

Effect of spraying with different concentrations of Zinc and Manganese on seedling growth of pomegranate (*Punica granatum L.*) var. Salimi

تأثير الرش بتراكيز مختلفة من الزنك والمنغنيز في نمو شتلات الرمان (*Punica granatum L.*) صنف سليمي حامض

م.د.سوزان محمد خضير الربيعي
جامعة كربلاء- كلية الزراعة

الخلاصة

اجريت هذه التجربة في الظلة النباتية التابعة لقسم البستنة وهندسة الحدائق/ كلية الزراعة/ جامعة كربلاء للمدة من بداية شهر آذار الى نهاية شهر حزيران من عام 2014 لدراسة تأثير الرش بتراكيز مختلفة من الزنك والمنغنيز في نمو شتلات الرمان صنف سليمي حامض.

نفذت التجربة باستعمال تصميم القطاعات العشوائية الكاملة Randomized complete Block Design (R.C.B.D) كتجربة عاملية بعاملين هما الزنك وبثلاثة مستويات هي (0، 100، 200) ملغم/ لتر والمنغنيز بثلاثة مستويات هي (0، 50، 100) ملغم/لتر وبثلاثة مكررات لكل منها.

رُشت الشتلات ثلاث مرات وإن المدة بين رشة وأخرى عشرة أيام ابتداءً من 2014/3/1 كما تم السقي قبل يوم من موعد الرش لجميع المعاملات. وفي نهاية شهر حزيران من عام 2014 أخذت القياسات وتم تحليل النتائج حسب التصميم الاحصائي المستعمل وتمت المقارنة بين المتوسطات حسب اختبار أقل فرق معنوي وعلى مستوى احتمال 0.05 وأهم النتائج التي تم التوصل إليها:

1- تفوقت المعاملة بالزنك بتركيز 200 ملغم/لتر معنوياً على باقي التراكيز في جميع صفات النمو المدروسة (ارتفاع الشتلة، قطر الساق، عدد الأفرع، عدد الأوراق، المساحة الورقية، محتوى الأوراق من الكلوروفيل، تركيز الزنك في الأوراق، تركيز المنغنيز في الأوراق، طول الجذر، الوزن الجاف للمجموع الجذري) حيث أعطت أعلى المعدلات التي بلغت 124.45 سم/شتلة و 7.22 ملم و 7.44 فرع/ شتلة و 345.89 ورقة/شتلة و 2861.37 سم²/شتلة و SPAD 43.26 و 45.17 ملغم/لتر و 91.94 ملغم/لتر و 41.67 سم/ شتلة و 18.10 غم/شتلة على التوالي.

2- حققت المعاملة بتركيز 100 ملغم/لتر من المنغنيز تفوقاً معنوياً على باقي التراكيز في جميع صفات النمو انفه الذكر وقد أعطت أعلى المعدلات والتي بلغ مقدارها 119.89 سم/ شتلة و 6.41 ملم و 5.89 فرع/شتلة و 341.67 ورقة/شتلة و 2509.97 سم²/شتلة و SPAD 40.94 و 43.66 ملغم/لتر و 89.53 ملغم/ لتر و 36.89 سم/شتلة و 15.94 غم/شتلة على التوالي.

3- كان للتداخل بين عاملين التجربة تأثيراً معنوياً في صفات النمو التالية عدد الأفرع و تركيز الزنك في الأوراق و تركيز المنغنيز في الأوراق و طول الجذر و الوزن الجاف للمجموع الجذري حيث أعطت أعلى المعدلات والتي بلغت 9.00 فرع/ شتلة و 48.51 ملغم/لتر و 97.40 ملغم/لتر و 47.67 سم/شتلة و 20.29 غم/شتلة على التوالي عند تركيز 200 ملغم/لتر من الزنك و 100 ملغم/لتر من المنغنيز.

Summary

An experiment was conducted in Agriculture college of Kerbala university in lath house at 10 days interval from the first of March to the end of June during growing season of 2014 to study the effect of different concentrations of zinc and manganese on seedling growth of pomegranate var. Salimi. Three replicates were used for each treatment. Zinc was used at three levels (0, 100, 200) mg/L. and three levels of Manganese (0, 50, 100) mg/L were used.

The seedlings were sprayed three times at 10 days interval starting from 1/3/2014, and they were irrigated one day before spraying time. An experiment was conducted according to the Randomized complete Block Design (R.C.B.D.) and analysis of variance ANOVA was based on the least significant difference L.S.D. 0.05. All measurements were taken at the end of June. Results showed that:

1- The concentration 200 mg/L of Zinc treatment significantly surpassed all other concentration in all studied characters (height of seedling, stem diameter, branches, number of branches,

number of leaves, leaves area , chlorophyll content in leaves , Zinc concentration in leaves , manganese concentration in leaves , root length and dry weight of root system), which gave (124.45 cm/seedling) (7.22 mm, 7.44 branch /seedling, 345.89 leaf/ seedling , 2861.37 cm²/seedling , 43.26 SPAD, 45.17 mg/L, 91.94 mg/L, 41.67 cm/seedling and 18.10 gm/seedling respectively.

2- Manganese treatment at 100 mg/L was significantly higher than all other concentrations in all studied growth characters (height of seedling, stem diameter, number of branches , number of leaves, leaves area , chlorophyll content in leaves, Zinc concentration in leaves , manganese concentration in leaves , root length and dry weight of root system) which gave (119.89 cm/seedling, 6.41 mm, 5.89 branch/ seedling , 341.67 leaf /seedling , 2509.97 cm²/seedling , 40.94 SPAD , 43.66 mg/L, 89.53 mg/L, 36.89 cm/seedling and 15.94 gm/seedling respectively.

3- The interaction between zinc and manganese had significant effect on the Number of branches, Zinc concentration in leaves, Manganese concentration in leaves, root length and dry weight of root system . The interaction of 200 mg/L of zinc and 100 mg/L of manganese gave (9.00 branch/seedling, 48.51 mg/L, 97.40 mg/L, 47.67 cm/seedling and 20.29 gm/seedling) respectively.

المقدمة Introduction

الرمان Pomegranate اسمه العلمي *Punica granatum* L. ينتمي الى العائلة الرمانية Punicaceae التي تحتوي على جنس واحد ونوعين الأول *P. protopunica* Balf . وهو قليل الانتشار تتميز به جزيرة سو قطره في الجمهورية اليمنية. أما النوع الثاني فهو *Punica granatum* [1]. وجدت هذه الشجرة في منطقة الشرق الأوسط منذ 5000 عام [2]. ويعتقد ان شمال العراق وإيران هما الموطنان الأصليان للرمان [3].

انتشرت زراعته على نطاق تجاري في بعض بلدان العالم مثل سوريا والسعودية ومصر وتونس وافغانستان وقبرص وايطاليا وإسبانيا [4 و 5 و 6 و 7].

كذلك انتشرت زراعته في بعض الولايات الجنوبية من أمريكا وبالأخص في ولاية فلوريدا [8]. كما أنه يزرع في الجمهورية اليمنية وتشتهر محافظة صعدة بزراعته على نطاق واسع. يزرع في العراق أكثر من 23 صنفاً، يتميز الصنف سلمي بأنه الأكثر شيوعاً بزراعته وانتاجه في بساتين المنطقة الوسطى [9]. تتميز ثماره بأنها كبيرة الحجم، لون الجلد احمر مصفر قليل والثمرات حمراء كثيرة العصارا الطعم حلو أو حامض، وصنف راوه ومسابق وناب الجمل وغيره [10 و 11].

ثمار الرمان ذات قيمة غذائية إذ يحتوي كل 100 غرام من حبات الثمار (الثمرات) على 78-82 ماء و 0.5-1.9 بروتين و 0.7-0.2 غم دهون و 4-10 ملغم فيتامين و 0.9-3 ملغم فيتامين B6 و 0.01-0.07 ملغم فيتامين B1 و 0.01-0.1 ملغم فيتامين B2 و 0.07-0.09 ملغم فيتامين A و 2-6% ألياف و 0.5 غرام رماد و 259 ملغم بوتاسيوم و 8-70 ملغم فسفور و 3-14 ملغم كالسيوم و 4 ملغم صوديوم و 0.3-0.7 ملغم حديد و 12 ملغم مغنسيوم) [12 و 1 و 13].

ان عمليات التسميد تعد من بين أهم العوامل المؤثرة في نمو أشجار الفاكهة بصورة عامة، فكان لا بد من استعمال الوسائل المختلفة ومنها عملية التسميد الورقي Foliar application بالزنك والمنغنيز والتي لها دور كبير في زيادة نمو النبات من خلال ضمان وصول العناصر الغذائية الصغرى المهمة على وجه الخصوص وبشكل قابل للامتصاص من قبل النبات خلال مرحلة النمو الخضري والتي قد تكون عرضة للترسيب في حالة اضافتها بشكل مباشر الى التربة لاسيما في حالة التربة القاعدية السائدة في القطر [14]. إذ إن مركبات الزنك والمنغنيز ترش على النباتات بدلاً من إضافتها للتربة لأن امتصاص هذه المغذيات من التربة يكون ضئيلاً بسبب قلة ذوبانها أو عدم توفر مركباتها بكمية كافية في التربة حيث يوجد الزنك في جميع أنواع التربة تقريباً ولكن بكميات قليلة كما ان المنغنيز لا يوجد بكميات كافية في التربة القاعدية والمتعادلة لكي تعطي نمواً طبيعياً للنبات [15].

ومما هو جدير بالذكر أن للزنك دور في تصنيع الحامض الأميني تريبتوفان Tryptophane الذي يعتبر المادة الأساس لصنع Indol acetic acid وهو هرمون مهم لنمو النباتات، لذلك فإن نقص الزنك يسبب تغيرات كبيرة في طبيعة نمو النبات من خلال خفض انتاج هذا الهرمون وينتج عن ذلك نباتات متقزمة وتقل السيادة القمية فيها [16].

وكذلك فإن نقص الزنك يسبب تقليل السكروز والنشا ويثبط انقسام الخلايا واستطالتها [17] كما أنه يعمل كمنشط لبعض الإنزيمات مثل انزيمات Enolase و Carbonic anhydrase و decarboxylase و glutamic acid dehydrogenase [18].

كذلك فإن المنغنيز يدخل في تفاعلات الأكسدة الحيوية والبناء الضوئي بالإضافة الى كونه منشط لعدد من الانزيمات المتعلقة بالتمثيل الغذائي للكاربوهدرات وتفاعلات الفسفرة ودورة حامض الستريك كما أنه يعتبر منشط لبعض الإنزيمات مثل إنزيمات Prolidase و Glutamyl transferase [18]. كما أن نقص المنغنيز يؤدي الى اسوداد الأوراق النامية حديثاً وتموت ويضعف النبات ولا يزهر [19].

وجد [20] عند رشه الزنك بتركيز 100 ملغم/لتر على شتلات النارج بعمر سنة والمطعمة بطعوم البرتقال المحلي واللالنكي والليمون الحامض أدى الى زيادة معنوية في طول وقطر وعدد الأفرع والمساحة الورقية ونسبة الزنك في أوراق أصناف هذه الحمضيات قياساً بمعاملة المقارنة .
ونظراً لما تقدم فقد هدف البحث الى دراسة تأثير الرش بالزنك والمنغنيز في الاسراع في نمو شتلات الرمان وتحسين نمو الخضري والجذري .

مواد وطرائق العمل Materials and Methods

أجريت هذه التجربة في الظلة النباتية التابعة لقسم البستنة وهندسة الحدائق/ كلية الزراعة/ جامعة كربلاء للمدة من بداية شهر آذار الى نهاية شهر حزيران من عام 2014 لدراسة تأثير الرش بتركيز مختلفة من الزنك والمنغنيز في نمو شتلات الرمان صنف سليمي حامض.

تم اختيار 27 شتلة بعمر سنة واحدة ومتجانسة قدر الإمكان في حجمها ونموها الخضري والنامية في تربة رملية مزيجية جدول (1) ومزروعة في أكياس بلاستيكية سوداء مصنوعة من مادة البولي أثيلين سعة 1.25 كغم وتم تحويلها بتاريخ 2014/2/25 الى أكياس بسعة 2 كغم من التربة

اتبع في تنفيذ التجربة تصميم القطاعات العشوائية الكاملة Randomized Completely Block Design للتجارب العاملية بعاملين هما الزنك والمنغنيز بواقع ثلاثة تراكيز لكل من العاملين وبثلاثة مكررات تحوي كل منه على 9 شتلات.

تم رش الشتلات باستعمال مرشحة يدوية سعة (1 لتر) واضيف مع كل تركيز (1 سم³) من مادة التنظيف الزاهي بديلاً عن المادة الناشرة Tween20 وذلك لتقليل الشد السطحي لجزيئات الماء ولغرض إحداث البلل التام للأجزاء الخضرية. رُشَّت الشتلات حتى البلل الكامل بكل من الزنك والمنغنيز بالتراكيز قيد الدراسة حيث رُشَّ الزنك الذي أستعمل بهيئة كبريتات الزنك ZnSO₄.7H₂O (33% زنك) في الصباح وبثلاثة تراكيز هي (0، 100، 200) ملغم/لتر في المساء.

رُشَّت الشتلات بالمنغنيز الذي استعمل بهيئة كبريتات المنغنيز MnSO₄.4H₂O (26% منغنيز) وبثلاث تراكيز هي (0، 50، 100) ملغم/لتر، وقد نفذت ثلاث رشات وان المدة بين رشة وأخرى عشرة أيام ابتداءً من 2014/3/1.

اما معاملة المقارنة فقد رشت بالماء المقطر فقط والرش تم بعد السقي للشتلات قبل يوم واحد وذلك لزيادة كفاءة النباتات في امتصاص المادة المرشوشة إذ إن للرطوبة دوراً في عملية انتفاخ الخلايا الحارسة وفتح الثغور فضلاً عن كون السقي قبل الرش يعمل على تخفيف تركيز الذائبات في خلايا الورقة فيزيد من نفاذ أيونات محلول الرش الى خلايا الورقة [16]. واجريت عمليات الخدمة من ري وتعشيب كلما دعت الحاجة لذلك. وأخذت القياسات في نهاية شهر حزيران من عام 2014 وتم قياس الصفات التالية:

1-ارتفاع الشتلات (سم): تم قياسها بواسطة شريط القياس من سطح تربة الكيس والى قمة الشتلات.
2-قطر الساق (ملم): تم قياس قطر الساق الرئيسي وعلى بعد (5 سم) من فوق سطح تربة الكيس بواسطة القدمة Vernier capler وبوحدات الـ (ملم) .

3-عدد الأفرع/ شتلة: تم حساب عدد الأفرع لكل شتلة.

4-عدد الأوراق/ شتلة: تم حساب عدد الأوراق لكل شتلة.

5-المساحة الورقية (سم²/شتلة): حسبت المساحة الورقية بالطريقة الوزنية وحسب ما ذكره [21] إذ أخذت ورقة كاملة من كل الشتلات المنتخبة من كل وحدة تجريبية ثم سجل وزن كل ورقة على حدة وقطعت مساحة 1 سم² (1 سم × 1 سم) من كل ورقة وسجل الوزن الطري لهذه القطع (مساحة 1 سم²) وحسبت مساحة الورقة حسب المعادلة الآتية :

$$\text{مساحة الورقة (سم}^2\text{)} = \frac{\text{متوسط وزن الورقة (غم)} \times \text{مساحة المربع المقطوع (1 سم}^2\text{)}}{\text{متوسط وزن المربع المقطوع (غم)}}$$

استخرجت المساحة الورقية للشتلة الواحدة من المعادلة الآتية :

$$\text{المساحة الورقية (سم}^2\text{)} = \text{مساحة الورقة (سم}^2\text{)} \times \text{عدد الأوراق/ شتلة}$$

6-معدل محتوى الأوراق من الكلوروفيل وحدة SPAD: قدر محتوى الكلوروفيل في الأوراق بواسطة جهاز Chlorophyll meter من نوع SPAD-502 وذلك بأخذ القراءة لـ 4 أوراق لكل وحدة تجريبية (شتلة) ثم أخذ المعدل [22]. وقيست بالوحدات SPAD unit استناداً الى [23].

7-تقدير تركيز الزنك والمنغنيز في الأوراق : تم تجفيف عينات الأوراق الخاصة بقياس عنصري الزنك والمنغنيز، ثم طحنت وهضمت كما ورد في [16] ، ثم قدرت بجهاز الامتصاص الذري Atomic Absorption.

8-معدل طول أطول جذر (سم) : فصلت الشتلات من الأكياس المزروعة، فصل المجموع الخضري عن المجموع الجذري من منطقة التاج المنتفخة لشتلات الرمان وتم غسل الجذور بالماء الهادئ من الحنفية لضمان عدم تضرر الجذور وللفصل التراب عنها بشكل جيد وتم قياس طول أطول جذر بواسطة شريط القياس من منطقة التاج القريبة من سطح التربة الى نهاية الجذر السفلي.

9-معدل الوزن الجاف للمجموع الجذري (غم): بعد قلع الشتلات من الأكياس المزروعة فصل المجموع الخضري عن المجموع الجذري من منطقة التاج المنتفخة لشتلات الرمان وتم غسل الجذر بالماء الهادئ ثم وضعت الجذور في أكياس ورقية مثقبة في فرن كهربائي وعلى درجة حرارة (70م) ولحين ثبات الوزن وتم حساب الأوزان بواسطة الميزان الكهربائي الحساس [24].

في نهاية التجربة حللت البيانات وفق تصميم القطاعات العشوائية الكاملة R.C.B.D. وبثلاث مكررات وتم تحليل النتائج حسب التصميم المتبع لتجربة عاملية بعاملين (3×3) للزنك والمنغنيز وتم مقارنة المتوسطات وحسب اختبار أقل فرق معنوي وعلى مستوى احتمال 0.05 [25].

جدول (1) بعض الصفات الفيزيائية والكيميائية للتربة المستعملة في التجربة

صفات التربة	
نسجة التربة	رملية مزيجية
رمل	860 غم/كغم
غرين	90 غم/كغم
طين	50 غم/كغم
pH	7.65
EC	4.7 (ديسمنز/م) D.S/M

تم التحليل في مختبر البستنة/ كلية الزراعة /جامعة الكوفة

النتائج والمناقشة Results and Discussion

1- ارتفاع الشتلة (سم)

يتضح من جدول (2) أن ارتفاع الشتلة ازداد مع زيادة تركيز الزنك وبفارق معنوي عن معاملة بدون رش إذ أعطى التركيز 200 ملغم/لتر أعلى المعدلات في ارتفاع الشتلة بلغ 124.45 سم في حين أعطت معاملة بدون رش أقل معدلاً لارتفاع الشتلة بلغ 105.22 سم وقد يرجع السبب في زيادة ارتفاع الشتلة من جراء المعاملة بالزنك الى الدور المهم الذي يبديه الزنك كتأثيره في تنشيط العديد من الانزيمات فضلاً على أهميته في انتاج الهرمون النباتي Indol acetic acid (IAA) الضروري لتوسيع واستطالة الخلايا [26]. و ذلك لدوره في تكوين المركب Tryptophane ومادة Tryptophane هي المادة التي يتشكل منها Indol acetic acid وتكوين هذه المادة يتأثر بصورة غير مباشرة بالزنك ويعد IAA كأوكسين محفزاً على استطالة الخلايا [27] لذا يزداد طول الساق بزيادة تركيز الزنك.

كما أوضحت النتائج أن للمنغنيز تأثيراً إيجابياً في ارتفاع الشتلات إذ ان افضل التراكيز المستعملة تأثيراً في صفة ارتفاع الشتلة هو 100 ملغم/لتر إذ أعطت الشتلات المعاملة بهذا التركيز أعلى المعدلات في ارتفاعها بلغ 119.89 سم في حين أعطت الشتلات في معاملة بدون رش اقل معدلاً لارتفاع الشتلة بلغ 109.22 سم وقد تعود الزيادة في ارتفاع الشتلات الى ان المنغنيز ينتقل الى الخلايا والأجزاء المرستيمية بصورة مميزة لهذا فإن أعضاء النبات الحديثة التكوين تكون غنية بالمنغنيز [28]. وكذلك يقوم المنغنيز بربط ATP مع المركب الأنزيمي Phosphokinases و Phosphotrans ferases [29]. وكذلك ان الانزيمات في دورة كريس كإنزيم dehydrogenase تنشط بواسطة المنغنيز [27]. لذا قد يساعد المنغنيز على استطالة الساق. أما بالنسبة للتداخل بين الزنك والمنغنيز فلم يكن له تأثيراً معنوياً يذكر في هذه الصفة.

جدول (2) تأثير الرش بالزنك والمنغنيز والتداخل بينهما في معدل ارتفاع الشتلة (سم) لشتلات الرمان صنف سلمي حامض

معدل تأثير الزنك	تراكيز المنغنيز			معدل تأثير المنغنيز
	100	50	0	
				تراكيز الزنك (ملغم/لتر)
				0
				100
				200
				L.S.D. 0.05
				للمنغنيز = 1.96
				للزنك = 1.96
				للتداخل = غ.م

2- قطر الساق (مم)

يلاحظ من جدول (3) بأن لإضافة الزنك تأثيراً في زيادة قطر الساق وكانت تلك الزيادة مستمرة مع زيادة تركيز الزنك. إذ أعطت الشتلات المعاملة بتركيز 200 ملغم/لتر أعلى المعدلات في قطر الساق والبالغ 7.22 ملم في حين أعطت الشتلات في معاملة بدون رش أقل المعدلات في قطر الساق إذ بلغ 4.10 ملم وقد يعزى السبب في زيادة قطر الساق للشتلات المعاملة بالزنك الى ان للزنك تأثير مشجع في النمو الخضري للنبات مثل زيادة ارتفاع الشتلة (جدول 2) من خلال تأثيره في انقسام الخلايا واستطالتها لتأثيره الإيجابي في الأوكسينات ولاسيما IAA الأمر الذي أدى الى زيادة القطر [30]. يعود السبب في زيادة القطر الى دور الزنك بالعديد من العمليات الحيوية التي تحدث في النبات ومنها تكوين الأحماض الأمينية والبروتينات والإنزيمات التي تشجع على زيادة الانقسامات الخلوية واستطالة الخلايا فيزداد نمو الأنسجة والذي يؤدي الى زيادة طبقة الكامبيوم التي تعطي عند انقسامها هذه الزيادة في القطر [31].

يتبين من الجدول نفسه وجود اختلافات معنوية بين تراكيز المنغنيز في تأثيرها في قطر الساق للشتلات المعاملة والتي اختلفت بفارق معنوي عن قطر الساق لشتلات معاملة بدون رش إذ أعطت الشتلات المعاملة بتركيز 100 ملغم/لتر أعلى المعدلات لقطر الساق بلغ 6.41 ملم مقارنة بـ 4.91 ملم وقد يعود السبب في زيادة القطر الى دخول المنغنيز في العديد من العمليات الحيوية التي تحدث في النبات حيث يعتبر أيضاً منشطاً لعدد من الإنزيمات وكذلك يلعب دوراً مهماً في أكسدة وهدم IAA الأمر الذي أدى الى زيادة القطر [16].

أما بالنسبة للتداخل بين الزنك والمنغنيز فلم يكن له أي تأثير معنوي يذكر في هذه الصفة.

جدول (3) تأثير الرش بالزنك والمنغنيز والتداخل بينهما في معدل قطر الساق (ملم) لشتلات الرمان صنف سليمي حامض

معدل تأثير الزنك	تراكيز المنغنيز ملغم/لتر			تراكيز الزنك (ملغم/لتر)
	100	50	0	
4.10	4.80	4.30	3.20	0
5.82	6.40	5.93	5.13	100
7.22	8.03	7.23	6.40	200
	6.41	5.82	4.91	معدل تأثير المنغنيز
	للتداخل = غ.م	للمنغنيز = 0.24	للزنك = 0.24	L.S.D. 0.05

3- عدد الأفرع في الشتلة

تشير النتائج في جدول (4) الى وجود تأثيراً معنوياً للرش بالزنك في عدد الأفرع وكانت تلك الزيادة مرتبطة مع زيادة تركيز الرش بالزنك إذ أعطت المعاملة بتركيز 200 ملغم/ لتر أعلى المعدلات في عدد الأفرع لكل شتلة والبالغ 7.44 فرع/ شتلة في حين أعطت معاملة بدون رش أقل المعدلات والذي بلغ 2.33 فرع/شتلة وقد يرجع السبب الى ان للزنك دوراً مهماً في بناء الحامض الأميني Tryptophane والذي يؤثر بدوره في بناء هرمون النمو IAA الضروري في توسيع واستطالة الخلايا النباتية [32]. كما يتضح من الجدول نفسه أن للرش بالمنغنيز تأثيراً واضحاً في هذه الصفة إذ يلاحظ أن رش الشتلات بالمنغنيز عند تركيز 100 ملغم / لتر أعطى توفراً في صفة عدد الأفرع/ شتلة والذي بلغ 5.89 فرع/شتلة مقارنة بـ 3.56 فرع/شتلة عند معاملة بدون رش وذلك يعود الى تأثير المنغنيز في الأوكسين IAA فإن الأوكسين في الأوراق يكون مهماً لنمو الساق ويؤثر أيضاً في انقسام الخلايا وقد وجد أن نشاط الأنسجة المرستيمية في النبات له علاقة بتكوين الأوكسين وإن من المعروف أن الأنسجة المرستيمية الجانبية تسبب تكوين الأفرع الجانبية [19].

جدول (4) تأثير الرش بالزنك والمنغنيز والتداخل بينهما في معدل عدد الأفرع (فرع/شتلة) لشتلات الرمان صنف سليمي حامض

معدل تأثير الزنك	تراكيز المنغنيز ملغم/لتر			تراكيز الزنك (ملغم/لتر)
	100	50	0	
2.33	3.00	2.33	1.67	0
4.67	5.67	4.67	3.67	100
7.44	9.00	8.00	5.33	200
	5.89	5.00	3.56	معدل تأثير المنغنيز
	للتداخل = 0.86	للمنغنيز = 0.50	للزنك = 0.50	L.S.D. 0.05

كما أظهر التداخل هو الأخر تأثيراً معنوياً في عدد الأفرع للشتلات المعاملة فقد أعطت المعاملة بالزنك بتركيز 200 ملغم/ لتر والمنغنيز بتركيز 100 ملغم/ لتر أعلى معدلاً في عدد الأفرع بلغ 9.00 فرع/شتلة في حين أعطت الشتلات في معاملة المقارنة معدلاً أقل لعدد الأفرع بلغ 1.67 فرع/شتلة.

4- عدد الأوراق/ شتلة

تبين نتائج جدول (4) وجود تأثير معنوي للرش بالزنك في صفة عدد الأوراق للشتلات فقد أعطت معاملة الرش بالزنك بتركيز 200 ملغم/لتر أعلى معدل بلغ 345.89 ورقة/شتلة¹ في حين أعطت معاملة بدون رش أقل معدل بلغ 320.89 ورقة/ شتلة¹. كما يتبين من نتائج الجدول أن للرش بالمنغنيز تأثير واضحاً في عدد الأوراق لكل شتلة إذ أعطت معاملة الرش بتركيز 100 ملغم/لتر أعلى المعدلات في عدد الأوراق بلغت 341.67 ورقة/شتلة واختلفت بفارق معنوي في عدد الأوراق لشتلات معاملة بدون رش والتي بلغت 326.33 ورقة/شتلة.

أن تأثير عوامل البحث في زيادة عدد الأوراق يعزى الى دور كل من الزنك والمنغنيز في دخولهما في العمليات الحيوية التي تجري داخل النبات التي تزيد من فعالية النبات للقيام بعملية البناء الضوئي والتي تؤدي الى زيادة النمو الخضري للشتلات من خلال زيادة معدل انقسام واستطالة الخلايا ومن ثم زيادة عدد الأوراق [33 و34]. أما بالنسبة للتداخل بين الزنك والمنغنيز فلم يكن له تأثير معنوي يُذكر في هذه الصفة.

جدول (5) تأثير الرش بالزنك والمنغنيز والتداخل بينهما في معدل عدد الأوراق (ورقة/شتلة) لشتلات الرمان صنف سليمي حامض

معدل تأثير الزنك	تراكيز المنغنيز ملغم/لتر			تراكيز الزنك (ملغم/لتر)
	100	50	0	
320.89	327.33	321.00	314.33	0
335.22	342.67	335.00	328.00	100
345.89	355.00	346.00	336.67	200
	341.67	334.00	326.33	معدل تأثير المنغنيز
	للتداخل=غ.م	للمنغنيز=1.62	للزنك=1.62	L.S.D. 0.05

5- المساحة الورقية (سم²/ شتلة)

أظهرت النتائج في الجدول (6) وجود اختلافات معنوية بين تراكيز الرش بالزنك ومعاملة بدون رش في صفة المساحة الورقية إذ أعطت معاملة الرش بالزنك بتركيز 200 ملغم/لتر أعلى المعدلات للمساحة الورقية بلغ 2861.37 سم²/ شتلة مقارنة بأقل المعدلات التي أظهرتها شتلات معاملة بدون رش والتي بلغت 1559.05 سم²/شتلة وقد يرجع السبب الى أن للزنك دوراً مهماً في بناء الحامض الأميني Tryptophane الذي يعد المادة الأساسية لتصنيع الهرمون الطبيعي IAA الذي يزيد من انقسام الخلايا واتساعها لدليل أن نقصه في الأوراق يصاحبه نقصان في مساحة الورقة [35 و 16 و 30]. ويُعد الزنك ضرورياً لبناء البروتين وتنشيط انزيمات نقل الفوسفات وله علاقة بتخليق الهرمون IAA من خلال دوره في بناء التربتوفان وبالتالي تتداخل هذه العوامل في زيادة المساحة الورقية [31].

كما يتضح من الجدول وجود اختلافات معنوية بين تراكيز الرش بالمنغنيز في صفة المساحة الورقية إذ ان تأثير تلك التراكيز اختلفت بفارق معنوي عن معاملة بدون رش وأعطت المعاملة عند تركيز 100 ملغم/لتر أعلى معدل للمساحة الورقية بلغ 2509.97 سم²/شتلة مقارنة بـ 1897.45 سم² عند معاملة المقارنة.

وربما يعود السبب الى أن للمنغنيز دوراً كبيراً داخل النبات حيث يعتبر منشطاً للعديد من الأنزيمات وكذلك يلعب دوراً مهماً في أكسدة وهدم IAA والذي يزيد من انقسام الخلايا واتساعها وبالتالي زيادة المساحة الورقية [16]. أما بالنسبة للتداخل بين الزنك والمنغنيز فلم يكن له تأثير معنوي يُذكر في هذه الصفة.

جدول (6) تأثير الرش بالزنك والمنغنيز والتداخل بينهما في معدل المساحة الورقية (سم²/شتلة) لشتلات الرمان صنف سليمي حامض

معدل تأثير الزنك	تراكيز المنغنيز ملغم/لتر			تراكيز الزنك (ملغم/لتر)
	100	50	0	
1559.05	1795.63	1668.30	1213.23	0
2318.67	2588.47	2378.41	1989.13	100
2861.37	3145.80	2948.33	2489.98	200
	2509.97	2331.68	1897.45	معدل تأثير المنغنيز
	للتداخل=غ.م	للمنغنيز=102.80	للزنك=102.80	L.S.D. 0.05

6- معدل محتوى الأوراق من الكلوروفيل (وحدة SPAD)

يتبين من جدول (7) أن معدل محتوى الأوراق من الكلوروفيل قد ازداد معنوياً مع زيادة مستويات الرش بالزنك إذ بلغ معدل محتوى الأوراق من الكلوروفيل في أوراق الشتلات بالزنك بتركيز 200 ملغم/لتر (SPAD 43.26) مقارنة بـ (SPAD 34.32) عند معاملة بدون رش وقد يرجع سبب الزيادة إلى أن الأنزيم الذي يحفز بوساطة الزنك هو carbonic acid anhydrase في الكلوروبلاست ووظيفة هذا الأنزيم هو وظيفة تنظيمية لتأثير الرقم الهيدروجيني المتغير وبهذا يعمل كمنظم buffer [36]. كما كان للمغنيز دور في معدل محتوى الأوراق من الكلوروفيل جدول (7) فقد لوحظ أن أعلى معدل لمحتوى الأوراق من الكلوروفيل كانت عند معاملة الشتلات بالمغنيز عند التركيز 100 ملغم/لتر، إذ بلغت SPAD 40.94 وقد اختلفت أوراق الشتلات المعاملة معنوياً عن أوراق شتلات معاملة المقارنة التي لاحظنا فيها انخفاضاً واضحاً في معدل محتوى الأوراق من الكلوروفيل والذي بلغ SPAD 36.70 ويعود ذلك إلى أن للمغنيز دوراً مهماً في تفاعل Hill (هل) أثناء عملية البناء الضوئي وكذلك يدخل في تفاعلات الأكسدة الحيوية والبناء الضوئي بالإضافة إلى كونه منشط للعديد من الإنزيمات [18]. أما بالنسبة للتداخل فلم يكن له تأثير معنوي يذكر في هذه الصفة.

جدول (7) تأثير الرش بالزنك والمغنيز والتداخل بينهما في معدل محتوى الأوراق من الكلوروفيل (SPAD) لشتلات الرمان صنف سليمي حامض

معدل تأثير الزنك	تراكمات الزنك (ملغم/لتر)			معدل تأثير المغنيز
	100	50	0	
				0
				100
				200
				معدل تأثير المغنيز
				L.S.D. 0.05
				للزنك=1.08
				للمغنيز=1.08
				للتداخل=غ.م

7- تركيز الزنك في الأوراق (ملغم/لتر)

يتضح من جدول (8) أن تركيز الزنك في الأوراق ازداد مع زيادة تركيز الزنك وبفارق معنوي عن معاملة بدون رش إذ أعطى التركيز 200 ملغم/لتر أعلى المعدل بلغ 45.17 ملغم/لتر في حين أعطت الشتلات في معاملة بدون رش معدلاً أقل لتركيز الزنك بلغ 36.36 ملغم/لتر وقد يرجع السبب في زيادة تركيز الزنك في الأوراق إلى زيادة امتصاص هذا العنصر من قبل الأوراق عند رشه بها إضافة إلى زيادة النمو الخضري والجذري للشتلات عند رشها بالزنك مما أدى إلى زيادة متطلباتها من العناصر الغذائية ومنها الزنك لتحقيق عملية التوازن الغذائي داخل النبات ومن ثم زيادة في امتصاص عنصر الزنك. واتفقت هذه النتيجة مع ما وجدته [20]. عند رشه الزنك بتركيز 100 ملغم/لتر على شتلات النارج بعمر سنة والمطعمه بطعوم البرتقال المحلي واللالنكي والليمون الحامض أدى إلى زيادة معنوية في طول وقطر وعدد الأفرع والمساحة الورقية ونسبة الزنك في أوراق أصناف هذه الحمضيات قياساً بمعاملة المقارنة.

كما كان للمغنيز دور في معدل تركيز الزنك في الأوراق جدول (8) فقد لوحظ أن أعلى معدل لتركيز الزنك في الأوراق كان عند تركيز 100 ملغم/لتر إذ بلغ 43.66 ملغم/لتر مقارنة بمعاملة بدون رش التي أعطت أقل معدل بلغ 38.28 ملغم/لتر. وكما أظهر التداخل هو الآخر تأثيراً معنوياً في تركيز الزنك في الأوراق فقد أعطت المعاملة بالزنك بتركيز 200 ملغم/لتر والمغنيز بتركيز 100 ملغم/لتر أعلى معدلاً بلغ 48.51 ملغم/لتر في حين أعطت معاملة المقارنة أقل معدل بلغ 34.55 ملغم/لتر.

جدول (8) تأثير الرش بالزنك والمغنيز والتداخل بينهما في معدل تركيز الزنك (ملغم/لتر) لشتلات الرمان صنف سليمي حامض

معدل تأثير الزنك	تراكمات الزنك (ملغم/لتر)			معدل تأثير المغنيز
	100	50	0	
				0
				100
				200
				معدل تأثير المغنيز
				L.S.D. 0.05
				للزنك=0.72
				للمغنيز=0.72
				للتداخل=1.24

8- تركيز المنغنيز في الأوراق (ملغم/لتر)

تبين نتائج جدول (9) وجود تأثير معنوي للرش بالزنك في معدل تركيز المنغنيز في الأوراق فقد أعطت معاملة الرش بالزنك بتركيز 200 ملغم/لتر أعلى معدل بلغ 91.94 ملغم/لتر في حين أعطت معاملة بدون رش أقل معدل بلغ 79.40 ملغم/لتر. وكما يتضح من نفس الجدول وجود اختلافات معنوية بين تراكيز الرش بالمنغنيز في معدل تركيز المنغنيز في الأوراق إذ إن تأثير تلك التراكيز اختلف بفارق معنوي عن معاملة بدون رش وأعطت المعاملة عند تركيز 100 ملغم/لتر أعلى معدل بلغ 89.53 ملغم/لتر مقارنة بـ 82.60 ملغم/لتر عند معاملة المقارنة ويرجع السبب في ذلك إلى أن عملية الرش بعنصر المنغنيز ونتيجة لامتناعه من قبل الأوراق يؤدي إلى زيادة نسبته في الأوراق مقارنة بالشتلات غير المرشوشة. وكما كان للتداخل الموضح في الجدول تأثيراً واضحاً في زيادة تركيز المنغنيز للشتلات إذ أعطت الشتلات المعاملة بالزنك بتركيز 200 ملغم/لتر والمنغنيز بتركيز 100 ملغم/لتر أعلى معدل بلغ 97.40 ملغم/لتر قياساً بمعاملة المقارنة التي بلغت 76.60 ملغم/لتر.

جدول (9) تأثير الرش بالزنك والمنغنيز والتداخل بينهما في معدل تركيز المنغنيز (ملغم/لتر) في الأوراق لشتلات الرمان صنف سلبي حامض

معدل تأثير الزنك	تراكيز المنغنيز ملغم/لتر			تراكيز الزنك (ملغم/لتر)
	100	50	0	
79.40	82.64	78.96	76.60	0
86.36	88.56	86.64	83.88	100
91.94	97.40	91.10	87.31	200
	89.53	85.57	82.60	معدل تأثير المنغنيز
	للتداخل=2.28	للمنغنيز=1.31	للزنك=1.31	L.S.D. 0.05

9- معدل طول الجذر (سم/شتلة)

تبين نتائج جدول (10) وجود تأثير معنوي للرش بالزنك في صفة طول الجذر للشتلات فقد أعطت معاملة الرش بالزنك بتركيز (200 ملغم/لتر) أعلى معدل بلغ (41.67 سم/شتلة) في حين أعطت معاملة بدون رش أقل معدل بلغ (23.67 سم/شتلة) قد يعود السبب في زيادة طول الجذر إلى تأثيره في البناء الحيوي للأوكسين IAA الضروري في توسيع واستطالة الخلايا النباتية وقد يعود أيضاً إلى زيادة النمو الخضري وبالتالي يزيد من النمو الجذري لأن هنالك توازن بين المجموع الخضري والجذري [34]. أظهر الرش بالمنغنيز تأثيراً واضحاً في زيادة طول الجذر فقد تفوقت شتلات معاملة الرش بالمنغنيز عند التركيز 100 ملغم/لتر في زيادة طول الجذر والتي بلغت 36.89 سم/شتلة قياساً بشتلات معاملة المقارنة التي أظهرت شتلاتها انخفاضاً واضحاً في طول الجذر والذي بلغ (27.89 سم/شتلة) وقد ترجع زيادة طول الجذر عند المعاملة بالمنغنيز إلى مساهمة هذا العنصر في بعض العمليات الفسلجية لنبات مثل عملية التركيب الضوئي فضلاً عن تأثيره في انقسام الخلايا واستطالتها مؤدياً إلى تحسين مؤشرات النمو والتي منها طول الجذر [37].

ووجد من خلال التداخل بين الزنك والمنغنيز تأثيراً واضحاً في صفة طول الجذر فقد تميزت معاملة الرش بالزنك بتركيز 200 ملغم/لتر والمنغنيز بتركيز 100 ملغم/لتر على بقية المعاملات الأخرى في زيادة طول الجذر والبالغة 47.67 سم/شتلة قياساً بمعاملة المقارنة التي بلغت 21 سم/شتلة.

جدول (10) تأثير الرش بالزنك والمنغنيز والتداخل بينهما في معدل طول الجذر (سم/شتلة) لشتلات الرمان صنف سلبي حامض

معدل تأثير الزنك	تراكيز المنغنيز ملغم/لتر			تراكيز الزنك (ملغم/لتر)
	100	50	0	
23.67	26.33	23.67	21.00	0
33.11	36.67	34.67	28.00	100
41.67	47.67	42.67	34.67	200
	36.89	33.67	27.89	معدل تأثير المنغنيز
	للتداخل=2.42	للمنغنيز=1.40	للزنك=1.40	L.S.D. 0.05

10- الوزن الجاف للمجموع الجذري (غم/شتلة)

يلاحظ من النتائج المبينة في جدول (11) وجود اختلافات معنوية بين معاملات الرش بالزنك ومعاملة بدون رش في صفة الوزن الجاف للمجموع الجذري للشتلات، فقد أعطت معاملة الرش بالزنك بتركيز 200 ملغم/لتر أعلى معدل بلغ (18.10 غم/شتلة) في حين أعطت معاملة المقارنة أقل معدل بلغ 10.05 غم/شتلة قد يعود السبب في زيادة الوزن الجاف للمجموع الجذري الى دور الزنك الذي يساهم في زيادة حجم المجموع الخضري للنبات وربما ينعكس ذلك على زيادة عملية البناء الضوئي ومن ثم زيادة تصنيع وتراكم المواد الغذائية مما يوفر المواد اللازمة لنمو المجموع الجذري وزيادة تراكم المواد المصنعة فيه [38 و 39]. كما يتضح من الجدول أن للرش بالمنغنيز تأثيراً واضحاً في هذه الصفة إذ يلاحظ أن رش الشتلات بالمنغنيز عند التركيز (100 ملغم/لتر) أعطى ترقواً في صفة الوزن الجاف للمجموع الجذري والذي بلغ 15.94 غم/شتلة مقارنة بـ 12.37 غم/شتلة عند معاملة بدون رش وربما يعزى زيادة الوزن الجاف كما ذكرها [40] الى كفاءة الجذر في امتصاص المغذيات والماء ومن ثم دفع النبات باتجاه النمو الخضري وكذلك زيادة معدل وعدد وطول الجذر التي يتم فيها بناء الساييتوكاينينات التي تنتقل الى الأوراق محفزة بذلك انقسام وتمايز الخلايا ومن ثم زيادة الوزن الجاف للمجموع الجذري. كما كان للتداخل الموضح في الجدول تأثيراً واضحاً في زيادة الوزن الجاف للمجموع الجذري للشتلات إذ أعطت شتلات المعاملة بالزنك بتركيز 200 ملغم/لتر والمنغنيز بتركيز 100 ملغم/لتر ترقواً ملحوظاً في الوزن الجاف للمجموع الجذري للشتلات المعاملة ووصل الى (20.29 غم/شتلة) قياساً بمعاملة المقارنة التي بلغت 8.31 غم/شتلة.

جدول (11) تأثير الرش بالزنك والمنغنيز والتداخل بينهما في معدل الوزن الجاف للمجموع الجذري (غم/شتلة) لشتلات الرمان صنف سليمي حامض

معدل تأثير الزنك	100	50	0	تراكيز المنغنيز ملغم/لتر تركيز الزنك (ملغم/لتر)
10.05	12.29	9.56	8.31	0
14.55	15.24	14.02	14.39	100
18.10	20.29	19.61	14.41	200
	15.94	14.40	12.37	معدل تأثير المنغنيز
	للتداخل=2.16	للمنغنيز=1.25	للزنك=1.25	L.S.D. 0.05

المصادر

- 1-Mortin, J.F.1987.Pomegranate . in fruit of warm climate, Miami, f7.USA P.352-355.
- 2-Anon .1998. wealth of India – Raw material council of scientific and Industrial research , New Delhi , Volume VIII, p.32.
- 3- تشاندلر، وليام هنري. 1987. بساتين الفاكهة المتساقطة الأوراق. ترجمة: كمال الدين محمد، عبد الله محمد حسن، جميل فهميم سوربال و محمد احمد المليجي. الدار العربية للنشر والتوزيع- جمهورية مصر العربية.
- 4- عبد العال، احمد فاروق. 1967. بساتين الفاكهة المتساقطة الأوراق. الطبعة الثانية. مطبعة دار المعارف. جمهورية مصر العربية.
- 5- Ibpeger, 1986. Genetic resources of tropical and subtropical fruits and nuts, Int Board plant genetic resources.
- 6- Patil, A.V., and Karnel A.R. 1985. Pomegranatin T.K, Bose(ed) Fruit of India: and subtropical Naya Prakesh Calcutta pp.537-584.
- 7- الجميلي، علاء عبد الرزاق محمد و ماجد عبد الوهاب احمد أبو السعد. 1990. الفاكهة المتساقطة الأوراق. هيئة المعاهد الفنية. وزارة التعليم العالي والبحث العلمي. جمهورية العراق.
- 8- النعيمي، جبار حسن ويوسف حنا. 1980. انتاج الفاكهة النفضية. جامعة البصرة. وزارة التعليم العالي والبحث العلمي- جمهورية العراق.
- 9- العزي، محمد عبد جعفر. 1990. دودة ثمار الرمان حياتها. أضرارها. مكافحتها. نشرة ارشادية. وزارة الزراعة والري- جمهورية العراق.
- 10- الجميلي، علاء عبد الرزاق محمد وجبار عباس حسن الدجيلي. 1989. انتاج الفاكهة. وزارة التعليم العالي والبحث العلمي- جامعة بغداد- بيت الحكمة- العراق
- 11- ابراهيم، عاطف محمد. 1996. الفاكهة المتساقطة الأوراق . زراعتها- رعايتها - ونتاجها. الطبعة الثانية. منشأة المعارف بالإسكندرية. جمهورية مصر العربية.
- 12- ويستوود، ميلفن. 1984. علم فاكهة المنطقة المعتدلة. ترجمة يوسف حنا. وزارة التعليم العالي والبحث العلمي. جامعة الموصل. العراق.
- 13- Kumar, G.N.M.1990. Pomegranate . P.328-347, In.s. Mitra(ed). Postharvest physiology and storage of tropical and subtropical fruit. (AB. International walling for U.K.)
- 14- أبو ضاحي، يوسف محمد و مؤيد أحمد اليونس. 1988. دليل تغذية النبات. مديرية دار الكتب للطباعة والنشر. جامعة الموصل.
- 15- الرئيس، عبد الهادي جواد. 1987. التغذية النباتية. ج1 و ج2. كلية الزراعة- جامعة بغداد- وزارة التعليم العالي والبحث العلمي.
- 16- الصحاف، فاضل حسين رضا. 1989. تغذية النبات التطبيقي. وزارة التعليم العالي والبحث العلمي- جامعة بغداد. العراق.
- 17-Yagdin, B.A(ed). 1984. Agricultural chemistry. Part II. Mir publishers, Moscow.
- 18-Tisdale , S.I. and Nelson , W.L. 1975. Soil fertility and fertilizers , 3rd . ed. Macmillan publishing co., Inc., New York.
- 19- محمد ، عبد العظيم كاظم و عبد الهادي جواد الرئيس. 1984. فسلة النبات. ج1 و ج2. كلية الزراعة- جامعة بغداد. وزارة التعليم العالي والبحث العلمي.
- 20- الطائي، ابراهيم مرضي راضي. 2006. تأثير موعد التطعيم ونوع الطعم والرش بالحديد والزنك في نمو شتلات الحمضيات على أصل النارنج. رسالة ماجستير. الكلية التقنية. المسيب. العراق.
- 21- مرسي، مصطفى علي وعبد العظيم عبد الجواد وحسين علي توفيق. 1968. أساسيات البحوث الزراعية. مكتبة الأنجلو المصرية. القاهرة. ج 4.
- 22- Minnotti, P.L., D. E. Halseth and J.B. Siczka .1994. chlorophyll measurement to assess the nitrogen status of potato varieties . Hort. Science. 29(12): 1497-1500.
- 23- Jemison , J. and M. Williams. 2006. Potato Grain study project Report. Water Quality office university of Maine, cooperation Extension. <http://www.umext.main.edu>.
- 24- عبد الحسين، مسلم عبد علي. 1986. تأثير بعض المعاملات على تجذير عقل الزيتون صنفى أشرسى والنبالي تحت الري الرذاذي. رسالة ماجستير. كلية الزراعة. جامعة بغداد. العراق.
- 25- الراوي، خاشع محمود وعبد العزيز خلف الله. 2000. تصميم وتحليل التجارب الزراعية. وزارة التعليم العالي والبحث العلمي. مطبعة جامعة الموصل- العراق.
- 26- Awad , M.M. and Atawia , R.A.1995. Effects of foliar sprays with some micro nutrients on "Le- conte" pear trees, I:Tree growth and leaf mineral content. Annals Agric.Sci.,40(1): 359-367.

- 27- النعيمي، سعد الله نجم عبد الله. 1984. مبادئ تغذية النبات. مترجم للمؤلفين مينكيل وكيربي- كلية الزراعة- جامعة الموصل- العراق.
- 28- Amberger , A.1973.The role of manganese in the metabolism of plants.Agro chemical 17:69-83.
- 29- Lehninger, A.L.1975.Biochemistry, the molecular basis of cell structure and function. Worth publishers , Inc., New York.
- 30- محمد، عبد العظيم كاظم ومؤيد احمد اليونس. 1991. أساسيات فسيولوجيا النبات. جامعة بغداد. وزارة التعليم العالي والبحث العلمي. العراق.
- 31- أبو ضاحي، يوسف محمد. 1991. تغذية النبات. جامعة بغداد. وزارة التعليم العالي والبحث العلمي- العراق.
- 32- النعيمي، سعد الله نجم عبد الله. 1999. الأسمدة وخصوبة التربة. الطبعة الثانية منقحة. دار الكتب للطباعة والنشر- جامعة الموصل- العراق.
- 33- Popov, F.1978. chlorophyll content and photo synthetic productivity in apple trees in relation to soil. Management in apolmette orchard. Vopr. Intensifik. Plodovod. Kishinew Moldavian SSR.(1978): 44-46 (C.F. Hort. Abst. Vol.49, No.9. abs. 6544(1979).
- 34- ديفلين، روبرت و ويذام. م.فرانسييس. 1993. فسيولوجيا النبات. ترجمة شوقي محمد محمود، عبد الهادي خضر، علي سعد الدين سلامة، نادية كامل و محمد فوزي عبد الحميد. الدار العربية للنشر والتوزيع.
- 35- Delas, J. 1981. Lesoligo – elements et lavigha vitiechnique , 45: 4-6.
- 36- Jacobson B. S. ; F. fong and R. L. Health. 1975. Carbonic anhydrase of spinach. Studieson its location inhibition and physiological function. Plant physiol. 55:468-474.
- 37- محمد، عبد العظيم كاظم. 2002. أساسيات تغذية وتسميد النبات. المكتب المصري لتوزيع المطبوعات. القاهرة. مصر.
- 38- النعيمي، جبار حسن. 1983. الفاكهة (1). كلية الزراعة. جامعة البصرة. العراق.
- 39- محمد، عبد العظيم كاظم، 1985. علم فسلجة النبات. الجزء الثاني. مديرية دار الكتب للطباعة والنشر. جامعة الموصل. العراق.
- 40- Weaver , R. J. 1971. Plant Growth substances in Agriculture . W.H. Freman and company Sanfrancisco, U.S.A.