مجلة جامعة الملك سعود، م٦، العلوم الزراعية، (٢)، ص ص١٠٧-١٢٤، الرياض (١٤١٤هـ / ١٩٩٤م).

تأثير رش العناصر الدقيقة على المحتوى المعدني في أوراق أشجار البرتقال صنف أبو صرة (*Citrus sinensis* Osbeck)

حميد جاسم الجبوري

كلية العلوم الزراعية، جامعة الإمارات، العين، الإمارات العربية المتحدة

ملخص البحث. أجريت الدراسة في محطة البحوث والتجارب الزراعية في الكويتات التابعة لدائرة الزراعة والإنتاج الحيواني بالعين - الإمارات العربية المتحدة. رشت أشجار البرتقال - صنف أبو صرة - المطعمة على أصل النارنج ست مرات خلال موسمي التجربة ١٩٨٨ و ١٩٨٩م بكبريتات الحديدوز أو الزنك أو المنجنيز بواقع ٢٥جم/ لتر أو بكبريتات النحاس بواقع ١جم/لتر أو خليط العناصر وبواقع ٢٥جم/لتر أو بالماء.

أظهرت النتائج بأن رش أشجار البرتقال - صنف أبو صرة - بمركبات العناصر الدقيقة ليس له تأثير على تركيز عنصري النيتروجين والفوسفور بينما ازداد تركيز عنصر البوتاسيوم عند الرش بكبريتات الحديدوز في أوائل فبراير وأواخر مارس أو بكبريتات الزنك في أواخر مارس. كما أمكن الحفاظ على التركيز المثالي لعنصر النحاس في الأوراق عند الرش بكبريتات الحديدوز في أوائل فبراير وفي أواخر مارس وفي النصف الثاني من أكتوبر أو بكبريتات المنجنيز في أواخر مارس أو النصف الثاني من أكتوبر. أما عنصر الزنك فازداد معنويًا إلى مستوى التركيز المثالي في الأوراق عند الرش بكبريتات النحاس في أوائل فبراير في الموسم الأول وأواخر يناير والنصف الثاني من إبريل في الموسم الثاني. أما استخدام كبريتات الزنك في أواخر مارس والنصف الثاني من أكتوبر أو كبريتات المنجنيز في أوائل فبراير وأواخر ديسمبر في الموسم الأول وأواخر يناير في الموسم الثاني فزاد تركيز الزنك معنويًا إلى التركيز المثالي. أدى استخدام كبريتات الزنك في أوائل فبراير وأواخر مارس وديسمبر في الموسم الأول (١٩٨٨م) والنصف الثاني من إبريل أو كبريتات المنجنيز في أوائل

فبراير وأواخر أكتوبر وديسمبر في الموسم الأول (١٩٨٨م) وأواخر يناير والنصف الثاني من إبريل في الموسم الثاني (١٩٨٩م) إلى زيادة تركيز عنصر المنجنيز في الأوراق معنويًا حتى وصل إلى التركيز المثالي، أما خليط العناصر فليس له تأثير معنوي على زيادة تركيز العناصر في الأوراق.

مقدمـــــــــة

تعتبر أشجار الحمضيات من أشجار الفاكهة المهمة في دولة الإمارات العربية المتحدة، وتأتي بالدرجة الثانية بعد أشجار نخيل التمر من حيث العدد والمساحة وكمية الإنتاج، إذ يبلغ عدد الأشجار ٤٣٧٩٤٥ شجرةً وكمية الإنتاج ٥٤٥٣٣ طنًا سنويًا [١].

تربة الإمارات تربة رملية أو كلسية أو قلوية نسبة الملوحة في التربة والماء مرتفعة مما يسبب عدم جاهزية العناصر وخاصة الدقيقة منها للأشجار [٢، ص ص١٦٧، ١٧٧، ٣، ص ص ١٣٦، ١٣٩] حيث وجد أن ذوبان عنصر الحديد ينخفض ألف مرة لكل ارتفاع رقم واحد للأس الهيدروجيني فوق ٧ [٤ ص١٢٩]. أشار Sparks [٥] إلا أن إضافة مركبات الزنك للتربة الكلسية ليس له تأثير في علاج نقص العنصر على أشجار البيكان النامية فيها. إن إضافة مركبات الحديد لشتلات المانجو زاد من تركيز عنصر النحاس، بينما كان تأثيره قليلاً على عنصري النيتروجين والزنك في الأوراق [٦]. بينما ازداد تركيز العناصر الدقيقة في أنسجة النبات بزيادة تركيز العنصر المضاف، إلا أن إضافة العناصر الدقيقة ليس له تأثير على تركيز العناصر الكبرى [٧]. تؤدي نسبة الرشح العالية في التّرب الرملية في الإمارات إلى فقدان العناصر الغذائية، لذا فإن تربة الإمارات فقيرة جدًا في محتواها المعدني مما أدى إلى ظهور علامات نقص العناصر على أشجار البرتقال وخاصة العناصر الدقيقة. وقد يؤدي النقص الشديد للعناصر مع عدم المعالجة السريعة إلى تدهور الأشجار وهلاكها.

وقد أدى حقن أشجار التفاح بـ ١٪ كبريتات الحديد إلى زيادة تركيز عنصر الحديد في الأوراق ونشاط إنزيم البيروكسيديز ونسبة النمو في الأشجار المعاملة [٨]، بينما لم يلاحظ Moriss and Swanson [٩] فروقًا معنوية في تركيز الكلوروفيل والحديد في أوراق أشجار Silver maple التي حقنت بمركبات الحديد والأشجار غير المعاملة. أشار Barney *et al.* [٨] إلى أن حقن العناصر في جذع أشجار التفاح يؤدي إلى تعفن الساق في منطقة الثقب وإلى تساقط أوراق الأشجار المعاملة.

تعتبر الورقة هي الأساس في عملية التمثيل الضوئي ومعظم العمليات الحيوية الأخرى لذا فإن نقص العنصر يؤثر على الأوراق، لذلك فإن أسرع وسيلة لمعالجة النقص إضافته إلى مناطق النقص مباشرة وذلك عن طريق الرش الورقي .

وقد أدى رش أشجار البرتقال صنفي Pineapple [١٠] والفالنشيا [١١] بمركبات الزنك إلى اختفاء علامات نقص العنصر. كما أن رش أشجار البرتقال أبو صرة بمركبات النحاس أو الزنك أو المنجنيز على هيئة خليط أو بصورة مفردة لكل عنصر زاد تركيز العناصر الثلاثة في الأوراق [١٢، ١٣] إلا أن Leyden and Laduke [١٤] وجدا أن رش العناصر الثلاثة السابقة إضافة للحديد على أوراق أشجار الجريب فروت والبرتقال صنف مارش أظهر تغايرًا في مستوى تركيز العناصر في الأوراق خلال فترة التجربة على الرغم من عدم ظهور أي نمط واضح إذ ازداد تركيز بعض العناصر وانخفض تركيز الأخرى إلا أن علامات النقص اختفت من الأشجار المعاملة .

الهدف الأساسي من البحث هو العلاج السريع لنقص العناصر الدقيقة وإيقاف تدهور أشجار البرتقال صنف أبو صرة النامية في تربة كلسية قلوية في مزرعة الكويتات عن طريق الرش الورقي لبعض العناصر الدقيقة ودراسة تأثيرها على المحتوى المعدني للأوراق خلال موسمي التجربة (١٩٨٨ و ١٩٨٩م) .

المواد وطرق البحث

أجريت الدراسة في محطة البحوث والتجارب الزراعية في الكويتات التابعة لدائرة الزراعة والإنتاج الحيواني في العين خلال موسمي ١٩٨٨م و ١٩٨٩م على أشجار البرتقال ـ صنف أبو صرة والمطعومة على أصل النارنج والنامية بأرض كلسية معدل درجة الحموضة لمعلق التربة (١/٥ ماء: تربة) ٨,٦ ونسبة كربونات الكالسيوم لمعلق التربة (١/٥ ماء: تربة) ٢١,١٣٪ والتوصيل الكهربائي لمستخلص التربة ١,٥١ دسم/م. اختيرت ١٨ شجرة متجانسة في العمر وقوة النمو والحجم وجميع العمليات الزراعية ومزروعة بنظام المربع (٦×٦م) وبعمر ١٣ سنة، تروى بطريقة الفقاعات (وحدتين لكل شجرة) مرتين في الأسبوع شتاءً وثلاث ريات صيفًا وبمعدل ٣٠ جالون في الساعة ولساعة واحدة في كل رية .

وزعت المعاملات بصورة عشوائية تامة وهي كالآتي:

٢٥جم/ لتر لكل من كبريتات الحديدوز (٢٠٪ حديد)، كبريتات المنجنيز (٢٥٪ منجنيز) كبريتات الزنك (٣٠٪ زنك)، ١جم/لتر كبريتات النحاس (٢٥٪ نحاس) و ٢٥جم/ لتر خليط العناصر السابقة؛ أذيب كل مركب بالماء بعد إضافة ١٪ من المادة الناشرة ترايتون × ١٠٠ وتعديل الحموضة إلى الأس الهيدروجيني ٥-٦ لجميع معاملات التجربة. طريقة الرش تمت كما سبق ذكره [١٥]، ابتداء بالرش الورقي للأشجار الرشة الأولى في ١٩٨٨/٢/٦م، الثانية في ٨٨/٢/٣٠، والثالثة في ١٩٨٨/١٠/٢٠م، والرابعة في ١٩٨٨/١٢/٢٥م، والخامسة في ١٩٨٩/١/٢٩م، والسادسة في ١٩٨٩/٤/١٨م. استخدمت رشاشة المبيدات وبضغط ١٥ كجم/سم٢. واستمرت عملية الرش حتى ابتداء تساقط الماء من الأوراق [١٥].

جمعت ٢٥ ورقة من كل مكررة ومن الجهات الأربع للشجرة بصورة عشوائية تامة ومن أفرع ناضجة وغير مثمرة ووضعت في أكياس بلاستيكية وأرسلت إلى مختبر السليهات التابع لدائرة الزراعة والإنتاج الحيواني في العين لإجراء التحليل. غسلت الأوراق بالماء المقطر عدة مرات وجففت في فرن درجة حرارته ٧٠°م حتى ثبوت الوزن، ثم طحنت العينات لإجراء تحليل للعناصر. أزيل ٢جم من مسحوق الأوراق لكل مكرر من مكررات التجربة وهضم في حامض الهيدروكلوريك (Hcl) طبقًا لـ Chapman and Pratt [١٦، ص٦٠]، حيث تم أخذ القراءات لعناصر النحاس والزنك والمنجنيز بواسطة جهاز Atomic absorption spectrophotometer موديل (Varian A A 975) والبوتاسيوم بواسطة جهاز (Flame spectrophotometer corning) موديل (400) والنيتروجين الكلي بواسطة (Micro-Kjeldahl) والفسفور باستخدام جهاز (Autoanalyser) موديل (CSA 100).

شملت الدراسة ست معاملات (متضمنة الشاهد) تتكون كل منها من ثلاثة قطاعات، يمثل كل قطاع شجرة برتقال، استعملت في الدراسة التجربة العاملية بعاملين (عامل الزمن لست رشات وعام تركيز العناصر المستخدمة) وثلاثة مكررات لكل معاملة في تصميم القطاعات العشوائية الكاملة ووزعت المعاملات على القطاعات بصورة عشوائية تامة، قورنت النتائج باستخدام اختبار دنكن متعددة الأغراض واستعين بالحاسوب وباستخدام برنامج *AMSTAT* في تحليل البيانات إحصائيًا وتحديد درجات المعنوية بين المعاملات.

النتائج والمناقشة

تشير النتائج الواردة في جدول رقم ١ إلى أن رش أشجار البرتقال صنف أبو صرة الرشة الأولى بكبريتات النحاس زاد تركيز عنصر النيتروجين في الأوراق معنويًّا مقارنًا بأوراق الأشجار التي رشت بكبريتات الزنك أو خليط العناصر الذي كان أقل المعاملات جميعًا، بينما لم تسجل فروق معنوية مع الشاهد أو كبريتات الحديدوز أو المنجنيز. أيضًا لم يتأثر تركيز عنصر النيتروجين في أوراق الأشجار التي رشت بكبريتات كل من الحديدوز، الزنك، المنجنيز، النحاس أو خليط العناصر في كل من الرشات الثانية والثالثة والرابعة والخامسة والسادسة مقارنة بالشاهد.

جدول ١ . تأثير رش بعض العناصر الدقيقة على تركيز عنصر النيتروجين في أوراق أشجار البرتقال ـ صنف أبو صرة خلال موسمي ١٩٨٨ و١٩٨٩م*

المعاملة	تركيز عنصر النيتروجين (٪) في الأوراق					
	بعد الرشة الأولى	بعد الرشة الثانية	بعد الرشة الثالثة	بعد الرشة الرابعة	بعد الرشة الخامسة	بعد الرشة السادسة
الشاهد	٣,٠٤ أب	٢,٨٥ أ	٢,٤٢ أ	٢,٤٢ أ	٢,٧٩ أ	٢,٨٧ أ
كبريتات الحديد	٣,١٢ أب	٢,٩ أ	٢,١٩ أ	٢,٦ أ	٣,٠٥ أ	٢,٨١ أ
كبريتات الزنك	٢,٧٣ ب ج	٢,٨٥ أ	٢,٣٨ أ	٢,٦٠ أ	٣,٢١ أ	٢,٩٤ أ
كبريتات المنجنيز	٣,٠٠ أب	٢,٨٥ أ	٢,٤٨ أ	٢,٤٩ أ	٢,٩٣ أ	٢,٧٧ أ
كبريتات النحاس	٣,١٥ أ	٢,٨ أ	٢,٣٤ أ	٢,٢٦ أ	٢,٩٠ أ	٢,٧٤ أ
خليط العناصر	٢,٥ ج	٢,٨٥ أ	٢,٣٣ أ	٢,١٨ أ	٢,٨٩ أ	٣,٠١ أ

* المتوسطات المتبوعة بالأحرف الأبجدية نفسها لا توجد بينها فروقات معنوية عند مستوى ٥٪ حسب اختبار دنكن.

يستنتج مما سبق أن رش أشجار البرتقال صنف أبو صرة بكبريتات الحديدوز، الزنك، المنجنيز، النحاس أو خليط العناصر ليس له تأثير معنوي على زيادة تركيز عنصر النيتروجين في الأوراق. النتيجة تتفق مع ما توصل إليه Sweidan *et al.* [١٧] من أن رش أشجار البرتقال صنف أبو صرة بالعناصر الدقيقة بصورة منفردة أو على هيئة خليط ليس له تأثير على مستوى عنصر النيتروجين في الأوراق. كما تتفق مع ما توصل إليه Walser and Jelley [١٨] و Lee and Jong [٧] من أن رش أشجار التفاح والكريز أو نبات الجرانيوم والبتونيا بمركبات الحديد أو الزنك أو المنجنيز أو النحاس ليس له تأثير معنوي على مستوى عنصر النيتروجين في الأوراق. وقد يعزى عدم تأثير رش العناصر الدقيقة على مستوى عنصر النيتروجين في الأوراق. لكون هذه العناصر ليس لها تأثير مشجع أو مثبط على زيادة عنصر النيتروجين في أوراق الحمضيات، كما أُشير إلى ذلك سابقًا [٢ ص١٩٤، ٧، ١٨].

تشير النتائج الواردة في جدول رقم ٢ إلى أن مستوى الفوسفور في أوراق أشجار الحمضيات صنف أبو صرة بعد الرشة الأولى منخفض لجميع المعاملات حيث تراوحت النسبة المئوية لعنصر الفوسفور في الأوراق. ما بين ٠,٠٢-٠,٠٣٪ (وزن جاف). أما بعد الرشة الثانية فازداد تركيز الفوسفور قليلاً، واستمر في الزيادة حتى وصل إلى التركيز الأعلى في الأوراق بعد الرشة السادسة وسجلت معاملتي خليط العناصر وكبريتات الحديدوز أعلى تركيز لعنصر الفوسفور في الأوراق مقارنةً ببقية معاملات التجربة إلا أن الفروق لم تكن معنوية.[١]

كما يستنتج مما سبق أيضًا أن رش أشجار البرتقال بكبريتات كل من الحديدوز، الزنك، المنجنيز، النحاس أو خليط العناصر ليس له تأثير معنوي على مستوى عنصر الفوسفور في الأوراق. وتتفق هذه النتيجة مع ما توصل اليه Sweidan *et al.* [١٧] من أن رش أشجار البرتقال صنف أبو صرة بالعناصر الدقيقة ليس له تأثير على مستوى عنصر الفوسفور في الأوراق، كما تتفق مع ما توصل له Walser and Jelley [١٨] من أن رش أشجار التفاح والكريز بمركبات الحديد أو الزنك أو المنجنيز ليس له تأثير معنوي على تركيز عنصر الفوسفور في الأوراق. وقد يرجع ذلك لعدم تأثير استخدام مركبات الحديد، الزنك أو المنجنيز على زيادة أو نقص عنصر الفوسفور في أوراق أشجار الحمضيات أو الجرانيوم كما درس سابقًا [٢، ص١٩٤، ٧، ١٨].

جدول ٢ . تأثير رش بعض العناصر الدقيقة على تركيز عنصر الفوسفور في أوراق أشجار البرتقال ـ صنف أبو صرة خلال موسمي ١٩٨٨م و١٩٨٩م*

المعاملة	تركيز عنصر الفوسفور (٪) في الأوراق					
	بعد الرشة الأولى	بعد الرشة الثانية	بعد الرشة الثالثة	بعد الرشة الرابعة	بعد الرشة الخامسة	بعد الرشة السادسة
الشاهد	٠,٠٣ أ	٠,٠٥ أ	٠,٠٩ أ	٠,٠٨ أ	٠,٠٩ أ	٠,١٨ أ
كبريتات الحديد	٠,٠٣ أ	٠,٠٦ أ	٠,٠٨ أ	٠,١١ أ	٠,٠٩ أ	٠,٢١ أ
كبريتات الزنك	٠,٠٢ أ	٠,٠٥ أ	٠,٠٨ أ	٠,٠٦ أ	٠,٠٨ أ	٠,١٨ أ
كبريتات المنجنيز	٠,٠٣ أ	٠,٠٦ أ	٠,٠٩ أ	٠,٠٧ أ	٠,٠٨ أ	٠,١٧ أ
كبريتات النحاس	٠,٠٢ أ	٠,٠٦ أ	٠,٠٩ أ	٠,٠٧ أ	٠,٠٩ أ	٠,١٧ أ
خليط العناصر	٠,٠٣ أ	٠,٠٥ أ	٠,٠٨ أ	٠,٠٧ أ	٠,٠٨ أ	٠,٢١ أ١٠

* المتوسطات المتبوعة بالأحرف الأبجدية نفسها لا توجد بينها فروقات معنوية عند مستوى ٥٪ حسب اختبار دنكن.

تشير المعطيات الواردة في جدول رقم ٣ إلى أن رش أشجار البرتقال صنف أو صرة الرشة الأولى بكبريتات كل من الحديدوز أو الزنك أو المنجنيز أو النحاس أو خليط العناصر أظهر فروقًا معنوية فيما بين المعاملات، حيث ازداد عنصر البوتاسيوم معنويًا في أوراق الأشجار التي رشت بكبريتات الحديدوز، أما بقية معاملات التجربة فلم تظهر بينها فروق معنوية مقارنة بالشاهد. ازداد تركيز عنصر البوتاسيوم بعد الرشة الثانية لمعظم معاملات التجربة وأظهرت المعاملات فروقًا معنوية فيما بينها، حيث تفوقت معنويًا أوراق الأشجار التي رشت بكبريتات الحديدوز أو النحاس في محتواها من عنصر البوتاسيوم مقارنة بالشاهد. كما انخفض تركيز العنصر معنويًا عند رش الأشجار بخليط العناصر، أما رش الأشجار بكبريتات الزنك أو المنجنيز فلم يكن له تأثير معنوي على مستوى عنصر البوتاسيوم في الأوراق مقارنة بالشاهد.

الرش الورقي لأشجار البرتقال (الرشات الثالثة والرابعة والخامسة) لم تؤثر معنويًّا على تركيز عنصر البوتاسيوم في الأوراق مقارنة بالشاهد، كما يتضح من جدول رقم ٣ بأن تركيز عنصر البوتاسيوم في الأوراق يقع ضمن التركيز المثالي لجميع معاملات التجربة وحسب المعيار العالمي [٢، ٣]. أما رش الأشجار الرشة السادسة فقد أدى إلى انخفاض تركيز عنصر البوتاسيوم في الأوراق. وقد سجلت معاملة الشاهد أقل قيمة لعنصر البوتاسيوم وأعلى قيمة لكبريتات الزنك، إلا أن الفروق لم تكن معنوية (جدول رقم ٣).

جدول ٣. تأثير رش بعض العناصر الدقيقة على تركيز عنصر البوتاسيوم في أوراق أشجار البرتقال ـ صنف أبو صرة خلال موسمي ١٩٨٨م و١٩٨٩م*

المعاملة	تركيز عنصر البوتاسيوم (جزء في المليون) في الأوراق					
	بعد الرشة الأولى	بعد الرشة الثانية	بعد الرشة الثالثة	بعد الرشة الرابعة	بعد الرشة الخامسة	بعد الرشة السادسة
الشاهد	١,٥٠ ب	١,٦٠ب	١,٥٨أ	١,٣٦أ	١,٥٢أ	٠,٩٨أ
كبريتات الحديد	١,٨٥أ	١,٩٠أ	١,٧٠أ	١,٥١أ	١,٧٨أ	١,٢أ
كبريتات الزنك	١,٥٥أب	١,٦٠ب	١,٤٠أ	١,٤٥أ	١,٤١أ	١,٢١أ
كبريتات المنجنيز	١,٥٥ب	١,٨٠أب	١,٧٢أ	١,٤٨أ	١,٣٢أ	١,٢٠أ
كبريتات النحاس	١,٣٥ب	٢,٠٠أ	١,٦٤أ	١,٢٣أ	١,٢٨أ	١,١٤أ
خليط العناصر	١,٥٠ ب	١,٣٠ج	١,٤٧أ	١,٣١أ	١,٣٥أ	١,١٠أ

* المتوسطات المتبوعة بالأحرف الأبجدية نفسها لا توجد بينها فروقات معنوية عند مستوى ٥٪ حسب اختبار دنكن.

يستنتج مما سبق أن رش أشجار البرتقال صنف أبو صرة بكبريتات الحديدوز الرشتان الأولى والثانية والنحاس الرشة الثانية زاد تركيز عنصر البوتاسيوم في الأوراق معنويًّا مقارنةً بالشاهد بينما لم يكن لبقية المعاملات تأثير معنوي على تركيز العنصر. ويتفق الجزء الأول من

النتيجة مع ما أورده Rajput and Haribabu [٢ ، ص ١٩٤] و Bose *et al.* [٣ ص١٥٣ ، ١٥٤]. من أن رش أشجار الحمضيات بمركبات الحديد أو النحاس زاد تركيز عنصر البوتاسيوم في الأوراق، وربما تؤيد هذه النتيجة المتحصل عليها ما تم التوصل إليه سابقًا [٢ ، ص١٩٤] من أن إضافة مركبات الحديد أو النحاس لأوراق أشجار الحمضيات يعتبر عاملاً مشجعًا لزيادة تركيز عنصر البوتاسيوم فيها.

تشير النتائج المدونة في جدول رقم ٤ إلى أن رش أشجار البرتقال بمركبات العناصر الدقيقة أظهر فروقًا معنوية فيما بين معاملات التجربة، حيث تفوقت معنويًا أوراق الأشجار التي رشت بكبريتات كل من المنجنيز أو الحديد الرشة الأولى في محتواها من عنصر النحاس مقارنةً بالأشجار التي رشت بالماء فقط. أما رش الأشجار بكبريتات كل من الزنك، النحاس، أو خليط العناصر فلم يكن له تأثير معنوي على تركيز عنصر النحاس في الأوراق

جدول ٤. تأثير رش بعض العناصر الدقيقة على تركيز عنصر النحاس في أوراق أشجار البرتقال - صنف أبو صرة خلال موسمي ١٩٨٨م و١٩٨٩م*

المعاملة	تركيز عنصر النحاس (جزء في المليون) في الأوراق					
	بعد الرشة الأولى	بعد الرشة الثانية	بعد الرشة الثالثة	بعد الرشة الرابعة	بعد الرشة الخامسة	بعد الرشة السادسة
الشاهد	٣,٠٠ج	٥,٠٠ب	٧,٠٠ب	٧,٢٣ج	٧,٣٣د	٥,٣٣ج
كبريتات الحديدوز	١٢,٠٠ب	٨,٠٠أ	١٧,٠٠أ	٥٨,٠٠أ	٥٩,٠٠أ	٥٠,٠٠أ
كبريتات الزنك	٣,٠٠أ	٥,٠٠ب	٨,٠٠ب	١٠,٠٠ج	٤٠,٠٠ب	٢٠,٣٣ب
كبريتات المنجنيز	٢٣,٠٠أ	٨,٠٠أ	١٣,٠٠أ	٢٥,٠٠ب	٢٢,٠٠ج	١٩,٦٧ب
كبريتات النحاس	٣,٠٠ج	٥,٠٠ب	٤,٠٠ب	٤,٠٠ج	٤,٣٣د	٤٣,٣أ
خليط العناصر	٣,٠٠ج	٥,٠٠ب	٤,٠٠ب	٨,٠٠ج	٥,٣٣د	٣,٦٧ج

* المتوسطات المتبوعة بالأحرف الأبجدية نفسها لا توجد بينها فروقات معنوية عند مستوى ٥٪ حسب اختبار دنكن.

مقارنةً بالشاهد. وقد ازداد تركيز عنصر النحاس في أوراق الأشجار التي رشت بالماء، كبريتات كل من الزنك، النحاس أو خليط العناصر بعد الرشة الثانية بنسبة ٦٧, ٦٦٪ بينما انخفض تركيز العنصر في أوراق الأشجار التي رشت بكبريتات الحديدوز أو خليط العناصر بنسبة ٥٠٪ و ٥, ١٨٧٪ على التوالي مقارنةً بالرشة الأولى كما تفوقت معنويًا معاملتي كبريتات كل من الحديدوز أو المنجنيز في تركيز عنصر النحاس في الأوراق مقارنةً بالأشجار غير المعاملة.

أدى الرش الورقي لأشجار البرتقال بالنسبة للرشتين الثالثة والرابعة بكبريتات كل من الحديدوز أو المنجنيز إلى زيادة تركيز عنصر النحاس في أوراق الأشجار زيادة معنوية مقارنةً بالشاهد، أما رش كبريتات كل من الزنك، النحاس أو خليط العناصر فلم يكن له تأثير معنوي على مستوى عنصر النحاس في الأوراق. كما أدى الرش الورقي لأشجار البرتقال بكبريتات كل من الحديدوز أو الزنك إلى زيادة مرتفعة جدًا لتركيز العنصر في الأوراق بعد الرشتين الخامسة والسادسة، كما أظهرت المعاملات فيما بينها فروقًا معنوية، حيث تفوقت معنويًا الأشجار التي رشت بكبريتات كل من الحديدوز، الزنك أو المنجنيز الرشة الخامسة. أما في الرشة السادسة فازداد عنصر النحاس في الأوراق معنويًا لمعاملات كبريتات كل من الحديدوز، الزنك، والمنجنيز والنحاس مقارنة بمعاملة الشاهد، كما انخفض تركيز العنصر معنويًا في الأوراق عند رشها بخليط العناصر.

يتضح مما سبق أن رش أشجار البرتقال ـ صنف أبو صرة ـ بكبريتات الحديدوز حافظ على التركيز المثالي لعنصر النحاس في الأوراق حتى الرشة الثالثة. أما الرشات الرابعة والخامسة والسادسة فزادت تركيز العنصر زيادة عالية، كما يستنتج بأن الاستخدام الورقي لكبريتات المنجنيز زاد تركيز العنصر في الأوراق معنويًا خلال موسمي ١٩٨٨م و ١٩٨٩م، إلا أنه تم الوصول إلى التركيز المثالي للعنصر في الأوراق بعد الرشتين الأولى (١٩٨٨/٢/٦م) والثانية (١٩٨٨/٢/٣٠م). أما رش الأشجار بكبريتات الزنك أو النحاس فأدى إلى زيادة تركيز النحاس بالأوراق بعد الرشتين الخامسة والسادسة أو السادسة على التوالي، وقد يرجع عدم استجابة الأشجار للرش بكبريتات النحاس خلال الرشات الأولى إلى استنزاف العنصر في العمليات الأيضية للأشجار وبعد الرشة السادسة وعند انخفاض الطلب على العنصر بعد عقد الثمار ازداد تركيزه، أو قد يُعزى ارتفاع وانخفاض

العناصر الأخر للسبب نفسه أو لكون أن لكل عنصر وقتًا معينًا للإضافة يكون فيه أكثر تأثيرًا من بقية الأوقات [١٣]. أما خليط العناصر فلم يكن له تأثير معنوي. يظهر بأنه يمكن معالجة نقص عنصر النحاس في الأوراق والحفاظ على التركيز المثالي للعنصر برش الأشجار بكبريتات الحديدوز ثلاث مرات، الأولى في ٢/٦، والثانية في ٢/٣٠، والثالثة في ١٠/٢٠ أو بكبريتات المنجنيز في ٢/٣٠ أو ١٠/٢٠ في الموسم الأول (١٩٨٨م).

هذه النتيجة تتفق مع ما توصل إليه Abdel-Kader *et al.* [١٨] من أن رش أشجار الحمضيات بمركبات الحديد زاد تركيز عنصر النحاس في الأوراق.

يوضح جدول رقم ٥ أن الرش الورقي لأشجار البرتقال بمركبات العناصر الدقيقة الرشة الأولى أظهر فروقًا معنوية فيما بين معاملات التجربة حيث سجلت معاملة كبريتات النحاس أعلى تركيز معنوي لعنصر الزنك في الأوراق تليها كبريتات المنجنيز، كما سجلت معاملة كبريتات الحديدوز أقل تركيز معنوي، بينما لم يتأثر مستوى الزنك عند الرش الورقي بكبريتات الزنك أو خليط العناصر مقارنة بالأشجار غير المعاملة. انخفض تركيز عنصر الزنك لجميع معاملات التجربة بعد الرشة الثانية مقارنةً بتركيزه بعد الرشة الأولى، فالرش الورقي لكبريتات كل من النحاس أو الزنك أدى إلى زيادة تركيز عنصر الزنك في الأوراق معنويًا وضمن المجال المثالي للتركيز مقارنةً بالأشجار غير المعاملة، كما أن تركيز العنصر في الأوراق لم يتأثر عند الرش بكبريتات كل من الحديدوز، المنجنيز أو خليط العناصر مقارنةً بالشاهد، وفي هذا الصدد أظهرت أوراق معاملة الشاهد نقصًا في تركيز الزنك حسب المعيار العالمي [٣، ص١٥٦]. استمر انخفاض عنصر الزنك في أوراق الأشجار التي رشت بالماء الرشة الثالثة حتى وصل إلى حد النقص، بينما حافظت أوراق الأشجار التي عوملت بكبريتات كل من النحاس، الزنك أو المنجنيز على المستوى المثالي لتركيز الزنك كما تفوقت معنويًا على الشاهد بل لم يتأثر معنويًا مستوى العنصر بالرش الورقي للأشجار بكبريتات الحديدوز أو خليط العناصر مقارنة بالشاهد. قد ترجع عدم استجابة الأشجار للرش الورقي بكبريتات الزنك إلى أن تركيز العنصر في الأوراق وخلال فترة التجربة كان ضمن التركيز المثالي بعد الرشات الأولى والثانية والثالثة. ثم انخفض قليلًا بعد الرشتين الرابعة والخامسة إلا أنه لم يصل إلى حد النقص. ثم وصل إلى التركيز المثالي بعد الرشة السادسة.

جدول ٥ . تأثير رش بعض العناصر الدقيقة على تركيز عنصر الزنك في أوراق أشجار البرتقال ـ صنف أبو صرة خلال موسمي ١٩٨٨م و١٩٨٩م*

المعاملة	تركيز عنصر الزنك (جزء في المليون) في الأوراق					
	بعد الرشة الأولى	بعد الرشة الثانية	بعد الرشة الثالثة	بعد الرشة الرابعة	بعد الرشة الخامسة	بعد الرشة السادسة
الشاهد	٣٥,٠٠ج	١٥,٠٠جد	١٢,٣٣ج	١٤,٠٠ج	١٨,٦٧ج	٢٦,٠٠ج
كبريتات الحديد	٢٦,٠٠ي	١٨,٠٠جد	١٦,٠٠ج	١٥,٠٠ج	١٨,٦٧ج	٢٩,٦٧ج
كبريتات الزنك	٣٢,٠٠جد	٢٧,٠٠ب	٣٤,٠٠ب	١٨,٠٠ج	١٨,٦٧ج	٢٨,٦٧ج
كبريتات المنجنيز	٦٥,٠٠ب	٢٣,٠٠بج	٣٦,٠٠ب	٤٦,٠٠ب	٨٤,٣٣ب	١١٩,٦٧ب
كبريتات النحاس	١٥٣,٠٠أ	٦٨,٠٠أ	٤٩,٠٠أ	١٠٠,٠٠أ	٦٧,٢٦٠أ	٤٢١,٠٠أ
خليط العناصر	٣٨,٠٠ج	١٤,٠٠د	١٧,٠٠ج	١٢,٠٠ج	١٤,٦٧ج	٢٠,٦٧ج

* المتوسطات المتبوعة بالأحرف الأبجدية نفسها لا توجد بينها فروقات معنوية عند مستوى ٥٪ حسب اختبار دنكن.

أظهر الرش الورقي لمركبات العناصر الدقيقة للمرة الرابعة تفاوتًا في استجابة عنصر الزنك حيث ازداد تركيزه بنسبة ٢٧,٧٨٪ و ١٠٤,٠٨٪ في أوراق الأشجار التي رشت بكبريتات كل من المنجنيز أو النحاس على التوالي، بينما انخفض تركيزه بنسبة ٨٨,٨٩٪ و٤١,٦٧٪ في أوراق الأشجار التي رشت بكبريتات الزنك أو خليط العناصر الرشة الرابعة على التوالي مقارنةً بالرشة الثالثة. أيضًا سجلت معاملة كبريتات النحاس أعلى قيمة معنوية لتركيز العنصر تليها معاملة كبريتات المنجنيز، أما معاملات كبريتات كل من الحديدوز والزنك وخليط العناصر فليس لها تأثير معنوي على مستوى عنصر الزنك في الأوراق مقارنةً بالشاهد.

أخيرًا تشير البيانات المتحصل عليها إلى أن الرش الورقي لأشجار البرتقال الرشتان الخامسة والسادسة بمركبات العناصر الدقيقة قد أظهر فروقًا معنوية فيما بين معاملات التجربة، حيث تفوقت معنويًا أوراق الأشجار في محتواها من عنصر الزنك عند معاملتها بكبريتات كل من المنجنيز أو

النحاس، بينما لم يتأثر تركيز العنصر في أوراق الأشجار التي رشت بكبريتات الحديدوز أو الزنك أو خليط العناصر مقارنةً بالشاهد.

يتضح مما سبق أن رش أشجار البرتقال ـ صنف أبو صرة بكبريتات النحاس الرشات الثانية والثالثة والرابعة حافظ على التركيز المثالي للعنصر حسب المعيار العالمي [٣، ص١٥٦]، بينما أدت الرشات الأولى والخامسة والسادسة إلى زيادة في تركيز العنصر في الأوراق. كما أن رش الأشجار بكبريتات الزنك الرشتان الثانية والثالثة رفعتا تركيز العنصر معنويًا في الأوراق إلى التركيز المثالي. بينما الرش الورقي لكبريتات المنجنيز زاد تركيز الزنك معنويًا في الأوراق وضمن التركيز المثالي بعد الرشات الأولى والثالثة والرابعة والخامسة. أما الرشة السادسة فرفعت تركيز العنصر في الأوراق قليلاً حسب المعيار العالمي المذكور.

يستنتج مما سبق أنه يمكن الحفاظ على التركيز المثالي للزنك في أوراق أشجار البرتقال صنف أبو صرة تحت ظروف منطقة العين عند الرش بكبريتات النحاس رشة واحدة في السنة الأولى في ٦/٢/١٩٨٨م الرشتان الثانية والثالثة في السنة الثانية في ٢٩/١ و١٩/٤/١٩٨٩ على التوالي، كما يمكن رفع تركيز العنصر في الأوراق عند رش الأشجار بكبريتات كل من الزنك أو المنجنيز في ٣٠/٢ و ٢٠/١٠ أو ٦/٢ و ٢٠/١٠ و ٢٥/١٢ في الموسم الأول (١٩٨٨م) و ٢٩/١ في الموسم الثاني (١٩٨٩م) على التوالي.

وتتفق هذه النتيجة مع ما توصل إليه El-Gazzar *et al.* [١٢] من أن رش أشجار البرتقال أبو صرة بمركبات النحاس أو الزنك أو المنجنيز زاد تركيز العناصر الثلاثة في الأوراق، كما تتفق مع ما توصل إليه Taha *et al.* [١٣] من أن رش أشجار البرتقال واليوسفي بمركبات الحديد والمنجنيز أظهر أن لكل عنصر وقتًا معينًا للإضافة يكون فيه أكثر تأثيرًا من بقية الأوقات.

يتضح من جدول رقم ٦ أن الرش الورقي لكبريتات كل من الحديدوز، النحاس، الزنك، المنجنيز أو خليط العناصر الرشة الأولى زاد تركيز عنصر المنجنيز في الأوراق معنويًا لجميع معاملات التجربة مقارنةً بالشاهد، كما يقع تركيز العنصر في أوراق الأشجار التي رشت بالماء (الشاهد) ضمن حدود نقص العنصر بينما يقع تركيزه في أوراق معاملات كبريتات النحاس وخليط العنصر ضمن التركيز المنخفض، كما حافظ المنجنيز على تركيزه المثالي في أوراق الأشجار التي رشت بكبريتات الحديدوز أو الزنك أو المنجنيز.

جدول ٦. تأثير رش بعض العناصر الدقيقة على تركيز عنصر المنجنيز في أوراق أشجار البرتقال ـ صنف أبو صرة خلال موسمي ١٩٨٨م و١٩٨٩م*

المعاملة	تركيز عنصر المنجنيز (جزء في المليون) في الأوراق					
	بعد الرشة الأولى	بعد الرشة الثانية	بعد الرشة الثالثة	بعد الرشة الرابعة	بعد الرشة الخامسة	بعد الرشة السادسة
الشاهد	١٠,٠٠ د	١٥,٠٠ ب	٢٠,٠٠ب	١٩,٠٠ج	٢١,٣٣ج	١٦,٠٠ج
كبريتات الحديدوز	٣٢,٠٠ب	١٥,٠٠ ب	٢١,٠٠ب	١٩,٠٠ج	٢٣,٠٠ج	١٨,٣٣ج
كبريتات الزنك	٨٦,٠٠أ	٥٤,٠٠أ	٢٢,٠٠ب	١٢٣,٠٠أ	٢٢٢,٦٧أ	١٢٥,٠٠أ
كبريتات المنجنيز	٢٨,٠٠ب	١٨,٠٠ب	٣٢,٠٠أ	٤١,٠٠ب	٦٢,٠٠ب	٤٩,٠ب
كبريتات النحاس	١٦,٠٠ج	١٥,٠٠ب	٢٢,٠٠ب	١٥,٠٠ج	١٩,٠٠ج	٢٠,٠ج
خليط العناصر	١٦,٠٠ج	١٥,٠٠ب	٢٢,٠٠ب	١٩,٣٣ج	٢١,٣٣ج	٢٠,٦٧ج

* المتوسطات المتبوعة بالأحرف الأبجدية نفسها لا توجد بينها فروقات معنوية عند مستوى ٥٪ حسب اختبار دنكن.

أظهرت النتائج أيضًا أن رش أشجار البرتقال بالعناصر الدقيقة الرشة الثانية أدى إلى تفوق أوراق الأشجار التي عوملت بكبريتات الزنك في تركيز عنصر المنجنيز معنويًا مقارنةً بالشاهد، أما رش الأشجار بكبريتات كل من الحديدوز، المنجنيز، النحاس أو خليط العناصر فليس له تأثير معنوي على تركيز العنصر في الأوراق على الرغم من أن تركيزه يقع ضمن مجال نقص العنصر حسب المعيار العالمي [٣، ص١٥٦]. أدى رش أوراق أشجار البرتقال صنف أبو صرة بكبريتات المنجنيز الرشة الثالثة إلى زيادة تركيز عنصر المنجنيز في الأوراق معنويًا مقارنةً بالشاهد بينما لم يؤثر الرش الورقي لكبريتات كل من الحديدوز، النحاس أو خليط العناصر على تركيز العنصر في الأوراق مقارنةً بالشاهد.

وقد أدى الرش الورقي لأشجار البرتقال صنف أبو صرة للمرات الرابعة والخامسة والسادسة إلى رفع تركيز المنجنيز معنويًا في أوراق الأشجار التي رشت بكبريتات كل من

الزنك أو المنجنيز مقارنةً بالأشجار غير المعاملة . أما الرش الورقي للأشجار بكبريتات كل من الحديدوز أو النحاس أو خليط العناصر فلم يكن له تأثير معنوي مقارنةً بالشاهد (جدول رقم ٦) .

توضح الدراسة أن رش أشجار البرتقال ـ صنف أبو صرة بكبريتات الزنك أو المنجنيز زاد تركيز المنجنيز في الأوراق معنويًا، لذا أمكن علاج النقص والوصول إلى التركيز المثالي للمنجنيز في أوراق أشجار البرتقال صنف أبو صرة النامية في منطقة العين برشها بكبريتات الزنك في أوائل فبراير أو أواخر مارس أو أواخر ديسمبر أو النصف الثاني من إبريل من العام التالي أو بكبريتات المنجنيز في أوائل فبراير أو أواخر أكتوبر أو نهاية ديسمبر أو أوائل فبراير أو منتصف إبريل من الموسم الثاني (١٩٨٩م) .

النتيجة تتفق مع ما توصف إليه Rawash *et al.* [٢٠] من أن رش أشجار الليمون المالح بشلات الزنك أو المنجنيز زاد عنصري الزنك والمنجنيز في الأوراق . قد يعزي عدم زيادة تركيز بعض العناصر في الأوراق بعد الرش إلى دخول كل عنصر من العناصر في العديد من العمليات الحيوية أو استخدامه في النمو أو احتواء الورقة على التركيز المثالي للعنصر . أما زيادة تركيز العنصر في الأوراق فقد ترجع إلى انخفاض العمليات الحيوية والنمو بعد الرش مما يساعد على زيادة تركيزه في الأوراق، وقد يحتاج تفسير ارتفاع وانخفاض العناصر المعدنية في الأوراق بعد الرش لمزيد من الدراسة والبحث .

شكر: أشكر دائرة الزراعة والإنتاج الحيواني بالعين وخاصة العاملين في محطة البحوث والتجارب الزراعية في الكويتات ومختبر السليمات للتسهيلات التي قدموها عند إجراء الدراسة، كما أشكر السيد/ حسن المصري وكلاً من المهندسين الزراعيين ـ مفيد فايز البنا، غازي جواد فارس، عصام هيكل، رشيد القصاب وأبو مسلم عزب على ما بذلوه من جهد .

المراجع

[١] مكتب التخطيط والإحصاء والمتابعة . *النشرة الإحصائية السنوية* . وزارة الزراعة والثروة السمكية، الإمارات العربية المتحدة، ١٩٩٠م .

[٢] Rajput, C. B. S. and Sri Haribabu R. *Citriculture*. India: Kalyani Publisher. 1985, 368 p.

[٣] Bose, T.K.; Mitra S.K. and Sadhu. M.K. *Mineral Nutrition of Fruit Crops*. Calcutta six: Naya Prokash. India. 1988, 773. P.

[٤] Lindsay, W. L. *Chemical Equilibria in Soils*. New York: Willey 1979.

[٥] Sparks, D. "Apparent Effect of Zinc Treatment on the Growth Rate of Pecan Production and Yield." *Hort Science*. 22 (1987), 899-990.

[٦] Larson, K.D.; Davies, F.S. and Schaffer, B. "Flooding and Mineral Nutrition of Mango Trees." *Hortscience*. 26 (1991), Abst. 196.

[٧] Lee, C.E. and Jong, M. C. "Correlation Between Concentration and Tissue Content of Micronutrients in Geranium, Marigold and Petunia. *Hortscience*. 27 (1992), Abst. 94.

[٨] Barney, D. L.; Walser, R. H.; Davis, T. D and Williams. C.F. "Trunk Injection of Iron Compounds as a Treatment for Overcoming Iron Chlorosis in Apple Trees." *HortScience*. 20 (1985), 236-283.

[٩] Moriss, R. L. and Swanson, B.T. "Mineral and Chlorophyll Changes in Leaf Tissue of Silver Maple after Treatment with Iron Chelates." *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 105 (1985), 551-555.

[١٠] Leonard, C. D. and Myer, F.H. "Zinc Oxide and Liquid Zinc Chelate Sprays and Leaf Dips for Correction of Zinc Deficiency in Citrus." *Flo. State Hort. Soc.* 86 (1973), 1-8.

[١١] Alverez, G.; Haydar, N. and Ferrer, E. "Influence of Zinc and Manganese on the Physiological Behaviour and Yields of Valencia Oranges." *Centro Agricola*. 10 (1983), 57-68.

[١٢] El-Gazzar, A.M.; El-Azab S. M. and El-Safty M. "Response of Washington Navel Orange to Foliar Application of Chelated Iron, Zinc, and Manganese." *Alex. J. Agric. Research*, 27 (1979), 19-26.

[١٣] Taha, M. W.; El-Gazzar A. M. and Nawar. A "Timing of Foliar Application of Iron, Zinc and Manganese on Response of Orange and, Mandarin Trees" *Alex J. Agric. Research*. 27 (1979), 11-18.

[١٤] Leyden R., and Laduke I. V. "Relationship of Micronutrient Application to Yield in Texas Citrus." *J. Rio Grande Valley Hort. Soc.* 37 (1984), 65-69.

[١٥] الجبوري، حميد جاسم؛ المصري، حسن حسن؛ والبنا، مفيد فايز. «تأثير رش العناصر الدقيقة

على المحتوى الكلوروفيلي والكاروتيني في أوراق أشجار البرتقال ـ صنف فالنشيا» ـ *المجلة العلمية لكلية الزراعة ـ جامعة القاهرة* . ٤٢ (١٩٩١م)، ١٧٠٧ـ١٧٢٨ .

[١٦] Chapman, H. D. and Pratt P.F. "Methods of Analysis for Soils, Plants and Water." *Div. of Agric. Sc.* Univ. of Calif. (1961), 309.

[١٧] Sweidan, A. M.; Barakat, M. B. and Nasr, A. F. S. "Response of Growth Chlorosis Intensity and Mineral Content of Washington Navel Orange Trees to Different Sorts of Nutrition." *Zagazig Univ. Faculty of Agr. Res. Bull.* No. 513 (1982).

[١٨] Walser, R. H. and Jelley, V. D. "Effect of Foliar Fertilizer Applications on Tart Cherry and Apple Tree." *HortScience* 21 (1986), Abst. 856.

[١٩] Abdel-Kader, F. H.; Hassan, M. N.; Zahow, M. F. A. and El-Gazzar A.M. "Iron and Some Micronutrients Contents of Three Citrus Seedlings Used as Rootstocks as Affected by Source and Form of Iron." *Alex. J. Agric. Research.* 27 (1979), 99-106.

[٢٠] Rawash, M. A; Bondak, A. and El-Shazly, S. "Leaf Mineral Content of Lime Trees as Affected by Foliar Application of Chelated Zinc and Manganse" *Annals of Agric. Sci. Ain Shams Univ.* 28 (1983), 1021-1031.

Effect of Foliar Application of Micronutrients on Mineral Composition of Navel Orange Leaves

Hameed Jasim Al-Juburi
University of UAE, College of Agriculture Sciences
Al-Ain, UAE

Abstract. This research was carried out at Al-Kuwait Experimental and Research Station, Department of Agriculture and Animal Production, Al-Ain, UAE. Eighteen mature orange trees (*Citrus sinensis* Osbeck) Navel cultivar, on sour orange rootstocks were sprayed six times during two growing seasons (1988, 1989) with $FeSO_4$, $MnSO_4$, $ZnSO_4$ (25g/l), $CuSO_4$ (1 g/l), mixture (25 g/l), or water.

The results showed that foliar application of micronutrients on orange trees did not increase significantly N, and p concentrations in leaves, while leaf K increased significantly with spraying $FeSO_4$ in early February or late March, as well as with $ZnSO_4$ in late March. Cu increased to coptimum levels in leaves, when $FeSO_4$ was applied in early February, late March, or October as well as $MnSO_4$ in late March or October (1988).

Zinc element increased significantly to optimum levels in orange leaves when sprayed with $CuSO_4$ in early February or late January 1988 as well as late April (1989) or with $MnSO_4$ in early February, or the December (1988) as well as January (1989) or with $ZnSO_4$ in late March and October (1988).

Foliar application of $ZnSO_4$ in early February, late March and October (1988) or late April (1989) as well as $MnSO_4$ in early February, late Octber and December (1988) as well as late January and April (1989) increased Mn concentration in orange leaves to optimum level while foliar application of maximum did not show a significant effect on mineral concentration in orange leaves.