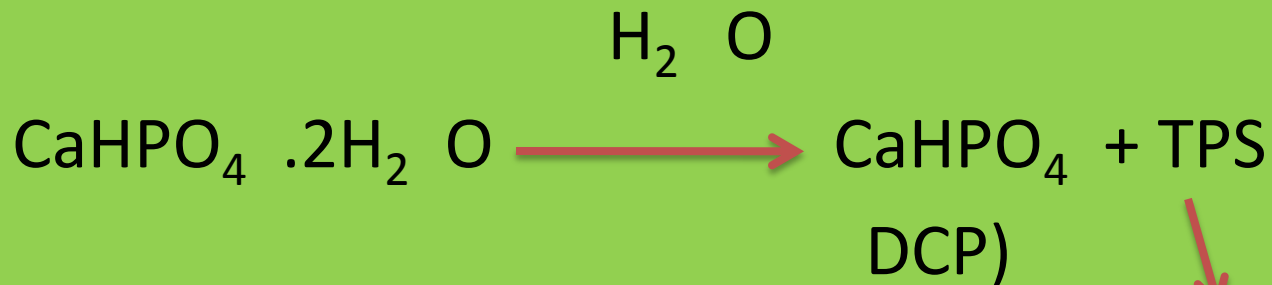
➤ تفاعلات الاسمدة الفوسفاتية في التربة

١- سماد السوبر فوسفات المركز

الوحدة الأساسية لسماد السوبر فوسفات هي فوسفات احادي الكالسيوم $\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)$ فعند إضافة حبيبة السماد للتربة

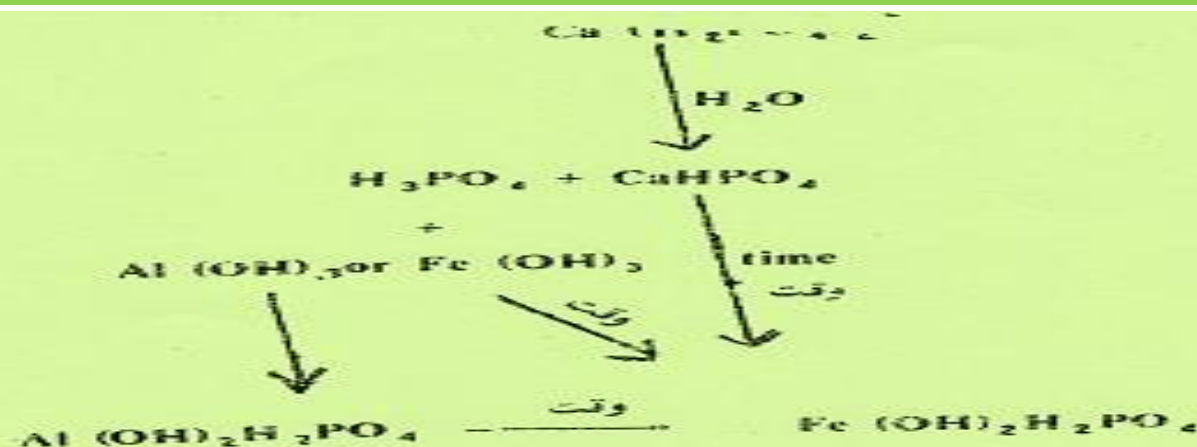


يتكون هذا التفاعل بعد ٢٤ ساعة من إضافة السماد ومن ثم يسود التفاعل التالي

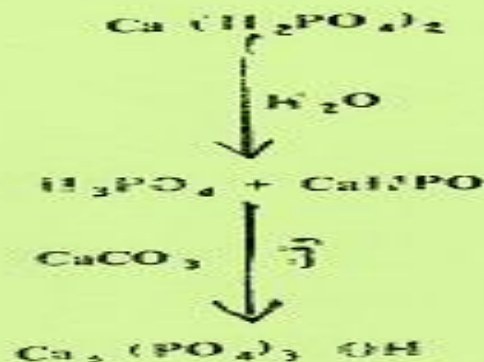


هذا محلول حامضي يبقى في التربة لمدة ١٧ يوم

- تفاعل السماد في التربة : ١-تفاعل سماد السوبر فوسفات



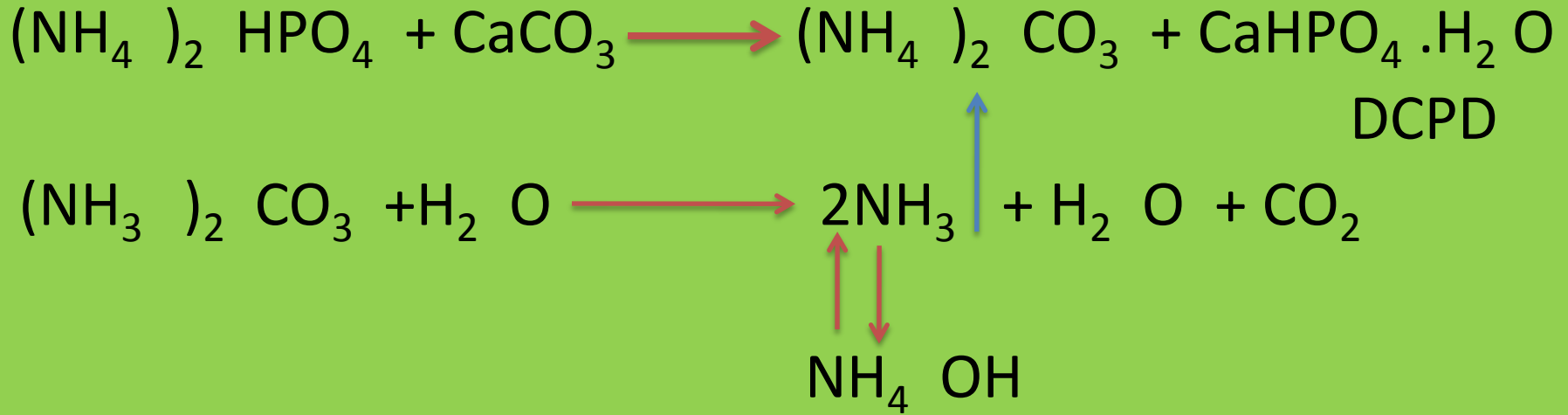
(أ) التربة المتعادلة والحامضية Acid and Neutral Soils



(ب) التربة الكلسية Calcareous Soils

الشكل (٥) تفاعلات فوسفات احادي الكالسيوم (أ) في التربة الحامضية والمتعادلة و (ب) الكلسية

٢- تفاعل اسمدة فوسفات الامونيوم



- وجد علاقة سالبة بين تركيز الفسفور الذائب والامونيا المتطايرة

- PH المحلول المشبع (DCPD) = ٧,٩٨ لذا لا تكون هنا رواسب كثيرة عند إضافة السماد

- جاهزية أسمدة فوسفات الامونيوم :

فوسفات أحادي الامونيوم < ثنائي الامونيوم < احادي الكالسيوم < ثنائي الكالسيوم

- فوسفات احادي الامونيوم افضل من سماد فوسفات ثنائي الامونيوم للترب الكلسية

➤ طريقة ومواعيد إضافة الاسمدة الفوسفاتية

- تقسم الاسمدة الفوسفاتية إلى ثلاثة مجاميع وفقا لطبيعة اذابتها

ا- الاسمدة الذائبة بالماء (water soluble)

ب- الاسمدة البطيئة الذوبان بالماء ولكنها تذوب بالسترات (citrate sol.)

ج- الاسمدة البطيئة الذوبان بالماء والسترات

- الاسمدة الذائبة بالماء والاسمدة الذائبة بالسترات تمثل أسمدة ذات صورة

جاهزة للاستعمال من قبل النبات وبالرغم من ذلك فان موعد وطريقة

إضافة السماد تعتمد على :

- احتياج النبات وطول موسم النمو

- طبيعة اذابة السماد وحجم حبيبة السماد

- الايون المرافق للفسفور وخصائص التربة الكيميائية والفيزيائية

- غالبا ما تضاف الاسمدة الفوسفاتية في بداية موسم النمو

- من طرق إضافة الاسمدة :

* الإضافة الأرضية :

- أ- خلط مع التربة حيث يتم خلط السماد مع طبقة الحرث غير محبذه في الترب الكلسية لأنها تسبب تثبيت كميات كبيرة من الفسفور نتيجة تفاعل الفسفور مع كاربونات الكالسيوم
 - ب - التلقيح او الإضافة بشكل جور بجانب النبات
- * رش على الجزء الخضري (محدودية الكمية التي تضاف بهذه الطريقة)
- * مع منظومة مياه الري (fertigation) وانها طريقة كفوءة جدا لإضافة الأسمدة الفوسفاتية
- * خلط مابين الإضافة الارضية والرش

علامات نقص الفسفور



نقص فسفور



Extremely stun, young leaves appear dark-green in color and older leaves and base of stem exhibit vinicolor.



- **Young leaf appears dark green(墨绿色) in P-deficient rice plant without tillers**





•The older leaves exhibit vinicolor in P-deficient rape (油菜).

Maize: Seriously P-deficient, Stem and leaf become vinicolor (red).



**Necrotic
lesions in K-
deficiency
cotton leaves**



Potassium البوتاسيوم

(k)

يعد البوتاسيوم من العناصر الغذائية الكبرى التي يحتاجها النبات بكميات كبيرة تفوق العناصر الغذائية الأخرى عدا النتروجين و متوسط محتوى أنسجة النبات من ال K ١,٥ وقد تصل بعض الأحيان الى ٨,٠% ويؤدي دور مهم في عدد كبير من العمليات الحيوية في النبات مثل التركيب الضوئي والإنزيمات وغيرها من العمليات الحيوية

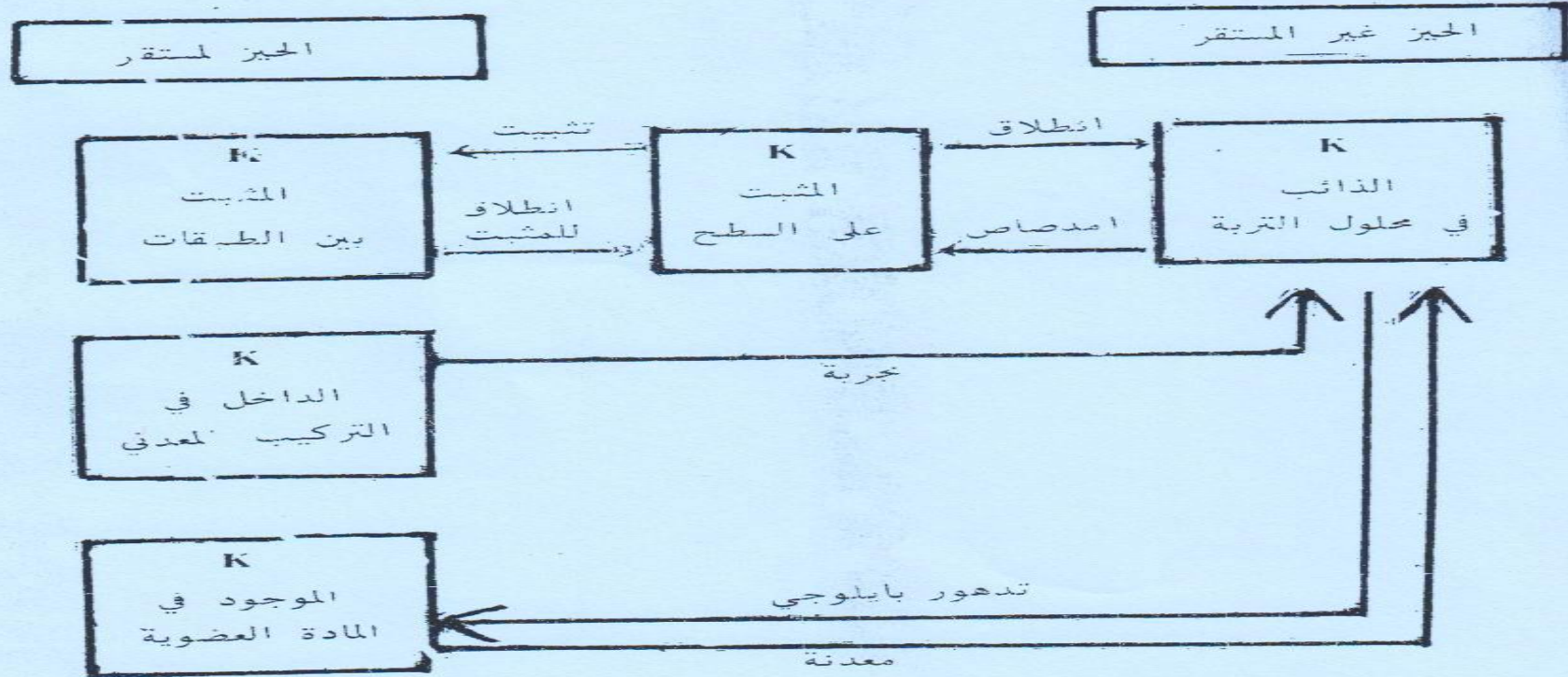
➤ مصادر البوتاسيوم في التربة

- يشكل البوتاسيوم ٠,٣ – ٢,٥ % من المكونات المعدنية في التربة
- يوجد في المعادن الأولية بالتربة (primary minerals) مثل الفلدوسبار والمايكا كما يوجد في المعادن الثانوية التي تشكل نسبة عالية من معادن الطين مثل معادن Illite, vermiculate , cholorite
- تعد معادن المايكا من اهم معادن الترب الزراعية المجهزة ال K
- مساهمة الجزء العضوي في تجهيز الترب با K قليلة جدا لذا فان محتوى الترب العضوية من البوتاسيوم واطئ

➤ صور البوتاسيوم في التربة

١- البوتاسيوم الذائب في محلول التربة Soluble K

ويمثل البوتاسيوم الذائب في محلول التربة ويشكل ما مقداره ٠,١ - ٢% من الكلي و تمثل الصورة الجاهزة من البوتاسيوم للنبات وان هذه الكمية القليلة لا تسد احتياجات النبات خلال موسم النمو وانها ترتبط بحالة توازن مع K الاخرى في التربة



الشكل (2) العلاقة بين صور البوتاسيوم المختلفة في التربة

٢- البوتاسيوم المتبادل Exchangeable K

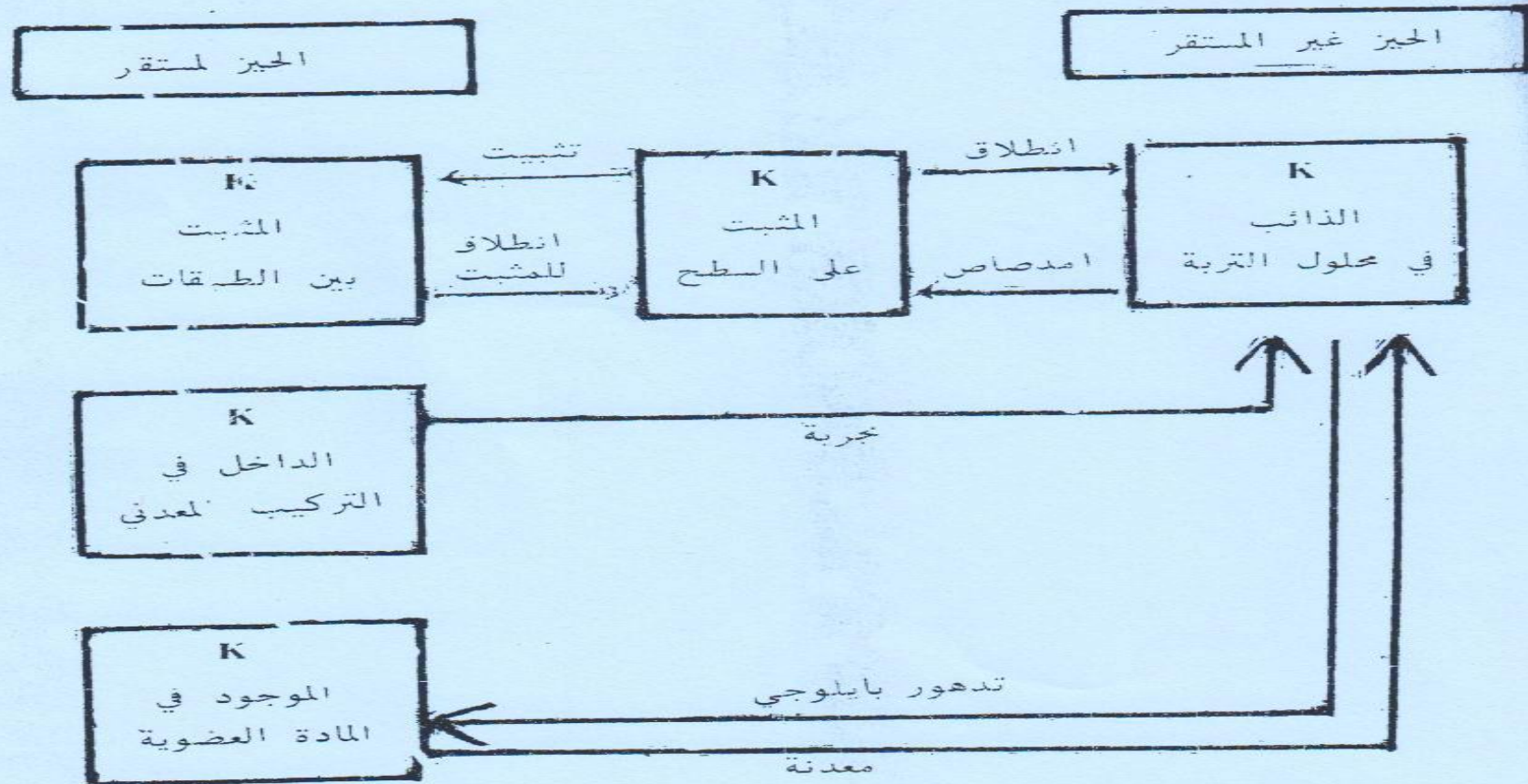
وهو البوتاسيوم المنجذب على سطح غرويات التربة التي تحمل شحنة سالبة وتعتمد كمية على التركيب المعدني والمحتوى المائي للتربة و تركيز الايونات الاخرى ومحتوى التربة من كاربونات الكالسيوم . وكلما زاد محتوى التربة من الطين كلما زاد محتواها من البوتاسيوم المتبادل ويعد الـ k المتبادل جاهز للنبات ويشكل ١- ١٠ % من الكلي

البوتاسيوم المتبادل (ملغم K ₂ O /100 gm soil)	% للطين	قوام التربة
أكثر من ١٥	٥-٠	رملية
٢٥ - ١٥	١٠-٦	رملية مزيجية
٣٠ - ٢٦	١٥-١١	مزيجية رملية
٤٥ - ٣١	٣٠-١٦	مزيجية
اكثر من ٤٥	٣١	طينية

البوتاسيوم الجاهز = البوتاسيوم المتبادل + البوتاسيوم الجاهز

٣- البوتاسيوم غير المتبادل Non-exchangeable K

ويشمل البوتاسيوم المثبت والبوتاسيوم المعدني الموجود في كل من المعادن الأولية والثانوية وشكل ٩٠-٩٨ % من البوتاسيوم الكلي في التربة ويكون في حالة توازن مع البوتاسيوم المتبادل وان الكمية الممتصة من الصورة المتبادلة تفوق، كثير على، الكمية الممتصة من الصورة الغير متبادلة



الشكل (2) العلاقة بين صور البوتاسيوم المختلفة في التربة

الاسمدة وخصوبة التربة

قسم المحاصيل الحقلية

المرحلة الثالثة

استاذ المادة

أ.د. عبد المهدي صالح الانصاري

➤ تثبيت البوتاسيوم والعوامل المؤثرة عليه

يثبت البوتاسيوم في الفجوة السداسية المتكونة في الطبقة الرباعية السطوح لمعادن ٢:١ وذلك لتساوي نصف قطر البوتاسيوم مع نصف قطر الفجوة ان عملية تثبيت البوتاسيوم تكون نتيجة حركته من مواقع التبادل بعد تشبعها وبذلك يرتبط العنصر بقوى تمنعه من الحركة ولانطلاق إلى محلول التربة .

* العوامل المؤثرة على تثبيت البوتاسيوم

- نوع معدن الطين

معادن ٢:١ < ١:١ قدرة على تثبيت البوتاسيوم

- درجة الحرارة

↑ temp. → fixation ↑

- الرطوبة

يعتمد تأثير الرطوبة على تثبيت البوتاسيوم في التربة على محتوى البوتاسيوم في التربة

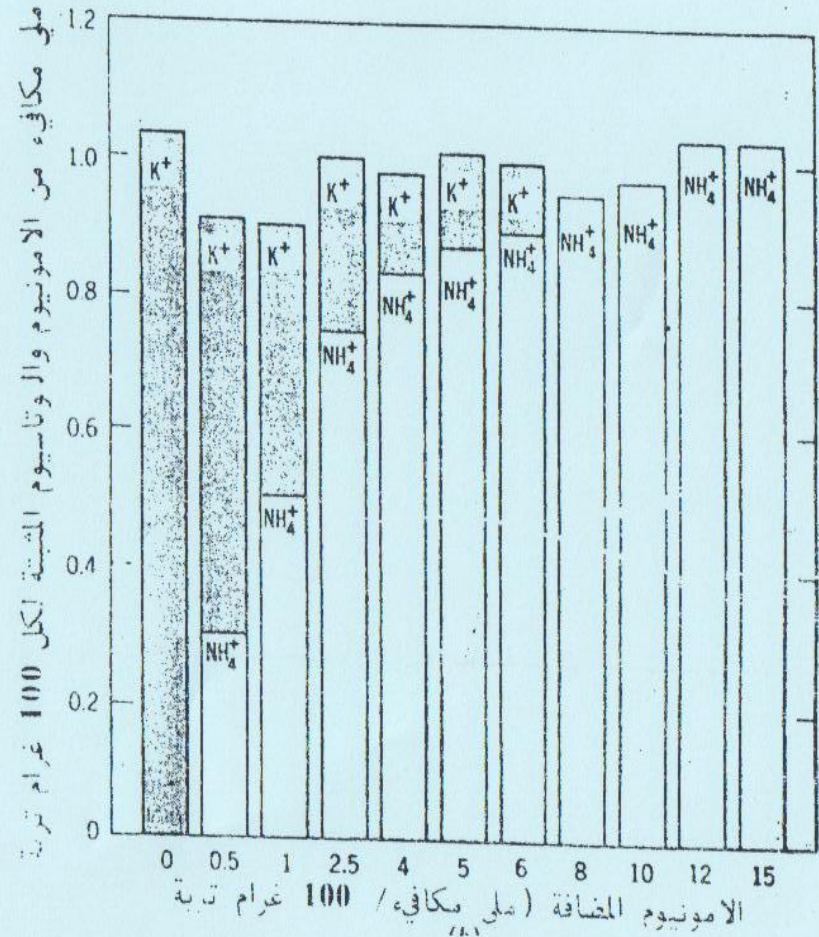
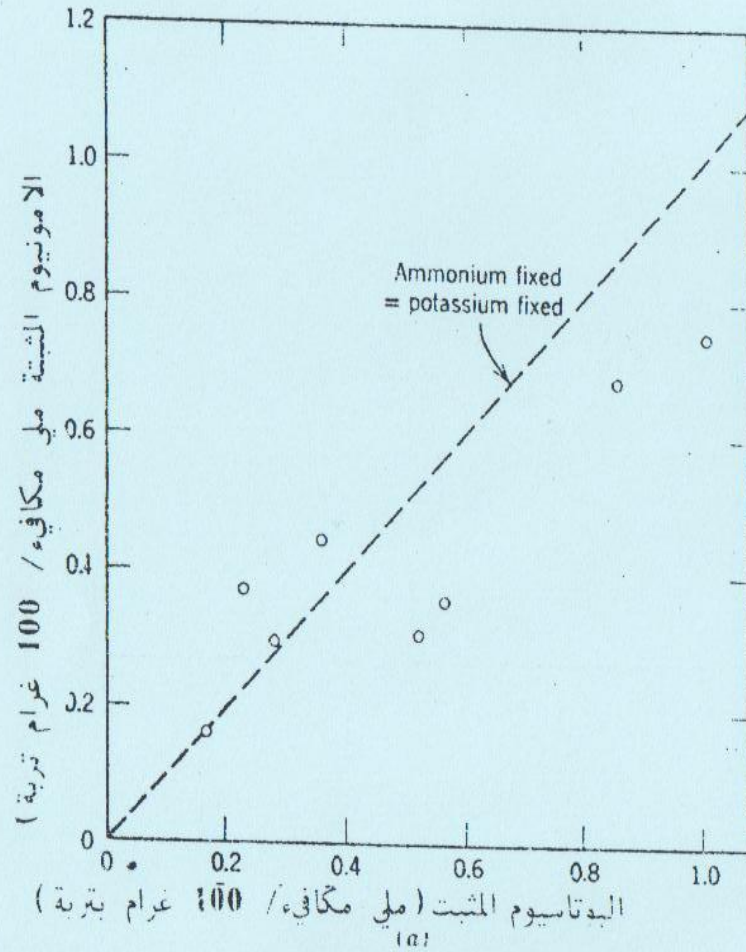
إذا كانت كمية البوتاسيوم بالتربة قليل فان التجفيف يؤدي إلى زيادة كمية البوتاسيوم المتبادل أما إذا كان البوتاسيوم عالي فان التجفيف يؤدي إلى زيادة التثبيت

PH-

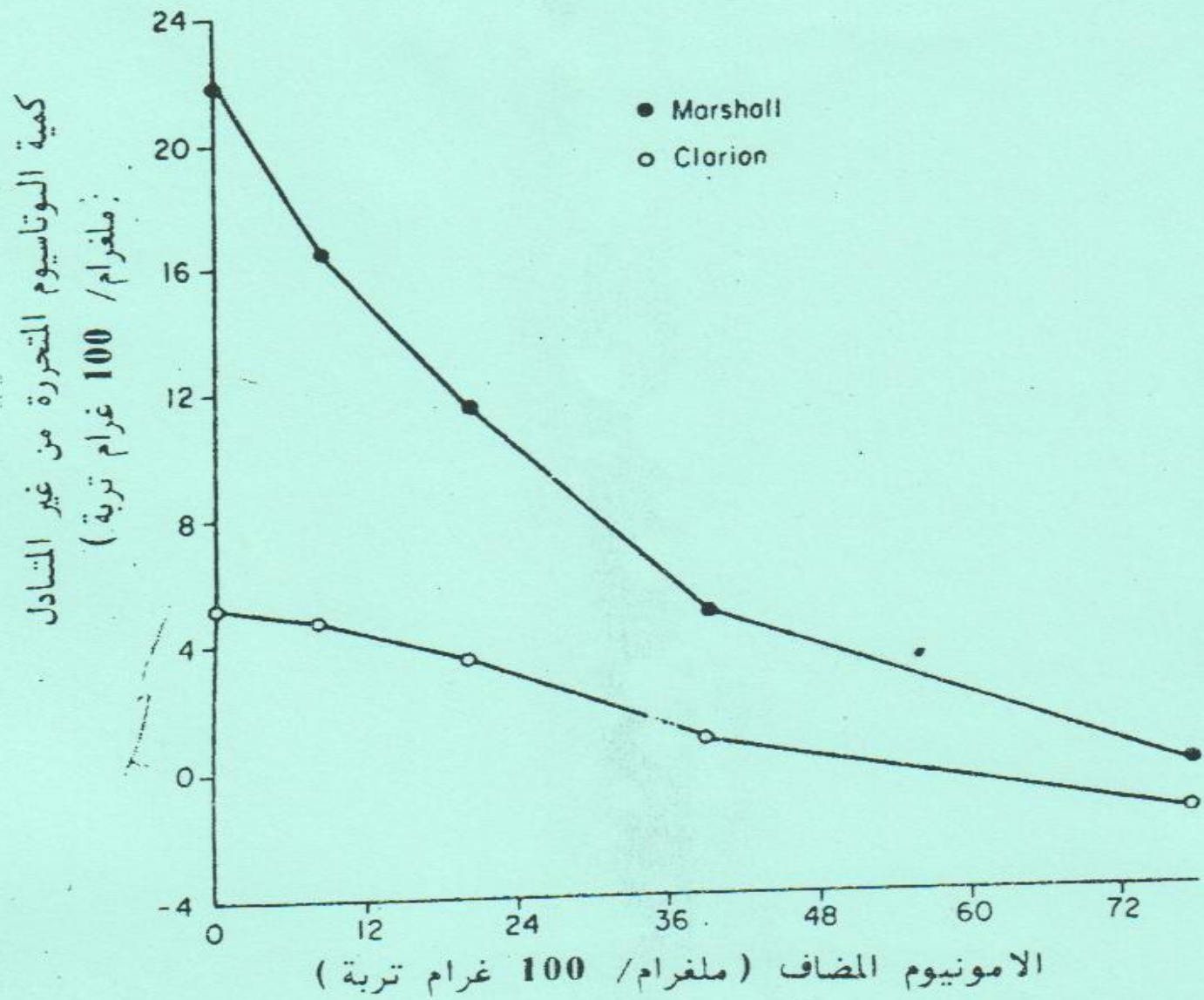
ارتفاع درجة تفاعل التربة تؤدي إلى زيادة كمية البوتاسيوم المثبت وان إضافة الكلس للتربة يساعد على تحويل البوتاسيوم غير المتبادل إلى متبادل

- تأثير ايون الامونيوم

إن مواقع تثبيت الامونيوم والبوتاسيوم متشابهة وان إضافة اي منهما أولاً يقلل من تثبيت الآخر و إن إضافة إي منهما بعد الآخر يعرقل من انطلاق الآخر . إن إضافة تركيز متساوي من الايونين يساعد على تثبيت كمية اكبر من البوتاسيوم مقارنة مع الامونيوم



الشكل (5) تثبيت البوتاسيوم والامونيوم بالترب الرطبة (أ) العلاقة بين تشييد الامونيوم وتثبيت البوتاسيوم في ثمان ترب ذات قدرة تشييدية مختلفة بعد اضافة محلول واحد من كلوريدات هذه الايونات وبمعدل 2.5 ملي مكافئ / 100 غرام تربة (ب) الكمية المثبتة في الامونيوم بعد اضافة مستويات مختلفة من كلوريد الامونيوم الى نموذج تربة سبق ان عومل بكمية ثابتة 2.5 ملي مكافئ كلوريد البوتاسيوم لكل 100 غرام تربة (Stanford & Pierre, 1947) :



الشكل (6) تأثير اضافة ايون الامونيوم على انطلاق البوتاسيوم غير المتبادل [Welch & Scott, 1961].

اللاتزان الكيمياءى بين صور البوتاسيوم وجاهزىة

- ان الصور الةلثة للبوتاسيوم الذاىب والمتبادل والجاهز تكون فى حالة توازن فى التربة

soluble \longleftrightarrow exchangable \longleftrightarrow non- exchangable

- لا توجد حدود فاصلة بين هذه الصور فى التربة

- كمية البوتاسيوم المتبادل قليلة وتتراوح ما بين ١٠-٢٠ كغم / هكتار والمتبادل ٣٠٠-٤٠٠ كغم / هكتار وغير المتبادل $١٠^٣$ إلى $١٠^٤$ كغم

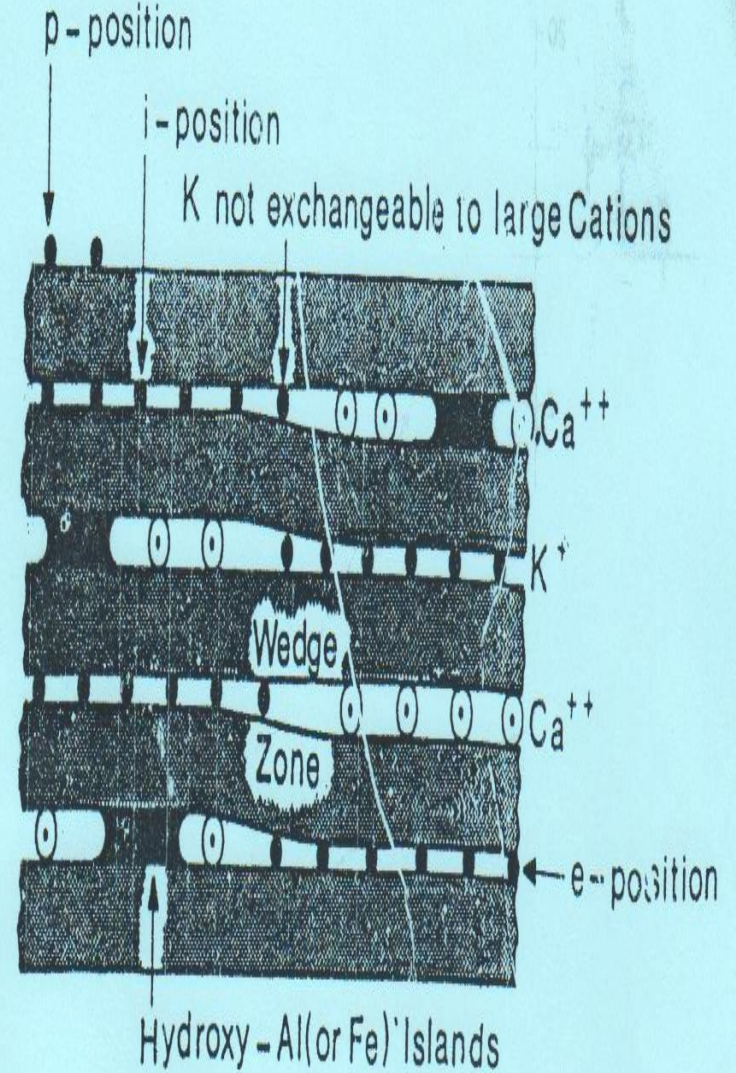
- عدا صورة البوتاسيوم الذاىب فى محلول التربة فان الصور المتبقىة ترتبط فى معادن التربة وغروياتها بمواقع مختلفة تحدد بذلك حالة

اللاتزان الكيمياءى بين الصور المختلفة وكذلك الالحتىاجات السماوىة المطلوبة خلال موسم النمو وتمثل مواقع البوتاسيوم فى الترب بالاتى

١- مواقع على السطح p-position
عبارة عن مواقع ربط الـ K على السطح
وتكون في حالة توازن سريع مع محلول
التربة ويمتاز بقدرة السريعة على تعويض
اي نقص في محلول التربة

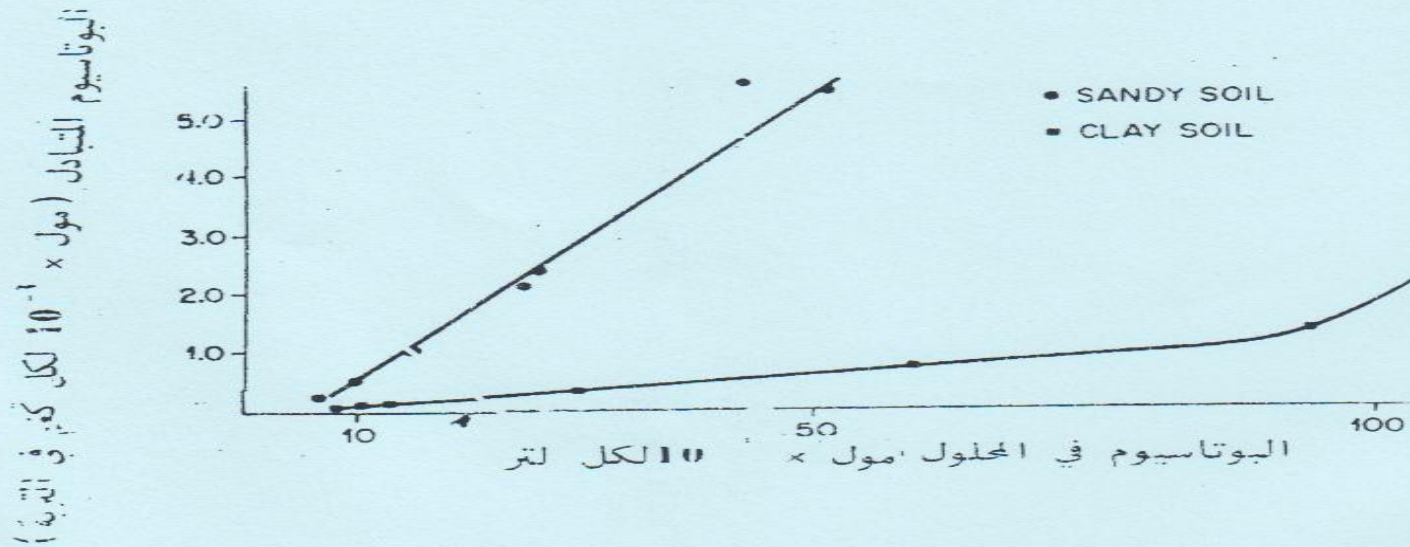
ب- مواقع عند الحواف e-position
ويرتبط بقوى اكبر من p-position
ويمتاز بقدرة بطيئة على الانطلاق إلى
محلول التربة

ج- مواقع بين الطبقات i-position
ويرتبط الـ K بهذا الموقع بقوى ربط اعلى
من الموقعين اعلاه ويمثل K المثبت بين
طبقات معادن الطين وان قدرية على
الانطلاق إلى محلول التربة بطيئة جدا



الشكل (7) مواقع ارتباط البوتاسيوم في معادن 2:1 (Kirkby & Mengel, 1982).

- في الترب العضوية والرملية يرتبط البوتاسيوم بمواقع P-position وان عدد هذه المواقع قليل جدا وكذلك الحال في معادن ١:١ والتي تمتاز بعدم قدرتها على تثبيت البوتاسيوم وانخفاض C.E.C.
- تركيز البوتاسيوم في محلول الترب الطينية الحاوية على معادن ٢:١ تكون اقل من الترب الرملية او الترب الطينة الحاوية على معادن ١:١



المصدر (10) العلاقة بين تركيز البوتاسيوم في محلول التربة والبوتاسيوم المتبادل في ترتيب ذات محتوى مختلف من الطين Grimme et al. (1971)

- يتحرك البوتاسيوم إلى النبات بطريقة

* الانتشار وهي الطريقة الرئيسية لحركة البوتاسيوم للجذور

* الانسياب الكتلي تؤدي دور ثانوي في حركة البوتاسيوم للجذور

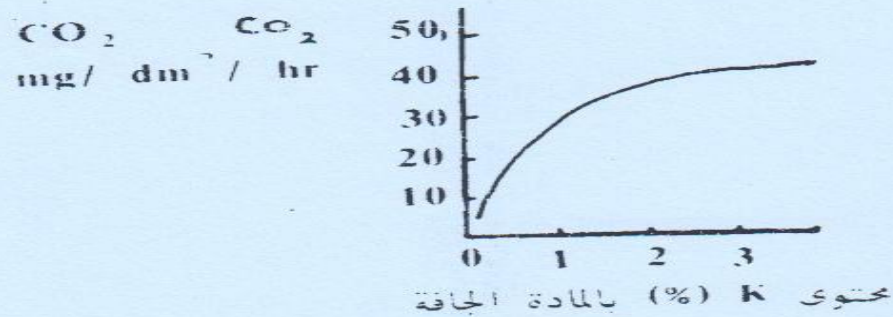
لذا للمحتوى الرطوبي في التربة دورا رئيسيا في استجابة النبات للتسميد

البوتاسي لانه يساعد على عملية الانتشار

شكل ١٢ ص ٢٠٢

- يعد البوتاسيوم عاملا منشطة للإنزيمات المساهمة في عملية التركيب الضوئي من خلال تأثيره على عملية فتح وغلق الثغور وزيادة نشاط الإنزيمات المساهمة في عملية التركيب الضوئي وكذلك يساهم ال K في عملية نقل الكربوهيدرات من أماكن تصنيعها إلى أماكن استهلاكها - يساعد في زيادة المساحة الورقية للنبات والمحافظة عليها بحالة نشطة حتى مراحل متقدمة من النمو

كمية الكربون المتحرك الى اكثر من 50% عند المعاملة التي لم تسمد بالبوتاسيوم مما يؤكد دور هذا العنصر في حركة الكربوهيدرات.



الشكل (13) العلاقة بين محتوى النبات من البوتاسيوم وعملية التركيب الضوئي (1979) (Hartt,

- يساعد على الاحتفاظ بعدد اكبر من الأوراق بحالة نشطة حتى نهاية موسم النمو

كمية البوتاسيوم المضاف (كغم/ هكتار)	% عدد الاوراق الساقطة
٢٢	٦٥
٤٥	٥٣
٩٠	٣١

❖ البوتاسيوم وامتصاص الماء

- ان امتصاص ال K يساعد على زيادة الضغط الازموزي للخلية النباتية لذلك يتحرك الماء إلى داخل الخلية مما يؤدي إلى زيادة الضغط الانتفاخي للخلية الضروري جدا لتمدد الخلية وفتح الثغور
- يزيد من كفاءة استعمال الماء من قبل النبات مما يؤدي إلى زيادة كفاءة استعمال الأسمدة عند مستويات الرطوبة الواطئة

تأثير البوتاسيوم على تحسين كفاءة استعمال الماء من قبل محصول البنجر السكري

تركيز الـ K (ملي مكافئ / لتر)	وزن البنجر السكري (غرام / نبات)	الاستهلاك المائي الكلي (لتر)	غم ماء / غرام بنجر
٠,٢	٣٩٢	٢٧,٨	٧١
١,٠	٦٠٢	٢٨	٤٦
٥,٠	٦٤٩	٢٧	٤٢

الاسمدة وخصوبة التربة

قسم المحاصيل الحقلية

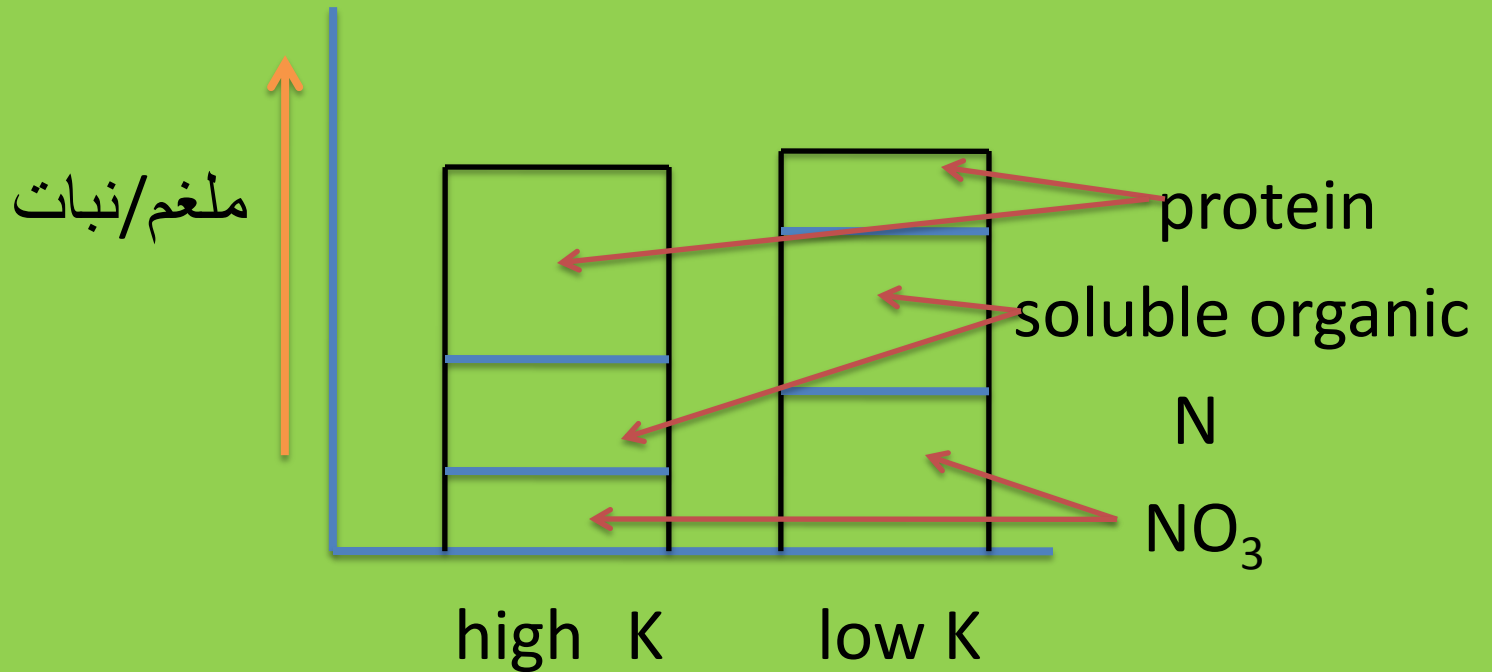
المرحلة الثالثة

استاذ المادة

أ.د. عبد المهدي صالح الانصاري

❖ العلاقة بين البوتاسيوم و النيتروجين X

- يساعد في عملية اختزال ال NO_3 ال NH_4 ومن ثم تحوله إلى
احماض امينية وبروتينات من خلال تأثيره على الإنزيمات المسؤولة
هذه العملية . كما لوحظ بان المستويات الواطئة من ال K تؤدي إلى
انخفاض معدلات تكوين البروتين في النبات



- للبوتاسيوم دور مهم في زيادة قابلية البقوليات على تثبيت النتروجين

تركيز البوتاسيوم (ملي مكافئ / لتر)	٠.5	1.5	4.5
كمية النتروجين المثبت	٥٨٠	٨٥٣	١١٣٠
عدد العقد الجذرية لكل نبات	٢٣٣	٢٥٠	٢٥١
الوزن الطري للعقدة	٦,٥	٧,٢	٨,٤

- إضافة ال K تؤدي إلى زيادة كفاءة الاسمدة النتروجينية

شكل ١٧ ص ٢٠٨

❖ العلاقة بين البوتاسيوم والصوديوم

- ممكن ان يحل الصوديوم محل البوتاسيوم في بعض النباتات وليس جميعها (نباتات البنجر السكري)

- لا يمكن للصوديوم ان يحل محل البوتاسيوم للقيام بالعمليات الحيوية في النبات مثل تنشيط الانزيمات بل قد يلعب دور في عمليات العلاقات المائية في النبات (الضغط الازموزي)

جدول: العلاقة بين تركيز Na و K في المحلول المغذي و انتاجية نبات الرز

انتاجية الحبوب (غم / سندان)		تركيز البوتاسيوم (ملي مول / لتر)
بدون صوديوم	إضافة صوديوم	
٤,٦	١١,٦	٠,٠٢٥
٢٦,٤	٤٦,٦	٠,١٢٤
٦٣,٣	٦٧,٣	٠,٢٥
٩٠,٨	٨٧,٦	٢,٥
١٠٣,٦	٩٢,٦	٥,٠٠

تغطي في مادة الدرس العملي (مطلوبة في الدرس النظري)

في الكتاب المقرر ص ٢١٥ - ٢١٦

➤ كمية البوتاسيوم المضاف

تعتمد كمية البوتاسيوم المضاف على كثير من العوامل اهمها:

- محتوى التربة من البوتاسيوم الجاهز ويعد من أهم العوامل المحددة

للكمية المضافة وبصورة عامة كلما زاد محتوى التربة من

الجاهز كلما قلت الكمية المضافة

- نوع المحصول المراد زراعته وطول موسم النمو

تختلف المحاصيل باحتياجاتها للبوتاسيوم حسب طبيعة نموه

وانتاجيته .محاصيل الحبوب الصغيرة تحتاج اقل من المحاصيل

ذات الحبوب الكبيرة

- وقت الزراعة وطبيعة النمو الجذري للنباتات

➤ طريقة وموعد إضافة الاسمدة البوتاسية

تضاف الاسمدة البوتاسية للمحاصيل بطرق مختلفة اهمها

١- تلقىما (banding) مع او قرب البذور عند الزراعة

٢- نثرا (broadcasting) على سطح التربة

٣- نثرا على السطح ومن الخلط مع التربة

٤- رشا على الجزء الخضري وخاصة في ظروف نمو تعيق الجذور

من امتصاص البوتاسيوم (ظروف التربة الملحية)

٥- مع مياه الري بطريقة ال fertigation

طريقة فعالة جدا في زيادة كفاءة السماد







Symptoms of K-deficient grape: the basal leaves appear from the yellow margin of leaf to the necrotic lesions of whole leaf.



-K

Normal

**Necrotic
lesions in K-
deficiency
cotton leaves**



الكبريت Sulfur

يعد الكبريت من العناصر الغذائية الأساسية التي يحتاجها النبات ويدخل في تركيب بعض الأحماض الأمينية . يختلف محتوى النبات من الكبريت وفقا لنوع النبات ومرحلة النمو

➤ مصادر الكبريت في التربة :

المصدر الرئيسي للكبريت بالتربة هي الصخور ذات الأصل البركاني ويتواجد الكبريت بالتربة على شكل

أ - معدني ب- عضوي

أ- الكبريت المعدني

- تختلف كمية باختلاف مادة الأصل . تحتوي معادن السليكا على

أقل من ٠,٠١ % من الكبريت الكلي في حين تحتوي الصخور النارية

على ٠,٠٧ - ٠,٠٢ أما الصخور الرسوبية فإن المحتوى يعتمد على

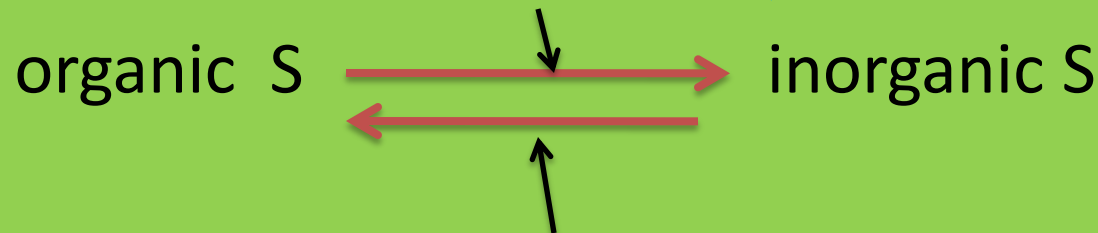
مصدرها

- يوجد الكبريت بالصخور على هيئة كبريتيد (sulphide) مثل كبريتيد النحاس او كبريتيد الحديد او كبريتيد النيكل
- يتأكسد خلال عملية التجوية مكون الكبريتات والتي تتعرض بعد عملية التحرر والانطلاق إلى عديد من تفاعلات الامصاص والتثبيت والترسيب

ب- الكبريت العضوي

يشكل اكثر من ٩٠% من الكبريت الكلي بالتربة ويكون موجود في المادة العضوية او الدبال او المخلفات الحيوانية او النباتية المضافة للتربة

➤ معدنة الكبريت العضوي S- mineralization



تدهور (Immobilization)

- يتم من خلالها تحول الكبريت من للشكل العضوي إلى الشكل اللاعضوي (SO_4) القابل للامتصاص من قبل النبات
- تتم العملية بواسطة احياء التربة المجهرية
- تلعب نسبة S / N دورا رئيسا في تحديد عملية تعدن او تدهور الكبريت
- الحد الفاصل لنسبة الكبريت في المخلفات العضوية لسيادة عملية التعدن او التدهور هي ٠,١٥ %

$\% S < 0.15 \longrightarrow$ immobilization

$\% S > 0.15 \longrightarrow$ mineralization

- تؤثر عمليات التجفيف والترطيب على عملية تعدن الكبريت بالتربة
- ان التجفيف يشجع عملية التعدن . وان ميكانيكية الترطيب والتجفيف تساعد على تكسر المادة العضوية وتزيد من تحللها

الاسمدة وخصوبة التربة

قسم المحاصيل الحقلية

المرحلة الثالثة

استاذ المادة

أ.د. عبد المهدي صالح الانصاري

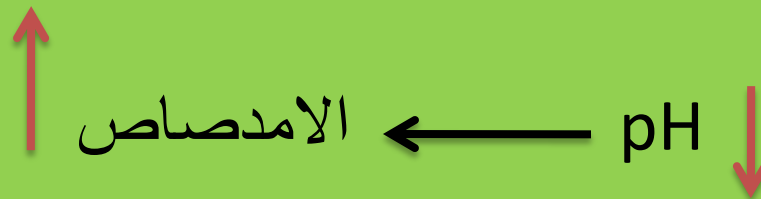
➤ تفاعلات الكبريت بالتربة والعوامل المؤثرة عليها

يتعرض الكبريت العدني بالتربة إلى عدة تفاعلات تؤثر سلبا على جاهزية للنبات وتشمل هذه التفاعلات

١- تفاعلات الامدصاص

يتفاعل الكبريت المعدني (SO_4) الذائب في محلول التربة إلى تفاعلات خاصة مع بعض معادن الطين وخاصة من نوع ١:١ والاكاسيد الحرة للالمنيوم والحديد مما يعرقل جاهزية للنبات . وهناك مجموعة من العوامل تؤثر عليها اهمها:

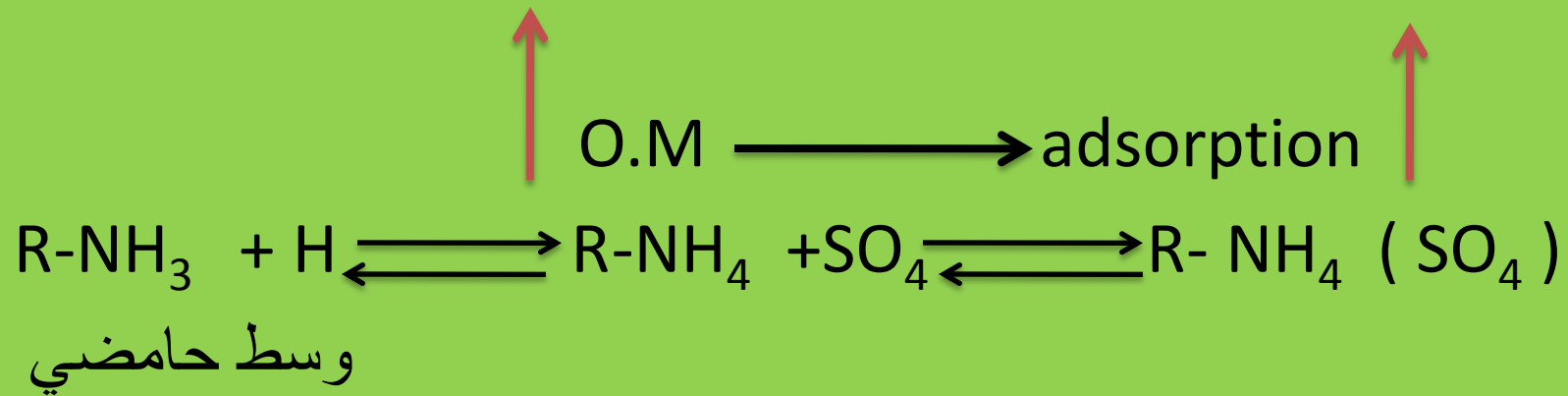
- درجة تفاعل التربة



- محتوى التربة من الاكاسيد الحرة

يمدص الكبريت امدصاصا نوعيا بواسطة الاكاسيد والهيدروكسيدات الحرة النشطة . وتحصل عملية الامدصاص عند وجود شحنة موجبة على سطوحها وكذلك عندما تكون متعادلة

- محتوى التربة من المادة العضوية



- نوع الايون السائد على سطح المعدن

معدل الامدصاص : $\text{Al} > \text{Ca} > \text{K}$

- نوع معدن الطين

يمكن ترتيب قدرة المعادن على التثبيت كالآتي

bentonite > illite > kaolinite

٢- تفاعلات الترسيب

- يترسب في المناطق الجافة وشبة الجافة بهيئة املاح للايونات الموجبة

السائدة مثل الامونيوم و الكالسيوم وغيرها مما يؤدي إلى قلة ذوبانها

بالماء وبالتالي قلة جاهزيتها للنبات

- قد يوجد الكبريت بصورة كبريتيد وتكون سائدة بالترب الرديئة التهوية

والطينية الثقيلة

فقد الكبريت من التربة

يفقد الكبريت من التربة عن طريق

(ظروف لاهوائية) H_2S

١- غاز

(ظروف هوائية) SO_2

٢- يغسل إلى الافاق السفلى للتربة خلال عملية الري او بعد سقوط الامطار
وهذه الحالة تكون سائدة في الترب الجيدة التهوية

الكبريت ونمو النبات

- يمتص النبات الكبريت بصورة SO_4^{2-} ومن ثم يتم اختزاله
ال SH قبل حولة إلى احماض امينة (menthoine, cysteine)
- يؤدي الكبريت دورا مهما في نمو النبات

شكل ٧ ص ٢٣٤

- محتوى النبات من الكبريت الكلي يتراوح بين ٠,٢ – ٠,٥ % في المادة الجافة

- توازن بين نسبة الكبريت إلى النتروجين في النبات (١٠:١)

- للكبريت دور في زيادة تمثيل النترات في النبات وزيادة محتوى النبات من الكربوهيدرات والمركبات الكربوهيدراتية النتروجينية

محتوى النبات					الكبريتات الذائبة %	الوزن الرطب غم	الكبريت المضاف (ppm)
بروتين %	نتروجين عضوي ذائب %	نترات %	محتوى السكر	كبريت عضوي %			
٠,٩٦	٢,٢٣	١,٣٩	٠,٠	٠,١١	٠,٠٠٣	١٣	٠,١
٢,٥٦	١,١٩	٠,٦	١,٥	٠,١٧	٠,٠٠٩	٢٣٧	١٠
٣,٢٥	٠,٤٥	٠,١٠	٣,٤	٠,٢٥	٠,٣٦	٣٤٥	٢٠٠

- احتياج النباتات البقولية إلى الكبريت أكثر من الحشائش والحبوب

محاصيل الحبوب	% كبريت
الشعير	٠,١٨
الشوفان	٠,١٨
الحنطة	٠,١٧
الذرة الصفراء	٠,١٧
البقوليات	
الباقلاء	٠,٢٤
البزاليا	٠,٢٧
فول الصويا	٠,٣٢



يستخدم الكبريت المعدني كمادة مصلحة للترب الكلسية لخفض درجة تفاعل التربة حيث يتأكسد بواسطة احياء التربة المجهرية مكونة حامض الكبريتيك الذي يعمل على خفض درجة تفاعل التربة احياء التربة



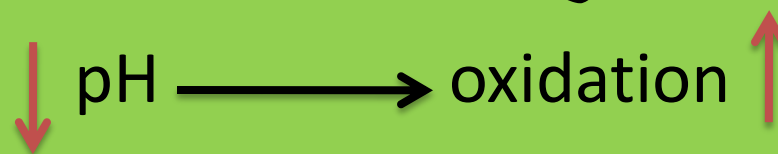
العوامل التي تؤثر على عملية أكسدة الكبريت

- احياء التربة المجهرية

تزداد عملية الاكسدة بزيادة اعداد وفعالية بكتريا Thiobacillus

المسؤولة على عملية الاكسدة

- درجة تفاعل التربة

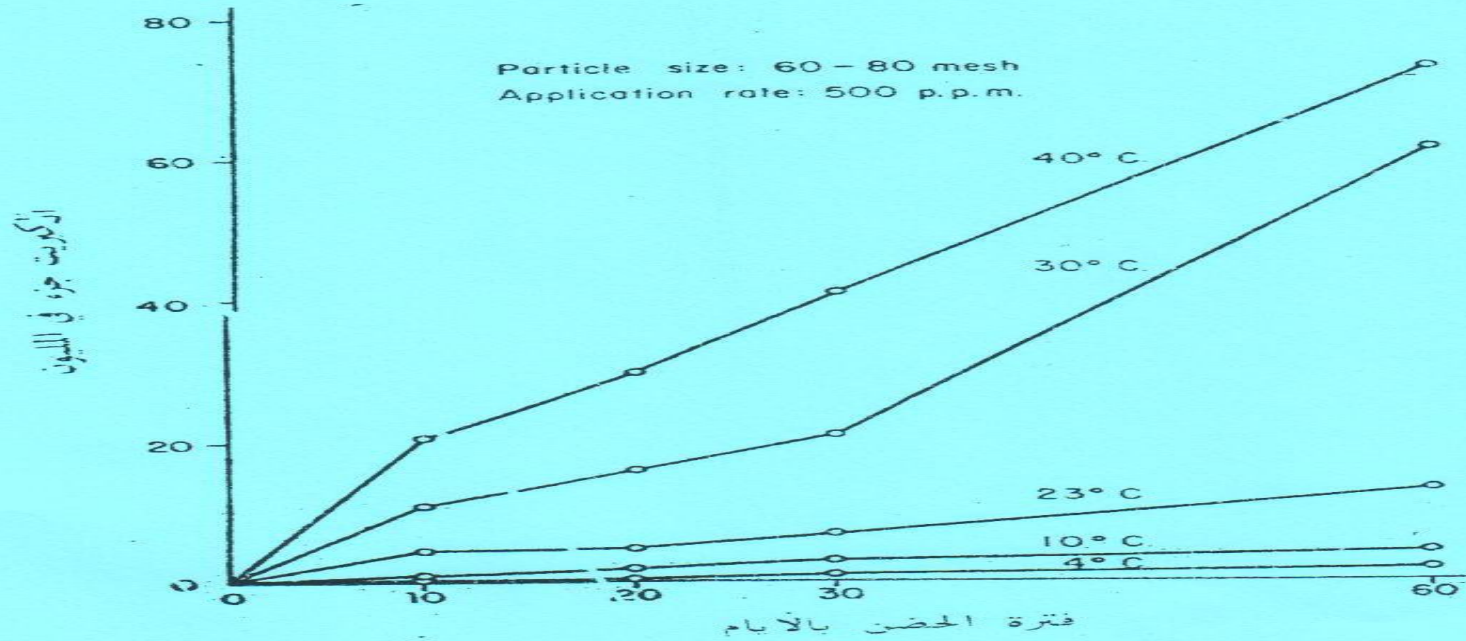


- درجة الحرارة

Temp. → S oxidation

درجة الحرارة المثلى للاكسدة ما بين ٢٧-٣٥ ° م

درجة الحرارة إلى ٥٥-٦٠ م تؤدي إلى خفض عملية الاكسدة



الشكل (9) تأثير درجة الحرارة على اكسدة الكبريت

- المحتوى الرطوبي

الرطوبة المناسبة لأكسدة الكبريت هي السعة الحقلية . زيادة الرطوبة تؤدي إلى خلق ظروف لاهوائية تثبط من نشاط الحياء المسؤولة عن عملية الأكسدة

- حجم حبيبات الكبريت المضافة

particles sizes → oxidation

كمية الكبريت المتأكسد (%)		حجم حبيبة السماد (مش/انج)
فترة الحضان		
٤ اسبوع	٢ اسبوع	
٢,٢٧	٠,٨٥	١٠-٥
١٣,٦٧	٥,٢٧	٤٠-٢٠
٦٨,٣٩	٣٥,٩٩	١٢٠-٨٠



- تحتوي اغلب الأسمدة المركبة على كبريت في تركيبها إضافة إلى وجود بعض الأسمدة التي تكون مغلفة بالكبريت مثل اليوريا المغلفة بالكبريت أمثلة :

السما	محتواة من الكبريت (%)
كبريتات الامونيوم	٢٤
كبريتات البوتاسيوم	١٨
سوبر فوسفات العادي	١٤
كبريتات الزنك	١٨
يوريا - كبريت	١٠
كبريات الامونيوم النترات	١٢

اعراض نقص الكبريت

S-deficient soybean plant looks smaller and its young leaves exhibit white in color



S-deficiency in maize



Flowering
and setting
delay in S-
deficient
rape



الاسمدة وخصوبة التربة

قسم المحاصيل الحقلية

المرحلة الثالثة

استاذ المادة

أ.د. عبد المهدي صالح الانصاري

العناصر الصغرى X الزنك (Zn)

يعد الزنك احد العناصر الغذائية الاساسية التي يحتاجها النبات لاكمال دورة حياته بالرغم من ان الكمية التي يحتاجها النبات تكون قليلة مقارنة بالعناصر الغذائية الكبرى والتي تم الاشارة لها في المحاضرات السابقة . يدخل ال Zn في العديد من الفعاليات الحيوية وكذلك في النظام الانزيمي في النبات

➤ مصادر ومحتوى الزنك في التربة

تتراوح الكمية الكلية من الزنك بالقشرة الارضية بحدود ٠,٢ % وان محتوى الترب المتطورة من اصل صخور كلسية (lime stone) اقل من الصخور من اصل بلوري او كوارتز

➤ صور الزنك بالتربة

يوجد الزنك بالتربة بصور ايونية او بهيئة مركبات مخلبية ذائبة في محلول التربة وكذلك ممكن ان يوجد على مواقع التبادل . وقد يدخل في تركيب بعض معادن الطين من عملية الاحلال المتماثل .
اهم صور الزنك بالتربة :

١- الزنك المعدني inorganic Zn ويشمل:

- معادن ferromagnesium مثل البايوتايت والهوربلاند
- كبريتيد الزنك (ZnS) وكاربونات الزنك ($ZnCO_3$) وسيليكات الزنك
- يوجد في معادن الطين نتيجة الاحلال المتماثل مع ايون Mg

٢- الزنك المتبادل والممدص

يحتل الزنك بعض مواقع التبادل على اسطح غرويات التربة وقد يكون بصورة ممدصة غير قابلة للاستخلاص بالطرق الكيميائية المتعارف عليها . الغرويات المسؤولة عن مسك الزنك

- معادن الطين ذات السعة التبادلية العالية

- كاربونات الكالسيوم

- الاكاسيد والهيدروكسيدات في الترب الحامضية

٣- الزنك الذائب في محلول التربة ويشمل :

- بهيئة كلوريدات ونترات وكبريتات العنصر

- مرتبط مع المادة العضوية في صور معقدات ذائبة

ان صور الزنك الذائبة في محلول التربة تختلف باختلاف PH التربة

* الزنك الجاهز للنبات = الزنك المتبادل + الزنك الذائب

➤ العوامل التي تؤثر على جاهزية الزنك

١- درجة تفاعل التربة



٢- كاربونات الكالسيوم ويكون تأثيرها من خلال :

- ذوبانها يؤدي إلى انطلاق OH وبالتالي رفع PH التربة
- في الترب الكلسية التي يكثر فيها كاربونات ال $MgCO_3$ يحل الزنك محل ال Mg وبالتالي يؤدي إلى قلة ذوبانة
- امدصاصه على سطوح الكاربونات
- ترسيبة بصورة $ZnCO_3$ و $Zn(OH_2)$

٣- معادن الطين والاكاسيد الحرة

تختلف بقابليتها على التثبيت باختلاف نوع المعدن فمعادن ٢:١ تكون ذو قابلية اعلى على التثبيت من معادن ١:١

٤- المادة العضوية

يعتمد تأثيرها على نوع الاحماض العضوية السائدة في المادة العضوية

- Fulvic acid يكون معقدات ذائبة بالماء

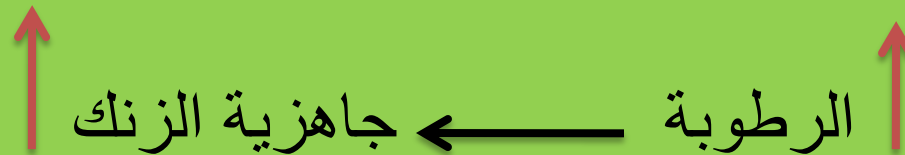
- Humic acid يكون معقدات غير ذائبة بالماء

٥- الملوحة

يؤثر الملح على جاهزية الزنك من خلال تأثير التركيز العالي لبعض الايونات الموجبة والسالبة الموجودة في المحلول وتختلف قابليتها على ادمصاص الزنك :



٦- الرطوبة



٧- الأسمدة النتروجينية : يعتمد نوع تأثيرها على تفاعل السماد بالتربة

- السماد ذو التأثير القاعدي يقلل من جاهزية الزنك

- السماد ذو التأثير الحامضي يزيد من جاهزية الزنك

٨- السمدة الفوسفاتية



اسبابها

- تكوين مركبات فوسفات الزنك القليلة الذوبان بالماء

- تأثير التخفيف (dilution effect)

- الاضطراب الحيوي في النبات (عدم توازن Zn/ P في النبات)

- تكوين مركبات معقدة في الجذر ليس لها قابلية على الحركة

إلى أعلى النبات

٩- تأثير العناصر الصغرى الأخرى

أ-



وقد يعود ذلك إلى :

- تشابه مواقع امتصاص العنصرين على جذور النبات

- حركة Cu في محلول التربة أسرع من Zn

ب-



وقد يعود ذلك إلى :

- عنصر الحديد يؤدي إلى زيادة حركة الزنك في النبات

- ارتفاع نسبة Fe / Zn في النبات وبشكل عام فإن النسبة

تكون بحدود ٢٠ في أغلب المحاصيل

- يعد الزنك من العناصر الغذائية الضرورية التي يحتاجها النبات وانه يوجد في جميع الانسجة النباتية .
- يختلف التركيز الحرج باختلاف الانواع والاصناف وحسب مراحل نمو النبات وان الحد التركيز الحرج يتراوح ما بين ١٠ - ١٠٠ ppm
- يعتبر عاملا مساعدا في عمليات الاكسدة والاختزال في خلايا النبات ويلعب دور مهما في تنظيم استهلاك السكر ونتاج الطاقة اللازمة للعمليات الحيوية في النبات
- ويدخل الزنك في انزيم Carbonic anhydrase الذي يحفز تحلل حامض الكربونك إلى ثاني اوكسيد الكربون والماء
- ضروري لتكوين الحامض الاميني Tryptophane والذي هو مصدر IAA . وللزنك دورا مهما في تكوين النشا



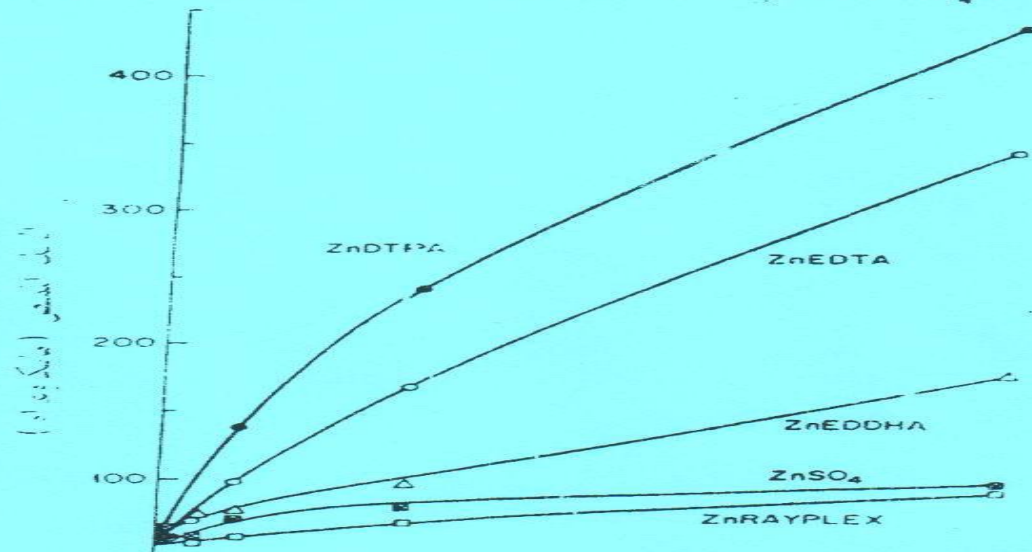
- يعتبر سماد $ZnSO_4$ الحاوي على ٣٦% Zn من اكثر الاسمدة شيوعا ويضاف اما للتربة مباشرة او بطريقة الرش على الجزء الخضري للنبات وتحلل هذا السماد بالتربة تعطي مركبات $ZnCO_3$, $Zn(OH)_2$ وتتفاعل هذه المركبات مع مكونات التربة مثل الكربونات او الاكاسيد ومن ثم تتحول إلى مركبات قليلة الذوبان بالماء وبذا تقل جاهزيتها للنبات ولذا تكون طريقة الإضافة رشا او بطريقة جوار قرب النبات اكفاء من طريقة خلط السماد مع التربة .
 - افضل طريقة لإضافة اسمدة العناصر الصغرى بشكل عام هي طريقة الرش على الجزء الخضري (تركيز محلول الرش مهما جدا)
 - تعد اسمدة الزنك العضوية مصدر جيد لتجهيز النبات بالزنك ويكون في اغلب الحالات اكثر كفاءة من اسمدة الزنك المعدنية وتختلف كفاءتها باختلاف مصادرها
- $ZnDTPD > ZnEDTA > ZnEDDHA > ZnSO_4$

- سماد $ZnSO_4$ غير ملائمة لنبات الرز بسبب انطلاق غاز $H_2 S$
- بفعل تحول الكبريتات تحت الظروف اللاهوائية
- يضاف الزنك للترب بمعدل ٥٠ - ١٠٠ كغم في الهكتار

أخرى ، بينت أهمية طريقة الخلط أو الأضافة السطحية في الترب المتعادلة أو القليلة التثبيت .

أجريت عدة دراسات مقارنة لبيان كفاءة الاسمدة العضوية وغير العضوية مركبات الزنك الخلية تعدّ مصدراً جيداً غالباً لتحضير الزنك في مختلف الترب بالمقارنة مع المصادر غير العضوية . وفي دراسة (Andersson, 1964) على أنواع عديدة من المركبات الخلية لمعالجة نقص الزنك في الذرة الصفراء النامي في الترب الكلسية وقد بينت النتائج في الشكل (3) التأثير الفعال للمركبات الخلية بالمقارنة مع المصادر المعدنية . ونتائج المقارنة بين صور مركبات الزنك الخلية تكون بالترتيب التالي

$ZnDTPD \gg ZnEDTA \gg ZnEDDHA \gg ZnSO_4 \gg Zn Rayplex$.



الشكل (3) تأثير المركبات الخلية المختلفة المضافة بطريقة الجور في تربة كلية على كمية الزنك الممتصة بواسطة محصول الذرة الصفراء .

ZnDTPA

➤ اعراض نقص الزنك



النحاس Cupper (Cu)

- يعتبر النحاس من العناصر الغذائية الصغرى التي يحتاجها النبات لاكمال دورة الحياة . ويحتاجه النبات بكميات قليلة مقارنة مع ما يحتاجه من العناصر الاخرى اذ عادة لا يزيد محتوى النبات من النحاس عن ١٠ ppm .
محتوى التربة من النحاس يقدر بحوالي ٧٠ ppm ويختلف المحتوى من تربة إلى اخرى اعتمادا على نوع مادة الاصل

➤ صور النحاس في التربة

١- النحاس في الحيز المستقر

يوجد في التركيب البلوري لمعادن التربة او المرتبط مع اكاسيد الحديد او الالمنيوم ويكون هذا النحاس غير محترک بالتربة وغير جاهز للنبات

٢- النحاس المتبادل

ممسوك على معقدات التبادل الايوني على سطوح الطين ويكون جاهز للنباتات

٣- النحاس المرتبط مع المادة العضوية

جاهزية تعتمد على نوع ارتباطه بالمادة العضوية

- ارتباطه مع حامض الفلوفيك يكون معقدات ذائبة (جاهزة)

- ارتباطه مع حامض الدباليك يكون معقدات غير ذائبة (غير جاهز)

٤- النحاس الذائب بمحلول التربة

كمية قليلة وصورة تعتمد على درجة تفاعل التربة

النحاس الجاهز = الذائب + المتبادل

➤ العوامل المؤثرة على جاهزية النحاس

مشابهة للعوامل المؤثرة على جاهزية الزنك من PH و كاربونات

الكالسيوم والمادة العضوية والتداخل الايوني



- يمتص النبات النحاس بهيئة Cu^{+2} ويدخل ضمن العديد من العمليات الحيوية في النبات منها عملية التركيب الضوئي والنشاط الانزيمي
- يعتبر احد مكونات الكلورفيل وعنصر فعال في عمليات الاكسدة والاختزال ويزيد من مقاومة النبات للفطريات وتكوين العقد الجذرية في البقوليات

- محتوى النبات من النحاس بحدود ١٠ ppm

جدول تأثير إضافة النحاس على انتاجية الشوفان

كمية النحاس (ملغم / كغم تربة)	وزن القش (غم / سندان)	وزن الحبوب (غم / سندان)
بدون إضافة	٧٢,٦	٢٩,٦
١,٢	٥٧,٠	٥٦,٧
٨,٣	٥٨,٤	٥٧,٧

- يمكن اتباع نفس طرق الاضافة التي تم توضيحها في طرق إضافة الزنك

جدول يبين اهم اسمدة النحاس

السماد	محتوى النحاس (%)
$\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$	25
$\text{CuSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$	35
Cu_2O	89
CuO	75
Na_2CuEDTA	13
NaCu-HEDTA	9

- في الترب الكلسية يفضل إضافة الاسمدة المخلبية ولكن ممكن إضافة الاسمدة المعدنية (ذو كلفة اقل) عند اضافتها رشاً على النبات

الاسمدة وخصوبة التربة

قسم المحاصيل الحقلية

المرحلة الثالثة

استاذ المادة

أ.د. عبد المهدي صالح الانصاري

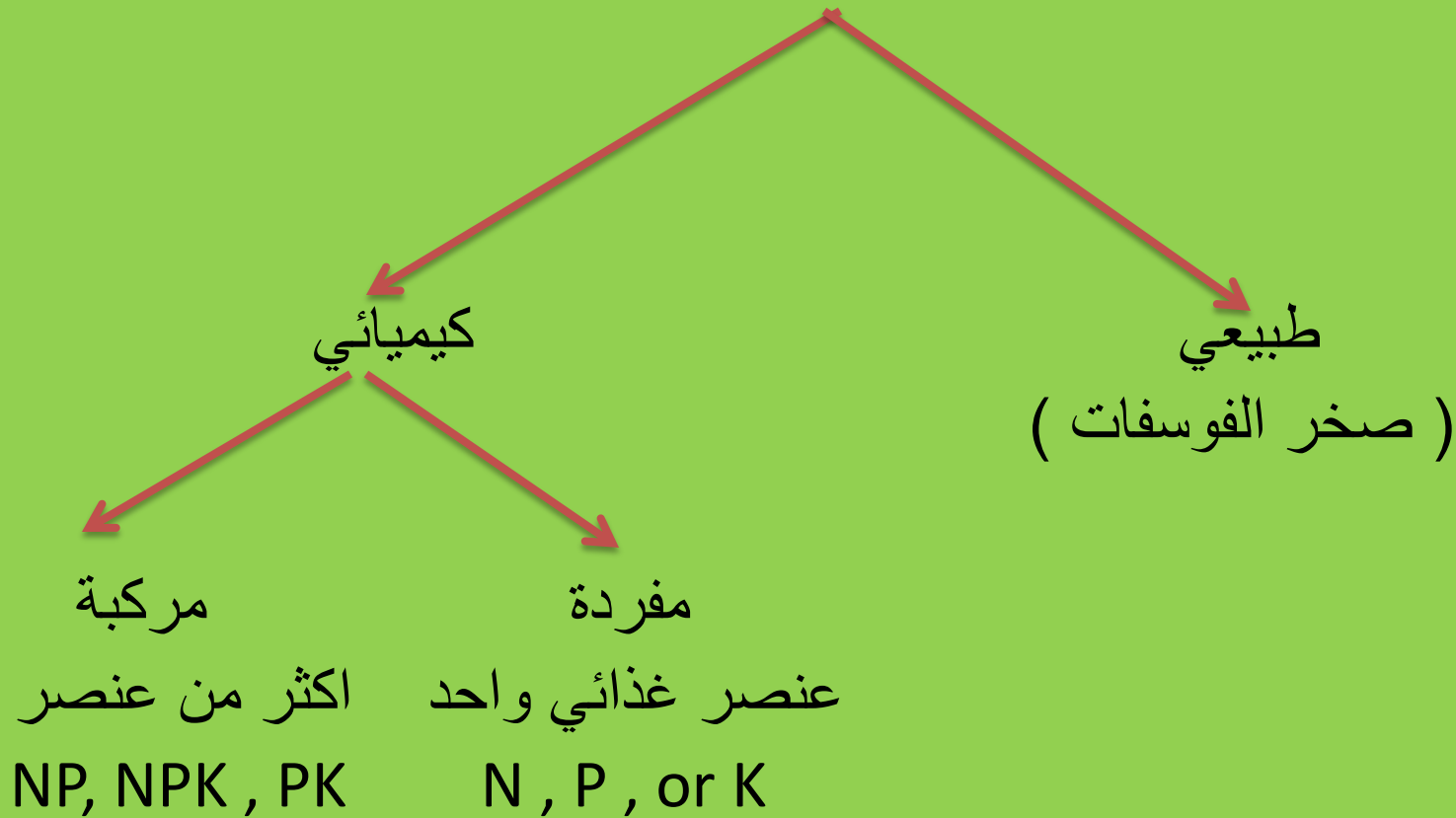
الأسمدة وتسميد المحاصيل الزراعية

تضاف الاسمدة إلى التربة لتعويض نقص العناصر الغذائية نتيجة استهلاكها من قبل النبات أو فقدانها من التربة والذي يؤثر سلباً على نمو وإنتاجية النباتات . تقسم الاسمدة بصورة عامة إلى :

١- أسمدة معدنية mineral fertilizers

يطلق على هذه الاسمدة مصطلح الاسمدة الكيميائية المعدنية وتأتي أهميتها في تعويضها السريع للنقص الموجود بالتربة من العناصر الغذائية الضرورية للنبات فهي عبارة عن أملاح عناصر معدنية مختلفة . تمتاز الاسمدة المعدنية بقدره التحكم بنوع وكمية العنصر المراد إضافته للتربة لتعويض النقص إضافة إلى سهولة استعماله

مصادر الأسمدة المعدنية



يوصف السماد المركب N- P- K ١٥-١٥-١٥ وتعني ان السماد يحتوي على ١٥% N و ١٥% P و ١٥% K او

١:١:١ وتعني ان نسبة المئوية للعناصر في السماد متساوية

١:٢:١ وتعني ان نسبة الفسفور في السماد ضعف نسبة N , K

٢- اسمدة عضوية

عبارة عن مخلفات حيوانية ونباتية تضاف للتربة لغرض تجهيزها بالعناصر الغذائية وتحسين خواصها المختلفة وتقسم إلى :

١- الاسمدة الحيوانية

- تتمثل بالمخلفات الحيوانية الصلبة والسائلة مع بعض المخلفات النباتية التي عادة ما تستعمل في فرش حظائر الحيوانات .
- قد تصنع الاسمدة العضوية الحيوانية وفق مقاييس خاصة لتحديد نسب محتوى السماد من N , P , K
- تعتبر من اهم الاسمدة العضوية التي تحسن من خواص التربة الفيزيائية
- تحتوي على ٣٠ - ٨٥% من وزنها ماء

جدول متوسط محتوى الاسمدة الحيوانية من بعض العناصر

السماد	الرطوبة	N	P	K
الابقار	٧٩	0.6	0.1	0.5
الخيول	60	0.7	0,1	0.6
الاغنام	65	1.4	0.2	1.0
الدواجن	54	1.6	0.4	0.4

محتوى الاسمدة العضوية من بعض العناصر الصغرى

العنصر	ادنى مستوى	اعلى مستوى	المتوسط
B	5	52	20
Mo	1	16	3
Mn	75	549	201
Co	0.25	5	1
Cu	8	41	16
Zn	43	247	96

- يوجد ال N في الاسمدة الحيوانية بهيئة يوريا و هيبورك و حامض اليوريك وهذه مركبات غير متطايرة في درجات الحرارة العادية ولكن بعد تحلل هذه المواد تتكون مركبات مثل كاربونات الامونيوم التي تؤدي إلى تكوين غاز الامونيا الذي يتطاير من التربة

- طرق فقد النتروجين من الاسمدة الحيوانية
يفقد نتروجين الاسمدة الحيوانية بعدة طرق منها :

* على هيئة غاز N_2

* بهيئة NO_2

* تطاير بهيئة NH_3

* وقد يحصل الفقد موقعا من خلال عملية البزل الطبيعي التي يتعرض لها السماد وكذلك اثناء تجميع السماد ثم وضعة في كوم خاصة

جدول : كمية المادة العضوية وبعض العناصر الغذائية التي تفقد اثناء الغسل
(%)

السماذ	المادة العضوية	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
الخيول	5	53	53	76
الابقار	7	50	50	97
الاعنام	7	42	58	97

- طرق حفظ الازمءة الءوانفة

- * فءفظ السماذ فف مكان عفر ءار ومءمف من اءعة الشمس
 - * إءافة بعض الءوامض المركة للسماذ مثل الكبرفءفك والفسفورك
 - * ءءفظ مكبوسة ءاماف لءوفر ظروف لا ءوائفة
- (ءفاففل ص ٣٧١-٣٧٢ فف الكءاب المقرر)

الآسمدة الخضراء تعني النباتات التي تزرع لاجل قلبها في التربة اوبقايا المحاصيل الزراعية .

ت - تعتبر النباتات البقولية من اكثر الاسمدة الخضراء استعمالا وذلك لسرعة تحللها وتزويدها العالي للتربة بالنيتروجين كما ان نسبة الكنين فيها قليلة

- تساهم في زيادة نشاط احياء التربة المجهرية

- لعمق التربة تاثير فعال في تحديد سرعة تحلل الاسمدة الخضراء

وكذلك نواتج تحللها وان عمق الخلط يجب ان يكون ضمن حدود

توفير التهوية الجيدة والمناسبة لنشاط احياء التربة المجهرية . تجنب

جعل ظروف التربة لا هوائية بعد خلط السماد العضوي بالتربة .

- ضرورة توفير الظروف المناسبة لنشاط احياء التربة المجهرية.

➤ تحليل الاسمدة العضوية في التربة

- عندما تضاف الاسمدة العضوية إلى التربة تهاجم من قبل احياء التربة التي تعمل على تحليلها .

- تبدأ عملية التحلل على المركبات العضوية :
أ- غير النتروجينية والتي تنقسم



ب- المركبات العضوية النتروجينية التي تقسم إلى :

- بروتينية تتحلل مائيا بواسطة انزيمات متعددة
 - غير بروتينية مثل اليوريا وحامض اليوريك وغيرها
- جدول : نواتج تحلل السماد الحيواني تحت ظروف هوائية

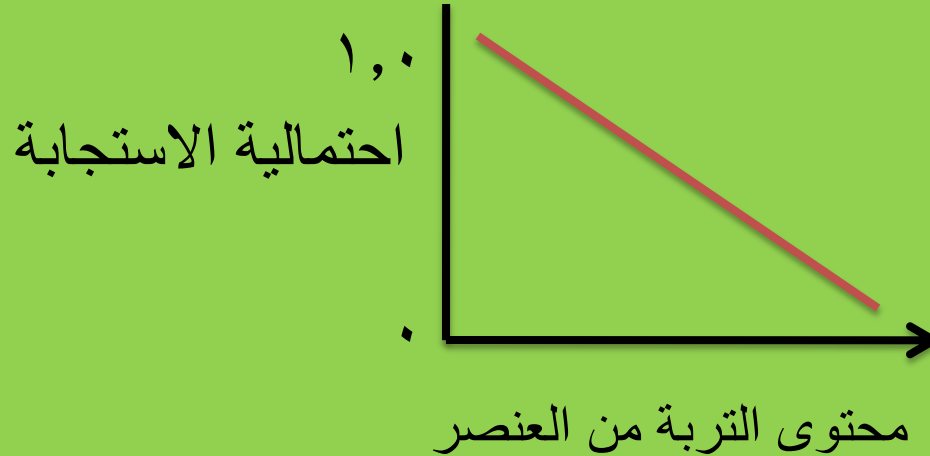
مركبات الكربون	مركبات النتروجين	مركبات الفسفور	مركبات الكبريت
غاز CO_2	NH_4	$H_2 PO_4$	SO_4
خلايا احياء التربة	NO_3		
	NO_2		

جدول تحليل السماد الحيواني تحت ظروف لاهوائية

مركبات الكربون	مركبات النتروجين	مركبات الفسفور	مركبات الكبريت
CO ₂	NH ₃ + N ₂	H ₂ PO ₄	H ₂ S + S ⁼
CH ₄	Pyridines		
احماض عضوية	Indole		
كحولات	skatoles		
جلاليا احياء مجهرية	amines		

١- تأثير التربة

- الكمية المطلوب اضافتها تعتمد على محتوى التربة من العنصر المراد اضافته : كلما زاد محتوى التربة من العنصر المراد اضافته كلما قلت استجابة النبات للعنصر المضاف



- الاخذ بنظر الاعتبار تأثير خواص التربة على تفاعلات السماد (سبق وان تم تناول هذا الموضوع عند التطرق إلى تفاعلات الاسمدة للعناصر المختلفة)
- اختيار نوع السماد المضاف يعتمد على خواص التربة الكيميائية وتأثيرها على كفاءة السماد المضاف

٢- الظروف البيئية

- لا يمكن التحكم بالظروف البيئية السائدة لذا يجب تكيف المحاصيل والعمليات الزراعية حسب الظروف البيئية السائدة

- المتطلبات المناخية تختلف باختلاف المحاصيل

- الظروف المناخية السائدة قد تؤثر على الاحتياجات السمادية للمحاصيل

٣- تأثير المحصول

- تختلف النباتات باحتياجاتها السمادية وكذلك تختلف الاحتياجات السمادية لنفس المحصول باختلاف الاصناف .

كمية العناصر المضافة (كغم / هكتار)			الانتاج (كغم / هكتار)	الصنف
K	P	N		
١٠٠	١٠	٨٢	٢,٨	محلي
270	37	152	8.0	TNI

٤- العمليات الزراعية

- الدورة الزراعية

اهمية البقوليات في الدورة الزراعية وتجنب زراعة نفس المحصول لفترة طويلة في نفس الأرض

- الكثافة النباتية

كمية السماد المضاف تختلف باختلاف الكثافة النباتية في وحدة المساحة

- عمليات خدمة المحصول من ري والمكافحة وغيرها

٥- وقت إضافة السماد

- عادة ما تضاف الاسمدة عند تحضير الأرض للزراعة ولكن اثبتت

الدراسات بان افضل وقت لإضافة السماد هو فترة اقصى امتصاص للعناصر الغذائية

- ضرورة معرفة فسلجة النبات المراد تسميده لضمان اقصى استفادة من

السماد المضاف

جدول : تأثير فترة حرث السماد مع التربة الإضافية

الانتاج		فترة حرث السماد العضوي بالتربة
البطاطا	الشوفان	
١٠٠	١٠٠	مباشرة بعد الاضافة
٧٩	٨٦	بعد ٦ ساعات من نثره سطحيا
٧٣	٧٠	بعد ٢٤ ساعة من نثره سطحيا
٥٧	٤٤	بعد ٤ يوم من نثره سطحيا



١- النثر السطحي : يوزع بصورة منتظمة فوق سطح التربة قبل الزراعة وتستعمل في الحالات التالية :

- عند زراعة محاصيل زراعية ذات جذور سطحية
- في الاراضي العالية الخصوبة
- عند إضافة الاسمدة السائلة

- في التربة ذات القدرة التثبيتة للعنصر المضاف واطئة

٢- الخلط مع طبقة الحرث : يضاف السماد ويخلط مع طبقة الحرث وتستعمل في الحالات التالية

- في الترب المنخفضة الخصوبة

- عند اختيار سماد بهيئة حبيبات كبيرة الحجم وقليل الذوبان

- عند الزراعة الكثيفة

- في الترب ذات محتوى قليل من كاربونات الكالسيوم والملوحة

ومحتوى عالي من المادة العضوية

- في النباتات ذات مجموع جذري قليل

٣- التلقيم : وضع السماد في أخاديد او حفر قرب النبات وتستعمل في الحالات التالية :

- عند إضافة كميات محدودة من السماد
- احتمالية حصول فقد كبير للسماد عن طريق التثبيث او التطاير
- عند الزراعة بمروز او عندما تكون المسافة بين النباتات واسعة
- في الاراضي المنخفضة الخصوبة

٤- الرش : يرش السماد على الجزء الخضري للنبات وهي طريقة كفوءة لزيادة كفاءة السماد المضاف وخاصة عندما تكون خواص التربة تساعد على تدهور السماد المضاف

* طريقة كفوءة جدا عند إضافة العناصر الصغرى للترب الكلسية

٥- مع مياة الري : يضاف السماد مع مياة الري بطريقة ال fertigation

- تعد من الطرق الحديثة لاضافة الاسمدة
- ممكن من خلالها تقسيم الجرعات السمادية حسب حاجة النبات
- تسعمل بدرجة مع المحاصيل التي تروى بطريقة التنقيط
- طريقة كفوءة جدا لاضافة السماد