الباب الأول

العوامل المتعلقة بالتربة

Soil Factors

الفصل الأول

رطوبة التربة

Soil Moisture

قبل أن نتكلم عن الطرق التي بواسطتها يمكن للتقلبات المائية فى التربة أن تؤثر على نمو وإنتاجية المحاصيل النباتية، سوف نتكلم باختصار عن وظائف ودور الماء في حياة النبات.

وظائف الماء ودوره فى حياة النبات:

يستعمل النبات الماء في عديد من العمليات الحيوية والفسيولوجية ويكون إستعمال الماء كالآتى:

١ – يقوم الماء بدور المذيب، الناقل والموزع للغذاء والمواد الممتصة من التربة بواسطة جذور النبات إلى جميع أجزاء النبات ومن خلية إلى خلية أخرى خلال جسم النبات، وبالتالى فإن الماء يكون ٨٠ – ٩٠٪ بالوزن من خلايا النبات الفعالة والنشيطة.

٢ – يقوم الماء بدور المادة الخام التي تدخل في تغذية النبات (ماء + ثاني أكسيد الكربون). وله الدور الفعال والاساسى في بناء وتصنيع المواد الغذائية الكربوهيدراتية، وفي عملية التمثيل الكلوروفيلي، وفي جميع النباتات الخضراء، وبالتالي فان الماء يكون هو المؤسس الأصلي لهيدروجين واكسجين السكريات والنشا والتي تستعمل فيما بعد في التغذية، وكذلك فانهما يدخلان جزئياً في العمليات الكيماوية الضرورية الأخرى مثل عملية تحليل hydrolysis للمواد الغذائية المعقدة مثل الكربوهيدرات، البروتينات والدهون.

٣ – يعتبر الماء المادة الضرورية والأساسية للمحافظة على إنتفاخ الخلايا النباتية والمحافظة على توازن الضغط في الخلايا الحية، حيث أن هاتين العمليتين من الضرورة بمكان واساسيتان في نمو النبات.

٤ - يشجع الماء عملية النتح والتبخر في النبات. حيث أن فقد الماء خلال الاجزاء الهوائية للنبات يشجع وينظم نمو النبات، يعتبر فقد الماء عن طريق النتح طريقة لقياس نمو النبات وتجمع المادة الصلبة فيه.

إن التركيب الداخلي والشكل الخارجي للنبات يمكن أن يتغير كثيراً (Profoundly) عن طريق التغيرات في العلاقات المائية، إما بسبب رطوبة التربة أو بسبب الرطوبة الجوية في الهواء. إن الدراسة التفصيلية لهذه الاوضاع (التغيرات) يمكن أن تقودنا إلى مجال فسيولوجيا النبات والبيئة النباتية والذي ليس هو مجال حديثنا الآن، ولكن يجب أن يكون واضحاً أن زيادة أو قلة الماء لها تأثير كبير على تغذية النبات وعلى العمليات الفسيولوجية بحيث أنها تساعد على اظهار الاوضاع المرضية او تساعد في موت الخلايا، الأنسجة، الاعضاء أو النبات بأكمله.

التأثيرات العامة للتقلبات المائية في النبات:

إن المتطلبات الدائمة والمستمرة للماء من قبل المحاصيل النباتية تختلف كثيراً حسب نوع النبات وحسب البيئة التي ينمو فيها النبات. هناك أنواعاً نباتية تكون شديدة الحساسية للتقلبات في كمية الماء، وعلى العكس من ذلك هناك أنواعاً أخرى حساسيتها قليلة عند حدوث تلك التقلبات. هناك أنواعاً من النباتات تحتاج إلى الماء باستمرار (شراهة حب الماء) وهناك نباتات متوسطة من حيث حبها للماء وأخرى تعيش في المناطق الجافة مثل النباتات الصحراوية التي تعيش على ندى ورطوبة الجو.

وبالتالى وحسب ماذكر فان زيادة كمية الماء بالنسبة للنباتات غير المحبة كثيراً للماء تؤدي إلى حدوث أعراض مرضية، وعلى العكس من ذلك فان قلة الماء بالنسبة للنباتات شديدة الحب للماء يؤدي إلى حدوث اعراض مرضية. هذا من ناحية كمية الماء، إلا أن هناك تأثيراً آخر للماء وهو التوقيت غير المناسب لإضافة الماء للتربة، حيث أن اضافة الماء للنباتات في الوقت غير المناسب لها فسيولوجياً يؤدى إلى حدوث أعراض مرضية، والعكس صحيح.

يمكن القول باختصار أن سلامة النبات تتأثر بكمية الرطوبة التى يتزود بها النبات سواء عن طريق التربة أو عن طريق الجو (المطر، الندى) وإن الكمية الضرورية لنمو وتكشف النبات

(الوضع العادى Normal) تتأثر بواسطة عوامل بيئية مختلفة، مثل الحرارة، الرياح، أشعة الشمس والصفات الفيزيائية والكيميائية للتربة. يمكن القول أن تأثير نقص الماء يختلف حسب الحالات الآتية:

١ - النقص الحاد والمفاجيء للماء أو في حالات النقص الشديدة للماء والتي تستمر لمدة طويلة، تكون الاستجابة الأولية والملاحظة لهذه الحالة هو الذبول، تدلي او سقوط الاوراق والنموات الحديثة أو التفاف الأوراق وبقاؤها على النبات.

٢ - عندما يكون فقد الماء أسرع او اكثر من كمية الماء الممتصة بواسطة النبات من التربة، حيث أنه في هذه الحالة تنخفض حالة الانتفاخ في الخلايا (لأنه في الحالة الطبيعية تكون الخلايا في وضع مشدود او صلب) وتصبح رخوة ومترهلة. عندئذ يظهر مايسمى الذبول الفسيولوجي وهو ظاهرة واضحة وعلامة على شدة حر نهار الصيف، ولكن عندما يزود النبات بالماء تعود الخلايا للانتفاخ ثانية او عندما تنخفض الحرارة او عندما يقل النتح وبالتالي فانه في تلك الحالة يتوقف النمو مؤقتاً. إن التأثير الواضح والملاحظ لإنخفاض تزويد النبات بالماء هو ظاهرة توقف النمو والتقزم في النبات. عادة مايكون نقص الرطوبة في الحالات العادية مرتبطاً مع إرتفاع درجات الحرارة وزيادة شدة الكثافة الضوئية لأشعة الشمس.

إن زيادة توفر الماء للنبات يشجع النمو ويؤدى إلى تكون أنسجة عصارية وهذا يكون مغايراً للنمو الطبيعى للنبات حيث تكون الأنسجة أكثر صلابة عندما تزود بكمية مناسبة من الماء.

أولاً : نقص الرطوبة Effect of Moisture Defficiency

إذا حدث وأن حصل نقصاً في الرطوبة المتوفرة للنبات سواء عن طريق التربة (الجذور) أو عن طريق المجموع الخضري ولم يتم تزويد النبات برطوبة كافية لترجع الأوضاع إلى ماكانت عليه سابقاً فيظهر على النبات عدة أعراض منها:-

(١) الظمأ أو الجفاف Drought:

يظهر الظمأ كاستجابة للنبات على المجموع الخضري ويكون بشكل اصفرا ر واضح، احمرار أو تلونات أخرى تكون متبوعة بسقوط الأوراق في النباتات الخشبية. يظهر في النباتات التي تعاني من الظمأ مناطق بنية ميتة يمكن أن تظهر في المناطق التي بين العروق في الورقة، يظهر حلقة ملونة في مراكز تلك المناطق، يمكن أن تلتفح الاوراق او تحترق أجزاء من حوافها أو قممها. يجب أن لاننسى أن هناك عوامل أخرى مثل المواد السامة التي تؤثر داخلياً أو خارجياً وكذلك الكثافة الضوئية والحرارة يمكن أن تؤدي إلى اظهار أعراض قريبة أو مشابهة إلي حد ما لأعراض الظمأ في النباتات.

أما في حالة الأشجار الخشبية فإن تاثير الظمأ لايكون واضحاً بشكل تام في نفس الموسم الذي حدث فيه نقص الماء ولكن يمكن أن يتأخر تاثير الظمأ إلى الموسم اللاحق حيث تتكون نموات حديثة صغيرة وضعيفة ويظهر موت رجعي (موت القمم) في الأغصان ويؤدي إلى ظاهرة احتراق قمم الأغصان.

(٢) خفض كمية الغذاء المخزن في النبات

يتداخل نقص الرطوبة في العمليات الغذائية وفي عملية التمثيل الكلوروفيلي في النبات وهذا يؤدي إلى تقليل إنتاج وتخزين المواد الغذائية. وهناك أمثلة عديدة على ذلك منها:

أ) في حالة المحاصيل الجذرية والدرنية فإن الجذور والدرنات تبقى صغيرة.

ب) في حالة محاصيل الحبوب تبقى الحبوب صغيرة ومجعدة.

جـ) يظهر في ثمار الفواكه تبقعات وتشوهات أو تكون الثمار أصغر من حجمها الطبيعي أو تتجعد وتسقط قبل نضجها.

د) أما بالنسبة للنباتات العشبية أو شجيرات المشاتل التي كثيراً ما يتكرر عليها تقلبات نقص الماء، فإن هذه التقلبات تؤدي إلى إما موت النبات أو توقف نموه.

إذا مانمت بادرات النباتات الشعبية في رطوبة جوية عالية في الصوبات الزجاجية أو في المراقد الدافئة او في الاطارات الباردة فيظهر على النباتات صفات مميزة حيث تصبح طبقة الكيوتكل ضعيفة وجدر خلايا البشرة رقيقة والأنسجة بشكل عام ضعيفة. كل ذلك يجعل النبات لايستطيع أن يقاوم سرعة النتح في الهواء الجاف، وبالتالي فإن مثل هذه النباتات إذا مانقلت فجأة إلى الحقل، فمن الممكن أن تذبل فجأة وبسرعة وهذا يؤدي إلى موتها ولاسيما إذا تكسر أو تقطع المجموع الجذري لان هذا يزيد من الاضرار. وفي هذه الحالة يمكن تقليل أضرار فقد الرطوبة عن طريق النتح باتباع الطرق الآتية:

١ - تقسية النبات hardening وذلك عن طريق تعريضه تدريجياً إلى ظروف تقارب الظروف السائدة في الحقل، وهذا أفضل من تعريضها للتغيرات المفاجأة.

٢ - الاهتمام الكبير بالمجموع الجذري والعناية به لعدم احداث تقطيعات أثناء النقل.

٣ - ازالة القمم في المجموع الخضري أو تقليل الأوراق إلى أقل عدد ممكن وذلك لإحداث توازن بين فقد الماء بالنتح وإمتصاصه عن طريق الجذور حيث تكون الجذور في بداية نقل النبات ضعيفة وبطيئة إمتصاص الماء، ولكن بعد مدة تتثبت في التربة وتصبح قادرة على إمتصاص الماء الضروري واللازم للنبات.

٤ - وقاية النباتات المنقولة من أشعة الشمس المباشرة أو من الرياح القوية وذلك لتقليل عملية النتح حتى يصبح النبات قوياً ومتماسكاً في التربة.

إن كثيراً من النباتات التي تنقل من المشاتل إلى الأرض الدائمة (الحقل) أو إلى داخل البيوت حيث الهواء الجاف، تكون في البداية غير قادرة على تكييف نفسها مع الظروف الجديدة (خاصة النباتات الرهيفة النامية في الصوبات الزجاجية)، فهذه النباتات لاتلبث أن تذبل وتتساقط أوراقها وأخيراً تموت.

ثانياً: بعض تأثيرات زيادة الرطوبة Some Effects of Excess Moisture

إن التأثيرات الضارة للأراضي الغدقة بالماء سوف تشرح في موضوع تهوية التربة. لقد تبين أنه بالإضافة إلى ظاهرة الاصفرار والتحلل التي تظهر على النباتات وتكون مرتبطة بتزويد التربة بكميات كبيرة من الماء، هناك اضراراً كثيرة منها:

١ - نقص حاد في الانتاج. لقد إتجهت الانظار حديثاً إلى ملاحظة أن أي تأثير على النبات والذي يكون ناتجاً عن طرد الاكسجين من التربة او خفض التهوية في التربة نتيجة لقلة الاكسجين أو زيادة ثاني اكسيد الكربون الذي لايمكن حمله بعيداً، هذه الظروف تؤثر مباشرة على النبات او على الكائنات الحية الدقيقة في التربة. إن ذلك يقلل إنتاجية النبات مباشرة وذلك للضعف الشديد الذي يحدث للنبات او عن طريق غير مباشر حيث يخفض نشاط الكائنات الحية الدقيقة في التربة والتي يكون لها دوراً فعالاً في نمو بعض الأنواع النباتية وبالتالى يقل إنتاج النبات.

٢ - يصبح النبات اكثر قابلية للاصابة بالأمراض الطفيلية. لقد تبين أن تزويد التربة بكميات كبيرة من الماء يؤدي إلى حدوث نموات عصارية تكون أكثر قابلية للاصابة أو للغزو من قبل الكائنات الممرضة الطفيلية مثل البكتيريا والفطريات، عدا عن أن هذه النموات الغضة تكون أكثر حساسية للحرارة أو البرودة وهذا يمكن مشاهدته في سمطة الشمس في البطاطس sun scald of potato.

عندما تهطل الأمطار في ظروف جوية دافئة وتكون الرطوبة عالية حيث تنخفض كثيراً نسبة التبخر وتزداد كمية الماء في التربة، هذه الظروف اذا تبعها درجات حرارة عالية وأشعة شمس مباشرة عندئذٍ يحدث اضراراً كثيرة لأنسجة الاوراق المغمورة بالماء وكثيراً ماتتأثر فجأة وتموت.

٣ - حدوث لفحة للوريقات النباتية أو أجزاء من الوريقات النباتية. تبدو الوريقات ذات لون بني أو أصفر داكن، إن هذا العرض يُحدِث التباساً لكثير من الدارسين حيث يتداخل مع الأعراض الناتجة عن الاصابة بالفيروسات وخاصة مسببات اللفحات في الاجزاء الخضرية للنبات. ولكن يمكن تمييز هذا العرض والتأكد من أنه غير طفيلي وذلك بتخفيض كمية الرطوبة سواء على سطح النبات أو في التربة، عندئذٍ تعود النباتات وتعطي وريقات سليمة خالية من العرض المرضي.

٤ - تصبح جدر الخلايا النباتية هشة وضعيفة: تحدث تغيرات في بعض التركيبات في النباتات التي تكون معرضة لكميات كبيرة من الرطوبة، حيث يزداد نمو النبات وتصبح

النباتات رفيعة وهيفاء وطويلة والخلايا ذات جدر رقيقة وضعيفة لاتستطيع مقاومة الرياح أو مقاومة الكائنات المرضة الأخرى. وكذلك فإن زيادة الرطوبة تؤدي إلى تمزق الأعضاء اللحمية او أعضاء التخزين في النبات وتجعل الأنسجة الداخلية لهذه الاعضاء متلامسة مباشرة مع حبيبات التربة فيحدث لها تعفنات مختلفة نتيجة الاصابة بكائنات التربة المرضة أو المترممة احياناً . يظهر هذا في الجنور اللحمية، الدرنات، السيقان، أو الثمار وتكون هذه الظاهرة اكثر وضوحاً في التشققات التي تحدث في جنور الجزر، Kohl - rabi، البنجر، اللفت وحتى في سيقان النباتات العشبية.

أما في درنات البطاطس فيحدث داخل الدرنة تمزق داخلي ويظهر قلب الدرنة مجوفاً وهذا مايسمى بالقلب الأجوف في البطاطس Hollow heart. تحدث الفجوة داخل الدرنة وفي مركزها وتكون الفجوة أحياناً محاطة بنسيج بني، وهذا اللون يكون نتيجة لاكسدة الأنسجة المحيطة بالفجوة. يظهر القلب الأجوف كثيراً في البطاطس التي تكون قد نمت تحت ظروف عالية من الرطوبة الأرضية سواء كانت هذه الرطوبة ناتجة عن زيادة الامطار او عن تكرار مرات الري في الحقل.

كذلك يحدث تمزق لجدر الثمار الناضجة وذات الجدر الرقيقة مثل الكرز، البرقوق، الطماطم، التين، عندما تسقط الامطار بغزارة بعد فترة جفاف طويلة تمر فيها هذه النباتات، وهذا يكون واضحاً في نهاية موسم النضج إذا تأخر جمع الثمار وسقطت الامطار. هذه الظاهرة لايمكن التحكم بها إذا كانت زيادة الرطوبة ناتجة عن الامطار، إلا بجمع الثمار مبكراً، اما إذا كانت زيادة الرطوبة عن طريق الري فيمكن التحكم بها تماماً ولاتظهر إذا كان المزارعون يعرفون مواعيد الري ومدته وضرورة التوقف عنه عند نضج الثمار.

٥ – حدوث ظاهرة الاستسقاء Oedema: يظهر على النباتات التي تخضع لكميات كبيرة من الرطوبة إتساعات في نمو الاعضاء تأخذ شكل العقد أو البثرات وغالباً ماتكون هذه الاتساعات واضحة على الاعضاء المختلفة مثل السيقان، الاوراق او الثمار، حيث تتجمع الخلايا المتسعة مع بعضها البعض مؤدية إلى تكوين مايعرف بالانتفاخ Intumescenc-es، بينما إذا إزداد الاتساع والانتفاخ يحدث تغير في التركيب الداخلي لهذه الأنسجة

وتكبر كثيراً وتشكل مايعرف بالمرض المعروف بالاستسقاء Dropsy or Oedema. إن مثل هذه الاضطرابات قد حدثت في الطماطم ووصفت بالتفصيل في اوائل القرن الحالي، ثبت أن المرض ناتج عن كثرة الماء ولم تستبعد أهمية إنخفاض كمية الضوء وعدم توفر الحرارة المناسبة للنبات كعوامل مساعدة في حدوث المرض.

ظهرت عدة نظريات تحاول تفسير ظاهرة الاستسقاء او الانتفاخ او الانحرافات عن النموات الطبيعية في النبات نتيجة زيادة الرطوبة، هذه النظريات متوفرة ومذكورة باسهاب في كتب فسيولوجيا النبات. ولكن الذي يهمنا هنا في هذا الكتاب ويكفي بالغرض هو التوضيح الاتي:

يحدث إضطرابات في تغذية الخلايا ونتيجة لذلك يتكون جدر خلوية ضعيفة نسبياً بينما تصبح الخلايا متخمة بالعصارة الخلوية وتنتفخ ويصبح حجمها عدة أضعاف الحجم الطبيعي لها. ولقد امكن احداث الانتفاخ صناعياً بالتجارب وذلك عن طريق استعمال مواد كيماوية حاثة على الانتفاخ او عن طريق تنبيه الخلايا ميكانيكياً. إن ظاهرة تمزق او تثقب الاوراق، والتي تكون فيها الاوراق ممزقة طولياً او كثيرة الثقوب والفتحات غير المنتظمة، هذه الظاهرة تكون مرتبطة بتكوين التضخم من منطقة نشأت العضو النباتي. كذلك من أعراض الاستسقاء التي تظهر على النباتات هو تكوين عُديسات متطاولة في البطاطس او على الأجزاء النباتية تحت سطح التربة كنتيجة لزيادة رطوبة التربة، هي أيضاً مشابهة لتكوين الانتفاخ. إن مايسمى بمرض سفعة الشمس Tan disease مرتبطاً إلى حد ما مع زيادة نسبة الرطوبة فى التربة مع توفر أشعة الشمس المباشرة على الجزء النباتي. وكذلك فإن لحاء الجذور او الاجزاء الهوائية يصبح منتفخاً إلى حد ما في اماكن محددة او يكون الانتفاخ على شكل بطش متطاولة وتنقشر الطبقة الخارجية من الفلين او يحدث فيها تشققات واسعة، ويمكن أن يظهر على السطح تحت البثرات حبيبات بيضاء او حتى تأخذ المظهر الصوفي بسبب كثرة اعداد الخلايا المتسعة والمفككة والتي سوف تصبح فيما بعد متطاولة إلى حد ما. تموت هذه الخلايا المفككة وعند حدوث ظروف الجفاف تأخذ هذه الخلايا شكل بقع جافة صفراء محمرة او صفراء بنية او شكل مسحوق بني والذي يمكن أن يزال بسهولة من على سطح النبات (سطح الخشب).

يمكن إظهار أعراض زيادة الرطوبة على التفاح صناعياً وذلك باستعمال اي طريقة تقلل او تمنع النتح مع زيادة الرطوبة في التربة وزيادة نشاط الجذور. يمكن أن يتكون خلايا مشابهة وتكون مسئولة عن المظهر الصوفي الذي يتكون في مركز الثمرة في بعض أنواع ثمار التفاح والذي يسمى التخطيط الصوفي Wooly streaks. هناك أنواعاً معينة من التفاح أكثر حساسية لزيادة الرطوبة واكثر قابلية لاظهار مثل هذه الاعراض.

٦ – تساقط الاوراق والازهار والثمار: يمكن أن تتساقط الاوراق والازهار والثمار وأحياناً تتساقط الأفرع الصغيرة نتيجة لعدم إنتظام توفر الرطوبة مما يؤدي إلى الاضطرابات الفسيولوجية التي تحدث في النبات. وهذا يحدث نتيجة النقص الشديد والمفاجيء في الرطوبة او نتيجة عدم إنتظام توفر الرطوبة للنبات حيث تزداد كميات المياه فترة ثم تنقطع مباشرة أو العكس ويتداخل مع ذلك الاضطرابات الغذائية حيث تلعب دوراً في زيادة تلك الظاهرة. إن ظاهرة تساقط الثمار في شهر يونيو والتي تسمى June drop وكذلك تساقط ثمار العنب او فشل ازهار العنب في العقد او تناثر الازهار قبل العقد، تساقط ازهار الطماطم وكؤوس او جوزات القطن، كل هذه الاعراض يمكن أن تعزى إلى التقلبات المائية في التربة، ومع ذلك هناك عوامل أخرى كثيرة تساعد في زيادة هذه الظواهر مثل الرياح القوية الجافة، ارتفاع الحرارة او طول الفترة التي تكون فيها الرطوبة الجوية عالية وقت التزهير.

٧ – إنخفاض نسبة تلقيح الأزهار: هناك تأثيرات جانبية وغير مباشرة لزيادة الرطوبة الجوية والامطار،حيث أن هذه الامطار الغزيرة تغسل معها حبوب اللقاح وتسقطها على التربة. كذلك فإن الامطار الغزيرة تحد من نشاط الحشرات الملقحة وخاصة عندما تكون الازهار في وقت تفتح المياسم واستعدادها لاستقبال حبوب اللقاح. عدا عن ذلك فان غزارة الامطار يمكن أن تسبب غسيل المياسم الزهرية وبالتالى تزيل الافرازات اللزجة التي يفرزها الميسم لالتقاط حبوب اللقاح وتساعدها على الانبات.

وفيما يلى أهم الأمراض التى تتسبب عن التقلبات المائية غير المناسبة في التربة.

الأمراض التى تسببها التقلبات المائية غير المناسبة فى التربة

١ - مرض النقرة المرة Bitter Pit Disease

يعتبر هذا المرض من امراض التفاح والذي يعتبر من أكثر أمراض التبقع وضوحاً في أعراضه. ينشأ المرض نتيجة للاضطرابات المائية ويكون على شكل بقع دائرية غائرة وغير منتظمة إلى حد ما على سطح الثمرة (شكل رقم ١) وأيضاً تكون متصلة بمناطق داخلية ميتة متحللة وتسمى هذه الظاهرة بشكل عام النقرة المرة. وصفت هذه الظاهرة منذ مدة طويلة تحت اسماء كثيرة شائعة، مثل تبقع الثمار، البقعة البنية في التفاح، تبقع التفاح، بقعة بولدن Baldwin spot، الثمرة المرة وأسماء أخرى كثيرة باللغة الفرنسية والالمانية.

لمحة تاريخية والتوزيع الجغرافي للمرض:

كانت اول ملاحظة لهذا المرض في المانيا في نهاية القرن الثامن عشر وأعطي المرض اسم Stippen وبقي هذا الاسم شائعاً لغاية آخر القرن التاسع عشر حيث استبدل الاسم وسمي Fruit spot، أما في أمريكا فان أول اسم أعطي للمرض كان Spotted apples. أما في بريطانيا فكان أول تقرير عن المرض سنة ١٩٠٥ ووصف المرض تحت اسم The apple brown spot. وبعد الدراسات المستمرة على المرض في امريكا خاصة في منطقة New South Wales أعطي المرض اسم Bitter Pit واستمر هذا الأسم شائعاً ومستعملاً حتى الآن.

أجريت دراسات عديدة على المرض في كل من جنوب أفريقيا واستراليا إبتداءً من سنة ١٩١١ وكانت تعقد مؤتمرات كثيرة لجمعيات منتجي الفاكهة والمزارعين في استراليا لمعرفة طرق تفادي حدوث هذا المرض وكانت هذه المؤتمرات مدعومة من قبل الحكومة الفدرالية حيث كانت الحكومة تشجع أي باحث يقوم بدراسة مرض النقرة المرة في التفاح، كان هذا التشجيع فاتحة عهد كبير لدراسة هذا المرض بتوسع كبير، وإبتداءً من سنة ١٩١٦ ظهرت تقارير عديدة عن هذا المرض وأصبح معروفاً للجميع.

من المؤكد أن المرض ظهر في أوروبا بمدة طويلة قبل أن يجلب إنتباه الباحثين او يوضع له اي اسم ولكن الآن فان مرض النقرة المرة يعرف بأنه مرض التفاح حيثما زرع. وعلى أية حال فإن المرض غير سائد إلى حد ما في جميع المناطقالتى تزرع التفاح تجارياً ولكنه أكثر إنتشاراً وشدة في الزراعات الصغيرة والمحلية وفي تلك المناطق التي يحدث فيها تغيرات كبيرة في العلاقات المائية في التربة أو يكون هناك فرصة كبيرة لحدوث مثل تلك الاضطرابات وتؤثر على نمو النبات، وبالتالي فإن مرض النقرة المرة من أكثر الأمراض المتعلقة بالمناطق المروية حيث تكون الظروف الطبيعية نصف جافة وحيث يحدث تغيرات كبيرة في تزويد الأشجار بالماء. وحتى تحت الظروف العادية فإنه في بعض المناطق تكون ظروف التربة أو المناخ مناسبة لحدوث هذا المرض. هناك مَثَل يُقال في امريكا هو أن زراعة التفاح في المناطق التي لاترغب الطبيعة بوجوده نامياً فيها فإن كمية المرض تزيد وهذا من المحتمل أن يفسر لماذا ينتشر المرض بشدة في بعض المناطق في أمريكا واستراليا.

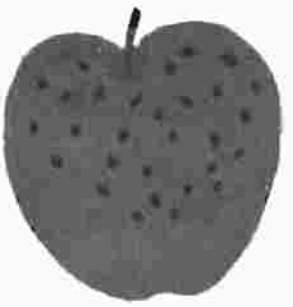
الاعراض :

يعتبر مرض النقرة المرة من الأمراض المقصورة والمحدودة على الثمار. يمكن أن يكون المرض شديداً جداً على الأشجار التي تبدو في ريعان الشباب وسليمة تماماً حيث تكون ذات نموات قوية وتفرعات غزيرة. لايظهر أية أعراض للمرض إلا بعد أن تصل الثمرة في نموها إلى منتصف حجمها الطبيعي وبشكل عام لاتكون الأعراض واضحة ومميزة إلا بعد أن تصل الثمرة طور النضج. في حالات كثيرة لاتظهر الاعراض على الثمار قبل الجمع ولكنها تصبح واضحة جداً بعد الجمع وخاصة أثناء الفترة الأولى من التخزين.

تكون أولى الأعراض الظاهرية للمرض عبارة عن ظهور بقع ملونة على جلد الثمرة أغمق من اللون الأحمر فى الثمار الحمراء وأكثر إخضراراً فى الثمار الخضار والصفراء. لا تكون هذه البقع غائرة فى البداية ولكنها لا تلبث أن تصبح غائرة الى حد ما وتتخذ المظهر والصفات النموذجية لمرض البقعة المرة (شكل رقم ١). تكون البقع دائرية الى حد ما وتختلف فى حجمها من بثرات صغيرة الى بقع ذات نصف قطر حوالى ١/٤ إنش أو أكثر وتظهر على شكل إنبعاجات فى الجلد. لا تكون البقع مقصورة على جزء معين من الثمرة وإنما تكون منتشرة

على جميع أجزاء الثمرة، ولكن على الأرجح فانها تفضل منطقة الطرف الكأسي فى الثمرة وتكون أكثر أنتشاراً هناك. حتى فى حالات الأصابة الشديدة تكون البقع بعيدة عن منطقة إتصال الثمرة بالساق. يمكن أن يتم الالتحام بين نقرتين متجاورتين ويؤدى هذا الالتحام الى ظهور بقع أكبر وأقل انتظاماً. يحدث تلون لجلد الثمرة فى منطقة البقعة بحيث يصبح أغمق منه فى اللون العادى، وهذا التغير يحدث فى بداية ظهور البقع ويستمر لمدة قصيرة ثم لا يلبث أن يصبح لون جلد الثمرة فى المنطقة الغائرة بنياً نتيجة لموت الخلايا السطحية والأنسجة اللحمية المبطنة لهذه المنطقة. يبقى جلد الثمرة فى المنطقة الغائرة متماسكاً ولا يحدث له أى تشققات لو كسور طيلة فترة المرض.

إذا ما قطعت الثمرة المصابة الى نصفين، عادة ما يلاحظ وجود مجموعات داخلية أو كتل من الخلايا اللبية الميتة وهذه المجموعات لا تظهر أى أتصال مع النقر الخارجية بالرغم من أنها تكون تحت النقر الخارجية مباشرة. غالباً ما تكون المناطق الداخلية الميتة عديدة ومنتشرة فى المنطقة المحيطية من الثمرة تحت الجلد، ولكن يمكن أن تظهر فى أى مكان آخر خارج جدار قلب الثمرة. لقد لوحظ كثيراً أن الثمار التي تظهر عليها علامات خارجية للمرض تكون قد أظهرت العلامات الداخلية فى نفس الوقت أو بعدها بقليل وهذا يمكن اكتشافه عن طريق قطع الثمار التي ظهر عليها الأعراض الخارجية بنسبة عالية. يمكن القول بأنه يمكن أن تظهر الأعراض الخارجية بكثرة وبشدة على سطح الثمرة فى حين تكون الأعراض الداخلية قليلة جداً وغير متناسبة مع الأعراض الخارجية. يمكن أن يكون العكس تماماً حيث تظهر أعراض داخلية كثيرة وتكون الأعراض الخارجية قليلة أو يكون العرضان متساويان داخلياً وخارجياً.



شكل رقم ١: اعراض مرض النقرة المرة فى التفاح.

لايحدث للثمار المصابة أية تحطيم او تحلل، إلا أنها تكون سيئة النوعية وذات مظهر رديء وكذلك فإن المرض يخفض من نوعية ودرجة المعلبات التي تصنع من التفاح المصاب، وهذا يؤدي إلى خفض القيمة التسويقية لهذه المعلبات في المناطق التي تهتم بمنتجات التفاح.

يكون لب الثمرة في المنطقة الواقعة تحت النقرة المرة أو تحت البقع الميتة البنية الداخلية جافاً او فليني او إسفنجي إلى حد ما وهذه صفة مميزة للمرض، أما الكتل الميتة البنية فإنها تصبح أغمق لوناً. أما النسيج الواقع مابين الكتلة البنية الداخلية وجلد النقرة الخارجية فيكون ذو طعم يتراوح من المر البسيط إلى شديد المرارة، وهذه الصفة التي إرتبطت بالمرض وإشتق اسمه منها. ولقد وافق العلماء على إستمرار هذا الأسم لأنه مناسب لهذه الصفة.

هناك بعض الأمراض غير الطفيلية والأمراض الطفيلية تظهر على التفاح تكون قريبة الشبه لمرض النقرة المرة، ولكن مرض النقرة المرة يكون سهل التمييز وواضح ولايحدث التباس مع غيره من الأمراض، حيث أن البقع التي تظهر على سطح الثمرة تكون على شكل البثرات التي تبقى على وجه الإنسان الذي كان قد أصيب بمرض الجدري، لذلك فإنه يسمى في الكتب القديمة بجدري التفاح إلا أن هذه الأسماء ألغيت نهائياً.

يكون محصول التفاح الذي يظهر عليه أعراض مرض النقرة المرة اكثر قابلية للفساد خلال فترة التخزين حتى لو توفرت جميع الشروط الملائمة في المخزن، وهذا يقلل من فترة التخزين. كذلك فإن فطريات العفن تجد في ثمار التفاح المصابة مجالاً جيداً لتثبت نفسها فيها وتخترق الثمرة عن طريق النقر في حين أن الثمار السليمة لاتهاجم من قبل هذه الفطريات الغازية.

لايوجد احصاءات متوفرة عن نسبة الخسائر المتسببة عن هذا المرض، مع أنه عالمي الإنتشار وذو أهمية كبيرة في الصناعات الغذائية التي تعتمد على التفاح.

الظروف المناسبة للمرض:

مع أن مرض النقرة المرة يتصف بأعراض قريبة الشبه أو مشابهة إلى حد ما ببعض الأمراض الطفيلية، إلا أنه ثبت بالدليل القاطع أنه لايوجد اي كائن حي دقيق ممرض مرافق

لتلك الاعراض ويسبب المرض ولايوجد اي كائن حي دقيق قادراً على احداث تلك الاعراض واحداث المرض، ونتيجة الأبحاث المستمرة على هذا المرض، ثبت أن مرض النقرة المرة هو مرض غير طفيلي يكون مرافقاً بشكل تام لنقص عنصر الكالسيوم ومرتبطا مع الاضطرابات المائية في التربة. كذلك فإن المرض يمكن أن يحدث حتى لو كان هناك كمية كافية من الكالسيوم، إذا كانت نسبة المغنيسيوم أو البوتاسيوم إلى الكالسيوم عالية جداً او كانت كمية النيتروجين منخفضة. ولقد ذكر أن حدوث مرض النقرة المرة له علاقة بانخفاض مستوى الكالسيوم في الثمره. كذلك وجد أن المرض يكون مصاحباً لارتفاع مستويات البوتاسيوم والتي تقلل من امتصاص الكالسيوم. يعتبر المرض أكثر أهمية في الأراضي ذات المستوى المنخفض من الكالسيوم المتوفر للنبات كما في جنوب أفريقيا واستراليا حيث أن جميع الاصناف حساسة للمرض.

أجريت دراسات فسيولوجية كثيرة وظهرت نظريات عديدة تفسر دور التقلبات المائية في احداث المرض. من اكثر هذه النظريات القديمة إنتشاراً في تفسير حدوث المرض هي نظرية السمية Poison Theory. لقد كانت هذه النظرية تقترح أن إمتصاص مركبات الارسينات او أي مركبات سامة أخرى منتشرة في الهواء عن طريق جلد ثمرة التفاح كانت هي المسئولة عن قتل مجموعات من الخلايا في تجمعات متناثرة. ثم تطورت هذه النظرية وتوصلت إلى أن المواد السامة هي المسئولة عن قتل الخلايا التي إمتصتها عن طريق المجموع الجذري وإنتشرت خلال القنوات الطبيعية في النبات. بقيت هذه النظرية دون منافسة إلا أنها لم تلبث أن هوجمت من قبل كثير من الباحثين.

بالرغم من أن جميع الآراء متفقة على أن مرض النقرة المرة متسبب عن الاضطرابات المائية إلا أنه لم يكن هناك إجماعاً على كيفية الطريقة التي بها تُحدث هذه الاضطرابات تلك المرض. يمكن تفسير هذه الظاهرة اعتماداً على تركيب ووظيفة أنسجة الثمرة الطبيعية. وحيث أن الثمرة بالإضافة إلى الأوراق يوجد فيها حزم وعائية خيطية يمر خلالها الماء والمواد المعدنية وإن هذه الأوعية تدخل الثمرة عن طريق الحامل الثمري وتنتشر خلال لب الثمرة وإن اعداداً كثيرة من هذه الأوعية تنتهي في الجزء المحيطي من الثمرة عند القشرة. إن الخلايا الموجودة في لب الثمرة والتي تحتل الأماكن التي بين الاوعية الصغيرة (الشبكية) تكون محاطة بطبقة

من مادة السوبرين وبشرة غير منفذة تقريباً ولكن يوجد عديسات والتي عن طريقها يتم التبادل الغازي وإنطلاق الأبخرة المائية خلال عملية النتح. إن الماء والمواد المعدنية المأخوذة من التربة، وكذلك المواد الكربوهيدراتية المصنعة في الأوراق (بواسطة المادة الخضراء) تحمل إلى ثمرة التفاح وتتوزع في الخلايا اللبية. تكون المادة الكربوهيدراتية في ثمرة التفاح التي في طور النمو، غالباً على شكل نشا، ولكن عندما تنضج الثمرة ينقلب هذا النشا ويتحول إلى سكر. خلال فترة نمو الثمرة تكون عملية النتح على أشدها وتكون الخلايا نشيطة في ذلك وبالتالي ينطلق كميات كبيرة من الماء وتمر خلال العديسات تماماً كما يحدث عندما تفقد الأوراق الماء عن طريق الثغور. وكما هو معروف فان عملية النتح ليست عملية تبخر للماء بسيطة، ولكنها عملية فسيولوجية تتأثر بكمية الماء التي يتزود بها النبات عن طريق الجذور، الرطوبة النسبية في الهواء، حركة الرياح، درجة الحرارة، الضوء، الخ. هناك أدلة كثيرة توضح أن أنسجة الثمار التي هي في طور النمو تكون أكثر حساسية لقلة الماء المزودة به بحيث يمكن أن تعاني من أضرار الجفاف وتظهر عليها بقع الجفاف أو البقع الميتة والمتحللة في الوقت الذي لايكون هناك أية علامات أو آثار لتأثير الجفاف على المجموع الخضري.

إن الضغط العالي للعصارة في الأوراق يجعل من الممكن استرجاع الماء من الثمار إلى الأوراق في حالة الظروف التي فيها يعاني النبات من نقص الماء. إذا فحصت مجموعة الخلايا الميتة في مرض النقرة المرة فإنه دائماً يتبين أن هذه الخلايا دائماً مرتبطة تماماً بتفرعات معينة للحزم الوعائية. إذا ما فحصت الخلايا كل على حدة فإنه يلاحظ أن الخلية بنية اللون خالية من العصارة، منهارة إلى حد ما ولكنها تبدو في مظهرها غير ممزقة أو منفجرة وتحتوي على حبيبات نشا والتي لم تنقلب بعد إلى سكر. إن الضغط الناشيء عن هذه الحبيبات النشوية في الخلايا المريضة قد أعتمد عليه في الدلالة على أن التغيرات التي ينتج عنها الضرر تحدث قبل دخول الثمرة في طور عمليات النضج أو قبل أن يتم طور نضج الثمرة. لقد ثبت بوضوح أن البقع الناشئة من مرض النقرة المرة والتي تظهر بوضوح على الثمرة بعد التخزين تكون دائماً قد إبتدأت اصلاً عندما كانت الثمرة لاتزال على الشجرة، اي أن التخزين لم يكن سبباً في تكوين بقع جديدة وإنما البقع تكون قد إبتدأت في الحقل وحصل لها تطورات وزيادة وضوح أثناء التخزين.

يجب أن يؤخذ بعين الاعتبار أن أضرار الجفاف التي تظهر على المجموع الخضري في النبات، تكون اول الأنسجة المتأثرة بذلك إما في اطراف الورقة او في نهايات العروق الصغيرة من شبكة العروق في التوزيع الشبكي للعروق في الورقة، وبكلمة أدق في نهايات الأوعية الموصلة للماء. هذا السلوك يشابه تماماً مايحدث في مرض النقرة المرة حيث تظهر البقع في نهايات عروق الحزم الوعائية الموصلة للماء في سطح جلد الثمرة.

هناك خمسة نظريات تحاول كل منها توضيح الطريقة التي بها تُقتل وتجف الخلايا المتأثرة نتيجة التقلبات المائية في التربة.

(١) نظرية الخلية الممزقة The Ruptured- cell Theory

عندما يكون هناك إندفاعاً كثيراً من العصارة ونشاطاً في النبات يتبعه ظروف جافة فإن أطراف شبكة العروق والتي تكون موجودة في المحيط الخارجي لثمرة التفاح، سرعان ماتنتفخ هذه الخلايا وتكون على شكل نتوءات موضعية على الثمرة يحدث في هذه الانتفاخات ضغطاً كافياً لتمزيق الغلاف المحيط باطراف هذه العروق وكذلك تنفجر جدر الخلايا اللبية في هذه المواقع وفي هذه الحالة يكون موت الخلايا مؤكداً وحقيقة.

يمكن القول باختصار أن سرعة التغير بين الظروف الجافة والظروف الرطبة عندما يكون مصحوباً بتقلبات في درجة الحرارة خلال مراحل نمو الثمرة مثل تلك الاوضاع التي تسبب نشاطاً في الامتصاص بواسطة الجهاز الجذري في تربة دافئة، بينما يقف او ينخفض النتح أثناء درجات الحرارة الليلية المنخفضة، كل هذه الاوضاع هي السبب المباشر في تشجيع حدوث مرض النقرة المرة.

(٢) نظرية الخلية المسحوقة The crushed- Cell Theory

تعتبر هذه النظرية أن الخلايا في منطقة ظهور الأعراض تكون قد قتلت عن طريق سحقها وتحطيمها بواسطة خلايا جلد الثمرة المجاورة لها.

تفسر هذه النظرية ظهور أعراض مرض النقرة المرة كما يلي: نتيجة التقلبات المائية سواء في التربة او في الرطوبة الجوية والذي يكون متبوعاً باختلاف كبير في درجات الحرارة بين

الليل والنهار، هذا يؤدي إلى حدوث تغيرات فسيولوجية كبيرة في وظائف الخلية والانزيمات إلى حد ما، ومن أهم تلك التغيرات الفسيولوجية هو حدوث إندفاعاً مفاجئاً في عصارة ثمار التفاح ويحدث نشاط أنزيمي كبير في بعض الخلايا بحيث ينقلب ماتحتويه الخلية من نشا إلى سكر وبالتالى تنتفخ هذه الخلايا نتيجة لتوارد الماء إليها ويزداد حجمها إلى حد كبير وبسرعة اكثر من تلك الخلايا التي لايزال محتواها بقي على شكل نشا. إن سرعة ازدياد حجم الخلايا يقاوم بجلد الثمرة وبالتالى فانه نتيجة ضغط جلد الثمرة تتحطم هذه الخلايا.

وباختصار يمكن القول بأن هذه النظرية في تفسيرها لمرض النقرة المرة تتفق مع كثير من التقارير التي ذكرت العوامل المؤدية إلى حدوث المرض ولكنها تتعارض مع النظرية الأولى في عدة نقاط منها:

١ – النقرة تظهر غائرة على سطح جلد الثمرة.

٢ – لا يظهر اي تكسر او تشقق في جلد الثمرة في منطقة النقرة.

٣ – استمرار الحزم الوعائية عادية خلال البقع بجانب وجود نشا في خلايا النقرة.

٤ – عدم احتمالية توفر قوة كافية من السليلوز في الجدار بحيث أنها تحطم الخلايا المنتفخة.

واعتماداً على مفهوم هذه النظرية يمكن القول بأن المناعة او المقاومة لمرض النقرة المرة يمكن أن تكون بسبب إنتظام تحول النشا إلى سكر في خلايا ثمرة التفاح.

(٣) نظرية الخلية الجوعى The Starved- Cell Theory

يعتمد ملخص مضمون هذه النظرية على أنه نظراً لتقلبات المائية ونقص الماء المتكرر فان مجموعات معينة من الخلايا تفشل في الحصول على مايكفيها من المغذيات المعدنية وبالتالي تموت من الجوع. هذا يمكن أن يوضح حدوث المرض خلال الفصول شديدة الجفاف ولكنه لا يستطيع أن يوضح حدوث المرض بشكل شديد على الأشجار القوية. إن هذه النظرية لم تقدم الدليل الكافي لحدوث المرض على الأشجار النامية بقوة والحديثة السن.

(٤) نظرية العصارة الخلوية المركز

The Concentrated Cell- sap Theory

في مرض النقرة المرة، فان الخلايا اللبية تنهار ويتكون بثرات بنية في لب الثمرة تحتوي على نسبة من الماء أقل من تلك الموجودة في الأنسجة المجاورة. وبسبب إنخفاض نسبة الماء في هذه الخلايا يزداد تركيز الاحماض والمواد الصلبة الذائبة في عصارة الخلية ويزداد التركيز بحيث يصل إلى درجة يكون فيها موت الخلايا محتماً. وبالتالى فان تركيز عصارة الخلية في جميع الاحتمالات هو السبب المباشر والذي يعمل مباشرة على البروتوبلازم، ويجب أن لايغيب عن الخاطر أن تركيز العصارة يزداد كلما قل تزويد النبات بالماء بالإضافة إلى زيادة النتح.

تساهم هذه النظرية بقليل من الآراء في تفسير ظهور أعراض مرض النقرة المرة، إلا أنها أستبعدت بواسطة كثير من الباحثين.

(٥) نظرية البلزمة الخلوية The Plasmolyzed cell- Tho.

تعتمد هذه النظرية على كثير من النقاط المذكورة في نظرية سحق الخلايا، وتعتمد على كثير من تفسيراتها. واعتماداً على هذه النظرية فلقد ذكر بأن الضغط الاسموزي في مجموعات الخلايا المحتوية على النشا يكون اكثر بكمية كبيرة منه في الخلايا المجاورة المحيطة والمحتوية على سكر، ولهذا فإن الماء يسحب من الخلايا الأولى إلى الأخيرة مؤدياً إلى بلزمة الخلايا وموتها. وتذكر هذه النظرية أن الأعراض يمكن أن تبدأ في المخزن كما تبدأ في الحقل.

العوامل المهيئة للمرض:

إن قبول أو رفض أية نظرية من النظريات السابقة لايغير حقيقة أن هناك عوامل معينة مناخية أو متعلقة بالتربة أو بالعمليات الزراعية تلائم او تشجع حدوث المرض. لقد أجريت عدة أبحاث وادت إلى نتائج وآراء مختلفة وأحياناً متعارضة في ربط الأسباب بالمسببات في هذا المرض. من نتائج هذه الدراسات أن مرض النقرة المرة يناسبه:

١ - الأراضي الفقيره والضعيفة التركيب الفيزيائي أو الصفات الميكانيكية وخاصة تلك الاراضي التي ينقصها الدبال (المواد العضوية المتحللة) وذات كفاءة منخفضة في الاحتفاظ بالماء. كذلك تكون فيها نسبة المغنيسيوم او البوتاسيوم إلى الكالسيوم عالية أو كانت كمية النيتروجين منخفضة او كل مايسبب تقليل إمتصاص الكالسيوم.

٢ - التقلبات الجوية السريعة بين الجفاف والرطوبة او توفر ظروف جافة جداً يتبعها سقوط امطار غزيرة جداً وخاصة إذا حصلت مثل هذه التقلبات في أواخر موسم نضج ثمار التفاح.

٣ - الري الخفيف أثناء بداية الموسم ثم زيادة الري بشدة في نهاية الموسم.

٤ - استمرار الري على وتيرة واحدة دون النظر إلى احتياج النبات فقط من حيث التقليل أو الزيادة، حيث أن الري الخفيف طول الموسم يقلل من حدوث المرض، وأحسن من الري الخفيف في البداية ثم يتبعه ري غزير.

٥ - الاوضاع او الطرق التي تتبع في الحصول على إنتاج قليل العدد من الثمار ولكنها اكبر في حجمها من الحجم العادي (قلة العدد مع زيادة الحجم). او العمليات الزراعية المتبعة في الحصول على ثمار كبيرة الحجم نسبياً عن الحجم العادي.

٦ - إتباع طرق التقليم الجائرة او نظم التقليم التي تجعل حمل الثمار مركزاً على الأغصان الرئيسية منه من أن تكون الثمار منتشرة جيداً على جميع الفروع الجانبية.

٧ - تقلب درجات الحرارة والرطوبة في بداية موسم نضج الثمار.

٨ - زيادة النتح او الظروف المناخية التي تسبب زيادة فقد الماء مع قلة تعويض الماء المفقود. عندما تسود مثل هذه الظروف سواء كانت طبيعية او صناعية فانها تسبب ظهور المرض. وعلى أية حال فإن الظروف البيئية سواء كانت جوية او متعلقة بالتربة والتي تسمح بنمو منتظم لأشجار التفاح من بداية موسم النمو إلى نهاية موسم نضج الثمار سوف تقلل حدوث المرض إلى حد كبير إن لم تكن تمنع ظهوره.

أما بالنسبة للثمار في المخزن فان المرض لايظهر مالم يكن قد إبتدأ اصلاً خلال فترة النمو في الحقل، بحيث أنه إذا كانت الثمرة مريضة مسبقاً فإن المرض سوف يتقدم ويزداد بسرعة اكثر في المخزن إذا كانت درجة الحرارة مرتفعة وإذا حدثت تقلبات في الرطوبة الجوية وفي درجة حرارة المخزن، وبمعنى آخر فإن المرض سوف يناسبه الظروف التي تشجع نشاط الخلية، أما الظروف التى تثبط أو تؤخر النضج أو تؤدي إلى شيخوخة الأنسجة فانها تقلل ظهور المرض. ولقد تبين أيضاً ان المرض يكون اكثر شدة على الثمار التي قطفت مبكراً قبل تمام نضجها عنه في الثمار التي قطفت متأخراً بعد تمام نضجها. وبالتالي فان الباحثين أوصوا بتأخير جمع المحصول كطريقة لتقليل تكشف المرض في المخزن كإجراء وقائي. والدراسات المتأخرة أظهرت مايلي:

١ - الثمار المتكونة على أطراف عنقود المهاميز الثمرية تكون ميالة اكثر لأن يتكشف عليها مرض النقرة المرة من تلك الثمار الموجودة في المركز.

٢ - الثمار المتكونة على المهاميز الموجودة على قاعدة الغصن تكون اكثر عرضة للمرض من تلك الموجودة على قمة الغصن.

٣ - ثمار التفاح المتكونة على أعضاء متقدمة في السن وذات خشب ضعيف تكون اكثر عرضة للاصابة بالمرض من تلك المتكونة على أغصان حديثة او ذات خشب قوي.

٤ - هناك علاقة بين كمية المرض على الثمرة وقت الجمع ومحتوى الثمرة من البذور بحيث تكون الثمار المصابة ذات بذور قليلة وضعيفة.

٥ - النقرة المرة التي تتكشف أثناء التخزين تكون أكثر في جانب الثمرة الذي فيه بذور أكثر.

المقاومة:

يمكن مقاومة مرض النقرة المرة اولاً عن طريق اضافة الكالسيوم رشاً على المجموع الخضرى مثل كلوريد الكالسيوم او نترات الكالسيوم بنسبة ٦٠ - ٩٠ غرام/ ١٠٠ جالون ماء. ونظراً لأن بعض الاصناف تكون حساسة لرش الكالسيوم خاصة نترات الكالسيوم وتتضرر منها فيجب تقليل التركيز عن ٩٠ غرام/ ١٠٠ جالون.

بعد هذه الخطوة الأولى في مقاومة المرض فان هناك احتياطات يجب مراعاتها حتى لايظهر المرض. يجب أن تتوجه جهود اصحاب بساتين التفاح لاتباع الطرق التي تجعل ظهور المرض إلى أقل درجة ممكنة من حيث الاهتمام بالري والتقليم ووقت جمع المحصول وإتباع أفضل الطرق لجعل نمو الأشجار منتظماً خلال موسم النمو. إذا ماحدث وأن ضبطت كمية الكالسيوم في التربة حسب احتياجات النبات فيجب إتباع النقاط الإرشادية الآتية:

١ - محاولة زيادة خصوبة التربة وجعلها عالية وخاصة في الاراضي الفقيرة وذلك بالاضافة السخية للأسمدة الطبيعية او باستعمال السماد الأخضر.

٢ - إتباع العمليات الزراعية التي تميل إلى حفظ الرطوبة او تلك التي تعمل على توزيع الرطوبة في التربة بالتساوي طيلة موسم النمو، وكذلك التي تحفظ التربة جيدة التهوية وبالتالى تزيد الظروف البيئية المناسبة لنشاط الجذور العادي.

٣ - أثناء زراعة البستان يجب جعل الأشجار على مسافات بعيدة، ويجب عدم إتباع الطرق التى تجعل حمولة الشجرة كبيرة او قلة عقد الثمار والابتعاد عن النمو الخضري الكبير.

٤ - إتباع طريقة التقليم التي تجعل الثمار متوزعة على جميع أجزاء الشجرة مع جعل الأغصان المتقدمة بالسن ذات حمل قليل وكذلك تقليل حمل الأفرع الرئيسية في مركز الشجرة.

٥ - الابتعاد عن التقليم الجائر والذي يجعل هناك عدم توازن بين المجموع الجذري والمجموع الخضري، حيث أن المجموع الخضري في هذه الحالة لايستطيع أن يتخلص من الماء الوارد إليه من مجموع جذري كبير وهنا تحدث الاضطرابات في الحالة المائية.

٦ - إتباع خطة جيدة في خف الثمار بحيث لايكون خف الثمار كبيراً جداً، بحيث يجعل حجم الثمرة كبيراً او أن يكون الخف قليلاً بحيث يجعل حجم الثمرة صغيراً جداً وذلك لأن المرض يفضل الاحجام البعيدة عن الوضع الطبيعي سواء كانت صغيرة أو كبيرة.

٧ - أثناء إجراء عملية الري يجب أن يكون هناك اهتماماً خاصاً بكمية الماء المستعملة ووقت الاستعمال وبشكل خاص الابتعاد عن الاسراف في الماء في نهاية الموسم. هناك دراسات أجريت على علاقة الري بمرض النقرة المرة وملخصها في الآتي:

إن الري الزائد خلال موسم النمو قد أعطى كمية قليلة من المرض عنه في حالة الري المتوسط المتبوع بري غزير. إن الري الخفيف خلال الموسم أدى إلى زيادة مرض النقرة المرة اكثر منه في حالة الري الغزير المتبوع بري خفيف. إن الري الغزير في النصف الأول من موسم النمو يجعل الشجرة تعطى نموات وتفرعات خضرية وافرة وكذلك من المحتمل أن يخفض من تركيز العصارة في خلايا لب الثمار في التفاح. وبالتالي فانه تحت هذه الظروف تكون الثمرة أقل قابلية للإصابة.

ولقد تبين أن كمية ماء الري في أغسطس وسبتمبر تحدد إلى حد ما كمية المرض. وكذلك فإن كمية الري لها تأثير على حجم الثمرة وبالتالي تؤثر على ظهور المرض.

٨ - تجنب القطف المبكر للثمار وذلك لأن مرض النقرة المرة يصبح أكثر وضوحاً خلال مدة التخزين بالنسبة للثمار المقطوفة مبكراً. يجب إتباع النقطتين الاتيتين لتقليل الخسارة من المرض.

أ) التسويق المبكر للثمار لكي تصل الثمار إلى المستهلك قبل أن يكون قد تكشف عليها المرض.

ب) وضع الثمار أثناء النقل او التخزين تحت ظروف تقلل تكشف وتطور المرض عليها وتكون درجة الحرارة ٣٠ - ٣٢ درجة فهرنهايتية حيث أنه في هذه الظروف يكون نشاط الخلية في أقل درجة ممكنة وبالتالي يكون تقدم المرض في أقل كمية ممكنة. يجب الابتعاد عن تقلبات درجات الحرارة أثناء التخزين لأن درجة الحرارة ٣٠ - ٣٢ ف هي أفضل درجة لحفظ التفاح عليها لمدة طويلة دون ظهور المرض عليها.

٢ - عفن الطرف الزهري في الطماطم
Blossom - End Rot of Tomatoes

مقدمة:

تصاب الطماطم بمرض خطير يتميز بظهور عفن جاف على الطرف الزهري للثمار سواء كانت ناضجة أو غير ناضجة، كذلك فإن المرض شائع على الفلفل والكوسة والبطيخ. أجريت دراسات عديدة على هذا المرض وأعطيت له أسماء مختلفة مثل العفن، العفن الأسود، عفن

الثمرة، عفن الحافة، عفن الطقس الجاف وأخيراً العفن الجاف. ولكن اسم عفن الطرف الزهري هو الاسم الشائع والعام في الوقت الحالي والمفضل عن أي من الاسماء السابقة وذلك لأنه يعطي أفضل وصف لطبيعة وظروف هذا المرض.

كانت اول ملاحظة لهذا المرض على نباتات الطماطم سنة ١٨٨٨ من قبل العالم Gallo-way والذي درس في ذلك الوقت عينات مصابة كثيرة مجموعة من أماكن مختلفة من الولايات المتحدة الأمريكية. ومنذ اول معرفة لهذا المرض فانه يبدو واضحاً أنه يظهر على جميع أصناف الطماطم حتى على الاصناف الحديثة. إن مرض عفن الطرف الزهري من الأمراض الشائعة الحدوث على الطماطم في جميع أنحاء العالم. خلال الدراسات العديدة التي أجريت على المرض لم يستطع اي من العلماء أن يثبت وجود طفيليات تسبب المرض، كذلك لم يثبت أن المرض ناتجاً عن سموم اي كائنات حية أخرى، وبالتالي تقرر أن هذا المرض هو من الأمراض غير الطفيلية والذي يمكن أن يتحكم به بحيث يمنع ظهوره على النباتات عن طريق المحافظة على مستوى كافٍ من الماء في التربة والتحكم في نسبة الكالسيوم المتوفرة للنباتات.

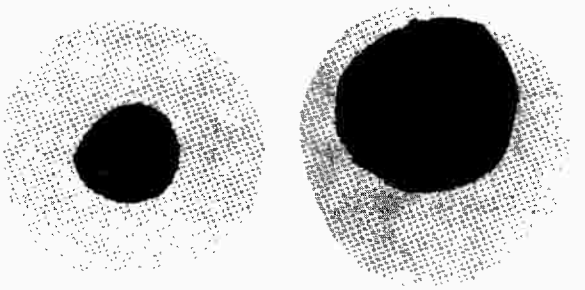
إن هذه الدراسات والاقتراحات قد دعمت بواسطة كثير من الباحثين على هذا المرض واستخلصوا نتائج تتعلق بالظروف البيئية التي تسبب او تهيء حدوث المرض. وفي الدراسات الحديثة أمكن إثبات الصفة الوراثية لهذا المرض سواء كانت القابلية للاصابة او المقاومة وامكن نقلها من الآباء إلى الأبناء وتاكد أن المرض هو من الأمراض الفسيولوجية او غير الطفيلية.

الأعراض :

إن أولى علامات مرض عفن الطرف الزهري وضوحاً هو ظهور مناطق خضراء داكنة مائية على قاعدة الثمرة أو محيطة ببقايا قلم الزهرة الذي يكون واضحاً على ثمرة الطماطم. تكون هذه البقع مائية مشابهة في مظهرها لبقع مرض القلب المائي في التفاح، تكون البقع في البداية محيطة ببقايا القلم تماماً، وفي حالات قليلة تكون مبتعدة عنه قليلاً، يمكن أن تكون البقعة كبيرة وتغطي مساحة كبيرة من الطرف الزهري. تكون البقع محصورة في سمك منطقة الجلد ولا تمتد لاي أنسجة أكثر من ذلك وكذلك لاتشمل اي نسيج تحت الجلد حتى عندما تكون البقع كبيرة الحجم (شكل رقم ٢) وتتخذ مساحة كبيرة من سطح الثمرة.

تتوقف الأنسجة الموجودة تحت المنطقة المصابة عن النمو، تتحول المناطق المائية الخضراء الداكنة إلى لون رصاصي أو بني وتصبح البقع مسطحة واحياناً تكون غائرة ويتحول لونها إلى اللون الأغمق وقد تصبح سوداء ومع ذلك يكون هنا إختلافاً في درجة اللون تحت الظروف الجوية المختلفة. قد تظهر الأعراض على الثمار الصغيرة جداً ولكنها لاتكون منتشرة كثيراً على الثمار التي يقل قطرها عن إنش واحد. يمكن أن تزداد البقع في الحجم مع ازدياد نمو الثمرة ولكن لايحدث للبقع أية زيادة بعد أن تصبح الثمرة حمراء اللون. تكون المناطق المصابة بشكل عام دائرية تقريباً ويمكن أن تحتل نسبة صغيرة من الطرف الزهري أو أنها تمتد حتى تحتل نصف سطح الثمرة. تكون المناطق الملونة متماثلة تقريباً وتكون مميزة عن المناطق المحيطة بها، ولكن مع تقدم عمر الثمرة تتميز المناطق الملونة بأنها محاطة بمنطقة ضيقة لونها أكثر غمقاً من لون البقعة. يظهر في بعض الحالات بقعاً ذات دوائر متحدة المركز وتكون ذات لون بني.

يكون النسيج المصاب صلب وجلدي إلى حدما (شكل ٢) في حالة التكشف النموذجي للمرض. بعد أن تجف البقع تظهر وكأنها مصلية بمكواة ساخنة. باستثناء الحالة التي تحدث فيها الاصابة مبكرة جداً فإن الثمرة تستمر في النمو حتى تصل طور النضج، ولكن عمليات النضج سوف تتأخر إلى حد ما. أما في حالات الاصابة الخفيفة والتي تظهر في نهاية موسم نمو الثمرة فان البقع لاتتسع وتبقى محددة وتظهر بشكل وكأنها محروقة. في الاصابات الخفيفة جداً فإن الطرف الزهري يظهر عليه قشور رقيقة فقط تحت منطقة جلد الثمرة.



شكل رقم ٢: أعراض مرض عفن الطرف الزهرى فى الطماطم.

تحت ظروف بيئية معينة خاصة في المناطق ذات الرطوبة العالية، فان الأعراض العادية للمرض يمكن أن يحدث فيها بعض التحورات وذلك بسبب إختراق بقع الاصابة بواسطة بعض الكائنات الرمية مثل البكتيريا والفطريات. يمكن أن يصبح لون البقع السوداء أكثر شدة نتيجة لوجود الفطريات السوداء Sooty molds وأن وجود هذه الكائنات على سطح البقع يعطيها المظهر المخملي (القطيفي). إن هذا المظهر هو الذي أعطى المرض اول اسم إقترح له وهو اسم العفن الأسود. عندما تصاب بقع المرض ببعض أنواع البكتيريا وتحت ظروف الرطوبة العالية يخرج افرازات لزجة من تلك البقع تكون مشابهة في مظهرها إلى الافرازات الموجودة في الاصابة البكتيرية في اللفحة النارية. إن هذه الصفات قادت الباحثين الأوائل إلى الاعتقاد بأن مرض عفن الطرف الزهري هو نتيجة الاصابة ببعض أنواع البكتيريا. يمكن لكثير من الفطريات او البكتيريا أن تخترق منطقة عفن الطرف الزهري وتساعد في تحطيم الثمرة التي اكتمل نموها او نضجت.

في حالة الاصابات البسيطة فان الثمار تكون غير صالحة لأغراض التسويق التجاري، لأن السوق يتطلب الثمار الخالية من أية بقع. إن المستهلك المنزلي هو الذي يتضرر من هذه البقع حيث يزيلها ويزيل معها جزء من جسم الثمرة. يمكن أن يكون الفاقد من مرض عفن الطرف الزهري قليلاً ولكن في الحالات الشديدة فان المحصول كله يمكن أن يصبح غير صالح للتسويق. يمكن أن يظهر المرض بنفس الشدة في الحقول وفي الصوبات الزجاجية.

تظهر اعراض المرض على الفلفل عندما تكون ثمرة الفلفل في الاطوار الأولى من التكشف حيث يظهر على الطرف الزهري بقعاً مائية صغيرة حتى تشمل نصف الثمرة تقريباً، لا تلبث أن تجف هذه البقع وتأخذ اللون الأبيض، وفي هذا الطور يجب تمييزها عن مرض سمطة الشمس في بداية تكشفه. يمكن للفطريات الرمية أو الطفيلية الضعيفة أن تهاجم هذه البقع ويتحول لونها إلى اللون الداكن نوعاً ما.

يظهر المرض على القرعيات أيضاً مثل الكوسة والبطيخ وتظهر الأعراض على قمة الثمرة وتكون في البداية على شكل لطخ بيضاء لاتلبث أن تتحول إلى اللون البنى أو الداكن نتيجة مهاجمة الكائنات الممرضة الأرضية.

الظروف المناسبة للمرض:

إن المسبب الاساسي لمرض عفن الطرف الزهري في الطماطم هو نقص الكالسيوم الحقيقي أو زيادة كل من الأمونيا، البوتاسيوم، مغنيسيوم او أملاح الصوديوم والتي تؤثر على نسبة الكالسيوم، ولكن التقلبات المائية لها دور فعال في تنبيه النبات للاستجابة لنقص العنصر. ينتشر المرض سنوياً ويسبب خسائر كبيرة في المحصول في معظم مناطق إنتاج الطماطم. تتطلب الثمار النامية بسرعة كميات كبيرة وباستمرار من الكالسيوم وإذا لم تجد ماتحتاجه من الكالسيوم فان الخلايا الجديدة المتكشفة سوف تكون غير قادرة على الانقسام والتوسع طبيعياً. تكون الجدر الخلوية الأولية رقيقة عصارية وجاهزة لأن تنهار. يتكشف المرض بأكثر شدة عندما تكون النباتات نامية بسرعة وأكثر حساسية لارتفاع الحرارة والرطوبة.

إن تقلبات الرطوبة الكبيرة تزيد أكثر في احتمالية حدوث المرض. تكون النباتات ذات المستوى العال من النيتروجين قابلة للاصابة بشكل خاص مثل تلك النباتات النامية تحت ظروف عالية الملح. وجد أن المرض كان منتشراً كثيراً في النباتات الناقصة في نسبة الكالسيوم ويظهر في الثمار ذات المحتوي من الكالسيوم أقل من ٢,٠٠٪. إن نسبة الكالسيوم إلى كل من البورون، النيتروجين، الكبريت، مغنيسيوم والبوتاسيوم هي ذات أهمية كبيرة لتكشف المرض والنباتات المحتوية على نسبة عالية من تلك الأملاح تجعل النبات مهيء للمرض.

من العوامل البيئية المختلفة والتي من الممكن أن يكون لها تأثيراً على حدوث المرض:

١ - العلاقات المائية. إن هذه النقطة من أهم الأسباب لحدوث المرض. تبين أن هذا المرض يصيب الطماطم في الحقل وفي الصوبا الزجاجية عندما يكون هناك تقلبات كثيرة في تزويد النبات بالماء.

٢ - يكون المرض اكثر إنتشاراً في الاراضي الخفيفة خلال الطقس الحار الجاف. ولقد تبين أن المرض كان في القطع المروية أقل كثيراً منه في غير تلك القطع، وكلما كان هناك إنتظاماً جيداً في الرىكلما كان المرض في أقل درجة ممكنة وفي هذا المجال يجب أن

نذكر أن مرض عفن الطرف الزهري في الطماطم تكون خطورته نادرة في بعض المناطق التي تكون فيها رطوبة التربة متوسطة أو مناسبة وتنخفض الخطورة بالتدريج إلى مستوى منخفض جداً خلال موسم النمو.

٣ - تحت الظروف التي تكون فيها النباتات تعاني من نقص الماء، يكون هناك ظهور بسيط للمرض. ومن التجارب التي أجريت على الطماطم في مناطق أخرى وتحت ظروف ري في الحقل او في الصوبات الزجاجية تبين أن نقص الماء الذي يحدث بعد فترة تكون فيها كمية الماء متوفرة بكثرة للنباتات، هذه الظروف تكون أكثر ملائمة للمرض منه في حالة إستمرار نقص الماء الشديد. إن تأثير الري الغزير في تكشف المرض يعتقد بأنه راجعاً إلى التأثير الضار للبال ومركبات الامونيوم على مركبات النتريت nitrate وعلى ضوء تفسير هذه التجارب فإن النباتات المروية بغزارة يمكن أن تعتبر مثل تلك النباتات النامية تحت ظروف قريبة الشبه إلى حدما مع الجفاف وإن كمية المواد لسامة الكبيرة الموجودة تزيد المتطلبات المائية.

٤ - وجد أن نباتات الطماطم التي تزود بالماء حسب الطلب في الصوبات الزجاجية يقل ظهور المرض عليها. وجد كذلك أن كلوريد البوتاسيوم يزيد المرض بينما الجير ونتريت الصوديوم يقلل المرض، ولكن هذه النتائج لم يمكن التحصل عليها تحت ظروف الحقل. لقد وجد أيضاً أنه عند تعرض النباتات للجفاف فان البوتاسيوم لم يسبب زيادة المرض، بينما الجير كان له تأثير قليل في تخفيض نسبة ظهور المرض، الاسمدة النيتروجينية تلائم تكشف المرض.

٥ - تبين في بعض التجارب أن هناك زيادة في المرض في نباتات الطماطم المسندة، فقد وجد أن نسبة المرض كانت ٦٨,٤٪ في النباتات المسندة، بينما كانت ٢٠.٧٪ في النباتات غير المسندة وهذا يمكن تفسيره بسبب سرعة جفاف التربة في حالة النباتات المسندة أكثر منه في حالة النباتات غير المسندة.

٦ - يمكن أن تزيد نسبة حدوث المرض برفع درجة حرارة التربة وبالتالي امكن الاستنتاج بأن المرض يكون أقل شدة وإنتشاراً في المناطق ذات التربة منخفضة الحرارة.

منع المرض Prevention

حيث أن مرض عفن الطرف الزهري في الطماطم في بداية معرفته كان يعتقد بأنه نتيجة الاصابة بالكائنات الحية الممرضة، لذلك استعملت المبيدات الفطرية والبكتيرية في مقاومة هذا المرض وكان هذا الرش يؤدي إلى نتائج جيدة، وبعد أن تأكد أن هذا المرض ليس نتيجة الاصابة بالكائنات الحية الممرضة فان فوائد الرش التي كان يتحصل عليها ترجع إلى إحداث بعض التغيرات الفسيولوجية في النبات مثل التأثير على النتح. إلا أن هذه النتائج قد عورضت من قبل باحثين آخرين وأقروا بأن رش النباتات بأي مبيد ليس له تأثير معنوي على ظهور المرض. وإنما الرش ببعض مركبات الكالسيوم مثل $Ca(NO_3)_2$ والجبس الزراعي اضافة على التربة او الرش بكلوريد الكالسيوم متبوعاً بالعمليات الزراعية الآتية يقلل مع حدة المرض:

١ - استعمال الاصناف التي تتوفر فيها المقاومة إلى حد ما لهذا المرض.

٢ - كما هو معروف فان النباتات ذات النمو الخضري الغزير تظهر اكثر قابلية للاصابة بالمرض منها في النباتات ذات المجموع الخضري القليل او المتوسط، عندئذٍ يفضل أن لا تترك النباتات تستمر في النمو لتعطي مجموع خضري كبير. كذلك فان النمو الخضري المستمر والمتماثل يعطي أقل قابلية للإصابة بالمرض عنه في حالة النباتات متقلبة سرعة النمو.

٣ - إن نقص الرطوبة في الوقت الحرج في تكشف الثمرة هو أحد أهم العوامل المسببة للمرض لذلك يجب الاهتمام في عملية الري وخاصة أثناء الازهار او بعد عقد الثمار وعدم احداث اي تقلبات في كمية ماء الري في هذه الفترة لكي نقلل من حدوث المرض. كذلك فإن زيادة كمية الماء بشكل عام تزيد المرض اكثر منه في حالة الري المتوسط.

٤ - السماد البلدي خاصة الغني بالبوتاسيوم اذا استعمل بنسبة عالية فإنه يزيد المرض خاصة تحت بعض الظروف البيئية وفي بعض أنواع الأراضي. كذلك يجب الاعتدال في التسميد بالاسمدة الكيماوية والتناسب بينها وقد ذكرنا ذلك سابقاً.

٥ - عدم رفع درجة حرارة التربة خاصة في الصوبات الزجاجية لأن المرض يقل في التربة ذات درجة الحرارة المنخفضة.

٣ - مرض البقعة الجافة في التفاح والبرقوق
Drought Spot of Apples and Prunes

تظهر أعراض هذا المرض على شكل بقع ملونة سوداء على سطح الثمرة ويكون هناك في الشبكة الوعائية تحت الجلد لون مائل للبني. تكون خلايا طبقة القشرة الخارجية ميتة ومتحللة بالقرب من نهاية العروق. يظهر إفراز من قطرات صغيرة شفافة من عصارة الخلية على سطح جلد الثمرة في كل من التفاح والبرقوق. تسقط الثمار وعندما تفشل في السقوط تصبح متجعدة او أن البقع تتكشف إلى مناطق جافة او مشققة.

عندما تكون تقلبات الرطوبة شديدة تكون البقع أعمق ومتشابهة وتتميز بلون بني، فليني او لبابي وتتكون مناطق غائرة إلى حد ما. تكون هذه البقع واضحة على التفاح إلا أنها تكون محجوبة او مبهمة على البرقوق حيث يكون لون الجلد الطبيعي الارجواني مغطي جميع الثمرة، إلا أن الحالات الشديدة يمكن ملاحظتها على الثمرة.

يتسبب المرض عن نقص مفاجيء في الري او في كمية الماء خاصة بالقرب من نهاية الموسم. هناك بعض المراجع تذكر أن هذا المرض يتسبب أيضاً عن نقص البورون. ولم أجد إلا مرجعاً واحداً يقول أنه يمكن معالجة المرض باضافة ٦٠ باوند حامض البوريك/ هكتار. إلا أن السبب الرئيسي الذي ذكره أكثر من مرجع لهذا المرض هو الاضطرابات والتقلبات المائية في التربة.

٤ - جفاف أشجار الغابات
Drought Forest Trees

مقدمة:

يشمل هذا المرض الضرر المتسبب عن النقص الحقيقي لمتطلبات الأشجار من الماء. يتسبب هذا المرض عن مرور فترات طويلة من نقص المطر مع وجود الرياح الجافة. يمكن أن ينتج الضرر من موسم حدث فيه نقص حاد في الامطار او عن تتابع عدة سنوات جافة والذي

تجمع تأثيرها سنة بعد أخرى وبالتالي أصبحت التربة التي فيها جذور الأشجار منخفضة الرطوبة وأصبحت أقل من متطلبات الأشجار. إن ضرر الجفاف التدريجي كثيراً مايصعب تشخيصه، بحيث أن الأشجار التي تعاني من الجفاف يصعب تمييزها عن الأشجار الضعيفة بسبب مهاجمتها بالكائنات الحية الدقيقة المرضة أو الحشرات. مع أن الأشجار تبقى حية إلا أن نموها يضعف او يقف. يمكن أن يظهر تأثير الجفاف بوضوح وفوري او يمكن أن يكون تأثيرالجفاف على الشجرة في موسم النمو اللاحق وليس في نفس موسم النمو الذي حصل فيه الجفاف وبالتالي فان تقارير سقوط الأمطار ضرورية واساسية في تشخيص امراض أشجار الغابات وخاصة أضرار الجفاف.

الأعراض:

تظهر أعراض الجفاف على بعض أنواع المخروطيات على شكل نقص في قطر الاغصان الجديدة وتميل النموات الحديثة للظهور بعد سنة من حدوث موسم الجفاف. تعتمد شدة الأضرار على شدة الجفاف وتتراوح من أضرار بسيطة للمجموع الخضري إلى موت كامل للشجرة. عادة تتأثر الأشجار الحديثة السن أكثر من تلك المتقدمة في السن والتي تكون جذورها قد تعمقت كثيراً في التربة. ومن الحقائق المسلم بها أن الأشجار ذات المجموع الجذري في التربة غير السميكة تتأثر بالجفاف أكثر من تلك التي جذورها في تربة سميكة.

اكثر اعراض الجفاف ظهوراً هو موت النموات الحديثة في الشجرة من القمة إلى أسفل (موت قمم أو موت رجعي) وتموت أطراف النموات من الأطراف الجانبية للشجرة إلى الداخل وتكون شدة الموت أكثر على الأشجار المعرضة للشمس اكثر في المنحدرات. يحدث تلون المجموع الخضري وقد يتبعه ذبول النموات الحديثة.

يتحول لون الأوراق في الأشجار الخشبية إلى اللون المصفر أو المحمر ويبدأ التلون عادة من قمة الورقة أو من حواف الأوراق، واحياناً بين العروق الرئيسية ويستمر حتى يشمل جميع نصل الورقة في النهاية. تسقط الاوراق غير كاملة النضج ويكون موسم النمو لجميع الأشجار قصيراً. يتحول لون الأوراق الابرية في المخروطيات إلى اللون البني المحمّر مبتدءًا من الاوراق

الحديثة السن ويأخذ التلون مجراه في أواخر الصيف والخريف أو مبكراً في الشتاء. وكنتيجة للجفاف الذي حصل في ساحل البسفيك سنة ١٩٢٩ خاصة في كاليفورنيا ماتت أشجار كثيرة منها أشجار الدوغلاس (كانت اكثر الأشجار تضرراً) ثم Sugar pine،Ponderose Pine وأشجار التنوب White Fir، إلا أن أشجار الدوغلاس أظهرت درجات مختلفة من التأثر. بعض الأشجار ماتت كلية من فوق سطح الأرض، البعض الآخر ماتت منطقة التاج على مسافات مختلفة من القمة، وفي بعض الأشجار ماتت أجزاء فقط من التاج وفي بعضها ماتت أطراف الأغصان وفي أشجار أخرى ماتت جميع الأغصان ولكن بقي الساق الرئيسي حياً وتكشفت عليه بعض النموات الصغيرة. لوحظ في جميع الأشجار أن المجموع الجذري بقي حياً لم يمت بعد أن تكون جميع الأجزاء فوق سطح التربة قد ماتت، كذلك ينخفض إنتاج التربنتين والراتنج.

تختلف الأشجار كثيراً في مقدرتها على مقاومة الجفاف فإن كلاً من الارز *Cedars*، *Thyja sp.* يظهر عليها تأثير الجفاف بسرعة وذلك بظهور التلون البني على المجموع الخضري، بينما صنوبر Ponderosa والصنوبر الاسترالي تكون أقل تأثراً بالجفاف. إن الشوكران الشرقي Eastern hemlock ماتت بشكل تام بعد عدة سنوات متتالية من الجفاف، هذا يعني أن الشوكران شديد الحساسية للجفاف، بينما البلوط، أبو فروة والبلوط الأحمر والبلوط الأبيض كانت أكثر مقاومة.

وقد فسرت مقاومة بعض الأشجار للجفاف أنها مبنية على أساس الأوضاع الفسيولوجية في النبات والتي تؤدي إلى جعل سيتوبلازم خلية النبات اكثر تحملاً لقلة الرطوبة وتزداد كثافة عصارة الخلية، وكذلك مقدرة النبات على إحداث بعض التحورات في تركيب الخلية في بداية احساسه بالجفاف.

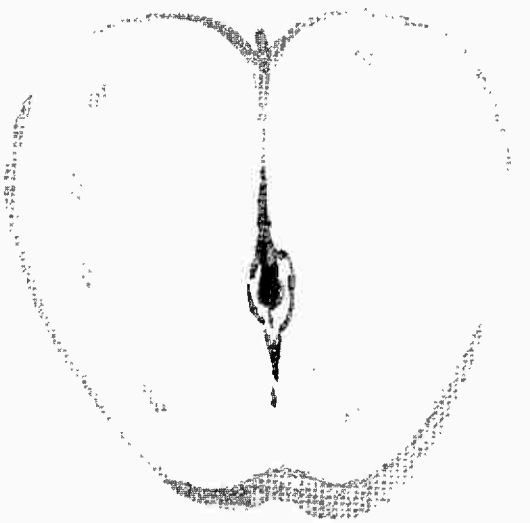
٥ - مرض الفلين في التفاح
Cork of Apples

يكون مظهر هذا المرض مشابهاً إلى حد ما أعرض مرض النقرة المرة في التفاح، إلا أن هناك اسباباً مقنعة في تشخيص هذا المرض تجعله يوصف ويذكر كمرض مستقل عن مرض النقرة المرة.

تكون أعراض مرض الفلين في التفاح على شكل بقع بنية فلينية داخلية مبعثرة خلال لحم الثمرة. عند اجراء مقطع طولي في الثمرة تبدو هذه البقع البنية منفصلة عن بعضها البعض ومنتشرة بدون تمييز بين الأنسجة وممتدة تقريباً إلى قلب الثمرة. وفي الحقيقة تكون هذه البقع تابعة تماماً لممرات الحزم الوعائية. لاتظهر هذه البقع إطلاقاً خلال الجلد ولكن يمكن أن يمر سطح الثمرة بسلسلة من الارتفاعات والإنخفاضات.

تبدأ المراحل الأولى من المرض على الثمرة عندما يكون قطر الثمرة لايزيد عن ٢سم. وكما ذكر سابقاً لاتكون الاعراض مرئية من الخارج. وحتى عندما تكبر الثمرة وتصل طور النضج فان الشخص الخبير لايستطيع أحياناً أن يقوم بتشخيص المرض دون أن يقوم باجراء مقطع طولي في الثمرة. هناك بعض الأبحاث القديمة تعتبر التشوهات التي تظهر علي سطح الثمرة هي جزء من أعراض مرض النقرة المرة، إلا أن هذه الابحاث لم يثبت صحتها (شكل رقم ٣).

لقد وجد أن الاضطرابات المائية في التربة والمصحوبة بنقص البورون هي السبب الرئيسي للمرض.

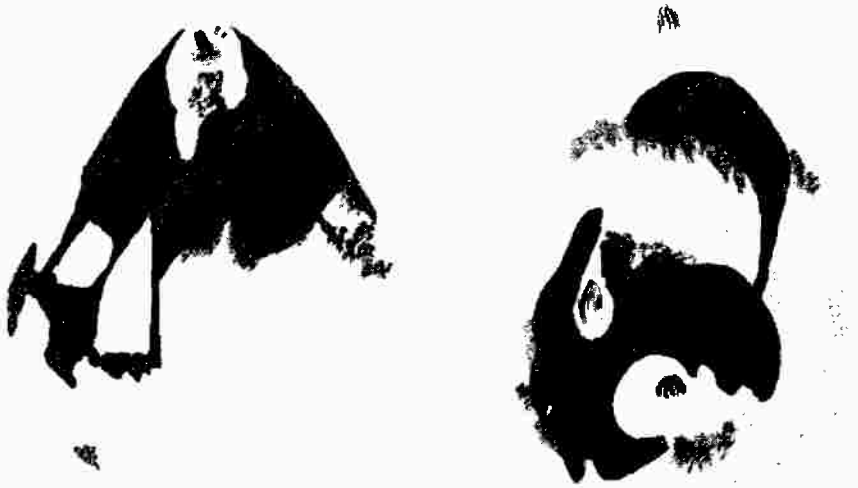


شكل رقم ٣: أعراض مرض الفلين فى التفاح.

٦ - الطرف الأسود في الكمثرى
Black End of Pears

تظهر أعراض هذا المرض على شكل مناطق صلبة سوداء بنية تتراوح في مساحتها من بثرات صغيرة إلى حوالي ٢ إنش أو أكثر بالقرب من قاعدة الثمرة او تكون بقع ذات لون أسود محمر في طرف الثمرة بالقرب من الكأس، قد يظهر لطخ سوداء حول البقع المركزية (شكل ٤). في حالات الاصابة الشديدة يمكن أن يصبح اللون غامق او أسود ويمتد على مساحات كبيرة من سطح الثمرة وتصبح الثمرة مشققة (شكل رقم ٤). البقع التي تبدأ في الظهور على الثمار وهي في طور النضج (يمكن أن يصاب ٥٠٪ من ثمار المحصول) تستمر وتزداد أثناء التخزين. يصل الفقد في المحصول ٥ - ١٠٪.

يبدو أن المرض يكون مرتبطاً باستعمال الاصول اليابانية والتي لها استجابات فسيولوجية مختلفة أثناء إنتقال الماء من الاصل إلى الطعم. تزداد خطورة وشدة المرض عندما تكون درجات الحرارة مرتفعة والرطوبة النسبية منخفضة.

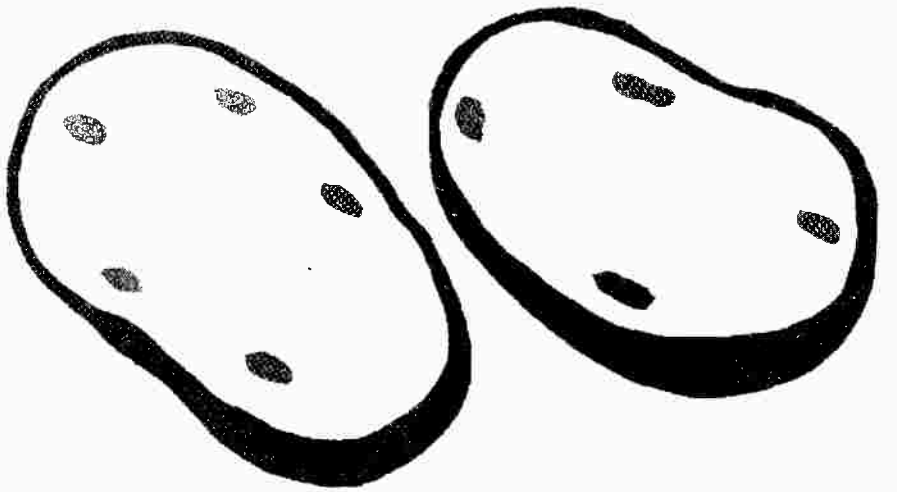


شكل رقم ٤: أعراض مرض الطرف الأسود فى الكمثرى.

٧ - التبقع الداخلي البني لدرنات البطاطس
Internal Brown Spot of Potato Tubers

إن هذا المرض في البطاطس يشبه مرض الفلين في التفاح ومن المحتمل أن يكون نتيجة لظروف بيئية متشابهة. تظهر أعراض هذا المرض على شكل بقع بنية فلينية ذات أشكال واحجام غير منتظمة وموجودة مبعثرة عشوائياً خلال لحم الدرنة. لايظهر أية أعراض خارجية خاصة بهذا المرض على سطح الدرنة ولا يلاحظ المرض إلا عند قطع الدرنة (شكل ٥).

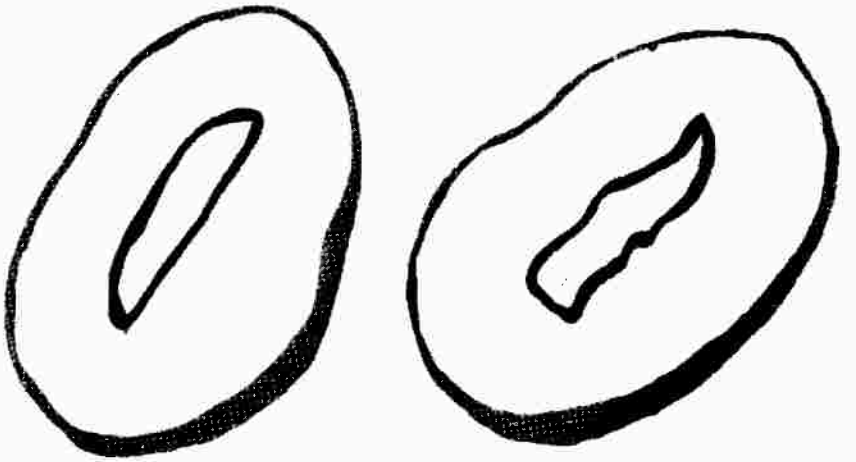
إن السبب الرئيسي والمباشر لهذا المرض هو نقص البورون مع الاضطرابات المائية في التربة. تشير كثير من الأبحاث إلى أن المرض يكون نتيجة إنخفاض نسبة الرطوبة في التربة عن المستوى المطلوب لنباتات البطاطس. كذلك فإن نوع التربة المزروع فيها البطاطس هي عامل مؤثر إلى حد ما على المرض.



شكل رقم ٥: أعراض مرض التبقع الداخلي في درنات البطاطس.

٨ - القلب الأجوف في البطاطس
Hollow Heart of Potatoes

يتميز هذا المرض بظهور ثلم أو شق مجوف في داخل درنة البطاطس لايرى إلا عند قطع الدرنة (شكل رقم ٦). يظهر هذا المرض نتيجة لسرعة النمو الناشيء عن زيادة كمية الماء والمواد الغذائية في التربة، وهذا يؤدي إلى سرعة تكوين وإنتفاخ الأنسجة ويزداد تكوين النشا عن السرعة المطلوبة وبالتالي يحدث تشقق داخل درنة البطاطس.



شكل رقم ٦: أعراض مرض القلب الأجوف في درنات البطاطس.

٩ - السنبلة المستقيمة في الرز
Straight Head of Rice

يظهر هذا المرض على شكل بطء تكشف سنابل الرز وتبقى هذه السنابل خضراء (شكل ٧) لمدة أطول منها في الحالات العادية وتكون السنابل في وضع عمودي قائم في الوقت التي تكون فيه السنابل العادية مدلاة. تنمو العصيفات والاجزاء الأخرى من الزهرة نمو ناقص وتكون مشوهة او تكون الاجزاء كاملة ولكن الزهرة تبقى عقيمة. يمكن منع حدوث هذا المرض وذلك بتنظيم الري ورطوبة التربة.

شكل رقم ٧: مرض السنبلة المستقيمة في الرز السهم يشير إلى السنبلة المستقيمة.

١٠ - البقعة البيضاء في البرسيم الحجازي
White Spot of Alfalfa

ينتشر هذا المرض في الأراضي الطينية الثقيلة، وعلى النباتات القوية النامية بغزارة، تظهر أعراض هذا المرض على البرسيم الحجازي والحندقوق مشابهة لاضرار ثاني اكسيد

الكبريت. تتميز الاعراض بظهور بقع بيضاء واضحة بها نقط صغيرة ميتة ومتحللة. تكون حواف البقع غير منتظمة وتتراوح في قطرها من ٢ - ٥ ملم. يمكن أن تظهر البقع على حواف الأوراق او بين العروق على نصل الورقة او في كليهما. تمر الأنسجة المصابة في عدة مراحل تبدأ من مظهر مائي، لون داكن، أخضر غامق، أخضر فاتح مصفر وأخيراً لون باهت، أحوى باهت ثم أبيض تماماً. تأخذ هذه المراحل من ٢ - ٣ أيام. في حالات الاصابة المتوسطة يظهر اصفرار وابيضاض في حواف وقمة الوريقات ولكن في حالات الاصابة الشديدة يصبح جميع نصل الورقة أبيض تاركاً الورقة هيكل فيها العروق الكبيرة خضراء. يسبب المرض احياناً خسارة ٣٥٪ من المحصول.

يتسبب المرض عن تقلبات في الري. فاذا تركت النباتات بدون ماء مدة طويلة ثم أخذت كميات كبيرة من الماء فجأة لمدة يوم او يومين، يتكشف المرض. وقد ذكرت بعض الأبحاث أن موت الخلايا يتسبب عن دخول الماء فجأة إلى الأنسجة ويكون متبوعاً بزيادة الامتصاص وخفض النتح والذي يقلل مستوى الاكسجين في النبات ويتدخل مع التنفس، زيادة على ذلك تتسبب بعض أنواع التنفس غير الكامل في تكوين كميات من المركبات السامة وتقتل الخلايا.

١١ - القلب الأسود في الكرفس
Black Heart of Celery

ليس هذا المرض محدوداً على الكرفس ولكن يمكن أن يظهر على الجزر، الشمر، البقدونس ومجموعة أخرى من محاصيل العائلة الخيمية. إن المرض شائع حيث يزرع الكرفس. غالباً ماتموت القمم النامية. كما لوحظ أيضاً موت القمة النامية في بنجر السكر النامي في الأراضي الغدقة. عادة تبدأ الأعراض في الظهور عندما تصل النباتات إلى منتصف حجمها في النمو. تظهر الأعراض اولاً على الاوراق الحديثة في مركز الساق. تكون حواف الاوراق الحديثة ذابلة باهتة وتتحول إلى اللون البني الشاحب وأخيراً الاسود. سرعان ما تهاجم بكتيريا العفن الطري أنسجة الاوراق الحديثة الميتة حيث تسبب ظهور الساق اللزج المائي ويتحلل ويصبح الساق غير قابل للتسويق.

يتسبب مرض القلب الأسود في الكرفس أساساً عن التقلبات المائية في التربة وهذا يشجعه كثيراً نقص الكالسيوم، فاذا لم يكن هناك نقصاً في الكالسيوم يكون المرض ضعيفاً وغير محدد السلوك أما بوجود نقص الكالسيوم فتكتمل معالم المرض. وجد أن النباتات النامية في الاراضي الغدقة الثقيلة تكون حساسة بشكل عام للمرض بغض النظر عن محتوى التربة من الكالسيوم. يصبح المرض سريع الانتشار إذا تركت النباتات تعاني من نقص الماء او تركت للجفاف مدة طويلة ثم سقيت بغزارة. يمكن معالجة هذا المرض باضافة ٠,٠٥ - ٠,٢٥ مول من كبريتات الكالسيوم او نترات الكالسيوم رشاً على النباتات.

١٢ - ذبول القمة في الكتان
Wither Tip of Flax

يتميز هذا المرض بذبول او تدلي قمم الفروع. يظهر موت وتحلل عند نقطة الإنحناء عندما تكون النباتات حوالي واحد قدم طولاً وتموت القمة. تعطي البراعم الجانبية التي تحت القمة التي ماتت نموات جانبية تأخذ في مظهرها صفة الشجيرة. يتثبط تكوين الخلايا الليفية، يضعف الساق وتنخفض قيمته التسويقية.

يتسبب المرض اساساً عن اضطرابات (تقلبات) الماء في التربة، إلا أن نقص الكالسيوم نو أهمية كبيرة في إظهار المرض. وجد أن النقص الشديد في الكالسيوم يسبب أعراضاً نموذجية لما وصف سابقاً بالإضافة إلى حدوث هذه الاعراض في نباتات الصليبيات، التيولب والبقوليات. تصبح العروق الرئيسية وحوامل الاوراق مصابة بالمرض. تذبل قمم الأفرع ثانية وتتدلى الأوراق.

١٣ - التحلل الداخلي في الليمون (الاندوكسيروزز)
Internal Decline of Lemon (Endoxerosis)

تكون اولى أعراض المرض أن تفقد منطقة بقايا القلم في الثمرة لمعانها او أن تصبح هذه المنطقة صفراء قبل نضج الثمرة بينما بقية الثمرة تبقى خضراء. كذلك فان الطرف الزهري

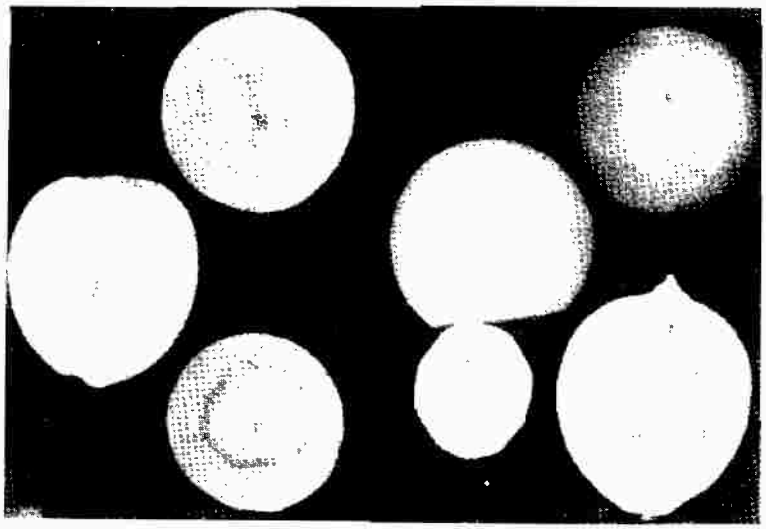
يمكن أن يصبح رقيق الجلد وسطح الجلد غائراً إلى حد ما في الثمرة. أما في داخل الثمرة يتكشف فتحات اسطوانية في حلقة الحزم الوعائية في منطقة الطرف الزهري (بقايا القلم). لاتلبث هذه الفتحات أن تمتليء تدريجياً بترسبات صمغية ذات لون مائل للبني. تتحلل المنطقة المحيطة بالأنسجة الوعائية ويزداد ترسب الصمغ والراتنج ويتكشف بقع موضعية بنية على الطرف الزهري (شكل ٨).

يعتمد مدى إنتشار التحلل الداخلي على التقلبات المائية خلال تطور الثمرة. عندما يحدث نقصاً في الماء فإن الأوراق تسحب الماء من الثمار خالقة ظروف مائية صعبة في الثمرة وتنهار وتموت أنسجة الثمرة خاصة في منطقة الطرف الزهري.

يسمى هذا المرض، اصفرار القمة، تدهور الطرف الزهري في الليمون، غالباً ما تكون أعراض المرض متشابهة مع أعراض الاصابة بفطر عفن الالترناريا والذي يكون عادة تابعاً او مرافقاً لهذا المرض. يبدأ المرض في اول مايو او يونيو ويصل أقصى درجة تكشف في الصيف الجاف.

يتشكل الصمغ عادة في قلب الثمرة واحياناً بجانب القشرة. اذا قطعت الثمرة تلاحظ الكتل الصمغية القرنفلية إلى البنية في الأنسجة الجافة جزئياً والمنهارة. يمكن أن يمتد التصمغ حتى إلى الأفرع الصغيرة التى تحمل الثمرة المريضة. عندما تتحول الثمرة إلى اللون الاصفر فمن الصعب تمييز المرض بدون قطع الثمرة. غالباً ماتطفو الثمار في الماء وتكون جهة القلم إلى أعلى عند الغسيل أو معاملتها في تنكات.

يعتقد أن السبب يتعلق بالماء والظروف الفسيولوجية للشجرة والثمرة وحرارة الهواء والتربة وتأثيراتها على النتح وكمية الماء. يوصى بجعل ظروف الماء في التربة متحكم بها حسب المطلوب للأشجار السليمة. يجب قطف الثمار قبل أن تصل إلى طور مابعد النضج.



شكل رقم ٨: أعراض مرض الانثراكنوز أو التحلل الداخلي لثمار الليمون في الشمال، أما في اليمين يلاحظ أعراض مرض عفن الطرف القلمي. إن مرض التحلل الداخلي أكثر شيوعاً في ليمو بيرشيا.

١٤ - تشقق ثمار الطماطم
Cracking of Tomato Fruits

يصيب هذا المرض الطماطم قرب إنتهاء موسم النمو عند النضج، يظهر بشدة عقب حدوث أمطار غزيرة او ري غزير للمحصول. يلاحظ هذا المرض على الثمار التي تتكون في نهاية الصيف وبداية الخريف حيث يحدث في هذه الفترة امطاراً في كثير من الدول العربية، وبالتالي فان زيادة الرطوبة الأرضية والهوائية مع وفرة الغذاء تسبب المرض.

تظهر الاعراض على شكل شقوق غائرة في الثمرة قد تصل إلى ٣ ملم وتكون مبطنة من الداخل بغشاء أبيض رهيف لايلبث أن ينكسر وتمتلىء الشقوق بالتراب او بالفطريات الرمية ويتحول لون الشق إلى اللون الأسود. تبدأ الشقوق من عند حامل الثمرة وتنزل إلى الطرف الزهري ولكن لايزيد طول الشق عن ٢ سم وذلك حسب حجم الثمرة. لايصل الشق إلى نصف

حجم الثمرة غالباً، وفي أية حال لايزيد عن ربع القطر. نادراً مايكون الشق عرضياً. احياناً تساعد أشعة الشمس بعد فترة الامطار الغزيرة على تشجيع تكوين الشقوق. اذا تأخر جمع الثمار بعد بدء ظهور الشقوق فيها فانها تفقد قيمتها التسويقية.

ينصح بجمع الثمار في نهاية الموسم دائماً قبل وصولها إلى طور النضج وكذلك تجمع قبل سقوط الامطار، أما بالنسبة للمناطق المروية فمن المعروف عدم ري النباتات قبل جمع الثمار بمدة طويلة.

١٥ - تصمغ أشجار اللوزيات
Gummosis of Stone Fruits

يصيب هذا المرض جميع أشجار اللوزيات بما فيها اللوز، الكرز، المشمش، البرقوق والخوخ. تظهر الاعراض بشكل اساسي على الساق الرئيسي للشجرة وعلى الاغصان الكبيرة وقليلاً على الفروع الصغيرة. احياناً تظهر التصمغات على قواعد الأوراق او على الثمار.

تكون الاعراض في البداية على شكل بثرات مصفرة على الساق، لاتلبث أن تنفجر هذه البثرات ويخرج منها سائل عمبري صمغي ويسيل على الساق لبضع سنتيمترات ثم يتجمد ويلتصق بالساق ويتصلب. قد ينتشر هذا السائل على شكل كتل متفرقة تشمل ٦٠٪ من ساق الشجرة وأحياناً يكون موزعاً في مناطق محددة على الساق. إن احداث اي جرح في ساق بعض الأشجار يؤدي إلى حدوث التصمغ تضعف الأشجار التي يتكون عليها الصمغ بإستمرار ويقل إنتاجها نظراً لأن هذه الصموغ عبارة عن عصارة غذائية للنبات حدث فيها تغيرات فسيولوجية أدت إلى خروجها إلى خارج سطح الساق. في حالات نادرة تظهر الصموغ على ثمار الكرز والخوخ خاصة بالقرب من حامل الثمرة وذلك بعد أن تصل الثمرة إلى طور النضج.

يعزى المرض إلى اسباب عديدة منها:

١ - ارتفاع مستوى الماء الأرضي في التربة. إن هذا السبب كثيراً ما أواجهه في الكتب العربية والأجنبية. وأستطيع أن أقول إن هذا هو أحد الأسباب وتحت ظروف معينة فقط،

ولكن حسب خبرتي فإن المرض يظهر ولايكون بسبب ارتفاع مستوى الماء الإرضي في جميع الحالات. وذلك لأنني لاحظت حدوث هذا المرض في مناطق جبلية كثيرة في الدول العربية بحيث يكون سمك طبقة التربة لايزيد عن ٤٠ سم وهي مناطق جافة تعتمد على الامطار وهذا المرض منتشر كثيراً فيها.

٢ - عدم توافق الطم مع الأصل. هذا أيضاً من الاسباب التي تؤدي إلى حدوث المرض ولكنه أيضاً غير مقنع كسابقه، لأن الأشجار التي يظهر عليها المرض يكون قد مضى على تطعيمها عشرة سنوات او اكثر وهي نامية بقوة وغزارة وتكون كبيرة ومثمرة وقد يصل عمرها إلى ١٥ سنة.

٣ - الاصابة ببعض الأمراض الفيروسية أو الفيرويدية. هذا السبب أرجحة عن الاسباب السابقة ولكن لغاية الآن لم يصلني من الابحاث مايثبت ذلك.

٤ - وجود طبقة صخرية قريبة من سطح التربة بحيث تمنع إنتشار الجنور وتوقف نموها وتزيد إمتصاص بعض العناصر على حساب عناصر أخرى مثل الكالسيوم. لغاية الآن يذكر هذا السبب عابراً ولم أجد بحثاً متخصصاً في هذا الموضوع.

بعد ذكر هذه الأسباب التي قد يكون احداها على الأقل هو مسبب مرض تصمغ اللوزيات أود أن أقول إن هذا المرض قد يرجع لاسباب وراثية متعلقة بتكوين الصموغ إستجابة لأي اضرار ميكانيكية تحدث للشجرة وهذا الاقتراح أطرحه لمن يريد البحث العلمي.

١٦ - إحمرار أوراق القطن
Red Leaf of Cotton

يظهر هذا المرض في مناطق زراعة القطن ذات الصرف السيىء حيث يشتد المرض في حالة سوء صرف المياة الأرضية ويقل إذا كان مستوى الماء الأرضي منخفض. تظهر الاعراض على شكل بقع حمراء صغيرة في نصل الورقة في الأوراق الحديثة. تتحد هذه البقع مع بعضها وتكبر وتغطي مساحة كبيرة من النصل. يمكن أن تظهر البقع على الفروع الصغيرة وعلى باقي أجزاء النبات سواء العروق الكبيرة او حامل الورقة. تصبح الاوراق صلبة وهشة

وتتساقط وقد يسقط اللوز احياناً. ينخفض إنتاج النبات وتتدهور حالته. يتسبب المرض عن الاضطرابات المائية حيث يزيد إذا حدث ري غزير او أمطار كثيفة بعد فترة جفاف طويلة او تعطيش.

١٧ - القمة المشوهة في القطن
Deformed Top of Cotton

هذا المرض قديم جداً وظهر في امريكا في اوائل القرن العشرين، يظهر المرض على شكل تفرعات غير طبيعية على قمة نبات القطن وخاصة في الاجزاء العليا ويظهر تشوه كبير في النموات الخضرية والنموات الثمرية وتكون السلاميات قصيرة ويظهر النبات بشكل غير طبيعي. لاتتكون الازهار على الأفرع الشاذة، تتساقط الأزهار وتتساقط اللوزات، تكون الأوراق مثنية إلى أعلى تأخذ شكل الفنجان.

يتسبب المرض عن سوء صرف الماء من التربة والتقلبات المائية وقلة الاكسجين في التربة. قد يكون هناك أسباباً أخرى مثل الاضطرابات الهرمونية والفسيولوجية في النبات.

١٨ - تجويف ثمار الطماطم
Tomato Puffs

تكون الثمار المصابة خفيفة الوزن مشوهة وغالباً مسطحة ومجوفة إلى حد ما. يبدء التجويف في الاطوار الجنينية الأولى ويتقدم كلما تقدمت الثمرة في النمو. تكون الثمار الناضجة غير صالحة للتسويق. تتكون الاعراض من حدوث مساحات فارغة كبيرة تحيط بالمشيمة في الثمرة. عند عمل مقطع عرضي يلاحظ التجويفات محيطة بالبذور وتفشل البذور في أن تتكشف جيداً. يتوقف نمو المبيض ويتوقف التكشف السليم للأنسجة المحيطة بالمبيض. إن أي من العوامل التي تتدخل في عملية التلقيح أو تمنع الاخصاب او تمنع تكشف نمو المبيض جيداً تؤدي إلى حدوث الجيوب المحيطة بالمشيمة وبالتالي تؤدي إلى أن يكون ٥٠٪ من باطن الثمرة فارغاً.

يتسبب هذا المرض عن التقلبات المائية في التربة سواء كان الماء زائداً أو ناقصاً في وقت حدوث الاخصاب. كذلك فان ارتفاع درجة الحرارة كثيراً أثناء الاخصاب تساعد في حدوث هذا المرض أيضاً.

١٩ - جدري ثمار الطماطم
Tomato Fruit Pox

يتميز هذا المرض بظهور بثرات صغيرة يصل قطرها ٣ ملم ذات لون أخضر غامق منتشرة فوق سطح الثمرة. تعزى هذه الأعراض إلى الرطوبة العالية في بداية موسم تكوين الثمرة ثم يتبعها ظروف جافة بالقرب من وقت جمع المحصول.

٢٠ - البقعة المائية في برتقال ابو سرة
Water Spot of Navel Oranges

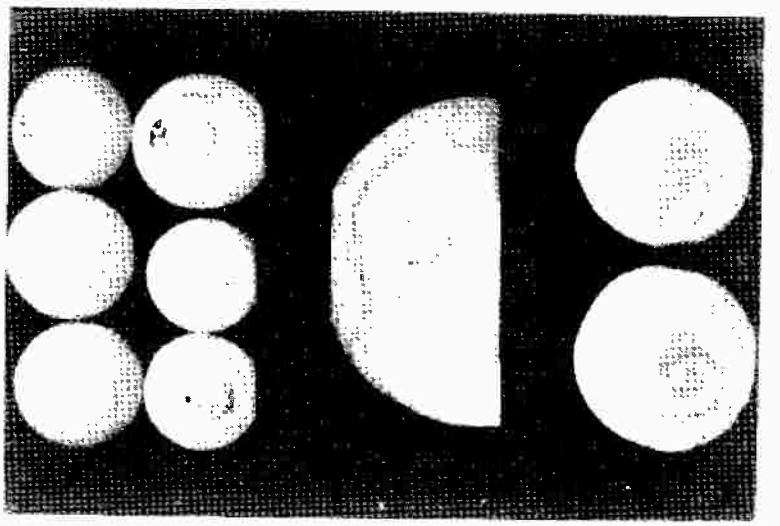
إن البقعة المائية في برتقال أبو سرة تسبب خسائر كبيرة في كثير من ولايات امريكا، حيث في تلك المناطق يستمر تساقط المطر بغزارة لعدة أيام متواصلة في المدة الواقعة بين يناير وابريل. تحدث البقعة المائية في الجروح الحديثة في برتقال فلنشيا، تنجارين، جريب فروت، الليمون والبرتقال الذهبي Kumquate يصاب حتى في غياب الجروح حيث أنه حساس جداً لتحطيم بعض الخلايا.

الاعراض : تظهر اعراض المرض على شكل بقعة بيضاء من أنسجة شبه مفككة في قشرة الثمرة. تكون البقعة كبيرة ومميزة. إن التركيب شبه الاسفنجي للقشرة مع مقدرتها على جذب الماء للخلايا صفة هامة في تكشف المرض. يدخل الماء إلى القشرة من خلال جروح عادية او تشققات النمو ومن نهاية واطراف السرة في الثمرة والجروح الحديثة. إذا شفيت الجروح وغطاها الكالوس قبل الامطار فان البقعة المائية لاتزيد. إن الفترة الممطرة مع الرياح تسبب اضراراً ميكانيكية، هذه الاضرار لها دور في زيادة دخول الماء إلى القشرة، كذلك فإن اضرار البرد والصقيع تزيد اضرار البقعة المائية. إن إمتصاص الماء يزيد في حجم الثمرة بجانب زيادة مطاطية القشرة وهذا يسبب تشققات دقيقة جداً والتي من خلالها يدخل الماء ويسبب بقع مائية كبيرة (شكل رقم ٩) تصل إلى قطر ٣ سم وتكون طرية وناعمة الملمس.

هناك أسباب أخرى تساعد في تحطيم أنسجة الثمرة، منها، إنطلاق الزيوت الطبيعية السامة في القشرة ويكون هذا متبوعاً بالتلون البني في المناطق المتضررة ثم يتبعها الاصابة بالاعفان. ليس لمرض البقعة المائية علاقة مع كثافة الغدد الزيتية او كمية زيت القشرة او عدد الثغور في القشرة. إن الرش بالزيوت يسهل حدوث البقعة ميكانيكياً.

وجد أن الثمار المتكونة في ظروف إنخفاض الكثافة الضوئية، رطوبة عالية، تزويد الماء باستمرار تسبب نمو عصيري وكذلك التسميد النيتروجيني يسبب زيادة نمو النبات وزيادة قابلية الثمار للاصابة بمرض البقعة المائية.

إن معاملة الأشجار بمنظمات النمو النباتية مثل 2, 4 - D والجبرللين قد تساعد في جعل قشر الثمرة اكثر صلابة وبالتالي تقلل من اضرار مرض البقعة المائية. كذلك فإن جمع الثمار وتسويقها قبل دخولها طور النضج الكامل يقلل من حجم الخسائر.



شكل رقم ٩: أعراض مرض البقعة المائية في الحمضيات في الشمال والوسط. أما في اليمين تظهر أعراض مرض التفضن والتقشر في ثمار الحمضيات.

هناك مرض يسمى بقعة القشرة في برتقال فالنسيا Valencia Rind Spot هذا المرض يشبه مرض البقعة البيضاء السابق ذكره مع إختلاف بسيط في بداية ظهور الاعراض حيث تكون البقعة هنا منخفضة قليلاً مع تلون بسيط ولكنها فيما بعد تصبح غامقة مع وجود ظلال من اللون البني. تهاجم فطريات *Colletotrichum* و *Alternaria* البقعة وتبدأ الثمار في التحلل.

الفصل الثانى

حرارة وتهوية التربة

Soil Temperature and Aeration

أولاً : حرارة التربة:

تتعرض النباتات النامية، إلى درجات حرارة في التربة أعلى من الدرجة المثلى اللازمة لها، واحياناً تكون درجة الحرارة عالية بحيث أنها تسبب اضراراً للنبات. تحدث الاضرار لاعضاء النبات الموجودة تحت سطح التربة عندما تتعرض التربة لدرجات حرارة الصيف العالية في النهار او عندما تهب رياح جافة عالية الحرارة، فانها ترفع درجة حرارة التربة. كل هذا يؤثر على أجزاء النبات الموجودة تحت سطح التربة. يظهر تأثير درجة الحرارة العالية عن طريق تأثيرها على عمليات البناء والهدم في الخلية.

تظهر التأثيرات الضارة على النباتات من درجات الحرارة العالية في الأراضي السوداء والتي احياناً يمكن أن ترتفع إلى درجة ٥٠م. تحدث الاضرار على أجزاء النبات الملامسة لسطح التربة، يبدو على البادرات الصغيرة سقوط ويمكن أن تموت نتيجة لسرعة موت الجذر العصارية للبادرة. أما النباتات التي تخطت دور البادرة فيظهر عليها تشققات بالقرب من سطح التربة. يتكون أحياناً تقرحات تكون متطاولة ويظهر فوقها منطقة كالوس. قد ينضح من الشقوق بعض المواد الكربوهيدراتية المصنعة. تنكسر النباتات الضعيفة وأخيراً تموت إذا ماحدث لها إنثناء بواسطة الرياح. إن مرض التشقق الناتج عن الحرارة هو اكثر شيوعاً وإنتشاراً في النباتات المزروعة في خطوط متباعدة كثيراً عن بعضها البعض بحيث أن التربة تمتص أشعة الشمس مباشرة بدون حاجز، وبالتالي ترتفع درجة حرارتها، بينما النباتات المزدحمة او المحاطة بالاعشاب يكون تضررها بحرارة التربة أقل حيث أن الاعشاب وازدحام النباتات يقلل من سقوط أشعة الشمس المباشرة على التربة. إعتماداً على ذلك فإنه يمكن وقاية النباتات من هذه الاضرار بالتظليل او عن طريق تغطية التربة السوداء بطبقة رقيقة من الرمل الأبيض او بوضع طبقة من النشارة أو التبن فوق سطح التربة.

كما سبق وأن ذكرنا أن الأراضي السوداء هي التي يظهر فيها اضراراً للنباتات اكثر منها في الأراضي الفاتحة اللون او البيضاء وذلك لأن الأراضي السوداء عندها قدرة عالية على إمتصاص الحرارة ويظهر على البادرات الحديثة جداً إنهيار كامل بالقرب من مستوى سطح التربة لكن البادرات الأكبر أو المنقولة يحدث لها تطويق حول الساق باللون البني بالقرب من سطح التربة ويستمر هذا الطوق في التعمق في قشرة النبات. في حالة التطويق هذه يستمر الماء في الانتقال من الجذور إلى المجموع الخضري، ولكن المجموع الجذري يبدأ يتلف تدريجياً بسبب تحطم اللحاء وبالتالي فهي لا تستطيع أن تحصل على المواد الكربوهيدراتية المرسلة بواسطة الاوراق، أخيراً فإن موت الجذور يؤدي إلى الاصفرار، الذبول والموت الرجعي (موت القمم) في الاغصان. من الممكن أن لاتظهر هذه الأعراض إلا بعد عدة أسابيع من إبتداء حدوث الأضرار نتيجة ارتفاع حرارة التربة وهذا يؤدي إلى صعوبة تشخيص المرض.

أما النباتات التي لايظهر عليها تطويق يتكون عليها أحياناً بقعاً صغيرة على سطح النبات بالقرب من سطح التربة، تكون غالباً على السطح المقابل للشمس في أغلب اوقات النهار. يمكن أن تنكسر البادرات عند مستوى سطح التربة بسبب الامطار الغزيرة وهذا يمكن أن يحدث بعد عدة أسابيع من إبتداء الضرر. كذلك فان رش النباتات في الطقس الحار بالماء يؤدي احياناً إلى زيادة الضرر. ولقد ذكر في بعض الابحاث أن قطرات الماء الجارية من على الورقة إلى أسفل الساق وتستقر على سطح التربة وجد أنها تُمتص من قبل أنسجة السيقان الحديثة وبالتالي تزيد قابليتها للتضرر بالحرارة. كذلك لوحظ حدوث أضراراً للحرارة على النباتات في المشاتل بعد رشها بالزيوت القاتلة للحشائش.

أما في أشجار الغابات فان مقاومة الشتلات لاضرار الحرارة تزيد بتقدم عمر الشتلة. وإذا حدث وأن ظهر تطويق على الشتلات فان هذا غالباً مايتبعه موت الشتلة. احياناً يمكن أن تموت الشتلات نتيجة الجفاف الشديد خلال الطقس الحار وذلك يؤثر على أنسجة النبات. كما وأن معدل موت الشتلات في مشاتل الأشجار الذي يعزى إلى الجفاف يمكن أن يكون حقيقة بسبب الحرارة.

يظهر على السيقان الخضراء على البادرات الحديثة جداً بقعاً صغيرة بيضاء فجأة منكمشة مائية المظهر تكون عادة فوق مستوى سطح التربة وتبدء على جهة الساق المقابلة للشمس. إن هذه الاعراض يشار إليها بالبقع البيضاء. كثيراً مايصبح الساق بأكمله محاطاً بهذه البقع وهذا يؤدي إلى إنحناء الساق وموت النبات، يمكن أن تموت بادرات مشاتل الصنوبر بأكملها نتيجة الحرارة.

مع أن سقوط البادرات المتسبب عن الحرارة يشابه سقوط البادرات المتسبب عن الكائنات الحية الدقيقة الممرضة إلا أنه في الحالة الأولى يمكن تمييز البقع بوجود لون فاتح واطراف محددة على جزء الساق فوق سطح التربة.

إن توفير ٥٠٪ ظل على مساحة المشتل منذ بداية ظهور البادرات حتى يصبح عمرها عدة أسابيع سوف يمنع أو يقلل خطر الحرارة كثيراً في المشاتل. يمكن توفير الظل بعمل اطارات من الخشب على ارتفاع ٥٠ سم فوق المشتل، والأفضل أن تكون مرتفعة أكثر من ذلك حتى تسمح بتهوية جيدة للمشتل، اذا استعملت شرائح خشبية للتظليل فيجب أن تكون متجهة من الشمال إلى الجنوب، كذلك يمكن تخفيف حدة الحرارة بجعل سطح التربة رطباً وذلك باضافة الماء إليه في الصباح أو في المساء.

إن الأضرار التى تحدث لنباتات المشاتل المتقدمة في السن أو أشجار الغابات الحديثة سواء كانت المخروطيات أو الأشجار الخشبية الأخرى ويظهر عليها مايسمى بمرض قاعدة الساق المطوقة كان يعزى إلى درجات الحرارة العالية لسطح التربة وكذلك يعزى إلى الفطر *Pestalozzia hartigi* لأنه من الشائع وجود هذ الفطر مع مرض الساق المطوقة على شكل رمي وفشلت المحاولات لاثبات أن هذا الفطر طفيلي على ساق النبات. إن الشجيرات ذات عمر ٢ - ٤ سنوات والمنقولة من المشاتل سواء كانت شجيرات صنوبر او بلسم، تنوب، البيسيه، الدوغلاس وبعض المخروطيات الأخرى فانها تتأثر بذلك. كما وأن البيسيه أكثر الأشجار حساسية للاصابة.

إن البقع المتكونة على قاعدة الساق والتطويق كلاهما يتدخل في إنتقال وحركة الغذاء وهي تؤدي إلى حدوث نمو على شكل إنتفاخ فوق البقعة وهذا يجعل مظهر البقعة نفسها

وكأنها قابضة على الساق. يمكن أن تظهر الأشجار المصابة سليمة لمدة من الزمن بعد ظهور البقع ولكن أخيراً تبدأ في الاصفرار تدريجياً وتموت. أما تلك الأفراد التي لم تكن كاملة التطويق لاتلبث أن تشفى وتعود عادية ثانية. في بعض المناطق حيث تكون المشاتل مزروعة في أراضي رملية ذات لون فاتح، وجد على أن الأصول خالية من تطويق السيقان عندما فحصت في اول الخريف وعندما أضيف إلى سطح التربة الفحم النباتي في بداية الصيف زادت اصابة الأشجار وذلك لأن تسويد سطح التربة يؤدي إلى رفع درجة حرارة سطح التربة إلى حد كاف لاحداث الضرر.

إن الأضرار الناتجة على بادرات الخرنوب الأسود نتيجة مهاجمتها بالنطاط *Stictoce-phala festina* يمكن أن تتداخل مع تطويق الساق المتسبب عن الحرارة حيث أن الحشرة أثناء تغذيتها تعمل حلقة على عمق ٠,٥-١ سم أو أكبر فوق سطح التربة حول السيقان الحديثة الضعيفة ونتيجة تغذية الحشرة تنبل الشتلة وتموت فوراً نتيجة التحليق. عندما تكون تغذية الحشرة غير مكتملة التحليق حول الساق او تكون الساق سميكة وقوية فان الشتلة لاتنبل ولاتموت وإنما تدوم طويلاً وتكون الكالوس فوق التحليق. تتميز اصابة الحشرة بأنها تكون على ارتفاع اكثر من ارتفاع الاضرار الناتجة عن الحرارة.

ثانياً : تهوية التربة Soil Aeration

إن النباتات الحية أو الأنسجة النباتية لها علاقة أساسية مع هواء البيئة المحيطة بها والتي تأخذ منه الاكسجين وتطلق فيه نواتج تنفسها او نواتج نشاطاتها الفسيولوجية. إن العلاقات الهوائية غير الملائمة يمكن أن تتدخل في دخول وخروج الغازات وبالتالي تسبب أضراراً فسيولوجية (أمراض غير طفيلية).

علاقة النبات بالتهوية:

إن كل جزء حي من أجزاء النبات يكون مرتبطاً إلى حد ما بالبيئة النامي فيها ومع بقية أجزاء النبات الأخرى وخاصة فيما يتعلق بحصوله على الاكسجين في عملية التنفس. إن عملية التنفس هي عملية كيماوية معقدة تأخذ مجراها في الخلايا الحية حيث أن النباتات تأخذ

الاكسجين وينطلق ثاني اكسيد الكربون. يأخذ النبات الاكسجين خلال الأجزاء الخضرية الهوائية من الجو مباشرة وينتشر خلال وبين الخلايا عن طريق المسافات البينية. أما المجموع الجذري في النبات فانه يتحصل على الاكسجين من هواء التربة الموجود بين حبيبات التربة ولاتستطيع الجذور أن تأخذ الاكسجين من الهواء الموجود فوق سطح التربة مباشرة.

عند زراعة البذور في التربة، يحدث فيها نشاطات فسيولوجية كثيرة وتزداد عملية التنفس ويزداد إمتصاص الماء عندما تكون درجات الحرارة مناسبة وتستمر عملية التنفس بنشاط خلال فترة حياة النبات. أما في النباتات الساكنة أو التركيبات النباتية الساكنة مثل الدرنات، الريزومات أو الثمار اللحمية تكون فيها العمليات الحيوية منخفضة إلى أقل درجة ممكنة وكما هو معروف فان عملية التنفس لاتقف حتى يموت النبات. إن أية تدخل ملحوظ في عملية التنفس سوف يؤدي إلى خفض كفاءة النبات وبالتالي يؤدي إلى أن يصبح النبات السليم مريضاً وأخيراً يموت.

إن تنفس الأجزاء الخضرية (الهوائية) في النبات باستثناء حالات نادرة (حالات التجارب) يكون عادياً وسليماً ومن غير المعقول أن يكون هناك نقصاً في الاكسجين أو أن الجو خالٍ منه، وبالتالي لايوجد اضراراً تتسبب عن قلة الاكسجين الجوي على النبات، ولكن أحياناً يحدث ترسبات كثيفة من الغبار أو أجزاء خاملة مثل غبار مصانع الاسمنت يمكن أن تغطي الأجزاء الهوائية من النبات ويمكن أن تعطل او تخنق الثغور في الاوراق وبالتالي تسبب اضراراً واضحة على النبات عن طريق تداخلها في عملية التبادل الغازي بين النبات والجو المحيط به. كذلك فإن بعض التركيبات الساكنة مثل الدرنات أو الأبصال او الاعضاء الواهنة مثل الثمار عندما تنتقل من بيئتها الطبيعية وتوضع في صناديق او اماكن مزدحمة او في مستودعات التفريغ فعندئذٍ يمكن أن تعاني هذه الأجزاء من اضرار سوء التهوية، وبالتالي يمكن أن يكون الاكسجين المتوفر غير كاف لهذه الكمية من النباتات او الاعضاء النباتية او أن ركود الهواء يمكن أن يؤثر على حركة وخروج النواتج المتطايرة والناتجة من نشاط البروتوبلازم.

يميل تركيز الاكسجين في الحالات الطبيعية إلى الانخفاض في الطبقات السفلية من التربة، وكلما زاد العمق في التربة كلما نقص الاكسجين، وبالتالي فانه يلاحظ أن النباتات النامية في تربة سيئة التهوية تكون جذور تلك النباتات سطحية وذلك لكي تستطيع أن تتحصل على احتياجاتها من الاكسجين من طبقة التربة القريبة من التهوية الجوية. إذا إنخفضت نسبة الاكسجين في التربة عن حد معين تموت جذور النبات، وإذا كانت كمية الجذور الميتة كثيرة فان هذا يؤثر على قمة الشجرة ويمكن أن تظهر الاعراض على منطقة التاج ومن المحتمل أن تموت الشجرة باكملها. وكما هو معروف فان الاراضي سيئة التهوية لايقتصر ضررها على قلة وجود الاكسجين او صعوبة وصوله إلى الجذور ولكن الاضرار تزيد بسبب صعوبة التخلص من CO_2 وإنطلاقه بعيداً.

كذلك فان نسبة الاكسجين تكون منخفضة في التربة ذات نسبة الرطوبة العالية حيث أنه كلما زادت نسبة الرطوبة في التربة كلما قلت نسبة الاكسجين (احياناً تؤثر درجة الحرارة العالية للتربة). إن نقص الاكسجين في هذه الحالة يمكن أن يسبب جفاف الجذور لكثير من النباتات النامية في تربة مغمورة بالماء. ولقد تبين أن ارتفاع نسبة رطوبة التربة عندما يكون مقروناً مع ارتفاع حرارة التربة يؤدي إلى انهيار جذور نبات البرسيم الحجازي، ويختلف تأثير ذلك حسب طور النمو الذي تمر به النباتات بعد حشها (قص النباتات) حيث أن زيادة الرطوبة تقلل كمية الاكسجين المتوفرة للجذور، أما ارتفاع الحرارة وحش النباتات يؤدي إلى زيادة طلب النبات على الاكسجين وبالتالي فان هذه العوامل تتجمع مع بعضها البعض وتؤدي إلى نقص الاكسجين الحاد اللازم للجذور وهذا يؤدي إلى إنهيارها وموتها.

يجب أن تتحصل الاجزاء النباتية الموجودة تحت سطح التربة على كمية كافية من الاكسجين من هواء التربة. إذا إنخفضت هذه الكمية او لم يتوفر الاكسجين المطلوب بسبب اي من الطرق السابقة التي تؤدي إلى سوء تهوية التربة فانه يحدث إختناق للجذور Asphyxiation، وهذه ظاهرة شائعة في الاراضي سيئة التهوية. هذا الاختناق يؤدي إلى اضطرابات ملحوظة في حياة النبات او أن هذه الاضطرابات تؤدي إلى موت النبات. لاتستطيع معظم المحاصيل النباتية المزروعة أن تتحصل على اكسجين كاف من الماء وبالتالي فان إغراق

التربة بالماء لايكون إيجابياً من حيث تزويد النباتات بالاكسجين الكافي. هذا يمكن توضيحه من الاضرار الشديدة التي تظهر على النباتات المزروعة في الاراضي الغدقة او سيئة الصرف او الأراضي المغمورة بالماء.

إن التركيب الفيزيائي للتربة يمكن أن يكون له تأثير على توفر الاكسجين في التربة وهذا يعني أن الاكسجين يمكن أن يستهلك بسرعة اكثر من الحصول عليه. او أن الاكسجين يكون متوفراً في التربة ولكنه لايصل بالكمية والوقت المناسبين للجذور كما هو واضحاً في الاراضي الثقيلة والمضغوطة. فمثلاً الاراضي التي يغطي سطحها طبقة صلبة وجافة مثل اماكن سير العربات او القريبة من المباني والطرق المرصوفة فان النباتات تفشل في الانبات وتكون ضعيفة وتنمو بصعوبة. أما الأشجار فيحدث فيها موت قمم او لفحات كل ذلك بسبب احتياج الجذور إلى الاكسجين.

اضرار سوء تهوية التربة

لكي تنمو النباتات في الاراضي العادية يجب أن تحصل على الاكسجين لانطلاق الطاقة المطلوبة لكي تستمر جميع العمليات الحيوية في النبات. عندما تمتلىء الفراغات الموجودة بين حبيبات التربة بالماء فإن جذور النباتات تختنق. إن التأثيرات الفورية للاختناق هو تثبيط النمو. لقد تبين أن نمو النباتات في الاراضي المغمورة بالماء كان نصف نمو النباتات النامية في تربة جيدة التهوية. يمكن أن تبقى النباتات حية في حالة نقص الاكسجين عندما يتوفر ٥ . ٠٪ أكسجين في التربة ولكن الجذور تحتاج ٢ – ٨٪ أكسجين لكي تكون في درجة النمو المثلى. تحت هذه المستويات من الاكسجين (٥ . ٠٪) تصبح الأوراق شاحبة، يتوقف النمو لا تتكشف جذور جديدة، يحدث موت قمم في الفروع ويكون الموت أكيداً. إن هذا التدهور والموت يمكن أن يأخذ مجراه خلال بضع أيام في بعض النباتات او شهوراً او سنوات في نباتات أخرى.

بالاضافة إلى أن غمر الملء يقلل كمية الاكسجين فانه كذلك يقلل النتح بنسبة ٩٠٪ ويحدد كمية الماء الممتصة والتمثيل الضوئي. إن أعراض وقف النمو الناتجة عن الاختناق والموت للجذور تذكر دائماً في حالة مرض عفن الجذور.

هناك أسباب عديدة تؤدي إلى زيادة الماء في التربة مثل سوء الصرف في الاراضي الثقيلة، ارتفاع مستوى الماء الأرضي، الامطار الغزيرة، بناء سدود في المنطقة تحجز الماء، الري الغزير وإذا لم يحدث صرف جيد للتربة فان التربة تبقى مغمورة بالماء والاكسجين فيها منخفض وكمية الاضرار تختلف حسب نوع النبات.

إن إنخفاض اكسجين التربة يكون أكثر ضرراً للنبات عندما تكون درجة حرارة التربة او الجو المحيط بها عالية. وجد أن نباتات عباد الشمس النامية تحت مستويات منخفضة من الاكسجين تصبح ضعيفة متقزمة النمو على درجة حرارة ١٣ - ٢٤م، تموت النباتات إذا تعرضت لدرجة حرارة ٣٤م. إن النباتات تحتاج إلى اكسجين أقل على درجات الحرارة المنخفضة وبالتالي فهي تتحمل قلة الاكسجين في درجات الحرارة المنخفضة. اما في درجات الحرارة العالية فان التنفس يزداد ويزداد الطلب على الاكسجين.

إن أشجار اللوزيات والتفاحيات والعنب، كثيراً من نباتات الزينة والأنواع الخشبية كلها حساسة لنقص التهوية في التربة. إن أسبوعاً واحداً من غمر الماء للتربة يكفي لقتل كثير من أشجار المشمش. إذا إرتفع مستوى الماء الأرضي إلى ثلاثة أقدام، فان أشجار الخوخ واللوزيات الأخرى يظهر عليها التصمغ، موت قمم الفروع، تسقط الأوراق، تتعفن الجذور وأخيراً تموت. لذلك يلاحظ التشقق والتصمغ وإنفجار القلف على أشجار الكرز، الكرز الحلو والخوخ النامية في أراضي سيئة الصرف. اذا استطاعت الأشجار المتضررة أن تبقى حية لمدة عشر سنوات او أثنى عشر سنة فان التشققات تشفى وتعطي الشجرة إثمار جيد وعادي إذا لم تهاجمها الطفيليات الأخرى. دائماً تتساقط ثمار الأشجار ويرافقها شحوب المجموع الخضري في الظروف سيئة الصرف.

يظهر على أشجار الحمضيات شحوب وموت قمم نظراً لسوء التهوية الأرضية. تتوقف استطالة الجذور الوتدية والجانبية عندما ينخفض مستوى الاكسجين إلى أقل من ١ - ٢٪. بعض الأضرار كانت واضحة عندما كانت نسبة الاكسجين ٥ - ٨٪. إن نباتات الافوجادو حساسة لنقص الهواء في التربة.

يجب أن يلاحظ أن فطريات التربة تكون دائماً نشيطة في اوضاع ضعف النباتات من قلة الاكسجين. وفيما يلي بعض الأمراض المتسببة عن قلة اكسجين التربة.

أمراض سوء تهوية التربة

١ - المـــوت
The Death

إن هذا المرض أزعج كثيراً من المزارعين في بريطانيا سنة ١٩٣٧. تظهر الأعراض بحيث تبقى أوراق الأشجار المثمرة صغيرة، تدريجياً تنوي وتبهت لونها وتصبح صفراء وتذبل. تكون نموات الأفرع الجانبية قصيرة أو غير كاملة، تذبل هذه النموات وتنهار الفروع الجانبية بالتدريج وتموت. في النهاية تتحطم الشجرة وتموت. تشمل النباتات الحساسة لهذا المرض كل من التفاح، الكمثرى، البرقوق، الكرز، عنب الثعلب والعنبية.

إن لدرجة الحرارة السائدة أثناء غمر التربة بالماء وفقد التهوية أثر كبير في حدوث المرض او تحمله. فقد وجد أن التفاح صنف ماكنتوش يمكن أن يبقى في تربة مغمورة بالماء من أواخر الخريف إلى أواخر الربيع بدون حدوث اضرار، ولكن إذا بقيت الأشجار في الماء بعد أن تعرضت لدرجات حرارة عالية، يظهر عليها أعراض كبيرة منظورة. إذا حدث غمر للتربة بعد أن تكون الأوراق قد خرجت من البرعم ولكن لاتزال درجات الحرارة منخفضة فمن المحتمل أن يبقى المجموع الخضري عادياً لمدة لاتقل عن شهر ولكن حال حدوث يوم واحد ذو درجة حرارة عالية فإن الاضرار تظهر في بضع ساعات.

٢ - تشقق نبات الشوكران
Hemlock Canker

إن ظهور هذا المرض على الشوكران يسبب التباساً في معرفة مسببه، حيث أنه يشبه في أعراضه أعراض الاصابة بالطفيليات. تظهر الأعراض على شكل إفرازات راتنجية صمغية من أسفل جذع النبات، يحدث تشققات تحت القلف، عادة ما يتفلق القلف فوق منطقة التشقق، يتلون الخشب ويظهر موت القمم في الفروع الصغيرة، وبالتدريج يحصل تطويق للشجرة لمدة بضع سنوات ثم تموت. يظهر المرض عندما تكون نباتات الشوكران نامية في تربة ثقيلة سيئة الصرف وفي المناطق ذات مستوى الماء الأرضي العالي او في مناطق متكررة الغمر. مثل هذه الاراضي تكون مغايرة تماماً للأراضي جيدة الصرف الطميية والتي ينمو فيها الشوكران بصفة جيدة.

٣ - عفن الرقبة
Collar rot

يظهر هذا المرض على شكل بقع بنية سوداء على ساق النبات بالقرب من سطح التربة وهو يشبه الاصابة بالأمراض الطفيلية، إلا أن مسبب هذا المرض هو إنخفاض نسبة كمية الاكسجين المتوفرة لجذور النبات نتيجة لغمر الارض بالماء لمدة طويلة بحيث تبقى المياه ملاصقة لساق الشجرة مدة طويلة.

الاضرار الناشئة من تسرب الغاز الطبيعي في التربة:
Injury From Illumination Gas in The Soil

إن النباتات العشبية او الخشبية النامية على جوانب الشوارع، الملاعب او الصوبات الزجاجية، يمكن أن تتضرر إذا ماتصادف إنطلاق غاز طبيعي من اي من المواسير التي تحت سطح التربة بالقرب من جذور النبات. تحدث اكثر الأضرار لأشجار الظل التي في جوانب الشوارع او المروج الخضراء.

إن الأضرار التي تحدث للأشجار عن إنطلاق الغاز في التربة من عيوب وصلات الانابيب او من انكسار المواسير يسبب مشكلة من ناحية الاضرار التي تحدث للنباتات وكذلك بسبب خسارة الغاز المنطلق. يمكن أن تتأثر النباتات التي تبعد عدة أمتار عن مكان تسرب الغاز ويحتاج النبات إلى مدة ليست طويلة لكي تظهر عليه أعراض الأضرار الناتجة من الغاز. تبدأ الاضرار بحدوث تسمم بطيء للنباتات البعيدة اما النباتات القريبة فيحدث عليها تسمم بسرعة.

بدأت دراسة الاضرار الناتجة عن الغاز المتسرب في التربة من سنة ١٩١٣ - ١٩١٨ من قبل عديد من العلماء الألمان.

تختلف الاضرار التي يحدثها الغاز المتسرب في التربة وذلك باختلاف عمر النبات، طور النمو، النوع، الصنف، مدة بقاء وتركيز الغاز المتسرب. أهم الاضرار التي يحدثها الغاز المتسرب في التربة بالقرب من جذور النبات يمكن تلخيصها في الآتي:

١ – تثبيط إنبات البذور.

٢ – ظهور إنحناءات وإنتفاخات على الجذيرات الحديثة وهذا يسبب ظاهرة hypertrophy في خلايا القشرة او يسبب hyperplase في الخلايا (زيادة إنقسام الخلايا).

٣ – تكوين نسيج تكاثري في قشرة الأشجار ذات السيقان الخشبية وذلك تحت سطح التربة.

٤ – إختفاء النشا من خلايا القشرة.

٥ – توقف النمو.

٦ – ذبول وموت النباتات العشبية.

٧ – تلتف الاوراق وتتدلى إلى أسفل او تلتف وترتفع إلى أعلى (يكون الالتفاف باتجاه العرق الرئيسي). إلا أن هذه الظاهرة اكثر وضوحاً حين ينتشر الغاز في الهواء الجوي اكثر منها عند إنتشار الغاز في هواء التربة.

٨ – تموت الأشجار او الشجيرات بعد أن تتساقط او تموت الأوراق.

٩ – يظهر في خشب الأشجار التي ماتت جذورها لون أزرق وهذه الظاهرة غير مشخصة لأنها يمكن أن تكون راجعة لعوامل أخرى. اما ظاهرة تكوين أنسجة وتبرعمات في أنسجة الجذور، فهذه صفة ممتازة لتشخيص أضرار تسرب الغاز في التربة.

١٠– يظهر على الجذور ظاهرة hypertrophies عندما لايظهر على المجموع الخضري أية اضرار. لذلك فإن فحص وإختبار الجذور ضرورياً بالنسبة للأشجار التي تكون قد ماتت قبل أن يظهر عليها أعراض على المجموع الخضري، حيث تكون قشرة الجذور الحديثة المتأثرة بالغاز ٣ – ٤ أضعاف سمكها في الجذور السليمة. في احدي التجارب وجد أن تعريض جذور الشجرة إلى تركيز عال من الغاز وفجأة ومباشرة يؤدي إلى موت الشجرة دون حدوث ظاهرة الـ hypertrophies في الجذور، إلا أن هذه الظاهرة تحدث في جذور الأشجار التي يصلها تركيز منخفض من الغاز.

يجب أن يلاحظ أن معظم الأضرار التي ذكرت سابقاً والناتجة عن تسرب الغاز في التربة تشابه كثيراً اعراض الأضرار المتسببة عن عوامل أخرى مثل التجمد للجذور، عفن الرقبة والاختناق.

اما من الناحية التشريحية فان الأشجار المقتولة بالغاز يظهر عليها تلون وتحلل الكامبيوم، اللحاء والقشرة خاصة في منطقة قاعدة الجذع. تتقدم المنطقة الميتة إلى أعلى حتى تشمل جميع الشجرة. كذلك يصبح الخشب ذو لون أغمق وتزداد قابليته للكسر وسرعة التلف. كما وأن الأشجار المقتولة بالغاز سريعاً ما تغزوها الفطريات الرمية والتي تكمل تحطيم الشجرة.

يبدو أن موت الجذور يكون راجعاً إلى الاختناق الحقيقي نتيجة لاستبدال هواء التربة بالغاز او للتأثير السام لمكونات الغاز على الجذور، حيث أن الغاز يحتوي دائماً على مواد سامة للجذور مثل غاز الايثيلين الذي اذا أختبر تأثيره لوحده كان مثل تأثير الغاز على جذور النبات. كما وأن مادة حمض الهيدوسيانيك إن وجدت في الغاز فهي سامة جداً للنبات.

تبدي النباتات تفاعلات مختلفة من ناحية حساسيتها للغاز، فلقد وجد أن معظم الأشجار متساقطة الأوراق حساسة للغاز في التربة مثل حور كارولينا، الدردار، الدبق، القيقب، الكتلبة التفاح والكمثرى وغيرها. أما المخروطيات فهي اكثر مقاومة للغاز من الأشجار متساقطة الأوراق، يمكن لهذه الأشجار أن تسترد وضعها السليم بعد أن يتوقف تسرب الغاز إليها، في حين أن الأشجار متساقطة الاوراق لاتستعيد الحالة الصحية السليمة بعد توقف تسرب الغاز.

إن عملية تشخيص الاضرار الناتجة عن تسرب الغاز عملية صعبة وتتطلب خبرة طويلة ويجب أن يُعرف في البداية أن الأشجار حديثة السن يمكن أن تموت حتى لو تسرب إليها اي كمية مهما صغرت من الغاز بحيث لانستطيع أن ندركها بحاسة الشم. هذه الحالة يجب وضعها في عين الاعتبار عند تشخيص الاضرار الناتجة عن الغاز. لقد أجريت دراسات عديدة على رائحة الأنسجة التى تموت نتيجة تسرب الغاز في التربة فوجد أن هناك رائحة خاصة

يصعب تمييزها او وصفها ولكن لها صفة خاصة في الأنسجة الموجودة فوق سطح التربة في الأشجار التي ماتت لمدة شهر على الأقل.

يمكن استعمال إختبار شحوب بادرات بسلة الزهور بكفاءة عالية وبوضوح للدلالة على تسرب الغاز في التربة عندما تكون كمية الغاز ليست كثيرة بحيث يمكن أن تدرك بحاسة الشم. يمكن أن تنمو البادرات في أطباق بتري، لارتفاع عدة سنتيمترات ثم بعد ذلك توضع تحت صفائح مقلوبة على التربة التي يتوقع أن يكون قد تسرب فيها غاز. إذا كانت كمية الغاز كبيرة جداً فان النبات يتوقف عن النمو، بينما الكميات القليلة منه تؤدي إلى تدلي الاوراق وانعكاس البادرة بحيث تنمو في وضع أفقي أو إلى أسفل او مستوي، لقد ذكر أن هذا الاختبار يفوق عدة مرات إختبارات المواد الكيماوية الأخرى.

بعد كل ذلك نستطيع أن نقول إن منع تسرب الغاز في التربة هو الطريقة الوحيدة للوقاية من شر تسربه، وإذا حدث وأن تسرب في التربة يجب وقف مصدر الغاز وتهوية التربة جيداً وعدم زراعتها إلا بعد تمام خلوها من آثار الغاز.

الفصل الثالث

إضطرابات التغذية النباتية

Plant Nutritional Disorders

عندما يكون نمو النبات ضعيفاً وانتاجه ليس بالكمية المتوقعة، فان واحداً او أكثر من الكائنات الممرضة العديدة يمكن أن يكون مسئولاً عن ذلك، ولكن نقص التغذية هو المسئول الأول والعامل الاساسي في هذا الضعف. يحتاج النبات إلى كميات وافرة ولكن ليست كثيرة من المواد الغذائية. يحتاج النبات إلى كميات معينة من ستة عشر عنصراً مختلفاً على الأقل من المواد الكيماوية لكي يصل إلى النمو الطبيعي الأمثل. إن المواد الغذائية تشكل التركيب الكيماوي للنبات مثل الاحماض النووية، توجيه العمليات الحيوية في النبات والانزيمات ومساعدات الانزيم، نشاط البناء والهدم والكربوهيدرات. تزود النبات بالطاقة وتخزنها وتنظم الضغط الأسموزي ليكون هناك توازناً بين الأيونات الممتصة من محلول التربة.

إن معظم العناصر يتزويد بها النبات من التربة ولكن الهيدروجين الداخل في تكوين كل مركب عضوي نباتي يتزود به النبات عن طريق الماء، أما الاكسجين والكربون اللذان يشكلان أكثر من نصف المادة الجافة في النبات يتحصل عليها النبات من الهواء الجوي.

يتحد الاكسجين في عدة اكاسيد بالاضافة إلى بروتين النبات، الاحماض الدهنية، الكربوهيدرات ومركبات نباتية أخرى. إن الاكسجين متوفر في الجو ونادراً مايحدث له نقصاً إلا في ظروف ضيقة وتحت اوضاع معينة. أما الكربون فهو اللبنة الأساسية لجميع الجزيئات العضوية وهو العمود الفقري في الخلية ويحتاجه النبات بكميات كبيرة ويتزود النبات بالكربون عن طريق ثاني اكسيد الكربون من الجو.

إن الكربون، الاكسجين والماء تشكل حوالي ٩٥٪ من الوزن الكلي للنبات. أما الكمية الباقية ٥٪ فهي تتكون من العناصر الكبرى مثل النيتروجين، الفسفور، البوتاس، الكبريت، مغنيسيوم والكالسيوم. أما العناصر النادرة وهي التي يحتاجها النبات بكميات قليلة جداً تشمل الحديد، المنغنيز، البورون، الزنك، النحاس، المولبيديوم والكلوريد ويتحصل عليها النبات

من التربة. كذلك فان النبات يلتقط كميات ضئيلة من أى عنصر آخر موجود في التربة سواء كان نافعاً ام لا. إن بعض المعادن تكون نافعة وتكون احياناً اساسية لبعض أنواع النباتات وليست هي كذلك لأنواع نباتية أخرى. فمثلاً الصوديوم تحتاجه الطحالب البحرية وهو كذلك يحسن نمو كثر من النباتات التي موطنها الأراضي الملحية، ولكنه ليس اساسياً لأنواع أخرى. بعض العناصر تشجع نمو النبات ولكن نظراً لأن النبات يستمر حياً في غياب هذا العنصر فعندها يعتبر عنصر غير اساسي.

تقسم العناصر الأساسية عادة إلى مجموعتين: العناصر الكبرى وهي التي يحتاجها النبات بكميات كبيرة والعناصر الصغرى وهي التي يحتاجها النبات بكميات قليلة جداً. إن القيمة الحيوية لكلتا المجموعتين متساوية ويحتاجهما النبات لتكشفه الطبيعي. تدخل العناصر الكبرى في تركيب أجزاء النبات. إن الكمية الكبرى من الكربون، الهيدروجين، الاكسجين جميعاً مع الكالسيوم تشكل جدر الخلية وأغشيتها. النيتروجين، الفسفور والكبريت تشكل جزءاً من الأحماض الأمينية وتدخل في تشكيل البروتينات والبناء الاساسي للبروتوبلاست. يدخل المغنيسيوم في جزء من جزيء الكلوروفيل. أما عنصر البوتاسيوم فهو يساعد في بناء الكربوهيدرات.

تدخل العناصر النادرة كاجزاء في الانزيمات او مرافقات الأنزيم حيث تنظم تكشف النبات ولها ادوار وظيفية كبيرة. إن دور المجموعة الكيماوية الثالثة والتي تشجع النمو ولكنها ليست اساسية له ليست معلومة تماماً. بينما كل عنصر اساسي له دور او اكثر متخصص في تركيب او وظيفة في النبات، فان نشاطها متقارب تماماً. إن النقص في عنصر واحد لايلبث أن يؤثر على نشاط العناصر الأخرى. إن تداخل المغذيات المعدنية يتضح لنا عندما يحدث نقص بوتاسيوم، فسفور او كالسيوم والتي تسبب نقص الحديد. إن ارتفاع نسبة الفسفور كثيراً تبرز أعراض نقص الحديد والبوتاسيوم. وعلى العكس فان أعراض نقص البوتاسيوم تكون شديدة في النباتات التي تشكو من نقص الحديد اكثر منها في التي حصلت على كفايتها من الحديد. في مستويات الفسفور العادية فان شدة اعراض نقص الحديد تتحدد بشكل اساسي بكمية تزويد البوتاسيوم للنبات. كذلك فان مستوى الفسفور عندما يكون ٤٠ جزء في المليون والذي يكون ملائم طبيعياً وجد أنه يكون ساماً عندما يكون مستوى الكالسيوم منخفضاً ٨ جزء في المليون ولكن يكون مفيداً عندما يكون مستوى الكالسيوم مرتفعاً ٦٤ جزء في المليون.

هناك حالات وجد فيها أن أحد العناصر يمكن أن يحل محل آخر كما هو الحال في السترونشيم Strontium يمكن أن يحل جزئياً محل الكالسيوم، الرابيديوم Rubidium محل البوتاسيوم. وجد أن السترونشيم نو فائدة فقط عندما تكون نسبة الكالسيوم منخفضة، عندما لايوجد كالسيوم ووجد السترانشيم فان نمو نبات الشعير كان حسناً بشكل واضح. هناك مثلاً آخر يوضح أن السيلينيم Sèlenium يمكن أن يحل محل الكبريت في بعض الاحماض الأمينية مثل سيلينومثيونين Selenomethionine او سيلينوستين Selenocystine.

إن تداخل الايونات المغذية يمكن أن يؤثر على إمتصاص العناصر من التربة وبالتالي فان الايونات المتماثلة كيماوياً يمكن أن تمتص أكثر نوعاً ما من العناصر الأساسية. واعتماداً على ذلك فان الارسينات يمكن أن تتداخل مع امتصاص الفسفات والسيلينات Selenat مع الكبريتات، البروماید Bromide مع الكلورايد Chloride، الرابيديوم مع البوتاسيوم.

إن تفاعل المغذيات المعدنية حيث يكون هناك نقصاً في احدى المعادن يمكن أن يسبب أعراض نقص مرئية لعنصر آخر مما يجعل التشخيص المرئي ليس صعباً وإنما غير مؤكد فقط. يكون تشخيص نقص العناصر معقداً كثيراً وذلك بسبب تشابه اعراض نقص العناصر مع الاعراض المتسببة عن زيادة بعض الكيماويات، الاصابات الفيروسية، تلوث الهواء وكائنات ممرضة أخرى.

عندما تكون طبيعة نقص العنصر الكيماوي مفهومة تماماً، فان التشخيص يكون ممكناً ليس فحسب وإنما يكون مرجحاً وصائباً. إن أعراض نقص العناصر المعدنية كثيراً ما تكون مميزة لكل عنصر لوحده ويمكن أن تكون مفصلة على كل نوع نباتي ويتحدد اسم المرض المتسبب عن نقص كل عنصر.

إن التشخيص المبكر حيوي للحصول على اكبر إنتاج نباتي. إذا كان هناك احتمال نقص تغذية ولم تظهر أعراض مرئية فان الطرق الكيماوية للتشخيص يمكن استعمالها للحصول على نتائج فورية. هناك عدة طرق يمكن استعمالها لتحليل مغذيات النبات. يمكن تحليل النسيج كيماوياً لمعرفة تركيبه المعدني، يمكن إختبار البقع، حيث يؤخذ أجزاءاً من نسيج الورقة او من عنق الورقة ويجرى له عملية طحن وهرس في نقطة ماء او كاشف مناسب ويلاحظ تغير اللون.

إن كثافة اللون تكون متناسبة مع كمية المادة الكيماوية الاساسية المنشودة. هناك إختبار آخر يتكون من رش النبات بالعنصر موضوع السؤال وتلاحظ إستجابة النبات.

تنشأ أعراض نقص العناصر عندما يصبح تزويد النبات بالعنصر محدداً لاستمرار نشاط التفاعلات الكيماوية او تصبح غير كافية (العناصر الغذائية) لاستمرار تكشف جدار الخلية او البروتوبلاست. عندما تكون الظروف الأخرى مثل الحرارة او الرطوبة غير محددة فان حالة المغذيات الكيماوية تصبح حرجة عندما يصبح النقص حاداً، فان النمو والانتاج يتحددان، ليس هذا فقط وانما تظهر امراضاً مميزة ذات اعراض واضحة مثل توقف النمو، الشحوب، الموت والتحلل، تشوه الساق والثمار، الموت الرجعي ثم الموت الكلي للنبات.

إن الأسباب التي توضح لماذا تحتاج النباتات عناصر معينة، من أين تحصل عليها، ماهي الكمية التي تحتاجها وماذا يحدث عندما تنقص هذه العناصر كل ذلك مشروحاً بالتفصيل في موضوع نقص العناصر.

استعمالات العناصر الاساسية:

إن أهم العناصر في حياة النبات هي الكربون، الهيدروجين والاكسجين وذلك لأنها تتحد مع بعضها البعض وتكون المواد الكربوهيدراتية والتي هي اساس التغذية في معظم الكائنات الحية بالاضافة إلى نباتات المحاصيل. هناك عناصر أخرى بالاضافة إلى العناصر الثلاثة السابقة ضرورية وهامة بالنسبة للنبات هذه العناصر هي النيتروجين، الكبريت والفسفور فهي تدخل في تركيب البروتينات والبروتينات النووية والتي تصنع بواسطة النباتات الخضراء ويستعملها الإنسان في التغذية. أما البوتاسيوم فهو اساي للنمو السليم ويلعب دوراً هاماً في بناء الكربوهيدرات. أما الكالسيوم فانه ضروري للتكشف الطبيعي للورقة ويوجد على شكل بكتات الكالسيوم في الصفيحة المتوسطة في الخلايا والتي تلصق الخلايا بعضها ببعض ويمكن أن تقوم بدور الوقاية للنبات عن طريق إتحادها مع حمض الاكساليك لتشكل بللورات أكسالات الكالسيوم والتي هي غير ذائبة ويمكن أن تمنع التأثيرات الضارة من تراكم حمض الاكساليك. أما المغنسيوم فهو إن لم يكن مكون فعلي لجزيئات الخلية فانه على الأقل يرافق

بعض البروتينات ويكون موجوداً في مكونات الكلوروفيل. كذلك فإن عنصر الحديد عند وجوده بكميات قليلة يكون اساسياً للنباتات الخضراء لان نقصه يمنع تكوين الكلوروفيل. إن حرمان النباتات من الحديد يجعل تكشف المجموع الخضري فيها ذو لون باهت او شاحب. من هذا يتبين أن بعض العناصر الأساسية تقوم بدور اساسي في نمو النباتات بطريقة أو بأخرى فمثلاً يبدو أن الكبريت له دور منشط لبعض المحاصيل في عمليات التكاثر والنمو، بينما الكالسيوم يبدو أن له دوراً في المساعدة على بقاء التربة ذات تفاعل مناسب.

العناصر المحتمل نقصها في التربة

Elements Likely To Be Deficient

إن الكربون، الهيدروجين والاكسجين تكون بشكل عام متوفرة للنبات النامي، بكميات كافية تسد جميع متطلباته. في بعض الحالات يبدو أن نقص الاكسجين يسبب إختناق الجذور او في بعض الحالات فان نقص الاكسجين في المخزن يلعب دوراً كبيراً في احداث اضطرابات في المنتجات النباتية في المخزن. إن نقص الماء يسبب عادة اضراراً للنبات (كما سبق في الفصل الأول) وذلك بسبب تداخل الماء في العمليات الفسيولوجية الكثيرة في الخلية وليس بسبب حرمان النبات من الهيدروجين الذي يتزود به النبات عن طريق الماء. يحدث النقص الاساسي للعناصر المعدنية في تلك العناصر التي يتزود بها النبات عن طريق التربة (مكونات التربة). إن العناصر التي من المحتمل أن يعاني النبات من نقصها في بعض الاراضي والتي تحد من نمو النبات او التي تؤدي إلى أوضاع غير طبيعية أو ظروف مرضية هي: النيتروجين، الفسفور، البوتاسيوم وفي ظروف معينة، المنغنيز، الكبريت، المغنيسيوم، الكالسيوم، الحديد واحيانا البورون. إن غياب أي عنصر او وجود نسبة غير مناسبة او على شكل غير قابل للامتصاص يؤدي إلى نفس نتائج نقصه في التربة. إن نقص عنصر أساسي مفرد او عنصران او اكثر في تربة الحقل او في الصوبا الزجاجية، يؤدي إلى اوضاع مرضية او إلى وقف وتعويق نمو النبات او تكوين الثمار.

حموضة التربة غير الملائمة للتغذية Soil- Acidity Malnutrition

إن تفاعل التربة له تأثير مميز ومعروف وذو أهمية كبيرة على تغذية النبات. أن التفاعلين المميزين للتربة هما، قلوية او حموضة التربة. إن اضرار القلوية محصورة بشكل كبير في المناطق الجافة او نصف الجافة حيث تكون الظروف ملائمة لتركيز الاملاح الذائبة. أما حموضة التربة فهي منتشرة بشكل اساسي في المناطق غزيرة الامطار. إن حموضة التربة هي وصف للتربة تدل على ظروف يمكن بشكل عام تصحيحها عن طريق إضافة الجير ويمكن أن تصبح التربة ذات تفاعل متعادل او قلوي.

من المعروف جيداً أن حموضة التربة لها تأثير واضح على صفات وتوزيع النمو الطبيعي للنبات بالاضافة إلى أنها تسبب نقصاً في التغذية في بعض النباتات المزروعة في التربة الحامضية غير الملائمة لنموها. هناك بعض النباتات تتطلب تربة حامضية حتى تصل إلى أفضل نمو وتكشف، البعض الآخر يكون متحملاً للحموضة بشكل واضح، يعني أنها تنمو نمواً جيداً في التربة الحامضية بينما نباتات أخرى غير قادرة على أن تكيف نفسها للظروف الحامضية وإذا زرعت في مثل هذه الظروف فاما أن يحدث لها نمو سقيم او تموت النباتات.

منشأ الحموضة في التربة The Origin of Acidity of Soils

يمكن أن تحصل الحموضة في التربة بعدة طرق مختلفة منها:

١ – عن طريقة اضافة السماد البلدي او السماد المستخلص من شبكة المجاري، او عن نواتج ترسبات الاحتراق او عن طريق إمتصاص الأبخنة الغازية.

٢ – عن طريق الاستعمال المستمر للأسمدة المعدنية الحمضية مثل املاح الفسفات، الكبريت او املاح الكبريت التي يمكن أن تتأكسد لتشكل حمض.

٣ – عن طريق التفاعل بين مركبات التربة الطبيعية تحت ظروف مختلفة.

٤ – عن طريق تكوين أحماض عضوية او دبالية وذلك بعد تحلل البقايا النباتية.

٥ – عن طريق التخلص من مسببات القلوية مثل الجير او القواعد المعادلة بواسطة الامطار الغزيرة او نمو بعض أنواع النباتات. لقد وجد أن هناك بعض الأراضي تعطي تفاعلاً حمضياً مع أنها لاتحتوي أحماض حرة او غرويات دبالية.

أنواع حموضة التربة Kinds of Soil Acidity

هناك أربعة أنواع مميزة من الحموضة:-

١ – الحموضة النشيطة Active acidity. تتميز الحموضة النشيطة في التربة بأنها تجعل الاراضي غير قابلة للزراعة وتكون فقيرة بالاملاح المعدنية. وهذا يكون راجعاً بسبب حمض الكبريت $H_2 SO_4$.

٢ – حموضة إختيارية الامتصاص بواسطة المركبات الدبالية Selective obsorption by humic Compounds تتميز هذه الاراضي بكثرة إحتوائها على المركبات الدبالية وتسمى اراضي دبالية humus Soils ويمكن أن تُكون أحماض حرة عن طريق معاملتها بمحاليل ملحية متعادلة.

٣ – حموضة قابلة للتبادل Exchangeable acidity إن هذا النوع من الحموضة شائع في جميع الأراضي الفقيرة بالجير ويمكن إستخلاصها بمحاليل املاح متعادلة. هذه الاراضي تظهر تفاعل حمضي بسبب تبادل الايونات ثلاثية التكافؤ مثل الالومنيوم او الحديد لكاتيونات الاملاح المتعادلة. لايظهر المستخلص المائي حمضى عند المعايرة.

٤ – حموضة مميهة hydrolytic acidity يمكن أن تظهر هذه الحالة في أي من الاراضي التي تظهر حموضة الأنواع الثلاثة السابقة او تظهر بمفردها في بعض الاراضي الفقيرة بالجير والغنية بالدبال. في هذا النوع من الحموضة فان التربة يكون عندها القدرة لتمتص جزءاً من القواعد كنتيجة لتميه الاملاح وبالتالى تحرر كمية مكافئة من الحمض. إن الاملاح المتميهة هي تلك التي تكون بقاعدة قوية وجذر حمضي ضعيف وتبدي إنفصال في المحاليل المائية.

التأثيرات الضارة المتسببة عن التربة الحمضية

Injurious Effects of Soil Acidity

إن الاستجابة الحقيقية للنباتات الحساسة للحموضة تختلف حسب نوع النبات وحسب نوع حموضة التربة، وبشكل عام فإن التأثيرات الرئيسية على النباتات تكون متشابهة. إذا كانت حموضة التربة متوسطة فإن اولى الاضرار هي وقف النمو وتقل كثافة اللون الأخضر عنه في النباتات العادية او يصبح اللون قاتماً، وإذا استمرت الظروف غير ملائمة تصبح الاعراض واضحة كثيراً. يمكن أن يصبح لون المجموع الخضري مبرقشاً وتظهر مناطق خضراء باهتة بين العروق او يصبح الشحوب عاماً ومنتشراً، مثل هذه النباتات المصابة يمكن أن تصبح ضعيفة وتموت قبل تمام نموها، وإذا حدث هطول أمطار غزيرة بحيث تقلل من الحموضة فإن نمو المجموع الخضري يسترد وضعه الطبيعي في نهاية الموسم. أما جذور النباتات المصابة فانها تكون ضعيفة التكشف ويمكن أن تموت الجذور المغذية الحديثة الصغيرة بإستمرار. ومن الأمور المؤكد حدوثها في الاراضي الحامضية أن بعض كائنات التربة الدقيقة الممرضة تناسبها هذه الظروف الحامضية وتسبب امراض طفيلية شديدة الإنتشار في التربة، مثل فطر مرض الجذر الصولجاني في الكرنب.

يمكن القول بأن التأثيرات الضارة للأراضي الحمضية يرجع إلى سبب أو أكثر من الاسباب الآتية:

١ - عدم ملائمة تركيز أيونات الهيدروجين في التربة.

٢ - التأثيرات المباشرة للمعادن السامة مثل الالومنيوم أو المغنيسيوم والتي يبدو أنها تحدث في أفضل الظروف المناسبة لها عندما يكون تفاعل التربة او تركيز أيون الهيدروجين منحرفاً عن الوضع المتعادل.

٣ - تأثير بعض المغذيات الاساسية غير المتيسرة، او إنخفاض كميتها او استبعاد او إخماد التأثيرات المساعدة او الاضافية لهذه المغذيات، وبالتالي فان الامتصاص الطبيعي للنباتات لايأخذ مجراه جيداً. لقد تبين ان كلاً من محاصيل الحقل ومحاصيل الخضر يمكن أن يحدث لها اضراراً كبيرة إذا نمت تحت ظروف تربة عالية الحموضة.

لقد وجد في بعض الحالات أن الظروف غير الملائمة من الحموضة قد امكن احداثها عن طريق الاستعمال المستمر للاسمدة التي تزيد بالتدريج حموضة التربة حتى تصبح هذه الحموضة عاملاً محدداً لنمو بعض محاصيل الخضار في بعض الأراضي. فمثلاً وجد أن الأضرار التي تحدث لنبات القطن كنتيجة لزيادة حموضة التربة تكون تابعة لزيادة اضافة الكبريت للتربة. لقد تبين كذلك أن اضرار الحموضة تظهر أيضاً على محاصيل الحبوب المزروعة تحت ظروف حامضية في الحقل.

لقد عرف أن أيوب الهيدروجين سام جداً للنسيج المرستيمي في قمم الجذور. كذلك فان هناك بعض الأبحاث قد تركت بعض الشك في أن الأضرار الكثيرة الناشئة من الاراضي الحمضية يمكن أن تكون بسبب الالمونيوم الذي يتحول إلى شكل ذائب. إن زيادة أملاح الحديد أو المغنيسيوم يمكن أن تلعب دوراً في ذلك. إن نقص الكالسيوم في الاراضي الحامضية يمكن أن يحدث بطريقتين:

١ - عن طريق حرمان النبات من الكميات المطلوبة والضرورية من هذا المعدن.

٢ - عن طريق منع إمتصاص وتمثيل العناصر الضرورية الأخرى مثل البوتاسيوم.

كذلك فان الاراضي الحامضية كثيراً مايحدث فيها نقص النيتروجين او حتى الفسفور، وإن التأثير المعوق للتربة الحامضية على عمليات النترجة Nitrification يجب أن يؤخذ بعين الاعتبار كضرر يتسبب عن حموضة التربة. يجب أن يكون واضحاً أيضاً أن حموضة التربة هي ظاهرة معقدة إلى حد ما، وأن الاضرار التي تسببها لاترجع إلى عامل واحد بمفرده.

الوقايــة:

يمكن اصلاح حموضة التربة عن طريق اضافة مركبات والتي سوف تؤسس القواعد الضرورية لكي تتحد مع الاحماض. عادة ما يختار الكالسيوم وذلك بسبب رخص ثمنه وفعاليته. أما البوتاسيوم فانه مرتفع الثمن. والمغنيسيوم يمكن أن يكون ضاراً احياناً. أما الجبس الزراعي إذا أضيف بكميات اكثر من طن واحد لكل أكار فانه نادراً ما يكون إقتصادياً ولكن اضافة ٢ طن يمكن أن تكون ذات فائدة. وجد في بعض الأحيان أنه من الأفضل إضافة

الحد الأدنى من الجبس والتي تؤدي إلى تأثير جيد في التربة واستعمال عمليات زراعية أخرى لبناء خصوبة جيدة ومستمرة في التربة.

اضرار القلوية Alkali Injury

عندما يفكر الإنسان في القلوية وعلاقتها بالنمو الطبيعي للنبات او علاقتها مع إنتاج المحاصيل، تتراءى أمامه صورة للاراضي القاحلة التي إما أن تكون خالية من الحياة النباتية او أنها تكون قادرة على تزويد غذائي ضئيل لاعطاء نمو غطاء نباتي ضعيف متقزم. هذه الصورة تمثل التأثير الحاد للقلوية والذي في حالات كثيرة يمكن أن يظهر تأثيره بنسبة بسيطة. من نظرة كيميائية بحته فإن كلمة قلوية (Alkali) تشير إلى مواد ذات تفاعل قاعدي، ولكن عندما توصف بها التربة او نمو بعض النباتات فانها تشير إلى التراكم الطبيعي للاملاح الذائبة بتركيزات تسبب الضرر للنبات. إن اكثر المواد شيوعاً والتي تشارك في القلوية (الاملاح التي تسبب قلوية التربة) يمكن أن تشجع نمو النبات عندما توجد في شكل محاليل مخففة. من هذا يتبين أن تركيز الملح هو المسئول عن القلوية اكثر من نوع او نوعية الملح والتي تكون مسئولة بشكل أولي عن التأثيرات الضارة للأراضي القلوية.

تركيب القلوية The composition of Alkali

إن الاراضي التي تعتبر قلوية يمكن أن تتضمن الكلوريدات Chlorides، الكبريتات، الكربونات، البايكربونات، الفوسفات والنترات للقواعد الشائعة مثل الصوديوم، الكالسيوم، البوتاسيوم، المغنيسيوم واحياناً الأمونيا. ولكن المكونات الحقيقية في منطقة محددة معينة تختلف من مكان لآخر وإنما الثلاثة أسس التي تبنى عليها القلوية هي:

١ – كلوريد الصوديوم او الاملاح العامة.

٢ – كبريتات الصودا Sulphate of Soda او ملح جلوبيرز Glaubers.

٣ – كربونات الصودا The Carbonate of Soda.

إن كلوريد وكبريتات الصوديوم والقواعد الأخرى يمكن أن تصبح مركزة على سطح التربة وتكون قشرة بيضاء (مائلة للون الأبيض) تميز مايسمى القلوية البيضاء (White alkali). إن هذه البقع القلوية تكون واضحة خاصة في الاراضي نصف الجافة وتصبح أكثر وضوحاً خلال الفترات الجافة. إن كربونات القواعد وخاصة كربونات الصودا تكون قادرة على إذابة المادة العضوية في التربة ويصبح المحلول وتراكمات السطح ذات لون داكن، ولهذا فان الأسم الخاص بها يسمى القلوية السوداء Black Alkali. إن القلوية البيضاء والسوداء كلتاهما ضارة للنموات النباتية، ولكن القلوية السوداء اكثر إتلافاً للنباتات كما هو متوقع من تأثيرها الطبيعي على ديال التربة.

اعراض وتأثيرات القلوية Symptoms and Effects of Alakli

إن تأثيرات القلوية تختلف حسب تركيز ونوع الأملاح الموجودة في التربة، وكذلك حسب مقاومة او تحمل النبات لاملاح القلوية. يبدو أنه من الحقيقي أن معظم نباتات المحاصيل ذات القيمة الاقتصادية العالية حساسة للقلوية إلى حد ما وبالتالي لاتنمو في الأراضي التي تنمو فيها النباتات المقاومة للقلوية الملحية وتكون نمو جيد.

إن أولى تأثيرات القلوية التي يمكن ملاحظتها هي وقف او منع إنبات البذور. أما في الأراضي شديدة القلوية فان البذور يمكن أن تبقى ساكنة نظراً لأن العمليات الفسيولوجية للانبات لاتستطيع أن تبدأ. إن مثل هذه البذور في حالات كثيرة لاتلبث أن تنمو عندما تنقل من الاراضي القلوية إلى ظروف من الرطوبة والحرارة التى تلائم الانبات. في مثل تلك الأراضي ذات القلوية العالية يمكن للبادرات أن تموت بعد أن تصل إلى طول عدة بوصات. أما في الاراضي الأقل قلوية فان نمو البادرات يمكن أن يتوقف إلى حد كبير جداً ويمكن أن تصبح النباتات الحديثة سقيمة ذات نمو اسطواني مميزة بالشحوب والموت المبكر دون أن تصل إلى انتاج ازهار وثمار. أما في الاراضي الأقل قلوية او النباتات الأكثر مقاومة، يمكن أن يتعوق نموها، اما الشحوب فيكون ظاهراً، ولكن المحصول يمكن أن يصل إلى طور النضج وتكوين الثمار، وقد يصاحب التقدم في النمو ظهور بعض حروق حواف المجموع الخضري كلما تقدم الموسم.

إن تأثيرات القلوية بشكل عام على النبات وعلى قدرته الانتاجية تكون مشابهة تماماً للأضرار التي يسببها الجفاف (الظمأ). يجب أن يفهم جيداً أن هناك كثيراً من العوامل البيئية بجانب القلوية يمكن أن تسبب شحوب المجموع الخضري، مثل زيادة الجير، نقص المغنيسيوم، إنخفاض درجة الحرارة ... إلخ. ولكن الدراسة المتأنية لاوضاع التربة وما يحيط بها من نباتات نامية سوف تعطي الدارس تشخيصاً واضحاً. كذلك يجب أن يؤخذ بعين الاعتبار أن بعض النباتات يمكن أن تعاني من القلوية ولكن بدون ظهور أعراض منبهة او محذرة مثل الشحوب، ولكن العلامة الأولى الواضحة تكون عبارة عن ذبول المجموع الخضري. إن الصفات والاعتبارات السابقة الذكر يمكن تطبيقها في النباتات الحولية او العشبية بشكل خاص.

أما في أشجار الفاكهة أو الظل التي يمكن أن تزرع في الأراضي التي فيها نسبة املاح قلوية عالية ولكنها تنمو جيداً لمدة من الزمن حتى تصبح القلوية مركزة كثيراً على السطح، فتظهر الاعراض على الأشجار التي تكون قد كبرت وتوطدت، على شكل توقف النمو والشحوب إلى حد ما. في بعض الاحيان تظهر الاعراض على المجموع الخضري ويصبح أصفر ذهبي لامع. أما في بعض أنواع أشجار الفاكهة مثل التفاح والمشمش يمكن أن تكون الأشجار متقزمة والمجموع الخضري هزيلاً والنموات الفرعية قصيرة ذات اوراق قليلة وصغيرة. تبقى مثل هذه الأشجار حية لعدة سنوات في هذ الأوضاع الضعيفة او تزيد هذه الاعراض سوءاً كلما زاد تركيز القلوية ويمكن أن تموت. إن احتراق او لفحة الاوراق في القمة او في الحواف هو من الأمور الشائعة كعرض من اضرار القلوية ويمكن أن يتبع هذه الاعراض سقوط الاوراق قبل اكتمال نموها. إن التراكم التدريجي للأملاح على سطح التربة يمكن أن يسبب تآكل قلف الشجرة في منطقة التاج، وفي حالات القلوية الشديدة فان هذا التآكل يسبب تطويق للساق في منطقة التاج وهذا يؤدي إلى اعاقة الحركة النازلة للغذاء المصنع في الاوراق والمتجه إلى المجموع الجذري. في هذه الحالة تكون التأثيرات بشكل عام تشابه اعراض عفن الرقبة او عفن التاج المتسبب عن اضرار الشتاء وإن اجتماع الضررين (القلوية، الشتاء) يؤدي إلى تفاقم الاعراض وجعلها اكثر سوءاً. إن تأثير القلوية الذي يظهر على شكل تآكل في قلف الشجرة بالقرب من سطح التربة يكون اكثر وضوحاً في حالة القلوية السوداء ولكن بشكل عام تكون ذات أهمية قليلة عندما تزداد عملية التغذية للنباتات.

إن النباتات التي أصبحت مكيفة مع الظروف الملحية تكون قد خضعت لتحورات تركيبية واضحة، ولقد تبين أن هذه التغيرات في التركيب تكون مشابهة جداً لتلك التي تكيفت للتصحر (الجفاف) او حصل عليها بواسطة تربية نباتات مقاومة للجفاف حيث تكون هذه النباتات قليلة التنفس والنتح. بعض هذه التحورات التصحرية تكون في صغر حجم الاوراق، يأخذ النمو الشكل الاسطواني او الاشكال الشوكية، تتنفس عن طريق ثغور مغمورة تحت الطبقة العلوية للورقة، وجود شعيرات كثيفة مغطية الورقة، وجود افرازات راتنجية... الخ. أما التحورات الداخلية لهذه النباتات فتكون عبارة عن تكوين عدة طبقات من الخلايا البلاستيدية.

عندما تجبر نباتات المحاصيل على تحمل القلوية يحدث فيها بعض التحورات لكي تلائم الظروف البيئية التي تعيش فيها، فمثلاً القمح، الشوفان والشعير النامية في محاليل ملحية يتكشف عليها إزهار كثيف او تتغطى الاوراق بطبقة شمعية ويتكون طبقة سميكة من الكيوتكل وخلايا بشرة صغيرة. إذا استطاعت نباتات المحاصيل أن تحدث تحورات في تركيبها بسرعة كبيرة تحت تأثير القلوية فانها من الممكن أن تكون أكثر مقاومة.

كيف تسبب القلوية الاضرار للنبات:

تسبب القلوية اضراراً لنباتات المحاصيل بعدة طرق منها:

١ - خفض او منع إمتصاص المواد الغذائية من التربة.

٢ - خفض نسبة النتح التي يقوم بها النبات.

٣ - عن طريق التأثير السام المباشر على الخلايا الحية.

٤ - عن طريق التداخل في جهاز الكلوروفيل وعمليات البناء الضوئي.

٥ - عن طريق التأثير المباشر على الجذور واحداث تآكل فيها او في الساق عند منطقة تلامسها بالتركيزات العالية من المحاليل وخاصة كربونات الصوديوم، وعن طريق غير مباشر بتأثيرها على الصفات الفيزيائية للأراضي ونشاطاتها الحيوية.

لقد تبين أن البذور تفشل في الانبات في الاراضي عالية القلوية وذلك لانها لاتكون قادرة على أن تمتص الرطوبة الضرورية. يمكن القول بشكل عام أن امتصاص الماء بواسطة الجذور يبدأ ينقص عندما يزداد تركيز المحلول الملحي ويصل او يزيد عن $\frac{1}{2}$ - ١٪، بينما عندما يرتفع التركيز ويصل ٣٪ فان امتصاص الماء بواسطة الجذور يتوقف حتى في الاراضي ذات الرطوبة العالية ويعاني النبات من الظمأ.

إن كمية الاملاح الكلية الموجودة في الاراضي القلوية تختلف من ١ . ٠ - ٣٪ من وزن التربة المأخوذة على عمق ٤ قدم، وبالتالي يجب أن نذكر أن تركيز ماء التربة يمكن أن يصل إلى مستوى لاتستطيع أن تمتص منه النباتات. إذا ما أصبحت عصارة الخلية من خلايا الجذور عالية التركيز او ذات ضغط أسموزي أعلى منه في ماء التربة، يحدث هناك إنتقال للماء من الخارج إلى داخل الخلايا ولكن عندما يصبح التركيز داخل وخارج الخلايا متساوي فان الامتصاص يبدأ في التوقف تدريجياً ويزداد الضغط الأسموزي خارج الخلية ومن ثم يُسحب الماء خارج الخلية وينكمش البروتوبلازم ويبتعد عن جدار الخلية. إن هذه البلزمة للخلية تكون النتيجة النهائية لتاثير القلوية العالية، وإن مثل هذه الخلايا المتبلزمة تموت مالم يعاد توازن الاسموزية حالاً. لايقتصر تاثير القلوية على إمتصاص الماء ولكنها تتدخل (خاصة الاملاح القلوية مثل الصوديوم) في امتصاص وتمثيل المواد الغذائية الضرورية.

لقد تبين بواسطة بعض الاختبارات أن الكميات القليلة من القلوية تحث على النتح ولكن عندما تتوفر هذه الاملاح بكميات كبيرة فانها تؤدي إلى إحداث تحورات في التركيب والنتح وبالتالي ينخفض النمو. تؤثر الاملاح القلوية على نمو المحاصيل بشكل غير مباشر وذلك عن طريق احداث تحورات في الصفات الفيزيائية للتربة. إن أولى التأثيرات التي يجب ذكرها هي جعل التربة موحلة او جعل حبيبات التربة غير ملساء مؤدية إلى حدوث تماسك بين الحبيبات والتي تمنع ارتفاع الماء بسرعة ويتكون طبقة قشرية صلبة تتشكل على سطح التربة وهذا يؤثر ميكانيكياً على نمو النبات.

يتكون تحت سطح كثير من الاراضي في المناطق الجافة خاصة في المناطق شديدة القلوية طبقة صلبة والتي تعوق إختراق الجذور والماء. لايتكون دائماً طبقة طينية بواسطة

القلوية ولكن هناك إحتمالاً اكبر لأن تتكون هذه الطبقة في وجود القلوية. أما تأثير القلوية على التركيب الفيزيائي للترة فانه يؤدي إلى جعلها غير منتجة وتُظهر تأثير سام بسبب المحاليل الملحية كما ذكر سابقاً.

المقاومة للقلوية Resistance to Alkali

هناك إختلافات كبيرة في مقدرة النباتات على تحمل القلوية، بعضها يكون عنده القدرة على النمو فى قلوية عالية فوق ١,٥٪، بينما نباتات أخرى تنمو على نحو هزيل في الاراضي ضعيفة القلوية ٠,٤٪، هذا التفاوت الكبيرة يمكن توضيحه فيما يلي:

١ – القلوية العالية جداً فوق ١,٥٪ تنمو فيها الشجيرات الملحية والاعشاب الملحية.

٢ – القلوية العالية ١– ١,٥٪ تنمو فيها أشجار نخيل البلح وشجيرات الرمان.

٣ – القلوية القوية ٠,٨ – ١٪ ينمو فيها بنجر السكر، أعشاب القمح الشرقية، Brome grass بدون حسك، مروج الشوفان الطويلة.

٤ – القلوية المتوسطة ٠,٦ – ٠,٨٪ تنمو فيها أعشاب الراي الايطالي، أعشاب القمح الاسطوانية، دخن، ذيل الثعلب، اللفت، الكرنب، السورجوم وشعير التبن.

٥ – القلوية أقل من المتوسطة ٠,٤ – ٠,٦٪ ينمو فيها القطن، الاسبرجلس، القمح، الشوفان، الراي، الشعير.

٦ – القلوية الضعيفة أقل من ٠,٤٪ ينمو فيها القمح، الشوفان لأخذ الحبوب، البرسيم الحجازي، البسلة، الفول والبرسيم السكري.

كذلك فان أشجار الفاكهة تظهر إختلافات كبيرة في مقدرتها على تحمل القلوية وتظهر بعض الاصناف إختلافات في مقاومتها للقلوية. لقد ذكر أن العنب هو اكثر أشجار الفاكهة تحملاً للقلوية. يمكن أن يقاوم في التربة المحتوية ٤٥٧٦٠ باوند من مجموع القلوية في الاكار لعمق ٤ قدم، بينما اكبر كمية يتحملها شجر التوت بدون اضرار كانت ٥٤٧٠ باوند/ اكار. وفيما يلي ترتيب حسب مقدرة أشجار الفاكهة في تحمل القلوية من الاكبر إلى الاصغر.

العنب، الزيتون، اللوز، التين، البرتقال، الكمثرى، التفاح، البرقوق، الخوخ، المشمش، الليمون والتوت.

منع القلوية Prevention of Alkali

إن تراكم القلوية هي صفة تميز الأراضي نصف الجافة والذي يحدث فيها تبخر عالٍ وسريع يؤدي إلى صعود الاملاح وتراكمها على سطح التربة بينما لايكون هناك كميات كافية من المطر او الماء لاعادة توزيع تلك الأملاح في التربة. وبالتالي فان الري يلائم الترسبات السطحية للقلوية في المناطق نصف الجافة وعندئذٍ تتوزع القلوية جيداً في التربة بعد أن تكون قد ترسبت الاملاح على سطح التربة. لذا فان نقاوة ماء الري (خلوة من الاملاح القلوية) مهم جداً في هذه الحالة وذلك لأن ترسب الاملاح القلوية سيكون أسرع عند استعمال ماء غير نقي.

لايوجد هناك طريقة وحيدة يمكن الاعتماد عليها في مواجهة الصعوبات الناشئة من القلوية في التربة. يجب أن نذكر اولاً بأن الاراضي القلوية والمسببة اضراراً للنبات تحتاج إلى ري غزير اكثر منها في الاراضي غير القلوية او ذات القلوية البسيطة. وكذلك يجب أن يكون الري اكثر غزارة إذا كان الماء فيه املاح قلوية عنه لو كان الماء نقياً. إن الطرق الاساسية في معاملة التربة القلوية، لكي تمنع أضرار المحاصيل او لكي تقلل تاثير القلوية إلى أقل حد ممكن هي الآتي:

١ - استعمال وزراعة المحاصيل المقاومة للقلوية او المتحملة لها، فقد وجد أن زراعة بنجر السكر في الأراضي متوسطة القلوية عدة مرات يجعلها ملائمة لأن تزرع بالمحاصيل الأكثر حساسية للقلوية.

٢ - إختيار العمليات الزراعية التي تجعل الاملاح القلوية متوزعة جيداً في التربة او تعوق او تقلل تجمعها على السطح. إن اكثر تلك الطرق أهمية هي تلك التي تعوق التبخر وهي مذكورة في الطريقتين التاليتين:

أ - الزراعة بحيث يبقى سطح التربة مغطى بطبقة من القش او التبن او السماد البلدي او اوراق الشجر او الرمل وذلك لجعل سطح التربة غير متلامساً مباشرة مع حرارة الشمس.

ب- استعمال نباتات ذات نمو عال وغزير بحيث تظلل مساحات كبيرة من الأراض وبالتالي تقلل من حدة الحرارة وتقلل التبخر.

٣ - استمرارتحريك سطح التربة وبعثه وذلك باستعمال الحراثة العميقة.

٤ - تخفيض الماء الارضي في التربة باستعمال خنادق اسمنتية.

إن الطرق المذكورة السابقة بشكل عام تستعمل لتقليل الاضرار الناشئة من الاراضي متوسطة القلوية. أما إذا كانت الاملاح القلوية مترسبة بشكل كبير فإن الازالة الحقيقية للاملاح من التربة او تحويل تلك الاملاح إلى أشكال أقل ضرراً هو أفضل الطرق لاصلاح التربة. هناك عدة عمليات مختلفة يوصى باستعمالها وإن كان بعضها ذو أهمية قليلة. من هذه العمليات:

١ - استعمال الري الغزير او إغراق التربة بالماء ثم صرف الماء لعدة مرات.

٢ - عمل خنادق في التربة لعدة إنشات ثم غمرها بالماء مع غمر سطح التربة ثم صرف الماء والأملاح الذائبة.

٣ - اجراء معادلة لكربونات الصوديوم (القلوية السوداء) عن طريق اضافة الجبس الزراعي والذي يؤدي إلى تكوين كربونات الكالسيوم وكبريتات الصوديوم وبالتالي تنخفض اضرار القلوية إلى أقل حد ممكن.

إن استعمال الجبس يؤدي أيضاً إلى تسهيل الصرف ويقلل فقد المادة العضوية. هناك مواد كيماوية أخرى يمكن استعمالها مثل اضافة الكبريت المعدني أو إضافة كميات قليلة من حمض الكبريت. كذلك فإن استعمال كميات كبيرة من السماد البلدي يكون ضرورياً بعد إتمام عملية الغسيل وذلك لزيادة القدرة الانتاجية للأرض.

يجب الانتباه عند إجراء العمليات السابقة أن يكون هناك توازن غذائي وتوازن بين المعادن الاساسية في التربة وذلك حتى تبقى الأرض منتجة.

اضطرابات التغذية النباتية

أولاً : - الأمراض الناتجة عن نقص العناصر المعدنية

Diseases Induced By Mineral Deficiencies

إن نقص عنصراً أو اكثر من المعادن الاساسية بشكله القابل للامتصاص من محلول التربة يؤدي إلى ظهور أعراض مرضية وينخفض النمو، ينقص الانتاج ويكون نو درجة منخفضة (إنتاج رديء). تكون معظم الاعراض المتسببة عن نقص العناصر نوعية وتؤثر بشكل كبير على الانتاج. على أية حال فان ظهور الأعراض هو دليل واضح على تأثير الظروف البيئية من حيث نقص عنصر او اكثر، وبالتالي فانه في كثير من الاحيان يكون من الضروري أن نلجأ إلى تحليل النسيج النباتي لتقديم دليل كاف على نقص العنصر.

وفيما يلى الاعراض العامة الشائعة لامراض نقص العناصر:

ا - أعراض نقص النيتروجين Nitrogen Deficiency Symptoms

إن توفر النيتروجين يكون مرتبطاً بشكل أساسي مع نشاط الكائنات الحية الدقيقة في التربة. إن النتريت Nitrate هو الشكل العادي للنيتروجين الذي يمتصه النبات من التربة، ومع ذلك فإن الأمونيا Ammonia يمكن أيضاً أن يستعملها النبات. إن المركبات غير العضوية للنيتروجين يمكن أن تنقلب إلى نتريت Nitrate بواسطة سلسلة تفاعلات تجرى بواسطة الكائنات الدقيقة. لكي نحصل على نيتروجين البروتين يمكن أن تجرى العمليات الآتية:

بروتينات ← مركبات عضوية وسطية مثل الاحماض الأمينية ← أمونيا ← Nitrites نترات ← نتريت Nitrate.

يعتبر النيتروجين الجزء الاساسي في تركيب البروتين، الأنزيمات، الأغشية الخلوية، الاحماض النووية، الكلوروفيل وكثير من المواد الهامة ذات الوزن الجزيئي الصغير. إن النباتات الراقية غير قادرة على استعمال النيتروجين المعدني الموجود في الهواء بنسبة ٧٨٪.

تظهر الاعراض العامة لنقص النيتروجين على جميع النباتات كالآتي:

يكون النمو محدوداً لكل من القمم والجذور. تكون النموات الحديثة للأغصان قصيرة ونحيفة وتكون ذات نمو قائم ومغزلي. تكون الاوراق صغيرة ذات لون باهت، أخضر مصفر في الاطوار الأولى من النمو، أما في الأطوار الأخيرة تتكشف صبغات ملونة ذات لون برتقالي مصفر وأحمر وأحياناً تكون أرجوانية، تبدأ الصبغات على المجموع الخضري المتقدم في السن (يتحرك النيتروجين بسهولة في النبات ويستطيع أن ينتقل من الاجزاء المتقدمة في السن إلى الأنسجة الحديثة) ثم تتجه ناحية الاوراق الصغيرة السن. يمكن أن تتكشف الصبغات في بتلات الازهار. تتساقط الاوراق قبل تمام نموها ويبدأ التساقط في الاوراق المتقدمة في السن. تكون التفرعات الجانبية قليلة ويمكن أن تموت البراعم الجانبية او تبقى ساكنة. أما الأزهار ففي حالات نقص النيتروجين الشديدة فانها تقل كثيراً وبالتالي فان إنتاج الحبوب والثمار يكون قليل جداً ويكون لحجم الاوراق الصغيرة دوراً في نقص المحصول. تتأخر العمليات الفسيولوجية التي تبدأ في الربيع من أن تأخذ مجراها، فمثلاً يتأخر تفتح البراعم وإنفراد الأوراق وتفتح الازهار.

وفيما يلي شرح موضح لاعراض نقص النيتروجين في بعض النباتات الاقتصادية الهامة:

ا - الحبوب:

تظهر اعراض نقص النيتروجين في الحبوب على شكل ضعف البراعم الساكنة وهذا بدوره يعطي اشطاءات ضعيفة وسنابل صغيرة جداً. تظهر أولى الاعراض على قمم الاوراق السفلية حيث يظهر لونها مصفر، وإذا استمر نقص النيتروجين فان الاصفرار يتقدم إلى أعلى في العرق الرئيسي للورقة ويأخذ الشكل النموذجي (V - shape) تبقى حواف الورقة خضراء شكل(١٠).

ومن الجدير بالذكر أن نقص النيتروجين يسبب ما يسمى البُرة الصفراء في القمح Yel-low berry of wheat واحياناً يسمى هذا المرض الرحم الأصفر (Yellow belly). إن مرض البره الصفراء لايمكن اكتشافه بواسطة اي من المظاهر غير الطبيعية في نمو المحصول ولكن يكون واضحاً فقط في الحبوب بعد دراسة (الدرس) المحصول. يتصف هذا المرض

بظهور (في الأقماح الصلبة) حبوب ذات لون أصفر خفيف غير شفاف، تكون الحبوب نشوية ناعمة، تكون هذه الحبوب الفاتحة ما يسمى Yellow berries البر الأصفر. يمكن أن تكون نسبة الحبوب الصفراء قليلة في السنبلة ويمكن أن تصل نسبة الحبوب الصفراء النشوية حوالى نصف المحصول، بينما باقى الحبوب تكون صلبة قاسية شفافة. إن الفرق في اللون بين الحبوب الصلبة والحبوب الصفراء يكون راجعاً إلى الاختلافات في تركيب ومحتويات الخلايا في الاندوسبيرم. يظهر على الحبوب المصابة بمرض البرة الصفراء ثلاثة إنحرافات واضحة عن الوضع الطبيعي للحبة. هذه الانحرافات هي:

١ - تحورات في تركيب ومحتويات الاندوسبيرم.

٢ - الوزن والكثافة النوعية تكون أقل منها في الحبوب الزجاجية الطبيعية في نفس الصنف.

٣ - ينخفض المحتوى البروتيني في الحبوب.

وعلى أية حال تكون الفجوات اكبر واكثر في العدد في إندوسبيرم البره الصفراء عنها في اندوسبيرم الحبوب الصلبة الطبيعية وتكون كذلك حبيبات النشا اكبر. تحتوي البره الصفراء على نسبة أعلى من النشا تصل من ١-٤٪ عنه في الحالة الطبيعية. تكون الحبوب العادية ذات قوة اكبر منها في البره الصفراء، كما يدل على ذلك إختبار الطحن.

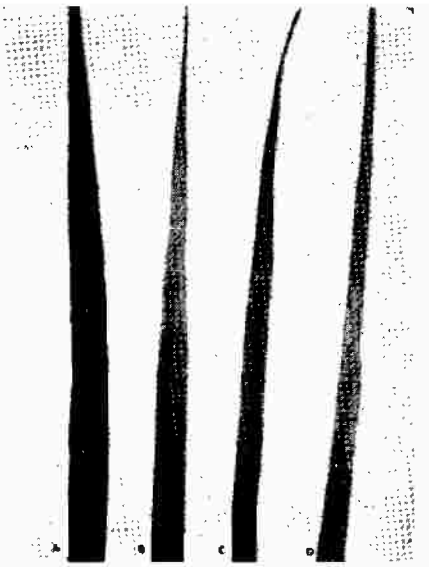
إن الاسباب الرئيسية لظهور مرض البره الصفراء والتي يعتقد أنها ذات أهمية في إظهار المرض:

١ - العوامل المناخية التي تؤثر على الحبة بينما لاتزال في العصافات إما خلال الجزء الاخير من فترة النضج او بعد الجمع والحصاد.

٢ - اسباب وراثية (عوامل وراثية) تعمل مستقلة عن تاثير البيئة.

٣ - إضطرابات غذائية بسبب عدم تناسب العلاقات المائية في التربة.

٤ - إن أكثر العوامل أهمية يبدو أنه نسبة النيتروجين إلى البوتاسيوم N/ K ratio في التربة، حيث تبين أن مرض البرة الصفراء يزداد كلما زادت نسبة البوتاسيوم والفسفور في التربة إلى النيتروجين، يمكن استبعاد هذه الحالة باضافة النتريت Nitrates.



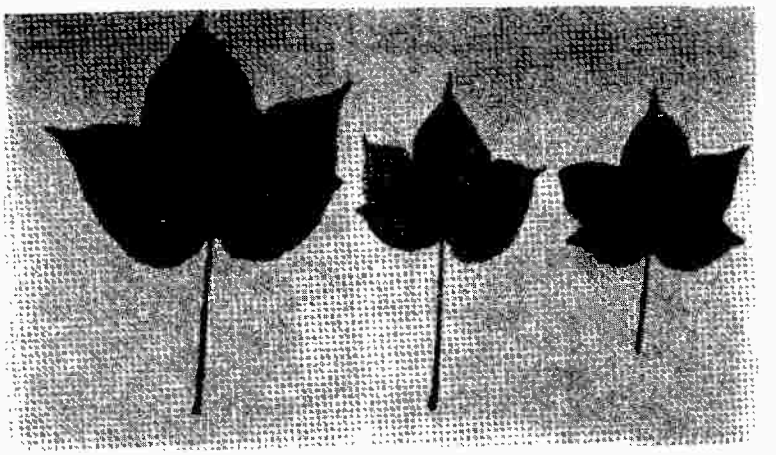
شكل رقم ١٠: أعراض نقص النيتروجين في القمح في شكل B، نقص الفسفور في شكل C، نقص البوتاسيوم في شكل D. أما شكل A فهو كنترول.

٢ - القطن :

تتميز أعراض نقص النيتروجين على القطن بتكوين نمو خضري هزيل والذي يصبح مميزاً في الاطوار المبكرة من حياة النبات حتى قبل أن تبدأ الاوراق الحقيقية في الظهور. إن نقص النيتروجين في التربة يؤدي إلى نقص عام في قوة النبات او بطريقة أخرى يحدث اعاقة نمو الساق في النبات. تكون نموات الافرع متقزمة وذات تفرعات ضئيلة، تكون ذات ملمس خشبي. عندما ينمو نبات القطن في تربة شديدة نقص النيتروجين فانها تفشل في إنتاج تفرعات خضرية جانبية. تتكون معظم لوزات القطن وتكون محمولة على أول خمسة تفرعات ثمرية والتي تحمل ٩٨٪ من الأزهار.

كذلك فان النباتات التي تعاني من نقص النيتروجين تنتج محصول من اللوزات ذو نوعية سيئة جداً botoon Crop ويبدو أن الجنين لايكتمل نموه والذي يحدد بوضوح وزن البذور

وبالتالي نقص النيتروجين يؤثر على حجم اللوزات. أما في النباتات التي تكون قد حصلت على كمية كافية من النيتروجين يتكون فيها كمية بذور غائرة في اللوزة (شكل ١١).



شكل رقم ١١: أعراض نقص النيتروجين في القطن. على الشمال ورقة عادية كنترول. أما في الوسط أعراض نقص النيتروجين. اما في اليمين فان اللون الاخضر الداكن فهو أعراض نقص الفسفور.

٣ - البطاطس:

إن إستجابة نباتات البطاطس مع نقص النيتروجين مشابه لتفاعل واستجابة كثير من النباتات الأخرى. يكون نمو النبات باكمله محدوداً، تكون نسبة الانخفاض في النمو متطابقة مع نسبة نقص النيتروجين. ينعكس هذا النقص في حجم النبات على الانتاجية كما ونوعاً وتكون الدرنات ذات نوعية سيئة. يكون لون النبات أخضر فاتح إلى أخضر مصفر وفي الاطوار المتقدمة من النمو تفقد حواف الوريقات السفلى لون الكلوروفيل ثم لايلبث أن يتلاشى اللون ويتحول إلى الأصفر الباهت ويتساقط كثير من المجموع الخضري نتيجة نقص النيتروجين.

٤ - أشجار الفاكهـــة:

أما أعراض نقص النيتروجين في أشجار الفاكهة، فهي، بالاضافة إلى الأعراض العامة التي تظهرها جميع النباتات على الاوراق والنموات الحديثة فانه يظهر تلون محمر واضح على القلف وتكون الثمار صغيرة صلبة محمرة الوجنات وذات قدرة عالية على التخزين. في الخوخ يصبح لون المجموع الخضري أخضر فاتح إلى أخضر غامق ويمكن إعتبار درجة التلون هذه مقياساً لنسبة نقص النيتروجين. يظهر في أشجار اللوزيات، التفاح والبرتقال صبغات حمراء بارزة بشكل خاص، بينما العروق على السطح السفلي للورقة تأخذ لون ارجواني واضح. تسقط اوراق البيكان والجوز في منتصف الموسم. عندما يكون نقص النيتروجين بشكل حاد يقل تكوين الازهار ويقل الانتاج، تتحول البراعم الزهرية إلى اللون الأصفر ثم تسقط أكثر من أن تبقى على الشجرة وتكون محصول.

يمكن القول أنه من وجهة نظر علمية فان نقص النيتروجين في النبات يؤدي إلى حدوث أمراضاً أما من وجهة نظر تجارية، فإن هذه النباتات التي تعاني من نقص النيتروجين يمكن أحياناً أن تكون ذات قيمة تسويقية عالية كما يحدث في بعض أنواع الدخان حيث تفضل فيها الورقة الرقيقة الشاحبة، كذلك فان بعض أنواع الخضار الورقية والعصارية تكون قيمتها التجارية أكبر إلى حد ما عنه عندما تكون نامية في بيئة يتوفر فيها النيتروجين.

يمكن إصلاح نقص النيتروجين في التربة وذلك بالاضافة المباشرة والسريعة للاسمدة النيتروجينية.

٢ - اعراض نقص الفسفور Phosphorus Deficiency Symptoms

يعتبر الفسفور احدى العناصر الحيوية الهامة الداخلة في تركيب كثير من المواد في الكائنات الحية. يدخل الفسفور في تركيب الاحماض النووية، البروتينات النووية، الفايتين Phytin، الفسفولبيدات، ادونيسين ثلاثي الفسفيت ATP. عند دخول الفسفور في الاحماض النووية فانه يدخل في بناء DNA في الكروموسومات و RNA في النوية والرايبوسومات، حيث يكون حيوي في إنقسام الخلية والنواة وكذلك ينظم اي عمليات أخرى في الخلية. كذلك فإن

الفسفور حيوي وهام في تركيب الفسفوليبيدات في أغشية الخلية وينظم حركة وإنتقال المواد من وإلى الخلايا والعضيات الأخرى. يمكن أن يعمل الفسفور كمادة مخزنة في البذور مع أنه يخزن في الحبوب بشكل أساسي على هيئة فايتين Phytin والذي يحدث له هدرجة عند إنبات البذرة ويتحرر الفسفات لتقوم بحمل الطاقة في المركب ATP.

كذلك فإن الفسفور يوجد في بعض الأنزيمات مساعداً في عمليات البناء. إن أنزيم Phosphoglucomutase فسفور غلوكوميوتيز ضروري وهام في عمليات بناء وتمثيل السكر. كذلك يدخل الفسفور في بناء الجدر الأولية للخلية مثل أنزيم حمض الفسفيت. وهو كذلك يدخل في التفاعلات الأولية لعملية التمثل الضوئي حيث يكون موجوداً في ذرة الكربون الخامسة والتي تتفاعل مع CO_2.

يبدو أن الفسفور يحدث له نقصاً في اي من الاراضي عدا عن تلك المتكونة أصلاً من صخور ذات محتوى عال من الفسفور او تلك التي تراكم فيها الفسفور على مدى السنين من استعمال الأسمدة.

يُمتص الفسفور المتوفر بواسطة جذور النبات ويستعمل بكميات كبيرة نوعاً ما. تتراوح كمية الفسفور الموجودة في المحصول، حسب نوعه فمثلاً تصل ١٥ ليبره في الاكار في محصول التفاح والعنب وتصل ١٣٠ ليبرة في الاكار في الكرفس. يبدو أن هذه الكميات تكون موجودة في الأراضي البكر، ولكن هذا المخزون لايلبث أن ينخفض وإذا لم يضاف الفسفور فإن النباتات سوف تعاني من نقص الفسفور. في الاضافات العالية من الفسفور والتي تسبب تراكم الفسفور في التربة تؤدي لإحداث تسمم الفسفور.

يكون محتوى النبات من الفسفور اكبر في معظم أنسجة النمو النشيطة، مثل المناطق المرستيمية والحديثة، الثمار المتكونة حديثاً وفي البذور، ولكن في المتوسط يكون معدل وجود الفسفور في النبات السليم ٢٥ . ٠٪ من الوزن الجاف، وإذا مانقصت محتويات النبات عن ٤٠٠ جزء في المليون فان النبات يبدأ يعاني من نقص الفسفور.

يوجد الفسفور في التربة في عدة أشكال، إما على شكل مواد عضوية او مركبات غير عضوية، ودائماً يضاف إلى التربة على شكل سماد طبيعي او مركبات كيماوية. عند إضافة

الاسمدة العضوية إلى التربة ففي هذه الحالة يكون الفسفور أقل قابلية للامتصاص من قبل النبات عنه في حالة إضافته على شكل مركبات غير عضوية. يخضع الفسفور لعدة تغيرات في التربة بواسطة الكائنات الحية الدقيقة وبواسطة التفاعلات الكيماوية البحتة. بالرغم من الاضافات الكبيرة من الفسفور إلى التربة إلا أن كمية الفسفور الذائبة في ماء التربة في اي وقت تكون صغيرة جداً.

إن حركة الفسفور في التربة تكون محدودة جداً ولهذا يقال أن التربة ذات قوة ربط عالية للفسفور. وكقاعدة عامة فإن الأراضي الثقيلة تظهر قوة ربط للفسفور أعلى منه في الاراضي الخفيفة، الاراضي ذات المحتوى العال من الحديد تكون ذات قوة ربط عالية أيضاً. إن أهم عنصرين مسئولين عن ارتباط الفسفور، هما الكالسيوم في الأراضي المتعادلة والقلوية والحديد في الأراضي الحامضية.

ينتشر نقص الفسفور في المناطق ذات الامطار العالية. هذا يكون راجعاً لسببين، الاول هو ميل التربة إلى الحامضية لكثرة الامطار وبالتالي يتحول الفسفور إلى صورة غير قابلة للامتصاص. والثاني فان كثرة الامطار تؤدي إلى غسل التربة وفقد نسبة كبيرة من الفسفور. كما وأن الاراضي الطينية الفقيرة يكون فيها نقص الفسفور واضح بشكل اكبر.

يستجيب النبات لنقص الفسفور في كثير من الاحيان بنفس الطريقة التي يستجيب فيها لنقص النيتروجين. يحدث نمو محدود لكل من القمم والجذور، تكون التفرعات قصيرة ورفيعة والنمو قائم مغزلي. تميل الاوراق لأن تكون أصغر من حجمها العادي، تسقط الأوراق، يبدأ السقوط من الاوراق المتقدمة في السن. تكون النموات قائمة ويظهر في الاوراق بقع ميتة او تكون ذات لون أخضر داكن، الاوراق الكاملة النمو تكون برنزية اللون. تكون الاوراق المتقدمة في السن مبرقشة قليلاً وذات لون أخضر غامق. يظهر في بعض النباتات اصفرار حول حواف الورقة ويتكون عدداً قليلاً من البراعم الجانبية تكون إما ساكنة او تموت وبالتالي تكون النموات الجانبية ضعيفة. ينخفض تكوين البراعم الزهرية، يقل تكوين الازهار وبالتالي ينخفض الانتاج. يتأخر تفتح البراعم احياناً وهذا يؤدي إلى تأخر نضج الثمار واطالة موسم النمو.

مع أن الأعراض العامة لنقص الفسفور تشابه إلى حد ما أعراض نقص النيتروجين، إلا أن هناك نقاطاً محددة تفرق او تميز بين نقص الفسفور ونقص النيتروجين يمكن ظهورها في الاوراق بوضوح منها:

الاوراق التي تعاني من نقص الفسفور تميل لأن تفقد لمعانها اكثر منها في نقص النيتروجين، كذلك تكون الاوراق مزرقة اكثر منها في نقص النيتروجين وذلك نظراً لتكوين كثير من صبغات الانثوسيانين. تبقى الاوراق خضراء قاتمة، أما الأوراق المتقدمة في السن فتصبح خضراء قاتمة جداً، يتكون صبغات ارجوانية على معظم السطح السفلي للأوراق او على طول العروق وأحياناً يتكون صبغات حمراء او صفراء. تأخذ قمم الاوراق في بعض النباتات مثل الكرنب المظهر الارجواني. لسوء الحظ فانه في تشخيص نقص الفسفور فان اللون الارجواني يمكن أيضاً أن يميز نقص النيتروجين وبعض تأثيرات الظروف البيئية الأخرى، إلا أن الصبغات المتكونة نتيجة نقص الفسفور تكون دائماً ارجوانية اكثر منها صفراء او حمراء ويمكن أن تأخذ مظهر اللون البرنزي الغامق مع وجود تبقع بني او ارجواني. تكون الصبغة الارجوانية سائدة بشكل خاص على اوراق النجيليات (شكل ١٢). تكون حواف الاوراق في بعض النباتات مثل البطاطس اكثر ميلاً لأن تصبح ذات بقع ميتة ومتحللة وكذلك تميل الحواف لأن تلتف او تتجعد إلى أسفل.

يتكشف على السيقان واعناق الاوراق صبغات محمرة او ارجوانية وتكون النباتات متقزمة مع قصر السلاميات، ينخفض النمو ويتأخر النضج.

وفيما يلي اعراض نقص الفسفور في بعض النباتات الاقتصادية الهامة.

ا - الحبوب:

تظهر اعراض نقص الفسفور في الحبوب على شكل تكشف صبغات ارجوانية محمرة، يقل إنتاج الحبوب تبدأ قمم الاوراق تموت وتتحول إلى اللون البني الغامق (شكل ١٢). اما في الذرة والسورجوم فان التلون الارجواني يكون متأصل تماماً. لايظهر اللون الارجواني احياناً ولكن يظهر التلون البني الغامق واضحاً على قمم الاوراق ومايتبعه من موت النسيج يكون واضحاً تماماً.

٢ - البطاطس:

إن نباتات البطاطس التي تعاني من نقص الفسفور يمكن أن تنتج درنات ذات بقع بنية صدئة في لحم الدرنة على شكل بثرات منفصلة، احياناً تتصل هذه البثرات مع بضعها البعض مكونة مناطق ملونة اكبر معطية شكل من التخطيط ينطلق من مركز الدرنة. لايظهر أعراض خارجية على الدرنة تميز الدرنات السليمة عن الدرنات المصابة. عند غلي (او سلق) الدرنات المصابة تبقى تلك البثرات على شكل كتل بنية صلبة في الأنسجة الطرية. احياناً يكون هناك اسباباً أخرى بالاضافة لنقص الفسفور تؤدي إلى تكوين بثرات بنية في أنسجة درنة البطاطس، فمثلاً يمكن أن تكون بسبب بعض الاصابات الفيروسية او ناتجة عن ارتفاع درجات الحرارة او اضرار الصقيع.

٣ - الطماطم:

تظهر اولى اعراض نقص الفسفور في الطماطم على شكل ظهور لون ارجواني على السطح السفلي للاوراق. أما في عروق الاوراق المصابة فان هذا التلون يمكن أن يظهر اولاً على شكل بقع ثم بعد ذلك ينتشر، واخيراً تصبح جميع العروق ذات صبغات ملونة. أخيراً يصبح المجموع الخضري متخذاً الصبغة الارجوانية وخاصة على قمم الاوراق، في حين تكون السيقان اسطوانية وخيطية. تبقى الاوراق صغيرة ويتأخر عقد ونضج الثمار في النبات.

٤ - الحمضيات:

تظهر أعراض نقص الفسفور في الحمضيات على شكل إنخفاض في جودة الثمرة وتصبح الثمرة كبيرة خشنة مشوهة واحياناً تكون القشرة سميكة وذات مركز أجوف. تكون الثمار المأخوذة من أشجار تعاني من نقص الفسفور محتوية على نسبة عالية من الاحماض، وبالتالي عند إضافة الفسفور إلى التربة فان اولى الأعراض التي تبدأ في الإختفاء ويمكن اعتبارها مقياساً لتوفر الفسفور في التربة هو إنخفاض نسبة الاحماض في الثمار.

أما الأعراض على المجموع الخضري فتكون على شكل ضعف عام وتقل كثافة النموات الخضرية وتصبح النموات الحديثة نحيفة وضعيفة وتكون الاوراق المتكونة صغيرة وقليلة وتسقط قبل تمام نموها ويصاحب هذا الضعف في المجموع الخضري قلة الانتاج. تعطي الأشجار التي تعاني من نقص الفسفور نمو ضعيف في الربيع ويظهر الضعف بسرعة وتأخذ الاوراق المظهر البرنزي في الخريف. يحدث احياناً موت القمم في الأفرع. يظهر بعض البقع الميتة على الاوراق خاصة على الليمون.

٥ - الخوخ:

يعتبر الخوخ من النباتات الحساسة لنقص الفسفور. كثيراً ما تتحول قوة الشجرة فوراً وتنحدر إلى أقل درجة ممكنة. تأخذ الأوراق المتقدمة في السن اللون الأخضر الداكن وهذا يكون متبوعاً باللون الارجواني للعروق وبالتدريج على السطح السفلى للأوراق وعلى أعناق الأوراق، بينما السطح العلوي للأوراق يصبح برنزي ونو لون مائل للأسود او للأحوى. تصبح الاوراق الحديثة قائمة اكثر من الوضع الطبيعي، بينما الاوراق القديمة نوعا ما تميل لأن تتجعد إلى أسفل في منطقة الحواف والقمم.

٦ - القطن:

تظهر اعراض نقص الفسفور في القطن وبسلة الزهور، بأن تصبح البراعم الزهرية الحديثة صفراء وتسقط ويحدث تقزم في نمو النبات ويتحول إلى اللون الأخضر الغامق (شكل ١٣).

٧ - المخروطيات:

تظهر أعراض نقص الفسفور في أشجار المخروطيات الصغيرة السن على شكل تلون ارجواني وأخيراً ذبول الاوراق المتقدمة بالسن.

٨ - الكتان

تظهر اعراض نقص الفسفور على الكتان في الظروف الجوية الباردة الرطبة ويظهر شحوب على الأوراق وتموت البراعم الطرفية. أما في الظروف الجوية الجافة الباردة تأخذ الفلقات مظهر اللون البرنزي المخضر وتكون الاوراق متقزمة ومبرقشة.

في جميع الحالات التي يكون فيها نقص الفسفور متمثلاً في النباتات الحولية يكون نمو الجذر ضعيفاً وتفرعاته قليلة وتكون سهلة الإصابة بالأمراض الطفيلية وكائنات التربة المرضة، وبالتالي تتحطم جذور النبات بالكائنات المرضة وإن كان السبب الاصلي هو نقص الفسفور.

يمكن معالجة نقص الفسفور باضافة الأسمدة الفسفورية للتربة.

شكل رقم ١٢: أعراض نقص الفسفور في النجيليات.

شكل رقم ١٣: أعراض نقص الفسفور على لون ونمو القطن.

٣ - اعراض نقص البوتاسيوم Potash Deficiency Symptoms

لايعتبر البوتاسيوم من المكونات البنائية في النبات ولايدخل في تكوين الاحماض النووية او الإنزيمات. إن وظائف البوتاسيوم الاساسية هى وظائف تنظيمية. لقد درس البوتاسيوم باسهاب من حيث إنتشاره في النبات والنتائج المترتبة على نقصه، ولكن يبقى الدور الفعال والنوعي للبوتاسيوم تحت البحث والدراسة.

لقد أثبتت الدراسات المستمرة طوال السنين على البوتاسيوم أنه يتدخل واقعياً في جميع عمليات الميتابولزم، وبالتالي فان نقص البوتاسيوم يؤدي إلى عدم التوازن المائي ويقلل من نشاط البناء الضوئي، يعوق من عمليات ميتابولزم المواد الكربوهيدراتية، يزيد التنفس ويقلل بناء الكلوروفيل ويقلل أيضاً المحتوى البروتيني ويسبب أضراراً منظورة على ورقة النبات.

إن أكثر الأدوار أهمية للبوتاسيوم هو دوره في عمليات ميتابولزم البروتين، وهو اساسي في تنشيط الأنزيمات التي تبني بعض الروابط الببتيدية وتدخل الاحماض الأمينية في البروتين. يساعد البوتاسيوم أيضاً على إبقاء التوازن الايوني موجباً لاشباع الشحنات السالبة على البروتين وبالتالي يجعله ثابتاً.

يكون البوتاسيوم ضرورياً بشكل أساسي في تكوين السكريات والنشا وبعد ذلك فهو يطلب لنقلها خلال النبات. يعتبر البوتاسيوم ضرورياً أيضاً لانقسام الخلية، النمو، وهو برفقة الكالسيوم يعمل على معادلة الاحماض العضوية. وبطريقة معينة فإن البوتاسيوم ضرورياً لإبقاء التعضي الخلوي، النفانية وعملية فقد الماء.

يقوم البوتاسيوم بتحسين قوة وصلابة القش والسيقان، يزيد مقاومة النباتات للأمراض، يساعد النباتات في تحمل الضغوط البيئية مثل العلاقات المائية والحرارة غير الملائمة وكذلك التربة الفقيرة. كذلك فان وفرة البوتاسيوم تزيد في حجم الثمرة، طعمها ولونها الجيد.

يوجد البوتاسيوم في جميع أجزاء النبات بكميات كبيرة وملائمة ويتركز بشكل خاص في المناطق المرستيمية والاوراق. يصل التركيز الطبيعي للبوتاسيوم حوالي ١-٢٪ من الوزن الجاف للنموات الحديثة ويكون وجوده بنسبة أعلى من اي العناصر الأخرى باستثناء النيتروجين والكالسيوم.

لقد تبين أن النباتات التي تعاني من نقص البوتاسيوم تحتوي عادة على نسبة عالية من المركبات النيتروجينية العضوية الذائبة مثل الاحماض الأمينية أكثر من تلك النباتات التي تحتوي على نسبة مناسبة من البوتاسيوم، ومن ناحية أخرى فان النباتات الأولى تحتوي على نسبة منخفضة من البروتين. إن هذه الحقيقة تدل، كما سبق، على أن البوتاسيوم ضرورياً لبناء البروتينات من الاحماض الأمينية في أنسجة النبات. كذلك فان عملية بناء وتكوين الاحماض العضوية والزيوت النباتية تشجع باضافة كميات كافية من البوتاسيوم. هذا يدل على أن البوتاسيوم يساهم في عمليات الأكسدة.

لكي يستطيع النبات أن يجمع الكميات الكافية له من البوتاسيوم يجب أن يكون محتوى التربة عالياً من البوتاسيم. يقدر متوسط مايحتاجه المحصول النباتي حوالى ٧٥ كغم من

البوتاسيوم/ أكار. يوجد البوتاسيوم منتشراً بكثرة مع معادن التربة مثل Potash- flespar، الميكا Mica، الجلوكونايت Glauconite والتي منها يتحول ببطء إلى أشكال ذائبة بواسطة العوامل الجوية. يكون البوتاسيوم مرتبطاً بقوة في التربة. من المحتمل أن يكون هناك في التربة كمية كبيرة من البوتاسيوم تكون على شكل قاعدة قابلة للتبادل ولكن أيضاً في أقل شكل قابل للامتصاص، وفي بعض الاراضي شديدة نقص البوتاسيوم فان إضافة أسمدة بوتاسية مع البذور يكون ضرورياً للحصول على نتائج مرضية. هناك كميات قليلة جداً من البوتاسيوم موجودة في محلول التربة في اي وقت من الاوقات، ولكن البوتاسيوم القابل للتبادل عندما يوجد بكميات كبيرة في التربة يكن جاهزاً للامتصاص من قبل النبات. يكون نقص البوتاسيوم اكثر حدوثاً في الأراضي الخفيفة عنه في الأراضي الثقيلة نظراً لأن البوتاسيوم يكون في الأراضي بكميات كبيرة على جزيئات الطين. بالاضافة إلى الأراضي الرملية فان الأراضي الجيرية والأراضي (Peats) كثيراً ما تعاني من نقص البوتاسيوم.

إن البوتاسيوم واحداً من العناصر التي تتحرك من الأجزاء النباتية المتقدمة في السن إلى المناطق حديثة النمو عندما يكون هناك نقصاً في هذا العنصر، وبالتالي فإن أعراض النقص يكون اول ظهورها عادة على الأجزاء المتقدمة في السن وتتكشف بشكل خطير. إن نقص البوتاسيوم يسمى الجوع البوتاسي Potash hunger وهو معروفاً منذ القدم في بعض النباتات والتي تكون فيها الأعراض أكثر تمييزاً.

عندما تكون كمية البوتاسيوم المتوفرة للنبات قليلة فان نمو النبات يصبح ضعيفاً بشكل واضح ويكون نمو الأفرع محدداً والسيقان نحيفة وتظهر الاعراض على الاوراق وتبدأ الأفرع في الموت الرجعي (موت القمم). يكون ضعف النبات وقلة الانتاج مصاحبان لقلة توفر البوتاسيوم ويصعب تمييزها أو تحديد سببها، ولكن تلون الورقة ووجود بقع ميتة عليها تدل على نقص شديد في البوتاسيوم.

إن الأعراض العامة لنقص البوتاسيوم تقريباً متشابهة في كثير من النباتات. تبدأ الأعراض على قمم الاوراق وحوافها وتصبح شاحبة وغالباً مايبدأ هذا في الاوراق المتقدمة في السن ويتقدم منها إلى قمم النمو. يبدأ ظهور تلون قاتم أو أخضر مزرق خاصة في مناطق بين

العروق في الورقة وكذلك يمكن أن يظهر اللون القاتم أو الشحوب العام على قمم الاوراق وحوافها وهذه صفة لنقص البوتاسيوم في بعض الأنواع. هذا يكون في الاوراق المتقدمة في السن ثم يكون متبوعاً باحتراق القمم والحواف وأحياناً تتكشف مناطق بيضاء او بقع بنية على طول الحواف. يمكن أن يتكشف تبرقشات او تبقعات او مظهر صدئي على قمم وحواف الورقة وتظهر ممزقة كأنها مهاجمة من قبل الطفيليات. تميل أنصال الاوراق العريضة لأن تتجعد إلى الخلف (باتجاه الاسفل) او تلتف إلى الاعلى (تجاه السطح العلوي) ويكون السطح العلوي متوازياً مع العرق الوسطي، تلتف الحواف الممزقة أو المحروقة إلى أعلى. يحدث تقزم في النبات، تقصر سلاميات الساق وينخفض إنتاج الثمار او الحبوب ويصبح المجموع الجذري ضعيفاً جداً وغالباً ماتصبح الأشجار ضعيفة التماسك مع التربة.

لقد وجد أن المحاصيل الجذرية التي تعاني من نقص البوتاسيوم تكون أقل مقاومة للتعفن والتحلل خلال الفترات المطرة، وتكون اكثر قابلية للذبول خلال الطقس الحار. اعتماداً على هذا فإن التسميد البوتاسي يمكن أن يزيد مقاومة النبات ضد الاختراق بالطفيليات.

يؤثر نقص البوتاسيوم على تركيب النسج النباتية، فمثلاً يقلل من نشاط الكامبيوم باستثناء قمة الساق وتصبح الخلايا ذات جدر رقيقة وغير قادرة على دعم النبات. تكون جدر خلايا القصيبات أقل لجننة وتكون الخلايا البرانشيمية متسعة إتساعاً غير طبيعياً، ينخفض حجم خلايا اللحاء وتكون خلايا النخاع متحللة. يكون البوتاسيوم موجوداً في خلايا الكامبيوم ولايظهر في أي نسيج آخر. وفيما يلي وصفاً لاعراض نقص البوتاسيوم على بعض النباتات الاقتصادية الهامة:

ا - البطاطس :

إن نباتات البطاطس التي تعاني من نقص البوتاسيوم يظهر عليها تغير في اللون خلال الصيف من اللون الأخضر العادي في النباتات السليمة إلى اللون البرنزي المميز أو الاصفرار وأحياناً أخضر داكن، تفقد الاوراق لمعانها وتظهر ذات لون أخضر مزرق قاتم، يمكن أن يلاحظ شحوب بين العروق. تذبل وتسقط الوريقات بينما الساق لايزال قائم في التربة. لايقوى النبات أن يستمر قائماً ويضعف ارتباطه بالارض نظراً لضعف وقلة الجذور المتكونة. يتكون

مناطق اسفنجية جافة ملونة على الساق بالقرب من سطح التربة. يتبع كل هذه الأعراض الموت المبكر للنبات. ينخفض حجم الدرنات ويصبح المحصول غير ذو قيمة (شكل ١٤).

٢ - الـدخـان:

تظهر اعراض نقص البوتاس في الدخان بأن تكون النباتات متقزمة إلى حدٍ ما، تصبح الاوراق ذات لون أغمق منه في الوضع السليم او تصبح ذات لون أصفر غامق برنزي او نحاسي. يكون نصل الاوراق متجعداً واحياناً تكون الانصال متقطعة نظراً لاختلاف معدل النمو في أجزاء الورقة وعدم إتساقها مع نمو العروق، تموت أجزاء كبيرة من الورقة خاصة على طول العروق وتصبح الورقة ممزقة. يتعوق نمو اطراف الأوراق ويتبع ذلك أن تصبح قمة وحواف الورقة منحية إلى أسفل معطية المظهر الذي يطلق عليه المزارعون إسم (Rim bound) إطار القيد. تتلون الاوراق أيضاً ويبدأ الشحوب على القمم وحواف الاوراق، ويتقدم إلى الداخل وإلى أسفل. تبدأ الأعراض والتلون على الأوراق السفلية اولاً. يسمى نقص البوتاسيوم في الدخان احياناً Rime Fire.

٣ - القطن :

إن نقص البوتاسيوم مرض شائع في القطن والذي كثيراً مايسمى صدأ القطن (Cotton Rust) يبدي المجموع الخضري اولاً تبرقش أبيض مصفر. يتغير لون الورقة ويصبح أخضر مصفر باهت، بعد ذلك يتكشف بقع صفراء على طول الحواف وبين العروق، تموت مراكز هذه البقع وتصبح متحللة ذات لون بني محمر، تتجعد الاوراق ويصبح نصل الورقة بني ويسقط. تسقط الاوراق مبكراً. نظراً لأن البوتاسيوم يوقف إنتاج الكربوهيدرات فان الساق الرئيسي والأفرع تذبل وتموت قبل تمام النمو.

تفشل كثير من لوزات القطن في التفتح وتصبح بذور القطن صعبة الحلج (استخراج البذور من الشعر يسمى حلج) ورديئة النوعية. تصبح النباتات قابلة للاصابة بفيوزايوم الذبول (شكل ١٥).

٤ - الخضروات:

تظهر اولى أعراض نقص البوتاسيوم على شكل تبرقش وشحوب بالقرب من الحواف خاصة في الاوراق المتقدمة في السن. هذا المظهر يمكن أن يتقدم ليشمل الأنسجة التي بين العروق ثم نصل الورقة باكمله. تتحول حواف الورقة إلى اللون البني وتموت وتصبح هشة. يمكن أن يتكون بقع ميتة متحللة في المناطق الداخلية من نصل الورقة.

أما بالنسبة للطماطم فانها كما هو الحال في البطاطس تحتاج إلى كميات كبيرة من البوتاسيوم، فاعراض النقص تشبه ماذكر في البطاطس، إلا أن حواف الاوراق هنا تكون محروقة وممزقة بشكل اكثر وضوحاً ويكون نضج الثمار غير منتظم. قد يظهر بطش خضراء مصفرة عندما تنضج الثمار وهذا يسمى باصطلاح التلطخ (Blotchy).

٥ - البقوليات:

تظهر اولى اعراض نقص البوتاسيوم على البقوليات على شكل تبقع بني واضح. في البسلة تكون البذور ذات جلد سميك قاسي مما يسبب ردائه التعليب او التجميد لهذه النوعية، اما على البرسيم والبرسيم الحجازي تظهر بثرات صغيرة بيضاء مبعثرة على نصل الورقة وتكون محصورة بالقرب من العروق وكلما تقدمت باتجاه العرق الرئيسي تصبح الأنسجة بين العروق صفراء وتتحول إلى اللون البني. تصبح حواف الأوراق ممزقة، يسمى المرض احياناً اصفرار البرسيم الحجازي.

٦ - الأشجار المثمرة:

المظاهر الخارجية لنقص البوتاسيوم على الأشجار المثمرة هو احتراق الاوراق المتقدمة بالسن. في اللوزيات تكون الاوراق قائمة مجعدة جانبياً وذلك قبل احتراق الاوراق. أما في حالة الكمثرى والعنب يظهر نوعاً من البقع الميتة والمتحللة مع ظلال من اللون البني. يتقزم النمو وتزداد ظاهرة موت القمم.عندما تعقد الازهار بكثرة فان المحصول يكون قليلاً نظراً لتساقط الثمار، أما الثمار الباقية تكون صغيرة الحجم وتفشل في النضج بالتساوى. يظهر شحوب

على حواف اوراق العنب ويتكون بقع ميتة متحللة تتجة ناحية العرق الرئيسي. تكون الأوراق أصغر من وضعها الطبيعي ويكون العنقود مزدحم والثمار صغيرة وتتأخر في النضج، عندما تنضج يكون نضجها غير متساوي.

أما في البرقوق والخوخ فان الأوراق تلتف إلى أعلى ولكن الحواف تكون باهتة أو بنية، في حالات النقص الشديد يتوقف النمو ويتأخر الاثمار في الأشجار الحديثة. أما في الحمضيات فان أعراض نقص البوتاسيوم تكون واضحة ومميزة عن غيرها وذلك بدلاً من ظهور الشحوب والاحتراق على حواف الأوراق، يحدث التواءات وتجعدات للأوراق، تكون النموات الحديثة مترهلة وتأخذ شكل حرف (S)، تصفر العروق وتظهر بقع صفراء ونقوش على الأوراق.

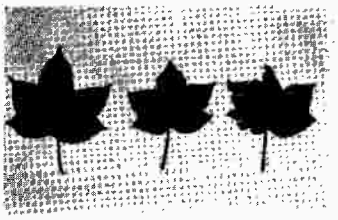
٧ - النجيليات:

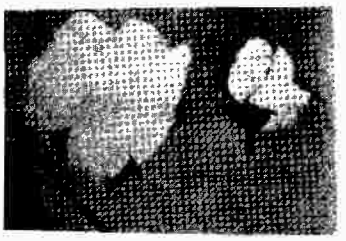
من الجدير بالذكر أنه في حالة نقص البوتاسيوم في الذرة والقمح فان الحديد يتجمع في العقد القريبة من سطح التربة والذي يتدخل في نقل المغذيات إلى الجذور والتي عندئذٍ تصبح ضعيفة وقابلة للاصابة بفطريات التربة وكذلك تتعفن الجذور ويمكن أن يؤدي ذلك إلى رقاد النبات (شكل ١٠).

لقد ذكر أن نقص البوتاسيوم يؤدي إلى تجمع المركبات البروتينية في عقد ساق نبات الذرة الشامي وهذا يعوق إنتقال المواد الكربوهيدراتية من الأوراق إلى الجذور ويؤدي إلى ضعف الجذور المتكونة ويضعف وقوف النبات في التربة.

يمكن إصلاح نقص البوتاسيوم باضافة سماد يحتوي ٥ - ١٠٪ بوتاسيوم.

شكل رقم ١٤: أعراض نقص البوتاسيوم في البطاطس، طور متقدم.





شكل رقم ١٥: أعراض نقص البوتاسيوم على القطن. العلوي على الأوراق والسفلي على جوزات القطن. الشكل على اليمين مصاب أما فى الشمال فهو سليم.

٤ - اعراض نقص الكالسيوم Calcium Deficiency Symptoms

للكالسيوم عدة ادوار في عمليات الميتابولزم وتركيب النبات. يكون معظم الكالسيوم الموجود في النبات على شكل بكتات كالسيوم المكون الاساسي للصفيحة المتوسطة للجدر الأولية للخلية وله دور منظم يساعد في السيطرة على كمية وتكشف النموات الحديثة. يوجد الكالسيوم أيضاً على شكل فسفات الكالسيوم في الأغشية البروتوبلازمية ويمكن أن يؤثر بقوة على الصفات التركيبية والنفانية الأيونية ويمكن أن يكون له دوراً في المواد المفسفرة من وإلى الميتوكوندريا. يوجد كذلك في المناطق بين الخلوية في النبات متحداً مع مجموعات الكاربوكسيل لمواد بكتينية.

كذلك فان للكالسيوم دوراً في تكوين البروتين كقاعدة من القواعد المعدنية الهامة ويساعد في عمليات الهدرجة في السيتوبلازم وكذلك فان الكالسيوم يساعد في عملية نقل الكربوهيدرات ولكن بميكانيكية معينة. في غياب الكالسيوم تتجمع كميات كبيرة من النشا وتكون جدر الخلية الحديثة غير كاملة التكوين. كذلك فان الكالسيوم يقلل سمية بعض العناصر غير العضوية مثل الصوديوم والمغنيسيوم التي يمكن أن تتجمع بكميات سامة. كذلك فان للكالسيوم دوراً في معادلة او ترسيب الاحماض العضوية الزائدة والمتكونة كنتائج لعمليات التمثيل والتي يمكن أن تصبح ضارة لخلايا النبات. إن بللورات أوكسلات الكالسيوم التي تتكون من الكميات الوفيرة من حمض الاوكساليك تكون متعادلة. يكون الكالسيوم مهماً في تمثيل النيتروجين والفسفور في مركبات بروتينية، وبالتالي فان نقص الكالسيوم يؤدي إلى زيادة الكربوهيدرات غير النشيطة.

إن كميات قليلة من الكالسيوم مطلوبة للانقسام الاختزالي والعادي. هناك علاقة وطيدة موجودة بين نقص الكالسيوم وتشوه الكروموسومات وهذا يؤدي إلى القول بأن للكالسيوم وظيفة خاصة في تعضي الكروماتين او في ال mitotic spindle.

يوجد الكالسيوم في توازن دقيق مع المغنيسيوم، البوتاسيوم والبورون. إن أي تغيير في نسبة التوازن بين هذه العناصر مع بعضها البعض يؤدي إلى إستجابات غير طبيعية في

النبـات. إن النقص الظاهري في الكالسيوم يمكن أن يكون في الحقيقة راجعاً إلى زيادة المغنيسيوم، البوتاسيوم او البورون. إن زيادة البورون او البوتاسيوم يمكن أن يؤدي إلى ظهور أعراض مشابهة لتلك الناتجة عن نقص الكالسيوم.

وإنه على العكس من الفسفور والبوتاسيوم فان كثيراً من الكالسيوم يكون عادة موجوداً في الاجزاء المتقدمة في السن اكثر منه في النموات الحديثة. تموت النباتات خلال ٢ – ٣ أسابيع إذا نمت في محلول غذائي لايحوي كالسيوم، عادة لايكون الموت بسبب فقد التلاحم بين الخلايا كنتيجة لنقص بكتات الكالسيوم فقط وإنما أيضاً بسبب أن الكالسيوم يدخل في التفاعلات الكيماوية الضرورية لتركيب البروتوبلازم. يعتبر الكالسيوم ضرورياً لإستمرار نمو القمم المرستيمية.

يوجد الكالسيوم بكميات كبيرة في الأراضي التي تكونت من صخور جيرية او كلسية على شكل كربونات كالسيوم، يكون العنصر سهل الغسل من التربة وبالتالي ففي الأراضي الرملية حيث لايكون الكالسيوم متوفراً يجب إضافة الجير او الحجر الكلسي لتعويض التربة عما تفقده من كالسيوم. وبشكل عام فان الكالسيوم يتوفر في معظم الأراضي بكميات تكفي متطلبات النبات، ولكن نسبة عالية منه تكون غير قابلة للتبادل وغير متوفرة للنبات ويكون هناك تنافساً مع الايونات الأخرى، فمثلاً أيونات الصوديوم والهيدروجين يمتصها النبات بتفضيل اكثر من الكالسيوم، وبالتالي فانه في الأراضي عالية الحموضة فان إمتصاص الكالسيوم يكون ضعيفاً، وعليه فانه في الأراضي عالية الحموضة فان أعراض نقص الكالسيوم تكون معقدة وغالباً ماتكون متحدة مع نقص المغنيسيوم ومشابهة لسمية الالومنيوم او المنغنيز.

وبالمثل فان امتصاص الكالسيوم يكون محدوداً في الأراضي ذات المحتوى العالي من الصوديوم. كلما زادت نسبة تبادل الصوديوم يكون هناك زيادة مماثلة فى القلوية والتي تسبب نقصاً في الكالسيوم مترافقة مع بعض العناصر الاخرى مثل المغنيسيوم. إن نقص الكالسيوم مشابهاً لنقص الفسفور حيث يكون سائداً في المناطق ذات الامطار الغزيرة حيث أنه يغسل من التربة.

يبدو أن الكالسيوم لايتحرك بحرية من الأنسجة المتقدمة بالسن إلى النموات الحديثة في النبات وبالتالي فان الأنسجة الحديثة تحوي نسبة منخفضة من الكالسيوم عنها في الأنسجة القديمة. هذا يمكن أن يوضح لماذا تأثيرات نقص الكالسيوم تبدأ في الظهور في الأوراق الحديثة بالقرب من القمم النامية وفي الجهاز الجذري.

تظهر اولى أعراض نقص الكالسيوم على الاوراق الحديثة فتظهر مشوهة ذات قمم معقوفة (كُلّابية) إلى الخلف وتتجعد الحواف إلى الخلف أيضاً واحياناً إلى الأمام. غالباً ماتكون الحواف غير منتظمة الشكل وممزقة ويمكن أن يظهر عليها احتراقات بنية او تبقعات او يظهر أشرطة رقيقة شاحبة على الحواف، تكون الاوراق باهتة وشاحبة وينهار نسيج الميزوفيل. يكون نمو الورقة غير منتظم ويتوقف تكشفها وتصبح الحواف مقعرة في المناطق الشاحبة.

يتكشف الجهاز الجذري بضعف ويفقد الجذيرات الليفية وتبدو الجذور جلاتينية. تصبح جذور التفاح والخوخ والطماطم منتفخة بصلية الشكل ومشوهة خلف الجذور الأولية والذي يسبب توقف النمو وموت الجذور. تفقد الشعيرات الجذرية صلابتها.

يكون إنحناء الحواف في الأوراق وتجعد القمة والشحوب أكثر وضوحاً كلما قل عمر الورقة، كلما أتسعت الأوراق فان المناطق محددة النمو والشاحبة تصبح ذات بقع ميتة متحللة وتكون سوداء.

تكون الأوراق الحديثة اكثر حساسية لنقص الكالسيوم ويفشل النصل في أن ينفرد جيداً وبالتالى يظهر نتوءات سوداء صغيرة على أعناق الأوراق، وفي حالات النقص الشديد فان الأوراق الحديثة وقمة الفرع يمكن أن تذبل وتموت دون أن يحدث لها نمو واضح وهذا يشبه عملية قطف القمم Topping. عندما تبدأ الفروع الجانبية في التكشف بعد موت البرعم الطرفي فان نمو هذه الأفرع يحدث له ماحدث للبرعم الطرفي.

فيما يلي وصفاً تفصيلياً لاعراض نقص الكالسيوم في بعض النبات الاقتصادية الهامة:

١- البطاطس:-

تظهر أعراض نقص الكالسيوم في البطاطس على شكل خطوط خضراء خفيفة على طول الحواف في الاوراق الحديثة السن في البرعم الطرفي (شكل ١٦). يموت النسيج الملون، لاتتكشف الاوراق طبيعياً وتأخذ مظهر متجعد. في حالات النقص الشديدة تبقى الاوراق الحديثة في قمة النبات ملتفة وأخيراً تموت القمة. إذا ظهرت براعم مساعدة فانها تسلك في نموها نفس السلوك الأول كما حدث في البرعم الطرفي. يظهر في منطقة النخاع في الدرنة بقع ميتة يكون لون هذه المناطق في البداية بني منتشراً مع الحزم الوعائية في النهاية الطرفية للساق في الدرنة. تظهر هذه الأعراض على الدرنات الناتجة من نباتات ذات مظهر سليم، هذا يدل على أن الكالسيوم يحصل له نقصاً في مرحلة متأخرة من حياة النبات حيث تكون بداية الاضرار على الدرنة لأنه لايحدث إنتقال للكالسيوم من الاجزاء الهوائية إلى الدرنات. تبقى الدرنات صغيرة وتكون مشوهة.

٢ - البسلة:-

إن نباتات البسلة التي تعاني من نقص الكالسيوم يظهر على وريقاتها وبالقرب من العرق الوسطي بطش حمراء، يموت الساق فجأة وتموت قمم الجذور مؤدياً ذلك إلى مجموع جذري صغير جداً.

٣ - الأشجار المثمرة:-

يظهر على أشجار التفاح التي تعاني من نقص الكالسيوم شحوب ويكون متبوعاً بموت بعض المناطق وتحللها بالقرب من حواف الورقة وأحياناً بين العروق في نصل الورقة. أما في أشجار الخوخ تظهر أعراض نقص الكالسيوم فوراً على المجموع الخضري بداية على الاوراق القاعدية في الفرع الصغير ويظهر بقع متحللة على طول العرق الوسطى، في حالات النقص الشديدة يحدث موت قمم في الفروع.

يظهر مثل تلك الاعراض المذكورة اعلاه على الصنوبر *Pinus taeda* حيث يظهر اصفرار الأبر (الأوراق) يكون متبوعاً باللون البني ثم تلتف الأوراق وتصبح صلبة ويكون هناك موت قمم في الجذور.

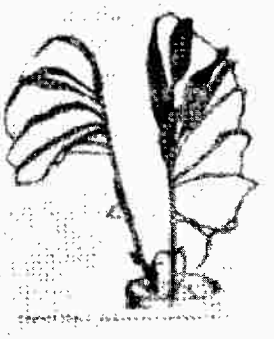
٤ - الحبوب:-

في حالة الحبوب فان اعراض نقص الكالسيوم تظهر بأن تفشل القمم النامية في الخروج من غمد الورقة خاصة في الاشطاءات وكذلك تتأثر أجزاء الزهرة فلايتم تكوينها بشكل سليم. تفشل اوراق نبات الذرة في الانفراد وتظل مطوية وتلتصق قمم الاوراق مع بعضها البعض معطية النبات مظهر السلُّم (شكل ١٧). يظهر على النباتات المصابة صبغة خضراء مصفرة قليلاً وتقزم شديد وفي حالات النقص الشديد تموت قمم النبات.

هناك عدة امراض يساهم فيها نقص الكالسيوم مع غيره من الظروف، بعض هذه الأمراض مذكورة بشرح وافٍ في الباب الأول. الأمراض هي.

١ - عفن الطرف الزهري في الطاطم.
٢ - القلب الأسود في الكرفس.
٣ - النقرة المرة في التفاح.
٤ - احتراق القمة في الكرنب.
٥ - ذبول القمة في الكتان.

شكل رقم ١٦: أعراض نقص الكالسيوم على البطاطس.



شكل رقم ١٧: أعراض نقص الكالسيوم على الذرة

٥ - اعراض نقص المغنيسيوم Magnesium- Deficiency Symptomes

إن المغنيسيوم هو المعدن الوحيد الداخل في تركيب جزيء الكلوروفيل وإن وجوده ضرورياً لتركيب هذه الصبغة التي هي اساساً ضرورية لعملية التمثيل الكلوروفيلي بوجود الضوء. كذلك فان أيونات المغنيسيوم تربط أجزاء الرايبوسومات مع بعضها البعض المحتوية على الحمض النووي RNA والبروتين. كذلك فان المغنيسيوم حيوي وهام في النظام الأنزيمي المتعلق بجميع عمليات تمثيل الفسفور وتحويله إل مركبات عضوية ويدخل في واحد أو أكثر من تفاعلات الفسفرة في البناء الضوئي Photosynthetic Phosphorylation، كذلك فان المغنيسيوم ينشط مجموعات (-SH) الموجودة في أنزيمات الفسفوكاينيز. وكذلك يلعب المغنيسيوم دوراً بمصاحبة نيوكليتيدات الأدنين في عمليات الاسترة للفسفات في ATP. وهذه أول خطوة في ربط الفسفور في سلسلة الببتيدات في الميتوكندريا. كذلك فان الفسفور يعمل كعامل مساعد في أدنين كاينيز (AK) والتي تساعد في تفاعل $2\ ADP \rightarrow ATP + AMP$ إن المغنيسيوم يعمل كحامل للفسفور خلال تكوين الزيت.

إن الطريقة التي يتوفر فيها المغنيسيوم في التربة تشبه تماماً الطريقة التي يتوفر فيها الكالسيوم، فهو يوجد على شكل كربونات، ويوجد في التربة على شكل قاعدة متبادلة ويغسل من التربة بسهولة لذلك يحدث نقصه في الأراضي الرملية خلال الأمطار او الرطوبة العالية، وفي الأراضي قليلة الحموضة.

يحدث نقص المغنيسيوم عادة تحت الظروف التي يحدث فيها نقص كالسيوم او يكون هناك مشاكل في توفر الكالسيوم في التربة، وبمعنى آخر يجب اصلاح نقص الكالسيوم اولاً ثم بعد ذلك نبدأ في اصلاح نقص المغنيسيوم.

يمكن ملاحظة نقص المغنيسيوم في كثير من الأراضي عن طريق اضافة أسمدة بوتاسيه خاصة كبريتات البوتاسيوم ($K_2 SO_4$).

ونظراً لأن المغنيسيوم مرتبط في بناء جزيء الكلوروفيل فان أعراض النقص تكون على شكل شحوب حيث يتوقف بناء الكلوروفيل ويتبع ذلك ظهور الشحوب ويكون مصحوباً بصبغات

لامعة برتقالية أو حمراء تظهر على الأوراق المتقدمة في السن اولاً. كلما تقدمت الاضرار باتجاه النموات الحديثة فان النموات القديمة تتأثر كثيراً فتذبل الأوراق وتسقط. يبقى اللون الأخضر العادي في العروق او قريباً منها لمدة معينة، بينما بقية نصل الورقة يصبح أخضر باهت ثم يتحول إلى لون مصفر برتقالي او أبيض تماماً. عندما يحدث نقص المغنيسيوم في النباتات الحولية في مرحلة متأخرة من النمو يمكن أن لايحدث إنخفاض في الانتاج ولكن في النباتات المعمرة مثل أشجار الفاكهة فان الفترة الطويلة التي يعاني منها النبات في نقص المغنيسيوم تؤدي إلى تقزم النمو وأخيراً تصبح الشجرة عديمة الفائدة.

وفيما يلي وصف تفصيلي لنقص المغنيسيوم في بعض النباتات الاقتصادية:

١ - الحبوب:-

تظهر اعراض نقص المغنيسيوم في الحبوب على المجموع الخضري بحيث يصبح لونه أخضر مصفر بمناطق طولية خضراء باهتة إلى مبرقشة بيضاء بين العروق في الاوراق. غالباً ما تصبح قمم الأوراق محمرة وملتفة إلى الداخل. يظهر على اوراق الذرة الشامي خطوط ميتة متحللة متقطة مع وجود بعض الصبغات الحمراء أو الارجوانية على الورقة. أما في الشعير فتظهر حواف الأوراق القديمة ذات مناطق متحللة. أما في الرز فان نقص المغنيسيوم يسبب المرض المسمى القمة البيضاء في الرز White Tip of Rice، وأعراضه عبارة عن مناطق شاحبة بيضاء تظهر على قمم الأوراق وتمتد إلى الخلف مغطية حوالي نصف نصل الورقة، في أثناء ذلك تجف القمم وتتشوه السنبلة وتصبح عقيمة وذات حبوب قليلة. أما في الراي فان أعراض نقص المغنيسيوم تكون مشابهة تماماً لما هو في الذرة الشامي ولكن هنا يفشل نصل الورقة في ان ينفرد كله وبالتالي فان الأوراق المتكونة حديثاً تبقى متماسكة ومغلقة. يمكن ظهور صبغات حمراء في قاعدة القش وفي مركز العقد (شكل ١٨). يظهر في جميع النجيليات موت ونبول الأوراق القديمة.

٢ - البقوليات:-

تظهر اعراض نقص المغنيسيوم في كثير من البقوليات على شكل شحوب في الأوراق المتقدمة في السن ويتكشف في المناطق المركزية من الأوراق نظام موت وتحلل الخلايا بين

العروق. تبقى حواف الأوراق خضراء ثم تصبح متلونة. تظهر اعراض نقص المغنيسيوم في فول الصويا في المراحل المبكرة على شكل مناطق خضراء شاحبة بين العروق الرئيسية في الورقة، بينما العروق الرئيسية والمناطق المجاورة لها تبقى خضراء. تميل الاوراق السفلية لأن تتأثر أولاً، عادة يبدأ الشحوب على قمة وحواف الأوراق القديمة ثم بعد ذلك ينتشر إلى الداخل وإلى أسفل وأيضاً إلى الأوراق الحديثة، في المراحل الأخيرة من النمو فإن نقص المغنيسيوم يعطى مظهر النضج المبكر. يظهر تجعد إلى أسفل في حواف الورقة ويبدأ اصفرار تدريجى من الحواف إلى الداخل ثم بعد ذلك يظهر لون برنزي يغطي كامل سطح الورقة.

٣ - البطاطس:-

تظهر أعراض نقص المغنيسيوم في البطاطس على المجموع الخضري، يكون اللون الأخضر أقل من المفروض أن يكون. تتأثر الأوراق السفلية أولاً نظراً لأن بعض المغنيسيوم يكون قد سُحب ليستعمل بواسطة النموات الحديثة. في حالات النقص المتوسطة فان الأوراق السفلية فقط هي التي تُظهر الاعراض، بينما النموات الحديثة تبدو سليمة. يبدأ فقدان اللون الأخضر في قمة وحواف الأوراق السفلية ويتقدم بين العروق باتجاه مركز الوريقات. في الأطوار المتقدمة من نقص العنصر فإن الاجزاء المركزية من بعض الوريقات تصبح شاحبة بين العروق وأخيراً تمتلىء بأجزاء صغيرة بنية ميتة. تتكسر الأنسجة وتفقد اللون وهذا يبدأ من قمم الاوراق، والوريقات القمية هى الأكثر تأثراً (شكل ١٩). إن الاوراق السفلية في النباتات التي تعاني من نقص المغنيسيوم تكون هشة، وهذا يساعد في تمييزها عن الأوراق المصفرة طبيعياً نظراً لتقدم النبات في السن.

٤ - القطن:-

تتميز اعراض نقص المغنيسيوم في القطن بظهور الأوراق بلون أحمر أرجواني مع بقاء العروق خضراء وفي نهاية الموسم يكون، احياناً، هناك صعوبة في التمييز بين لون الاوراق التي تعاني من نقص المغنيسيوم ولون الاوراق التي تقدم بها السن او نضجت، إلا أن عين الخبير تميز الاوراق المتقدمة في السن بأنها تميل إلى اللون الأحمر البرتقالي عنه إلى اللون الاحمر الارجواني في الأوراق التي تعاني من النقص (شكل ٢٠).

٥ - الطماطم:-

تظهر اعراض نقص المغنيسيوم على الطماطم بحيث تكون الأوراق الحديثة هشة سهلة القصف وتميل لأن تتجعد إلى أعلى. تبقى العروق خضراء داكنة بينما المساحات بينها تصبح صفراء وتزداد كثافة اللون الأصفر كلما بعدت المسافة عن العرق، أخيراً يتحول إلى اللون البني ويتكسر. تكون الاعراض اكثر إنتشاراً في الاوراق المتقدمة بالسن في النباتات الكاملة النمو. عندما تبدأ الثمار في التكشف تزداد شدة الأعراض. يظهر بعض الاضطرابات في النمو على الثمرة والساق (شكل ٢١).

٦ - الكرنب واللفت والجزر:

في المراحل الأولى من نقص المغنيسيوم في الكرنب تظهر الأعراض واضحة على شكل اصفرار متبرقش ويظهر التجعد على الأوراق السفلية وفي الاطوار المتقدمة تزداد شدة التبرقش والذي يتحول إلى لون أبيض برنزي. يظهر مناطق صفراء باهتة حول أطراف الأوراق وفي مركز الورقة، هذه المناطق تموت ولاتلبث أن تسقط. أما المناطق البيضاء والصفراء على حواف الأوراق تتحول إلى لون بني عندما يكون النقص شديداً جداً.

أما في اللفت تأخذ الأوراق اللون البني وتظهر مناطق ممزقة في حواف الورقة لاتلبث أن تجف وتسقط أما المناطق الداخلية في الورقة تبقى صفراء مبرقشة (شكل ٢٢).

أما في الجزر فيتميز نقص المغنيسيوم باعطاء مجموع خضري ذو لون أصفر فاتح او ذو تبقع بني على قمم الأوراق او في فصوص الوريقات.

٧ - البصل:-

تكون اولى اعراض نقص المغنيسيوم على البصل النامي في المزارع الرملية، عبارة عن تكشف مناطق ذات شكل بيضاوي غير منتظم بالقرب من أطراف الاوراق غالباً ماتكون بيضاء اللون والتي أخيراً تختفي وتتحطم الأنسجة المصابة.

٨ - البنجر:-

تظهر اعراض نقص المغنيسيوم على البنجر على المجموع الخضري على شكل بطش شاحبة بين العروق تبدأ من قمم وحواف الأوراق، تظهر أولاً على الأوراق القديمة ومنها إلى الأوراق الأحدث، كلما زادت شدة النقص يتقدم الشحوب إلى الداخل من الأطراف ويظهر فصوص كبيرة بين العروق الخضراء وكلما تقدم النبات في النمو فإن المناطق الصفراء تصبح ميتة ومتحللة ويبدأ ذلك من أطراف الورقة ثم بعد ذلك يمتد بين العروق. يمكن أن تذبل الأوراق القديمة وتسقط عن النبات. تكون هذه الاعراض اكثر وضوحاً عنه في حالة الاعراض المتسببة عن نقص البوتاسيوم.

احياناً يحدث التباس بين نقص المغنيسيوم والاصفرار الناتج عن الاصابة الفيروسية في بعض مراحل التكشف، إلا أنه يمكن تمييز الاصابة الفيروسية بأن الاصفرار يظهر على شكل بطش غير منتظمة وموزع على سطح الورقة وتكون الأوراق سميكة وهشة.

٩ - بعض التفاحيات واللوزيات والعنبية:-

تظهر اعراض نقص المغنيسيوم في التفاح، الكمثرى، الكرز، الخوخ، البرقوق والعنبية على شكل جزر شاحبة بين العروق وتظهر مناطق ميتة تبدأ بين العروق الرئيسية الجانبية وبين حواف الورقة وعنقها هذا يؤدي إلى مظهر (Herring- bone) عظم الرنجة الذي يظهر على الأوراق القديمة. يظهر الاصفرار في البداية على أصغر العروق في شبكة العروق في الورقة القديمة، هذه المناطق الصفراء (نموذجية في معظم الأنواع) يمكن أن تصبح ملونة او تتحلل دون أن تمر في طور الشحوب. تنخفض شدة الاعراض من القاعدة إلى قمة الأوراق على الفرع وتزداد باتجاه الطرف في نهاية موسم النمو. تفقد النباتات المصابة كثيراً من اوراقها المصابة مبكراً ويمكن أن تنضج الثمار مبكراً وتسقط.

كثيراً مايظهر شكل حرف (V) حول العرق الوسطي وتكون قمة الحرف باتجاة قمة الورقة وإن المناطق الداخلة في حرف (V) تكون خضراء اما التي هي في خارجه تصبح صفراء ذات

صبغات او متحللة. أما في العنبية فتظهر حواف الورقة محاطة باللون الأخضر والمناطق البعيدة تكون ذات لون أصفر وهذا يعطي الورقة شكل شجرة عيد الميلاد.

تكون المناطق المتقرحة مسودة تقريباً في الكمثرى والكرز، صفراء إلى بنية في التفاح، ولكن شكل (V) يكون اكثر وضوحاً في البرقوق، الخوخ وبدرجات مختلفة (شكل ٢٣) من صبغات صفراء، حمراء أو ارجوانية خارج حرف (V). في المراحل المتأخرة تتكسر البقع المتحللة وتسقط تاركة ثقوب في الأوراق او يمكن أن يشمل التثقب جميع أنسجة الورقة إلى الحواف وفي المراحل الأخيرة تكون الأعراض مشابهة لأعراض نقص البوتاسيوم.

١٠ - الحمضيات:

تظهر اعراض نقص المغنيسيوم على اوراق الحمضيات في أي موسم من السنة ولكن بشكل عام فان الأعراض تظهر في أواخر الصيف او الخريف عندما تبدأ الثمار في النضج. تبدأ الأعراض في الظهور على شكل بطش صفراء غير منتظمة تبدأ على طول العرق الوسطى وأخيراً تتحد مع بعضها لتشكل أشرطة صفراء غير منتظمة على كل وجه. تتسع هذه الأشرطة بحيث تشمل جميع سطح الورقة باستثناء القمة والقاعدة اللتان تبقيان خضراوتان. يظهر شكل حرف (٨) إلى حد ما على العروق الوسطى ويكون هذا المظهر ذو لون أخضر إلى أصفر ولايتبع نظام ثابت. أما في حالات النقص الشديدة فأن الأوراق تصبح كلها صفراء وتسقط. إما إذا كان النقص متوسطاً فان الأوراق تبقى على الشجرة لمدة طويلة. كذلك فان النقص الشديد يؤدي إلى خفض نوعية وكمية الانتاج ويقل محتوى الثمرة من المواد الذائبة والاحماض والفيتامينات خاصة فيتامين C. يحدث نقص للصبغات في الثمرة وتظهر الثمرة بلون أصفر خفيف او برتقالي شاحب، يحدث تساقط الثمار بشكل خاص في البرتقال. تكون الأشجار التي تعاني من نقص المغنيسيوم اكثر تأثيراً باضرار البرد.

١١ - الصنوبر:

تظهر أعراض نقص المغنيسيوم في الصنوبر على شكل اصفرار الأوراق الأبرية القديمة يتبع ذلك تلونها باللون البني ثم تموت ويسمى هذا المرض اصفرار قمة أشجار الصنوبر. تبقى

الأشجار المتأثرة كثيراً بنقص العنصر ذات أفرع طويلة تحمل على قمتها خصلات خضراء من الأفرع الصغيرة.

١٢- الدخان:

يسبب نقص المغنيسيوم في الدخان المرض المسمى مرض الرمال وفيما يلى شرح مفصل لهذا المرض.

مرض الرمال
Sand Drown of Tobacco

أعطي هذا الاسم للأعراض التى تظهر على نبات الدخان نتيجة نقص المغنيسيوم، ولأن هذا المرض يحدث في الأراضي الرملية التي يكون قد غُسل منها المغنيسيوم نتيجة كثرة الامطار الغزيرة. كانت أول ملاحظة لهذا المرض في ولاية كارولينا الشمالية في أمريكا سنة ١٩١٢.

الأعراض:-

تعرف الأعراض بواسطة الشحوب الذي يبدأ على قمم الأوراق السفلية القريبة من سطح الأرض، يتقدم الشحوب في الورقة حتى يشمل جميع سطح الورقة، في حالات الاصابة الشديدة يكون النبات كله شاحباً ومتقزماً. يتقدم الشحوب من القمة إلى القاعدة ومن الحواف إلى جهة مركز الورقة. يكون التلون غير كامل ولكن العروق وبعض الأنسجة القريبة منها تبقى محتفظة إلى حد ما باللون الاخضر الطبيعي، وبالتالي فان الأوراق التي تعاني من نقص العنصر تبدو عليها ظاهرة التبرقش. تصبح الأنسجة المصابة داكنة، صفراء باهتة، او في حالات النقص الشديد تصبح بيضاء تماماً، كذلك فان الصبغات الخضراء او الصفراء تتأثر. تصل اوراق النبات إلى حجمها الطبيعي، تكون الأوراق المأخوذة من النباتات المريضة رقيقة وذات وزن أقل من تلك المأخوذة من النباتات السليمة. عند نضج الأوراق المريضة يلاحظ فرق في طعم الدخان وكذلك في شكل الورقة ومدة بقائها على النبات عنها في الأوراق السليمة.

يخفض المرض من نوعية الأوراق. أما الأوراق المستعملة في صنع السيجار تكون ذات رماد داكن (شكل ٢٤).

يجب ملاحظة أن الدخان يصاب بعدة مسببات تؤدي إلى حدوث الشحوب والتي يجب تمييزها عن مرض الرمال وهي:

١ – الشحوب الناتج عن نقص البوتاسيوم.

٢ – الشحوب الناتج عن نقص الكبريت.

٣ – الشحوب الناتج عن الاصابات الطفيلية وخاصة الاصابة الفيروسية.

٤ – ظاهرة التلون Frenching.

يمكن تمييز الشحوب الناتج عن نقص البوتاسيوم عن مرض الرمال وذلك بتجعد الأوراق وبصفة إنحناء حواف الأوراق إلى أسفل معطية المظهر المسمى اطار القيد Rim bound وعن طريق الظهور الفوري للبقع الميتة الصغيرة في الأوراق المصابة.

إما نقص الكبريت فيمكن تمييزه بان يكون لون جميع الورقة ذو ظل خفيف أخضر في العرق الوسطى والعروق الصغيرة والمسافات بين العروق تكون متماثلة في اللون.

إما في حالة الاصابة الفيروسية فان التبرقش الموزايكى يكون موزعاً بانتظام فوق سطح الورقة ويظهر في الأنسجة حديثة النمو.

اما في ظاهرة التلون المسماه Frenching فيكون تبرقش الأوراق مشابهاً إلى حد ما مرض الرمال ولكن تكون الاوراق أصغر وأضيق منها في الحالة العادية.

الوقاية من مرض الرمال:

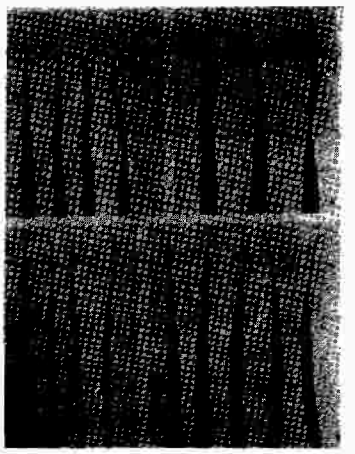
يمكن منع حدوث مرض الرمال في الدخان وذلك باستعمال أسمدة بطريقة تمنع حدوث نقص المغنيسيوم واليك بعض الطرق المهمة.

١ - يجب عدم استعمال الاسمدة البوتاسية النقية مالم تزود بمواد تحتوي المغنيسيوم.

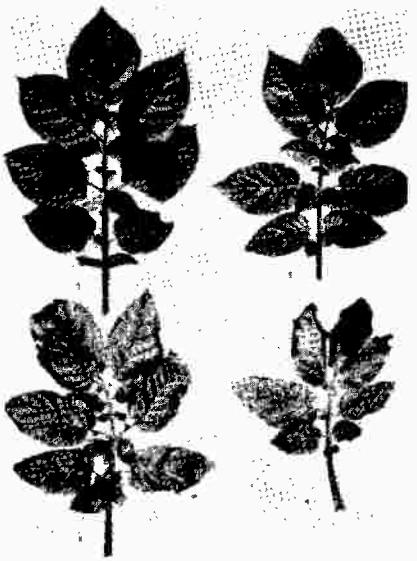
٢ - يجب استعمال الاسمدة المحتوية على مغنيسيوم في الأراضي الرملية المعرضة لحدوث نقص العنصر.

٣ - عند استعمال أسمدة فيها كبريتات البوتاسيوم او كبريتات الأمونيوم، عندها يجب استعمال الجير والاسمدة ذات محتوي من المغنيسيوم.

٤ - بشكل عام فانه بالنسبة لجميع النباتات التي تعاني من نقص المغنيسيوم يمكن رشها بكبريتات المغنيسيوم وذلك على شكل اسعافات سريعة مع اضافة عامل البلل 1% Mg SO_4+ Waiting agent. اما في الأراضي التي تعاني من نقص المغنيسيوم فيضاف إليها الحجر الجيري الدولومايتي Dolomatic lime Stone وعندما تكون كميات الجير الكثيرة غير مرغوبة كما هو الحال في الأراضي التي ستزرع بطاطس، عندها يمكن استعمال كبريتات المغنيسيوم او إستعمال Dolomatic hydrate of lime رشاً مع مخلوط بوردو.



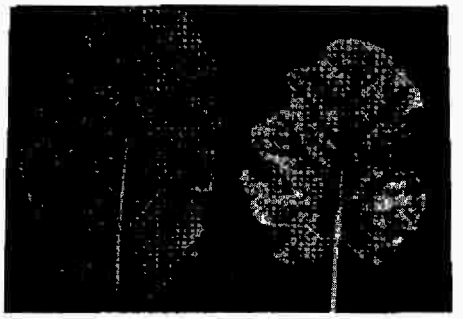
شكل رقم ١٨ في الشكل A أعراض نقص النيتروجين، B أعراض نقص الفسفور، C أعراض نقص المغنيسيوم، D اعراض نقص البوتاسيوم على الذرة.



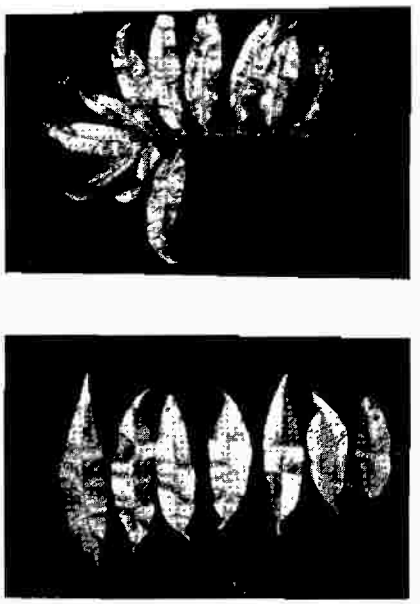
شكل رقم ١٩: أعراض نقص المغنيسيوم على البطاطس.

شكل رقم ٢٠: أعراض نقص المغنيسيوم على القطن. العلوي على الأوراق، الورقة التى على الشمال عادية. أما الشكل السفلي فهو أعراض النقص على النبات في الحقل.

شكل رقم ٢١: أعراض نقص المغنيسيوم على الطماطم.



شكل رقم ٢٢: أعراض نقص المغنيسيوم على اللفت



شكل رقم ٢٣: أعراض نقص المغنيسيوم على الخوخ. الشكل العلوي على الشجرة أما السفلي فهو على الأوراق.

شكل رقم ٢٤: أعراض نقص المغنيسيوم على الدخان (مرض الرمال).

٦ - أعراض نقص الكبريت Sulphur - Deficiency Symptoms

يعتبر الكبريت من مكونات الاحماض الأمينية Systine السستين والمثيونين Methionine والسستئين Systeane، وبالتالي يعتبر الكبريت من العناصر الحيوية في تركيب البروتين ومطلوب بكميات كبيرة إلى حد ما. يوجد الكبريت أيضاً في الهرمونات النباتية مثل الثيامين والبيوتين وكذلك يوجد في المركبات المتطايرة مثل زيت المسطردة. يساعد الكبريت في بناء الزيوت ويبدو أنه يكون مساعداً في بناء الكلوروفيل وهو أساسي في تكشف العقد الجذرية وتثبيت النيتروجين في جذور البقوليات.

يدخل الكبريت في تركيب بعض المواد الموجودة داخل الخلية مثل allyl sulphide في أبصال البصل، ومادة السنجرين Singrin (وهي مادة غلايكوسيدة) في المستردة وبعض الصليبيات الأخرى، وكذلك في مادة allyl thiocyanate في كثير من خلايا النبات.

يوجد الكبريت في التربة على شكل عضوي وغير عضوي. الشكل غير العضوي للكبريت يوجد اساساً على شكل كبريتات ولكن الكبريتيد Sulphide يمكن أن يتجمع عندما تكون الظروف ملائمة لتفاعلات الاختزال لأن تأخذ مجراها. يمكن لمركبات الكبريت أن تتغير من شكل إلى آخر في التربة بواسطة بعض البكتيريا، تكون النواتج النهائية لهذه التفاعلات في شكل كبريتات عندما تكون الظروف ملائمة للأكسدة، وبالتالي فانه إذا أضيف عنصر الكبريت إلى التربة فيمكن أن يتأكسد بسرعة إلى حمض الكبريت وهذا التفاعل يستعمل في معاملة الأراضي القلوية لخفض رقم الحموضة فيها.

تعتبر كبريتات الكبريت من المكونات الهامة في محلول التربة وهي بهذا الشكل فان الكبريت يتحرك بسهولة خلال التربة ويكون متوفراً للنبات. إن إنتشار الكبريت في الصخور والمواد العضوية وحركته في التربة هي الأسباب التي تؤدي إلى ندرة حدوث نقص للكبريت في المحاصيل. تكون أعراض نقص الكبريت بشكل عام على كل النباتات كالآتي:

١ - يحدث اصفرار في الأوراق الحديثة في الاطوار المبكرة من تطورها وظهورها على النبات، أما في الأوراق المتقدمة في السن فتصبح ذات لون أخضر باهت.

٢ - تصبح عروق الأوراق ذات لون أخضر خفيف عنه من لون الأنسجة التي بين العروق وتسمى جزر بين العروق، وهذه الأعراض عكس تلك التي تظهرها أعراض نقص كل من المغنيسيوم، المنغنيز والحديد.

٣ - تكون النباتات قصيرة وتموت بعض المناطق على قاعدة النبات بعد أن يصبح لونها ارجواني.

٤ - تموت البراعم الطرفية ويظهر أعراض موت القمم في الاغصان.

يمكن القول بأن أعراض نقص الكبريت تشابه كثيراً أعراض نقص النيتروجين من حيث صغر حجم الورقة، تقزم النمو، الاصفرار، تكشف صبغات برتقالية إلى أرجوانية وتأخر النضج، ولكنها تختلف مع نقص النيتروجين في أن نقص الكبريت يكون عادة اكثر ظهوراً على النموات الحديثة. يتعوق تكوين الكلوروفيل وبالتالي فان بعض النباتات مثل الحمضيات، الدخان، القطن، فول الصويا والطماطم تبقى خضراء باهتة. تصبح الأوراق صفراء باهتة إلى مبيضة وتتحول إلى اللون الارجواني الباهت في المراحل الأخيرة من النمو. وفيما يلي وصف تفصيلي لنقص الكبريت على بعض النباتات الاقتصادية.

ا - الشاي:-

من أشهر الأمراض التي يسببها نقص الكبريت على الشاي هو مرض اصفرار الشاي Tea yellows. يمكن تمييز حقول الشاي التي تعاني من نقص الكبريت بالمظهر الأخضر المصفر نظراً لضعف تكشف الكلوروفيل ويأخذ النبات اللون الأخضر الباهت إلى اللون الأصفر ويحدث تبرقش في منطقة بين العروق في الأوراق ويتحدد هذا التبرقش بشبكة من العروق الخضراء. يصغر حجم الأوراق وتصبح ملفوفة إلى الداخل من الأعلى وتكون الأوراق صلبة وهشة وتكون في النهاية شاحبة ويظهر بقع ميتة ومتحللة على قمم وحواف الأوراق وتتحول إلى اللون البني الغامق. تكون السلاميات قصيرة وتصبح السيقان رقيقة وضعيفة وتعاني من تساقط الأوراق حتى يبقى مجموعة صغيرة من الأوراق على شكل خصلة في قمة الفرع. يتكشف من البراعم الجانبية تفرعات متقزمة بأوراق صغيرة جداً ويحدث موت في القمم بشكل كبير ويتبع ذلك موت الشجيرات.

٢ - القطن:-

عندما ينمو القطن في تربة تعاني من نقص الكبريت، فان الأوراق التي تكون على قمم النباتات تصبح اكثر إصفراراً كلما تقدم النمو، بينما تبقى الاوراق المتقدمة في السن خضراء وهذا يمكن تميزه عن الاصفرار الناتج عن نقص النيتروجين والذي يبدأ أولاً على الأوراق المتقدمة في السن بالقرب من قاعدة النبات وتمتد إلى أعلى في الساق. إن هذا الإختلاف قد يعزى إلى حقيقة أن الكبريت على عكس النيتروجين لايكون جاهزاً للانتقال إلى النموات الحديثة.

إن نقص الكبريت غير مشابه لنقص النيتروجين في تأثيره على حجم لوزات القطن، وبالتالي يكون نقص المحصول راجعاً لصغر حجم النبات وليس إلى صغر اللوزة (شكل ٢٥).

٣ - الدخان:-

تظهر اعراض نقص الكبريت في الدخان بظهور لون أخضر خفيف على اوراق النبات بشكل عام وتميل الأوراق الحديثة لأن تصبح أخف من تلك القديمة. لايفقد النبات اوراقه السفلية عن طريق احتراقها كما هو الحال في نقص النيتروجين، وهذه ملاحظة هامة يجب مراعاتها عند التفريق او التمييز بين نقص الكبريت ونقص النيتروجين وبشكل عام يمكن القول أن أعراض نقص الكبريت تظهر على نبات الدخان في مراحل النمو المبكرة فقط (شكل ٢٦).

٤ - الطماطم:-

تظهر أعراض نقص الكبريت على الطماطم في المزارع الرملية او المزارع المائية حيث تتكشف الاعراض ببطء، تكون هذه النباتات مشابهة في مظهرها لتلك النباتات التي حصلت على كمية غير كافية من الأسمدة النيتروجينية. تصبح الأوراق السفلية خضراء مصفرة، السيقان صلبة وخشبية نتيجة لسمك الخلايا الكولنشيمية والخشب والالياف. تكون الجذور متكشفة ومنتشرة ولكنها تكون ذات مقطع صغير وكذلك السيقان تكون ذات مقطع صغير، مثل

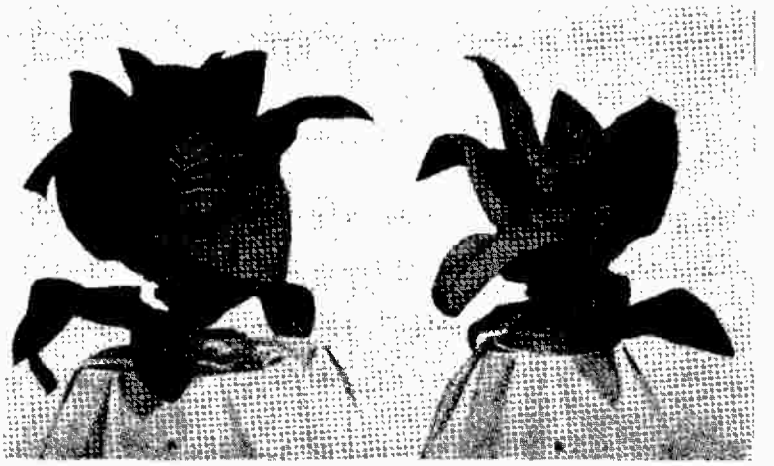
هذه النباتات تكون ذات محتوى عالٍ من الكربوهيدرات واحياناً من النيتروجين. يكون هناك طاقة في استطالة الساق في النباتات التي تعاني من نقص الكبريت والتي لاتحدث في حالة النباتات النامية في بيئة تعاني من نقص النيتروجين، الفسفور او البوتاسيوم.

٥ - الرز - فول الصويا، عباد الشمس، اللفت والفجل:-

تكون اعراض نقص الكبريت على شكل صفر في الوريقات الموجودة في الجزء العلوي من المجموع الخضري، وتكون الأوراق خضراء مصفرة. تكون السيقان نحيفة، صلبة وعارية نتيجة تساقط الجزء السفلي من الأوراق لكن تظهر الاعراض على نباتات القهوة والفول على شكل اصفرار وتحدب الأوراق وصغر ونحافة الجذور.

إن الدراسة الهستولوجية لبعض النباتات التى تعاني من نقص الكبريت أظهرت أن الأوراق الصغيرة الصفراء لها خلايا بلاستيدية قليلة وغير مميزة. أما في مراحل الشحوب الأولية فان الكلوروبلاست ينخفض في الحجم والعدد ويتحلل كلية في الأطوار المتأخرة.

شكل رقم ٢٥: أعراض نقص الكبريت على القطن. في الشمال نبات لايعاني من النقص اما في اليمين نبات يعاني.



شكل رقم ٢٦: أعراض نقص الكبريت على الدخان. A نبات لايعاني من النقص أما شكل B فهو نبات يعاني من نقص الكبريت.

٧ - أعراض نقص الحديد Iron - Deficiency Symptoms

إن الحديد من العناصر الأساسية للنباتات الخضراء، فهو ضروري لتكوين الكلوروفيل بالرغم من أنه لايدخل في تركيبه. لقد أعتبر الحديد من المركبات الهامة في عديد من أنزيمات الأكسدة. يوجد الحديد في الخلايا الحية اساساً على شكل بورفايرنيز Porphyrins أو هيميز Hemes والتي يكون وجودها ضرورياً كمساعدات في عدد من التفاعلات. إن كلاً من البيروكسيديز والكاتلييزز في النباتات هي بورفرين الحديد - تحتوي أنزيمات تساعد في التفاعلات التي يكون فيها فوق اكسيد الهيدروجين هو الالكترون المستقبل. ومن المفروض أيضاً أن الطاقة التنفسية المطلوبة لامتصاص الأملاح وتراكمها في النبات تشمل أنزيمات محتوية على هيم Heme.

يعتبر الحديد بأنه الداخل أساساً في تكوين كلوروبلاست البروتين في الأوراق. كذلك فان الحديد عامل مساعد في تكوين الكلوروفيل وهو يؤثر في معقد بروتين بورفايرين الحديد والذي

يعمل كحامل للاكسجين وناقل للالكترونات ومنشط للاكسجين. بالتالي فان نقص الحديد يسبب نقصاً في حجم البلاستيدات الخضراء ويقلل الكلوروفيل وبالتالي يخفض عملية التمثيل الضوئي.

يرجع نقص الحديد عادة إلى قلة ذوبانه في صورة قابلة للامتصاص عنه في غيابه الحقيقي. وبشكل عام فان هناك كميات كبيرة من الحديد في حالة ذائبة في الأراضي الحمضية اكثر منها في الأراضي القلوية او المتعادلة.

إن من أهم أعراض نقص الحديد هو الشحوب كنتيجة لقلة تكوين الكلوروفيل. ومع أن هذا الشحوب يكون غالباً نتيجة نقص الحديد، إلا أنه احياناً يظهر في الأوراق التي تحتوي على حديد اكثر من الأوراق الخضراء السليمة، ولكن في هذه الحالة يكون الحديد موجوداً بصورة غير قابلة للامتصاص في الأنسجة الشاحبة. تكون مركبات الحديد ذات فعالية ونشاطاً على حالة حديدوز Ferres ونادراً مايمتص ويستعمل على حالة حديديك Ferric وكثيراً منه يختزل بسرعة في الخلايا. إن السرعة التي يختزل بها الحديد في الخلايا يبدو أنها تتأثر بكمية المنغنيز في الخلية.

إن نوع الحديد في التربة ومدى توفره للنباتات يعتمد بشكل كبير على المعادن الاصلية التي إنحدر منها الحديد. يكون الحديد متوفراً عادة في الاراضي الحمضية باستثناء الحالة التي يتوفر فيها الفسفات بكميات كبيرة. عندما يكون رقم الحموضة أقل من (٥) يتكون معقد من فسفات الحديد وهذه تذوب بنسبة قليلة جداً وإن كلاً من الفسفات والحديد تصبح غير متوفرة للنبات. إن الشكل الذي يوجد عليه الحديد هو مهم ليس فقط للامتصاص ولكن لتمثيله بعد دخوله إلى النبات. يكون الحديد أكثر نقصاً في الأراضي القلوية والجيرية في المناطق الجافة ونصف الجافة حيث تكون كمية الحديد الذائب والمتوفرة للنبات قليلة. إن الحديد القابل للتبادل في الأراضي الكلسية وغيرها ذات رقم الحموضة اعلى من (٨) يمكن أن يكون منخفضاً جداً بحيث لاتستطيع النباتات أن تمتص الكمية الكافية للنمو الطبيعي للنبات. تظهر اعراض نقص الحديد عادة في المناطق ذات رقم الحموضة المرتفع او التي تحوي على عدم توازن معدني بحيث يصبح الحديد غير متوفر للامتصاص من قبل النبات عنه من أن يكون غير موجود حقيقة.

إن الأعراض المرئية الرئيسية لنقص الحديد هي الاصفرار والشحوب وبرقشة الورقة بشكل خاص في النموات الحديثة. في حالات النقص الشديدة فان جميع اللون الأخضر في الورقة يمكن أن يختفي. في محاصيل الفاكهة يتبع الشحوب موت القمم ثم موت الشجرة. وبشكل عام يصبح المجموع الخضري أصفر ضعيف الحيوية وغير قادر على الانتاج. تبقى العروق ذات لون أخضر لامع مفعمة بالحيوية على العكس من نصل الورقة وهذه صفة مميزة لنقص الحديد. عندما تقارب النموات الحديثة أن تصبح بيضاء فان العروق الكبيرة تستعيد لونها الأخضر، كلما إشتد الشحوب فإن حواف الورقة تصبح شاحبة أيضاً ويحدث موت قمم في الأغصان. كثيراً مايكون الشحوب مقصوراً على الأوراق الحديثة من الفروع الجديدة، ولكن إذا استهلك جميع الحديد المتوفر في التربة فان الأعراض تتقدم وتغطي جميع الشجرة. تسقط الأوراق ويحدث موت قمم في الأغصان.

تكون أعراض نقص الحديد اكثر إنتشاراً في الأشجار المثمرة عنه في الخضروات وبالاضافة إلى الأعراض السابقة، يحدث في الأشجار احتراق حواف الأوراق في حالات النقص الشديدة. إن هذه الأعراض التي تحدث في الأراضي ذات المستوى العال من الجير تسمى عادة شحوب الحديد او الشحوب الناتج من الحديد Iron chlorsis أو Lime induced chlorosis. كما في فول الصويا (شكل ٢٧).

وفيما يلي وصف تفصيلي لاعراض نقص الحديد في النباتات الاقتصادية الهامة:

١ - الحمضيات:

بالاضافة لما سبق ذكره في الاعراض العامة لنقص الحديد، يظهر في الحمضيات، في العروق الصغيرة المتفرعة من العرق الرئيسي في الورقة لون أخضر داكن وتأخذ الورقة مظهر الريشة وكلما تقدمت الورقة بالاتساع تصبح رقيقة ونصف شفافة، ويصغر حجمها ولكن ليس بشكل كبير كما في حالة نقص الزنك. في حالات النقص الشديدة فان الأوراق المتكونة حديثاً تصبح بيضاء تماماً باستثناء خيوط خضراء باهتة على طول العروق ونادراً ماتصل الأوراق

إلى الحجم الكامل وإذا ما استطاعت الشجرة أن تتحصل على نسبة بسيطة من الحديد فان الورقة يصبح بها شبكة من اللون الأخضر. تموت الأشجار خاصة من ناحية الجهة المعرضة للشمس.

٢ - الذرة والسورجوم:-

يعتبر السورجوم نبات كاشف لنقص الحديد ويتميز بوضوح بالشحوب بين العروق او الخطوط الشاحبة التي تمتد على طول الأوراق (شكل ٢٨). يبدأ الشحوب على الأوراق الخارجية ويصبح النبات أبيض ولايلبث أن يموت. أما الذرة فانها أقل حساسية من السورجوم بالنسبة لنقص الحديد. اما الحبوب والنجيليات الأخرى فتكون الأعراض متداخلة مع نقص بعض العناصر الأخرى.

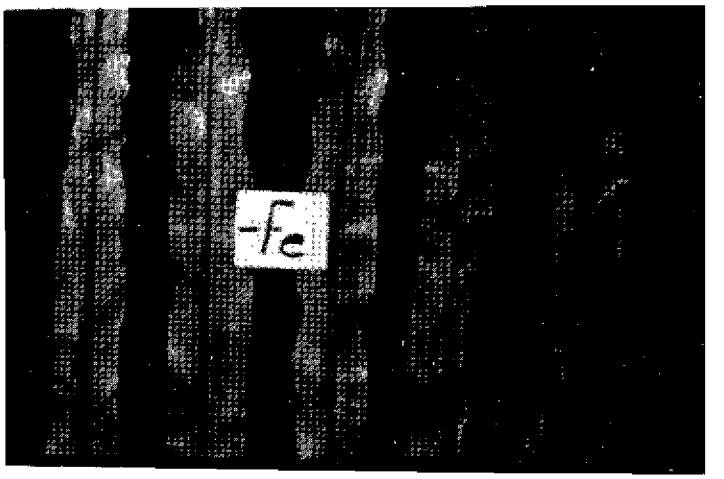
٣ - الثمار:

تظهر اعراض نقص الحديد على الثمار الناتجة من النباتات التي تعاني من نقص الحديد، فمثلاً ثمار الطماطم تصبح خضراء فضية وتميل لأن تصبح برتقالية عندما تنضج اكثر منها وهي حمراء. أما ثمار التفاح والكمثرى فيظهر عليها لون محمر غير طبيعي نتيجة لتكوين صبغة الانثوسيانين اكثر من تكوين صبغة الكاروتين. مثل هذه الثمار تكون محمرة كثيراً من الخارج وذات لون اصلي باهت.

المقاومة:-

لمقاومة نقص الحديد وللحصول على استجابة سريعة فمن الممكن رش الأوراق بمحلول سلفات الحديدوز. يمكن استعمال Chelated iron. في هذه الطريقة فان الحديد لايرتبط مع المعادن الأخرى في التربة ويبقى متوفراً للنباتات خاصة في ظروف التربة القلوية.

شكل رقم ٢٧: أعراض نقص الحديد في نبات فول الصويا بمستويات متدرجة.



شكل رقم ٢٨: أعراض نقص الحديد في نبات الذرة.

٨ - اعراض نقص المنغنيز Manganese Deficiency Symptoms

يؤثر المنغنيز على عديد من العمليات البنائية في خلية النبات. إن عمليات الأكسدة والإختزال، تمثيل النيتروجين والحديد و Peptide hydrolysis فان للمنغنيز ادواراً هامة فيها وكذلك فهو يساعد في بناء حمض الاسكوربيك في النبات وينشط أنزيمات الببتايديز Pepti-dase. بالرغم من أن المنغنيز لايدخل في تكوين الكلوروفيل إلا أن الكلوروفيل لايتكون في غياب المنغنيز. للمنغنيز دوراً خاصاً في جذب جزئيات رايبونيوكلوبروتين مع بعضها في الرايبوسومات ويساعد في وقف تفكيكها.

يعتبر المنغنيز من مكونات أنزيمات التنفس ولقد وجد أنه يشجع التنفس. إن وجود المنغنيز يشجع تكوين ثاني أكسيد الكربون وكذلك فان له دوراً في عمليات التمثيل الضوئي وفي تشجيع إختزال النتريت في الجذور.

إن الطريقة التي يصل فيها المنغنيز إلى التربة مشابه لما يحدث في الحديد وبالتالي فان اكاسيد المنغنيز هي الاشكال المهمة من مركبات المنغنيز. إن المركبات عالية الاكسدة من المنغنيز مثل ثاني اكسيد المنغنيز تكون متوفرة بكمية بسيطة جداً للنبات. كما هو الحال في الحديد فان ذوبان المنغنيز في التربة يزداد بزيادة الحموضة في التربة، ويكون غير متوفر للنباتات فوق رقم الحموضة (٦.٥)، بينما في الأراضي شديدة الحموضة فانه يتوفر بكميات كبيرة بحيث تسبب تسمم النبات، وهذه احدى الاسباب التي تجعل بعض المحاصيل تفشل في الأراضي الحمضية. كذلك فان توفر المنغنيز يتأثر كثيراً بالمادة العضوية وبظروف الصرف في التربة. إن نقص العنصر يكون شائعاً في الأراضي الكلسية العضوية وفي الأراضي الأخرى ذات المحتوى العال من المادة العضوية وذات مستوى الماء الارضي المرتفع. لقد وجد أن بكتيريا الاكسدة في التربة يمكن أن تكون مسئولة كثيراً عن تحويل المنغنيز غير القابل للنبات في الأراضي ذات رقم الحموضة (٦.٥ - ٧.٨) إلى صورة قابلة للنبات. كانت اول ملاحظة لنقص المنغنيز في الاراضي الكلسية حيث تزرع الطماطم في فلوريدا وادى ذلك إلى ضعف النبات وفشل المحصول كلياً.

تظهر أعراض نقص المنغنيز في كثير من النباتات وتكون كالآتي:

١ - الدخان:-

تكون اولى الأعراض المرئية لنقص المنغنيز في الدخان هي فقد اللون في الاوراق الحديثة، يتبع هذا، الفقد في اللون في التفرعات الدقيقة للعروق او الجهاز الوعائي. يكون لون النسيج بين العروق أخضر خفيف إلى أبيض بينما العروق نفسها تبقى غامقة وتأخذ الورقة مظهر رقعة الشطرنج وذلك بسبب التغاير بين لون العروق الغامق والأنسجة التي فقدت لونها. يتبع فقد اللون تكشف بقع من النسيج الميت والتي يمكن أن تسقط معطية الورقة المظهر الممزق. عادة لاتكون هذه التبقعات مقصورة على القمم او الحواف كما هو الحال في نقص البوتاسيوم، ولكن هنا يشمل جميع سطح الورقة (شكل ٢٩).

٢ - الطماطم:-

تظهر أعراض نقص المنغنيز في الطماطم، في البداية، على شكل اصفرار في اللون الأخضر والذي يتحول بالتدريج إلى اللون الاصفر في المناطق البعيدة عن العرق الوسطي في الورقة، كلما تقدمت هذه الحالة فان الاصفرار يصبح اكثر وضوحاً وشدة وتبقى العروق خضراء معطية الورقة مظهر التبرقش. أخيراً يصبح لون المجموع الخضري كله أصفر وفي حالات كثيرة يظهر بقع متحللة، تظهر في البداية على شكل نقط بنية تشبه رأس الدبوس متمركزة في المناطق الصفراء بعيداً عن العروق وتستمر في الإمتداد حتى تغطي مساحة كبيرة ويمكن أن تسبب موت جميع النسيج. يكون نمو النبات مغزلي، لاتتكون أزهار وإذا تكونت تكون قليلة جداً ولاتعطي ثماراً.

يتأثر الكلوروبلاست في خلايا الطماطم اولاً وتصبح ذات لون أخضر مصفر، تفقد النشا تصبح ذات فجوات محببة واخيراً تتحطم. اما الخلايا البلاستيدية فتكون صغيرة. يفقد الخشب تكشفه الجيد ويظهر بعض المواد التي تغلق الانابيب الخشبية.

٣ - الخيار والفاصوليا:-

عندما يعاني الخيار من نقص المنغنيز فان أنسجة الورقة يتغير لونها من الأخضر إلى الأبيض المصفر، بينما المناطق التي على طول العروق والعرق الرئيسي تبقى خضراء. تبقى

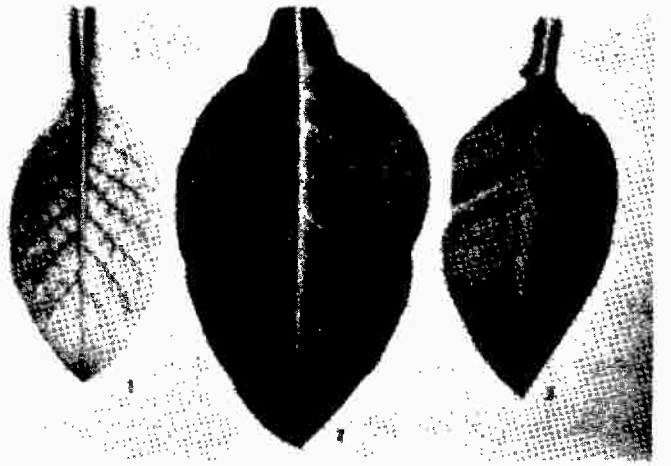
السيقان والأوراق صغيرة الحجم ضعيفة ومغزلية، كثيراً ما تتحول البراعم الزهرية إلى اللون الأصفر. يتقزم النمو وينخفض الانتاج. تحدث هذه الأعراض في كل من الكرنب والفلفل. اما في الفاصوليا وفاصوليا الليما فيظهر التبرقش متبوعاً ببقع صغيرة بنية متحللة وأخيراً يظهر لون أصفر ذهبي. تكون الاوراق صغيرة وكل ورقة متكونة تكون اكثر اصفراراً من التي قبلها. أخيراً تموت البراعم وتصبح الأوراق بنية ذابلة.

٤ - أشجار الفاكهة متساقطة الأوراق:-

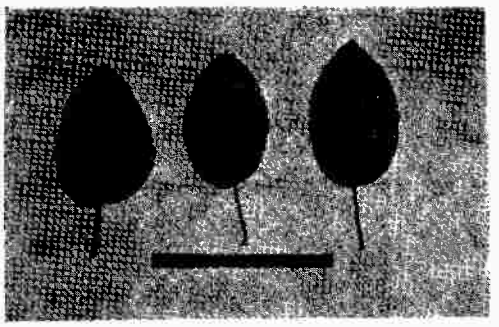
يتميز نقص المنغنيز في أشجار الفاكهة متساقطة الأوراق بظهور شحوب يكون في شدته متوسطاً بين الشحوب الناتج من نقص المغنيسيوم والشحوب الناتج من نقص الحديد، وعلى العكس من حالة نقص الحديد فان الاعراض لاتظهر على النموات الحديثة سواء كانت في الأوراق او العروق. كذلك تكون أعراض نقص المنغنيز غير مشابهة لنقص المغنيسيوم، حيث أن نقص المنغنيز لايسبب تحلل وموت بين العروق (إلا في حالات النقص الشديدة وفي بعض الأنواع النباتية فقط). كذلك فان أعراض نقص المنغنيز غير مشابهة لنقص الحديد ونقص المغنيسيوم من حيث أنه لايسبب تدريج في الشدة بين قاعدة وقمة أجزاء الفرع، وتظهر الأعراض على جميع الأوراق الناضجة. عندما تتكشف الاعراض جيداً تبقى عادة أشرطة عريضة من اللون الأخضر على طول العروق الكبيرة من الأوراق. يمكن أن يحدث التباس بين أعراض نقص المنغنيز ونقص المغنيسيوم في المراحل الأولى على بعض الأوراق ولكن العين الخبيرة تلاحظ عدداً من الفروع يتبين منها أن أعراض نقص المغنيسيوم محددة على الأوراق القديمة. إن أعراض نقص المنغنيز من المحتمل أن تظهر بعد أن يكتمل إنفراد الورقة مباشرة وتبقى نسبياً بدون تغير خلال فترة حياة الورقة. أما الأوراق الطرفية فمن غير المحتمل لأن يظهر عليها اعراضاً حتى بعد أن يتكون البرعم الطرفي. إن أفضل الاوقات لملاحظة هذا النقص يكون عندما ينتهي نمو البراعم الطرفية (شكل ٣٠) على التفاح.

٥ - أشجار الحمضيات:-

تبدأ أعراض نقص المنغنيز على النموات الحديثة ولكن يمكن أن تستمر وتوجد على الأوراق في أي عمر. في كثير من الحالات لاتظهر أعراض النقص إلا بعد أن يكتمل نمو الورقة، ففي هذه المرحلة تظهر بقش خضراء خفيفة او تبرقش جانبي طولي على حواف الورقة. مثل هذه الأعراض تقل وتميل لأن تختفي في خلال بضع أسابيع. تبدأ الأعراض في الظهور على جهة الشجرة الاكثر تظليلاً. تميل الفروع السفلية لأن تظهر عليها الاعراض عندما يكون النقص معتدلاً. كذلك فان الأوراق المظلله داخل الشجرة تميل لأن تظهر عليها اعراض معتدلة في حين أن الأوراق المعرضة للشمس يمكن أن تكون خالية تماماً من الاعراض المنظورة.



شكل رقم ٢٩: أعراض نقص عنصرين في الدخان: ١- أعراض نقص الحديد. ٢- ورقة من نبات الكنترول (لايوجد نقص)، ٣- اعراض نقص المنغنيز.



شكل رقم ٣٠،أعراض نقص المنغنيز على اوراق التفاح.

الأمراض المتسببة عن نقص المنغنيز

هناك عدة أمراض مشهورة متسببة عن نقص المنغنيز منها:-

ا - مرض السنبلة الرمادية في الشوفان Gray Speck of Oats

يسمى المرض أيضاً التخطيط الرمادي Gray Stripe او البقعة الرمادية، البقعة الجافة أو اللفحة الهالية. إن هذا المرض يصف نقص المنغنيز ليس فقط على الشوفان وإنما على بعض النجيليات الأخرى، ولكن الشوفان هو اكثر النجيليات حساسية لنقص المنجنيز. تظهر الاعراض على شكل بقعة او عدة بقع رمادية تتكشف اولاً على الورقة الثالثة من الأعلى وبشكل خاص على النصف القاعدي من الورقة، تزداد البقعة في الحجم وتتحول تدريجياً إلى اللون الأصفر الفاتح او البرتقالي على حافة الورقة. يموت النسيج ضمن البقعة ويجف ولاتلبث أن تصبح الورقة شاحبة ثم تأخذ اللون البني وتموت. يكون اول ظهور للمرض على النباتات الحديثة في الورقة الثالثة او الرابعة، عندما يكون المرض شديداً تموت النباتات مبكراً، تقل الأزهار وينخفض الانتاج.

احياناً تظهر الاعراض على شكل خطوط تميل لأن تمتد وتلتحم. يمكن أن تمتد البقع التي على الأطراف البعيدة من الجزء القاعدي المصاب وتتصل مع بعضها عبر النصل وبالتالي فان النصف العلوي او ثلثي الورقة تنثني وتنفتل بشدة بسبب الانهيار الجزئي في الورقة. يبقى الطرف البعيد من الورقة أخضر لمدة من الزمن. يكون الانهيار على الأوراق القديمة محدداً بالربع السفلي من الورقة وتظهر بقع بيضاوية متحللة الأنسجة غير منتظمة على نصل الورقة وأقل حدوثاً على نهاية قمة الورقة.

٢ - لفحة باهالا في قصب السكر Pahala Blight of Sugarcane

يتميز مرض لفحة باهالا باضمحلال اللون الأخضر الطبيعي الموجود بين العروق باتجاه قمة الورقة، يتبع ذلك تكشف خطوط طولية واضحة باهتة او خضراء مصفرة إلى بيضاء وكلما تقدم المرض تظهر بقع متحللة. كلما زاد عدد البقع تلتحم مع بعضها وتتشق الورقة طولياً على طول الخطوط المتحللة. عادة ما تكون الخطوط محدودة من منتصف الورقة إلى قمتها ونادراً ماتأخذ طول الورقة بأكمله كما في حالة نقص الحديد. يظهر مناطق بنية محمرة من أنسجة ميتة وهذه تلتحم مع بعضها وتشق الورقة طولياً أيضاً.

يتكشف المرض على النباتات النامية في الأراضي الكلسية او القلوية عندما تكون نسبة الحديد المتوفرة للنبات إلى المنغنيز نسبة عالية.

٣ - التبرقش الأصفر في بنجر السكر Speckled Yellows of Sugarbeet

يظهر هذا المرض على شكل إصفرار يكون غالباً على النباتات النامية في الأراضي الرملية او خفيفة القوام بشكل محدد. تتكون الاعراض في البداية على شكل تبرقش على الورقة حديثة النمو. كلما زاد الاصفرار في شدته يتكشف بقعاً مائلة للون البني في المناطق المبرقشة. يموت النسيج المصاب ويسقط تاركاً ثقوباً في الورقة. تبقى العروق والأنسجة المجاورة لها خضراء وتتجعد حواف الورقة إلى أعلى باتجاه السطح العلوي. إن غياب الشحوب عن حواف الأوراق يميز هذا المرض عن نقص البوتاسيوم.

٤ - بقعة الأراضي الغدقة في البسلة Marsh Spot of Peas

تتكون أعراض هذا المرض من بقع مائلة للون البني او تجويفات على مركز الفلقات في البسلة وبعض أصناف الفاصوليا. كذلك تظهر بقع داكنة اللون على بذور البقوليات الحساسة لنقص المنغنيز. تُظهر بذرة او بذرتان الأعراض وهما لا يزالا داخل القرن. يمكن أن تختفي الاعراض كلية من على الورقة في البسلة وتظهر النباتات وكأنها سليمة تماماً. بينما على الفاصوليا يتكشف الشحوب بشدة. تكون اولى اعراض المرض على الفاصوليا الفرنسية هو الشحوب على الأوراق الثلاثية، ثم تتحول الأوراق إلى اللون الذهبي المصفر خلال بضع أيام مع ظهور بقع بنية على طول العروق الكبيرة. لاتصل الأوراق المصابة إلى الحجم الطبيعي.

معالجة نقص المنغنيز:

يمكن معالجة نقص المنغنيز باضافة ٥٠ - ١٠٠ باوند من كبريتات المنغنيز او كلوريد المنغنيز لكل أكار، ولكن الكمية تعتمد على حموضة التربة وعلى كمية الايونات في التربة مثل أيونات الحديد التي يمكن أن توجد فيها. إن طريقة رش النباتات بمحلول كبريتات المنغنيز هي إقتصادية اكثر وتستعمل ٠,٠١ - ٠,٠٥٪ كبريتات منجنيز مع محلول مبلل.

٩ - أعراض نقص البورون Boron - Deficiency Symptomes

لقد عرف البورون على أنه عنصر اساسي لنمو النبات منذ اكتشاف أن الفول لايستطيع أن ينمو ليصل طور النضج مالم يتوفر آثاراً من البورون ٠,٠١ جزء في المليون في المحلول الغذائي. وهذا يعني أن النبات يحتاج إلى البورون ولكن بكميات قليلة جداً. إن نقص البورون شائعاً في كثير من المناطق، ولقد وجد أن $\frac{١}{٤}$ باوند من البوراكس عند توزيعها في مساحة أكار واحد كافية لأن ينتج محصول خال من أعراض نقص البورون. لقد وجد أن محصول اكار واحد من البرسيم الحجازي يستهلك ٢٥ غرام من البورون، وأن طن قش من البرسيم الحجازي يحتوي ٣١,١ غرام بورون.

هناك حوالي ١٥ وظيفة للبورون في النبات (يؤثر بها على نمو النبات). يمكن القول باختصار أن للبورون تأثيراً في عمليات الازهار، الاثمار، إنبات حبوب اللقاح، إنقسام الخلية، الميتابولزم، البناء الضوئي، إمتصاص الاملاح، إنتقال وعمل الهرمونات، بناء وهدم المواد البكتينية والعلاقات المائية في النبات، نضج وتكشف الخلايا، بناء جدار الخلية وكذلك له علاقة بالتنفس في بعض النباتات مثل القمح، الشوفان والشعير، وكذلك فان البورون يشجع تثبيت النيتروجين بواسطة البكتيريا Azotobacter عندما يوجد بكمية ٧ جزء في المليون، وكذلك يعمل مادة منظمة Buffer، وهو ضروري في دوام الأنسجة الرابطة وله تأثير منظم على المعادن الأخري. لقد وجد أن للبورون دوراً هاماً في بناء الكربوهيدرات، الدهون والبروتينات وله دوراً في إنتقال السكر في النبات. كذلك وجد أن البورون يزيد قابلية الكالسيوم للذوبان والحركة وأن هناك علاة بين لجننة جدر الخلية والتغذية بالبورون. لاتزال الاكتشافات سريعة في معرفة دور البورون في الخلايا الحية.

يوجد البورون أساساً في التربة في الصخور إما على شكل Tourmaline والذي هو واسع الانتشار ويبدو أنه قليل الفائدة للنبات، أو يوجد البورون على شكل تجمعات من الترسبات البحرية او من بقايا النبات. إن البورون الموجود في الصخور البركانية والصخور الرملية ذو قيمة قليلة للنباتات، بينما الموجود في أغلفة الحيوانات البحرية والفرين او في المواد العضوية من المحتمل أن يكون اكثر توفراً للنبات. إن البورون سهل الغسيل من التربة وإن المحافظة على وجوده في التربة عن طريق بقايا النبات والحيوان أمر ضروري. يضاف البورون إلى التربة على شكل بورات وهي تنتقل في التربة.

يكون تحرك البورون من جزء إلى آخر في النبات بطيء جداً وهذا يعني أن إنتقاله من الاجزاء المتقدمة في السن إلى النموات الحديثة يكون قليلاً وبالتالي تظهر اولى الأعراض على النموات الحديثة. تقل كمية البورون المتوفرة للنبات باضافة الجير إلى التربة وبظروف الجفاف التي تمر بها التربة. يحدث تسمم بالبورون في بعض المناطق التي تسقى بماء فيه نسبة بورون عالية.

تظهر أعراض نقص البورون في النباتات النامية في أرض رملية وفي الأرض الكلسية. يؤدي نقص البورون إلى إنهيار الخلايا المرستيمية وهذا يمكن أن يكون مظهراً من مظاهر

نقص السكر. يكون نمو النباتات التي تعاني من نقص البورون نمواً محدوداً وضعيفاً وتصبح النموات الحديثة صفراء وتموت الأفرع الطرفية. يتأثر كل من النخاع والبشرة في الساق وهذا يؤدي إلى تكوين ساق أجوف كما في نبات القرنبيط (شكل ٣١)، غالباً ما تحترق وتتجعد الأوراق ويمكن أن تُظهر نوعاً من التبرقش او تكون بعض الصبغات. تتشوه الثمار وتصبح غير ذات قيمة.

إن اكثر أعراض نقص البورون ثباتاً وسيادة هي الاضرار التي تحدث للطبقة المرستيمية وللأنسجة المنقسمة وتسبب موت القمة المرستيمية. إن موت القمم النامية يؤدي إلى تكشف اعداداً كثيرة من البراعم المساعدة والتي تنتج نمو شجيري وفي كثير من الاحيان تموت البراعم بدون تكشف النمو الشجيري وبالتالي لايتكون نمو جديد.

هناك اعراضاً أخرى أقل لفتاً للنظر تظهر قبل أن تموت قمة الفرع. يمكن أن يتجعد النسيج النباتي بين العروق الكبيرة والعروق الصغيرة في الأوراق الحديثة وكثيراً ما تصبح مصفرة ومن ثم يحدث فيها موت وتحلل. يظهر شحوب على النصف السفلي من الورقة وهذا العرض مهماً في تشخيص نقص البورون. تبقى قمة الورقة خضراء نظراً لإنتقال البورون بشكل اساسي من المنطقة القاعدية إلى القمة.

الاوراق النصف كاملة النمو كثيراً ما يتكشف عليها صبغات محمرة أو أرجوانية وتميل لأن تصبح اكثر سمكاً من الحالة العادية وتكون منتفخة هشة وملتفة. يكون شكل الورقة مشوهاً وتكون الأوراق مسودة أو مكرمشة قبل أن يصبح طولها عدة مليمترات. أعناق الأوراق كثيراً ما تصبح هشة ومشققة او مقسمة مكونة حواف فلينية. تتأثر السيقان بنفس الاعراض ويظهر بقع فلينية على ساق اللفت والقرنبيط ودرنات البطاطس. يتكشف نموات على شكل زوائد من العديسات على سيقان التفاح والزيتون.

تصبح الجذور متحللة بشدة والقمة النامية متسعة وتسود ثم تموت. يتكشف جذور جانبية ثانوية عديدة مما يعطي الجذر المظهر الشجيري او المكنسي، تتحلل جذور التخرين من الداخل.

يتوقف التزهير كلية وحتى إذا ما تكونت أزهار يمكن أن تسقط دون أن تعطي بذوراً. يمكن أن يتكون ثمار غير طبيعية بدون ظهور اي اعراض أخرى.

يعتبر التفاح من النباتات الحساسة لنقص البورون. تصبح الثمرة مشوهة وذات مناطق عديدة غائرة على السطح ويتكون عناقيد من الخلايا الفلينية خلال لحم الثمرة. تصبح ثمار الحمضيات صلبة ومشوهة. أما ثمار الزيتون تصبح مشوهة ومنقرة.

تختلف النباتات كثيراً من حيث حساسيتها للبورون. إن تركيز ١٠ جزء في المليون في محلول مزرعة غذائية يكون مثالي لبنجر السكر، في حين يكون سام لبعض النباتات مثل أصناف الفاصوليا ذات المتطلبات المنخفضة من البورون. إن اعراض نقص البورون تكون شائعة على بعض النباتات مثل بنجر السكر، بنجر المائدة والفجل حيث أنها تحتاج إلى متطلبات عالية من البورون.

هناك تأثيرات كثيرة لنقص البورون على الصفات التشريحية والخلوية في النباتات سوف لانتعرض لها في هذا الكتاب ويمكن الرجوع إليها في كتب التغذية المعدنية للنبات.

الأمراض المتسببة عن نقص البورون

١ - عفن القلب في بنجر السكر Heart Rot of Sugarbeet

هناك اسماءً أخرى عديدة لمرض عفن القلب، مثل عفن التاج او العفن الجاف. ينتشر هذا المرض في الأراضي الجيرية حيث يسبب نقص البورون خسائر حوالي ٣٠٪ من المحصول. تظهر الاعراض اولاً على الأوراق الحديثة في التاج. تفشل الاوراق الحديثة في أن تنفرد طبيعياً، تتحول إلى اللون البني او الأسود ثم تموت. في المراحل المتقدمة من المرض يمكن أن تنمو البراعم الابطية الموجودة في آباط الأوراق القديمة ثم تموت. يصبح قلب البنجر متورد ويحمل اوراق صغيرة جافة، هذا الطور يعرف باسم عفن القلب.

تنتشر الاعراض إلى الأوراق الخارجية مظهرة بطش قشرية على السطوح المقعرة الداخلية لاعناق الأوراق. تتحول العروق من اللون الأبيض إلى الأصفر من القاعدة إلى أعلى

وتصبح الأوراق القلبية مجعدة، تذبل وتتحول إلى اللون الأصفر. يتكشف نموات حديثة من البراعم الابطية للأوراق التي ماتت، إلا أن هذه النموات لاتلبث أن تموت. عندما يكون نقص البورون شديداً تموت الفروع القمية والبراعم الزهرية. بعد أن تموت القمم النامية يظهر بقع ميتة متحللة على منطقة التاج (شكل ٣٢).

تظهر الاعراض على الجذور في منتصف الصيف بعد أن تكون الجذور قد وصلت إلى حجم كبير. تكون الاعراض على شكل تلونات رمادية بنية على أنسجة الجذر وتكون على شكل مناطق ميتة سوداء في مركز التاج. هذا يمكن أن يؤدي إلى تكوين كميات كبيرة من الأنسجة القلفية ذات المستوى المنخفض من السكر في الجذور. يظهر تنقرات سوداء او فجوات كبيرة تكون نتيجة مهاجمة الجذور من فطريات التربة.

يمكن القول بأن مرض نقص البورون يظهر غالباً في الصيف الجاف او عندما تسود فترة جافة طويلة متبوعة بفترة رطوبة عالية ملائمة لسرعة النمو.

المقاومة:

يمكن مقاومة هذا المرض باضافة البوراكس إلى التربة مع الأسمدة. عندما تضاف الأسمدة مع البذور فمن الضروري وضعها في أثلام ٢ إنش بعيدة عن أثلام الاسمدة. إن اضافة ١٠ كغم/ اكار من البوراكس يناسب هذه الحالة. أما في حالة بذر المائدة المعد للتعليب فان ٢٠ - ٣٥ كغم/ اكار في الاراضي الثقيلة يكون كافياً. أما في الاراضي قليلة العمق حيث تكون الطبقة التي تنمو فيها الجذور رقيقة يضاف كميات كبيرة من البوراكس قبل الزراعة. احياناً ينصح برش المجموع الخضري بنسبة ٥ كغم/ اكار مرة او مرتين في منتصف الموسم.

٢ - القلب البني في الصليبيات Brown Heart of Crucifera

إن هذا المرض شائع في اللفت، الفجل، الكرنب والقرنبيط. يكون المرض واضحاً في البداية على شكل بقع داكنة على الجذور، عادة على الاجزاء السميكة، يصبح النبات متقزماً

تدريجياً او محدد النمو. تكون الأوراق أصغر من الحالة الطبيعية وأقل في العدد ويظهر عليها التبرقش تدريجياً. يتغير هذا اللون ويتكشف بطش ذات لون مخلوط من الأحمر والارجواني والاصفر على جميع الأوراق بينما أعناق هذه الأوراق عادة مايظهر عليها تشققات طولية. تلتف الأوراق وتكون ذات طول أقصر منه في الحالة العادية. يمكن أن تموت القمة النامية وتتحلل.

لاتنمو الجذور إلى الحجم الكامل، وتحت ظروف النقص الشديدة في البورون تبقى الجذور صغيرة جداً ومشوهة وذات مظهر صلب غير نامية وتأخذ اللون الرمادي. يكون سطح الجذر مجعداً ومشققاً. إذا عمل مقطع عرضي في الجذر يلاحظ أعراض القلب البني حيث يظهر لون بني متحلل داخل قلب الجذر يختلف في مساحته حسب شدة نقص البورون حيث يختلف من بقعة صغيرة إلى مساحة كبيرة ويمكن أن تكون فجوة كبيرة في لحم الجذر (شكل ٣١).

تُظهر محاصيل الكرنب والقرنبيط علامات المرض عند إقتراب النضج. يتكشف مناطق ميتة متحللة في النخاع اللحمي في الساق والقمة. كذلك فان قلب القرنبيط يمكن أن يأخذ اللون البني ويظهر فيه فجوة متحللة. أما في اللفت فان أنسجة الجذر تموت وتتحلل وتظهر بلون بني. تصبح جذور الفجل مشوهة النمو ويظهر بقع متحللة بنية ويتشقق السطح ويصبح ذو قشور وشقوق.

يعالج هذا المرض بضافة ١٠ كغم بوراكس إلى الاكار في حالة أمراض الكرنب، القرنبيط والفجل.

٣ - اصفرار البرسيم الحجازي Alfalfa Yellows

يحدث نقص البورون على البرسيم الحجازي اكثر منه على أي نوع من البقوليات الأخرى ويسبب مايعرف باسم مرض اصفرار البرسيم الحجازي. اما أعراض المرض فتظهر على النموات الحديثة اولاً لأن إنتقال البورون (كما وسبق وذكرنا) من مكان إلى آخر في النبات محدود نسبياً او غير متحرك إلى حد ما. تكون السلاميات العليا في الساق قصيرة ويأخذ النبات مظهر التورد. تتحول الأوراق العلوية بالقرب من القمة إلى اللون الأصفر واحياناً تأخذ

اللون الاحمر. تكون الاعراض اكثر شدة على قمة الورقة. تبقى الأوراق السفية سليمة اللون الأخضر. يفشل النبات في تكوين أزهار وتظهر البراعم بيضاء او بنية خفيفة، تظهر هذه الاعراض قبل طور الازهار وخلال فترات الطقس الجاف. في حالات النقص الشديدة تظهر اوراق بيضاء على قمم النباتات. يمكن حدوث التباس بين نقص البورون ونقص البوتاسيوم ونقص الكالسيوم واضرار آثار تغذية نطاط الأوراق.

٤ - تشقق ساق الكرفس Cracked Stem of Celery

تظهر اولى أعراض هذا المرض على شكل بقع ذات مظهر زيتي على السطح الداخلي لأعناق الأوراق، كلما ماتت الأنسجة وجفت تتحول البقع إلى اللون البني الداكن . تظهر تشققات أفقية فوق المنطقة المرافقة للحزم الوعائية على الساق. يمكن أن يظهر بقع أيضاً على الأطراف الخارجية للساق. يظهر بقع مسودة وخطوط طولية متشققة على الساق تجعل الساق غير قابلاً للتسويق.

تتحول جذور النباتات المصابة إلى اللون البني وتموت تفرعاتها الجانبية وتشكل وصلات صغيرة تشبه العقد، تموت النباتات في المراحل الأخيرة من نقص البورون (شكل ٣٣).

٥ - البقعة الجافة في التفاح Drought Spot Of Apple

إن اكثر أعراض نقص البورون وضوحاً في التفاح تظهر على الثمرة. يسمى المرض النقرة الفلينية أو القلب الفليني او البقع المتحللة. تصاب الأوراق فقد عندما يكون نقص البورون حاداً ولكن معظم الأعراض تكون على الثمار. يظهر مناطق من مجموعة من الخلايا بنية خفيفة ميتة على أي مكان في لحم الثمرة. تجف هذه المناطق وتصبح فلينية او أن تصبح صلبة أو تكون إسفنجية معتمدة في ذلك على طور الثمرة الذي تظهر فيه الأعراض لأو ل مرة. احياناً يتكون مناطق متشققة او فلينية في جلد الثمرة.

اما اصطلاح البقعة الجافة فانه يطلق ويراد به مظهر من مظاهر أعراض نقص البورون تتكون من مناطق متحللة سطحية لاتلبث أن تصبح صدئة ومشققة، يمكن أن تكون مصحوبة او

غير مصحوبة بالفلين. تسقط معظم الثمار المصابة أما تلك الثمار التي تبقى على الشجرة تكون متورمة ومشوهة خاصة بالقرب من القمة الكأسية. عندما تكون الاعراض اكثر شدة يحدث موت رجعي في التفرعات الجانبية ويمكن أن يتكشف تورد. تكون هذه الأعراض مصحوبة بتكشف اصفرار، احمرار، احتراق، تجعد وسقوط الأوراق. يمكن أن تبقى مجموعة من الأوراق سميكة وهشة على قمم الفروع الصغيرة مكونة تورد. في بعض المظاهر الأخرى تتشوه الأوراق وتتجعد إلى أعلى وتأخذ شكل القارب Boat Like. عندما تكون الاصابة شديدة يظهر على أطراف الشجرة أعراض مكنسة عفريت Witches - broom.

٦ - الثمرة الصلبة في الحمضيات Hard Fruit of Citrus

تظهر أعراض نقص البورون في الحمضيات على شكل اصفرار في اللحاء او الأنسجة الموصلة ويظهر التأثير على شكل حلقات داخلية. تكون بعض الاعراض على المجموع الخضري مشابهة لتلك التي تظهر بعد حدوث تحليق ميكانيكي للجذع او للأغصان. كذلك فان بعض الأمراض الفيروسية تتداخل في إنتقال الكربوهيدرات (خاصة السكر) وتسبب اعراضاً مشابهة لاعراض نقص البورون.

يسبب نقص البورون تجمع كثير من الكربوهيدرات في الأوراق والثمار وتسمح بكمية غير كافية بالمرور إلى الجذور وبعد ذلك تصبح الشجرة ضعيفة الحيوية. يتوقف النمو الخضري ويزداد الازهار وتبدأ أعراض نقص النيتروجين في الظهور. تذبل الشجرة بسهولة حتى عندما تكون رطوبة التربة وافرة.

وكنتيجة للاضطرابات في بناء وتمثيل الكربوهيدرات يتشكل الصمغ بسرعة فيظهر على الأفرع الصغيرة وعلى الثمار.. يمكن أن تظهر الاعراض في كل مراحل نمو الثمرة. في حالة الثمار الصغيرة يميل اللون الأخضر لأن يصبح باهتاً في مناطق واسعة وتسقط الثمرة. يمكن أن تكون الثمار المتكونة مبتورة الجانب أو متكتلة وفيها كميات كبيرة من الجيوب الصمغية في منطقة البيدو Albedo (النسيج الأبيض). احياناً يتكون حزاماً كاملاً من الصمغ حول منطقة البيدو يلاحظ عند اجراء مقطع عرضي في الثمرة واحياناً يكون الصمغ موزعاً في البيدو.

يكون مركز الثمرة او نخاع الثمرة منتفخ بالصمغ ويمكن أن يتوقف نمو البذور وتتحول إلى اللون الداكن. تصبح الثمرة صلبة وتفقد ليونتها ولمعانها ويمكن أن يمتد الصمغ إلى حامل الثمرة. يعقد كثير من الازهار وتكون ثماراً إلا أنها تسقط خلال ٣ - ٤ شهور، أما الثمار التي لم تسقط تكون خالة من الطعم والنكهة وقليلة المحتوى العصاري، تميل لأن تتجعد وتصبح مومياء على الشجرة ومن هذه الظاهرة إشتق اسم المرض باسم الثمرة الصلبة.

٧ - القمة المريضة في الدخان Top Sickness of Tobacco

إن النقص الحاد والشديد في البورون يحدث تغيرات ملحوظة في قمة او المناطق النامية في نباتات الدخان وبالتالي سمي المرض باسم القمة المريضة في الدخان. تصبح الأوراق الحديثة في البرعم الطرفي خضراء فاتحة وباهتة في قاعدة القمة وهذه أيضاً تبدي مظهر الزخرفة. عندما تظهر هذه الاعراض فان الأوراق تكون قد توقفت مسبقاً عن النمو. يظهر على الأنسجة التي عند قاعدة الأوراق الحديثة علامات التكسر والسقوط. إذا إستمر النمو متأخراً قبل أن تتكسر وتسقط كل الأنسجة فان هذه الأوراق سوف تكون مشوهة نتيجة نمو الأنسجة المحيطة بالمناطق الممزقة وتأخذ الأوراق المظهر الملتوي او تنمو من جهة دون الأخرى. كذلك فان ساق النبات يلتوي باتجاه القمة ويتشوه شكله (شكل ٣٤).

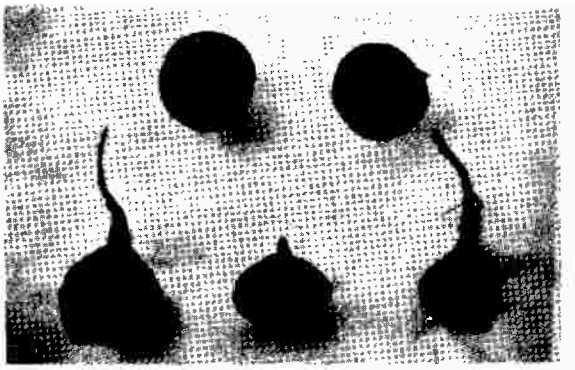
يتبع تلك الأعراض موت البرعم الطرفي وهذا الحدث يوقف فوراً نمو النبات ويجعل الأوراق سميكة وتزداد في مساحتها. تميل الأوراق العلوية لأن تلتف إلى أسفل في نصف دائرة جاعلة قمم الأوراق باتجاه قواعدها. تكون الأوراق ذات لون فاتح غير طبيعي وتصبح ناعمة صلبة وهشة. عندما ينكسر العرق الرئيسي او حامل الورقة فان الحزم الوعائية تصبح ذات لون داكن.

يمكن أن تتكشف البراعم الجانبية في إبط الورقة او الموجودة في قاعدة الساق ولكنها تموت بعد ذلك مثل البرعم الطرفي. إذا إستمر نقص البورون فان البراعم الزهرية تسقط أيضاً ولايتكون بذور.

٨ - تقزم الصنوبر Dwarf of Pinus

تظهر أعراض نقص البورون في الصنوبر بشكل اساسي بتقزم النمو مصحوباً بموت القمم النامية للأفرع والجذور. تموت الأوراق الإبرية بالقرب من القمة في الفرع ويظهر افرازات راتنجية من البراعم. تميل الأوراق الإبرية لأن تصبح أقصر ويمكن أن تصبح ملتصقة مع بعضها البعض. تصبح الفروع الصغيرة ضعيفة ولينة وتكون الإبر المتكونة حديثاً ارجوانية برنزية.

شكل رقم ٣١: أعراض نقص البورون على القرنبيط. في الشمال نبات كنترول، لايعاني من النقص أما في اليمين فان النبات مريض ويعاني من النقص.



شكل رقم ٣٢: أعراض نقص البورون في البنجر. الشكل العلوي الأعراض الداخلية. اما فى الشكل السفلي فان الأعراض خارجية

شكل رقم ٣٣: أعراض نقص البورون في الكرفس. نبات رقم واحد سليم، أما رقم إثنين فهو يوضح أولى أعراض النقص، أما رقم ثلاثة فهو يوضح مرحلة متقدمة من النقص.

شكل رقم ٣٤: أعراض نقص البورون في الدخان. تشوه الاوراق العلوية وتمزقها وتموت الأطراف.

١٠ - أعراض نقص الزنك Zinc - Deficiency Symptomes

يوجد الزنك في جميع أنسجة النبات، وقد أثبتت التحاليل أن الزنك يتجمع في أجزاء مختلفة من النبات حسب الترتيب التنازلي: الجذر - الساق - الأوراق - الثمار.

يعتبر الزنك عاملاً مساعداً في عمليات الاكسدة في خلايا النبات وهو عامل حيوي لتحويل المواد الكربوهيدراتية وتنظيم واستهلاك السكر وزيادة مصدر الطاقة لانتاج الكلوروفيل. يساعد الزنك في تكوين الأوكسينات ومركبات مشجعات النمو، يشجع إمتصاص الماء ويمنع التقزم. يعمل الزنك كمركب في أنزيم تحليل حمض الكربون إلى ثاني اكسيد الكربون وماء. لذلك فان الزنك ضروري لتكوين الحمض الأميني تربتوفان. يدخل الزنك في تحرير هرمون أندول أستك أسد، لذلك فان الزنك مطلوب بواسطة جميع النباتات لكي تنمو طبيعياً. كذلك فان الزنك مركب ضروري في عديد من النظم الانزيمية التي تنظم نشاطات النبات مثل عمليات بناء البروتين وكذلك فان أنزيم Triosephosphate dehydrogenase يعتمد على الزنك وإن هذا

الأنزيم يتعلق باكسدة وزيادة الفسفرة للفسفو غلايسرك الدهيد ولانتاج حمض داي فسفو غلايسرك وهو خطوة ضرورية في عمليات الجلايكولسز والتنفس.

يكون نقص الزنك عادة في الأراضي الكلسية في المناطق ذات كمية الأمطار المحدودة حيث تكون تفاعلات التربة وعوامل أخرى في التربة تعمل على جعل الزنك غير قابل للاستعمال من قبل النبات. لذلك فان نقص الزنك يكون مرافقاً للأراضي ذات المستوى العضوي العالي او الأراضي ذات مستوى النيتروجين العالي والذي فيها يكون الزنك مرتبطاً في مركبات عضوية. يكون نقص الزنك شائعاً حول مخازن الحبوب او حول زرايب الحيوانات حيث يخزن السماد الطبيعي.

إن المعلومات المتوفرة لدينا قليلة عن العوامل التي تؤثر على قابلية الزنك للامتصاص من قبل النباتات، لكن المادة العضوية وكائنات التربة الدقيقة ورقم الحموضة كلها مهمة. إن اضافة الجير والفسفات إلى التربة قد تبين أنه يقلل من توفر الزنك للمحاصيل. يعتقد في بعض المناطق أن التحول من إستعمال السماد الطبيعي الذي يحوي زنك إلى الأسمدة غير العضوية أدت إلى زيادة في مشاكل نقص الزنك.

كما في كثير من نقص العناصر فان أولى علامات اعراض نقص الزنك هو ظهور شحوب بين العروق. تبقى الأوراق الأولى التي تخرج في الربيع صغيرة ولاتصل إلى أكثر من $\frac{1}{20}$ من حجمها الطبيعي. تفشل الأفرع الصغيرة في أن يزداد طولها وتكون السلاميات قصيرة أحياناً لاتزيد عن $\frac{1}{4}$ إنش وبالتالي تظهر الأوراق محيطية أو سوارية او متوردة.

تكون أشجار الفاكهة عالية الحساسية وكثيراً ما تتأثر جداً بنقص الزنك. تظهر الاعراض على شكل عروق خضراء داكنة وشحوب أصفر لامع وهذا يكون واضحاً في الحمضيات وفي كثير من أنواع اللوزيات. لقد قام احد العلماء بترتيب حساسية أشجار الفاكهة لنقص الزنك وكانت كالآتي: الكرز الحلو - التفاح - البرقوق - الخوخ - الجوز - المشمش - الافوجادرو - الحمضيات - العنب. ووجد أن محاصيل الخضار والمحاصيل الحقلية اكثر تحملاً وأقل تضرراً بنقص الزنك.

تظهر اعراض نقصك الزنك على الأشجار في النموات الطرفية الغضة في الربيع، إلا أن الاعراض على محاصيل الطماطم، الدخان، البسلة والفاصوليا تظهر أساساً على الأوراق القديمة. بالاضافة إلى الشحوب السائد والذي كثيراً ماينبه إلى إحدى أعراض نقص الحديد، تتوقف استطالة الفروع، تتشوه حواف الأوراق كثيراً، تلتوي، تتموج وتتجعد. يظهر عرض الورقة المروحية Fern Leaf في البطاطس والذي تكون فيه الوريقات شاحبة وذات حجم يساوي أقل من $\frac{1}{5}$ حجمها الطبيعي وتكون مجعدة، يحدث التباس بين هذا العرض والاعراض الناتجة عن أضرار النبات المتسببة عن مبيد الحشائش 2, 4 - D.

يمكن أن يكون الشحوب متبوعاً بتكشف مناطق غير منتظمة متحللة بين العروق أو الأنسجة الوعائية والتي تكون مسلكا ممتازاً لدخول الكائنات الحية الممرضة. يضعف إنتاج البذور في الفاصوليا والبسلة وقد وجد أن إنتاج البذور والازهار يزيد مائة ضعف عندما يزود النبات بكل احتياجاته من الزنك عنه عندما يكون هناك نقصاً في الزنك. في حالة نقص الزنك فان ٢٪ فقط من الازهار يمكن أن تكون بذور. تتجمع المركبات الفينولية والنقط الزيتية والتنينات في كثير من النباتات الخشبية. هناك تغيرات تشريحية كثيرة تحدث في النباتات التي تعاني من نقص الزنك لانخوض في ذكرها هنا.

الأمراض المتسببة عن نقص الزنك

ا - تبرقش أوراق الحمضيات Citrus Mottle Leaf

يسمى هذا المرض باسم Mottle leaf في كاليفورنيا ويسمى Frenching في فلوريدا. كما هو الحال في معظم نقص العناصر، تتكشف الاعراض على النموات الحديثة، يصغر حجم الورقة ويكون متناسباً مع شدة نقص الزنك. عندما يكون هناك نقصاً بسيطاً في الزنك فان حجم الورقة ونموات الأفرع تنخفض قليلاً وكلما زاد النقص في الزنك كلما صغرت الأوراق والنموات الحديثة. بسبب صغر الأوراق وقصر نموات الأفرع فإن النمو يأخذ الشكل الشجيرى والمظهر القائم.

إن العرض الشائع لهذا المرض هو الشحوب وتكون أرضية الورقة خضراء قاتمة عليها سحابة من التبرقش الأصفر الكريمي. وفي جميع الحالات يكون هذا هو العرض المميز للحمضيات. عندما يكون نقص الزنك معتدلاً فان قليلاً من الأفرع الطرفية يمكن أن تظهر أعراضاً وهذه الأعراض يمكن أن تختفي مع الزمن. تميل النموات العصارية التي تلي ظهور الأعراض لأن تمثل أعراض المرض أحسن تمثيل وتزداد الاعراض عليها حتى تصاب جميع النموات الطرفية وتصبح الحالة ثابتة. تصبح الأشجار في بعض الحالات غير ذات حيوية وفي حالات نادرة تعطي الأشجار نموات ورقية قائمة ذات شحوب قليل.

إذا كان نقص الزنك شديداً فان الأوراق المنفردة حديثاً تكون صغيرة جداً ومستديرة بيضاء بقليل من اللون الأخضر او تكون خالية منه وهي لاتستطيل كثيراً. بتقدم الزمن فان العرق الوسطي والعروق الجانبية يمكن أن تصبح خضراء. مثل هذه الأوراق تميل لأن تسقط مبكراً والاعضاء الصغيرة يحدث فيها موت قمم وبعد مدة من الزمن يظهر في الأفرع الكبيرة موت قمم أيضاً وبالتالي تأخذ الشجرة المظهر الشجيري. يمكن أن يخرج من أسفل الساق او من الأفرع الرئيسية نموات حديثة غضة تكون في البداية طبيعية ثم لاتلبث أن تعاني من نقص الزنك.

إن نقص الزنك المعتدل ليس له تأثيراً أو تأثيره قليل على الاثمار او على نوعية الثمرة. كلما زادت شدة النقص او وصل النقص إلى الطور الحاد، يقل عدد الثمار ويصبح لحمها جاف خشبي غير ذات نكهة. تكون الثمار صغيرة مشوهة وتفقد لونها الأخضر قبل النضج وتبدو بيضاء. إذا استمر نقص الزنك عدة سنوات فان الأشجار تصبح غير منتجة ولكن يمكن اصلاحها باضافة الزنك إلى التربة.

كثيراً ما تكون أعراض نقص الزنك مصحوبة مع أعراض نقص عناصر أخرى او يكون هناك أعراض نقص عديد من العناصر على شجرة واحدة وتظهر الاعراض في نفس الورقة. يمكن أن يكون هناك نقص زنك ونقص حديد او نقص زنك مع نقص منجنيز، يمكن أن يكون نقص الثلاثة عناصر مكوناً نقص معقد واعراض يصعب تمييزها وتزداد الحالة تعقيداً إذا صحب ذلك اصابة بالأمراض الفيروسية او الأمراض الفطرية حيث أن الأشجار التي تعاني

من نقص الزنك كثيراً ما تكون معرضة لمهاجمة كثير من الكائنات الحية الممرضة. وقد يحدث العكس فان الاصابة بكائنات التربة الممرضة يمكن أن تضعف الجذور وبالتالي لاتستطيع النباتات أن تمتص الزنك وعندها تعاني النباتات من أعراض نقص الزنك او يصعب إنتقال الزنك خلال اللحاء والأنسجة الموصلة في النبات.

٢ - مرض تورد أشجار الفاكهة متساقطة الأوراق (مرض الورقة الصغير)

Little Leaf or Rosette of Deciduaus Fruit Trees

إن مرض الورقة الصغيرة يمكن أن يظهر على كل من أشجار التفاح، الكمثرى، الكرز، الخوخ، اللوز، المشمش والبرقوق. يتميز المرض بظهور مجموعات من الأوراق على فروع متلاحمة السلاميات بحيث تأخذ شكل التورد او الخصلة، تكون الأوراق صغيرة ومصفرة وتتكون في الربيع. يمكن أن يتكون تفرعات صغيرة تحمل خصلات من الأوراق تحت التورد الأول ويكون ذلك في نهاية الموسم ولكن في التورد الثاني تكون الأوراق صغيرة جداً ومبرقشة وكثيراً ماتكون غير سوية الشكل. إذا لم تعامل الأشجار بأي من مركبات الزنك فان الأوراق التي سوف تتكون فيما بعد تكون أصغر واكثر اصفراراً كل منها عن التي قبلها، بعد ذلك تفشل البراعم في أن تكون اي نموات او أغصان وتحدث ظاهرة الموت الرجعي.

أما في الكمثري فان البراعم تتأخر في التفتح وبدلاً من أن يتكون أوراقاً صغيرة فان الأوراق تكون متطاولة وذات لون أصفر متماثل. تكون الأغصان المصابة منتشرة بدون نظام على الشجرة ويمكن أن يُظهر احد الأفرع اصابة شديدة بينما الفرع المجاور له يبقى عادياً.

تظهر الاعراض على الثمار حتى عندما لايكون هناك اعراضاً واضحة على الأوراق. تكون ثمار التفاح أصغر من الحجم الطبيعي وتكون غير ذات نكهة ويصعب تسويقها.

٣ - تورد البيكان والجوز Pecan and Walnut Rosette

تظهر أعراض نقص الزنك في البيكان في أطوار النمو المبكرة. تتميز الأعراض بظهور اوراق مبرقشة صفراء خاصة في قمم الأشجار وكلما زاد نقص الزنك فان الوريقات تصبح

ضيقة ومجعدة وأخيراً يتكشف مناطق بنية محمرة بين العروق. تكون هذه الاعراض نموذجية لنقص الزنك في الجوز واللوز. يظهر في البيكان قصر السلاميات مؤديا إلى وقف النموات الجديدة معطياً المجموع الخضري المظهر العنقودي. نادراً ما تموت الأشجار من التورد. يحدث موت قمم بشدة في الاغصان في النموات السنوية وهذا يؤدي إلى إضعاف الشجرة مبكراً في الربيع وفي الحالات الشديدة تأخذ الشجرة المظهر الصدئي او البرنزي (شكل ٣٥).

٤ - القمة البيضاء في الذرة White Tip of Corn

يتسبب هذا المرض عن نقص الزنك حيث تظهر نباتات الذرة أكثر اعراض نقص الزنك وضوحاً وسهولة في التمييز عن جميع محاصيل الحقل الحولية (شكل ٣٦). في حالات النقص الشديدة تظهر الأعراض خلال اسبوعين بعد ظهور البادرات فوق سطح التربة. تكون الاعراض عبارة عن شرائح عريضة بيضاء من الأنسجة على كل جانب من جوانب العرق الوسطي في الورقة إبتداءاً من قاعدة الورقة. تكون هذه الاعراض اساساً على النصف السفلي من الورقة ويمكن أن تلاحظ عندما تكون الورقة الحديثة خارجة من سوار الساق. يبقى العرق الوسطى وحواف الورقة خضراوان، تكون النباتات متقزمة وذات سلاميات قصيرة. يتكون مناطق محمرة او بنية على الأوراق وكثيراً ما تخلو الأسدية من متوكها. يكون هذا المرض شديد الوطأة خلال الطقس البارد الرطب ويمكن أن يكون واضحاً في المحاصيل الخريفية او الشتوية ولايلاحظ في الصيف.

٥ - نقص الزنك في قصب السكر Zinc Deficiency in Sugarcane

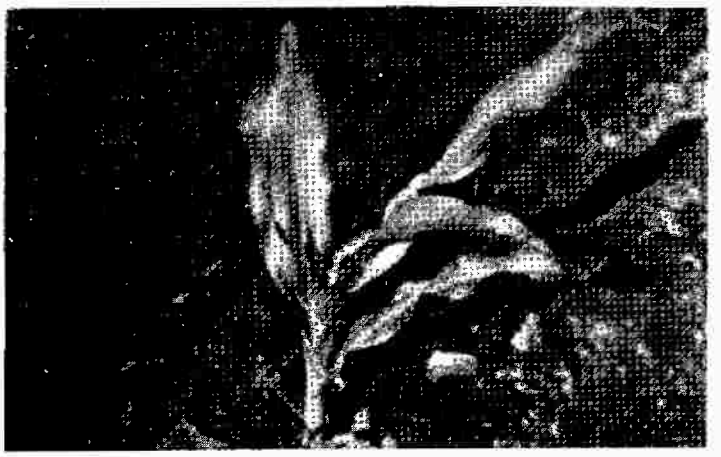
إن الأعراض المبكرة والأكثر وضوحاً لنقص الزنك في قصب السكر هو ظهور لون أخضر شاحب على طول العروق الكبيرة في الورقة. تتميز أعراض نقص الزنك عن أعراض نقص الحديد أو المنجنيز حيث تكون في حالة الحديد والمنجنيز الخطوط الصفراء بين العروق اما في حالة نقص الزنك فان تأثيره يكون في عدم تكوين كلوروفيل على طول العروق، وكذلك فان المناطق بين العروق تصبح أكثر شحوباً بزيادة نقص الزنك. عندما تصبح الاعراض شديدة

يحدث موت وتحلل في العروق وفي النهاية تموت القمم النامية. الاشطاءات الحديثة تكون بمجرد خروجها مصفرة ويبدأ موت وتحلل الأوراق من القمم ويتجه إلى أسفل.

الوقايــة:

يمكن اصلاح نقص الزنك عن طريق اضافة الزنك على شكل كبريتات الزنك او Zinc Chelate إلى النباتات أو إلى التربة. أما في الأشجار فيمكن معالجة نقص الزنك وذلك برشها (٠,٥ - ٢) كغم كبريتات زنك لكل ١٠٠ جالون ماء/ اكار. نظراً لأن الزنك يستعمل خلال الموسم ويفقد عندما تسقط الأوراق فيجب أن تكرر عملية الرش كل سنة ويجب الحذر من أن تراكمه في التربة يسبب تسمم الزنك. إن عملية إضافة الزنك إلى التربة على شكل كبريتات زنك تجرى وقت زراعة البذور حيث توفر للنبات الزنك خلال فترة النمو وهذا يعني أنها أفضل من عملية الرش.

شكل رقم ٣٥: أعراض نقص الزنك في البيكان



شكل رقم ٣٦: أعراض نقص الزنك في الذرة. يبقى العرق الوسطي وحواف الأوراق خضراء.

١١ - أعراض نقص النحاس Copper - Deficiency Symptomes

يعتبر النحاس من المكونات الاساسية في العديد من الأنزيمات النباتية المختلفة منها بولي فينول اوكسيديز، مونوفينايل اوكسيديز، لاكتيز، أسكوربك أسد اوكسيديز وسيتروكروم اوكسيديز. ومن الوظائف الحيوية الهامة لاملاح النحاس هي المساعدة في اكسدة بعض المركبات العضوية لتشكل الماء في النهاية. يعتبر النحاس عنصر اساسي للأنزيمات الناقلة للالكترونات من المادة إلى الاكسجين. هناك بعض الادلة على أن النحاس يتعلق بعملية التنفس في النبات. إن للنحاس دوراً في تفاعلات التمثيل الضوئي وفي تنشيط الاكسينات مثل أندول أستك أسد (IAA). كذلك فان النحاس قد يتدخل في تشكيل الكلوروفيل. ولقد أعتقد أن النحاس ضرورة في بناء حديد بورفايرين Ieron Porphyrin كبادىء للكلوروفيل.

إن أكثر الأراضي التي تعاني من نقص النحاس هي أراضي المروج المستصلحة، الأراضي ذات البقايا النباتية المتحللة والأراضي الرملية الفقيرة والأراضي الحصباء (ذات

الحمى الكثير). وكذلك يظهر نقصه بشدة في الأراضي الرملية ذات المحتوى الكلسي العالي. يبدو أن بعض الأراضي ذات المحتوى العال من المادة العضوية تربط كميات كبيرة من املاح النحاس وتجعلها بشكل غير متوفر للنبات، لذلك فان اضافة الجير إلى التربة يقلل من توفر النحاس للنبات وتظهر أعراض نقص النحاس.

يضاف النحاس إلى التربة أو يرش على النباتات وتفضل عملية الرش عندما يكون محتوى التربة من المادة العضوية عالياً.

تختلف أعراض نقص النحاس إختلافاً كبيراً بين الأنواع المختلفة من النباتات، لكنها بشكل عام تشترك في بعض الصفات. تفقد النباتات حيويتها وقوتها. تكون الأوراق أصغر من الوضع الطبيعي وينتشر لون أخضر مزرق على الأوراق، تتفكك الخلايا البلاستيدية العلوية، يتكون فجوات بينها ولاتلبث أن تنهار الخلايا ويظهر مناطق ميتة ومتحللة على الورقة.

امراض نقص النحاس

ا - امراض الأراضي المستصلحة في الحمضيات والأشجار المثمرة الأخرى:

من الأمراض الهامة التي تظهر على أشجار الفاكهة نتيجة نقص النحاس هو مرض الاكزنثيما Exanthema او موت القمم Die - back في كل من الحمضيات، الكمثرى، البرقوق، الخوخ والتفاح. تظهر أعراض هذا المرض على شكل موت قمم الأفرع، يظهر على المجموع الخضري احتراق الحواف أو إصفرار وتورد. تظهر جيوب صمغية وهي أولى أعراض المرض في الحمضيات وتكون على النموات الحديثة والأفرع. يكون موقع هذه الجيوب بالقرب من البرعم أو عقدة الورقة وتكون الجيوب مملوءة بمادة صمغية عنبرية اللون شفافة وتسمى Clear- amber Colored gum. كلما تقدمت الحالة المرضية يصبح الصمغ صلباً وتتكون مادة بنية على طول النموات الحديثة. تسقط الأوراق وتأخذ الشجرة مظهر سيء جداً.

للمرض عدة أسماء منها الصدأ الأحمر Red Rust، البرعم المتضاعف multiple bud او اسم Ammoniation وقد سمي بالأسم الأخير لأن شدة المرض تزداد عند إستعمال

أسمدة الأمونيا. يظهر على الأغصان الغضة القوية في أشجار البرتقال اوراق كبيرة غير طبيعية بينما الفروع تشكل حرف (S) ولاتنمو مستقيمة. يظهر إنتفاخات صمغية مثل البثرات الصغيرة على الأغصان الحديثة ثم تتكشف إلى تمزقات طويلة محاطة بحواف بنية محمرة والتي يخرج منها صمغ أحمر مصفر في الجو الرطب. يمكن أن يغطي الصمغ السطح الخارجي للفروع الحديثة بافرازات بنية محمرة. تفقد الأفرع المصابة أوراقها ويحدث لها موت قمم. أما الفروع الجانبية التي تتكشف من قواعد الأفرع التي ماتت قممها تعطي مظهر مكنسة الساحرة Witches - broom. تصبح عروق الأوراق صفراء وتسقط الأوراق تاركة الفرع عار مصفراً ومصبوغاً بصبغة بنية ولاتلبث أن تموت القمم. تكون الثمار صغيرة وكثيراً ما يظهر عليها بطش بنية او محمرة غير منتظمة ويمكن أن تجف الثمرة او تتشقق وتنفتح وقد يكون فيها الصمغ واضحاً.

أما في أشجار التفاح يسمى المرض القمة الذابلة Wither tip أو موت القمم الصيفي Summer dieback إن هذه الاعراض بالاضافة إلى تشقق القلف والافرازات الصمغية في الحالات الشديدة الاصابة تكون مميزة على البرقوق، المشمش، التفاح، الخوخ، الكمثرى والزيتون.

٢ - اعراض الأراضي المستصلحة في الذرة وقصب السكر:

تظهر أعراض نقص النحاس في الذرة وقصب السكر على الاوراق الحديثة وتكون اكثر وضوحاً على النباتات غير التامة النمو. تكون الأعراض المبكرة على شكل اصفرار واضح في الأوراق العلوية الاحدث سناً ويكون هناك تقزم بسيط في النمو. اما في حالات الاصابة الشديدة فان النبات يتقزم بشكل واضح ويقف النمو وتتجعد قمم الأوراق وتصبح الأوراق الحديثة صفراء باهتة جداً وتموت قمم بعض الأوراق القديمة. أخيراً تتلون قمم وحواف الأوراق كما في حالة أعراض نقص البوتاسيوم. في حالات نقص النحاس الشديدة نادراً ما تكمل النباتات دورة حياتها وعادة ما تموت مبكراً او في منتصف موسم النمو.

لقد وجد في الدراسات التشريحية على نباتات الشوفان التي تعاني من نقص النحاس أن خلايا النبات تكون ذات بشرة رقيقة مع وجود طبقة كيوتكل ضعيفة والياف قليلة غير ملجننة

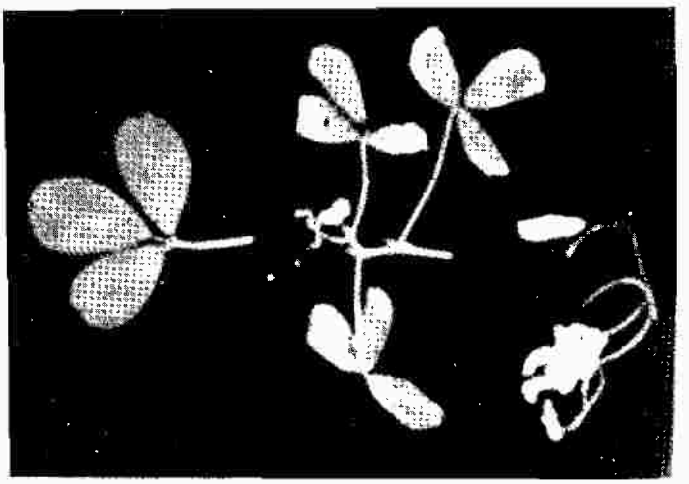
في القشرة. كانت طبقة الميزوفيل أقل تكشفاً وتميزاً منها في الحالة العادية مع وجود خلايا منضغطة. تكون البلاستيدات في المنطقة الصفراء متحللة وتحتوي الخلايا أجسام بنية شبه تنينية. تقل أعداد الشعيرات على الأوراق والجذور.

اما في قصب السكر فتكون أعراض نقص النحاس على شكل ضعف تكشف فسائل القصب، تدلي القمم، اصفرار الأوراق وتفشل المغازل في أن تلتف. يظهر اللون الاصفر على شكل تخطيط في الأوراق. تكون الأوراق طرية، تكون الاغصان والمغازل مطاطية القوام ويمكن أن تنثني بدون أن تتكسر. تظهر الأعراض فقط عندما يكون محتوى اوراق الساق حوالي ٣ - ٤ جزء في المليون أو أقل.

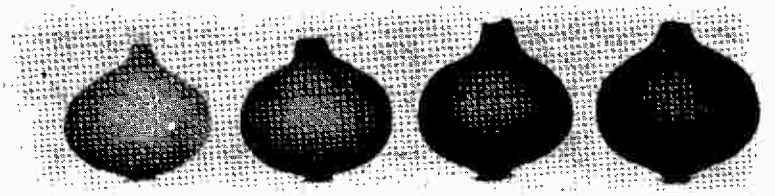
٣ - أمراض الاراضي المستصلحة في البقوليات، الطماطم والبصل

تظهر أعراض نقص النحاس في البقوليات ونباتات العلف على شكل ظهور لون أخضر رمادي او أخضر مزرق او أخضر زيتوني. تتحول اوراق البرسيم الحجازي إلى اللون الباهت مع مظهر رمادي. يُظهر النبات تقزم في النمو، تصبح السلاميات قصيرة وتعطي نبات شجيري (شكل ٣٧).

اما نباتات الطماطم فتكون متقزمة تلتف حواف الأوراق إلى الداخل ويتكشف على النباتات مظهر مزرق. اما في نباتات البصل (شكل ٣٨) فان النبات يكون بصيلات (أبصال) صفراء باهتة تفقد تماسكها. تكون معظم النباتات المصابة محتوية أقل من ١٠ جزء في المليون من النحاس في المادة الجافة في حين أن الوضع العادي هو ٣٠ جزء في المليون وإذا زادت عن ذلك تسبب تسمم النبات. تظهر البصيلات المصابة غير طبيعية المظهر ذات قشور صفراء رقيقة. إن اضافة ١٠٠ - ٣٠٠ باوند كبريتات نحاس/ اكار يزيد سماكة قشور الأبصال ويغير لونها إلى اللون البني اللامع.



شكل رقم ٣٧: أعراض نقص النحاس في البرسيم الحجازي. في الشمال النبات لايعاني من النقص اما في الوسط فان النبات يعاني قليلاً اما في اليمين فان الأعراض توضح شدة المعاناة.



شكل رقم ٣٨: تأثير نقص النحاس على تلون حراشف البصل من الشمال إلى اليمين بالتدريج

١٢ - أعراض نقص المولبيديم

Molybedenum - Deficiency Symptoms

يعتبر المولبيديم مرافق اساسي في تمثيل النيتروجين في النباتات الراقية وتحتاجه النباتات لإختزال النيتريت وتمثيلها. إن هذا العنصر يعتبر اساسياً في تغذية النبات والكميات التي يحتاجها النبات منه تختلف حسب أنواع النبات. يختلف تركيز المولبيديم في النبات باختلاف الأنواع النباتية فهو يتراوح من أقل من واحد جزء في المليون إلى أكثر من ٣٠٠ جزء في المليون. كذلك فان النباتات تختلف في مقدرتها على استخلاص المولبيديم من محلول التربةوهذا يوضح إختلاف تركيزه في النبات.

لقد أثبتت الابحاث بشكل واضح أن المولبيديم له دور أساسي في أنزيم أختزال النيتريت أو المساعد الأنزيمي. كذلك فان المولبيديم يقوم بدور هام في مجموعات الانزيمات وأن محله لايمكن أن يشغله اي معدن آخر ويقوم باختزال النيتريت غير العضوية إلى شكل يستطيع أن يستفيد منه النبات في بناء البروتين، وبالتالي فان المولبيديم يدخل في عمليات تثبيت النيتروجين الجوي في العقد الجذرية في نباتات البقوليات بواسطة البكتيريا *Azobacte*.. إن الدور الأساسي الذي يقوم به المولبيديم في إختزال النتريت هو نقل الكترون من (TPNH) او (DPNH) إلى النيتريت ليكون نترايت Nitrite وأخيراً يتحول هذا الاخير إلى أمونيا والتي هي عبارة عن شكل من أشكال النيتروجين التي يمكن أن يستعملها النبات فوراً ليكون أحماض أمينية. ولقد ثبت أن المولبيديم هو المعدن الأصيل في عمليات ميتابولزم النيتروجين.

يوجد للمولبيديم ادواراً أخرى في النبات فيحتاج إليه النبات في بناء حمض الاسكوربيك وكذلك يساهم في جعل الحديد متوفر فسيولوجياً للنبات. يخفف المولبيديم من الأضرار التي تحصل للنبات عند وجود كميات كبيرة من المعادن مثل النحاس، البورون، النيكل، الكوبلت، المنغنيز والزنك.

يبدو أن المولبيديم واسع الإنتشار بكميات صغيرة في الزيوت المعدنية ورماد الفحم. إن دورة المولبيديم المتوفر للنبات في التربة تأخذ مجراها اساساً بواسطة النباتات والكائنات الحية الدقيقة. إن توفر المولبيديم للنبات تبين أنه يزيد بزيادة الجير واملاح الكوبلت.

تظهر أعراض نقص المولبيديم عادة على الأوراق القديمة اولاً ثم بعد ذلك تتقدم إلى أعلى في الأوراق الحديثة حتى تموت القمة النامية. تذبل الازهار او تتوقف عن النمو وأخيراً يموت النبات. تكون هذه الاعراض متبوعة بانخفاض في الانتاج الطبيعي وينخفض محتوى النبات من البروتين ومجموع النيتروجين الذائب والكلوروفيل.

الأمراض المتسببة عن نقص المولبيديم:

ا - مرض الورقة السوط في القرنبيط والصليبيات

Whiptail of Cauliflower and other Brassicas.

يعتبر القرنبيط والصليبيات من النباتات الحساسة لنقص المولبيديم وإن مرض الورقة السوط من الأمراض المميزة والواضحة لنقص المولبيديم (شكل ٣٩). تبدأ الأعراض على شكل مناطق دائرية صغيرة شفافة بين العروق الرئيسية وبالقرب من العرق الوسطي. تتسع هذه المناطق وتصبح مثقبة كلما إتسعت الورقة. تنمو أنسجة الورقة بدون إنتظام مسببة حدوث تموجات وتشقق في حواف الورقة، تفقد الورقة جزءاً كبيراً من نصلها بدون إنتظام بحيث يبقى أجزاء صغيرة محيطة بالعرق الوسطي للورقة الذي يبدو مثل السوط عارياً تقريباً من معظم النصل ومن هنا إشتق اسم المرض. تلتف الورقة إلى الداخل وتأخذ شكل الفنجان وتصبح الأوراق الحديثة شاحبة كلما امتدت الأوراق يلتف العرق الوسطى بصورة غير طبيعية. تنهار طبقة البشرة ويتبعها الميزوفيل ويتجعد وينكمش الكلوروبلاست ويتحطم. يتكشف بطش صفراء باهتة بين العروق في بعض أنواع الكرنب Brussels Sprouts معطية الأوراق مظهر التبرقش.

يظهر هذا المرض في العائلة الخبازية ويسمى Strap Leaf of hibiscus والأعراض تشبه ماذكر سابقاً في القرنبيط، إلا أنه هنا يظهر إنهيار الجزء الأكبر من مركز الزهرة وبالتالي

الثمرة. يكون تكوين البذور غير طبيعياً وتفشل البذور أن تتكون بعد الاخصاب. تكون الثمار غير مناسبة للاستهلاك سواء للأكل او لصناعة الجلي. يبقى غلاف الثمرة أخضر وتتجعد البذور قبل النضج.

٢ - البقعة الصفراء او البرتقالية في الحمضيات

Yellow Spot or Orange Spot of Citrus

تظهر اعراض هذا المرض في البداية على النموات الحديثة بعد أن تكون الأوراق التي تكونت في بداية الصيف قد اكتمل نموها حيث تتكشف بقعاً بيضاوية مائية المظهر لاتلبث أن تتحول تدريجياً إلى اللون الاصفر وتصبح ميتة متحللة في النهاية. يتكون مناطق صفراء غير منتظمة غالباً ماتكون في صفوف بين العروق الرئيسية وتتكشف غالباً على طول حافة الورقة. تصبح هذه المناطق خلال الخريف مشربة بمادة صمغية راتنجية والتي تُفرز خلال السطح السفلي للورقة مكونة ترسبات بنية محمرة يصل قطرها إلى $\frac{١}{٤}$ إنش في اليوسفي (الماندلينا mandarins) وتصل $\frac{١}{٢}$ إنش في الكريب فروت. عندما يكون النقص في المولبيديم اكثر شدة يزداد عدد البقع وتسقط الأوراق مبكراً. تظهر الاعراض (البقع) بشدة وتسقط الأوراق كثيراً خلال موسم النمو وفي الخريف تصبح الأشجار ضعيفة شبه عارية غير حيوية المظهر.

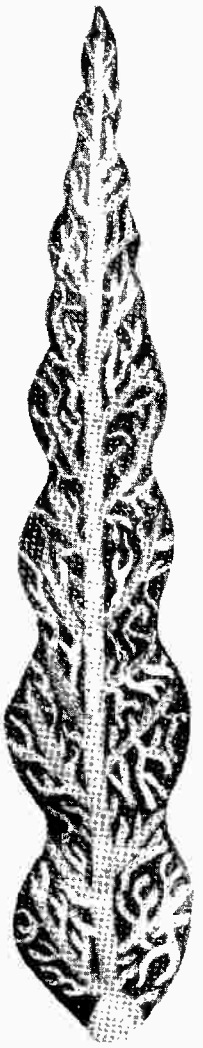
٣ - سمطة الفاصوليا واصفرار البقوليات

Bean Scald and Yellow of Legumes

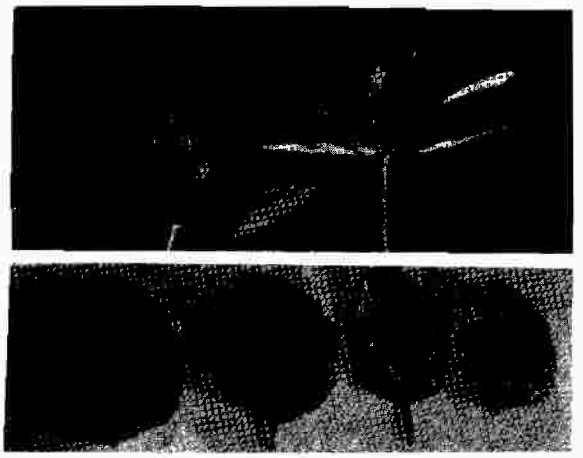
إن نقص المولبيديم في البقوليات يكون مرتبطاً تماماً مع وقف النترجة (nitrification) والتي تسبب أعراض نقص النيتروجين. تظهر الاعراض على الفاصوليا على شكل شحوب وظهور تبرقشات بين العروق تكون متبوعة بموت وتحلل الأنسجة بين العروق وفي حواف الأوراق. بالنسبة للبرسيم الحجازي والبرسيم والبسلة تصبح النباتات متقزمة وخضراء باهتة، يكون الشحوب في البداية متركزاً بين العروق ولكن لايلبث أن ينتشر فوق سطح الورقة والتي تموت وتسقط قبل إكتمال نموها (شكل ٤٠).

المقاومـــة:

يعالج نقص المولبيديم عادة باضافة ٣٠ غرام من مولبيدات الصوديوم او الأمونيوم إلى ١٠٠ جالون ماء ويرش على الاكار، وكذلك تزويد التربة بالجير له تأثير جيد في الاراضي سيئة الصرف والأراضي الحمضية حيث تكون أعراض النقص شديدة.



شكل رقم ٣٩: أعراض مرض الورقة السوط في القرنبيط.



شكل رقم ٤٠: أعراض نقص المولبيديم على البرسيم الأحمر، فول الصويا. النبات في الشمال كنترول في كلا الحالتين.

١٣ - أعراض نقص الكلور Chlorine - Deficiency Symptoms

إن الكلور شائع الوجود في الأراضي على شكل كلوريد وينتقل بسهولة خلال التربة في محلول التربة الذي منه يمتص النبات احتياجاته. كذلك فان كلوريد الصوديوم هو أيضاً موجود بكميات كبيرة في الحفر بالقرب من البحر وجزء كبير منه يصل للتربة مزوداً إياها بالكلور والصوديوم.

درس نقص الكلور على نباتات الطماطم في المراحل الأولى لنموها. تظهر الأعراض على شكل ذبول قمم النصل في الوريقات والذي يكون متبوعاً بشحوب، لون برنزي وموت وتحلل مناطق في قواعد الأوراق مسبباً الذبول. تفشل النباتات المصابة بشدة في تكوين الثمار.

أما في بنجر السكر يظهر أولاً شحوب بين العروق في الأوراق الوسطية مشابهاً إلى حد ما أعراض نقص المنغنيز. تأخذ الأوراق مظهر التبرقش والذي يصبح واضحاً فقط خلال تمريره للضوء. تتحول هذه المناطق أخيراً إلى اللون الأخضر الفاتح وتكون ناعمة منخفضة ومتسعة. في بعض الحالات فان الجذور الثانوية تصبح مقطعة.

ثانياً: الاضرار الناتجة عن زيادة العناصر المعدنية (التسمم المعدني)

Injuries Due To Mineral Excess (Mineral Toxicity)

إن العناصر المعدنية الموجودة في التربة سواء كانت مطلوبة للتغذية العادية في النبات ام لا، تمتص كلها إلى حد ما بواسطة النبات. يحتاج كل نبات إلى عناصر أساسية بكميات مثلى لنموه الطبيعي ولكن إذا وجدت هذه العناصر بكميات فائضة فان النبات يمكن أن يمتصها وتتراكم بكميات سامه. إن التوازن النسبي بين عديد من هذه العناصر له تأثير وأهمية حيوية في حياة النبات. إن الزيادة الكبيرة مثل النقص الكبير لكثير من العناصر المعدنية حيث أنهما يعملان (الزيادة والنقص) على احداث خللاً في التوازن النسبي بين العناصر الغذائية وهذا يؤدي إلى تكشف غير طبيعي في النبات. إن زيادة العناصر للنبات تؤدي إلى ظهور أعراض مرضية مثل نقص العناصر وبالتالي فان دراسة الزيادة المعدنية في التربة او في النبات من الأهمية بمكان.

إن مقدرة النبات على تحمل نسبة زائدة من العناصر المعدنية يختلف باختلاف المتطلبات الغذائية للنوع النباتي وتحمله الوراثي، ومقدرته على إمتصاص وتراكم أيونات مختلفة، ويعتمد أيضاً على نسبة العناصر المختلفة في التربة كل بالنسبة للآخر. بينما المتطلبات الغذائية تعتمد بشكل كبير على الصفات الوراثية للنوع النباتي إلا أن الامتصاص الغذائي وتراكم العناصر يعتمد أيضاً على عوامل فيزيائية للتربة، مثل تركيب وحموضة التربة. بعض العناصر مثل الالومنيوم عالية القابلية للذوبان ومتوفر في الاراضي الحمضية ولكنها ترتبط بقوة وتكون غير متوفرة للنبات في الأراضي القلوية. إن ذوبان وتوفر المعدن بالاضافة إلى الكميات الأولية الموجودة في التربة تكون اكثر العوامل أهمية في تأثيرها على الامتصاص.

إن النسبة بين العناصر المختلفة الموجودة في التربة أيضاً تؤثر على سميتها. فمثلاً إن زيادة بعض المغذيات المعدنية يؤدي إلى نقص العناصر الأخرى. إن زيادة النيتروجين يمكن أن تؤدي إلى نقص المغنيسيوم او الكالسيوم. زيادة النيتروجين او الفسفور تسبب نقص البوتاسيوم. زيادة البوتاسيوم تسبب نقص المغنيسيوم او الكالسيوم. زيادة المغيسيوم او الصوديوم يمكن أن تؤدي إلى نقص الكالسيوم. بعض العناصر الأخرى خاصة العناصر

النادرة وايونات معدنية مغايرة يمكن أن تشجع النقص او السمية المباشرة. إن زيادة الكروم، الكوبالت، النحاس، المنجنيز، النيكل او الزنك يمكن ان تسبب نقص الحديد بالاضافة إلى السمية المباشرة.

إن التركيزات العالية خاصة من املاح، الكالسيوم، المغنيسيوم، والصوديوم يمكن أن تغير الضغط الاسموزي في محلول التربة إلى درجة تكون سامة للنبات وتؤدي إلى تثبيط نمو واحتراق الأوراق.

إن الكميات الزائدة من المعادن الأخرى يمكن أن تكون سامة مباشرة للبروتوبلاست او سطوح الأغشية وتقتل الأنسجة إن أكثر التأثيرات شيوعاً لزيادة المعادن هو احداث تحويرات في نمو وصفات الثمرة او تجعل النبات مهيئاً لتأثير الظروف الجوية الأخرى او يكون شديد القابلية للاصابة بالأمراض الطفيلية.

ا - تأثير زيادة النيتروجين Excesses of Nitrogen

إن النيتروجين بشكل عام هو اكثر العناصر الغذائية المعدنية نشاطاً وتأثيراً في النبات من حيث مشاركته في التغذية الزائدة للنباتات. تحت الظروف العادية فان النيتروجين نادراً ما يكون موجوداً بكميات كافية أو زائدة بحيث تسبب اضراراً للنبات وخاصة نباتات المحاصيل، ولكن يمكن أن توجد كميات كبيرة من النيتروجين وتزداد بحيث تصل إلى مستوى ضار للنبات وتكون هذه الزيادة ناتجة عن بعض العمليات الزراعية او عن طريق إضافة كميات كبيرة من الأسمدة النيتروجينية. إن وجود كمية زائدة عن حاجة النبات من النيتروجين في التربة يسبب اضراراً واضحة على النبات ويمكن تلخيصها في النقاط الآتية:

١ - يمكن أن تسبب زيادة النيتروجين تأخير نضج المحصول وذلك لأن النيتروجين يشجع النمو الخضري وعدا عن ذلك فان النموات الخضرية الزائدة تعرض النبات لأضرار التجمد او لاضرار الشتاء. كذلك ينخفض مستوى العصير وصفاته في قصب السكر. يقل إنتاج الطماطم. تتخزن في جذور بنجر السكر مركبات نيتروجينية ضارة وتنخفض نسبة السكر. أما في الحمضيات فتكون الثمرة صغيرة وسميكة القشرة ويبقى لونها أخضر.

أما في التفاح فتكون الثمار صغيرة وتتساقط واحياناً تتأخر في النضج ويكون تلونها غير ملائم للون الطبيعي.

٢ - كذلك فان زيادة النيتروجين وامتصاصها من قبل كثير من المحاصيل تجعل القش ضعيفاً وتسبب الرقاد في محاصيل الحبوب. كذلك فان زيادة النيتروجين تسبب زيادة كبيرة في طول النبات وزيادة طول السلاميات مع ضعف الساق وثقل السنبلة يؤدي إلى الرقاد حيث لايستطيع الساق أن يحمل ثقل السنبلة (قد يكون هذا من ضمن أسباب الرقاد).

٣ - إن زيادة توفر النيتروجين في التربة يجعل النبات ذو إنتاجية سيئة النوعية او ذات نوعية منخفضة وهذا يلاحظ جيداً في بعض الحبوب والثمار مثل الشعير والخوخ. كذلك فان قدرة الثمار والخضراوات على تحمل الشحن والتخزين تكون ضعيفة.

٤ - إن زيادة استعمال النيتروجين من قبل النبات تجعل النبات ذو مجموع خضري عصاري وجدر الخلايا ضعيفة وبالتالي يقلل من مقاومة النبات للأمراض الطفيلية. ومن ناحية ميكانيكية فان النيتروجين يؤثر على بعض العمليات الفسيولوجية في النبات تجعله اكثر حساسية للاصابة بالطفيليات المرضية.

يجب أن نشير هنا إلى أن عملية الرقاد في الحبوب ليست ناتجة مباشرة عن زيادة محتوى التربة من النيتروجين ولكنها قد تكون راجعة إلى حد ما لتظليل النباتات نتيجة النمو الكثيف وتقليل الاضاءة على المنطقة السفلية من النبات وهذا عاملاً مهماً في إنتاج تركيبات ميكانيكية ضعيفة لاتقوى على حمل النبات. إن كمية النيتروجين التي تضاف إلى محاصيل الحبوب قد تؤدي إلى نتيجة ضعيفة في اصلاح نقص النيتروجين أما إذا أضيفت إلى محاصيل أخرى أو إلى الخضراوات فانها تعطي نتيجة عالية جداً من حيث النوعية والكمية.

إن رغبة المزارعين او أصحاب حدائق الازهار في الحصول على أعلى نمو، غالباً ما يقودهم إلى استعمال كميات كبيرة من الاسمدة النيتروجينية إما على شكل خليط من المواد العضوية أو أسمدة تجارية. في حالة توفر نسبة عالية من النيتروجين في التربة تسبب اضراراً للنباتات، هذه الاضرار تشبه إلى حد ما في أعراضها أعراض اضرار القلوية (خفض او وقف النمو، شحوب المجموع الخضري ومايتبعه من احتراق او التلون باللون البني وظهور لون

صدئي او تاكل المجموع الجذري). إن الاعراض السالفة الذكر تظهر في مزرعة صناعية مزروعة ببسلة الزهور والتي تكون فيها كمية النيتروجين المتوفرة عشرة أضعاف كمية النيتروجين المتوفرة في أي تربة أخرى خصبة من نفس النوع. إن زيادة استعمال الأسمدة النيتروجينية يمكن أن يؤدي إلى بعض التصمغ وموت القمم في الحمضيات واللوزيات وتحت بعض الظروف الخاصة في التربة. كذلك فان إختيار نوع السماد النيتروجيني غير الملائم يمكن أن يكون مسئولاً عن الاضرار الناشئة عن زيادة النيتروجين اكثر منه عن استعمال كمية كبيرة من النيتروجين.

هناك مرضاً يظهر على أشجار التفاح في بعض المناطق خاصة في أمريكا (منطقة كولورادو) بسبب يزادة استعمال النتريت (nitrate) الذائبة يسمى تسمم النتريت Niter Poi-soning، حيث في هذا المرض يظهر حروف او تلون بني على حواف الأوراق.

٢ - تاثير زيادة البوتاسيوم Excess of Potash

إن وجود البوتاسيوم بكميات كبيرة وزائدة في التربة بحيث تسبب التسمم هي نادرة جداً ولكن يمكن أن تنشأ من كثرة وطول مدة استعمال الأسمدة البوتاسية او النيتروجينية. إن المستوى المرتفع من البوتاسيوم ليس ساماً مباشرة ولكن يبدو أن التاثيرات الاساسية هى احداث نقصاً في الايونات الأخرى مثل، كالسيوم، مغنيسيوم او الحديد، وبالتالي فان أعراض زيادة البوتاسيوم يمكن أن تشابه أعراض نقص تلك العناصر. إن البطش الشاحبة او الصفراء البرتقالية وخفض النمو تميز زيادة البوتاسيوم وإنخفاض المغنيسيوم وهذه في احدى التجارب ظهرت على التفاح صنف ماكنتوش بعد أن سمدت التربة ثلاثة سنوات متتابعة بكميات كبيرة من الأسمدة البوتاسية. لقد أظهرت التحليلات الكيماوية أن الأوراق في المجموع الخضري كانت عالية المحتوى من البوتاسيوم ومنخفضة المغنيسيوم، وأن الاغصان حديثة النمو كانت منخفضة في كل من المغنيسيوم والكالسيوم.

كذلك فان زيادة البوتاسيوم تسبب شحوب باهت مصفر مع لون مغاير أخضر في العروق وهذا مشابهاً لنقص الحديد حيث قد تكون هذه الاضرار الحقيقة لزيادة البوتاسيوم راجعة لنقص الحديد.

نظراً لأن البوتاسيوم قلوي مثل الصوديوم وبالتالي فان التركيزات العالية التي تزيد عن ٣٪ في الأوراق يمكن أن يكون لها تأثيراً ضاراً مشابه اضرار القلوية. يمكن أن يعمل البوتاسيوم مع الصوديوم او يكون بديلاً له وبالتالي يحدث عدم توازن في نسبة الصوديوم إلى الكالسيوم. إذا كانت نسبة الصوديوم (او البوتاسيوم) إلى الكالسيوم عالية جداً فان هذا يسبب حدوث أعراض نقص الكالسيوم. لذلك فان البوتاسيوم المرتفع يضعف امتصاص الكالسيوم ويثبط تكشف النبات ويسبب نقص الكالسيوم.

٣ - تأثير زيادة الصوديوم والكالسيوم

Excess of Sodium and Calicum

إن الكميات الزائدة من الصوديوم او الكالسيوم يمكن أن تسبب اضراراً مباشرة للنبات، ولكن غالباً ماتكون الاضرار متعلقة بالملوحة و/ او الصفات القلوية التي تضيفها هذه العناصر إلى التربة. بينما في كثير من الحالات يَحدثا مع بعضهما البعض، إلا أن الملوحة والقلوية تعكس اوضاعاً متمايزة ليست دائماً متشابهة.

تعتبر التربة ملحية عندما يكون مجموع محتواها من الأملاح الذائبة عالياً، هذا يعني، عندما يكون هناك املاحاً كافية بحيث تؤثر على نمو النبات تأثيراً عكسياً. يصبح نمو النباتات الحساسة ضعيفاً عندما يزيد محتوى التربة من الملح عن ٠,١ ٪. وبكلمة اكثر دقة يمكن أن يقال بأن التربة ملحية عندما يكون للمحلول المستخلص من عجينة التربة المشبعة قيمة توصيل كهربائية (EC: Electrical Conductivity) تساوي mmho (٤) لكل سنتيمتر من مستخلص التربة. إذا كانت قيمة التوصيل الكهربائي أقل من ٢ (mmho) فان تأثير الأملاح حتى على النباتات الحساسة يكون مهملاً. إذا كان التوصيل فوق (16 mmoh) فان عدداً قليلاً جداً من النباتات المتحملة للملوحة تبقى حية وتعطى إنتاجاً. يمكن أن تكون الاراضي عالية الملوحة بشكل طبيعي عندما تكون المواد الاصلية التي إنحدرت منها الاملاح قد تحللت في التربة وأن

الامطار وماء الري غير كاف لغسل الاملاح وطردها من التربة. إن الاملاح المختلفة التي منها الصوديوم، الكالسيوم والمغنيسيوم اكثر شيوعاً في المشاركة في الملوحة. كذلك فان المستويات العالية من الأسمدة أيضاً تشارك في تجمع الاملاح ويمكن أن تكون فعالة او ذات كفاءة في تحديد الحالة الزراعية في المنطقة.

تحتوي الأراضي القلوية على كميات كبيرة من الصوديوم القابل للامتصاص ولكن ليس بالضرورة أن يكون هناك ارتفاعاً في الاملاح الكلية. يقال أن الصوديوم مرتفعاً عندما تكون النسبة المئوية للصوديوم المتبادل تزيد عن ١٥٪. يعتبر الصوديوم ضاراً عندما تكون كمية الصوديوم القابل للتبادل بحدود ٥٪، وهذا أعلى مستوى من الصوديوم تكون عنده الأراضي القلوية ضارة للنبات.

بالاضافة إلى أن التربة تكون عالية المحتوى من الصوديوم فان رقم الحموضة في الأراضي القلوية يكون عادة فوق ٨.٥. إن مثل هذا الرقم المرتفع يدل ليس فقط على أن الصوديوم مرتفع، ولكن يدل أيضاً على وجود المادة القلوية الأرضية (الجير) ولكن يكون التوصيل الكهربائي للمستخلص المشبع للأرض القلوية لوحدها تكون عادة أقل من 4) (mmho/ سم.

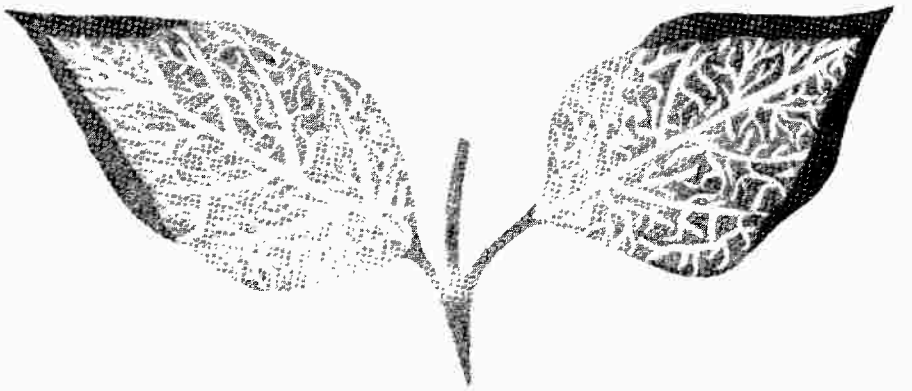
يمكن أن تكون التربة ملحية او قلوية او كلاهما. عندما تكون الاملاح الذائبة والصوديوم القابل للتبادل مرتفعة فان التربة يشار إليها بانها ملحية – قلوية. تكون التربة قلوية فقط عندما يكون الصوديوم موجود بزيادة مفرطة، وتكون الأراضي ملحية عندما يكون مجموع الاملاح موجود بكمية كبيرة. إن التأثير الضار للأراضي الملحية يكون اساسياً في خفض المعدل الذي يمتص به النبات الماء. إن الزيادة المفرطة في كمية الايونات المعدنية في الاراضي الملحية يزود الضغط الأسموزي إلى درجة يتكون عندها توتر في محلول التربة والتي عنده لاتستطيع النباتات أن تمتص الماء. وفي الواقع فان التربة تبقى ماسكة الماء بقوة اكثر مما يبذله النبات للحصول على الماء وبالتالي يكون النبات غير قادراً على إمتصاص ماء كافٍ ليقوم بأعماله طبيعياً ويظهر اوضاع سيئة من قلة الماء.

كلما زاد مستوى الملوحة ينخفض نمو النباتات غير المتحملة للملوحة ويقل إنتاجها. إن خفض النمو يكون أحياناً متبوعاً باضرار في الورقة. تصبح الأوراق أصغر ذات لون أخضر مزرق داكن اكثر منه في الحالة الطبيعية، تصبح قمة الورقة او الحواف بيضاء، ذات لون أحوى او مائل للبني حسب نسبة درجات الملوحة. يمكن أن تصبح الأوراق ذات لون برنزي وتسقط مبكراً وهذه تكون صفات كثيرة الحدوث (شكل ٤١). إن الاضرار التي تحدث للورقة يمكن أن تكون اكثر الأعراض المرئية حدوثاً في الاراضي الملحية ولكنها ليست ذات درجة أهمية تساوي أهمية خفض الانتاج ووقف النمو.

لقد تبين في بعض الأبحاث أن الخضروات كانت اكثر حساسية من المحاصيل الحقلية ومن نباتات العلف وأن إنتاجها قد إنخفض ١٠٪ عندما كانت قيمة التوصيل الكهربائي أقل من (2 mmho) لكل سنتيمتر. أما في كل من الجزر، البصل والفاصوليا فقد إنخفض إنتاجها ٥٠٪ على قيمة توصيل كهربائي 4 mmho/ سنتيمتر.

إن كلاً من أشجار المشمش، التفاح، اللوز، البرقوق والكمثرى تبين أنها متحملة لقيمة ٠,٥٪ أملاح قبل أن يبدأ المجموع الخضري يتأثر. هناك عوامل كثيرة تؤثر على قدرة النبات في تحمل الملوحة، هذه العوامل التي تهيء النبات لتحمل الملوحة يجب أن تكون واضحة ومعروفة قبل دراسة النبات وعلاقته بالملوحة. هناك بعض النباتات تنمو بقوة حتى عند ريها بماء البحر إذا كانت الظروف بطريقة او بأخرى ملائمة تماماً للنبات، هذه الظروف الملائمة تتطلب تربة رملية خفيفة بحيث لاتتجمع فيها الاملاح ولكنها تسمح للاملاح بالعودة إلى البحر أما عن طريق الماء الأرضي او الماء السطحي.

بينما تكون الكميات الكبيرة من اي من الاملاح ضارة للنبات، إلا أن تركيب الاملاح لايزال أكثر أهمية، مثل تلك الاملاح الصوديوم، فان هذا الملح ضار بنفسه حتى عندما تكون الاراضي غير ملحية.



شكل رقم ٤١: تاثير زيادة الملوحة في التربة وأعراض الاضرار على أوراق التفاح.

امراض القلوية عالية الصوديوم

١ - القمة البيضاء في الحبوب White Tip Of Grains

إن هذا المرض شائعاً في كثير من مناطق زراعة الحبوب التي تعاني من ارتفاع نسبة الصوديوم في الأراضي القلوية. تظهر الاعراض على قمة الورقة بان تتحول إلى اللون الأبيض أو الأبيض المخضر، يلتف نصل الورقة، تفشل السنابل في أن تخرج من أغمادها كاملة ويمكن أن تكون الحبوب مشوهة، يمكن أن تكون النباتات متقزمة ويتوقف تكوين السنابل. من المعتقد أن القلوية تمنع النباتات من الحصول على كميات كافية من الحديد ومن المحتمل من عناصر أخرى. يمكن تحسين الظروف في التربة وذلك باضافة حمض الكبريت او الكبريت لتحميض التربة.

٢ - احتراق القمة او احتراق الصوديوم Tip Burn or Sodium Scorch

تمتص النباتات الصوديوم او الكلور بسرعة سواء عن طريق التربة او خلال الأوراق وبناءً على ذلك فان رش النموات الخضرية بالماء المالح يمكن أن يكون ساماً جداً. كلما كان امتصاص النبات سريعاً لهذه الكيماويات كلما توقعنا ضرراً أكثر للنبات. إن التركيزات السامة من كل من الصوديوم والكلور يمكن أن يتراكما في الأشجار المروية بالرش او التنقيط إذا كان محتوى الماء عال من الأملاح. إن أهم ما يميز الاعراض الناشئة عن مرض إحتراق القمة أنها كثيراً ماتكون على الأشجار المثمرة وعلى الأشجار ذات الثمار البندقية مثل الثمار اللبيه، والعنب واللوزيات بأنواعها، الحمضيات، البيكان الافوجادرو والأشجار الخشبية ونباتات الزينة. يظهر إبيضاض وموت وتحلل على حواف المجموع الخضري تتكشف عندما يتراكم في الأوراق أكثر من ٠.٢٥ صوديوم او ٠.٥٪ كلور على أساس الوزن الجاف. تزداد شدة الضرر بالنسبة لزيادة مستوى الصوديوم او الكلور. إن تجمع الصوديوم في أوراق الأفوجادرو يمكن أن يحدث بعض الالتباس مع أعراض احتراق الكلور حتى عندما تكون الأعراض مميزة. تبدأ الاضرار من الصوديوم وذلك بظهور بقع متحللة في/ على طول قمة الورقة، تتسع هذه البقع لتشكل بقعاً كبيرة بين العروق ومحددة بالعروق الثانوية. كثيراً ما يكون احتراق الصوديوم موجوداً ومتحداً مع احتراق الكلور. عندما تظهر البقع المحترقة فان محتوى المجموع الخضري من الصوديوم يكون عادة اكثر من ٠.٤٪.

إن بعض الأنواع النباتية وخاصة الحمضيات وبعض الشجيرات يظهر عليها لون برنزي على الورقة وسقوط الأوراق مبكراً اكثر منه احتراق اوراق. إن موت أنسجة الورقة مباشرة يحدد نمو وإنتاج النبات وذلك حسب نسبة الأجزاء المتحللة والميتة ولكن إذا كانت النباتات حساسة للملوحة فان تأثير الاحتراق يمكن أن يكون مهملاً بالمقارنة مع تأثير الملوحة على ميتابولزم النبات.

٣ - مرض الجذر الأحمر Red Root Disease

إن نسبة الصوديوم إلى الكالسيوم يمكن أن تؤثر على درجة السمية تماماً كما يؤثر تركيز الصوديوم لوحدة، وهذا يكون واضحاً في مرض الجذر الأحمر في الاقحوان المسقي

بماء مرتفع المحتوى من الصوديوم، حيث تظهر أعراض المرض على شكل احمرار أجزاء من الجنور ويفقد الجذر شعيراته الجذرية وبعض الجذيرات الصغيرة الجانبية، تموت قمم الجنور بجانب وجود قطاعات محمرة. إن العرض الوحيد الذي يلاحظ فوق سطح التربة هو توقف النمو. يمكن منع المرض عن طريق خفض تركيز الصوديوم، إلا أنه يمكن أيضاً معالجة المرض بسهولة عن طريق رفع مستوى الكالسيوم وبالتالي تصبح نسبة الصوديوم إلى الكالسيوم منخفضة.

٤ - مرض تدهور القيقب The Maple Decline Disease

يمكن أن يتجمع كل من الصوديوم، الكالسيوم والكلور بتركيزات سامة وذلك عندما يستعمل كلوريد الصوديوم او كلوريد الكالسيوم على الطرق السريعة عندما يحدث عليها تجمد شديد للماء ويسمى Ice highways في الشتاء وذلك لتحسين الاحتكاك والمساعدة في اذابة الجليد، او عندما يضافا إلى الشوارع غير المرصوفة في الصيف لمنع إثارة الغبار، كذلك فان هذه الكيماويات تضاف إلى الطرق المتجمدة بين المزارع وحول البيوت. عندما تكون كميات الاضافة كبيرة او تتجمع في مسارات مائية محجوزة فان الأشجار الواقعة على جانبي مسارات صرف هذه المياه تتضرر وتظهر عليها الاعراض على شكل احتراق حواف الورقة وتأخذ الورقة شكل الفنجان ويصبح لونها باهتاً وتتقزم النموات الحديثة. يمكن أن تموت الأشجار خلال ٢ - ٦ سنوات. بينما في أنواع أخرى مثل الكرز البري فان الأشجار تستمر في النمو بشكل جيد. إن كلاً من كلوريد الصوديوم وكلوريد الكالسيوم من المعروف أنهما ضاران للنبات سواء عند إضافتهما للتربة او رشاً على النبات ولكن الاضافات التجريبية أثبتت أن كلوريد الصوديوم يعتبر سام (٥ - ١٠) أضعاف كلوريد الكالسيوم، ومع ذلك فان كلوريد الصوديوم يستعمل بشكل عام لقلة تكاليفه وسهولة استعماله.

كثيراً ما يكون المرض شديداً على الأشجار في المناطق شديدة الجفاف ويمكن أن يحدث في غياب زيادة الأملاح. حتى عندما تكون كمية الملح عالية فان توقيت الاضافة قبل او بعد الحراثة، نوعية وصرف التربة، تضاريس سطح التربة، وقت اضافة الملح وشروط أخرى عديدة تبين الفرق بين الأشجار المتحملة وغير المتحملة للملح.

إن كلوريد الصوديوم يمكن أن يتجمع في المناطق القريبة من شاطىء البحر حيث الرياح والأمواج دائماً ترش الماء على الشاطيء وينتشر إلى مسافات كبيرة وبالتالي تؤثر على نمو أنواع معينة من الأشجار الخشبية الحساسة مثل Sweet gum.

٤ - تأثير زيادة الكلور Excess of Chlorine

بينما الكمية الكبيرة من الكلور تكون موجودة دائماً مرافقة للصوديوم او الكالسيوم، فان التركيزات السامة من الكلور لوحده يمكن أن توجد في التربة او ماء الري في غياب زيادة الصوديوم او الكالسيوم. إن اعراض السمية تشابه كثيراً لتلك الأعراض المذكورة لسمية الأملاح. إن الاضرار الكبيرة التي عُزيت إلى الاملاح يمكن أن تكون حقيقةبسبب الكلور لوحدة. وبشكل عام فإن الاعراض تتكون من شحوب، موت، تحلل ثم تدهور وانحطاط.

إن أشجار الأفوجادرو هي اكثر أنواع الأشجار حساسية للكلور وهي مثل جيد لاستجابة النبات لتركيزات عالية من الكلور. تسبب زيادة الكلور في الأفوجادرو مرض احتراق القمة. يحدث هذا المرض عندما يكون ماء الري فيه نسبة عالية من الكلور وخاصة في السنوات ذات الأمطار القليلة. إن اولى مظاهر السمية للكلور هي ظهور الشحوب ولايلبث أن يتبع ذلك موت وتحلل قمة وحواف الورقة. إذا كان محتوى المجموع الخضري اكثر من ١٪ فان نوعية الثمار تقل وتسقط ويزداد الموت في الأشجار. ينخفض إنتاج الأشجار من ٨ - ٦٠٪ وذلك بسبب قلة المساحة الفعالة في الأوراق والسقوط المبكر للأوراق.

لقد ذكر أن للكلور تأثير على نمو الطماطم والذرة وهذا يظهر إذا كانت مستويات الكلور أقل من تلك التي تسبب الشحوب او الموت والتحلل، ولكن الأكثر شيوعاً هو خفض النمو نتيجة احتراق الأوراق.

كذلك فان الكلور له أهمية كبيرة في التسمم الذي يحدث للأشجار التي تزرع جانب الشوارع التي يضاف إليها كلوريد الكالسيوم او كلوريد الصوديوم لاذابة الجليد. إذا أصبح تركيز الكلور ١٪ في المجموع الخضري تبدأ الأعراض في الظهور وتكون على شكل موت وتحلل في اطراف الأوراق وظهور بقع مُزَواة بنية دائرية. لقد وجد أن ٢ . ٠٪ من الكلور تكون

سامة اما في التركيزات الاعلى من ذلك تصبح الأوراق خضراء باهتة اكثر منها بنية، تصبح جافة وهشة وتسقط قبل تمام نموها.

تكون أضرار الكلور اكثر شدة عندما تكون درجات الحرارة عالية والتبخر سريعاً، تحت هذه الظروف فان إمتصاص وتراكم الكلور يكون أعلى ولايلبث أن يصل تركيز الكلور إلى درجة التسمم، إن نسبة الكلور التي توجد في المجموع الخضري والتي تلزم لظهور حالة الموت والتحلل تتراوح من ٠,٥ - ١٪ من الوزن الجاف للورقة.

٥ - تأثير زيادة المنجنيز Excess of Manganese

إن معظم المنجنيز الموجود في التربة يكون مرتبطاً بقوة بأشكال غير ذائبة وبالتالي يكون غير متوفراً للنبات. عندما ينخفض رقم حموضة التربة إلى أقل من (pH 5.5) عندها يصبح المنجنيز قابلاً للذوبان بشكل كبير ومتوفراً بتركيزات سامة للنبات.

تعتمد درجة السمية والضرر الذي يحدثه المنجنيز على الكفاءة الوراثية في مقدرة النوع النباتي على امتصاص او استبعاد المنجنيز. إن مقدرة بعض النباتات مثل الشوفان والفراولة على النمو في الأراضي ذات المستوى العال من المنجنيز يعزى إلى إنخفاض امتصاصها والاستبعاد الاختياري للمنجنيز وإنخفاض كفاءة النبات في نقل المنجنيز من الجذور إلى المجموع الخضري.

تختلف أعراض سمية المنجنيز حسب النوع النباتي، ولكن بشكل عام تظهر الاعراض على شكل تبرقش او تجعد في حواف الورقة والحد من نمو تلك الحواف والذي يجعل الورقة تأخذ شكل القنجان. نظراً لأن حواف الورقة يتجمع فيها كميات كبيرة من المنجنيز فانها تصبح شاحبة إلى بيضاء. يظهر في القرنبيط واللفت بقع بنية داكنة إلى ارجوانية متحللة تتكشف في المناطق الشاحبة. أما في البطاطس فان الأعراض المبكرة تتكون من بقع كثيفة دقيقة سوداء متحللة والتي تتكشف على طول الاعناق على السطح السفلي للورقة وتمتد فوق الساق، لاتلبث هذه البقع أن تتحد مع بعضها تدريجياً وتشكل خطوط متحللة على الساق. تظهر سمية المنجنيز على فول الصويا على شكل بقع ميتة متحللة وشحوب على الأوراق ولكن على الفول يظهر الشحوب بين العروق ويظهر بقع ميتة متحللة.

الأمراض التي يسببها التسمم بالمنجنيز

١ - تحلل القلف الداخلي او الخطوط المتحللة في الساق

Stem Sreak Necrosis, Internal Bark Necrosis

إن النسبة العالية من المنجنيز والتي تسبب التسمم تؤدي إلى تحلل داخلي في الساق على بعض النباتات المتنوعة مثل التفاح، وفي هذه الحالة يسمى المرض تحلل القلف الداخلي واكثر ما يصيب التفاح صنف دلشص الأحمر. أما على البطاطس فان المرض يسمى الخطوط المتحللة في الساق. في كلتا الحالتين يظهر مناطق منقرة متطاولة بنية داكنة بالقرب من قاعدة الساق وحامل الورقة وتمتد إلى منطقة النخاع، يتبع ذلك تكشف شحوب بين العروق وكلما تقدم المرض وزادت السمية كلما زاد الشحوب وتصبح الأوراق بالتدريج صفراء باهتة وهشة وتجف. في الحالات الشديد تظهر بثرات صغيرة غير منتظمة متحللة في المناطق الشاحبة بين العروق وأقرب ما تكون إلى العرق الوسطي. أخيراً تموت البراعم الطرفية يتبع ذلك موت النبات بالكامل قبل تمام نموه.

٢ - تجعد الورقة Crinkle Leaf

يظهر هذا المرض بشكل خاص على نباتات القطن وقد اكتشف سنة ١٩٣٧ ويعزى إلى تسمم المنجنيز. تظهر الأوراق الحديثة المصابة شاحبة ومشوهة جداً مع تكشف بقع ميتة متحللة على طول العروق وبينها. تكون خيوط القطن ضعيفة وسيئة.

المقاومة:

تقاوم الأمراض الناتجة عن سمية المنجنيز عن طريق تخفيض حموضة التربة وذلك باضافة كربونات الكالسيوم او المواد المشابهة حيث تقلل ذوبان وتوفر المنجنيز للنبات.

٦ - تأثير زيادة الزنك Excess of Zink

إن سمية الزنك غير شائعة، ولكن التركيز السام يمكن أن يوجد في بعض الأراضي الحامضية وبالقرب من الترسبات الكبيرة لخامات الزنك او بالقرب من أماكن صهر الزنك.

تظهر أعراض السمية على فول الصويا وتتميز بان يصبح العرق الوسطي للورقة أحمر وتبدأ تتجعد الأوراق إلى أسفل وتصبح الوريقات الحديثة شاحبة وتتركز صبغات محمرة في الورقة وتموت قمة الفرع.

تكون أعراض سمية الزنك تدريجياً مشابهة لنقص المنجنيز. يبدو أن الزنك نو علاقة وثيقة مع المنجنيز ويحل محله في عمله الفيزيائي في الأنزيمات الاساسية ولكن ليس نو علاقة متينة ليحل محله كيماوياً. يتدخل الزنك بنشاطه عن طريق وقف النشاط الأنزيمي ويسبب نقصاً في المنجنيز.

٧ - تاثير زيادة البورون Excess of Boron

إن سمية البورون تمثل مشكلة زراعية هامة في كثير من المناطق الجغرافية. يوجد البورون بنسبة عالية طبيعياً في بعض الأراضي ويمكن أن يتجمع في بعض الأراضي الأخرى عندما تكون نسبته في ماء الري عالية.

تظهر أعراض السمية على اللوز، المشمش، الكرز والخوخ على شكل اسراع في نمو الأفرع الحديثة ويبدأ ذلك في الربيع ثم لايلبث أن يحدث فيها موت قمم بعد بضع أسابيع. تكون الاوراق أقل تضرراً بالسمية ولكن عندما تظهر عليها اعراض السمية فان الاضرار تكون دائماً مرافقة لنهايات العروق. في النباتات ذات التعرق المتوازي مثل الذرة والنجيليات وبعض نباتات الزينة، تكون الاعراض على شكل احتراق قمة الورقة مع وجود بطش ميتة متحللة بالقرب من القمة. اما في النباتات ذات التعرق الشبكي مثل نبات الجيرانيوم (إبرة الراعي)، القطن والشمام فيتميز التسمم هنا بحدوث تحلل وموت لحواف الورقة. أما في بعض أنواع الحمضيات والجريبرة والأستر، تكون الاعراض المبكرة عبارة عن بقع او بطش شاحبة بين العروق الثانوية.

كذلك يمكن أن تكون الأعراض على شكل شحوب، موت وتحلل احياناً، تجعد الأوراق إلى أسفل، سوء تفصص الاوراق وظهور بثرات بين العروق ذات قطر ١ ملم باتجاه حواف الورقة.

تظهر أولى أعراض نقص البورون في الحمضيات على شكل اصفرار على طول الحواف والذي يمتد بين العروق في الأوراق القديمة، يكون هذا متبوعاً بموت وتحلل قمة وحواف الورقة ويحدث سقوط غير طبيعي للأوراق في الشتاء واوائل الربيع. تصبح اوراق الجوز ميتة ومتحللة ويظهر ذلك على قمم الوريقات وحوافها وتظهر هذه الاعراض بشكل خاص في شهري أغسطس وسبتمبر.

إن زيادة البورون يمكن أن تثبط تكشف الازهار خاصة عندما يكون الكالسيوم متوفراً بكثرة، ولكن تأثير سمية البورون على إنتاج الثمار يكون بشكل غير مباشر وذلك بسبب تحطم أنسجة الورقة. نظراً لأن نسبة موت نسيج الورقة تكون قليلة فبالتالي يكون خفض إنتاج الثمار قليلاً. في بعض الحالات يمكن أن تتأثر الثمار مباشرة. أما أعراض سمية البورون على ثمار الخوخ فتكون عبارة عن بقع خشبية بنية داكنة والتي تمتد إلى النخاع. اما الأضرار على ثمار المشمش تتألف من بقع دائرية داكنة ذات قطر $\frac{1}{4}$ إنش.

يعتبر البورون نو تأثير عندما يكون تركيزه عالياً ويؤثر على الأنواع النباتية الحساسة إذا زاد تركيز عن ٠.٥ جزء في المليون في الماء أو أكثر من ١٩٠ جزء في المليون في أنسجة الورقة. إن الاختلافات الكبيرة في حساسية النباتات لزيادة البورون، ترجع إلى الاختلافات الكبيرة في معدل تراكم البورون في التربة او الماء.

٨ - زيادة النحاس Excess of Copper

عرفت سمية النحاس منذ العديد من السنوات واستغلت هذه الصفة في استعمال النحاس كمبيد للفطريات ولمقاومة العديد من الافادت الضارة للنبات والحيوان. تعتبر الكميات الكبيرة من النحاس ضارة للنباتات الراقية فهي تخفض تكشف الجذور الليفية وتخفض الإنتاج النباتي. عندما يزيد تركيز النحاس عن ٠.٥ جزء في المليون في الماء فان نمو النبات ينخفض. أما الارتفاع الطفيف في تركيز النحاس عن ٠.٥ جزء في المليون يسبب شحوباً للنبات مثل الشحوب المتسبب عن نقص الحديد. إن الميكانيكية التي يسبب بها النحاس الأضرار وسمية النبات هي عن طريق تداخله في تفاعلات البناء والهدم وبشكل اساسي في تعطيل تفاعلات أنزيمية متخصصة والتي تحتاج إلى حديد.

تتسبب زيادة النحاس في التربة عندما تكون التربة أساساً تشكو من نقص النحاس ثم يضاف إليها النحاس لاصلاح هذا النقص وتحسين النمو والانتاج النباتي. إن اضافة ٣٠٠ غرام/ لتر من كبريتات النحاس ثم اضافتها إلى الاكار قد أوقفت نمو النبات في الأراضي الرملية. ولقد ذكر أن استعمال المبيدات الفطرية في الاراضي الزراعية بإستمرار أدى إلى تركيز حوالي ٨٠٠ جزء في المليون.

إن زيادة النحاس تسبب توقف نمو الجذور ويزداد سمك الجذر، وفي بعض النباتات مثل الحمضيات يظهر عليها أعراض تشبه نقص النيتروجين.

٩ - زيادة الالومنيوم Excess of Aluminum

إن التركيز السام للالومنيوم يحدث طبيعياً في الأراضي ذات الكميات العالية من الامطار، يمكن أن تزداد كمية الالومنيوم في التربة بتعمد او عن طريق الاهمال وذلك باستعمال الأسمدة او اصلاح التربة بالكبريت، كبريتات الالومنيوم، كبريتات الحديديك او كبريتات الأمونيوم. يوجد الالومنيوم على أشكال مختلفة وذلك اعتماداً على حموضة التربة يعني الـ (pH). بعض الالومنيوم يمكن أن يمتص دون أن يكون ضاراً للنبات بل بالعكس يمكن أن يكون مفيداً، ولكن الكميات الكبيرة يمكن أن تتجمع في الأراضي الحمضية. يمكن أن يكون الالومنيوم ضاراً في الشكل الذائب بتركيزات فوق ١٠ جزء في المليون. إن مثل هذه التركيزات تكون غير مرغوبة مالم يتوفر أسمدة حامضية عالية النوبان مثل كبريتات الأمونيوم التي تستعمل عادة في الاراضي الحامضية. إذا وصل رقم حموضة التربة (pH_5) فان الالومنيوم يصبح عالي النوبان وعالي السمية.

عندما تكون كاتيونات العناصر الغذائية مثل الكالسيوم، المغنيسيوم والبوتاسيوم مرغوبة كما هو شائع في الأراضي الحمضية فان تركيزات الالومنيوم حتى (١ - ٢) جزء في المليون يمكن أن تثبط نمو جذور الرز. إن التركيزات الاعلى عن ٢ جزء في المليون تمنع نمو الجذور وتسبب حدوث برقشة بنية على الأوراق خاصة على القمة وعلى طول الحواف. تظهر الاعراض على نباتات الشعير، على شكل تلون وشحوب الاوراق القديمة، تتلون الجذور، يتوقف نموها وتتشوه احياناً.

إن سمية الالومنيوم تشابه تماماً أعراض نقص الكالسيوم، وهذا يمكن توقعه نظراً لأن الالومنيوم يخفض إمتصاص وتجمع الكالسيوم ويقلل إنتقال الكالسيوم إلى المجموع الخضري. زيادة على ذلك فان الالومنيوم يثبط استطالة الخلية وإنقسامها. هناك دراسات على البصل أثبتت سمية الالومنيوم على الجنور وتثبيط نموها.

١٠ - زيادة النكل Excess of Nickle

يكون النكل ساماً للنبات حتى على تركيزات منخفضة نسبياً حوالي ٤٠ جزء في المليون، بينما المجموع الكلي لمحتوى التربة الزراعية من النكل يتراوح غالباً ما بين ١٠ - ٤٠ جزء في المليون. يمكن أن يكون النكل اعلى في الأراضي المشتقة من صخور سيربنتين Serpentine. إن الأعراض التي تسببها سمية النكل تشبه اعراض نقص المنجنيز، تظهر الأوراق شحوب على الحواف وبين العروق ويظهر بعض التبقع والتحلل.

١١ - زيادة البوليم Excess of Beryllium

يمكن للبرليم أن يثبط نمو النبات بشكل واضح على تركيزات من (٢ - ٥) جزء في المليون. يعتبر وجود البرليم ساماً إذا أصبح تركيزه في الماء يزيد عن واحد جزء في المليون. إن الأعراض الظاهرة والتي تسببها سمية البرليم هي تحول الجنور إلى اللون البني خلال خمسة أيام وتفشل في أن تستعيد نموها الطبيعي عندما تستبعد من محلول البرليم. تعطي النباتات المعاملة بالبرليم ازهاراً مبكرة عن الوضع الطبيعي.

إن زيادة البرليم تسبب تقليل محتوى المغنيسيوم في الجنور والساق، وكذلك تسبب نقص الكالسيوم في الجنور، الاوراق، الساق والثمار وكذلك تقلل الفسفور في الجنور. لقد وجد أن البرليم اساساً يثبط الوظيفة الطبيعية للنظم الانزيمية الفسفاتية في النبات.

١٢ - زيادة الليثيوم Excess of Lithium

يوجد الليثيوم في بعض أنواع مياه الري بتركيز حوالي ٠.١ جزء في المليون والتي يمكن أن تضعف نمو النبات وتسبب شحوب واحتراق. إن أعراض سمية الليثيوم تشبه تلك

الاعراض المتسببة عن زيادة كمية اي معدن آخر وهي ليست مميزة. بشكل عام فان اول استجابة للنباتات عريضة الأوراق هو خفض النمو وموت وتحلل في حواف الورقة متبوعاً بشحوب بين العروق وسقوط الورقة.

إن أعراض اضرار سمية الليثيوم مرتبطة مع تراكم الليثيوم في أعناق وأنسجة الورقة في النبات. عندما يصبح تركيز الليثيوم في المجموع الخضري ١٠٠ جزء في المليون فان الاضرار تظهر بوضوح وبشكل عام.

هناك على الأقل مرضاً واحداً مميزاً يعزى إلى سمية الليثيوم وهو احتراق ورق زنبق عيد الميلاد والذي يسمى Leaf Scorch of Easter. قبل أن يعزى هذا المرض إلى سمية الليثيوم كان يعتقد أنه تسبب عن عوامل بيئية مثل تقلبات الحرارة وكثافة الاضاءة وتبين بعد ذلك أن هذه العوامل تؤثر في تكشف المرض ولكنها لا تسببه مباشرة.

لكي نحدد دور الليثيوم أجريت دراسات على بعض النباتات حيث رشت بماء يحتوى ليثيوم بنفس نسبة وجودة في ماء الري وبعد المعاملة ظهر على الاوراق القديمة في الزنبق لون بني على النصف العلوي من نصل الورقة. كانت النموات الحديثة خضراء فاتحة إلى مبيضة، تموت قمم الاوراق القديمة بالتدريج وتظهر بثرات ميتة متحللة على الاوراق المتكشفة الحديثة. تكون الحدود بين الأنسجة السليمة والأنسجة الميتة غير منتظمة وغير واضحة. كان المجموع الخضري المصاب يحتوي على ١٥٦ جزء في المليون. وقد رتب بعض العلماء النباتات الهامة من حيث حساسيتها لسمية الليثيوم وكانت كالآتي: الافوجادرو، فول الصويا، البرتقال الحامض، العنب، الطماطم، الفاصوليا الحمراء، القطن، البنجر الأحمر، العشب الوردي والذرة السكرية.

١٣ - زيادة الحديد Excess of Iron

يمكن أن تسبب زيادة الحديد سمية في بعض الحالات كما في الرز، حيث تسبب زيادة الحديد المرض المسمى منتك Mentek في غينيا والتبقع البني في سيلان. تظهر بقع بنية على الاوراق القديمة وبالتدريج تصبح قمم هذه الأوراق ذات لون بني محمر والذي ينتشر باتجاه

القاعدة خاصة على طول الحواف كلما تقدم المرض. تتحول هذه الأجزاء إلى اللون البني، تجف وتتجعد إلى الداخل. في النهاية تجف جميع الأوراق معطية النبات مظهر النبات المحترق وتكون هذه النباتات متقزمة. تكون الاشطاءات ضعيفة وذات سنابل صغيرة رقيقة فيها نسبة عالية من الازهار العقيمة، تكون الجذور ضعيفة التكشف وذات ملمس خشن ولون بني غامق.

١٤ - الافرازات الأيضية Metabolic Exudates

١ - الادماع Guttation

هناك قطرات من الماء تحتوي على كميات وفيرة من المواد الذائبة تفرز خلال ثقوب او غدد تسمى هايداثيويدز hydathodes توجد على طول حواف الورقة. هذه الثقوب الغدية تشبه الثغور إلا أنه لايوجد عليها خلايا حارسة لتنظيم حجم الفتحة او تنظيم حركة الماء. إن هذه الكتل من الخلايا الصغيرة رقيقة الجدر تقع بشكل اساسي بين البشرة وخلايا الحزم في القصيبات.

يتحرك الماء بسرعة خارج الغدد هذه حاملاً معه كميات كافية من الاملاح خارج الورقة، وبالتالي عندما يتبخر الماء فان الاملاح التي تترسب على سطح الورقة يمكن أن توجد بتركيزات قاتلة للأنسجة المجاورة.

إن مرض احتراق البطاطس Tip burn of Potato الذي تصبح فيه قمم الوريقات ميتة متحللة يعزى إلى تراكم كميات سامة من الاملاح حول الغدد. إن أولى علامات الأضرار التى يسببها الملح في الخلايا هو الشحوب المتبوع بالموت والتحلل، كلما التحمت البقع يظهر أشرطة من نسيج ميت واحتراق قمة الورقة. إن الاضرار الناتجة من الادماع النصلي (نصل الورقة) او من بين العروق يكون اكثر تكراراً من الادماع الذي يحدث من حواف الأوراق ويمكن أن يؤثر على عدة سنتيمترات مربعة او حتى على جميع النصل. إن طبقة رقيقة من عصارة الخلية او افرازات الخلية عند وضعها على سطح ورقة كأنها متجمعة من عدة قطرات، عندما يتبخر السائل يبقى أجزاء من بللورات ملحية والتي يمكن إعتبارها ترسبات مستمرة على الأوراق.

نادراً ما تقتل النباتات من هذه العملية ولكن يمكن أن تضعف ويتأخر الاثمار. لقد استحثت بقعاً مماثلة صناعياً عن طريق اضافة نقط من٤٪ فسفات الصوديوم واملاح أخرى إلى الورقة.

إن الادماع المفرز من الأوراق ليس مواد غير عضوية فقط ولكن يمكن أن يكون محتوياً على مواد عضوية وبالتالي فان الادماع طريقة يتخلص بها النبات ليس من الماء الزائد فقط ولكن من بعض المواد العضوية وغير العضوية أيضاً.

ب - نواتج التمثيل الحيوي Metabolites

إن نواتج التمثيل الغذائي المفرزه من قبل الجذور لبعض أنواع النباتات يمكن أن تكون سامة لأنواع أخرى. إن المواد السامة والمثبطة للنمو تكون موجودة في جذور كثير من أنواع النباتات من ضمنها الخوخ، عشب بروم، الخروب والجوز. لقد لوحظ ذبول نباتات البطاطس ونباتات أخرى نامية بالقرب من أشجار الجوز. كذلك وجد أن الافرازات المضادة من جذور الجوز تسبب ذبول وموت نباتات البرسيم الحجازي، الطماطم والبطاطس. ولقد وجد أن التوكسين لاينتشر بعيداً عن المصدر ولكن يبقى موضعياً بالقرب من جذور الجوز.

في دراسات أجراها Patrick سنة ١٩٦٣ وجد أن هناك مواد سامة تفرز من مخلفات وبقايا الشعير، الراي، القمح، عشبة السودان، البيقية، البروكلي والفول والتي قد تحللت بعد ١٠ - ٢٥ يوم. لقد وجد أن البادرات النامية في تربة تحتوي تلك المخلفات حدث لها اضراراً كبيرة. من هذه الاضرار، التلون وموت القمم المرستيمية في الجذر والتي تمنع إمتصاص الماء مما أدى إلى الذبول للاجزاء التي فوق سطح التربة. إن الاضرار التي ظهرت على جذور بادرات الخس والسبانخ حدثت للنبات الذي هو ملاس مباشرة او في وسط البيئة التي تحوي تلك المخلفات.

لقد وجد أن المستخلصات المتحصل عليها من مخلفات ٢٣ نوع من النباتات تمنع تكشف الجذور لنباتات أخرى وتقتل الخلايا المرستيمية وخلايا منطقة الاستطالة. بشكل عام تتشوه

الجذور الثانوية فوق منطقة التحلل من قمة الجذر، يحدث تقزم شديد وشحوب يشبه أعراض نقص المنجنيز.

زيادة على أن المواد السامة هذه تضر النبات مباشرة إلا أن لها تأثيراً غير مباشراً في جعل جذور النبات قابلة للاصابة بكائنات التربة الممرضة. تستعمل بعض النباتات هذه الافرازات لمنع النباتات الأخرى من النمو بحيث لاتشاركها الماء والغذاء. إن أهم مثال على ذلك هو نبات الساج Sage الذي يستعمل افرازاته لمنع إنبات اي نباتات أخرى بالقرب منه. سبحان الله.

من بعض الأمثلة على النباتات التي مخلفاتها تمنع تكشف جذور نباتات أخرى هي البصل، الفجل، البطاطس، الشعير وبنجر السكر وغيرها.

المراجع المختارة للفصل الأول

Albertson, F. W., and S. E. Weaver, 1945. Injury and death or recovery of trees in praire climate. Eco. *Monogr.* 15 : 393 - 433.

Alexander, D. McE. 1965. The effect of high temperature regimes or short perlods of water stress on development of small fruiting sultana vines *Aust J. Agr. Res.* 16 : 817 - 823.

Allmendinger, D. G., A. L. Kenworthy, and E. L. Overholser, 1943. The Carbon dioxide intake of apple leaves as affected by reducing the available soil water to different levels. *Proc. Amer. Soc. Hort. Sci.* 42 : 133 - 140.

Albert, W. B., and G. M. Armstrong, 1931. Effects of high soil moisture and lack of soil aeration upon fruiting behavior of young cotton *Plants. Plant Physiol.* 6 : 585 - 591.

Ahlgren, C. E., and H. L. Hansen, 1957. Some effects of temporary flooding on coniferous trees. *J. Forest.* 55 : 9.

Banfield, W. M., 1967. Significance of water deficiency in the etiology of maple decline. *Phytopathol.* 57 : 338.

Bartholomew, E. T., 1926. Internal decline of Lemons. III water deficit in lemon fruits caused by excessive leaf evaporation. *Ame. J. Bot.* 13 : 102 - 117.

Bergman, H. F., 1959. Oxygen deficiency as a cause of disease in plants. *Bot. Rev.* 25 : 418 - 485.

Billings, W. D., 1946. Plants and the ecosystem. Wadsworth, Belmont, Calif., 154 PP.

Biocurt, A. W., and R. C. Allen, 1941. Effect of aeration on the growth of hybrid tea roses, *Proc. Amer. Soc. Hort. Sci.* 35 : 315 - 319.

Bolton, J. L., and R. E. McKenzie, 1946. The effect of early spring flooding on certain forage crops, *Sci Agri.* 26 : 99 - 105.

Bratley, C. O., 1930. Notes on flooding injury to strawberries. *Phytopathol.* 20 : 685 - 686.

Briggs, G. E., 1967 Movement of water in plants. Davis Philadelphia, 160 PP.

Bushnell, J., 1935. Sensitivity of the potato to soil aeration. *J. Amer. Soc, Agron.* 27 : 251 - 252.

Chester, K. starr, 1944. A cause of physiological leaf spot of cereals. *Plant Dis. Rep.* 28 : 497 - 499.

Conway, Verona M., 1940. Aeration and plant growth in wet soils. *Bot Rev.* 6 : 149 - 163.

Cooley, J. S., 1948. Collar injury of apple trees in water - logged soil. *Phytopathol.* 38 : 736 - 739.

Denyer, W. B. G., and C. G. Riley, 1964. Dieback and mortality of Tamarack caused by high water. *Forest. Chron.* 40 : 3.

Dorsey, M. H., and W. A. Ruth, 1930. A record of an unusual flood in an apple orchard. *Proc. Amer. Soci. Hort. Sci.* 27 : 565 - 569.

Foster, A. C. 1934. Blackheart of celery. *Plant Dis. Reptr.* 18 : 177 - 185.

---------- 1937. Environmental factors influencing the development of blossom-end rot of tomatoes. *Phytopathol.* 27 : 128 - 129.

Foster, A. C., and E. C. Tatman, 1937. Environmental conditions influencing the development of tomato pockets or puffs. *Plant Physiol.* 12 : 875 - 880.

Haas, A. R. G, 1940. The importance of root aeration in avocato and citrus trees. Calif. Avocado Assoc. Yearbook, pp. 77 - 84.

Hamilton, L. C., and W. L. Ogle, 1962. The influence of nutrition on blossom-end rot of pimiento Pepper. *Proc. Amer. Soc. Hort. Sci.* 80 : 457 - 461.

Heinicke, A. J., and D. Boynton, 1941. The response of McIntosh apple trees to improved subsoil aeration. *Proc. Amer. Soc. Hort. Sci* 38 : 27 - 31.

Jackson, D. I., 1962. The effects of calcium and other minerals on incidence of bitter pit in Cox's Orange apple. *Nezeal. J. Agr, Res.* 5 : 302 - 309.

Knight, R. O., 1965. The plant in relation to water. Dover New York, 147 pp.

Kramer, P. J., 1944. Soil moisture in relation to plant growth. *Bot. Rev.* 10 : 525 - 559.

Kramer, P. J., 1949. Plant and soil water relationship. McGraw-Hill, New York, 347 pp.

Letey, J., 1966. Plant water relations. *Ann. Rev. Plant Physiol.*, 17 : 245 - 268.

Millikan, C. R., 1944. Wither top (calcium deficiency) disease in flax. *J. Victoria Dep. Agr.* 42 : 79 - 91.

Parker, J., 1950. The effects of flooding on the transpiration and survival of some southeastern forest tree species. *Plant Physiol.* 25 : 453 - 460.

Raleigh, S. M., and J. A. Chucka. 1944. Effects of Nutrient ratio and Concentration on growth and composition of tomato plants and on the occurrence of blossom-end rot of the fruit. *Plant Physiol.* 19 : 671 - 678.

Raphaed, T. D., and R. R. Richards. 1962. Bitter pit control by calcium nitrate sprays. *Tasm. J. Agr.* 33 : 60 - 63.

Rutter, A. J., and F. H. Whitehead (eds), 1963. The water relation of plants. Blackwell, Oxford, 394 pp.

Reisch, Kenneth W., 1958. Effects of drought on plant growth. *Proc. Int. Shade Tree Conf.* 25 : 11 - 23.

Slatyer, R. O., 1967. Plant-water relationships. Academic, New York, 366 pp.

Steward, F. C., 1959. Plant Physiology. Academic, New York, 758 pp.

Taylor, S. A., 1951. A continous supply of soil moisture to the growing crop gives highest yield. *Farm and Home Sci.* 12 : 50 - 51, 61.

Treshow, M., 1957. Terminal bleach of cereals. *Plant. Dis. Rep.* 41 : 118 - 119.

Tufts, W. P., and L. D. Davis, 1930. Hard end or black end of pears in California. *Proc. Wash. State Hort Assoc.* 25 : 108 - 115.

Walker, J. C. 1952. Diseases of Vegetable Crops. McGraw-Hill Book company London, 530 pp.

المراجع المختارة لنقص العناصر

General

1 - Bibliography of the literature on the minor elements and their relation to plant and animal nutrition. 1948 - 1955. 4th ed. 4 vols. New York.

2 - Brenchley, W. E. 1936. The essential nature of certain minor elements for Plant nutrition. *Bot. Rev.* 2 : 173 - 196.

3 - ---------- 1943. Minor elements and plant growth. *Cambridge phil. Soc. Biol Rev.* 18 : 159 - 171.

4 - McMurtrey, J. D., Jr. 1938. Distinctive plant symptoms caused by deficiency of any one of the chemical essential for normal development. *Bot. Rev.* 4 : 183 - 203.

5 - Sprague, H. B., *et al.* 1964. Hunger signs in crops. 3rd ed. 461 pp. New York.

6 - Stiles, W. 1961. Trace elements in plants. 3rd ed. 249 pp. Cambridge.

Potassium

Krantz, B. A., and S. w. Melsted, 1964. Nutrient deficiencies in corn Sorghums and small grains. Hunger signs in crops. 3rd ed. pp 25 - 58. Mckay, New York.

Volk, N. J. 1946. Nutritional factors affecting cotton rust. *Z. Amer. Soc. Agron.* 38 : 6 - 12.

Nitrogen

Allison, F. E., 1957. Nitrogen and soil Fertility, in U.S.D.A. Yearbook of Agr. Soils, pp. 85 - 94.

Blaser, R. E., and N.C.Brady, 1950. Nutrient competition in plant association. *Agron.* J. 42 : 128 - 135.

Bosemark, N. O., 1954. The influence of nitrogen on root development. *Physiol. Plant.* 7 : 497 - 502.

Mckee, H. S., 1962. 'Nitrogen metabolism in plants' Clarendon, Oxford, 728 pp.

Phosphorus

Neller, J. R., 1947. Mobility of phosphates in sandy soils. *Soil Sci Soc. Amer. Proc.* 11 : 227 - 230.

Olsen, S. R. 1953. Inorganic phosphorus in alkaline and calcareous soils. Agronomy 4 : 89 - 122.

---------- and M. Fried, 1957. Soil phosphorus and fertility, in U. S. D. A. Year book of *Agr. Soils* pp. 377 - 396.

Pierre, W. H., and A. G. Norman (eds), 1953. Soil and fertilizer phosphorus in crop nutrition. *Agronomy* 4.

Sulfur

Benson, N. R., E. S. Degman, I. C. Chmelin, and W. Chenhaull, 1963. Sulfur deficiency in deciduous tree fruits. *Proc. Amer. Soc. Hort. Sci.* 83 : 55 - 62.

Chapman, H. D., and S. M. Brown, 1941. The effects of sulfur deficiency in citrus. *Hilgardia* 14 : 185 - 201.

Gilbert, S. G., 1951. The place of sulfur in plant nutrition. *Bot. Rev.* 17 : 671 - 691.

Thompson, J. F., 1967. Sulfur metabolism in plants. *Ann. Rev. Plant.* Physiol. 18 : 59 - 84.

Calcium

Baxter, P., 1960. Bitter pit of apples. Effect of calcium sprays. *J. Agri (Victoria)* 58 : 801 - 811.

Foster, A. C., 1934. Blackheart disease of celery. *Plant Dis Repter.* 18 : 177 - 185.

---------- 1939. Environmental factors influencing the development of blossom end rot of tomatoes. *Phytopathol.* 27 : 128 - 129.

Muttus, G. E., 1953. Cork spot and bitter pit of apples. *Va. Fruit* 51 : 35 - 40.

Oberly, G. H., and A. L. Kenworthy, 1961. Effect of mineral nutrition on the occurrence of bitter pit in Northern Spy apples. *Proc. Amer. Soc. Hort. Sci* 77 : 29 - 34.

Simon, R. K., 1962. Anatomical studies of the bitter pit areas of apples Proc. *Amer. Soc. Hort. Sci.* 51 : 41 - 50.

Spurr, A. R., 1959. Anatomical aspects of blossom - end rot on the tomato with special reference to calcium nutrition. Hilgardia 28 : 269 - 295.

Magnesium

Lott, W. L., 1952. Magnesium deficiency in muscadine grape vines. *Proc. Amer. Soc. Hort.* Sci. 60 : 123 - 131.

Moon, H. H., et al., 1952. Early - season symptoms of magnesium deficiency in apple. *Proc. Amer. Soc.* Hort. Sci. 59 : 61 - 64.

Iron.

Stewart, I., and C. D. Leonard, 1952. Chelates as sources of iron for plants growing in the field. *Science* 116 : 564 - 566.

Gauch, H. G., 1957. Mineral nutrition of plants. *Ann. Rev. Plant Physiol.* 8 : 31 - 64.

Manganese

Lewis, A. H., 1939. Manganese deficiency in crops. *Emp. J. Exp. Agr.* 7 : 150 - 154.

Samuel, G., and C. S. Piper, 1929. Manganese as an essential element for plant growth. *Ann. Appl. Biol.* 16 : 493 - 524.

Zinc

Alben, A. O., and H. M. Boggs, 1936. Zinc content of soils in relation to pecan rosette. *Soil Sci.* 41 : 329 - 332.

Lyman, C., and L. A. Dean, 1942. Zinc deficiency of pineapples in relation to soil and plant composition. *Soil Sci* 54 : 315 - 324

Skooge, F., 1940. Relationships between zinc and auxin in growth of higher plants. *Amer. J. Bot.* 27 : 939 - 951.

Boron

Atkinson, J. D., 1948. Cracked stem of celery. *N. Z. Sci. Tech.* A 29 : 261 - 264.

Dearborn, C. H., 1942. Boron nutrition of cauliflower in relation to browning. *Bull. Cornell Univ. Agr. Exp. Sta* no 778.

Jamelainen, E., A., 1936. The effect of boron on the occurrence of cork disease in apple. *State. Agri. Exp.* Publ. m. 89.

Lorenz, A., 1942. Internal break down of table beets. *N. Y. Agr. Exp. Sta. Memo.* 246.

Palser, B. F., and W. J. McIlrath, 1956. Responses of tomato, turnip and cotton to variation in boron nutrition. *Bot.* Gaz. 118 : 53 - 71.

Skok, J., 1958. The role of boron in the plant cell. "Trace elements" pp. 227 - 243. Academic, New York.

Copper

Dickey, R. D., *et al.*, 1948. Copper deficiency of tung in Florida. Fla Agr. Exp. *Sta. Bull.* 447.

Jones, J. O., and W. Dermott, 1952. Copper deficiency in pears. Z. *Minn Agri.* 59 : 35 - 37.

Riceman, D. S., and A. J. Anderson, 1943. The Symptoms and effects of copper deficiency in cereals and pasture plants in South Australia. *J. Dept. Agr.* S. *Aust.* 47 : 64 - 72.

Hewitt, E. J., and W. E. Jones, 1947. The production of molybdenum deficiency in plant grown in sand cultures, with special reference to tomato and brassica crops. *J. Pomol. Hort. Sci.* 23 : 254 - 262.

Stout, P. R., and C. M. Sohnson, 1956. Molybdenum in horticultural and freld crops. *Soil Sci.* 81 : 183 - 197.

---------- and ----------, 1957. Trace elements, in U. S. D. A. Year book of Agr. Soils. pp 139 - 197.

المراجع المختارة لسمية العناصر

Aldrich, D. G., A. P. Vanselow and G. R. Bradfor, 1951. Lithium toxicity in Citrus. *Soil Sci.* 71 : 291 - 295.

Bonner, J., 1950. The role of toxic substances in the interaction of higher plant. *Bot. Rev.* 16 : 51 - 65.

Borner, H., 1960. Liberation of organic substances from higher plants and their role in soil sickness problem. *Bot. Rev.* 26 : 393 - 424.

Eaton, F. M., 1944. Deficiency, toxicity and accumulation of boron in plants *J. Agr. Res.* 69 : 237 - 279.

Forster, W. A., 1953 - 54. Toxic effects of heavy metals on crop plants. Doctoral dissertation, Univ. of Bristol, England.

Hewitt, E. J., 1953. metal interrelationships in plant nutrition. *J. Exp. Bot.* 4 : 59 - 64.

----------, 1963, "Plant physiology" Vol. 3, Chap 2 pp 137 - 360. Academic, New York, 811 pp.

Ivannoff, S. S., 1963. Guttation injuries of plants. *Bot. Rev.* 29 ; 202 - 242.

Kurauchi, I., 1956. Salt Spray damage to the coastal forests. *Jap.* J. *Ecol.* 5 : 213 - 217.

Little, S. J., J. J. Mohr, and L. L. Spicer, 1958. Salt - water storm damage to Loblolly pine forest. *J. Forest.* 56 : 27 - 28.

Loneragan, J. E., M. D. Carroll, and K. Snowball, 1966. Phosphorus toxicity in cereal crops. *Aust. Inst. Agr. Sci. J.* 32 : 221 - 223.

McIlrath, W. J., and B. F. Palsen, 1956. Responses of tomato, turnip and cotton to variation in boron nutrition. Bot. Gaz. 118 : 43 - 52.

Mclean, F. T., and B. E. Gilbert, 1927. The relative aluminum tolerance of crop plants *Soil Sci.* 24 : 163 - 175.

Millikan, C. R., 1947. Effects of molybdenum ..... in the nutrient Solution Z. *Aust. Inst. Agr. Sci.* 13 : 180.

Nicholas, D. J. D., 1961. Minor mineral nutrients. *Ann. Rev. Plant Physiol* 12 : 63 - 90.

Smith, P. E., 1956. Effects of high levels of copper, zinc and manganese on tree growth fruiting. *Proc. Amer. Soc. Hort. Sci.* 67 : 202 - 209.

Stiles, W., 1961. The effect on plants of trace-elements in excess, in "Trace elements in plants and animals" 3rd ed. pp 106 - 113. Cambridge London, 249 pp.

Vlamis, J., and D. E. Williams, 1962. Liming reduced aluminum and manganese toxicity in acid sols. *Calif. Agr.* 16 : 6 - 7.

Wallace, T. (ed), 1950. Trace elements in plant physiology "Chronica Botanica, Waltham, Mass., 144 pp.