عادة نحو ٥٠٪ من احتياجاته الكلية من الفوسفور عندما يكون قد أكمل نحو ٢٠٪ من نموه الكلى المتوقع . وتصاحب تلك السرعة فى امتصاص الفوسفور سرعة مماثلة فى امتصاص النيتروجين . وعند توفر النيتروجين ، خاصة فى الصورة الأمونيومية ، وبالذات عندما يكون مخلوطًا مع الفوسفور ، فإنه يعمل على زيادة تيسر الفوسفور فى التربة ، كما يزيد من كفاءة الجذور فى امتصاص الفوسفور ، خاصة عندما يكون مستوى الفوسفور منخفضًا أصلًا فى التربة .

ونظرًا لأن الفوسفور يعمل على زيادة نمو الجذور عن نمو السيقان والأوراق ، لذا فإنه يعمل على سرعة تثبيت الشتلات فى التربة . كما يحدث نفس التأثير عند توفر الفوسفور الميسر قريبًا من جذور البادرات بعد إنبات البذور . ويؤدى ذلك إلى سرعة النمو والإزهار والإثمار وزيادة المحصول . كما تصاحبه أيضًا زيادة فى امتصاص كافة العناصر الغذائية . ويزداد وضوح تأثير المخاليل البادئة فى درجات الحرارة المنخفضة التى تقلل من نمو الجذور ، ومن سرعة امتصاص الفوسفور . ويفسر ذلك أهمية المخاليل البادئة الغنية بالفوسفور فى فصل الشتاء وبداية الربيع (Wittwer ١٩٦٩) .

٧ – ٤ – ٢ : الأسمدة الورقية

توجد المئات من التحضيرات التجارية التى تستخدم كأسمدة ورقية Foliar Fertilizers رشًا على النباتات .

وتستخدم معظم الأسمدة الورقية بتركيز ٠,١٥٪ للبادرات الصغيرة ، ويزداد التركيز إلى ٠,٢٪ للنباتات المتقدمة فى النمو ، وإلى ٠,٣٪ عند ظهور أعراض نقص العناصر . ويتصح بالرش قبل الشتل بأسبوع ، أو بعد الزراعة بـ ٣ – ٤ أسابيع ، ثم كل ٣ أسابيع بعد ذلك .

ويبين جدول (٧ – ١٠) النسبة المئوية للعناصر الغذائية فى عدد من الأسمدة الورقية الشائعة الاستعمال فى مصر . وتحتوى بعض الأسمدة الورقية على عناصر أخرى غير تلك الموضحة فى الجدول ، مثل عناصر الكلور والصوديوم ، كما تحتوى بعضها على بعض منظمات النمو ، كما فى السايفولان .

هذا .. ويمكن خلط معظم هذه الأسمدة مع مخاليل المبيدات الحشرية . وفى حالة الأسمدة السائلة ، مثل فولياترين (٠١) ، يلزم رج محتويات العبوة جيدًا قبل الاستعمال .

٧ – ٥ : خصائص الأسمدة الكيميائية

يتم التفضيل بين الأسمدة على أساس خصائصها : من حيث محتواها من العناصر الغذائية ، وسرعة تيسرها للنبات ، ودرجة ذوبان الأسمدة فى الماء ، وتأثيرها على ملوحة وحموضة التربة .

٧ – ٥ – ١ : ذوبان الأسمدة فى الماء

تتوقف فاعلية السماد على درجة ذوبانه فى الماء . وتزداد أهمية خاصية الذوبان هذه عند التسميد

جدول (٧ - ١٠) : النسبة المئوية للعناصر الغذائية في بعض الأسمدة الورقية الشائعة بمصر

العنصر	إيراك فوردي	إيراك أمريوس	جول فرتيل	بايفولان	أرثوكال	سولوكال	الزيبكس	نيوترين	فوليالترين ١
أزوت	٢٠	١٥	٢٢	١١	١٣	–	–	٢١	١١
فوسفور	٨	–	٢١	٨	–	–	–	٥	٦,٥
بوتاسيوم	١٦	٤	١٢	٦	٤٢	–	–	١٨	٢,٥
مغنسيوم	١	٣	٠,٠٢٩٠	–	٠,٢٢	٨,٣	–	٠,١١٥	–
منجنيز	١	٨	٠,٠٣٩٥	٠,١١٦	٠,١٣	٥	١,١٣ على	٠,١٤	٠,٢٠
زنك	١.	٤	٠,٠٠٦٨	٠,٠٠٦	٠,٠٠٩	٢	٠,١١ على	٠,٢٦٦	٠,١١
نحاس	١.	١.	٠,٠٠٧١	٠,٠٠٨	–	٢	٠,١١٣ على	٠,٣٠٥	٠,١١
حديد	٠,٠٣ على	٤. على	٠,٠٣٧ على	٠,٠١٨٥ على	٠,٠٢	١	٣,٠٢٧ على	٠,١١١	٠,٢٣
كبريت	١	–	٠,١٦٢	–	–	٣٠	–	–	–
بورون	٠٥.	١	٠,٠٠٣٣	٠,١١٦٣	٠,٠٣	٢	٠,١٩٥	٠,١٠٢	٠,١١
مولبدنم	–	–	٠,٠٠٥	٠,٠٠٠٩٥	٠,٠٠٩	٠,٠١٨	٠,٠٥٩	٠,٠٠٤	٠,٠٠١
كوبالت	–	–	٠,٠٠٢	٠,٠٠٠٤	٠,٠٠٩	٠,٠١٢	٠,٠٢٩ على	–	٠,٠٠٠٤
كروم	–	–	–	–	٠,٠٠٩	–	–	–	–
نيكل	–	–	–	–	–	–	–	–	٠,٠٠٠٩

مع ماء الري ، أو عند تحضير المحاليل البادئة ، حيث قد يتطلب الأمر تسخين الماء أولًا للمساعدة على إذابة الأسمدة البطيئة الذوبان . وتختلف الأسمدة البسيطة كثيرًا في مقدرتها على الذوبان في الماء ، كما يتضح من جدول (٧ - ١١) كالتالي .

١ - لا يذوب أكسيد النحاس في الماء .

٢- يتحلل كل من سيناميد الكالسيوم ، وموليبدات الأمونيوم في الماء .

٣ - أقل الأسمدة قابلية للذوبان في الماء هي : البوراكس (١٪) ، والسوبرفوسفات العادي (٢٪) ، والمزدوج (٤٪) .

٤ - أكثر الأسمدة قابلية للذوبان في الماء هي : نترات الأمونيوم (١١٨٪) ، وكبريتات المنجنيز (١٠٥٪) ، ونترات الكالسيوم (١٠٢٪) .

٥ - تعتبر باقي الأسمدة عالية نسبيًا في قابليتها للذوبان في الماء ، وتتراوح من ١٣٪ في نترات البوتاسيوم إلى ٧٨٪ في اليوريا .

٧ - ٥ - ٢ : تأثير الأسمدة على ملوحة التربة

يؤدي استخدام الأسمدة إلى زيادة تركيز الأملاح في المحلول الأرضي . ويعبر عن هذه الزيادة بدليل الملوحة Salt Index . ويقدر دليل الملوحة بإضافة السماد إلى التربة ، وقياس الزيادة التي تحدث في الضغط الإسموزي للمحلول الأرضي ، بالمقارنة بتلك التي تحدث عند إضافة وزن مماثل من نترات الصوديوم . وعلى ذلك .. فدليل الملوحة لسماد ما هو النسبة المئوية للزيادة في الضغط الإسموزي الناتج من استعمال هذا السماد ، بالمقارنة بتلك التي تحدث عند إضافة وزن مماثل من نترات الصوديوم .

جدول (٧ - ١١) : درجة ذوبان الأسمدة البسيطة فى الماء .

السماد	عدد أجزاء السماد التى يمكن إذابتها فى ١٠٠ جزء ماء
نترات الأمونيوم	١١٨
سلفات الأمونيوم	٧١
سيناميد الكالسيوم	يتحلل
نترات الكالسيوم	١٠٢
فوسفات الأمونيوم الأحادية	٢٣
فوسفات الأمونيوم الثنائية	٤٣
نترات الصوديوم	٧٣
نترات البوتاسيوم	١٣
السوبر فوسفات العادى	٢
السوبر فوسفات المركز (الثلاثى)	٤
اليوريا	٧٨
موليبدات الأمونيوم	يتحلل
البوراكس	١
كلوريد الكالسيوم	٦٠
أكسيد النحاس	صفر (غير قابل للذوبان)
كبريتات النحاس	٢٢
كبريتات الحديد	٢٩
كبريتات المغنسيوم	٧١
كبريتات المنجنيز	١٠٥
كلوريد الصوديوم	٣٦
موليبدات الصوديوم	٥٦
كبريتات الزنك	٧٥

وتختلف الأسمدة كثيرًا فى خاصية دليل الملوحة ، بما فى ذلك الأسمدة المركبة متماثلة التحليل . وعمومًا .. فكلما ازداد تحليل السماد ، انخفض دليل الملوحة لكل وحدة من السماد ، كذلك فإن أملاح النيتروجين والبوتاسيوم ذات دليل ملوحة أعلى مما لأملاح الفوسفور .

هذا .. ويجب أن يؤخذ دليل الملوحة فى الاعتبار عند إضافة الأسمدة قريبًا من البذور ، وعندما تكون الملوحة مرتفعة أصلًا فى التربة أو فى ماء الرى (Tisdale & Nelson ١٩٧٥) .

وعند مقارنة الأسمدة ببعضها البعض يجب أن يكون أساس المفاضلة بينها هو دليل الملوحة لكل وحدة سمادية .. فبعض الأسمدة ، كنترات الأمونيوم ، وكلوريد البوتاسيوم ، ذات دليل ملوحة أعلى من نترات الصوديوم ، ولكن كليهما أقل من نترات الصوديوم فى دليل الملوحة لكل وحدة من السماد . ويعتبر سماد نترات الصوديوم أعلى الأسمدة فى دليل الملوحة الجزئى (أى لكل وحدة من السماد) ، ولذلك فإنه يتخذ أساسًا للمقارنة . ويوضح جدول (٧ - ١٢) دليل الملوحة لأهم الأسمدة الشائعة الاستعمال .

٧ – ٥ – ٣ : تأثير الأسمدة على pH التربة

تؤدى إضافة بعض الأسمدة للتربة إلى حدوث تغير طفيف ق pH التربة بالزيادة أو بالنقصان . ويحدث ذلك بسبب امتصاص النباتات لأحد أيونات الملح السمادى بأكثر مما تمتص الأيون الآخر . ففى حالة الأسمدة ذات التأثير الحامضى يمتص النبات الكاتيون بدرجة أكبر مما يمتص الأنيون ويحدث العكس ق حالة الأسمدة ذات التأثير القلوى ، حيث يمتص النبات الأنيون بدرجة أكبر مما يمتص الكاتيون . ويؤدى استمرار استعمال أى من نوعى الأسمدة إلى تغير الحامضية أو القلوية . ويعبر عن مدى التأثير الحامضي أو القلوى للسماد بكمية كربونات الكالسيوم (الحجر الجيرى) اللازمة لمعادلة التأثير الحامضى ، أو لإحداث نفس التأثير القلوى لكمية مماثلة من السماد .

وتقسم الأسمدة من حيث تأثيرها على pH التربة إلى ثلاثة أقسام كالتالى :

١ – أسمدة ليس لها تأثير على pH التربة ، أى أنها متعادلة ، ومنها : نترات الأمونيوم – كبريتات الكالسيوم (الجبس) – ميورات البوتاسيوم – كبريتات البوتاسيوم – السوبر فوسفات العادى والمزدوج .

٢ – أسمدة ذات تأثير قلوى : ويوضح جدول (٧ – ١٣) أنواع هذه الأسمدة ، وكمية كربونات الكالسيوم التى تحدث تأثيرًا مماثلاً لـ ١٠٠ كجم من السماد .

جدول (٧ – ١٢) : دليل الملوحة salt index لأهم الأسمدة الشائعة الاستعمال

السماد	دليل الملوحة	دليل الملوحة الجزئى لكل وحدة (٢٠ رطل أو ١٠ كجم) من العنصر السمادى
نترات الأمونيوم	١٠٤,٧	٢,٩٩٠
فوسفات الأمونيوم	٢٦,٩	٢,٤٤٢
كبريتات الأمونيوم	٦٩	٣,٢٥٣
كربونات الكالسيوم (الحجر الجيرى)	٤,٧	٠,٠٨٣
سيانميد الكالسيوم	٣١	١,٤٧٦
نترات الكالسيوم	٥٢,٥	٤,٤٠٩
كبريتات الكالسيوم (الجبس)	٨,١	٠,٢٤٧
كربونات الكالسيوم والمغنسيوم (الحجر الجيرى الدولوميتى)	٠,٨	٠,٠٤٢
نترات الصوديوم	١٠٠	٦,٠٦٠
كلوريد البوتاسيوم	١١٦,٣	١,٩٣٦
نترات البوتاسيوم	٧٣,٦	٥,٣٣٦
كبريتات البوتاسيوم	٤٦,١	٠,٨٥٣
كلوريد الصوديوم	١٥٣,٨	٢,٨٩٩
السوبر فوسفات العادى	٧,٨	٠,٤٨٧
السوبر فوسفات المركز (الثلاثى)	١٠,١	٠,٢١٠
اليوريا	٧٥,٤	١,٦١٨

جدول (٧ – ١٣) : الأسمدة ذات التأثير القلوى .

السماد	نسبة النيتروجين بالسماد	كمية كربونات الكالسيوم التى تكفى لإحداث تغير فى الـ pH مماثل لما يحدثه ١٠٠ كجم من السماد
سيناميد الكالسيوم	٢٢	٦٣
نترات الكالسيوم	١٥,٥	٢٠
نترات البوتاسيوم	١٣	٢٣
نترات الصوديوم	١٦	٢٩

جدول (٧ – ١٤) : الأسمدة ذات التأثير الحامضى .

السماد	نسبة النيتروجين بالسماد	كمية كربونات الكالسيوم (كجم) اللازمة لمعادلة التأثير الحامضى الذى يحدثه ١٠٠ كجم من السماد
نترات الأمونيوم	٣٣,٥	٦٠
فوسفات الأمونيوم	١١	٥٩
كبريتات الأمونيوم	٢٠,٥	١١٠
اليوريا	٤٦,٦	٨٤

٣ – أسمدة ذات تأثير حامضى : وهى الأسمدة المفضلة فى الأراضى القلوية . ويوضح جدول (٧ – ١٤)) أنواع هذه الأسمدة ، وكمية كربونات الكالسيوم اللازمة لمعادلة التأثير الحامضى الذى يحدثه ١٠٠ كجم من السماد .

هذا .. ويجب ألا تكون المفاضلة بين الأسمدة قائمة على أساس التأثير المطلق للأسمدة على حموضة التربة ، وإنما على أساس التأثير الحامضى أو القلوى لكل وحدة سمادية (١٪ من الطن ، أو ١٠ كجم) (جدولا ٧ – ١٥ ، ٧ – ١٦) .

هذا .. ويوضح جدولا (٧ – ١٧ ، ٧ – ١٨) الخصائص العامة لأهم الأسمدة المستخدمة كمصادر للعناصر الكبرى والصغرى على التوالى (عن Hanan وآخرين ١٩٧٨) .

جدول (٧ – ١٥) : مقارنة الأسمدة ذات التأثير القلوى على أساس الوحدة السمادية

السماد	كمية كربونات الكالسيوم اللازمة لإحداث تأثير قلوى مماثل للتأثير الذى يحدثه ١٠ كجم من النيتروجين
سيناميد الكالسيوم	٥٣,٥
نترات الكالسيوم	١٣,٥
نترات البوتاسيوم	١٨
نترات الصوديوم	١٨

جدول (٧ - ١٦) : مقارنة الأسمدة ذات التأثير الحامضى على أساس الوحدة السمادية

السماد	كمية كربونات الكالسيوم (كجم) اللازمة لمعادلة التأثير الحامضى الذى يحدثه ١٠ كجم من النيتروجين
نترات الأمونيوم	١٨
فوسفات الأمونيوم	٥٣,٥
كبريتات الأمونيوم	٥٣,٥
اليوريا	١٨

جدول (٧ - ١٧) : الخصائص العامة لبعض الأسمدة التى تعتبر مصادر للعناصر الكبرى .

السماد	التحليل (٪) (ن - فو٢أ٥ - بو٢أ)	العناصر الأخرى القابلية للذوبان (٪)	الماء جم/ ١٠٠ مل	التأثير على رقم الـ pH
كلوريد الأمونيوم	٢٥ - صفر - صفر	—	٣٩,٧	حامضى
نترات الأمونيوم	٣٣,٥ - صفر - صفر	—	١١٨,٣	حامضى
فوسفات أحادى الأمونيوم	١١ - ٤٨ - صفر	—	٢٢,٧	حامضى
فوسفات ثانى الأمونيوم	٢١ - ٥٣ - صفر	١,٤٪ كالسيوم	٤٢,٩	حامضى
كبريتات الأمونيوم	٢٠ - صفر - صفر	—	٧٠,٦	حامضى جدا
نترات الكالسيوم	١٥ - صفر - صفر	٢٤٪ كبريت	١٠٢,٠	قاعدى
نترات الصوديوم	١٦ - صفر - صفر	١٧٪ كالسيوم	٧٣,٠	قاعدى
اليوريا	٤٥ - صفر - صفر	٢٧٪ صوديوم	٧٨,٠	حامضى
السوبر فوسفات الأحادى	صفر - ٢٠ - صفر	—	١,٨	متعادل
السوبر فوسفات المزدوج	صفر - ٤٢ - صفر	١٨٪ كالسيوم	١,٨	متعادل
كلوريد البوتاسيوم	صفر - صفر - ٦٢	١٢٪ كالسيوم	٣٤,٧	متعادل
نترات البوتاسيوم	١٣ - صفر - ٤٤	—	١٣,٣	قاعدى
كبريتات البوتاسيوم	صفر - صفر - ٥٣	—	٦,٩	متعادل
كبريتات المغنسيوم	صفر - صفر - صفر	١٨٪ كبريت ١٠٪ مغنسيوم ١٣٪ كبريت	٧١,٠	متعادل

٧ - ٦ : طرق التسميد

٧ - ٦ - ١ : طرق إضافة الأسمدة الجافة

تضاف الأسمدة الجافة للتربة بعدة طرق كما يلى :

١ - نثر الأسمدة على سطح التربة قبل الحرث .

٢ - نثر الأسمدة على سطح التربة بعد الحرث ، ثم خلطها بالتربة بالتسوية والترحيف .

٣ - نثر الأسمدة على سطح التربة بعد الإنبات فى حالة الزراعة فى أحواض .

٤ - إضافة الأسمدة (سرًا) فى بطن خط الزراعة .