

## أسمدة وتسميد



إعداد الدكتور

طلعت رزق أحمد البشبيشى

أستاذ خصوبة الأراضى وتغذية النبات المتفرغ

دكتورة / نجلاء إبراهيم خلف الله

مدرس الأراضى

دكتورة / رانيا محمد الشال

أستاذ الأراضى المساعد

دكتور / محمود سمير الشرقاوى

مدرس الأراضى

كلية الزراعة – جامعة طنطا

2021

## مقدمة

بدأ النبات حياته وسيظل - إلى ما شاء الله - معتمداً على ما تقدمه له التربة من تهوية لجذوره، وتجهيز لعناصره المغذية تحت مظلة الغلاف الجوي المحيط به ، والمناخ السائد حوله وما يقدمه له من ضوء وأشعة الشمس ومياه المطر وغاز النيتروجين الذي يثبت جزء منه في التربة ، وغاز ثاني أكسيد الكربون اللازم لعمليات التمثيل الضوئي ، وهذه العناصر في مجملها هي مقومات نمو النبات في كل زمان وأي مكان. فإذا كانت عناصر الغلاف الجوي والمناخ عناصر كونية لا دخل للإنسان فيها إلا في حدود ضيقة ، فإن عنصر الأرض ومحتواها من عناصر التغذية قابل للنشاط الإنساني بشكل كبير وهي الأساس لعلم تغذية النبات.

علماً بأن عدد السكان في العالم في إزدياد مستمر حيث تضاعف خلال الأربعين سنة الماضية واصبح 6 بلايين نسمة ومن المتوقع ان يتجاوز العدد 9 بلايين عام. 2060 وان حوالي % 95 من هذه الزيادة المتوقعة ستحدث في الاقطار النامية لاسيما في اسيا وأفريقيا. (Havlin et al (2005)

مع ان الانتاجية للغذاء هي الاخرى في تصاعد إلا ان السؤال الذي يطرح نفسه هو هل ان هناك كفاية من الموارد الطبيعية للارض متوافره لتوسيع الانتاجية الزراعية بما يضمن الغذاء لهؤلاء السكان؟ ان التحدي الذي يواجه المستثمرين في المجال الزراعي والزراع هو التشخيص السليم لكل العوامل المحددة للانتاج من خلال الادارة السليمة وتبني التقنيات الحديثة بما يضمن زيادة الغلة في وحدة المساحة . ومن الامور المهمة في هذا المجال هو توافر العناصر المغذية المطلوبة للنبات بكميات كافية وفي الاوقات المطلوبة كي لا تكون محددة للانتاج ، هذا فضلاً عن انه نسبة % 50 من الزيادة في الإنتاج تكون مرافقة لاضافات الاسمدة لوحدتها بشرط توافر عوامل النمو الاخرى بشكل مثالي.

وتغذية النبات بشكل سليم يضمن الحصول على أعلى إنتاج ممكن من أي أرض تزرع أصبح أمراً ضرورياً إن لم يكن حتمياً. فزيادة السكان اصبحت بمعدلات لا تتناسب مع معدلات زيادة رقعة الأرض الزراعية مما أحدث فجوة كبيرة بين الإنتاج والاستهلاك وبصفة خاصة في محاصيل الحبوب. هذا الأمر أدى إلى البحث عن أصناف عالية الإنتاج باستخدام أساليب التربية المختلفة وباستخدام الهندسة الوراثية بالإضافة إلى زيادة معدلات التكاثر الزراعي وذلك في محاولة لتقليل معدلات الاستيراد. إن التكاثر الزراعي بمحاصيل عالية الإنتاجية تستنزف قدراً كبيراً من عناصر التغذية الأرضية في حالة زراعتها في أراضي الوادي والدلتا ، فما بالنا عندما تكون الزراعة في الأراضي حديثة لاستصلاح الفقيرة أصلاً في محتواها من العناصر الغذائية أو التي تعاني من مشاكل حادة تؤثر على تيسر هذه العناصر الغذائية للنبات. فإذا أضفنا إلى ذلك حرمان أراضي الوادي والدلتا من طمي النيل الغنى بالعناصر الغذائية منذ بناء السد العالي في الستينات والذي كان يعوض بعضاً من هذا النقص ، بالإضافة إلى عدم الاهتمام بإضافة الأسمدة البلدية والتي قل إنتاجها من جانب الفلاح لتغير نمط تربية ثروته الحيوانية ، كل هذا أوجب ضرورة التغذية المتزنة للمحاصيل المختلفة. وبالتالي دعت الحاجة إلى إضافة العناصر المغذية في صورة مركبات تسمى الأسمدة.

معد الكتاب

## المحتويات

م	الموضوع	رقم الصفحة
1	المقدمة	1
2	الفصل الأول مقدمة عن تاريخ استعمال الأسمدة الكيميائية	2

16	الفصل الثانى الأسمدة الكيميائية	3
39	الفصل الثالث الأسمدة الفوسفاتية	3
53	الفصل الرابع الأسمدة المركبة: Compound (Multinutrient) Fertiliz	3
73	الفصل الخامس المواصفات القياسية للأسمدة المعدنية وقياس جودتها	4
95	الفصل السادس التسميد العضوي	5
145	الفصل السابع طرق إضافة الأسمدة إلى التربة	6
171	الفصل الثامن طرق التعرف على حاجة النبات للتسميد	7
192	مفاهيم عامة وتعريف General Concepts and Definitions	8
200	المراجع	9

## الفصل الأول

### مقدمة عن تاريخ استعمال الأسمدة الكيميائية

منذ العصور القديمة والوسطى اهتم الإنسان كثيراً بتحسين وزيادة مردود إنتاج المحاصيل الزراعية . وذلك بإضافة العديد من المواد المعدنية أو العضوية ، واستمر الحال هكذا حتى أواخر القرن السادس عشر حيث أصبح هذا الموضوع إلى حد ما تجريبي . وقد وجد بالصدفة أو عن طريق الصواب أو الخطأ بأن إضافة المخلفات العضوية والمواد المعدنية للتربة قد حسن نمو النبات وبشكل مذهل. فعلى سبيل المثال تم استخدام روث الحيوانات والعظام

المطحونة ورماد النباتات وملح نترات البوتاسيوم والجبس . ولكن ما تم الحصول عليه لم يكن متوقعاً بحيث أن المعاملة التي أفادت حقل ما قد لا يكون لها نفس التأثير على حقل آخر .

ويمكن أن نوضح الصعوبات التي واجهها العلماء الأوائل من خلال التجربة التي قام بها فان هلمونت Van Helmont البلجيكي في القرن السابع عشر. وكانت على النحو التالي:

أخذ وعاءاً خزفياً ( فخارياً ) ووضع فيه 200 رطلاً من التربة المجففة في فرن ثم بللت بماء المطر وزرع فيها غصنا من شجر الصفصاف يزن 5 باوند. وبعد خمس سنوات تماماً نمت الشجرة ووصل وزنها إلى 169 رطل و 3 أوقية. مع العلم أن الوعاء لم يتلق أي شيء سوى ماء المطر أو الماء المقطر وذلك لترطيبه وعند الضرورة فقط . في النهاية قام بوزن التربة بعد تجفيفها ثانية فوجد أنها نقصت فقط بمقدار 2 أوقية عن الوزن الذي بدأ به . وهكذا فإن الـ (164) رطل من الوزن الزائد للشجرة ( الخشب والماء والجذر ) كان من الماء فقط.

اعتبر Van Helmont نقصان 2 أوقية من وزن التربة يقع ضمن خطأ التجربة وذلك لأن الماء هو الوحيد الذي تمت إضافته ، ولأن ما أخذه من الهواء ليس له وزن معلوم . ويبدو أن ما توصل إليه من أن الوزن الزائد قد جاء من الماء فقط يبدو معقولاً ومنطقياً لأن النظرية السائدة في ذلك الوقت كانت نظرية أرسطو الذي اعتقد أن المادة تتألف من أربعة عناصر هي : التربة والهواء والنار والماء.

كما لاحظ علماء آخرون التأثير المشجع ( المحرك ) للمواد المختلفة المضافة للتربة . حيث لاحظ Digby في عام 1660 أنه : بمساعدة ملح نترات البوتاسيوم تمكن من جعل الأرض القاحلة تعطي محاصيل هائلة ووفيرة.

بتقدم علم الكيمياء واكتشاف وظهور مواد وعناصر كيميائية جديدة ، أصبح العلماء أكثر اهتماماً بتحديد وتعيين ومعرفة التركيب الكيميائي للنباتات. في أوائل القرن التاسع عشر وجد بأن النباتات تتألف بصورة أساسية من الكربون والهيدروجين والأوكسجين . فإذا اعتبرنا أن الهيدروجين والأوكسجين قد جاءا من الماء . فالسؤال هو من أين جاء الكربون ؟ هذا السؤال قاد إلى نظرية تحلل الدبال الذي في التربة مزوداً النبات بالكربون إضافة إلى الماء الغذاء الحقيقي للنباتات . ورغم أنه تم إثبات أن النبات حصل على معظم كمية الكربون من ثاني أكسيد الكربون الموجود في الهواء ، إلا أن نظرية تحلل الدبال قد استمرت ودخلت في تعديلات وتحويرات متنوعة ولسنوات متعددة.

في الوقت الذي تم فيه تحديد هوية الكثير من العناصر الكيميائية أصبح العلماء مهتمين في تحديد الكمية والأهمية النسبية للعناصر المعدنية المختلفة الداخلة في تركيب النباتات حيث اعتقد في البداية أن أهمية عنصر هي بنسبة وجوده في تركيب النبات ، إلا أن هذه النظرية سرعان ما تم نفيها ( لأن لكل عنصر مهما كانت نسبته في تركيب النبات صغيرة أم كبيرة له دور أساسي في مردود وإنتاجية النبات).

في عام 1840 أرسى Liebig أساس الصناعة الحديثة للأسمدة حيث أكد أن العناصر المعدنية يأخذها النبات من التربة لذلك لا بد من تجديد هذه المواد للتربة حفاظاً على خصوبتها . ورغم أن Liebig قد أدرك أهمية وقيمة النتروجين ولكن اعتقد أن النباتات تستطيع الحصول على النتروجين الخاص بها من الهواء وليس من التربة . كما حلم وطمح في إنشاء مصانع للأسمدة الكيميائية لإنتاج المغذيات مثل الفوسفات والكالسيوم والماغنسيوم والبوتاسيوم. وقد أوصى بمعالجة العظام بحمض الكبريت لجعل فوسفات العظام أكثر صلاحية للنبات.

**وتتلخص فلسفة Liebig في هذا المجال بما يلي:**

تعتبر الزراعة السليمة الأساس الحقيقي لكل مجالات التجارة والصناعة ، وهي أساس الاقتصاد والغنى للأمم ، ولكن النظام المنطقي والمعقول والصحيح للزراعة لا يمكن أن يقوم بدون تطبيق المبادئ العلمية لأن مثل هذا النظام يجب أن يعتمد على إطلاع ومعرفة دقيقين بوسائل تغذية النبات ، هذه المعرفة التي يجب أن نسعى إليها من خلال الكيمياء. ثم قدم Liebig **قانون الحد الأدنى** والذي لا يزال مفهوماً ومقبولاً رغم نقصه وعجزه في تحديد الدقة الكافية . ينص هذا

القانون : على أنه إذا كان هناك نقصاً أو عدم توفر لأحد العناصر المغذية في التربة أو الهواء فإن النمو سوف يكون ضعيفاً حتى ولو كانت العناصر الأخرى متوفرة. وإذا ما توفر العنصر الناقص وبالنسبة التي يحتاجها النبات فالنمو عندئذٍ سوف يزداد إلى الحد الأعظمي ، وبالتالي فإن زيادة نسبة هذا العنصر في التربة عن الحد الذي يحتاجه النبات تكون غير مجدية ، وذلك كون عناصر أخرى هي الآن ضمن الحد الأدنى هي العامل المحدد . وقد تم تطوير مفهوم الحد الأدنى بحيث تعتبر العناصر الإضافية أساسية في تغذية النبات وقد امتدت لتشمل عوامل أخرى ضرورية كذلك في نمو النبات مثل : الرطوبة ، درجة الحرارة ، الضوء ، مكافحة الآفات ، ومكافحة الأعشاب ، والصفات والقدرات الوراثية المختلفة للنباتات . وفي الواقع تتوقف التطورات الحديثة في المجال الزراعي على العوامل المحددة المتعاقبة وتصحيحها . ورغم أنه لا يمكن بدقة تحديد النقطة التي يمكن لعنصر أن يصبح عندها عاملاً محدداً في الوقت الذي يأخذ مكانه عنصر آخر، وقد وجدت حالات كثيرة لم يحقق فيها أحد العناصر أية استجابة للمردود بحيث يصبح هذا العنصر هاماً بعد التسميد بكميات كافية من العناصر اللازمة الأخرى وبالتالي يمكن الحصول على محاصيل مثلى ومردود عال بإضافة مزيج معقد ومركب للمواد المغذية إلى جانب مدخلات أخرى.

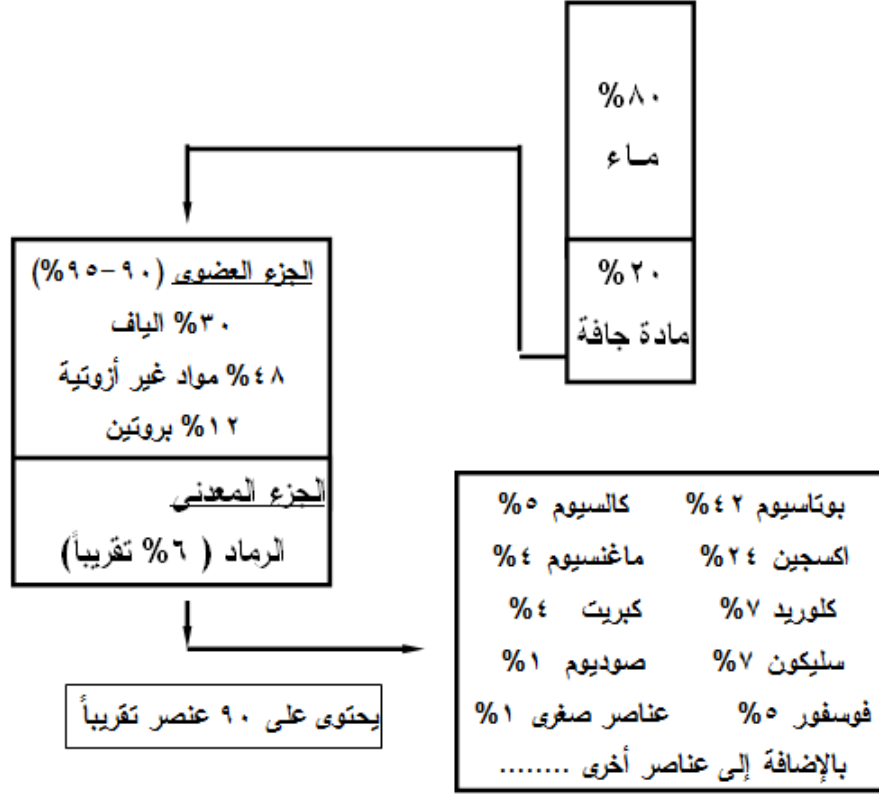
وعلى الرغم من أن وصايا Liebig كانت مقبولة بشكل كبير إلا أن هذا لم يمنع من ظهور مدارس أخرى ازدهرت لسنوات عدة. فعلى سبيل المثال فإن رئيس مكتب الأراضي في الولايات المتحدة الأمريكية قسم الزراعة قد أكد في بداية 1900م أن التربة هي المصدر الدائم الذي لا ينضب ، والذي سوف يزود النبات وللأبد بكل العناصر المعدنية المطلوبة وذلك إن تم إدارتها بشكل مناسب وصحيح معتقداً أن الحرث الملائم ودورة المحاصيل ومنع التعرية سوف تحل كل مشاكل عدم الخصوبة . وقال أن المؤشرات الجيدة يمكن ملاحظتها من خلال استعمال السماد الناتج من مواد التربة نفسها عن طريق دورة المحاصيل المناسبة والحرث الملائم. في الواقع إن كل أنواع التربة تحتوي على وفرة من العناصر المعدنية بالمقارنة مع المستلزمات السنوية للمحاصيل ولكن العديد من هذه العناصر المعدنية للتربة غير قابل للذوبان بشكل سريع ، فإذا لم يتم إضافة المواد المخضبة ( السماد ) فإن إنتاج الأرض من المحاصيل الزراعية عاجلاً أم آجلاً سوف يصل إلى الحد الأدنى الذي لا يتناسب مع مردود جهد المزارع أو حتى تلبية حاجات العالم الغذائية

### مكونات النبات Plant Constituents

يحتوى التركيب الكيميائي للنبات الأخضر على 80 - 95% من وزنه ماء. والنسبة المئوية المضبوطة أو الصحيحة للماء في النبات تتوقف على العديد من العوامل منها نوع النبات، درجة انتفاخه، وقت أخذ العينة النباتية (تتأثر بزمن أخذها خلال اليوم)، كمية الرطوبة بالأرض، درجة الحرارة ودرجة نشاط الرياح بجانب عوامل أخرى. وعلى هذا يكون من المتوقع اختلاف الوزن الطازج لنبات معين نتيجة لتلك العوامل السابق ذكرها، وبالتالي يكون من الخطأ أن تُنسب نتائج التحليل الكيميائي للنبات إلى الوزن الطازج بل ينسب إلى المادة الجافة Dray matter والتي يتم تقديرها بوضع العينة النباتية الطازجة في فرن على درجة حرارة 70م لمدة من 24 - 48 ساعة.

وفي العادة تُمثل المادة الجافة حوالي 5 - 20% من الوزن الطازج، وتتكون المادة الجافة من شقين رئيسيين هما : الشق العضوى، ويمثل حوالي 90-95% من المادة الجافة ويتكون أساساً من الكربون والأكسجين والهيدروجين، والذي يستمدتها النبات من الماء والهواء، بالإضافة إلى جزء من الفوسفور والكبريت والنيتروجين والتي يكون مصدرها المحلول الأرضي. والشق الآخر هو الشق المعدنى (الرماد Ash) والذي يمثل حوالي 5 - 10% من المادة الجافة ويمكن الحصول عليه بحرق المادة النباتية الجافة على درجة حرارة من 500-600م أو

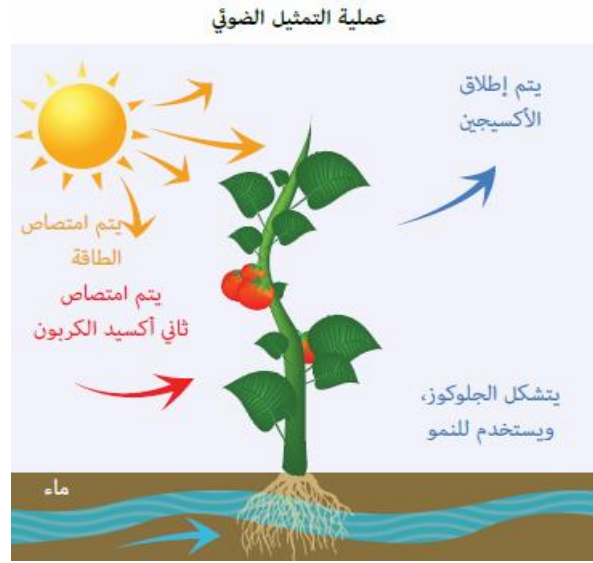
هضم المادة النباتية الجافة بواسطة مخلوط من الأحماض فيتأكسد الكربون العضوي إلى CO<sub>2</sub> و. الرسم التالي يوضح النسب التقريبية لمكونات النبات:



## المتطلبات الغذائية

### التمثيل الضوئي

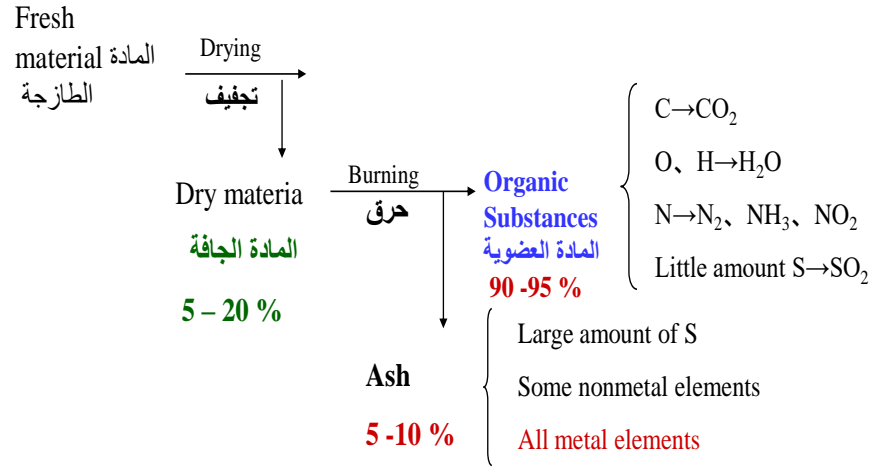
جميع النباتات الخضراء تكون غذاءها بنفسها ( ذاتية التغذية Autotrophic ) من خلال عملية التمثيل الضوئي (الشكل 1 - 2 ) والذي يتطلب الأكسجين، وثنائي أكسيد الكربون، والماء، والضوء. وبدخل أوراق النباتات توجد البلاستيدات الخضراء - Chloroplasts ( كلوروبلاست) والتي تحتوي على الكلوروفيل، وهو الأنزيم الذي يستخدم الطاقة من ضوء الشمس لتحطيم ثاني أكسيد الكربون (CO<sub>2</sub>) في الغلاف الجوي، وخلق جزيئات السكر مثل الجلوكوز ذي الطاقة العالية، ويعد الماء H<sub>2</sub>O ضروريا لهذه العملية. إن هذه العملية تعمل على إطلاق الأكسجين O<sub>2</sub>، وهي المسؤولة تاريخيا عن كل الأكسجين في الغلاف الجوي، وبمجرد أن تنشأ يتم نقل جزيئات السكر في جميع أنحاء النبات، واستخدامها لاحقا لجميع العمليات الفسيولوجية، مثل: النمو، والتكاثر، والتمثيل الغذائي. ومع حلول الليل تستخدم النباتات هذه السكريات نفسها، فضلا عن الأكسجين؛ لتوليد الطاقة اللازمة للنمو، وتسمى هذه العملية التنفس، ولهذا فمن الأهمية بمكان تحديد موقع وحدة الزراعة الأرضية في مكان يكون فيه الوصول لأشعة الشمس ممكناً، فهذا يضمن الطاقة الكافية لعملية التمثيل الضوئي. وينبغي أن تكون المياه متوافرة دائما للجذور من خلال النظام. أما بالنسبة لثاني أكسيد الكربون فهو متاح مجاناً من الغلاف الجوي، الزراعة المحمية ( في الصوب البلاستيكية او الزجاجية ) المكثفة للنباتات استخدام كل ثاني أكسيد الكربون في الصوب المغلقة ولذا فهي تحتاج إلى التهوية.



شكل ( 1 - 1 ) يبين متطلبات عملية التمثيل الضوئي في النبات

بالإضافة إلى هذه المتطلبات الأساسية لعملية التمثيل الضوئي، تحتاج النباتات إلى عدد من العناصر الغذائية، ويشار إليها بالعناصر المعدنية غير العضوية. وتتركز الحاجة لهذه العناصر الغذائية للأنزيمات التي تسهل عملية التمثيل الضوئي للنمو ومن ثم تكوين أنسجة النبات والتكاثر، وهذه العناصر الغذائية يمكن أن يكون مصدرها التربة وفي حالة عدم وجودها في التربة، فهناك حاجة إلى أن تضاف هذه العناصر المغذية بطريقة أخرى بالتسميد. وللتعرف على هذه العناصر من الضروري معرفة التركيب الكيميائي وذلك عن طريق التحليل. وهذا التحليل يشار إليه باختصار شديد في الرسم التالي

## التحليل الكيميائي للنبات



### الرماد يحتوي على العناصر المعدنية

وفي النهاية نحصل على الرماد والذي تُصبح مركباته على صورة أكاسيد أو كربونات أو أملاح حسب عملية الحرق أو الهضم. ويصل عدد العناصر الموجودة في الرماد إلى أكثر من 90 عنصراً. وهذا لا يعني أن جميع هذه العناصر مغذيات نباتية، بل يتحدد بمدى احتياج النبات إليه ومدى مساهمة هذا العنصر في بناء أنسجة النبات والتي تم معرفتها باستخدام المزارع اللاأرضية سواء كانت مزارع محاليل مغذية أو مزارع رملية.

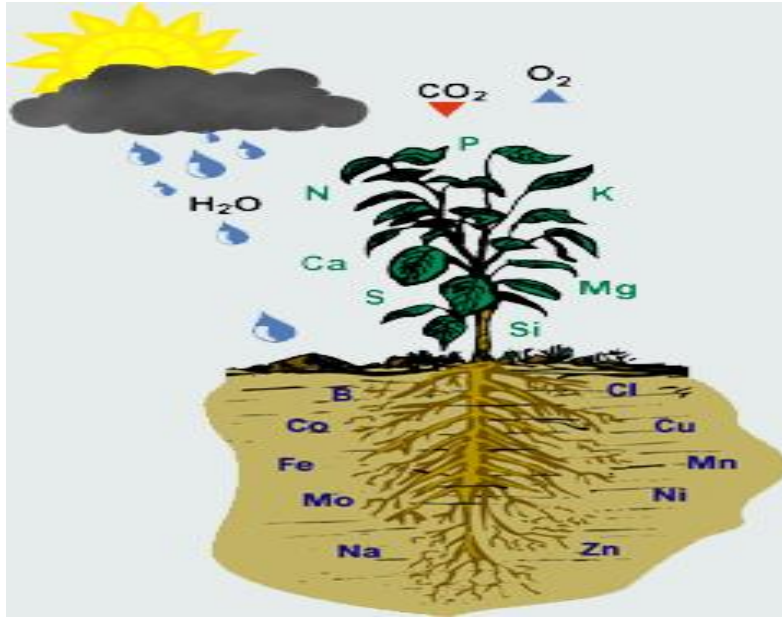


شكل (٢-١) يمكن الحصول على كل العناصر الموجودة بالجدول الدوري الحديث (هل كل هذه العناصر ضرورية للنبات؟ أكيد لا بل هي ١٦ عنصر)

والسؤال هنا هل كل العناصر الموجودة في النباتات ضرورية له؟ (الشكل 2-1)

والإجابة المقنعة لهذا السؤال هي النفي. لأن هناك عدة شروط واجب توافرها في العنصر الضروري والتي لا تتوفر في جميع هذه العناصر ففي عام 1939 قام العالمان Stout و Arnon بتحديد ثلاثة شروط واجب توافرها في العنصر المغذي الضروري وهي:

- 1 - غياب هذا العنصر من وسط النمو للنبات يؤدي إلى عدم قدرة هذا النبات على إتمام دورة حياته.
  - 2 - عند ظهور أعراض نقص العنصر على النبات لا تزول هذه الأعراض إلا بإضافته لهذا النبات ولا يمكن أن يحل محله عنصر آخر في القيام بوظيفته الحيوية في النبات.
  - 3 - يدخل هذا العنصر مباشرة في عمليات الميتابوليزم وعمل الإنزيمات داخل النبات.
  - 4- يكون العنصر مهم لجميع النباتات الراقية ويكون جزء محسوس من مكوناتها.
- وعلى ذلك يُعرف العنصر الغذائي أو العنصر الضروري للنبات على أنه العنصر الذي يؤدي وظيفة ما في حياة النبات، بحيث إذا غاب أو نقص هذا العنصر ساء النمو النبات أو توقف، وبالتالي يقل المحصول أو ينعدم.



شكل ( 1 - 3 ) يوضح أهم إحتياجات النبات للنمو من العناصر الغذائية  
تقسيم العناصر الضرورية للنبات ( المغذيات النباتية )

ويمكن توضيح مدى الفرق بين العناصر المغذية من حيث كونها كبرى أو صغرى من البيانات المبوبة في جدول (1-1) والتي توضح الكمية المستنزفة أو الممتصة بواسطة الوحدة المحصولية لبعض المحاصيل المختلفة ( الكمية المستنزفة من أى عنصر هى الكمية التى يمتصها النبات من التربة خلال موسم النمو ). (Amberger, 1993).

#### العناصر الضرورية الكبرى: (جدول 1-2)

- أ - مصادرها الهواء والماء وهى: الهيدروجين - الأكسجين - الكربون
- ب - مصادرها التربة والسماد وهى: نيتروجين- فوسفور- بوتاسيوم كالسيوم - ماغنسيوم - كبريت ( وتسمى بالعناصر الثانوية)
- العناصر الصغرى وجميعها مصدرها التربة والسماد وتشمل :  
حديد- منجنيز - زنك - بورون - نحاس - موليبدنيم - كلور

#### جدول (1-1) كمية العناصر الضرورية المستنزفة لكل طن محصول اقتصادى.

المحصول ← العنصر ↓	الأرز	الذرة	القمح	ذرة رفيعة	الدخن	الحمص	بسلة هندي	فول سودانى
العناصر الكبرى ( كجم / طن محصول إقتصادى )								

58	64	46	42	22	25	26	20	نيتروجين (N)
20	18	8.0	23	13	9.0	14	11	فوسفور P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>
30	42	50	91	34	33	36	30	بوتاسيوم K <sub>2</sub> O
28	-	-	-	6.4	5.3	5.4	7.0	الكالسيوم Ca
7.3	4.0	-	-	4.8	4.7	7.8	3.0	ماغنسيوم Mg
5.7	3.3	-	-	2.8	4.7	3.8	3.0	كبريت S
<b>العناصر الصغرى ( جم / طن محصول اقتصادى )</b>								
28	24	38	40	72	56	130	40	الزنك
1500	40	58	170	720	624	1200	153	الحديد
118	14	30	20	54	70	320	675	المنجنيز
15	14	14	8.0	6.0	24	130	18	النحاس
133	-	-	-	54	48	-	15	البورون
4.0	-	-	-	2.0	2.0	-	2.0	الموليبدينم

جدول ( 2-1): العناصر الضرورية للنباتات المختلفة و الصور الميسرة منها للنباتات،  
أهم مصادرها والكمية الموجودة منها فى الأرض

متوسط الكمية فى الأرض	أهم المصادر	الصورة الأيونية الصالحة للنبات	العنصر
<b>• العناصر الضرورية الكبرى</b>			
0.03 - 0.3%	النيتروجين الجوى - المادة العضوية	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> , NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	النيتروجين (N)
0.01 - 0.1%	فوسفات الكالسيوم (مجموعة الأباتيت) وفوسفات الحديد والألمونيوم	H <sub>2</sub> PO <sub>4</sub> <sup>-</sup> , HPO <sub>4</sub> <sup>-</sup> , PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup>	الفوسفور (P)
0.2 - 3.0%	الميكال، الإيليت و الفلدسبارات	K <sup>+</sup>	البوتاسيوم (K)
0.01 - 0.1%	كبريتور الحديد، وكبريتات الحديد	SO <sub>4</sub> <sup>-</sup>	الكبريت (S)
0.2 - 1.5%	كالسيوم الفلدسبارات، الأوجيت، الهورنبلند و كربونات وكبريتات الكالسيوم	Ca <sup>++</sup>	الكالسيوم (Ca)
0.1 - 1.0%	الأوجيت، الهورنبلند، الأوليفين، البيوتيت	Mg <sup>++</sup>	الماغنسيوم (Mg)

الأرضى التى يسود بها معدن الدولوميت	وكربونات الماغنسيوم		
• العناصر الضرورية الصغرى			
0.5 - 4.0% تزداد فى بعض الأفاق الغنية به	الأوجيت، الهورنبلند، البيوتيت، الأوليفين، أكاسيد وأيدروكسيد الحديد	Fe <sup>++</sup> , Fe <sup>+++</sup>	الحديد (Fe)
10 - 300 جزء فى المليون	فوسفات، كربونات وأيدروكسيدات الزنك وبعض المعادن السليكاتية	Zn <sup>++</sup>	الزنك (Zn)
200-4000 جزء فى المليون	المنجائيت، البيرولوسيت، وبعض المعادن السليكاتية	Mn <sup>++</sup> , (Mn <sup>+++</sup> )	المنجنيز (Mn)
5 - 100 جزء فى المليون	التورمالين، وبعض المعادن السليكاتية والأملاح	H <sub>2</sub> BO <sub>3</sub> <sup>-</sup> , (HBO <sub>3</sub> <sup>-</sup> ), (B[OH] <sub>4</sub> <sup>-</sup> )	البورون (B)
0.5 - 5.0 جزء فى المليون	بعض المعادن السليكاتية، أكاسيد وأيدروكسيدات الحديد والألمونيوم	MoO <sub>4</sub> <sup>-</sup>	الموليبدينيم (Mo)
5 - 100 جزء فى المليون	كبريتور النحاس، كبريتات وكربونات النحاس و بعض المعادن السليكاتية	Cu <sup>++</sup> , (Cu <sup>+</sup> )	النحاس (Cu)

### وظائف العناصر الغذائية

بخلاف الهيدروجين والكربون والأكسجين ومصدرهم ثانى أكسيد الكربون الجوى والماء هناك ستة عناصر غذائية تحتاجها النباتات بكميات كبيرة نسبياً وهي: النيتروجين، والفوسفور، والبوتاسيوم، والكالسيوم، والمغنيسيوم، والكبريت شكل ( 1 - 3 ) والسطور التالية تشير بإختصار شديد إلى وظيفة هذه المغذيات داخل النبات، وسوف يتم التعرض للأعراض الناتجة عن النقص في هذه المغذيات في الفصل الخاص بتقدير الإحتياجات السمادية.

### النتروجين ( N )

هو أساس جميع البروتينات وضروري لعملية التمثيل الضوئي، ونمو الخلايا، وعمليات التمثيل الغذائي، وإنتاج الكلوروفيل. وعلى ذلك فإن النتروجين هو العنصر الأكثر شيوعاً في النباتات بعد الكربون والأكسجين، وكلاهما يتم الحصول عليه من الهواء؛ ولهذا كله يعد النتروجين العنصر الأساسي في المحلول المغذي للزراعة الأرضية ومؤشر المواد المغذية الأخرى، وهو سهل القياس وعادة ما يكون النتروجين المذاب على شكل نترات، ولكن يمكن للنباتات الاستفادة من كميات معتدلة من الأمونيا، ومن الأحماض الأمينية الحرة. إن أعراض النقص في النتروجين على النبات واضحة، وتشمل إصفرار الأوراق القديمة، وسيقان رقيقة، وضعف النشاط والنيتروجين عنصر متحرك داخل النبات، ولهذا السبب يمكن ملاحظة أعراض النقص على الأوراق المسنة وفي المقابل فإن الزيادة فى إضافة النتروجين يمكن أن يسبب زيادة النمو الخضري مما يؤدي إلى نباتات ضعيفة معرضة للمرض والتلف الذي تسببه الحشرات، فضلاً عن الصعوبات التي تسببها فى تأخر إنتاج الأزهار وبدء تكون الثمار.

### الفوسفور ( P )

يستخدم بواسطة النباتات باعتباره العمود الفقري للحمض النووي لما يسمى الحمض النووي الريبوزي منقوص الأكسجين deoxyribonucleic acid - كمن هيكلي للأغشية الفوسفورية، وأدينوسين ثلاثي الفوسفات، (Adenosine Triphosphate ATP) المكوّن الخاص بتخزين الطاقة في الخلايا وهو ضروري لعملية التمثيل الضوئي، وكذلك لتشكيل الزيوت

والسكريات، ويشجع أيضاً على إنبات جذور الشتلات. أما نقص الفوسفور فيسبب عادة ضعفاً في نمو الجذور؛ لأن الطاقة لا يمكن نقلها بشكل صحيح من خلال النبات؛ وتظهر الأوراق القديمة خضراء فاتحة أو تميل إلى اللون البني الأرجواني، وتبدو الورقة كأنها محترقة .

### البوتاسيوم ( K )

يتحكم في الضغط الأسموزي للخلايا أيضاً في فتح وغلق الثغور، ويشارك في عملية إنتاج الأزهار والثمار، ويشارك في إنتاج ونقل السكريات، وامتصاص الماء، ومقاومة الأمراض، ونضج الثمار. ويظهر نقص البوتاسيوم على شكل بقع وحروق على الأوراق القديمة، وضعف نمو النباتات وبدون البوتاسيوم فلن تتطور الأزهار والثمار بشكل صحيح. كما أن نقص البوتاسيوم يظهر في شكل شحوب اللون بين العروق (Interveinalchlorosis) واصفرار بين عروق الأوراق) ويمكن أن يلاحظ على هامش الورقة.

### الكالسيوم (Ca)

يدخل في تركيب كل من جدر الخلايا والأغشية الخلوية، وهو مشارك في تعزيز السيقان، ويسهم في التنمية الجذرية. أما أعراض النقص الشائعة في الزراعة المائية الناتجة عن نقص الكالسيوم، فهي دائمة واضحة في النمو الحديث لأن الكالسيوم ليس له القدرة على الحركة داخل النباتات. ويعتبر احتراق الخس، وتعفن الطرف الزهري للطماطم، والكؤسة أمثلة على نقص الكالسيوم. وفي كثير من الأحيان، يتم تشوّه الأوراق الجديدة بالقرصاء والأشكال غير المنتظمة.

### الماغنيسيوم (Mg)

هو مركز مستقبل الإلكترونات (electron acceptor) في جزيئات الكلوروفيل، وعنصر أساسي في عملية التمثيل الضوئي. ويمكن رؤية أعراض النقص في اصفرار الأوراق بين العروق وخصوصاً في الأجزاء القديمة من النبات

### الكبريت ( S )

هو عنصر ضروري لإنتاج بعض البروتينات، بما في ذلك الكلوروفيل والأنزيمات الخاصة بدورات البناء الضوئي الأخرى. وتحتوي الأحماض الأمينية الميثيونين والسيستين على الكبريت، وأعراض نقصه نادرة، ويمكن ملاحظتها في اصفرار عام لأوراق الشجر في النمو الجديد بأكمله وقد تصبح الأوراق صفراء، وقاسية، وهشة، وتتساقط.

### العناصر الصغرى

فيما يلي قائمة بالعناصر الغذائية التي يحتاجها النظام في كميات ضئيلة فقط. وتشمل أعراض النقص لمعظم المغذيات الدقيقة إصفرار الأوراق، مثل: (الحديد، والمنجنيز، والموليبيدينوم، والزنك)، ومع ذلك فإن نقص النحاس يتسبب في أن تقوم الأوراق بتعميق لونها الأخضر.

### الحديد ( Fe )

يستخدم في البلاستيدات الخضراء وسلسلة نقل الإلكترون، وهو عنصر مهم جداً للتمثيل الضوئي المناسب ويمكن مشاهدة أعراض النقص كاصفرار النسيج الموجود بين العروق الوسطى للأوراق، يليها تحوّل أوراق الشجر كله إلى لون أصفر شاحب (يظهر التعريق بوضوح

على خلفية من اللون الأخضر ("chlorotic") وفي نهاية المطاف تصبح بيضاء مع بقع منقرشة necrosis وهوامش مشوهة للأوراق. وبما أن الحديد هو عنصر غير متحرك في النبات، فيتم تحديد نقص الحديد بسهولة إذا أظهرت الأوراق الجديدة الإصفرار ويجب أن يُضاف على صورة الحديد المخليبي (Chelated iron) Fe - EDTA ؛ لأن الحديد عرضة للتثبيت في الرقم الهيدروجيني الأعلى من 7.

### المنجنيز (Mn)

يستخدم لتحفيز الإنشطار جزئياً للمياه خلال عملية التمثيل الضوئي، وعلى هذا النحو فإن المنجنيز مهم لعملية التمثيل الضوئي بأكمله. ويمكن رؤية أعراض النقص على شكل انخفاض معدلات النمو، ومظهر رمادي، واصفرار النسيج الموجود بين العروق الوسطى للأوراق، وتبقى العروق نفسها خضراء. وهذه الأعراض مشابهة لنقص الحديد، وتشمل الإصفرار (chlorosis) ومما هو جدير بالذكر أن امتصاص المنجنيز سيء للغاية في الرقم الهيدروجيني الأعلى من 8.

### البورون (B)

يستخدم كنوع من الحافز الجزيئي، ويشارك بشكل خاص في السكريات المتعددة التركيبية structural polysaccharides الهيكلية والبروتينات glycoproteins ونقل الكربوهيدرات، وتنظيم بعض المسارات الأيضية (عملية التمثيل الغذائي) في النباتات، وتشارك أيضاً في التكاثر وامتصاص الخلايا للماء ويمكن رؤية أعراض النقص على شكل نقص في تطور البرعم الطرفي والتزهير، وانقطاع النمو، ونخر الأطراف والساق، ونخر الجذر .

### الزنك (Zn)

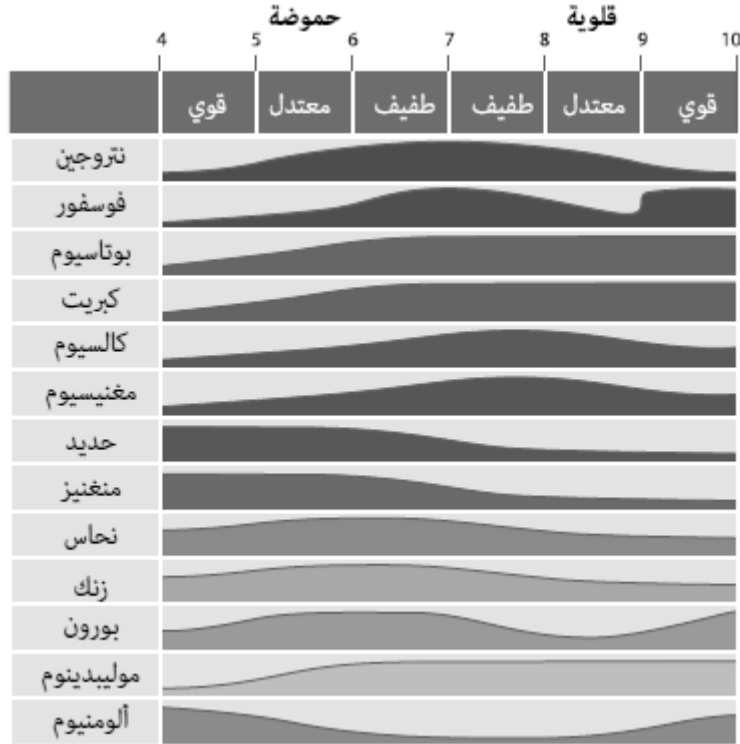
يستخدم بواسطة الأنزيمات وأيضاً في الكلوروفيل؛ ويؤثر على الحجم الكلي للنباتات والنمو والنضج ويمكن رؤية أعراض النقص على شكل حيوية ضعيفة، وتوقف النمو مع انخفاض الطول أي تقزم وحجم الورقة وظاهرة التورد لقصر السليمان. الإصفرار لذي قد يشكل خلطاً بينه وبين أعراض النقص من العناصر الأخرى.

### النحاس (Cu)

يستخدم من قبل بعض الأنزيمات، وخاصة في التكاثر، كما أنه يساعد على تعزيز السيقان، يمكن أن تشمل أعراض النقص الإصفرار، وتحول أطراف الورق للون البني أو البرتقالي، وانخفاض نمو الثمار، في بعض الأحيان يظهر نقص النحاس بشكل نمو أخضر داكن بصورة غير طبيعية.

### الموليبدينوم (Mo)

يستخدم من قبل النباتات لتحفيز تفاعلات الأكسدة والاختزال مع أشكال مختلفة من النتروجين . وبدون نسبة كافية من الموليبدينوم يمكن للنباتات أن تظهر أعراض نقص النتروجين على الرغم من وجود النتروجين . ولايتوافر الموليبدينوم بيولوجياً في درجة حموضة أقل من 5 إن توافر العديد من هذه العناصر الغذائية يعتمد على درجة الحموضة ( انظر الشكل 1 - 4) حيث أن العناصر الغذائية قد تكون موجودة إلا أنها قد تكون غير صالحة للاستعمال. لمزيد من التفاصيل حول نقص العناصر الغذائية خارج نطاق هذا المقرر، يرجى الرجوع إلى مقرر تغذية النبات بمزيد من القراءة للحصول على تشخيص موضح..



شكل ( 1 - 4 ) يبين تاثير رقم الحموضة على تيسر العناصر الغذائية والجزء الداكن يدل على الجزء الميسر من العناصر.

## الفصل الثاني

### الأسمدة الكيميائية

يمكن تقسيم الأسمدة حسب كونها معدنية أو عضوية إلى ثلاث أقسام وهي:

**أولاً: الأسمدة المعدنية وهي تشمل:**

- الأسمدة البسيطة وهي التي تحتوى أساساً على عنصر غذائي واحد ومنها: الأسمدة النيتروجينية، الأسمدة الفوسفاتية، الأسمدة البوتاسية وأسمدة العناصر الصغرى.
- الأسمدة المركبة وهي التي تحتوى على أكثر من عنصر غذائي ومنه: أسمدة نيتروجينية فوسفاتية، نيتروجينية بوتاسية وأسمدة نيتروجينية فوسفاتية بوتاسية.

**ثانياً: الأسمدة العضوية** وهي عبارة عن المخلفات الطبيعية سواء كانت الحيوانية أو النباتية والتي تحتوى على العناصر الغذائية في صور مختلفة من حيث كمياتها ودرجة صلاحيتها للنبات، وكذلك تحسن من صفات التربة الزراعية. وتوجد الأسمدة العضوية على الكثرة منها: أسمدة الاسطبل - السبلة (مخلفات الخيول مع فرشاة قش الأرز) - السماد العضوي الصناعي - مخلفات الطيور - مخلفات الإنسان - مخلفات المذابح - كسب بذرة القطن - مسحوق العظام والأسمدة الخضراء.

**ثالثاً: الأسمدة الحيوية:** وهي عبارة عن ميكروب أو مجموعة من الميكروبات التي تعمل على توفير عنصر أو أكثر من العناصر الغذائية اللازمة لنمو النبات والتي يمكن بها الإستغناء

عن كل أو جزء من الأسمدة الكيماوية التي تحتوى على العنصر المطلوب. تشتمل الأسمدة الحيوية على عديد من الكائنات الحية الدقيقة تختلف باختلاف الغرض المستخدم من أجله هذا السماد

## الأسمدة الكيماوية الأحادية

### أولاً الأسمدة النيتروجينية

تاريخياً ولسنوات عديدة كانت الحاجة لتزويد النبات بالنترودجين تعتبر ذات أهمية ثانوية رغم التعرف وإدراك الدور الأساسي والهام للنترودجين في إنتاج المحاصيل . اعتبرت المصادر الطبيعية للنترودجين والتي تأتي من إتباع نظام دورة المحاصيل الزراعية كافية ومناسبة حيث أنها تقوم بتثبيت النترودجين الجوى و الذائب بماء المطر . ( حوالي 5 كجم لكل هكتار ) . كما أن بعض المحاصيل البقولية كالقول والحمص وغيرهما تقوم بتثبيت النترودجين الجوى ولذا لا بد من إدخالها في دورة المحاصيل الزراعية ، هذه المصادر الطبيعية يتم دعمها بكميات صغيرة من الأسمدة النيتروجينية مثل سماد زرق الطيور ونترات الشيلي والفضلات العضوية.

من المعروف أن الفحم الحجري يحتوي على 1% نترودجين ، وحوالي نصف كمية النترودجين هذه تنطلق كمنتج ثانوي على شكل أمونيا من أفران فحم الكوك . وخلال الجزء الأخير من القرن التاسع عشر أصبحت هذه الأمونيا مصدراً هاماً لسماد النترودجين , حيث كان معظمها يحول إلى كبريتات الأمونيوم ، أما الجزء الأصغر كان يتم تقديمه على شكل محلول مضغوط للأمونيا. إن الزيادة السكانية أعطت الدليل ووضحت أن حاجة العالم للغذاء يمكن مواجهتها وتلبيتها عن طريق الإمداد المتزايد للنترودجين المثبت. ولهذا قامت البحوث والاختبارات والتجارب في بلدان عدة على موضوع الاستفادة من تثبيت نيتروجين الهواء الجوى. وعلى هذا الأساس ظهرت ثلاث عمليات ناجحة على مستوى تجاري:

أ - في عام 1903م تم إدخال عملية القوس الكهربائي تجارياً في النرويج والتي تعتمد على اتحاد نيتروجين الهواء بأوكسجينه لتشكيل أحادي أكسيد النيتروجين NO في درجات حرارة القوس الكهربائي العالية (حوالي 3250°م). وعند تخفيض درجة الحرارة يتفاعل أحادي أكسيد النيتروجين مع زيادة من الأوكسجين لتشكيل ثنائي أكسيد النيتروجين NO<sub>2</sub> الذي يذوب في الماء وبوجود زيادة من الهواء لتشكيل حمض النتريك HNO<sub>3</sub> وهذا الأخير يحول إلى نترات الكالسيوم وذلك بتفاعله مع الحجر الكلسي.

ب - في نفس الوقت كانت قد اكتملت عملية تحضير سياناميد الكالسيوم Calcium Cyanamid حيث يتم أولاً إنتاج كاربيد الكالسيوم وذلك بتفاعل الجير مع فحم الكوك في فرن كهربائي ثم تحويل كاربيد الكالسيوم إلى سياناميد الكالسيوم CaCN<sub>2</sub> عن طريق تفاعله مع النترودجين النقي المستخلص من الهواء , وسياناميد الكالسيوم هذا يمكن أن يستعمل مباشرة كسماد مخصب أو أن تحلل Hydrolyzed لتشكيل الأمونيا.



ج - إن عملية تثبيت النتروجين الجوي بطريقة القوس الكهربائي أو بطريقة سياناميد الكالسيوم لا تعتبر اقتصادية إلا إذا كان سعر وكلفة الكهرباء رخيصة جداً . ولذلك حلت طريقة التصنيع المباشر للأمونيا من النتروجين والهيدروجين بدلاً عن الطريقتين السابقتين المكلفتين . ولقد أنجزت هذه الطريقة بنجاح وعلى مستوى تجاري في ألمانيا عام 1913م ثم أنشأت بعد الحرب العالمية الأولى عدة مصانع في ألمانيا وغيرها من البلدان لإنتاج الأمونيا . ومعظم هذه المصانع تعتمد على مزيج النتروجين والهيدروجين الناتج من تفاعل فحم الكوك مع بخار الماء والهواء.

وكانت مصانع الأمونيا الأولى صغيرة ولا تتجاوز الطاقة الإنتاجية في كل منها عن 25-50 طن / يوم ولذا بقيت تكاليف إنتاج الأمونيا باهظة وغالية الثمن كسماد. كما أن معظم كميات الأمونيا المنتجة كانت تستخدم لإنتاج المتفجرات أو المواد الكيميائية الصناعية ، ولذا بقي استعمالها كسماد ضئيلاً. ولكن التحسينات المتعاقبة في إنتاج الأمونيا قد خفضت التكلفة إلى الحد الذي أصبح فيه استعمالها لصناعة الأسمدة مناسباً واقتصادياً. ومن تلك التحسينات الاستفادة من نواتج البتروكيماويات لتوليد الغاز الصناعي ( نتروجين - هيدروجين ) وما تبع ذلك من زيادة درجة ومعدل وطاقة التشغيل والإنتاج والتي ارتفعت لأكثر من 1500طن / يوم في بعض المصانع.

وفي نفس الوقت الذي كانت فيه كبريتات الأمونيوم و نترات الكالسيوم و نترات الصوديوم (15-20 % N ) تستعمل كسماد فقد حلت محلها نترات الأمونيوم (34% N ) محل كل منها وأصبحت سماداً هاماً منذ عام 1940 وأصبحت المثال النموذجي للأسمدة النيتروجينية. إلا أنه وفي عام 1960 أصبح إنتاج اليوريا (46% N ) النموذج الرائد والأفضل وقد نما بشكل سريع. كما أن استعمال الأمونيا في التربة مباشرة (82% N ) إما على شكل محلول مائي قد تطور بسرعة كبيرة في بعض البلدان وربما يصبح هو الرائد والأفضل للأسمدة النيتروجينية في المستقبل.

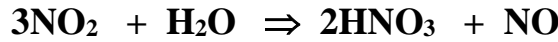
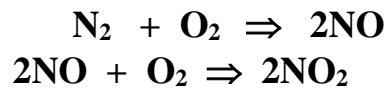
وتقسم الأسمدة النيتروجينية طبقاً لمصادرها إلى قسمين وهما:

#### 1 - الأسمدة النيتروجينية الموجودة بصورة طبيعية:

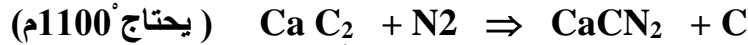
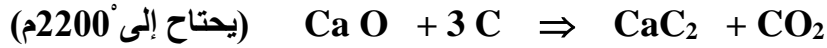
**مثل نترات الصودا الشيلي،** وتوجد كرواسب طبيعية كما في شيلي والأمونيا التي توجد في بعض أنواع الفحم. وفي مصر توجد بعض الرواسب تعرف بالطفلة ( في بعض التلال الموجودة في الوجه القبلي بالقرب من محافظة قنا وأيضاً المناطق المجاورة لمحافظة الفيوم)، وهي رواسب سمراء هشة تحتوي على نترات الصوديوم بتركيز يصل إلى 20 % خاصة في الطبقات العليا وتقل هذه النسبة في الطبقات السفلى (عمق أكثر من 50سم) وتصل إلى 3%. كما تحتوي على كميات بسيطة من الفوسفور والبوتاسيوم بالإضافة إلى بعض الأملاح مثل كلوريد الصوديوم ( حوالي 9%) وكبريتات الصوديوم (1-5%). وهناك عدة نظريات لتفسير تكوين رواسب نترات الصودا الشيلي وهي:

- ✓ تثبيت الأزوت الجوي بواسطة بكتريا تعيش حرة في التربة.
- ✓ التثبيت الكهربائي للنيتروجين الجوي أثناء عمليات البرق (الصواعق الجوية).

- ✓ تحلل بعض الأعشاب والحيوانات البحرية عقب ارتفاع سطح الأرض عن سطح البحر.
  - ✓ تفاعل مخلفات الطيور والمنقولة بواسطة الرياح أو أمواج البحر مع كربونات الصوديوم والنتيجة من تفاعل غاز ثانى أكسيد الكربون والنتائج من بعض البراكين الشائعة فى ذلك الوقت مع كلوريد الصوديوم الموجود فى مياه المحيطات والبحر.
  - ✓ تراكم النتراة نتيجة الغسيل السطحي أو الراسي للمناطق المرتفعة إلى الوادى وبعد تبخر الماء يحدث تراكم لهذه الأملاح.
- 2 - **الأسمدة النيتروجينية المصنعة:** وهى الأسمدة الكيماوية والتي يتم تصنيعها، وفيها يستخدم الهواء الجوى كمصدر للنيتروجين والذي يتم تثبيته صناعياً بإحدى الطرق الآتية:
- أ- **الأكسدة المباشرة للنيتروجين:** ويتم ذلك بإمرار شرارة كهربية فى مخلوط من النيتروجين والأكسجين فيتكون أكاسيد نيتروجينية وعند إذابتها فى الماء يتكون حمض النيتريك إلا أن هذه الطريقة تحتاج إلى كميات هائلة من الكهرباء. كما توضحها المعادلات الآتية:



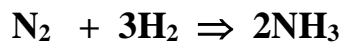
- ب - **تحويل النيتروجين إلى سياناميد :** ونشأت هذه الطريقة فى المانيا عام 1898 م وفيها يتفاعل النيتروجين ( نقى جداً) مع كلوريد الكالسيوم ( فى صورة مسحوق ناعم جداً) والنتائج من كربونات الكالسيوم أو الفحم والمعادلات التالية توضح ذلك.



وهذه الطريقة تعتبر أفضل من السابقة نظراً لأنها تحتاج إلى طاقة كهربائية أقل هذا بجانب أن رخص ثمن كربونات الكالسيوم والفحم واللازمة لهذه العملية علاوة على أن الناتج النهائى يمكن استخدامه مباشرةً كسماد.

#### ج - تحويل النيتروجين إلى نشادر

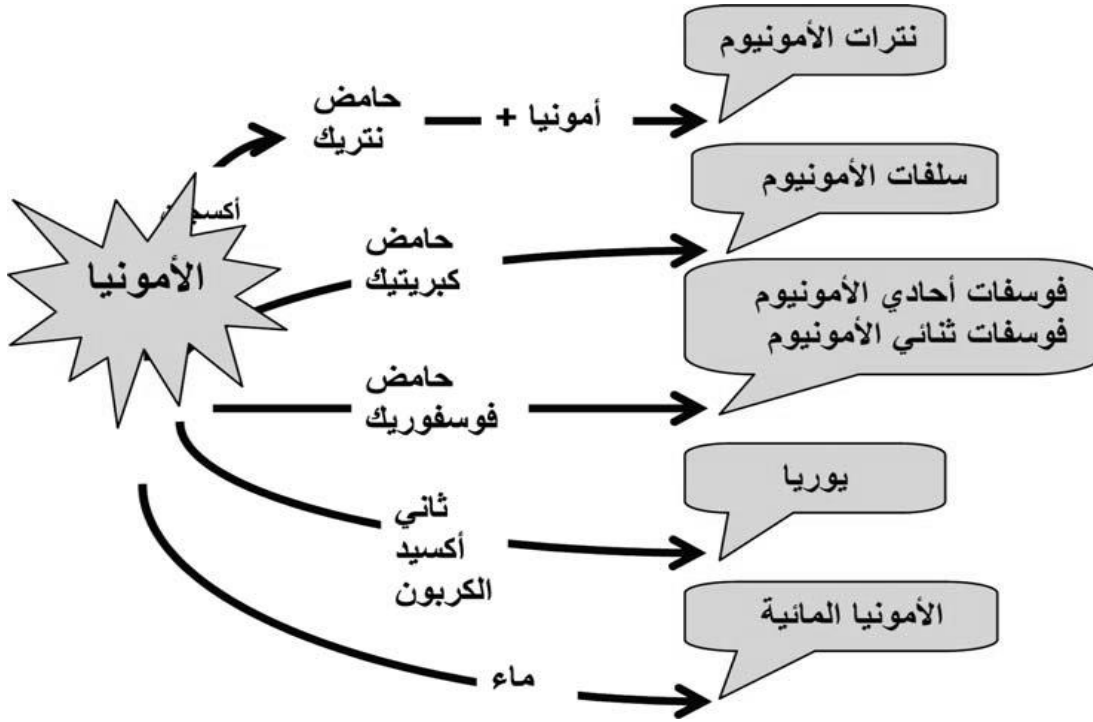
تحضير غاز النشادر يتم باتحاد مكوناته الغازية الأصلية حيث يتحد النيتروجين مع الهيدروجين تحت ضغط قدره 200-1000ض. ج ودرجة حرارة قدرها 400-500م ووجود عامل مساعد خاص وهو الحديد كما فى طريقة هابر وبوش (Haber and Boch) والتي تم استخدامها فى المانيا عام 1910م، أو إحدى الطرق المبنية عليها والتي لا تختلف عنها سوى فى مقدار الضغط ودرجة الحرارة والعامل المساعد. وأساس هذه الطرق هو تفاعل الأزوت مع الهيدروجين كما فى المعادلة التالية:



ويعتبر النشادر هو أساس تصنيع الأسمدة النيتروجينية والتي يمكن تقسيمها حسب الصورة الأيونية أو الجزيئية التى يوجد عليها النيتروجين إلى:

- ✓ الأسمدة النشادرية ويوجد فيها النيتروجين على صورة أيون الأمونيوم ( $\text{NH}_4^+$ ) ومنها كبريتات الأمونيوم.

- ✓ الأسمدة النتراتية وفيها يكون النيتروجين على صورة أيون النترات ( $\text{NO}_3^-$ ) ومنها نترات الصوديوم ونترات الجير المصرى.
  - ✓ الأسمدة النشادرية النتراتية وفيها يكون النيتروجين على صورة أيونات الأمونيوم والنترات ومنها نترات الأمونيوم ونترات الجير.
  - ✓ الأسمدة الأميدية وفيها يكون النيتروجين فى صورة مجموعة الأميد ( $\text{NH}_2$ ) ومنها اليوريا.
- والرسم التالى يتوضح باختصار كيفية تخليق الأسمدة النيتروجينية من النشادر (الأمونيا).

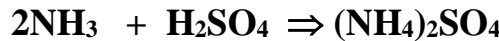


وسوف نتكلم باختصار فيما يلى عن تحضير هذه الأسمدة النيتروجينية المختلفة:

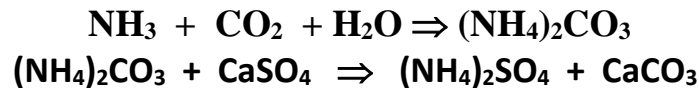
#### أولاً: الأسمدة النشادرية

من أهم هذه الأسمدة

- 1 - سماد كبريتات الأمونيوم  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$  ويحتوى هذا السماد على 21% نيتروجين، 23.4% كبريت. وتحضر كبريتات الأمونيوم بإحدى الطريقتين :
  - أ- إمرار غاز النشادر الناتج فى حمض الكبريتيك طبقاً للمعادلة:



- ب- تكوين كربونات الأمونيوم بإمرار غاز ثاني أكسيد الكربون فى النشادر، ثم تفاعل كربونات الأمونيوم مع كبريتات الكالسيوم حسب المعادلات التالية:



جميع هذه الأسمدة ذائبة في الماء، ويكون النيتروجين في صورة أمونيوم، وعند تحرر هذا الأيون من هذه الأسمدة يتأكسد بسرعة في الأراضي المتعادلة والقليلة الحموضة إلى أيون النترات. ويكون تأثير هذه الأسمدة حامضى على خواص الأرض كما يتضح من المعادلة التالية:



ومن المعادلة نجد أن جزيء واحد من كبريتات الأمونيوم به 2 مول أمونيوم والذي يعطى 2 مول أيديروجين  $H^+$  لكل واحد مول من الأمونيوم  $NH_4^+$  وتكون الاحتياجات الجبرية اللازمة لمعادلة الحموضة الناتجة عن 1 كجم نيتروجين في صورة كبريتات أمونيوم هي 7.1 كجم كربونات كالسيوم  $CaCO_3$ ، بينما تنخفض هذه الكمية إلى النصف في حالة استخدام اليوريا كمصدر للنيتروجين. ويتضح من المعادلة أيضاً أن عملية التآزت للأمونيوم يكون لها تأثير حامضى، في حين إذا امتص أيون الأمونيوم مباشرة بواسطة النباتات لا يحدث هذا التأثير، وبمعنى آخر في الأراضي جيدة التهوية تسود عملية التآزت، وبالتالي ينتج عن ذلك حموضة الأرض وتحت هذه الظروف تقل أو تنعدم عملية عكس التآزت.

**2- سماد كلوريد الأمونيوم  $NH_4Cl$ :** ويحتوى على 26% نيتروجين، كذلك يحتوى على نسبة كبيرة من الكلوريد، مما يقلل من استخدامه في الأراضي المتأثرة بالأملاح. كما إنه يفضل على كبريتات الأمونيوم في مزارع الأرز تجنباً لتعرض الكبريت للاختزال وتكوين غاز  $H_2S$  السام للنبات.

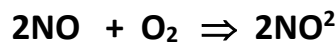
### ثانياً: الأسمدة النترائية

تعتبر جميع الأسمدة النترائية ذائبة بالماء، وعامل المفاضلة في اختيار نوع السماد النتراتي هو الأيون المرافق لأيون النترات. وبصفة عامة لا يُفضل استخدام هذه الأسمدة في الأراضي المغمورة بالماء مثل: مزارع الأرز أو الأراضي التي تعتمد في ريها على الأمطار؛ وذلك لقابلية أيون النترات للغسيل بسهولة. ولنفس السبب أيضاً يجب عدم إضافة الأسمدة النترائية إلا بعد تكوين مجموع جذرى للنبات حتى لا يضيع مع مياه الصرف ومن هذه الأسمدة نترات الصوديوم ونترات الكالسيوم. تحضر الأسمدة النترائية من مصدرين وهما:

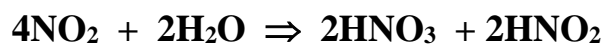
أ- المصادر الطبيعية كما في نترات الصودا الشيلي

ب- بالطريقة الكيميائية، والأساس فيها هو تحضير حمض النيتريك، ثم يتم تفاعل الحمض مع كربونات الصوديوم لتكوين نترات الصوديوم أو تفاعل الحمض مع كربونات الكالسيوم لتكوين نترات الكالسيوم (نترات الجير). يتم تحضير حمض النيتريك بأحدى الطريقتين:

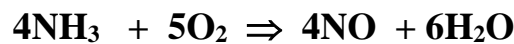
(1) اتحاد الأكسجين بالنيتروجين لتكوين أكاسيد نيتروجينية كما في المعادلات:



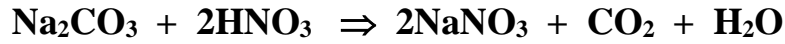
وبإذابة أكسيد النيتروجين في الماء يتكون حمض النيتريك طبقاً للمعادلة:



(2) أكسدة النشادر كما توضحه المعادلة:



وبإذابة أكسيد النيتروجين فى الماء يتكون حمض النيتريك كما فى المعادلة السابق ذكرها. ثم بعد ذلك يتم تحضير الأسمدة النترائية كما يلى:  
1 - نترات الصوديوم تحضر بتفاعل حمض النيتريك مع كربونات الصوديوم كما يلى:



سماد نترات الصوديوم  $\text{NaNO}_3$  يحتوى على 16% نيتروجين، و26% صوديوم. ورغم أن هذا الملح متعادل إلا أن تأثيره الفسيولوجى فى الأرض قاعدى، حيث يودى إلى رفع الـ pH للأرض وخاصة تحت ظروف المناطق الجافة وشبه الجافة، وبالتالي لا يُنصح باستخدامها تحت هذه الظروف. هذا بجانب تأثير أيون الصوديوم على تفريق حبيبات التربة والتأثير السام على النبات. ويُفضل إضافته للأراضى المنزرعة ببنجر السكر وذلك لحاجة هذا المحصول للصوديوم بالإضافة إلى النيتروجين

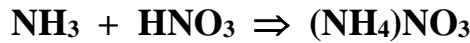
2- نترات الكالسيوم (نترات الجير) وتحضر بتفاعل كربونات الكالسيوم مع حمض النيتريك كما فى المعادلة:



سماد نترات الجير المصرى (نترات الكالسيوم  $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ ) يحتوى على 15.5% نيتروجين، و19.5% كالسيوم. وهذا السماد شديد التميع ولذلك يجب عدم تعرض هذا السماد إلى الهواء إلا عند الاستعمال أو يضاف إليها قليل من نترات الأمونيوم، ويعتبر هذا السماد جيد للأراضى الجافة القلوية وبعض الأراضى الجيرية. ويفضل إضافة هذا السماد للأراضى الحامضية لاحتوائه على نسبة عالية من الكالسيوم.

#### ثالثاً: الأسمدة النترائية النشادرية

وهذه الأسمدة تحتوى على النيتروجين فى صورة أيونى الأمونيوم والنترات ، وهى ذائبة بالماء تحضر بإمرار غاز النشادر فى حمض النيتريك، طبقاً للمعادلة التالية:



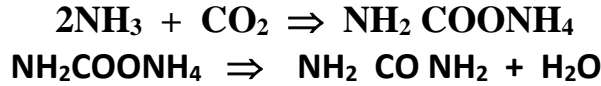
سماد نترات الأمونيوم  $\text{NH}_4\text{NO}_3$  يحتوى على النيتروجين بنسبة 32-35% وهو شديد التميع مما يجعل من الصعب تداوله، بالإضافة إلى كونه قابل للانفجار فى وجود الحرارة، كذلك يمكن أن يتفاعل هذا الملح مع المواد المختزلة مثل: المواد الكربونية، وعلى ذلك يجب الحرص أثناء تداوله وتخزينه. ولذلك يخلط هذا السماد بكربونات الكالسيوم لتقليل خطره وسهولة استعماله وتداوله وتتوقف كمية النيتروجين فى السماد الناتج على كمية كربونات الكالسيوم المضافة مثل:

- سماد نترات النشادر الجيريه: ويحوى 20.5% نيتروجين، وهو عبارة عن سماد نترات الأمونيوم مخلوطاً بكربونات الكالسيوم  $\text{CaCO}_3$  ، والغرض من إنتاجه هو التقليل من شدة تميع نترات النشادر وأيضاً تقليل قابليته للانفجار، وبالتالي يكون من السهل تداوله.

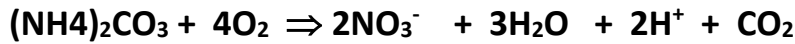
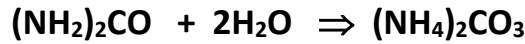
#### رابعاً: الأسمدة الأميدية

وهى أسمدة غير عضوية من الوجهة الزراعية رغم إنها مركبات عضوية من الناحية الكيماوية، حيث إنها لا تترك أى مخلفات عضوية فى الأرض بعد تحللها. أيضاً تختلف فى سلوكها فى الأرض عن الأسمدة العضوية المعروفة. وهى تحوى النيتروجين فى صورة أميد Amides ومنها:

**اليوريا (NH<sub>2</sub>)<sub>2</sub>CO**: وهو سماد غير أيونى ويطلق عليه أيضاً Carbamide ويحتوى على 46% نيتروجين. ويحضر هذا السماد بخلط غاز النشادر مع مع غاز ثانى أكسيد الكربون بنسبة 2 : 1 وتحت ضغط مرتفع وفى وجود عامل مساعد خاص حيث يتكون كربامات النشادر Ammonium carbamate ويم ضغطها فى أوعية ذات ثقوب ضيقة لإنتاج حبيبات بيضاء تحتوى على حوالى 46% نيتروجين فى صورة أميدية والمعادلات التالية توضح ذلك:



وتأثير اليوريا قاعدى فى بداية الأمر لتحللها إلى كربونات أمونيوم، ثم يصبح حامضى نتيجة حدوث عملية التازت التى تحدث للأمونيوم وأيضاً لتكوين حمض الكربونيك الناتج من ذوبان ثانى أكسيد الكربون الناتج، ويوضح ذلك المعادلة التالية:



ويوجد أيضاً بعض الأسمدة الأخرى غير الشائعة الاستخدام فى مصر ومنها سياناميد الكالسيوم 21-22% -سماد اليوريا المغطاة بالكبريت 40% نيتروجين - سماد فوسفات اليوريا 17.7% نيتروجين - وسماد اليوريا فورمالدهيد 40% نيتروجين.

#### خامساً: الأسمدة السائلة

يوجد العديد من الأسمدة النيتروجينية فى الصورة السائلة التى يمكن استخدامها مباشرة مع مياه، الرى سواء كان بالرش أو الغمر، وتنتج هذه الأسمدة فى مصر ومنها:

1 - **سماد يوريا - نترات النشادر**: ويحتوى على النيتروجين فى صورة أميدية ونتراتية ونشادرية بنسبة 32%. وهذا السماد ذو كثافة قدرها 1.3 جم/سم<sup>3</sup> ويحتوى اللتر منه على 416 جم نيتروجين.

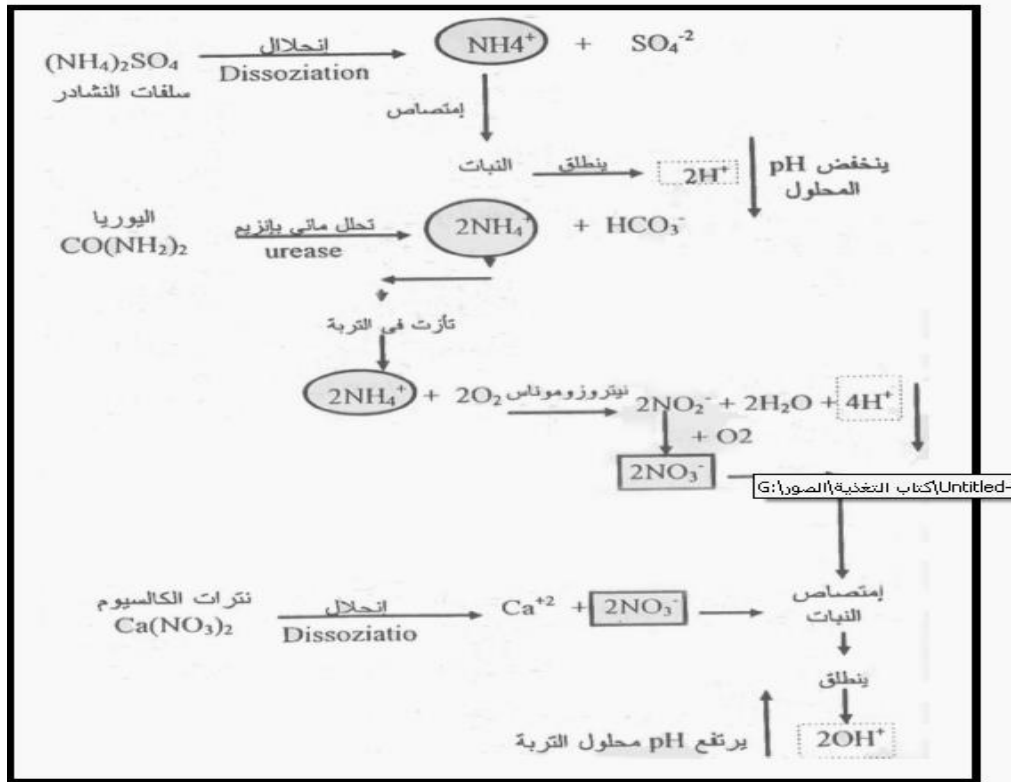
2- **نترات الكالسيوم السائل**: ويحتوى على النيتروجين فى صورة نترات ونسبته 11%. وكثافته 1.6 جم/سم<sup>3</sup> ويحتوى اللتر منه على 176 جم نيتروجين. ويحتوى على الكالسيوم الذائب بنسبة 13%.

3- **سلفونترات النشادر**: ويحتوى على النيتروجين فى صورة نتراتية ونشادرية بنسبة 18%، وعنصر الكبريت بنسبة 2%. وكثافة هذا السماد 1.3 جم/سم<sup>3</sup> ويحتوى اللتر منه على 234 جم نيتروجين، وهذا السماد يصلح لجميع أنواع المحاصيل المنزرعة بمختلف أنواع الأراضي ماعدا الأرز. (شكل 2-1)



شكل (1-2) يوضح تنكات الأسمدة النشادرية السائلة وطريقة إضافتها للتربة

من ناحية التأثير الفسيولوجي للأسمدة النيتروجينية أوضحها Amberger سنة 1993-b كما في الشكل بأنه في حالة إضافة الأسمدة النشادرية أو اليوريا والمضاف لها مثبطات التآزت Nitrification Inhibitors مثل: (Dicyandiamide) وذلك بهدف إطالة فترة وجود الأمونيا في التربة مما يجعل النباتات مضطرة لامتصاص النيتروجين على صورة أيون  $NH_4^+$  ، وفي هذه الحالة يقوم النبات بإخراج بروتون ( $H^+$ ) وذلك للحفاظ على التوازن الأيوني داخل الخلايا، بجانب حدوث عملية التآزت لجزء من الأمونيوم الموجود وفي هذه الحالة ينخفض رقم الـ pH في منطقة الريزوسفير. والعكس عند التسميد بالنترات لا يحدث هذا التفاعل؛ لأن جذور النباتات تفرز في هذه الحالة أيونات الأيدروكسيل (بالتبادل مع النترات الممتصة)، وبالتالي ترفع رقم الـ pH حول الجذور. (2-2)



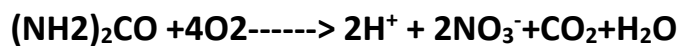
شكل (2-2) يوضح التأثير الفسيولوجي للأسمدة النيتروجينية

### طريقة وموعد إضافة الأسمدة النيتروجينية

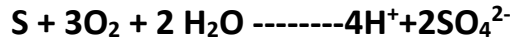
تضاف الأسمدة النيتروجينية للتربة مباشرة وبطرق متعددة وفقاً لطبيعة السماد والظروف المحيطة به وخصائص التربة. ومن الطرق الشائعة خلط السماد مع الطبقة السطحية أو إضافته نثراً **broadcasting** على السطح قبل الري. وقد يضاف السماد النيتروجيني ذائباً مع مياه الري أو عن طريق التلقيح **banding** بالقرب من النبات. وحالياً أثبتت طريقة الإضافة بالرش **foliar** سواء في هيئة محلول مُعد لذلك أو مع مياه الري بالرش كفاءة عالية للسماد. وبصفة عامة تتحدد الطريقة المناسبة بناء على نوع السماد المطلوب إضافته، وخواص السماد الطبيعية والكيميائية، وصفات التربة وذلك لتقليل فقد النيتروجين وتوفير الصور النيتروجينية الصالحة للامتصاص بواسطة النبات، والتي تؤدي إلى توفر النيتروجين بالكمية والصورة المطلوبة في منطقة انتشار المجموع الجذري.

### اسمدة 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 مثلاً يكون تأثيرها حامضي واليوريا تأثيرها النهائي حامضي على الرغم من رفعها لدرجة تفاعل التربة في البداية واسمدة النترات عموماً تكون ذات تأثير متعادل الى قاعدي. والمعادلات الاتية تبين الحموضة الناتجة من اضافة بعض الاسمدة النيتروجينية والكبريتية







ومع ان التغيير في درجة تفاعل التربة غير كبير احياناً بسبب القابلية التنظيمية العالية للتربة او ماتسمى بالسعة التنظيمية للتربة الا ان هذا التغيير مهم حتى لو كان وقتي وفي منطقة المحيط الجذري ( الريزوسفير)

ولما كانت الأسمدة النيتروجينية سهلة الذوبان، وبالتالي سهلة الفقد، فإن اختيار الوقت المناسب للإضافة ذات أهمية قصوى. وبصفة عامة يفضل أن يكون هذا الوقت قريب من وقت استعمال النبات لهذه الأسمدة وخاصة في الأراضي الرملية. إن إضافة الأسمدة النيتروجينية يفضل غالباً قبل وبعد الزراعة بفترة قصيرة وذلك حتى يتوفر هذا العنصر منذ بداية موسم النمو لمساهمة في بناء خلايا وأنسجة النبات. علاوة على تجنب البذور والبادرات الصغيرة التركيز المرتفع من الأمونيا ونواتج عملية التآزت الضارة. وقد تضاف الكمية الكلية من السماد على دفعتين: الأولى قبل أو بعد الزراعة بفترة قصيرة، والثانية يحددها نوع السماد وطول موسم النمو ولكنها غالباً ما تضاف بعد فترة لا تزيد عن شهر من موعد الزراعة. وحالياً حددت الدراسات والأبحاث أنسب المواعيد لإضافة الدفعات السمادية وكمياتها للمحاصيل المختلفة وفي الأراضي المختلفة.

وعموماً لا تُحدد كمية الأسمدة النيتروجينية بطريقة أو ميعاد الإضافة، بل تُحدد حسب محتوى الأرض من النيتروجين المُيسر للنبات وأيضاً النيتروجين الكلي بالتربة - نوع المحصول - طول موسم النمو - والظروف البيئية المحيطة وخصائص كل من الأرض والسماد.

### فقد النيتروجين من الأرض Losses of Soil Nitrogen

عنصر النيتروجين يتعرض للفقد بعدة طرق مختلفة وهو في ذلك يُعتبر أكثر العناصر المغذية تعرضاً للفقد من الأرض نتيجة عدة تفاعلات كيميائية في التربة. وتلعب الصورة الموجود بها في الأرض دوراً كبيراً في هذا الفقد. وأهم طرق فقد النيتروجين ما يلي:

#### 1- إزالة النيتروجين بواسطة المحاصيل Crop Removal

يمكن القول بان معظم النيتروجين الممتص بواسطة المحاصيل المختلفة والذي يُمثل كمية لا يُستهان بها كما هو موضح في الجدول (1-2) التالي تُفقد من التربة الزراعية عند حصاد تلك المحاصيل، فيما عدا المحاصيل التي تُزرع كمحاصيل مراعى، حيث ووجد أن حوالي 85 % من النيتروجين الممتص من قبل تلك المحاصيل يعود مرة أخرى للتربة كمخلفات حيوانية للحيوانات التي تقوم بعملية الرعي، كذلك تُعتبر محاصيل الحبوب ذات أهمية في هذا المجال، فمثلاً وجد أن محتوى 4 طن من قش straw القمح لمساحة هكتار (2.4 فدان) هو من 20-25 كجم نيتروجين. وكما هو معروف يستخدم هذا القش كتبن في تغذية حيوانات المزرعة والتي تُستخدم مخلفاتها في التسميد كأسمدة عضوية، وبالتالي تعود هذه الكمية مرة أخرى إلى التربة الزراعية.

جدول (1-2) يوضح كمية النيتروجين، الفوسفور و البوتاسيوم المستنفذة من الأرض الزراعية بواسطة بعض المحاصيل بالكيلوجرام /هكتار) عن الـ FAO سنة 1984.

المحصول ↓	الإنتاج طن /هكتار	النيتروجين (N)	الفوسفور (P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )	البوتاسيوم (K <sub>2</sub> O)
الأرز	6-3	100-50	160-26	190-80

130-65	60-27	140-72	5-3	القمح
120-54	50-36	120-72	6-3	الذرة
310-190	80-39	175-140	40-20	البطاطس
390-110	75-20	190-70	40-15	البطاطا
340-150	90-50	110-60	100-50	بنجر السكر
160	50	120	35	البصل
150	30	110	40	الطماطم
100	45	60	35	الخيار
97-80	44-35	224-160	2.4-1	فول الصويا
120	50	155	2.4	الفول
42	15	105	1.5	الفول السوداني
126-56	63-28	180-73	5-1.7	القطن

## 2- فقد النيتروجين في صورة غازية Gaseous Losses

أشارت الأبحاث العديدة في السنين الماضية بأن جزءاً كبيراً من النيتروجين يُفقد من الأرض الزراعية في صورة غازية على هيئة أكاسيد نيتروجينية أو الأمونيا وذلك كنتاج لتفاعلات بيولوجية أو كيميائية. وهناك ثلاث طرق مُقترحة تُسبب هذه العملية:

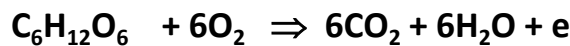
### أ - عملية عكس التآزت Denitrification

وأساس هذه العملية بأنه تحت الظروف اللاهوائية للأراضي الزراعية في المناطق الغدقه سيئة الصرف تقوم بعض أنواع الكائنات الدقيقة باختزال النترات والنترت إلى صورة غازية وهي  $NO$ ,  $N_2O$ ,  $N_2$ ، ثم تنطلق إلى الهواء الجوى. ويمكن توضيح عملية عكس التآزت بالمعادلة التالية:



ويمكن تفسير ذلك بأنه في حالة توافر ظروف تهوية جيدة تقوم البكتيريا بأكسدة المادة العضوية بواسطة الأوكسيجين الجوى. أما في حالة غياب الأوكسيجين يتم الأكسدة باستخدام أوكسجين النترات كما توضحه المعادلات التالية:

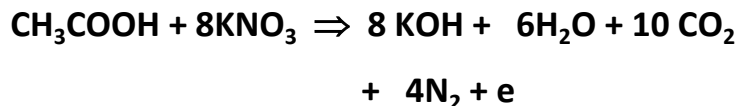
في وجود الأوكسيجين الجوى:



في غياب الأوكسيجين الجوى:



كذلك يحدث أكسدة للأحماض العضوية باستخدام أوكسجين النترات كما يلي:



والأحياء الدقيقة المسؤولة عن هذه العملية هي من أنواع Pseudomonas, Micrococcus, Achromobacter and Bacillus.

بصفة عامة تختلف الكمية المفقودة بهذه العملية من 5-50% من الكمية المضافة، وكما سبق أن أشرنا فى الجدول السابق بأن الكمية المفقودة بهذه الوسيلة على مستوى العالم تُقدر بـ 200-300 مليون طن فى العام.

وهناك عدة عوامل تؤثر على عملية عكس التآزت يمكن إيجازها فى النقاط التالية:

1- توافر مادة التفاعل: وهى النترات والنترت والمواد العضوية البسيطة القابلة للأكسدة (السكريات البسيطة والأحماض العضوية) (يزيد من الفقد).

2- درجة الحرارة: كما هو معروف بأن يزداد نشاط الكائنات الدقيقة بالأرض مع ارتفاع درجات الحرارة، وبالتالي يزداد استهلاك الأوكسجين من قبل الكائنات الدقيقة وعلى هذا يكون من المتوقع زيادة كمية النيتروجين المفقودة عن طريق عملية عكس التآزت. ووجد أن معدل عملية عكس التآزت يكون أقصاه خلال فصلى الخريف والربيع وبداية الصيف، وينخفض بطريقة ملحوظة خلال الصيف بسبب الحرارة المرتفعة جداً، كما أشارت أبحاث متعددة بأن أكبر كمية مفقودة من النيتروجين بهذه العملية عندما تكون درجة الحرارة ما بين 15-45م.

3- المادة العضوية: تزداد عملية عكس التآزت بزيادة محتوى الأرض الزراعية من المادة العضوية وخاصة فى الظروف المعتدلة الحرارة، وذلك نتيجة زيادة نشاط الكائنات الدقيقة واستهلاكها للأوكسجين، وأيضاً لأن المادة العضوية تُعتبر مصدراً للطاقة اللازمة لنشاط تلك الكائنات، وأخيراً تُعتبر مصدر للأيدروجين اللازم لعملية الاختزال. وفى إحدى الدراسات باستخدام النيتروجين المشع  $N^{15}$  كما ذكرها Mengel and Kirkby سنة 1987 وجد أن معدل عكس التآزت يكون مرتفعاً فى الأراضى العضوية بالمقارنة بالأرض الطينية الثقيلة والتي تمتاز بأنها متوسطة التهوية والناتج موضحة بجدول (2-2):

جدول (2-2) يوضح كمية النيتروجين المفقودة نتيجة لعملية عكس التآزت فى أراضى مختلفة الصفات

نوع الأرض	الـ % لكمية النيتروجين المفقودة من الكمية الكلية المضافة
أرض رملية	11 - 25
أرض طينية	16-31
أرض عضوية	19-40

4- درجة تهوية الأرض: يزداد الفقد للنيتروجين بهذه العملية كلما سادت ظروف التهوية السيئة. وهذه الظروف مرتبطة بمحتوى الأرض من الرطوبة، وهذا لا يعنى وجود تأثير مباشر للماء، بل أن السبب الرئيسى هو انخفاض كمية الهواء الأراضى بزيادة الرطوبة. وعلى ذلك لا يُنصح باستخدام الأسمدة النترتية فى مزارع الأرز لحدوث فقد منها بهذه العملية بجانب الفقد بالغسيل.

5- رقم الـ pH للأرض، أشارت الأبحاث إلى أن ارتفاع الرقم عن 5 يُسرّع من كمية النيتروجين المفقودة بعملية عكس التآزت، ووجد أن أقصى كمية مفقودة تكون عند رقم pH متعادل ويميل إلى القاعدي الخفيف.

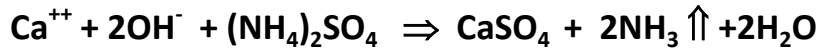
### ب - تطاير الأمونيا Ammonia Volatilization

يحدث تطاير للأمونيا الناتجة من تحلل الأسمدة النشادرية أو اليوريا عند إضافتها للتربة إلى أمونيوم، وأيضاً الناتجة من معدنة النيتروجين العضوي بالأرض. وعادةً يكون الفقد بكمية كبيرة في الأراضي القاعدية والأراضي الغنية بكاربونات الكالسيوم ذات الرطوبة المتوسطة، حيث إنه في حالة جفاف التربة يقل الفقد لعدم حدوث التفاعل، في حين أنه عند ارتفاع الرطوبة في الأرض تتوفر كميات كبيرة من الماء تسمح بذوبان الأمونيا وادمصاصها. ويمكن إيضاح كيفية حدوث الفقد عند إضافة أسمدة نيتروجينية مثل: سلفات الأمونيوم أو اليوريا بالمعادلات التالية:

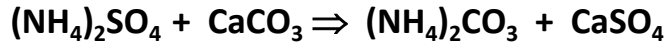
أولاً: يحدث تحلل مائي لكاربونات الكالسيوم



يتحد أيون الكالسيوم وأيون الأيدروكسيل الناتج من الخطوة السابقة مع السماد (سلفات الأمونيوم مثلاً).



أو يحدث تفاعل بين كاربونات الكالسيوم مع كبريتات الأمونيوم ويتكون كاربونات الأمونيوم.



ثم يحدث تحلل لكاربونات الأمونيوم.



ومن التفاعل السابق يمكن القول بأنه إذا كان المركب الناتج من اتحاد الكالسيوم والأنيون المصاحب للأمونيوم في السماد غير ذائب، فإن ذلك سيؤدي إلى تكوين المزيد من كاربونات الأمونيوم، وبالتالي يحدث فقد للأمونيا بكمية أكبر. حيث أكدت كثير من الأبحاث أن الأسمدة التي تكون نواتج غير ذائبة مثل (F<sup>-</sup>, SO<sub>4</sub><sup>-</sup>, HPO<sub>4</sub><sup>--</sup>) Ca تفقد كمية كبيرة من الأمونيا، بينما الأسمدة التي تكون نواتج ذائبة مع الكالسيوم مثل (NO<sub>3</sub><sup>-</sup>, Cl<sup>-</sup>) Ca تفقد كمية قليلة من الأمونيا.

ويوجد العديد من العوامل التي تؤثر على تطاير الأمونيا منها :

- رقم الـ pH: حيث وجد أنه بزيادة قاعدية الأرض يزداد فقد الأمونيا من أسمدة الأمونيوم واليوريا. ويمكن إيضاح طبيعة تأثير الـ pH على سلوك الأمونيوم المتكون أو المضاف بواسطة المعادلة الآتية :



أى أنه بزيادة تركيز أيون الأيدروكسيل فى الوسط يتجه التفاعل السابق نحو اليمين. وعلى ذلك يمكن أن نتوقع أن فقد الأمونيا بالتطاير قد ينخفض كثيراً فى الأراضى الحامضية.

وجد أنه بارتفاع درجة الحرارة يزداد تحلل اليوريا، وبالتالي يزداد الفقد، وبصفة عامة يختلف تأثير درجة الحرارة على كمية الأمونيا المفقودة بالتطاير حسب الأسمدة النيتروجينية المضافة وكذلك خواص الأرض. هذا بجانب عوامل أخرى مثل السعة التبادلية الكاتيونية، وجود الأملاح بالأرض، مستوى السماد المضاف وطريقة إضافته.

وبصفة عامه يمكن خفض الكمية المتطايرة للأمونيوم بخلط السماد النشادرى (الأمونيومى) مع الطبقة السطحية من التربة الزراعية أو وضعه تحت سطح التربة، ولكن يُفضل إضافة الأسمدة النتراته لمثل هذه الأراضى.

### 3 - تثبيت الأمونيوم Ammonium Fixation

يتعرض أيون الأمونيوم المضاف إلى التربة أو الناتج من عملية المعدنة بواسطة معادن الطين القابلة للتمدد Expanded lattice ، وبالتالي تقل حركته ودرجة صلاحيته للنبات. حيث يتم تثبيته بقوة بين الوحدات البلورية لمعادن الطين من نوع 1:2 وتشمل المونتيمويلونيت Montmoillonite والإليت illite والفيرميكيولايت Vermiculite. وإن ميكانيكية تثبيت الأمونيوم مشابهة لتلك التى يُثبت بها أيون البوتاسيوم  $K^+$  ، وتتم بحدوث تبادل بين أيون الأمونيوم  $NH_4^+$  الذائب فى المحلول الأرضى وأيون موجب آخر موجود بين الوحدات البلورية، وتزداد الكمية المثبتة فى الطبقة تحت السطحية للأرض عنها فى الطبقة السطحية ويرجع ذلك لزيادة كمية الطين فى الطبقات تحت السطحية.

وتفيد عملية التثبيت هذه فى حفظ الأمونيوم من الفقد مع مياه الصرف، ويمكن أن تستفيد منه النباتات النامية بشرط أن يكون لها مجموع جذرى قوى ونشط له القدرة على جذب وامتصاص الأمونيوم المدمص على أسطح الغرويات الأرضية. كذلك وجد أن الأمونيوم المثبت يمكن أن يتحول إلى نترات وذلك من خلال عملية التآزت. وفى إحدى الدراسات للعالمين Scherer و Mengel عام 1979 تم تقدير كمية الأمونيوم المثبتة بواسطة معادن 1:2 فوجد أنها حوالى 2000 - 3000 كجم نيتروجين /هكتار وأن حوالى 100 - 300 كجم نيتروجين / هكتار تنطلق خلال فترة النمو. وتتأثر عملية التثبيت للأمونيوم بعدة عوامل يمكن ذكرها باختصار وهى

1 - فترة التفاعل: يكون تثبيت الأمونيوم فى أقصى درجة له بعد إضافة الأمونيوم مباشرة، ويقل معدل التثبيت مع الزمن حتى الوصول إلى نقطة الاتزان.

2 - كمية الأمونيوم المضافة: من الطبيعى أن تزداد الكمية المثبتة بزيادة الكمية المضافة. ولكن نسبة الأمونيوم المثبتة تقل مع زيادة الكمية المضافة كما يتضح ذلك من جدول (2-3)

3- تعاقب التجفيف والترطيب للأرض: وجد أن التجفيف بعد إضافة الأمونيوم يُزيد من الكمية المثبتة وذلك لسببين : أولاً: بانخفاض الرطوبة فى الأرض يزداد تركيز الأمونيوم فى المحلول الأرضى، وبالتالي الكمية المتبادلة والمثبتة، ثانياً مع جفاف التربة يزداد التصاق الوحدات البلورية المكونة لمعادن الطين، أى تقل المسافات البينية بين هذه الوحدات لفقدائها للماء، وبالتالي يزداد تثبيت الأمونيوم.

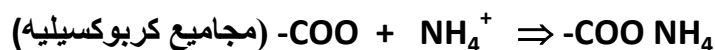
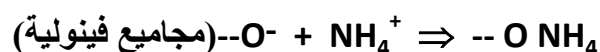
4- نوع معدن الطين السائدة: بصفة عامة تزداد قدرة الأرض على التثبيت بزيادة محتواها من معادن 1:2.

جدول ( 2-3) يوضح العلاقة بين الكمية المضافة والمثبتة من الأمونيوم لأرض يسود بها معدن الفيرميكيولايت

الـ % للكمية المثبتة من الكمية المضافة	الكمية المثبتة مليمكافىء/100جم تربة	الكمية المضافة مليمكافىء/100جم تربة
83	0.83	1
70	1.39	2
43	3.17	5
32	3.18	10
19	3.85	20
11	4.48	40

عن عواد كاظم مشحوت (1987) - نسبة التربة : الماء هي 1:1

5 - المادة العضوية : من الدراسات السابقة يمكن القول بان للمادة العضوية تأثير مزدوج، حيث يحدث تثبيت للأمونيوم من خلال انجذابه إلى المجاميع الكربوكسيلية والفينولية المتأينة فى الوسط القاعدى كما يتضح من المعادلات الآتية :



والرأى الآخر يقول إن زيادة محتوى الأرض من المادة العضوية يقلل من الأمونيوم المثبت، وتفسير ذلك بأن جزء من المادة العضوية بعد تحللها قد يُدمص بين طبقات الوحدات البلورية لمعادن الطين مما يقلل من دخول أيون الأمونيوم لمواقع التثبيت.

6 - تأثير الأيونات الأخرى: يمكن القول بان الأيونات التى تُزيد من قدرة المعادن الأرضية على التمدد مثل:  $H^+$ ,  $Na^+$ ,  $Mg^{2+}$ ,  $Ca^{2+}$  تقلل من تثبيت الأمونيوم، والعكس بالنسبة للأيونات التى تُقلص من هيكل معادن الطين مثل:  $K^+$ ,  $Rb^+$ ,  $Cs^+$ . وقد أشارت كثير من الأبحاث أن أيون البوتاسيوم يعمل على عرقلة تثبيت الأمونيوم. ولكن تأثير هذا الأيون يعتمد على وقت إضافته بالنسبة إلى إضافة الأمونيوم، فالإضافة المسبقة للبوتاسيوم تقلل من

الأمونيوم المثبت. ولكن إضافة البوتاسيوم بعد إضافة الأمونيوم لا يكون له تأثير واضح على الكمية المثبتة.

وفي النهاية يمكن القول بأن عملية تثبيت الأمونيوم لا تُعتبر ذات أهمية كبيرة في تغذية النبات وذلك لكون أكسدة الأمونيوم المثبت أبطأ بكثير من الأمونيوم المتبادل، كذلك لأن معدل تحرر الأمونيوم المثبت قليل. ولكن يجب مراعاة تأثير هذه العملية عند إضافة الأسمدة الحاوية على الأمونيوم إلى الأراضي الغنية بالطين القابل للتمدد من نوع 1:2؛ لأن ذلك يقلل من كفاءة السماد المضاف.

#### 4- الفقد بالغسيل Leaching Losses

كما هو معروف فإن أيون النترات  $NO_3^-$  أيون سالب الشحنة، وعلى ذلك تكون فرصة ادمصاصه على أسطح الغرويات الأرضية قليلة، وذلك للتنافر نتيجة تشابه الشحنة. مما يُسهل من غسله وفقده مع مياه الصرف. وقد يُدمص هذا الأيون على أسطح بعض الغرويات الأرضية والأكاسيد موجبة الشحنة وخاصة في الأراضي الحامضية، وعند غياب هذه المواد يفقد هذا الأيون إلى الطبقات تحت السطحية أو مع مياه الصرف. وتتوقف كمية النترات المفقودة بالغسيل على كمية المياه وعدد مرات الري - محتوى الأرض من الأكاسيد والغرويات الموجبة الشحنة - قوام الأرض حيث يزداد الفقد بانخفاض كمية الطين في الأرض كما توضحها نتائج Enzmann سنة 1983 والموجودة في جدول (4-2).

ويمكن تقليل فقد النترات بالغسيل باتباع المعاملات الزراعية التالية:

- ✓ استخدام كميات قليلة من المياه ( ترشيد استهلاك مياه الري ).
- ✓ استخدام السماد النتراتي بالكمية المناسبة وفي الوقت الملائم.
- ✓ تجزئة كمية السماد المستخدمة.
- ✓ استخدام السماد النتراتي في تسميد المحاصيل ذات الجذور العميقة.

جدول (4-2): تأثير محتوى التربة من الطين على كمية النترات المغسولة منها في مزرعة أرز

الكمية المغسولة %	كمية النترات المغسولة مع مياه الصرف (مجم/أصيص)	التربة
100	3.469	100% رمل
57	266.0	2/3 رمل + 1/3 طين

41	4.190	1/3 رمل + 2/3 طين
2	8.150	100% طين

#### 5- فقد النيتروجين العضوى Organic Nitrogen Losses

ويحدث ذلك نتيجة لفقد المادة العضوية من الطبقة السطحية بالأرض بواسطة عمليات الانجراف بالرياح أو بالمياه. وخاصةً في المناطق الموجودة على المنحدرات وهي طبقات غنية بالمادة العضوية، ويحدث ترسيب لهذه الطبقة في منطقة أخرى.

ومما سبق نجد إنه من الضروري إمداد النبات بحاجته من عنصر النيتروجين لزيادة المحصول في معظم الأراضي. ويرجع ذلك لأن المصادر الطبيعية للنيتروجين تقتصر على النيتروجين العضوى والنيتروجين المثبت بيولوجياً. وكما هو معروف بأن أراضي المناطق الجافة والحارة وشبه الحافة كما هو في مصر - فقيرة في محتواها من المادة العضوية، بالإضافة إلى كثرة العوامل المؤدية إلى فقد هذا العنصر من الأرض. وعلى ذلك فاستمرار زراعة المحاصيل سنة بعد أخرى مع التكتيف الزراعى يؤدي إلى استنزاف مخزون الأرض من النيتروجين. ولتحاشي هذا الاستنزاف وزيادة إنتاج المحاصيل يجب العناية بتجديد هذا المخزون وذلك بالعمل على زيادة محتوى الأرض من المادة العضوية بإضافة بقايا المحاصيل إلى الأرض - التسميد العضوى ( سماد الإسطل ) - زراعة المحاصيل البقولية وخاصة محاصيل المراعى وأخيراً إضافة الأسمدة الكيماوية.

من السابق نجد أن طرق فقد النيتروجين من التربة متعددة وهذا يشكل فاقداً اقتصادياً كبير بجانب كونه ملوثاً للبيئة. وعلى هذا لابد من اتباع كل الطرق الممكنة لمنع أو تقليل الفقد، ومن الناحية الزراعية يكون من الضروري حساب الكميات المطلوبة من الأسمدة الأزوتية لكل محصول بدقة وفي نفس الوقت يتم استخدام السماد بكفاءة.



## الفصل الثالث الأسمدة الفوسفاتية.

ان أول سماد فوسفاتي استعمل وبشكل واسع في أوروبا خلال العقد الأول من القرن التاسع عشر كان عبارة عن طحين العظام ، وعندما نقصت الكميات الواردة من عظام الحيوانات تم جمع العظام البشرية من ساحات المعارك أو أماكن الدفن . في عام 1830 بدأت معالجة العظام بحمض الكبريت حيث تتحول العظام إلى سائل كثيف لزج ، ووزع هذا المنتج في براميل خشبية على المزارع ، وأحياناً كانت تضاف أملاح البوتاسيوم أو كبريتات الأمونيوم أو نترات الصوديوم إليه وهكذا تم إنتاج وتقديم أول سماد كيميائي سائل ممزوج . في حوالي عام 1840م وجد بأن معالجة الخامات الفوسفاتية بحمض الكبريت تعطي سماداً فوسفاتياً فعالاً . وسمي هذا السماد بـ سوبر فوسفات .

وفي عام 1842م بدأ إنتاج أول سماد سوبر فوسفات تجاري وناجح على يد Lawes في إنجلترا وتبعه آخرون بحيث أنه في عام 1853 كان هناك 14 مصنعاً في إنجلترا وحدها . وذكرت التقارير إلى وجود 80 مصنعاً في إنجلترا عام 1870 م وكان العديد من المصانع المبكرة بدائية حيث كانت تقوم على مزج الخامات الفوسفاتية بحمض الكبريت في أوعية أو جرار كبيرة وبشكل يدوي باستخدام خلاط خشبي .

ولكن في عام 1862م استعمل Lawes خلاطاً مستمراً بطاقة تصل إلى 100 طن باليوم الواحد . وارتفع الإنتاج في بعض المصانع الحديثة إلى ما يزيد عن 100 طن / يوم . ولكن غالباً تفضل الوحدات الإنتاجية الصغيرة والمخصصة لتخدم المناطق المحلية ، لأنه يندر أن يتم شحن المنتج الفقير المحتوى إلى مسافات بعيدة .

تلازم تاريخ إنتاج السماد الفوسفاتي المركز أو سماد السوبر فوسفات الثلاثي مع إنتاج حمض الفوسفور ، ففي عام 1870 بدء بأول إنتاج تجاري في ألمانيا لسماد السوبر فوسفات المركز أو ما يعرف بثلاثي سوبر فوسفات ، حيث كان الهدف الانتفاع من صخر الفوسفات ذو النوعية المنخفضة والحاوي على نسبة عالية من الحديد والألمنيوم . وقد تم إنتاج حمض الفوسفور المخفف جداً بمعالجة صخر الفوسفات المطحون بحمض الكبريت بطريقة الاستخلاص ثم الترشيح ، ثم رفع تركيز حمض الفوسفور بالتبخير ، ثم معالجة الصخر فوسفاتي المطحون بحمض الفوسفور المركز هذا . وسرعان ما تأسست وأنشأت مصانع أخرى في كل من أمريكا وأوروبا . ولكن معظمها كان صغيراً ، ومعظم الإنتاج كان يستعمل في عمليات تكرير السكر بدلاً من استعماله كسماد . ثم أصبح ثلاثي سوبر فوسفات مادة سمادية هامة حتى عام 1950م حيث حل محل السوبر فوسفات العادي ، لأنه يحتوي على نسبة أعلى من الفوسفور، وكان يتم الإنتاج بأفضل صورته ( حالاته ) بالقرب من مصادر الفوسفات الخام وضمن وحدات كبيرة ومنها يتم شحن المنتج إلى مصانع الخلط المحلية أو المزارعين .

وبالرغم من أن فوسفات الأمونيوم قد عرفت منذ زمن بعيد بأنها مخصب فعال ، وبأن كميات صغيرة منها قد أنتجت في بلدان متعددة من حين لآخر ، ولكنها لم يصبح سماد رائج ومعروف حتى عام 1960 . ويعتبر سماد فوسفات الأمونيوم اليوم هو الشكل والصيغة السائدة لسماد الفوسفات في العالم كله .

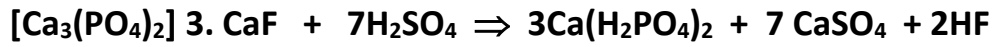
أما أسمدة النتر وفوسفات فقد بدأت في أوروبا في عام 1930 وتطورت تقنياتها ونمت بعد ذلك بغية تحسين نوعية المنتجات ، وازدادت نسبة رواجها في أوروبا كثيراً على هذا الأساس وأنشأت العديد من المصانع في بلدان أخرى، وأكثر هذه المصانع كان بطاقة إنتاجية كبيرة فاقت الـ 1500 طن / يوم .

استعمل صخر الفوسفات الخام والمطحون بشكل ناعم جداً كسماد مباشر بدون أية معالجة إلى حد كبير في الولايات المتحدة وروسيا والصين وفي بلدان أخرى . إن المعلومات الأخيرة تدل وتشير إلى أن قيمة الفوسفات الخام تختلف وتتنوع بشكل كبير باختلاف صفة الصخر الخام والمحصول

والتربة التي سوف يستخدم فيها. وهناك دلائل تشير إلى أنها يمكن أن تكون مصدراً نافعاً لتغطية الحاجة للفوسفور للعديد من المحاصيل النامية في الأراضي الحمضية. إن المصادر المبكرة لخامات الفوسفات كانت عبارة عن مناجم صغيرة في إنجلترا ، إيرلندا ، إسبانيا ، فرنسا ، ألمانيا ، الولايات المتحدة (كارولينا الجنوبية) . ولم يدم طويلاً استغلال معظم هذه المناجم إما لانخفاض جودتها أو أنها قد نفذت فعلاً. والمصادر الكبرى الحالية للفوسفات هي من مناطق أخرى مختلفة في الولايات المتحدة وروسيا والمغرب العربي مع كميات صغيرة في الشرق الأدنى ومصر وتونس والجزائر وسورية والأردن وجنوب إفريقيا والبرازيل والتوغو وسينيغال وجزر الباسفيك . كما تم خلال السنوات الأخيرة اكتشاف مناجم فوسفاتية جديدة عديدة ضخمة يمكن أن نذكر بعضها منها في كل من استراليا والبيرو والجزيرة العربية وفنزويلا وكولومبيا وإيران والهند ومصر . هذه المناجم تحمل إمكانيات هامة لإنتاج فوسفات عالية الجودة , ويمكن للمرء أن يتساءل فيما إذا كانت اكتشافات أخرى ستبعتها أيضاً .

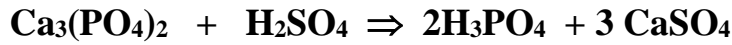
توجد الأسمدة الفوسفاتية على عدة صور منها السوبر فوسفات، السوبر فوسفات المكرر أو التربل فوسفات وخبث المعادن. وتتوقف أهمية السماد على كمية الفوسفات القابلة للذوبان في الماء أو الأحماض المخففة (أو الضعيفة) مثل حمض الستريك.

**1- السوبر فوسفات العادي:** ويحتوى على خامس أكسيد الفوسفور بتركيز يتراوح بين 17-20%، ويحضر هذا السماد بتفاعل خام الفوسفات ( صخر الفوسفات يوجد بكميات وفيرة في منطقة البحر الأحمر وخاصة سفاجا أيضاً في الوادي الجديد وخاصة في منطقة ابو طرطور وأيضاً عدة مناطق مختلفة من الصحراء المصرية) مع حمض الكبريتيك المركز فيتكون فوسفات أحادي الكالسيوم والجبس كما في المعادلة:

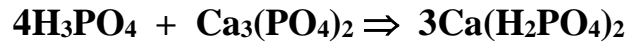


ثم يتم تجفيف الناتج وتجميعه على صورة حبيبات أو على صورة مسحوق. وفي بعض الحالات يخلط الناتج مع النيتروجين أو البوتاسيوم لتكوين الأسمدة المتعددة.

(1) **السوبر فوسفات المكرر:** وتراوح محتوى هذا السماد على خامس أكسيد الفوسفور من 44-52%. وتتلخص طريقة تحضيره في:  
أ – تحضير حمض الفوسفوريك من فوسفات الكالسيوم الثلاثية:



ب\_ يتم تفاعل حمض الفوسفوريك الناتج مع فوسفات الكالسيوم ( خام الفوسفات) ويتكون فوسفات كالسيوم أحادية كما في المعادلة:



(2) **خبث المعادن:** وهو منتج ثانوي من مصانع الحديد والصلب ويحتوى على خامس أكسيد الفوسفور بنسبة تتراوح من 10-20% وهى غير قابلة للذوبان في الماء، ولكنها تذوب في حمض الستريك بتركيز 1%.

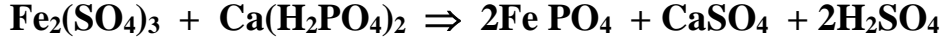
**أهم التفاعلات التي تحدث للأسمدة الفوسفاتية أثناء التخزين:**

في حالة تخزين الأسمدة الفوسفاتية لفترة طويلة تحدث بعض التفاعلات أو التحولات والتي تقلل من كفاءة السماد عن طريق تقليل كمية فوسفات الكالسيوم الأحادية وهى الأكثر ذوباناً في الماء. وأهم هذه التفاعلات هي:

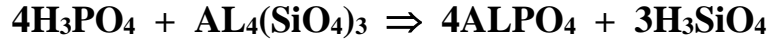
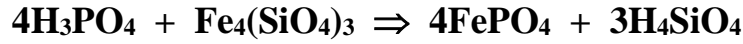
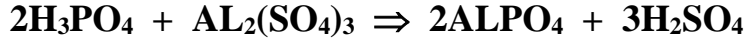
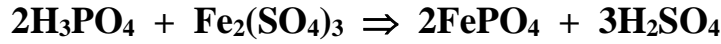
(1) تفاعل فوسفات الكالسيوم الأحادية مع فوسفات الكالسيوم الثلاثية ويتكون فوسفات الثنائية:



(2) تفاعل كبريتات الحديد والألومنيوم والتي قد تنتج أثناء صناعة السماد مع فوسفات الكالسيوم الأحادية وتتكون فوسفات الحديد والألومنيوم غير الذائبة:



(3) تفاعل حمض الفوسفوريك المنفرد مع كبريتات و سليكات الحديد والألومنيوم ويتكون فوسفات الحديد أو الألومنيوم وهي غير ذائبة كما يلي:



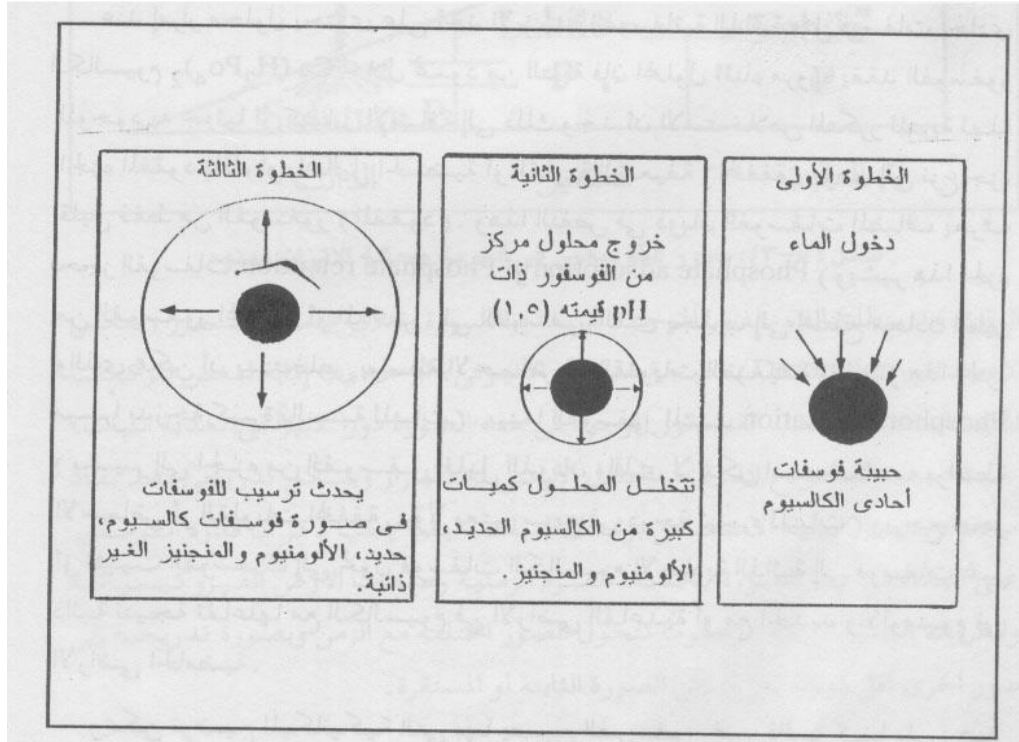
(4) تفاعل فوسفات الكالسيوم الأحادية مع كربونات الكالسيوم ويتكون فوسفات الكالسيوم الثنائية والثلاثية وهي أقل ذوبان من الأحادية.

#### تفاعلات الفوسفور في الأراضي المختلفة

عند إمرار محلول يحتوى على أحد الأسمدة الفوسفاتية الذائبة مثل فوسفات أحادي الكالسيوم  $\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2$  خلال عمود من التربة فإن المحلول أثناء مروره يفقد الفوسفور الموجود به جزئياً أو كلياً. بالإضافة إلى ذلك وجد أن الاستخلاص المتكرر للتربة لهذا الجزء المفقود بالماء أو بالمحاليل الحمضية أو القلوية الضعيفة (المخففة) يؤدي إلى نزع جزء قليل فقط من الفوسفور (المفقود). وهذا النقص في ذوبان الفوسفات المضاف يُعرف بحجز الفوسفات Phosphate retention أو Phosphate adsorption (ويشير هذا الجزء من الفوسفور المحجوز أو المدمص إلى الفوسفور الذي يُجذب إلى أسطح معادن الطين والذي يمكن أن يُستخلص بواسطة الأحماض أو القلويات الضعيفة ويُعتبر هذا الجزء مُيسر بدرجة كبيرة بالنسبة للنبات). بينما الفوسفور المثبت Phosphorus Fixation (يشير إلى الجزء من الفوسفور قليل الذوبان والذي لا يمكن استخلاصه بواسطة الأحماض أو القلويات المُخففة، ولا يُعتبر سريع في درجة تيسره للنبات) ويرجع حجز أو تثبيت الفوسفات إلى تحول فوسفات الكالسيوم الأحادية الذائبة إلى فوسفات غير ذائبة نتيجة تفاعلها مع الكالسيوم في الأراضي القاعدية أو مع الحديد والألومنيوم في الأراضي الحامضية.

ويمكن توضيح الميكانيكية التي بها يصبح الفوسفور غير ذائب كما يلي: عند إضافة حبيبات سماد السوبر فوسفات إلى التربة فإن بخار الماء الموجود بالوسط المحيط للحبيبة يتحرك ويدخل بسرعة إلى داخل الحبيبة مما يؤدي إلى ذوبان المادة الرئيسية للسماد وهي فوسفات الكالسيوم الأحادية ، ويتكون محلول داخل الحبيبة يكون مشبع بكميات مرتفعة من فوسفات الكالسيوم الأحادية والثنائية بالإضافة إلى حمض الأورثوفوسفوريك، ويكون رقم الـ pH لهذا المحلول في مدى 1-1.5 أى شديد الحموضة. وعند انطلاق هذا المحلول إلى الوسط المحيط بالحبيبة يؤدي إلى إذابة مكونات حبيبات التربة الملاصقة له. وفي أراضي القاعدية غالباً ما يسود

الكالسيوم والماغنسيوم بها وخاصة فى الأراضى الجيرية وعلى ذلك يتفاعل هذا المحلول مع الكالسيوم ويتكون مركبات صعبة الذوبان، فى حين يكون التفاعل مع الحديد والألومنيوم فى الأراضى الحامضية. إن ميكانيكية التفاعلات التى يُصبح بها الفوسفور غير مُيسر للنبات تحت ظروف الأراضى المختلفة يوضحها الشكل التالى عن White سنة 1987.



شكل يوضح الخطوات المتتالية لذوبان حبيبة فوسفات أحادى الكالسيوم

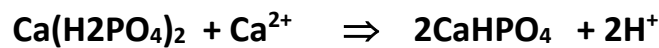
أولاً: التفاعلات فى الأراضى القاعدية

1- تفاعلات الترسيب :

كما سبق ذكره فإن بارتفاع رقم pH الأرض تزداد أيونات الفوسفات الثنائية والثلاثية، وكما هو معروف بأن درجة الذوبان تقل حسب الترتيب التالى:

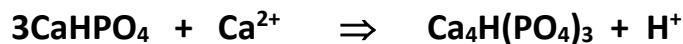


وفى معظم الأراضى القاعدية يكون للكالسيوم فاعلية كبيرة، وبالتالى تتعرض الفوسفات المضافة إلى سلسلة من التفاعلات مع أيون الكالسيوم الذائب فى المحلول الأرضى أو المتبادل على أسطح معادن الطين مكوناً مجموعة من المركبات الفوسفاتية المتفاوتة فى درجة ذوبانها. وبزيادة تركيز الكالسيوم وثبات تركيز الفوسفات يتم التثبيت بسرعة وذلك بالوصول إلى نهاية سلسلة التفاعل كما يلى:

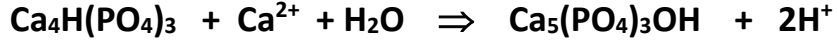


Mono- Ca-phosphate

Di-Ca-phosphate



Octo-Ca-phosphate



### Hydroxy apatite

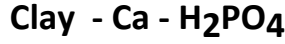
ومعنى ذلك أن جزءاً كبيراً من الفوسفور المضاف سوف يُصبح في صورة غير مُيسرة بالنسبة للنبات وذلك لتحوّله إلى إحدى صور الفوسفور غير القابل للحركة - Non - Labile phosphorus، وهذا التفاعل يحدث أيضاً في الأراضي الجيرية.

#### 2- الترسيب السطحي على حبيبات كربونات الكالسيوم:

في الأراضي القاعدية المحتوية على كربونات الكالسيوم توجد ميكانيكية أخرى مسئولة عن تقليل صلاحية الفوسفور، فعند تلامس أسطح حبيبات كربونات الكالسيوم مع أيونات الفوسفات الذائبة وخاصةً عند التركيزات المنخفضة يحدث ادمصاص Adsorption لهذه الأيونات على هذه الأسطح في طبقة سمكها جزء واحد من الفوسفات من خلال إحلال أيون الفوسفات  $\text{H}_2\text{PO}_4^-$  محل أيون الكربونات  $\text{CO}_3^{2-}$ . ومع زيادة تركيز الفوسفات المضافة إلى الأرض، وبمرور الزمن تتفاعل كربونات الكالسيوم أو الماغنسيوم، وبغض النظر عن طبيعة التفاعلات التي تحدث فإن الناتج النهائي يتكون فوسفات الكالسيوم في صورة راسب صعب الذوبان، وثاني أكسيد الكربون أو الأيدروكسيل.

### 3- الطين المشبع بالكالسيوم:

يُعتبر الطين المشبع بالكالسيوم مسئول عن ميكانيكية ثالثة لتثبيت الفوسفات بالأراضي القاعدية، وأيضاً في الأراضي ذات pH حامضى ضعيف (6.5)، حيث يقوم الكالسيوم المتبادل بعمل قنطرة تربط بين أيون الفوسفات و سطح الطين، ويمكن تمثيل هذه الرابطة كما يلي:



ومن الطبيعي أن نتوقع أنه كلما زادت كمية الطين ذات السعة التبادلية الكاتيونية C.E.C المرتفعة مثل معادن من نوع 1:2 ازدادت كمية الفوسفات المثبتة بهذه الطريقة.

ومن السابق نجد أن نشاط الفوسفور في المحلول الأرضي في الأراضي القاعدية ومنها الأراضي المصرية يكون متوقف على ثلاثة عوامل أساسية وهى:

أ - نشاط أيون الكالسيوم  $\text{Ca}^{2+}$ .

ب - كمية وحجم حبيبات كربونات الكالسيوم الحرة في الأرض الزراعية.

ج - كمية ونوع الطين الموجود.

حيث يقل نشاط (تيسر) الفوسفور في الأراضي ذات نشاط الكالسيوم المرتفع، والمحتوى العالى من كربونات الكالسيوم ناعمة القوام، وكمية كبيرة من الطين المشبع بالكالسيوم. ولهذا يجب إضافة كمية أكبر من الأسمدة الفوسفاتية لمثل هذه الأراضي للحصول على مستوى ملائم من الفوسفور المُيسر في المحلول الأرضي.

### 4- التفاعل مع الأكاسيد السداسية المتأدرة:

نتيجة للسلوك الأمفوتيرى Amphoteric behavior للأكاسيد السداسية فإن أسطحها تحمل صافى شحنة كهربائية قد تكون سالبة أو متعادلة أو موجبة. وعلى هذا فإن أيونات الفوسفات الموجودة في المحلول الأرضي تدخل في تفاعلات تبادل أنيونى مع مجموعات الأيدروكسيل الموجودة على أسطح حبيبات هذه الأكاسيد. ويوجد ثلاثة تفاعلات لأكاسيد الحديد المتأدرة والتي تحدث عند قيم من الـ pH أعلى أو أقل أو عند نقطة التعادل الكهربائية لهذا المركب Zero-point of charge (ZPC) وهى:

أ - عند نقطة أعلى من نقطة التعادل الكهربائية ( صافى الشحنة سالب )

ب - عند نقطة التعادل الكهربى ( صافى الشحنة صفر )

ج - عند نقطة أسفل من نقط التعادل الكهربى ( صافى الشحنة موجب )

عند نقطة التعادل الكهربائية لأكاسيد الحديد المتأدرة يحدث إحلال لمجموعة الهيدروكسيل بواسطة مجموعة فوسفات أحادية، ونفس الشيء يحدث عند ارتفاع رقم الـ pH أو تصبح شحنة المركب سالبة. أما عند انخفاض رقم الـ pH تصبح شحنة المركب موجبة، ويحدث إحلال لجزء الماء  $\text{H}_2\text{O}$  بواسطة مجموعة الفوسفات الأحادية.

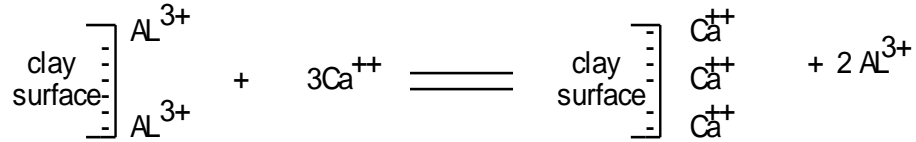
### ثانياً: تفاعلات الفوسفات في الأراضي الحامضية

#### 1- التثبيت بواسطة الحديد والألومنيوم:

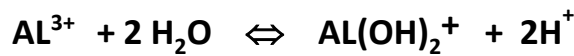
يعتبر تثبيت الفوسفات في الأراضي الحامضية نتيجة مجموعة تفاعلات مختلفة إلى حدٍ كبير عن تلك الحادثة في الأراضي القاعدية. حيث يكون غالبية احتجاز الفوسفور أو تثبيته نتيجة تفاعله مع الحديد والألومنيوم، ففي هذه الأراضي تحوى أسطح التبادل للغرويات الأرضية المعدنية على كميات كبيرة من الألومنيوم، وكميات أقل من الحديد والمنجنيز المتبادل. فعند

إضافة الأسمدة الفوسفاتية لهذه الأراضي يحدث ترسيب للفوسفات في صورة فوسفات الألومنيوم أو الحديد، ويتم ذلك بأن يقوم أيون الكالسيوم الموجود في تركيب السماد بالتبادل مع أيون الألومنيوم وينطلق الأخير إلى المحلول الأرضي، ثم يحدث له تحلل مائي ويتكون أيديروكسيل العنصر وأخيراً يتحد أيديروكسيل الألومنيوم مع الفوسفات ويحدث ترسيب للفوسفات كما توضح المعادلات الآتية:

#### أ - التبادل الكاتيوني Caion Exchange:



#### ب - التآدرت Hydrolysis:



#### ج - الترسيب Precipitation:



وبنفس الكيفية يحدث ترسيب للفوسفات بواسطة الحديد كما في المعادلة التالية:



وهكذا نجد أن واحد مول من الألومنيوم المتبادل والذي حدث له تحلل مائي يُرسب واحد مول من أيونات الأورثوفوسفات. وليس من المنتظر أو المحتمل حدوث تحلل مائي لكل الألومنيوم المتبادل تحت الظروف الحقلية، وبالتالي من المتوقع أن يكون إسهام هذه الميكانيكية في تثبيت الفوسفات تكون أقل عن ما يشير إليه هذا التفاعل.

#### 2 - الادمصاص الأيوني بواسطة الأكاسيد:

وهنا تتفاعل الفوسفات مع مركبات الحديد والألومنيوم وتتكون معقدات مختلفة. وقد يكون التفاعل مباشراً مكوناً راسب لمكونات الحديد أو الألومنيوم كما سبق ذكره في الخطوة السابقة. أو يحدث ادمصاص للفوسفات على أسطح تلك الأكاسيد، وتنطلق جزيئات الماء ومجموعات الأيديروكسيل.

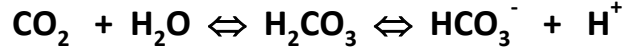
ويمكن أن يحدث ادمصاص للأنيونات على الأسطح التي تحمل شحنة موجبة، وتزداد هذه الحالة تحت ظروف الأراضي الحامضية حيث يحدث جذب للأيديروجين على مجموعة الأيديروكسيل الخارجية، وفي النهاية يكون صافي الشحنة موجب مما يؤدي إلى إدمصاص الأنيونات عن طريق خاصية الجذب بالقوة الإلكترونية. .

#### 3 - التثبيت بواسطة الطين المشبع بالكالسيوم:

ويحدث ذلك في الأراضي ذات pH 6.5 أو أقل وذلك عن طريق أيون الكالسيوم المتبادل على أسطح معادن الطين، حيث يعمل أيون الكالسيوم كقنطرة بين أيون الفوسفات و سطح الطين.

ومما سبق نجد أن الفوسفور المضاف إلى الأراضي القاعدية أو الأراضي الحمضية يتعرض إلى التثبيت بطرق مختلفة. ويمكن اعتبار الفوسفور المدمص ضمن صورة الفوسفور القابل للحركة Labile phosphorus أى يكون له إمكانية التحرر أو الانطلاق Desorption

ليكون مُيسر للنبات. وعملية التحرر هذه تتم بواسطة إحلل أيون مُعين سالب الشحنة له قدرة الادمصاص النوعى مثل: أيون البيكربونات أو الفلوريد محل أنيون الفوسفات المدمص. وقد يتكون أيون البيكربونات فى المحلول الأرضى أثناء انطلاق ثانى أوكسيد الكربون من عملية التنفس للجذور والكائنات الدقيقة وذوبانه فى الماء مكوناً حمض الكربونيك الذى سرعان ما يتأين إلى بيكربونات وأيدروجين حسب المعادلة التالية:



وهناك بعض الأيونات السالبة الشحنة الأخرى التى يمكن أن تحل محل الفوسفات مثل الأيدروكسيل والسليكات وبعض الأيونات العضوية مثل السترات و الطرترات والهيومات، وغيرها التى تساهم فى تحرر الفوسفات المدمصة أو تنافس أيون الفوسفات المضاف على صورة سماد فى الادمصاص على الأسطح الموجبة الشحنة للغرويات الأرضية مما يزيد من تيسر الفوسفور فى المحلول الأرضى. ولقد أوضحت الدراسات التى قام بها EL-Beshbeshy وآخرون خلال الفترة من 1990 إلى 1994 بأن هناك تأثير إيجابى لأنيونات السليكات على تيسر الفوسفور الأسمى Native phosphorus بالتربة وذلك من خلال عدة تجارب معملية وحقلية وأيضاً فى البيوت الزجاجية. ففى تجربة تحضين Incubation لعينات تربة طينية رسوبية من أرض الوادى، وعينة تربة من أراضى جيرية حديثة الإستصلاح مع مركبات السليكات (سليكات الكالسيوم وهو منتج ثانوى من مصانع الحديد والصلب بطلوان والذى يعرف بإسم جليخ الأفران العالية المحبب والمبرد مائى ويتركب من أكسيد حديدوز 0.7- 1.2 %، أكسيد سليكون 30 - 35 %، أكسيد كالسيوم 34 - 38 %، أكسيد ماغنسيوم 2 - 5 %، أكسيد المونيوم 11 - 14 %، أكسيد بوتاسيوم 0.2 - 0.5 %، وأكسيد باريوم 4.0 - 9.0 %) أوضحت النتائج زيادة كمية الفوسفات الميسرة والمستخلصة من تلك التربة والمعاملة بسليكات الكالسيوم، وفى تجربة فى الصوبة لدراسة تأثير سليكات الكالسيوم والكبريت وزرق الدواجن على تيسر الفوسفور بالتربة وكفاءة استخدام السوبر فوسفات أوضحت النتائج التى حصل عليها EL-Beshbeshy وآخرون سنة 1993 بأن هناك استجابة واضحة بالنسبة للفوسفور الممتص بواسطة نباتات الذرة وخاصة عند الإضافة مع السوبر فوسفات، وفى تجارب حقلية فى أراضى الوادى أدى استخدام هذه المركبات إلى زيادة كمية الفوسفور الممتص بواسطة نباتات الذرة Zouny وآخرون سنة 1994، وأيضاً بواسطة نباتات الشعير المنزرع فى أراضى حديثة الاستصلاح فى محافظة المنيا وأيضاً زيادة كفاءة استخدام الأسمدة الفوسفاتية EL-Beshbeshy سنة 1994، وربما يُعزى ذلك لحدوث تنافس بين كلٍ من أيونات السليكات والفوسفات على مواقع التبادل على أسطح الغرويات الأرضية.



### ثالثاً : الأسمدة البوتاسية.

إن المصادر الميكروية للبوتاسيوم كانت رماد الأخشاب والنباتات ونفايات البنجر السكري وملح نترات البوتاسيوم الطبيعية. ثم تم الكشف عن مناجم ملح نترات البوتاسيوم الطبيعية في ألمانيا عام 1860 م وسيطرت على السوق العالمية لمدة 75 عام.

وكانت خامات المناجم ذات الدرجة المنخفضة من تركيز البوتاسيوم وغير المكررة مثل أملاح الدمن - المزابل (Manure 15-20% K<sub>2</sub>O) - والكابنيت (Kainite 19% K<sub>2</sub>O) هي المصادر الأولى . ومع تطور طرق التركيز بشكل تدريجي زاد معدل نسبة K<sub>2</sub>O في المنتجات التجارية . ويعتبر كلور البوتاسيوم اليوم (60-62% K<sub>2</sub>O) هو المنتج الأساسي والرئيسي ، كما تعتبر كبريتات البوتاسيوم ونترات البوتاسيوم هي الأسمدة البوتاسية الرئيسية غير الكلورية. ولكن نظراً لغلاء ثمنها فإنها لا تستعمل إلا للمزروعات والتربة التي لا يناسبها الكلور ، لأن كلور البوتاسيوم أرخص ثمناً منها.

ثم اكتشفت رواسب هامة للبوتاسيوم في بلدان أخرى ، وبدأ الإنتاج في فرنسا في عام 1910 وفي إسبانيا عام 1925 وفي روسيا عام 1930 وفي الولايات المتحدة عام 1931 وفي كندا . 1965 وهناك مناجم كبيرة لم تستغل بعد وتوجد في أماكن أخرى وربما يمكن الانتفاع بها مستقبلاً

### ومن الأسمدة البوتاسية

**1- كلوريد البوتاسيوم :** يُعتبر من أرخص الأسمدة البوتاسية، ويرجع ذلك لقلّة تكاليف إنتاجه، ويحوى 60% أوكسيد بوتاسيوم K<sub>2</sub>O، 47.5% كلوريد ومن 2.8-2.9% كلوريد صوديوم. والملح في صورته النقية يكون على صورة بلورات بيضاء، ولكن عادةً يكون لون السماد بين الأبيض والأحمر حسب الخام المصنوع منه السماد، علماً بأن اللون ليس له تأثير على السماد. وهذا السماد كامل الإذابة في الماء، وعند إضافة السماد للتربة يحدث إدمصاص لأيون البوتاسيوم على أسطح الغرويات الأرضية، وبالتالي يحفظ من عملية الغسيل، ويُمتص في صورة أيون بواسطة الجذور. ويعتبر هذا السماد متعادل في تأثيره في التربة حيث لا يسبب أي حموضة أو قاعدية لها. وهذا السماد ملائم لمعظم المحاصيل وخاصة بنجر السكر، وأيضاً لمعظم الأراضي عدا الأراضي المتأثرة بالأملاح بسبب ارتفاع محتواه من الكلوريد، لكن هناك بعض المحاصيل مثل: التبغ والبطاطا يتأثر جودة محصولها بزيادة الكلوريد، ولذا يفضل استخدام كبريتات البوتاسيوم في تسميدها.

**1- كلوريد البوتاسيوم :** يُعتبر من أرخص الأسمدة البوتاسية، ويرجع ذلك لقلّة تكاليف إنتاجه، ويحوى 60% أوكسيد بوتاسيوم K<sub>2</sub>O، 47.5% كلوريد ومن

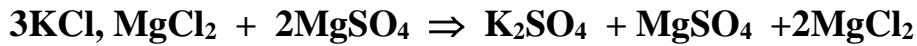
2.8-2.9% كلوريد صوديوم. والملح في صورته النقية يكون على صورة بلورات بيضاء، ولكن عادةً يكون لون السماد بين الأبيض والأحمر حسب الخام المصنوع منه السماد، علماً بأن اللون ليس له تأثير على السماد. وهذا السماد كامل الإذابة في الماء، وعند إضافة السماد للتربة يحدث إدمصاص لأيون البوتاسيوم على أسطح الغرويات الأرضية، وبالتالي يحفظ من عملية الغسيل، ويُمتص في صورة أيون بواسطة الجذور. ويعتبر هذا السماد متعادل في تأثيره في التربة حيث لا يسبب أي حموضة أو قاعدية لها. وهذا السماد ملائم لمعظم المحاصيل وخاصة بنجر السكر، وأيضاً لمعظم الأراضي عدا الأراضي المتأثرة بالأملاح بسبب ارتفاع محتواه من

الكلوريد، لكن هناك بعض المحاصيل مثل: التبغ والبطاطا يتأثر جودة محصولها بزيادة الكلوريد، ولذا يفضل استخدام كبريتات البوتاسيوم في تسميدها.

بحضر هذا السماد من الخامات الطبيعية مثل الكارناليت وهو يتركب من كلوريد البوتاسيوم كلوريد المغنسيوم، ولاستخلاص كلويد البوتاسيوم يذاب الكارناليت في الماء مع إضافة كمية من كلوريد المغنسيوم ثم التسخين، فيذوب كلوريد البوتاسيوم، كلوريد المغنسيوم وتبقى أغلب الشوائب دون إذابة. وبالتبريد يتبلور كلوريد البوتاسيوم مع بعض الشوائب وأهمها كبريتات وكلوريد المغنسيوم.

**2- كبريتات البوتاسيوم:** ملح هذا السماد عبارة عن بلورات بيضاء ويحتوى من 48% إلى 52% K<sub>2</sub>O، 18% كبريت، أيضاً هذا السماد كامل الذوبان في الماء ويعتبر سماد ممتاز من ناحية ملائمة لكل أنواع الأراضي والمحاصيل. ويعتبر هذا السماد مصدر لعنصر الكبريت. ويستخدم للمحاصيل الحساسة للكلوريد مثل: التبغ والبطاطا والفواكه والخضراوات. وأيضاً يستخدم في تسميد المحاصيل المنزرعة في الأراضي المتأثرة بالأملاح أو الزراعات المحمية حيث إن تراكم الكلوريد في هذه الأراضي يزيد من مشاكلها.

لتحضير كبريتات البوتاسيوم يضاف إلى الكارناليت محلول مشبع من كبريتات المغنسيوم، حيث تتبلور كبريتات البوتاسيوم والمغنسيوم. وبمعاملة المركب الناتج بكلوريد البوتاسيوم حتى التشبع، تتبلور كبريتات البوتاسيوم وحدها. حسب المعادلات الآتية:



#### طريقة وميعاد إضافة السماد :

كما سبق ذكره فإن هذه الأسمدة ذائبة في الماء إلا إنها أبطأ في حركتها من الأسمدة النترائية خاصة في الأراضي الثقيلة، حيث يحدث لها إدمصاص على أسطح الغرويات الأرضية وأحياناً تثبيت. وبناء على قابلية هذه الأسمدة للذوبان فيجب مراعاة إضافتها بعيداً عن البذور وخاصة عند استعمال كمية كبيرة منها. ونتيجة لعدم حساسية البادرات للبوتاسيوم كما هو الحال بالنسبة للنيتروجين والفوسفات فإن طريقة إضافتها سواء كانت نثراً أو بطريقة التلقيح أو التكبش أو الخطوط تعطى نفس النتيجة تقريباً إلا في الأراضي الفقيرة فيفضل طريقة النثر لرفع درجة الخصوبة. ومن ناحية ميعاد الإضافة، تمتاز هذه الأسمدة بإمكان استعمالها قبل وأثناء الزراعة، وذلك لعدم تعرضها للفقد كثيراً، أو التثبيت كالأسمدة النيتروجينية وخاصة في الأراضي الثقيلة، ووجد أن نثر هذه الأسمدة مبكراً قد يفيد بعض المحاصيل مثل: الفول السوداني وذلك نتيجة حركتها الجزئية لأسفل مما يعطى فرصة أكبر لامصاصها بواسطة جذور النبات.

#### 4- مواد سمادية أخرى: Other Nutrients

يعتبر الجبس Gypsum (كبريتات الكالسيوم) أحد الأسمدة المكتشف مبكراً والهامة حيث يقدم للنبات الكبريت والكالسيوم. وقد نشأ استعماله وبدأ عندما لاحظ عامل بناء ألماني أن كميات صغيرة من الجبس المنسكبة من عربته ذات العجلة الواحدة قد جعلت العشب على طول طريق العربة يصبح أخضرًا وغيضًا. ومن ثم أصبح الجبس في الزراعة معروفاً باسم "الجبس"

الزراعي "وبعد ذلك استخدم السوبر فوسفات وكبريتات الأمونيوم لتزويد النباتات بكميات كافية ووافية من الكبريت ، رغم أن الهدف الأول لهذه المركبات هي تأمين الفوسفور والنيتروجين.

وبالمثل فإن خبث المعادن ومخلفات الأفران العالية في مصانع الحديد والصلب قد استعملت بشكل واسع وكبير في أوروبا بسبب محتواها الفسفوري إلى جانب الكالسيوم والعناصر المغذية الصغرى Micronutrients بمختلف أنواعها.

في أغلب الدول الصناعية تنطلق ملايين الأطنان من الكبريت الناتج عن احتراق الوقود إلى الهواء الجوي على شكل غاز كبريتي  $SO_2$  ومن ثم تسقط مع المطر مزودة النباتات بما تحتاجه من الكبريت بغض النظر عما تحدثه من تلف كبير للغابات والمزروعات لكونها ذات تركيز حمضي مرتفع ضار بالنباتات ( الأمطار الحامضية).

وباعتبار أن عملية إزالة الغازات الكبريتية  $SO_2$  من غازات الاحتراق في المصانع أصبحت واسعة الانتشار بغية منع تلوث الهواء فإننا قد نحتاج إلى تأمين كمية أكبر من الكبريت في السماد . حيث أنه من المعروف حالياً أن الاراضى في المناطق غير الصناعية أو الأقل صناعية تحتاج إلى كمية من الكبريت للزراعة أكثر في الاراضى المجاورة للمناطق الصناعية.

يستخدم الحجر الجيري والدولوميت بشكل واسع لتزويد النباتات بالكالسيوم والماغنسيوم عند الحاجة إلى هذين العنصرين . بالإضافة إلى مركبات الماغنسيوم الأخرى مثل سيليكات الماغنسيوم والبروسيت المكلس  $(MgO)$  Calcined Brucit وكبريتات الماغنسيوم واللانجبنيت  $(K_2SO_4.2MgSO_4)$  Langbenite

إن أهمية معظم العناصر التي تحتاجها النباتات بكميات ضئيلة Micronutrients لم يعرف حتى القرن العشرين باستثناء الحديد حيث اكتشف Gtis الفرنسي عام 1844 أن نقص الكلوروفيل لبعض النباتات يمكن أن يعالج برشها بأملاح الحديد. ورغم أن Liebig لاحظ وجود المنجنيز في رماد النباتات ولكنه قد شك بأنه عنصر مغذي للنبات واستمر هذا الاعتقاد حتى عام 1905 حتى اكتشف وعُرف أن المنجنيز عنصر أساسي وضروري لنمو النباتات. ومن ثم تبعه النحاس والبورون في عام 1920 ، والزنك ( التوتياء ) حوالي 1930 والموليبدينوم 1939 والكلور 1954.

وما تزال هناك عناصر أخرى تبدو لأول وهلة ليس هامة وضرورية بشكل كبير ولكنها قد تصبح في بعض الحالات ضرورية لزيادة إنتاج المحاصيل أو تحسين النوعية وكمثال يضرب في هذا المجال هناك السيليكون والصوديوم والكوبالت

## الفصل الرابع

### الأسمدة المركبة: Compound (Multinutrient) Fertilizers

معظم المجربيين الأوائل في مجال الأسمدة المركبة أمثال Liebig و Mutty قد عملوا بخلطات حاوية على مواد مغذية متنوعة وعديدة ، إلا أنه لم ينتشر استعمالها على نطاق واسع حيث كان علم صناعة الأسمدة في أوروبا يعتبر أن المهمة الأساسية هي إنتاج الأسمدة الأحادية الصرفة ، والتي يحتوي السماد منها على عنصر مغذي واحد.

وعلى النقيض من ذلك فإن التطورات المبكرة لصناعة الأسمدة في الولايات المتحدة كانت تهتم فقط بالأسمدة المركبة ، وكان الاتجاه السائد هو تأمين ( 80 – 90 % ) من الفوسفات والبوتاسيوم ونسب صغيرة من النيتروجين في الأسمدة المركبة والتي قد تحتوي أيضاً على العناصر السمادية الثانوية أو الصغرى ، أما معظم النيتروجين الذي يحتاجه النبات فكان يقدم مباشرة كسماد أحادي ( غير مخلوطة ) . وفي اليابان كما في أوروبا فإن الاتجاه السائد هو زيادة نسب الأسمدة المركبة . إن السبب في زيادة نمو ورواج الأسمدة المركبة إلى أن المزارعين لم يعد لديهم الوقت الكافي أو الرغبة في استعمال الأسمدة المتنوعة الأحادية بشكل منفصل وكل على حدة من جهة ، كما أنه ليس عندهم الكفاءة والقدرة على معرفة نسبة الخلط والمزج من جهة أخرى. وأصبحت الصيغ والتشكيلات للأسمدة المركبة المعقدة أكثر توسعاً وتنوعاً. فلكل نبات ولكل محصول تركيبة سمادية مركبة خاصة تعطي أعلى مردود وانتاجية، إلا أن هذا لم يمنع من أن يستعمل النيتروجين منفصلاً ( وخاصة أن النبات يحتاجه على مراحل خلال فترة نمو) وذلك للحصول على نتائج أفضل من جهة ، بالإضافة إلى أن كمية النيتروجين الموجودة في بعض المواد النيتروجينية الأحادية ( غير المركبة ) كالأمونيا اللامائية هي أرخص من الكمية نفسها فيما لو وجدت في الأسمدة المركبة من جهة ثانية. في البداية كانت الأسمدة المركبة تحضر وتصنع بالخلط البسيط للمواد ذات المحتوى الفقير بالعناصر المغذية مثل سماد زرق الطيور والسوبر فوسفات وكبريتات الأمونيوم وكلور البوتاسيوم ومخلفات المواد العضوية المتخمرة ، وغالباً يضاف إلى هذا المزيج الحجر الجيري المطحون كمادة مالئة وليعدل من حموضة السوبر فوسفات.

في عام 1930 أدخلت طريقة معالجة السوبر فوسفات بالأمونيا حيث أن المركب الناتج يزود النبات بالنيتروجين اللازم وبشكل اقتصادي ويحسن الصفات الفيزيائية للسوبر فوسفات. وبإضافة هذا المركب في خلطات السماد المركب يمكن الاستغناء عن إضافة مخلفات المواد العضوية المتخمرة ( والتي قد استغني عنها لأسباب عديدة منها : اكتشاف استخدام أهم لها. فعلى سبيل المثال : كسب بذرة القطن والتي كانت تخمر وتستعمل كسماد نيتروجيني أصبحت الآن أكثر قيمة كعلف للمواشي والحيوانات ) كما يمكن الاستغناء أيضاً عن إضافة المواد المالئة للسماد المركب إن زيادة استعمال المعدات والآلات الزراعية الميكانيكية من قبل المزارعين ، دعت إلى استخدام مواد ذات جريان وتدفق سهل وحر ، ومن هنا بدأ الاتجاه لإنتاج السماد المحبب وأصبح معروفاً وشائعاً منذ عام 1950م وساعدت الأسمدة المركبة على استبدال السوبر فوسفات العادي بالسوبر فوسفات الثلاثي ، واستبدال نترات الصوديوم أو كبريتات الأمونيوم بنترات الأمونيوم أو اليوريا ومؤخراً تم إدخال حمض الفوسفور الحر والأمونيا في تركيبة السماد والحصول على نتائج أفضل.

لم تعد عملية تحضير الأسمدة المركبة عملاً ميكانيكياً سهلاً وبسيطاً ولكنها أصبحت عملية هندسية كيميائية معقدة ، ولهذا فإن اقتصاديتها تعتمد على عمليات تشغيل بطاقات إنتاجية عالية ، لذلك فإن أصحاب المصانع المحلية ذات الطاقات الصغيرة توسعوا وتحولوا إلى أصحاب مصانع إقليمية ضخمة أو أصبحوا تجارا وبائعين واما تركوا العمل نهائياً ، أو أنهم تحولوا إلى عمليات خلط الأسمدة السائبة ( غير المعبأة Bulk ) حيث إن عملية خلط الأسمدة السائبة أصبحت معروفة وشائعة في بعض البلدان لأنه عن طريقها يستطيع المنتج المحلي أن يزود المزارع بما يحتاجه من أسمدة مركبة بمعدات وتجهيزات بسيطة وكلفة أقل . حيث أن الأسمدة المحببة ، مثل فوسفات ثنائية الأمونيوم ونترات وكبريتات البوتاسيوم والأمونيوم أو اليوريا قد أنتجت من قبل شركات ضخمة تمتلك الكفاءات والقدرات للتصنيع الكيميائي والتحبيب وضمن تكاليف منخفضة للمواد الأولية. هذه المواد تشحن بشكل سائب ( غير معبأ ) إلى المصانع التي تقوم بمزجها بالنسب التي توافق كل مزارع وكل محصول . ومن ثم تقوم تلك المصانع بتقديم الكثير من الخدمات للمزارعين.

إن نجاح هذا النظام يعتمد إلى حد كبير على التكاليف المنخفضة للنقل والشحن والتفريغ بين المصنع الكبير المنتج والمصنع الذي يقوم بالخلط ومراكز الاستهلاك . فكلما كانت كلفة النقل والشحن قليلة كلما كانت هذه العملية اقتصادية وناجحة ، ولذلك أحياناً تقام مصانع الخلط قرب الطرقات العامة أو السكك الحديدية أو المرافئ البحرية حيث يكون النقل البحري متاحاً بين نقاط الممرات المائية.

تنتج الأسمدة المركبة عن طريق عمليات كيميائية بين المكونات الأساسية (العناصر المغذية) التي يتكون منها السماد المركب. ويتم ذلك عن طريق تكوين حبيبات تحتوى على أكثر من عنصر غذائي معاً (أى كل حبة تحتوى على مكونات السماد ككل)، أو عن طريق خلط حبيبات تحتوى على العنصر فى صورة فردية وذلك حسب نوع السماد المركب أو المخلوط (أى أن كل حبيبة سماد فى المخلوط تحتفظ بخواصها).

ويمكن تعريف هذه الأسمدة بأنها: الأسمدة التى تحتوى على أكثر من عنصر غذائى سواء كان من العناصر الكبرى أو الصغرى.

### مميزات الأسمدة المركبة: Advantage of multinutrient fertilizers

يمكن إيجاز أهم مميزات استخدام الأسمدة المركبة فيما يلى:

- ✓ جميع أو بعض العناصر الضرورية تكون فى عبوة واحدة مما يوفر على المزارع عناء شراء ونقل وتخزين الأسمدة البسيطة (التي تحتوى على عنصر واحد) كل على حده.
- ✓ توفر فى العمالة والوقت اللازم لإضافة العناصر للنبات بالمقارنة بإضافة تلك العناصر منفصلة.
- ✓ إضافة الكميات الموصى بها لمحصول معين يضمن وصول العناصر المغذية له فى حالة اتزان وهذا يؤدي إلى زيادة المحصول، وفى نفس الوقت المحافظة على خصوبة التربة.
- ✓ العناصر الصغرى يمكن إضافتها بكميات صغيرة على صورة أسمدة مركبة وفى حالة مندمجة.

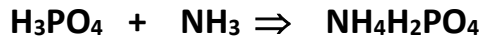
### أنواع الأسمدة المركبة:

تعتبر الأسمدة المركبة عالية فى القيمة الغذائية بالنسبة للنبات، وهى مرغوبة وذلك بسبب انخفاض تكلفة التعبئة والنقل والتخزين لها. وتنتج هذه الأسمدة فى صورة حبيبات وليست مسحوق وبالتالي يكون من السهل تداولها وتوزيعها أثناء الإضافة للتربة. أيضاً تعتبر مهمة وخاصة فى البلاد النامية وذلك لضمان وصول كميات متوازنة من العناصر للتربة ومن ثم للمحاصيل.

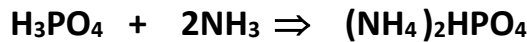
ويمكن تقسيم الأسمدة المركبة بوجه عام إلى:

### 1 - أسمد فوسفات الأمونيوم Ammonium phosphate

أ - فوسفات الأمونيوم الأحادية Monoammonium phosphate (MAP): هذا السماد ذو رتبة عالية حيث يحتوى على 52-55% P2O5 و من 11-12% نيتروجين (N) وهذه الكمية كاملة الإذابة فى الماء. وهذا السماد يستخدم أساساً فى تصنيع الأسمدة المتعددة ، حيث أنه متوافق مع الخلط مع معظم المواد السمادية الأخرى، كذلك قد يستخدم مباشرة فى التسميد كما هو. ويصنع هذا السماد بتفاعل الأمونيا مع حامض الأورثوفوسفوريك تركيزه 45-52% ونسبة الخلط بين الأمونيا والحامض بالمول هى 1 : 1. ثم يتم تجفيف رزاز محلول فوسفات الأمونيوم الأحادية ويتحول إلى مسحوق ثم يحول إلى حبيبات. ويمكن تمثيل التفاعل الكيميائى بالمعادلة الآتية:



ب - فوسفات ثنائى الأمونيوم Diammonium phosphate (DAP): وتنتج فى كثير من دول العالم، والسماد التجارى منه يحتوى على 18% نيتروجين و 46% P2O5 وهى ذائبة فى الماء. وطريقة تصنيعه هى نفسها المتبعة فى حالة فوسفات أحادى الأمونيوم فيما عدا أن نسبة الأمونيا إلى الحامض هنا هى 2 : 1 مول على التوالى. ويتم التبريد ويحبب وفى بعض الأحيان قد تغلف تلك الحبيبات بمواد مغلقة. ومعادلة التفاعل الكيميائى هى:



ج - كبريتات وفوسفات الأمونيوم Ammonium phosphate sulphate: يحتوى هذا السماد على حوالى 60% كبريتات الأمونيوم و40% فوسفات الأمونيوم، ومحتواه من النيتروجين هو 16% بينما الفوسفور يكون بنسبة 20% فى صورة P2O5. ويمكن زيادة نسبة النيتروجين بإضافة اليوريا وعلى ذلك يمكن تعديل نسبة N : P2O5 ratio فى السماد. ويصنع هذا السماد بطريقتين:

- معادلة كل من حامض الأورثوفوسفوريك وحامض الكبريتيك بواسطة الأمونيا ثم يتم تحويل الناتج إلى حبيبات.
- إضافة محلول كبريتات الأمونيوم إلى حمض الأورثوفوسفوريك ثم إضافة الأمونيا فى صورة رزاز Ammoniation. ويمكن إضافة اليوريا إلى هذا المخلوط فى حالة الحاجة إلى ذلك. وكبريتات وفوسفات الأمونيوم سماد سائب Free-Flowing وسهل التداول والتخزين.

- فوسفات الأمونيوم (متعددة الفوسفات) (APP) Ammonium polyphosphate: تنتج بتفاعل الأمونيا مع حامض الأورثوفوسفوريك عالي التركيز. ويكون هذا السماد في صورة سائلة أو صلبة وفي الولايات المتحدة الأمريكية تكون رتبة هذا السماد وفي صورته السائلة هي: 11 : 33 : صفر ، 10 : 34 : صفر، 12 : 40 : صفر أو 8 : 27 : صفر. في حين تكون رتبة السماد في الحالة الصلبة هي 15 : 61 : صفر. أي يحتوى على تركيز أعلى من النيتروجين والفوسفور وها يعتمد على درجة نقاوة الحامض المستخدم. وهذا السماد كامل الإذابة في الماء. ويوجد النيتروجين في سماد APP في صورة فوسفات الأمونيوم Orthoammonium (NH<sub>4</sub>H<sub>2</sub>PO<sub>4</sub>) وأرثوأمونيوم متعددة الفوسفات polyphosphate وتميز الصورة السائلة من هذا السماد بإمكانية خلطها مع العناصر الصغرى بدون خوف من حدوث ترسيب لمكوناته. وهذا السماد يصنع ويستخدم في الولايات المتحدة الأمريكية على نطاق واسع.

## 2 - أسمدة النيتروفوسفات Nitrophosphates

تصنع هذه الأسمدة بمعاملة صخر الفوسفات بحامض النيتريك أو بمخلوط مكون من حامض النيتريك والأورثوفوسفوريك أو الكبريتيك، ثم يعرض الناتج إلى رزاز من الأمونيا وينتج بعد ذلك مخلوط رقيق القوام. ويحول الناتج إلى حبيبات ويمكن زيادة كمية النيتروجين في هذا السماد بإضافة نترات أمونيوم، أو إضافة كلوريد أو كبريتات البوتاسيوم ليصبح هذا السماد مصدر للبوتاسيوم أيضاً. وأسمدة النيتروفوسفات تختلف من حيث درجة ذوبان الفوسفات الموجود بها. معظم الفوسفور بها يذوب في حامض الستريك بينما في حالة الماء تختلف الكمية القابلة للذوبان من كميات قليلة إلى 80 % وهذه تتوقف على درجة عملية Ammoniation أي إضافة الأمونيا في صورة رزاز. وفي حالة ذوبان 60 % من الفوسفور في الماء يمكن استخدام هذا السماد بدون مشاكل لكل المحاصيل وفي كل أنواع الأراضي، وفي حالة انخفاض الكمية الذائبة من الفوسفور ينصح باستخدام هذا السماد في حالة المحاصيل ذات موسم نمو طويل مثل قصب السكر أو القطن في الأراضي الحامضية حيث أنه يكون أقل كفاءة في حالة المحاصيل ذات موسم نمو قصير مثل محاصيل الحبوب والبطاطس.

## 3- أسمدة الـ NPK.

تحتوى هذه النوعية من الأسمدة والموجودة على الصورة الصلبة على عناصر النيتروجين و الفوسفور والبوتاسيوم وبنسب مختلفة. هذه الأسمدة عادة تكون محببة وسائبة وليس لها مشاكل مع التداول والتخزين أو الإضافة للمحاصيل. وحسب نوع التربة وحاجة المحصول لهذه العناصر يمكن اختيار نوع السماد المتلف في رتبته والموجود في الأسواق. وتصنع هذه الأسمدة بخلط فوسفات الأمونيوم مع سماد النيتروفوسفات بالإضافة إلى البوتاسيوم. ويمكن التحكم في زيادة كمية النيتروجين عن طريق إضافة اليوريا أو النترات. ومن أهم مميزات أسمدة NPK هي أنه يكون من السهل تداول وإضافة الثلاث عناصر الكبرى والضرورية للمحاصيل في عملية واحدة. ويمكن أيضاً إضافة عناصر الكالسيوم ، الماغنسيوم أو الكبريت إلى هذه الأسمدة علاوة على العناصر الصغرى أيضاً وذلك أثناء إنتاج هذه الأسمدة. وفي بعض الأحيان قد لا

يتوافق رتبة هذه الأسمدة مع احتياج المحصول إلى عناصر النيتروجين ، الفوسفور والبوتاسيوم مما يحتم على المزارع إضافة كميات إضافية من العناصر في صورة أسمدة منفصلة.

### خلط الأسمدة

يقصد بخلط الأسمدة هو الخلط الكلى وفي هذه الحالة فإن كل حبيبة سماد في المخلوط تحتفظ بخواصها. وأشكال (1-4)، (2-4) والأسمدة المستخدمة في الخلط هي: السوبر فوسفات، فوسفات الأمونيوم، اليوريا وكلوريد البوتاسيوم. ويجب أن يتوافق في السماد الناتج من الخلط المواصفات الآتية:

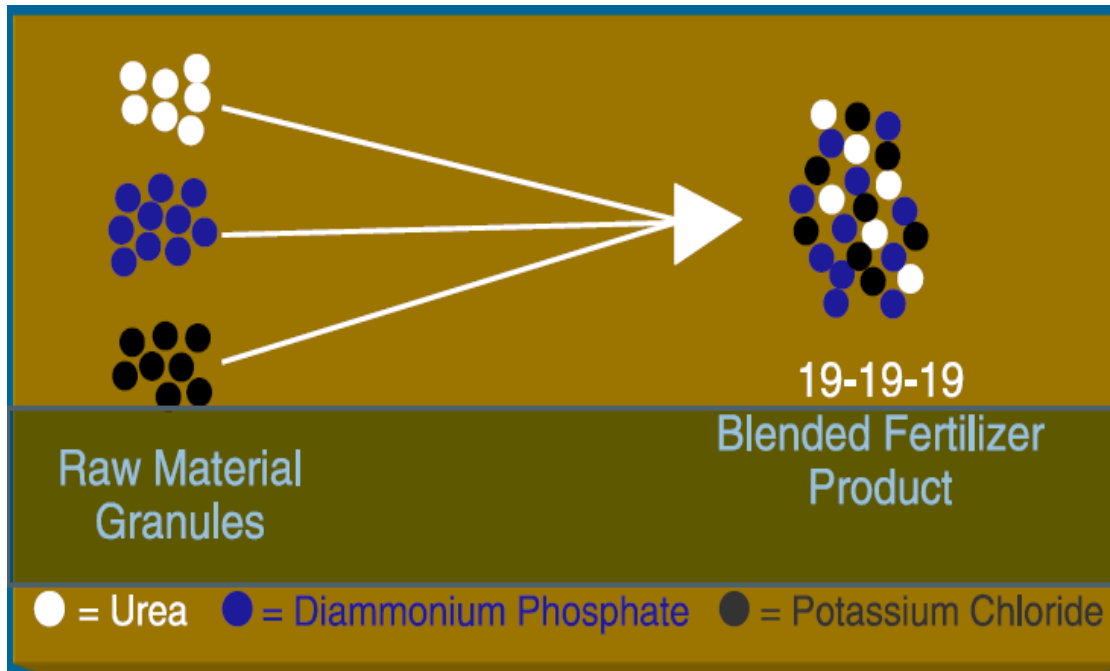
- 1 - عدم حدوث تغيرات كيميائية غير مرغوب فيها وذلك أثناء الخلط أو النقل والتخزين.
- 2 - أن تكون الخواص الطبيعية للسماد الناتج جيدة فلا يحدث له تصلب أو انفصال للحبيبات المختلفة.

ويجدر بنا ذكر أن تكاليف إنتاج الوحدة من مخلوط السماد تتوقف على عاملين أساسيين وهما:

أ - ثمن العناصر السمادية التي تدخل في تكوين المخلوط السمادى.

ب - تكاليف صناعة المخلوط السمادى وتعبئته ونقله وتوزيعه.

وعلى ذلك لا بد أن نتوقع انخفاض تكاليف وحدة السماد المخلوط وذلك بزيادة عدد وكمية العناصر المغذية الداخلة في تركيبه. هذا بالإضافة إلى قلة تكاليف النقل وتداول وتخزين السماد وأيضاً تكلفة إضافته للمحاصيل بالمقارنة بتكاليف هذه العمليات في حالة الأسمدة الأحادية العنصر (الأسمدة البسيطة). وهنا يجب عدم إهمال أهم عيوب الأسمدة المخلطة وهو عدم احتوائها على بعض العناصر الضرورية والتي تحتويها الأسمدة البسيطة كشوائب ومنها الكبريت والكالسيوم والماغنسيوم أو العناصر الصغرى. هذا بالإضافة إلى احتوائها على بعض العناصر السمادية بكميات زائدة عن الحد اللازم للنبات وهنا تحدث حالة التسميد الزائد بعنصر معين Overfertilization وقد يكون لها تأثيرها الضار.







شكل (1-4) يوضح أسمدة مخلوطة طبيعيا



شكل (2-4) يوضح أسمدة مركبة تم تجهيزها كيميائيا

المشاكل المحتملة في عملية خلط الأسمدة

توجد بعض المشاكل التي يمكن حدوثها أثناء أو بعد خلط الأسمدة يمكن إيجازها فيما

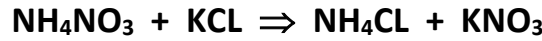
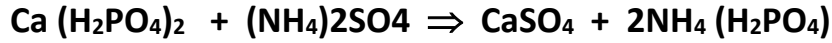
يلي:

أولاً: التفاعلات الكيميائية للأسمدة:

ويقصد بها التفاعلات التي تحدث في السماد بعد تصنيعه وهي تتأثر بعوامل متعددة يمكن التحكم فيها مثل الرطوبة، الحرارة وحجم حبيبات السماد. وأهم التفاعلات الكيميائية:

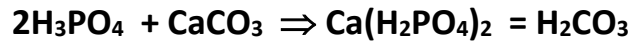
### 1- تفاعلات الانحلال المزدوج: Double decomposition reactions

وتحدث هذه التفاعلات بين مركبين ليس بينهما أيون مشترك وفي وجود الرطوبة ويوضحها الأمثلة التالية:



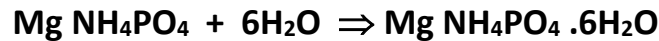
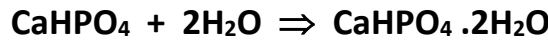
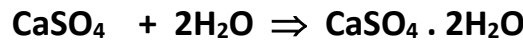
### 2 – تفاعلات التعادل Nutrrallization

وتحدث هذه التفاعلات بين الأحماض التي قد تكون منفردة في السماد مع بعض القواعد كما في حالة عملية Ammoniation للسوبير فوسفات أو تفاعل الجير مع حمض الأورثوفوسفوريك الحر، كما في المعادلة التالية:



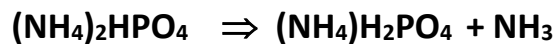
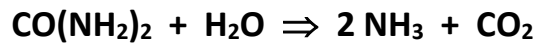
### 3 – تفاعلات الأدرته Hydration

وفيه ترتبط الصورة الغير متأدرته Anhydrous لبعض الأملاح مع الماء الحر وخاصة عند درجة حرارة 50 درجة مئوية أو أقل كما يلي:



### 3 – تفاعلات التحلل Decomposition

وهنا يحدث تحلل لبعض المركبات وتحت ظروف معينة وخاصة ارتفاع الحرارة كما توضحها الأمثلة التالية:



وفي حالة وجود الجبس ضمن مكونات السماد يقلل من فقد الأمونيا ويوضح ذلك المعادلة التالية:



ونظراً لحدوث معظم هذه التفاعلات تحت ظروف ارتفاع الحرارة وتوفر الرطوبة بعد عمليات تعبئة السماد، اتجهت بعض المصانع إلى خلط الأسمدة تحت ظروف درجات حرارة ورطوبة مرتفعة وترك الأسمدة دون تعبئة لفترة وذلك أثناء عملية إنضاج Curing السماد وذلك في مخزن خاص.

## ثانياً : مشاكل الخواص الطبيعية للسماد Physical condition

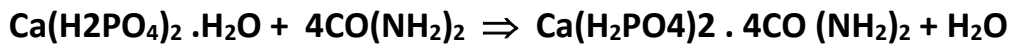
وفيها يحدث بعض التغيرات الطبيعية للسماد، وأهم هذه التغيرات ما يلي:

### 1- الأيجروسكوبية Hygroscopicity

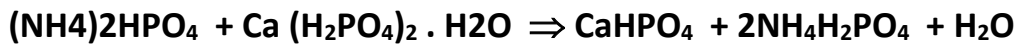
وهي خاصية إدمصاص وامتصاص حبيبات السماد للماء من الهواء المحيط بها أي يحدث لها تميع، وطبيعي أن تزداد هذه الظاهرة في الأماكن الرطبة والباردة. ومن الأسمدة التي تتضح فيها هذه الظاهرة نترات الكالسيوم، نترات الصوديوم ونترات الأمونيوم، أيضاً اليوريا والتي لها القدرة على امتصاص كميات كبيرة من الماء حتى تحت ظروف الرطوبة المنخفضة. وهذا يعنى أن خلط نوعين من هذه الأسمدة أو أكثر ينتج عنه سماد أكثر تميماً من السماد البسيط.

### 2 – التعجن أو التصلب Caking

وتحدث هذه الظاهرة إذا كانت الرطوبة النسبية للخليط أقل من درجة الرطوبة النسبية لكل سماد على حده، وهنا تزداد قابلية الخليط لامتصاص الرطوبة من الجو المحيط عند نفس درجة الحرارة ويتضح ذلك عند خلط اليوريا مع السوبر فوسفات أو اليوريا مع نترات الأمونيوم، والمعادلات التالية توضح ذلك:



كذلك يحدث ذلك عند خلط فوسفات ثنائي الأمونيوم مع السوبر فوسفات كما في المعادلة التالية:



وقد تحدث ظاهرة التعجن أو التصلب هذه في وجود الرطوبة حيث تذوب بعض المركبات مكونة محلول مركز يتبلور منه بلورات صغيرة مع قلة الرطوبة وانخفاض الحرارة، تعمل هذه البلورات على الربط بين حبيبات السماد وفي النهاية يؤد إلى حدوث التصلب. وعموماً تزداد ظاهرة التصلب هذه كلما كانت حبيبات السماد دقيقة. وخاصية التعجن أو التصلب نتيجة لتكوين البلورات تحدث عادة أثناء فترة إنضاج السماد (Curing) قبل عملية التعبئة. ويمكن حل مثل هذه المشاكل وذلك بخلط الأسمدة تحت ظروف أكثر إحكاماً وكذلك بإضافة بعض المواد ضد التصلب (Anticaking) مثل الطين الناعم أو الحجر الجيري بكميات صغيرة لتمنع تكثف السماد.

### 2- انفصال Segregation الحبيبات المختلفة عن بعضها:

وتحدث هذه الظاهرة في حالة خلط أسمدة مختلفة في كثافة وحجم أو شكل حبيباتها، ويحدث ذلك أثناء تعبئة ونقل هذه الأسمدة. وينتج عن ذلك تكوين أسمدة غير متجانسة كيميائياً، وهذا يؤدي إلى صعوبة استخدامها زراعياً وأيضاً صعوبة أخذ عينة ممثلة للتحليلات الكيميائية المختلفة.

ويمكن التغلب على المشاكل الطبيعية للسماد بعدة وسائل منها:

1- إضافة بعض المواد المحسنة Conditioners مثل الطين وتضاف بكميات قليلة وذلك بهدف تقليل فرص امتصاص السماد للرطوبة أو فصل حبيبات السماد عن بعضها مما يقلل من فرصة حدوث التصلب.

2- استعمال عبوات محكمة غير منفذة للرطوبة.

3- صناعة السماد في صورة محببة granulated.

4- خلط الأسمدة قبل الإستعمال بفترة قصيرة بقدر الإمكان.

بناء على ما سبق هناك عدة نقاط يجب مراعاتها عند خلط الأسمدة وهى:

- 1- عدم خلط أسمدة نتراتية مع السوبر فوسفات حتى لا يتكون حامض النيتريك والذى يتحلل بدوره مما يؤدي إلى فقد النيتروجين.
  - 2- عدم خلط أسمدة نتراتية مع أسمدة عضوية حتى لا يحدث فقد للنيتروجين عن طريق عكس التآزت نتيجة لوجود مركبات مختزلة.
  - 3- عدم خلط أسمدة نشادرية مع أسمدة تحتوى على الجير أو كربونات الكالسيوم مثل خبث المعادن حتى لا يفقد النيتروجين تحت ظروف القاعدية هذه فى صورة نشادر.
  - 4- عدم خلط السوبر فوسفات مع أسمدة تحتوى على الكالسيوم فى صورة ذائبة مثل نترات الكالسيوم حتى لا تتحول فوسفات الكالسيوم الأحادية إلى ثنائية ثم ثلاثية. أو مع أسمدة تحوى حديد أو الألومنيوم حتى لا تتكون فوسفات الحديد والألومنيوم غير الذائبة.
  - 5- عدم خلط أسمدة متميعة مع أخرى إلا تحت ظروف خاصة.
- الأسمدة المركبة السائلة:**

يقصد بها الأسمدة التى تصنع من خليط مختلفة من الأسمدة البسيطة لاستعمالها مباشرة فى التسميد سواء رشاً على المجموع الخضرى للنبات أو إضافتها مع مياه الري أو مع المبيدات الحشرية أو الفطرية. ومع حداثة عهد هذه الأسمدة فى الأسواق إلا أنها أصبحت شائعة الاستخدام فى الوقت الحاضر. ويرجع ذلك لانخفاض سعر وحدة السماد فى بعض الأحيان، وهى تحتوى على نفس العناصر التى تحتويها الأسمدة الصلبة. وعلى الرغم من أنها تحتاج إلى أجهزة رش وتوزيع إلا أن سهولة توزيعها وانسيابها وإمكانية خلطها مع المبيدات ساعد على انتشارها مؤخراً. ويوجد عدة احتياطات يجب مراعاتها ومنها: عدم حدوث التبلور لبعض مكونات السماد خاصة فى حالة الأسمدة المركزة. يراعى عدم تغير رقم الـ pH لهذه المحاليل أثناء تخزينها.

ويحضر خليط الأسمدة السائلة بطريقتين هما: (شكل 4-3)

- 1- إذابة الكمية المطلوبة من الأسمدة الصلبة مثل اليوريا ، نترات الأمونيوم، كلوريد البوتاسيوم وفوسفات الأمونيوم بالنسبة والمعدل الصحيح فى الماء وذلك فى أوانى خاصة من الصلب أو الخشب.
  - 2- معادلة حامض الفوسفوريك بغاز الأمونيا أو أحد المحاليل النشادرية، وقد يضاف اليوريا أو نترات الأمونيوم فى حالة الرغبة فى رفع تركيز النيتروجين بالسماد.
- كذلك هناك معلقات من خليط الأسمدة وهذه تحتوى على حبيبات دقيقة معلقة فى محاليل مشبعة أى أن يمكن إضافة مواد قليلة الذوبان بدون خوف من الترسيب ولكن فى نفس الوقت هناك حاجة إلى إضافة مواد للحفاظ على المعلق ثابت. ومن أمثلة المعلقات السمادية المركب الذى يحتوى على فوسفات متعدد الأمونيا، ومحلول يوريا-نترات الأمونيوم-كلوريد البوتاسيوم – طين جيلاتينى وماء.

وقد تزامن استخدام هذه الأسمدة السائلة متعددة العناصر مع التطور فى إنتاج أجهزة الرش ذات السرعة العالية وذات الخزانات الكبيرة الحجم والتى تسع إلى أكثر من 6000 لتر لتغطى مساحة 40 – 45 فدان فى الساعة، كما توافرت أجهزة حقن السائل السمادى فى فى التربة على أعماق أو فى خطوط.

ويجب الحذر كل الحذر عند استخدام الأسمدة السائلة حتى لا يحدث تسمم نباتى نتيجة الرش وهذا يمكن تجنبه بسهولة عند مراعاة الدقة أثناء تحضير محلول الرش والذى يفضل إضافته فى الصباح الباكر.



الشكل (3-4) الاتي يبين امكانية الاسمدة المختلفة على الخلط مع بعضها:  
 الأسمدة التي يمكن خلطها في المحلول المائي

الاسماد	كبريتات أمونيوم	نترات الجير	نترات أمونيوم	نترات بوتاسيوم	كبريتات بوتاسيوم	كبريتات ماغنسيوم	حمض فوسفوريك
كبريتات أمونيوم		لا	نعم	نعم	نعم	نعم	نعم
نترات الجير	لا		نعم	نعم	نعم	لا	لا
نترات أمونيوم	نعم	نعم		نعم	نعم	نعم	نعم
نترات بوتاسيوم		نعم	نعم		نعم	نعم	نعم
كبريتات بوتاسيوم	نعم	لا	نعم	نعم		نعم	نعم
كبريتات ماغنسيوم	نعم	لا	نعم	نعم	نعم		لا
فوسفات أمونيوم	نعم	لا	نعم	نعم	نعم	لا	نعم
حمض فوسفوريك	نعم	لا	نعم	نعم	نعم	لا	

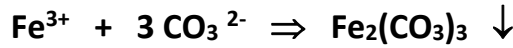
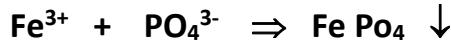
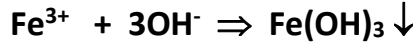
## المركبات المخلبية (الكيلاتية) الصناعية

### Synthetic Chelates Compounds

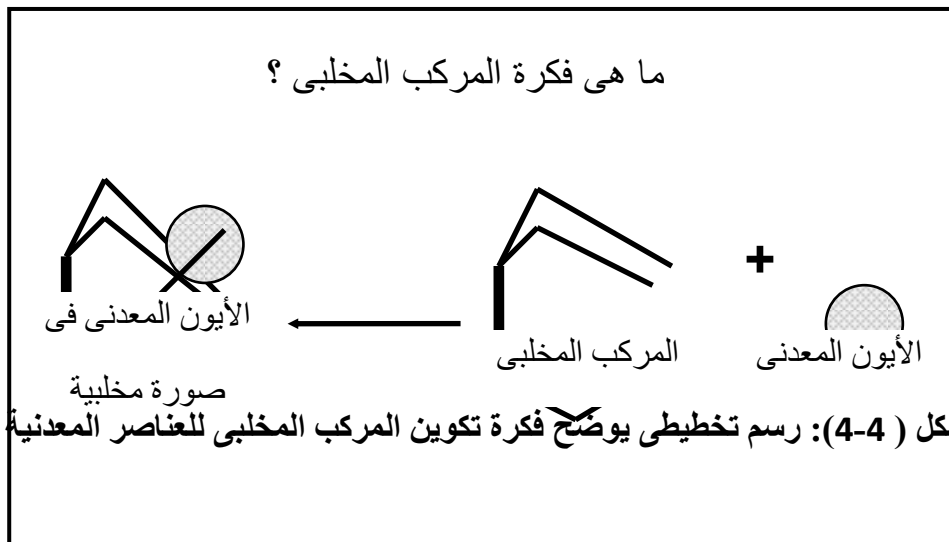
من استعراضنا لنوعية الأسمدة المستخدمة كمصادر للعناصر المغذية الصغرى نجد أن معظم هذه العناصر يُفضل إضافتها على صورة مركبات مخلبية وخاصة في الأراضي القاعدية والجيرية. وعلى ذلك أصبح وجوباً علينا التعرف على هذه المركبات ولو بشيء من الإيجاز.

إن اصطلاح كلمة Chelates أو "مخلبيات" يُنسب إلى الكلمة اليونانية Claw والتي تعنى المخلب أو "الكيلاتي". وعلى هذا فالمركبات المخلبية هي مركبات لها القدرة على خلب أو مسك بعض المعادن وحفظها بداخلها، ووسيلة الخلب هنا هي الشحنات الكهربائية. والمركبات المخلبية المستخدمة في المجال الزراعي وخاصة في تغذية النبات هي مركبات عضوية تتحد مع بعض الأيونات المعدنية مثل الحديد، النحاس، المنجنيز أو الزنك وتكون مركب كيلاتي للمعدن Metal chelates وهو مركب ذا بناء حلقي مع أحد هذه الكاتيونات، ويؤدي ذلك إلى فقد هذا الأيون (العنصر) المرتبط لخواصه الأيونية، وعلى ذلك ينعدم نشاطه وبالتالي لا يتفاعل هذا العنصر مع أي أيونات أخرى موجودة في التربة والشكل (4-4) يوضح هذه الفكرة.

وعلى هذا يمكن إضافة العنصر المغذي في صورة كيلاتية لتغذية النباتات النامية في أرض ذات مشاكل تعمل على تثبيت هذا العنصر دون الخوف من دخول هذا العنصر في تفاعلات كيميائية أو حدوث تبادل أيوني له حيث تحافظ هذه المركبات على العنصر في صورة قابلة للامتصاص بواسطة النبات. ولتوضيح ذلك نسوق المثال التالي: عند إضافة الحديد إلى التربة في صورة أملاح معدنية وليكن كبريات الحديد فنجدها أن هناك احتمال حدوث تفاعل أو أكثر من التفاعلات الآتية:



ويرجع ذلك لاحتمال وجود أيونات الأيدروكسيل، الفوسفات أو الكربونات في المحلول الأرضي. وعلى هذا يحدث ترسيب للحديد في صورة أيدروكسيد حديد أو فوسفات حديد أو كربونات حديد ويصبح في صورة غير ميسرة للنبات.



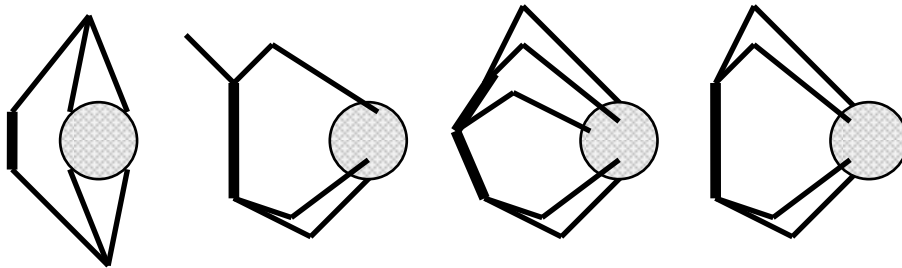
بينما في حالة إضافة هذا العنصر في صورة مخلبية فيمكن حمايته من الترسيب، وهناك العديد من هذه المركبات يوضحها شكل (5-4).

**EDTA: Ethylene diamine tetra acetic acid.**

**DTPA: Diethylene triamine penta acetic acid.**

**HEDTA: Hydroxyle Ethylene diamine tri acetic acid.**

**EDDHA: Ethylene diamine di-o-hydroxyphenyl acetic acid.**

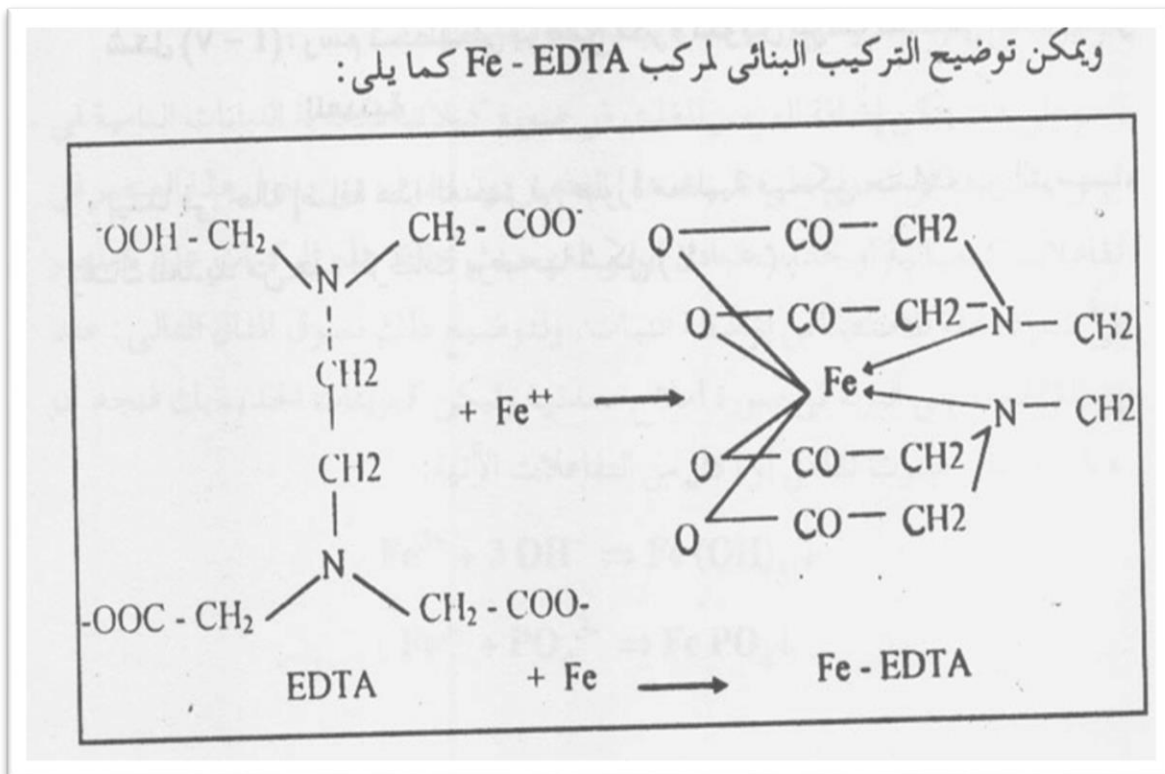


شكل ( 5-4 ) رسم تخطيطي لبعض المركبات المخلبية  
EDDHA HEDTA DTPA EDTA

ويمكن توضيح التركيب البنائي لمركب شكل (6-4)  $Fe - EDTA$  (Ferric-EDTA) كما يلي:

EDTA : Ethylene Diamin Tetra acetic Acid

شكل ( 6-4 )





## (C<sub>10</sub>H<sub>13</sub>Fe N<sub>2</sub>O<sub>8</sub>)

واستعمال هذه المركبات كمصدر لإمداد النبات بالحديد عملية واسعة الانتشار وناجحة طالما يتم اختيار المركب المناسب تبعاً لصفات الأرض وخاصة رقم الـ pH ويمكن توضيح ذلك كما يلي:

pH > 6 : Fe - EDTA

pH > 7 : Fe - DTPA ( + Cu , Mn , Zn - EDTA)

pH < 7 : Fe - EDDHA

وترتب مركبات الحديد المخلبية من حيث درجة ثباتها في الأرض كما يلي:

Fe - EDTA > Fe - HEDTA > Fe - DTPA > Fe - EDDHA

وتعتبر معادن المركبات المخلبية ذائبة في الماء وحيث أن ثوابت تأين هذه المركبات منخفضة فإن التربة لا تستطيع تثبيت عناصرها. وتوجد المركبات المخلبية في حالة عدم وجود العناصر المعدنية مثل الحديد والنحاس والزنك أو المنجنيز على صورة أملاح صوديوم أو أمحاض عضوية وعند إضافتها إلى الأرض يكون لها القدرة على جذب العناصر المعدنية الثقيلة من صورها الغير ذائبة في الأرض. حيث وجد أنه من الممكن معالجة نقص الحديد بواسطة إضافة مركبات الصوديوم المخلبية مباشرة إلى الأرض في منطقة نمو الجذور.

ومن الجدير بالذكر أن من نواتج تحلل المخلفات النباتية والحيوانية في الأرض مركبات عضوية مثل حمض الهيوميك ، حامض الفافيك وأحماض عضوية أخرى بسيطة. مثل هذه المركبات تعتبر مواد مخلبية طبيعية لها القدرة على تكوين مركبات حلقيه معقدة مع بعض العناصر ، وبالتالي تحفظ هذه العناصر لفترة من الترسيب. كما أن هذه المركبات الطبيعية قد تعمل على إذابة بعض العناصر الصغرى مما يزيد من تيسر هذه العناصر وتجعلها في الصورة الصالحة للنبات.

ويمكن إيجاز أهم مميزات المركبات المخلبية في النقاط التالية:

- 1- يمكن استخدام معظم العناصر الصغرى على هذه الصورة المخلبية.
- 2- لا يحدث ترسيب للعناصر المرتبطة معها في المدى الملائم من pH المحلول لهذه المركبات.
- 3- تكون العناصر الصغرى في صورة صالحة للنبات حتى في الأراضي القاعدية أو الجيرية.
- 4- يمكن إضافتها مع العناصر الكبرى مثل NPK أو مع المبيدات الحشرية.
- 5- لها القدرة على مقاومة التحلل بالكائنات الأرضية الدقيقة.

طرق إضافة المركبات المخلبية.

أولاً: الإضافة إلى التربة Soil application

يمكن إضافة المركبات المخلبية عن طريق التربة سواء كانت هذه المركبات في صورة سائلة أو صلبة وذلك كمصدر للعناصر الصغرى لإمداد النبات بها أو لعلاج أعراض نقصها. ويتم إضافة الصورة السائلة بعدة طرق مختلفة وهي: مع مياه الري بالتنقيط أو الحقن، أو بالرش على سطح التربة. في حين تضاف الصورة الصلبة على هيئة مسحوق أو حبيبات أو مغلفة لحبيبات بعض أسمدة العناصر الكبرى. وبصفة عامة تتوقف الصورة التي يضاف عليها المركب على نوع المحصول، ونوع التربة، والظروف البيئية المحيطة حتى يتم الاستفادة القصوى من إضافة هذه المركبات. ومن الضروري إجراء التحليل الكيميائي للتقدير كمية العناصر بالتربة لتحديد الكمية الواجب إضافتها من هذه العناصر. ويعتبر مركب EDTA هو الأكثر استخداماً

للعناصر الصغرى، وعن طريق التربة، فيما عدا الحديد خاصة فى الأراضى القاعدية والجيرية، حيث وجد أن قوة انجذاب أيون الكالسيوم لمركب EDTA تفوق قوة انجذاب الحديد لهذا المركب. ويحدث العكس مع مركب EDDHA، حيث يكون الحديد أكثر ثباتاً تحت هذه الظروف.

### ثانياً: الإضافة بالرش Foliar application

ولإيضاح مدى أهمية استخدام المركبات المخلبية فى علاج حالات النقص بالعناصر الصغرى مقارنة بالمركبات المعدنية، يمكن القول بأن كفاءة الاستخدام لأى مركب سمادى تعتمد على قابلية هذا المركب للذوبان فى الماء، ومعنى ذوبان الملح فى الماء هو حدوث تأين مكونات هذا الملح إلى شقين هما الأنيون والكاتيون، وعلى هذا يكون العنصر المراد إضافته لعلاج النقص يكون فى حالة أيونية، أى يحمل شحنة كهربائية سواء كانت سالبة أو موجبة. وفى حالة العناصر الصغرى تكون الغالبية منها فى صورة كاتيون. وعلى ذلك عند استخدام الأسمدة المعدنية فى علاج حالات النقص عن طريق الرش أو التسميد الورقى فإن العنصر ذا الشحنة الموجبة يقابله شحنة سالبة على سطح بشرة الأوراق، وبالتالي يحدث تجاذب بين الشحنتين، وفى النهاية يكون مرور العنصر إلى الداخل بطيء أو يلقى صعوبة فى المرور إلى داخل الورقة. بينما فى حالة استخدام المركبات المخلبية كمصدر لنفس العنصر نجد أن المركب المخلب يعادل شحنة العنصر، وفى النهاية يكون صافى الشحنة للمركب والعنصر معا متعادله، أى ينعقد نشاط شحنة هذا العنصر وبالتالي يكون من السهل امتصاصه ومروره خلال بشرة الورقة. وعلى ذلك نجد أن فاعلية إضافة العناصر المعدنية فى صورة مركبات مخلبية يكون أكبر بالمقارنة بإضافة نفس العنصر فى صورة معدنية .

ولا تتوقف فائدة المركبات المخلبية عند إضافتها بالرش على المحافظة على العناصر فى صورة ميسرة للنبات فقط، بل أكثر من ذلك فهى تسهل من انتقال هذه العناصر من الورقة إلى باقى أجزاء النبات، ربما يكون ذلك هو السبب فى جعل تأثير إضافة العناصر على الصورة المخلبية أكثر فاعلية منها على الصورة المعدنية فى حالة علاج نقص هذه العناصر على النبات. ويعتبر مركب EDTA هو الأكثر استخداماً لكل العناصر الصغرى (جدول 1-4). هذا ويعتبر ثمن المركبات المخلبية أعلى منه بالنسبة للمركبات المعدنية وهذا طبيعى نتيجة عمليات التصنيع، ولكن نظراً لأن فاعلية المركبات المخلبية أكبر فإنه يستخدم كمية أسمدة أقل وبالتالي يمكن التغلب على فروق الأسعار.

### ثالثاً: الإضافة للمزارع اللاأرضية Application in Soilless Culture

فى الآونة الأخيرة وعلى مستوى بلاد عديدة من العالم ازداد استخدام المزارع اللاأرضية فى إنتاج كثير من المحاصيل، وخاصة محاصيل الخضر و الزهور وذلك داخل الصوب الزجاجية للتغلب على الظروف البيئية غير الملائمة. ويتم تنمية هذه المحاصيل فى بيئات خاصة بذلك سوف نتعرض لها لاحقاً إن شاء الله، أو فى مزارع محاليل مغذية كما هو الحال فى مزارع الأغشية المغذية (Nutrient Film Technique (NFT)، وذلك بدلاً من التربة. ويتم التغذية فى مثل هذه المزارع بالمحاليل المغذية، وعلى هذا يكون من الضرورى الحفاظ على العناصر الموجودة به فى صورة ذائبة دون حدوث ترسيب لها، وتعتبر المركبات المخلبية للعناصر الصغرى ذات أهمية فى هذا المجال. ويوجد حالياً بعض مركبات العناصر الصغرى المخلبية والتي تحتوى أيضاً على بعض أيونات العناصر الكبرى مثل  $K^+$  ,  $NH_4^+$  بدلاً من أيون الصوديوم  $Na^+$  وتستخدم بنجاح فى مثل هذه المزارع.



جدول ( ) : خصائص المركبات الكيلاية للعناصر الصغرى وطرق إضافتها

طرق الإضافة	درجة الذوبان جم/لتر	نسبة العنصر (%)	الصورة الموجود عليها	المركب
<b>مركبات الحديد</b>				
رش، تربة		6	سائل	EDTA - Fe K
رش، تربة	90	13	مسحوق	EDTA - Fe Na. 3H <sub>2</sub> O
رش، تربة		7	سائل	EDTA FeNH <sub>4</sub> .NH <sub>4</sub> OH
رش، تربة	1000	13	مسحوق	EDTA FeNH <sub>4</sub> .NH <sub>4</sub> OH
لأرضية، تربة		6	سائل	DTPA - Fe (NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub>
لأرضية، تربة	110	11	مسحوق	DTPA - FeHNa
لأرضية، تربة	700	13	محبب	HEDTA - Fe
تربة، لأرضية	130	6	محبب	EDDHA - Fe Na
تربة	100	7	محبب	EDDHA - Fe Na
<b>مركبات الزنك</b>				
رش، تربة، لأرضية		10	سائل	EDTA - Zn (NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub>
رش، تربة	1000	15	مسحوق	EDTA - Zn Na <sub>2</sub>
<b>مركبات المنجنيز</b>				
رش، لأرضية، تربة		6	سائل	EDTA - Mn K
رش، تربة	800	13	مسحوق	EDTA - Mn Na <sub>2</sub>
<b>مركبات النحاس</b>				
رش، لأرضية، تربة		9	سائل	EDTA - Cu (NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub>
رش، تربة	1200	15	مسحوق	EDTA - Cu Na <sub>2</sub>

## الفصل الخامس

### المواصفات القياسية للأسمدة المعدنية وقياس جودتها

سوف نتناول النقاط التالية للوقوف على مواصفات وجودة الأسمدة:

✓ « الصفات الطبيعية (الفيزيائية) .

✓ « الصفات الكيميائية .

✓ « الأعمال المعملية التطبيقية لتحليل الأسمدة .

إنه من المهم جدا معرفة المواصفات القياسية للأسمدة شائعة الاستخدام وذلك حتى نتمكن من الحصول على سماد عالي الجودة ونتلافى إستخدام الأنواع الرديئة من الأسمدة وذلك بالاهتمام بالمواصفات القياسية للسماد وبمراقبة الجودة (QC) Quality Controle وذلك من خلال الفحص الظاهري والمعملي ، وبدايتنا لا بد من مراعاة الآتى عند إستلام عبوات الأسمدة:-

1. التأكد من أن السماد داخل عبواته الأصلية وعند فحص العبوة نجد أنه تم إغلاقها بشكل صحيح جيداً .

2. التأكد من شراء الأسمدة ذات العلامات التجارية والأصناف المعروفة وأن تكون مسجلة بوزارة الزراعة ومعترف بها رسمياً .

3. أن يكون مدون عليها نسب العناصر الداخلة في تركيب السماد ومصادرها .

4. التأكد من تاريخ الإنتاج والصلاحية .

5. وزن بعض العبوات أو تحجيمها للتأكد من مطابقة الوزن أو الحجم المدون على العبوة .

6. التأكد من أن الصفات الطبيعية (الفيزيائية والكيميائية للسماد جيدة ولم يحدث لها تغير .

البيانات التي يجب أن توضع على العبوات:-

(يجب أن تكون العبوات مغلقة ومختومة بمعرفة المصنع ويدون رقم التسجيل وتاريخه)

1) اسم المصنع وعنوانه ومكتبه العلمي بمصر .

2) اسم الوكيل بمصر والمستورد و عنوانه .

3) وزن وحجم العبوة (قائم صافى) .

4) تاريخ التصنيع ومدة الصلاحية .

5) النسبة المئوية للمكونات وصورتها في السوائل (وزن حجم , تذكر الكثافة - جرام/سم<sup>3</sup>) وفي

الحالة الجافة (وزن وزن) ونوع ونسبة المادة المخليبية أن وجد وتذكر أي إضافات أخرى .

6) نوع المحاصيل التي يستعمل لها السماد وطريقة الاستعمال والجرعة والتخفيف .

7) مدى إمكانية خلط السماد مع غيره مع أسمدة ونوعها والنسبة التي يوصي بها.

وهذه هي أهم البيانات الواجب تواجدها على عبوات الأسمدة

أولاً : أهم الصفات الطبيعية (الفيزيائية الخاصة بالأسمدة :

1) نسبة الرطوبة بالسماد : (هل هو جاف أم رطب)

وتختلف على حسب نوع السماد ولكل سماد نسبة مئوية للرطوبة قصوى يجب ألا يزيد عنها تبعا

لمواصفاته القياسية كما سيتم توضيحه بالجدول رقم ( ) .

2) التكتل : (Caking) أو التحجر

إن تكتل السماد يعني بأن السماد قد تصلب بحيث أصبح كتلة متجمعة (Caked) أو في صورة

كتل متفرقة وذلك نتيجة لتسرب رطوبة زائدة للسماد نتيجة التخزين السيئ وبالطبع هذا يؤثر على

جودة السماد ويمكن حدوث اختلاف في نسبة العناصر الغذائية الداخلة في تركيب السماد سلبية

نتيجة لتطاير بعض الأجزاء من العناصر نتيجة تفاعلها مع الرطوبة والحرارة مثل فقد الأمونيا

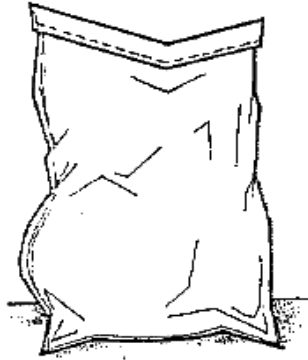
كما أن التكتل يؤثر على معدل ونسبة ذوبان السماد ويعتبر ذلك أيضا من العيوب التصنيعية

الخطيرة بالأسمدة المنفردة والمركبة ولهذا فهناك بعض المعاملات والإضافات التي تجري على

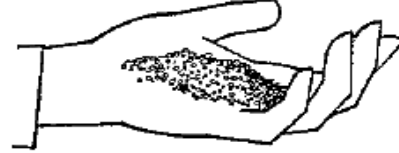
الأسمدة بغرض منع تحجرها أو تكتلها باستخدام مواد مانعة للتحجر وكذلك التجفيف الجيد للأسمدة قبل تعبئتها.

ويوضح الشكل ( ) أثر الرطوبة على حدوث التكتل في السماد وتغير خواصه الطبيعية حيث تتجمع حبيبات السماد وتصبح في صورة كتل متجمعة جافة بعد ذلك

Effect of hygroscopicity



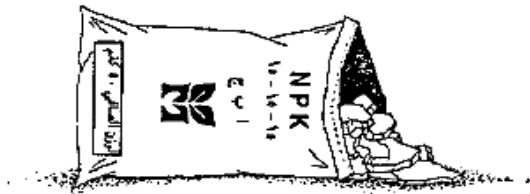
The particles become caked, which creates difficulties in storage, handling and use.



NORMAL CONDITION

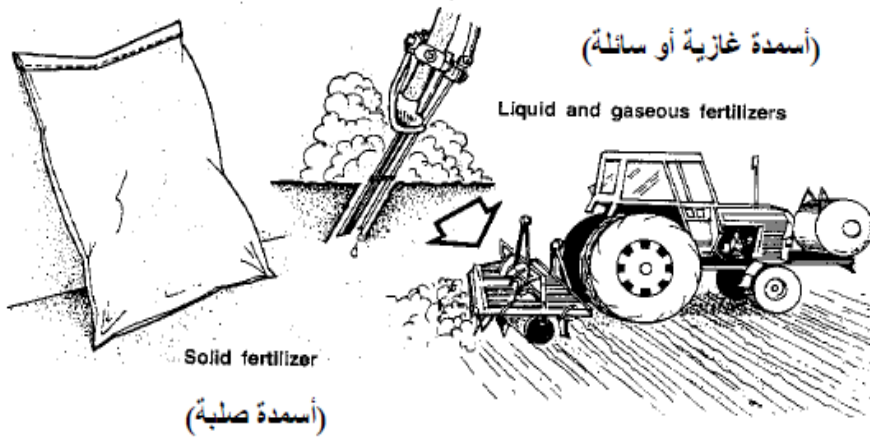


CRITICAL CONDITION: the fertilizer becomes compacted and/or caked (hygroscopicity)

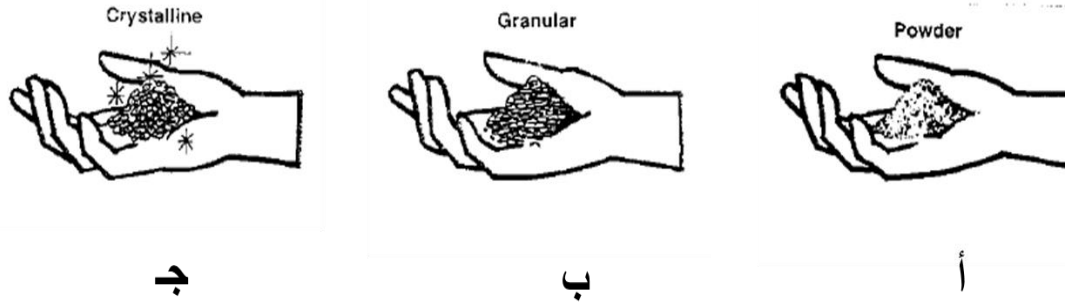


لا يمكن استخدام السماد للتكتل بسهولة من قبل المزارعين

شكل ( ) يوضح أثر الرطوبة على حدوث التكتل (التحجر) في السماد (3) التكوين : (صلبة - بودرة أو حبيبات أو في صورة كريستالات صغيرة أم في صورة سائلة أو غازية).



وإذا كان السماد في صورة صلبة كما هو موضح بالرسم أما أن يكون في صورة مسحوق كما في (أ) حبيبات دقيقة جدا ، أو في صورة كريستالات صغيرة كما في (ج) أو في صورة حبيبات كما في (ب) .



#### **ولمعرفة جودة السماد المظهرية :**

يجب التأكد من هذه الصورة كما هي المفترض وجود السماد عليها وأن يكون في صورة مفككة غير متكتلة وكذلك حكم الحبيبات يختلف على حسب نوع السماد وأن يكون هناك تجانس في أحجام وأقطار الحبيبات للسماد الواحد وذلك تبعاً لمواصفاته القياسية.

#### **(4) الكثافة :**

وذلك بالنسبة للأسمدة السائلة حيث تحسب على أساس (وزن / حجم) (جم/سم<sup>3</sup>) حيث تختلف الكثافة للسماد تبعاً لنسبة العناصر الداخلة في تركيب السماد وتركيزها ، ويجب أن نأخذ في الاعتبار أن هناك بعض أنواع الأسمدة التي يضاف عليها بعض المواد والخامات التي تزيد من كثافة أو الزوجة المحلول السمادي والغرض منها تصنيعي (خاصة بتكنولوجيا تصنيع السماد) وليس بالقيمة الغذائية للسماد مثل استخدام المواد التي تساعد على انتشار وتعلق الجزئيات بالمحلول السمادي دون أن يحدث لها ترسيب ويستدل أيضاً من الكثافة على مطابقة النسب والتركيز المذكور بالعبوة بالحجم الموضوعه فيه هذه النسب وهي تعتبر جودة حسية تعطي إحساس بالطمأنينة لدى المستهلك وخصوصاً في حالة الأسمدة الداخل في تركيبها أحماض أو بوتاسيوم أو فوسفور أو كالسيوم .

#### **(5) اللون :**

ويقصد بها لون السماد الخارجي أياً كان صلب أو سائل مع الأخذ في الاعتبار أن هذا مهم بالنسبة للأسمدة الأحادية مثل (اليوريا - سلفات النشادر - نترات النشادر - سلفات البوتاسيوم ... وكذلك الأحماض مثل حمض فوسفوريك - نيتريك وكذلك MAP - MKP ونترات البوتاسيوم وكلوريد البوتاسيوم وأملاح العناصر الصغرى الأحادية) ففي حالة حدوث تغير عن اللون الطبيعي للسماد يدل على انه قد حدث له تغير في صفاته الكيميائية أو الطبيعية مثل زيادة أو خلط شوائب به . إلا أن الحال يختلف في حالة الأسمدة المركبة الصلبة والسائلة فقد تأخذ ألوان مختلفة تبعاً للشركة المنتجة كعلامة تجارية تصنيعية وليس لها علاقة بالجود السمادية .

#### **(6) النقاوة والشوائب Impurities:**

وهي تعني خلو السماد الكيماوي من الشوائب الغير مرغوبة وقد تكون هذه الشوائب مواد عضوية عالقة بالسماد غير مرغوب فيها أو تؤثر على كفاءة عمل السماد أو تؤثر على كفاءة ذوبانه في الماء وقد تكون هذه الشوائب عبارة عن عناصر غير مرغوبة مثل العناصر الثقيلة الضارة) كالرصاص والكانديوم والأرسين Arsenic وقد تكون أنيونات ضارة مثل عنصر الكلوريد أو كاتيونات مثل الصوديوم أو مادة البيوريت (لها تأثير سام) وهذه الشوائب تؤثر على كفاءة عمل السماد وفعاليتها وتعتبر بعض الشوائب سامة في حالة زيادة تركيزها أو تحدث تفاعلات أو تحولات غير مرغوب فيها ويتم الكشف عن مثل هذه الشوائب الكيميائية معملياً أما الشوائب الصلبة العضوية فيتم الكشف عنها عن طريق الذوبان في الماء وفصلها بعد ذلك لمعرفة نسبتها .

#### **(7) الذوبان في الماء :**

ويجب أن يؤخذ في الاعتبار بأن لكل سماد درجة ذوبان محددة تبعا لتركيبه ونوعيته وكذلك النسبة التخفيف بالماء وذلك على سبيل المثال كما هو موضح بجدول ( )، ( ). يمكن تقسيم الأسمدة من حيث قابليتها للذوبان إلى ثلاث مجموعات :

- ✓ الأسمدة الكاملة الذوبان وهي تضم جميع الأسمدة النتروجينية (ما عدا سيناميد الكالسيوم) والبوتاسية (ما عدا كبريتات البوتاسيوم والمغنيسيوم) وبعض الأسمدة المعقدة (الاموفوس الأحادي والاموفوس الثنائي) .
- ✓ الأسمدة غير الكاملة الذوبان (لا تذوب كل الكمية المأخوذة من السماد) وهي السوبر فوسفات العادي والثلاثي ( التربل ) ، كبريتات البوتاسيوم ، والمغنيسيوم ، النتروفوس والنتروفوسكا .
- ✓ الأسمدة غير الذائبة

وهي كافة الأسمدة الفوسفورية (باستثناء السوبر فوسفات وأملاح الفوسفات النقية مثل MAP وال DAP وال MKP)، أسمدة المعالجة بالكلس والجبس.

هذا مع الأخذ في الاعتبار بأن لكل سماد درجة ذوبان محددة تبعا لتركيبه ونوعيته وكذلك تبعا لنسبة التخفيف بالماء وذلك على سبيل المثال كما هو موضح بجدول ( )، ( ). هذا ويجب أن يؤخذ في الاعتبار أنه عند إجراء اختبار ذوبان في الماء أن يتم في ماء مقطر معلوم حيث أن الذوبان يختلف باختلاف نوعية مياه الري حيث تركيز الأملاح الذائبة بها ونوعيتها وكذلك درجة حرارتها .

#### **(8) الشفافية والترسيب :**

وهذه الخاصية هامة جدا في حالة الأسمدة السائلة هل العينة السمادية المأخوذة بها ترسيب يعتبر عيب تصنيعي أو دليل على فساد أو انتهاء صلاحية السماد) وكذلك في حالة حدوث عكارة (تتأثر جزيئات مرئية داخل المحلول وتظل بصورة منتشرة وبهذا تتلافي خصائص الشفافية بالسماد أي يصبح المحلول السمادي غير رائق) يمكن أن تدل أيضا على حدوث تغير في تركيب المركب السمادي إذا كانت صفاته الأصلية (سائل رائق شفاف) وفي حالة إذا كانت الصفات الأصلية للسماد السائل هو في صورة (معلق) هل هو معلق أي أن جزيئاته في حالة انتشار دائم أم لا. أم حدث تكوين طبقات انفصال في المركب السمادي السائل ويعتبر هذا ذو تأثير سلبية على جودة السماد .



جدول ( ) يوضح درجة ذوبان بعض الأسمدة في مياه رى جيدة النوعية

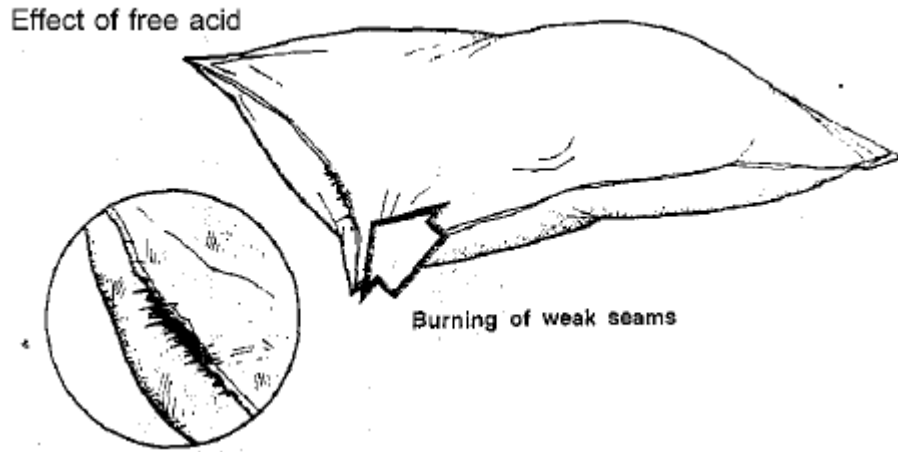
نسبة الذوبان السماذ / الماء	السماذ	نسبة الذوبان السماذ / الماء	السماذ
4 : 1	سلفات النشادر	4 : 1	نترات البوتاسيوم
100 : 1	نترات الجير المصرى	1 : 1	نترات الكالسيوم النقى
5 : 1	كلوريد لبوتاسيوم	2 : 1	فوسفات أحادى الأمونيوم
1 : 1	زنك مجلبى	2 : 1	فوسفات ثنائى الأمونيوم
50 : 1	تربل فوسفات الكالسيوم	2 : 1	فوسفات احادى البوتاسيوم
300 : 1	سوبر فوسفات عادى	2 : 1	فوسفات ثنائى البوتاسيوم
4 : 1	سلفات حديدوز	10 : 1	سلفات البوتاسيوم
5 : 1	سلفات نحاس	5 : 1	سلفات الماغنسيوم
20 : 1	حامض بوريك	2 : 1	اليوريا
10 : 1	بوراكس	2 : 1	نترات نشادر
3 : 1	مولبيدات أمونيوم	2 : 1	سلفات منجنيز
5 : 1	مولبيدات صوديوم	1 : 1	منجنيز مخلبى
		3 : 1	سلفات زنك

جدول ( ) يوضح درجة ذوبان الأسمدة البسيطة في الماء

عدد أجزاء السماذ التى يمكن إذابتها فى 100 جزء ماء	السماذ
118	نترات الأمونيوم
71	سلفات الأمونيوم
يتحلل	سيناميد الكالسيوم
102	نترات الكالسيوم
23	فوسفات الأمونيوم الأحادية
43	فوسفات الأمونيوم الثنائية
73	نترات الصوديوم
13	نترات البوتاسيوم
2	السوبر فوسفات العادى
4	لسوبر فوسفات المركز (الثلاثى)
78	اليوريا
يتحلل	مولبيدات الأمونيوم
1	البوراكس
60	كلوريد الكالسيوم
صفر (غير قابل للذوبان)	أكسيد النحاس
22	كبريتات النحاس
29	كبريتات الحديد
71	كبريتات المغنسيوم
105	كبريتات المنجنيز
36	كلوريد الصوديوم
56	مولبيدات الصوديوم
75	كبريتات الزنك

(9) التميى وخروج سوائل أو أحماض حرة من السماذ وهو فى الصورة الصلبة

(مما يعنى تغير خصائصه الطبيعية والكيميائية) وتحدث ظاهرة التميؤ أو التميع في العديد من الأسمدة الصلبة وأهمها اليوريا ويعتبر هذا ذو أثر سلبي على جودة السماد وكذلك في حالة بعض الأسمدة الفوسفاتية حيث نلاحظ في بعض الأحيان خروج أحماض على حافة الشيكارة مثل (الكبريتيك أو الفوسفوريك) مما يؤدي إلى حدوث تلف بالطرف الجانبي للشيكارة كما هو موضح بالشكل ( ).



شكل رقم ( ) يوضح أثر الأحماض الحرة المنطلقة من السماد على تلف حواف الشيكارة (عبوة السماد).

#### ثانيا : التأكد من الصفات الكيميائية للسماد

إن هذه الصفات كما وردت بالموصفات القياسية الخاصة بالسماد وكذلك تبعا لتركيبه الكيماوى ومن أهم الصفات الواجب أخذها في الاعتبار والتي تؤثر بشكل كبير على جودة السماد أو التعبئة السمادية هو اختبار الآتي بها : -

#### 1) دليل الملوحة للسماد (Salt Index) :

وهذا الدليل هام جدا فعند مقارنة الأسمدة ذات النوع الواحد ببعضها البعض يجب أن يكون أساس المفاضلة بينهم هو دليل الملوحة لكل صنف سمادى فبعض الأسمدة كنترات الأمونيوم وكوريد البوتاسيوم ذات دليل ملوحة أعلى من نترات الصوديوم ولكن كليهما أقل من نترات الصوديوم ويعتبر سماد نترات الصوديوم أعلى الأسمدة في دليل الملوحة ولذلك فهو يؤخذ للمقارنة وكلما كان دليل الملوحة منخفض دل على جودة السماد المستخدم ،

ويوضح الجدول التالي دليل الملوحة لأهم الأسمدة شائعة الاستخدام :

السماذ	دليل الملوحة	دليل الملوحة الجزئي لكل وحدة (20 رطل أو 10 كجم) من العنصر السماذى
نترات الأمونيوم	104.7	2.990
فوسفات الأمونيوم	26.9	2.442
كبريتات الأمونيوم	69	3.253
كربونات الكالسيوم (الحجر الجيري)	4.7	0.083
سيناميد الكالسيوم	31	1.476
نترات الكالسيوم	52.5	4.409
كبريتات الكالسيوم (الجبس)	8.1	0.247
كربونات الكالسيوم والمغنيسيوم (الحجر الجيري الدولوميتي)	0.8	0.042
نترات الصوديوم	100	6.060
كلوريد البوتاسيوم	116.3	1.936
نترات البوتاسيوم	73.6	5.336
كبريتات البوتاسيوم	46.1	0.853
كلوريد الصوديوم	153.8	2.899
السوبر فوسفات العادي	7.8	0.487
السوبر فوسفات المركز (الثلاثي)	10.1	0.210
اليوريا	75.4	1.618

ويؤدي استخدام الأسمدة إلى زيادة تركيز الأملاح في المحلول الأرضي ويعبر عن هذه الزيادة بدليل الملوحة Salt Index بإضافة السماذ إلى التربة وقياس الزيادة التي تحدث في الضغط الاسموزي للمحلول الأرضي بالمقارنة بتلك التي تحدث عند إضافة وزن مماثل من سماذ نترات الصوديوم.

ويمكن الإستدلال على دليل الملوحة بقياس التوصيل الكهربى (EC) لكمية معلومة مخففه من السماذ في حجم معلوم من الماء المقطر ويقدر بالمليمول/ سم، وتحويله إلى ppm يتم ضرب الناتج  $\times 640$ .

## 2) درجة الحموضة للسماذ pH

وهي هامة جدا حيث تؤدي إضافة بعض الأسمدة للتربة إلى حدوث تغير طفيف في pH التربة بالزيادة أو النقصان ويحدث ذلك بسبب امتصاص النباتات لأحد أيونات الملح السماذى بأكثر مما تمتص الأيون الأخرى، ففي حالة الأسمدة ذات التأثير الحامضى يمتص النبات الكاتيون بدرجة أكبر مما يمتص الأنيون ويحدث العكس في حالة الأسمدة ذات التأثير القلوي، حيث يمتص النبات الأنيون بدرجة أكبر من امتصاص الكاتيون ، ويؤدى استمرار استعمال أي من نوعي الأسمدة إلى تغير الحامضية أو القلوية ، ويعبر عن مدى التأثير الحامضى أو القلوى للسماذ بكمية كربونات الكالسيوم (الحجر الجيري) اللازمة لمعادلة التأثير الحامضى ، أو لإحداث نفس التأثير القلوى لكمية مماثلة من السماذ . وتقسّم الأسمدة من حيث تأثيرها على pH التربة إلى ثلاثة أقسام كالتالي :

### 1- أسمدة ليس لها تأثير على pH التربة ، أي أنها متعادلة

ومنها : نترات الأمونيوم - كبريتات الكالسيوم (الجبس) - ميورات البوتاسيوم - كبريتات البوتاسيوم - السوبر فوسفات العادي والمزدوج.

### 2- أسمدة ذات تأثير قلوي :

ويوضح جدول ( ) أنواع هذه الأسمدة ، وكمية كربونات الكالسيوم التي تحدث تأثيرا مماثلا ل 100 كجم من السماد .

السماد	نسبة النيتروجين بالسماد	كمية كربونات الكالسيوم التي تكفي لإحداث تغير في الـ PH مماثل لما يحدثه 100 كجم من السماد
سيناميد الكالسيوم	22	63
نترات الكالسيوم	15.5	20
نترات البوتاسيوم	13	23
نترات الصوديوم	16	29

### 3- أسمدة ذات تأثير حامضي :

وهي الأسمدة المفضلة في الأراضي القلوية ، ويوضح جدول ( ) أنواع هذه الأسمدة وكمية كربونات الكالسيوم اللازمة لمعادلة التأثير الحامضي الذي يحدثه 100 كجم من السماد .

جدول ( ) الأسمدة ذات التأثير الحامضي

السماد	نسبة النيتروجين بالسماد	كمية كربونات الكالسيوم التي تكفي لإحداث تغير في الـ PH مماثل لما يحدثه 100 كجم من السماد
نترات الأمونيوم	33.5	60
فوسفات الأمونيوم	11	59
كبريتات الأمونيوم	20.5	110
اليوريا	46.6	84

هذا .. ويجب ألا تكون المفاضلة بين الأسمدة قائمة على أساس التأثير المطلق للأسمدة على حموضة التربة ، وإنما على أساس التأثير الحامضي أو القلوي لكل وحدة سمادية (1% من الطن ، أو 10 كجم) . جدول ( ) مقارنة الأسمدة ذات التأثير القلوي على أساس الوحدة السمادية . السماد | كمية كربونات الكالسيوم التي تكفي لإحداث تأثير قلوي مماثل للتأثير الذي يحدثه 10 كجم من النيتروجين

جدول ( ) مقارنة الأسمدة ذات التأثير القلوي على أساس الوحدة السمادية

السماد	كمية كربونات الكالسيوم التي تكفي لإحداث تأثير قلوي مماثل للتأثير الذي يحدثه 10 كجم من النيتروجين
سيناميد الكالسيوم	53.5
نترات الكالسيوم	13.5
نترات البوتاسيوم	18
نترات الصوديوم	18

جدول ( ) مقارنة الأسمدة ذات التأثير الحامضي على أساس الوحدة السمادية

السماد	كمية كربونات الكالسيوم (كجم) اللازمة لمعادلة التأثير الحامضي الذي يحدثه 10 كجم من النيتروجين
نترات الأمونيوم	18
فوسفات الأمونيوم	53.5
كبريتات الأمونيوم	53.5
اليوريا	18

### الإختبارات المعملية التطبيقية لتحليل الأسمدة

إن تسمية السماد وكمية المادة الفعالة التي يحتوي عليها عادة ما تكون مدرجة على العبوة أو مع شهادات تحليل ونشرات الأسمدة الموزعة معها إلا أنه لا بد من توافر الخبرة المتينة لدى المهندس الزراعي المسئول بالمرعة من ناحية تقييم السماد الذي يستخدمه وكذلك الكشف عن جودته ومحتواه وهذا يستلزم الدراية بالطرق التطبيقية اللازمة لتحليل الأسمدة وكذا تقييمها حتى يمكن الوقوف على مدى جودتها وهذا يتطلب منا وجود معمل صغير مجهز بالمزارع الكبرى للتحكم في الجودة (Quality control Lab) وكذلك مدى مطابقته للمواصفات القياسية المدرج بها السماد ببلد المنشأ . وذلك لضمان جودة الأسمدة المستخدمة وكذلك الكشف على عمليات الغش ومدى مطابقة نسب العناصر الغذائية الداخلة في تركيب السماد والمدرجة بشهادة تسجيله وتحليله .

#### تحليل الأسمدة :

هناك نوعين من الاختبارات يمكن إجرائها للتعرف على الأسمدة :-  
**الأولى:** وهو التحليل الوصفي للأسمدة بغرض التعرف على نوعية السماد أو الأسمدة التي تتواجد في عينة سمادية معينة.  
**الثانية:** وهو التحليل الكمي للأسمدة بغرض التعرف على النسبة المئوية للعنصر أو العناصر السمادية التي تتواجد في عينة سمادية معينة.  
وعادة ما تجرى الاختبارات الوصفية لجميع أنواع الأسمدة المعدنية (غير العضوية) بينما تجرى التحاليل الكمية لكل من الأسمدة العضوية وغير العضوية .

## أولا : التحاليل الوصفية للأسمدة :

تتطلب التحاليل الوصفية إجراء ثلاث أنواع من الاختبارات الأولى تجري على المادة السمادية الصلبة والثانية تجري على المستخلص المائي للأسمدة أما الثالثة فتجري على المستخلص الحامضي .

### اختبارات المادة الصلبة للسماد :

#### (1) اختبار الشكل واللون :

حيث يجب تحديد ما إذا كانت المادة الصلبة للسماد تأخذ شكلا بلورية أو مسحوق أو حبيبي أو ... وهناك العديد من الأسمدة يستخدم اللون كاختبار وصفي جيد لها طبقا للمواصفات القياسية للسماد

#### (2) اختبار اللهب :

حيث تعرض عينة من المادة الصلبة للسماد محملة على سلك معدني (يفضل بلاتين) للهب باستخدام لهب بنزين) ويستخدم هذا الاختبار أساسا للتعرف على وجود بعض العناصر مثل (الصوديوم) الذي يعطي لون أصفر فاتح وكذلك عنصر (البوتاسيوم) الذي يعطي لونا بنفسجية ، (والكاليوم) الذي يعطي لونا أحمر (والنحاس) الذي يعطي لون أخضر مزرق عند التعرض للهب.

#### (3) اختبار حامض الهيدروكلوريك :

يتم بإضافة 5 سم حامض هيدروكلوريك مخفف إلى جزء من السماد الصلب في أنبوبة اختبار ويستخدم هذا الاختبار أساسا للتعرف على وجود الكربونات والبيكربونات في العينة السمادية حيث يحدث فوران) في حالة وجود الكربونات أو البيكربونات ويحدث ذلك عند اختبار أسمدة (نترات الجير) ( ونترات النشادر) الجيرية .

#### (4) اختبار الذوبان في الماء :

يتم بإذابة جزء من السماد (1 جم) في حجم معلوم من الماء المقطر (100 مل) في دورق مخروطي مع الرج حيث تتميز بعض الأسمدة بدرجة ذوبان عالية بينما الأخرى ذات درجات ذوبان مختلفة أو شحيحة الذوبان . ويستدل منها على نقاوة السماد وجودته ومدى احتوائه على شوائب .

#### (5) اختبار الصودا الكاوية :

ويستخدم أساسا للتعرف على وجود (الأمونيوم) في العينة السمادية يضاف 5 مل محلول صودا كاوية إلى جزء من السماد الصلب في أنبوبة اختبار حيث يشم رائحة النشادر في حالة الأسمدة المحتوية على الأمونيا مثل (نترات الأمونيوم) أو (سلفات النشادر) ولا يعطى سماد اليوريا ونترات الجير نتيجة موجبة مع هذا الاختبار .

#### (6) اختبار الصودا الجيرية (مخلوط من الصودا الكاوية وأكسيد الكالسيوم):

ويستخدم هذا الاختبار للكشف عن (النتروجين العضوي) حيث تشم رائحة النشادر عن إضافة الصودا الجيرية الجافة إلى عينة من المادة السمادية الصلبة في أنبوبة اختبار ويجب مراعاة إجراء هذا الاختبار بعد اختبار الصودا الكاوية للتخلص من الصورة النشادرية غير العضوية التي قد تتواجد في العينة السمادية .

#### (7) اختبار المادة العضوية للسماد :

ويستخدم هذا الاختبار أساسا للكشف عن وجود الأسمدة العضوية حيث تشم رائحة الشعر المحروق عند تعريض جزء من العينة السمادية للهب .

#### اختبارات وصفية تجرى على المستخلص المائي للأسمدة:

يحضر المستخلص المائي للعينة السمادية بنسبة (1 : 35) أو (1 : 50) باستخدام الماء المقطر ويمكن التدفئة أثناء الذوبان ثم الترشيح إذا لزم الأمر ويستخدم المستخلص المائي لإجراء الاختبارات التالية :

#### 1- اختبار رقم الحموضة (pH) :

يتم تقدير رقم الحموضة للمستخلص المائي للسماد وذلك للتعرف على حموضة أو قلوية الأسمدة فمثلا يتميز المستخلص المائي لسلفات النشادر بانخفاض رقم الحموضة ويكون المستخلص المائي لسلفات البوتاسيوم متعادلا تقريبا .

#### **2- اختبار الفوسفات :**

ويستخدم للتعرف على وجود (الأسمدة الفوسفاتية) حيث يتكون راسب أصفر عند إضافة مولبيدات الأمونيوم وحمض النيتريك إلى المستخلص المائي للعينة السمادية .

#### **3- اختبار الكلوريد :**

يتكون راسب أبيض عند إضافة محلول نترات الفضة 0.01% إلى المستخلص المائي للسماد المحتوي على الكلوريد) .

#### **4- اختبار البوتاسيوم والصدويوم :**

ويتم ذلك في جزء من مستخلص السماد باستخدام اختبار اللهب حيث يعطي اللون المميز الكل عنصر الأصفر (للصدويوم) والبنفسجي (للپوتاسيوم) .

#### **5- اختبار الكالسيوم :**

يتكون راسب أبيض من كربونات الكالسيوم عند إضافة كربونات الأمونيوم 5% إلى المستخلص المائي للسماد المحتوي على الكالسيوم) .

#### **6- اختبار السلفات ( الكبريتات) :**

يتكون راسب أبيض من كبريتات الباريوم عند إضافة كلوريد الباريوم 5% إلى المستخلص المائي للسماد المحتوي على (كبريتات) ويفيد هذا الاختبار للتأكد من عدم وجود شق الكبريتات بالمركبات المخليبية حيث أن تواجد الكبريتات بها يدل على رداءة المخليبيات .

#### **7- اختبار الماغنيسيوم :**

يتكون راسب أزرق عند إضافة محلول اليزارين بوردو إلى المستخلص المائي للسماد المحتوى على (المغنيسيوم).

#### **8- اختبار النترات :**

يؤدي إضافة محلول كبريتات الحديدوز 5% ثم حامض الكبريتيك المركز بحرص وعلى جدار الأنبوبة المحتوية على المستخلص المائي للعينة السمادية إلى تكوين \_ تميل إلى اللون الأزرق (للأسمدة النترائية) .

#### **9- اختبار الحديدوز :**

يؤدي إضافة محلول ايدروكسيد الأمونيوم  $\text{NH}_4\text{OH}$  5% أو ايدروكسيد الصوديوم NaOH 5% إلى تكون راسب أخضر متسخ من ايدروكسيد الحديدوز ويتحول إلى اللون المحمر نتيجة لتأكسده في الجو إلى أيدروكسيد الحديديك يدل على وجود الحديدوز بالمركب السمادي

#### **10- اختبار الحديدك :**

يؤدي إضافة ايدروكسيد الأمونيوم أو ايدروكسيد الصوديوم إلى تكون راسب هلامي لونه بني محمر من ايدروكسيد الحديديك يدل على وجود (الحديدك) بالسماد .

#### **11- اختبار الزنك :**

يؤدي إضافة أيدروكسيد الأمونيوم أو أيدروكسيد الصوديوم إلى تكون راسب أبيض جيلاتين من ايدروكسيد الزنك - هذا الراسب يذوب في الزيادة من الجوهر الكشاف يدل على وجود الزنك) .

#### **12- اختبار المنجنيز :**

يؤدي إضافة ايدروكسيد الأمونيوم أو ايدروكسيد الصوديوم إلى تكون راسب أبيض من ايدروكسيد المنجنيز وهذا الراسب لا يذوب في الزيادة من الجوهر الكشاف ويكتسب اللون البني بتعرضه فترة للهواء الجوي يدل على وجود (المنجنيز) بالمركب السمادي .

وهي اختبارات فقط تجري على الأسمدة المعدنية (غير العضوية التي لا تذوب تماما في الماء الإذابة الراسب المتبقي من المستخلص المائي ويذاب في حمض النيتريك المخفف 0.2 عيارى ويتم الترشيح مرة ثانية إذا لزم الأمر وتجري الاختبارات الوصفية التالية على هذا المستخلص الحامض .

### (1) اختبار الفوسفات:

يتكون راسب أصفر من فوسفومولدات الأمونيوم بإضافة محلول مولدات الأمونيوم 5٪. ويستخدم هذا الاختبار أساسا لتمييز السماد الفوسفاتي (سوبر فوسفات أو تربل فوسفات الكالسيوم) .

### (2) اختبار الكالسيوم :

يتكون راسب أبيض من أكسالات الكالسيوم عند إضافة محلول أكسالات الأمونيوم 5٪ في وسط حامضى ويدل على وجود عنصر الكالسيوم) .

### (3) اختبار الكبريتات :

يتكون راسب أبيض من كبريتات الباريوم عند إضافة محلول من كلوريد الباريوم 5٪ إلى المستخلص المائي للسماد ويزداد تركيز الراسب في المستخلص الحامضى ويدل على وجود الكبريتات) .

### ثانيا : الاختبارات الكمية للأسمدة :

تجرى التحاليل الكمية للعناصر الغذائية في السماد بغرض تقدير درجة نقاوة السماد وكذلك يمكن تقدير النسبة المئوية للعناصر السمادية الموجودة في العينة السمادية وحيث أن العناصر الغذائية الرئيسية هما النيتروجين والفوسفور والبوتاسيوم فإن دراسة التحليل الكمي يجب أن تشمل على الأقل) على هذه العناصر الثلاثة سواء بالنسبة للأسمدة المعدنية أو العضوية علاوة على تقدير عناصر الماغنيسيوم والكالسيوم والكلوريد والكبريت . وتقدر نسبة العنصر السمادي (نيتروجين - فورسفور - بوتاسيوم - كالسيوم - مغنيسيوم ...) في عينة سمادية من المعادلة التالية :

$$\% \text{ للعنصر السمادي} = \frac{\text{وزن العنصر السمادي}}{\text{وزن عينة السماد}} \times 100$$

ويمكن تقدير (%) للعنصر السمادي في صورة عنصرية K , P , N أو في صورة أكاسيد  $P_2O_5, K_2O$ . وكذلك يمكن تقدير نسبة النقاوة باستخدام المعادلة التالية .

$$\% \text{ للنقاوة} = \frac{\% \text{ للعنصر السمادي} \times \text{الوزن الجزيئى للسماد}}{\text{الوزن الذرى للعنصر السمادى}} \times 100$$

وعند ملاحظة أن % للعنصر السمادى المقدره معمليا ( أ ) أقل من % لنفس العنصر السمادى والمذكورة على عبوة السماد (ب) فانه يمكن حساب نسبة الغش باستخدام المعادلة التالية :

$$\% \text{ للغش} = \frac{\text{ب} - \text{أ}}{\text{ب}} \times 100$$



ويجب استخدام هذه النتائج لتحديد كمية ونوع السماد المناسب ومقارنة أسعار الأسمدة المختلفة عن طريق حساب تكاليف الوحدة السمادية . ولإجراء التحليل الكمي للعينه السمادية يجب استخلاصها أولا :-

**طرق استخلاص الأسمدة :-** في حالة الأسمدة المعدنية يجري عادة إستخلاص السماد بالماء أو بمحاليل الأحماض المخففة وذلك حسب نوع العنصر السمادي الموجود . . في حالة الأسمدة العضوية يجب هضم العينة السمادية وذلك باستعمال أحماض مركزة أو حرقها ثم استخلاصها بأحماض مخففة أو نصف مركزة .

### **طرق استخلاص الأسمدة :**

#### **(1) المستخلص المائي للأسمدة :**

يؤخذ وزن معلومة من السماد المجهول (1 جرام) في دورق مخروطي ويضاف إليه 100 مل ماء مقطر ثم يرج لمدة 1/4 ساعة على جهاز الرج أو 1/2 ساعة وذلك بواسطة اليد ثم يرشح المحلول من خلال ورقة ترشيح ويتم استقبال الراشح .

#### **(2) الأسمدة شحيحة أو عديمة الذوبان في الماء :**

يؤخذ وزنة معلومة من السماد المجهول في دورق مخروطي ويضاف إليه 100 مل من حمض نيتريك تركيزه 0.5 ع (يذاب 70 ، 35 مل من حمض نيتريك تركيزه 14 مولر في لتر ماء فقط) ثم يرج لمدة 1/4 ساعة على جهاز الرج أو 1/2 ساعة يدويا ثم يرشح المحلول من خلال ورق الترشيح ويستقبل الراشح .

نظرا لأن هناك ثلاث مجموعا رئيسية من الأسمدة غير العضوية تعتبر الأكثر إستخدام تحت الظروف المصرية لذلك سوف نقصر فيما يلي بتقديم بعض الطرق الهامة للتقدير الكمي للعناصر السمادية الأساسية النيتروجين ، الفوسفور ، البوتاسيوم) .

#### **تقدير النيتروجين الكلي في السماد :**

يوجد النيتروجين على صورة ذائبة ويمثلها أملاح (الأمونيوم) و (النترات) و (الأحماض الأمينية) و (الأميدات) و على صورة غير ذائبة ويمثلها (النيتروجين البروتيني) ، ولتقدير الصورة الذائبة تجري عملية استخلاص مائي للعينه السمادية الجافة ثم الترشيح إذا لزم الأمر وبعد ذلك يقدر النيتروجين الذائب في المترشح . تتم عملية التقدير على مرحلتين :

#### **الأولى : تقدير الأمونيوم (NH4)**

1- يؤخذ 50 مل من المستخلص المائي للعينه السمادية وتوضع في دورق كداهل 250 مل ثم يوضع نقطتين من دليل الفينولفتالين ثم أضف قليل من أكسيد المغنيسيوم حتى يظهر لون الدليل  
2- يوضع 25 مل من حمض البوريك (40 جم / لتر) في دورة الاستقبال ويضاف 5 نقاط من مخلوط الدليلين أحمر الميثايل والبروموكريزول جرين مع مراعاة أن يكون طرف مكثف جهاز كداهل مغمورا في دورق الاستقبال حتى نتحاشى تسرب الأمونيا .

#### **3- تجرى عملية التقطير Steam Distillation**

4- باستخدام سحاحة محتوية على حامض كبريتيك 0.01 ع عيارى يتم معادلة محتويات دورق الاستقبال ثم بمعلومية حجم الحمض المستخدم يمكن حساب الأمونيا (الأمونيوم) بالمعادلة الآتية :

$$ح = 0.01 \times 14 \times \text{الحجم الكلي لمستخلص السماد} \times \frac{1000}{\text{الحجم المستخدم للتقدير وزنه عينة السماد المستخلصة}}$$

#### **الثانية : تقدير النترات (NO3):**

يضاف قليل من الدفاردا (خليط من الزنك ، نحاس ، الألومنيوم) Devarda alloy إلى محتويات دورق كداهل المتبقية بعد تقدير الأمونيا ثم يتم اتباع نفس طريقة التقطير السابقة وفائدة الدفاردا

أنها تحول النترات إلى أمونيوم التي يمكن تقديرها باستقبالها في دور جديد يحوى حمض بوريك ثم التعادل بـ حمض كبريتيك ويتم حساب كمية النترات بمعلومية حجم الحامض المستخدم (ح) .

$$\text{مليجرام نترات لكل كيلو جرام سماد} = \text{ح} \times 0.01 \times 14 \times \frac{\text{الحجم الكلي لمستخلص السماد}}{1000} \times \text{وزنه عينة السماد المستخلصة}$$

### التقدير الكمي لليوريا NH<sub>2</sub> - CO - NH<sub>2</sub>

تستخدم اليوريا كسماد نيتروجيني لزيادة النمو الخضري ، وتحتوي اليوريا على مجموعتي أميد وعليه فإن لها صفات قاعدية وترتبط مع الأحماض ويتكون أملاح . ودرجة انصهار اليوريا (132.5° م) وباختلاف درجة انصهارها عن (132.5° م) فإن هذا السماد يكون مختلط بأملاح أخرى ، كما أن اليوريا تتحول إلى ثاني أكسيد الكربون + نشادر بتأثير أنزيم اليوريز، وتتحول اليوريا في وجود القلوي ( NaOH ، KOH ) إلى كربونات صوديوم و أمونيا وذلك بالتسخين (60 - 70° م) ويجب عدم زيادة درجة الحرارة حتى لا تتحلل كربونات الصوديوم . وفي هذه الطريقة يأخذ (1 جم) من سماد اليوريا في ورق مخروطي وتذاب في 70 مل من الماء المقطر ثم يرشح ويكمل الراشح إلى 100 مل ثم يأخذ 2 مل من الراشح في ورق مخروطي ثم يضاف إليه 25 مل من محلول الصودا الكاوية ثم يتم معادلة الزيادة من NaOH ومعايرة Na<sub>2</sub> CO<sub>3</sub> الناتجة عن تفاعل اليوريا مع NaOH باستخدام حامض الكبريتيك المعلوم المعيارية (ع) على مرحلتين :

**المرحلة الأولى:** يتم فيها تحويل الصودا الكاوية NaOH إلى كبريتات صوديوم وكذلك تحويل كربونات الصوديوم Na<sub>2</sub> CO<sub>3</sub> إلى بيكربونات الصوديوم NaHCO<sub>3</sub> وذلك في وجود دليل فينوفثالين وليكن الحجم المستخدم من حامض الكبريتيك هو (س) .

**المرحلة الثانية:** يتم تحويل بيكربونات الصوديوم NaHCO<sub>3</sub> في وجود دليل بروموفينول بلو إلى كبريتات صوديوم وليكن حجم حامض الكبريتيك المستخدم في هذه المرحلة (ص) .

**طريقة الحساب:** يمكن استنتاج ملليمكافئات حامض الكبريتيك المستخدم في معادلة كربونات الصوديوم حيث تساوى 3 ص x ع وهي تساوى ملليمكافئات اليوريا الموجودة في الوزنة (و) .

$$\% \text{ لليوريا} = 3 \text{ ص} \times \text{ع} \times \frac{\text{الوزن الجزئي لليوريا}}{\text{الحجم الكلي}} \times \frac{100}{\text{وزن العينة}} \times 2$$

حيث : الحجم الكلي = 100 مل

حجم التقدير = 2 مل

وزن العينة السمادية = 1 جرام

### تقدير الكالسيوم:

**الفكرة التي يبني عليها التقدير :** يقدر الكالسيوم في المستخلص الحامضي وذلك بترسيبه باستعمال اكسالات الأمونيوم في وسط حامضي ضعيف فيترسب على صورة أكسالات الكالسيوم وبإضافة حمض الكبريتيك يتحول أكسالات الكالسيوم إلى حمض الاكساليك الذي يمكن تقديره حجمية وذلك باستعمال محلول عياري من برمنجنات البوتاسيوم . ويراعى عند ذلك ضبط رقم الحموضة من (4 - 6) أي حوالي 5 والغرض من ضبط رقم الحموضة هذه أن يكون الوسط الحامضي ضعيف يسمح فقط بترسيب الكالسيوم على صورة أكسالات الكالسيوم حيث أن انخفاض رقم الحموضة عن هذا يؤدي إلى إذابة راسب أكسالات الكالسيوم وكذلك زيادة رقم الحموضة عن هذا الحد يؤدي إلى ترسيب عناصر الكالسيوم والماغنيسيوم والباريوم والمنجنيز

على صورة فوسفات هذه العناصر ، كذلك يرسب الحديد والألومنيوم والماغنسيوم والمنجنيز على صورة أيديروكسيدات مما يصعب من عملية تقدير الكالسيوم . ويضبط رقم الحموضة باستعمال (دليل أحمر الميثايل) حيث أن مدى تغير لون الدليل من الأحمر إلى الأصفر يقع في حدود رقم الحموضة (4 - 6) ويفضل استعمال محلول خلات الصوديوم وحمض الخليك في ضبط رقم الحموضة . وبعد ضبط رقم الحموضة فإن إضافة أكسالات الأمونيوم ترسب كل الكالسيوم في العينة على صورة أكسالات الكالسيوم حيث يفصل الراسب ثم يغسل عدة مرات بماء مقطر للتخلص من أكسالات الأمونيوم المتبقية ، ثم يضاف حمض كبريتيك إلى الراسب حيث ينفرد حمض الأسكاليك التي يمكن تقديره بمعايرته مع محلول معلوم العيارية من برمنجنات البوتاسيوم وتكون عدد مكافئة البرمنجنات = مكافئة الكالسيوم في العينة.

### خطوات العمل :

- 1- يؤخذ 25 سم بالضبط من المستخلص الحامض للسماد وتوضع في كأس سعته 250 مل.
- 2- يضاف 5 سم حمض الأيديروكلوريك (HCL) المركز فيصبح الوسط حامضي في المحلول
- 3- يضاف 3 - 4 نقط من الدليل أحمر الميثايل فيتلون المحلول بلون أحمر.
- 4- يتم معادلة الحموضة في الكأس حتى ظهور اللون الأصفر الواضح وذلك بإضافة محلول خلات الصوديوم المخفف ببطء مع التقليب حتى لا يترسب الكالسيوم والماغنسيوم على صورة فوسفات وتجرى هذه العملية على البارد .
- 5- يضاف حمض الأيديروكلوريك نقطة مع استمرار التقليب حتى يتحول اللون إلى اللون الأحمر وعندئذ يصبح رقم حموضة المحلول ما بين (4 - 6) .
- 6- يضاف 10 سم من محلول حامض الأكساليك ويغلى محتويات الكأس .
- 7- يضاف 10 سم من محلول ساخن من أكسالات الأمونيوم المشبعة نقطة نقطة من خلال سحاحة مع استمرار تقليب المحلول حتى يتكون راسب خفيف .
- 8- يستمر غليان المحلول لمدة 5 دقائق للمساعدة في تكوين حبيبات كبيرة من أكسالات الكالسيوم يتوقف درجة تكوين أكسالات الكالسيوم على كمية المحلول المأخوذة .
- 9- يترك المحلول في الكأس ليبرد ثم نضبط درجة الحموضة عند رقم (5) حتى يتم إتمام ترسيب أكسالات الكالسيوم وذلك عن طريق إضافة محلول خلات الصوديوم نقطة نقطة مع التقليب حتى يتلون باللون البرتقالي المحمر على أن يميل إلى اللون الأحمر عن الأصفر وفي حالة إصفرار المحلول يضاف حمض خليك مخفف . 10- بعد ضبط رقم الحموضة المطلوب وهو رقم 5 يترك المحلول في الكأس لمدة ليلة ثم يرشح خلال ورقة ترشيح (W44) ويستقبل الراشح في كأس سعة 400 مل حيث يتم استخدامه في تقدير الماغنيسيوم بطريقة التحليل بالوزن .
- 11- يغسل الراسب على ورقة الترشيح بماء مقطر حتى يتم التخلص من حامض الأكساليك وأكسالات الأمونيوم الزائدة ويستقبل في نفس الكأس .
- 12- تنقب ورقة الترشيح ويضاف إلى الراسب الموجود عليها 10 سم من حامض الكبريتيك (1 : 4) لإذابة الراسب ويتم ذلك في نفس الكأس الذي سبق الترسيب فيه . تغسل ورقة الترشيح بالماء الساخن .
- 13- يسخن المحلول في الكأس إلى ما قبل الغليان ثم ينقط عليه بمحلول برمنجنات البوتاسيوم معلومة العيارية.
- 14- يضاف إلى محتويات الكأس 10 سم أخرى من نفس حمض الكبريتيك (1 : 4) .
- 15- تنتقل ورقة الترشيح إلى الكأس وتكمل عملية التعادل .
- 16- من حجم (برمنجنات البوتاسيوم) يمكن حساب كمية الكالسيوم في المحلول .
- 17- كل 1 سم<sup>3</sup> من برمنجنات البوتاسيوم قوتها 0.05 عيارى تكافئ واحد ملليجرام كالسيوم على صورة Ca . 18- تحسب نسبة الكالسيوم في العينة السمادية الجافة طبقاً للمعادلة التالية :

$$\% \text{ كالسيوم} = (\text{ملييكافنات الأكسالات} - \text{ملييكافنات البرمنجنات}) \times (2000/40) \times \text{الحجم الكلى} / (\text{حجم التقدير}) \times (100 / \text{وزن العينة}) .$$

### تقدير المغنيسيوم :

يقدر المغنيسيوم في المحلول المتبقي بعد ترسيب الكالسيوم والترشيح ويؤخذ هذا المحلول ويقدر فيه المغنيسيوم بطريقة الترسيب باستعمال فوسفات الأمونيوم في وسط قلوي ليتم ترسيبه على صورة فوسفات المغنيسيوم والأمونيوم ثم يقدر وزنها بعد حرق هذا الراسب وتحويله إلى بيروفوسفات .

### خطوات العمل :

- 1- يؤخذ 250 مل من المستخلص المائي للسماذ في كأس سعة 400 مل.
- 2- يغلى هذا الراشح (250 مل) حتى يتم تركيزه إلى حوالي 100 سم<sup>3</sup> .
- 3- يضاف إلى المحلول 30 سم<sup>3</sup> من حمض النيتريك ويستمر في الغليان لمدة 15 دقيقة ويرشح المحلول ويغسل الراسب بماء مقطر ويستقبل الراشح وماء الغسيل في كأس نظيف سعة 250 مل ويهمل الراسب .
- 4- يضاف إلى الراشح 5 سم<sup>3</sup> حامض الهيدروكلوريك المركز ويسخن للغليان لمدة 10 دقائق .
- 5- يخفف المحلول في الكأس بإضافة 25 سم<sup>3</sup> ماء مقطر .
- 6- يضاف للمحلول 10 سم<sup>3</sup> محلول سترات صوديوم 10 .
- 7- يضاف إلى محتويات الكأس 15 سم<sup>3</sup> محلول فوسفات الأمونيوم 10% .
- 8- يضاف محلول هيدروكسيد الأمونيوم ( 1 : 1 ) نقطة نقطة مع استمرار التقليب حتى نشم رائحة النشادر ويصبح المحلول قلوي ضعيف ويبدأ تكوين الراسب ثم يضاف 25 سم<sup>3</sup> من هيدروكسيد الأمونيوم مع التقليب بشدة حتى يتكون راسب واضح من فوسفات الماغنسيوم والأمونيوم .
- 9- يترك المحلول لمدة ليلة ثم يرشح .
- 10- يغسل الراسب الموجود على ورقة الترشيح بمحلول هيدروكسيد الأمونيوم مخفف ( 1 : 1 ) عدة مرات .
- 11- تنقل ورقة الترشيح بما عليها من راسب إلى بوتقة معلومة الوزن وتحرق في فرن احتراق على درجة حرارة 550° م لتحويل الراسب إلى بيروفوسفات الماغنيسيوم .
- 12- تبرد البوتقة في مجفف ويعاد وزنها لتقدير وزن بيروفوسفات الماغنيسيوم والذي منه يمكن حساب كمية الماغنيسيوم في العينة المستخدمة .
- 13- تحسب نسبة الماغنيسيوم في العينة السامادية الجافة .

### تقدير الفوسفات :

#### الفكرة التي يبنى عليها التقدير :

يقدر الفوسفور بطريقة الترسيب باستعمال مولبيدات الأمونيوم في وسط حامض قوى ليتم ترسيبه على صورة (فوسفو مولبيدات الأمونيوم) ثم يقدر حجميا باستعمال محلول عياري من الصودا الكاوية ويتم تهيئة وسط الترسيب وذلك بإضافة حمض نيتريك مركز والذي يؤدي إلى تحويل أملاح الفوسفات الذائبة إلى أرثو فوسفات والتي تتحد مع NH<sub>4</sub> المتكونة من هيدروكسيد الأمونيوم وحمض النيتريك فتكون فوسفات الأمونيوم .

### خطوات العمل :

- 1- يؤخذ بالماسة 25 سم<sup>3</sup> من المستخلص الحامضي للسماذ ويوضع في ورق مخروطي سعته 250 سم .
- 2- يضاف 20 سم<sup>3</sup> حمض نيتريك مركز .
- 3- يضاف 10 سم<sup>3</sup> هيدروكسيد الأمونيوم مركز ويرج المحلول ويبرد لدرجة حرارة الغرفة .

- 4- يضاف 25 سم محلول موليبيدات الأمونيوم ويرج الدورة لمدة 15 دقيقة يدويا أو باستخدام جهاز رج .
- 5- يترك الدورق لمدة 5 دقائق ثم يرشح الرائق من المحلول خلال ورقة ترشيح ثم يغسل الراسب غسلا جيدا بماء مقطر للتخلص من آثار الحمض.
- 6- تنقل ورقة الترشيح بما عليها من راسب إلى الدورق المخروطي ويغسل بالماء المقطر.
- 7- يضاف إلى الراسب بالدورق المخروطي محلول هيدروكسيد الصوديوم قوته 0.1 عيارى .
- 8- يخفف المحلول في الدورق بماء مقطر 25 سم ويضاف 2 - 3 نقط من دليل الفينولفثالين
- 9- يتم معادلة الزيادة من الصودا الكاوية باستعمال حمض كبريتيك قوته 0.1 عيارى .
- 10- من حجم الصودا الكاوية التي لزممت لإذابة راسب فوسفو موليبيدات الأمونيوم يحسب كمية الفوسفور في المحلول ، وتحسب بالنسبة للعينة السمادية الجافة بالمعادلة التالية

$$\text{مليماكافنات الصودا الكاوية} = \text{مليماكافنات الفوسفور} + \text{مليماكافنات الحمض} + \text{وزن الفوسفور}$$

$$\text{بالمليجرام} = \text{مليماكافنات الفوسفور} \times 23/31 .$$

#### تقدير البوتاسيوم :

يتم تقدير البوتاسيوم في المستخلص الحمضي أو المائي للعينة السمادية بنفس الطريقة التي أجريت لتقدير البوتاسيوم في المستخلص الحامض للنبات .

#### تقدير السلفات ( الكبريتات):

يتم تقدير الكبريتات في المستخلص المائي أو الحامض بطريقة وزنية Gravimetric .

خطوات العمل : 1- يؤخذ المستخلص المائي أو الحامض للعينة السمادية في كاس سعة 250 مل

ويسخن

حتى الغليان .

- 2- يوضع محلول كلوريد الباريوم نقطة نقطة مع استمرار تحريك المستخلص بساق زجاجي.
  - 3- يترك المحلول ليلة كاملة Overnight حتى يترسب كبريتات الباريوم .
  - 4- يرشح المحلول على ورقة ترشيح مناسب ثم يغسل الراسب عدة مرات بماء ساخن حتى التأكد من خلو الراشح من الكلوريد .
  - 5- توضع ورقة الترشيح وما عليها في بوتقة في فرن كهربى Mufel لمدة 2 ساعة على درجة حرارة 500 °م.
  - 6- تترك البوتقة لتبرد ثم يقدر كبريتات الباريوم بالفرق في الوزن بالمعادلة التالية
- طريقة الحساب :

$$\text{مليجرام الكبريتات لكل كيلو جرام سماد} = \text{مليجرام كبريتات الباريوم} \times 1000 \times 0.41153$$

## الفصل السادس

### التسميد العضوي

أدرك القدماء أهمية المادة العضوية بالملاحظة حيث كانوا يلاحظون أثناء رعيهم لمواشيهم أن الأراضي التي تتراكم فيها فضلات المواشي ( روث ، بول) تنمو فيها النباتات بشكل أفضل بكثير من غيرها، وإن لم يستطيعوا تفسير ذلك علمياً. وبالرجوع إلى تاريخ الحضارات القديمة نجد أن الصينيون القدماء اهتموا بتخمير المواد العضوية مع التربة وإضافتها لأراضيهم الزراعية وكذلك فعل قدماء المصريون والعرب. وهكذا حتى جاءت العصور الحديثة حيث اهتم العلماء بدراسة المواد العضوية من حيث تحليلها وفائدتها للتربة والنبات. وكشف سر ماتقدمه من عناصر غذائية هامة للنبات وفعلها التنظيمي على التربة حيث تعمل المادة العضوية على تفكيك الأتربة الطينية المتماسكة وتحسن قوام الأتربة الرملية المفككة. وأخذ المهتمون بالزراعة يوصون باستعمال الأسمدة العضوية لزيادة الإنتاج إلى أن اكتشفت الأسمدة المعدنية في القرن الماضي فقل اهتمام المزارعين بالأسمدة العضوية وانصرفوا للتسميد المعدني نظراً للنتائج السريعة التي تعطيها الأسمدة المعدنية.

## تعريف المادة العضوية:

هي مخلفات كل من الانسان والحيوانات الزراعية والنبات ، وتحتوي الأسمدة العضوية على النتروجين والفسفور والبوتاسيوم والكالسيوم وعناصر تغذية النبات الأخرى ، إضافة إلى المادة العضوية التي تؤثر ايجابياً على خواص التربة . كمية وبذلك فالمادة العضوية في التربة هي عبارة عن بقايا نباتية كالجذور والأوراق المتساقطة وبقايا المحاصيل المتخلفة عن الحصاد وبقايا حيوانية كبقايا الحيوانات النافقة والكائنات الحية الدقيقة الموجودة في باطن الأرض. ويضاف إلى البقايا الحيوانية والنباتية الموجودة في التربة ما يضاف إليها على شكل أسمدة عضوية طبيعية أو صناعية. تختلف نسبة المادة العضوية في التربة من مكان لآخر حسب المعاملات الزراعية والإضافات العضوية والمناخ السائد في المنطقة.

## مصادر المادة العضوية

يمكن أيجاز أهم المصادر المواد العضوية في الأراضي كما يلي: بقايا النباتات من أوراق وسيقان وجذور - بقايا الكائنات الحية ( الدقيقة والراقية ) -السماد العضوي البلدي -السماد العضوي الصناعي (الكمبوست) - السماد الأخضر - مخلفات المجازر - الحمأه  
**الأسمدة العضوية:**

يقصد بالأسمدة العضوية كل مادة عضوية تضاف للأرض لزيادة نسبة المادة العضوية فيها وهذه المادة العضوية تعطى للتربة بعد تمام تحللها حيث تمد النبات بما تحتويه من عناصر مغذية في صورة صالحة للامتصاص بواسطة جذور النباتات إضافة إلى تأثيرها في تحسين خواص التربة الطبيعية والكيميائية ، وتكون المادة العضوية عادة عبارة عن نواتج تحلل الكائنات الحية النباتية أو الحيوانية أو خليط بينهما . وكميات العناصر المغذية في الأسمدة العضوية غير كبيرة بالمقارنة مع الأسمدة المعدنية . ولهذا فهي لا تنتقل إلى مسافات بعيدة إنما تستخدم في أماكن تواجدها مباشرة ولذلك تسمى بالأسمدة الموضعية أو الأسمدة المحلية .

## أهمية اضافة الأسمدة العضوية للتربة

تقوم الأسمدة العضوية بدور فعال ومهم في زيادة خصوبة التربة عن طريق محتواها من العناصر الغذائية وتأثيرها على خواص التربة المختلفة مما ينعكس على نمو النباتات ، وعموماً يمكن تلخيص أهم فوائد الأسمدة العضوية بالتالي :

- 1- تقلل من حرارة التربة في الصيف وتبقي التربة دافئة خلال الشتاء بسبب احتفاظها بالرطوبة
- 2- تخفض من فقد ماء التربة بالتبخر
- 3- تحسن التهوية وذلك بزيادة المسامات الهوائية خاصة في الترب الطينية
- 4- تزيد من قدرة التربة على الاحتفاظ بالماء
- 5- تعتبر مصدراً للعناصر الغذائية الصغرى والكبرى بشكل متوازن
- 6- تكون عند تحللها الأحماض العضوية التي تؤثر في إذابة المعادن وتجعل العناصر أكثر تيسراً
- 7- تعتبر مصدراً للطاقة للكائنات الدقيقة في التربة
- 8- تحسن من بناء التربة وقوامها خاصة في الترب الرملية
- 9- تقلل من فقد العناصر الغذائية بالغسيل
- 10- تحد من التعرية المائية وجرف الماء و التربة

## أنواع الأسمدة العضوية من أهم الأسمدة العضوية التي تستخدم في تسميد النباتات

1- السماد البلدي : يعتبر السماد البلدي من أهم الأسمدة العضوية المستعملة والتي تعمل على تحسين خواص التربة الطبيعية والكيميائية ويعد مصدر هام لإمداد التربة ببعض العناصر الدقيقة مثل البورون والنحاس والمنجنيز. تعتمد نوعية الأسمدة البلدية اعتماداً كبيراً على نوع ونسبة الفرشة ونسبة الرطوبة بالمادة العضوية . ويتم تقييم سعر الأسمدة العضوية على أساس نسبة المادة العضوية والرطوبة ، فإذا كانت الفرشة رمل فتتخفف نسبة المادة العضوية حسب نسبة الرمل أما إذا كانت الفرشة قش فستزداد نسبة المادة العضوية. التركيب الكيميائي للأسمدة البلدية يكون معقد ويختلف باختلاف نوع الحيوان المأخوذ منه السماد إضافة إلى عمره وأسلوب تغذيته إضافة إلى طريقة جمع السماد وطريقة تخزينه.

وإجمالاً، يتركب السماد البلدي الطبيعي من فضلات الحيوانات، بالإضافة إلى الفرشة التي توضع تحتها في قاع الحظيرة وهي عادة من المواد الترابية. وقد يلجأ المزارع في عملية إنتاج هذا النوع من السماد إلى نقل الفرشة من تحت الحيوانات يومياً إلى كومة خاصة بالسماد البلدي، حيث يضاف إلى الكومة أيضاً، من حين لآخر، بعض مخلفات المحاصيل وتترك الكومة لبضع أسابيع بهدف تخميرها. وتتكون الفرشة من التراب والقش الموضوع تحت الحيوانات وبالتالي فهي مشبعة بالروث والبول).

وبهدف تخزين السماد البلدي لآبد من توفير الظروف التي تحول دون فقد النيتروجين بالتطاير وذلك بحفظ السماد البلدي في مكان مظلل غير حار ومحمي من أشعة الشمس والرياح. كما لا بد من حفظ السماد مبللاً بالماء ومضغوطاً لتوفير ظروف غير هوائية، ويستحسن تغطية كومة السماد بطبقة من المواد الترابية، مع العمل على جمع السوائل وإضافتها إلى الكومة ثانية. ويفضل تخمير السماد جيداً قبل إضافته إلى التربة، وخاصة بالنسبة للسماد الذي مصدره الحيوانات التي تتغذى على الحشائش والأعشاب وبذورها، حيث تخرج البذور من أمعاء الحيوانات بدون أن تهضم وبالتالي قد تنمو البذور عندما تضاف إلى الأرض الزراعية. وتعتبر الأسمدة التي تم تخميرها مع نشارة الخشب أو أوراق أو أجزاء أخرى من المخلفات النباتية من أفضل الأسمدة، وأثناء تخمير السماد، بإمكاننا أن نضيف إليه بقايا النباتات مثل بقايا الأزهار، الأجزاء الخضرية والأعشاب الخالية من البذور، علماً أن إضافة الأجزاء الخضرية الجافة يساعد على الحفاظ على العناصر المغذية وبالتالي يمنع ضياعه ولا بد من إبقاء كومة التخمير رطبة، وذلك لتقليل الفاقد من بعض المركبات من خلال التبخير (أثناء عملية التخمير). ويجب الأخذ في الاعتبار أنه لا يجوز إضافة أجزاء النباتات المصابة بالأمراض إلى كومة السماد.

وبإمكاننا أيضاً التعامل مع مشكلة مخلفات الحيوانات، من خلال غسل الحظائر بالماء لتنظيفها من روث الحيوانات وصرفها إلى بركة لتجميعها ثم يزال الماء وتؤخذ الرواسب العضوية وتفرش على الأراضي الزراعية. ويعتبر السماد الحيواني محسناً للتربة، علماً بأن روث البقر والخيل هو الأفضل، ومن ثم يأتي زرق الدجاج والغنم الطازج الذي لا بد من استعماله بكمية صغيرة خوفاً من حرق النباتات.

وبشكل عام، الإضافات المنتظمة للسماد البلدي (أو الدبال) إلى التربة وحرثها مع الأرض يعمل على تحسين قوامها وتسهيل العمل فيها، فضلاً عن تحسين التهوية والصرف في التربة الطينية، وتجميع حبيبات التربة الرملية التي تحسن المسافات بين حبيباتها وبالتالي تزداد قدرتها على الاحتفاظ بالرطوبة.



## فوائد السماد البلدي

يحتوي السماد البلدي على مواد عضوية محفزة لنمو النبات، ويضيف إلى التربة كمية كبيرة من المادة العضوية الأخذة في التحلل (الدبال humus) ومن أهم فوائد المواد العضوية للتربة ما يلي :

- ✓ تحسين خواص التربة الطينية من ناحية المسامية والتهوية والصرف.
  - ✓ زيادة تماسك حبيبات الأرض الخفيفة وزيادة قدرتها على حفظ الماء.
  - ✓ مد النباتات بالنيتروجين الذي تحتاجه بكميات كبيرة.
  - ✓ تسهيل امتصاص النباتات للعناصر الغذائية الموجودة في التربة وذلك من خلال تحول تلك العناصر إلى مركبات قابلة للذوبان للماء.
  - ✓ إكثار الكائنات الحية الدقيقة المفيدة للتربة وتسهيل عملها.
  - ✓ إمداد النباتات بالعناصر الغذائية الضرورية (بالإضافة للنيتروجين)، فضلا عن توفير جزء من العناصر النادرة وجعلها صالحة لامتصاص النبات لها.
- والجدير بالذكر أن فائدة السماد البلدي لا تعود فقط على المحصول المنزرع بل يتعداه إلى المحصول الذي يليه في الدورة الزراعية. ويجب الحذر من المبالغة في إضافة السماد البلدي (الطبيعي) بكميات كبيرة لمحاصيل الحبوب الصغيرة كالقمح والشعير لأنه يزيد من كمية النيتروجين ويسبب ضعف السيقان فتصبح عرضة للرقاد، الأمر الذي يضر بالمحصول.

**وهناك خمسة عوامل أساسية تؤثر على قيمة السماد البلدي وهي نوع الحيوان، غذاء الحيوان، نوع الفرشة المستعملة، عمر الحيوان وطريقة العناية بالتحضير والتخزين.** وتعتمد نوعية الأسمدة العضوية اعتماداً كبيراً على نوع ونسبة الفرشة ونسبة الرطوبة بالمادة العضوية . وكما سبق ذكره يتم تقييم سعر الأسمدة العضوية على أساس نسبة المادة العضوية والرطوبة ، فإذا كانت الفرشة رمل فتتخفف نسبة المادة العضوية حسب نسبة الرمل أما إذا كانت الفرشة قش فستزداد نسبة المادة العضوية .

**نوع الحيوان:** تختلف الحيوانات في احتواء إفرازاتها على عناصر النيتروجين والفسفور والبوتاسيوم . فسماد الأغنام والخيل أفضل من سماد الماشية، علماً بأن نسبة الماء في روث وبول الماشية أكثر منها في الخيل وفي الأخيرة أكبر من الأغنام، لذلك يسمى سماد الأغنام والخيل حامياً وسماد الماشية بارداً لأن الأول يتخمر أسرع من الثاني . وبالإضافة، تزيد نسبة المادة العضوية والفسفور في روث الغنم عن الخيل، كما تزيد في الأخيرة عن الماشية . أما النيتروجين والبوتاسيوم فيوجد أغلبه في البول، علماً أن النسبة تكون في بول الأغنام أعلى من الخيل، وفي الأخيرة أعلى من الماشية.

**غذاء الحيوان:** يختلف تركيب السماد البلدي تبعاً للاختلاف في تركيب الإفرازات الناتجة من الحيوانات، والتي (أي الإفرازات) تختلف باختلاف مواد العلف التي يتناولها الحيوان (من ناحية احتوائها على العناصر السمدية) وبمدى قابلية هذه المواد للهضم. وعلى سبيل المثال، العلف المكون من الفول أو بذور القطن أغنى في النيتروجين من التبن أو الدريس، علماً أنه كلما كان الغذاء أغنى بالنيتروجين كلما زادت نسبة المهضوم من هذا النيتروجين.

**نوع الفرشة:** تستخدم مواد مختلفة كفرشة تحت الحيوانات وغالبا تكون من التراب. كما يستعمل قش الأرز ومخلفات أي محصول موجود في المزرعة، وبالطبع، تختلف هذه المواد في تركيبها الكيماوي، مما يؤثر في قيمة وتركيب السماد البلدي.

**عمر الحيوان:** يعتبر سماد الحيوان الحديث العمر فقيراً في العناصر السمادية بالنسبة للحيوان المتقدم في السن، وذلك لأن الحيوان الحديث العمر يحتاج إلى النيتروجين لتكوين لحمه وإلى حامض الفوسفوريك لتكوين عظامه.

**طريقة العناية:** لتلافي ضياع العناصر السمادية من السماد البلدي لابد من اتباع إحدى أو بعض النقاط التالية أثناء إعداده:

- ✓ وضع السماد في كومة مندمجة جداً لتقليل نسبة الأكسجين فيها بقدر الإمكان وحفظه رطباً وتغطية الكومة
- ✓ تغطية تامة بعيداً عن الجو والمطر.
- ✓ وضع السماد في حفرة عميقة بالأرض (نحو مترين) مع عمل هذه الحفرة من الأسمت لمنع رشح المواد السائلة المحتوية على كمية كبيرة من العناصر السمادية، وخاصة لدى تعرض السماد للأمطار.
- ✓ توزيع السماد البلدي مباشرة على الأرض الزراعية.

## 2- سماد الصرف الصحي

يوجد في معظم المدن نظام صرف صحي جيد حيث تجمع مخلفات الصرف الصحي الصلبة بعد ترسيبها في أحواض وتجفف وتعامل معاملة خاصة بغرض استعمالها كسماد عضوي

## 3- سماد القمامة

ازداد مؤخراً الاهتمام بتصنيع هذا النوع من الأسمدة حيث يتم التخلص من فضلات المنازل وأسواق الخضار والمعامل والمصانع عن طريق تصنيعها على شكل سماد عضوي بعد عملية فرزها ، وبالتالي يمكن الحصول على سماد مفيد للنبات بعد أن كانت هذه الفضلات خطراً وملوثاً للبيئة . يصنع هذا السماد بعد فرز هذه المواد والتخلص من المواد الضارة مثل : البلاستيك والزجاجيات وخلافه ، وتضاف لها عادة بعض العناصر الغذائية مثل : الفوسفور والعناصر الصغرى لزيادة محتواها الغذائي وسد النقص بها . وتوجد الآن عدة مصانع لهذه الأسمدة في بعض المدن

## 4- الدم المجفف ومخلفات المجازر

يجمع الدم من المجازر و يجفف بالتسخين ثم يسحق ويستعمل كسماد . هو سماد غني بالمادة العضوية والعناصر الغذائية حيث تصل المادة العضوية إلى 76 % والنيتروجين 10 % والفوسفور ( P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> ) 2 % والبوتاسيوم ( K<sub>2</sub>O ) 0.7 % وقد يخلط الدم المجفف مع فضلات الذبائح والعظام المسحوقة لزيادة حجمه .

## 5 - الأسمدة العضوية النباتية

أ - البيتموس وخواصه الكيميائية

يتكون البيتموس نتيجة لعدم التحلل الكامل للنباتات في ظروف الغابات المطرية . تتوقف نوعية البيتموس على التركيب الكيميائي ودرجة التحلل وعلى كمية النيتروجين وعناصر الرماد فيه و على تواجد المتبقيات النباتية السائدة . إن مستوى تحلل البيتموس يؤشر إلى محتواه من مواد الهيومس العضوية والمتكونة نتيجة لتحلل النباتات المكونة للبيتموس فكلما كان مستوى التحلل أعلى ، كلما تحسنت نوعيته كسماد واعتماداً على مستوى التحلل يمكن تمييز البيتموس الضعيف التحلل الذي يحتوي على 20 % من مواد الهيومس العضوية ، والمتوسط التحلل الذي يحتوي على 20 - 40 % من هذه المواد ، والجيد التحلل الذي يحتوي على أكثر من 40 % من تلك المواد .

ب - الأسمدة الخضراء

تعرف عملية زراعة محصول معين لغرض حرثه وتقليبه في التربة الزراعية بالتسميد الأخضر. ويسمى هذا النوع من التسميد بالأخضر لأنه يضيف المادة العضوية إلى التربة الزراعية مباشرة. والسماذ الأخضر عبارة عن مجموعة من النباتات التي تزرع في الحقول التي تحتاج إلى تحسين. ويتم اللجوء، غالبا، إلى هذا النوع من التسميد في حالة عدم كفاية الحيوانات (في المزرعة أو في المنطقة المعنية) وبالتالي عدم توفر السماذ البلدي بما فيه الكفاية. وتسمى المحاصيل التي تستعمل لهذا الغرض بمحاصيل التسميد الأخضر (green manure) وهي تختلف عن ما يعرف بمحاصيل التغطية (cover crops) في أن الأخيرة تزرع بهدف تغطية الأرض وحفظها من نمو الحشائش والنباتات الضارة، وخاصة في أراضي حدائق الفاكهة والخضر إلا أنه من الصعب القول بان هناك فارق قوي بين نوعي التسميد (الأخضر والتغطية)، لأن محاصيل التغطية، عند حرثها وقلبها في الأرض (كما يحدث غالبا)، تضيف إلى التربة كثيرا من المادة العضوية اللازمة، وبالتالي فهي تشبه محاصيل التسميد الأخضر.

وتزرع بذور نباتات التسميد الأخضر في الخريف وتقلب مع التربة في الربيع، وبالتالي تعيد هذه العملية المغذيات إلى التربة وتضيف إليها مواد عضوية وتحمي التربة من الانجراف بفعل الرياح والأمطار الغزيرة وإذا ما استخدمت النباتات البقولية (كسماذ أخضر) فإنها تضيف النيتروجين إلى التربة، علما بأن بعض البقوليات كالباذلاء والبرسيم تقيم علاقة تكافلية مع بكتيريا معينة تعمل على تثبيت النيتروجين من الجو، وذلك من خلال قيام البكتيريا بعمل عقد (أو انتفاخات) على جذور البقوليات، ومن ثم تقوم (البكتيريا) في هذه العقد بتحويل النيتروجين الجوي إلى أمونيا تؤكسدها (البكتيريا) لاحقا إلى نترات يستخدمها كل من النبات والبكتيريا لبناء البروتين. وعندما يقلب المحصول في الأرض فإن جزءا من النيتروجين المثبت في التربة يصبح متاحا للمحاصيل التي ستزرع لاحقا.

### ومن أهم فوائد التسميد الأخضر:

- ✓ زيادة المادة العضوية في الأرض، ويتعلق ذلك بنوع المحصول المستخدم كسماذ أخضر ودرجة نموه وظروف تحلله .
- ✓ إضافة الكثير من العناصر الغذائية إلى الأرض، وخاصة بعد تحلل المحاصيل الخضراء.
- ✓ تحسين خواص التربة الطبيعية وزيادة قوة احتفاظها بالماء.

### المواصفات التي تتوافر في المحصول المستخدم كسماذ أخضر:

- (1) أن يكون نموه قويا ويتحمل الظروف البيئية المتغيرة، بدون الحاجة إلى عناية كبيرة .
- (2) أن يزود التربة بكمية كبيرة من المادة العضوية بدون الحاجة إلى زيادة التسميد.
- (3) أن يبقى في الأرض فترة قصيرة، لأنه من غير المجدي اقتصاديا إعطاء فصل نمو كامل للسماذ الأخضر، إلا في حالة بساتين الفاكهة.
- (4) أن تكون جذوره عميقة، كي يستفاد من جميع طبقات التربة .
- (5) أن يكون سهل التحلل في الأرض خلال فترة قصيرة.
- (6) أن لا يتعارض نموه مع الدورة الزراعية المتبعة.

(7) أن لا يصاب بأمراض وآفات وبالتالي أن لا يحتاج إلى مصاريف إضافية لمقاومتها، فضلا عن تسببه بالعدوى للمحاصيل التالية له. ويجب أن يحرق محصول التسميد الأخضر ويقلب في الأرض جيدا قبل تمام نضجه، وذلك لتسهيل عملية تحلله في التربة وجعل قيمته السمادية عالية. ومن بين المحاصيل البقولية الشتوية المعتاد زراعتها للتسميد الأخضر (وفقا لظروف المزرعة الخاصة) البرسيم والترمس، والمحاصيل الشتوية غير البقولية القمح (أحيانا) والشعير أما المحاصيل الصيفية البقولية: اللوبيا، الفاصوليا، الفول السوداني والبرسيم الحجازي والمحاصيل الصيفية غير البقولية: الدخن والخردل.

### تحلل المركبات العضوية

إن المركبات العضوية السابقة الذكر يمكن لها أن تتحلل إلى مركبات أبسط وأكثر فائدة للنباتات عند توفر الظروف المناسبة من حرارة ورطوبة وظروف هوائية ونشاط حيوي للكائنات المختلفة التي تعتمد عند تحليلها على نسبة النتروجين إلى الكربون ( C:N Ratio ) وتكون هذه النسبة مناسبة وتختلف هذه المركبات العضوية بصورة كبيرة في معدل تحللها ويمكن تقسيمها حسب سهولة تحللها إلى التالي

#### 1 – المواد السريعة التحلل وتشمل :

أ - السكريات والبروتينات البسيطة القابلة للذوبان في الماء  
ب – البروتين الخام

#### 2 – المواد البطيئة التحلل وتشمل :

أ – السللوز

ب – الهيميسلوز

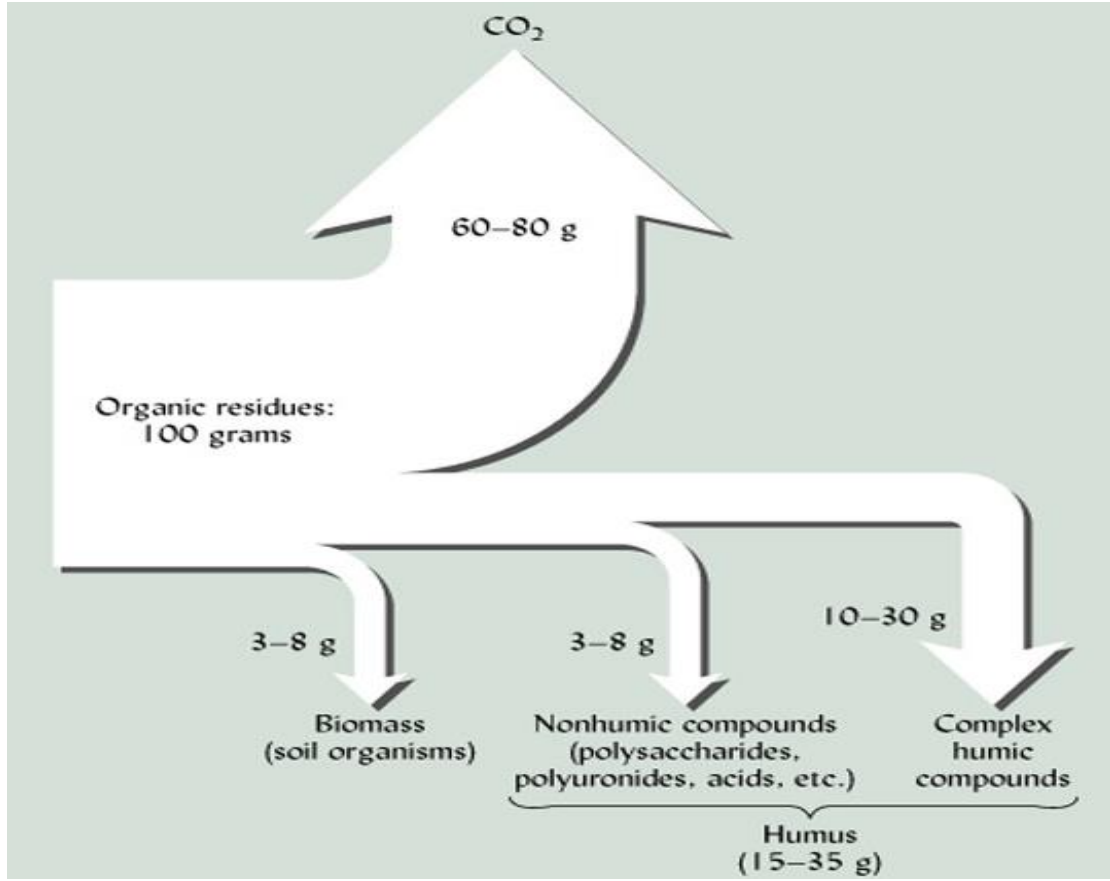
ج – اللجنين والمواد الدهنية والصمغية والشموع وغيرها .

إن تحلل هذه المواد والمركبات العضوية يؤدي إلى تكوين الدبال Humus وهو ذو لون داكن يتكون من خليط لمركبات متحللة ومركبات صعبة التحلل .

والدبال مركب غير ثابت إذ أن عملية التحلل فيه مستمرة طالما توافرت الظروف المناسبة ، ويختلف معدل تحلله السنوي من منطقة لأخرى حسب الظروف الجوية والمناخ

الرسم التالي يبين نواتج تحلل المادة العضوية بعد عام من إضافتها للتربة حيث ينتج حوالي 70 % من الكربون يتصاعد في صورة ثاني أكسيد الكربون وحوالي 30% من الكربون يبقى في التربة في صورة كائنات أرضية دقيقة حية 5% و – مركبات دبالية 20% و – مركبات غير دبالية 5%

تحتاج الكائنات الحية الدقيقة إلى نتروجين لتحليل المادة العضوية فعندما لا تحتوي المادة العضوية المعرضة للتحليل على نسبة ملائمة بين النتروجين والكربون أي C:N Ratio كبيرة فسوف تحصل الأحياء الدقيقة على النتروجين من التربة كما في نشارة الخشب مما يؤدي إلى نقص في نتروجين التربة لذلك لا ينصح باستعمال المواد العضوية ذات النسبة العالية من C:N ratio ويمكن الإسراع في عملية التحلل بإضافة بعض الأسمدة النتروجينية الكيميائية مثل اليوريا.



### التحاليل الكيميائية لبعض الأسمدة العضوية

مخلفات الصرف الصحي	بيتموس	سماد الدواجن	سماد الأبقار	العنصر
1.71	0.73	1.88	0.74	نتروجين %
0.39	0.04	1.1	0.19	فوسفور %
0.39	0.13	2.07	1.39	بوتاسيوم %
6.43	1.87	8.18	4.25	كالسيوم %
0.55	0.16	2.29	0.59	مغنسيوم %
2292	1276	1987	4427	صوديوم ppm
9351	1261	2844	4080	حديد ppm
168	18	59	31	نحاس ppm
1088	50	475	108	زنك ppm
150	84	481	250	منغنيز ppm
2.32	0.39	0.73	0.65	كاديوم ppm
74	11	17	31	نيكل ppm
40	63	39	23	مادة عضوية %

تعتمد سرعة التفاعل والتحلل على نسبة الكربون إلى النتروجين في السماد العضوي أو ما تسمى C:N ratio فكلما كانت نسبة الكربون إلى النتروجين كبيرة انخفض التحلل وتختلف C:N ratio من مادة عضوية لأخرى حسب مصدرها وهذه بعض الأمثلة :

C : N ratio	مصدر المادة العضوية
400 : 1	نشارة الخشب
60 : 1	قمامة المدن
30 : 1	سماد أبقار
20 : 1	سماد البرسيم الحجازي
12 : 1	سماد الصرف الصحي
10 : 1	دبال التربة

#### ما هي أحماض الهيوميك؟ وما هي مصادرها؟

تتكون المواد العضوية من عمليات تحول وهي عملية تحلل المواد العضوية النباتية والحيوانية وتحولها إلى دبال أي إلى مواد عضوية عديمة الشكل قليلة الذوبان سوداء اللون عموماً ثم من خلال الأنشطة البيولوجية للأحياء الدقيقة أي الكائنات العضوية المجهرية وتعتبر أحماض الهيوميك (الدباليك) التي تحتوي على حامض الهيوميك وحامض الفولفيك هي المركز البيولوجي أي الجزء للمواد الهيومية الطبيعية وتعتبر أيضاً أحماض الهيوميك طريقة طبيعية وعضوية ممتازة لإمداد النبات و التربة بجرعة مكثفة و مركزة من العناصر الأساسية المتمثلة في العناصر الغذائية والفيتامينات و العناصر النادرة الضرورية.

مقارنة بالمنتجات العضوية الأخرى يتميز منتج الليوناردايت بأنه غني جداً بأحماض الهيوميك وإذا كان الليوناردايت هو المنتج النهائي لعملية تدبيل دامت 70 مليون سنة فإن فحم المستنقعات على سبيل المثال يكتمل تكوينه في خلال بضعة آلاف من السنين

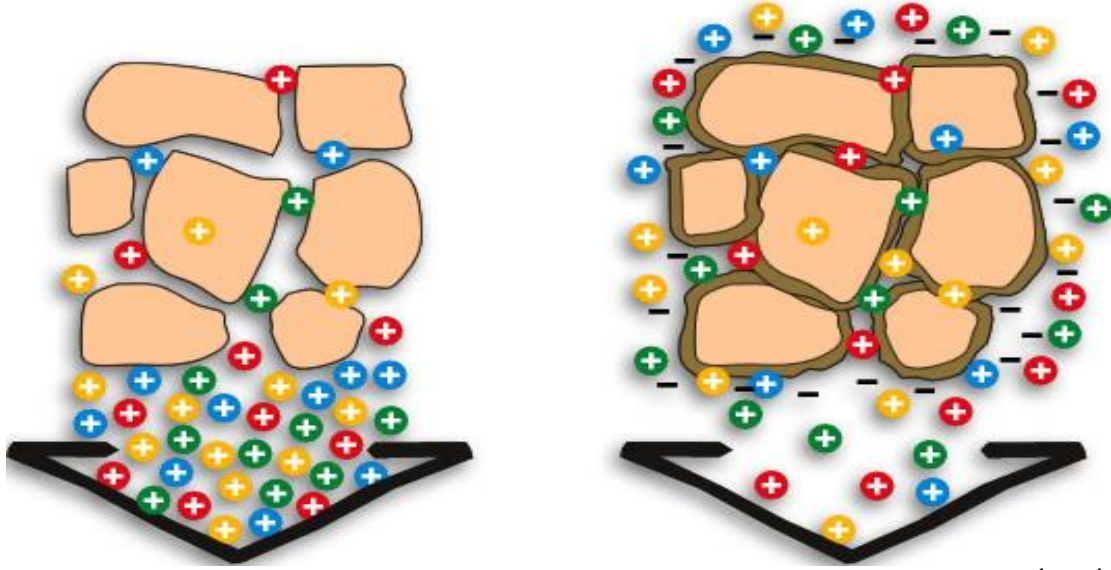
يكمن الفرق بين الليوناردايت وغيرها من المصادر الأخرى لحوامض الهيوميك في خاصيته المميزة و هي أن الليوناردايت في منتهى النشاط الحيوي من خلال بنيته الجزيئية و تركيز الهيوميك بها وتبلغ قوة النشاط البيولوجي خمسة أضعاف قوة أي مواد هيوميكية أخرى بما أن كجم واحد من الليوناردايت يوافق حوالي خمسة كيلو جرامات من أي مصادر عضوية أخرى لحوامض الهيوميك

#### فوائد حمض الهيوميك

فوائد فزيائيه - فوائد كيميائيه - فوائد بيولوجيه - فوائد بيئيه - فوائد اقتصاديه

## 1- الفوائد الفيزيائية

تمنع تشقق الطبقة السطحية تحسن تركيب التربة و تحمي من فقدان المياه والعناصر الغذائية في الأرض و تقوم في الوقت نفسه بتحويلها الى تربة مثمرة عن طريق التحلل وكذلك تقوم بتحسين تهوية التربة الثقيلة والمندمجة كما تسهل الاجراءات عملية الحرث و الزراعة للتربة و عدم جريان المياه بسبب زيادة كلسية التربة الاراضى الجيرية) . تساعد على تعميم التربة و على تفتيتها و هكذا فهي تزيد من تهوية التربة و من قابليتها للتشكيل وصلاحيتها للعمل و تزيد من قدرة التربة على الاحتفاظ بالمياه و بذلك تساعد على مقاومة الجفاف تجعل لون التربة داكنا و بذلك تساعد على امتصاص الطاقة الشمسية



تأثير أحماض الهيومك على الصفات الطبيعية للتربة الرملية حيث يزيد من قدرتها على الإحتفاظ بالرطوبة و من ثم بالعناصر المغذية

## 2-الفوائد الكيميائية

- ✓ تعادل كيميائيا التربة الحامضية و التربة القلوية و تزيد السعة التنظيمية للتربة و من ثم تنظم قيمة الرقم الهيدروجيني p H
- ✓  $CaCo_3 + humicacid \rightarrow humicacid-Ca + K_2Co_3$
- ✓ تحسن قدرة النباتات على امتصاص العناصر الغذائية و المياه
- ✓ تزيد من خصائص التربة في ان تتوازن كيميائيا
- ✓ تقوم بمسك الأيونات المعدنية في ظل الظروف القلوية و ترفع قدرتها على الامتصاص
- ✓ غنية بكل من المواد العضوية و المعدنية الأساسية لنمو النباتات
- ✓ تحتفظ بالأسمدة الغير العضوية القابلة للذوبان في المياه في مناطق الجذور و يمنع صرفها
- ✓ تملك قدرة عالية الى أقصى مدى لتبادل الأيونات الموجبة ( تزيد السعة التبادلية الكاتيونية CEC) و تزيد و تحسن من تحول العناصر الغذائية (النيتروجين و فوسفور و بوتاسيوم و حديد و زنك) و عناصر نادرة أخرى الى أشكال مناسبة للنباتات
- ✓ تحسن قدرة النباتات على امتصاص النيتروجين تقلل تفاعل الفوسفور مع الكالسيوم و الحديد و الماغنسيوم و الألومنيوم و تحرره في شكل ملائم و مفيد للنباتات

- ✓ تؤدي الى زيادة انتاجية الأسمدة المعدنية بوجه خاص الى حد كبير
- ✓ تحرر ثاني أكسيد الكربون من التربة الجيرية وتتيح استخدامه في التمثيل الضوئي
- ✓ تساعد على التخلص من الاصفرار الناتج عن نقص الحديد في النباتات
- ✓ تخلص مركبات الحديد في التربة الى شكل يناسب استخدامات النباتات في تنمية و زيادة اخضرار الأوراق
- ✓ تقلل من وجود المواد السامة في التربة

### 3-الفوائد البيولوجية

- ✓ تنبه و تنشيط نمو النباتات عن طريق التعجيل بانقسام الخلايا و تزيد معدل النمو في أنظمة الجذور و تزيد معدل الانتاج، و تزيد غلة المواد الجافة
- ✓ تزيد من جودة الغلة وتحسن من قيمتها
- ✓ تقلل اجهاد النبات و تلفه المبكر
- ✓ زيادة نفاذية خلايا النباتات مما يؤدي الى رفع معدل امتصاص المواد الغذائية و بالتالي زيادة النمو
- ✓ تنبه و تنشيط انزيمات النباتات و تزيد من انتاجها خلال زيادة انقسام الخلايا
- ✓ تعمل كحافز عضوي في كثير من العمليات البيولوجية
- ✓ تنبه و تنشيط نمو الجذور و خاصة في اتجاه رأسي وتتيح امتصاص العناصر الغذائية وسحبها بشكل أفضل
- ✓ تحسن و تزيد من الاخضرار و السكريات و الأحماض الأمينية في النباتات و تعمل على زيادة عملية التمثيل الضوئي
- ✓ تزيد محتوى الفيتامينات و المعادن في النباتات
- ✓ تزيد قدرة البذور على الانبات و الانتعاش و الاستمرارية

### 4-الفوائد البيئية

الأرض التي تحتوي على كمية كافية من أحماض الهيوميك تضمن عدم غسل النترات الى المياه الجوفية و بالتالي لا يتعرض النبات لنقص النيتروجين ولا يتم تلويث المياه الجوفية بالاضافة الى انتظام نمو الجذور و خفض تكلفة اضافة النيتروجين بدلا من المفقود مع المياه الجوفية

سقوط الأمطار





### تأثير محتوى التربة من الهيومك على غسل النترات

الأرض التي يضاف اليها الهيوميك تؤدي الى امتصاص الملوحة الزائدة عن حاجة النبات سواء في التربة أو مياه التسميد و هذا يخفض السمية الناتجة عن كاتيون ال NH<sub>4</sub> و يصبح في غاية الخطورة للنباتات الصغيرة وأيضا يقلل احتراق الجذور الناتجة عن زيادة الأملاح. تعتبر أحماض الهيوميك وسيلة فعالة و مؤثرة لمقاومة تعرية التربة وتم انجاز ذلك عن طريق قدرة المواد الغروية على أن تهيئة وتحسين منطقة نمو الجذور

### 5-الفوائد الاقتصادية

من الممكن بالاستخدام المنتظم للأحماض الهيوميك أن نصل الى تحقيق زيادات كبيرة في الغلة تصل الى 70% مصحوبة بانخفاض في استخدام الأسمدة و مبيدات الآفات يصل الى 30% وكذلك نمو أفضل وأحسن صحيا لنباتات الزينة و العشب الأخضر و المحاصيل والأخشاب علاوة على ذلك تزيد قدرة التربة على الاحتفاظ بالمياه الى حد كبير مما يعني أنه يمكن تقليل استخدام المياه بكميات كبيرة و يمكن الحصول على أفضل النتائج الاقتصادية في التربة الرملية و الخفيفة و الرملية الفقيرة في الهيومات و كذلك في الحقول التي يعاد زراعتها

ويعتبر هذا ساريا وينطبق على جميع أنواع التربة تقريبا التي توجد في مناطق جافة كنتيجة لمعدل التمعدن المرتفع للمواد العضوية فلا بد حتما من تزويد هذه التربة بأحماض هيوميك ثابتة من أجل صيانة خصوبة التربة وتحسينها خصائص عامة:-

الهيوميك هو خلاصة تحلل المادة العضوية سواء من أصل نباتي أو أصل حيواني بعد دفنها في التربة عن طريق أنواع مختلفة من البكتريا الموجودة بالتربة عبر فترات زمنية طويلة .  
**فوائد عامة:-**

الهيوميك يزيد من كفاءة التربة على الاحتفاظ بالماء وجميع العناصر الغذائية الكبرى والصغرى في صورة صالحة الأمتصاص حيث يعمل الهيوميك على حماية وتجنب جذور النباتات لمشاكل الأراضى القلوية والكلسية والملحية. ويعمل على تحسين خصوبة التربة بزيادة نمو الكائنات الحية الدقيقة النافعة. كذلك يعمل على تحسين بناء التربة الطينية الثقيلة والرملية الخفيفة .

## الكمبوست

الكمبوست هو ناتج عملية تحلل المواد العضوية التي قد تكون من اصل نباتي أو حيواني و في الحقيقة هي عملية بسيطة جدا ويمكن أن تحدث غالبا طبيعيا بدون تدخل من البشر كما يحدث في الغابات عندما تتساقط أوراق الأشجار في نهاية الموسم وتبدأ مختلف الحيوانات والطيور والحشرات والديدان والكائنات الحية الدقيقة بمختلف أحجامها وأنواعها باستهلاك تلك الاوراق وتحويلها الى كمبوست طبيعي

ما ذكر سابقا حول السماد البلدي الذي تم تخميره (في كومة خاصة بالسماد البلدي، تترك لبضع أسابيع أو أشهر بهدف تخميرها) ، قبل إضافته إلى التربة، يعتبر نوع من أنواع (الكمبوست)، باعتباره مادة عضوية متحللة كليا أو جزئيا ويعتبر السماد الطازج والكمبوست قليل التحلل غير مرغوب بهما، لاحتوائهما على مركبات سامة أو لم يتحللا بما فيه الكفاية لجعل العناصر الغذائية متاحة للنبات.

**أهم ميزات واستعمالات الكمبوست:**

1) الكمبوست الناضج والجيد يكون له تركيب حبيبي ورائحته كرائحة التربة ولونه بني غامق إلى رمادي، بحيث لا نستطيع تمييز المكونات الأصلية المستخدمة في عمله (باستثناء الأغصان).

2) بإمكاننا استعمال الكمبوست لتسميد التربة وذلك بنقله مباشرة إلى التربة بعد نضجه. ويجب خلطه بالتربة بأسرع وقت (بواسطة حراثة التربة)، لأن تركه على سطح التربة سيؤدي إلى خسارة الكثير من العناصر الغذائية التي في الكمبوست بسبب الأمطار أو أشعة الشمس الحارة.

3) يستفاد من الكمبوست بشكل أساسي لحفظ التربة وتخصيبها وتحسين حالتها وخاصة في الحقول الصغيرة أو الحدائق التي تزرع فيها الخضروات التي تحتاج إلى تربة جيدة وخصبة، علماً أن الكمبوست الجيد غني بالكائنات الحية النافعة وبالعناصر الغذائية التي يتطلبها النبات الذي إذا ما توفرت له تزداد مناعته ضد الطفيليات والعديد من الآفات. وبالنتيجة يعمل الكمبوست على تحسين بنية التربة وزيادة قدرتها على الاحتفاظ بالماء، فضلاً عن تعميق جذور النبات في التربة.

### فوائد استعماله

كثيرة جداً، نذكر من بينها تحسين جودة التربة مما يساعد بشكل كبير في رفع الإنتاج وتحسين جودته، لأن السماد العضوي يوفر أغلب العناصر الغذائية الأساسية (النيتروجين والكربون..) لتنمو النباتات بشكل جيد، لكونه غني بالمواد المغذية كما يساعد التربة على اكتساب بنية سليمة وخصبة بالإضافة إلى تحسين نظام التهوية للتربة فهو سماد طبيعي صحي عوض عن الأسمدة الكيميائية التي تؤثر على البيئة وصحة الإنسان.



و عملية تصنيع الكمبوست عبارة عن عملية تحلل بيولوجي للمواد العضوية بظروف مراقبة لدرجة الحرارة ، التهوية والرطوبة ، والتي ينتج عنها ارتفاع درجة حرارة الدبال (الكمبوست) الى 55 -60 درجة مئوية والمستمرة لمدة كافية ، لتشجيع البكتيريا النافعة للقيام بنشاطها بالتحليل ، و يتم خلالها التقليل و رش المياه لتوفير الرطوبة فتزداد عملية التحلل و يتحول بالنهاية لسماد صالح للاستخدام .

### طرق اخذ العينات

#### في حالة الاكوام

معاينة السماد المكون لكل دفعة إنتاج من المصنع يتم اخذ 5 عينات بنفس الحجم من 5 مناطق مختلفة . من اجل اخذ العينات يتم تشكيل قطاع بعمق 20-30سم على الأقل يتجه راسيا حتى عمق مركز الكومة - يتم مزج السماد العضوي الذي تم الحصول عليه من كل العينات بشكل متجانس ومن ثم تخفيض كمية السماد العضوي حتى يتم الحصول على عينة وزنها نحو 1.5 كجم عينة ممثلة للأكوام .

#### السماد المعبأ

اما في حالة السماد العضوي عندما يكون معبأ في عبوات أو في أكياس قوية ، مهواة ، مقاومة للتخزين \_ أي منتج جاهز للتسويق \_ فان العينات تؤخذ من الاكياس بشكل عشوائي .

المعلومات التي يجب تدوينها على العينات المرسله

✓ يجب ترقيم العينات بشكل واضح على الاكياس

✓ اسم الصانع او المستورد

✓ تاريخ الانتاج

✓ تاريخ اخذ العينة .

✓ المواد الخام الاساسية في التصنيع ان امكن

✓ -اسم الدائرة الزراعية و اسم المرشد الزراعي

#### -الفحوصات المطلوبة

توضع العينات في اكياس بلاستيكية مغلقة .

يجب ارسال العينات للمختبر خلال 24 ساعة و اذا تعذر ذلك يمكن تبريد العينات بعد أخذها لحين ارسالها للمختبر.

### اهم الإختبارات التي تتم في المعمل و الوحدات المستعملة

اسم الفحص	الوحدة المستخدمة
نسبة الرطوبة	%

dS/m	التوصيل الكهربائي
% من المادة الجافة	محتوى المادة العضوية
% من المادة الجافة	محتوى النتروجين الكلي
	نسبة الكربون - النتروجين
% من المادة الجافة	محتوى الفسفور P
% من المادة الجافة	محتوى البوتاسيوم K
% من المادة الجافة	محتوى الصوديوم
	درجة الحموضة

#### المادة الخام

تتكون المادة الخام التي يصنع منها السماد العضوي من: روث الحيوانات , زرق الطيور و مخلفات زراعية أخرى , مخلفات حدائق أو مخلفات غابية , مخلفات صناعة الأغذية , مخلفات صناعة الورق , .  
لا يسمح بإضافة الحمأة الناتجة من محطات معالجة المياه العادمة في عملية تخمير الكمبوست

#### علامات نضج الكومة السمادية الظاهرية

- ✓ -انخفاض درجة حرارة الكومة من 55 درجة مئوية الى درجة حرارة الجو المحيط تقريبا
- ✓ -اختفاء رائحة الامونيا و ظهور رائحة التراب المرشوش بالماء
- ✓ -تحول لون الكومة الى اللون البني الغامق
- ✓ -القوام الاسفنجي
- ✓ -عدم تلوث الايدي عند مسكه بقبضة اليد

#### اما في حالة وجود بعض المشاكل التالية

المشكلة/الظاهرة	الحل	السبب
وجود رائحة تشبه البيض الفاسد	اقلب الكومه	التهويه السيئه

وجود رائحة الأمونيا	إضافة مواد فيها نسبة عالية من الكربون (القش،التبن،الكرتون)	نقص الكربون
مركز او وسط الكومه جاف و بارد	أضف الماء و اقلب الكومه	نقص الماء
يوجد اثار حيوانات حفرت بالكومه	لا تضيف لحوم أو منتجات ألبان	وجود مواد حيوانيه اضيفت للكومه مثل اللحوم
الكومه رطبه و رائحتها جيده ولكن لم ترتفع حرارتها	أضف مواد عاليه بالنيتروجين مثل روث الحيوانات أو مخلفات المطبخ أو زرق الطيور	يوجد نقص في النيتروجين

#### جدول نسبة الكربون : النيتروجين للمخلفات العضويه

المادة العضوية	نسبة الكربون: النيتروجين
مخلفات الطعام	18:1
تبن برسيم	10:1
حشيش مقصوص	25-12:1
بقايا خضراوات	20-12:1
روث البقر	20:1
روث الحصان	25:1

سماد متعفن	20:1
سماد دواجن جديد	10:1
سماد دواجن مع الارضية	18:1
بيتموس	58:1
نبات ذره	60:1
قش	80:1

القيم المسموح بها

ا-علامات النضوج الكيميائية

اسم الفحص	الوحدة المستخدمة
وزن 1م3 الكثافة	Less than 0.7 kg/m3
نسبة الرطوبة	35-50 %
التوصيل الكهربائي	less than 5 dS/m
محتوى المادة العضوية	35-65% dw
pH	6-8.4

نسبة الكربون – النروجين	Less than 15-20:1
-------------------------	-------------------

ب- تركيز العناصر الاساسية

العناصر الغذائية	القيم المفضلة
محتوى $P_2O_5$	More than 0.5% dw
محتوى $K_2O$	More than 0.1% dw
محتوى النروجين الكلي	More than 1.0% dw
محتوى الكربون العضوي	25-35 %
$NO_3-N$	20-150 ppm
الشوائب	Less than 1% of foreign matter (no plastic, glass or metal ) of total air –dried sample by mass

ومن هنا يأتي تصنيف الكمبوست الى الصنف 1 و الصنف 2 حسب المواصفات التالية  
الصنف 1 مناسب للبيوت البلاستيكية و للنباتات في طور الانبات و التشتيل و الحدائق  
المنزلية

الصنف 2 مناسب في استصلاح الاراضي و تعديل خصائص التربة

الصنف 2	الصنف 1	
6-7.5	6-7	pH
Less than 30	Less than 25	C/N ratio



Less than 1%	Less than 0.5%	Particle size
-----	Less than 50%	M.C %
Less than 5	Less than 2.5	EC (Ds/m)

تركيز بقية العناصر

اسم الفحص	القيم المفضلة
CaO %	0.08-1.49 % dw
MgO %	0.02-0.49 % dw
Na %	Less than 0.45 % dw
Cl%	Less than 0.17 % dw

تركيز العناصر الثقيلة بالجزء في المليون

الفضة	5 كحد اقصى ppm
-------	----------------

الكروم	كحد اقصى 400
النيكل	كحد اقصى 90
الكاديوم	كحد اقصى 20
الرصاص	كحد اقصى 300
النحاس	كحد اقصى 600
الزنك	كحد اقصى 2500

### طرق الفحص

#### تعليمات الفحص العامة

من اجل الفحوصات المفصلة التالية , باستثناء فحص الرطوبة و الكثافة فقط يجفف السماد العضوي في فرن ذو تهوية بدرجة حرارة (درجة مئوية  $65 \pm 5$ ) لفترة 48 ساعة على الأقل ومن ثم إجراء التبريد من خلال جهاز الدسيكيتور وبعد ذلك إجراء عملية الوزن يتم الاستمرار في التجفيف في فرن حتى ( ثبات الوزن) لا يكون الفرق بين وزنين متواليين اكبر من 0.1 جرام او ان يتم فرد العينات حتى تتم عملية التجفيف الهوائي و من ثم القيام لفحوصات الباقية .

#### نسبة الرطوبة

من اجل هذا الفحص لا يجفف السماد العضوي كما هو مفصل سابقا

يتم اخذ نحو 50 جرام من السماد العضوي , يتم التقطيت من خلال الأصابع ومن ثم نقله من خلال غربال حجمه 5 فتحة /ملم ومن ثم الوزن بدقة 0.1 جرام .

يوضع السماد العضوي بشكل مستوي في وعاء ملائم ذو وزن معروف , بحيث لا يكون سمك طبقة السماد العضوي اكبر من 1 سم .

يبقى الوعاء مع السماد العضوي في فرن تجفيف بدرجة حرارة مقدارها ( $105 \pm 5$ ) درجة مئوية لفترة 24 ساعة) , يتم التبريد من خلال ديسيكيتور ومن ثم إجراء الوزن .يتم

الاستمرار في التجفيف في الفرن حتى لا يزيد الفرق بين وزنين متواليين اكبر من 0.1 جرام

يتم حساب نسبة الرطوبة حسب المعادلة :

$$\%H = W1 - W2 / W1 * 100$$

ومنه :

$$H\% = \text{نسبة الرطوبة}$$

وزن السماد العضوي قبل التجفيف (جرام) = W1

- وزن السماد العضوي بعد التجفيف ب 105 م (جرام) = W2

### محتوى الشوائب

يفتت السماد العضوي الذي جفف تجفيف هوائي كما سبق, ومن ثم وزنه ويتم إمراره من خلال غربال حجمه 5 فتحة/ ملم . اما ( إذا كان السماد العضوي هو من النوع 4.1 (المعد لاستخدامات زراعية) , يتم خلط السماد العضوي الذي مر من خلال غربال حجمه 20 فتحة/ملم مع بواقي الغريلة)

يتم تصنيف بواقي الغريلة إلى شوائب ومواد أخرى

توزن الشوائب ومن ثم حساب محتوى الشوائب حسب المعادلة :

$$\%B = R_2 / W \times 100$$

حيث:

$$\%B = \text{نسبة الشوائب}$$

= (W) وزن السماد العضوي الذي جفف

= (R<sub>2</sub>) بواقي المواد الغريبة (جرام)

الشوائب عبارة عن مواد اصلها بلاستيك , زجاج , معادن, حجارة و التي لا تمر من خلال غربال حجم فتحات ثقوبه 5 فتحة /ملم.

### حجم الجزيئات

بهذا الفحص يتم فحص السماد العضوي المعد لاستخدامات زراعية لاوساط وطبقات مفصولة و للبيستنة او المعد لاستصلاح الاراضي و تحسين خصائص التربة. .

يوزن السماد العضوي الذي جفف , كما هو مفصل في البند السابق , ويغربل من خلال غربال حجمه 20 فتحة/ ملم , دون العمل على تفتيته .

يتم وزن السماد العضوي الذي مر من خلال غربال وحساب نسبة البواقي حسب المعادلة :

$$\%P = R / W * 100$$

ومنه :

P= نسبة الجزيئات التي هي اكبر من 20 فتحة/ ملم .

W= وزن السماد العضوي الذي جفف في الفرن (غرام) .

R= بواقي الغربلة ( جرام ) .

درجة الحموضة (pH)

يضاف لأواني السماد العضوي الذي مر في غربال حجم ثقبه 5 ملم, الماء الصافي المقطر بنسبة 1 : 10 , ولكن ليس اقل من 20 غرام سماد عضوي , ومن ثم التحريك لمدة 24 ساعة في جهاز سرعة دورانه 125 دورة في الدقيقة .

يتم الترشيح من خلال ورق ترشيح مكافئ لوتمان 1 .

يتم تحديد درجة الحموضة للترشيح على جهاز قراءة الحموضة

### التوصيل الكهربائي

تقاس التوصيل الكهربى للترشيح الذي تم تحضيره كما سبق شرحه ( بجهاز قياس دقته 0.05 دسيسمينز لكل متر

### محتوى مادة عضوية

يتم اخذ نحو 20 جرام من السماد العضوي الذي مر من خلال غربال حجمه 5 فتحة/ ملم وجفف تجفيف كامل من الماء كما هو مفصل في البند فحص الرطوبة . يتم الوزن بدقة 0.1 جرام . يفتت السماد العضوي حتى لسمك أقصى 1 سم , على قاعدة جفنة ذات وزن معروف . تبقى الجفنة مع السماد العضوي في فرن بدرجة حرارة ( 550±5 درجة مئوية) لفترة 6 ساعات على الأقل يتم التبريد من خلال جهاز الديسيكتور ومن ثم يتم الوزن يتم حساب محتوى المادة العضوية حسب المعادلة :

$$\%F = O1 - O2 / O1 * 100$$

وحيث ان :-

**F%**. نسبة المادة العضوية =

O1=وزن السماد العضوي قبل التجفيف ب 105 ° درجة مئوية (جرام)

O2=وزن السماد العضوي بعد التجفيف ب 550 ° درجة مئوية ( جرام )

### نسبة الكربون –النيتروجين

تحسب النسبة بين محتوى الكربون وبين محتوى النتروجين الكلي حسب المعادلة :

C / N

ومنه :

محتوى النتروجين الكلي = N

محتوى المادة العضوية = %F

محتوى الكربون المحسوب من محتوى المادة العضوية حسب المعادلة %C =

$$\%C = 0.58F$$

### محتوى النتروجين الكلي

يتم اخذ نحو 1 جرام من السماد العضوي الذي مر من خلال غربال حجمه 5 فتحة/ ملم ( انظر البند 3-8) ويتم تحديد محتوى النتروجين الكلي حسب طريقة كيلدهال أو من خلال طريقة أخرى مكافئة . في حالة الاختلاف في الآراء فان طريقة كيلدهال هي الطريقة التي تحدد النتيجة بدقة.

### محتوى الفوسفور , البوتاسيوم والبيورون , الصوديوم ومعادن ثقيلة

يطحن السماد العضوي طحنا دقيقا ويجفف .

يتم اخذ نحو 1.5 جرام وتوزن بدقة 1 ملجم .

يتم إدخال 18 ملي لتر من حامض الهيدروكلوريك (1) HCL المركز الذي وزنه النوعي 1.16 وتتم إضافة 6 ملي لتر من حامض النتريك (1) HNO<sub>3</sub> الذي وزنه النوعي 1.42 إلى أنبوبة اختبار .

يتم الترشيح من خلال ورق ترشيح مكافئ لوتمان 42، وإكمال الحجم الذي تم الحصول عليه إلى 100ملي لتر .

يفحص محتوى الصوديوم , البوتاسيوم , الفسفور , البيورون والمعادن الثقيلة في جهاز اتوماتيك ابزربيشن أو في جهاز سبيكتروفوتوميتر وأيضا بالإمكان فحص محتوى الصوديوم والبوتاسيوم من خلال جهاز فوتوميترلهبي

### التركيز البكتيري

يتم فحص التركيز البكتيري للكائنات الممرضة مثل

### Fecal coliforms & Salmonella

التوصيات تحدد كمية استخدام السماد حسب التوصيل الكهربى للمنتج بناءً على الجدول (1-6) (2-6) .

الجدول(1-6) الاستخدام بالسماد العضوي من اجل التغطية أو الدفن بتربة في عمق حتى

5 سم

التوصيل الكهربائي (ds/m)	الحجم الأقصى للسماد الطبيعي (متر مكعب / 1000م <sup>2</sup> )	
	محاصيل حساسة من الملوحة	محاصيل مقاومة للملوحة
0.0 – 0.2	لا يوجد تحديد	لا يوجد تحديد
0.2 - 0.4	15	60
0.4 – 0.8	8	32
0.8 – 1.6	4	16
1.6 – 2.4	3	12
2.4 – 3.2	2	8
3.2 - 4.0	1	4
يزيد عن 4.0	يحظر الاستخدام	يحظر الاستخدام

الجدول (2-6) الاستخدام بالسماد العضوي من اجل الدفن في تربة بعمق 20سم على الأقل

4 متر مكعب / فدان = 1 لتر لكل متر مربع

التوصيل الكهربائي (ds/m)	الحجم الأقصى للسماد الطبيعي (متر مكعب / 1000م <sup>2</sup> )	
	محاصيل حساسة من الملوحة	محاصيل مقاومة للملوحة
0.0 – 4	8	24
4-5	6	18
5-6	4	12

6-7	2	6
يزيد عن 7	1	3

## الأسمدة الحيوية

وهي عبارة عن ميكروب أو مجموعة من الميكروبات التي تعمل على توفير عنصر أو أكثر من العناصر الغذائية اللازمة لنمو النبات والتي يمكن بها الإستغناء عن كل أو جزء من الأسمدة الكيماوية التي تحتوى على العنصر المطلوب.

تشتمل الأسمدة الحيوية على عديد من الكائنات الحية الدقيقة تختلف باختلاف الغرض المستخدم من أجله هذا السماد ويمكن تقسيم الأسمدة الحيوية من حيث طبيعتها وسلوكها في التربة إلى:

### 1 – أسمدة حيوية تكافلية Symbiotic Biofertilizers:

ويتم إنتاجها من أحياء دقيقة تعيش معيشة تعاونية مع جذور النباتات وتقوم هذه الميكروبات بإمداد النباتات ببعض العناصر الغذائية مع أخذ احتياجاتها الغذائية وخصوصاً مصدر الكربون من النبات أي أنه يحدث تبادل منفعة Mutualism بين كائنين مختلفين يعيشان مع بعضهما أي يكفل كل منهما الآخر ويطلق عليهما الكائنين المتكافلين Symbionts

### 2 – أسمدة حيوية لا تكافلية: A symbiotic Biofertilizer

يتميز هذا النوع من الأسمدة الحيوية بأن الأحياء الدقيقة المستخدمة في إنتاجه تعيش معيشة حرة في التربة وتحصل على احتياجاتها الغذائية من التربة.

قد تشجع إفرازات بعض النباتات الجذرية النشاط الحيوي لهذه الكائنات وبالتالي زيادة كفاءتها كسماد حيوي. من أمثلة الميكروبات المستخدمة في هذا النوع من الأسمدة ميكروبات الأزوتوباكتر *Azotobacter* والأزوسبيريللم *Azospirillum* (مثبتات الأزوت الجوي اللاتكافلية) ومذبيبات الفوسفات *Phosphate dissolving bacteria* والطحالب الخضراء المزرقة *Blue green algae* وكذلك بكتريا الكبريت المعدنية.

وقد تقسم الأسمدة الحيوية من حيث نشاطها الحيوي ونوع العناصر الغذائية التي توفرها للنبات إلى ما يلي:

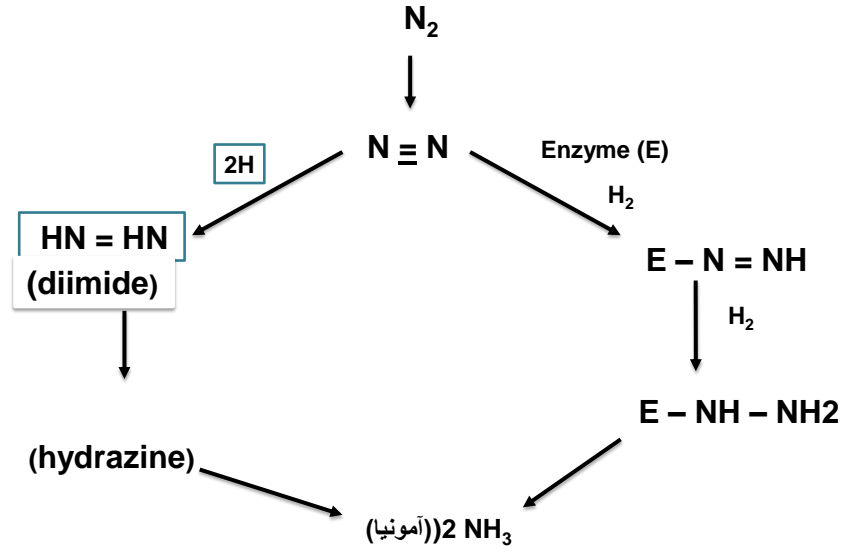
1 – أسمدة حيوية لإمداد النبات بعنصر النيتروجين:

يتمتع عدد كبير جدا من الكائنات الحية الدقيقة بخواص بيولوجية تمكنها من استخدام النيتروجين الجوي. حيث تلعب الكائنات الحية الدقيقة الدور الأكبر في تحويل النيتروجين  $N_2$  إلى أمونيا وبالتالي إلى بروتين وذلك من خلال ما يسمى التثبيت البيولوجي للأزوت BNF أو ما يطلق عليه \.Biological nitrogen fixation

تلعب الكائنات الحية الدقيقة الدور الأكبر في تحويل النيتروجين  $N_2$  إلى أمونيا وبالتالي إلى بروتين وذلك من خلال ما يسمى التثبيت البيولوجي للأزوت BNF أو ما يطلق عليه .Biological nitrogen fixation







المسار الحيوي لاختزال النيتروجين وتكوين الأمونيا  
بواسطة الأحياء الدقيقة المثبتة للأزوت الجوي

### الكائنات الحية الدقيقة المثبتة للنيتروجين الجوي Nitrogen Fixers

تقع كل الكائنات التي تمتلك القدرة على تثبيت النيتروجين ويعيش بعضها بصورة حرة بينما يتطلب البعض الآخر ارتباطا تكافليا وثيقا مع بعض النباتات أو الكائنات الأخرى للقيام بتثبيت النيتروجين (جدول 3-5).

جدول (3-6) بعض نماذج الكائنات الحية الدقيقة المثبتة للنيتروجين بيولوجيا و التي يستخدم العديد منها في إنتاج لقاحات الأسمدة الحيوية

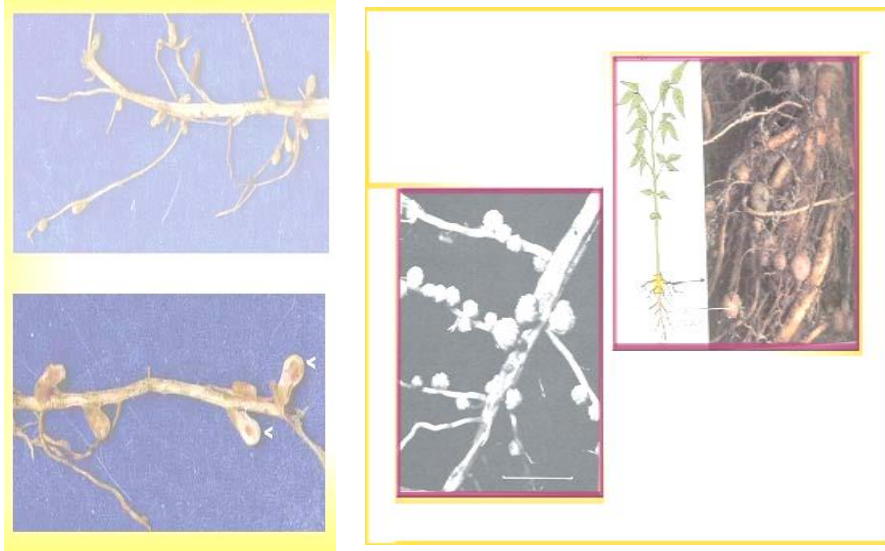
Free living	Symbiotic with plants

Aerobic	Anaerobic	Legumes	Other plants
<i>Azotobacter</i>	<i>Clostridium</i> (some)	<i>Rhizobium</i>	<i>Frankia</i>
<i>Azospirillum</i>	<i>Desulfovibrio</i>		
<i>Beijerinckia</i>	Purple sulphur bacteria*		
<i>Klebsiella</i> (some)	Purple non-sulphur bacteria*		
<a href="#">Cyanobacteria</a>	Green sulphur bacteria*		
(some)*			

#### المجموعات المتخصصة من البقوليات

- 1- مجموعة البرسيم الحجازي **:Alfalfa group**  
وهي تضم البرسيم الحجازي والحلبة والحنذقوق والبكتريا المتخصصة لهذه المجموعة هي *Rhizobium meliloti*.
- 2- مجموعة البرسيم وهي تضم البرسيم المصري الأحمر والبرسيم القرمزي والسلالة البكتيرية المتخصصة لهذه المجموعة هي *Rhizobium trifolii*.
- 3- مجموعة البسلة **:Pea group**  
وهي تضم البسلة وبسلة الزهور والعدس والفاصوليا البلدي والسلالة المتخصصة هي *Rhizobium Leguminosarum*.
- 4- مجموعة الفاصوليا **:Bean group**  
وهي تضم الفاصوليا والسلالة المتخصصة هي *Rhizobium phaseoli*.
- 5- مجموعة فول الصويا **:Soybean group**  
وهي تضم نباتات فول الصويا والسلالة المتخصصة هي *Bradyrhizobium japonicum*.
- 6- مجموعة الترمس **: Lupine group**  
وهي تضم نبات الترمس والسلالة المتخصصة هي *Bradyrhizobium lupini*.
- 7- مجموعة اللوبيا **:Cowpea group**  
وهي تضم اللوبيا والفول السوداني واللبلاب والسلالة المتخصصة لهذه المجموعة هي *BradyrhizobiumSp*.

## أشكال مختلفة للعقد الجذرية



## أشكال مختلفة للعقد الجذرية

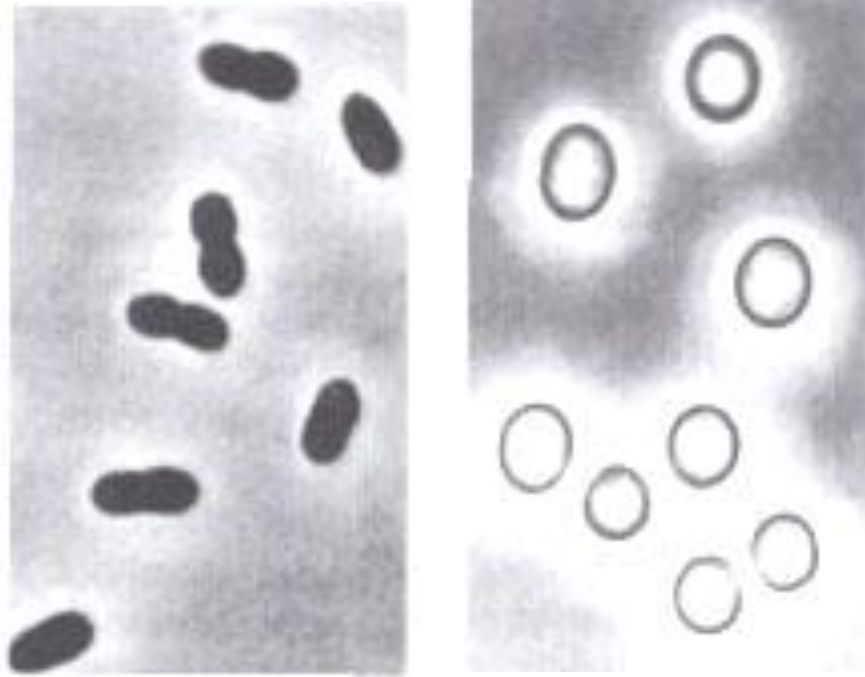


مزارع سلالات الريزوبيا



بكتيريا الأزوسبيريللم تحت الميكروسكوب

1



بكتيريا الأزوتوباكتر تحت الميكروسكوب

الأزوتوباكتر تستخدم حوالي 90% من النيتروجين المثبت في بناء خلاياها والباقي يفرز خارجها.

الطحالب الخضراء المزرقّة تستخدم حوالي 30% من النيتروجين المثبت لبناء خلاياها والباقي يفرز خارجها.

الريزوبيا تستخدم حوالي 10% فقط من النيتروجين المثبت لبناء خلاياها والباقي يفرز خارجها.

تنبت الريزوبيا حوالي 270 مليجرام نيتروجين / جرام سكر مستهلك.

تنبت الأزوتوباكتر حوالي 20 مليجرام نيتروجين/جرام سكر مستهلك.

تثبت الكلوستريديا حوالي 10 مليجرام نيتروجين/ جرام سكر مستهلك.  
تثبت الطحالب حوالي 24- 60 كيلوجرام نيتروجين/ هكتار.

## 2- أسمدة حيوية لمعدنة الفوسفور العضوي:

تقوم بعض ميكروبات التربة بمعدنة الفوسفور العضوي الموجود في بقايا النباتات والحيوانات والأحياء الأخرى والتي تحتوي على الفوسفور في كثير من مركباتها العضوية مثل الأحماض النووية DNA, RNA والفوسفوليبيدات (الليسيثين والسينالين) والفيتين والسكريات المفسفرة والمرفقات الأنزيمية، الـ ATP، الـ ADP وعادة يوجد الفوسفور في المواد العضوية في صورة  $PO_4^{3-}$  ومن أنشط الميكروبات في تحليل المركبات العضوية الفسفورية

***Flavobacterium, Enterobacter, Achromobacter, Streptomyces, Candida, Aspergillus niger***

## 3 – أسمدة حيوية لإذابة الفوسفات المعدني:

يوجد الفوسفور المعدني عادة في صورة فوسفات الكالسيوم الثلاثية  $Ca_3(PO_4)_2$  وهي صورة غير ميسرة وغير قابلة للامتصاص بالنباتات وذلك في الترب المتعادلة أو التي تميل قليلاً إلى القلوية وعند إضافة الأسمدة الفوسفاتية المعدنية إلى هذه النوعية من الترب الزراعية فإن جزء يسير منها يستفيد منه النبات والباقي سرعان ما يتحول إلى الصورة الغير ذائبة أو الغير ميسرة للنبات وتكون الترب غنية بالفوسفور ولكن لا يستطيع النبات الاستفادة منه.

## 2- أسمدة حيوية لمعدنة الفوسفور العضوي:

تقوم بعض ميكروبات التربة بمعدنة الفوسفور العضوي الموجود في بقايا النباتات والحيوانات والأحياء الأخرى والتي تحتوي على الفوسفور في كثير من مركباتها العضوية مثل الأحماض النووية DNA, RNA والفوسفوليبيدات (الليسيثين والسينالين) والفيتين والسكريات المفسفرة والمرفقات الأنزيمية، الـ ATP، الـ ADP وعادة يوجد الفوسفور في المواد العضوية في صورة  $PO_4-3$  ومن أنشط الميكروبات في تحليل المركبات العضوية الفسفورية

## 3 – أسمدة حيوية لإذابة الفوسفات المعدني:

يوجد الفوسفور المعدني عادة في صورة فوسفات الكالسيوم الثلاثية  $Ca_3 (PO_4)_2$  وهي صورة غير ميسرة وغير قابلة للامتصاص بالنباتات وذلك في الترب المتعادلة أو التي تميل قليلاً إلى القلوية وعند إضافة الأسمدة الفوسفاتية المعدنية إلى هذه النوعية من الترب الزراعية فإن جزء يسير منها يستفيد منه النبات والباقي سرعان ما يتحول إلى الصورة الغير ذائبة أو الغير ميسرة للنبات وتكون الترب غنية بالفوسفور ولكن لا يستطيع النبات الاستفادة منه .



صورة ذائبة      تربة قلوية      غير ذائب

وميسرة للنبات

وغير ميسر للنبات

وتقوم بعض الميكروبات بتحويل الصورة الغير ذائبة (فوسفات كالسيوم ثلاثية) إلى صورة ذائبة مرة أخرى (فوسفات كالسيوم أحادية) ودور هذه الميكروبات هام جداً في الأراضي المتعادلة أو المائلة للقلوية فإذا وجدت بكثافة عالية في منطقة الريزوسفير فإنها تنمو وتنشط نتيجة للإفرازات الجذرية وما بها من مواد عضوية وتخرج نواتج التحولات الغذائية خارج خلاياها وعادة تكون هذه النواتج عبارة عن أحماض عضوية وثاني أكسيد الكربون مما يؤدي إلى تحويل الفوسفات الثلاثية إلى فوسفات أحادية ذائبة وميسرة كما يلي:



وتقسم الميكروبات المذيبة للفوسفات المعدني إلى:

## 1- ميكروبات غير تكافلية:

ومن أشهر أنواع البكتريا المستخدمة في التلقيح كسماد حيوي بكتريا

*Bacillus megatherium var. Phosphaticum* والذي ينتج تجارياً باسم فوسفوباكتريين أو فوسفورين. ويلجأ المنتجون للأسمدة الحيوية عادة إلى استخدام أكثر من نوع من الميكروبات المذبية للفوسفات حتى يتناسب مع العديد من الترب الزراعية. وتلعب هذه الميكروبات أيضاً دوراً هاماً في إذابة الفوسفات الصخري Rock phosphate إذا أضيف إلى التربة كمصدر للفوسفات.

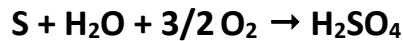
## 2- ميكروبات تكافلية (الميكوريزا Mycorrhizae) :

الميكوريزا كلمة يونانية تعنى الجذور الفطرية fungus roots تقوم فيها فطريات الميكوريزا بإنشاء علاقة تكافلية مع النباتات. هناك نوعين رئيسيين من الميكوريزا :  
الميكوريزا الخارجية **ectomycorrhizae** وفيها لا يخترق الفطر الجدار الخلوى لجذور النباتات.

الميكوريزا الداخلية **endomyorrhizae** التى تخترق الجدر الخلوية لخلايا جذور النباتات. وتشكل فطريات المجموعة الثانية أهمية بالغة للتسميد الحيوى ويطلق عليه **Arbuscular mycorrhizae (AM)** إشارة إلى تكوين التفريعات المميزة لها داخل خلايا جذور النباتات  
4 - أسمدة حيوية لإذابة الكبريت:

يضاف الكبريت المعدني كمخصب للترب القلوية للحد من قلويتها وزيادة محتواها من الكبريتات اللازمة لتغذية النبات. والكبريت المعدني مسحوق غير ذائب في الماء وتقوم بكتريا الكبريت الكيومتعدنية التغذية **Chemolithotrophes** بأكسدة الكبريت المعدني في الترب الجيدة التهوية في حمض كبريتيك ومن أهم هذه الميكروبات ما يلي:

( *Thiobacillus – Leptospirillum – Sulfobacillus – Sulfolobus - Acidianu* )



## 5 - أسمدة حيوية لمعدنة المادة العضوية:

قد تتحلل المادة العضوية سواء الموجودة بالتربة أو المضافة إليها ببطيء نتيجة لعدم توفر أنواع خاصة من الميكروبات أو تواجدها بأعداد قليلة لا تفي بمعدنة المادة العضوية وتحتاج إلى فترات زمنية طويلة. لذا فإن الأنواع النشطة في هذا المجال يتم إكثارها معملياً بحيث نحافظ على حيويتها ثم تُلَقَّح بها التربة وعادة يتم استخدام سلالات مناسبة لكل نوع من الترب الزراعية وتتحمل الظروف الطبيعية والكيماوية الموجودة فيها مثل الميكروبات التي تتحمل الحرارة العالية **Thermophilic bacteria** أو الحرارة المنخفضة **Psychrophiles** أو المحبة للحرارة المتوسطة **Mesophiles** أو التي تتحمل الجفاف ويستخدم عادة أنواع خاصة من الفطريات والأكتينوميتن والبكتريا ومن أهمها:

*Bacillus, Cytophaga, Pseudomonas, Clostridium, Aspergillus, Penicillium, Trichoderma, Chaetomium.*

## 6- أسمدة حيوية لاستخلاص البوتاسيوم من معادن الطين:

يحتاج النبات إلى عنصر البوتاسيوم بكميات كبيرة وهو من العناصر الهامة في تغذية النبات وجزء كبير من البوتاسيوم يوجد مرتبطاً بالجزء المعدني للتربة في صورة غير قابلة للتبادل وقد وجد أن بعض أنواع الميكروبات مثل *Mucor, Penicillium, Pseudomonas, Bacillus, Aspergillus, Streptomyces* يمكنها تحليل سليكات الألمونيوم الموجودة في معادن الطين ويفرد البوتاسيوم منها وتستطيع بكتريا *Bacillus circulans* تحرير عنصري السليكون والبوتاسيوم من معادن الطين السليكاتية مثل البيوتيت *Biotite* والأرثوكلاز *Orthoclase* وتنمو هذه الميكروبات في أوساط غذائية خاصة وتجمع الخلايا وتلقح بها التربة.

## 7- أسمدة حيوية لإذابة بعض العناصر الصغرى:

توجد بعض العناصر الصغرى في صورة غير ميسرة في الترب القلوية أو الجيرية مثل الحديد والزنك والمنجنيز وغيرها وعادة فإن الميكروبات المستخدمة في صورة أسمدة حيوية لتحليل المواد العضوية أو لإذابة الفوسفات تفي لهذا الغرض حيث أنها تعمل على إذابة بعض العناصر الصغرى وتحويلها إلى صورة ميسرة للنبات.

وقد يلجأ بعض المزارعون إلى رش المجموع الخضري لبعض المحاصيل بمحلول تم إعداده من المولاس المتخمر مع إضافة بعض العناصر الصغرى اللازمة للنبات وأثناء التخمر بالبكتريا والخمائر تتكون بعض الأحماض العضوية والكحولات التي تزيد من معدل امتصاص هذه العناصر بواسطة المجموع الخضري.

## 8 – أسمدة حيوية للتخلص من بعض ملوثات التربة:

تصل إلى التربة كثير من المواد الغريبة عنها أو الدخيلة عليها والتي يطلق عليها اسم Xenobiotic والتي يكون لها تأثير ضار على خواص التربة الطبيعية والكيمائية والحيوية ولذا يطلق عليها ملوثات التربة *Soil Pollutants* ومثال ذلك المبيدات بكافة أنواعها والمواد البترولية.

وتستطيع بعض الميكروبات تحليل بعض هذه المبيدات والتخلص منها أو قد تتكون مركبات أكثر سمية أثناء تحللها، ولذا فإنه يتم انتقاء الميكروبات ذات الكفاءة العالية في التخلص من المبيدات وإكثارها معملياً واستخدامها في تلقيح التربة ومن أمثلة هذه الميكروبات ما يلي:

( *Streptomyces – Pseudomonas – Xanthomonas – Mucor- Aspergillus – Trichoderma* )

يلاحظ أن الكثير من الميكروبات المستخدمة كأسمدة حيوية لإمداد النبات بالعناصر الغذائية المختلفة تفرز أثناء نموها وتكاثرها مواد منظمة لنمو النباتات تسمى *Plant growth regulators* أو *Plant growth promoters* مثل الجبريلينات والمواد الشبيهة بها والذي تفرزه بعض الميكروبات في منطقة الريزوسفير مثل ميكروبات *Azotobacter*,



*Arthrobacter, Mucor* وبعض الطحالب والميكورهيذا الخارجية وهناك مواد أخرى تفرزها الميكروبات يطلق عليها auxins أو كسينات مثل اندول حمض الخليك (IAA) Indole acetic acid ويفرز بواسطة الميكورهيذا الخارجية (تفرز السيتوكينين أيضاً) وتفرز بعض أنواع من الريزوبيا السيتوكينين أي أن هذه الميكروبات عند استخدامها كأسمدة حيوية فإنها تلعب دورين هامين أحدهما إمداد النباتات بالعناصر الغذائية والآخر إفراز المواد المنظمة لنمو النبات. لميكانيكيات المختلفة التي تؤثر من خلالها الأسمدة الحيوية على العوائل النباتية.

ميكانيكية التأثير	السماذ الحيوي
تثبيت أزوت الهواء الجوي. إنتاج منشطات النمو.	1- بكتريا العقد الجذرية. ( <i>Frankia</i> ، <i>Rhizobium</i> )
تثبيت أزوت الهواء الجوي. إنتاج منشطات النمو. الحماية من المسببات المرضية.	2- البكتريا المثبتة للأزوت بصورة حرة. ( <i>Azospirillum</i> ، <i>Azotobacter</i> )
تثبيت أزوت الهواء الجوي. إنتاج منشطات النمو.	3- الطحالب الخضراء المزرققة. (السيانوبكتيريا)
تثبيت أزوت الهواء الجوي.	4- الأزولا.
إنتاج أحماض عضوية. إنتاج منشطات النمو. الحماية من المسببات المرضية.	5- مذبيبات الفوسفات البكتيرية
زيادة امتصاص العناصر الغذائية. زيادة المقاومة للجفاف. الحماية من المسببات المرضية.	6- فطريات الميكوريزا
إنتاج أحماض عضوية.	7- بكتريا السليكات.
إنتاج مخلبيات الحديد.	8- بكتريا السيدوموناس
إنتاج منشطات النمو.	9- الخميرة.

### المتطلبات العامة لإنتاج اللقاحات الميكروبية:

#### General Requirements for Inoculants Production

بعيداً عن الجانب المالي والتسويقي للقاحات الميكروبية فإن هناك أربعة متطلبات علمية لإنتاج اللقاحات الميكروبية وهي:-

- 1- اختيار السلالة الميكروبية المناسبة.
  - 2- اختيار بيئة الإنتاج المناسبة.
  - 3- استخدام الطريقة المثلى لإنتاج أقصى معدل من الكتلة الحيوية Biomass.
  - 4- حصاد الكتلة الحيوية وتحميلها على مادة حاملة مناسبة.
- والالتزام بهذه المتطلبات على هذا النحو يحقق الفوائد الآتية:-

- 1- الحفاظ على حيوية ونشاط الخلايا الميكروبية.
- 2- الحصول على منتج يتسم بالثبات وفترة حفظ Shelf-life محددة.

- 3- الحصول على منتج ذو مواصفات قياسية.  
4- ضمان المنافسة التسويقية لهذا المنتج بما يحقق عائد اقتصادي.

### الطرق المختلفة لإضافة الأسمدة الحيوية: Application Methods of Biofertilizers

يتم إضافة السماد الحيوي إما إلى البذور (التقاوي) أو إلى التربة ويستخدم في الحالتين كما يلي:-

أ- تلقيح البذور (التقاوي) Seeds Inoculation

ب- تلقيح التربة: Soil Inoculation



شكل ( أ ) : بذور فول الصويا غير ملقحة وملقحة  
(ب) بيكتريا *B.japonicum* المحملة على البيتموس

### أهمية الأسمدة الحيوية Importance of Biofertilizers

يمكن باستخدام الأسمدة الحيوية تحقيق الفوائد الآتية:-

أولاً: تقليل الاعتماد على الأسمدة الكيماوية نتيجة توفير جزء كبير من العناصر الغذائية اللازمة لتغذية النبات مما يؤدي إلى:-

تقليل تكاليف الإنتاج الزراعي.

خفض معدلات التلوث البيئي.

ثانياً: التأثير الإيجابي على العائل النامي من خلال واحد أو أكثر من التأثيرات الآتية:-

1- الإسراع من إنبات البذور.

2- تحسين أداء المجموع الجذري سواء:

✓ بتشجيع تكوين الشعيرات الجذرية.

- ✓ بزيادة مسطح المجموع الجذري.
- ✓ أو بتجميع حبيبات التربة في منطقة الجذور مما يؤدي إلى:
- زيادة امتصاص العناصر الغذائية والماء.
- زيادة مقاومة العائل للإجهاد المائي Water stress.
- زيادة معدل التهوية حول الجذور.

3- تحسين نمو المجموع الخضري.

4- تحسين إنتاجية العائل النباتي من خلال:

- أ - التبيكير في المحصول.
- ب - زيادة كمية المحصول النهائي.
- ج - تحسين نوعية المحصول سواء:
- ✓ بزيادة محتوى الثمار من العناصر الغذائية.
- ✓ و بتقليل تراكم الملوثات الكيماوية بأنسجتها مما يؤدي إلى الحصول على غذاء ذو جودة عالية وآمن صحياً.

5- حماية النبات من المسببات المرضية الموجودة بالتربة Soil borne pathogens سواء:

- ✓ بزيادة مناعتها ضد الإصابة.
  - ✓ أو بزيادة قدرتها على تحمل الإصابة عند حدوثها.
- ثالثاً: المحافظة على خصوبة التربة على المدى الطويل من خلال إمداد التربة بأعداد عالية من الكائنات الدقيقة المفيدة مما يؤدي إلى:
- 1- تغيير التوازن الميكروبي بالتربة لصالح الميكروبات المفيدة.
  - 2- تنشيط العمليات الحيوية المفيدة بالتربة.
  - 3-المحافظة على التنوع الحيوي بالتربة.
  - 4- تحسين الخواص الطبيعية للتربة
- متطلبات إقامة صناعة أسمدة حيوية متميزه لتغطية إحتياجات السوق المحلي والإقليمي:

يلزم وضع سياسة مهدفة تبنى على عدد من نقاط الارتكاز الهامة التي تضمن نجاح وازدهار صناعة الأسمدة الحيوية على ان تتضمن:

- 1-دعم البحث والتطوير R&D لإنتاج أسمدة حيوية متنوعة ذات كفاءة عالية ولها خاصية الثبات لفترات طويلة حتى يتم تسويقها.
- 2-مراعاة أن تكون تلك الاسمدة فعالة تحت ظروف الإجهاد البيئي السائد في مناطق الاستخدام.
- 3-تطوير أسمدة حيوية متعددة الخصائص لتقديم منفعة متعددة في جرعة واحدة من تلك الاسمدة
- 4-استمرار جهود البحث و التطوير جنباً الى جنب مع خطط الانتاج الصناعي لتقديم منتجات جديدة و مبتكرة لمواكبة التطور المنشود في قطاع الانتاج الزراعي.
- 5- الاعتماد على تقنيات البيولوجيا الجزيئية molecular biology لتتبع تأثيرات تلك الاسمدة على النباتات و عناصر البيئة.
- 6- تبنى التدريب المستمر كمنهج لتطوير المنتجات وإدخال تقنيات جديدة وتوعية الفلاحين بفوائد تلك المنتجات.

7- تشجيع رؤوس الأموال الكبيرة للاستثمار فى إنتاج الأسمدة الحيوية لضمان تبنى خطط البحوث والتطوير المناسبة وإنشاء خطوط إنتاج متطورة للوصول إلى منتج نهائى على الجودة إضافة إلى قدرة تلك الشركات على التوسع مستقبلا فى الإنتاج فى ضوء نمو احتياجات السوق.

### المعوقات الحالية لتطوير الاسمدة الحيوية:

#### Current Biofertilizer Development Hurdles

##### أولا :- المعوقات الصناعية Industry hurdles

1. صعوبة تحديد الكفاءات الموهوبة فى الصناعة و البحث العلمى التى يمكن أن تقود هذا العمل.
2. عدم توافر و سائل دقيقة لمتابعة جودة الإنتاج و ثباته.
3. غياب الوعى و المعرفة لدى المزارعين التقليديين بفوائد الاسمدة الحيوية
4. دخول صغار المنتجين فى الاستثمار فى هذه الصناعة مع غياب دعم حقيقى دائم لتلك الصناعة من خلال برامج البحث و التطوير R&D.

##### ثانيا :- المعوقات التقنية Technical hurdles

1. الاحتياج الى تطوير وسائل حفظ الاسمدة الحيوية.
2. الاحتياج الى تطوير وتحسين المنتجات التى تقوم بوظائف متعددة.
3. مدى أقامة الكائنات الحية المستخدمة للظروف البيئية السائدة فى مناطق استخدامها.

### تحليل نقاط القوة والضعف والفرص والمخاطر لصناعة الأسمدة الحيوية:

#### Biofertilizers Industry SWOT Analysis

##### 1- نقاط القوة Strength

تتواجد السلالات الميكروبية بكثرة فى مختلف البيئات الزراعية فى مناطق الإنتاج الزراعى بالدول العربية. وتتمتع عدد من الدول بقدرات عالية فى الصناعات التخمرية سواء من حيث الكفاءات البشرية أو المصانع المتخصصة . و يمكن البناء على تلك القدرات و استغلالها سواء للإنتاج المباشر للأسمدة الحيوية أو لإنشاء وحدات إنتاجية جديدة اعتمادا على الخبرة المكتسبة من العمل فى الصناعات التخمرية القائمة.

##### 2- نقاط الضعف Weakness

تتمثل فى ضعف الوعى لدى المزارعين و ضرورة عمل برامج تعليمية لتدريبهم على استخدام المنتجات الجديدة. كما أن ثقافة تسجيل براءات الاختراع للسلالات الميكروبية عالية

الكفاءة يكاد يكون غائباً لدى العلماء مما يتسبب في إهدار فرص حقيقة للاستفادة من مصادر الثروة الميكروبية في الدول العربية .

### 3- الفرص Opportunities

إن مفاهيم تطوير الزراعة العضوية وحماية البيئة آخذة في الزيادة في مختلف دول العالم مما يفتح مجالاً لتطوير الاسمدة الحيوية مع المبيدات لتنويع منتجات الشركات و لتقليل تكلفة الانتاج . ولا شك أن البحث في مصادر الثروة الميكروبية المحلية يتيح الفرصة للحصول على سلالات متكافئة لظروف البيئات المحلية التي غالباً ما تفوق في أدائها تلك الوافدة من مصادر خارجية مختلفة في بيئتها الاصلية.

### 4- المخاوف Threats

ويأتى على رأسها تسرب منتجات مصنعة بالخارج في صور منتجات تجارية تحمل مسمى الاسمدة الحيوية و لكنها ليست بالكفاءة المطلوبة مما يؤثر سلباً على سمعة تكنولوجيا الاسمدة الحيوية ككل. كما أن هناك تخوف من احتكار الشركات متعددة الجنسية لتلك التقنيات بما لها من قدرات هائلة على النفاذ للأسواق خاصة في ضوء قوانين التجارة العالمية.

### السوق العالمي للأسمدة الحيوية:

يتم إنتاج الأسمدة الحيوية في عديد من دول العالم المتقدمة والنامية على حد سواء إلا أن الإنتاج ليس كافياً لسد احتياجات الأسواق خاصة إذ أخذنا في اعتبارنا تلك الزيادة الكبيرة على طلب هذا النوع من الأسمدة التي يمكن أن تصاحب حملة التوعية بأهمية استخدام تلك الأسمدة من أجل إنتاج زراعى أنظف وللمحافظة على صحة الإنسان وسلامة والبيئة التي يعيش فيها.

بخصوص السوق العالمي للأسمدة الحيوية فإن الإحصاءات تشير إلى أن الاستخدام العالمي للأسمدة بمختلف أنواعها يعادل حوالى 10 بليون دولار أمريكى سنوياً.

برغم عدم توافر إحصاءات دقيقة عن إنتاج الأسمدة الحيوية على المستوى العالمى إلا أن حجم المبيعات المتوقع من هذا النوع من الأسمدة يفوق 3 بليون دولار سنوياً طبقاً لأشد الإحصاءات تواضعاً.

يتم إنتاج الأسمدة الحيوية في الهند وعدد من الدول الأخرى (بنجلادش وبرازيل ومصر والمغرب وكينيا وتنزانيا وزيمبابوى وزامبيا والسنغال).

فى كل هذه الدول لا يزال الاحتياج للأسمدة الحيوية أكثر مما هو متاح سواء من مصادر محلية أو عن طريق الاستيراد. وتبلغ تكلفة مصنع لإنتاج 100-150 طن سنوياً من الأسمدة الحيوية فى احد الدول النامية ما قيمته 40-50 الف دولار أمريكى.

## الفصل السابع

### طرق إضافة الأسمدة إلى التربة

يجب ان تضاف الأسمدة بالطريقة التي تضمن وصول العنصر المغذى إلى منطقة جذور النبات ومن ثم يصبح من السهل إمتصاصه بواسطة النبات ويوجد نوعان من الأسمدة الصلبة منها والسائلة وتضاف الأسمدة الصلبة الى التربة دون الحاجة الى اذابتها وهناك العديد من الطرق الشائعة لإضافة الأسمدة الصلبة ( الجافة ) مباشرة الى التربة وأهمها:

(1) نثر الأسمدة بانتظام على سطح التربة وقد يتبع ذلك اجراء عمليات الحرث لتوزيعه في طبقة الحرث .



- (2) إضافة الأسمدة خلف المحراث .  
(3) وضع السماد في خطوط على أحد أو كلا من جانبي صف الزراعة بحيث يكون السماد على مسافة حوالي 5 سم من النبات .(سرسبة في باطن الخط)



- (4) وضع كمية صغيرة من السماد ملاس مباشرة للبذرة وقد يوضع على طول خط الزراعة ثم تزرع البذور فوقه مباشرة.  
(5) إضافة السماد الصلب الى النباتات المنزرعة اما نثرا على سطح التربة أو بالتكبيش بجوار النباتات .



التكبيش



6 ( إضافة ( خلط ) السماد الأخضر إلى التربة

بينما الأسمدة السائلة تضاف بإحدى الطرق الآتية:

1 ( حقن السوائل والغازات Injection

2 ( إضافة الأسمدة مع الري Application with irrigation



3 ( إضافة الأسمدة بالطائرات Aeroplane application

4 ( إضافة الأسمدة بالرش Foliar application





وبصفة عامة هناك متغيرات أساسية يمكن أن تحدد وبشكل ثابت وقت وطريقة إضافة السماد وكميته وهي:

1- صفات السماد.

2- صفات التربة ومياه الري .

3- خصائص وصفات المحصول أو الشجرة المراد تسميدها.

**هذا** وان وضع أى برنامج تسميدي يتطلب معرفة نوعية وكمية العناصر الغذائية المتوفرة في التربة سواء الميسرة منها والمثبت، نسبة المادة العضوية ومقدار العناصر الغذائية التي يتطلبها المحصول خلال دورة حياته ( وهذا ما نتناوله بالتفصيل في فصل تقدير الاحتياجات السمادية ). وعلى ضوء هذه المؤشرات يتم إضافة الأسمدة العضوية والكيميائية. وعند تطبيق أي برنامج تسميدي يجب تحديد كمية مياه الري، وعند أي مستوى من الاستنزاف للماء الميسر تجري عملية الري بحيث ترفع رطوبة التربة للسعة الحقلية وفي هذه الحالة لم يكن هناك زيادة في مياه الري (خاصة عندما تكون مياه الري ذات نوعية جيدة) وبالتالي عدم فقد العناصر الغذائية نتيجة المياه الزائدة والحصول على أعلى كفاءة للأسمدة المضافة، أخذين بالاعتبار نوعية مياه الري وملوحة التربة عند إضافة الأسمدة الكيميائية أي عندما تكون التربة ذات ملوحة عالية (حسب تصنيف ملوحة التربة) وكذلك مياه الري (حسب تصنيف ملوحة مياه الري) في هذه الحالة تقلل كمية الدفعات السمادية أي يزداد عدد الدفعات مع إتباع الإدارة المناسبة لمثل هذه التربة والمياه. بالنسبة لكمية الأسمدة العضوية تعتمد على ما تحتويه التربة من مادة عضوية فهناك حد أدنى 2٪ عنده تعتبر التربة منخفضة الخصوبة و 5٪ تعتبر عالية الخصوبة، أما إذا كانت نسبة المادة العضوية أقل من 2٪ تعتبر التربة فقيرة أو غير خصبة ويفضل أن تكون نسبة المادة العضوية في مدى من 3-4 ٪ وهذه نسبة جيدة لرفع مستوى خصوبة التربة. مع ملاحظة إته من الضروري تقدير كمية العناصر الغذائية في المادة العضوية المضافة وتضمينها مع تلك العناصر الميسرة و الموجودة أصلاً في التربة واعتبارها جزءاً من احتياجات النبات ،وعلى ضوء ذلك تحسب كمية العناصر الغذائية التي تضاف كعناصر معدنية (الاحتياجات السمادية من العنصر) 0 نظراً لطبيعة الأراضي المستصلحة حديثاً في مصر حيث أن معظمها أراضي رملية أو جيرية أو ملحية فقد تعددت طرق إضافة الأسمدة وتطورت بدرجة عالية وذلك للحفاظ على العناصر السمادية من الفقد بالتربة عن طريق الغسيل أو التثبيت على حبيبات التربة وكذلك

لتلافي العوامل الخاصة بالظروف البيئية الصعبة من حرارة شديدة وبرودة التي تحدث تحولات ببعض الأسمدة والتي قد تؤثر عليها بالفقد أو قلة كفاءتها ، علاوة على ندرة المياه المستخدمة في الري ولهذا يتم الاستعانة بهذه الطرق الحديثة نظرا لما لها من مزايا عديدة والتي من أهمها الترشيد في استخدام الأسمدة وكذلك مياه الري علاوة على أنها توفر الكثير من الجهد والوقت إلا أنها تحتاج إلى نظم ادارة خاصة ومراعاة العديد من العوامل والتي سوف يتم سردها في هذا الباب ، وسوف يتم التركيز هنا على:

1- نظام التسميد مع الري (الرسمدة) Fertigation.

2- نظام التسميد الورقي Foliar Fertilization .

وهما من أكثر النظم المتبعة حاليا بالأراضي الجديدة وسوف نتناول برامج التسميد بهذه الطرق بشئ من التفصيل.

### أولا : إضافة الأسمدة المعدنية خلال نظم الري (Fertigation)

يطلق على تسميد النباتات من خلال مياه الري **Fertigation** وذلك من خلال وضع برنامج يعبر عن كميات الأسمدة وأنواعها التي تضاف في وقت معين من المراحل المختلفة لنمو النبات للوصول إلى المحصول الأمثل في الكم والجودة .

ويراعى عند وضع برنامج تسميد من خلال مياه الري

- ✓ إضافة الأسمدة بالطريقة والمعدل والمناوبة التي تناسب طريقة الري المستخدمة ومعدلات مياه الري والخواص الطبيعية للتربة ، لتقليل فاقد الأسمدة بالغسيل أو التطاير
- ✓ اختبار أنواع الأسمدة والتحكم في pH مياه الري بما يناسب خواص التربة وأيضا محتواها من كربونات الكالسيوم النشط لتقليل تفاعلات الترسيب بين الأسمدة ومكونات التربة .
- ✓ استخدام الطرق المناسبة لإذابة الأسمدة المضافة وفصل الرواسب ، بحيث لا يندفع في شبكة الري إلا رائق الأسمدة لتقليل احتمالات انسداد الشبكة .
- ✓ إضافة الاحتياجات السمادية في التوقيت المناسب وبالكمية والنسبة السمادية التي تتناسب معا لقدرة الإنتاجية للأرض ، ومرحلة النمو وعمر النبات ودرجة تحملها للملوحة ، لتقليل احتمال تعرض النبات لمشاكل الملوحة .
- ✓ العمل على زيادة كفاءة توزيع السماد في منطقة انتشار الجذور ، والعمل على تحقيق أكبر عائد اقتصادي .

لوضع برنامج سمادي ناجح من خلال مياه الري يجب أخذ العوامل التالية في الاعتبار

- ✓ التركيب الكيميائي لمياه الري .
- ✓ نوعية السماد (نسبة العنصر السمادي ، الكمية ، نسبة النقاوة والشوائب ، امكانية الخلط)
- ✓ نوعية التربة (حالة الصرف ، الخواص الكيماوية والطبيعية ، درجة الحموضة pH ، الخصوبة ونسبة المادة العضوية ، محتوى العناصر الغذائية بها ، نسبة الجبس والجير النشط .
- ✓ العوامل المناخية (درجة الحرارة، الرطوبة النسبية ، سرعة الرياح ، شدة الإضاءة) .
- ✓ النبات (النوع ، الصنف ، العمر ، المحصول المتوقع ، توزيع الجذور ، التحمل للملوحة ، طول موسم النمو ، مرحلة النمو ، معدل الاستهلاك المائي خلال مراحل النمو المختلفة)
- ✓ العوامل الاقتصادية (تكاليف جميع مدخلات برنامج التسميد والعمالة والعائد المتوقع)

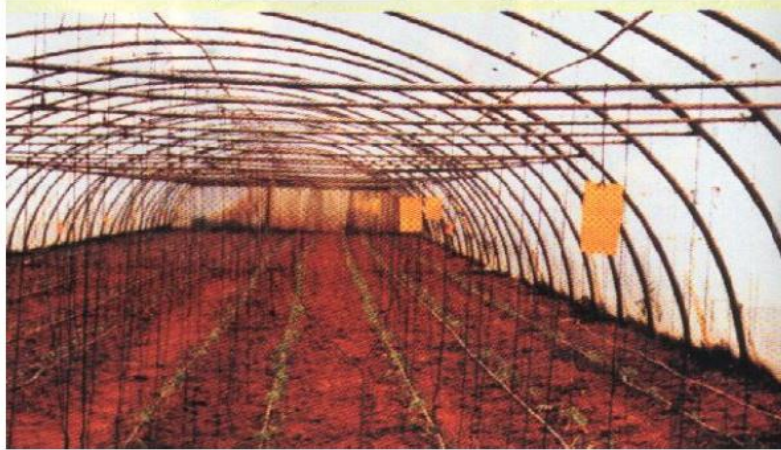
أما عن برنامج التسميد من خلال الري فيتوقف على :-

- ✓ نوعية مياه الري (خاصة محتواها من الكالسيوم والصوديوم والكبريتات والكلوريد).

- ✓ الصرف الجيد (سواء كان طبيعية أو صناعية) .
- ✓ إضافة الاحتياجات الغسيلية الملائمة (تتوقف على نوع مياه الري ونوع النبات) .
- ✓ استخدام الطرق المناسبة لإذابة وترويق الأسمدة شحيحة الذوبان (مثل سلفات البوتاسيوم ونترات الجير) .
- ✓ إضافة الأحماض بالكميات المناسبة (حتى ينخفض pH مياه الري إلى 5.5 - 6 لغسيل شبكة الري ومنع انسداد شبكة الري) ، وتفضل أحماض النيتريك تركيز 55 - 60% والكبريتيك والفوسفوريك بجانب أنها مصادر غذائية ، كما أنها تعمل على خفض pH التربة مما ييسر امتصاص العناصر الغذائية خاصة الصغرى ويتم ذلك بعدة طرق أهمها:-



شكل ( 1-7) يوضح حقن الأسمدة في شبكة الري بمعدلات منتظمة حتى توزع الاحتياجات السمادية بانتظام على جميع النباتات التي تروى في نفس الوقت)



شكل ( 2-7) يوضح نظام الحقن بالتنقيط داخل إحدى الصوب

#### طرق حقن الأسمدة في شبكة الري

- ✓ استخدام جهاز الحقن الأسمدة بالمعدلات المطلوبة .
- ✓ التحكم في صمام خروج الأسمدة المركز من السماد إلى شبكة الري .
- بيدأ دفع الأسمدة بعد بدء الري بعدة دقائق ، وينتهي أيضا قبل عدة دقائق من نهاية الري (تبلغ هذه الدقائق 5 - 10% من وقت الري) ، ويتم قياس درجة الملوحة في عينة من مياه الري بعد دفع الأسمدة فيها للاستدلال على انتهاء دفع السماد من وإلى شبكة الري وسوف يتم شرح ذلك بالتفصيل تباعا .
- طرق قياس تركيز العناصر الغذائية في الأسمدة ومياه الري

يمكن قياس تركيز العناصر الغذائية في الأسمدة ومياه الري بعدة طرق :

- ✓ كنسبة مئوية (%) : وهي تساوى وزن 1 جم سماد ، أو عنصر في 100 سم<sup>3</sup> من الماء
- ✓ بالمليجرام / لتر ، أو بالجزء في المليون ppm : ويتم تحضير محلول تركيز 1 جزء في المليون بإذابة 1 جم من المادة في 1000 سم<sup>3</sup> من الماء (1000 لتر ماء) ولتحويل النسبة المئوية % التركيز عنصر في السماد إلى مليجرام/لتر ppm تستخدم المعادلة التالية :

**التركيز بالمليجرام في اللتر (ppm) = التركيز كنسبة مئوية (%) × 10000**  
ويمكن قياس الأملاح الكلية الذائبة في المياه بقياس التوصيل الكهربى لمحلول الري EC ويعبر عنه بالمليوموز/سم عند درجة 25°م ويتم القياس بجهاز التوصيل الكهربى (EC Meatar) .  
وتستخدم المعادلة التالية لتحويل المليوموز/سم إلى جزء من المليون :

**التركيز بالجزء في المليون (ppm) = التركيز بالمليوموز /سم × 640**  
ويستفاد أيضا من هذه المعادلة في معرفة تركيز الأملاح في مياه الري ومستخلص التربة لمعرفة درجة الملوحة بها . ولوضع برنامج سمادى حقيقى يعبر عن الاحتياجات الفعلية للنبات يجب الاستفادة من نتائج تحليل التربة والنبات ، وتعديل البرنامج السمادى المتبع ، كما هو في الجدول التالي :

التعديل في برنامج التسميد	مستوى العنصر في الأرض أو النبات
يضاف العنصر بزيادة كميته من 50 - 100% لبرنامج التسميد المتبع .	منخفض جداً
يضاف العنصر بزيادة كميته من 25 - 50% لبرنامج التسميد المتبع .	منخفض
لا يلزم تعديل برنامج التسميد وكمية العنصر المضافة كافية .	عادى
تنخفض كمية العنصر المضافة فى برنامج التسميد المتبع بنسبة 25 - 50%	مرتفع
تنخفض كمية العنصر المضافة فى برنامج التسميد المتبع بنسبة 50 - 100%	مرتفع جداً

وسوف يتم تناول هذا الموضوع بالتفصيل لمعرفة أهمية تحليل عينة التربة والنبات وما هي الدلائل المستفاد من ذلك حيث أنها في غاية الأهمية وذلك في الفصل الخاص بتقدير الاحتياجات السمادية .

**أهم المصادر السمادية المستخدمة في نظام الرسمدة (Fertigation)**  
إن عملية حقن الأسمدة مع ماء الري (إضافة السماد مع ماء الري) بحيث تحتوي على معظم الاحتياجات الغذائية هي إحدى النظم الحديثة والمثالية فهي نموذج أمثل للإضافة إلا أنه يجب أن يراعى في ذلك النظام نوعية الأسمدة المستخدمة وخواصها والتركيز المستخدم منها ومدى صلاحيتها لهذا النظام من عدمه فلا بد أن تكون ذات مواصفات خاصة أهمها درجة الذوبان العالية ونوعية السماد من حيث معامل الملوحة والحموضة .

**أهم الخصائص الواجب توافرها بالأسمدة المستخدمة في نظام الري مع التسميد :-**

- 1- ألا تسمح بحدوث ترسيبات داخل شبكات الري .
- 2- أمانة الاستخدام في الحقل .
- 3- ليس لها تأثيرات جانبية ضارة على الأرض والنبات .

- 4- كاملة الذوبان في الماء .  
 5- لا تتفاعل مع المركبات أو الأسمدة الأخرى التي تضاف معها خلال مياه الري.  
 6- معامل الملوحة لها Salt Index منخفض وكذلك الـ pH المنخفض (حامضية التأثير) تفضل في الاستخدام .

ولذلك فإنه يجب التعامل مع الأسمدة كل على حسب كفاءتها للإضافة من خلال مياه الري . وعموما فإن الأسمدة الذائبة في الماء أو الرائقة أو المحتوية على عنصر أو عناصر غذائية في صورة سائلة تكون ملائمة للاستخدام والإضافة من خلال أجهزة حقن الأسمدة . وهناك العديد من أنواع الأسمدة الصلبة أو السائلة للعناصر الغذائية المختلفة في صورة منفردة أو مركبة أو معقدة قابلة للذوبان في الماء - فهناك عديد من الأسمدة الصلبة الجافة التي يمكن إذابتها بمعدل 50 كيلو لكل 100 لتر ماء ، مثل اليوريا ونترات البوتاسيوم ويمكن ضخ هذا المحلول مباشرة في شبكة الري ويمكن أيضا وضع السماد الصلب في خزان الضغط و الذي يمر من خلاله مياه الري مندفعا وباستمرار ليذيب جزء من هذا السماد ويدفعه إلى شبكة الري على دفعات حتى يتم إضافتها بالكامل.

وفيما يلي أهم مصادر التسميد التي يمكن إضافتها من خلال مياه الري :

#### أولا : العناصر السمادية الرئيسية (N-P-K)

وهي تتوافر إما في صورة منفردة أو في صورة أسمدة مركبة تحتوي على العناصر الثلاث ولكن بنسب وتركيزات مختلفة على حسب حاجة النباتات الغذائية .

#### أ) الأسمدة النيتروجينية :

هناك العديد من مصادر التسميد النيتروجيني (الأزوتي) إلا أنه يمكن تحديد مدى صلاحية أي منها لإضافة من خلال مياه الري حسب درجة وسهولة الذوبان في الماء - وعلى ذلك يمكن بصفة عامة تقسيم المصادر السمادية إلى مجموعتين كما يلي :

1- أسمدة سهلة الذوبان في الماء وتلائم الإضافة خلال مياه الري .

2- أسمدة صعبة الذوبان في الماء ولا تلائم الإضافة خلال مياه الري .

اسم السماد (1)	% ن	السماد (2)	% ن
أسمدة سهلة الذوبان في الماء		أسمدة صعبة الذوبان في الماء	
حامض النيتريك	15	سلفات النشادر	20
اليوريا	46	نترات الجير المصري	15.5
نترات النشادر	33	نترات النشادر الجيرية	31
نترات الكالسيوم	15.5		
نترات البوتاسيوم	13.8		
سلفات النشادر النقي	20.6		
أحادى فوسفات الأمونيوم (MAP)	12		
ثنائى فوسفات الأمونيوم (DAP)	20		

وفيما يلي بعض العوامل التي يجب أن تؤخذ في الاعتبار عند استخدام هذه المصادر السمادية

1) عادة لا يتسبب عن حقن الأسمدة النيتروجينية في تيار مياه الري أية مشاكل طالما أنها سهلة الذوبان ولا تحتوي على عنصر الكالسيوم ، وتتميز الصور النتراتية واليوريا بسهولة حركتها في التربة مع حركة المياه وبالتالي يجب مراعاة أنها قابلة للفقد بسهولة بالغسيل عند زيادة معدلات الري ، أما الصورة الأمونيومية مثل سلفات النشادر فهي أقل قابلية للحركة في التربة نتيجة لتحول الأمونيا إلى الصورة المتبادلة وقد تفقد بالتطاير في الأراضي الغنية بالجير (كربونات الكالسيوم) أو ذات pH مرتفع (القاعدية) أو عند انخفاض مستوى الرطوبة بالتربة ، ويمكن التقليل من تطاير الأمونيا عند إضافتها مع الأسمدة العضوية وعدم تعرض التربة للجفاف أي أنه يتوقع تطاير الأمونيا بدرجة أكبر عند إضافتها تحت نظم الري بالغمر خاصة في الأراضي الخفيفة القوام بالمقارنة بإضافتها تحت نظم الري الحديثة .

2) يستخدم حامض النيتريك كمصدر للتسميد النيتروجيني بالإضافة إلى تأثيره على خفض درجة حموضة مياه الري (رقم pH) مما يساعد على تقليل فرصة ترسيب الأملاح في شبكة الري وبالتالي منع انسداد فتحات الري سواء في نظام الري بالتنقيط أو الرش - كذلك فإن الري بمياه ذات pH منخفض يؤدي إلى خفض مؤقت في درجة حموضة محلول التربة مما يؤدي إلى زيادة درجة تيسر العناصر الغذائية في بيئة نمو النبات . ويمكن استخدام حامض النيتريك بالتركيز المناسب لخفض درجة حموضة مياه الري إلى حوالي pH (6) ، وعموما فإنه يمكن استخدام حامض النيتريك بصفة مستمرة بالتركيز المناسب لفترات طويلة دون الإضرار بنمو النبات أو التربة أو شبكة الري علاوة على أنه يحتوي على حوالي 15% نيتروجين ، كما أنه يساعد على تحرر الكالسيوم المرتبط والغير ميسر بالأراضي الجيرية. حيث يفيد استخدام حمض النيتريك في الأراضي الكلسية المرتفعة النسبة من الكالسيوم غير الميسر حيث يتفاعل مع الكالسيوم ويحوّله إلى نترات كالسيوم وهي صورة سهلة ميسرة للنبات.

3) تعتبر أسمدة اليوريا ونترات النشادر من أكثر مصادر التسميد النيتروجيني استخدام للإضافة من خلال مياه الري لما تتميز به هذه المركبات من درجة ذوبان عالية - ويفضل استخدام سماد اليوريا كمصدر أساسي للتسميد النيتروجيني خلال مرحلة النمو الخضري وبصفة خاصة تحت ظروف انخفاض درجة حرارة الجو عن 25م - ويقل استخدامه في الأجواء الحارة وبصفة عامة لا يفضل استخدام اليوريا خلال مرحلة ما بعد العقد أو أثناء نضج الثمار حيث يؤدي استخدامها إلى اتجاه النبات إلى تكوين نموات خضرية جديدة وصغر حجم الثمار وبطئ النضج أو عدم اكتماله أحيانا .

4) تعتبر أسمدة نترات البوتاسيوم ونترات الكالسيوم (يضاف بمفرده) من أفضل مصادر التسميد النيتروجيني لإضافة من خلال مياه الري خاصة خلال مرحلة ما بعد العقد أو أثناء نضج الثمار وقد يؤدي التوسع في استخدام نظم حقن الأسمدة من خلال مياه الري إلى زيادة الطلب عليها مما يشجع على استيرادها أو إنتاجها محليا أو حتى إنتاجها للاستخدام الزراعي تحت ظروف الحقل مباشرة إلا أنه بدأ الآن تصنيع وانتشار نترات الكالسيوم السائلة والصلبة.

ومن الجدير بالذكر أن لا يمكن الاستغناء عن إضافة نترات الجير المصري كمصدر رئيسي للنيتروجين خلال مرحلة ما بعد العقد في عديد من المحاصيل مثل الباذنجانيات والقرعيات والموز والعنب ... خاصة النامي منها تحت ظروف أراضي الوادي والأراضي حديثة الاستصلاح وذلك لتفادي ظاهرة تعفن الطرف الزهري والتي قد يكون النقص الكالسيوم الميسر في بيئة النمو دورا رئيسيا فيها وكذلك لزيادة صلاحية وجودة الثمار .

وعلى أية حال فإنه يفضل إضافة نترات الجير سردا تحت النباتات في حالة الري بالرش أو تحت النقاطات في حالة الري بالتنقيط - وفي حالة عدم توفر العمالة الكافية فإنه يجب إذابة هذا السماد في الماء بنسبة لا تزيد عن 1:10 ثم فصل الرائق بعد الترشيح من خلال القدر المناسب من قطع الشاش أو شرائح الإسفنج الصناعي ثم يضاف إلى الرائق حامض النيتريك (60%) بنسبة 1 لتر من الحامض المركز لكل 200 لتر من الرائق قبل الضخ في شبكة الري ويجب أن يضح بمفرده وهذا هو الأفضل .

5) لا يفضل استخدام أسمدة سلفات النشادر أو نترات الجير المصرى أو نترات النشادر الجبرى للإضافة خلال مياه الري نظرا لبطئ أو صعوبة ذوبانها في الماء نتيجة احتوائها هذه الأسمدة على قدر غير قليل من الشوائب صعبة الذوبان في الماء مثل الجير والأتربة أو في حالة استخدامها لابد من تذويبها أولا كما سبق .

أما سلفات النشادر النقية أو ما يطلق عليها المستورد فيمكن إضافته من خلال مياه الري ولكن هذا السماد غير متوفر في مصر بدرجة كافية (الروسي أو البلجيكي) . وعموما فإنه يفضل استخدام سماد سلفات النشادر للإضافة إلى التربة مع الأسمدة العضوية خلال الخدمة الشتوية أو أثناء عمليات التجهيز للزراعات الجديدة حيث تساعد على الإسراع من تحلل الأسمدة العضوية أو تحقق مع ماء الري ويراعى نقاوتها .

6) يفضل إضافة 10% : 20% من احتياجات النباتات من الأسمدة النيتروجينية إلى التربة مباشرة مع السماد العضوي في صورة سلفات نشادر خلال عملية التجهيز للزراعات الجديدة أو خلال عمليات الخدمة الشتوية لأشجار الفاكهة في أراضي الوادي والأراضي الصحراوية حديثة الاستصلاح على الترتيب .

#### ب) الأسمدة الفوسفاتية :

هناك العديد من مصادر الأسمدة الفوسفاتية التي يمكن استخدام البعض منها لإضافة من خلال مياه الري وتحدد مدى صلاحية أي من هذه المصادر لإضافة من خلال مياه الري على حسب درجة وسهولة الذوبان في الماء

اسم السماد	% فوسفور $P_2O_5$	اسم السماد	% فوسفور $P_2O_5$
1) أسمدة سهلة الذوبان في الماء تستخدم مع نظم الري بالتسميد		2) أسمدة صعبة الذوبان في الماء لا تستخدم مع نظم الري بالتسميد	
حامض الفوسفوريك 75%	54	سوبر فوسفات عادى	15
مونو بوتاسيوم فوسفات (MKP)	52	سوبر فوسفات مركز	45.5
دى بوتاسيوم فوسفات (DKP)	40	تربل فوسفات	37
مونو أمونيوم فوسفات (MAP)	61		
دى أمونيوم فوسفات (DAP)	53		

#### العوامل التي يجب أن تؤخذ في الاعتبار عند استخدام هذه المصادر السمادية

1- بصفة عامة يجب الاحتياط عند إضافة الأسمدة الفوسفاتية من خلال مياه الري – فيؤدي زيادة تركيز الكالسيوم والماغنسيوم مع ارتفاع رقم الحموضة pH في ماء الري إلى ترسيب الفوسفات في صورة فوسفات ثلاثي الكالسيوم أو فوسفات المغنسيوم مما يؤدي إلى مشاكل الانسداد ولهذا يجب مراعاة غسيل الشبكة جيدا أولا بأول حتى لا يحدث انسداد بالنقاطات .

2- يستخدم حامض الفوسفوريك للإضافة من خلال مياه الري كمصدر للتسميد الفوسفاتي اللازم لنمو النبات حيث يتميز بأنه في صورة سائلة سهلة الذوبان في الماء ويحتوي على تركيز عالي

من الفوسفات ويتميز أيضا بتأثيره الإيجابي على خفض pH محلول الري وبالتالي محلول التربة ولو لأوقات محدودة وهذا الانخفاض في درجة الـ pH يساعد على عدم ترسيب الفوسفات في حالة تواجد الكالسيوم والمغنيسيوم في ماء الري كذلك يؤدي الانخفاض في رقم الحموضة إلى سهولة حركة الفوسفات في التربة بالمقارنة بمصادر الفوسفات الأخرى ، وهذه المميزات مطلوبة بدرجة كبيرة تحت ظروف الأراضي المصرية - ويمكن إضافة حامض الفوسفوريك بالتركيز المناسب بصفة مستمرة ولفترات طويلة دون حدوث أية أضرار بنمو النبات أو التربة أو شبكة الري.

ويجب مراعاة عدم استخدام حامض الفوسفوريك التجاري ذو اللون البني حيث يحتوي على نسبة كبيرة من الشوائب غير الذائبة في الماء مثل الجبس والسوبر فوسفات وأكاسيد الحديد - ويؤدي استخدام هذا الحامض إلى التدهور السريع في شبكة الري .

3- أسمدة مونو والداى بوتاسيوم فوسفات ( DKP،MKP ) ومونو وداى أمونيوم فوسفات ( MAP، DAP ) حيث أنها سهلة الذوبان في الماء ويمكن إضافتها من خلال مياه الري كمصدر للتسميد الفوسفاتي والبوتاسي أو الفوسفاتي والنيتروجيني - ولا يفضل استخدام مونو أو داى بوتاسيوم فوسفات تحت ظروف الأراضي المصرية نظرا لتأثيرها القلوي على محلول الري ولهذا يفضل معاملتها أو خلطها بأحد الأحماض لخفض الـ pH وتيسر امتصاصها بالتربة ويفضل استخدام مونو وداى أمونيوم فوسفات ( DAP -MAP ) تحت هذه الظروف نظرا لتأثيرها الحامضي على محلول الري وكذلك محلول التربة ، وعموما فإن هذه المصادر السمادية تنتج في مصر الآن في مجمع الأسمدة الفوسفاتية بالعين السخنة وتستخدم الآن على نطاق واسع ، علاوة على دخولها في تصنيع الأسمدة المركبة .

4- لا تصلح أسمدة (سوبر الفوسفات العادي) و (سوبر الفوسفات المركز) و (تربل الفوسفات) للإضافة خلال مياه الري نظرا لاحتوائها على نسبة عالية من المواد صعبة الذوبان في الماء مثل الجيبس (كبريتات الكالسيوم) وفوسفات ثلاثي الكالسيوم ، ويعتبر سماد سوبر الفوسفات العادي أقل الأسمدة الفوسفاتية المذكورة ذوبان في الماء ، ويرجع ذلك إلى احتواء سوبر الفوسفات العادي على 60% جيبس ناشئ عن إذابة صخر الفوسفات (هيدروكسي اباتيت) في حامض الكبريتيك أثناء عملية تحضير السوبر فوسفات العادي ولهذا يوضع مع إعداد الأرض للزراعة .

5- يفضل استخدام سماد سوبر الفوسفات العادي للإضافة إلى التربة مباشرة خلال عملية التجهيز للزراعات الجديدة أو خلال عمليات الخدمة الشتوية خاصة في أراضي الوادي وكذا الأراضي الصحراوية عند التجهيز للزراعة ويرجع ذلك إلى إمكانية الاستفادة من محتوى هذا السماد من الجيبس في تحسين الخواص الطبيعية لمثل هذه الأراضي ويفضل استخدام سوبر الفوسفات المركز وتربل الفوسفات لنفس الغرض في الأراضي الصحراوية حديثة الاستصلاح وذلك لارتفاع نسبة الفوسفات بكل منهما وبالتالي توفير تكاليف النقل للوحدة الفوسفات وفي جميع الحالات يفضل إضافة هذه الأسمدة الفوسفاتية مع السماد العضوي عند إعداد التربة للزراعة .

6- يمكن استخدام مركبات الفوسفات العضوية لإضافة من خلال مياه الري بدون حدوث أية مشاكل ترسيب حتى في وجود الكالسيوم والمغنيسيوم أو ارتفاع رقم الحموضة بمياه الري ، ومركبات الفوسفات العضوية لها القدرة على الحركة خلال التربة لعدة سنتيمترات قبل أن تتحلل مائبة إلى أيون الأرتوفوسفات إلا أنها غير شائعة الاستخدام بمصر . ومن أهم مركبات الفوسفات العضوية التي تستخدم لهذا الغرض :- حامض جليسر وفوسفوريك - جليسر وفوسفات الكالسيوم - جليسر وفوسفات المغنيسيوم - جليسر وفوسفات البوتاسيوم - وهذه المركبات كاملة الذوبان في الماء إلا أنها مرتفعة الثمن ، ونظرا لأهمية استخدام هذه المركبات فهناك اتجاه لتصنيعها محليا للأغراض الزراعية إلا أنها ما زالت غير منتشرة .

**(ج) الأسمدة البوتاسية :**



هناك العديد من مصادر الأسمدة البوتاسية التي يمكن استخدام البعض منها لإضافة من خلال مياه الري وتحدد مدى صلاحية أي من هذه المصادر لإضافة من خلال مياه الري على حسب درجة وسهولة الذوبان في الماء . وعلى الرغم من أن عنصر البوتاسيوم يتبادل على معقد التربة إلا أنه قابل للحركة في التربة ولكن بدرجة أقل نسبيا من النترات أو اليوريا أو الأمونيا .

السماذ (K <sub>2</sub> O)	% بو أ <sub>2</sub>	السماذ (K <sub>2</sub> O)	% بو أ <sub>2</sub>
أسمدة سهلة الذوبان في الماء تستخدم مع نظم الري بالتسميد		أسمدة صعبة الذوبان في الماء لا تستخدم مع نظم الري بالتسميد	
نترات البوتاسيوم KNO <sub>3</sub>	46	سلفات البوتاسيوم (تجارية)	48
مونو بوتاسيوم فوسفات (MKP)	34	كلوريد البوتاسيوم (غير النقية)	63
دى بوتاسيوم فوسفات (DKP)	54		
بوتاسيوم هيدروكسيد (KOH)	83.9		
كربونات بوتاسيوم K <sub>2</sub> HCO <sub>3</sub>	68.2		
سلفات بوتاسيوم نقية (سلوبوتاس)	51		

#### العوامل التي يجب أن تؤخذ في الاعتبار عند استخدام هذه المصادر السماذية

- 1) يعتبر نترات البوتاسيوم (KNO<sub>3</sub>) من أفضل مصادر التسميد البوتاسي والتي يمكن اضافتها من خلال مياه الري نظرا لسهولة ذوبانها في الماء وبالرغم من عدم توفر هذا السماذ في مصر فإنه يمكن تحضيره في الحقل مباشرة وبالطريقة التي تسمح باستخدامه كسماذ فقط مع توفير الاحتياجات اللازمة لذلك حيث أنه يمكن أن ينتج عنه انفجار في حالة الاستخدام الخاطئ .
- 2) يعتبر سماذ مونو بوتاسيوم فوسفات (MKP) وداى بوتاسيوم فوسفات (DKP) من أفضل مصادر التسميد البوتاسي والفوسفاتي في نفس الوقت - إلا إنه قد سبق ذكر أن هذه الأسمدة ذات تأثير قاعدي ولا يفضل استخدامها تحت ظروف الأراضي المصرية ويمكن استخدامها بعد تخفيض الـ pH لها باضافة حمض النيتريك المخفف إليها .
- 3) لا يمكن استخدام بوتاسيوم هيدروكسيد أو كربونات بوتاسيوم مباشرة كمصادر للتسميد البوتاسي نظرا لتأثيرهما القاعدي على محلول الري ومحلل التربة - إلا إنه يمكن استخدام هذه المركبات لتصنيع نترات البوتاسيوم وبالتالي الأسمدة المركبة السائلة أو معادلة تأثيرها القاعدي أولا باستخدام أحد الأحماض العضوية الضعيفة مثل حمض الخليك أو الستريك .
- 4) لا يفضل استخدام سماذ سلفات البوتاسيوم التجاري لإضافة من خلال مياه الري نتيجة لاحتوائه على شوائب غير ذائبة من الأتربة والجير - ونظرا لعدم توفر مصادر أخرى للتسميد البوتاسي أكثر ملائمة لإضافة من خلال مياه الري فإنه عادة ما يستخدم لهذا الغرض رائق هذا السماذ بعد التخلص من الشوائب والمواد غير الذائبة بالإذابة في وسط حامض من حمض النيتريك المخفف 5% ثم تتم عمليات الترشيح والتخلص من الشوائب من خلال صفايات دقيقة . ويمكن استخدام سلفات البوتاسيوم النقية وهي سهلة الذوبان وخالية من الشوائب إلا أنها تحتاج لنسبة مياه كبيرة لتذويبها .
- 5) لا يفضل استخدام كلوريد البوتاسيوم كمصدر للتسميد البوتاسي خاصة بالنسبة لمحاصيل الخضر (لاحتوائه على تركيز عالي من الكلوريد) وفي هذه الحالة فإنه يفضل استخدام سماذ سلفات البوتاسيوم بالرغم من ارتفاع أسعاره أو انخفاض نسبة البوتاسيوم به بالمقارنة بسماذ كلوريد البوتاسيوم - كذلك فإن النباتات تحتاج إلى الكبريت بكمية أكبر مما تحتاجه من الكلوريد علاوة على ارتفاع معامل الملوحة بسماذ كلوريد البوتاسيوم وحساسية النباتات لعنصر الكلوريد

ويعتبر سلفات البوتاسيوم من أرخص مصادر التسميد البوتاسى ولكن صعب الذوبان في الماء ويمكن الاستعاضة عنه من خلال استخدام الأسمدة المركبة عالية النسبة من البوتاسيوم مثل (3 - 40 - 7) ، (3 - 45) ، (صفر - 52 - 34).  
أو استخدام التركيبات السمادية المركبة السائلة المحتوية على نترات البوتاسيوم أو عمل خلطات متعادلة الحموضة الـ pH سائلة عن طريق تفاعل (هيدروكسيد البوتاسيوم المخفف مع حمض الخليك أو الستريك أسيد) أو استخدام كربونات البوتاسيوم بعد تفاعلها مع حمض النيتريك وتحويلها إلى سائل وتضبط درجة الـ pH له ويمكن استخدام (ثيوسلفات البوتاسيوم) السائل في التسميد الورقي (بالرش) .

#### ثانياً: أسمدة العناصر الغذائية الثانوية (المغنيسيوم – الكالسيوم – الكبريت)

مما هو جدير بالذكر أنه الآن هناك ثورة تصنيعية حيث تعددت مصادر هذه العناصر بما يتلاءم بإضافتها مع ماء الري دون حدوث مشاكل وتكون في صورة (مخلية) أما على الـ (EDTA) أو (EDHA) أو على الأحماض الأمينية والستريك أسيد أو الهيوميك أسيد حيث يتواجد الماغنيسيوم (Mg) في صورة مخلبية منفردة (إما سائلة أو صلبة) بنسب تتراوح من 6 : 7% ماغنيسوم مخلبي في صورة أسماد تجارية عديدة يتوافر أيضا عنصر الكالسيوم ( $Ca^{++}$ ) في صورة مخلبية منفردة (سائلة أو صلبة) بنسب تتراوح من 6 : 12% ، وهناك ملحوظة هامة وهي أنه من خلال التسميد يفضل إضافة الأسمدة المحتوية على كالسيوم بمفردها حتى لا يحدث تفاعلات تؤدي إلى الترسيب وبالتالي سداد النقاطات أو البشابير وحدوث تلف النظام الري وكذلك الكبريت يتواجد الآن في صور عديدة ميسرة مثل (الكالسيوم بولى سلفيد) وهي صورة سائلة يمكن استخدامها في الري على أن يستخدم بمفرده حتى لا يحدث تفاعلات ترسيب بنظم الري إلا أن سعره مرتفع .

العنصر	اسم السماد	% التركيز للعنصر	الذوبان والصلاحية
المغنيسيوم (Mg)	سلفات المغنيسيوم (ملح ألبوم)*	18	يذوب
	سلفات المغنيسيوم (كيزيريت) $MgSO_4 \cdot 7H_2O$ (لا يصلح للرى بالتنقيط)	10	بطئ الذوبان
	دولوميت لا يصلح للرى بالتنقيط	11	لا يذوب
الكالسيوم (Ca <sup>++</sup> )	نترات كالسيوم (صلب)	19	سهل الذوبان
	نترات كالسيوم (سائل)	13	سائل (جاهز)
	كلوريد الكالسيوم	36	سهل الذوبان
	الجير (كالسيت) (لا يصلح للرى بالتنقيط)	40	صعب الذوبان
	سوبر فوسفات العادي (لا يصلح للرى بالتنقيط)	20	صعب الذوبان
	تربل سوبر فوسفات (لا يصلح للرى بالتنقيط)	14	صعب الذوبان
	الجبس الزراعي (لا يصلح للرى بالتنقيط)	22.5	صعب الذوبان
	الدولوميت (لا يصلح للرى بالتنقيط)	22	صعب الذوبان
الكبريت (S)	ثيوسلفات الأمونيوم	26	يذوب
	سلفات الأمونيوم	24	يذوب
	سلفات تكالسيوم (جيسيم) لا يصلح للرى بالتنقيط	19	صعب الذوبان
	كبريت خام (زراعي)* لا يصلح للرى بالتنقيط	100 : 90	صعب الذوبان
	سلفات ثيوتاسيوم (تجاري) لا يصلح للرى بالتنقيط	18	شحيح الذوبان
	سلفات المغنيسيوم	13	تذوب
	شق السلفات الموجود بجميع أنواع لعناصر الصغرى (حديد - زنك - منجنيز - نحاس)	من 9 : 18	تذوب

(\* يفضل إضافة أملاح المغنيسيوم والكالسيوم مع ماء الري في صورة مخلبية حتى لا يحدث لها تثبيت وعدم تيسر بالتربة. وبالنسبة للكبريت يفضل اضافته مع إعداد التربة للزراعة في بداية الزراعة في صورة عنصرية (كبريت زراعي)

### ثالثا : أسمدة العناصر الصغرى (حديد - زنك - منجنيز - نحاس - بورون)

يقوم معظم المزارعين بإضافة العناصر الصغرى مثل الحديد - الزنك والمنجنيز على صورة معدنية مثل (كبريتات الحديدوز - كبريتات الزنك - كبريتات المنجنيز) في ماء الري من خلال شبكة الري بالتنقيط ، وذلك لرخص ثمن هذه العناصر على الصورة المعدنية ، وهذا من أكبر الأخطاء التي تتم في هذه المزارع ولهذا يجب عدم إضافة العناصر الصغرى على صورة معدنية من خلال شبكة الري بالتنقيط ، لأن نسبة كبيرة من هذه العناصر ستتحول من صورة صالحة للامتصاص إلى صورة غير صالحة وغير ميسرة للامتصاص ، وذلك لتفاعل هذه العناصر مع معقد التربة ويثبت معظمها نظرا لقلوية معظم الأراضي المصرية .

لذلك فإن كان لا بد من إضافة هذه العناصر الصغرى من خلال شبكة الري فيجب أن (تضاف على صورة مخلبية) لتكون الاستفادة منها أكبر ، وكما هو معروف فإن الصورة المخلبية صالحة وميسرة للامتصاص بواسطة النبات ، وذلك لأن المادة الخالية للعنصر تحفظه من التفاعل مع معقد التربة و التثبيت .

العوامل التي يجب أن تؤخذ في الاعتبار عند استخدام المصادر السمادية لهذه العناصر :

- 1) يفضل استخدام الصور المخليبية كمصدر عناصر الغذائية الصغرى لإضافة من خلال مياه الري ، وتتميز هذه الصورة المخليبية بقدرتها العالية على الذوبان في الماء وصعوبة تثبيتها في التربة وبالتالي سهولة تيسرها و امتصاصها بواسطة النبات – وتتميز المركبات المخليبية أيضا بقدرتها العالية على مقاومة الفقد بالغسيل نظرا لسرعة امتصاصها.
- 2) يفضل استخدام الصور المخليبية (FeEDDHA) ذات اللون الأحمر الطوبى عن الصورة المخليبية (FeEDTA) كمصدر لعنصر الحديد لإضافة من خلال مياه الري حيث لا يسهل تثبيته في الأراضي المصرية القاعدية والجيرية, ويمكن استخدام أي من صور الحديد للإضافة رشاً من خلال التسميد الورقي.
- 3) كفاءة امتصاص العناصر الغذائية الصغرى في صورة مخليبية أعلى حوالى 3 - 5 كفاءة امتصاص العناصر الغذائية الصغرى المماثلة في صورة سلفات ويجب أن تؤخذ هذه الخاصية في الاعتبار عند تقدير تكاليف استخدام أي من صور العناصر الغذائية الصغرى .
- 4) يجب زيادة تركيز عناصر الحديد والزنك والمنجنيز في المحلول المغذي مياه الري + العناصر الغذائية) حوالى 50% عند وجود كربونات الكالسيوم (الجير) في التربة بنسبة 5 - 10% أما إذا زادت نسبة الجير عن 10% فإنه يفضل إضافة العناصر الغذائية رشاً على الأوراق والجدول التالي يوضح أهم مصادر أسمدة العناصر الصغرى (نوع السماد - وصورة الإضافة من السماد (معدني أو مخليبي) - وطريقة إضافة السماد (رشاً أو خلال شبكة الري بالتنقيط - والتركيز المناسب من كل سماد) .

نوع السماد	صورة الإضافة	طريقة الإضافة	التركيز المناسب
كبريتات حديدوز حديد مخلبي	معدينية Fe-EDTA إما Fe-EDDHA أو أفضل للأراضي القلوية	رشاً على الأشجار فقط إما رشاً أو يمكن إضافته من خلال الري بالتنقيط	٢,٣ - ٠,٢ ٢,٠٥ - ٠,٠٢ لا يتجاوز التركيز في ماء الري عن ١/٣ - ١ كجم
كبريتات منجنيز (Mn SO <sub>4</sub> . 3H <sub>2</sub> O) منجنيز مخلبي	معديني Mn-EDTA Mn-EDDHA	رشاً على الأشجار فقط، رشاً على الأشجار فقط أو يضاف خلال الري بالتنقيط	٢,٥ - ٠,٢ ٢,٠٣ - ٠,٠٢ بحيث لا يتجاوز التركيز من السماد في ماء الري عن ١/٣ - ١ كجم / ٣م <sup>١</sup> ماء ري
كبريتات زنك Zn SO <sub>4</sub> . H <sub>2</sub> O Zn SO <sub>4</sub> . 7H <sub>2</sub> O زنك مخلبي	معديني (٢٣٥ زنك) معديني (٢٢٣ زنك) Zn-EDTA Zn-EDDHA	رشاً فقط رشاً فقط رشاً + يمكن إضافته مع الري بالتنقيط	٢,٥ - ٠,٣ ٢,٠٥ - ٠,٠٣ بحيث لا يتجاوز التركيز في ماء الري عن ١ - ١ كجم سماد / ٣م <sup>١</sup> ماء ري
كبريتات نحاس نحاس مخلبي	معديني Cu-EDTA Cu-EDDHA	رشاً فقط رشاً + يمكن إضافته مع الري بالتنقيط	٢,٣ بحيث لا يتجاوز التركيز في ماء الري عن ١/٣ - ١ كجم سماد / ٣م <sup>١</sup> ماء ري
حمض بوريك بورات الصوديوم	معديني	رشاً فقط	٢,٢ ماء ري

\* المرجع: تغذية الخضر في الزراعة المحمية. أحمد عبد الفتاح ١٩٩٠

### حقن الأسمدة من خلال مياه الري ومشاكل الانسداد :

لقد واكب استخدام نظم الري الحديثة تطوير أساليب التسميد وإضافة الكيماويات حيث أمكن حقنها من خلال مياه الري، ولقد كان من أهم المشاكل التي واجهت مثل هذه التكنولوجيا الحديثة حدوث عمليات الترسيب وظهور مشاكل الانسداد وبالتالي خفض كفاءة توزيع مياه الري والأسمدة. وعادة ما ترجع عمليات الانسداد إلى الأسباب التالية :

- 1- وجود ترسيبات طبيعية مثل الرمال - اجزاء من غروبات التربة .
- 2- وجود ترسيبات عضوية مثل البكتيريا - الطحالب - الفطريات - اجزاء نباتية .
- 3- وجود ترسيبات كيميائية مثل أملاح الكالسيوم والمغنسيوم والحديد والمنجنيز والتي قد ترجع أساساً إلى تفاعلات الترسيب بين مكونات ماء الري والأسمدة أو الكيماويات المضافة من خلاله. وبصفة عامة فإن مشاكل الترسيب والانسداد لشبكات الري تؤدي إلى خفض معدل تصرف وكفاءة توزيع المياه والعناصر الغذائية. أو عدم وصولها نهائياً إلى النباتات مما يؤدي إلى تدهور حالة النباتات وضعف الإنتاج خاصة إذا مر وقت طويل قبل اكتشاف مشكلة الانسداد و علاجها. وتتوقف أسباب مشكلة الانسداد على طبيعة مصدر مياه الري والتي تتنوع في مصر كما يلي أ- مياه من مصادر مفتوحة:

وهي المياه الاتيه أساسا من نهر النيل عن طريق المجاري المائية المفتوحة أي قنوات الري. وتتغير نوعية وخصائص هذه المياه من منطقة إلى أخرى. فعادة ما تحتوي على كميات كبيرة من المواد الطبيعية و العضوية والكيميائية ويرجع ذلك إلى ما تسببه الرياح والانسان من نقل و اضافة هذه المواد من البيئة المحيطة والتي تمر بها المياه من خلال المجاري المائية .

ب- المياه الجوفية :

تختلف طبيعة المواد والترسيبات التي تنشأ من استخدام هذه النوعية من مكان إلى آخر لكن عادة ما تحدث مشاكل الانسداد عند استخدام مياه الآبار الجوفية نتيجة لوجود ترسيبات طبيعية من الرمال وترسيبات كيميائية من الأملاح نتيجة لوجود أيونات الكالسيوم والمغنسيوم والكبريتات والكاربونات علاوة على ارتفاع رقم الحوضة.

### طرق تحضير رائق الأسمدة صعبة الذوبان

عادة ما تستخدم بعض الأسمدة صعبة الذوبان في الماء لتسميد النباتات من خلال نظم الري الحديثة وذلك نتيجة لعدم توفر الأسمدة الأكثر نقاوة والمتشابهة والسهلة الذوبان في الماء. وللتقليل بقدر الامكان من هذه المشكلة يجب استخدام رائق هذه الأسمدة مع مراعاة تحضيرها بالكيفية المناسبة لاذابة أكبر كمية من المادة السمادية في الماء ذلك باتباع الطريقة التالية :

(1) تذاب الكمية المطلوبة من السماد في الحجم المناسب من المياه فاذا كان المطلوب تحضير رائق سماد سلفات البوتاسيوم اللازم لتسميد مساحة ما من الأرض والتي تحتاج الى تحضير رائق 10 كجم من سلفات البوتاسيوم، فيوضع 200 لتر من الماء في اناء من البلاستيك (جردل أو برميل) ثم تضاف الى الماء كمية من السماد تدريجيا مع التقليب المستمر وذلك لمدة حوالي نصف ساعة بعد الانتهاء من اضافة كمية السماد المطلوب تحضير الرائق لها.

(2) يترك الاناء لمدة يوم كامل ليتم ترسيب أي شوائب عالقة مثل رواسب الرمل والأترربة والجبس أو الجير أو أي شوائب أخرى .

(3) يرشح الجزء الرائق من السماد خلال قطعة من القماش لفصل المواد غير الذائبة العالقة في الرائق ويستقبل الراشح في اناء آخر .

(4) ينقل الراشح الى تانك التسميد ليتم اضافته الى ماء الري .

(5) لا يستخدم الراسب الناتج عن الترويق في الخطوة (2) مرة أخرى حيث يضاف للأرض للاستفادة بما فيه من أترربة و جبس وجير وما تحمله هذه المواد من عناصر غذائية مدمصة أو مثبتة عليها.

(6) يحضر رائق كل سماد على حدة وفي اناء منفصل .

يفضل استخدام مياه دافئة في الخطوة (1) لزيادة سرعة ودرجة الذوبان كذلك يمكن اضافة الأحماض الى المياه المستخدمة في تحضير رائق الأسمدة شحيحة أو قليلة الذوبان وبالمعدلات التالية:

100 سم<sup>3</sup> حمض نيتريك لكل 200 لتر من الماء المستخدمة لتحضير رائق أسمدة سلفات البوتاسيوم أو نترات جير مصرى أو سوبر فوسفات أو تربل سوبر فوسفات.

(7) اذا كان المطلوب تحضير رائق كميات أكبر من السماد فانه يجب استخدام أكثر من اناء واحد وبحيث يمكن المحافظة على النسبة بين السماد والماء كما هو موضح فيما سبق.

(8) بالنسبة للأسمدة الصلبة سهلة الذوبان في الماء فانه يجب أيضاً اذابتها في الماء بنفس الطريقة عدا أنه لا داعى للترويق حيث يمكن استخدامها مباشرة بعد الاذابة وكذلك ليس هناك حاجة للترشيح وقد تضاف مثل هذه الأسمدة في الحالة الصلبة الى السمادة مباشرة أما إذا كانت نسبة الشوائب ( أترربة ورمال ) واضحة فإنه يفضل الترويق والترشيح قبل استخدام هذه الأسمدة.

9) أما بالنسبة لدرجة توزيع العناصر الغذائية في التربة والمضافة خلال مياه الري فيلاحظ أنها تختلف على حسب نوع السماد فهناك ارتباط وثيق بين توزيع الأسمدة النيتروجينية وتوزيع مياه الري بينما يوجد مثل هذا الارتباط مع الأسمدة البوتاسية في حالة أن لاتقل كمية المياه المضافة في الري الواحدة عن 6مم (6متر مكعب/1000م<sup>2</sup>) .

10) وأما عن الأسمدة الفوسفاتية فليس هناك ارتباطاً كبيراً حيث أن الفوسفات يتحرك فقط مسافة 4- 5 سم أسفل سطح التربة في الأراضي الثقيلة وحوالي 18 سم في الأراضي الخفيفة مهما زادت كمية مياه الري وتزداد صعوبة حركة الفوسفات والبوتاسيوم في الأراضي الثقيلة نظراً لارتفاع قدرة معقد التربة (المادة العضوية ومعادن الطين) على حجز وتثبيت هذه الأيونات .

### ثانياً:إضافة الأسمدة بالرش على أوراق النبات :

هي الطريقة التي تستخدم لاعداد النباتات بالعناصر الغذائية من خلال الأجزاء الهوائية له والقادرة على امتصاص هذه العناصر والاستفادة منها. وتستخدم طريقة التسميد بالرش في أغراض مختلفة من أهمها علاج أو تصحيح نقص أحد أو بعض العناصر الغذائية أو المحافظة على الحالة الغذائية المناسبة للنباتات التي تنمو بسرعة أكبر من قدرة جذورها على امداد الأجزاء العليا باحتياجاتها من العناصر الغذائية- كذلك قد يكون التسميد بالرش ضروري عند وجود مشاكل بالتربة تقلل من قدرة الجذور على امتصاص العناصر الغذائية منها مثل انخفاض درجة حرارة التربة أو ارتفاع نسبة كربونات الكالسيوم أو ارتفاع مستوى الملوحة أو عند التسميد الأرضي لضرورة غسيل التربة بمياه نقيه.

يتضح من ذلك أهمية الإستفادة من طريقة التسميد بالرش لتغذية نباتات الخضر المنزرعة تحت نظم الزراعة المحمية وذلك لامداد الأجزاء الخضرية باحتياجاتها من العناصر الغذائية المختلفة لمواجهة النمو السريع التي تتميز به هذه البيئات خاصة في مرحلة نضج الثمار.

وتعتمد الفكرة الأساسية لتسميد النباتات بالرش على امكانية امتصاص الأجزاء الخضرية العليا للنبات خاصة الأوراق للعناصر الغذائية من خلال الثغور المنتشرة على الأسطح العليا والسفلى للأوراق كذلك قد تمتص هذه العناصر بدرجة أقل خاصة في الأوراق القديمة من خلال الشقوق الدقيقة المتناثرة على أسطح الأوراق.

ونظراً لأن الثغور (الفتحات الثغرية) هي الممر الرئيسي لدخول العناصر الغذائية المضافة رشاً على أوراق النباتات فإنه يمكن الحصول على أعلى استفادة ممكنة من التسميد بالرش عند استخدامه في الوقت المناسب من النهار والذي يكون فيه الفتحات الثغرية مفتوحة الى أقصى قدر ممكن وعادة ما يكون ذلك خلال الساعات الأولى من النهار أى في الصباح الباكر ولا يفضل الرش بالعناصر الغذائية خلال وقت الظهيرة حيث تكون الثغور مغلقة والنتج أعلى ما يمكن. كذلك لايفضل أيضاً الرش بعد الغروب حيث تكون الثغور مغلقة وتزداد كفاءة التسميد بالرش عند ارتفاع نسبة الرطوبة الجوية. ويفضل عند استخدام التسميد بالرش (التغذية الورقية) اضافة مادة ناشرة ضمن محلول الرش ليساعد على زيادة سطح التلامس بين المحلول وسطح أوراق النباتات وبالتالي زيادة فرصة امتصاص العناصر الغذائية من خلال الثغور.

وعادة ما يسمى المحلول المغذى المستخدم للتسميد بالرش بالسماد الورقي Foliar Spray وهناك العديد من الأسمدة الورقية التجارية منها المختص لعنصر غذائي واحد مثل الحديد المخليبي أو الزنك المخليبي ومنها ما هو متكامل أى يحتوى على جميع العناصر السمدية. وعموماً يمكن علاج نقص أى من العناصر الغذائية على نباتات الخضر المنزرعة داخل الصوب باستخدام المصادر السمدية التالية وبالتركيز المناسب لعمر ومرحلة نمو النبات ويمكن استخدام أحد هذه الأسمدة أو مخلوط منها :

جدول يوضح أهم الأسمدة وتركيزاتها المستخدمة عند التسميد الورقي

التركيز %	السماذ	التركيز %	السماذ
0.01 - 0.05	حديد مخلبي	0.3 - 0.5	اليوريا
0.01 - 0.05	زنكم خلبي	1 - 2.5	نترات النشادر
0.01 - 0.05	منجنيز مخلبي	1 - 2	نترات الكالسيوم
0.01 - 0.03	نحاس مخلبي	0.5 - 1	نترات البوتاسيوم
0.5 - 1	كبريتات حديدوز	0.5 - 1	رائق السوبر فوسفات
0.5 - 1	كبريتات زنك	1 - 2.5	كبريتات البوتاسيوم
0.05 - 0.1	كبريتات نحاس	0.5 - 1.5	كبريتات الماعنسيوم
0.01 - 0.05	بوراكس	0.5 - 1	كبريتات المنجنيز

## الاستخدام الناجح للأسمدة العضوية

إن مدى نجاح استعمال السماذ البلدي (الطبيعي) يتعلق بشكل وأسلوب إضافته إلى التربة، علماً أن بعض المزارعين يعتمد إلى نثر السماذ على سطح التربة مباشرة وبدون تخمير، ودون التقيد بفترة زمنية محددة من السنة، حيث يبقى (السماذ) كما هو لفترة طويلة، الأمر الذي يؤدي إلى فقدان جزء كبير من قيمة السماذ الغذائية وبالتالي يقلل من فائدته، فضلاً عن الروائح الكريهة وتكاثر الحشرات الضارة. لهذا فإن الطريقة والتوقيت الصحيحين لاستعمال السماذ الطبيعي يلعبان دوراً أساسياً في تفادي الظواهر السلبية السابقة.

وبشكل أساسي، توجد طريقتان لاستعمال السماذ الطبيعي :

**الطريقة الأولى:** إضافة السماذ الطازج إلى التربة مباشرة ومن ثم حرثها.

**الطريقة الثانية:** تخمير السماذ لمدة معينة قبل إضافته إلى التربة. إلا أن إضافة السماذ الطازج غير آمنة، كما أسلفنا. لكن، يمكن إضافة السماذ التجاري المجفف والمعبأ بأكياس مباشرة إلى التربة.

وإجمالاً، ينصح بإضافة السماذ الطبيعي لكافة أنواع التربة. وتختلف كمية السماذ الطبيعي (المتخمّر) المضاف إلى التربة، حسب نوع التربة وعمقها وفترة التسميد ونوع النبات المزروع وعمره. ويمكن إضافة السماذ المتخمّر في أي وقت من السنة ويمكن تقسيم كميات التسميد على دفعات خلال أشهر الربيع والصيف والخريف. وفي كل الحالات، يجب دفن السماذ بداخل التربة، عبر حرثها مباشرة مع السماذ. ويضاف السماذ الطبيعي غير المتخمّر أو الطازج (بشكل عام، على المستويين الزراعيين الكبير والصغير) في الخريف، قبل هطول المطر، ومن ثم تحرث الأرض مع السماذ مباشرة، بحيث يتم دفنه بداخل التربة على عمق نحو 15-20 سم وتمكن هذه العملية السماذ من التحلل إلى مركبات آمنة للنبات في فصل الشتاء وهنا، لا بد من التنبيه إلى أن زراعة النباتات مباشرة في التربة التي أضيف إليها سماذ طازج (غير مخمر) قد يؤدي للنباتات، وذلك بسبب تطاير الأمونيا من السماذ المتحلل.

ويعتبر التوزيع السطحي للسماذ الأسلوب الأسهل والأسرع، إذ أنه لا يحتاج إلى معدات مكلفة أو جهد كبير، علماً أن البحث العلمي أثبت بأن التوزيع السطحي بالحفر (لتغذية المحاصيل) أكثر فعالية من التوزيع التحت سطحي. وقد يعود ذلك إلى التأثير الموضعي للتوزيع بالحفر، بالمقارنة مع التوزيع السطحي المتساوي. ولزيادة فعالية التوزيع، يفضل أن يكون توزيع الحفر (التي سيوضع فيها السماذ) على سطح التربة متساوياً، بحيث تغطي التربة تحت الشجرة أو حتى أبعد من ذلك.

ولعمل الحفر في الأرض، ومن ثم إضافة السماذ الطبيعي فيها، عدة فوائد أهمها ضمان تهوية التربة وتغذية المنطقة أسفل الجذور السطحية. كما أن هذه الطريقة تمكننا من إضافة مواد عضوية لتحسين التربة. وتزداد أهمية وفعالية هذه الطريقة في حالة أن التربة منضغطة أو فقيرة التهوية، حيث أن تحسين تهوية التربة لا يقل فعالية عن التسميد، من ناحية تحفيز الجذور على



النمو وبإمكاننا استعمال أي جهاز لعمل الحفر في التربة، ويفضل عمل الحفر عندما تكون التربة رطبة.

وتتراوح المسافات بين الحفرة والأخرى من 30-50 سم وبعمق نحو 30 سم. وإذا ما كان السماد في الحفرة بعمق قليل نسبيا فمن المحتمل أن يقتل الأعشاب أو أن يتسبب في نمو أعشاب أخرى ويفضل الابتعاد عن جذع الشجرة حوالي 60 سم، وترتيب الحفر في دوائر متداخلة تمتد إلى ما بعد الأغصان الطرفية. وينصح بالإكثار من عدد الحفر، لضمان توزيع السماد جيدا في منطقة الجذر، علما أن الأسمدة لا تنتقل جانبيا في التربة ولمنع تركيز عال للسماد، يفضل خلطه مع التراب أو الرمل، وبعد الانتهاء من تعبئة الحفر بالسماد، تغطي الأخيرة بالتراب.

وما يحدد طول الفترة بين دفعة تسميد وأخرى هو نوع النبات ومدى نموه ويفضل في كل الحالات، بأن تكون كمية الوجبة الواحدة قليلة والفترات الفاصلة بين الوجبة والأخرى قصيرة، وذلك لتقليل الفاقد من السماد مع مياه الري وضياعه في باطن التربة. وعند زراعة الخضر، يمكن إضافة 2-3 كجم سماد طبيعي لكل متر مربع، وذلك حسب مدى خصوبة التربة. أما الأشجار فينصح بإضافة نحو نصف دلو للشجرة الصغيرة، 1.5-2 دلو للشجرة الكبيرة وعند نثر السماد، يجب عدم إبقاء أي أثر للسماد على الأوراق لفترة طويلة، وذلك لمنع احتراق الأوراق والبراعم. لهذا، إذا ما تأخر هطول المطر، بعد نثر السماد على النبات، فيجب غسل النبات بالماء.

## الفصل الثامن

### طرق التعرف على حاجة النبات للتسميد

طرق التعرف على حاجة النبات للتسميد:

#### (أ) التعرف على الحاجة للتسميد من أعراض نقص العناصر:

تظهر أعراض نقص العناصر بصفة خاصة وقت التزهير والإثمار ، إذ تزداد احتياجات النبات للعناصر الغذائية خلال تلك الفترة أو مع بداية النمو في حالة الأراضي الفقيرة . وحتى تسهل دراسة أعراض نقص العناصر ، فإنه يلزم تقسيمها إلى مجاميع تشترك فيها عناصر كل مجموعة في أعراض خاصة فيما بينهما . عن (حسن ، 1996) .

#### تقسيم العناصر المغذية حسب أعراض نقصها :

(أ) عناصر تشترك في ظهور أعراض نقصها على الأوراق المسنة أولاً ، وهي : (الفوسفور ، والبوتاسيوم ، والموليبدنم ، والمغنيسيوم ، والكبريت ، والنحاس ، والنيتروجين) .

**الفوسفور:** يبقى لون الأوراق أخضر قاتمة ، وقد يظهر لون أخضر محمر أو قرمزي على نصل الأوراق والعروق والسيقان ، خاصة من الجانب السفلي للأوراق ، ويظهر في أوراق البطاطس التفاف وبهتان في اللون وبعض الاحتراق ، و عموماً .. فإن النباتات تكون ضعيفة النمو ، وتكون السيقان متخشبة ، ويقف نمو الجذور الليلية ، ويتأخر عقد الأزهار ونضج الثمار

**البوتاسيوم:** تأخذ الأوراق المسنة لونا أخضر رمادية ، ثم يتغير إلى اللون البرونزي أو البني المصفر ، وتلتف حواف الأوراق ، ويكون نمو النبات بطيئاً ، ويضعف نمو الجذور ، ويظهر عدم تجانس في نضج الثمرة الواحدة وتحترق حواف الأوراق . يظهر لون اصفر بين العروق في أنسجة الورقة ، بينما تظل العروق بلون أخضر داكن ، ويشترك في هذه الأعراض كل من : الموليبدنم ، والمغنيسيوم .

**الموليبدنم:** يكون لون الأوراق الصغيرة أخضر عادية ، ثم تتبرقش مع كبرها في السن ، وتظهر بقع بنية اللون على طول حافة الورقة ، تكون الأوراق غير طبيعية المظهر ، وفي القنبيط تكون ضيقة جداً (سوطية الشكل) ، ويكون النبات متقزمة ، كما تكون الأقرص مفككة وغير مندمجة.

**المغنيسيوم :** تلتف حواف الأوراق الأعلى ، ويتغير لون البقع الصفراء إلى اللون البني ، ثم تموت هذه الأنسجة ، وتظهر في بعض النباتات صبغات أرجوانية محمرة ، بدلا من الاصفرار ، وفي الصليبيات يظهر لون على الأوراق ، و عموماً ... يكون الساق سهل التقصف .

(ب) اصفرار الأوراق : يشترك في هذه الأعراض كل من : الكبريت ، والنحاس ، والنيتروجين .

**الكبريت:** تكون الأوراق السفلي سميقة ، والسيقان صلبة ورقيقة ، والجذور كبيرة .

**النحاس:** تكون الأوراق متدلية ، وقد تكون مطاولة ، خاصة في الخس ، ويكون نمو النبات بطيئة ، وفي البصل تكون الأبصال رخوة ، وحراشيفها رفيعة ، وذات لون أصفر باهت .

**النيروجين:** قد يعم الاصفرار كل النبات ، ويكون النبات ضعيفا ومتمزما ، كما تكون الثمار والجذور أصغر من حجمها الطبيعي .

(2) عناصر تشترك في ظهور أعراض نقصها على الأوراق الحديثة أولا ، وهي : (الحديد ، والمنجنيز ، والزنك) ، ولا يحدث جفاف في أي جزء من الورقة .

**المنجنيز:** تتلون الأنسجة بين العروق باللون الأصفر ، ثم يتحول لون هذه الأنسجة إلى اللون البني ، أو تصبح شفافة ، وفي البنجر تأخذ الأوراق لون أحمر داكنة ، وتظهر خطوط مصفرة في أوراق البصل الذرة .

**الزنك:** تكون الأوراق الحديثة صغيرة جدا ومبرقشة ومصفرة ، وعادة ما تظهر بها بقع ذات أنسجة ميتة ، وفي الفاصوليا تظهر بقع صفراء بنية محمرة على الأوراق الفلقية ، وتظهر بقواعد أنصال أوراق الذرة خطوط خضراء وصفراء عريضة ، وفي البنجر يظهر اصفرار بين العروق ، وتحترق حواف الورقة ومن الأعراض الأخرى في الذرة : تأخر ظهور المياسم (الحريرة) ، وعدم امتلاء الكيزان جيدا لعدم تمام التلقيح .

(3) عناصر تشترك في ظهور أعراض نقصها أساسا على القمة النامية للجذور والسيقان ، وهي (البورون والكالسيوم) .

**البورون:** تتلون حواف الأوراق أحيانا باللون الأصفر أو البني ، وتتحنى حواف الأوراق الصغيرة الحديثة ، ويظهر تبرقش بأوراق الخضر الجذرية ، وتظهر في جذور البنجر بقع فليينية بنية أو سوداء متناثرة عادة قرب السطح ، أو قرب حلقات النمو ، وتظهر في جذور اللفت والروتاباجا مناطق كثيرة مائية بنية اللون قرب مركز الجذور ، وفي القنبيط تتلون الأقراص باللون البني ، وفي البروكلي تتلون البراعم الزهرية باللون البني ، وتظهر في سيقان كل من : القنبيط ، والبروكلي ، والكرتب مناطق مائية تصبح شقوق بنية اللون فيما بعد وتظهر على السطح الخارجي لأعناق الكرفس بقع طولية متحللة ، كما تظهر على أعناق أوراق السلق خطوط داكنة وتشققات.

**الكالسيوم:** قد تتلون الأوراق باللون الأصفر ، وتتحنى حواف الأوراق الصغيرة لأعلى وأحيانا تكون حوافها متموجة وغير منتظمة ، وعموما .. تظهر بقع متحللة في الجزء العلوي للنبات وتكون السيقان ضعيفة و بطيئة النمو ، ويظهر مرض تعفن الطرف الزهري في الطماطم ، ومرض القلب الأسود في الكرفس ، واحتراق حواف الأوراق في الخس التنافس بين العناصر المغذية بعضها البعض ، وتأثير ذلك على ظهور أعراض نقص العناصر

تؤدي زيادة عنصر	إلى ظهور أعراض نقص عنصر
النيتروجين	← البوتاسيوم
البوتاسيوم	← المغنيسيوم
الفوسفور	← البوتاسيوم
المغنيسيوم ، والبوتاسيوم ، والصوديوم	← الكالسيوم
الكاديوم ، والكوبالت ، والنحاس ، والمنجيز ، والنيكل ، والزنك	← الحديد
الفوسفور	← الزنك ، الحديد

كما تؤدي زيادة امتصاص بعض العناصر إلى حدوث تسمم بالنبات ، وظهور أعراض شبيهة بأعراض نقص بعض العناصر الأخرى ، مثال ذلك ما يلي :

تؤدي زيادة عنصر	إلى ظهور أعراض نقص عنصر
الصوديوم ، الكلور	← البوتاسيوم (نتيجة لظهور احتراق بحواف الأوراق)
المنجنيز	← المنجنيز أيضاً
الألومنيوم	← الفوسفور
الزنك ، النحاس ، المنجنيز ، الكوبالت ، النيكل ، الكروم	← الحديد

العوامل المؤدية إلى ظهور أعراض شبيهة بأعراض نقص العناصر من أهم هذه العوامل ما يلي :-

1. تؤدي بعض الظروف البيئية إلى ظهور أعراض شبيهة بأعراض نقص بعض العناصر ، مثال ذلك ما يلي :

الحرارة المنخفضة	صبغات بنفسجية محمرة	الفوسفور
الجفاف والحرارة العالية	احتراق بحواف الأوراق	البوتاسيوم
الرياح	احتراق بحواف الأوراق	البوتاسيوم
سوء الصرف	لون بنفسجي ←	الفوسفور
	لون أصفر ←	النيتروجين
	احتراق بحواف الأوراق	البوتاسيوم
	اصفرار جزئي	المنجنيز - الحديد

ب) التعرف على الحاجة للتسميد بواسطة النباتات الحساسة للعناصر المختلفة : يمكن التعرف على حاجة محاصيل الخضر على سبيل المثال للتسميد بزراعة النباتات الحساسة لهذه العناصر Indicator Plants ، فمثلا تعتبر المحاصيل التالية أكثر حساسية من غيرها لنقص عناصر معينة ، وهي التي ينصح بزراعتها للاستدلال على نقص هذه العناصر .

لاكتشاف نقص عنصر	ينصح بزراعة
النيتروجين - الكالسيوم	القنبيط - البروكولي - الكرنب
الفوسفور	الكيل
المغنيسيوم	القنبيط
البوتاسيوم	البطاطس - الفول الرومي - القنبيط
الصوديوم	بنجر السكر
الحديد	القنبيط - البروكولي - الكرنب - البطاطس
المنجنيز	بنجر السكر - البطاطس
البورون	بنجر السكر
النحاس	القمح
الزنك	النجيليات - الكتان
المولبيدوم	القنبيط - الخس

نقلا عن (حسن ، 1996) .

#### ج) التعرف على الحاجة للتسميد من تحليل التربة :

يستفاد من تحليل التربة في تقدير محتواها من العناصر الغذائية ، وبالتالي في تحديد مدى الحاجة للتسميد ، ويستدل على ذلك بمستويات العناصر التي يجب أن تتوفر في التربة للنمو الجيد ، كما هو مبين في جدول ( 1-8 ) ( 2-8 ) .

جدول ( 1-8 ) : المستويات المنخفضة والمعتدلة والمرتفعة من العناصر الغذائية الأولية في التربة (عن Minges وآخرين 1971) نقلا عن (حسن ، 1996) .

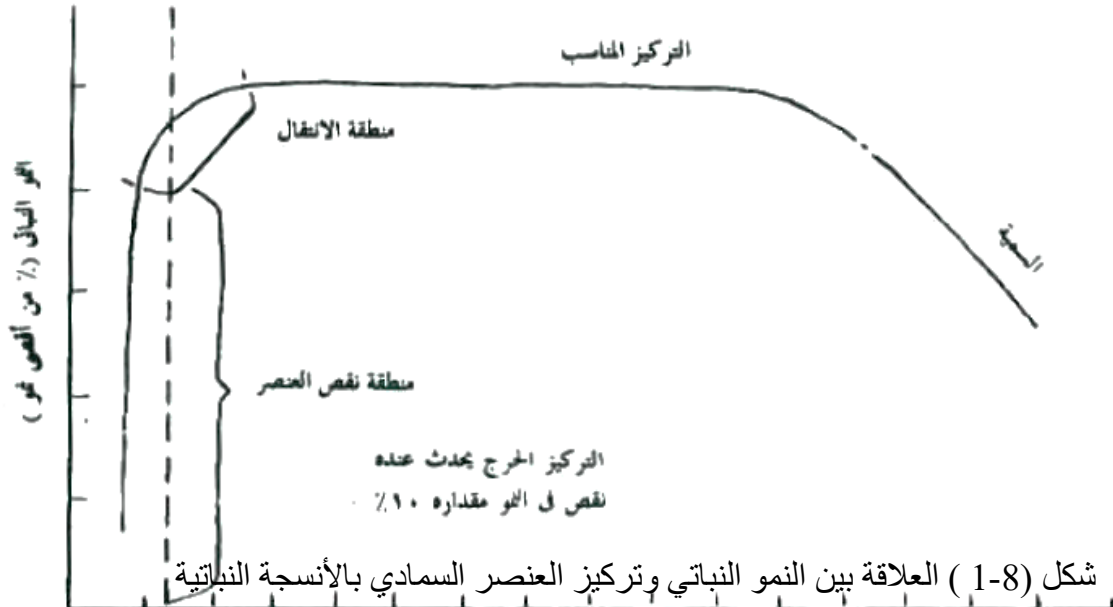
العنصر	مستويات العنصر بالكجم / فدان		
	مرتفع	معتدل	منخفض
النترات (NO <sub>3</sub> )	36 - 48	12 - 36	صفر - 12
الفوسفور الذائب (P)	< 45	15 - 45	صفر - 15
البوتاسيوم المتبادل (K)	< 180	90 - 180	صفر - 90

جدول (2-8) : مستويات التربة من العناصر الدقيقة التي يجب أن تتوفر (عن 1960 ، Brady & Buckman) نقلا عن (حسن ، 1996) .

العنصر	المدى الطبيعي		المستوى المعتدل (جزء في المليون)
	(جزء في المليون)	(%)	
الحديد	50000 – 5000	5.0 – 0.5	25000
المنجنيز	10000 – 200	1.0 – 0.02	2500
الزنك	250 – 10	0.025 – 0.001	100
البورون	150 – 5	0.015 – 0.0005	50
النحاس	150 – 5	0.015 – 0.0005	50
الموليبدينم	5 – 0.2	0.0005 – 0.00002	2
الكلور	1000 – 10	0.1 – 1.001	50

#### (د) التعرف على الحاجة للتسميد من تحليل النبات:

يتناسب النمو النباتي مع محتوى النبات من العناصر الغذائية ، كما هو مبين في شكل (1-8) الكل عنصر تركيز حرج Critical concentration في النبات ، وهو ذلك التركيز الذي يصاحبه مع نقص تركيزه في النمو النباتي بمقدار 10% عن النمو الطبيعي ، وتبدأ أعراض نقص العنصر في الظهور مع نقص تركيزه في النبات عن هذا الحد الحرج ، وتفصل منطقة انتقال Transition Zone ما بين التركيز الذي تظهر عنده أعراض نقص العنصر ، والتركيز الذي يصاحبه النمو الطبيعي ، ومع زيادة تركيز العنصر في النبات ، فإنه يصبح ساما ، ويقفل النمو النباتي تبعا لذلك (Ulrich, 1978) .



هذا .. ويمكن بواسطة تحليل النبات التعرف على مستويات العناصر الغذائية المختلفة به . والجزء النباتي الذي يستخدم في التحليل يكون عادة نصل الورقة ، أو عنق الورقة ، أو الساق وقد تستخدم الجذور أحيانا ، لكن أكثر الأجزاء النباتية استعمالا هي أعناق الأوراق والعرق الوسطى المتضخم Midrib ، فمثلا تستعمل :

1. أعناق الأوراق في البطاطس ، الطماطم ، والكرفس ، والقاوون .
2. العرق الوسطى المتضخم في الخس ، والكرنب ، والهندباء ، والذرة السكرية ، نظرا لسهولة استعمال عينات صغيرة من هذا الجزء النباتي ، وسهولة تنظيفها وتجفيفها وطحنها ، كما يكون تركيز العناصر في أعناق الأوراق عادة أكبر بكثير مما في الأنصال.
3. تفضل الأوراق لتحليل البوتاسيوم ، والكالسيوم ، والمغنيسيوم ، والصوديوم ، والحديد والمنجنيز ، والنحاس ، والموليبدنم ، والبورون ، والكبريت ، ويختار لأجل ذلك ورقة حديثة مكتملة .

### نتائج اختبارات التربة :

وهي ركن هام في تحديد الاحتياج السمادي للنبات - فالتربة هي المخزن للعناصر التي يقوم النبات بامتصاصها في صورة ميسرة - صالحة للامتصاص - وبذلك يمكن تحديد الكميات اللازمة إضافتها من هذه العناصر للنبات لاستكمال احتياجاته الغذائية لإنتاج المحصول الأمثل .

### (1) مميزات اختبارات التربة :

- تحديد الكميات الميسرة لامتصاص النبات من عناصر التربة .
- تحديد صفات التربة والتي تؤثر بدورها على كل من :
  - ✓ الكمية الميسرة .
  - ✓ الكمية المفقودة من السماد المضاف .

### (2) القصور في اختبارات التربة :

- لا تحدد الكمية الفعلية التي يمتصها النبات من جملة الكمية الميسرة من عناصر التربة ، أي إنها تحدد الرصيد من العنصر الميسر ، لكنها لا تبين الكميات التي يمتصها النبات فعلا .
  - من الصعب الحصول على عينة ممثلة تمثيلا دقيقا لحالة المزرعة .
- ولذلك فلا يمكن الاعتماد الكامل على نتائج اختبارات التربة ولكن يجب أن تكون مقترنة بغيرها من طريق تقدير الاحتياجات السمادية . توضح بيانات جدول (3-8) أهم مدلولات نتائج اختبارات وفحوص التربة المستخدمة ، التي تعطي الاحتمالات الممكنة لسبب أو لأكثر في نقص أو زيادة العنصر في النبات النامي على هذه التربة .

جدول (3-8) مدلول بعض اختبارات التربة

المدلول (السبب المتوقع حالة العنصر في النبات)	نتيجة الاختبار
الامراف في استخدام ماء الري المياه المعتمصة من لترية قليلة	فحص قطاع التربة : مستوى الماء الأرضي مرتفع انتشار الجذور محدود
تثبيت البوتاسيوم مرتفع ضميل كميات زائدة من العناصر الغذائية تقليل تيسر الفوسفور والعناصر الصغرى (زئبق ، منجنيز ، حديد ، نحاس) تقليل امتصاص الفوسفور والعناصر الغذائية الأخرى تثبيت الفوسفور والعناصر الصغرى (خاصة الحديد) تيسر كميات قليلة من العناصر احتمال حدوث نقص نحاس	صفات التربة : نسبة الطين مرتفعة نسبة الرمل مرتفعة رقم PH مرتفع ملوحة مرتفعة كربونات كالسيوم مرتفعة مادة عضوية منخفضة مادة عضوية مرتفعة
صفات التربة معيقة لتيسر العنصر مناقسة قوية على الامتصاص من عنصر آخر ذو تركيز مرتفع . معدل تثبيت كبير نتيجة لوجود عنصر بتركيز مرتفع . عدم إضافة العنصر . معدل امتصاص النبات للعنصر منخفض . معدل ضميل العنصر من التربة مرتفع .	محتوى العنصر من التربة : دون الكفاية (منخفض جداً - منخفض)
الامراف في استخدام العنصر في التسميد معدل امتصاص مرتفع للعنصر . سوء حالة الصرف يتوقع من العنصر مناقسة قوية على الامتصاص لو تثبيت مرتفع للعنصر الأخر .	فوق الكفاية (مرتفع - مرتفع جداً)

يعتمد تقييم نتائج تحليل النبات من الناحية العملية على الارتباط المعنوي في العلاقة الثلاثية بين كل من الكمية الكلية التي يحتوي عليها النبات من العنصر وتركيز العنصر في أجزاء النبات وكمية المحصول . والقاعدة العامة إن يمثل تركيز العنصر في أجزاء النبات مقياس الكمية العنصر الكلية التي يمتصها النبات والتي تحدد بدورها كمية المحصول في النبات الصحيح ، ويفترض في هذه الحالة أن تكون العوامل المعيقة للإنتاج اقل ما يمكن . ومن ناحية أخرى فإن لكل منطقة ظروفها التي تحدد كمية المحصول و إمكانات النبات في التعبير عن قدرته الوراثية في إنتاج المحصول ، وتوضح بيانات جدول (4-8) أهم مدلولات نتائج تحاليل النبات .

#### نتائج تحليل النبات:



تكمل هذه النتائج ما تتوصل إليه نتائج تحليل التربة ، فالنبات هو الذي يمتص العناصر الميسرة من التربة .

### **(1) مميزات تحليل النبات :**

- تحديد الكميات التي قام النبات بامتصاصها فعلا من التربة . - من السهل الحصول على عينة ممثلة تمثيلا واقعية لحالة المزرعة .

### **(2) مشاكل تحليل النبات :**

- يرتفع تركيز العنصر من انخفاض الوزن الجاف للنبات عند ضعف أو قلة النمو الخضري ويحدث العكس عند زيادة النمو الخضري .

- أخذ العينة في مراحل معينة من النمو ومن مواضع معينة على النبات تختلف باختلاف نوع وصنف النبات .

- تختلف أصناف المحصول الواحد في مقدار الكمية الكافية من العنصر في العضو النباتي الواحد (أوراق - أعناق ... الخ).

جدول (4-8) مدلول نتائج تحاليل النبات (الأوراق)

المدلول (السبب المتوقع لحالة العنصر في النبات)	نتيجة التحليل
<ul style="list-style-type: none"> <li>- ظروف التربة معيقة لتيسر العنصر .</li> <li>- صفات التربة معيقة لامتنصاص العنصر .</li> <li>- التربة فقيرة في العنصر .</li> <li>- التربة غنية في عنصر آخر / النبات غنى في عنصر آخر (التضاد) .</li> <li>- نمو النبات زائد وحجمه أكبر من الطبيعي .</li> <li>- يتحرك العنصر من الجذور للأوراق بمعدل منخفض .</li> <li>- يتحرك العنصر من الأوراق إلى موضع المحصول بمعدل مرتفع .</li> <li>- العنصر لا يستخدم في التسميد .</li> <li>- العنصر لا يضاف في الوقت الصحيح للاحتياج .</li> </ul>	<p>محتوى العنصر دون الكفاية (ناقص - منخفض)</p>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- ظروف التربة مشجعة لتيسر العنصر .</li> <li>- صفات التربة مشجعة لامتنصاص العنصر .</li> <li>- التربة فقيرة في عنصر آخر/النبات فقير في عنصر آخر .</li> <li>- نمو النبات ضعيف وحجمه أقل من الطبيعي .</li> <li>- يتحرك العنصر من الجذور للأوراق بمعدل مرتفع .</li> <li>- العنصر مثبت بدرجة عالية في الأوراق .</li> <li>- يتحرك العنصر من الأوراق إلى موضع المحصول بمعدل منخفض .</li> </ul>	<p>محتوى العنصر فوق الكفاية (مرتفع - مرتفع جداً)</p>

### مفهوم التوصية السمادية المتخصصة :

(أ) تعتبر التوصية السمادية المتخصصة الوسيلة المثلى التي تضمن توفير الاحتياج السمدى للمحصول تحت الظروف المنزرع فيها المحصول لإعطاء أكبر عائد وأقل تلوث للبيئة .

(ب) تتكون التوصية السمادية من مجموعة من العمليات تشكل منظومة وتشمل :

✓ إجراء اختبارات التربة المزروع فيها المحصول .

✓ تحليل نباتات المحصول .

✓ تحديد ظروف المزرعة و المحصول (الصنف - الظروف - الجو - ظروف التربة - الخ)

(ج) يتم عمل التوصية السمادية في إطار استهداف تحقيق أكبر قدر من التوازن بين العناصر المغذية الكبرى والصغرى والثانوية - وهذا التوازن يشبع احتياجات النبات الغذائي ويمكن النباتات من التعبير عن قدرتها الوراثية في إنتاج المحصول كما ونوعا .

(د) لكي يتم عمل توصية سمادية فلا بد من اجتماع العوامل السابقة لتغطي جميع المعلومات اللازمة وأهمها : البيانات الحقلية ، المعاينة الحقلية ، اختبارات التربة ، تحليل النبات (5-8)

متوسط النسبة المئوية للعناصر الغذائية بالأنسجة النباتية في حالات النمو الطبيعي

المحتوى النباتي من العنصر (% على أساس الوزن الجاف)	العنصر
89.0	الكربون - عنصر غير سمادي
	الأيدروجين - عنصر غير سمادي
	الأكسجين - عنصر غير سمادي
4.0	النيتروجين - من العناصر الكبرى - عنصر أولى
0.5	الفوسفور - من العناصر الكبرى - عنصر أولى
4.0	البوتاسيوم - من العناصر الكبرى - عنصر أولى
1.0	الكالسيوم - من العناصر الكبرى - عنصر ثانوي
0.5	المغنيسيوم - من العناصر الكبرى - عنصر ثانوي
0.5	الكبريت - من العناصر الكبرى - عنصر ثانوي
0.02	الحديد - من العناصر الصغرى
0.02	المنجنيز - من العناصر الصغرى
0.003	الزنك - من العناصر الصغرى
0.001	النحاس - من العناصر الصغرى
0.006	البورون - من العناصر الصغرى
0.0002	الموليبدينم - من العناصر الصغرى
0.03	الصدويوم - من العناصر الصغرى
0.1	الكلور - من العناصر الصغرى

عن (حسن ، 1996)

### المقررات السمادية والاحتياجات السمادية

ان التفرقة والتمييز بين المقررات السمادية والاحتياجات السمادية أمر هام وضروري حتي لا يختلط الامر على المزارع ومديري المزارع الكبيرة، وتثار بلبلة فكرية حولهما قد تؤدي إلى اتخاذ قرارات في المزرعة تعود على المزارع بالضرر بدلا من النفع.

#### ماهي الاحتياجات السمادية ؟

الاحتياجات السمادية لمحصول ما، هي كمية السماد التي يحتاجها المحصول المنزرع لإعطاء أعلى انتاجية ممكنة تحت ظروف المزرعة وإدارتها وعوامل الإنتاج الأخرى السائدة بها.

وبالتالي فإن الاحتياجات السمادية تختلف باختلاف عوامل كثيرة من بينها الصنف المزروع - كثافة النباتات - نظام الري ومواعيده ومدى انتظامه - المعاملات الزراعية المختلفة - الدورة الزراعية - الغرض المزروع المحصول من أجله كما في حالة المحاصيل متعددة الأغراض مثل فول الصويا (زيت- بروتين)، والبطاطس (شيبسي - تسويق طازج) وهكذا - الطريقة المثلى لإعطاء السماد تحت ظروف الحقل (توفر العمالة - الآلات... الخ)، ظروف التربة في المزرعة وصفاتها المختلفة - الظروف الجوية السائدة في المنطقة (بالذات في فصل الشتاء/ الامطار).

#### الهدف من تحديد الإحتياجات السمادية

كلما أمكن تحديد الاحتياجات السمادية على أقل مستوى مساحي ممكن، وهو مستوى المزرعة، كلما كان ذلك أفضل وذلك لتعظيم الاستفادة من السماد المضاف على مستوى كل مزرعة.

وفي المزارع الكبيرة ومزارع الفاكهة بالذات قد يصل الأمر إلى تحديد الاحتياجات السمادية لأجزاء من المزرعة ، وقد تختلف الأجزاء المختلفة داخل المزرعة الواحدة في إحتياجاتها تبعا لظروف كل جزء منها والإنتاجية المتوقعة منه تبعا لهذه الظروف.

ويصعب الوصول الى هذا الهدف مرة واحدة ، والطريق اليه طويل ولكن لا بد من البدء في هذا الطريق - ولذلك، يتم ترشيد استخدام الاسمدة بالتدرج في إعطاء التوصية السمادية على النحو التالي :

- 1) المرحلة الاولى: مستوى الاقاليم (التوصية لا تمثل الاحتياجات الفعلية لكل مزرعة).
- 2) المرحلة الثانية : مستوى المحافظات (التوصية لازالت لا تمثل الاحتياجات الفعلية لكل مزرعة).
- 3) المرحلة الثالثة : مستوى المراكز والقرى ( التوصية تقترب من الاحتياجات الفعلية لكل مزرعة).
- 4) المرحلة الرابعة : مستوى المزرعة أو الحوض (التوصية تقترب جدا من الاحتياجات الفعلية لكل مزرعة ).
- 5) المرحلة الخامسة : مثل حالات إعطاء توصيات على مستوى الحوض أو المزرعة الكبيرة مع إدخال خصائص الأجزاء المختلفة من الارض في الإعتبار إذا وجد بينها تباين (التوصية تماثل الاحتياجات الفعلية بدرجة كبيرة ).

وكلما انتقلنا من مرحلة الى أخرى تقترب التوصية السمادية المعطاه أكثر ما يمكن الي الاحتياجات الغذائية السمادية الفعلية ، ويزداد ترشيد استخدام الأسمدة ، وترتفع كفاءة استخدامها ويكون العائد الاقتصادي لها على مستوى المزرعة أو الحوض أكبر مايمكن، مما يؤدي الي أكبر عائد ممكن من الإنتاج النباتي على مستوى كل مزرعة وبالتالي على المستوى القومي.

وتتحدد الاحتياجات السمادية بناء على خلفية علمية لتحديد المحصول الاقتصادي الامثل، وبإدخال معلومات عديدة من داخل المزرعة الواحدة في عملية الحساب.. أي يحسب ويحدد الاحتياج السمادي على مستوى المزرعة ويتحدد بناء على اقتصاديات كل مزرعة على حدة ..وعندما يقرر المزارع احتياجه لكمية سماد معينة ، فإنه يقوم بتوفيرها من السوق .

### كيف يتم تحديد الاحتياجات السمادية ؟

1) تحديد ما يحتاجه المحمول من العناصر المغذية المختلفة تبعا لقدرته الانتاجية ، وذلك بحساب الكميات الكلية التي يستنزفها النبات من العناصر المغذية عند النضج وفي مراحل نموه المختلفة، وهذا يتأتى عن طريق تحليل الأجزاء النباتية.

2) تحليل التربة على مستوى المزرعة لمعرفة مدى كفاية العناصر الموجودة بها لسد حاجة النبات، وكذلك لدراسة خواص التربة التي يمكن أن تؤثر على تيسر العناصر الغذائية بها وصلاحيتها للإمتصاص بواسطة النبات وتلك المحددت لكفاءة استخدام السماد.

3) من نتائج تحليل أنسجة النبات في جميع مراحل نموه ونتائج تحليل التربة يمكن التعرف على نقص العناصر المختلفة والذي يجب تعويضه عن طريق التسميد الأرضي أو التسميد بالرش.

4) التعرف على نظام إدارة المزرعة لتحديد مدى الإستفادة مما في التربة من عناصر غذائية وكفاءة السماد المضاف.

ويجب أن تدرس عمليات التسميد المتكامل والمتوازن، وتضاف الاحتياجات السمادية الى المحصول في إطار عملية الإنتاج النباتي المتكاملة على المستوى المزرعي، والتي تشمل عمليات أخرى غير التسميد، مع مراعاة أن التسميد يشكل حلقة واحدة منها فقط، وذلك لضمان أكبر فعالية لعملية التسميد.



شكل (8-2) تمثل " تغذية النات و التسميد " حلقة من حلقات سلسلة الانتاج النباتي

### ماهي المقررات السمادية ؟

المقررات السمادية هي الكميات التي تقرر أي تحدد لكل مزرعة بناء على مساحتها في المقام الأول والمحصول المزروع بها .. وهذه الكميات لا تقرر من واقع كل مزرعة وإنما عادة ما تقرر على مستويات أكبر بكثير من المزرعة ربما الدولة ككل ، وربما الاقليم أو المحافظة.

وفي الدول التي يتم فيها تحديد مقررات سمادية للمحاصيل المختلفة، يكون هذا القرار راجعا الى ظروف اجتماعية-اقتصادية على المستوى القومي وليس على المستوى المزرعي. وقد يكون لذلك أسبابا كثيرة منها:

- (1) عدم قدرة الاقتصاد الوطني على توفير كميات كبيرة من الاسمدة تسمح للمزارع بالاختيار حسب حالة كل مزرعة، وضرورة إيجاد وسيلة عادلة للتوزيع لينال كل مزارع قدرا محددًا مما يحتاج إليه .
- (2) دعم الدولة لسعر السماد وضرورة توزيع هذا الدعم على المزارعين بالعدل حتى لا يحصل مزارع على كميات أكبر من غيره .
- (3) صعوبة تحديد الاحتياجات السمادية علي مستوى المزرعة لعدم توفر الامكانيات المادية ، أو قلة المعلومات العلمية الدقيقة المتاحة لدى أجهزة البحث العلمي على مستوى كل مزرعة ، وبالذات إمكانيات التحليل المعملية الدقيقة على المستوى الإقليمي.
- (4) صعوبة الربط بين الإرشاد الزراعي والمزارع من جهة، وبينهما وبين جهات البحث العلمي من جهة أخرى لإعطاء المزارع الإحتياج الفعلي من السماد لمزرعته في الوقت المناسب.
- (5) عدم توفر كوادر بحثية متفرقة مدربة تدريبًا عاليًا تركز وقتها كله لخدمة المزارعين بالمنطقة دون النظر الي ماينتج عن هذه الخدمة من بحوث صالحة للنشر - الدوريات العلمية الاكاديمية أو عدمه .

وتحت هذه الظروف فإن نظام إقرار كميات معينة من السماد لكل مساحة حسب المحصول المنزرع و المنطقة يكون انسب النظم ، من حيث وجهة نظر الاقتصاد القومي والظروف الاجتماعية، حتى وإن لم يكن أنسبها من حيث الإقتصاد المزرعي والانتاجية الزراعية على المستوى المزرعي.

والاساس العلمي الذي يبني عليه تحديد المقررات السمادية هو التجارب الحقلية المقننة، ذات الدرجات المتفاوتة من التقنين، فهي أما أن تجري في محطات البحوث، أو في حقول الإرشاد، أو لدى المزارعين، وفي مناطق متعددة، وتحت ظروف تربة مختلفة . ومن البيانات المتحصل عليها يتحدد المقرر السمادي للمحصول والمنطقة.

وهذه التجارب اما تجري لدراسة تأثير كميات مختلفة من عنصر سمادي واحد لتحديد أنسب كمية منه مع تثبيت كميات العناصر الأخرى .. أو تتناول تبادلياً وتوافقياً بين أكثر من عنصر سمادي، وكلما زاد عدد العناصر السمادية الداخلة في التجربة ، كلما زادت تعقيداتها وزاد حجمها وصعوبة إستقراء نتائجها - وكلما قل أو أقتصر الأمر على عنصر واحد كلما زادت إحتتمالات الوقوع في الخطأ، نظرا لاحتمال وجود عنصر اخر محدد للانتاجية يقلل من تأثير العنصر السمادي المضاف.

### **تأثير التسميد طبقا لنظام المقررات السمادية على الانتاج الزراعي في مصر :**

تحت ظروف الاضطراب الى توزيع الأسمدة على المزارعين كمقررات سمادية ، لم يكن من الممكن أن يتم التسميد وفقا لإحتياجات النبات الفعلية من العناصر المغذية المختلفة، خاصة عند غياب مفهوم التغذية المتكاملة المتوازنة والمبنية على استخدام اختبارات التربة وتحاليل النبات بالإضافة الى تعذر الحصول على بعض أنواع الأسمدة.

لذلك، فإنه رغم إرتفاع الكمية الكلية من الأسمدة المضافة، إلا أن المحصول الناتج يقل عما ينبغي الوصول اليه ، بالمقارنة بالإنتاج في دول أخرى يتم فيها التسميد بناء على الإحتياجات الفعلية للمحصول.

### **من الذي يحدد المقررات السمادية ؟**

بناء على ما سبق فإن تحديد المقررات السمادية يجب أن يتم بواسطة وتحت الإشراف المباشر للسلطة التنفيذية المركزية التي تستطيع أن تحدد الكميات المتاحة وأساليب التوزيع ومبالغ الدعم المتاحة ... وهكذا مسترشدة بنتائج ودراسات الهيئات البحثية التابعة لها مباشرة حتى يمكنها الحصول على الخلفية العلمية المطلوبة في الوقت المناسب - ويجب لضمان ترشيد إتخاذ القرار، إشراك أصحاب الخبرة في هذا المجال في الهيئات الأخرى، حتى ولو بصفة استشارية ، وخاصة كلما كانت سياسة الدولة تسير نحو توفير السماد وتقريب المقررات السمادية إلى الإحتياجات السمادية والبعد التدريجي عن سياسة الدعم .

### **أسس تقدير الإحتياجات السمادية**

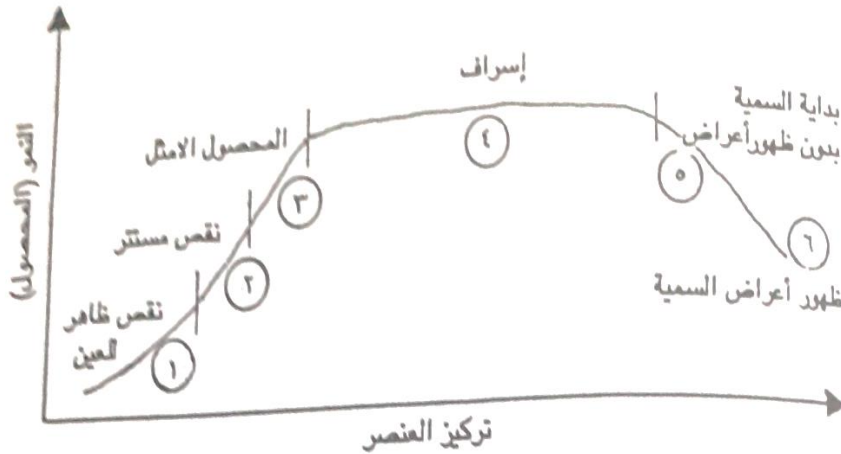
تختلف حاجة المحاصيل المختلفة الى إضافة الأسمدة عند زراعتها حسب إحتياجات المحصول المزروع من العناصر المختلفة، والعوامل البيئية السائدة، والمعاملات الزراعية، ومدى قدرة

التربة على امداد المحصول بالكميات المطلوبة من كل عنصر في الوقت المناسب. وفيما يلي الأسس التي يقوم عليها تقدير حاجة المحصول للتسميد.

### أولا : الاعراض الظاهرية

يمكن تحديد حاجة المحصول للتسميد بظهور أعراض النقص على الاوراق، ورغم أهمية التشخيص الظاهري للتعرف على الحالة الغذائية للمزرعة ، إلا أنه لا يمكن الاعتماد على هذه الطريقة فقط لاسباب كثيرة منها :

- \* في معظم الحالات تتداخل أعراض نقص العناصر المختلفة.
  - \* تظهر أعراض النقص في المحاصيل قصيرة العمر في مراحل متقدمة يصعب خلالها إجراء عمليات التسميد اللازمة قرب انتهاء عمر النبات.
  - \* لا يمكن التفرقة بين النقص الحقيقي والنقص الناتج عن عوامل أخرى مثل زيادة الرطوبة بالارض أو الاصابات المرضية.
  - \* وجود حالات نقص للعناصر لا تؤدي الى ظهور أعراض ظاهرية ، حيث توجد ستة مراحل لمستوى أداء العنصر تبعا لتركيزه داخل النبات.
- ويوضح الشكل التالي هذه المراحل كما يلي ( شكل 3-8)



شكل (3-8) العلاقة بين تركيز العنصر داخل النبات ومستوى الأداء الوظيفي له .

1- نقص العنصر واضح للعين، ويؤدي الي نقص المحصول وانخفاضه ، وفي هذه الحالة يمكن مشاهدة أعراض النقص بالعين المجردة.

٢- نقص مستتر للعنصر، وهذا لا يلاحظ بالعين المجردة، ولكن يمكن معرفته بالتحليل الكيماوي للنبات. ويؤدي إلى نقص المحصول.

3- مظهر عام جيد للنبات، بناء على إمداد جيد من العناصر المختلفة وتسميد متوازن منها، وهي مرحلة المحصول الامثل.

4- النمو جيد وأي إضافة للاسمدة تمثل إسرافا.

5- بداية السمية نتيجة زيادة تركيز بعض العناصر داخل النبات، وهذه تؤثر أيضا على نقص المحصول بدون ظهور أعراض السمية.

6- ظهور أعراض السمية علي النباتات وترى بالعين المجردة.

والمراحل من ٢ -5 لا يمكن رؤيتها بالعين المجردة و لا يمكن إكتشافها إلا بالتحليل الكيماوي .. ومن أجل هذا كان لزاما على المنتج الذي يسعى لضبط عمليات التسميد الخاصة بمحصوله أن يقوم بالتحليل الكيماوي لنباتات محصوله لكي يتعرف على الحالة الغذائية للمحصول .

ويلاحظ عند متابعة أعراض النقص في الحقل إنه عادة ماقد يطغي بعضها على البعض الآخر، أي يظهر نقص عنصر واحد بوضوح، وقد يخفي أعراض نقص بعض العناصر الأخرى.

وإذا أخذنا حالة العناصر الصغرى في مصر، نجد أن معظم المحاصيل تعاني من النقص أساسا في عناصر الحديد، الزنك، المنجنيز، واحيانا النحاس - ولكن، عادة ما تكون أعراض نقص أحد هذه العناصر سائدة في حقل ما، تبعا لنوع التربة و المحصول واحتياجاته من كل عنصر ... الخ، وهذا قد يؤدي الى اختلاط الأمر عند الاعتماد على أعراض النقص الظاهرية فقط، وخاصة لدى غير المتخصصين . وتظهر أعراض نقص العناصر نتيجة :

- عدم كفاية كمية العنصر الكلية بالتربة بالنسبة لإحتياجات النبات (نقص حقيقي).

- وجود العنصر بكمية كافية في التربة، ولكن النبات لا يستطيع الاستفادة منه ، أي تكون الكميات الصالحة لإستفادة النبات أقل من الاحتياجات(نقص بيئي).

### **بعض العوامل التي تؤدي الى ظهور أعراض نقص العناصر**

(١) بيئة الجذور:

وقد تكون بهذه البيئة بعض العوامل التي تؤثر على قدرة الجذر على الإمتصاص وظهور نقص غير حقيقي وبعلاجها تختفي أعراض النقص.

(٢) درجة حرارة الجو والتربة .

(3) رقم الاس الهيدروجيني في التربة (pH) :

يؤدي ارتفاع رقم الاس الهيدروجيني للتربة الى أكثر من ٧ كما في مصر والبلاد المجاورة (الأراضي القاحلة) - الى ظهور نقص في الحديد والزنك والمنجنيز.

(4) الصنف المزروع:

بجانب أن المحاصيل المختلفة تتباين في إحتياجاتها كما سبق ذكره، إلا أنه وجد أن داخل المحصول الواحد تختلف الأصناف المختلفة في قدرتها على الإستفادة من العناصر الموجودة في التربة ، وبالتالي فإننا نجد أنه عند زراعة صنفين من نفس المحصول في نفس الارض فإن أعراض نقص العناصر تظهر على صنف و لا تظهر على الآخر .. وقد لوحظت هذه الظاهرة على الاصناف المختلفة من الفراولة ، البسلة ، الطماطم ، وفول الصويا.

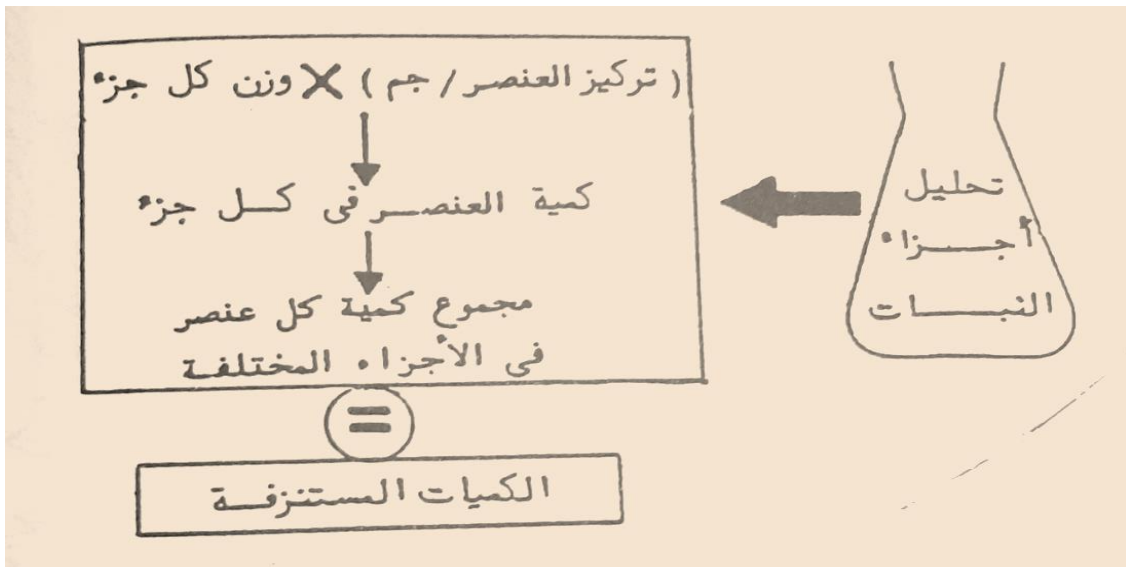
(5) مرحلة النضج :



تظهر في بعض الأحيان أعراض نقص العناصر على بعض المحاصيل عند إقترابها من مرحلة النضج، ويعتبر المزارعون أن هذه الأعراض من علامات النضج . والحقيقة ان ظهور هذه الأعراض عند هذه المراحل لهو دليل على عدم كفاية هذه العناصر، وأن المحصول سوف يتأثر من نقصها و المفروض انه خلال مراحل النضج المختلفة أن تكون أوراق النباتات في حالة صحية جيدة .

### حساب كميات العناصر المستنزفة

الكمية المستنزفة من أي عنصر هي الكمية التي يأخذها النبات من التربة خلال مرحلة النمو... ويتم حسابها بتحليل أجزاء النبات المختلفة ومعرفة كميات العناصر المختلفة بكل منها - ومجموع كمية كل عنصر في الأجزاء المختلفة الناتجة من وحدة المساحة يساوي الكمية المستنزفة من العنصر. والكميات المستنزفة من أي عنصر تختلف باختلاف كمية المحصول ونوعه ، ولا تتناسب طرديا مع كمية المحصول بصفة مطلقة. (شكل 4-8)



شكل (4-8) بوضوح كيفية الكميات المستنزفة

وكمية العناصر التي يستنزفها النبات خلال فترة نموه لا يمتصها بدرجات متساوية خلال الموسم ولكن تختلف كمية كل منها خلال مراحل النمو المختلفة .. فنجد أن بعض العناصر يمتصها النبات في مراحل النمو الخضري أكثر من مراحل النمو الثمري، أي أن المرحلة الفسيولوجية

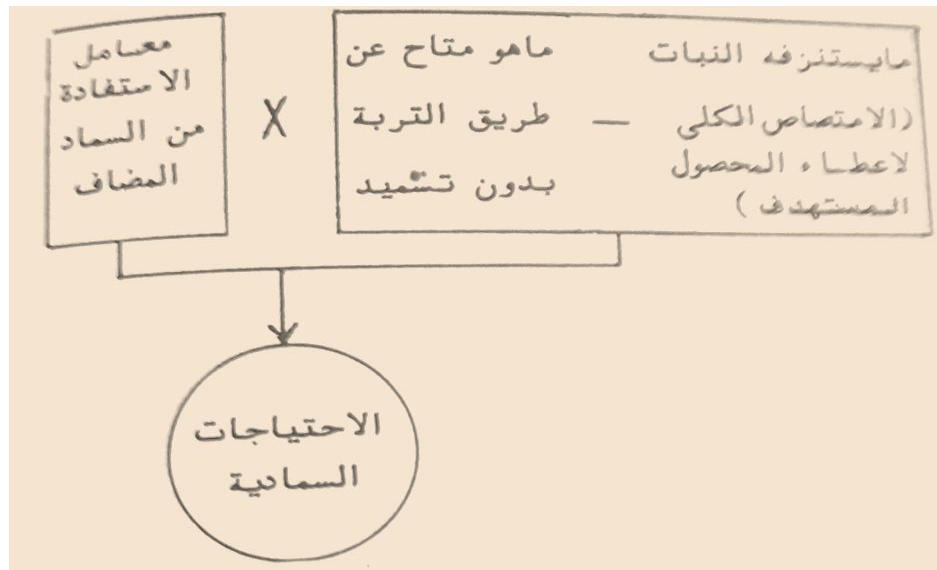
للنبات هي التي تحدد متى يحتاج الي عنصر ما وللكمية التي يحتاج اليها، وهذه الاحتياجات هي التي تحدد مواعيد إم الاسمدة والكميات التي تضاف في كل مرة.

ومن هنا يظهر بوضوح أن تغذية النبات والتسميد عمليه فسيولوجية نباتية تحددها في المقام الاول احتياجات المحصول النامي أساسا وفسولوجيته ، بجانب الارض التي ينمو فيها وخصوبتها.

### تقدير الاحتياجات السمادية (التوصية السمادية )

الاحتياجات السمادية لاي محصول بالنسبة لأي عنصر.... هي عبارة عن معادلة حسابية شكل (5-8) كمايلي:

شكل (5-8) يوضح كيفية حساب الاحتياجات السمادية



\* ما يستنزفه النبات: يقدر بواسطة تحليل أجزاء النبات المختلفة ، وحساب المحصول المستهدف (محصول الموسم السابق + زيادة متوقعة في حدود معقولة).

\* المتاح عن طريق التربة: يقدر بواسطة إختبارات التربة .

\* في بساتين الفاكهة : يراعي ما يفقد من السماد بواسطة الحشائش وخبث التقلير

وبالتالي يمكن حساب الفرق المطلوب اضافته على صورة سماد وتختلف المحاصيل في احتياجاتها من العناصر الغذائية وكذلك تختلف الأراضي في قدرتها الامدادية.

## يجب الأخذ في الاعتبار حساب جميع الكميات المضافة الى الربة طيلة فترة نمو المحصول بالنسبة للعوامل الاتية :

(1) محتوى ماء الري من العناصر المختلفة، ولذلك يجب معرفة عدد الريات وكميات مياه الري بكل رية، وأخذ عينة من مياه الري لتحليلها.

(2) كمية السماد العضوي (البلدي) التي تضاف للبدان و محتوى السماد من العناصر المختلفة .. وهذه الاضافات تخصم من الكمية اللازم إضافتها كسماد معدني، ويجب أيضا مراعاتها في جميع الحالات السابقة .

### إلا أنه يجب إدخال العوامل والمؤشرات الاتية في حساب التوصية السمادية :

\* قوام التربة ونسبة إحتوائها على الطين، حيث يؤثر ذلك اعلى كمية السماد البوتاسي الواجب إضافتها للنباتات، حيث تزيد هذه الكمية في الاراضي الطينية القوام بالمقارنة بالأراضي الرملية . \* تحليل ماء الصرف وحساب العناصر المفقودة نتيجة تسربها الماء الصرف.. ولذلك يجب حساب معدل ماء الصرف بالنسبة للبدان طوال فترة نمو المحصول لكي يتسني حساب كمية الفقد عن طريق ماء الصرف .

\* معامل الإستفادة بالنسبة لكل عنصر غذائي في التربة : حيث أنه من المعروف أن النباتات تختلف عن بعضها في قدرتها على الإستفادة من العناصر المغذية الموجودة في التربة ، وتختلف معدلات الإستفادة حسب نوع السماد المضاف عضوي أو معدني.

كذلك يختلف معامل الإستفادة حسب نوع التربة وحسب المصدر السمادي. ففي حالة الأزوت مثلا يختلف معامل الاستفاده من الأزوت المضاف علي صورة نترات عن ذلك المضاف علي صورة أمونيوم أو يوريا. كما يختلف محتوى السماد العضوي من العناصر المغذية المختلفة. وتؤثر العمليات الزراعية المختلفة ، وعلى الأخص الري علي معدلات الاستفاده من الأسمدة المختلفة.

\* تأثير العناصر المغذية على بعضها وعلاقة كل عنصر بالآخر، وعلى سبيل المثال فإن زيادة التسميد الفوسفوري الارضي يقلل الاستفاده من عنصرى الزنك و النحاس الموجودين في التربة .

## مفاهيم عامة وتعريفات General Concepts and Definitions

### الأسمدة : تعريف عام

بوجه عام الأسمدة هي أية مادة سواء كانت عضوية أو غير عضوية، طبيعية أو صناعية والتي تزود النباتات بواحد أو أكثر من العناصر الكيميائية الضرورية للنمو الطبيعي.

ويمكن تعريفها أيضا على أنها مركبات معينة سواء كانت صناعية أو طبيعية المعدنية منها أو العضوية تضاف إلى التربة الزراعية بهدف رفع كفاءتها الإنتاجية للمحاصيل المختلفة. ويتم ذلك عن طريق رفع مستوى العناصر المغذية وفي الصورة الصالحة للامتصاص بواسطة النبات، أو

عن طريق تحسين الصفات الطبيعية والكيميائية أو الحيوية للتربة وبالتالي تزيد من تيسر العناصر في التربة وأيضاً تزيد من كفاءة امتصاص الجذور للعناصر المختلفة.

### **المخصبات Fertilizers**

تعرف طبقاً للقانون رقم 590 لسنة 1984م بمصر بأنها المواد التي تضاف إلى التربة الزراعية ( فيما عدا المياه) بهدف زيادة المحصول، وهذه الزيادة ترجع إلى سبب أو أكثر من الأسباب الآتية:

- ✓ لأن المادة المضافة تحتوي على العناصر الغذائية غير المتوفرة في التربة بالكمية الكافية وفي الوقت الملائم لحاجة النبات إلى تلك العناصر (في هذه الحالة تسمى أسمدة).
  - ✓ لأن المادة المضافة تساعد على زيادة صلاحية العناصر الغذائية والموجودة في التربة ومن ثم تصبح ميسرة للنبات ( في هذه الحالة تعتبر من المصلحات).
  - ✓ لأن هذه المواد تشجع وتزيد من نشاط الكائنات الدقيقة في التربة مما يؤثر إيجابياً على زيادة صلاحية العناصر وتواجدها بالكمية الكافية لحاجة النبات ( في هذه الحالة تعتبر من المصلحات).
  - ✓ لأن هذه المواد تحسن من الخواص الطبيعية والكيميائية للتربة مما يزيد من درجة استفادة النبات من العناصر والماء في التربة ( في هذه الحالة تعتبر من المصلحات).
- ويجدر الإشارة هنا بأن هناك فرق بين المخصبات والأسمدة حيث أن الأسمدة من المخصبات وليست بالضرورة أن تكون كل المخصبات أسمدة كما يتضح أن المخصبات تشمل الأسمدة (المركبات التي تحتوي على العناصر المغذية) والمصلحات (التي تحسن وتزيد من صلاحية العناصر المغذية أي لا تضيف عناصر غذائية مباشرة للنبات النامي).

### **مغذيات النبات Plant Nutrient**

هي أحد مجموعة العناصر المصنفة كعناصر ضرورية لنمو النبات إن كانت عناصر كبرى أولية أو ثانوية أو كانت عناصر صغرى.

### **الأسمدة الأحادية ( غير الممزوجة) Straight Fertilizer**

هي الأسمدة الحاوية على عنصر مغذي واحد فقط وعلى سبيل المثال: اليوريا أو السوبر فوسفات.

### **الأسمدة المركبة Compound Fertilizer**

هي الأسمدة الحاوية على عنصرين سمدتين أو أكثر من العناصر المغذية. هذا المصطلح لم يستعمل لأنه في بعض البلدان يعني الأسمدة المركبة المشكلة نتيجة لمزج عناصر ومكونات تتفاعل كيميائياً . وبعض المؤلفين يستعملون هذا المصطلح فقط لفوسفات الأمونيوم ولنتروفوسفات.

### **الأسمدة المخلوطة ( الممزوجة) Mixed Fertilizer**

إن هذا المصطلح معناه يتنوع ويختلف من بلد لآخر ، ففي الولايات المتحدة الأمريكية يعني هذا المصطلح مادتين أو أكثر واللذان مزجتا مع بعض ، وفي بعض البلدان الأخرى تعني الأسمدة المركبة والمشكلة بواسطة الخلط الميكانيكي بدون تفاعلات كيميائية.

### **رتبة السماد أو تحليل السماد ( Fertilizer grade ( or Fertilizer analysis)**

ويقصد به أقل نسبة مئوية من العناصر الكبرى نضمن وجودها في هذا السماد والمعبر عنها بنسب مئوية للوزن من N و P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> و K<sub>2</sub>O حيث فيها تحسب نسبة النيتروجين على صورة عنصر ( N ) ، الفوسفور الميسر في صورة خامس أكسيد الفوسفور (P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) والبوتاسيوم الذائب في صورة أكسيد بوتاسيوم (K<sub>2</sub>O). في معظم البلدان فإن الرتبة أو الدرجة عندما تستعمل لأغراض تجارية تتضمن وتشمل فقط كمية العناصر المغذية التي تم إيجادها بواسطة الطرق التحليلية المعتمدة.

على سبيل المثال : فإن درجة ( 10-15-18 ) تدل على أن السماد يحتوي من وزنه على 10% N و 15% P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> و 18% K<sub>2</sub>O وكما ذكرنا سابقاً فإن بعض الدول تعبر عن درجة السماد استناداً على أساس نسبة العناصر وليس على نسبة أكاسيدها ، وفي هذه الحالة فإن الدرجة ( 10-15-18 ) سوف تصبح ( 10-6.5-14.9 ) للنتروجين والفوسفور والبوتاسيوم على التوالي وبعض الدول الأخرى تعبر عن الدرجة والمرتبة بالاستناد إلى أساسي كل من العنصر الأولي وأكسيده

**نسبة السماد أو نسبة العناصر (Fertilizer ratio or Nutrient ratio)** ويقصد بها النسبة المطلقة من العناصر المغذية الداخلة في تركيب السماد. وكما في المثال والذي يحتوي على العناصر NPK بنسب مئوية 12 : 6 : 6 هذا يعنى أن هذه العناصر موجودة في هذا السماد بنسب 2 : 1 : 1.

**المادة المألئة ( Filler material )** ويقصد بها المواد غير المغذية للنبات مثل الرمل أو الحجر الجيري ، ولكن تضاف لكميات معينة ومحددة من العناصر المغذية والصالحة للنبات بغرض ضبط النسب المئوية لهذه العناصر داخل السماد المركب.

**المحسنات ( Conditioner )** ويقصد بها المواد التي تضاف إلى السماد بهدف تحسين خصائصه الطبيعية ومنها الجبس الزراعي وبعض المحسنات الصناعية.

**المغلفات أو الأغطية ( Coating )** ويقصد بها بعض المواد التي تغلف حبيبات المادة الفعالة من السماد ومنها الطين (Clay)، وذلك بهدف المحافظة على السماد من الرطوبة أو التصلب ( Caking ) وبالتالي سهولة تعينته تخزينه وتداوله.

**المركبات الوسيطة (Intermediate)** ويقصد بها المواد التي تنتج في المراحل الأولى لتصنيع الأسمدة وتستخدم في مراحل لاحقة لتصنيع الأسمدة المركبة.

**المادة السمادية Fertilizer Material** في الولايات المتحدة الأسمدة التجارية هي فقط الأسمدة التي تحتوي:  
1- عنصر واحد فقط من العناصر المغذية الكبرى الأولية.  
2- على 85% من محتوى المادة المغذية على شكل مادة كيميائية مركبة واحدة.

**الأسمدة المحببة Granular Fertilizer** هي أسمدة تأخذ شكل جزيئات أو دقائق أو حبيبات وتقدر أبعادها من 1-4 مم وبشكل عام إن مصطلح (حبيبية) لا يشير إلى معنى خاص بتحضير المادة وفق حجم معين . فالحجم المرغوب به يمكن أن الحصول عليه إما: بتكتيل الدقائق الصغيرة مع بعضها ثم غربلتها ، أو عن طريق الضبط والتحكم في أثناء عملية التبلور ، أو عن طريق فصل الحجوم المختلفة للمادة المطحونة أو بأية طريقة أخرى.

**الأسمدة غير المحببة ( مسحوقة ) Non Granular Fertilizer** هي أسمدة تحتوي على دقائق ناعمة ودقيقة جداً ( مسحوق ) مع دقائق خشنة أبعادها لا تزيد عن 3مم.

**الأسمدة المكورة Periled Fertilizer** هي نوع من الأسمدة لها شكل قريب من الكروي وتنتج من تصلب القطرات الصغيرة الحرة المتساقطة في برج التجفيف.

**الأسمدة المغطاة ( المغلفة ) Coated Fertilizer**

هي الأسمدة الحبيبية التي غلقت وغطيت بغطاء رقيق من مادة ما مثل الطين ، وذلك لمنع التميع و التكتل وللتحكم بدرجة الذوبان.

### **الأسمدة المحسنة Conditioned Fertilizers**

هي الأسمدة التي تعامل بمواد إضافية ، وذلك لتحسين حالتها الفيزيائية ولمنع التميع والتكتل ، وهذه المواد المضافة قد تستعمل كقشرة تغطية ، أو متحدة ومندمجة مع السماد.

### **الأسمدة السائبة Bulk Fertilizer**

هي الأسمدة السائبة غير المعبأة في أكياس أو غيرها.

### **الأسمدة السائبة الممزوجة Bulk-blend Fertilizer**

هي الأسمدة المكونة من حبيبات ذات أحجام متشابهة لنوعين أو أكثر من الأسمدة والتي تخلط مع بعضها البعض لتشكل سماداً مركباً.

### **الأسمدة السائلة ( المائعة ) Liquid Or Fluid Fertilizer**

هو مصطلح عام يشمل الأسمدة سواء كانت ذائبة كلياً أو جزئياً في المحلول. وبناءً على هذا التعريف : يعتبر السماد سائلاً إذا كان ذائباً كلياً على شكل محلول رائق ، أو إذا كان على شكل سائل يحوي جسم صلب معلق.

### **السماد المعلق Suspension Fertilizer**

هو سماد أو مائع يحوي على أجسام صلبة معلقة في سائل ، وقد تكون الأجسام الصلبة مواد قابلة أو غير قابلة للذوبان في الماء.

### **الأسمدة المحلولة Solution Fertilizer**

هي أسمدة سائلة ذائبة كلياً في المحلول ولا تحوي على مواد غير ذائبة.

### **الأسمدة البينية Intermediate Fertilizer**

يمكن أن نصنف ضمن هذا التعريف ، الأمونيا ، وحمض الفوسفور ، والتي تهدف من ورائها إلى عمليات أخرى إضافية ، ومعظم هذه المواد البينية يمكن أن تستعمل مباشرة كأسمدة . فالأمونيا مثلا يمكن أن تستعمل مباشرة كسماد ، أو أن تستعمل كمادة أولية لصناعة اليوريا ونترات الأمونيوم... الخ.

### **إضافة الأسمدة Fertilizer Application**

هو مصطلح عام يشير إلى طريقة وضع السماد في أو على التربة في أية واحدة من النماذج والأنماط المتعددة.

### **الاستعمال الأساسي الجوهرى للأسمدة Basal Application**

تستعمل الأسمدة لتزويد النبات بجزء أو كل من حاجاته خلال فترة نموه. والأسمدة يمكن أن تستعمل قبل الزراعة أو خلالها أو المشاتل.

### **توزيع الأسمدة Fertilizer Distribution**

وهو مصطلح عام يخص عمليات النقل والتخزين والتسويق للأسمدة ، بما في ذلك كل العمليات التي تجري بعد خروج السماد من المصنع وقبل وصوله إلى المزرعة.

### **الاستعمال المباشر Direct Application**

هذا المصطلح يشير إلى استعمال مادة أولية مثل الأمونيا ، أو خامية مثل الفوسفات الخام كسماد بدون أية عمليات أخرى إضافية ، أو استعمال الأسمدة الأحادية ( غير الممزوجة ) مثل ثلاثي سوبر فوسفات أو اليوريا لوحدها مباشرة ودون استعمالها مع الأسمدة المركبة.

### **نتروفوسفات Nitro Phosphate**

هو سماد يركب نتيجة لعمليات كيميائية إحدى خطواتها تتكون من تفاعل حمض النتريك (الأزوت ) مع الخامات الفوسفاتية . وهذه المادة يطلق عليها أيضاً فوسفات النتريك.

### **سوبر فوسفات Super Phosphate**

هو السماد الناتج عن معالجة الفوسفات الخام بحمض الكبريت أو حمض الفوسفور أو بمزيج الحمضين المذكورين أحادي سوپر فوسفات **Single Super Phosphate** ويطلق عليه أيضاً السوبر فوسفات العادي ، ويحضر بتفاعل حمض الكبريت مع الفوسفات الخام وهو يحتوي عادة على نسبة 16-22 %  $P_2O_5$ .

### **ثلاثي سوپر فوسفات Triple Super Phosphate**

ويسمى أيضاً بالسوبر فوسفات المركز ويحضر بتفاعل حمض الفوسفور مع الفوسفات الخام ويحتوي عادة على نسبة 44-48 %  $P_2O_5$ .

### **السوبر فوسفات المخصَّب Enriched Super Phosphate**

هو السماد الناتج من تفاعل مزيج حمض الفوسفور وحمض الكبريت مع الفوسفات الخام ، وهذا يشمل أية درجة ( رتبة ) تقع ما بين 22-44 %  $P_2O_5$  وان كان غالباً هو السماد الذي يحوي 25-30 %  $P_2O_5$ .

### **خامس أكسيد الفوسفور المتاح ( الذائب ) Available or Soluble of P2O5**

هو تلك النسبة من  $P_2O_5$  القابلة للانحلال في المذيبات المقترحة من قبل الأنظمة الحكومية من أجل رفع نوعية سماد الفوسفات.

### **السماد الخالي من الكلور Chloride-free Fertilizer**

هو السماد الخام الحاوي على أقل كمية ممكنة من الكلور. وبما أن المصدر المعتاد للكلور في السماد هو كلور البوتاسيوم ، فإن المصطلح يعني عادة سماد البوتاس بشكل ملح آخر مثل الكبريتات أو النترات.

الأسمدة ذات النسبة المنخفضة من الكلور قد تكون مفضلة بسبب مزاياها الزراعية أو في حالة الأسمدة المركبة الحاوية على نترات الأمونيوم وذلك لتجنب التفاعلات الثانوية الخطيرة. إن نسبة الكلور في الأسمدة الخالية من الكلور تكون عادة في معدل 1-2.5% وذلك استناداً إلى نوع ونمط السماد وحسب لائحة أنظمة الدولة.

### **الصيغة والتشكيل Formula or formulation**

هي عبارة عن قائمة من المواد مُبين فيها تركيب هذه المواد ونسبة العناصر المغذية فيها ، ووزن الكميات المطلوبة لإنتاج وزن معطى ( طن مثلاً ) من الأسمدة المركبة أو المفردة ذات درجات ورتب نوعية خاصة اسمدة نقية: "Pure Fertilizers" وهذه الاسمدة تشمل الاسمدة الحاوية على عنصر غذائي واحد من العناصر المغذية الرئيسية الكبرى ( النتروجين او الفسفور او البوتاسيوم) ومنها اسمدة النتروجين مثل اليوريا وكبريتات الامونيوم والامونيا واسمدة الفسفور مثل السوبر فوسفات وحمض الفسفوريك و اسمدة البوتاسيوم مثل كلوريد البوتاسيوم وكبريتات البوتاسيوم

### **اسمدة مركبة:" Compound Fertilizers "**

وهي الاسمدة التي تحوي 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

### **السماد المخلوطة او المزيج:" Mixed Fertilizer "**

وهذه الاسمدة تحوي اكثر من عنصر غذائي ناتجة عن خلط عدد من الاسمدة الأحادية او المركبة وبنسب محددة وثابتة. وهناك تسميات لاتزال موجودة مثل السماد البسيط والذي يشمل السماد الحاوي على عنصر واحد او اكثر في حبيبة سمادية واحدة والسماد المركب ويشمل مزج او خلط سمادين او اكثر خلطاً كيميائياً او خلطاً فيزيائياً.

### السماد التركيبي Synthetic Fertilizer

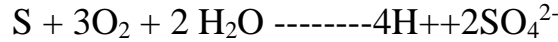
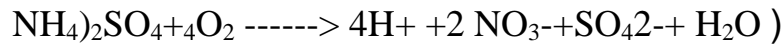
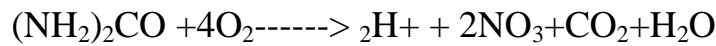
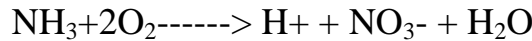
وهو سماد ذا نوعية ممتازة ومواصفات عالية مثل اسمدة المخلبيات "Chelates" التي تستعمل مع العناصر المغذية الصغرى مثل Fe-EDTA , Fe-EDDHA , Zn-DTPA.

### السماد السائل: "Liquid Fertilizer"

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

### 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 مثلاً يكون تأثيرها حامضي واليوريا تأثيرها النهائي حامضي على الرغم من رفعها لدرجة تفاعل التربة في البداية واسمدة النترات عموماً تكون ذات تأثير متعادل الى قاعدي. والمعادلات الاتية 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 ماتسمى بالسعة البفرية الا ان هذا التغيير مهم حتى لو كان وقتي وفي منطقة المحيط الجذري (الريزوسفير)

### " Bio Fertilizer : السماد الحيوي "

وهي عبارة عن ميكروب أو مجموعة من الميكروبات التي تعمل على توفير عنصر أو أكثر من العناصر الغذائية اللازمة لنمو النبات والتي يمكن بها الإستغناء عن كل أو جزء من الاسمدة الكيماوية التي تحتوى على العنصر المطلوب. تشتمل الاسمدة الحيوية على عديد من الكائنات الحية الدقيقة تختلف باختلاف الغرض المستخدم من أجله هذا السماد

### الدليل الملحي: Salt Index

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

### 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<sub>2</sub>O<sub>5</sub> وعن محتوى البوتاسيوم في الاسمدة البوتاسية اما K او K<sub>2</sub>O وهذا متبع في كثير من الدول ومنها مصر وفي بعض الدول الأخرى يعبر عنها بشكل N و P و K وفي كل الاحوال التحويلات من صيغة الى اخرى كما موضح ادناه وهذه القيم ناتجة من الاوزان الذرية والجزيئية.

$$\text{N} = \text{N}$$

$$\% \text{P} \times 2.29 = \% \text{P}_2\text{O}_5$$



$$\begin{aligned} \% P_2O_5 \times 0.436 &= \% P \\ \% K \times 1.2 &= \% K_2O \\ \% K_2O \times 0.83 &= \% K \end{aligned}$$

- الأسمدة العضوية:- Organic Fertilizers -  
وتشمل جميع المصادر الطبيعية الحاوية على C, N, H, O وهناك 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

## المراجع

### أولاً: المراجع العربية

- الأسمدة وإستعمالاتها ( 2003 ) كتاب دليل للمرشدين الزراعيين - الطبعة الرابعة المنقحة - منظمة الأغذية والزراعة - الإتحاد الدولي لصناعة الأسمدة - المعهد الدولي لصناعة الفوسفات - المغرب
- الطرق الحديثة لإضافة الأسمدة - الدورة التدريبية التنشيطية في المحاصيل البستانية - شبكة المعلومات الدولية
- جورج كرزوم - التسميد الطبيعي المتوازن - شبكة المعلومات الدولية
- رضا عبدالظاهر يوسف - محاضرات تكنولوجيا الأسمدة الحيوية - قسم علوم التربة - كلية علوم الأغذية والزراعة - جامعة الملك سعود
- سعد محمود الشريف ، عادل السيد اللبoudy وعبد المنعم الجلا (1987). "كيمياء الأسمدة" مذكرات لشعبة الأراضى - كلية الزراعة - جامعة عين شمس.
- سمير عبد الوهاب أبو الروس، محمدى إبراهيم الخرباوى وشوقى شبل هول (1992). "خصوبة الأراضى وتغذية النبات" التعليم المفتوح - جامعة القاهرة.
- طلعت رزق أحمد البشبيشى ، محمد أحمد شريف ( 1998 ) أساسيات تغذية النبات - دار النشر للجامعات المصرية
- علي بن عبد الله الجلود - الأسمدة العضوية واستخداماتها ( 2007 ) - دورة الأسمدة والتسميد وخصوبة التربة - مركز التطوير الزراعي بالقصيم - عنيزة
- عبد المنعم بلبع (1988). "خصوبة الأراضى والتسميد" دار المطبوعات الجديدة.
- طارق أسماعيل كاخيا - كتيب الأسمدة Fertilizer manual شبكة المعلومات الدولية.
- عبد الله همام عبد الهادى (1993). "العناصر الصغرى والأسمدة الورقية وتأثير إضافتها على إنتاجية المحاصيل الحقلية والبستانية فى الأراضى المصرية" معهد بحوث الأراضى والمياه - مركز البحوث الزراعية - جيزة.
- كامل سعيد جواد، محمد على حمزه وحسن كاظم علوش (1988). "خصوبة التربة والتسميد" المكتبة الوطنية - بغداد.

- محمد كمال صادق، محمد السيد على، على عبد الحليم و عمر الحسينى (1997). محاضرات فى تغذية النبات والأسمدة. قسم الأراضى والكيمياء الزراعية - كلية الزراعة بمشنتهر - جامعة الزقازيق - فرع بنها.
- محمد مصطفى الفولى و أحمد فوزى عبد الحميد (1992). " أساسيات تغذية النبات والتسميد ومشاكل العناصر المغذية الصغرى فى مصر" مشروع العناصر المغذية الصغرى ومشاكل تغذية النبات فى مصر - المركز القومى للبحوث - الدقى - القاهرة.
- محمد الغروصى- ( 2006 ) طرق التسميد والإستعمالات الناجحة للأسمدة فى زراعة الحبوب مديريةية التعليم والبحث والتنمية - قسم الإرشاد الفلاحى- المملكة المغربية.
- هارى بكمان، نيل برادى ( 1960 ). "طبيعة الأراضى وخواصها" ترجمة: أمين عبد البر، أحمد جمال عبد السميع، عبد الحليم الدماطى. مكتبة الأنجلو المصرية.
- الشبكة الدولية للمعلومات ( الانترنت )

## ثانياً: المراجع الأجنبية

- FAO (1983). Micronutrients. FAO Fertilizer and plant nutrition Bulletin 7. Land and Water Development Division, Rome.**
- FAO (1984). Fertilizer and plant nutrition. FAO Fertilizer and plant nutrition Bulletin 9. Land and Water Development Division, Rome.**
- Follett, R.H.; L.S. Murphy and R.L. Donahue (1981). Fertilizers and Soil Amanment. Englewood Cliffe, New Jersey 07632.**
- Havlin, J.L., Beaton, J.D., Tisdale, S.L. and Nelson, W.L. (2005) Soil Fertility and Fertilizers: An Introduction to Nutrient Management. 7th Edition, Pearson Educational, Inc., Upper Saddle River, New Jersey.**
- Marschner, H. (1995). Mineral Nutrition of Higher plants. Academic Press Limited, London NW1 7DX.**
- Mengel, K. & E.A. Kirkby (1987). Principles of Plant Nutrition. International Potash Institute. Bern, Switzerland.**
- Nooreldeen Shawqi Ali ( 2007). Fertilizers Technology and Uses. Ministry of higher education and scientific research college of agriculture - University of Bagdad - Iraq.**
- Tamil Nadu (2018) Role of Biofertilizers in soil fertility and Agriculture. Entrepreneurial Training Manual Agriculturai University, Coimbatore-3. Published by agrinfobank.**