(١٦٧)

وزارة الزراعة والإصلاح الزراعي
المركز الوطني للتوثيق الزراعي
المختبر

الجمهورية العربية السورية
وزارة الزراعة والاصلاح الزراعي
مديرية التعليم والارشاد

نقص الحديد

أسبابه - طرق علاجه

إعداد

الدكتور : عبد الله مطر

نشرة رقم ١٢

١٩٧٢

وزارة الزراعة والإصلاح الزراعي
المركز الوطني للتوثيق الزراعي
المختبر

فهـــــــــرس

مقدمـــــــــة :

	صفحـــة
أشكال الحديد في التربـــــــة	١
الاهمية الاقتصادية لنقص الحديـــد	٤
اهم النباتات التي يصيبها نقص الحديد	٤
اسباب نقـــص الحديـــــد	٥
اعراض نقص الحديـــــــد	١٠
موعد ظهور اعراض نقص الحديـــد	١١
طرق علاج نقص الحديـــــد	١١
اولا ــ الطرق غير المباشرة لعلاج نقص الحديد	١٢
انتخاب اصول واصناف مقاومـــــة	
ثانيا ــ الطرق الكفيلة بتحسين المحيط الغذائي الذى يؤدى الى زيادة امتصاص الحديد	١٣
ــ اضافة المواد الحامضيـــة للاتربـــة الكلسية ...	
تحسين ظروف الري في الحقل : الغاء الزراعة بين الاشجار	
اقامـــة شبكات صرف فعالـــة	
ثالثا ــ الطرق المباشرة لعلاج نقص الحديد	١٤
١ ــ رش الاشجار بمحاليل املاح الحديد	
٢ ــ حقن الاشجار المثمرة بمركبات الحديد	
٣ ــ دهن مكان التقليم باحدى المركبات الحديدية	

٤ ــ اضافة مركبات الحديد الى التربـة
الاملاح الحديدية ــ شلات الحديد
الدراسات الجارية على معالجة نقص الحديد في القطر العربي السورى ٢٣
١ ــ مقارنة انواع شلات الحديد في علاج اصفرار الاشجار المثمرة
٢ ــ دراسة تأثير شلات الحديد SEQU. 138 على كميـــة
حمل اشجار اللوزيات المصابة بالاصفرار
آ ــ تأثير مستويات مختلفة من شلات الحديد SEQU. 138
على اصناف من الخوخ
ب ــ تأثير مستويات مختلفة من شلات الحديد SEQU. 138
على اصناف من الدراق
الكميات الواجب اضافتها من مادة شلات الحديد لعلاج نقص الحديد ٣٠
نتائج وتوصيات ٣١
المراجع العلمية
صور ملونـة عن اعراض نقص الحديد ونتائج علاجه .

مقدمـــــــــــة :

يعتبر نقص الحديد على الاشجار المثمرة من المشاكل الهامة في القطر السوري وخاصة في المناطق المروية من غوطة دمشق ومناطق اخرى متاخمـــة لسلسلة جبال لبنان الشرقيـــة .

ان الحديد عنصر اساسي من العناصر التي يحتاجها النبات ليكون المادة الخضراء في اوراقه (الكلوروفيل) وليساعد في عمليات التنفس . يحتاج النبـات لهذا العنصر بكميات قليلة كغيره من العناصر الغذائية الاخرى التي يطلق عليها اسم العناصر الاساسية الثانوية كالزنك والمنغنيز والبورون والموليبدنيوم والنحاس والحديد نفســـه .

بالرغم من ان الكميات التي يحتاجها النبات من الحديد قليلة الا ان ظروفا عديدة تمنع او تجعل هذا العنصر الغذائي غير ذائبا او غير قابلا للامتصـاص من النبات بالرغم من توفر فلزاته في التربة بكميات كبيرة ان اكثر مايظهر نقـص الحديد هو في الاراضي الكلسية او القلوية حيث تكون نسبة الحديد الذائـب او القابل للامتصاص قليلة جدا ولا تفي بحاجة بعض النباتات من هذا العنصر الغذائي الاســـاســـي .

ولطالما ان اكثر من ٩٥٪ من الاراضي السورية هي كلسية لذلك سنركـز في نشرتنا هذه على حالات نقص الحديد في مثل هذه الاراضي مع بيـــان اسبابها وطرق علاجهـــا .

اشكال الحديد في التربـــة :

ان كمية الحديد الموجودة في التربـة عادة تفوق بكثير من الحاجـــات النباتية لهذا العنصر . الا ان النبات لايستفيد من مركبات الحديد الا اذا كانت على اشكال معينة اما ذائبة في محلول التربة او موجودة بصورة متبادلـــة

على سطوح غرويات التربة او على بعض اشكال المعقـــدات ٠

والحديد يوجد في التربة على شكلين ايونيين : اما ثنائي Fe^{++} او ثلاثي Fe^{+++} فالحديـد الثنائي يوجد في الاتربة الحامضية او الاتربة الغدقـــة التي تكون ظروفها مرجعة وان هاتين الحالتين لا تناسب نمو النبات ولذا فان الحديد الثنائي لايلعب دورا ذو شأن في حياة النبات وتقديم متطلباته مـن هذا العنصر ٠

اما في الاتربـة المهواة جيدا او التي يكون فيها معامـل التربـــة الهيدروجيني قرب التعادل او نحو القلوية فان الحديد الثنائي يتأكـــد ليصبح على شكل ايون ثلاثي وليترسب على اشكال مختلفة من مائيات واكاسـيد الحديد القليلة الذوبان في الماء ٠

ان تركيز الحديد الثلاثي في الماء يتعلق الى حد بعيد بمعامل التربـة الهيدروجيني واليكم نسبة الحديد الذائبة مقدرة بالمليغرام في ليترة من الماء حسب معاملها الهيدروجيني (PH)

- جـــدول (١) -

المحلـــــــول	تركيز الحديد التقريبي (مليغرام باللتر)
٦	$\frac{٩-}{١٠}$
٧	$\frac{١٢-}{١٠}$
٨	$\frac{١٥-}{١٠}$

اننا نلاحظ من الجدول (١) اعلاه ان تركيز الحديد الثلاثي الذائب ينقص الف مرة تقريبا كلما زاد العامل الهيدروجيني درجة واحدة .

وكذلك الى جانب هذه الاشكال يوجد الحديد في التربة على صـــورة معقدات COMPLEXES مثل معقدات الحديد مع حمض السيليس او معقدات الحديد مع الاحماض الفوسفورية او معقدات الحديد مع الاحماض الدباليـــة العضوية (١ر ١١ ر١٥ر٣) حيث يكون ايون الحديد قليل الانحلال من هـذه المعقدات خاصة في الظروف القلوية الا انه اصبح معروفا بان جذور النباتـــات بافرازاتهـا المختلفة تستطيع ان تحلل بعضا من هذه المعقدات وتأخذ بالتالي حاجتها من عنصر الحديـــد .

لقد اصبح متفقا عليه نتيجة للدراسات العديدة التي تمت في انحـــاء مختلفة من العالم بان تقدير الحديد الذائب في التربة لا يمثل كمية الحديـــد القابل للامتصاص او مايسمى ايضا بالحديد الحر لان الحديد المتبادل او الموجود مدمصا على سطوح بعض غرويات التربة المعدنية والعضوية يمثل مصدرا آخرا اساسيا لتأمين حاجة النبـات من هذا العنصـــر

الاهميـــة الاقتصادية لنقـص الحديد :

لا يمكن تقدير الاهمية الاقتصادية لنقص الحديد بدقة وتأثيره على انتـاج الفاكهة في القطر العربي السورى لقلة الدراسات المنجزة في هذا الموضـــــوع الا ان تأثير نقص هذا العنصر على البستنة الشجرية وتطويرها في القطر يهـــدو مهما في عدة مجالات ٠

اولا :

يضعف نقص الحديد انتاج الاشجار المثمرة الى النصف او اكثر احيانا

ثانيـا :

يقصر نقص الحديد عمر الاشجار فتنمو ببطء وتموت باكرا ٠

ثالثا :

يؤلف نقص الحديد حجر عثـرة كبيرة علـــى طريق نشر اصناف عاليـــة الانتاج من الاشجار المثمرة المستوردة نظرا لحساسيتها الى نقص الحديد ٠

ولهذا فان الاهمية الاقتصادية لنقص هذا العنصر على البستنة الشجريـة الحاضرة وعلى مستقبلها وخاصة في المناطق العربية ذات الاتربة الكلسية القلوية يعتبر موضوع كبير الشأن ويستحق الكثير من الاهتمام ٠

أهم النباتات التي يصيبها نقص الحديد :

ان اكثر مايصيب هذا النقص الاشجار المتساقطة الاوراق وخاصة الدراق والاجاص والخوخ واصنـاف عديدة من الكرمة وبعض الاشجار الحراجيـــــة والزينة مثل الحور والروبينيا وبعض النباتات الاخرى مثل الفريز ٠

اما بالنسبة لكل نوع من الاشجار المثمرة المبينة اعلاه فان اعراض النقص ودرجة شدتها تتعلق الى حد بعيد بطبيعة الاصل المطعم عليه ، فمثلا ان اعراض الحديد تكون اكثر شدة على اشجار الاجاص المطعمة على سفرجل من تلك المطعمة على اجاص بوى كما ان الدراق المطعم على اصل دراق يكون اكثر عرضة للاصابة بنقص الحديد من الدراق المطعم على مشمش او لوز .

وكذلك بالنسبة للتفاح فمن المعروف مثلا بان الاصل ايست مولينج رقم M XVI , M IV هي اكثر عرضة للاصابة بنقص الحديد من الاصل M II (19) . اما بالنسبة لاشجار الحمضيات دائمة الخضرة فان النارنج المستخدم كأصل لجميع اصناف الحمضيات المزروعة في القطر السوري يعتبر الى حد ما مقاوم لظروف التربة الكلسية التي تساعد على ظهور هذا النقص .

أما بالنسبة للمحاصيل الحقلية والمراعي والخضراوات مثل القمح والقطن والشوندر السكري والفصة والبطاطا والبندورة فانها تبدو مقاومة لهذا النقص الى حد بعيد ماعدا بعض اصناف الفول السوداني وفول الصويا .

اسباب نقص الحديد

١ ـ وجود الكلس في التربة

لقد لوحظ منذ زمن بعيد سواء في القطر العربي السوري او البلدان الاجنبية بان اعراض نقص الحديد على الاشجار المثمرة وغيرها من النباتات الحساسة اكثر ماتظهر في الاراضي الكلسية ، ولذلك نظرا لارتباط اعراض الاصفرار الناتجة عن نقص الحديد مع وجود نسبة عالية من الكلس في التربة فقد اطلق على اعراض الاصفرار هذه بما يسمى الاصفرار الناتج عن الكلس LIME-INDUCED CHLOROSIS فاراضي غوطة دمشق مثلا تحتوي على نسبة من الكلس احيانا تزيد عن ٥٠ ـ ٦٠٪ نصفها او اكثر من الكلس الفعال

النامي الشديد الفعالية . فمثلا وجد ان زيادة نسبة الكلسيوم حول جذور النباتات يساعد على تعطيل حركة الحديد ضمن النبات او بالتالي تثبيته ضمن النبات نفسه او ترسبه (5) كما انه وجد ايضا بان عنصر الكلسيوم يزاحم الحديد على امتصاصه من قبل النبات ويمنع دخول عنصر الحديد للنبات (6 ,7) حيث تظهر في كلا الحالتين اعراض الاصفرار

٢ ـ الظروف القلوية في التربة

لقد وجدت علاقة شديدة بين عامل التربة الهيدروجيني PH وبين ظهور اعراض الاصفرار ، اذ كلما زادت قلوية التربة اى زاد ـ الـ PH فيها كلما قلت نسبة الحديد المتص من قبل النبات وهنا يمكننا العودة للجدول (١) لنفسر هذه الظاهرة حيث ان نسبة الحديد الذائب تنقص الف مرة تقريبا كلما زاد (PH) المحلول درجة واحدة .

٣ ـ زيادة الفوسفور في التربة :

ان زيادة نسبة الفوسفور حول جذور النباتات تساعد على تعطيل حركة الحديد ضمن النباتات وبالتالي تثبيته او ترسبه ضمن النبات نفسه (5) ولذا فقد وجد عمليا بان الزيادة المفرطة في كميات الاسمدة الفوسفاتية تساعد على ظهور او على الحدة من شدة اعراض نقص الحديد .

٤ ـ البيكربونات في مياه السرى :

لقد اثبتت الدراسات بان وجود نسبة عالية من البيكربونات في مياه الرى او في محلول التربة المحيط بالجذور يضعف من قدرة النبات على امتصاص

الحديد (17) وهناك شواهد عديدة من تجارب الدول الاخرى بـــان استبدال مياه الرى الغنية بالبيكربونات باخرى فقيرة به كان كافيا لان يعالج اعراض الاصفرار على اشجار الدراق • وقد يكون التفسير لذلك هو ان وجـود نسبة عالية من البيكربونات في محلول التربة المحيط بجذور النباتات يزيد مـن جهة في نسبة فوسفات التربة الذائبة وبالتالي يضعف من قابلية الحديـد للا متصاص من قبل جذور النبات في الاراضي الكلسية (16)

من الملاحظ في الجدول رقم (٢) ادناه الذى يمثل نتائج تحليل عينـة مياه من دوما يبين بوضوح بان نسبة البيكربونات فيها تمثل اكثـر مـن ٨٤٪ بالوزن من مجموع الانيونات الموجودة في المياه ، ممـا يقتـرح بـأن للبيكربونات دورا كبيرا على تشجيع ظهور اعراض الاصفرار في منطقة دومـا ذات المياه المتشابهة مع هذا النموذج •

اما من جهة اخرى فان كلا رك قد وجد بان زيادة نسبة البيكربونات المتصة من قبل جذور النبات تودى ايضا الى رفع PH عصارة الجذور نفسـها داخل النبات وبالتالي يساعد ذلك على ترسب الحديد ضمن النبات على شكل معقدات قليلة الحركة (9) وقليلة الفائدة في تلبية حاجات النبـات الفيزيولوجية الى هذا العنصر الغذائـي •

جدول (٢) نتائج تحليل عينة مياه من مديرية البحوث العلمية في دوما

الناقلية الكهربائية = ٠ر٩٠ مليموز بالسم

PH الماء = ٦ر٧

الكاتيونات			الانيونات		
اسم الكاتيون	ملیمكافئ باللیترة	ملیغرام باللیترة	اسم الانيون	ملیمكافئ باللیترة	ملیغرام باللیترة
الصوديوم	٧٢ر٠	١٦ر٦	الكلور	٤٩ر١	٥٢ر٩
الكلسيوم	٥٦ر٥	١١١ر٢	الكبريتات	٤٨ر٠	٢٣ر٠
المغنزيوم	٣ر٠٠	٣٦ر٠	البيكربونات	٦٨٣ر٦	٤١٦ر٦
مجموع الكاتيونات	٩ر٢٨	١٦٣ر٨	مجموع الانيونات	٨ر٧٠	٤٩٢ر٥

٥ ـ البوتاسيوم في التربة :

قدم جوني (14) GOUNT بعض الدلائل التي تشير بان نقص امتصاص البوتاسيوم او قلة توفره هو في بعض الحالات وراء ظهور امراض الاصفرار فالبوتاسيوم له دور فيزيولوجي مزدوج فبامتصاصه من قبل النبات تطرح جذور النبات الهيدروجين الحامضي الذى يساعد على ذوبان مركبات الحديد وسرعة امتصاصها كما ان دخول البوتاسيوم لجسم النبات يساعد على حركة الحديد ضمن الجهاز النباتي نتيجة تشجيع البوتاسيوم لتشكل حمض الستريك الذى يساعد على حركة الحديد في النبات .

اما بتجـــن BUTJINS (7) فقد اثبت بان هناك حـــدود للدور الجيد الذى يلعبه البوتاسيوم حيث وجد أن زيادة البوتاسيوم عـــن الحدود المثلى في التربة له تأثير سلبي على نقص الحديد .

٦ ــ نظام الرى والصرف في الحقـــل :

لقد وجد بان الرى الزائد للا راضي الكلسية السيئة الصرف يشجـــع على ظهور اعراض نقص الحديد كما يحدث مثلا عندما تزرع بساتين ا لكرمـــة بالخضراوات او الفصة ذات الحاجيات العالية من مياه الرى عندما تصبـــح كميات الماء في التربة تزيد كثيرا عن حاجيات الا شجار المثمرة نفسها (انظر الصورة ٧) . قدم العالم ولـس WALLACE تفسيره للعلاقة بين الـرى الزائد للا راضـي الكلسية الثقيلة او السيئة الصرف وظهور اعراض نقـــص الحديد الى ان شدة الرى تسا عد على رفع PH التربة او جعلها اكثـــر قلوية وبالتالي تزيد نسبة بيكربونات الكلسيوم الذائبة في محلول التربة مما يزيد مزاحمة الكلسيوم لامتصاص الحديد وبالتالي ظهور اعـراض نقصـــه .

اما باتشلر BACHELOR (2) فيذكر بان وجود نسبة عالية مـــن الكلس في التربة لم يؤد دوما الى ظهور اعراض نقص الحديد وخاصـــة اذا كان المناخ ماطرا او ان التربة جيدة الصرف وتسمح برى غزير وقد فسـر ذلك بان الامطار الغزيرة او الرى الزائد للا راضي الجيدة الصرف تساعـــد على غسل الكلسيوم الذائب من محلول التربة وبالتالي يقلل من خطـــر مزاحمتها لامتصاص الحديد من قبل النبات . وهكذا يبدو لنا بأن الـــرى الزائد للاراضي الكلسية اما يساعد على ظهور الاعراض او يساعد على علاجهـا حسب طبيعة نظام الصرف وفعاليته ودرجة نفاذية التربة للماء .

٧ ـ طبيعة النبـــــات :

لقد قدم جني JENNY وتلامذته (8, 12, 13) في مجموعة من البحوث التي اجريت على دراسة مشكلة الحديد في الاراضي الكلسية الدلائل القوية على ان للنبات الدور الرئيسي في امتصاص عنصر الحديد من مركبات الحديد غير الذائبة الموجودة في التربة • فلقد اثبت بان عنصر الحديد الذائب في محلول التربة لم يلعب الا دورا بسيطا في تأمين حاجيات النباتات من عنصر الحديد ، وان النباتات جميعا تختلف كثيرا في مقدرتها على اخذ حاجيتها من الحديد من مركباته غير الذائبة الموجودة في التربة ويعتقد جني بان طبيعة سطوح جذور النباتات واختلافاتها من بعضها البعض له الدور الاساسي في وجود الفروقات الكبيرة بين النباتات واصنافها من حيث مقاومتها لنقص الحديد وتحملها للنسب المختلفة من الكلس في التربة •

وبالاختصار نجد انه ليس هناك سبب واحد فقط لظهور اعراض الاصفرار على النباتات المزروعة في الاراضي الكلسية فاذا كان وجود نسبة عالية من الكلس في التربة يؤلف السبب الرئيسي غير المباشر لظهور اعراض الاصفرار فان عوامل عديدة هامة تستطيع ان تضعف او تزيد من شدة هذه الاعراض مثل صفات مياه الري ، ظروف الصرف في الحقل ، قوام التربة ونفاذيتها كميات السماد الفوسفاتي المضاف ، انواع النباتات المزروعة واصنافها ، والاصول المطعمة الاشجار المثمرة عليها وطبيعة المناخ وغيره •

اعراض نقص الحديـــــد :

١ ـ تتميز اعراض نقص الحديد على مجمل الاشجار المثمرة باصفـــرار الاوراق وذلك بتحول صفيحة الورقة من اللون الاخضر الى اللـــون

الاخضر المصفر او احيانا الاصفر او الابيض بينما تبقى عروق الورقة خضراء او تميل للاحمرار احيانا . هذا وتبدأ اعراض الاصفرار على الاوراق والنموات الحديثة ثم تتحول الى الاوراق الاكثر سنا (انظر الصور ١ ر ٢ ر ٣ ر ٤ ر ٥)

٢ ـ اما في حالات نقص الحديد الشديدة فان اوراق الاشجار بكاملها تميل لان تبيض وتحترق جوانبها وتميل لان تسقط قبل اوانها انظر الصورة (٦)

موعد ظهور اعراض نقص الحديد :

تكون اعراض نقص الحديد على اشدها عادة في اوائل الربيع حيث يكون النبات في اوج نشاطه وفي امس الحاجة للعناصر الغذائية بما فيها الحديد ، ثم تضعف هذه الحاجة في الصيف والخريف وبالتالي تخف اعراض النقص . اما في غوطة دمشق فنجد العكس من ذلك حيث ان اعراض النقص تشتد عندما تبدأ عمليات الرى للاراضي الثقيلة لتخلق ظروفا عالية من الرطوبة الارضية وبالتالي الى اضعاف مقدرة النبات على امتصاص الحديد .

طرق علاج نقص الحديد

ان الهدف الاساسي لاي طريقة يعالج فيها نقص الحديد هو السعي لايجاد ظروف تؤدى الى امتصاص كمية اكبر وكافية من هذا العنصر من قبل النبات لتختفي اعراض الاصفرار .

ولذا يمكننا ان نقسم معالجة هذا الموضوع وفق ثلاثة مبادئ :

١ ـ الطرق غير المباشرة لعلاج نقص الحديد ، كاستخدام اصناف واصول مقاومة لنقص هذا العنصر .

٢ ـ الطرق الكفيلة لتحسين المحيط الغذائي للنبات الذى يؤدى الى زيادة نسبة الحديد الذائب في التربة وذلك عن طريق اجراء تعديلات في

صفات التربة الاساسية وفي العمليات الزراعيـــــــة •

٣ ـ الطرق المباشرة لعلاج نقص الحديد حيث تزاد كميته الممتصة عن طريق اضافة املاحه للتربة او برشه للنبات •

اولا ـ الطرق غير المباشرة لعلاج نقص الحديد :

ان طريقة العلاج المثلى لنقص الحديد هو زراعة الانواع والاصناف المقاومة لنقص هذا العنصر او زراعة تلك النباتات التي تستطيع ان تتحمل نسبا عالية من الكلس في التربـــــــة •

ان ايجاد الانواع والاصول المقاومة لزيادة الكلس واختبارها في بلادنـــا لابد وان يكون هو احد الاهداف البعيدة المدى لبحوث البستنة الشجرية في هذا القطر علما بان مثل هذه الدراسات لايمكن ان تعطي ثمارها قبل سنين عديدة •

واذا نظرنا بصورة عامة الى الاشجار المثمرة والاصول المستوردة من الدول المتقدمة زراعيا نجد بان الكثير منها قد اتى من بلاد ذات مناخ ماطر وبارد حيث تشكلت هذه الاصناف ونمت في اتربة معتدلة الى حامضية ولهذا نجد بان الكثير منها لايتحمل العيش في الاراضي الشديدة الكلس دون ان يظهر عليها اعراض نقص الحديد • ولهذا قد يكون من الافضل ان تخضع الاصناف والاصـــــول المستوردة الى دراسة موضوعية ثابتة لبيان مدى ملاءمتها للاتربة الكلســـــية التي تؤلف الغالبية العظمى للاراضي السورية • فمثلا نجد بان اصول الكرمة الاميركية المقاومة للفلوكسرا حساسة الى زيادة الكلس ماعدا الاصل ذو الرقـــم 41 B ولهذا يجب استخدامه دون غيره في الاراضي الكلسية ، وكذلك وجد مثلا بان العيروبولان كان افضل من الدراق كاصل لتطعيم الخوخ عليـــه بالنسبة للاراضي الكلسية وان الاجاص البرى افضل من السفرجل كاصل لتطعيم

الاجاص عليه وان اللوز افضل كاصل من الدراق البذري لتطعيم اصناف الدراق عليه وهكذا .

ثانيا : الطرق الكفيلة بتحسين المحيط الغذائي الذي يؤدي الى زيادة امتصاص الحديد :

هناك وسائل عديدة تستطيع ان تغير من طبيعة المحيط الغذائي الذي يعيش فيه النبات وتزيد من امكانية زيادة امتصاصه من الحديد الطبيعي في التربة .

واهم هذه الوسائل هي :

١ ـ اضافة المواد الحامضية للاتربة الكلسية

لقد قلنا سابقا ان اعراض نقص الحديد اكثر ماتظهر في الاراضي الكلسية ذات القلوية المرتفعة اى (PH بين ٧ر٥ = ٨ر٥) ولذلك فكر البعض في تخفيض درجة قلوية التربة بغية زيادة نسبة الحديد الذائب في محلولها عن طريق اضافة بعض الاحماض مثل حمض الكبريت او اضافة الكبريت الذي يتأكسد في التربة بواسطة بعض الجراثيم الخاصة ويتحول في النهاية الى حمض كبريت ليتفاعل مع فحمات الكلسيوم ويذيبها .

ان المحاولات الكثيرة التي استخدمت لعلاج نقص الحديد عن طريق اضافة المواد الحامضية للاراضي الكلسية كانت بصورة عامة اما غير فعالة او غير عملية . فاذا علمنا مثلا بانه من الضروري اضافة ٢ ـ ٣ طن من حمض الكبريت او عشرة اطنان من الكبريت لكل دونم من الارض لازابة ١٪ من الكلس لعمق ٣٠ سم من التربة ، لوجدنا الكمية الهائلة من الاحماض اللازمة لمعادلة دونم واحد من اتربة خرابو الكلسية مثلا التي تحتوى على ٥٠ ـ

٦٠٪ من كربونات الكلسيوم ، وبالتالي من الاملاح التي ستتراكم في التربة نتيجة تفاعل الاحماض المضافة مع كربونات الكلسيوم .

ولهذا يعتقد بان مثل هذه الحلول غير عملية .

٢ ـ تحسين ظروف الري والصرف في الحقل .

آ ـ الغاء الزراعة بين الاشجار :

لما كانت الرطوبة الزائدة هي من الاسباب الرئيسية لظهور اعراض نقص الحديد كما ذكرنا سابقا خاصة بالنسبة للاراضي الطينية الكلسية او السيئة الصرف ، لقد وجد دوما في مثل هذه الحالات ان الغاء زراعة الخضراوات او البقوليات العروية بين الاشجار المثمرة قد ادى دوما الى تحسين في حالة النبات من حيث اصابته بنقص الحديد واحيانا علاجه كلية

ب ـ اقامة شبكات صرف فعالة :

لقد وجد دوما بان للصرف الجيد في الاراضي الثقيلة الكلسية ميزة للحد من مضاعفة اعراض نقص الحديد والمساهمة في تخفيف اضراره وذلك بخلق تربة جيدة التهوية ووسط جيد للجذور لتعتص حاجياتها من العناصر الغذائية بما فيها الحديد ، لذلك فانه ينصح باقامة شبكة صرف فعالة كلما كان ذلك ممكنا .

ثالثا ـ الطرق المباشرة لعلاج نقص الحديد .

لقد احرز تقدم كبير في معالجة نقص الحديد في السنين الاخيرة وذلك بعد اكتشاف العديد من المواد الحديدية المسماة شيلات CHELATES الا انه لايزال هناك من يستعمل مركبات حديدية

اخرى تضاف للتربة او ترش على الاشجار المصفرة او تحقن بها بنجاح محدود وسنلخص الحديث من طرق العلاج كالتالي :

١ ـ رش الاشجار بالمحاليل الحديديـــة :

لقد استخدمت طريقة رش الاشجار المثمرة منذ زمن اكتشاف العالم GRIS في عالم ١٨٤٤ ارتباط اعراض الاصفرار بنقص الحديد .

آ ـ اهم المركبات الحديدية المستعملة للرش :

١ ـ كبريتات الحديدى $Fe\ So_4$ الذى يخلط بحمـــض الستريك للتخفيف من آثاره الحارقة لاوراق الاشـــجار وذلك بالنسب التالية :

يذاب في كل (١٠٠) ليتره من الماء

(٣٠٠) غرام من كبريتات الحديد

(٧٥) غرام من حمض الستريك

وترش الاشجار بهذا المحلول عدة مرات خلال الموســم الواحد .

٢ ـ كبريتات الحديد والامونيوم : (المسمى ملح مور Mohr)

وذلك باذابة (٤٠٠) غرام من هذا الملح في ١٠٠ ليترة من الماء . ولقد اعطى هذا الملح نتائج افضل من السابق

٣ ـ محاليل من شلات الحديد

مثل انواع الشلات المسماة Fe-EDTA او الشـلا ت المسماة Fe-HEEDTA باذابة مايقارب (١٥٠) غـرام منها في كل ١٠٠ ليترة من الماء وقد كانت دوما الفوائـــد

من استعمالها هكذا محدودة .

ب ـ المحاذير والحدود لرش الاشجار بالمحاليل الحديدية .

هناك عدة محاذير وحدود تجعل طريقة استعمال رش ـ المركبات الحديدية على الاشجار المصابة قليلة الفائدة هي :

- يؤدي رش الاشجار الى احتراق بعض الاوراق احيانا
- لاتخضر الاوراق لدى رشها الا في الاماكن التي وصلها او وقع عليها المحلول .
- لايمنع الرش الاوراق والنموات التي تتشكل بعد فترة الرش من كونها صفراء ولهذا لابد من تكرار عمليات الرش عدة مرات في الموسم الواحد .

٢ ـ حقن الاشجار المثمرة بمركبات الحديد

يمكن ان تحقن الاشجار المثمرة اما بمحاليل ملحية حديدية او بمركبات الحديد الصلبة الا ان الحقن السائل للاشجار يتطلب اجهزة وآلات خاصة ، ولذلك وجد من الاسهل حقن الاشجار بمحلولات املاح الحديد .

آ ـ املاح الحديد المستعملة .

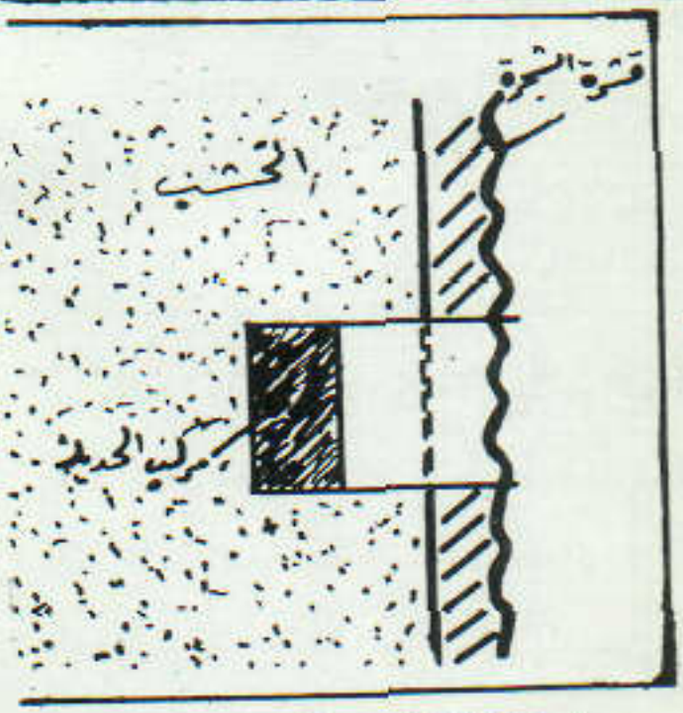
ان افضل املاح الحديد التي يمكن استعمالها فهي كبريتات الحديدي وافضل منها املاح طرطرات الحديد والبوتاسيوم التي اعطت افضل النتائج مع اخطار احتراق اقل (15) وتجدون في الجدول ادناه عدد الثقوب وكمية املاح الحديد

الواجب اضافتها لكل شجرة حسب توصيات ولس WALLACE (20) .

جدول رقم (٣) عدد الثقوب وكميات مركبات الحديد الواجب استعمالهـــا

قطر جذع الشجرة او الغصن المراد حقنه بالسنتمتر	عدد الثقوب	وزن سلفات الحديدى او طرطرات الحديد والبوتاسيوم بالغـــرام وبالثقب الواحـــد
اقل من ٢ر٥	١	٠ر١٢٥
٢ر٥٠ ـ ٣ر٧٥	٢	٠ر١٢٥
٣ر٧٥ ـ ٥ر٠٠	٣	٠ر٢٥
٧ر٥ ـ ١٥	٣ ـ ٦	١
١٥ ـ ٢٥	٦ ـ ١٠	٢
٢٥ ـ ٥٠	١٠ ـ ٢٠	٣

لذلك ينصح في هذه الحالات فتح ثقب في غصن الشجرة او جذعهـــا حتى يصل للنسيج الخشبي وتوضـع فيه المركبات الحديدية مع ضغطها في قعر الثقب دون ان يترك مجـال للتماس بين قشرة الشجرة والمركبات الحديدية الذى هو سبب مهـــم لظهور احتراقات على الشـــجرة ثم يغلق الثقب بعد وضع المركـب ويغطى بعدئذ بالنسيج النباتـــي المستخرج عند فتـح الثقـــب او بواسطة فلينة عادية كما هو مبيـن في المخطط (١)



مخطط (١) طريقة الحقـــن الصلب لمركبات الحديـــد

ب ـ العيوب في طريقة حقن املاح الحديد :

١ ـ يمكن ان يؤدى الحقن الصلب الى احتراق في الاوراق

٢ ـ نظرا لانه لابد من فتح ثقوب في جذع الاشجار لوضع املاح الحديد فيها فان ذلك يضعف من مقاومة الشجرة للاصابة بالامراض والحشرات وخاصة بالنسبة لاشجار اللوزيات التي تتصمغ عند اماكن الثقوب .

٣ ـ لابد من تكرار هذه العملية مرة كل سنتين أو ثلاثة للمحافظة على اشجار خضراء .

ـ يتطلب ذلك ايادى عاملة فنية عديدة .

فاذا ماتنفذت هذه المعالجة في الوقت المناسب وهو الفترة الواقعة قبل جريان العصارة بمدة بسيطة اعطت نتائج جيدة فالاوراق بكاملها تتحول الى اللون الاخضر بعد اصفرار ولذلك ميزة على طريقة رش الاوراق التي تخضر على شكل بقع في اماكن وقوع المحاليل الحديدية عليها .

٣ ـ دهن مكان التقليم باحدى المركبات الحديدية :

لقد وجد بان دهن مكان تقليم اشجار الكرمة بمحلول مركز عيار ٢٠٪ من سترات الحديد او من محلول كبريتات الحديد المضاف اليه كمية مناسبة من حمض الستريك لمعادلته كان كافيا لان يعالج نقص الحديد وخاصة اذا تمت عملية الدهن خلال فصل الخريف .

٤ ـ اضافة مركبات الحديد الى التربة :

آ ـ اضافة الاملاح المعدنية :

بالرغم من ان اكتشاف نقص الحديد على الاشجار المثمرة عملية سهلة الا ان ـ علاجه صعب وغالي الثمن احيانا ففي الوقت الذى يكفي فيه بالنسبة لعلاج حالات نقص اكثر العناصر الغذائية الاخرى مثل الازوت والبوتاسيوم والبورون وغيره ، اضافة احد املاحها للتربة حتى تختفي الاعراض وينمو النبات بصورة طبيعية تجد ان اضافة املاح الحديد وغيرها سرعان مايتأكسد الحديد الى مائيات الحديد العديمة الذوبان تقريبا في الاتربة الكلسية القلوية ليتعذر حينئذ على النباتات الحساسة ان تستفيد منها . لقد سجلت بعض الحالات الخاصة التي اضيفت فيها كميات كبيرة من كبريتات الحديد على شكل بلورات كبيرة واعطاء بعض الفوائد بالنسبة لاشجار كانت جذورها سطحية ، كما سجلت في احيان كثيرة احتراق اوراق الاشجار نتيجة لهذه الاضافات الكبيرة من الحديد .

ب ـ اضافة الاملاح العضوية : اتجه نشاط الباحثين بعدئذ نحو استعمال مركبات حديدية بطيئة الذوبان في الماء وتستطيع ان تبقى قابلة للامتصاص من قبل النبات لمدة طويلة . فقد باشر بعضهم باستعمال املاح الحديد الناتجة من احماض عضوية مثل حمض الستريك او الاكساليك او الطرطريك الخ .... دون كبير جدوى لان سرعان ماكانت تتحلل جذور السترات والاكسالات والطرطرات بواسطة جراثيم التربة ليتحرر الحديد من جديد ويتأكسد ويصبح قليل الذوبان خلال مدة قصيرة ايضا .

ج ـ اضافة شلات الحديد للتربة :

قدمت الصناعة في نهاية الخمسينات بعض المركبات الحديدية المعقدة المسماة شلات الحديد Fe-CHELATES التي اخذت رواجا

NaFe - HEEDTA (4) المسماة تجاريا فرسينول VERSENOL

في معالجة نقص الحديد في الاراضي الكلسية والذى يقل في سعره من سعر النوع المستعمل حاليا في سوريـــة وهو سكوسترين ١٣٨ . كما ان دراسات جاريـــــة حول استعمال شلات الحديد NaFe - CDTA

المسماة تجاريا CHEL 600 NaFe

---

(1) Na.Fe - EDTA Fe ethylene diamine tetraacetate

(2) H Fe - EDDHA Iron Ethylene diamine di-(O-hydroxyphenyl acetate).

(3) Fe - DTPA NaFe diethylenetriamine pentaacetate.

(4) NaFe - HEEDTA Monosodium ferric hydrogen ethylene diaminetriacetate.

٤ ـ تفاعل شلات الحديد والتربة :

عندما يضاف شلات الحديد للتربة تقوم جراثيمها بالسعي لتحليـــل هذه المواد الغريبة الضافة من الشلات وتفكيكهـــا ، الا انه وجد بان مقاومة الشلات لتأثير الجراثيم هي اكبر بكثير من مقاومة املاح سترات وطرطرات الحديد المضاف .

اما من جهة اخرى فتقوم ذرات الطين في التربة باد مصاص وتثبيت ذرات ـ شلات الحديد على سطوحها لهذا ولزيادة فعالية تأثير الشلات على معالجـة نقص الحديد فانه لابد من طمر هذه المركبات حول جذور الشجرة او خلطها مع التربة السطحية وريها مباشرة بغزارة .

ولقد دلت البحوث بان كل من الشلات (CHEL 600 NaFe

او (Sequ. 138) قد اثبتنا تفوقا كبيرا في فعاليتهما في معالجة نقص الحديد بالاراضي الكلسية لسببين على الاقل .

الاول صعوبة تبادل الكلسيوم في التربة مكان الحديد في ذرات الشلات او بالاختصار قوة ثباتهما .

الثاني ضعف قوة جذب سطوح الطين لهذين النوعين من انواع الشلات الحديد وبالتالي تثبيتهما .

الدراسات الجارية على معالجة نقص الحديد في القطر العربي السورى

لما كانت مشكلة نقص الحديد في غوطة دمشق ذات اهمية اقتصادية كبيرة وخاصة بالنسبة لاشجار اللوزيات لذلك فقد قام قسم ابحاث الاراضي في مديرية البحوث العلمية الزراعية سابقا بدراسة هذه المشكلة عن طريق استخدام وتجربة مجموعة من انواع شلات الحديد للوصول الى هدفين .

الاول معرفة نوع شلات الحديد الذى له فعالية اكبر في معالجة نقص الحديد بالاراضي الكلسية في القطر العربي السورى من حيث اعادة الخضرة للاشجار الصفراء .

الثاني دراسة تأثير مستويات مختلفة من الشلات على كمية الحمل خلال عدة سنوات وبالتالي تقييم استعمال هذه المركبات من الناحية الاقتصادية

١ ـ مقارنة انواع شلات الحديد في علاج اصفرار الاشجار المثمرة :

لقد استخدمت انواع عديدة من الشلات التي استطعنا الحصول على نماذج منها ذات اسماء تجارية مختلفة هي MENTOR NU-IRON, SEQUESTRENE 138, FERSHAL, TECHNICEL

وقد قارنا تأثير هذه الشلات على مجموعة من اشجار اللوزيات والتفاحيات وتبين

بصورة جلية بان النوع العضا ف للتربة الذى اثبت فعالية في غوطة دمشـــــق هو النوع SEQUESTRENE 138 فقط

٢ ــ دراسة تأثير شلات الحديد ^{138}Sequestrene على كمية حمـــــل اشجار اللوزيات المصابة بالاصفرار :

لقد نفذت في مركز زراعي خرابو تجربتان اساسيتـان على تأثيـــــر شلات الحديد على كمية الحمل في مجموعة من اصناف الخوخ ومجموعة من اصناف الدراق وكانت نتائج الدراسة باختصار كالتالي :

انظر الجدول (٤) و (٥)

آ ــ تأثير مستويات مختلفة من شلات الحديد Sequestrene 138 على اصناف من الخوخ :

لقد بدأ تنفيذ هذه التجربة منذ عام ١٩٦٦ على اصنـــــاف مختلفة من الخوخ اعمار اشجارها ثلاث سنوات فقط وذلك لمتابعة تأثيـــــر اضافـة شلات الحديد المتكرر على كميـة الحمل في السنين المتتاليـــــة على العدد المحدود المتوفر من اصنا ف الخوخ في مركز زراعي خرابـــــو وقد جمعت النتائج في الجدول (٤)

جـــــــدول رقـــــــم /٤/

العلاقة بين كميـــــــة شلات الحديـــــد المضـــــــافة وحمل اشجار الخـوخ

متوسط الحمل لثلاث سنوات مقدرا بالكيلو غرام للشجرة الواحدة بعد معاملتها بالشـلات

صنـف الخـــوخ	٠٠ غرام للشجرة	٥٠ ــ ١٠٠ غرام للشجرة	١٥٠ غرام للشجرة
سانتا روزا	٤	١٤ر٥	٢٦
ماموت كردينـــال	١	٤	٥
اليفونت هـــــاوت	٠٠	٩	١٩

يتبين من الجدول اعلاه بان خمسين غراما من شلات الحديد كانت كافية تقريبا لعلاج حالات الاشجار الصفراء وتحويلها الى اشجار خضراء مع الملاحظة بان اضافة الكميات الاضافية من الشلات كان له اثر اضافي على زيادة الحمل من الثمار . اما بالنسبة للصنف ماموت كاردينال فيبدو واضحا بان اضافة الشلات عملية غير اقتصادية لضعف انتاجية هذا الصنف .

ب ـ تأثير مستويات مختلفة من شلات الحديد SEQUESTRENE 138 على اصناف الدراق :

على اصناف من الدراق المطعمة على اصل دراق عمر اشجارها ٤ سنوات تقريبا استخدمت كميات متزايدة من شلات الحديد لدراسة تأثيرها على الحمل في تجربة طويلة المدى بدأت في عام ١٩٦٩ وعلى عدد محدود من الاشجار لقلتها واليكم في الجدول رقم (٥) نتائج التجربة لعام ١٩٦٩ و ١٩٧٠ .

ان سعر الكيلو غرام من شلات الحديد سكوسترين ١٣٨ يباع في المصرف الزراعي التعاوني بـ (٣١) ليرة سورية تقريبا .

جـــدول رقـــــم /٥/

تأثير اضافة شـلات الحديد علـــى المحصول الثمرى لاصنـــاف الـــــــدراق

صنف الدراق	متوسط الحمل لسنتين مقدرا بالكيلو فـرام للشـــجرة الواحـــــــدة بعد معاملتها بكميـــات متزايـــدة من شـــلات الحديد		
	٠٠ غرام للشـجرة	٥٠ ـ ١٠٠ غرام للشجرة	١٥٠ غرام للشـــجرة
EARLY ELBERTA	١ر٠	١٣	١٥ر٥
HELL HEAVEN	١ر٥	٩ر٥	١٥
STARKING DELI-CIOUS	٤	٥	١٠ر٥
RED HEAVEN	٤ر١	١٣	٢٨ر٥
RED GOLD	١ر١	١١ر٥	١٤
STARKING FUZZ-LES	٦ر٣	٦ر٥	٥

يبدو من الجدول اعلاه انه وبالرغم من التباين في النتائج احيانا فان تأثير الشلات على الحمل بالنسبة للاصناف RED GOLD; RED HEAVEN; HELL HEAVEN; EARLY ELBERTA عملية اقتصادية رابحة بينما هناك بعض الشكوك بالنسبة للصنف STARKING FUZZLES ذو الانتاجية الضعيفة .

وبالاختصار فان بعض مواد شلات الحديد قد اثبتت فاعليتها في بقاع عديدة من العالم خلال العشر سنوات الاخيرة في معالجة اعراض نقص الحديد الناتج عن زيادة الكلس في التربة حيث اثبتت الشلات تأثيرها في اتجاهين :

اولهما : ان اضافة الشلات قد اعاد للاشجار الصفراء حياتها واخضرارها بعد ان كانت معرضة للفناء والموت .

وثانيهما : ان اضافة الشلات قد زاد بالطبع من كمية الحمل من الثمار سنة بعد اخرى

يبدو لنا من التجارب التي نفذت على الدراق والخوخ (اشجار صغيرة ومتوسطة) بانه كان كاف ٥٠ غرام من شلات الحديد التي تحتوى على ٣ غرام تقريبا من الحديد لعلاج الشجرة من اعراض الاصفرار الا ان هناك دلائل تشير بان اضافة ضعف هذه الكمية او اكثر من الشلات قد ادى في بعض الحالات الى زيادة المحصول الثمرى لقد وجد مؤخرا بان اضافة الشلات (Sequ. 138) للفريز المزروع في منطقة بويستول الكلسية قد زاد من انتاج هذا المحصول بما يعادل ٤٠٪ بالرغم من انه لم يكن تظهر على المحصول علامات الاصفرار بعد ، مما يدعو للاعتقاد

بان الانتاج الثمرى للاشجار يتأثر كثيرا نتيجة نقص الحديد في التربة قبل ان تظهر اعراض الاصفرار عليه (22)

- اما عن الاثار المتبقية لمادة شلات الحديد في الارض فان هناك دلائل عديدة نجمت عن تجارب اجريت في الخارج وعلى ملاحظات حقلية محدودة في غوطة دمشق تشير بان الشلات اذا ماأضيفت منه كميات كبيرة نسبيا (٢٠٠ ـ ٣٠٠) غرام للشجرة الواحدة فان اثاره قد تدوم ـ سنتين .

اما عن افضل المواعيد لاضافة الشلات فهو الربيع المبكر أى خلال نيسان ايار في الوقت الذى يكون فيه النبات في اوج نشاطه الفيزيولوجي وفي امس الحاجة لهذا العنصر . ولهذا فان اضافة الشلات في هذا الموعد قد تعطي فوائدها خلال اسبوعين او اقل بينما يكون تأثير الشلات المضافة في آخر الصيف (آب ـ ايلول) بطيئا جدا .

ان الدراسات والابحاث الواجب انجازها في قطرنا لمعالجة موضوع اصفرار الاشجار المثمرة وغيرها الناتج عن نقص الحديد هي :

- متابعة دراسة الاثار المباشرة والمتبقية لتأثير شلات الحديد على معالجة اصفرار الاشجار المثمرة والنباتات الحولية الهامة
- دراسة لانواع الشلات الحديثة المطروحة في السوق وتأثيرها على معالجة الاصفرار وعلى الحمل ومقارنة ذلك بالنسبة لشلات الحديد التي استعملت للتجارب وهي (SEQUESTRENE 138) لاستبدال هذا النوع الاخير لغلاء ثمنه باخر له نفس المفعول او افضل من الناحية الاقتصادية .
- متابعة ابحاث البستنة لاستنباط او لادخال الاصناف والاصول المقاومة لنقص الحديد .

الكميات المقترح اضافتها من مادة شلات الحديد SEQUESTRENE 138 لعلاج نقص الحديد

نجد في الجدول رقم (٦) ادناه الكميات المقترح اضافتها من مادة شلات الحديد لعلاج اعراض الاصفرار بالاستناد الى التجارب المحلية المحدودة والى الابحاث العديدة التي اجريت في بلاد عديدة اخرى .

جدول رقم /٦/ الكميات اللازمة من شلات الحديد SEQU. 138 لمعالجة نقص الحديد للاشجار المثمرة المزروعة في تربة متوسطة القوام

كميات شلات الحديد بالغرام الواجب اضافتها للشجرة الواحدة حسب احجامها سنويا

نوع النبات	صغيرة	متوسطة	كبيرة
دراق خوخ مشمش	٥٠	٥٠ ـ ١٠٠	١٠٠ - ١٥٠
اجاص تفاح سفرجل	٥٠ ـ ١٠٠	١٠٠ ـ ١٥٠	١٥٠ ـ ٢٠٠
الكومة	٢٥ ـ ٥٠	٥٠ ـ ٧٥	١٠٠

ملاحظـــات :

١ ــ اما بالنسبة للفوسفيز فيضاف مايعادل ٢ ــ ٥ كيلو غرام للدونم الواحد حسب شدة الاصابة .

٢ ــ تزاد الكمية المقترحة في الجدول بنسبة ٢٠٪ عندما تكون التربة طينية ثقيلة وتخفف بنسبة ٢٠٪ عندما تكـــون التربة رملية خفيفـــــة .

نتائج وتوصيـــــــــات

١ ــ يغزو نقص الحديد مساحات كبيرة من أراضي غوطة دمشق العربيـــة ومناطق اخرى متاخمة لسلسلة جبال لبنان الشرقية حيث تتأثـــــر الاشجار المثمرة الهامة كالدراق والخوخ والاجاص والقسم الاغلب منها

٢ ــ ان الطريقة الوحيدة التي وجدت فعالة وعملية هي اضافة شـــلات الحديد للتربة حول الشجرة المصابة بكميات تتراوح بين ٥٠ الـــى ٢٠٠ غرام من هذه المواد طبقا لطبيعة نوع الشجرة ، صنفهـــا عمرها طبيعة التربة ودرجة الاصابـــة .

٣ ــ ان الشلات المعروفة تحت اسم سكوسترين SEQU. 138 قد اعطت الى الان افضل النتائج بالنسبة لمجموعة من هذه المركبات التي اجريت التجارب عليها في هذا القطر خلال السنين الاربعـــة الماضية .

٤ ــ نظرا لغلاء سعر مادة شلات الحديد المقترحة في البند ٣ لذلـــك يعتقد بانه لايزال فراغ كبير بالنسبة للمعلومات اللازمة حول دراســـة افضل الكميات من مادة الشلات الواجب اضافتها في ظروف التربـــة

والبيئة وبالنسبة للاصناف والانواع العديدة من الاشجار المثمرة وتقييم ذلك من الناحية الاقتصادية .

٥ - ان على بحوث نقص الحديد ان تستمر في هذا القطر طالما هناك مواد جديدة من الشلات ارخص ولها نفس فعالية SEQUESTRENE 138 وتجربتها في ظروف البيئة السورية وطالما هناك اصناف وانواع جديدة من المحاصيل والغراس تدخل للبلاد باستمرار .

1- Alexandrova (L.A.) 1954 Nature et propriétés des Produits de la réaction des acides humiques et des humates avec les sesquioxides Pochvoved. 1, 14-29

2- Bachelor, L.D. and Webber H.J. Editors 1948 The citrus Industry Vol. II Production of the Crop P. 348 Univ. of California Press.

3- Bastisse (E.M.) 1945-46 Role recteur de divers anions mineraux et organiques dans les phénomènes géochimiques ou physiologiques Ann. Agron. 1945: 30-57; Ann. Agron. 1946: 434-446

4- Bould C. 1956 The Control of lime induced-chlorosis in fruit trees by iron chelates 6^{é} Congrès Intern. Science du Sol Paris

5- Brown, J.C. and als. 1959 Internal Inactivation of iron in Soybeans as affected by Root Growth Medium. Soil Science 87: 89-94

6- ____ , ___ 1960 Competition between Chelating Agents and Roots as factor affecting absorption of iron and other irons by

action of bicarbonate and orthophosphate on a sensitive and a resistant variety. Ann. Phys. Veg. Paris 11. 27-35

18- _____ 1969
11- Presence, Isolation and identifica - tion of an iron complex in the sap of grapevine.
Ann. Agron. Veg. Paris 11, 37-49

19- Trocmé S. and R. Gras 1964
Sol et fertilization en arboriculture fruitière. Edition G.M. Perrins.

20- Wallace A. 1951 Fertilizing of fruit trees. 2è Congrès mondial engrais chimique Rome.

21- ____, Editor 1962
A decade of Synthetic chelating agents in Inorganie Plant Nutrition. Edward Bro. Inc. Ann. Arbor, Michigan, U.S.A.

22- Webb, R.A. and D.G. Hallas 1966 the Effect of Iron Supply on Strawberry, Var. Royal Sovereign. Journal of Agr. Sc. Vol. 21, N° 2, April 1966

اصفرار أوراق السفرجل
مع تحرق أطرافهـا

أغصان الدراق وقد اصفرت أوراقهـا ،
وتحرقت الاوراق الطرفية وتساقطت

غراس تفاح وقد اصفرت أوراقهـا أو كادت تصبح بيضاء

أعراض الاصفرار على الحمضيات

أعراض الاصفرار على شجرة أكيدنيا

شجرة اجاص وقد اصفرت أورافها
وتساقطت باكرا خلال شهر تموز من
من جراء نقص الحديد

ظهر نقص الحديد على الكرمة نتيجة زراعة الفصة بين أشجارها

نموذج لشجرتي دراق ابرلي البرتا وقد اضيف للشجرة اليسرى (٥٠) غ من شلات الحديد
سكوسترين ١٣٨ وتركت الشجرة اليمنى دون علاج للمقارنة

نموذج لشجرتي أجاص وقد اضيف للشجرة اليسرى (٥٠) غ من شلات الحديد
سكوسترين ١٣٨ وتركت الشجرة اليمنى دون عـلاج للمقارنة