الاسمدة وخصوبة التربة

1- أسس ومفاهيم أولية في خصوبة التربة والتسميد
2- مكونات التربة والتبادل الأيوني ودرجة تفاعل التربة
3- النمو ومعادلات النمو والعوامل المؤثرة فيه
4- النتروجين (N): مصادره وتفاعلاته بالتربة وتأثيره على نمو النبات وانتاجيتة
5- الفسفور(P) : مصادره وتفاعلاته بالتربة وتأثيره على نمو واتناجية النبات
6- K, Ca, and Mg : مصادرها وتفاعلاتها بالتربة وتأثيرها على نمو واتناجية النبات
7- الكبريت (S) : مصادره وتفاعلاته بالتربة وأثره في نمو النبات
8- العناصر الصغرى : مصادرها وتفاعلاتها بالتربة واثرها في نمو النبات
9- المادة العضوية بالتربة : مصادرها و طبيعتها وتحللها بالتربة ودورها في نمو النبات
10- تقدير وتقويم خصوبة التربة وطرق إضافة الاسمدة

- المصادر

1- الاسمدة وخصوبة التربة د. كاظم مشحوت (الكتاب المقرر)

2- التسميد وخصوبة التربة د . سعد الله النعيمي

3- مبادئ تغذية النبات Mingel and Kirkby

4- مصادر من الانترنيت

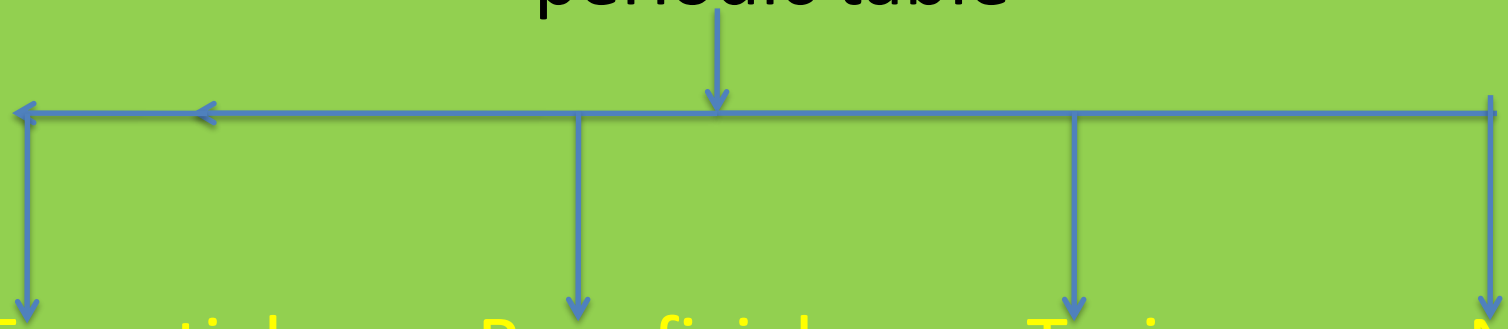
العناصر الغذائية وخصوبة التربة

Essential elements

Nutrition : growth and metabolism

Nutrients : inorganic elements used by plants.

periodic table



1- 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.

2- العناصر المفيدة (Beneficial elements)

النبات يحتاج للعنصر ولكن هناك عنصر أخر 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)

3- 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.

4- 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)

[a]The 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.
[b]Cited by Reed (22).
[c]Cited by Chapman (13).

تقسيم العناصر الغذائية الاساسية :

1- على اساس الكمية التي يحتاجها النبات

ا- عناصر كبرى(macro nutrients): الكمية التي يحتاجها النبات بحدود 200- 500 كغم / هكتار وتشمل N, P , K, S, Ca, C, H, ,O, Mg

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

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 لكميلت العناصر الغذائية الكبرى والصغرى التي يحاتجها النبات

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

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

2- التقسيم على اساس الحركة في النبات :

الانتقال من جزء إلى اخر

mobile	immobile
N, K, Mg, P, Cl	Ca, S, Fe , B, and Cu
Na, Zn, and Mo	

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

3- 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.

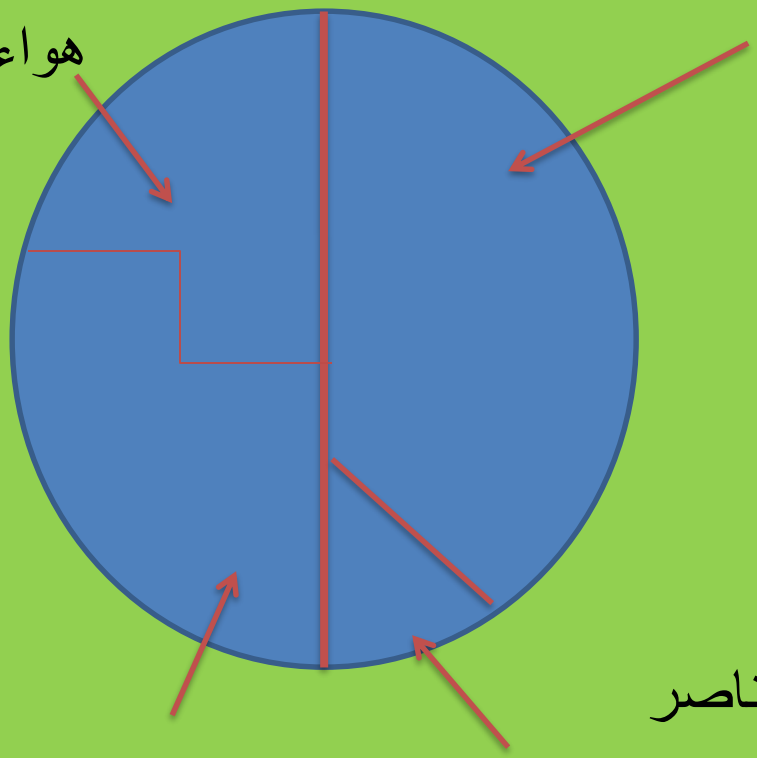
4th group

Fe ,Cu , Zn , and Mo

جدول (1) ص 12 في الكتاب المقرر

مصادر العناصر الغذائية

1- الطور الصلب لمكونات التربة



- 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 هذة 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)

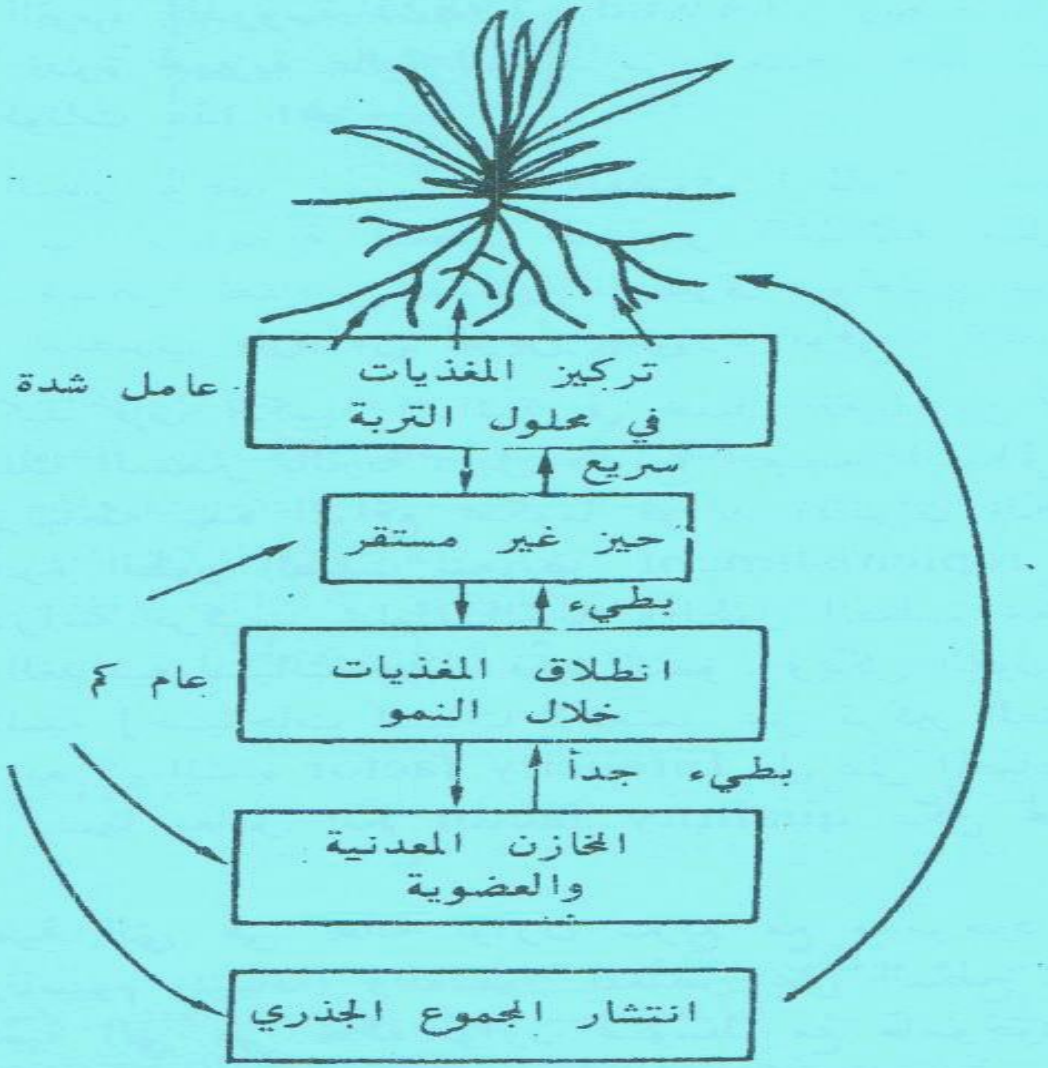
عامل الكم (quantity factor)

كمية العنصر الموجودة على الجزء الصلب لتجهيز محلول التربة بالعناصر الغذائية (Q) والتي يمكن تحديها بالتالي

- الكمية التي هي بحالة توازن سريع مع محلول التربة (Kالمتبادل)
- الكمية التي هي بحالة توازن متوسط مع ما موجود في محلول التربة (K المثبت و Pالمترسب حدثيا)
- الكمية التي في حالة توازن بطئ 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

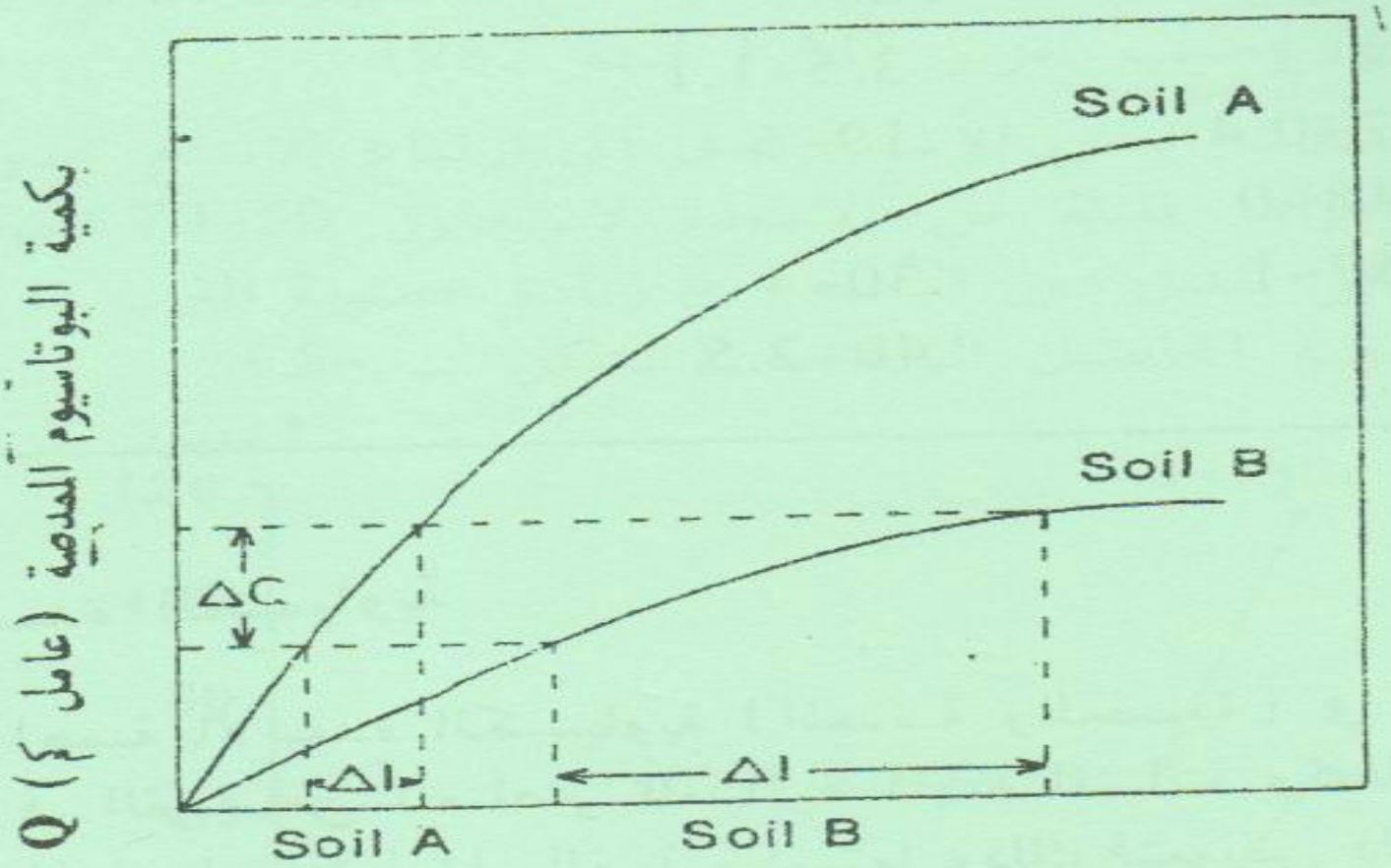
$$\text{القدرة التنظيمية} = \frac{\text{التغير بعامل الكم } (\Delta Q)}{\text{التغير بعامل الشدة } (\Delta I)}$$

كلما كانت القيمة عالية كلما كانت القدرة التنظيمية للتربة عالية



الشكل (1) التوازن الكيمياوي 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



ity).I تركيز ايون البوتاسيوم

في المحلول (عامل شدة) I

(2) العلاقة

2- الأمطار

تعتبر الأمطار من المصادر الطبيعية المجهزة للعناصر الغذائية

3- 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

كيمائية ← مجرد الذوبان تكون جاهزة

عضوية ← تحتاج إلى أحياء مجهريه لتحلها

L2 خصوبة التربة والعوامل المؤثرة فيها

خصوبة ألتربه (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 وانتاجيتها : قد تكون التربة خصبة الا ان انتاجيتها تكون قليلة بسب عوامل اخرى مثل الملوحة العالية و نقص الرطوبة وغيرها

العوامل التي تؤثر على خصوبة التربة

1- درجة تفاعل التربة (pH)

يؤثر pH من خلال تأثيره على جاهزية العناصر الغذائية انسب قيمه 6-7 ويمكن تحديد التاثيرات بما يلي :-

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

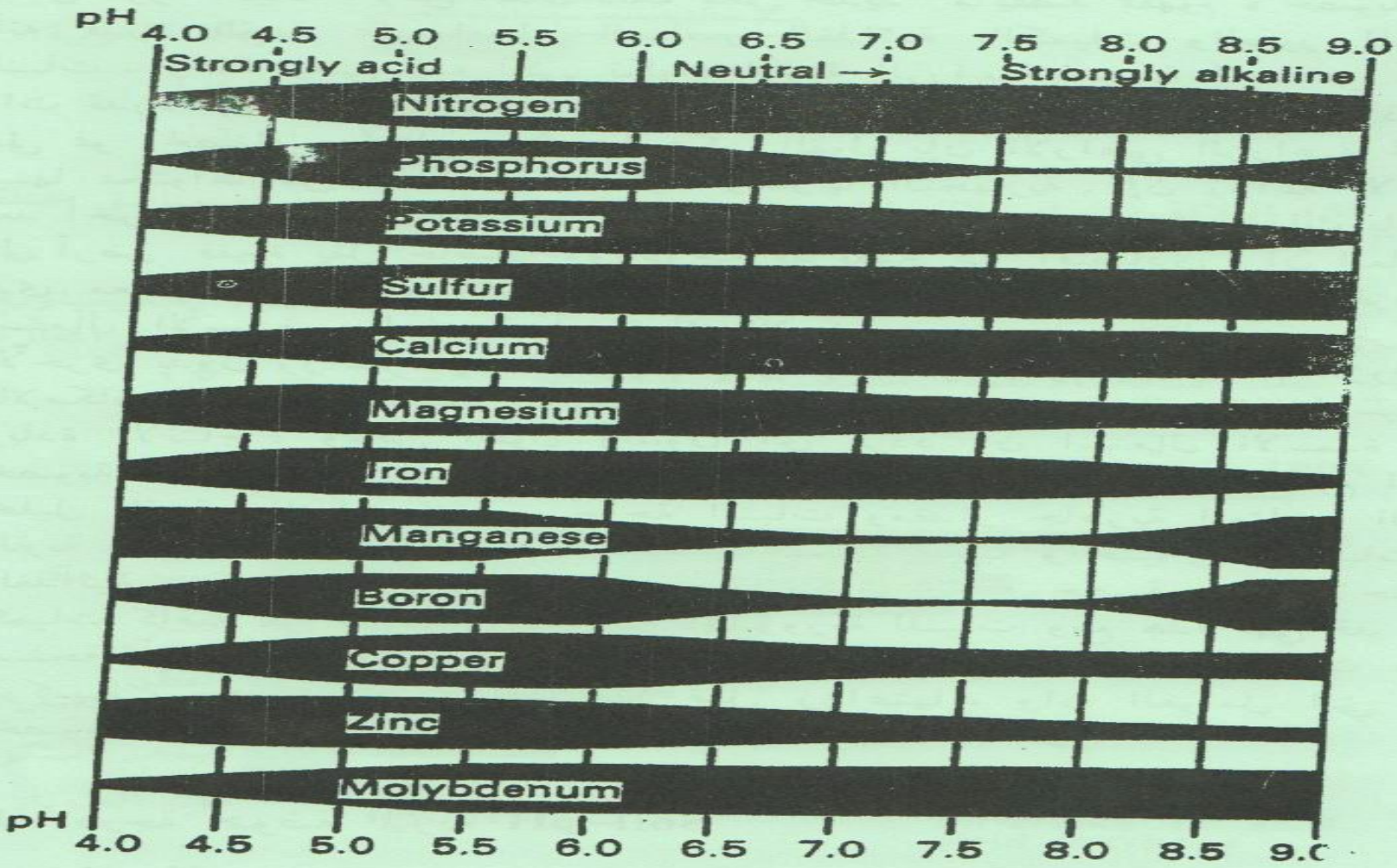
Low pH → C.E.C (pH depend charge)

- 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 الNO_3 تمتص تحت الظروف الحامضية بينما يمتص ال NH_4 تحت الظرف القاعدية

لكل عنصر PH مثالي لجاهزيته

شكل ص 20 في الكتاب المقرر

تاثير قيمة pH التربة على جاهزية العناصر الغذائية



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

2- قوام التربة والتركيب المعدني x

يتكون الطور الصلب للتربة من :

- مكونات معدنية (mineral)
- مكونات عضوية (organic)

المكونات المعدنية تكون خليط من معادن أولية وثانوية تأخذ إحجاما مختلفة

sand

slit

clay

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

المكونات العضوية X

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 وكميتة 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

3- 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 50-90%

بعض ترب جنوب العراق تحتوي على 1%

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 اضافتة 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 الكاربوكسيلية

لذا يمكن القول

↑ O .M. ⟶ ↑ Soil fertility

4- 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 : التاثيرالكلي للاملاح بغض النظر عن نوع هذه الأملاح

- specific effect (التاثير النوعي)

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

- تاثير نسبة ال Na (sodic soil)

- عند زيادة نسبة الصوديوم عن15% 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)

5- التهوية

	الهواء الجوي	هواء التربة
O_2	21	20
CO_2	0.03	0.3
N	78.03	78.60

➢ 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 للاوكسجين (بار)	الامتصاص النسبي K	P
0.21	100	100
0.05	75	56
0.005	37	30

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

(شكل ص 28 في الكتاب المقرر)

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

6- محتوى التربة الرطوبي

- التاثير 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 الN وتكوين البروتين

العوامل التي تؤثر على امتصاص العناصر الغذائية X

1- عوامل خارجية

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

2- 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

1- 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 الموجدة 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

2- 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 , NO_3 ← كافية

P, K ← غير كافية

3- الانتشار (diffusion) :

الانتقال من التركيز العالي إلى الواطئ

العلاقة بين خصوبة التربة والإنتاجية L3

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 وأخر 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 :

yield = f (soil, water, human, plant,.....etc)

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

$$yield = f(K)_{X_1 X_2 X_3 \ldots\ldots X_n}$$

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

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

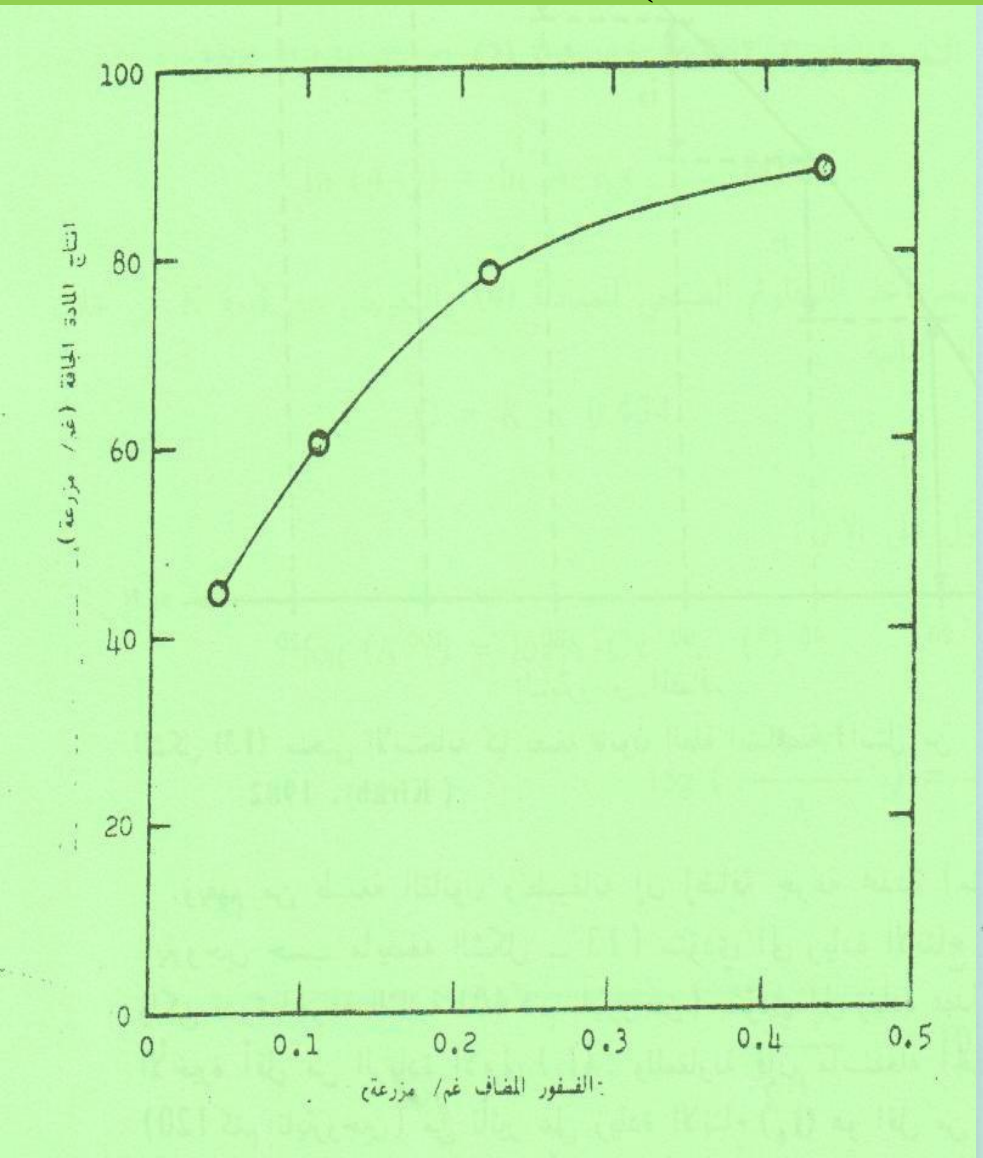
- نمو وإنتاج النبات يتحدد بالعامل الموجود بأقل كمية بغض النظر عن توفر بقية العناصر
- إضافة هذا العامل إلى التربة يؤدي إلى زيادة نسبية ثابتة (علاقة خطية) وإضافة أي عنصر أخر ليس له تأثير على طبيعة العامل المحدد للنمو وكذلك الإنتاج
- العلاقة بين العامل المحدد للنمو والانتاج علاقة خط مستقيم

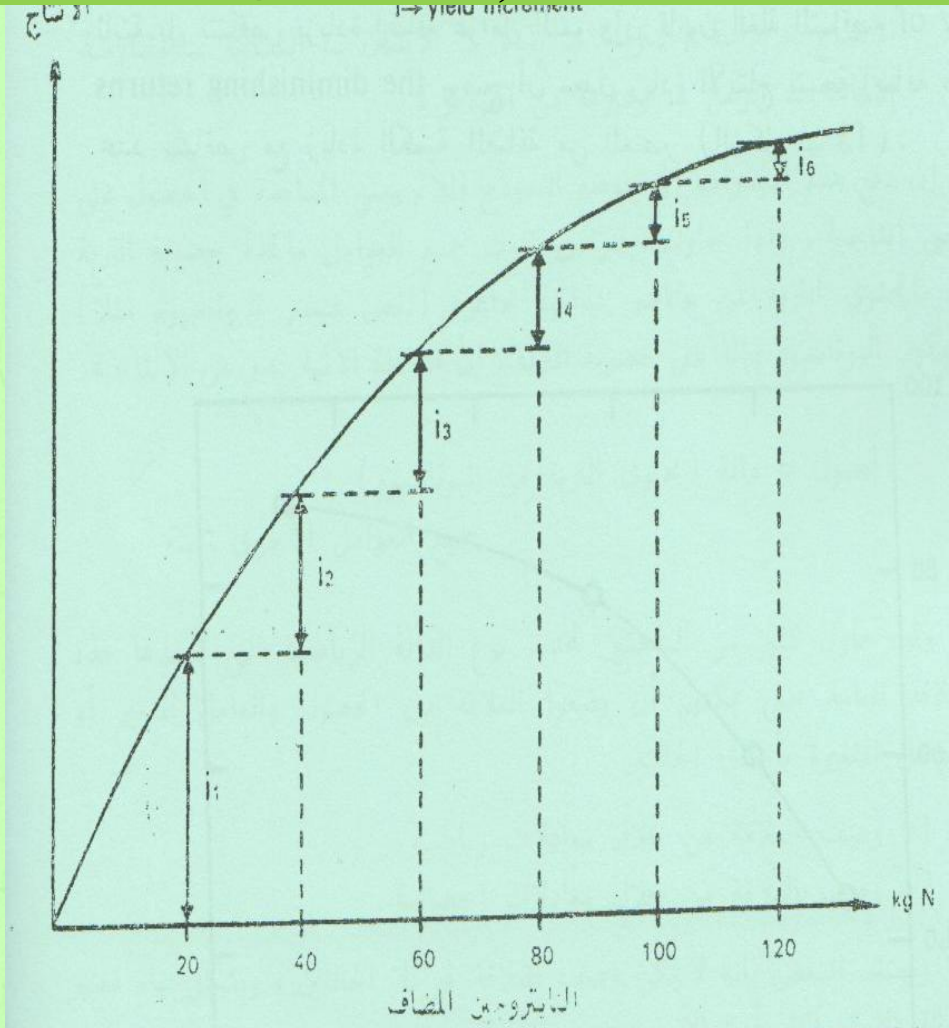
Figure 5. **To get the highest possible yield no nutrient must be limiting**

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

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

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





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 الموجة لهذه ألمعادله ان قيمة C غير ثابتة وتختلف باختلاف المحاصيل وظروف النمو

لحل المعادلة السابقة يجب أن تحول إلى الشكل اللوغارتيمي

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

عند التعبير عن النمو كنمو نسبي فان قيمة C = O. 301

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

- عند استعمال المحصول النسبي فان قيمة C =0.301

وقيمة A = 100 فعندها تصبح المعادلة

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

أمثة :

- 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 50% من اقصى انتاج

- عند إضافة 2 وحدة من العامل المحدد للنمو

$$\text{Log}\ (1oo - y) = \text{Log}100 - 0.301 \quad (2)$$

وعند الحسابات كما في اعلاه تكون قيمة y= 75

- عند إضافة 3 وحدات من العامل المحدد للنمو فان قيمة y= 87.5

- زيادة في إضافة العامل المحدد للنمو سوف يؤدي إلى زيادة مقدارها 50% من الزيادة الناتجة من إضافة الوحدة السابقة (جدول ص45 في الكتاب المقرر)

- Baule unit او دليل الاستفادة (efficiency index): -
وحدة عامل النمو المضافة التي تعطي نصف أقصى حد إنتاجي

الزيادة الناتجة من إضافة اكثر من عامل نمو واحد

لو فرضنا توفر جميع عوامل النمو عدا عاملين (X_1, X_2) فان إضافة Baule unit من كل منهما الزيادة الناتجة في المحصول تكون :

0.5 X 0.5 = 0.25 من أقصى إنتاج (Max. Yield)

معادلة Spillman

$$y = m (1 - R^{x})$$

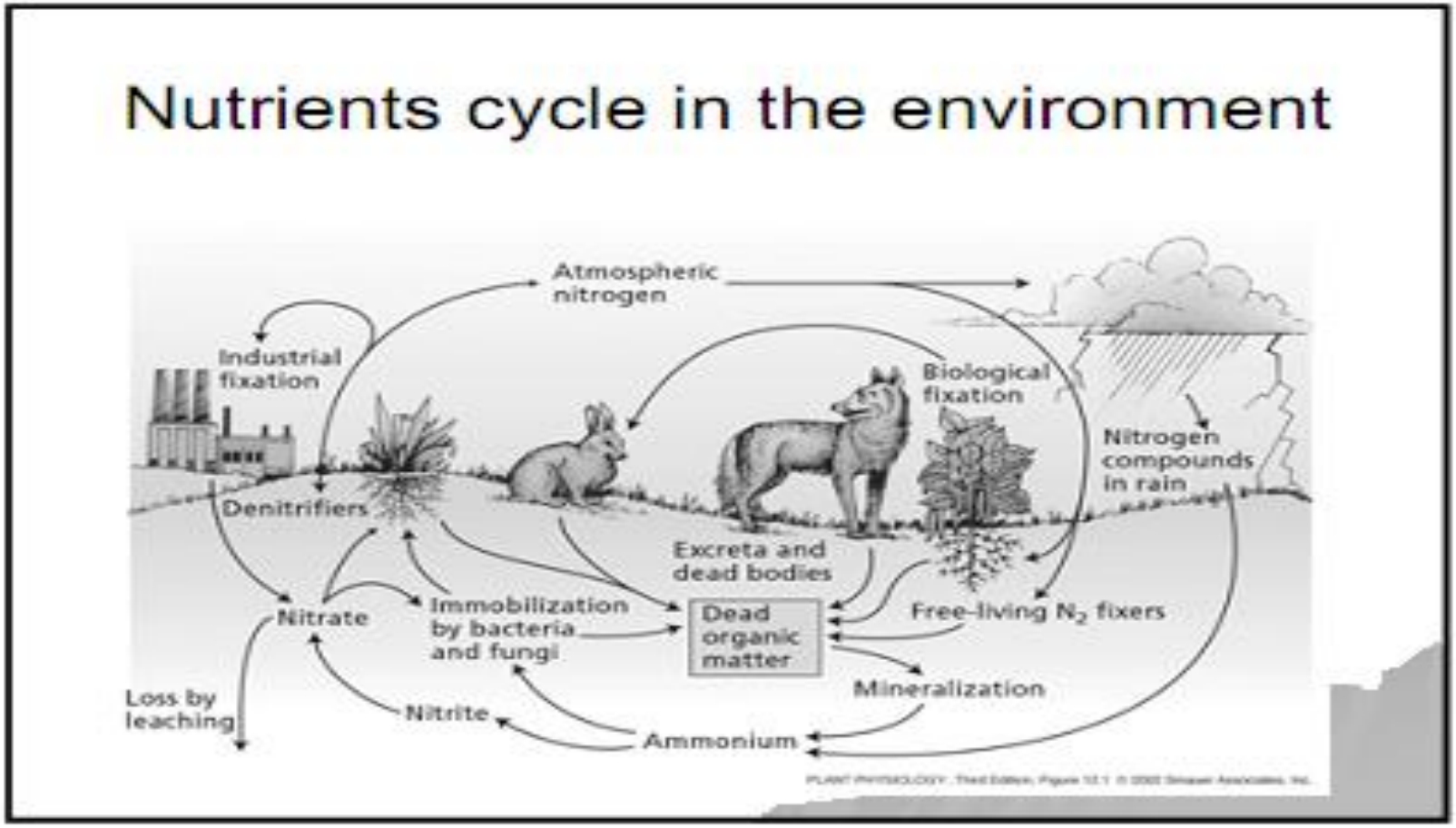
Y = الناتج و m = اقصى انتاج و R = ثابت وx= عامل النمو

دمج معادلة Spillman مع معادلة Mitcherlich نحصل على المعادلة

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

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

Soil and Fertilizer Nitrogen



- اهمية النتروجين

يتحد النتروجين مع المركبات الكربونية في النبات ليكون العديد من المركبات العضوية المختلفة والتي منها البروتينات والأحماض الامينية 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 تثبت 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 6
- Clostridum وهي بكتريا لاهوائية لها قابلية على تثبيت الN في الترب الحامضية . كمية النتروجين التي تثبت بهذه الطريقة تكون بحدود 5- 10 كغم / هكتار / سنة

2- التثبيت ألتعايشي (Sympotic N fixation)

بكتريا (Rhizobium) + نبات (البقوليات)

البكتريا المثبتة للنتروجين تحتلف باختلاف النبات (تخصص دقيق) . الاكثر كفاء في التثبيت (100-400 كغم /هكتار / سنة)

3- التثبيت الترابطي (Associated N fixation)

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

ثانيا :- التثبيت الصناعي (الكيميائي)

1- طريقة Haber- Bosch (معامل الأسمدة النتروجينية)

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

2- خلال عملية البرق : تفاعل ال N مع O_2

$$N_2 + O_2 \longrightarrow 2NO_2$$

$$3NO_2 + 3O_2 \longrightarrow 3NO_2 + H_2 \rightleftharpoons NO_3 + NO$$

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

Forms of N in soil صور النتروجين بالتربة L4

نتروجين التربة ممكن ان يقسم بصوره عامة إلى :

- نتروجين لاعضوي inorganic N
- نتروجين عضوي organic N

النتروجين 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 deniterfication and considered as lost N forms -

- N_2 : inert gas

النتروجين العضوي (organic N)

النتروجين 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 اللكنين او حره

ولكنها بهذه الصورة قد تهاجم من قبل الاحياء المجهرية في التربة

➢ تحولات النتروجين بالتربة

- تعدن النتروجين العضوي (mineralization of organic N)

O.N ⟶ Inorganic N

تؤدي أحياء التربة المهجرية الدور الرئيسي في هذه العملية

تتضمن العلمية

ا- عملية النشدرة (Ammonification) وتتضمن :

$$O.N \longrightarrow NH_4$$

1st step

$$\text{Soil O.N.} \longrightarrow R\text{-}NH_2 + CO_2 + \text{other products} + ATP$$

2nd step

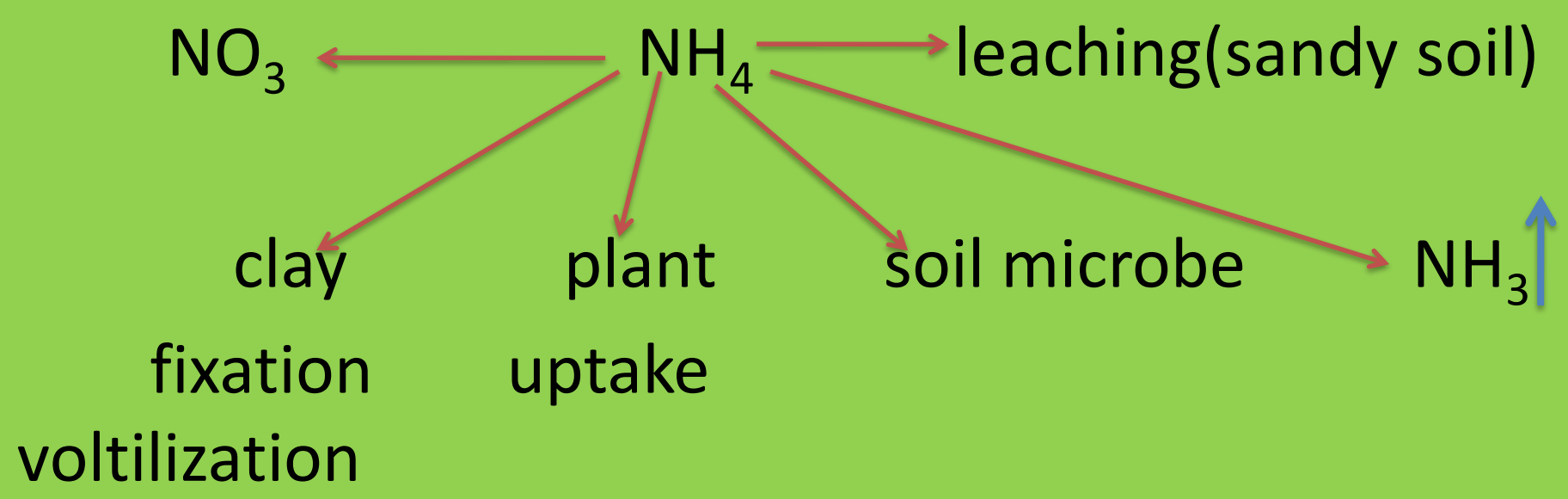
$$-\ R\text{-}NH_2 + H_2O \longrightarrow NH_3 + ROH + \text{energy (ATP)}$$

$$+H_2O$$

$$NH_3 \longrightarrow NH_4 + OH$$

تؤدي أحياء التربة المهجرية الدور الرئيسي في هذه العملية

- الاحتمالات التي ترافق التي ترافق الNH_4 المتكون



➢ العوامل المؤثرة على عملية النشدرة

❖ 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 (NO_3 , NH_4) الموجود اصلا بالتربة لسد احتياجاتها مما يؤدي إلى قلة النتروجين الجاهز للنبات في التربة

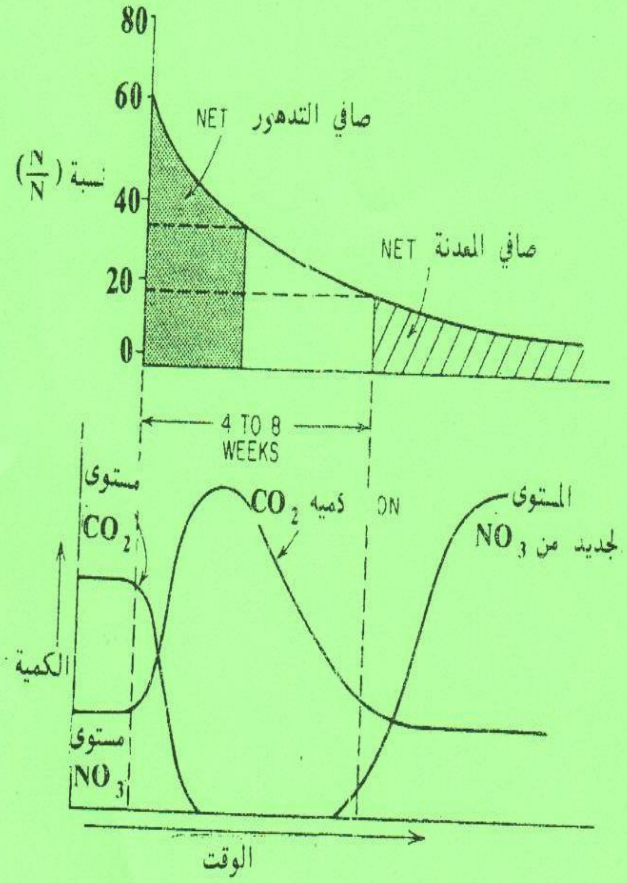
كقاعدة عامة :

C/N > 30 → immobilization

C/N < 20 → mineralization

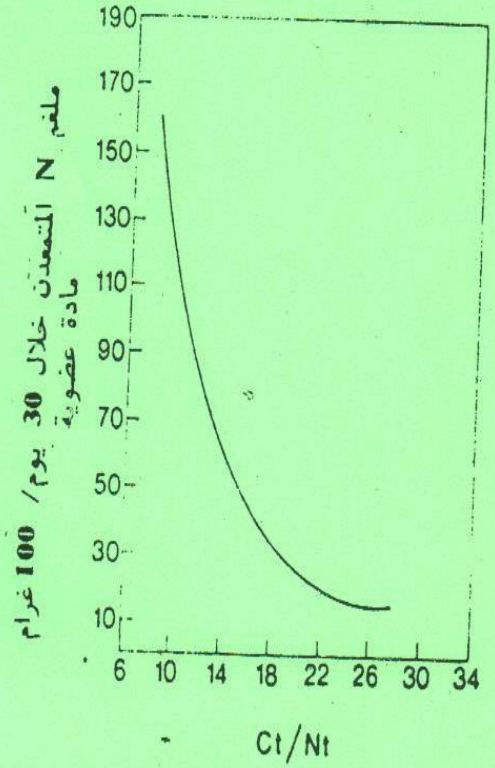
C/N = 20-30 → neither mineralization or immobilization

أو المعدنة .



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

اكثر تعقيداً في تحللها من المواد الحاوية على البروتين . كما ان امتصاص الانزيمات المحللة للمواد البروتينية بواسطة معادن الطين يقلل من نشاط هذه الانزيمات ومساهمتها في عملية تحلل المادة العضوية .



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

❖ الظروف البيئية

كلما يؤثر على فعالية الاحياء المجهرية بالتربة يؤثر على عملية النشدرة

optm. PH 6.5 - 8

optm. Temp. 35- 45

2- عملية النترجة (Nitrification)

$NH_4 \longrightarrow NO_3$

تتضمن العملية مرحلتين

1ST Step

$6e^-$

$2NH_4 + 3O_2 \xrightarrow[\text{Nitrosomonas}]{} 2N0_2 + 2H + H_2O$

O

2nd Step

$6e^-$

$HNO_2 + O_2 \xrightarrow[\text{Nirtobacter}]{} 2NO_3 + 2H$

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

NO_3

plant uptake

leaching

denitrification

➢ تطاير الامونيا Ammonia volatilization

عملية فقد النتروجين من التربة بصورة غاز آمونيا

ميكانيكية الفقد :

$$(NH_4)_2 Y + CaCO_3 \longrightarrow (NH_4)_2 CO_3 + Ca_n y_n$$

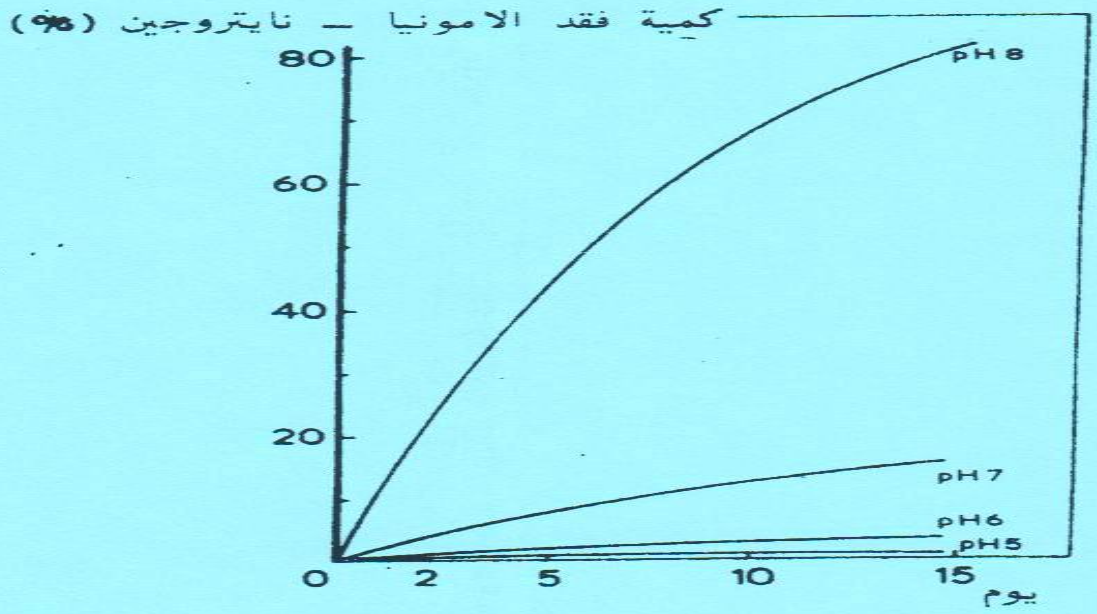
$$(NH_4)_2 CO_3 + H_2 O \longrightarrow NH_3 \uparrow + H_2 O + CO_2$$

$$NH_3 + OH \rightleftarrows NH_4 OH$$

ويمكن وصف المعادلة العامة لتطاير الامونيا :

$$CaCO_3 + (NH_4)_2 SO_4 \longrightarrow 2NH_3 \uparrow + CO_2 + CaSO_4$$

الحامضية يؤدي الى زيادة فقد الامونيا من الاسمدة النايتروجينية المضافة .
والشكل يوضح طبيعة العلاقة بين pH التربة وكمية الامونيا المتطايرة .



٧٤

- العوامل التي تؤثر على تطاير الامونيا من التربة

1- pH الوسط

يعد من اهم العوامل المؤثرة على التطاير وحسب المعادلة

$$NH_4 + OH \rightleftharpoons NH_4 OH \rightleftharpoons NH_3 + H_2O$$

2 - الحرارة Temp.

↑ Temp. → Volatilization ↑

الاسباب : ارتفاع درجات الحرارة تؤدي الى

- إلى سرعة انتشار الغاز
- زيادة فعالية الاحياء المجهرية في التربه
- زيادة سرعة تحلل اليوريا

3- C.E.C.

↑ C.E.C. → NH_4 adsorbed ↑ → NH_4 in sol. ↓

↓

NH_3 volatilization ↓

4- الاملاح salts

يكون تاثير الاملاح على التطاير من خلال تاثيرها على درجة تفاعل التربة

$$CaCO_3 + H_2O \rightleftharpoons Ca^{+2} + HCO_3^- + OH^-$$

5- مستوى السماد المضاف وطريقة الإضافة

- كلما زاد مستوى السماد المضاف كلما زاد التطاير
- خلط السماد مع التربة او اضافتة تحت سطح التربة يؤدي الى قلة تطاير الامونيا

6- المحتوى الرطوبي

كلما زاد المحتوى الرطوبي للتربة كلما زادت معدلات التطاير

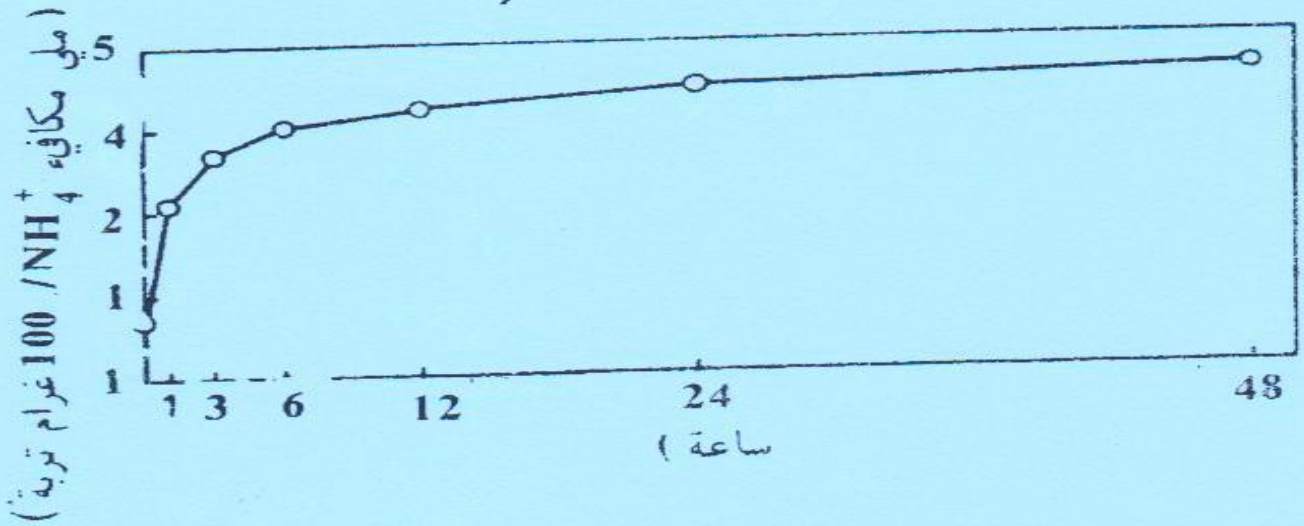
➢ تثبيت الامونيوم Ammonium fixation

- هي عملية تثبيت الامونيوم المضاف للتربة او الناتج من تحلل المادة العضوية بالتربة مابين طبقات معادن التربة وخاصة معادن نوع 1:2 المسئولة عن عملية التثبيت
- يتم التثبيت من خلال إحلال أيون NH_4 محل ايونات أخرى موجدة 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 60-90% من الكمية المثبتة يثبت خلال الساعات الاولى من الإضافة



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

- كمية الامونيوم المضافة

NH_4 ↑ → total fixed ↑

→ % fixed ↓

كمية الامونيوم المثبتة % من الكمية المضافة	كمية الامونيوم المثبتة ملي مكافئ /100غم تربة	كمية الامونيوم المضافة ملي مكافئ /100غم تربة
83	0.83	1
43	2.17	5
19	3.85	20

- التجفيف والترطيب

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

ا - ازالة الماء يؤدي إلى زيادة تركيز الامونيوم

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

- نوع معدن الطين السائد

قابلية معادن 2:1 على التثبيت > من معادن 1:1 وكذلك تختلف معادن 2:1 فيما بينها

Vermiculite > Illite > Semectite

- محتوى التربة من المادة العضوية

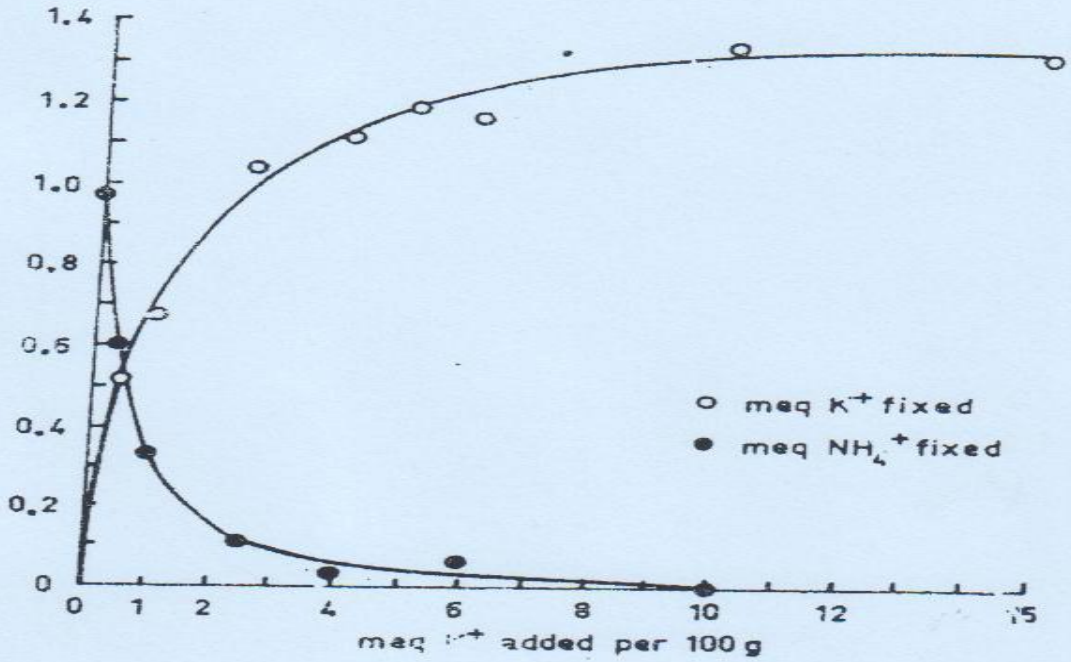
أختلاف المصادر قسم تشير إلى وجود تاثير موجب للمادة العضوية على التثبيت والاخر يشر إلى عكس ذلك

- محتوى التربة من كاربونات الكالسيوم

$\uparrow CaCO_3 \longrightarrow$ fixaion $\downarrow$

- تأثير الايونات الأخرى

اشارة الدراسات إلى ان ايونات Cs , Rb , K تؤدي إلى عرقلة تثبيت الامونيوم هذا التاثير يعتمد على وقت الاضافة . إضافة ال k قبل الNH_4 تؤدي إلى قلة تثبيت الNH_4



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

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

➢ عكس النترجة dintirification L5

تحت الظروف اللاهوائية تعاني التربة من نقص في O_2 تحت هذه الظروف تسود أحياء التربة اللاهوائية التي تستعمل ال O_2 الموجود في النترات والنتريت كمستقبل للالكترونات للحصول على الطاقة مما يؤدي إلى طلاق N واكسايد النتروجين إلى الجو (فقدان النتروجين من التربة)

$$NO_3 \rightarrow NO_2 \rightarrow N \uparrow \rightarrow N_2O \uparrow \rightarrow N_2 \uparrow$$

O

يستلزم لعملية عكس النترجة

ا- احياء تربة لاهوائية (Bacillus, Pseudomonas)

ب- توفر واهب الكترونات (مادة عضوية)

ج- ظروف لاهوائية

العوامل المؤثرة في عملية عكس النترجة

- درجة تفاعل التربة

ارتفاع درجة تفاعل التربة اكثر 5 تؤدي إلى زيادة عكس النترجة

يؤثر الpH على نوع الغازات المتطايرة

5.6 إلى 4.9 معظم الفقد يكون بهيئة N_2O

7.3 إلى 7.9 معظم الفقد يكون بهيئة N_2

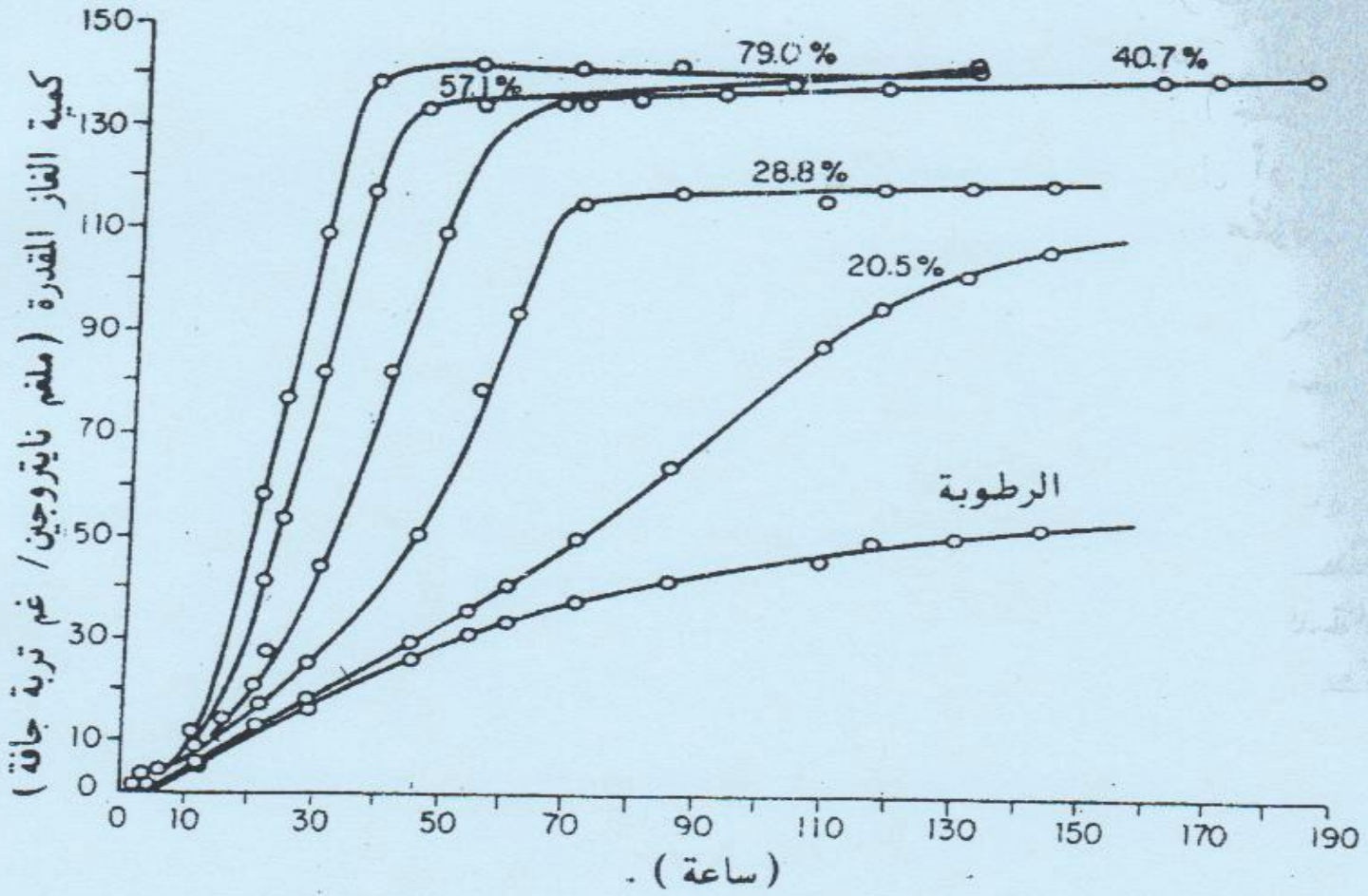
- المحتوى الرطوبي

H_2O ⟶ denitrification

- المادة العضوية في التربة

O.M. ⟶ denitirfication

الاوكسجين .



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

النتروجين ونمو النبات X

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

- تركيز NO_3^- في التربة اكثر من تركيز NH_4^+ عدا الترب الحامضية

- عند امتصاص النترات يجب ان تختزل إلى امونيوم قبل تمثيلها

$NO_3 \rightarrow NH_4 \rightarrow a.a \rightarrow$ protein

- اختزال النترات في النبات

$$NO_3 + 2e \xrightarrow[\text{NADH}]{} NO_2 + 6e \xrightarrow[\text{ferrodxin}]{} NH_4$$

(سايتوبلازم) (كلوربلاست)

- تمثيل الNH_4

$$NH_4 + \text{glutamic acid} \rightarrow \text{glutamine} \rightarrow a.\ a$$

- تحول ال NH_4 إلى احماض امنية سريعة جدا لان ال NH_4 ذو تاثير سام على النبات (يمنع تكوين ATP) لذلك يستطيع النبات خزن كميات من NO_3 اكثر من NH_4

هل النباتات تفضل - NO_3 او NH_4^+ ؟

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

ب- درجة تفاعل التربة :

$\uparrow$ PH $\longrightarrow$ NH_4 $\uparrow$

$\downarrow$ PH $\longrightarrow$ NO_3 $\uparrow$

ج- Temp.

$\downarrow$ Temp. $\longrightarrow$ NH_4 $\uparrow$

$\uparrow$ Temp. $\longrightarrow$ NO_3 $\uparrow$

➢ تفاعلات سماد اليوريا بالتربة X

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

$$(NH_2)_2CO + H_2O \xrightarrow{urease} (NH_4)_2CO_3$$

كاربونات الامونيوم

$$\downarrow$$

$$2NH_3 + CO_2 + H_2O$$

$$H_2O$$

$$\downarrow$$

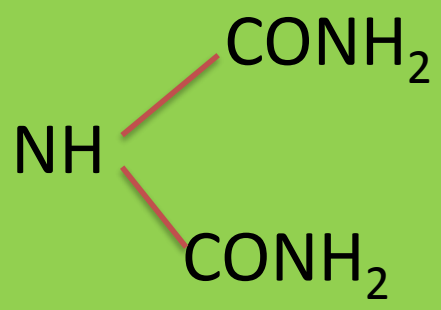
$$NH_4OH$$

$$\rightleftarrows$$

$$NH_4 + OH^-$$

- محددات استعمال سماد اليوريا

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



ب- تطاير الامونيا

ج- امتصاص جزيء اليوريا من قبل الجذور

امتصاص النبات لكمية تصل ال3% 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 :

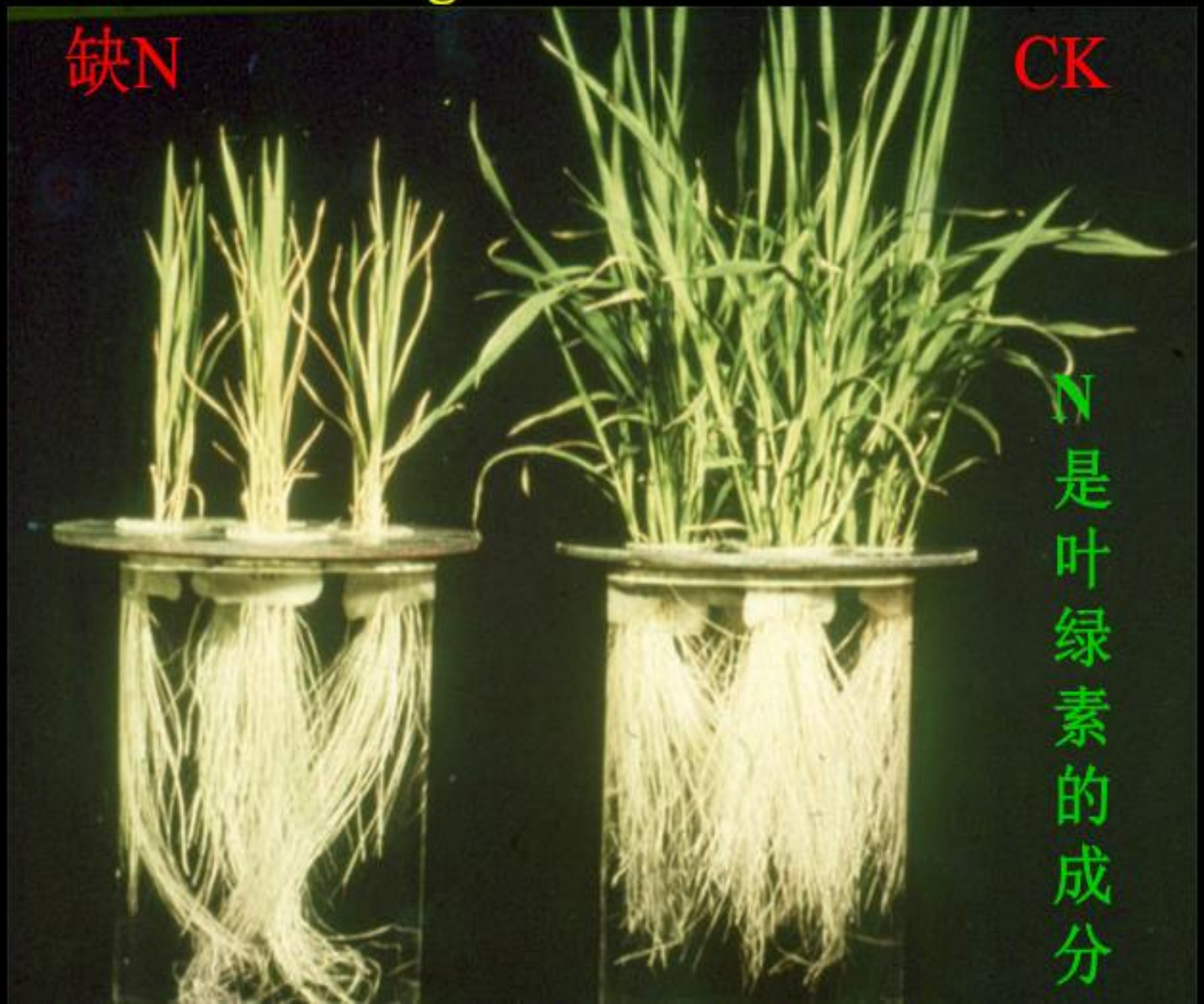
- خلط السماد مع التربة أو إضافة على السطح قبل عملية الري
- إضافة مع ماء الري بطريقة ال fertigation
- إضافة عن طريق الرش على الجزء الخضري للنبات (لتركيز اليوريا في محلول الرش دور مهم لتجنب احتراق الأوراق نتيجة الرش).
- غالبا ما يضاف السماد بدفعتين احدهما عند تحضير الأرض للزراعة والثانية بعد شهر من الإنبات 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

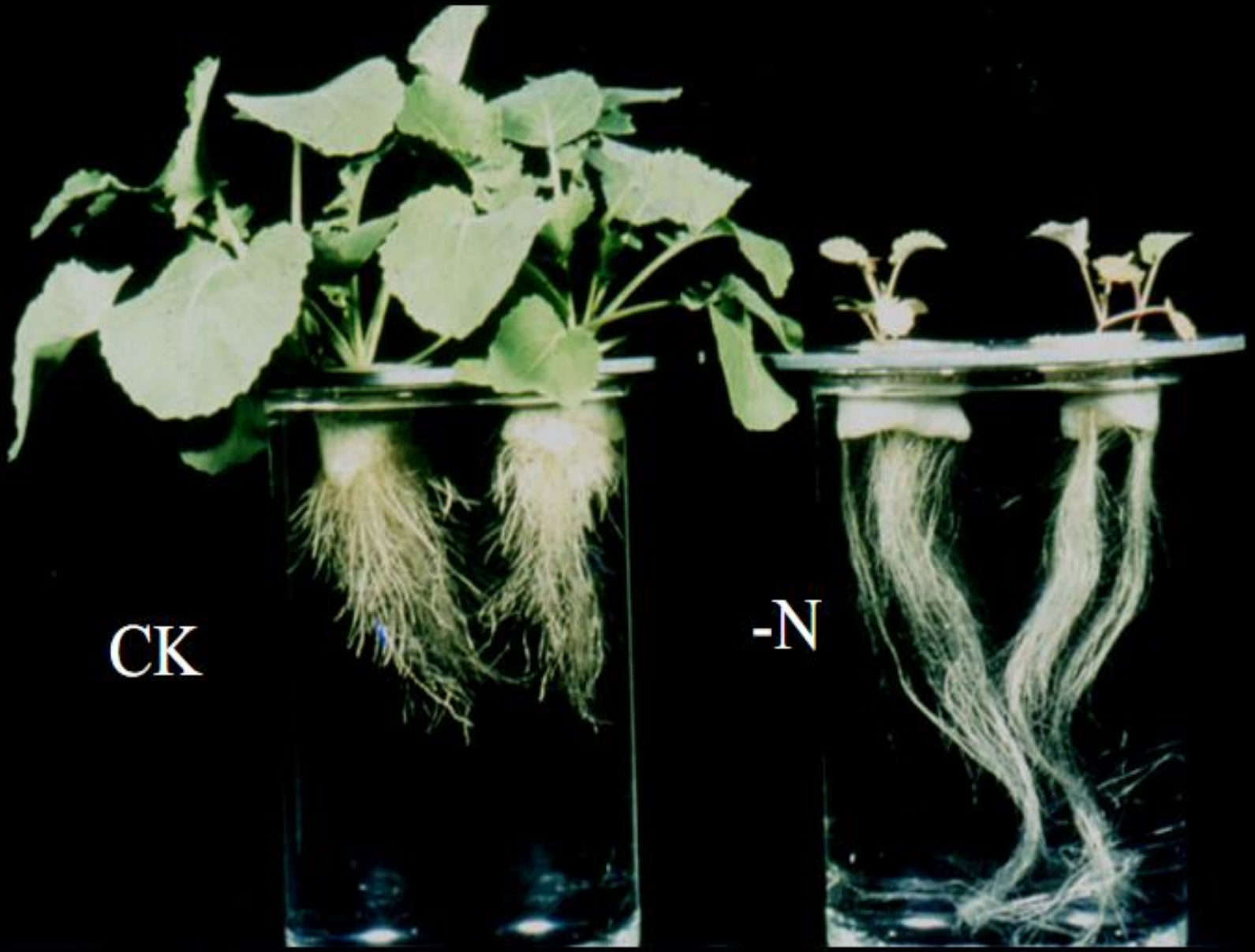
Nitrogen deficient symptoms

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

老叶发黄枯死，新叶色淡



N是叶绿素的成分



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

成熟时氮过量缨为绿色

L6 الفسفور Phosphorus

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 وكميتة 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

1- الفسفور المعدني Inorganic P

- يوجد في التربة بصور مختلفة يمكن تقسيمها على اساس صفاتها الفيزيائية والكميائية 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 4 انواع من هذا المعدن

صور معادن الابيتايت (apatite)

هيدروكسي ابتايت $Ca_{10}(PO_4)_6(OH)_2$ اكثر الصور شيوعا بالتربة

فلور ابيتايت $Ca_{10}(PO_4)_6F$

كلور إبيتايت $Ca_{10}(PO_4)_6Cl$

كاربونيت ابيتايت $Ca_{10}(PO_4)_6CO_3$

- في الترب الحامضية يتفاعل الفسفور مع اكاسيد الحديد والالمنيوم ويكون مركبات

الفرسكايت $AlH_2PO_4(OH)_2$

السترنكايت $FeH_2PO_4(OH)_2$

2- الفسفور العضوي Organic P

- تختلف الترب بمحتواها من الفسفور العضوي حيث يتراوح ما بين 20% إلى 80%

- زيادة نشاط الاحياءالمجهرية 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 Inostiol phosphate اكثر المركبات شيوعا

➢ معدنة الفسفور العضوي Mineralization of organic P

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

$$\text{Org. P} \underset{\text{immobilization}}{\overset{\text{mineralization}}{\rightleftarrows}} \text{inorg. P}$$

- 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

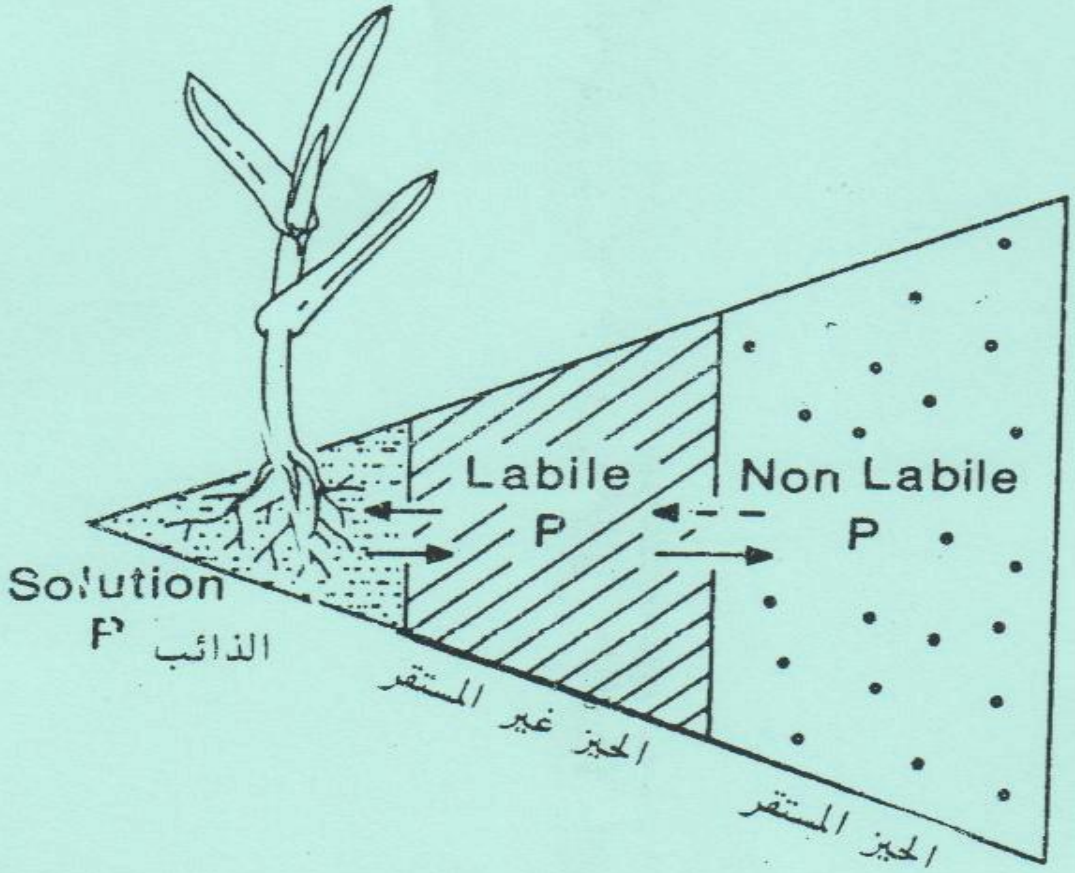
ا- نشاط أحياء التربة المهجرية

ب- فعالية أنزيم ال phosphatase في التربة

ج- الظروف البيئية السائدة بالتربة

➢ تقسيم الفسفور حسب جاهزيته للنبات L7

يمكن تقسيم الفسفور حسب جاهزيته للنبات استنادا للشكل



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

1- الفسفور الذائب في محلول التربة

- كميتة قليلة مقارنة بالكمية الكلية والكمية الممدصة فقد وجد بان كمية الفسفور الذائب بمحلول التربة لاتزيد عن 0.01% 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_2PO_4 ويحدد الpH الوسط سيادة اي من هذه الصور
- حسب المعادلة

$$H_3PO_4 \longrightarrow H_2PO_4 + H$$

عند قيمة PH 2.15 فان

تركيز $H_3PO_4 = H_2PO_4$

عند PH اقل من 2.15 تكون السادة لايون $H_3\ PO_4$

عند PH اكثر من 2.15 تكون السيادة لايون $H_2\ PO_4$

- ارتفاع درجة التفاعل اكثر من 2.15

$$H_2\ PO_4 \longrightarrow HPO_4 + H$$

عند 7.2 pH

$$H_2\ PO_4 = HPO_4$$

عند PH اقل من 7.2 تكون السادة لايون $H_2\ PO_4$

عند PH اكثر من 7.2 تكون السيادة لايون HPO_4

- ارتفاع PH الوسط اعلى من 7.2

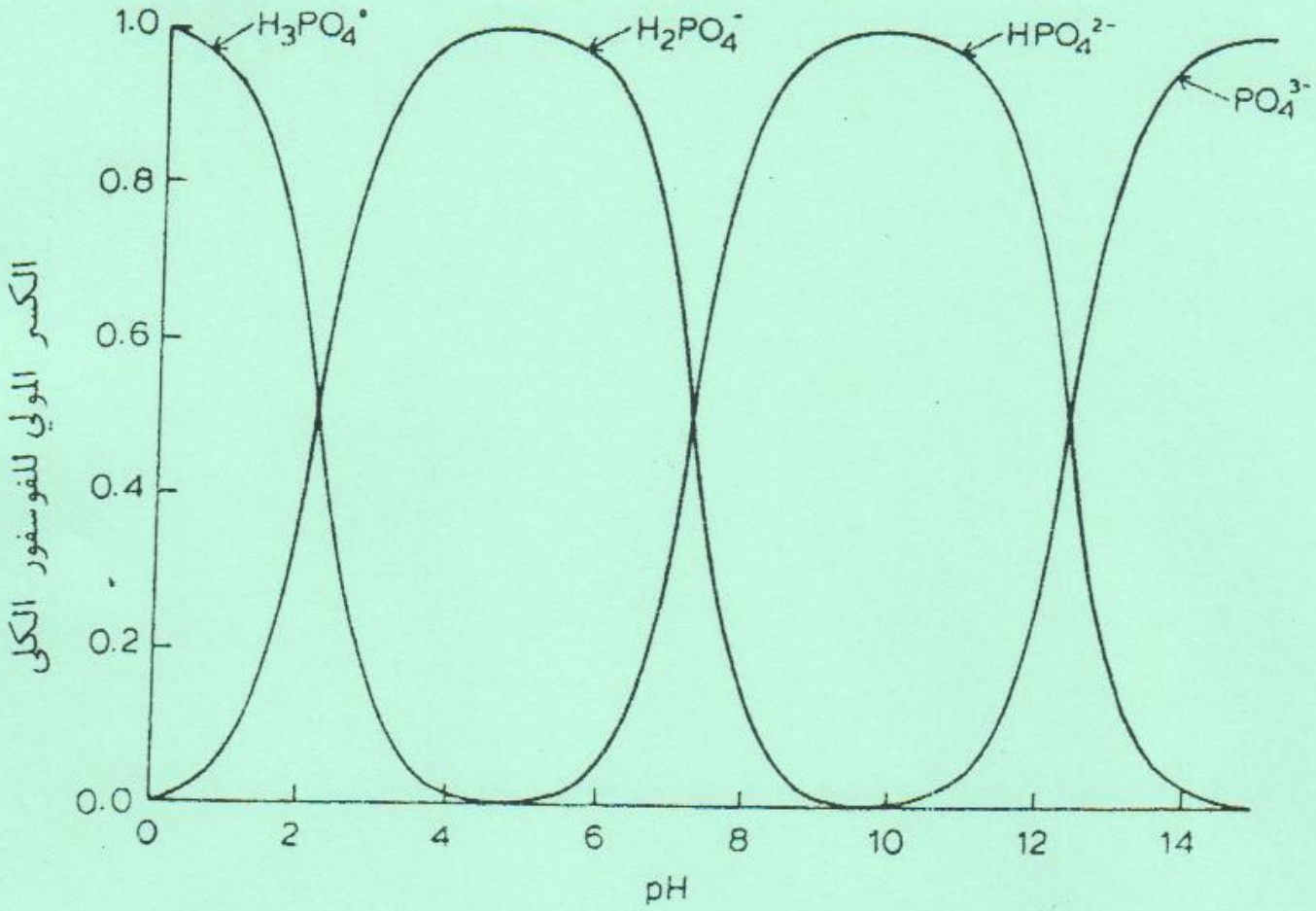
$$HPO_4 \longrightarrow PO_3 + H$$

عند قيمة PH 12.35

$$HPO_4 = PO_4$$

عند PH اقل من 12.35 تكون السيادة لايون HPO_4

عند PH اكثر من 12.35 تكون السيادة لايون PO_4



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

لا يزال يدور الاختلاف حول توزيع ايونات الاورثوفوسفات في محلول التربة

2- صور الفسفور في الحيز الغير مستقر X

صور الفسفور في هذا الحيز يشمل :

- الفسفور الممدص على سطح غرويات التربة او المترسب حديثا بهيئة مركبات فوسفات الكالسيوم او الحديد او الالمنيوم التي تملك اذابة عالية مقارنة مع المركبات القلية الذوبان الأخرى مثل الابتايت
- كمية الفسفور في هذا المستودع تشكل تقريبا 2% من الفسفور الكلي في التربة وتختلف من تربة إلى اخرى
- تكون بحالة توازن مع صور الفسفور الاخرى بالتربة ولكن توازن بطيء

3- صور الفسفور في المستودع المستقر

- يقع ضمن هذا المستودع صور الفسفور القليلة الذوبان والجاهزية للنبات وكذلك يشمل الفسفور العضوي في التربة
- يشكل اكثر من 97% من الفسفور الكلي في التربة
- يكون بحالة توازن بطئ مع فسفور الحيز الغير مستقر

➢ تثبيت الفسفور P – Fixation

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

1- 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 :-

ا- الامدصاص النوعي بواسطة كاربونات الكالسيو ($CaCO_3$)

ويتم هذا التفاعل من خلال احلال ايون H_2 PO_4 محل CO_3

مكونا طبقة سطحية ويكون هذا النوع من التفاعل مهما بالترب الكلسية

وعند التراكيز الواطئة من الفسفور والفترة اللازمه للتفاعل تكون بحدود ساعة

ب- امدصاص الازدواج الايوني للفسفور مع الكالسيوم CaH_2 PO_4^- او المغنيسيوم MgH_2 PO_4 على سطح كاربونات الكالسيوم

ج- الامدصاص النوعي بواسطة اكاسيد الحديد والالمنيوفي الحامضية ليكون مركبات معقدة غير ذائبة بالماء

د- الامدصاص بواسطة معادن الطين

معادن الطين 1:1 اكثر قدرة على التثنيت من معادن2:1

ويتم ذلك من خلال :-

- 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

2- تفاعلات الترسيب

ينظر لها كخطوة تالية لعملية الامدصاص ويمكن وصفها :

ا- تفاعلات الترسيب بالترب الكلسية

يتفاعل الفسفور المضاف مع كاربونات الكالسيوم او الكالسيوم الذائب او المتبادل على سطح معادن الطين مكونا مركبات مختلفة

نسبة Calp

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

↓ يتفاعل مع ايون الكالسيوم

$Ca(H_2PO_4)_2 H_2O$ فوسفات احادي الكالسيوم 1 : 2

monocalcium phosphate

↓ مع توفر مزيد من ايونات الكالسيوم وثبات تركيز الفوسفات

$CaHPO_4 .2H_2O$ فوسفات ثنائي الكالسيوم 1 : 1

Diaalcium 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 ثماني الكالسيوم 4 : 3

Octacalcium phosphate

↓ مع توفر مزيد من ايونات الكالسيوم

$Ca_{10}(PO_4)_6(OH)_2$ هايدروكسي 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 والألمنيوم والمنغنيز ويتحول إلى مركبات معقدة غير ذائبة بالماء مثل الفرسيكايت والسترنكايت

- العوامل التي على ترسيب الفسفور

1- محتوى التربة من كاربونات الكالسيوم

- ترفع درجة تفاعل التربة
- تملك سطح فعال
- مصدر لايونات الكالسيوم

2- محتوى التربة من الاكاسيد والهيدروكسيدات الحرة

اكاسيد الحديد والالمنيوم (تم توضيحه سابقا)

3- PH التربة

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

4- نوع المعدن السائد

- معادن 1:1 اكثر قابلية على التثبيت من معادن 2:1
- نوع ال cations السائد على سطح المعدن

5- المادة العضوية

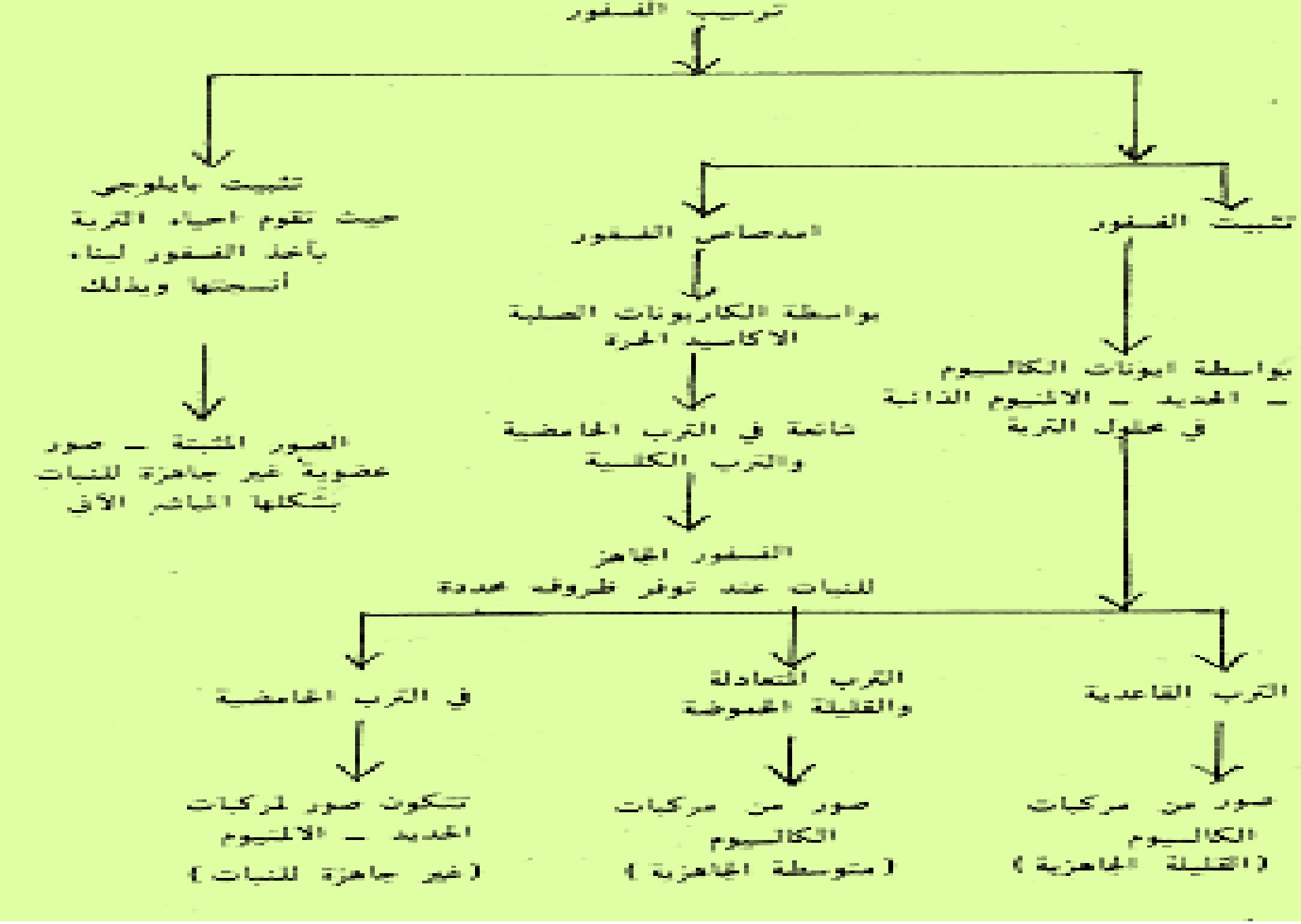
- تخلب Ca, Fe, Al تاركة الفسفور حر في المحلول
- عند تحللها تطلق CO_2 الذي يؤدي إلى خفض درجة تفاعل التربة
- مصدر للفسفور العضوي الذي يمتاز بقلة تثبيتة مقارنة بالفسفور المعدني

6- ملوحة التربة

زيادة ملوحة التربة تؤدي إلى زيادة عملية ترسيب الفسفور

7- عوامل اخرى

مثل الزمن و الرطوبة و الحرارة و نوع وكمية السماد المضاف


ترسيب الفسفور
تثبيت الفسفور
امتصاص الفسفور
تثبيت بايولوجي
حيث تقوم احياء التربة
بأخذ الفسفور لبناء
أنسجتها وبذلك
بواسطة الكاربونات الصلبة
الاكاسيد الحرة
بواسطة ايونات الكالسيوم
ـ الحديد ـ الالمنيوم الذائبة
في محلول التربة
الصور المثبتة ـ صور
عضوية غير جاهزة للنبات
بشكلها المباشر الآني
شائعة في الترب الحامضية
والترب الكلسية
الفسفور الجاهز
للنبات عند توفر ظروفه محددة
في الترب الحامضية
الترب المتعادلة
والقليلة الحموضة
الترب القاعدية
تتكون صور لمركبات
الحديد ـ الالمنيوم
(غير جاهزة للنبات)
صور من مركبات
الكالسيوم
(متوسطة الجاهزية)
صور من مركبات
الكالسيوم
(القليلة الجاهزية)

➢ امتصاص الفسفور L8

يمتص النبات الفسفور بهيئة H_2PO_4 وHPO_4 والصورة الاولى هي الصورة المفضلة للامتصاص . لايختزل 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) .

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

- يدخل الفسفور في تركيب phtin, phosphlipid , nucleo protein , nucleic acid, ATP وغيرها من المركبات العضوية

- يؤدي يلعب الفسفور دورا مهما في عملية نقل الطاقة من خلال تكوين مركبات ATP وتحت الظروف الهوائية

$$ATP \longrightarrow ADP + P_I + energy$$

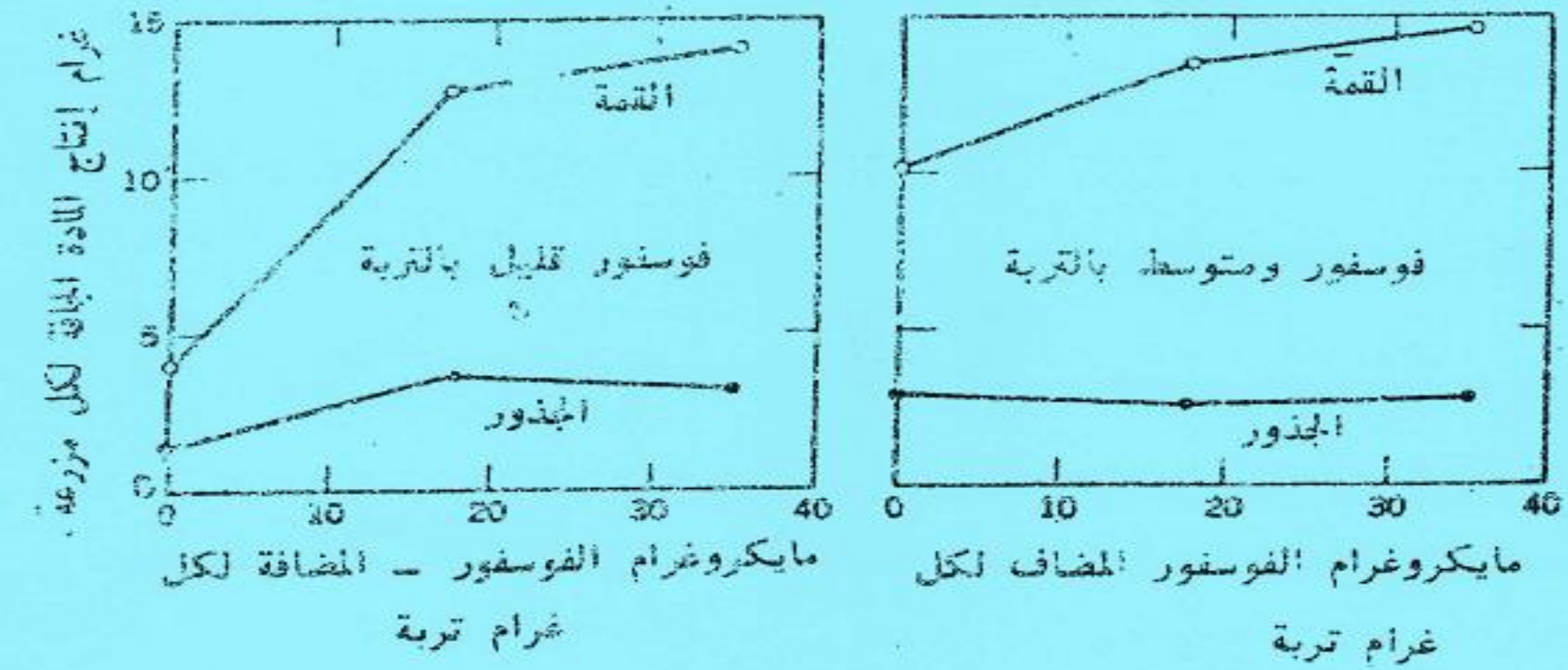
لذا يلعب الفسفور دور رئيسيا في عملية امتصاص العناصر الغذائية التي تحتاج إلى طاقة

- يعتبر من العناصر المتحركة : ينتقل من الاجزاء القديمة إلى النموات الحديثة عند حصول نقص في كمية الفسفور الممتص في النبات

- تركيزه في النبات يتراوح مابين 0.2 إلى 0.5%

➢ الفسفور ونمو النبات

- 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) انتاج الجزء العلوي وجذور الشعير المزروع في ترب رملية مزيجية عوملت بمستويات مختلفة من سماد السوبر فوسفات المركز.

- الاضافات العالية للفسفور تعجل في انتاج النبات المبكر

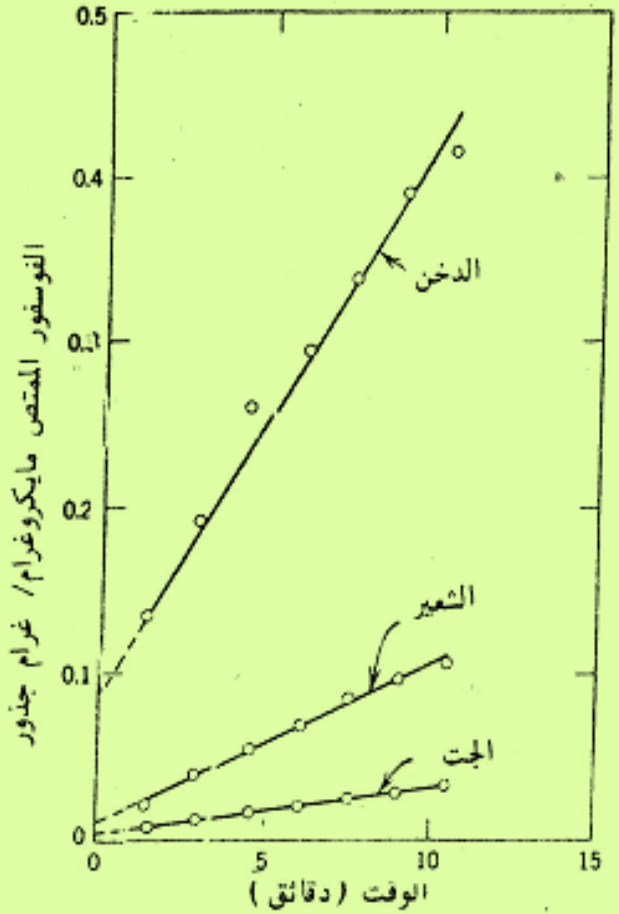
جدول (6) تأثير مستوى الفسفور المضاف على انتاجية الباقلاء وتعجيل فترة النضج (Black, 1968).

مستوى السماد الفوسفاتي المضاف كغم / هكتار	انتاج الباقلاء كغم / هكتار	معدل انتاج الباقلاء المبكر منسوباً 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 اضافتة في بداية موسم النمو (starter fertilizers)
- يؤثر نوع المحصول في استجابة النبات للفسفور المضاف وكلما زادت المساحة السطحية للجذر كلما زادت استجابة النبات للفسفور المضاف

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

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



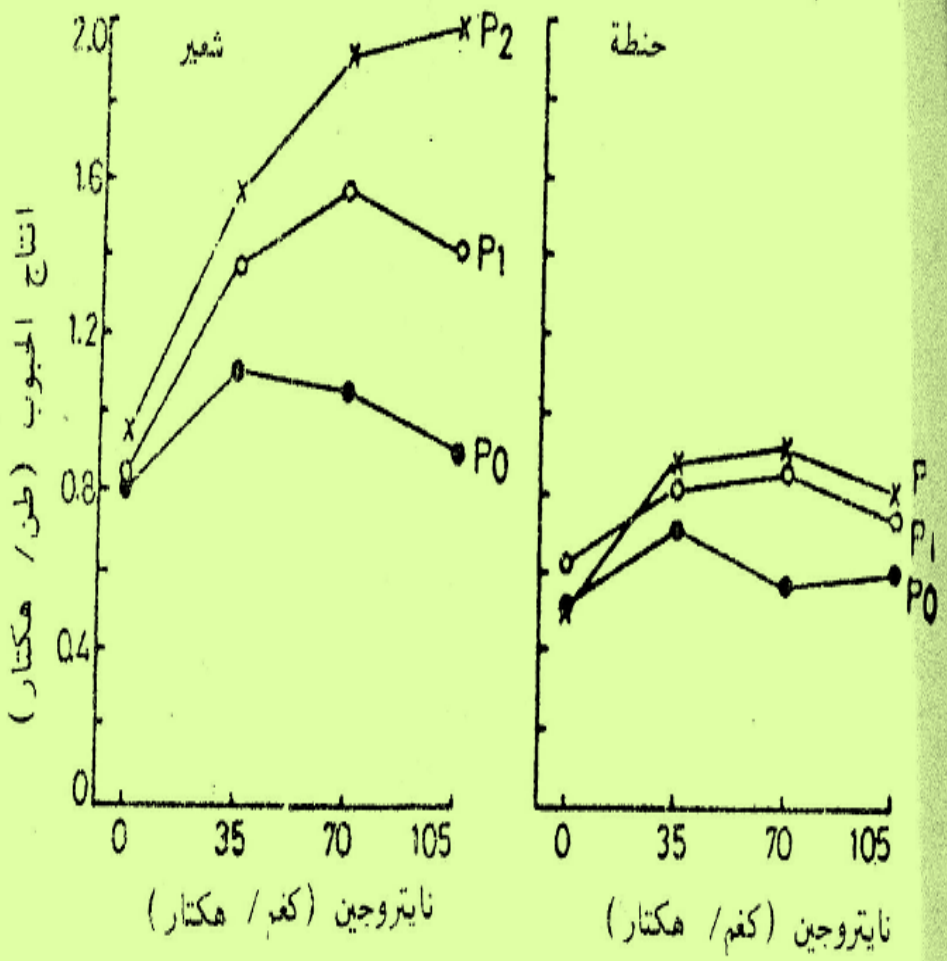
الشكل (10) مقارنة امتصاص الفسفور من قبل محصول الدخن ـ الشعير والجت من محلول غذائي يحتوي على 15.5 ملغم فسفور بهيئة P^{32} لكل مليلتر .

- تقلل ملوحة التربة من استجابة النبات للفسفور المضاف (جدول9)
- إضافة النتروجين تزيد من استجابة النبات للفسفور المضاف (شكل 11)

جدول (9) تأثير الملوحة على استجابة الذرة الصفراء للتسميد الفوسفاتي

(Nieman & Clark, 1979)

المعاملة	الوزن الطري/ 2 نبات	تركيز الفسفور المعدني [Pi] مايكرومول/ 100غرام 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 الفوسفاتية X

يعتبر صخر الفوسفات (rock phosphate) المصدر الاساسي في صناعة معظم الأسمدة الفوسفاتية اذ يعامل بالحرارة او الحوامض لكسر اواصر الابتايت فيتحول إلى صور اكثر ذوبان . اهم الأسمدة الفوسفاتية

- حامض الفسفوريك

يصنع من معالة صخر الفوسفات مع حامض الكبريتك المركز

(يحتوي على 32% P_2O_5)

- السوبر فوسفات العادي

يصنع من اذابة صخر الفوسفات بواسطة حامض الكبرتيك المركز

(يحتوي على 16-22% P_2O_5 و 8-10% جبس)

- السوبر فوسفات المركز

يصنع من تفاعل صخر الفوسفات مع حامض الفوسفريك الابيض

(يحتوي على 44-55% P_2O_5)

➢ تفاعلات الاسمدة الفوسفاتية في التربة

1- سماد السوبرفوسفات المركز

الوحدة الاساسية لسماد السوبرفوسفات هي فوسفات احادي الكالسيوم ($Ca(H_2PO_4)$ فعند إضافة حبيبة السماد للتربة

$$Ca(HPO_4).2H_2O \xrightarrow{H_2O} CaHPO_4.2H_2O + MTP$$

(DCPD) (H_3PO_4)

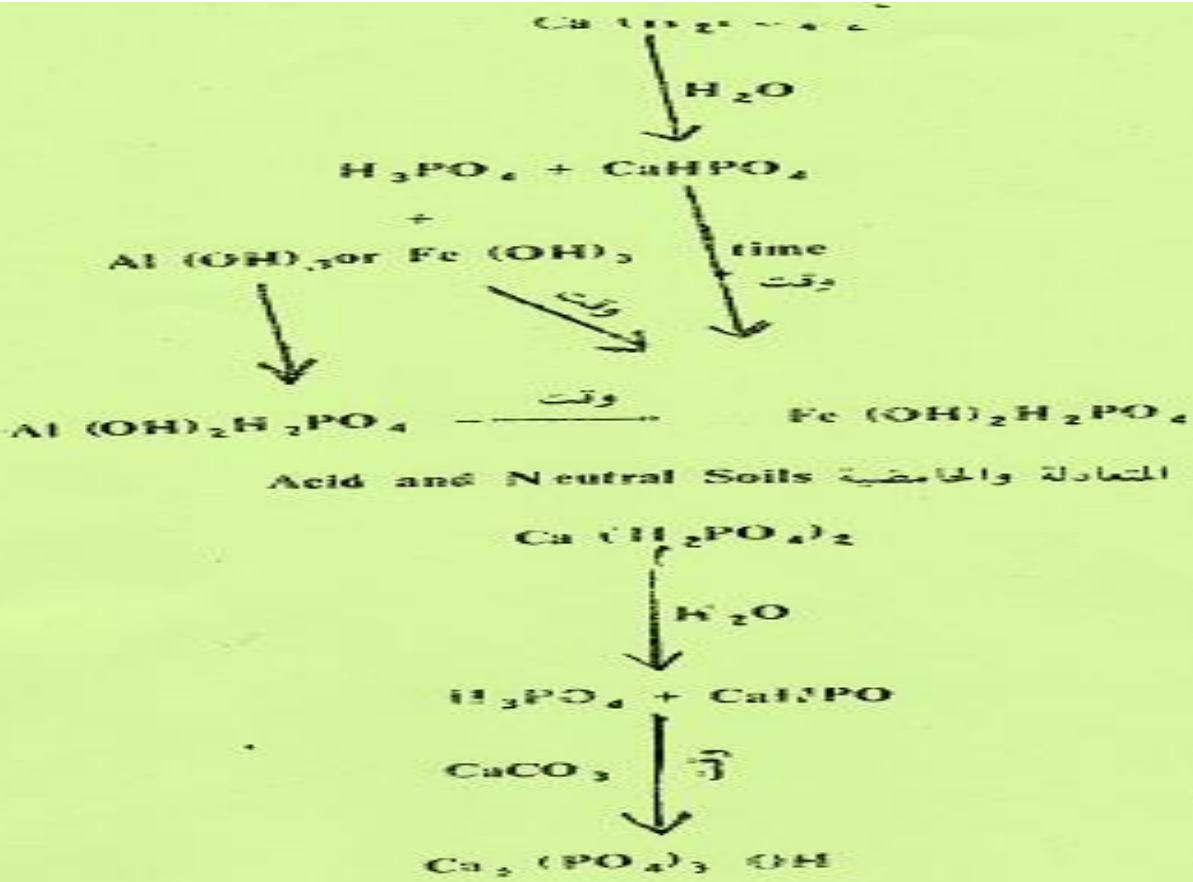
يتكون هذا التفاعل بعد 24 ساعة من إضافة السماد ومن ثم يسود التفاعل التالي

$$CaHPO_4.2H_2O \xrightarrow{H_2O} CaHPO_4 + TPS$$

DCP)

هذا محلول حامضي يبقى في التربة لمدة 17 يوم

ـ تفاعل السماد في التربة : 1ـتفاعل سماد السوبر فوسفات



الشكل (٤٤) تفاعلات فوسفات احادي الكالسيوم (أ) في التربة الحامضية والمتعادلة و (ب) الكلسية

2- تفاعل اسمدة فوسفات الامونيوم

$$(NH_4)_2HPO_4 + CaCO_3 \longrightarrow (NH_4)_2CO_3 + CaHPO_4.H_2O$$

DCPD

$$(NH_3)_2CO_3 + H_2O \longrightarrow 2NH_3 + H_2O + CO_2$$

$$NH_4OH$$

- وجد علاقة سالبة بين تركيز الفسفور الذائب والامونيا المتطايرة
- PH المحلول المشبع (DCPD) = 7.98 لذا لا تكون هنا رواسب كثيرة عند إضافة السماد
- جاهزية أسمدة فوسفات الامونيوم :

فوسفات آحادي الامونيوم > ثنائي الامونيوم > احادي الكالسيوم > ثنائي الكالسيوم

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

➢ طريقة ومواعيد إضافة الاسمدة الفوسفاتية X

- 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 :

* الاضافة الأرضية :

ا- خلط مع التربة حيث يتم خلط السماد مع طبقة الحرث غير محبذه في الترب الكلسية لانها تسبب تثبيت كميات كبيرة من الفسفور نتيجة تفاعل الفسفور مع كاربونات الكالسيوم

ب - التلقيم او الاضافة بشكل جور بجانب النبات

* رش على الجزء الخضري (محدودية الكمية التي تضاف بهذة الطريقة)

*مع منظومة مياه الري (fertigation) وانها طريقة كفؤة جدا لاضافة 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 الاخرى عدا النتروجين و متوسط محتوى انسجة النبات من ال K 1.5 وقد تصل بعض الاحيان الى 8.0% ويؤدي دور مها في عدد كبير من العمليات الحيوية في النبات مثل التركيب الضوئي والانزيمات وغيرها من العمليات الحيوية

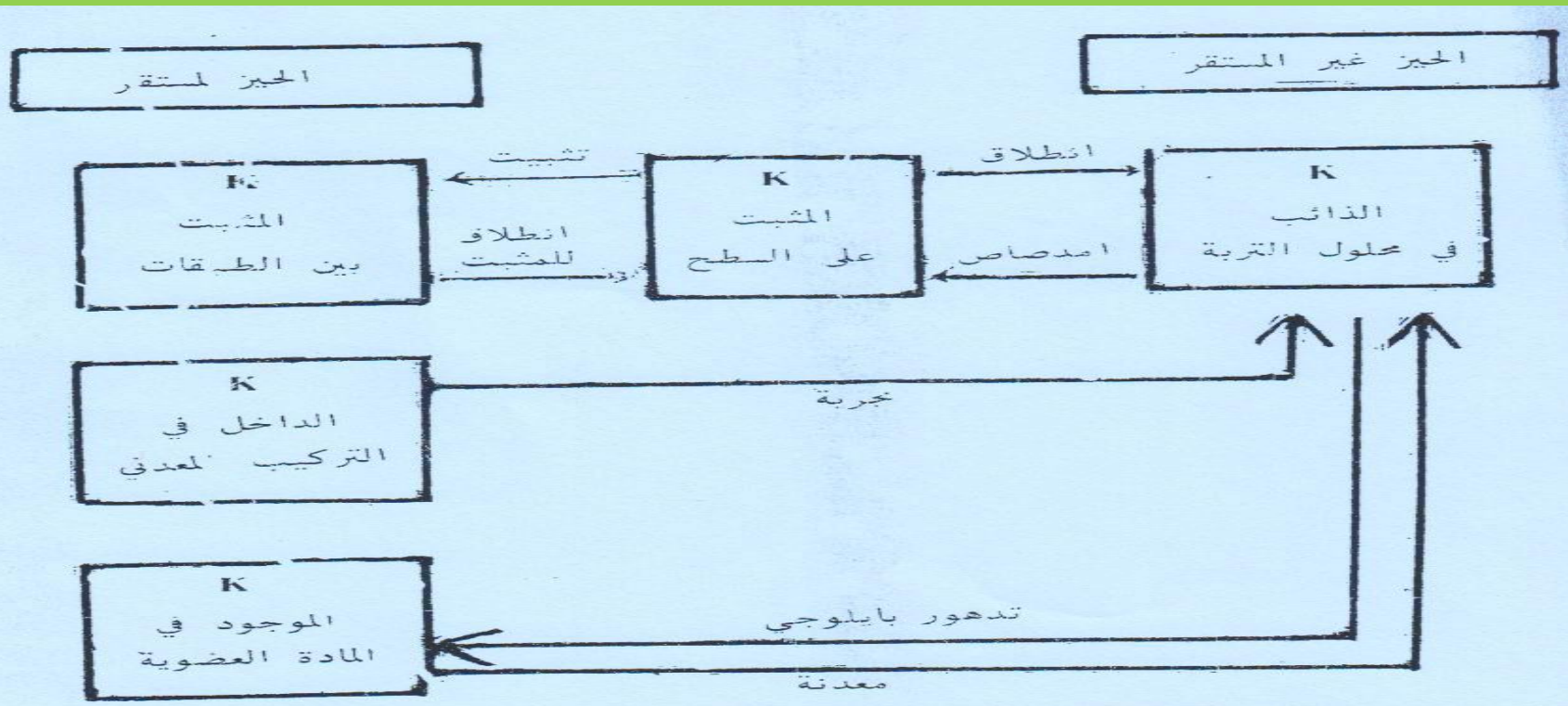
➢ مصادر البوتاسيوم في التربة

- يشكل البوتاسيوم 0.3 – 2.5 % من المكونات المعدنية في التربة
- يوجد في المعادن الاولية 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

1- البوتاسيوم الذائب في محلول التربة (Soluble K)

ويمثل البوتاسيوم الذائب في محلول التربة ويشكل ما مقداره 0.1- 2% 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

2- البوتاسيوم المتبادل (Exchangeable K)

وهو البوتاسيوم المنجذب على سطح غرويات التربة التي تحمل شحنة سالبة وتعتمد كميتة على التركيب المعدني والمحتوى المائي للتربة و تركيز الايونات الاخرى ومحتوى التربة من كاربونات الكالسيوم .

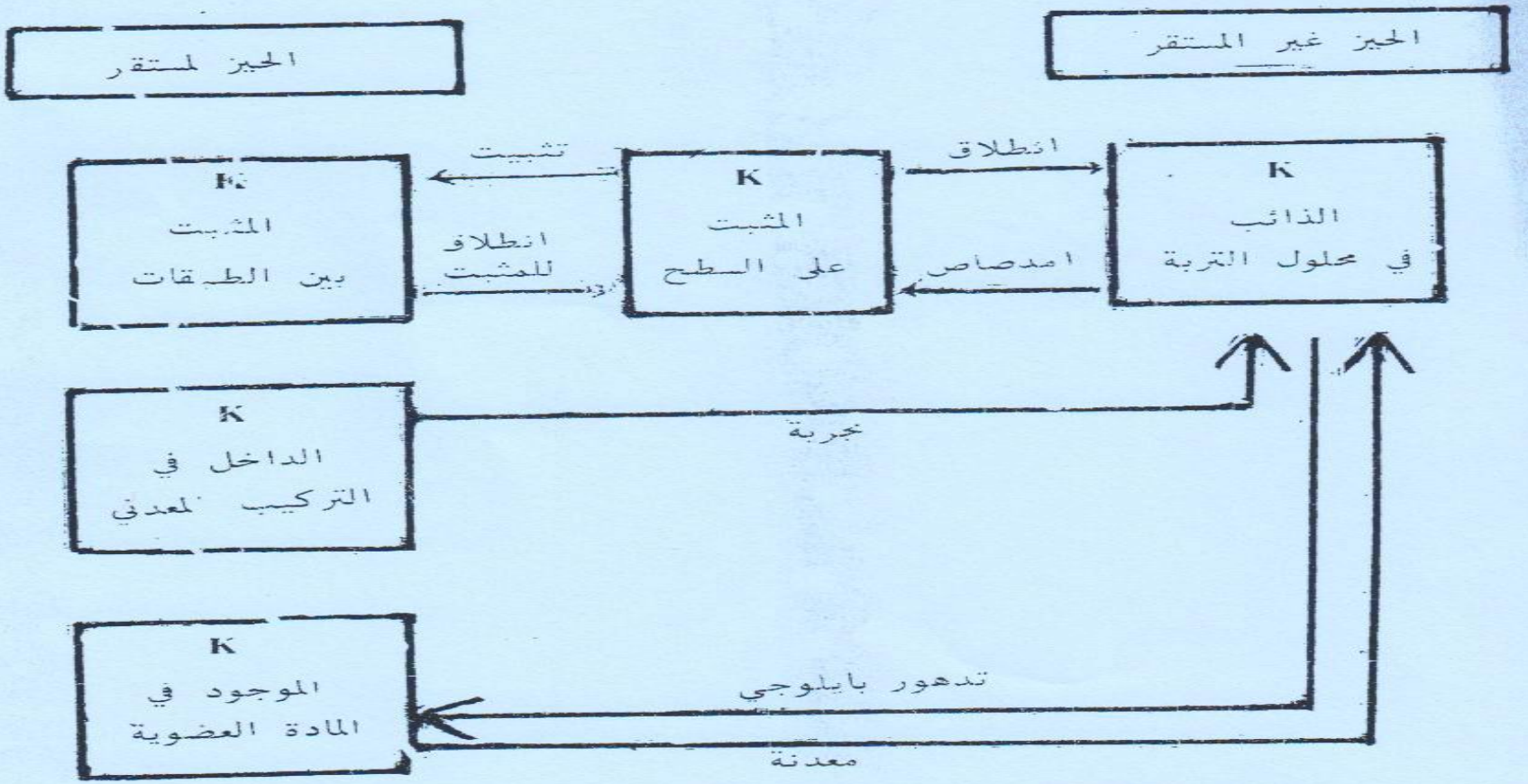
وكلما زاد محتوى التربة من الطين كلما زاد محتواها من البوتاسيوم المتبادل ويعد الk المتبادل جاهز للبنات ويشكل1- 10% من الكلي

قوام التربة	% للطين	البوتاسيوم المتبادل (ملغمK_2O /100 gm soil)
رملية	0-5	أكثر من 15
رملية مزيجية	10-6	25 -15
مزيجية رملية	15-11	30 -26
مزيجية	30-16	45 -31
طينية	31	اكثر من 45

البوتاسيوم الجاهز = البوتاسيوم المتبادل + البوتاسيوم الجاهز

3- البوتاسيوم غير المتبادل Non- exchangeable K

ويشمل البوتاسيوم المثبت والبوتاسيوم المعدني الموجود في كل من المعادن الاولية والثانوية وشكل 90-98 % 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

➢ تثبيت البوتاسيوم والعوامل المؤثرة علية

يثبت البوتاسيوم في الفجوة السداسية المتكونة في الطبقة الرباعية السطوح لمعادن 2:1 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 2:1 > 1:1 قدرة على تثبيت البوتاسيوم

- درجة الحرارة

↑ temp. ⟶ fixation ↑

- الرطوبة

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

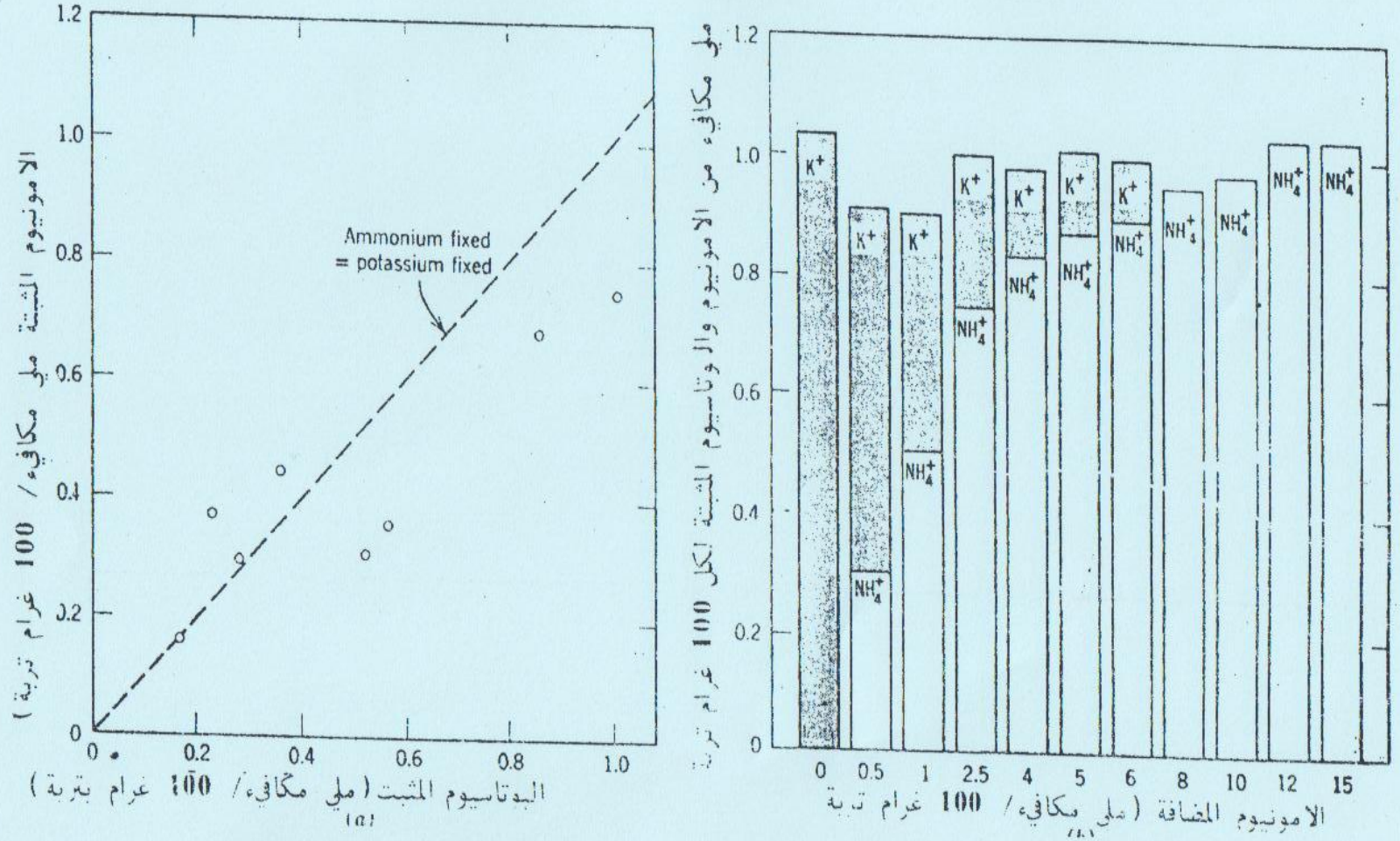
إذا كانت كمية البوتاسيوم بالتربة قليل فان التجفيف يؤدي إلى زيادة كمية البوتاسيوم المتبادل أما إذا كان البوتاسيوم عالي فان فان التجفيف يؤدي إلى زيادة التثبيت

pH-

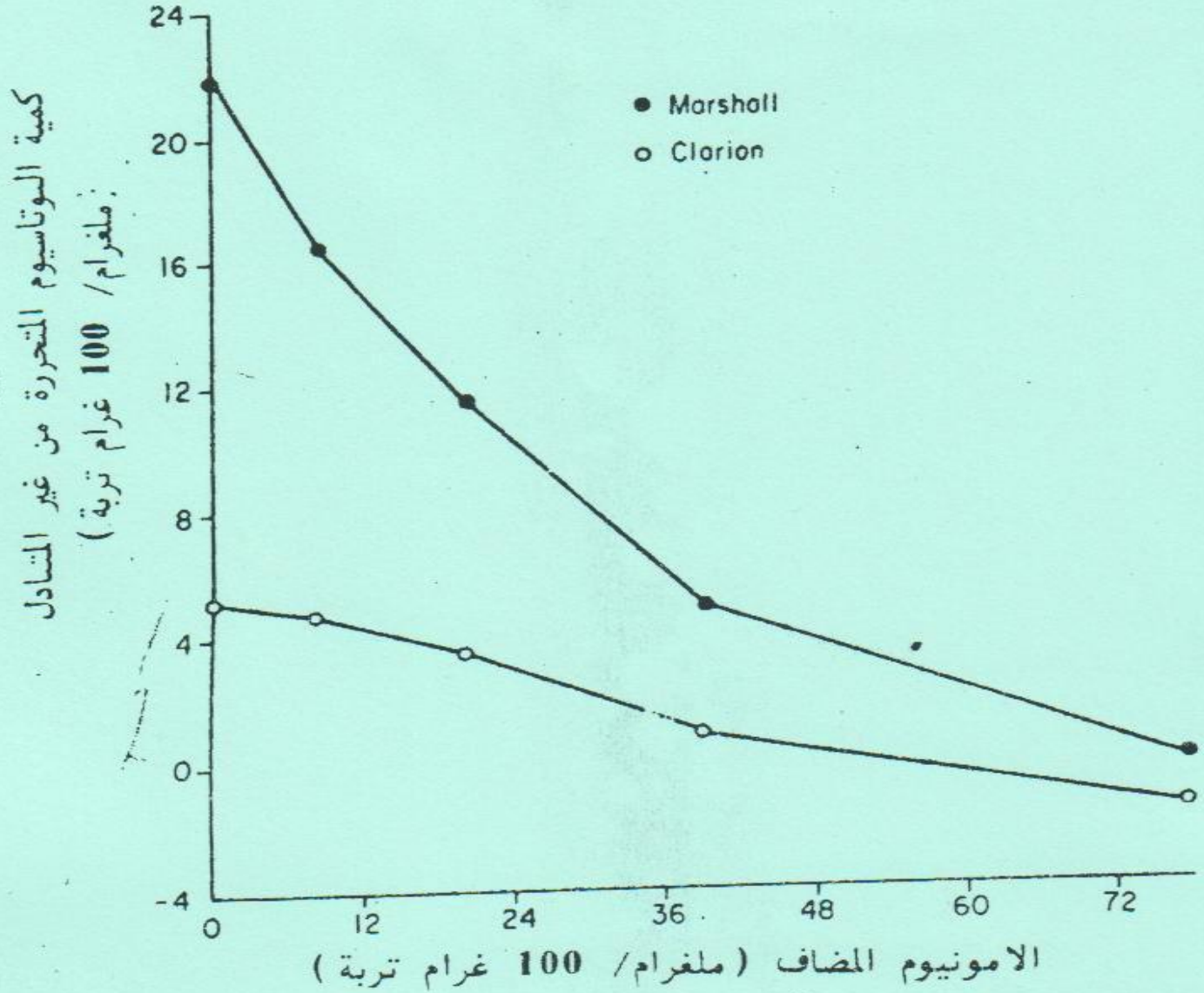
ارتفاع درجة تفاعل التربة تؤدي إلى زيادة كمية البوتاسيوم المثبت وان إضافة الكلس للتربة يساعد على تحويل البوتاسيوم غير المتبادل إلى متبادل

- ايون الامونيوم

إن مواقع تثبيت الامونيوم والبوتاسيوم متشابهة وان إضافة اي منهما أولا يقلل من تثبيت الأخر و إن إضافة إي منهما بعد الأخر 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 تثبيت الامونيوم وتثبت البوتاسيوم في ثمان ترب ذات قدرة تثبيتية مختلفة بعد اضافة محلول واحد من كلوريدات هذه الايونات وبمعدل 2.5 ملي مكافيء /100غرام تربة (ب) الكمية المثبتة في الامونيوم بعد اضافة مستويات مختلفة من كلوريد الامونيوم الى نموذج تربة سبق ان عومل بكمية ثابتة 2.5 ملي مكافيء كلوريد البوتاسيوم لكل 100 غرام تربة (Stanford & Pierre, 1947) :



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

الاتزان الكيميائي بين صور البوتاسيوم وجاهزيتة

- ان الصور الثلاثة للبوتاسيوم الذائب والمتبادل والجاهز تكون في حالة توازن في التربة

soluble $\rightleftharpoons$ exchangable $\rightleftharpoons$ non- exchangable

- لا توجد حدود فاصلة بين هذه الصور في التربة
- كمية البوتاسيوم المتبادل قليلة وتتروواح مابين 10-20 كغم / هكتار والمتبادل 300-400كغم /هكتار وغير المتبادل 10^3 إلى 10^4 كغم
- عدا صورة البوتاسيوم الذائب في محلول التربة فان الصور المتبقية ترتبط في معادن التربة وغروياتها بمواقع مختلفة تحدد بذلك حالة الاتزان الكيميائي بين الصور المختلفة وكذلك الاحتياجات السمادية المطلوبة خلال موسم النمو وتمثل مواقع البوتاسيوم في الترب بالاتي

ا- مواقع على السطح p- position

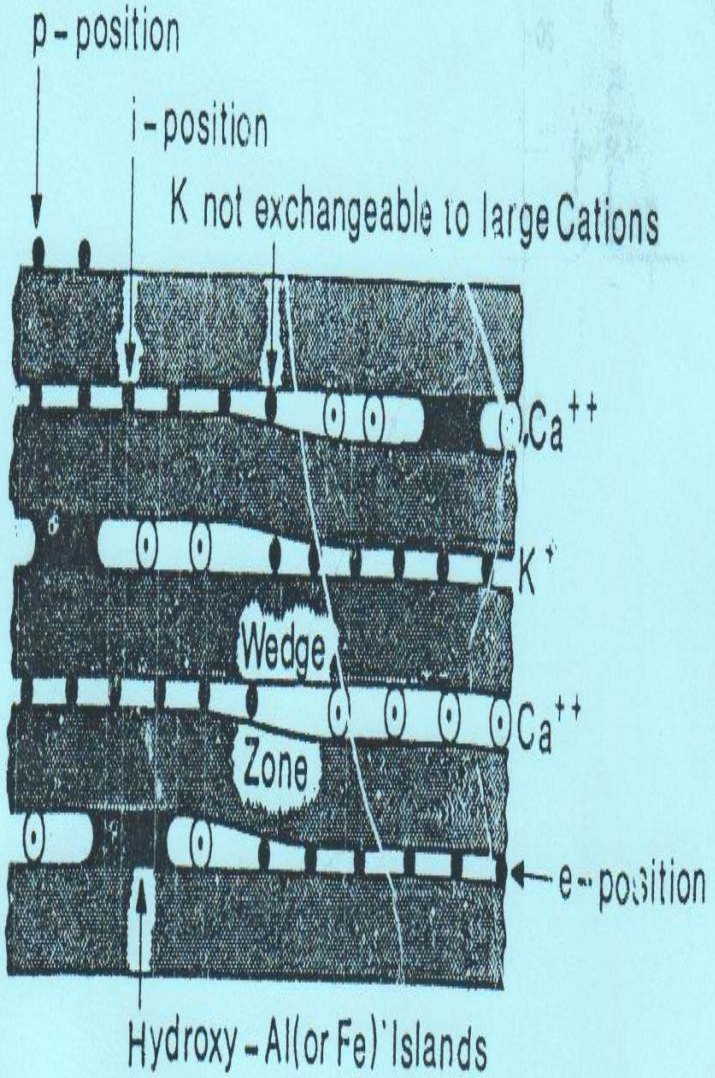
عبارة عن مواقع ربط الK على السطح وتكون في حالة توازن سريع مع محلول التربة ويمتاز بقدرة السريعة على تعويض اي نقص في محلول التربة

ب- مواقع عند الحواف e- position

ويرتبط بقوى اكبر من p-position ويمتاز بقدرة بطيئة على الانطلاق إلى محلول التربة

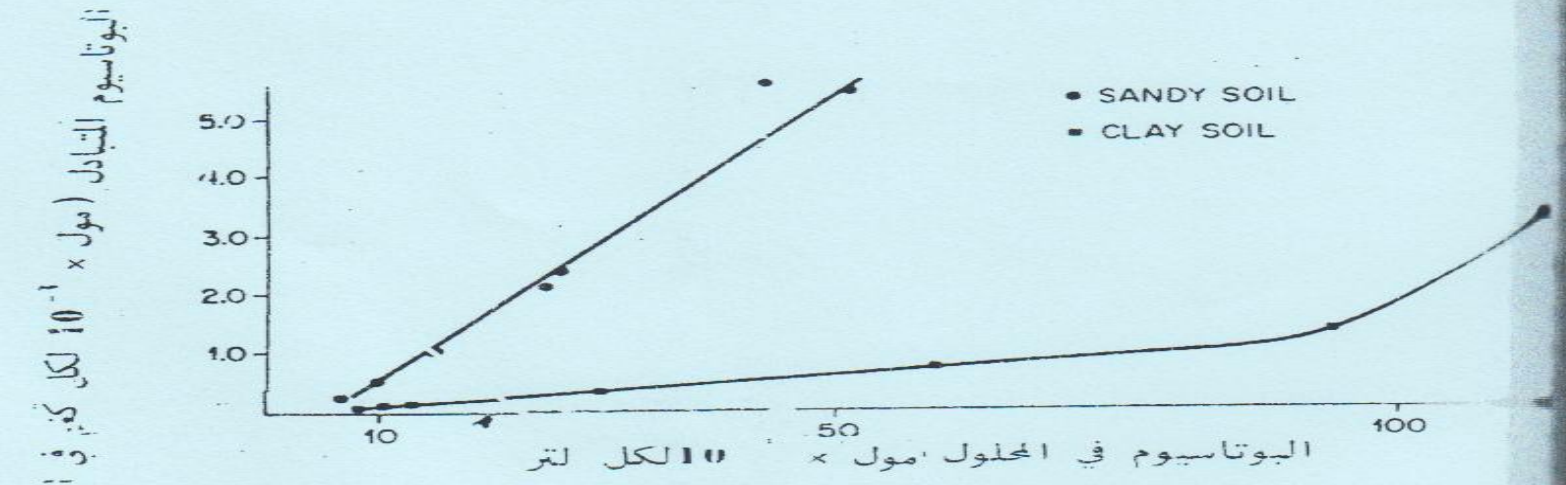
ج- مواقع بين الطبقات i- position

ويرتبط ال 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 إرتباط 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 1:1 والتي تمتاز بعدم قدرتها على تثبيت البوتاسيوم وانخفاض C.E.C.
- تركيز البوتاسيوم في محلول الترب الطينية الحاوية على معادن 2:1 تكون اقل من الترب الرملية او الترب الطينة الحاوية على معادن 1:1



الشكل (10) العلاقة بين تركيز البوتاسيوم في محلول التربة والبوتاسيوم المتبادل في ترتيبين 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 لانة يساعد على عملية الانتشار

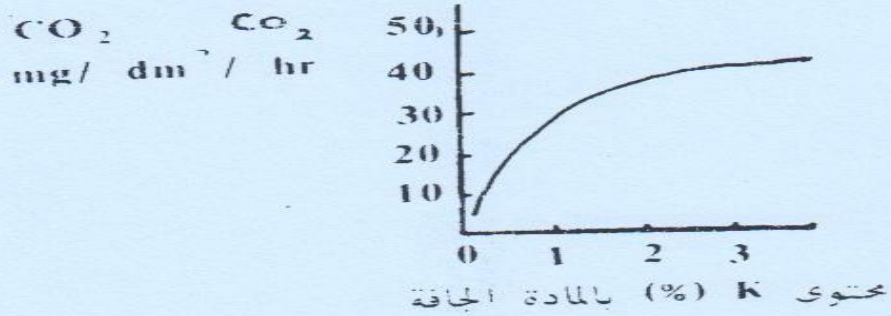
شكل 12 ص 202

تاثير المحتوى الرطوبي للتربة على استجابة النبات للبوتاسيوم

➢ البوتاسيوم ونمو النبات X

- يعد البوتاسيوم عاملا منشطا 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 الكاربون المتحرك الى اكثر من 50% عند المعاملة التي لم تسمد بالبوتاسيوم مما يؤكد دور هذا العنصر في حركة الكاربوهيدريت.



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

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

كمية البوتاسيوم المضاف (كغم/ هكتار)	%عدد الاوراق الساقطة
22	65
45	53
90	31

❖ البوتاسيوم وامتصاص الماء

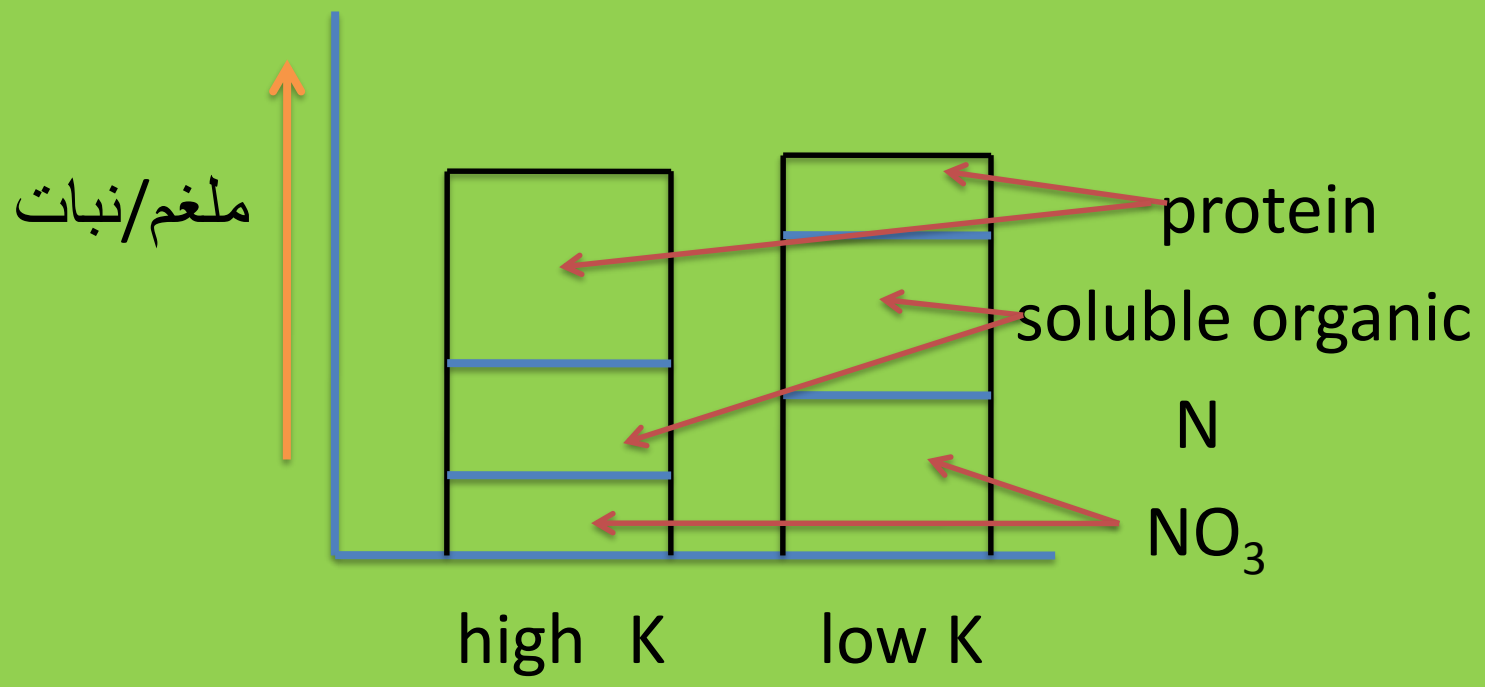
- ان امتصاص ال K يساعد على زيادة الضغط الازموزي للخلية النباتية لذلك يتحرك الماء إلى داخل الخلية مما يؤدي إلى زيادة الضغط الانتفاخي للخلية الضروري جدا لتمدد الخلية وفتح الثغور
- يزيد من كفاءة استعمال الماء من قبل النبات مما يؤدي إلى زيادة كفاءة استعمال الأسمدة عند مستويات الرطوبة الواطئة

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

تركيز الK (ملي مكافئ / لتر)	وزن البنجر السكري (غرام/ نبات)	الاستهلاك المائي الكلي (لتر)	غم ماء / غرام بنجر
0.2	392	27.8	71
1.0	602	28	46
5.0	649	27	42

❖ العلاقة بين البوتاسيوم و النتروجين X

- يساعد في عملية اختزال ال NO_3 ال NH_4 ومن ثم تحوله إلى احماض امينية وبروتينات من خلال تاثيره على الإنزيمات المسوؤلة 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)	.50	1.5	4.5
كمية النتروجين المثبت	580	853	1130
عدد العقد الجذرية لكل نبات	233	250	251
الوزن الطري للعقدة	6.5	7.2	8.4

- إضافة ال K تؤدي إلى زيادة كفاءة الاسمدة النتروجينية

شكل 17 ص208

❖ 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

تركيز البوتاسيوم (ملي مول/ لتر)	انتاجية الحبوب (غم / سندان)	
	بدون صوديوم	إضافة صوديوم
0.025	4.6	11.6
0.124	26.4	46.6
0.25	63.3	67.3
2.5	90.8	87.6
5.00	103.6	92.6

- الأسمدة البوتاسية

تغطى في مادة الدرس العملي (مطلوبة في الدرس النظري)
في الكتاب المقرر ص215- 216

- 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 وانتاجيتة .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

1- تلقيما (banding) مع او قرب البذور عند الزراعة

2- نثرا (broadcasting) على سطح التربة

3- نثرا على السطح ومن الخلط مع التربة

4- رشا على الجزء الخضري وخاصة في ظروف نمو تعيق الجذور من امتصاص البوتاسيوم (ظروف التربة الملحية)

5- مع مياه الري بطريقة ال fertigation طريقة فعالة جدا في زيادة كفاءة السماد

15/11/2011 13:14

O-K

Symptoms of K-deficient grape: the basal leaves appear form 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 الاساسية التي يحتاجها النبات ويدخل في تركيب بعض الاحماض الامينية . يختلف محتوى النبات من الكبريت وفقا لنوع النبات ومرحلة النمو

- مصادر الكبريت في التربة :

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

ا – معدني ب- عضوي

ا- الكبريت المعدني

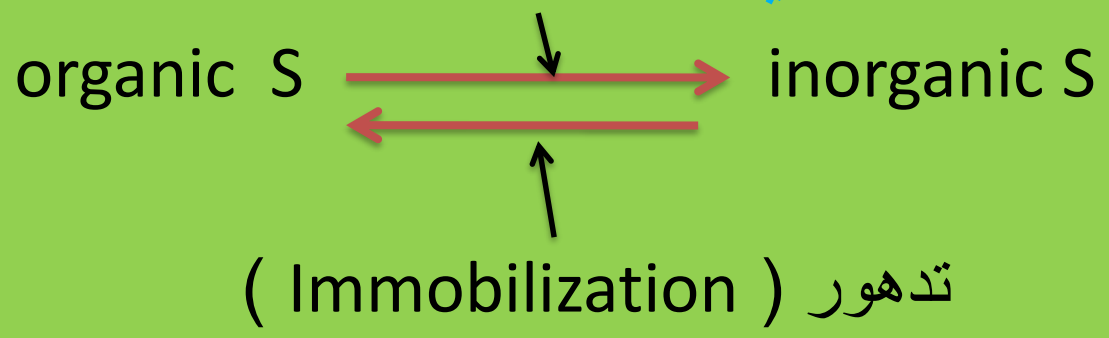
- تختلف كمية باختلاف مادة الاصل . تحتوي معادن السليكا على اقل من 0.01 % من الكبريت الكلي في حين تحتوي الصخور النارية على 0.07- 0.02 اما الصخور الرسوبية فان المحتوى يعتمد على مصدرها

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

ب- الكبريت العضوي

يشكل اكثر من 90% من الكبريت الكلي بالتربة ويكون موجود في المادة العضوية او الدبال او المخلفات الحيوانية او النباتية المضافة للتربة

➢ معدنة الكبريت العضوي S- mineralization



- يتم من خلالها تحول الكبريت من للشكل العضوي إلى الشكل اللاعضوي (SO_4) القابل للامتصاص من قبل النبات
- تتم العلمية 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 0.15%

$\% S < 0.15 \longrightarrow$ 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

➢ تفاعلات الكبريت بالتربة والعوامل المؤثرة عليها

يتعرض الكبريت العدني بالتربة إلى عدة تفاعلات تؤثرسلبا على جاهزيتة للنبات وتشمل هذه التفاعلات

1- تفاعلات الامدصاص

يتفاعل الكبريت المعدني (SO_4) الذائب في محلول التربة إلى تفاعلات خاصة مع بعض معادن الطين وخاصة من نوع 1:1 والاكاسيد الحرة للالمنيوم والحديد مما يعرقل جاهزيتة للنبات .

وهناك مجموعة من العوامل تؤثر عليها اهمها:

- درجة تفاعل التربة

pH ↓ ⟵ الامدصاص ↑

- محتوى التربة من الاكاسيد الحرة

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

- محتوى التربة من المادة العضوية

O.M $\longrightarrow$ adsorption

$$R\text{-}NH_3 + H \rightleftharpoons R\text{-}NH_4 + SO_4 \rightleftharpoons R\text{-}NH_4 (SO_4)$$

وسط حامضي

- نوع الايون السائد على سطح المعدن

معدل الامدصاص : $Al > Ca > K$

- نوع معدن الطين

يمكن ترتيب قدرة المعادن على التثبيت كالاتي

bentonite > illite > kaolinite

2- 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 كبرتيد وتكون سائدة بالترب الرديئة التهوية والطينية الثقيلة

➢ فقد الكبريت من التربة

يفقد الكبريت من التربة عن طريق

1- غاز

H_2S (ظروف لاهوائية)

SO_2 (ظروف هوائية)

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

- الكبريت ونمو النبات

- يمتص النبات الكبريت بصورة SO_4^{-2} ومن ثم يتم اختزالة ال SH قبل حولة إلى احماض امينة (menthoine, cysteine)

- يؤدي الكبريت دورا مهما في نمو النبات

شكل 7 ص234

- محتوى النبات من الكبريت الكلي يتراوح بين 0.2 – 0.5% في المادة الجافة
- توازن بين نسبة الكبريت إلى النتروجين في النبات (10:1)
- للكبريت دور في زيادة تمثيل النترات في النبات وزيادة محتوى النبات من الكاربوهيدرات والمركبات الكربوهيدراتية النتروجينية

الكبريت المضاف (ppm)	الوزن الرطب غم	الكبريتات الذائبة%	محتوى النبات				
			كبريت عضوي %	محتوى السكر	نترات %	نتروجين عضوي ذائب %	بروتين %
0.1	13	0.003	0.11	0.0	1.39	2.23	0.96
10	237	0.009	0.17	1.5	0.6	1,19	2,56
200	345	0.36	0.25	3.4	0.10	0.45	3.25

- احتياج النباتات البقولية إلى الكبريت اكثر من الحشائش والحبوب

محاصيل الحبوب	% كبريت
الشعير	0.18
الشوفان	0.18
الحنطة	0,17
الذرة الصفراء	0,17
البقوليات	
الباقلاء	0.24
البزاليا	0,27
فول الصويا	0,32

اكسدة الكبريت

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

احياء التربة

$$S + 3/2\ O_2 + H_2O \longrightarrow H_2SO_4$$

العوامل التي تؤثر على عملية أكسدة الكبريت

- احياء التربة المجهرية

تزداد عملية الاكسدة بزيادة اعداد وفعالية بكتريا Thiobacillus المسوؤلة على عملية الاكسدة

- درجة تفاعل التربة

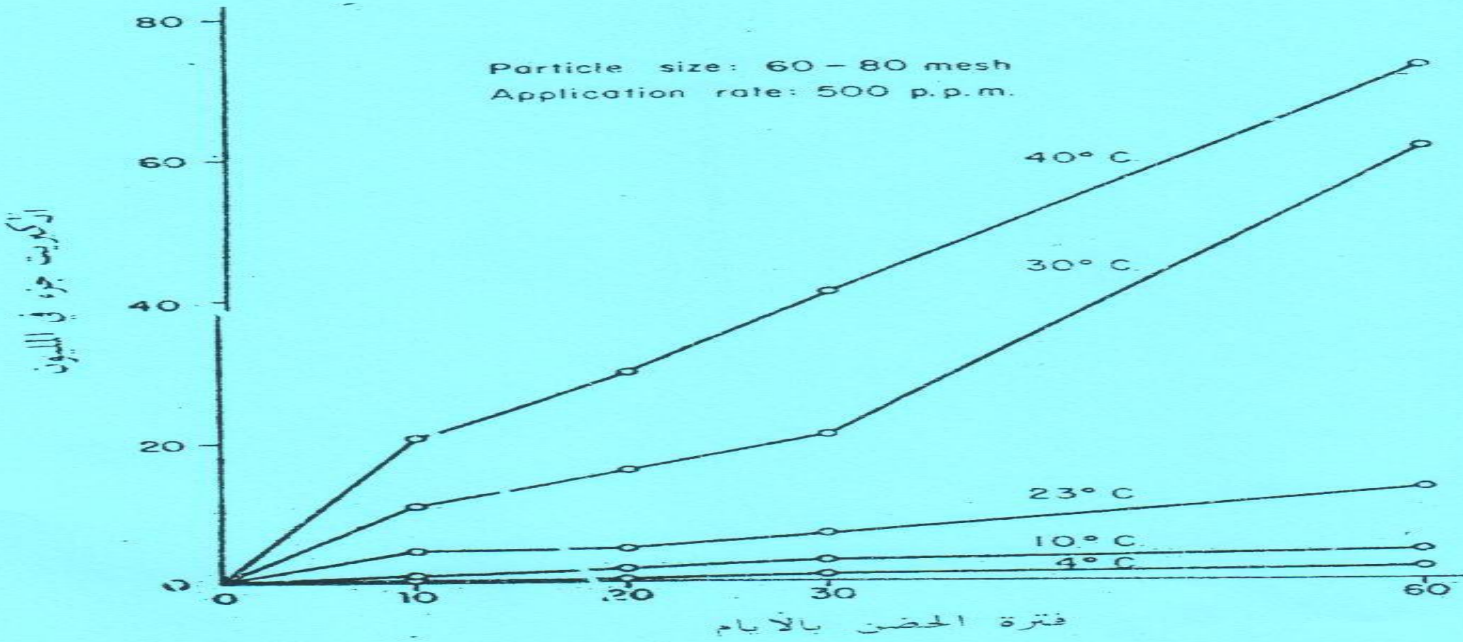
$$\downarrow pH \longrightarrow oxidation \uparrow$$

- درجة الحرارة

Temp. ⟶ S oxidation

درجة الحرارة المثلى للاكسدة مابين 27-35 ^{0} م

درجة الحرارة إلى 55-60 م تؤدي إلى خفض عملية الاكسدة



الشكل (9) تأثير درجة الحرارة على اكسدة الكبريت

- المحتوى الرطوبي

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

- حجم حبيبات الكبريت المضافة

particles sizes ⟶ oxidation

حجم حبيبة السماد (مش/انج)	كمية الكبريت المتاكسد (%)	
	فترة الحضن	
	2 اسبوع	4 اسبوع
10-5	0.85	2.27
40-20	5.27	13.67
120-80	35.99	68.39

➢ اسمدة الكبريت

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

أمثلة :

السماد	محتواة من الكبريت (%)
كبريتات الامونيوم	24
كبريتات البوتاسيوم	18
سوبر فوسفات العادي	14
كبريتات الزنك	18
يوريا – كبريت	10
كبريات الامونيوم النترات	12

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

العناصر الصغرى X
الزنك (Zn)

يعد الزنك احد العناصر الغذائية الاساسية التي يحتاجها النبات لاكمال دورة حياتة 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

تتروا ح الكمية الكلية من الزنك بالقشرة الارضية بحدود 0.2%
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 :

1- الزنك المعدني inorganic Zn ويشمل:

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

2- الزنك المتبادل والممدص

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

- معادن الطين ذات السعة التبادلية العالية
- كاربونات الكالسيوم
- الاكاسيد والهايدروكسيدات في الترب الحامضية

3- 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 باختلافPH التربة

* الزنك الجاهز للنبات= الزنك المتبادل + الزنك الذائب

العوامل التي تؤثر على جاهزية الزنك X

1- درجة تفاعل التربة

$\downarrow$ PH $\longrightarrow$ Zn $\uparrow$

2- كاربونات الكالسيوم ويكون تاثيرها من خلال :

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

3- معادن الطين والاكاسيد الحرة

تختلف بقابليتها على التثبيت باختلاف نوع المعدن فمعادن 2:1 تكون ذو قابلية اعلى على التثبيت من معادن 1:1

4- المادة العضوية

يعتمد تاثيرها على نوع الاحماض العضوية السائدة في المادة العضوية

- Fulvic acid يكون معقدات ذائبة بالماء
- Humic acid يكون معقدات غير ذائبة بالماء

5- الملوحة

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

Na > K > Mg > Ca > H

6- الرطوبة

↑ الرطوبة ← جاهزية الزنك ↑

7- الاسمدة النتروجينية : يعتمد نوع تاثيرها على تفاعل السماد بالتربة

- السماد ذو التاثير القاعدي يقلل من جاهزية الزنك
- السماد ذو التاثير الحامضي يزيد من جاهزية الزنك

8- الاسمدة الفوسفاتية

$$\uparrow P \longrightarrow Zn \downarrow$$

اسبابها

- تكوين مركبات فوسفات الزنك القليلة الذوبان بالماء
- تاثير التخفيف (dilution effect)
- الاضطراب الحيوي في النبات (عدم توازن Zn/ P في النبات)
- تكوين مركبات معقدة في الجذر ليس لها قابلية على الحركة إلى اعلى النبات

9- تاثير العناصر الصغرى الاخرى

ا-

$\uparrow Cu \longrightarrow Zn \downarrow$

وقد يعود ذلك إلى :

- تشابة مواقع امتصاص العنصرين على جذور النبات
- حركة Cu في محلول التربة اسرع من الZn

ب-

$\uparrow Fe \longrightarrow Zn \uparrow$

وقد يعود ذلك إلى :

- عنصر الحديد يؤدي إلى زيادة حركة الزنك في النبات
- ارتفاع نسبة Fe / Zn في النبات وبشكل عام فان النسبة تكون بحدود 20 في اغلب المحاصيل

➢ الزنك ونمو النبات

- 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 يتراوم مابين 10 – 100 ppm
- يعتبر عاملا مساعدا في عمليات الاكسدة والاختزال في خلايا النبات ويلعب دور مهما في تنظيم استهلاك السكر وانتاج الطاقة اللازمة للفعاليات الحيوية في النبات
- ويدخل الزنك في انزيم Carbonic anhydrase الذي يحفز تحلل حامض الكاربونك إلى ثاني اوكسيد الكاربةن والماء
- ضروري لتكوين الحامض الاميني Tryptophane والذي هو مصدر IAA . وللزنك دورا مهما في تكوين النشا

➢ اسمدة الزنك وطرق اضافتها

- يعتبر سماد $ZnSO_4$ الحاوي على 36% 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 هذة المركبات مع مكونات التربة مثل الكاربونات 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 كفائتها باختلاف مصادرها

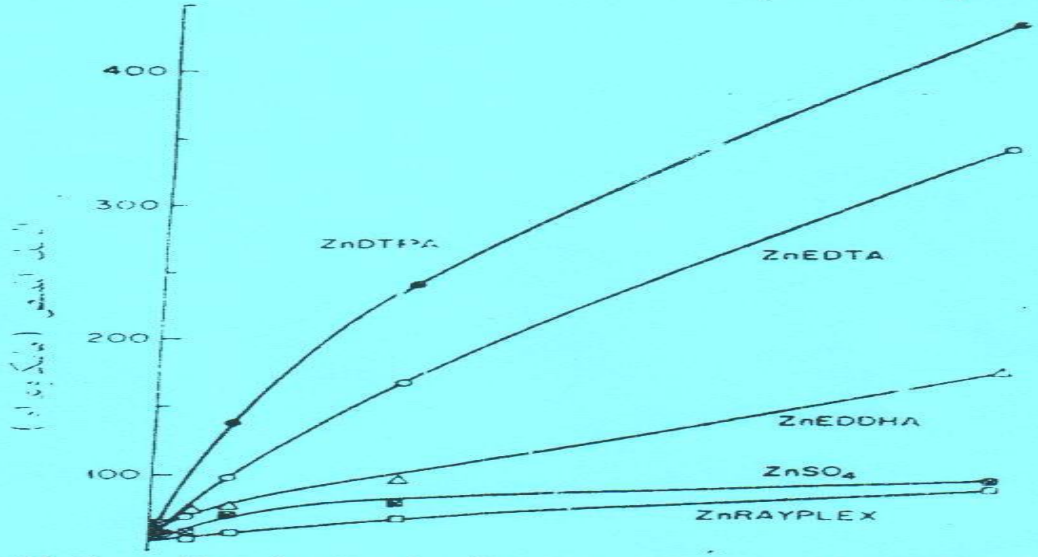
ZnDTPD > ZnEDTA > ZnEDDHA > $ZnSO_4$

- سماد $ZnSO_4$ غير ملائمة لنبات الرز بسبب انطلاق غاز H_2S بفعل تحول الكبريتات تحت الظروف اللاهوائية
- يضاف الزنك للترب بمعدل 50- 100 كغم في الهكتار

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

أجريت عدة دراسات مقارنة لبيان كفاءة الاسمدة العضوية وغير العضوية (Brown & Kranz, 1966; Vinande et al. 1968) وقد لوحظ أنّ مركبات الزنك المخلبية تعدّ مصدراً جيداً غالباً لتجهيز الزنك في مختلف الترب بالمقارنة مع المصادر غير العضوية . وفي دراسة (Andersson, 1964) على انواع عديدة من المركبات المخلبية لمعالجة نقص الزنك في الذرة الصفراء النامي في الترب الكلسية وقد بينت النتائج في الشكل (3) التأثير الفعال للمركبات المخلبية بالمقارنة مع المصادر المعدنية . ونتائج المقارنة بين صور مركبات الزنك المخلبية تكون بالترتيب التالي

ZnDTPD ≫ ZnEDTA ≫ ZnEDDHA ≫ $ZnSO_4$ ≫ Zn Rayplex.



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

➢ 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 يحتاجة من العناصر الاخرى اذ عادة لا يزيد محتوى النبات من النحاس عن 10 ppm .

محتوى التربة من النحاس يقدر بحوالي 70 ppm ويختلف المحتوى من تربة إلى اخرى اعتمادا على نوع مادة الاصل

- صور النحاس في التربة

1- النحاس في الحيز المستقر

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

2- النحاس المتبادل

ممسوك على معقدات التبادل الايوني على سطوح الطين ويكون جاهز للنباتات

3- النحاس المرتبط مع المادة العضوية

جاهزيتة تعتمد على نوع ارتباطه بالمادة العضوية

- ارتباطة مع حامض الفلوفيك يكون معقدات ذائبة (جاهزة)

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

4- النحاس الذائب بمحلول التربة

كميتة قليلة وصورة تعتمد على درجة تفاعل التربة

النحاس الجاهز = الذائب + المتبادل

- العوامل المؤثرة على جاهزية النحاس

مشابهة للعوامل المؤثرة على جاهزية الزنك منPH و كاربونات الكالسيوم والمادة العضوية والتداخل الايوني

➢ النحاس ونمو النبات

- 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 10 ppm

جدول تاثير إضافة النحاس على انتاجية الشوفان

كمية النحاس (ملغم/ كغم تربة)	وزن القش(غم /سندان)	وزن الحبوب (غم/ سندان)
بدون إضافة	72.6	29.6
1.2	57.0	56.7
8.3	58.4	57.7

➢ اسمدة النحاس وطرق اضافتها

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

جدول يبن اهم اسمدة النحاس

السماد	محتوى النحاس (%)
$CuSO_4 .5H_2O$	25
$CuSO_4 .H_2O$	35
Cu_2O	89
CuO	75
Na_2 CuEDTA	13
NaCu- HEDTA	9

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

الأسمدة وتسميد المحاصيل الزراعية

تضاف الاسمدة إلى التربة لتعويض نقص العناصر الغذائية نتيجة استهلاكها من قبل النبات او فقدها من التربة والذي يؤثر سلبا على نمو وانتاجية النباتات . تقسم الاسمدة بصورة عامة إلى :

1- اسمدة معدنية mineral fertilizers

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

مصادر الأسمدة المعدنية

طبيعي
(صخر الفوسفات)

كيميائي

مفردة
عنصر غذائي واحد
N , P , or K

مركبة
اكثر من عنصر
NP, NPK , PK

يوصف السماد المركب N- P- K 15-15- 15 وتعني ان السماد يحتوي على 15% N و 15% P و 15% K او
1:1:1 وتعني ان نسبة المئوية للعناصر في السماد متساوية
1:2:1 وتعني ان نسبة الفسفور في السماد ضعف نسبة N , K

2- اسمدة عضوية

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

ا- 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 مقايس خاصة لتحديد نسب محتوى السماد من N , P , K
- تعتبر من اهم الاسمدة العضوية التي تحسن من خواص التربة الفيزيائية
- تحتوي على 30- 85% من وزنها ماء

جدول متوسط محتوى الاسمدة الحيوانية من بعض العناصر

السماد	الرطوبة	N	P	K
الابقار	79	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 وهذة مركبات غير متطايرة في درجات الحرارة العادية ولكن بعد تحلل هذة 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 موقعيا 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 (%)

السماد	المادة العضوية	N	P_2O_5	K_2O
الخيول	5	53	53	76
الابقار	7	50	50	97
الاغنام	7	42	58	97

- طرق حفظ الاسمدة الحيوانية

* يحفظ السماد في مكان غير حار ومحمي من اشعة الشمس
* إضافة بعض الحوامض المركزة للسماد مثل الكبريتييك والفسفوريك
* تحفظ مكبوسة تماما لتوفير ظروف لا هوائية

(تفاصيل ص 371-372 في الكتاب المقرر)

➢ الاسمدة الخضراء

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 بالنتروجين 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 توفيرالتهوية 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.

➢ تحلل الاسمدة العضوية في التربة

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

- تبدأ عملية التحلل على المركبات العضوية :

أ-غير النتروجينة والتي تنقسم

مركبات سريعة التحلل
السكريات والنشأ والسليلوز
(تكثرفي النباتات الفتية)

مركبات بطيئة التحلل
الكنين و الدهون والاصماغ
(تكثرفي البناتات المسنة)

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

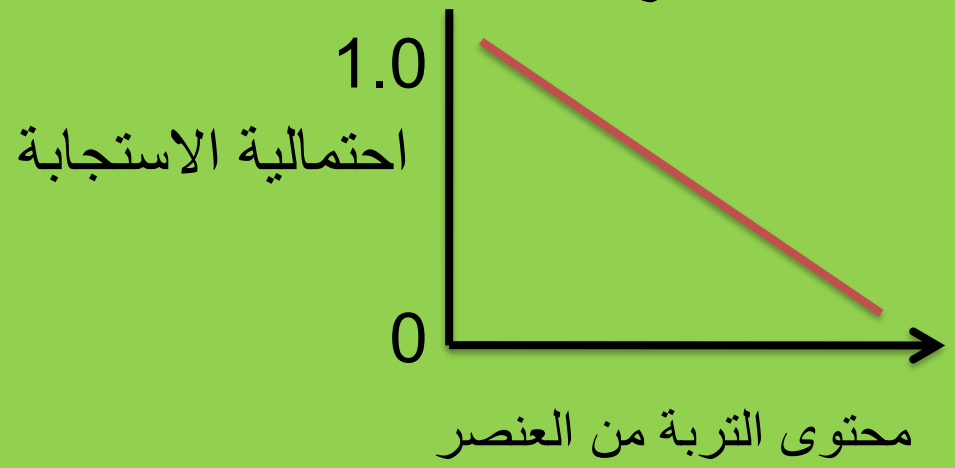
جدول تحلل السماد الحيواني تحت ظروف لاهوائية

مركبات الكاربون	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		
جلايا احياء مجهرية	amines		

➢ العوامل الواجب مراعاتها عند التسميد

1- تاثير التربة

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



- الاخذ بنظر الاعتبار تاثير 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 وتاثيرها على كفاءة السماد المضاف

2- الظروف البيئية

- لايمكن 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

3- تاثير المحصول

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

الصنف	الانتاج (كغم\ هكتار)	كمية العناصر المضافة (كغم \ هكتار)		
		N	P	K
محلي	2.8	82	10	100
TNI	8.0	152	37	270

4- العمليات الزراعية

- الدورة الزراعية

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

- الكثافة النباتية

كمية السماد المضاف تختلف اختلاف الكثافة النباتية في وحدة المساحة

- عمليات خدمة المحصول من ري والمكافحة وغيرها

5- وقت إضافة السماد

- عادة ما تضاف الاسمدة عند تحضير الارض للزراعة ولكن اثبتت الدراسات بان افضل وقت الإضافة السماد هو فترة اقصى امتصاص للعناصر الغذائية

- ظرورة معرفة فسلجة النبات المراد تسميدة لضمان اقص استفادة من السماد المضاف

جدول : تاثير فترة حرث السماد مع التربة الإضافة

فترة حرث السماد العضوي بالتربة	الانتاج	
	الشوفان	البطاطا
مباشرة بعد الاضافة	100	100
بعد 6 ساعات من نثرة سطحيا	86	79
بعد 24 ساعة من نثرة سطحيا	70	73
بعد 4 يوم من نثرة سطحيا	44	57

طرق إضافة السماد للتربة

1- 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

2- 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

3- 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 التثبيت او التطاير
- عند الزراعة بمروز او عندما تكون المسافة بين النباتات واسعة
- في الاراضي المنخفضة الخصوبة

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

* طريقة كفؤءة جدا عند إضافة العناصر الصغرى للترب الكلسية

5- 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 كفؤءة جدا لاضافة السماد