أساسيات التسميد

ماهية التسميد الكيماوي:

السماد الكيماوي هو عبارة عن ملح أو أية تركيبة كيماوية أخرى التي توفر للنبات العناصر الحيوية الأساسية للتغذية بصورة ذائبة أو مخلبية.

تحتاج النباتات إلى 16 عنصرا أساسيا , الماء(هيدروجين وأكسجين)والكربون ,بالإضافة إلى ثلاثة عشر عنصرا أساسيا من التربة الحقيقية أو من التربة المعزولة (نيتروجين ,فوسفور, بوتاس ,كالسيوم ,كبريت, ماغنسيوم ,كلور, حديد ,زنك ,منجنيز ,نحاس, بور ون والموليبدنم) , ومع استهلاكهم عن طريق النبات فإن هذه العناصر يخف تركيزها في التربة,وحتى نمنع تقليل الإنتاج وتأثيرهم على الجودة يجب إضافة الأسمدة الناقصة للأرض أو للتربة المعزولة.

وتقسم العناصر الغذائية حسب محتواها الغذائي الموجود في أنسجة النبات وحسب الكميات التي يحتاجها النبات إلى مجموعتين رئيسيتين:

المجموعة الأولى: العناصر الغذائية الكبرى (Macro Element) :-

وهي العناصر التي يحتاجها النبات بكميات كبيرة نسبيا وهي تشمل النيتروجين, الفوسفور, البوتاس, الكالسيوم, الماغنسيوم, والكبريت .

المجموعة الثانية: العناصر الغذائية الصغرى (Micro Element) :-

وهي العناصر التي يحتاجها النبات بكمية صغيرة ,وهي تشمل الحديد, المنجنيز, الزنك, النحاس, الموليبدنم والبورون.

ويعتبر عنصر الكلور والصوديوم والبورون من العناصر المساهمة في نشاط النبات ووظائفه وهي في الغالب موجودة بكميات كبيرة فائضة عن حاجة النبات ووجودها هذا بهذه الكمية يسبب ضررا كبيرا للنبات.

الجزء الأول: عنصر النيتروجين :

يعتبر عنصر النيتروجين من المركبات الأساسية المكونة للبروتين وللمادة الوراثية للنبات ويحتاجه النبات بكميات كبيرة.

ويعتبر الكلوروفيل الذي ينتج خلال العمليات الحيوية في النبات والذي يعتبر أساس عملية التمثيل الضوئي فهو يحتوي على النيتروجين ويمكن ملاحظة نقص النيتروجين في اصفرار الأوراق وصفر مساحتها ,إضافة إلى صغر حجم الفروع وضعف نمو وتطور النبات.

وتظهر علامات النقص بصورة أولية في الأوراق الكبيرة المسنة وتتقدم الإصابة بالتدريج إلى أن تصل إلى الأوراق الصغيرة,ويظهر النقص في النهاية في صورة نقص في الإنتاج,كما أن الزيادة في عنصر النيتروجين تعمل على ازدياد اللون الأخضر الداكن ونمو النبات الزائد.

صور النيتروجين في الأسمدة المختلفة:

يوجد النيتروجين في الأسمدة بثلاثة صور:

1. **النترات (No3)-** أيون النترات سالب الشحنة,وهو يوجد ملاصقا على سطوح حبيبات التربة الطينية والتي شحنتها الكهربية سالبة أيضا, ولذا يصبح من السهل شطفه بكميات كبيرة من المياه.
2. **الأمونيا (NH4+)-** أيون الأمونيا موجب الشحنة وهو يدمص على حبيبات التربة الطينية سالبة الشحنة ,ولذلك ففي التربة الطينية لا يتم شطفه بسهولة كما هو الحال بالنسبة لأيون النترات.
3. **النيتروجين الأميدي (NH2)** –وهو يوجد في سماد اليوريا وهذه الصورة ليست لها شحنة كهربائية ولا يلتصق بحبيبات التربة ,واليوريا تركيبة عضوية والتي يتم شطفها من التربة بسهولة ,حيث أن النيتروجين الأميدي يتحول في التربة في وقت قصير وقبل استيعابه من قبل النبات إلى أمونيا وهذه العملية تحدث فقط في التربة الرطبة.

امتصاص النيتروجين:

يمتص النيتروجين في النبات بصورتين رئيسيتين النترات والأمونيا, النباتات المختلفة يتم التفريق بينها بنوع العلاقة المرغوبة بين هاذين التركيبين, فالعلاقة المرغوبة في محصول الورد والفلفل مثلا هي 10%-20% أمونيا ,80%-85% نترات بينما في عائلة البلارجونيوم تكون النسبة 40% أمونيا ,60% نترات.

جزء من الأمونيا يمتص في النبات بصورة مباشرة ,الجزء الآخر الذي لم يتحول إلى نترات بواسطة البكتيريا ,تتم هذه العملية بما يسمى عملية النترته (Nitrification)والتي تتم على مرحلتين:

المرحلة الأولى : يتم تحويل الأمونيا بواسطة الأكسجين إلى نيتريتات وماء وهيدروجين:

المرحلة الأولى : وفيه يتم تحويل الأمونيا إلى نيتريت

$$NH4 + \quad + \quad O2 \longrightarrow No2^{-} + H2O + 2\,H+$$

المرحلة الثانية : وفيه يتم تحويل النيتريت إلى نترات

$$2No2^{-} + O2 \rightarrow 2No3^{-}$$

وحتى تتم هذه العملية في التربة فإن العملية تحتاج إلى توفر الشروط التالية:

1. شروط تهوية جيدة في التربة.
2. أن تكون الرطوبة في التربة في نطاق السعة الحقلية.
3. درجة حرارة التربة المناسبة 30 درجة مئوية وفي حالة انخفاض درجة الحرارة عن 10 درجات مئوية وارتفاعها عن 45درجة مئوية فإن هذه عملية النترته تتوقف.
4. الوسط الحامضي (الرقم الهيدروجينيpH)المناسب هو ما بين (7.5 - 7 pH).

أحد العوامل المحددة لعملية النترته هي درجة حرارة التربة وهذا العامل تأثير عملي وخاصة في الشتاء,عندما تكون درجات الحرارة في حدودها القصوى يجب اختيار السماد النيتروجيني المناسب لهذه العملية(اليوريا في درجات الحرارة العليا,والنترات في درجة الحرارة المنخفضة).

إن معرفة التراكيب الكيماوية للأسمدة يساعد كثيرا لاختيار السماد الملائم للظروف القائمة في حينه.

ويجب الذكر هنا أنه في حالة نقص في التهوية في منطقة الجذور فإن عملية النترته تتم المرحلة الأولى منها وهي تحويل الأمونيا إلى نيتريت وفي حالة تركم كميات كبيرة منه فإن هذا النوع من المواد يعمل على اسوداد الجذور وتسمم النباتات وهذه الظاهرة موجودة في نباتات الورد والبندورة ويلاحظ كذلك في حالة التربة الصناعية المشبعة بالماء(الصوف الصخري) حيث يكون نقص كبير في الهواء في هذا الوسط الزراعي المعزول,كما يجب أن نوضح كذلك أن نقص التهوية يعمل على تحويل النترات إلى نتريت أو إلى جزيء النيتروجين الذي يتطاير في الهواء وهي تعتبر عملية عكسية للنترته (Denitrification).

الأنواع المختلفة من الأسمدة النيتروجينية:

بين الأسمدة النيتروجينية توجد الأسمدة العضوية(الزبل) والأسمدة غير العضوية (الأسمدة الكيماوية) ويلاحظ ذلك من الجدول رقم (1).

جدول رقم (1): الجدول التالي يبين الأسمدة المستخدمة في التسميد داخل الدفيئات ونسب وصور العناصر الموجود بها.

م.	اسم السماد	النيتروجين N) (Total	النيتروجين بصورة نترات	النيتروجين في صورة أمونيا	الفوسفور في صورة P2O5	البوتاسيوم في صورة K2O	الكبريت S	الكالسيوم Ca	الماغنسيوم Mg
.1	سلفات الأمونيوم	21	-	21	-	-	24	-	-
.2	يوريا	46	-	46	-	-	-	-	-
.3	نترات أمونيوم سائل	21	10.5-9	* 10.5-9	-	-	-	-	-
.4	فوسفات أحادي	12	-	12	61	-	-	-	-
.5	فوسفات الأمونيوم	7	-	7	25	-	-	-	-
.6	سماد نترات	13	13	-	-	46	-	-	-
.7	سماد نترات	* 4-3	* 4-3	-	-	10-7.5	-	-	-
.8	نترات الكالسيوم	14	14	-	-	-	-	20	-
.9	نترات الكالسيوم	7.5	7.5	-	-	-	-	10.7	-
.10	حامض النيتريك	13	13	-	-	-	-	-	-
.11	ما جنيت 70	6.3	6.3	-	-	-	-	-	5.8
.12	ماغنيسال	11	11						9.5
.13	20-20-20 ***	20	6	14	20	20	-	-	-
.14	سماد سائل (527)	5	3.4	1.6	2.0	7.5	-	-	-
.15	سماد سائل (428)	4	3.0	1.0	2.0	8.0	-	-	-
.16	سماد سائل(737)	7.3	4.3	3.0	3.2	6.5	-	-	-
.17	سماد سائل (538)	5	3.4	1.6	3.0	8.0	-	-	-

* يستخدم في الشتاء
** أسمدة من الأنواع التي توجد بتركيبات أخرى
*** 10% من النيتروجين في صورة أميدات.
1+أسمدة العناصر الصغرى.

الجزء الثاني:التسميد الفسفوري:-

يعتبر عنصر الفوسفور من العناصر المساعدة في عملية النمو والنضج,فهو غالبا يحسن من تطور نمو النبات إضافة إلى أنه يساعد في تطور ونمو المجموع الجذري,ولذا فإن تزويده للنبات ضروري من بداية النمو,وإن انخفاض نسبة الفوسفور في التربة ليس فقط تؤثر على قلة الإنتاج وإنما تؤدي كذلك إلى تقليل نسبة الفوسفور داخل النبات.

صور الفوسفور داخل التربة:

أحد المشاكل الرئيسية في التسميد الفسفوري هو مشكلة قابلية امتصاصه وسهولة استيعابه من قبل النبات ,فليس كل تركيبات عنصر الفوسفور الموجودة في التربة قابلة للامتصاص, فالفوسفات القابل للذوبان مثل السوبر فوسفات أو حامض الأورثوفوسفوريك عندما تضاف للتربة تتحول إلى فوسفات غير قابل للذوبان تدريجيا وتسمى هذه الحالة بتثبيت عنصر الفوسفور.

والفوسفور موجود في التربة بتركيبات عضوية وغير عضوية ,ومن بين التركيبات الغير عضوية يوجد فقط جزء صغير قابل للذوبان ويمكن استيعابه ,وصورة الفوسفور الموجود في التربة هي في صورة أملاح فوسفات الكالسيوم أو أملاح الحديد أو أملاح الألومنيوم أو أملاح المعادن الثقيلة الأخرى, ويتجدد مخزون الفوسفور نتيجة لذوبان تلك المركبات المحتوية على الفوسفور.

الأسمدة الفسفورية هي بصورة عامة أملاح لحامض الفوسفوريك ,وللحامض الفسفوري ثلاث صور أيونية سالبة ,وهذه تتحدد بفعل الوسط الحامضي للتربة ففي الوسط الحامضي يكون الشق الأيوني للفوسفور في صورة فوسفات ثنائي الهيدروجين وبارتفاعه قليلا يتحول إلى صورة فوسفات أحادي الهيدروجين وبزيادة ارتفاع الرقم الهيدروجيني يتحول إلى صورة أيون الفوسفات السالب والشيء المهم هنا أن صورة الفوسفات الذائبة والمفضلة للنبات عندما يكون الرقم الهيدروجيني في حدود(6-pH)وفي حالة الانخفاض الزائد للرقم الهيدروجيني- pH أو الارتفاع الزائد عن هذا المستوى فإن مستوى ذوبان الفوسفور يقل تبعا لذلك.

العوامل المؤثرة على امتصاص الفوسفور:

لا يختلف استيعاب الفوسفور كثيرا وامتصاصه في مختلف أنواع النباتات ,وهو مرتبط بمدى تطور المجموع الجذري ,وطول المساحة السطحية للجذور وقوتها وكذلك بقوة معدل تنفس الجذور,وكذلك وجود العوامل المؤدية لتخفيض ألpH في مجال بيت الجذور بعد خروج أيونات الهيدروجين.

الوسط ألحامضي الحادث بعد عملية التنفس تساعد على زيادة ذوبان تركيبة المركب الفسفوري الصعب الذوبان ,ونتيجة لذلك تحدث زيادة في تركيز الفوسفور الذائب في التربة.

لذلك فإن عملية التغذية الفسفورية للنباتات بعوامل إضافية أخرى التي تحدد مدى توافر أيونات الفوسفور القابلة للامتصاص وهي كمثال الوسط ألحامضي المحيط, وكذلك تركيز وذوبان عنصر الكالسيوم وأملاح الحديد الألمونيوم ,الماغنيسيوم ومكونات المادة العضوية والتربة الطينية (الإدمصاص), كذلك نشاط الكائنات الدقيقة في لتربة, وكذلك معدل الرطوبة في التربة والذي يؤدي جفافها إلى تقليل كمية الفوسفور الممتصة بواسطة النباتات وأما في حالة الرطوبة الجيدة فتزداد الكمية الممتصة من الفوسفور, وعموما فإن انتقال ودخول أيونات الفوسفور السالبة إلى مناطق الامتصاص في الجذر يقابلها خروج أيونات لهيدروجين نتيجة عملية التنفس (حرق السكر وتحويله إلى ثاني أكسيد الكربون وماء وهيدروجين وخروج طاقة).

أنواع وصور الأسمدة الفسفورية الأساسية المعدة للاستعمال:

يعتبر صخر الأبيتايت هو المصدر لأساسي للأسمدة الفسفورية الموجودة وهذا المعدن موجود غي مناطق كثيرة منطقة البحر الميت والنقب وهو صخر غير قابل للذوبان في الماء ,ولتحويله إلى سماد فعال يتم ذلك بواسطة حمض الكبريتيك ,والمادة المتكونة من تفاعل الحامض مع صخر الأبيتايت هي فوسفات الكالسيوم ثنائي الهيدروجين(CaH2PO4) ,وإضافة

مادة الجبس (كبريتات الكلسيوم Ca So4) ينتج عنه سمد سوبر فوسفات الكالسيوم,هذا السماد يساعد الأراضي الفقيرة في الكبريت فائدة مزدوجة من عنصر الفوسفور والكبريت معا, وعند إضافة كمية مضاعفة من حامض الكبريتيك لصخر الأبيتيت يتكون حامض الفوسفوريك, وإضافة حامض الكبريتيك وحامض الفوسفوريك لصخر الأبيتيت يتكون سماد سوبر فوسفات الغني بالفوسفور (25%).

توجد صور أخرى من صور الأسمدة الفوسفورية المركبة المحتوية على الفوسفور والنيتروجين بصورة آمونيا أو نترات, وهذه الأسمدة تذوب جيدا بالماء , ويمكن إضافتها بالتجريع أو من خلال مياه الري.

يتم تكوين سماد ثلاثي الأمونيوم عن طريق تفاعل الأمونيا مع حامض الفوسفوريك, الفوسفات النيتريتية يتم تكوينها عن طريق تفاعل حامض النيتريك وحامض الكبريتيك مع صخر الأبيتيت.

أنواع الأسمدة الفوسفورية الأساسية موضحة بالجدول التالي:

جدول رقم (2) الأسمدة الفسفورية الأساسية المستعملين في الدفيئات الزراعية:

السماد	التركيز (% من الوزن)					
	P	P2O5	S	Ca	N	N-Nh4
سوبر فوسفات محبب عالي التركيز	11	25.0	11	25	-	-
حامض فوسفوريك 85% (صيفي)	27	61.6	-	-	-	-
حامض فوسفوريك 75% (شتوي)	24	54.3	-	-	-	-
فوسفات أحادي الأمونيوم (MAP)						
" " " صلب	26.5	61.0			12	12
" " " سائل	10.9	25.0			7	7

بالإضافة إلى ما سبق كره بالجدول السابق توجد صور أخرى للأسمدة المركبة المحتوية على فوسفور مثل سماد شيفر,شفير وسماد 20-20-20 المركب وأسمدة أخرى (الجدول رقم 1).

توصيات عامة لاستعمال السماد الفوسفوري:-

- يجب إضافة السماد قريبا للمجموع الجذري الفعال, وذلك لأن حركة الفوسفور في التربة بطيئة جدا.
- يجب استعمال سماد محبب وليس على شكل البودرة بسبب أن المساحة السطحية للسماد المحبب أقل من المساحة السطحية للسماد البودرة مما يؤدى إلى زيادة تثبيت عنصر الفوسفور على حبيبات الطين.
- يجب إضافة السماد في خطوط تحت مستوى الجذور لأن فرد السماد نثرا على سطح التربة يعمل على زيادة إدمصاصه على حبيبات التربة ويقلل بالتالي قابلية امتصاصه بواسطة النبات.
- يجب الحفاظ على الوسط ألحامضي للتربة في حدود pH 6 حيث أن في هذه الدرجة تكون ذوبان الفوسفور في التربة عالي ,ويمكن التحكم في أل pH في الأوساط المعزولة بصورة أفضل وتخفيضها عند الحاجة عنها في التربة العادية.
- يجب إضافة السماد الفوسفوري للتربة قبل الزراعة والشتل وبعد عمل تحليل للتربة لمعرفة مستوى الفوسفور في التربة وإضافة كمية السماد المطلوبة حسب احتياجات النبات ومن المعروف أن إضافة كميات كبيرة من الفوسفور سنويا بدون معرفة التحليل لن يؤدي إلى زيادة الإنتاج وقد يؤدى إلى الإضرار بامتصاص العناصر الأخرى مما يؤدي إلى ظهور أعراض نقص العناصر, ومثال ذلك زيادة عنصر الفوسفور في التربة يؤدى إلى ظهور أعراض نقص عنصر الحديد بسبب تفاعل الفوسفور مع الحديد مما ينتج عنه ترسيب مركب فوسفات ألحديديك في التربة وظهور أعراض نقص عنصر الحديد.
- عند التغذية يجب الحرص على التوازن بين عنصر الفوسفور والنيتروجين ,الحديد,الزنك, لأن بين الفوسفور وهذه العناصر توجد علاقات متضادة (هذه الحالة تنتج من تنافس أو تأثير سلبي بين الفوسفور وتلك العناصر عند امتصاصها في منطقة الجذور.
- لايجب إذابة سماد السوبر فوسفت في مياه الري لأنه لا يذوب.
- لا يجب خلط حامض الأورثوفوسفوريك مع العناصر الأخرى (مجموعة العناصر الصغرى) ولا مع العناصر المحتوية على الكالسيوم والماغنيسيوم لان إضافة الحامض يعمل على ترسيب تلك العناصر.
- لا يجب إضافة الماء إلى حامض الفوسفوريك وإنما إضافة الحامض ببطء إلى الماء.

الجزء الثالث : التسميد البوتاسي

البوتاس في النبات:

عنصر التسميد الرئيسي في النبات والذي تركيزه أعلى في النبات بعد النيتروجين هو عنصر البوتاسيوم,وهو يمتص من التربة بواسطة النبات بكميات كبيرة ,وهذا النقص يظهر بصورة واضحة في الأوراق الكبيرة والذي يعبر عنه بالاصفرار والذي يظهر عادة على أطراف الأوراق ويتدرج للداخل وعند زيادة النقص يظهر سقوط في الأوراق وضعف في النبات.

وفي الورد مثلا يظهر النقص في اصفرار أطراف الأوراق والتي تتحول للون البني بعد ذلك.وكذلك تقسية الفروع الجانبية وتسقط الأزهار.

في العمليات الفسيولوجية الكثيرة في النبات يعتبر البوتاسيوم عنصرا هاما(فهو المسئول عن عمليات فتح وإغلاق الثغور في الأوراق) من حيث فقد الماء من الثغور خلال عمليات التنفس وتنظيم الماء داخل خلية النبات والمساعدة في عملية النتح,والبوتاس مهم جدا في نقل بعض عناصر التغذية الأساسية في الأجزاء المختلفة من النبات وهو مرتبط مع امتصاص عنصر النيتروجين.

البوتاس في التربة:

يتم ادمصاص البوتاسيوم على حبيبات الطين وهو كذلك على حبيبات التربة ذات الحبيبات الدقيقة أما في التربة الرملية فهي ضعيفة القدرة على ادمصاص عنصر البوتاس عليها.

حركة البوتاس في التربة المتوسطة والتربة الثقيلة محدودة ,وعليه يجب التسميد بعنصر البوتاس كعنصر أساسي,في الأراضي الرملية تزداد سرعة حركته إلى أسفل وليس على جانبي النبات.

من هذه المعطيات الأساسية يجب الالتزام بالتوصيات التالية:

- يجب إضافة عنصر البوتاس بسبب حركته البطيئة وا دمصاصه السريع حول المجموع الجذري .
- تفقد الأراضي الرملية والمناطق غزيرة الأمطار كميات كبيرة من سماد البوتاسيوم نتيجة لعملية الشطف التي تحدث لعنصر البوتاسيوم وسرعة حركته إلى المناطق العميقة بعيدا عن مستوى الجذور بعكس الحال في التربة الطينية التي تكون حركة عنصر البوتاسيوم أقل.
- بسبب حركة البوتاسيوم الأفقية البطيئة في كل أنواع التربة فإنه من المفضل نثر السماد على كل الأرض المزروعة بشكل متساو.

في الجدول التالي بيان بأنواع الأسمدة البوتاسية الأساسية الموجودة في الاستعمال في الدفيئات الزراعية.

جدول رقم (3) أنواع الأسمدة البوتاسية:

م.	نوع السماد	التركيز (% من الوزن)					
		K	K2O	Cl	SO4	N-No3	P2O5
.1	كلوريد البوتاسيوم (صلب)	50	60	47.0	0	0	-
.2	كلوريد البوتاسيوم (سائل)	12.5	15	11.5	-	-	-
.3	كبريتات البوتاسيوم	42.5	50	-	18.4	-	-
.4	نترات البوتاسيوم (صلب)	39.0	46	-	-	13	-
.5	نترات البوتاسيوم سائل (صيفي)	10.0	12	-	-	3	-
.6	نترات البوتاسيوم سائل (شتوي)	7.5	9	-	0	3	-
.7	فوسفات أحادي البوتاسيوم (MPP)	28.6	34.5	-	-	-	51.5

أنواع الأسمدة البوتاسية:

الأسمدة البوتاسية هي أملاح المنتجة من الصخور البوتاسية , وهي تحتوي على كمية عالية من البوتاسيوم, وهي توجد في طبقات طبيعية الموجودة في أعماق التربة في بلاد مختلفة, وبالأساس في ألمانيا ,فرنسا والولايات لمتحدة الأمريكية وهو موجود في جزر ملحية حيث أن مياههم غنية بأملاح البوتاسيوم ,وأحد المصادر الهامة لهذا العنصر في العالم هو البحر الميت.

والأسمدة البوتاسية تذوب جيدا بالماء وهم قابلين للامتصاص بواسطة النبات بصورة متساوية.

والأسمدة لبوتاسية الموجودة في الاستعمال هي كالتالي:

1. **سماد كلوريد البوتاسيوم:**

سماد كلوريد البوتاسيوم من الأسمدة لمنتشرة والرخيصة جدا وهو منتج في منطقتنا من أملاح البوتاسيوم الموجودة في البحر الميت,هذا السماد عبارة عن ملح أبيض محبب أو بودرة وهو سهل الذوبان في الماء وهو منتج أيضا بصورة سائلة عديمة اللون, ولا يوجد مشكلة في خلطه مع الأسمدة الأخرى, ولكن بسبب وجود كميات كبيرة من عنصر الكلور به (47.0 %) فلا يوصى باستعماله في المحاصيل الحساسة لعنصر الكلور.

2. سماد سلفات (كبريتات) البوتاسيوم:

هذا السماد من الأسمدة البوتاسية غالية الثمن مقارنة بسماد كلوريد البوتاسيوم , ولكن نظرا لاستخدامه في المحاصيل الحساسة لعنصر الكلور فإنه يفضل عن سماد كلوريد البوتاسيوم,وسماد كبريتات البوتاسيوم من الأسمدة الصلبة ويذوب في الماء ولونه أبيض ,ولكن في حالة استعماله في مياه عسرة فإنه يؤدي إلى إغلاق عيون التنقيط وهذه المشكلة يمكن التغلب عليها بمساعدة الأحماض .

هذا السماد يتم إنتاجه عن طريق إنتاجه من تفاعل سماد كلوريد البوتاسيوم مع حامض الكبريتيك.

3. سماد نترات البوتاسيوم:

سماد نترات البوتاسيوم سماد غني بسبب وجود مركب النترات فيه وهو ينتج من تفاعل حامض النيتريك مع مركب هيدروكسيد البوتاسيوم أو كلوريد البوتاسيوم,وهو سهل الذوبان في الماء وينتج بصورة بودرة أو محبب وبلون أبيض وينتج كذلك بصورة سائلة بدون لون ,وتعتبر الحالة الصلبة المحببة من السماد مناسبة للتوزيع نثرا باليد أو بالتوزيع الميكانيكي,أما السماد الذي على شكل البودرة فيكون مناسبا للإذابة في الماء.

ويمكن خلط سماد نترات البوتاسيوم مع غالب الأسمدة الأخرى ولكن عند خلطه مع سلفات البوتاسيوم يقل ذوبانه في الماء,مع انخفاض درجة الحرارة غي الشتاء يتبلور أجزاء كبيرة من السماد ولذا يجب زيادة كمية الماء المخصص لإذابة السماد وتخفيفه.

4. سماد فوسفات أحادي البوتاسيوم:

هذا السماد سهل الذوبان في الماء وهو ذو فائدة كبيرة بسبب وجود الفوسفور والبوتاسيوم معا,وهوبسبب سعره المرتفع نسبيا لايحبذ استعمله ويستعمل فقط في المحاصيل المغطاة والتي تزرع داخل الدفيئات والتي تستعمل التربة المعزولة غي زراعتها.

الجزء الرابع:التسميد بالكالسيوم:-

عنصر الكالسيوم يظهر في التربة بصورة ذائبة أو مدمصة على حبيبات الطين أو في صورة تركيبات كربونية غير ذائبة وأغلب الكالسيوم في التربة موجود في صورة كربونات كالسيوم,وهو في الأساس يسمى بالجير وهولا يذوب في الماء المقطر ,وفي الأراضي الزراعية المختلفة في فلسطين تعتبر نسبة الكالسيوم الذائب في الماء حوالي 1-2% من الوزن الجاف للتربة,أما في الأراضي الجيرية أو الأراضي الملحية الموجودة بالمستنقعات فتصل نسبة الكالسيوم حوالي 5%.

يشكل عنصر الكالسيوم في التربة حوالي 75- 85 % من مجمل الكاتيونات المد مصة على حبيبات التربة ,وهو ينجذب بشدة على حبيبات الطين وهو مقارنة بعنصر الصوديوم والبوتاسيوم ليس أقل منهما كثيرا, وادمصاصه على حبيبات الطين والتربة العضوية بدرجة أكبر.

معظم الأراضي في بلادنا تحتوي على نسبة عالية من الكالسيوم ,والأراضي الغنية بالكالسيوم هي أراضي جيرية وبها تكون نسبة الكالسيوم ما بين 40-50% وهي موجودة في منطقة غور الأردن وبيسان.

الأراضي الثقيلة أ مناطق الأغوار والجبال تحتوي في غالبها على نسبة تصل ما بين 5-25%, الأراضي الخفيفة في منطقة الساحل والأراضي الرملية في غالب مناطق البلاد فقيرة في عنصر الكالسيوم, وهي حاليا مشكلة ويمكن أن تزداد في المستقبل وذلك نظرا لأن الزراعة المكثفة للتربة واستعمال أسمدة حامضية يؤدي إلى تخريب بناء التربة, وغياب عنصر الكالسيوم في هذه الأراضي من شأنه أن يؤثر سلبا على الإنتاج وعلى جودة الزهور.

عنصر الكالسيوم يجمع حبيبات الطين وهو يسهل دخول الهواء والماء مما يؤدي إلى تطور جيد للنبات ونشاط متزايد للكائنات الدقيقة والتي تعمل على زيادة خصوبة التربة.

تأثير مركبات الكالسيوم على حموضة التربة (pH):

مركبات الكالسيوم ترفع حموضة التربة (pH) عادة (لأكثر من 7) مما يؤدى إلى تثبيت عنصر الفوسفور وترسيب عناصر التغذية الأساسية, وبخاصة العناصر الدقيقة ,وتقل مدى قابلية النبات لامتصاصهم بصورة ملموسة ويظهر ذلك في العناصر المخلبية (الحديد والماغنيسيوم والزنك ... الخ) وهذا يظهر قفي الأراضي التي يوجد بها زيادة من عنصر الكالسيوم الذائب.

وظيفة الكالسيوم وتأثيره على النبات :

لعنصر اكالسيوم وظيفة هامة في تبادل المواد في النبات وتنظيم الوسط المائي للخلية وهو يؤثر على عملية التمثيل الغذائي وعلى حركة الغذاء في النبات وعلى زيادة قوة جدر الخلايا وعلى تفرعات شبكة الجذور .
يتراكم الكالسيوم أساسا في الأوراق والسيقان , واستهلاك عنصر الكالسيوم بواسطة النبات ليس ثابتا ,وعملة امتصاصه بواسطة النبات مرتبطة بدرجة كبيرة بنسبة عنصر الكالسيوم القابل للامتصاص في التربة أو في موقع الزراعة المعزولة.

ويعتبر نقص عنصر الكالسيوم سببا في عرقلة نمو النبات في كل أجزاءه وهو يؤثر في البرعم الطرفي للنبات وأطراف الجذور,وقد أثبتت الأبحاث أن نقصه يجعل النبات حساسا للإصابة بمرض البوتريتس ,وقد أثبتت الدراسات أن رفع مستوى الكالسيوم في الأسمدة المعطاة في التربة المعزولة أدى إلى تقليل الإصابة بمرض العفن الرمادي (البوتريتس) في محاصيل الفلفل والبندورة والخيار والورد .
وفي محصول البندورة والفلفل يظهر نقص عنصر الكالسيوم في ظهور مناطق سوداء على الثمار وبخاصة في حالة نقص المياه.

العوامل المساعدة في امتصاص الكالسيوم:

- نسبة عنصر الكالسيوم القابل للامتصاص بواسطة النبات.
- في حالة الرطوبة العالية وقلة النتح تقل حركة الكالسيوم من جذور النبات إلى أعلاه,وكل عمل يؤدي إلى تقليل تزويد النبات بالماء ينعكس بالتالي على نقص الكالسيوم.
- سرعة حركة محلول السماد في منطقة الجذور تتأثر بمدى امتصاص عنصر الكالسيوم,وتزداد تلك السرعة في الزراعة الهيدروفونية عنه في الزراعة في التربة المعزولة (توف,مزارع عضوية).
- أيونات أخرى مثل الصوديوم ,ماغنيسيوم والأمونيا بتركيزات عالية نسبيا يقلل من امتصاص الكالسيوم,وفي حالة الري بمياه بها نسبة عنصر الصوديوم عالية أو في أراضي تركيز الصوديوم بها عالي فإنه يجب الحفاظ على إعطاء دفعات متتالية من الكالسيوم للنباتات وفي الورد عموما توجد علاقة إيجابية بين توفير الكالسيوم للنبات وعنصر البورون.
- تطور المجموع الجذري: إن امتصاص عنصر الكالسيوم بواسطة النبات يتم عن طريق أطراف الجذور .وكل ضر بالمجموع الجذري تحدد كمية الكالسيوم المعطى للنبات,وفي زراعات الورد المزروع في الصوف الصخري فإن اسوداد الجذور نتيجة لوجود تركيز عالي من النترات يقلل امتصاص الكالسيوم بواسطة النبات.

المواد والأسمدة المحتوية على الكالسيوم:

المواد المحتوية على الكالسيوم مخصصة لتحسين التربة ولتوفير الكالسيوم للنبات, كل المحاصيل التي تزرع في بلادنا لا توجد ضرورة بصفة عامة لتزويدها بالكالسيوم, وذلك لأن معظم الأراضي غنية بالكالسيوم,ولأن المياه التي تأتي من بحيرة طبريا غنية بالكالسيوم (80-50 جزء في المليون) ,وبالإضافة إلى سماد السوبر فوسفات فإنه يساعد أيضا في إثراء التربة بالكالسيوم.

في الأراضي الرملية والمزارع المفصولة كذلك الفقيرة في عنصر الكالسيوم أو قوة ادمصاص عنصر الكالسيوم ضعيفة فإذا لم تزود النباتات بالكالسيوم فإن النباتات سوف تعاني من نقص الكالسيوم مما يؤدي بالتالي إلى الإضرار بالإنتاج وجودته.

جدول رقم (4) يبين الأسمدة المحتوية على الكالسيوم

م.	نوع السماد	التركيز (% من الوزن)						
		P	P2O5	Ca	Mg	N-No3	S	H+ Hydrogen(Acid)
.1	نترات الكالسيوم صلب *	-	-	19	-	15.5	-	-
.2	نترات الكالسيوم سائل .			11		9		
.3	(كالنيت 150) *	-	0	15	-	10.5	-	-
.4	مور **	1.1	2.5	0.2	0.5	3.6	-	0.03
.5	كالمجاؤون	-	0	3	1	5.0	-	0.125

6.	سوبر فوسفات عالي التركيز	11	25	22	-	-	11	-

- * نترات الكالسيوم السائل و الصلب,يعطى للنبات من خزان منفرد وطلمبة تسميد خاصة ولا يسمح بخلطه مع أسمدة تحتوي على الفوسفور والكبريت.
- ** سماد مور يحتوي على النيتروجين بصورة آمونيا, والبوتاس والعناصر المخلبية الأخرى.

هناك خلاف في الرأي بين الباحثين بشأن أهمية ارتفاع تركيز الكالسيوم في مياه الري من حيث إضافة الكالسيوم لمحلول السماد,فقد اختبر التسميد بالكالسيوم في نباتات الورد بواسطة أحد الباحثين في معهد فولكاني, وقد وجدوا أن تركيز الكالسيوم في مياه الري بنسبة 100 مجم للتر يؤدي إلى تقليل جودة الورد الناتج ,ولكن إذا كان تركيز الكالسيوم 50 مجم للتر فإن الإنتاج يكون بمواصفات جيدة ومقبول, هذه النسبة موجودة في مياه بحيرة طبرية ,وهذه النسبة تقل قليلا عن ذلك في الزراعة المفصولة(الصوف الصخري) حيث يوصى أن يكون تركيز الكالسيوم في مياه الري 100 مجم للتر ,وفي ألأراضي الرملية الأخرى و بعض أنواع التربة المعزولة الأخرى يجب فحص نسبة الكالسيوم في مياه الصرف وفي التربة.

ويمكن تزويد التربة بالكالسيوم باستخدام المواد والأسمدة التالية :

مسحوق الجير والمادة الفعالة فيه هي كربونات الكالسيوم الموجودة في صخر الحجر الجيري,وهي موجودة بصفة عامة في التربة وقد تصل نسبته أحيانا إلى 98%.

في المياه النقية لا يذوب الجير في الماء ولكنه يتحلل ببطء في مياه الأمطار ومياه الري المحتوية على غاز ثاني أكسيد الكربون ولكن يتحلل ببطء.

وصخر الجير يستعمل كمزود لعنصر الكالسيوم الذي يعمل على تكوين بناء ثابت للتربة وهو موصى لاستعماله في التربة الخفيفة الحامضية حتى يستطيع رفع درجة الحموضة (pH) .

والمركب الثاني المستعمل كمصدر لعنصر الكالسيوم هو الجبس وهو ما يعرف بكبريتات الكالسيوم والجبس عبارة عن ملح أبيض وهو يذوب ببطء في الماء ويفضل استعماله في الأراضي الصودية أو التي تروى بالماء المحتوي على تركيزات كبيرة من الصوديوم حيث يقوم الجبس بإبعاد أيونات الصوديوم المد مص بالتربة وهو الذي يعمل على زيادة نفاذية التربة بزيادة الماء والهواء.

والجبس الزراعي هو عبارة عن فوسفات الجبس وهو بالإضافة إلى كونه مزود للكالسيوم فإنه يحتوي على 3،- 7,. % فوسفات ويختلف تأثيره من نبات لآخر (كل 1000 كجم من الجبس الزراعي (الفوسفاتي) يحتوي بالإضافة إلى الكالسيوم 17 كجم من سماد سوبر فوسفات الكالسيوم.

والجبس الفوسفوري غير مناسب لإعطائه عن طريق شبكات الري بسبب قلة ذوبانه في الماء ولذا ينصح بإضافته داخل التربة وذلك من خلال فتح خطوط ووضعه فيها أو نثره على سطح التربة ويمكن إدخاله للتربة بواسطة ماء المطر أو الري بالرشاشات.

ومن المعلوم أن الجبس يرفع ملوحة التربة ولذا ينصح بالاسترشاد بمرشد الخدمات الحقلية للاستفسار عن الطرق المناسبة لإضافته.

سماد سوبر فوسفات الكالسيوم :-

_يحتوي سماد سوبر فوسفات الكالسيوم على 50% من وزنه جبس (22% من الجبس في صورة كالسيوم) وغير مناسب إضافته عن طريق شبكات الري لأنه يعمل على انسداد عيون النقاطات .

سماد نترات الكالسيوم:-

هذا السماد ناتج من تفاعل بين حامض النيتريك ومركبات الكالسيوم وهو يسوق في صورة سماد صلب أو سماد سائل (ما يعرف بالكالنيت),وهذا السماد لا يمكن خلطه مع أسمدة محتوية على فوسفات أو كبريت(يحدث ترسيب) وسماد نترات الكالسيوم سهل الذوبان جدا في الماء ومناسب لإضافته عن طريق شبكات الري, وفي درجات الحرارة المنخفضة يمكن أن يحدث تبلور لسماد الكالنيت السائل ولذلك يفضل تخفيفه بنسبة 20% من البداية وعند استعماله يجب رفع كمية السماد تبعا لنسبة التخفيف.

سمـاد مور:

سماد يحتوي على 2% كالسيوم (24 جم في اللتر) وحيث أن الكالسيوم يتنافس مع عنصر الماغنيسيوم لذا لا يجب خلطه مع أي سماد آخر.

سماد كلمجاؤون :

هذا السماد خصص لزيادة حموضة ماء الري ولتزويد النباتات بالكالسيوم والماغنيسيوم وجزء من النترات وكل لترمن السماد يحوي 1,5 مليمكافىء من البيكربونات , وهذا المحلول يكمل مع سماد الشيفر كل التسميد اللازم ,وهي تعطى من خزان منفصل ويتم تحديد التركيب حسب نوع المحصول وعند التسميد بنترات الكالسيوم والكلمجاؤون يجب وضع كل منهم في خزان منفصل ولكل خزان طلمبة تسميد منفصلة ولذا يجب التنسيق نع مرشد خدمات الحقل في هذا الموضوع.

الجزء الخامس :التسميد بالمغنيسيوم والكبريت:-

المغنيسيوم من العناصر الموجودة في عديد من المعادن الكثيرة في التربة مثل البيوتيت والدولوميت والفيرموكيولايت ,ونتيجة لتحلل تلك المعادن ينتج مركب بيكربونات الماغنيسيوم والذي يذوب في محلول التربة,وفي التربة الطينية تكون نسبة الماغنيسيوم عالية مقارنة بالتربة الرملية الموجودة في مناطق كثيرة مثل مواصي رفح وخانيونس حيث أن نسبة المغنيسيوم بها منخفضة جدا ولذا فإن المحاصيل المزروعة في تلك الأنواع من التربة يتوقع حدوث نقص فيها وكذلك في التربة الحامضية وتربة التوف المعزولة وعموما فإن قدرة المغنيسيوم للإدمصاص على حبيبات التربة الفقيرة بالمغنيسيوم لا تتعدى 3-8% بينما تكون نسبة 40-60% من العنصر المد مص على حبيبات التربة الغنية نسبة عالية وتسجل فائض في نسبة المغنيسيوم في التربة.

وظيفة المغنيسيوم داخل النبات:

يعتبر الماغنيسيوم أحد المركبات الرئيسية لمادة الكلوروفيل في النبات وهو يوجد كذلك بنسبة ملحوظة في البذور.

الماغنيسيوم مرتبط بنقل الفوسفور داخل النبات وهو يساعد في حركة ونقل الكربوهيدرات من الورقة إلى الساق وهو يشارك في كثير من العمليات الإنزيمية الكثيرة داخل النبات.

أيونات الماغنيسيوم تتحرك في أنسجة الأوعية الناقلة في النبات من عضو لآخر وتركيزه يزداد في أطراف الأفرع والجذور,ولكن تركيزه في الأوراق عال جدا.

محتوى الماغنسيوم في أنسجة النبات حوالي 2,.- 5,. % وهي تصل ما بين ربع إلى ثلث محتوى الكالسيوم.

النقص في عنصر الماغنيسيوم يتضح أولا في الأوراق السفلية وبعد ذلك يرتفع إلى الأوراق العلوية بالتدريج ,وهو يتضح بنقص اللون الأخضر للأوراق ويظهر في البداية على جوانب الورقة وأطرافها وبعد ذلك إلى داخل الورقة ومركزها ولكن العرق الرئيسي للورقة يظل أخضر اللون.

في نباتات الورد يظهر نقص عنصر الماغنيسيوم في شكل صغر حجم الأوراق وصغر الفروع الجانبية. وتظهر على الأوراق بقع صفراء بين عروق الورقة,وكلما ازداد النقص تحولت البقع إلى بقع ميتة كبيرة بيضاء بين عروق الورقة وعلى جانبي العرق الوسطى للورقة.

في نباتات القرنفل تظهر النقص الحاد في الماغنيسيوم أولا بالأوراق الوسطية ثم تنتقل للأوراق العليا والسفلية للنبات وتصفر غالب النموات الخضرية ولكن تبقى العروق خضراء.

في نباتات الخضار مثل البندورة والفلفل يبدأ النقص عادة في الأوراق السفلية وينتشر لأعلى.

العلاقة التبادلية بين عناصر الماغنيسيوم والبوتاسيوم والكالسيوم والصوديوم:

يحدث بين هذه العناصر الأساسية تضاد متبادل أو تنافس بامتصاصها عن طريق الجذور,فزيادة البوتاسيوم يسبب مثلا نقص الماغنيسيوم أو الكالسيوم , و العكس بالعكس, وهناك أهمية كبيرة عند تغذية هذه العناصر الأساسية بحيث يجب أن تكون التغذية متزنة حيث أن زيادة أحدهما تسبب نقصا في العناصر الأخرى.

لقد ثبت من خلال التجارب العلمية أن التسميد البوتاسي الزائد يؤدي إلى نقص عنصر الماغنيسيوم وذلك بسبب أن عنصر البوتاس يتحرك داخل النبات بسهولة أسهل من الماغنيسيوم بالنظر إلى تكافؤه الكيماوي(البوتاس أحادي التكافؤ والماغنيسيوم ثنائي التكافؤ) لذا فإن حركة البوتاس تكون أكبر من حركة الماغنيسيوم ولذا فإن زيادة تركيز البوتاس يمنع نقل الماغنيسيوم إلى أجزاء النبات مما يؤدي إلى تراكمه في الجذور.

الأسمدة المحتوية على الماغنيسيوم:

1. **دولوميت:** يحتوي على 20% ماغنيسيوم ,وعلى 30% كالسيوم ذوبانه قليل في الماء وسعره منخفض نسبيا.
2. **نترات الماغنيسيوم :** سماد سائل أو صلب يمكن خلطه مع جميع الأسمدة باستثناء الأسمدة المحتوية على فوسفور.
3. **ماجنيت 70:** سماد سائل يحتوي على 5.8% ماغنيسيوم أو 9% أكسيد ماغنيسيوم.
4. **ماغنيسيل:** هذا السماد صلب القوام يحتوي على 9.5% ماغنيسيوم أو 15% أكسيد ماغنيسيوم.
5. **كبريتات ماغنيسيوم :** يحتوي على 10% ماغنيسيوم وهو سهل الذوبان في الماء.

بصورة عامة لا تلاحظ أعراض نقص الماغنيسيوم في الأراضي التي تروى بماء تركيز الماغنيسيوم فيه يصل إلى 30 مجم للتر ولكن في الأراضي الرملية أو أراضي التربة المعزولة فإنه يجب إضافة أسمدة تحتوي على الماغنيسيوم مثل نترات الماغنيسيوم(15-10 مجم للتر), ولكن في الأراضي التي تسمد بسماد يحتوي على

البوتاس أكثر من 220 مجم للتر فإنه يجب رفع التسميد بالماغنيسيوم إلى 50 مجم للتر وكذلك يجب الاهتمام أكثر وخاصة في المناطق التي تروى بماء يحتوي على تركيزات عالية نسبيا من الصوديوم أن يتم فحص الماغنيسيوم في النباتات وهل يوجد نقص أم لا.

الكبريت:

مصادر الكبريت وتأثيره على النبات:

يوجد الكبريت في التربة بصور كثيرة وهي غالبا تذوب في محلول التربة والتي تحتوي على سطوح جزيئاتها أيونات موجبة الشحنة.

مصادر وجود الكبريت في التربة ناتج من عمليات تحلل مواد كالجبس أو أسمدة كيماوية مثل سماد سوبر فوسفات الكالسيوم وكبريتات البوتاسيوم والأسمدة العضوية الأخرى.

الكبريت موجود في النبات بالأساس في البروتينات والنقص في الكبريت يؤثر على إنتاج الكلوروفيل ويؤدي إلى تأخر النمو وقلة تفرع الجذور.

وأعراض النقص في الكبريت تشبه كثيرا النقص في النيتروجين,مثل اصفرار الأوراق وضعف نمو الأفرع.

في محصول الورد يؤدي نقص عنصر الكبريت إلى اصفرار بسيط في النبات بين عروق الورقة وخاصة في الأطراف والنقص الحاد في الكبريت مميز باصفرار عام (كلوروزا) وبإيقاف النمو للفروع الصغيرة والأوراق.

التسمم بالكبريت يحدث داخل الدفيئات وفي فراغ الدفيئة حيث يؤدي خروج ثاني أكسيد الكبريت إلى التسمم واصفرار الأوراق الكبيرة وتساقطها.

التسميد بالكبريت :

التسميد بالكبريت ليس منسيا وذلك لأن جزء كبير من الأسمدة الكيماوية والزبل العضوي تحتوي على الكبريت وتزود النبات بحاجته من الكبريت وكذلك يوجد الكبريت في مياه الري حيث يحتوي ماء الري على ما نسبته 30 جزء في المليون من الكبريت في صورة كبريتات ولكن في الأراضي الرملية الخفيفة والتربة المعزولة حيث أنهما فقيرين في محتواهم من الكبريت فإنه يمكن أن يكون هناك نقصا في هذا العنصر.

التوصيات المعتمدة لحاجة النبات من الكبريت هو أن يبقى موجودا بتركيز 30-60 جزء في المليون في مياه الري,وحينما تزيد النسبة عن ذلك وتصل إلى 80 جزء في المليون يمكن أن يظهر ترسيب الكالسيوم في مياه الري في صورة كبريتات الكالسيوم(جبس).

التسميد بالكبريت يمكن أن يتم ربطه بالنيتروجين بحيث تكون النسبة بينهما كما هو الحال في نسبة تركيزهما في أنسجة النبات وحيث أن النسبة بينهما في النبات هي 1-15 فلذلك يجب أن تكون النسبة بينهما كذلك في عملية التسميد.

تركيز الكبريت في الأوراق هي ما بين 1و.- 3و. % (كبريتات) من وزن المادة الجافة.

جدول رقم (5) المواد والأسمدة الهامة المحتوية على الكبريت:

	التركيب الكيماوي	
المادة	SO4	S - SO4
كبريتات البوتاسيوم	60.7	18.4
سوبر فوسفات الكالسيوم	36.6	11
كبريتات الأمونيوم	72.0	24
كبريت بودرة	-	95
جبس	59.4	18

يستخدم الكبريت لتحسين التربة القلوية وخفض الحموضة (pH), وهناك أنواع معينة من البكتيريا تؤكسد الكبريت الموجود بالتربة وتحوله إلى حامض كبريتيك وهو بالتالي يخفض حموضة التربة,وتتحدد كمية الكبريت بكمية الكاتيونات المتبادلة على سطح التربة, ولذا من الضروري المحافظة على درجة حموضة مناسبة في بداية المحصول وعلى مدار موسم النمو.

الجزء السادس : العناصر الأساسية المخلبية- الحديد:

في المواضيع السابقة من التسميد والتي تم التحدث فيها عن العناصر الغذائية الكبرى(النيتروجين,الفوسفور,البوتاس,الكالسيوم الماغنيسيوم والكبريت) وفي الأجزاء التالية سوف يتم الحديث عن العناصر الغذائية الصغرى مثل الحديد,المنجنيز ,الزنك,النحاس,البورون والموليبدنم.

وظيفة العناصر المخلبية:

العناصر المخلبية هذه هي عناصر أساسية كيماوية موجودة في التربة وفي طبقات أنسجة النبات بكميات صغيرة وهذه العناصر لا تشارك في بناء الأنسجة ولكنها تشكل عاملا مهما في العمليات الفسيولوجية والبيوكيميائية للنباتات, وهذه العناصر تسرع بطريقة ما في التفاعلات البيوكيميائية في النبات,وهي تساعد بإنتاج الإنزيمات والفيتامينات ,كما أنها تستخدم كمضادات للتسمم وتزيد قوة مقاومة النبات للأمراض وزيادة تحملها للظروف البيئية القاسية.

إن غياب هذه العناصر يتضح بصفة عامة بتأخير النمو واصفرار النباتات,وفي أحوال النقص الحاد تتساقط الأوراق وتتقزم النباتات.

قابلية العناصر المخلبية للامتصاص واستيعابهم من قبل النبات:

بعكس العناصر الأساسية الكبرى والتي يحتاج إليها بكميات كبيرة فإن العناصر الأساسية الصغرى يتم تزويدها للنبات بكميات صغيرة نظرا لأن حاجته منها منخفضة وذلك في غالبية النباتات.

إن استيعاب هذه العناصر من قبل النبات مرتبطة بمدى قابليتهم للامتصاص في التربة والمرتبطة لدرجة ذوبانهم في محلول التربة أو الوسط المزروع النبات(تربة معزولة), ودرجة ذوبان تلك العناصر مرتبط بالوسط الحامضي للتربة.

في الجدول التالي يبين أن معظم العناصر الغذائية الصغرى(منجنيز,حديد,زنك,والنحاس) فإن درجة ذوبانهم وقابليتهم للامتصاص هي في وسط حامضي أقل من pH-6 ,في المقابل فإن البورون قابل للامتصاص في الوسط الحامضي والقاعدي إلا أن الموليبدنم قابل للامتصاص أكثر في الوسط القاعدي.

في الجدول يتضح أيضا أنه في الوسط الحامضي وعند درجة pH-4 فإن قابلية امتصاص بعض العناصر مثل الحديد والألمونيوم عالية جدا الأمر الذي يتسبب في تسمم النباتات.

في كل ألأراضي في فلسطين تحدث هبوط شديد في درجة امتصاص العناصر المخلبية بسبب ترسيبها مع قواعد أخرى, والتي تنتج من ارتفاع درجة حموضة التربة أكثر من(pH-7) , فمثلا الحديد والمنجنيز يترسبان في فوجود الفوسفات إلى فوسفات حديد أو منجنيز بالإضافة للترسيب فإن بعض العناصر المخلبية مثل النحاس والزنك تدمص على حبيبات الطين ,هذه الظواهر تعمل على تقليل قابليتهم للامتصاص واستيعابهم من قبل البنات وهذا يتضح في تأخر النمو واصفرار النبات.

أولا:-الحـــديد:

1. وظيفة الحديد وقابلية امتصاصه:

يعتبر الحديد أحد العناصر المعدنية لعدد من الإنزيمات في النبات ويظهر أنه يسرع في تكوين الكلوروفيل ولذلك فإن نقصه يتضح في اصفرار أوراق النبات حيث ترى العروق الوسطية خضراء, وكما يقال فإن الحديد وبعض العناصر المخلبية الأخرى تحتاجها النباتات بكميات صغيرة,في كل الأراضي يوجد الحديد بصورة ملحوظة وهو يستطيع أن يوفي احتياج النبات إذا وجد في صورة قابلة للامتصاص, وحيث أن نسبة عنصر الكالسيوم في الأراضي الفلسطينية عالي فإن هذا يقلل من قابلية استيعاب عنصر الحديد بواسطة النبات وذلك خاصة في منطقة غور الأردن ومنطقة بيسان الغنية بالجير. ويحدث نقص الكالسيوم أيضا في الأراضي التي يكون فيها نسبة الفوسفور عالية, وكذلك تحدد شروط التهوية في التربة أو الوسط الزراعي المعزول مدي قابلية النبات لاستيعاب عنصر الحديد ,ولذلك أيضا فيمكن أن يظهر نقص الحديد في الأراضي سيئة الصرف أو التي يوجد بها زيادة في مياه الري وسوء الصرف.

يتراوح تركيز الحديد في النبات بين 50-100 جزء في المليون وتعتبر أجزاء النبات الكبيرة السن غنية بالحديد على عكس الأجزاء صغيرة السن الأمر الذي يفسر محدودية حركته داخل النبات.

يمكن ملاحظه مئات الأجزاء من المليون من عنصر الحديد في الأوراق الصفراء بسبب التسمم بالحديد, ويوجد في أحوال معينة في الأراضي الجيرية أنه يمكن ملاحظة أن النبات الصفراء يمكن أن تحتوي على الحديد مشابه للنباتات العادية والسبب لهذا الاصفرار هو قد يكون من وجود الجزئيات بصورة منفردة صغيرة في الأنسجة بسبب تواجد أيونات البيكربونات في الأنسجة بنسب كبيرة لاتسمح للنبات بالاستفادة من جزئيات الحديد في النباتات المزروعة بالأراضي الجيرية.

2. أسمدة الحديد:

تركيز الحديد في تركيبة السماد الموصى بها وخاصة في نباتات الورود تتراوح ما بين 1-1,5جزء في المليون من عنصر الحديد .

الأسمدة المستخدمة لزراعة الزهور هي:

- كبريتات الحديد (FeSo4 ,7H2O.) في طور كونه سماد غير فعال بسبب أنه يدخل التربة ويتحول إلى هيدروكسيد الحديد Fe(OH)3 والذي ذوبانه قليل جدا وهو غير مناسب للنبات وغير مناسب للامتصاص,ويمكن استعماله رشا على الأوراق مع مادة ناشرة في بعض نباتات الزهور بتركيز 0.2% -0.05% وهو يمكن أن يؤدي إلى حرق الأوراق بالتركيزات العالية.
- المتراكبات (المخلبيات) : حتى يمكن التغلب على مشكلة قابلية امتصاص قواعد العناصر المخلبية نستعمل المواد المخلبية حيث أنها تركيبات عضوية تذوب في الماء والتي تستطيع ربط ايونات المعادن المختلفة مثل قواعد العناصر المخلبية الأخرى والتي تمتص بواسطة جذور النباتات عند دخولهم التربة وهذه القواعد تتحرر داخل الجذور وهكذا يمكنها الوصول إلى أجزاء النبات المختلفة

الجدول التالي رقم (6) قواعد الحديد في الأسمدة المختلفة:

السماد	النسبة المئوية من الوزن	الحديد (جزء في المليون)	طريقة التسميد
كبريتات الحديد	20	-	التربة/رشا على الأوراق
سكوسترين	6	60,000	التربة/رشا على الأوراق (1)
بوليكول	6	60,000	التربة
ركسين	7	70,000	التربة
ليبفر	6	60,000	التربة
كورتين عادي	0.30	3,000	التربة
كورتين مخصب	0.55	5,500	التربة
كورتين حديد	1.60	18,500	التربة
ميكروجات	0.99	9,900	التربة
شيفر	0.03	300	التربة
شفير	0.03	300	التربة
سماد 20-20-20 (وردى)*	-	1,000	التربة/رشا على الأوراق
سماد 20-20-20 (أخضر)**	-	?	رشا على الأوراق
*21-19-21	-	1,000	التربة
*18-18-18	-	1,000	التربة

* شركة حيفا للكيماويات

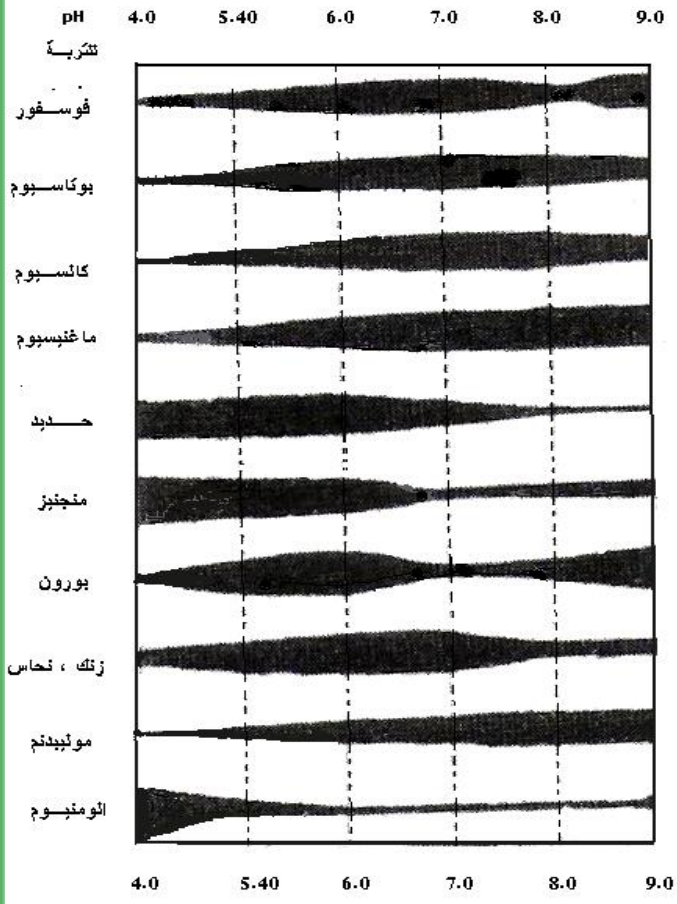
** شركة جشوري

(1) عند الرش الورقي يجب الاستعانة بالمرشد الزراعي لأنه توجد خطورة لحساسية بعض المحاصيل لنوع وتركيز السماد المستعمل في الرش.

<u>متراكبات الحديد الأساسية الموصى استعمالها في محاصيل الزهور:</u>

Fe-EDTA هذا المتراكب يوجد في سماد شيفر وشفير ,كورتين عادي,كورتين حديد وميكروجات,وهو غير فعال في الوسط القاعدي (أكثر من pH 7) ولذلك فهو غير موصى باستعماله في غالبية الأراضي أو الأوساط القاعدية في البلاد هذا المتراكب ثابت جدا في الأوساط الحامضية(pH3-6) لذلك لا يوصى باستعماله إلا في الأوساط التي يكون مستوى الحموضة أقل من(pH 6.0) .

Fe-EDDHA وهذا المتراكب يوجد في سماد (سكوسترين, ليبفر, وبوليكول) وهذه المتراكبات ثابتة جدا في وسط حمضي واسع يتراوح ما بين (pH 3.0-9.0) ولذلك هم فعالين في جميع الأراضي والأوساط.



في الأوساط الحامضية جدا تتفكك تلك المتراكبات وذلك عندما يكون الوسط ألحامضي للوسط أو التربة أقل من pH2.5,هـذه المتراكبـات تعطـى غالبـا فـي فتـرات الري,ولكن في بعض محاصيل الزهور يمكن إعطاء نتـائج إيجابيـة باسـتعمال التسـميد الـورقي فمـثلا الـرش الورقي بمادة السكوسترين بتركيز0.2% بالإضـافة إلى مادة ناشرة L77 0.05% أو مع مادةB.B.5 وذلك في زهورالشعفاه,والسـيفنين والروسـكوس والجبسـوفيلا وعدد من نباتات الزينة في المنازل. في الرسم المجاور يبن القواعد المختلفة ومدى قابليتها للامتصـاص تحت درجات مختلفة من pH
من الرسم يتبين أنه كلما كان الخط الأسود رفيعا كلما كانت إمكانية امتصاص العنصر بسهولة أقل.

الجزء السابع القواعد المخلبية (المتراكبات)

المنجنـيز:

المنجنيز هو أحد العناصر الهامة المسئولة عن عملية النتح في النباتات وهو أحد المركبات الهامة التي تسرع عمليـة التـنفس ولـذلك فهـو يسـاعد علـى التغلـب علـى التهوية السيئة في بعض أنـواع الأراضـي أو الأوسـاط الأخرى .

المنجنيز يوجد في التربـة في صـورة معدنيـة وغالبـا في صورة ثاني أكسيد المنجنيز, وهذه الصورة ليست قابلة للامتصاص بواسطة النبات , وإنما الصورة القابلة للامتصـاص هـي في صـورة كـاتيون ثنـائي الشـحنة (+ Mn2), وفـي عمليـة تبـادل الأيونـات ووجـود وسـط حامضي ترتفع تركيز أيونات ثنائية الشحنة وفي المقابل فـي ظـروف التهويـة وارتفـاع الوسـط القاعـدي يـزداد تركيز المنجنيز ويتحول إلى منجنيز ثلاثي أو رباعي الشحنة (+Mn4+Mn3) والذي يكون ذوبانه قليل نسبيا, ولذلك في الأراضـي الرمليـة والحامضـية يمكـن أن يظهـر فيهـا نقـص فـي عنصـر المنجنيز بسـبب دفعـة لعمـق التربـة وتلـك الموجـود بالأراضي الجيرية (القاعدية) ويوجد بها تهوية كبيرة يحدث نقص في عنصر نقص المنجنيز نتيجة لترسيبه في صـورة ثـاني أكسيد المنجنيز الذي هو غير قابل للامتصاص بواسطة النبات.

التسمم الناتج عن زيادة الامتصاص الزائد من عنصر المنجنيز يمكن أن يحدث في أراضي أو أوساط حامضية بها ذوبـان عالي للعناصر الغذائية الموجودة بها.

في غالبية الأراضي تركيز عنصر المنجنيز في التربة كافي للنبات, ولمن يوجد فرق واضح بين حساسية النبات للنقص أو الزيادة في هذا العنصر وخاصـة في نباتـات الزهور,فالتسميد بالأسمدة المركبة المحتوية علـى عنصـر المنجنيز مثل شيفر وشفير أو بمحلـول العناصـر المخلبيـة المتراكبـة (كورتين أو ميكروجات)يضـمن بصـورة عامـة تـوفير كميـات منتظمـة من عنصر المنجنيز للنبات,وتركيز عنصر المنجنيز في محلول السماد المطلوب لكافة محاصيل الزهور يتراوح ما بين (5 - 0.0.7)جزء في المليون) , أما تركيز المنجنيز في أوراق النبات يتراوح ما بين(400-40)جزء في المليون وهو في القرنفل يصل إلى(150-50) جزء في المليون,وفي الورد ما بين(120-70) جزء في المليون وعموما فإن تركيز أكثر من 500 جزء في المليون هو تركيز سام للنبات, وعلامات النقص في النبات تكون في البداية مشابه للنقص في عنصر الحديد في الأوراق الصغيرة,وذلك بسبب صعوبة تحركه في داخل النبات, علامات النقص مشابه لتلك التي تحدث في الحديد اصفرار عام في الأوراق وتأخير في نمو النبات و في محصول البندورة النقص في عنصر المنجنيز يظهر ببقع مستديرة فاتحة اللون على الأوراق.

يوجد علاقة تضادية بين الحديد والمنجنيز بمعنى زيادة أحدهما تؤثر في الآخر سواءً من حيث الامتصاص أو النقص ولذلك هناك أهمية لعملية متزنة في التغذية بين هذين العنصرين, وكذلك فإن تركيز عالي من عنصر الزنك تؤثر على امتصاص عنصر المنجنيز.

إصلاح النقص:

في عدد من محاصيل الزهور ,الرش الورقي لعنصر المنجنيز باستعمال كبريتات المنجنيزو بتركيز 1% مع مادة ناشرة على التوالي مرة كل عشرة أيام يؤدي إلى تصليح النقص في عنصر المنحنيز, ولكن استعماله عن طريق شبكة الري هي الأفضل , والمتراكب المستعمل في صورة Mn-EDTA- والموجود في الكاروتين والميكروجات ثابت في الوسط القاعدي ولذا فهو مناسب في غالبية الأراضي في فلسطين بخلاف Fe-EDTA الغير ثابت والذي لايفيد في الأراضي القلوية والعلاقة المثلى بين الحديد والمنجنيز يتراوح عادة من 1,5-2,5.