

الفصل الثاني

عناصر التغذية الضرورية لنمو النبات

Essential Nutrient Elements For Plant Growth

عناصر التغذية الضرورية لنمو النبات

Essential Nutrient Elements For Plant Growth

العناصر الموجودة في الطبيعة والمعروفة لنا الآن تبلغ أكثر من ١٠٠ عنصر، يوجد منها ٦٠ عنصراً في أنسجة النباتات المختلفة. ومن حسن الحظ أنه ليس لكل هذه العناصر الستين نفس الأهمية ونفس الدور في حياة النباتات وإلا لتطلب توفيرها جهداً وتكلفة كبيرة، فالدراسات الدقيقة في هذا المجال أثبتت أن هناك عناصر أساسية في دورة حياة النبات ووظائفه الحيوية لا يستطيع الاستغناء عنها، وأخرى ثانوية يمتصها فقط لكونها ذائبة في المحلول الأرضي في حين انتشار الجذور (لبعضها دور غير ملموس حتى الآن)

والعناصر الأساسية في تغذية النبات والتي تعرف بـ Essential Nutrient Elements عددها ١٦ عنصراً تتميز بما يلي :

- ١ - لا يستطيع النبات أن يكمل دورة حياته في غياب هذه العناصر.
 - ٢ - العنصر له دور متخصص ومميز ولا يستطيع أي عنصر آخر أن يحل محله ويؤدي دوره.
 - ٣ - هذه العناصر أساسية في التغذية يمتصها النبات عن طريق الجذر أو عن طريق الأوراق ولا تنشأ من العمليات التحويلية داخل النبات.
 - ٤ - عدم وجود العنصر الأساسي أو نقصه في بيئة التغذية ينشأ عنه ظهور أعراض مرضية محددة تدل عليه وتوجب العلاج بإضافته.
- وهذه العناصر الأساسية تم تقسيمها إلى مجموعتين على أساس كمي :

(أ) العناصر المغذية الكبرى Macro - nutrients

وهي العناصر التي يحتاج إليها النبات بكميات كبيرة وتشمل : الكربون (C) ، الأوكسجين (O) ، الأيدروجين (H) ، النيتروجين (N) ، الفوسفور (P) ، البوتاسيوم (K) ، الكبريت (S) ، الكالسيوم (Ca) ، المغنسيوم (Mg) .

(ب) العناصر الغذائية الصغرى Micro - nutrients

وهي العناصر التي يحتاجها النبات بكميات صغيرة Traces ، لذلك فإنها تسمى في بعض الأحيان بـ Trace elements وتشمل : الحديد (Fe) ، الزنك (Zn) ، المنجنيز (Mn) ، النحاس (Cu) ، اليورون (B) ، الموليبدنم (Mo) ، الكلور (Cl) .

وإذا كانت هذه هي العناصر الأساسية في تغذية النبات والتي تلعب أدواراً محددة في عمليات البناء والهدم في مختلف العمليات الحيوية إلى جانب أن العديد منها يتدخل في تكوين الأنزيمات ومرافقاتها التي تتحكم في معدل حدوث التفاعلات الكيماوية، بالإضافة إلى تكوين المركبات الحاملة للطاقة وتخزين الغذاء - فإن هناك أنواع معينة من النباتات تحتاج إلى عناصر أخرى لم يظهر دورها بعد ولربما تكون لجذور هذه النباتات الرغبة في امتصاصها وتجميعها داخل أنسجة النبات حتى وان لم تكن لها علاقة أساسية في عمليات النمو، ومن هذه العناصر السليكون - الألومنيوم (Al) - الكوبالت (Co) - الفانديوم (V) - السلينيوم (Se) .

وسوف نتناول هنا في هذا الفصل شرحاً مبسطاً، لعناصر التغذية الأساسية (١٦) عنصراً) ويشمل :

(أ) وظائف العناصر الغذائية الأساسية داخل النبات .

(ب) الصورة التي يمتص عليها العنصر .

(ج) أعراض نقص العناصر وزيادتها على ثلاثة من أهم محاصيل الخضر في الزراعات للأرضية .

(د) الأسمدة والكيماويات المستخدمة للحصول على العنصر وكيفية العلاج السريع لأعراض النقص .

١ - النيتروجين Nitrogen (N)

وظائفه داخل النبات :

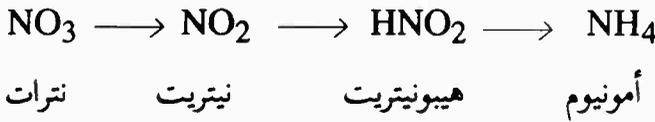
يمثل القدر الأكبر للمكونات العضوية الأساسية في النبات والتي تشمل الأحماض الأمينية Amino acids ، والبروتينات proteins (ويحتوى بروتوبلازم

جميع الخلايا الحية على البروتينات) ومرافقات الإنزيمات Coenzymes والأحماض النووية Nucleic acids والكلوروفيل Chlorophyll.

الصورة التي يمتص عليها :

يتمص النيتروجين على صورتى النترات NO_3 والأمونيوم NH_4 . وصورة النيتروجين التي يمتصها النبات تلعب دوراً مهماً في التحكم في كل من النمو الخضري والشمري للنبات فالأمونيوم NH_4 الممتص يدخل مباشرة في تخليق الأحماض الأمينية والمركبات الأخرى التي تحتوى على النيتروجين فيؤدى ذلك إلى زيادة سريعة وملحوظة في النمو. بينما النترات الممتصة NO_3 تأخذ وقتاً أطول حتى يظهر تأثيرها حيث يتم اختزالها داخل النبات أولاً إلى أمونيوم NH_4 قبل دخولها فى عمليات التمثيل والبناء المختلفة، ولذلك لا تظهر الاستجابة السريعة لإضافة النترات. وتم عملية اختزال النترات فى جذور النباتات وكذلك فى الأجزاء الهوائية وإن اختلف معدل الاختزال فى كل منهما باختلاف النبات وكذلك باختلاف تركيز النترات فى وسط النمو.

والمعادلة التالية توضح خطوات اختزال النترات داخل النبات :



ومن ثم فإنه عند ظهور أعراض نقص للنيتروجين والاحتياج السريع لمعالجة هذا النقص، فإنه يفضل إضافة أملاح الأمونيوم بدلاً من إضافة أملاح النترات.

كيف يمكن ملاحظة أعراض نقص العناصر على أوراق النبات :

يختلف موضع ظهور أعراض نقص العناصر على أوراق النبات باختلاف قابلية العنصر للحركة والانتقال داخل النبات، فالعناصر المتحركة أو سهلة التحرك تظهر أعراض نقصها على الأوراق كبيرة العمر بينما العناصر غير المتحركة أو صعبة التحرك تظهر أعراض نقصها على الأوراق حديثة العمر. والعناصر المتحركة هي النيتروجين، الفوسفور، البوتاسيوم، المغنسيوم من العناصر الكبرى والزنك من العناصر الصغرى. بينما العناصر غير المتحركة تشمل الكالسيوم والكبريت من

العناصر الكبرى وباقي العناصر الصغرى (لاحظ أن كل العناصر الصغرى غير متحركة فيما عدا الزنك).

أعراض نقص النيتروجين بشكل عام :

يؤدي نقص النيتروجين إلى ظهور الأعراض التالية :

- ١ - بطء ونقص واضح فى النمو.
 - ٢ - النباتات لونها أصفر بصفة عامة وهو ما يعرف بظاهرة الاصفرار لنقص الكلوروفيل وخاصة على الأوراق المسنة، بينما الأوراق الحديثة تظل خضراء لفترة أطول.
 - ٣ - إحترق قمة وحواف الأوراق وقد تتحول إلى اللون البنفسجى ويبدأ ذلك أيضاً فى الأوراق المسنة.
- وهناك ثلاث من العائلات النباتية لمحاصيل الخضر والتي تزرع نباتاتها بكثرة فى المزارع اللاأرضية وهى :

العائلة الباذنجانية Solanaceae وتضم الطماطم - الباذنجان - الفلفل - البطاطا.

عائلة القرعيات Cucurbitaceae وتضم الخيار - الكوسا - البطيخ - الشمام.

عائلة اللىسينيات Asteraceae وتضم الخس - الخرشوف.

لذلك فسوف نتناول أعراض النقص والسمية التي يمكن أن تظهر على نباتات كل عائلة منها وسنأخذ محصولاً من كل عائلة حيث تمثل الطماطم العائلة الباذنجانية، والخيار لعائلة القرعيات، والخس لعائلة اللىسينيات.

أعراض نقص النيتروجين على :

(أ) نباتات الطماطم (شكل ٢ - ١)

- ١ - نمو السيقان ضعيف والنبات شكله مغزلى.
- ٢ - فى البداية تتلون الأوراق السفلى بلون أخضر مصفر.



شكل (٢ - ١) : أعراض نقص عنصر النيتروجين على نباتات الطماطم (إلى اليسار) ونباتات صحية (إلى اليمين)



شكل (٢ - ٢) : أعراض نقص عنصر النيتروجين على نباتات وعاء الحيار (إلى اليسار) وعاء صحيحة (إلى اليمين)



شكل (٢ - ٣) : أعراض نقص عنصر النيتروجين على نباتات الخس (إلى اليمين) ونباتات صحية (إلى اليسار)

٣ - فى حالات النقص الشديء يتحول لون النبات كله إلى أخضر مصفر أو أخضر شاحب.

٤ - الوريقات صغيرة الحجم والعروق الرئيسية تبدو بنفسجية اللون خاصة فى السطح السفلى.

٥ - الثمار صغيرة الحجم

(ب) نباتات الخيار (شكل ٢ - ٢)

١ - النمو بطئ ويتحول لون المجموع الخضرى إلى أخضر مصفر.

٢ - يكون الاصفرار أكثر وضوحاً على الأوراق المسنة.

٣ - فى بعض الأحيان يظل الميزوفيل المحيط بالعرق الوسطى أخضر اللون لمدة من الوقت.

٤ - تبدو الأزهار أكبر حجماً بالمقارنة بباقى أجزاء النبات.

٥ - فى حالة النقص الشديء يتحول لون النبات كله إلى لون أصفر أو مبيض.

٦ - نموت الأوراق المسنة وتتوقف الأوراق الحديثة عن النمو.

٧ - الثمار شكلها غير طبيعى مع وجود لون أصفر باهت على نهاية قمة الثمرة.

(ج) نباتات الخس (شكل ٢ - ٣)

١ - النمو محدود ولون الأوراق أخضر مصفر وإن كان شكلها طبيعى.

٢ - فى النقص الشديء يتحول لون الأوراق المسنة إلى اللون الباهت وغالباً ما نموت بالإضافة إلى عدم تكون الرؤوس فى الأوراق الصغيرة.

٣ - النباتات التى تعانى نقص النيتروجين لها مجموع جذرى كثيف.

الأسمدة والكىماويات التى تحتوى النيتروجين :

الأسمدة النيتروجينية شائعة الاستخدام فى الزراعات الحمية التى تصلح أيضاً لتحضير المحاليل المغذية للزراعات اللاأرضية بدرجات متفاوتة يوضحها جدول رقم (٢ - ١) .

جدول (٢ - ١) : الأسمدة التجارية المحتوية على النيتروجين والتي

تصلح لتحضير المحاليل المغذية

السماد	الرمز الكيميائي	النسبة المئوية للنيتروجين (N)	درجة الذوبان جم/ لتر
نترات النشادر	NH_4NO_3	٣٣ - ٣٥	١١٨٠
نترات النشادر الجيرى	$NH_4NO_3 \cdot CaCO_4$	٣١	---
سلفات النشادر	$(NH_4)_2 SO_4$	٢١	٧٠٠
اليوريا	$CO (NH_2)_2$	٤٦	كله
نترات الكالسيوم	$Ca (NO_3)_2$	١٥,٥	٨٠٠
نترات الجير المصرى	$Ca (NO_3)_2$	١٥,٥	---
نترات البوتاسيوم	KNO_3	١٣	١٤٠
حامض النيتريك	HNO_3	١٥,٦	كله

وتتميز هذه الأسمدة بأن درجة ذوبانها فى الماء جيدة (فيما عدا نترات الجير المصرى ونترات النشادر الجيرى).

العلاج السريع لنقص النيتروجين :

١ - يستخدم سماد اليوريا $CO (NH_2)_2$ رشاً علي الأوراق بتركيز ٢٥, ٠ - ٥٠, ٥٠ %.

٢ - اضافة أملاح نترات الأمونيوم NH_4NO_3 أو كبريتات الأمونيوم $(NH_4)_2SO_4$ إلى المحلول المغذى فى المراحل الأولى لظهور أعراض النقص ثم بعد ذلك يعاد إضافة نترات الكالسيوم $Ca(NO_3)_2$ أو نترات البوتاسيوم KNO_3 للمحلول.

أعراض زيادة النيتروجين بشكل عام :

ويجب مراعاة أن زيادة معدلات إضافة النيتروجين بدرجة كبيرة تؤدي إلى:

١ - يصبح النبات رخواً وأكثر حساسية للإصابة بالأمراض.

- ٢ - يقل معدل انتشار المجموع الجذرى.
- ٣ - يسبب إعاقه لتكوين الدرنا٢ فى النبا٢ا٢ الدرنية كما يتأخر موعد الازهار وتكوين البذور.

أعراض زيادة النيتروجين على :

(أ) نبا٢ا٢ الطماطم (شكل ٢ - ٤)

- ١ - يكون النمو محدوداً.
- ٢ - الأوراق أقصر فى الطول عن العادى وتبدو جافة ولونها أخضر غامق.
- ٣ - فى حالة السمية الحادة تفقد الأوراق انتفاخها وتجف حوافها، وتظهر بقع مائية غائرة.
- ٤ - تموت أنسجة الورقة المتأثرة ويتحول لونها إلى أبيض رمادى.

(ب) نبا٢ا٢ الخيار (شكل ٢ - ٥)

- ١ - النبا٢ا٢ لونها أخضر غامق والنمو محدود.
- ٢ - تنحني الأوراق المسنة والوسطية.
- ٣ - تظهر بقع شفافة بين العروق أو على الحواف ويتحول لونها إلى لون أصفر أو بنى رمادى.
- ٤ - تذبل الأوراق المصابة وأعناقها ويبدأ ذلك فى الأوراق المسنة أولاً.
- ٥ - الثمار صغيرة الحجم عن الطبيعى.
- ٦ - فى حالات السمية الحادة ينهار النبات كله خلال أيام.

ج - نبا٢ا٢ الخس (شكل ٢ - ٦)

- ١ - لون النبا٢ا٢ داكن أو أخضر رمادى ويأخذ النبات شكل الوردة.
- ٢ - الأوراق صغيرة، مستديرة، ومتجعدة أكثر من الطبيعى وتشبه شكل ورقة السبانخ.
- ٣ - فى الأصناف التى بها صبغة الأنثوسيانين Anthocyanin pigment ، فإن

حواف الأوراق الصغيرة تتحول إلى اللون المحمر.
٤ - الأعراض تشبه تلك الناتجة عن زيادة كلوريد الصوديوم.

٢ - الفوسفور (P) Phosphorous

وظائفه داخل النبات :

يمثل جزء أساسي في العديد من المكونات العضوية الهامة مثل السكريات المرتبطة بالفوسفات Sugar phosphates والأحماض النووية الخاصة بنقل الصفات الوراثية في مركبات RNA والمركبات الناقلة للطاقة Adenosin Triphosphate (ATP) & Adenosin Diphosphate (ADP) والفوسفوليبيدات Phospholipids كما أن المركبات الفوسفاتية في الخلية لها دور هام في التفاعلات الإنزيمية اللازمة لعمليات تكوين وترحيل المركبات الكربوهيدراتية داخل النبات، كما يدخل في بعض مرافقات الإنزيمات المتخصصة Certain coenzymes، كما أنه يشجع على النمو المبكر وتكوين الجذور، بالإضافة إلى الإسراع من النضج وتكوين البذور.

الصورة التي يمتص عليها :

يمتص الفوسفور على صورة أيونات الفوسفات الأحادية ($H_2PO_4^-$) وأحياناً تمتص أيونات الفوسفات الثنائية (HPO_4^-)، وإن كان الجذر يمتص أيون الفوسفات الأحادي بمعدل أسرع من الأيونات الثنائية، هذا ويتراوح تركيز الفوسفور داخل النبات ما بين ٠,٢ - ٠,٤ %.

أعراض نقص الفوسفور بشكل عام:

يؤدي نقص الفوسفور إلى ظهور الأعراض التالية على النبات :

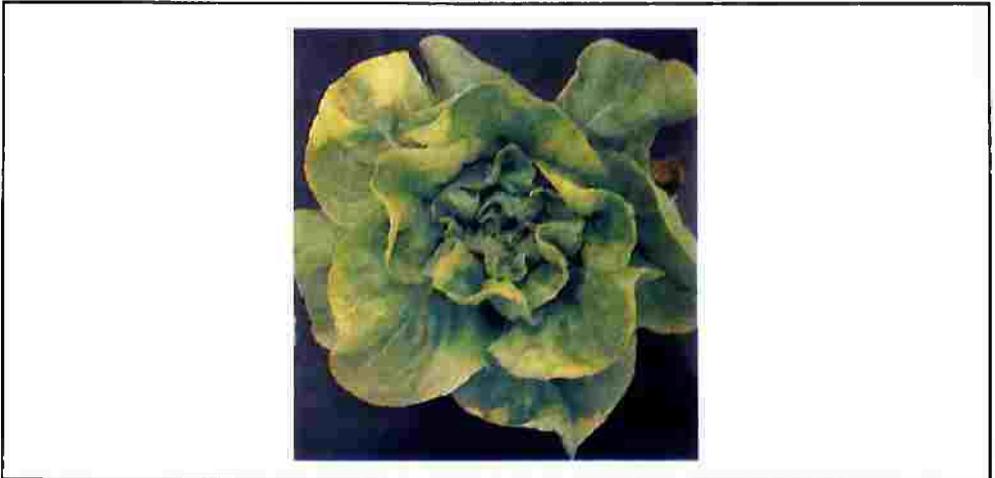
- ١ - بطء النمو وتقزم النبات.
- ٢ - يتلون المجموع الخضري لبعض النباتات بلون بنفسجي نظراً لتراكم صبغة الأنثوسيانين Anthocyanin pigment.



شكل (٢ - ٢٨) أعراض زيادة عنصر المنجنيز على نباتات الطماطم



شكل (٢ - ٢٩) أعراض زيادة عنصر المنجنيز على نباتات الخيار



شكل (٢ - ٣٠) أعراض زيادة عنصر المنجنيز على نباتات الخس

- ٣ - لون الأوراق أخضر داكن مع موت أطراف الأوراق.
- ٤ - تظهر الأعراض بداية على الأوراق مكتملة النمو.
- ٥ - تأخر فى النضج مع عدم اكتمال تطور البذور أو الثمار.

أعراض النقص على :

(أ) نباتات الطماطم (شكل ٢ - ٧)

- ١ - نمو السيقان محدود، والساق رفيعة ولكن الأعراض غير واضحة فى البداية.
- ٢ - فى حالات النقص الشديد تكون الأوراق صغيرة وجافة وتنحنى لأسفل.
- ٣ - السطح العلوى للورقة لونه أخضر مزرق بينما السطح السفلى بما فيه العروق يكون لونها بنفسجى.
- ٤ - الأوراق القديمة قد تتحول إلى اللون الأصفر ويظهر عليها بقع جافة متناثرة لونها بنى بنفسجى وتسقط قبل تمام نضجها.

(ب) نباتات الخيار (شكل ٢ - ٨)

- ١ - النباتات قزميه ولكنها لا تظهر أعراض معينة.
- ٢ - النقص الشديد يمنع النمو وتكون الأوراق الحديثة صغيرة الحجم وجافة ولونها أخضر غامق.
- ٣ - تتكون بقع مائية كبيرة على وبين العروق ويبدأ ذلك من الأوراق المسنة ويمتد إلى الأوراق الحديثة.
- ٤ - يزول لون الأوراق المتأثرة ويتحول لون البقع إلى بنى ثم تجف البقع.
- ٥ - يتجدد كامل الورقة ما عدا الأعناق والتي تظل منتفخة لبعض الوقت.
- ٦ - المراحل المتتالية لهذه الأعراض تستغرق عدة أيام فقط.

(ج) نباتات الخس (شكل ٢ - ٩)

- ١ - النباتات قزميه ولكنها لا تظهر أعراض معينة.

- ٢ - يتأخر تكوين الرأس - إذا تكونت أصلاً - ويبدو مظهرها مسطح ومثل الوردية.
- ٣ - فى حالات النقص الشديد تموت الأوراق المسنة.
- ٤ - عادة ما تكون الأوراق أغمق من الطبيعى.
- ٥ - الأصناف التى بها أنثوسيانين يظهر عليها ألوان بنفسجى أو أحمر.
- الأسمدة والكيمائيات التى تحتوى على الفوسفور :**

ويتم تصحيح نقص الفوسفور عن طريق استخدام الأسمدة الفوسفاتية المبينة فى جدول رقم (٢-٢) .

جدول (٢-٢) : الأسمدة الفوسفاتية التى يمكن استخدامها فى تحضير المحاليل المغذية فى الزراعات اللاأرضية.

السماد	الرمز الكيمائى	النسبة المئوية للفوسفور فى صورة P ₂ O ₅	درجة الذوبان جم / لتر
سوبر فوسفات عادى	Ca (H ₂ PO ₄) ₂ . CaSO ₄	١٥,٥	٢٠
سوبر فوسفات ثلاثى	Ca (H ₂ PO ₄) ₂	٤٥	٤٠
فوسفات ثنائى الأمونيوم	(NH ₄) ₂ HPO ₄	٤٦	٤٢٠
حامض الفوسفوريك	H ₃ PO ₄	٥٣	كله

وتعتبر مركبات فوسفات ثنائى الأمونيوم وحامض الفوسفوريك مركبات عالية الذوبان.

العلاج السريع لنقص الفوسفور :

يضاف فوسفات أحادى البوتاسيوم KH₂PO₄ إلى المحلول المغذى.

أعراض زيادة الفوسفور :

زيادة معدلات إضافة الفوسفور أو زيادة التركيز بدرجة كبيرة لم تظهر حتى الآن أعراض يمكن ملاحظتها مرتبطة بالعنصر ولكن وجد فى بعض الأحيان أن زيادة تركيزات الفوسفور تؤدي إلى ظهور أعراض نقص كلاً من الزنك والنحاس.



شكل (٢ - ٧) أعراض نقص عنصر الفوسفور على نباتات الطماطم



شكل (٢ - ٨) أعراض نقص عنصر الفوسفور على نباتات الخيار



شكل (٢ - ٩) أعراض نقص عنصر الفوسفور على نباتات الخس

٣ - البوتاسيوم (K) Potassium

وظائفه داخل النبات :

يلعب دوراً هاماً كمرافق للإنزيمات أو منشط Activator للعديد من الإنزيمات مثل Pyruvate kinase، كما أن تخليق البروتينات يحتاج إلى مستوى مرتفع من البوتاسيوم. والبوتاسيوم هام جداً في عملية التمثيل الضوئي وترحيل نواتج التمثيل من الأوراق إلى باقى أجزاء النبات. ويشجع البوتاسيوم من نمو الجذور ويزيد من المقاومة للأمراض، علماً بأن البوتاسيوم لا يوجد فى صورة جزئى ثابت داخل الخلية حيث لا يدخل فى تكوين أى مركبات عضوية داخل النبات (عكس النيتروجين والفوسفور) ولكن يظل داخل الخلايا فى صورة أيونية مما يجعل له دوراً هاماً فى التحكم فى الضغط الأسموزى للخلية وامتصاص النبات للماء ويلعب البوتاسيوم دوراً هاماً أيضاً فى تنشيط تكوين مركب ATP.

الصورة التى يمتص عليها :

يمتص النبات البوتاسيوم على صورة أيونات بوتاسيوم K^+ ، ويتم امتصاص معظم حاجة النبات منه فى مرحلة النمو الخضرى. ويتراوح تركيز البوتاسيوم داخل النبات ما بين ١ - ٣٪.

أعراض نقص البوتاسيوم بشكل عام :

يؤدى نقص البوتاسيوم إلى ظهور الأعراض التالية :

- ١ - إحتراق قمم وحواف الأوراق ويظهر ذلك على الأوراق المسنة.
- ٢ - سيقان النباتات تكون ضعيفة مما يسهل تساقطها فيما يعرف بظاهرة الرقاد.
- ٣ - صغر حجم الثمار.

أعراض النقص على :

(١) نباتات الطماطم (شكل ٢ - ١٠)

- ١ - تجعد والتواء حواف وريقات الأوراق القديمة مع ظهور اصفرار بين العروق

وتفقد العروق الصغيرة لونها الأخضر.

٢ - فى بعض الأصناف تظهر بقع جافة صغيرة لها حواف بنية فى المساحات الصفراء.

٣ - نمو النبات محدود والأوراق صغيرة الحجم.

٤ - فى الحالات المتأخرة ينتشر الاصفرار والتبقع على الأوراق الصغيرة وبعد ذلك فإن الأوراق القديمة الصفراء والمتجعدة تتساقط.

(ب) نباتات الخيار (شكل ٢ - ١١)

١ - يتقزم النبات وتكون السلاميات قصيرة والأوراق صغيرة الحجم.

٢ - تتلون الأوراق بلون برونزى يتحول إلى أصفر مخضر عند الحواف وتكون العروق الرئيسية غائبة.

٣ - فى المراحل المتقدمة يظهر الاصفرار أوضح بين العروق وينتشر فى اتجاه مركز الورقة ويتبع ذلك حدوث تبرقش.

٤ - تجف حواف الأوراق ولكن تظل العروق خضراء لبعض الوقت.

٥ - تبدأ الأعراض من قاعدة النبات إلى القمة حيث تتأثر الأوراق المسنة بشدة.

(ج) نباتات الخس (شكل ٢ - ١٢)

١ - لا توجد أعراض واضحة ولكن نقص البوتاسيوم يقلل النمو.

٢ - الأوراق أقل كرمشة ولونها أخضر داكن أكثر من الطبيعى.

٣ - فى حالات النقص الشديد تبدو الأوراق أكثر استدارة أو بشكل القلب (الأوراق الكبيرة) وتتبع ببقع خضراء داكنة.

٤ - تظهر بقع على قمة الأوراق المسنة وقد تبدو مبرقشة.



شكل (٢ - ٤) أعراض زيادة عنصر النيتروجين على نباتات الطماطم



شكل (٢ - ٥) أعراض زيادة عنصر النيتروجين على نباتات الخيار



شكل (٢ - ٦) أعراض زيادة عنصر النيتروجين على نباتات الخس

الأسمدة والكيمواويات التي تحتوى على البوتاسيوم :

الأسمدة البوتاسية شائعة الاستخدام فى الزراعة يمكن استخدامها فى تحضير المحاليل المغذية ويوضحها الجدول رقم (٢ - ٣) .

جدول (٢ - ٣) : الأسمدة البوتاسية التى يمكن استخدامها فى تحضير المحاليل المغذية .

السماد	الرمز الكيمائى	النسبة المئوية للبوتاسيوم فى صورة K_2O	درجة الذوبان (%) على درجة ٣٠ م
كلوريد البوتاسيوم	KCl	٦٠	١٧,١
كبريتات البوتاسيوم	K_2SO_4	٥٠	٦,٢

العلاج السريع لنقص البوتاسيوم :

- ١ - يستخدم كبريتات البوتاسيوم K_2SO_4 بتركيز ٢٪ رشاً على الأوراق.
- ٢ - يضاف كبريتات البوتاسيوم K_2SO_4 إلى المحلول المغذى، كما أنه يمكن إضافة كلوريد البوتاسيوم KCl أيضاً إلى المحلول المغذى فى حالة ما إذا كان الماء المستخدم خالى من كلوريد الصوديوم NaCl.

أعراض زيادة البوتاسيوم :

- غالباً لا تحدث سمية بالبوتاسيوم نتيجة إفراط النباتات فى إمتصاصه، ولكن إذا حدث ذلك فى بعض النباتات فإنه يؤدى إلى :
- ١ - ظهور أعراض نقص عدد آخر من العناصر منها المغنسيوم - المنجنيز - الزنك أو الحديد.
 - ٣ - يؤدى إلى الحصول على ثمار خشنة الملمس.

٤ - المغنسيوم (Mg)

وظائفه داخل النبات :

يمثل الجزء الأساسى فى جزئ الكلوروفيل (٧, ٢٪) وتحتاج إليه الخلايا النباتية كمنشط للعديد من الإنزيمات ويشمل ذلك الخطوات التى يتم فيها تكسير الروابط فى مركبات ATP. والمغنسيوم ضرورى فى تكوين الريبوسوم فى الخلية Ribosome structure. كما أن نقص المغنسيوم يؤدى إلى تثبيط تكوين البروتينات فى النبات.

الصورة التى يمتص عليها

يتمص المغنسيوم على صورة أيون مغنسيوم Mg^{++} وتقل الكمية الممتصة من المغنسيوم عن تلك التى تمتص من البوتاسيوم أو الكالسيوم، ويصل متوسط محتوى النبات من المغنسيوم نحو ٥, ٠٪ من المادة الجافة. ويتأثر امتصاص المغنسيوم بمستوى الكاتيونات الأخرى فى وسط النمو وخاصة Ca^{++} , NH_4^+ , K^+ حيث تقلل هذه الأيونات من معدل امتصاصه بدرجة كبيرة. ويعتبر المغنسيوم من العناصر المتحركة داخل النبات بعكس الكالسيوم، ويمكن للنبات - فى حالة نقصه - أن يرحله من الأجزاء المسنة إلى الأجزاء حديثة السن وبالتالي تظهر أعراض نقصه أولاً على الأجزاء المسنة من النبات.

أعراض نقص المغنسيوم بشكل عام :

نقص المغنسيوم فى التغذية يؤدى إلى :

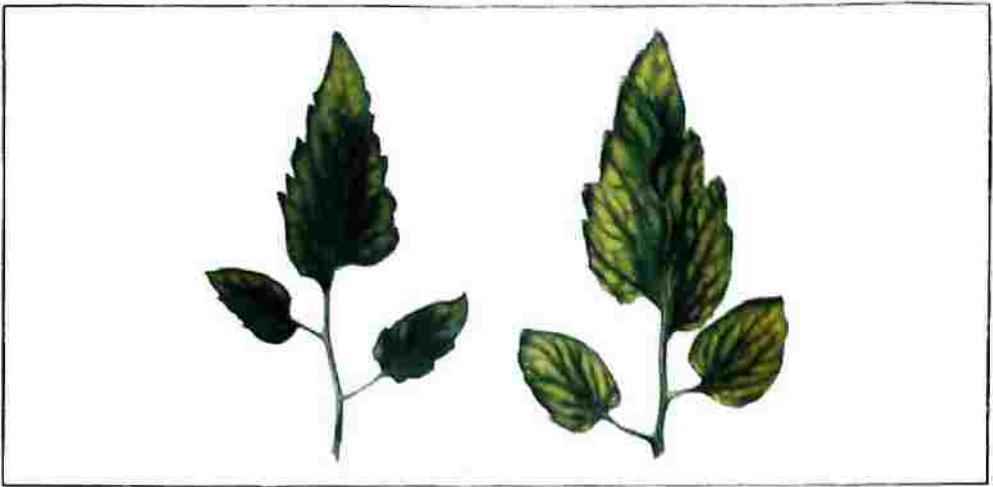
١- اصفرار الأوراق ما بين العروق بالتدرج حيث تصفر حواف الأوراق أو قمتهما ثم يتجه الاصفرار إلى الداخل فيما بين العروق ويبدأ ذلك على الأوراق المسنة أولاً.

٢ - التفاف حواف الأوراق إلى أعلى.

أعراض النقص على :

(١) نباتات الطماطم (شكل ٢ - ١٣)

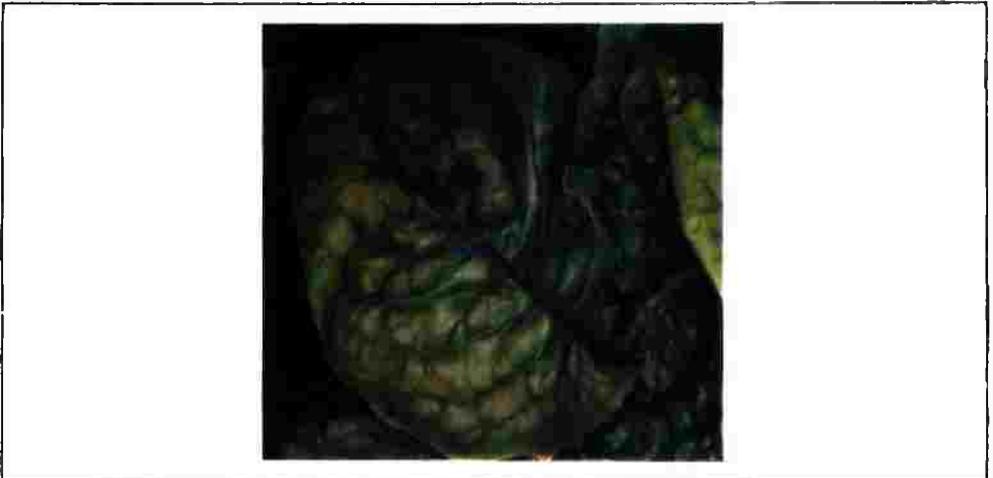
١ - يظهر على حواف وريقات الأوراق الكبيرة اصفرار يتجه إلى الداخل بين



شكل (٢ - ١٣) أعراض نقص عنصر المغنسيوم على نباتات الطماطم



شكل (٢ - ١٤) أعراض نقص عنصر المغنسيوم على نباتات الخيار



شكل (٢ - ١٥) أعراض نقص عنصر المغنسيوم على نباتات الخس

- العروق، والعروق الصغيرة تفقد لونها الأخضر.
- ٢ - ينتشر الاصفرار تدريجياً من قاعده النبات إلى قمته.
- ٣ - تتكون غالباً بقع مبرقشة بارزة على الأنسجة المصفرة في الورقة وقد تتحول إلى مساحات بنية بين العروق.
- ٤ - مع استمرار شدة النقص تموت الأوراق المسنة ويتحول النبات كله إلى اللون الأصفر.

(ب) نباتات الخيار (شكل ٢ - ١٤)

- ١ - يظهر على الأوراق المسنة اصفرار بين العروق ينتشر من حواف الأوراق إلى الداخل.
- ٢ - في حالات النقص المتوسطة يكون نمو السيقان والأوراق طبيعياً.
- ٣ - مع حالات النقص الحاد، ينتشر الاصفرار أكثر ويشمل العروق الصغيرة وتظل العروق الأساسية خضراء.
- ٤ - في بعض الأحيان يظهر الاصفرار كبقع كبيرة غائرة بين العروق، ثم تصبح البقع مبرقشة وتتجدد الورقة.
- ٥ - تبدأ الأعراض على الأوراق المسنة ثم تنتشر إلى الأوراق الحديثة وفي النهاية يتحول لون النبات كله إلى اللون الأصفر.

(ج) نباتات الخس (شكل ٢ - ١٥)

- ١ - الأوراق المسنة يظهر عليها اصفرار والذي ينتشر من الحافة إلى الداخل ما بين العروق وقد يشمل الاصفرار العروق الصغيرة أيضاً، وبعد فترة تصبح مبغمة.
- ٢ - يتأثر النمو بدرجة قليلة.
- ٣ - في بعض الأصناف التي بها صبغة الأنثوسيانين فإن المساحات المصفرة يبدو لونها بنفسجي، خاصة في الأوراق الكبيرة.
- ٤ - في حالات النقص الشديد تظهر الأعراض على الأوراق الحديثة أولاً ويتأثر النمو بشدة وتموت المساحات المصفرة.

الأسمدة والكيماويات التي تحتوى على المغنسيوم :

يمكن استخدام ملح كبريتات المغنسيوم $MgSO_4 \cdot 7H_2O$ فى تحضير المحلول المغذى للحصول على المغنسيوم وهذا الملح سريع الذوبان مما لايسبب أى عقبات أثناء التحضير.

العلاج السريع لنقص المغنسيوم :

- يستخدم كبريتات المغنسيوم $MgSO_4 \cdot 7H_2O$ رشاً على الأوراق بتركيزين :

الأول : ٢٪ فى حالة استخدام حجم كبير من محلول الرش High Volume .

الثانى : ١٠٪ فى حالة استخدام حجم صغير من محلول الرش Low Volume .

أعراض زيادة المغنسيوم :

لا توجد معلومات كافية مؤكدة عما يمكن أن يظهر فى حالة زيادة معدلات إضافة المغنسيوم .

٥ - الكالسيوم (Ca) Calcium :

وظائفه داخل النبات :

يوجد فى جدر الخلايا فى صورة بكتات الكالسيوم، والتي تعمل على التحام جدر الخلايا الأولية المتجاورة ببعضها، كما أنه ضرورى للمحافظة على سلامة الأنسجة وتنظيم نفاذية الأغشية الحيوية فى الخلية وفى درجة ثباتها، ويعمل الكالسيوم على استطالة وانقسام الخلايا وكذلك المساعدة فى نمو حبوب اللقاح وحيويتها. والكالسيوم يمثل جزء من إنزيم الفا-أميليز α -Amylase وإنزيم الفسفوليباز Phospholipase كما أنه يساعد فى ربط بعض أنواع البروتينات مع بعضها وتكوين العقد الجذرية على النباتات البقولية، وفى بعض الأحيان يتداخل عمله مع المغنسيوم من حيث تنشيطه للإنزيمات.

الصورة التى يمتص عليها :

يمتص عنصر الكالسيوم على صورة أيون كالسيوم Ca^{++} . وقدرة النبات على

امتصاص الكالسيوم محدودة، لأنه يمتص فقط بواسطة أطراف الجذور الصغيرة في السن والتي لم يحدث في جدرها الخلوية أو في طبقة الأندودرمس أى تغليظ .

أعراض نقص الكالسيوم بشكل عام :

- ١ - يحدث تثبيط للنمو عن طريق موت القمم النامية .
- ٢ - يظهر المجموع الخضري بلون أخضر داكن غير طبيعي .
- ٣ - تظهر الأعراض على الأوراق الحديثة أولاً نظراً لكونه عنصراً غير متحرك .
- ٤ - صفر حجم الأوراق - حواف غير منتظمة - تبقع وتبرقش الأوراق وتشوهاها .
- ٥ - ضعف السيقان .
- ٦ - موت قمم الجذور والشعيرات الجذرية .

أعراض النقص على :

(أ) نباتات الطماطم (شكل ٢ - ١٦)

- ١ - فى البداية يتحول لون السطح العلوى للأوراق الصغيرة إلى أخضر داكن وفيما عدا الحواف التى يكون لونها شاحب، يتحول السطح السفلى إلى بنفسجى .
- ٢ - الوريقات مشوهة وتنحنى إلى أعلا .
- ٣ - تجف أطراف الأوراق والحواف وتموت الأعناق المنحنية .
- ٤ - تموت قمم النمو .
- ٥ - يظهر على وريقات الأوراق المسنة أصفراراً بين العروق وبقع متناثرة وفى هذه الحالة تموت هذه الأوراق .

(ب) نباتات الخيار (شكل ٢ - ١٧)

- ١ - يظهر على الأوراق الحديثة بقع شفافة بالقرب من الحواف وفيما بين العروق .

٢ - يظهر اصفرار بين العروق على معظم الأوراق ويشد تدريجياً في الحدة ولكن العروق الرئيسية تظل خضراء .

٣ - تكون النباتات قزمية والسلاميات قصيرة خاصة بالقرب من القمة النامية .

٤ - الأوراق الحديثة صغيرة الحجم وحوافها ملتوية لأعلى ، وفي النهاية تتجدد ابتداء من الحافة إلى الداخل بينما تنحني الأوراق المسنة إلى أسفل .

٥ - في حالات النقص الشديد تصبح أعناق الأوراق هشّة وتسقط الأوراق بسهولة .

٦ - تفشل البراعم في النمو ويبدأ موت النبات من القمة . والأنسجة الميتة لونها بني رمادي .

٧ - الأزهار أصغر من الحجم الطبيعي ولونها أصفر باهت والثمار صغيرة وعديمة الطعم .

(ج) نباتات الخس (شكل ٢ - ١٨)

١ - النبات قزمي ، ويبدو مفلطحاً والأوراق تبدو بشكل الأزهار المتفتحة .

٢ - يتأثر نمو الأوراق الحديثة أكثر من الأوراق القديمة من حيث زيادة تجعد الأوراق ودكاته اللون .

٣ - تظهر بقع غير منتظمة الشكل لونها بني إلى رمادي على حواف الأوراق الحديثة وينتشر إلى الأوراق الأكبر سناً .

٤ - تموت الأوراق من القمة والحواف إلى الداخل ، وأنسجة الورقة الميتة يكون لونها أخضر رمادي .

٥ - يلاحظ في بعض الأحيان لون بنفسجي في الأوراق الوسطى للأصناف التي بها صبغة الأنثوسيانين .

الأسمدة والكيماويات التي تحتوى على الكالسيوم :

يدخل الكالسيوم في تركيب العديد من الأسمدة كما هو موضح في الجدول رقم (٢ - ٤) .



شكل (٢ - ١٦) أعراض نقص عنصر الكالسيوم على نباتات الطماطم



شكل (٢ - ١٧) أعراض نقص عنصر الكالسيوم على نباتات الخيار



شكل (٢ - ١٨) أعراض نقص عنصر الكالسيوم على نباتات الخس

جدول (٢-٤) : يوضح الأسمدة المحتوية على الكالسيوم والتي يمكن

استخدامها في تحضير المحلول المغذى.

السماذ	الرمز الكيميائى	درجة الذوبان جم/لتر
سوبر فوسفات عادى	$\text{Ca (H}_2\text{PO}_4)_2 \cdot \text{CaCO}_4$	٢٠
سوبر فوسفات ثلاثى	$\text{Ca (H}_2\text{PO}_4)_2$	٤٠
نترات النشادر الجيرى	$\text{NH}_4\text{NO}_3 \cdot \text{CaCO}_3$	--
نترات الكالسيوم	$\text{Ca (NO}_3)_2$	٨٠٠
نترات الجير المصرى	$\text{Ca (NO}_3)_2$	--

ومن الجدول يتضح أن أفضل الأسمدة التي يمكن استخدامها هو نترات الكالسيوم لارتفاع درجة ذوبانه مقارنة بالأسمدة الأخرى .

العلاج السريع لنقص الكالسيوم :

١ - فى الحالات الحادة Acute case، يستخدم محلول نترات الكالسيوم $\text{Ca (NO}_3)_2$ بتركيز ٠,٧٥ - ١,٠ ٪ رشاً على الأوراق، ويمكن أيضاً استخدام محلول كلوريد الكالسيوم بنسبة ٤ ٪ .

٢ - تضاف نترات الكالسيوم $\text{Ca (NO}_3)_2$ إلى المحلول المغذى، وفى حالة عدم الرغبة فى زيادة مستوى النترات فى المحلول يمكن إضافة كلوريد الكالسيوم CaCl_2 ، وفى هذه الحالة يجب التأكد من أن كلوريد الصوديوم موجود بكميات قليلة فى المحلول .

أعراض زيادة الكالسيوم :

لم تسجل حتى الآن أى أعراض عند زيادة معدل التغذية بعنصر الكالسيوم .

٦ - الكبريت (S) Sulfur :

وظائفه داخل النبات :

يندمج في العديد من المكونات العضوية داخل النبات وتشمل هذه المكونات الأحماض الأمينية مثل السستين Systine والسستئين Systeine والمثيونين Methionine والبرتينات ومرافق إنزيم - أ Coenzyme A بالإضافة إلى فيتامينات الثيامين Thiamine والبيوتين Biotin ، كما أن الكبريت يدخل في مكونات الزيوت المسئولة عن الرائحة في نباتات البصل والثوم .

الصورة التي يمتص عليها :

يتمص الكبريت على صورة أيون الكبريتات SO_4^{++} عند التغذية الجذرية كما أن النباتات يمكنها امتصاصه عن طريق الأوراق في صورة غاز ثاني أكسيد الكبريت SO_2 ، والكبريت من العناصر غير المتحركة داخل النبات وهذا يتبعه ظهور أعراض النقص على الأجزاء حديثة النمو أولاً .

أعراض نقص الكبريت بشكل عام :

يؤدي نقص عنصر الكبريت إلى ظهور الأعراض التالية على النبات :

- ١ - إصفرار الأوراق حديثة النمو أو ظهورها بلون أخضر باهت .
- ٢ - النباتات صغيرة الحجم ومغزلية الشكل .
- ٣ - بطء النمو وتأخر النضج .

أعراض النقص على :

(أ) نباتات الطماطم (شكل ٢-١٩)

١ - في البداية يكون نمو النبات وحجم الأوراق عادياً ثم يتحول لون الساق والعروق وأعناق الأوراق إلى اللون البنفسجي بينما يتحول لون الأوراق إلى اللون الأصفر .

٢ - يظهر على وريقات الأوراق المسنة تبرقش على قمة الورقة والحواف ويظهر بقع



شكل (٢ - ١٩) أعراض نقص عنصر الكبريت على نباتات الطماطم إلى (اليسار) ونباتات صحيحة (إلى اليمين)



شكل (٢ - ٢٠) أعراض نقص عنصر الكبريت على نباتات الخيار



شكل (٢ - ٢١) أعراض نقص عنصر الكبريت على نباتات الخس

بنفسجية صغيرة بين العروق .

٣ - تجف الأوراق الحديثة وتنحني إلى أسفل «هذا الانحناء لا يحدث عادة في حالة نقص النيتروجين»، وأحياناً تظهر بقع غير منتظمة على هذه الأوراق .

(ب) نباتات الخيار (شكل ٢- ٢٠)

١ - النمو محدود والأوراق - خاصة الحديثة- صغيرة الحجم وتنحني لأسفل ولونها أخضر باهت أو مصفر .

٢ - بعكس نقص النيتروجين ، فإن الاصفرار لا يكون ملحوظاً على الأوراق المسنة .

٣ - حواف الأوراق الصغيرة مشرشرة بوضوح .

(ج) نباتات الخس (شكل ٢- ٢١)

١ - يتلون النبات كله وخاصة القلب بلون أصفر مخضر ويلاحظ ببطء النمو .

٢ - الأوراق أقل تجمعاً وأسمك وأجف من الطبيعي وفي نفس الوقت تبدو الأوراق المسنة غير نظيفة .

٣ - في النباتات المحتوية على صبغة الأنثوسيانين يظهر لون بنفسجي باهت على حافة الورقة وفي الأنسجة حول العروق الصغيرة .

الأسمدة والكيمائيات التي تحتوى على الكبريت :

توجد كثير من الأسمدة على صورة كبريتات ، ولذلك فإن استخدامها في تحضير المحاليل المغذية يوفر الاحتياجات من عنصر الكبريت مثل كبريتات البوتاسيوم K_2SO_4 وكبريتات المغنسيوم $MgSO_4$ وسلفات النشادر $(NH_4)_2SO_4$.

العلاج السريع لنقص الكبريت :

يضاف أى أملاح كبريتات إلى المحلول المغذى، وأكثر أملاح الكبريتات أماناً في الاستخدام هو كبريتات البوتاسيوم K_2SO_4 نظراً لأن النباتات تحتاج إلى مستوى عالى من البوتاسيوم .

أعراض زيادة الكبريت :

إن نقص أو زيادة معدل إضافة عنصر الكبريت يؤدي إلى صغر وتقزم النباتات إلا أن زيادة العنصر قد تؤدي إلى احتراق الأوراق .

٧ - الحديد (Fe) Iron :

وظائفه داخل النبات :

عنصر الحديد ضروري لتخليق الكلوروفيل «وإن كان لا يدخل في تركيبه» كما أنه جزء أساسي في نظام السيتوكروم Cytochromes والذي يعمل كحامل للإلكترونات في عمليات التمثيل الضوئي Photosynthesis والتنفس Respiration، كما أن عنصر الحديد يمثل جزء أساسي في نظام Ferredoxin وعمليات اختزال النترات Nitrate reductase كما أنه في نفس الوقت ينشط بعض الإنزيمات المتخصصة .

الصورة التي يمتص عليها :

يتمص الحديد في صورة أيون حديدوز Fe^{++} عن طريق الجذر أو رشاً على الأوراق كما يمكن للنباتات أيضاً أن تمتص الحديد الموجود في صورة مخلبية، ولا يوجد الحديد داخل النبات على صورة أيونات حرة، وإنما على صورة مخلبية مع الأحماض العضوية، ويتراوح تركيزه داخل النبات ما بين ٥٠ - ٢٥٠ جزء في المليون.

أعراض نقص الحديد بشكل عام :

لنقص الحديد عرض واضح يتمثل في اصفرار الأوراق فيما بين العروق مع استمرار العروق خضراء، وهذه الأعراض هي نفسها التي تنشأ من نقص عنصر المغنسيوم والفرق الوحيد بينهما هو أن الاصفرار الناشئ عن الحديد يكون على الأوراق الحديثة بينما في حالة المغنسيوم يكون على الأوراق المسنة .

أعراض النقص على :

(أ) نباتات الطماطم (شكل ٢-٢٢)

١ - يبدأ الاصفرار على الأوراق الطرفية وفي البداية تظل العروق خضراء وينتج عن



شكل (٢ - ٢٣) أعراض نقص عنصر الحديد على نباتات الطماطم



شكل (٢ - ٢٣) أعراض نقص عنصر الحديد على أوراق وثمار الخيار



شكل (٢ - ٢٤) أعراض نقص عنصر الحديد على نباتات الخس

ذلك مظهر من العروق الخضراء على نسيج الورقة الأصفر ثم يزداد الاصفرار ويمتد إلى العروق حتى الصغيرة منها .

٢ - الأوراق المتأثرة تكون صفراء شاحبة أو حتى بيضاء اللون ويوجد بها تبرقش بدرجة قليلة .

٣ - تبدأ الأعراض من الأوراق الطرفية ويمتد إلى الأوراق المسنة .

٤ - النمو محدود والأوراق المتكونة حديثاً تكون صغيرة الحجم .

(ب) نباتات الخيار (شكل ٢-٢٣)

١ - يبدأ مظهر الأوراق الحديثة على شكل عروق خضراء على النسيج الأصفر للورقة .

٢ - في البداية يكون نمو النبات طبيعي ولكن في المراحل المتقدمة ينتشر الاصفرار إلى العروق ويبدأ من الصغيرة منها ويتحول لون الأوراق المتأثرة إلى لون ليموني ثم إلى أصفر مبيض .

٣ - يتوقف نمو السيقان ويظهر تبرقش على حواف الأوراق التي فقدت الكلوروفيل كلية .

٤ - بعكس نقص المنجنيز تتأثر الأوراق الحديثة أكثر وتمتد الأعراض من القمة للقاعدة .

٥ - يتحول لون الثمار أيضا إلى اللون الأصفر الليموني .

(ج) نباتات الخس (شكل ٢-٢٤)

١ - يتحول لون النبات كله إلى أخضر شاحب ويتقرم النمور .

٢ - تتبقع الأوراق المسنة، بينما تكون العروق خاصة الكبيرة أقل اصفراراً من الأنسجة المحيطة بها .

٣ - في المراحل المتقدمة يتحول لون الأوراق «الحديثة بصفة خاصة» إلى اصفر باهت وتصفّر العروق أيضا .

٤ - يتوقف النمو كلية وتموت الأوراق المسنة، وعادة ما تكون الأوراق أقل تجعداً من الطبيعي.

٥ - فى الأصناف التى بها صبغة الأنثوسيانين يلاحظ وجود لون بنفسجى فى الأوراق الحديثة المتأثرة بالنقص الشديد للحديد.

الأسمدة والكيماويات التى تحتوى على الحديد :

يتم استخدام الأسمدة المحتوية على الحديد وهى إما أسمدة معدنية أو مخلبية كما يوضحها الجدول رقم (٢-٥) .

جدول (٢-٥) : يوضح الأسمدة المحتوية على الحديد التى يمكن

استخدامها فى تحضير المحلول المغذى .

السماذ	الرمز الكيمايى	النسبة المئوية للحديد (Fe)	درجة الذوبان جم/لتر
كبريتات الحديدوز	FeSO ₄ . 7H ₂ O	٢٠, ١	٣٣٠
حديد مخلبى	Fe-EDTA	١٤-٥	كله
حديد مخلبى	Fe- HEDTA	٩-٥	كله
حديد مخلبى	Fe- DTPA	١٠	كله
حديد مخلبى	Fe- EDDHA	٦	متوسط الذوبان

العلاج السريع لنقص الحديد :

١ - يتم الرش بمحلول الحديد المخلبى Fe- EDTA بتركيز ٠,٠٢ - ٠,٠٥ ٪ .

٢ - يضاف الحديد المخلبى Fe- EDTA إلى المحلول المغذى .

أعراض زيادة الحديد :

لم تلاحظ فى الظروف العادية أعراض لزيادة تركيز الحديد فى المحلول، ولكن عند استخدام الحديد رشاً على الأوراق فإنه يظهر بعض البقع البنية.

٨ - المنجنيز (Mn) : Manganese

وظائفه داخل النبات :

منشط لواحد أو أكثر من انزيم فى علمية تخليق الأحماض الدهنية Fatty acids والانزيمات المسؤولة عن تكوين الأحماض النووية RNA & DNA وانزيمات Isocitrate dehydrogenase فى دورة كريس. كما أن المنجنيز يساهم بصورة مباشرة فى عملية التمثيل الضوئى وإنتاج الاكسجين O_2 من الماء H_2O بالإضافة إلى احتمالات مساهمته فى تكوين الكلوروفيل ، كما أنه يعمل على المحافظة على التركيب البنائى لأغشية الكلوروبلاست.

الصورة التى يمتص عليها :

يتمص النبات عنصر المنجنيز على صورة أيون منجنيز ثنائى التكافؤ Mn^{++} ويتنافس معه فى الامتصاص كل من Zn^{++} , Fe^{++} , Ca^{++} , Mg^{++} حيث يقل امتصاصه كلما ازداد تركيز هذه الأيونات فى وسط النمو، والمنجنيز غير متحرك نسبياً داخل النبات ولذلك تظهر أعراض نقصه على الأوراق صغيرة السن والكبيرة على حد سواء ويتراوح تركيز المنجنيز داخل النبات فيما بين ٢٠ - ١٠٠ جزء فى المليون.

أعراض نقص المنجنيز بشكل عام :

نقص المنجنيز يؤدي إلى ظهور هذه الأعراض على النبات :

- ١ - إصفرار بين العروق فى الأوراق الحديثة وفى هذا يشبه أعراض نقص الحديد.
- ٢ - يميز المنجنيز ظهور تبرقش على الأوراق على صورة بقع لونها أخضر باهت أو بقع غامقة بجانب العروق.

أعراض النقص على :

(١) نباتات الطماطم (شكل ٢- ٢٥)

- ١ - يتحول لون الأوراق المسنة والأوراق الوسطية أولاً ثم يليها الأوراق الحديثة إلى

لون شاحب، وينتج عن ذلك شكل رقعة الشطرنج وتتكون من عروق خضراء ومساحات مصفرة مابين العروق .

٢ - يظهر بعد ذلك تبرقش يمتد تدريجياً على المساحات الشاحبة خاصة قرب العرق الوسطى للورقة .

٣ - الاصفرار أقل حدة عنه في حالة نقص عنصر الحديد «حيث تتحول كل الورقة إلى اللون الأبيض المصفر والفرق الآخر أن هذا الاصفرار ليس مقصوراً على الأوراق الحديثة» .

(ب) نباتات الخيار (شكل ٢-٢٦)

١ - تظهر بقع مصفرة مابين العروق على الأوراق القمية أو الحديثة .

٢ - في البداية تظل العروق حتى الصغيرة لونها أخضر مما يشكل شبكة خضراء اللون على خلفية صفراء .

٣ - مع تقدم الإصابة يتحول لون الورقة كلها عدا العروق الرئيسية إلى أصفر أو أصفر مبيض وتتكون بقع غائرة مابين العروق .

٤ - تبدو الأوراق المسنة أكثر شحوبا وتموت أولاً .

٥ - السوق قزمية والورقة الجديدة صغيرة الحجم .

(ج) نباتات الخس (شكل ٢-٢٧)

١ - يتحول لون النبات كله إلى أصفر مخضر، وتبدو الأوراق أنعم، ويتأثر النمو بدرجة قليلة.

٢ - في حالات النقص الشديد يتحول لون الأوراق خاصة الكبيرة إلى أصفر فيما بين العروق التي تحتفظ بلونها الأخضر.

٣ - الأصناف المحتوية على صبغة الأنثوسيانين لا يظهر عليها إحمرار .

الأسمدة والكيمائيات التي تحتوى على المنجنيز :

تستخدم كبريتات المنجنيز أو المركبات المخلفية المحتوية عليه في توفير المنجنيز في



شكل (٢ - ٢٥) أعراض نقص عنصر المنجنيز على نباتات الطماطم



شكل (٢ - ٢٦) أعراض نقص عنصر المنجنيز على نباتات الخيار



شكل (٢ - ٢٧) أعراض نقص عنصر المنجنيز على نباتات الخس

المحلول كما هو موضح فى الجدول رقم (٢-٦) .

جدول رقم (٢-٦): يوضح الأسمدة المحتوية على المنجنيز والتي يمكن استخدامها فى تحضير المحلول المغذى .

السماد	الرمز الكيمايى	النسبة المئوية للحديد (Mn)	درجة الذوبان جم/لتر
كبريتات المنجنيز	MnSO ₄ ·4H ₂ O	٢٤,٦	١٠٥٠
منجنيز مخلبى	Mn- EDTA	١٢-٥	كله
منجنيز مخلبى	Mn-HEDTA	٩-٥	كله

العلاج السريع لنقص المنجنيز :

- ١ - تستخدم كبريتات المنجنيز MnSO₄·4H₂O رشاً على الأوراق بتركيزين:
الأول: ١,٠٪ فى حالة استخدام حجم كبير من محلول الرش High Volume.
الثانى: ١,١٪ فى حالة استخدام حجم صغير من محلول الرش Low Volume .
أعراض زيادة المنجنيز بشكل عام :
زيادة المنجنيز يؤدى فى بعض الأحيان إلى تبرقش وإلى نقص واضح فى النمو.

أعراض زيادة المنجنيز على :

(١) نباتات الطماطم (شكل ٢ - ٢٨)

- ١ - يبدو النبات مغزليا فى الشكل ونموه محدود .
- ٢ - تظل الأوراق الطرفية صغيرة جداً ويظهر على الوريقات بقع صفراء بين العروق .
- ٣ - تظهر بقعات بين العروق على وريقات الأوراق المسنة مما يجعلها تبدو غير نظيفة .

٤ - يموت العرق الوسطى والعروق الجانبية الكبيرة، وعندئذ تسقط الأوراق ويبدأ ذلك بالأوراق المسنة .

(ب) نباتات الخيار (شكل ٢- ٢٩)

١ - يتحول لون العروق في الأوراق المسنة إلى لون أحمر داكن أو بنى محمر ويظهر بقع لونها أخضر خفيف أو بقع شفافة فيما بين العروق .

٢ - يمتد اختفاء اللون ويزداد التبرقش وتموت الورقة .

٣ - تبدأ الأعراض من الأوراق المسنة وتنتقل لأعلى نحو القمة.

٤ - في حالات السمية الشديدة يتقرزم النبات ويتغطى الساق وأعناق الأوراق والأوراق ببقع عديدة بنفسجية اللون.

(ج) نباتات الخس (شكل ٢- ٣٠)

١ - يتحول لون العروق الصغيرة في الأوراق المسنة إلى اللون البنى .

٢ - يظهر على حواف الأوراق اصفرار شديد .

٣ - تتكون بقع مبرقشة خاصة عند قمة الورقة وعلى حواف قاعدتها.

٤ - تتلاحم البقع مع بعضها إلى بقع أكبر مما يؤدي إلى جفاف الورقة ابتداء من الحواف ويمتد إلى الداخل .

٥ - حيث إن الأوراق الكبيرة تموت، والأوراق الصغيرة قزمية فإن الرأس تصبح مفككة وتأخذ شكل زهرة الثوليب.

٩ - الزنك (Zn) :

وظائفه داخل النبات :

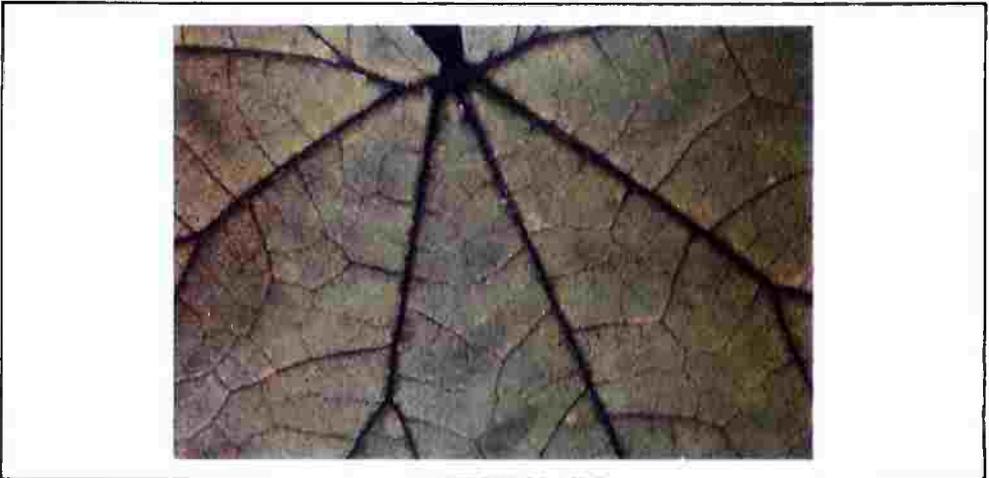
ضرورى لتكوين الحامض الأميني تريبتوفان Tryptophane وهرمون Indole acetic acid ومنشط لإنزيمات Alcohol dehydrogenase, Lactic acid dehydrogenase, Glutamic acid dehydrogenase and Carboxypeptidase .

الصورة التي تمتص عليها :

يمتص الزنك على صورة أيون الزنك ثنائى الشحنة Zn^{++} ، ويؤدى التركيز



شكل (٢ - ٢٨) أعراض زيادة عنصر المنجنيز على نباتات الطماطم



شكل (٢ - ٢٩) أعراض زيادة عنصر المنجنيز على نباتات الخيار



شكل (٢ - ٣٠) أعراض زيادة عنصر المنجنيز على نباتات الخس

العالي لبعض المغذيات في المحلول « مثل Cu^{++} , Fe^{++} , Mn^{++} » إلى انخفاض معدل امتصاص النبات للزنك، واحتياجات النبات من الزنك قليلة وتركيزه داخل النبات يتراوح ما بين ٢٠-١١٠ جزء في المليون.

أعراض نقص الزنك بشكل عام :

أعراض نقص الزنك على النبات تشمل :

- ١ - نقص واضح في طول الساق وحجم الأوراق .
- ٢ - تجعد الأوراق وتبقعها .
- ٣ - نقص في عدد البراعم الزهرية .

أعراض النقص على:

(أ) نباتات الطماطم (شكل ٢ - ٣١)

- ١ - الأوراق القمية صغيرة الحجم مع زوال لون الوريقات فيما بين العروق والنمو متقزم.
- ٢ - حجم الأوراق المسنة أصغر من الحجم الطبيعي، ويوجد بها اصفرار قليل وتتكون بقع بنية خاصة على الأعناق وكذلك ما بين العروق في الوريقات.
- ٣ - تنحني أعناق الأوراق لأسفل وتلتف الأوراق حول نفسها.
- ٤ - ينتشر التبرقش بسرعة وفي خلال أيام قليلة يتحول لون النبات كله إلى لون مبيض.

(ب) نباتات الخيار (شكل ٢ - ٣٢)

- ١ - يظهر تبقع خفيف بين العروق في الأوراق المسنة، وتنتشر الأعراض تدريجياً من الأوراق المسنة إلى الأوراق الحديثة ولكن ليس بدرجة حادة.
- ٢ - تنمو الأوراق الحديثة بدون انتظام.
- ٣ - تظل السلاميات قصيرة مما يعطي قمم الساق مظهر الشجيرات، ويكون النمو في هذه المرحلة محدوداً للغاية.

(ج) نباتات الخس (شكل ٢ - ٣٣)

- ١ - تبدأ الأعراض على الأوراق المسنة وتنتقل تدريجياً إلى الأوراق الحديثة، وتأخذ النباتات المتأثرة شكل الوردة ويصبح النمو بطيئاً.
- ٢ - في البداية لا يظهر على النبات اصفرار، وبعد ذلك تظهر بقع ورقية الملمس وحوافها داكنة على طول حواف الورقة وخاصة فيما بين العروق.
- ٣ - بالرغم من أن الأوراق غير المعرضة للضوء تظل خضراء وطازجة، فإن النبات يظهر محترقاً في مظهره.

الأسمدة والكيمائيات التي تحتوي على الزنك:

يتم استخدام الأسمدة المحتوية على الزنك، وهي إما أسمدة معدنية أو مخلبية كما يوضحها الجدول رقم (٢ - ٧).

جدول (٢ - ٧): يوضح الأسمدة المحتوية على الزنك والتي يمكن

استخدامها في تحضير المحلول المغذي.

السماد	الرمز الكيميائي	النسبة المئوية للزنك (Zn)	درجة الذوبان جم / لتر
كبريتات الزنك	ZnSO ₄ . H ₂ O	٣٦,٤	٨٩٠
زنك مخلبي	Zn-EDTA	١٤ - ٦	كله
زنك مخلبي	Zn-HEDTA	٩	كله

العلاج السريع لنقص الزنك:

- ١ - الرش على المجموع الخضري بكبريتات الزنك ZnSO₄. H₂O بتركيز من ٠,١ - ٠,٥ %.
- ٢ - تضاف كبريتات الزنك ZnSO₄. H₂O إلى المحلول المغذي.

أعراض زيادة الزنك بشكل عام:

عادة ما يؤدي زيادة تركيز الزنك إلى ظهور أعراض الحديد.



شكل (٢ - ٣١) أعراض نقص عنصر الزنك على نباتات الطماطم



شكل (٢ - ٣٢) أعراض نقص عنصر الزنك على نباتات الخيار



شكل (٢ - ٣٣) أعراض نقص عنصر الزنك على نباتات الخس



شكل (٢ - ٧) أعراض نقص عنصر الفوسفور على نباتات الطماطم



شكل (٢ - ٨) أعراض نقص عنصر الفوسفور على نباتات الخيار



شكل (٢ - ٩) أعراض نقص عنصر الفوسفور على نباتات الخس

أعراض زيادة الزنك على:

(أ) نباتات الطماطم (شكل ٢ - ٣٤)

- ١ - يبدو النبات مغزلي الشكل والنمو متقزم جداً.
- ٢ - تختلف الأعراض عن تلك الناتجة عن نقص الحديد بأن الأوراق الحديثة صغيرة جداً ويوجد اصفرار بين العروق على الوريقات ويتحول لون سطحها السفلى إلى بنفسجي.
- ٣ - الأوراق المسنة تنحى بشدة إلى أسفل وتظهر بقع بنفسجية على السطح السفلى وتنتشر من الحواف إلى الداخل وقد يتحول لون الأوراق إلى اللون الأصفر قبل سقوطها.

(ب) نباتات الخيار (شكل ٢ - ٣٥)

- ١ - النباتات قزمية جداً، ويظهر علي الأوراق الصغيرة أعراض اصفرار تشبه أعراض نقص الحديد.
- ٢ - تنتقل الأعراض في النهاية إلى الأوراق المسنة.

(ج) نباتات الخس (شكل ٢ - ٣٦)

- ١ - يبدو النبات بلون أصفر بني ويصبح النمو متقزماً.
- ٢ - في بعض الأحيان تتكون بقع لونها بني محمر على العرق الرئيسي والأنسجة المحيطة به وخاصة في الأوراق الوسطية.
- ٣ - في حالة السمية الشديدة، فإن الأوراق تشبه الكأس ولا تتكون الرأس.
- ٤ - تتأثر الأوراق المسنة أكثر حيث تصفر الورقة كلها وتذبل ثم تموت.

١٠ - النحاس (Copper (Cu)

وظائفه داخل النبات:

يعمل كحامل الكترولني Electron carrier وكجزء من بعض الإنزيمات

المحددة فهو يمثل جزء من Plasocyanin الذى يدخل فى عملية التمثيل الضوئى وله دور هام فى تخليق وثبات الكلوروفيل وباقى الصبغات النباتية الأخرى، وكجزء من Polyphenol oxidase واحتمال دخوله فى إنزيمات اختزال النترات وتثبيت النيتروجين N₂-fixation وتنشيط الإنزيمات التى تقوم باختزال ذرات الاكسيجين وكذلك الإنزيمات التى تحول الأحماض الدهنية المشبعة إلى أحماض غير مشبعة. كما يلعب دوراً فى إنتاج فيتامين أ. كما أن له دوراً فى عملية تخليق البروتينات والأحماض النووية والكربوهيدرات.

الصورة التى يمتص عليها:

يمتص النحاس على صورة أيونات النحاس ثنائية الشحنة Cu⁺⁺ واحتياجات النبات من النحاس قليلة، حيث يتراوح تركيزه داخل النبات ما بين ٢ - ٢٠ جزء فى المليون. وهو من العناصر بطيئة الحركة داخل النبات، ولذلك يؤدي نقصه إلى عدم ترحيله من الأجزاء المسنة إلى الأجزاء الحديثة، وبالتالي فإن أعراض النقص تظهر على الأوراق الحديثة أولاً.

أعراض نقص النحاس بشكل عام:

أعراض نقص النحاس على النبات تشمل:

- ١ - تقزم النبات.
- ٢ - موت الأفرع الطرفية فى الأشجار.
- ٣ - ذبول وموت أطراف الأوراق.
- ٤ -- الأوراق الحديثة غالباً ما تكون خضراء داكنة اللون وملتفة أو مشوهة.

أعراض النقص على:

(١) نباتات الطماطم (شكل ٢ - ٣٧)

- ١ - نمو الساق متقزم، والأوراق لونها أخضر مزرق.
- ٢ - حواف الوريقات (الموجودة فى الوسط والأوراق الحديثة) تلتف على شكل



شكل (٢ - ٤) أعراض زيادة عنصر النيتروجين على نباتات الطماطم



شكل (٢ - ٥) أعراض زيادة عنصر النيتروجين على نباتات الخيار



شكل (٢ - ٦) أعراض زيادة عنصر النيتروجين على نباتات الخس

أنبوية فى اتجاه العرق الوسطى .

- ٣ - الأوراق الطرفية صغيرة جدا وجافة ولا يوجد اصفرار أو تبقع .
- ٤ - تنحنى الأعناق إلى أسفل مما يؤدي إلى توجه الوريقات الأنبوية فى اتجاه بعضها البعض .
- ٥ - وأخيراً تظهر بقع على طول العرق الوسطى وبجانبه وعلى العروق الكبيرة الجانبية .

(ب) نبلقات الخيار (شكل ٢ - ٣٨)

- ١ - النمو محدود، وتظل الأوراق الحديثة بصفة خاصة صغيرة الحجم .
- ٢ - السلاميات قصيرة مما يعطى النبات مظهر الشجيرات .
- ٣ - قد تظهر بقع صفراء على الأوراق المسنة ولكن ليس هناك طراز للاصفرار كما فى حالة نقص الحديد أو المنجنيز .
- ٤ - فى المراحل المتقدمة يتحول لون الأوراق إلى لون أخضر غير نظيف أو برونزى ويظهر التبرقش وتنشئ الأوراق .
- ٥ - ينتشر الاصفرار من الأوراق المسنة إلى الأوراق الحديثة .

(ج) نبلقات الخس (شكل ٢ - ٣٩)

- ١ - يفتقد النبات إلى التماسك وينخفض النمو .
- ٢ - تبدو الأوراق رفيعة وشكلها كالكأس ، وعندما يبدأ الاصفرار على حواف الورقة فإنها تنحى إلى أسفل ، ثم تصفر الأوراق وتذبل بدايةً من الحواف والطرف العلوى ويمتد إلى الداخل فى اتجاه القاعدة ويتحول لون العروق إلى بنى .
- ٣ - تمتد الأعراض من الأوراق المسنة إلى الأوراق الحديثة ، ولا تتكون رؤوس للخس .

الأسمدة والكيماويات التى تحتوى على النحاس:

يتم استخدام الأسمدة المحتوية على النحاس وهى إما أسمدة معدنية أو مخلبية كما يوضحها الجدول رقم (٢ - ٨).

جدول (٢ - ٨) : يوضح الأسمدة المحتوية على النحاس والتي يمكن استخدامها فى تحضير المحلول المغذى.

السماد	الرمز الكيماوي	النسبة المئوية للنحاس (Cu)	درجة الذوبان جم/ لتر
كبريتات النحاس	$CuSO_4 \cdot 5H_2O$	٢٥	٢٤٠
نحاس مخلبي	Cu- EDTA	٧ - ١٣	كله
نحاس مخلبي	Cu- HEDTA	٤ - ٩	كله

العلاج السريع لنقص النحاس:

- ١ - يتم الرش بمحلول كبريتات النحاس $CuSO_4 \cdot 5H_2O$ بتركيز من ٠,٢-٠,٤ % مع محلول الجير Hydrate Lime بنسبة ٠,٥ %.
- ٢ - يضاف كبريتات النحاس $CuSO_4 \cdot 5H_2O$ إلى المحلول المغذى.

أعراض زيادة النحاس بشكل عام:

زيادة معدلات إضافة عنصر النحاس تودى إلى:

- ١ - نقص واضح فى النمو يتبعه ظهور أعراض نقص الحديد.
- ٢ - زيادة فى سمك الأوراق ونقص فى عدد التفرعات الجانبية على الساق.
- ٣ - تغير لون الشعيرات الجذرية.

١١ - البورون (B)

وظائفه داخل النبات:

له دور ضرورى فى نقل وترحيل الكربوهيدرات من الأوراق إلى باقى أجزاء

النبات من خلال اللحاء Phloem بالإضافة إلى أنه يساعد في تكشف الأنسجة المرستيمية ونموها سواء في الجذور أو الأطراف الهوائية للنبات. يساعد البورون كذلك على نجاح عملية التلقيح والتكوين المناسب للحبوب والثمار، كما يساعد في تخليق الأحماض النووية والبروتينات، بالإضافة إلى المساعدة في تكوين العقد الجذرية في النباتات البقولية.

الصورة التي يمتص عليها:

يتمتص النبات على صورة جزيئات حامض البوريك $H_3 PO_3$. والبورون من العناصر غير المتحركة داخل النبات مما يؤدي إلى ظهور أعراض نقصه على الأجزاء حديثة السن أولاً. ويتراوح تركيز البورون داخل النبات ما بين ٦ - ٥٠ جزء في المليون.

أعراض نقص البورون بشكل عام:

نادراً ما يحدث نقص في البورون وإن كانت نباتات الورد أكثر حساسية لهذا النقص والذي يؤدي إلى:

- ١ - موت النموات الطرفية على الساق وعلى الجذور.
- ٢ - قمم الجذور غالباً ما تكون منتفخة عديمة اللون.
- ٣ - الأوراق الحديثة تكون صفراء اللون ذابلة وسميكة ومتجمدة.
- ٤ - نقص الأزهار لعدم نمو حبوب اللقاح.

أعراض النقص على:

(١) نباتات الطماطم (شكل ٢ - ٤٠)

- ١ - أكثر مظاهر النقص شيوعاً هو تحول لون الوريقات إلى أصفر أو برتقالي خاصة على وريقات القمة.
- ٢ - في حالات النقص الشديد يبطؤ نمو الساق ثم بعد ذلك تجف نقاط النمو

وتموت وفي نفس الوقت يظهر اصفرار خفيف كبقع بين العروق على وريقات الأوراق الحديثة.

٣ - تظل الأوراق صغيرة الحجم وتنحني للداخل ويصبح شكلها غير طبيعي مع تحول لون الوريقات الصغيرة إلى اللون البني وتموت.

٤ - تكون السيقان وأعناق الأوراق هشة مما يسبب سقوط الأوراق والوريقات فجأة.

٥ - تكون عروق الوريقات (خاصة وريقات القمة) مندمجة.

٦ - نمو الجذور يكون محدودا ويتحول إلى اللون البني.

٧ - الثمار شكلها غير طبيعي.

(ب) نباتات الخيار (شكل ٢ - ٤١)

١ - لا يتأثر النمو كثيراً ولكن يكون النبات هشاً.

٢ - تصفر الأوراق السفلى والوسطية بدرجة خفيفة وقد تظهر بقع مائية.

٣ - يفقد النبات إلتفاحه بسهولة. والأوراق في قمة الساق مشوهة وغير كاملة النمو.

٤ - الثمار النامية تكون مشوهة مع وجود شرائط طويلة لونها أبيض مما يظن معها تعرضها للبرد وقد تموت الثمار الصغيرة في بعض الأحيان.

٥ - في النقص الشديد تموت نقاط النمو والقمة النامية، وتلتوى الأوراق الحديثة إلى أعلى وتموت ويتحول لون الأنسجة الميتة إلى اللون الرمادي.

٦ - يتوقف النمو ويبدو شكل النبات قزمي.

(ج) نباتات الخس (شكل ٢ - ٤٢)

١ - تبدو النبات أعمق من الطبيعي وقزمية جداً.

٢ - تبدو رأس الخسة وردية الشكل.



شكل (٢ - ٤٠) : أعراض نقص عنصر البورون على نباتات الطماطم



شكل (٢ - ٤١) : أعراض نقص عنصر البورون على نباتات وثمار الخيار



شكل (٢ - ٤٢) : أعراض نقص عنصر البورون على نباتات الخس

٣ - الأوراق خاصة الحديثة جافة ومستديرة مع تبقع مصفر على الحواف وفيما بين العروق.

٤ - الأصناف التي بها صبغة الأنثوسيانين يكون لونها بنى بنفسجي.

٥ - تتكون بقع بنية عند نقاط النمو وكذلك فى الأوراق الصغيرة المثنية، وفى حالات النقص الشديد يموت مركز النمو نهائياً.

الأسمدة والكيمائيات التى تحتوى على البورون:

يتم استخدام الأسمدة المحتوية على البورون وهى إما أسمدة معدنية أو حامض البوريك كما يوضحها الجدول رقم (٢ - ٩).

جدول (٢ - ٩): يوضح الأسمدة المحتوية على البورون والتي يمكن

استخدامها فى تحضير المحلول المغذى.

السماد	الرمز الكيميائي	النسبة المئوية للبورون (B)	درجة الذوبان جم / لتر
البوراكس	$\text{Na}_2 \text{B}_4 \text{O}_7 \cdot 10 \text{H}_2\text{O}$	١١,٣	٢٥
حامض البوريك	$\text{H}_3 \text{BO}_3$	١٢ - ٥	كله

العلاج السريع لنقص البورون:

١ - ترش النباتات بمحلول البوراكس $\text{Na}_2 \text{B}_4 \text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ بتركيز ١,٠ - ٢,٥ %.

٢ - يضاف البوراكس أو حامض البوريك $\text{H}_3 \text{BO}_3$ إلى المحلول المغذى.

أعراض زيادة البورون بشكل عام:

زيادة البورون يؤدي إلى اصفرار قمة الأوراق ثم سرعان ما يتحول إلى تبرقش فى اتجاه الداخل.

أعراض زيادة البورون على:

(أ) نباتات الطماطم (شكل ٢ - ٤٣)

١ - تتجدد وتلتف حواف وريقات الأوراق المسنة.

- ٢ - تتكون بقع غائرة جافة تحاط في بعض الأحيان ببقع بنية.
- ٣ - الأوراق المنحنية لأسفل تعطى ملمساً جافاً وتسقط في النهاية.
- ٤ - تبدأ الأعراض على الأوراق المسنة ثم تمتد إلى الأوراق الحديثة.
- ٥ - في البداية تظهر قمة النبات بشكل طبيعي ولكن بعد ذلك تتجمع الأوراق الطرفية أيضاً.

(ب) نباتات الخيار (شكل ٢ - ٤٤)

- ١ - تتلون حواف الأوراق المسنة بلون أخضر مصفر وتجف.
- ٢ - تتجه الأوراق إلى الانحناء إلى أسفل مكونة شكل الكأس وتكون مستديرة عن الطبيعي.
- ٣ - تنتشر الأعراض من قاعدة النبات في اتجاه القمة، وفي الحالات المتقدمة تتكون بقع مبرقشة فيما بين العروق والتي تتحول إلى بقع أكبر بنية شفافة ولملمسها ورقي، ثم تجف الورقة في النهاية.
- ٤ - النمو قزمي والأوراق الطرفية صغيرة وعدد الزهور المؤنثة قليل إن لم يكن معدوماً.

(ج) نباتات الخس (شكل ٢ - ٤٥)

- ١ - تتكون بقع غائرة لونها رمادي بني وتتحول إلى صورة حلقات على امتداد حواف الأوراق المسنة ويكون لون العروق بني.
- ٢ - مع ازدياد السمية تجف البقع مما يجعل نسيج الورقة هشاً.
- ٣ - تبدأ الأعراض على الأوراق المسنة وتنتشر إلى الأوراق الحديثة.

١٢ - الموليبدنم (Mo) **Molybdenum** :

وظائفه داخل النبات :

يعمل كحامل للإلكترونات في عملية تحويل النترات NO_3 إلى أمونيوم NH_4 ،



شكل (٢ - ٤٣) : أعراض زيادة عنصر البورون على نباتات الطماطم



شكل (٢ - ٤٤) : أعراض زيادة عنصر البورون على نباتات الخيار



شكل (٢ - ٤٥) : أعراض زيادة عنصر البورون على نباتات الخس

كما أنه أساسى فى عمل إنزيم نيتروجيناز Nitrogenase enzyme الذى يساعد فى عملية تثبيت النيتروجين N₂- Fixation.

الصورة التى يمتص عليها:

يتمص على صورة أيون المولبيدات MoO₄⁻ وينافسه فى عملية الامتصاص أيون الكبريتات، بينما أيونات الفوسفات تشجع من امتصاصه. والمولبيدتم متوسط الحركة داخل النبات ولايتجاوز تركيزه فى النبات عادة واحد جزء فى المليون. ويعكس باقى المغذيات الأخرى، فمن الممكن أن يتراكم المولبيدتم داخل النبات بتركيزات كبيرة دون أن يؤدى ذلك إلى سميته للنبات.

أعراض نقص المولبيدتم بشكل عام:

نقص عنصر المولبيدتم يؤدى إلى:

١ - إصفرار ما بين العروق فى الأوراق القديمة أو الأوراق الواقعة عند منتصف الساق ثم بعد ذلك تنتقل إلى الأوراق الحديثة «بما يشبه حالة نقص عنصر النيتروجين».

٢ - فى بعض الأحيان يحدث احتراق لحواف الأوراق.

٣ - تراكم النترات داخل أنسجة النبات حيث يتوقف عمل إنزيم اختزال النترات.

أعراض النقص على:

(١) نباتات الطماطم (شكل ٢ - ٤٦)

١ - يظهر على الوريقات لون شاحب أو مصفر على شكل بقع ما بين العروق، وتلتوى حواف الأوراق لأعلا ، والعروق الصغيرة يتحول لونها إلى اللون الأصفر.

٢ - يظهر تبقع على المساحات المصفرة وعلى حواف الوريقات القمية وفى النهاية يمتد إلى كامل الورقة.

٣ - تمتد الأعراض من الأوراق المسنة إلى الأوراق الحديثة.

(ب) نباتات الخيار (شكل ٢ - ٤٧)

- ١ - يتحول اللون الأخضر إلى اللون الباهت في الأوراق المسنة خاصة بين العروق يتخللها بقع خضراء قطرهما من ٠,٢٥ - ٢,٠ سم تشمل العروق وبعض المساحات بينها، وفي الغالب تصفر الأوراق وتموت.
- ٢ - تبدأ الأعراض على الأوراق السفلية وتنتشر إلى أعلى حيث يظل أحدثها أخضر اللون.
- ٣ - يكون النمو غالباً طبيعى ولكن الأزهار صغيرة الحجم.

(ج) نباتات الخس (شكل ٢ - ٤٨)

- ١ - النباتات الصغيرة لونها أخضر باهت، وتجف الأوراق ابتداء من القمة والحواف وتجه إلى الداخل ويتحول لون الأنسجة الميتة إلى أصفر بنى.
- ٢ - قد يظهر على الأوراق المسنة بقع شفافة تتحول بعد ذلك إلى تبرقش، وتمتد الأعراض من الأوراق المسنة إلى الأوراق الحديثة، وهذه الأخيرة تظل حية لفترة أطول.
- ٣ - يلاحظ بطء نمو الجزء الخضري والجذور بشدة.

الأسمدة والكيمائيات التى تحتوى على الموليبدنم:

- يتم استخدام الأسمدة المحتوية على الموليبدنم والتي يوضحها الجدول رقم (٢) - (١٠).

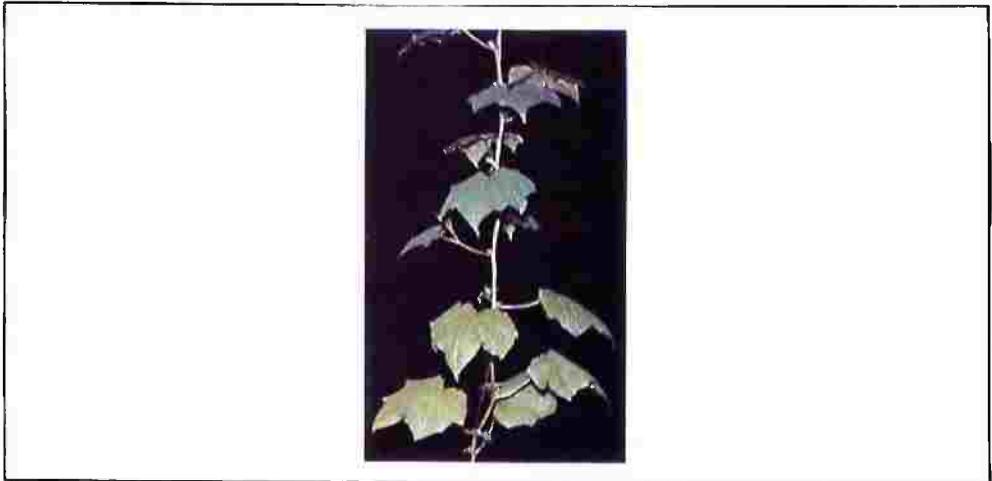
جدول (٢ - ١٠): يوضح الأسمدة المحتوية على الموليبدنم والتي يمكن

استخدامها في تحضير المحلول المغذى.

السماد	الرمز الكيميائي	النسبة المئوية للموليبدنم (Mo)	درجة الذوبان جم/ لتر
مولبيدات الأمونيوم	$(NH_4)_6Mo_7O_{24}$	٥٤	٤٠٠
مولبيدات الصوديوم	$Na_6Mo_7O_{24}$	٥٦	-



شكل (٢ - ٤٦) أعراض نقص عنصر الموليبدينم على نباتات الطماطم



شكل (٢ - ٤٧) أعراض نقص عنصر الموليبدينم على نباتات الخيار



شكل (٢ - ٤٨) أعراض نقص عنصر الموليبدينم على نباتات الخس

العلاج السريع لنقص الموليبدنم:

١ - يستخدم محلول موليبدات الأمونيوم $(NH_4)_6Mo_7O_{24}$ أو موليبدات الصوديوم $Na_6Mo_7O_{24}$ بنسبة ٠,٠٧ - ٠,١ ٪ للرش على المجموع الخضرى.

٢ - يضاف موليبدات الأمونيوم $(NH_4)_6Mo_7O_{24}$ أو موليبدات الصوديوم إلى المحلول المغذى.

أعراض زيادة الموليبدنم:

نادرًا ما يحدث ولكن عند حدوثه فى نباتات الطماطم نجد أن الأوراق تتحول إلى اللون الأصفر الذهبى.

١٣ - الكلورين (Cl) Chlorine:

وظائفه داخل النبات:

ضرورى فى عملية التمثيل الضوئى، حيث يعمل كمنشط إنزيمى أثناء علمية إنتاج الأكسجين من الماء ولقد أقرحت له وظائف إضافية تؤثر على تنفس الجذور.

الصورة التى يمتص عليها:

يتمص الكلورين على صورة أيون الكلوريد Cl^- .

أعراض نقص الكلورين بشكل عام:

نقص الكلورين يشمل:

١ - ذبول الأوراق والتي تتحول إلى اللون الأصفر ثم البرونزى.

٢ - تقزم الجذور وزيادة سمكها بالقرب من قممها.

الأسمدة والكيمائيات التى تحتوى على الكلورين:

أملاح الكلوريد مثل كلوريد البوتاسيوم KCl توفر للمحلول المغذى احتياجاته من الكلورين.

العلاج السريع لنقص الكلورين:

إضافة كلوريد البوتاسيوم KCl أو كلوريد الكالسيوم $CaCl_2$ إلى المحلول المغذى.

أعراض زيادة الكلورين:

زيادة تركيز الكلورين يؤدي إلى:

- ١ - احتراق قمم الأوراق وحوافها.
- ٢ - تساقط الأوراق بعد اصفرارها وتحولها إلى اللون البرونزي.
- ٣ - نقص في حجم الورقة وانخفاض في معدل النمو.

١٤ - الكربون (C) Carbon:

وظائفه داخل النبات:

مكون رئيسي في كل المركبات العضوية التي توجد في النبات حيث أن ذرة الكربون أساس أى مركب عضوى.

١٥ - الهيدروجين (H) Hydrogen:

وظائفه داخل النبات:

الهيدروجين (أو الأيدروجين) أساسى في كل المركبات العضوية فهو يوجد أينما وجد الكربون. كما أن للهيدروجين وظيفة أساسية في عملية التبادل الكاتيوني Cation exchange بين الجذر والتربة أو أى بيئة ينمو فيها النبات ولها أسطح للتبادل.

١٦ - الأكسجين (O) Oxygen:

وظائفه داخل النبات:

مكون أساسى في العديد من المركبات العضوية النباتية ولا يخلو منه إلا القليل منها مثل الكاروتين Carotene. كما أنه يدخل في عملية التبادل الأنيونى بين

المجموع الجذرى وبيئة النمو بالإضافة إلى كونه مستقبلاً لأيون الهيدروجين فى عملية التنفس الهوائى ويمتص على صورة جزىء O_2 .

ويحصل النبات على الكربون من ثانى الكربون CO_2 فى الهواء الجوى، وعلى الأوكسيجين من غاز الأوكسيجين أو من الماء بينما الهيدروجين فيحصل عليه من الماء. أما باقى العناصر الضرورية فيحصل عليها النبات من المحلول الأرضى فى التربة ومن الأسمدة المضافة إليها عن طريق الجذور وبعضها يمكن امتصاصه عن طريق المجموع الخضرى.

ونظراً لأن بيئات الزراعة المستخدمة فى المزارع اللأرضية سواء كانت طبيعية أو صناعية لا تحتوى على عناصر مغذية (باستثناء الماء الذى يوفر الأوكسيجين والأيدروجين)، ومن ثم فإن الاعتماد الأساسى فى التغذية يكون على الأسمدة والمخصبات الصناعية (الموجودة على درجة عالية من النقاوة والقابلة للذوبان فى الماء بسهولة أو مع استعمال بعض الأحماض) والتى توفر كل الاحتياجات الغذائية للنباتات من عناصر التغذية الكبرى والصغرى.

التحليل الكمى لعناصر التغذية فى النبات:

بعد هذا العرض الموجز لعناصر التغذية الأساسية للنبات، فإنه يتبقى نقطة مهمة تجدر الإشارة إليها وهى أن ظهور أعراض نقص بعض العناصر أو ما يتشابه منها مع أعراض النقص قد يظهر لأسباب أخرى مثل زيادة تركيز بعض العناصر المنافسة والتى تعيق امتصاص هذه العناصر Antagonism أو ارتفاع درجات الحرارة أو نقص الأوكسيجين اللازم لتنفس الجذور أو الإصابة بالأمراض أو لتأثير الرش ببعض الأسمدة أو المبيدات (جدول ٢ - ١١) .

جدول (٢-١١): يوضح علاقة بعض العوامل البيئية المحيطة

بالنبات على ظهور أعراض بعض العناصر المغذية

العامل المؤثر	نتيجة هذا التأثير
وجود زيادة من عنصر النيتروجين	يؤدي إلى ظهور أعراض نقص عنصر البوتاسيوم
وجود زيادة من عنصر البوتاسيوم	يؤدي إلى ظهور أعراض نقص عنصر المغنسيوم
وجود زيادة من عنصر الفوسفور	يؤدي إلى ظهور أعراض نقص عنصر البوتاسيوم، الحديد، الزنك
وجود زيادة من عناصر المغنسيوم، البوتاسيوم، الصوديوم.	يؤدي إلى ظهور أعراض نقص عنصر الكالسيوم
وجود زيادة من عناصر النحاس، الزنك، المنجنيز، الكوبالت، الكاديوم، النيكل	يؤدي إلى ظهور أعراض نقص عنصر الحديد
زيادة امتصاص عنصرى الصوديوم، الكلور	يؤدي إلى إحداث تسمم للنبات وظهور ما يشبه أعراض نقص عنصر البوتاسيوم
زيادة امتصاص عناصر النحاس، الزنك، المنجنيز، الكوبالت، النيكل	يؤدي إلى إحداث تسمم للنبات وظهور ما يشبه أعراض نقص عنصر الحديد
زيادة امتصاص عنصر الألومنيوم	يؤدي إلى إحداث تسمم للنبات وظهور ما يشبه أعراض نقص عنصر الفوسفور
التعرض للحرارة المنخفضة	يؤدي إلى ظهور صبغات بنفسجية محمرة تشبه أعراض نقص عنصر الفوسفور
التعرض للرياح الشديدة فى وجود الهواء الجاف	يؤدي إلى احتراق بحواف الأوراق فيما يشبه أعراض نقص عنصر البوتاسيوم
نقص الأكسجين فى بيئة النمو	يؤدي إلى ظهور لون بنفسجى فيما يشبه أعراض نقص عنصر الفوسفور أو ظهور لون أصفر فيما يشبه أعراض نقص عنصر النيتروجين أو ظهور اصفرار جزئى فيما يشبه أعراض نقص عنصرى الحديد والمنجنيز أو احتراق

تابع جدول (٢- ١١)

العامل المؤثر	تؤدي إلى	نتيجة هذا التأثير
	تؤدي إلى	بحواف الأوراق فيما يشبه أعراض نقص عنصر البوتاسيوم
بعض الإصابات الحشرية	تؤدي إلى	ظهور أعراض تشبه أعراض نقص عنصر البورن
الإصابة بالمن	تؤدي إلى	ظهور أعراض تشبه أعراض نقص عنصر البورن وأحياناً تشبه أعراض نقص عنصر البوتاسيوم
الإصابة بالعنكبوت الأحمر	يؤدي إلى	ظهور لون برونزي شاحب يخفى معه أعراض نقص بعض العناصر
الرش ببعض المبيدات أو الأسمدة	يؤدي إلى	تلون الأوراق باللون الأصفر أو ظهور اللون البني بين العروق أو على حواف الأوراق وهي أعراض تتشابه مع أعراض نقص بعض العناصر مثل النيتروجين والكالسيوم والبوتاسيوم والمغنسيوم

وهذا التداخل في مسببات ظهور أعراض نقص بعض العناصر يحتاج إلى خبره لتحديد المسبب الحقيقي لظهور هذه الأعراض وفي حالة تعذر ذلك فإنه يتم تقدير تركيز العنصر أو العناصر المشتبه فيها في المحلول المغذي أو التقدير الكمي لهذه العناصر داخل أنسجة النبات حتى يمكن اتخاذ القرار المناسب.

وفي حالة التحليل الكمي للعناصر المغذية داخل أنسجة النبات فإنه يتم بأخذ عينات من النبات النامي بشكل محدد ومن أماكن معينة، وهذه العينات تختلف من نبات إلى آخر وتختلف أيضاً باختلاف العنصر المراد تقديره وغالباً ما تكون هذه العينات من الأوراق. أو من أعناق الأوراق. وبعد أخذ العينات يتم إرسالها إلى أحد معامل تحليل التربة والنبات لتقدير العناصر المطلوبة. ويشترط في أوراق النبات التي

يتم جمعها كعينة نباتية ما يلي:

١ - أن تجمع الأوراق في عمر فسيولوجي معين «أى مرحلة نمو معينة وليست مرحلة سنية»، ويرجع ذلك إلى تغير تركيز العناصر في الأوراق بتغير مرحلة نمو النبات. فمثلا العينة التي تجمع في مرحلة النمو الخضري للنبات يختلف تركيبها عن تلك التي تجمع في مرحلة النمو الثمري.

٢ - أن يكون للأوراق التي يتم جمعها وضع مورفولوجي معين على النبات حيث يؤثر ذلك على مستوى العناصر في الورقة. فالأوراق التي بجانب الثمار تختلف في تركيبها عن الأوراق الأخرى وهكذا.

وبصفة عامة فإن الأوراق أو الأجزاء النباتية التي يتم جمعها لابد وأن تعكس الحالة الغذائية للنبات. ويتم جمع أوراق العينة النباتية من ٢٠ - ٢٥ نبات من أماكن متفرقة وبطريقة عشوائية وأن تكون من نباتات غير مصابة بالأمراض الفطرية أو الحشرية وأن تكون غير ممزقة، وألا يكون نقص العناصر بها قد أخذ شوطاً كبيراً. وبعد ذلك تغسل الأوراق بالماء المقطر للتخلص من الأتربة أو أى مواد عالقة ثم تجفف بين ورقتي ترشيح وترسل إلى المعمل للتحليل. ومن نتائج التحليل يمكن معرفة حالة العنصر ومستوى تركيزه من حيث الكفاية أو النقص. ويبين الجدول رقم (٢ - ١٢) مواضع أخذ العينة النباتية لتحديد حدود النقص والكفاية لبعض العناصر الغذائية في بعض نباتات الخضر والتي تعتبر كدليل لحاجة النباتات أو عدم حاجتها لهذا العنصر أو ذلك .

جدول (٢-١٢): حدود النقص والكفاية لكل من النيتروجين
والفوسفور والبوتاسيوم في بعض نباتات الخضر

النبات	ميعاد أخذ العينة	الجزء النباتي	العنصر	مستوى النقص	مستوى الكفاية
الفاصوليا	منتصف موسم النمو	عنق الورقة الرابعة من القمة	N	٢٠٠٠	٤٠٠٠
			P K	١٠٠٠ ٣	٣٠٠٠ ٥
	بداية الإزهار	نفس موضع العينة السابقة	N	١٠٠٠	٢٠٠٠
			P K	٨٠٠ ٢	٢٠٠٠ ٤
الفلفل	مرحلة مبكرة من النمو	عنق الورقة الصغيرة كاملة النضج	N	٨٠٠٠	١٢٠٠٠
			P K	٢٠٠٠ ٤	٤٠٠٠ ٦
	بداية تكوين الثمار	نفس موضع العينة السابقة	N	٣٠٠٠	٥٠٠٠
			P K	١٥٠٠ ٣	٢٥٠٠ ٥
الطماطم	بداية الإزهار	عنق الورقة الرابعة من الطرف النامي	N	٨٠٠٠	١٢٠٠٠
			P K	٢٠٠٠ ٣	٣٠٠٠ ٦
	الثمار قطرها ٢,٥ سم	نفس موضع العينة السابقة	N	٦٠٠٠	١٢٠٠٠
			P K	٢٠٠٠ ٢	٣٠٠٠ ٤
بداية تلوين الثمار	نفس موضع العينة السابقة	N	٢٠٠٠	٤٠٠٠	
		P K	٢٠٠٠ ٢	٣٠٠٠ ٤	

تابع جدول (٢ - ١٢)

مستوى الكفاية	مستوى النقص	العنصر	الجزء النباتي	ميعاد أخذ العينة	النبات
١٢٠٠٠	٨٠٠٠	N	عنق الورقة السادسة من القمة النامية	مرحلة مبكرة من النمو	الكتنالوب
٤٠٠٠	٢٠٠٠	P			
٦	٤	K			
٩٠٠٠	٥٠٠٠	N	نفس موضع العينة السابقة	بداية الإثمار	
٢٥٠٠	١٥٠٠	P			
٥	٣	K			
٤٠٠٠	٢٠٠٠	N	نفس موضع العينة السابقة	أول ثمرة ناضجة	
٢٠٠٠	١٠٠٠	P			
٤	٢	K			
٩٠٠٠	٥٠٠٠	N	عنق الورقة السادسة من القمة	أوائل مرحلة الإثمار	
٢٥٠٠	١٥٠٠	P			
٥	٣	K			

N = النيتروجين النتراى NO₃-N (جزء فى المليون).

P = الفوسفور الذائب فى حامض الخليك PO₄-P (جزء فى المليون).

K = البوتاسيوم الكلى (%).

ملاحق

أوضح Gerber سنة ١٩٨٥ المدى الطبيعي لتراكيز العناصر الغذائية الأساسية في أوراق نباتات كلا من الطماطم والخيار والخس (على أساس الوزن الجاف) ومستواها عند النقص والسمية في الجدول التالي :

العنصر	المحصول	النقص عند أقل من	المدى الطبيعي	السمية عند أكبر من
النيتروجين الكلي N (%)	الطماطم	٢,٢	٥,٠ - ٣,٠	
	الخيار	٢,٠	٥,٠ - ٢,٥	
	الخس	١,٨	٥,٦ - ٢,١	
النيتروجين في صورة نترات NO ₃ (%)	الطماطم	٤,٣	١,٥ - ١,٢	
	الخيار	٠,٤	١,٨ - ٠,٨	
	الخس	٢,٠	٩,٣ - ٢,٥	
الفوسفور P (%)	الطماطم	٠,٢	٠,٨ - ٠,٤	
	الخيار	٠,٣	١,٠ - ٠,٥	
	الخس	٠,٤	٠,٩ - ٠,٥	
البوتاسيوم K (%)	الطماطم	٢,٠	٨,٠ - ٤,٠	
	الخيار	١,٥	٦,٠ - ٣,٠	
	الخس	٤,٠	١٠,٠ - ٤,٠	
الكالسيوم Ca (%)	الطماطم	٠,٧	٤,٠ - ١,٥	
	الخيار	٢,٠	٨,٠ - ٢,٠	
	الخس	٠,٨	٢,٠ - ٠,٩	
الماغنسيوم Mg (%)	الطماطم	٠,٢	١,٠ - ٠,٤	
	الخيار	٠,٣	٠,٨ - ٠,٤	
	الخس	٠,٣	٠,٨ - ٠,٤	
الكبريت الكلي S (%)	الطماطم	٠,٥	٣,٠ - ١,٠	
	الخيار	٠,٤	٠,٨ - ٠,٤	
	الخس	٠,٢	٠,٥ - ٠,٢	

تابع الملاحق

العنصر	المحصول	النقص عند أقل من	المدى الطبيعي	السميه عند أكبر من
B البورون (ppm)	الطماطم	٣٠	١٠٠ - ٣٠	١٥٠
	الخيار	٣٠	١٠٠ - ٤٠	٢٠٠
	الخس	٢٢	٦٥ - ٢٥	٣٠٠
Fe الحديد (ppm)	الطماطم		١٥٠ - ٥٠	
	الخيار		١٥٠ - ٩٠	
	الخس		٥٠٠ - ٥٠	
Mn المنجنيز (ppm)	الطماطم	٢٥	٢٠٠ - ٥٠	٥٠٠
	الخيار	٤٠	٣٠٠ - ٥٠	٥٥٠
	الخس	٢٢	٢٠٠ - ٢٥	٢٥٠
Cu النحاس (ppm)	الطماطم	٤	٢٥ - ٥	
	الخيار	٢	١٠ - ٤	
	الخس	٢,٥	١٨ - ٥	
Zn الزنك (ppm)	الطماطم	١٥	١٠٠ - ٢٠	٣٠٠
	الخيار	٢٠	١٥٠ - ٥٠	٦٥٠
	الخس	٢٥	٢٠٠ - ٣٠	٣٥٠
Mo الموليبدنم (ppm)	الطماطم	٠,٢	٥ - ١	
	الخيار	٠,٣	٣ - ١	
	الخس	٠,٢	٣,٠ - ٠,٥	