



الدليل الاستراتيجي للتعرف على نقص العناصر الغذائية على أوراق أشجار الفاكهة وثمارها

نوفمبر 2022م





الدليل الاسترشادي
للتعرف على نقص العناصر الغذائية
على أوراق أشجار الفاكهة وثمارها



تقديم

تشكل العناصر الغذائية الكبرى والصغرى أهمية كبيرة لكثير من الأشجار بمختلف أنواعها وأصولها ، وبالتالي يعتبر نقص مثل هذه العناصر ظاهرة غير مرغوبة ، وتظهر آثاره على الأوراق والثمار ، وتختلف هذه المظاهر باختلاف نوع أو أنواع العناصر الغذائية التي يفتقد لها النبات بشكل كلي أو جزئي . وتشير بعض الدراسات إلى أن النقص تختلف شدته من مكان لآخر، فيلاحظ أن النقص يزداد في الأراضي الرملية عن الطينية، كما أن نقص العناصر الغذائية له تأثير سلبي سواء على المحصول أو جودته، بصرف النظر عن نوع التربة وظهور أو عدم ظهور أعراض هذا النقص، وفي حالات كثيرة نلاحظ انخفاض المحصول وجودته ، وفي نفس الوقت لا تظهر أعراض نقص عنصر معين على النبات، وقد يرجع ذلك لوجود العنصر، ولكن بكمية غير كافية لإعطاء النبات احتياجاته.

ونظراً لأهمية معرفة نقص العناصر الغذائية الكبرى والصغرى على أشجار الفاكهة وثمارها وما يسببه ذلك من خسائر اقتصادية للمزارعين نتيجة فقد المحصول أو قلة الإنتاجية، فقد ارتأت المنظمة العربية للتنمية الزراعية من الأهمية بمكان توفير المعلومة الفنية لمظاهر وآثار نقص العناصر الغذائية على أوراق أشجار الفاكهة وثمارها من خلال إعداد ونشر هذا الدليل ليستفيد منه الفنيون والمرشدون الزراعيون والمستثمرون في مجال زراعة الفاكهة من خلال نشر المعرفة الفنية حول تعدد أشكال نقص العناصر على النبات وتشابها مع بعض أمراض النبات، وكيفية أخذ عينات الأوراق والتربة لتحديد مستوى العناصر المختلفة، وكيفية إضافتها وإدارتها وسلوكها في أنواع الترب المختلفة.

نأمل أن يكون هذا الجهد المبذول إضافة نوعية يستفيد منها جميع المختصين والمعنيين من العاملين في مجال إنتاج الفاكهة.



البروفيسور/ إبراهيم آدم أحمد الدخيري

المدير العام

محتويات الكتاب

الصفحة	الموضوعات
1	التقديم
6	مقدمة الكتاب
15	العناصر المغذية المعدنية الكبرى Macronutrients النيتروجين:
17	أعراض نقصه على أوراق الحمضيات
18	أعراض نقصه على أوراق الموز
19	أعراض نقصه على أوراق الجوافة
19	أعراض نقصه على المانجو
20	أعراض نقصه على سعف نخيل التمر
21	أعراض نقصه على أوراق العنب
22	الفسفور:
22	أعراض نقصه
23	معالجة نقصه
23	العوامل التي تزيد من تيسيره وتقلل من تثبيته في التربة
24	أعراض نقصه على ثمار الحمضيات
25	أعراض نقصه على أوراق المانجو
26	أعراض نقصه على أوراق الجوافة
26	أعراض نقصه على أوراق الموز
27	أعراض نقصه على أوراق العنب
28	أعراض نقصه على سعف النخيل
28	البوتاسيوم :
30	أعراض نقصه
	تأثير زيادته Excess of Potassium
30	أعراض نقصه على أوراق الحمضيات
30	أعراض نقصه على أوراق الموز
33	أعراض نقصه على أوراق المانجو
34	أعراض نقصه على أوراق الجوافة
35	أعراض نقصه على سعف النخيل
36	أعراض نقصه على أوراق العنب

الصفحة	الموضوعات
37	الكالسيوم:
37	أعراض نقصه
37	تأثير زيادته Excess of Calcium
38	أعراض نقصه على أوراق الحمضيات
39	أعراض نقصه على أوراق المانجو
39	أعراض نقصه على سعف النخيل
40	أعراض نقصه على أوراق الموز
42	أعراض نقصه على أوراق الجوافة
43	أعراض نقصه على أوراق العنب
44	المغنسيوم:
44	أعراض نقصه
45	سميته
45	أعراض نقصه على أوراق الحمضيات
46	أعراض نقصه على أوراق المانجو
47	أعراض نقصه على أوراق الموز
48	أعراض نقصه على أوراق النخيل
49	أعراض نقصه على أوراق العنب
50	أعراض نقصه على أوراق الجوافة
51	الكبريت:
51	أعراض نقصه
52	سميته
52	أعراض نقصه على أوراق الحمضيات
52	أعراض نقصه على أوراق المانجو
53	أعراض نقصه على خوص وسعف النخيل
53	أعراض نقصه على أوراق الجوافة
53	أعراض نقصه على أوراق الموز
54	أعراض نقصه على أوراق العنب
54	العناصر المغذية الصغرى Micronutrients
54	البورون:
55	أهميته
55	أعراض نقصه
56	تأثير سميته Excess of Boron
57	أعراض نقصه على الحمضيات - الثمرة الصلبة في الحمضيات Hard Fruit of Citrus

الصفحة	الموضوعات
59	أعراض نقصه على أوراق الموز
60	أعراض نقصه على أوراق وثمار المانجو
61	أعراض نقصه على أوراق وثمار الجوافة
62	أعراض نقصه على خوص سعف النخيل
62	أعراض نقصه وسميته على أوراق العنب
64	النحاس:
64	أعراض نقصه
65	زيادته Excess of Copper
65	أعراض نقصه على أوراق الحمضيات
66	أعراض نقصه على أوراق الجوافة
66	أعراض نقصه على أوراق المانجو
67	أعراض نقصه على سعف النخيل
68	أعراض نقصه على أوراق العنب
68	أعراض نقصه على أوراق الموز
69	الزنك:
69	أعراض نقصه
72	أعراض نقصه على أوراق الحمضيات
72	أعراض نقصه على أوراق المانجو
73	أعراض نقصه على أوراق الموز
74	أعراض نقصه على خوص سعف النخيل
75	أعراض نقصه على أوراق العنب
75	أعراض نقصه على أوراق الجوافة
77	المنجنيز:
77	أعراض نقصه
78	تأثير سميته Excess of Manganese
78	أعراض نقصه على أوراق الحمضيات
78	أثر سميته على أوراق الحمضيات
79	أعراض نقصه على أوراق الموز
81	أثر سميته على أوراق الموز
81	أعراض نقصه على أوراق الجوافة
81	أعراض نقصه على خوص سعف النخيل
81	أثر سميته على سعف النخيل
82	أعراض نقصه على أوراق المانجو
82	أعراض نقصه على أوراق العنب

الصفحة	الموضوعات
83	الحديد:
83	تيسره في التربة
84	أعراض نقصه على أوراق الحمضيات
85	أعراض نقصه على أوراق المانجو
86	أعراض نقصه على أوراق الموز
87	أعراض نقصه على أوراق الجوافة
87	أعراض نقصه على أوراق العنب
88	أعراض نقصه على سعف النخيل
88	المولبيديوم
89	العناصر الغذائية النادرة
89	الكلور
90	أعراض سمية الصوديوم والكلوريد على أوراق الحمضيات
91	أعراض سمية الأملاح على أوراق المانجو
92	التسميد الورقي
93	العوامل التي تؤثر على امتصاص العناصر الغذائية عن طريق الأوراق
94	طرق التعرف على نقص العناصر
95	الإرشادات التي يجب مراعاتها عند تحضير محلول الرش
95	العوامل التي تؤثر على التسميد بالرش
96	الإرشادات التي يجب مراعاتها عند الرش
103	المراجع
112	الاعداد

مقدمة:

أثبتت المسوحات الغذائية التي أجريت في العديد من المناطق في العالم وجود نقص في كثير من العناصر الغذائية الكبرى والصغرى على أوراق أشجار الفاكهة وثمارها ، وإن هذا النقص تختلف شدته من مكان لآخر، كما أن النقص يزداد في الأراضي الرملية عن الطينية، وقد أوضحت التجارب التي أجريت في هذا المجال أن نقص العناصر الغذائية له تأثير سلبي سواء على المحصول أو جودته، بصرف النظر عن نوع التربة وظهور أو عدم ظهور أعراض هذا النقص، وفي حالات كثيرة نلاحظ انخفاض المحصول ونقص الجودة، وفي نفس الوقت لا تظهر أعراض نقص عنصر معين على النبات، وقد يرجع ذلك لوجود العنصر ولكن بكمية غير كافية لإعطاء النبات احتياجاته، وكثيراً ما تعاني أشجار الفاكهة من زيادة المفرطة لبعض العناصر الغذائية مسببة احتراق الأوراق، أو عدم نفاذية الأراضي، والتي تسبب توقف نمو النبات، أو الحرارة أو البرودة المفرطة وتأثيرها على التزهير وعقد الثمار.

ويعضد من أهمية نشر هذا الدليل دراسة (للمعهد الفرنسي للبحوث الديموغرافية 2016) تؤكد أن عدد السكان في العالم تضاعف خلال الأربعين سنة الماضية ليصبح 6 بلايين نسمة، ومن المتوقع أن يتجاوز العدد 9 بلايين نسمة عام 2060، وأن حوالي 95% من هذه الزيادة المتوقعة ستحدث في الأقطار النامية لاسيما في آسيا وإفريقيا (Havlin et al 2005). مع أن الإنتاجية للغذاء هي الأخرى في تصاعد، إلا أن السؤال الذي يطرح نفسه هو هل أن هناك كفاية من الموارد الطبيعية لزيادة الإنتاجية الزراعية بما يضمن الغذاء لهؤلاء السكان أي أن التحدي الذي يواجه علماء الزراعة والزراع هو تبني واستنباط تقانات حديثة تضمن زيادة الإنتاج في وحدة المساحة؟ حيث إن توفر العناصر المغذية للنبات بكميات معينة، وفي أوقات مطلوبة أثناء نمو النبات وبخاصة مزارع الفاكهة تعد من التقانات الهامة .

ومن الدوافع أيضاً على نشره أهمية ثقافة المزارع بالأسمدة وقوانين تغذية أشجار الفاكهة، مثل قانون الحد الأدنى من المغذيات *The Law of the Minimum Nutrient*، يعني أن نقص عنصر محدد أو موجود بأقل كمية (حد النقص) رغم وجود بقية العناصر الغذائية بكميات كافية يؤثر على النمو والإنتاج والجودة كماً ونوعاً، وعند إضافة المزيد من الأسمدة (أكثر من الحد الأمثل) تصبح زيادة الإنتاجية أقل وهو ما يعرف بقانون تراجع الإنتاجية *Law of Diminishing Returns* " أي أن كمية الأسمدة التي يحتاجها المزارعون للحصول على أقصى عائد ليست بالضرورة نفس الكمية المطلوبة للحصول على أقصى عائد اقتصادي، والذي يمكن تعريفه بأنه ثاني أكبر عائد اقتصادي ويعطي أفضل عائد للأسمدة المضافة، وحقيقة هو مستوى العائد الذي يجب على المزارعين تحقيقه. ويجب أيضاً معرفة أن الكثير من السماد قد يضر بالأشجار، وقد يؤدي الإفراط في الأسمدة إلى تقليل العائد وتردي جودة الثمار (أصغر حجماً من المعتاد، مثال البرتقال نوري 16) وتصبح سميكة القشرة وعالية الحمضية وقليلة السكر ومتأخرة التلون، ويؤدي أيضاً لتلوث التربة والمياه.

أي إذا توفرت المعرفة والمعامل الجيدة لتحليل التربة، والنسيج النباتي لرصد مستوى ومقارنة تركيز العناصر في التربة والأوراق، واتضح الرؤية لدى المزارع، يمكنه تطوير وتعديل برنامجه السمادي، مما يؤدي لزيادة الإنتاج وتحسين نوعية الثمار، وخفض تكاليف الأسمدة في مواسم نمو النبات المختلفة. نظرياً يمكن استخلاص كمية الأسمدة التي ينبغي إضافتها، وذلك بقسمة

الفرق بين ما يمتصه المحصول وما توفره التربة (بعد فقد البعض منه في الرشح من التربة والبخر، .. الخ). ومع ذلك ورغم صعوبة هذه المعلومات عملياً، إلا أنه يمكن تطبيق معدلات برامج الأسمدة وفقاً لعمر الشجرة، وحمولة المحصول، وخصوبة التربة، وتركيز العناصر، وحالة الشجرة الفسيولوجية. ووفقاً لهذه المعطيات يتم حساب معدلات الأسمدة القياسية الموصى بها في فصل الأسمدة الموصى بها لأشجار الفاكهة مع تحديد الجرعات زمنياً (أي يمكن تعديل برنامج الأسمدة المبني على هذه التوصيات كنتيجة لتحليل الأوراق واختبار التربة).

تأتي أهمية هذا الدليل -أيضاً- في زيادة المعرفة بأشكال نقص العناصر المختلفة على النبات وتشابهها مع بعض أمراض النبات، وكيفية أخذ عينات الأوراق والتربة لتحديد مستوى العناصر المختلفة، وكيفية إضافتها وإدارتها وسلوكها في أنواع الترب المختلفة، وليضيء الدرب للفنيين والمستثمرين في مجال محاصيل الفاكهة، والمرشدين الزراعيين، وقادة العمل المحلي للنهوض بالإنتاج كمّاً ونوعاً لينداح خيراً وفيراً على أمتنا العربية.

وختاماً أتقدم بالشكر الجزيل للمدير العام للمنظمة العربية للتنمية الزراعية البروفيسور إبراهيم آدم الدخيري لإتاحته لنا الفرصة لنشر هذا الدليل، والشكر موصول لهيئة البحوث الزراعية بالسودان لتوجيههم المستمر، ولكل منتسبي المنظمة الذين ساهموا في تدقيق وتنسيق وإخراج هذا الدليل.

بعض الحقائق العلمية عن العناصر الغذائية:

أشجار الفاكهة تحتاج إلى مجموعة من العناصر المغذية الضرورية بتركيزات معينة وبكميات متوازنة حتى يمكنها أن تعطي أفضل نمو وأجود إنتاج، مما ينعكس ربحاً وبيعاً على الزراع، أي أن هذه العناصر المغذية تعد من أهم مدخلات إنتاج الفاكهة، بحيث إنه لا يمكن للأشجار أن تنمو وتثمر بصورة طبيعية في حالة نقص أي عنصر منها، حيث إن هذه العناصر تشترك بطريقة مباشرة في العديد من العمليات الفسيولوجية الهامة داخل الأشجار. العناصر الأساسية هي التي لا يستطيع النبات أن يكمل دورة حياته في غيابها ولا يمكن استبدالها بعناصر أخرى ويكون أثرها مباشراً. أي إن إضافة السماد للتربة من العوامل الأساسية لنجاح المحصول، وهي ضرورية لتحسين التربة الفقيرة والتي تحتوي على كميات قليلة من العناصر الغذائية الضرورية لنمو النبات. الأسمدة قد تكون كيميائية ويتم تحضيرها في معامل كيميائية خاصة وتشمل هذه الأسمدة النترات والفوسفور وغيرها من العناصر التي يتم تجهيزها وتركيبها بنسب معينة حسب حاجة النبات، وهناك الأسمدة الطبيعية أو العضوية وهي تتكون من المخلفات النباتية والحيوانية. عند إضافة الأسمدة لا بد من مراعاة احتياجات التربة والنبات لهذا السماد والوقت المناسب لإضافته، فهناك أسمدة تضاف للتربة قبل زراعتها، كما أن بعضها يضاف للنبات في المراحل الأولى للنمو، وأخرى ضرورية في مرحلة الإزهار وعقد الثمار وأثناء الإنتاج. بعض هذه الأسمدة تضاف للتربة وبعضها سائلة ترش على أوراق النبات.

الأسمدة العضوية:

هي عبارة عن مخلفات النباتات والحيوانات يتم تخميرها وتدويرها بطريقة معينة ولفترة زمنية محددة، تحتوي هذه الأسمدة على جميع العناصر الضرورية للنبات بكميات قليلة وأهمها: النتروجين والفوسفور والبوتاسيوم وبعض العناصر الصغرى الأخرى كالحديد، والزنك، والبورون، وغيرها. وهي مواد طبيعية غير ضارة بالإنسان كما هو الحال في الأسمدة الكيميائية.

ينقسم التسميد العضوي Organic fertilization إلى نوعين:

أولاً - السماد البلدي:

يعتبر السماد البلدي من أفضل الأسمدة العضوية التي تضاف للتربة في جميع دول العالم، وله أهميته منذ زمن بعيد حيث اعتمد عليه المزارع لتعويض ما تفقده التربة الزراعية من عناصر خلال مراحل الإنتاج المختلفة، وذلك بهدف زيادة خصوبة التربة وتحسين خواصها الطبيعية والكيميائية والحيوية. وهو في الأساس عبارة عن خليط من مخلفات الحيوانات يضاف إلى التربة، حيث يستخدم مباشرة أو بعد تخزينه لعدة أيام.

ثانياً - السماد البلدي الصناعي (Compost):

وهو السماد العضوي الناتج من تخمر المخلفات النباتية مثل: سيقان النبات، الحطب، الحشائش، نشارة الخشب، وأوراق الأشجار المتساقطة وغيرها. يتم تحضيرها تحت ظروف تهوية ورطوبة مناسبة وتستخدم معها المواد المنشطة للكائنات الحية الدقيقة والديدان بحيث يتكون الدبال. وهو يشبه في مظهره السماد البلدي المتحلل جيداً مع خلوه من الروائح الكريهة، علاوة على ارتفاع قيمته السمادية من حيث المحتوى النيتروجيني والعضوي له. وعموماً يمكن أن تقسم العناصر المعدنية المغذية الضرورية اللازمة لأشجار الفاكهة إلى مجموعتين رئيسيتين:

أولاً - العناصر المغذية الكبرى **Macronutrients** :

وهي تلك العناصر التي تحتاجها الأشجار بكميات كبيرة نسبياً مثل: النتروجين والفوسفور، والبوتاسيوم، والكالسيوم والمغنسيوم، والكبريت.

ثانياً - العناصر المغذية الصغرى **Micronutrients** :

وهي تلك العناصر التي تحتاجها الأشجار بكميات صغيرة نسبياً مثل الحديد والمنجنيز والزنك والنحاس، والبورون، والمولبيديوم، وغيرها.

وهذه العناصر المغذية الكبرى والصغرى تحصل عليها الأشجار غالباً عن طريق امتصاصها من التربة بواسطة مجموعها الجذري، وإن كان بعضها يمكن إضافته مباشرة عن طريق الأوراق. وبالإضافة إلى هذه العناصر المغذية المعدنية فإن الأشجار تحتاج أيضاً إلى عنصر الكربون والذي تحصل عليه من ثاني أكسيد الكربون (CO_2) الجوي، والأيدروجين والأكسجين واللذان تحصل عليهما من الماء (H_2O). وعليه فإن المقصود بالتسميد هو عملية إضافة هذه العناصر المغذية لأشجار الفاكهة، وذلك بغرض تعويض خصوبة التربة من هذه العناصر المغذية غير الموجودة بها أو الموجودة بكميات غير كافية لحاجة الأشجار أو الموجودة في صورة غير ميسرة للامتصاص بواسطة الجذور. أي أن عملية تسميد بساتين الفاكهة تعتبر من أهم العمليات الزراعية التي تؤدي إلى زيادة منتج وحدة المساحة، ويحكم التسميد العديد من العوامل، والتي يجب على من يمارسون مهنة الزراعة الإلمام بها حتى يمكن لهم اتخاذ قرارات تسميدية تفي بالغرض من عملية التسميد بأعلى كفاءة ممكنة وتتمثل هذه العوامل في الآتي:

أهمية معرفة الخواص الكيميائية للأراضي الزراعية:

يوجد العديد من أنواع التربة والتي يمكن زراعتها بأنواع مختلفة من أشجار الفاكهة. وتعتبر الخواص الكيميائية للتربة من أهم العوامل التي تؤثر على اختيار نوع الأشجار التي يجب أن تزرع بها، وكذلك اختيار نوع السماد الذي يجب أن يضاف إليها. حيث تؤثر المادة الأم التي تكونت منها التربة على العديد من الخواص الكيميائية والفيزيائية، حيث نجد أن الأراضي الرسوبية الناتجة عن النقل بمياه الأنهار تختلف خواصها الكيميائية والفيزيائية عن تلك الأراضي الناتجة عن النقل بالرياح أو عن الأراضي الناتجة عن الترسيبات البحرية، فالأولى تتسم بقوام طيني والثانية تتسم بقوام رملي والثالثة يمكن أن يكون قوامها رملي أو طيني.

كما تلعب أحجام حبيبات التربة دوراً هاماً في تحديد العديد من الخواص الطبيعية والكيميائية والحيوية للأراضي الزراعية، وعموماً يتكون الطور الصلب لنظم الأراضي الزراعية من مكونين أساسيين: أولهما عبارة عن مكون معدني والثاني عبارة عن مكونات عضوية بما فيها من كائنات حية دقيقة وغير دقيقة. أما المكون الأول فهو عبارة عن خليط من معادن أولية وأخرى ثانوية، وكلٌّ منهما يأخذ أحجاماً مختلفة تحددها عوامل وعمليات تكوين التربة. من المعروف إن المكون المعدني يتوزع جميعاً إلى حبيبات رمل، والتي تتراوح أقطار حبيباتها بين 0.02 - 2.00 ملليمتر والسلت والمعروف باسم الغرين (القرير) وتتراوح أقطار حبيباته بين 0.02 - 0.002 ملليمتر. والطين وهو عبارة عن جميع الحبيبات التي تقل أقطارها عن 0.002 ملليمتر. ويكون عن هذا التوزيع الحجمي للمجاميع الثلاثة ما يعرف بقوام التربة (Soil texture) ومن معرفة قوام التربة يمكن التنبؤ بالعديد من الخواص الطبيعية والكيميائية والحيوية للأراضي الزراعية، والتي لها تأثير كبير في تحديد الاحتياجات السمادية، أما المكون العضوي فهو عبارة عن المواد

العضوية القديمة التي تتميز بمقاومتها للتحلل، والتي يطلق عليها اسم دبال الأرض، بالإضافة إلى المواد والمخلفات العضوية الحديثة التي لم تتحلل بعد، مضافاً إليها جميع الكائنات الحية الدقيقة بالأرض. ومن بين أهم الخصائص الكيميائية للتربة ما يطلق عليه مختصو علوم التربة بالـ Soil pH والذي يمكن تعريفه بأنه سالب لوغاريتم تركيز الهيدروجين بالجرام الأيوني في اللتر، ويمكن توضيح أهمية Soil pH في تصنيف التربة بأنه إذا كانت قيمة Soil pH 7 تصبح الأرض متعادلة، وإذا زادت قيمتها عن 7 تصبح الأرض قلووية، وإذا قلت قيمتها عن 7 تصبح الأرض حامضية، ويعتبر الـ Soil pH أحد العوامل الهامة التي يعول عليها في اختيار السماد المناسب للأرض. حيث يؤثر أيضاً على نمو النبات وتطوره من خلال تأثيراته على مدى تيسير وامتصاص العناصر المغذية اللازمة لنمو النبات. وتعتبر القيم التي بين 6 - 7 هي الأنسب لاستغلال وامتصاص العناصر المغذية من أشجار الفاكهة.

يمكن تحديد التأثيرات التالية عند انخفاض تركيز Soil pH أو زيادته في التربة:

- إن زيادة قلوية التربة أي (ارتفاع Soil pH) يؤثر على إتاحة بعض العناصر المغذية وخير مثال لذلك الفوسفات التي تتحول إلى صور قليلة الذوبان (فوسفات ثلاثي الكالسيوم)، وكذلك ما يحدث لمعظم العناصر المغذية الصغرى؛ إذ يقل تيسرها للامتصاص من قبل النبات. ويصبح الوسط أيضاً ملائماً لتطاير الأمونيا السامة من بعض الأسمدة النيتروجينية المضافة.
- يؤثر الـ Soil pH على نشاط الكائنات الحية الدقيقة وأحياء التربة ويحدد أيضاً نوعية هذه الكائنات الدقيقة. وقد ثبت أن السيادة تكون للفطريات عند pH أقل من 5.5 بينما تكون السيادة للبكتريا عند pH أعلى من ذلك. وهذا يعني أن الكثير من النشاطات البيولوجية والعمليات المرتبطة بها تتحدد بدرجة حموضة التربة. ولكن غالباً ما تكون الظروف المتعادلة أفضل للكثير من تلك العمليات.
- تؤثر درجة حموضة التربة على تحديد نوعية الصور السائدة للعناصر في محلول التربة مما يحدد طبيعة امتصاص العناصر الغذائية. فالأيونات السالبة مثل النترات Nitrate والفوسفات Phosphate ثبت إنها تمتص بدرجة كبيرة في الظروف القليلة الحموضة بسبب سيادة الصور الملائمة للامتصاص مثل H_2PO_4 وإن امتصاص الأيونات الموجبة يكون أكثر في ظروف الأراضي المتعادلة.
- تؤثر درجة حموضة التربة على سرعة العديد من تفاعلات الأكسدة والاختزال بالتربة.

ملاحظات على برامج التسميد:

تتباين محاصيل الفاكهة فيما بينها في العديد من النقاط الهامة التي يكون لها تأثير مباشر على البرامج التسميدية التي يجب أن تتبع عند زراعتها ويمكن توضيح تلك النقاط في الآتية:

- 1- تختلف الاحتياجات السمادية لأشجار الفاكهة من عنصر النيتروجين تبعاً لاختلاف أنواع أشجار الفاكهة، وخير مثال على ذلك أشجار الموز والتي تعتبر شرهة للنيتروجين مقارنة بكروم العنب مثلاً أو الحمضيات.

- 2- تختلف احتياجات النوع الواحد من أشجار الفاكهة تبعاً لعمر الأشجار. حيث تختلف حاجة الحمضيات تحت الإثمار مثلاً للنيتروجين عن حاجة أشجار الحمضيات المثمرة أي لكل عمر احتياج محدد من النيتروجين.
- 3- عادة تضاف الأسمدة المعدنية إلى الأشجار على دفعات متتالية، فتضاف دفعة أولى في مارس مثلاً لتشجيع النمو الخضري وزيادة الإزهار، ودفعة ثانية في مايو لزيادة نسبة عقد الثمار، ودفعة ثالثة في يونيو بعد تمام العقد ، وذلك لزيادة حجم الثمار المتكونة وتقليل نسبة تساقطها. ويجب الاحتراس من التسميد المتأخر في الخريف؛ لأن ذلك يدفع الأشجار إلى تكوين نموات خضرية جديدة تؤثر سلباً على الأزهار وتؤدي إلى تأخير نضج الثمار.
- 4- للعمليات الزراعية وطرق ري أشجار الفاكهة دور فعال في اختيار نوع السماد الذي يجب أن يضاف، وكذلك تحديد ميعاد إضافته والطريقة المثلى لها، وخير مثال لذلك هو نبات الموز الذي تكاد أن تكون تربته رطبة بالماء لفترات طويلة تحت نظم الري بالتنقيط، ولهذا فالتوصية السمادية تمنع استخدام الأسمدة النتراتية في بساتين الموز تفادياً لعمليات عكس التأزت، والتي تسبب فقد النيتروجين في الصورة الغازية.
- 5- لعنصر البوتاسيوم أهمية خاصة في نقل النشا والسكريات داخل أنسجة الأشجار، ولهذا فإن الأشجار التي تنتج كميات كبيرة من النشا مثل الموز تحتاج إلى كميات كبيرة من هذا العنصر.
- 6- لعنصر النيتروجين أهمية كبيرة في إنتاج الأحماض الأمينية وكذلك البروتينات؛ ولذا فإن الأشجار التي تحتوي على كميات كبيرة من البروتين تحتاج إلى عنصر النيتروجين بمقادير أكبر من الأشجار التي تقل فيها نسبة البروتين.

ملاحظات عن أنواع الأسمدة:

- أ- من المعروف أن الصفات الطبيعية للسماد تتحكم في كثير من البرامج التسميدية ونوعية الأسمدة التي يجب أن تستخدم وكذلك طريقة تخزينها، فالأسمدة النتراتية تتمتع بسهولة في الأماكن الرطبة، ويؤدي ذلك إلى تكتلها عند تخزينها، ويفضل كثير من المزارعين استعمال الأسمدة الأمونيومية لقلّة تميّعها ومثال ذلك سماد سلفات النشادر .
- ب- يفضل استخدام سماد نترات الأمونيوم في مد أشجار الفاكهة بجرعات سريعة من النيتروجين، ويفضل استخدام سماد سلفات النشادر إذا ما أريد أن تطول فترات استفادة أشجار الفاكهة من النيتروجين المضاف.
- ت- لا ينصح باستخدام الأسمدة النتراتية في مزارع الموز، والتي تروى بطريقة الري بالتنقيط، حيث يفضل استخدام سماد كبريتات الأمونيوم.
- ث- ينصح باستبدال سماد اليوريا بسماد آخر في الأراضي الفقيرة في الكالسيوم الذائب والفقيرة في مادة كربونات الكالسيوم، ويرجع ذلك إلى أن سماد اليوريا يتحول بواسطة إنزيم اليورياز إلى كربونات الأمونيوم ثم تقوم الكائنات الحية الدقيقة بتحويل الأمونيا إلى نترت، وذلك بواسطة بكتريا النيتروزوموناس ثم تقوم بكتريا النيتروباكتريا بتحويل

النترت إلى نترات، وعند غياب وجود الكالسيوم الذائب أو مادة كربونات الكالسيوم فإن pH الأرض تصل قيمته إلى أكبر من 8.5، وهذا بدوره يسبب قلة نشاط البكتريا المسؤولة عن تحويل النترت إلى نترات، وبذلك يزداد تراكم النترت في الوسط، ومن المعروف علمياً أن النبات لا يفرق بين النترت والنترات في عملية الامتصاص، وبذا يتراكم النترت داخل النبات فيؤدي إلى اصفرار النبات ثم موته .

ج- ينصح بعدم استعمال الأسمدة ذات الأثر القلوي في الأراضي القلوية والأراضي الغنية بكربونات الكالسيوم، ويفضل استخدام الأسمدة ذات الأثر الحامضي مثل سلفات النشادر والسوبر فوسفات أحادي الكالسيوم.

ح- عموماً نشير إلى أهمية تواجد العنصر السمادي في الوقت المناسب وبالكمية الكافية لاحتياج النبات، حيث ترتبط مواعيد إضافة الأسمدة بأطوار النمو المختلفة للنبات، فدراسة نموذج النمو والامتصاص لكل عنصر سمادي على جانب كبير من الأهمية في تحديد الميعاد المناسب لإجراء عملية التسميد بهذا العنصر. (وينصح بإضافة الأسمدة الفوسفاتية أثناء الخدمة الشتوية لأشجار الفاكهة حتى يتم توزيع هذه الأسمدة في منطقة الجذور، حيث أثبتت الدراسات إن الأسمدة الفوسفاتية تقل صلاحيتها مع الوقت، حيث تتحول إلى صور غير ذائبة، فعند إضافة الأسمدة الفوسفاتية المحتوية على فوسفات أحادي الكالسيوم وفوسفات ثنائي الكالسيوم وفي وجود كاتيونات الكالسيوم الذائبة تتحول الصورة الثنائية إلى الصورة الثلاثية مكونة فوسفات ثلاثي الكالسيوم الذي لا يلبث أن يتحول إلى أو كتا كالسيوم فوسفات والتي تتحول إلى فوسفات الأباتيت، وبذلك تقل صلاحية الأسمدة الفوسفاتية، والغرض الأساسي من وضع الأسمدة الفوسفاتية بتوزيع متجانس في منطقة انتشار الجذور هو الاعتماد على ظاهرة الاعتراض الجذري التي تقوم بها جذور النباتات، وذلك بتلامس الشعيرات الجذرية حبيبات السماد، فتقوم جذور النباتات بإفراز بعض الإفرازات الحامضية، والتي تعمل على إذابة بعض من صور الفوسفات غير الصالحة لامتصاص النبات وتحولها إلى صور ميسرة لامتصاص النبات.

نتيجة تعرض الأسمدة النيتروجينية للفقد بالتطاير الغازي على صورة أمونيا أو صورة غازية عنصرية أو الفقد مع مياه الري، فقد ينصح بتقسيم الأسمدة النيتروجينية وإضافتها على أكثر من دفعة في الزراعات أو البساتين القديمة ويزداد عدد دفعات السماد في الأراضي الرملية تفادياً للغسيل مع مياه الري.

يمكن التعرف على الحالة الغذائية لأشجار الفاكهة بعدة وسائل منها:

1- متابعة ظهور أعراض نقص أو زيادة أي عنصر على الأشجار والتعرف عليها وتشخيصها.

2- إجراء تحليل للتربة، وذلك لمعرفة التركيز الكلي للعناصر الغذائية بها والكمية الميسرة منها للامتصاص بواسطة الأشجار، وكذلك معرفة العوامل الأخرى التي لها تأثير على الحالة الغذائية مثل رقم الحموضة pH والسعة التبادلية الكاتيونية C.E. C ودرجة التوصيل الكهربائي C. E للتربة ونسبة الصوديوم المدمص بها ومحتواها من المادة العضوية ودرجة نفاذيتها ومساميتها....الخ.

- 3- إجراء تحليل لأنسجة الأشجار ثم مقارنتها مع نتائج تحليل الأنسجة بجداول قياسية موضحاً بها مستوى النقص والزيادة والمستوى الأمثل من كل عنصر، وعادةً ما تستعمل الأوراق في التحليل لمعرفة الحالة الغذائية للأشجار.
- 4- إجراء تحليل التربة وتحليل الأنسجة للأشجار، وذلك اعتماداً على العلاقة القائمة بين تركيز العناصر المغذية في أنسجة الأشجار والكمية المتاحة منها للامتصاص في التربة، وهي تعتبر أفضل طريقة لمعرفة الحالة الغذائية للأشجار .
- 5- إجراء تجارب التسميد، وذلك حتى يمكن وضع أفضل برنامج لتسميد أنواع الفاكهة المختلفة وذلك تحت ظروف بيئية متباينة.

التأثيرات المتداخلة للعناصر الغذائية:

لابد من الإشارة في هذا الدليل إلى أهمية معرفة التأثيرات المتداخلة للعناصر الغذائية حتى نفهم ما يحدث داخل النبات، وإلى أعراض نقص العناصر الغذائية التي يمكن أن تكون بسيطة بحيث يسهل تحديد نوع النقص في الحال، ويمكن أن تكون معقدة بحيث تختلط الصورة المرضية مع مسببات مرضية أخرى تعطي أعراضاً متشابهة مع أعراض نقص العناصر، ومن تلك المسببات الآتي:

- 1- عند حدوث نقص في البوتاسيوم أو الفوسفور أو الكالسيوم يحدث نقص في الحديد.
- 2- أعراض نقص البوتاسيوم تكون شديدة في النباتات التي تشكو من نقص الحديد أكثر منها في التي حصلت على كفايتها من الحديد.
- 3- في مستويات الفوسفور العادية فإن شدة أعراض نقص الحديد تتحدد بشكل أساسي بكمية البوتاسيوم المضافة للنبات.
- 4- مستوى الفوسفور عندما يكون بتركيز 40 جزءاً / المليون، والذي يكون ملائماً طبيعياً، وجد أنه يكون ساماً عندما يكون مستوى الكالسيوم 8 أجزاء / المليون، لكنه يكون مفيداً عندما يكون مستوى الكالسيوم مرتفعاً إلى 64 جزءاً / المليون.
- 5- تأثيرات زيادة امتصاص بعض العناصر: ربما تسبب الزيادة في عنصر ما حدوث نقص لعنصر آخر أو عناصر أخرى، ومثال لذلك:

- الزيادة في عنصر النيتروجين تؤدي لأعراض نقص البوتاسيوم.
- الزيادة في عنصر البوتاسيوم تؤدي لأعراض نقص الماغنسيوم والكالسيوم.
- الزيادة في عنصر الفوسفور تؤدي لأعراض نقص البوتاسيوم والحديد.
- الزيادة في عنصر الألمونيوم تؤدي لأعراض نقص الفوسفور.
- الزيادة في عنصر الكوبالت، النحاس، المنجنيز، النيكل أو الزنك يمكن أن تسبب نقصاً في عنصر الحديد .
- الزيادة في عنصر الصوديوم يمكن أن تعطي تأثيرات مشابهة لنقص عنصر الكالسيوم والبوتاسيوم.

يجب أن نعلم جيداً أن أي خلل في عنصر سيؤثر بدوره على نشاط العناصر الأخرى وفيما يلي أمثلة للتداخلات:

- 1- بعض الحالات يمكن أن يحل فيها عنصر محل عنصر آخر كما هو الحال في Strontium السترونتيوم يمكن أن يحل جزئياً محل الكالسيوم، والرابيديوم Rabidium محل البوتاسيوم، فقد وجد Strontium يكون ذا فائدة فقط عندما تكون نسبة الكالسيوم منخفضة. وهناك مثال آخر يوضح أن السيلينيوم Selenium يمكن أن يحل محل الكبريت في بعض الأحماض الأمينية مثل: سيلينومثيونين Selenomethionine أو سيلينوستين Selenocystine .
- 2- يؤثر تداخل الأيونات المغذية على امتصاص العناصر من التربة حيث يمكن أن تتداخل الأرسينات مع امتصاص الفوسفات والسيلينات Selenat مع الكبريتات والبرومايد Bromide مع الكلوريد Chloride والرابيديوم Rabidium مع البوتاسيوم والكاديوم مع الزنك.
- 3- تفاعل العناصر الغذائية يمكن أن يسبب أعراض نقص مرئية لعنصر آخر مما يجعل التشخيص المرئي ليس صعباً لكن غير مؤكد، فتشخيص نقص العناصر عملية معقدة للغاية بسبب تشابه أعراض النقص مع الأعراض المتسببة عن زيادة بعض العناصر، كذلك الإصابة الفيروسية وتلوث الهواء والكائنات الممرضة الأخرى مثل المايكوبلازما.
- 4- العناصر التي يحتمل أن يعاني النبات من نقصها في بعض الأراضي، والتي تحد من نمو النبات أو تؤدي إلى أوضاع غير طبيعية أو ظروف مرضية هي: النتروجين والفوسفور والبوتاسيوم والمغنيسيوم والكبريت والكالسيوم والحديد والمنجنيز وأحياناً البورون. وعموماً غياب أي عنصر أو وجوده بنسبة غير مناسبة أو على شكل غير قابل للامتصاص يؤدي إلى نفس نتائج نقصه في التربة، كما أن نقص عنصر أساسي أو أكثر في تربة البستان أو في الصوب الزجاجية يؤدي إلى أوضاع مرضية أو إلى وقف وتعويق نمو النبات وتكوين الثمار.

العناصر المغذية المعدنية الكبرى Macronutrients :

النيتروجين:

عنصر متحرك في النبات وهو عنصر النمو الخضري وحتى نحصل على نمو خضري جيد لابد من توفر كميات مناسبة منه في التربة، وأيضاً يجب ألا نبالغ بإضافة النيتروجين إلى التربة حتى لا يزداد النمو الخضري على حساب النمو الثمري؛ لأنه عنصر يفقد من التربة بسرعة أما بالغسل أو بالتطاير، وأن الكميات الكبيرة منه تقلل من مقاومة النبات للأمراض.

يمتص النبات عنصر النيتروجين في صورة أيونات نترات سالبة NO_3^- أو أيونات أمونيوم موجبة NH_4^+ ، والأمونيا هي الصورة التي تمتص أولاً بواسطة النباتات الصغيرة في حين تمتص النترات وهي الصورة الرئيسية المستخدمة خلال باقي مراحل النمو، والجدير بالذكر أن النيتروجين في الطبقات العليا من التربة يقل كلما تعمقنا في التربة؛ لأن المادة العضوية تكثر في طبقات التربة العليا، ويتوفر في درجة حموضة (pH بين 6-8) ويقل نسبياً في (pH بين 5-6) و (8-9) وينقص بشدة في pH أقل من 5 أو أعلى من 9 ونظراً؛ لأن معظم الأراضي السودانية معظمها قلووية أي رقم حموضتها pH فوق 7؛ لذا يفضل أن تكون الأسمدة المضافة للتربة ذات رقم حموضي منخفض Low pH fertilizer عن معدل قلووية التربة، والوصول بها إلى pH 6-8 وهو أنسب وسط لامتصاص النيتروجين في التربة.

ويعتبر النيتروجين من أكثر العناصر الغذائية عرضة للفقد بالرشح من التربة، خاصة في المناطق التي تكثر بها الأمطار، ويفقد بسرعة كبيرة في صورة النترات لسهولة ذوبانها في الماء، حيث تفقد مع ماء الري. أما الأمونيوم فيدمص على سطح حبيبات التربة التي تحمل شحنات سالبة، وبذلك يقاوم الفقد بالرشح ولكن بمرور الوقت وبفعل الكائنات الدقيقة يتحول نيتروجين التربة من الصورة الأمونيومية إلى الصورة النيتراتية، ويتعرض أيضاً للفقد بالرشح وتزداد سرعة هذا التحول بارتفاع درجة الحرارة وارتفاع الرطوبة الأرضية والتهوية، ولا يفوتنا أن نذكر دور بكتريا العقد الجذرية في تثبيت الأزوت الجوي حيث تعيش بكتيريا الـ *Rhizobium*: والتي يوجد منها نحو 18 نوعاً متخصصاً في البقوليات المختلفة، وقد يتعايش أكثر من نوع من هذه البكتريا مع محصول بقولي واحد، وفي هذه الحالة يحدث الاختلاف فيما بينهما في درجة كفاءة تثبيت أزوت الهواء الجوي. حيث يختلف عدد العقد البكتيرية بالنبات الواحد عن عدد قليل إلى آلاف العقد أو أكثر. كما تختلف في توزيعها على المجموع الجذري وفي حجمها حسب النوع النباتي.

وتستطيع بكتريا العقد الجذرية أن تعيش في التربة في غياب العائل لمدة سنوات 10 - 20 سنة، ولكن زراعة العائل من آنٍ إلى آخر تعمل على زيادة نشاطها. وتحدث إفرازات خاصة من الجذور فتتراكم البكتريا قريباً من الجذور للنباتات البقولية، وتنحني الشعيرة الجذرية التي تخترقها البكتريا عند القمة، ويعقب ذلك تكون خيط إصابة ثم تظهر العقدة في النهاية، وتتراوح كمية النيتروجين التي تثبتها هذه البكتريا في الجذور بين 22 - 45 كجم بكل فدان سنوياً. ولهذا يوصي دائماً باستخدام الملقحات البكتيرية للتربة باستمرار أو معاملة البذور بها. ويمكن الحصول عليها تجارياً (اسم العقدين).

أعراض نقصه:

عموماً تتمثل أعراض نقص النيتروجين في بطء وضعف النمو وتقرم النبات، صغر حجم الأوراق الحديثة نتيجة لتوقف نموها، كما تبدو الأزهار أكبر حجماً، وجود شحوب في الأوراق السفلية وتلونها بلون أخضر باهت أو مصفر ويصبح نمو الفروع محدوداً، وتصبح سيقان النباتات رفيعة وصلبة، تبدأ أعراض النقص بالظهور على الأوراق السفلية البالغة، أي تبدأ أعراض النقص على الأوراق القاعدية ثم تنتقل إلى الأوراق في القمة.

يكون لون الأوراق أخضر شاحباً في المراحل الأولى، وقد تظهر ألوان صفراء أو حتى حمراء كلما تقدمت مراحل النمو، تشكل أعناق الأوراق زاوية حادة مع الساق.

تدني معدل أزهار النبات ومن ثم الثمار. في حالات النقص الشديد تكون الثمار صغيرة وتنضج قبل وقتها وتتساقط وقد لا تتكون ثمار إطلاقاً.

نقص النمو وصغر حجم السوق والجذور، وتكون الأفرع متخشبة ورفيعة وصغيرة ولونها أحمر أو بني.

وعموماً عدم كفاية النيتروجين يؤدي إلى بقاء النبات متدهوراً خضرياً (قزماً وهزياً) وفي النهاية يؤدي إلى الموت.

أعراض زيادته:

عند زيادة النيتروجين عن الحد المناسب يصبح لون الأوراق أخضر داكناً، ويزداد محتواها من الكلوروفيل ويتبع ذلك زيادة في معدل البناء الضوئي، ولكن نتيجة لتوفر النيتروجين فإن الغذاء المجهز يستعمل في بناء أنسجة جديدة، ونتيجة لذلك يكون النمو سريعاً في الجذور والسيقان والأوراق ويقل تخزين الغذاء وتكوين الألياف التي تدعم النبات وكذلك يقل الإزهار والإثمار، ومن ثم تكون السيقان رهيبة وجزورها رقيقة والمحصول قليلاً سواء كان ذلك محصول ثمار أو بذوراً أو في صورة أعضاء التخزين الخضرية، وتحديداً فزيادة التسميد النيتروجيني على الثمار فإنه يؤدي إلى التقليل من جودتها ويقصر من عمرها التخزيني، وينتج عنها ثمار كبيرة ومنتفخة وذات قشره سميك وخشنة وتخفض نسبة وجودة العصير فيها، ومن ثم يتأخر نضجها نتيجة تشجيع النمو الزائد، أي تعطي ثماراً ذات صفات جودة منخفضة. أما في حالة زيادة الأسمدة النيتروجينية (اليوريا) على المجموع الخضري فإنه تظهر على الأوراق أعراض التسمم بالنيتروجين. حيث يحدث اصفرار في قمم الأوراق، ويتوقف النمو، وتظهر بقع متحللة على الأوراق، وفي بعض الأحيان تموت الأوراق والأنسجة المصابة وخاصة عند درجات الحرارة الأكثر من 37م، وهذا ما يعرف بظاهرة البيوريت على أوراق الحمضيات، ولذلك يجب أن تحتوي اليوريا المستخدمة في الرش على الأوراق على بيوريت منخفض (أقل من 0.4%)؛ لأن المستويات الأعلى تؤدي إلى حرق الورق (Biuret) وعموماً تتفاقم الأضرار بزيادة التسميد النيتروجيني عندما يكون الفوسفور منخفضاً (انظر "نقص الفسفور مع مستويات عالية من النيتروجين في الحمضيات").

الأضرار التي تسببها زيادته:

- 1- تسبب تأخر في نضج المحصول وذلك؛ لأن النيتروجين يشجع النمو الخضري.
- 2- تسبب زيادة كبيرة في طول النبات وزيادة طول السلاميات مع ضعف الساق.

3- تدني جودة الثمار مما يعوق عملية الشحن والتخزين.

4- تجعل النبات ذا مجموع خضري عصائري وجدر الخلايا ضعيفاً، وبالتالي يقلل قدرة النبات على مقاومة الأمراض الطفيلية.

أعراض نقصه على الحمضيات:

عموماً عند نقص النيتروجين تصبح الأوراق أصغر من المعتاد وذات لون أصفر شاحب، وتكون رهيبة وخشنة الملمس، ويبدأ الاصفرار على الأوراق السفلية ويمتد إلى الأعلى، وقد تسقط في وقت مبكر في يناير أو فبراير، وفي الصيف في حالة النقص الشديد تكون الأزهار قليلة والثمار شاحبة اللون وتضعف الشجرة.

هناك خطأ شائع مفاده إن زيادة أو رفع التسميد النيتروجيني يزيد من حجم الثمار، ولكن تبين أن الري الجيد هو الذي يؤدي إلى زيادة حجم الثمار.

وقد أوضحت الدراسة في نواحي الخرطوم أن متوسط مستوى النيتروجين على أوراق أصناف الحمضيات عامة كان (1.62%) وذلك في القريب فروت - (رد بلش) والبرتقال (نوري 16) والليمون البنزهر في عدة مواقع، وبناءً على دراسات كثيرة سابقة ومقارنة مع ما ذكره Chapman (1960) في كاليفورنيا والتي أوضحت أن:

- 2.2% يعتبر نقصاً.
- 2.2%-2.4% يعتبر أقل من المتوسط المطلوب.
- 2.5%-2.7% يعتبر أقل من المتوسط الأمثل.
- 2.7%--2.8% يعتبر المتوسط الأمثل.
- 3% يعتبر زائداً أو أكثر من اللازم (Excess).

ومقارنةً بمنطقة كسلا وجد أن مستوى النيتروجين على أوراق قريب فروت صنف رد بلش وليمون بلدي كان 2.3%، بينما كان في نيرتي في جبل مرة على أوراق أشجار برتقال أولندا عالية الجودة وممتازة النمو 2.5%.



أعراض نقصه على الموز:

أوضحت قراءات الدراسات السابقة الموضحة أن متوسط مستوى عنصر النيتروجين على أوراق الموز صنف الكافندش المتقزم والبيبي (الخلفة الأولى) في عدة مواقع في نواحي الخرطوم كان أقل من الحد الحرج لأوراق الموز، حيث كان (2.4 %)، وذلك بناءً على دراسات De Geus (1967) في أسبانيا ، حيث قرر أن المستوى القياسي للنيتروجين على أوراق موز الخلفة الأولى عالية الإنتاجية كان 4.00% ، وعندما كان مستواه على الأوراق 3.5% قل الإنتاج حوالي 30% وتتفق هذه النتائج مع (Uechida 2000) من هاواي. ويعتبر أيضاً أقل من مستوى النيتروجين على أوراق الموز الكافندش المتقزم- الخلفة الأولى- في مصر ، والذي أكده حجاج وإبراهيم (2000) وكان 4.00%.

ومقارنة بما وجد في كسلا بشرق السودان أن مستوى النيتروجين على أوراق الخلفة الأولى (2.8%)، وأيضاً في محطة بحوث حلفا الجديدة على نهر ساسريب على أوراق الخلفة الأولى كان (3.1%) . وعادةً في حالة نقص النيتروجين عن الحد الأمثل تأخذ الأوراق 23 يوماً لتتفتح مقارنةً بعشرة أيام في حالة النيتروجين في وضعه الأمثل. ويؤدي نقصه إلى اللون الأخضر الشاحب أو الأصفر الليموني ، ونقص في النمو والمجموع الخضري. وكما يؤثر النيتروجين طردياً على طول عنق الورقة ويحسن خصائص السبيلة ووزن الثمار وإنتاج الخلف، كما أن نقصه يؤدي إلى ضعف وقصر عنق الأوراق وزيادة مستوى الفسفور على الأوراق، ويمكن إيجاز أثر النيتروجين على الموز في الآتي:

أثر النيتروجين على الموز:

نقص النيتروجين	يؤدي إلى نمو خضري ضعيف.
المستوى الأمثل للنيتروجين	يؤدي إلى زيادة محتوى المادة الجافة في النبات ويؤدي إلى زيادة وزن السباط وخاصة عند الحد الأمثل للنيتروجين: البوتاسيوم.
المستوى الزائد من النيتروجين	يؤدي إلى تكسر السباط قبل وصولها لمرحلة النضج.



زيادة التسميد بالنيتروجين تؤدي إلى احتراق نصل الورقة نتيجة تراكم البيوريت على امتداد العرق الوسطي للورقة



أعراض نقصه على أوراق الجوافة:

رغم أن الجوافة تعتبر الفاكهة الشعبية الأولى لنموها في مدى واسع من الأراضي وأيضاً تستخدم في أشكال كثيرة كفاكهة مائدة وعجائن مربات وعصائر، بالإضافة إلى أنها تعد من المحاصيل الطبية. غير أن المتاح من الدراسات عليها قليل جداً، ومعدومة تماماً في بعض النواحي مثل مسح وحصر السلالات الموجودة، وأيضاً في تطوير طرق التكاثر الخضري لتحديد وإكثار الأصناف الواعدة، ولذلك لم تنتشر كمحصول برغم أهميتها الاقتصادية .

أوضحت الدراسة أن متوسط مستوى النيتروجين على أوراق الجوافة في عدة نواحي حول الخرطوم كان (1.26%) وهذا المستوى يعتبر في الحد الحرج حيث أوضح (Uechida2000) في هاواي أن الحد القياسي للنيتروجين على أوراق الجوافة يتراوح بين (1.25-1.70%) بينما وجد DuPlessis وآخرون (1973) في أسبانيا أن مستوى الحد الحرج للنيتروجين على أوراق جوافة عالية الإنتاجية يتراوح بين (1.31-1.64%)، وأكدت دراسة لداود وآخرون (1991) في حلفا الجديدة على أوراق الجوافة الصنف الباكستاني عالية الإنتاجية كان (1.8%) وهو مستوى الحد القياسي للنيتروجين بينما كان مستوى النيتروجين في الحد الحرج على أوراق نفس الصنف في كسلا (1.21%) وكان في نفس الصنف في جبل مرة 1.79%.



أعراض نقصه على المانجو:

أوضحت دراسة المسح الذي أجري في عدة مواقع بنواحي الخرطوم على الصنفين أبو سمكة والفونس أن متوسط مستوى النيتروجين على أوراق المانجو أبو سمكة والفونس كان أقل من المستوى الحرج عالمياً (0.96%)، حيث أوضح العالمان Chadha و Bhargava (1988) أن المستوى الحرج للنيتروجين على أوراق المانجو التي في نهايات الأغصان الحاملة للثمار كان

1.23 % بالرغم من أن العالم Biswas وآخرون (1987) في الهند وجدوا أن الحد الحرج على أوراق المانجو هو (1.18%). كما أوضح كلٌّ من Nauriyal وKumar (1977) أن الحد الحرج للنيتروجين على أوراق المانجو كان (1%). بينما أوضح العالمان Scudder و Smith (1951) أن الحد الحرج للنيتروجين على أوراق المانجو كان (1.54%) مع العلم بأن هؤلاء العالمين قد عملا في الهند على عدة أصناف مانجو خالية من أي من مظاهر نقص العناصر الغذائية والآفات والأمراض وذات مردود اقتصادي عالٍ. وأكد أيضاً العالم الطاهر وآخرون (2003) في باكستان أن الحد الحرج للنيتروجين على أوراق المانجو كان (1.63%) واتفقت نتائجهم مع Uechida (2000) في هاواي حيث قرر أن مستوى الحد الحرج للنيتروجين على أوراق المانجو كان (1.00 - 1.50%)، ونفس النتائج تطابقت مع كلٍّ من غندور (2004) في مصر وFranco وآخرون (2007) في أسبانيا والاثنين قد عملا على الصنف كيت وتوصلا لنفس نتائج Uechida (2000). وتتفق هذه النتائج مع ما وجد في جبل مرة أن مستوى الحد الحرج للنيتروجين على أوراق المانجو صنف زبدة كان (1.21%)، وأيضاً على أوراق الصنف شندي في كسلا كان مستوى الحد الحرج للنيتروجين (1.34%)، وذلك في أشجار لا يظهر عليها أي من مظاهر نقص العناصر الغذائية أو الآفات.



أعراض نقصه على نخيل التمر:

أوضحت الدراسة التي أجريت في عدة مواقع بالسودان أن متوسط مستوى النيتروجين على أوراق النخيل صنف المشرق ود لقاوي كان 1.22%، وذلك أقل من المستوى الحرج في المملكة السعودية بواسطة الباحث قاسم وآخرون (1986)، والذين وجدوا أن مستوى الحد الحرج للنيتروجين على أوراق أربعة أصنافٍ من النخيل في الإحساء كان (1.27%). وتتفق هذه النتائج مع داود وآخرون (1996) في الدامر أن مستوى الحد الحرج للنيتروجين على أوراق نخيل صنف المشرق ود لقاوي كان (1.25%) وأيضاً أن مستوى الحد الحرج للنيتروجين على أوراق نفس الصنف في بحوث شمبات كان (1.20%)، وذلك من أشجار نخيل عالية الإنتاجية. وعموماً يؤدي نقص النيتروجين على النخيل إلى ضعف النمو، ونقص حجم السعف واصفرار السعف الكبير المتدلي للأسفل، وتكون الثمار صغيرة الحجم أولاً ثم تليها الأوراق الأخرى إذا كان النقص شديداً، وعادةً ما يبدأ الاصفرار من قمة السعفة في اتجاه قاعدتها، كما أن الاصفرار يبدأ من قمم الخوص نحو القاعدة عادةً، حيث تكون الحواف والجوانب خضراء، ولكنها بعد ذلك لا يلبث أن تصفر جميع أنسجتها.



أعراض نقصه على العنب:

أوضحت دراسة أجريت في عدة مواقع في نواحي الخرطوم أن متوسط مستوى النيتروجين على أوراق العنب صنف سلطاني وكاردينال كان (1.26%) وهذا المستوى يعتبر هذا أكثر من الحد الحرج. حيث أوضح كل من Garg و Khanduja (1976) في كاليفورنيا أن الحد القياسي للنيتروجين على أوراق العنب يتراوح بين (0.8-1.0%)، بينما الحد الحرج أقل من $0.8\% >$ ، ويتفق بما وجد في جبل مرة على أوراق الصنف تومسون سيدلس حيث كان (1.0%).



الفوسفور:

عنصر متحرك ضمن النبات قليل الحركة في التربة وهو من العناصر الغذائية الأساسية جداً في تغذية النبات ويأتي بالمرتبة الثانية بعد النيتروجين من حيث كميته في الأنسجة النباتية. يثبت جزء كبير من الفوسفور في التربة على شكل فوسفات ثلاثي الكالسيوم، وهذا المركب غير قابل للذوبان علماً أن النباتات تستطيع الاستفادة من فوسفات أحادي وثنائي الكالسيوم في وجود المادة العضوية. يخزن الفوسفور في جذور الأشجار المثمرة عند عدم الحاجة إليه، وكذلك ينتقل جزء من الأوراق في نهاية فصل النمو ويخزن بالجذور، وتعتبر البذور أغنى أجزاء النبات به.

يوجد الفوسفور في التربة على شكل عضوي أو معدني، تزداد كمية الفوسفور العضوي بزيادة كمية النتروجين العضوي في التربة وتعمل أحياء التربة الدقيقة على تحول الفوسفور العضوي إلى فوسفور غير عضوي. والطبيعة المميزة للفوسفور قلة ذوبانه في الماء أو المحلول الأرضي ويوجد مدمصاً على غرويات التربة ويكثر وجوده على الحبيبات الدقيقة من التربة ويقل على الحبيبات الخشنة، وتختلف درجة استفادة النبات من الفوسفور حسب عوامل عديدة أهمها:

-نوع معدن الطين: حيث يثبت في الأراضي الطينية أكثر من الخفيفة.

-درجة الحموضة في التربة: حيث تصل أعلى درجة صلاحية للاستفادة منه عند PH 6.5-7.5 ويقل نسبياً عند PH 6-6.5 أو PH 7.5-8 ، ويظهر النقص خطير جداً في الأراضي التي يقل فيها ال PH عن 6، حيث إنه في الأراضي الحامضية تتكون فوسفات الأمونيوم وفوسفات الحديد وكلاهما غير قابل للذوبان في الأراضي القلوية فيتكون فوسفات الكالسيوم الثلاثي وهو أيضاً غير قابل للذوبان، وقد يوجد الفوسفور في التربة في صورة عضوية مثل الأحماض النووية والفسفولبيدات. وتزيد كمية الفوسفور المستخدمة في التسميد كثيراً عن حاجة النبات الفعلية نظراً؛ لأن جزءاً كبيراً من الفوسفور يثبت في التربة قبل أن يستعمله النبات.

- المادة العضوية : حيث يلعب غاز CO₂ المنطلق من تحلل المادة العضوية دوراً كبيراً في ذوبان الفوسفور للاستفادة منه بواسطة النبات.

أعراض نقصه:

تلون حواف الأوراق السفلية بلون أخضر محمر (يميل إلى البنفسجي) خاصة في الحواف القريبة من عنق الورقة، وقد يظهر نفس اللون على الجزء السفلي من الساق، وقد يمتد هذا اللون إلى داخل نصل الورقة ومع تقدم حالة النقص تجف الأجزاء الملونة وتتحول إلى اللون البني المائل للاحمرار، وعادةً يظهر نفس اللون على الجزء السفلي من نصل الورقة وعلى السيقان، ويلاحظ أيضاً أن تلون الحواف لا يكون منتظماً على طول حافة الورقة حتى في الحالات المتقدمة من نقص هذا العنصر، وبالرغم من تطور الحالة فإن باقي نصل الورقة يأخذ لوناً أخضر قاتماً. ويؤدي نقص الفوسفور عموماً إلى ضعف النمو وتكون السيقان رفيعة ومتخشبة وتقل عدد الأزهار على النبات ويتأخر عقد ونضج الثمار.

عموماً يظهر لون أحمر أو أرجواني في مناطق مختلفة من الورقة في مرحلة النمو الخضري، وذلك في نبات الفلقة الواحدة، أما في النباتات ذات الفلقتين فإن العروق الرئيسية للأوراق المسنة تأخذ لوناً أحمر أو أرجوانياً بينما تبقى الأوراق الحديثة بلون أخضر داكن أو أخضر رمادي، وتظهر الأعراض على الأوراق السفلية المسنة أولاً؛ لأن الأوراق الحديثة تسحب

احتياجاتها من الفوسفور، وبصفة عامة يكون نمو النباتات التي تعاني من نقصه بطيئاً، وسيقانها رفيعة وملتفة، وتتأخر في النضج، وقد تسقط البراعم الزهرية والأزهار وتكون الثمار صغيرة الحجم، وتوجد عقد جذرية محدودة أو عقد غير فعالة على المجموع الجذري للنباتات البقولية. يرجع ظهور اللون الأرجواني عند نقص الفسفور إلى نقص تمثيل البروتين، وبالتالي تراكم تراكيز مرتفعة من السكريات التي تلزم لتمثيل صبغة الانتوسيانين.

بما أن العنصر Highly mobile تبدأ أعراض النقص بالظهور على الأوراق السفلية البالغة على النحو التالي:

- تكون الأوراق صغيرة وضيقة ومستطيلة ويصبح لونها أخضر مزرقاً أو قرمزيًا.
- قد يظهر اللون القرمزي على الأعناق والعروق، وقد تظهر بقع بنية قرمزية أو بنية على نصل الورقة.
- يصبح لون الأوراق أكثر اخضراراً من اللون الطبيعي وقد يظهر آثار التحرق على الحواف النهائية للأوراق الحديثة والأوراق القديمة تصبح خضراء داكنة.
- تبقى الأوراق صغيرة وتظهر النموات الحديثة بلون أرجواني أو أحمر بسبب تراكم مادة الانتوسيانين. وسمك نمو الخشب يكون قليل التفرع ومحدوداً وتشكل الفروع زوايا حادة.
- يظهر اللون الأحمر الأرجواني على عروق الأوراق السفلى وأعناقها.
- ينقص تكوين البراعم الثمرية.
- في حالات النقص الشديد تكون الأوراق الكبيرة مبرقشة باللون الأصفر الفاتح والأخضر الغامق وهذه الأوراق تسقط سريعاً.

معالجة نقصه:

- يعالج نقص الفوسفور بالأسمدة الفوسفاتية المتوفرة على شكل سوبر فوسفات 46%.

أعراض زيادته:

• زيادة عنصر الفوسفور في التربة تؤدي إلى زيادة امتصاصه على حساب عنصري الزنك والحديد، الأمر الذي يؤدي إلى ظهور أعراض نقصهما على النباتات. زيادته في الأوقات التي تسودها درجات الحرارة المرتفعة قد تؤدي إلى نقص كمية المحصول؛ لأن وجودهما معاً يسرعان من نضج الثمار قبل وصول النباتات إلى فترة النمو الخضري الطبيعية، مما يسبب في النهاية قلة الإنتاج. ويتوفر الفوسفور في الأراضي التي قد سممت لعدة سنوات سابقة بغزارة بالأسمدة الفوسفاتية وخاصة أنه يثبت بسرعة في التربة.

العوامل التي تزيد من تيسيره وتقلل من تثبيته في التربة:

- استخدام الأسمدة الفوسفاتية المحببة بدلاً من المسحوقة، ونظراً لصغر المساحة التي يتلامس فيها السماد مع حبيبات التربة في المرحلة الأولى فتقل فرصة تثبيته بالتربة.
- خلط الفوسفور غير العضوي مع الأسمدة العضوية يجعله في صورة ميسرة للنبات.

أعراض نقصه على الحمضيات:

• في حالة نقص الفسفور على أوراق الحمضيات تكون الأوراق رفيعة وذات لون أخضر غامق، ويتحول لون الأوراق القديمة إلى اللون البرنزي، وتكون أصغر من الأوراق الطبيعية، والثمار تكون كبيرة الحجم وذات حموضة عالية وقشرتها خشنة الملمس سميكة وإسفنجية الألبيدو. وإن زيادة التسميد الفوسفوري على الحمضيات تؤدي إلى ظهور أعراض نقص الزنك والنحاس وتؤثر على امتصاص الحديد من التربة.

وقد أوضحت العديد من الدراسات في نواحي الخرطوم على مستوى عنصر الفسفور على أوراق الحمضيات ولأصناف (قريب فروت رد بلش وبرتقال فالنشيا وليمون بنزهير) كان (0.13%)، بالمقارنة مع دراسة Chapman, (1960) في كالفورنيا والذي أوضح فيها مستوى الفسفور على أوراق الحمضيات وكما يلي:

فإذا كان:

- 0.09% يعتبر نقصاً.
- 0.09% - 0.11% يعتبر أقل من المتوسط المطلوب.
- 0.12% - 0.16% يعتبر أقل من المتوسط الأمثل.
- 0.17% - 0.29% يعتبر المتوسط الأمثل.
- 0.3% يعتبر زائداً أو أكثر من اللازم (Excess).

يلاحظ أن مستوى الفسفور في هذه الدراسة يعتبر أقل من المتوسط الأمثل رغم أن كل الأشجار معتنى بها وبجالة زراعية ممتازة. بينما أوضحت دراسة منطقة كسلا أن مستوى عنصر الفسفور على أوراق البرتقال فروست فالنشيا كان 0.15% بينما كان على أوراق نفس الصنف في جبل مرة كان 0.17%، وقد أوضحت نتائج تحليل الثمار بأنها ممتازة وذات جودة عالية. وعموماً في حالات النقص تكون الأوراق برنزية خضراء اللون، وعروق الأوراق السفلى وأعناقها تصبح أرجوانية اللون، وفي حالة النقص الشديد تكون الأوراق الكبيرة مبرقشة باللون الأصفر الفاتح واللون الأخضر الغامق والتي تتساقط سريعاً. أما الثمار فتتشوه وتكون سميكة وغلظلة في مظهرها، وتصبح فحة إسفنجية القوام، وقليلة وحامضية العصير، ويمكن أن تتفاقم هذه الحالات عند زيادة التسميد النيتروجيني في حالة نقص الفسفور. زيادة التسميد الفسفوري لا يسبب أي خسارة في المحصول أو جودة الثمار، لكنه يمكن أن يبرز آثار نقص الزنك في الأشجار.



أعراض نقص الفسفور على أوراق وثمار المانجو

أعراض نقصه على أوراق المانجو:

أوضحت نتائج المسح الذي أجري في عدة مواقع حول الخرطوم أن متوسط مستوى الفسفور على أوراق المانجو أبو سمكة والفونس كان أقل من مستوى الحد الحرج عالمياً (0.059%)، حيث أوضح Biswas وآخرون (1987) في الهند وغندور من مصر (2004) أن الحد الحرج على أوراق المانجو هو (0.08-18%)، وذلك رغم أن بعض العلماء الآخرين أمثال Uechida (2000) من هاواي وفرانكو وآخرين (2007) أكدوا أن مستوى الحد الحرج للفسفور على أوراق المانجو يتراوح بين (0.13-0.18%)، واتفقت النتائج مع الطاهر وآخرون (2003) في باكستان، حيث وجدوا أن مستوى الحد الحرج له على أوراق المانجو كان (0.18%) وتطابقت مع ما وجد في جبل مرة حيث وجد أن مستوى الحد الحرج للفسفور على أوراق المانجو كان (0.065%) وأيضاً في كسلا كان (0.072%). ومن أعراض نقص الفوسفور على أوراق المانجو انتشار اللون الأخضر على الأوراق الجديدة ببطء، ولذلك نجد الورقة مبرقشة الألوان وذات بريق ولمعان منخفض، الأوراق القديمة يتغير لونها إلى اللون البرونزي ويقل حجم الأوراق عن حجمها الطبيعي وقد تتساقط. كما يؤدي نقصه إلى انخفاض المحصول وزيادة التساقط وارتفاع الحموضة في الثمار بدرجة كبيرة وزيادة سمك القشرة، وغالباً ما يكون مركز الثمرة ليناً أو عصرياً أما على الجذور وخاصة في الأشجار الصغيرة يؤدي إلى بقاء وانتشار الجذور.

الجرعات الزائدة من الفوسفور تؤدي إلى زيادة تراكمه في التربة بكميات كبيرة، مما يؤدي إلى خفض عنصر الزنك والنحاس المتاح للنبات، ويظهر ذلك بصفة خاصة في الأراضي الرملية الخفيفة. ويضاف الفوسفور مع التسميد العضوي والكبريت لتسهيل الامتصاص، ويعتبر سماد السوبر فوسفات (الأحادي - الثنائي - الثلاثي) الأكثر شيوعاً كمصدر للفوسفور. يوصى بإضافة الفوسفور كحامض فوسفوريك فيما عدا الأراضي الحامضية التي يقل فيها pH عن 6.

يستخدم الفسفور كسماد لأشجار المانجو بكميات أقل من النتروجين والبوتاسيوم، وهو لا يفقد من التربة بسهولة وكميته تقدر بربع كمية النتروجين على أوراق المانجو عموماً. ويضاف مرة أو مرتين في العام، ويفضل إضافته مع السماد العضوي، وغالباً ما يوزع المقنن السنوي على جرعتين متساويتين في العام للأشجار الصغيرة. أما المثمرة في أغلب الحالات لا تحتاج إلى التسميد الفوسفاتي سنوياً، ويكتفى بإضافة مرة واحدة كل 3-4 سنوات. وينصح فقط بإضافة سماد سوبر الفوسفات العادي إلى التربة مباشرة أثناء عملية التجهيز لزراعة الشتول الجديدة للاستفادة من محتوى هذا السماد من الجبس في تحسين الخواص الطبيعية للأراضي. ويفضل استخدام سوبر الفوسفات المركز والفوسفات الثلاثي في الأراضي حديثة الاستصلاح، وذلك لارتفاع نسبة الفوسفات بكل منهما، وبالتالي توفير تكاليف النقل لوحدة الفوسفات.

يفضل إضافة هذه الأسمدة الفوسفاتية مع السماد العضوي، وينصح الكثير من الباحثين بإضافة 100% من احتياجات النباتات من الأسمدة الفوسفاتية إلى التربة مباشرة في صورة سوبر الفوسفات العادي أثناء عملية التجهيز لزراعة الشتول الجديدة.



أعراض نقصه على أوراق الجوافة:

أوضحت دراسة أجريت في عدة مواقع بنواحي الخرطوم أن متوسط مستوى الفسفور على أوراق الجوافة كان (0.11%)، وهذا المستوى يعتبر في الحد الحرج، حيث أوضح (Uechida 2000) في هاواي أن الحد القياسي للفسفور على أوراق الجوافة يتراوح بين (0.15-0.20%) بينما وجد Duplessis وآخرون (1973) في أسبانيا أن مستوى الحد الحرج للفسفور على أوراق جوافة عالية الإنتاجية يتراوح بين (0.14-0.16%) وأيضاً أكد الباحث إبراهيم (1993) من مصر أن مستوى الحد الحرج للفسفور على أوراق جوافة عالية الإنتاجية (0.25%) وكل هذه المستويات تعتبر أقل من مستوى الحد الحرج للفسفور على أوراق جوافة عالية الإنتاجية في الهند بواسطة الباحثين Singh و Rajput (1976) والذي كان يتراوح بين (0.65-0.45%) . وأكدت دراسة محطة بحوث حلفا الجديدة على أوراق الجوافة الصنف الباكستاني أن مستوى الحد القياسي للفسفور عالية الإنتاجية كان (0.12%). بينما كان مستوى الفسفور في الحد الحرج على أوراق نفس الصنف في كسلا (0.11%) وفي موقع آخر في حلفا الجديدة على نهر ساسريب كان (0.13%)، وبينما كان في جبل مرة (0.14%).



أعراض نقصه على أوراق الموز:

أوضحت قراءات دراسات المسوحات السابقة أن متوسط مستوى عنصر الفسفور على أوراق الموز صنفي الكافندش المتقدم والبيلى في عدة مواقع في نواحي الخرطوم كان في الحد القياسي (الخلفة الأولى) (0.24%)، وتتفق هذه النتائج مع دراسات Uechida (2000) في هاواي والذي وجد أن مستوى الفسفور على أوراق الموز من حقول عالية الإنتاجية كان (0.20%) رغم أنه يعتبر حداً حرجاً مع إبراهيم وحجاج (2000) في مصر و Memon (2004) في

باكستان، حيث أكدوا أن مستوى الفسفور على أوراق موز من حقول عالية الإنتاجية كان (0.22%). غير أن De Geus (1967) في أسبانيا قرر أن المستوى القياسي للفسفور في حقول عالية الإنتاجية يجب أن يكون أكثر من (0.21%)، وإن الإنتاجية تنخفض جداً عندما ينخفض مستوى الفسفور إلى (0.15%)، وقد وجد في كسلا أن مستوى الفسفور على أوراق الخلفة الأولى كان (0.17%)، وأيضاً في محطة بحوث حلفا الجديدة على أوراق الخلفة الأولى كان (0.19%). وعادةً يظهر نقص الفسفور على الأوراق القديمة كاصفرار على حواف نصل الورقة، وتتطور إلى بقع أو نقط بنية حمراء بنفسجية غير منتظمة في حالة النقص الشديد وينحني نصل الورقة مما يؤدي إلى انكسار العنق، رغم أن الأوراق الصغيرة يكون اللون الأخضر داكناً، ويتوقف النمو تماماً عند 50-60 سم من سطح التربة مؤدياً إلى تورد أعناق الأوراق (Rosetting of leaves)، وتظهر على الأوراق القديمة بقع ميتة غير منتظمة وذات حواف صفراء الشكل، ويقل الإنتاج وفي النهاية يموت النبات تماماً. ومن تجاربنا ننصح بإضافة الفسفور مرة واحدة في السنة قبل الزراعة فقط.



أعراض نقصه على أوراق العنب:

أوضحت الدراسة أن متوسط مستوى الفسفور على أوراق العنب صنفى سلطاني وكاردينال في عدة مواقع في نواحي الخرطوم كان (0.271%) وهذا المستوى يعتبر في الحد القياسي، حيث أوضح كلٌّ من Garg و (Khanduja 1976) في كاليفورنيا أن الحد القياسي للفسفور على أوراق العنب يتراوح بين (0.21-0.50%)، ومقارنة بما وجد في جبل مرة على أوراق الصنف تومسون سيدلس، حيث كان مستوى الفسفور (0.41%).



أعرض نقصه على سعف النخيل:

أوضحت الدراسة أن متوسط مستوى الفسفور على أوراق النخيل صنف مشرق ود لقاى في عدة مواقع في نواحي الخرطوم كان 0.08%، وذلك أقل من المستوى الحرج في المملكة السعودية والذي أكده الباحث قاسم وآخرون في (1986) والذين وجدوا أن مستوى الحد الحرج للفسفور على أوراق أربعة أصنافٍ من النخيل في الإحساء كان (0.10%). وتتفق هذه النتائج مع ما وجد في الدامر، حيث أن مستوى الحد الحرج للفسفور على أوراق نخيل صنف المشرق ودلقاى كان (0.11%)، وأيضاً أن مستوى الحد الحرج للفسفور على أوراق نفس الصنف في شمبات كان (1.09%)، وذلك من أشجار نخيل عالية الإنتاجية، وعموماً من حالات النقص في النخيل، يصبح السعف أكثر اخضراراً من اللون الطبيعي للسعف، وتكون نموات السعف الحديث صغيرة، ولونها أرجواني أو أرجواني محمر، وتقل عدد البراعم الزهرية، وبالتالي عدد السوباطات على النخلة وفي حالات النقص الشديد يظهر السعف الجديد بلون أصفر فاتح أو أخضر غامق. يحتاج النخيل للفسفور في عمليات التزهير وخاصة في الأصناف التي تقابلها مشاكل في التزهير والعقد مثل عجوة المدينة، ولذلك ينصح بإضافة السماد الفسفوري قبل مرحلة التزهير، ويفضل في حالة الري الفقاعي أن يكون في شكل حامض فسفوريك يضاف بمعدل 150 سم³ /للنخلة/السنة على أن يضاف على دفعات للسمادات كل أسبوعين بشرط ألا يزيد تركيز الأملاح السمادية في المحلول على 0.5 جم /التر.



البوتاسيوم:

عنصر متحرك داخل النبات قليل الحركة في التربة، ويوجد داخل الأنسجة النباتية على شكل ملح ذائب غير عضوي، يكثر في الخلايا المريستيمية ويرتبط مباشرة بالبناء البروتيني، ويعتبر من العناصر الغذائية الأساسية ويسمى هذا العنصر بعنصر النوعية. نقصه يسبب تراكم وعدم تحول الأحماض الأمينية إلى بروتين، ويكون امتصاص هذا العنصر في النبات في صورة أيون البوتاسيوم K⁺ ويكون الامتصاص على أشده خلال فترة مارس إلى أكتوبر وفي نهاية فصل النمو يعود جزء من البوتاس الموجود على الأوراق إلى الأنسجة الخشبية داخل النبات، حيث يخزن بها ويلاحظ الجزء الأكبر من هذا العنصر في الطبقات السطحية من التربة، يعتبر البوتاس المتبادل المصدر الأول للبوتاس القابل للامتصاص من قبل النبات، ولا يمثل هذا النوع عادةً إلا مقداراً بسيطاً من البوتاس الكلي في التربة. يزداد تركيزه في المناطق الحديثة النشطة في النبات خاصة البراعم والقمم النامية، بينما يقل وجوده في البذور والثمار الناضجة.

أعراض نقصه :

عادة ما يشاهد نقص عنصر البوتاسيوم في صورة اصفرار حواف الأوراق السفلية القديمة أولاً بينما تكون بقية أجزاء الورقة ذات لون أخضر داكن عن المعتاد في البداية ،يتبعه تقدم الاصفرار على امتداد العروق ثم يتغير لون الحواف إلى اللون البني الداكن، وتسمى هذه الحالة بالاحتراق ثم تجف الحواف، وعند اشتداد النقص تظهر بقع بنية متناثرة قرب حواف الورقة كما في المانجو تماماً، وفي الحمضيات تظهر أعراض نقص البوتاسيوم في صورة اصفرار على حواف الأوراق المسنة، ولكن يبقى العرق الأوسط أخضر اللون و كذلك العروق الأخرى للورقة ، وأحياناً تصبح الأوراق خشنة الملمس ومجعدة تلتف حوافها لأسفل وتصفّر ثم تتحول للون البني.

وفي نباتات الفلقة الواحدة يبدأ الاصفرار من قمة الأوراق ثم يمتد نحو الحواف، بينما يظل مركز الأوراق أخضر اللون. ومما هو جدير بالذكر أن ظهور أعراض نقص البوتاسيوم قد لا يرجع إلى نقصه في التربة، بل قد يرجع إلى زيادة امتصاص النبات لعنصر النيتروجين رغم توفر عنصر البوتاسيوم في التربة وتظهر أعراض نقصه على معظم النباتات كما يلي:

- التفاف الأوراق على شكل Cup shape .
- يتحول لون الأوراق من الأصفر إلى البني المحروق.
- يسبق الاحتراق عادة لون أرجواني غامق تسبقه بلزمة لخلايا الأوراق.
- حجم الأوراق يبقى صغيراً وإبرياً وأحياناً شريطياً Lanceolate .
- إذا كان النقص قليلاً يكون المحصول قليل الكم وأقل جودة.
- في حالات النقص الشديد تموت الأوراق وخاصة في منتصف الأفرع.
- يلاحظ ضعف تكوين البراعم الثمرية في الأشجار المثمرة.

أعراض زيادته :

في الواقع أن النبات يمكنه امتصاص كميات أكثر من حاجته الفعلية من عنصر البوتاسيوم ، ومع ذلك يعطي محصولاً جيداً ويسمى الاستهلاك الترفي Luxury consumption، إلا إذا كان لبعض المحاصيل كالقرعيات مثلاً حساسية خاصة تجاه زيادة عنصر البوتاسيوم والتي تنحصر في ذبول الأوراق الصغيرة وموت أطرافها. ويزداد الضرر إذا كان مصدر التسميد البوتاسي كلوريد بوتاسيوم عمّا إذا كان كبريتات أو نترات بوتاسيوم بنفس الكمية، وذلك نظراً لسهولة وسرعة تحرر كاتيون البوتاسيوم في حالة كلوريد البوتاسيوم، ولكن لزيادة امتصاص النبات لعنصر البوتاسيوم ضرراً غير مباشر لكونه يقلل فرص امتصاص عنصر الماغنسيوم، وهذا يعتبر من أوضح الأمثلة التي تبين التنافس بين العناصر المغذية فيما بعضها البعض.

تؤثر pH التربة تأثيراً كبيراً على مدى توفر البوتاسيوم المتاح للنبات، فهو يتوفر في التربة التي تتميز بـ pH من 6-7 فأكثر ويقل نسبياً في الـ pH من 5-6 ويصبح نقصه شديداً في الـ pH أقل من 5، وتظهر أعراض نقص البوتاسيوم بكثرة في الأراضي الرملية الخفيفة، ومما هو جدير بالذكر أن معظم الأراضي تحتوي على نسبة كبيرة من البوتاسيوم، ولكن في صورة غير قابلة للذوبان، وهناك علاقة أكيدة بين كمية البوتاسيوم الذائب في التربة وكمية الطين بها ،حيث تحتوي الأراضي الغنية بالطين على كميات عالية من البوتاسيوم الذائب.

تأثير زيادته Excess of Potassium:

زيادة البوتاسيوم تسبب التسمم للنبات لكنها نادرة الحدوث، ويمكن أن تحدث فقط في حالة طول مدة استعمال الأسمدة البوتاسية أو النيتروجينية.

الأضرار التي تسببها زيادة البوتاسيوم تتلخص في الآتي:

- المستوى المرتفع من البوتاسيوم ليس ساماً مباشرة لكن يبدو أن التأثيرات الأساسية هي إحداث نقص في الأيونات الأخرى مثل: الكالسيوم والمغنيسيوم والحديد.
- البوتاسيوم قلوي ؛ لذا فإن التركيزات العالية التي تزيد على 3% في الأوراق يمكن أن يكون لها تأثير ضار مشابه للأضرار القلوية.
- يمكن أن يعمل البوتاسيوم مع الصوديوم أو يكون بديلاً له، وبالتالي يحدث عدم توازن في نسبة الصوديوم إلى الكالسيوم .

أعراض نقصه على أوراق الحمضيات:

أوضحت الدراسة السابقة أن مستوى عنصر البوتاسيوم على أوراق الحمضيات النامية في نفس الأماكن السابقة في نواحي الخرطوم ولنفس الأصناف كان (1.2%)، وبالمقارنة مع دراسة في كاليفورنيا والذي أوضح مستوى عنصر البوتاسيوم على أوراق (Chapman, 1960) الحمضيات ، وكما يلي:

فإذا كان:

- 0.4% يعتبر نقصاً.
- 0.4% -- 0.69% يعتبر أقل من المتوسط المطلوب.
- 0.7% -- 1.09% يعتبر أقل من المتوسط الأمثل.
- 1.1% - 2.0% يعتبر المتوسط الأمثل.
- 2.3% يعتبر زائداً أو أكثر من اللازم (Excess).

أوضحت دراسة كسلا في أن مستوى البوتاسيوم على أوراق الفالانشيا كان 1.03 %، بينما في جبل مرة على أوراق البرتقال نفس الصنف كان 1.0%، ولكن يعتبر هذا المستوى أقل مما وجد في فلوريدا DeGeus (1967) وفي هاوي أكد Uechida (2000) أن 1.6% هو المقياس الأمثل لمستوى البوتاسيوم على أوراق البرتقال الفالانشيا. تختلف أعراض نقص البوتاسيوم في الحمضيات، وغالباً ما تلتبس وتتشابه مع أعراض أخرى. تشمل الأعراض بطء نمو الشجرة، وصغر أوراقها، وسقوط معظمها وغالباً ما يسبقه وجود الأوراق الصفراء أو البرونزية الغامقة أو المسمرة.

وبزيادة انخفاض مستوى البوتاسيوم في أواخر الصيف تبدأ الفروع twigs الصغيرة في الجفاف ويموت معظمها، ويكون نمط اصفرار الأوراق غير منتظم مع وجود بقع بنيه غير منتظمة، حيث يبدأ معظم الاصفرار بالقرب من النصف العلوي من الورقة، يصبح اللون الأصفر في وقت لاحق برونزياً وأكثر انتظاماً في نمط الاصفرار، والذي يتحول تدريجياً لأصفر

بني محروق، ويسبق الاحتراق عادة لون أرجواني غامق. والثمار تكون صغيرة ورقيقة القشرة وتميل إلى التلون مبكراً وتميل أيضاً إلى التشقق وتظهر عليها أعراض التبجير. لا يؤثر النقص الخفيف على المحصول، على الرغم من أن الثمار قد تكون أصغر. ولكن النقص الحاد يقلل من العائد عن طريق التسبب في كثافة التزهير وزيادة تساقط الثمار. وعموماً الأراضي الرملية تكون أقل في محتواها من البوتاسيوم عن الطينية، ومعظم البوتاسيوم يوجد بالقرب من سطح التربة، ويؤدي جفاف التربة إلى قلة امتصاصه ومن ثم إلى نقص مؤقت على النبات.

تؤدي زيادة التسميد بالبوتاسيوم إلى تأخير نضج الثمار وزيادة حجمها، وارتفاع حموضتها، ونقص عصيرها وخشونة قشرتها، وزيادة سمك قشرتها وخشونتها، وإعادة اخضرار اللون. استمرار التسميد بالبوتاسيوم على مدى سنوات عديدة يمكن أن يبني البوتاسيوم إلى مستويات عالية غير ضرورية. البوتاسيوم غالي الثمن، خاصة عند شرائه في الأسمدة المختلطة، واستخدامه أكثر مما هو مطلوب هو مضيعة للمال، وقد يكون ضاراً.



دائماً ما يؤدي نقص البوتاسيوم
على أوراق الحمضيات لأصفرار
وأحشاء حواف النصل لأسفل
يختلف نمط نقص البوتاسيوم على أوراق
الحمضيات باختلاف الموسم وعادة ما ينتشر
اللون الأصفر البرونزي في فبراير-مارس
أعراض نقص البوتاسيوم عادة ما تظهر في فبراير
-مارس وتكون قمة الورقة صفراء ونهايتها
لاظفون الفروع السفلى (twigs)



تباين مساحات يقع اللون الأصفر الغير منتظمة على الأوراق
الأوراق نتيجة نقص البوتاسيوم تكون أكثر شيوعاً في الصيف

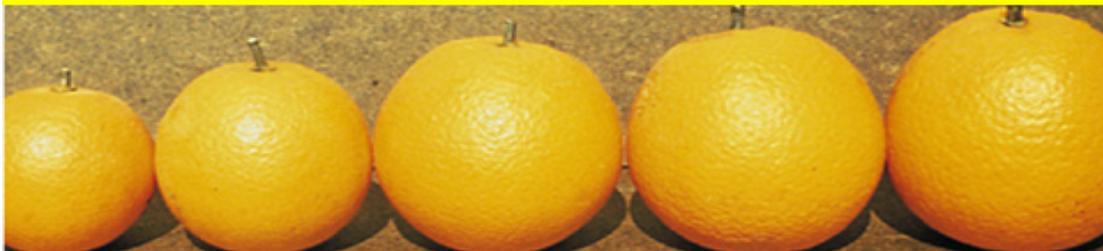


نقص البوتاسيوم على أوراق
القريب فروت يؤدي الي مساحات
صفراء غير منتظمة بين الأوعية



أعراض نقص بوتاسيوم مختلفة علي
أوراق الحمضيات

نقص البوتاسيوم علي ثمار البرتقال يؤدي لصغر الحجم



أعراض نقصه على أوراق الموز:

أوضحت قراءات الدراسة السابقة أن متوسط مستوى عنصر البوتاسيوم على أوراق الموز صنفي الكافندش المتقزم والبيلي في عدة مواقع بنواحي الخرطوم كان الحد الحرج لأوراق الموز (الخلفة الأولى) (2.8%)، وتتفق هذه النتائج مع دراسات Uechida (2000) في هاواي والذي وجد أن مستوى البوتاسيوم على أوراق الموز من حقول عالية الإنتاجية كان 5.00% - 3.8%، رغم أنه يعتبر حداً حرجاً مع إبراهيم وحجاج (2000) في مصر و Memon (2004) في باكستان والذين قروا أن مستوى البوتاسيوم القياسي على أوراق موز من حقول عالية الإنتاجية كان يتراوح بين (3.8% - 5.00%). غير أن De Geus (1967) و Osbone و Hewitt (1963) في أسبانيا وجدوا أن مستوى الموز منخفض الإنتاجية مرتبط بمستوى البوتاسيوم على الأوراق الأقل من (2.5%)، وهذا مما يؤكد نتائج فاطمة عبد الرؤوف (2005) في شمبات، حيث وجدت أن مستوى البوتاسيوم على أوراق موز عالي الإنتاجية كان (4.7%) وذلك عند إضافتها لـ 300 جرام بوتاسيوم في جرعتين الأولى بعد 3 أشهر من الزراعة والثانية بعد 2-3 أشهر من الأولى، وهذا ما يفسر عدم استجابة الموز للبوتاسيوم عندما أضيفت الـ 300 جرام عند الزراعة بواسطة (Tingwa 1970) في مزرعة جامعة الخرطوم. وقد وجد في كسلا أن مستوى البوتاسيوم على أوراق الخلفة الأولى كان (3.8%)، وأيضاً في محطة بحوث حلفا الجديدة على أوراق الخلفة الأولى كان (3.0%)، وعادة يكون نقص البوتاسيوم على أوراق الموز في شكل اصفرار قمة الورق القديم ثم زحف اللون الأصفر تدريجياً إلى قاعدة الورق مع انتشار البقع الميتة، ثم جفاف الورقة وموتها، وفي النهاية يتحول اللون تدريجياً في الأوراق القديمة من الأصفر إلى البرتقالي ثم تجف وتتجدد أو تتكرمش من منطقة القمة وتنحني للأسفل، ويتمزق النصل جزئياً. وينصح في التسميد البوتاسيومي للموز أن تضاف 80% من الجرعة بعد ثلاثة أشهر من الزراعة أو انتخاب الخلفة.





أعراض نقصه على أوراق المانجو:

ومن أهم أعراض نقص عنصر البوتاسيوم على المانجو هي ظاهرة احتراق أطراف أوراق المانجو، حيث تحدث هذه الظاهرة عند نقصه في التربة وخاصة في الأراضي الرملية، كما يتحول في التربة الجيرية إلى مركبات بوتاسيوم غير قابلة للذوبان، وبالتالي تصبح غير صالحة لتغذية الأشجار، حيث تظهر أعراض نقص عنصر البوتاسيوم على الأوراق القديمة التي تقل فيها مركبات البوتاسيوم وتظهر على هيئة بقع بنية حمراء على قمم الأوراق وحوافها. وقد تتحد هذه البقع مع بعضها وقد يتحول لونها إلى اللون المحمر، ثم تجف حواف الأوراق وسرعان ما

ينتشر الجفاف حتى يعم نصل الورقة، وتبقى قاعدة الورقة مخضرة وتبقى نسبة كبيرة من الأوراق المصابة عالقة بالأفرع، وغالباً لا تسقط وقد تلتوي لأعلى أو لأسفل بطول العرق الأوسط . وأوضحت الدراسة السابقة أن متوسط مستوى البوتاسيوم على أوراق المانجو أبو سمكة والفونس كان أقل من المستوى الحرج عالمياً (416%)، حيث أوضح Smith Scudger (1957) في الهند أن مستوى الحد الحرج للبوتاسيوم على أوراق المانجو كان (0.97%). واتفق مع الطاهر وآخرين (2003) في باكستان، وقد اتفق معظمهم على أن الحد الحرج للبوتاسيوم على أوراق المانجو هو (0.991%)، ولكن العالم غندور في مصر (2004) وجد أن الحد الحرج للبوتاسيوم على أوراق المانجو هو (0.53%)، وتتفق هذه النتائج مع ما وجد في جبل مرة أن مستوى الحد الحرج له في صنف زبدة كان (0.55%)، وأيضاً في أن مستوى الحد الحرج للبوتاسيوم على أوراق الصنف شندي في كسلا كان (0.59%) وذلك من أشجار لا يظهر عليها أي أعراض نقص غذائية أو آفات.



أعراض نقصه على أوراق الجوافة:

أوضحت الدراسة التي أجريت سابقاً أن متوسط مستوى البوتاسيوم على أوراق الجوافة صنف بلدي في عدة مواقع في نواحي الخرطوم كان (1.40%) وهذا المستوى يعتبر حداً قياسيًّا، حيث أوضح (2000 Uechida) في هاواي أن الحد القياسي للبوتاسيوم على أوراق الجوافة يتراوح بين (1.75- 1.25%)، بينما وجد DuPlessis وآخرون (1973) في أسبانيا أن مستوى الحد الحرج للبوتاسيوم على أوراق جوافة عالية الإنتاجية يتراوح بين (1.62- 1.30%) ويعتبر معقولاً مقارنةً مع مستوى الحد الحرج للبوتاسيوم على أوراق جوافة عالية الإنتاجية في الهند بواسطة الباحثين Singh و Rajput (1976) والذي كان يتراوح (1.47- 1.25%)، وأكدت دراسة حلغا الجديدة على أوراق الجوافة الصنف الباكستاني كان (1.53%). بينما كان مستوى البوتاسيوم في الحد الحرج على أوراق نفس الصنف في جبل مرة (1.63%) بينما كان نفس الصنف مقارنة في كسلا (1.45%).



أعراض نقصه على سعف النخيل:

أوضحت الدراسة أن متوسط مستوى البوتاسيوم على أوراق النخيل صنف المشرق ود لقاى كان 0.65% وذلك مقارنة مع مستوى ما وجده الباحث قاسم وآخرون في (1986) على أوراق أربعة أصنافٍ من النخيل في الإحساء كان (0.67%). وتتفق هذه النتائج مع ما وجد في الدامر أن مستوى الحد الحرج للبوتاسيوم على أوراق نخيل صنف المشرق ودلقاى كان (0.61%) مقارنة مع أوراق نفس الصنف في شمبات كان (0.63%) وذلك من أشجار نخيل عالية الإنتاجية. وعموماً يكون نقص البوتاسيوم على سعف النخيل كالآتي:

- يبدأ الاصفرار الناتج عن نقص البوتاسيوم على الأوراق الكبيرة المتدللية من القمة في اتجاه القاعدة، حيث
- يظهر اصفرار على الحواف الجانبية للخصوس بينما تكون الأجزاء الداخلية منها خضراء، ثم يتحول إلى الأصفر ومن ثم إلى البني المحروق وسرعان ما تموت حواف الخصوس على الأوراق الكبيرة، ويكون حجم السعف قصيراً ونوعية الثمار رديئة مع ضعف البراعم الثمرية، ويجب التفريق بين اصفرار نقص البوتاسيوم واصفرار نقص أحد أو بعض العناصر الصغرى التي تحتاج إليها الأشجار بكميات محدودة مثل الحديد أو المنجنيز أو الزنك، حيث يظهر الاصفرار على الأوراق الحديثة. قد أوضحت نتائج التجارب على فوائد التسميد البوتاسيومي على نخيل التمر بأنه يحسن تلوين الثمار ويقلل القشرة جداً ويساعد في تكوين السكريات وانتقالها داخل النخلة، وبالتالي يزيد محتوى السكر داخل الثمار ونسبة، لأنه يزيد نسبة عقد الثمار فإنه يزيد كمية المحصول وجودة الثمار ويكسر في النضج. بالإضافة إلى أنه يزيد من مقاومة النخيل للأمراض وذلك بملاحظتنا عن النخيل المسمد بالبوتاسيوم وقلة إصابة ثماره بالذبول عن النخيل غير المسمد بالبوتاسيوم.



أعراض نقصه على أوراق العنب:

أوضحت الدراسة التي أجريت سابقاً أن متوسط مستوى البوتاسيوم على أوراق العنب صنفي سلطاني وكاردينال في عدة مواقع في نواحي الخرطوم كان (1.69%) وهذا المستوى يعتبر في الحد القياسي، حيث أوضح كلٌ من Garg و Khanduja (1976) في كاليفورنيا أن الحد القياسي للبوتاسيوم على أوراق العنب يتراوح بين (1.5-2.5%)، يتفق مع ما وجد في جبل مرة على أوراق الصنف تومسون سيدلس، حيث كان مستوى البوتاسيوم (1.90%). ويلاحظ أن المبالغة في التسميد بعنصر البوتاسيوم يتسبب عنه ظهور نقص الماغنسيوم على الأوراق وظهور مساحات مبعثرة من اللون الأصفر بين عروق الأوراق، وفي هذه الحالة يجب إيقاف إضافته. ويتلخص نقص البوتاسيوم الحاد في اضمحلال اللون الأخضر من الحواف في صنف الطومسون سيدلس، وذبول وجفاف حبات طرف العنقود وكذلك محوره ، وفي المراحل المتقدمة من نقصه يظهر اللون البرونزي بين عروق الورقة، وفي العادة يظهر شحوب اللون بين عروق الأوراق، ومع تقدم الحالة واشتدادها تموت حواف الأوراق، وهنا يجب أن نفرق بين هذه الأعراض وأعراض الملوحة نتيجة زيادتها في مياه الري أو التربة، حيث تظهر أعراض الملوحة أيضاً في بادئ الأمر على شكل شحوب على الأوراق واصفرار حوافها ومن ثم موت الأنسجة الشاحبة المصفرة، وعند اشتداد الحالة فإن المساحة الميتة تأخذ بالاتساع إلى أن تصل العنق مع بقاء العروق الرئيسية خضراء، ويكون هناك الخط الفاصل بين الأنسجة الخضراء والبنية على الأوراق دقيق جداً، ويلاحظ أن المبالغة في التسميد بعنصر البوتاسيوم يتسبب عنه ظهور نقص الماغنسيوم على الأوراق وظهور مساحات مبعثرة من اللون الأصفر بين عروق الأوراق، وفي هذه الحالة يجب إيقاف إضافته.



الكالسيوم:

يتمتع على صورة Ca^{++} وذلك إما من المحلول الأرضي أو من الكالسيوم المتبادل مباشرة، وهو عنصر غير متحرك، لذلك تظهر أعراض نقصه على الأوراق الحديثة النمو أولاً.

أعراض نقصه:

• تصبح حواف الأوراق الصغيرة ذات لون أخضر فاتح وتنحني لأسفل. ظهور بقع شفافة بيضاء أو متحللة قريبة من الحواف وبين العروق في الأوراق الصغيرة، وتزداد شدة الإصابة تدريجياً حيث يحدث اصفراراً بين العروق ويظل العرق الأوسط أخضر، تتقزم وتقصر السلاميات خاصة قرب القمة النامية، تصبح الساق رفيعة مع وجود عدد قليل من الأفرع الثانوية، تظل الأوراق القمية والحديثة صغيرة وتكون باهتة، وتحترق الحواف الخارجية للأوراق الحديثة، وتلتف أو تتجعد حوافها المحترقة لأعلى متخذة شكل الخف. تموت البراعم الطرفية مما يؤدي إلى توقف النمو وفي نهاية يموت النباتات من القمة إلى أسفل. قد تصبح الثمرة بطيئة الامتلاء عند الطرف الزهري فتصبح قمة الثمرة مستدقة وهذا يرجع لنقص عنصر الكالسيوم.

• عموماً تظهر أعراض نقص عنصر الكالسيوم على الثمار بشكل أوضح من أعراض نقصه على الأوراق، فيسبب نقصه ظهور مرض عفن قمة الثمار، والذي يتمثل في ظهور بقعة بنية متجلدة ومجعدة ومقسمة إلى حلقات في الطرف السائب للثمار، ومن الملاحظ أن هذه البقعة البنية لا تمتد إلى أكثر من ثلث الثمرة وعلى الحصدات الأولى فقط للمحصول وتقل في التالية، وقد يرجع سبب ذلك إلى ارتباط مرض عفن قمة الثمار أيضاً بتوتر الاتزان المائي داخل النبات $Water\ stress$ ، والذي تخف حدته كلما جمع الثمار من النبات، ويظهر على الطماطم والفلفل والبطيخ والتفاح بشكل واضح خاصة في الموسم الشتوي، حيث يقل التنفس بصفة عامة علاوة على قلة تنفس الثمار إذا ما قورنت بالأوراق بصفة خاصة. فكلما زاد التنفس زاد نشاط النبات وبالتالي زاد امتصاص $Up\ take$ العناصر من التربة. ومما هو جدير بالذكر أن القرنبيط والكرنب من النباتات الحساسة جداً لنقص الكالسيوم؛ ولذا يستخدمهما البعض كنباتين كشافين للاستدلال على نقص الكالسيوم في حقول البساتين $Indicator\ plants$. ويكون نقص الكالسيوم واضحاً على بعض الثمار في شكل بقع فلينية بنية اللون على الثمار.

- جفاف القمم النامية للأفرع والجذور.
- ظهور بقع ميتة على الأوراق.
- جفاف أطراف الأوراق حديثة النمو بعد أن تلتوي ثم تتقصف.
- ملاحظة بقع ميتة على الثمار.
- التواء الجذور مع قصرها وموت معظم الجذور من قمته إلى قاعدتها.
- ظهور عفن الطرف الزهري $Blossom\ end\ rot$.

تأثير زيادته $Excess\ of\ Calcium$:

• الكميات الزائدة من الكالسيوم يمكن أن تسبب أضراراً مباشرة للنبات، لكن غالباً ما تكون متعلقة بالملوحة أو الصفات القلوية التي تسببها هذه العناصر للتربة أمراض متعددة للنباتات.

علاج نقصه:

يعالج بإضافة العنصر إلى التربة أو الأوراق، وقد تؤدي زيادة عنصر الماغنسيوم والبوتاسيوم في التربة أو عند زيادة التسميد بهما إلى ظهور أعراض نقص عنصر الكالسيوم رغم تواجدته بالتربة.

يتوفر الكالسيوم في التربة في pH 7-8 ويقل نسبياً في 5.5-6.5 pH، ويصبح النقص شديداً في pH أقل من 5.5، ويكثر فوسفات الكالسيوم الثلاثي غير القابل للذوبان في الأراضي القلوية. كما يوجد أحياناً في صورة غير متبادلة ومتحد مع عناصر أخرى أو مجموعات كما في الكلاسايت $CaCo_3$ Calcite وذلك في المناطق الجافة وشبه الجافة.

أعراض نقصه على أوراق الحمضيات:

يمكن رؤية أعراض نقص الكالسيوم في الحمضيات عندما يكون تركيزه في الأوراق أقل من القيمة الحرجة للكالسيوم (2.5%)، وعادة ما يرتبط نقصه بالتربة الحمضية والمناخ الممطر. وتميل ثمار الحمضيات التي تحتوي على نسبة منخفضة من الكالسيوم والنيتروجين في الورقة إلى الحصول على نسبة أعلى من التعفن بعد ثلاثة أشهر من التخزين. يجب تطبيق الجير على الأشجار. سيؤدي ذلك إلى تحسين عمر تخزين الثمار. وجد أن مستوى الكالسيوم على أوراق الحمضيات النامية في عدة مواقع بالسودان ولبعض الأصناف كان في المستوى القياسي أو الأمثل (4.51%)، مقارنة بدراسات Chapman, (1960) في كاليفورنيا والذي أوضح فيها مستوى عنصر الكالسيوم على أوراق الحمضيات، وكما يلي:

فإذا كان :

- 1- 1.5% يعتبر نقصاً.
 - 2- 3.0% - 5.5% يعتبر المتوسط الأمثل.
 - 3- 5.6% - 6.9% يعتبر أعلى من المتوسط الأمثل.
 - 4- 7.4% يعتبر زائداً أو أكثر من اللازم (excess).
- والجدير بالذكر أن نقص عنصر الكالسيوم نادر الحدوث في بساتين الحمضيات.



أعراض نقصه على أوراق المانجو:

أوضحت نفس الدراسة السابقة أن متوسط مستوى الكالسيوم على أوراق المانجو أبو سمكة والفونس في عدة مواقع في نواحي الخرطوم كان أعلى من المستوى الحرج عالمياً (1.7%)، حيث أوضح كلٌّ من Nauriyal وKumar (1977) في الهند أن مستوى الحد الحرج للكالسيوم على أوراق المانجو كان 1.50%، وأيضاً أكد كلٌّ من Chadha وBhargava (1988) في الهند أيضاً أن المستوى العالي (Excess) وغير المرغوب فيه على أوراق المانجو كان 1.71%. وأوضحت تجارب كسلا أن مستوى الحد الحرج للكالسيوم على أوراق الصنف شندي كان (1.49%) بينما في جبل مرة حيث الترب بركانية أن مستوى الحد الحرج له على أوراق المانجو صنف زبدة كان (1.36%) مع ملاحظة دانكوج حيث التربة قلوية كان مستوى الحد الحرج له على أوراق المانجو (1.68%).

وأكثر الأعراض وضوحاً على الثمار هي ظاهرة ما يعرف بالانهيار الداخلي للب الثمار، (تشقق الثمرة جهة العنق) Stem cavity end وتكون فجوة بين البذرة وعنق الثمرة، وهذه الظاهرة أكثر ظهوراً في الثمار الناضجة على الأشجار. وعموماً مرتبطة بعدم التوازن الغذائي وخاصة بزيادة عنصر النيتروجين على حساب البوتاسيوم والكالسيوم، حيث ارتبط وجود هذه الظاهرة بنقص عنصر الكالسيوم داخل الثمرة، وقد تظهر أعراض الإصابة بصورة جزئية على الشجرة على أحد الأفرع الرئيسة أو أحد جوانب الشجرة.

في حالة وجود حالات نقص في هذا العنصر وحدوث اضطرابات فسيولوجية واضحة مثل ظواهر الانهيار الداخلي للثمار يمكن إضافة كبريتات كالسيوم في أي شكل، ويمكن الاستعاضة عن ذلك باستعمال وتركيب محلول بورديو ونشر ثقافته بين مزارعي الفاكهة، ويتركب من 2 كجم جير حي + 1 كجم كبريتات نحاس + 15 لتر ماء، ويمكن تخفيفه ورشه حتى على المجموع الخضري والثمار وقد أثبتت التجارب نجاحه في مكافحة عديد من الأمراض الفطرية والبكتيرية.



أعراض نقصه على سعف وثمار النخيل:

أوضحت الدراسة أن متوسط مستوى الكالسيوم على أوراق النخيل صنف مشرق ود لقاى في عدة مواقع في نواحي الخرطوم كان 0.28%، وذلك أقل من المستوى الحرج في المملكة السعودية في الإحساء والذي وجده الباحث قاسم وآخرون في (1986) كان (0.26%)، وذلك من أشجار نخيل عالية الإنتاجية. وتتفق مع ما وجد في الدامر أن مستوى الحد الحرج للكالسيوم على أوراق نخيل صنف المشرق ود لقاى كان (0.28%)، وأيضاً على أوراق نفس الصنف في شمبات كان (0.24%)، وذلك من أشجار ممتازة وعالية الإنتاج.

من أعراض نقص الكالسيوم على خوص وسعف النخيل أنه يتجدد ويتقصف، ويميل لونه للاخضر الباهت بعد أن تجف أطرافه وخاصة السعف الحديث النمو، والتواء وتجعد البراعم الطرفية وموتها، كما تظهر على الثمار تبعدات بنية وميتة، وقد تصبح الثمار بطيئة الامتلاء عند الطرف الزهري فتصبح قمة الثمرة مستدقة، وقد تظهر بقعة بنية متجلدة ومجعدة ومقسمة إلى حلقات في الطرف السائب للثمرة. والتسميد بالكالسيوم يؤخر نضج الثمار؛ لأنه يزيد من صلابتها وبالتالي مقدرتها التخزينية. والجدير بالذكر لأغراض السوق يمكن أن يتأخر موعد نضج البرحي بإضافة سماد كالسيوم للنخيل في مراحل متأخرة من نمو الثمار، وأيضاً لنفس الغرض يمكن أن تسمد بمعدلات عالية من النيتروجين، وازدياد معدلات الري في مرحلة البسر تؤدي لتأخير نضج ثمار البرحي أيضاً.



أعراض نقصه على أوراق الموز:

أوضحت قراءات الدراسة التي أجريت سابقاً أن متوسط مستوى عنصر الكالسيوم على أوراق الموز صنف الكافندش المتقدم والبيلي في عدة مواقع في نواحي الخرطوم كان في الحد القياسي لأوراق الموز (الخلفة الأولى) كان (1.23%) و تتفق مع ما وصل إليه إبراهيم وحجاج (2000) في مصر و Memon (2004) في باكستان والذين أكدوا أن مستوى الكالسيوم القياسي على أوراق موز من حقول عالية الإنتاجية كان 0.41%، و تتفق هذه النتائج مع دراسات Uechida (2000) من هاواي، والذي وجد أن مستوى الكالسيوم على أوراق الموز من حقول عالية الإنتاجية كان يتراوح بين (0.80% - 1.5%) و يتفق مع ما وجد في كسلا ود شريف أن مستوى الكالسيوم على أوراق الخلفة الأولى كان (0.98%)، وأيضاً في محطة بحوث حلفا الجديدة - قرية شلكي - على نهر ساسريب على أوراق الخلفة الأولى (0.87%). من أعراض نقص الكالسيوم على نبات الموز أنه يؤدي إلى تقزم النبات وقصر أطوال الأوراق، وتحول لون الأوراق من الأصفر الغامق إلى البني المحمر خاصة أول أشهر الصيف، ثم ظهور مساحات من البقع الجافة وأخيراً موت الأوراق. أما الأوراق الصغيرة عادة ما تكون مشوهة النصل وظهور اصفرار ما بين العروق بالقرب من حواف الورقة، وظهور تعفن قلب الفسائل الصغيرة النسيجية المنزرعة حديثاً وخاصة عند زيادة التسميد بالبوتاسيوم. وعلى الثمار تظهر أعراض النقص بتشقق قشور الثمار عند قرب نضجها وانحنائها، وتردي جودتها عند إنضاجها.

وعلى الرغم من أن الكالسيوم يعتبر عنصراً غير متحرك في النبات، إلا أن الأعراض المبكرة لنقص هذا العنصر في نباتات الموز تظهر على الأوراق الأكبر سناً على شكل احتراق لحواف الأوراق، ويبدو أن هذه الأعراض ربما تكون غير حقيقية من الإضافة العالية للصبوديوم، كما لوحظ ازدياد سمك العروق الجانبية للأوراق الصغيرة خاصة بالقرب من العرق الأوسط، بعد ذلك بعشرة أيام، فإن المناطق الموجودة عند حافة الأوراق بين العرق يصير لونها أصفر، ويمتد

هذا الاصفرار حتى قمة الورقة، بعد ذلك تتسع البقع الصفراء باتجاه العروق الوسطى معطية حافة النصل شكل أسنان المنشار، ونقص الكالسيوم في الحقل يشمل الورقة السنبلية بمعنى غياب النصل تقريباً، ويعتقد أن ذلك يكون نتيجة نقص مؤقت للكالسيوم داخل النبات، والمتسبب عن دورات من النمو السريع، وتظهر هذه الأعراض في الصيف بعد دورة نمو الشتاء وأيضاً في المزارع التي يضاف لها معدلات عالية من البوتاسيوم، والنباتات المتأثرة تحتوي أوراقها (الورقة الثالثة) على حوالي نصف تركيز الكالسيوم مقارنة بالنباتات السليمة والنامية بقربها. وفي حالة النباتات التي تعاني من نقص عنصر الكالسيوم فإن جودة الثمار تكون متدهورة ويتغلف الجلد عند النضج. ويضاف الكالسيوم لزراعات الموز على شكل سوبر فوسفات (21% كالسيوم) أو الأسمدة الأخرى المخلوطة التي تحتوي على السوبر فوسفات.





أعراض نقصه على أوراق الجوافة:

أوضحت الدراسة أن متوسط مستوى الكالسيوم على أوراق الجوافة في عدة مواقع في نواحي الخرطوم كان (0.89%)، وهذا المستوى يعتبر حداً قياسيًّا. حيث أوضح (2000 Uechida) في هاواي أن الحد القياسي للكالسيوم على أوراق الجوافة يتراوح بين (0.8 - 1.75%)، بينما وجد Duplessis وآخرون (1973) في أسبانيا أن مستوى الحد الحرج للكالسيوم على أوراق جوافة عالية الإنتاجية يتراوح بين (0.89 - 1.50%)، وأكدت دراسة حلفا الجديدة في غيطة محطة الأبحاث (التفتيش الخامس) على أوراق الجوافة الصنف الباكستاني أن مستوى الحد القياسي له كان (0.85%). بينما كان مستوى الكالسيوم في الحد الحرج على أوراق نفس الصنف في جبل مرة (1.11%)، بينما كان في كسلا (1.10%) و في حلفا الجديدة (0.90%). وكما هو معروف أنه تظهر أعراض نقصه على الأوراق الحديثة أولاً، حيث تصبح حواف الأوراق الصغيرة ذات لون أخضر فاتح وتنحني لأسفل. وتزداد شدة الإصابة تدريجياً حيث يحدث اصفرار بين العروق ويظل العرق الأوسط أخضر. تتقزم وتقصر السلاميات خاصة قرب القمة النامية. تصبح الساق رفيعة مع وجود عدد قليل من الأفرع الثانوية. تظل الأوراق القمية والحديثة صغيرة وتكون باهته وتحترق الحواف الخارجية للأوراق الحديثة، وتلتف أو تتجعد حوافها المحترقة لأعلى متخذة شكل الخف. تموت البراعم الطرفية مما يؤدي إلى توقف النمو وفي النهاية تموت النباتات من القمة إلى أسفل.



أعراض نقصه على أوراق العنب:

أوضحت الدراسة أن متوسط مستوى الكالسيوم على أوراق العنب صنفي سلطاني وكاردينال في عدة مواقع في نواحي الخرطوم كان (1.38%)، وهذا المستوى يعتبر في الحد القياس، حيث أوضح كلٌّ من Garg و (Khanduja 1976) في كاليفورنيا أن الحد القياسي للكالسيوم على أوراق العنب يتراوح بين (1.4- 2.5%) وهذا يتفق مع ما وجد في كسلا 1.32% وشمبات 1.54% ونيرتي على أوراق الصنف تومسون سيدلس، حيث كان مستوى الكالسيوم (1.90%). وعموماً غياب الكالسيوم يسبب ظهور بقع بنية على الأوراق ولا تلبث أن تموت.

زيادة الكالسيوم في التربة تسبب ظهور الاصفرار الفسيولوجي (Chlorosis) للأوراق لتأثيره في تثبيت الحديد في التربة ومنع امتصاصه، ويعتبر العنب الأوروبي مقاوماً لزيادة الكالسيوم في التربة، أما أصناف الأصول المستخدمة في الإكثار فتنبت بشدة من جهة مقاومتها لزيادته في التربة. وتعتبر أصناف العنب الأمريكي مثل إيزابلا وكونكورد حساسة لوجود الجير في التربة.

تدرج أعراض نقص الكالسيوم على أوراق العنب



المغنسيوم:

عنصر متحرك ضمن النبات يوجد بالتربة بكميات كافية، كما أن وجود الكالسيوم يخفف من تأثيره السام، يمتص على شكل أيونات المغنيزيوم، وتظهر أعراض النقص غالباً في الأراضي الخفيفة، يكثر وجوده في البذور مرتبطاً مع الفوسفور وعلى اعتبار أنه عنصر متحرك فإن أعراض نقصه تظهر على الأوراق السفلية من الفروع أولاً.

وظائفه:

- يدخل في تركيب الكلوروفيل.
- له علاقة بتكوين الزيوت داخل أنسجة النبات.
- يساعد في تحرك الفوسفور والكربوهيدرات داخل النبات.
- ضروري لتنشيط عددٍ من الأنزيمات.

أعراض نقصه:

عند نقص المغنسيوم في التربة نجد أن العنصر ينتقل من الأوراق المسنة إلى الأوراق الحديثة؛ لذا تظهر أعراض نقصه على الأوراق المسنة أولاً، وفي الحالات الشديدة تظهر على الأوراق الحديثة أيضاً، وتظهر أعراض نقصه على شكل تبقعات صفراء مبرقشة Mottling تنتشر في الورقة خاصة المسنة، كما تظهر بقع بنية على حواف وقمم الأوراق، وفي معظم النباتات يظهر اصفرار بين العروق في الأوراق المسنة. ثم يتغير لونها تدريجياً من الأخضر الداكن إلى الأخضر المصفر فالأصفر، بينما تبقى العروق خضراء اللون وتبدأ هذه الأعراض في حواف الورقة ثم تتجه تدريجياً نحو مركزها. ومع ازدياد النقص تتحول الأجزاء الصفراء إلى اللون البني ثم تموت هذه الأنسجة.

تنقسم النباتات حسب نقصه في التربة إلى قسمين:

- حساسة لنقص المغنسيوم في التربة مثل: الحمضيات والعنب والتفاح والقرع العسلي والبطيخ والطماطم والبادنجان والبطاطس، والفلفل، والشمام، والخيار.
- غير حساسة لنقص المغنسيوم في التربة مثل: الموز، المانجو، الجوافة، الرمان البسلة، البامبي، والفاصوليا والفجل.

يتوفر المغنسيوم في التربة في مدى pH (7-8.5) ويقل قليلاً في التربة القلوية وأفقر الأراضي في المغنسيوم هي الأراضي الرملية والأراضي شديدة الحموضة. ويوجد المغنسيوم في التربة في صورة مثبتة وأخرى متبادلة وصورة ذائبة في الماء، وتقل كميته عن الكالسيوم كثيراً.

يمتص النبات العنصر في صورة أيون المغنسيوم Mg^{++} وعادة يؤدي التسميد الغزير بالنيتروجين أو البوتاسيوم لنقص امتصاص المغنسيوم وبالتالي تظهر أعراض نقصه.

علاج نقصه:

يعالج بإضافة كبريتات المغنسيوم أو رشها على الأوراق في حالة الإصابة الخفيفة. كما يتم العلاج بطرق غير مباشرة:

- 1- إضافة الحجر الجيري (كربونات الكالسيوم والمغنسيوم (Dolomitic limestone) للأراضي الحامضية بمعدل 10-15 كجم من المغنسيوم أو 18-25 كجم من أكسيد المغنسيوم MgO للفدان.
- 2- إضافة كبريتات المغنسيوم (Epson Salt (MgSo4.7H2o المحتوية على 9.8% مغنسيوم. بمعدل 70-90 كجم/الفدان.
- 3- الرش بكبريتات المغنسيوم بمعدل 5-7 كجم /400 لتر ماء للفدان.
- 4- الرش بنترات المغنسيوم.

سميته:

قليلاً ما تُظهر الكميات الزائدة من المغنسيوم أعراض سمية إلا في القرعيات فإنه يقلل امتصاص بعض العناصر الأخرى مثل: البوتاسيوم والكالسيوم والمنجنيز. وبالتالي تظهر أعراض نقصها على النباتات.

أعراض نقصه على أوراق الحمضيات:

أوضحت دراسة مسحية أجريت في ولاية الخرطوم على أشجار الفاكهة أن مستوى المغنسيوم على أوراق الحمضيات كان 0.65%، ومقارنة بدراسات عديدة يعتبر أكثر من المتوسط قليلاً، وقد أوضحت دراسات (Chapman, 1960) في كاليفورنيا مستويات عنصر المغنسيوم على أوراق الحمضيات كما يلي :

فإذا كان المستوى :

- 0.16 % يعتبر نقصاً.
- 0.26%- 0.6% يعتبر أمثل تركيز.
- 0.6%-1.2% يعتبر زائداً.
- أكثر من 1.2 % يعتبر أكثر من اللازم (Excess).

أيضاً اتفقت هذه النتائج مع دراسة كسلا حيث كان مستوى المغنسيوم على أوراق البرتقال 0.55%، بينما في جبل مرة على أوراق البرتقال أيضاً 0.92%، وعلى أوراق الليمون البنزهر في الخرطوم في شمبات 0.65 %، وتتفق هذه النتائج مع (Uechida 2000) في هاواي، حيث وجد أن مستوى المغنسيوم على أوراق الليمون البلدي (1%-0.25%) ويعتبر مستوى قياسياً وأيضاً للبرتقال (0.25%-0.7%) وللقریب فروت (0.25%-0.75%). وعموماً نقص المغنسيوم يؤثر مباشرة على تقليل كمية المحصول، كما يقلل من تلوين الثمار فيصبح لونها برتقالياً فاتحاً مصفراً. كما أوضحت التجارب أن إضافة المغنسيوم المخلوب Chelated Mg لأشجار القريب فروت نتج عنها زيادة في العصير وفي حامض الاسكوريك.

تحدث أعراض نقص المغنسيوم على أوراق الحمضيات دائماً في الأراضي الرملية، ويؤدي نقص مستوى المغنسيوم إلى حدوث اصفرار لحواف نصل الأوراق القديمة عندما يكون تركيزه في الأوراق أقل من 0.25 %، ويزداد بعدها حتى يعم الاصفرار كل الورقة مع بقاء العروق خضراء (interveinal)، وفي الغالب يبقى الجزء القاعدي من الورقة مخضراً ويبدو الجزء

الأخضر من الورقة مثل V المقلوب أي في شكل مثلث تجاه قمة الأوراق القديمة، وتتساقط الأوراق مبكراً، ويؤثر ذلك على نقص المحصول. وتحتوي الثمار على مستوى منخفض من السكر والحموضة وسرعان ما تتساقط في أواخر أشهر الصيف والخريف وتتفاقم في حالة المحصول الغزير. علاج حالات النقص بالرش الورقي على الحمضيات لا يؤدي لاختفاء الأعراض لمدى طويل ويجب أن يكرر سنوياً، ولكن في حالة الإضافة الأرضية يمكن أن تكرر كل سنتين أو ثلاث سنوات.



أعراض نقصه على أوراق المانجو:

أوضحت الدراسة السابقة أن متوسط مستوى المغنسيوم على أوراق المانجو أبو سمكة والفونس كان في المستوى المطلوب عالمياً (0.219%)، وذلك بناءً على ما توصل إليه Uechida (2000) في هاواي والذي قرر أن مستوى الحد الحرج للمغنسيوم على أوراق المانجو يتراوح بين (0.20 - 0.40%) واتفق مع غندور (2004) في مصر بأن مستوى الحد الحرج له على أوراق المانجو كان (0.21%) رغم أنه يعتبر حداً أقل من الحد عند كل من chadha و Bhargava (1988) في الهند حيث وجدوا أن الحد الحرج للمغنسيوم كان (0.91%) واتفق مع كل من طاهر وآخرين (2003) في باكستان بأن الحد الحرج للمغنسيوم على أوراق المانجو كان (0.92%)، وتطابقت مع ما وجد في جبل مرة في الصنف زبدة حيث وجد أن مستوى الحد الحرج له على أوراق المانجو كان (0.78%)، وأيضاً في كسلا في الصنف شندي كان (0.91%).

والمغنسيوم من العناصر التي يندر نقصها في الأراضي القلوية، ولكن لوجظ وجود نقص في جبل مرة فقط حيث التربة البركانية (الحامضية)، أما في وادي صالح وقارسيلا وعلى امتداد وادي كتم لم نجد أي ظواهر لنقص لهذا العنصر. وعموماً ينصح بعدم إضافته في الأراضي التي تحتوي على نسبة جير عالية أو إذا احتوت مياه الري على 60 جزءاً في المليون كالسيوم، ونوصي بالرش أو إضافة عنصر المغنسيوم. ويمكن رش كبريتات المغنسيوم بمعدل 0.5 جم / لتر ماء وذلك عند حدوث أعراض نقص، والتي تتلخص في وجود خط فاصل بين المنطقة الصفراء والخضراء على طول جانبي العرق الأوسط في الأوراق كاملة النمو في أواخر فصل الصيف وأوائل فصل الشتاء، وتعد من أهم أعراض نقص عنصر المغنسيوم على أوراق المانجو، ثم تزداد مساحة المناطق الصفراء لتلتحم معاً، وقد تكون هناك مناطق خضراء اللون في قاعدة الورقة وأحياناً في قممها وفي النهاية قد يتحول لون الورقة كلها إلى الأصفر. وقد تظهر أعراض الإصابة بصورة جزئية على الشجرة على أحد الأفرع الرئيسة أو أحد جوانب الشجرة.



أعراض نقصه على أوراق الموز:

وجد أن متوسط مستوى المغنسيوم على أوراق الموز صنف الكافندش المتقزم والبيبي (في عدة مواقع بنواحي الخرطوم) كان (0.516 %) ومقارنة بما وجدته (Uechida 2000) في هاوي كان (0.25-0.80)، وهذا في الحد الأمثل لديهما وهذا يتفق مع ما وجد في الكافندش المتقزم في كسلا 0.51% وفي حلفا الجديدة في نفس الصنف 0.57%.

وعموماً تكون أعراض النقص عبارة عن اصفرار وتبرقش منتصف نصل الورقة بينما يكون العرق الأوسط وحواف النصل أخضران، وبالإضافة إلى ظهور تبرقش باللون البنفسجي الخفيف على أعناق الأوراق، وانفصال الغمد الورقي من الساق الكاذبة وينتج عن ذلك تردي النمو، وضعف الإنتاج، وقلة امتصاص البوتاسيوم والكالسيوم، وتتفاقم هذه المشكلة في الزراعات القديمة، والتي لا تسمد بمركبات تحتوي على المغنسيوم وزيادة التسميد بالبوتاسيوم.

وللعلم أكثر فنقص أو زيادة عنصر المغنسيوم في العديد من مناطق زراعة الموز لا تظهر أعراضه على نباتات الموز إلا في زراعات قديمة ومستمرة لمدة 10 – 20 عاماً بدون تسميد مغنيسيومي، كذلك استعمال كميات كبيرة من الأسمدة البوتاسية لعدة سنوات يؤدي إلى ظهور أعراض نقصه.

وتنحصر أعراض نقص المغنسيوم في ظهور اصفرار على حواف الأوراق ثم امتداد هذا الاصفرار لقرب العرق الأوسط، ويحدث تغيير في نظام ترتيب الأوراق (تبرقش بنفسجي لأعناق الأوراق وتبرقش حواف الأوراق وانفصال غمد الأوراق من الساق الكاذبة) ويمكن ملاحظة تبرقش الحواف عادة في المزارع الرملية. ولكن الأعراض الأكثر ظهوراً في الحقل هي أن حواف الأوراق الكبيرة عامة تبقى خضراء بينما تصير المساحة بين الحواف والعرق الأوسط صفراء. جميع الأراضي بها احتياطي من المغنسيوم إلا أن أعراض نقصه تظهر بعد عدة سنوات من الزراعة، ومع أن الأعراض ليست مرتبطة دائماً بنقص المحصول إلا أن المغنسيوم عادة يضاف عند حدوث النقص، ولقد أوضحت الدراسات أن أسمدة المغنسيوم الذائبة أو القابلة للذوبان مثل كبريتات المغنسيوم والتي تضاف للتربة تعطي استجابة سريعة أ، كذلك يمكن إضافة كبريتات المغنسيوم رشاً على الأوراق، وحديثاً يتم خلطه أو إضافته مع خليط من النيتروجين والفوسفور والبوتاسيوم.



أعراض نقصه على أوراق النخيل:

إن متوسط مستوى المغنسيوم على أوراق النخيل صنف المشرق ود لقاى فى عدة مواقع فى نواحي الخرطوم كان 0.08% وذلك أقل من المستوى الحرج فى المملكة السعودية، والذي أكده الباحث قاسم وآخرون فى (1986)، حيث وجدوا أن مستوى الحد الحرج للمغنسيوم على أوراق أربعة أصنافٍ من النخيل فى الإحساء كان (0.10%)، وذلك من أشجار نخيل عالية الإنتاجية. وتتفق هذه النتائج مع ما وجد فى الدامر حيث إن مستوى الحد الحرج له على أوراق نخيل صنف المشرق ودلقاى كان (0.10%)، وأيضاً على أوراق نفس الصنف فى شمبات كان (0.09%)، وذلك من أشجار ممتازة وعالية الإنتاج.

نقصه على سعف النخيل التمر:

كثيراً ما يحدث نقص فى هذا العنصر فى الأراضي الرملية لسهولة رشحه منها، ولكن قد يحدث ذلك أيضاً عندما تزداد كمية الكالسيوم والبوتاسيوم فى التربة، مما يسبب ظهور أعراض نقص عنصر الماغنسيوم رغم تواجده فى التربة. ويظهر ذلك على صورة اصفرار غير ناصع يبدأ بالأوراق الكبيرة من القمة إلى أسفل، ولكن قواعد الخوص حول العرق الأوسط للسعفة تبقى مخضرة ولون السعف أصفر، هذا وقد تموت بعد ذلك قمم الخوص المصفرة بعد أن يتحول اللون إلى القرمزي المحمر. ولكن نود أن ننوه أنه عند التسميد بالماغنسيوم فإن الأوراق المصفرة لا تستعيد ثانياً لونها الأخضر، ولكن فى نفس الوقت يتوقف ظهور الأعراض على الأوراق الأخرى التي تظهر بعد ذلك. يجب أن ننوه أيضاً أنه الرش بمركبات الماغنسيوم لا يفيد كثيراً، حيث تكون كمية الماغنسيوم التي تمتص قليلة ولا يمكنها إصلاح النقص، ولذلك يجب إضافته للتربة.



أعراض نقص المغنسيوم على خوص سعف نخيل التمر



أعراض نقصه على أوراق العنب:

إن متوسط مستوى المغنسيوم على أوراق العنب صنفى سلطاني وكاردينال في عددٍ من المواقع بنواحي الخرطوم كان (0.86%) وهذا المستوى يعتبر في الحد القياسي، حيث أوضح كلٌّ من Garg و (Khanduja 1976) في كاليفورنيا أن الحد القياسي للمغنسيوم على أوراق العنب يتراوح بين (0.31 - 0.8%) بينما وجد الحد الحرج له على أوراق العنب >0.2%، وهذا يتفق مع ما وجد في جبل مرة على أوراق الصنف تومسون سيدلس، حيث كان مستوى المغنسيوم (0.74%).

من المعروف أن العنب مثل الحمضيات من النباتات الحساسة لنقص المغنسيوم في التربة، ويظهر عليه أعراض النقص مباشرة مثل الحمضيات وتظهر أعراض نقصه على شكل تبقعات صفراء مبرقشة Mottling تنتشر على نصل الورقة خاصة المسنة. كما تظهر بقع بنية على حواف وقمم الأوراق وفي معظم النباتات يظهر اصفرار بين العروق في الأوراق المسنة، ثم يتغير لونها تدريجياً من الأخضر الداكن إلى الأخضر المصفر فالأصفر، بينما تبقى العروق خضراء اللون وتبدأ هذه الأعراض في حواف الورقة ثم تتجه تدريجياً نحو مركزها، ومع ازدياد النقص تتحول الأجزاء الصفراء إلى اللون البني ثم تموت هذه الأنسجة. ويعالج بإضافة كبريتات المغنسيوم أو رشها على الأوراق في حال الإصابة الخفيفة، ولكن في حالات الإصابة المتقدمة ينصح بأهمية إضافة 150-200 جرام كبريتات مغنسيوم/كرمة/السنة تقسم على جرعات مختلفة خلال 4-5 أشهر بعد التقليم ونمو الأوراق الأولى والأفرع الجديدة الـ Twigs.



مقارنة أعراض نقص المغنسيوم على أوراق أصناف العنب الملونة والبيضاء



أعراض نقصه على أوراق الجوافة:

أوضحت الدراسة السابقة أن متوسط مستوى المغنسيوم على أوراق الجوافة في عددٍ من المواقع في نواحي الخرطوم كان (0.30%)، وهذا المستوى يعتبر حداً قياسيًّا، حيث أوضح Uechida (2000) في هاواي أن الحد القياسي للمغنسيوم في الجوافة يتراوح بين (0.50-0.25%)، بينما وجد DuPlessis وآخرون (1973) في أسبانيا أن مستوى الحد الحرج له على أوراق جوافة عالية الإنتاجية يتراوح بين (0.25-0.42%)، كما أكدت دراسة في حلفا الجديدة في غيط محطة الأبحاث (التفتيش الخامس) على أوراق الجوافة الصنف الباكستاني أن مستوى الحد القياسي للمغنسيوم على أوراق الجوافة كان (0.54%). بينما كان مستوى المغنسيوم في الحد الحرج على أوراق نفس الصنف في كسلا (0.37%) وذلك مقارنة مع ما وجد على أوراق نفس الصنف في جبل مرة (0.33%) وفي حلفا الجديدة (0.30%). ومن المعروف أن الجوافة غير حساسة لنقص المغنسيوم في التربة مثل الموز والمانجو والرمان.

وعموماً تظهر أعراض نقصه على شكل بقعات صفراء ثم تنتشر على نصل الورقة خاصة المسنة. كما تظهر بقع بنية على حواف وقمم الأوراق وفي معظم النباتات يظهر اصفرار بين العروق في الأوراق الكبيرة. ثم يتغير لونها تدريجياً من الأخضر الداكن إلى الأخضر المصفر فالأصفر بينما تبقى العروق خضراء اللون، وتبدأ هذه الأعراض في حواف الورقة ثم تتجه تدريجياً نحو مركزها ومع ازدياد النقص تتحول الأجزاء الصفراء إلى اللون البني ثم تموت هذه الأنسجة. يمتص النبات العنصر في صورة أيون المغنسيوم Mg^{++} وعادة يؤدي التسميد الغزير بالنيتروجين أو البوتاسيوم لنقص امتصاص المغنسيوم وبالتالي تظهر أعراض نقصه.

تدرج أعراض نقص المغنسيوم على أوراق الجوافة



الكبريت:

عنصر متحرك يمتص على صورة كبريتات SO_4^{++} ثم يختزل في النبات إلى كبريت أو سلفوهيدروكسيل إذا زادت كميته عن حد معين يخفض رقم الـ pH في التربة، كما تنقص كمية النترات الصالحة للامتصاص؛ لأن البكتريا التي تؤكسد الكبريت تحتاج إلى أكسجين النترات في عملية الأكسدة.

يكثر وجود الكبريت في الطبقة السطحية من التربة أول ما تظهر أعراض نقصه على الأوراق حديثة التكوين.

أهميته للنبات:

- يدخل في تركيب الأحماض الأمينية والهرمونات النباتية.
- يدخل في تكوين الزيوت الطيارة كما في البصل والثوم.
- ضروري في تكوين الكلوروفيل.
- يلعب دوراً هاماً في عملية التنفس، حيث إنه يدخل في تركيب إنزيمات التنفس في النبات.

أعراض نقصه:

- تظهر أعراض نقص الكبريت على شكل لون أخضر فاتح باهت على جميع أجزاء النبات والأوراق، مما يؤدي إلى بطء في النمو وتقرم مع تأخر نضج النبات.
- ظهور اللون الأصفر الشاحب على الأوراق الحديثة، أما أعراض نقص النيتروجين فتظهر على الأوراق الكبيرة (القديمة) أولاً، ويرجع ذلك إلى أن الكبريت لا ينتقل في النبات بسرعة، وتتميز أعراض نقص الكبريت باصفرار الأوراق الحديثة ويكون الاصفرار أكثر وضوحاً في العروق عنه بين العروق، وذلك عكس ما يحدث في أعراض نقص المغنسيوم والمنجنيز والحديد وزيادة النقص تتقرم النباتات، ويتأخر نضج المحصول، وقد تستطيل الساق.

تيسره في التربة:

- يمتص الكبريت في صورة أيونات كبريتات سالبة SO_4^- فقط، ويتيسر في الأراضي التي يزيد الـ pH فيها عن 6 ويقل نسبياً في 5-6 pH، ويصبح نفسه شديداً في pH أقل من 5 فأيون الكبريتات مثل أيون الفوسفات يدمص بقلة على غرويات التربة ويزداد ادمصاصه مع انخفاض الـ pH في التربة، ومما هو جدير بالذكر أن عملية إضافة الجير والتي تزيد من قلوية التربة تقلل من ادمصاص هذا العنصر، حيث إن الكبريت يحل محل أيون الأيدروكسيد على حبيبات الطين وتسمى هذه الظاهرة بالتبادل الأيوني Exchange anion. من أهم مصادر الكبريت للنبات هو ما يوجد في المادة العضوية والهواء الجوي (حيث يسقط مع ماء المطر)، بالإضافة إلى ما يوجد في الأسمدة الكيميائية المضافة.

سميته:

تعتبر المحاصيل الزيتية هي أكثر المحاصيل حساسية لسمية غاز ثاني أكسيد الكبريت (SO_2)، حيث تموت قمم وحواف الأوراق الصغيرة الحديثة، وتلاحظ هذه الظاهرة عامة في المناطق ذات النشاط البركاني.

أعراض نقصه على أوراق الحمضيات:

أعراض نقص الكبريت على أشجار الحمضيات تتمثل في اصفرار العروق عن باقي الورقة، وحدوث تموج في نصل الورقة، وتكون الأوراق رفيعة ذات لون أخضر غامق، ويتحول لون الأوراق القديمة إلى اللون البرونزي، وتكون هذه الأوراق أكثر اصفراراً من الأوراق الطبيعية وتسقط مبكراً، و تكون الثمار فخة وذات حموضة عالية وقشرة سميكة خشنة الملمس. وعموماً أعراض هذا العنصر على أشجار الفاكهة لم تدرس بكثرة مثل بقية العناصر الغذائية الأخرى احتمال ؛ لأنه يعمل في العديد من محاور الإنتاج، ولارتباطه بعدة عوامل أخرى مؤثرة بشدة على المحصول أهمها، أنه يعمل على زيادة امتصاص بقية العناصر الصغرى مباشرة، ويعمل كمحسن لقلوية التربة كما ذكرنا سابقاً بالإضافة لعمله الوقائي.



أعراض نقصه على أوراق المانجو:

عادة يكون نقص الكبريت على أوراق المانجو واضحاً جداً على النموات الجديدة، إما اصفرار العروق وحدوث تموج بينها ثم تلون الأوراق القديمة باللون البرنزي المحمر في الحالات المتقدمة من النقص.



أعراض نقصه على خوص وسعف النخيل:

يؤدي نقص الكبريت على خوص سعف النخيل إلى اللون الباهت الكريمي أو العاجي أولاً ثم المحمر أو البرونزي مؤخراً، وعادة ما يكون لون السعف أخضر باهتاً، وفي الحالات الشديدة يتحول للأصفر وفي النهاية يجف تماماً ويؤثر في عملية نضج الثمار.



نقص الكبريت على خوص سعف النخيل يؤدي إلى لون Whitish أو كريمي فاتح

أعراض نقصه على أوراق الجوافة:

عادة ما يظهر النقص بلون أخضر باهت أولون أصفر غامق وعادة ما تكون الأوراق صغيرة وشاحبة اللون وقد يؤدي نقص الكبريت الحاد على أشجار الجوافة إلى احمرار كل الأفرع والأوراق، وتلون الثمار باللون البرونزي أو النحاسي المحمر، وخشونة وسماكة القشرة.



أعراض نقصه على أوراق الموز:

نقص الكبريت على الموز يؤدي إلى أعراض شبيهة بنقص النيتروجين ولكن الفرق بينهما أن الكبريت يظهر على الأوراق الحديثة، والنيتروجين يظهر على الأوراق القديمة وقد أدى التسميد بالكبريت إلى زيادة إنتاجية وجودة ثمار الموز، وعموماً يؤدي النقص إلى اصفرار وقلة أحجام الأوراق وزيادة سمك العروق الثانوية وعدم انتظام نصل الأوراق القديمة نتيجة انثناء والتفاف واحترق حوافها (undulating leaf edges; necrosis along edge). وقد تظهر الأعراض على الأوراق الحديثة بلون عاجي، وتتضخم عروق الورقة، ويقل المحصول نتيجة لصغر حجم الثمار ورداءة نوعيتها. وعموماً عادة ما تظهر أعراض نقص الكبريت في المزارع الرملية على نباتات الموز حيث تكون الأوراق الصغيرة ذات لون أصفر مبيض، وبتقدم النقص تظهر بقع ميتة على حافة الورقة وتحدث ثخانة بسيطة للعروق، مثل أعراض نقص الكالسيوم والبورون، وأحياناً يحدث تغيير مورفولوجي للورقة، حيث تصير الأوراق شاحبة ويحدث تقزم للنمو والسباطات تكون صغيرة جداً. يحدث الامتصاص السريع لعنصر الكبريت من مرحلة الخلفات الصغيرة وحتى مرحلة تكوين الأفرع، وبعد ذلك يقل معدل الامتصاص، ويأتي الكبريت المحتاج إليه لنمو الثمار من الأوراق ومن الساق الكاذبة. ويضاف معظم الكبريت للموز على هيئة سلفات أمونيوم وسلفات بوتاسيوم.



أعراض نقصه على أوراق العنب:

الكبريت عنصر هام في تغذية كروم العنب، ويسبب نقصه ضعفاً في النمو، ويصبح لون الأوراق الحديثة أصفر مائلاً للبياض ويتأخر نضج العناقيد، وبصفة عامة لا تعاني كروم العنب من نقص الكبريت ، حيث يستخدم عادة في الرش أو التعفير لمقاومة الأمراض.



العناصر المغذية الصغرى Micronutrients :

البورون:

يوجد البورون بكميات قليلة في التربة ويحتاج النبات كميات بسيطة منه؛ إذ تسبب الكميات الكبيرة بالتربة تسمم النباتات فهو يمتص على شكل $(BO_3)^{3-}$. تعتبر زيادة الكالسيوم أحد أهم أسباب نقص البورون وكذلك ارتفاع مستوى الماء الأرضي وسوء التهوية، وتكون أعراض نقص البورون واضحة إذا احتوت التربة على أقل من 0.8 جزء بالمليون بورون، وتكون شديدة إذا احتوت التربة على أقل من 0.5 جزء بالمليون، ويحتاجه النبات بكميات بسيطة جداً وبرغم أهميته لحياة النبات إلا أن كميات زائدة بسيطة منه تسبب السمية للنبات الذي لا يتحمل أكثر من بضعة أجزاء بالمليون. وأحياناً قد تحتوي مياه الري على كمية من هذا العنصر وتسبب سميته للنباتات.

ويلاحظ زيادة ظهور أعراض نقص البورون عند نقص الرطوبة الأرضية، وارتفاع حرارة الجو، والإضاءة العالية، وكلها ظروف لا تشجع على انتقال البورون من الأوراق إلى الأعضاء الأخرى في النبات.

أهميته:

البورون عنصر هام وأساسي للعمليات التالية داخل النبات:

- تكوين وتنشيط هورمونات النمو داخل النبات ومنع تكسيرها (خاصة التريتوفان المركب النباتي الذي يتركب منه الأكسين).
- تجهيز وتكوين البروتينات المسؤولة عن نمو النبات.
- تكوين وتحويل الكربوهيدرات ونقل السكريات عبر الأغشية إلى أماكن تخزينها.
- إتمام عملية انقسام الخلايا ونموها.
- نمو الأنسجة الميرستيمية في القمم النامية للأفرع.
- تشكيل جدر الخلايا.
- تكوين وإنتاج حبوب اللقاح وإطالة عمرها وتنشيط عملية الإنبات.
- تطهير مياسم الأزهار.
- إتمام عملية التلقيح بكفاءة ويساعد في زيادة نسبة العقد.
- زيادة الإزهار وتثبيت العقد وتكوين الثمار.
- امتصاص بعض العناصر مثل: النيتروجين والبوتاسيوم والكالسيوم.
- التحكم في نسبة الماء داخل النبات وكذلك في امتصاص الماء من التربة.

أعراض نقصه:

نظراً؛ لأن عنصر البورون غير متحرك في النبات أي لا ينتقل من الأوراق القديمة إلى الأوراق الحديثة فإن أول أعراض نقصه تظهر في القمم النامية والأنسجة المرستيمية، وأهم أعراض نقصه موت البراعم والقمم النامية، وموت أطراف الجذور، وتكسر الأغصان والأوراق بسهولة، وذلك عقب تلون حوافها باللون الأصفر الباهت وانحنائها إلى الخارج. وتختلف شدة الأعراض حسب درجة نقص هذا العنصر والمحصول.

وعموماً عندما تتطور الحالة يموت البرعم الطرفي كما تتشوه الأوراق العليا الحديثة. يحدث اصفرار خفيف للأوراق الوسطى والمسنة وربما تظهر بقع مائية وقد تظهر بعض الخطوط البيضاء الخشنة أحياناً، وقف نمو الأنسجة الميرستيمية في القمم النامية للأفرع وتتشوه، موت قواعد الأوراق وتشقق السيقان، ازدياد سماكة الأوراق وميلها للالتفاف والتجعد (الجوافة)، سرعة كسر الأوراق (سعف النخيل)، وقف الأزهار، وعدم العقد، وقصر النباتات، واصفرار الأوراق، ونقص محصول البذور، ثم احمرارها، ثم تأخذ اللون البرونزي وخاصة الأوراق الحديثة.

العنب من المحاصيل الحساسة لنقص البورون وتتميز أعراضه بموت البراعم الطرفية والعنقود يكون عادة ذا حبات صغيرة بدون بذور. وفي حالات النقص الشديد تموت القمم النامية وتتشوه، وتظهر بقع بنية أو سوداء فلينية في أعضاء التخزين (جذور ودرنات) ونظراً؛

لأن حواف الأوراق يحدث بها انقسام أثناء زيادة الأوراق في المساحة، فإن نقص البورون يؤدي أحياناً إلى تلون حواف الأوراق باللون الأصفر أو البني، ولكن الأعراض الأكثر شيوعاً هي التفاف حواف الأوراق الصغيرة، كما يكون النبات الذي يعاني من نقص البورون أصغر من الحجم الطبيعي، وتموت القمم النامية للجذور والسيقان، ويلاحظ زيادة ظهور أعراض نقص البورون عند نقص الرطوبة الأرضية، وارتفاع حرارة الجو، والإضاءة العالية، وكلها ظروف لا تشجع على انتقال البورون من الأوراق إلى الأعضاء الأخرى في النبات.

وتتحمل معظم النباتات نقص البورون بينما تتأثر البقوليات بشدة بنقصه فيقل الإزهار وإنتاج القرون، ويتقزم المجموع الجذري، أما في القرعيات فتظهر أعراض النقص في قصر السلاميات، وتشوه الأوراق وتندلى وتنحني حوافها لأعلى على شكل الملاعقة كما في البطاطس.

في محاصيل الفاكهة يعتبر العنب من أكثر محاصيل الفاكهة تأثراً بنقص البورون خاصة في الأراضي الحامضية إذا كان الـ pH 3.5-4 ، حيث تعقد وتتورم السلاميات الحديثة، ويزداد سمكها وتشوه وبتزايد النقص تزداد عدد السلاميات المشوهة في النباتات، كما يتأثر التفاح والكمثرى والحمضيات بنقص البورون مما يؤدي إلى موت قمم الأفرع (الموت التراجعي) وتصفر الأوراق الحديثة قليلاً ثم تموت حوافها، وتعقد السلاميات ويزداد سمكها أيضاً. وهو عنصر هام لنقل السكريات وعقد الثمار والأزهار وامتصاص الكالسيوم، حيث يعالج نقصه بإضافة البورون. ومن المهم أن نذكر أن البورون له نفس خصائص الكالسيوم في النبات من حيث صلابة قشرة الثمرة وتماسك اللب وجودة الثمار، أي أنه عنصر هام لجودة وإطالة فترة تخزين الثمار، ويرفع مقاومة النبات للإصابات الفطرية، ويقلل من أثر التغيرات المناخية على النبات.

تأثير زيادته (سميته) Excess of Boron :

سميه البورون تمثل مشكلة زراعية مهمة في كثير من المناطق الجغرافية. يوجد بنسبة عالية طبيعياً في بعض الأراضي عن الأخرى أو عندما تكون نسبته في ماء الري عالية، وتظهر أعراض السمية على شكل إسرار في نمو الأفرع الحديثة ثم لا تلبث أن يحدث فيها موت، بل أن زيادة البورون يمكن أن يثبط تكشف الأزهار خاصة عندما يكون الكالسيوم متوفراً بكثرة، لكن تأثير سميته على إنتاج الثمار يكون بشكل غير مباشر، وذلك بسبب تحطم أنسجة الورقة، ويعتبر البورون ذا تأثير عندما يكون تركيزه عالياً، ويؤثر على الأنواع النباتية الحساسة إذا زاد تركيزه عن 0.5 جزء/ المليون في الماء أو أكثر من 190 جزءاً / المليون في أنسجة الورقة، والاختلافات الكبيرة في حساسية النباتات للبورون ترجع إلى الاختلافات الكبيرة في معدل تراكمه في التربة والماء. وتظهر عادة سمية البورون في المناطق الجافة في صورة اصفرار قمم الأوراق واحترق حوافها. أما في محاصيل الفاكهة فمن الغريب أنه كما تسبب زيادته موت الأطراف تسبب زيادته -أيضاً- موت الأطراف عند نقصه مع سقوط الأوراق، وتنضج الثمار مبكرة وتنهار بسرعة عند تخزينها، وعموماً البورون إذا وجد بتركيز عالٍ نسبياً فهو سام جداً بالنسبة لمعظم المحاصيل الحقلية ومقاييس البورون هي:

- من 0.03 - 0.04 جزء / مليون غير ضار.
- من 0.04 - 1.0 جزء / مليون ضار لمعظم النباتات.

تيسره في التربة والمؤثرات على امتصاصه:

- محتوى الأرض من الطين، حيث تؤدي زيادة نسبة الطين في التربة إلى امتصاص وتثبيت جزءٍ من البورون.
- التضاد مع العناصر الأخرى الزائدة مثل: الآزوت، البوتاس، الكالسيوم.
- فقر وقلة المادة العضوية في الأراضي الرملية ، حيث تثبت المادة العضوية جزءاً من البورون القابل للامتصاص.
- الجفاف يساعد على ظهور أعراض نقص البورون، ويعتقد أن السبب في ذلك يعود إلى أن الجذور عندما تتعرض للجفاف تتعمق في التربة بحثاً عن الرطوبة، وهذه الأعماق محتواها من البورون أقل من الطبقات السطحية.
- لا يوجد البورون في التربة كأيون منفرد، ولكن يوجد في صورة حمض بوريك وهي الصورة التي يمتصها النبات. ويعتبر ناقصاً في التربة الجيرية عندما يصل إلى 0.02 جزء في المليون في التربة الحامضية.
- يعالج نقص البورون برش النباتات بحمض البوريك Boric acid أو بورات الصوديوم sodium Borate، أو باستخدام البوراكس أو سوبر فوسفات بوراتي Super phosphate borated ، حالياً انتشر استخدام أسمدة العناصر الكبرى الحاملة لنسبة بسيطة من عنصر البورون مثل سماد السوبر فوسفات المدعم بالبورون لاستخدامه في المناطق التي تعاني من نقص عنصر البورون.

أعراض نقصه على الحمضيات - الثمرة الصلبة في الحمضيات Hard Fruit of Citrus :

عنصر البورون غير متنقل Immobile أي لا ينتقل من الأجزاء الخضرية القديمة إلى الحديثة، ولذلك عند نقصه بالأشجار تظهر أعراض النقص أولاً على البراعم والأوراق حديثة النمو، حيث يحدث موت قمم النموات الحديثة، وهذا يؤدي إلى التفرغ الجانبي وظهور نموات حديثة أخرى ما تلبث أن تموت قممها وهكذا، ظهور عروق فلينية على السطح السفلي للأوراق القديمة، تظهر الأوراق الحديثة النمو خشنة الملمس ذات لون نحاسي أحياناً وملتفة حول نفسها، وتكون هشة أو بمظهر أخضر محمر نتيجة ظهور صبغة الأثنوسيانين، بينما تظهر الأوراق القديمة بلون أخضر فاتح على جميع أنحاء الشجرة، حيث يسبب نقص البورون تجمع كثير من الكربوهيدرات في الأوراق والثمار والتي تسمح بكمية غير كافية بالمرور إلى الجذور، وبعد ذلك تصبح الشجرة ضعيفة الحيوية وتسقط الثمار العاقدة نتيجة لأي تأثير صادر عن هبوب الرياح أو اللمس أو غيرهما، وينعكس ذلك في النهاية على قلة المحصول، كما أن حامض الستريك وفيتامين ج في العصير ينقصان قليلاً. حيث يؤدي نقص البورون إلى ظاهرة تشبه مرض الامبياتراتورا أو Impietratura في البرتقال الفانشيا والقريب فروت والامبياتراتورا (كلمة إيطالية تعني الحجارة) ، وحقيقة الأعراض هي عبارة عن جيوب صمغية متحجرة في طبقة اللابيدو. لوحظت هذه الأعراض لأول مرة بالسودان بواسطة Bove في 1987 ، وأحد كاتي هذا الدليل على أشجار فوستر قريب فروت في كل من زانجي ونيالا ، وتشبه أعراض Impietratura المعروفة، ويكون على الثمار في شكل الـ Blue albedo أو تبقعات ذات لون أزرق في قشرة الثمرة البيضاء (Albedo) كما واضح في الصورة، أو جزيئات أو حبيبات صمغ في منتصف الثمرة مع ضمور كل البذور ، وتكون الأكياس العصيرية بلون معتم ، وتظل الثمرة

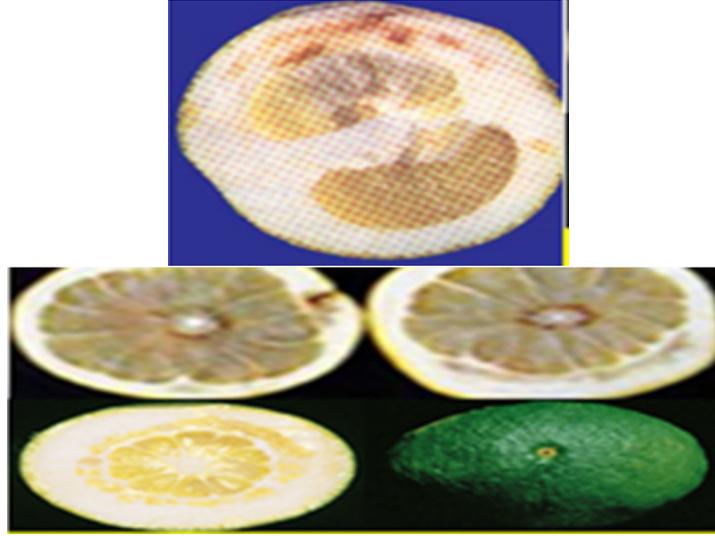
خضراء جافة وصغيرة الحجم وعديمة القيمة تجارياً، تماماً تشبه أعراض نقص عنصر البورون على الثمار كما يتحول لون الثمار إلى بني مع تكوين صمغ في الألبيدو وزيادة سمك هذا النسيج، كما أنه كثيراً ما يتشوه شكل الثمار الأكبر عمراً وتتكون فيها رواسب صمغية ويكون اللب والفصوص جافين ويحتويان على عصير قليل، ولذلك تسمى بالثمرة الصلبة، وقد تشبه أعراضه على ثمار الحمضيات أعراض الحشرة (Spined citrus bug) والتي كثيراً ما تؤدي إلى جفاف الأكياس العصيرية.

وقد وجدت حالات نقص خفيف في البورون في الأراضي الرملية الحامضية في فلوريدا، كما وجدت أعراض نقص في روديسيا (Jones, 1961)، وقد يكون هذا النقص ساماً للأشجار. فإذا وجد عنصر البورون بتركيز 0.5 جزء في المليون فإنه يسبب أضراراً كبيرة، وخاصة في الليمون الأضاليا الذي يعتبر أكثر حساسية من غيره للبورون، وعموماً لا ينصح باستعمال ماء ري به أكثر من 0.25 جزء في المليون من البورون، وخاصة إذا كان الصرف سيئاً، وقد ظهرت هذه الأعراض على أوراق ليمون صنف (بيرس لايم) على أصل ليمون مخرفش بالمكابراب في ولاية نهر النيل بشمال السودان في تربة يبلغ البورون فيها 8-9 أجزاء في المليون، مع ملاحظة أنه يجب ألا تزيد نسبة البورون بماء الري عن 0.25 جزء في المليون؛ لأن ذلك يؤدي إلى موت معظم أنواع الحمضيات.

قد تظهر أعراض نقص خاصة خلال فترة الجفاف، أي يحدث في السنوات الجافة، وخاصة في التربة الجيرية على أوراق الحمضيات كبقع مائية ثم تصبح شفافة ثم تسقط، يتعري الفرع من القمة إلى الأسفل، وفي الثمار يتحول لونها إلى لون رمادي ومن ثم إلى لون بني، وتوجد جيوب من الصمغ في الجزء الأبيض من القشرة (الألبيدو). كما توجد قطرات -أيضاً- من الصمغ بين اللب والقشرة. وتكون بعض البذور بشكل غير كامل (مجهضة) أو (Aborted) وذات لون بني ومغموسة في اللب. وغالباً ما تلتبس أعراض نقص البورون على ثمار الحمضيات بأعراض الحشرة (Spined citrus bug)، والتي كثيراً ما تؤدي إلى جفاف الأكياس العصيرية، أعراض نقص البورون غير شائعة على الحمضيات وعموماً تظهر الأعراض خلال فترة الجفاف.

تشمل أعراض نقص البورون فسيولوجياً التطور الضعيف لأنبوب اللقاح في الزهرة، وفشل التلقيح، ومن ثم الإنتاج المنخفض. والنقص غالباً ما يجعل الفاكهة غير طبيعية في الشكل وصلبة مثل الحجارة "فاكهة الحجر". هذه الفاكهة هي أيضاً تفتقر إلى عصير (ملفتة). يجب على المزارعين تجنب الإضافة المفرطة للبورون.

تبدأ سمية البورون (مثل سمية الأملاح) اصفرار الحواف الطرفية، ولكن يميل اصفرار وتبرقش القمة إلى بني مصفر ثم تصفر كل الورقة بلون مائل للحمرة أو البني المحمر، ثم تذبل الأوراق وتتساقط وأخيراً يموت النبات تدريجياً. ومن تجاربنا في الحمضيات تختلف الأصول (Root stocks) والأصناف في قابليتها للتسمم البوروني، مثلاً تتأثر الحمضيات على أصول الليمون المخرفش Rough Lemon والسترس ماكروفيليا *Citrus macrophylla* أكثر من تلك المطعومة على البرتقال العادي أو الثلاثي الأوراق *Poncirus trifoliata* rootstock. والجدير بالذكر أن الليمون هو أكثر الأنواع قابلية للتأثر، يليه اليوسفي والقريب فروت والبرتقال، وسمية البورون ليست شائعة، وغالباً ما تحدث في الأراضي الجافة والمالحة وعموماً هو أقل شيوعاً بكثير من سمية الأملاح. معظم الحالات تحدث عادة في الأوراق القديمة، والتي تظهر محترقة أو مصفرة الحواف، وقد تظهر بقع بنية صغيرة على نصل الأوراق. قد تقل الأوراق على الأشجار ذات السمية الحادة من البورون.

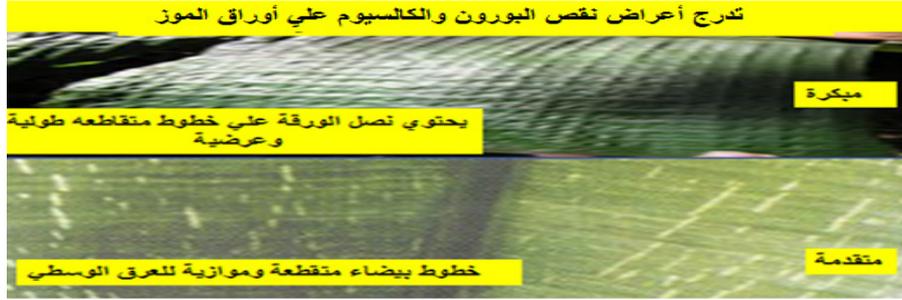


أعراض نقصه على أوراق وثمار الموز:

عادة نقص البورون على أوراق الموز نادر الحدوث ما عدا في أمريكا اللاتينية في الأراضي الحمضية الرملية، ويحدث ببطء وفي زمن طويل. وتتميز أعراض نقصه بتجعد وتشوه أنصال الأوراق وعدم انتظامها، وقصر أعناقها، ووجود خطوط بيضاء خشنة على السطح السفلي للورقة، وتكون عمودية على العروق الرئيسية للأوراق. وقد سجلت أعراض نقص البورون على نباتات الموز حقلياً في دولة الإكوادور وأيضاً في المزارع الرملية، وتتلخص أعراض النقص في صغر مساحة الأوراق، تجعد وعدم تكون النصل، ظهور أشربة متعامدة للعروق على السطح السفلي للنصل، وربما لا يتكون نصل كامل للأوراق الجديدة، مثل أعراض نقص عنصري

الكالسيوم والكبريت، وكذلك يحدث تغلظ للعروق الثانوية، وقد لوحظ وجود شحوب لحافة النصل وتبقع نتيجة لزيادة الوزن لزيادة البورون.

وتظهر الأعراض على ثمار الموز أو الأصابع بشق طولي يمتد من قرب عنق الأصبع إلى نهايته تقريباً قبل وصولها للنضج مع اسوداد حواف الشق ووجود تبقعات داكنة مائلة إلى الأحمر القرمزي أو المسود على القشرة، ويجب أن تحتوي التربة على تركيز من البورون يتراوح بين 0.1 إلى 1.0 جزء في المليون.



أعراض نقصه على أوراق وثمار المانجو:

هناك عدة أنماط لأشكال نقص البورون على أوراق المانجو: النمط الأول والأكثر شيوعاً هو احتراق حواف الأوراق بشكل متعرج، وتأخذ اللون البني مع خط بلون محمر قرمزي مع النصل الأخضر مع انتفاخ العرق الأوسط، ومع تقدم الحالة تموت الأنسجة المحترقة هذه وتتساقط الأوراق، والنمط الثاني وهو أن تبدأ أعراض النقص في شكل اصفرار وتجعد الأوراق ومن ثم انطباق نصلها إلى أعلى من منتصف العرق الأوسط، والنمط الثالث وهو تبقع نصل الأوراق بنقط حمراء قرمزية بشكل غير منتظم ومع تقدم الحالة تتساقط هذه البقع ومن ثم الأوراق.

وأيضاً أعراض النقص على الثمار تتميز بنمطين وقد يكون كلاهما مرتبطاً بالأصل أو الصنف، فمثلاً أهم أعراض النقص على ثمار تومي أتكز هي وجود مساحات من اللون البني المحمر غير المنتظم في لب الثمرة حول البذرة أي ظاهرة مرتبطة بالصنف، وهناك نمط آخر وهو تشقق ثمار بعض الأصناف (شق طولي يمتد من قرب عنق الثمرة إلى نهايتها تقريباً) قبل وصولها للنضج مع اسوداد حواف الشق ووجود تبقعات داكنة مائلة إلى الأحمر القرمزي على القشرة. وعلى سيقان أشجار المانجو كثيراً ما تشاهد تقرحات صمغية على سوق الأشجار المهملة،

وتفرز كتلاً من الصمغ، وأحياناً توجد في شكل قطرات على الأفرع الرئيسية. وعموماً يحتاج نقص البورون لدراسة وافية مرتبطة بأنواع الأصول والأصناف والأراضي المختلفة.



أعراض نقصه على أوراق وثمار الجوافة:

تبدأ هذه الأعراض بظهور اللون المحمر الفاتح على نصل الورقة، والذي يبدأ في شكل نقاط حمراء على العرق الأوسط والعروق الجانبية، ثم على الأفرع (Twigs) ثم على الثمار، ويتقدم الحالة يزداد سمك الورقة وميلها للالتفاف والتجعد. وأحياناً يعرف بـ Fatio Disease.



أعراض نقصه على خوص سعف النخيل:

يتميز بموت البراعم الحديثة والقمم النامية، وموت أطراف السعف، وتجدد الخوص أو تكرمشه بطريقة واضحة وسهولة كسر السعف عند انثائه inflexibility، بالإضافة إلى موت القمم النامية في قلب النخلة بعد ابيضاضها بفترة وتلتبس بظاهرة أبو شيبه، والتي بدأت في الظهور في شمال السودان بعد فيضان 1984 مما يؤكد أنها عدم توازن غذائي. وشوهدت هذه الظاهرة على عددٍ من أصناف نخيل الولاية الشمالية ونهر النيل وخاصة في بساتين (التروس العليا) ويعتقد أن له ارتباط مباشر بالـ pH المرتفعة وأيضاً يلاحظ تجدد الخوص، وحتى السعفة تكون مشابهة لنفس شكل أعراض مرض اللفحة السوداء Black scorch disease والمسبب بواسطة الفطر *Thielaviopsis paradoxa*. ويمكن إضافة البورون بطريقة غير مباشرة مع أحد الأسمدة الأخرى أو المبيدات الحشرية؛ لأن احتياج النخلة يقدر بـ 5 جرامات بورون/العام فقط.



أعراض نقصه على أوراق العنب:

العنب من أكثر محاصيل الفاكهة تأثراً بالبورون، وتحدث أعراض نقصه في أول الموسم، حيث يتأثر نمو الأفرع وبالتالي موت البرعم الطرفي تاركاً المجال أمام البراعم الإبطية للنمو، وهذا يعطي شكلاً متعرجاً (زقزاقياً) للفرع والفروع النامية عليه، وهذا من أهم أعراض نقص البورون كما أن الأوراق الموجودة على قاعدة الفرع تكون شاحبة وصغيرة ومستديرة وذات حواف ملساء وعروق نافرة، والسلاميات قصيرة، ومن ثم مع تقدم الحالة تموت الأنسجة الشاحبة في الورق الكبير السن في قاعدة الفرع (Twig)، ويكون التجويف الأفقي للورقة غير مفتوح كما في نقص الزنك، و-أيضاً- تتجدد الأوراق.

وعند نمو الأفرع الطرفية فإن قممها النامية تموت أيضاً وتبدأ البراعم الإبطية بالنمو، ويتميز نقص البورون على الثمار بأن التلقيح يكون ضعيفاً أي إجهاض الأزهار الملقحة، وبالتالي فإن عناقيد الأشجار المصابة بنقص البورون تكون قليلة الأثمار أو الحبات صغيرة جداً، أو غير مثمرة. والنقص الحاد يؤدي إلى احتراق الأوراق حيث تتشابه مع الأعراض التي تحدث نتيجة حدوث ضرر ميكانيكي للجذور، وتتفاقم الحالة عند قلة الرطوبة الأرضية.

سميته على أوراق العنب:

عادة ما تظهر على أوراق العنب في منتصف وأواخر الصيف في شكل بقع بنية على حواف الأوراق، والتي تنشي للأسفل معطية الشكل الفنجاني المشوه للورقة أو Cup shape.

موت البراعم الطرفية واصفرار الأوراق - تدهور في المحصول والعنقود ذو حبات صغيرة بدون بذور



النحاس:

يحتاجه النبات بكميات ضئيلة ونادراً ما تظهر أعراض نقصه، ويوجد في التربة بكميات قليلة خاصة في الطبقات السطحية، وأكثر ما تظهر أعراض نقصه في الأراضي العضوية، يتأثر ذوبانه بدرجة الحموضة في التربة، إذاً كلما انخفض رقم الـ pH يزداد الجزء الذائب منه.

وظائفه في النبات:

- عامل مساعد في تكوين إنزيمات التنفس وتكوين الكلوروفيل.
- يلعب دوراً في تفاعل النيتروجين داخل النبات.
- يزيد من مقاومة النبات للأمراض الفطرية.

أعراض نقصه:

- اصفرار الأوراق وموت البراعم.
 - قصر أطوال العقد أو السلاميات.
 - النقص الشديد للنحاس في التربة الغنية بالمادة العضوية يؤدي إلى التواء الأوراق في البصل فتأخذ شكل زاوية قائمة وتتحول للون الأبيض. كما تتشابه أعراض نقص النحاس مع أعراض نقص الحديد والمنجنيز والكبريت على نباتات البطاطس.
- وفي العنب يؤدي نقص النحاس إلى ضعف نمو الجذور، وظهور أوراق باهتة وضيقة النصل، وانخفاض قيمة المحصول كماً ونوعاً.

تيسره في التربة:

يمتص النحاس في صورة أيونات Cu^{++} ويتوفر في الأراضي التي يقل فيها الـ pH من 7، ويقل فيها الـ pH من 7-8، ويصبح النقص شديداً في الـ pH (أعلى من 8)، وتظهر أعراض النقص غالباً في الأراضي الغنية بالمادة العضوية، حيث يتحول فيها النحاس إلى صورة غير قابلة للذوبان، كذلك تظهر أعراض النقص في الأراضي الحامضية ذات الـ pH أقل من 5.5 والرملية. يوجد النحاس في التربة العادية بتركيز 0.01 جزء في المليون ويدمض أيون النحاس Cu^{++} على غرويات التربة كما تدمص أيضاً الكاتيونات ذات الشحنة الواحدة، كما يوجد النحاس في المادة العضوية في التربة ويتحد معها مكوناً مركبات معقدة غير متبادلة أو غير متاحة للنبات، وعموماً تؤثر التراكيز العالية من الزنك والفسفور والألمنيوم والحديد في التربة تأثيراً سلبياً على محتوى النحاس، حيث تقلل من امتصاصه بواسطة الجذور، وقد تؤدي إلى تفاقم مشكلة نقص النحاس. وقد يزيد الأمر سوءاً إضافة أسمدة النيتروجين بمعدلات عالية مما يفاقم مخاطر حدوث نقص النحاس.

ويعالج نقص النحاس في التربة بإضافة كبريتات نحاس (25%) بمعدل 11-22 كجم / للفدان ، أو رشاً بتركيز 0.9-2.25 كجم / 400 لتر ماء ، أو معاملة التربة بمسحوق أكسيد النحاس (79% نحاس) بمعدل 3.5-7 كجم نحاس / فدان للتربة. ولا يستعمل رشاً لقلته مقدرة على الذوبان وغالباً ما يكفي التسميد بمركبات النحاس مرة واحدة لسد النقص في التربة لعدة سنوات.

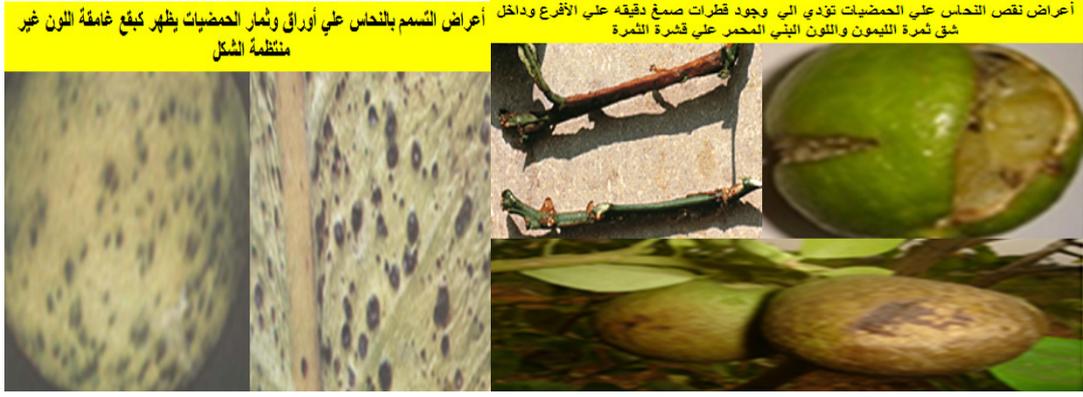
زيادته Excess of Copper :

عرفت سمية النحاس منذ العديد من السنوات، واستغلت هذه الصفة في استعمال النحاس كمبيد للفطريات، ولمقاومة العديد من الآفات الضارة للنبات والحيوان، وتعتبر الكمية الكبيرة منه ضارة للنباتات الراقية فهي تخفض تكشف الجذور الليلية وتخفض الإنتاج النباتي، عندما يزيد تركيز النحاس عن 0.5 جزء/ المليون في الماء فإن نمو النبات ينخفض، أما الارتفاع الطفيف عن ذلك يسبب شحوباً للنبات مثل الشحوب المتسبب عن نقص الحديد. والسبب في الأضرار الناتجة عن النحاس هو تداخله في تفاعلات البناء والهدم وبشكل أساسي في تعطيل تفاعلات إنزيمية متخصصة والتي تحتاج إلى حديد.

أعراض نقصه على أوراق الحمضيات:

أعراض نقص النحاس على الحمضيات ويسمى بمرض الـ Exanthema، ويلاحظ وجود جزيئات أو قطرات صمغ تكون موجودة على الأفرع الصغيرة (Twigs) وفي إبط الأشواك مع الفروع، وأيضاً داخل شق الثمار وتكون أكثر انتشاراً على الليمون البنزهرير، حيث يوجد اللون البني المحمر أو البرونزي على القشرة الخارجية لثمار القريب فروت، وتقل كمية العصير داخل ثمار الحمضيات وخاصة الليمون البنزهرير، ويظهر أعراض نقص النحاس على الأوراق؛ إذ تكون خضراء داكنة وأصغر من المعتاد، وعموماً يمكن تعريف الأكزانثيما أو موت الأطراف في الحمضيات (نقص النحاس) بأنه ينشأ عن نقص النحاس في التربة، وأعراضه جفاف أطراف الفروع الصغيرة مع وجود خط واضح بين الجزء المصاب والسليم، وتجف أطراف الأوراق ويبهت لونها ثم تذبل وتجف، أما الثمار فتظهر عليها بقع جافة، ويصير لونها بنياً محمراً فاتحاً في بعض أجزائه مع وجود تشقق في البقع نتيجة لوقف نمو خلاياها. ويبدو كما لو كان أجرب Scabby مع ظهور تقرحات بنية اللون على الثمار مما يقلل من جودة الثمار، وظهور إفرازات بنية وشمعية على السطح الخارجي له، ويكون عصيره قليلاً ومحتويًا على نسبة أقل من المواد الصلبة الذائبة ومن الحموضة ومن فيتامين ج. كما توجد في حالات كثيرة جيوب شمعية في القشرة وفي الفصوص حول مركز الثمرة وذلك في القريب فروت والبرتقال ولكن في الليمون العادي *Citrus aurantifolia* تحدث تشققات طولية أو عرضية على الثمرة مع وجود جزيئات صمغ دقيقة.

إن متوسط مستوى النحاس على أوراق الحمضيات في عدد من المواقع بنواحي الخرطوم كان 3.08 جزء في المليون، ويعتبر نقصاً مقارنة مع ما وجدته (Chapman, 1967) و DeGeus, (1967) في كاليفورنيا وقد أوضحنا أن 3.6 جزء في المليون على أوراق البرتقال الفالانشيا يعتبر نقصاً، وأن 5.16 جزء في المليون على أوراق البرتقال صنف أولندا في كاليفورنيا ووسط فلوريدا يعتبر مستوى قياسياً، مقارنة مع ما وجد في نيرتي (1986) على أوراق برتقال أولندا كان 2.0 جزء في المليون، وأيضاً على أوراق نفس الصنف في كسلا كان 2.9 جزء في المليون، والشاهد أن الأشجار في كلا الموقعين تعاني من أعراض نقص النحاس.



أعراض نقصه على أوراق الجوافة:

إن متوسط مستوى النحاس على أوراق الجوافة في عدد من المواقع بنواحي الخرطوم كان 5 أجزاء في المليون، وذلك أقل من المستوى الحرج في مصر والذي أكده الباحث براهيم المليون (1998)، والذين وجدوا أن متوسط مستوى النحاس على أوراق الجوافة كان 8 أجزاء في المليون، وذلك من أشجار جوافة عالية الإنتاجية. وتتفق هذه النتائج مع دراسة حلغا الجديدة في غيظ محطة الأبحاث (التفتيش الخامس) على أوراق الجوافة الصنف الباكستاني أن مستوى الحد الحرج للنحاس على أوراق الجوافة كان (6 أجزاء في المليون)، وأيضاً أن مستوى الحد الحرج للنحاس على أوراق نفس الصنف في كسلا كان 6.1 جزء في المليون، وذلك من أشجار ممتازة وعالية الإنتاج مقارنة مع أوراق نفس الصنف في نيريتي والذي كان 6.3 جزء في المليون.

تبدأ أعراض نقص النحاس على أوراق الجوافة بأن تكون خضراء داكنة وأصغر من الأوراق العادية، ومن ثم موت الأفرع الصغيرة (Twigs)، وعادة يعرف نقص النحاس بأنه ينشأ عن نقص العنصر في التربة وأهم أعراضه جفاف أطراف الفروع الصغيرة مع وجود خط واضح بين الجزء المصاب والسليم، وتجف أطراف الأوراق ويبهت لونها ثم تذبل وتجف، أما الثمار فتظهر عليها بقع جافة لونها بني محمر مع وجود تشقق في البقع نتيجة لوقف نمو خلاياها.



أعراض نقصه على أوراق المانجو:

أوضحت نفس الدراسة أن مستوى عنصر النحاس على أوراق المانجو النامية في نفس الأماكن السابقة ولنفس الأصناف كان (11.7 جزء في المليون) وتعتبر في المستوى المطلوب، وذلك بناءً على دراسات الباحث غندور (2004) من مصر، حيث وجد أن الحد الحرج للنحاس على أوراق المانجو كان يتراوح بين (10-20 جزءاً في المليون) بينما يعتبر أقل من الحد الحرج

للنحاس على أوراق المانجو، حيث قرر كلٌّ من Chadha و Bhargava (1988) أن الحد القياسي للنحاس على أوراق المانجو هو 12 جزءاً في المليون. أيضاً وجد طاهر وآخرون (2003) في باكستان أن الحد الحرج للنحاس على أوراق المانجو كان (14 جزءاً في المليون). بينما أوضحت دراسة كسلا في الصنف شندي أن الحد الحرج للنحاس على أوراق المانجو كان 10 أجزاءً في المليون، بينما كان في نيرتي في الصنف زبدة 8 أجزاءً في المليون.

وغالباً ما تبدأ الأعراض بتجعد وتكرمش نصل الورقة أو انحناءه للأسفل، وتحول لونها من الأصفر إلى البرونزي المحمر مع قصر السلاميات، وتجف أطراف الفروع الصغيرة (Twigs) وأطراف الأوراق ويهت لونها ثم تذبل وتجف وتتساقط.



أعراض نقصه على سعف النخيل:

أوضحت الدراسة التي أجريت على سعف نخيل الصنف مشرق ود لقاوي أن متوسط مستوى عنصر النحاس في نفس الأماكن السابقة كان 4.8 جزء في المليون، ويعتبر أقل نسبياً مما وجدته Gasim et.al (1986) في الإحساء في المملكة العربية السعودية على سعف نخيل الصنف خلاص حيث كان 5.8 جزء في المليون، وتتفق هذه النتائج مع ما وجد في الدامر أن مستوى الحد الحرج للنحاس على أوراق نخيل صنف المشرق ودلقاوي كان (3.9 جزء في المليون) وأيضاً أن مستوى الحد الحرج للنحاس على أوراق نفس الصنف في شمبات كان 4.7 جزء في المليون، وفي حلفا الجديدة كان 3.8 جزء في المليون، وذلك من أشجار نخيل عالية الإنتاج، وغالباً ما يؤدي نقص النحاس إلى اصفرار أطراف الخوص، وموت البراعم الحديثة، وتأثر جودة الثمار وتردي نوعيتها، وهو يظهر عادة في البساتين المهملة.



أعراض نقصه على أوراق العنب:

أوضحت الدراسة أن متوسط مستوى النحاس على أوراق العنب صنفى سلطاني وكاردينال في كل من شمال وغرب أم درمان والحريزاب والفكي هاشم كان 3.05 جزء في المليون، وهذا المستوى يعتبر أقل من الحد الحرج، حيث أوضح كلٌّ من Garg و Khanduja (1976) في كاليفورنيا أن الحد القياسي للنحاس على أوراق العنب يتراوح بين 5-20 جزءاً في المليون، بينما وجد الحد الحرج للنحاس على أوراق العنب أقل من >4 أجزاء في المليون، وهذا يتفق مع ما وجد في نيبرتي على أوراق الصنف تومسون سيدلس، حيث كان مستوى النحاس 3.5 جزء في المليون.

وغالباً يسبب نقص النحاس ظهور اصفرار على أطراف الأوراق ثم تحولها إلى اللون الداكن وسقوطها، وذلك في الأفرع الطرفية مع موت الأفرع من أعلى إلى أسفل Die-back.



أعراض نقصه على أوراق الموز:

أوضحت عدد من الدراسات في نواحي الخرطوم أن متوسط مستوى عنصر النحاس على أوراق الموز صنفى الكافندش المتقدم والبيلي كان أقل من الحد الحرج تقريباً لأوراق الموز (الخلفة الأولى) (4.6 جزء في المليون) وذلك بناءً على نتائج ودراسات Uechida (2000) في هاواي وإبراهيم وحجاج (2000) في مصر و Memon وآخرين (2004) في باكستان، والذين أكدوا أن مستوى النحاس القياسي على أوراق موز من حقول عالية الإنتاجية كان 9 أجزاء في المليون، بينما وجد في كسلا أن مستوى النحاس على أوراق الخلفة الأولى كان 2.9 جزء في المليون، وأيضاً في محطة بحوث حلفا الجديدة على أوراق الخلفة الأولى 3.2 جزء في المليون .

حيث يظهر نقص النحاس على الأوراق فتأخذ شكل الشمسية نتيجة انحناء العرق الأوسط وبقية العروق، ويميل لونها إلى الأصفر البرونزي . ويتوقع أن تحدث حالات تسمم بالنحاس في المناطق التي مازال يستعمل فيها محلول أو عجينة بوردو أي إذا تم رش النحاس بصورة دورية على نباتات الموز في صورة مخلوط بوردو Bordeaux، وذلك لعلاج مرض سيقانوقا مثلاً، فإنه يحدث تراكم لعنصر النحاس في التربة بعد 15 - 20 عاماً؛ إذ يصل إلى الحد الذي يثبط من نمو الجذور، ويمكن عن طريق العزيق العميق وإضافة الجير أن تحل هذه المشكلة.

وعموماً تحتاج نباتات الموز إلى كميات صغيرة جداً من عنصر النحاس، تظهر أعراض نقص النحاس على الأوراق وهي تشبه أعراض نقص النيتروجين. والنباتات التي تعاني من نقص النحاس تكون حساسة للإصابة بالأمراض الفطرية والفيروسية. يفضل علاج نقص النحاس عن طريق الرش بتركيز 5% من كبريتات النحاس المتعادلة عند إضافته للتربة، ويمكن أيضاً استخدام المركبات المخيلية لعنصر النحاس.

الزنك:

لإتمام عملية النمو الطبيعي لكثير من النباتات يحتاج معظمها إلى عنصر الزنك بتركيز 0.001 جزء في المليون، وإن اختلفت النباتات في مدى حساسيتها لنقص الزنك. وظهور أعراض نقصه واضحة فمثلاً تعتبر محاصيل الفاكهة ونباتات الزينة بصفة خاصة أكثر حساسية لنقص الزنك عن غيرها من محاصيل الخضرة، بينما يعتبر البصل والذرة والأرز من المحاصيل الشديدة الحساسية لنقصه وتعتبر العائلة الباذنجانية وخاصة البطاطس من أكثر المحاصيل تأثراً بنقص الزنك ويطلق عليها Cupped leaf or little leaf بمعنى الأوراق الصغيرة، والتي تأخذ شكلاً فنجانياً عند نقصه. يمتص الزنك من التربة على شكل أيونات Zn^{++} ويكون تركيزه في الطبقات السطحية عالياً ويقل مع العمق. يرتبط ذوبانه في التربة بدرجة الحموضة. يلاحظ أن أعراض نقص الزنك متوافقة مع أعراض نقص الحديد على الحمضيات في الأراضي الثقيلة.

أعراض نقصه:

يؤدي نقص الزنك إلى ظهور أعراض تشبه أعراض الإصابة بالفيروس فتظهر أعراض نقص الزنك على الأوراق الحديثة أولاً، وقد تمتد حتى منتصف النباتات وقليلًا على الأوراق المسنة، حيث يؤدي نقصه إلى ظهور لون مصفر بين العروق في الأوراق وتظل العروق خضراء، وتكون الأوراق صغيرة الحجم وضيقة ومبرقشة ومشوهة وغير منتظمة الشكل وملتوية ومتراخمة على فروع قصيرة، فتأخذ شكلاً متورداً Rosette shape، وكذلك تصبح السلاميات قصيرة، فيبدو النبات متقزماً في حالات النقص الشديدة نظراً لعلاقته بتمثيل هرمون الأكسين IAA الضروري لامتناع الماء، ومن الأمثلة الواضحة على ذلك أن مرض تورق القمة في الموز يسببه نقص الزنك، وفي النباتات المعمرة تموت الأفرع التي تظهر بها أعراض النقص من القمة نحو القاعدة Dieback وخاصة في محاصيل الفاكهة. هذا ويسبب نقص العنصر أيضاً قلة محصول البذور، ولعل ذلك يبدو واضحاً في محاصيل البقوليات كما يظهر لون بني محمر على الأوراق الفلجية في الفاصولياء.

وعموماً تتلون الأوراق السفلية أو الوسطى باللون الأصفر الباهت الذي يميل إلى الأبيض العاجي مع التفاف الأوراق للخارج، وتظل العروق خضراء، وكذلك يلاحظ صغر حجم الأوراق، ومع تقدم الحالة تتطور أعراض نقص الزنك وتظهر بقع منقرشة بنية (Necrosis) على نصل الورقة بسرعة لتمتد إلى الأوراق العليا الحديثة، ويؤدي أيضاً نقصه إلى بطء نمو الأفرع الجانبية خاصة في نباتات الخيار والفلل، وإلى قصر السلاميات وتقارب الأوراق مكوناً ما يسمى بالتورق Rosette وتقزم النباتات.

- عدم تماثل نصفي الورقة.
- صغر حجم الأوراق واستطالتها وأخذها الشكل الفنجاني Cupped leaf or little leaf.

- اصفرار الأوراق على جانبي العرق الأوسط. وعموماً تظهر أشربة صفراء بين عروق الأوراق الواقعة على قاعدة الأفرع (أو بقع صفراء كبيرة تغطي ما بين العروق) وتنتقل للأعلى نحو قمة الأفرع مع تساقط الأوراق السفلية، أي الاصفرار يكون ما بين العروق في الأوراق الحديثة والأوراق والنموات الحديثة وتظهر عليها حالة التورق Rosette، وغالباً ما يزداد النقص في الأراضي القلوية.

- الأوراق الجديدة تكون قصيرة وصغيرة ومتطاولة في مجموعات وردية (حالة التورد Rosette) تخرج من برعم واحد بدلاً من فروع).
- يلاحظ وجود بقع زيتية على أوراق الحمضيات وصغر في حجم الثمار وسمك قشرتها.

تيسره في التربة:

يتوفر الزنك في الأراضي التي تتميز برقم حموضة pH بين 5-7 وتحصل عليه النباتات في صورة أيونات زنك موجبة Zn^{++} من المحلول الأرضي. وتظهر أعراض نقصه في الأراضي العالية القلوية (عالية pH) أو شديدة الحموضة (منخفضة pH) خاصة المحتوية على جير وفسفور بنسبة عالية، وكذلك الأراضي غير المحتوية على مادة عضوية، حيث تقوم بعض الكائنات الدقيقة بتثبيت الزنك في التربة. كما يؤدي زيادة امتصاص النبات للحديد إلى ظهور أعراض نقص الزنك والعكس صحيح.

أعراض نقصه على أوراق الحمضيات:

أوضحت نفس الدراسة أن مستوى عنصر الزنك على أوراق الحمضيات النامية في نفس الأماكن السابقة ولنفس الأصناف كان (7.4 جزء في المليون) وبالمقارنة مع دراسة Chapman, (1960) والذي وجد في كاليفورنيا أن مستويات عنصر الزنك على أوراق الحمضيات يعتبر ناقصاً، وبيانها في التالي:

فإذا كان:

- 16 جزءاً في المليون يعتبر ناقصاً.
- 16 -- 24 جزء في المليون يعتبر أقل من المتوسط المطلوب.
- 25 -- 100 جزء في المليون يعتبر أقل من المتوسط الأمثل.
- 110 - 200 جزء في المليون يعتبر المتوسط الأمثل.
- 300 جزء في المليون يعتبر زائداً أو أكثر من اللازم (Excess).

أيضاً اتفقت هذه النتائج مع ما وجد في كسلا حيث كان مستوى الزنك على أوراق البرتقال أولندا 7.0 جزء في المليون، بينما في نيرتي بجبل مرة على أوراق البرتقال أيضاً 6.2 جزء في المليون.

وغالباً ما تتشابه أعراض نقص الزنك إلى حدٍ كبيرٍ مع أعراض نقص المنجنيز من حيث الاصفرار وكثيراً ما تبدأ الإصابة في القمة النامية، وتعتبر الحمضيات من أكثر الأشجار حساسية لنقص الزنك ويعرف نقص الزنك بعدة مصطلحات ('little leaf', 'mottle leaf' and 'rosetting'). يُعد نقص الزنك الموصوف باسم "الأوراق الصغيرة" و"الأوراق المزركشة" و"الأوراق الوردية" أحد أكثر ظواهر النقص انتشاراً على الحمضيات. وقد أظهرت الدراسات العالمية أن أكثر من 60 ٪ من بساتين الحمضيات تعاني من نقص في الزنك. حيث تسود ظاهرة تبرقش أوراق الحمضيات Citrus' Mottle Leaf ويعرف هذا المرض باسم Mottle Leaf في كاليفورنيا، ويسمى Frenching في فلوريدا، ويظهر هذا المرض على النموات الحديثة، وكلما زاد النقص في الزنك كلما استطالت النموات الحديثة، وكلما صغرت الأوراق واستطالت بشكل ملحوظ ظهرت بقع زيتية عليها. وعادة ما يرتبط نقصه بعدم القدرة على تكوين البراعم الثمرية وصغر حجم الثمار وسمك قشرتها، وخاصة في الحمضيات، حيث سقوط الأزهار قبل

تفتحها وموت أطراف الأغصان مع قصر السلاميات internodes، وهذه الظاهرة هي أكثر حدة في التربة القلوية. كما يؤثر على نمو الحمضيات على التربة الحمضية. وحتى في مراحلها الأولى، يؤدي نقص الزنك إلى انخفاض المنتج، ويقلل من نشاط الشجرة ويجعل الثمار صغيرة ومتدنية الجودة، وتموت الأغصان الصغيرة. عادة ما تكون الأعراض أكثر وضوحاً على الجانب الشمالي (المشمس) من الشجرة.

ومن مشاكل نقص عنصر الزنك على الحمضيات أيضاً تشابه أعراضه مع كثير من أعراض الأمراض والظواهر الأخرى مثل مرض العناد أو حرن الحمضيات أو (بطء النمو) (Stubborn Disease) ومسببه *Spiroplasma citri* حيث يكون نمو الأشجار غير طبيعي نتيجة قصر السلاميات وتكاثر الأغصان في الفرع الواحد نتيجة التفرع الزائد للبراعم المركبة (ولذلك يكون النبات المصاب بالحرن ذو كثافة خضريه اعلى من السليم) وأن الفروع الصغيرة على الأشجار المصابة تنحني إلى الأسفل على طول امتدادها باستثناء أطرافها حيث تتجه للأعلى والأوراق تنمو بشكل أعرض وأقصر من الشكل الطبيعي وتنحني لأعلى من كلا جانبيها على امتداد العرق الوسطي الرئيسي للورقة (shape Cup) وتكون مبرقشة بالأصفر مثل أعراض نقص الزنك تماماً وأيضاً كثيراً ما يلتبس أعراض نقص الزنك بمرض فيروسي وهو سيروسس الأوراق المبرقشة *Infectious –variegation psorosis* والمسبب له فيروس *Citriovirus* وحين تكون الإصابة عند أو تحت سطح التربة يسمى بـ *gummosis Foot rot*، وعند حدوث الإصابة فوق منطقة التطعيم أو على الأفرع الرئيسية يسمى بـ *Brwon rot gummosis*.



أعراض نقص الزنك والتي تتشابه مع أعراض أمراض فيروسية وميكوبلازمية والتسمم بمبيدات الحشائش



أعراض نقصه على أوراق المانجو:

أوضحت نفس الدراسة أن مستوى عنصر الزنك على أوراق المانجو النامية في نفس الأماكن السابقة ولنفس الأصناف كان (21.2 جزء في المليون) وتعتبر في المستوى المطلوب، وذلك بناءً على دراسات غندور (2004) في مصر، حيث وجد أن مستوى الزنك الأمثل على أوراق المانجو العالية الإنتاج والممتازة في نوعية الثمار، ولا تظهر أعراض نقص لأي عنصر من العناصر كان يتراوح بين (20- 150 جزءاً في المليون) كما أوضح الباحث فرانكو وآخرون (2007) في أسبانيا أن مستوى الحد الحرج للزنك على أوراق المانجو كان (16 جزءاً في المليون) بينما أكد كلٌّ من Chadha و Bhargava (1988) في الهند، وقرراً أن مستوى عنصر الزنك على أوراق المانجو من أشجار عالية الإنتاجية كان 25 جزءاً في المليون، وأيضاً وجد طاهر وآخرون (2003) في باكستان أن مستوى الزنك على أوراق المانجو من أشجار عالية الإنتاجية ولا تعاني من أي نقص أو أعراض أمراض كان 35.8 جزء في المليون ، وهذا يتفق مع ما وجد في كسلا في الصنف شندي أن مستوى الزنك على أوراق المانجو كان 28 جزءاً في المليون، بينما كان في نيرتي في الصنف زبدة 22 جزءاً في المليون.

وعموماً يمكن تخيص نقص الزنك في اصفرار الأوراق على جانبي العرق الأوسط أي اصفرار أو انتفاخ أو تموج ما بين العروق في الأوراق الحديثة، وأما النموات الحديثة فتكون قصيرة وصغيرة ومتطاولة في مجموعات وردية (حالة التورد Rosette) تخرج من برعم واحد (وكثيراً ما يتشابه أو يلتبس مع ظاهرة التشوه الخضري)، وعادة ما تظهر أعراض نقص الزنك بصورة كبيرة في الأراضي ذات قيمة الجهد الهيدروجيني (pH) المرتفع والأراضي الجيرية، وفي هذه الأراضي يمكن أن يحل الكالسيوم محل الزنك في مركبات الزنك المخيلية. وغالباً ما يزداد النقص في الأراضي القلوية. صغر حجم الأوراق واستطالتها واضح جداً في أوراق تومي أتكنز وعموماً تتلون الأوراق السفلية أو الوسطى باللون الأصفر الباهت الذي يميل إلى الأبيض العاجي مع التفاف الأوراق للخارج وتظل العروق خضراء، وكذلك يلاحظ صغر حجم الأوراق، ومع تقدم الحالة تتطور أعراض نقصه التي تظهر كبقع منقرشة بنية (necrosis) على نصل الورقة وبسرعة لتمتد إلى الأوراق العليا الحديثة. ومن أهم ظواهر نقص الزنك في التربة على المانجو هي ظاهرة الأوراق الشريطية الصغيرة ، حيث تتراحم الأوراق في مجاميع في الفروع ، حيث تكون الأوراق صغيرة وشريطية ضيقة ومختزلة النصل ولا تنمو إلى حجمها الطبيعي ، كما أنها تكون باهتة اللون، وقد تتقزم الأفرع ويصغر حجمها تماماً كظاهرة التشوه الخضري في المانجو وهي نامية .

من السهل علاج أعراض نقصه على أشجار المانجو، وذلك عن طريق الرش بتركيز 5% من كبريتات الزنك، وعادة على النموات الخريفية.

تدرج اعراض نقص الزنك علي أوراق المانجو





أعرض نقصه على أوراق الموز:

قد وجد أن مستوى عنصر الزنك على أوراق الموز صنف الكافندش المتقدم والبيلي في نفس الأماكن السابقة ولنفس الأصناف (الخلقة الأولى) كان في الحد القياسي تقريباً لأوراق الموز (33.4 جزء في المليون) ، وذلك مقارنة مع Memon وآخرون (2004) في باكستان ، وإبراهيم وحجاج (2000) في مصر حيث كان مستوى الزنك على أوراق الموز يصل إلى 18 جزءاً في المليون على أوراق موز من حقول عالية الإنتاجية، وهذا يتفق مع ما وجد في كسلا في ود شريف أن مستوى الزنك على أوراق الصنف دوارف كافندش كان 12 جزءاً في المليون ، بينما كان في شلكي على ساسريب في نفس الصنف 17.9 جزء في المليون. ونقص الزنك في بساتين الموز كثيراً ما تشاهد في معظم الزراعات وخاصة الحديثة التي لا توجد بها أمهات تعمل كمصدر لإمداد الغذاء ، وعادة ما تظهر أعراض النقص بعد العام الأول من الزراعة أي في الخلقة الأولى عندما تنمو في أراض تعاني من نقص في الزنك أو الـ pH مرتفع ، وتتفاقم مظاهر النقص خاصة في الأراضي الرملية أو نتيجة تثبيت الزنك بواسطة التراكيز العالية من الفسفور. وعموماً يؤدي نقص الزنك إلى صغر حجم الأوراق وضيق عرضها وخطوط صفراء عاجية بين العروق الثانوية للأوراق وتحولها لاحقاً إلى بقع بنية غير منتظمة الشكل ، ويمكن تمييز الأوراق التي تعاني نقص الزنك بسهولة عن الأخرى وذلك بضيقها وصغر حجمها واصفرارها ، بالإضافة إلى تلونها باللون الأحمر في سطحها السفلي نتيجة تراكم صبغة الأنثوثيانين ، غير أنها تتشابه وتلتبس بشدة مع أعراض مرض التبرقش الفيروسي Banana mosaic virus ، وتنتج النباتات التي تعاني من نقص الزنك فسائل رفيعة وصغيرة وسباطات ملتوية الكفوف والأصابع .

وعموماً يعد الزنك أكثر العناصر الصغرى في ظهور أعراض نقصه على الموز، وهو غالباً ما يتداخل مع أعراض الإصابة بالفيروسات، وعادة ما تظهر أعراضه بصورة كبيرة في الأراضي ذات قيمة الجهد الهيدروجيني (pH) المرتفع والأراضي الجيرية، وفي هذه الأراضي يمكن أن يحل الكالسيوم محل الزنك في مركبات الزنك المخبلية، كذلك قد تتأثر صلاحية الزنك في الأراضي العضوية.

تظهر أعراض نقص الزنك على الأوراق الصغيرة والتي تصير أصغر حجماً وأكثر استطالة في الشكل، والأوراق المتكونة حديثاً توجد بها كميات من صبغة الأنثوسيانين على السطح السفلي لها والتي عادة ما تختفي بزيادة الورقة في العمر. الأوراق الأكبر توجد عليها أشرطة صفراء متبادلة مع اللون الأخضر، أحياناً تتلون الثمار أو توجد عليها أجزاء لونها أخضر فاتح. وربما تظهر أعراض نقصه بدون حدوث أي انخفاض في النمو أو المحصول، ولكن إذا استمر النقص فإن نباتات الجيل التالي تكون متقزمة.

أحياناً ينشأ نقص الزنك نتيجة زيادة عنصر الفوسفور ، وذلك بسبب التضاد بين هذين العنصرين . ونظراً ؛ لأن الزنك يمكن أن يتم غسله من التربة فإنه يكون من السهل علاج أعراض

النقص وذلك عن طريق الرش بتركيز 5% من كبريتات الزنك، وعادة تحتاج نباتات الموز إلى كميات قليلة منه.



أعراض نقصه على خوص سعف النخيل:

وجد أن مستوى عنصر الزنك على أوراق النخيل صنف مشرق ود لقاى النامية في عدة مواقع في نواحي الخرطوم كان 12.9 جزء في المليون، وذلك أقل من المستوى الحرج في المملكة السعودية في الأحساء والذي أكده الباحث قاسم وآخرون في (1986) والذين قرروا أن مستوى الحد الحرج للزنك على أوراق أربعة أصنافٍ من النخيل كان 13.5 جزء في المليون) وذلك من أشجار نخيل عالية الإنتاجية.

تبدأ أعراض نقص الزنك ببقع صفراء على السعف وتصغر وتتطاوّل أحجام السعف الحديث ويأخذ لون اصفر إلى برتقالي محمر على نهايات خوص السعف، وتدرجياً تجف هذه النهايات، وأيضاً يلاحظ ضعف تكوين البراعم الزهرية وتساقط الأزهار والثمار في مراحل مبكرة، ويكون لون الكرناف أربد رمادياً كالحأ.



أعراض نقصه على أوراق العنب:

أوضحت الدراسة التي أجريت في عدة مواقع بالسودان أن متوسط مستوى عنصر الزنك على أوراق العنب النامية كان 8.5 جزء في المليون ، وهذا يعتبر نقصاً مقارنة بما أكده Garg and Khanduja (1976) في كاليفورنيا ، حيث وجد أن المستوى الأمثل أكبر من 20 جزءاً في المليون ، وعموماً أن الحد الأمثل للزنك على أوراق العنب يتراوح بين (20- 50) جزءاً في المليون. وغالباً ما يسبب نقص الزنك ظهور بقع صفراء داكنة شبه متبادلة مع بقع خضراء في المساحات بين العروق التي تظل خضراء داكنة، مما يؤدي إلى صغر حجم الأوراق وتقرم وتورد القصبات وتوقف نموها؛ ولذا سمي باسم مرض الورقة الصغيرة، والذي يتسبب في ضعف النمو وقلة الإنتاج. وعموماً يؤدي النقص إلى صغر حجم الورقة مع انفتاح التجويف العنقي - العروق الصغيرة وما حولها تبقى خضراء والمسافة بينها تصبح خضراء شاحبة تميل إلى الاصفرار- ويؤدي نقص الزنك على الثمار إلى قلة العقد مع حبات صغيرة مبعثرة كثيرة ، والعناقيد لا تكون متناسقة، وتبقى الثمار صغيرة الحجم ولا تنضج. في حالة حدوث أعراض النقص يمكن أن يضاف 0.5 جرامات / لتر ماءٍ من كبريتات الزنك .



أعراض نقصه على أوراق الجوافة:

وجد أن متوسط مستوى الزنك على أوراق الجوافة في عدة مواقع بالسودان كان 22 (جزءاً في المليون) ، وذلك أعلى من المستوى الحرج في مصر والذي أكده الباحث إبراهيم (1998) ، حيث وجد أن متوسط مستوى الزنك على أوراق الجوافة كان (20 جزءاً في المليون) ، وذلك من أشجار جوافة عالية الإنتاجية . وتتفق هذه النتائج مع دراسة حلغا الجديدة في غيط محطة الأبحاث على أوراق الجوافة الصنف الباكستاني أن مستوى الحد الحرج للزنك على أوراق الجوافة كان (17 جزءاً في المليون) وأيضاً في أن مستوى الحد الحرج للزنك على أوراق نفس الصنف في كسلا كان (19 جزءاً في المليون) ، وذلك من أشجار ممتازة وعالية الإنتاج مقارنة بأوراق نفس الصنف في جبل مرة حيث كان (15 جزءاً في المليون).

ومن أعراض نقص الزنك على أوراق الجوافة ظهور بقع صفراء داكنة شبه متبادلة مع بقع خضراء في المساحات بين العروق التي تظل خضراء داكنة. حيث يؤدي هذا المرض إلى صغر حجم الأوراق وتقرم وتورد الفريعات وتوقف نموها؛ ولذا يعرف باسم مرض الورقة الصغيرة ويؤدي ذلك إلى ضعف النمو وقلة الإنتاج .

أعراض نقص الزنك على الجوافة



المنجنيز:

عنصر قليل الحركة في النبات يمتص على صورة ثنائي التكافؤ Mn^{++} . تكون الأوراق الغنية بالكالسيوم فقيرة بالمنجنيز تلاحظ أعراض نقصه في الأراضي القلوية، حيث يتم أكسدة المنجنيز الثنائي القابل للامتصاص إلى منجنيز ثلاثي غير قابل للامتصاص.

أهميته:

- 1- إذا كانت نسبة Mn/Fe أقل أو أكبر من 1.5-2.5. تضعف قدرة النبات على التنفس .
- 2- له علاقة بتكوين الكلوروفيل وبعض الأحماض العضوية وعمليات الأكسدة والإرجاع داخل النبات.
- 3- المنجنيز عنصر هام لتنشيط وتحفيز عدد كبير من الإنزيمات المسؤولة عن الكثير من العمليات الحيوية داخل النبات والمسؤولة عن:
 - أ- تثبيت النيتروجين الجوي في التربة وتمثيل النترات داخل النبات؛ إذ لا يتم تمثيل للنترات داخل النبات بدونه .
 - ب- تكوين مادة الكلوروفيل داخل النبات والتمثيل الغذائي وتكوين الكربوهيدرات داخل النبات.
 - ت- التنفس وتكوين البروتين داخل النبات.

تيسره في التربة:

يتوفر المنجنيز في الأراضي التي تتميز برقم حموضة (pH) بين 5- 6.5 ، ويمتص في صورة أيونات Mn^{++} كما توجد أيونات ثلاثية ورباعية الشحنة أيضاً، والتي يوجد عليها المنجنيز المثبت في التربة كأكسيد منجنيز، وحيث أن الصورة المختزلة ثنائية الشحنة هي الصالحة للامتصاص بواسطة النبات؛ لذا نجد أن المنجنيز الميسر يكثر في الأراضي رديئة الصرف والحامضية، حيث تختزل الصورة الأخرى إلى الثنائية تحت هذه الظروف وبالعكس فإن الأراضي القلوية الجيدة التهوية تشجع أكسدة المنجنيز، ويصبح غير ميسر للامتصاص؛ لذا تظهر أعراض نقصه في الأراضي القلوية الشديدة الجير لدرجة تصل أن يقاس تركيز الجير في التربة بمقدار نقص المنجنيز، كذلك فإنه في صورته العضوية يعتبر غير ميسر لامتصاص النبات ولكن لبعض الكائنات القدرة على تثبيته وجعله ميسراً.

أعراض نقصه:

نقص المنجنيز يظهر على الأوراق الحديثة العليا، بينما يظهر نقص الماغنسيوم على الأوراق الوسطى حيث تتلون الأنسجة بين العروق الخضراء باللون الأصفر أو الأصفر المبيض العاجي. ويتميز أيضاً النقص بضعف ورهافة الساق. غالباً ما تكون البراعم القاعدية صفراء. يظهر أعراض نقصه على الأوراق الوسطى ثم تنتشر بسرعة إلى الأوراق العليا، ويؤدي نقصه -أيضاً- إلى تلون الأنسجة بين العروق باللون الأصفر أو البقع المصفرة (تبرقش) ثم يتحول لون هذه الأنسجة إلى اللون البني أو تصبح شفافة وتبقى العروق الوسطية خضراء. وهناك تشابه كبير بين أعراض نقص الماغنسيوم والمنجنيز غير أن الماغنسيوم يظهر على الأوراق السفلية بينما

المنجنيز يظهر على الأوراق العليا. وتتميز الأعراض باصفرار الأنسجة بين العروق في الورقة وتظهر بقع زيتية متحللة بنية محروقة صغيرة على امتداد وسط الورقة موازية للعرق الأوسط، وتظل العروق خضراء دائماً، وفي حالات النقص الشديد قد تتساقط الأزهار والأوراق، وتظهر الأعراض على الأوراق المسنة أيضاً وتنتهي ببرقشة الأوراق بشكل ملحوظ.

تأثير زيادته (سميته) Excess of Manganese :

تظهر سمية المنجنيز في الأراضي التي يقل فيها الـ pH عن 5 ، حيث تعطي أعراضاً شبيهة بأعراض نقص الحديد. معظم المنجنيز الموجود في التربة مرتبطاً بأشكال غير ذائبة، وبالتالي يكون غير متوفر للنبات عندما ينخفض رقم حموضه التربة (5.5 pH) يصبح المنجنيز قابلاً للامتصاص بشكل كبير ومتوفر بتركيزات سامة للنبات، تعتمد درجة السمية والضرر الذي يحدثه المنجنيز على الكفاءة الوراثية في مقدرة النوع النباتي على امتصاصه أو استيعابه ، إن مقدرة بعض النباتات مثل الفراولة على النمو في الأراضي ذات المستوى العالي من المنجنيز يعزى إلى انخفاض امتصاصها والاستبعاد الاختياري له ، وانخفاض كفاءة النبات في نقل المنجنيز من الجذور إلى المجموع الخضري. وتسبب زيادة المنجنيز بعض الأمراض منها:

1- تحلل القلف الداخلي أو الخطوط المتحللة في الساق Stem Sreak Necrosis
Internal Bark Necrosis.

2- تجعد الورقة Crinkle Leaf.

معالجة نقصه:

تعالج أعراض نقص المنجنيز باستعمال سماد كبريتات المنجنيز بمعدل من 9-14 كجم /فدان للتربة. وذلك على حسب شدة قلوية التربة علاوة على تواجد الزنك في الأسمدة المركبة والتي تستخدم كسماد ورقي جاهز التحضير.

أعراض نقصه على أوراق الحمضيات:

وقد أوضحت الدراسة التي أجريت سابقاً في عدة مواقع في السودان أن مستوى عنصر المنجنيز على أوراق الحمضيات النامية كان (11.6 جزء في المليون) وبالمقارنة مع دراسة Chapman (1960) في كاليفورنيا والذي وضح فيها مستويات عنصر المنجنيز على أوراق الحمضيات، والتي كانت كما يلي :

- 16 جزءاً في المليون يعتبر نقصاً.
- 16- 24 جزءاً في المليون يعتبر أقل من المتوسط المطلوب.
- 200- 250 جزء في المليون يعتبر أقل من المتوسط الأمثل.
- 300- 500 جزء في المليون يعتبر المتوسط الأمثل.
- 1000 جزء في المليون يعتبر زائداً أو أكثر من اللازم (Excess).

أيضاً اتفقت هذه النتائج مع ما وجد في كسلا ،حيث كان مستوى المنجنيز على أوراق البرتقال 10 أجزاء في المليون، بينما في نيرتي بجبل مرة على أوراق البرتقال كان 8.9 جزء في المليون

ومقارنة بما وجدته Uechida (2000) في هاواي أن المتوسط الأمثل للمنجنيز على أوراق القريب فروت والبرتقال كان 25-200 جزء في المليون، بينما كان على أوراق الليمون (20-200 جزء في المليون).

وعموماً يسبب نقص المنجنيز على أوراق الحمضيات انتشار لون أخضر باهت في مساحات ضيقة بين العروق في نصل الأوراق القديمة والحديثة ، ولا يتأثر حجم الأوراق، وتلاحظ الأعراض أكثر على جانب الجنوبي من الشجرة

أعراض نقص المنجنيز تشبه إلى حد بعيد أعراض نقص الزنك. حيث يكون الفرق بين الاثنين هو أن لون النسيج السفلي من الأوراق مع نقص المنجنيز يكون أخضر شاحب اللون وحجم الورقة يظل طبيعياً، ولا يتم اختزال حجم الورقة كما في الزنك. تظهر أعراض نقص المنجنيز على الأوراق الحديثة أولاً، وليس على الأوراق القديمة، ومن المرجح أن تحدث إذا كان الرقم الهيدروجيني للتربة أعلى من 7.5. وقد أوضحت التجارب أن أشجار القريب فروت معرضة بشكل خاص لنقص المنجنيز أكثر من غيرها من الحمضيات، وعموماً تظهر أعراض نقص الزنك والمنجنيز في وقت واحد على نفس شجرة القريب فروت.

سمية زيادة التسميد بالمنجنيز على أوراق الحمضيات:

يحدث دائماً في الأراضي التي يقل رقمها الهيدروجيني pH عن 5.0، ودائماً ما يرتبط هذا التسمم بالأصول وينصح في هذا النوع من الأراضي عدم الإكثار على أصول الليمون والبرتقال الثلاثي الأوراق، وهناك أنماط مختلفة من أشكال التسمم فعلى الليمون مثلاً يكون برتقالي إلى أصفر ساطع ويسمى بـ "yellow-top" وأما نمط التسمم على أوراق البرتقال واليوسفي والقريب فروت فيكون في شكل بقع بنية داكنة سوداء اللون قطرها 3-5 مم وتسمى بـ Tar) spotting تنتشر على نصل الورقة.

نقص المنجنيز على أوراق الحمضيات تشبه نقص الزنك لكن الأوراق تظل في حجمها الطبيعي



ورقتي القريب فروت علي اليسار تظهر أعراض نقص زنك وماتجتيز أما الثلاث أوراق علي اليمين تعاني من نقص ماتجتيزوزنك وتحاس





تسمم بالماتجنيز على أوراق الحمضيات (مرتقلو بجبل مرة)

أعراض نقصه على أوراق الموز:

أوضحت الدراسة السابقة أن متوسط مستوى عنصر المنجنيز على أوراق الموز صنف الكافندش المتقزم والبيلي (الخلفة الأولى) كان أقل من الحد الحرج تقريباً لأوراق الموز (47 جزءاً في المليون) ذلك مقارنة مع نتائج ودراسات Uechida (2000) في هاواي والذي أوضح أن الحد الحرج على أوراق موز عالي الإنتاجية يتراوح بين (100-1000 جزء في المليون) بينما أوضح كلٌّ من إبراهيم وحجاج (2000) في مصر و Memong وآخرون (2004) في باكستان أن مستوى المنجنيز القياسي على أوراق موز من حقول عالية الإنتاجية كان (80 جزءاً في المليون). وتسمى أعراض نقص المنجنيز بتبرقش أسنان المشط والذي يبدأ من حواف الورقة وينتشر باتجاه العرق الأوسط مع وجود حافة خضراء، وعادة ما يكون هذا الاصفرار أو التبرقش في الورقة الثانية أو الثالثة من القلب، بينما تكون الأوراق الضيقة خضراء، وتكثر هذه الظاهرة في الأراضي الرملية، وقد لوحظ ارتباطها بوجود فطر *Deightoniella torulose* ، بعد ذلك تنتشر هذه الأعراض على امتداد العروق الرئيسية متجهة إلى العرق الأوسط، وتبقى المساحات بين العروق خضراء، حيث تشبه أسنان المشط، وعلى الرغم من تكون سباطات طبيعية على النباتات التي تعاني من نقص المنجنيز (على الأقل بالنسبة للجيل الأول) إلا أن الثمار تظهر عليها بقع سوداء، نمو الثمار الرديء يكون مرتبطاً جزئياً بموت الأوراق قبل اكتمال نموها والمتسبب عن الإصابة بفطر *Deightoniella*.

التسمم بزيادة التسميد بالمنجنيز:

وتعتبر الزيادة في عنصر المنجنيز مشكلة أكثر انتشاراً من نقص العنصر، وربما تأتي التركيزات العالية من المنجنيز من استخدام المبيدات الفطرية أو المحتوى العالي للتربة من المنجنيز الحر، وقد أكدت الأبحاث أن المنجنيز بتركيز أكبر (10 مرات) عن التركيز القياسي قلل امتصاص النبات من الكالسيوم والمغنسيوم والزنك بـ 28، 33، 23% على التوالي، بينما زاد امتصاص النبات من المنجنيز 7 أضعاف، وتتحمل نباتات الموز التركيز المرتفع من المنجنيز في محلول التربة، وقد تسبب زيادة المنجنيز مشكلة لنباتات الموز وذلك في بعض أنواع الأراضي.



أعراض نقص المتجنيز على أوراق الموز

ويسمى
بتبرقش
أسنان
المشط

أعراض نقصه على أوراق الجوافة:

يتميز نقص المنجنيز على أشجار الجوافة بضعف ورهافة الأفرع والساق، وتظهر الأعراض على الأوراق الوسطى ثم تنتشر بسرعة إلى الأوراق العليا، ويؤدي نقصه إلى تلون الأنسجة بين العروق باللون الأصفر أو البقع المصفرة المبرقشة ثم يتحول لون هذه الأنسجة إلى اللون البني وتبقى العروق الوسطية خضراء. وهناك تشابه كبير بين أعراض نقص الماغنسيوم والمنجنيز غير أن الماغنسيوم يظهر على الأوراق السفلية بينما المنجنيز يظهر على الأوراق العليا. وفي حالات النقص الشديد قد تتساقط الأزهار والأوراق، وتظهر الأعراض على الأوراق المسنة أيضاً وتنتهي ببرقشة الأوراق بشكل ملحوظ.



أعراض نقصه على خوص سعف النخيل:

من أعراض نقص المنجنيز على النخيل تقزم السعف، وسهولة تكسره وتقصفه واصفراره وظهور بقع بنية محترقة على نهايات الخوص وتساقط شديد للأزهار.

أعراض زيادة امتصاص أو تسمم سعف النخيل بالمنجنيز:

من تلك الأعراض اصفرار السعف الحديث في قلب النخلة، ويحدث ذلك عند وجود نقص في أحد أو بعض العناصر الصغرى التي تحتاج إليها الأشجار بكميات محدودة مثل الحديد أو المنجنيز أو الزنك، حيث يظهر الاصفرار على الأوراق الحديثة. فمثلاً تحتاج أشجار النخيل إلى كميات ضئيلة من عنصر المنجنيز تقدر بـ 15. جرام منجنيز/السنة/النخلة حتى تنمو نمواً جيداً، ولكن في نفس الوقت فإن زيادة هذا العنصر يضر بالأشجار. ويوجد في التربة غالباً على هيئة أكاسيد المنجنيز، ولكن قد يصبح في حالة غير ذائبة يصعب على الأشجار الاستفادة منها في الحالات الآتية:

1- في الأراضي القلوية التي ترتفع درجة الحموضة بها.

2- عند ارتفاع مستوى الماء الأرضي وكذلك عند ارتفاع نسبة الجير في التربة.

وبما أن للمنجنيز دوراً هاماً في تنظيم فسيولوجيا النبات، فإن نقصه يؤدي إلى اضطراب العديد من العمليات الحيوية للنبات، مما ينتج عنه ظهور أعراض مرضية واضحة، كما أن له دوراً هاماً غير مباشر في تكوين الكلوروفيل. كما يلعب دوراً مباشراً في عمليات الأكسدة والاختزال التي تحدث في الأنسجة؛ لأنه يعمل كمنشط للإنزيمات. ورغم أن عنصر المنجنيز غير قابل للانتقال نسبياً داخل النبات، إلا أنه قد يعاد توزيعه داخل النبات، فقد تظهر أعراض نقص العنصر في النخيل أيضاً باصفرار السعف الحديث وتقزمه وظهور بقع بنية محترقة عليه،

وأيضاً على السعف الكبير على هيئة اصفرار لهذه الأوراق، ولكن في نفس الوقت فإن زيادة المنجنيز عن حدٍ معين يعتبر عاملاً مسبباً لمرض الاصفرار الذي ينتج عن نقص عنصر الحديد رغم وجود كمية عالية منه في النبات؛ لأن الحديد يمتص على هيئة أيون الحديدك (F^{+++}) ثم يختزل لأيون الحديدوز (F^{++}) في داخل الخلايا- ولكن في حالة وجود أحد العوامل المؤكسدة فإنه يمنع حدوث ذلك. ولذلك يعمل المنجنيز الزائد في الخلايا كعامل مؤكسد للحديد فيتحول الحديد الذائب (F^{++}) إلى حديد غير ذائب (F^{+++}) وغير فعال فسيولوجياً بالرغم من توافره حول الأشجار، وبالتالي تظهر أعراض نقصه على سعف النخيل. ولقد ذكر الجربي عام 1991 أن النخيل المصاب بظاهرة اصفرار وتكسر السعف هو مرض فسيولوجي خطير يؤدي في آخر مراحلها إلى موت الشجرة نظراً لموت الأنسجة المرستيمية بالقمة النامية.

أعراض نقصه على أوراق المانجو:

أوضحت نفس الدراسة أن مستوى عنصر المنجنيز على أوراق المانجو النامية في نفس الأماكن السابقة ولنفس الأصناف كان (56 جزءاً في المليون) وتعتبر في مستوى الحد الحرج، وذلك بناءً على دراسات العالمين Chadha و Bhargava (1988) في الهند حيث قررا أن مستوى عنصر المنجنيز على أوراق المانجو من أشجار عالية الإنتاجية كان 66 جزءاً في المليون، وأيضاً وجد طاهر وآخرون (2003) في باكستان أن المنجنيز على أوراق المانجو من أشجار عالية الإنتاجية ولا تعاني من أي نقص أو أعراض أمراض كان 99.4 جزء في المليون، وهذا يتفق مع Uchida (2000) في هاواي، حيث وجد أن الحد الحرج للمنجنيز على أوراق المانجو يتراوح بين (60-150 جزءاً في المليون) .

عموماً يمكن تلخيص عدد أنماط أعراض نقص المنجنيز على أوراق المانجو بأكثر من نمط، يبدأ النمط الأول بنقاط غير منتظمة بيضاء دقيقة تميل إلى اللون الرمادي منتشرة على نصل الورقة وكثيرة الشبه بالحشرة القشرية البيضاء، والنمط الثاني يكون في شكل بقع (necrosis) بنية قرمزية داكنة اللون تجف وتتساقط وهي منتشرة على طول نصل الأوراق ذات اللون الأخضر الباهت المصفر وتتشابه مع البقع التي تسبب الإصابات البكتيرية على أوراق المانجو Bacterial black spot lesions on mango leaves والنمط الثالث من الأعراض المتقدمة، تتشابه مع عددٍ من الإصابات الحشرية وهي عبارة عن تجعد وكرمشة في ثلث الورقة الأعلى بعد القمة ثم تجف وتتساقط.



أعراض نقصه على أوراق العنب:

وجد أن متوسط مستوى المنجنيز على أوراق العنب صنفى سلطاني وكاردينال في عدة مواقع بالسودان كان (14 جزءاً في المليون) وهذا المستوى يعتبر أقل من الحد الحرج، حيث أوضح

كلُّ من Khanduja و Garg (1976) في كاليفورنيا أن الحد القياسي للمنجنيز على أوراق العنب يتراوح بين (30- 100 جزء في المليون) بينما وجدا أن الحد الحرج للمنجنيز على أوراق العنب أقل من (20 جزءاً في المليون) ،وهذا يتفق مع ما وجد في جبل مرة على أوراق الصنف تومسون سيدلس حيث كان مستوى المنجنيز(20 جزءاً في المليون).

وغالباً ما يسبب نقص المنجنيز الزرقة واللون الأصفر، حيث ينتشران على كامل سطح الورقة مع بقاء العروق خضراء، ودائماً ما تظهر الأعراض على الجانب المظلل من الشجرة.



الحديد:

عنصر قليل الحركة داخل النبات يمتص على صورة ثنائي Fe^{++} يدخل وسيط في تكوين الكلوروفيل، كما أنه يدخل في تركيب السيتوكروم وله علاقة بتكوين أنزيم البروكسيدياز. يلاحظ أن أعراض نقص هذا العنصر لا يعني بالضرورة عدم توفره بالتربة، بل بالعكس تبين أن بعض الأشجار التي تعاني من نقصه تنتشر في أراضٍ غنية بالحديد، إلا أنه يكون على صورة غير قابلة للامتصاص.

أهميته للنبات:

- 1- له دور أساسي في تكوين الكلوروفيل ولا يدخل في تركيبه.
- 2- له دور أساسي في عملية التنفس؛ إذ يدخل في تركيب السيتوكروم وإنزيمات التنفس في النبات.
- 3- يلعب دوراً أساسياً في تحويل النيتروجين الذائب في الأوراق إلى بروتين.
- 4- يلعب دوراً كبيراً في حماية اليخضور من أشعة الشمس الشديدة.

أعراض نقصه:

- 1- اصفرار الأوراق حديثة النمو، وتبقى العروق خضراء أو تميل إلى الاحمرار في حالات النقص الشديد تأخذ الأوراق لون أبيض محروق الحواف، وقد تحترق الورقة بالكامل وتصبح بنية اللون .
- 2- تظهر أعراض النقص في التربة القلوية الكلسية ،وعموماً يعتبر الحديد من أقل العناصر قدرة على التحرك والانتقال داخل النبات ؛ لذلك تظهر أعراض نقصه على الأوراق الحديثة بينما تبقى الأوراق المسنة خضراء ذات محتوى عالٍ من الحديد ،وتتميز

أعراض نقصه بظهور لون أصفر بين العروق في الأوراق الحديثة ، ومع استمرار نقص العنصر يتحول لون النسيج بين العروق إلى اللون الأبيض العاجي وتظل العروق خضراء اللون ، وفي حالات النقص الشديد قد تصبح الأوراق الصغيرة جداً كلها صفراء.

تيسره في التربة:

يمتص النبات الحديد غالباً في صورة أيون حديديك ،ولكن الصورة النشطة في النبات هي صورة أيون الحديدوز ،وعلى ذلك يتحول امتصاصه إلى حديدوز قبل أن يستفيد من النبات ،ويتوفر الحديد في الأراضي التي يقل فيها ال pH عن 6 ويبقى نسبياً في ال pH 6-7 ، ولكن يصبح النقص شديداً عند زيادة ال pH عن 7 ، ويزداد الحديد في الأراضي الحامضية إلى درجة تركيزه ويصبح ساماً لبعض النباتات ،وأفضل تركيز للحديد يكون في ال pH بين 5.5-6.2 .ومما هو جدير بالذكر أن التسميد بكميات كبيرة من الفوسفات الذائبة يؤدي إلى تحول الحديد الذائب إلى حديد غير قابل للذوبان ،وذلك لاتحاد الحديد مع أيون الفوسفات مكونان فوسفات الحديد ؛لذا تعتبر زيادة الفسفور من العوامل التي تظهر الحديد، وتعمل أيضاً زيادة المنجنيز والزنك والنحاس والكوبالت والنيكل وتفاقم ظهور أعراض نقص الحديد. والحديد من العناصر التي تتوفر في التربة وبكميات كبيرة، إلا أن ذلك يكون في الصور غير القابلة للذوبان ،وتكون نسبة الحديد الذائب منخفضة في التربة خاصة القلوية المتعادلة ،وغالباً ما يكون التسميد به عن طريق رش الأوراق فتزول أعراض نقص العنصر ،ويعالج نقص الحديد بأحد السمادين الآتيين :

كبريتات الحديدوز Ferrus sulfate أو الحديد المخلي ،حيث إن المركبات المخلبية تحفظ العنصر في صورة ميسرة لامتصاص النبات ،وتسهل امتصاصه وانتقاله في النبات كما أنها لا تتحلل في التربة.

أعراض نقصه على أوراق الحمضيات:

أوضحت الدراسة التي أجريت في عدة مواقع بالسودان أن مستوى عنصر الحديد على أوراق الحمضيات النامية كان (25.4 جزء في المليون) وبالمقارنة مع دراسة (Chapman 1960) الذي وجد في كاليفورنيا أن مستويات عنصر الحديد على أوراق الحمضيات كما يلي :

- 6 أجزاء في المليون يعتبر حداً حرجاً.
- 36-59 جزءاً في المليون يعتبر أقل من المتوسط المطلوب.
- 60-120 جزءاً في المليون يعتبر المتوسط الأمثل.
- 130-200 جزء في المليون يعتبر أعلى من المتوسط الأمثل.
- 250 جزءاً في المليون يعتبر زائداً أو أكثر من اللازم (Excess).

كما أوضحت دراسات في كل من كسلا على البرتقال الفالانشيا أن مستوى الحديد كان 18.2 جزء في المليون بينما كان في جبل مرة على نفس الصنف 19.5 جزء في المليون .

من أعراض نقص الحديد على أوراق الحمضيات ، تتحول الأوراق إلى اللون الأصفر العاجي مع بقاء العروق الرئيسية خضراء ، حيث إن الأوراق الحديثة هي أكثر تأثراً بنقص الحديد ؛ لأنه لا ينتقل بسهولة داخل النبات ويسمى "lime-induced chlorosis" ويرتبط بالأراضي القلوية وذات ال pH المرتفع والغنية بالكالسيوم ، وكل هذه العوامل تؤدي لعدم إتاحة الحديد للنبات،

وأيضاً مستوى الماء الأرضي المرتفع في منطقة عمق الجذور (الذي يؤدي لعدم توفر الأكسجين بالقرب من سطح التربة) يفاقم من مشاكل امتصاص الحديد في الحمضيات، ويصعب تشخيص الأشجار ذات أعراض النقص المتعددة الأعراض المرئية نتيجة نقص كل من الحديد والمنجنيز والزنك، ويؤدي ذلك لإنتاج الأوراق الصغيرة ذات اللون الأبيض المائل للصفرة، وغالباً ما يظهر فقط نقص الحديد أو الزنك.



أعراض نقص حديد وزنك وماتجنيز على أوراق بملو نامي في تربة جيرية



أعراض نقصه على أوراق المانجو:

أوضحت نفس الدراسة أن مستوى عنصر الحديد على أوراق المانجو النامية في نفس الأماكن السابقة ولنفس الأصناف كان (49.1 جزء في المليون) وتعتبر في المستوى الحرج وذلك بناءً على دراسات Chadha و Bhargava (1988) في الهند، حيث قررا أن مستوى عنصر الحديد على أوراق المانجو من أشجار عالية الإنتاجية كان 171 جزءاً في المليون، وأيضاً وجد طاهر وآخرون (2003) في باكستان أن الحديد على أوراق المانجو من أشجار عالية الإنتاجية ولا تعاني من أي نقص أو أعراض أمراض كان 107.1 جزء في المليون، وهذا يتفق مع Uchida (2000) في هاواي، حيث وجد أن الحد الحرج للحديد على أوراق المانجو يتراوح بين (70-100 جزء في المليون) واتفق مع الباحثين فرانكو وآخرين (2007) في أسبابنا أن الحد الحرج

للحديد على أوراق المانجو 72 جزءاً في المليون، وهذا يتفق مع العالم غندور(2004) في مصر، حيث وجد أن الحد الحرج للحديد على أوراق المانجو كان 200-70 جزءاً في المليون، والجدير بالذكر أن مستوى الحديد على أوراق المانجو صنف شندي في كسلا كان (78 جزءاً في المليون بينما كان في الصنف زبدة في جبل مرة 69 جزءاً في المليون).

أعراض نقص الحديد على أوراق المانجو تبدأ باللون الأصفر المخضر ثم اللون الأصفر العاجي ، وتقصر السلاميات وتنتفخ أو تتورم نسبياً ثم تموت نهايات الأفرع. وقديماً كان هناك فهم مغلوط أن نقص الحديد يسبب التشوه الخضري والزهري في المانجو حتى عرف السبب بواسطة الباحث صديق محمد الحسن والذي تمكن من عزل الفطريات التالية *Fusarium moniliforme* ، *Fusarium oxysporum* Schlecht sheld من منطقة الإصابة وهي الفطريات المسببة لهذه الظاهرة. ويفاقم المشكلة سوءاً انتشار حشرة الثrips *Scirtothrips mangiferae* التي تم تسجيلها لأول مرة بالسودان عام (2011) ، وهي التي تعمل على انتقال وانتشار هذه الفطريات.



تتقرم الأفرع ويصفر حجمها (حالة التورد Rosette) كظاهرة التشوه الخضري وقد يشبه تماما أعراض الفطر *Fusarium moniliforme*



أعراض نقصه على أوراق الموز:

يشاهد نقص الحديد على أوراق الموز في الأراضي القلوية والأراضي ذات مستوى الماء الأرضي المرتفع والأراضي ذات المنجنيز المرتفع وعادة ما تظهر أعراض النقص قبل الخريف أكثر مما

يحدث في الصيف، وتكون أكثر وضوحاً تحت ظروف الجفاف ، وعموماً تتمثل أعراض النقص في اللون العاجي أو الأصفر المبيض لنصل الأوراق الحديثة، وتدهور النمو الخضري وصغر حجم السباط. ويمكن تصحيح نقص الحديد عن طريق الرش بتركيز 0.5% من كبريتات الحديدوز أو حديد مخلوب Fe - EDTA ، ويمكن إضافة الحديد في صورة مخلوبة مباشرة للتربة، أو عن طريق الرش على الأوراق أو الإضافة خلال ماء الري (1 جزء في المليون). في جزر الكناري لوحظ أن زيادة عنصر الحديد ينشأ عنها تكون بقع على حافة الورقة ويتكون لون أسود على حافتها وذلك في الأوراق الكبيرة .



أعراض نقصه على أوراق الجوافة:

الجدير بالذكر أنه لا يوجد حد قياسي للحديد على أوراق الجوافة للقياس عليه في كل الأدبيات العالمية، غير أن من ظواهر النقص على الجوافة أنه عند مستويات الحديد المنخفض في الورقة يظهر الأصفر المبرقش بالبني المحمر أو القرمزي بين العروق التي تظل خضراء، ويمكن علاج النقص برش العنصر بتركيز 0.5% من كبريتات الحديدوز أو حديد مخلوب Fe - EDTA ويمكن إضافة الحديد في صورة مخلوبة مباشرة للتربة، أو عن طريق الرش على الأوراق أو الإضافة خلال ماء الري (1 جزء في المليون).

أعراض نقصه على أوراق العنب:

يتميز نقص الحديد على أوراق العنب باصفرار عاجي لنصل الأوراق مع بقاء شبكة العروق خضراء. ولعلاج نقص الحديد يمكن إضافته إلى التربة على شكل أملاح مخلبية شيلات مثل سكويسترين 138 Fe و أفضل رشه على الأوراق بتركيز 0.5% من كبريتات الحديدوز أو حديد مخلوب Fe - EDTA ، ويمكن إضافة الحديد في صورة مخلوبة مباشرة للتربة، أو عن طريق الرش على الأوراق أو الإضافة خلال ماء الري (1 جزء في المليون).



أعراض نقصه على سعف النخيل:

أوضحت الدراسة السابقة أن مستوى عنصر الحديد على أوراق النخيل صنف مشرق ود لقاى النامية في عدة مواقع بالسودان كان 152.3 جزء في المليون، وذلك أقل من المستوى الحرج في المملكة السعودية في الأحساء والذي أكده الباحث قاسم وآخرون في (1986) والذين وجدوا أن مستوى الحد الحرج للحديد على أوراق أربعة أصنافٍ من النخيل كان (172.8 جزء في المليون) وذلك على أشجار نخيل عالية الإنتاجية. وتتفق هذه النتائج مع ما وجد في الدامر أن مستوى الحد الحرج للحديد على أوراق نخيل صنف المشرق ودلقاى كان (131.3 جزء في المليون) وأيضاً في أن مستوى الحد الحرج للحديد على أوراق نفس الصنف في شمبات كان (141.8 جزء في المليون) وذلك على أشجار ممتازة وعالية الإنتاج .

تتلخص أعراض النقص على سعف النخيل باصفرار الأوراق الحديثة النمو وتحول اللون الأصفر إلى شبه أبيض، ومن ثم احتراق أطراف السعف ويصبح لونه بنياً، وفي النهاية يؤدي إلى تردي جودة الثمار وضعف الإنتاجية. وعموماً تحتاج النخلة إلى حديد يتراوح بين 3-22 جراماً /السنة، ويمكن إضافته للتربة أو حديد مخلوب Fe – EDTA، ويمكن إضافة الحديد في صورة مخلوبة مباشرة للتربة، أو عن طريق الرش على الأوراق أو الإضافة خلال ماء الري (1 جزء في المليون).



المولبيديوم:

يمتصه النبات بكميات قليلة جداً ونادراً ما تظهر أعراض نقصه، ذوبانه في التربة مرتبط بدرجة الحموضة، حيث يثبت في الأراضي الحامضية، ويكون أكثر ذوبانه في الأراضي القلوية. وهو عنصر هام لتنشيط وتحفيز عدد كبير من الإنزيمات المسئولة عن الكثير من العمليات الحيوية داخل النبات مثل: إنتاج حبوب اللقاح ونمو الثمار وتكوين حمض الأسكوربيك في النبات (C) واختزال النترات في النبات إلى أمين ومن ثم تكوين البروتينات. وأيضاً ضروري لبكتيريا الأزوتوبكتريا والتي تقوم ب تثبيت الأزوت الجوي.

أعراض نقصه المولبيديوم:

يظهر نقص المولبيديوم على الأوراق الصغيرة العليا حيث يلاحظ بقع صفراء، ولون فضي والتواء الأوراق الحديثة على هذه الأوراق، وقد يظهر على الحواف الأمامية لنصل الورقة بلون يكون مائلاً للأبيض الفضي، ومع تطور الحالة قد يموت البرعم الطرفي. وعادة ما تلتف وتحترق حواف الأوراق وتنحني إلى أسفل. وعموماً لا ينمو نصل الورقة عادياً بالمعدل الطبيعي أو قد لا ينمو كلية ويكون نمو الورقة بطيئاً، والنباتات متقزمة. وتظهر أعراض النقص على الخيار

والطماطم والفاصولياء في شكل التفاف حواف الأوراق وتلونها باللون الأصفر أو البني، أما على القرنبيط فتكون صغيرة القرص ومفككة، وتصبح الأوراق ضيقة، وحواف النصل متآكلة، وتعرف هذه الحالة بمرض طرف السوط Whip tail.

تيسره في التربة:

يتوفر المولبيديوم في الأراضي التي تزيد فيها درجة الحموضة pH عن 7 ويقل نسبياً كلما ما انخفضت pH عن 7، ويصبح نقصه شديداً عند انخفاض pH عن 5.5، وذلك بعكس جميع العناصر الصغرى الأخرى، حيث يوجد عنصر المولبيديوم في التربة في 3 صور:

- 1- مثبتاً كجزء من معادن التربة والمادة العضوية.
- 2- مدمصاً على سطح غرويات التربة (الطين) بطريقة التبادل الأيوني مثل الفوسفات والكبريتات.
- 3- ذائباً في محلول التربة كأيون مولبيدات Mo^{++++} ويتراوح تركيزه في التربة بين 0.3 إلى 3.9 جزء في المليون.

ويعالج نقص المولبيديوم في التربة بالتسميد بإحدى المواد التالية:

- 1- مولبيدات الصوديوم 39.7% مولبيديوم بمعدل 0.25-0.5 كجم /فدان تضاف نثراً.
- 2- مولبيدات الأمونيوم 48.9% مولبيديوم بمعدل 3.6 كجم /فدان تضاف نثراً.
- 3- الأسمدة المركبة أو الصغرى المخليبية التي تحتوي على المولبيديوم ويكفي نحو 0.01 جزء في المليون في محاليل التسميد أو الرش الورقي. وأكثر الفواكه احتياجاً للعنصر هي الحمضيات .

سمية العنصر:

تتداخل أعراض سميته مع أعراض نقص الفسفور وتتحمل القرعيات -بدرجة عالية -سمية المولبيديوم حتى 1 جزء في المليون أو أكثر بدون ظهور أعراض مرئية.

أعراض نقص المولبيديوم علي أوراق الحمضيات



دور بعض العناصر الغذائية النادرة:

الكلور:

يلعب الكلورين Chlorine دوره في جذب وتخزين الطاقة الضوئية من خلال دخوله في تفاعلات التمثيل الضوئي ، وهو لا يوجد في النبات كنواتج حقيقي للتحويلات الغذائية، ولكن يوجد كأيوناً متحركاً ، ويشترك مع البوتاسيوم في تنظيم الضغط الأسموزي بالنبات ، كما يعمل كأيون في التوازن مع الكاتيونات. ويعتبر أيون الكلور ضرورياً في عملية التمثيل الضوئي لمساهمته في عملية أكسدة الماء ، ولم يثبت أبداً نقصه تحت ظروف الحقل لتوفره كشوائب في كل الأسمدة . كما أن الحد الأدنى لاحتياج النبات له 100 جزء في المليون من الوزن الجاف ولا يثبت أيون الكلور في التربة، بل يفقد عن طريق الرشح ، وتسبب زيادته موت قمة الورقة، وغالباً ما يمتد الأثر إلى الحواف الخارجية للأوراق القديمة ، وهو مظهر مشابه للأعراض الناتجة من نقص البوتاسيوم.

تأثير زيادة الكلوريد Excess of Chlorine :

الكمية الكبيرة من الكلور تكون موجودة دائماً مرافقه للصوديوم أو الكالسيوم، لذلك التركيزات السامة من الكلور منفرداً يمكن أن توجد في التربة أو ماء الري في غياب زيادة الصوديوم أو الكالسيوم، تكون أضرار الكلور أكثر شدة عندما تكون درجات الحرارة عالية والتبخير سريعاً ، تحت هذه الظروف فإن امتصاص وتراكم الكلور يكون أعلى ، ولم يثبت وصول تركيز الكلور إلى درجة التسمم ، إلا أن نسبة الكلور التي توجد في المجموع الخضري والتي تلزم لظهور حالة الموت تتراوح بين 1% - 0.5 من الوزن الجاف للورقة.



ارتفاع مستوي أملاح الصوديوم أو الكلور أو اليورون في مياه الري أو لتربة يؤدي لأصفرار الأوراق أو احتراق قمتها مثل زيادة النيتروجين - أهمية لتفريق بينهما



أعراض سمية الصوديوم والكلوريد على أوراق الحمضيات:

أهمية التفريق بين أعراض سمية الصوديوم والكلوريد وسمية زيادة النيتروجين على أوراق الحمضيات، حيث إن الأعراض في الأولى تبدأ بالاصفرار الرمادي ثم البني الفاتح من قمة وطرف الورقة، ثم يمتد الحريق من الطرف ويتطور على طول حواف الأجزاء الأخرى من حافة الورقة. يمكن أن تتطور درجة متفاوتة من الاصفرار قبل الأنسجة المحترقة، على عكس ظاهرة تسمم النيتروجين حيث لا يتجاوز اللون الأصفر المبيض الثلث الأول من الورقة فقط.

أعراض سمية الأملاح على أوراق المانجو:



الحد الأمثل للأملاح في مياه ري المانجو يجب ألا يتجاوز 1500-2000 جزء في المليون أي 1.5-2 كجم أملاح في المتر المكعب، وبالتالي يؤثر تأثيراً مباشراً على امتصاص الماء والعناصر الغذائية، وتكون الأسموزية حول النبات عالية جداً، بحيث يصعب على النبات امتصاص الماء، وبالتالي يؤدي إلى الجفاف. بعض أصول المانجو تتحمل أملاحاً أكثر من الأخرى.

التسميد الورقي:

التسميد الورقي أو التسميد بالرش هو عبارة عن إمداد النبات باحتياجاته من العناصر الغذائية (الكبرى والصغرى) عن طريق المجموع الخضري وليس عن طريق الجذور. حيث أثبتت الأبحاث والتجارب أن جميع العناصر الغذائية التي تمتص بواسطة الجذور يمكن أن تمتص بواسطة الأوراق والسيقان والثمار، كما وجد أن امتصاص العناصر الغذائية بواسطة الأوراق عادة يكون أكثر كفاءة وسرعة من الامتصاص عن طريق الجذور، وخاصة عندما تكون ظروف التربة غير مناسبة للامتصاص مثل ارتفاع الرقم الهيدروجيني للتربة، والفقد، والغسيل، وغيرها من العوامل التي تؤثر على تيسر العناصر للامتصاص.

أولاً-التسميد الورقي بالعناصر الكبرى:

العناصر الكبرى يحتاجها النبات بكميات كبيرة نسبياً وتشمل هذه العناصر الكربون والأوكسجين والهيدروجين، وهذه العناصر يحصل عليها النبات من الهواء الجوي والماء، بينما عناصر النتروجين والفوسفور والبوتاسيوم والكالسيوم و الماغنسيوم والكبريت، تضاف إلى النبات في صورة أسمدة يتم تجهيزها بشكل يمكن من خلاله أن يستفيد منها النبات.

ويتم التسميد الورقي بالعناصر الغذائية الكبرى في مناطق محددة وتحت ظروف محددة مثل:

- 1- حالات الإصابة الجذرية التي تمنع النبات من الاستفادة من العناصر المضافة للتربة.
- 2- عدم توافر السماد اللازم لإضافة الأرضية بكميات كافية.
- 3- حدوث تثبيت لجزء كبير من العناصر المضافة مثل الفسفور.
- 4- حاجة النبات الشديدة لهذه العناصر عند مراحل فسيولوجية معينة مثل : مرحلة التزهير والعقد، حيث يقل امتصاص العناصر الغذائية عن طريق الجذور في هذه المرحلة.

ثانياً - التسميد الورقي بالعناصر الصغرى:

تعتبر طريقة التسميد بالرش من أنسب الطرق التي تستخدم في إضافة العناصر الصغرى للنبات، وذلك للأسباب الآتية:

- 1- زيادة الكثافة الزراعية وزراعة الأصناف عالية الإنتاج، مما يؤدي إلى استنزاف هذه العناصر وقلة تركيزها في التربة.
- 2- زراعة التروس العليا أو الأراضي البعيدة من النيل أو الزراعة في الأراضي الجيرية والرملية الفقيرة في هذه العناصر.
- 3- عدم الاهتمام بإضافة الأسمدة العضوية الغنية بهذه العناصر.
- 4- احتياج النبات إلى كميات قليلة من هذه العناصر مما يصعب توزيعها في التسميد الأرضي.

العوامل التي تؤثر على امتصاص العناصر الغذائية عن طريق الأوراق:

تتدخل العناصر الغذائية المرشوشة على الأوراق إلى داخل النبات عن طريق الثغور أو الامتصاص على سطح الأوراق أو الشقوق والجروح، ويتأثر امتصاص العناصر الغذائية عن طريق الأوراق وانتقالها داخل النبات بالعوامل الآتية:

1 - عوامل بيئية:

حيث تتأثر التغذية الورقية بالظروف الجوية والمناخية السائدة في المنطقة مثل: درجة الحرارة والرطوبة الجوية وسرعة الرياح. فمثلاً وجد أن انخفاض الرطوبة الجوية وارتفاع درجة الحرارة إلى حدود معينة أدى إلى زيادة الاستجابة للرش باليوريا في أشجار الفاكهة وزيادة معدل امتصاص عنصر المنجنيز. كما تتأثر بعض العناصر داخل النبات بالضوء كمصدر للطاقة.

2 - عمر النسيج النباتي:

وجد أن الأوراق الحديثة يمكنها امتصاص جميع العناصر الغذائية بسرعة أكبر من الأوراق القديمة والمسننة.

3 - الحالة الغذائية للنبات:

وجد أن انتقال العناصر الغذائية داخل النبات واستفادة النبات منها تتوقف على محتوى النبات من هذه العناصر.

4 - درجة حموضة محاليل الرش (pH):

وهي من العوامل الأساسية التي تتوقف عليها درجة الامتصاص وسرعته، فالوسط الحامضي إلى الحامضي الخفيف هو أنسب صور امتصاص معظم العناصر الغذائية، باستثناء المولبيديوم والبوتاسيوم يناسبهما الوسط القلوي الخفيف.

5 - درجة التصاق السائل بالورقة:

خشونة سطح الورقة يعمل على خفض درجة الالتصاق بها، وتكوين أغشية هوائية أسفل نقط المحلول يؤدي إلى خفض درجة انتشاره، وتساعد المواد الناشرة على زيادة انتشار محاليل الرش على أسطح الورقة مما يساعد على الامتصاص.

6 - التركيب الكيميائي لمحلول الرش:

• في بعض الأحيان تضاف بعض المواد إلى محاليل الرش لتقليل الضرر الناشئ عن الرش إذا كانت العناصر المرشوشة تسبب ضرراً للأوراق مثل:

○ إضافة كبريتات الماغنسيوم إلى محلول اليوريا عند استخدامها بتركيزات عالية نسبياً يقلل من سرعة امتصاص اليوريا.

○ إضافة سكر الجلوكوز أو الفركتوز بتركيز 2% لضمان انتقالها بسرعة داخل أنسجة النبات.

○ إضافة محلول كبريتات المنجنيز بتركيز 1% عند استعمال محاليل رش الحديد لتنظيم امتصاص الحديد وتحركه داخل النبات.

- تركيز العنصر: تزداد الكمية الممتصة من العنصر المضاف بزيادة تركيزه في محلول الرش، كما يزداد معدل الامتصاص بزيادة المساحة المغطاة من النبات بالمحلول.
- صورة العنصر المستخدم: استخدام العناصر الصغرى في صورة مخلبية تساعد كثيراً في انتقالها داخل النبات مقارنة باستخدامها في صورة أملاح معدنية.
- نوع العنصر المضاف: تختلف درجة الامتصاص باختلاف نوع العنصر المرشوش فبعض العناصر تمتص خلال ساعات مثل اليوريا والماغنسيوم، بينما امتصاص الفوسفور والكبريت والمولبيديوم يتم ببطء.

علاقة التسميد الورقي بالأنواع المختلفة لنقص العناصر ومدى فائدته:

من أهم أهداف التسميد الورقي علاج نقص العناصر الغذائية المختلفة بسرعة، ويصعب تحقيقها عن طريق الإضافة الأرضية. وتوجد عدة أنواع لنقص العناصر وهي:

النقص الكامن (المستتر):

وفي هذا النوع لا تظهر على النباتات أعراض نقص العناصر بوضوح وإنما يكون نموها متأخراً ومحصولها قليلاً ذا نوعية رديئة. ويظهر هذا النوع من النقص بكثرة في المحاصيل الحقلية ومحاصيل الخضر، ويمكن التعرف عليه من خلال تحليل النبات.

النقص الحاد (الظاهر):

وفية تكون أعراض نقص العناصر واضحة على الأوراق.

النقص المفتعل:

ويرجع حدوث هذا النقص إلى عوامل بيئية ففي حالات كثيرة قد تحتوي التربة على بعض مئات الكيلوجرامات من عنصر معين، ولكن يتيسر منه للنبات كيلوجرامات قليلة لا تكفي حاجة النبات من هذا العنصر، ويرجع ذلك إلى أن (pH) التربة غير مناسب لامتصاص هذا العنصر، أو نتيجة التضاد بين العناصر أو التثبيت الكيميائي، ويمكن التعرف على هذا النوع من النقص من خلال تحليل النبات.

طرق التعرف على نقص العناصر:

تحليل التربة:

وهي اختبارات ضرورية للتعرف على محتوى التربة من العناصر الغذائية المختلفة، بالإضافة إلى التعرف على الصفات الكيميائية والطبيعية للتربة. ولا يمكن الاعتماد الكامل على نتائج اختبارات التربة، ولكن يجب أن تكون مقترنة بغيرها من طرق التعرف على نقص العناصر نظراً لصعوبة أخذ عينة ممثلة للمساحة كلها تمثيلاً دقيقاً، إلى جانب أن نتائج اختبارات التربة تحدد فقط مستوى العنصر الغذائي الصالح للامتصاص دون معرفة الكمية الفعلية التي يمتصها النبات.

تحليل النبات:

وهذه التحاليل تظهر حالات النقص المستتر والتعرف على التداخل والعلاقة بين العناصر المختلفة ونتائج تحليل النبات تكمل ما تتوصل إليه نتائج تحليل التربة. وعن طريق تحليل النبات يمكن التعرف على الكمية الفعلية التي امتصها النبات من التربة. كما يعبر تحليل النبات عن مدى اتزان العناصر الغذائية. ولا يكفي الاعتماد على نتائج عينات تحليل النبات فقط في تحديد نقص العنصر، لأن بعض العناصر قد تكون موجودة بكميات كبيرة، ولكنها في صورة غير ميسرة للنبات.

الأعراض الظاهرية:

وهي تظهر النقص الواضح على أوراق النبات. ورغم أهمية الأعراض الظاهرة على النبات إلا أنه لا يمكن الاعتماد عليها فقط للأسباب التالية:

قد ترجع أسباب نقص العنصر إلى أسباب غير غذائية فعندما يقل الأكسجين في منطقة انتشار الجذور نتيجة ارتفاع مستوى الماء الأرضي تظهر أعراض نقص مماثلة لأعراض نقص النتروجين. كذلك فإن ارتفاع ملوحة التربة يسبب ظهور أعراض مشابهة لأعراض نقص البوتاسيوم.

الإرشادات التي يجب العمل بها عند تحضير محلول الرش:

تقسيم الكمية المحددة من سماد العناصر الصغرى للبدان أو المساحة على عدد مرات ملء خزان موتور الرش أو الرشاشة حسب كل حالة.

عدم إضافة سماد العناصر الصغرى مباشرة لخزان موتور الرش، بل تذاب أولاً في جردل بلاستيك به كمية قليلة من الماء حتى يذوب المركب تماماً، ثم ينقل ما بالجردل إلى خزان موتور الرش المملوء بالماء.

مميزات الرش أو التغذية الورقية:

- 1- ارتفاع نسبة استفادة النبات من العناصر الغذائية المضافة للنبات عن طريق الرش.
- 2- توفير الأسمدة.
- 3- التغلب على مشاكل الأرض والعوامل المؤدية لانخفاض نسبة الاستفادة من السماد سواء كانت تؤدي لفقده أو ترسيبه.
- 4- سرعة إمداد النبات بحاجته الزائدة من العناصر أثناء مراحل نموه المختلفة.
- 5- سرعة علاج نقص العناصر الغذائية خاصة الصغرى.

العوامل التي تؤثر على التسميد بالرش والإرشادات التي يجب مراعاتها عند الرش:

- 1- إجراء الرش في الصباح الباكر أو بعد انكسار درجة الحرارة.
- 2- يجب ألا تكون الأرض مروية حديثاً أو شديدة الجفاف.
- 3- يجب أن يكون اتجاه الرش مع اتجاه الرياح مع تجنب الرش وقت سقوط المطر أو هبوب الرياح.

- 4- يجب ضمان أن يخرج محلول الرش في صورة رذاذ دقيق، بحيث لا تتجمع قطرات محلول الرش على سطح الورقة ويفقد جزء من العنصر المرشوش.
- 5- يفضل استخدام المواد الناشرة حتى يلتصق المحلول بسطح الورقة ويسهل امتصاصها له، وفي حال عدم توفر هذه المواد يمكن استخدام الصابون السائل (2سم/3لتر محلول رش) أو استخدام النشا أو الدقيق (500جم/100لتر محلول رش)، وفي هذه الحالة يجب أن تذاب هذه الكمية في ماء -في وعاء منفرد- ثم تضاف لمحلول الرش.
- 6- يتم الرش للنباتات من أعلى لأسفل.
- 7- تركيز الرش على النموات الحديثة.
- 8- يجب ضمان أن يصل الرش للسطح السفلي للأوراق؛ لأنه الأكثر قدرة على الامتصاص لاحتوائه على قدر أكبر من الثغور.
- 9- يفضل رش الأسمدة الورقية بمفردها وتجنب خلطها مع المبيدات المختلفة؛ لأنه يلحق الضرر على النباتات.

يجب مراعاة الإرشادات الآتية عند الرش بمحاليل أسمدة العناصر الغذائية الصغرى:

- ألا تكون الأرض شديدة الجفاف أو مروية حديثاً.
- أن يكون الرش في الصباح الباكر أو بعد انقضاء وقت الظهيرة وانكسار حدة الحرارة.
- يوقف الرش عند اشتداد الرياح.
- يمنع الرش عند توقع هطول أمطار.
- يراعي الرش مع اتجاه الرياح (الهادئة) وليس عكسه.
- تسجيل تاريخ الرش وكمية المركب وكذلك كمية الماء المستخدمة فعلاً لرش الفدان.
- تسجيل أية ملاحظات غير طبيعية يلاحظها المشرف على الرش.
- مواعيد الرش بالعناصر الصغرى على بعض محاصيل الفاكهة.

إرشادات عملية الرش:

- 1- استخدام طرق الرش التي تضمن خروج محلول الرش في صورة رذاذ دقيق حتى لا تتجمع حبيبات محلول الرش وتنزل على سطح الورقة، وهذا يمثل فاقداً في سماد العناصر المراد رشها.
- 2- رش جميع النباتات رشاً متساوياً ومن جميع الجهات على شكل شمسية، مع رش العليا أولاً بمعنى أن يكون الرش من أعلى لأسفل.
- 3- سرعة التحرك حول النبات أثناء عملية الرش.
- 4- رش جميع مسطحات الأوراق رشاً جيداً مع التركيز على النموات الحديثة.
- 5- ضمان وصول محلول الرش للسطح السفلي للأوراق؛ لأنه السطح الأكثر قدرة على الامتصاص.

- 6- يراعى عند رش الأشجار الكبيرة الحجم أن يكون الرش من الداخل والخارج.
- 7- عدم تكرار أو إعادة الرش بكمية المحلول المتبقية خوفاً من زيادة التركيز عن المعدل على بعض النباتات نظراً ؛ لأن أسمدة العناصر الصغرى محضرة بطريقة تسهل امتصاصها بواسطة الأوراق وانتقالها داخل النبات بمحلول الرش كما يحدث في حالة المبيدات.
- 8- لا داعي أيضاً لتكرار ما سبق رشه من أشجار أو نباتات.

كيفية أخذ عينات التربة والنبات لتحديد مستوى العناصر:

تعتبر اختبارات التربة وتحاليل النبات ضرورة لتشخيص الحالة الغذائية للنباتات، وبالتالي الوصول إلى الجرعة السمادية المطلوبة والمناسبة. ويتوقف مدى ملائمة التوصية السمادية مع الاحتياجات الفعلية للنباتات على مدى دقة نتائج التحليل المعمل، والتي تعتمد بالدرجة الأولى على مدى الدقة في أخذ عينات التربة والنبات واتباع الاحتياطات اللازمة لتقليل تلوث هذه النباتات.

لذلك تعتبر عملية أخذ عينات التربة والنبات من أهم العمليات التحضيرية لإجراء التحاليل المختلفة، وأي خطأ فيها ولو ضئيل ينتهي في نهاية التحليل بخطأ كبير يؤدي إلى تشخيص بعيد عن الواقع، وبالتالي توصية سمادية غير سليمة ربما تكون ضارة، وتوحيد طرق أخذ العينات والتعامل معها يساعد على تفسير النتائج وبالتالي توصية سمادية سليمة.

إرشادات عامة عند أخذ العينات يجب مراعاتها:

- 1- ألا تكون الأرض شديدة الجفاف أو مروية حديثاً.
- 2- أخذ العينات قبل التسميد العضوي أو الكيميائي.
- 3- كشط الطبقة السطحية من التربة لعمق واحد سم تقريباً للتأكد من عدم وجود غطاء نباتي.
- 4- في حالة بساتين الفاكهة تؤخذ العينات بعيداً من جذوع الأشجار بحوالي 0.5 - 1 متر ومن منطقة انتشار الشعيرات الجذرية.

كيفية أخذ عينات التربة:

يفضل عند أخذ عينات التربة أن يعمل مقطعين أرضيين Profile بعمق 120 سم في اتجاهين مختلفين على محيط الشجرة مع المسقط الرأسى للمجموع الخضري ، كما موضح في الرسم ، وأخذ عينتين من التربة:

- 1- تؤخذ العينة الأولى من عمق صفر - 30 سم.
- 2- تؤخذ العينة الثانية من عمق (90-120 سم).



وعادة تختلف الطريقة المستخدمة لأخذ عينات التربة حسب المساحة والوسيلة المستخدمة كما يلي:

1- استخدام الفرار أو الكوريك في الأراضي الثقيلة وتقسم كل 5 أفدنة إلى أقسام (5-25 قسماً) تبعاً لمدى تجانس التربة على أن يكون كل قسم متجانساً بقدر الإمكان.

2- استخدام حفار حلزوني (الأوقر)، ويختلف عدد المواقع وطريقة توزيعها باختلاف المساحة كما يلي:

○ أكثر من 3 أفدنة: 5 مواقع لكل فدان.

○ أقل من 3 أفدنة: 15 موقعاً موزعة على المساحة.

3- ثم يؤخذ من كل قسم أو موقع عينة من منطقة انتشار الشعيرات الجذرية مع خلط عينات المنطقة الواحدة (المزرعة) في جردل بلاستيك. وتوضع في كيس بلاستيك ويغلق الكيس مع مراعاة ما يلي:

○ إعطاء العينة رقم حقل، ويكتب هذا الرقم على الكيس من الخارج بقلم حبر لا يتأثر بالماء (فلوماستر).

○ 2 إرفاق بطاقة بالكيس البلاستيكي مسجلاً فيها جميع البيانات المتعلقة بالعينة كما في الجدول أدناه، ويجب أن تكون مكتوبة بقلم رصاص لضمان عدم ضياع بياناتها وأفضل أن تكون صورتين واحدة داخل العينة وأخرى توضع في أرشيف المعمل.

استمارة أو بطاقة تسليم عينات تربة ونبات للمعمل

اسم المالك	محلية	قرية	المحصول	الصنف	نوع العينة		تاريخ أخذ العينة	تاريخ الورد للمعمل الذي أحضرها	اسم الشخص
					نبات	(صفر - 30 سم) - 90			
						120 سم			
تاريخ للمعمل	التسليم	اسم المستلم للعمل	التوقيع						

يراعى عند نقل العينات إلى المعمل للتحليل ما يلي:

- 1- أخذ الحذر أثناء وضع العينات بالسيارة وكذلك أثناء إنزالها منها.
- 2- التعامل مع الأكياس والفوهة لأعلى دائماً، ويفضل وضعها في صينية خشب.
- 3- تسلم العينات للمعمل على نموذج خاص بذلك .
- 4- يجب مراعاة الآتي عند أخذ عينات النبات – الأوراق- لإجراء التحليل:
 - 1- تجنب أخذ الأوراق في حالة عطش النباتات أو العكس مثل الغرق.
 - 2- تجنب أخذ الأوراق المتسخة أو المصابة بالأمراض والحشرات.
 - 3- تفادي ملامسة العينة لأي من المواد أو الأدوات المعدنية أو المطلية بالمعادن كالنحاس والزنك أو لأي مادة غريبة حتى لا تتلوث العينة.
 - 4- أخذ العينة في العمر الفسيولوجي المحدد لكل محصول، حيث تختلف كمية العناصر الموجودة بالنبات تبعاً لمرحلة النمو.
 - 5- أخذ عدد كافٍ من النباتات أو الأوراق ، كما هو موضح قرين كل محصول حتى تكون العينة ممثلة لحالة الحقل أو البستان.
 - 6- أن تكون العينة ممثلة لحالة النمو العامة والسائدة بالمزرعة.
 - 7- نقل العينات بسرعة إلى معمل التحليل مع أخذ جميع الاحتياطات التي تقلل من تلف العينات ،أو حدوث فقد كبير في وزنها نتيجة لعملية التنفس أو زيادة النشاط الإنزيمي، مما يؤدي إلى حدوث خطأ في محتواها من العناصر.
 - 8- تؤخذ عينات النباتات من نفس المساحة المأخوذة منها عينات التربة.
 - 9- أخذ العينات في بداية الأسبوع بقدر الإمكان، ونقلها للمعمل حتى يمكن تجهيزها وتقليل احتمالات تلفها.
 - 10- تجنب أخذ الأوراق من المناطق التالية:
 - 1- سيئة الصرف.
 - 2- المتأثرة بالملوحة.
 - 3- القريبة من أبوستات أو القنوات المائية عموماً .
 - 4- الصخرية.
 - 5- القريبة من نهايات البستان أو البساتين المجاورة.

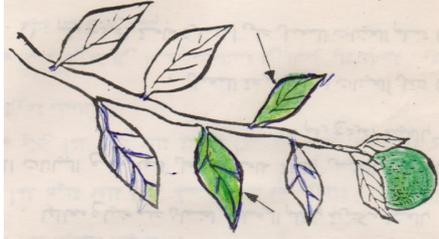
كيفية أخذ عينات النبات:

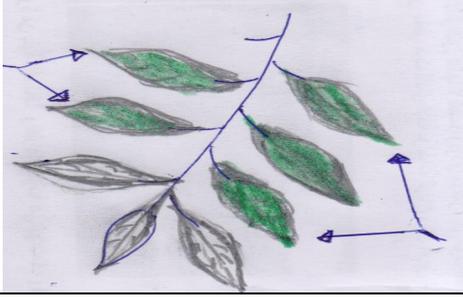
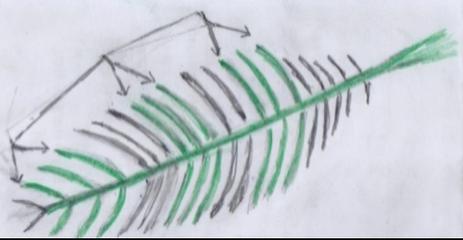
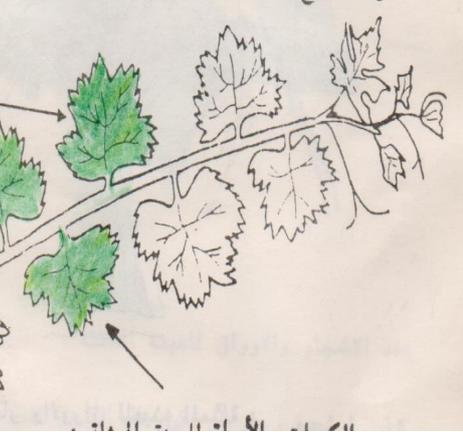
أخذ عينة ممثلة لكل خمس أفدنةٍ مع مراعاة:

- 1- يمكن أخذ عينة ممثلة لمساحة أكبر من خمسة أفدنةٍ إذا كانت المزرعة متجانسة.
- 2- تقسم المزرعة إلى أقسام متجانسة في النمو والإنتاجية وتؤخذ عينة ممثلة لكل قسم.
- 3- البساتين التي بها أشجار ذات أعمار أو أصناف مختلفة تؤخذ عينة ممثلة لكل عمر من كل صنف أو محصول على حدة.
- 4- تؤخذ عينة ممثلة من أضعف الأماكن بالبستان على حدة.
- 5- يفضل دائماً تقليل عدد الأوراق المأخوذة من كل شجرة أو نبات وزيادة عدد الأشجار أو النباتات.
- 6- توضع كل عينة في كيس من الورق وليس بلاستيك مع عمل ثقوب في كيس الورق.
- 7- يكتب على الكيس الرقم الحقلّي للعينة.
- 8- توضع ورقة داخل الكيس أيضاً مسجلاً عليها جميع البيانات المتعلقة بالعينة مكتوبة بقلم الرصاص لضمان عدم ضياع معالمها.
- 9- يرفق بالكيس بطاقة مسجل فيها جميع البيانات المتعلقة بالعينة.
- 10- تنقل العينات فوراً وبسرعة للمعمل.
- 11- تسلم العينات للمعمل باستمرار خاصة.
- 12- كيفية أخذ ميعاد العينة النباتية والعمر الفسيولوجي والعدد المناسب من الأوراق اللازمة للتحليل ، وكما هو موضح أدناه:

ميعاد أخذ العينة والعمر الفسيولوجي والعدد المناسب

من الأوراق اللازمة للتحليل

عدد الأشجار والأوراق لعينة الممثلة	الجزء النباتي المأخوذ للتحليل	ميعاد أخذ العينة	المحصول
20-25 شجرة على أن تكون مأخوذة عشوائياً وممثلة لحالة النمو السائد وموزعة توزيعاً منتظماً داخل المساحة المطلوب تمثيلها ويؤخذ من كل شجرة 5-10 أوراق من حول الشجرة وفي مستوى الكتف - على أن يكون عدد الأوراق المأخوذة 150-200 ورقة.	الأوراق كاملة النضج من الأفرع الثمرية (4-5 أشهر) الورقة الثانية والثالثة من نهايات الأفرع المثمرة 	سبتمبر - أكتوبر	الحمضيات
15-20 شجرة على أن تكون مأخوذة عشوائياً وممثلة لحالة النمو السائد وموزعة توزيعاً منتظماً داخل المساحة المطلوب تمثيلها ويؤخذ من كل شجرة 4-5 أوراق من حول الشجرة وفي مستوى الكتف - على أن يكون عدد الأوراق المأخوذة 60-70 ورقة.	الأوراق كاملة النمو والتي بطرف الأفرع المثمرة (عمر 6 شهور) 	يونيو - سبتمبر	المانجو
8-10 نباتات مأخوذة عشوائياً وممثلة لحالة النمو السائد وموزعة توزيعاً منتظماً داخل المساحة المطلوب تمثيلها ويؤخذ من كل نبات شريطين اثنين فقط على أن تكون العينة الممثلة 16-20 شريطاً.	يؤخذ شريط بعرض 10-15 سم عند منتصف الورقة الحديثة الثالثة وعلى جانبي العرق الأوسط 	خلال مرحلة النمو النشطة للنبات - حيث إن الظروف البيئية كثيراً ما تؤثر في الميعاد المناسب لأخذ العينة	الموز
20-25 شجرة على أن تكون مأخوذة عشوائياً وممثلة لحالة النمو السائد وموزعة توزيعاً منتظماً داخل المساحة المطلوب تمثيلها ويؤخذ	الأوراق كاملة النمو من نهايات الأفرع الثمرية	يونيو - منتصف موسم النمو	الجوافة/ التفاح

عدد الأشجار والأوراق للعينة الممثلة	الجزء النباتي المأخوذ للتحليل	ميعاد أخذ العينة	المحصول
من كل شجرة 4-5 أوراق من حول الشجرة وفي مستوى الكتف - على أن يكون عدد الأوراق المأخوذة 80-100 ورقة.			
15-20 نخلة على أن تكون مأخوذة عشوائياً وممثلة لحالة النمو السائد وموزعة توزيعاً منتظماً داخل المساحة المطلوب تمثيلها ويؤخذ من كل نخلة 2-3 سعفات من حول النخلة وفي مستوى الكتف - على أن يكون عدد السعف المأخوذ 60-70 سعفة.	السعفة الثالثة من قلب النخلة ويؤخذ منها 9 أزواج من الخوص ثلاثة من أعلى السعفة وثلاثة من منتصفها وثلاثة من قاعدتها عند بداية منطقة الأشواك 	أكتوبر- ديسمبر	النخيل
15-20 كرمة على أن تكون مأخوذة عشوائياً وممثلة لحالة النمو السائد وموزعة توزيعاً منتظماً داخل المساحة المطلوب تمثيلها ويؤخذ من كرمة 4-6 أوراق على نفس النسق - على أن يكون عدد الأوراق المأخوذة 80-100 ورقة	الورقة الثالثة والرابعة مكتملتا النمو 	منتصف موسم النمو	العنب
30-40 نباتاً موزعاً عشوائياً داخل المساحة التي تمثلها العينة ويؤخذ من كل نبات ورقة واحدة على أن تحتوي العينة الممثلة على 30-40 ورقة.	أحدث أوراق كاملة النمو 	منتصف موسم النمو	الفراولة

المراجع:

المراجع العربية:

- 1- إبراهيم عاطف محمد ومحمد نظيف حجاج (2000)، أساسيات زراعة وإنتاج وإنتاج الموز في مصر- منشأة المعارف- الإسكندرية جمهورية مصر العربية.
- 2- إبراهيم عاطف محمد 1998 أشجار الفاكهة، أساسيات زراعتها و رعايتها وإنتاجها في مصر- منشأة المعارف- الإسكندرية جمهورية.
- 3- عادل محمد غندور (2004)، أثر مستويات عناصر غذائية مختلفة على إنتاجية المانجو في الوادي الجديد أوراق ومحاضرات شخصية.
- 4- داود حسين داود وفاطمة عبد الرؤف أحمد 2017، تقانات زراعة الحمضيات وإنتاج الشتول المعتمدة الخالية من الأمراض – هيئة البحوث الزراعية –مركز بحوث المحاصيل البستانية.
- 5- داود حسين داود وفاطمة عبد الرؤف أحمد 2016 زراعة وإنتاج المانجو في السودان – هيئة البحوث الزراعية –مركز بحوث المحاصيل البستانية.
- 6- داود حسين داود وفاطمة عبد الرؤف أحمد 2015 أهم تقانات إنتاج التمور في السودان – هيئة البحوث الزراعية –مركز بحوث المحاصيل البستانية.
- 7- داود حسين داود وفاطمة عبد الرؤف أحمد 2005، أساسيات إنتاج الفاكهة في السودان -جامعة السودان المفتوحة.
- 8- د. عيد محمد أحمد زين الدين –مركز بحوث الصحراء-مركز التميز المصري للزراعة المحلية www.drc.gov.eg or www.ecesa.gov.eg

المراجع الإنجليزية:

- 1- Bharagava, B.S. and Chadha, K.L. (1988). Leaf nutrient guide for fruit and plantation crops. Fertilizer News 33, 21-29
- 2- Biswas, P.P., O.P. and Rajput, M.S. (1989) Characterization of mango orchards in relation to P-supplying capacity of soils. Journal of the Indian Society of Soil Sciences 37, 193-196
- 3- Biswas, P.P., O.P. and Rajput, M.S. (1987) Establishment of critical leaf nutrient concentration of mango cultivar Dasehari based on soil test. Journal of the Indian Society of Soil Sciences 35, 331-334
- 4- Chapman, H. D. (1967). Plant analysis values suggestive of nutrient status of selected crop. Soil testing and plant analysis part 2 plant Analysis. Soil sci. Soc. Amer. Inc.

- 5- Chapman, H. D. (1960). Leaf and soil analysis as guides for citrus fertilizer practices in southern California orchards. Calif. Agric. 14 (10), 13-14.
- 6- California Fertilizer Association. 1998. Western Fertilizer Handbook, second horticultural edition, Sacramento, CA. 362 p.
- 7- Chapman, H. D. and Pratt, P. F., 1961. Methods of Analysis for Soil, Plant and Waters., Division of Agriculture Science. University of California. USA
- 8- Dawoud H.D. & Fatima A. Ahmed. 1997 Effect of different levels of Nitrogen on growth rate, fruit quality and yield, of Dwarf Cavendish banana. Proposal submitted to the Crop husbandry committee, ARC- Released on [1997]
- 9- Dawoud H.D , & Fatima Abd El Raouf Ahmed Effect of Different Nitrogen sources on Barhi date palm growing under heavy alkaline soil Sudan Journal of Agricultural Research VOL., 27 (1)-2017
- 10- Dawoud H.D , Fatima Abd El Raouf Ahmed and Ahmed Ali Salih [2003] The effect of different rates of nitrogen fertilizer on Guava {*Psidium guajava* L} under New Halfa conditions. Proposal submitted to the crop husbandry committee. ARC- Released on [2003]
- 11- Dawoud H.D , & Fatima Abd El Raouf Ahmed 2019. Effect of foliar and soil fertilizers application on fruit quality, yield and nutrients uptake of mango (*Mangifera indica* L) under Khartoum conditions (Accepted in Sudan Journal of Agricultural Research: 2018)
- 12- Dawoud H.D , & Fatima Abd El Raouf Ahmed 2018 Effect of different levels of elemental sulphur fertilizer on the growth, fruit quality, yield, and nutrient levels in the leaves of Red blush grape fruit cultivar under southern Khartoum condition (Sudan Journal of Agricultural Research: VOL., 28, (1) 2018
- 13- Dawoud H.D , Fatima Abd El Raouf Ahmed. 2016, Effect of Nitrogen source on yield, fruit quality of Barhi date palm cultivar grown on heavy alkaline saline soil: Sudan Journal of Agricultural Research: 26 (1)(2016), 49-60
- 14- Dawoud H.D , Fatima Abd El Raouf Ahmed and Ahmed Ali Salih. 2008, Effect of different nitrogen rates on growth and yield of Guava (*Psidium guajava* L) at New Halfa. Sudan Journal of Agricultural Research VOL., 11, 2008

- 15- Dawoud H.D , Fatima Abd El Raouf Ahmed ,2017.Effect of different rates of potassium sulphate fertilizer on guava (Psidium guajava L)under Khartoum conditions- Sudan Journal of Agricultural Research: 2017 (27) (2) 125-130
- 16- Dawoud H.D , Fatima Abd El Raouf Ahmed and Ahmed Ali Salih 1997, Effect of different levels of Nitrogen on growth rate, fruit quality and yield, of Dwarf Cavendish banana. Proposal submitted to the crop husbandry committee. for release ARC- Released on 1997
- 17- Dawoud H.D , Fatima Abd El Raouf Ahmed Effect of different rates of Potassium sulfate fertilizer on Al–Beily Banana (Musa cavendishi L) under Khartoum Conditions(Accepted in Sudan Journal of Agricultural Research: 2018)
- 18- Dawoud H.D , Fatima Abd El Raouf Ahmed and Ahmed Ali Salih,1996. Effect of different nitrogen levels on bearing and none bearing trees of Foster grapefruit at New Halfa. Proposal submitted to the crop husbandry committee. ARC- Released on [1996]
- 19- Dawoud H.D , &Fatima Abd El Raouf Ahmed .
- 20- Dawoud H.D , Fatima Abd El Raouf Ahmed, 2018 Effect of different Citrus rootstocks on fruit quality, yield and nutrient up take of Red Blush grape fruit under Khartoum Conditions. Sudan Journal of Agricultural in VOL., 28, (1) 2018
- 21- Dawoud H.D , &Fatima Abd El Raouf Ahmed and Ahmed Ali Salih. 2003 , Effect of different levels of elemental Sulphur fertilizer on the growth rate, fruit quality, yield and nutrient levels in the leaves of Mishrig Wad Laggai date palm cultivar under Al Mukabrab condition. Proposal submitted to the crop husbandry committee. ARC- Released on 2003
- 22- Dawoud H.D , Fatima Abd El Raouf Ahmed 1996 Optimum time to apply chelated nutrients, to Foster grapefruit trees. Proposal submitted to the crop husbandry committee. ARC- Released on 1996
- 23- Dawoud H.D , &Fatima Abd El Raouf Ahmed and Ahmed Ali Salih, 1996. Optimum levels of Nitrogen on the growth rate, yield and fruit quality of two cultivars of Mishrig Wad Laggai and Mishrig Wad Khatiab date palm. Under New Halfa and Khartoum conditions Proposal submitted to the crop husbandry committee. ARC- Released on 1996
- 24- Dawoud H.D (1986) Seasonal Fluctuation in Nutrient Levels In leaves of fruit trees growing at Jabel Marra area - Annual report of New Halfa Research Station, season 1987/88.

- 25- Dawoud H.D & Fatima Abd El Raouf Ahmed. 2013 A note on micronutrients levels of some fruit trees in Khartoum State Sudan Journal of Agricultural Research VOL., 25-2015.137-144
- 26- Dawoud K.D. (1991). Response of Foster Grape fruit trees to mineral nutrition under Nursery and orchard conditions. M.Sc [Agric] Thesis university of Khartoum Sudan.
- 27- Dawoud H.D, Fatima A. Ahmed & A.A. Salih, (2003). Long term Nitrogen, Phosphorus and Potassium Fertilizer trial for mango, date palm, guava under Shambat conditions. Shambat annual report 2004
- 28- Dawoud H.D and Fatima A.A. (2004) Evaluation of Yield and Quality of some commercial fruit trees growing under Kassala condition Un published paper
- 29- Dawoud H.D & Fatima A. Ahmed, 2017, Response of Mango, Abu Samaka Cultivars to different rates of potassium sulphate fertilizer in Khartoum state Sudan Journal of Agricultural Research: 2017 (27) (2) 41-48
- 30- Dawoud H.D & Fatima A. Ahmed and Ahmed Ali Salih. 1999, Response of dwarf Cavendish banana to nitrogen fertilization on heavy clay soils. Sudan Journal of Agricultural Research VOL, 2, December 1999
- 31- Dawoud H.D & Fatima A. Ahmed, 2003 Effect of different levels of elemental Sulphur fertilizer on the growth rate, fruit quality, yield and nutrient levels in the leaves of Mishrig Wad Laggai date palm cultivar under Al Mukabrab condition Proposal submitted to the Crop husbandry committee. ARC- Released on [2003]
- 32- De Geus ,J.G.(1967). Fertilizer guide for tropical and subtropical farming. Center d Etude de l'Azote, Zurich
- 33- EL-Kanater guava tree. Bulletin of Faculty of Agriculture, Journal of Cairo University. 51(1): 73-84.
- 34- EL-Sherrif, A. A, Saeed, W. T. and Nouman, V. F. 2000, Effect of foliar application of potassium and Zinc on behavior of Balady mandarin. Jour. Amer. Soc. 95 (1), 81-85.
- 35- Fatima A. Ahmed (2010) Seasonal Fluctuation in Nutrient Levels of Bearing and Non-bearing Terminals in Mango Annual report of New Halfa Research Station, season 1987/88.

- 36- Fatima A.Ahmed (2008) Evaluation of Banana William's Clones (Musa Cavendish L.) Under Hot Arid Conditions of the Sudan. Ph.D. Thesis, U. of K.-Faculty of Agriculture
- 37- Forshey, C. G. (1969).Potassium nutrition of deciduous fruit. Science 4(1), 39-41.
- 38- Franco Tarifa, V.H. Durn Zuazo and D. Zahor(2007)). Rootstock Influence on Fruit Yield, Growth and Mineral Nutrition of Mango (Mangifera indica L. cv. 'Keitt') Granada), Spain) Europ.J.Hort.Sci., 71 (3). S. 102–108, 2006, ISSN 1611-4426. Verlag Eugen Ulmer KG, Stuttgart
- 39- Gasim A.A.,G.M.E El -Hassan and A.A.Khateeb (1986) Mineral Composition of Leaves of Four Date Palm cultivars in Relation to tree Age College of Agric.& Food Science,King Faisal University, Al-Hassa Saudi Arabia
- 40- Garg,V. and Khanduja,S.D. (1976) Nutritional status of some fruit trees grown on normal and alkali soils.Scientia Horticulturae,5,243-47
- 41- Havlin, J.L., Tisdale, S.L., Nelson, W.L., and Beaton, J.D.2005.Soil Fertility and Fertilizers, 5th Edition's.USA
- 42- Hewitt, C W. (1955).Leaf analysis as a guide to the nutrition of banana. Imp. Jour. Exp. Agr. 23, 11-16.
- 43- Inglese, P., G. Gullo, and L.S. Pace. 2002. Fruit growth and guava quality in relation to foliar nutrition and time of application. Acta Hort. 586: 507-509.
- 44- Jones, W. W. and Embleton, T. W. (1969).Potassium nutrition of subtropical fruits. Hort. Science 4(1), 37-38.
- 45- Jones, W. W. and Embleton, T. W. (1961). Leaf analysis as a guide to nitrogen fertilization of oranges. Calif. Agric. 15(1), 14.
- 46- Jones W;T Embleton , S. Boswell ; B. Goodall, and Barnhart, E.L. (1970) Nitrogen rate effect on lemon production quality and leaf nitrogen. Journal of the American Society of Horticultural sciences 95[1], 40 -49.
- 47- Jackson, M. L. 1958. Soil Chemical Analysis, Prentice-Hall, Inc. Englewood Cliffs, New Jersey.
- 48- Jabeen, M. and C.S. Tomar. 2008. Standardization of leaf position and sampling time for macronutrient estimation in walnut. Indian J. Agr.Sci. 78:531–533.

- 49- Katiyar P. N, Sing, J. P. and Singh, P. C. 2009. Effect of Potassium fertilizers and plant growth regulators on physico-chemical parameters and yield of guava (*Psidium guajava* L.) fruit cv. Allahabad Safeda. *Inter. J. Agri. Sci.* 5 (1): 173-174. 44.
- 50- Kumar J, Kumar, R., Rai, R. and Mishra, D. S. 2015. Response of 'Pant Prabhat' guava trees to foliar sprays of zinc, boron, calcium and potassium at different growth stages. *The Bioscan.* 10(2): 495-498.
- 51- Kraus, E.J. and H.R. Kraybill, 1981. *Vegetation and Reproduction with Reference to Tomato.* South African Science Publications, South Africa. Kumar,S.Nauriyal,J.P.(1979) Foliar sampling Technique in mango. *Punjab Horticultural Journal* 19, 10-15.
- 52- Kumar,S.Nauriyal,J.P.(1977) Nutritional studies on mango-tentative leaf analysis standards, *Indian Journal of Horticulture* 34,100-106
- 53- Kumar, M. and A.K. Singh. 2005. Standardization of leaf sampling technique in Bael. *Commun. Soil Sci. Plant Anal.* 36:2153–2164.
- 54- Minessy,F. A. Barakat, M.A. and Elazab, E. M. (1970). Eliminating P and K fertilizers from orchard fertilization programmes in the U. A. R. *The agricultural Magazine*, April (In Arabic).
- 55- Minessy,F. A. (1965). Effect of fertilizers on Dwarf Cavendish banana. *Alex. Jour. Agric. Res.* 13, 66-77.
- 56- Memon, M., N. Ahmad, A. Niaz and M.Y. Nadeem. 2004. Micronutrient status of soils and fruits orchards In: (Ed.): M. Memon, *Proceedings of Symposium on Plant-Nutrition Management for Horticultural Crops under Water-Stress Conditions*, organized by Soil Science Society of Pakistan, Agriculture Research Institute (ARI), Sariab, Quetta, and PSF on October 5-6, 2004 at ARI Sariab, Quetta, Balochistan. pp.88-94.
- 57- Naik, K.C. and M.M. Rao, 1943. Studies on blossom biology and pollination in mango. *Indian J. Hortic.*, 1: 107-107.
- 58- Osborne, R. E. and Hewit, C.w. (1963). The effect of the frequency of application of nitrogen, phosphate and potash fertilizers on Lacatan in Jamaica. *Trop. Agric. Tin* 40, 1-8.
- 59- Minessy,F. A. (1969). Effect of water table on mineral content, root and shoot growth yield and fruit quality in Washington navel orange
- 60- Pandey D. K, Pathak R. A. and Pathak, R. K. 1988. Studies on the foliar application of nutrients and plant growth regulators in Sardar guava

- (*Psidium guajava* L.), Effect on yield and fruit quality. *Indian J. Hort.* 45: 197-202
- 61- Pregl, E. (1945). *Quantitative Organic Micro Analysis* 4th Ed. Chundril, London.
- 62- Poncher, S., R. Rojas and E. Bornemisza, 1993. Seasonal variation of nutrients in mango (*Mangifera indica* L.) trees on three soils of dry pacific region of Costa Rica. *Macronutrients Agronomia Costarricense*, 17: 21-30.
- 63- Rajput C.B.S. and Singh, N.P., (1976). Leaf analysis and Potassium fertilization in guava. *Journal of Japanese Society for Horticultural Science*, 44, 355-9
- 64- Reuther W. and Smith, P. (1954). *Fruit Nutrition* (ed. Childers), Chapter 7, Somerst, press.
- 65- Sanyal D, Mitra SK (1990) Standardization of leaf sampling technique for mineral composition of guava (*Psidium guajava* L.) cv. Lucknow 49, *Ind. J. Hort.* 47(2): 154-158
- 66- Singh, N.P., and Rajput C.B.S. (1976). Leaf analysis and Potassium fertilization in guava. *Indian Journal of Horticulture*, 33, 152-5
- 67- Singh, M. and Singh, N. (1969). Effect of foliar application of potassium and micronutrients levels on growth and behavior of guava. *Indian PL. /physiol.* 20(1) : 56-62 and sodic soils
- 68- Singh, J. and Singh, M.P. (1969). Study on the effect of different levels of nitrogen and micronutrients on growth of flowering shoots of guava. *The Allahbad Farmer* 11[4], 271-274.
- 69- Sharma, N., H.S. Verma, and S.D. Sharma. 2005. Foliar sampling techniques and seasonal variation in leaf nutrient contents of kiwifruit. *Acta Hort.* 696:241-247.
- 70- Shannon, L. M. (1954), *Mineral contents of fruit plants*. *Fruit Nutrition* (ed. Childer), Chapter 18, Somerst press.
- 71- Shah, Z. and M.Z. Shah, M. Tarq, H. Rahman, J. Bakh, Amanulah and M. Shafi (2012) Survey of citrus orchards for micronutrients deficiency in Swat Valley of North Western Pakistan, *Pak. J. Bot.*, 44(2): 705-710, 2012.

- 72- Shah, Z. and K. Shahzad. 2008. Micronutrients status of apple orchards in Swat valley of North West Frontier Province of Pakistan. *Soil & Environment*, 27(1): 123-130
- 73- Smith, P.F. and Scudder, G.K., Jr (1951) Some studies of mineral deficiency symptoms in mango *Proceeding of the Florida state Horticultural society* 64, 243-248
- 74- Sharma R. K, Kumar, R. and Thakur, S.. 2005. Effect of foliar feeding of potassium, calcium and zinc on yield and quality of guava. *Indian J. Horti*, 48(4): 312-314.
- 75- Suryanarayana, V. and V.N.M. Rao, 1976. Studies on certain endogenous constituents of shoots in relation to flowering in mango. Changes in sugars and starch. *Orissa J. Hortic. Abstr.*, 45: 21-52.
- 76- Steel, R.G. and J.H. Torrie, 1980. *Principles and Procedures of Statistics: A Biometrical Approach*. 2nd Edn., McGraw Hill Book Co., New York, USA.
- 77- (SNHA.2016). Sudan national Horticulture administration and Statistical report, 2016
- 78- Sen, P.K., S.K. Sen and D. Guha, 1963. Carbohydrates and nitrogen contents of mango shoots in relation to fruit bud differentiation. *Indian Agric.*, 7: 133-138.
- Sergent, E., F. Leal and E. Casanova, 1993. Foliar NPK levels in mango (*Mangifera indica* L.). *Rev. Facultad Agronomia*, 19: 319-328.
- Tahir, F.M. Ibrahim and Karman Mamid. Seasonal variation in Nutrient Concentration of Bearing and Non- Bearing Terminals in Mango, (2003) Department of Horticulture, University of Agriculture, Faisal abad, Pakistan, *Asian Journal of Plant Science* 2(1):113-115, 2003
- 79- Toth, S.J., A.L. Prince, A. Wallace and S.D. Mikkelson, 1948. Rapid quantitative determination of eight mineral elements in plant tissue by a systematic procedure involving use of flame photometer. *Soil Sci.*, 66: 459-466. [Direct Link](#) |
- 80- Tingwa, P. O. (1970), Studies on the effect of nitrogen, phosphorus and potassium fertilizers on the growth and yield of banana under central Sudan conditions, MSc.thesis, Faculty of Agriculture, University of Khartoum.

- 81- Uchida R., and J. A. Silva eds. 2000 Recommended Plant Tissue Nutrient Levels for Some Vegetable, Fruit, and Ornamental Foliage and Flowering Plants in Hawaii
- 82- Veera, S. and V.M.N. Rao, 1977. Studies on certain endogenous constituents of shoots in relation to flowering in mango. Changes in dry, total carbohydrates, total nitrogen and C/N ratio. Orissa J. Hortic. Abstr., 5: 24-34.
- 83- Yoshida, S., D.A. Formo, J.H. Cock and K.A. Gomez, 1976. Laboratory Manual for Physiological Studies of Rice. 3rd Edn., Los Banos Publication, Laguna, Philippines, pp: 82.
- 84- Young, T. W. and Koo, R.C. (1969) Mineral composition of Florida mango leaves. Proceedings of the Florida State Horticultural Society, 82,324

الإعداد:

البروفيسور / داؤود حسن داؤود

– المنسق القومي لبحوث الفاكهة – هيئة البحوث الزراعية – جمهورية السودان

الإشراف الإداري والمتابعة:

الدكتور/ احمد عبد الولي السماوي - المشرف على إدارة البرامج الفنية

التدقيق اللغوي

الدكتورة / سعدية محمد شريف ابنعوف

المنظمة العربية للتنمية الزراعية

الخرطوم، جمهورية السودان، العمارات شارع 7

ص.ب: 474، الرمز البريدي 11111

هاتف: 83/ 249 183 472176، فاكس: 249 183 471202 +

E.mail: info@aoad.org website: http://www.aoad.org

