٢ – احتمال انسداد المنقطات .

٣ – احتياج نظام الري لإدارة جيدة .

٤ – تعرض أنابيب الري للتلف بواسطة القارضات ، أو سير الحيوانات الزراعية عليها .

٥ – ارتفاع التكاليف الإنشائية (Ware & MaCollum ١٩٨٥) .

٧ – ٢ : طرق التعرف على حاجة محاصيل الخضر للتسميد

٧ – ٢ – 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 .. 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 نعقب 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 أحمر 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 وتضج الثمار .

البوتاسيوم : تأخذ الأوراق المسنة لونًا أخضر رماديًا ، ثم يتغير إلى اللون البرونزى أو البنى المصفر ، وتلتف حواف الأوراق ، ويكون نمو النبات بطيئًا ، 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 عاديًا ، ثم تبرقش مع كبرها فى السن ، وتظهر بقع بنية اللون على طول حافة الورقة . تكون الأوراق غير طبيعية المظهر ، وفى القنبيط تكون ضيقة جدًا ، 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 حبيكة ، والسيقان صلبة ورفيعة ، 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 بمواعد اتصال أوراق الذرة خطوط خضراء وصفراء عريضة . وفى البنجر يظهر اصفرار بين العروق ، وتخرق 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 قلبية 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 ،	الحديد
والكوبالت ، والبيكل ، والكروم	

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 .

٧ – ٢ – 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	البورون

القمح	النحاس
البقوليات – الكتان	الزنك
القنبيط – الخس	المولبيدنم (Wallace ١٩٦١)

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

٧ – ٢ – 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 جدول (٧ – ١) ، (٧ – ٢) .

جدول (٧ – ١) : المستويات المنخفضة والمعتدلة والمرتفعة من العناصر الغذائية الأولية فى التربة (عن Minges وآخرين ١٩٧١) .

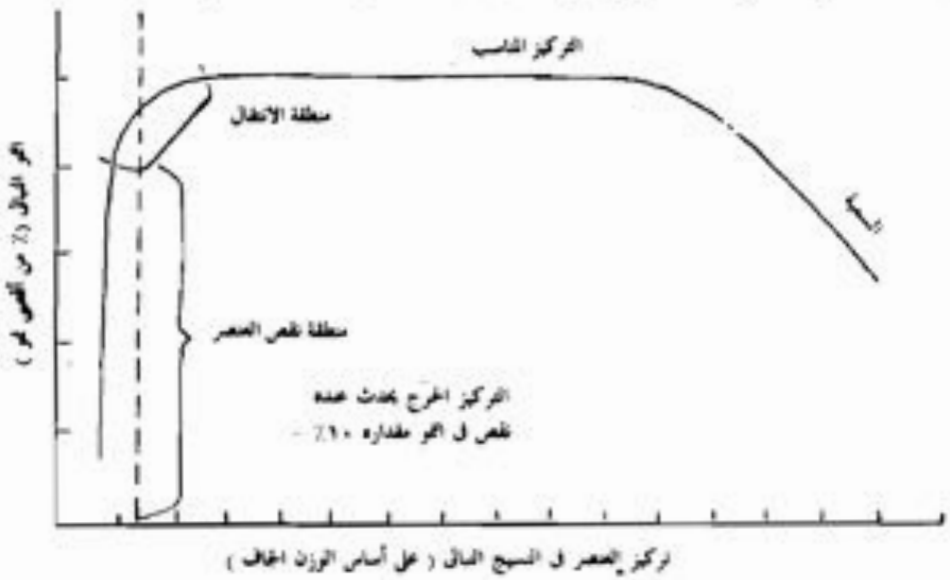
العنصر	مستويات العنصر بالكجم /فدان		
	منخفض	معتدل	مرتفع
النترات (No_3)	صفر – ١٢	١٢ – ٣٦	٣٦ – ٤٨
الفوسفور الذائب (P)	صفر – ١٥	١٥ – ٤٥	٤٥<
البوتاسيوم التبادلى(K)	صفر – ٩٠	٩٠ – ١٨٠	١٨٠<

جدول (٧ – ٢) : مستويات التربة من العناصر الدقيقة التى يجب أن تتوفر للنمو الجيد (عن Buckman & Brady ١٩٦٠) .

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

٧ - ٢ - ٤ : التعرف على الحاجة للتسميد من تحليل النبات

يتناسب النمو النباتي مع محتوى النبات من العناصر الغذائية ، كما هو مبين في شكل (٧ - ٥) . فلكل عنصر تركيز حرج Critical concentration في النبات ، وهو ذلك التركيز الذي يصاحبه نقص في النمو النباتي بمقدار ١٠٪ عن النمو الطبيعي . وتبدأ أعراض نقص العنصر في الظهور مع نقص تركيزه في النبات عن هذا الحد الحرج . وتفصل منطقة انتقال transition zone ما بين التركيز الذي تظهر عنده أعراض نقص العنصر ، والتركيز الذي يصاحبه النمو الطبيعي . ومع زيادة تركيز العنصر في النبات ، فإنه يصبح سامًا ، ويقل النمو النباتي تبعًا لذلك (Ulrich ١٩٧٨) .



شكل ٧ - ٥ : العلاقة بين النمو النباتي وتركيز العنصر السمادي 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 في النبات (جدول ٧ - ٣) ، فإنه يمكن تقدير مدى الحاجة إلى التسميد .

ويمكن كذلك الاقتداء بجدول (٧ - ٤) في تحديد مدى الحاجة للتسميد بمختلف العناصر الغذائية . ويعطي هذا الجدول متوسط النسبة المئوية للعناصر الغذائية بالأنسجة النباتية في حالات النمو الطبيعي (عن Nelson ١٩٨٥) .

والجزء النباتي الذي يستخدم في التحليل يكون عادة نصل الورقة ، أو عنق الورقة ، أو الساق . وقد تستخدم الجذور أحيانًا ، لكن أكثر الأجزاء النباتية استعمالًا هي أعناق الأوراق والعرق الوسطي المتضخم midrib . فمثلًا تستعمل :

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

٢ – العرق الوسطى المتضخم فى الحس ، 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 (٧-٣) : 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
الحس	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 (٧ - ٤) : متوسط النسبة المئوية للعناصر الغذائية بالأنسجة النباتية في حالات النمو الطبيعي .

العنصر	المحتوى النباتي من العنصر (٪ على أساس الوزن الجاف)
الكربون - عنصر غير سمادي	٨٩,٠
الأيدروجين - عنصر غير سمادي	
الأكسجين - عنصر غير سمادي	
النيتروجين - من العناصر الكبرى - عنصر أولي	٤,٠
الفوسفور - من العناصر الكبرى - عنصر أولي	٠,٥
البوتاسيوم - من العناصر الكبرى - عنصر أولي	٤,٠
الكالسيوم - من العناصر الكبرى - عنصر ثانوي	١,٠
المغنسيوم - من العناصر الكبرى - عنصر ثانوي	٠,٥
الكبريت - من العناصر الكبرى - عنصر ثانوي	٠,٥
الحديد - من العناصر الصغرى	٠,٠٢
المنجنيز - من العناصر الصغرى	٠,٠٢
الزنك - من العناصر الصغرى	٠,٠٠٣
النحاس - من العناصر الصغرى	٠,٠٠١
البورون - من العناصر الصغرى	٠,٠٠٦
المولبيدنم - من العناصر الصغرى	٠,٠٠٠٢
الصوديوم - - من العناصر الصغرى	٠,٠٣
الكلور - من العناصر الصغرى	٠,١

يستعمل عادة نحو ٤٠ عنق ورقة أو عرق وسطي أو نصل في 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 في حرارة ٦٠ - ٧٠°م في أكياس ورقية ، ثم تطحن وتخزن في 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 في مراحل النمو المبكرة .

أما المستوى الحرج للبوتاسيوم . فإنه يتراوح من ٠,٧٥ - ٢٪ بمتوسط حوالي ١,٥٪ من الوزن الجاف للنبات . ويجرى التحليل على الأوراق الحديثة المكتملة النمو . وتظهر أعراض نقص البوتاسيوم بوضوح إذا انخفض تركيزه في النبات عن هذا المستوى ، وتستجيب حينئذ للتسميد البوتاسي ، لكن نادرًا ما تستجيب النباتات للتسميد البوتاسي إذا زاد تركيزه في النبات عن ٢٪ . ويجب إجراء التحليل خلال المراحل المتأخرة من النمو ، لأن التحليل قبل ذلك يعطي نتائج مضللة ، نظرًا لأن النباتات تمتص في 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 مستقبلاً 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 .

٧ - ٣ : الأسمدة الكيميائية

٧ - ٣ - ١ : الأسمدة الكيميائية البسيطة

الأسمدة الكيميائية البسيطة هى تلك الأسمدة التى تتكون من مركب كيميائى واحد ، وتحتوى على عنصر أو أكثر من العناصر الغذائية التى يحتاجها النبات . ويوضح جدول (٧ - ٥) نسبة ما تحتويه بعض الأسمدة البسيطة من العناصر السمادية الرئيسية ، وهى : النيتروجين ، والفوسفور ، والبوتاسيوم .

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 .