الفصل الثالث

التسميـد

طرق التعرف على حاجة محاصيل الخضر إلى التسميد

التعرف على الحاجة إلى التسميد من أعراض نقص العناصر

تظهـر أعـراض نقـص العناصـر بـصفة خاصـة وقـت التـزهير والإثمـار؛ إذ تـزداد احتياجات النبات إلى العناصر الغذائية خلال تلك الفترة. وبالمقارنة بفصل الصيف، فـإن أعراض نقص العناصر لا تظهر بوضوح خلال فصل الشتاء بسبب بطء النمو.

وحتى تسهل دراسة أعراض نقص العناصر، فإنه يلزم تقسيمها إلى مجاميع تـشترك فيها عناصر كل مجموعة فى أعراض خاصة فيما بينها، وهذا ما سـنتناوله بالـشرح فـى الجزء التالى؛ ثم تعقب ذلك دراسة للعوامل التى تُحدث أعراضًا شـبيهة بـأعراض نقـص العناصر.

تقسيم العناصر المغذية حسب أعراض نقصها

١- عناصر تـشترك فـى ظهـور أعـراض نقـصها علـى الأوراق المـسنة أولاً؛ وهـى: الفوسفور، والبوتاسيوم، والموليبدنم، والمغنيسيوم، والكبريت، والنحاس، والنيتروجين.

الفوسفور: يبقى لون الأوراق أخضر قائمًا، وقد يظهر لون أخضر محمـر أو قرمـزى على نصل الأوراق والعروق والسيقان، خاصة من الجانـب الـسفلى لـلأوراق. ويظهـر فـى أوراق البطاطس التفاف وبهتان فى اللون وبعض الاحتراق. وعمومًا .. فإن النباتات تكون ضعيفة النمو، وتكون السيقان متخشبة، ويقف نمو الجذور الليفية، ويتأخر عقد الأزهـار ونضج الثمار.

البوتاسيوم: تأخذ الأوراق المسنة لونًا أخضر رماديًا، ثم يـتغير إلى اللـون البرونـزى

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، والمغنيسيوم.

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.

المغنيسيوم: تلتف حواف الأوراق لأعلى، ويتغير لون البقع الصفراء إلى اللون البنى، ثم تموت هذه الأنسجة. وتظهر فى بعض النباتات صبغات أرجوانية محمرة، بدلاً من الاصفرار، وفى الصليبيات يظهر لون برّاق على الأوراق. وعمومًا.. تكون الساق سهلة 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 أولاً، 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 جدًّا ومبرقشة ومصفرة، وعادة ما تظهر بها بقع ذات أنسجة ميتة. وفى الفاصوليا تظهر بقع صفراء بنية محمرة على الأوراق الفلقية. وتظهر بقواعد أنصال أوراق الذرة خطوط خضراء وصفراء عريضة. وفى البنجر يظهر اصفرار بين العروق، وتحترق حواف الورقة. وهناك أعراض أخرى فى الذرة؛ هى: 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 (عن Lorenz & Maynard ١٩٨٠).

ويمكن الاستعانة بالمفتاح التالى لتحديد حالات نقص العناصر (عن Chatterjee & Dube ٢٠٠٤):

أولاً: ظهور الأعراض على أنصال الأوراق المكتملة التكوين والمسنة.

١- الأعراض على صورة اخضرار مصفر chlorosis:

أ- الأعراض متجانسة:

تلك هى أعراض نقص النيتروجين والكبريت.

ب- الأعراض بين العروق أو على صورة مساحات غير منتظمة blotchy:

تلك هى أعراض نقص المغنيسيوم والمنجنيز.

٢- الأعراض على صورة أنسجة متحللة necrosis:

أ- الأعراض على صورة احتراق بقمة الأوراق وحوافها:

تلك هى أعراض نقص البوتاسيوم.

ب- الأعراض فى المساحات بين العروق:

تلك هى أعراض نقص المغنيسيوم والمنجنيز.

ثانيًا: ظهور الأعراض على الأوراق الحديثة والقمة النامية:

١- الأعراض على صورة اخضرار مصفر chlorosis:

أ- الأعراض متجانسة:

تلك هى أعراض نقص الحديد والكبريت.

ب- الأعراض بين العروق أو على صورة مساحات غير منتظمة:

تلك هى أعراض نقص الزنك والمنجنيز.

٢- الأعراض على صورة أنسجة متحللة:

تلك هى أعراض نقص الكالسيوم والبورون والنحاس.

٣- الأعراض على صورة تشوهات deformations:

تلك هى أعراض نقص الموليبدنم والزنك والبورون.

ثالثًا: ظهور الأعراض على أنصال الأوراق المكتملة التكوين والمسنة:

١- الأعراض على صورة أنسجة متحللة:

أ- الأعراض على صورة بقع spots:

تلك هى أعراض نقص المنجنيز والبورون.

ب- الأعراض على صورة احتراق بقمة الأوراق وحوافها:

نلك هى أعراض نقص البورون أو من أضرار الرش.

٢- الأعراض على صورة لون أصفر مخضر:

تلك هى أعراض تسمم بعوامل غير محددة.

ومن أكبر عيوب الاعتماد على أعراض نقص العناصر كدليل للحاجة إلى التسميد أن مجرد ظهور أعراض نقص عنصر ما يعد دليلاً قويًّا على أن النبات يعانى بالفعل من جرَّاء نقص هذا العنصر؛ الأمر الذى ينعكس سلبيًا على المحصول المتوقع من هذا النبات، حتى بعد أن يتم تصحيح هذا النقص.

الحالات التى تتشابه أو تختلط باعراض نقص العناصر

قد تتشابه أو تختلط أعراض نقص بعض العناصر بحالات أخرى، كما يلى:

١- قد تؤدى زيادة امتصاص النبات لبعض العناصر – بسبب توفرها فى التربة – إلى ظهور أعراض نقص بعض العناصر الأخرى، برغم توفرها فى التربة؛ فمثلاً:

أ- تؤدى زيادة عنصر الفوسفور إلى ظهور أعراض نقص عنصرى الزنك والحديد.

ب- تؤدى زيادة أى من عناصر البوتاسيوم، أو الصوديوم، أو المغنيسيوم إلى ظهور أعراض نقص الكالسيوم.

ج- تؤدى زيادة عنصر البوتاسيوم إلى ظهور أعراض نقص المغنيسيوم

د- تؤدى زيادة أى من عناصر النحاس، أو المنجنيز، أو الزنك إلى ظهور أعراض نقص عنصر الحديد.

٢- قد تؤدى زيادة امتصاص بعض العناصر إلى حدوث تسمم بالنبات، وظهور أعراض شبيهة بأعراض نقص بعض العناصر الأخرى؛ فمثلاً:

أ- تتشابه أعراض التسمم بأى من عنصرى الصوديوم، أو الكلور مع أعراض نقص البوتاسيوم، ويكون ذلك على صورة احتراق بحواف الأوراق.

ب- تتشابه أعراض التسمم بأى من عناصر الزنك، أو النحاس، أو المنجنيز مع أعراض نقص الحديد.

ج- تتشابه أعراض التسمم بالألومنيوم (فى الأراضى الحامضية) مع أعراض نقص الفوسفور.

د- تتشابه أعراض التسمم بالمنجنيز مع أعراض نقص نفس العنصر.

٣- قد تؤدى بعض الظروف البيئية إلى ظهور أعراض شبيهة بأعراض نقص بعض العناصر، فمثلاً:

أ- تُحدث الحرارة المنخفضة أعراضًا شبيهة بأعراض نقص عنصر الفوسفور؛ ويكون ذلك بظهور صبغات قرمزية محمرة.

ب- يؤدى التعرض للرياح أو للجفاف إلى ظهور احتراق بحوافِّ الأوراق يكون شبيهًا بأعراض نقص البوتاسيوم.

ج- يؤدى سوء الصرف إلى ظهور أعراض تتشابه مع أعراض نقص عدد من العناصر؛ مثل: اللون القرمزى الذى يتشابه مع أعراض نقص الفوسفور؛ واللون الأصفر الذى يتشابه مع نقص النيتروجين، واحتراق حواف الأوراق الذى يتشابه مع نقص البوتاسيوم، والاصفرار الجزئى للأوراق الذى يتشابه مع أعراض نقص كل من عنصرى الحديد والمنجنيز.

٤- قد تؤدى بعض الأصابات المرضية والحشرية إلى ظهور أعراض شبيهة بأعراض نقص عنصر النيتروجين (اصفرار الأوراق السفلى)، والبوتاسيوم (احتراق حواف الأوراق).

ب- تؤدى عديد من الإصابات الحشرية – خاصة المن – إلى حدوث تشوهات بالأوراق تشبه أعراض نقص عنصر البورون.

ج- تؤدى الإصابة بالعنكبوت الأحمر إلى ظهور لون برونزى شاحب يُخفى معه أعراض نقص بعض العناصر.

د- تتشابه أعراض الإصابة بفيروسات الاصفرار – إلى حد كبير – مع أعراض نقص عنصر المغنسيوم (اصفرار بين العروق فى الأوراق السفلى).

هـ- تؤدى إصابة البطاطس بالرايزوكتونيا إلى التفاف حواف الأوراق العلوية فيما يشبه أعراض نقص عنصر الكالسيوم.

٥- 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 البنىّ، وكذلك تلون حواف الأوراق باللون البنى، وهى أعراض تتشابه مع أعراض نقص النيتروجين والكالسيوم، والبوتاسيوم، والمغنيسيوم.

ب- قد تحدث أضرار من الأسمدة، كتلون بين العروق باللون البنى، ويتشابه ذلك مع أعراض نقص البوتاسيوم (عن Douglas ١٩٨٥).

سمية العناصر

١- المنجنيز:

يعد المنجنيز مثالاً للعناصر التى ينخفض فيها المدى بين النقص والسمية. وهو عنصر يتراكم — عند كثرته — فى النموات الخضرية، ويتناسب مدى الضرر الذى يحدثه مع التركيز الذى يصل إليه. تتضمن أعراض التسمم اصفرار حواف الأوراق وظهور بقع متحللة بها، وقد لا يكون ذلك مصاحبًا بنقص فى النمو الخضرى. وقد يترتب على ذلك اكتساب الجذور لونًا بنيا.

يتراوح الحد الأقصى للمنجنيز فى الأنسجة النباتية — الذى يمكن للنباتات تحمله — بين ٣٨٠ و ١٦٠٠ جزء فى المليون.

وتؤدى زيادة عنصر المنجنيز إلى ظهور أعراض نقص الحديد. وتؤدى إضافة الحديد — فى صورة مخلبية، أو رشًّا — إلى تقليل امتصاص المنجنيز.

٢- النحاس:

تظهر أعراض التسمم بالنحاس على صورة اصفرار وتقزم بالنباتات. ويرجع الاصفرار إلى نقص عنصر الحديد الذى يترتب على زيادة تركيز عنصر النحاس فى الأنسجة. تظهر أعراض التسمم — فى البداية — فى القمم النامية للجذور، ويلى ذلك عدم تكون تفرعات جذرية، وضعف المجموع الجذرى بصورة عامة.

٣- الألومنيوم:

تتشابه أعراض التسمم بالألومنيوم — كثيرًا — مع أعراض نقص الفوسفور؛ الأمر الذى يفيد احتمال وجود علاقة بين التسمم بالألومنيوم وامتصاص الفوسفور. إن أعراض التسمم بالألومنيوم تتضمن تقزم النمو، وتكوُّن أوراقًا صغيرة ذات لونٍ أخضر قاتم، وتأخر النضج، مع ظهور لون قرمزى على أوراق وسيقان النباتات. وكثيرًا ما تصفر أطراف الأوراق وتموت.

كذلك يُحدث التسمم بالألومنيوم نقصًا فى الكالسيوم يظهر فى صورة تجعد والتفاف بالأوراق الحديثة، وانهيار بالقمم النامية أو أعناق الأوراق. كما تصبح القمم النامية للجذور سميكة وتكتسب لونًا بنيا، مع ظهور جذور جانبية قصيرة وسميكة، وغياب تكوين التفرعات الجذرية الدقيقة. وهذه الجذور تكون أكثر عرضة للإصابات المرضية، فضلاً على كونها أقل كفاءة فى امتصاص احتياجات النبات من الماء والعناصر الغذائية (عن Hale & Orcutt ١٩٨٧).

التعرف على الحاجة إلى التسميد بواسطة النباتات الحساسة لنقص العناصر المختلفة

يمكن التعرف على حاجة محاصيل الخضر إلى التسميد بعناصر معينة بزراعة النباتات الحساسة لهذه العناصر Indicator Plants، كما يلى (عن Wallace ١٩٦١):

ينصح بزراعة	لاكتشاف نقص عنصر
القنبيط – البروكولى – الكرنب	النيتروجين
الكيل	الفوسفور
القنبيط – البروكولى – الكرنب	الكالسيوم
القنبيط	المغنيسيوم
البطاطس – الفول الرومى – القنبيط	البوتاسيوم
بنجر السكر	الصوديوم
القنبيط – البروكولى – الكرنب – البطاطس	الحديد
بنجر السكر – البطاطس	المنجنيز
بنجر السكر	البورون
القمح	النحاس
النجيليات – الكتان	الزنك
القنبيط – الخس	الموليبدنم

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

التعرف على الحاجة إلى التسميد من تحليل التربة

يستفاد من تحليل التربة فى تقدير محتواها من العناصر الغذائية؛ وبالتالى فى تحديد مدى الحاجة إلى التسميد، ويقتدى فى هذا الشأن بمستويات العناصر التى يجب أن تتوفر فى التربة للنمو الجيد.

طرق أخذ عينات التربة للتحليل

تؤخذ عينات التربة للتحليل فى المراحل المبكرة لتحضير الحقل للزراعة قبل إجراء أى تسميد عضوى أو كيميائى، وتكون العينة ممثلة لعمق صفر — ٣٠ سم بالنسبة لمعظم الخضر، يضاف إليها عينة أخرى من عمق ٣٠– ٦٠ سم بالنسبة لمحاصيل الخضر ذات الجذور المتعمقة.

يستعمل مثقات التربة (الأوجر Auger) لأخذ عينات التربة، والتى يجب أن تكون ممثلة لتربة الحقل. ويتحقق ذلك بتمثيل الحقل بخمسة مواقع لكل فدان، بحد أدنى ١٥ موقعًا بالنسبة للحقول التى تقل مساحتها عن ثلاثة أفدنة.

تُضَم العينات الممثلة لكل مساحة محددة معًا، وتخلط جيدًا، وتؤخذ منها عينة زنة نصف كيلوجرام فقط توضع فى كيس بلاستيكى يحكم إغلاقه، ويُرسل للتحليل.

ونظرًا لأن تحليل تربة الحقل يحتاج إلى نحو نصف كيلوجرام فقط من التربة، بينما يوجد فى كل فدان نحو بليون كيلوجرام من التربة السطحية.. ولما كانت العينة المستخدمة فى التحليل يجب أن تكون ممثلة تمامًا لتربة الحقل؛ لذا .. فإنه من الضرورى مراعاة بعض القواعد التى تقلل من فرصة حدوث الأخطاء عند تحضير تلك العينة. ونوجز هذه القواعد فيما يلى:

١- أخذ سلسلة من العينات (يطلق عليها اسم cores) من الحقل بطريقة منتظمة systematic تعتمد على تقسيم الحقل إلى مربعات ذات مساحات متماثلة، ثم أخذ عينة من مركز كل مربع أو كل عدد ثابت من المربعات. يراعى أن تكون جميع العينات متساوية فى قطرها وفى العمق الذى وصلت إليه؛ ومن ثم تكون متساوية فى الحجم.

٢- تُعدّ أنابيب التربة soil tubes أفضل وسيلة لأخذ العينات؛ وهى عبارة عن أسطوانات معدنية ذات يد، ومفتوحة من أسفل، ولها فتحة جانبية تبدأ من قرب طرفها السفلى بنحو ٢,٥ سم، وتمتد لمعظم طول الأسطوانة، لرؤية بروفيل التربة، ولأخذ العينات من الأعماق المرغوب فيها. ويتراوح العمق الذى تؤخذ منه العينات — عادة — بين ١٥ سم و ٣٠ سم. وتكون العينات التى تؤخذ بهذه الطريقة صغيرة جدًّا لدرجة أن كل ١٥ — ٢٠ عينة منها يبلغ وزنها نحو نصف كيلوجرام.

٣- يجب الإبقاء على بعض العينات مستقلة، أو على عينات مركبة مختلفة — تمثل مكررات مختلفة من الحقل — لتحليلها مستقلة؛ بهدف التعرف على جوهرية الاختلافات بين أجزاء الحقل.

٤- يجب أخذ عينات منفصلة من الأماكن التى تظهر بها اختلافات كبيرة فى نوع التربة، وحالة الصرف، والمظهر، والمعاملات السابقة التى أجريت للحقل، كأن يكون قد سبق قلب السماد العضوى أو الجبس الزراعى فيها. وإذا كانت المساحات التى تمثلها تلك العينات الشاذة صغيرة إلى درجة يصعب معها إعطاؤها معاملات خاصة بها لتصحيح الأوضاع فيها، فإنه يفضل استبعاد العينات المأخوذة منها كلية؛ حتى لا تؤثر على دقة تمثيل العينة المستخدمة فى تحليل تربة الحقل.

٥- يتوقف عدد العينات التى يتعين أخذها من الحقل على مدى تباين التربة، والدقة المطلوبة، وأنواع التحاليل المطلوبة. وعادة .. يؤخذ ما لا يقل عن ١٥- ٢٠ عينة

من الحقل الواحد، يتم خلطها معًا بصورة جيدة؛ لتكوِّن ما يُعرف بـ "العينة المركبة Composite Sample". وإذا زاد وزن هذه العينة عن نصف كيلوجرام، فإنها تُجزأ لأخذ عينات مناسبة منها للتحليل.

هذا .. وتكون الأراضى المزروعة – عادة – أقل تجانسًا من الأراضى البكر، كما تكون الأراضى الملحية والقلوية شديدة التباين (عن Chapman & Pratt ١٩٦١، و Tisdale & Nelson ١٩٧٥).

تقييم نتائج التحاليل الكيميائية للتربة

إن قيمة وأهمية نتائج التحاليل الكيميائية للتربة لا تتضح إلا إذا عُرفت مدلولاتها وقُيّمت تقييمًا سليمًا، وهو ما نهدف إليه من تقديم هذا الجزء.

كبداية .. يوضح جدولاً (٣–١)، و (٣–٢) – بصورة عامة – المستويات التى تُعد منخفضة، أو معتدلة، أو مرتفعة من مختلف العناصر الضرورية للنبات فى الأراضى الزراعية.

جدول (٣–١): 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 المتبادل (K)	صفر – ٩٠	٩٠ – ١٨٠	> ١٨٠

جدول (٣-٢): مستويات التربة من العناصر الدقيقة التى يجب أن تتوفر للنمو الجيد (عن Buckman & Brady ١٩٦٠)، وChatterjee & Dube ٢٠٠٤).

العنصر	المدى الطبيعى		المستوى المعتدل
	(%)	(جزء فى المليون)	(جزء فى المليون)
النيتروجين	٠,٥٠-٠,٠٢	٥٠٠٠-٢٠٠	
الفوسفور	٠,٢٠-٠,٠١	٢٠٠٠-١٠٠	
البوتاسيوم	٣,٣٠-٠,١٧	٣٣٠٠٠-١٧٠٠	
الكالسيوم	٣,٦٠-٠,٠٧	٣٦٠٠٠-٧٠٠	
المغنيسيوم	١,٥٠-٠,١٢	١٥٠٠٠-١٢٠٠	
الكبريت	٠,٢٠-٠,٠١	٢٠٠٠-١٠٠	
الحديد	٥,٠-٠,٥	٥٠٠٠٠-٥٠٠٠	٢٥٠٠٠
المنجنيز	١,٠-٠,٠٢	١٠٠٠٠-٢٠٠	٢٥٠٠
الزنك	٠,٠٢٥-٠,٠٠١	٢٥٠-١٠	١٠٠
البورون	٠,٠١٥-٠,٠٠٠٥	١٥٠-٥	٥٠
النحاس	٠,٠١٥-٠,٠٠٠٥	١٥٠-٥	٥٠
الموليبدنم	٠,٠٠٠٥-٠,٠٠٠٠٢	٥-٠,٢	٢
الكلورين	٠,١-٠,٠٠١	١٠٠٠-١٠	٥٠

هذا .. وتتباين نتائج تحليل العناصر الغذائية فى التربة تبعًا لطريقة استخلاص العناصر منها كما يلى:

١- طريقة الاستخلاص باستعمال حامض الخليك

لا يعطى حامض الخليك – كمستخلص للعناصر من التربة – نتائج جيدة فى الأراضى ذات رقم الحموضة المرتفع نسبيًّا، وتكون الحدود الحرجة للعناصر فى التربة – عند اتباع هذه الطريقة – كما يلى:

مجم / كجم تربة

١٢–٤٠

٤٠–١٥٠

١٥٠–٥٢٥

٤٠ >

١٥٠ >

الأسونيوم

تحليل

٧- طريقة استخلاص البورون باستعمال الماء الساخن

نتائج تحليل البورون — عند اتباع هذه الطريقة — كما يلى:

مستوى العنصر	التركيز (جزء فى المليون)
منخفض ج	< ٠,٣
نخفض	٠,٤ – ٠,٧
	٠,٨ – ١,٢
	١,٣ – ٢,٠
	> ٢,٠

وتعطى جداول
والسمية لمختلف
التحليلات بطرق

جدول (٣-
والمغنيس

D (٠,٠٥ عيارى حامض
الفوسفور، والبوتاسيوم،

ان)	
المغنيسيوم (Mg)	
صفر – ١٧	خفاض
١٧,٥ – ٢٥	منخفض
٢٥–٥٩	متوسط
٥ ١٢٦	مرتفع
٤٥ فأكثر	شديد الارتفاع

جدول (٣–٥): تقييم نتائج تحليل Bray P_1 (٠,٠٥ حامض
الأيدروكلوريك و٠,٠٣ عيارى فلوريد لعنصرى الفوسفور والبوتاسيوم.

م / فدان)	
المستوى النسبى للعنصر فى التربة	

جدول (٣-٦): المستوى الحرج للعناصر الدقيقة فى التربة عند إجراء التحليل بمختلف الطرق (عن Lorenz & Maynard ١٩٨٠).

صر

تابع جدول (٣–٧).

الصفة المُقدّرة	طريقة التقدير وأساس التعبير عن التركيز	المدى الطبيعى فى التربة	المدى المناسب لمعظم النباتات	المدى العالى إلى المفرط فى الزيادة
	فى مستخلص ١ :٥ (جزء فى المليون من التربة الجافة)	٥٠ – ٢٥٠	< ٦,٠– ١٠٠,٠	< ١٥٠– > ٢٥٠
الكلوريد	فى المستخلص المشبع (مللى مكافئ / لتر)	< ٠,١– ٥,٠	< ٠,٢– ٥,٠	١٠– < ١٠٠
	فى مستخلص ١ :٥ (جزء فى المليون من التربة الجافة)	< ١٠,٠– ٣٥٠	< ١٠– ٧٥,٠	١٠٠– > ٢٠٠
الكالسيوم	فى المستخلص المشبع (مللى مكافئ / لتر)	< ٠,١– ١٠,٠	١– ١٠	؟
المغنيسيوم	فى المستخلص المشبع (مللى مكافئ / لتر)	< ٠,٢– ٥,٠	< ٠,٢– ٥,٠	٣٠,٠– > ؟
الصوديوم	فى المستخلص المشبع (مللى مكافئ / لتر)	< ٠,١– ٥,٠	< ٠,١– ٣,٥	< ١٥,٠
	فى مستخلص ١ :٥ (جزء فى المليون من التربة الجافة)	٢٠– ٢٥٠	< ٥,٠ – ٥٠	< ١٥٠
	متبادل كنسبة مئوية من السعة التبادلية الكاتيونية	< ١,٠– > ٥,٠	١,٠ – ١٠,٠	< ١٥,٠
الكبريتات	فى المستخلص المشبع (مللى مكافئ / لتر)	< ١,٠– ٢٠,٠	< ١,٠– ٢٠,٠	٣٠ – < ١٠٠
	فى مستخلص ١ :٥ (جزء فى المليون من التربة الجافة)	< ٢٥– ٥٠٠	< ٢٥– ٣٥٠	< ٣٥٠
البوتاسيوم	فى المستخلص المشبع (مللى مكافئ / لتر)	؟	١,٠– ٥,٠	< ٥,٠

ويبين جدول (٣–٨) المحصول النسبى لعدد من محاصيل الخضر عند تباين تركيز الفوسفور فى المحلول الأرضى (Tsadilas & Barbyiannis ٢٠٠١).

جدول (٣-٨): المحصول – كنسبة مئوية من أعلى محصول- لعدد من محاصيل الخضر عند تباين تركيز الفوسفور فى المحلول الأرضى بالجزء فى المليون.

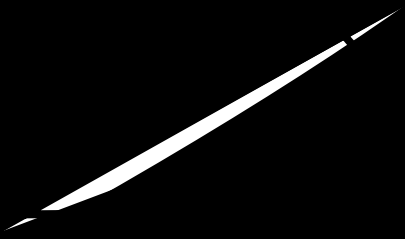
المحصول	تركيز الفوسفور فى المحلول الأرضى بالجزء فى المليون							
	٠,٠٠٣	٠,٠٠٦	٠,٠١٢	٠,٠٢٥	٠,٠٥	٠,١	٠,٢	٠,٤
	المحصول كنسبة مئوية من أعلى محصول							
خس الرؤوس	١	٢	٦	١٤	٢٦	٥٢	٨١	١٠٠
الخيار	٢٠	٣٢	٤٥	٥٨	٧٢	٨٣	٩٧	–
الطماطم			٤٣	٧٠	٨٠	٨٩	٩٤	٩٩
الكرنب الصينى	٢٧	٤٤	٥٨	٧٠	٨١	٩٠	٩٦	١٠٠
البطاطا	٧٢	٧٤	٧٧	٨٢	٨٧	٩٤	٩٩	١٠٠
الكرنب			٨٧	٩١	٩٦	٩٩	١٠٠	١٠٠

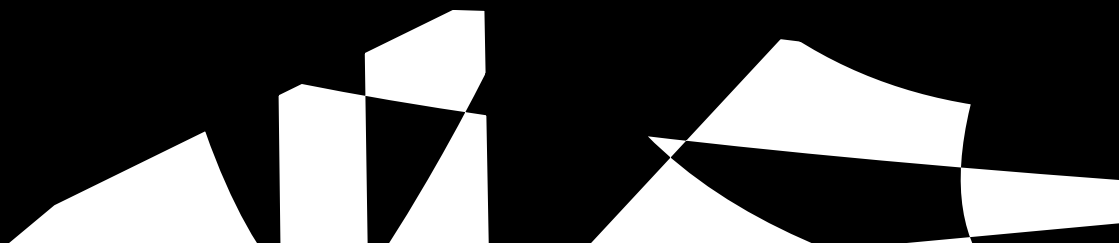
وتقسم الخضراوات حسب احتياجاتها من البورون إلى ثلاث مجاميع كالتالى:

١- خضراوات ذات احتياجات عالية من البورون، وهى التى تتحمل تركيزات عالية منه فى التربة وماء الرى، وتستفيد بالبورون، ويلزم معها أن يتوفر العنصر فى التربة بتركيز يزيد على ٠,٥ جزءًا فى المليون، وهى مرتبة – تنازليًّا- حسب احتياجاتها من العنصر كالتالى: البنجر – اللفت – الكرنب – البروكولى – القنبيط – الأسبرجس – الفجل – كرنب بروكسل – الكرفس – الروتاباجا.

٢- خضراوات ذات احتياجات متوسطة من البورون، وهى التى تتحمل تركيزات متوسطة منه فى التربة وماء الرى، ويجب معها أن يكون تركيز العنصر بين ٠,١- ٠,٥ جزءًا فى المليون فى المحلول الأرضى، وهى مرتبة تنازليًّا حسب احتياجاتها للبورون كالتالى: الطماطم – الخس – البطاطا – الجزر – البصل.

٣- خضراوات ذات احتياجات منخفضة من البورون، وهى الحساسة لزيادة البورون فى التربة وماء الرى، ويجب معها ألا يزيد تركيز البورون فى المحلول الأرضى على ٠,١ جزءًا فى المليون، وهى مرتبة تصاعديًّا حسب حساسيتها للبورون كالتالى:





جدول (٣-١١): الاحتياجات السمادية من عنصر المنجنيز – تبعًا لنتيجة تحليل التربة – عند إجراء الاستخلاص بحامض أيدروكلوريك ٠,١ عيارى (عن Lorenz & Maynard ١٩٨٠).

نتيجة التحليل	الاحتياجات السمادية (كجم منجنيز / فدان) عندما يكون pH التربة	
(جزء فى المليون من الزنك)	٦- ٦,٥	أعلى من ٦,٥
أقل من ٥	٣	٤
٥- ١٠	٢	٣
١١- ٢٠	صفر	٢
٢١ – ٤٠	صفر	صفر
أكثر من ٤٠	صفر	صفر

هذا .. وللتحويل من مللى مكافئ (أو مللى مكافئ / لتر) إلى ملليجرام (أو جزء فى المليون) يضرب فى الوزن المكافئ هكذا:

المللى مكافئ من	يضرب فى وزنه المكافئ
Ca	٢٠,٠٤
Mg	١٢,١٦
Na	٢٣,٠٠
K	٣٩,١٠
Cl	٣٥,٤٦
SO_4	٤٨,٠٣
CO_3	٣٠,٠٠
HCO_3	٦١,٠١
PO_4	٣١,٦٥
$CaSO_4\ 2H_2O$	٨٦,٠٩
$Ca\ CO_3$	٥٠,٠٤
S	١٦,٠٣
H_2SO_4	٤٩,٠٤
$Al_2\ (SO_4)_3\ 18H_2O$	١١١,٠٧
$Fe\ SO_4.\ 7H_2O$	١٣٩,٠١
NO_3	٦٢,٠٠

وللتحويل من مللى مكافئ / لتر من مستخلص التربة المشبع إلى جزء فى المليون فى التربة الجافة يضرب الناتج من التحويل السابق فى (النسبة المئوية للماء فى التربة عند نقطة التشبع مقسومًا على ١٠٠).

التعرف على الحاجة إلى التسميد من تحليل النبات

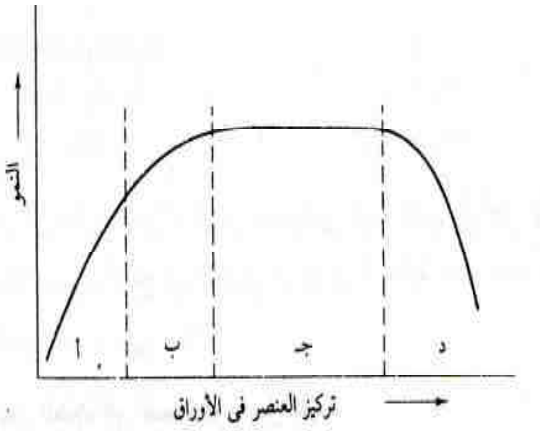
العلاقة بين النمو النباتى ومحتوى النبات من العناصر الغذائية

يتناسب النمو النباتى مع محتوى النبات من العناصر الغذائية الضرورية للنمو. فعندما تكون كافة العوامل الأخرى المؤثرة فى النمو مناسبة.. تظهر علاقة قوية بين نمو النباتات ومحتوى أوراقها من العنصر الغذائى الضرورى المعنىّ (شكل ٣-١). ففى التركيزات المنخفضة من العنصر يكون النمو النباتى قليلاً، ولكن مع أية زيادة بسيطة فى تركيز العنصر تحدث زيادة كبيرة فى النمو النباتى (منطقة أ).

ومع اقتراب معدل النمو من المستوى الطبيعى تتناقص – تدريجيًّا – الزيادة فى معدل النمو بزيادة تركيز العنصر (منطقة ب)، إلى أن نصل إلى نقطة لا تحدث بعدها أية زيادة فى معدل النمو مع زيادة تركيز العنصر (منطقة ج).

وتجدر الإشارة أن التركيز الحرج للعنصر Critical Conentration – وهو التركيز الذى يصاحبه نقص قدره ١٠٪ عن النمو الطبيعى (Ulrich ١٩٨٣) – يقع فى المنطقة (ب). وتبدأ أعراض نقص العنصر فى الظهور مع نقص تركيزه فى النبات عن هذا الحد الحرج. كما أن الاستهلاك الترفى للعنصر Luxury consumption – وهو الاستهلاك الزائد على حاجة النبات الفعلية – يقع فى المنطقة (ج).

ومع استمرار زيادة تركيز العنصر فى النبات، فإنه يصبح سامًّا، ويقل النمو النباتى تبعًا لذلك إلى أن يموت النبات (منطقة د).



شكل (٣-١): العلاقة بين النمو النباتى وتركيز العنصر السمادى بالأنسجة النباتية. يراجع المتن للتفاصيل (عن Nelson ١٩٨٥).

الأمور التى تجب مراعاتها عند أخذ العينات النباتية للتحليل

يراعى عند أخذ العينات النباتية للتحليل أن تكون فى العمر الفسيولوجى المناسب للمحصول، مع تجنب أخذ عينات مصابة بالأمراض أو الحشرات، أو من حقول سبق أن تعرضت لظروف بيئية قاسية؛ مثل الجفاف، أو الغدق، أو الملوحة العالية. وإذا وجدت آثار مبيدات على الأوراق فإنها يجب أن تغسل جيدًا وتجفف قبل تحليلها. وبعد جمع العينات فإنها توضع فى أكياس ورقية للتحليل، ثم تجفف فى حرارة ٦٠° — ٧٠°م، ثم تطحن وتخزن فى أوعية محكمة الإغلاق لحين تحليلها.

إن أفضل العينات للتحليل هى تلك التى تؤخذ من أحدث الأوراق الكاملة النمو، وهى تكون فى البطاطس — مثلاً — الورقة الثالثة إلى الخامسة من القمة النامية، وفى الطماطم الورقتين الثالثة والرابعة من القمة النامية، وفى البصل الأوراق المركزية الكاملة النمو حديثًا، وفى الفاصوليا الورقتين الثانية والثالثة من قمة النبات، وفى البسلة الأوراق المركبة الكاملة النمو من العقدة الثالثة تحت القمة النامية، وفى القرعيات أحدث الأوراق التى اكتمل نموها بالقرب من القمة النامية، وفى الكرنب والقنبيط

أحدث الأوراق التى أكملت نموها بالقرب من مركز النبات، أو الأوراق المغلفة للرأس ... وهكذا (عن مشروع العناصر المغذية الصغرى ومشاكل تغذية النبات فى مصر ١٩٩١).

يراعى أخذ ٢٥ عينة نباتية – على الأقل – لتمثل الحقل الواحد، أو الأجزاء المتباينة مظهريًّا من الحقول الكبيرة. كما يراعى عدم التحيز عند أخذ العينات؛ حيث تؤخذ عينة كل عدد ثابت من الأمتار، مع رسم حرف W متكرر عند السير فى الحقل لجمع العينات.

يتم استبعاد أعناق الأوراق، ولكن تؤخذ أعناق الوريقات المركبة، كما فى الجزر والفاصوليا (عن Scaife & Turner ١٩٨٣).

ويكون توزيع العينات النباتية – للتحليل على عدة مراحل من النمو – أفضل كثيرًا من أخذ عدد كبير منها فى مرحلة واحدة؛ ذلك لأن النباتات السريعة النمو يتغير فيها تركيز العناصر تغيرًا كبيرًا خلال فترات زمنية قصيرة؛ ولذا .. يوصى بأخذ العينات النباتية للتحليل فى ثلاث مراحل من النمو. وإذا تعذر تحقيق ذلك فإن أفضل عمر لتحليل النيتروجين والفوسفور هو خلال مراحل النمو المبكرة، بينما يمكن الحصول على صورة أفضل عن البوتاسيوم من تحليل النباتات القريبة من النضج. هذا .. مع العلم بأن تركيز العناصر الكبرى (النيتروجين والفوسفور والبوتاسيوم) ينخفض مع تقدم النباتات فى العمر.

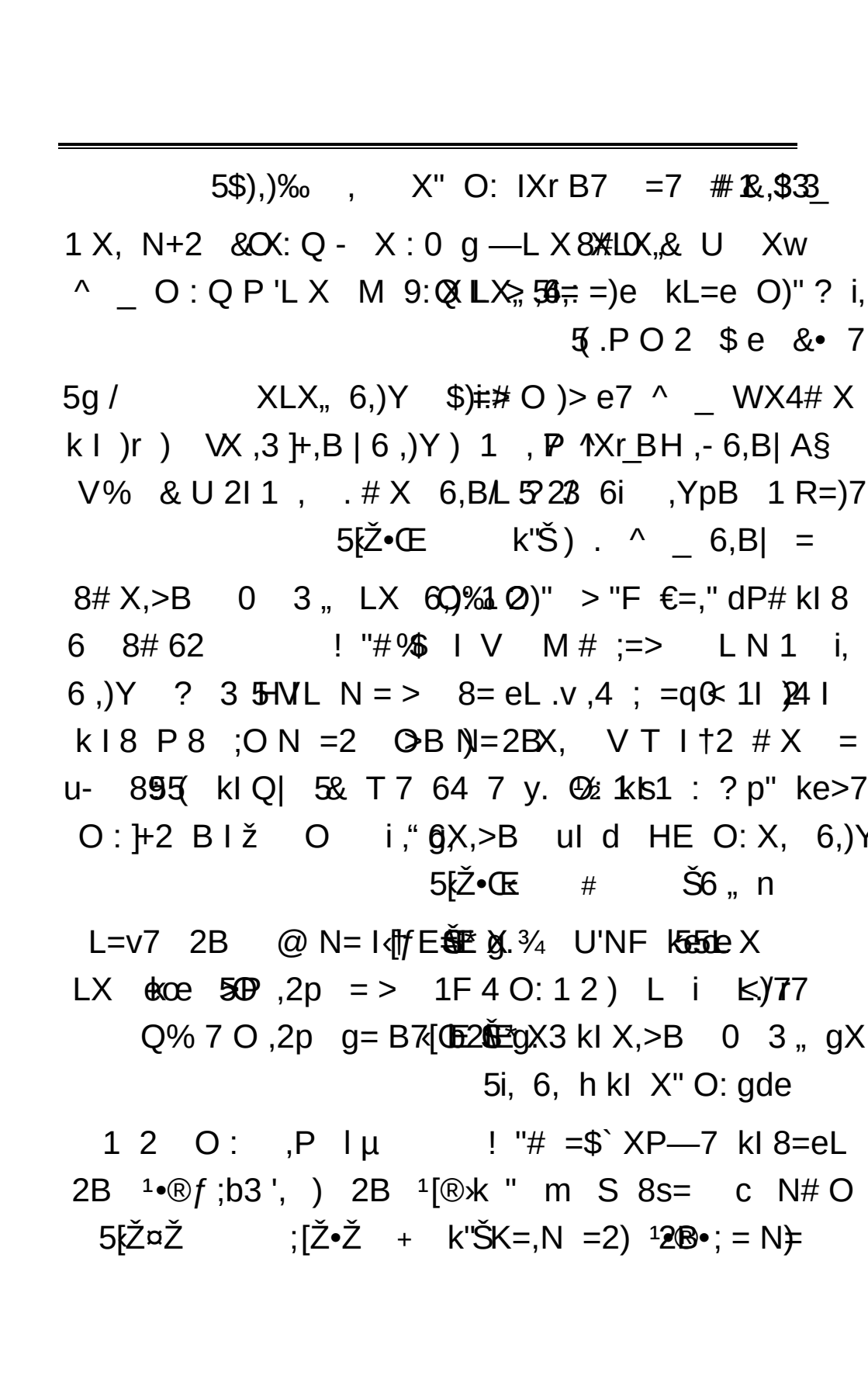
ومن أمثلة الأجزاء التى تستخدم فى التحليل: أعناق الأوراق فى البطاطس، والطماطم، والكرفس، والقاوون، والعرق الوسطى للورقة فى الخس، والكرنب، والهندباء، والذرة السكرية. ويلاحظ أن تركيز العناصر فى أعناق الأوراق يزيد – بعدة مرات – عن تركيزه فى أنصال الأوراق (عن Lorenz & Tyler ١٩٨٣).

وإذا ما أُجرى التحليل النباتى مرة واحدة أثناء النمو المحصولى، فإن أفضل موعد لذلك يكون – حسب النمو المحصولى – كما يلى (عن Chatterjee & Dube ٢٠٠٤):

المحصول	الجزء النباتى الذى يؤخذ للتحليل	مرحلة النمو النباتى
البطاطس	الورقة الرابعة إلى السادسة من القمة النامية	٣٠–٤٠ يومًا بعد الزراعة
الطماطم	الورقة الرابعة إلى السادسة من القمة النامية	مرحلة الإزهار المبكر
الفلفل	الأوراق الحديثة المكتملة التكوين	المرحلة المبكرة لعقد الثمار
القنبيط	الأوراق الحديثة الخارجية المكتملة التكوين	مرحلة التكوين المبكر جدًّا للقرص
الكرنب	الورقة الأولى المكتملة التكوين من الأوراق الملتفة	قبل بدء تكوين الرؤوس
الفاصوليا	٢–٣ أوراق مكتملة التكوين عند قمة النبات	عند بدء الإزهار
الخضر الجذرية	الأوراق الصغيرة المكتملة التكوين من حلقة الأوراق	قبل بدء زيادة الجذور فى الحجم
الخضر البصلية	الأوراق الصغيرة المكتملة التكوين من المركز	قبل التبصيل
الخضر الورقية	أصغر الأوراق المكتملة التكوين	منتصف النمو

ويستخدم عنق الورقة أو عرقها الوسطى فى تحليل النيتروجين عند تواجد النترات بالأوراق. أما فى حالة عدم وجود النترات بأعناق الأوراق أو بالأنسجة الموصّلة الأخرى فإنه يفضل تقدير النيتروجين الكلى فى نصل الورقة. كذلك يحلل الكلورين فى أعناق الأوراق. وبالنسبة للفوسفور فإن تقديره – فى صورة PO_4 – ذائبًا فى ٢٪ حامض خليك – يكون – غالبًا – فى أعناق الأوراق مع إمكانية استخدام نصل الورقة كذلك. ويفضل استخدام نصل الورقة عند تقدير كل من البوتاسيوم، والكالسيوم، والصوديوم، والمنجنيز، والزنك، والنحاس، والموليبدنم، والبورون، والكبريتات (Ulrich ١٩٨٣).

ومن أكبر المشاكل التى تواجه تحليل النبات – للتعرف على نقص الحديد والعناصر الصغرى – التلوث الخارجى بالعنصر؛ فالأتربة السطحية – مثلاً – يمكن أن تحتوى على حديد يزيد بمقدار عشرة آلاف مرة على تركيز الحديد فى المادة الجافة بالأوراق. كما أن الحديد يمكن أن يصل إلى العينة – بكميات كبيرة – من خلال



KX H I I r L , 2 xB _ O :,P 8 5 I " &X" P
K=,B , /7 K=,B e g " l ke ; > O: 1 2
5> O: 1 2 KX ,P
0 g — L > O : $lX HI 2 O: : S & 8 4+L
5 S 8s= c N# O)" LX X " , 2 xB, O , –

( )

العنصر	أو %	ميكرومول / جم
	‹¹Š L • | "	
bxBP_ 8= e b3 XL_	Ž• •Ž	\
	‹¹ŠgdP "	
b3 ',	š [®›	[•••
= N=	•®›®ƒ	••
K=,N =2	š®[®•	ƒ›•
K=,B e	[®• •®›	[ƒ›
K=,B, /7	•®›®ƒ	••
Lde	•®› •®[	Œ•
	‹8=,)7 O:Šg3 "	
XLX„	ƒ•• \ [••	ƒ®•
, x 7	ƒ•• \ ›•	[®•
(	Œ\ƒ•	•®Œ
c Y	[• •	•®[
8 =2	•• ƒ•	ƒ®•
fX2, =7	ƒ®•®[	•®•••
K=L =	Œ••	\
kL =)e	[••• \ [••	Œ®•

المحصول	العنصر بالجزء فى المليون				
	النيتروجين	الفوسفور	البوتاسيوم	المغنيسيوم	الزنك
, =	ŠŽ	•C	Š•¤‹	[••	•Ž‹
>,) , =	•››	[Š[	›Œ‹	*f*›*ſ*	[›Š[
x 2	[›••	•›	[[Œ*f*	••	•Š
0=P (	*f*Š‹	*f*[*ſ*	Œ¤	[Š¤	•Š(
A e	[*f f*‹	[Š•	Œš	*f*C	Ž•‹
@,2	•••	[•Ž	ŒC	Ž›	\
n: e	ŒŽ	Š••	Š[Š•	*f*••	¤›•
F=e	¤[*ſ*	[[Š	Œ›Š	*f*•*ſ*	¤›•
L eB &	ŠŠ‹	ŒŠ	›••C	[›	Œ‹
, =)	ŠŠ‹	*f*[›	Œ•Š	[¤Ž	[••¤
,,	[Œ	*f*[›	*f*›•*ſ*	Š[[	•¤•(
8 ¿ 2	[ŠŒ	*f*•¤	ŠŒ‹	[[•	[›ŠŠ
6,e	[*f*•Ž	[•C	••ŽŽ	*f f*	¤•(
n,	›Œ	¤¡	Œ*f*	[•¤	[*f*¤
8	[[[¤	••	[›••	•›	[[›•
6 2	ŠŽ	[[Š	*f*[•[	*f*›[	•[[
n X 2	[›Š	*f*[¤	[•Œ	[Š¤	[[ŠC
6)	[•ŠŠ	[•¤	›•›*f*	ŒŽ	[Žŝ
no p2	¤¤	Žŝ	›••*f*	*f*[*ſ*	[[•¤
6x	Œ‹	•C	Œ•[	*f*•¤	[[•C
€	¤‹	*f*C	ČŽ•(	Š›	\
L= *	Œ›	*f*•Ž	Œ*f*	*f*›•	[¤›•
À 2	¤•Ž	Œ‹	›¤[•	Œ[	*f*•(
o p	[›C	Žŝ	Œ[Š	[•¤	¤[(
Qo >	¤Š‹	[›•	Š[•¤	Œ(	Œ•(
)	*f*ŠŽ	*f*••	Œ•¤	Œ‹	[•*f*•

O : y } lF O)" n: k l M24 L l b 6")
5, 2 xB _ O: ,P O)" RT

n: l $;& U 2l $, w 0 yg —L X =q >t X " 8# >
k"ŠK=,N =2 b3 ', $, €.3 O: L i, 1 =>) g=
5[Ž•¤

$ 5 #@ 9A + 67 4 5: 4 $ > 5 ,

l ;O) „ => ? R# 1 2 O:±bBl', 2 gl 12 Q # kl 8
aO)L

5 ; < b3 ',) O- F O- $e Ap 2

5 ; < b3 ',) N B„ †- C 2

5 6,: =)e c , & $3#

g= … g. O 2 N B„ †- $e Ap 2n, L
k l 6) Z = 75X(l =)e $ l ;g # =l1O)" 0 : E
( ) kl dP# 3 X O- F O- $e Ap g xZ O 1 ' 1 N ,
5N B„ †- C O)" X> O

k l Ám P X 6,t~ X l 8OP" *X O$: 6,: =)e c , & $3# l
X l k" 8 , ? p" O: X, ;lMX$"ekl O 2 ~ Q,% b3 '
5^ _ O: & L >P X 1 ' P 'l #k,b0„

g= B l 2 l O : &X - : 6=:e=)ë ç & $3#55 9:
1 ' g= Bl b3 ', 1 Xl L Pk2 67 M F ;1 2 b3 ',
5ƒ•[ƒ 8 º = ŠM > N O =L g. X,4= = †- C 2

- > ? - B # 5 C $ > 5 ,

X LX‰ 2 7 L N)$ N L"Ti O _2 ^ X Z L

;= > Q N=I *+ i , 6, h lO : l g= B I

O : 2| X " $,> # LX 5(.P'IB=,N =2 X L X >P ;b3

5A N 7 X,>B *XYI XXL,>B ? 3 62 1 2 I XLX%g= B

$ LX 8= e ; L p2 g€O); LX & $3# Q% I 6

X k e Â 8 &d r7 1 2 L P O 4 b ,,>) 2N

5Ld r7 O>e 6,)Y ^

" " @I " A"k 4 $A") ,o* "pKL"j $ q" &,

Œ•\ƒ› K)L ;= >)]F >e N WX 4_kI),t© ^;"H-_\ [

5 I_ 7 & i7 ^ _ K Xr N A w HI ; ," 6e

5$ - X VL N 6 k" OpN= $ " ^ _\ƒ^ "# 6

5i r I & 4 O: Oe, N+ n,P O: ^ ";> HE=

keœe <p X"=I 8_ K=, kI X4=I H-O8±eL 8# (3" Z L

5b3 ', g= BI O: R—L 8

8T V>)" ; VX >J k eL ÂB7]+O=2 KXr kL – A§ F

&' ; X 7 & „ O : $b p" kI X $I Xr N keœe $ ^

5u)t O)" P *=o#

5M > N 62 KXr B7 s $S\• & L I b

5$I ~ r NF $p/E 62 : / & 4 0 ^ _ \¤ "# T:X

5] I VX,3 Hp @)– ; ,% Hp 4= O)" <,%HbeB

O)" & UK2+ R & " * > N ~ r NF ^ "_ n2Že

5ƒ••› " : < *+ Šs $ 'e,

$ + #/ % #/ 1 D > 5 ,

O : 1 ' g= BI LX O: 1 ') OO– $e Ap 2 KXr BZL

P lŠ#? $ ¡);%-7 s $3 * > N (;^ j g=),

b3 ', Q Jƒƒ Œ›ƒ Œb ,P g_ LX= el8& , ' O:

1 ') b =)Y¨ * > NF 6 2 s Z$5g=l), kI ' · O '

k I p H E X5 "·Q J[[ƒŽ ,P' ½ ;' ·QJ•• ,P' > X4#

O)" < = L 8=ge = Qx4 89: ;$e b2p b g=),

51 ' ,P XLXY †>BL g. l_ ; 1 ' g=

1 LX O)" *= „ O : 6 „ m `>%BØL g. s $S . X, L

,),x €= 2„ 6tl 6, h Hl 6 KXXr ;1l 2 O: 1 ' g= B7

1 LX 8F5F. 5À, p2 Qo 6>) n , n: e 0= P d

(, , „ Q, kI dP& " 8=e s $S * > N $,)" 6 Y 7

&? O : R— g=), XLO=)e $2- g # =I =3 A2B

5ƒ•[ƒ 8 º = Š& L

k I m= U , ^ # ^ "# g= hu- 2 b zX3 ¡* " ^ 2 X3 X

‹ ; < a>Šb) ' b L p 1 '

^ # ^ "# g= h O : z§ X =VEXµ5¼4 r7 LX L o

5= > QON=KX HbI L p)e y LX 1X "kI m=U ,

X,>B) @, pr O : C2)"F >."F 8 eI N X () u- kI *X

5ƒ••¤@ @ Šz,v, lº L p m=U r) O s

;‹$ ¡ŠO ' b3 ', 8995 L p y. $ 1 ' LX A 3 0

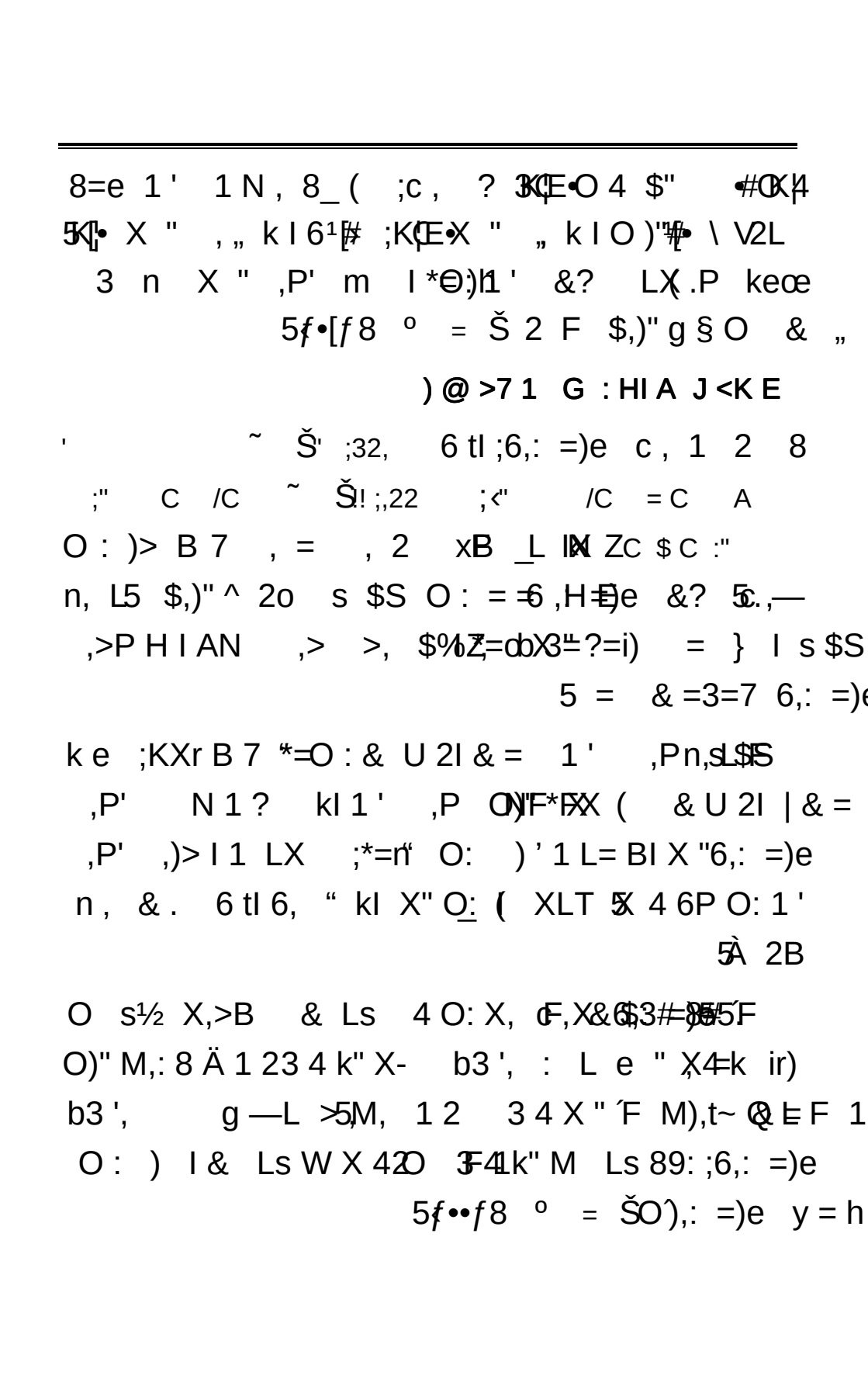
(. P X ‹4 %5ŠX LX„ ‹' ;ŠK=,№2 ;‹ ¯%ŠŠ1 N= P = N=

KXr B L! ;= $# ! *' = 6tI ;g # L N & $3T

^ ^ _ ^ "# 6tI O- " u,B kI)r2B7 O (.P >$,:

5[ŽŽ¤A Š8 ,B =) OpN=

$ + E & F/ " > 5 ,



^ T b3 ', g= B l)" m 'O: 1 ? IXr N X
'L# ;O 2 = > &' : *= o & Lsr HL 1 ? 8# X3 ;À 2B
" 1 ? p2 „ X b3 ', X,>B 1+I I P
,P ; =) m S 8s= ;b3 O)ekI^ _ g= h kI 6e zL =
LX O : 1 ? K Xr N ke>7 5 M# Xb3,'
b3 ', X,>B 8TC 1 À 2B ; O: O ' b3 ', ,P
5ƒ••• 8 º Š6 „ m ` ‰

J7 E 75 >7NE7N 9A +M?) L 2/

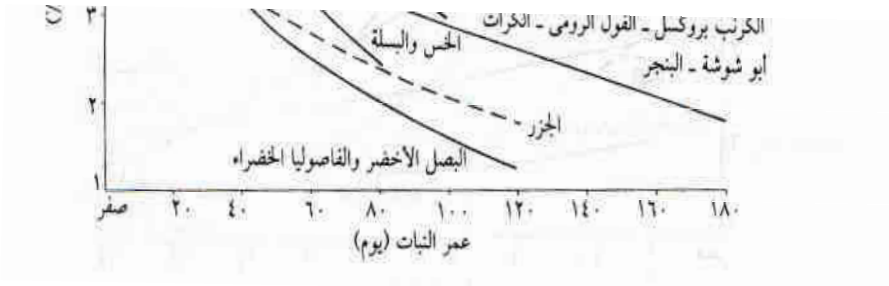
= > , ,2p i , 1 2 O) %8 ,B # ^ _ ^ "# g= ‰
b3 ', k I 8= ,)7 O •• ? k " 6 L F I O) g= =q &': *+
55g i , = > *¯ i *= “ ui H 5˜s p 8s= c N O)"
*X L 8= ,)7 O: > ? • 3 kI 6 # 0 & " O ' b3 ', ,P I r L
O)" @C O 2 = > ,) 7 IO O: : ? 8 • 3 k I 6 # ,P
5 b3 ',

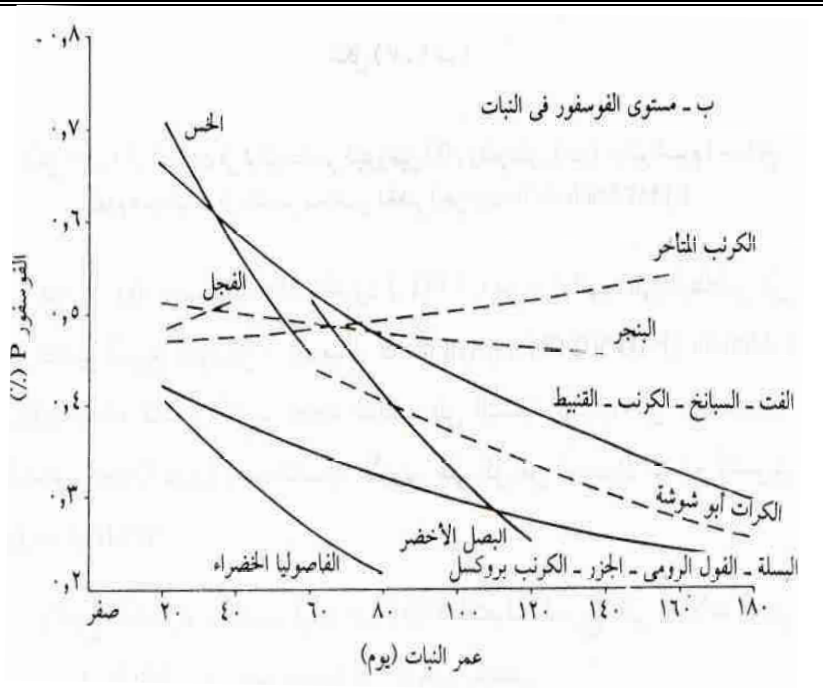
Œ•• ƒ•• O)" & e27 =q 6 4 k *+" 1 2 g= ‰ >P
c N# O)",) 8 ,B ^ _ ^ "# O = N= kI 8=,)7 O: ?
>t 0 = N= . k I & P 2 6 P 1 *= “ ui H 5˜s p 8s=
6 4 I O : A- . = N= kO I 8 V [B 7 kI 6 # ,P *X L 2
5 O)" & e27 =>

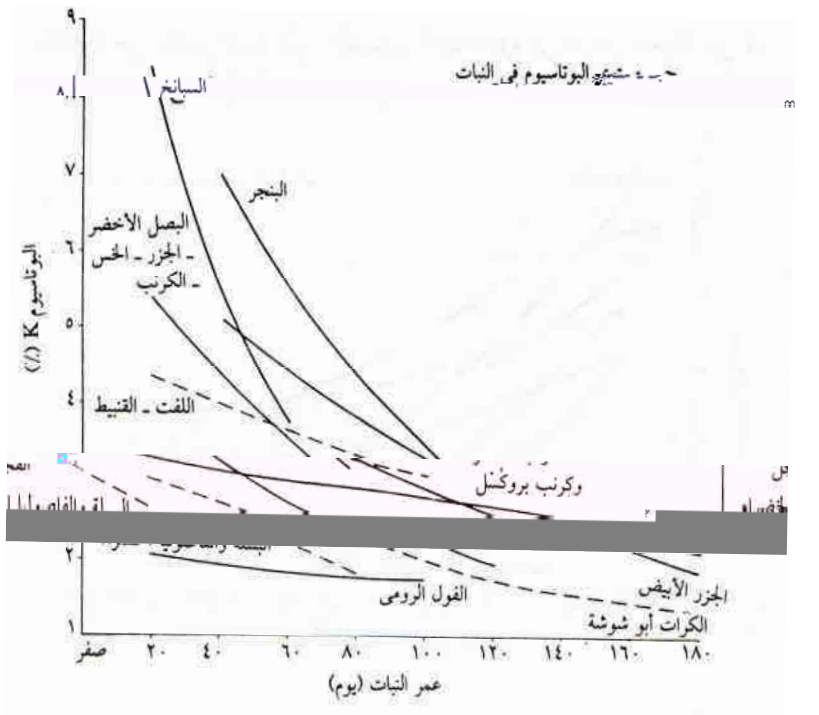
= > 6 4 *+ 1 2) ,) 8 ,B ^ # _ = ‰ 8# A§
k I 8= ,)7 O [: • ? • 3 kI tP# O)" >t ui L X 6 2 _ L B
K=, N =2 kI & 2P 1 5 iP 6 H 5˜s p 8s= c N O)" =2

O : ? G E•••k l 6 # 0 L i, 1 => ,P l r, L; >t 0
= > 6 4 l O : K=, N =2 O k ? 8 •• ,)7 l 6 # ,PXL 5B=,)7
5[Ž•š < ! k'Š O)" & e27

y. $], 8= eL F 6, QY,, u8 9: ; $, KX O 6, kl Q|
O : ½ >" k, l ½ *= h k l <) – 6, Y u- 8_l(& =
;‹€/Š E, /Š E* e U# O : ! 1 / 7 y. RT 5A= x" n
K=, N =2 ; = N= ;b3 '„P O: WX‰ O 1 ‹/Š E
Š E X 3 O : KX 5i, >6 P, h kl X" O: 1 2 >" KX 0H= O)"
K=, N =2 = N= b3 'l L e " k 1 L= B¨ ,), V ‹[š
k l L e 1 L= B l V X, • ; i, 6, h <) ’ =q kl) ’ 64 l O:
k l X " O : ^ _ ^ "Θ : 8=,)7 O: ? S K=,N =2 O '
5[› Š E X 3 O: =~ kl 6 4 l O: i, 6, h




ب ـ مستوى الفوسفور فى النبات
الفوسفور P (٪)
٠,٨
٠,٧
٠,٦
٠,٥
٠,٤
٠,٣
٠,٢
الخس
الكرنب المتأخر
الفجل
البنجر
الفت ـ السبانخ ـ الكرنب ـ القنبيط
الكرات أبو شوشة
البصل الأخضر
الفاصوليا الخضراء
البسلة ـ الفول الرومى ـ الجزر ـ الكرنب بروكسل
صفر ٢٠ ٤٠ ٦٠ ٨٠ ١٠٠ ١٢٠ ١٤٠ ١٦٠ ١٨٠
عمر النبات (يوم)


ب ـ مستوى البوتاسيوم فى النبات
البوتاسيوم K (٪)
٩
٨
٧
٦
٥
٤
٣
٢
١
السبانخ
البنجر
البصل الأخضر
ـ الجزر ـ الخس
ـ الكرنب
اللفت ـ القنبيط
وكرنب بروكسل
الجزر الأبيض
الفول الرومى
الكرات أبو شوشة
صفر ٢٠ ٤٠ ٦٠ ٨٠ ١٠٠ ١٢٠ ١٤٠ ١٦٠ ١٨٠
عمر النبات (يوم)

* +

ـاطس إلى أن
(Minolta
د البـاحثون
وقـراءة الــ

نقـص

NO
بة
.

تابع جدول (٣-٤).

المحصول	مرحلة النمو	الجزء النباتى المستخدم فى التحليل	العنصر	المستوى عند نقص العنصر	المستوى عند كفاية العنصر
كرنب بروكسل	منتصف النمو	العرق الوسطى	NO_3	٥٠٠٠	٧٠٠٠
	الخضرى	لورقة حديثة	PO_4	٢٠٠٠	٣٥٠٠
		مكتملة النمو	K	٣	٥
	النمو المتأخر	العرق الوسطى	NO_3	٢٠٠٠	٣٠٠٠
		لورقة حديثة	PO_4	١٠٠٠	٣٠٠٠
		مكتملة النمو	K	٢	٤
الكرنب	عند	العرق الوسطى	NO_3	٥٠٠٠	٧٠٠٠
	تكوين	للأوراق	PO_4	٢٥٠٠	٣٥٠٠
	الرؤوس	المغلفة	K	٢	٤
الكرنب الصينى	عند	العرق الوسطى	NO_3	٨٠٠٠	١٠٠٠٠
	تكوين	للأوراق	PO_4	٢٠٠٠	٣٠٠٠
	الرؤوس	المغلفة	K	٤	٧
القاوون	مرحلة مبكرة	عنق الورقة	NO_3	٨٠٠٠	١٢٠٠٠
	من النمو الخضرى	السادسة من	PO_4	٢٠٠٠	٣٠٠٠
		القمة النامية	K	٤	٦
	مرحلة مبكرة من	عنق الورقة	NO_3	٥٠٠٠	٨٠٠٠
	الإثمار	السادسة من	PO_4	١٥٠٠	٢٥٠٠
		القمة النامية	K	٣	٥
	عند نضج	عنق الورقة	NO_3	٢٠٠٠	٣٠٠٠
	أولى الثمار	السادسة من	PO_4	١٠٠٠	٢٠٠٠
		القمة النامية	K	٢	٤
	مرحلة مبكرة	نصل الورقة	NO_3	٢٠٠٠	٣٠٠٠
	من النمو	السادسة من	PO_4	١٥٠٠	٢٣٠٠
	الخضرى	القمة النامية	K	١	٢,٥

يتبع

المستوى، عند

تابع جدول (٣-٤).

المحصول	مرحلة النمو	الجزء النباتى المستخدم فى التحليل	العنصر	المستوى عند نقص العنصر	المستوى عند كفاية العنصر
الفلفل الحلو	بداية	عنق ورق حديثة	NO_3	٨٠٠٠	١٠٠٠٠
	الإزهار	مكتملة النمو	PO_4	٢٠٠٠	٣٠٠٠
			K	٤	٦
	بداية عقد	عنق ورقة	NO_3	٣٠٠٠	٥٠٠٠
	الثمار (وهى	حديثة مكتملة	PO_4	١٥٠٠	٢٥٠٠
	بقطر ٢,٥ سم)	النمو	K	٣	٥
	عندما تبلغ الثمار٤/^{٣}	عنق ورقة	NO_3	٢٠٠٠	٣٠٠٠
	حجمها الكامل	حديثة مكتملة	PO_4	١٢٠٠	٢٠٠٠
		النمو	K	٢	٤
	بداية	نصل ورقة	NO_3	٢٠٠٠	٣٠٠٠
	الإزهار	حديثة مكتملة	PO_4	١٨٠٠	٢٥٠٠
		النمو	K	٣	٥
	بداية عقد	نصل ورقة	NO_3	١٥٠٠	٢٠٠٠
	الثمار (وهى بقطر	حديثة مكتملة	PO_4	١٥٠٠	٢٠٠٠
	٢,٥ سم)	النمو	K	٢	٤
البطاطس	بداية موسم	عنق الورقة	NO_3	٨٠٠٠	١٢٠٠٠
	النمو	الرابعة من	PO_4	١٢٠٠	٢٠٠٠
		القمة النامية	K	٩	١١
	منتصف موسم	عنق الورقة	NO_3	٦٠٠٠	٩٠٠٠
	النمو	الرابعة من	PO_4	٨٠٠	١٦٠٠
		القمة النامية	K	٧	٩
	نهاية موسم	عنق الورقة	NO_3	٣٠٠٠	٥٠٠٠
	النمو	الرابعة من	PO_4	٥٠٠	١٠٠٠
		القمة النامية	K	٤	٦

يتبع

تابع جدول (٣-٤).

المحصول	مرحلة النمو	الجزء النباتى المستخدم فى التحليل	العنصر	المستوى عند نقص العنصر	المستوى عند كفاية العنصر
طماطم الاستهلاك	بداية	عنق الورقة	NO_3	١٠٠٠٠	١٤٠٠٠
الطازج غير	الإزهار	الرابعة من	PO_4	٢٥٠٠	٣٠٠٠
المحدودة النمو		القمة النامية	K	٤	٧
	عندما يبلغ قطر	عنق الورقة	NO_3	٨٠٠٠	١٢٠٠٠
	الثمار ٢,٥ سم	الرابعة من	PO_4	٢٥٠٠	٣٠٠٠
		القمة النامية	K	٣	٥
	اكتمال نضج	عنق الورقة	NO_3	٤٠٠٠	٦٠٠٠
	الثمار	الرابعة من	PO_4	٢٠٠٠	٢٥٠٠
		القمة النامية	K	٢	٤
البطيخ	بداية	عنق الورقة	NO_3	٥٠٠٠	٧٥٠٠
	الإثمار	السادسة من	PO_4	١٥٠٠	٢٥٠٠
		القمة النامية	K	٣	٥

(أ) النيتروجين النتراتى NO_3 والفوسفور (PO_4) الذائبين فى حامض خليك ٢٪، والبوتاسيوم (K) الكلى.

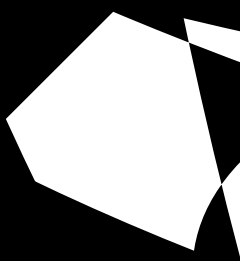
جدول (٣-١٥): حدود مستويات الكفاية من النيتروجين النتراتى والبوتاسيوم بالجزء فى المليون فى عصير أعناق الأوراق لعدد من محاصيل الخضر فى مراحل مختلفة من نموها عند استعمال اختبار عصير أعناق الأوراق (Ohio Vegetable Production Guide ٢٠٠٥).

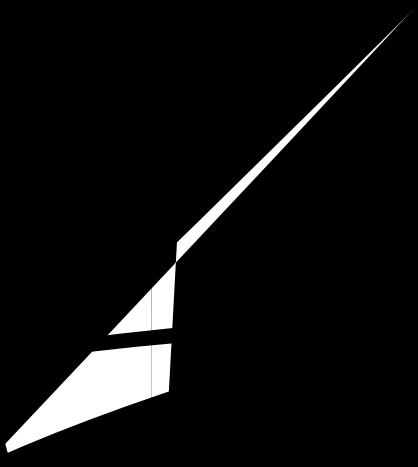
الخضر	مرحلة النمو النباتى	النيتروجين النتراتى	البوتاسيوم
البروكولى والكولارد	مرحلة الورقة السادسة	٨٠٠ — ١٠٠٠	–
	أسبوع قبل الحصاد الأول	٥٠٠ — ٨٠٠	–
	وقت الحصاد الأول	٣٠٠- ٥٠٠	–
الخيار	عند أول إزهار	٨٠٠- ١٠٠٠	–
	الثمار بطول ٧,٥ سم	٦٠٠ — ٨٠٠	–

يتبع

تابع جدول (٣-١٥).

الخضر	اتى





جدول (٣-١٨): مستوى نقص وكفاية عنصر المولبيدنم فى محاصيل الخضر (عن Gupta & Lipsett ١٩٧٩).

تركيز العنصر با

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.

جدول (٣-١٩): 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)				
			N	P_2O_5	K_2O	CaO	MgO
الخرشوف	النورات	١٠	٣٠	١٨	٦٥	١٣	٦
	السيقان والأوراق	٣٠	٥٥	١٢	٢٣٠	٧٢	١٩
الأسبرجس	المهاميز	١,٥	١٥	١٠	٢٠	–	–
الفاصوليا	القرون	٢	٥٠	٣	٥	٢	١
	الأوراق والسيقان	٧	٢٠	٢	٢٠	١٣	٢
فاصوليا 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
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

يتبع