تأثير معاملات الخف اليدوي والكيميائي مع الرش الورقي بنترات الكالسيوم وبدونه على تركيز العناصر الغذائية في أوراق و إنتاجية أشجار التفاح "صنف غولدن ديليشس"

آمالي الاحمد[1] وبيان مزهر[2]*

(1). إدارة بحوث البستنة، الهيئة العامة للبحوث العلمية الزراعية، سورية.

(2). قسم بحوث التفاحيات والكرمة، إدارة بحوث البستنة، سورية.

(*للمراسلة : د. آمالي الاحمد، البريد الالكتروني: amale_alahmad@hotmail.com).

تاريخ الاستلام : 2024/10/27 تاريخ القبول :2025/02/26

الملخص

نُفذ البحث في محافظة طرطوس، قرية بيت يوسف على أشجار التفاح صنف غولدن ديليشس المطعمة على الأصل *Malus domestica* Borkh، خلال موسمي النمو 2019 و2020 وذلك بهدف دراسة تأثير معاملات الخف اليدوي والكيميائي مع الرش الورقي بنترات الكالسيوم وبدونه في تركيز العناصر الغذائية (Ca, Mg, Zn, B) في أوراق أشجار التفاح صنف غولدن ديليشس وفي إنتاجيته، وقد تضمن البحث /6/ معاملة، وزعت على مستويين، الأول بدون الرش بنترات الكالسيوم والثاني مع الرش بنترات الكالسيوم، دلت النتائج على وجود فرق معنوي في الموسم (2019) في متوسط كمية الإنتاج بين المستويين الأول (114.58) كغ/شجرة والثاني (130.88) كغ/شجرة. وفي الموسم (2020) كان متوسط الإنتاج أقل بشكل كبير من إنتاج الموسم الأول في كل من المستويين الأول (63.27) كغ/شجرة والثاني (72.33) كغ/شجرة. أدت معاملتا الخف في الموسم الأول إلى انخفاض معنوي للإنتاج مقارنة مع الشاهد، في حين أدت باقي المعاملات المدروسة إلى زيادة معنوية مع تفوق لمعاملة الرش بالكالسيوم (137.5) كغ/شجرة. وفي الموسم الثاني زاد الإنتاج وبفروق معنوية في كل معاملة من المعاملات المدروسة مقارنة مع الشاهد (49) كغ/شجرة (حمل خفيف للثمار). حققت تقنية تطبيق الخف في موسم الحمل الغزير نوعاً من التوازن في الحمل السنوي فكانت الإنتاجية في الموسمين الأول والثاني (87.76، 85.00) كغ/الشجرة في الخف اليدوي، و(88.57، 85.79) كغ/الشجرة في الخف الكيميائي، و(100.56، 97.40) كغ/الشجرة في معاملة الرش الورقي بنترات الكالسيوم مع الخف اليدوي، و(101.49، 98.30) كغ/الشجرة في معاملة الرش الورقي بالكالسيوم مع الخف الكيميائي. وعليه فإن معاملة الرش الورقي بنترات الكالسيوم مع الخف الكيميائي هي الأفضل في تحسين إنتاجية التفاح تليها معاملة الرش الورقي بنترات الكالسيوم مع الخف اليدوي.

الكلمات المفتاحية: التفاح، غولدن ديليشس، نترات الكالسيوم، الزنك، البورون، العناصر الغذائية، الإنتاجية.

المقدمة:

يتبع التفاح *Malus Domestica* للجنس *Malus*, وتحت العائلة التفاحية *Pomoideae* من العائلة الوردية *Rosaceae* ورتبة الورديات *Rosales*، ويعد التفاح أحد أقدم أنواع الفاكهة المعروفة للإنسان (Paul، 1999) ويُعتقد بأن الموطن الأصلي لها منطقة القوقاز ووسط آسيا وغرب الصين، وهو عبر أصنافه العديدة ذو انتشار عالمي واسع، حيث يتصدر السوق العالمية كواحد من أهم وأكثر ثمار الفاكهة شعبيةً وانتشاراً، ويساعده على ذلك إمكانية تخزين الثمار لفترة طويلة بالمقارنة مع غيره من ثمار الفاكهة (Gardner وCline، 2005). تتركز زراعة التفاح في سورية في المرتفعات الجبلية التي يزيد ارتفاعها عن 600 م وحتى ارتفاع 1800 م عن سطح البحر حيث تفضل هذه الشجرة الإقليم المعتدل الذي لا ترتفع فيه درجة الحرارة عن 26 م° خلال فصل النمو (حداد وعبيد، 2009). وقد وصلت المساحة المزروعة بالتفاح في سورية إلى 51405 هكتار وبلغ الإنتاج 331821 طن. يعتمد 70.05% من إجمالي المساحة المزروعة على الزراعة المطرية التي تتركز في محافظات السويداء وريف حمص واللاذقية وطرطوس، أما المساحة المروية فيتركز معظمها في محافظتي ريف دمشق وريف حمص، وتنتشر زراعة التفاح في طرطوس في كل من مناطق الدريكيش، صافيتا، الشيخ بدر، بانياس، القدموس، طرطوس، إذ يتركز معظمها في كل من الدريكيش وصافيتا وذلك لملاءمة الظروف المناخية لزراعة التفاح من حيث الارتفاع عن سطح البحر وكمية الأمطار وعدد ساعات البرودة، ويُعد الصنف Golden delicious الصنف الرئيس المنتشر في طرطوس، حيث تشكل زراعته من 70–80% مقارنةً بالأصناف الأخرى المنتشرة (المجموعة الإحصائية الزراعية، 2022).

يعاني صنف التفاح غولدن ديليشس من ظاهرة عدم انتظام الحمل التي تؤثر بدوها سلباً في نوعية الثمار (Vercamen، 1997). ويُعدُّ عدم انتظام الحمل من الظواهر السلبية التي تواجه المزارعين، ففي سنة الحمل الغزير يحصل على ثمار صغيرة وذات مواصفات أقل بالمقارنة مع الثمار الناتجة عن أشجار ذات إنتاج متوازن، ويمكن الحد من هذه الظاهرة من خلال عملية الخف المبكر للثمار العاقدة حديثاً في بساتين التفاح (Englstead وParks، 1976).

إنَّ عدم قدرة الأوراق المصنعة للمواد الكربوهيدراتية على إمداد الثمار كثيرة العدد، والنموات الحديثة المتشكلة بهذه المواد، وعدم قدرتها على تكوين المواد الضرورية لتمايز البراعم الزهرية وتخزين المواد الغذائية الاحتياطية الضرورية للشتاء وللجذور بالوقت نفسه يشجع على تبادل الحمل، إذاً من الضروري جداً تأمين العناصر الغذائية وتوجد معلومات كثيرة تقول إن نسبة العناصر الغذائية بالأوراق عند الحمل الغزير للثمار مختلفة عنها بسنوات المعاومة كما أن إهمال عمليات التسميد للأشجار يزيد من ظاهرة المعاومة (Emer، 1989).

إن تأمين العناصر الغذائية الكافية في موسم الحمل الغزير يعطي القدرة على إعطاء حمل جديد بنوعية جيدة في العام القادم ويتم ذلك من خلال رش محلول العناصر الغذائية على المجموع الخضري للشجرة (Cicala وCatara (1995)؛ Maurer، 1995). وضح القريشي (2017) أن النتروجين يشكل أهمية كبيرة في بناء وإنتاج المادة الجافة بالنبات، ويدخل في تركيب المركبات العضوية ذات الأهمية الكبيرة مثل الأحماض الأمينية والبروتينات والأحماض النووية. تشكل نسبته في النباتات 2–4 % وتجب إضافته بالكمية المناسبة فالسبب الذي يجعل النتروجين أكثر استهلاكاً من العناصر الأخرى من قبل النبات هو استمرارية امتصاصه طيلة مراحل نمو النبات. وأوضح Bonilla وزملاؤه (2004) أن الكالسيوم يعد من المغذيات الضرورية التي يحتاجها النبات، إذ يدخل في تركيب الأغشية الخلوية ونمو الأنسجة وتكوين جدرانها، ويؤدي دوراً مهماً في عمليات فسيولوجية مهمة في النبات مثل نقل الكربوهيدرات والبروتينات وعمليات التخزين خلال تشكل البذور، وغيرها من الأنشطة الأنزيمية.

إن خف الثمار ضرورة لتنظيم الحمل والحد من ظاهرة المعاومة في زراعة التفاح، ويسبب الحمل الزائد انخفاضاً في عدد الأزهار وعقد الثمار بسبب استنزافه للكربوهيدرات علاوة على إنتاج أجنة البذور للجبريلين الذي يثبط تكشف البراعم الزهرية لموسم الإثمار التالي، وهو شكل من أشكال ممارسات إدارة المحاصيل ممارسة منتظمة في إنتاج ثمار التفاح بُغية زيادة عائد الإثمار وزيادة حجم الثمار، إذ أن تقليل عدد الثمار العاقدة حديثاً يوجه المد الغذائي إلى ما تبقى من الثمار على الشجرة، الأمر الذي يؤدي إلى زيادة حجم الثمار في معاملات الخف (Šebek، 2015). بيّن (Ilie وزملاؤه 2016) أنه يمكن إجراء عملية خف التفاح بطرائق مختلفة: الخف اليدوي، والخف الكيميائي، والخف الميكانيكي. تشتمل مواد الخَفِّ الكيميائي على مواد كيميائية مختلفة، بيّن (2002) Stoparأنَ (NAA) من أهم الهرمونات النباتية المستخدمة في خف الثمار وأكثرها شيوعاً وعاد بنتائج مُرضية من حيث حجم الثمار ووزنها. وحُصل (Berlang Reyes وزملاؤه، 2008) على أقل عدد ثمار باستخدام (NAA) والذي جرى رشُّه كعامل خفٍّ كيميائي على الصنف "غولدين ديليشس" وكان مجموع الثمار مشابهاً لذلك الذي حصل عليه باستخدام الخفِ اليدوي المبكر.

نظراً للمكانة المرموقة التي يتصف بها التفاح في سورية وانطلاقاً من الواقع الذي يسيطر عليه الأسلوب الإرثي العشوائي غير المدروس وغير المستند إلى الأبحاث العلمية الذي يتبعه المزارع السوري فيما يتعلق بالتغذية المعدنية، ومن ظاهرة تبادل الحمل التي يعاني منها صنف التفاح غولدن ديليشس. ونظراً لانخفاض فعالية التسميد بعنصر الكالسيوم عبر إضافته للتربة بالنسبة إلى أشجار الفاكهة وتأثير كمية الأمطار العالية في غسله وفقده من التربة، تتمثل أهمية هذا البحث في تحديد تأثير كل من الخف اليدوي لوحده والخف اليدوي المترافق مع الرش الورقي بنترات الكالسيوم والخف الكيميائي لوحده والخف الكيميائي المترافق مع الرش الورقي بنترات الكالسيوم في تحسين تركيز بعض العناصر الغذائية في أوراق أشجار صنف التفاح غولدن ديليشس والتي تؤدي بدورها إلى زيادة الإنتاج.

مبررات البحث: نظراً للأهمية الاقتصادية لشجرة التفاح في سورية ولاسيما في محافظة طرطوس والتي تعتمد في زراعتها بشكل أساسي على الصنف Golden delicious، ولعدم توفر الدراسات المحلية الكافية على شجرة التفاح في منطقة الدراسة وعدم المعرفة الدقيقة للمزارعين في تطبيق المعاملات الضرورية التي تساعد في انتظام حمل التفاح، لذا فإن أهمية البحث تتمثل في التحقق من إمكانية تنظيم الإنتاج عبر تطبيق مجموعة من المعاملات التي يمكن أن تساعد في تحسين تركيز بعض العناصر الغذائية في الأوراق والتي تؤدي بدورها إلى انتظام الحمل.

أهداف البحث:

- تأثير الخف اليدوي لوحده والخف اليدوي المترافق مع الرش الورقي بنترات الكالسيوم في تحسين تركيز العناصر الغذائية (Ca, Mg, Zn, B) في الأوراق، وفي إنتاج شجرة التفاح صنف غولدن ديليشس.
- تأثير الخف الكيميائي لوحده والخف الكيميائي المترافق مع الرش الورقي بنترات الكالسيوم في تحسين تركيز العناصر الغذائية (Ca, Mg, Zn, B) في الأوراق، وفي إنتاج شجرة التفاح صنف غولدن ديليشس.

مواد البحث وطرائقه:

مكان البحث: تم تنفيذ البحث خلال موسمي النمو لعامي 2019 و2020 في قرية بيت يوسف (890 م عن سطح البحر) التابعة لمنطقة الدريكيش، في محافظة طرطوس، التي تتميز بمناخ بارد شتاءً ورطب جداً، وبارد ورطب ربيعاً ومعتدل ورطب صيفاً، متوسط درجة الحرارة السنوي فيها 17.5 درجة مئوية ومتوسط هطول الأمطار السنوي هو 1213 ملم*.

تربة الموقع: تتميز تربة الموقع بأنها بازلتية ذات تفاعل يميل إلى القاعدية، يبين الجدول (1) مواصفات تربة منطقة الدراسة، وهي تربة فقيرة بالبوتاسيوم، محتواها جيد من المادة العضوية في الآفاق العلوية ومنخفض في الآفاق السفلية، ذات محتوى منخفض من الفوسفور والآزوت وذلك حسب الجدول (2) الذي يبيّن الحدود الطبيعية للعناصر المعدنية والمادة العضوية في التّربة (راين وآخرين، 2003).

الجدول (1): نتائج تحليل تربة موقع الدراسة

البيانات	pH	كربونات الكالسيوم (%)	كلس فعال (6-12%)	مادة عضوية (غ/100غ)	فوسفور (مع/كغ)	بوتاسيوم كلي (مع/كغ)	الآزوت (مع/كغ)
30-0 سم	7.8	آثار	آثار	2.42	11.24	103.44	**12.8**
50-30 سم	7.78	آثار	آثار	1.88	9.62	59.64	**9.9**
70-50 سم	**7.74**	**4.4**	**1.70**	**0.82**	**7.04**	**38.3**	**5.8**

(مخبر بيت كمونة، مركز بحوث طرطوس، 2018)

الجدول (2): الحدود الطبيعية لبعض العناصر المعدنية والمادة العضوية في التربة

pH	Phosphorus (مع/كغ)	Potassium (مع/كغ)	مادة عضوية (غ/100غ)	Nitrogen (مع/كغ)
6.0-6.5	**15 <**	**150 <**	**1.29 <**	**20 <**

* مديرية زراعة طرطوس (2018).

المادة النباتية: صنف التفاح غولدن ديليشس: وهو صنفٌ أمريكي، وجد في ولاية فرجينيا، ناتج عن الانتخاب البذّري، ويعتقد أنه ناتج عن التهجين بين Grimes golden ×Golden reinette، الأشجار قوية النّمو، كبيرة الحجم، الثّمار شكلها كروي إلى مخروطي، حجمها كبير جداً، تزن بالمتوسط (177.8غ)، تتميز القشرة بلون أصفر، أما لب الثمرة فهو كريمي فاتح، قوامه متماسك، عصيريته متوسطة، طعمه حلو حامض, موعد النضج الثلث الأول من شهر تشرين أول، وتتميز ثماره بقدرتها التخزينية حتى (8) أشهر. تنجح زراعته في المناطق التي يزيد ارتفاعها عن (900) م عن مستوى سطح البحر ويتوفر فيها (1000) ساعة برد دون (7)°م (مزهر وزملاؤه، 2017).

طرائق البحث: تم تنفيذ التجربة على أشجار صنف التفاح غولدن ديليشس المزروعة مطرياً والمرباة بطريقة الملك المعدل، بعمر (15) سنة، والمطعمة على الأصل Borkh *Malus domestica* الذي يتميز بقوة النّمو الكبيرة التي يعطيها للصنف المطعَّم عليه، وبإطالة عمر الشّجرة وبتكوين مجموع جذري قوي وعميق، وبمقاومة جيدة للصقيع والجفاف والأمراض، وتأقلمه مع مختلف أنواع الأراضي وارتفاع نسبة إنبات البذور (Carlson، 1981). وتم تطبيق كافة عمليات الخدمة من تقليم وفلاحة وعزق ومكافحة بشكل منتظم.

معاملات التجربة: أجري التسميد الأرضي بالعناصر الكبرى الآزوت والفوسفور والبوتاسيوم لكل شجرة من الأشجار المدروسة حسب نتائج تحليل التربة بمعدل (1) كغ يوريا و(1) كغ سوبر فوسفات و(1.5) كغ سلفات البوتاسيوم مع (20)كغ سماد عضوي بقري متخمر جيداً، حيث تمت الإضافة في الخريف حول الأشجار من خلال عمل حلقة على مسقط تاج الشجرة بعمق (20) سم، وُضعت فيها الأسمدة وتم طمرها.

يبين الجدول رقم (3) معاملات التجربة حيث طُبقت تقنية الخف اليدوي (T2) والخف الكيميائي (T3) في موسم الحمل الغزير (الموسم الأول)، في المستوى الثاني (الرش الورقي بنترات الكالسيوم): تم رش أشجار كافة المعاملات ضمن هذا المستوى بنترات

الكالسيوم (35.5)% بتركيز (5 غ/ل) بواقع (4) رشات خلال فصل النمو، بحيث طبقت الرشة الأولى بعد العقد بـ (20) يوماً ثم بفاصل زمني عشرون يوماً بين الرشة والأخرى، أما الرشة الأخيرة فكانت قبل القطاف بنحو الشهر. كما أنه تم تقديم كافة الخدمات من تقليم وحراثة وعزق ومكافحة للآفات بشكل متماثل لكافة معاملات التجربة.

الجدول (3): معاملات الخف والرش الورقي خلال موسمي الزراعة 2019–2020

مستويات الرش	ضمن المستويات	الرموز
المستوى الأول (بدون نترات الكالسيوم):	الشاهد	**T1**
	الخف اليدوي للثمار: تم بترك (2) ثمرة من كل برعم زهري خلال فترة التساقط الحزيراني.	**T2**
	الخف الكيميائي للثمار: باستخدام مادة NAA بتركيز (10 مغ/ليتر) بعد 20 يوماً من الإزهار الكامل (سقوط البتلات)	**T3**
المستوى الثاني (مع نترات الكالسيوم):	الرش الأشجار بنترات الكالسيوم (35.5)% بتركيز (5 غ/ل)	**T4**
	الخف اليدوي للثمار+ الرش بنترات الكالسيوم	**T5**
	الخف الكيميائي للثمار (NAA، 10 مغ/ليتر)+ الرش بنترات الكالسيوم	**T6**

المؤشرات المدروسة:

محتوى الأوراق من العناصر الغذائية: جمعت الأوراق خلال أشهر حزيران، وتموز، وآب، وأيلول، وتشرين الأول، بواقع (30) ورقةً من كل شجرةٍ في كل مكررٍ ممثلةً كامل أجزاء الشجرة، ثم جففت عند كل موعد بوساطة المجفف حتى ثبات وزنها، ومن ثم طحنت العينات وحُدد محتواها من العناصر التالية.

- **عنصر الكالسيوم:** قدر باستعمال جهاز الامتصاص الذري (Jackson، 1958).
- **عنصر المغنزيوم:** قدر باستعمال جهاز الامتصاص الذري (Jackson، 1958).
- **عنصر الزنك:** هضمت العينات بحمض الآزوت المركز وحمض البيروكلوريك وقدر محتوى الأوراق من الزنك باستخدام جهاز الامتصاص الذري (Rashid، 1986).
- **عنصر البورون:** رُمدت العينات وقيس البورون بطريقة الآزوميتان- H (John وزملاؤه، 1975).

الإنتاجية (كغ/الشجرة): بوزن كمية الإنتاج (كغ) لكل شجرة مدروسة عند القطاف لمختلف معاملات ومكررات البحث.

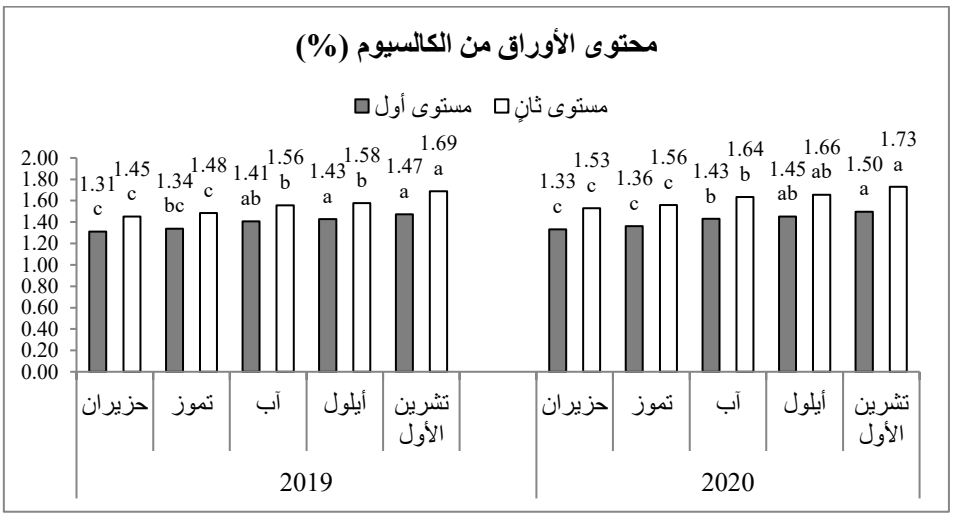
تصميم التجربة والتحليل الإحصائي: صُممت التجربة وفق تصميم القطع المنشقة (مستويين)، المستوى الأول بدون الرش بنترات الكالسيوم يتضمن ثلاث معاملات وضمن كل معاملة ثلاثة مكررات كل مكرر شجرتين، والمستوى الثاني مع الرش بنترات الكالسيوم ويتضمن ثلاث معاملات وضمن كل معاملة ثلاثة مكررات كل مكرر شجرتين، عدد الأشجار (36 شجرة) مقسمة ضمن قطعتين تجريبيتين. تم إجراء تحليل التباين (Two Way ANOVA)، لحساب أقل فرق معنوي (LSD)، على مستوى معنوية 5% للمقارنة بين المتوسطات، وتم تحليل النتائج باستخدام برنامج (GenStat12).

النتائج والمناقشة:

محتوى الأوراق من العناصر الغذائية

1. **عنصر الكالسيوم:** تراوح متوسط محتوى أوراق التفاح من الكالسيوم حسب معطيات الشكل (1) بين (1.31، 1.73)%، ويقسم تركيز الكالسيوم في الأوراق إلى: منخفض جداً (0.5–0.6)%، ومنخفض (0.8–1.0)%، وجيد (1.51–2.0)%، ومرتفع (أكبر من

2.5%) (Uepmnht، 1990). وتشير النتائج أيضاً إلى زيادة تركيز عنصر الكالسيوم مع الزمن وهذا يرجع إلى دخول هذا العنصر في الجدران الخلوية بصورة بكتات الكالسيوم (علوان وزملاؤه، 2009). كانت الزيادة في المستوى الأول في الموسم الأول معنويةً في شهري حزيران وتموز وغير معنويةٍ في كلٍ من شهري آب وأيلول مقارنةً مع شهر تشرين الأول، وكانت الزيادة في المستوى الأول في الموسم الثاني معنويةً في حزيران وتموز وآب وغير معنويةٍ في شهر أيلول مقارنةً مع شهر تشرين الأول، حيث وصل محتوى الأوراق من الكالسيوم في شهر تشرين الأول في المستوى الأول إلى (1.47، 1.50)% في الموسمين على التوالي، في حين كان في شهر حزيران (1.31، 1.33)%. وفي المستوى الثاني كانت الزيادة معنويةً في الموسم الأول مع تفوق شهر تشرين الأول بمحتوى الأوراق من الكالسيوم (1.69)% بفروقٍ معنويةٍ مقارنةً مع باقي الأشهر، وفي الموسم الثاني تفوق أيضاً شهر تشرين الأول (1.73)% بفروقٍ غير معنويةٍ مقارنةً مع شهر أيلول وبفروقٍ معنويةٍ مقارنةً مع باقي أشهر النمو. وتشير النتائج إلى أنَّ محتوى الأوراق من الكالسيوم في موسم (2020) زاد بالمقارنة مع موسم (2019)، فالموسم الأول في دراستنا هو موسم الحمل الغزير ويتم في هذا الموسم إزاحة كميةٍ كبيرةٍ من العناصر الغذائية في الثمار، كما تبين زيادة محتوى الأوراق في المستوى الثاني مقارنةً مع المستوى الأول، وقد علّل الربيعي (2014) السبب في زيادة تركيز الكالسيوم في أنسجة الورقة إلى زيادة التركيز المستعمل من عنصر الكالسيوم.



الشكل (1): محتوى الأوراق من الكالسيوم (%) خلال أشهر النمو في المستوى الأول والثاني للموسمين (2019، 2020).

تدل الأحرف المختلفة على الفروق المعنوية بين الأشهر ضمن الموسم الواحد والمستوى الواحد (الموسم الأول المستوى الأول $LSD_{0.05}$ = 0.07 ، الموسم الأول المستوى الثاني $LSD_{0.05}$ = 0.06 – الموسم الثاني المستوى الأول $LSD_{0.05}$ = 0.06 ، الموسم الثاني المستوى الثاني ($LSD_{0.05}$ = 0.07

يوضح الجدول (4) زيادة محتوى الأوراق من الكالسيوم لموسم (2019) في كل معاملةٍ من المعاملات المدروسة مقارنةً مع الشاهد، بفروقٍ غير معنويةٍ خلال أشهر النمو كافة في معاملتي الخف اليدوي والخف الكيميائي، وبفروقٍ معنويةٍ خلال أشهر النمو كافةً في باقي المعاملات. وكان المحتوى الأعلى للكالسيوم في الأوراق في معاملة الخف اليدوي المترافق مع الرش الورقي بنترات الكالسيوم حيث كان محتوى الأوراق من الكالسيوم خلال أشهر حزيران، وتموز، وآب، وأيلول، وتشرين الأول (1.450، 1.482، 1.555، 1.575، 1.625)% على التوالي، في حين كان في الشاهد (1.240، 1.267، 1.340، 1.360، 1.421)% على التوالي. وجد Mohamed (2012) التأثير الإيجابي للكالسيوم عند تطبيق مستوياتٍ مختلفةٍ من الكالسيوم بهيئة كبريتات وكربونات كالسيوم

(0.0، 1.0، 2.0، 3.0) mM، وقد تفوق المستوى 3.0 mM معنوياً وأعطى أعلى متوسط لمحتوى الورقة من الكالسيوم مقارنةً مع معاملة عدم الإضافة والتي أعطت أقل متوسط.

الجدول (4) :محتوى الأوراق من عنصر الكالسيوم (%) خلال أشهر النمو في الموسم الأول (2019).

الشهر / المعاملة	حزيران	تموز	آب	أيلول	تشرين الأول
T1	1.240^{b}	1.267^{b}	1.340^{c}	1.360^{c}	1.421^{d}
T2	1.254^{b}	1.282^{b}	1.355^{c}	1.375^{c}	1.438^{cd}
T3	1.250^{b}	1.277^{b}	1.350^{c}	1.370^{c}	1.432^{cd}
T4	1.435^{a}	1.467^{a}	1.540^{ab}	1.560^{ab}	1.600^{b}
T5	1.450^{a}	1.482^{a}	1.555^{ab}	1.575^{ab}	1.625^{b}
T6	1.445^{a}	1.477^{a}	1.550^{ab}	1.570^{ab}	1.610^{b}
$LSD_{0.05}$	**0.064**	**0.066**	**0.07**	**0.072**	**0.109**
CV%	**4.02**	**4.18**	**4.28**	**4.33**	**5.83**

*الأحرف المختلفة ضمن العمود الواحد تشير إلى وجود فروقٍ معنويةٍ عند مستوى المعنوية 5%.

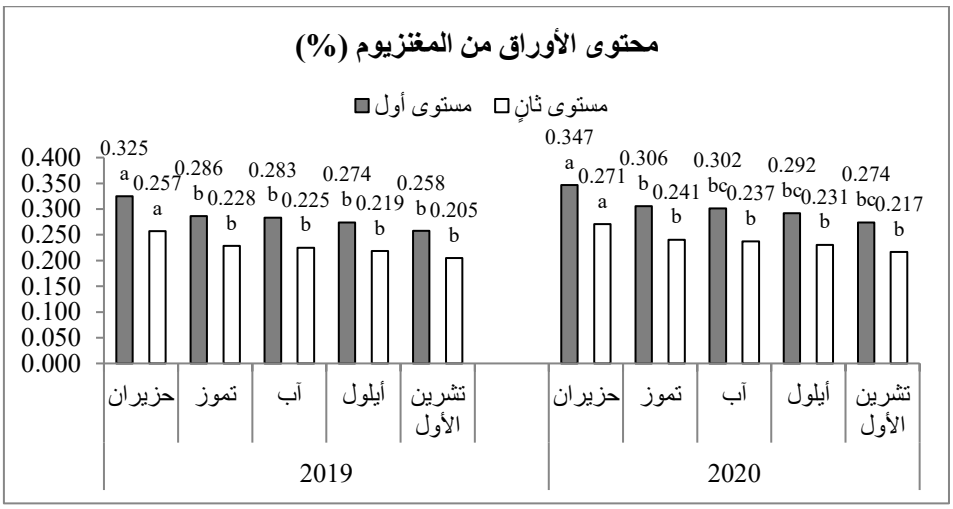
يبين الجدول (5) محتوى الأوراق من عنصر الكالسيوم خلال أشهر النمو في الموسم الثاني (2020) حيث ظهر انخفاضٌ غير معنوي مقارنةً مع الشاهد في محتوى الأوراق من الكالسيوم في كل من معاملتي الخف اليدوي والخف الكيميائي، وهذا يعود إلى زيادة الإنتاج في هاتين المعاملتين مقارنةً مع إنتاج الشاهد، ونجد زيادةً معنويةً في باقي المعاملات خلال أشهر النمو كافةً.

الجدول (5): محتوى الأوراق من عنصر الكالسيوم (%) خلال أشهر النمو في الموسم الثاني (2020).

الشهر / المعاملة	حزيران	تموز	آب	أيلول	تشرين الأول
T1	1.267^{c}	1.295^{c}	1.369^{c}	1.390^{c}	1.453^{e}
T2	1.266^{c}	1.294^{c}	1.369^{c}	1.389^{c}	1.452^{e}
T3	1.250^{c}	1.277^{c}	1.351^{c}	1.371^{c}	1.432^{e}
T4	1.468^{b}	1.500^{b}	1.575^{b}	1.596^{b}	1.637^{d}
T5	1.446^{b}	1.478^{b}	1.552^{b}	1.571^{b}	1.621^{d}
T6	1.438^{b}	1.470^{a}	1.543^{b}	1.562^{b}	1.601^{d}
$LSD_{0.05}$	**0.098**	**0.101**	**0.105**	**0.106**	**0.082**
CV%	**4.23**	**4.98**	**5.11**	**5.07**	**4.99**

*الأحرف المختلفة ضمن العمود الواحد تشير إلى وجود فروقٍ معنويةٍ عند مستوى المعنوية 5%.

2. **عنصر المغنزيوم:** يتبين من الأرقام الواردة في الشكل (2) أنَّ محتوى الأوراق من المغنزيوم للموسمين (2019 و2020) في كلٍ من المستوى الأول والمستوى الثاني كان ضمن حدود محتوى أوراق التفاح من المغنزيوم وتقع ضمن الحد الجيد، وأنَّ محتوى الأوراق من المغنزيوم في موسم (2020) كان أعلى منه في موسم (2019) وهذا يتفق مع Uepmnht (1990) الذي يقسم المغنزيوم في الأوراق إلى: منخفض جداً أقل من (0.05)% ، ومنخفض (0.1–0.16)%، وجيد (0.2 – 0.4)%، ومرتفع أكبر من (0.5)%. انخفض محتوى الأوراق من المغنزيوم تدريجياً خلال أشهر النمو بشكلٍ معنويٍ في كل شهرٍ من أشهر النمو بالمقارنة مع شهر حزيران في كلا الموسمين وفي كلا المستويين، حيث كان في الموسم الأول في المستويين الأول والثاني في شهر حزيران (0.325،0.257) % على التوالي وانخفض في شهر تشرين الأول إلى (0.258،0.205) % على التوالي، وكان في الموسم الثاني في المستويين الأول والثاني في شهر حزيران (0.347،0.271) % على التوالي وانخفض في شهر تشرين الأول إلى (0.274،0.217) % على التوالي.



الشكل (2): محتوى الأوراق من المغنزيوم (%) خلال أشهر النمو في المستوى الأول والثاني للموسمين (2019، 2020).

تدل الأحرف المختلفة على الفروق المعنوية بين الأشهر ضمن الموسم الواحد والمستوى الواحد (الموسم الأول المستوى الأول = $LSD_{0.05}$ 0.032 ، الموسم الأول المستوى الثاني = $LSD_{0.05}$ 0.028 – الموسم الثاني المستوى الأول = $LSD_{0.05}$ 0.03 ، الموسم الثاني المستوى الثاني = $LSD_{0.05}$ 0.027)

تبين النتائج الواردة في الجدول (6) محتوى الأوراق من عنصر المغنزيوم خلال أشهر النمو في الموسم الأول (2019) ويتضح فيه زيادة تركيز المغنزيوم في الأوراق بفروقٍ غير معنويةٍ مقارنةً مع الشاهد عند معاملات الخف اليدوي، والخف الكيميائي، في حين ظهر انخفاضٌ في محتوى الأوراق من المغنزيوم وبفروقٍ معنويةٍ مقارنةً مع الشاهد خلال أشهر النمو كافة عند كل معاملةٍ من معاملات المستوى الثاني، إذ كان محتوى الأوراق من المغنزيوم في الشاهد خلال أشهر حزيران، وتموز، وآب، وأيلول، وتشرين الأول (0.316، 0.280، 0.276، 0.267، 0.251)% على التوالي وانخفض معنوياً عند الرش بنترات الكالسيوم إلى (0.249، 0.221، 0.218، 0.212، 0.200)% على التوالي. تتوافق هذه النتائج مع علوان وزملائه (2009) الذين وجدوا اختلافاً معنوياً في تركيز عنصر المغنزيوم على امتداد مراحل النمو، إذ كان تركيز هذا العنصر مرتفعاً في شهر تموز في الأشجار المسمدة، ثم انخفض بعد ذلك حتى نهاية موسم النمو.

الجدول (6): محتوى الأوراق من عنصر المغنزيوم (%) خلال أشهر النمو في الموسم الأول (2019).

الشهر / المعاملة	حزيران	تموز	آب	أيلول	تشرين الأول
T1	0.316^{b}	0.280^{b}	0.276^{b}	0.267^{a}	0.251^{b}
T2	0.319^{ab}	0.282^{ab}	0.278^{ab}	0.269^{a}	0.253^{ab}
T3	0.320^{ab}	0.283^{ab}	0.279^{ab}	0.270^{a}	0.254^{ab}
T4	0.249^{d}	0.221^{d}	0.218^{d}	0.212^{c}	0.200^{c}
T5	0.250^{d}	0.223^{d}	0.219^{d}	0.213^{c}	0.201^{c}
T6	0.252^{d}	0.224^{d}	0.220^{d}	0.214^{c}	0.202^{c}
$LSD_{0.05}$	**0.016**	**0.014**	**0.014**	**0.013**	**0.012**
CV%	**4.28**	**4.05**	**4.04**	**4.11**	**4.01**

*الأحرف المختلفة ضمن العمود الواحد تشير إلى وجود فروقٍ معنويةٍ عند مستوى المعنوية 5%.

يتضح من النتائج المدرجة في الجدول (7) والذي يبين محتوى الأوراق من عنصر المغنزيوم خلال أشهر النمو في الموسم الثاني (2020) انخفاض محتوى الأوراق من المغنزيوم بفروقٍ معنويةٍ عند تطبيق الخف اليدوي والخف الكيميائي خلال أشهر النمو كافةً، وذلك بسبب زيادة الإنتاج في هاتين المعاملتين، وأدى الرش بنترات الكالسيوم إلى خفضٍ معنويٍ لمحتوى الأوراق من المغنزيوم في

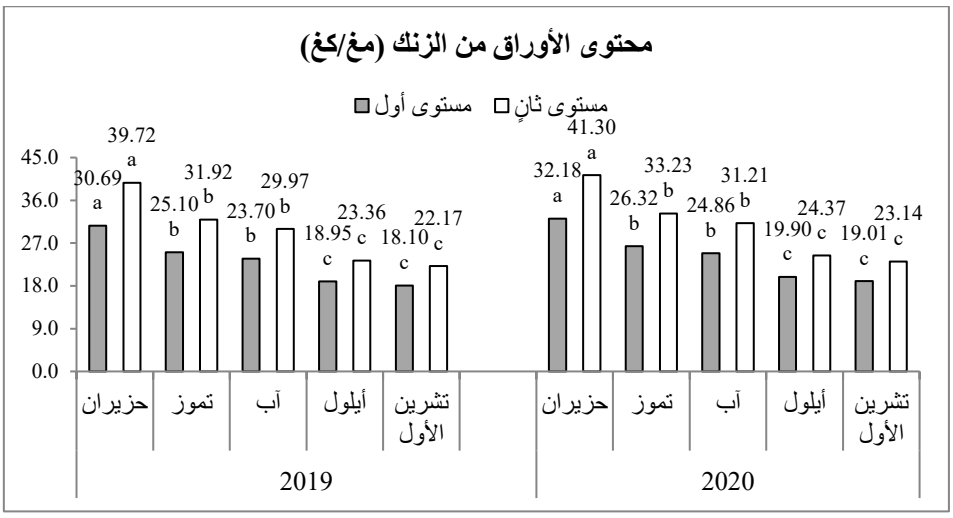
كل معاملةٍ من معاملات المستوى الثاني، ففي حين كانت قيم المغنزيوم في الشاهد خلال أشهر حزيران، وتموز، وآب، وأيلول، وتشرين الأول (0.347، 0.306، 0.302، 0.291، 0.274)% على التوالي، انخفضت عند الرش بنترات الكالسيوم وبفروق معنوية خلال أشهر النمو كافةً إلى (0.271، 0.241، 0.237، 0.231، 0.217)% على التوالي. تتفق النتائج مع مزهر وزملائه (2015) حيث أدت معاملة الأشجار بالرش الورقي بالكالسيوم إلى خفض نسبة المغنزيوم في الأوراق من (0.3)% في الشاهد إلى (0.26)% في معاملة الرش بالكالسيوم. زاد محتوى الأوراق من المغنزيوم حتى شهر تموز وكانت أعلى نسبة للمغنزيوم في الأوراق في شهر تموز، ثم عاد لينخفض من جديدٍ حتى نهاية موسم النمو. يذكر Nagy وholb (2006) أنَّ محتوى الأوراق من المغنزيوم يزداد حتى شهر حزيران وينقص في تموز ليعود ويزداد بعد ذلك مع تناقصٍ بسيطٍ في نهاية أيلول، وكانت النتائج مماثلةً له عند مزهر وزملائه (2015) باستثناء حزيران حيث استمر محتوى الأوراق من المغنزيوم بالازدياد، في حين تناقض ذلك مع معاملات الكالسيوم. وتؤكد هذه النتائج الدور الذي يؤديه الكالسيوم في تنظيم امتصاص المغنزيوم Lanauskas وزملاؤه (2012).

الجدول (7): محتوى الأوراق من عنصر المغنزيوم (%) خلال أشهر النمو في الموسم الثاني (2020).

الشهر / المعاملة	حزيران	تموز	آب	أيلول	تشرين الأول
T1	0.347[a]	0.306[a]	0.302[a]	0.291[a]	0.274[a]
T2	0.322[b]	0.285[b]	0.281[b]	0.272[b]	0.256[b]
T3	0.318[b]	0.281[b]	0.278[b]	0.269[b]	0.253[b]
T4	0.271[cd]	0.241[cd]	0.237[cd]	0.231[cd]	0.217[cd]
T5	0.249[d]	0.222[d]	0.218[d]	0.213[d]	0.200[d]
T6	0.250[d]	0.223[d]	0.219[d]	0.214[d]	0.201[d]
$LSD_{0.05}$	**0.021**	**0.0189**	**0.0196**	**0.0180**	**0.0169**
CV%	**5.41**	**5.63**	**5.11**	**5.42**	**5.12**

*الأحرف المختلفة ضمن العمود الواحد تشير إلى وجود فروقٍ معنويةٍ عند مستوى المعنوية 5%.

3. **عنصر الزنك:** يبين الشكل (3) أنَّ محتوى الأوراق من الزنك للموسمين (2019 و2020) في كلٍ من المستويين الأول والثاني كان ضمن حدود محتوى أوراق التفاح من الزنك، وأنَّ محتوى الأوراق من الزنك في موسم (2020) قد تحسن مقارنةً مع محتواها في موسم (2019)، وهذا يتفق مع Shear وFaust (1980) اللذين بيّنا أنَّ محتوى أوراق التفاح من الزنك يكون طبيعياً عندما تكون النسبة (15-200) مغ/كغ، وأشارا إلى وجود نقصٍ عندما تكون النسبة أقل من (14) مغ/كغ. وقد انخفض محتوى الأوراق من الزنك تدريجياً خلال أشهر النمو بالمقارنة مع شهر حزيران بشكلٍ معنويٍ في كلا الموسمين وفي كلا المستويين، حيث كان في الموسم الأول في المستويين الأول والثاني في شهر حزيران (30.69،39.72) مغ/كغ على التوالي، وانخفض في شهر تشرين الأول إلى (18.10، 22.17) مغ/كغ على التوالي، وكان في الموسم الثاني في المستويين الأول والثاني في شهر حزيران (32.18، 41.30) مغ/كغ على التوالي وانخفض في شهر تشرين الأول إلى (19.01، 23.14) مغ/كغ على التوالي.



الشكل (3): محتوى الأوراق من الزنك (مغ/كغ) خلال أشهر النمو في المستوى الأول والثاني للموسمين (2019، 2020). تدل الأحرف المختلفة على الفروق المعنوية بين الأشهر ضمن الموسم الواحد والمستوى الواحد (الموسم الأول المستوى الأول $LSD_{0.05}$ = 2.21 ، الموسم الأول المستوى الثاني $LSD_{0.05}$ = 2.59 – الموسم الثاني المستوى الأول $LSD_{0.05}$ = 2.53، الموسم الثاني المستوى الثاني $LSD_{0.05}$ = 2.77)

تبين النتائج في الجدول (8) محتوى الأوراق من الزنك خلال أشهر النمو لمعاملات الموسم (2019)، وقد أظهرت النتائج أنَّ محتوى الأوراق من الزنك كان جيداً خلال أشهر النمو كافةً حسب Shear وFaust، 1980)، وقد ازداد محتوى الأوراق من الزنك في كل المعاملات المدروسة، بفروقٍ غير معنويةٍ مقارنةً مع الشاهد خلال أشهر النمو كافةً في معاملات الخف اليدوي والخف الكيميائي، وبفروقٍ معنويةٍ في باقي المعاملات. ويتضح من معطيات الجدول أنَّ القيم الأعلى لمحتوى الأوراق من الزنك كان في معاملة الرش بالكالسيوم التي ترافقت مع الخف الكيميائي للثمار خلال أشهر حزيران، وتموز، وآب، وأيلول، وتشرين الأول (36.50، 29.25، 27.44، 21.29، 20.19) مغ/كغ على التوالي، وكان في الشاهد (22.83، 18.91، 17.93، 14.60، 14.00) مغ/كغ على التوالي. وهذا يتفق مع Casero وزملائه (2005) الذين درسوا حركة العناصر في أوراق التفاح صنف Golden Smoothee. كما أظهرت بعض الدراسات أنه عند الرش الورقي ازداد محتوى الأوراق من العناصر المعدنية، وربط Hanوزملاؤه (2008) هذه الزيادة بزيادة الوزن من جهةٍ، وحركية العناصر من جهةٍ أخرى.

الجدول (8): محتوى الأوراق من عنصر الزنك (مغ/كغ) خلال أشهر النمو في الموسم الأول (2019).

الشهر / المعاملة	حزيران	تموز	آب	أيلول	تشرين الأول
T1	22.83^{f}	18.91^{f}	17.93^{f}	14.60^{f}	14.00^{f}
T2	$23.42e^{f}$	19.40^{f}	18.39^{ef}	14.98^{ef}	14.37^{ef}
T3	$24.20e^{f}$	20.05^{ef}	19.01^{ef}	15.48^{ef}	14.85^{ef}
T4	34.11^{d}	27.27^{d}	25.56^{d}	19.76^{d}	18.72^{d}
T5	35.14^{d}	28.12^{d}	26.37^{d}	20.42^{d}	19.35^{d}
T6	36.50^{d}	29.25^{d}	27.44^{d}	21.29^{d}	20.19^{d}
$LSD_{0.05}$	**2.45**	**1.98**	**1.87**	**1.47**	**1.39**
CV%	**4.13**	**4.94**	**4.82**	**4.77**	**5.06**

*الأحرف المختلفة ضمن العمود الواحد تشير إلى وجود فروقٍ معنويةٍ عند مستوى المعنوية 5%.

تشير النتائج الواردة في الجدول (9) إلى أنَّ الزنك سلك في موسم (2020) في الأوراق سلوكاً مماثلاً لموسم (2019)، وأنَّ محتوى الأوراق من الزنك كان جيداً خلال أشهر النمو كافة Shear وFaust، 1980). وقد ظهر انخفاضٌ غير معنويٍ في محتوى

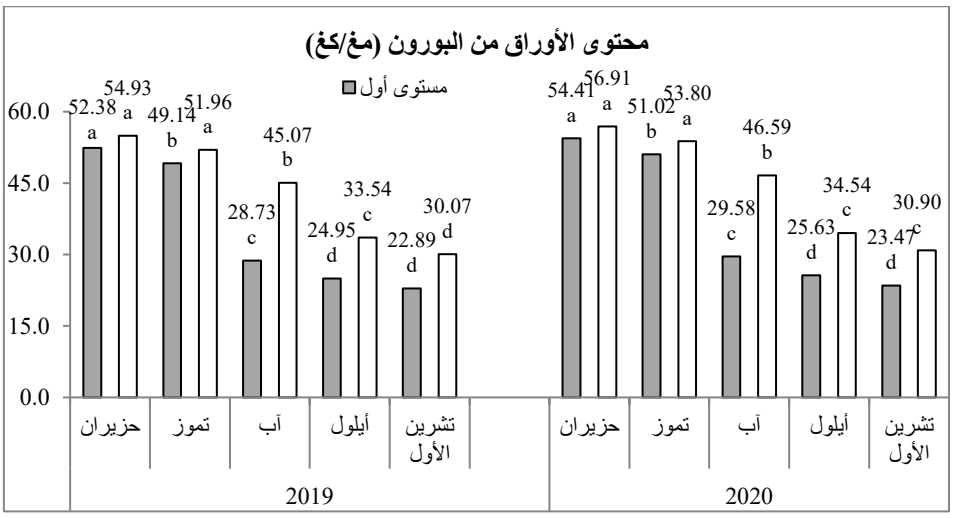
الأوراق من الزنك خلال أشهر النمو كافة في معاملتي الخف اليدوي والخف الكيميائي بسبب زيادة إنتاج هاتين المعاملتين مقارنة مع إنتاج الشاهد، وزيادةً معنويةً في باقي المعاملات. وقد كانت القيم الأعلى لمحتوى الأوراق من الزنك في معاملة الرش بنترات الكالسيوم، حيث كان محتوى الأوراق من الزنك خلال أشهر حزيران، وتموز، وآب، وأيلول، وتشرين الأول (35.56، 28.47، 26.70، 20.69، 19.61) مغ/كغ على التوالي، وكان في الشاهد (24.28، 20.11، 19.07، 15.53، 14.90) مغ/كغ على التوالي. تتفق النتائج مع حداد (2017) الذي بيّن فعالية الرش الورقي في إمداد الأوراق والثمار بالعناصر المطلوبة.

الجدول (9): محتوى الأوراق من عنصر الزنك (مغ/كغ) خلال أشهر النمو في الموسم الثاني (2020).

الشهر / المعاملة	حزيران	تموز	آب	أيلول	تشرين الأول
T1	24.28^{g}	20.11^{g}	19.07^{g}	15.53^{g}	14.90^{g}
T2	23.78^{g}	19.69^{g}	18.67^{g}	15.21^{g}	14.59^{g}
T3	23.34^{g}	19.33^{g}	18.33^{g}	14.93^{g}	14.32^{g}
T4	35.56^{e}	28.47^{e}	26.70^{e}	20.69^{e}	19.61^{e}
T5	35.00^{e}	28.01^{e}	26.26^{e}	20.33^{e}	19.26^{e}
T6	35.14^{e}	28.12^{e}	26.37^{e}	20.42^{e}	19.35^{e}
$LSD_{0.05}$	**2.57**	**2.08**	**1.96**	**1.54**	**1.47**
CV%	**4.16**	**4.63**	**4.41**	**4.62**	**4.98**

*الأحرف المختلفة ضمن العمود الواحد تشير إلى وجود فروقٍ معنويةٍ عند مستوى المعنوية 5%.

4. **عنصر البورون:** يشير الشكل (4) إلى متوسط محتوى الأوراق من البورون للموسمين (2019 و2020) في كل من المستويين الأول والثاني كان جيداً خلال أشهر النمو كافةً حسب Shear وFaust (1980) اللذين بَيّنا أنَّ محتوى أوراق التفاح من البورون يكون طبيعياً عندما تكون النسبة (20–60) مغ/كغ، وأشارا إلى وجود نقص عندما تكون النسبة أقل من (20) مغ/كغ. تدل النتائج على أنَّ محتوى الأوراق من البورون في موسم (2020) كان قريباً من نتائج موسم (2019) وفي كلا المستويين، وقد انخفض محتوى الأوراق من البورون تدريجياً خلال أشهر النمو بالمقارنة مع شهر حزيران بشكلٍ معنويٍ في كلا الموسمين وفي كلا المستويين حيث كان في الموسم الأول في المستويين الأول والثاني في شهر حزيران (54.93،52.38) مغ/كغ على التوالي، وانخفض في شهر تشرين الأول إلى (30.07،22.89) مغ/كغ على التوالي، وكان في الموسم الثاني في المستويين الأول والثاني في شهر حزيران (56.91،54.41) مغ/كغ على التوالي، وانخفض في شهر تشرين الأول إلى (30.90،23.47) مغ/كغ على التوالي. وهذا يتوافق مع Nachtigall وDechen (2006) اللذين درسا حركة العناصر في أوراق التفاح لثلاثة أصناف Gala وFuji وGolden. ومن جهة أخرى فإن محتوى الأوراق من البورون في الموسم الثاني (2020) زاد بالمقارنة مع الموسم الأول (2019) وهذا سببه الحمل الغزير للثمار في الموسم الأول والحمل الخفيف في الموسم الثاني.



الشكل (4): محتوى الأوراق من البورون (مغ/كغ) خلال أشهر النمو في المستوى الأول والثاني للموسمين (2019، 2020). تدل الأحرف المختلفة على الفروق المعنوية بين الأشهر ضمن الموسم الواحد والمستوى الواحد (الموسم الأول المستوى الأول $LSD_{0.05}$ = 2.79 ، الموسم الأول المستوى الثاني $LSD_{0.05}$ = 3.08 – الموسم الثاني المستوى الأول $LSD_{0.05}$ = 3.17 ، الموسم الثاني المستوى الثاني $LSD_{0.05}$ = 3.91)

تظهر النتائج في الجدول (10) محتوى الأوراق من عنصر البورون خلال أشهر النمو في الموسم الأول، ونجد زيادةً في محتوى الأوراق من البورون في كل معاملةٍ من المعاملات المدروسة مع وجود فروقٍ معنويةٍ مقارنةً مع الشاهد خلال أشهر النمو كافةً في كلٍ من معاملات الرش بنترات الكالسيوم مع الخف اليدوي، والرش بنترات الكالسيوم مع الخف الكيميائي، وكان المحتوى الأكبر للأوراق من البورون في معاملة الرش بالكالسيوم التي ترافقت مع الخف الكيميائي للثمار، حيث كان خلال أشهر حزيران، وتموز، وآب، وأيلول، وتشرين الأول على التوالي (53.680، 50.797، 44.110، 32.928، 29.558) مغ/كغ. وكان في الشاهد (48.315، 45.026، 26.066، 21.700، 20.000) مغ/كغ على التوالي. وهذا يتوافق مع Casero وزملائه (2005) الذين درسوا حركة العناصر في أوراق التفاح صنفGolden Smoothee. يذكر Sotiropoulos (2008) أنَّ محتوى أوراق التفاح صنف أمبريال رد ديلشس المطعم على الأصل البذريBorkh *Malus domestica* من البورون كان جيداً عند مرحلة قطاف الثمار، كما أظهرت بعض الدراسات أنه عند الرش الورقي ازداد محتوى الأوراق من العناصر المعدنية، وربط Han وزملاؤه (2008) هذه الزيادة بزيادة الوزن من جهة، وحركية العناصر من جهةٍ أخرى، وقد أُثبِتت حركيّة البورون عند كثير من أشجار الفاكهة بما فيها التفاح (Hanson، 1991؛ Brown وHening، 1998).

الجدول (10): محتوى الأوراق من عنصر البورون (مغ/كغ) خلال أشهر النمو في الموسم الأول (2019).

الشهر / المعاملة	حزيران	تموز	آب	أيلول	تشرين الأول
T1	48.315 ^{e}	45.026^{f}	26.066^{e}	21.700^{e}	20.000^{e}
T2	49.501^{de}	45.870^{ef}	26.472^{e}	22.420^{e}	20.542^{e}
T3	50.734^{cde}	46.982^{def}	26.940^{e}	22.754^{e}	20.815^{e}
T4	51.346^{cde}	48.623^{cde}	42.309^{b}	31.729^{b}	28.549^{b}
T5	52.353^{cd}	49.563^{cd}	43.090^{b}	32.268^{b}	29.006^{b}
T6	53.680^{c}	50.797^{c}	44.110^{b}	32.928^{b}	29.558^{b}
$LSD_{0.05}$	**2.797**	**2.589**	**1.753**	**1.186**	**0.994**
CV%	**4.02**	**5.13**	**4.24**	**4.08**	**4.82**

*الأحرف المختلفة ضمن العمود الواحد تشير إلى وجود فروق معنوية عند مستوى المعنوية 5%.

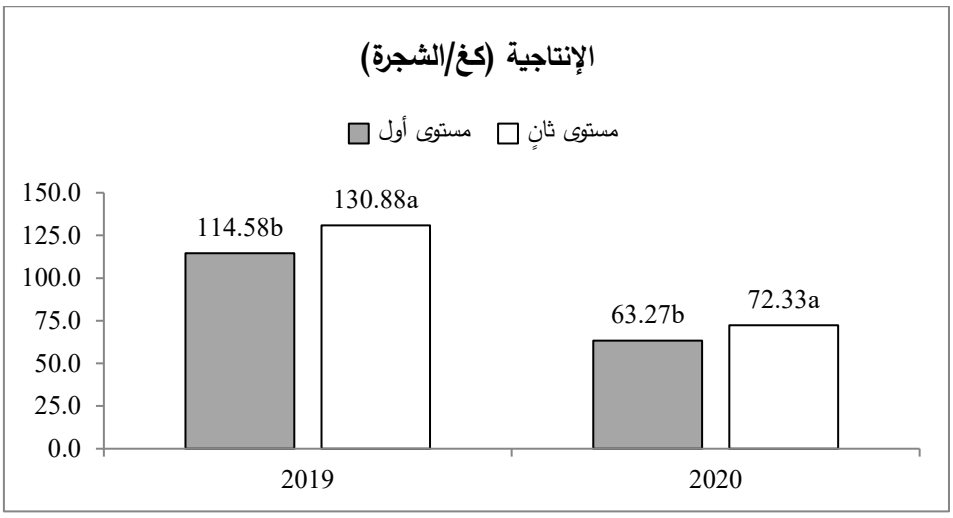
يوضح الجدول (11) محتوى الأوراق من عنصر البورون خلال أشهر النمو في الموسم الثاني مع وجود انخفاضٍ غير معنويٍ في محتوى الأوراق من البورون في كل من معاملتي الخف اليدوي والخف الكيميائي، وهذا يعود إلى زيادة إنتاج هاتين المعاملتين مقارنةً مع الشاهد، في حين نجد زيادةً في محتوى الأوراق من البورون في باقي المعاملات بدون فروقٍ معنويةٍ خلال أشهر النمو. كانت القيمة الأعلى عند الرش الورقي بالكالسيوم حيث كان محتوى الأوراق من البورون خلال أشهر حزيران، وتموز، وآب، وأيلول، وتشرين الأول (54.544، 51.601, 44.774، 33.359، 29.918) مغ/كغ على التوالي، في حين كانت في الشاهد (51.611، 48.021، 27.324، 22.558، 20.702) مغ/كغ على التوالي. أشار Peryea وWillemsen (2000) إلى إمكانية إضافة الأسمدة إلى أشجار الفاكهة عبر الرش الورقي، وعلى الرغم من الكمية المحدودة التي تمتص من العناصر المعدنية عبر الأوراق، فمثل هذه الطريقة يمكن توقيت تطبيقها بغية الحصول على أكبر استفادةٍ ممكنةٍ لمعالجة ومنع ظهور أعراض نقص العناصر المعدنية، وفي تحسين وضع الأشجار ونوعية الثمار المنتجة.

الجدول (11): محتوى الأوراق من عنصر البورون (مع/كغ) خلال أشهر النمو في الموسم الثاني (2020).

الشهر / المعاملة	حزيران	تموز	آب	أيلول	تشرين الأول
T1	51.611^{de}	48.021^{ef}	27.324^{f}	22.558^{f}	20.702^{f}
T2	50.064^{e}	46.378^{f}	26.686^{f}	22.573^{f}	20.667^{f}
T3	49.370^{e}	45.752^{f}	26.422^{f}	22.384^{f}	20.514^{f}
T4	54.544^{cd}	51.601^{cd}	44.774^{bc}	33.359^{bc}	29.918^{bc}
T5	52.216^{de}	49.435^{de}	42.984^{c}	32.199^{c}	28.948^{c}
T6	52.353^{de}	49.563^{de}	43.090^{c}	32.268^{c}	29.006^{c}
$LSD_{0.05}$	**2.938**	**2.72**	**1.841**	**1.248**	**1.045**
CV%	**4.09**	**4.18**	**4.24**	**4.27**	**4.38**

*الأحرف المختلفة ضمن العمود الواحد تشير إلى وجود فروقٍ معنويةٍ عند مستوى المعنوية 5%.

الإنتاجية (كغ/الشجرة): يبين الشكل (5) كمية الإنتاج كغ/الشجرة في مستويَيي الدراسة. يتبين وجود فرق معنوي في موسم (2019) في متوسط كمية الإنتاج كغ/الشجرة بين كل من المستويين الأول والثاني حيث كانت (114.58) كغ/الشجرة و(130.88) كغ/الشجرة على التوالي، وتدل النتائج على أن متوسط كمية الإنتاج كغ/الشجرة لموسم (2020) كانت أقل منها في موسم (2019) في المستويين الأول والثاني (موسم حمل خفيف)، وتبين انخفاض كمية الإنتاج بشكل كبير في إشارة إلى حدة ظاهرة تبادل الحمل في أشجار التفاح صنف غولدن ديليشس، فكانت في كل من المستويين الأول والثاني (63.27) كغ/الشجرة و(72.33) كغ/الشجرة على التوالي بفروق معنوية بينهما. وهذا يتفق مع (محمد، 2014) الذي وضَح أنَ زيادة كمية الإنتاج يؤدي لاستهلاك كميات كبيرة من العناصر الغذائية الأمر الذي يؤثر على الإزهار في الموسم الذي يليه، وبالتالي يزيد من حدة ظاهرة تبادل حمل الثمار. كما وتتفق مع (Joubert، 2007) حيث زاد استخدام مركبات أملاح الكالسيوم من الإنتاج، ومع (بو عيسى وزملاؤه، 2006) الذين وجدوا أن المعاملة بنترات الكالسيوم أدت إلى زيادة كمية الإنتاج، وفسروا ذلك بالذوبان المرتفع لسماد نترات الكالسيوم مما أثر على امتصاص العناصر الغذائية وزاد نمو الأشجار وتراكم عملية التمثيل الضوئي، وهذا أدى إلى زيادة كمية الإنتاج.



الشكل (5): متوسط الإنتاجية (كغ/الشجرة) في مستويي الدراسة خلال الموسمين (2019، 2020). تدل الأحرف المختلفة على الفروق المعنوية بين المستويين ضمن الموسم الواحد (الموسم الأول $LSD_{0.05}$ = 6.12 – الموسم الثاني $LSD_{0.05}$ = 5.22)

النتائج والمناقشة

يتضح من الجدول (12) زيادَة معنويةً في كمية الإنتاج مقارنةً مع الشاهد في الموسم الأول للدراسة في كل معاملة من المعاملات المدروسة مع تفوقٍ معنويٍ لمعاملة الرش الورقي بنترات الكالسيوم حيث كانت كمية الإنتاج (137.50)كغ/الشجرة في حين كانت في الشاهد (120.00) كغ/شجرة، وكان الانخفاض معنوياً في كمية الإنتاج مقارنةً مع الشاهد في معاملتي الخف اليدوي والخف الكيميائي للثمار حيث كان الإنتاج في المعاملتين على التوالي (87.76، 88.57) كغ/الشجرة. وفي الموسم الثاني أيضاً ازداد الإنتاج مقارنةً مع الشاهد الذي كان إنتاجه (49.00) كغ/الشجرة زيادةً معنويةً في كل معاملةٍ من المعاملات المدروسة، وتعود قلة إنتاج الشاهد إلى الحمل الخفيف للثمار في الموسم الثاني للدراسة واستنزاف العناصر الغذائية في الموسم الأول الذي تميز بالحمل الغزير للثمار في إشارةٍ إلى ظاهرة تبادل الحمل، مع وجود تفوقٍ معنويٍ لمعاملتي الرش الورقي بنترات الكالسيوم مع الخف اليدوي والرش الورقي بنترات الكالسيوم مع الخف الكيميائي، حيث كانت كمية الإنتاج (97.40، 98.30) كغ/الشجرة على التوالي، بدون وجود فروقٍ معنويةٍ فيما بينهما، تلت هاتين المعاملتين معاملتا الخف اليدوي والخف الكيميائي، حيث كانت كمية الإنتاج على التوالي (85.00، 85.79) كغ/الشجرة بدون وجود فروقٍ معنويةٍ فيما بينهما. وقد حققت تقنية تطبيق الخف في موسم الحمل الغزير نوعاً من التوازن في الحمل السنوي فكانت الإنتاجية في الموسمين الأول والثاني (87.76، 85.00) كغ/الشجرة في الخف اليدوي، و(88.57، 85.79) كغ/الشجرة في الخف الكيميائي، و(100.56، 97.40) كغ/الشجرة في معاملة الرش الورقي بنترات الكالسيوم مع الخف اليدوي، و(101.49، 98.30) كغ/الشجرة في معاملة الرش الورقي بنترات الكالسيوم مع الخف الكيميائي. وهذا يتفق مع محمد (2014) الذي وضَح أنَّ زيادة كمية الإنتاج يؤدي لاستهلاك كمياتٍ كبيرةٍ من العناصر الغذائية الأمر الذي يؤثر على الإزهار في الموسم الذي يليه، وبالتالي يزيد من حدة ظاهرة تبادل حمل الثمار. وأنَّ تخفيف حمولة التاج في الموسم الأول "موسم الحمل الغزير" يساعد على توفير المواد الغذائية وتحسين الإنتاج في الموسم الثاني، ويسهم في التخفيف من حدة ظاهرة تناوب حمل الثمار.

وتتفق النتائج مع بغدادي وزملائه (2011) إذ تؤدي المغذيات المستخدمة إلى تشجيع النمو وزيادة حجم الثمار ووزنها مما ينعكس في زيادة الإنتاج. ومع عزيز وزملائه (2017) الذين ذكروا أنَّ لمستوى الكالسيوم تأثيراً مباشراً في نمو النبات وعدد الثمار والتي أساسها رفع نسبة العقد، ومع Liang وزملائه (2008) والعتيبي (2008) والدليمي (1999) وCirulli وCicarese (1981)،

حيث تؤدي المعاملة بالكالسيوم إلى نشاط بعض الأنزيمات التي تؤدي بدورها إلى زيادة انقسام الخلايا، وعدد الأزهار ونسبة العقد، وبالتالي زيادة الإنتاج.

الجدول (12): متوسط الإنتاجية (كغ/الشجرة)" للموسمين (2019، 2020).

العنصر	الإنتاجية (كغ/الشجرة)	
المعاملة	الموسم الأول	الموسم الثاني
T1	120.00f	49.00g
T2	87.76h	85.00b
T3	88.57h	85.79b
T7	137.50cd	56.15de
T8	100.56g	97.40a
T9	101.49g	98.30a
$LSD_{0.05}$	**8.41**	**4.72**
CV%	**4.06**	**4.83**

* تشير الأحرف المختلفة إلى وجود فروقٍ معنويةٍ عند مستوى المعنوية 5%.

علاقات الارتباط بين (الخف اليدوي، والخف الكيميائي، ومحتوى الأوراق من العناصر الغذائية، مع الإنتاجية "كغ/الشجرة"):

- الخف اليدوي: ارتبط بعلاقة جيدة سالبة معنوية عند مستوى المعنوية 0.05 مع الإنتاجية (r= -0.66) في الموسم الأول للدراسة. وارتبط بعلاقة جيدة موجبة معنوية عند مستوى المعنوية 0.05 مع الإنتاجية (r= 0.73) في الموسم الثاني للدراسة.
- الخف الكيميائي: ارتبط بعلاقة جيدة سالبة معنوية عند مستوى المعنوية 0.05 مع الإنتاجية (r= -0.65) في الموسم الأول للدراسة. الخف الكيميائي :ارتبط بعلاقة جيدة موجبة معنوية عند مستوى المعنوية 0.05 مع الإنتاجية (r= 0.71) في الموسم الثاني للدراسة.
- عنصر الكالسيوم (Ca): ارتبط بعلاقة متوسطة موجبة معنوية عند مستوى المعنوية 0.05 مع الإنتاجية (r= 0.41) في الموسم الأول للدراسة، ومتوسطة موجبة معنوية مع الإنتاجية (r= 0.48) في الموسم الثاني للدراسة.
- عنصر المغنزيوم (Mg): يتضح من معطيات الجدول (11) عدم وجود ارتباط معنوي بين عنصر المغنزيوم والإنتاجية في موسمي الدراسة.
- عنصر الزنك (Zn): يدل الجدول (11) على عدم وجود ارتباط معنوي بين عنصر الزنك والإنتاجية في الموسم الأول للدراسة، وارتبط بعلاقة متوسطة موجبة معنوية عند مستوى المعنوية 0.05 مع الإنتاجية (r= 0.46) في الموسم الثاني للدراسة.
- عنصر البورون (B): يتبين من معطيات الجدول (11) عدم وجود ارتباط معنوي بين عنصر البورون والإنتاجية في الموسم الأول للدراسة، وارتبط بعلاقة متوسطة موجبة معنوية عند مستوى المعنوية 0.05 مع الإنتاجية (r= 0.48) في الموسم الثاني للدراسة.

يتضح من خلال النتائج الدور الكبير الذي يؤديه تطبيق تقنية الخف اليدوي والخف الكيميائي للثمار في تحسين إنتاجية الشجرة، حيث أدَى الخف اليدوي والخف الكيميائي للثمار العاقدة على الشجرة المثمرة في موسم الحمل الغزير إلى توفير الغذاء الكافي وتوجيهه نحو تكوين البراعم الزهرية اللازمة لمحصول العام التالي، بدلاً من استنفاذه في نمو الحمل الثمري الزائد في العام الجاري. وهذا ساعد في تحسين الإنتاج في الموسم الثاني، وأسهم في التخفيف من حدة ظاهرة تناوب حمل الثمار. يزيد الخف من المسطح الورقي اللازم لكل ثمرةٍ متكونةٍ ويوفّر لها الغذاء اللازم مع إمكانية تخزين كميةٍ جيدةٍ من الغذاء لتكوين براعم العام المقبل، ويؤدي

ذلك إلى حدوث نوع من التوازن الغذائي بين الثمار العاقدة في السنة الجارية والأزهار التي ستتكون في السنة المقبلة. ويتضح دور الكالسيوم في زيادة كمية الإنتاج كنتيجة للرش الورقي بنترات الكالسيوم، بالذوبان المرتفع لسماد نترات الكالسيوم مما يؤثر على امتصاص العناصر الغذائية ويزيد نمو الأشجار وكمية الإنتاج (بو عيسى وزملاؤه، 2006).

الجدول (11): قيم علاقات الارتباط بين محتوى الأوراق من العناصر الغذائية والإنتاجية (كغ/الشجرة).

المقياس / العامل	الإنتاجية	
	الموسم الأول	الموسم الثاني
الخف اليدوي	-0.66**	0.73**
الخف الكيميائي	-0.65**	0.71**
Ca	0.41*	0.47*
Mg	0.17	0.28
Zn	0.28	0.46*
B	0.33	0.48*

*، ** تشير إلى أن معامل الارتباط ذو دلالة معنوية عند المستوى 0.05

الاستنتاجات:

1- أسهم الرش الورقي بالكالسيوم في زيادة محتوى الأوراق من العناصر الغذائية (B, Ca, Zn) خلال أشهر النمو كافةً.

2- أسهمت معاملات الخف اليدوي والخف الكيميائي باستخدام (NAA) مع الرش الورقي بنترات الكالسيوم وبدون الرش الورقي بنترات الكالسيوم في إعطاء أفضل النتائج من حيث الحد من ظاهرة عدم انتظام الحمل التي يعاني منها الصنف غولدن ديليشس

التوصيات:

1. تطبيق الخف للثمار في موسم الحمل الغزير إما اليدوي بترك (2) ثمرة على النورة الزهرية أو الكيميائي برش مادة NAA بعد (20) يوماً من الإزهار الكامل (سقوط البتلات) بتركيز (10) مغ/ليتر لحماية الشجرة من التلف بسبب الحمولة الزائدة ولضمان عائد إثمارٍ مناسبٍ في موسم الحمل الخفيف يحول دون سحب الكالسيوم من الأوراق إلى الثمار وبالتالي تكون أكثر مقاومةً للإصابة بالنقرة المرة.

2. رش الأشجار في بساتين التفاح المنتشرة في منطقة الدراسة بنترات الكالسيوم (35.5)% بتركيز (5 غ/ل) بواقع (4) رشات خلال فصل النمو، بحيث تكون الرشة الأولى بعد العقد بـ (20) يوماً ثم بفاصلٍ زمنيٍ 20 يوماً بين الرشة والأخرى على أنَّ تكون الرشة الأخيرة قبل القطاف بنحو الشهر.

3. دراسة تأثير عوامل أخرى مثل الرش الورقي بالبورون والزنك منفصلين والزنك والبورون معاً مع الرش الورقي بنترات الكالسيوم وبدون الرش الورقي بنترات الكالسيوم على صنف التفاح غولدن ديليشس وعلى غيره من الأصناف التي تعاني من ظاهرة عدم انتظام الحمل بهدف الحد من التأثير السلبي لهذه الظاهرة.

المراجع:

الدليمي، رسمي محمد حمد. (1999). دراسة بعض العوامل المؤثرة في تشقق ثمار الرمان صنف سليمي، أطروحة دكتوراه، كلية الزراعة، جامعة بغداد، العراق.

الربيعي، صابرين حازم عبد الواحد. (2014). تأثير التسميد الورقي بعنصري البوتاسيوم والكالسيوم في صفات نمو وحاصل الذرة الصفراء (Zea mays L). رسالة ماجستير، كلية الزراعة-جامعة القاسم الخضراء.

العتيبي، رؤى ماجد موسى. (2008). تأثير رش الـ Vapor-Gard في النمو الخضري والصفات النوعية والخزنية لثمار التين Ficuscarica L. صنف أسود ديالى. رسالة ماجستير، كلية الزراعة، جامعة الكوفة. العراق.

القريشي، أطياف فالح صالح. (2017). اختبار المخصب النانوي جي بور كالسيوم G- Power Ca ونترات الكالسيوم Ca في صفات النمو لبعض أصناف الذرة الصفراء (Zea mays L). كلية التربية للعلوم الصرفة – قسم علوم الحياة، جامعة كربلاء، وزارة التعليم العالي والبحث العلمي، العراق. 91 ص.

المكتب المركزي للإحصاء (2022). المجموعة الإحصائية، رئاسة مجلس الوزراء، دمشق، الجمهورية العربية السورية. ./http://moaar.gov.sy/main

بغدادي, محمود، الكيلاني، صفاء، وواعظ، مازن. (2011). تأثير الرش بالبورون المخلبي والبوتاسيوم في الصفات الطبيعية والكيميائية لصنفين من الرمان Punica granatum L. مجلة الأنبار للعلوم الزراعية، المجلد: 9 العدد 2.

بوعيسى، عبد العزيز، وعلوش، غياث. (2006). خصوبة التربة وتغذية النبات. منشورات جامعة تشرين، 423 ص.

حداد، سهيل، وعبيد، حسان. (2009). تأثير معاملة ثمار صنفي التفاح غولدن ديليشس وستاركنج ديليشس بمركبات الكالسيوم قبل القطاف وبعده في نوعية الثمار وشدة الإصابة بالنقرة المرة. مجلة جامعة دمشق للعلوم الزراعية– المجلد (25) – العد 2 – الصفحات: 45 – 60.

حداد، وائل كمال. (2017). تأثير الرش الورقي بعنصري البورون والزنك في إنتاجية ونوعية ثمار صنفي التفاح "غولدن ديليشس وستاركنج ديليشس. أطروحة دكتوراه، كلية الزراعة، جامعة دمشق، سورية. 171 ص.

راين, جون، اسطفان، جورج، والرشيد، عبد. (2003). تحليل التربة والنباتات دليل مختبري. المركز الدولي للبحوث الزراعية في المناطق الجافة (ICARDA) حلب, سورية. 175 ص.

عزيز، دلشاد رسول، ميدان، رعد أحمد، وحسين، سوزان علي. (2017). تأثير الرش بالكالسيوم المخلبي والبورون في نمو وحاصل نبات الشليك Fragaria ananassa Duch صنف فيستيفال Festiva. مجلة جامعة كركوك للعلوم الزراعية – ملحق المجلد (8) – الصفحات: 1-11.

علوان، عبد عون، الربيعي، سوزان، وخلف، عيسى. (2009). تأثير سماد DAP والرش الورقي بالبورون في تركيز العناصر الكبرى لأشجار التفاح صنف أنّا. مجلة الفرات للعلوم الزراعية، المجلد (1)، العدد (4): 1-10.

محمد، صلاح الدين محمد. (2014). تأثير مستويات مختلفة من التغذية المعدنية على بعض العمليات الفسيولوجية وإنتاج اليافاوي الشاموتي (Jaffa orange) في محافظة طرطوس. إطروحة دكتوراة، كلية الزراعة، جامعة تشرين، سورية. 102 ص.

مزهر، بيان، الحلبي، علا، بو حمدان، ناهدة، عامر، طلعت، زينية، أحسان، وهنيدي، رانية. (2015). تأثير معاملات الكالسيوم المختلفة في تطور النقرة المرة على ثمار التفاح صنف غولدن ديليشس. المجلة الأردنية للعلوم الزراعية، المجلد 11، العدد 3: ص 883-895.

مزهر، بيان، الحلبي، علا، بوصبح، أريج، أبو حمدان، سامر، نعيم، نسرين، القاسم، نورس، أبو فخر، طاهر، وعامر، طلعت. (2017). تقرير اعتماد نشر أصناف تفاح متفوقة بالخصائص النوعية والإنتاجية في محافظة السويداء. الهيئة العامة للبحوث العلمية الزراعية. 34 ص.

Berlang Reyes D. I., Romo Chacón, A., Martínez Campos, Á. R. and Guerrero Prieto, V. M. (2008). Apple fruit chemical thinning in México. Rev. Fitotec. Mex. 31(3): 243-250.

Bonilla, I., El-Hamadaoui, A. and Bolano, L. (2004). Boron and calcium increase Pisum sativum seed germination and seedling development under salt stress. Plant and Soil, 267: 97-107.

Brown, H. P. and Hening, H. (1998). Boron Mobility and Consequent Management in Different Crops. CALIFORNIA. Better Crops/Vol. 82(No. 2):28 -31.

Carlson, R. (1981). The Mark Apple Rootstock. Fruit Varieties Journal. 35 (2):pp. 8-9.

Casero, B. A., Puy, J. and Recasens, I. (2005). Relationships Between Leaf and Fruit Nutrients and Fruit Quality Attributes in Golden Smoothee Apples Using Multivariate Regression Techniques. Journal of Plant Nutrition, 27(2): 313-324.

Cicala, A. and Catara, V. (1995). Potassium Fertilization effects on yield fruit quality and mineral composition of leaves of taracco orange trees. Hort. Apst. Vol. 65.(8),pp. 7451.

Cirulli, M. and Cicarese, F. (1981). Effect of mineral fertilizers on the incidence of blossom end rot of water melon.Phytopathology,71:50-53.

Cline, J. and Gardner, J. (2005). Commercial production of 'HoneycrispTM' apples in Ontario Ministry of Agriculture, Food, and Rural Affairs, Factsheet Order No. 05-047,p12-27.

Emer, Y. (1989). Citrus fruit set: Carbohydrate, hormone, and leaf mineral relationships. In: C.J. Wright(ed.), Manipulation of flowering, pp, 233-242.

Englstead, O. and parks, W. (1976). Build up of phosphorus and potassium in soil and effective use of these reserves. Proc. TVA. Fertilizer conference. (Cincinnati, ohio), 27-28 July.

Han, S., Chen, L. S., jiang, H. X., Smith, B. R., Yang, L. T. and Xie, C. Y. (2008). Boron deficiency decreacses growth and photosynthesis and increases starchand hexoses in leaves of citrus seedling. J. Plant physio., 165:1331-1341.

Hanson, E. J. (1991). *Movment of boron out of fruit tree leaves.* Hort Sci., 26:271-273.

Ilie, A. V., Hoza, D. and Oltenacu, V. C. (2016). A brief overview of hand and chemical thinning of apple fruit. Scientific Papers-Series B, Horticulture, (60), 59-64

Jackson, M. L (1958). Soil Chemical Analysis. Prentice-Hall, Englewood Cliffs, NJ .

John, M. K., Chuah, H. H. and Neufeld, J. H. (1975): Application of improved azomethine-H method to the determination of boron in soils and plants. Analytical Letters 8(8): 559-568.

Joubert, J. (2007). The Effect of Different Water and Nutrient Management Strategies on theCalcium content in Apple Fruit. Master Thesis,University Stellenbosh

Lanauskas, j., Kviklienė, N., Uselis, N., Kviklys, D., Buskienė, L., Mažeika, R. and Staugaitis, G. (2012). The effect of calcium foliar fertilizers on cv. Ligol1. apples. Plant Soil Environ. 58(10): 465–470.

Liang ,W. J., Wang, M. L. and San, X. O. (2008). Effect of calcium on growth and yield of cucumber in Solor-Green House. China Vegetables, 1:18-19.

Maurer, M. (1995). Reclaimed waste water irrigation and the fertilization of mature redblush grapefruit trees on spodosols in Florida. J. amer, soc, Hort. Sci. 120, pp, 394-402.

Mohamed, W. H. (2012) . Effects of humic acid and calcium forms on dry weight and nutrient uptake of maize plant . Australian Journal of Basic and Applied Sciences, 6(8): 597-604.

Nachtigall, G. and Dechen, A. (2006). Seasonality of nutrients in leaves and fruits of apple trees. Sci. agric. (*Piracicaba, Braz*.) vol.63 (5): 493-501

Nagy, P. T. and Holb, I. J. (2006). Study on the macronuterient content of apple leaves in an organic orchards. J. Cen. Eur. Agri., 7 (2): 329-336.

Paul, M. (1999). Fertilizing temperate tree fruit and Nut crops at home, Publication of University of Caifornia.

Peryea, F. and Willemsen, K. (2000). Nutrient Sprays. WSU Tree Fruit Research and Extension Center. www. tfrec. wsu. edu.

Rashid, A. (1986). Mapping Zinc fertility of soil using indicator plant and soil analysis. Ph. D. Dessrtation. University of Hawaii, HI, USA.

Šebek, G. (2015). Application of NAA and BA in chemical thinning of some commercial apple cultivars. Acta Agriculturae Serbica, 20(39), pp.3-16.

Shear, C. B. and Faust, M. (1980). Nutritional ranges in deciduous tree fruits and nuts. Horticultural Reviews 2, 142–163.

Sotiropoulos, T. E. (2008). Performance of the apple (Malus domestica Borkh) cultivar Imperial Double Red Delicious grafted on five rootstocks.Hort. Sci. (Prague), 35, (1): 7–11.

Stopar, M. (2002). Thinning of 'Gala' and 'Golden Delicious' apples with BA, NAA and their combinations. Jour. of Central European Agriculture, 3: 1-6.

Vercamen, J. (1997). L'eclaircissage chimique du pommier: une technique don't on ne peut plus faire ion. Fruit Belge; 65:51-54.

Influence of manual and chemical thinning with and without calcium nitrate spray on the nutrient content of leaves and productivity of *Malus domestica* cv. Golden Delicious

Amali Al-Ahmad[(1)*] and Bayan Muzhar[(2)]

(1). Administration of Horticulture Research, General Commission for Scientific Agricultural Research, Syria.

(2). Horticulture Research, General Commission for Scientific Agricultural Research, Syria.

([*]Corresponding author: Amali Al-Ahmad. E-Mail: Amale-alahmad@hotmail.com)

Received: 27/10/2024 Accepted:26/02/2025

Abstract

The research was conducted in the Tartous governorate (Beit Yusef-Draikish) on apple trees (cv. Golden Delicious) grafted onto the rootstock "*Malus domestica* Borkh" during the two seasons of 2019-2020. The objective was to investigate the effects of manual and chemical thinning, with and without calcium nitrate spray, on the nutrient content of leaves (Ca, Mg, Zn, B) and the productivity of the apple trees. The study included six treatments at two levels: the first level "no spray", while the second involved spraying with calcium nitrate. Results indicated a significant difference in production during the 2019 season between the two levels (114.58 and 130.88 kg/ tree, respectively). In the season (2020), the production was significantly lower than the first season in both levels, the first (63.27 kg/ tree) and the second (72.33 kg/ tree) levels. In the first season, both thinning treatments led to a noticeable decrease in production compared to the control; however, the calcium nitrate spray treatment resulted in significantly higher production at 137.5 kg per tree. In the second season, each treatment showed a significant increase in production compared to the control (49 kg per tree, a light fruit load). Applying

thinning techniques during the heavy load season resulted in a better balance in annual load as the productivity in the first and second seasons was 87.76 and 85.00 kg/ tree in manual thinning, 88.57 and 85.79 kg/ tree in chemical thinning, 97.40 and 100.56 kg/ tree in the calcium nitrate foliar spray treatment with manual thinning, and 101.49 and 98.30 kg/ tree in the calcium foliar spray treatment with chemical thinning. Thus, foliar spraying with calcium nitrate combined with chemical thinning proved to be the most effective treatment for enhancing apple productivity, followed by foliar spray treatment with calcium nitrate combined with manual thinning.

Keywords: Apple, Golden Delicious, Calcium nitrate, Zinc, Boron, Nutrients, Productivity.