الفصل الثامن عشر

التسميد

برزت الحاجة للتسميد Fertilization مع النصف الثانى من هذا القرن ، نتيجة للعديد من العوامل التى كان من أهمها ما يلى :

١ - تركيز زراعات الخضر ، مما أدى إلى استنفاذ المخزون من بعض العناصر الغذائية فى التربة ، وظهور أعراض نقصها .

٢ - تناقص الاعتماد على الأسمدة العضوية فى الزراعة ، وهى التى تحتوى على كميات من مختلف العناصر التى يحتاجها النبات ، بما فى ذلك العناصر الدقيقة .

٣ - تحسن وسائل إنتاج الأسمدة الكيمائية وإنتاجها بصورة أكثر نقاوة ، وبالتالى لم تعد تحتوى على كميات يُعتد بها من العناصر الدقيقة ، والتى كانت تختلط بها فى صورة شوائب بكميات تكفى لسد حاجة نباتات الخضر منها .

وقد سبق تناول العناصر المغذية وتأثيرها على نباتات الخضر فى الفصل التاسع . وسنتناول فى هذا الفصل احتياجات نباتات الخضر من هذه العناصر ، وكيفية إمدادها بها .

وقد يكون من المفيد فى بداية فصل كهذا عن التسميد مراجعة بعض المصطلحات المستخدمة فى مجال التسميد . ومن أكثر المصطلحات استخدامًا فى هذا المجال ما يلى :

العناصر الضرورية essential elements : هى العناصر التى يلزم توفرها للنبات لنموه وإكمال دورة حياته .

العناصر الأولية primary elements : هى العناصر التى يحتاجها النبات بكميات كبيرة ، ويحصل عليها من التربة ، وهى : النيتروجين ، والفوسفور ، والبوتاسيوم .

العناصر المغذية الكبرى major elements ، أو macro nutrients : هى العناصر التى يحتاجها النبات بكميات كبيرة نسبيًّا ، وهى :

الكربون ، والأيدروجين ، والأكسجين .. ويحصل عليها النبات من الماء وغاز ثانى أكسيد الكربون من الجو .

النيتروجين ، والفوسفور ، والبوتاسيوم .. ويمتصها النبات من التربة بكميات كبيرة .

الكالسيوم ، والمغنسيوم ، والكبريت .. ويمتصها النبات من التربة بكميات أقل نسبيًّا .

الحديد .. ويمتصه النبات بكميات قليلة نسبيًّا .

العناصر المغذية الصغرى minor elements ، أو micro nutrients : هى العناصر التى يحتاجها النبات بكميات صغيرة جدًّا ، وتسمى بالعناصر النادرة ، وهى : المنجنيز ، والبورون ، والنحاس ، والزنك ، والموليبدنم ، والكلور ، والصوديوم ، والسيليكون .

المخصبات fertilizers : يقصد بها الأسمدة الكيمائية فقط (Devlin ١٩٧٥) .

١٨ - ١ : طرق التعرف على حاجة محاصيل الخضر للتسميد

١٨ - ١ - ١ : 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 ، وبالمقارنة بفصل الصيف ، فإن أعراض نقص العناصر لا تظهر بوضوح خلال فصل الشتاء بسبب بطء النمو . هذا .. وقد سبق وصف الأعراض العامة لنقص العناصر فى الفصل التاسع . وللتعرف على أعراض نقص العناصر فى محاصيل الخضر المختلفة ، فإنه يفضل الرجوع إلى المراجع المتخصصة التى تعطى وصفًا كاملًا لأعراض نقص كل عنصر ، مزودًا بالصور الملونة التى تغنى عن أى وصف ، مثل : Wallace (١٩٦١) ، و Scaife & Turner (١٩٨٣) .

وحتى تسهل دراسة أعراض نقص العناصر ، فإنه يلزم تقسيمها إلى مجاميع تشترك فيها عناصر كل مجموعة فى أعراض خاصة فيما بينها ، وذلك هو بالتحديد ما سنتناوله بالشرح فى الجزء التالى ؛ ثم تعقب ذلك دراسة للعوامل التى تحدث أعراضًا شبيهة بأعراض نقص العناصر .

تقسيم العناصر المغذية حسب أعراض نقصها :

١ - عناصر تشترك فى ظهور أعراض نقصها على الأوراق المسنة أولًا ، وهى : الفوسفور ، والبوتاسيوم ، والموليبدنم ، والمغنسيوم ، والكبريت ، والنحاس ، والنيتروجين .

الفوسفور : يبقى لون الأوراق أخضر قاتمًا ، وقد يظهر لون أخضر محمر أو قرمزى على نصل الأوراق والعروق والسيقان ، خاصة من الجانب السفلى للأوراق . ويظهر فى أوراق البطاطس التفاف وبهتان فى اللون وبعض الاحتراق . وعمومًا .. فإن النباتات تكون ضعيفة النمو ، وتكون السيقان متخشبة ، ويقف نمو الجذور الليفية ، ويتأخر عقد الأزهار ونضج الثمار .

البوتاسيوم : تأخذ الأوراق المسنة لونًا أخضر رماديًّا ، ثم يتغير إلى اللون البرونزى أو البنى المصفر ، وتلتف حواف الأوراق ، ويكون نمو النبات بطيئا ، ويضعف نمو الجذور ، ويظهر عدم تجانس فى نضج الثمرة الواحدة .

(أ) يظهر لون أصفر بين العروق فى أنسجة الورقة ، بينما تظل العروق بلون أخضر داكن . ويشترك فى هذه الأعراض كل من : الموليبدنم ، والمغنسيوم .

الموليبدنم : يكون لون الأوراق الصغيرة أخضر عاديًّا ، ثم تتبرقش مع كبرها فى السن ، وتظهر بقع بنية اللون على طول حافة الورقة . تكون الأوراق غير طبيعية المظهر ، وفى القنبيط تكون ضيقة جدًّا ، ويكون النبات متقزمًا ، كما تكون الأقراص مفككة وغير مندمجة .

المغنسيوم : تلتف حواف الأوراق لأعلى ، ويتغير لون البقع الصفراء إلى اللون البنى ، ثم تموت هذه الأنسجة . وتظهر فى بعض النباتات صبغات أرجوانية محمرة ، بدلًا من الاصفرار ، وفى الصليبيات يظهر لون برّاق على الأوراق . وعمومًا .. يكون الساق سهل التقصف .

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

الكبريت : تكون الأوراق السفلى سميكة ، والسيقان صلبة ورقيقة ، والجذور كبيرة .

النحاس : تكون الأوراق متدلية ، وقد تكون مطاولة ، خاصة فى الخس ، ويكون نمو النبات بطيئًا . وفى البصل تكون الأبصال رخوة ، وحراشيفها رفيعة ، وذات لون أصفر باهت .

النيتروجين : قد يعم الاصفرار كل النبات ، ويكون النبات ضعيفًا ومتقزمًا ، كما تكون الثمار والجذور أصغر من حجمها الطبيعى .

٢ – عناصر تشترك فى ظهور أعراض نقصها على الأوراق الحديثة أولًا ، وهى : الحديد ، والمنجنيز ، والزنك . ولا يحدث جفاف فى أى جزء من الورقة .

المنجنيز : تتلون الأنسجة بين العروق باللون الأصفر ، ثم يتحول لون هذه الأنسجة إلى اللون البنى ، أو تصبح شفافة . وفى البنجر تأخذ الأوراق لونًا أحمر داكنًا ، وتظهر خطوط مصفرة فى أوراق البصل والذرة .

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

٣ – عناصر تشترك فى ظهور أعراض نقصها أساسًا على الأنسجة النامية للجذور والسيقان ، وهى : البورون ، والكالسيوم .

البورون : تتلون حواف الأوراق أحيانًا باللون الأصفر أو البنى ، وتنحنى حواف الأوراق الصغيرة الحديثة ، ويظهر تبرقش بأوراق الخضر الجذرية . وتظهر فى جذور البنجر بقع فلينية بنية أو سوداء متناثرة عادة قرب السطح ، أو قرب حلقات النمو . وتظهر فى جذور اللفت والروتاباجا مناطق كثيرة مائية بنية اللون قرب مركز الجذور . وفى القنبيط تتلون الأقراص باللون البنى . وفى البروكولى تتلون البراعم الزهرية باللون البنى . وتظهر فى سيقان كل من : القنبيط ، والبروكولى ، والكرنب مناطق مائية تصبح شقوقًا بنية اللون فيما بعد وتظهر على السطح الخارجى لأعناق الكرفس بقع طولية متحللة ، كما تظهر على أعناق أوراق السلق خطوط داكنة وتشققات .

الكالسيوم : قد تتلون الأوراق باللون الأصفر . وتنحنى حواف الأوراق الصغيرة لأعلى ، وأحيانًا تكون حوافها متموجة وغير منتظمة . وعمومًا .. تظهر بقع متحللة فى الجزء العلوى للنبات وتكون السيقان ضعيفة وبطيئة النمو . ويظهر مرض تعفن الطرف الزهرى فى الطماطم ، ومرض القلب الأسود فى الكرفس ، واحتراق حواف الأوراق فى الخس (Lorenz & Maynard ١٩٨٠) .

هذا ويتطلب إرجاع الأعراض المشاهدة إلى نقص عنصر معين التسلسل فى مفتاح خاص بأعراض نقص العناصر مثل الذى وضعه English & Maynard (١٩٧٨) لمحاصيل الخضر .

التنافس بين العناصر المغذية بعضها البعض ، وتأثير ذلك على ظهور أعراض نقص العناصر :

تؤدى زيادة امتصاص بعض العناصر إلى ظهور أعراض نقص بعض العناصر الأخرى ، برغم توفرها فى التربة . مثال ذلك ما يلى :

تؤدى زيادة عنصر	إلى ظهور أعراض نقص عنصر
النيتروجين	البوتاسيوم
البوتاسيوم	المغنسيوم
الفوسفور	البوتاسيوم
المغنسيوم ، والبوتاسيوم ، والصوديوم	الكالسيوم
الكدميوم ، والكوبالت ، والنحاس ، والمنجنيز ، والنيكل ، والزنك	الحديد
الفوسفور	الزنك ، والحديد

كما تؤدى زيادة امتصاص بعض العناصر إلى حدوث تسمم بالنبات ، وظهور أعراض شبيهة

بأعراض نقص بعض العناصر الأخرى ، مثال ذلك ما يلى :

تؤدى زيادة عنصر .	إلى ظهور أعراض شبيهة بأعراض نقص عنصر
الصوديوم ، والكلور	البوتاسيوم (نتيجة لظهور احتراق بحواف الأوراق)
المنجنيز	المنجنيز أيضًا
الألومنيوم	الفوسفور
الزنك ، والنحاس ، والمنجنيز ، والكوبالت ، والنيكل ، والكروم	الحديد

العوامل المؤدية إلى ظهور أعراض شبيهة بأعراض نقص العناصر :

من أهم هذه العوامل ما يلى :

١ – تؤدى بعض الظروف البيئية إلى ظهور أعراض شبيهة بأعراض نقص بعض العناصر ، مثال ذلك ما يلى :

تؤدى :	إلى ظهور أعراض	وهى شبيهة بأعراض نقص عنصر
الحرارة المنخفضة	صبغات بنفسجية محمرة	الفوسفور
الجفاف	احتراق بحواف الأوراق	البوتاسيوم
الرياح	احتراق بحواف الأوراق	البوتاسيوم
سوء الصرف	لون بنفسجى	الفوسفور
	لون أصفر	النيتروجين
	احتراق بحواف الأوراق	البوتاسيوم
	اصفرار جزئى	المنجنيز – الحديد

٢ – تؤدى بعض الإصابات المرضية والحشرية إلى ظهور أعراض شبيهة بأعراض نقص العناصر ، مثال ذلك :

تؤدى الإصابة بـ :	إلى ظهور أعراض شبيهة بأعراض نقص عنصر
إصابات الجذور والحزم الوعائية	النيتروجين وأحيانًا البوتاسيوم
إصابات حشرية	البورون (تشوهات ، وتشجيع نمو البراعم الجانبية)
المن	البورون ، وأحيانًا البوتاسيوم
العنكبوت الأحمر	يظهر لون برونزى شاحب يخفى معه أعراض نقص بعض العناصر
إصابات مرضية وحشرية كثيرة	المنجنيز ، وربما الحديد
الرايزوكتونا فى البطاطس	الكالسيوم (التفاف حواف الأوراق العلوية)
فيروسات الاصفرار	المغنسيوم

٣ – تؤدى المعاملة بالمبيدات والأسمدة أحيانًا إلى ظهور أعراض شبيهة بأعراض نقص العناصر ، مثال ذلك :

(أ) قد يصاحب الرش ببعض المبيدات ظهور أعراض ، كالتلون باللون الأصفر ، أو تلون بين العروق باللون البنى ، وكذلك تلون حواف الأوراق باللون البنى ، وهى أعراض تتشابه مع أعراض نقص النيتروجين والكالسيوم ، والبوتاسيوم ، والمغنسيوم .

(ب) قد تحدث أضرار من الأسمدة ، كتلون بين العروق باللون البنى ، ويتشابه ذلك مع أعراض نقص البوتاسيوم .

١٨ – ١ – ٢ : التعرف على الحاجة للتسميد بواسطة النباتات الحساسة للعناصر المختلفة .

يمكن التعرف على حاجة محاصيل الخضر للتسميد بزراعة النباتات الحساسة لهذه العناصر Indicator plants . فمثلاً تعتبر المحاصيل التالية أكثر حساسية من غيرها لنقص عناصر معينة ، وهى التى ينصح بزراعتها للاستدلال على نقص هذه العناصر :

ينصح بزراعة	لاكتشاف نقص عنصر
القنبيط – البروكولى – الكرنب	النيتروجين
الكيل	الفوسفور
القنبيط – البروكولى – الكرنب	الكالسيوم
القنبيط	المغنسيوم
البطاطس – الفول الرومى – القنبيط	البوتاسيوم

بنجر السكر	الصوديوم
القنبيط – البروكولى – الكرنب – البطاطس	الحديد
بنجر السكر – البطاطس	المنجنيز
بنجر السكر	البـــورون
القمح	النحاس
النجيليات – الكتان	الزنك
القنبيط – الخس	الموليبدنم (Wallace ١٩٦١)

كما يعطى المرجع قائمة أخرى كبيرة بالنباتات الحساسة التى يمكن استخدامها فى الظروف المختلفة .

١٨ – ١ – ٣ : التعرف على الحاجة للتسميد من تحليل التربة :

يستفاد من تحليل التربة فى تقدير محتواها من العناصر الغذائية ، وبالتالى فى تحديد مدى الحاجة للتسميد ، ويقتدى فى هذا الشأن بمستويات العناصر التى يجب أن تتوفر فى التربة للنمو الجيد ، كما هو مبين فى جدولى (١٨ – ١) ، (١٨ – ٢) .

جدول (١٨ ـ ١) : المستويات المنخفضة والمعتدلة والمرتفعة من العناصر الغذائية الأولية فى التربة (عن Minges وآخرين ١٩٧١) .

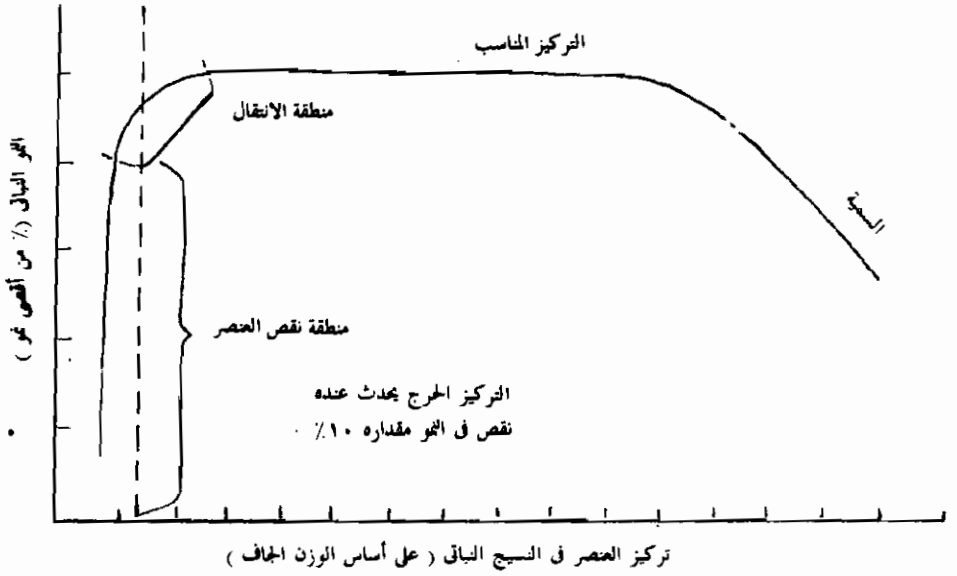
العنصر	مستويات العنصر بالكجم /فدان منخفض	معتدل	مرتفع
النترات (No_3)	صفر ـ ١٢	١٢ ـ ٣٦	٣٦ ـ ٤٨
الفوسفور الذائب (P)	صفر ـ ١٥	١٥ ـ ٤٥	٤٥<
البوتاسيوم المتبادل(K)	صفر ـ ٩٠	٩٠ ـ ١٨٠	١٨٠<

جدول (١٨ ـ ٢) : مستويات التربة من العناصر الدقيقة التى يجب أن تتوفر للنمو الجيد (عن Buckman & Brady ١٩٦٠) .

العنصر	المدى الطبيعى (٪)	(جزء فى المليون)	المستوى المعتدل (جزء فى المليون)
الحديد	٥,٠ ـ ٠,٥	٥٠٠٠٠ ـ ٥٠٠٠	٢٥٠٠٠
المنجنيز	١,٠ ـ ٠,٠٢	١٠٠٠٠ ـ ٢٠٠	٢٥٠٠
الزنك	٠,٠٢٥ ـ ٠,٠٠١	٢٥٠ ـ ١٠	١٠٠
البورون	٠,٠١٥ ـ ٠,٠٠٠٥	١٥٠ ـ ٥	٥٠
النحاس	٠,٠١٥ ـ ٠,٠٠٠٥	١٥٠ ـ ٥	٥٠
الموليبدنم	٠,٠٠٠٠٢ ـ ٠,٠٠٠٠٥	٥ ـ ٠,٢	٢
الكلور	٠,١ ـ ٠,٠٠١	١٠٠٠ ـ ١٠	٥٠

١٨ - ١ - ٤ : التعرف على على الحاجة للتسميد من تحليل النبات

يتناسب النمو النباتى مع محتوى النبات من العناصر الغذائية ، كما هو مبين فى شكل (١٨ - ١) . فلكل عنصر تركيز حرج Critical concentration فى النبات ، وهو ذلك التركيز الذى يصاحبه نقص فى النمو النباتى بمقدار ١٠٪ عن النمو الطبيعى . وتبدأ أعراض نقص العنصر فى الظهور مع نقص تركيزه فى النبات عن هذا الحد الحرج . وتفصل منطقة انتقال transition zone ما بين التركيز الذى تظهر عنده أعراض نقص العنصر ، والتركيز الذى يصاحبه النمو الطبيعى . ومع زيادة تركيز العنصر فى النبات ، فإنه يصبح سامًّا ، ويقل النمو النباتى تبعًا لذلك (Ulrich ١٩٧٨) .



شكل ١٨ - ١ : العلاقة بين النمو النباتى وتركيز العنصر السمادى بالأنسجة النباتية .

هذا .. ويمكن بواسطة تحليل النبات التعرف على مستويات العناصر الغذائية المختلفة به . وبمقارنة نتائج التحليل بما يجب أن يكون عليه مستوى العناصر الغذائية فى النبات (جدول ١٨ - ٣) ، فإنه يمكن تقدير مدى الحاجة إلى التسميد .

ويمكن كذلك الاقتداء بجدول (١٨ - ٤) فى تحديد مدى الحاجة للتسميد بمختلف العناصر الغذائية . ويعطى هذا الجدول متوسط النسبة المئوية للعناصر الغذائية بالأنسجة النباتية فى حالات النمو الطبيعى (عن Nelson ١٩٨٥) .

والجزء النباتى الذى يستخدم فى التحليل يكون عادة نصل الورقة ، أو عنق الورقة ، أو الساق . وقد تستخدم الجذور أحيانًا ، لكن أكثر الأجزاء النباتية استعمالًا هى أعناق الأوراق والعرق الوسطى المتضخم midrib . فمثلًا تستعمل :

١ – أعناق الأوراق فى البطاطس ، والطماطم ، والكرفس ، والقاوون .

٢ – العرق الوسطى المتضخم فى الخس ، والكرنب ، والهندباء ، والذرة السكرية ، نظرًا لسهولة استعمال عينات صغيرة من هذا الجزء النباتى ، وسهولة تنظيفها وتجفيفها وطحنها . كما يكون تركيز العناصر فى أعناق الأوراق عادة أكبر بكثير مما فى الأنصال .

٣ – تفضل الأوراق لتحليل البوتاسيوم ، والكالسيوم ، والمغنسيوم ، والصوديوم ، والحديد ، والمنجنيز ، والنحاس ، والموليبدنم ، والبورون ، والكبريت . ويختار لأجل ذلك ورقة حديثة مكتملة النمو .

جدول (١٨ ـ ٣) : المستوى الطبيعى للعناصر الغذائية المختلفة فى السيقان أو أعناق الأوراق (عن Lorenz & Maynard ١٩٨٠) .

المحصول	العنصر بالجزء فى المليون			
	النيتروجين	الفوسفور	البوتاسيوم	المغنسيوم	الكالسيوم
الفاصوليا	٤٩١	٨٣	٤٠٧٨	١٨٠	٦٩٠
فاصوليا الليما	٨٥٥	١٤١	٥٣٨٩	٢٥٢	١٥٤١
البنجر	١٥٦٠	٦٥	١١٣٢٠	٦٨	٨٤
البروكولى	٢٤٨	٢١٢	٣٧٦٤	١٤٧	٦٤٣
الكرنب	١٢٢٠	١٤٠	٣٤١٠	٢٣٤	٩٦٦
القنبيط	٦٠٠	١٠٩	٣٣١٩	٩٥	—
الكرفس	٣٩٣	٤٠٨	٤١٤٨	٢٦٨	٧٥٠
الكولارد	٧١٢	١١٤	٣٥٤٨	٢٠٢	٧٥٦
الذرة السكرية	٤٤٨	٣٤٣	٥٦٨٣	١٥٨	٣٦٣
اللوبيا	٤٤٧	٢١٥	٣٨٤٦	١٧٩	١٦٦٧
الخيار	١٣٣	٢١٥	٢٥٠٢	٤١١	٦٧٦٣
الباذنجان	١٤٣٣	٢٨٧	٤٣٨١	١١٨	١٥٤٤
الكيل	١٢٠٩	١٦٣	٦٨٩٩	٢٢٩	٧٦٣
الخس	٥٣١	٧٢	٣٢٥٢	١٠٧	١٢٧
القاوون	١١١٧	٦٦	١٥٨٦	٨٥	١١٥٠
البصل	٤٩	١١٤	٢١٦١	٢٥١	٨١١
البقدونس	١٥٤	٢١٧	١٠٣٨	١٤٧	١١٤٣
الفلفل	١٠٤٤	١٠٧	٥٦٥٢	٣٩٧	١٩٤
البطاطس	٧٧٤	٩٤	٥٦٠٢	٢١٢	١١٠٧
الفجل	٣٠٧	٨٣	٣٠١٥	٢٨٧	١١٨٣
الروبارب	٧٠	٢٣٣	٣٩٨٣	٤٥	—
فول الصويا	٣٥٧	٢٠٩	٣٢٧٠	٢٥٨	١٧٥٦
السبانخ	٧٨٩	٣٨١	٥٧١٦	٣١٤	٢٠٣
البطاطا	١٥٣	٩٤	٣١٤٤	١٦٧	٧١٣
الطماطم	٧٤٠	[illegible]	٤١٦٧	٣٣٩	٣٨٣٧
اللفت	٢٤٩٠	٢٠٠	٣٨٧٨	٣٨٢	١٦٢٨

جدول (١٨ ـ ٤): متوسط النسبة المئوية للعناصر الغذائية بالأنسجة النباتية فى حالات النمو الطبيعى .

العنصر	المحتوى النباتى من العنصر (٪ على أساس الوزن الجاف)
الكربون ـ عنصر غير سمادى الأيدروجين ـ عنصر غير سمادى الأكسجين ـ عنصر غير سمادى	٨٩,٠
النيتروجين ـ من العناصر الكبرى ـ عنصر أولى	٤,٠
الفوسفور ـ من العناصر الكبرى ـ عنصر أولى	٠,٥
البوتاسيوم ـ من العناصر الكبرى ـ عنصر أولى	٤,٠
الكالسيوم ـ من العناصر الكبرى ـ عنصر ثانوى	١,٠
المغنسيوم ـ من العناصر الكبرى ـ عنصر ثانوى	٠,٥
الكبريت ـ من العناصر الكبرى ـ عنصر ثانوى	٠,٥
الحديد ـ من العناصر الصغرى	٠,٠٢
المنجنيز ـ من العناصر الصغرى	٠,٠٢
الزنك ـ من العناصر الصغرى	٠,٠٠٣
النحاس ـ من العناصر الصغرى	٠,٠٠١
البورون ـ من العناصر الصغرى	٠,٠٠٦
الموليبدنم ـ من العناصر الصغرى	٠,٠٠٠٢
الصوديوم ـ ـ من العناصر الصغرى	٠,٠٣
الكلور ـ من العناصر الصغرى	٠,١

يستعمل عادة نحو ٤٠ عنق ورقة أو عرق وسطى أو نصل فى كل عينة تحليل ، كما يفضل إجراء التحليل على ٢ – ٤ عينات . ويحسن أن تكون هذه العينات ممثلة لمراحل مختلفة من النمو وتغسل العينات جيدًا بالماء ، ثم تجفف فى حرارة ٦٠ – ٧٠°م فى أكياس ورقية ، ثم تطحن وتخزن فى أوعية محكمة الغلق لحين تحليلها (Lorenz & Tyler ١٩٧٨) .

هذا .. ومن المؤكد ظهور أعراض نقص النيتروجين إذا انخفض مستواه عن ١,٥٪ من الوزن الجاف للأوراق . وأفضل وقت للتحليل يكون فى مراحل النمو المبكرة .

أما المستوى الحرج للبوتاسيوم . فإنه يتراوح من ٠,٧٥ – ٢٪ بمتوسط حوالى ١,٥٪ من الوزن الجاف للنبات . ويجرى التحليل على الأوراق الحديثة المكتملة النمو . وتظهر أعراض نقص البوتاسيوم بوضوح إذا انخفض تركيزه فى النبات عن هذا المستوى ، وتستجيب حينئذ للتسميد البوتاسى ، لكن نادرًا ما تستجيب النباتات للتسميد البوتاسى إذا زاد تركيزه فى النبات عن ٢٪ . ويجب إجراء التحليل خلال المراحل المتأخرة من النمو ، لأن التحليل قبل ذلك يعطى نتائج مضللة ، نظرًا لأن النباتات تمتص فى هذه المراحل المبكرة من النمو أكثر من حاجتها الفعلية من هذا العنصر (Wilcox ١٩٦٩) .

وتظهر أعراض نقص الفوسفور إذا انخفض مستواه فى النبات عن ٠,٢٪ على أساس الوزن الجاف . ويفضل إجراء التحليل فى المراحل المبكرة من النمو .

وبالمقارنة .. فإن البوتاسيوم تظهر أعراض نقصه إذا انخفض مستواه فى النبات عن ٠,٨ من الوزن الجاف (Maynard ١٩٧٩) .

ومن أكبر عيوب الاعتماد على تحليل النبات فى تقدير الحاجة للتسميد أن معظم الخضراوات سريعة النمو ، وأنه نادرًا ما تظهر أعراض نقص العناصر قبل أن تصل النباتات إلى مرحلة منتصف نموها ، وحينئذ يكون النمو سريعًا . ومع إجراء التحليل يكون الوقت قد أصبح متأخرًا بالنسبة للتسميد الفوسفاتى والبوتاسى ، وإن كان من الممكن إعطاء دفعات من الأزوت فى هذه المراحل المتأخرة . وبالرغم من ذلك .. فإن نتائج التحليل تفيد فى وضع البرنامج التسميدى لمحاصيل الخضر التى تزرع مستقبلًا فى نفس الحقل .

هذا .. ويفضل الرجوع إلى بعض المصادر الخاصة بتحليل الأنسجة النباتية ، مثل Reisenauer (١٩٧٨) ، و Carpenter ، (١٩٨٢) الذى يعطى الخطوات العملية لتحليل عناصر النيتروجين ، والفوسفور ، والكالسيوم ، والمغنسيوم ، والحديد ، والبورون فى كل من الطماطم ، والخيار .

١٨ - ١ - ٥ : التعرف على مدى الحاجة للتسميد بتقدير كمية العناصر التى يستنفذها المحصول من التربة

لقد أمكن تقدير كميات العناصر الغذائية التى تمتصها محاصيل الخضر المختلفة من التربة . وهذه التقديرات موضحة فى جدول (١٨ - ٥) .

جدول (١٨ - ٥) : كميات العناصر التى تمتصها محاصيل الخضر من التربة .

المحصول	الجزء النباتى	المحصول أو الوزن الطازج للجزء النباتى (طن/ فدان)	كميات العناصر الممتصة من التربة (كجم/ فدان) ن	فو٢أ٥	بو٢أ	كا أ	مغ أ
الخرشوف	النورات	١٠	٣٠	١٨	٦٥	١٣	٦
	السيقان والأوراق	٣٠	٥٥	١٢	٢٣٠	٧٢	١٩
الهليون	المهاميز	١,٥	١٥	١٠	٢٠	—	—
الفاصوليا	القرون	٢	٥٠	٣	٥	٢	١
	الأوراق والسيقان	٧	٢٠	٢	٢٠	١٣	٢
فاصليا الليما	البذور	١	٢٥	٦	١٢	٠,٥	٢
	الأوراق والسيقان	٤	٢٠	٦	٤٠	٤٠	٤
البنجر	الجذور	٩	٣٠	٤	٤٠	٣	٦
	الأوراق	٦	٤٠	—	٢٥	٤٥	٤٥
البروكولى	البراعم	٦	٣٠	١٠	٢٥	—	—
الكرنب	الرؤوس	٩	٣٠	٩	٢٥	٧	٢
الجزر	الجذور	١٥	٣٠	١٢	٤٠	١٠	٥
	الأوراق	٧	٣٥	٤	٦٠	١٠٠	٥
القنبيط	الرؤوس	٨	٣٠	٩	٢٥	٥	٣

جدول (١٨ – ٥) : يتبع .

المحصول	الجزء النباتى	المحصول أو الوزن الطازج للجزء النباتى (طن/ فدان)	كميات العناصر المتصة من التربة (كجم/ فدان) ن	فو٢أ٥	بو٢أ	كأ٢	مغ أ
الكرفس	النمو الخضرى	١٥	٣٥	٢٠	٨٠	٣٠	٦
الكولارد	الأوراق والسيقان	٥	٢٠	٤	٢٥	٧	١
الذرة السكرية	الكيزان	٢	٩	٤	٣	٠,٥	١
	الأوراق والسيقان	٦	١٥	٥	٧	٣	٣
الخيار	الثمار	٦	٦	٢	١٠	١	١
	الأوراق والسيقان	٣	١٥	٤	١٧	١٣	٣
الطرطوفة	الدرنات	٩	٣٠	١٢	٤٥	—	—
	الأوراق والسيقان	١٥	٢٠	١٠	٣٥	—	—
الكيل	الأوراق والسيقان	٥	٢٠	٧	١٦	١٥	٣
الخس	النمو الخضرى	١٢	٣٠	١٠	٦٠	١٥	٦
القاوون	الثمار	٥	١٢	٥	٢٥	٢٥	٣
	الأوراق والسيقان	٢	١٠	٢	١٤	٤	٣
البامية	القرون	٥	٦	٢	١٧	٥	٢
	الأوراق والسيقان	٦	٤	٢	١٢	١٧	—
البصل	الأبصال	١١	٢٥	١٠	٢٥	٥	٢
	النمو الخضرى	٣	١٠	٢	٢٠	—	—
البقدونس	النمو الخضرى	٧	١٢	٣	١٠	١٢	٢
البسلة	البذور	١,٥	١٥	٣	٤	١	١
	الأوراق والسيقان	٩	٢٥	٨	٢٥	٢٠	٨
الفلفل	الثمار	٢	٣	٥	٣	٤	٠,٥
	الأوراق والسيقان	٣	٩	٨	٦	٩	١٠
البطاطس	الدرنات	١٢	٤٠	١٢	٥٥	—	—
	الأوراق والسيقان	٩	٣٠	٥	٥٥	٣٠	٩
القرع العسلى	الثمار	٩	١٨	٤	٢٠	٥	٣
	الأوراق والسيقان	٣	١٢	٣	١١	٤٥	٦
الروتاباجا	الجذور	٩	١٨	٥	١٥	٦	٢
	النمو الخضرى	١٢	—	٩	٣٠	٢٧	٣
السبانخ	النمو الخضرى	٦	٣٠	٩	٢٥	٧	٤
الكوسة	الثمار	٨	٩	٣	١٥	٣	٠٢
	الأوراق والسيقان	٨	٢٧	٣	٢٧	٨٠	١٠
البطاطا	الجذور	٨	٢٢	٧	٣٥	٥	٥
	الأوراق والسيقان	٧	٢٠	٥	٣٥	١٥	٤
الطماطم	الثمار	١٢	٣٠	٩	٤٠	٣	٤
	الأوراق والسيقان	٢	٢٠	١١	٥٥	٤٥	٩
اللفت	الجذور	٩	٢٥	٨	٣٥	٦	٢
	النمو الخضرى	٩	٤٠	٤	١٦	٢٥	٨

ويمكن الاستعانة بهذه التقديرات ، بالإضافة إلى نتائج تحليل التربة فى تقدير مدى الحاجة للتسميد . ورغم أن جدول (١٨ – ٥) يُبيّن كميات العناصر التى تصل إلى الجزء المستهلك اقتصاديًا من النبات – وهو الذى يُزال نهائيًا من الحقل – والكميات التى تصل إلى أجزاء النبات الأخرى ، وهى التى تعود إلى الحقل مرة أخرى ، إلّا أنه يجب توفير الكمية الكلية التى يحتاجها النبات لكى ينمو نموًا جيدًا . ويلاحظ من الجدول مدى ضآلة كمية الفوسفور التى تمتصها النباتات من التربة ، ولكن يجب أن يتوفر الفوسفور بالتربة بكميات أكبر من ذلك بكثير ، حتى يمكن

للنباتات امتصاص حاجتها من هذا العنصر . ويلاحظ أيضًا أن الخضر الورقية تزيل كميات أكبر من العناصر الغذائية من التربة ، بالمقارنة بالخضر البذرية .

١٨ - ٢ : الأسمدة العضوية

١٨ - ٢ - ١ : أهمية التسميد العضوى :

ترجع أهمية الأسمدة العضوية إلى التأثير الذى تحدثه على طبيعة وبيولوجى وخصوبة التربة .

تأثير الأسمدة العضوية على طبيعة التربة

تقوم البكتريا التى تحلل المادة العضوية بإنتاج الدبال humus ، وهو مجموعة من المواد الكربوهيدراتية المعقدة التى تعمل على لصق حبيبات التربة ببعضها البعض ، وتكوين تجمعات أكبر حجمًا ، مما يزيد من مسامية التربة الثقيلة ونفاذيتها ويحسن تهويتها ، كما يزيد من تماسك الأراضى الرملية الخفيفة ومن مقدرتها على الاحتفاظ بالرطوبة ، ذلك لأن جزيئات الدبال ذات سطح كبير محب للماء ، وقادر على ادمصاص كميات كبيرة منه .

هذا .. إلّا أنه من الصعوبة بمكان زيادة نسبة المادة العضوية فى التربة بدرجة كبيرة بصفة دائمة عن طريق التسميد العضوى . ففى إحدى التجارب أُضيف سماد الماشية للتربة بمعدل : صفر ، ١٠ ، ٢٠ ، ٤٠ طنًّا/ للفدان سنويًّا لمدة ٢٥ سنة . ورغم أن معاملات التسميد هذه أحدثت زيادة جوهرية فى نسبة المادة العضوية فى التربة ، إلّا أن هذه الزيادة كانت طفيفة جدًّا ، فلم تتعد ٢,٥٪ فى أعلى معاملات التسميد ، كما يتضح من جدول (١٨ - ٦) . وبرغم أن الكثافة الظاهرية للتربة قد ازدادت فى كل معاملات التسميد ، كما ازدادت درجة ثبات تجمعات التربة فى المعاملات المرتفعة من التسميد ، إلا أن معاملات التسميد هذه (جدول ١٨ - ٦) لم يكن لها أى تأثير على نقطة الذبول الدائم ، ولا على درجة نفاذية التربة (Klute & Jacob ١٩٤٩) .

جدول (١٨ - ٦) : تأثير التسميد العضوى بمعدلات مختلفة لمدة ٢٥ سنة على نسبة المادة العضوية فى التربة .

كمية السماد المضافة (طن / فدان)	النسبة المئوية للمادة العضوية على عمق (سم)		
	صفر - ١٥	١٥ - ٣٠	٣٠ - ٤٥
صفر	٢,٣	١,٥	٠,٥
١٠	٢,٧	١,٨	٠,٦
٢٠	٣,٢	٢,٣	٠,٧
٤٠	٤,٣	٢,٧	٠,٩

تأثير الأسمدة العضوية على بيولوجى التربة :

تعتبر المادة العضوية مصدرًا للغذاء والطاقة بالنسبة للكائنات الدقيقة التى تعيش فى التربة . ويؤدى تنويع مصادر الأسمدة العضوية المضافة إلى تنويع هذه الكائنات ، كما تعمل الكائنات الدقيقة التى تحلل المادة العضوية على إنتاج مضادات حيوية أثناء نموها ، ولذلك تأثيره على نمو النباتات ، وعلى التوازن بين الكائنات الدقيقة المفيدة والضارة فى التربة .

تأثير المادة العضوية على خصوبة التربة :

تؤثر المادة العضوية على خصوبة التربة بطرق مباشرة وغير مباشرة كالتالى :

١ – تزيد المادة العضوية من خصوبة التربة عند تحللها ، حيث يتيسر ما بها من عناصر لامتصاص النبات .

٢ – يتكون عند تحلل المادة العضوية بعض الأحماض التى تساعد على تيسر بعض العناصر . فغاز ثانى أكسيد الكربون الذى ينطلق عند تحلل المادة العضوية يذوب فى الماء ، مكونًا حامض الكربونيك الذى يعمل على ذوبان الكثير من المركبات القليلة الذوبان ، ويجعل بعض العناصر ، مثل الفوسفور ، فى صورة ميسرة لامتصاص النبات .

٣ – يزيد الدبال من السعة التبادلية الكاتيونية للتربة ؛ ولذلك أهمية كبيرة فى الأراضى الرملية .

٤ – تتيسر العناصر الموجودة فى المادة العضوية – خاصة الأزوت – ببطء ، ولذلك أهميته فى الأراضى الرملية التى تتعرض فيها الأسمدة للفقد بالرشح .

٥ – يمنع الدبال تثبيت الفوسفور فى الأراضى الشديدة الحموضة باتحاده مع كل من : الحديد ، والمنجنيز ، والألومنيوم ، فينطلق الفوسفور بدلًا من أن يثبت فى صورة أملاح الفوسفات لهذه المعادن التى تتوفر بشدة فى الأراضى الحامضية .

١٨ – ٢ – ٢ : أنواع الأسمدة العضوية

تتنوع الأسمدة العضوية حسب مصادرها ومكوناتها كالتالى :

الأسمدة الناتجة من مخلفات الحيوانات الزراعية Animal Manure

وهى جميع الأسمدة التى تتكون أساسًا من مخلفات حيوانات المزرعة ، والمبينة فى جدول (١٨ – ٧) . ويتضح من الجدول اختلاف الأسمدة العضوية الحيوانية فى محتواها من كل من النيتروجين والفوسفور . وأغناها فى النيتروجين هى تلك المتحصل عليها من الرومى ، والبط ، والأوز ، والدجاج . وأفقرها هى المتحصل عليها من الماشية ، والخيل . وأغنى الأسمدة الحيوانية فى الفوسفور هو سماد البط ، وأفقرها سماد الماشية . هذا .. بينما تعتبر جميع الأسمدة العضوية الحيوانية فقيرة نسبيًا فى البوتاسيوم . ويتضح بصورة عامة أن سماد الأغنام أغنى فى النيتروجين والفوسفور من

سماد الماشية ، وأن سماد البط والدجاج والرومى من أفضل الأسمدة ، وأن أفقرها سماد الماشية والخيل . وفى مصر يطلق اسم « سماد بلدى » على كل الأسمدة ذات المصدر الحيوانى ، باستثناء زرق الحمام والجوانو (مخلفات الطيور البحرية) .

جدول (١٨ ـ ٧) : محتوى الأسمدة العضوية الناتجة من مخلفات الحيوانات الزراعية من كل من النيتروجين (N) ، والفوسفور (P_2O_5)والبوتاسيوم (K_2O)

نوع السماد الحيوانى (المخلفات)	محتوى السماد (كجم / طن) من كل من			
	الرطوبة (٪)	N	P_2O_5	K_2O
الماشية	٨٦	٥	١,٥	٤,٥
البط	٦١	١٠	١٣	٤,٥
الإوز	٦٧	١٠	٥	٤,٥
الدجاج	٧٣	١٠	٨	٤,٥
الخيل	٨٠	٦	٢	٤,٥
الأغنام	٦٨	٩	٧	٣,٥
الرومى	٧٤	١٢	٦	٤,٥

ويشيع فى مصر استخدام زرق الحمام (الرسمال) فى تسميد حقول الخضر ، وهو سماد عضوى كامل يحتوى على ٤٪ن و ٥٪ فوراه ، و ٣٪ بوراً . ويلاحظ أنه أغنى بكثير جدًّا من الأسمدة السابقة الذكر فى العناصر الغذائية الأولية . وهو يستخدم بكثرة فى تسميد البطيخ والشمام . وتجب مراعاة أن قيمته التسميدية تنخفض كثيرًا إذا كان مخلوطًا بالأتربة ، أو القش ، أو زرق الدواجن . وهو يباع بالأردب الذى يزن نحو ١٣٠ كجم (أو زكيبة تقريبًا) .

ويوضح جدول (١٨ – ٨) محتوى الأسمدة البلدية المحلية من النيتروجين . ويلاحظ أن محتواها يقل كثيرًا عما هو مبين فى جدول (١٨ – ٧) ، وربما كان ذلك راجعًا إلى عدم الاستفادة الكاملة من بول الحيوانات ، أو إلى زيادة التراب والقش بالفرشة ، وإلى فقد بعض العناصر السمادية عند تجهيز السماد . ويتضح من جدول (١٨ – ٨) أن المتر المكعب من السماد البلدى يعادل فى محتواه من النيتروجين ١ م^3 من السبلة الجافة المتحللة ، أو $\frac{1}{4}$ م^3 من البودريت ، أو $\frac{1}{5}$ م^3 من زبل الحمام (ملحوظة : ١ م^3 = ٤٠ مقطف = ١٠ غبيط حمار = ٥ غبيط جمل) .

جدول (١٨ ـ ٨) : محتوى بعض الأسمدة البلدية المصرية من النيتروجين

السماد	النيتروجين (٪)	وزن ١ م^3 (كجم)	كمية النيتروجين فى ١ م^3 (كجم)
سماد ماشية	٠,٣	١٠٠٠	٣
سبلة جافة متحللة (سماد خيل)	١,١	٢٨٠	٣
زبل حمام	٤,٠	٤٠٠	١٦
بودريت	١,٥	٨٠٠	١٢

هذا .. وتتوقف نوعية وجودة السماد الحيوانى على العوامل التالية :

١ – نوع الحيوان ، ونوع عليقته ، وعمره . فالحيوانات الصغيرة سمادها أقل فى محتواه من الأزوت والفوسفور .

٢ – كمية ونوع الفرشة التى تستخدم فى جمع مخلفات الحيوان .

٣ – طرق جمع السماد وحفظه ، حيث تقل قيمة السماد كثيرًا عند حفظه فى العراء ، أو فى أماكن رديئة الصرف ، وكذلك تقل قيمة السماد عند عدم العناية بجمع بول الحيوانات .

ونظرًا لفقر معظم الأسمدة العضوية فى الفوسفور ، لذا تفضل إضافة نحو ٢٥ كجم من سماد السوبر فوسفات/طن من السماد الحيوانى .

الأسمدة العضوية الناتجة من المخلفات النباتية

تتنوع المخلفات النباتية ، ومن أهمها ما يلى :

١ – مخلفات حقول الخضر

تختلف الخضراوات كثيرًا فى كمية المادة العضوية التى تخلفها فى التربة ، فبينما يحصد على سبيل المثال – معظم المادة العضوية التى تتكون فى حقل من الكرنب ، فإنه لا يحصد سوى جزء يسير من المادة العضوية التى تتكون فى حقل من الذرة السكرية ، ويعود الباقى إلى الحقل . وعليه .. فإن معدل فقد المادة العضوية من التربة يكون أكبر فى الحالة الأولى ، عنه فى الحالة الثانية .

٢ – البيت موس Peat moss

يستخدم البيت موس فى العديد من الدول كسماد عضوى ، بدلًا من السماد الحيوانى . والبيت مادة عضوية بنية اللون ، إسفنجية ، خالية من الكائنات المسببة للأمراض ، وذات مقدرة عالية على الاحتفاظ بالرطوبة وتفاعلها حامضى . والبيت سريع التحلل ، ولا يبقى كثيرًا فى التربة . ومن الطبيعى ألا يشيع استخدام البيت كسماد عضوى إلّا فى الدول التى تتوفر بها مساحات شاسعة منه .

٣ – المكمورة Compost

وهى تحوى إلى جانب المخلفات النباتية بعض المخلفات الحيوانية والتربة بعد تركهما معًا إلى أن تتحلل مكونات المكمورة من المادة العضوية .

الأسمدة الخضراء Green manure

الأسمدة الخضراء هى تلك التى تزرع لغرض قلبها فى التربة بعد نموها ، وليس لغرض أخذ محصول منها . ويوجد منها نوعان :

١ – نوع يزرع كغطاء للتربة cover crop ، حيث تزرع نباتاته لغرضين هما : المحافظة على التربة من التعرية ، ولتحسينها بقلبها فيها . وهى تزرع غالبًا فى الأوقات التى لا تزرع فيها الخضروات .

٢ – نوع يسمى أسمدة خضراء green manrure crops ، وتزرع نباتاته لأجل تحسين التربة فقط ، وتقلب فيها وهى ما زالت خضراء ، وهى تزرع غالبًا فى الأوقات المناسبة لزراعة الخضر ، وعليه .. فهى تشغل الأرض فى وقت يمكن فيه استغلالها فى زراعة الخضر .

هذا .. ويجب أن تؤخذ العوامل التالية فى الاعتبار عند اختيار نوع محصول التسميد الأخضر :

١ – مدى تأقلم المحصول على الظروف الجوية السائدة خلال موسم النمو المراد زراعته خلاله .

٢ – مدى تأقلم النبات على تربة المزرعة

٣ – مواصفات النمو الجذرى ، ومدى تغلغله فى التربة .

٤ – مدى سهولة قلب النمو الخضرى فى التربة .

٥ – كمية المادة العضوية التى ينتجها المحصول فى الوقت المتاح لنموه قبل زراعة الحقل بالخضروات . وتجدر الإشارة إلى أن كمية المادة العضوية التى ينتجها المحصول هى الأساس فى المفاضلة بين الأنواع النباتية المختلفة ، فالهدف هو تحسين خواص التربة . ويجب تفضيل محصول غير بقولى ينتج كمية كبيرة من المادة العضوية على محصول بقولى ينتج كمية قليلة من المادة العضوية ، لأن الأزوت يمكن إضافته للتربة فى صورة معدنية . ومن المحاصيل التى تزرع عادة لغرض استخدامها كسماد أخضر البرسيم ، واللوبيا ، والفول الرومى .

ومن أهم مزايا استخدام الأسمدة الخضراء ما يلى :

١ – يؤدى قلب السماد الأخضر فى التربة إلى إعادة العناصر الغذائية التى امتصتها النباتات إلى التربة ، ومعها كمية من المادة العضوية .

٢ – تؤدى محاصيل التسميد الأخضر مهمتين بالنسبة للعناصر الغذائية فى التربة : الأولى امتصاص العناصر من أعماق مختلفة ، ثم إضافتها إلى الطبقة السطحية بعد قلب المحصول فى التربة ، والثانية امتصاص العناصر الغذائية والاحتفاظ بها ، بدلًا من فقدها بالرشح لحين قلب المحصول فى التربة .

٣ – تضيف المحاصيل البقولية كميات إضافية من الأزوت للتربة .

٤ – تعتبر المادة العضوية المضافة عن طريق السماد الأخضر أكثر فائدة من كمية مماثلة مضافة على سطح التربة فى صورة أسمدة عضوية ، لأن جزءًا من المادة العضوية المضافة عن طريق السماد الأخضر يكون فى صورة جذور نباتات تتخلل التربة لأعماق كبيرة ، وتعطى عند تحللها توزيعًا عميقًا للمادة العضوية فى التربة . كما تترك عند تحللها أنفاقًا تتخلل التربة لأعماق كبيرة ، مما يساعد على تحسين مسامية التربة وتهويتها . وذلك أمر يستدعى الاهتمام بالمجموع الجذرى للأسمدة الخضراء .

٥ – تساعد الأسمدة الخضراء على تثبيت التربة وحفظها من التعرية ، خاصة فى المناطق الغزيرة الأمطار ، أو المعرضة للرياح القوية .

هذا .. ويجب أن يكون الهدف من زراعة نباتات تحسين التربة هو الحصول على أكبر قدر ممكن من النمو فى الوقت المتاح ، ولذلك تجب مراعاة ما يلى عند زراعتها :

١ – أن تكون الزراعة كثيفة ، عما هى فى حالة الزراعة العادية . وتكون الزراعة إما على مسافات ضيقة ، أو نثرًا حسب المحصول . وتبلغ كمية التقاوى للفدان نحو ٤٠ كجم فى اللوبيا ، و ٢٥ كجم من فول الصويا ، و ٤٥ كجم من الفول الرومى ، و ٣٥ كجم من البسلة ، و ١٢ كجم من حشيشة السودان .

٢ – العناية بتسميدها ، كما لو كانت تزرع لأجل الحصول على محصول منها ، لأن فى ذلك استثمارًا كبيرًا للأسمدة المضافة .. فهذه الأسمدة ستعود للتربة مرة أخرى لتستفيد منها الخضر المزروعة ، كما ستعمل على تشجيع نمو خضرى جيد فى نباتات التسميد الأخضر ؛ مما يزيد من كمية المادة العضوية المضافة للتربة . وفى حالة عدم توفر الأسمدة يعتبر من الأجدى إضافة جزء من السماد المخصص لمحصول الخضر إلى نباتات التسميد الأخضر المزروعة قبل الخضر .

٣ – عند استخدام البقوليات كأسمدة خضراء يجب تلقيح بذورها ببكتريا العقد الجذرية الخاصة بها فى حالة زراعتها لأول مرة بالحقل (Thompson & Kelly ١٩٥٧) .

ويتوقف موعد قلب النباتات المستعملة كسماد أخضر فى التربة على عاملين هما :

١ – موعد زراعة محصول الخضر التالى فى الدورة .

٢ – الفترة التى يستغرقها تحلل نباتات السماد الأخضر . وتتوقف الفترة التى تستغرقها نباتات السماد الأخضر حتى تتحلل على كل من : درجة الحرارة ، ونسبة الرطوبة فى التربة ، وعلى مدى تقدم النباتات المستعملة كسماد أخضر فى النمو عند قلبها فى التربة ، وكذلك على نسبة الكربون إلى النيتروجين بها .

هذا .. ويؤدى قلب السماد الأخضر فى التربة إلى حدوث نقص مؤقت فى الأزوت ، نتيجة استهلاكه من قبل الكائنات الدقيقة التى تقوم بتحليل المادة العضوية . ورغم أن ذلك الأزوت يعود للتربة مرة أخرى ، إلّا أن هذا النقص المؤقت يؤثر على نمو نباتات الخضر المزروعة إذا زرعت قبل تحلل السماد الأخضر المضاف .

ولإسراع تحلل المادة العضوية ، وتلافى النقص المؤقت فى الأزوت تجب مراعاة ما يلى :

١ – تسميد نباتات السماد الأخضر جيدًا بالأزوت أثناء نموها ، حيث يؤدى ذلك إلى زيادة النمو الخضرى ؛ ومن ثم زيادة فائدته كسماد أخضر . ومن ناحية أخرى .. فإن ذلك يؤدى إلى زيادة محتوى النبات من النيتروجين . ويمكن اعتبار ذلك التسميد الآزوتى جزءًا من المقرر الأزوتى الذى يعطى للمحصول التالى ، حيث سيعود للتربة بعد تحلل السماد الأخضر .

٢ – قلب السماد الأخضر فى التربة وهو ما زال فى حالة غضة ، وقبل أن يبدأ فى الإزهار ، حيث تبلغ نسبة المادة الجافة به فى ذلك الوقت نحو ٢٠٪ . ويؤدى التأخير فى قلب السماد عن ذلك إلى زيادة نسبة المادة الجافة ، ولكنه لا يتحلل بسرعة .

٣ – إضافة كمية من السماد الأزوتى للتربة عند قلب السماد الأخضر بها بمعدل نحو ١٠ كجم آزوت/ طن من المادة الجافة المقلوبة من الأسمدة الفقيرة فى نسبة النيتروجين . هذا .. ولا يلزم ذلك الإجراء عند التسميد الأخضر بالمحاصيل البقولية الغنية بالأزوت .

٤ – يجب أن تمر فترة لا تقل عن شهرين بين قلب المحصول فى التربة ، وزراعة المحصول الجديد ، حتى يتم التحلل .

٥ – ولإسراع التحلل يراعى إجراء ما يلى :

(أ) تقطيع النباتات إلى أجزاء صغيرة ، ثم حرثها فى التربة ، بحيث لا تظهر فوق سطح الأرض .

(ب) رى الأرض بغزارة بعد قلبها فى التربة .

(جـ) إضافة سيناميد الجير الذى يسرع من التحلل (Lorenz & Maynard ١٩٨٠) .

١٨ – ٢ – ٣ : تحضير الأسمدة العضوية

الأسمدة الحيوانية

يستخدم السماد الحيوانى إما طازجًا ، حيث يخلط بتربة الحقل قبل تحلله ، أو بعد أن يكون قد تحلل جزئيًا .

وأهم مزايا استخدام السماد الطازج ما يلى :

١ – تقليل الفقد فى العناصر الغذائية من السماد .

٢ – تؤدى نواتج تحلل المادة العضوية وهى فى التربة إلى تحول بعض العناصر الغذائية من صور غير ذائبة إلى صورة ذائبة ميسرة لامتصاص النبات .

٣ – تضاف الكائنات الحية الدقيقة للتربة مع السماد العضوى الطازج .

ولكن يعاب على استعمال السماد الطازج ما يلى :

١ – احتمال احتراق النباتات ، نتيجة سرعة تحلل البول الموجود بالسماد ، خاصة فى الأراضى الخفيفة المسامية .

٢ – حدوث نقص مؤقت فى النيتروجين بالتربة ، نتيجة استهلاكه بواسطة الكائنات الدقيقة التى تقوم بتحليل المادة العضوية المضافة .

٣ – قد تؤدى المادة العضوية غير المتحللة إلى عدم تحرك الماء بحرية فى التربة ، كما قد تتعارض مع حرث وتجهيز التربة .

٤ – غالبًا ما يحتوى السماد الطازج على بذور الحشائش ومسببات الأمراض .

لكن هذه العيوب يمكن تلافيها بسهولة بخلط السماد الحيوانى الطازج فى التربة قبل الزراعة بوقت كاف يسمح بتحلله جزئيًا .

ومع ذلك .. فنادرًا ما تكون التربة جاهزة لتوزيع السماد بها عندما يكون السماد الطازج جاهزًا للاستعمال ، كما أن السماد الحيوانى يتم إنتاجه على مدى فترة زمنية طويلة ، ولذلك يجب جمعه وتخزينه والمحافظة عليه قبل توزيعه فى الحقل . وفى هذه الأثناء يجب توفير الظروف المناسبة للمحافظة على العناصر الغذائية بالسماد من الفقد ، ولكى يتحلل السماد جزئيًا .

ومن أهم مزايا استعمال السماد المتحلل هى تلافى كل عيوب استعمال السماد الطازج . ولكن يعاب على استعمال السماد المتحلل جزئيًا تعرض العناصر الغذائية للفقد . ويمكن تقليل هذا الفقد إلى أقل حد ممكن بمراعاة ما يلى :

١ – العناية بجمع بول الحيوانات .

٢ – تجنب الفقد بالتخمر بإبقاء كومة السماد رطبة مندمجة .

٣ – تجنب الفقد بالرشح . بجعل كومة السماد فى أرض بعيدة فى مستوى الماء الأرضى .

٤ – تجنب احتراق كومة السماد بإضافة الماء إليها ، وتقليبها من آن لآخر (٢ – ٣ مرات) ، علمًا بأن ذلك يساعد أيضًا على تجانس التحلل فى كومة السماد .

المكمورة

المكمورة Compost عبارة عن كومة تحوى مخلوطًا من المواد العضوية ، مثل بقايا نباتات المزرعة والمخلفات الحيوانية ، حيث يخلط بالتربة مع ترطيبهما إلى أن يتم تحللهما . وتسمى هذه العملية باسم composting ، والسماد الناتج باسم السماد العضوى الصناعى artificial manure .

ويجب عند تحضير المكمورة أن يستفاد من كل مخلفات المزرعة ، مثل بقايا النباتات ، والقمامة ، والقش ، والحشائش ، وكذلك المخلفات الحيوانية ، وإن كان ذلك ليس شرطًا لعمل المكمورة . وتخصص مساحة ٦ م^{٢} لكل طن من المادة العضوية المراد خلطها فى المكمورة ، على أن يكون مكان المكمورة قريبًا من مصدر الماء العذب لاحتياجها إلى كميات كبيرة من الماء طوال فترة الكمر لتشجيع تحلل المادة العضوية . ويضاف السماد الكيمائى للمخلوط بمعدل ٢٠ كجم سلفات نشادر ، و ٤ كجم سوبر فوسفات ، و ٢٠ كجم كربونات كالسيوم . ويخلط كل ذلك مع نحو ١٠٠ كجم من التربة لكل طن من المادة العضوية ، أيًا كان نوعها . وتزداد مقادير الأزوت والفوسفور المضافة بزيادة نسبة الكربون إلى النيتروجين فى عناصر المكمورة . وترجع أهمية كربونات

الكالسيوم المضافة إلى أنها تعمل على معادلة التأثير الحامضى لسلفات النشادر ، وما يتكون من أحماض أثناء التحلل .

وتجب المحافظة على رطوبة الكومة بصورة دائمة ، مع مراعاة عدم زيادتها أكثر من اللازم ، فترش بالماء كلما لزم الأمر . والرطوبة المثلى هى تلك التى تتسبب فى ترطيب اليد ، دون أن يتساقط الماء عندما يضغط باليد على عينة من السماد من على عمق ٢٠ سم تقريبًا .

ويراعى تقليب الكومة جيدًا بعد شهر ونصف من تجهيزها ، ثم بعد شهر آخر ، ثم بعد ١٥ يومًا أخرى إذا لزم الأمر . ويستلزم تمام التحلل نحو ٣ – ٣,٥ شهرًا فى الجو الدافىء . وبعد تمام التحلل يمكن خزن السماد الناتج فى حيز أصغر ، وكبسه ، مع استمرار ترطيبه بالماء وحمايته من الحرارة . ويعطى الطن الواحد من الفضلات نحو ٢,٥ م^{٣} من السماد .

هذا .. وتقوم بعض الشركات بتصنيع أسمدة عضوية تسوقها تحت أسماء تجارية مختلفة ، مثال ذلك Karya organic fertilizer الذى يستغرق تجهيزه سنتين ، وهو عبارة عن دبال humus غنى بالعناصر ، ويستمر تحلله فى التربة بعد إضافته إليها . ويحتوى هذا السماد على العناصر الغذائية التالية (بالجزء فى المليون) : N = ١٢٠ ، P = ١٥٤ ، K > ٥٠٠ ، Mg = ٣٦٥ ، Ca > ٢٠٠٠ ، Mn = ٧,٢ ، Na = ٣٣٥ ، Cl = ١٠٧ ، Fe = ٦٠ . هذا .. بالإضافة إلى جميع العناصر الدقيقة الأخرى ، وبه الـ pH = ٧,١ ، والـEC = ٩ [كتالوج الشركة] .

١٨ – ٢ – ٤ : تحلل المادة العضوية

عند قلب المادة العضوية فى التربة ، فإن نسبة الكربون إلى النيتروجين تكون عادة عالية فى البداية ، حيث تبلغ نحو ٥٠ : ١ ، ومع تحلل المادة العضوية تنطلق كميات كبيرة نسبيًّا من ثانى أكسيد الكربون ، وكميات قليلة نسبيًّا من النيتروجين النتراتى والأمونيومى ، فتضيق النسبة تدريجيًّا . ويستمر ذلك مع استمرار تحلل المادة العضوية ، حتى تصل نسبة الكربون إلى النيتروجين نحو ١٠ : ١ . وتظل النسبة ثابتة بعد ذلك ، برغم استمرار تحلل المادة العضوية . ويعنى ذلك أن المادة العضوية التى توجد فى صورة متقدمة من التحلل تكون نسبة الكربون إلى النيتروجين بها ١٠ : ١ مهما كانت النسبة فى بداية التحلل . لذلك نجد أن المادة العضوية التى بها نسبة كبيرة من الكربون إلى النيتروجين تعطى عند تحللها كمية أكبر من ثانى أكسيد الكربون ، وكمية أقل من الدبال humus ، وهو الناتج النهائى للتحلل .

تقسيم المواد العضوية حسب نسبة الكربون إلى النيتروجين بها

تقسم المواد العضوية حسب نسبة الكربون إلى النيتروجين بها إلى الأقسام التالية :

١ – مواد ذات نسبة متقاربة جدًّا very narrow ، مثل : بول الحيوانات (١/١٠) ، والبقوليات فى الأطوار المبكرة من نموها (١/١٥ – ١/٢٠) .

٢ – مواد ذات نسبة متقاربة ، مثل : البقوليات فى الأطوار المتأخرة من نموها (١/٢٠) ، وغير البقوليات فى الأطوار المبكرة من نموها (١/٢٠) .

٣ – مواد ذات نسبة كبيرة ، مثل القش المتحلل ، والأوراق المتحللة (١/٦٠) ، وغير البقوليات فى الأطوار المتأخرة من نموها (١/٦٠) .

٤ – مواد ذات نسبة كبيرة جدًّا مثل : القش (١/٨٠) ، والأوراق (١/٨٠) ، ونشارة الخشب (١/٤٠٠) . (Edmond وآخرون ١٩٧٥) .

وعمومًا .. تتوقف نسبة الكربون إلى النيتروجين على مرحلة النمو النباتى ، فتكون النسبة أوسع كلما تقدمت النباتات فى النمو ، وكذلك فى النباتات غير البقولية ؛ عنها فى النباتات البقولية .

العوامل المؤثرة على سرعة تحلل المادة العضوية

يتم تحت الظروف المناسبة تحلل نصف كمية المادة العضوية الطازجة المضافة (سماد حيوانى ، أو سماد أخضر) فى خلال ٢ – ٣ أسابيع ، ونحو $\frac{2}{3}$ الكمية المضافة فى خلال ٤ – ٦ أسابيع . وتتأثر سرعة تحلل المادة العضوية بالعوامل التالية :

١ – درجة الحرارة : حيث تخضع سرعة التحلل لقانون : فان هوف Vant Hoff ، فتزداد سرعة التحلل إلى الضعف مع كل زيادة مقدارها ١٠ درجات مئوية بين درجتى حرارة صفر ، ٣٥° م .

٢ – تهوية التربة : لأن الأوكسجين ضرورى لتأكسد المواد العضوية ، ولتنفس الكائنات الدقيقة فى التربة .

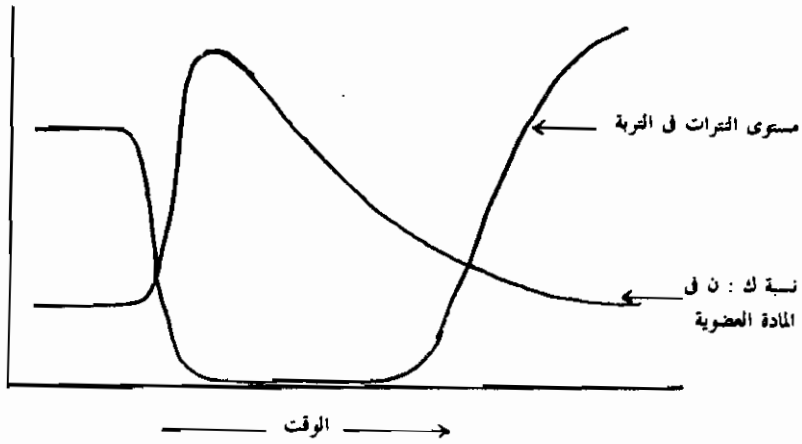
٣ – الرطوبة الأرضية : لضرورتها لنمو الكائنات الدقيقة ، ولإتمام التفاعلات التى تحدث أثناء التحلل .

٤ – pH التربة : حيث تكون كائنات التربة فى أعلى درجات نشاطها بين pH ٦ – ٦,٥ .

نواتج تحلل المادة العضوية

عند تحلل المادة العضوية ، فإنها إما أن تتأكسد كلية ، أو تتحلل إلى مواد وسطية تسمى الدبال humus . ومن المواد التى تتأكسد أو تتحلل كلية المركبات العضوية البسيطة ، كالسكريات ، والنشويات ، والهيمسيليلوز ، والبروتينات البسيطة . فالسكريات تتأكسد إلى ك أ٢ ، وماء ، وحرارة ، مع صور أخرى للطاقة . والبروتينات البسيطة تتأكسد فى وجود الماء إلى ك أ٢ ، وماء وأمونيا ، وطاقة . والبروتينات المركبة المحتوية على الكبريت تتأكسد فى وجود الماء إلى ك أ٢ ، وماء ، وأمونيا ، وكبريتيد الأيدروجين . هذا .. وتتحول الأمونيا إلى نيتروجين نتراتى ، ويتحول كبريتيد الأيدروجين إلى كبريتات . والمعادن تتحد مع بعض الأنيونات ، مكونة أملاحًا ، أو تبقى فى المحلول

الأرضى كأيونات . وتفيد المركبات التى تتأكسد كلية فى إمداد كائنات التربة الدقيقة بالطاقة ، كما تفيد فى إمداد النبات ببعض العناصر الضرورية . هذا .. ويتغير مستوى النترات فى التربة أثناء تحلل المادة العضوية حسبما يظهر فى شكل (١٨ - ٢) .



شكل ١٨ - ٢ : التغير فى نسبة ك : ن فى المادة العضوية أثناء تحللها ، وعلاقة ذلك بمستوى النترات فى التربة (عن Buckman & Brady ١٩٦٠) .

أما الدبال ، فهو مركب وسطى لتحلل المادة العضوية . وهو ناتج من نشاط الكائنات الدقيقة فى التربة عليها ، ويوجد فى صورة غروية ، وله أهميته القصوى فى زيادة السعة التبادلية للتربة . والدبال عبارة عن مادة عضوية متقدمة كثيرًا فى درجة تحللها . وهو مادة غير متجانسة ، ليس له تركيب كيمائى محدد ، ولونه بنى داكن ، ويتكون من بقايا نباتية وحيوانية متحللة مع بقايا خلايا كائنات التربة نفسها . والدبال غير ثابت التركيب ، ويتغير باستمرار فى التربة ببطء .

يشكل اللجنين نحو ٤٠ - ٤٥٪ من الدبال ، ويدخل البروتين فى تركيبه بنسبة ٣٠ - ٣٥٪ ، أما الباقى ، فهو عبارة عن دهون وشموع ومواد أخرى . واللجنين بالدبال ذو أصل نباتى ، أما البروتين ، فإنه يرجع إلى نشاط الكائنات الدقيقة فى التربة (Millar وآخرون ١٩٦٥) .

١٨ - ٣ : الأسمدة الكيمائية

تشتمل الأسمدة الكيمائية Fertilizers على كل المركبات الكيمائية التى تضاف للتربة ، أو تستخدم رشًا على النباتات بهدف تغذيتها . ويستبعد من ذلك الأسمدة العضوية ، والمركبات التى تستخدم فى تعديل الرقم الأيدروجينى للتربة .

١٨ - ٣ - ١ : الأسمدة الكيمائية البسيطة

الأسمدة الكيمائية البسيطة هى تلك الأسمدة التى تتكون من مركب كيمائى واحد ، وتحتوى على عنصر أو أكثر من العناصر الغذائية التى يحتاجها النبات . ويوضح جدول (١٨ - ٩) نسبة ما تحتويه بعض الأسمدة البسيطة من العناصر السمادية الرئيسية ، وهى : النيتروجين ، والفوسفور ، والبوتاسيوم .

جدول (١٨ - ٩): محتوى بعض الأسمدة البسيطة من عناصر النيتروجين ، والفسفور ، والبوتاسيوم

السماد	النسبة المئوية لمحتوى السماد من[١]		
	النيتروجين(N)	الفوسفور (P_2O_5)	البوتاسيوم (K_2O)
نترات الأمونيوم	٣٣ - ٣٣,٥	–	–
فوسفات الأمونيوم	١١	٤٨,٨	–
كبريتات الأمونيوم	٢٠,٥	–	–
الأمونيا السائلة	٨٢	–	–
سيناميد الكالسيوم[٢]	٢١	–	–
نترات الكالسيوم	١٥,٥	–	–
نترات البوتاسيوم	١٣	–	٤٤
نترات الصوديوم	١٦	–	–
اليوريا[٢]	٤٢ - ٤٦	–	–
السوبر فوسفات العادى	–	١٦ - ٢٠	–
السوبر فوسفات الثلاثى	–	٤٢ - ٤٧	–
كبريتات البوتاسيوم	–	–	٤٨ - ٥٢
كلورور البوتاسيوم (ميورات البوتاسيوم)	–	–	٤٨ - ٦٢

(١) للتحويل من P_2O_5 إلى P يضرب فى ٠,٢٣٦٤ . وللتحويل من P إلى P_2O_5 يضرب فى ٢,٢٩١٥ للتحويل من K_2O إلى K يضرب فى ٠,٨٣٠١ وللتحويل من K إلى K_2O يضرب فى ١,٢٠٤٧

(٢) مركبات عضوية لاحتوائها على الكربون ، ولكنها ليست مركبات عضوية طبيعية (عن Lorenz & Maynard ١٩٨٠)

الأسمدة الأزوتية الهامة

من أهم الأسمدة الأزوتية ما يلى :

١ - سلفات النشادر : تعتبر سلفات النشادر مصدرًا جيدًا للأزوت الميسر ، وهى لا تفقد بسرعة من التربة كنترات الصوديوم ، وتتميز بأن لها تأثير حامضى على التربة . ومن مميزاتها الأخرى سهولة خلطها بالسوبرفوسفات وسلفات البوتاسيوم ، لكن لا يجوز خلطها مع الجير ، أو مع الأسمدة القاعدية .

٢ - نترات الصوديوم : تعتبر نترات الصوديوم سمادًا سريع الذوبان والامتصاص ، ومعرضاً للفقد من التربة ، لذا تجب إضافته على دفعات حسب حاجة النبات .

٣ – نترات الكالسيوم : لهذا السماد خصائص نترات الصوديوم ، لكنه يتميز عن الأخير باحتوائه على الكالسيوم بنسبة حوالى ٣٤٪ .

٤ – نترات البوتاسيوم : يتميز سماد نترات البوتاسيوم احتوائه على كل من النيتروجين والبوتاسيوم فى صورة صالحة للامتصاص .

٥ – اليوريـا : تتحلل اليوريا عند إضافتها للتربة إلى أمونيا ، ثم إلى نترات .

٦ – سينواميد الكالسيوم : يتحلل سينواميد الكالسيوم عند إضافته للتربة إلى كربونات الكالسيوم واليوريا ، ثم تحلل اليوريا بواسطة الكائنات الحية الدقيقة فى التربة ، معطية كربونات الأمونيوم ، ونترات الكالسيوم .

ولذلك .. فسينواميد الجير يتيسر فيه النيتروجين ببطء ، ولا يخشى من فقده مع ماء الرشح . ونظرًا لتأثيره السام على النباتات ، لذا تجب إضافته قبل الزراعة بوقت كاف . ولا يخلط هذا السماد مع سلفات النشادر ، أو السوبر فوسفات ، لكن يمكن خلطه بسلفات البوتاسيوم (استينو وآخرون ١٩٦٣) .

الأسمدة الفوسفاتية الهامة

يرجع كل الفوسفور الموجود فى الأسمدة التجارية إلى صخر الفوسفات phosphate rock [٣ كا$_٣$ (فو$_٤$أ)$_٢$. كا ح$_٢$] (أو معدن الأباتيت apatite) . والفوسفور الموجود بالصخر غير قابل للذوبان فى الماء ، ولا يكون ميسرًا لامتصاص النبات ، لكن عند طحنه إلى مسحوق دقيق ، فإن بعض الفوسفور الموجود به يصبح صالحًا لاستعمال النبات بفعل الأحماض الموجودة فى التربة ، لكن الكمية الميسرة تكون منخفضة جدًّا .

ويصنع سماد السوبرفوسفات بمعاملة صخر الفوسفات بحامض الكبريتيك ، حيث يتحول فوسفات الكالسيوم الثلاثى غير القابل للذوبان إلى فوسفات أحادى وفوسفات ثنائى الكالسيوم القابلين للذوبان . وعليه .. فإن السوبرفوسفات هو خليط من كل من فوسفات أحادى وفوسفات ثنائى الكالسيوم مع الجبس gypsum الذى يشكل نصف السوبر فوسفات العادى .

أما السوبرفوسفات المزدوج (أو الثلاثى) double (treble or triple) super phosphate ، فإنه يصنع بمعاملة صخر الفوسفات بحامض الفوسفوريك ، حيث يتكون فوسفات أحادى وفوسفات ثنائى الكالسيوم :

$$Ca_3(PO_4)_2 + 2H_2 \rightarrow Ca(H_2PO_4) + 2Ca\ SO_4$$

$$Ca_3(PO_4)_2 + 4\ H_3\ PO_4 \rightarrow 3\ Ca(H_2\ PO_4)_2$$

ويلاحظ أن السوبر فوسفات العادى يحتوى على ١٦ – ٢٠٪ فو$_٢$ا$_٥$ حسب محتواه النسبى من كل من الجبس ، وفوسفات أحادى وثنائى الكالسيوم ، بينما يحتوى السوبرفوسفات المركز على ٤٧٪ فو$_٢$ا$_٥$.

الأسمدة البوتاسية الهامة :

يعتبر سماد سلفات البوتاسيوم أفضل الأسمدة البوتاسية . وهو سريع الذوبان والامتصاص .

أما سماد كلورور (ميورات) البوتاسيوم ، فهو بطيء الذوبان والمفعول ، ويفضل استعماله فى الأراضى الرملية والخفيفة ولا تجوز إضافته قريبًا من النباتات ، إذ إنه يضر بالجذور .

المصادر السمادية لباقى العناصر الغذائية

يتم التسميد بباقى العناصر بإضافتها للتربة ، أو رشًّا على النباتات فى إحدى الصور الموضحة فى جدول (١٨ - ١٠) .

جدول (١٨ - ١٠) : الأسمدة المستخدمة كمصادر للعناصر الغذائية غير النيتروجين ، والفوسفور ، والبوتاسيوم

العنصر والسماد ونسبة العنصر فى السماد	الكمية المناسبة عند التسميد عن طريق التربة (كجم/فدان)	الكمية المناسبة عند التسميد عن طريق رشاً (كجم/ ٤٠٠ لتر ماء)
الكالسيوم :		
الجبس الزراعى - نترات الكالسيوم - السوبر فوسفات	تختلف الكمية حسب السماد والغرض من الاستعمال	—
كلوريد الكالسيوم $CaCl_2$ (يحوى ٣٦,١ كالسيوم)	—	٥ - ٢,٥
نترات الكالسيوم $Ca(NO_3).2H_2O$ (يحوى ٢٠٪ كالسيوم)	—	٥ - ٢,٥
المغنسيوم :		
كبريتات المغنسيوم $MgSO_4.7H_2O$ (يحوى ٩,٨٪ مغنسيوم)	٧٥ - ١٠٠	٧ - ٥
الكبريت :		
سلفات الأمونيوم - سلفات البوتاسيوم - الجبس الزراعى - السوبر فوسفات	تختلف الكمية حسب السماد والغرض من الاستعمال	—
الحديد :		
كبريتات الحديدوز $FeSO_4.7H_2O$ (يحوى ٢٠٪ حديد)	٥ - ١٠	١ - ١,٥
حديد مخلبى EDTA (يحوى ٩ - ١٢٪ حديد)	٩ - ١٨	٠,٢٥ - ٠,٥
النحاس :		
كبريتات النحاس $CuSO_4.5H_2O$ (يحوى ٢٥,٥٪ نحاس)	١٢ - ٢٤	١ - ٢,٥
اكسيد النحاس CuO (يحوى ٧٩,٦٪ نحاس)	٤ - ٨	—

جدول (١٨ – ١٠) يتبع

العنصر والسماد ونسبة العنصر فى السماد	الكمية المناسبة عند التسميد عن طريق التربة (كجم/فدان)	الكمية المناسبة عند التسميد عن طريق رشاً (كجم/ ٤٠٠ لتر ماء)
الزنك :		
كبريتات الزنك $ZnSO_4 . 7H_2O$ (يحوى ٢٢,٧ زنك)	٥ - ٢٠	١ - ٢
زنك مخلبى يحوى (١٤٪ زنك)	٧ - ١٨	٠,٢٥ - ٠,٥
المنجنيز :		
سلفات المنجنيز $MnSO_4 . 4H_2O$ (يحوى ٢٤,٦ منجنيز)	١٠ - ١٥	١ - ٢
الموليبدنم :		
موليبدات الأمونيوم $(NH_4)2\ Mo\ O_4$ (يحوى ٤٨,٩ موليبدنم)	١ - ٢	
موليبدات الصوديوم $Na_2Mo4 . 2H_2O$ (يحوى ٣٩,٧ موليبدنم)	٠,٢٥ - ٠,٥	٠,١٢٥ - ٠,٢٥
البورون :		
البوراكس $Na_2\ B_4\ O_7 . 10H2O$ (يحوى ١٠,٦٪ بورن)	٥ - ١٢	١ - ٢,٥

١٨ – ٣ – ٢ : الأسمدة الكيمائية المركبة

تحتوى الأسمدة المركبة على أكثر من عنصر سمادى ، وتحضر بخلط اثنين أو أكثر من الأسمدة البسيطة معًا بنسب معينة وبصورة متجانسة ، بحيث يحتوى السماد المركب على نسبة معينة من كل من العناصر السمادية المرغوبة .

وفيما يلى بعض المصطلحات المستخدمة فى وصف الأسمدة المركبة :

درجة أو تحليل السماد Fertilizer grade or analysis

تحليل السماد هو النسبة المئوية لكل من النيتروجين (N) ، والفوسفور فى صورة فوسفات (P_2O_5) ، والبوتاسيوم فى صورة بوتاس (K_2O) فى السماد المركب ، ويعبر عنها بثلاثة أرقام ، مثل : ٥ - ١٠ – ٥ ، حيث تشير الأرقام الثلاثة إلى النسب المئوية لكل من : النيتروجين ، والفوسفور ، والبوتاسيوم فى السماد على التوالى . وقد يوجد أحيانًا رقم رابع يشير إلى النسبة المئوية للمغنسيوم فى صورة مغنا (Mg O) ، ورقم خامس يشير إلى النسبة المئوية للكالسيوم فى صورة كالأ (CaO) .

والسماد المركب قد يكون ذا تحليل منخفض إذا كان مجموع النسب المئوية لعناصر النيتروجين ، والفوسفور ، والبوتاسيوم به ٢٠ أو أقل . وقد يكون ذا تحليل مرتفع إذا زاد مجموع هذه النسب عن ٢٠ .

المعادلة السمادية Fertilizer formula

هى الكميات الفعلية من المركبات الداخلة فى تركيب طن من السماد المركب ، وقد يعبر عن هذه الكميات كنسب مئوية أيضًا . ويطلق على مصادر العناصر السمادية فى السماد المركب اسم المواد الحاملة carriers .

الوحدة السمادية fertilizer unit

هى ١٪ من الطن ، أو ١٠ كجم ، وعليه .. فإن طناً من سماد سلفات النشادر (٢١٪ نيتروجين) يحتوى على ٢١ وحدة نيتروجين النسبة السمادية fertilizer ratio .

هى نسبة العناصر السمادية الثلاثة (النيتروجين ، والفوسفور ، والبوتاسيوم) إلى بعضها البعض فى السماد المركب . فمثلًا .. عندما يكون تحليل السماد ٥ – ١٠ – ٥ تكون نسبته السمادية ١ – ٢ – ١ .

وتتوقف النسبة السمادية التى يوصى بها على العوامل التالية :

١ – الظروف البيئية : تقل نسبة الأزوت فى الجو الملبد بالغيوم .

٢ – المحصول المزروع : تزيد نسبة الأزوت للمحاصيل الورقية ، ونسبة الفوسفور للمحاصيل الثمرية ، ونسبة البوتاسيوم للمحاصيل الجذرية والورقية .

٣ – طبيعة التربة : تزيد نسبة البوتاسيوم فى الأراضى الرملية ، وتزيد نسبة الفوسفور فى الأراضى الثقيلة ، وتقل نسبة الأزوت فى الأراضى العضوية .

٤ – كمية ونوع الأسمدة المستخدمه : تجب مراعاة زيادة نسبة الفوسفور عندما تكون الأرض حديثة العهد بالتسميد ، أى لم يسبق تسميدها كثيرًا من قبل ، وكذلك عند استعمال الأسمدة العضوية .

تحضير السماد المركب

يحضر السماد المركب بخلط عدد من الأسمدة البسيطة بكميات محسوبة مقدمًا حسب تحليل السماد المراد تحضيره ، ومعادلته ، ونسبته السمادية .

مثال : إحسب الكميات اللازمة لتحضير سماد مركب تحليله ٥ – ٩ – ٥ مع استخدام سلفات النشادر (٢٠٪ ن) ، والسوبرفوسفات (١٥٪ فو$_2$أ$_5$) ، وسلفات البوتاسيوم (٥٠٪ بو$_2$ أ) فى تحضير السماد.

يحتوى الطن من هذا السماد على : ٥٠ كجم ن ، و ٩٠ كجم فو$_2$أ$_5$ ، و ٥٠ كجم بو$_2$أ وهذه الكميات يمكن الحصول عليها بخلط :

٢٥٠ كجم سلفات نشادر

٦٠٠ كجم سوبرفوسفات

١٠٠ كجم سلفات بوتاسيوم .

تخلط هذه الكميات من الأسمدة معا ، ويضاف لها نحو ٥٠ كجم من الرمل ليصل الوزن إلى طن ويفضل عند تحضير السماد المركب جعل النيتروجين من مصدرين : أحدهما قابل للذوبان والامتصاص بسرعة ، والآخر بطيء الذوبان . كما يفضل جعل الأسمدة مركزة قدر المستطاع ، مع استخدام أسمدة بسيطة غنية بالعناصر عند تحضير السماد المركب .

وعند خلط الأسمدة يراعى أن بعضها يكون متحجرًا ، كالسوبر فوسفات ، وبعضها تتجمع حبيباته ، مكونة كتلاً أكبر ، كسلفات النشادر . وهذه يجب دقها جيدًا ونخلها لتسهيل عملية الخلط . كما تجب مراعاة أن بعض الأسمدة لا يجوز خلطها ، لأنها تتفاعل مع بعضها البعض ؛ مما يؤدى إلى تحول بعض العناصر إلى صور غير ذائبة .

ويفيد جدول ١٨ – ١١ فى حساب كميات الأسمدة البسيطة اللازمة لتحضير الأسمدة المركبة .

جدول (١٨ ـ ١١) طريقة حساب الكميات اللازمة من الأسمدة البسيطة اذا عرفت الكميات المطلوبة من العناصر أو العكس .

نضرب الكمية المطلوبة من	فى	للحصول على الكمية المطلوبة من
الأمونيا NH_3	٠,٨٢٣	نيتروجين ـ N
نترات الأمونيوم $NH_4 NO_3$	٠,٣٥٠	نيتروجين ـ N
كبريتات الأمونيوم $(NH_4)_2 SO_4$	٠,٢١٢	نيتروجين ـ N
بوراكس $Na_2 B_4 O_7 . 10 H_2 O$	٠,١١٤	بورون ـ B
حمض بوريك $H_3 BO_3$	٠,١١٧	بورون ـ B
بورون ـ B	٨,٨٠٧	بوراكس ـ $Na_2 B_4 O_7 . 10 H_2 O$
بورون ـ B	٥,٦٣٦	حمض بوريك ـ $H_3 BO_3$
كالسيوم ـ Ca	٤,٢٩٥	كبريتات الكالسيوم (الجبس) $Ca SO_4 . 2H_2O$
مغنسيوم ـ Mg	٤,٩٥١	كبريتات المغنسيوم ـ $Mg SO_4$
كبريتات المغنسيوم ـ $Mg SO_4$	٠,٢٠٢	مغنسيوم ـ Mg
منجنيز ـ Mn	٢,٧٤٩	كبريتات المنجنيز ـ $Mn SO_4$
منجنيز ـ Mn	٤,٠٦٠	كبريتات المنجنيز $Mn SO_4 . 2H_2O$
كبريتات المنجنيز $Mn SO_4$	٠,٣٦٤	منجنيز ـ Mn
كبريتات المنجنيز $Mn SO_4 . 4 H_2 O$	٠,٢٤٦	منجنيز ـ Mn
ميورات البوتاسيوم ـ Cl_2	٠,٦٣٢	بوتاس ـ K_2O
ميورات البوتاسيوم ـ Cl_2	٠,٥٢٤	بوتاسيوم ـ K
نترات No_3	٠,٢٢٦	نيتروجين ـ N
نترات البوتاسيوم ـ NO_3	٠,٤٦٦	بوتاس ـ K_2O
نترات البوتاسيوم ـ NO_3	٠,٣٨٧	بوتاسيوم ـ K
نترات الصوديوم ـ $Na NO_3$	٠,١٦٥	نتروجين ـ N
نيتروجين ـ N	١,٢١٦	أمونيا NH_3
نيتروجين ـ N	٢,٨٥٦	نترات أمونيوم $NH_3 NO_3$
نيتروجين ـ N	٤,٧١٦	كبريتات الأمونيوم $(NH_4)_2 SO_4$
نيتروجين ـ N	٤,٤٢٦	نترات ـ No_3

جدول (١٨ – ١١) : يتبع .

تضرب الكمية المعلومة من	فى	للحصول على الكمية المطلوبة من
نيتروجين - N	٦,٠٧١	نترات الصوديوم - $NaNO_3$
حمض الفسفوريك - P_2O_5	٠,٤٣٧	فوسفور - P
الفوسفور - P	٢,٢٩١	حمض الفوسفوريك - P_2O_5
بوتاس - K_2O	١,٥٨٣	ميورات البوتاسيوم - Kcl
بوتاس - K_2O	٢,١٤٦	نترات البوتاسيوم - KNO_3
بوتاس - K_2O	٠,٨٣٠	بوتاس - K
بوتاس - K_2O	١,٨٥٠	كبريتات البوتاسيوم - K_2SO_4
بوتاسيوم - K	١,٩٠٧	ميورات البوتاسيوم - KCL
بوتاسيوم - K	٢,٥٨٩	نترات البوتاسيوم - KNO_3
بوتاسيوم - K	١,٢٠٥	بوتاس - K_2O
بوتاسيوم - K	٢,٢٢٩	كبريتات البوتاسيوم - K_2SO_4
كبريتات الأمونيوم $(NH_4)_2SO_4$	٠,٢١٢	نيتروجين - N
كبريتات البوتاسيوم K_2SO_4	٠,٥٤٠	بوتاس - K_2O
كبريتات البوتاسيوم K_2SO_4	٠,٤٤٩	بوتاسيوم - K

١٨ – ٣ – ٣ : الأسمدة البطيئة الذوبان والتيسر

الأسمدة البطيئة الذوبان والتيسر Slow Release Fertilizers هى إما أنها أسمدة ذات قابلية ضعيفة جدًّا للذوبان فى الماء ، أو أنها أسمدة تتيسر فيها العناصر الغذائية فى صورة صالحة للامتصاص ببطء شديد ، وفى كلتا الحالتين تتيسر العناصر الغذائية للنباتات بقدر حاجته إليها ، وعلى مدى فترة زمنية طويلة تمتد من ثلاثة أسابيع إلى عدة سنوات ، الأمر الذى يقلل كثيرًا من فرصة تثبيتها فى التربة ، ومن فقدها فى ماء الصرف . وفيما يلى شرح لبعض أنواع الأسمدة البطيئة الذوبان والتيسر .

الأسمدة المخلبية

الأسمدة المخلبية Chelated Fertilizers هى أسمدة توجد فيها العناصر الضرورية للنبات فى صورة مركبات مخلبية chelated compounds أو Sequestring agents .

والمركبات المخلبية عبارة عن مركبات عضوية حلقية مرتبطة بمعدن أو أكثر بشدة تتفاوت من مركب مخلبى لآخر . وهى قابلة للذوبان فى الماء . والمستعمل منها فى الأغراض الزراعية يتحلل فى الماء ببطء شديد . وتعمل المركبات المخلبية على منع تثبيت العناصر فى التربة . فبرغم قابليتها للذوبان فى الماء ، إلا أنها بطيئة التحلل بدرجة كبيرة ، وبذلك يتيسر العنصر لامتصاص النبات ، دون أن يفقد بالتثبيت . هذا .. وتدمص المركبات المخلبية على سطح حبيبات الطين .

ومن المركبات المخلبية الشائعة الاستعمال فى الزراعة ما يلى :

ethylene diaminetetra acetic acid (EDTA)

diethylene triamine penta acetic acid (DTPA)

cyclohexane diaminetetra acetic acid (CDTA)

ethylene diamine di (O-hydroxyphenyl acetic acid (EDDHA)

هذا .. وتوجد المواد المخلبية إما فى صورة أحماض ، أو فى صورة ملح الصوديوم . والعناصر المخلوبة عادة هى : الحديد ، والمنجنيز ، والنحاس ، والزنك ، والكوبالت .

وتضاف المركبات المخلبية عن طريق التربة ، حيث تعطى نتائج أفضل ، ولمدة طويلة ، عما فى حالة إضافتها بطريق الرش ، إلّا أنه يمكن استعمالها رشًّا بتركيزات مخففة مع الرش الدورى لمكافحة الآفات (Tisdale & Nelson ١٩٧٥) .

وفيما يلى أمثلة لبعض العناصر النادرة التى توجد فى صورة مركبات مخلبية :

١ – نيرفانيد حديد : مركب مخلبى يحوى حديدًا فى صورة Fe EDTA بنسبة ١٣,٢٪ . يستخدم فى الأراضى الحامضية فقط بمعدل ٢ كجم/ فدان فى أول سنة ، ثم بمعدل $\frac{١}{٤}$ – $\frac{١}{٢}$ كجم سنويًّا بعد ذلك . كما يمكن استخدامه أيضًا بطريق الرش .

٢ نيرفانيد منجنيز : مركب مخلبى يحوى منجنيز فى صورة Mn EDTA بنسبة ١٤٪ . ينصح باستخدامه بمعدل ١,٥ كجم سنويًّا/فدان ، كما يستخدم رشًّا بتركيز لا يزيد عن ٠,٠٥٪ .

٣ – نيرفانيد زنك : مركب مخلبى يحوى زنك فى صورة Zn EDTA بنسبة ١٤٪ . ينصح باستعماله بمعدل $\frac{١}{٢}$ كجم/فدان قبل الزراعة ، كما يستخدم رشًّا بتركيز لا يزيد عن ٠,٠٥٪ ، وبحيث لا تزيد الكمية الكلية المستعملة عن ١٥٠ جم للفدان .

٤ – إزيبلكس : مركب مخلبى يحوى :

٣,٦٪ حديد فى صورة Fe EDDHA

١,٨٪ منجنيز فى صورة Mn DTPA

٠,٧٪ زنك فى صورة Zn EDTA

٠,٢٪ نحاس فى صورة Cu EDTA

٠,٣٪ كوبالت فى صورة Co EDTA

٠,٨٪ بورون فى صورة معدنية

٠,٦٪ موليبدنم فى صورة معدنية

ويستخدم الإزيبلكس فى الأراضى القلوية ، والجيرية ، والدبالية ، والحديثة الاستصلاح . ويوصى باستعماله بمعدل ٠,١٪ بالوزن عند خلطه بالأسمدة التجارية ، أو بمعدل ٠,٠٥٪ عند خلطه بالأسمدة المركزة ، أو رشًّا على الأرض قبل الزراعة بمعدل ٢,٥ كجم/فدان فى الكمية المناسبة من الماء ،

وتكرر المعاملة سنويًّا لمدة أربع سنوات . ويمكن إضافته رشًّا عند ظهور أعراض النقص بتركيز ٠,١٪ محلول مائى .

٥ – فيريبلكس : مركب مخلبى يحوى حديدًا فى صورة Fe EDDHA بنسبة ٦٪ . ويوصى به فى الأراضى القلوية بمعدل ٢ كجم/ فدان ، ثم تكرر سنويًّا بمعدل $\frac{١}{٤}$ – $\frac{١}{٢}$ كجم/فدان .

وينصح عند استعمال الأسمدة المخلبية بطريق الرش إضافة أى مادة ناشرة غير أيونية لمحلول الرش . كما يمكن زيادة كفاءة امتصاص المركبات المخلبية من النرفانيدات بإضافة اليوريا (٤٦٪ نيتروجين) بمعدل ٢ جم/ لتر فى محلول الرش مع المركبات المخلبية . وينصح بالرش فى الصباح أو فى المساء ، وألا يزيد عن الحد الذى يتساقط معه محلول الرش من على الأوراق . (نشرة شركة سنتك ١٩٧٩) .

سماد الأزموكوت

يحتوى سماد الأزموكوت Osmocote البطىء الذوبان والتيسر على عناصر : النيتروجين ، والفوسفور ، والبوتاسيوم ، والمغنسيوم ، كما توجد منه تحضيرات تحتوى أيضا على عناصر : الحديد ، والموليبدنم ، والبورون ، والمنجنيز ، والزنك ، والنحاس .

وتمتد فترة تحرير المواد الغذائية من حبيبة السماد من ٢ – ١٨ شهرًا . ولا يغسل السماد من التربة بالرى الغزير ، كما لا يتأثر السماد بنوع التربة ، أو درجة حموضتها ، أو ظروفها الحيوية . وتتأثر فترة فاعلية الأنواع المختلفة من الأزموكوت بدرجة الحرارة فقط ، إذ إن درجة الحرارة المرتفعة تسبب تحرر السماد بسرعة . ودرجة الحرارة المنخفضة تجعل التحرر يتم ببطء ، كما هو مبين فى جدول (١٨ – ١٢) . وتُنتج أسمدة الأزموكوت بواسطة شركة

Sierra Chemical Co., Milpitas, California

جدول (١٨ ـ ١٢) : تأثير درجة الحرارة على مدة فاعلية الأنواع المختلفة من أسمدة الأزموكوت .

سماد الأزموكوت	مدة الفاعلية بالشهر فى درجة حرارة تربة (°م)		
	١٦	٢١	٣٢
١٤ + ١٤ + ١٤	٥ ـ ٤	٤ ـ ٣	٢ ـ ١
١٦ + ١٨ + ٥ + حديد	١١ ـ ١٠	٩ ـ ٨	٦ ـ ٥
١٦ + ١٧ + ٥ + حديد	١٦ ـ ١٥	١٤ ـ ١٢	٨ ـ ٧
١٦ + ١٦ + ٥ + حديد	٢١ ـ ٢٠	١٨ ـ ١٦	١٢ ـ ١٠
٣٢ + ١ + ٢ + حديد	١٦ ـ ١٥	١٤ ـ ١٢	٨ ـ ٧
(أزموكوت زائد) :			
١٥ + ١١ + ١٣ + ٢ مغ أ + عناصر دقيقة	٥ ـ ٤	٤ ـ ٣	٢ ـ ١

وتحتوى اسمدة الازموكوت على العناصر السمادية مغلفة داخل كبسولات بلاستيكية قطرها نحو ٣ مم ، أو أقل . وتخلط هذه الأسمدة مع بيئة نمو الجذور . وعند الرى يمر بخار الماء بين حبيبات التربة إلى داخل الكبسولات من خلال ثقوب صغيرة بها . وبالداخل يتكثف بخار الماء على السماد ، فيقل ضغط بخار الماء ، الأمر الذى يتبعه دخول بخار ماء جديد إلى الكبسولة ، وهكذا إلى أن يتكثف داخل الكبسولة قدر من الماء يكفى لإذابة السماد . ومع ازدياد دخول الماء يتولد ضغط داخلى يؤدى إلى تمدد جدار الكبسولة واتساع الثقوب ؛ فيخرج السماد منها ببطء للخارج .

اليوريا المغطاه بالكبريت

اليوريا المغطاه بالكبريت sulfur-coated urea (SCU) عبارة عن سماد يوريا مغطى بغطاء كبريتى . وغالبًا ما يضاف للسماد بعض المواد المانعة لنشاط الكائنات الدقيقة microbiocides ، مثل الـ pentachlorophenol لتقليل سرعة التحلل البيولوجي للغطاء الكبريتى . وتحتوى هذه الأسمدة غالبًا على حوالى ٣٦٪ نيتروجين ، و ١٧٪ كبريت ، و ٣٪ شمع ، و ٠,٢٪ microbiocide ، و ١,٨٪ conditioner . وعند إضافة هذه الأسمدة ، فإن نسبة كبيرة من النيتروجين تتيسر خلال الأسبوع الأول ، ويرجع ذلك إلى عدم اكتمال الغطاء الكبريتى حول بعض الحبيبات . وتذكر هذه النسبة عادة فى اسم التحضير التجارى . فمثلًا SCU-10 يعنى أن ١٠٪ من النيتروجين يتيسر خلال الأسبوع الأول ، و SCU-26 يعنى أن ٢٦٪ من النيتروجين يتيسر خلال الأسبوع الأول ... وهكذا . وتتيسر خلال الأسبوعين التاليين نسبة أقل من النيتروجين نتيجة اكتمال تكون الغطاء الكبريتى غير المنفذ للماء . ويطلق على هذه الفترة اسم lag period .

يبدأ بعد ذلك ظهور تأثير التحلل البيولوجى للغطاء الكبريتى ، حيث تصل الرطوبة لليوريا ، ويخرج محلول اليوريا من الثقوب الدقيقة التى تحدث بالغطاء . وتتوقف سرعة تحلل الغطاء الكبريتى إلى حد كبير على رطوبة وحرارة التربة ، فتزداد مع ارتفاع الرطوبة ومع ارتفاع درجة الحرارة (الـ Q 10 لذلك = خمسة) ويبلغ مقدار تيسر النيتروجين خلال تلك الفترة حوالى ١٪ يوميًّا .

ومن أوائل الأسمدة التى أنتجت من هذه النوعية السماد Gold-N ، وتركيبه : ٣٢٪ ن ، و ٣٠٪ كب ، و ٢٪ شمع .

الأسمدة فى صورة فرتز :

الفرتز frits عبارة عن رقائق صغيرة زجاجية المظهر ، تتراوح فى درجة ذوبانها بين القلة والكثرة ، ويستخدم البطىء الذوبان منها ، حيث يذاب ببطء إلى أن يصبح فى صورة سائلة ، ثم يخلط معه السماد المطلوب ، ثم تعاد للحالة الصلبة بتعريض المخلوط للتفريغ فى حمام مائى بارد ؛ فتتصلب الرقائق firts وتنكسر فى الحال ، حيث تجمع وتطحن إلى أن تصبح دقيقية (٢٠٠ mesh أو أصغر – أى تمر من منخل لا يقل عدد ثقوبه عن ٢٠٠ ثقب فى البوصة المربعة) . وعند إضافتها للتربة ، فإنها تذوب ببطء ، ويتيسر السماد الموجود بها ، ويمكن الاعتماد عليها مدة ١٠ شهور فى مد النبات بالسماد (Nelson ١٩٨٥) .

اليوريا فورمالدهيد (Urea formaldehyde)

تتوفر اليوريا فورمالدهيد تحت أسماء تجارية مختلفة ، منها : اليورميت Urmite ، واليوريا فورم Ureaform ، وبها ٣٨٪ N يتيسر نحو ثلثيه فى السنة الأولى ، والباقى ببطء فى السنوات التالية . ويوجد معظم المركب فى صورة سلاسل كيمائية طويلة لا يمكن للنبات امتصاصها ، ولكن الكائنات الدقيقة التى توجد بالتربة تعمل على تحليل هذه السلاسل ، فتفصل اليوريا التى يمكن للنبات أن يمتصها بسهولة . ويستخدم هذا السماد بصفة خاصة فى المسطحات الخضراء . وتحضر اليوريا فورم Urea form بتفاعل اليوريا مع الفورمالدهيد (Maynard & Lorenz ١٩٧٩) .

الأيزوبوتيلدين دايوريا (Isobutylidene Diurea,)

ينشأ هذا المركب من التفاعل بين اليوريا والأيزوبوتيلداهيد Isobutylaldehyde . وهو بطىء الذوبان للغاية ، وتبعًا للتركيب الكيميائى ، فإنه يحتوى على ٣٢,٢٪ نيتروجين ، ولكن التحضير التجارى يحوى ٣٠٪ فقط بسبب وجود الشوائب . ويزداد ذوبان السماد مع ارتفاع درجة الحرارة ، كما يتوقف أيضًا على حجم وصلابة حبيبات السماد (جدول ١٨ – ١٣) .

جدول (١٨ ـ ١٣) : تأثير قطر الحبيبات على سرعة تيسر اليوريا فى سماد الأيزوبوتيلدين دايوريا .

اليوريا الميسرة (٪)	خلال فترة (أسبوع) : عندما يكون قطر الحبيبات (مم) :	
٧٥	١٠	٠,٦ - ٠,٧
٥٨	٢١	١,٠ - ١,٢
٥٠	٣٢	١,٧ - ٢,٠

أسمدة مغطاة بالمطاط (Rubber-based coated Fertilizers)

تغطى الأسمدة فى هذه التحضيرات بغلاف من المطاط . وتتوقف سرعة تيسر السماد على سمك الغطاء المطاطى .

وللمزيد من التفاصيل الخاصة بالأسمدة البطيئة الذوبان والتيسر يمكن مراجعة Maynard & Lorenz (١٩٧٩) .

١٨ – ٤ : المحاليل البادئة والأسمدة الورقية

المحاليل البادئة والأسمدة الورقية كلتاهما أسمدة مذابة فى الماء ، وتستخدما بتركيزات مخففة ، إما عن طريق التربة ، أو رشًّا على النباتات .

١٨ - ٤ - ١ : المحاليل البادئة

المحاليل البادئة Starter Solutions عبارة عن محاليل سمادية تضاف للتربة فى مكان شتل البادرات أثناء عملية الشتل بمعدل $\frac{١}{٨}$ لتر للنبات . . ويحتاج الفدان حوالى ٨٠٠ - ١٢٠٠ لتر منها حسب كثافة الزراعة . ويمكن تحضير المحاليل البادئة من الأسمدة البسيطة ، أو من الأسمدة المركبة . وتحضر المحاليل البادئة بإذابة نحو ٢,٥ كجم من سماد تحليله ٥ - ١٠ - ٥ ، أو ٥ - ١٠ - ١٠ فى نحو ٢٠٠ لتر ماء . والمحاليل البادئة المثالية هى التى تحضر من مركبات غنية بالفوسفور ؛ وتحوى نيتروجين فى صورة فوسفات أحادى أو ثنائى الأمونيوم . ويفضل استعمال الأسمدة المركبة ذات التحليل المرتفع فى تحضير المحاليل البادئة ، حتى لا تتخلف بعد إذابتها بقايا كثيرة غير ذائبة ، لكن تجب مراعاة أن يكون المحلول نفسه مخففًا ، لأن التركيزات العالية قد تضر جذور النباتات .

وفى حالة عدم توفر الأسمدة المركبة ، فإنه يمكن تحضير المحاليل البادئة من الأسمدة البسيطة ، وتستخدم لذلك سلفات النشادر بمعدل ١ كجم/ ٢٠٠ لتر ماء ، أو نترات النشادر بمعدل ٧٠٠ جم/ ٢٠٠ لتر ماء ، أو يوريا بمعدل ٥٠٠ جم/٢٠٠ لتر ماء . ويضاف لأى منها ١ كجم من كل من سلفات البوتاسيوم ، وفوسفات الأمونيوم الأحادية .

وأفضل المحاليل البادئة هى تلك الغنية بالفوسفور الميسر ، والتى يكون النيتروجين والبوتاسيوم فيها فى صورة أملاح فوسفات ، مثل : فوسفات أحادى وثنائى الأمونيوم ، وفوسفات البوتاسيوم ثنائى الأيدروجين potassium dihydrogen phosphate .

الأساس الفسيولوجى للاستجابة للمحاليل البادئة

تمتص معظم النباتات الحولية - أو تلك التى تزرع كحولية - معظم احتياجاتها المغذية فى طور مبكر جدًا من النمو . وينطبق ذلك بصورة خاصة على الفوسفور . فامتصاص الفوسفور يكون بمعدل أعلى من معدل نمو النباتات فى بداية مراحل النمو . وكمتوسط عام .. فإن النبات يكون قد امتص 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 المحاليل البادئة فى درجات الحرارة المنخفضة التى تقلل من نمو الجذور ، ومن سرعة امتصاص الفوسفور . ويفسر ذلك أهمية المحاليل البادئة الغنية بالفوسفور فى فصل الشتاء وبداية الربيع (Wittwer ١٩٦٩) .

١٨ - ٤ - ٢ : الأسمدة الورقية

توجد المئات من التحضيرات التجارية التى تستخدم كأسمدة ورقية Foliar Fertilizers رشًّا 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 . وينصح بالرش قبل الشتل بأسبوع ، أو بعد الزراعة بـ ٣ - ٤ أسابيع ، ثم كل ٣ أسابيع بعد ذلك .

ويبين جدول (١٨ - ١٤) 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 يحتوى بعضها على بعض منظمات النمو ، كما فى البايفولان .

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

جدول (١٨ - ١٤) : النسبة المئوية للعناصر الغذائية فى بعض الأسمدة الورقية الشائعة بمصر

العنصر	إيرال فيردى	إيرال أجرومى	فولى فرتيل	بايفولان	أولوكاين	سولوكاين	ازيبلكس	نيوترين	فولياترين ١
أزوت	٢٠	١٥	٢٢	١١	١٣	—	—	٢١	١١
فوسفور	٨	—	٢١	٨	—	—	—	٥	٦,٥
بوتاسيوم	١٦	٤	١٧	٦	٤٢	—	—	١٨	٢,٥
مغنسيوم	١	٣	,٠٧٩٠	—	٠,٢٢	٨,٣	—	٠,١١٥	—
منجنيز	١	٨	٠,٣٩٥	,٠١٦	٠,١٣	٥	١,٦٣ مخلبى	٠,١٤	٠,٢٠
زنك	ا,	٤	,٠٠٦٨	,٠٠٦	,٠٠٩	٢	,٦٦ مخلبى	,٢٦٦	٠,١١
نحاس	ا,	ا,	,٠٠٧٦	,٠٠٨	—	٢	,١٦٣ مخلبى	,٣٠٥	٠,١١
حديد	,٠٣ مخلبى	٤, مخلبى	,٠٣٧ مخلبى	,٠١٨٥ مخلبى	,٠٧	١	٣,٢٧ مخلبى	٠,١٦٦	٠,٢٣
كبريت	١	—	٠,١٦٧	—	—	٣٠	—	—	—
بورون	,٥	١	,٠٠٣٣	,٠١١٣	,٠٣	٢	,٦٩٥	,١٠٢	٠,١١
موليبدنم	—	—	,٠٠٥	,٠٠٠٩٥	٠,٠٠٩	٠,٠٨	,٠٥٩	,٠٠٤	٠,٠٠١
كوبالت	—	—	,٠٠٢	,٠٠٠٤	٠,٠٠٩	٠,٠٢	,٠٢٩ مخلبى	—	٠,٠٠٠٤
كروم	—	—	—	—	٠,٠٠٩	—	—	—	—
نيكل	—	—	—	—	—	—	—	—	٠,٠٠٠٩

١٨ - ٥ : خصائص الأسمدة الكيمائية

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 .

١٨ - ٥ - ١ : ذوبان الأسمدة فى الماء

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

رشًّا ، أو عند تحضير المحاليل البادئة ، حيث قد يتطلب الأمر تسخين الماء أولًا للمساعدة على إذابة الأسمدة البطيئة الذوبان . وتختلف الأسمدة البسيطة كثيرًا فى مقدرتها على الذوبان فى الماء ، كما يتضح من جدول (١٨– ١٥) كالتالى :

١ – لا يذوب أكسيد النحاس فى الماء .

٢– يتحلل كل من سينواميد الكالسيوم ، ومولبيدات الأمونيوم فى الماء .

٣ – أقل الأسمدة قابلية للذوبان فى الماء هى : البوراكس (١٪) ، والسوبرفوسفات العادى (٢٪) ، والمزدوج (٤٪) .

٤ – أكثر الأسمدة قابلية للذوبان فى الماء هى : نترات الأمونيوم (١١٨٪) ، وكبريتات المنجنيز (١٠٥٪) ، ونترات الكالسيوم (١٠٢٪) .

٥ – تعتبر باقى الأسمدة عالية نسبيًّا فى قابليتها للذوبان فى الماء ، وتتراوح من ١٣٪ فى نترات البوتاسيوم إلى ٧٨٪ فى اليوريا .

جدول (١٨ ـ ١٥) : درجة ذوبان الأسمدة البسيطة فى الماء .

السماد	عدد أجزاء السماد التى يمكن إذابتها فى ١٠٠ جزء ماء
نترات الأمونيوم	١١٨
سلفات الأمونيوم	٧١
سينواميد 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
مولبيدات 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
مولبيدات الصوديوم	٥٦
كبريتات الزنك	٧٥

١٨ - ٥ - ٢ : تأثير الأسمدة على ملوحة التربة

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

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 (١٨ - ١٦) دليل الملوحة لأهم الأسمدة الشائعة الاستعمال .

١٨ - ٥ - ٣ : تأثير الأسمدة على pH التربة :

تؤدى إضافة بعض الأسمدة للتربة إلى حدوث تغير طفيف فى 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 فى 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 الحامضى 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 (١٨ – ١٧) أنواع هذه الأسمدة ، وكمية كربونات الكالسيوم التى تحدث تأثيرًا مماثلًا لـ ١٠٠ كجم من السماد .

جدول (١٨ ـ ١٦) : 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
سيناميد 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 (١٨ ـ ١٧) : الأسمدة ذات التأثير القلوى .

السماد	نسبة النتيروجين 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 (١٨ ـ ١٨) : 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 (١٨ – ١٨) 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 ١٨ – ١٩ ، ١٨ – ٢٠) .

هذا .. ويوضح جدولا (١٨ – ٢١ ، ١٨ – ٢٢) الخصائص العامة لأهم الأسمدة المستخدمة كمصادر للعناصر الكبرى والصغرى على التوالى (عن Hanan وآخرين ١٩٧٨) .

جدول (١٨ ـ ١٩): 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 (١٨ ـ ٢٠) : 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 (١٨ ـ ٢١) : الخصائص العامة لبعض الأسمدة التى تعتبر مصادر للعناصر الكبرى .

السماد	التحليل (٪) (ن ـ فو٢أ٥ ـ بو٢أ)	العناصر الأخرى القابلية للذوبان فى الماء جم/ ١٠٠ مل (٪)	التأثير على الـ pH (رقم)
كلوريد الأمونيوم	٢٥ ـ صفر ـ صفر	ـ	٣٩,٧ حامضى
نترات الأمونيوم	٣٣,٥ ـ صفر ـ صفر	ـ	١١٨,٣ حامضى
فوسفات أحادى الأمونيوم	١١ ـ ٤٨ ـ صفر	ـ	٢٢,٧ حامضى
فوسفات ثنائى الأمونيوم	٢١ ـ ٥٣ ـ صفر	١,٤٪ كالسيوم	٤٢,٩ حامضى
كبريتات الأمونيوم	٢٠ ـ صفر ـ صفر	ـ	٧٠,٦ حامضى جدا

جدول (١٨ – ٢١) : يتبع .

السماد	التحليل (٪) (ن - فو٢أ٥ - بو٢أ)	العناصر الأخرى (٪)	القابلية للذوبان فى الماء جم/ ١٠٠ مل	التأثير على رقم الـ pH
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

جدول (١٨ - ٢٢) : خصائص بعض الأسمدة التى تعتبر مصادر للعناصر الدقيقة

السماد	التحليل	التركيب الكيميائى	ملاحظات
البورون			
البوراكس	١١ ٪ بورون	$Na_2 B_4 O_7 . 10 H_2 O$	يذوب فى الماء فى درجة الغليان
حمض البوريك	١٧ ٪ بورون	$H_3 BO_3$	يذوب فى الماء فى درجة الغليان
فرتز Boron frits	٢ - ٦ ٪ بورون	——	تحضيرات تجارية - بطىء التيسر
النحاس			
كبريتات النحاس	٣٥ ٪ نحاس	$Cu SO_4 . H_2 O$	
النحاس المخلبى	١٣ ٪ نحاس	$Na_2 Cu EDTA$	بطىء التيسر
الحديد			
كبريتات الحديدوز	١٩ ٪ حديد	$Fe SO_4 . 7 H_2 O$	
كبريتات الحديديك	٢٣ ٪ حديد	$Fe_2 (SO_4)_3 . 4 H_2 O$	
فرتز Iron Frits	يختلف	——	تحضيرات تجارية
الحديد المخلبى	٥ - ١٤ ٪ حديد	Na Fe EDTA	يفضل استعماله كسماد ورقى
	٦ ٪ حديد	Na Fe HEDTA	
	١٠ ٪ حديد	Na Fe EDDHA	يفضل استعماله فى الأراضى القلوية
المنجنيز			
كبريتات المنجنيز	٢٦٠ - ٢٨ ٪ منجنيز	$Mn SO_4 . 3 H_2 O$	
منجنيز مخلبى	١٢ ٪ منجنيز	Mn EDTA	
فرتز Mn Frits	١٠ - ٢٥ ٪ منجنيز	——	تحضيرات تجارية
الموليبدنم			
موليبدات الصوديوم	٣٩ ٪ موليبدنم	$Na Mo O_4 . 2 H_2 O$	
موليبدات الأمونيوم	٥٤ ٪ موليبدنم	$(NH_4)_6 Mo_7 O_2 . 4H_2 O$	
فرتز Mo Frits	٢ - ٣ ٪ موليبدنم	——	تحضيرات تجارية
الزنك			
كبريتات الزنك	٣٥ ٪ زنك	$Zn SO_4 . H_2 O$	
فرتز Zn Frits	يختلف	——	تحضيرات تجارية
زنك مخلبى	١٤ ٪ زنك	$Na_2 Zn EDTA$	
	٩ ٪ زنك	Na Zn HEDTA	

١٨ - ٦ : العوامل المؤثرة على كمية السماد التى تحتاجها محاصيل الخضر

١٨ - ٦ - ١ : عوامل خاصة بالنبات

تختلف الخضروات كثيرًا فى كمية العناصر الغذائية الأولية التى تمتصها النباتات من التربة ، وفى كمية العناصر التى يحصل عليها الجزء المستهلك اقتصاديًا من النبات (وهو الذى يُزال نهائيًا من التربة) بالمقارنة بالكمية التى تحصل عليها أجزاء النبات الأخرى (وهى التى تعود للتربة مرة أخرى) . وقد سبقت مناقشة هذا الموضوع فى الجزء (١٨ - ١ - ٥) .

كما تختلف محاصيل الخضر فى مدى استجابتها للتسميد بالعناصر المغذية الصغرى والدقيقة ، ويتضح ذلك من جدول (١٨ - ٢٣) .

جدول (١٨ - ٢٣) : استجابة محاصيل الخضر للتسميد بالعناصر الغذائية المختلفة .

الخضر	الاستجابة للتسميد بعنصر					
	المنجنيز	البورون	النحاس	الزنك	الموليبدنم	الحديد
الهليون	أ	أ	أ	أ	أ	ب
الفاصوليا	حـ	أ	أ	حـ	ب	حـ
البنجر	حـ	حـ	حـ	ب	حـ	حـ
البروكولى	ب	ب	ب	—	حـ	حـ
الكرنب	ب	ب	ب	—	ب	ب
الجزر	ب	ب	ب	أ	أ	—
القنبيط	ب	حـ	ب	—	حـ	حـ
الكرفس	ب	حـ	ب	—	أ	—
الخيار	ب	أ	ب	—	—	—
الخس	حـ	ب	حـ	—	حـ	—
البصل	حـ	أ	حـ	حـ	حـ	—
البسلة	حـ	أ	أ	أ	ب	—
البطاطا	حـ	أ	أ	ب	أ	—
الفجل	حـ	ب	ب	—	ب	—
السبانخ	حـ	ب	حـ	—	حـ	حـ
الذرة السكرية	ب	أ	ب	حـ	أ	ب
الطماطم	ب	ب	ب	ب	ب	حـ
اللفت	ب	حـ	ب	—	ب	—

أ = الاستجابة قليلة ب = الاستجابة متوسطة حـ = الاستجابة كبيرة

١٨ - ٦ - ٢ : عوامل خاصة بالأسمدة المستعملة ، والعناصر الغذائية المضافة

تتوقف كمية السماد التى تلزم إضافتها على العوامل التالية :

١ - كمية الأسمدة العضوية المستخدمة

فيلزم خفض مقررات الأسمدة الكيمائية عند إضافة أسمدة عضوية . ويتوقف مدى الخفض على كميات الأسمدة العضوية ، وذلك حسب المعدلات المبينة فى جدول (١٨ - ٢٤) . ويراعى عدم الاعتماد فى التسميد على الأسمدة العضوية فقط ، لأنها تعتبر فقيرة فى الفوسفور . وإذا حدث وأضيفت منها كميات كبيرة بدرجة تكفى لمد حاجة النبات من عنصر الفوسفور ، فإن ذلك يكون مصاحبًا بزيادة كبيرة فى النيتروجين . ولذلك فإنه يفضل دائمًا إضافة جزء من السماد فى صورة عضوية ، وجزء آخر فى صورة أسمدة كيمائية .

هذا .. ولا تطبق القاعدة المبينة فى جدول (١٨ - ٢٤) إلّا على الأسمدة العضوية المتحصل عليها من الماشية والخيل ، أما تلك المتحصل عليها من مخلفات الدواجن أو الأغنام ، فيجب ألا تزيد الكمية المستخدمة منها عن ٤ أطنان/ فدان عند إضافتها نثرًا أو طن واحد/ فدان عند إضافتها إلى جانب النباتات .

وبالنسبة للأسمدة الخضراء ، فإنه يلزم عند قلبها فى التربة تقليل كمية السماد الكيمائى المضافة إلى ٨٠٪ من الكمية المقررة التى تضاف عادة .

جدول (١٨ - ٢٤) : تأثير كمية السماد العضوى المضافة على كمية السماد الكيميائى التى يتعين استخدامها .

كمية السماد العضوى المضافة (طن/ فدان)	كمية السماد الكيميائى التى يجب إضافتها كنسبة مئوية من الكمية المقررة أصلًا
صفر - ٥	١٠٠
٥ ١٠	٧٥
١٠ - ٢٠	٥٠
٢٠ فأكثر	٢٥

٢ - العنصر السمادى المستعمل

تتوقف كمية السماد التى يجب استعمالها على العنصر الغذائى الذى يوجد بالسماد فالنيتروجين يتعرض للفقد بالرشح بفعل مياه الأمطار أو مياه الرى بانتقاله إلى الطبقات السفلى من التربة ، أو بفقده فى ماء الصرف . ويعنى ذلك ضرورة إضافة النيتروجين على دفعات ، وتعويض ما يفقد منه بالرشح .

وبالنسبة للفوسفور ، فإنه يلزم دائمًا التسميد بكميات أكبر من تلك التى يمتصها المحصول المزروع ، لأن الفوسفور يثبت بدرجة عالية فى معظم الأراضى ، كما أن الكثير من الخضروات يكون مجموعها الجذرى قليل الانتشار فى التربة ، ولا يصل إلى كل السماد المضاف ، وبذلك لا يستفاد من جزء من هذا السماد .

أما البوتاسيوم ، فإنه لا يثبت فى التربة إلا بدرجة ضئيلة ، بالمقارنة بالفوسفور . وعليه .. فإن إضافة كميات كبيرة من البوتاسيوم قد تعنى فقد جزء منه بالرشح مع ظهور كميات زائدة منه فى المحلول الأرضى . وتجدر الإشارة إلى أن الأراضى الرملية تعد فقيرة فى البوتاسيوم ، وكذلك يقل البوتاسيوم فى الأراضى الجيرية لإحلال كاتيونات الكالسيوم محله ، بينما يوجد البوتاسيوم بكثرة فى الأراضى الرسوبية .

٣ – قانون العامل المحدد Low of the limiting factor)

تبعًا لقانون العامل المحدد ، فإن النباتات لا يمكنها الاستفادة من العناصر الغذائية المضافة ، أو من تلك الموجودة فى التربة إلّا بالقدر الذى يتناسب مع أقل العناصر الغذائية توفرًا فى التربة ، فإذا أُضيف العنصر المحدد للنمو يزداد نمو النباتات إلى أن يصبح عنصرًا آخر محددًا للنمو ، وهكذا .

٤ – التنافس بين العناصر الغذائية

تؤدى زيادة التسميد بعنصر ما إلى زيادة امتصاص النبات من هذا العنصر ، ويكون ذلك على حساب امتصاص النبات من عنصر أو عناصر أخرى ؛ فتظهر أعراض نقصها . ويوضح جدول (١٨ – ٢٥) أهم حالات التنافس بين العناصر الغذائية .

جدول (١٨ ـ ٢٥) : حالات التنافس بين العناصر الغذائية .

عند زيادة عنصر	تظهر أعراض نقص عنصر
النيتروجين	البوتاسيوم
البوتاسيوم	الصوديوم والكالسيوم والمغنسيوم
الصوديوم	البوتاسيوم والكالسيوم والمغنسيوم
الكالسيوم	المغنسيوم والبورون
المغنسيوم	الكالسيوم
الحديد	المنجنيز
المنجنيز	الحديد

٥ – سمية العناصر

يرتبط العامل السابق (التنافس بين العناصر) بهذا العامل ، وغالبًا ما يظهران معًا . فتؤدى زيادة التسميد بعنصر ما إلى زيادة امتصاص النبات من هذا العنصر ، كما يزداد المحصول بصورة تدريجية إلى

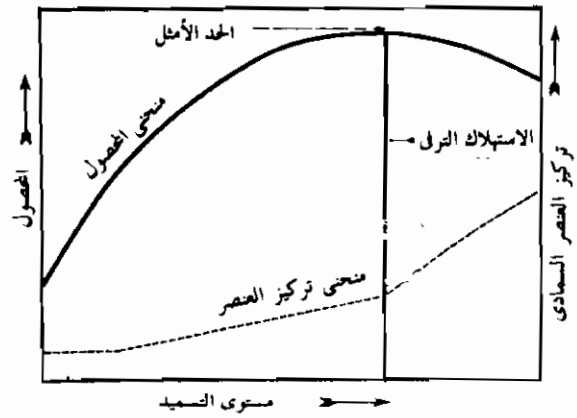
أن يصل مستوى التسميد إلى الحد الأمثل ، وهو المستوى الذى يعطى عنده النبات أعلى محصول . وبزيادة مستوى التسميد عن هذا الحد تبدأ ظهور أعراض التسمم بهذا العنصر ، حيث يحدث :

(أ) استمرار الزيادة فى امتصاص النبات من هذا العنصر .

(ب) نقص تدريجى فى المحصول (شكل ١٨ – ٣) .

(جـ) يحدث التنافس بين هذا العنصر والعناصر الأخرى ، وتبدأ ظهور أعراض نقصها .

هذا .. وتعرف الزيادة فى امتصاص العنصر بأكثر مما يحتاج النبات باسم الاستهلاك الترفى luxury consumption (شكل ١٨ – ٣) ، وهى التى تتسبب فى ظهور أعراض التسمم ويجب أن تتوقف الزيادة فى التسميد عند بداية مرحلة الاستهلاك الترفى .



شكل ١٨ – ٣ : تأثير الزيادة فى مستوى التسميد بعنصر معين على المحصول .

ويمكن تقسم المرحلة السابقة للنقص فى المحصول مع زيادة مستوى التسميد إلى ثلاث مراحل : فى الأولى تكون الزيادة فى النمو والمحصول كبيرة ، مع زيادة كمية السماد المضافة . وفى الثانية تبطؤ الزيادة فى النمو والمحصول مع زيادة كمية السماد المضافة . وفى الثالثة لا يحدث نقص أو زيادة فى المحصول مع زيادة مستوى التسميد . ويبدأ الاستهلاك الترفى فى هذه المرحلة ، لكن لا تبدأ أعراض التسمم فى الظهور إلّا مع بداية النقص فى النمو والمحصول (Nelson ١٩٨٥) .

وللمزيد من التفاصيل عن تأثير التسميد الزائد بالعناصر الدقيقة يراجع Bould وآخرون (١٩٨٣) ، والعددان الأول والثانى من المجلد الثانى من الدورية العلمية "Journal of Plant Nutrition" ، ففيهما ٤٨ بحثًا ومقالة علمية متخصصة تغطى الموضوع من كافة جوانبه .

١٨ – ٧ : المعدلات العامة للتسميد فى محاصيل الخضر

يصعب وضع معدلات محددة للتسميد فى محاصيل الخضر المختلفة بسبب تباين الظروف المؤثرة فى هذا الشأن ، لكن قد يكون من الممكن وضع معدلات عامة للتمسيد يسترشد بها فى الحالات الخاصة . وقد اجتهد الباحثون كثيرًا فى هذا المجال .. فيعطى Lorenz & Maynard (١٩٨٠) المعدلات العامة للتسميد بالنيتروجين ، والفوسفور ، والبوتاسيوم لخمس من مجاميع الخضر ، هى : البطاطس ، والخضر الورقية ، والثمرية ، والجذرية ، والبقوليات (جدول ١٨ – ٢٦) . ويمكن الاسترشاد بهذا الجدول فى تقدير احتياجات محاصيل الخضر الأخرى التى لم يرد ذكرها فى الجدول .

جدول (١٨ ـ ٢٦) : المعدلات العامة لتسميد محاصيل الخضر فى الأراضى التى لايعرف محتواها من العناصر الغذائية .

مجموعة الخضر	العنصر (بالكجم/ فدان)		
	النيتروجين (N)	الفوسفور (P_2O_5)	البوتاسيوم (K_2O)
البطاطس	١٠٠	١٠٠	١٠٠
الخضر الورقية : الخس ـ الكرنب ـ السبانخ	٧٥	٥٠	٧٥
الخضر الثمرية : الطماطم ـ القاوون ـ الفلفل	٥٠	٥٠	٧٥
الخضر الجذرية : البطاطا ـ الجزر ـ البنجر	٧٥	٥٠	١٢٥
البقوليات : الفاصوليا ـ البسلة	٢٥	٤٠	٢٥

ويعطى Ware & MaCollum ١٩٨٠ معدلات التسميد الأزوتى التى ينصح بها لمحاصيل الخضر المختلفة فى كل من الأراضى الثقيلة والخفيفة (جدول ١٨ – ٢٧) ، واحتياجات مختلف محاصيل الخضر من عنصرى الفوسفور والبوتاسيوم عند اختلاف التربة فى محتواها من أى من هذين العنصرين (جدول ١٨ – ٢٨) .

جدول (١٨ ـ ٢٧) : معدلات التسميد الآزوتى التى ينصح بها لمحاصيل الخضر المختلفة فى الأراضى الثقيلة والخفيفة .

المحصول	الاحتياجات السمادية من النيتروجين (كجم/ فدان)	
	الأراضى الثقيلة	الأراضى الخفيفة
الهليون	٤٠	٥٠
الفاصوليا	١٥	٢٣
البنجر	٢٥	٣٣
الكرنب	٣٠	٣٨
الجزر	٣٠	٣٨
القنبيط	٣٣	٤٠

جدول (١٨ – ٢٧): يتبع

المحصول	الاحتياجات السمادية من النيتروجين (كجم/ فدان)	
	الأراضى الثقيلة	الأراضى الخفيفة
الذرة السكرية	٢٠	٢٨
الخيار	١٠	٢٣
الباذنجان	١٥	٢٣
فجل الحصان	٢٣	٣٠
الخس	٢٣	٣٠
القاوون	١٠	١٨
البصل	٢٣	٣٠
الجزر الأبيض	٣٠	٣٨
البسلة	١٠	١٨
الفلفل	١٥	٢٣
البطاطس	٣٠	٣٨
قرع الكوسة	١٥	٢٣
القرع العسلى	٣٠	٣٨
السبانخ	٢٥	٣٠
البطاطا	١٥	٢٠
الطماطم	٣٠	٣٨
اللفت	٢٥	٢٥
البطيخ	١٠	١٨

جدول (١٨ ـ ٢٨) : محاصيل الخضر مقسمة إلى مجموعات حسب احتياجاتها من عنصرى الفوسفور والبوتاسيوم فى الأراضى المختلفة فى محتواها من هذين العنصرين .

نتيجة اختبار التربة		احتياجات المحصول من العنصر (P أو K) بالكجم/ فدان			
		مجموعة (أ)	مجموعة (ب)	مجموعة (جـ)	مجموعة (د)
الفوسفور (P)	فقيرة جدا	٦٣	٥٣	٣١	١٣
	فقيرة	٥٣	٣١	١٣	٥
	متوسطة	٣٥	٩	٩	٥
	خصبة	١٨	٥	٩	٥
	خصبة جدا	٩	٥	٩	٥
البوتاسيوم (k)	فقيرة جدا	١٠٠	١٠٠	٧٦	٢٨
	فقيرة	٨٠	٨٠	٥٦	٨
	متوسطة	٥٦	٥٦	٤٨	٨
	خصبة	٣٢	٣٢	٤٠	٨
	خصبة جدا	٣٢	٨	٤٠	٨
المحاصيل فى كل مجموعة		الطماطم البطاطس الفلفل	الهليون البصل الذرة السكرية	الجزر الجزر الأبيض البنجر	الفاصوليا البسلة

جدول (١٨ – ٢٨) : يتبع

نتيجة اختبار التربة	احتياجات المحصول من العنصر (P أو K) بالكجم/ فدان		
	مجموعة (أ)	مجموعة (ب)	مجموعة (جـ) مجموعة (د)
	الباذنجان الكرنب القنبيط البروكولى الخيار القاوون الكوسة القرع العسلى	السبانخ الخس البطاطا	الفجل اللفت فجل الحصان

أما Hanan وآخرون (١٩٧٨) فقد بينوا المعدلات العامة المقترحة للتسميد بالأنواع المختلفة من الأسمدة بالوزن لوحدة المساحة من الأرض ، أو لوحدة الحجم من المحلول السمادى (جدول ١٨ – ٢٩) . ويفيد هذا الجدول فى تقدير الاحتياجات العامة من أى سماد لأى مساحة مزروعة ، بداية من مستوى المناضد (البنشات) فى الصوبات إلى المزارع الكبيرة سواء أكان التسميد بطريق التربة أم مع ماء الرى .

جدول (١٨ ـ ٢٩) : معدلات التسميد العامة المقترحة للأنواع المختلفة من الأسمدة .

السماد	معدل التسميد المقترح[أ]	
	بالكجم / ١٠ م٢ من سطح الأرض	بالجرام / لتر من المحلول السمادى
كبريتات الأمونيوم	٠,٢ ـ ٠,٤	٠,٤
نترات الأمونيوم	٠,٢	٠,١
نترات الصوديوم	٠,٤	٠,٤
نترات الكالسيوم	٠,٤	٠,٤
نترات البوتاسيوم	٠,٢	٠,٣
السوبر فوسفات الأحادى	٢,٣	–
السوبر فوسفات المزدوج	٠,٦	–
كلوريد البوتاسيوم	٠,٢	٠,١
كبريتات البوتاسيوم	٠,٢	٠,٢
سماد مركب تحليله :		
٥ ـ ١٠ ـ ١٠	٠,٩	–
١٠ ـ ١٠ ـ ١٠	٠,٦	–
٢٠ ـ ٢٠ ـ ٢٠	٠,٣	٠,٢
سماد أزموكوت ١٤ ـ ١٤ ـ ١٤	٤,٥	–
كبريتات المغنسيوم	٠,٩	٠,٥
	بالجرام/ ١٠ م٢ من سطح الأرض	بالمليجرام/ لتر من المحلول السمادى
حمض البوريك	١٧	٢
كبريتات النحاس	٩	٢
الحديد المخلبى	٤٩	٢٧٠
كبريتات المنجنيز	٨	٧
كبريتات الزنك	٨	٦

أ هذه معدلات عامة ، لكن قد تختلف المحاصيل المختلفة فى احتياجاتها الخاصة من العناصر الغذائية .

هذا .. ولا يختلف تسميد النباتات النامية فى الأصص عن تلك النامية فى الحقل ، وتحسب معدلات التسميد/ قصرية على أساس معدلات التسميد/ فدان حسب المعادلة الآتية :

معدل التسميد فى الأصيص بالجرام =

$$\text{معدل التسميد للفدان بالكجم} \times \frac{\text{وزن تربة القصرية بالكجم}}{٦١٠}$$

فمثلًا فى الطماطم إذا كانت معدلات التسميد للفدان هى ٤٠٠ كجم سلفات نشادر ، و ٣٠٠ كجم سوبرفوسفات ، و ١٥٠ كجم سلفات بوتاسيوم ، واحتوى الإصيص الواحد على ٥ كجم من التربة ، يكون معدل التسميد لكل إصيص كالتالى :

سلفات النشادر = $٤٠٠ \times \frac{٥}{٦١٠}$ = ٢ جم

السوبر فوسفات = $٣٠٠ \times \frac{٥}{٦١٠}$ = ١,٥ جم

سلفات البوتاسيوم = $١٥٠ \times \frac{٥}{٦١٠}$ = ٠,٧٥ جم .

١٨ – ٨ : طرق التسميد

١٨ – ٨ – 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 والتزحيف .

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

٤ – إضافة الأسمدة (سرًّا) فى بطن خط الزراعة .

٥ – إضافة الأسمدة « تكبيشًا » إلى جانب النباتات فى خط الزراعة .

٦ – إضافة الأسمدة سرًّا فى خنادق إلى جانب خط الزراعة بنحو ٥ – ٨ سم ، وأسفل مستوى البذور بنحو ٥ – ٨ سم ، ويجرى ذلك باستخدام الآلات .

ومن الأهمية بمكان عدم إضافة السماد الجاف مختلطًا بالبذور ، أو قريبًا جدًّا منها ، لأن ذلك يؤدى إلى ضعف الإنبات ، وضعف نمو البادرات ، ونقص المحصول . والعادة هى إضافة السماد الجاف إما أسفل مستوى البذور بنحو ٥ – ٧,٥ سم ، وإما تحتها مباشرة ، أو إلى أحد الجانبين بنحو ٥ – ٧ سم .

١٨ - ٨ - ٢ : التسميد بالرش

يختلف التسميد بالرش فقط عن التسميد مع ماء الرى بالرش . ففى الحالة الأولى يكون الهدف هو إضافة السماد إلى الأسطح الورقية ، بينما يكون الهدف فى الحالة الثانية هو إيصال السماد إلى التربة مع ماء الرى بالرش .

ولا يفيد التسميد بالرش إلّا فى حالة العناصر الدقيقة فقط ، حيث يمكن للأوراق أن تحصل على حاجة النبات من العناصر الدقيقة بهذه الطريقة . هذا .. ولا يمكن للأوراق امتصاص كل حاجة النبات من العناصر الضرورية الأخرى ، خاصة النيتروجين ، والفوسفور ، والبوتاسيوم لاحتياج النبات إلى كميات كبيرة من هذه العناصر ، بالإضافة إلى استحالة تركيز المحلول السمادى فى محلول الرش عن حد معين ، وإلّا احترقت أوراق النبات . ويعنى ذلك توزيع الكمية المطلوبة من السماد على عدد كبير من الرشات قد يصل إلى ١٥ - ٢٠ رشة ، مما يجعل الطريقة غير اقتصادية . وفى الحالات القليلة التى ذكرت فيها استفادة النباتات من الرش باليوريا يُرجح أن الاستفادة قد حدثت عن طريق الجذور بعد سقوط محلول اليوريا على التربة (Thompson & Kelly ١٩٥٧) .

وعليه .. فلا ينصح بالتسميد بهذه الطريقة إلّا بالنسبة للعناصر الدقيقة والعناصر المغذية الكبرى غير الأزوت والفوسفور والبوتاسيوم . أما بالنسبة لهذه العناصر الكبرى ، فلا تتبع معهم طريقة التسميد بالرش إلّا لسد نقص طارىء فى أى منها إلى أن يمكن أجراء التسميد بالطرق الأخرى . وفى هذه الحالة تعتبر اليوريا أفضل مصادر الأزوت ،وفوسفات ثنائى الأمونيوم أفضل مصادر الفوسفور ، وكبريتات البوتاسيوم أفضل مصادر البوتاسيوم .

ويلاحظ أن الفوسفور يمتص بسرعة عندما يكون متحدًا مع أيون الأمونيوم ، وموجودًا معه . ويساعد وجود اليوريا على زيادة الامتصاص . ويتأثر امتصاص الفوسفور بشدة بدرجة الحرارة ، حيث نجد أن الـ Q_{10} يزيد عن ٣ فى الفوسفور ، بينما لا يزيد عن ٢ فى العناصر الأخرى . (Wittwer ١٩٦٩) .

هذا .. ويزيد امتصاص العناصر عن طريق الأوراق مع ارتفاع درجة الحرارة ، وانخفاض pH محلول الرش عن ٧ وفى الأوراق الحديثة ومن السطح السفلى للأوراق ومن الأوراق غير المغطاه بطبقة سميكة .

وفى الأراضى التى يثبت فيها الفوسفور بدرجة كبيرة ، سواء أكانت هذه الأراضى حامضية (حيث يثبت الفوسفور فى صورة فوسفات الحديد وفوسفات الألومنيوم) أم قلوية (حيث يثبت الفوسفور فى صورة فوسفات ثلاثى الكالسيوم) ، فإن وزارة الزراعة (الإدارة العامة للتدريب ١٩٨٣) تنصح بإضافة سماد السوبرفوسفات رشًّا على النباتات . ويحضر محلول الرش بتركيز ٤٪ ، حيث يلزم ٤ كجم من سماد السوبرفوسفات الأحادى لكل ١٠٠ لتر ماء . يترك السماد أولًا لمدة ١٢ ساعة فى كمية من الماء ، ثم يُقلب بعد ذلك جيدًا ، ويرشح ، وينقل المترشح إلى موتور الرش ، ويكمل إلى الكمية المناسبة وهى ١٠٠ لتر . وينصح بأن يكون الرش فى الصباح الباكر ، أو فى آخر

النهار ، وأن يبدأ بعد شهر من إنبات البذور أو من الشتل ، ويكرر كل ١٠ – ١٥ يومًا بعد ذلك حتى الحصاد .

وبالنسبة للمحاليل المغذية المعدنية ، كالفولى فرتيل ، والبايفولان وغيرهما يكون الرش بتركيز ٠,٢٪ فى بداية حياة النبات ، وتزداد إلى ٠,٣٪ بعد ذلك . أما بالنسبة للمحاليل المغذية العضوية (التى تحتوى على مواد مخلبية) ، فيكون الرش بتركيز ٠,٠٥٪ فى بداية حياة النبات ، وتزداد إلى ٠,١٪ بعد ذلك . وفى كلتا الحالتين يكون الرش كل ٢ – ٣ أسابيع .

١٨ – ٨ – ٣ : التسميد مع ماء الرى

يتم فى هذه الطريقة إيصال السماد إلى النباتات مع ماء الرى ، سواء أكان الرى بطريقة الرى السطحى ، أم بالرش ، أم بالتنقيط .

وفى كل الطرق يتم عادة تحضير محلول مركز من السماد يتم إدخاله بطرق خاصة مع ماء الرى . وفى الحالات التى لا تتطلب كميات كبيرة من ماء الرى ، كما فى حالات الرى بالتنقيط أو رى المشاتل ، يمكن إذابة الكمية المطلوبة من السماد فى كمية الماء المزمع استخدامها فى الرى .

التسميد مع ماء الرى السطحى

تستخدم الأسمدة السائلة أو الأسمدة القابلة للذوبان فى الماء عند التسميد مع ماء الرى السطحى . ومن أكبر عيوب التسميد بهذه الطريقة عدم تجانس توزيع السماد على المساحة التى يُراد ريها ، حيث تصل كمية أكبر من السماد إلى التربة عند بداية قنوات الرى ، عنه عند نهايتها . وتجب معرفة المدة التى تستغرقها عملية الرى بدقة ، حتى يمكن توزيع السماد بصورة متجانسة خلال عملية الرى كلها . ومن مشاكل هذه الطريقة فى التسميد أيضًا اختلاف الأراضى كثيرًا فى نفاذيتها لماء الرى ، واختلاف نفس الأرض فى درجة نفاذيتها فى الأوقات المختلفة .

ويمكن تنقيط محاليل السماد فى ماء الرى مباشرة . وقد تستعمل أجهزة خاصة لإضافة الكميات اللازمة من الأسمدة الصلبة إلى ماء الرى ، حيث تذوب أثناء جريان الماء .

وتحسب كمية محلول السماد السائل التى تجب إضافتها إلى ماء الرى فى زمن محدد كالتالى :

$$\text{كمية محلول السماد باللتر/ساعة} = \frac{\text{عدد الأفدنة التى تروى/ساعة} \times \text{كمية السماد المراد استعمالها بالكجم/فدان}}{\text{كمية السماد فى محلول السماد بالكجم/ لتر}}$$

أو تحسب كمية السماد السائل أو الصلب التى تضاف إلى ماء الرى فى زمن محدد كالتالى :

$$\text{كمية السماد بالكجم أو باللتر/ساعة} = \frac{\text{عدد الأفدنة التى تروى} \times \text{كمية السماد الصلب بالكجم أو السائل باللتر/فدان}}{\text{المدة التى يستغرقها رى الحقل بالساعة}}$$

ويمكن الاستعانة بجدول (١٨ – ٣٠) فى تحديد معدل تنقيط السماد السائل فى ماء الرى إذا علم معدل التسميد اللازم باللتر فى الساعة .

أما جدول (١٨ – ٣١) فيبين كميات الأسمدة المختلفة بالجرام اللازم إذابتها فى ١٠٠ لتر ماء لإعطاء محاليل سمادية يحتوى كل منها على ١٠٠ جزء فى المليون نيتروجين ، و ١٠٠ جزء فى المليون بوتاسيوم . ويمكن استخدامها فى رى الشتلات .

جدول (١٨ ـ ٣٠) : معدل تدفق السماد السائل فى ماء الرى إذا علم معدل التسميد اللازم باللتر فى الساعة .

معدل التسميد المطلوب (لتر/ ساعة)	معدل تدفق السماد معبرا عنه بعدد الثوانى اللازمة لملء وعاء سعته ٢٥٠ مل
٢	٤٥٠
٤	٢٢٥
٦	١٥٠
٨	١١٢
١٠	٩٠
١٢	٧٥
١٦	٥٦
٢٠	٤٥
٢٥	٣٦
٣٠	٣٠
٤٠	٢٢
٥٠	١٨
٦٠	١٥
٧٥	١٢
١٠٠	٩

جدول (١٨ ـ ٣١) : كميات الأسمدة اللازمة لتحضير محاليل مغذية لرى الشتلات . (يحتوى كل منها على ١٠٠ جزء فى المليون من كل من النيتروجين والبوتاسيوم)

السماد	الكمية بالجرام لكل ١٠٠ لتر ماء
١ ـ نترات الأمونيوم	٢٠
نترات البوتاسيوم	٣٠
٢ ـ نترات الصوديوم	٣٥
نترات البوتاسيوم	٣٠

جدول (١٨ - ٣١) : يتبع

السماد	الكمية بالجرام لكل ١٠٠ لتر ماء
٣ ـ نترات الكالسيوم	٣٥
نترات البوتاسيوم	٣٠
٤ ـ اليوريا	١٥
نترات البوتاسيوم	٣٠
٥ ـ سماد مركب ١٢ ـ ٤ ـ ٨	٦٠
نترات البوتاسيوم	١٥
٦ ـ سماد مركب ١٢ ـ ١٢ ـ ١٢	٧٥
٧ ـ سماد مركب ١٥ ـ صفر ـ ١٥	٦٠
أو أى نسب أخرى من الفسفور	

التسميد مع ماء الرى بالرش

من مزايا التسميد مع ماء الرى بالرش ما يلى :

١ - إضافة الأسمدة بسرعة وسهولة ، وبفعالية أكبر ، وبتكلفة أقل مما فى طرق التسميد الأخرى .

٢ - يمكن جعل الأسمدة تتخلل التربة إلى العمق المطلوب بالتحكم فى مدة الرى .

٣ - تتوزع الأسمدة بصورة أكثر تجانسًا .

٤ - تكون الأسمدة ميسرة لامتصاص النبات بدرجة أكبر مما لو أُضيفت إلى التربة فى صورة جافة .

٥ - يمكن إضافة الأسمدة بسرعة فى الأوقات الحرجة التى تظهر فيها أعراض نقص العناصر .

هذا .. ويمكن أن تضاف معظم الأسمدة إلى ماء الرى بالرش إذا توفرت الشروط التالية .

١ - ألا يفقد العنصر السمادى بسهولة بالتبخر ، كما هو الحال فى الأمونيا ومحاليل النيتروجين المحتوية على أمونيا حرة .

٢ - أن تكون سريعة الذوبان فى الماء .

٣ - ألا يتفاعل السماد مع جهاز الرى بالرش ، كما فى حالة حامض الفوسفوريك ، ونترات الأمونيوم .

ويعنى ذلك إمكانية التسميد بهذه الطريقة بمعظم الأسمدة الأزوتية ، مثل اليوريا ، وكبريتات الأمونيوم ، ونترات الصوديوم ، ونترات الكالسيوم . وكذلك يمكن إضافة كبريتات البوتاسيوم بهذه الطريقة ، ولكن يفضل قصر ذلك على الأوقات التى تظهر فيها أعراض نقص البوتاسيوم فجأة . كما يمكن إضافة معظم العناصر الأخرى التى يحتاجها النبات بكميات قليلة بهذه الطريقة .

أما الأسمدة الفوسفاتية ، فتفضل إضافتها عن طريق التربة ، بدلًا من إضافتها مع ماء الرى بالرش للأسباب الآتية :

١ – يثبت الفوسفور بدرجة أكبر عند إضافته مع ماء الرى بالرش ، عنه عند إضافته فى خنادق إلى جانب النباتات .

٢ – معظم الأسمدة الفوسفاتية ضعيفة الذوبان فى الماء ، مما يسبب انسداد بشابير الرش .

٣ – تؤدى الأسمدة الفوسفاتية إلى تآكل الأجزاء المصنوعة من البرونز والنحاس فى جهاز الرش .

وعند اتباع هذه الطريقة فى التسميد يجب السماح بتشغيل جهاز الرى بالرش أولًا بدون سماد لمدة تكفى لبل سطح التربة وبل أوراق النبات ، وإلّا فقد السماد بتعمقه كثيرًا فى التربة مع ماء الرى . يلى ذلك إدخال السماد مع ماء الرى لمدة تكفى لتوزيعه بطريقة متجانسة فى الحقل ، ويستغرق ذلك من ٣٠ – ٦٠ دقيقة . ويعقب ذلك استمرار الرى بالرش بدون تسميد لمدة ١٥ – ٣٠ دقيقة . والغرض من ذلك هو غسل السماد من على الأوراق ، والتخلص من آثار السماد فى المضخة والأنابيب والرشاشات ، كما أن ذلك يساعد على تحريك السماد فى التربة (Israelsen & Hansen ١٩٦٢) .

التسميد مع ماء الرى بالتنقيط

يعتبر التسميد مع ماء الرى بالتنقيط من أبسط وأنجح طرق التسميد ، لأن كمية الماء المستخدمة فى الرى تكون قليلة نسبيًا ، الأمر الذى يمكن معه إذابة السماد فى كل كمية الماء المستخدمة فى الرى . كما أن السماد يكون ميسرًا بالقرب من جذور النباتات ، ولا يفقد منه شيء يذكر بالرشح . وتفيد هذه الطريقة فى التسميد بصفة خاصة فى الأراضى التى تناسبها طريقة الرى بالتنقيط .

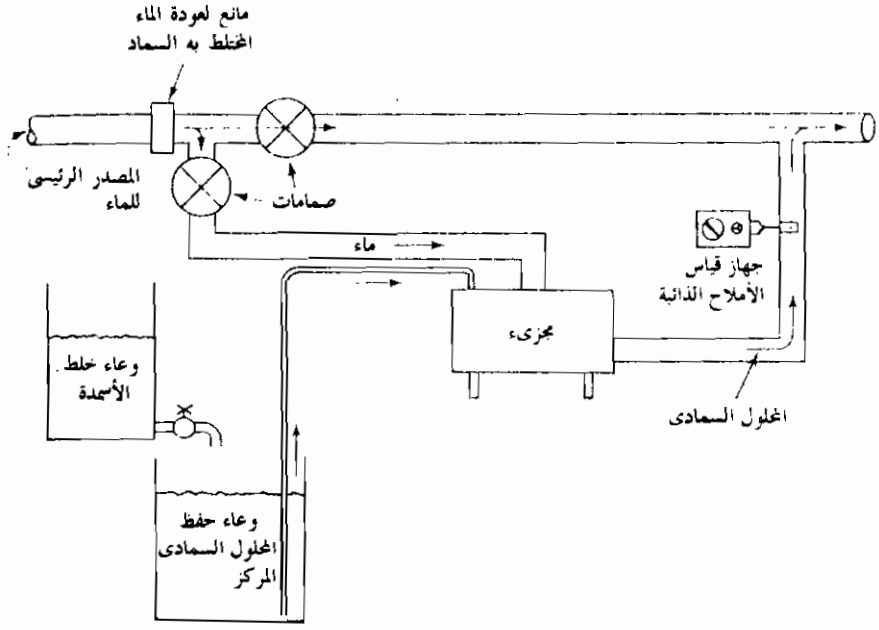
كيفية إدخال (حقن) الأسمدة فى مياه الرى

يتم إدخال الأسمدة مع مياه الرى إما بحقن محلول سمادى مركز فى ماء الرى بنسب معينة ، أو بإذابة السماد اللازم كله فى كمية من الماء تكفى لرى المساحة المطلوبة ، وتستخدم فى الرى مباشرة .

فى حالة استعمال المحاليل المركزة من الأسمدة يتم أولًا خلط الأسمدة فى خزانات خاصة ، ثم ينقل منها المحلول السمادى المركز الخالى من الشوائب والرواسب إلى خزان آخر يسمى خزان المحلول

السمادى . يتصل هذا الخزان بجهاز خاص يسمى حاقن injector أو مجزىء proportioner يقوم بخلط كميات محدودة من المحلول السمادى المركز والماء معًا (شكل ١٨ – ٤) . ويمر ماء الرى المخلوط به السماد بعد ذلك على جهاز يقيس مقدار الزيادة فى درجة التوصيل الكهربائى للماء التى أحدثتها الأملاح السمادية . وتتراوح درجة التوصيل الكهربائى لماء الرى المخلوط به السماد عادة من ١,٤ – ٢,٨ ملى موز/سم فى درجة حرارة ٢٥° م .

كذلك يركب صمام بين مصدر الماء المستخدم فى الرى وأنبوب ماء الرى المخلوط به السماد ليمنع عودة الماء إلى أنابيب المياه الرئيسية ، وهو الأمر الذى قد يحدث فى حالة تولد ضغط سالب (شكل ١٨ – ٥) . ومن الطبيعى أن اختلاط الأسمدة بمياه الشرب أمر غير مرغوب فيه ، نظرًا لأن بعضها يعتبر سامًا للإنسان ، كأملاح النترات مثلًا (Nelson ١٩٨٥) .

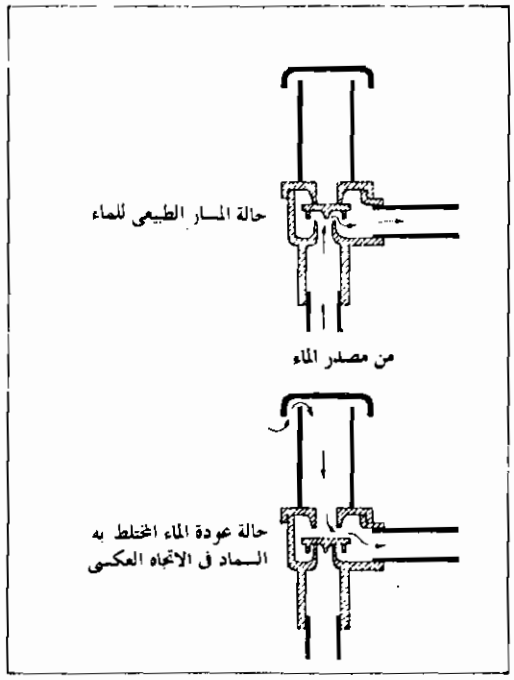


شكل ١٨ – ٤ : طريقة إدخال الأسمدة فى ماء الرى بواسطة المجزىء .

هذا .. ويبين شكل (١٨ – ٦) المنظر العام للتوصيلات ، والأجهزة المستخدمة فى ترشيح مياه الرى وخلطها بالمحاليل السمادية المركزة .

يعتمد عمل الحاقن أو المجزىء proportioner على خلط نسبة ثابتة من المحلول السمادى المركز مع ماء الرى شكل (١٨ – ٧) فإذا خلط لتر من محلول السماد المركز مع ٩٩ لتر من الماء لإنتاج ١٠٠ لتر من محلول السماد المخفف ، فإن نسبة التخفيف تكون ١ : ١٠٠ . وأكثر نسب التخفيف استخداما هى : ١ : ١٠٠ أو ١ : ٢٠٠ ، ونادرًا ما تستخدم نسبة تخفيف ١ : ١٠٠٠ ، نظرًا لأن

المحلول السمادى يجب أن يكون فى هذه الحالة شديد التركيز ، الأمر الذى قد لا يكون ممكنًا مع بعض الأسمدة . كما يجب اختيار نسبة التخفيف التى تتناسب مع كمية الماء المستخدمة فى كل رية لمساحة معينة . ويجب اختبار نسبة التخفيف على فترات للتأكد من سلامة عمل المجزىء ، وذلك بقياس درجة التوصيل الكهربائى ، ومقارنة القراءة بقراءة محلول سمادى محضر بنفس التركيز ، أو بجمع كمية من المحلول السمادى المخفف ، وتحديد كمية المحلول السمادى المركز التى استنفذت فى تحضيرها ، ومقارنة النسبة .

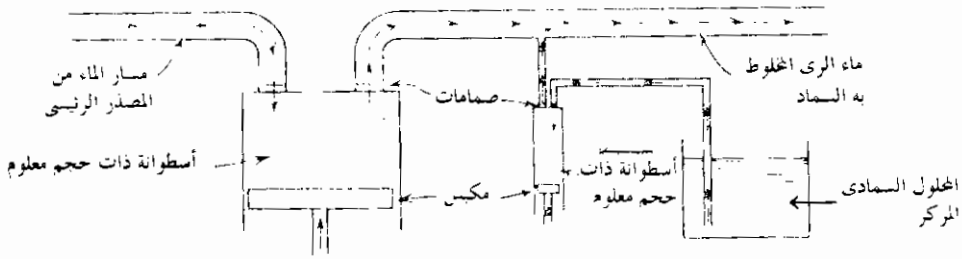


شكل ١٨ – ٥ : طريقة عمل الصمام المانع لرجوع الماء المختلط بالسماد إلى مواسير المياه الرئيسية .

وتشتمل معظم الأسمدة القابلة للذوبان المستخدمة مع ماء الرى على كميات صغيرة من كل العناصر الصغرى ، وتضاف إليها صبغة تغير لون الماء المخلوط به السماد ، وهو الأمر الذى يفيد فى حالة توقف المجزىء عن العمل ، أو عند نفاذ المحلول السمادى المركز .

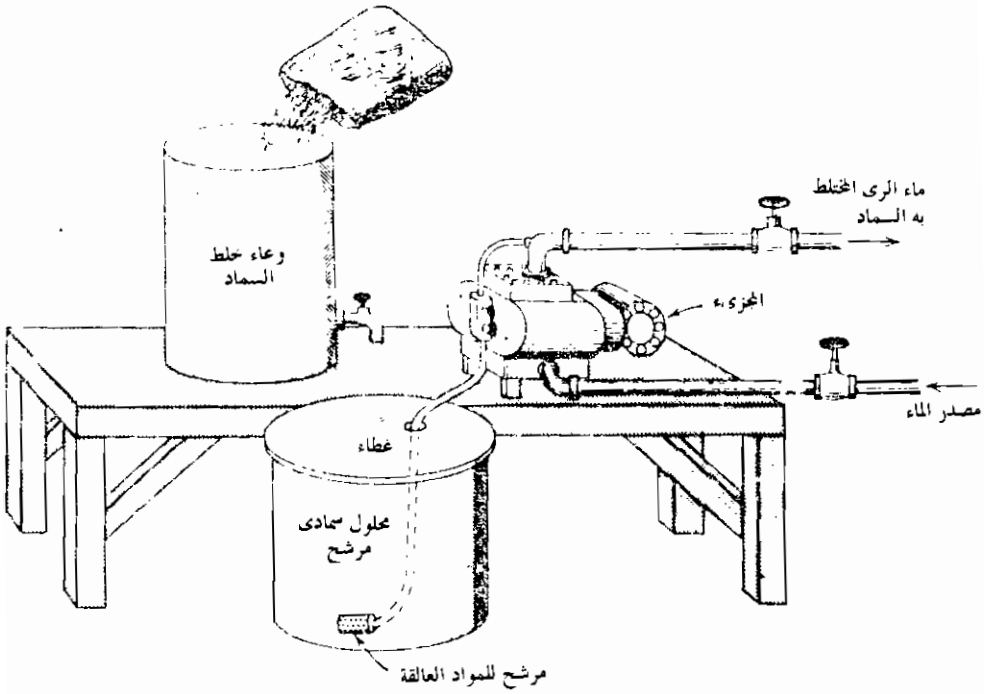
ويلزم لتحضير المحلول السمادى المركز وعاءان من البلاستيك ، نظرًا لأن المخاليل السمادية تتفاعل مع المعادن . يذاب السماد فى الوعاء الأول فى ماء دافىء حرارته ٤٠° م (١٠٥°ف) ، ثم ينقل إلى الوعاء الثانى ، إما من خلال صنبور يثبت أعلى القاع بنحو ٥ سم لتجنب انتقال الرواسب التى قد تؤدى إلى انسداد المنقطات أو بشابير الرش ، أو بواسطة سيفون siphon يغمر فى المحلول السمادى أعلى قاع الإناء ، وتثبت على طرفه المغمور مصفاة لزيادة الحرص فى عدم انتقال الرواسب (شكل ١٨ – ٨) .

شكل ١٨ – ٦ : منظر عام للتوصيلات والأجهزة المستخدمة فى ترشيح مياه الرى وخلطها بالمحاليل السمادية المركزة .



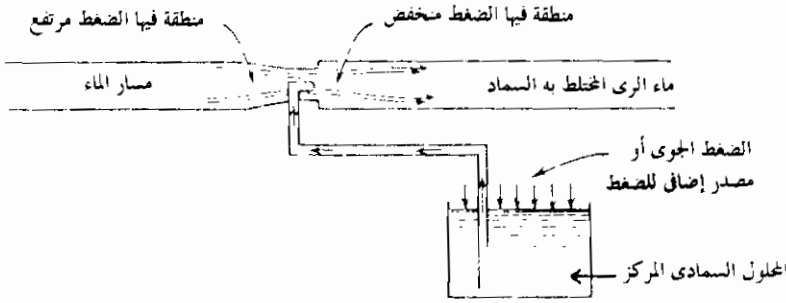
شكل ١٨ – ٧ : طريقة عمل الحاقن injector أو المجزىء proportioner الذى يخلط المحلول السمادى المركز مع ماء الرى بنسبة معينة .

هذا .. وقد يستعاض عن المجزىء proportioner بنظام خزان المحلول السمادى والمضخة tank and pump system ، وفيه يحضر المحلول السمادى بالتخفيف اللازم مباشرة فى خزان ضخم ، حيث يضخ بعد ذلك فى نظام الرى . ويجب عند اتباع هذا النظام تأمين طريقة لرج المحلول السمادى ومنع الترسبات . وقد يتحقق ذلك بواسطة ذراع تتحرك آليًا وتغمر فى المحلول ، أو بمجرد السماح لبعض المحلول السمادى بالعودة لخزان السماد ، الأمر الذى يحدث حركة بالمحلول تكفى لمنع الترسبات السمادية .



شكل ١٨ – ٨ : وعاء خلط الأسمدة ، ووعاء المحلول السمادى المركز الذى يتصل بالمجزىء أو حاقن السماد فى ماء الرى .

ومن الطبيعى أن حجم الخزان يجب أن يتناسب مع المساحة التى يلزم تسميدها . وبرغم أن تركيز السماد يمكن زيادته بإضافة المزيد من السماد أو إنقاصه بالتخفيف بالماء ، إلا أنه ينصح بتأجيل أى تغيير فى النسبة السمادية لحين استعمال كل المحلول السمادى المحضر . ويعاب على هذه الطريقة فى التسميد صعوبة تسميد محاصيل متنوعة تختلف فى احتياجاتها السمادية .



شكل ١٨ – ٩ : طريقة مبسطة لخلط المحلول السمادى المركز مع ماء الرى . تستخدم هذه الطريقة فى تسميد المساحات الصغيرة ، مثل المشاتل والنباتات النامية فى الأصص .

وأحيانًا قد يكفى مجرد إيصال فوهة أنبوبة رفيعة متصلة بقاع خزان المحلول السمادى بنقطة فى مسار ماء الرى يتسع عندها المسار (أنبوب ماء الرى) فجأة ، وبالتالى يقل الضغط ، الأمر الذى يؤدى إلى سحب المحلول السمادى واختلاطه بماء الرى (شكل ١٨ – ٩) (Hanan وآخرون ١٩٧٨) .

١٨ – ٩ : العوامل المؤثرة على طريقة وموعد تسميد محاصيل الخضر

يتأثر اختيار الطريقة والموعد المناسبين لتسميد محاصيل الخضر على العوامل التالية :

١٨ – ٩ – ١ : عوامل خاصة بالنبات وطريقة الزراعة

أهم هذه العوامل ما يلى :

١ – عمر النبات :

فلا تستفيد النباتات من الأسمدة المضافة بطريقة النثر إلّا بعد أن ينمو لها مجموع جذرى كثيف متشعب .

ورغم أن بعض الخضروات ، كالخس ، والبطاطس ، والفلفل ، والطماطم يبلغ أعلى معدل لامتصاصها لعناصر النيتروجين ، والفوسفور ، والبوتاسيوم خلال الشهر الثالث من الزراعة أو الشتل ، إلّا أنه تجب إضافة كميات مناسبة من هذه العناصر قريبة نسبيًّا من النباتات الصغيرة ، حتى يتمكن المجموع الجذرى المحدود من امتصاص ما يلزم النبات من عناصر تكفى للنمو الجيد .

وفى حالة زراعةالبذور آليًّا ، فإن الأسمدة غالبًا ما تضاف أيضًا فى نفس وقت الزراعة ، ويستبقى فقط جزء من السماد الأزوتى لإضافته إلى جانب النباتات فيما بعد .

وفى مصر يضاف السماد على ٣ دفعات : الأولى بعد الخف مباشرة ، أو بعد الشتل بأسبوعين ، والثانية قبل الإزهار ، والثالثة أثناء العقد . وفى حالة المحاصيل القصيرة العمر ، كالسبانخ ، والملوخية ، والجرجير ، واللفت يفضل إعطاء جزء من السماد قبل الزراعة ، والجزء الباقى بعد الإنبات بحوالى أسبوع .

٢ – طريقة الزراعة :

يفضل فى حالة المحاصيل التى تزرع نثرًا ، مثل : اللفت ، والجزر ، والفجل ، والملوخية أن ينثر سماد السوبرفوسفات بكمية كبيرة نسبيًّا قبل الحرثة الأخيرة . وبصفة عامة تستخدم طريقة التسميد بالنثر بعد الحرث ، أو قبل التزحيف فى حالة المحاصيل التى تزرع نثرًا أو فى سطور ضيقة ، كالسبانخ والجزر . ويؤدى التزحيف إلى خلط السماد على مسافة ٨ – ١٠ سم من سطح التربة . وفى مصر تتبع طريقة التسميد بالنثر بعد الزراعة مع الخضروات الكثيفة ، مثل : الجزر ، والسبانخ ، والبنجر ،

والملوخية ، والرجلة ، والجرجير . وأحيانًا فى حوض الشتلة إذا دعت الضرورة . ويفضل فى هذه الحالة عدم استعمال الأسمدة المركزة لصعوبة توزيعها ، ولما قد تحدثه من ضرر على الأوراق .

وفى حالة الزراعة فى سطور متباعدة عن بعضها تفضل إضافة السماد سرًّا فى سطور ، أو بطريقة السر الجانبى side dressing . وفى الحالة الأولى يضاف السماد سرًّا فى خط المحراث قبل زراعة البذور أو النبات بأسبوع أو عشرة أيام . وقد تخلط أولًا الأسمدة فى التربة . وهذه الطريقة تسمح بوجود السماد أسفل النبات مباشرة . ويحتمل فى هذه الطريقة أن تضر أملاح السماد بجذور النباتات ، خاصة فى الأراضى الرملية والطمبية الرملية .

أما طريقة التسميد الجانبى ، ففيها يوضع السماد على طول سطور البذور أو النباتات ، وعلى جانب واحد من السطر أو على الجانبين . ولقد أظهرت البحوث زيادة محصول العديد من الخضروات عند وضع السماد إلى جانب البذور أو أسفلها قليلًا عن وضعه أسفلها مباشرة ، ويرجع ذلك إلى توفر السماد على مسافة قصيرة من النبات أو البذرة خلال الأطوار الأولى من النمو . وتفضل طريقة السر الجانبى بوجه خاص عند استعمال كميات قليلة من السماد . وتتبع عندما تبعد سطور النباتات عن بعضها البعض بمقدار ٦٠ سم أو أكثر . ويجب ألا يضاف أكثر من ١٥٠ كجم/فدان من أى سماد ذى تحليل عال بهذه الطريقة ، وإلّا احترقت النباتات .

وفى مصر تضاف الأسمدة بطريقة السر للنباتات التى تزرع فى سطور ، كالبسلة ، والفاصوليا ، وذلك على أبعاد متفاوتة من مواقع النباتات حسب عمرها . وتغطى الأسمدة بعزق الأرض بعد التسميد .

وقد يضاف السماد فى خنادق تعمل على بعد حوالى ١٥ سم من خط الزراعة ، وبطول المصطبة ، وبعمق ١٠ سم ، ثم يغطى السماد .

أما النباتات المتباعدة ، فيضاف لها السماد بطريقة التكبيش ، وذلك بوضع مقادير مناسبة من الأسمدة لكل نبات على حدة . وتتبع هذه الطريقة مع النباتات التى تزرع متباعدة ، مثل : البطيخ ، والخرشوف ، والقرع ، وفى الأراضى الرملية عندما تكون كميات الأسمدة المستعملة قليلة . كما تتبع هذه الطريقة فى تسميد النباتات التى ليست شديدة التباعد ، مثل : الخيار ، والطماطم ، والفلفل ، وذلك فى بداية حياة النباتات قبل انتشار مجموعها الجذرى (حمدى وآخرون ١٩٧٣) .

١٨ – ٩ – ٢ : عوامل خاصة بالأسمدة المستعملة والعناصر الغذائية المضافة

من أهم هذه العوامل ما يلى :

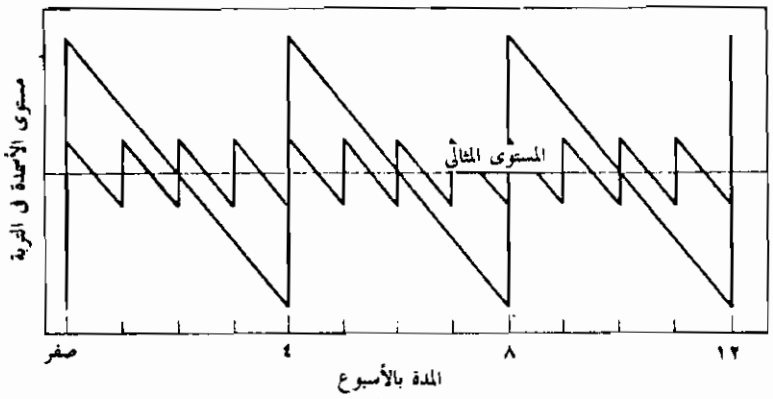
١ – كمية السماد المستعملة :

عندما تكون كمية السماد المراد استعمالها كبيرة ، فإنه يحسن إضافة جزء منها قبل الحرث ، والجزء الباقى إلى جانب النباتات . وتؤدى زيادة كمية السماد المضافة إلى جانب البذور إلى موت

البذور أو تأخير الإنبات مع الإضرار بالبادرات الصغيرة . ويزداد هذا النوع من الضرر فى الأراضى الرملية والطمية الرملية ، عنه فى الأراضى المتوسطة أو الثقيلة أو العضوية .

أما عندما تكون كمية السماد المستعملة قليلة ، فيحسن إضافتها سرًّا فى خنادق ، أو على سطح التربة قريبًا من خط الزراعة ، بدلًا من إضافتها نثرًا .

هذا .. وتفضل بصورة عامة إضافة الأسمدة بكميات قليلة على فترات متقاربة ، عن إضافتها بكميات كبيرة على فترات متباعدة ، لأنه فى الحالة الأولى يظل تركيز العنصر دائمًا فى حدود المجال المناسب للنمو النباتى ، أما فى الحالة الثانية ، فيتغير تركيز العنصر فيما بين النقص الشديد والزيادة التى قد تصل إلى درجة السمية (شكل ١٨ – ١٠) . وتصاحب ذلك دائمًا زيادة فى النمو النباتى فى الحالة الأولى ، بالمقارنة بالحالة الثانية ، ناهيك عن زيادة الأسمدة إلى درجة السمية التى تؤدى إلى موت النباتات (شكل ١٨ – ١١) .

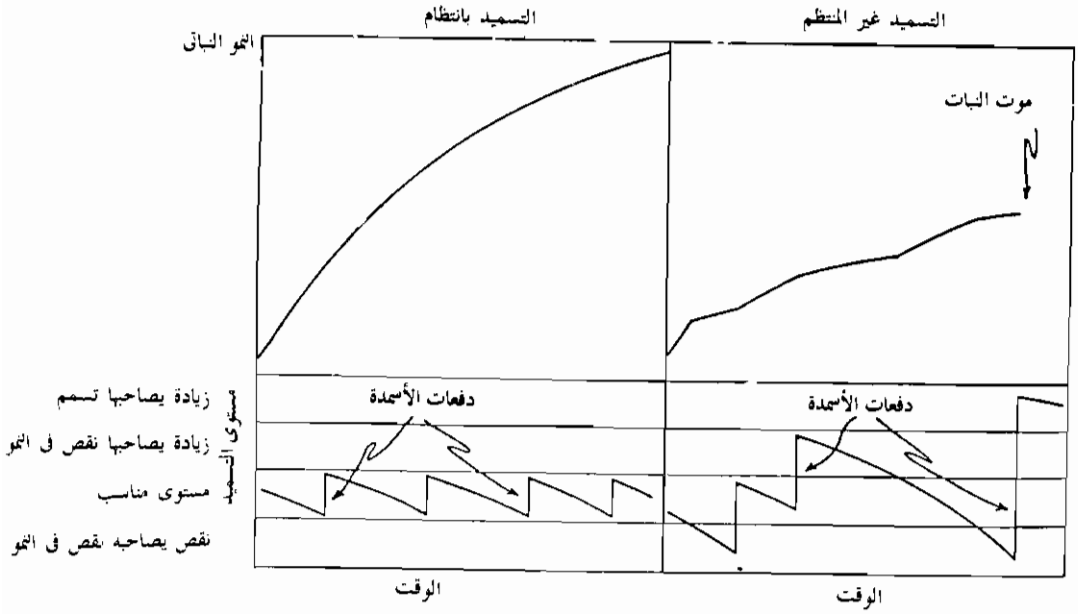


شكل ١٨ – ١٠ : تأثير التسميد بكميات قليلة من الأسمدة على فترات متقاربة ، بالمقارنة بالتسميد بكميات كبيرة على فترات متباعدة على مستوى العنصر فى التربة .

٢ – نوع السماد المستعمل :

تضاف الأسمدة العضوية الحيوانية نثرًا على سطح التربة قبل الحرث ، خاصة عند استعمال أسمدة غير متحللة لأنها تتعارض مع عمليات تجهيز الأرض وإقامة الخطوط ، ولهذا .. يجب خلط الأسمدة المضافة جيدًا بالتربة عند الحرث .

أما بالنسبة للأسمدة الأزوتية ، فإنه نظرًا لسهولة فقدها ، تفضل إضافتها بعد الزراعة والإنبات بطريقة النثر أو التكبيش أو السر . ويحسن تقسيم كمية السماد وإضافتها على دفعات حسب الحاجة . وعند استعمال كميات كبيرة من الأسمدة الأزوتية تجب إضافة نصف أو ثلثى الكمية المقررة وقت الزراعة ، ويضاف الباقى إلى جانب النباتات عندما تكون فى أوج نموها الخضرى .



شكل ١٨ – ١١ : تأثير التسميد المنتظم (الرسم الأيسر) ، والتسميد غير المنتظم (الرسم الأيمن) على النمو النباتى . فى الحالة الأولى أضيفت الأسمدة كلما اقترب مستواها فى التربة من المستوى الذى يصاحبه ظهور أعراض نقص العناصر ، وكانت الإضافة بالقدر الذى لا يضر النباتات . وفى الحالة الثانية ازداد أحيانًا معدل التسميد إلى الحد الذى أضر بالنباتات ، ثم تأخر لفترة طويلة ، مما تسبب فى نقص مستوى العنصر فى التربة ، ثم أضيف فى الدفعة الأخيرة بكميات كبيرة أدت إلى موت النباتات (عن Malkin وآخرين ١٩٥٧) .

وأفضل طريقة لإضافة السماد الفوسفاتى هى بعد الخف أو الشتل بطريقة التكبيش أو السر على جانب الخط ، وعلى بعد ٥ – ١٠ سم من النباتات فى الأراضى الثقيلة ، و ٢٠ سم فى الأراضى الرملية . وتفضل طريقة التكبيش عن السر لتقليل تلامس السماد مع حبيبات التربة إلى أقل حد ممكن .

أما البوتاسيوم ، فتفضل إضافته على دفعات بسبب حدوث ظاهرة الاستهلاك الترفى عند توفر العنصر بكميات كبيرة ، ولسهولة فقده بالرشح .

أما الأسمدة السائلة ، فتجب إضافتها على عمق أكبر ، وعلى مسافة أكبر من النبات عما يتبع مع الأسمدة الصلبة ، تجنبًا لاحتراق جذور النباتات ، خاصة فى الأراضى الثقيلة .

٣ – تحرك العنصر السمادى فى التربة :

تتوقف سرعة وطول المسافة التى يتحركها السماد فى التربة بعد إضافته على نوع السماد ، وطبيعة التربة ، والظروف الجوية .

فالفوسفور يتحرك ببطء شديد من نقطة إضافته ، لأن أيون الفوسفات يعتبر عديم الحركة تقريبًا فى التربة ، إلّا أن الفوسفور الذائب يتحرك لمسافات قصيرة . ونظرًا لأن النباتات الصغيرة يكون

مجموعها الجذرى محدودًا وغير متشعب فى التربة ، لذلك فهى أكثر من غيرها تعرضًا لنقص الفوسفور . ولهذا السبب .. فإنه من الضرورى إضافة بعض السماد الفوسفاتى فى طريق الجذور الصغيرة النامية فى النباتات الحولية ، ولكن مع نمو النباتات وتشعب الجذور تختفى أعراض نقص الفوسفور (Millar وآخرون ١٩٦٥) .

أما أيون البوتاسيوم ، فإنه يحمل شحنة موجبة ، ولذا فإنه يدمص على غرويات التربة ، ويكون قليل الحركة . ولذلك .. فإنه يضاف فى خنادق لأنه يبقى فى مكانه فى منطقة نمو الجذور ، ولا ينصح بإضافته إلى سطح التربة .

أما أملاح النيتروجين ، فإنها تتحرك لأعلى ولأسفل حسب اتجاه تحرك الماء فى التربة ، ويكون تحرك النترات أسرع من تحرك الأمونيوم ، لأن النترات لا تدمص على سطح غرويات التربة كالأمونيوم . وعمومًا .. فإنه ينصح بإضافة الأسمدة الأزوتية على دفعات .

هذا .. ويتحرك الماء الأرضى غالبًا فى اتجاه عمودى . ويتوقف تحركه على الحالة الجوية وعلى قوام التربة . فمع جفاف سطح التربة يزداد تركيز المحلول الأرضى ويتحرك الماء لأعلى بالخاصية الشعرية ، وتتحرك معه الأملاح الذائبة . وأحيانًا تترسب هذه الأملاح على سطح التربة ، ثم تتحرك مع الأمطار أو الرى الغزير إلى أسفل مرة ثانية .

١٨ - ٩ - ٣ : عوامل خاصة بالتربة والظروف البيئية

من أهم هذه العوامل ما يلى :

١ - الأمطـــار :

فى حالة زيادة الأمطار ، وبالتالى زيادة فرصة فقد الأسمدة بالرشح تفضل إضافة الأسمدة فى خنادق .

٢ - طبيعة التربة :

يكون فقد البوتاسيوم بالرشح بطيئًا فى الأراضى الثقيلة ، بينما قد يكون سريعًا فى الأراضى الخفيفة . وعليه . قد تلزم إضافة بعض البوتاسيوم بطريقة السر الجانبى فى الأراضى الخفيفة .

وعندما تكون التربة ذات مقدرة عالية على تثبيت الفوسفور ، تجب إضافة الأسمدة الفوسفاتية سرًّا فى خنادق خاصة عندما تكون الكمية المضافة قليلة ، حيث يكون السماد الفوسفاتى على اتصال أقل بحبيبات التربة التى تثبته ، عما هو الحال عند إضافته نثرًا .

وفى حالة الأراضى العضوية ، أو عند استعمال كميات كبيرة من الأسمدة العضوية تجب إضافة كل الأسمدة الأزوتية الكيميائية وقت الزراعة .

١٨ - ١١ : المراجـــع

الإدارة العامة للتدريب - وزارة الزراعة - جمهورية مصر العربية (١٩٨٣) . إنتاج الخضر وتسويقها . القاهرة - ٤٢٢ صفحة .

حمدى ، سعيد وزيدان السيد عبد العال ، وعبد العزيز محمد خلف الله ، ومحمد عبد اللطيف الشال ، ومحمد محمد عبد القادر (١٩٧٣) . الخضر . دار المطبوعات الجديدة - الإسكندرية - ٦٢٣ صفحة .

سنتك - المركز الفنى للتصنيع - المكتب العلمى (١٩٧٩) . العناصر المخلبية النادرة وطرق استخدامها فى الزراعة الحديثة . القاهرة - ١٥ صفحة .

مرسى ، مصطفى على ، وأحمد المربع (١٩٦٠) . نباتات الخضر - الجزء الثانى : زراعة نباتات الخضر . مكتبة الأنجلو المصرية - القاهرة - ٧١٥ صفحة .

Barker, K.F. (Ed.). 1957 The U.C. system for producing healthy container-grown plants. Univ. Calif, Div. Agr. Sci., Agr. Exp. Sta. Ext. Serv. Manual 23. 332p.

Buckman, H.O. and N.C. Brady. 1960. The nature and properties of soils. McMillan, N.Y. 567p.

Carpenter, T.D. 1982. Analyzing and managing nutrition of vegetables grown in upright polycthylene bags. J. Plant Nutrition 5: 1083-1089.

Cooke, G.W. 1975. Fertilizing for maximum yield. The English Langnage Book Society, London, 297p.

Devlin, R.M. 1975. Plant physiology. D.Van Nostrand Co., N.Y. 600p.

Edmond, J.B., T.L. Senn, F.S. Andrews and R.G. Halfacre. 1975. (4th. ed.). Fundamentals of horticulture. McGraw-Hill Book Co., N.Y. 560p.

English, J.E. aud D.N. Maynard. 1978. A key to nutrient disorders of vegetable plants. HortScience 13: 28-29.

Follett, R.H., L.S. Murphy and R.L. Donahue. 1981. Fertilizers and soil amendments. Prentice-Hall, Inc., Englewood Cliffs, N.J. 557p.

Hanan , J.J., W.D. Holley and K.L. Goldsberry. 1978. Greenhouse management. Springer-Verlag, N.Y. 530p.

Israelsen, O.W. and V.E. Hansen. 1962. Irrigation principles and practices. John Wiley & Sons, Inc., N.Y. 447 p.

Klute, A. and W.C. Jacob. 1949. Physical properties of Sassafras silt loam as affected by long-time organic matter addition. Soil Sci. Soc. America Proc. 14: 24-28.

Lorenz, O.A. and D.N. Maynard. 1980. (2nd ed.). Knott's handbook for vegetable growers. Wiley- Interscience, N.Y. 390 p.

Lorenz, O.A. and K.B. Tyler. 1978. Plant tissue analysis of vegetable crops. In H.M. Reisenauer (Ed.) 'Soil and Plant-Tissue Testing in California', pp. 21-24. Div. of Agr. Sci. Bul. 1879

Matkin, O.A., P.A. Chandler and K.F. Baker. 1957. Components and development of mixes, In K.F Baker (Ed.) 'The U.C. System for Producing Healthy Container-Grown Plants', pp. 86-107. Univ. Calif., Div. Agr. Sci., Agr. Exp. Sta., Ext. Serv. Manual 23.

Maynard, D.N. 1979. Nutritional disorders of vegetable erops: a review. J. of Plant Nutrition 1: 1-23.

Maynard, D.N. and O.A. Lorenz. 1979. Controlled-release fertilizers for horticultural crops. Hort. Rev. 1: 79-140.

Millar, C.E., L.M. Turk and H.D. Foth. 1965. (4th ed) Fundamentals of soil science-John wiley & Sons, Inc., N.Y. 491p.

Minges, P.A., A.A. Muka, A.F. Sherf and R.F. Sandsted. 1971. Vegetable production recommendations. Cornell Univ. 36p.

Nelson, P.V. 1985. (3rd ed.) Greenhouse operation and management. Reston Pub. Co., Inc., Reston, Va. 598p.

Reisenauer, H.M. 1978 [Ed.]. Soil and plant-tissue testing in California. Univ. of Calif., Div. Agr. Sci., Bul 1879. 54p.

Russell, M.B., A. Klute and W.C. Jacob. 1952. Further studies on the effect of long-time organic matter additions on the physical properties of Sassafras silt loam. Soil Sci. Proc. 16: 156-159.

Scaife, A. and M. Turner. 1983. Diagnosis of mineral disorders in plants.Vol. 2. Vegetables. Ministry of Agr. Fish. & Food, Great Britain. 96p.

Thompson, H.C. and W.C. Kelly. 1957. Vegetable crops. McGraw-Hill Book Co., Inc., N.Y. 611p.

Tisdale, S.L. and W.L. Nelson. 1975. Soil fertility and fertilizers. Macmillan Pub. Co., N.Y. 694p.

Ulrich, A. 1978. Plant tissue analysis: plant analysis as a guide in fertilizing crops. In H.M Reisenauer (Ed.) 'Soil and Plant-Tissue Testing in California', pp. 1-4. Univ. Calif. Div. Agr. Sci., Bul. 1879.

Wallace, T.1961. The diagnosis of mineral deficiences in plants by visual symptoms. Her majesty's Stationary office, London. 125 pages and color plates.

Ware, G.W. and J.P. McCollum. 1980 (3rd ed.). Producing vegetable crops. The Intstrstate Printers & Publishers, Inc., Danville, Illinois. 607p.

Wilcox, G.E. 1969. Potassium needs-diagnosis and use on vegetable crops. Hort Science 4: 41.

Wittwer, S.H. 1969. Regulation of phosphorus nutrition of horticultural crops. Hortscience 4: 320-322.