الجمهورية العربية السورية
جامعة دمشق
كلية الهندسة الزراعية
قسم علوم البستنة

تأثير الخف والرش الورقي بحمض البوريك وسلفات الزنك ونترات الكالسيوم في ظاهرة تبادل الحمل ونمو وإنتاجية شجرة التفاح صنف غولدن ديليشيس

Influence of thinning, foliar spraying with boric acid, zinc sulphate and calcium nitrate on the alternate fruit bearing phenomenon, growth and productivity of apple tree (*Malus domestica* cv. Golden Delicious)

أطروحة مقدمة لنيل درجة الدكتوراه في الهندسة الزراعية

(قسم علوم البستنة)

إعــداد

آمالي عبدو الأحمد

أ. د. محمد بطحه
قسم علوم البستنة– كلية الزراعة– جامعة دمشق
المشرف العلمي

د. بيان مزهر
الهيئة العامة للبحوث العلمية الزراعية
المشرف المشارك

2022 م

فهرس المحتويات

الموضوع	رقم الصفحة
✓ **فهرس الجداول**	و
✓ **فهرس الأشكال**	ح
✓ **الملخص العربي**	1
✓ **الفصل الأول: مقدمة البحث وأهدافه**	4
– **المقدمة**	5
– **مسوغات البحث**	7
– **أهداف البحث**	7
✓ **الفصل الثاني: الدراسة المرجعية**	8
– ظاهرة تبادل الحمل وخف الثمار	9
– التغذية الورقية	15
– العوامل المؤثرة في ظاهرة النقرة المرة	21
– الزنك Zn ودوره في النبات	23
– البورون ودوره في حياة النبات	27
– معايير جودة الثمار	30
✓ **الفصل الثالث: مواد الدراسة وطرائقها**	32
1. مكان البحث	33
2. تربة الموقع	33
2-1- درجة حموضة التربة (pH)	33
2-2- المادة العضوية (OM)%	33
2-3- كربونات الكالسيوم	33
2-4- الآزوت الكلي (مغ/كغ)	33
2-5- الفوسفور المتاح (مغ/كغ)	34
الموضوع	**رقم الصفحة**

2-6- البوتاسيوم (مغ/كغ)	34
3- المادة النباتية	34
4- طرائق البحث	35
5- المؤشرات المدروسة	37
أولاً. مؤشرات النمو الخضري	37
1. متوسط طول الطرود (سم)	37
2. متوسط مساحة الورقة (سم^2)	37
ثانياً. تقدير أصبغة الكلوروفيل الكلي والكاروتينات	38
1. صبغة الكلوروفيل الكلي في الأوراق (ملغ/غ وزن طازج)	38
2. صبغة الكاروتينات في الاوراق (ملغ/100غ وزن طازج)	39
ثالثاً. خصائص الإنتاج ومواصفات الثمار	39
1.نسبة العقد%	39
2.نسبة الثمار المتبقية بعد التساقط الحزيراني%	39
3.نسبة الثمار المتبقية عند القطاف%	39
4.متوسط وزن الثمرة (غ)	39
5.متوسط حجم الثمرة (سم^3)	39
6.متوسط عدد البذور الكلي (بذرة /الثمرة)	39
7.الإنتاجية (كغ/الشجرة)	39
رابعاً. الصفات النوعية للثمار	40
1. صلابة الثمار	40
2. نسبة المواد الصلبة الذائبة الكلية	40
3. نسبة السكريات الكلية	40
4. نسبة الحموضة الكلية القابلة للمعايرة	40
الموضوع	رقم الصفحة

خامساً. درجة الإصابة بالنقرة المرة	41
1. النسبة المئوية للإصابة بالنقرة المرة	41
2. النسبة المئوية لكثافة تطور الإصابة بالنقرة المرة	41
سادساً. تركيز العناصر الغذائية في الأوراق والثمار	42
1- تركيز العناصر الغذائية في الأوراق	42
1. عنصر الآزوت	42
2. عنصر الفوسفور	42
3. عنصر البوتاسيوم	42
4. عنصر الكالسيوم	42
5. عنصر المغنزيوم	42
6. عنصر الزنك	42
7. عنصر البورون	42
2- تركيز العناصر الغذائية في الثمار	42
1. عنصر الآزوت	43
2. عنصر الفوسفور	43
3. عنصر البوتاسيوم	43
4. عنصر الكالسيوم	43
5. عنصر المغنزيوم	43
6. عنصر الزنك	43
7. عنصر البورون	43
سابعاً. النسبة المئوية للكربوهيدرات والآزوت (%) ونسبة الكربوهيدرات/الآزوت في الفروع	43
6 – تصميم التجربة والتحليل الإحصائي	44
✓ **الفصل الرابع: النتائج والمناقشة**	45
أولاً. مؤشرات النمو الخضري	46

الموضوع	رقم الصفحة
1- متوسط طول الطرود (سم)	46
2- مساحة الورقة (سم^2)	49
ثانياً. تقدير أصبغة الكلوروفيل الكلي والكاروتينات	51
1. صبغة الكلوروفيل الكلي في الأوراق (ملغ/غ وزن طازج)	51
2. صبغة الكاروتينات في الأوراق (ملغ/100غ وزن طازج)	54
ثالثاً- خصائص الإنتاج ومواصفات الثمار	56
1. نسبة العقد%	56
2. نسبة الثمار المتبقية بعد التساقط الحزيراني%	58
3. نسبة الثمار المتبقية عند القطاف%	59
4. متوسط وزن الثمرة (غ)	61
5. متوسط حجم الثمرة (سم^3)	64
6. عدد البذور الكلي (بذرة/الثمرة)	66
7. الإنتاجية (كغ/الشجرة)	69
رابعاً. الصفات النوعية للثمار	74
1. صلابة الثمار	74
2. نسبة المواد الصلبة الذائبة الكلية	75
3. نسبة السكريات الكلية	76
4. نسبة الحموضة الكلية القابلة للمعايرة	77
خامساً. درجة الإصابة بالنقرة المرة	80
1. النسبة المئوية للإصابة بالنقرة المرة في الموسم الأول للدراسة	80
2. النسبة المئوية للإصابة بالنقرة المرة في الموسم الثاني للدراسة	82
3. النسبة المئوية لكثافة تطور الإصابة بالنقرة المرة في الموسم الأول للدراسة	83
4. النسبة المئوية لكثافة تطور الإصابة بالنقرة المرة في الموسم الثاني	85

للدراسة	
سادساً. تركيز العناصر الغذائية في الأوراق والثمار	86
1- تركيز العناصر الغذائية في الأوراق والثمار	86
1. عنصر الآزوت	86
2. عنصر الفوسفور	89
3. عنصر البوتاسيوم	93
4. عنصر الكالسيوم	96
5. عنصر المغنزيوم	100
6. عنصر الزنك	103
7. عنصر البورون	107
2- تركيز العناصر الغذائية في الثمار	112
1. عنصر الآزوت	112
2. عنصر الفوسفور	112
3. عنصر البوتاسيوم	113
4. عنصر الكالسيوم	113
5. عنصر المغنزيوم	114
6. عنصر الزنك	115
7. عنصر البورون	116
سابعاً. النسبة المئوية للكربوهيدرات والنيتروجين (%) ونسبة الكربوهيدرات/النيتروجين في الفروع	118
علاقات الارتباط بين (الخف اليدوي، الخف الكيميائي، محتوى الثمار من العناصر الغذائية) ونسبة الإصابة بالنقرة المرة	121
علاقات الارتباط بين (الخف اليدوي، الخف الكيميائي، محتوى الأوراق من العناصر الغذائية، نسبة الكربوهيدرات/النيتروجين في الفروع، مع الإنتاجية "كغ/الشجرة")	124
الفصل الخامس: الاستنتاجات والمقترحات	128
أولاً. الاستنتاجات	129

ثانياً: المقترحات	130
المراجع العربية	132
المراجع الأجنبية	138
الملخص الانكليزي	161

فهرس الجداول

	الجدول	الصفحة
الجدول (1):	نتائج تحليل تربة موقع الدراسة	34
الجدول (2):	الحدود الطبيعية لبعض العناصر المعدنية والمادة العضوية في التربة	34
الجدول (3):	معاملات الخف والرش الورقي خلال موسمي 2019-2020	37
الجدول (4):	متوسط طول الطرود (سم) خلال أشهر النمو للموسم (2019)	48
الجدول (5):	متوسط طول الطرود (سم) خلال أشهر النمو للموسم (2020)	49
الجدول (6):	متوسط "مساحة الورقة سم^2، محتوى الأوراق من صبغة الكلوروفيل الكلي ملغ/غ وزن طازج، محتوى الأوراق من صبغة الكاروتينات ملغ/100غ وزن طازج" للموسمين (2019، 2020)	56
الجدول (7):	متوسط نسبة العقد %، الثمار المتبقية بعد التساقط الحزيراني (%)، نسبة الثمار المتبقية عند القطاف (%) للموسمين (2019، 2020)	61
الجدول (8):	متوسط وزن الثمرة (غ)، حجم الثمرة (سم^3)، عدد البذور الكلي (بذرة/ثمرة)، الإنتاجية (كغ/الشجرة) للموسمين (2019، 2020)	73
الجدول (9):	الصفات النوعية للثمار موسم (2019)	79
الجدول(10):	الصفات النوعية للثمار موسم (2020)	79
الجدول (11)	تركيز عنصر الآزوت في الأوراق (%) خلال أشهر النمو الموسم الأول (2019)	88

الجدول (12):	تركيز عنصر الآزوت في الأوراق (%) خلال أشهر النمو الموسم الثاني (2020)	89
الجدول (13):	تركيز عنصر الفوسفور في الأوراق (%) خلال أشهر النمو في الموسم الأول (2019)	91
الجدول (14):	تركيز عنصر الفوسفور في الأوراق (%) خلال أشهر النمو في الموسم الثاني (2020)	93
الجدول (15):	تركيز عنصر البوتاسيوم في الأوراق (%) خلال أشهر النمو في الموسم الأول (2019)	95
الجدول (16):	محتوى الأوراق من عنصر البوتاسيوم (%) خلال أشهر النمو في الموسم الثاني (2020)	96
	الجدول	
الجدول (17):	محتوى الأوراق من عنصر الكالسيوم (%) خلال أشهر النمو في الموسم الأول (2019)	99
الجدول (18):	محتوى الأوراق من عنصر الكالسيوم (%) خلال أشهر النمو في الموسم الثاني (2020)	100
الجدول (19):	محتوى الأوراق من عنصر المغنزيوم (%) خلال أشهر النمو في الموسم الأول (2019)	102
الجدول (20):	محتوى الأوراق من عنصر المغنزيوم (%) خلال أشهر النمو في الموسم الثاني (2020)	103
الجدول (21):	محتوى الأوراق من عنصر الزنك (مغ/كغ) خلال أشهر النمو في الموسم الأول (2019)	106
الجدول(22):	محتوى الأوراق من عنصر الزنك (مغ/كغ) خلال أشهر النمو في الموسم الثاني (2020)	107
الجدول (23):	محتوى الأوراق من عنصر البورون (مغ/كغ) خلال أشهر النمو في الموسم الأول (2019)	110

الجدول (24):	محتوى الأوراق من عنصر البورون (مغ/كغ) خلال أشهر النمو في الموسم الثاني (2020)	111
الجدول (25):	متوسط تركيز عناصر (N, P, K, Ca, Mg, Zn, B) في الثمار في الموسم الأول (2019)	117
الجدول (26):	متوسط تركيز عناصر (N, P, K, Ca, Mg, Zn, B) في الثمار في الموسم الثاني (2020)	117
الجدول (27):	تأثير المعاملات المختلفة في محتوى الطرود من الكربوهيدرات الكلية (%) والنيتروجين الكلي (%) ونسبة C/N في موسمي الدراسة (2019، 2020، 2021)	120
الجدول (28):	قيم علاقات الارتباط بين (الخف اليدوي، الخف الكيميائي، محتوى الثمار من العناصر الغذائية) ونسبة الإصابة بالنقرة المرة	124
الجدول (29):	قيم علاقات الارتباط بين (محتوى الأوراق من العناصر الغذائية، الخف اليدوي، الخف الكيميائي، نسبة الكربوهيدرات/النيتروجين في الفروع) والإنتاجية (كغ/الشجرة)	127

فهرس الأشكال

	الشكل	الصفحة
الشكل (1):	صنف التفاح غولدن ديليشس	35
الشكل (2:أ):	تقدير أصبغة الكلوروفيل الكلي والكاروتينات	38
الشكل (2:ب):	تقدير أصبغة الكلوروفيل الكلي والكاروتينات	38
الشكل (3: أ):	تقدير صلابة الثمار	40
الشكل (3:ب):	تقدير نسبة المواد الصلبة الذائبة الكلية	40
الشكل (3:ت):	تقدير نسبة السكريات الكلية	40
الشكل (3:ث):	تقدير نسبة الحموضة الكلية	41

الشكل (4):	متوسط طول الطرود (سم) في المستويين خلال شهر تشرين الأول لموسمي (2019 و2020)	47
الشكل (5):	متوسط مساحة الورقة سم^2 في مستويي الدراسة خلال الموسمين (2019، 2020)	50
الشكل (6):	متوسط محتوى الأوراق من صبغة الكلوروفيل الكلي (ملغ/غ وزن طازج) في مستويي الدراسة خلال الموسمين (2019، 2020)	53
الشكل (7):	متوسط محتوى الأوراق من صبغة الكاروتينات (ملغ/100غ وزن طازج) في مستويي الدراسة خلال الموسمين (2019، 2020)	55
الشكل (8):	متوسط نسبة العقد % في مستويي الدراسة خلال الموسمين (2019، 2020)	57
الشكل (9):	متوسط نسبة الثمار المتبقية بعد التساقط الحزيراني % في مستويي الدراسة خلال الموسمين (2019، 2020)	58
الشكل (10):	متوسط نسبة الثمار المتبقية عند القطاف % في مستويي الدراسة خلال الموسمين (2019، 2020)	60
الشكل (11):	متوسط وزن الثمرة (غ) في مستويي الدراسة خلال الموسمين (2019، 2020)	62
الشكل (12):	متوسط حجم الثمرة (سم^3) في مستويي الدراسة خلال الموسمين (2019، 2020)	65
الشكل (13):	متوسط عدد البذور الكلي في مستويي الدراسة خلال الموسمين (2019، 2020)	68
الشكل (14):	متوسط الإنتاجية (كغ/الشجرة) في مستويي الدراسة خلال الموسمين (2019، 2020)	70
الشكل (15):	النقرة المرة على ثمار التفاح صنف غولدن ديليشيس	80
الشكل (16):	تأثير المعاملات المختلفة في النسبة المئوية للإصابة بالنقرة المرة في الموسم الأول للدراسة	82
الشكل (17):	تأثير المعاملات المختلفة في النسبة المئوية للإصابة بالنقرة المرة في الموسم الثاني للدراسة	83
الشكل (18):	تأثير المعاملات المختلفة في النسبة المئوية لكثافة تطور الإصابة بالنقرة المرة في الموسم الأول للدراسة	84
الشكل (19):	تأثير المعاملات المختلفة في النسبة المئوية لكثافة تطور الإصابة بالنقرة المرة في الموسم الثاني للدراسة	86

	الشكل	الصفحة
الشكل (20):	محتوى الأوارق من الآزوت % خلال أشهر النمو في المستوى الأول والثاني للموسمين (2019، 2020)	87
الشكل (21):	محتوى الأوارق من الفوسفور % خلال أشهر النمو في المستوى الأول والثاني للموسمين (2019، 2020)	90
الشكل (22):	محتوى الأوارق من البوتاسيوم % خلال أشهر النمو في المستوى الأول والثاني للموسمين (2019، 2020)	94
الشكل (23):	محتوى الأوارق من الكالسيوم (%) خلال أشهر النمو في المستوى الأول والثاني للموسمين (2019، 2020)	97
الشكل (24):	محتوى الأوارق من المغنزيوم (%) خلال أشهر النمو في المستوى الأول والثاني للموسمين (2019، 2020)	101
الشكل (25):	محتوى الأوارق من الزنك (مغ/كغ) خلال أشهر النمو في المستوى الأول والثاني للموسمين (2019، 2020)	104
الشكل (26):	محتوى الأوارق من البورون (مغ/كغ) خلال أشهر النمو في المستوى الأول والثاني للموسمين (2019، 2020)	108
الشكل (27):	تأثير المعاملات المختلفة في نسبة C/N في السنوات (2019، 2020، 2021)	121

الملخص

نُفذ البحث في محافظة طرطوس، قرية بيت يوسف على أشجار التفاح صنف غولدن ديليشيس المطعمة على الأصل *Malus domestica* Borkh، خلال موسمي النمو 2019 و2020 وذلك بهدف دراسة تأثير الخف والرش الورقي بحمض البوريك وسلفات الزنك ونترات الكالسيوم في ظاهرة تبادل الحمل ونمو وإنتاجية شجرة التفاح صنف غولدن ديليشيس، وقد تضمن البحث /12/ معاملة، وزعت على مستويين، الأول بدون الرش بنترات الكالسيوم والثاني مع الرش بنترات الكالسيوم. ساعدت معاملات الرش المستخدمة في زيادة متوسط طول الطرود في كل من الموسمين مع تفوق لمعاملة الرش بالكالسيوم والزنك والبورون. كما زادت مساحة الورقة معنوياً في موسم 2019 في كافة المعاملات المدروسة مقارنة بالشاهد، وزاد محتواها من الكلوروفيل الكلي ومن الكاروتينات، وتفوقت معاملة الرش بالكالسيوم والبورون والزنك معاً فكانت مساحة الورقة ومحتواها من الكلوروفيل الكلي ومن الكاروتينات (28.81 سم^2، 1.84 ملغ/غ، 2.89 ملغ/100غ) على التوالي، كذلك الحال في موسم 2020 (36.7 سم^2، 2.39 ملغ/غ، 3.76 ملغ/100غ) على التوالي. تفوقت معاملة الرش بالكالسيوم والبورون والزنك معاً في موسم 2019 في زيادة نسبة العقد ونسبة الثمار المتبقية بعد التساقط الحزيراني ونسبة الثمار المتبقية عند القطاف (24.60، 22.86، 21.12)%، وفي موسم 2020 تفوقت معنوياً معاملة الرش بالكالسيوم مع الخف الكيميائي حيث كانت النسب على التوالي (16.00، 14.63، 13.25)%. تفوقت معاملتا الخف اليدوي والخف الكيميائي المترافقة مع الرش بالكالسيوم في موسم 2019 في زيادة وزن وحجم الثمرة وعدد البذور الكلي في الثمرة الواحدة فكانت (62.30غ، 166.60سم^3، 6.91 بذرة/ثمرة) و(166.95غ، 171.56سم^3، 7.14 بذرة/ثمرة) في المعاملتين على التوالي، وزادت إنتاجية الشجرة في كل المعاملات معنوياً مع تفوق الرش بالكالسيوم والبورون والزنك معاً (153.99) كغ/الشجرة وانخفضت في كل من الخف اليدوي والخف الكيميائي، وفي موسم 2020 كانت أكبر كمية إنتاج في معاملتي الخف اليدوي والخف الكيميائي المترافقة مع الرش بالكالسيوم (97.40،98.30) كغ/الشجرة بينما كانت في الشاهد (49) كغ/الشجرة. أظهرت النتائج تحسناً ملحوظاً في الخصائص النوعية للثمار في كافة المعاملات المدروسة، فقد زادت صلابة الثمار معنوياً عند الرش الورقي

بالكالسيوم والبورون والزنك معاً في الموسمين (8.96 ،8.144)كغ/سم² على التوالي. كذلك الحال من حيث محتوى الثمار من المواد الصلبة الذائبة والسكريات الكلية والحموضة الكلية. ازدادت النسبة المئوية للإصابة بالنقرة المرة والنسبة المئوية لكثافة تطور الإصابة في الموسمين عند تطبيق الخف اليدوي والكيميائي للثمار بدون الكالسيوم، في حين انخفضت النسبة المئوية للإصابة وكثافة تطورها معنوياً في معاملتي الخف اليدوي والخف الكيميائي المترافقة مع الرش بالكالسيوم، وكانت المعاملة الأفضل في كلا الموسمين هي الرش بالبورون مع الزنك والكالسيوم، فكانت النسبة المئوية للإصابة وكثافة تطورها في الموسم 2019 (2.22، 1.11)% وكانت في الموسم 2020 (3.33، 2.50)%. دلت النتائج المتحصل عليها إلى زيادة تركيز العناصر الغذائية (N, P, K, B, Ca) في الأوراق في موسم 2019 خلال أشهر النمو كافة في كافة المعاملات مع تفوق معاملة الرش بالكالسيوم والبورون والزنك معاً، في حين زاد تركيز الـ Mg في الأوراق في معاملات المستوى الأول وانخفض في معاملات المستوى الثاني نتيجة الرش بالكالسيوم. وفي موسم 2020 انخفض تركيز الـ N, P, K في الأوراق في معاملات الخف اليدوي والكيميائي منفصلين ومترافقين مع الرش بالكالسيوم. كان للخف دور هام في توازن نسبة C/N في الفروع في موسمي الدراسة. وقد سجلت معاملتا الخف اليدوي والخف الكيميائي مترافقةً مع الرش بالكالسيوم نسباً مرتفعة ومتقاربة حيث كانت على التوالي (9.412، 9.518)% في موسم 2019 و(9.377، 9.251)% في موسم 2020. فيما كانت نسبة C/N في الشاهد (6.986%) في نهاية موسم 2019 نتيجة للحمل الغزير، فيما ارتفعت إلى (11.234%) في نهاية عام 2020 نتيجة للحمل الخفيف في هذا الموسم.

الكلمات المفتاحية: التفاح، غولدن ديليشيس، الخف، نترات الكالسيوم، الزنك، البورون، تبادل الحمل، الإنتاجية.

الفصل الأول

مقدمة البحث وأهدافه

Introduction

&

Research

Objectives

المقدمة Introduction:

تعد شجرة التفاح من الأشجار الاقتصادية الهامة جداً في سورية، حيث تتركز زراعتها في المرتفعات الجبلية التي يزيد ارتفاعها عن 600م وحتى ارتفاع 1800م عن سطح البحر، وتفضل 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 51675 هكتاراً، وبلغ الإنتاج 267823 طناً. 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 (المجموعة الإحصائية الزراعية، 2020).

يُعدُّ 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 ومن خلال إدارة التسميد في بساتين التفاح (Englstead و Parks، 1976).

يُقصد بخف ثمار التفاح إزالة جزءٍ من الثمار خلال وقت مبكر من عمرها حيث يتم التقليل من عدد الثمار وزيادة نسبة الأوراق إلى الثمار (Southwick وزملاؤه، 1996). ويُعدُّ خفُّ محصول التفاح خلال فترة ما بعد الإزهار أمراً ضرورياً للغاية لضمان الحصول على ثمارٍ كبيرة الحجم، وعالية الجودة، ومحصولٍ سنويٍ يُعتَمَدُ عليه (Peşteanu، 2015). 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 إذ توجد 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).

يؤدي التسميد بالعناصر الكبرى دون إضافة العناصر الصغرى إلى استهلاكٍ أكبرَ للعناصر الغذائية الصغرى يفوق ماتحتويه التربة منها، ويظهر نتيجة لذلك نقصٌ واضحٌ لبعض العناصر الصغرى كالزنك والبورون في كثير من تلك الترب، والذي يؤثر بدوره على الإنتاج ونوعية الثمار قبل أن تبدأ العلامات الظاهرية للنقص بالظهور (Hanson، 1993). يُعدُّ التوازن الغذائي عاملاً هاماً في المحافظة على جودة الثمار ويسهم الكالسيوم والعناصر الصغرى خاصة البورون والزنك في تنشيط العديد من العمليات الحيوية الهامة المرتبطة في زيادة الخصوبة وتحسين النمو والمواصفات النوعية للثمار (الصحاف، 1987; Dart، 2007).

يُعد الخلل في التوازن المعدني مابين عنصر الكالسيوم من جهة والبوتاسيوم والمغنزيوم من جهة أخرى من الأسباب المؤدية إلى الإصابة بمرض النقرة المرة (GrimmWetzel وSchönherr، 2007). والتي تعد إحدى الظواهر الفيزيولوجية الهامة التي حظيت باهتمام العديد من الباحثين نظراً لما تسببه من خسائر فادحة لمنتجي ومصدري ثمار التفاح من خلال تأثيرها في الصفات النوعية للثمار. ولتحديد مواصفات وجودة الثمار قبل التخزين تدرس مؤشرات مختلفة تتعلق بالخصائص الكيميائية والفيزيائية للثمار مثل المواد الصلبة الذائبة والحموضة القابلة للمعايرة على وجه الخصوص والصلابة بشكلٍ روتينيٍ كمؤشراتٍ للجودة الأكلية لثمار التفاح (Corrigan وزملاؤه، 1997).

بهدف الحد من ظاهرة عدم انتظام الحمل التي تعاني منها أشجار التفاح بالإضافة إلى انخفاض الإنتاجية في مختلف مواقع الزراعة خاصةً المطرية منها في القطر، والذي يتبين من خلال تذبذب الإنتاج بين عامٍ وآخر حسب ما توضحه الإحصائيات الرسمية، كان لا بدَّ من دراسة العوامل التي يمكن أن تؤمن زيادة الإنتاج وانتظامه.

مسوّغات البحث وأهدافه Research Justifications and Objectives:

نظراً لتدني متوسط الإنتاج في وحدة المساحة والحاجة الماسة إلى زيادته، بالإضافة إلى عدم المعرفة الدقيقة في تطبيق المعاملات الضرورية التي تساعد على انتظام الحمل وتحسين الإنتاجية ومواصفات الجودة لثمار التفاح كالتقليم وإدارة التسميد وخدمة سطح التربة. وكذلك لعدم توفر الدراسات المحلية الكافية على شجرة التفاح في منطقة الدراسة، وتوجه المزارعين فيها إلى التسميد بالعناصر الكبرى دون إضافة العناصر الصغرى ودون تطبيق لتقنية خف الثمار، وعلى الرغم من تنفيذ مجموعة من الأبحاث لدراسة ظاهرة تبادل الحمل إلا أن معظمها أغفل أثر التسميد الورقي بالعناصر الصغرى في ذلك، لذا فإن أهمية البحث تتمثل في التحقق من إمكانية زيادة إنتاج أشجار التفاح وبمواصفات نوعية جيدة عبر تطبيق مجموعة من المعاملات التي يمكن أن تساعد في زيادة الإنتاج وانتظامه وتحسين صفات الثمار الكمية والنوعية.

أهداف البحث Objectives:

1. تأثير خف الثمار وبعض المخصبات في التقليل من ظاهرة تبادل الحمل وفي تحسين الخصائص الكيميائية والنوعية لثمار التفاح صنف غولدن ديليشس.

2. تأثير الخف وبعض المخصبات في تحسين تركيز بعض العناصر الغذائية في الأوراق والثمار.

3. تأثير الخف وبعض المخصبات في الحد من الإصابة بظاهرة النقرة المرة التي تصيب ثمار التفاح.

الفصل الثاني

الدراسة المرجعية

Literature review

الدراسة المرجعية Literature review:

يتبع التفاح *Malus Domestica* للجنس *Malus*، وتحت العائلة التفاحية *Pomoideae* من الفصيلة الوردية *Rosaceae* ورتبة الورديات *Rosales*، ويعد التفاح أحد أقدم أنواع الفاكهة المعروفة للإنسان (Paul، 1990) ويُعتقد بأن الموطن الأصلي لها منطقة القوقاز ووسط آسيا وغرب الصين، وهو بأصنافه العديدة ذو انتشار عالمي واسع، حيث يتصدر السوق العالمية كواحد من أهم وأكثر ثمار الفاكهة شعبيةً وانتشاراً، ويساعد على ذلك إمكانية تخزين الثمار لفترة طويلة بالمقارنة مع غيره من ثمار الفاكهة (Gardner وCline، 2005)، وتحتوي ثمار التفاح على العديد من العناصر الغذائية التي يحتاجها جسم الإنسان كالبروتينات والدهون والكربوهيدرات وبعض الفيتامينات مثل فيتامين A وB وC، وبعض المعادن المهمة مثل الفوسفور والكالسيوم والبوتاسيوم، علاوة على مادة البكتين التي تعمل على خفض الكولسترول بالدم (Westwood، 1987) كما تتميز ثمار التفاح بمذاق ممتاز، وتصلح لتحضير العديد من المواد الغذائية (Lauri وزملاؤه، 2006).

تنتشر زراعة التفاح في طرطوس في كل من مناطق الدريكيش (1463.5) هكتاراً، وصافيتا (1039) هكتاراً، والشيخ بدر (404.2) هكتاراً، وبانياس (323.2) هكتاراً، والقدموس (185.5) هكتاراً، وطرطوس (1.6) هكتار. وتتركز زراعة هذه الشجرة في كل من الدريكيش وصافيتا بسبب ملاءمة 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. تتميز ثمار التفاح المنتجة بمواصفات تسويقية جيدة مما فتح المجال لتصدير هذه الفاكهة إلى السوق العربية وبعض الأسواق الأجنبية على نطاق جيد (مزهر وزملاؤه، 2015).

ظاهرة تبادل الحمل وخف الثمار: تتميز الكثير من أشجار الفاكهة بما يسمى بظاهرة تبادل الحمل وفيها تحمل الشجرة محصولاً غزيراً في سنة ويطلق عليها اسم سنة الحمل الغزير، ثم تحمل الشجرة في السنة التالية محصولاً ضئيلاً، أو قد لا تحمل أبداً (Atay، 2013) وتحدث المعاومة نتيجة لاستنزاف المواد الغذائية الاحتياطية من قبل

الثمار فتحتاج الأشجار عاماً كاملاً لاسترجاع ما فقدته واستعادة قوتها ونشاطها من جديد فتعطي محصولاً أعظمياً في العام التالي، وهكذا يتأرجح الإنتاج بين عام وآخر (محمد، 2014). يرى Bukovac وزملاؤه (2006) أنَ تبادل الحمل هو مشكلة فيزيولوجية شائعة يتبعها انخفاض في الإنتاج، وغالباً ما تحد من الفائدة التجارية لبعض أصناف التفاح.

توفر عملية الخف المتوازن توزعاً أمثل للمواد المصنعة وتحسن نوعية ثمار التفاح من حيث اللون والطعم وزيادة نسبة السكريات في الثمار، وقد لوحظ أن الثمار التي تحصل على إمدادٍ كافٍ من السكريات المصنعة في الأوراق غالباً ما تنضج في الوقت المناسب، وتتميز بلبٍ متماسكٍ ذي لون جيد وقدرة تخزينية عالية، إضافةً إلى أن الخف يقلل من تكسر الأغصان بسبب الحمل الزائد ويعمل على تنشيط التمايز الزهري، في البراعم ويقلل من ظاهرة تبادل الحمل (Southwick وزملاؤه، 1998).

أدَى خف الثمار إلى زيادة قدرة أشجار التفاح على التوازن بين النمو الخضري والمحصول الثمري الأمر الذي أدى بدوره إلى زيادة وزن الثمار وتحسين جودتها، حيث يحدث تكشف البراعم الزهرية بعد فترة قصيرة من فترة إزهار العام الحالي، وتؤدي المواد الكربوهيدراتية دوراً هاماً في تكشف البراعم، وبالتالي فإن تقليل عدد الثمار العاقدة سيكون له الأثر الكبير في توفير المد الغذائي وتوجيهه نحو تكشف البراعم الزهرية وتكوينها وتمايزها لمحصول العام التالي بدلاً من استهلاكه واستنفاده في نمو الحمل الثمري الزائد. ويؤدي الخف إلى زيادة معنوية في وزن الثمار وانخفاض معنوي في الغلة وفي العدد الإجمالي للثمار لكل وحدة مساحة للمقطع العرضي للجذع (Šebek، 2015).

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).

بيَن Ilie وزملاؤه (2016) أنه يمكن إجراء عملية خف التفاح بطرائق مختلفة: الخف اليدوي، والخف الكيميائي، والخف الميكانيكي. تتميز أشجار التفاح في موسم الحمل الغزير بصغر حجم الثمار ورداءة لونها وجودتها ناهيك عن الانخفاض الشديد في إنتاج البراعم الزهرية لموسم النمو التالي، فينخفض المحصول وجودة الثمار وصلاحيتها التخزينية لما بعد الحصاد نتيجة لذلك. ويمكن أن تؤدي عملية الخف إلى تحسين حجم الثمار وتنشيط التمايز الزهري بالبراعم وزيادة عائد الإثمار والحد من ظاهرة التناوب في حمل الثمار في أشجار التفاح، لذا يسهم الخف الكيميائي واليدوي في الحفاظ على التوازن الفيزيولوجي بين مرحلتي النمو والإثمار وزيادة كمية وجودة الثمار (Vămăşescu و Bălan، 2014).

كثيراً ما تُزهِرُ أشجار التفاح بكثرة منتجةً ثماراً كثيرة، لذا يَعمَدُ معظم المنتجين إلى تقليل عدد الثمار في الشجرة الواحدة لزيادة وزن الثمار (Treder، 2008) ويقصد بخف الثمار هو إزالة جزء من المحصول قبل أن ينضج على الشجرة، وذلك لزيادة قابلية تسويق ما تبقى من الثمار وتلافي ظاهرة المعاومة التي تتمثل في ميل الشجرة إلى الحمل الغزير في عام وحملها محصولاً قليلاً في العام التالي (Greene، 2002).

تشتمل مواد الخَفِّ الكيميائي على مواد كيميائية مختلفة، بيد أنَّه يجري استخدام بعض المبيدات الحشرية ومنظِّمات النمو في معظم عمليات خَفِّ الثمار، كما تشير نتائج المؤلفات التي نُشرت مؤخراً إلى مزايا مزج مُنَظِّمَات نموٍّ معينة مع بعض المبيدات الحشرية عند القيام بالخفّ الكيميائي كمزج الكاربارِيل ومركب النفتالين حامض الخليك 1-naphthaleneacetic acid (Rogers، 1977).

بيّن Stopar (2002) أنَ (NAA) من أهم الهرمونات النباتية المستخدمة في خف الثمار وأكثرها شيوعاً وعاد بنتائج مُرضية من حيث حجم الثمار ووزنها. وحُصل على أقل عدد ثمار باستخدام (NAA) والذي

جرى رشُّه كعامل خفٍّ كيميائي على الصنف "غولدين ديليشيس"، وأنَ مجموع الثمار كان مشابهاً لذلك الذي حصل عليه باستخدام الخفِ اليدوي المبكر (Berlang Reyes وزملاؤه، 2008).

إنَّ الخفَّ الكيميائي إجراءٌ هامٌّ للإنتاج الزراعي المربح للثمار، إذ يوفر إنتاجية محتملة جيدة للنباتات، تُركِّزُ معظم المؤلفات التي تناولت عملية الخفِّ الكيميائي على تأثير تلك المواد على المحصول، أو على جوانب إنتاجية أخرى، في حين تكون جودة الثمار مسألةً ثانوية من حيث الاهتمام (Jemrić وزملاؤه، 2004).

يمكن أن يكون الخفُّ اليدوي لأشجار التفاح عملية في غاية الدقة، لكنَّها مكلفة للغاية وتستدعي وجود عمالة ماهرة (Costa وزملاؤه، 2001).

تُجرى عملية الخف إما يدوياً وهي مكلفة أو باستخدام المواد الكيميائية، ويتأثر استخدام المواد الكيميائية بعدة عوامل أهمها وقت الرش، والظروف الجوية، وقوة الشجرة، وتركيز المادة، والصنف. كما لها تأثير سلبي على الأشجار حيث تسبب حرق الأزهار إذا استخدمت بتراكيز غير مناسبة (عالية)، بالإضافة إلى التأثير الفيزيولوجي السلبي على الأشجار، ومن أهم المواد المستخدمة في خف ثمار التفاح مادة Sodium dinitro-o-cresylate التي تستخدم وقت الإزهار وفي الأماكن التي يقل فيها خطر الصقيع، ومادة Naphthaline Acetic Acid (NAA) التي ترش بعد 15-27 يوماً من الإزهار الكامل (سقوط البتلات) وتركيزها يتراوح بين 5-20 جزء بالمليون، ومادة الإيثيفون (Ethephone) التي تضاف بعد 20-30 يوماً بعد التفتح الكامل وبمعدل 100 جزء بالمليون (أيوب وزملاؤه، 2007).

تحمل شجرة التفاح محصولاً غزيراً يزيد عن طاقتها خصوصاً المطعمة على الأصول المقصرة مثل MM106، مما يؤدي إلى صغر حجم الثمار الناتجة، وتجرى عملية خف الثمار الزائدة إما يدوياً في أوائل الموسم، أو كيميائياً بحذر شديد باستخدام نفتالين حمض الخل بتركيز 5 جزء بالمليون في فترة أوج التزهير، أو بتركيز 7.5 جزء بالمليون عند بداية العقد (درهاب، 2002).

قُيّم الخف باستخدام NAA المطبق بشكل منفصل بثلاثة تراكيز (13.12، 17.82، 26.73) مغ/كغ بالإضافة إلى التركيبة BA+NAA (BA- 60 مغ/كغ، 100مغ/كغ، 120 مغ/كغ، 140 مغ/كغ + NAA – 4.29 مغ/كغ). كانت المعالجة بـ NAA وBA+NAA فعالة في صنف التفاح McIntosh وفي الصنف Jonathan، في حين كانت المعالجة بـ NAA (17.82، 26.73) مغ/كغ وبالتركيبة BA-140, NAA-4.29) فعالة في صنف التفاح Prima. وفيما يتعلق بوزن ثمار الفاكهة وعددها المصنفة على أنها كبيرة الحجم فإن المعاملة بـ (BA-140, NAA-4,29) لم تكن فعالة في صنفي التفاح McIntosh وPrima، وكان للتركيبة (BA-100, NAA-4,29) أفضل الأثر في صنف التفاح Jonathan (Gordana، 2015).

نظراً لتلوث البيئة والرغبة في الحفاظ على الصحة العامة، ولأنَ الخف الكيميائي يسبب السمية النباتية عند استعماله بجرعات كبيرة، اتجهت الدراسات الحديثة إلى إجراء الخف اليدوي للثمار (Pfammatter وDessimoz، 1999).

لا يمكن التخلص من المعاومة الناتجة عن العامل الوراثي كلياً ولكن يمكن التخفيف من شدتها وذلك بواسطة عمليات الخدمة الزراعية المختلفة، فهناك ارتباط بين محتوى أجزاء الشجرة المختلفة من الكربوهيدرات والحمل المنتظم، بحيث يكون هذا الحمل جيداً جداً ومنتظماً عندما تكون الكربوهيدرات بنسبة جيدة في كل جزء من الشجرة وفي الوقت الملائم، وبمعنى آخر غياب المنافسة بين المجموع الخضري والثمري مع تأمين حاجة الجذور من الكربوهيدرات، مما يحقق التوازن المطلوب بين ما ينتج وما يستهلك (Ruiz وGuardiola، 1994).

تتخذ المعاومة مظهرين سلبيين، الأول: يخص غياب الإزهار أو قلته على نحو كبير، وثانيهما: إزهار طبيعي لا يليه عقد ثمري مع أن عوامل المحيط الخارجي تكون ملائمة له. ويختلف هذان المظهران بمؤشراتهما الخارجية، إلاّ أنهما يتماثلان تماماً فيزيولوجياً، إذ إن سببهما الأساسي يعود إلى عدم كفاية التغذية في أثناء سنة الإنتاج الغزير لتكوين براعم زهرية متكاملة البنية في نهاية فصل الشتاء، ومن ثم فإن الأشجار تزهر ولا تثمر، ويكون العامل المحدد لذلك التغذية الآزوتية والكربوهيدراتية وتوازن نسبتهما، وذلك لأن منتجات التمثيل

اليخضوري قد استنفدت في تكوين محصول السنة السابقة، وقد تبين تجريبياً، على سبيل المثال لا الحصر، أن نسبة البراعم الزهرية المتكونة في صنف التفاح رونيت الشامباني بلغت نحو 27-52% من المجموع العام للبراعم المتكونة الزهرية والخضرية في الأشجار المعتنى بها جيداً، والتي تثمر سنوياً من دون معاومة، في حين تراوحت هذه النسبة بين 82 و88% في الأشجار ذات الحمل الثمري المعاوم، كما سادت فيها أعضاء الإثمار المُسِّنة على الفتِّية، وتبين أن تكوين الطرود الخضرية والثمرية سنوياً هو العامل المحدد لإنتاج ثمري أعلى ولحياة أطول لأنها توفر مساحة ورقية أكبر، ومن ثم تمثيلاً يخضورياً أعلى فيها، مما يوفر إثماراً سنوياً جيداً. وقد أثبتت التجارب على أصناف عدة من التفاح أنه للحصول سنوياً على حمل ثمري وعلى ثمار عالية الجودة ينبغي أن يكون تحت تصرف كل ثمرة نحو 40-50 ورقة جيدة (Chandler، 1991). وجد Racsko وزملاؤه (2005) اختلافات في العلاقة بين كثافة تاج الشجرة ومؤشرات وزن الثمرة بين الأصناف.

يُعد الخف الشديد للنموات الثمرية أحد أسباب التغير في محتوى الثمار من الكالسيوم والعناصر المعدنية، لأنه يزيد من نمو المجموع الخضري، وهذا يحتاج بدوره لكمية أكبر من الكالسيوم على حساب الكمية الممتصة من الثمار (Lonstroth، 1994). وأشار Hess وزملاؤه (1996) إلى انخفاض صلابة الثمار ومحتواها من السكريات في التفاح المعامل بالخف الكيميائي.

يُعد التفاح غولدن ديليشس الأكثر حاجةً إلى تطبيق تقنية خف الثمار (Schumacher وزملاؤه، 1989) ويجب تطبيق الخف اليدوي بشكل منتظم على التفاح بهدف تنظيم الحمل وتحسين نوعية الثمار (Vercamen،1997).

بيّن Johnson (1994) أن الزيادة في صلابة الثمار في التفاح المعامل بالخف اليدوي هي نتيجة مباشرة للانخفاض في عددها. وقد وجد (Jemrić وزملاؤه، 2003) زيادة معنوية في كل من النسبة المئوية للمواد الصلبة الذائبة والدرجة اللونية ومعيار النضج TSS/TA للثمار من الأشجار المعاملة بالخف اليدوي مقارنةً مع الثمار من الأشجار المعاملة بالخف الكيماوي. وأشار إلى ارتباطٍ سلبيٍ بين وزن ثمار التفاح وصلابتها

في كل من طريقتي الخف اليدوي والكيميائي. ووجد ارتباطاً إيجابياً بين RI (مقياس شترايف = درجة صلابة الثمار/نسبة النشا × المواد الصلبة الذائبة) وTA (الحموضة الكلية) وارتباطاً سلبياً مع معيار النضج TSS/TA. وكانت نسبة المواد الصلبة الذائبة الكلية على توافقٍ سلبيٍ مع محتوى النشاء في حالة الخف الكيميائي فقط. بالإضافة إلى العلاقة السلبية بين وزن الثمار ونسبة TSS/TA والعلاقة الإيجابية بين وزن الثمار وRI. أكدت الدراسات على أن محتوى الأوراق من العناصر (N, P, K) ينخفض في سنة الحمل الغزير، ويمكن تعويضها من خلال التسميد الورقي للتخفيف من ظاهرة تبادل الحمل (Cicala وCatara، 1995). 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 (Maurer، 1995).

التغذية الورقية: أجريت عدة تجارب لاختبار جدوى اختلاف طرائق الإضافة في تمكين النبات من أقصى استفادةٍ ممكنةٍ من المغذيات القابلة للامتصاص بغية توفير متطلبات النمو، ومن هذه الطرائق طريقة التغذية الورقية إذ تتضمن رش المحاليل الحاوية على العناصر المغذية على مجموع النبات الخضري، إذ أشار عبدول (1988) إلى أن التغذية الورقية يمكن أن تمد النبات بـ 85% من احتياجه للمغذيات.

إن إضافة المغذيات عن طريق الأوراق لا يمكن أن تكون بديلةً عن الإضافة الأرضية، بل مكملةً لها، وبذلك أجريت العديد من البحوث لإيجاد أفضل تركيبة سمادية للرش لرفع كفاءة المغذيات وتقليل فقدها عن طريق التربة مع المحافظة على أفضل إنتاج اقتصادي من حيث الكمية والنوعية (Jones، 1991).

إن العلاقة بين استهلاك واستقلاب المواد الكربوهيدراتية وبين التغذية المعدنية وموضوع تبادل الحمل غير معروفة تماماً (Stewart وBrannaman، 1968)، فهناك آراء حول هذه العلاقة، حيث بين Smith (1975) أنَه عندما ينخفض محتوى المواد الكربوهيدراتية والعناصر المعدنية تتأثر الشجرة سلباً مما يجعلها تميل

لتبادل الحمل. كما ذكر (Goldschmidt وGolomb، 1982) أنَ نقص الآزوت والبوتاسيوم يُعدُ سبباً رئيساً لإضعاف الشجرة وبالتالي لتبادل الحمل.

تستجيب أشجار التفاح بشكل كبير للتسميد المتوازن بين العناصر الغذائية، حيث تقترح معادلات سمادية مختلفة تبعاً للمراحل الفيزيولوجية التي تمر بها، وتُعد العناصر الغذائية الكبرى مثل الآزوت، والفوسفور، والبوتاسيوم، والكالسيوم، والمغنزيوم وغيرها ضرورية للنبات من خلال وظائفها الفيزيولوجية المتعددة (ديوب وزملاؤه، 2012).

درس Tojnko وزملاؤه (2002) تأثير الإضافة الورقية لبعض العناصر الغذائية في المحتوى المعدني لثمار أشجار التفاح الفتية صنف Golden delicious. واستقصي عن تأثير الإضافة الورقية لبعض العناصر الغذائية مقارنةً مع التسميد الآزوتي الأرضي، حيث أظهرت نسبN/Ca, K/Ca, (Mg+ K) / Ca في الثمار تحسناً في مواصفاتها الكمية والنوعية.

يتناسب عدد الأزهار طرداً مع توفر المواد الكربوهيدراتية المختزنة داخل الشجرة في مراكز التخزين، لذا فإن كافة العمليات الزراعية التي تزيد من هذه الكمية تؤدي لزيادة في الإزهار والعقد وبالتالي زيادة المحصول(Fadliah، 1977). ويعد التسميد الورقي من أفضل الطرائق لتأمين العناصر الغذائية اللازمة للنمو والإنتاج، ويعد أفضل موعد لتطبيق التسميد الورقي قبل تساقط حزيران في شهر أيار (Maurer، 1995) وهذا الوقت ملائم من جهة عمر الأوراق الحديثة التي تمتص العناصر السمادية بشكل أفضل من الأوراق القديمة (Sharples وHilgeman، 1977).

أكد Barbarosch (1983) أن التسميد الكيميائي يؤدي إلى زيادةٍ في قطر النموات الحديثة لأشجار التفاح والسفرجل، ووجد بو عيسى وزملاؤه (2006) تأثيراً إيجابياً للأسمدة الذوابة على النموات الخضرية وحجم التاج ومحيط الساق وكمية الإنتاج، كما ذكر Al-Imam and Al-brifkany (2010) أن إضافة المخصبات

إلى شجرة التفاح صنف (Anna) زاد مساحة الورقة، مما انعكس إيجاباً على تغذية الشجرة، وبالتالي ازداد الإنتاج وتحسنت نوعية الثمار.

قام Neilsen وزملاؤه (2004) بدراسة استجابة أشجار التفاح للتسميد بالنيتروجين والبوتاسيوم تحت ظروف نقص البوتاسيوم بالتربة، حيث أدى التسميد بالبوتاسيوم إلى زيادة كل من محتوى الورقة من K، وتراكيز Mg وK في الثمار، وحجم الثمار، والإنتاجية، والحموضة، واللون الأحمر عند القطاف لكل من الأصناف Gala, Fuji, Fiesta, Spartan، كما أدى أيضاً إلى نقص تراكيز كل من B وMg في الورقة، وتركيز Ca, P, N في الثمار.

وجد Veberic وزملاؤه (2005) من خلالِ دراسة أجروها على صنف التفاح غولدن ديليشيس أن إضافة عنصري الفوسفور والبوتاسيوم زاد من قدرة النبات على التركيب الضوئي، وقلل من عملية النتح مما انعكس على مقاومته للإجهاد المائي. وأشارت الأبحاث إلى ارتباط تكوين الكربوهيدرات بالبوتاسيوم وما لهذا الموضوع من أهمية في الإزهار من خلال النسبة C/N، كما أن وجود نسب عالية منه في التربة يرفع قدرة النبات على تحمل تراكيز عالية من الكلور (ديب، 2000).

أشار Hamdallah (2011) إلى أن الإضافات الكافية من النيتروجين والفوسفور تعد أساسيةً من أجل تكوين البروتينات في النبات، وكذلك البوتاسيوم ضروري لتشكيل الكربوهيدرات، وبعض العناصر الصغرى (الحديد، المنغنيز، النحاس، الزنك) تتحكم في العمليات الحيوية للنبات، والتي لها تأثيرات هامة على إنتاج المحاصيل والأشجار المثمرة. أشار تيسدال ونيسلون (1987) إلى أن متوسط محتوى الكالسيوم في نترات الكالسيوم يبلغ 19.5% وتحوي 15.5% نيتروجين.

ذكر العالمان Mengel وKirkby (2001) أن النتروجين يسيطر وبدرجة كبيرة على نمو النبات لأنه ينظم عمل الهرمونات النباتية كالأوكسينات والسيتوكينينات مما يزيد من انقسام الخلايا المرستيمية فينعكس ذلك

إيجابياً على المجموع الخضري وإنتاج الأزهار، فضلاً عن زيادة حجم المجموع الجذري الذي يسهم في كفاءة النبات لامتصاص المغذيات الضرورية من التربة ولاسيما الفسفور والبوتاسيوم.

أشار أبو ضاحي واليونس (1988) إلى أن النتروجين يدخل في تكوين الأحماض الأمينية التي تعد المكون الأساسي لتصنيع البروتينات، وفي تكوين الأنزيمات وبناء الأغشية الخلوية، التي يكون البروتين جزءاً منها، ويدخل في تكوين الأحماض النووية RNA وDNA ومركبات الطاقة ATP وNADPH وفي تكوين جزيئة الكلوروفيل مع المغنزيوم، وفي تكوين الفيتامينات ولاسيما مجموعة فيتامين B المعقدة والتي منها B1 و B وB6 وB12 وكذلك فيتامين H البيوتين Biotin، ويدخل في تكوين مشتقات الأمينات مثل القاعدة كولين Choline.

للكالسيوم دور إيجابي في تنظيم امتصاص العناصر من وسط النمو فهو يؤدي إلى خفض امتصاص عنصر الصوديوم مقابل ازدياد امتصاص العناصر الأساسية لنمو النبات (Epstein، 1972)، وله دور في تنظيم إنتاج بعض الهرمونات النباتية مثل Indole-3-Acetic acid (IAA) ويشترك في ترسيب حامض الأوكزاليك ومن ثم التخلص من سميتها (Mengel وKirkby، 2001)، كما أن له دوراً في بناء جدار وغشاء الخلية النباتية (Karp، 1984؛ Guern وChen، 1996).

رأى عزيز وزملاؤه (2017) أن الزيادة المعنوية في صفات النمو الخضري "المساحة الورقية، عدد الأوراق، محتوى الأوراق من الكلوروفيل، الوزن الجاف للمجموع الخضري" تعود إلى دور الرش بالكالسيوم المخلبي.

يعد أيون الكالسيوم الأيون الموجب الرئيس في تركيب الصفيحة الوسطى Middle Lamella، إذ يتحد مع البكتات Pectate مكوناً بكتات الكالسيوم Calcium Pectate وبهذا فهو ضروري لانقسام الخلية الاعتيادي والذي يعرف بالانقسام الخيطي Mitosis (Rasmussen، 1967).

لعنصر الكالسيوم دور فعال في تكوين العقد الجذرية، حيث يعمل على تحفيز امتصاص عنصر البوتاسيوم من قبل النبات كما يسهم في تقليل حدوث عملية الانفصال لأجزاء النبات وخاصة الأزهار والثمار، وله دور مهم في تنشيط العمليات الحيوية من خلال تنشيطه لعدد من الأنزيمات منها Adenosine Triphosphatase، يؤثر نقص الكالسيوم في النباتات على عملية التلقيح والإخصاب، إذ أن حبوب اللقاح الناتجة من نباتات تعاني نقص الكالسيوم لا تنبت ولا ينمو الأنبوب اللقاحي، ولعنصر الكالسيوم دور مهم في منع تساقط الأوراق وتأخير دخولها في مرحلة الشيخوخة. ويؤثر نقصه على الأنسجة الفتية كالمناطق المرستيمية في الجزء الخضري والأجزاء الخازنة والقمم النامية في الجذور (الصحاف، 1989).

يعد عنصر الزنك عنصراً هاماً في تكوين هرمون الأوكسين الذي ينتج من قبل قمم الطرود والذي يتحكم بانقسام الخلايا وبنمو كل من الأوراق والطرود وبتطور الثمار، كذلك تعزى الأهمية الكبيرة لعنصر الزنك إلى حاجة خلايا الأوراق له من أجل تكوين الصبغة الخضراء (الكلوروفيل) في الأوراق والذي تحتاجه الأوراق في صنع السكريات عبر عملية التصنيع الضوئي (Dart، 2007).

درس Balesini وزملاؤه (2013) التوازن الحاصل ما بين العناصر الكبرى والصغرى والمواد العضوية، وتأثيرها في إنتاجية ونوعية ثمار التفاح لما لهذا التوازن من تأثير في نسبة عقد الثمار ونوعيتها باستخدام معاملات تغذية مختلفة تحتوي بعضها على عنصري البورون والزنك، وعلى الأحماض الأمينية، حيث أظهرت النتائج أن المعاملات الحاوية على عنصري البورون والزنك كان لها التأثير الأعظمي في نسبة عقد الثمار بالمقارنة مع المعاملات الأخرى.

يعد عنصر البورون أحد أكثر العناصر المعدنية الصغرى أهميةً لأشجار الفاكهة وخاصةً أشجار التفاح والخوخ، حيث يؤدي نقصه إلى انخفاضٍ في نسبة الثمار العاقدة والذي يعزى إلى قصر فترة حياة ميسم الزهرة (Weinzierl، 2012)، ووجد Yogaratnam وJohnson (1982) أنَّ استخدام الرش الورقي بالبورون قَلَلَ من سقوط الأزهار وزاد من نسبة الأزهار الخصبة في أشجار التفاح مما أدى إلى زيادة عقد الثمار والمحصول.

وأدى الرش بالبورون (100 مغ/ل) على أشجار التفاح صنف (Anna) إلى زيادة نسبة السكريات الكلية، وخفض نسبة الحموضة بشكل معنوي بالمقارنة مع الشاهد (Al-Imam and Al-brifkany، 2010).

تعد التغذية بالعناصر المعدنية، ذات تأثير هام وحيوي في نسبة الإزهار والعقد عند أشجار الفاكهة، كما يُعرَف كل من عنصري البورون والزنك بدورهما الهام في تكوين الثمار، حيث يؤدي نقص هذين العنصرين إلى خفض في نسبة الأزهار والثمار المتكونة (Craig، 2010).

أظهرت نتائج الدراسة التي قام بها Hume وزملاؤه (1985)، أنَّ هناك علاقةً إيجابيةً بين محتوى الورقة ومحتوى التربة من المغنزيوم والكالسيوم، وأكدَ Andrade وزملاؤه (1994) أنَّ هناك علاقةً سلبيةً بين النمو ونقص المغنزيوم والزنك، وكان لنقص الزنك التأثير الأكبر، كما ذكر Ouyang (1995) أنَّ هناك علاقةً إيجابيةً ومعنويةً بين العناصر الغذائية النادرة المتاحة بالتربة كالزنك والنحاس والموليبدينيوم وبين تركيزها بالأوراق.

وجد التحافي (2011) زيادةً معنويةً في النسبة المئوية للمواد الصلبة الذائبة الكلية عند إضافة سلفات البوتاسيوم والرش بحمض البوريك على التفاح صنف العجمي. وحصل Chen وزملاؤه (2016) على النتيجة نفسها عند معاملة أشجار التفاح صنف فوجي بمركبات البوتاسيوم بالمقارنة مع الشاهد، وقد تعود الزيادة في نسبة المواد الصلبة الذائبة إلى كمية السكر الكبيرة التي تنتقل إلى ثمرة التفاح خلال نضجها حيث يؤدي عنصر البوتاسيوم دوراً أساسياً في هذه العملية.

وجد Hafez وHaggag (2007) زيادةً معنويةً في النسبة المئوية للمواد الصلبة الذائبة في عصير ثمار تفاح صنف (Anna) عند الرش بالبورون، وأورد Loomis وDurst (1992) أنَّ ثمار التفاح المنتجة من أشجار تعاني نقص البورون تتصف بانخفاض محتواها من المواد الصلبة الذائبة الكلية. وتعمل الزيادة الحاصلة في النسبة المئوية للمواد الصلبة الذائبة على تحسين الصفات النوعية للثمار مما يزيد من إقبال المستهلك عليها،

وقد تفسر هذه النتائج بأن البوتاسيوم والبورون والزنك يساعدان في زيادة محتوى الثمار من السكريات (Ramenzani و Shekafandeh، 2011).

يحافظ الكالسيوم على ثباتية الأغشية الخلوية ويعد جزءاً مكملاً للجدار الخلوي ويشترك في ترسيخ وتمتين الجدر الخلوية (Zocchi و Mignani، 1995)، فمن أهم وظائف الجدر الخلوية هي تأمين الصلابة البنيوية والحماية الفيزيائية للخلايا (Wooldridge، 2001)، والكالسيوم هو العنصر الغذائي الأكثر أهميةً وتأثيراً في إنتاج وجودة ثمار التفاح (Tomala، 1997؛ Dris وزملاؤه، 1999؛ Conway وزملاؤه، 2002).

كما يؤثر الكالسيوم تأثيراً مباشراً في عوامل النضج كالتنفس وإنتاج الإيتيلين وصلابة الثمار (Beavers وزملاؤه، 1994؛ Siddiqui و Bangerth، 1995؛ Gerasopoulos و Richardson، 1999؛ Fallahi وزملاؤه، 2002).

أشار Neilsen وزملاؤه (2005) إلى أن الاستخدام المباشر للكالسيوم في التربة لم يكن فعالاً في الحصول على ثمارٍ جيدةٍ ولم يسبب زيادةً في تركيز الكالسيوم الأعظمي في الثمار.

العوامل المؤثرة في ظاهرة النقرة المرة: بين حداد وعبيد (2009) أنَّ الإصابة بالنقرة المرة ظهرت على عدد من الأصناف في مختلف مناطق الإنتاج في سورية، وبخاصة في المناطق التي تتميز تربها بانخفاض نسبة الكالسيوم الفعال القابل للامتصاص، أو التي يتجاوز معدل أمطارها (700 مم) سنوياً، أو التي تتميز بمناخٍ غير مستقرٍ على مدار العام، وهذا يساعد في سهولة انغسال العناصر المعدنية فيها ولاسيما العناصر القلوية الترابية مثل الكالسيوم والمغنزيوم، أو إعاقة امتصاصها من النبات مثل الكالسيوم والبورون.

تتمثل الإصابة بالنقرة المرة على الثمار بظهور بقعٍ صغيرةٍ ذات تقعرٍ بسيطٍ نسبياً قطرها 3-5مم، وتكون فاتحة اللون في المراحل الأولى من الإصابة، ثم يتحول لونها إلى بني محمر بالنسبة إلى الأصناف التي تمتاز بالقشرة الحمراء وإلى لون أخضر مزرق في الأصناف ذات القشرة الصفراء والخضراء. وبزيادة حدة المرض

تصبح البقع جميعها بنية اللون ويتحول اللب المجاور لمناطق الإصابة إلى كتلة مؤلفة من خلايا فلينية إسفنجية تمتاز بالطعم المر، وقد تمتد هذه التشكيلات الفلينية إلى داخل الثمرة. وتنتشر الإصابة بشكل أساسي في النصف السفلي للثمرة وبشكل أقل في القسم العلوي من الثمرة (Raese، 1998).

وتختلف أصناف التفاح بحساسيتها لهذه الظاهرة بين الأصناف عالية الحساسية مثل:Granny smith، Golden delicious ،York imperial ،Strakrimson ،Red delicious ،Gravenstein ،Jonathan. والأصناف الأقل حساسية مثل: Rome beauty، Macintosh، Winesap، Gala and Fuji (Andris وزملاؤه، 2002).

دُرست هذه الظاهرة من قبل العديد من الباحثين لمعرفة العوامل المساعدة على ظهورها كموعد الحصاد وكمية المحصول وحجم الثمار (Perring وBunemann، 1974) والقدرة على امتصاص عنصر الكالسيوم (Buchloh، 1974)، كما أن لتركيز العناصر الغذائية دوراً في درجة الإصابة بالنقرة المرة حيث لوحظ أن الثمار المصابة تميزت بارتفاع تركيز البوتاسيوم فيها بالمقارنة مع الثمار السليمة (Ben، 1995)، وأن لنسبة (Mg+K/Ca) وK/Ca دوراً في تطور النقرة المرة مع الأخذ بالحسبان أن هذه النسبة تتفاوت من عضو لآخر حيث تكون في الأوراق (1: 2-1) في حين تكون في الثمار (1: 20-50) وذلك حسب Buchloh وBangerth (1974). وتعد هذه النسبة في الثمار مؤشراً جيداً لقابلية الثمار للتخزين (Tojnko وزملاؤه، 2002). ومن جهة أخرى فإن التقليم الصيفي مع الرش بمركبات الكالسيوم يؤدي إلى الإقلال من هذه الظاهرة (Olszewski وMika، 1999). كما تختلف درجة الإصابة تبعاً لعمليات الإخصاب وعدد البذور في الثمرة إضافة إلى موقع الثمار على الشجرة وكذلك بين الأشجار في الحقل (Tomala، 1999).

بيّن Mayr وSchröder (2007) أن الخلل في التوازن المعدني مابين عنصر الكالسيوم من جهة والبوتاسيوم والمغنزيوم من جهة أخرى من أحد الأسباب المؤدية إلى حدوث اضطرابات فيزيولوجية في بناء الأنسجة الخلوية لثمار التفاح ناتجة عن خلل في الاستقلاب الخلوي والغذائي في الثمار.

ذكر Chrebahn و Karbenchky (1991) أن زيادة الكالسيوم في التربة تؤدي إلى ظاهرة الاصفرار، وأن وجود خلل بالعلاقة K/Ca يؤدي لمرض النقرة المرة، ويزيد فرص الإصابة بالبياض الدقيقي لأشجار التفاح.

أوضح Fallahi وزملاؤه (2010) أن الإضافات المتعددة من الكالسيوم الذواب تُقلل من الإصابة بالنقرة المرة، وتكون إضافة الكالسيوم في بداية الفصل غالباً أكثر فعالية من الإضافات المتأخرة التي يبدو أن لها تأثيراً فعالاً على تركيز الكالسيوم في الثمار.

يؤدي كبر حجم الثمار وقطرها في الأشجار الضعيفة الحمل إلى زيادة حساسية الثمار للإصابة بالنقرة المرة (Gardner، 2003؛ Charles وزملاؤه، 2004).

يذكر Broom (1995) أن الثمار الكبيرة الحجم والثمار على خشب بعمر سنة تكون حساسة للنقرة المرة، أما الأشجار ذات الحمل الغزير وثمارها صغيرة الحجم فهي أقل عرضة للإصابة.

وجد Ganie وزملاؤه (2013) أن تطبيق التسميد بالبورون بغض النظر عن طريقة إضافته يزيد من حدوث التلقيح للأزهار، ومن نسبة عقد الثمار، ويزيد من إنتاجية ونوعية ثمار العديد من فاكهة المناطق المعتدلة، كما يحسن من الصفات التسويقية للثمار من خلال خفض نسبة الإصابة بالاضطرابات الفيزيولوجية.

تظهر على ثمار التفاح أعراض الإصابة بمجموعة من الأمراض المهمة ولاسيما الفيزيولوجية منها، حيث تُعد أمراض التبقعات الفلينية على الثمار من أهم هذه الأمراض التي تصاب بها الثمار قبل القطاف بقليل وخلال مدة التخزين (Baab، 1998).

أوضح Ferguson وزملاؤه (1993) أن خف الأزهار التي تقلل من حمل الثمار على المواقع الطرفية بعمر سنة يمكن أن تقلل بشكل كبير من خطر الإصابة بالنقرة المرة.

الزنك Zn ودوره في النبات: وهو عنصر أساسي في نمو النبات، ويصنف من ناحية التغذية على أنه من العناصر التي يحتاجها النبات بكمياتٍ قليلة، ويختلف بعض الشيء كيميائياً عن الحديد والمنغنيز، وليس له

تفاعلات أكسدة أو اختزال داخل النبات، لكن يتشابه معهما في عدم توافره في محلول التربة إلا على درجة الـ pH المائلة للحموضة (أقل من 6)، ويتميز بسهولة ترسيبه في ظروف التربة الكلسية المائلة للقلوية. يقدر تركيز الزنك في القشرة الأرضية بنحو 80 مغ/كغ، بينما يتراوح ما بين 10-300 مغ/كغ في التربة وبحدود 50 مغ/كغ بالمتوسط، وتتعلق تراكيز الزنك بالتربة بشكل أساسي بالصخر الأم الذي نشأت عنه الترب. وجد الزنك في التربة بعدة أشكال منها الزنك غير القابل للامتصاص، أما الزنك القابل للامتصاص فيوجد بشكله الشاردي Zn^{+2} وهو الزنك الذائب في الماء والموجود مع المادة العضوية في صورة معقداتٍ ذائبة، أو الزنك المدمص على معقدات التبادل في التربة أو على شكل معقداتٍ عضوية ومنه الذائب وغير الذائب. يُمتص الزنك بشكله الشاردي Zn^{+2}، كما يمتص أحياناً ككاتيون أحادي التكافؤ ($ZnOH^+$) في ظروف pH مرتفعة ، يثبط امتصاصه وجود كاتيونات أخرى مثل الكالسيوم، كما وجد أن التسميد الفوسفاتي بجرعات عالية أدت إلى ظهور أعراض نقصه وذلك نتيجة الخلل الوظيفي الذي تسببه زيادة الفوسفور والتي تحول دون قيام الزنك بوظائفه الفيزيولوجية، ولوحظ أن النباتات التي تبدي نقص الزنك نتيجة التسميد الزائد بالفوسفور تراكم تراكيز مرتفعة من الحديد في أوراقها، وبدرجة أقل من Mn (محمد، 2018).

وجد أن النباتات التي تبدي نقصاً في الزنك نتيجة للتسميد الزائد بالفوسفور قد تراكمت فيها تراكيز مرتفعة من الحديد في أوراقها وبدرجة أقل من Mn، ويعتقد أيضاً أن التراكيز العالية من الـ Fe ربما تسهم في احتباس الزنك فيزيولوجياً بالإضافة إلى التداخل الناتج عن الفوسفور (Mengel و Kirkbya، 2001).

وفقاً لدراسة Mousavi (2011) فإن الزنك ينتقل من الجذور إلى الأوراق مع النسغ الناقص عبر الأوعية الخشبية بالشكل Zn^{+2}، أو مرتبطاً مع الأحماض العضوية. كما ينتقل من الأجزاء الخضرية إلى الأجزاء الثمرية مع النسغ الكامل في الأوعية الغربالية على شكل زنكٍ معقدٍ مع الأحماض العضوية منخفضة الوزن الجزيئي، علماً أن الزنك يتواجد ضمن النبات فقط بالشكل الشاردي Zn^{+2}.

يوجد الزنك في جميع الأنسجة النباتية بتراكيز مختلفة والتي يمكن ترتيبها: الجذور> السوق> الأوراق >الثمار. ويتواجد في النبات بتركيز 30 –50 مغ/كغ وسطياً ، ويدخل في تركيب أو ينشط أكثر من 150 أنزيماً وهرموناً في النبات مثل هرمونات النمو وأنزيمات التنفس، ويدخل في تركيب الأنزيمات المخلقة للأوكسينات النباتية وفي تكوين الكلوروفيل، وفي التمثيل الضوئي. يعمل الزنك على تنشيط الكثير من الأنزيمات الخاصة بتمثيل ثاني أكسيد الكربون، ومن أكثر الأنزيمات التي تنشط في وجود هذا العنصر أنزيم Fructose -1,6 biphosphatase وهو أنزيم هام في توزيع السكريات سداسية الكربون في الكلوروبلاست والسيتوبلازم وأنزيم Carbonic anhydrase الذي يحفز هدرجة CO_2 وتحلل حمض الكربون إلى ثاني أكسيد الكربون والماء. كما توجد أنزيماتٍ يكون للزنك فيها وظيفة بنائية مثل Alcohol dehydrogenase، DNA Polmerase، كما يدخل الزنك في تركيب كل من Polmerase، Carboxypeptidase، Phospholipase، RNA Alkaline phospholipase وينشط الزنك استقلاب الكربوهيدرات، إذ ينشط فعالية أنزيم Starch synthetase (Swietlik، 1999).

وبين زيدان وزملاؤه (1992) أن الزنك يدخل في تركيب الريبوزومات وأنه ضروري لتمام بنائها، وفي غيابه تتفكك الريبوزومات وينخفض بالتالي تمثيل البروتينات. يؤدي الزنك دوراً في تمثيل الأوكسينات، وهو ضروريٌ لتخليق الحمض الأميني التريبتوفان والذي يتحول إلى أوكسين Indol Acitic Acid (IAA) الذي يساعد في نمو النباتات، ونقصه يؤدي إلي تقزم النمو وتصبح الأوراق رفيعة ومشوهة.

يَنتجُ نقص الزنك في التربة إما عن عدم وجوده أصلاً (كما في الأتربة الرملية)، أو وجوده في التربة ولكن بشكلٍ غير ميسرٍ للنبات ، وكذلك في الأتربة الطينية التي تمتص الزنك بشدةٍ وتحوله إلى صورةٍ غير ميسرة للنبات، وفي الأراضي ذات الـ pH المرتفع، أو في الأراضي الحامضية التي عوملت بكمية كبيرة من الكلس أو الفوسفور وعند ارتصاص التربة ،أو قلة المادة العضوية فيها، أو التطبيق المفرط للأسمدة أو بقايا النباتات ، كما أن امتصاص العناصر الأخرى بكميات زائدة مثل الحديد والنحاس يسبب نقص الزنك، وهذا يعود إلى المنافسة

على مواقع الامتصاص نفسها على الجذور، كما يثبط امتصاصه وجود أيونات أخرى مثل الكالسيوم والفوسفور وزيادة النمو الناتج عن المنغنيز، ويقل تركيز الزنك بزيادة الحديد والمنغنيز، وكذلك بتقدم النبات بالعمر وفي الأجزاء الحديثة النمو التي تحتوي على الزنك أكثر من الأجزاء المسنة. يقع الحد الحرج لنقص الزنك بين 15-20 مغ/كغ من الوزن الجاف للأوراق (Marschner، 1986).

أظهر Mousavi (2011) و Abdou وزملاؤه (2011) و Gokhan (2002) أن سبب حدوث النقص هو ادمصاص الزنك الموجود في محلول التربة على جزيئات الطين والكلس في التربة الكلسية، أو انخفاض كمية المادة العضوية في الترب الرملية، كما أنَّ نقص الزنك يتعلق بالظروف المناخية، إذ يزداد في الظروف الجوية الباردة الرطبة، وذلك لأن مثل هذه الظروف ربما تسبب النمو المحدود للجذور، أو تخفيض نشاط الأحياء الدقيقة وبالتالي انخفاض تحرير الزنك من المادة العضوية. كما أنَّ التراكيز المرتفعة من البيكربونات تعيق امتصاص الزنك من قبل النبات.

يذكر Mousavi وزملاؤه (2013) أن نقص الزنك يؤدي إلى تراكم الأحماض الأمينية والأميدات، وتبدو على النبات ظاهرة التورد Rosette كما هو الحال في التفاح والمشمش والخوخ والعنب، إذ تتقزم الفروع وتقصر السلاميات وتظهر الأوراق القمية على الفرع بما يشبه الوردة مع تعري الأجزاء السفلية للفرع. وتبدو في الحمضيات ظاهرة الموت القمي التراجعي، إذ تموت البراعم القمية ويظهر النقص في الترب الكلسية بسبب المنافسة مع الـ Ca^{+2} من جهة ورفع الـ pH من جهة أخرى. أعراض السمية تبدأ بالظهور على النبات عندما يصل تركيزه إلى أكثر من 300 مغ/كغ في النبات.

أوضح Koul و Muothoo (1999) أن الفترة الحرجة لحاجة أشجار الفاكهة للزنك هي بين تنبيه البراعم الزهرية وعقد الثمار. كما أكد Brown (2001) أنه يجب توفير البورون والزنك مبكراً في الربيع لأن هذين العنصرين ضروريان وأساسيان للعمليات الفيزيولوجية ونمو الخلايا ولهما تأثيرٌ مهمٌ في عقد الثمار.

وجد Yamdagni وزملاؤه (1979) أنَّ التغذية الورقية بالزنك قد زادت من الإنتاج ومحتوى ثمار العنب من السكريات، وهذا يعود إلى تأثير التغذية الورقية بالزنك في تحسين التمثيل الضوئي وإنتاج السكريات.

البورون ودوره في حياة النبات: يوجد في التربة بكميات قليلة ويحتاج النبات كميات بسيطة منه، إذ تسبب الكميات الكبيرة منه في التربة تسمم النباتات. يتواجد البورون بالقشرة الأرضية بتراكيز منخفضة بحدود 50 مغ/كغ، ولا تتجاوز نسبة المتاح للامتصاص من قبل النبات 5 % من بورون التربة الكلي، ويتواجد في التربة بصورتين إما معدني، وتعد بورات الكالسيوم والمغنيزيوم والصوديوم الناجم عن ذوبان المعادن الحاملة له (التورمالين) أهم شكل له، ويوجد بشكل رئيس على شكل H_3BO_3 أو $B(OH)_3$، ويمكن أن يوجد في الصخور، ومدمصاً على سطوح معادن الطين، وأكاسيد الحديد والألمنيوم، أو مرتبطاً مع المادة العضوية، إذ يتحلل إلى صورةٍ معدنيةٍ ليستفيد منه النبات. ويوجد حمض البوريك غير المتفكك بصورةٍ رئيسةٍ في محلول التربة عند pH أقل من 8 وهي أفضل صيغة لامتصاصه من قبل الجذور، كما يوجد في مركباتٍ معقدةٍ في الجدر الخلوية حتى في الجذور. يمتص عنصر البورون بآليتين، فعندما تكون تراكيز البورون عاليةً في التربة يكون امتصاص البورون سلبياً، أما عندما تكون تراكيز البورون منخفضةً في محلول التربة فإن امتصاصه يتم بشكلٍ فعالٍ، إذ إن عمل كلتي الآليتين يتم بشكلٍ مستقلٍ (بو عيسى وعلوش، 2006).

تؤثر درجة تفاعل التربة تأثيراً واضحاً في عمليات الادمصاص، ويلاحظ زيادة الادمصاص لعنصر البورون مع ارتفاع pH التربة من 5-9 ثم يبدأ بالتناقص في الأوساط القلوية الشديدة $pH > 9$، ويمتص البورون أيضاً عن طريق المسطح الورقي للنباتات في أثناء عملية التغذية الورقية، بالرغم من أنَّ الامتصاص عن طريق جذور النباتات يتم بشكل بورون معدني، فإنَّ البورون يرتبط في النسغ الناقص والكامل للنبات على شكل مركباتٍ عضويةٍ للبورون. يحتاج النبات للبورون بكمياتٍ قليلةٍ جداً، ومع ذلك يتكرر نقصه بكثرة، وهو مختلف عن باقي العناصر الصغرى بسبب المجال الضيق جداً بيَن النقص والسمية (Yua وRyan، 2008)، وهناك قليل من المعلومات التي تدل على تنشيط الـ B لأي من الأنزيمات، وتتطلب معظم الأنواع النباتية كمياتٍ أكبر من

البورون في مرحلة الإثمار مقارنةً بمرحلة النمو الخضري (Dell وHuang، 1997)، وذلك بسبب دور البورون في إنتاش حبوب الطلع ونمو الأنبوبة الطلعية (Storey،2007)، وهو مهمٌ في عمليات التلقيح في الزهرة وتكوين الثمار، وضروريٌ لتكوين الهرمونات في النبات وتشكيل البروتينات، وهو أحد مكونات الأغشية الخلوية، ويؤثر في امتصاص بعض العناصر مثل الآزوت والبوتاسيوم والكالسيوم، وهناك علاقة وثيقة بين البورون والكالسيوم بشأن تشكل وعمل طبقة الكيتين الوسطى في الجدر الخلوية، إذ يؤثر البورون بشكل أساسي في الأنسجة الميرستيمية في القم النامية للمجموعين الخضري والجذري وتشكل الخلايا الحديثة، فأول ما يحصل نتيجة لنقص البورون هو توقف الانقسام الخلوي، وعدم الانسجام في التمايز الخلوي وتكوين الجدر الخلوية، فتتضخم الخلايا نتيجةً لذلك في مواقع النقص وتنتفخ وتصبح رخوةً سهلة الإصابة بالأحياء الدقيقة (بوعيسى وعلوش، 2006). وللبورون علاقة في حركة السكريات إلى أماكن تخزينها لأنه يخفض استقطاب السكر، ويقلل الجهد اللازم لانتقاله (Srivastava وزملاؤه، 2003)، وله دور في انقسام الخلايا ونمو النبات، خاصة القمة النامية، وفي تصنيع اللجنين وتطور الأوعية الخشبية ومتانة الأغشية الخلوية وفي تصنيع اليوراسيل الذي يعد الأساس في تكوين الـ RNA، وفي نمو ونشاط الأنسجة الميرستيمية، وللبورون دور في النتح من خلال تنظيم تشكل النشاء والسكر وتشكيل الأحماض الأمينية واستقلاب الكربوهيدرات. ويؤثر البورون إيجاباً في فعالية الـ Peroxidase ، Catalase، ATPase المرتبط بالغشاء الخلوي، وفي زيادة وتغيير تركيب السكريات الموجودة في الرحيق، إذ تصبح الأزهار أكثر جاذبية للحشرات، كما له تأثير في إنتاج حبوب اللقاح وحيويتها (Smith وJohnson، 1969).

تظهر أعراض نقص البورون بموت البرعم الطرفي بسبب الحاجة لتركيب الـ DNA، إذ يعتقد أنَّ البورون له علاقة بتركيب الأحماض النووية، وتصبح السلاميات قصيرة ويتقزم النبات و تصفرُ الأوراق بين العروق، وينشأ عن نقصه أيضاً موت الميرستيم القمي في السوق والجذور، كما تطول المرحلة بين انقسامين متتاليين ويضطرب توزيع مواد النمو وتتراكم السكريات في الأوراق بسبب توقف النقل نحو أعضاء التخزين، ويؤدي نقصه إلى شيخوخة الخلايا بوقت مبكر وتموت حبوب اللقاح، ويمكن أن تتشكل ثمارٌ غير ناتجة عن تلقيحٍ جنسيٍ

وعندها تبقى الثمار المتشكلة صغيرة وذات نوعية رديئة، كما أن نقص البورون يتسبب في نقص نشاط أنزيمات مانعات التأكسد، وهذا بدوره يلحق الضرر بالبروتين والأحماض النووية والكلوروفيل، مما ينعكس بشكل سلبي على النمو الخضري وعملية التمثيل الضوئي (Barber، 1995)، أما بالنسبة لسمية البورون فتحدث عندما يمتصه النبات بشكلٍ زائدٍ. إنَّ تسمم المحاصيل بالبورون غالباً ما يحصل عند ارتفاع تراكيزه في التربة عن 5 مغ/كغ تربة، وتبدأ أعراض التسمم بالبورون بالظهور على معظم النباتات عندما تزيد نسبته فيها عن 100مغ/كغ مادة جافة (Mengel وKirkby، 2001).

ذكر Shelp وزملاؤه (1995)، أنَّ البراعم الزهرية هي المكان المفضل لتخزين البورون بعد الرش الورقي، إذ ينتقل البورون المضاف من الأوراق إلى البراعم الزهرية المجاورة، حيث يظهر تأثيره لاحقاً في الأزهار عند تفتحها، ولكن بإضافته إلى التربة فإنه يزيد في منطقة الجذور، ويبقى غالباً فيها وقلما ينتقل إلى الأجزاء العليا خاصة الزهرية منها (Sanches وRighetti، 2005)، كما تشير البحوث إلى أنَّ التغذية الورقية بعنصر البورون ضروريةٌ لتشكل البراعم الزهرية (Kamali وChiladers، 1970) ولإنتاش حبوب الطلع ولنمو أنبوبة اللقاح ويؤدي هذا الرش أيضاً إلى زيادة نسبة التلقيح والعقد والإثمار، ومن ثم زيادة الإنتاج.

درس Bacha وزملاؤه (1995) تأثير التغذية الورقية بالعناصر الصغرى في الصفات الكمية والنوعية لثمار العنب وتوصلوا من خلال نتائجهم إلى ازدياد الإنتاج، ووزن الثمرة وحجمها. وجد Perovic (1988) بأنَّ التغذية الورقية بالبورون، والمنغنيز، والزنك، والنحاس في الربيع قد زادت انتاج العنب وزادت محتوى السكر والحموضة الكلية في ثماره.

وفي دراسة لـ Akhlagh Roshan وزملائه (2011) لمعرفة تأثير التغذية الورقية بالعناصر الصغرى في المعايير الكمية والنوعية لثمار التفاح تبين عدم وجود فروق معنوية بين المعاملات بالنسبة لحموضة الثمرة وpH عصير الثمرة.

بيّن Yadav وزملاؤه (2013) في دراستهم على صنف الدراق "Sharbati" بعمر سبع سنوات أنَّ التغذية الورقية بكبريتات الحديد 0.5% وكبريتات الزنك 0.5% وحمض البوريك 0.1% مرة خلال الأسبوع الأخير من شهر شباط وبعد 15 يوماً من الرشة الأولى أعطت أعلى وزن للثمرة (51.60) غ، وأكبر طول 5.59 سم، وأكبر قطر 5.08 سم وأكبر حجم 44.57 سم^3، وأعلى صلابة 2.24 كغ/سم^2، وأعلى إنتاج 25.39 كغ/شجرة مقارنة مع باقي المعاملات عند الرش بكل عنصر على حدة.

معايير جودة الثمار: ذكر الباحثان Neilsen وNeilsen (2009) أنَّ جودة ثمار التفاح هي عاملٌ أساسيٌ، وهناك مكونات عدة لجودة الثمار تتضمن الاضطرابات السطحية والداخلية للثمار والحجم واللون والصلابة والمواد الصلبة الذائبة والحموضة إضافة إلى مجموعة من عوامل إدارة البستان مثل إدارة حمولة المحصول والتقليم من أجل توازن الشجرة وتوزيع الإضاءة وتقييم النضج من أجل الحصاد.

تُقدر صلابة الثمار كمعيارٍ رئيسٍ ضمن مواصفات جودة الثمار، وذلك لأنَّ هشاشة ثمار التفاح يعد بشكلٍ عامٍ عمليةً غير مرغوبة أثناء النضج، حيث تميل الثمار الأكثر صلابةً لتكون أكثر عصيرية وتقصفاً وقرمشة وأقل تفتتاً (Johnston وزملاؤه، 2002) نقلاً عن (Abbott وزملائه، 1984).

أكدت دراسة قام بها Mehinagic وزملاؤه (2004) أنَّ المعايير المقاسة باستخدام البنترومیتر والضغط ارتبطت بشكلٍ عالٍ مع خواص القوام الحسية في التفاح، وظهر أن البنترومیتر كان الأكثر ملاءمةً لتوافق المعايير الحسية التي تشير إلى جودة الثمار بعد القطاف (مقاومة التماس، والقرمشة وطراوة الثمار في الفم)، فيما كان الضغط أكثر أهميةً في توقع المواصفات المتكونة خلال التخزين (التفتت والعصيرية)، وذلك رغم ما ذكره Harker وزملاؤه، (2002) من أن قدرة هذا الاختبار (قياس الصلابة) على التنبؤ الدقيق بالصفات الحسية لقوام ثمرة التفاح تبقى موضوعاً متعلقاً بالصنف والخواص الحسية.

يورد Corrigan وزملاؤه (1997) نقلاً عن (Paillard، 1990)، أنَّ المواد الصلبة الذائبة الكلية والحموضة مؤشر مهم عن قيمة الثمار الغذائية وجودتها الأكلية، لأنَّ الطعم مرتبطٌ بشكلٍ مباشرٍ بمكوناتٍ معينةٍ

موجودةً بكمياتٍ مختلفةٍ. ويتابع بأنَّ البحوث تشير إلى أنَّ محتويات الحمض والسكر للتفاح ممكن أنَّ تعطي مؤشراً جيداً عن الطعم، وذكر Hulme وRhodes (1971) أنَّ طعم الثمار التفاحية بما فيها التفاح تعتمد أساساً على التوازن سكر/حمض، والحمض السائد في ثمار التفاح هو حمض الماليك (Wills وزملاؤه، 1998).

تعد صلابة الثمار أحد المعايير الداخلية المهمة في تحديد نوعيتها ولتخزين الثمار مدةً طويلة الأمد بشرط ألا تقل صلابتها عن 6.8 كغ/سم^2 (Streif، 2002) وتعد الصلابة أحد المعايير المهمة لتحديد موعد الجني المثالي للتفاح في حال حساب دليل النضج Streif Indexer (Stoll، 1997)، وحسب Friedrich وFischer، (2000) توجد علاقةٌ بين عدد الخلايا في الثمرة وصلابتها حيث تزداد الصلابة بزيادة عدد الخلايا.

يقوم الأنزيمان Pectinesterase وPolygalacturonase بتحطيم المواد البكتينية في الثمرة (Strand وزملاؤه، 1976)، وتمنع معاملة الثمار بالكالسيوم نشاط هذين الأنزيمين الأمر الذي يحد من تدهور جدر الخلايا (Wills، 1977).

تضفي الحموض العضوية طعماً مميزاً في الثمرة، وتبلغ كمية الحموض القابلة للمعايرة في عصير التفاح (3-15) غ/ليتر إذ تشكل (65-81) % من المجموع العام للحموض في الثمرة، ويشكل حمض التفاح نحو 80% منها، وتزداد نسبتها مع مراحل نمو الثمرة وتطورها مرافقةً بذلك زيادة نسبة المواد الكربوهيدراتية. ويعد محتوى الثمار من المواد الصلبة الذائبة الكلية أحد المعايير الداخلية المهمة في تحديد نوعيتها حيث يتم تمثيلها في الأوراق وتنتقل إلى الثمرة فتسهم في بنائها وتحديد طعمها، ويتم بدءاً منها بناء الأحماض والأصبغة والمواد المسؤولة عن النكهة. وتبلغ نسبة الكربوهيدرات في التفاح (8-14)% حيث يتركب بشكلٍ أساسيٍ من سكر الفواكه Fructose بنسبة (54)% وسكر العنب Glucose (15.8)% وسكر القصب Saccharose (15.7)% فضلاً عن نسبةٍ قليلةٍ من سكر الكحول Sorbitol، وتتراكم السكريات في الثمرة خلال مراحل نموها وتطورها حتى موعد جنيها إذ تصل ذروتها في المراحل الأولى من التخزين (الشيخ، 2010).

الفصل الثاني

مواد الدراسة وطرائقها

Materials

&

Methods

مواد الدراسة وطرائقها: Materials and Methods

1- مكان البحث: نُفذ البحث في قرية بيت يوسف (890 م عن سطح البحر) التابعة لمنطقة الدريكيش، في محافظة طرطوس، التي تتميز بمناخٍ باردٍ شتاءً ورطبٍ جداً، وباردٍ ورطبٍ ربيعاً ومعتدلٍ ورطبٍ صيفاً، متوسط درجة الحرارة السنوي فيها 17.5 درجة مئوية، ومتوسط هطول الأمطار السنوي هو 1213 ملم*.

تم تنفيذ التحاليل الكيميائية والفيزيولوجية في مخابر الهيئة العامة للبحوث العلمية الزراعية، ومخبر أمراض التخزين "كلية الهندسة الزراعية جامعة دمشق".

2- تربة الموقع: جرى تحليل التربة فيزيائياً وكيميائياً في الخريف قبل البدء بتنفيذ البحث، وإضافة الأسمدة المعدنية والعضوية تبعاً لنتائج تحليل التربة. وأُعيد تحليل التربة في نهاية فصل النمو من كل عام خلال سنوات البحث وقدرت:

2.1. درجة حموضة التربة (pH): قُدرت بواسطة جهاز (pH meter) في عجينةٍ مشبعةٍ حسب (Conyers وDavey، 1988).

2.2. المادة العضوية (OM)%: قدرت بأكسدة الكربون العضوي بمحلول ديكرومات البوتاسيوم في وسطٍ حامضيٍ، والمعايرة بمحلول ملح مور، بوجود دليل الفيروئين (FAO، 1980).

2.3.كربونات الكالسيوم: وذلك بالاعتماد على معاملة التربة بكمية من حمض Hcl 0.5 عياري والذي سوف يتفاعل مع $CaCO_3$ ويحللها إلى ملح وماء وCO_2.

2.4.الآزوت الكلي (مغ/كغ): بطريقة نيسلر، باستعمال جهاز سبيكتروفوتومتر (Spectrophotometer) على طول موجة (425) نانو متر (Peech وزملاؤه، 1947).

---

* مديرية زراعة طرطوس (2018).

2.5.الفوسفور المتاح (مغ/كغ): استخلص بمحلول بيكربونات الصوديوم، وقُدر بواسطة جهاز (Spectrophotometer) على طول موجة (620) نانو متر (Olsen وزملاؤه، 1954).

2.6. البوتاسيوم (مغ/كغ): استخلص بمحلولٍ غنيٍ بشاردة الأمونيوم ثم قُرئ على جهاز اللهب Flame Photometer Jackson، 1985).

تتميز تربة الموقع بأنها بازلتية ذات تفاعل يميل إلى القاعدية، ويبين الجدول (1) مواصفات تربة منطقة الدراسة، وهي تربة ذات محتوىً منخفضٍ من البوتاسيوم، وجيدٍ من المادة العضوية في الآفاق العلوية ومنخفضٍ في الآفاق السفلية، ذات محتوىً منخفضٍ من الفوسفور والآزوت وذلك حسب الجدول (2) الذي يبيَن الحدود الطبيعية للعناصر المعدنية والمادة العضوية في التّربة (راين وآخرين، 2003).

الجدول (1): نتائج تحليل تربة موقع الدراسة

البيانات	pH	كربونات الكالسيوم (%)	كلس فعال (%12-6)	مادة عضوية (غ/100غ)	فوسفور (ppm)	بوتاسيوم كلي (ppm)	الآزوت (ppm)
30-0 سم	7.80	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 حسب (راين وآخرون، 2003).

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

3- المادة النباتية: صنف التفاح غولدن ديليشس وهو صنفٌ أمريكي، وجد في ولاية فرجينيا، ناتجٌ عن الانتخاب البذّري، ويعتقد أنَّه ناتجٌ عن التهجين بين Golden reinette× Grimes golden، الأشجار قوية النّمو، كبيرة الحجم، الثّمار شكلها كروي إلى مخروطي، حجمها كبير جداً، تزن بالمتوسط (177.8غ)، القشرة بلون أصفر، لب الثمرة 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).



الشكل رقم (1): صنف التفاح غولدن ديليشس

4- طرائق البحث: نفذت التجربة على أشجار صنف التفاح غولدن ديليشس المزروعة مطرياً والمربات بطريقة الملك المعدل بمسافات زراعة 5×5 متر، بعمر (15) سنة، والمطعمة على الأصل *Malus domestica* Borkh الذي يتميز بقوة النّمو الكبيرة التي يعطيها للصنف المطعَّم عليه، وبإطالة عمر الشّجرة، وبتكوين مجموعٍ جذريٍ قويٍ وعميق، وبمقاومةٍ جيدة للصقيع والجفاف والأمراض، وتأقلمه مع مختلف أنواع الترب وارتفاع نسبة إنبات البذور (Carlson، 1981). وطبقت كافة عمليات الخدمة من تقليم وفلاحة وعزق ومكافحة بشكل منتظم ومتماثل في المعاملات كافة.

الفلاحة: تم إجراء 3 فلاحات :

- خريفية في شهر تشرين الثاني.
- ربيعية في آذار لتفتيت وتهوية التربة وزيادة قدرتها على الاحتفاظ بالأمطار الربيعية.

- صيفية في تموز للقضاء على الأعشاب.

– التقليم: تم التقليم في شهر شباط.

– الري: الزراعة بعلية.

– المكافحة: حسب هطول الأمطار للوقاية من جرب التفاح وحسب شدة الإصابة.

– التسميد: حسب المعاملات المدروسة.

أضيف السماد الأرضي بالعناصر الكبرى الآزوت والفوسفور والبوتاسيوم لكل شجرةٍ 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 سمادٍ عضويٍ بقريٍ متخمرٍ جيداً، أضيفت في الخريف حول الأشجار من خلال عمل حلقة على مسقط تاج الشجرة بعمق (20) سم، وُضعت فيها الأسمدة وطُمرت.

يبين الجدول رقم (3) معاملات التجربة حيث طُبقت تقنية الخف اليدوي والخف الكيميائي في موسم الحمل الغزير (الموسم الأول)، في حين أنَّ المعاملات (الرش الورقي بمحلول حمض البوريك)، و(الرش الورقي بمحلول سلفات الزنك)، و(الرش الورقي بالبورون والزنك معاً) فقد طبقت بمعدل رشتين: الرشة الأولى بمرحلة العنقود الزهري المكتظ والرشة الثانية بمرحلة أوج الإزهار. أما في المستوى الثاني (الرش الورقي بنترات الكالسيوم): فقد رُشت أشجار المعاملات كافة 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 20 يوماً بين الرشة والأخرى، أما الرشة الأخيرة فكانت قبل القطاف بنحو الشهر. من ناحية أخرى، طبق الرش بـ NAA وحمض البوريك، وسلفات الزنك والبورون والزنك في كل من المعاملات (الرش بمحلول حمض البوريك + الرش بنترات الكالسيوم)، و(الرش بمحلول سلفات الزنك + الرش بنترات الكالسيوم)، و(الرش بالبورون والزنك معاً + الرش بنترات الكالسيوم) بمعدل رشتين: الرشة الأولى بمرحلة العنقود الزهري المكتظ والرشة الثانية بمرحلة أوج الإزهار. كما قدمت كل الخدمات من تقليم وحراثة وعزق ومكافحة للآفات بشكل متماثل لمعاملات التجربة كافة.

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

مستويات الرش	ضمن المستويات
المستوى الأول (بدون نترات الكالسيوم):	الشاهد
	الخف اليدوي للثمار: تم بترك (2) ثمرة من كل برعم زهري خلال فترة التساقط الحزيراني.
	الخف الكيميائي للثمار: باستخدام مادة (NAA) بتركيز (10 مغ/ليتر) بعد 20 يوماً من الإزهار الكامل (سقوط البتلات)
	رش الأشجار بمحلول حمض البوريك (H_3BO_3) بالتركيز (1غ/ل)
	رش الأشجار بمحلول سلفات الزنك ($ZnSO_4.7H_2O$) بالتركيز (2غ/ل)
	رش الأشجار بالبورون والزنك معاً باستخدام 1 غ/ل من حمض البوريك و2 غ/ل من سلفات الزنك
المستوى الثاني (مع نترات الكالسيوم):	رش الأشجار بنترات الكالسيوم (35.5)% بتركيز (5 غ/ل)
	الخف اليدوي للثمار+ الرش بنترات الكالسيوم
	الخف الكيميائي للثمار (NAA، 10 مغ/ليتر)+ الرش بنترات الكالسيوم
	رش الأشجار بمحلول حمض البوريك (1 غ/ل)+ الرش بنترات الكالسيوم
	رش الأشجار بمحلول سلفات الزنك (2 غ/ل) + الرش بنترات الكالسيوم
	رش الأشجار بالبورون والزنك معاً حمض البوريك 1 غ/ل و سلفات الزنك 2غ/ل+ الرش بنترات الكالسيوم

5- المؤشرات المدروسة:

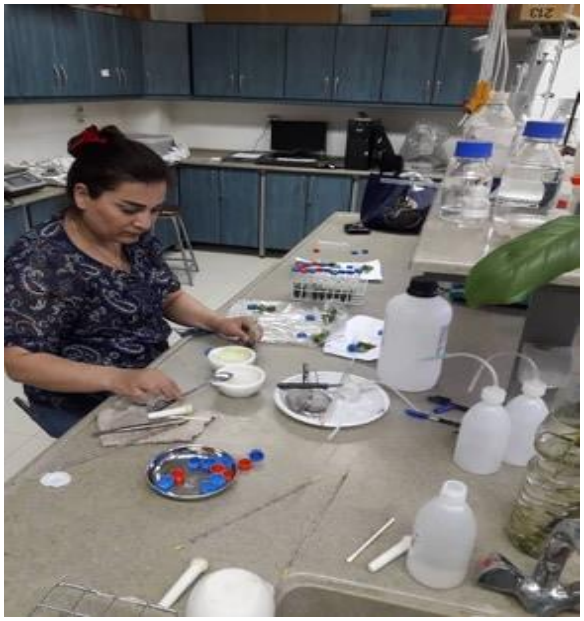
أولاً. مؤشرات النمو الخضري:

1. **متوسط طول الطرود (سم):** اختيرت (5) طرود استمرار النمو من كل شجرة في كل مكرر بحيث مثلت تاج الشجرة. وقدر معدل زيادة طول الطرد خلال موسم النمو. من خلال المعادلة التالية:

معدل نمو الطرود%= (قراءة طول الطرد في نهاية الشهر – قراءة طول الطرد في القراءة السابقة)/(قراءة طول الطرد في القراءة السابقة) × 100.

2. **متوسط مساحة الورقة (سم²):** وذلك بواقع (30) ورقة مكتملة النمو من كل شجرةٍ في كل مكررٍ، من الثلث الأوسط من الطرد من أوراق مكتملة النمو، وحساب مساحتها باستخدام الأوراق الميلليمترية.

ثانياً. تقدير أصبغة الكلوروفيل الكلي والكاروتينات:



الشكل رقم (2: أ): تقدير أصبغة الكلوروفيل الكلي والكاروتينات

1. **صبغة الكلوروفيل الكلي في الأوراق (ملغ/غ) وزن طازج:** قُدر تركيز الكلوروفيل حسب طريقة (Arnon - Makinny) بأخذ وزن قدره (100) ملغ من الأوراق النباتية الطرية وسحقها مع (10) سم^3 من الأسيتون بتركيز (80)% بواسطة هاون خزفي، ثم أُجري لها عملية الطرد المركزي بمقدار (3000) دورة / دقيقة ولمدة (5) دقائق.

وبعدها أُخذت الرشاحة ووضعت في دورق مرقم وإكمال الحجم إلى (20) سم^3 بإضافة الأسيتون بتركيز (80)%، وقرئت الامتصاصية للمحلول عند الطول الموجي (663 و645) نانومتر باستعمال جهاز المطياف الضوئي وحسبت تراكيز الكلوروفيل حسب المعادلة الموصوفة من (Arnon، 1949).

$$\text{Chlorophyll a}_{(mg/g\ tissue)} = [12.7(D_{663})] - [2.69(D_{645})] \times V/(1000 \times W)$$

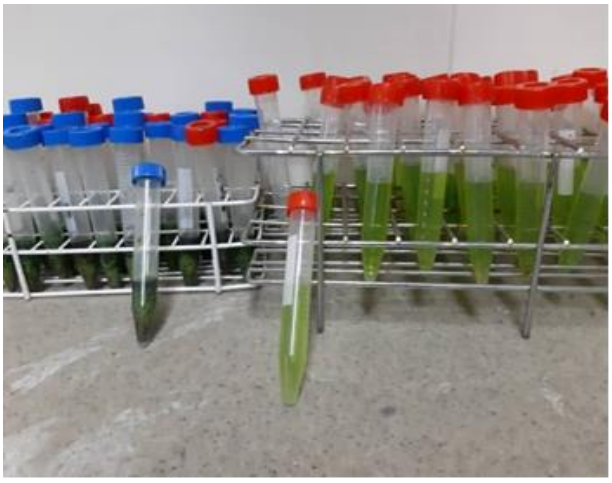
$$\text{Chlorophyll b}_{(mg/g\ tissue)} = [(22.9(D_{645})] - [4.68(D_{663})] \times V/(1000 \times W$$

$$\text{Total chlorophyll}_{(mg/g\ tissue)} = [(20.2(D_{645})] + [(18.2(D_{663})] \times V(100 \times W)$$

الحجم النهائي للمستخلص (سم ^{3})=V

الامتصاص عند الأطوال الموجية 663 و 645 نانومتر =D

الوزن الطازج (ملغ)=W



الشكل (2: ب): تقدير أصبغة الكلوروفيل الكلي والكاروتينات

صبغة الكاروتينات في الأوراق (ملغ/100غ وزن طازج): قدرت عند الطول الموجي (480) نانوميتر حسب الطريقة التي وصفها (Davies، 1965) وحسبت على أساس المعادلة الآتية:

الكاروتين الكلي (ملغ/100غ)=[(الكثافة الضوئية عند الطول الموجي (480) × حجم المحلول الكلي(سم^3) × 10×[(100×2500)/(1000)].

ثالثاً. خصائص الإنتاج ومواصفات الثمار:

1. نسبة العقد (%): اختيرت أربعة فروع نصف هيكلية تمثل الاتجاهات كافة، وعد الأزهار في مرحلة الإزهار الأعظمي.

2. نسبة الثمار المتبقية بعد التساقط الحزيراني (%): عُدت الثمار العاقدة في منتصف شهر حزيران بعد التساقط الحزيراني على الفروع ذاتها.

3. نسبة الثمار المتبقية عند القطاف (%):عُدت الثمار المتبقية قبل القطاف على الفروع ذاتها.

4. متوسط وزن الثمرة (غ): من خلال وزن (25) ثمرة عشوائياً من كل شجرة.

5. متوسط حجم الثمرة (سم^3): من خلال حساب حجم الماء المزاح، بأخذ (25) ثمرة من كل شجرة في كل مكرر وضمن كل معاملة.

6. متوسط عدد البذور الكلي (بذرة /الثمرة): من خلال حساب عدد البذور في (25) ثمرة من كل شجرة في كل مكرر وكل معاملة.

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

رابعاً. الصفات النوعية للثمار: جمعت الثمار بواقع (25) ثمرة من كل شجرة عند نضج القطاف (نضج التخزين) بالاعتماد على مجموعة من المؤشرات الفيزيائية والكيميائية (صلابة لب الثمرة، وتشكل طبقة الانفصال، ودليل النشاء، والمواد الصلبة الذائبة، والحموضة الكلية)، غسلت الثمار بالماء العادي ثم بالماء المقطر، وقيست المؤشرات التالية:



الشكل (3: أ): تقدير صلابة الثمار

1. صلابة الثمار: باستخدام جهاز الـ Penetrometer (جهاز يدوي من نوع Effegi نمط Ft327)، قرئت (10) ثمار، من مكانين متعاكسين في كل ثمرة حيث أزيلت قشرة الثمرة ثم طبق عليها القياس وقدرت الصلابة بـ كغ/سم^2.



الشكل (3: ب): تقدير نسبة المواد الصلبة الذائبة الكلية

2. نسبة المواد الصلبة الذائبة الكلية: قُدّرت من خلال أخذ عصير الثمار وقياس نسبة المواد الصلبة الذائبة بالاعتماد على جهاز Refractometer الرقمي (ماركة ATAGO 60-30) الذي يقيس قرينة الانكسار (Brix).

نسبة السكريات الكلية: وحسبت من خلال معايرة الرشاحة بمحلول فهلينغ والمشعر أزرق الميتلين حتى تحول اللون الأزرق إلى الوردي (10 ثمار). وحسبت نسبة السكريات الكلية بالمعادلة:



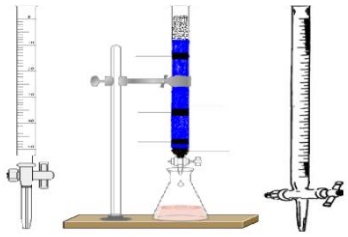
الشكل (3: ت): تقدير نسبة السكريات الكلية

السكر الكلي = معامل الغلوكوز× 2500/ القراءة × 1000

معامل الغلوكوز = القراءة × 10 (Lane و Eynon، 1923).

3. نسبة الحموضة الكلية القابلة للمعايرة: حددت النّسبة المئوية للحموضة من خلال عصر ثمار كلّ مكرّر على حدة ولكلّ معاملة بصورةٍ منفردة، ومن ثم أخذت (10) مل من عصير كلّ مكرّر وأضيفت نقطتين من

المشعر فينول فتالئين إليها، ومن ثمَ عُيّرت بمحلول ماءات الصوديوم (0.1) نظامي حتى ظهور اللّون الوردي وثباته لمدّة (30) ثانية، وحسبت نسبة الحموضة حسب المعادلة:



$$\text{الحموضة\%} = \frac{\text{الحجم المستهلك بالمعايرة (مل)} \times \text{الثابت الحمضي} \times \text{حجم العينة بعد التمديد (مل)}}{\text{وزن عصير الثمار قبل التمديد} \times \text{حجم عينة التمديد المعايرة (مل)}} \times 100$$

الشكل (3: ث): تقدير نسبة الحموضة الكلية

علماً أنَ الحمض السائد هو حمض الماليك وتبلغ قيمة الثابت الحمضي له 0.00067 (Chakespari وزملاؤه، 2010).

خامساً. درجة الإصابة بالنقرة المرة: وشملت.

1. **النسبة المئوية للإصابة بالنقرة المرة:** حسبت نسبة الإصابة من المعادلة: $P= n\times100/N$

حيث n: عدد الثمار المصابة، وN: العدد الكلي للثمار.

2. **النسبة المئوية لكثافة تطور الإصابة بالنقرة المرة:** حسبت كثافة تطور الإصابة وفق المعادلة:

$$R\%=\Sigma(a*b)\times100/4\times N$$

حيث R: النسبة المئوية لكثافة تطور الإصابة

(a*b): مجموع (حاصل ضرب عدد الثمار المصابة في درجة الإصابة لكل مجموعة)

N :العدد الكلي للثمار

قسمت درجة الإصابة إلى 4 درجاتٍ: (1) عدد النقر في الثمرة < 5، (2) عدد النقر في الثمرة من 6–10، (3) عدد النقر في الثمرة من 11-15، (4) عدد النقر في الثمرة في الثمرة > 15. حسب (مزهر وزملائه، 2015).

سادساً. تركيز العناصر الغذائية في الأوراق والثمار:

1- تركيز العناصر الغذائية في الأوراق: 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 تركيز العناصر التالية.

1.1. عنصر الآزوت هضمت العينات بمزيج من حمض الكبريت المركز مع السيلينيوم وحمض السالسيليك، وقدر الآزوت بطريقة كاشف نيسلر باستخدام جهاز الـ Spectrophotometer (Tendon، 2005).

1.2. عنصر الفوسفور: هضمت العينات بمزيج من حمض الكبريت المركز مع السيلينيوم وحمض السالسيليك، وقُدر الفسفور بكاشف بارتون باستخدام جهاز الـ Spectrophotometer (Tendon، 2005).

1.3. عنصر البوتاسيوم: هضمت العينات بمزيج من حمض الكبريت المركز مع السيلينيوم وحمض السالسيليك، وقدر البوتاسيوم باستخدام جهاز الـ Flamephotometer (Tendon، 2005).

1.4. عنصر الكالسيوم: قدر باستعمال جهاز الامتصاص الذري (Jackson، 1958).

1.5. عنصر المغنزيوم: قدر باستعمال جهاز الامتصاص الذري (Jackson، 1958).

1.6. عنصر الزنك: هضمت العينات بحمض الآزوت المركز وحمض البيروكلوريك وقدر تركيز الزنك في الأوراق باستخدام جهاز الامتصاص الذري (Rashid، 1986).

1.7. عنصر البورون: رُمدت العينات وقيس البورون بطريقة الآزوميتان- H (John وزملاؤه، 1975).

2. **تركيز العناصر الغذائية في الثمار:** جمعت الثمار بواقع (10) ثمارٍ من كل شجرةٍ قبل القطاف خلال سنوات الدراسة، وغسلت الثمار بالماء العادي ثم بالماء المقطر وجففت، ثم قطعت على شكل شرائح وجففت بواسطة المجفف على الدرجة (68) مْ حتى ثبات الوزن، ثم طحنت وحدد تركيز العناصر المعدنية التالية.

2.1. عنصر الآزوت: هضمت العينات بمزيج من حمض الكبريت المركز مع السيلينيوم وحمض السالسيليك، وقُدر الآزوت بطريقة كاشف نيسلر باستخدام جهاز الـ Spectrophotometer (Tendon، 2005).

2.2. عنصر الفوسفور: هضمت العينات بمزيج من حمض الكبريت المركز مع السيلينيوم وحمض السالسيليك، وقدر الفوسفور بكاشف بارتون باستخدام جهاز الـ Spectrophotometer (Tendon، 2005).

2.3. عنصر البوتاسيوم: هضمت العينات بمزيج من حمض الكبريت المركز مع السيلينيوم وحمض السالسيليك، وقدر البوتاسيوم باستخدام جهاز الـ Flamephotometer (Tendon، 2005).

2.4. عنصر الكالسيوم: قُدّر باستعمال جهاز الامتصاص الذري (Jackson، 1958).

2.5. عنصر المغنزيوم: قُدّر باستعمال جهاز الامتصاص الذري (Jackson، 1958).

2.6. عنصر الزنك: هضمت العينات بحمض الآزوت المركز وحمض البيروكلوريك وقدر تركيز الزنك باستخدام جهاز الامتصاص الذري (Rashid، 1986).

2.7. عنصر البورون: رمدت العينات وقيس البورون بطريقة الآزوميتان- H (John وزملاؤه، 1975).

سابعاً. النسبة المئوية للكربوهيدرات والآزوت (%) ونسبة الكربوهيدرات/الآزوت في الفروع:

أخذت فروع بعمر سنةٍ جيدة التخشب، وجففت في درجة حرارة (70) مْ حتى ثبات الوزن ثم وزنت وطحنت للحصول على بودرة ناعمة: وقدر ما يلي:

النسبة المئوية للكربوهيدرات في الفروع: وذلك حسب طريقة (Joslyn، 1970)، حيث أخذ (0.2) غ من مسحوق العينة الجافة ومن ثم أضيف حامض البيركلوريك، ووضعت العينة في حمام مائي (60) مْ لمدة (60) دقيقة، وكررت هذه العملية ثلاث مراتٍ وفي كل مرةٍ أجري طرد مركزي لمدة (15) دقيقةً وبسرعة (3000) دورة/ دقيقة، ثم جمع المحلول الرائق في دورقٍ حجميٍ وأُكمل الحجم إلى (100) مل بإضافة الماء المقطر، وأُخذ (1) مل من المحلول المخفف (5)% و(5) مل من حامض الكبريتيك المركز، ثم قرئ الامتصاص الضوئي للمحاليل باستخدام جهاز المطياف الضوئي السبيكتروفوتومتر على طول موجة (490) نانومتر.

النسبة المئوية للآزوت الكلي في الفروع: ووزن (0.5) غ من العينة المطحونة وهضمت بواسطة حمض الكبريت والبيركلوريك، ومن ثم قدرت باستخدام جهاز Micro–Kejldahl.

نسبة الكربوهيدرات/ للآزوت (C/N ratio) في الفروع: حسبت بقسمة نتائج تحليل الكربوهيدرات على نتائج تحليل الآزوت.

6- تصميم التجربة والتحليل الإحصائي: صُممت التجربة وفق تصميم القطع المنشقة (مستويين)، المستوى الأول بدون الرش بنترات الكالسيوم يتضمن ست معاملاتٍ وضمن كل معاملةٍ ثلاثة مكرراتٍ كل مكررٍ شجرتان، والمستوى الثاني مع الرش بنترات الكالسيوم ويتضمن ست معاملاتٍ وضمن كل معاملة ثلاثة مكرراتٍ كل مكررٍ شجرتان، عدد الأشجار (72 شجرة) مقسمةً ضمن قطعتين تجريبيتين. أجري تحليل التباين (Two Way ANOVA)، لحساب أقل فرقٍ معنويٍ (LSD)، على مستوى معنويةٍ 5% للمقارنة بين المتوسطات، وحللت النتائج باستخدام برنامج (GenStat12).

الفصل الثالث

النتائج والمناقشة

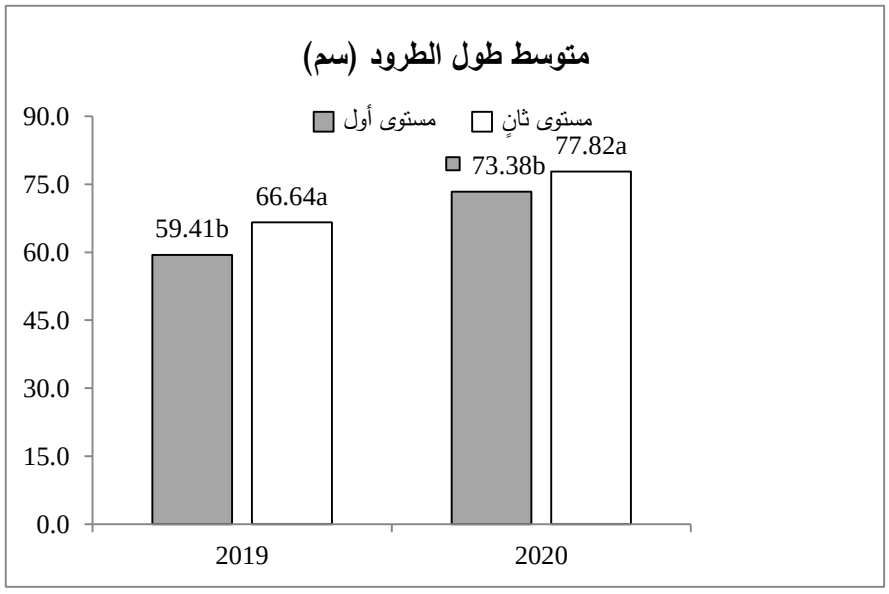
Results

&

discussion

أولاً. مؤشرات النمو الخضري:

1- متوسط طول الطرود (سم): يتضح من معطيات الشكل (4) متوسط طول الطرد خلال شهر تشرين الأول في مستويَيي الدراسة، كان الفرق معنوياً في متوسط طول الطرد بين كل من المستويين الأول والثاني (59.41) سم و(66.64) سم على التوالي في موسم (2019)، كذلك كان الفرق معنوياً في متوسط طول الطرد بين كل من المستويين الأول والثاني (73.38) سم و(77.82) سم على التوالي في موسم (2020). ويعود ذلك إلى أنَّ الكالسيوم فضلاً عن كونه عنصراً مغذياً من العناصر الكبرى فهو يسيطر على الأيض وتطور النبات، مما يشجع استطالة الخلايا وانقسامها وبالتالي يشجع على النمو (Poovaiah وReddy، 2000)، وإلى أنَّ النتروجين يُعد عنصراً أساسياً في مرحلة النمو الخضري إذ يؤدي إلى زيادة حجم الخلايا النباتية ويزيد من سرعة انقسامها وكذلك يزيد من كفاءة عملية التمثيل الضوئي، كما أنه يعد عاملاً أساسياً في تكوين البروتينات والأحماض الأمينية وهذا يتفق مع حسن وزملائه (1990) والدليمي (2006) . وتدل النتائج على أنَّ متوسط طول الطرد لموسم (2020) كان أكبر منه في موسم (2019) في المستويين الأول والثاني، وقد يعزى السبب إلى أنَّ الإنتاجية كانت أقل في موسم (2020)، مما انعكس إيجابياً على متوسط طول الطرود، فالموسم الأول في دراستنا هو موسم حملٍ غزيرٍ يضعف النمو الخضري ويقوم النبات بتوجيه الزيادة في التغذية نتيجة تراجع نموه الخضري إلى الأجزاء الثمرية. والموسم الثاني هو موسم حملٍ خفيفٍ، يؤدي إلى زيادة النمو الخضري، وهذا يتفق مع الفوزو (2005) الذي وضح أنَّ تيار الغذاء والاستقلاب يتحول لصالح إحدى هاتين الظاهرتين "الإثمار–النمو الخضري" وهما ظاهرتان متعاكستان تماماً بحيث إنَّ تفوق ظاهرة الإثمار يُخل بميزان التيار الاستقلابي مما يضعف النمو الخضري.



الشكل (4) متوسط طول الطرود (سم) في المستويين خلال شهر تشرين الأول لموسمي (2019 و2020).

تدل الأحرف المختلفة على الفروق المعنوية بين المستويين ضمن الموسم الواحد (الموسم الأول $LSD_{0.05}$ = 4.27 – الموسم الثاني $LSD_{0.05}$ = 3.81)

يبين الجدول (4) زيادة متوسط طول الطرد خلال أشهر النمو، وكان أعلى معدل زيادة في كل من المستويين خلال شهري حزيران وتموز في كافة المعاملات، وبلغ معدل الزيادة في المستويين (21.35، 23.27)% على التوالي، ويبين الجدول أنَّ متوسط طول الطرد في الشاهد في نهاية شهر تشرين الأول خلال موسم (2019) كان الأقل طولاً بفروقٍ معنويةٍ مقارنةً مع جميع المعاملات المدروسة. فقد أدى الخف اليدوي والخف الكيميائي للثمار في كلٍ من المستويين إلى زيادةٍ معنويةٍ في طول الطرد، في حين تراجع النمو الخضري للشاهد لصالح الأجزاء الثمرية. فقد كان طول الطرد في المستوى الأول في الشاهد في نهاية شهر تشرين الأول (53.37) سم، وفي معاملتي الخف اليدوي والكيميائي (58.43، 59.60) سم على التوالي. كما أدى الرش بالبورون والزنك منفصلين والرش بالبورون والزنك معاً إلى زيادةٍ معنويةٍ في طول الطرد مقارنةً مع الشاهد فكانت (60.20، 62.73، 63.73) سم على التوالي. ويتبين من الجدول (4) أنَّ الرش بنترات الكالسيوم زاد طول الطرود في كل معاملةٍ من المعاملات المدروسة، وكان متوسط طول الطرد الأعلى في معاملة الرش الورقي بنترات الكالسيوم والزنك والبورون معاً، فقد تفوق معنوياً بالمقارنة مع الشاهد خلال أشهر النمو كافةً، إذ كان متوسط طول الطرد عند الرش الورقي بنترات الكالسيوم والزنك والبورون معاً خلال أشهر حزيران، وتموز، وآب،

وأيلول، وتشرين الأول (51.36، 64.47، 68.91، 69.97، 70.47) سم على التوالي، وكان في الشاهد (41.29، 49.30، 51.87، 52.92، 53.37) سم على التوالي. ويعزى السبب إلى دور البورون المضاف في تحفيز وتنشيط أنزيم مختزل النترات Nitrate reductase الذي يعمل على تمثيل الآزوت في الأوراق، وإلى الزنك الذي يشجع تكوين مركبات النمو داخل النبات (الأوكسينات)، ويمنع تفككها، ويساعد في عملية امتصاص الماء وبهذا يمنع عملية التقزم في النبات وقد توافقت هذه النتائج مع (Pegah وAlireza، 2010) في طول الطرود عند الرش الورقي بحمض البوريك وسلفات الزنك على الزيتون.

الجدول (4) متوسط طول الطرود (سم) خلال أشهر النمو للموسم (2019).

الشهر / المعاملة	حزيران	تموز	آب	أيلول	تشرين الأول
الشاهد	41.29^{d}	49.30^{f}	51.87^{g}	52.92^{f}	53.37^{f}
الخف اليدوي	44.17^{cd}	52.85^{ef}	56.87^{f}	57.95^{e}	58.43^{e}
الخف الكيميائي	42.64^{d}	53.62^{def}	57.58^{ef}	58.71^{de}	59.6^{de}
B	46.72^{bc}	56.43^{cde}	58.71^{def}	59.70^{de}	60.20^{de}
Zn	47.51^{bc}	57.50^{cde}	60.64^{cdef}	61.63^{cde}	62.13^{cde}
B+Zn	47.83^{ab}	58.13^{bcd}	61.25^{cdef}	62.23^{cde}	62.73^{cde}
Ca	47.98^{ab}	58.70^{bcd}	62.25^{cdef}	63.23^{cde}	63.73^{cde}
Ca+خف يدوي	47.90^{ab}	58.75^{bcd}	62.83^{bcde}	63.88^{bcd}	64.33^{bcd}
Ca+خف كيميائي	48.10^{ab}	59.15^{bc}	63.28^{bcd}	64.25^{bcd}	65.12^{bcd}
Ca+B	48.92^{ab}	60.23^{abc}	65.31^{abc}	66.30^{abc}	66.80^{abc}
Ca+Zn	50.18^{ab}	62.97^{ab}	67.81^{ab}	68.87^{ab}	69.37^{ab}
Ca+B+Zn	51.36^{a}	64.47^{a}	68.91^{a}	69.97^{a}	70.47^{a}
$LSD_{0.05}$	**3.31**	**4.69**	**4.96**	**4.89**	**4.9**
CV%	**6.09**	**7.04**	**7.00**	**6.77**	**6.73**

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

يبين الجدول (5) زيادة متوسط طول الطرد خلال أشهر النمو، وكان أعلى معدل زيادة في كل من المستويين خلال شهري حزيران وتموز في كافة المعاملات، وبلغ معدل الزيادة في المستويين (36.36، 38.55)% على التوالي، ويبين الجدول أنَّ متوسط طول الطرد في معاملات موسم (2020) كان أعلى منها في موسم (2019)، ويعزى السبب إلى الحمل الخفيف في موسم (2020)، وقد كان متوسط طول الطرد في معاملة الرش بنترات الكالسيوم والزنك والبورون هو الأعلى بالمقارنة مع باقي المعاملات (85.79) سم ويعود السبب إلى

التركيز المناسب لهذه العناصر مجتمعةً التي لها تأثير مهم في تطوير خلايا وأنسجة النبات Malakoti (1996). كما تشير النتائج إلى أنَّ متوسط طول الطرد في نهاية شهر تشرين الأول خلال موسم (2020) كان أقل طولاً بفروقٍ معنويةٍ مقارنةً مع الشاهد (77.90) سم في معاملات الخف اليدوي والخف الكيميائي (63.26، 58.00) سم على التوالي، والخف اليدوي مع الرش بنترات الكالسيوم والخف الكيميائي مع الرش بنترات الكالسيوم (64.62، 64.32) سم على التوالي، وذلك بسبب التوازن في الحمل السنوي الناتج عن تطبيق تقنية الخف في موسم الحمل الغزير في الموسم الأول والذي أدى إلى زيادة إنتاج معاملات الخف في الموسم الثاني مقارنةً بباقي المعاملات، وتوجه الغذاء بشكلٍ أكبرٍ باتجاه الثمار منه باتجاه الطرود (Faust، 1989).

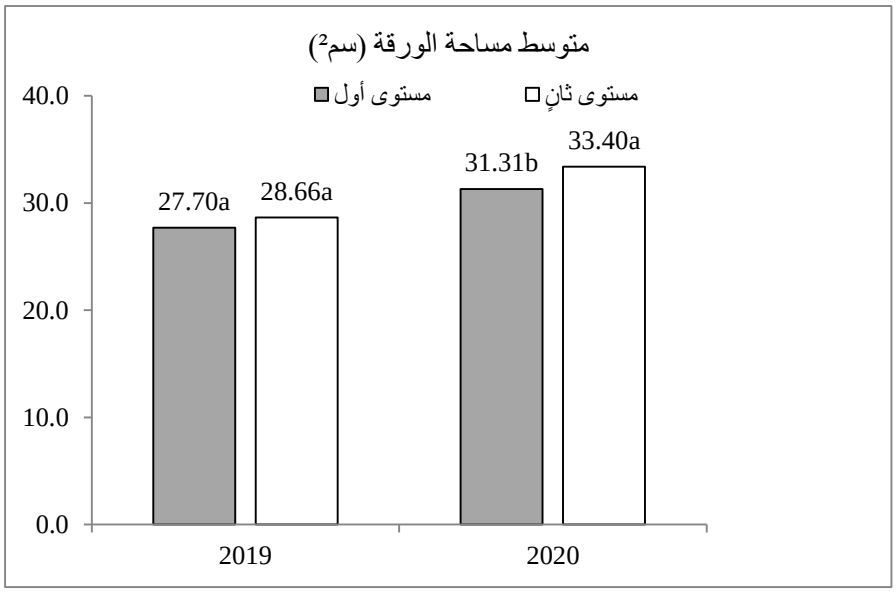
الجدول (5) متوسط طول الطرود (سم) خلال أشهر النمو للموسم (2020).

الشهر / المعاملة	حزيران	تموز	آب	أيلول	تشرين الأول
الشاهد	47.92^{d}	68.79^{d}	73.75^{d}	75.87^{d}	77.9^{d}
الخف اليدوي	44.77^{e}	56.26^{f}	62.13^{e}	61.63^{e}	63.26^{e}
الخف الكيميائي	42.64^{e}	51.25^{g}	55.37^{f}	56.35^{f}	58^{f}
B	51.30^{abc}	70.75^{cd}	75.71^{cd}	77.83^{cd}	79.85^{cd}
Zn	50.07^{abcd}	70.92^{cd}	75.88^{cd}	77.98^{cd}	80.02^{cd}
B+Zn	49.41^{bcd}	72.16^{bc}	77.12^{c}	79.22^{bc}	81.24^{bc}
Ca	50.74^{abcd}	73.33^{bc}	78.29^{bc}	80.38^{bc}	82.41^{bc}
Ca+خف يدوي	48.50^{cd}	59.54^{e}	62.50^{e}	63.50^{e}	64.62^{e}
Ca+خف كيميائي	48.25^{d}	59.3^{e}	62.26^{e}	63.28^{e}	64.32^{e}
Ca+B	51.57^{ab}	74.96^{ab}	79.92^{ab}	81.99^{ab}	84.04^{ab}
Ca+Zn	51.58^{ab}	76.66^{a}	81.62^{a}	82.69^{a}	85.74^{a}
Ca+B+Zn	52.87^{a}	76.71^{a}	81.67^{a}	83.73^{a}	85.79^{a}
$LSD_{0.05}$	**2.68**	**2.97**	**2.61**	**2.68**	**2.68**
CV%	**4.72**	**3.81**	**3.13**	**3.14**	**3.08**

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

2- مساحة الورقة (سم²): يبين الشكل (5) متوسط مساحة الورقة في مستويَيي الدراسة، ففي موسم (2019) زاد متوسط مساحة الورقة في المستوى الثاني (28.66)سم² بفروق غير معنوية مقارنة مع المستوى الأول (27.70)سم²، وفي موسم (2020) زاد متوسط مساحة الورقة في المستوى الثاني (33.40)سم² بفروق معنوية مقارنة مع المستوى الأول (31.31)سم²، ويعود ذلك إلى الرش الورقي بنترات الكالسيوم، فالنيتروجين حسب Mengel وKirkby (2001) يسيطر وبدرجةٍ كبيرةٍ في نمو النبات لأنه ينظم عمل الهرمونات النباتية

كالأوكسينات والسيتوكينينات، مما يزيد من انقسام الخلايا الميرستيمية فينعكس ذلك إيجابياً على المجموع الخضري، وإلى عنصر الكالسيوم الذي يعد من العناصر الأساسية التي يحتاجها النبات للحصول على نموٍ جيدٍ ومتوازنٍ. وتدل النتائج على أنَّ متوسط مساحة الورقة لموسم (2020) كانت أكبر منها في موسم (2019) في المستويين الأول والثاني، وقد يعزى السبب إلى أنَّ الإنتاجية كانت أقل في موسم (2020)، مما انعكس إيجابياً على المجموع الخضري ومساحة الورقة.



الشكل (5) متوسط مساحة الورقة سم² في مستويي الدراسة خلال الموسمين (2019، 2020).

تدل الأحرف الصغيرة على الفروق المعنوية بين المستويين ضمن الموسم الواحد (الموسم الأول $LSD_{0.05}$ = 1.21 – الموسم الثاني $LSD_{0.05}$ = 1.47)

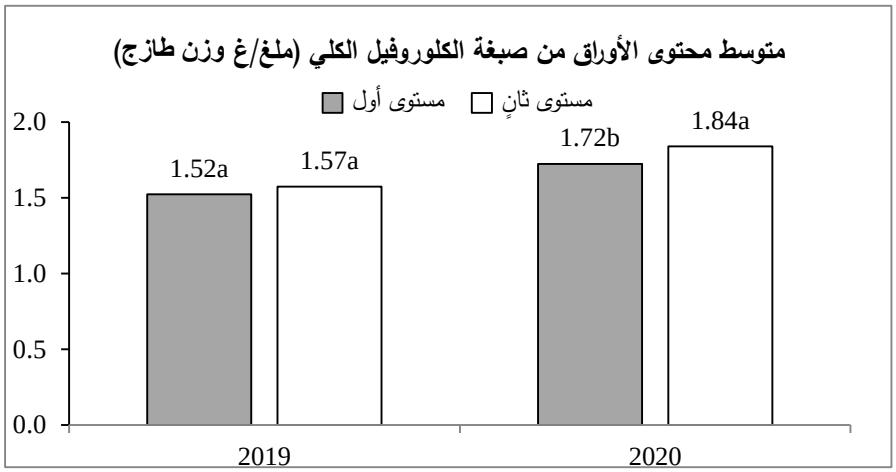
أظهرت نتائج موسم (2019) حسب الجدول (6) زيادةً معنويةً في مساحة الورقة في كل معاملةٍ من المعاملات المدروسة مقارنة مع الشاهد، وكانت المساحة الأكبر للورقة في المستوى الثاني للدراسة عند تطبيق معاملتَي الخف اليدوي والكيميائي مع الرش بنترات الكالسيوم، حيث كانت (29.12، 29.29) سم² على التوالي، في حين كانت في الشاهد (25.80) سم². أما في الموسم (2020) وحسب الجدول نفسه فقد انخفضت مساحة الورقة في المستوى الأول في معاملتي الخف اليدوي والخف الكيميائي بفروق معنوية مقارنةً مع الشاهد وذلك بسبب زيادة الإنتاجية في هاتين المعاملتين مقارنةً مع الشاهد، في حين زادت مساحة الورقة بفروقٍ معنويةٍ في معاملات الرش بالبورون والزنك منفصلين والرش بالبورون والزنك معاً بدون وجود فروقٍ معنويةٍ فيما بينهم. وفي

المستوى الثاني زادت مساحة الورقة عند الرش بنترات الكالسيوم بدون فروقٍ معنويةٍ مقارنةً مع الشاهد، وبفروقٍ معنويةٍ عند الرش بالكالسيوم والبورون، والكالسيوم والزنك، والكالسيوم والبورون والزنك معاً، في حين انخفضت عند تطبيق معاملات الخف بفارقٍ معنويٍ عند الخف اليدوي مع الرش بنترات الكالسيوم، وبفارقٍ غير معنويٍ عند الخف الكيميائي مع الرش بنترات الكالسيوم، وكانت المساحة الأكبر للورقة عند الرش بالكالسيوم والبورون والزنك (36.70) سم^2. تتفق النتائج مع Al-Imam وزملائه، (2010) عند الرش بالبورون على أشجار التفاح صنف (Anna) زادت مساحة الورقة بالمقارنة مع الشاهد، ومع El-Khawagi، (2003) الذي بيّن أنَّ الرش بالعناصر الكبرى والصغرى يحسن من الصفات الخضرية. إنَّ الزيادة في المساحة الورقية عند الرش بالعناصر الصغرى ربما تعود إلى دور الزنك في تصنيع التريبتوفان الذي يولد هرمونات النمو وخاصةً أوكسين (IAA) وهذا يؤدي إلى زيادةٍ في انقسام الخلايا في المناطق النشطة فيزيولوجياً كالقمم النامية والأوراق، وبالتالي تشكل خلايا جديدة تنعكس إيجاباً على تشكل أوراقٍ جديدةٍ وزيادة مساحتها، إضافةً إلى دور البورون في تحفيز انقسام الخلايا فضلاً عن دوره المباشر باعتباره مكوناً أساسياً في جدران الخلايا وهذا كله ضروري لبناء الخلايا والأنسجة الجديدة أثناء النمو الخضري للنبات، ومنها عملية اتساع الورقة وزيادة مساحتها. تتوافق هذه النتائج مع نتائج الدراسات التي قام بها كل من El-shazly وزملائه (2000) وSajid وزملائه (2010) الذين بينوا أنَّ الرش بالزنك Zn (1%) والبورون B (0.02)% قد أعطى المساحة الورقية الأعلى.

ثانياً. تقدير أصبغة الكلوروفيل الكلي والكاروتينات:

1- صبغة الكلوروفيل الكلي في الأوراق (ملغ/غ وزن طازج): يبين الشكل (6) متوسط محتوى الأوراق من صبغة الكلوروفيل الكلي (ملغ/غ وزن طازج) في مستويَيي الدراسة، ففي موسم (2019) زاد محتوى الأوراق بدون فرقٍ معنويٍ من (1.52) ملغ/غ وزن طازج في المستوى الأول إلى (1.57) ملغ/غ وزن طازج في المستوى الثاني، وفي موسم (2020) زاد محتوى الأوراق مع فروق معنوية من (1.72) ملغ/غ وزن طازج في المستوى الأول إلى (1.84) ملغ/غ وزن طازج في المستوى الثاني. يعود ذلك إلى الرش الورقي بنترات الكالسيوم الذي

يغذي النبات من خلال زيادة نشاط عمليات التمثيل الضوئي عن طريق زيادة محتوى الأوراق من الكلوروفيل حسب Lin (2014) الذي أشار إلى أنَّ نترات الكالسيوم من أهم الأسمدة النتروجينية، لأنَّ الجزء الأعظم من احتياج النبات من النيتروجين يمتص على صورة نترات وهي عرضةٌ للفقد بالغسل أو بعملية عكس النترجة، كما يدخل النيتروجين مع المغنزيوم في تكوين جزيئة الكلوروفيل، وفي تكوين الفيتامينات ولاسيما مجموعة فيتامينات B المعقدة وكذلك فيتامين B7 البيوتين، ويدخل في تكوين مشتقات الأمينات مثل القاعدة كولين. وتدل النتائج على أنَّ متوسط محتوى الأوراق من صبغة الكلوروفيل الكلي (ملغ/غ وزن طازج) لموسم (2020) كانت أكبر منها في موسم (2019) في المستويين الأول والثاني، تعزى هذه الزيادة إلى زيادة النمو الخضري وزيادة المساحة الورقية في الموسم الثاني للدراسة نتيجة الحمل الخفيف الأمر الذي يوفر تمثيلاً يخضورياً أعلى إذ تتشكل الفروع الجديدة بدرجةٍ أكبر في سنة الحمل الخفيف بعد سنة الحمل الغزير وتكون عادةً غير مثمرة (محمد، 2014). تعد الورقة العضو الرئيس في النبات الذي تحصل فيه عملية التمثيل الضوئي، لذا فإنَّ مساحة الأوراق بصورةٍ عامةٍ هي مقياس لحجم التمثيل الضوئي، إذا احتوت الورقة وجهزت بتراكيب تتحمل قساوة البيئة والامتصاص الفعال للضوء والامتصاص المتماثل للماء كونهما العامل الرئيسي في عملية التمثيل الضوئي مع غاز ثنائي اوكسيد الكربون (عيسى، 1990).



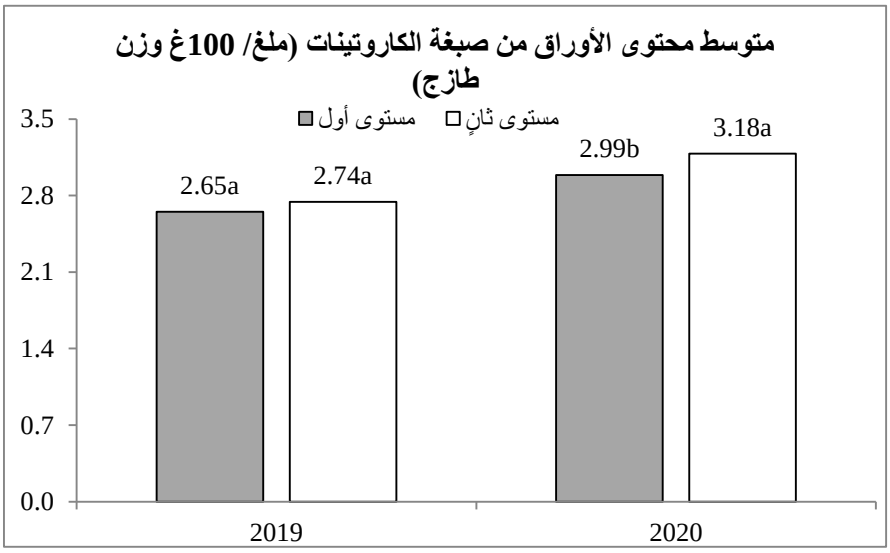
الشكل (6) متوسط محتوى الأوراق من صبغة الكلوروفيل الكلي (ملغ/غ وزن طازج) في مستويي الدراسة خلال الموسمين (2019، 2020).

تدل الأحرف المختلفة على الفروق المعنوية بين المستويين ضمن الموسم الواحد (الموسم الأول $LSD_{0.05}$ = 0.096 – الموسم الثاني $LSD_{0.05}$ = 0.106)

أظهرت نتائج موسم (2019) حسب الجدول (6) زيادةً في محتوى الأوراق من صبغة الكلوروفيل الكلي بفروقٍ معنويةٍ في كل معاملةٍ من المعاملات المدروسة مقارنةً مع الشاهد فيما عدا معاملة الرش الورقي بنترات الكالسيوم وحده فقد كانت الزيادة غير معنويةً، حيث كان محتوى الأوراق من صبغه الكلوروفيل الكلي (1.37) ملغ/غ وكان في الشاهد (1.28) ملغ/غ، وكان أعلى محتوى للأوراق من صبغة الكلوروفيل عند الرش الورقي بنترات الكالسيوم والبورون والزنك معاً (1.84) ملغ/غ. ونلاحظ وحسب الجدول نفسه نتائجَ مماثلةً في الموسم (2020) فقد زاد محتوى الأوراق من صبغة الكلوروفيل الكلي بفروقٍ معنويةٍ مقارنةً مع الشاهد في كل من معاملات الرش الورقي بالبورون والزنك منفصلين والبورون والزنك معاً، ومعاملات الرش الورقي بنترات الكالسيوم والبورون، ونترات الكالسيوم والزنك، ونترات الكالسيوم والبورون والزنك معاً فكانت القراءات (1.70، 1.77، 2.20، 1.88، 1.96، 2.39) ملغ/غ على التوالي، مع تفوقٍ معنويٍ لمعاملة الرش الورقي بنترات الكالسيوم والبورون والزنك معاً، وكانت القراءة في الشاهد (1.53) ملغ/غ، ولم تكن الفروق معنويةً فيما تبقى من المعاملات وهي الخف اليدوي، والخف الكيميائي، والرش الورقي بنترات الكالسيوم، والرش بنترات الكالسيوم مع الخف اليدوي، والرش بنترات الكالسيوم مع الخف الكيميائي. تتفق النتائج مع ماتوصل إليه الحميداوي وزملاؤه (2012) الذي فسر نتائجه بالدور المهم والأساسي للعناصر الغذائية في بناء الكلوروفيل في الأوراق، فالزنك يساعد في تكوين الكلوروفيل من خلال تأثيره

المباشر في عمليات تكوين الأحماض الأمينية والكربوهيدرات ومركبات الطاقة، وتتفق مع ما أشار إليه التحافي (2011) من حصول زيادةٍ معنويةٍ في المحتوى النسبي للكلوروفيل الكلي في الأوراق في صنفي العنب حلواني وكمالي عند رشهما بالمحلول المغذي المكون من (Fe, Mn, B, Cu, Zn)، وكذلك مع البغدادي (2005) الذي وجد أنَّ رش الحمضيات بالزنك أدى الى زيادةٍ معنويةٍ في الكلوروفيل الكلي في الأوراق، وكذلك مع ما أشار إليه AL-Imam و Al-Saidi، (2007) في أنَّ رش كروم العنب صنفي حلواني وكمالي بالزنك 200 ملغم/لتر سبب زيادةً معنويةً في محتوى صبغة الكلوروفيل بالورقة.

2- صبغة الكاروتينات في الأوراق (ملغ/100غ وزن طازج): يبين الشكل (7) متوسط محتوى الأوراق من صبغة الكاروتينات (ملغ/100غ وزن طازج) في مستويَيي الدراسة، ففي موسم (2019) ازداد محتوى الأوراق بدون فرقٍ معنويٍ من (2.65) ملغ/100غ وزن طازج في المستوى الأول إلى (2.74) ملغ/100غ وزن طازج في المستوى الثاني، وفي موسم (2020) ازداد محتوى الأوراق أيضاً بدون فرقٍ معنويٍ من (2.99) ملغ/100غ وزن طازج في المستوى الأول إلى (3.18) ملغ/100غ وزن طازج في المستوى الثاني. وذلك بسبب زيادة نشاط عمليات التمثيل الضوئي نتيجة الرش الورقي بنترات الكالسيوم (Lin، 2014). وتدل النتائج على أنَّ متوسط محتوى الأوراق من صبغة الكاروتينات (ملغ/100غ وزن طازج) لموسم (2020) كانت أكبر منها في موسم (2019) في المستويين الأول والثاني، تعزى هذه الزيادة الى زيادة النمو الخضري وزيادة المساحة الورقية في الموسم الثاني للدراسة نتيجة الحمل الخفيف.



الشكل (7) متوسط محتوى الأوراق من صبغة الكاروتينات (ملغ/100غ وزن طازج) في مستويي الدراسة خلال الموسمين (2019، 2020).

تدل الأحرف المختلفة على الفروق المعنوية بين المستويين ضمن الموسم الواحد (الموسم الأول $LSD_{0.05}$ = 0.168 – الموسم الثاني $LSD_{0.05}$ = 0.181)

أظهرت نتائج موسم (2019) حسب معطيات الجدول (6)، زيادةً في محتوى الأوراق من صبغة الكاروتينات بفروق معنوية في كل معاملةٍ من المعاملات المدروسة مقارنةً مع الشاهد فيما عدا معاملة الرش الورقي بالبورون ومعاملة الرش بالزنك ومعاملة الرش الورقي بنترات الكالسيوم وحده فقد كانت الزيادة غير معنويةٍ. ونجد حسب معطيات الجدول نفسه نتائجَ مماثلةً في الموسم (2020) فقد ازداد محتوى الأوراق من صبغة الكاروتينات بفروقٍ معنويةٍ مقارنةً مع الشاهد في كل معاملةٍ من المعاملات المدروسة فيما عدا معاملة الخف اليدوي ومعاملة الخف اليدوي مع الرش الورقي بنترات الكالسيوم، مع تفوقٍ معنويٍ لمعاملة الرش الورقي بنترات الكالسيوم والبورون والزنك معاً (3.76) ملغ/100غ وزن طازج وكانت القراءة في الشاهد (2.74) ملغ/100غ وزن طازج. ترافق الكاروتينات الكلوروفيل وتحميه من الأكسدة في جميع مراحل التركيب الضوئي في كل النسج النباتية وذلك عندما تكون خضراءً غير ناضجةٍ، ومع تقدم النضج تنخفض فعالية البناء الضوئي ويختفي الكلوروفيل تدريجياً والكاروتينات المرتبطة مع هذه المواد ربما تختفي في الوقت نفسه (Mingues- Mosquera وزملاؤه، 1992).

الجدول (6) متوسط "مساحة الورقة سم²، محتوى الأوراق من صبغة الكلوروفيل الكلي ملغ/غ وزن طازج، محتوى الأوراق من صبغة الكاروتينات ملغ/100غ وزن طازج" للموسمين (2019، 2020).

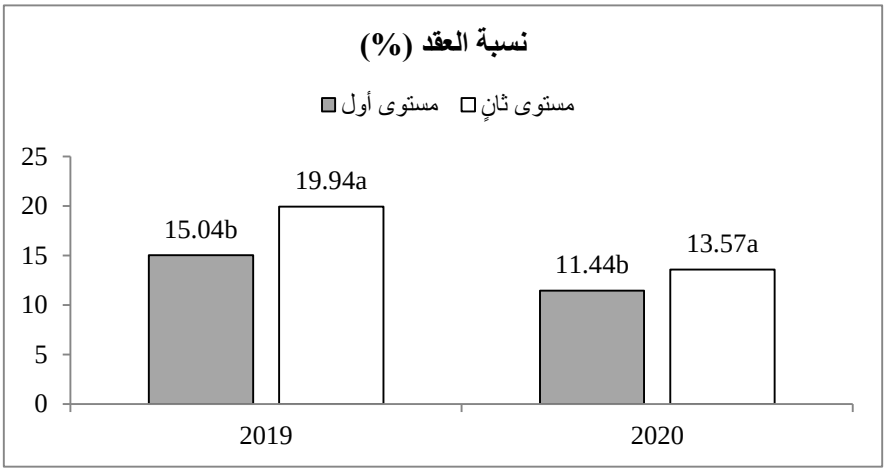
العنصر / المعاملة	متوسط مساحة الورقة (سم²)		متوسط محتوى الأوراق من صبغة الكلوروفيل الكلي (ملغ/غ وزن طازج)		متوسط محتوى الأوراق من صبغة الكاروتينات (ملغ/100غ وزن طازج)	
	الموسم الأول	الموسم الثاني	الموسم الأول	الموسم الثاني	الموسم الأول	الموسم الثاني
الشاهد	25.8b	30.75cd	1.28f	1.53g	2.32h	2.74e
الخف اليدوي	28.38 a	28.81e	1.53bcd	1.55g	2.66def	2.70e
الخف الكيميائي	28.46 a	28.28e	1.59bc	1.58fg	3.06ab	3.04d
B	27.67 a	33.04b	1.44de	1.70ef	2.49fgh	2.97d
Zn	27.78 a	33.16b	1.48cde	1.77de	2.53fg	3.02d
B+Zn	28.13 a	33.82b	1.81a	2.20b	2.85cd	3.47b
Ca	27.68 a	32.36bc	1.37ef	1.61fg	2.39gh	3.03d
Ca+خف يدوي	29.12 a	29.02e	1.57bc	1.57g	2.73cde	2.72e
Ca+خف كيميائي	29.29 a	29.12de	1.64b	1.63fg	3.14a	3.13cd
Ca+B	28.48 a	36.58 a	1.49cde	1.88cd	2.67def	3.13cd
Ca+Zn	28.44 a	36.60 a	1.54bcd	1.96c	2.62ef	3.34bc
Ca+B+Zn	28.81a	36.70 a	1.84a	2.39a	2.89bc	3.76a
$LSD_{0.05}$	**1.42**	**1.64**	**0.11**	**0.12**	**0.18**	**0.21**
CV%	**4.06**	**3.88**	**4.02**	**4.89**	**5.03**	**4.78**

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

ثالثاً- خصائص الإنتاج ومواصفات الثمار:

1- نسبة العقد (%): يبين الشكل (8) متوسط نسبة العقد في مستويَيي الدراسة، ففي موسم (2019) كان الفرق معنوياً في متوسط نسبة العقد بين كل من المستويين الأول والثاني (15.04)% و(19.94)% على التوالي، وتدل النتائج على أنَّ متوسط نسبة العقد لموسم (2020) كانت أقل منها في موسم (2019) في المستويين الأول والثاني (موسم الحمل الخفيف)، حيث كانت في كل من المستويين الأول والثاني (11.44)% و(13.57)% على التوالي مع وجود فروقٍ معنويةٍ بينهما. يعود ذلك إلى الرش الورقي بنترات الكالسيوم، فالنيتروجين يؤدي إلى تكوين الأحماض الأمينية وخاصةً حمض الأرجنين كمخزنٍ للمواد النيتروجينية وانتقال النيتروجين من الدوابر أثناء الإزهار والإثمار فيما بعد، وبالتالي يؤدي إلى زيادة نسبة العقد كنتيجة للحالة الفيزيولوجية للأشجار Singh (2003)، والكالسيوم يؤدي دوراً كبيراً في نجاح الإخصاب وعقد الثمار نظراً لأهميته في حيوية مبايض الأزهار

وجذب وشد الأنابيب اللقاحية وهي عملية مهمة لإنجاح التخصيب للبويضات داخل المبيض، وحبوب اللقاح الناتجة من نباتات تعاني من نقص في الكالسيوم لاتنبت ولاينمو الإنبوب اللقاحي الصحاف (1989).



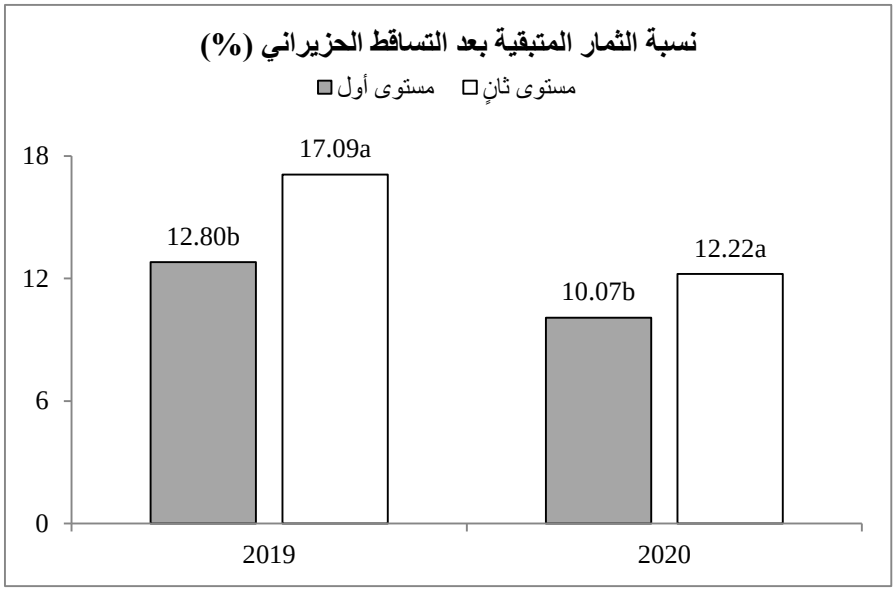
الشكل (8) متوسط نسبة العقد % في مستويي الدراسة خلال الموسمين (2019، 2020).

تدل الأحرف المختلفة على الفروق المعنوية بين المستويين ضمن الموسم الواحد (الموسم الأول $LSD_{0.05}$ = 1.03 – الموسم الثاني $LSD_{0.05}$ = 0.84)

يشير الجدول (7) إلى زيادةٍ معنويةٍ في نسبة العقد في الموسم الأول للدراسة في كل معاملةٍ من المعاملات المدروسة مقارنةً مع الشاهد فيما عدا معاملات الخف اليدوي والخف الكيميائي والرش الورقي بالزنك وحده إذ لم تكن الفروق معنويةً، كما ونلاحظ تفوقاً معنوياً لمعاملة الرش الورقي بنترات الكالسيوم والبورون والزنك معاً حيث كانت نسبة العقد (24.60)% بينما كانت في الشاهد (14.70)%. وفي الموسم الثاني زادت نسبة العقد بفروقٍ معنويةٍ في كل معاملةٍ من المعاملات المدروسة مقارنةً مع الشاهد، باستثناء معاملة الرش الورقي بالزنك وحده فقد كانت الزيادة غير معنوية، ويتبين أيضاً حسب معطيات الجدول نفسه التفوق المعنوي في نسبة العقد في معاملات الخف اليدوي، والخف الكيميائي، والرش الورقي بنترات الكالسيوم مع الخف اليدوي، والرش الورقي بنترات الكالسيوم مع الخف الكيميائي حيث كانت نسبة العقد على التوالي (13.38، 13.54، 15.80، 16.00)% بينما كانت في الشاهد (9.15)%. فقد أدى تطبيق الخف اليدوي والخف الكيميائي للثمار في موسم الحمل الغزير إلى زيادة نسبة العقد في موسم الحمل الخفيف مقارنةً مع باقي المعاملات، وهذا يتفق مع Šebek (2015)، الذي رأى أنَّ خف الثمار ضرورةً لتنظيم الحمل والحد من ظاهرة المعاومة في زراعة التفاح، إذ يسبب الحمل الزائد

انخفاضاً في عدد الأزهار وعقد الثمار بسبب استنزافه للكربوهيدرات علاوةً على إنتاج أجنة البذور للجبراليك الذي يثبط تكشف البراعم الزهرية لموسم الإثمار التالي.

2- نسبة الثمار المتبقية بعد التساقط الحزيراني (%): يبين الشكل (9) متوسط نسبة الثمار المتبقية بعد التساقط الحزيراني في مستويَيي الدراسة، ففي موسم (2019) تبين وجود فرق معنوي في متوسط نسبة الثمار المتبقية بعد التساقط الحزيراني بين كل من المستويين الأول والثاني حيث كانت (12.80)% و(17.09)% على التوالي، وتدل النتائج على أن متوسط نسبة الثمار المتبقية بعد التساقط الحزيراني لموسم (2020) كانت أقل منها في موسم (2019) في المستويين الأول والثاني (موسم حمل خفيف) حيث كانت في كل من المستويين الأول والثاني (10.07)% و(12.22)% على التوالي بفروق معنوية بينهما.



الشكل (9) متوسط نسبة الثمار المتبقية بعد التساقط الحزيراني % في مستويي الدراسة خلال الموسمين (2019، 2020).

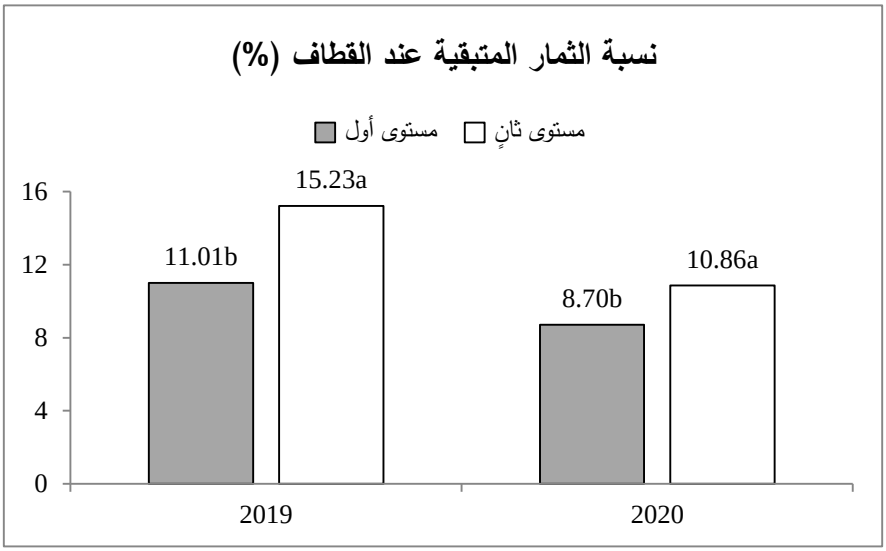
تدل الأحرف المختلفة على الفروق المعنوية بين المستويين ضمن الموسم الواحد (الموسم الأول $LSD_{0.05}$ = 1.07 – الموسم الثاني $LSD_{0.05}$ = 0.853)

يتبين من النتائج الواردة في الجدول (7) زيادةً معنويةً مقارنةً مع الشاهد في نسبة الثمار المتبقية بعد التساقط الحزيراني في الموسم الأول عند تطبيق كل من معاملات: الرش الورقي بالبورون وحده، الرش بالبورون والزنك معاً، الرش بنترات الكالسيوم، الرش بنترات الكالسيوم والبورون، الرش بنترات الكالسيوم والزنك، الرش بنترات

الكالسيوم والبورون والزنك معاً فكانت النسب على التوالي (14.63، 14.88، 15.14، 20.61، 19.52، 22.86)%، بينما انخفضت النسبة معنوياً عند تطبيق معاملتي الخف اليدوي والخف الكيميائي حيث كانت (11.09، 10.80)% على التوالي بدون وجود فروقٍ معنويةٍ فيما بينهما، ولم تكن الفروق معنوية ما بين معاملات الرش الورقي بالزنك وحده والرش بنترات الكالسيوم مع الخف اليدوي والرش بنترات الكالسيوم مع الخف الكيميائي، حيث كانت النسبة (12.76، 12.80، 11.62)% على التوالي، وفي الشاهد كانت (12.66)%. وفي الموسم الثاني كانت الزيادة معنويةً في نسبة الثمار المتبقية بعد التساقط الحزيراني في كل معاملةٍ من المعاملات المدروسة مقارنةً مع الشاهد، مع وجود تفوقٍ معنويٍ في كلٍ من معاملات الخف اليدوي، والخف الكيميائي، والرش الورقي بنترات الكالسيوم مع الخف اليدوي، والرش الورقي بنترات الكالسيوم مع الخف الكيميائي إذ كانت النسب (12.00، 12.16، 14.39، 14.63)% على التوالي، وكانت في الشاهد (7.57)%. أدى تطبيق تقنية الخف في الموسم الأول إلى انخفاضٍ معنويٍ في نسبة الثمار المتبقية بعد التساقط الحزيراني في كل من معاملتي الخف اليدوي والكيميائي، وأدى إلى ارتفاع في نسبة الثمار المتبقية بعد التساقط الحزيراني في الموسم الثاني. وهذا يتفق مع نتائج Berlang Reyes وزملائه (2008) فقد حصل على أقل عددٍ من الثمار باستخدام (NAA) والذي جرى رشُّه كعامل خفٍّ كيميائي على الصنف "غولدين ديليشيس" وأنّ مجموع الثمار كان مشابهاً لذلك الذي تمَّ حصل باستخدام الخفِ اليدوي المبكر. يؤدي الحمل الغزير للأشجار إلى إضعاف النمو الخضري ويقلل من تكوين البراعم الزهرية للسنة اللاحقة بسبب الإنتاج العالي، إذ تتحكم نسبة الكربون إلى النتروجين بتشكل البراعم الزهرية ويقوم النبات بتوجيه الزيادة في التغذية بالكربون نتيجة تراجع نموه الخضري إلى الأجزاء الثمرية وبالتالي زيادة الإنتاج الكلي (سليمية وسياعرة، 2017).

3- نسبة الثمار المتبقية عند القطاف (%): يبين الشكل (10) متوسط نسبة الثمار المتبقية عند القطاف في مستويَيي الدراسة، ففي موسم (2019) تبين وجود فرقٍ معنويٍ في متوسط نسبة الثمار المتبقية عند القطاف بين كل من المستويين الأول والثاني حيث كانت (11.01)% و(15.23)% على التوالي، وتدل النتائج على أنَّ متوسط نسبة الثمار المتبقية عند القطاف لموسم (2020) كانت أقل منها في موسم (2019) في المستويين

الأول والثاني (موسم الحمل الخفيف)، حيث كانت في كل من المستويين الأول والثاني (8.70)% و(10.86)% على التوالي مع وجود فروقٍ معنويةٍ بينهما.



الشكل (10) متوسط نسبة الثمار المتبقية عند القطاف % في مستويي الدراسة خلال الموسمين (2019، 2020). تدل الأحرف الصغيرة على الفروق المعنوية بين المستويين ضمن الموسم الواحد (الموسم الأول $LSD_{0.05}$ = 1.18 – الموسم الثاني $LSD_{0.05}$ = 0.874)

تدل النتائج الواردة في الجدول (7) على زيادةٍ معنويةٍ في نسبة الثمار المتبقية عند القطاف في الموسم الأول للدراسة مقارنةً مع الشاهد في كل من معاملات الرش الورقي بالبورون، والرش الورقي بالبورون والزنك معاً، والرش الورقي بنترات الكالسيوم، والرش الورقي بنترات الكالسيوم والبورون، والرش بنترات الكالسيوم والزنك، والرش بنترات الكالسيوم والزنك والبورون معاً، حيث كانت النسبة (13.10، 13.39، 13.12، 19.02، 17.89، 21.12)% على التوالي، بينما كانت في الشاهد (10.62)%. وظهر انخفاضٌ معنويٌ في نسبة الثمار المتبقية عند القطاف في معاملتي الخف اليدوي والخف الكيميائي بدون وجود فروقٍ معنويةٍ فيما بينهما حيث كانت النسب على التوالي (8.97، 8.64)%، وعدم وجود فروقٍ معنويةٍ بالنسبة لمعاملتي الرش الورقي بالزنك وحده والرش الورقي بنترات الكالسيوم مع الخف الكيميائي، حيث كانت النسب على التوالي (11.32، 10.66)%. وفي الموسم الثاني زادت نسبة الثمار المتبقية عند القطاف بفروقٍ معنويةٍ في كل معاملةٍ من المعاملات المدروسة مقارنةً مع الشاهد (5.99)%، مع وجود تفوقٍ معنويٍ لمعاملتي الرش الورقي بنترات الكالسيوم مع الخف اليدوي (12.98)%، والرش الورقي بنترات الكالسيوم مع الخف الكيميائي (13.25)%، تليها معاملات الخف اليدوي والخف الكيميائي والرش

الورقي بنترات الكالسيوم والبورون، والرش بنترات الكالسيوم والبورون والزنك، بدون وجود فروقٍ معنويةٍ فيما بينها حيث كانت النسب على التوالي (10.62، 10.78، 10.54، 10.65)%. أدى تطبيق تقنية الخف في الموسم الأول إلى ارتفاعٍ في نسبة الثمار المتبقية عند القطاف في الموسم الثاني وهذا يتفق مع Vercamen (1997)، الذي رأى أن صنف التفاح غولدن ديليشس الأكثر حاجةً إلى تطبيق تقنية خف الثمار، وبيَن Schumacher وزملاؤه (1989) أنَّه يجب تطبيق الخف اليدوي بشكلٍ منتظمٍ على التفاح بهدف تنظيم الحمل وتحسين نوعية الثمار.

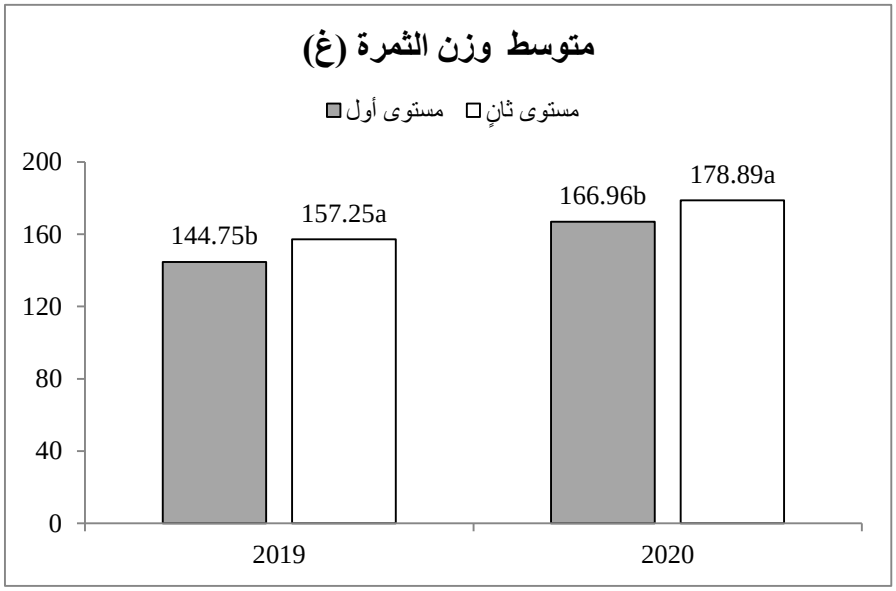
الجدول (7) متوسط "نسبة العقد %، الثمار المتبقية بعد التساقط الحزيراني (%)،نسبة الثمار المتبقية عند القطاف (%) للموسمين (2019، 2020).

العنصر	نسبة العقد (%)		نسبة الثمار المتبقية بعد التساقط الحزيراني (%)		نسبة الثمار المتبقية عند القطاف (%)	
المعاملة	**الموسم الأول**	**الموسم الثاني**	**الموسم الأول**	**الموسم الثاني**	**الموسم الأول**	**الموسم الثاني**
الشاهد	14.70d	9.15d	12.66ef	7.57e	10.62e	5.99g
الخف اليدوي	14.17d	13.38b	11.09g	12.00b	8.97f	10.62b
الخف الكيميائي	14.65d	13.54b	10.80g	12.16b	8.64f	10.78b
B	16.17c	11.13c	14.63d	9.78d	13.10d	8.43de
Zn	14.20d	9.80d	12.76e	8.57d	11.32e	7.35f
B+Zn	16.37c	11.65c	14.88d	10.35cd	13.39d	9.05cd
Ca	17.15c	11.55c	15.14d	9.93cd	13.12d	8.31e
Ca+خف يدوي	17.17c	15.80a	12.80e	14.39a	10.66e	12.98a
Ca+خف كيميائي	17.37c	16.00a	11.62fg	14.63a	9.56f	13.25a
Ca+B	22.20b	13.12b	20.61b	11.83b	19.02b	10.54b
Ca+Zn	21.15b	11.80c	19.52c	10.62c	17.89c	9.43c
Ca+B+Zn	24.60a	13.15b	22.86a	11.90b	21.12a	10.65b
$LSD_{0.05}$	**1.20**	**0.85**	**1.04**	**0.76**	**0.92**	**0.67**
CV%	**4.08**	**5.14**	**4.13**	**5.07**	**4.18**	**4.81**

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

4- متوسط وزن الثمرة (غ): يبين الشكل (11) متوسط وزن الثمرة (غ) في مستويَيي الدراسة، ففي موسم (2019) تبين وجود فرقٍ معنويٍ في متوسط وزن الثمرة (غ) بين كل من المستويين الأول والثاني، حيث كانت (144.75)غ و(157.25)غ على التوالي، وتدل النتائج على أنَّ متوسط وزن الثمرة (غ) لموسم (2020) كانت أعلى منها في موسم (2019) في المستويين الأول والثاني (موسم الحمل الخفيف) فكانت في كل من المستويين

الأول والثاني (166.96)غ و(178.89) غ على التوالي، مع وجود فروقٍ معنويةٍ بينهما. تتفق هذه النتائج مع نتائج كورو(2007) حيث أبدت التراكيز (6 و8 غ/ل) من نترات الكالسيوم رشاً على الأوراق استجابةً في زيادة متوسط وزن الثمرة، وبلغت نسبة الزيادة للصنف ستاركنج ديليشيس 27%، وللصنف غولدن ديليشيس 12% في التركيز 6 غ/ل و(37 و15)% على التوالي في التركيز 8 غ/ل.



الشكل (11) متوسط وزن الثمرة (غ) في مستويي الدراسة خلال الموسمين (2019، 2020).

تدل الأحرف المختلفة على الفروق المعنوية بين المستويين ضمن الموسم الواحد (الموسم الأول $LSD_{0.05}$ = 8.89 – الموسم الثاني $LSD_{0.05}$ = 11.73)

يظهر من النتائج الواردة في الجدول (8) زيادة في متوسط وزن الثمرة في الموسم الأول للدراسة بفروقٍ معنويةٍ مقارنةً مع الشاهد في كافة المعاملات المدروسة فيما عدا معاملات الرش الورقي بالبورون، والرش الورقي بالزنك، والرش بالبورون والزنك، فقد كانت الفروق غير معنويةً مقارنةً مع الشاهد. ويتضح التفوق المعنوي في متوسط وزن الثمرة لمعاملتي الرش الورقي بنترات الكالسيوم مع الخف اليدوي والرش الورقي بنترات الكالسيوم مع الخف الكيميائي بدون وجود فروقٍ معنويةٍ فيما بينهما، حيث كان متوسط وزن الثمرة في المعاملتين على التوالي (162.30، 166.95)غ، بينما كانت في الشاهد (134.25)غ. يذكر عزيز وزملاؤه (2017) أنَّ عنصر الكالسيوم يؤثر في النمو بشكلٍ عامٍ وفي الإنتاج بشكلٍ خاصٍ، إذ يشترك عنصر الكالسيوم في عملية نقل الكربوهيدرات من أماكن تكوينها في الأوراق إلى أماكن تجمعها في الثمار، كما يعمل على رفع كفاءة النبات في تمثيل غاز CO_2،

وبالتالي تحسن في صفات النمو الخضري. ويؤدي النيتروجين إلى زيادة تكوين المواد الكربوهيدراتية والمواد العضوية المعقدة المسببة لزيادة وزن الثمار (حمه–صالح، 1983).

أرجعت كورو (2007) الاستجابة في زيادة متوسط وزن الثمار عند الرش الورقي بالبورون إلى الدور الوظيفي لعنصر البورون في تسهيل انتقال نواتج التمثيل الضوئي من الأوراق إلى الثمار مؤكدةً ما توصل إليه الكثير من الباحثين مثل Mohamad و Ahmad (1991) و Gobara (1998). كما وتتفق النتائج التي توصلنا إليها مع نتائج التحافي (2011) الذي بين أنَّ الرش الورقي بالبورون يزيد من وزن ثمار التفاح صنف عجمي ومع نتائج المحمد وزملائه (2017) حيث ساعد الرش بالبورون والزنك على أشجار التفاح صنف غولدن ديليشيس في زيادة متوسط وزن الثمرة.

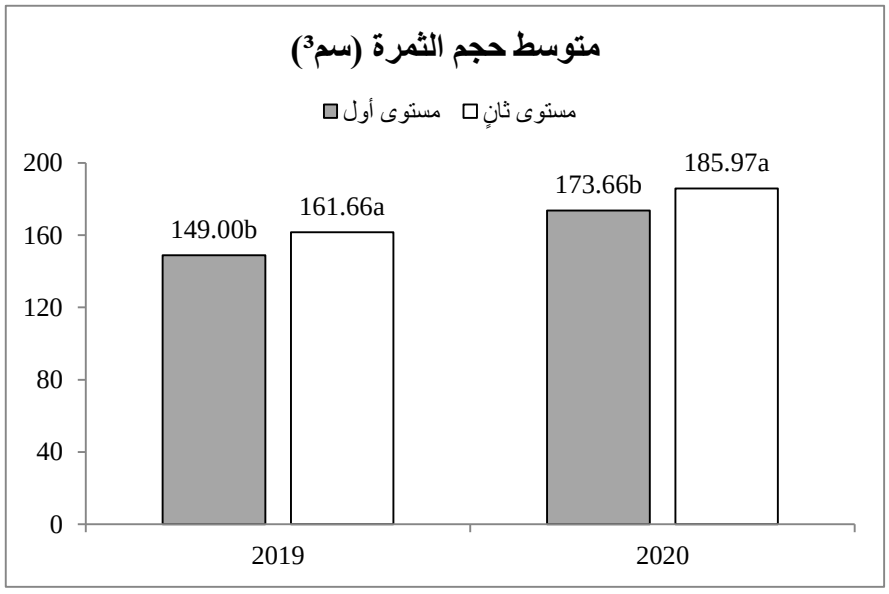
وفي الموسم الثاني كانت الزيادة غير معنويةً مقارنةً مع الشاهد (177.00)غ في كل من معاملات الرش الورقي بنترات الكالسيوم (183.50)غ، والرش الورقي بنترات الكالسيوم مع الخف اليدوي (180.67)غ، والرش الورقي بنترات الكالسيوم مع الخف الكيميائي (180.67)غ، كما انخفض متوسط وزن الثمرة بدون فروقٍ معنويةٍ بالنسبة لكل من معاملات الخف اليدوي (172.32)غ، والخف الكيميائي (171.33)غ، والرش الورقي بالبورون والزنك (167.78)غ، والرش الورقي بنترات الكالسيوم والبورون (176.43)غ، والرش بنترات الكالسيوم والزنك (175.78)غ، والرش بنترات الكالسيوم مع البورون والزنك (176.27)غ، وبفروقٍ معنويةٍ في معاملة الرش بالبورون (162.10)غ ومعاملة الرش بالزنك (151.20)غ.

تعود الزيادة في متوسط وزن ثمار الشاهد إلى قلة الحمل في هذا الموسم، وبينما انخفض متوسط وزن الثمرة معنوياً عند الرش بالبورون والزنك منفصلين والبورون والزنك معاً نتيجة زيادة الإنتاج، حافظت ثمار معاملتي الخف اليدوي والخف الكيميائي على متوسط وزن الثمار الذي كان (172.32، 171.33)% على التوالي، رغم زيادة إنتاج معاملات الخف مقارنة مع باقي المعاملات المدروسة، وفي باقي المعاملات تعود الزيادة في وزن

الثمار إلى قلة الحمل إضافةً إلى الرش بالعناصر الغذائية. أدَى خف الثمار إلى زيادة قدرة أشجار التفاح على التوازن بين النمو الخضري والمحصول الثمري الأمر الذي أدى بدوره إلى زيادة وزن الثمار وتحسين جودتها.

يحدث تكشف البراعم الزهرية للعام التالي بعد فترةٍ من تزهير العام الحالي، وتؤدي المواد الكربوهيدراتية دوراً هاماً في تكشف البراعم، وبالتالي فإن تقليل عدد الثمار العاقدة سيكون له الأثر الكبير في توفير المد الغذائي وتوجيهه نحو تكشف البراعم الزهرية وتكوينها وتمايزها لمحصول العام التالي بدلاً من استهلاكه واستنفاده في نمو الحمل الثمري الزائد. وهذا يتفق مع Šebek (2015) الذي أشار إلى أنَّ الخف يؤدي إلى زيادةٍ معنويةٍ في وزن الثمار وانخفاضٍ معنويٍ في الغلة وفي العدد الإجمالي للثمار لكل وحدة مساحة للمقطع العرضي للجذع. ويتفق مع Ruiz و Guardiola (1994) اللذين ربطا بين محتوى الأعضاء من الكربوهيدرات والحمل المنتظم، بحيث يكون الحمل جيداً ومنتظماً عندما تكون الكربوهيدرات بنسبةٍ جيدةٍ في كل جزءٍ من الشجرة وفي الوقت الملائم، وبمعنىً آخر غياب المنافسة بين المجموع الخضري والثمري، مع تأمين حاجة الجذور من الكربوهيدرات الأمر الذي يحقق التوازن المطلوب /توزان بين ماينتج ومايستهلك/.

5- متوسط حجم الثمرة (سم^3): يبين الشكل (12) متوسط حجم الثمرة (سم^3) في مستويَيي الدراسة، ففي موسم (2019) تبين وجود فرقٍ معنويٍ في متوسط حجم الثمرة (سم^3) بين كل من المستويين الأول والثاني حيث كانت (149.00 و161.66) سم^3 على التوالي، وتدل النتائج على أنَّ متوسط حجم الثمرة (سم^3) لموسم (2020) كان أعلى منها في موسم (2019) في المستويين الأول والثاني، حيث كانت في كل من المستويين الأول والثاني (173.66 و185.97) سم^3 على التوالي، مع وجود فروقٍ معنويةٍ بينهما. تتفق هذه النتائج مع نتائج كورو (2007) حيث أعطت التراكيز (6 و8 غ/ل) من نترات الكالسيوم رشاً على الأوراق أفضل قطرٍ في مختلف مراحل تطور الثمرة في كل من الصنفين ستاركنج ديليشيس وغولدن ديليشيس.



الشكل (12) متوسط حجم الثمرة (سم^3) في مستويي الدراسة خلال الموسمين (2019، 2020).

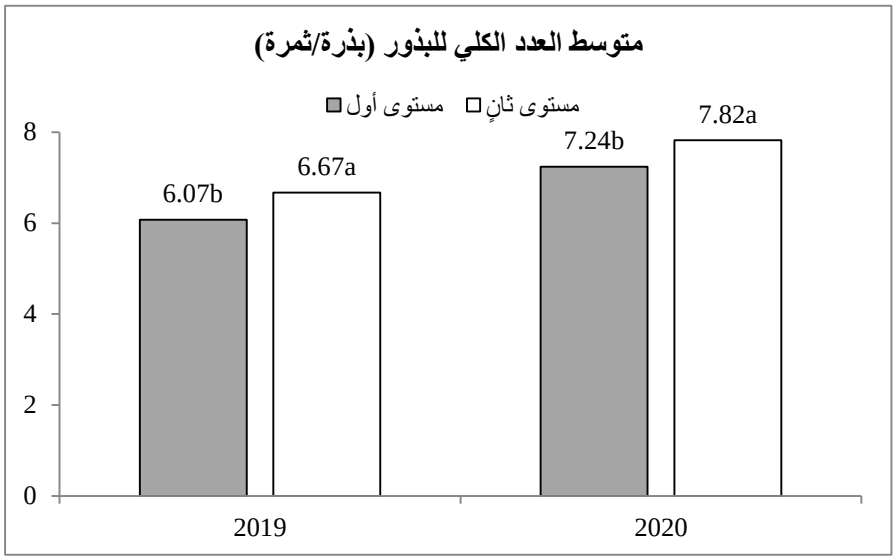
تدل الأحرف المختلفة على الفروق المعنوية بين المستويين ضمن الموسم الواحد (الموسم الأول $LSD_{0.05}$ = 11.03 – الموسم الثاني $LSD_{0.05}$ = 10.97)

يشير الجدول (8) إلى زيادة في متوسط حجم الثمار في الموسم الأول للدراسة بفروقٍ معنويةٍ مع الشاهد في المعاملات المدروسة كافة، فيما عدا معاملات الرش الورقي بالبورون والزنك منفصلين والرش الورقي بالبورون والزنك معاً، مع وجود تفوقٍ معنويٍ في متوسط حجم الثمار في معاملات الرش الورقي بنترات الكالسيوم مع الخف اليدوي والرش الورقي بنترات الكالسيوم مع الخف الكيميائي والرش الورقي بنترات الكالسيوم مع البورون والزنك معاً، حيث كان متوسط حجم الثمار في هذه المعاملات الثلاث على التوالي (166.60، 171.56، 161.71)سم^3، في حين كان في الشاهد (138.00)سم^3. أدى الخف اليدوي والخف الكيميائي للثمار إلى تخفيف حمولة الأشجار وبالتالي زيادة حجم الثمار المتبقية على الأشجار، وكان للرش المشترك بنترات الكالسيوم والبورون والزنك معاً التأثير ذاته وهذا يتفق مع كيوان (2018) حيث أدى التأثير المشترك للعناصر الغذائية المطبقة في تحسين الصفات الكمية والنوعية للثمار. وفي الموسم الثاني كانت الزيادة غير معنويةٍ مقارنةً مع الشاهد في كل معاملة من المعاملات المدروسة في المستوى الثاني وكان أكبر حجم للثمار حسب الجدول (8) في كل من معاملات الرش الورقي بنترات الكالسيوم (190.83) سم^3، والرش الورقي بنترات الكالسيوم مع الخف اليدوي (188.00) سم^3، والرش الورقي بنترات الكالسيوم مع الخف الكيميائي (188.00) سم^3، وكان الانخفاض معنوياً في كل من

معاملتي الرش الورقي بالبورون والزنك منفصلين، حيث كان متوسط حجم الثمار على التوالي (168.03، 159.27)سم^3، وهذا سببه زيادة الإنتاج الذي أدى بدوره إلى انخفاض متوسط حجم الثمرة مقارنةً مع الشاهد الذي تعود زيادة حجم الثمار فيه إلى قلة الحمل، وفي باقي المعاملات زاد الإنتاج مقارنةً مع الشاهد، إلا أنَّ التأثير المشترك للعناصر أدى إلى زيادة متوسط حجم الثمار. كانت أكبر كمية إنتاج حسب الجدول (8) في كلٍ من معاملات الخف اليدوي والخف الكيميائي والرش الورقي بنترات الكالسيوم مع الخف اليدوي والرش الورقي بنترات الكالسيوم مع الخف الكيميائي، حيث كانت على التوالي (85.00، 85.79، 97.40، 98.30) كغ/الشجرة، في حين كانت في الشاهد (49.00) كغ/شجرة، ورغم زيادة الإنتاج حافظت ثمار الأشجار المعاملة بهذه المعاملات على متوسط حجم من الثمار تراوح بين (178.11، 188.00)سم^3 وهذا بسبب تطبيق الخف اليدوي والخف الكيميائي في موسم الحمل الغزير الذي زاد من قدرة أشجار التفاح على التوازن بين النمو الخضري والمحصول الثمري الأمر الذي أدى بدوره إلى تحسين جودة الثمار (Šebek، 2015). وتتفق النتائج مع التحافي(2011)، الذي بين أنَّ الرش بالبورون يزيد من حجم الثمار في أشجار التفاح صنف عجمي، ومع Pawel و Wojcik (2003) وTaher وزملائه (2005) الذين أشاروا في دراساتهم إلى وجود زيادةٍ معنويةٍ في متوسط حجم الثمرة عند استخدام الرش بالبورون على الكمثرى، ومع Wojcik وزملائه (2008) الذين بينوا ازدياد حجم ثمار التفاح المطبق عليها الرش الورقي بعنصر البورون خلال فترة النمو. ومع العتيبي (2008) والدليمي (1999) الذين بينوا أنَّ المعاملة بالكالسيوم تؤدي بدورها إلى زيادة انقسام الخلايا وحجم الثمار، ومع حمه–صالح (1983) حيث أسهم النيتروجين في سرعة انقسام الخلايا لأنه يؤثر في تحفيز تصنيع منظمات النمو وزيادتها (تحفيز تصنيع الأوكسين) التي سببت زيادة انقسام الخلايا واستطالتها، وبالتالي زيادة معدل حجم الثمار، وعلل أيضاً زيادة حجم الثمار بأنَّ النيتروجين يؤدي إلى زيادة خصوبة المبايض وزيادة عقد الثمار وتحسين نموها وبالتالي زيادة نمو الثمار.

7- عدد البذور الكلي (بذرة/الثمرة): تعد عملية تكوين البذور أمراً ضرورياً لإعطاء ثمارٍ منتظمة الشكل، فعند عمل قطاع في ثمرة التفاح نرى خمس كرابل بكل منها بذرةً واحدةً أو اثنتان أو قد لا تحتوي على بذور إطلاقاً،

فإذا ما تمت عمليتا التلقيح والإخصاب على الوجه الأمثل عندئذ تحتوي الثمرة بداخلها على بذور يختلف عددها من قليل إلى عشرة، وتجب ملاحظة أنَّ وجود البذور بالثمرة يعمل على بقائها على الشجرة ويمنع أو يحد من فرصة سقوطها، وفي حال عدم حدوث التلقيح والإخصاب بالطريقة المطلوبة لأي سببٍ من الأسباب فغالباً ما تحتوي الثمار على عدد أقل من البذور يتراوح بين 1-3 بذرة. ويجب إدراك أنَّ وجود البذرة في مكانٍ ما من الثمرة يعمل على تنشيط الأنسجة المحيطة بها، فعلى سبيل المثال إذا احتوت الثمرة على ثلاث بذورٍ في جانبٍ واحدٍ منها في حين خلا الجانب الآخر من البذور فإنَّ نسيج الثمرة المجاور للبذور ينمو بحالةٍ طبيعيةٍ وينمو الجانب الآخر من الثمرة الخالي من البذور بمعدلٍ أقل مما يؤدي لعدم انتظام شكل الثمرة، كما لوحظ أن الثمار المحتوية على عددٍ قليلٍ من البذور غالباً ماتسقط قبل وصولها لمرحلة اكتمال النمو (ابراهيم، 2017). يبين الشكل (13) متوسط العدد الكلي للبذور في الثمار في موسمي الدراسة، ففي موسم (2019) كان الفرق معنوياً في متوسط العدد الكلي للبذور في الثمار بين كلٍ من المستويين الأول والثاني (6.07) بذرة/ثمرة و(6.67) بذرة/ثمرة على التوالي، يعود ذلك إلى الرش الورقي بنترات الكالسيوم الذي يسهم في زيادة انتقال الكربوهيدرات إلى المناطق الفعالة خلال المرحلة التكاثرية، الأمر الذي يؤثر في تقليل التنافس على نواتج التمثيل بين البويضات والأزهار المتكونة ويقلل من نسبة إجهاضها مؤثراً في عدد البذور (Rizvi وزملاؤه، 2014). وتدل النتائج على أن متوسط العدد الكلي للبذور في الثمرة لموسم (2020) كان أكبر منها في موسم (2019) في المستويين الأول والثاني، وقد يعزى السبب إلى أنَّ الإنتاجية كانت أقل في موسم (2020)، مما انعكس إيجابياً على حجم الثمار.

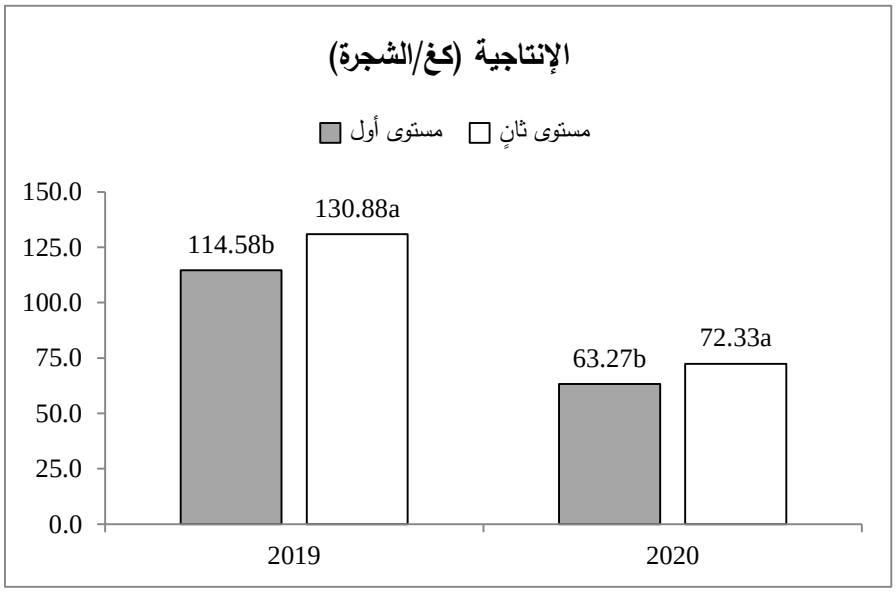


الشكل (13) متوسط عدد البذور الكلي في مستويي الدراسة خلال الموسمين (2019، 2020). تدل الأحرف المختلفة على الفروق المعنوية بين المستويين ضمن الموسم الواحد (الموسم الأول $LSD_{0.05}$ = 0.422 – الموسم الثاني $LSD_{0.05}$ = 0.513)

يتبين من معطيات الجدول (8) زيادة معنوية في العدد الكلي للبذور مقارنة مع الشاهد (5.55) بذرة/الثمرة في الموسم الأول للدراسة في كل معاملة من المعاملات المدروسة مع تفوق معاملة الخف اليدوي مع الرش بنترات الكالسيوم (6.91) بذرة/الثمرة والخف الكيميائي مع الرش بنترات الكالسيوم (7.14) بذرة /الثمرة، بدون وجود فروق معنوية بين المعاملتين. وفي الموسم الثاني كان التفوق معنوياً مقارنة مع الشاهد عند الرش بنترات الكالسيوم (8.06) بذرة/الثمرة، في حين كانت في الشاهد (7.67) بذرة/ الثمرة. ولم تكن الفروق معنوية مقارنة مع الشاهد في كل من معاملات (الخف اليدوي، والخف الكيميائي، والخف اليدوي مع الرش الورقي بنترات الكالسيوم، والخف الكيميائي مع الرش بنترات الكالسيوم، والرش بالبورون والكالسيوم، والرش بالزنك والكالسيوم، والرش بالبورون والزنك والكالسيوم)، في حين انخفض عدد البذور معنوياً في معاملات (الرش بالبورون، الرش بالزنك، الرش بالبورون والزنك) مقارنة مع الشاهد، حيث كان عدد البذور على التوالي (6.98، 6.56، 7.31) بذرة/الثمرة. تتفق النتائج مع (وصفي، 1995) الذي ذكر وجود علاقة طردية ومؤكدة بين عدد البذور في الثمرة وحجمها النهائي وأن العدد المتكامل للبذور داخل الثمرة يسبب تكوين ثمرة مثالية الحجم وعكس ذلك صحيح، فقلة عدد البذور في الثمرة يقلل من حجمها كالتفاح والإجاص والعنب، وما يثبت ذلك أن تركيز الأوكسين في البذور أثناء تكوينها يكون مرتفعاً، ويقل تركيزه في المشيمة ويصبح أقل مايمكن في الجدار الثمري في كثير من النباتات مثل الخوخ.

يعود السبب في زيادة عدد البذور عند التغذية الورقية إلى دور البورون في إنبات حبوب الطلع وتطور أنبوبة اللقاح مما يسمح بزيادة كمية البويضات الملقحة والمزيد من البذور بكل ثمرة (Lovatt وDugger، 1984). تتوافق هذه النتائج مع نتائج دراسة أجريت على الكيوي تبين من خلالها أن التغذية الورقية بحمض البوريك كانت فعالة في زيادة عدد البذور (Sotomayor وNorambuena، 2008).

8- الإنتاجية (كغ/الشجرة): يبين الشكل (14) 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 ديليشيس، 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 (بوعيسى 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 (14) 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)

يتضح من الجدول (8) زيادًة معنويةً في كمية الإنتاج مقارنةً مع الشاهد في الموسم الأول للدراسة في كل معاملة من المعاملات المدروسة فيماعدا معاملة الرش الورقي بالزنك وحده، مع تفوقٍ معنويٍ لمعاملة الرش الورقي بنترات الكالسيوم والبورون والزنك معاً حيث كانت كمية الإنتاج (153.99) 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 فيماعدا معاملة الرش الورقي بالبورون وحده ومعاملة الرش الورقي بالزنك لوحده، 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 كيوان (2018) الذي وجد أنَّ الرش بالبورون، والرش بالبورون والزنك قد زاد من كمية الإنتاج، ومع Sheikh وManjula (2009) وبغدادي 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 العتيبي (2008) والدليمي (1999)، حيث تؤدي المعاملة بالكالسيوم إلى نشاط بعض الأنزيمات التي تؤدي بدورها إلى زيادة انقسام الخلايا، وعدد الأزهار ونسبة العقد، وبالتالي زيادة الإنتاج. كما وتتفق النتائج مع Wojcik وزملائه (2008) فانطلاقاً من كون البورون عنصراً هاماً في إنتاش حبوب اللقاح ونمو أنبوبة اللقاح فهو يؤدي بالتالي إلى زيادة نسبة الإخصاب والعقد. ووجد Gu وزملاؤه (1995)، أنَّ تطبيق الرش بالبورون قبيل حدوث الإزهار يزيد من الإنتاجية، كما ذكر Loomis وDurst (1992) بأنه يحدث انخفاضٌ في الإنتاجية عند الأشجار التي تعاني من نقصٍ في عنصر البورون، وأشار Wojcik وزملاؤه (1999) إلى أنَّ الرش بالبورون بعد حدوث الإزهار أدى إلى زيادة الإنتاجية بشكلٍ معنويٍ بالمقارنة مع باقي معاملات البورون المتمثلة بالرش الورقي قبيل حدوث الإزهار وبالتسميد الأرضي. وأوضح Stover وزملاؤه، (1999) إلى أنَّ تطبيق الرش بالبورون والزنك على صنف التفاح (McIntosh) أدى إلى زيادةٍ معنويةٍ في الإنتاجية على الرغم من عدم وجود زيادةٍ معنويةٍ في نسبة الثمار العاقدة

ضمن الباقة الزهرية الواحدة، وهذا ربما مرَّده إلى زيادة نسبة الأزهار الكلية المتبقية، حيث أسهم البورون في إطالة فترة حياة ميسم الزهرة (Stigma) وبالتالي الحد من تساقط الأزهار. ووجد (Weinzierl (2012)، أنَّ الزيادة المعنوية في الإنتاجية كانت عند تطبيق الرش الورقي بالبورون وعدم تأثرها معنوياً عند تطبيق الرش بالزنك، وأشار أبو نقطة وبطحة (2005) إلى أنَّ رش شجيرات العنب بأسمدة البورون والزنك أدت إلى زيادة الإنتاجية في وحدة المساحة حتى (41.58)% بالمقارنة مع الشاهد.

الجدول (8) متوسط وزن الثمرة (غ)، حجم الثمرة (سم³)، عدد البذور الكلي (بذرة/ثمرة)، الإنتاجية (كغ/الشجرة)" للموسمين (2019، 2020).

العنصر	وزن الثمرة (غ)		حجم الثمرة (سم³)		عدد البذور الكلي (بذرة/ثمرة)		الإنتاجية (كغ/الشجرة)	
المعاملة	الموسم الأول	الموسم الثاني	الموسم الأول	الموسم الثاني	الموسم الأول	الموسم الثاني	الموسم الأول	الموسم الثاني
الشاهد	134.25e	177.00 ab	138.00e	182.67 ab	5.55e	7.67bc	120.00f	49.00g
الخف اليدوي	149.70cd	172.32abc	153.95cd	178.11abc	6.31cd	7.45cd	87.76h	85.00b
الخف الكيميائي	151.10bcd	171.33abc	155.12bcd	178.78abc	6.36cd	7.49cd	88.57h	85.79b
B	144.48de	162.10cd	148.97de	168.03cd	6.07d	6.98e	130.00de	53.08efg
Zn	144.43de	151.20d	148.86de	159.27d	6.07d	6.56f	124.62ef	51.00fg
B+Zn	144.53de	167.78bc	149.07de	175.10bc	6.08d	7.31d	136.50cd	55.74def
Ca	150.63cd	183.50a	155.27bcd	190.83a	6.37cd	8.06a	137.50cd	56.15de
Ca+خف يدوي	162.30ab	180.67ab	166.60ab	188.00ab	6.91ab	7.92ab	100.56g	97.40a
Ca+خف كيميائي	166.95a	180.67 ab	171.56a	188.00 ab	7.14a	7.92ab	101.49g	98.30a
Ca+B	155.05bcd	176.43 ab	159.10bcd	183.00 ab	6.55bc	7.69bc	148.96ab	60.82cd
Ca+Zn	151.36bcd	175.78 ab	155.73bcd	183.57 ab	6.39cd	7.71bc	142.80bc	58.31cd
Ca+B+Zn	157.19abc	176.27 ab	161.71abc	182.42 ab	6.68bc	7.66bc	153.99a	63.00c
$LSD_{0.05}$	**10.19**	**11.67**	**10.49**	**12.13**	**0.373**	**0.288**	**8.41**	**4.72**
CV%	**4.71**	**5.19**	**4.83**	**5.44**	**4.17**	**3.54**	**4.06**	**4.83**

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

رابعاً. الصفات النوعية للثمار:

1- صلابة الثمار: أجريت كافة التحاليل والقياسات في موعد نضج القطاف لثمار المعاملات المدروسة، وكانت النتائج كما يلي: يشير الجدول (9) والجدول (10) إلى زيادة صلابة الثمار في كل من الموسمين وفي كل معاملةٍ من المعاملات المدروسة مقارنةً مع الشاهد بفروقٍ معنويةٍ في معاملات (الرش الورقي بنترات الكالسيوم والبورون، والرش الورقي بنترات الكالسيوم والزنك، والرش الورقي بنترات الكالسيوم والبورون والزنك معاً) في المستوي الثاني، حيث كانت صلابة الثمار في موسم (2019) (8.683، 8.558، 8.960) كغ/سم^2 على التوالي، في حين كانت في الشاهد (7.660) كغ/سم^2، وكانت صلابة الثمار في موسم (2020) (8.038، 7.779، 8.144) كغ/سم^2 على التوالي، في حين كانت في الشاهد (6.308) كغ/سم^2، ولم تكن الزيادة معنويةً في باقي المعاملات. تتفق النتائج مع Asgharzade وزملائه (2012)، الذين فسروا ازدياد درجة صلابة ثمار التفاح Sheikh نتيجةً لوجود تأثيرٍ معنويٍ لتطبيق الرش الورقي بالبورون خلال موعد قبل القطاف في صلابة الثمار. كما تتفق النتائج مع Raese (1998) الذي بين تحسن جودة ثمار التفاح على نحوٍ متتابعٍ عند إضافة نترات الكالسيوم، إذ أدى ذلك لتحسن صلابة الثمار على نحوٍ كبيرٍ، ومع Sotiropoulos وزملائه (2005) الذي بين أنَّ استخدام نترات الكالسيوم بمعدل 50 كغ/دونم في بساتين التفاح Golden Delicious زاد من صلابة الثمار ونسبة المواد الصلبة الذائبة عند الحصاد، إذ كانت صلابة الثمار 8.3 كغ/سم^2 ونسبة المواد الصلبة الذائبة 13.83%، ومع Joubert (2007) إنَّ استخدام مركبات أملاح الكالسيوم زادت من الغلة وقيمة المواد الصلبة الذائبة ومحتوى النشاء. وتتفق النتائج مع حداد (2017) إذ أدى تطبيق الرش الورقي بعنصر البورون في موعدٍ بعد حدوث العقد سواءً بالتركيز 0.50 غ/ليتر أو 1 غ/ليتر إلى حدوث فروقٍ معنويةٍ في صلابة ثمار صنفي التفاح غولدن ديليشيس وستاركنج ديليشيس مقارنةً مع الشاهد. ومع عبيد(2007) الذي أشار إلى زيادة محتوى ثمار التفاح صنف غولدن ديليشيس من عنصر البورون وإلى تحسن خواص هذه الثمار ومواصفاتها الفيزيائية والكيميائية بشكلٍ معنويٍ نتيجة تطبيق الرش الورقي بمركب البوراكس الحاوي على عنصر البورون. تؤثر قوة نمو الشجرة وحجم الثمار ومستويات الآزوت والكالسيوم في صلابة الثمار (Little، 1999)

لأن 98.8% من المواد الصلبة الذائبة هي سكرياتٌ ناتجةٌ عن تحلل النشاء. أشار Ernani وزملاؤه (2002) إلى ضرورة استخدام أملاح الكالسيوم لضمان الحصول على ثمار تفاحٍ عالية الجودة وخاصةً عندما تكون الثمار كبيرةً ونسبة الأوراق إلى الثمار مرتفعةً.

2- نسبة المواد الصلبة الذائبة الكلية: دلت النتائج على زيادةٍ في نسبة المواد الصلبة الذائبة الكلية مقارنةً مع الشاهد بفروقٍ معنويةٍ في موسم (2019) في معاملة الرش الورقي بالبورون والزنك من المستوى الأول، وفي موسم (2020) في كل من معاملات (الرش الورقي بالبورون وحده، الرش بالبورون والزنك) من المستوى الأول، وبفروقٍ معنويةٍ في كل من الموسمين في المعاملات (الرش بنترات الكالسيوم، والرش بنترات الكالسيوم مع الخف اليدوي، والرش بنترات الكالسيوم مع الخف الكيميائي، والرش بنترات الكالسيوم والبورون، والرش بنترات الكالسيوم والزنك، والرش بنترات الكالسيوم والبورون والزنك معاً) من المستوى الثاني، إذ كانت نسبة المواد الصلبة الذائبة الكلية في الموسم (2019) على التوالي (16.560، 16.880، 17.000، 17.070، 17.460، 17.390، 17.490)%، وكانت في الشاهد (15.340)%، وكانت نسبة المواد الصلبة الذائبة الكلية في الموسم (2020) على التوالي (15.530، 15.770، 16.090، 16.210، 16.280، 16.670، 16.600،16.700)%، في حين كانت في الشاهد (14.530)%. وكانت الفروق غير معنويةً في باقي المعاملات مقارنةً مع الشاهد. تتفق النتائج مع Trivedi وزملائه (2012) الذين بينوا أنَّ الزيادة المعنوية في نسبة المواد الصلبة الذائبة الكلية مردُّها إلى دور عنصر الزنك في استقلاب الكربوهيدرات وتحويل النشاء إلى سكرياتٍ بسيطة، ويعزى الأثر الإيجابي للرش بالبورون في زيادة نسبة المواد الصلبة الذائبة الكلية حسب Malakoti (1996) وBlevins وLukaszewsk (1998) إلى الدور الذي يؤديه البورون في العديد من النشاطات الحيوية التي يقوم بها النبات كاستقلاب الغلوكوز والكربوهيدرات، وحركة السكريات المصنعة في الأوراق ونقلها إلى أماكن تخزينها. وجد التحافي (2011) زيادةً معنويةً في النسبة المئوية للمواد الصلبة الذائبة الكلية عند الرش بحمض البوريك على التفاح صنف العجمي. ووجد Taher وزملاؤه (2005) النتيجة نفسها عند معاملة أشجار الكمثرى صنف Liconte بالبورون بالمقارنة مع الشاهد. كذلك وجد Hafez وHaggag (2007) زيادةً معنويةً في النسبة المئوية للمواد الصلبة

الذائبة الكلية في عصير ثمار التفاح صنف Anna عند الرش بالبورون. تعطي الثمار الناتجة من الأشجار ذات الحمولة الكبيرة نسبة موادَ صلبةٍ ذائبةٍ أقل من الأشجار ذات الحمولة المنخفضة تحت ظروف النمو نفسها (Dobrazanski وزملاؤه، 2006). انخفضت صلابة الثمار والمواد الصلبة الذائبة مع زيادة المحصول (Jones وزملاؤه 1998؛ Bound، 2005). إنَّ الزيادة الحاصلة في النسبة المئوية للمواد الصلبة الذائبة الكلية تعمل على تحسين الصفات النوعية للثمار مما يزيد الإقبال عليها من قبل المستهلك (كيوان، 2018). وتتفق مع ما أورده Loomis وDurst (1992) من أنَّ ثمار التفاح المنتجة من أشجارٍ تعاني من نقص البورون تتصف بانخفاضٍ في محتواها من المواد الصلبة الذائبة الكلية، فالبورون عنصرٌ فعالٌ جداً في تحسين نوعية الثمار وذلك من خلال دوره في زيادة نقل السكريات عبر الأوعية اللحائية (Malakoti وMostashareazdeh، 2008).

3 - نسبة السكريات الكلية: يتبين من الجدولين (9، 10) زيادةً في نسبة السكريات الكلية مقارنةً مع الشاهد بفروقٍ معنويةٍ في موسم (2019) في معاملة الرش الورقي بالبورون والزنك من المستوى الأول، وفي موسم (2020) في كل من معاملات (الرش الورقي بالبورون وحده، والرش بالبورون والزنك) من المستوى الأول، وبفروقٍ معنويةٍ في كل من الموسمين في المعاملات (الرش بنترات الكالسيوم، والرش بنترات الكالسيوم مع الخف اليدوي، والرش بنترات الكالسيوم مع الخف الكيميائي، والرش بنترات الكالسيوم والبورون، والرش بنترات الكالسيوم والزنك، والرش بنترات الكالسيوم والبورون والزنك معاً) من المستوى الثاني، حيث كانت نسبة السكريات الكلية في موسم (2019) على التوالي (15.180، 15.430، 15.520، 15.570، 15.860، 15.810، 15.880)%، وكانت في الشاهد (14.270)%. وكانت نسبة السكريات الكلية في موسم (2020) على التوالي (14.410، 14.590، 14.830، 14.920، 14.970، 15.270،15.210 ، 15.290)%، وفي الشاهد (13.660)%. في حين كانت الفروق غير معنويةً في باقي المعاملات مقارنةً مع الشاهد. تتفق النتائج مع Al- Imam وزملائه (2010) فقد أدى الرش بالبورون (100مغ/ل) على أشجار التفاح صنف Anna إلى زيادة نسبة السكريات الكلية بشكلٍ معنويٍ بالمقارنة مع الشاهد. وقد تفسر النتائج حسب Ramenzani وShekafandeh (2011) بأنَّ البورون والزنك عنصران يساعدان في زيادة محتوى الثمار من السكريات. وانتقال السكريات المتحدة مع

البورون يكون أسهل وأسرع من السكريات المستقطبة وحدها (الصحاف، 1989). وحسب Kupferman (2002)، يعتمد محتوى الثمار من السكريات على نسبة الأوراق/الثمار، وأي عاملٍ من شأنه تحسين عملية التمثيل الضوئي يزيد من تراكم السكريات وصلابة الثمار. وذكر Widmer (2001) أنَّ التظليل يؤثر في نسبة السكريات وصلابة الثمار.

4 - نسبة الحموضة الكلية القابلة للمعايرة: يتبين من الجدول (9) التفوق المعنوي في نسبة الحموضة الكلية القابلة للمعايرة في الموسم (2019) في معاملة الرش الورقي بنترات الكالسيوم والبورون والزنك معاً، ومعاملة الرش الورقي بنترات الكالسيوم والبورون حيث كانت النسبة في كلتا المعاملتين (0.305)% بفروقٍ غير معنويةٍ مقارنةً مع معاملات الرش الورقي بالبورون والزنك، والرش بنترات الكالسيوم، والرش بنترات الكالسيوم مع الخف اليدوي، والرش بنترات الكالسيوم مع الخف الكيميائي، والرش بنترات الكالسيوم والزنك حيث كانت النسبة (0.293، 0.297، 0.299، 0.300، 0.304)% وبفروقٍ معنويةٍ مقارنةً مع معاملات الخف اليدوي والخف الكيميائي والرش بالبورون والزنك منفصلين، ومقارنةً مع الشاهد الذي كانت النسبة فيه (0.277)%. ويتبين من الجدول (10) زيادةً في كل معاملةٍ من المعاملات المدروسة في الموسم (2020) بفروقٍ معنويةٍ مقارنةً مع الشاهد فيما عدا معاملات (الخف اليدوي والخف الكيميائي والرش الورقي بالزنك وحده) من المستوى الأول، فقد كانت الفروق غير معنويةً مع ملاحظة تفوق معاملة الرش الورقي بنترات الكالسيوم والبورون والزنك معاً مستوىً ثانياً حيث كانت النسبة فيها (0.296)%، بينما كانت في الشاهد (0.272)%. تتفق النتائج مع Singh و Singh (2006) اللذَيْن لاحظا وجود زيادةٍ معنويةٍ في الصفات النوعية ومنها نسبة الحموضة الكلية عند ثمار الفريز لدى تطبيق الرش الورقي بعنصر البورون، ومع Hasani وزملائه (2012) الذين بينوا حدوث زيادةٍ معنويةٍ في نسبة الحموضة الكلية في عصير ثمار الرمان لدى تطبيق الرش الورقي بالمحلول المغذي لسلفات الزنك. تتأثر نسبة الحموضة بمستوى حمولة المحصول لصنف غولدن ديليشيس، ويؤدي الكالسيوم دوراً في ترسيب الحموض العضوية داخل الأنسجة النباتية على شكل بلورات (Link، 2000). ويفسر بو عيسى وزملاؤه (2014) تأثير استخدام مركبات الكالسيوم في نسبة السكريات والمواد الصلبة الذائبة وصلابة الثمار من خلال

الدور الذي يؤديه الكالسيوم في انتقال المركبات الكربوهيدراتية المصنعة بعملية التمثيل الضوئي والذي اختلف بحسب اختلاف معدل امتصاص عنصر الكالسيوم وانتقاله واستقلابه وتأثيره على العمليات الحيوية داخل النبات وزيادة صلابة الجدر الخلوية عن طريق زيادة ترسيبه على شكل طبقاتٍ رقيقةٍ بين الخلايا مما يزيد من صلابة الثمار وكل ذلك يتأثر بعوامل التغذية وحجم الثمار وحمولة المحصول. تتفق النتائج مع Wojcik وزملائه (2008) الذين أشاروا إلى زيادةٍ معنويةٍ في نسبة الحموضة الكلية في ثمار التفاح لدى تطبيق التسميد الأرضي بالبورون، ومع حداد (2017) الذي لاحظ زيادة نسبة الحموضة الكلية بشكلٍ معنويٍ لدى تطبيق الرش بكل من البورون (بالتركيزين 0.51 غ/ليتر و1 غ/ليتر)، وبالزنك، منفصلين ومجتمعين، في مرحلة بعد حدوث العقد عند كل من الصنفين غولدن ديليشيس وستاركنج ديليشيس، وهذا ربما مردُّه إلى دور البورون في نقل كميات أكبر من نواتج التمثيل الضوئي باتجاه أنسجة الثمار (Westmark وزملاؤه، 1996)، وإلى الدور الذي يؤديه عنصر الزنك كعاملٍ مساعِدٍ ومنظمٍ لعمل عدد من الأنزيمات (البيبتيداز، بروتيناز، ديهايدروجيناز) حيث ينظم العديد من عمليات الاستقلاب (Dart، 2007). استعرض Jemrić وزملاؤه (2003) نقلاً عن (Link، 2000) الخبرة التي اكتسبتها ألمانيا على مدى ثلاثة عقودٍ من الخف، وخلص إلى وجود مجموعتين من معايير الجودة، تشمل المجموعة الأولى الحجم واللون والقشرة والصلابة ونسبة السكريات والأحماض، في حين تشمل المجموعة الثانية مستويات الكالسيوم والبوتاسيوم التي تكتسب أهمية بالغةً للخزن وحالات العيوب الفيزيولوجية، وتؤثر كثافة الخف على هاتين المجموعتين بدرجاتٍ متفاوتةٍ، ومن المهم اختيار استراتيجية خفٍ مثالية بما يتلاءم مع ظروف السوق المحلية والمتنامية (Ilie وزملاؤه، 2016). وبيَن Davis، (2004) أنَّ الغرض من خف الثمار هو معالجة كل مشكلات البستنة والمشكلات الاقتصادية حيث يسعى المزارع في ذات الوقت إلى حماية الشجرة من الضعف بسبب الحمولة الزائدة للمحصول، وضمان الحصول على عائد إثمارٍ مناسبٍ وزيادة عدد الثمار الأكبر والأكثر قيمة في العام الحالي وما يليه من سنينٍ قادمة، وتوضح الدراسات أيضاً أنَّ آثار خف الثمار تختلف اختلافاً كبيراً، وأنَّ نجاح الخف يؤدي إلى زيادة حجم الثمار وزيادة الغلة وتحسين معايير معينة لجودة ثمار التفاح.

الجدول (9) الصفات النوعية للثمار موسم (2019).

المعاملة	صلابة الثمار (كغ/سم²)	نسبة المواد الصلبة الذائبة (TSS %)	نسبة السكريات الكلية (%)	نسبة الحموضة الكلية القابلة للمعايرة (%)
الشاهد	7.660^{c}	15.340^{c}	14.270^{c}	0.277^{c}
الخف اليدوي	7.810^{c}	16.170^{bc}	14.890^{bc}	0.288^{bc}
الخف الكيميائي	7.830^{c}	16.240^{bc}	14.940^{bc}	0.289^{bc}
B	7.900^{c}	16.340^{bc}	15.020^{bc}	0.290^{bc}
Zn	7.800^{c}	16.260^{bc}	14.960^{bc}	0.289^{bc}
B+Zn	8.128^{bc}	16.560^{ab}	15.180^{ab}	0.293^{ab}
Ca	7.900^{c}	16.880^{ab}	15.430^{ab}	0.297^{ab}
Ca+خف يدوي	8.129^{bc}	17.000^{ab}	15.520^{ab}	0.299^{ab}
Ca+خف كيميائي	8.135^{bc}	17.070^{ab}	15.570^{ab}	0.300^{ab}
Ca+B	8.683^{ab}	17.460^{a}	15.860^{a}	0.305^{a}
Ca+Zn	8.558^{ab}	17.390^{a}	15.810^{a}	0.304^{a}
Ca+B+Zn	8.960^{a}	17.490^{a}	15.880^{a}	0.305^{a}
$LSD_{0.05}$	**0.544**	**0.923**	**0.693**	**0.012**
CV%	**4.880**	**5.730**	**5.180**	**4.930**

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

الجدول (10) الصفات النوعية للثمار موسم (2020).

المعاملة	صلابة الثمار (كغ/سم²)	نسبة المواد الصلبة الذائبة (TSS %)	نسبة السكريات الكلية (%)	نسبة الحموضة الكلية القابلة للمعايرة (%)
الشاهد	6.308^{c}	14.530^{c}	13.660^{c}	0.272^{b}
الخف اليدوي	7.138^{b}	15.360^{bc}	14.280^{bc}	0.283^{ab}
الخف الكيميائي	7.213^{b}	15.430^{bc}	14.330^{bc}	0.284^{ab}
B	6.904^{b}	15.530^{b}	14.410^{b}	0.286^{a}
Zn	6.800^{b}	15.450^{bc}	14.350^{bc}	0.284^{ab}
B+Zn	7.000^{b}	15.770^{ab}	14.590^{ab}	0.289^{a}
Ca	7.038^{b}	16.090^{ab}	14.830^{ab}	0.288^{a}
Ca+خف يدوي	7.250^{b}	16.210^{ab}	14.920^{ab}	0.289^{a}
Ca+خف كيميائي	7.267^{b}	16.280^{ab}	14.970^{ab}	0.290^{a}
Ca+B	8.038^{a}	16.670^{a}	15.270^{a}	0.295^{a}
Ca+Zn	7.779^{a}	16.600^{a}	15.210^{a}	0.294^{a}
Ca+B+Zn	8.144^{a}	16.700^{a}	15.290^{a}	0.296^{a}
$LSD_{0.05}$	**0.489**	**0.866**	**0.653**	**0.012**
CV%	**5.210**	**5.260**	**5.740**	**4.760**

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

خامساً. درجة الإصابة بالنقرة المرة: وشملت نسبة الإصابة بالنقرة المرة وكثافة تطور الإصابة.

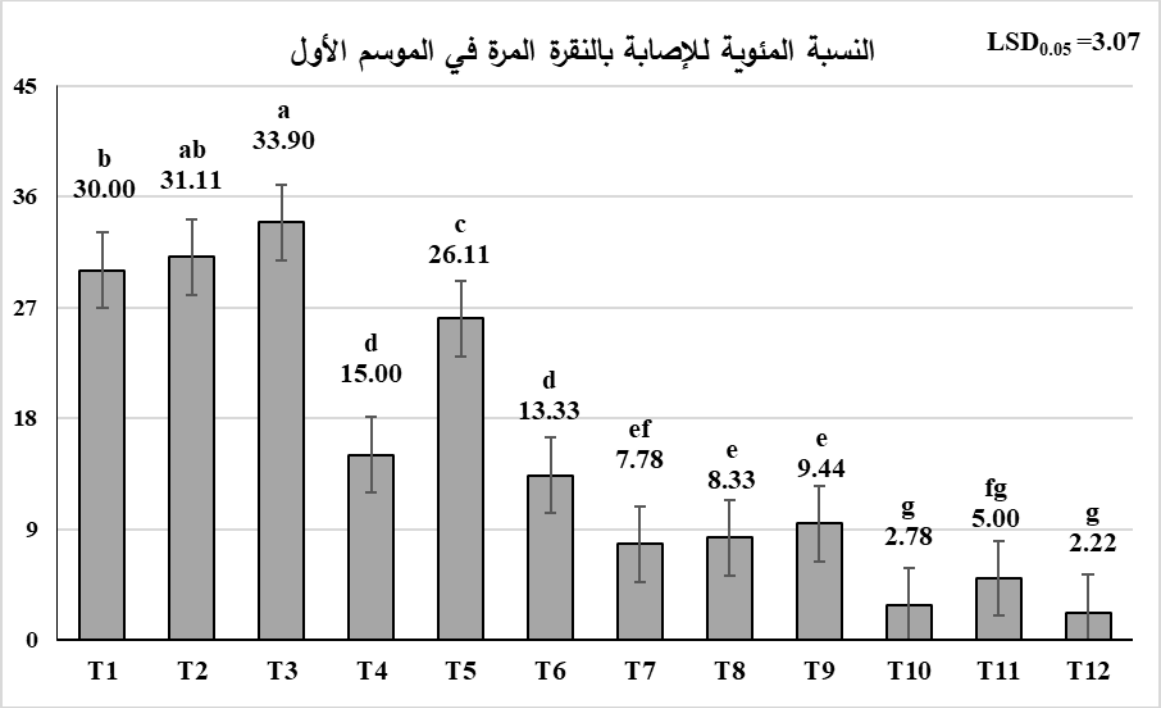


الشكل (15): النقرة المرة على ثمار التفاح صنف غولدن ديليشيس

1- النسبة المئوية للإصابة بالنقرة المرة في الموسم الأول للدراسة. يتضح من الشكل (16) زيادة النسبة المئوية للإصابة بالنقرة المرة في معاملتي الخف اليدوي والخف الكيميائي (31.11، 33.90) % مقارنةً مع الشاهد (30)%، وهذا يتفق مع Ferguson وWatkins (1992) الذي أوضح في دراسة على ثمار التفاحCox´s Orange أنَّ إصابة التفاح بالنقرة المرة تزداد كلما كان معدل عقد الثمار وعددها منخفضاً، وأنَّ معدل امتصاص الكالسيوم يزداد كلما ازداد عدد الأزهار وارتفعت نسبة العقد في الأشجار. فيما أسهم الرش الورقي بالبورون والزنك منفصلين والزنك والبورون معاً إلى خفض نسبة الإصابة بشكلٍ معنويٍ فكانت (15.00، 26.11، 13.33)% على التوالي مقارنةً مع الشاهد (30)%. يُفسَّر هذا الانخفاض في نسبة الإصابة بالنقرة المرة

بدور عنصر البورون في تكوين جدرٍ خلويةٍ جيدة، إذ يؤدي نقصه إلى خلل في متانة الجدر الخلوية وفي تركيبها ووظيفتها (Malakoti، 1996)، وهذا بدوره يشجع على ظهور الاضطرابات الفيزيولوجية في الثمار (Dart، 2004).

أدى الرش بالكالسيوم إلى خفضٍ معنويٍ لنسبة الإصابة إلى (7.78)%، كما انخفضت نسبة الإصابة معنوياً في معاملتي الخف اليدوي مع الكالسيوم والخف الكيميائي مع الكالسيوم إلى (8.33، 9.44)%، وكذلك الحال عند الرش الورقي بالبورون مع الكالسيوم، وبالزنك مع الكالسيوم، وبالبورون مع الزنك والكالسيوم انخفاضاً معنوياً إلى (2.78، 5.00، 2.22)% مقارنة مع الشاهد (30%). وهذا يتفق مع Lötze و Theron (2000) اللذين ذكرا أنَّ رش الأشجار بنترات الكالسيوم بعد مرحلة الانقسام الخلوي في الثمار بأسابيعٍ قليلةٍ يسهم بشكلٍ ملحوظٍ في رفع نسبة الكالسيوم وتقليل الإصابة بالنقرة المرة في ثمار التفاح صنف غولدن ديليشيس. تُعد تغذية الثمار بعنصر الكالسيوم ذات أهميةٍ أساسيةٍ في تحديد ظهور النقرة المرة على ثمار التفاح ولاسيما عند الأصناف الحساسة، فالكالسيوم يدخل في تركيب وبناء البروتوبكتين الذي يعد مادةً لاصقةً بين الخلايا والتغذية به تؤدي إلى بناءٍ نسيجيٍ قويٍ وثابتٍ (Mong وزملاؤه، 1995).



الشكل (16): تأثير المعاملات المختلفة في النسبة المئوية للإصابة بالنقرة المرة في الموسم الأول للدراسة.

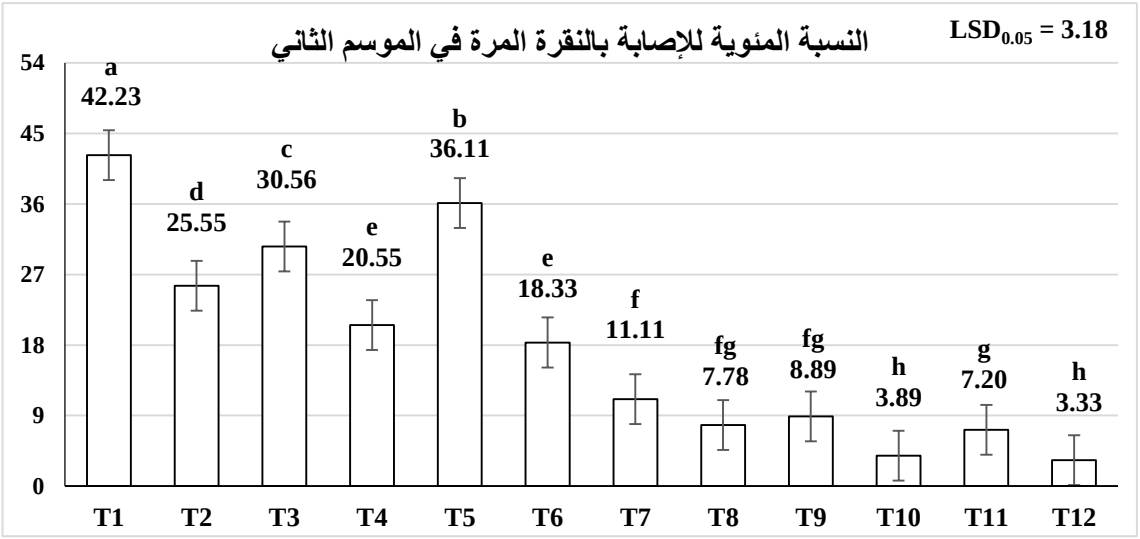
* تشير الأحرف المختلفة إلى وجود فروقٍ معنويةٍ عند مستوى المعنوية 5%.

2- النسبة المئوية للإصابة بالنقرة المرة في الموسم الثاني للدراسة. يتضح من الشكل (17) انخفاض النسبة المئوية للإصابة بالنقرة المرة انخفاضاً معنوياً في معاملتي الخف اليدوي والخف الكيميائي (25.55، 30.56)% مقارنةً مع الشاهد (42.23)%. إذ أدى الخف اليدوي والكيميائي للثمار في الموسم الأول للدراسة إلى نوعٍ من التوازن في الحمل السنوي في الموسم الثاني للدراسة، وهذا الحمل المتوسط يفسر انخفاض نسبة الإصابة بالنقرة المرة حسب Ferguson و Watkins، (1989) اللذين بيَّنا أنَّ أشجار التفاح الخفيفة الحمل تنتج ثماراً ذات محتوىً منخفضاً من الكالسيوم بالمقارنة مع الأشجار ذات الحمل المتوسط، حيث أنَّ ثمار الأشجار ذات الحمل المنخفض تظهر معدلاتٍ أقلَ من الكالسيوم بالمقارنة مع ثمار الأشجار ذات الحمل الغزير، ويعزى السبب في ذلك إلى أنَّ زيادة حجم النمو الخضري في الأشجار الخفيفة الحمل يؤدي إلى استهلاك كميات من الكالسيوم بنسبةٍ أعلى من الثمار وبالتالي زيادة حساسية الثمار للإصابة بالنقرة المرة.

أسهم الرش الورقي بالبورون والزنك منفصلين والزنك والبورون معاً إلى خفض نسبة الإصابة بشكلٍ معنويٍ فكانت (20.55، 36.11، 18.33)% على التوالي مقارنةً مع الشاهد (42.23)%. وهذا يتفق مع (كورو، 2007)

التي أوردت انخفاض نسبة الإصابة بالنقرة المرة لدى ثمار صنف التفاح غولدن ديليشيس بشكلٍ معنويٍ مقارنةً مع الشاهد تبعاً لدور البورون في امتصاص الكالسيوم وانتقاله ضمن النبات.

أدى الرش الورقي بالكالسيوم إلى خفض معنوي لنسبة الإصابة إلى (11.11)%، كما انخفضت نسبة الإصابة معنوياً في معاملتي الخف اليدوي مع الكالسيوم والخف الكيميائي مع الكالسيوم إلى (7.78، 8.89)% ، كما انخفضت نسبة الإصابة عند الرش الورقي بالبورون مع الكالسيوم، وبالزنك مع الكالسيوم، وبالبورون مع الزنك والكالسيوم انخفاضاً معنوياً إلى (3.89، 7.2، 3.33)% مقارنةً مع الشاهد (42.23%). وهذا يتفق مع Peryea وKillemsen (2000) اللذين ذكرا أنَّ رش نترات الكالسيوم كان الأكثر نجاحاً في السيطرة على مرض النقرة المرة، ولم يسبب أية حروق وحسَّن اللون الأخضر للثمار الخضراء والأحمر للثمار الحمراء.

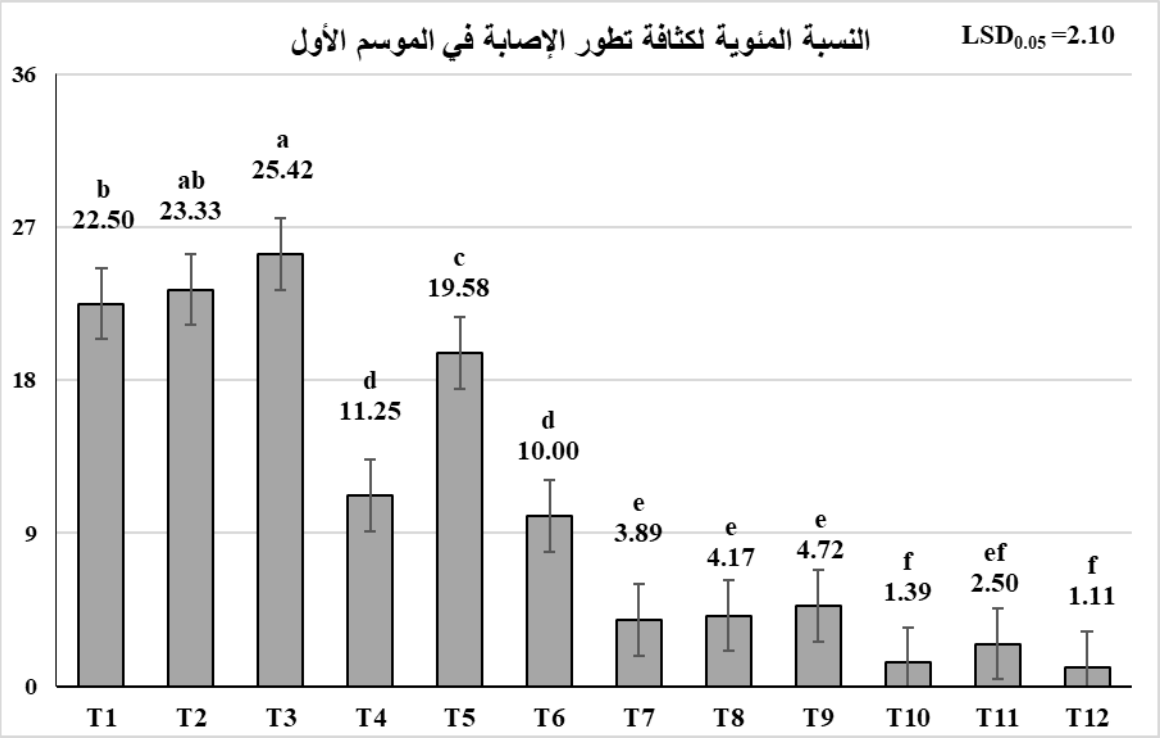


الشكل (17): تأثير المعاملات المختلفة في النسبة المئوية للإصابة بالنقرة المرة في الموسم الثاني للدراسة.

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

3- النسبة المئوية لكثافة تطور الإصابة بالنقرة المرة في الموسم الأول للدراسة. يشير الشكل (18) إلى زيادة النسبة المئوية لكثافة تطور الإصابة بالنقرة المرة في معاملتي الخف اليدوي والخف الكيميائي (23.33، 25.42)% مقارنةً مع الشاهد (22.50)%، فزيادة حجم الثمار نتيجة الخف أدى إلى زيادة استطالة الخلايا وهذا يتطلب كميةً أكبر من الكالسيوم في بناء الجدر الخلوية، وبالنتيجة زيادة حساسية هذه الثمار للإصابة بالنقرة المرة

حسب Rainham (2001). في حين أسهم الرش الورقي بالبورون والزنك منفصلين والزنك والبورون معاً إلى خفض النسبة المئوية لكثافة تطور الإصابة بشكلٍ معنويٍ فكانت (11.25، 19.58، 10.00)% على التوالي مقارنةً مع الشاهد. وهذا يتفق مع Roy وزملائه (2006) الذين بيّنوا الدور المهم للبورون في خفض نسب الإصابة بالاضطرابات الفيزيولوجية كالنقرة المرة. أدى الرش الورقي بنترات الكالسيوم إلى خفض النسبة المئوية لكثافة تطور الإصابة بشكلٍ معنويٍ إلى (3.89)%، كما انخفضت النسبة معنوياً في معاملتي الخف اليدوي مع الكالسيوم والخف الكيميائي مع الكالسيوم إلى (4.17، 4.72)% مقارنةً مع الشاهد (22.50)%. وانخفضت نسبة الإصابة عند الرش الورقي بالبورون مع الكالسيوم، وبالزنك مع الكالسيوم، وبالبورون مع الزنك والكالسيوم انخفاضاً معنوياً إلى (1.39، 2.50، 1.11)% مقارنةً مع الشاهد (22.50)%. وهذا يتفق مع Wojicik وزملائه (2002) الذين أكدوا أنَّ للكالسيوم دوراً في حماية ثمار التفاح لأنه يزيد من مقاومتها للإصابة بالنقرة المرة.

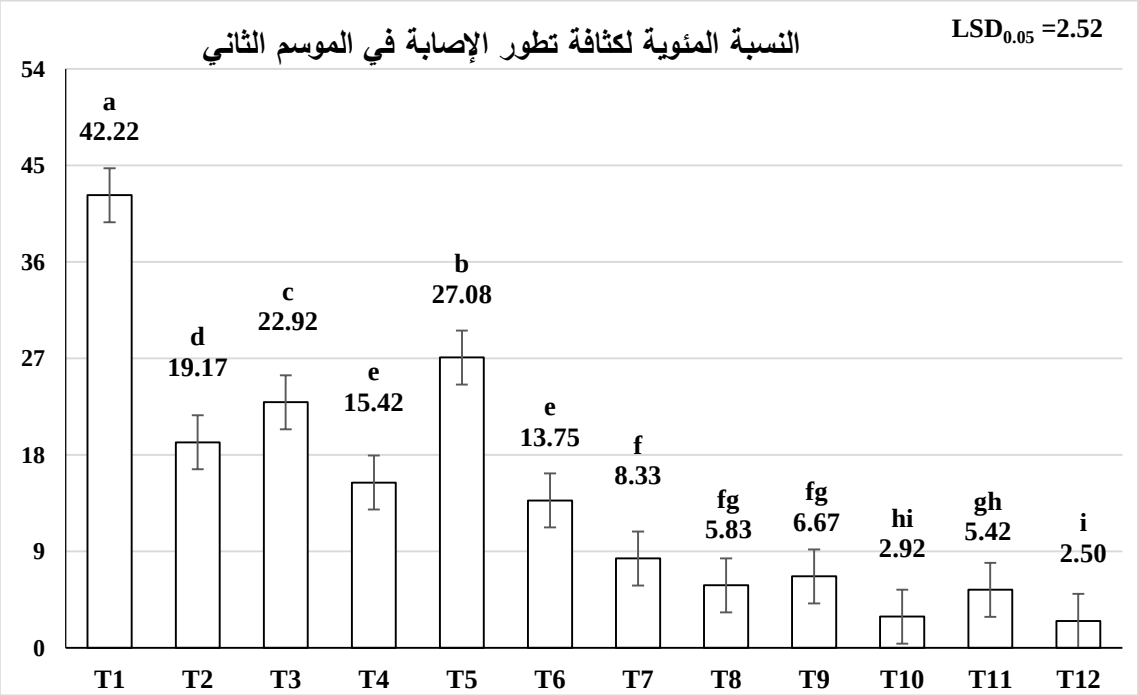


الشكل (18): تأثير المعاملات المختلفة في النسبة المئوية لكثافة تطور الإصابة بالنقرة المرة في الموسم الأول للدراسة.

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

4- النسبة المئوية لكثافة تطور الإصابة بالنقرة المرة في الموسم الثاني للدراسة: نجد من الشكل (19) انخفاض النسبة المئوية لكثافة تطور الإصابة بالنقرة المرة انخفاضاً معنوياً في معاملتي الخف اليدوي والخف الكيميائي (19.17، 22.92)% مقارنةً مع الشاهد (42.22%)، وهذا يعود إلى زيادة حجم ثمار الشاهد بسبب الحمل الخفيف في الموسم الثاني. أسهم الرش الورقي بالبورون والزنك منفصلين والزنك والبورون معاً إلى خفض النسبة المئوية لكثافة تطور الإصابة وبشكلٍ معنويٍ فكانت (15.42، 27.08، 13.75)% على التوالي مقارنةً مع الشاهد (42.22%). وهذا يتفق مع Taylor (2004) الذي أكدَّ أنَّ الرش بالبورون يساعد في التخلص من ظاهرة النقرة المرة على التفاح، ومع حداد (2017) الذي أشار في دراسته إلى أنَّ تطبيق الرش الورقي بالزنك زاد من تركيز الكالسيوم في ثمار التفاح وأدى بالتالي إلى خفض في نسبة الإصابة بالنقرة المرة.

أدى الكالسيوم إلى خفضٍ معنويٍ لنسبة الإصابة إلى (8.33)%، كما انخفضت نسبة الإصابة معنوياً في معاملتي الخف اليدوي مع الكالسيوم والخف الكيميائي مع الكالسيوم إلى (5.83، 6.67)%، كما انخفضت نسبة الإصابة عند الرش الورقي بالبورون مع الكالسيوم، وبالزنك مع الكالسيوم، وبالبورون مع الزنك والكالسيوم انخفاضاً معنوياً إلى (2.92، 5.42، 2.50)% مقارنةً مع الشاهد (42.22%). وهذا يتفق مع مزهر وزملائه (2015) الذين نصحوا باستخدام الرش بنترات الكالسيوم على المجموع الخضري بواقع 4 رشات، بحيث تكون الرشة الأولى بعد عقد الثمار بنحو ثلاثة أسابيع وتكرر بفاصل شهرٍ وتنتهي الرشة الأخيرة قبل القطاف بثلاثة أسابيع. وتعد كثافة تطور الإصابة من المؤشرات الهامة التي تعكس عدد النقر في الثمرة وبالتالي قابلية الثمار للتسويق، ومن خلال النتائج يتضح الدور الكبير الذي أداه الرش الورقي بالبورون والكالسيوم في خفض كثافة تطور الإصابة، يأتي بعده الرش بالزنك مع الكالسيوم ومن ثم معاملات الخف مع الرش بنترات الكالسيوم، الأمر الذي سيساعد في تخفيض خسارة الثمار وسيكون له مردود مالي أفضل لكافة العاملين في سلسلة إنتاج التفاح. وهذا يتفق مع Andris وزملائه (2002) الذين ذكروا أنَّ الإصابة بالنقرة المرة تؤثر على الشكل الظاهري للثمار فتصبح غيرجذابةً، وتؤثر في الصفات النوعية للثمار وفي جودتها، وبذلك تخفض قيمها التسويقية وتسبب خسارةً اقتصاديةً كبيرةً لمنتجي التفاح.



الشكل (19): تأثير المعاملات المختلفة في النسبة المئوية لكثافة تطور الإصابة بالنقرة المرة في الموسم الثاني للدراسة.

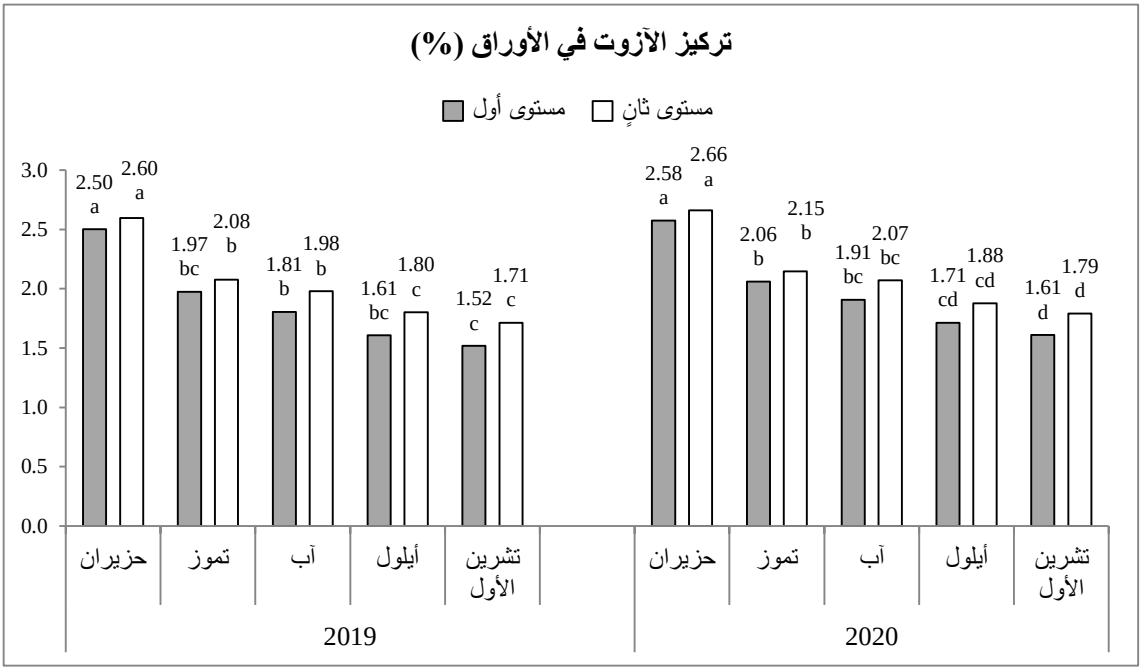
* تشير الأحرف المختلفة إلى وجود فروقٍ معنويةٍ عند مستوى المعنوية 5%.

سادساً. تركيز العناصر الغذائية في الأوراق والثمار:

1-تركيز العناصر الغذائية في الأوراق:

1.1. **عنصر الآزوت:** يبين الشكل (20) أنَّ تركيز الآزوت في الأوراق للموسمين (2019، 2020) في كل من المستويين كان جيداً في كافة أشهر النمو حسب Shear و Faust (1980) اللذين بيَّنا أنَّ تركيز الآزوت في أوراق التفاح يكون طبيعياً عندما تكون النسبة (1.5–2.5)%. ومن جهةٍ أخرى فإنَّ تركيز الآزوت في الأوراق في الموسم الثاني (2020) زاد بالمقارنة مع الموسم الأول (2019)، وقد تميز الموسم الأول بالحمل الغزير وهذا ساعد في إزاحة كميةٍ كبيرةٍ من العناصر الغذائية في الثمار، وأسهم التسميد الورقي والخف اليدوي والكيميائي للثمار في تعويض الكمية المزاحة من العناصر الغذائية والمحافظة على تركيز جيد منها بكميات كافية للنمو والإنتاج، انخفض تركيز الآزوت في الأوراق تدريجياً خلال أشهر النمو بشكلٍ معنويٍ في كلا الموسمين وفي كلا المستويين بالمقارنة مع شهر حزيران حيث كان في الموسم الأول في المستويين الأول والثاني في شهر حزيران

(2.50، 2.60)% على التوالي، وانخفض في شهر تشرين الأول إلى (1.52، 1.71)% على التوالي، وكان في الموسم الثاني في المستويين الأول والثاني في شهر حزيران (2.58، 2.66)% على التوالي، وانخفض في شهر تشرين الأول إلى (1.61، 1.79)% على التوالي. وهذا يتوافق مع Nachtigall وDechen (2006) اللذين درسا حركة العناصر في أوراق التفاح لثلاثة أصناف Gala وFuji وGolden.



الشكل (20) تركيز الآزوت في الأوراق (%) 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 $LSD_{0.05}$ = 0.24، الموسم الأول المستوى الثاني $LSD_{0.05}$ = 0.17– الموسم الثاني المستوى الأول $LSD_{0.05}$ = 0.26، الموسم الثاني المستوى الثاني $LSD_{0.05}$ = 0.21)

يبين الجدول (11) تركيز الآزوت في الأوراق لموسم (2019) وقد زاد تركيز الآزوت في الأوراق في كل معاملةٍ من المعاملات المدروسة خلال أشهر النمو كافةً بفروقٍ غير معنويةٍ مقارنةً مع الشاهد في كل معاملةٍ من معاملات المستوى الأول، وبفروقٍ معنويةٍ خلال أشهر النمو كافةً في معاملتي الرش الورقي بنترات الكالسيوم مع البورون، والرش الورقي بنترات الكالسيوم مع البورون والزنك معاً، حيث كان تركيز الآزوت في الأوراق في كلٍ من المعاملتين على الترتيب خلال أشهر حزيران وتموز وآب وأيلول وتشرين الأول (2.631، 2.094، 2.041، 1.843، 1.754)% و(2.741، 2.159، 2.059، 1.847، 1.758)% على التوالي. وكان في الشاهد (2.411،

1.922، 1.790، 1.589، 1.500)% على التوالي. فغزارة الثمار في الشاهد أدت إلى استهلاك معظم المواد الغذائية المصنعة بالأوراق، وهذا يتفق مع Cicala وCatara (1995) اللذين بيَّنا أنه في سنة الحمل الغزير ينخفض تركيز العناصر الغذائية في الثمار ويمكن تعويضها من خلال التسميد الورقي. وقد يعزى السبب إلى دور البورون في تحفيز وتنشيط الأنزيم المختزل للنترات Nitrate reductase الذي يعمل على تمثيل الآزوت في الأوراق وإلى تأثير الزنك في حركية وامتصاص الآزوت (Ramenzani وShekafandeh، 2011).

الجدول (11): تركيز عنصر الآزوت في الأوراق (%) خلال أشهر النمو الموسم الأول (2019).

الشهر / المعاملة	حزيران	تموز	آب	أيلول	تشرين الأول
الشاهد	2.411^{c}	1.922^{d}	1.790^{d}	1.589^{c}	1.500^{d}
الخف اليدوي	2.467^{bc}	1.957^{bcd}	1.801^{d}	1.603^{c}	1.514^{cd}
الخف الكيميائي	2.440^{bc}	1.981^{bcd}	1.806^{d}	1.608^{c}	1.519^{cd}
B	2.550^{bc}	1.935^{cd}	1.803^{d}	1.605^{c}	1.516^{cd}
Zn	2.542^{bc}	2.020^{abcd}	1.806^{d}	1.627^{c}	1.538^{cd}
B+Zn	2.600^{abc}	2.033^{abcd}	1.825^{d}	1.608^{c}	1.519^{cd}
Ca	2.508^{bc}	1.994^{bcd}	1.903^{bcd}	1.710^{bc}	1.621^{bc}
Ca+خف يدوي	2.582^{abc}	2.068^{abcd}	1.892^{cd}	1.764^{ab}	1.675^{ab}
Ca+خف كيميائي	2.519^{bc}	2.074^{abc}	1.962^{abc}	1.829^{a}	1.740^{a}
Ca+B	2.631^{ab}	2.094^{ab}	2.041^{a}	1.843^{a}	1.754^{a}
Ca+Zn	2.595^{abc}	2.077^{abc}	2.027^{ab}	1.821^{ab}	1.732^{a}
Ca+B+Zn	2.741^{a}	2.159^{a}	2.059^{a}	1.847^{a}	1.758^{a}
$LSD_{0.05}$	**0.165**	**0.129**	**0.121**	**0.108**	**0.102**
CV%	**4.03**	**5.19**	**6.17**	**5.73**	**5.61**

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

يدل الجدول (12) على أنَّ تركيز الآزوت في الأوراق لموسم (2020) انخفض في معاملتي الخف اليدوي والخف الكيميائي للثمار عن باقي المعاملات بفروقٍ غير معنويةٍ في معاملات الخف اليدوي والخف اليدوي مع الرش الورقي بنترات الكالسيوم والخف الكيميائي مع الرش الورقي بنترات الكالسيوم، وبفروقٍ معنويةٍ في معاملة الخف الكيميائي، وهذا يعود إلى زيادة عدد الثمار في موسم الحمل الخفيف في معاملات خف الثمار مقارنةً مع باقي المعاملات. كما ويتبين وجود زيادةٍ دون فروقٍ معنويةٍ في تركيز الآزوت في الأوراق عند تطبيق معاملات الرش الورقي بالبورون، والرش بالزنك، والرش بالبورون والزنك، والرش بنترات الكالسيوم، والرش بنترات

الكالسيوم والزنك. ووجود زيادةٍ مع فروقٍ معنويةٍ في معاملتي الرش بنترات الكالسيوم والبورون، والرش بنترات الكالسيوم والزنك والبورون، وكان التركيز الأعلى من الآزوت في الأوراق في معاملة الرش الورقي بنترات الكالسيوم والبورون والزنك، حيث كان تركيز الآزوت في الأوراق خلال أشهر حزيران وتموز وآب وأيلول وتشرين الأول (2.900، 2.318، 2.218، 2.006، 1.917)% على التوالي مقارنةً مع الشاهد حيث كانت (2.570، 2.081، 1.949، 1.748، 1.625)%. تتفق النتائج مع Šebek (2015) الذي بيَّن أنَّ خف الأزهار/الثمار شكلٌ من أشكال ممارسات إدارة المحاصيل، ويُعد ممارسةً منتظمةً في إنتاج ثمار التفاح بُغية زيادة عائد الإثمار.

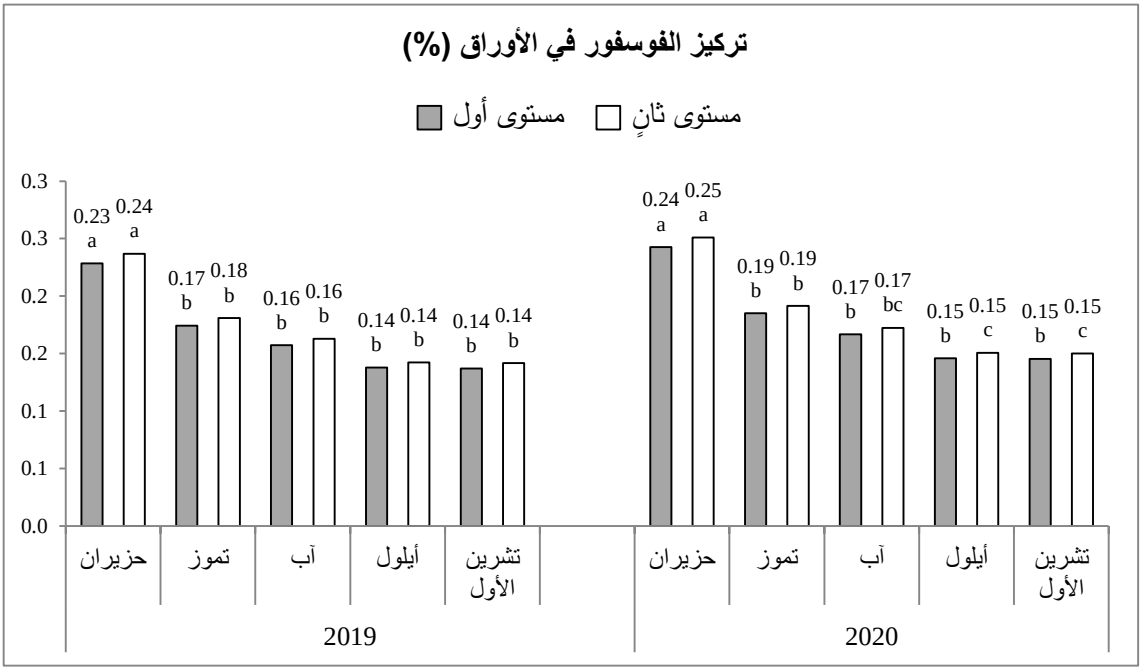
الجدول (12): تركيز عنصر الآزوت في الأوراق (%) خلال أشهر النمو الموسم الثاني (2020).

الشهر / المعاملة	حزيران	تموز	آب	أيلول	تشرين الأول
الشاهد	2.570^{cd}	2.081^{cde}	1.949^{bcd}	1.748^{bcd}	1.625^{de}
الخف اليدوي	2.397^{de}	1.941^{def}	1.818^{cd}	1.631^{cd}	1.516^{ef}
الخف الكيميائي	2.319^{e}	1.878^{f}	1.759^{d}	1.578^{d}	1.467^{f}
B	2.709^{abc}	2.094^{bcd}	1.962^{bc}	1.764^{bc}	1.675^{cd}
Zn	2.701^{bc}	2.179^{abc}	1.965^{bc}	1.786^{bc}	1.697^{cd}
B+Zn	2.759^{abc}	2.192^{abc}	1.984^{bc}	1.767^{bc}	1.678^{cd}
Ca	2.667^{bc}	2.153^{bc}	2.062^{ab}	1.869^{ab}	1.780^{bc}
Ca+خف يدوي	2.467^{de}	1.992^{def}	1.908^{bcd}	1.729^{bcd}	1.647^{d}
Ca+خف كيميائي	2.399^{de}	1.937^{ef}	1.855^{cd}	1.681^{cd}	1.601^{de}
Ca+B	2.790^{ab}	2.253^{ab}	2.200^{a}	2.002^{a}	1.913^{a}
Ca+Zn	2.754^{abc}	2.236^{abc}	2.186^{a}	1.980^{a}	1.891^{ab}
Ca+B+Zn	2.900^{a}	2.318^{a}	2.218^{a}	2.006^{a}	1.917^{a}
$LSD_{0.05}$	**0.177**	**0.142**	**0.182**	**0.164**	**0.115**
CV%	**4.01**	**5.26**	**9.18**	**8.81**	**5.21**

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

1.2. **عنصر الفوسفور**: تشير الأرقام الواردة في الشكل (21) إلى أنَّ متوسط تركيز الفوسفور في الأوراق للموسمين (2019 و2020) كان جيداً في أشهر النمو كافة وذلك حسب Shear وFaust (1980) اللذين بيَّنا أنَّ تركيز الفوسفور في أوراق التفاح يكون طبيعياً عندما تكون النسبة (0.13-0.3)%، ويشير إلى وجود نقص عندما تكون النسبة أقل من (0.13)%، وقد يعود السبب إلى محتوى التربة الجيد من الفوسفور المتاح. انخفض تركيز الفوسفور تدريجياً في الأوراق خلال أشهر النمو بشكلٍ معنويٍ مقارنةً مع شهر حزيران في كلا الموسمين وفي كلا المستوَيين حيث كان في الموسم الأول في المستويين الأول والثاني في شهر حزيران (0.23،0.24)%

على التوالي وانخفض في شهر تشرين الأول إلى (0.14، 0.14)% على التوالي، وكان في الموسم الثاني في المستويين الأول والثاني في شهر حزيران (0.24، 0.25)% على التوالي وانخفض في شهر تشرين الأول إلى (0.15، 0.15)% على التوالي. وهذا يتوافق مع Nachtigall وDechen (2006) اللذين درسا حركة العناصر في أوراق التفاح لثلاثة أصناف Gala وFuji وGolden.



الشكل (21) تركيز الفوسفور في الأوراق (%) 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 $LSD_{0.05} = 0.05$، الموسم الأول المستوى الثاني $LSD_{0.05} = 0.04$ – الموسم الثاني المستوى الأول $LSD_{0.05} = 0.04$ ، الموسم الثاني المستوى الثاني $LSD_{0.05} = 0.03$)

يبين الجدول (13) تركيز الفوسفور في الأوراق خلال أشهر النمو لموسم (2019)، وقد أظهرت النتائج أنَّ تركيز الفوسفور في الأوراق في المعاملات كافة كان جيداً خلال أشهر النمو وهذا يتفق مع Casero وزملائه (2005) الذين درسوا حركة العناصر في أوراق التفاح صنف Golden Smoothee. ويبين الجدول أنَّ المعاملات المدروسة لم تؤثر بشكلٍ ملحوظٍ في تركيز الفوسفور في الأوراق بالمقارنة مع معاملة الشاهد. لقد ازداد تركيز الفوسفور في الأوراق زيادةً غير معنويةٍ في كافة المعاملات المدروسة باستثناء معاملتي الرش بالكالسيوم والبورون والرش بالكالسيوم والبورون والزنك، فقد كانت الفروق معنوية مع تفوق لمعاملة الرش بالكالسيوم والبورون

والزنك حيث كان تركيز الفوسفور في الأوراق خلال أشهر النمو كافة (0.249، 0.190، 0.171، 0.149، 0.148)% على التوالي وكان في الشاهد (0.220، 0.168، 0.152، 0.133، 0.132)% على التوالي. وهذا يوافق مع نتائج كيوان (2018) الذي لم يجد فرقاً في تركيز الفوسفور في أوارق التفاح صنف ستاركنج ديليشس بعد الرش بالبوتاسيوم والبورون والزنك. وقد يعزى السبب إلى محتوى التربة الجيد من الفوسفور المتاح في ترب كافة المعاملات (Dunlop وBowling، 1978).

الجدول (13): تركيز عنصر الفوسفور في الأوراق (%) خلال أشهر النمو في الموسم الأول (2019).

الشهر / المعاملة	حزيران	تموز	آب	أيلول	تشرين الأول
الشاهد	0.220^{c}	0.168^{c}	0.152^{c}	0.133^{c}	0.132^{c}
الخف اليدوي	0.225^{bc}	0.172^{bc}	0.155^{bc}	0.136^{bc}	0.135^{bc}
الخف الكيميائي	0.223^{bc}	0.170^{bc}	0.153^{c}	0.134^{bc}	0.134^{bc}
B	0.233^{abc}	0.178^{abc}	0.160^{abc}	0.140^{abc}	0.139^{abc}
Zn	0.232^{bc}	0.177^{abc}	0.160^{abc}	0.140^{abc}	0.139^{abc}
B+Zn	0.237^{abc}	0.181^{abc}	0.163^{abc}	0.143^{abc}	0.142^{abc}
Ca	0.229^{bc}	0.175^{bc}	0.158^{bc}	0.138^{bc}	0.137^{bc}
Ca+خف يدوي	0.236^{abc}	0.180^{abc}	0.162^{abc}	0.142^{abc}	0.141^{abc}
Ca+خف كيميائي	0.230^{bc}	0.176^{bc}	0.158^{bc}	0.138^{bc}	0.138^{bc}
Ca+B	0.240^{ab}	0.183^{ab}	0.165^{ab}	0.144^{ab}	0.144^{ab}
Ca+Zn	0.237^{abc}	0.181^{ac}	0.163^{abc}	0.143^{abc}	0.142^{abc}
Ca+B+Zn	0.249^{a}	0.190^{a}	0.171^{a}	0.149^{a}	0.148^{a}
$LSD_{0.05}$	**0.015**	**0.011**	**0.01**	**0.009**	**0.009**
CV%	**5.71**	**6.73**	**5.99**	**4.61**	**4.63**

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

تبين نتائج الجدول (14) أنَّ تركيز الفوسفور في الأوراق في موسم (2020) كان أعلى بالمقارنة مع موسم (2019) وسلك الفوسفور في الأوراق سلوكاً مماثلاً لموسم (2019)، وقد أظهرت نتائج التحليل الإحصائي انخفاضاً معنوياً في تركيز الفوسفور في الأوراق في معاملات الخف اليدوي والخف الكيميائي والخف اليدوي مع الرش بنترات الكالسيوم والخف الكيميائي مع الرش بنترات الكالسيوم، وهذا يعود إلى زيادة إنتاج هذه المعاملات مقارنةً مع إنتاج الشاهد. كما أظهرت النتائج زيادةً في تركيز الفوسفور في الأوراق دون فروقٍ معنويةٍ في كل المعاملات باستثناء معاملة الرش الورقي بالكالسيوم والبورون والزنك معاً، فقد كانت الزيادة معنوية مقارنةً مع

الشاهد خلال أشهر النمو كافة، حيث كان تركيز الفوسفور في الأوراق خلال أشهر حزيران وتموز وآب وأيلول وتشرين الأول في الشاهد (0.240، 0.183، 0.165، 0.144، 0.144)% على التوالي، وفي معاملة الرش الورقي بالكالسيوم والبورون والزنك معاً (0.272، 0.207، 0.186، 0.162، 0.162)% على التوالي. لم يؤثر الرش بالزنك بشكلٍ معنويٍ في تركيز الكالسيوم والفوسفور في الأوراق، ولم يتأثر معنوياً تركيز عناصر الآزوت والبوتاسيوم والمغنزيوم (حداد، 2017).

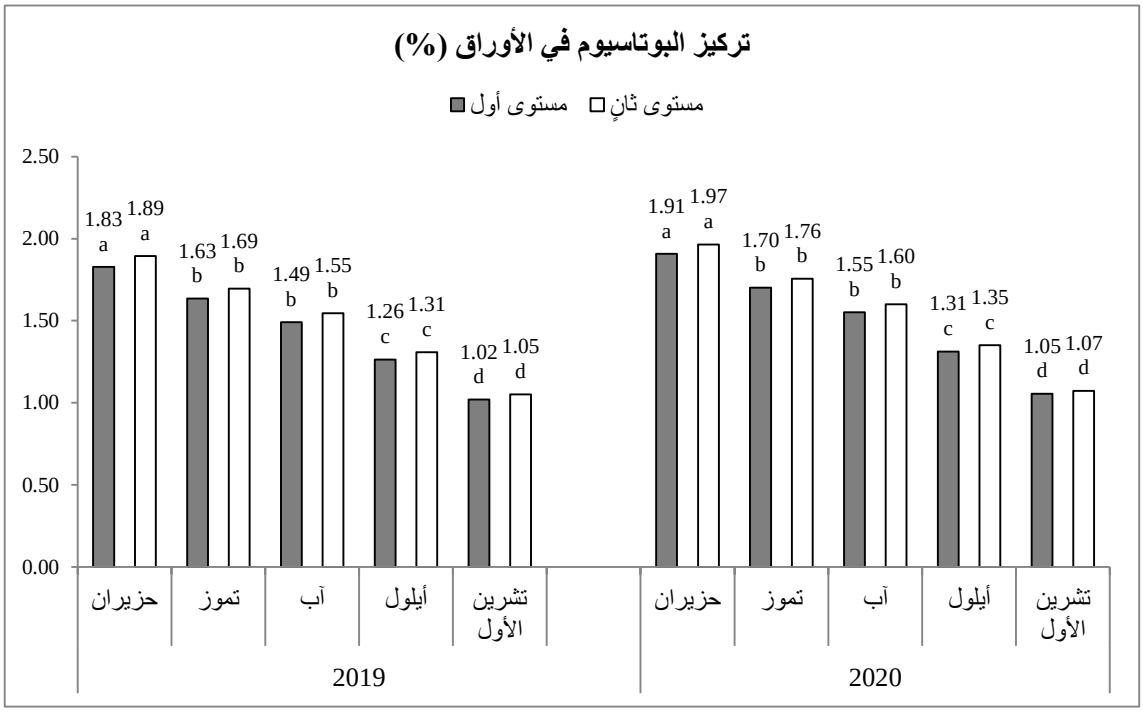
يسهم الكالسيوم في تحفيز معدل عملية التمثيل الضوئي وكذلك زيادة معدل الفسفرة الضوئية (Photophosphorylation)، وبالطبع تكون حاجة النبات إلى الفوسفور عالية جداً وهذا ما يزيد من امتصاص الفوسفور وهذا يتفق مع نتائج Ozcan وBrohi (2000). وربما تعزى الزيادة في نسبة الفوسفور إلى نشاط النمو الخضري مما يتطلب سحباً أكبر من الفوسفور لسد حاجة النبات، إذ يسهم هذا العنصر في تكوين المركبات الغنية بالطاقة التي يحتاجها النبات في تكوين مركبات أخرى كالكربوهيدرات والفوسفولبيدات والمرافقات الأنزيمية التي تسهم في تنشيط الفعاليات الحيوية الأمر الذي يؤدي إلى زيادة النمو الخضري وبذلك تزداد عملية التركيب الضوئي وانتقال المواد الناتجة من هذه العملية (Cheng وزملاؤه، 2003؛ Taiz وZeiger، 2006؛ الزهيري،2007).

الجدول (14): تركيز عنصر الفوسفور في الأوراق (%) خلال أشهر النمو في الموسم الثاني (2020).

الشهر / المعاملة	حزيران	تموز	آب	أيلول	تشرين الأول
الشاهد	0.240^{bcde}	0.183^{cde}	0.165^{bcde}	0.144^{bcde}	0.144^{cde}
الخف اليدوي	0.228^{de}	0.174^{ef}	0.157^{de}	0.138^{de}	0.137^{ef}
الخف الكيميائي	0.221^{e}	0.169^{f}	0.152^{e}	0.133^{e}	0.133^{f}
B	0.254^{abc}	0.194^{abc}	0.174^{abc}	0.153^{abc}	0.152^{abc}
Zn	0.253^{abc}	0.193^{bc}	0.174^{abc}	0.152^{abc}	0.151^{bc}
B+Zn	0.259^{abc}	0.197^{ab}	0.178^{abc}	0.155^{abc}	0.155^{ab}
Ca	0.250^{abcd}	0.190^{bcd}	0.172^{abcd}	0.150^{abcd}	0.149^{bcd}
Ca+خف يدوي	0.235^{cde}	0.179^{def}	0.162^{cde}	0.141^{cde}	0.141^{def}
Ca+خف كيميائي	0.229^{de}	0.175^{ef}	0.157^{de}	0.138^{de}	0.137^{ef}
Ca+B	0.262^{ab}	0.200^{ab}	0.180^{ab}	0.157^{ab}	0.157^{ab}
Ca+Zn	0.258^{abc}	0.197^{ab}	0.177^{abc}	0.155^{abc}	0.154^{ab}
Ca+B+Zn	0.272^{a}	0.207^{a}	0.186^{a}	0.162^{a}	0.162^{a}
$LSD_{0.05}$	**0.022**	**0.012**	**0.015**	**0.013**	**0.009**
CV%	**6.81**	**4.93**	**7.37**	**6.29**	**4.17**

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

1.3. **عنصر البوتاسيوم:** يوضح الشكل (22) أنَّ متوسط تركيز البوتاسيوم في الأوراق للموسمين (2019 و2020) كان جيداً في أشهر النمو كافة تبعاً للتركيز المطلوب توفره خلال موسم النمو وذلك حسب Shear وFaust (1980) اللذين بيَّنا أنَّ تركيز البوتاسيوم يكون طبيعياً في أوراق التفاح عندما تكون النسبة (1-2)%، ويشير إلى وجود نقصٍ عندما تكون النسبة أقل من (1.0)%، لقد انخفض تركيز البوتاسيوم في الأوراق تدريجياً خلال أشهر النمو بشكلٍ معنويٍ مقارنةً مع شهر حزيران، حيث كان في الموسم الأول في المستويين الأول والثاني في شهر حزيران (1.83،1.89)% على التوالي، وانخفض في شهر تشرين الأول إلى (1.02،1.05)% على التوالي، وكان في الموسم الثاني في المستويين الأول والثاني في شهر حزيران (1.91،1.97)% على التوالي وانخفض في شهر تشرين الأول إلى (1.05،1.07)% على التوالي. وهذا يتوافق مع Muzher وزملائه (2016) الذين درسوا حركة العناصر في أوراق التفاح صنف غولدن ديلشس المطعم على أصلين (بذري وMM106). وقد أوضح Mengel وKirkby (2001) أنَّ تركيز العناصر في الأوراق يعتمد على النسبة بين تركيز العنصر وماء النبات وعلى عمر الورقة.



الشكل (22) تركيز البوتاسيوم في الأوراق (%) 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 $LSD_{0.05}$ = 0.17 ، الموسم الأول المستوى الثاني $LSD_{0.05}$ = 0.19 – الموسم الثاني المستوى الأول $LSD_{0.05}$ = 0.18 ، الموسم الثاني المستوى الثاني $LSD_{0.05}$ = 0.17)

تبين النتائج في الجدول (15) زيادةً غير معنويةٍ في تركيز البوتاسيوم في الأوراق مقارنةً مع الشاهد في كافة المعاملات المدروسة وخلال أشهر النمو كافةً، وكان التركيز الأعلى للبوتاسيوم في الأوراق عند الرش الورقي بنترات الكالسيوم والبورون والزنك معاً حيث كان تركيز البوتاسيوم في الأوراق خلال أشهر حزيران، تموز، آب، أيلول، تشرين الأول (2.000، 1.789، 1.631، 1.381، 1.070)% على التوالي، في حين كان في الشاهد (1.773، 1.587، 1.448، 1.227، 1.002)% على التوالي.

الجدول (15) تركيز عنصر البوتاسيوم في الأوراق (%) خلال أشهر النمو في الموسم الأول (2019).

الشهر / المعاملة	حزيران	تموز	آب	أيلول	تشرين الأول
الشاهد	1.773[b]	1.587[a]	1.448[a]	1.227[a]	1.002[a]
الخف اليدوي	1.799[b]	1.611[a]	1.469[a]	1.245[a]	1.013[a]
الخف الكيميائي	1.780[b]	1.593[a]	1.453[a]	1.232[a]	1.005[a]
B	1.860[ab]	1.665[a]	1.518[a]	1.286[a]	1.030[a]
Zn	1.854[b]	1.660[a]	1.514[a]	1.282[a]	1.030[a]
B+Zn	1.897 [ab]	1.690[a]	1.548[a]	1.311[a]	1.035[a]
Ca	1.829 [b]	1.637[a]	1.494[a]	1.265[a]	1.040[a]
Ca+خف يدوي	1.883[ab]	1.686[a]	1.537[a]	1.302[a]	1.048[a]
Ca+خف كيميائي	1.837[b]	1.645[a]	1.500[a]	1.271[a]	1.029[a]
Ca+B	1.919[ab]	1.718[a]	1.566[a]	1.326[a]	1.060[a]
Ca+Zn	1.893[ab]	1.694[a]	1.545[a]	1.308[a]	1.060[a]
Ca+B+Zn	2.000[a]	1.789[a]	1.631[a]	1.381[a]	1.070[a]
$LSD_{0.05}$	**0.125**	**0.212**	**0.202**	**0.186**	**0.115**
CV%	**4.09**	**5.27**	**5.13**	**5.49**	**4.98**

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

تبين النتائج المدرجة في الجدول (16) تركيز البوتاسيوم في الأوراق لموسم (2020) وكيف أنَّ البوتاسيوم سلك في موسم (2020) في الأوراق سلوكاً مماثلاً لموسم (2019)، انخفض تركيز البوتاسيوم في الأوراق في معاملات الخف اليدوي والخف الكيميائي والخف اليدوي مع الرش بنترات الكالسيوم والخف الكيميائي مع الرش بنترات الكالسيوم بدون فروقٍ معنويةٍ بالمقارنة مع الشاهد، وذلك بسبب زيادة الإنتاج في هذه المعاملات، في حين زاد زيادةً غير معنويةٍ في باقي المعاملات وكان التركيز الأعلى للبوتاسيوم في الأوراق عند الرش الورقي بنترات الكالسيوم والبورون والزنك معاً حيث كان تركيز البوتاسيوم في الأوراق خلال أشهر حزيران، وتموز، وآب، وأيلول، وتشرين الأول (2.068، 1.843، 1.675، 1.407، 1.090)% على التوالي، في حين كان في الشاهد (1.888، 1.690، 1.541، 1.305، 1.050)% على التوالي. وهذا يتفق مع Mosal وزملائه (2015) الذين وجدوا زيادةً في تركيز البوتاسيوم في أوراق التفاح الصنف Anna عند الرش الورقي بالبوتاسيوم والبورون والحموض الهيومية، وأوضحوا أنَّ للكالسيوم دوراً في زيادة نواتج التمثيل الضوئي، وهذا يترتب عليه زيادة امتصاص عنصر البوتاسيوم لسد حاجة النبات. ومع Mengel وKirkby (2001) اللذين ذكرا أنَّ زيادة تركيز البوتاسيوم في الأوراق قد يرجع إلى دور الزنك في عملية البناء الضوئي لأنه عامل مساعد في تصنيع جزيئة الكلوروفيل،

وبالتالي زيادة المواد المصنعة من كربوهيدرات وبروتينات وهذا يترتب عليه زيادةً في امتصاص البوتاسيوم من الجذور، ووجد Sourour (2000) أنَّ التغذية الورقية بالزنك سواءً بشكل شيلات أو سلفات أدت إلى زيادة معنوية في محتوى أوراق المندرين من البوتاسيوم.

الجدول (16) تركيز عنصر البوتاسيوم في الأوراق (%) خلال أشهر النمو في الموسم الثاني (2020).

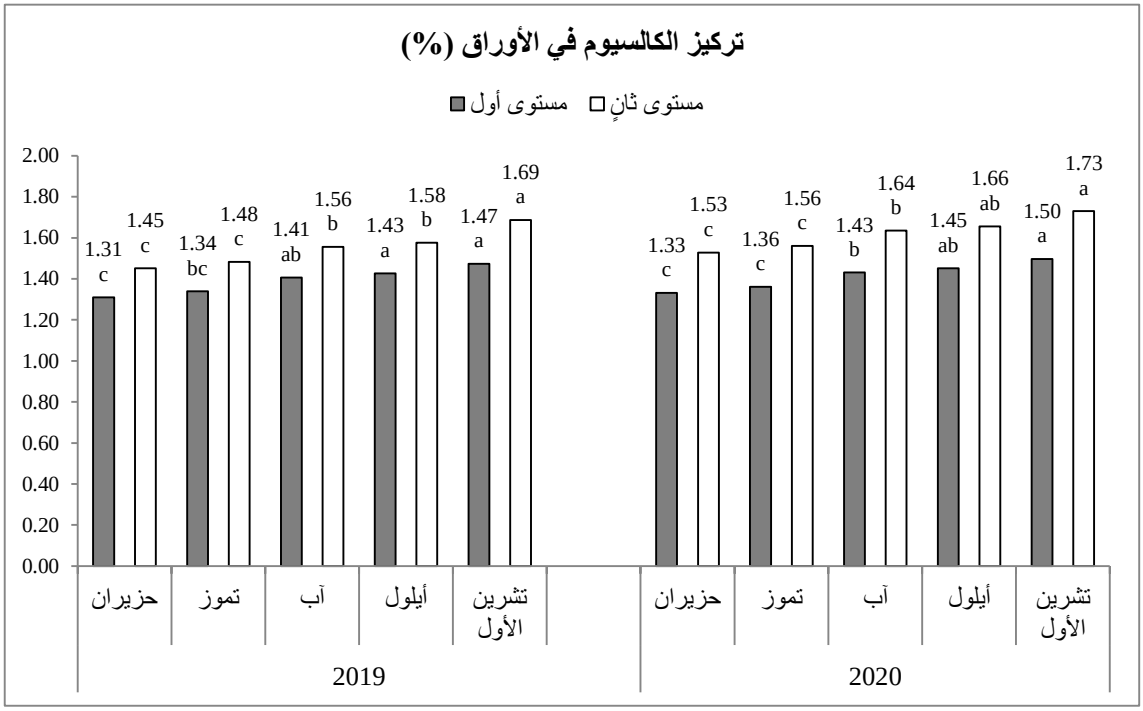
الشهر / المعاملة	حزيران	تموز	آب	أيلول	تشرين الأول
الشاهد	1.888^{bcd}	1.690^{bcde}	1.541^{bcde}	1.305^{abcd}	1.050^{abc}
الخف اليدوي	1.825^{d}	1.634^{de}	1.490^{de}	1.263^{cd}	1.024^{bc}
الخف الكيميائي	1.769^{d}	1.584^{e}	1.445^{e}	1.224^{d}	1.000^{c}
B	1.981^{abc}	1.763^{abcd}	1.607^{abcd}	1.359^{abc}	1.085^{ab}
Zn	1.975^{abc}	1.758^{abcd}	1.602^{abcd}	1.355^{abc}	1.082^{ab}
B+Zn	2.005^{abc}	1.783^{abc}	1.624^{abc}	1.371^{ab}	1.087^{ab}
Ca	1.980^{abc}	1.764^{abcd}	1.605^{abcd}	1.352^{abc}	1.068^{abc}
Ca+خف يدوي	1.877^{cd}	1.680^{cde}	1.532^{cde}	1.298^{bcd}	1.046^{abc}
Ca+خف كيميائي	1.827^{d}	1.636^{de}	1.492^{de}	1.264^{cd}	1.025^{bc}
Ca+B	2.036^{ab}	1.821^{ab}	1.659^{ab}	1.403^{a}	1.114^{a}
Ca+Zn	2.003^{abc}	1.792^{abc}	1.632^{abc}	1.380^{ab}	1.092^{ab}
Ca+B+Zn	2.068^{a}	1.843^{a}	1.675^{a}	1.407^{a}	1.090^{ab}
$LSD_{0.05}$	**0.133**	**0.119**	**0.108**	**0.091**	**0.073**
CV%	**4.01**	**4.36**	**4.49**	**4.39**	**4.97**

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

1.4. **عنصر الكالسيوم:** تراوح متوسط تركيز الكالسيوم في أوراق التفاح حسب معطيات الشكل (23) 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 تركيز الكالسيوم في الأوراق 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 بتركيز الكالسيوم في الأوراق (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 تركيز الكالسيوم في الأوراق 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 تركيز الكالسيوم في 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 (23) تركيز الكالسيوم في الأوراق (%) 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 (17) زيادة تركيز الكالسيوم في الأوراق لموسم (2019) في كل معاملةٍ من المعاملات المدروسة مقارنةً مع الشاهد، بفروقٍ غير معنويةٍ خلال أشهر النمو كافة في معاملات الخف اليدوي والخف الكيميائي والرش الورقي بالزنك وحده، وبفروقٍ معنويةٍ خلال أشهر النمو كافةً في باقي المعاملات. وكان التركيز الأعلى للكالسيوم في الأوراق عند الرش الورقي بنترات الكالسيوم والبورون والزنك معاً حيث كان تركيز الكالسيوم في الأوراق خلال أشهر حزيران، وتموز، وآب، وأيلول، وتشرين الأول (1.475، 1.507، 1.580، 1.600، 1.800)% على التوالي، في حين كان في الشاهد (1.240، 1.267، 1.340، 1.360، 1.421)% على التوالي. تتفق النتائج مع حداد (2017) الذي لم يجد فروقاً معنويةً في تركيز الكالسيوم بين معاملة الشاهد ومعاملات الرش الورقي بالزنك في المواعيد المدروسة كافة عند كلا الصنفين غولدن ديليشيس وستاركنج ديليشيس، في حين زاد تركيز الكالسيوم نتيجةً لتطبيق الرش الورقي بالبورون. أسهم الرش بالبورون في فترة بعد حدوث العقد في زيادة تركيز عنصر الكالسيوم في الأوراق والثمار بشكلٍ معنويٍ لكل من الصنفين غولدن ديليشيس وستاركنج ديليشيس بالمقارنة مع الشاهد، وهذه الزيادة المعنوية يمكن ردها إلى الدور الهام الذي يؤديه عنصر البورون في امتصاص وانتقال الكالسيوم، وذلك عند توفر البورون بتركيزٍ مناسبٍ في النبات (Deyton وزملاؤه، 2002). 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 لتركيز الكالسيوم في الورقة مقارنةً مع معاملة عدم الإضافة والتي أعطت أقل متوسط.

الجدول (17) تركيز عنصر الكالسيوم في الأوراق (%) خلال أشهر النمو في الموسم الأول (2019).

الشهر / المعاملة	حزيران	تموز	آب	أيلول	تشرين الأول
الشاهد	1.240^{b}	1.267^{b}	1.340^{c}	1.360^{c}	1.421^{d}
الخف اليدوي	1.254^{b}	1.282^{b}	1.355^{c}	1.375^{c}	1.438^{cd}
الخف الكيميائي	1.250^{b}	1.277^{b}	1.350^{c}	1.370^{c}	1.432^{cd}
B	1.424^{a}	1.455^{a}	1.498^{b}	1.518^{b}	1.540^{bc}
Zn	1.259^{b}	1.287^{b}	1.360^{c}	1.380^{c}	1.443^{cd}
B+Zn	1.434^{a}	1.465^{a}	1.538^{ab}	1.558^{ab}	1.565^{b}
Ca	1.435^{a}	1.467^{a}	1.540^{ab}	1.560^{ab}	1.600^{b}
Ca+خف يدوي	1.450^{a}	1.482^{a}	1.555^{ab}	1.575^{ab}	1.625^{b}
Ca+خف كيميائي	1.445^{a}	1.477^{a}	1.550^{ab}	1.570^{ab}	1.610^{b}
Ca+B	1.463^{a}	1.495^{a}	1.568^{ab}	1.588^{ab}	1.750^{a}
Ca+Zn	1.440^{a}	1.472^{a}	1.545^{ab}	1.565^{ab}	1.740^{a}
Ca+B+Zn	1.475^{a}	1.507^{a}	1.580^{a}	1.600^{a}	1.800^{a}
$LSD_{0.05}$	**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%.

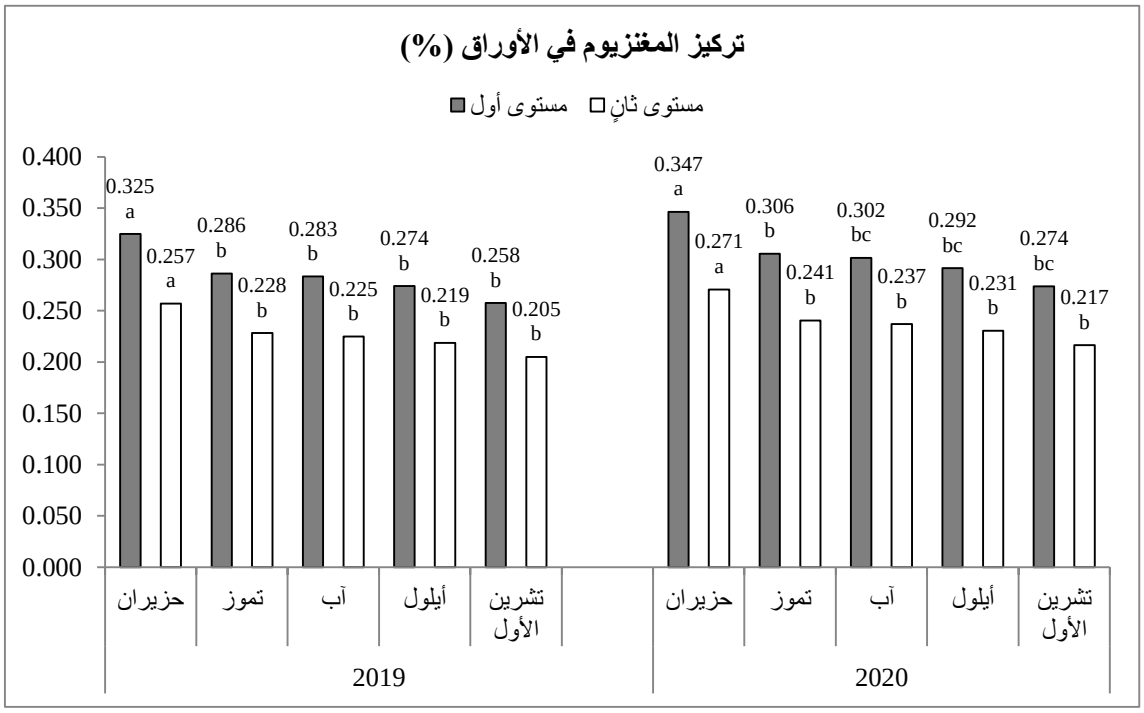
يبين الجدول (18) تركيز عنصر الكالسيوم في الأوراق خلال أشهر النمو في الموسم الثاني (2020) حيث ظهر انخفاضٌ غير معنوي مقارنةً مع الشاهد في تركيز الكالسيوم في الأوراق في كل من معاملتي الخف اليدوي والخف الكيميائي، وهذا يعود إلى زيادة الإنتاج في هاتين المعاملتين مقارنةً مع إنتاج الشاهد، ونجد زيادةً غير معنويةٍ في معاملة الرش بالزنك وحده، وزيادةً معنويةً في باقي المعاملات خلال أشهر النمو كافةً مع تفوق لمعاملة الرش بنترات الكالسيوم والبورون والزنك معاً، فقد كان تركيز الكالسيوم في الأوراق خلال أشهر حزيران، وتموز، وآب، وأيلول، وتشرين الأول (1.664، 1.699، 1.772، 1.793، 1.948)% على التوالي. في حين كان في الشاهد (1.267، 1.295، 1.369، 1.390، 1.453)% على التوالي. وجد Sourour (2000) أنَّ التغذية الورقية بسلفات الزنك أو شيلات الزنك زادت تركيز الكالسيوم في الورقة. أما Khan وزملاؤه (2012) فقد بيَّنوا أنَّ التغذية الورقية بالبورون والزنك لم تعطِ زيادةً معنويةً في تركيز الكالسيوم في الورقة، لكنه بقي ضمن المجال المثالي.

الجدول (18) تركيز عنصر الكالسيوم في الأوراق (%) خلال أشهر النمو في الموسم الثاني (2020).

الشهر / المعاملة	حزيران	تموز	آب	أيلول	تشرين الأول
الشاهد	1.267^{c}	1.295^{c}	1.369^{c}	1.390^{c}	1.453^{e}
الخف اليدوي	1.266^{c}	1.294^{c}	1.369^{c}	1.389^{c}	1.452^{e}
الخف الكيميائي	1.250^{c}	1.277^{c}	1.351^{c}	1.371^{c}	1.432^{e}
B	1.456^{b}	1.488^{b}	1.532^{b}	1.553^{b}	1.572^{d}
Zn	1.286^{c}	1.315^{c}	1.390^{c}	1.410^{c}	1.475^{e}
B+Zn	1.466^{b}	1.499^{b}	1.573^{b}	1.594^{b}	1.601^{d}
Ca	1.468^{b}	1.500^{b}	1.575^{b}	1.596^{b}	1.637^{d}
Ca+خف يدوي	1.446^{b}	1.478^{b}	1.552^{b}	1.571^{b}	1.621^{d}
Ca+خف كيميائي	1.438^{b}	1.470^{a}	1.543^{b}	1.562^{b}	1.601^{d}
Ca+B	1.650^{a}	1.683^{a}	1.758^{a}	1.779^{a}	1.854^{b}
Ca+Zn	1.503^{b}	1.536^{b}	1.611^{b}	1.631^{b}	1.719^{c}
Ca+B+Zn	1.664^{a}	1.699^{a}	1.772^{a}	1.793^{a}	1.948^{a}
$LSD_{0.05}$	**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%.

1.5. **عنصر المغنزيوم:** يتبين من الأرقام الواردة في الشكل (24) أنَّ تركيز المغنزيوم في الأوراق للموسمين (2019 و2020) في كلٍ من المستوى الأول والمستوى الثاني كان ضمن حدود تركيز المغنزيوم في أوراق التفاح وتقع ضمن الحد الجيد، وأنَّ تركيز المغنزيوم في الأوراق 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 تركيز المغنزيوم في الأوراق 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 (0.257،0.325) % على التوالي وانخفض في شهر تشرين الأول إلى (0.205،0.258) % على التوالي، وكان في الموسم الثاني في المستويين الأول والثاني في شهر حزيران (0.271،0.347) % على التوالي وانخفض في شهر تشرين الأول إلى (0.217،0.274) % على التوالي.



الشكل (24) تركيز المغنزيوم في الأوراق (%) 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 (19) تركيز عنصر المغنزيوم في الأوراق خلال أشهر النمو في الموسم الأول (2019) ويتضح فيه زيادة تركيز المغنزيوم في الأوراق مقارنةً مع الشاهد بفروقٍ معنويةٍ عند معاملة الرش بالبورون والزنك معاً، وبفروقٍ غير معنويةٍ مقارنةً مع الشاهد عند معاملات الخف اليدوي، والخف الكيميائي، والرش بالبورون والزنك منفصلين، في حين ظهر انخفاضٌ في تركيز المغنزيوم في الأوراق وبفروقٍ معنويةٍ مقارنةً مع الشاهد خلال أشهر النمو كافة عند كل معاملةٍ من معاملات المستوى الثاني، إذ كان تركيز المغنزيوم في الأوراق 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 (0.270، 0.239، 0.236، 0.230، 0.211)% 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، ومع ما وجده Sourour (2000) من أنَّ التغذية الورقية بالزنك سواءً بشكل سلفات الزنك أو شيلات أدت إلى زيادةٍ معنويةٍ في تركيز المغنزيوم في الأوراق خلال موسمي التجربة وأيضاً كمتوسط موسمين. تتفق النتائج مع محمد (2018) حيث ذكر أنَّ التغذية الورقية بالعناصر الصغرى أدت إلى زيادة تركيز المغنزيوم في الأوراق مقارنةً مع الشاهد، وأدى استخدام التراكيز العالية إلى زيادة تركيز المغنزيوم في الأوراق بالمقارنة مع التراكيز المنخفضة سواءً عند استخدامها بصورةٍ منفردةٍ أو مجتمعةٍ، كما أدت زيادة عدد مرات الرش إلى زيادة تركيز المغنزيوم في الأوراق.

الجدول (19) تركيز عنصر المغنزيوم في الأوراق (%) خلال أشهر النمو في الموسم الأول (2019).

الشهر / المعاملة	حزيران	تموز	آب	أيلول	تشرين الأول
الشاهد	0.316^{b}	0.280^{b}	0.276^{b}	0.267^{a}	0.251^{b}
الخف اليدوي	0.319^{ab}	0.282^{ab}	0.278^{ab}	0.269^{a}	0.253^{ab}
الخف الكيميائي	0.320^{ab}	0.283^{ab}	0.279^{ab}	0.270^{a}	0.254^{ab}
B	0.327^{ab}	0.289^{ab}	0.285^{ab}	0.276^{a}	0.259^{ab}
Zn	0.332^{ab}	0.293^{ab}	0.290^{ab}	0.280^{a}	0.263^{ab}
B+Zn	0.335^{a}	0.291^{a}	0.292^{a}	0.282^{a}	0.265^{a}
Ca	0.249^{d}	0.221^{d}	0.218^{d}	0.212^{c}	0.200^{c}
Ca+خف يدوي	0.250^{d}	0.223^{d}	0.219^{d}	0.213^{c}	0.201^{c}
Ca+خف كيميائي	0.252^{d}	0.224^{d}	0.220^{d}	0.214^{c}	0.202^{c}
Ca+B	0.255^{cd}	0.227^{cd}	0.224^{cd}	0.217^{bc}	0.206^{c}
Ca+Zn	0.266^{cd}	0.236^{cd}	0.232^{cd}	0.226^{bc}	0.209^{c}
Ca+B+Zn	0.270^{c}	0.239^{c}	0.236^{c}	0.230^{b}	0.211^{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 (20) والذي يبين تركيز عنصر المغنزيوم في الأوراق خلال أشهر النمو في الموسم الثاني (2020) انخفاض تركيز المغنزيوم في الاوراق بفروقٍ معنويةٍ عند تطبيق الخف اليدوي والخف الكيميائي خلال أشهر النمو كافةً، وذلك بسبب زيادة الإنتاج في هاتين المعاملتين، في حين نجد زيادةً غير معنويةٍ عند الرش بالبورون والزنك منفصلين والرش بالبورون والزنك معاً. وأدى الرش بنترات الكالسيوم إلى خفضٍ معنويٍ لتركيز المغنزيوم في الأوراق 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 تركيز المغنزيوم في الأوراق من (0.3)% في الشاهد إلى (0.26)% في معاملة الرش بالكالسيوم. زاد تركيز المغنزيوم في الأوراق 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 تركيز المغنزيوم في الأوراق 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 تركيز المغنزيوم في الأوراق بالازدياد، في حين تناقض ذلك مع معاملات الكالسيوم. وتؤكد هذه النتائج الدور الذي يؤديه الكالسيوم في تنظيم امتصاص المغنزيوم Lanauskas وزملاؤه (2012).

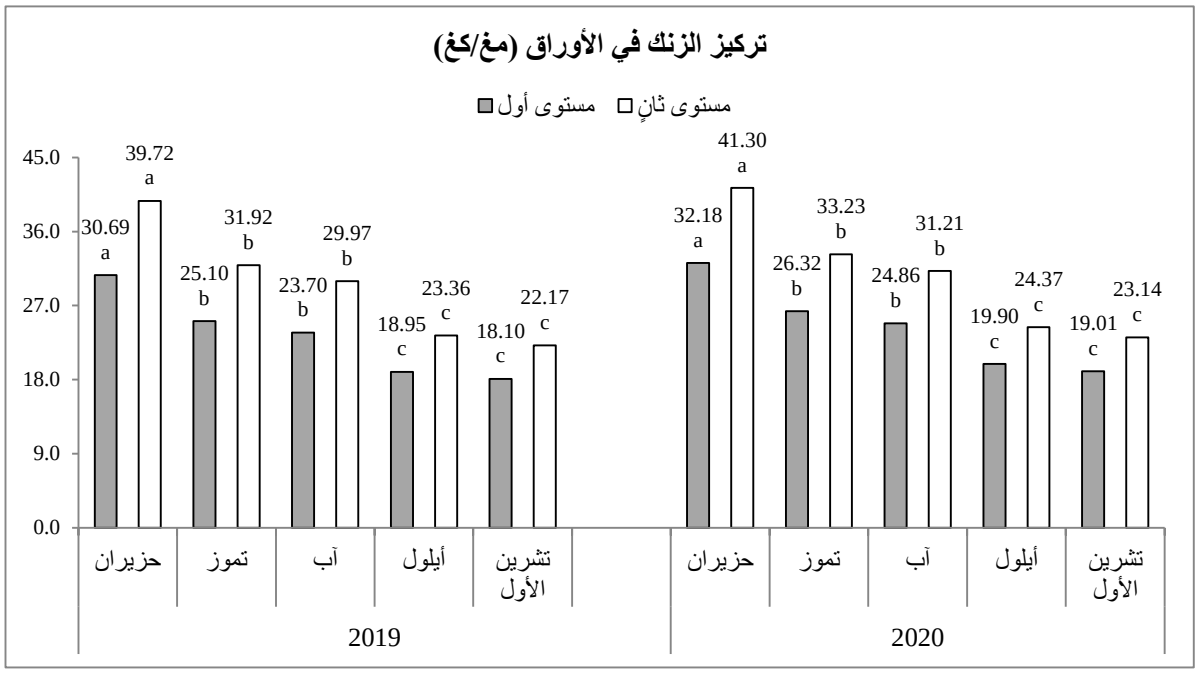
الجدول (20) تركيز عنصر المغنزيوم في الأوراق (%) خلال أشهر النمو في الموسم الثاني (2020).

الشهر / المعاملة	حزيران	تموز	آب	أيلول	تشرين الأول
الشاهد	0.347^{a}	0.306^{a}	0.302^{a}	0.291^{a}	0.274^{a}
الخف اليدوي	0.322^{b}	0.285^{b}	0.281^{b}	0.272^{b}	0.256^{b}
الخف الكيميائي	0.318^{b}	0.281^{b}	0.278^{b}	0.269^{b}	0.253^{b}
B	0.359^{a}	0.316^{a}	0.312^{a}	0.302^{a}	0.283^{a}
Zn	0.365^{a}	0.321^{a}	0.317^{a}	0.307^{a}	0.287^{a}
B+Zn	0.368^{a}	0.324^{a}	0.319^{a}	0.309^{a}	0.290^{a}
Ca	0.271^{cd}	0.241^{cd}	0.237^{cd}	0.231^{cd}	0.217^{cd}
Ca+خف يدوي	0.249^{d}	0.222^{d}	0.218^{d}	0.213^{d}	0.200^{d}
Ca+خف كيميائي	0.250^{d}	0.223^{d}	0.219^{d}	0.214^{d}	0.201^{d}
Ca+B	0.280^{c}	0.249^{c}	0.245^{c}	0.239^{c}	0.225^{c}
Ca+Zn	0.285^{c}	0.253^{c}	0.253^{c}	0.242^{c}	0.227^{c}
Ca+B+Zn	0.289^{c}	0.254^{c}	0.251^{c}	0.244^{c}	0.229^{c}
$LSD_{0.05}$	**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%.

1.6. **عنصر الزنك:** يبين الشكل (25) أنَّ تركيز الزنك في الأوراق للموسمين (2019 و2020) في كلٍ من المستويين الأول والثاني كان ضمن حدود تركيز الزنك في أوراق التفاح، وأنَّ تركيز الزنك في الأوراق في موسم

(2020) قد تحسن مقارنةً مع تركيزه في موسم (2019)، وهذا يتفق مع Shear وFaust (1980) اللذين بيَنا أنَّ تركيز الزنك في أوراق التفاح يكون طبيعياً عندما تكون النسبة (15-200) مغ/كغ، وأشارا إلى وجود نقصٍ عندما تكون النسبة أقل من (14) مغ/كغ. وقد انخفض تركيز الزنك في الأوراق 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 (25) تركيز الزنك في الأوراق (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 (21) تركيز الزنك خلال أشهر النمو لمعاملات الموسم (2019)، وقد أظهرت النتائج أنَّ تركيز الزنك في الأوراق كان جيداً خلال أشهر النمو كافةً حسب (Shear وFaust، 1980)، وقد ازداد

تركيز 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 لتركيز الزنك في الأوراق كان في المعاملات التي ترافقت مع الرش بالزنك وهي الرش بالكالسيوم والبورون والزنك، والرش بالكالسيوم والزنك، والرش بالزنك والبورون، والرش بالزنك وحده، مع تفوق لمعاملة الرش بنترات الكالسيوم والزنك حيث كان تركيز الزنك في الأوراق خلال أشهر حزيران، وتموز، وآب، وأيلول، وتشرين الأول (50.00، 40.44، 38.05، 29.95، 28.49) مغ/كغ على التوالي، وكان في الشاهد (22.83، 18.91، 17.93، 14.60، 14.00) مغ/كغ على التوالي. وهذا يتفق مع Sadaghiani وزملائه (2002) الذين وجدوا أنَّ تطبيق الرش الورقي بسلفات الزنك أدى إلى زيادة معنوية في تركيز عنصر الزنك في أوراق التفاح، إنما بقيت هذه الكمية من الزنك ضمن الأوراق دون أن تنتقل إلى باقي أجزاء الشجرة. ومع حداد (2017) الذي أشار إلى حدوث زيادةٍ معنويةٍ في تركيز العنصر في الأوراق والثمار تبعاً للرش الورقي بالزنك في مرحلة بعد العقد. ومع Casero وزملائه (2005) الذين درسوا حركة العناصر في أوراق التفاح صنف Golden Smoothee.

تشير النتائج إلى أنَّ المعاملات التي لم يطبق فيها الرش بالزنك يكون تركيزه مرتفعاً في بداية فصل النمو ثم ينخفض، وهذا يتفق مع ما حصل عليه Kusukyumuk وErdal (2011).

كما أظهرت بعض الدراسات أنه عند الرش الورقي ازداد تركيز العناصر المعدنية في الأوراق، وربط Han وزملاؤه (2008) هذه الزيادة بزيادة الوزن من جهةٍ، وحركية العناصر من جهةٍ أخرى.

الجدول (21) تركيز عنصر الزنك في الأوراق (مغ/كغ) خلال أشهر النمو في الموسم الأول (2019).

الشهر / المعاملة	حزيران	تموز	آب	أيلول	تشرين الأول
الشاهد	22.83^{f}	18.91^{f}	17.93^{f}	14.60^{f}	14.00^{f}
الخف اليدوي	23.42e^{f}	19.40^{f}	18.39^{ef}	14.98^{ef}	14.37^{ef}
الخف الكيميائي	24.20e^{f}	20.05^{ef}	19.01^{ef}	15.48^{ef}	14.85^{ef}
B	25.64^{e}	21.23^{e}	20.13^{e}	16.40^{e}	15.73^{e}
Zn	44.70^{bc}	36.05^{bc}	33.89^{bc}	26.55^{bc}	25.23^{bc}
B+Zn	43.37^{c}	34.95^{c}	32.84^{c}	25.69^{c}	24.41^{c}
Ca	34.11^{d}	27.27^{d}	25.56^{d}	19.76^{d}	18.72^{d}
Ca+خف يدوي	35.14^{d}	28.12^{d}	26.37^{d}	20.42^{d}	19.35^{d}
Ca+خف كيميائي	36.50^{d}	29.25^{d}	27.44^{d}	21.29^{d}	20.19^{d}
Ca+B	35.72^{d}	28.60^{d}	26.82^{d}	20.79^{d}	19.71^{d}
Ca+Zn	50.00^{a}	40.44^{a}	38.05^{a}	29.95^{a}	28.49^{a}
Ca+B+Zn	46.86^{b}	37.84^{b}	35.58^{b}	27.93^{b}	26.56^{b}
$LSD_{0.05}$	**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 (22) إلى أنَّ الزنك سلك في موسم (2020) في الأوراق سلوكاً مماثلاً لموسم (2019)، وأنَّ تركيز الزنك في الأوراق كان جيداً خلال أشهر النمو كافة (Shear وFaust ،1980). وقد ظهر انخفاضٌ غير معنويٍ في تركيز الزنك في الأوراق 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 لتركيز الزنك في الأوراق في المعاملات التي ترافقت مع الرش بالزنك وهي الرش بالكالسيوم والبورون والزنك، والرش بالكالسيوم والزنك، والرش بالزنك والبورون، والرش بالزنك وحده مع تفوق لمعاملة الرش بنترات الكالسيوم والزنك، حيث تركيز الزنك في الأوراق خلال أشهر حزيران، وتموز، وآب، وأيلول، وتشرين الأول (53.54، 43.37، 40.83، 32.22، 30.67) 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) فقد أسهم الرش الورقي بالمحلول المغذي لكل من عنصري الزنك والبورون عند الرش بعد العقد وبصرف النظر عن التركيز المستعمل من البورون في هذا الموعد في زيادة تركيز العنصرين في الأوراق والثمار بشكلٍ معنويٍ بالمقارنة مع الشاهد، ومع الرش في باقي المواعيد، وهذا يعزى إلى فعالية الرش الورقي في إمداد الأوراق والثمار بالعناصر المطلوبة، ومع

Sadaghiani وزملائه (2002) الذين وجدوا أنَّ تطبيق الرش الورقي بسلفات الزنك أدى إلى زيادةٍ معنويةٍ في تركيز عنصر الزنك في الأوراق، إنما بقيت هذه الكمية من الزنك ضمن الأوراق دون أن تنتقل إلى باقي أجزاء الشجرة. وهذا يتفق مع ما ذكره (Sajida وHafeez، 2000) بأن الزيادة في تركيز الزنك في الورقة ربما تعود إلى الامتصاص من الزنك الموجود في محلول الرش وقلة نقله إلى الأجزاء الأخرى من الشجرة.

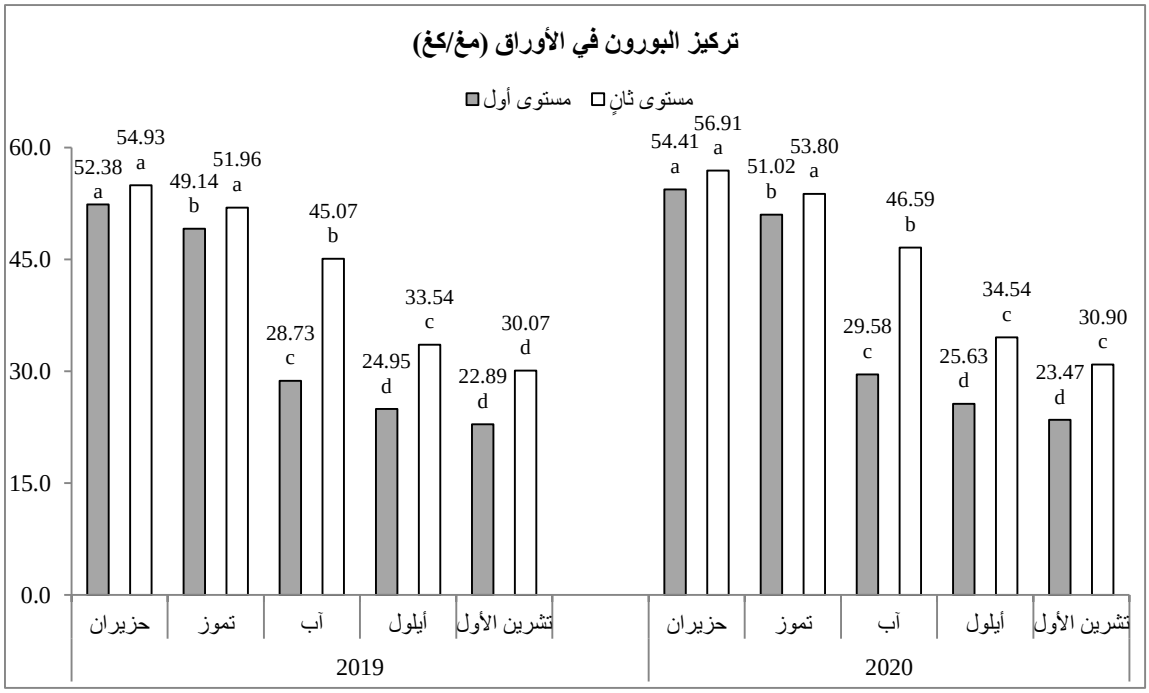
الجدول (22) تركيز عنصر الزنك في الأوراق (مغ/كغ) خلال أشهر النمو في الموسم الثاني (2020).

الشهر / المعاملة	حزيران	تموز	آب	أيلول	تشرين الأول
الشاهد	24.28^{g}	20.11^{g}	19.07^{g}	15.53^{g}	14.90^{g}
الخف اليدوي	23.78^{g}	19.69^{g}	18.67^{g}	15.21^{g}	14.59^{g}
الخف الكيميائي	23.34^{g}	19.33^{g}	18.33^{g}	14.93^{g}	14.32^{g}
B	27.27^{f}	22.58^{f}	21.41^{f}	17.44^{f}	16.73^{f}
Zn	47.90^{bc}	38.70^{bc}	36.40^{bc}	28.60^{bc}	27.21^{bc}
B+Zn	46.49^{c}	37.53^{c}	35.29^{c}	27.69^{c}	26.33^{c}
Ca	35.56^{e}	28.47^{e}	26.70^{e}	20.69^{e}	19.61^{e}
Ca+خف يدوي	35.00^{e}	28.01^{e}	26.26^{e}	20.33^{e}	19.26^{e}
Ca+خف كيميائي	35.14^{e}	28.12^{e}	26.37^{e}	20.42^{e}	19.35^{e}
Ca+B	38.35^{d}	30.78^{d}	28.89^{d}	22.48^{d}	21.33^{d}
Ca+Zn	53.54^{a}	43.37^{a}	40.83^{a}	32.22^{a}	30.67^{a}
Ca+B+Zn	50.20^{b}	40.61^{b}	38.21^{b}	30.07^{b}	28.62^{b}
$LSD_{0.05}$	**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%.

1.7. **عنصر البورون:** يشير الشكل (26) إلى متوسط تركيز البورون في الأوراق للموسمين (2019 و2020) في كل من المستويين الأول والثاني كان جيداً خلال أشهر النمو كافةً حسب Shear وFaust (1980) اللذين بَيّنا أنَّ تركيز البورون في أوراق التفاح 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 تركيز البورون في الأوراق في موسم (2020) كان قريباً من نتائج موسم (2019) وفي كلا المستويين، وقد انخفض تركيز البورون في الأوراق 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 (52.38،54.93) 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 تركيز البورون في الأوراق في الموسم الثاني (2020) زاد بالمقارنة مع الموسم الأول (2019) وهذا سببه الحمل الغزير للثمار في الموسم الأول والحمل الخفيف في الموسم الثاني.



الشكل (26) تركيز البورون في الأوراق (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 (23) تركيز عنصر البورون في الأوراق خلال أشهر النمو في الموسم الأول، ونجد زيادةً في تركيز البورون في الأوراق في كل معاملةٍ من المعاملات المدروسة مع وجود فروقٍ معنويةٍ مقارنةً مع الشاهد خلال أشهر النمو كافةً في كلٍ من معاملات الرش الورقي بالبورون، والرش بالزنك والبورون، والرش بنترات الكالسيوم مع الخف اليدوي، والرش بنترات الكالسيوم مع الخف الكيميائي، والرش بالكالسيوم والبورون،

والرش بالكالسيوم والزنك، والرش بالكالسيوم والبورون والزنك، وكان التركيز الأكبر للبورون في الأوراق في معاملة الرش بالكالسيوم والبورون والزنك معاً، حيث كان خلال أشهر حزيران، وتموز، وآب، وأيلول، وتشرين الأول على التوالي (60.325، 56.979، 49.26، 36.238، 32.326) مغ/كغ. وكان في الشاهد (48.315، 45.026، 26.066، 21.700، 20.000) مغ/كغ على التوالي. وهذا يتوافق مع المحمد وزملائه (2017) الذين بينوا أنَّ رش أشجار التفاح بالبورون والزنك زاد تركيز البورون في الأوراق، ومع Casero وزملائه (2005) الذين درسوا حركة العناصر في أوراق التفاح صنف Golden Smoothee.

يذكر Sotiropoulos (2008) أنَّ محتوى أوراق التفاح صنف أمبريال رد ديلشس المطعم على الأصل البذري *Malus domestica* Borkh من البورون كان جيداً عند مرحلة قطاف الثمار، كما أظهرت بعض الدراسات أنه عند الرش الورقي ازداد تركيز العناصر المعدنية في الأوراق، 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). ويبين الجدول (23) التأثير المزدوج للرش الورقي بنترات الكالسيوم والرش الورقي بحمض البوريك لأشجار التفاح في تركيز عنصر البورون في الأوراق، فقد كانت القيم الأعلى لتركيز البورون في الأوراق في كل من معاملتي الرش بالكالسيوم والبورون والزنك، والرش بالكالسيوم والبورون، تلتها معاملتا الرش بالزنك والبورون، والرش بالبورون وحده.

الجدول (23) تركيز عنصر البورون في الأوراق (مغ/كغ) خلال أشهر النمو في الموسم الأول (2019).

الشهر / المعاملة	حزيران	تموز	آب	أيلول	تشرين الأول
الشاهد	48.315 ^{e}	45.026^{f}	26.066^{e}	21.700^{e}	20.000^{e}
الخف اليدوي	49.501^{de}	45.870^{ef}	26.472^{e}	22.420^{e}	20.542^{e}
الخف الكيميائي	50.734^{cde}	46.982^{def}	26.940^{e}	22.754^{e}	20.815^{e}
B	56.870^{b}	53.836^{b}	31.665^{c}	28.182^{c}	25.826^{c}
Zn	50.846^{cde}	48.223^{cde}	29.050^{d}	26.039^{d}	24.001^{d}
B+Zn	58.004^{ab}	54.893^{ab}	32.157^{c}	28.586^{c}	26.169^{c}
Ca	51.346^{cde}	48.623^{cde}	42.309^{b}	31.729^{b}	28.549^{b}
Ca+خف يدوي	52.353^{cd}	49.563^{cd}	43.090^{b}	32.268^{b}	29.006^{b}
Ca+خف كيميائي	53.680^{c}	50.797^{c}	44.110^{b}	32.928^{b}	29.558^{b}
Ca+B	59.096^{ab}	55.836^{ab}	48.272^{a}	35.626^{a}	31.815^{a}
Ca+Zn	52.775^{c}	49.956^{c}	43.414^{b}	32.478^{b}	29.181^{b}
Ca+B+Zn	60.325^{a}	56.979^{a}	49.216^{a}	36.238^{a}	32.326^{a}
$LSD_{0.05}$	**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 (24) تركيز عنصر البورون في الأوراق خلال أشهر النمو في الموسم الثاني مع وجود انخفاضٍ غير معنويٍ في تركيز البورون في الأوراق في كل من معاملتي الخف اليدوي والخف الكيميائي، وهذا يعود إلى زيادة إنتاج هاتين المعاملتين مقارنةً مع الشاهد، في حين نجد زيادةً في تركيز البورون في الأوراق في باقي المعاملات بدون فروقٍ معنويةٍ خلال أشهر النمو كافة في كل معاملة من معاملات الرش بالزنك وحده، والرش بنترات الكالسيوم، والرش بنترات الكالسيوم مع الخف اليدوي، والرش بنترات الكالسيوم مع الخف الكيميائي، وبفروقٍ معنويةٍ خلال أشهر النمو كافةً في كل معاملةٍ من معاملات الرش بالبورون وحده، والرش بالبورون والزنك معاً، والرش بالكالسيوم والزنك، والرش بالكالسيوم والبورون، والرش بالكالسيوم والزنك والبورون. وكانت القيمة الأعلى عند الرش الورقي بالبورون والزنك ونترات الكالسيوم حيث كان تركيز البورون في الأوراق خلال أشهر حزيران، وتموز، وآب، وأيلول، وتشرين الأول (63.699، 60.118، 51.810، 37.919، 33.732) 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، وهذا يتفق مع Neilsen وزملائه (2006) الذين وجدوا ارتفاع تركيز البورون في الأوراق نتيجة تطبيق الرش الورقي به بالمقارنة مع الشاهد. كان للرش الورقي بالبورون تأثير في تركيز البورون في الأوراق والذي ازداد بزيادة مستوى البورون في محلول الرش، ويعزى ذلك إلى امتصاص الأوراق لنسبة من البورون الموجود في محلول الرش، ثم إلى دور البورون في تحفيز النبات لامتصاص العناصر المعدنية المختلفة من محلول التربة عن طريق تشجيع زيادة عدد وطول الجذور. وقد وجد أن الأشجار التي تلقت رشتين زاد فيها تركيز البورون في الأوراق مقارنة بالأشجار المعاملة مرةً واحدةً، وقد كانت هذه الزيادة معنويةً في جميع المعاملات عدا معاملة الرش بتركيز عالٍ من الزنك ومعاملة الشاهد (محمد، 2018). وجد Ullah وزملاؤه (2012) أنَّ التغذية الورقية بالبورون في مرحلة عقد الثمار تزيد من تركيز الزنك والبورون في الأوراق. ووجد Khan وزملاؤه (2011) في دراسة على أشجار المندرين أنَّ التغذية الورقية بحمض البوريك (0.3)% وسلفات الزنك (0.5)% في مرحلة عقد الثمار قد زادت من تركيز الزنك والبورون في الأوراق.

الجدول (24) تركيز عنصر البورون في الأوراق (مع/كغ) خلال أشهر النمو في الموسم الثاني (2020).

الشهر / المعاملة	حزيران	تموز	آب	أيلول	تشرين الأول
الشاهد	51.611^{de}	48.021^{ef}	27.324^{f}	22.558^{f}	20.702^{f}
الخف اليدوي	50.064^{e}	46.378^{f}	26.686^{f}	22.573^{f}	20.667^{f}
الخف الكيميائي	49.370^{e}	45.752^{f}	26.422^{f}	22.384^{f}	20.514^{f}
B	60.084^{b}	56.831^{b}	33.059^{d}	29.326^{d}	26.799^{d}
Zn	54.064^{cd}	51.221^{cd}	30.447^{e}	27.184^{e}	24.976^{e}
B+Zn	61.253^{ab}	57.921^{ab}	33.567^{d}	29.742^{d}	27.154^{d}
Ca	54.544^{cd}	51.601^{cd}	44.774^{bc}	33.359^{bc}	29.918^{bc}
Ca+خف يدوي	52.216^{de}	49.435^{de}	42.984^{c}	32.199^{c}	28.948^{c}
Ca+خف كيميائي	52.353^{de}	49.563^{de}	43.090^{c}	32.268^{c}	29.006^{c}
Ca+B	62.471^{ab}	58.975^{ab}	50.866^{a}	37.307^{a}	33.220^{a}
Ca+Zn	56.150^{c}	53.095^{c}	46.008^{b}	34.159^{b}	30.587^{b}
Ca+B+Zn	63.699^{a}	60.118^{a}	51.810^{a}	37.919^{a}	33.732^{a}
$LSD_{0.05}$	**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%.

2- تركيز العناصر الغذائية في الثمار:

يتضح من معطيات الجدولين (25 و26) متوسط تركيز عناصر (B, Zn, Mg, Ca, K, P, N) في الثمار في الموسمين (2019، 2020) كما يلي:

2.1. **عنصر الآزوت:** أدت كل معاملةٍ من المعاملات المدروسة في الموسم الأول إلى زيادةٍ معنويةٍ في تركيز الآزوت في الثمار مقارنةً مع الشاهد، مع تفوقٍ معنويٍ لمعاملة الرش الورقي بنترات الكالسيوم والبورون والزنك معاً، حيث كانت نسبة الآزوت في الثمار (0.340)%، باستثناء معاملتي الخف اليدوي والخف الكيميائي فقد انخفض تركيز عنصر الآزوت في الثمار إلى (0.229، 0.212)% على التوالي بفروقٍ معنويةٍ مقارنة مع الشاهد (0.267)%. وفي الموسم الثاني للدراسة زاد تركيز الآزوت في الثمار زيادةً معنويةً مقارنةً مع الشاهد باستثناء معاملتي الخف اليدوي والخف الكيميائي فلم تكن هناك فروقٌ معنويةٌ، مع ملاحظة تفوقٍ معنويٍ لمعاملة الرش الورقي بنترات الكالسيوم والبورون والزنك معاً حيث كانت نسبة الآزوت في الثمار (0.309)% في حين كانت في الشاهد (0.240)%. وهذا يتفق مع ما ذكره Moulton وزملاؤه (2003) أنَّ نسبة الآزوت المثالية في ثمار التفاح تتراوح بين 0.2 – 0.4 %.

2.2. **عنصر الفوسفور**: زاد تركيز الفوسفور في الثمار في كل معاملةٍ من المعاملات المدروسة في الموسم الأول للدراسة زيادةً معنويةً مقارنةً مع الشاهد باستثناء معاملة الرش الورقي بالزنك منفصلاً فلم تكن هناك فروقٌ معنويةٌ، مع ملاحظة تفوقٍ معنويٍ لمعاملة الرش الورقي بنترات الكالسيوم والبورون والزنك معاً، حيث كانت النسبة المئوية للفوسفور في الثمار (0.070)%، باستثناء معاملتي الخف اليدوي والخف الكيميائي فقد انخفض تركيز عنصر الفوسفور في الثمار إلى (0.044، 0.040)% على التوالي بفروقٍ معنويةٍ مقارنة مع الشاهد (0.051)%. وفي الموسم الثاني للدراسة زاد تركيز الفوسفور في الثمار في كل معاملةٍ من المعاملات المدروسة زيادةً معنويةً مقارنةً مع الشاهد باستثناء معاملات الخف اليدوي والخف الكيميائي والرش الورقي بالزنك منفصلاً فلم تكن هناك فروقٌ معنويةٌ، مع ملاحظة تفوقٍ معنويٍ لمعاملة الرش الورقي بنترات الكالسيوم والبورون والزنك

معاً، حيث كانت النسبة المئوية للفوسفور في الثمار (0.0639)% بينما كانت في الشاهد (0.0463)%، وهذا يتفق مع ما ذكره Moulton وزملاؤه (2003) أنَّ نسبة الفوسفور التي تحقق مواصفات جيدة للثمار تتراوح بين 0.08 – 0.05 %.

2.3. **عنصر البوتاسيوم:** ازداد تركيز البوتاسيوم في الثمار في الموسم الأول معنوياً مقارنةً مع الشاهد في كلٍ من معاملات الرش الورقي بالبورون منفصلاً، والرش بالبورون والزنك معاً، والرش بنترات الكالسيوم، والرش بنترات الكالسيوم مع الخف اليدوي، والرش بالبورون والكالسيوم، والرش بالزنك والكالسيوم، والرش بالبورون والزنك والكالسيوم معاً، وكانت أعلى نسبة بوتاسيوم في الثمار عند الرش الورقي بنترات الكالسيوم والبورون والزنك معاً (0.654)% وكانت في الشاهد (0.568)%، كانت الزيادة غير معنوية في معاملتي الرش الورقي بالزنك منفصلاً والرش الورقي بنترات الكالسيوم مع الخف الكيميائي، وانخفض تركيز البوتاسيوم في الثمار بفروق غير معنوية في معاملتي الخف اليدوي والخف الكيميائي. وأظهر تركيز البوتاسيوم في الثمار في الموسم الثاني زيادةً معنويةً في كل معاملة من المعاملات المدروسة فيما عدا معاملات الخف اليدوي والخف الكيميائي والرش الورقي بالزنك منفصلاً فقد كانت الزيادة غير معنويةٍ، وتفوقت معنوياً معاملة الرش بنترات الكالسيوم والبورون والزنك معاً فكانت نسبة البوتاسيوم في الثمار (0.563)%، في حين كانت في الشاهد (0.489)%. وهذا يتفق مع ما ذكره (Moulton وزملاؤه، 2003) أنَّ نسبة البوتاسيوم الكافية للحصول على ثمار تفاح ذات مواصفاتٍ جيدةٍ تتراوح بين (0.53–1)%، في حين أشار (Kupferman وزملاؤه، 2003) إلى أن التركيز القياسي للبوتاسيوم في الثمار (1.2-1)% .

2.4. **عنصر الكالسيوم:** تشير النتائج إلى زيادةٍ معنويةٍ في النسبة المئوية للكالسيوم في الثمار مقارنةً مع الشاهد في الموسم الأول للدراسة في كل معاملةٍ من المعاملات المدروسة باستثناء معاملة الرش الورقي بالزنك منفصلاً إذ لم تكن الفروق معنويةً، وباستثناء معاملتي الخف اليدوي والخف الكيميائي إذ انخفض تركيز الكالسيوم في الثمار بدون وجود فروق معنوية مقارنة مع الشاهد، ونجد أيضاً تفوقاً معنوياً لمعاملة الرش الورقي بنترات الكالسيوم والبورون والزنك معاً، حيث كانت النسبة المئوية للكالسيوم في الثمار في الموسمين (0.073)%

في حين كانت في الشاهد (0.043)%. وفي الموسم الثاني للدراسة أظهر تركيز الكالسيوم في الثمار زيادةً معنويةً في كل معاملة من المعاملات المدروسة فيما عدا معاملات الخف اليدوي والخف الكيميائي والرش الورقي بالزنك منفصلاً فقد كانت الزيادة غير معنويةٍ، وتفوقت معنوياً معاملة الرش بنترات الكالسيوم والبورون والزنك معاً فكانت نسبة الكالسيوم في الثمار (0.0644)%، بينما كانت في الشاهد (0.0376)%. إنَّ رش نترات الكالسيوم على أشجار التفاح يزيد من تركيز الآزوت والكالسيوم في الثمرة عند الجني ويعطي ثماراً أصلب وأقوى عند الحصاد وبعد التخزين (Sims وزملاؤه، 1995). أشار Can (2011) إلى أنَّ إجراء أربع رشاتٍ بحمض البوريك خلال فترة النمو على أشجار التفاح صنف (Spartan) لم تؤدِ إلى فروقٍ معنويةٍ في زيادة تركيز عنصر الكالسيوم في الثمار بالمقارنة مع ثمار الشاهد. وأسهم الرش بالبورون في مرحلة بعد حدوث العقد وبغض النظر عن التركيز المستعمل في زيادة تركيز عنصر الكالسيوم في الأوراق والثمار بشكلٍ معنويٍ لكلٍ من الصنفين غولدن ديليشيس وستاركنج ديليشيس بالمقارنة مع الشاهد، وهذه الزيادة المعنوية يمكن ردها إلى الدور الهام الذي يؤديه عنصر البورون في امتصاص الكالسيوم وانتقاله، وذلك عند توفر البورون بتركيز مناسب في النبات (Deyton وزملاؤه، 2002).

2.5. **عنصر المغنزيوم:** كانت الزيادة غير معنويةٍ في تركيز المغنزيوم في الثمار في الموسم الأول في كلٍ من معاملات الرش الورقي بالبورون منفصلاً والرش بالبورون والزنك معاً، كما كان الانخفاض معنوياً في معاملات الخف الكيميائي والرش الورقي بنترات الكالسيوم والرش بالكالسيوم مع الخف اليدوي والرش بالكالسيوم مع الخف الكيميائي وفي معاملة الرش بالكالسيوم والزنك معاً، وانخفاض غير معنوي في كلٍ من معاملات الخف اليدوي والرش بالكالسيوم والبورون والرش بالكالسيوم والبورون والزنك معاً. وقد كان أقل تركيز للمغنزيوم في الثمار (0.022)%في كل من معاملتي الرش بالكالسيوم مع الخف اليدوي والرش بالكالسيوم مع الخف الكيميائي، وأعلى تركيز في الثمار المعاملة بالبورون وحده (0.029)%. وفي الموسم الثاني نلاحظ ازدياد المغنزيوم في الثمار بفروقٍ معنويةٍ مقارنةً مع الشاهد في معاملة الرش الورقي بالبورون وحده، وبدون فروقٍ معنويةٍ في معاملة الرش بالزنك والبورون معاً، ونلاحظ عدم وجود فروق معنوية بين معاملة الرش الورقي بالزنك

وحده مقارنةً مع الشاهد، كذلك يتبين انخفاض تركيز المغنزيوم في الثمار بشكل معنوي في معاملات الرش بنترات الكالسيوم، والرش بالكالسيوم مع الخف اليدوي، والرش بالكالسيوم مع الخف الكيميائي، والرش بالكالسيوم والزنك، وبشكلٍ غير معنويٍ في معاملات الخف اليدوي والخف الكيميائي والرش بالكالسيوم والبورون، والرش بالكالسيوم والبورون والزنك معاً، أدى الكالسيوم إلى خفض تركيز المغنزيوم في الأوراق. تتفق النتائج مع Parther وزملاؤه (1978) إذ ازداد تركيز الكالسيوم في ثمار صنف الكمثرى (Conference) لدى تطبيق الرش الورقي بالبورون، لأنَّ للكالسيوم دوراً إيجابياً في تنظيم امتصاص العناصر من وسط النمو.

2.6. **عنصر الزنك:** بينت النتائج وجود زيادةٍ وبفروقٍ معنويةٍ في تركيز الزنك في الثمار في الموسم الأول في المعاملات المدروسة كافة مقارنة مع الشاهد، مع تفوقٍ معنويٍ لمعاملة الرش الورقي بنترات الكالسيوم والبورون والزنك معاً، حيث كان تركيز الزنك في الثمار (19.000) مغ/كغ، في حين كان في الشاهد (11.565) مغ/كغ. وفي الموسم الثاني ازداد تركيز الزنك في الثمار بفروقٍ معنويةٍ مقارنةً مع الشاهد في كل معاملةٍ من المعاملات المدروسة باستثناء معاملة الخف اليدوي ومعاملة الخف الكيميائي فقد كانت الزيادة غير معنويةٍ، تفوقت معنوياً معاملة الرش الورقي بنترات الكالسيوم والبورون والزنك معاً حيث تركيز الزنك في الثمار (15.818) مغ/كغ وكان في الشاهد (9.628) مغ/كغ. وهذا يتفق مع ما ذكره Moulton وزملاؤه (2003) أنَّ نسبة الزنك المثالية لثمار التفاح تتراوح بين (6.66 – 20) مغ/كغ، وتتفق الزيادة المعنوية في تركيز العنصر في الأوراق والثمار تبعاً للرش الورقي بالزنك في فترة بعد حدوث العقد مع العديد من الأبحاث (Neilsenو Neilsen، 1994؛ Swietlik، 2002؛ Neilsen و Neilsen، 2003). كذلك تتفق النتائج مع حداد (2017) الذي وضح أنَّ الرش الورقي بالمحلول المغذي لكلٍ من عنصري الزنك والبورون في موعدٍ بعد حدوث العقد وبغض النظر عن التركيز المستعمل من البورون في هذا الموعد قد أسهم في زيادة تركيز العنصرين في الثمار بشكلٍ معنويٍ بالمقارنة مع الشاهد، ومع الرش في باقي المواعيد، وهذا يعزى إلى فعالية الرش الورقي في إمداد الأوراق والثمار بالعناصر المطلوبة.

2.7. **عنصر البورون:** زاد تركيز البورون في الثمار زيادةً معنويةً مقارنةً مع الشاهد في الموسم الأول في كل معاملةٍ من المعاملات المدروسة باستثناء معاملة الرش الورقي بالزنك منفصلاً فقد كانت الزيادة غير معنويةٍ، وتفوقت معنوياً معاملة الرش الورقي بنترات الكالسيوم والبورون حيث كان تركيز البورون في الثمار (38.822) مغ/كغ، فيما كان في الشاهد (11.330) مغ/كغ. وفي الموسم الثاني أظهر تركيز البورون في الثمار زيادةً معنويةً مقارنةً مع الشاهد في كل معاملةٍ من المعاملات المدروسة باستثناء معاملات الخف اليدوي والخف الكيميائي والرش بالزنك وحده فقد كانت الفروق غير معنويةٍ، وتفوقت معنوياً معاملة الرش بنترات الكالسيوم والبورون (33.510) مع/كغ بفروقٍ غير معنويةٍ مقارنةً بمعاملة الرش بنترات الكالسيوم والبورون والزنك معاً (32.710) مغ/كغ، وكان تركيز البورون في الثمار في الشاهد (9.610) مغ/كغ. وتقع النتائج المسجلة ضمن نسبة البورون المثالية لثمار التفاح التي تتراوح بين (3.33 – 66) مغ/كغ (Moulton وزملاؤه، 2003). كما أشار (Wojcik وزملاؤه، 1999) إلى أنَّ أكبر زيادةٍ في تركيز البورون عند ثمار صنف التفاح Elstar كانت لدى تطبيق الرش الورقي بالبورون في مرحلة بعد حدوث الإزهار بالمقارنة مع الشاهد وبالرش بالبورون قبيل حدوث الإزهار. وأشار Peryea و Drake (1991) إلى زيادةٍ معنويةٍ في تركيز البورون في ثمار صنف التفاح ديليشيس بالمقارنة مع ثمار الشاهد لدى تطبيق رش ورقي بالبورون في منتصف شهر تموز، وأشار Neilsen وزملاؤه، (2006) إلى ارتفاع تركيز البورون في الثمار نتيجة تطبيق الرش الورقي به بالمقارنة مع الشاهد، وكذلك مع عبيد (2007) الذي أشار إلى زيادة تركيز عنصر البورون في ثمار صنف التفاح غولدن ديليشيس لدى تطبيق رش ورقي صيفي بالبورون.

يتفق انخفاض تركيز كل عنصرٍ من العناصر المدروسة في الثمار مقارنةً مع الشاهد في الموسم الأول عند تطبيق معاملتي الخف اليدوي والخف الكيميائي مع Rainham (2001) الذي بيَّن أنَّ زيادة حجم الثمار نتيجة الخف يؤدي إلى نقص إمدادها بالعناصر الغذائية. ومع (Lonstroth (1994) الذي أشار إلى أنَّ خف النموات الثمرية يزيد من نمو المجموع الخضري الذي يحتاج لكمية أكبر من العناصر الغذائية على حساب الكمية الممتصة من الثمار.

الجدول (25) متوسط تركيز عناصر (N, P, K, Ca, Mg, Zn, B) في الثمار في الموسم الأول (2019)

B (ppm)	Zn (ppm)	Mg(%)	Ca(%)	K(%)	P (%)	N (%)	العنصر / المعاملة
11.330e	11.565^{f}	0.027^{ab}	0.043^{d}	0.568^{cd}	0.051^{e}	0.267^{d}	الشاهد
10.702e	10.611^{fg}	0.025^{bc}	0.040^{d}	0.540^{d}	0.044^{f}	0.229^{ef}	الخف اليدوي
10.421e	10.183^{g}	0.024^{c}	0.039^{d}	0.526^{d}	0.040^{g}	0.212^{f}	الخف الكيميائي
32.330bc	13.050^{e}	0.029^{a}	0.062^{bc}	0.620^{ab}	0.056^{d}	0.298^{bc}	B
11.670e	13.321^{de}	0.027^{ab}	0.043^{d}	0.592^{bc}	0.051^{e}	0.296^{bc}	Zn
33.000b	13.592^{de}	0.028^{a}	0.060^{c}	0.620^{ab}	0.059^{cd}	0.309^{bc}	B+Zn
31.000cd	16.256^{b}	0.024^{c}	0.066^{b}	0.630^{ab}	0.057^{d}	0.289^{c}	Ca
30.681cd	14.852^{c}	0.022^{d}	0.059^{c}	0.620^{ab}	0.056^{de}	0.278^{de}	Ca+خف يدوي
29.885d	14.365^{cd}	0.022^{d}	0.059^{c}	0.610^{abc}	0.052^{ef}	0.268^{e}	Ca+خف كيميائي
38.822a	18.241^{a}	0.026^{b}	0.071^{a}	0.650^{a}	0.065^{b}	0.316^{b}	Ca+B
34.180b	18.601^{a}	0.024^{c}	0.066^{b}	0.646^{a}	0.062^{bc}	0.308^{bc}	Ca+Zn
37.827a	19.000^{a}	0.0259^{bc}	0.073^{a}	0.654^{a}	0.070^{a}	0.340^{a}	Ca+B+Zn
1.899	**0.995**	**0.002**	**0.004**	**0.041**	**0.004**	**0.019**	**$LSD_{0.05}$**
4.34	**4.09**	**5.77**	**5.08**	**5.14**	**4.97**	**4.03**	**CV%**

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

الجدول (26) متوسط تركيز عناصر (N, P, K, Ca, Mg, Zn, B) في الثمار في الموسم الثاني (2020).

B (ppm)	Zn (ppm)	Mg(%)	Ca(%)	K(%)	P (%)	N (%)	العنصر / المعاملة
9.610d	9.628e	0.0238bc	0.0376d	0.489f	0.0463f	0.240e	الشاهد
9.970d	9.703e	0.024abc	0.0384d	0.495ef	0.047f	0.243de	الخف اليدوي
9.920d	9.654e	0.024abc	0.0383d	0.499ef	0.047f	0.245de	الخف الكيميائي
27.920bc	10.865d	0.0255a	0.0546bc	0.533cde	0.0508e	0.269bc	B
9.970d	11.090d	0.0238bc	0.0378d	0.510def	0.0462f	0.267bc	Zn
28.520b	11.316d	0.0247ab	0.0529c	0.533cde	0.0536cde	0.280bc	B+Zn
26.510c	13.190c	0.0212d	0.0577b	0.543bcd	0.0520de	0.260cd	Ca
29.230b	13.425bc	0.021d	0.0575b	0.587a	0.0560bc	0.279bc	Ca+خف يدوي
28.540b	14.200b	0.021d	0.0577b	0.579ab	0.055cd	0.269bc	Ca+خف كيميائي
33.510a	15.186a	0.0229c	0.0624a	0.560abc	0.0591b	0.286b	Ca+B
29.190b	15.486a	0.0212d	0.0580b	0.556abc	0.0567bc	0.278bc	Ca+Zn
32.710a	15.818a	0.0231bc	0.0644a	0.563abc	0.0639a	0.309a	Ca+B+Zn
1.674	**0.853**	**0.0016**	**0.0035**	**0.036**	**0.0035**	**0.018**	**$LSD_{0.05}$**
4.09	**3.78**	**4.91**	**4.88**	**4.73**	**4.61**	**4.36**	**CV%**

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

سابعاً. النسبة المئوية للكربوهيدرات والنيتروجين (%) ونسبة الكربوهيدرات/النيتروجين في الفروع:

يشير الجدول (27) إلى عدم وجود فروقٍ معنويةٍ بين محتوى الفروع المدروسة من الكربوهيدرات والنيتروجين ومن نسبة الكربوهيدرات/النيتروجين في الفروع سنة (2019) وذلك لأنَّ التحليل قد تمَّ نهاية سنة (2018 – نهاية موسم الحمل الخفيف) وقبل البدء بالتجربة وتنفيذ المعاملات المدروسة "حيث تمَ اختيار أشجار متماثلة في الحمل ذات حمل خفيف"، وتشير معطيات الجدول (27) إلى ارتفاع محتوى الأشجار من الكربوهيدرات والنيتروجين ومن نسبة C/N كمؤشر لموسم حملٍ غزيرٍ قادمٍ. ففي سنة الحمل الخفيف تقوم أوراق النباتات بعملية التركيب الضوئي في وجود الماء والكلوروفيل وأشعة الشمس وثنائي أوكسيد الكربون، وينتج عن ذلك تكوين الكربوهيدرات غذاء النبات وتخزين الكمية الزائدة عن حاجتها كمخزونٍ احتياطيٍ نشويٍ وبكمياتٍ عاليةٍ في أواخر الصيف، تتكون كميات كبيرة من المواد الكربوهيدراتية مع تجمع مواد كبيرة من النيتروجين وهذا يؤدي إلى تكوين براعمٍ زهريةٍ كبيرةٍ وأزهارٍ كثيرةٍ جداً، إذ إنَّ البراعم الزهرية تتمايز بعد فترةٍ قصيرةٍ من تزهير العام الحالي وقبل مدة طويلةٍ من إزهار العام التالي (Šebek، 2015).

يتضح من الجدول (27) زيادة محتوى الطرود من الكربوهيدرات ومن نسبة C/N بشكلٍ معنويٍ في كل معاملةٍ من المعاملات المدروسة مقارنةً مع الشاهد سنة (2020) فيما عدا معاملة الرش الورقي بالزنك وحده فقد كانت الفروق غير معنويةٍ. ويتضح زيادة محتوى الطرود من النيتروجين بدون فروقٍ معنويةٍ بين المعاملات المدروسة كافةً مقارنةً مع الشاهد. تفوقت معاملتا الخف اليدوي مع الرش الورقي بنترات الكالسيوم والخف الكيميائي مع الرش الورقي بنترات الكالسيوم مقارنةً مع الشاهد، ولم تكن الفروق معنويةً بينهما، فكانت النسبة المئوية للكربوهيدرات في المعاملتين (8.000، 8.100)% على التوالي، وفي الشاهد (5.693)%، وكانت النسبة المئوية للآزوت في المعاملتين (0.850، 0.851)% وفي الشاهد (0.815)%. وكانت نسبة C/N في المعاملتين (9.412، 9.518)% على التوالي وفي الشاهد (6.986)%.

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 استنفاده في نمو الحمل

الثمري الزائد في العام الجاري. إذ إنَّ الخف يزيد 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، ولأنَّ C/N هي عبارة عن حاصل قسمة ماتحتويه الطرود من كربوهيدراتٍ مخزنةٍ على نسبة الآزوت فيها، لذا فإنَّ أي زيادةٍ في المحتوى الكربوهيدراتي يؤدي إلى زيادة نسبة الكربوهيدرات/الآزوت (عبد اللطيف وزملاؤه، 2017).

تتفق النتائج مع Ruiz و Guardiola (1994) اللذين ربطا بين محتوى الأعضاء من الكربوهيدرات والحمل المنتظم، بحيث يكون الحمل جيداً ومنتظماً عندما تكون الكربوهيدرات بنسبةٍ جيدةٍ في كل جزءٍ من الشجرة وفي الوقت الملائم، وبمعنىً آخر غياب المنافسة بين المجموع الخضري والثمري مع تأمين حاجة الجذور من الكربوهيدرات الأمر الذي يحقق التوازن المطلوب /توزان بين ماينتج ومايستهلك/. كما أنها تتفق مع (Yuan وGreene، 2000؛ Petracek وSilverman، 2003) الذين ذكروا أنَّ الخفَ الكيميائي لثمار التفاح ممارسةٌ إداريةٌ في غاية الأهمية للوصول إلى إنتاجيةٍ مربحةٍ للفاكهة، وفي حين يقلِّلُ الخفُّ الكيميائي تكاليف العمالة التي يتطلبها الخفُّ اليدوي، فإنَّه يزيد من إمكانية الحصول على غلة وفيرة في الموسم المقبل. ويشير Ilie وزملاؤه (2016) إلى أن الخف اليدوي والكيميائي يحسن من حجم الثمار وينشط تمايز البراعم الزهرية، ويقلل من ظاهرة تبادل الحمل.

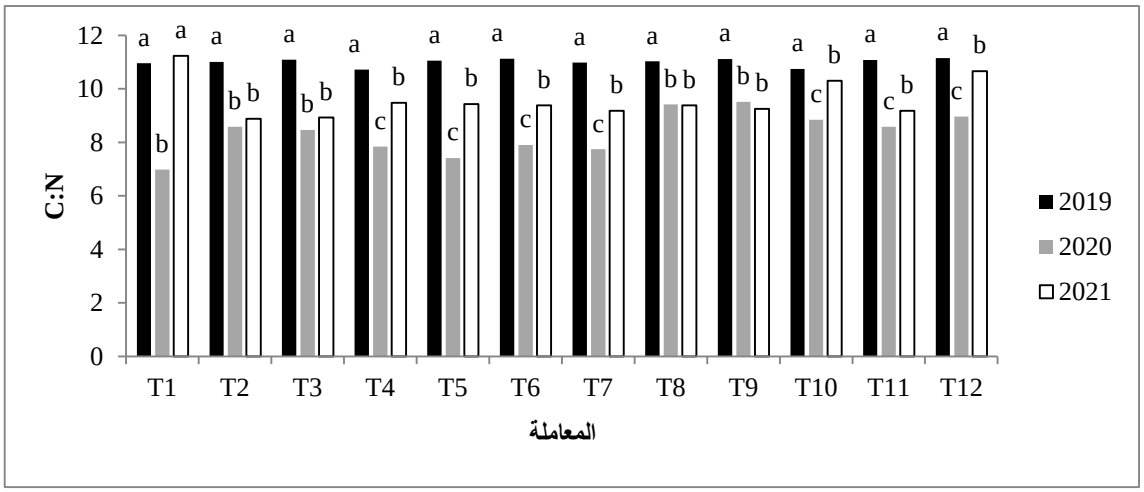
الجدول (27): تأثير المعاملات المختلفة في محتوى الطرود من الكربوهيدرات الكلية (%) والنيتروجين الكلي (%) ونسبة C/N في موسمي الدراسة (2019، 2020) وفي نهاية التجربة (2021).

المعاملة	2019			2020			2021		
	الكربوهيدرات	الآزوت	C/N	الكربوهيدرات	الآزوت	C/N	الكربوهيدرات	الآزوت	C/N
الشاهد	9.974	0.910	10.960	5.693d	0.815	6.986e	10.156a	0.904	11.234a
الخف اليدوي	10.007	0.909	11.005	7.109b	0.828	8.586c	7.335d	0.826	8.880c
الخف الكيميائي	10.060	0.907	11.087	7.008b	0.828	8.464c	7.361d	0.825	8.922c
B	9.763	0.911	10.717	6.455c	0.823	7.843d	8.246c	0.870	9.478c
Zn	10.040	0.908	11.057	6.117cd	0.825	7.415de	8.300c	0.880	9.432c
B+Zn	10.070	0.905	11.127	6.500c	0.823	7.898d	8.067c	0.860	9.380c
Ca	9.985	0.909	10.985	6.370c	0.823	7.740d	7.983c	0.870	9.176c
Ca+خف يدوي	10.018	0.908	11.029	8.000a	0.850	9.412ab	7.877cd	0.840	9.377c
Ca+خف كيميائي	10.071	0.906	11.112	8.100a	0.851	9.518a	7.863cd	0.850	9.251c
Ca+B	9.774	0.910	10.741	7.400b	0.837	8.841bc	8.964b	0.870	10.304b
Ca+Zn	10.051	0.907	11.082	7.200b	0.839	8.582c	8.080c	0.880	9.182c
Ca+B+Zn	10.081	0.904	11.152	7.500b	0.837	8.961abc	9.168b	0.86	10.660ab
$LSD_{0.05}$	0.674 ns	0.062 ns	0.742 ns	0.471	0.056 ns	0.565	0.561	0.068 ns	0.649
CV%	6.07	5.81	5.96	4.02	4.88	4.63	5.13	5.79	5.21

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

حُلل محتوى الفروع من الكربوهيدرات والآزوت (%) ونسبة الكربوهيدرات/الآزوت في نهاية الموسم الثاني للدراسة ليتبيَن وحسب الشكل (27) ارتفاع نسبة C/N في الشاهد (11.234)% وبشكلٍ معنويٍ مقارنةً مع الشاهد في موسم الحمل الخفيف (6.986)% منبئةً بحملٍ غزيرٍ لموسم (2021)، في حين نجد توازناً في النسبة بين الموسمين في معاملتي الخف اليدوي والخف الكيميائي فكانت النسبة على التوالي (8.586، 8.464)% في موسم (2020) و(8.880، 8.922)% في موسم (2021)، وفي معاملتي الخف اليدوي مع الرش الورقي بنترات الكالسيوم والخف الكيميائي مع الرش الورقي بنترات الكالسيوم، فكانت النسبة على التوالي (9.412، 9.518)% في موسم (2020) و(9.377، 9.251)% في موسم (2021). كذلك تبيَّن أنَّ الرش الورقي بالبورون والزنك منفصلين والزنك والبورون معاً والرش بنترات الكالسيوم والرش بالزنك ونترات الكالسيوم معاً قد حدَّ من ظاهرة تبادل الحمل، فكانت النسب (9.478، 9.432، 9.380، 9.176، 9.182)% على التوالي، منخفضةً معنوياً مقارنةً مع شاهد (11.234)%. وتبيَّن أنَّ الرش الورقي بالبورون والكالسيوم والرش بالبورون والزنك والكالسيوم

معاً خفّض نسبة C/N بفروقٍ غير معنويةٍ مقارنةً مع الشاهد حيث كانت النسبة (10.304، 10.660)% على التوالي، وكانت في الشاهد (11.234)%. وهذا يتفق مع محمد (2014) الذي وضَّح 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 في توفير المواد الغذائية وتحسين الإنتاج في الموسم الثاني، ويسهم في التخفيف من حدة ظاهرة تناوب حمل الثمار.



المعاملة	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T11	T12
$LSD_{0.05}$	0.317	0.322	0.493	0.259	0.328	0.411	0.437	0.329	0.281	0.453	0.411	0.382

الشكل (27): تأثير المعاملات المختلفة في نسبة C/N في السنوات (2019، 2020، 2021).

* تدل الأحرف المختلفة على الفروق المعنوية بين السنوات (2019، 2020، 2021).

علاقات الارتباط بين (الخف اليدوي، والخف الكيميائي، ومحتوى الثمار من العناصر الغذائية) ونسبة الإصابة بالنقرة المرة:

- **الخف اليدوي:** دلت النتائج المبينة في الجدول (28) عدم وجود ارتباط معنوي بين الخف اليدوي ونسبة الإصابة بالنقرة المرة في الموسم الأول للدراسة. وفي الموسم الثاني للدراسة ارتبط بعلاقة متوسطة سالبة معنوية عند مستوى المعنوية 0.05 مع نسبة الإصابة بالنقرة المرة (r= -0.61).

- **الخف الكيميائي:** كان الارتباط موجباً ومعنوياً في الموسم الأول للدراسة بين الخف الكيميائي ونسبة الإصابة بالنقرة المرة (r= 0.47) عند مستوى المعنوية 0.05، فيما كان الارتباط سالباً ومعنوياً مع نسبة الإصابة بالنقرة المرة في الموسم الثاني للدراسة (r= -0.57)عند مستوى المعنوية 0.05 .

وهذا يتفق مع Ferguson وWatkins (1992) اللذين أوضحا في دراسة على ثمار التفاح Cox´s Orange أنَّ إصابة التفاح بالنقرة المرة تزداد كلما كان معدل عقد الثمار وعددها منخفضاً، وأنَّ معدل امتصاص الكالسيوم يزداد كلما ازداد عدد الأزهار وارتفعت نسبة العقد في الأشجار، فزيادة حجم الثمار نتيجة الخف في الموسم الأول للدراسة أدى إلى زيادة استطالة الخلايا وهذا يتطلب كميةً أكبر من الكالسيوم في بناء الجدر الخلوية، وبالنتيجة زيادة حساسية هذه الثمار للإصابة بالنقرة المرة حسب Rainham (2001). أدى الخف اليدوي والكيميائي للثمار في الموسم الأول للدراسة إلى نوعٍ من التوازن في الحمل السنوي في الموسم الثاني للدراسة، وهذا الحمل المتوسط يفسر انخفاض نسبة الإصابة بالنقرة المرة حسب Ferguson وWatkins، (1989) اللذين بيَّنا أنَّ أشجار التفاح الخفيفة الحمل تنتج ثماراً ذات تركيز منخفض من الكالسيوم بالمقارنة مع الأشجار ذات الحمل المتوسط، حيث لأنَّ ثمار الأشجار ذات الحمل المنخفض تظهر معدلاتٍ أقلَ من الكالسيوم بالمقارنة مع ثمار الأشجار ذات الحمل الغزير، ويعزى السبب في ذلك إلى أنَّ زيادة حجم النمو الخضري في الأشجار الخفيفة الحمل يؤدي إلى استهلاك كميات من الكالسيوم بنسبةٍ أعلى من الثمار وبالتالي زيادة حساسية الثمار للإصابة بالنقرة المرة.

- **عنصر الآزوت (N):** يتضح من معطيات الجدول (28) عدم وجود ارتباط معنوي بين عنصر الآزوت ونسبة الإصابة بالنقرة المرة في موسمي الدراسة.

- **عنصر الفوسفور (P):** يتبين من معطيات الجدول (28) عدم وجود ارتباط معنوي بين عنصر الفوسفور ونسبة الإصابة بالنقرة المرة في الموسم الأول للدراسة، وارتبط الفوسفور بعلاقة متوسطة سالبة معنوية مع نسبة الإصابة بالنقرة المرة (r= -0.51) في الموسم الثاني للدراسة.

- **عنصر البوتاسيوم (K):** ارتبط عنصر البوتاسيوم مع نسبة الإصابة بالنقرة المرة بعلاقة متوسطة سالبة معنوية في الموسم الأول للدراسة (r= -0.51) عند مستوى المعنوية 0.05، ومتوسطة سالبة معنوية مع نسبة الإصابة بالنقرة المرة (r= -0.62) في الموسم الثاني للدراسة.

- **عنصر الكالسيوم (Ca):** ارتبط عنصر الكالسيوم مع نسبة الإصابة بالنقرة المرة بعلاقة ممتازة سالبة معنوية في الموسم الأول للدراسة (r= -0.89) عند مستوى المعنوية 0.05، وجيدة سالبة معنوية مع نسبة الإصابة بالنقرة المرة (r= -0.83) في الموسم الثاني للدراسة.

- **عنصر المغنزيوم (Mg):** ارتبط عنصر المغنزيوم مع نسبة الإصابة بالنقرة المرة بعلاقة متوسطة سالبة معنوية في الموسم الأول للدراسة (r= -0.54) عند مستوى المعنوية 0.05، ومتوسطة سالبة معنوية مع نسبة الإصابة بالنقرة المرة (r= -0.52) في الموسم الثاني للدراسة.

- **عنصر الزنك (Zn):** ارتبط عنصر الزنك مع نسبة الإصابة بالنقرة المرة بعلاقة متوسطة سالبة معنوية في الموسم الأول للدراسة (r= -0.49) عند مستوى المعنوية 0.05، ومتوسطة سالبة معنوية مع نسبة الإصابة بالنقرة المرة (r= -0.58) في الموسم الثاني للدراسة.

- **عنصر البورون (B):** ارتبط عنصر البورون مع نسبة الإصابة بالنقرة المرة بعلاقة جيدة سالبة معنوية في الموسم الأول للدراسة (r= -0.71) عند مستوى المعنوية 0.05، وجيدة سالبة معنوية مع نسبة الإصابة بالنقرة المرة (r= -0.78) في الموسم الثاني للدراسة.

يتضح من خلال النتائج الدور الكبير الذي يؤديه كل من عنصري الكالسيوم والبورون في خفض نسبة الإصابة، الأمر الذي يساعد في تخفيض خسارة الثمار ويكون له مردود مالي أفضل للعاملين كافة في سلسلة إنتاج التفاح.

الجدول (28): قيم علاقات الارتباط بين (الخف اليدوي، الخف الكيميائي، محتوى الثمار من العناصر الغذائية) ونسبة الإصابة بالنقرة المرة.

المقياس / العامل	النسبة المئوية للإصابة بالنقرة المرة	
	الموسم الأول	الموسم الثاني
الخف اليدوي	0.36	-0.61*
الخف الكيميائي	0.47*	-0.57*
N	0.04	-0.23
P	-0.28	-0.51*
K	-0.51*	-0.62*
Ca	-0.89***	-0.83**
Mg	-0.54*	-0.52*
Zn	-0.49*	-0.58*
B	-0.71**	-0.78**

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

علاقات الارتباط بين (الخف اليدوي، والخف الكيميائي، ومحتوى الأوراق من العناصر الغذائية، ونسبة الكربوهيدرات/النيتروجين في الفروع، 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 الآزوت (N):**ارتبط بعلاقة جيدة موجبة معنوية عند مستوى المعنوية 0.05 مع الإنتاجية (r= 0.71) في الموسم الأول للدراسة، ومتوسطة موجبة معنوية مع الإنتاجية (r= 0.78) في الموسم الثاني للدراسة.

- **عنصر الفوسفور (P):** ارتبط بعلاقة متوسطة موجبة معنوية عند مستوى المعنوية 0.05 مع الإنتاجية (r= 0.53) في الموسم الأول للدراسة، ومتوسطة موجبة معنوية مع الإنتاجية (r= 0.61) في الموسم الثاني للدراسة.

- **عنصر البوتاسيوم (K):**يشير الجدول (29) إلى عدم وجود ارتباط معنوي بين عنصر البوتاسيوم والإنتاجية في الموسم الأول للدراسة، وارتبط البوتاسيوم بعلاقة متوسطة موجبة معنوية مع الإنتاجية (r= 0.52) 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 (29) عدم وجود ارتباط معنوي بين عنصر المغنزيوم والإنتاجية في موسمي الدراسة.

- **عنصر الزنك (Zn):**يدل الجدول (29) 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 (29) 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.

- **C/N:** تبين معطيات الجدول (29) عدم وجود ارتباط معنوي بين نسبة C/N والإنتاجية في الموسم الأول للدراسة، فيما كانت علاقة الارتباط طردية معنوية عند مستوى المعنوية 0.05 مع الإنتاجية (r= 0.79) 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، ولأنَّ C/N هي عبارة عن حاصل قسمة ما تحتويه الطرود من كربوهيدراتٍ مخزنةٍ على نسبة الآزوت فيها، لذا فإنَّ أي زيادةٍ في المحتوى الكربوهيدراتي يؤدي إلى زيادة نسبة الكربوهيدرات/الآزوت (عبد اللطيف وزملاؤه، 2017).

كذلك يتضح دور العناصر الكبرى N.P.K وأهميتها ودورها في نمو وإنتاج أشجار التفاح وهذا يتفق مع ديوب وزملائه (2012) تستجيب أشجار التفاح بشكل كبير للتسميد المتوازن بين العناصر الغذائية حيث تقترح معادلات سمادية مختلفة تبعاً للمراحل الفيزيولوجية التي تمر بها، وعلى سبيل المثال تعد نسبة السماد 0.75:1: (N: P_2O_5: K_2O) 1.5 مناسبة في طور النمو في حين تقترح النسبة السمادية 2: 1: 1 (N: P_2O_5: K_2O) في طور الإثمار نظراً لأهمية هذه العناصر ودورها في نمو وإنتاج أشجار التفاح.

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 (بوعيسى وزملاؤه، 2006).

كذلك دور البورون والزنك، إذ تؤدي المغذيات المستخدمة إلى تشجيع النمو وزيادة حجم الثمار ووزنها مما ينعكس في زيادة الإنتاج، وهذا يتفق مع Sheikh و Manjula (2009) وبغدادي وزملائه (2011).

الجدول (29): قيم علاقات الارتباط بين (محتوى الأوراق من العناصر الغذائية، والخف اليدوي، والخف الكيميائي، ونسبة الكربوهيدرات/النيتروجين في الفروع) والإنتاجية (كغ/الشجرة).

المقياس / العامل	الإنتاجية	
	الموسم الأول	الموسم الثاني
الخف اليدوي	-0.66**	0.73**
الخف الكيميائي	-0.65**	0.71**
N	0.71**	0.78*
P	0.53*	0.61*
K	0.38	0.53*
Ca	0.41*	0.47*
Mg	0.17	0.28
Zn	0.28	0.46*
B	0.33	0.48*
C/N	-0.19	0.79**

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

الفصل الرابع

Conclusions الاستنتاجات

Suggestions المقترحات

أولاً. الاستنتاجات:

1- أسهمت معاملات الرش الورقي بالبورون والزنك والكالسيوم في زيادة تركيز العناصر الغذائية (N, P, K, B, Ca, Zn) في الأوراق والثمار خلال أشهر النمو كافةً وأعطت معاملة الرش الورقي بنترات الكالسيوم والبورون والزنك معاً التركيز الأفضل من العناصر المذكورة في كل من الأوراق والثمار.

2- ساعدت معاملات الرش الورقي بالبورون والزنك والكالسيوم على زيادة متوسط طول الطرود ومساحة الورقة ومحتواها من الكلوروفيل الكلي ومن الكاروتينات.

3- أدت معاملات الخف اليدوي والكيميائي باستخدام (NAA) ومعاملات الرش الورقي بالبورون والزنك والكالسيوم في موسم الحمل الغزير إلى زيادة محتوى الطرود من الكربوهيدرات والآزوت ونسبة C/N في موسم الحمل الخفيف.

4- ساعدت معاملات الرش الورقي بالبورون والزنك والكالسيوم في الحد من نسبة الإصابة بالنقرة المرة. وأدى تطبيق الخف اليدوي والخف الكيميائي باستخدام (NAA) في موسم الحمل الغزير إلى نوع من التوازن بين المجموعين الخضري والثمري على الشجرة الواحدة، والذي أدى بدوره إلى تقليل التنافس على العناصر المعدنية وانخفاض نسبة الإصابة بالنقرة المرة.

5- أدت معاملة الرش بالكالسيوم والبورون والزنك معاً إلى إعطاء أفضل النتائج في زيادة نسبة عقد الثمار ونسبة الثمار المتبقية بعد التساقط الحزيراني ونسبة الثمار المتبقية عند القطاف، وأدى تطبيق تقنية الخف اليدوي والخف الكيميائي للثمار باستخدام (NAA) في موسم الحمل الغزير إلى تفوق في نسبة عقد الثمار ونسبة الثمار المتبقية بعد التساقط الحزيراني ونسبة الثمار المتبقية عند القطاف في موسم الحمل الخفيف.

6- أسهمت معاملات الخف اليدوي والخف الكيميائي باستخدام (NAA) مع الرش الورقي بنترات الكالسيوم وبدون الرش الورقي بنترات الكالسيوم في إعطاء أفضل النتائج من حيث زيادة إنتاجية الشجرة ومتوسط وزن الثمرة وحجمها وعدد البذور الكلي في الثمرة الواحدة.

7- أعطت معاملة الرش الورقي بنترات الكالسيوم والبورون والزنك معاً أفضل النتائج من حيث تحسين جودة ثمار التفاح.

ثانياً: المقترحات:

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 بحمض البوريك (1غ/ل) وسلفات الزنك (2غ/ل) معاً بمعدل رشتين: الرشة الأولى بمرحلة العنقود الزهري المكتظ والرشة الثانية بمرحلة أوج الإزهار + الرش 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 الخف اليدوي والخف الكيميائي والرش الورقي بالبورون والزنك منفصلين والزنك والبورون معاً والرش الورقي بنترات الكالسيوم في الحد من الإصابة بالتفلّن.

4. دراسة تأثير الخف اليدوي والخف الكيميائي على أصناف تفاحٍ أخرى للحد من التأثير السلبي لتبادل الحمل فيها.

الفصل الخامس

المراجع

References

المراجعREFRENCES

المراجع العربية:

1. إبراهيم، عاطف محمد. (2017). أهمية التلقيح وعلاقته بإنتاج أصناف التفاح المختلفة، كلية الزراعة، جامعة الإسكندرية، مصر. https://kenanaonline.com/users/FruitGrowing/posts/959846.

2. أبو ضاحي، يوسف محمد، واليونس، مؤيد أحمد. (1988). دليل تغذية النبات. جامعة بغداد، وزارة التعليم العالي والبحث العلمي، العراق. 411 ص

3. أبو نقطة، فلاح، وبطحة، محمد. (2005). تأثير التسميد الورقي بمركبات البورون والزنك في إنتاجية العنب الحلواني. مجلة جامعة دمشق للعلوم الزراعية، المجلد (21). العدد (2)، الصفحات: 189-207.

4. أيوب، سلام، والحمود، أمل، والتلهوني، منار. (2007). أصول وأصناف التفاح، المركز الوطني للبحوث الزراعية ونقل التكنولوجيا، الأردن، 38 ص.

5. البغدادي، عبد الله نوري. (2005). تأثير الرش بالنحاس والزنك في نمو وتصمغ بعض أصول الحمضيات. رسالة ماجستير. كلية الزراعة، جامعة بغداد، العراق. 99 ص.

6. التحافي، سامي. (2011). تأثير البوتاسيوم والرش بالبورون في تساقط الثمار وبعض الصفات الكمية والنوعية لحاصل التفاح صنف عجمي، مجلة الكوفة للعلوم الزراعية، المجلد 3 (1): ص (38-46).

7. الحميداوي، عباس محسن سليمان، والشمري، زين العابدين عبد الحسين حنظل. (2012). تأثير رش المحلول المغذي والـ Salicylic acid في صفات النمو الخضري لصنف العنب حلواني Vitis vinifera L، مجلة الكوفة للعلوم الزراعية/ المجلد (4)/ العدد (1) 2012م (65-80).

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

9. الدليمي، عمر إسماعيل محسن. (2006). تأثير التسميد النتروجيني في نمو وحاصل الذرة الصفراء (Zea mays L) قسم المحاصيل الحقلية–كلية الزراعة–جامعة الأنبار. مجلة الأنبار للعلوم الزراعية، المجلد: 4 العدد. (1).

10. 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.

11. الزهيري، بشرى سرحان فندي.(2007). تأثير الإغناء بـ CO2 والتسميد النتروجيني في نمو شتلات التفاح Malus domestica Borkh صنفي عجمي وأنّا. أطروحة دكتوراه. كلية الزراعة. جامعة بغداد.

12. الشيخ، عبد الرحمن. (2010). تأثير الكالسيوم والمركب 1- ميثيل سايكلوبروبان MCP-1 في نوعية ثمار التفاح الصنف Cox' s Orange Pippin، مجلة جامعة دمشق للعلوم الزراعية، المجلد (26)–العدد 2– الصفحات: 111 – 128.

13. الصحاف، فاضل حسين. (1989). أنظمة الزراعة بدون استخدام التربة، مطبعة بيت الحكمة، جامعة بغداد، وزارة التعليم العالي والبحث العلمي، العراق. ص 216.

14. 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.

15. الفوزو، طلال، حامد، فيصل، وسردار، حام. (2005). تأثير عملية الخف اليدوي للإزهار والثمار في مواعيد زمنية محددة ثم المعاملة بالجبريلين GA3 في عملية التمايز الزهري في شجرة الزيتون *Olea. Europea*. مجلة جامعة دمشق للعلوم الزراعية، مجلد (21)، العدد 1، سورية. 383-400 ص.

16. المحمد، كندا، مقلد، محمود، وحداد، وائل. (2017). تأثير الرش الورقي ببعض المخصبات الحيوية والعضوية وبعنصري البورون والزنك على إنتاجية وجودة ثمار التفاح صنف جولدن ديليشيس. مجلة العلوم الزراعية والبيئية والبيطرية. فلسطين (قطاع غزة). المجلد 1 (1). ص: 18- 25.

17. المكتب المركزي للإحصاء (2020). المجموعة الإحصائية، رئاسة مجلس الوزراء، دمشق، الجمهورية العربية السورية. http://moaar.gov.sy/main/.

18. 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.

19. بوعيسى، عبد العزيز، ديب، علي، وزينة، ربيع. (2006). تأثير التسميد الإضافي بأسمدة ذوابة مختلفة على نمو وإنتاج ثمار التفاح وجودتها صنف Golden delicious في منطقة كسب، مجلة جامعة تشرين للدراسات والبحوث العلمية، سلسلة العلوم الزراعية، العدد (1)، المجلد (28)، الصفحات 205-214.

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

21. بوعيسى، عبد العزيز، إبراهيم، جهاد، أرسلان، أواديس، وزينة، ربيع. (2014). تأثير استخدام مركبات مختلفة من أملاح الكالسيوم والرطوبة الأرضية على الإنتاج ومواصفات ثمار التفاح في منطقة كسب صنف Golden Delicious، مجلة جامعة تشرين للدراسات والبحوث العلمية، سلسلة العلوم الزراعية، العدد (1)، المجلد (36)، الصفحات 141-155 .

22. تيسدال، ص. ل، نيسلون، و. ل. (1987). خصوبة التربة والأسمدة. ترجمة نزار يحيى نزهت أحمد ومنذر محمد علي المختار. جامعة البصرة، وزارة التعليم العالي والبحث العلمي، العراق. 515 ص.

23. 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.

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

25. حسن، نوري عبد القادر، الدليمي، حسن يوسف، والعيثاوي، لطيف عبد الله. (1990). خصوبة التربة والأسمدة، مطبعة دار الحكمة للطباعة والنشر– جامعة الموصل – العراق: 412 ص.

26. حمه صالح، فخر الدين محمد (1983). تأثير مستويات مختلفة من النيتروجين ووقت الإضافة ومستويات مختلفة من البوتاسيوم على عقد الثمار والخصائص الفيزيائية والكيميائية لثمار المشمش. (مجلة الزراعة عدد 4)، رسالة ماجستير، كلية الزراعة– جامعة صلاح الدين– وزارة التعليم العالي والبحث العلمي–جمهورية العراق.

27. درهاب، صبحي. (2002). زراعة التفاح. مركز البحوث الزراعية. ./https://ar.scribd.com/document/127767419

28. ديب، بديع. (2000). الخصوبة وتغذية النبات. الجزء النظري، منشورات جامعة دمشق، 306 ص.

29. ديوب، عبد العزيز، معروف، أحمد، و منان، محمد. (2012). تأثير بعض مستويات من الأسمدة العضوية الذوابة في النمو والإنتاج ونوعية الثمار لأشجار التفاح صنف (Golden delicious)، مجلة بحوث جامعة حلب، سلسلة العلوم الزراعية، العدد 98، 19 ص.

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

31. زيدان، علي، أحمد، الخضر، كبيبو، عيسى، بوعيسى، عبد العزيز، وخليل، نديم. (1992). الخصوبة وتغذية النبات. منشورات جامعة تشرين. 418 ص.

32. سليمية، رزق، وسياعرة، تحسين. (2017). دراسة تأثير التغيرات المناخية في فسيولوجيا شجرة الزيتون باستخدام تقنيتي تقدير نسبة التمييز النظيري للكربون C 13 ونسبة C/N. مجلة الجامعة العربية الأمريكية للبحوث– المجلد (3) – العدد 1 – الصفحات: 22 – 38.

33. عبد اللطيف، نوار فؤاد، محمود، إحسان، والبياتي، حلمي. (2017). تأثير الرش الورقي بالسماد العضوي Disper Alghum ومنظم النمو KT-30 في المحتوى الكيميائي والهرموني لأشجار التفاح صنف Anna. مجلة العلوم الزراعية العراقية -1215-1222: (5) 2017/48.

34. عبدول، عبد كريم صالح. (1988). فسلجة العناصر الغذائية في النبات. مديرية دار الكتب للطباعة والنشر، وزارة التعليم العالي والبحث العلمي – جامعة صلاح الدين، العراق. 464 ص.

35. عبيد، حسان. (2007). تأثير الرش الصيفي بالبوراكس في محتوى ثمار صنف التفاح غولدن ديليشس من عنصر البورون وفي قدرتها التخزينية. مجلة جامعة دمشق للعلوم الزراعية، المجلد (23)، العدد (1)، الصفحات 67-82.

36. 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.

37.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.

38. عيسى، طالب أحمد (1990). فسيولوجيا نباتات المحاصيل. وزارة التعليم العالي والبحث العلمي، جامعة بغداد، العراق، ص 496.

39. كورو، بهية. (2007). تأثير التسميد بالكالسيوم والبورون في معالجة مرض النقرة المرة على ثمار التفاح. أطروحة دكتوراه، كلية الهندسة الزراعية، قسم البساتين، جامعة حلب، سورية. 224 ص.

40. كيوان، سامر محمد. (2018). تأثير المادة العضوية وبعض المخصبات المعدنية على معدل العقد والإنتاج في أشجار التفاح صنف ستاركنج ديليشيس وعلى بعض خصائص التربة. إطروحة دكتوراة، كلية الزراعة، جامعة تشرين، سورية. 124 ص.

41. 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.

42. محمد، نسرين ضاحي. (2018). تأثيز مستويات ومواعيد مختلفة من الرش الورقي ببعض العناصر الصغرى (بورون، زنك، حديد) في بعض المواصفات البيولوجية والمورفولوجية والإنتاجية لأشجار الليمون الحامض "الماير". إطروحة دكتوراة، كلية الزراعة، جامعة تشرين، سورية. 145 ص.

43. 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.

44. 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.

45. وصفي، عماد الدين حسين. (1995). منظمات النمو والإزهار واستخدامه في الزراعة، المكتبة الأكاديمية، القاهرة، 715 صفحة.

المراجع الأجنبية:

1. Abbott, J. A., Watada, A. E. and Massie, D. R. (1984). Sensory and instrument measurement of apple texture. Journal of the American Society for Horticultural Science. 109: 221-228.

2. Abdou, A. S., Al-Darwish, F.H., Saleh, M. E., El-Tarabily; K. A., Azirun, M. S. and Rahman, M. (2011). Effects of elemental sulfur, phosphorus, micronutrients and Paracoccus versutus on nutrient availability of calcareous soils. Australian Journal of Crop Science, 5(5):554-561.

3. Akhlagh Roshan, A. A., Sadeghi, H. and Abutalebi Jahromi, A. H. (2011). Effect of micronutrients spray on qualitative traits of apple fruits (*Malus domestica*) cv. Isfahan. Proceedings of sixth national conference of new ideas in agriculture, Islamic Azad University of Khorasgan, Faculty of Agriculture.

4. Al-Imam, N. and Al-brifkany, M. (2010). Effect of nitrogen ،fertilizers and foliar application of boron on fruit set, vegetative growth and yield of Anna Apple cultivar (*Malus domestica* Borkh). Mesopotamia J. of Agric. (ISSN 1815-316X) Vol. (38) No. (4).

5. AL-Imam, N. M. A. and AL-saidi, I. H. (2007). Effect of foliar applications of zinc and NPK fertilization on flowering, setting and vegetative growth of halwani lebanon and kamali grape (*Vitis vinifera* l.). african crop science conference proceedings Vol. 8. pp. 541-545

6. AL-Imam, N. M., Abd-Alrahman, A. A.and Al-Brifkany, M. A. (2010). Effect of nitrogen ،fertilizers and foliar application of boron on fruit set, vegetative growth and yield of Anna Apple cultivar (*Malus domestica* Borkh). Mesopotamia J. of Agric. (ISSN 1815-316X) Vol. (38) No. (4). 13p.

7. Andrade, J., J. Filho. and Cellos, M. (1994). Vegetative development of shoots with magnesium and zinc deficiency in orange (Citrus sinensis (L.) Osbeck.) trees. Revista UNIMAR (1994) 16 (2) 327 – 333. Hort. Abs. 66: 5383.

8. Andris, H., Mitcham, B. and Crisosto, C. H. (2002). Fruit physiological disorders. Postharvest technology, University of California, Postharvest Technology Reasearch and Information center. (http:// postharvest.ucdavis.edu /produce/ disorders/ apple/ pdapbit. shtml.)

9. Arnon, D.I.: Copper enzymes in isolated chloroplasts. Polyphenoloxidase in Beta vulgaris-Plant Physiol. 24: 1–15, 1949.

10. Asgharzade, A., Valizade, G. A., and Babaeian, M. (2012). Investigating the effect of boron spray on yield nutrient content, texture and brix index of apple (Sheikh Amir Variety) in Shirvan region. African journal of microbiology reseach Vol. 6 (11), pp. 2682 - 2685.

11. Atay, A., Koyuncu, F., and Atay, E. (2013). Relative susceptibility of selected apple cultivars to alternate bearing. Journal of biological and environmental sciences, 7(20), 81-86.

12. Baab, G. (1998). Massnahmen zur stippebekämpfung. Obstbau. no.23. p. 238-245.

13. Bacha, M. A., Sabbah, S. H., and El-Hamady, M. A. (1995). Effect of foliar applications of iron, zinc and manganese on yield, berry quality and leaf mineral composition of Thompson seedless and Roumy red grape cultivars. Alexandria Journal of Agricultural Research. 40(3), 315-331.

14. Balesini, M., Imani, A., and Piri, S. (2013). Effects of some of nutritional materials on fruit set and its characteristics in apple. J. Basic. Appl. Sci. Res., 3(1s)281-285.

15. Barbarosch, M. (1983). Wlijanije udobrenii na rost I raswitije jagodnych kultur Sowremennije problemi intensifikazii plodowdstwa, Kischinjow.

16. Barber, S. A. (1995). Soil nutrient bioavailability: a mechanistic approach. John Wiley and Sons, New York, NY, U.S.A.p:384.

17. Beavers, W. B., Sams, C. E., Conway, W. S., and Brown, G. A. (1994). Calcium Source affects calcium content, firmness and degree of injury of apples during storage. Hortscience. Vol.29, N.12, 1520 – 1523.

18. Ben, J. (1995). Mineral composition of Jonagold apples differing in size and in the presence of bitter pit. Acta Hort. 383:462-475.

19. 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.

20. Blevins, D. G. and Lukaszweski, K. M. (1998). Boron in plant structure and function Annu. Rev. Plant Physiol. Plant Mol. Biol, 49, 481-500.

21. Bound, S. A. (2005). The Impact of selected orchard management practices on apple fruitquality. Doctor thesis, University of Tasmania.Australia.

22. Broom, F. (1995). Hort research ruakura & D. K. Tomala, Actahort, 4485 p.p

23. Brown, H. P. and Hening, H. (1998). Boron mobility and consequent management in different crops. California. Better Crops/Vol. 82(No. 2):28 -31.

24. Brown, P. H. (2001). Transient nutrients PH and their impact on yield . A Rationale for foliar fertilizers. ISHS Acta Hort .(564).

25. Buchloh, G. (1974). Problems of plant physiology in relation to bitter pit- the function of Calcium. Acta Hort. 45:43-48.

26. Buchloh, G. and Bangerth, F. (1974). Antogonism between calcium and other elements. Acta Hort.45:49-52.

27. Bukovac, M., Sabbatini, p. and Schwallier, P. (2006). Modifying alternate bearing of spur-type Delicious' Apple with Ethephone. HortScience, 41 (7), 1606-1611.

28. Can, J. (2011). Effect of spray applications of boron, strontium and calcium on breakdown development in Spartan apples. Plant Sci. 283.

29. Carlson, R. (1981). The mark apple rootstock. Fruit Varieties Journal. 35 (2): pp. 8-9.

30. 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.

31. Chakespari, A., Rajabipour, A., & Mobli, H. (2010). post harvest physical and nutritional properties of two apple varieties. Journal of agricultural science Vol. 2, No. 3. 61-68.

32. Chandler, W. H. (1991). Evergreen fruit trees (translated to arabic - publishing by arabic house), Cairo.

33. Charles, F. P., Michael, J. C. and Lacy, P. M. (2004). Market diseases of apples, pears. and Quin Bitter Pit WSU Tree Fruit Research and Extension Center / 1100N.

34. Cheng, L., Ma. F. and Ranwala, D. (2003). Nitrogen storage and its interaction with carbohydrates of young apple tree in response to nitrogen supply. Tree Physiology 24:91-98.

35. Chen, C., Yan-an, T., Yong-li, L. and Yi-min, G. (2016). Effects of different potassium fertilizers on production, quality and storability of Fuji apple. Journal of Plant Nutrition and Fertilizer, 22 (1): 216-224.

36. Chrebahn, V. and Karbenchky, G. (1991) Fruit trees. Bo Arpon. Agropramestetn; Moscow. Russia.

37. 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.

38. 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.

39. Conway, W. S., Sams, C. E. and Hickey, K. D. (2002). Pre-and Postharvest calcium treatment of appleFruit and its effect on quality. Acta hort. vol.594, 413 – 419.

40. Conyers, M. and Davey, B. (1988). Observations on some routine methods for soil pH determination. Soil Science, 145: 29-36 .

41. Corrigan, V. K., Hurst, P. L. and Boulton, G. (1997). Sensory characteristics and consumer acceptability of 'Pink Lady' and other late-season apple cultivars. New Zealand Journal of Crop and Horticultural Science, 1997, V25: 375-383.

42. Costa, G., Corelli-Grappadelli, L. Bucchi, F. (2001). Studies on apple fruit abscission and growth as affected by cytokinins. Acta Horticulturae, 557:213-249.

43. Craig, B. (2010). Best Management Practices for Nova Scotia Apple Production.2016./ http://www.extensioncentral.com./

44. Dart, J. (2004). Boron deficiency (cork) in pome fruits. www. Agric. Nsw. Gov. au.

45. Dart, J. (2007). Zinc Deficiency apples. www. dpi. nsw. gov.

46. Davies, D. H. (1965). Analysis of carotenoid pigments. goodwin, (T.wied). Academic Press. London, P:489-532

47. Davis, K., Stover, E. and Wirth, F. (2004). Economics of fruit thinning: a review focusing on apple and citrus. Hortechnology, 14(2):282-289.

48. Dell, B. and Huang, L. (1997). Physiological response of plants to low boron plant and soil 193:103-120.

49. Deyton, D. E., Sams, C. E. and Milne, C. G. (2002). Influence of foliar and micro jet application of Solubor and calcium on nutrient content of apple tees. Acta Hort. 594: 569-573.

50. Dobrazanski, B., Rabcewicz, J. and Rybczynski, R. (2006). Handling of apple transport techniques and efficiency vibration, damage and bruising texture, firmness and quality. polish acadmy of sciences. p: 233.

51. Dris, R., Niskanen, R. and Fallahi, E. (1999). Relationships between leaf and fruit minerals and fruit quality attributes of apple grown under northern conditions.j. plant nutr.vol.22, 1839 -1851.

52. Dunlop, J. and Bowling, D. J. F. (1978). Uptake of phosphate by white clover. II. The effect of pH on the electrogenic phosphate pump. J. Exp. Bot. 29, 1147–1153.

53. EL-Khawagi, E. S. (2003). Improving growth and productivity of Manzanillo l of olive tree with foliar application of some nutrients and girdling under sandy soil.j. of appl.sci. res. 3(9):818-822.

54. El-Shazly, S. M., Abdel, N. G. and Harhash, M. M. (2000). Physiological and biochemical indices in Washington naval orange trees as influenced by iron foliar application. Alexandria J. Agric. Res.45(1): 287-306.

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

56. 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.

57. Epstein, E. (1972). Mineral nutrition of plant: principles and perspectives John Wiley & Sons, New York.

58. Ernani, P. R., Amarante, D. V. T., Dias, J. and Bassegato, A. A. (2002). Preharvest Calcium Sprays Improve Fruit Quality of "Gala "Apples in South Brazil.Acta. Hort. Vol,594, 481 – 486.

59. Fadliah, Z. G. (1977). Effect of different cations in the irrigation water on growth, mineral content, and some organic constituents of sour orange and Cleopatra mandarin seedlings. Ph.D. Thesis. Fac. Agric Alex. Univ. A.R.E.

60. Fallahi, E., Fallahi, B., Retamales, J. B., Valdes, C. and Tabatabaei, S. J. (2002). Prediction of apple fruitquality using preharvest mineral nutrient. Acta Horticulturae.Vol.594,427 – 433.

61. Fallahi, E., Fallahi, B., Neilsen, G., Neilsen, D., & Peryea, F. (2010). Effects of mineral nutrition on fruit quality and nutritional disorders in apples. International Symposium on Mineral Nutrition of Fruit Crops.Acta-Hor.V:1, Ar.64.

62. FAO. (1980). Soil testing and plant analysis. Bull. No. 38/1, food and agriculture organization, Rome, Italy .

63. Faust, M. (1989). Physiology of temperate zone fruit trees. Wiley, New York.U.S.A.

64. Ferguson, I. B. and Watkins, C. B. (1989). Bitter-pit in apple fruit. Hort. Rev. no. 11. P. 289-355.

65. Ferguson, I. B. and Watkins, C. B. (1992). Crop load affects mineral concentrations and incidence of bitter-pit in "Cox´s Orange Pippin" apple fruit. J. Am. Soc. Hort. Sci. V. 117(3). P. 373 -376.

66. Ferguson, I. B., Watkins, C. B. and Volz, R. K. (1993). Assessment and reducation of bitter-pit risk in apple fruit. Actahort.no. 326 p.157-164.

67. Friedrich, G. and Fischer, M. (2000). Physiologische Grundlagen des Obstbaus. Eugen Ulmer Verlag, Stuttgart, 3. Auflage.

68. Ganie, A., Mumtaz, F., Akhter, M., Bhat, A., Malik, J., Junaid, M., Shah, A. and Bhat, T. (2013). Boron – a critical nutrient element for plant growth and productivity with reference to temperate fruits. Current Science, Vol. 104(1):

69. Gardner, J. (2003). Heading into summer queen´s printer for Ontario, Canada/ OMAF.

70. Gerasopoulos, D. and Richardson, D.G. (1999). Storage temperature and fruit calcium alterthe sequence of ripening events of “Anjou “Pears.Hortscience.Vol.34, N.2,316 – 318.

71. Gobara, A. A. (1998). Response of Le-conte pear trees to foliar applications of some nutrients. Egypt. J. Hort. 25 (1) 55-70.

72. Gokhan, H. (2002). Physiological and biochemical mechanisms underlying zinc efficiency in monocot and dicot plants. Plant Physiology, 131:595-602.

73. Goldschmidt, E. and Golomb, A. (1982). The carbohydrateb alanceo f alternate-bearingc itrus trees and the significance of reserves for flowering and fruiting. J. Am. Soc. 107, 206-208

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

75. Greene, D.W. (2002). Chemicals, timing, and environmental factors involved in thinner efficacy on apple. HortScienec., 37:477-481.

76. Grimm-Wetzel, P. and Schönherr, J. (2007). Spritzungen mit Calciumchlorid erhöhen die Calcium- und reduzieren die Kaliumkonzentrationen der peripheren Schichten von Apfelfrüchten. Erwerbs- Obstbau 49:3, 75.

77. Gu, M. Y. H., Jiang, H. and Peng, F. (1995). The translocation and distribution of foliar-applied boron during blooming of apple trees. Acta Agric. Nucl. Sin, 9, 86-90.

78. Guern, J. L. and Chen, H. C. (1996). Signal transduction in cell – matrix interaction. In Jeon, K. W (Ed) international review of cytology, 168: 81- 110.

79. Hafez, O. and Haggag, K. (2007). Quality improvement and storability of apple cv. Anna by pre-harvest Applications of Boric acid and Calcium Chloride. J. Agric. & Biol. Sci., 2(3):176-183.

80. Hamdallah, G. (2001). Soil Fertility Management: The Need for New Concepts in the Region Regional Workshop on Soil Fertility Management through Farmer Field Schools in the Near East"، Amman – Jordan، 2-5 Oct. ‘2000.

81. 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.

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

83. Hanson, R. (1993). Sampling plant tissue and soil for analysis. Department of Agronomy, University of Missouri Extension.

84. Harker, F. R., Maindonald, J., Murray, S. H., Gunson, F. A., Hallett, I. C. and Walker, S. B. (2002). Sensory interpretation of instrumental measurements 1: texture of apple fruit. Postharvest biology and technology 24:225-239.

85. Hasani, M., Zamani, Z., Savaghebi, G. and Fatahi, R. (2012). Effect of zinc and manganese as foliar spray on pomegranate yield, fruit quality and leaf minerals. Journal of soil science and plant nutrition, 12(3), 471-480.

86. Hess, B., Stadler, W., Bertschinger, L., Krebs, C. and Schumacher, R. (1996). Alternanz und fruchtqualität von Boskoop bei unterschiedlicher ausdünnung und bodenpflege. Obst und Weinbau; 132:282-274.

87. Hulme, A. C. and Rhodes, M. H. C. (1971). Pome fruits. in: The biochemistry of fruit and their products. Vol 2. Hulme, A. C. (ed) London, Academic Press. Pp. 333-436.

88. Hume, L., Healy, W., Tama, K., Hosking, W., Manarangi, A. and Reynolds, J. (1985). Responses of citrus (*Citrus sinensis*) to nitrogen, phosphorus and potassium (NPK) fertilizer on 2 soils of Rarotonga, Cook Islands. 1. Effects of NPK fertilizer rate on soil properties and leaf nutrient levels. New Zealand Journal of Agricultural Research. 28 (4): 475-486.

89. 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

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

91. Jemrić, T., Nikola, P., Dražen, B., Marin, K. and Dinko, P. (2003). January. The effect of hand and chemical fruit thinning on'Golden delicious cl. B'apple fruit quality. In Biotechnology and Food. 6: 193_198.

92. Jemrić, T., Pavičić, N. and Skendrović, M. (2004). Influence of thinning method on postharvest quality of ‚Golden Delicious Cl. B' apple (*Malus domestica* Borkh.). Agriculturae Conspectus Scientificus, 70(1):11-15.

93. Jones, E. R. (1991). Agrowers guide to the foliar feeding of plants Washington and Oregon Farmer. 28:13-17.

94. Jones, K., Bound, S. A. and Miller, P. (1998). Crop Regulation of Pome Fruit in Australia TasmaniaInstitute of Agricultural Research. Hobart. ISBN.1, 86295-027-X.

95. 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.

96. Johnson, D. (1994). Influence of time of flower and fruit thinning on the firmness of 'Cox Orange Pippin' apples at harvest and after storage. J Hort Sci; 69:197-203.

97. Johnston, J. W., Hewett, E. W. and Hertog, M. L. A. T. M. (2002). Postharvest softening of apple (*Malus domestica*) fruit: a review. New Zealand Journal of Crop and Horticultural Science. Vol. 30: 145-160.

98. Joslyn, M. A. (1970). Methods in food analysis, physical, chemical and instrumental methods of analysis. 2nd ed. Academic press, New York

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

100. Kamali, A. R. and Childers, N. F. (1970). Growth and fruiting of peach in sand culture on affectea by boron and fritted from of trace elements. j. Amer. Soc. Hort. Sci., 95:652-656.

101. Karp, G. (1984). Cell Biology 2nd ed Mc Grow Hill book company 186–194.

102. Khan. A., Ullah.W., Malik. A., Ahmed. R., Saleem. B. and Rajwana. I. (2011). Leaf Nutrient Status, Tree Growth, Productivity, and Fruit Quality of „Feutrell‟s Early‟ mandarin in relation to preharvest application of boron and zinc. Hort science. 46 (9): 25–28.

103. Khan, A. S., Ullah, W., Aman, U. M., Ahmad, R., Saleem, B. A. and Rajwana, I. A. (2012). Exogenous application of boron and zinc influence leaf nutrient status, tree growth and fruit quality of Feutrell‟s. Early (*Citrus reticulate* Blanco). Pak. J. Agri. Sci., 49(2): 113-119.

104. Koul, O. P. and Muthoo, A. K. (1999). Effect of foliar of calcium nitrate, zinc sulphate and ethrel on the fruit characteristics of florda Su Peach (*prunus persica* L. Batsch). Advances in plant sciences. 12:577-581.

105. Kumar, N. C., Rajangam, J., Balakrishnan, K., Sampath, P. M. and Kavya, M. V. (2017). Influence of Foliar Application of Micronutrients on Tree Growth and Chlorophyll Status of Mandarin Orange (*Citrus reticulate*. Blanco.) Under Lower Pulney Hills, Int. J. Pure App. Biosci. 5(2): 1100-1104.

106. Kupferman, E. (2002). Critical Aspects of Harvest and QualityManagement.Washington State University-Trees Fruit Research and Extension Center, post harvest information Network.http://postharvest.tfrec.wsu.edu/EMK .pdf.

107. Kupferman, E., Gutzwiler, J., Buchanan, N. and Sater, C. (2003). Quality of 2003 Crop of Washington Apples – Washington State University – tree fruit research and extension center.

108. Kusukyumuk, Z. and Erdal, I. (2011). Rootstock and cultivar effect on mineral nutrition, seasonal nutrient variation and correlations among leaf, flower and fruit nutrient concentrations in apple trees. Bulgarian Journal of Agricultural Science, 17: (5): 633-641.

109. 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.

110. Lane, J. and Eynon, L. (1923). Determination of reducing sugars by means of fehling's solution with methylene blue as internal indicator. J. Soc. Chem. Ind. Trans. 32-36.

111. Lauri, P., Karen, M. and Catherine, T. (2006). Architecture and size relations: an essay on the apple (Malus x domestica, Rosaceae) tree. American Journal of Botan. (93): 357–368.

112. Lin, B. S., Diao, S. Q., Li, C. H., Fang, L. J., Qiao, S. C. and Yu, M. (2014). Effect of Tms (nanostructured silicon dioxide) on growth of changbai larch seedlings. Journal of Forestry Research. 15 (2), 138- 140.

113. Link, H. (2000). Significance of flower and fruit thinning on fruit quality. Plant growth regul.Vol.31, 17-26.

114. Little, C. (1999). Apple and pear maturity manual.colin.r. little. Sherbrook Victoria,Australia, p:118.

115. Lonstroth, M. (1994). Calcium and bitter pit management in apples. The great lakes fruit growers news, Vol. 33, No 5. Michigan District Extension Horticultural & Marketing Agent.

116. Loomis, W. Durst, R. (1992). Chemistry and biology of boron. BioFactors, 3, 229–239.

117. Lötze, E. and Theron, K. I. (2000). Evaluating theeffectiveness of pre-harvest calcium applications forbitter Pit control in 'Golden Delicious' apples under South African conditions. J. Plant Nutr. 30:471-485.

118. Lovatt, C. and Dugger, W. (1984). Boron. In: E. Frieden (ed.). Biochemistry of the essential ultratrace elements. Plenum Pub. Corp., N. York. USA. Pages 389-421.

119. Malakoti, M. J. (1996). Sutainabie agriculture and yield increment with by optimization of fertilizer usage. Agriculture Education Publishing. Karaj, Iran.

120. Malakoti, M. J. and Mostashareazadeh, B. (2008). The role of boron in increasing the quantitive and qualitive important of agriculture production, Agriculture Education. Publishing. Karaj, pp: 85.

121. Marschner, H. (1986). Mineral nutrition of higher plants. Academic Press, San Diego, CA. Pp. 330-355.

122. 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.

123. Mayr, U. and Schröder, M. (2007). Einsatz von calciumhaltigen Blattdüngern zur Stippebekämpfung. Obstbau, 27. Jahrgang, p. 293-298.

124. Mehinagic, E., Royer, G., Symoneuax, R., Bertrand, D., & Jourjon, F. (2004). Prediction of the sensory quality of apples by physical measurements. Postharvest Biology and Technology 34, 257-269.

125. Mengel, K. and Kirkby, A. (2001). Principle of plant nutrition. 5th ed kluwer Academic Publishers, Dordrecht.

126. Mingues-Mosquera, M. I., Gandul-Rojas, B. and Gallado- Guerrero, M. L. (1992). Rapid method of quantification of chlorophylls and cartenoids in virgin olive oil by high pperformance liquid chromatography. J Agric. Food Chem. 40(40):60-63.

127. Mohamad, M. A. and Ahmad, F. F. (1991). Yeild and quality of Anna Apple cultivar fruits as affected by application of copper, Zink and nutrients, Annuls Agric. Sci. Moshtohor. 29 (1): 3-5.

128. 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.

129. Mong, E., Val, J., Sanz, M., Blanco, A. and Montanes, L. (1995). EI calico nutriente par alas plants. Bitter-pit en manzano. An. Est. Exp. Aula. Dei. V. 21 (3). 189-201.

130. Mosal, W. A., Abd EL-Megeed, A. N. and Paszt, L. S. (2015). The Effect of the foliar application of potassium, calcium, boron and humic acid on vegetative growth, fruit set, leaf mineral, yield and fruit quality of 'Anna' apple trees. American journal of experimental agriculture. 8(4): 224-234.

131. Moulton, G. A., Spitler, G. H., King, J., Price, L. J. and Zimmerman, D. (2003). Evaluation of apple cultivars for hard cider production. Http:// Cider Apple Report.Html (2006).

132. Mousavi, S. R. (2011). Zinc in crop production and interaction with phosphorus. Australian journal of basic and applied sciences, 5(9): 1503-1509.

133. Mousavi, S. R., Galavi, M. and Maryam. R. (2013). Zinc (Zn) Importance for crop production – a review. International journal of agronomy and plant production. Vol., 4 (1), 64-68.

134. Muzher, B. M., AL-Halabi, O. T., Amer, T. and Hennawi, S. (2016). Influence of some apple rootstocks grafted by golden delicious on N, P, and K mineral uptakeunder rainfed conditions. Agriculture & forestry, Vol. 62 Issue 1: 209-216

135. 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

136. 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.

137. Neilsen, G. H. and Neilsen, D. N. (1994). Tree fruit zinc nutrition In; Tree fruit nutrition, P85-93. In; A.B. Peterson and R.G. Stevens (eds) Good fruit grower, Yakima, Washington.

138. Neilsen, G. H. and Neilsen, D. (2003). Nutritional requirements of apple. PP. 267-302.

139. Neilsen, G., Neilsen, D., Herbert, L. and Hogue, E. (2004). Response of apple to fertigation of N and K under conditions susceptible to the development of K deficiency. J. Am. Soc. Hortic. Sci. 129: 26-31 .

140. Neilsen, G., Neilsen, D., Dong, S., Toivonen, P. and Peryea, F. (2005). Applications of Cacl2 Sprays Ealier in the Season may Reduce Bitter Pit Incidence in "Braeburn "Apple.Hortscience.Vol.40, N.6, 1850 – 1853.

141. Neilsen, G. H., Neilsen, D., Hogue, E. and Herbert, H. (2006). Apple orchards respond to boron fertigation Pacific Agri-Food Research, Canada.

142. Neilsen, D. and Neilsen, G. (2009). Nutritional effects on fruit quality for apple trees. New York Qurterly.Vol.17, N.3, 21-24.

143. Olsen, S., Cole, C., Watanabe, F. and Dean, L. (1954). "Estimation of available phosphorus in soils by extraction with sodium bicarbonate" ، USDA Circ. 939. US Governmental printing office ،Washington ،DC.

144. Olszewski, T. and Mika, A. (1999). The effect of Summer pruning and Calcium foliar spraying of Jonagold and Sampion apple trees on fruit storage quality. Acta Hort.485:287-292.

145. Ouyang, T. (1995). Soil micronutrients and citrus growth. Pedosphere. 3 (4): 341-347. Hort. Abs.: 1604.

146. Ozcan, S. and Brohi. (2000). Effect of deffernt Folige Fertilizer on growth dry matter yiell and NPK content of maize plant the Annual meeting of ESNA/Jointly orgnised with UIR working group soil to plant transfer. Austri an Research center. 142-146.

147. Paillard, N. M. R. (1990). The flavour of apples, pears and quinces. Pp.1-41 in: Food flavours. Part C. The flavour of fruit. Morton, I. D.; MacLeod, A. J. ed. Amsterdam, Oxford, New York, Tokyo, Elsevier

148. Parther, R. J., Goertzen, J. O., Rhoades, J. D. and Frenkel, H. (1978). Efficient amendment use in sodic soil reclamation. soil. Sci. Soc. Amer. J., 42: 782-786.

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

150. Pawel, W. and Wojcik, M. (2003). Effects of boron fertilization on Conference pear tree vigor, nutrition, and fruit yield and storability. Plant and Soil. 256(2): 413-421.

151. Peech, M., Alexander, L., Dean, L. and Reed, J. (1947). Methods of soil analysis for soil fertility investigations. U.S. Dept. Agr. C. 757. p .25.

152. Pegah, S. A. and Ali. R. Sh. (2010). The Influence of urea, Boric acid and Zinc sulphat on vegetative traits of Olive Dep. Hortic. Sci., Col. Agric., Shiraz Univ., Iran.13p.

153. Perovic, N. (1988). Effect of micronutrients applied through leaves in combination with different times and ways of applying phosphorus- potassium fertilizers on yield and quality of grapes. Journal for scientific agricultural research 49: 143-152.

154. Perring, M. A. and Bunemann, G. (1974). Harvesting and storing. Acta Hort.45:29-32.

155. Peryea, F. and Drake, S. R. (1991). Influence of mid-summer boron sprays on boron content and quality indices of (Delicious) apple. J. Plant Nutr. 14: 825-840.

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

157. Peşteanu, A. (2015). The influence of thinning agent on base of 6-BA and NAA on productivity and fruit quality of ‚Gala Must' variety. Bulletin UASVM Horticulture, 72(1):151-153.

158. Petracek, P. D. and Silverman, F. P. (2003). A history of commercial plant growth regulators in apple production. HortScience. 38: 937-942.

159. Pfammatter, W. and Dessimoz, A. (1999). Eclaircissage chimique de pommiers Royal Gala et Braeburn. Rev Suiss Vitic Arboric Hortic; 31:299-302.

160. Poovaiah, B. W. and Reddy, A. N. S. (2000). Calcium messenger systems in plants, C. R. C. Crit Rev. Plant Sci., 6: 47- 102.

161. Racsko, J., Nagy, J., Szabo, Z., Soltesz, M., Nagy, P.T., Nyeki, J. and Holb, I. (2005). The effect of nitrogensupply on specific yield and fruit quality ofapple. Int.J.Hort.Sci.Vol.11, N.2, 7 – 21.

162. Raese, J. T. (1998). Response of apple and pear trees to nitrogen, phosphorus, and potassium fertilizers. J. Plant. Nut. v.21(12). p. 2671-2696.

163. Rainham, D. (2001). Post harvest nutrition for pome fruit horticultural newsletter G. P. Dall. Horticultural Consultant Vol. 7. No 4.

164. Ramenzani, S. and Shekafandeh, A. (2011). Influence of Zn and K Sprays onfruit and pulp growth in olive (*Olea europaea* L. cv. 'Amygdalifolia')1. Dep. Hort. Sci., Col. Agric., Shiraz Univ. Shiraz, I.R. Iran.

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

166. Rasmussen, H. P. (1967). Calcium and strength of leaves. I Anatomy and histochemistry. Bot.Gaz. 128: 219-223.

167. Rizvi, R., Mahmood, I. and Tiyagi, S.A. (2014). Potential role of organic matters and phosphate solubilizing bacteria (PSB) on the Growth and productivity of Green gram. J. Agric. Sci.Tech.,16:721:729.

168. Rogers, B. L. and Williams G. R. (1977). Chemical thinning of spur-type Delicious apple fruit. Virginia Fruit, 65:23-28

169. Roy, R. N., Finck, A., Blair, G. J. and Tandon, H. L. S. (2006). Plant nutrition for food security. A guide for integrated nutrient management. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rom.

170. Ruiz, R. and Guardiola, J. (1994). Methods of fruit and vegetable products. department of agriculture. British Columbia, Canada, pp. 68-70.

171. Ruiz, R. and Guardiola, J. (1994). Carbohydrate and mineral nutrition of orange fmitlets in relation to growth and abscission. Physiol Plant, 90, 1994, 27-36 .

172. Sadaghiani, M. R., Malakoti, M. J. and Samar, S. M. (2002). The effectiveness of different application method of zink sulfate on nutritional conditions of apllein Iran. WCSS, Thailand. Paper no 2151.

173. Sajid, M., Abdur-Rab., Ali, N., Arif, M., Ferguson, L. and Ahmed, M. (2010). Effect of foliar application of Zn and B on fruit production and physiological disorders in sweet orange cv. Blood Orange. Sarhad J. Agric. Vol.26, No.3, 355-360.

174. Sajida, P. and Hafeez, R. (2000). Effect of foliar application of zinc, manganese and boron in combination with urea on the yield of sweet orange. Pak. J. Agri. Res. 16(2): 135-14.

175. Sanches, E. E. and Righetti, T. L. (2005). Effect of postharvest siol and foliar application of boron fertilizer on the partitioning of boron in apple trees. Hort sc., 40:15-21.

176. Schumacher, R., Stadler, W. and Weidmann, G. (1989). Chemische fruchtausdünnung zur verbesserung der fruchtqualität bei der sorte Golden Delicious. Schweiz. Zeitschr. Obst - und Weinbau; 125:503-513.

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

178. Sharples, G. G. and Hilgeman, R. H. (1977). Influence of differentiation quality and foliage composition of Valencia Orange trees in central Arizona. Proceedings first international citrus. Citrus symposium, Vol (3): university of Arizona, pp, 1569-1578.

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

180. Sheikh, M. K. and Manjula N. (2009). Effect split application N.K on growth fruiting ganesh pomegranate punica granatum L. Acta.Hort.213-218 P.

181. Shelp, B. J., Edwars, M., Alice, M. K. and I' athmana, T. V. (1995). Boron mobility in high plant quality. In: mineral nutrition of fruit trees. Butter worth' s ,London .103-108 P.

182. Siddiqui, S. and Bangerth, F. (1995). Effect of Pre-harvest Application of Calcium on Flesh Firmness and Cell-wall Composition of Apples Influence of Fruit Size.Journal of Horticultural Science.Vol.70, 263 – 269.

183. Sims, J. L., Scholtzhauer, W. S. and Grove, J. H. (1995). Soluble calcium fertilizer effects on early growth and nutrition of burley tobacco./. Plant Nutr. 18 (5): 911- 921.

184. Singh, A. (2003): Fruit physiology and production. University of Allahabad (India). Kalyani publishers. ISBN, vol.81, pp.1178 –180.

185. Singh, A. and Singh, J. N. (2006). Studies on influence of boron fertilizers and bio regulators on flowering, yield and fruit quality of strawberry cv. Sweet charley. ANN. Agric. Res., 27(3):261-264.

186. Smith, R.H. and Johnson, W. C. (1969). Effect of boron on white clover nectar production. Crop Sci.9,75-76.

187. Smith, P. (1975). Effect of scion and rootstock on mineral composition of mandarin-type citrus leaves. J. Amer. Soci. Hort. Sci. 100(4): 368-369.

188. Sotiropoulos, T. E., Therios, I. N., Dimassi, K. N. and Tsirakoglou, V. (2005). effects of applications of acomplex and N-Ca Fertilizer on leaf and fruit nutrient concentrations and somefruit quality parameters in two apple cultivars. Hort.Sci.Vol.32, N.1, 9 – 16.

189. 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.

190. Sotomayor, C. and Norambuena, P. (2008). Iinfluence of boron foliar sprays on fruit growth and seed number of hayward kiwifruit. VI International ISHS Symposium on Mineral Nutrition of Fruit Crops. Book of abstracts. | Sessio 05, p 111.

191. Sourour, M. M. (2000). Effect of some micronutrients forms on growth, yield, fruit quality and leaf mineral composition of Valencia orange trees grown in North-sinani. Alexandria Journal of Agricultural Research. Vol. 45 No. 1: 269-285.

192. Southwick, S., Weis, K. and Yeager, J. (1996). Bloom thinning of "Loadel" cling peach with asurfactant. Jounal of American Scociety for Horticultural Science.121:334-338.

193. Southwick, S., Weis, K., Yeager, J., Rupert. M. and Hasey, J. (1998). Chemical thinning of cling peach. Acta Horticulturae.465:647-653.

194. Srivastava, A. K., Shirgure, P. S. and Shyam. S. (2003). Differential fertigation response of Nagpur mandarin (*Citrus reticulate* Blanco) on an alkaline Inceptisol under sub-humid tropical climate. Tropical Agriculture 80: 91–6.

195. Stewart, W. and Brannaman, H. (1968). Effect of 2,4-D and related substances on fruit-drop, yield, size and quality of Valencia Oranges, Hilgardia 21: 301-329

196. Stoll, K. (1997). Der Apfel, Enrico Negri AG, Zürich.

197. Stopar, M. (2002). Thinning of ‘Gala’ and ‘Golden Delicious’ apples with BA, NAA and their combinations. Jour. of central european agriculture, 3: 1-6.

198. Storey, J. B. (2007). Zinc, In: A.V. Barker and D.J. Pilbeam (eds.) Handbook of plant nutrition. CRC Press, New York. p. 411–437.

199. Stover, E., Fargione, M., Risio, R., Stiles, W. and Lungerman, K. (1999). Prebloom foliar boron, zinc, and urea applications enhance cropping of some "Empire" and "McIntosh" apple orchards in NewYork. Hort Science 34 (2): 210-214.

200. Strand, L., Rechtoris, C. and Mussell, H. (1976). Polygalacturonases release cellwall bound proteins. Plant Physiology. 58:722-725.

201. Streif, J. (2002). Ernte, Lagerung, Sortierung und Verpackung. In (Link, H.) Lucas, Anleitung zum Obstbau. Eugen Ulmer Verlag, Stuttgart, 32. Auflage.

202. Swietlik, D. (1999). Zinc nutrition in horticultural crops. In: J. Janick (ed.). Horticultural Reviews. John Wiley & Sons, Inc. p.109-118.

203. Swietlik, D. (2002). Zink Nutrition of Fruit Trees by Foliar sprays. Acta Hort. 594, ISHS.

204. Taher, A. Y. and Hassan, H. S. A. (2005). Effect of Some Chemical Treatments on Fruiting of 'Leconte' Pears. Journal of Applied Sciences Research 1(1): 35-42.

205. Taiz, L. and Zeiger, E. (2006). Plant physiology. Fourth Edition Sinauer Associates, Inc., publishers sunderland, Massachusetts.

206. Taylor, K. (2004). Apple nutrient sprays. The University of Georgia-Department of ntomolgy, college of agricultural and environmantal sciences Athens, Griffin, States boro and Tifton.

207. Tendon, H. (2005). Methods of analysis of soils, plants, waters and fertilizers. Fertilization development and consultation organization, New Delhi. India.

208. Tojnko, S., Ternar, T. and Cmelik, Z. (2002). Effect of foliar application and fertilization with some nutrients on fruit content of young Golden delicious apple trees. Acta Hort. 594:185-189.

209. Tomala, K. (1997). Orchard factors affecting nutrient content and fruit quality.Acta Hort.Vol.448, 257 – 264.

210. Tomala, K. (1999). Orchard factors affecting fruit storage quality and prediction of harvest date of apples. Acta Hort.485:373-382.

211. Treder, W. (2008). Relationship between yield, crop density coefficient and average fruit weight of ‘Gala apple. Journal of fruit and ornamental plant research, 16:53-63.

212. Trivedi, N., Singh, D., Bahadur, V., Prasad, V. and Collis, P. (2012). Effect of foliar application of zink and boron on yield and fruit quality of guava (*psidium guajava* L.). Hort flora Research Spectrum, 1 (3); 281-283.

213. Uepmnht, B. B., (1990). Diagnostic of nutrient on plants. 1. 234 p.

214. Ullah, S., Khan, A.S., Malik, A.U., Afzal, I., Shahid, M. and Razzaq, K. (2012). Foliar application of boron influences the leaf mineral status, vegetative and reproductive growth, yield and fruit quality of kinnow mandarin (*Citrus reticulata* Blanco.). *J. Plant Nutrition.*, 35: 2067-2079.

215. Vămăşescu, S., Bălan, V. (2014). Thinning and foliar fertiliyation influence on the zield of Idared apple cultivar. Scientific Papers. Seria B, Horticulture LVIII:107-110.

216. Veberic, R., Dominik, V. and Franci, S. (2005). Influence of foliar-applied phosphorus and potassium on photosynthesis and transpiration of ‘Golden Delicious’ apple leaves (Malus domestica Borkh.). Acta agriculturae Slovenica, 85 - 1, maj 2005. str. 143 – 155.

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

218. Weinzierl, R. (2012). Illinois fruit and vegetable news. Vol. 18, No 6, http://ipm illnois.edu/ifvn/.

219. Westwood, M. (1987). Temperate zone pomology. Freeman and Company.San Francisco, U.S.A.

220. Widmer, A. (2001). Light intensity and fruit quality under hail protection nets. Acta Horticulturae.Vol.557, 421-426.

221. Wills, R., Tirmazi, S. and Scott, K. (1977). Use of calcium to delay ripening of tomatoes. Hort. Science 12:551-552.

222. Wills, R., McGlasson, B., Graham, D. and Joyce, D., (1998). Postharvest: an introduction to the physiology& handling of fruits, vegetables and ornamentals. 4th edition, CABI Publishing Wallingford, Oxon, OX10 8DE, UK.

223. Wojcik, P., G. Cieslinski. and Mika, A. (1999). Apple yield and fruit quality as influenced by boron applications. Journal of Plant Nutrition, vol. 22, No. 9, PP. 1365-1377.

224. Wojcik, P. and Szwonek, E. (2002). Applied calcium materials in improving apple quality. Actahort, 594.

225. Wojcik, P. (2007). Vegetative and reproductive responses of apple trees to zinc fertilization under conditions of acidcoarse-textured soil. J. Plant Nutr. 30: 1791–1802.

226. Wojcik, P., Wojcik, M. and Klamkowski, K. (2008). Response of apple trees to boron fertilization under condition of low spoil boron availability. Sci. Hortic, 116, 58-64.

227. Wooldridge, J. (2001). Bitter pit in apples. A south africa perspective. Report for ARC, Infruitec/Nietvoorbij. Stellenbosch.

228. Yadav, V., Singh, P.N. and Yadav, P. (2013). Effect of foliar fertilization of boron, zinc and iron on fruit growth and yield of low-chill peach cv. Sharbati. nternational Journal of Scientific and Research Publications, Volume 3, Issue 8, ISSN. 2250- 3153.

229. Yamdagni, R., Singh, D. and Jindal, P.C. (1979). A note on effect of boron sprays on quality of grapes cv. Thompson seedless. Progressive- Horticulture .11(1),35-36.

230. Yogaratnam, N. and Johnson, D. (1982). The application of foliar spray containing nitrogen magnesium, zinc and boron on apple trees. II Effect n mineral composition and quality of the fruit. J. Hort. Sci. 57:159-164.

231. Yua, S. K. and Ryan, J. (2008). Boron toxicity tolerance in crops: A viable alternative to soil amelioration. Crop and science. 48: 854–865.

232. Yuan, R. and Greene, D.W. (2000). Benzyladenine as a chemical thinner for 'McIntosh' apples. I. Fruit thinning effects and associated relationships with photosynthesis assimilate translocation, and nonstructural carbohydrates. Jour. Amer. Soc. Hort. Sci. 125: 169-176.

233. Zocchi, G. and Mignani, I. (1995). Calcium physiology and metabolism in fruit trees. Acta Hort.Vol.383,15 – 23.

Influence of thinning, foliar spraying with boric acid, zinc sulphate and calcium nitrate on the alternate fruit bearing phenomenon, growth and productivity of apple tree (*Malus domestica* cv. Golden Delicious)

Abstract

The research was carried out in Tartous governorate (Beit Yusef- Draikish) on apple trees (cv. *Golden Delicious)* grafted on the rootstock "*Malus domestica* Borkh", during two seasons 2019-2020, to investigate the effect of thinning and foliar spray by boric acid, zinc sulfate and calcium nitrate on bearing regularity, growth and productivity. The study comprised 12 treatments of two levels, the first without spray while the second included the spraying with calcium nitrate. In both seasons, using of spray led to increase the length of branches in calcium/ zinc/ boron spray treatment. Also, 2019 showed a significant increase in leaf area, total chlorophyll and carotenoids content was observed in all treatments compared to control in favor of calcium/zinc/boron spray. Indeed, it was recorded 28.81 cm^3, 1.84 mg/g and 2.89 mg/100g, respectively in 2019 and 36.7 cm^2, 2.39 mg/g, and 3.76 mg/100g, respectively in 2020. The application of calcium, boron and zinc together, in 2019, raised the percentage of fruit set (24.60%) and remaining fruits either after June drop (22.86%) or at harvest time (21.12%) versus 16.00, 14.63, and 13.25% respectively were significantly obtained by calcium/chemical thinning in 2020. In 2019, the weight, size, and the total number of seeds per fruit were higher in the chemical (62.30 g, 166.60 cm^3, 6.91 seeds/fruit) and the manual (166.95 g, 171.56 cm^3, 7.14 seeds/fruit) thinning combined with calcium spray. All the treatments significantly increased the tree productivity particularly in calcium/boron/zinc spray (153.99 kg/tree) while it reduced in the manual and the chemical thinning. Actually, in 2020, the largest production was reached in manual and chemical thinning applied with calcium (97.40, 98.30 kg/tree) compared to control (49 kg/tree). The results proved a significant improvement in the qualitative traits, in all treatments, increasing the fruits firmness with foliar calcium/boron/zinc spray in the two seasons (8.96, 8.14 kg/cm^2 respectively) as well as the total soluble solids, sugars and titratable acidity. Both seasons showed an increase in the percentage of bitter pit and its development when

the manual and the chemical thinning without calcium were done while it was decreased with calcium/manual thinning and calcium/chemical thinning. In this context, the calcium/boron/zinc spray was the best in lessening this disorder where the percentages of bitter pit and development severity in 2019 was 2.22, and 1.11% versus 3.33 and 2.50 in 2020. During the growth period (2019), all the treatment increased the content of nutrients (N, P, K, B, Ca) considering that the highest was obtained in calcium/boron/zinc spray while Mg content was greater in the first level of treatments and then decreased in the second level as a result of calcium spray. On the other hand, in 2020, the leaf content of N, P, and K was declined when the manual and the chemical thinning were applied separately or combined with calcium spray. It was evident that thinning had an important role in balancing the C/N ratio in the branches in the two seasons. Both treatments of calcium/manual thinning and calcium/chemical thinning recorded high and similar values (9.41, 9.52%) in the 2019 and (9.38, 9.25%) in 2020, respectively. Further, C/N ratio in control was 6.99% at the end of 2019 as a result of heavy load, while it increased to 11.23% by the end of 2020 as an effect of light load in this season.

Keywords: Apple, Golden Delicious, thinning, Calcium nitrate, Zinc, Boron, alternate bearing, productivity**.**

Syrian Arab Rebublic
Damascus University
Faculty of Agricultural Engineering
Department of Hoticultural Science

Influence of thinning, foliar spraying with boric acid, zinc sulphate and calcium nitrate on the alternate fruit bearing phenomenon, growth and productivity of apple tree (*Malus domestica* cv. Golden Delicious)

Athesis submitted for the degree of PhD in Agricultural engineering

(Department of Horticultural sciences)

Prepared by

Amali Abdo Al-Ahmad

Assistant supervisor
Dr. Bayan Muzher
General Commission for Scientific Agricultural Research

Scientific Supervisor
Prof. Muhammad Batha
Faulty of Agricultural Engineering- Damascus university