

تقانات اسمدة

(الجزء النظري)

أ.د. بسام رمضان سرهيد

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

جامعة الانبار - كلية الزراعة

قسم علوم التربية والموارد المائية

المرحلة الرابعة

المحاضرة الاولى:**الاسمدة انواعها وتصنيفها****بعض التعريف والتسميات ذات العلاقة بالاسمدة****الاسمدة: (Fertilizers)**

الاسمدة: هي مواد طبيعية (عضوية أو غير عضوية) او مصنعة تضاف الى التربة او مباشرة الى النبات من اجل ان تمد النبات بعنصر واحد او أكثر من العناصر المغذية الضرورية لنمو النبات. وفلسفة الإضافة تختلف، فالإضافة إما لزيادة خصوبة التربة او تعويض نقص العناصر المغذية الجاهزة لامتصاص جذور النبات او للمحافظة على المستوى الموجود أصلاً او لكي يكون هناك توازن جيد بين العناصر الغذائية المختلفة لاسيما الكبرى منها.

ساهم التقدم الكبير في صناعة الاسمدة مساهمة كبيرة في زيادة الانتاج والحاصل وعد تحليل عوامل هذه الزيادة نجد ان 60% من هذه الزيادة تعود بدرجة رئيسية الى استخدام الاسمدة بانواعها المختلفة .

فقد لوحظ في السنوات الاخيرة زيادة استهلاك الاسمدة المعدنية زيادة كبيرة واغلب هذا الاستهلاك (16%) يتم في البلدان المتقدمة فتستهلك امريكا ما يقرب من (70%) من مجموع الاسمدة المستهلكة في العالم . مع ذلك فان كثير من الدول النامية أصبحت الان تستخدم كميات كبيرة من الاسمدة ومن المتوقع ان يتزايد استخدامها للسماد في السنوات القادمة.

اهم العوامل التي تؤثر في استخدام السماد:

1. عامل النبات.
2. عامل التربة.
3. عامل المناخ.
4. العامل الاقتصادي.
5. عامل الادارة.

الادارة الزراعية الناجحة هي التي تتحكم في هذه العوامل وتطويعها على قدر الامكان لزيادة الحاصل كما ونوعا .

:Manure الدمن

فهو مصطلح كان يطلق على السماد بشكل عام الا انه في الوقت الحاضر تقتصر التسمية على الأسمدة العضوية.

بشكل عام كان السماد العضوي (الحيواني والنباتي) هو السماد المستعمل، الا انه وبمرور الوقت تم التحول الى استعمال الاسمدة المعدنية (غير عضوية) الطبيعية والمصنعة مع الاستمرار في اضافة الاسمدة العضوية لأهميتها في تحسين خصائص التربة الفيزيائية والكيميائية والحيوية ، فضلاً عن احتواها على عدد من العناصر المغذية ولكن بنسب اقل

بكثير من الاسمدة المعدنية اذ ان الاسمدة المعدنية تحوي على نسب اعلى من العناصر المغذية مقارنة بالاسمدة العضوية.

في السنوات الاخيرة هناك جدل حول الزارعة العضوية والمنتجات المنتجة بدون استعمال او اضافة المواد الكيميائية ومنها الاسمدة. على الرغم من اهمية هذا الموضوع لعلاقته بموضوع تلوث التربة والبيئة الا انه يبالغ فيه احياناً لعدم الفهم الكامل لطبيعة الاسمدة المصنعة وسلوكها في التربة وامتصاصها بوساطة جذور النبات. والجدول 1 يبين بعض الفروق بين الاسمدة العضوية وغير عضوية.

جدول 1 بعض الفروق بين الاسمدة غير العضوية (المعدنية) والاسمدة العضوية

الاسمدة غير العضوية(المعدنية):	الاسمدة العضوية
عبارة عن مواد معدنية نقية	مزيج من بقايا نباتية وحيوانية بدرجات مختلفة من التحلل
نسبة ذات محتوى عالٍ من العناصر المغذية	ذات محتوى واطئ من العناصر المغذية مع أنها تجهز عدد من هذه العناصر.
العناصر المغذية تكون جاهزة بشكل مباشر وتحلل وتحرر العناصر المغذية بشكل سريع، عدا بالنسبة للاسمدة بطينة التحرر.	مواد عضوية يجب ان تتمعدن (تمر بعملية المعدنة) اولاً قبل ان تصبح العناصر المغذية جاهزة. ولذا فهي تحتاج الى وقت للتحلل .
تجهز العناصر المغذية المحددة (عنصر او أكثر) حسب نوع السماد صرف او مركب او حسب تحليل السماد	تجهز عدد من العناصر المغذية الكبرى والصغرى. الهدف الاساس من اضافتها هو لتحسين خصائص التربة الفيزيائية والتي ينعكس لاحقاً بالايجاب على نشاط احياء التربة المجهرية وجاهزية المغذيات ومن ثم نمو النبات
هناك احتمالية ان يكون لها تأثير ملحي عند الإضافة بمستويات عالية لاسيما للأسمدة ذات الدليل الملحي العالي مثل كلوريد البوتاسيوم عند الإضافة بتماس مع البذور او قرب البادرات (تأثير موقعي ووقتي). التأثير يكون اكثر وضوحاً في الترب غير الملحة. هذا فضلاً عن انه يحظر الإضافة رشا لملح مثل كلوريد البوتاسيوم في ترب المناطق الجافة وشبه الجافة لتجنب حرق النباتات.	التأثير الملحي اقل أهمية بشرط أنها نظيفة وخالية من الأملاح.
اكثر عرضة للفقد بالغسل او عمليات الفقد المختلفة.	اقل عرضة للفقد بالغسل او عمليات الفقد المختلفة.
عموماً لا تؤثر في خصائص التربة المختلفة لاسيما عند اضافتها بكميات عالية. ولذا تعد هذه الاسمدة من المصلحات للتربة.	عدا اضافتها للعناصر الغذائية المحددة وبعض التأثيرات في درجة تفاعل التربة والملوحة ولقسم منها فقط.

تصنيف الاسمدة: Classification of Fertilizers

قبل الدخول في هذا الموضوع لابد من التطرق الى بعض التعريف والتسميات ذات العلاقة بالأسمدة:

1- "Pure Fertilizers": اسمدة صرفة او نقية

وهذه الاسمدة تشمل الاسمدة الحاوية على عنصر غذائي واحد من العناصر المغذية الرئيسية الكبرى (النتروجين او الفسفور او البوتاسيوم) ومنها اسمدة النتروجين مثل البايريا وكبريتات الامونيوم والامونيا واسمدة الفسفور مثل السوبرفسفات وحامض الفسفوريك واسمدة البوتاسيوم مثل كلوريد البوتاسيوم وكبريتات البوتاسيوم.

2- "Compound Fertilizers": اسمدة مركبة

وهي الاسمدة التي تحتوي على عنصرين او ثلاثة من العناصر الغذائية الرئيسية الكبرى (النتروجين و الفسفور و البوتاسيوم). ومن الامثلة على هذه الاسمدة اسمدة فوسفات الامونيوم ونترات البوتاسيوم وفوسفات البوتاسيوم والسماد المركب NPK.

"Mixed Fertilizer": السماد الخليط او المزيج

وهذه الاسمدة تحوي اكثر من عنصر غذائي ناتجة عن خلط عدد من الاسمدة الصرفة او المركبة وبنسب محددة وثابتة.

وهناك تسميات لاتزال موجودة مثل السماد البسيط والذي يشمل السماد الحاوي على عنصر واحد او اكثر في حبيبة سصادية واحدة والسماد المركب ويشمل مزج او خلط سصادين او اكثر خلطًا كيميائياً او خلط فيزيائي.

4- "Synthetic Fertilizer": السماد التركيبى

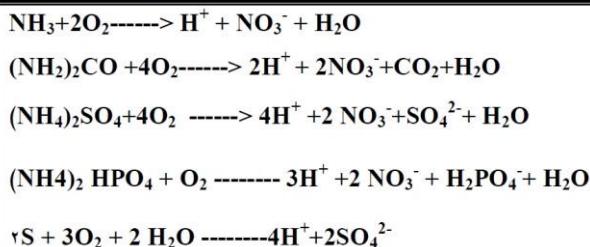
وهو سماد ذو نوعية ممتازة ومواصفات عالية مثل اسمدة المخلبات "Chelates" التي تستعمل مع العناصر المغذية الصغرى مثل Zn-DTPA، Fe-EDDHA، Fe-EDTA.

5- "Liquid Fertilizer": السماد السائل

وهو نوع من الاسمدة المذابة بالماء ويشترط بالأسمدة المستخدمة لهذا الغرض ان تكون ذاتية بشكل تام بالماء وخالية من الشوائب. السماد السائل يستعمل اما رشًا بشكل مباشر على الاوراق او يضاف مع مياه الري (الري المسمد او الرسمدة Fertigation).

6- الاسمدة ذات التأثير الحامضي او القاعدي": Acidity or Alkalinity Producing Fertilizers

الاسمدة تكون اما ذات تأثير قاعدي او حامضي او متعادل في التربة. فسماد كبريتات الامونيوم مثلًا يكون تأثيرها حامضي والبايريا تأثيرها النهائي حامضي على الرغم من رفعها لدرجة تفاعل التربة في البداية واسمدة النترات عموماً تكون ذات تأثير متعادل الى قاعدي. والمعادلات الآتية تبين الحموضة الناتجة من اضافة بعض الاسمدة النتروجينية والكبريتية



ومع ان التغير في درجة تفاعل التربة غير كبير احياناً بسبب القابلية التنظيمية العالية للتربة او ما تسمى بالسعة البفرية الا ان هذا التغير مهم حتى لو كان وقتاً وفي منطقة المحيط الجذري (الرايزوسفير).

7 - "Bio Fertilizer"

السماد الذي يرتبط باللقالحات الحيوية والمستخلصات النباتية او بتعبير اخر السماد الذي يعتمد الاحياء المجهرية مثل بكتيريا الرايزوببيا والخيوط الفطرية (المایکورایزا).

8 - الدليل الملحي : Salt Index

الزيادة في الجهد الازموزي الناتج عن اضافة السماد الى التربة نسبة الى الجهد الازموزي الناتج من اضافة وزن مكافئ من نترات الصوديوم على اساس ان الدليل الملحي لنترات الصوديوم يساوي 100.

جدول 2 الدليل الملحي لبعض الاسمدة

الدليل الملحي	# التحليل (%)	السماد
74.4	N % 46	اليوريا
68,3	N % 21	كبريتات الامونيوم
100,0	N % 16,5	نترات الصوديوم
100,	P % 20 % 46 P ₂ O ₅	السوبرفوسفات الثلاثي
116,1	K % 50 K ₂ O % 60	كلوريد البوتاسيوم
42,7	K % 41,3 K ₂ O % 50	كبريتات البوتاسيوم

وهنا يجب التأكيد على ضرورة ابعاد الاسمدة ذات الدليل الملحي العالي عن البذور والبادرات اي الاضافة بكميات قليلة في هذه المرحلة من النمو والاضافة بسافة اي الاضافة بالتلقيم. هذا على الرغم من ان اهمية الدليل الملحي للأسمدة في التربة المتأثرة بالأملالج ليست عالية لأن ملوحة محلول التربة وملوحة ماء الري عالية واعلى من ملوحة السماد في اغلب الاحوال.

التعبير عن محتوى الاسمدة من العناصر المغذية:

التعبير عن محتوى الاسمدة النتروجينية من النتروجين كان ولايزال N اما الاسمدة الفوسفاتية فيعبر عن المحتوى اما P او P_2O_5 وعن محتوى البوتاسيوم في الاسمدة البوتاسية اما K او K_2O والاصح هو التعبير بشكل N و P و K وفي كل الاحوال التحويلات من صيغة الى اخرى كما موضح ادناه وهذه القيم ناتجة من الاوزان الذرية والجزئية.

$$N = N$$

$$\% P \times 2.29 = \% P_2O_5$$

$$\% P_2O_5 \times 0.436 = \% P$$

$$\% K \times 1.2 = \% K_2O$$

$$\% K_2O \times 0.83 = \% K$$

9. المصلح والسماد : Amendment & Fertilizer

المصلح مادة تؤدي الى تغيير او تحسين بعض خواص التربة الكيميائية و / او الفيزيائية وفي الوقت نفسه ممكن ان تضيف بعض العناصر المغذية للنبات وتكون مصدراً ساماً اما السماد فهدفه الرئيس اضافة العناصر المغذية للنبات وهناك الكبريت الزراعي والمخلفات العضوية التي يمكن ان تكون اسمدة ومصلحات في ذات الوقت..

المحاضرة الثانية :**تصنيف الاسمدة:**

هناك منظمة عالمية تعنى بتصنيف وتصنيفات الاسمدة وهذه المنظمة تسمى المنظمة العالمية للتنقييس "International organization of standards" وتعنى بالمواصفات الكيميائية للأسمدة والمبيدات. وهناك كتاب يصدر عن هذه المنظمة يدعى الكيميائيات الحقلية FieldsChemicals وطبقاً للتصنيف الحالي للأسمدة تصنف الاسمدة إلى:

- .1. الاسمدة العضوية .
- .2. الاسمدة الكيميائية .
- .3. الاسمدة شبه العضوية (المخلبية) .
- .4. الاسمدة الباليولوجية .
- .5. مصلحات او محسنات التربة .
- .6. الاسمدة النانوية .
- .7. الاسمدة الكحولية .

-1. الأسمدة العضوية -Organic Fertilizers

وتشمل جميع المصادر الطبيعية الحاوية على C، H، O، N و هناك تقسيمات مختلفة ومنها: -

*** تقسيم الأسمدة العضوية على أساس محتواها من العناصر الغذائية:**

أسمدة النتروجين العضوية: مثل الدم المجفف.

أسمدة الفسفور العضوية: مثل العظام.

أسمدة النتروجين والفسفور: مثل الدم والعظام.

أسمدة النتروجين والفسفور والبوتاسيوم العضوية: مثل سماد الدواجن.

*** او التقسيم على أساس الحجم والتأثير في خواص التربة ومن هذه التقسيمات:**

Non – Bulky Organic Fertilize : الأسمدة العضوية غير الحجمية

وهي الأسمدة ذات تأثير قليل في خواص التربة الفيزيائية ومنها الدم المجفف.

Bulky Organic Fertilizers: الأسمدة العضوية الحجمية

وهي الأسمدة ذات التأثير الكبير في خواص التربة الفيزيائية ومنها أسمدة الأغنام والدواجن والكومبوسات (الاسمدة المتخرمة او دمان الحقول والحدائق).

* وهناك تقسيم يقسم الأسمدة العضوية إلى: اسمدة نباتية واسمدة حيوانية واسمدة مخلفات المدن والصناع.

محتوى الأسمدة العضوية من العناصر الغذائية:

يبين الجدول (3) محتوى بعض الأسمدة أو المخلفات العضوية من العناصر الغذائية هنا يجب التأكيد على أن المحتوى يختلف حسب طريقة تحضير السماد ونوع التربة ونوع الحيوان .
.. الخ .

جدول (3) محتوى بعض الأسمدة أو المخلفات العضوية من العناصر الغذائية

السماد العضوي Organic fertilizer	النحوذ على أساس الوزن الجاف Analysis (dry matter) %			
		N	P	K
Blood and bone	الدم و العظام	6.1	6.9	-
Dried blood	الدم المجفف	12.0 - 14.0	-	-
Bone dust	مسحوق العظام	3.0 – 4.0	7.0 – 8.0	-
Hoof and horn	القرون و الحوافر (الأظافر)	9.0	5.0	-
Wood ashes	رماد الخشب	-	1.0	5.0
Cow manure	دمن الأبقار	0.6	0.3	0.5
Sheep manure	دمن الأغنام	0.9	0.3	0.9
Horse manure	سماد الإسطبل (دمنة الخيول)	0.7	0.2	0.6
Poultry manure	سماد دواجن الفرشة السميكة	1.0 – 4.0	0.8 – 1.6	0.5 – 1.5
Feathers	الريش	8.8	-	-
Sewage sludge	مخلفات المجاري أو الحماة (يهتم بموضوع محتواه من الملوثات)	5.0	2.2	0.5
Sea weed	دخل البحر	0.6	-	1.0
Saw dust	نشارة الخشب	0.1	-	0.2
Peat	البيتموس (الدمان)	1.2 – 1.5	0.1	0.2
Garden compost	دمان الحديقة (الكمبوبست)	2.7	2.9	0.9
Municipal compost	دمان مخلفات المدن	1.0 – 2.0	0.1 – 0.2	0.3 – 1.0

ويجب الملاحظة كون التعبير عن المحتوى بشكل N ، P ، K وهنا يمكن التحويل إلى P_2O_5 و K_2O كما ذكر آنفاً.

:Dried Blood

غالباً يتم جمعه من مجازر الحيوانات لاسيما مجازر الابقار. ويكون هذا السماد غني بالنتروجين(جدول 3) الى درجة ممكן ان يحدث حرق للنباتات اذا لم يضف بشكل جيد. ان هذا السماد من الاسمة بطيئة التحرر ويجب ان يخلط بالترابة بشكل جيد وكمية الاضافة تكون بحدود - 600 كغم ه¹ ويعد من الاسمة غالبة الثمن.

:Hoof & Horn meal

يصنع من قرون وحوافر الابقار وهو سماد بطيء التحلل ويبقى لمدة اطول مقارنة بالدم المجفف يحوي بشكل رئيس كمية من النتروجين وقليل من الفسفور (جدول). وهناك سماد مصنوع من القرون والحوافر ومدعم بالسماد المعدني ويعرف تجارياً باسم كيراتين keratin.

:Fish meal

وهو اما يباع كسماد عضوي لوحده او تضاف له عناصر معدنية وهو مصدر جيد للنتروجينو الفسفور.

:Wood & Ashes

تجهز البوتاسيوم بشكل رئيس (جدول 3) وهو من الاسمة ذات التأثير القاعدي لذا لا تفضل اضافته للترب الكلسية وللنباتات المحبة للحموضة.

الاسمة العضوية الحجمية:

هذه الاسمة اكثراً فائدة في تحسين الخصائص الفيزيائية للتربة.

:Animal manure

بعد من المصادر الجيدة للعناصر المغذية والدبال ويعد من محسنات التربة الثمينة، تختلف محتويات هذا السماد باختلاف الحيوان (جدول 3) وباختلاف عمر الحيوان وفعالية الحيوان ونوع الغذاء (العليقة) المقدمة له وعلى طريقة خزن السماد. النتروجين والبوتاسيوم تتواجد في الجز السائل (البول او اليوريا) بينما الفسفور يتواجد في الجز الصلب (الروث او feces). وبشكل عام يعد الدمن الحيواني مصدراً جيداً للدبال ومصلحاً جيداً لمختلف الترب(عبد الرسول، 2007)

:Swage Sludge

تحوي مخلفات بشرية ومخلفات مصانع. محتوى هذه المخلفات يختلف من مدينة لأخرى ومن يوماً إلى يوم (جدول 4). هذه المخلفات يجب ان تعمل في محطات التنقية الخاصة بفضلات المجاري اذ يتم ازالة الكثير من العناصر الثقيلة وتعقم من الامراض. وفي العراق هناك محطة

تنقية فيالز عفرانية لهذا الغرض. والقسم الصلب يستعمل سماذا اما الجز السائل فيعاد جز منه الى النهر.

ومع هذا تحتوي مخلفات المجاري على نسب من العناصر الثقيلة والسامة ومنها الكادميوم الذيله تأثيرات سلبية في صحة الانسان والحيوان اذا وجد بالتربيه ودخل السلسلة الغذائية بعدامتصاصه بوساطة جذور النباتات. وبشكل عام المخاطر الناجمة عن العناصر الثقيلة تكون اكبر في الترب الحامضية مقارنة بالتربيه الكلسية او القاعدية وذلك للقابلية العالية للترب القاعدية فيحجز هذه الايونات وجعلها غير جاهزة للامتصاص بوساطة جذور النباتات. وقد اكدت دراسات عده في هذا المجال ان النباتات المزروعة في الترب القاعدية لم تمتلك الكادميوم على الرغم من وجوده في التربة واحياناً اذا تم الامتصاص يبقى الايون في الجذور. ومع هذا هناك مستويات متعددة لمستوى الكادميوم المسموح به في المخلفات التي تضاف للتربة وهناك ايضاً مستوى تراكمي مسموح به ويجب عدم تجاوزه. (حمزة، 2005 ،Havlen etal، 2005 وبريس 2006).

المهم هو الحذر عند الاضافة لمخلفات المجاري غير المعاملة وحتى المعاملة عند الاضافة لمتحاصيل الخضر البستوية التي تؤكل طازجة.

:Garden Compost

وهو عبارة عن مخلفات نباتية تم تحللها بوساطة الاحياء المجهرية للتربة وتحولت الى سماد عضوي متحلل. وهناك تقانات مختلفة للتخمير او التحلل ومن ابسطها عمل حفرة في الحديقة ووضع كافة الاوراق وقف الاشجار بشكل طبقات واضافة الرطوبة وكميات قليلة من العناصر المغذية ((النتروجين والفسفور والجبس لتسريع عملية التحلل لأن هذه العناصر المغذية(النتروجين والفسفور والكالسيوم) اساسية لسرعة تكاثر الاحياء المحملة لتلك المخلفات)) وتقليل الكومة بين مدة واخرى . يكون سمك كل طبقة بحدود 15 سم والافضل انتخل طبقات الاوراق طبقة من قلف الاخشاب لتسهيل التهوية كما تضاف طبقة من تربة جيدة خالية من الاملاح على السطح مصدر ا للأحياء المجهرية وتضاف لكل طبقة من الطبقات حوالي 100 غم من السوبرفوسفات لكل متر مربع و 200 غم من كبريتات الامونيوم او مخلفات الدواجن بحدود 2 كغم .. وبشكل عام ممكن الحصول على الكومبوست بعد مدة 2 - 3 شهراً اعتماداً على الموسم من السنة. وهنا يجب التأكد من انتهاء التحلل من خلال توقف انباع الحرارة ودكانة اللون والرائحة المقبولة التي تشبه رائحة التربة المبنية الى حد ما (كو، (1993).

:Peat Moss

وهو نوع من الاسمدة العضوية المصنعة والتي يعد مثالياً في ترب السندين او الاصص ولتنمية الشتلات وتسمى احياناً jv7jz وهناك مواصفات يجب توافرها بالبيتموس والمواصفات العراقية هي: المادة العضوية 50 % والنتروجين 5.6 % والفسفور 5.0 % والبوتاسيوم 5.0 % والملوحة 4 دسيسيمنز م⁻¹ ودرجة التفاعل pH بحدود 5.5 - 9.6 والرمل 25 % والما 25 %.

(أحمد ، 1996).

جدول 4 بعض الصفات الكيميائية لمخلفات مجازي بغداد - الرسمية

العنصر	التركيز الكلي (مايكروغرام. غم⁻¹)	المستخلص بال DTPA (مايكروغرام. غم⁻¹)
الكروم	١٠,٩٥	٠,٢١
الكالسيوم	١٤٤,٢٥	٠,٤٦
النيكل	٩٤٥,٨٥	٩٠,٤٤
الرصاص	-	٠,٣٣٦
الكوبالت	١٢٣٢,٦٥	٣١٢,٩٦
الزنك	٤٢٣,٧٥	٩,٥٠٢
النحاس	٤٥٥,٦٥	٤٢,٨١
المanganese	٢٠٢٥٠٠,٠٠	٢١١,٥٨
الحديد		

القيمة	الوحدات	الصفة
٣٠,٧٠	ملي مكافى / ١ غم مخلفات	CEC
١,٢٠	%	N الكلى
١,٥٥		P الكلى
٠,٦٠		K الكلى
١٤٩٨,٠٠	(مايكروغرام. غم⁻¹)	NH4-N
١٤١,٧٥		NO3-N
٢٤,٠٠	%	OM
١٦,٥٥	%	الكلس
٣,١٧	%	الجبس
٤٠,٣٠	ملي مكافى لتر⁻¹	الكبريتات الذائبة
٦,٦٠		البكاربونات
ضئيل		الكريبونات الذائبة
١٧,٣		الكلورايد الذائب
٠,٧٣		البوتاسيوم الذائب
١٧,٧٦		الصوديوم الذائب
٢٧,٥٠		المغذيسيوم الذائب
١٦,٧٠		الكالسيوم الذائب
٣,٨٢	ملي موز / سم	اللائيصالية الكهربائية
٦,٧٢	-	درجة التفاعل pH

الوحدات حسب ما جاءت بالمصدر

عن عزام حمودي خلف 1986 رسالة ماجستير كلية الزراعة بغداد.

سماد الدود : Vermecompost

وهو سماد عضوي تستخدم دودة الارض في انتاجه وهو من الاسمدة العضوية المنتجة حديثاً ويعتبر من الاسمدة ذات الصفات الجيدة لتجهيز التربة والنبات بالعناصر الغذائية

2- الاسمدة الكيميائية :Chemical fertilizers

تسمى الاسمدة غير العضوية او المعدنية او الصناعية وتكون فيها الاسمدة على هيئة املاح غير عضوية وتشمل هذه الاسمدة:

أ. اسمنة النتروجين الصرفية:

اسمدة تحوي على النتروجين بكمية محددة ومعلنة وقد تحوي شوائب اقل من 1% ومن المثلثة على هذه الاسمدة نترات الامونيوم ونترات الكالسيوم ونترات الصوديوم وكloride الامونيوم.

ب. اسمنة الفسفور الصرفية:

اسمدة تحوي على الفسفور بكمية محددة ومعلنة وقد تحوي شوائب اقل من 1% ومن المثلثة على هذه الاسمدة حامض الفسفوريك والسوبر فوسفات الثلاثي والحادي.

ت. اسمنة البوتاسيوم الصرفية:

اسمدة تحوي على البوتاسيوم بكمية محددة ومعلنة وقد تحوي شوائب اقل من 1% ومن المثلثة على هذه الاسمدة كلوريد البوتاسيوم وكبريتات البوتاسيوم.

ث. اسمنة النتروجين والفسفور المركبة:

اسمدة تحوي على النتروجين والفسفور ولا تحوي على البوتاسيوم مثل فوسفات احديا الامونيوم وفوسفات ثنائي الامونيوم وفوسفات البيوريا.

ج. اسمنة النتروجين والبوتاسيوم المركبة:

اسمدة تحوي على النتروجين والبوتاسيوم مثل نترات البوتاسيوم .

ح. اسمنة الفسفور والبوتاسيوم المركبة:

اسمدة تحوي على الفسفور والبوتاسيوم مثل فوسفات احديا البوتاسيوم وفوسفات ثنائي البوتاسيوم.

خ. اسمنة النتروجين والفسفور والبوتاسيوم المركبة: مثل سماد N-P-K.

د. اسمنة الكالسيوم او المغنيسيوم او الكبريت:

ذ. وهي اسمنة تحوي على واحد او اكثر من هذه العناصر المغذية للنبات ولا تحوي على النتروجين او البوتاسيوم او الفسفور مثل كبريتات الكالسيوم او كبريتات المغنيسيوم او الكبريت.

ر. اسمنة العناصر المغذية الصغرى للنبات: وهي الاسمدة التي تحوي على العناصر المغذية الصغرى للنبات مثل اسمنة كبريتات الحديد او كبريتات الزنك او كبريتات المنغنيز او الاسمنة التركيبية او المخلبية (synthetic fertilizer)

المحاضرة الثالثة

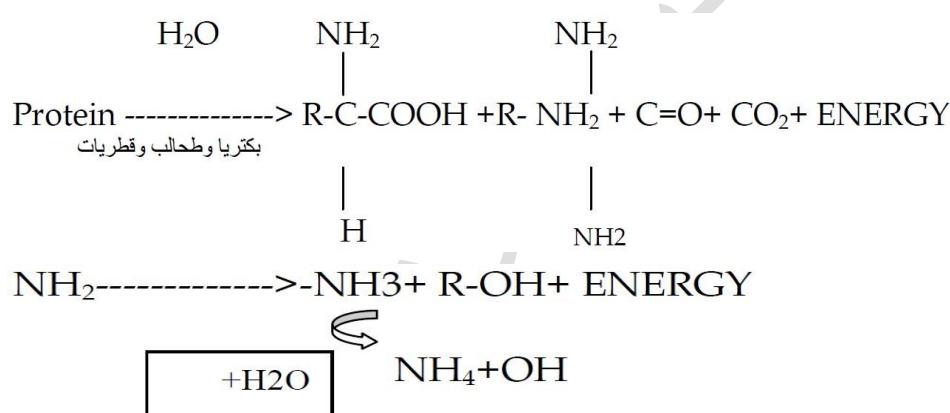
اسمدة النتروجين

في البداية لابد من التطرق الى بعض من تحولات النتروجين في التربة وبعض المفاهيم ذات العلاقة.
تحولات النتروجين في التربة:

(والمتبقى 90-95% من النتروجين في التربة يتواجد بصورة رئيسية على شكل نتروجين عضوي) يكون بشكل غير عضوي (معدني). النبات لا يستفيد من النتروجين العضوي الى بعد تحوله الى المعدني بعملية تسمى المعنة. جزء بسيط من النتروجين العضوي يتم معنته سنوياً وبنسبة 1-5% من النتروجين العضوي الموجود.

معدنة النتروجين : Mineralization

تحول النتروجين من الشكل العضوي الى الاشكال المعدنية او بتعبير اخر الى الاشكال الجاهزة للامتصاص من النبات وتشمل على عدد من الخطوات كما يأتي:



وتشترك في هذه العمليات عدد كبير من الأحياء المجهرية المتواجدة في التربة والتي تتطلب ظروف جيدة ومغذيات لقيام بعملها.

الامونيوم الناتج من هذه العملية يتعرض الى:

- ممكن ان يتحول الى النتريت NO_2^- والنترات NO_3^- بعملية تسمى النترجة Nitrification
- يمتص بشكل مباشر من النبات Uptake
- يثبت في أجسام الأحياء المتعددة التغذية بعملية تسمى التثبيت Immobilization
- يثبت داخل طبقات معادن الطين بعملية تسمى ثبيت الامونيوم Fixation
- يمتاز على سطوع الغرويات
- يتحول الامونيوم إلى آمونيا بعملية تسمى التطاير Volatilization

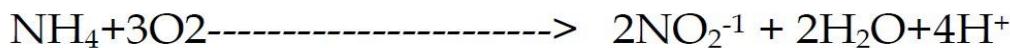
تحولات النتروجين في التربة تتأثر بالمحتوى الرطوبى والحرارة للتربة وعوامل اخرى لأنها عمليات كيموحيوية تتم بوساطة الأحياء المجهرية.

النترجة : Nitrification

اكتسدة الامونيوم الى النتريت والنترات وكما يأتي:

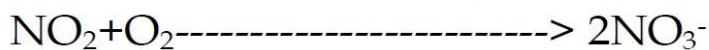
نيتروزومonas

Nitrosomonas



احياء ذاتية التغذية

نيتروباكتر Nirtobacter



النتروزومonas والنتروباكتر بكتيريا ذاتية التغذية تحصل على طاقتها من اكسدة النتروجين وتحصل على الكاربون من ثاني اوكسيد الكاربون. وهي بكتيريا هوائية اجارية، لذا تتطلب العملية توافر مستوى جيد من الاوكسجين.

وباختصار فان عملية المعدنة عبارة عن عملية النشدة والنترجة

**غسل النترات :Leaching**

النترات ذاتية بالماء ولا تمسك من قبل مكونات التربة وهي عالية الحركة في التربة ولذا فهي عرضة لل فقد بالغسل تحت المناخات الرطبة وغزاره هطول الأمطار والزراعة المروية لاسيما عندما تكون ظروف التربة الفيزيائية تسمح بذلك. هذا الفقد مهم من الناحية الاقتصادية والبيئية ويجب السيطرة عليه قدر الإمكان. وللتقليل من هذا الفقد يمكن:

- استخدام أسمدة نتروجينيه بطيئة التحرر مثل الاليوريا المغلفة بالكبريت
- او استخدام مثبطات النترجة (النيتروبایرین) (البیرمیدین) او ما يسمى تجارياً (حامى او حافظ النتروجين N-Serve)
- او الإضافات المتكررة للنتروجين (تجزئة الإضافة الى دفعات) هو ما يسمى بإضافة السماد بشكل يتناسب مع المتطلبات.

فقد النتروجين بشكل غازات:**التطاير Volatilization**

عملية تحول الامونيوم الى امونيا من خلال الاتي:



العامل الرئيس المؤثر هنا هو درجة تفاعل التربة ال pH والعملية تحدث في الترب الفاقعية والترب الكلسية (او بشكل عام عندما يكون pH التربة أعلى من 5.7 ومن العوامل الأخرى المؤثرة درجة الحرارة والحراثة والغطاء الخضري والرطوبة).

ومن أهم العمليات للتقليل من هذا فقد هو الإضافة الموضعية للسماد النتروجيني أي التلقيم والري بعد الإضافة مباشرةً ومحاولة استعمال الأسمدة المولدة للحموضة قدر الامكان واستعمال مثبطات الـ *اليوريز*. ومن الأمثلة على التطابير:



عكس النترجة :Denitrification

عملية اختزال النترات او تحول النترات من الشكل الذائب بالماء الى غازات النتروجين تحت ظروف لاهوائية وبمساعدة بكتيريا لاهوائية اجبارية هي *Pseudomonas* ومنها Denitrifying bacteria هي $2NO_3^- \longrightarrow NO \longrightarrow N_2O \longrightarrow N$

وهذه العملية مهمة من الناحية البيئية والاقتصادية لأن النتروجين المفقود بشكل غازات يؤثر في طبقة الاوزون (O_3) .

تثبيت النتروجين الجوي :Nitrogen Fixation

النتروجين الجوي لا تستفيد منه النباتات إلا اما من خلال التثبيت من خلال البرق (كسر الاصر الثلاثية) او التثبيت من قبل الأحياء المجهرية. والتثبيت من قبل الأحياء المجهرية يتم اما بشكل تعافي او حر.

التثبيت التعايشي للنتروجين الجوي :symbiotic N fixation

و هذا التثبيت يحدث نتيجة عملية تعاونية بين الاحياء المجهرية والمحاصيل البقولية. و تتم العملية بعد مهاجمة نوع من البكتيريا تسمى اريزوبايا لجذور البقوليات وتكون ما يسمى بالعقدة الجذرية وهذه البكتيريا تحول النتروجين الجوي الى امونيوم في داخل العقدة الجذرية وهذا يحدث عملية تعافيه او تبادل منفعة بين البقول والبكتيريا. وهناك بكتيريا متخصصة لكل محصول بقولي. البكتيريا تقوم بالثثبيت باستعمال انزيم النتروجينز و ال ATP وهذه الطاقة مهمة لعملية التثبيت. ومن العوامل المهمة والمؤثرة في عملية التثبيت ال pH ومستوى العناصر المغذية وهذا المغنيسيوم والفسفور والمولبديوم والكوبالت والحديد والبورون والنحاس مهمة للعملية، مع ان كافة العناصر المغذية مهمة بدون استثناء.

و عملية التثبيت هذه تجعل من محاصيل البقول مهمة جداً ويجب ان تتضمن في الدورات الزراعية للمحافظة على خصوبة التربة وتقليل التلوث البيئي الناجم عن اضافة الأسمدة المعدنية. وهذا من المواضيع المهمة التي تؤكد عليه منظمة الغذاء والزراعة الدولية FAO.

هذا مع العلم ان معظم انواع الاريزوبايا متوافرة في الترب والبيئة العراقية وفي حالة عدم توافرها يجب استعمال اللقاح المناسب الذي يجب ان يضاف كل ثلاثة سنوات كما هو الحال مع بكتيريا الـ *اريزوبايا* المتخصصة على فول الصويا (عبد الرضا ، 1997 و العارضي ، 1997 و فتاح ، 1997 و ابو الكلل ، 2000)

والجدول 1 يبين الكميات من النتروجين التي من الممكن ان تثبت من قبل هذه الاحياء وهذه الكميات تختلف حسب المناخات المختلفة وهنا للمناطق المعتدلة:

جدول 1 كميات النتروجين التي من الممكن ان تثبت من قبل هذه الاحياء نتيجة زراعة محاصيل مختلفة

المحصول البقولي	كمية النتروجين المثبتة كغم هكتار ^١ سنة -	المثالي	المدى
الجت	182	360-61	240
الفاصولياء	121	121-24	48
الحمص	73	360-61	61
البرسيم	97	157-48	182
العدس	85	240-24	73
فستق الحقل	121	218-36	97
البازلية	121	315-48	85
فول الصويا			

مصادر النتروجين السمادية:

الاسمدة العضوية:

وتشمل مخلفات الاغنام والخيول والابقار والمجازر ومصانع الاغذية وبقايا النباتات في الحقل والاسمدة الخضراء.

الاسمدة النتروجينية الطبيعية: املاح نترات الصوديوم والكالسيوم والغليسبيوم.

الاسمدة الصناعية:

بشكل عام يمكن تقسيم الاسمدة النتروجينية الى اسمدة امونياكية او حاوية على الامونيوم واسمدة نتراتية او حاوية على النترات. والجدول 2 يبين بعض الاسمدة النتروجينية شائعة الاستعمال.

❖ تعد الامونيا الحجر الاساس لمعظم الاسمدة النتروجينية المصنعة او المشتقة كيميائيًّا. ان معظم الامونيا تنتج من تفاعل غاز النتروجين وغاز الهيدروجين وكما يأتي:

عوامل مساعدة
ضغط



حرارة 500 - 1200 درجة مئوية و 500 اتموسفير .

النتروجين يحصل عليه من امرار الهواء الجوي في فرن التسخين والهيدروجين بالأساس طبيعي وجز منه من غازات الفرن الغنية بالميثان وغاز الميثان يحوي 50% هيدروجين. غازات النتروجين والهيدروجين النقي (بنسبة حجم نتروجين الى ثلات حجوم هيدروجين) (تضغط بالتدريج تحت ضغط عالي وتوضع في المرمرة بوجود المادة المساعدة الحرارة المستعملة من 500 - 1200 درجة مئوية والضغط بحدود 500 ضغط جوي) 50000 كيلو باسكال (وجود الحديد عاملًا مساعدًا).

الامونيا غير المائية (Anhydrous Ammonia):

وهي اسمدة عالية المحتوى من النتروجين (N) 82% وتعد من اكثر الاسمدة استخداماً في الدول المتقدمة لاسيما في اميركا الا انها تحتاج الى معدات خاصة لأنها بشكل غاز وتفقد مباشرة اذا ما اضيفت الى سطح التربة. لذا الطريقة السليمة لإضافتها هي الحقن تحت سطح التربة بمسافة 5-7 سم واضافة الماء بعد ذلك للتقليل من تطايرها. وهذه الإضافة تحتاج الى حاقدنات خاصة والى

خبرة في الاضافة، هذا فضلا عن ان عملية نقل الامونيا غير المائية يتطلب عربات حوضية خاصة لنقل الامونيا تحت ضغط وتبريد يصل الى 33 درجة تحت الصفر. ولهذا فإن استعمال هذه الاسمدة محدود او شبه معروم في الدول النامية. كما يشترط ان تؤخذ الاحتياطات المطلوبة اثناء عملية الاضافة ولاسيما توفير معدات الوقاية من قفازات ونظارات ومياه.

الامونيا المائية (المسيلة): Aqua Ammonia

يتم تحضيرها من ادخال غاز الامونيا بقوة الى الماء وهي اسهل بالنقل والاضافة الا انها تضاف حقنًّا لعمق 10-5 سم. تحوي هذه الامونيا نتروجين بحدود 25 - 29 %. و تستعمل للإضافات المباشرة او لإنتاج اسمدة سائلة اخرى.

جدول 2 يبين بعض الاسمدة التروجينية شائعة الاستعمال

الحالة الفيزيائية	التأثير الحامضي	%									الصيغة الكيميائية	المصدر
		Na	Cl	S	Mg	Ca	P	K	N			
غاز	-1.0						-		82	NH ₃	الامونيا غير المائية anhydrous ammonia	
سائل	-1.0						-		25-20	NH ₃	الامونيا المائية aqua ammonia	
صلب	-3.0			24		.0.3	-		21	(NH ₄) ₂ SO ₄	كبريتات الامونيوم Ammonium sulfate	
صلب	+1.0	٢٧	.٦	.١	.١	.١	-	.٢	١٦	NaNO ₃	نترات الصوديوم Sodium nitrate	
صلب	-1.0		66				-		25	NH ₄ Cl	كلوريد الامونيوم Ammonium chloride	
صلب	-1.0						-		46	CO(NH ₂) ₂	اليوريا urea	
صلب	-2.0			-٧			-		-٣٥	CO(NH ₂) ₂ + S	اليوريا المغلفة بالكبريت Sulfur coated urea	
صلب	-	-	-	-	-	-	-	-	-٣٣	NH ₄ NO ₃	نترات الامونيوم Ammonium nitrate	
صلب	+1.0			١.٥	١٩		-		١٥	Ca(NO ₃) ₂	نترات الكالسيوم Calcium nitrate	
صلب									-٣٠	CO(NH ₂) ₂ + NH ₄ SO ₄	سلفات اليوريا Urea sulfate	
سائل									-٢٨	CO(NH ₂) ₂ + NH ₄ NO ₃	يوريا نترات الامونيوم Urea ammonium nitrate	
									-٣٢			

محاليل النتروجين : Nitrogen Solutions

- وهي محاليل محضرة بدون ضغط ومن اكثر الاسمدة التروجينية السائلة انتشاراً ومن اهم محسناتها :
- اسهل وآمن في النقل والتوزيع
 - ذات قابلية جيدة للخلط مع الاسمدة الاصحى ومع المبيدات
 - كلف انتاجها اقل من الاسمدة الصلبة.

وعومما تنتج هذه الاسمدة من اليوريا ونترات الامونيوم والماء وتعرف Urea Ammonium

Nitrate (UAN)

البيوريا:

(ولذا تعد الاعلى في المحتوى من النتروجين بين N % 46 من اهم الاسمدة النتروجينية وتحوي الاسمدة النتروجينية الصلبة .)

تحضر البيوريا من الامونيا او النتروجين الجوي وثنائي اوكسيد الكاربون كما يأتي :



البيوريا من الاسمدة النتروجينية الصلبة الجيدة للأسباب التالية: $(\text{NH}_2)_2 + \text{H}_2\text{O}$

1. ارتفاع نسبة النتروجين في هذا السماد .

2. تفاعلاها النهائي في التربة يكون ذات تأثير حامضي.

3. ذات صفات ممتازة من حيث التكثل والذوبان.

4. 1% منخفضة لا تتجاوز نسبة احتوائها على البيوريت)Biuret(

5. اثبتت كفاءتها وتفوقها في الترب العراقية.

6. من الاسمدة المفضلة لدى المزارعين.

(: وهي مادة سامة تتكون مع البيوريا اثناء التصنيع والخزن غير الجيد وارتفاع درجة الحرارة . Biuret)



سلوك البيوريا في التربة:

عند اضافة البيوريا للتربة تتحلل مائياً كما يأتي:

انزيم البيوريز



Or



وبالعكس NH_3 الى NH_4 (هي المسطرة والمحددة للتحول من H ودرجة تفاعل التربة يوماً انزيم 3-4. التحلل المائي يتتسارع في الترب الدافئة والرطبة والتحول الى الامونيوم يتم بحدود اليوريز متوافر في معظم الترب وهناك العديد من احياء التربة المجهرية التي تفرز اليوريز. ولذا يزداد اليوريز مع زيادة نشاط الاحياء المجهرية والمحتوى من المادة العضوية. كذلك وجود النباتات الطيرية ينتج كمية وافرة من اليوريز. وعموماً نشاط اليوريز يكون على اقصاه في منطقة المحيط فان تثبيطاً وقتيًّا 7.5 (لاسيما اعلى من pH الجذري) (الرايزوسفير). عند ارتفاع درجة تفاعل الوسط ممكناً ان يحدث للبيوريا ناتج عن الامونيا الحرة المتواجدة احياناً تحت هكذا ظروف وهذا ممكناً ان

يؤدي الى تثبيط وقتي لعملية تحلل الاليوريا. بشكل عام تأثير الاليوريا يكون قاعدي في البداية الا انه وبمرور الوقت وحدث عملية النترجة يكون التأثير حامضي اي التأثير النهائي بالإضافة الاليوريا للتربيه هو حامضي .

ادارة سماد الاليوريا:

ادارة جيدة مطلوبة للتقليل من طاقة فقد الامونيا وهناك عدد من الوسائل منها:

- * يفضل وضع الاليوريا بمسافة عن البذور كي لا يكون هناك تأثير مباشر للامونيا المتحررة في سم. كما ان كمية الاليوريا المضافة قرب البذور يجب ان لا 2.5 انبات البذور والمسافة هنا بحدود كغم للهكتار لاسيما في الترب الكلسية. ومع هذا يمكن زيادة كمية الاضافة عند توازن 11 تتجاوز ظروف الرطوبة المناسبة.
- * خلط الاليوريا مع التربة السطحية واضافة الماء او الري بعد الاضافة مباشرةً يقلل من فقد بالتطاير.

Ammonium Sulfate (سلفات الامونيوم):

% نتروجين وينتج من معادلة حامض الكبريتيك مع الامونيا كما في المعادلة 20.5-21 سماد يحتوي الاتية:



وتفصل بالطرد المركزي وتتجفف واحياناً ممكناً تعويض حامض الكبريتيك بالجبس. وهو من الاسمندة المولدة للحموضة وقليل التعرض لفقد بالتطاير. وهذا السماد له صفات فيزيائية جيدة اذ انه لا يتكتل في الخزن ويكون استعمال البازرة المسمندة بكفاءة في اضافته لا سيما وان امتصاصه للرطوبة واطئ تفاعل كبريتات الامونيوم في التربة:

الاكسدة البايولوجية:



هذه الحوامض تتعادل في التربة بدخولها بتفاعلاتها مع البيكاربونات في محلول التربة والایونات التربة. وعموماً النباتات تأخذ الامونيوم H الموجبة في معد الامتزاز والتي تنتهي بانخفاض بكميات اكبر واسرع من الایونات السالبة ومن ثم تزداد الحامضية.

:Ammonium Chloride

ويصنع من: 25 %N - 24 يحتوي



سماد ذاتي بالماء وله صفات خزنية جيدة ولا يتكتل بالخزن. له تأثير فسيولوجي حامضي ويحتوي على 66.6% كلور. احتواه على الكلورايد يقلل من قيمته السمادية لاسيما للبطاطا والتبغ والاعناب اذ يؤثر سلباً في نوعيتها. وعموماً يجب عدم اضافته للمحاصل الحساسة للكلورايد ويفضل ان يضاف بمدة كافية قبل الزراعة كي يغسل الكلورايد من منطقة الجذور. مع هذا لبعض الترب ولبعض المحاصيل جودة هذا السماد لا تقل عن كبريتات الامونيوم.

الاسمدة الحاوية على النترات:

نترات الامونيوم Ammonium Nitrate



سماد سهل الذوبان بالماء وجاهزية عالية للنبات وهو ملائم لمعظم المحاصيل.

نترات الكالسيوم: Calcium Nitrate

% محامض نتريك مع كarbonات الكالسيوم 40-48 ينتج هذا السماد من معادلة



وهو سماد جيد الا انه ذا تأثير متعدد الى قاعدي. وبشكل عام اسمدة النترات وعلى الرغم من كونها اسمدة جيدة الموصفات الا ان هذا السماد يتمتص الرطوبة بدرجة عالية ولذا يجب ان يحفظ في اكياس لا تسمح للماء بالدخول ومدعمة بمواد خاصة. ولتقليل امتصاصه للرطوبة يخلط مع مواد كارهة للماء (جعلته غير N 14.86 % وعادة يمزج اثناء التصنيع مع نترات الامونيوم. نسبة التتروجين الواطئة) اقتصادي ومكلف بالنقل.

نترات الصوديوم: Sodium Nitrate

% صوديوم ويصنع كما في المعادلات 26% نتروجين و 15-16% يطلق عليه ملح بيتر ويحتوي الآتية:



نترات الصوديوم: تمتص الرطوبة بشكل كبير وتتكلل اثنا الخزن. عند خزنه بشكل جيد في جو جاف وظروف ملائمة يبقى بشكل محبب وسهل الاضافة للتربة.

تفاعل نترات الصوديوم والكالسيوم في التربة:

بعد الاضافة مباشرةً تذوب هذه الاسمة بسهولة وسرعة. النترات تبقى بشكل متحرك ولا تتعرض الى اي امتصاص كيميائي او فيزيوكيميائي او بتعبير اخر لا تمتاز بالتربة ولذا تكون معرضة للفقدان بالغسل لاسيما تحت ظروف المناطق الممطرة والاستوائية او الري الثقيل في المناطق المروية. وهنا تأتي اهمية وقت اضافة السماد وتجزئة اضافته.

اسمدة نترات الصوديوم والكالسيوم اسمدة قاعدية من الناحية الفسيولوجية لأن النبات يتمتص النترات بكميات اكبر من الكالسيوم والصوديوم ولذا تبقى هذه الايونات بالتربة وتزيد من قاعديتها.

البنجر السكري والمحاصيل الجذرية عموماً تستجيب لإضافة نترات الصوديوم لاحتاجتها للصوديوم والتأثير هنا في كمية ونوعية الانتاج. كما ان نترات الكالسيوم مهمة في الترب الحامضية. ومع هذا نترات الصوديوم غير مفضلة في الترب الملحية والصودية.

وبشكل عام اسمدة النترات وعلى الرغم من كونها اسمدة جيدة الموصفات الا انها محدودة الاستعمال ومحرمة الاستعمال في بعض الدول لأن النترات تدخل في صناعة البارود (الأسلحة) وهناك متطلبات خاصة للنقل والخزن خوفاً من الانفجار. كما ان هذه الاسمة تمتص الرطوبة بدرجة عالية ولذا يجب ان تحفظ في اكياس لا تسمح للماء بالدخول ومدعمة بمواد خاصة.

مركبات النتروجين بطيئة التحرر (او بطيئة الجاهزية):

وهي مركبات واطئة الذوبان بالماء ويجب ان تمر بتحلل كيميائي او حيوي لكي يتحرر النتروجين للنبات. والهدف من تصنيع هذه الاسمة هو لزيادة كفاءة استعمال الاسمة التتروجينية والتي يفقد منها الكثير من خلال التطوير وعكس النترجة والغسل. ومن المواد المستعملة للتقليل من فقدان النتروجين

او بتعبير اخر السيطرة على تحرره هي مثبطات النترجة ومثبطات الاليوريز او استخدام مرکبات واطئة التحلل بالماء.

1- مثبطات النترجة والاليوريز :

وهي مواد ذات تأثير سمي او تثبيطي لبكتيريا Nitrification Inhibitors مثبطات النترجة النترجة وبالتالي تعيق عملية النترجة لمدة معينة وتقلل من تحول الامونيوم الى النترات وبالتالي تقلل من الفقد بصيغة النترات. ومن اهم شروط اختيار المثبط ان يكون تأثيره نوعي في احيا النترجة فقط او N serve وكفته الاقتصادية مناسبة. ومن اهم مثبطات النترجة ما يعرف بحافظ التنروجين Dow company التنربوباييرين والتنتروبيرميدين. وهذه المرکبات تنتج من قبل شركة اميركية تدعى Ali و هناك منتج ياباني ايضاً 1983 و الشمام 1997 .

2- مثبطات الاليوريز : Urease inhibitors

من هذه المثبطات NBPT و Ammonium Thiosulfate (السالم 1997).

3- مركبات واطئة التحلل بالماء - low Water Soluble Compounds

اليوريا مغلفة بطبقة من الكبريت Sulfur Coated Urea (SCU) ومنها اليوريا المغلفة بالكبريت . وهي من الاسمدة التي اثبتت كفاءتها لاسيمما عندما يكون التغليف جيداً وممكن تحويل N 38-32-22% . والعابدي 2007 % الكبريت . (الطي 22 - 12 ان تعد سماد آتنتروجينياً وكبريتياً اذا انها تحوي على) . وهناك استعمال لمواد عضوية ومعقدات للتقليل من فقدان التنروجين . 2007 وآخرون

وهناك معادلة يمكن من خلالها حساب معامل الفعالية لهذه الاسمية وكما يأتي:

$$AI = \frac{\% CWIN - \% HWIN}{\% CWIN}$$

: الجزء غير CWIN : دليل الفعالية AI حيث ان:

: الجزء غير الدائم HWIN الدائم بالماء البارد

بالماء الحار تأثيرات عامة للأسمدة التنروجينية

ممكن ان تشمل:

- تغيرات محتملة في درجة تفاعل التربة

- زيادة الفعالية الحيوية

- تأثيرات ملحية عند الاضافة بمستويات عالية (لاسيما عند اضافة كلوريد البوتاسيوم وفي الترب غير الملحية).

- بعض التأثيرات السمية للأمونيا الناتجة من بعض الاسمية الامونياكية لاسيما التأثير في البادرات.

المحاضرة الرابعةالاسمدة الفوسفاتية Phosphate Fertilizers

في البداية لابد من التطرق الى بعض المفاهيم ذات العلاقة بالفسفور في التربة والجاهزية.

اقسام فسفور التربة من حيث الجاهزية للنباتات هي:

* **الفسفور الذائب :Soluble Phosphorus**

وهو جاهز بشكل مباشر الا ان تركيزه قليل جداً (0.3 - 3.0 جزء بالمليون او 3.0 - 0.3 ملغم. لتر⁻¹).

والفسفور في هذا الجزء يكون على هيئة الاورثوفوسفات الاحادية والثنائية (HPO₄²⁻, H₂PO₄⁻¹).
النبات يمتص H₂PO₄⁻¹ بسرعة تقدر بعشرة اضعاف امتصاص HPO₄²⁻. النسبة بين H₂PO₄⁻¹ و HPO₄²⁻ تعتمد على pH الوسط وتتساوي واحد عند 22.7 والصورة H₂PO₄⁻¹ تزداد في الوسط الحامضي.

* **الفسفور القابل للتجهيز (الفسفور القابل للتغير) :Labile Phosphorus**

وهو الفسفور الممتاز على الاسطح المختلفة للتربة ويمكن ان يتحرر الى المحلول ويمثل الفسفور الجاهز للامتصاص بواسطة جذور النباتات (علي واحد 2000).

* **الفسفور بطى الجاهزية (الفسفور غير القابل للتغير) :Slowly Available Phosphorus**

ويكون قليل الى ذوبانه الى قليل جداً لا سيما عند تحوله الى صخر الابتايت.

وبشكل عام الفسفور الجاهز للامتصاص من قبل النبات عبارة عن الفسفور الذائب بالماء (فسفور محلول التربة) والفسفور القابل للتجهيز، والذي يمثل الفسفور الممتاز على الاسطح المختلفة في التربة (اسطح معادن الطين والكاربونات والمادة العضوية) او الفسفور المترسب الا انه لا يزال في مراحل وسطية ولم يصل الى المستوى المتقدم من الترسيب.

الفسفور المضاف الذي لا يمتصه النبات او الفائض عن الامتصاص سيتعرض الى عمليات الامتزاز والترسيب او الاحتفاظ للتربة بالفسفور او الحجز. عملية الترسيب هذه تعتمد بشكل رئيس على درجة تفاعل التربة (Soil pH)، اذ ان الترسيب في الترب الحامضية يكون على هيئة فوسفات الحديد والالمنيوم (Fe-P, Al-P, Ca-P)، اما في الترب القاعدية فيكون على شكل فوسفات الكالسيوم (Ca₃(PO₄)₂).

السماد الفوسفاتي الذي صيغته Ca(H₂PO₄)₂ (فوسفات الكالسيوم الاحادية MCP) سيتحول الى معادن الفسفور وسلسلة الترسيب في الترب الكلسية والقاعدية تكون كما موضح في المخطط الآتي:-

نظام الوجبة

الاسم	الاختصار	الصيغة
MONO Calcium phosphate	MCP	$\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2$
Di Calcium phosphate Dihydrate	DCPD	$\text{CaHPO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$
Di Calcium phosphate	DCP	CaHPO_4
Octa Calcium phosphate	OCP	$\text{Ca}_4\text{H}(\text{PO}_4)_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$
β - tri Calcium phosphate	β - TCP	$\text{Ca}_3(\text{PO}_4)$
Hydroxy apatite	HA	$\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3\text{OH}$
Fluorapatite	FA	$\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3\text{F}$

بتعبر اخر خالل اسابيع يتحول من فوسفات الكالسيوم

الحادية MCP الحاوي على الفسفور بصورة H_2PO_4^- (الاح سادي) الى سة DCPD و فوسفات الكالس سيوم الثنائي سة المائي بصورة HPO_4^{2-} وبعد حوالي 3-5 شهور يتحول الى فوسفات الكالسيوم DCP الحاوي على الفسفور بصورة PO_4^{3-} وبعد عشرة شهور يأخذ فترة اطول او مدة اطول من الزمن ليصل الى الصخر الى OCP الحساوي على الفسفور وبعده عشرة شهور الى BTCP و يأخذ الفوسفاتي HA او الصخر الفوسفاتي FA. ان هذه التفاعلات يصعب السيطرة عليها، ولذا فنان كمية الفسفور المسترد او المستعمل من قبل النبات من السماد المضاف تكون واطنة باستمرار مقارنة بالأسمدة النتروجينية .

عملية امتصاص العصارة عن الامتصاص السطحي Adsorption او الامتصاص الشبكي Sorption (والذي يشمل الامتصاص السطحي على الاسطح الحاوية على الايونات الموجبة والاسيجية وتحدد الكالسيوم والمغنيسيوم واسطح كاربوناتات الكلسيوم (مع ادنى الكاربونات الحدي د الموجودة في التربة تس اهم في عملية الامتصاص. كذلك لا اسقاط معاً لطيني مهمنا جد ا، وهنالك وان مع دن ا لطيني والمساحة السطحية للمعدن كلها تؤثر في هذه العملية .

وبشكل عام قوة الربط مع اكسيد الحديد والالمنيوم تكون عالية، اما مع معادن الكاربونات ف تكون واطنة، ولذا فان جزء كبير من الفسفور الممتاز يكون في الجزء القابل للتجهيز (Labile – Form) .

بتعبير نسيبي الترب الحامضية تمتاز مرتين فسفور أكثر لكل وحدة مساحة سطح تربة مما هو عليه في الترب الكلسية او المتعادلة و بقوة ربط أعلى خمس مرات) علي واحمد 2000 (

عملية ات الام تز از والـ رس يـب هذه تؤثر بش كلـ كـب يـر فـ يـاد اـرـة الاـ سـمـدةـ الـ فـ وـ سـفـاتـيـةـ اـبـتـدـ اـءـ منـ اـخـتـيـ اـرـ السـمـادـ الفـوسـفـاتـيـ وـ طـرـائـقـ اـضـافـهـ وـ تـجـزـئـةـ الـاـضـافـهـ لـاسـيـماـ فيـ التـربـ ذاتـ القـابـلـيـةـ التـثـبـيـةـ العـالـيـةـ لـلـفـسـفـورـ.

اما الفسفور العضوي في التربة فهو جزء من المادة العضوية في التربة ، ويشكل حوالي 1-3 % منها ، ويتوارد في الطبقات السطحية للتربة ، ويجب ان يتمعدن قبل ان يستطيع النبات الاستفادة منه ، وعموما تكون النسب بين C : N : P : S بحدود: 3.1 : 3.1 : 10 : 140. معظم الفسفور العضوي يكون بشكل استرات الاورثوفوسفات متضمنا الانستول فوسفيت والفوسفوليبيدات والاحماض النوويه.

عملية المعدنة تشبه معدنة التروجين وتم بمساعدة انزيم الفوسفتيز وجود الاحياء المجهرية المختلفة، ونسبة P : C ممكن ان تكون دليل للمعدنة او التثبيت، ويمكن توضيح ذلـاـ كـماـ يـأـتـيـ:-

المعدنة / التثبيت في أجسام الأحياء المجهرية	P:C
معدنة صافية للفسفور العضوي	أقل من 200
لا توجد خسارة اوكسيد الفسفور المعدني	من 200-300
تثبيت صافي في أجسام الأحياء	أعلى من 300

وعـ موـمـ اـلـ عـواـ مـلـ اـلـ مؤـثـرـةـ فيـ نـشـاطـ الـأـحـيـاءـ مـنـ pHـ وـ حـرـارـةـ وـ رـطـوبـةـ وـ عـنـاصـرـ غـذـائـيـةـ تـؤـثـرـ فيـ عـمـلـيـةـ المـعـدـنـةـ.

العوامل المؤثرة في جاهزية الفسفور:

1. معادن الطين : معادن 1:1 اكثـ رـامـ تـزـ اـزـ اـوـ مـسـكـ الـ فـسـفـورـ منـ مـعـاـ دـنـ 2:1ـ هـذـاـ مـنـ حـيـثـ النـوـعـيـةـ اـمـاـ مـنـ حـيـثـ الـكـمـيـةـ زـيـادـةـ كـمـيـةـ الـمـعـدـنـ الطـيـنـيـ تـزـيدـ مـنـ الـامـتـازـ.
2. زـمـنـ التـفـاعـلـ : يـتـ حـولـ الـ فـسـفـورـ معـ اـلـ لـزـ مـنـ اـلـ لـاـشـكـ الـ اـلـ قـلـ ذـوبـانـ اـنـتـ يـجـةـ لـلـامـ تـزـ اـزـ وـالـ تـرـسـ يـبـ .
3. المـادـةـ الـعـضـوـيـةـ لـلـتـرـبـةـ: تـعـمـلـ عـلـىـ تـقـلـيلـ اـمـتـازـ الـفـسـفـورـ مـنـ خـلـالـ الـاحـمـاضـ الـعـضـوـيـةـ تـنـافـسـ الـفـسـفـورـ عـلـىـ مـوـاـقـعـ الـامـتـازـ وـتـقـلـلـ مـنـ الـامـتـازـ اوـ الـاحـمـاضـ الـعـضـوـيـةـ تـذـيـبـ الـمـتـرـسـ بـمـنـ الـفـسـفـورـ وـ الـاحـمـاضـ الـعـضـوـيـةـ تـخـفـضـ درـجـةـ تـفـاعـلـ التـرـبـةـ pHـ وـتـزـيدـ الـجـاهـزـيـةـ
4. درـجـةـ تـفـاعـلـ التـرـبـةـ pHـ: اـفـضـلـ ذـوبـانـيـةـ وـجـاهـزـيـةـ لـلـفـسـفـورـ تـكـونـ عـنـ المـدىـ 0.6ـ8.6ـ

مصادر الاسمدة الفوسفاتية:

هـنـاكـ عـدـدـ مـصـطـلـحـاتـ لـلـتـعـبـيرـ عـنـ مـحـتـوىـ الـفـسـفـورـ فـيـ الـاسـمـدةـ الـفـوـسـفـاتـيـةـ وـهـيـ ذـائـبـ بـالـمـاءـ CITRATE SOLUBLE وـذـائـبـ بـالـسـترـاتـ WATER SOLUBLE ،

و عموماً الذائب بالماء يمثل الفسفور المتيسر او الجاهز بيسر والذائب بالسترات القابل للتجهيز وغير الذائب او غير جاهز.

عينة صغيرة تستخلص اولاً بالماء والمحتوى للفسفور في الراشح يمثل الجزء الذائب بالماء او الفسفور الجاهز بشكل مباشر او المتيسر. المتبقى من الجزء غير الذائب بالماء يستخلص بعيارى من سترات الامونيوم القاعدي لتقدير الفسفور الذائب بالسترات وهذا يمثل الفسفور الجاهز او القابل للتجهيز . الفسفور الذائب بالماء والذائب بالسترات يمثل الفسفور الجاهز للنبات من الفسفور الكلى والفسفور المتبقى هو الفسفور غير الذائب، والمجموع الكلى للفسفور الذائب + غير الذائب يمثل الفسفور الكلى المعدنى.

الاسمدة الفوسفاتية التجارية:

من بين المعادن العديدة للفسفور في التربة فان معدن الاباتايت الناري والفوسفورايت الرسوبي هي الاكثر استخداماً فيتصنف صناعياً باسمة ال فوسفاتية. الاباتايت عبارة عن معدن ناروي ارجواني تكوينه من حبيبات هياكل الحيوانات عبر العصور الجيولوجية. الاباتايت يكون بلوري او كامل التبلور اما الفوسفورايت يكون جزءاً منه متبلور والاخر غير كامل التبلور.

* الصخر الفوسفاتي (RP) Roak Phosphate :

مادة خام أولية للأسمدة الفوسفاتية. التربات الرئيسية للصخور الفوسفاتية تتواجد في الولايات المتحدة الأمريكية والمغرب والصين وروسيا ، وفي العراق هناك كمية كبيرة أيضاً من الصخور الفوسفاتية متمركزة في منطقة عكاشات في قضاء القائم - محافظة الانبار (الرمادي). معدن الصخور الفوسفاتية هي الاباتايت $\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6\text{X}_2$, والذي فيه X يمثل OH^- أو F^- أو Cl^- . الفلوروباتايت $\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6\text{F}_2$ او $\text{Ca}_2[\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2]_3\cdot\text{CaF}_2$ من الصخور الفوسفاتية الأكثر انتشاراً، هذه الصخور تحوي شوائب من الكاريونات والصوديوم والمغسيسيوم. القيمة السمادية للصخر الفوسفاتي تعتمد على اصل الصخر ومدى صلابته ودرجة تبلوره. وبشكل عام الصخر الصلب أقل جاهزية أو عدم الجاهزية. وبشكل عام القيمة للصخر كسماد ممكن في الترب الحامضية ويعتمد على نوع المحصول والصخر والظروف المناخية. وفي الترب القاعدية والمعادلة يفضل او بالأحرى يجب اضافة الكبريت او اي مادة ذات تأثير حامضي مع الصخر الفوسفاتي ليكون ذا فائدة (الاعظمي 1990).

الاسمدة الفوسفاتية المعدنية الشائعة الاستعمال تصنع من الصخور الفوسفاتية بعد معاملة هذه الصخور بالحوامض والحرارة لزيادة تركيز الفسفور الذائب بالماء (جدول 1).

□ حامض الفسفوريك:

حامض الفسفوريك (H₃PO₄) او الحامض الاخضر ، يحتوى 17 - 24 % P او 55% P₂O₅ (39) وينتج من تفاعل RP مع H₂SO₄ وينتاج من التفاعل الجيبس الذي من الممكن ان يستعمل مصدراً لـ سماد اك بريتي لا سيما في الترب القاعدية . هذا امراً مضطراً من خالل تسخين الصخر الفوسفاتي في مرمرة كهربائية (Electric Furnace Muffle Furnace) لإنتاج عنصر الفسفور والذي يتم تفاعله مع الماء والأوكسجين لتكوين H₃PO₄. المنتج من خلال عملية الحرق يطلق عليه الفسفور الابيض او حامض

المرمدة وينتج بشكل رئيس للاستعمالات الأخرى غير الزراعية. وهذا الحامض له درجة عالية من النقاوة وهو غالى الثمن .الحامض الأخضر المخصص للزراعة يستعمل لتحميس الصخر الفوسفاتي لصناعة الاسمدة الفوسفاتية المختلفة . هذا الحامض يمكن ان يحقن مع الماء او يحقن في التربة لاسيمما في الترب القاعدية والكلسية.

جدول 1 : بعض الاسمدة الفوسفاتية شائعة الاستعمال

السماد Fertilizer	الاختصار المستخدم بشكل شائع	التحليل				% الفسفور الذائب من الجزء المعلن	الصيغة الكيميائية
		N	P ₂ O ₅	K ₂ O	S		
Single super phosphate السوبر فوسفات الأحادي	SSP	—	16-22	—	11-12	97 - 100	Ca (H ₂ PO ₄) ₂
Phosphoric (green) acid حامض الفسفوريك	—	—	48-53	—	—	100	H ₃ PO ₄
Triple super phosphate السوبر فوسفات الثلاثي	TSP or CSP	—	44-53	—	1.0-1.5	97 - 100	Ca (H ₂ PO ₄) ₂
Mono ammonium phosphate فوسفات أحادي الامونيوم	MAP	11-13	48-62	—	0-2	100	NH ₄ H ₂ PO ₄
Diammonium phosphate فوسفات ثانوي الامونيوم	DAP	18-21	46-53	—	0-2	100	(NH ₄) ₂ HPO ₄
Ammonium poly phosphate فوسفات الامونيوم المتعددة	APP	10-15	35-62	—	—	100	(NH ₄) ₃ HP ₂ O ₇ . NH ₄ H ₂ PO ₄
Urea-Phosphate البيوريا - فوسفات	UP	17.7	45	—	—	100	CO(NH ₂) ₂ H ₃ PO ₄
Mono Potassium phosphate فوسفات أحادي البوتاسيوم	MPP	—	51	35	—	—	KH ₂ PO ₄
Di Potassium phosphate فوسفات ثانوي البوتاسيوم	DPP	—	41	54	—	—	K ₂ HPO ₄

* فوسفات الكالسيوم:

- اسمدة فوسفات الكالسيوم:

وهذه الاسمدة تشمل :السوبر فوسفات الاعتيادي و السوبر فوسفات الثلاثي. هذه المصادر كانت هي الاكثر اهمية بالاستعمال، اما في الوقت الحاضر فهناك مصادر اخرى تنافس هذه المصادر . عموماً هذه الاسمدة ليست لها تأثير واضح في درجة تفاعل التربة.

- السوبر فوسفات الاعتيادي او يسمى السوبر فوسفات (SSP) Or (OSP) :

يصنع هذا السماد من تفاعل الصخر الفوسفاتي مع حامض الكبريتيا:-



اذا يتم معاملة الصخر الفوسفاتي المطحون بشكل ناعم مع الكمية والتركيز المناسب من حامض الكبريتيا (P₂O₅) 4.8-9.6% على الاقل. هذا السماد يحتوي على 22-11% S، وهو مصدر ممتاز للفسفور والكربونات (MCP) 12%. وعلى الرغم من انخفاض مستوى الفسفور فيه مما حدد من استعماله الا انه يبقي قدر ايجي اللنك بريت والفسفور والرول كن ع لي نطاق مع دود الـ فس فور الذائب بالماء يمثل اكثر من 90% من الفسفور المعلن (من نسبة الفسفور في السماد). وينتج حامض الفسفوري.

ا يضم ا و هو س بب عدم ت كون ا لج بس و ت كون ك بريت ات الـ ا لـ س يوم غير المائية . ع موم 11 لـ س و بر فوسـفـ اـتـ الـ اـعـتـيـادـيـ يـحـوـيـ عـلـىـ + DCPD + حامض الفسفوريـاـ الـ حـرـ . MCP + حامض الفسفوريـاـ الـ حـرـ تـشـكـلـ بـحـدـودـ 75 - 90% من الفسفور والباقي 10 - 25% DCPD وكـمـيـةـ قـلـيلـةـ منـ TCPـ .

-)TSP(Triple Super Phosphate (Concentrated)

يـحـوـيـ هـذـاـ السـمـادـ عـلـىـ P~O~ 44-52% ويـصـنـعـ كـمـاـ فـيـ الـمـعـالـلـةـ الـأـتـيـةـ:



وهو مصدر عالي المحتوى من الفسفور وكـمـيـةـ الـكـبـرـيـتـ فـيـ لـاـ تـجـاـزـ 1% وـهـذـاـ المـصـدـرـ الـاـكـثـرـ استـخـدـاـمـاـ فـيـ الـوـلـاـيـاتـ الـمـتـحـدـةـ وـعـالـمـيـاـ حـتـىـ عـاـمـ 1960ـ عـنـدـ اـنـتـشـارـ فـوـسـفـاتـ الـاـمـوـنـيـوـمـ بـالـاـنـتـشـارـ وـالـمـنـافـسـةـ. وـهـوـ يـصـنـعـ بـأـشـكـالـ حـبـيـيـةـ وـغـيـرـ حـبـيـيـةـ ، وـيـسـتـخـدـمـ لـلـمـزـجـ مـعـ الـاسـمـدـةـ الـأـخـرـىـ اوـ الـاـضـافـةـ الـمـبـاـشـرـةـ لـلـتـرـبـةـ. وـهـذـاـ السـمـادـ يـصـنـعـ فـيـ الـعـرـاقـ بـشـكـلـ وـاسـعـ فـيـ مـنـشـأـةـ الـفـوـسـفـاتـيـةـ فـيـ عـكـاشـاتـ /ـ الـعـرـاقــ .

وـهـنـاكـ درـاسـاتـ عـدـدـ عـلـىـ الـمـسـتـوـىـ الـعـالـمـيـ وـعـلـىـ مـسـتـوـىـ الـقـطـرـ اـثـبـتـ نـجـاـ هـذـاـ السـمـادـ وـاـسـتـجـابـةـ الـمـحـاـصـيـلـ الـمـخـتـلـفـ إـلـاـضـافـتـهـ لـاـسـيـماـ الـمـحـاـصـيـلـ الـتـيـ تـحـتـاجـ إـلـىـ الـكـالـسـيـوـمـ وـفـيـ التـرـبـ الـحـامـضـيـةـ وـالـحـقـيقـةـ حـتـىـ فـيـ التـرـبـ الـكـلـسـيـةـ. حـبـيـيـةـ السـمـادـ عـنـدـ ذـوـبـاـنـهـاـ تـكـوـنـ ذاتـ pHـ مـنـخـفـضـ جـداـ وـلـكـنـ لـفـتـرـةـ قـصـيـرـةـ وـيـنـتـهـيـ التـأـثـيرـ بـمـجـرـدـ التـفـاعـلـ فـيـ التـرـبـ الـمـحـيـطـ ، وـالـتـأـثـيرـ الـتـهـانـيـ اـمـاـ مـتـعـادـلـ اوـ بـالـاتـجـاهـ القـاعـديـ لـاـسـيـماـ انـ التـرـبـ الـعـرـاقـيـ ذاتـ سـعـةـ بـفـرـيـةـ عـالـيـةـ .

وبـشـكـلـ عـامـ السـوـبـرـفـوـسـفـاتـ يـكـوـنـ اـمـاـ بـشـكـلـ مـسـحـوقـ (ـبـاـوـدـرـ)ـ اوـ بـشـكـلـ حـبـيـيـ اوـ اـصـابـعـ وـالـحـبـيـيـ بـحـجـمـ 4-1 مـلـمـ تـرـ قـطـرـ 1ـمـ فـضـلـةـ وـذـ لـاـ لـتـقـلـ يـلاـ سـ طـ حـ الـ تـلـاـ مـسـ معـ اـسـطـحـ الـاـمـتـازـ وـبـالـتـالـيـ تـقـلـلـ الـاـمـتـازـ وـالـتـرـسـيـبـ كـمـاـ اـنـ الـاـضـافـةـ الـمـوـقـعـةـ لـلـفـسـفـورـ مـفـضـلـةـ عـلـىـ الـاـضـافـةـ وـذـ اـنـ ثـرـ 1.1ـ لـحـبـيـبـ يـيـصـنـعـ مـنـ تـرـطـيـبـ يـبـ اـ لـسـمـاـ دـالـ مـسـحـوقـ وـمـنـثـ مـتـجـفـيفـ هـ فـيـ بـرـامـ يـلـالـ تـجـفـيفـ .ـ اـلـ حـبـيـ بـيـ مـعـ اـنـهـ اـغـ لـيـ ثـمـناـ اـلـاـنـهـ اـ فـضـلـ بـالـتـعـ بـثـةـ وـالـنـقـلـ وـالـاـضـافـةـ .

* فـوـسـفـاتـ الـاـمـوـنـيـوـمـ : Ammonium Phosphate

هـذـهـ الـاسـمـدـ تـنـتـجـ مـنـ تـفـاعـلـ حـامـضـ الـفـسـفـورـيـاـ مـعـ الـاـمـوـنـيـاـ .ـ وـهـيـمـ نـ الـاـسـمـدـ الـمـرـكـبـةـ وـفـقـ الـلـلـ تـصـنـيـفـ الـحـدـيـثـ وـتـشـمـلـ:

- فـوـسـفـاتـ اـحـاديـ الـاـمـوـنـيـوـمـ اوـ فـوـسـفـاتـ الـاـمـوـنـيـوـمـ الـاحـاديـ Mono ammonium phosphate (MAP) يـحـوـيـ هـذـاـ السـمـادـ عـلـىـ N~ 11% وـP~O~ 55-48% وـهـوـ سـمـادـ ذـائـبـ بـالـمـاءـ 100%.



يضاف هذا السماد مباشرةً للتربة بهيئته المصنعة على شكل حبيبات وقد يصنع بهيئة سائلة ويضاف مع ما الري. تفاعله مع التربة حامضي ، ووجود الامونيوم معه يتطلب الاهتمام بموضوعاً اضافية الماء وعدم اضافة السماد قرب البذور، مع ان تفاعله الحامضي يقلل من موضوعاً تحول الامونيوم الى الامونيا، أي بتعبير آخر الخوف من التطاير اقل مقارنة بالـ DAP.

- فوسفات ثانوي الامونيوم (Fosfate الامونيوم الثنائي) (DAP) Di ammonium phosphate وهو يصنع من الامونيا مع حامض الفسفوري.



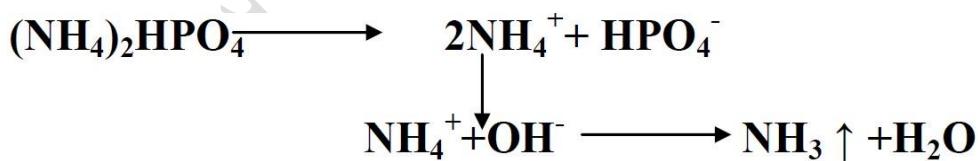
سماد ذاتي بالماء 100% ويحتوي على 18% N و 46-53% P2O5.

هذا السماد يعد السماد الاكثر انتشاراً في الولايات المتحدة وينافس الاسمدة الاخرى حتى الـ MAP.

وعلى الرغم من ان تفاعله قاعدي ، وهناك خوف من موضوعاً تطاير الامونيا وتأثيرها على النباتات الصغيرة وعلى الإنبات، إلا أن احتواه على N، P وبمستويات جيدة جداً جعلته سماد مركب N وينافس الاسمدة الاخرى. هذا السماد يصنع على مستوى عالي في الأردن ، وهو الان منافس جيد لبقية الاسمدة في العراق الا انه غالباً الثمن لكونه مستورد، وهناك سماد عراقي ولكن مواصفاته ليس بمستوى السماد الاردني . كلاً السمادين الد MAP و DAP ذاتية 100% بالماء، والمقصود هنا الذائب للجزء المعلن أي من الفسفور الموجود فيه ولكن هناك شوائب لأنها تجاري وليس للتحاليل.

اما المختبري او المخصص للتحاليل فهو ينطوي على 100% بدون شوائب ، لذا يجب الانتباه عند استعمالها لموضوعاً الرش او مع مياه الري (الري بالتنقيط).

المحتوى العالى من P و N يقلل كلفة الشحن والخزن والاضافة. ويمكن ان تستعمل هذه الاسمدة لتصنيع الاسمدة المركبة والمخلوطة . عند اضافة الـ DAP بشكل قريب من البذور ممكن ان يؤذى او يضر الباد ارت ويhibit نمو الجذور من خلال الامونيا المنتجة طبقاً للآتي:



هذه المشاكل شائعة في الترب الكلسية وذات الدـ pH المرتفع. اضافة الـ DAP بمسافة عن البذور ضرورية لتقليل الضرر . في كل الاحوال مستوى N يجب ان لا يتجاوز 20-15 كغم . هـ⁻¹. التأثير بالـ MAP اقل الا انه يحصل مع المحاصيل الحساسة مثل السلجم والكتان . هذا اضافة الى ان الـ DAP عند اذابته يكون ذا pH قاعدي بحدود 5.8 مما يشجع انتاج الامونيا . التفاعل الحامضي للـ MAP في التربة اعتبار على انه يشجع تحرر العناصر الصغرى، الا ان هذه النتيجة ليست واضحة وثابتة. عموماً الفروق بين الـ MAP و DAP بالتطبيق ليست كبيرة وعلى العكس هناك دراسات اثبتت افضلية الـ DAP على الـ MAP وعلى السوبر فوسفات.

* فوسفات الامونيوم المتعددة: Ammonium Poly Phosphate

يصنع بمعاملة البايروفوسفات $H_4P_2O_7$ مع الامونيا. حامض البايروفوسفات ينتج من ازالة الماء من حامض الفوسفوري المنتج بالطريقة الرطبة .البولي فوسفات مصطلح يضيف آيونين او اكثر من الاورثوفوسفات $H_2PO_4^-$ جم عت س وية مع فقد ان ج زيئة ما و احدة لا يوني ن من الاور ثو فوسفات وفق المعادلة الآتية:



البولي فوسفات يتعرض الى تفاعلات كيميائية وحيوية منتج $H_2PO_4^-$. التحلل المائي للبولي فوسفات يكون بطبيعة الحال ينعد درجة حرارة الغرفة، و مع هذا في الارض تتم لف فيها الاليتان الكيميائية والحيوية، التحلل المائي يكون سريع للبولي فوسفات، وهي تتأثر بأحياء الرايزوفسفيروزيم الفوسفيت يز، وبما أنها تمتلأ جزءاً يومياً .. ذنب التأثير بالعواصم البيئية مهم ولا سيما درجة الحرارة (الحرارة المثلثي 35-5°C). المحاصيل تستطيع امتصاص البولي فوسفات مباشرة وهي ذات قابلية جيدة على خلbur العناصر الصغرى مثل الزنا ، الا ان الخلbur وقت لحين التحلل..

Potassium Phosphate: فوسفات البوتاسيوم

هذه المنتجات تتضمن K_2HPO_4 و KH_2PO_4 وهي مركبات ذاتية بالماء، وتستخدم بشكل واسع في المحاصيل البستانية .احتواها من P و K العالي جعلها مواد جذابة ، وهي مثالية للمعائمة

الباذنجانية الطماطة والبطاطا ومحاصيل الخضر الورقية الحساسة للكلور المتواجد في سماد كلوريدي البوتاسيوم. دليلها الملحي الواطئ يقلل من اثارها السلبية على البذور النابتة والبادرات اليافعة عندما توضع هذه الاسمية قريبة او عند البذور. الاختلاف بالنسبة للجاهزية بين المصادر المختلفة للأسمدة الفوسفاتية قليل مقارنة بعوامل الادارة الاخرى للفسفور مثل معدل الاضافة و طريقة الاضافة.

التسميد الفوسفاتي الحيوي أو الميكروبي

PHOSPHATE SOLUBILIZING BACILLI OR MICROBIAL P FERTILIZATION.(BIOFERTILIZER)

الاحياء المعدية للفوسفات او الرايزوبكتيريا الاخرى المتوافرة في التربة بكثرة ممكن ان تعزل من المحيط الجذري للنبات (الرايزوفسفيروز) اذ ان الرايزوبكتيريا معروفة في انها تستعمر جذور النباتات وتحفز النبات وتسمى (PGPB) PLANT GROWTH PROMOTING BACTERIA أي بكتيريا محفزة لنمو النبات ، وهناك دراسات تبين ان هذه الاحياء تذيب معادن الفوسفات الاصلية وصخر الفوسفات، والتاثير يتاتي من تحرر الاحماض العضوية او مواد مخلبية وهناك لقاحات تجارية في كندا واستراليا لإذابة الفسفور وثبتت نجاحها.

تدخل النتروجين مع الفسفور:

النتروجين يحفز ويشجع امتصاص الفسفور بوساطة جذور النبات من خلل:-

1. زيادة نمو الجزء العلوي والجذور.
2. تغير البناء الحيوي للنبات.

3. زيادة ذوبانية وجاهزية الفسفور.

وهنا الامونيوم يكون له تأثير اكبر من خلال دوره في خفض الـ pH وتشجيع الامتصاص.

حجم حبيبة السماد الفوسفاتي:

لحجم الحبيبة والذوبانية بالماء دور مهم في تفاعل الفسفور في التربة ، وعموما كلما قل التماس بين التربة والسماد يؤدي الى تحسن في جاهزية الفسفور.

كذلك لا ينفع اضافة تلقائيا او الا ضافة ال موقعة تلك ونهاية ثر كفارة من النثر والخلط مع التربة (وذلك لاقل اسطح التماس ومن ثم تقليل الامتزاز).

الفسفور المتبقى:

بشكل عام الجاهزية للفسفور المتبقى ان تبقى لمنتهى سن بنا على اعتماد اعلى مسحات السماد الاصفاف وامتصاص الفسفور من قبل المحصول و خواص التربة المؤثرة في كيميا الفسفور . ومع هذا وبشكل عام ، الجاهزية تبقى لفترة اطول في الترب الكلسية والضعيفة التجوية مقارنة بالتراب الحامضية والمجواة.

الحد الحرج للفسفور وللتراب الكلسية بحدود (15-25 جز بالمليون) ملغم.كغم⁻¹ تربة، ومع هذا هناك اختلاف حسب التربة وحسب المحصول.

المهم هو اجراء فحص تربة لتقدير محتوى التربة من الفسفور الجاهز وبطريقة جيدة لوصف هذه الكمية الجاهزة قبل اضافة الفسفور . ومع هذا وحتى لو كان مستوى الفسفور جيد فهناك دراسات عده اثبتت ان اضافة ابتدائية للسماد الفوسفاتي تشجع وتعظم من الانتاج لاسيما وان دراسات حركيات الفسفور اثبتت بطيء الامتصاص والحركة في التربة مما يستوجب اضافة لتلبية الاحتياجات السريعة.

المحاضرة الخامسة

Potassium Fertilizers

أشكال البوتاسيوم في التربة:

تشمل صور البوتاسيوم الذائب والمتبادل والمثبت والمعدني. مجموع الذائب والمتبادل يمثل البوتاسيوم الجاهز في التربة. وبشكل عام تدرج الجاهزية لصور البوتاسيوم المختلفة كما يأتي: الذائب (في محلول التربة) يكون سريع الجاهزية يليه المتبادل على الاسطح والذي يكdon قابلا للتجهيز بشكل جيد ثم البوتاسيوم المثبت داخل صفائح معادن الطين وهو بطئ الجاهزية وأخيرا البوتاسيوم المعدني الموجود في المعادن الأولية وهو صعب الجاهزية.

العوامل المؤثرة في جاهزية البوتاسيوم:

- * نوع المعدن الطيني: المعدن من نوع 2:1 اكثر تخصصاً في تثبيت البوتاسيوم وتحوي على اسطح للتبدل (CEC) ومن ثم اعلى بوتاسيوم متبادل من معادن 1:1
- * السعة التبادلية للأيونات الموجبة (CEC): الترب ناعمة النسجة ذات قابلية اكبر على امتصار البوتاسيوم من الترب الخشنة النسجة وزيادة هذه السعة يزيد من خزين التربة من البوتاسيوم.
- * رطوبة التربة: مهمة في نمو الجذور والنبات بشكل عام ومن ثم تؤثر في جاهزية البوتاسيوم وامتصاصه وكذلك مهمة في حركة البوتاسيوم من التربة الى الجذور وامتصاصه.
- * تهوية التربة مهمة في نشاط احياء التربة ونمو الجذور ومن ثم جاهزية البوتاسيوم وامتصاصه.
- * نوع النبات: طبيعة النبات ونوع الجذور مهمة في موضوع جاهزية وامتصاص البوتاسيوم اذ ان النباتات احدانية الفلقة لها القابلية على امتصاص البوتاسيوم بشكل اكفا من النباتات الثانية عند المستوى نفسه من بوتاسيوم التربة وهذا له علاقة بالسعة التبادلية لجذور

Root CEC المحاصيل

مصادر البوتاسيوم السمادية: الاسمية الحاوية على البوتاسيوم مبينة في جدول التالي.

جدول يبين الاسمية الحاوية على البوتاسيوم

التحليل (%)					المصدر
Cl	S	(K)K ₂ O	(P)P ₂ O ₅	N	
٤٧	-	(٥١) ٦٠-٦٢	-	-	KCl كلوريد البوتاسيوم
-	١٧	(٤٢) ٥٠-٥٢	-	-	K ₂ SO ₄ كبريتات البوتاسيوم
-	-	(٣٦.٥) ٤٤	-	١٣	KNO ₃ نترات البوتاسيوم
-	-	(٢٨) ٣٤	(٢٣) ٥٢	-	فوسفات احادي البوتاسيوم KH ₂ PO ₄
-	-	(٥٧) ٦٩	(٢٣) ٥٢	-	فوسفات ثنائي البوتاسيوم K ₂ HPO ₄

المعدن الخام للبوتاسيوم هو السلفنيات الحاوي على كلوريد البوتاسيوم السلفنيات وكلوريد الصوديوم الهالات ويحوي 11-15% كلوريد البوتاسيوم.

* :Potassium Chloride

ذوبانية عالية ورخيص الثمن ويستعمل في صناعة الأسمدة المركبة. النسبة العالية للكلوريد تحد من استعماله لتسميد بعض المحاصيل الحساسة للكلوريد مثل التبغ. ومع هذا فهو المصدر الرئيس للبوتاسيوم ويشكل 80-90% من إنتاج الأسمدة البوتاسيية. هذا السماد عبارة عن مادة بلورية سهلة التفتت أو الإضافة وردية اللون إلى بيضاء مع ظل خفيف من اللون الرمادي. وعملية تصنيعه تتم إما بطريقة التعويم التي تعتمد فصل ملحى كلوريد البوتاسيوم عن كلوريد الصوديوم من معدن السلفنيات على أساس درجة الابتلاء أو الحب للماء. وتم العملية بتحريك الخام المطحون بالماء وإضافة بعض الأمينات ومن ثم إمرار الهواء بالعجينة المتكونة. كلوريد البوتاسيوم يكون كاره للماء ويصعد إلى سطح العجينة بشكل رغوة إما كلوريد الصوديوم محب للماء وينزل للأسفل ويزال من فتحة خاصة يتم إزالة الماء من الرغوة بالطرد центрال التبريد. كلوريد البوتاسيوم المتكون يتكتل عند الخزن لاسيمما إذا ما كانت الدقائق أصغر من 15.0 ملمتر. وللتقليل من التكتل تصنع حبيبات أكبر بحجم 1 - 3 ملمتر.

* :Potassium Sulfate (سلفات البوتاسيوم)

سماد جيد وتحدياته قليلة وهو مصدر للبوتاسيوم والكبريت إلا أنه غالى الثمن. تكتله في الماء غير مهم وممكن أن ينقل باكياس أو قل. يصنع كما في المعادلة الآتية:



أو يصنع من تفاعل كلوريد البوتاسيوم مع كبريتات البوتاسيوم والمغنيسيوم المائية.

* :Potassium Nitrate

سماد مركب جيد وذائب بالماء بشكل ممتاز ولذا يستعمل في المحاليل الغذائية.



هناك دراسات عده في قسم علوم التربة والمياه في كلية الزراعة جامعة بغداد حول اسمدة البوتاسيوم ولاسيما المقارنة بين كبريتات وكلوريد البوتاسيوم (الشيشلي 2006 ،السعدي 2007 ،البطاوي 2007). وأشارت هذه الدراسات إلى أن سماد كلوريد البوتاسيوم كان سماداً جيداً مقارنةً بسماد كبريتات البوتاسيوم إلا أن إضافته يجب أن تحدد بالمحاصيل قليلة الحساسية للكلوريد، فضلاً عن أن الإضافة رشأ على الأوراق يجب أن تنفذ بحذر شديد وبتراكيز واطئة خوفاً من تعرض الأوراق إلى الحرق لاسيمما في ظروف قطر العراقي .

بعض الملاحظات المهمة حول الأسمدة البوتاسيية:

- الاسمدة البوتاسيية تكون متشابهة من حيث جاهزيتها للنبات ولكن تكون مختلفة بالانيون المرافق للبوتاسيوم.

2. يفضل اضافة كبريتات البوتاسيوم الى محاصيل التبغ والقطن والقصب السكري وذلك لحساسية هذه المحاصيل لايون الكلوريد المترافق لسماد كلوريد البوتاسيوم.
3. تستعمل نترات البوتاسيوم بصورة رئيسية في اشجار الفاكهة والمحاصيل البستنية وذلك برشها على الاشجار.
4. في الترب العضوية والرملية ينصح باضافة السماد البوتاسي قبل الزراعة وذلك لتجنب فقد البوتاسيوم بعملية الغسل في فترات المطر.

المحاضرة السادسة

اسمدة الكبريت والكالسيوم والمغنيسيوم

Sulfur , Calcium & Magnesium Fertilizers

الكبريت :Sulfur

توجد مركبات الكبريت بشكلين عضوي وغير عضوي. العضوي بشكل أحماض أمينية أو كبريتات فينولية ودهون وغير العضوي بشكل كبريتات الكالسيوم والمغنيسيوم والصوديوم والكبريت العنصري ويوجد بشكل تربسات في باطن الأرض.

أشكال الكبريت والجاهزية :

- * مركبات الكبريت الذائب بالماء: وهي الكبريتات الموجودة في محلول التربة وهو الأكثر تيسراً لامتصاص بوساطة جذور النبات.
 - * الكبريتات الممتازة على الأسطح الموجبة.
 - * الكبريت الموجود في الجزء الصلب من التربة ويشكل جزأاً من معادن التربة.
- و عموماً هناك نوع من الأنواع بين هذه الأشكال.

اهم مصادر الكبريت :

الصخور الحاوية على الكبريت والكبريت الجوي والكبريت العضوي والكبريت المضاف كأسمدة. النباتات تستطيع الافادة من اكسيد الكبريت الجوي اما من خلال ذوبانه مع الامطار ونزوله الى التربة (الامطار الحامضية) او الامتصاص بشكل مباشر عن طريق الاوراق.

اكسدة الكبريت واهميتها:

النباتات تمتلك القدرة على هضم كبريتات SO_4^{2-} ولذا عملية الاقسدة مهمة وتم كما يأتي:



وهذه العملية كيموحيوية لأنها تتم بوساطة احياء هوائية اجبارية (Thiobacillus) ذاتية التغذية وهي عملية مولدة للحموضة.

الاسمدة الحاوية على الكبريت :

الكبريت الزراعي او الرغوي وكبريتات الامونيوم والبوتاسيوم والمغنيسيوم والصوديوم والجبس وحامض الكبريتيكو الاسمدة المغلفة بالكبريت.

الكبريت الزراعي او الرغوي يجب ان يضاف قبل مدة من الزراعة تعتمد على ظروف التربة وعموماً قد تحتاج الى اكثر من شهرين كي تكون هناك فرصة كاملة للأكسدة والتحول الى الكبريتات (شاكر 1996).

الكالسيوم

اشكال الكالسيوم في التربة:

الكالسيوم محلول التربة: الكالسيوم الذائب والأكثر جاهزية لامتصاص بوساطة جذور النبات.
الكالسيوم المتبادل: ممتاز على اسطح غرويات التربة المختلفة وهو قابل للتجهيز ويعد مخزن للكالسيوم في التربة.

الكالسيوم قليل الجاهزية او يعد غير جاهز في الغالب: وهو الكالسيوم الموجود في المعادن الاولية.

مصير الكالسيوم المضاف الى التربة:

الكالسيوم المضاف الى محلول التربة يسلك المسالك الآتية:

- * يمتص بوساطة جذور النبات والاحياء الموجودة في التربة.

- * يمتاز على اسطح التبادل.

- * يعاد ترسبيه كمركبات كالسيوم ثانوية.

بشكل عام نقص الكالسيوم نادر في الترب الزراعية الا ان المشكلة في انتقال الكالسيوم من التربة الى الاجزاء العليا وبين اجزاء النباتات المختلفة وذلك لأنه عنصر بطئ الحركة او معروم الحركة داخل النباتات ولذا تظهر اعراض النقص على قمم الاوراق والنباتات والثمار لسوء في التوزيع داخل النبات وقصور في النقل والتجهيز.

اسمدة الكالسيوم:

كلوريد الكالسيوم وكبريتات الكالسيوم ونترات الكالسيوم والسوبرفوسفات. بتعبير آخر يضاف الكالسيوم غالباً مع اضافة الاسمدة الاخرى.

المغسيسيوم: Magnesium

اشكال المغسيسيوم ومصيره في التربة يماثل او يشابه الى حد كبير الكالسيوم.

اسمدة المغسيسيوم: كلوريد المغسيسيوم وكبريتات المغسيسيوم (الابسوم) (ونترات المغسيسيوم).

Mg %	الرمز الكيميائي	اسم السماد
%10	MgSO ₄ .7H ₂ O	كبريتات المغسيسيوم
%18	MgSO ₄ . H ₂ O	كبريتات المغسيسيوم
%10	Mg(NO ₃) ₂ .6H ₂ O	نترات المغسيسيوم
%29	MgCO ₃	كاربونات المغسيسيوم
% 13 - 12	CaCO ₃ MgCO ₃	الدولومايت

المحاضرة السابعة

اسمدة العناصر المغذية الصغرى **Micronutrients**

Fertilizers

أ- الحديد ، ب- الزنك ، ج- النحاس ، د- المنقفيز

العناصر المغذية الصغرى متساوية من حيث الأهمية للعناصر المغذية الكبرى إلا أنها تضاف إلى التربة والنباتات بكميات أقل بكثير. النباتات التي تعاني من نقص هذه العناصر تظهر نقصاً في الانتاج ورداة في النوعية وقد لا تستطيع النباتات إكمال دورات حياتها عند النقص الشديد كما يحدث للنباتات المعرضة لنقص العناصر الكبرى.

تتوارد العناصر المغذية الصغرى في التربة على الصور الآتية:

* أما بشكل ذائب في محلول التربة

* او ضمن المواد العضوية وأجسام الأحياء المجهرية في التربة

* او ممتززة على اسطح الامتزاز

* او جزء من التركيب المعدني للمعادن الأولية والثانوية

الحديد (Iron) Fe

الحديد يمتص من قبل جذور النباتات كحديد ثلثي (Fe^{+2}). دورة الحديد في التربة تشبه إلى حد ما دورة العناصر المغذية الموجبة الشحنة إذ ان الحديد الجاهز للنبات يأتي من الحديد الذائب في محلول التربة والممتاز على الاسطح ومن ذوبانية معادن الحديد و المادة العضوية في التربة.

العوامل المؤثرة في جاهزية الحديد:

- تفاعل التربة القاعدي (pH) اعلى من 7 (وتواجد كاربونات وبيكربونات الكالسيوم اذ ان زيادة درجة تفاعل التربة وحدة واحدة يؤدي الى نقصان الحديد الثنائي الجاهز بمقدار 100 مرة.

- الرطوبة والتهوية: ظروف التغدق والاختزال بشكل عام تؤدي الى زيادة الحديد الثنائي الذي يكون اكثر ذوباناً وجاهزية من الحديد الثلاثي. الا ان نقص التهوية ممكن ان يقلل من نمو الجذور ونقص في الامتصاص.

- انخفاض درجة الحرارة عن 15 درجة مئوية يؤدي الى نقص في الامتصاص للحديد بواسطة جذور النباتات.
- تواجد المواد العضوية. ممكן ان تؤثر كونها مادة ممتازة للحديد وتقلل من ترسيبه لاسيما في الترب العضوية.
- النتروجين المضاف لاسيما الامونيوم ممكنا ان يزيد من جاهزية الحديد.

عامل النبات: النبات يزيد من الجاهزية من خلال افراز المواد التي تزيد من جاهزية الحديد عن طريق زيادة حموضة التربة.

اسمدة الحديد:

كبريتات وكلوريدات الحديد:

وهي اسمدة معدنية جيدة الذوبانية الا انها تتحول في التربة الى اشكال غير جاهزة للنبات لاسيما في الترب الكلسية وذات درجة القاءل المرتفعة (اعلى من 0.7).

الأسمدة المخلبية او الشيلات :Chelates

هناك عدد من المركبات طبيعية او مصنعة ممكنا ان تغلف الحديد وتقلل من تفاعله مع مكونات التربة ومن ثم تزيد من مدة بقاءه في التربة بشكل جاهز، ومن هذه المواد:

EDTA (ethylene diamine tetra acetic acid)

DTPA (diethyl tryamine penta acetic acid)

EDDHA (ethylene diamine di o hydroxyphenyl acetic acid)

HEEDTA (Hydroxy ethylene diamine tetra acetic acid)

APCA (Amino Poly Carboxylic Acid)

يتأثر المركب المكون من المخلب والعنصر المغذي ومدى استقراره وبقائه بدرجة تفاعل محلول وبعد المركب EDDHA اكثر استقراراً اذ انه يبقى مستقرًا في المدى لـ pH بين 4-9 وهو مدى واسع ويشمل معظم الترب الزراعية ولذا يعد الحديد المخلبي Fe-EDDHA من افضل انواع الاسمدة المخلبية و اكثرها استقراراً. اما EDTA فأنه مستقر عند pH يساوي 5.6 و عند pH يساوي 0.7 والجدول 1 يبين اهم مصادر الحديد السماديه .

جدول 1 اهم اسمدة الحديد

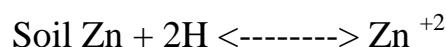
% Fe	الصيغة	المصدر
١٩	$\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$	كبريتات الحديدوز Ferrous Sulfate
٢٢	$\text{Fe}_3(\text{SO}_4)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$	كبريتات الحديديك Ferric Sulfate
٧٧	FeO	اوكسيد الحديدوز Ferrous Oxide
٦٩	Fe_2O_3	اوكسيد الحديديك Ferric Oxide
٢٩	$\text{Fe}(\text{NH}_4)\text{PO}_4 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$	فوسفات الامونيوم الحديدوزية Ferrous Ammonium Phosphate
١٤	$(\text{NH}_4)_2 \text{SO}_4 \text{FeSO}_4 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$	كبريتات الامونيوم الحديدوزية Ferrous Ammonium Sulfate
١٤-٥	NaFeEDTA	مخلبات الحديد Iron Chelates
٦	NaFeEDDHA	
١٠	NaFeDTPA	
١٠-٥		المواد العضوية الطبيعية Natural organic materials

المصدر : Motvedt et al (Eds) 1972 , Micronutrients in Agriculture Soil SC.Soc.Am.Madison,WI,USA
الزنك (الخارصين): Zinc

دورة الزنك في التربة تشبه الى حد ما دورة العناصر المغذية الموجبة الشحنة اذ ان الزنك الجاهز للنبات يأتي من الزنك الذائب في محلول التربة والممتاز على الاسطح الغروية ومن ذوبانية معادن الزنك والمادة العضوية في التربة.

العوامل المؤثرة في جاهزية الزنك:

* درجة تفاعل التربة (pH): معظم نقص الزنك يحدث في الترب القاعدية والكلسية وذلك لتحول الزنك الى شكل غير ذائب.



* المادة العضوية في التربة: يكون الزنك معقدات مع المواد العضوية قسم منها ذائب وقسم غير ذائب وهنا واعتماداً على نوع المعقد فان الجاهزية تزيد او تنقص. ومع هذا الاحماض

الدبالية والفولفية تكون معقدات اكثراً جاهزية. هذا فضلاً عن ان المادة العضوية في التربة تخفض درجة تفاعل التربة (pH) ولذا تزيد من الجاهزية.

* تداخل الزنك مع الايونات الاخرى: الزنك ممكناً ان يتنافس مع الايونات الموجبة على موقع الامتصاص. كما ان وجود تراكيز عالية من الفسفور ممكناً ان تؤثر في الجاهزية. هذا مع ان التداخل مع الفسفور ليس بهذه السهولة.

* قشط التربة السطحية او التعرية تزيد من احتمالية ظهور نقص الزنك في النباتات المزروعة في هذا ترب.

* عامل النبات: هناك نباتات حساسة لنقص الزنك مثل الذرة البيضاء والفاصوليا واسعات الفاكهة لاسيما الخوخ.

مصادر الزنك:

- المصادر العضوية: ذات محتوى واطئ بشكل عام الا ان مخلفات المجاري (الحمأة) ممكناً ان تحوي نسب عالية.

- الزنك المعدني: كبريتات الزنك من الاسمدة الممتازة لاسيما للرش على الاوراق.

- الزنك المخلبى Zn DTPA: من افضل الاسمدة.

جدول 2 اهم اسمدة الزنك

% Zn	الصيغة	المصدر
٣٥	ZnSO ₄ . H ₂ O	كبريتات الزنك المائية Zinc Sulfate
٧٨	ZnO	اوكسيد الزنك Zinc Oxide
٥٢	ZnCO ₃	كاربونات الزنك Zinc carbonate
٥١	Zn ₃ (PO ₄) ₂	فوسفات الزنك Zinc Phosphate
١٤	Na ₂ ZnEDTA	مخليبات الزنك Zinc chelates
٥-١	-	المواد العضوية الطبيعية Natural organic materials

المصدر : Motvedt et al (Eds) 1972 , Micronutrients in Agriculture Soil SC.Soc.Am.Madison,WI,USA

وفي دراسة لمقارنة سلوك وكفاءة بعض اسمدة الزنك في الترب الكلسية تبين ان الزنك المخلبى كان اكثراً كفاءة من الكبريتات الزنك وان اضافة المصلحات من الاحماض العضوية (ZnDTPA) حامض الستريك وحامض الاوكزاليك (زادت من كفاءة الاسمدة وكانت الافضلية مع حامض الستريك مقارنة بالاوکزاليك)(علي واخرون 2000).

النحاس (Copper)Cu²⁺

مصادر النحاس:

- المادة العضوية في التربة والسماد العضوي المضاف.
- النحاس المعدي كبريتات النحاس اكثراً شيوعاً و اكثر فعالية و اضافة الارضية هي الشائعة الان اضافات رشأ ممكن ان تكون للحالات الاسعافية.
- النحاس المخلبى: CU-EDTA جيد ايضاً لاسيما للإضافة الارضية.

جدول 3 اسمدة النحاس الشائعة الاستعمال

% Cu	الصيغة	المصدر
25	CuSO ₄ .7 H ₂ O	كبريتات النحاس Copper Sulfate
35	CuSO ₄ . H ₂ O	كبريتات النحاس احادية الماء Copper Sulfate monohydrate
32	Cu(C ₂ H ₃ O ₂) ₂ .H ₂ O	خلات النحاس Copper acetate
٣٢	Cu(NH ₄)PO ₄ . H ₂ O	فوسفات الامونيوم النحاس Copper Ammonium Phosphate
13	Na ₂ CuEDTA	مخليبات النحاس Copper chelates
اقل من 0.5	-	المواد العضوية الطبيعية Natural organic materials

المصدر: Havlin J.L. etal (2005) Soil Fertility & fertilizers 7th Ed. Printice Hall

المنقذ (Mn⁺²)

دوره المنقذ: التوازن بين الذائب والمتبادل والعضوى والمعدنى يحدد جاهزية المنقذ للنباتات. العملية الرئيسة المؤثرة هي الاكسدة والاختزال لأن المنقذ الثنائى والذى يتوفى في الوسط المختزل هو الذائب والممتص من قبل النباتات.

العوامل المؤثرة في الجاهزية للمنقذ:

- درجة تفاعل التربة (pH): الجاهزية واطئة في الترب الكلسية وذات الـ pH القاعدي.
- الماء الزائد ورداة التهوية: التهوية الرديئة لاسيما في الترب الغدقة تزيد من ذوبانية المنقذ لاسيما في الترب الحامضية وان قلة ظهور اعراض نقص المنقذ في زراعة الرز هو نتيجة للغمر.
- المادة العضوية في التربة : حسب نوع المعقد المتكون الذي اما ان يزيد او ينقص من الجاهزية.
- المناخ: من خلال التأثير في المحتوى الرطبوبي ودرجة الحرارة التي عند نقصانها يقل امتصاصه.
- عامل النبات: لغرض نمو جيد فان مدى بحدود 2-8 ملغم. كغم⁻¹ تربة يكون كافياً.

مصادر المنقذ:

- * العضوي: عموماً المستوى واطئ للمنقذ في الاسمة العضوية عدا مخلفات المدن والمجاري التي تحوي نسباً عالية منه.
- * المنقذ المعدنى: كبريتات المنقذ هي الشائعة في الاستعمال وممكن ان تضاف الى التربة او رشأ على الاوراق.
- * المنقذ المخلبى: متوافر ويضاف رشأ على الاوراق. بشكل عام لا يفضل اضافة المنقذ المخلبى الى التربة لأن منافسة الكالسيوم والمغنيسيوم تكون عالية وتحل محل المنقذ في المعقد المخلبى لاسيما غير المستقر ويفقد المخلب هنا دوره في المحافظة على المنقذ من الترسيب.

نقص المنغنيز الناتج عن ارتفاع درجة تفاعل التربة (pH) او الكلسية يمكن معالجته بالأسمدة المولدة للحموضة مثل الكبريت والامونيوم.

جدول 4 اسمدة المنغنيز الشائعة الاستعمال

% Mn	الصيغة	المصدر
26-28	$MnSO_4 \cdot 4 H_2O$	كبريتات المنغنيز Manganese sulfate
41-68	MnO	أوكسيد المنغنيز Copper Sulfate monohydrate
١٧	$MnCl_2$	كلوريد المنغنيز Manganese Chloride
١٢-٥	MnEDTA	مخليبات المنغنيز Manganese Chelates
اقل من ٠,٢	-	المواد العضوية الطبيعية Natural organic materials

Havlin J.L. etal (2005) Soil Fertility & fertilizers 7th Ed. Printice Hal المصدر :

المحاضرة الثامنة

اسمدة العناصر المغذية الصغرى

Fertilizers Micronutrients

أ- البورون ، ب- الكلوريد ، ج- المولبدينيوم ، د- النيكل

البورون (B)

دورة البورون:

بورون التربة يتواجد في الصخور والمعادن وممتنز على أسطح الطين واكاسيد الحديد والألمنيوم ومرتبط مع المادة العضوية للتربة وفي محلول التربة. فهم دوره البورون مهمه بسبب المدى الضيق بين مستوى الكفاية والسمية للبورون في محلول التربة.

العامل المؤثر في الجاهزية:

- درجة تفاعل التربة) - pH(؛ جاهزية البورون تقل مع ارتفاع الـ pH لاسيما اعلى من 3.6.
- المادة العضوية في التربة؛ اضافة المادة العضوية للتربة او الموجودة اصلاً ممكن ان تزيد من جاهزية البورون.
- التداخل مع العناصر المغذية؛ توفر كالسيوم عالي يساعد النباتات على تحمل تراكيز عالية من البورون وتعتمد النسبة 1:1200 كالسيوم: بورون في الاوراق لتبين احتمالية الحاجة الى اضافة البورون. نقص البورون على المحاصيل الحساسة مثل الجت ممكن ان يزداد سوءاً باضافة البوتاسيوم او التسميد بالكالسيوم.

مصادر البورون:

- البورون العضوي: محتوى البورون في المخلفات العضوية واطي الا انه وتحت الاضافات الاعتيادية للأسمدة العضوية فان الكميه ممكن ان تكون كافية.
- البورون المعدني: البوراكس (تترا بورات الصوديوم المصدر الاكثر شيوعاً. والطريقة الشائعة للإضافة هي النثر او التقليم او الرش او الإضافة بشكل باودر (مسحوق). المهم عند الإضافة ان يكون التوزيع جيداً لأن المدى بين الكفاية والسمية وكما ذكر سابقاً ضيق والاضافة غير المتساوية ممكن ان تؤدي الى تجمع البورون بكمية كبيرة في بعض الأماكن مؤدية الى السمية. وعموماً الإضافة بين 1.0-5.3 كغم بورون لكل هكتار اعتماداً على طريقة الإضافة فتكون أدناها 1.0-6.0 مع الرش وأعلاها 6.0-5.3 كغم بورون لكل هكتار عند الإضافة نثراً.

جدول 5 اسمدة البورون الشائعة الاستعمال

% B	الصيغة	المصدر
١١.٤	$\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$	بوراكس Borax
١٧.٤	H_3BO_3	حامض البوريك Boric Acid
١٨	$\text{Na}_2\text{B}_{10}\text{O}_{16} \cdot 10\text{H}_2\text{O}$	بورات الصوديوم Sodium pent borate الخامسة
١٥-١٤	$\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$	بورات الصوديوم Sodium tetraborate الخامسة

وفي دراسة اجريت حول تأثير طرائق الزراعة ومواعيد الحش والرش بالبورون في حاصل البرسيم (*Trifolium alexandrinum* L). وجد ان الرش بالبورون وبال搾وصية الصحيحة وفي فترة النمو الخضرى (قبل التزهير) اعطت افضل النتائج في حاصل بذور البرسيم (اشكندي 1998).

الكلوريد (Cl⁻¹) Chloride

تقريباً كل الكلوريد في التربة يكون بشكل ذائب في محلول التربة وبسبب هذه الذوبانية العالية كمية معتبرة من الكلوريد تغسل عندما يتجاوز الري او المطر التبخر نتج نقص الكلوريد نادر الحدوث الا انه ممكن تحت بعض الظروف والحالات. ومن اهم مصادر الكلور السمادية (جدول 6).

جدول 6 اسمدة الكلوريد

% Cl	المصدر
٦٦	كلوريد الامونيوم
٥٦	كلوريد الكالسيوم
٧٤	كلوريد المغنيسيوم
٤٧	كلوريد البوتاسيوم
٦٠	كلوريد الصوديوم

الموليبيدينيوم (Mo⁻)

دورة الموليبيدينوم: مع ان الموليبيدينوم ايون سالب (انيون) في محلول الا ان العلاقات بين صوره المختلفة لا تختلف كثيراً عن الايونات الموجبة.

العوامل المؤثرة في جاهزية الموليبيدينيوم في التربة:

- درجة تفاعل التربة (pH) جاهزية المولبيدات تختلف عن بقية العناصر المغذية الصغرى اذ انها تزداد معدية درجة تفاعل التربة pH). والزيادة هنا بمقدار عشر مرات لكل وحدة واحدة زيادة في درجة تفاعل التربة (pH).

- اكاسيد الحديد و/ او الالمنيوم: المولبدينوم يمتاز على اسطح هذه الاكاسيد وتقل الجاهزية نتيجة لذلك.

مصادر المولبيدنيوم السمادية:

- السماد العضوي: بشكل عام محتوى الاسمدة العضوية من المولبيدنيوم واطي.
- المولبيدنيوم المعدني: هناك اسمدة مختلفة مثل مولبيدات الامونيوم والتي تضاف بتراكيز واطنة 500-50 غم للهكتار (0.5-0.5 اونس للايكار). واحياناً تعامل البذور بمحلول المولبيدات وبتراكيز واطنة.

جدول 7 اسمدة المولبديوم الشائعة الاستعمال

% Mo	الصيغة	المصدر
٥٤	$(\text{NH}_4)_6\text{Mo}_7\text{O}_{24} \cdot 2\text{H}_2\text{O}$	مولبيدات الامونيوم
٣٩	$\text{Na}_2\text{MoO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$	مولبيدات الصوديوم
٦٦	MoO_3	ثلاثي اوكسيد المولبديوم

النيكل (Nickel Ni)

النيكل هو العنصر الاخير الذي اضيف عام 1987 على انه عنصر ااسي للنباتات الرقيقة. محتوى النباتات بشكل طبيعي يتراوح بين 0.1 - 1.0 ملغم كغم¹ مادة جافة. يمتص على هيئة Ni^{+2} وهو المكون الفلزي لانزيم الاليوزير الذي يساعد في التحلل المائي لليلوريا.. كما انه مهم في تمثيل النتروجين في البقوليات ويشجع انتاجية البذور لمحصول فول الصويا . كذلك يشجع انبات بذور الحبوب الصغيرة. التسميد بمخلفات المجاري (الحماء) ممكن ان يضيف تراكيز عالية من هذا العنصر ولذا يجب الانتباه الى ذلك.

العناصر المغذية المفيدة Beneficial Elements

هناك ثلاثة من العناصر المغذية مفيدة لبعض النباتات ولكنها لم تعد اساسية لإكمال دورة حياة النباتات.

الكوبالت (Cobalt Co⁻)

الكوبالت ااسي لنمو الاحياء المجهرية التعابيشية (الرايزوبيدا) والبكتيريا المثبتة للنتروجين حرة المعيشة والطحالب الخضراء المزرقة. بتعبير اخر الكوبالت مهم بالنسبة لثبيت النتروجين الجوي. ثبيت النتروجين الجوي في محصول الجت ممكن ان يحفر بتركيز كوبالت بحدود 10 جزء بالبليون (10 جزء من ألف مليون جزء). الكوبالت مهم

في بناء فيتامين B₁₂ في الحيوانات المجترة. يبلغ تركيز الكوبالت في مادة النبات الجافة 02.0 - 5.0 ملغم كغم¹.

اسمدة الكوبالت:

نقص الكوبالت في الحيوانات المجترة ممكن ان يصح من خلال اضافة الكوبالت الى العلية او ماء الشرب او من خلال تسميد المحاصيل العلفية بكميات قليلة من الكوبالت. التسميد بأسمدة كبريتات الكوبالت وبحدود 300-150 غم للهكتار(5.1-0.3 اونس للايكرو)

الصوديوم (Na⁺) : 2-

الصوديوم اساسي للنباتات الملحية والمحاصيل الجذرية. الصوديوم يمكن ان يعوض جزئياً عن البوتاسيوم في حالات النقص الشديد للبوتاسيوم والتعويض لبعض الوظائف وليس لكلها . تركيز الصوديوم في الاوراق بحدود 01.0 - 0.10 % و الصوديوم يشترك بالعلاقات المائية ويزيد من مقاومة بعض المحاصيل للجفاف او حالات نقص الماء. البنجر السكري والسلجم والمحاصيل الجذرية بشكل عام تستجيب للصوديوم، فهو يؤدي الى زيادة نسبة السكر في البنجر السكري.

السلikon (Si) : 3-

محاصيل الحبوب والحسائش تحوي 0.2-2.0 % سليكون بينما نباتات الاوراق العريضة بحدود 02.0-2.0 %. السليكون يزيد من صلابة الخلايا والأنسجة ويقلل من فقد الماء ويقلل الاصابة بالأمراض. السليكون مطلوب لنمو مثالي للقصب او انتاج السكر. في محصول الرز للسلikon دور في المحافظة على استقامة وصلابة الاوراق ومقاومة افضل للأمراض وهو مفيد للرز اذ يخلصه من السمية بالمنغنيز من خلال ترسيب المنغنيز على شكل سلقات المنغنيز (MnSiO₄).

المحاضرة التاسعة

Fertilizers Evaluation & Mixing

يتوافر في السوق (مكاتب ووكالات بيع الأسمدة والمستلزمات الزراعية) العديد من المصادر السمادية المختلفة وبأسعار مختلفة. ومن الضروري ان تكون هناك مواصفات معينة ممكن الرجوع إليها في تفضيل هذا السماد او ذلك.

تقييم الأسمدة Fertilizers Evaluation

1. هل السماد بسيط او صرف (يجهز عنصر مغذي واحد) او سماد مركب (يحتوي اكثراً من عنصر مغذي رئيس) وهنا السماد المركب غالباً افضل من السماد البسيط او الصرف لأنّه سيتم تجهيز اكثراً من عنصر مغذي في اضافة واحدة.
2. درجة تحليل السماد (المحتوى من العناصر المغذية) وهنا كلما كان المحتوى أعلى كلما كان السماد أفضل. وهناك طرائق كيميائية لتقدير محتوى الأسمدة من العناصر المغذية.
3. التأثير النهائي للسماد في التربة هل هو منتج للحموضة ام متعادل او منتج للفاعدية والفضلية هنا تعتمد على نوع التربة. ومثال ذلك في الترب الكلسية يفضل اضافة الأسمدة المنتجة للحموضة مثل كبريتات الامونيوم والسمدة الحاوية على الكبريتات.
4. قابلية السماد على المحافظة على مواصفاته اثناء الخزن وعدم التكتل بشكل طبقة صلبة وعدم تعرضه للانفجار.
5. القابلية على الخلط مع الأسمدة الأخرى وفي هذا المجال هناك جداول وأشكال تبين قابلية الأسمدة على الخلط مع بعضها الآخر. ان هذا الموضوع مهم جداً سيما عند خلط الأسمدة في تحضير الأسمدة الخليطة (الخلط الفيزيائي).
6. درجة ذوبان السماد بالماء وهذا مهم في تحضير الأسمدة السائلة واضافة الأسمدة مع مياه الري. وفي المحاليل الغذائية.
7. سرعة تحرر السماد في التربة وقابليته على البقاء بشكل ذاتي وهذا تفضيل الأسمدة بطيئة التحرر والمخلبية على الأسمدة الاعتيادية.

8. وبالنسبة للأسمدة العضوية تقيم على أساس نظافتها وخلوها من الاملاح ودرجة تحللها او نسبة الكاربون الى النتروجين فيها C/N Ratio .

9. السعر وهذا مهم جداً إلا ان السماد الأقل سعراً ليس هو الأفضل في كل الأحوال.

التقييم الوصفي والكمي للأسمدة:

هناك تقييم فيزيائي للسماد له علاقة بالشكل والتبلور وحجم البلورات وهناك تقييم كيميائي عام مثل درجة التفاعل والملوحة والذوبانية وهناك تقدير لمحتوى السماد من العنصر او العناصر المغذية.

: خلط الأسمدة Fertilizers Mixing

هناك انواع من الأسمدة وكما تمت الاشارة الى ذلك منها البسيط او المنفرد الذي يجهز عند اضافته عنصر مغذ واحد وهناك السماد المركب والذي يحوي على اكثر من عنصر مغذ والسماد الخليط الناتج من خلط سمادين او اكثر.

وعملية خلط الأسمدة ممكن ان تتم من خلال:

* خلط كيميائي في معامل صناعة الأسمدة مثل خلط الامونيا مع حامض الفسفوريك لإنتاج فوسفات الامونيوم او خلط اليوريا مع حامض الفسوريك لإنتاج اليوريا فوسفات او خلط سماد نتروجيني مع فوسفاتي بوتاسي لإنتاج السماد المركب 18-18-18 (K2O-P2O5-N) او 27-27-0(. وفي هذا النوع من الخلط ينتج سmad متجانس ذو مواصفات جيدة عند الاضافة من حيث التوزيع وبشكل متساو للعناصر المغذية التي يحتويها.

* خلط ميكانيكي او فيزيائي: وعملية الخلط هنا ممكن ان تتم في محل بيع الأسمدة او المزرعة او البيت باستعمال الأسمدة البسيطة مثل كبريتات الامونيوم واليوريا والسوبرفوسفات وكبريتات البوتاسيوم وحتى ممكن استعمال الأسمدة العضوية.

دليل خلط الأسمدة:

من أجل ايجاد كميات الأسمدة المنفردة او البسيطة المطلوبة لعمل او لتحضير السماد الخليط او المركب ممكن استعمال الصيغة الآتية :

$$\text{كمية السماد المنفرد} = \frac{\% \text{ للعنصر الغذائي في السماد الخليط (المزيج)}}{\text{الوزن المطلوب من السماد الخليط (المزيج)}}$$

% للعنصر الغذائي في السماد المنفرد (البسيط)

او من خلال النسب المئوية وكما مبين في الامثلة الآتية:

مثال محلول: لو طلب تحضير 100 كغم من سماد مركب او خليط صيغته) 6-6-6 (او بتعبير اخر سماد يحوي 6% N و 6% P و 6% K وتتوفر اسمدة اليوريا 46% N والسوبر فوسفات الاعتيادي (P) و كبريتات البوتاسيوم (K) 9%.

الحل:

6

$$\text{كمية اليوريا} = \frac{6}{100} \times 100 = 0.13 \text{ كغم}$$

46

6

$$\text{كمية السوبر فوسفات} = \frac{6}{46} \times 100 = 67.66 \text{ كغم}$$

9

6

$$\text{كمية كبريتات البوتاسيوم} = \frac{6}{9} \times 100 = 0.15 \text{ كغم}$$

40

مجموع الاوزان لهذه الاسمدة هو 7.94 كغم . وهنا نحتاج الى كمية اضافية مقدارها 3.5 كغم مادة مائية لإكمال الوزن المطلوب. المادة المائية اما ان تكون من الجبس او الرمل او الكبريت.

مثال اخر:

لتحضير طن من سماد خليط يحوي (N 10% و P2O5 10% و K2O 5%) او بتعبير اخر (10-10-5). وتتوفر اسمدة كبريتات الامونيوم (NH4NO3 21%) والسوبر فوسفات الاعتيادي (K2O 60%) و كلوريد البوتاسيوم (KCl 20%).

الحل:

5

$$\text{كمية كبريتات الامونيوم} = \frac{5}{1000} \times 1000 = 0.5 \text{ كغم}$$

21

10

$$\text{كمية السوبر فوسفات} = \frac{10}{21} = \frac{0.500}{1000} \times 1000 = 0.5 \text{ كغم}$$

10

$$\text{كمية كلوريد البوتاسيوم} = \frac{5}{10} = \frac{7.166}{1000} = 0.007166 \text{ كغم}$$

$$\text{المجموع} = \frac{7.166}{0.007166} = 999.9 \approx 1000 \text{ كغم}$$

المادة المائية = 7.904 - 1000 كغم.

حل آخر :

$$50 = 10 \times 5$$

$$100 = 10 \times 10$$

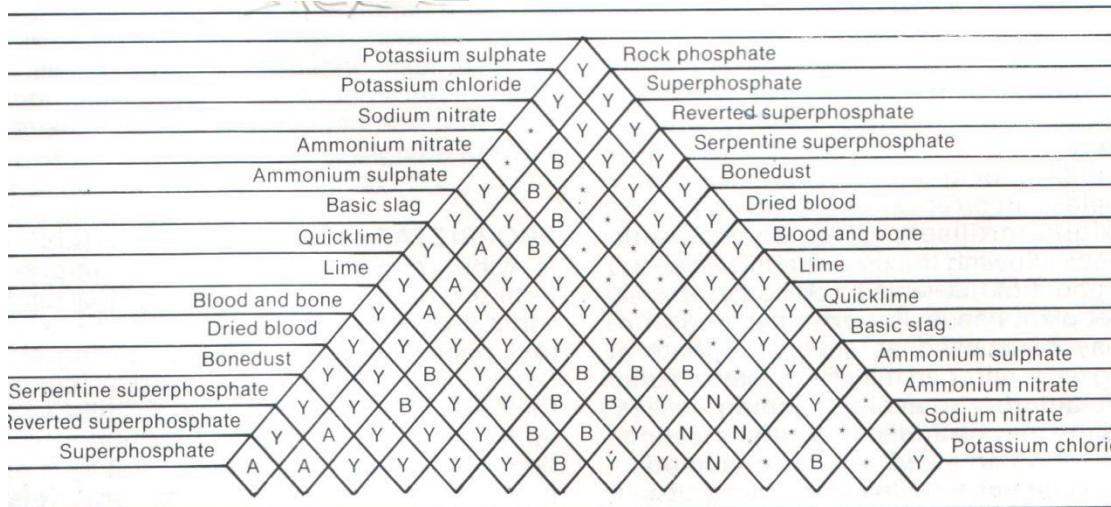
$$100 = 10 \times 10$$

$$\frac{100 \times 50}{21} \text{ كغم} = X = \frac{N}{50} \text{ سـمـاد}$$

$$500.0 = \frac{100 \times 100}{20} = X = \frac{P_2O_5}{100} \text{ سـمـاد}$$

$$166.7 = \frac{100 \times 100}{60} = X = \frac{K_2O}{100} \text{ سـمـاد}$$

والمخطط الآتي يبين امكانية الاسمدة المختلفة على الخلط مع بعضها:



مخطط يبين المزج المناسب للأسمدة (Y) يعني نعم المزج ممكن و N يعني لا يجوز المزج و

* المزيج يتكتل و A الفوسفات الذائبة تصبح أقل ذوباناً و B المزج ممكن لمن فقط للاستعمال

المباشر اي بدون تأخير.

المحاضرة العاشرة

أساسيات إدارة المغذيات

Principles of Nutrient Management

برامج إدارة كفوعة للعناصر المغذية ممكן أن تجهز النباتات بالكميات المناسبة للإنتاج والربحية مع ضمان التقليل من المخاطر البيئية . ومن العوامل المؤثرة في كمية العناصر المغذية:

- صفات المحصول - كمية العناصر المغذية المطلوبة تختلف اعتماداً على المحصول (النوع والصنف وإدارة المحصول والإنتاج) (جدول 1-11) (والظروف البيئية) (الحرارة والرطوبة) و خواص التربة (نوع التربة وخصوصية التربة والموقع من حيث الارتفاع وإدارة التربة).

جدول 1-11 (الامتصاص المثالي للعناصر المغذية لعدد من المحاصيل الحقلية والبستنية المختارة

Zn	Mn	Cu	S	Mg	Ca	K	P	N	الإنتاج	المحصول
كغم/هكتار									طن/هكتار	
0.09	0.03	0.04	9.0	6.7	2.2	27	14	73	3.2	الشعير (حبوب)
0.06	0.34	0.011	4.5	2.2	9	90	11	34	5.0	الشعير (قش)
0.34	0.11	0.09	17	20	6.7	45	45	170	12.5	الذرة الصفراء (حبوب)
0.06	0.07	0.02	11	7.8	4.6	25	34	73	4.8	الذرة البيضاء (حبوب)
0.06	0.07	0.06	26	11	21	83	46	210	3.4	فول الصويا (حبوب)
-	-	-	13	-	-	34	15	78	3.0	زهرة الشمس
0.18	0.11	0.05	5	11	2.2	28	22	79	3.6	الحنطة (حبوب)
0.7	0.07	0.11	50	45	180	336	45	390	15.0	الجت
-	-	-	-	-	-	290	45	350	15.0	البرسيم
0.03	0.03	0.03	11	5.6	9	50	11	34	30.0	التفاح
0.3	0.09	0.03	22	2.2	12	50	23	50	18.0	البصل
0.1	0.17	0.07	8	8	6.5	177	54	100	38.0	البطاطا
0.2	0.15	0.08	16	12	8	180	45	134	50.0	الطماطة

- الجذور - بما إن معظم العناصر الغذائية تمتص بوساطة جذور النباتات فإن فهم صفات الجذور مهم في إدارة العناصر المغذية . قابلية الجذور للبحث في التربة عن العناصر المغذية والماء يعتمد على خواص الجذور الفسلحية والمورفولوجية. أقطار الجذور وأطوالها وكثافة الشعيرات الجذرية ووجود فطر المايکورایزا من عدمه. مثل ذلك من محاسن المحاصيل المتعمقة الجذور كالجت والبرسيم الحلو أنها تفكك التربة تحت السطحية المرصوصة من خلال تغلغل الجذور والتحلل الذي يلي ذلك. البقوليات المتعمقة الجذور في المراعي

تجهز علقة جيدة للحيوانات أفضل من التي تقدمه الحشائش ضحلة الجذور . و الجذور تتأثر بالمسافات بين النباتات وبين الخطوط الكثافة النباتية).

صفة السعة التبادلية للايونات الموجبة للجذور ايضاً تؤثر في فاعلية المحصول في امتصاص واحد العناصر المغذية . وجود فطريات المايكورايزا من عدمه مهم جداً لاسيما مع العناصر المغذية غير المتحركة في التربة لاسيما الفسفور وبالذات عندما يكون تركيزه منخفض في التربة او مضاد بأشكال بطيئة التيسير والجاهزية (سلمان ٢٠٠٣).

صفات التربة - خواص التربة الفيزيائية التي تحد من نمو الجذور لها تأثير مباشر في كفاءة الامتصاص حراثة التربة وفلحيتها مهمة في توفير المكان المناسب لنمو وتغلغل الجذور.

العناصر المغذية للنباتات- اضافة عناصر مغذية مناسبة وكافية قبل الزراعة يشجع على تطور نظام جذري جيد.

وضع السماد واماكن وطريقة اضافة العناصر المغذية - من الأمور المهمة التي يجب أخذها بنظر الاعتبار عند وضع السماد ما يأتي:

- محاولة التقليل من التأثير الملحي للسماد وذلك لاختلاف المصادر السمادية في تأثيرها الملحي وهذا يجب أن تضاف الاسمية ذات الدليل الملحي العالي بمسافة عن الجذور لاسيما في المراحل الأولى من النمو.

- التوقيت الصحيح للتسميد مهم هو الآخر كأهمية إضافة السماد والكمية المضافة.

طرائق إضافة الأسمدة:

. إضافة الأسمدة الصلبة : هناك عدد من الخيارات تشمل الإضافة السطحية او تحت السطحية و الإضافة قبل او عند او بعد الزراعة .

- الإضافة قبل الزراعة : وتشمل النثر (Broadcast) (تضاف العناصر المغذية بشكل متباين على سطح التربة. وهنا ممكن أن تخلط مع السطح او تترك بدون خلط والافضل هو الخلط من خلال الحراثة.

- الإضافة عند الزراعة (Banding) (وهذا من المفضل الإضافة بمسافة 5.2 - 5.7 سم الى جانب او تحت البذرة وبعمق 0.5 - 0.5 سم. او بعمل خط مواز لخط البذار وبمسافة معينة ويوضع السماد فيه) وهذا المسافة بين خطوط الزراعة (او تتم الإضافة بعمل حزمة حول البذرة وهذا شائع مع المحاصيل التي تزرع على مسافات بين جورة و أخرى).

- بعد الزراعة: وهذا ممكن أن تضاف الأسمدة

- فوق النباتات كما هو الحال بما يسمى بالاضافة الفوقية (Top dressing) (اسيما بالنسبة للإضافة الترويجية لساحات المروج والمسطحات الخضراء.

- الاضافة الجانبية او التلقيم او الحزم وهي طريقة شائعة الاستعمال للدفعات المختلفة للسماد ومحاصيل الخضر بشكل خاص .

الدليل الملحي:Salt index: التركيز العالى للاملاح التى تكون فى تماس مع الجذور او مع البذور عند مرحلة الانبات تؤثر سلبا من خلال التأثير الملحي الازموزى والتأثير السمى النوعي للاملاح لاسيمما فى الأراضي غير المتأثرة بالأملاح. وهنا تصنف الأسمدة الى مجاميع وفقا لدليلها الملحي والذي يؤثر في كمية السماد المضاف في مرحلة الانبات والمسافة التي يجب ان يوضع فيها السماد عن البذور او البادرات. والدليل الملحي عبارة عن النسبة بين الزيادة في الضغط الازموزى الناتج عن اضافة السماد نسبة الى الضغط الازموزى الناتج من اضافة الوزن نفسه من نترات الصوديوم على اساس قيمة نسبية هي المئة على اساس ان الدليل الملحي لنترات الصوديوم هو 100 (والجدول 11-2) يبين الدليل الملحي لبعض الأسمدة. وعموماً أملاح التتروجين و البوتاسيوم تملك دليل ملحي أعلى من الفسفور . اضافة الأمونيوم بالقرب من الجذور ايضا له محاذير نتيجة لنطايير الأمونيا تناشرها السلبية في الانسجة النباتية لا سيما في الترب القاعدية او المائلة إلى القاعدية كالتراب الكلسية.

جدول 11-2 الدليل الملحي لمواد سعادية شائعة الاستعمال

المصدر السمادي	الصيغة الكيميائية	التحليل	الدليل الملحي (نسبة الى نترات الصوديوم)	الدليل الملحيجزي
المصادر التتروجينية				
الأمونيا اللامانية	NH ₃	83(N)	47	0.57
نترات الأمونيوم	NaNO ₃	35(N)	104	3.1
كبريتات الأمونيوم	(NH ₄) ₂ SO ₄	21(N)	88.3	3.2
البيوريا	CO(NH ₂) ₂	46(N)	74	1.62
نترات الصوديوم	NaNO ₃	16.5(N)	100	6.1
المصادر الفوسفاتية				
السوبر فوسفات المركز	Ca(H ₂ PO ₄) ₂	48(P ₂ O ₅)	7.8	0.16
السوبر فوسفات الثلاثي	Ca(H ₂ PO ₄) ₂	48(P ₂ O ₅)	10.3	0.21
فوسفات أحاجي الأمونيوم	NH ₄ H ₂ PO ₄	54(P ₂ O ₅)+11(N)	26.7	0.401
فوسفات ثانوي الأمونيوم	(NH ₄) ₂ HPO ₄	46(P ₂ O ₅)+18(N)	29.2	0.456
المصادر البوتاسيومية				
كلوريد البوتاسيوم	KCl	60(K ₂ O)	116.1	1.94
كبريتات البوتاسيوم	K ₂ SO ₄	50(K ₂ O)	42.6	0.85
نترات البوتاسيوم	KNO ₃	44(K ₂ O)+13(N)	69.5	1.20
فوسفات أحاجي البوتاسيوم	K H ₂ PO ₄	34(K ₂ O)+51(P ₂ O ₅)	8.4	0.097

الاضافة الورقية للعناصر الغذائية (الاضافة رشا على الأوراق):

اضافة الأسمدة المعدنية الذائبة بالماء من الممكن ان يتم من خلال رشها على الأوراق او الاجزاء الهوائية للنباتات بشكل مباشر. هذه العناصر المغذية بعد اضافتها ستتغلغل الى داخل الورقة او الجزء الخضري من خلال طبقة البشرة او التغور. هذه الطريقة للتسميد هي بالأساس للاستجابة السريعة لتصحيح نقص معين. الاضافة للعناصر المغذية بهذه الطريقة تتأثر بعدد من العوامل المناخية وتحتاج الى ادارة معينة ذات علاقة باختيار المصدر السمادي المناسب والتركيز المناسب ووقت الاضافة التي يجب ان يكون في الصباح الباكر او عند الغروب. وعلى الرغم من الاضافة بهذه الطريقة تبقى تكميلية للإضافة الارضية لاسيما للعناصر المغذية الكبرى الا انها مهمة جداً ويمكن ان تسد حاجة النبات من العناصر الصغرى ولاسيما للمحاصيل البستانية ذات المردود الاقتصادي العالى.

تراكيز بحدود 2-1% غالباً ما تستعمل لتجنب حدوث أي ضرر على الاوراق. الاضافة رشا على الاوراق لليوريا اثبتت نجاحها في اشجار التفاح والحمضيات .اضافة الفسفور ورقياً قليل الاستعمال بشكل عام لأن معظم مصادره صعبة الذوبان بالماء واضافته تتطلب عناية ودرأية اكبر من اسمدة النتروجين لاسيما موضوع التركيز المناسب للإضافة والتي يجب ان لا يتجاوز 4.0-5.0% لمعظم المحاصيل. ومع ان اضافة البوتاسيوم محدودة بهذه الطريقة الا ان هناك تجارب عدة في العراق نفذت العديد منها في كلية الزراعة جامعة بغداد اثبتت نجاع الاضافة رشا للبوتاسيوم وبتراكيز جيدة نسبياً لمحاصيل حقلية مثل الرز والذرة الصفراء وزهرة الشمس والبطاطة ومحاصيل بستانية مثل الطماطة المزروعة تحت الزراعة المحمية.

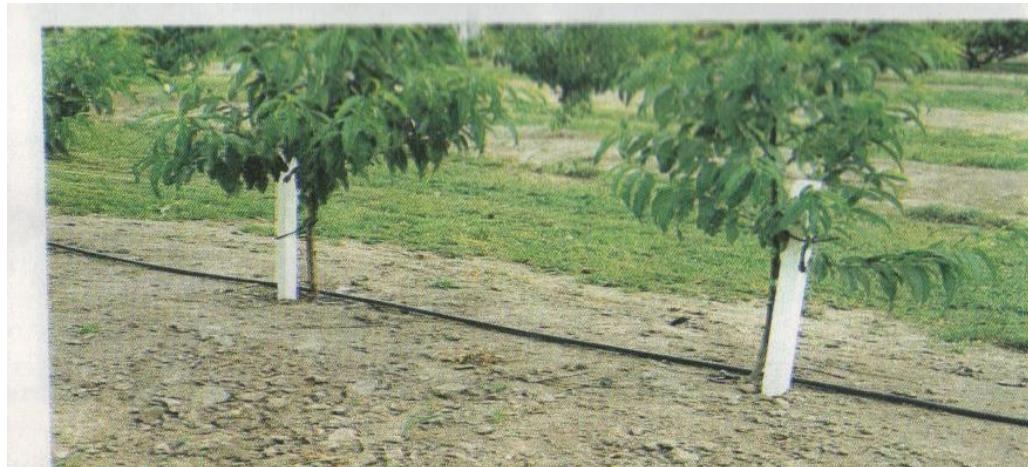
الاضافة رشا للعناصر المغذية تعد متميزة مع العناصر المغذية الصغرى وذلك لأن التراكيز التي تضاف فيها هذه العناصر واطنة فلا يوجد خوف من الحرق او التأثير السلبي للإضافة لاسيما اذا ما تمت الاضافة بالتراكيز المناسبة وبالوقت المناسب، هذا فضلاً عن المشاكل التي تواجه اضافة العناصر المغذية الصغرى عند الاضافة الى التربة.

اضافة السماد مع مياه الري

* الاضافة مع الري بالرش وهنا تكون الاضافة هي نفسها الاضافة رشا على الاجزاء الهوائية للنبات او التسميد الورقي وتتبع معه القواعد نفسها من حيث المصدر السمادي والتركيز ووقت الاضافة.

* الاضافة مع نظام الري بالتنقيط او ما يطلق عليه الري المسمد او الرسمدة او الفرتكة تعريفاً للاسم الانكليزي Fertigation الذي هو عبارة عن دمج لكلمتين Irrigation + Fertilization. ومن اهم فوائد هذا الاسلوب او التقنيه هي الاضافة للعناصر المغذية وبشكل

يتناوب مع نمو المحاصيل. أسمدة النتروجين أكثر استعمالاً في هذه الطريقة والفسفور تعد الأقل بهذه الطريقة وذلك لأن معظم الفسفور المضاف ممكن أن يترسب مع المياه عالية المحتوى من الكالسيوم والمغنيسيوم ممكناً أن يغلق الفتحات للمنقطات. بالإضافة للأسمدة في هذه الطريقة تم من خلال الإضافة في الخزانات الموجودة ضمن منظومة الري بالتنقيط. **سلوك الأسمدة الكيميائية المضافة في تقوية الري التسميدي:**



الري المسمد والري الدقيق Fertigation & Micro irrigation

الري التسميدي أو الرسمدة أو الفرتكة: عبارة عن إضافة السماد خلال نظام رى من خلال حقن السماد أو إضافته إلى مياه الري. الماء الغانص سيوزع السماد إلى التربة.

توزيع السماد يعتمد على:

- انماط جريان الماء في التربة
- حركة السماد

اهم فوائد الري المسمد:

- النبات يمتص المغذيات بكفاءة أعلى لأنها تضاف إلى الجذر أو الأوراق مباشرةً.
- السماد السائل المستعمل في الري المسدم ينتشر بشكل جيد في ما الري مما يجعل المغذيات جاهزة بشكل مباشر لامتصاص بواسطة جذور النباتات في حالة التسميد مع الري بالتنقيط والأوراق في حالة التسميد الورقي للنباتات.
- أنظمة الري المسدم مصممه لأضافه كميات الاسمدة بالكميات والوقت ومدة الإضافة المرغوبة مع كل رية.

. التغذية البطيئة توفر نمواً متساوياً و يجعل النبات صحيحاً او كثراً مقاومة للأمراض والحشرات مع الري المسمد تكون المغذيات أكثر جاهزية وبشكل يتناسب مع الامتصاص اي تكون جاهزة حيوياً وأكثر من 95% من المغذيات تمتص بوساطة جذور النباتات. هذا يعني أقل فقدان بالغسل والتعرية والتطاير ومن ثم أقل تلوث للبيئة.

الاهداف المرغوبة في الري المسمد:

- . تعظيم الربحية من خلال المحافظة على أعلى إنتاج والتي يتحقق من خلال الإضافة الصحيحة لكميات السماد والماء.
- . تقليل التأثير السلبي على البيئة المتسبب عن الغسل العالي للسماد خارج المنطقة الجذرية تعظيم الربحية:

الري الدقيق (المناطق والأنابيب والمرشات الدقيقة) ممكن ان تضيف الماء والمواد الكيميائية بكميات وموقع دقيقة في الحقل. بحوث عدّة ثبتت ان الري الدقيق يمتلك كفاءة توزيع عالية للمياه لاسيمما اذا ما احسن تصميمه وادارته. ومع هذا ممكن ان يحدث فقدان لقسم من النترات المضافة حتى لو اضيفت المياه وفقاً للاستهلاك المائي. انظمة الري الدقيق ممكن ان تصمم بما يضمن اضافة الماء والسماد بمستوى ومدد وتكرارية مطلوبة لزيادة امتصاص الماء والسماد بالوقت التي تقلل فيه الفقدان عن طريق الغسل للمغذيات من المنطقة الجذرية. وهذا يتطلب استراتيجية تحافظ على السماد قرب المناطق وخط اضافة المياه والتي تكون فيها كثافة الجذور عالية. ولذلك عملية توزيع السماد في التربة يجب ان تؤخذ بنظر الاعتبار. هذا فضلاً عن ان الري السليم والاضافة الصحيحة لكميات المياه والسماد ستقلل من غسل السماد بعيداً عن المنطقة الجذرية وبالتالي تقلل من تلوث المياه الجوفية لاسيمما التلوث بالنترات.

مواصفات الاسمدة التي تستخدم بالري المسمد:

وحدات التركيز: هناك العديد من الوحدات المستخدمة للتعبير عن التركيز مثل جزء بالمليون و ملغم/كغم او ملغم / لتر او مليمول او سنتي مول/لتر والعلاقة بين هذه الوحدات كما يأتي:

$$1 \text{ جز بالمليون} (1\text{ppm}) = 1 \text{ ملغم / لتر} = 1 \text{ ملغم / كغم}$$

$$= \% 10000 \text{ جز بالمليون}$$

$$1 \text{ ملي مول شحنة / لتر} (1\text{mol L}^{-1}) = 1 \text{ ملي مكافى / لتر} (1\text{meq/L})$$

هذا مع العلم ان الوحدة العالمية SI هي الملي مول (mol L^{-1}) او السنتي مول (Cmol L^{-1})

1)

.)

مواصفات السماد:

تتضمن المحتوى من العناصر المغذية والذوبانية والكتافة والدليل الملحي والتأثير النهائي للسماد في التربة من حيث الحامضية والقاعدية وحركة السماد. ومع هذا اهم صفة في اختيار السماد في الري المسمد هي الذوبانية والتي يجب ان يكون السماد ذائب مائة بالمائة بالماء .
الذوبانية تتأثر بدرجة الحرارة وكمية المياه.

الحركة:

الاسمدة تختلف في قابليتها على الحركة خلال التربة مع ماء الري المتغفل او الغانض في مقد التربة. وهنا النترات يعد متحرك بدرجة كبيرة والاسمدة بطبيعة الحركة هي الاسمدة الامونياكية والفوسفاتية والبوتاسية.

الدليل الملحي للسماد:

يمثل الخطورة الملحوظة للسماد او التأثير السلبي للسماد كملح.

حقائق سريعة:

- يعد النتروجين اكثر المغذيات التي تضاف بهذه الطريقة. مغذيات اخرى مثل الفسفور والبوتاسيوم والكبريت والعناصر المغذية الصغرى ممكن ان تضاف ولكن اقل شيوعاً.
- الامونيا اللامانية غير موصى بها في الاضافة مع انظمة الري بالرش وذلك لوجود احتمالية عالية لرفع درجة التفاعل (pH) مما يقلل من ذوبان الاملاح لاسيما الكالسوم والمغنيسيوم وترسيبها مما يؤدي الى غلق فتحات المرشات والمنقاط. يمكن التغلب على هذا الترسيب بإضافة الكالكون (هكسا ميتا فوسفات الصوديوم). والمشكلة الاخرى التطوير الذي يحدث عند الاضافة مع مياه الري بالرش. ومع هذا الامونيا اللامانية اصلاً غير شائعة الاستعمال في معظم الدول النامية كما تمت الاشارة الى ذلك افأ في الفصل الثاني.
- اضافة الفسفور عرضة للترسيب لاسيما في المياه ذات المحتوى العالي من الكالسيوم والمغنيسيوم. هذا فضلاً عن ان الفسفور المضاف سيبقى قرب السطح او المنقط.
- الانيونات (الايونات السالبة) التي لا تمتاز بالتربيه يفضل اضافتها رشاً على الاوراق ولكن التراكيز هنا مهمة جداً خوفاً من الحرق.

- . اضافة البوتاسيوم عادة تكون بين الريات المختلفة وبكميات بحدود 11 كغم بوتاسيوم للهكتار وعموماً يستعمل مصدر يحوي نتروجين وبوتاسيوم. ويجب عدم استعمال كلوريد البوتاسيوم لاسيما للمحاصيل الحساسة ومن خلال عملية الرش لاسيما في ظروف ذات درجات حرارة عالية كما هو الحال في فصل الصيف بالعراق.
- . اضافة الكبريت اكثر شيوعاً من البوتاسيوم. وعموماً تستعمل كبريتات الامونيوم.