DOI: https://doi.org/10.35516/jjas.v21i2.3670

The effects of foliar application of boron, potassium, and marine algae on the nutrient contents, and vitamin C

Tahani Kousa *[1], *Rashid Kharbotl* [1] *and Abd el-Aziz Boessa*[1]

[1] Tishreen University, Syria

Received on 20/11/2024 and Accepted for Publication on 4/2/2025

ABSTRACT

This study was carried out in Lattakia on apple fruit tree (Golden delicious variety) during 2021 and 2022 growing seasons to assess the effect of foliar application with nutrients on the apple fruit content of nutrients and vitamin C, The experiment involved eight treatments where spraying with boron, potassium and seaweed extract was done individually or in combination with each other, The percentage of fruit content of nitrogen increased morally when sprayed with marine algae extract 0.414% for the average two years compared to the control 0.288 %, also gave the treatment of blending boron, potassium, marine algae extract and the treatment of marine algae extract the highest fruit content of phosphorus 0.084%, 0.087% control 0.058%, The fruit content of potassium boron mixture Boron mixture outweighed the rest of the treatments for the average two years 1.555% for the fruit content of calcium outweighed the mixing treatment between boron control 1.201%, potassium and marine algae 0.055% the control gave 0.043%. the magnesium content outperformed the rest of the treatments, while the control was 0.043%, 0.035%. For boron content, the mixing treatment between boron, potassium, and marine algae outperformed the rest of the treatments and was 27.232 PPM, the control was 23,76 PPM. Vitamin C increased in fruits in different treatments, boron-potassium-phosphorus 16.87 mg/100ml compared to the control 16.87 mg/100ml.

Keywords: apple, foliar nutrition, potassium, boron, marine algae, vitamin C.

* Corresponding author E-mai: tahanikousa@gmail.com

© 2025 DSR Publishers/The University of Jordan. All Rights Reserved.

This article is an open access article distributed under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY-NC) license (https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0 /)

تأثير التغذية الورقية بالبورون والبوتاسيوم والطحالب البحرية على محتوى ثمار التفاح من بعض العناصر الغذائية وفيتامين C

تهاني كوسا*[1] رشيد خربوتلي[1] عبد العزيزبوعيسى[2]

[1] قسم البساتين، كلية الهندسة الزراعية، جامعة تشرين، اللاذقية، سورية.
[2] قسم علوم التربة والمياه، كلية الهندسة الزراعية، جامعة تشرين، اللاذقية، سورية.

تاريخ استلام البحث 2024/11/20 وتاريخ قبوله 2025/2/4

ملخص

تم تنفيذ هذه الدراسة في قرية كسب في اللاذقية على أشجار تفاح صنف (Golden delicious) خلال موسمي النمو (2021 و 2022) وذلك لمعرفة تأثير الرش الورقي ببعض العناصر الغذائية في محتوى ثمار التفّاح من العناصر الغذائية وفيتامين C. شملت التجربة ثمانية معاملات حيث تم الرش بالبورون والبوتاسيوم ومستخلص الطحالب البحرية بشكل منفرد او مزيج مع بعضها, أدت عملية الرش بهذه المواد إلى تفوّق معنوي للمعاملات المدروسة مقارنة بالشاهد, زادت النسبة المئوية لمحتوى الثمار من النتروجين معنويا عند الرش بمستخلص الطحالب البحرية 0.414 % بالنسبة لمتوسط العامين مقارنة بالشاهد0.288%, كما أعطت معاملة المزج بين البورون والبوتاسيوم ومستخلص الطحالب البحرية ومعاملة مستخلص الطحالب البحرية أعلى محتوى للثمار من الفوسفور 0.084%,% 0.087بينما كان الشاهد 0.058% اما محتوى الثمار من البوتاسيوم فقد تفوقت معاملة المزج بين البورون والبوتاسيوم على بقية المعاملات بالنسبة لمتوسط العامين 1.555%والشاهد كان 1.201 %، بالنسبة لمحتوى الثمار من الكالسيوم تفوقت معاملة الخلط بين البورون والبوتاسيوم والطحالب البحرية 0.055% والشاهد أعطى 0.043 %أما المحتوى من المغنزيوم فقد تفوقت معاملة الطحالب البحرية على باقي المعاملات حيث أعطت 0.043 %أما الشاهد 0.035%, وبالنسبة للمحتوى من البورون فقد تفوقت معاملة الخلط بين البورون والبوتاسيوم والطحالب البحرية على باقي المعاملات وكانت27.232 PPM والشاهد كان PPM23.76 , وزادت نسبة فيتامين C في الثمار عند المعاملات المختلفة مقارنة بالشاهد وكانت أعلاها في معاملة المزج بين البورون والبوتاسيوم والفوسفور16.87 ملغم/100مل أما الشاهد8.07ملغم/100مل.

الكلمات الدالة: التفاح، التغذية الورقية، البوتاسيوم، البورون، الطحالب البحرية، فيتامين C.

المقدمـة

يعدّ تحسين جودة الثمار أمر مهم جداً لنجاح زراعة التفاح ومن المعروف أن العناصر الغذائية المعدنية وخاصة العناصر الكبرى وهي النتروجين والفوسفور والبوتاسيوم والكالسيوم الضرورية لنمو النبات وانتاج الثمار وجودتها بالإضافة للعناصر الصغرى كالحديد والمنغنيز والبورون وغيرها (Falchi *et al*.,2020)، تتطلب أشجار التفاح إمدادا متوازنا وبشكل كافي من العناصر الغذائية الكبرى والصغرى للنمو والانتاجية ولايمكن تحقيق انتاج مستدام من التفاح إلا من خلال التطبيق الحكيم للأسمدة (Zhu,2002). وتعتبر اضطرابات العناصر ونقصها مثل نقص النتروجين والبوتاسيوم والبوتاسيوم والمغنزيوم والبورون مشكلة منتشرة في مناطق زراعة التفاح (Havlin *etal*.,2005).

تعرف التغذية الورقية بأنها تقنية تسميد تعتمد على تطبيق محلول مغذي عن طريق رشه على أوراق النبات , ومن أهم مزاياه تطبيق العناصر الغذائية بالقرب من موقع امتصاصها وتقليل الآثار السلبية على التربة مثل الحموضة وغيرها.(Yu *et al*.,2018; Moon *et al*.,2019). يرتبط التطبيق الورقي

لبعض العناصر مثل النتروجين والبورون والبوتاسيوم والكالسيوم ارتباطا وثيقا بجودة الثمار، وعادة ما تكون الأسمدة الورقية المحتوية على المغذيات الكبرى والصغرى مكملة لتسميد التربة ويتم تنفيذها لمعالجة حالات نقص العناصر الغذائية بشكل سريع، يتم تطبيق العناصر الغذائية الكبرى والصغرى لمنع حصول حالات نقص العناصر الأساسية للنبات. يلعب البوتاسيوم دور حيوي كمغذي رئيسي في نمو النبات وانتاج المحاصيل المستدامة (Baliger *et al*.,2001)، البوتاسيوم عنصر معدني غذائي ضروري لتحسين جودة الثمار (Lizarazo *et al*.,2013)، يتمثل دور البوتاسيوم بمشاركته في التمثيل الضوئي والنمو وتطور النبات (Trankener *et al*.,2018; Jung *et al*.,2009)، كان لرش البوتاسيوم دور فعال في تحسين الحالة الغذائية وانتاجية وجودة أشجار الكمثرى والتفاح (Gobara *et al*.,2001)، وإن توفير البوتاسيوم بالشكل الكافي أمر غاية في الأهمية لنمو وتطور البراعم والجذور(Srivastava *et al*.,2019)، إن توفير البوتاسيوم بكمية كافية في فترة نمو الثمار امر مهم لتحقيق انتاج عالي (Yousuf *et al*.,2018)، تزيد مستويات البوتاسيوم من وزن الثمار وحجمها وصلابتها ومستوى السكر في التفاح (Nava *et al*.,2008) حيث يزيد البوتاسيوم من نقل نواتج التمثيل الضوئي إلى الثمار(Berüter and Studer,1997).

تحتاج أشجار التفاح إلى كميات كبيرة من البورون ,حيث يلعب البورون دور أساسي في نمو حبوب اللقاح ويساهم في تكوين معقدات السكر والبورات التي تزيد الإمتصاص والانتقال واستقلاب السكريات في حبوب اللقاح كما يشارك في صنع المواد البكتينية والي تستخدم في تكوين جدران خلايا أنابيب حبوب اللقاح (Chen *et al*.,1998).وقد أدى استخدام البورون إلى زيادة انتاج ثمار الأشجار المعمرة (Wojcik and Wojcik,2003) حيث وجدWojcik and Wojcik ,2003 أن رش البورون قبل الازهار كان فعالا في زيادة انتاجية أشجار الكمثرى. وقد بينت الدراسات أن استخدام البورون يلعب دورا مهما في حركة الهرمونات التي تنشط امتصاص الايونات والازهار وانتاج حبوب اللقاح (Talaie *et al*.,2001;Wojcik and Wojcik,2003),إن التسميد بالبورون بغض النظر عن طريقة التطبيق يزيد من التلقيح وعقد وانتاج الثمار وجودة الثمار وأيضا يزيد انتاج الثمار القابلة للتسويق للعديد من الثمار من خلال تقليل الاضطرابات الفسيولوجية إلى حد كبير(Ganie *et al*.,2013). أدى الرش الورقي لحمض البوريك إلى تحسين الخصائص الفيزيائية والكيميائية لثمار التفاح صنف Anna(Khalifa *et al*.,2009).

بدأت المستخلصات النباتية تستخدم في الانتاج الزراعي مثل مستخلص الأعشاب البحرية وهو مصدر عضوي مهم لأنه غني بالعناصر الكبرى والصغرى والهرمونات النباتية مثل الأوكسينات والجبرلينات والسيتوكينين التي تحفز انقسام الخلايا وتزيد من حجمها وتؤدي إلى توازن العمليات الفسيولوجية والبيولوجية وكذلك زيادة عمليات التمثيل الضوئي وتحسين خصائص النمو فهو يعمل على تحفيز الوظائف الفسيولوجية في النبات, إضافة إلى أنه عند رشها على النبات أو إضافتها في التربة تجعل النباتات أكثر مقاومة للعوامل البيئية الضارة والأمراض والحشرات (Spinelli *et al*.,2009).

وتهدف هذه الدراسة لمعرفة تأثير الرش الورقي بالبورون ومستخلصات الطحالب البحرية والبوتاسيوم في محتوى الثمار من النتروجين والبوتاسيوم والفوسفور والمغنزيوم والبورون والكالسيوم وكذلك محتواها من فيتامين C.

مواد وطرائق البحث:

مكان تنفيذ البحث:

تمّ تنفيذ البحث خلال العامين (2021 و 2022) في منطقة كسب التابعة لمحافظة اللاذقية والتي تبعد عنها حوالي (60) كم، (35.98) خط الطول,(35.92) خط العرض ويبلغ ارتفاعها (900) م عن سطح البحر في بستان مساحته (1.5) دونم.

المادة النباتية :

تمّ تنفيذ البحث على أشجار التفاح صنف *Golden delicious* بعمر (15) سنة والمزروعة على مسافة (5×5) م، والمطعّمة على الأصل (M.M106): وهو من الأصول نصف المقصرة, نتج هذا الأصل عن تهجين الأصل M_1 مع الصنف Northen spy ويتميز هذا الأصل

بأنه مقاوم نسبيا للجفاف ومقاوم لحشرة المن القطني ولكنه حساس لمرض عفن التاج واللفحة النارية.

تصميم التجربة والتحليل الإحصائي :

نفذ هذا البحث وفق تصميم العشوائية الكاملة بـ 8 معاملا ت وكل معاملة تحوي 3 مكررات، وكل مكرر يشمل شجرة واحدة فيكون عدد الأشجار الذي تم استخدامه في هذا البحث (8×3=24) شجرة. كما تم تحليل النتائج إحصائيا وأجري تحليل التباين (ANOVA) باستخدام البرنامج الإحصائي (Genstat-12). وتم حساب LSR أقل مدى معنوي وفق اختبار Duncan عند مستوى معنوية 5%.

وكانت المعاملات على الشكل الآتي:

1. المعاملة الأولى: الشاهد: تم رش الأشجار بالماء العادي فقط .
2. المعاملة الثانية: الرش بالبوتاسيوم : تم رش الأشجار بمحلول كبريتات البوتاسيوم تركيز (0.5)%.
3. المعاملة الثالثة : الرش بالبورون : تم رش الأشجار بمحلول حمض البوريك تركيز (0.2)%.
4. المعاملة الرابعة: الرش بمستخلص الطحالب البحرية: تم رش الأشجار بمستخلص الطحالب البحرية Algi firt top تركيز (0.05)%.(انتاج مؤسسة المزارع الخضراء)
5. المعاملة الخامسة: الرش بمزيج من البوتاسيوم والبورون : تم رش الأشجار بمحلول كبريتات البوتاسيوم تركيز (0.5)%+ حمض البوريك تركيز(0.2)%.
6. المعاملة السادسة: الرش مزيج من البوتاسيوم ومستخلص الطحالب البحرية: تم رش الأشجار بمحلول كبريتات البوتاسيوم تركيز (0.5)% ومستخلص الطحالب البحرية تركيز (0.05)%.
7. المعاملة السابعة: الرش بمزيج من البورون ومستخلص الطحالب البحرية : تم رش الأشجار بمحلول حمض البوريك تركيز (0.2)% + مستخلص الطحالب البحرية تركيز (0.05)%.
8. المعاملة الثامنة: الرش بمزيج من البوتاسيوم والبورون ومستخلص الطحالب البحرية : تم رش الأشجار بمحلول كبريتات البوتاسيوم تركيز (0.5)% + حمض البوريك تركيز (0.2)% + مستخلص الطحالب البحرية تركيز (0.05)%.

مواعيد الرش:

تم رش الأشجار ثلاث مرات خلال موسم النمو, الرشة الأولى في مرحلة الطربوش الأحمر (3/27), والرشة الثانية بعد العقد(5/3), والرشة الثالثة بعد شهر من الرشة الثانية (6/3), وتم في كل مرة رش الأشجار بحوالي (5) ل من محلول الرش لكل شجرة.

المؤشرات المدروسة:

تحليل الثمار:

بعد جني الثمار تم تحليلها لمعرفة محتواها من العناصر الغذائية التالية : N-P-K-Ca-Mg-B.

تقديرالنتروجين:

تم تقدير النتروجين الكلي بطريقة التحليل الآلي .وتعتمد هذه الطريقة على هضم العينات هضماً رطباً بحمض الكبريت ,بوجود مساعدات هضم ومرجعات مما يحوّل أشكال النتروجين المختلفة إلى سلفات أمونيوم والذي يتفاعل بدوره مع جذر السالسيلات بوجود مركب كلورة مناسب وبوسط قلوي ليعطي مركب أندو فينول ذو اللون الأخضر المزرق المتناسب من حيث شدته مع تركيز الأمونيوم في الوسط والذي يقرأعلى طول موجة (660) نانو متر.(*Novozamsky et* al., *1974*).

تقدير الفوسفور:

تم تقدير الفوسفور بواسطة جهاز Spectrophoto meter حيث تعتمد هذه الطريقة على تفاعل الفوسفور مع الفاندات والموليبدات وتكوّن مركب معقد أصفر اللون في وسط حامضي. حسب (Reuter and Robinson,1997).

تقدير البوتاسيوم :

تم تقدير البوتاسيوم بواسطة جهاز اللهب Flame photo meter حيث يؤدي اللهب الى تهييج ذرات البوتاسيوم لتصدر أشعة ضوئية تتناسب شدتها طرداً مع تركيز البوتاسيوم في

العينة ويتم تحديد شدة هذه الأشعة بواسطة حساس مناسب. حسب (Tendon,2005).

تقدير الكالسيوم :

هُضمت العينات هضم جاف بالترميد وإذابة بحمض كلور الماء .وتم تقدير الكالسيوم بطريقة المعايرة بمحلول EDTAعند PH (12) (بوجود كاشف كالسيوم) حيث أن المغنزيوم يترسب في وسط PHعالي ويتم الحد من التداخلات الناتجة عن وجود المعادن الثقيلة بإضافة محلول سيانيد البوتاسيوم (KCN) (1)% وبللورات ثنائي ميتيل ثنائي ثيو كرباميد التي تشكل معقد مع المعادن الثقيلة.(Cheng and Bray, 1951)

تقدير المغنزيوم :

تم تقدير المغنزيوم في الأوراق بطريقة المعايرة بمحلول EDTA لمستخلص العينة النباتية . حيث برتبط كل من الكالسيوم والمغنزيوم مع الفيرسينات على شكل معقدات (Ca-EDTA- Mg-EDTA) حيث أن معقد Ca-EDTAأكثر ثباتا من معقد Mg-EDT، فعند المعايرة ب EDTAيتشكل أولا معقد Ca-EDTA وعند اكتمال تشكيل هذا المعقد وبوجود كاشف الكالسيوم يتغير اللون من القرنفلي إلى القرمزي . عند متابعة المعايرة بوجود كاشف المغنزيوم يتغير اللون من القرنفلي إلى الأخضر وذلك عند اكتمال تكون معقد الكالسيوم والمغنزيوم مع *EDTA*.

وبهذه الطريقة نستطيع تقدير الكالسيوم بشكل منفصل عند نقطة المعايرة الأولى في حين يقدر مجموع الكالسيوم مع المغنزيوم عند نقطة المعايرة الثانية . ولتحديد تركيز المغنزيوم نطرح تركيز الكالسيوم من تركيز الكالسيوم والمغنزيوم. (Cheng and Bray, 1951).

تقدير البورون :

تعتمد هذه الطريقة على تفاعل البورون مع كاشف الأزوميثين في وسط مضبوط ال pH (حامضي خفيف) لتشكيل معقد أصفر اللون يقاس على طول موجة (420) نانو متر. (Bes *et al.*,1973)

معامل النضج للثمار :

تم تقدير معامل النضج من خلال العلاقة الآتية:

$$\text{معامل النضج} = \frac{.T.S.S}{TA}$$

حيث: T.S.S المواد الصلبة الذائبة الكلية

TA الحموضة الكلية

فيتامين(C) (ملغم / 100مل) عصير:

تم تقدير محتوى الثمار من فيتامين C بطريقة المعايرة بوجود صبغة (2.6 دي كلوروفينول أندو فينول) حتى ظهور اللون الوردي الخفيف الذي يستمر لمدة نصف دقيقة .

النتائج:

محتوى الثمار من النتروجين:

جدول (1) تأثير التغذية الورقية ببعض العناصر الغذائية ومستخلص الطحالب البحرية في محتوى الثمار من النتروجين

رقم المعاملة	المعاملة	نسبة النتروجين في الثمار(%)		
		2021	2022	متوسط العامين
T1	Control	0.286d	0.293g	0.289g
T2	K بوتاسيوم	0.351c	0.369f	0.360f
T3	B بورون	0.389b	0.375e	0.382d
T4	SWطحالب بحرية	0.410a	0.419a	0.414a

T5	B+K	0.386b	0.385d	0.385d
T6	Sw+K	0.392ab	0.402c	0.397c
T7	Sw+B	0.400ab	0.405bc	0.402bc
T8	Sw+B+K	0.405ab	0.409b	0.407ab

***ملاحظة الأحرف المتشابهة ضمن العمود الواحد**

يدل على عدم وجود فروق معنوية بينها

من الجدول رقم (1) نلاحظ تفوق المعاملة T4(0.410)%على بقية المعاملات تلتها المعاملات 8 T6,T7,Tعلى الترتيب, وكانت أقل قيمة في معاملة الشاهد (T1) (0.286)% وذلك في العام الأول, في العام الثاني تفوقت المعاملة T4 على بقية المعاملات وأقل القيم كانت في المعاملة T1(0.293) %. أما في متوسط العامين تفوقت المعاملة T4%(0.414) على بقية المعاملات بينما الشاهد سجل أقل القيم (0.289)%.

محتوى الثمار من الفوسفور:

جدول (2) تأثير التغذية الورقية ببعض العناصر الغذائية ومستخلص الطحالب البحرية في محتوى الثمار من الفوسفور

رقم المعاملة	المعاملة	نسبة الفوسفور في الثمار (%)		
		2021	2022	متوسط العامين
T1	Control	0.059d	0.057e	0.058e
T2	Kبوتاسيوم	0.061d	0.064d	0.062d
T3	Bبورون	0.068c	0.075bc	0.071c
T4	SWطحالب بحرية	0.082a	0.086a	0.084a
T5	B+K	0.070c	0.075bc	0.072c
T6	Sw+K	0.072bc	0.076 bc	0.074bc
T7	Sw+B	0.075b	0.079b	0.077b
T8	Sw+B+K	0.084a	0.091a	0.087a

***ملاحظة الأحرف المتشابهة ضمن العمود الواحد يدل على عدم وجود فروق معنوية بينها**

نلاحظ من الجدول رقم (2) في العام الأول تفوق المعاملتين T8(0.084)%,T4(0.082)% على بقية المعاملات وأقلها كان في معاملة T1(0.059)%، في العام الثاني تفوقت المعاملتين T4,T8 (0.086,0.091)% على بقية المعاملات أما الشاهد T1كانت قيمته أقل القيم (0.057)%,وفي متوسط العامين تفوقت المعاملتين T4,T8 (0.087, 0.084)% على الترتيب على بقية المعاملات وأعطى الشاهد T1أدنى القيم(0.058)%.

محتوى الثمار من البوتاسيوم:

جدول رقم (3) تأثير التغذية الورقية ببعض العناصر الغذائية ومستخلص لطحالب البحرية في محتوى ثمار التفاح من البوتاسيوم

رقم المعاملة	المعاملة	نسبة البوتاسيوم في الثمار(%)		
		2021	2022	متوسط العامين
T1	Control	1.193h	1.210i	1.201i
T2	K بوتاسيوم	1.740d	1.512d	1.626d
T3	B بورون	1.278f	1.321f	1.299f
T4	SW طحالب بحرية	1.360e	1.390e	1.375e
T5	B+K	1.540a	1.570a	1.555a
T6	Sw+K	1.490c	1.534c	1.512c
T7	Sw+B	1.280f	1.310g	l.295g
T8	Sw+B+K	1.512b	1.543b	1.527b

***ملاحظة الأحرف المتشابهة ضمن العمود الواحد يدل على عدم وجود فروق معنوية بينها**

من الجدول رقم (3) نلاحظ تفوق T5(1.540)% على بقية المعاملات تليها المعاملة T8 (1.512)% وذلك في العام الأول, في العام الثاني تفوقت المعاملةT5(1.570)% على بقية المعاملات تليها المعاملة T8 (1.543)% وأقل القيم كانت في معاملة T1(1.210)%، أما في متوسط العامين تفوقت المعاملة T5(1.555)% على باقي المعاملات تلتها المعاملة T8(1.527)% وسجل الشاهد أدنى القيم (1.201)%.

محتوى الثمار من الكالسيوم:

جدول (4) تأثير التغذية الورقية ببعض العناصر الغذائية ومستخلص الطحالب البحرية في محتوى ثمار التفاح من الكالسيوم

رقم المعاملة	المعاملة	نسبة الكالسيوم في الثمار(%)		
		2021	2022	متوسط العامين

T1	Control	0.043c	0.042e	0.043e
T2	Kبوتاسيوم	0.048b	0.047d	0.047d
T3	Bبورون	0.051ab	0.050bcd	0.050bcd
T4	SW طحالب بحرية	0.052ab	0.054ab	0.053ab
T5	B+K	0.048b	0.050bcd	0.049cd
T6	Sw+K	0.049b	0.049cd	0.049cd
T7	Sw+B	0.050	0.052abc	0.051bc
T8	Sw+B+K	0.054a	0.056a	0.055a

***ملاحظة الأحرف المتشابهة ضمن العمود الواحد يدل على عدم وجود فروق معنوية بينها**

تبين معطيات الجدول رقم (4) تفوق المعاملةT8(0.054)% على بقية المعاملات تلتها المعاملتين T4(0.052)%، T3(0.051)% وأقل معاملة كانتT1(0.043)% وذلك في العام الأول، أيضا تفوقت المعاملة T8(0.056)%على باقي المعاملات أما أقل القيم وجدت لدى الشاهد(0.042)%, وبالنسبة لمتوسط العامين أعلى قيمة كانت في المعاملة T8(0.055)% تلتها T4(0.053)% وأقل القيم كانت في الشاهد (0.043)%.

محتوى الثمار من المغنزيوم:

جدول (5) تأثير التغذية الورقية ببعض العناصر الغذائية ومستخلص الطحالب البحرية في محتوى الثمار من المغنزيوم

رقم المعاملة	المعاملة	نسبة المغنزيوم في الثمار(%)		
		2021	2022	متوسط العامين
T1	Control	0.036c	0.035d	0.035e
T2	K بوتاسيوم	0.038abc	0.039bc	0.038cd
T3	B بورون	0.040abc	0.042ab	0.041ab
T4	SW طحالب بحرية	0.042ab	0.044a	0.043a
T5	B+K	0.039abc	0.041abc	0.040bcd
T6	Sw+K	0.040abc	0.042ab	0.041abc
T7	Sw+B	0.040abc	0.041abc	0.040abc
T8	Sw+B+K	0.043a	0.042ab	0.042ab

***ملاحظة الأحرف المتشابهة ضمن العمود الواحد يدل على عدم وجود فروق معنوية بينها**

من الجدول رقم (5) نلاحظ تفوق المعاملة T8(0.043)%، تلتها T3(0.042)%على بقية المعاملات ولم يوجد بين بقية المعاملات فروق معنوية عدا معاملة الشـــاهد T1 فكانت أقل القيم (0.036)%وذلك في العام الأول, في العام الثاني تفوقت المـعـامـلـة T4(0.044)%، تـلـتـهـا الـمـعـامـلات T8، T6,T3(0.042)%، اما في متوسط العامين فكانت أعلى القيم في المعاملة T4(0.043)% حيث تفوقت معنويا على بقية المعاملات, تلتها المعاملات T8(0.042)%,T3(0.041)% وأقل القيم كانت في المعاملة T1(0.035)%.

محتوى الثمار من البورون:

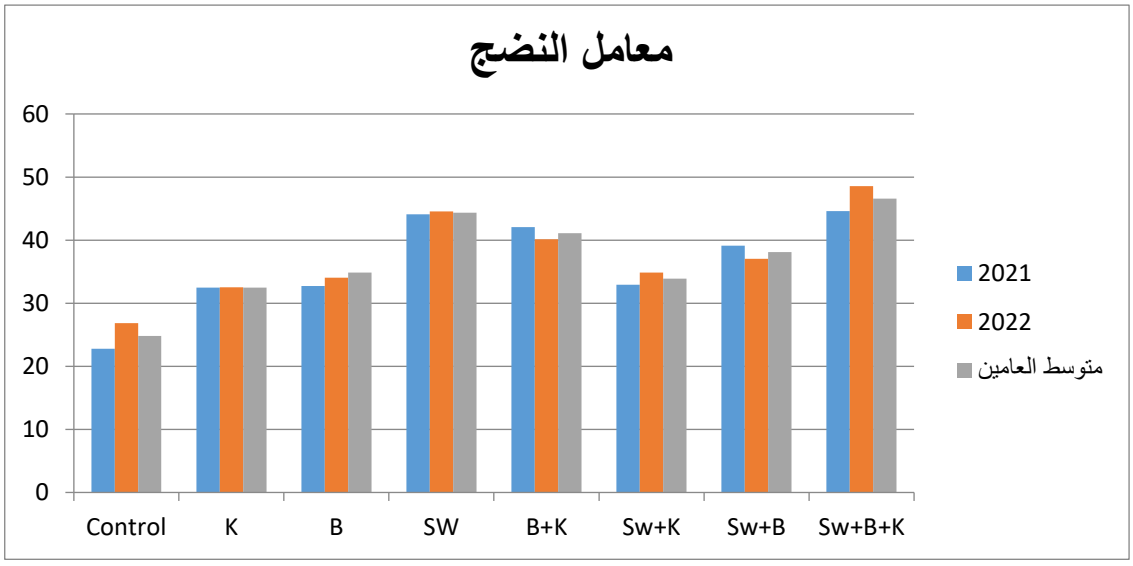
جدول(6) تأثير التغذية الورقية ببعض العناصر الغذائية ومستخلصات الطحالب البحرية في محتوى ثمار التفاح من البورون

رقم المعاملة	المعاملة	نسبة البورون في الثمار (*PPM*)		
		2021	2022	متوسط العامين
T1	Control	23.811f	23.712g	23.761h
T2	K بوتاسيوم	25.844d	25.931e	25.887f
T3	B بورون	26.922b	26.984b	26.952bc
T4	SW طحالب بحرية	26.882b	26.966b	26.975b
T5	B+K	26.221c	26.401c	26.311d
T6	Sw+K	26.15c	26.215d	26.180e
T7	Sw+B	26.882b	26.909b	26.895c
T8	Sw+B+K	27.131a	27.334a	27.232a

***ملاحظة الأحرف المتشابهة ضمن العمود الواحد يدل على عدم وجود فروق معنوية بينها**

من الجدول رقم (6) نلاحظ تفوق المعاملة T8(27.131)ppm على بقية المعاملات وكان بين المعاملات فروق معنوية واضـــحة بينما أقل القيم كانت في المعاملة T1(23.811)ppm وذلك في العام الأول، بينما في العام الثاني كانت أعلى القيم في المعاملة T8(27.334) ppmحيث تفوقت معنويا على باقي المعاملات وأقل القيم كانت في معاملة الشاهد(23.712)ppm ، في متوسط العامين تفوقت المعاملة T8(27.232) ppm على باقي معاملات التجربة.

معامل النضج للثمار :



الشكل(1) تأثير الرش الورقي ببعض العناصر الغذائية ومستخلص الطحالب البحرية في معامل نضج الثمار

من الشـــكل رقم (1) نلاحظ عدم وجود فروق معنوية بين المعاملات المدروســـة في العام الأول وأعلى القيم وجدت في المعاملة T8 (44.61) ،أما في العام الثاني تفوقت المعاملة T8 (48.57) على بقية المعاملات واقل القيم وجدت في المعاملة T1 (26.86)، أما في متوســـط العامين نجد تفوق المعـاملات T8 (46.59)، T4 (44.33)، T5 (41.11) على باقي المعاملات أما اقل القيم فكانت في معاملة T1 (24.83).

ـفيتامين(C) (ملغم / 100مل) عصير:

جدول (7)تأثير التغذية الورقية ومستخلص الطحالب البحرية في محتوى الثمار من فيتامين(C)

رقم المعاملة	المعاملة	V.C (ملغم/100مل)		
		2021	2022	متوسط العامين
T1	Control	8.80 e	7.33 f	8.07 h
T2	K بوتاسيوم	10.27 d	10.27 e	10.27 g
T3	B بورون	10.27 d	11.37 d	10.82 f
T4	SW طحالب بحرية	13.20 b	14.67 b	13.94 c

T5	B+K	17.63 a	14.67 b	16.15 b
T6	Sw+K	10.27 d	13.20 c	11.74 e
T7	Sw+B	11.37 c	13.20 c	12.29 d
T8	Sw+B+K	17.60 a	16.13 a	16.87 a

***ملاحظة الأحرف المتشابهة ضمن العمود الواحد يدل على عدم وجود فروق معنوية بينها**

من الجدول (7) نلاحظ تفوق المعاملتين T8,T5(17.63) ملغ %و(17.60)ملغ% على بقية المعاملات وأقل القيم كانت في معاملة الشاهد T1(8.80)ملغ% وذلك في العام الأول, أما في العام الثاني فقد تفوقت المعاملة T8(16.13)ملغ% على بقية المعاملات أما في متوسط العامين تفوقت المعاملة T8(16.87) ملغ%تلتها المعاملةT5(16.15) ملغ% والشاهد كان له أدنى قيمة(8.07)ملغ% .

المناقشة:

النتروجين :

كان المحتوى للثمار من النتروجين (0.289)% وهو منخفض جداً وبعد الرش الورقي وصل إلى (0.414)% وبقي منخفض جدا. أما الفوسفور: كان المحتوى (0.058)% وهو منخفض جداً وبعد الرش الورقي وصل إلى (0.087)% ولايزال منخفض جداً. وبالنسبة إلى البوتاسيوم: كان المحتوى (1.21)% وهو منخفض وبعد الرش الورقي أصبح مرتفع في بعض المعاملات مثل T5(B+K) و T8(SW+B+K).أما الكالسيوم كان محتوى الثمار من الكالسيوم (0.043)% وهو منخفض وبعد الرش الورقي أصبح في بعض المعاملات (0.055)% وهو مرتفع في المعاملة T8.وبخصوص المغنزيوم: كان محتوى الثمار من المغنزيوم(0.035)% وهو منخفض وبعد الرش الورقي وصل إلى (0.043)% لمعاملة (SW)T4 وهو أيضا منخفض.

البورون:

كان المحتوى من البورون (23.76) ppm وهو طبيعي أو مناسب وبعد الرش الورقي وصل إلى (27.76) ppm في المعاملة T8 (SW+B+K) وهو محتوى مرتفع.

معامل النضج تراوح بين (24.83) في البداية ووصل في بعض المعاملات عند الرش الورقي إلى (46.59)في المعاملة T8(K+SW+B) أي ساهمت معاملات الرش في زيادة TSSوتقليل TAفي الثمار مع العلم بأن معامل النضج القياسي للصنف Golden delicious هو (36.89). أما بالنسبة لفيتامين C قبل المعاملات (8.07) ملغ %. وأدت معاملات الرش الورقي إلى زيادة نسبة فيتامين C في الثمار إلى (16.87) ملغ% في المعاملة (T8)(SW+B+K).

إن التغيرات في تراكيز العناصر الغذائية في الثمار يمكن ان يغير من جودة الثمار كما أثبت (Volz *et al*.,1993)

إن مستخلصات الطحالب البحرية توفر للنبات البوتاسيوم والزنك والحديد والمغنزيوم والنتروجين ولكن بكميات قليلة وتزيد من كفاءة استخدام النتروجين والفوسفور والبوتاسيوم(Chen *et al*.,2021)، ظهرت الدراسات ان التطبيق الورقي لمستخلص الطحالب البحرية يزيد امتصاص النبات للعناصر الغذائية ويزيد من مستويات المغذيات الكبرى والصغرى في النباتات (Rathore *et al*.,2008)، وقد وجد (Yang *et al*.,2023) أن اضافة مستخلصات الطحالب البحرية قد زادت نسبة البورون والمغنزيوم والكالسيوم والبوتاسيوم في ثمار تفاح صنف fuji ولم يوجد تأثير ملحوظ على مستوى النتروجين والفوسفور، وقد يكون السبب أن سماد الطحالب البحرية يمكن أن يحسن امتصاص المعادن ويزيد نقل وتراكم الاملاح المعدنية إلى الثمار وهذا يوافق ماتوصل اليه (Basak,2008). تؤدي زيادة تطبيق البوتاسيوم إلى انخفاض تركيز الكالسيوم في الثمار (Neilsen and Neilsen,2006) بينما وجد Zhang *et al*. عام 2018 زيادة تركيز الكالسيوم مع زيادة مستوى التسميد بالبوتاسيوم أثناء نمو التفاح ، بيد أنه

زاد من تراكم البوتاسيوم في الثمار, وأيضا وجد للبوتاسيوم تأثير معاكس مع المغنزيوم في ثمار الكمثرى (Shen *et al.*,2019) وهذا يتوافق مع نتائج هذا البحث .

يعد الإمداد الجيد بالبورون للنبات مفيد لزيادة حركة الكالسيوم إلى الثمار, وقد وجد Wojcik *et al.* عام 2008 أن تطبيق البورون قد زاد من تركيز الكالسيوم في ثمار التفاح. كذلك ادى الرش بالبورون إ لى زيادة كبيرة في محتوى النتروجين والفوسفور والكالسيوم والمغنزيوم في أوراق التفاح كذلك أدى إلى زيادة في محتوى الثمار من البوتاسيوم مقارنة مع الشاهد (Ajender and Thakur,2019), وقد زاد التسميد بالبورون من تركيز البورون في الثمار (Wojcik,2002)

أدى تطبيق البورون إلى زيادة امتصاص الكالسيوم في الثمار وبالتالي تقليل الإضطرابات المرتبطة بنقص الكالسيوم (Wojcik *et al.*,1999)، أثرت عملية التسميد بالبوتاسيوم في فترة نمو الثمار بشكل إيجابي على لون الثمار ومحتوى المواد الصلبة الذائبة الكلية (Nava *et al.*,2007)، لقد زاد الإمداد الجيد بالبوتاسيوم إلى زيادة محتوى السكر في ثمار الكمثرى (Shen *et al.*,2019) إضافة إلى ذلك ارتبط مستوى البوتاسيوم سلبا بمستوى الحمض في أصناف منخفضة الحموضة (Berüter,2004) و إن التسميد بالبوتاسيوم مهم للحفاظ على توازن الحموضة في الثمار (Nava *et al.*,2008). إن نقص البوتاسيوم يحول دون التصنيع الحيوي للسكريات والأحماض العضوية وفيتامين C مما يؤدي إلى انخفاض محتوى المواد الصلبة الذائبة في الثمار. (Matev and Stanchev,1979)، أدى تطبيق كبريتات البوتاسيوم (2)%إلى زيادة المواد الصلبة الذائبة الكلية والسكر الكلي وحمض الاسكوربيك في الجوافة (Dutta,2004)، كذلك وجد (Ben *et al.*,2009) أن اضافة كبريتات البوتاسيوم بنسبة (3)% اعطى زيادة كبيرة في وزن الثمار والحموضة و إجمالي المواد الصلبة الذائبة الكلية والنتروجين والفوسفور والبوتاسيوم والمغنزيوم في الخوخ والدراق.

إن دور البورون الفسيولوجي في النباتات هو تسهيل نقل الكربوهيدرات (النشا والسكر) عبر غشاء الخلية (Aashiq *et al.*,2017)، قد يكون ارتفاع إجمالي المواد الصلبة الذائبة بسبب النقل الفعال لنتائج التمثيل الضوئي إلى الثمار وذلك بواسطة تنظيم البورون وهذا ما يتوافق مع نتائج (Trivedi *et al.*,2012). وقد لوحظ انخفاض في حموضة الثمار مقارنة مع الشاهد وهذا ما يتوافق مع نتائج (Sarrwy *et al.*,2012; Nikkhah *et al.*,2013), وقد تعمل هذه العناصر الدقيقة على التصنيع الحيوي لحمض الاسكوربيك من السكريات أو تثبيط الانزيمات المؤكسدة أو كليهما(Aashiq *et al.*,2017). وفي دراسة (Abo-Zaid *et al.*, 2019) وجدوا أن الطحالب البحرية قد زاد من فيتامين C في العنب, كذلك وجد (Al-Marsoumi and Al-Hadethi,2020) أن الرش الورقي بالطحالب البحرية قد زاد نسبة النتروجين والفوسفور والبوتاسيوم والمغنزيوم وكذلك فيتامين C في ثمار المانجو. أدى استخدام الطحالب البحرية إلى زيادة فيتامين C وبالتالي زادت القيمة الغذائية لثمار التفاح صنف Golden delicious(Mousavi *et al.*,2024).

الاستنتاجات:

من هذه الدراسة نستنتج أهمية تنفيذ الرش الورقي بعناصر البوتاسيوم والبورون ومستخلص الطحالب البحرية ثلاث مرات خلال العام على جودة الثمار من خلال تأثيرها على محتواها من بعض العناصر الغذائية (N, K, P, Ca, Mg, B) وفيتامين C وزيادة المواد الصلبة الذائبة وخفض الحموضة وتحسين معامل النضج.

المقترحات:

في نهاية هذه الدراسة نقترح رش أشجار التفاح صنف Golden delicious بمزيج من البوتاسيوم والبورون ومستخلص الطحالب لبحرية ثلاث مرات خلال العام لتحسين جودة ثمارها.

REFERENCES

Aashiq, M. D., Nautiyal, B. P., & Negi, M. (2017). Effect of zinc and boron application on fruit set, quality and yield of apple (*Malus domestica* Borkh.) cv. Red Delicious. *Journal of Crop and Weed, 13*(2), 217–221.

Abo-Zaid, F., Zagzog, O., El-Nagar, N., & Qaoud, E. (2019). Effect of seaweed and amino acid on fruiting of some grapevine cultivars. *Journal of Productivity and Development, 24*(3), 67–703.

Ajender, Thakur, B. S., & Chawla, W. (2019). Effect of calcium chloride on growth, fruit quality and production of apple. *Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry, Special Issue*, 588–593.

Al-Marsoumi, H., & Al-Hadethi, M. (2020). Effect of humic acid and seaweed extract spray in leaf mineral content of mango seedlings. *Plant Archives, 20*(1), 827–830.

Baliger, V. C., Fageria, N. K., & He, Z. (2001). Nutrient use efficiency in plants. *Communications in Soil Science and Plant Analysis, 32*(7–8), [pages not provided].

Basak, A. (2008). Effect of preharvest treatment with seaweed products, Kelpak and Goemar BM 86, on fruit quality in apple. *International Journal of Fruit Science, 8*(1–2), 1–14.

Ben Mimoun, M., Ghrab, M., Ghanem, M., & Elloumi, O. (2009). Effects of potassium foliar spray on olive, peach and plum. Part 2: Peach and plum experiments. *Optimizing Crop Nutrition, 19*, 14–17.

Berüter, J., & Studer, F. M. E. (1997). The effect of girdling on carbohydrate partitioning in the growing apple fruit. *Journal of Plant Physiology, 151*, 275–277.

Berüter, J. (2004). Carbohydrate metabolism in two apple genotypes that differ in malate accumulation. *Journal of Plant Physiology, 161*, 1011–1029.

Bes, S. S., den Dekker, P. A., & van Dijk, P. A. (1973). The determination of boron with Azomethine-H in plant material. *Soil and Water*. International communication of the Glasshouse Crops Research Station, Naaldwijk, The Netherlands.

Chen, D., Zhou, W., Yang, J., Ao, J., Huang, Y., Shen, D., Jiang, Y., Huang, Z., & Shen, H. (2021). Effect of seaweed extracts on the growth, physiological activity, cane yield and sucrose content of sugarcane in China. *Frontiers in Plant Science, 12*, Article 659728. https://doi.org/10.3389/fpls.2021.659728

Chen, Y., Smagula, J. M., Litten, W., & Dunham, S. (1998). Effect of boron and calcium foliar spray on pollen germination and development and berry yield and quality in lowbush blueberry (*Vaccinium angustifolium* Ait.). *Journal of the American Society for Horticultural Science, 123*(4), 524–531.

Cheng, K. L., & Bray, R. H. (1951). Determination of Ca and Mg in soil and plant material. *Soil Science, 72*, 449–458.

Dutta, P. (2004). Foliar potassium spray in improving the quality of Sarder guava (*Psidium guajava* L.). *Orissa Journal of Horticulture, 32*, 103–104.

Falchi, R., Bonghi, C., Drincovich, M. F., Famiani, F., Lara, M. V., Walker, R. P., et al. (2020). Sugar metabolism in stone fruit: Source–sink relationships and environmental and agronomical effects. *Frontiers in Plant Science, 11*, Article 573982. https://doi.org/10.3389/fpls.2020.573982

Ganie, A. M., Akhter, F., Bhat, M. A., Malik, A. R., Junaid, J. M., Shah, A., Bhat, A. H., & Bhat, T. A. (2013). Boron—a critical nutrient element for plant growth and productivity with reference to temperate fruits. *Indian Journal of Horticulture, 104*(1), 76–85.

Gobara, A. A., Ahmed, F. F., & El-Shammaa, M. S. (2001). Effect of varying N, K, and Mg application ratio on productivity of Banaty grapevines. In *Proceedings of the Fifth Arabian Horticulture Conference* (Vol. 24[28], pp. 83–90). Ismailia, Egypt.

Havlin, J. L., Beaton, J. B., Tisdale, S. L., & Nelson, W. L. (2005). *Soil fertility and fertilizers* (7th ed., p. 514). Upper Saddle River, NJ: Pearson Education.

Nikkhah, R., Nafar, H., Rastgoo, S., & Dorostkar, M. (2013). Effect of foliar application of boron and zinc on qualitative and quantitative fruit characteristics of grapevine (*Vitis vinifera* L.). *International Journal of Agriculture and Crop Sciences, 6*(9), 485–492.

Novozamsky, I., van Eck, R., van Schouwenburg, C., & Walinga, I. (1974). Total nitrogen determination in plant material by means of indophenol blue method. *Netherlands Journal of Agricultural Science, 22*, 3–5.

Rathore, S., Chaudhary, D., Boricha, G., Ghosh, A., Bhatt, B., Zodape, S., & Patolia, J. (2008). Effect of seaweed extract on growth, yield and nutrient uptake of soybean (*Glycine max*) under rainfed conditions. *South African Journal of Botany, 75*, 351–355.

Reuter, D. J., & Robinson, J. B. (1997). *Plant analysis: An interpretation manual* (2nd ed.). CSIRO Publishing.

Sarrwy, S. M. A., Gadalla, E. G., & Mostafa, E. A. M. (2012). Effect of calcium nitrate and boric acid spray on fruit set, yield and fruit quality of cv. Amhat date palm. *World Journal of Agricultural Sciences, 8*(5), 506–515.

Shen, C., Shi, X., Xie, C., Li, Y., Yang, H., Mei, X., et al. (2019). The change in microstructure of petioles and peduncles and transporter gene expression by potassium influences the distribution of nutrients and sugar in pear leaves and fruit. *Journal of Plant Physiology, 232*, 320–333.

Spinelli, F., Fiori, G., Noferini, M., & Costa, G. (2009). Perspectives on the use of seaweed extract to moderate the negative effects of alternate bearing in apple trees. *Journal of Horticultural Science and Biotechnology, 84*, 131–137.

Srivastava, A. K., Shankar, A., Chandran, A. K. N., Sharma, M., Jung, K. H., Suprasanna, P., & Pandey, G. K. (2019). Emerging concepts of K homeostasis in plants. *Journal of Experimental Botany, 71*, 608–66119.

Talaie, A., Badmahmoud, A. T., & Malakout, M. G. (2001). The effect of foliar application of N, B and Zn on quantitative and qualitative characteristics of olive fruit.

Jung, J., Shin, R., & Schlachtmann, D. P. (2009). Ethylene mediates response and tolerance to K deprivation in *Arabidopsis*. *Plant Cell, 21*, 607–621.

Khalifa, R. K. M., Omaima, M. H., & Abd-El-Khair, H. (2009). Influence of foliar spraying with boron and calcium on productivity, fruit quality, nutritional status, and controlling of blossom end rot disease of Anna apple trees. *World Journal of Agricultural Sciences, 5*, 237–249.

Lizarazo, M. A., Hernandez, L., Andres, C., Fischer, G., & Gomez, M. I. (2013). Response of the banana passion fruit (*Passiflora tripartite var. mollissima*) to different levels of nitrogen, potassium, and magnesium. *Agronomía Colombiana, 31*, 184–194.

Matev, Y., & Stanchev, L. (1979). Effect of Na^+, K^+, Ca^+, and Mg^{2+} disproportion on glasshouse tomato development and fruit biological value. *Horticultural and Viticultural Science, 16*, 76–82.

Moon, J., Min, B., Shin, J., Choi, Y., Cho, H., Lee, Y., Min, S., & Heo, J. (2019). Influence of foliar fertilization with monopotassium phosphate on growth and yield of sweet potato (*Ipomoea batatas* L.). *Korean Journal of Soil Science, 52*.

Mousavi, S., Jafari, A., & Shirmardi, M. (2024). The effect of seaweed foliar application on yield and quality of apple cv. Golden Delicious. *Scientia Horticulturae, 323*, 112996. https://doi.org/10.1016/j.scienta.2023.112996

Nava, G., Dechen, A. R., & Nachtigall, G. R. (2007). Nitrogen and K fertilization affect apple fruit quality in Southern Brazil. *Communications in Soil Science and Plant Analysis, 39*(1–2), 96–107.

Nava, G., Dechen, A. R., & Nachtigall, G. R. (2008). Nitrogen and potassium fertilization affect apple fruit quality in Southern Brazil. *Communications in Soil Science and Plant Analysis, 39*(1–2), 96–107.

Neilsen, G. H., & Neilsen, D. (2006). The effect of K-fertilization on apple fruit Ca concentration and quality. *Acta Horticulturae, 721*, 177–184.

Wójcik, P. (2002). Yield and 'Jonagold' apple fruit quality as influenced by spring sprays with commercial Rosatop material containing calcium and boron. *Journal of Plant Nutrition, 25*(5), 999–1010.

Yang, S., Wang, H., Wang, G., Wang, J., Gu, A., Xue, X., & Chen, R. (2023). Effect of seaweed extract-based organic fertilizers on the levels of mineral elements, sugar-acid components and hormones in Fuji apples. *Agronomy, 13*(4), 969.

Yousuf, S., Ahmad Sheikh, M., Chand, S., & Anjum, S. (2018). Effect of different sources of K on yield and quality of apple (cv. Red Delicious) in temperate conditions. *Journal of Applied and Natural Science, 10*, 1332–1340.

Yu, X. M., Wang, J. Z., Nie, P. X., Xue, X. M., Wang, G. P., & An, M. (2018). Control efficacy of Ca-containing foliar fertilizers on bitter pit in bagged Fuji apple and effects on the Ca and N contents of apple fruits and leaves. *Journal of the Science of Food and Agriculture, 98*, 5435–5443.

Zhang, W., Zhang, X., Wang, Y., Zhang, N., Guo, Y., Ren, X., et al. (2018). Potassium fertilization arrests malate accumulation and alters soluble sugar metabolism in apple fruit. *Biology Open, 7*, bio024745.

Zhu, Z. (2002). Nitrogen management in relation to food production and environment in China. *Acta Pedologica Sinica, 39*(1)

Iranian Journal of Agricultural Sciences, 32(4), 727–736.

Tandon, H. L. S. (2005). *Methods of analysis of soils, plants, waters and fertilizers*. Fertilizer Development and Consultation Organization.

Tränkner, M., Tavakol, E., & Jäkli, B. (2018). Functioning of potassium and magnesium in photosynthesis, photosynthate translocation and photoprotection. *Physiologia Plantarum, 163*(3), 414–431.

Trivedi, N., Singh, D., Bahadur, V., Prasad, V. M., & Collis, J. P. (2012). Effect of foliar application of zinc and boron on yield and fruit quality of guava (*Psidium guajava* L.). *HortFlora Research Spectrum, 1*(3), 281–283.

Volz, R. K., Ferguson, I. B., Bowen, J. H., & Watkins, C. B. (1993). Crop load effects on fruit mineral nutrition, maturity, fruiting and tree growth of Cox's Orange Pippin apple. *Journal of Horticultural Science, 68*, 127–137.

Wójcik, P. (1999). Effect of boron fertilization of Dabrowicka prune trees on growth, yield and fruit quality. *Journal of Plant Nutrition, 22*, 1651–1665.

Wójcik, P., & Wójcik, M. (2003). Effect of boron fertilization on pear tree vigor, nutrition and fruit yield and storability. *Plant and Soil, 256*(2), 413–421.

Wójcik, P., Wójcik, M., & Klamkowski, K. (2008). Response of apple trees to boron fertilization under conditions of low soil boron availability. *Scientia Horticulturae, 116*, 58–64.