Role of Silicon, Boron and Salicylic acid in enhancing Fruit Quality of Washington Navel Orange.

Dr. Susan Suleiman*
Dr. Mohammad Ahmad**
Batoul Ahmad***

(Received 7 / 7 / 2019. Accepted 8 / 9 /2019)

□ ABSTRACT □

The effect of foliar spray of Washington Navel Orange trees with Silicon (Si), Boron (B) and Salicylic acid (SA) on fruits quality: fruit size, V.C, TSS, TA, and total sugars were studied. The results showed that treatment with Salicylic (50 ppm) increased fruit size (360 cm^3), vitamin C content (34.35 mg/100 ml) and TSS (15.6%).
The results indicated as well, that treatment with Si (100 ppm) and its combination with Boron (Si 200 ppm+ B100 ppm) increased fruit acidity (1.18 and1.05 %) respectively, whereas, Si (100 ppm) + B (50 ppm) increased fruits total sugars (11.41%).

Keywords: Washington Navel - Silicon - Boron - Salicylic acid - Vitamin C - Total sugars.

***Prof. Horticulture Department, Faculty of Agriculture, Tishreen University, Lattakia, Syria.**
****Prof., Department of Plant Protection, Faculty of Agriculture, Tishreen University, Lattakia, Syria.**
***** Assistant. Horticulture Department, Faculty of Agriculture, Tishreen University, Lattakia, Syria.**

دور السيلكون والبورون وحمض السالسيليك في تحسين نوعية ثمار البرتقال أبو سرة.

د. سوسن سليمان *

د. محمد أحمد**

بتول أحمد ***

(تاريخ الإيداع 7 / 7 / 2019. قبل للنشر في 8 / 9 / 2019)

□ ملخّص □

تمت دراسة تأثير رش أشجار البرتقال (أبو سرة) بالسيليكون (Si) على شكل (سيليكات الصوديوم) وحمض السالسيليك (SA)وحمض البوريك (B) في نوعية ثمار البرتقال من حيث حجمها ومحتواها من فيتامين C والمواد الصلبة الذائبة والحموضة وكذلك نسبة السكريات.

أظهرت النتائج أن المعاملة بحمض الساليسيليك (50 ppm) قد حققت أعلى زيادة في محتوى الثمار من فيتامين C (34.35 مغ/100 مل) و المواد الصلبة الذائبة TSS (15.6**%**)، وكذلك حجم الثمار (360 سم^3).

كما أظهرت أن المعاملة بالسيليكون (T1:100 ppm) والمعاملة المشتركة للسيلكون (200 ppm) والبورون (100 ppm(T9) إلى زيادة حموضة العصير (1.05 و 1.1% على التوالي)، في حين زادت المعاملة المشتركة للسيليكون (100 ppm) والبورون(50 ppm)(T11) محتوى الثمار من السكريات الكلية (11.4%).

الكلمات المفتاحية: برتقال أبو سرة – السيلكون – البورون – حمض السالسيليك – فيتامين- C السكر الكلي.

* **أستاذ، قسم البساتين، كلية الزراعة، جامعة تشرين، اللاذقية، سورية.**

** **أستاذ، قسم وقاية النبات، كلية الزراعة، جامعة تشرين، اللاذقية، سورية.**

*** **طالبة دراسات عليا(ماجستير)، قسم البساتين، كلية الزراعة، جامعة تشرين، اللاذقية، سورية.**

مقدمة

يعد البرتقال الذي ينتمي إلى الجنس Citrus والعائلة Rutaceae ، أحد أهم أنواع الفاكهة في العالم، حيث تنتشر زراعته في المناطق الاستوائية وتحت الاستوائية والعديد من مناطق العالم، ويقدر الإنتاج السنوي بحوالي102 مليون طن . **(Mehl *et al*., 2014)**.وتعد ثمار البرتقال ثمار لذيذة ومرغوبة لشعوب العالم، وتلعب رائحتها ولونها وطعمها المحبب دوراً مهما في ذلك، وقد أدى تطور طرق حفظها وتخزينها، إلى توفرها على مدار العام مما جعلها مصدراً مهماً للعديد من الفيتامينات والعناصر الغذائية.

يمثل حجم ثمار الحمضيات أحد أهم الصفات بالنسبة للاستهلاك الطازج **(Agusti *et al*., 2002)**، وكذلك الصفات الخارجية الأخرى مثل لون الثمرة وقوام القشرة التي تعتبر عوامل مهمة في تقييم نوعية الثمار، في حين أن الصفات الداخلية تتضمن كمية ونوعية العصير، محتوى الثمار من فيتامين C، المواد الصلبة الذائبة الكلية (TSS)، الحموضة القابلة للمعايرة (TA)، نسبة المواد الصلبة الكلية إلى الحموضة (TSS:TA) **(Ahmed, 2006)**.

يمكن تحسين نوعية الثمار في الحمضيات بوسائل متعددة تتضمن: التغذية الجيدة والممارسات الزراعية المختلفة. وأهم الخدمات الزراعية التي تقدم لأشجار الحمضيات هي تغذيتها وخاصة التغذية المعدنية **(Kassem *et al*., 2011)**. وكذلك معاملتها بمنظمات النمو.

من بين العناصر المعدنية الواجب إضافتها لتغذية أشجار الحمضيات هي العناصر الصغرى والتي تعد الأكثر أهمية في إنتاج الثمار ذات النوعية الجيدة **(Babu and Yadav, 2005; Ioannis *et al*., 2004)**.

يلعب البورون (B) كأحد العناصر الصغرى دوراً هاماً في نمو وإنتاج الحمضيات. فهو يزيد من نمو حبوب اللقاح واستطالة أنبوبة اللقاح، وبالتالي عقد جيد للأزهار مما ينتج عنه محصولاً جيداً **(Abd-Allah, 2006)**. كما يعتبر مسؤولاً بشكل غير مباشر عن نشاط أنزيم الdehydrogenase ، نقل السكريات، تمثيل الأحماض النووية وكذلك الهرمونات النباتية **(El-Sheikh et al., 2007; Marschner, 2012)**.

وجد أن البورون يساهم أيضاً في تخفيض خسارة الوزن وتحلل الثمار، كما يخفض حموضة الثمار ويخفض أيضاً أكسدة حمض الأسكوربيك، كما يرفع نسبة المواد الصلبة الذائبة في الثمار وفيتامين C ويزيد ثخانة قشرة الثمار وكذلك نسبة العصير وذلك عند رشه قبل الجني على برتقال Washington naval **(Tarabih *et al*,2014)**.

كما وجد أن الرش الورقي بمركب البوراكس على صنف Citrus Limon Burma قد زاد من نسبة العصير والمواد الصلبة الذائبة والحموضة وفيتامين C والسكريات الكلية وعمر تخزين الثمار بالمقارنة مع الشاهد ولكن الزيادة كانت طفيفة مقارنة مع الزيادة التي حققها الرش بمركب النفتالين أسيتيك أسيد والجبرلين **(Bhatt *et al*.,2016)**.

كذلك، ساهم استخدام البورون على برتقال الفالانسيا في تحسين نسبة العقد وتخفيف تساقط الثمار وزيادة نسبة فيتامين C وذلك لوحده أو عند رشه مع شيلات الكالسيوم ، كما تحسنت نسبة المواد الصلبة الذائبة الكلية وخفض الحموضة **(Baghdady *et al*.,2014)**.

يعد السيليكون من العناصر الصغرى المفيدة لنمو النباتات بما في ذلك أشجار الحمضيات. وهو من العناصر المتواجدة بغزارة في التربة، ويشكل 28% من وزنها، و3-7% في محلول التربة **(Epstein. 1999)**. يتواجد السيليكون في التربة على شكل حمض السيليسيك (H_4SiO_4) منحل في محلول التربة، ويمتصه النبات بشكل مباشر على شكل حمض السيليسيك **(Ma *et al*., 2001)**. وتؤدي إضافة السيليكون إلى زيادة محتواه في فروع النبات مما يؤدي إلى زيادة إنتاج المادة الجافة **(Prakash, *et al*., 2011)**.

يؤدي تطبيق السيليكون إلى تحسين نمو النبات والمؤشرات الفيزيولوجية، وبذلك يمكن أن يزيد من قدرة النبات على مقاومة إجهاد الجفاف. كما يخفض النتح مما يؤدي إلى تحمل إجهاد الجفاف (**Asgharipour and Mosapour, 2016**).

تستطيع النباتات، خاصة الأشجار المثمرة امتصاص كميات كبيرة من السيليكون، إذ يساهم في قوتها نتيجة دوره في متانة الجدر الخلوية، كذلك يساعد السيليكون في حماية النبات من هجوم الحشرات والأمراض. كما أن إضافة السيليكون أشجار الفاكهة يمكن أن يساهم في زيادة المحصول ويخفض استعمال الأسمدة الكيميائية، وكذلك مبيدات الحشرات والفطريات (**Patil, *et al.*, 2017**).

يمكن للسيليكون أن يحسن محتوى البوتاسيوم في أشجار الفاكهة، من البروتين والنتروجين ، السكريات الكلية، وبالتالي يؤدي إلى تحسين نوعية الثمار.

كما يمكن لإضافة الأسمدة التي تحتوي على السيليكون أن تحسن محتوى السكر في قصب السكر، التفاح، العنب، البطيخ، الرمان والفريز. ويمكن للأسمدة التي تحتوي على السيليكون أن تزيد نسبة فيتامين C في الفريز، الباذنجان، الملفوف، البصل الأخضر الصيني والثوم، كذلك المواد الصلبة الذائبة في حامل ثمرة الفريز، الباذنجان والكرفس المزروع في البيوت المحمية (**Jia, *et al.*, 2017**).

ودرس **Matichenkov *et al* (1999)**، تأثير الأسمدة المحتوية على السيليكون في نمو الحمضيات في فلوريدا وأظهر أن هذه الأسمدة لا تخفض فقط رشح العناصر المغذية من الترب الرملية بل تبقى في أشكال متاحة للنبات. لذلك يمكن للسيليكون أن يلعب دوراً مهماً في نمو وتطور الحمضيات.

كما درس **Ahmed *et al* (2013)**، استخدام السيليكون وحمض الساليسيليك لزيادة إنتاج أشجار المانغو التي تنمو في ترب رملية، وقد أظهروا أن النمو والمحصول وكذلك الصفات الفيزيائية والكيميائية للثمار قد تحسنت بالمعاملة بسيليكات البوتايسوم 0.05 - 0.2% مع حمض الساليسيليك 50-200 ppm، وكذلك النسبة المئوية للـ N,P,K,Mg في الأوراق مقارنة بالشاهد.

وذكر **Roshdy (2014)**، أن التطبيق المفرد أو المشترك بين سيليكات البوتاسيوم ومستخلص الأعشاب البحرية بتركيز 0.05 إلى 0.1% كانت فعالة جداً في تنشيط النمو والصفات الفيزيائية والكيميائية لثمار الموز مقارنة بالشاهد.

وفي دراسة لـ **El- Gioushy (2016)**، بين أن إنتاجية برتقال Washington Navel ونوعية الثمار قد تحسنت بتأثير الرش الورقي بحمض الساليسيليك 200 ppm وسيليكات البوتاسيوم 20%.

تتدخل منظمات النمو في كثير من العمليات الفيزيولوجية في النبات، ومنها حمض السالسيليك(SA) وهو عبارة عن حمض فينولي يتواجد طبيعياً في نباتات الخضار والفاكهة وقد استخلص لأول مرة طبيعياً من نبات الصفصاف، ($C_2H_4(OH)COOH$)، ويعتبر هرموناً نباتياً يلعب دور اً هاماً في نمو وتطور النبات .**(Hayat *et al.* 2010)**

يعتبر الـ SA منظم مهم للتمثيل الضوئي لأنه يؤثر في بناء الكلوروبلاست الموجودة في الأوراق (**Uzunova and Popova, 2000**)، وفعالية الأنزيمات مثل الـ Rubisco (ribulose−1,5−bisphosphate carboxylase/oxygenase) (**Slaymaker *et al.*, 2002**)، وفي زيادة نسبة السكريات القابلة للذوبان والاحماض الآمنية الحرة والبرولين (**Amira, 2015**).

وقد أشارت بعض الأبحاث، إلى أن الـ SA يزيد نفاذية الغشاء الخلوي، مما يسهل امتصاص واستعمال العناصر المعدنية، وكذلك نقل منتجات التمثيل الضوئي، وهذا يشجع قدرة النباتات المعاملة لإنتاج كتلة النبات مما ينعكس على الوزن الرطب والجاف (**Ansari and Misra , 2007**).

يلعب الـ SA دوراً هاماً في زيادة كفاءة النباتات لمقاومة الإجهادات، فقد وجد (**Kiddel *et al*,1994**) أن الرش بالـ SA يزيد من النواتج الثانوية لعملية الاستقلاب في النباتات. ففي نباتات العائلة الصليبية مثلاً، يزداد تركيز الجلاكوسيدات في الأوراق عند رشها بالـ SA، وعند تعرض أنسجة النباتات لتلف نتيجة إصابة بالكائنات الممرضة الدقيقة أو الحشرات، تتحلل هذه الجلاكوزيدات وتطلق العديد من المنتجات التي يعتقد ان لها دور فعال في حماية النبات ضد العوامل الإحيائية، في حين أنه عند تعرض النباتات للإجهادات البيئية المختلفة يعمل SA على زيادة نشاط أنزيمات إزالة الجذور الحرة مما يشكل حماية للأغشية الخلوية ولصبغات الكلورفيل (**Aono *et al.*,1993**).

وفي دراسة لـ **Ahmad, *et al*** (**2013**)، لتأثير المعاملة بالـ SA على عفن ثمار البرتقال الحلو وأذى البرودة والمعطيات المتعلقة بنوعية الثمار مثل صلابة الثمار ومحتواها من السكر والأحماض العضوية والمواد الصلبة الذائبة أثناء تخزينها لفترات مختلفة، فوجدوا أن المعاملة بالـ SA (8- 9 mM) قد خفض أذى البرودة وحافظ على صلابة الثمار وسلامة القشرة، وكذلك محتواها من المواد الصلبة الذائبة (TSS) والحموضة القابلة للمعايرة (TA)، السكريات الأحادية والأحماض العضوية، مما يدل على أن رش الثمار بالـSA قبل التخزين يخفض من الفقد أثناء التخزين.

كما وجد **Ashraf *et al*** (**2013**) أن رش الأوراق بـ K −SA − 2,4-D و Zn قد حسن وزن الثمرة وعدد الثمار على الشجرة ونسبة العصير والمواد الصلبة الذائبة وحمض الأسكوربيك والحموضة وخفض من تساقط الثمار في البرتقال Kinnow.

أهمية البحث وأهدافه:

يعتبر تحسين المواصفات الكيميائية لثمار البرتقال من حيث محتواها من فيتامين C والمواد الصلبة الذائبة الكلية والسكريات والأحماض العضوية ذو أهمية كبيرة للاستهلاك الطازج أو لتصنيع العصير. لذلك تم دراسة تأثير بعض العناصر المعدنية مثل البورون (B) والسيليكون (Si) وأحد منظمات النمو (حمض الساليسيليك SA) في تحقيق هذا الموضوع.

طرائق البحث ومواده:

نفذ البحث خلال العامين 2018-2019 في قرية بيت زينة صافيتا طرطوس، على أشجار برتقال أبو سرة بعمر 6 سنوات. إذ تم رش الأشجار بالمحاليل المدروسة بمرش يدوي سعة 20 ليتر. تم رش الأشجار أربع مرات يفصل بين الرشة والأخرى 15 يوماً بالتراكيز المذكورة في المعاملات، وذلك باستخدام يدوية.

صممت التجربة بطريقة القطاعات العشوائية الكاملة، واستخدم لذلك 13 معاملة بثلاث مكررات، حيث اعتبرت كل شجرة مكرراً، وكانت المعاملات كما يلي:

- T0: شاهد (ماء عذب)
- T1: سيليكون Si (ppm100).
- T2: Si (ppm200).
- T3: بورون B (50 ppm).
- T4: B (ppm100).
- T5: حمض الساليسيليك SA (ppm25).
- T6: SA (ppm50)،
- T7: (SA 25+ Si 100).
- T8: (SA 50+ B100).
- T9: (Si 200 + B 100).
- T10: (SA 25+ B 50).
- T11: (Si 100+ B 50).
- T12: (Si 100+ SA 25 + B 50).

4 – القراءات:

– تقدير نسبة فيتامين(C حمض الأسكوربيك :) بطريقة المعايرة بوجود صبغة 2.6 دي كلوروفينول أندوفينول حسب **(A.O.A.C1990)**.

– الحموضة الكلية : (TA%) وذلك على أساس الحمض السائد وهو حمض الستريك بطريقة المعايرة مع قلوي NaOH (0.1 نظامي) بوجود كاشف فينول فتالين (**Ruck,1969**).

–المواد الصلبة الذائبة (TSS%) في الثمار بواسطة جهاز الريفراكتوميتر.

– نسبة السكريات البسيطة الكلية %بطريقة المعايرة وفق (**Palikiev,1988**).

– تقدير حجم الثمار بطريقة الإزاحة.

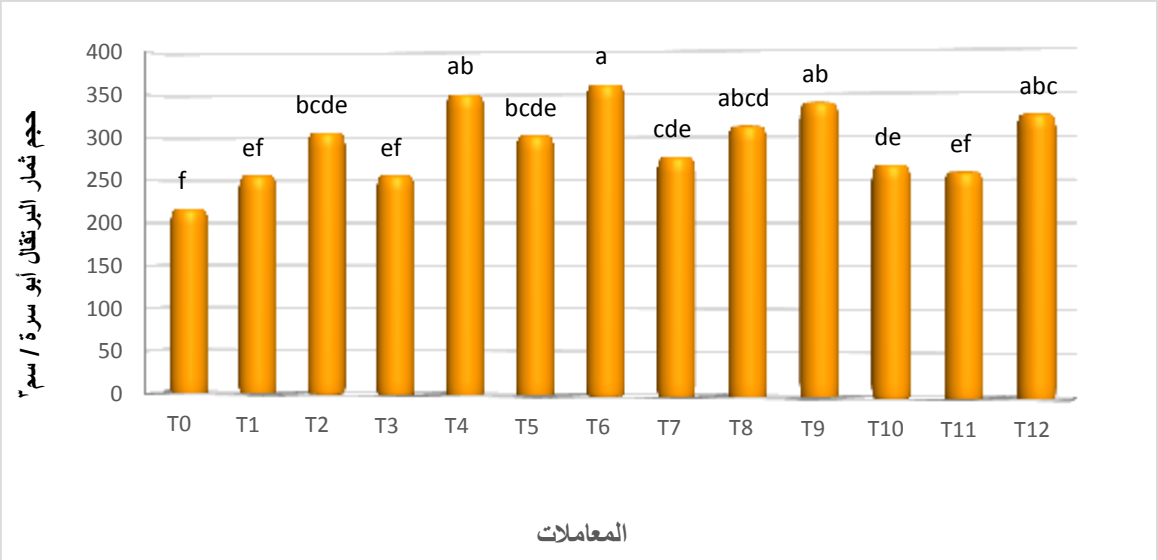
5– التحليل الإحصائي:

تم تحليل النتائج إحصائياً باستخدام برنامج التحليل الإحصائي Gen Stat 12 واختبرت الفروق بين المتوسطات بحساب أقل فرق معنوي LSD عند المستوى 0.05 (Duncan, 1955).

النتائج والمناقشة:

1– تأثير الرش بالـ B والـ Si والـ SA في حجم الثمار:

يتضح في الشكل (1)، رش أشجار البرتقال أبو سرة بالبورون والسيليكون وحمض الساليسيليك قد زاد حجم الثمار مقارنة بالشاهد. وقد تفوقت المعاملة (T6: SA 50 ppm) بحجم ثمارها (360 سم^3) بشكل معنوي على معاملة الشاهد (216 سم^3) وكذلك على باقي المعاملات الأخرى. تلتها المعاملة (T4: B:100 ppm)



شكل (1) حجم ثمار البرتقال أبو سرة نتيجة المعاملة بالـ B, Si والـ LSD=44.57.SA

(349 سم^3) والمعاملة (T9: 200 ppm Si +100ppm B) (338سم^3).

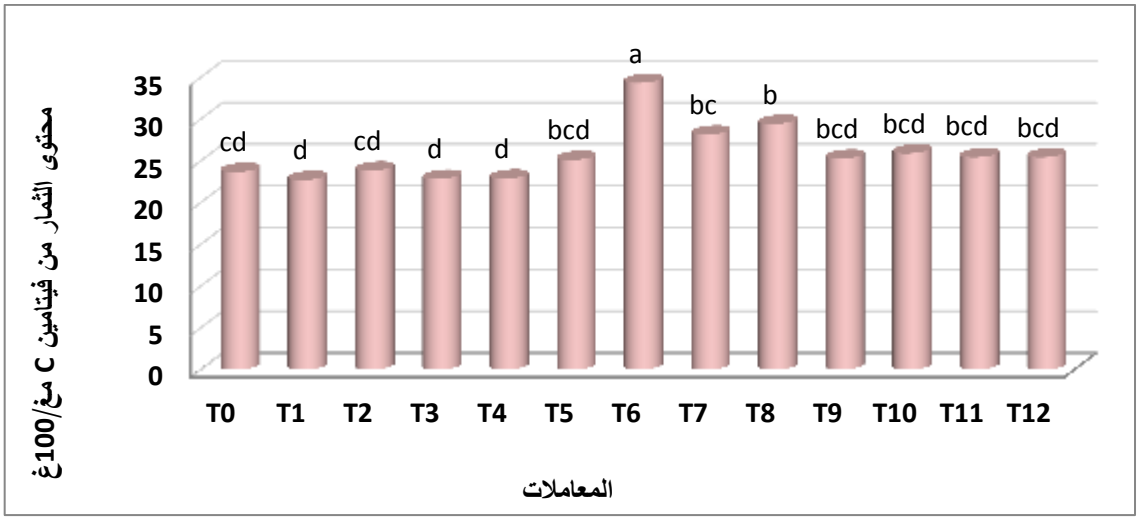
تتوافق هذه النتائج مع نتائج (**El- Gioushy, 2016**)، إذ أشار إلى أن رش أشجار البرتقال (Washington navel) بالـ SA (100, 200 ppm) وسيليكات البوتاسيوم (0.05 −0.1 −0.15 و 0.2%) قد أدى إلى تحسين صفات الثمار من حيث وحجمها وكذلك تركيبها الكيميائي.

وقد يعود تأثير الـ SA إلى أنه يزيد نفاذية الغشاء الخلوي، مما يسهل امتصاص واستعمال العناصر المعدنية، وكذلك نقل منتجات التمثيل الضوئي، وهذا يشجع قدرة النباتات المعاملة لإنتاج كتلة النبات مما ينعكس على زيادة الوزن الرطب والجاف (**Ansari and Misra , 2007**).

كما أن البورون يزيد من نمو حبوب اللقاح، واستطالة أنبوبة اللقاح، وبالتالي زيادة نسبة عقد الأزهار مما ينتج عنه محصولاً جيداً (**Abd-Allah, 2006**). لذلك فإن عقد الثمار المبكر نتيجة المعاملة بالبورون ومساهمته في نقل السكريات إلى الثمار وتحسين تصنيع الأحماض النووية والهرمونات النباتية يؤثر إيجاباً في نمو الثمار وزيادة حجمها.

2- تأثير الرش بالـ B والـ Si والـ SA في محتوى الثمار من فيتامين C :

يوضح الشكل (2)، أن المعاملة بالـ SA (T6:50 ppm) قد زادت محتوى ثمار البرتقال أبو سرة من فيتامين C (34.35 مغ/100غ وزن رطب) وبشكل معنوي مقارنة بالشاهد (T1:23.68) والمعاملات الأخرى، تلتها المعاملة المشتركة (T8:B100+SA50) (29.44). في حين زادت المعاملات T12, T11,T10,T9,T7,T5 محتوى الثمار من فيتامين C لكن بشكل غير معنوي.



شكل (2) محتوى ثمار البرتقال أبو سرة من فيتامين C نتيجة المعاملة بالـ B, Si والـ SA LSD=4.07

يلاحظ أن المعاملات T12,T10,T8, T7,T6,T5 والتي زادت من محتوى الثمار من فيتامين C جميعها تحتوي على الـ SA مما يدل على تأثير حمض الساليسيليك المنشط لتمثيل حمض الأسكوربيك.

تتوافق هذه النتائج مع نتائج **Javaheri *et al* (2012)**، التي بينت زيادة كمية فيتامين C والليكوبين في ثمار البندورة نتيجة المعاملة بالـ SA (10^{-2}M)، وقد عزوا ذلك تأثير حمض الساليسيليك في تنشيط بعض الأنزيمات مثل Ascorbate peroxidase.

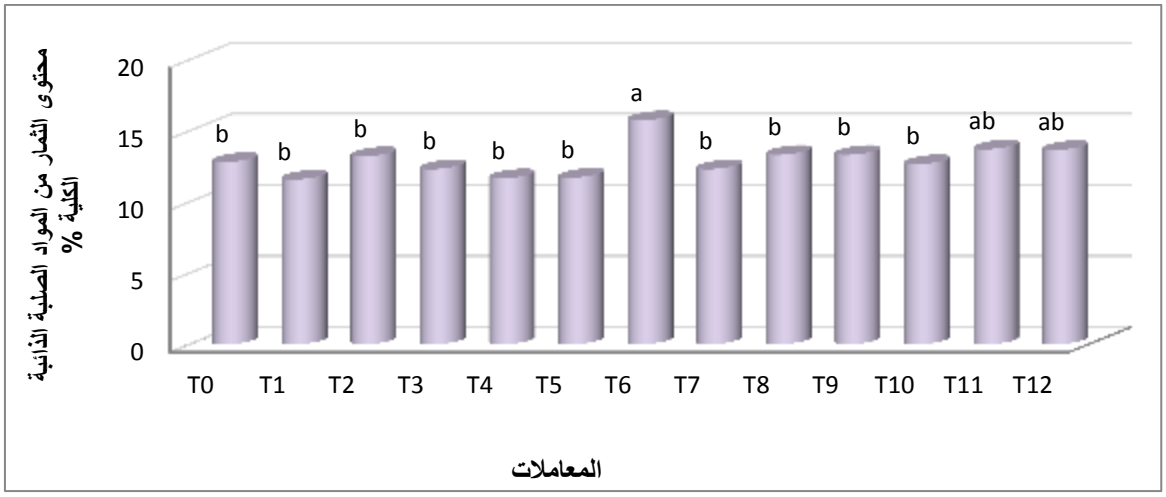
وكان **Mohamed *et al* (2012)**، قد أوضحوا أن معاملة ثمار البرتقال (Navel Orange) بالـ SA قد منع تدهور كمية فيتامين C في الثمار أثناء الحفظ بالتبريد.

كما أثبتت دراسة **Ashraf et al (2012)**، أن رش أشجار البرتقال Kinnow بالبوتاسيوم أو حمض الساليسيليك أو الزنك أو المعاملة المشتركة بينها قد زادت محتوى العصير من فيتامين C.

3- تأثير الرش بالـ B والـ Si والـ SA في محتوى الثمار من المواد الصلبة الذائبة الكلية TSS:

يتبين من الشكل (3)، أن رش أشجار البرتقال أبو سرة بالـ SA (50 ppm:T6) قد زادت محتوى الثمار من المواد الصلبة الذائبة الكلية TSS (15.75%) بشكل معنوي مقارنة بالشاهد (12.83%:T1) والمعاملات الأخرى.

كما زادت المعاملة T11 (B 50ppm + Si 100ppm)،(13.73%)، والمعاملة T12: (SA + Si 100ppm + B 50ppm + 25pppm) (13.67%) من كمية المواد الصلبة الذائبة الكلية لكن بشكل غير معنوي مقارنة بالشاهد والمعاملات الأخرى.



شكل (3) محتوى ثمار البرتقال أبو سرة من المواد الصلبة الذائبة الكلية TSS نتيجة المعاملة بالـ B, Si والـ SA.LSD=2.09

تتوافق هذه النتائج مع نتائج **Javaheri *et al* (2012)**، الذين أشاروا إلى أن التطبيق الخارجي للSA قد زاد كمية المواد الصلبة الذائبة في ثمار البندورة (Brix index). وقد عزوا ذلك إلى أن الـ SA يحسن نفاذية الغشاء الخلوي واستعمال العناصر المعدنية، مما يسهل امتصاص العناصر المعدنية ونقل منتجات التمثيل الضوئي. كما تتوافق مع نتائج **Guixin *et al* (2017)**، الذين أظهروا أن تطبيق الأسمدة السليكاتية قد زاد محصول العنب وكذلك نوعية ثماره، حيث حسن من كمية المواد الصلبة الذائبة، ونسبة المواد الصلبة الذائبة/ الموضة القابلة للمعايرة.

وقد وجد **Baghdady *et al* (2014)**، أن المواد الصلبة الذائبة في عصير ثمار الفلانسيا قد زادت بشكل معنوي نتيجة رش الأشجار بحمض البوريك 300 ppm.

كذلك، فقد أظهرت دراسة **Ashraf *et al* (2012)**، أن المواد الصلبة الذائبة في عصير البرتقال كينو قد زادت نتيجة المعاملة بالـ K، أو الـ SA أو الـ Zn أو بالمعاملة المشتركة بينها.

كما وجد**Han *et al* (2009)**، أن نقص البورون في أوراق الحمضيات يؤدي إلى انخفاض نشاط أنزيم الـ Robesco (Ribulose-1-5-biphosphate carboxylase) الذي يقوم بتثبيت CO_2 في حلقة كالفن مما يؤدي إلى انخفاض التمثيل الضوئي وبالتالي انخفاض منتجات التمثيل الضوئي.

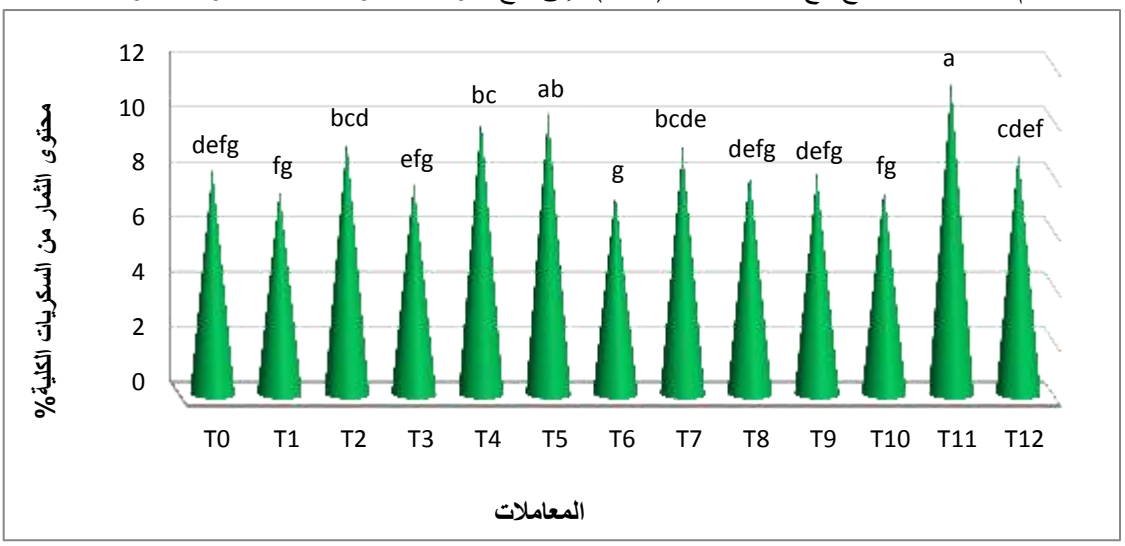
وكان **Hegab *et al* (2003)**، قد أوضحوا أن البورون ينشط تحول النشاء إلى سكريات في خلايا النبات.

4- تأثير الرش بالـ B والـ Si والـ SA في محتوى الثمار من السكريات الكلية %:

يتضح من الشكل (4) أن رش أشجار البرتقال أبو سرة بكل من السليكون 100 ppm والبورون 50 ppm (معاملة 11) قد زاد النسبة المئوية للسكريات الكلية (11.41%) بشكل معنوي مقارنة بالشاهد (8.24%)، وقد تفوقت هذه المعاملة على جميع المعاملات الأخرى، تلتها المعاملة (T5: SA 25 ppm)(10.28%) ثم المعاملة (T4: B 100 ppm) (10.07%)، والمعاملة (T2: Si 200 ppm) (9.24%).

وقد وجد (**Tarek *et al*., 2007**)، أن تطبيق البورون لوحده على البرتقال الحلو لم يؤثر في محتوى العصير من السكريات المرجعة (وهي جزء من السكريات الكلية). وتشير نتائج هذا البحث إلى أن استخدام البورون لوحده بتركيز (T3:50 ppm)، لم يؤثر معنوياً في محتوى العصير من السكريات الكلية (7.74%)، في حين أدت المعاملة بالبورون

لوحده بتركيز (T4:100 ppm) إلى زيادة معنوية في محتوى السكريات الكلية (10.07%) مقارنة بالشاهد (8.24%). وقد يعود عدم توافق هذه النتائج مع **Tarek *et al* (2007)**، إلى نوع البرتقال المدروس وكذلك جرعة البورون المستخدمة.



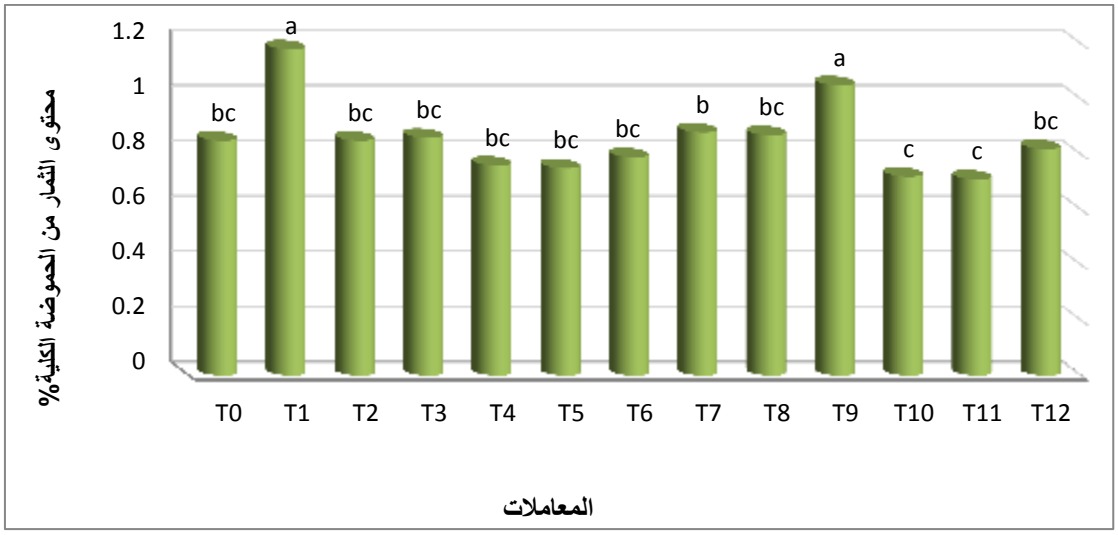
شكل (4) محتوى ثمار البرتقال أبو سرة من السكريات الكلية % نتيجة المعاملة بالـ B, Si والـ SA.SA .LSD=1.26

وقد يعود التأثير الإيجابي لحمض الساليسيليك في زيادة نسبة السكريات الكلية عند تركيز 25 ppm إلى دوره عندما يستعمل بتراكيز منخفضة بتحسين تمثيل CO_2 كما وجد في بادرات الخردل. وعندما يزداد التمثيل الضوئي الصافي، تزداد فعالية الكربنة ومحتوى الكلوروفيل وفعالية أنزيم carbonic anhydrase , nitrate reductase (**Fariduddin) *et al.*, 2005**. وقد تعزى التأثيرات الإيجابية للتراكيز المنخفضة من الـ SA في التمثيل الضوئي إلى منعه أكسدة الأوكسين، وعندما يزداد مستوى الأوكسين يزداد أيضاً التمثيل الضوئي الصافي وفعالية أنزيم nitrate reductase(**Ahmad *et al.*, 2001**). وقد ذكر **El- Gioush (2016)**، أن المعاملة بالـ SA 100 ppm قد ترافقت أيضاً بزيادة كل من الـ Fe والـ Mn والـ Zn، وتعتبر هذه العناصر ضرورية في التمثيل الضوئي مما ينعكس إيجاباً على نسبة السكريات.

أما بالنسبة لتأثير السيليكون في زيادة نسبة السكريات في عصير البرتقال أبو سرة، فقد وجد أن استخدام سيليكات البوتاسيوم 0.2% قد زاد نسبة الكلوروفيل الكلي في أوراق البرتقال Washington Navel، كما زاد محتوى الأوراق من العناصر الكبرى N,P,K. Ca, Mg، أما العناصر الصغرى، فقد ازداد تركيز كل من الـ Fe والـ Mn والـ Zn، وكان تركيز 0.1 و 0.15% هي الأكثر فعالية في زيادة محتوى الأوراق من الـ Fe والـ Mn والـ Zn، لذلك فإن تأثير السيليكون في زيادة محتوى الأوراق من العناصر الكبرى والصغرى بالإضافة إلى زيادة محتوى الأوراق من الكلوروفيل ينشط عملية التمثيل الضوئي وبالتالي تزداد نسبة السكريات **(El- Gioushy, 2016)**.

5- تأثير الرش بالـ B والـ Si والـ SA في محتوى الثمار من الحموضة الكلية %:

يتضح من الشكل (5) أن رش أشجار البرتقال أبو سرة بالسيليكون (100 ppm)، (T1) 1.18% و(بالسيليكون 200 ppm+ بورون 100 ppm)(T9) 1.05%، تلتها المعاملة (T7)(SA 25ppm+ Si 100ppm) 0.88% مقارنة بالشاهد T0 0.85% قد أدت إلى زيادة نسبة الحموضة الكلية في الثمار بشكل معنوي.



شكل (5) محتوى ثمار البرتقال أبو سرة من الحموضة الكلية % نتيجة المعاملة بالـ B, Si والـ SA.

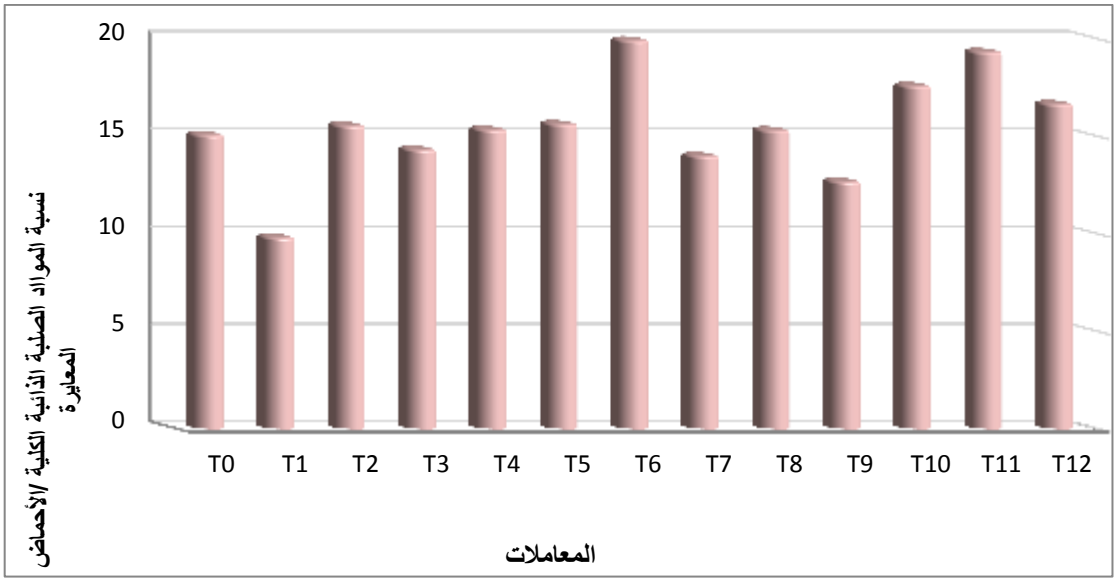
يلاحظ من الشكل (5)، أن المعاملات التي استعمل فيها السيليكون لوحده أو بالاشتراك مع البورون قد زاد نسبة الحموضة في الثمار، وإذا نظرنا إلى تأثير هذه المعاملات في كمية السكريات الكلية للثمار نجد أن ارتفاع الحموضة يقابله انخفاض في كمية السكريات، وقد يعود ذلك إلى تأخر نضج الثمار في هذه المعاملات.

تتوافق هذه النتائج مع نتائج **El- Gioushy (2016)**، من حيث تأثير الـ SA في خفض نسبة الحموضة في ثمار البرتقال (Washington Navel)، في حين أنها لا تتوافق معها في تأثير السيليكون في نسبة الحموضة، كما تتوافق مع نتائج **Diwate (2018)**، التي أشارت إلى أن رش أشجار البرتقال الحلو بالسيليكون قد زاد نسبة الحموضة عند المعاملة بـ (8 ml/litr) من سيلسكات البوتاسيوم مقارنة بالشاهد.

6- تأثير الرش بالـ B والـ Si والـ SA في معامل نضج الثمار:

يحصل خلال نضج الثمار بشكل عام انخفاض في الحموضة القابلة للمعايرة (TA)، والذي يعود بشكل أساسي إلى استقلاب حمض الستريك (citric acid)، والذي يعتبر الحمض العضوي الرئيسي في عصير البرتقال **(Monselise, 1986)**، وارتفاع في السكريات والتي يعبر عنها بالمواد الصلبة الذائبة. لذلك فإن نسبة المواد الذائبة إلى الحموضة معروفة عموماً بمعامل النضج (**Iglesias *et al.*, 2007**).

ويتبين الشكل (6)، أن المعاملة بحمض الساليسيليك (50 ppm)، قد حسنت نضج ثمار البرتقال أبو سرة مقارنة بالشاهد والمعاملات الأخرى، تلتها المعاملة (بالسيليكون 100ppm + البورون 50ppm) ، ثم المعاملة (بحمض الساليسيليك 25ppm + البورون 50ppm) مقارنة بالشاهد والمعاملات الأخرى.



شكل (6) معامل النضج عند ثمار البرتقال أبو سرة نتيجة المعاملة بالـ B, Si والـ SA.

ويلاحظ من الشكل أن المعاملات التي كانت نسبة الحموضة فيها عالية كالمعاملة T1 و T9 ، كان معامل النضج فيها منخفضاً، في حين أن المعاملات التي كانت فيها نسبة الحموضة منخفضة، كان معامل النضج فيها عالياً. تتوافق هذه النتائج مع (**El- Gioushy, 2016**)، من حيث تأثير حمض الساليسيليك و (**Diwate, 2018**) من حيث تأثير السيليكون في زيادة الحموضة، وبالتالي خفض معامل النضج.

الاستنتاجات والتوصيات:

من النتائج السابقة نجد أن:

* أكبر حجم للثمار كان نتيجة معاملة الرش بحمض الساليسيليك (50 ppm) وكذلك أفضل محتوى من فيتامين C والمواد الصلبة الذائبة TSS.

* أفضل محتوى من السكريات الكلية كان نتيجة المعاملة بحمض الساليسيليك (25 ppm) والبورون (100 ppm) والمعاملة المشتركة (B, 50 ppm+ Si 100 ppm).

* زادت المعاملة بالسيليكون (100 ppm)، والمعاملة المشتركة من السيليكون (100 ppm) وحمض الساليسيليك (25 ppm)، وكذلك المعاملة المشتركة بين السيليكون (200 ppm) والبورون (100 ppm) من محتوى الثمار من الحموضة.

* كان معامل النضج عالياً نتيجة المعاملة بحمض الساليسيليك، وكذلك المعاملات المشتركة (SA 25+ B50) و(Si 100+ B50) و (Si100+ SA25+ B50).

* لذلك يمكن أن نوصي مزارعي البرتقال أبو سرة برش الأشجار بحمض الساليسيليك والبورون والسيليكون للحصول على محصول جيد ومواصفات عالية الجودة للثمار بأربع رشات بفاصل 15يوم فيما بينها منذ بداية الشهر الخامس.

المراجع:

[1]-ABD-ALLAH, A.S.E. 2006. *Effect of spraying some macro and micro nutrients on fruit set yield and fruit quality of Washington Navel orange trees.*

[2]-AHMAD, S; SINGH, Z; KHAN, A.S; AND IQBAL, Z., 2013. *Pre-harvest application of salicylic acid maintain the rind textural properties and reduce fruit rot and chilling injury of sweet orange during cold storage.* Pakistan Journal of Agricultural Sciences, 50(4).

[4]-AHMED, W; PERVEZ, M. A; AMJAD, M; KHALID, M; AYYUB C. M;& NAWAZ, M. A. (2006*). Effect of stionic combination on the growth and yield of kinnow mandarin (Citrus reticulata blanco). Pakistan Journal of Botany*, *38*(3), 603.

[5]-ASHRAF, M.Y; ASHRAF, M; AKHTAR, M; MAHMOOD, K; AND SALEEM, M.U.H.A.M.M.A.D., 2013. *IMPROVEMENT IN yield, quality and reduction in fruit drop in kinnow (Citrus reticulata blanco) by exogenous application of plant Growth regulators, potassium and zinc*. *Pak. J. Bot*, *45*(S1), pp.433-440.

[6]-ASHRAF, M.Y; YAQUB; M., AKHTAR; J; KHAN, M.A., KHAN, M.A; AND EBERT, G., 2012. *Control of excessive fruit drop and improvement in yield and juice quality of Kinnow (Citrus deliciosa x Citrus nobilis) through nutrient management. Pak. J. Bot*, *44*, pp.259-265.

[7]- ASGHARIPOUR, M. R;and MOSAPOUR, H. (2016*). A foliar application silicon enhances drought tolerance in fennel*. *J Anim Plant Sci*, *26*(4), 1056-1062.

[8]- ANSARI, S. M;AND MISRA, N. (2007*). Miraculous role of salicylic acid in plant and animal system.* American Journal of Plant Physiology, 2, 51–58.

[9]- AONO, M;KUBO, A; SAJI, H; TANAKA, K., & KONDO, N. (1993). *Enhanced tolerance to photooxidative stress of transgenic Nicotiana tabacum with high chloroplastic glutathione reductase activity*. *Plant and Cell Physiology*, *34*(1), 129-135.

[10]-Amira M. S. Abdul Qados.2015. *Effects Of Salicylic Acid On Growth, Yield And Chemical Contents Of Pepper (Capsicum Annuum L) Plants Grown Under Salt Stress Conditions.* Intl J Agri Crop Sci. Vol., 8 (2), 107-113.

[11]- AGUSTÍ, M.; MARTINEZ-FUENTES, A.; MESEJO, C. *Citrus fruit quality. Physiological basis and techniques of improvement. Agrociencia*, 2002, 6.2: 1-16.

[12]- A.O.A.C., (1990). *Official methods of analysis of the Association of Official Analytical Chemists*, 15th ed., Association of Official Analytical Chemists,Arlington VA: 1058-1059.

[13]- BABU, K.D. AND YADAV, D.S., 2005. *Foliar spray of micronutrients for yield and quality improvement in Khasi mandarin (Citrus reticulata Blanco.). Indian Journal of Horticulture*, *62*(3), pp.280-281.

[14]-BHATT, B.B; RAWAT, S.S; AND KUMAR, D; 2016. *Effect of foliar application of bio-regulators and nutrients on physico-chemical properties of lemon (citrus limon burma.) cv. pant lemon-1 under subtropical condition of garhwal region. Journal of Plant Development Sciences*, *8*(11), pp.529-535.

[15]-BAGHDADY, G.A; ABDELRAZIK, A.M; ABDRABBOH, G.A; AND ABO-ELGHIT, A.A.;2014*. Effect of foliar application of GA3 and some nutrients on yield and fruit quality of Valencia orange trees. Nature and Science*, *12*(4), pp.93-100.

[16]-Diwate, D.D., 2018. *Response of soil and foliar application of silicon on growth yield and quality parameters of sweet orange (citrus sinensis L. osbeck) cv.* nucellar (Doctoral dissertation, Vasantrao Naik Marathwada Krishi Vidyapeeth, Parbhani).

[17]-DUNCAN B, D, Multiple range and multiple F-test Biometricalf. Vol:11, 1955,1- 42.

[18]-El-Gioushy, S.F., 2016. Productivity, fruit quality and nutritional status of Washington navel orange trees as influenced by foliar application with salicylic acid and

potassium silicate combinations. Journal of Horticultural Science & Ornamental Plants, 8(2), pp.98-107.
[19]- EL-SHEIKH, M.H; KHAFGY, S.A.A; ZAIED, S.S; 2007. Effect of foliar application with some micronutrients on leaf mineral content, yield and fruit quality of Florida prince desert red peach trees. J. Agric. Biol. Sci. 3, 309–315.
[20]-Epstain, I.R. and Pojman, J.A., 1999. Overview: Nonlinear Dynamics Related to Polymeric System. CHAOS, 9, pp.255-259.
[21]- FARIDUDDIN, Q; HAYAT, S; ALI, B; AHMAD, A. (2005). Effect of salicylic acid on growth and enzyme activities of wheat seedlings. Acta Agronomica Hungarica, 53(4), 433-437.
[22]- GUIXIN , CHU; ZHANG, MEI; LIANG, YONGCHAO. 2017 Applying silicate fertilizer increases both yield and quality of table grape (Vitis vinifera L.) grown on calcareous grey desert soil. Scientia horticulturae. 225: 757-763.
[23]-HAYAT, Q.; HAYAT, S.; IRFAN, M.; AHMAD, A. Effect of exogenous salicylic acid under hanging environment: A review. Environmental and Experimental Botany, 2010, 68, 14-25.
[24]- HAN, S; TANG, N; JIANG, H. X; YANG, L. T., LI, Y., and CHEN, L. S. (2009). CO2 assimilation, photosystem II photochemistry, carbohydrate metabolism and antioxidant *system of citrus leaves in response to boron stress.* Plant Science, 176(1), 143-153.
[25]- HEGAB, M. Y; SHAARAY, A. M. A; AND TAAYA, A. H. I. (2003). *Effect of different sources and concentrations of boron on growth, fruit setting, yield and fruit quality of Washington navel orange trees. Minia J*. of Agric. Res of Develop. 23(1):83-96.
[26]- IOANNIS, E.P., E; PROTOPAPADAKIS, K.N; DIMASSI AND I.N; THERIOS. 2004. *Nutritional status, yield, and fruit quality of ''Encore'' mandarin trees grown in two sites of an orchard with different soil properties.* J. Plant Nut. 27:1505–1515.
[27]-IGLESIAS, D. J;CERCÓS, M;COLMENERO-FLORES, J. M; NARANJO, M. A; RÍOS, G., CARRERA, E., ... & TALON, M. (2007*). Physiology of citrus fruiting*. Brazilian Journal of Plant Physiology, 19(4), 333-362.
[28]-JAVAHERI, M ; M ASHAYEKHI, K ; DADKHAH, A ; TAVALLAEE ,F, Z. Effects of Salicylic Acid on Yield and Quality Characters of Tomato Fruit (Lycopersicum esculentum Mill.). Intl J Agri Crop Sci. Vol, 4 (16), 2012, 1184-1187.
[29]- JIA, H; YANG, J; GAO, P; WANG, J.,AND YANNA, N. U. L. I. (2017). Silicon-carbon composite anode material for lithium ion batteries and a preparation method thereof U.S. Patent No. 9,663,860. Washington, DC: U.S. Patent and Trademark Office.
[31]- KIDDLE, G. A; DOUGHTY, K. J; and WALLSGROVE, R. M. (1994). Salicylic acid-induced accumulation of glucosinolates in oilseed rape (Brassica napus L.) leaves. Journal of Experimental Botany, 45(9), 1343-1346.
[32]-KASSEM, H.A; MARZOUK, H.A; AND ABO-ELMAGD, A.E.K., 2011. The influence of different agrochemicals foliar sprays on postharvestfruit quality of navel orange. Emirates Journal of Food and Agriculture, pp.187-195.
[33]- Ma, J.F., Goto, S., Tamai, K. and Ichii, M., 2001a. Role of root hairs and lateral roots in silicon uptake by rice. Plant Physiology, 127(4), pp.1773-1780.
[34]-MONSELISE, S.P. 1986. Handbook of fruit set and development. CRC Press, Boca Raton, p. 87–108. In: S.P. Monselise (ed.).
[35]- Matichenkov, V; Calvert, D. and Snyder, G., 1999. Silicon fertilizers for citrus in Florida. In Proceedings-Florida State Horticultural Society (Vol. 112, pp. 5-8).

[36]-Marschner, H., 2012. Mineral Nutrition of Higher Plants. Academic Press Limited Harcourt Brace and Company, Publishers, London, pp. 347–364, ISBN: 978-0-12-384905-2.
[37]-MEHL, F; MARTI, G; BOCCARD, J; DEBRUS, B; MERLE, P; DELORT, E; BAROUX, L; RAYMO, V; VELAZCO, M.I; SOMMER, H. AND WOLFENDER, J.L., 2014. *Differentiation of lemon essential oil based on volatile and non-volatile fractions with various analytical techniques: a metabolomic approach*. *Food chemistry*, *143*, pp.325-335.
[38]- PRAKASH, N. B., N; CHANDRASHEKAR, C; MAHENDRA, S. U; PATIL, G. N; THIPPESHAPPA, AND H. M. LAANE. 2011. *Effect of foliar spray of soluble silicon acid on growth and yield parameters of wetland rice in hilly and costal zone soils of Karnataka, South India*. Journal of Plant Nutrition 34:1883–93. doi:10.1080/01904167.2011.600414.
[39]- PATIL, A. A; DURGUDE, A. G; PHARANDE, A. L; KADLAG, A. D; and NIMBALKAR, C. A. (2017). *Effect of calcium silicate as a silicon source on growth and yield of rice plants. International Journal of Chemical Studies*, *5*(6), 545-9.
[40]-PALIKIEV,S.H(1988). Short ways of analysis fruit and vegetables.kolos,Moskow (in Russian).
[41]- ROSHDY, K. H. A. *Effect of spraying silicon and seaweed extract on growth and fruiting of Grand naine banana. Egypt. J. Agric. Res*, 2014, 92.3: 979-991.
[42]-Ruck, J.A.,(1969). Chemical methods for analysis of fruits and vegetable products. Canada Dept. Agric. Summerland B.C. Pub. No 1154:14-33.
[42]-SLAYMAKER, D. H; NAVARRE, D. A; CLARK, D; DEL POZO, O; MARTIN, G. B., & KLESSIG, D. F. (2002). *The tobacco salicylic acid-binding protein 3 (SABP3) is the chloroplast carbonic anhydrase, which exhibits antioxidant activity and plays a role in the hypersensitive defense response*. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, *99*(18), 11640-11645.
[43]- TARIQ, M; SHARIF, M; SHAH, Z; KHAN, R. (2007). *Effect of foliar application of micronutrients on the yield and quality of sweet orange (Citrus sinensis L.).* Pak. J. Biol. *Sci, 10(11), 1823-1828.*
[44]-TARABIH; E.E. EL-ERYAN AND M.A. EL-METWALLY, *2014. Physiological and Pathological Impacts of Potassium Silicate on Storability of Anna Apple Fruits. American Journal of Plant Physiology, 9: 52-67.*
[45]-UZUNOVA, A. N.; POPOVA, L. P. *Effect of salicylic acid on leaf anatomy and chloroplast ultrastructure of barley plants. Photosynthetica, 2000, 38.2: 243-250.*
[46]-YILDIRIM,E;TURAN,E;. GUVENC,M,I . *Effect of Foliar Salicylic Acid Application on Growth, Chlorophyll and Mineral Content Cucumber Grown Under Salt Stress.Journal plant nutriation, Vol: 31, 2008,593-612.*