مجلة جامعة دمشق للعلوم الزراعية ــ (2009) ــ المجلد (25) ــ العدد 2 ــ الصفحات: 45-60

تأثير معاملة ثمار صنفي التفاح غولدن ديليشس وستاركينغ ديليشس بمركبات الكالسيوم قبل القطاف وبعده في نوعية الثمار وشدة الإصابة بالنقرة المرة

سهيل حداد[1] و حسان عبيد[1]

الملخص

أجريت هذه الدراسة في منطقة ضهر القصير بالتعاون مع قسم علوم البستنة – كلية الزراعة بجامعة دمشق خلال الأعوام 2002-2005 على أشجار صنفي التفاح غولدن ديليشس وستاركينغ ديليشس. وهدفت إلى دراسة تأثير الرش الورقي للأشجار وتغطيس الثمار بعد القطاف بكل من كلوريد الكالسيوم ونترات الكالسيوم تركيز 0.6% بهدف تحسين نوعية الثمار والحد من المرض الفيزيولوجي النقرة المرة. أظهرت نتائج تحليل التباين اختلافاً معنوياً في المعاملات بكلوريد الكالسيوم ونترات الكالسيوم تركيز 0.6% مقارنة بالشاهد وذلك في دراسة تأثير الرش الورقي، فقد أظهرت المعاملات انخفاضاً معنوياً في نسبة الإصابة بالنقرة المرة على الثمار، إضافة إلى تحسين نوعية الثمار، لوحظ ذلك من خلال زيادة متوسط وزن الثمرة ودرجة صلابتها، والذي يعزى إلى زيادة محتواها من عنصر الكالسيوم. بينما أظهرت معاملات تغطيس الثمار بتراكيز مختلفة من كلوريد الكالسيوم ونترات الكالسيوم (2%، 3%، 4%) انخفاضاً معنوياً في نسبة الفقد بالوزن خلال التخزين وأيضاً انخفاضاً معنوياً في عدد النقر المرة على سطح الثمرة، وذلك مقارنة بثمار الشاهد.

الكلمات المفتاحية: المعاملة قبل القطاف، المعاملة بعد القطاف، كلوريد الكالسيوم، نترات الكالسيوم، النقرة المرة، تخزين، تفاح.

[1] قسم علوم البستنة، كلية الزراعة، جامعة دمشق، ص. ب 30621، سورية.

Effect of Treatment of *Golden delicious* and *Starking Delicious* Fruits With Calcium Compounds Pre and –Post Harvest on the Fruits Quality and on Infection by Bitter Pit

S. Haddad[(1)] and H. Obaid[(1)]

ABSTRACT

The study was conducted in the region of Daher AL ksaer in cooperation with the department of Horticulture, Faculty of Agriculture, University of Damascus, during the seasons of 2002 - 2005, on apple trees *Golden delicious* and *Starking delicious*. in order to study the effect of post harvest and pre harvest treatment some calcium compounds as calcium chloride and calcium nitrate 0.6% to improve fruits quality and to reduce the physiological disorder bitter pit of apple fruits, analysis of variance indicated that there was a significant difference in treatments with calcium chloride and calcium nitrate 0.6% compared to the control. The treatments showed significant effects of bitter pit on fruits and to improve fruits quality, its showed by the increasing of fruit weight and fruit firmness, and to increasing fruit content of calcium. The deepening treatments of fruits with different concentration of calcium chloride and calcium nitrate (2%, 3%, 4%) showed a significant reduce in fruit wight loss during the storage, and also a significant decrease in number of bitter pits on fruits compared to the control.

Key words: Pre-harvest treatment, Post-harvest treatment, Calcium chloride, Calcium nitrate, Bitter pit, Storage, Apple.

[(1)] Department of Horticulture Science, Faculty of agriculture, University of Damascus, P.O.Box 30621, Syria.

المقدمـــة

يعدُّ التفاح من الأشجار المثمرة المهمة والتي تنتشر بشكل كبير محلياً وعالمياً، تتركز زراعة التفاح في القطر العربي السوري في المرتفعات الجبلية التي يزيد ارتفاعها علـــى 900 م عن سطح البحر حيث تفضل هذه الشجرة الإقليم المعتدل الذي لا ترتفع فيه درجة الحرارة عن 26° م خلال فصل النمو، وتعدُّ منطقة ضهر القصير من المناطق التي تنتشر فيها زراعة التفاح بشكل كبير حيث يبلغ ارتفاع المنطقة حوالي 900-1200 م عن سطح البحر وتتميز بمناخ بارد شتاءً ورطب جداً، وبارد ورطب ربيعاً ومعتدل ورطب صيفاً.

وصلت المساحة المزروعة المروية في سورية إلـــى 16490.3 هكتـــار والمطريـــة 30056.6 هكتار وبلغ الإنتـــاج المـــروي 203102 طـــن والمطـــري 171226 طـــن (المجموعة الإحصائية الزراعية السنوية لعام 2006). ويعتمد 63% من إجمالي المساحة المزروعة على الزراعة البعلية التي تتركز في محافظـــات الـــسويداء وريـــف حمـــص واللاذقية وطرطوس، أما المساحة المروية فيتركز معظمها في محافظتي ريـــف دمـــشق وريف حمص.

ونتيجة لهذا التوسع وإدخال أصناف جديدة، بدأت تظهر على ثمار التفـــاح أعـــراض الإصابة بمجموعة من الأمراض المهمة ولاسيما الفيزيولوجية منها. حيث تعـــدُّ أمـــراض التبقعات الفلينية على الثمار من أهم هذه الأمراض. ويعدُّ مرض النقرة المـــرة (Bitter-pit) واحداً من أهم هذه الأمراض التي تصاب بها الثمار قبل القطاف بقليل وخلال مـــدة التخزين (Baab, 1998). حيث ظهرت هذه الإصابة على عدد من الأصناف في مختلف مناطق الإنتاج في سورية، وبخاصة في المناطق التي تتميـــز تربهـــا بانخفـــاض درجـــة الحموضة ونسبة الكالسيوم الفعال القابل للامتصاص، أو التي يتجاوز معدل أمطارها 700 مم سنوياً، أو التي تتميز بمناخ غير مستقر على مدار العام (تعاقب مدد رطبة ثـــم جافـــة وهكذا أو حدوث جفاف شديد خلال الصيف والخريف في بعض السنوات)؛ مما يساعد في سهولة انغسال العناصر المعدنية فيها ولاسيما العناصر القلوية الترابية مثـــل الكالـــسيوم والمغنزيوم أو إعاقة امتصاصها من النبات مثل الكالسيوم والبور. كما هو حال ترب ظهر الجبل في جبل العرب، وترب هضبة ظهر القصير البركانية في محافظتي ريف حمـــص وحماة، وترب كسب وصلنفة في محافظة اللاذقية.

ونظراً لهذه الأهمية الكبيرة لثمار التفاح فقد أجريت العديد من الدراسات المختلفة التي حاولت المحافظة على إنتاج محصول من نوعية جيدة من الثمار سواء قبـــل القطـــاف أو بعده أو حتى في أثناء التخزين وذلك بهدف إطالة مدة تخزينه واستمرارية بقائه على مدار السنة ويتحقق هذا من خلال تقليل إصابة الثمار ببعض الأمـــراض الفيزيولوجيـــة التـــي

تخفض من القيمة التسويقية والتخزينية للثمار مثل مرض النقرة المرة (Napier, *et al.*, 2006، Watkins *et al.*, 2004, Lötze, *et al.*, 2006).

تتمثل أعراض الإصابة بالنقرة المرة على الثمار بظهور بقع صغيرة ذات تقعر بسيط نسبياً، قطرها 3–5 مم، 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 (تحت البقع) 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 (بالقرب من الطرف الزهري) وبشكل أقل في القسم العلوي من الثمرة (Raese, 1998).

بينت معظم الدراسات أن أسباب الإصابة بمرض النقرة المرة متعددة جداً. حيث ترتبط هذه الإصابة بمجموعة من العوامل الفيزيولوجية والبيئية والحقلية، التي تؤدي بمجملها إلى حدوث اضطراب فيزيولوجي في بناء الأنسجة الخلوية لثمار التفاح ناتج عن خلل في الاستقلاب الخلوي والغذائي في الثمار (White and Saure, 1996 , Quast, 1996، Broadley 2003). وقد أكدت البحوث الخاصة في هذا المجال أن أحد الأسباب المهمة التي تؤدي إلى ظهور مرض النقرة المرة على ثمار التفاح هو نقص عنصر الكالسيوم في الثمار، والأسباب المؤدية إلى ذلك مثل خلل في التغذية المائية أو خلل في التوازن المعدني مابين عنصر الكالسيوم من جهة والبوتاسيوم والمغنزيوم من جهة أخرى (Grimm-Wetzel, and Schönherr, 2002, Mayr and Schröder, 2007). حيث يدخل الكالسيوم في تركيب البروتوبكتين وبنائه الذي يعدُّ مادة لاصقة منيعة بين الخلايا. وهكذا فإن التغذية بمركبات حاوية على عنصر الكالسيوم تؤدي إلى بناء خلوي قوي وثابت. كما أن عنصر الكالسيوم يؤدي دوراً مهماً في ثبات بناء الجدر الخلوية (Baab; 1997, , 1998Silva and Larrain). وتبيّن أيضاً أن الكالسيوم يؤدي دوراً في زيادة درجة صلابة الثمار، وكذلك في خفض نسبة الفقد في أثناء مدة التخزين.

وقد بيّنت بعض التجارب القليلة على أصناف محدودة أن معاملة الثمار خلال نموها وذلك برش الأشجار بمركبات الكالسيوم تركيز 0.6% من 4–6 مرات حتى شهر قبل القطاف، وتغطيس الثمار بعد القطاف مباشرة بمحاليل الكالسيوم بتراكيز من 2 إلى 4% أسهم في الحد من زيادة نسبة ظهور النقرة المرة قبل عملية التخزين وفي أثناء (2004 ,Fallahi, *et al.*, ,Rosenberger et. al.,2006 2006, Moor, *et al.*,).

الهدف من البحث

نظراً لعدم توافر الدراسات المحلية الكافية عن هذا الموضوع ونظراً لتناقضاته وتباياناته من منطقة إلى أخرى، ومن صنف إلى آخر وضمن البستان الواحد وضمن الشجرة الواحدة (دراسة مرجعية عن حداد وزملائه 2002)، وانطلاقاً من أهمية عملية التخزين في تأمين المنتج من الثمار بالكمية والنوعية المناسبتين، والفائدة التي ستعود على المنتج والمستهلك ومن ثم على الاقتصاد الوطني من خلال تقليل الأضرار الناجمة عن هذه الإصابة قبل التخزين وبعده وخفض نسبة الفقد الكلي في أثناء مدة التخزين. هدف هذا البحث إلى دراسة تأثير معاملة ثمار صنفين من التفاح غولدن ديليشس وستاركينج ديليشس بمركبات الكالسيوم في تحسين نوعية الثمار وتطور إصابتها بالنقرة المرة قبل مدة التخزين وخلالها.

مواد البحث وطرائقه

آ- المادة النباتية:

اختيرت أشجار صنفين من التفاح الأكثر زراعةً وإنتاجاً في المنطقة بعمر 20 سنة من بساتين تعتمد نظام الزراعة المروية وهما:

- "غولدن ديليشس"(*Golden Delicious*): وهو صنف حساس لقشب الثمار ومتوسط الحساسية للنقرة المرة.

- "ستاركنغ ديليشس"(*Starking Delicious*): وهو صنف حساس للنقرة المرة.

ب- المعاملات:

1- الرش الورقي: رُشّت الأشجار بمركب كلور الكالسيوم تركيز 0.6% ونترات الكالسيوم تركيز 0.6%، وذلك أربع مرات خلال موسم النمو بدءاً من أوج الإزهار حتى شهر قبل موعد القطاف بفارق 3 أسابيع بين الرشة والأخرى. وعُدَّت الأشجار غير المعاملة بكل من كلور الكالسيوم ونترات الكالسيوم شاهداً.

بلغ عدد المكررات ثلاثة مكررات واحتوى كل مكرر على ثلاث أشجار لكل صنف وكل معاملة. وعُدَّت الثمار المأخوذة من الأشجار المكررات التي أجريت عليها مختلف قراءات وتحاليل الدراسة.

2- تغطيس الثمار بعد القطاف وقبل التخزين: جُمعت عينات عشوائية لثمار سليمة ومصابة بأحجام متنوعة من الثمار مباشرة بعد 150 يوماً من أوج الإزهار.

ثم غطست الثمار المصابة مباشرة بعدة تراكيز من محاليل كلور الكالسيوم ($CaCl_2$): (0، 2، 3، 4%) أو نترات الكالسيوم ($Ca\ (NO_3)_2$): (0، 2، 3، 4 %) مدة 1.5 دقيقة. بمعدل 100 ثمرة لكل معاملة.

خزنت الثمار بعد المعاملة مباشرة في مخازن مبردة تابعة للشركة العامة للخزن والتبريد، في درجة حرارة 1± 1°م ورطوبة نسبية 90 ± 5 % مدة 4 أشهر.

ج- القراءات والتحاليل:

- حساب نسبة الإصابة (%) بالنقرة المرة قبل القطاف وفي أثناء التخزين. وتحديد عدد النقر المرة على سطح الثمرة وتطورها خلال التخزين.

- قياس درجة صلابة الثمار: لدراسة تأثير المعاملات المختلفة في درجة تغير صلابة الثمار في بداية التخزين وفي مراحله المختلفة حتى نهاية التخزين، وقد أُجري ذلك بواسطة جهاز البنترومیتر Penetrometer موديل ft,327، وأُجري ذلك على 20 ثمرة (عدد المكررات=20) بعد إزالة قشرة الثمرة بمساحة نحو 1سم^2 من جانبين متقابلين من الثمرة.

- دراسة نسبة الفقد في وزن الثمار خلال التخزين: رُقّمت عشر ثمار (عدد المكررات =10) لكل صنف وكل معاملة ووُزنت قبل التخزين وبمراحل التخزين المختلفة لمعرفة تأثير المعاملات في نسبة الفقد في وزن الثمار. وقد قُدّر الفقد الطبيعي في الوزن حسب العلاقة:

النسبة المئوية للفقد الطبيعي = الوزن الأولي – الوزن النهائي /الوزن الأولي × 100.

- قياس محتوى الثمار من عنصر الكالسيوم: أُجريت القراءة على عينات من الثمار بلغت 3 ثمار لكل معاملة بمعدل 5 مكررات، حُلّل محتوى الثمار من عنصر الكالسيوم، في مخبر الأراضي التابع للهيئة العامة للبحوث العلمية الزراعية على جهاز يعتمد على مبدأ الامتصاص الذري، وذلك بعد تجفيف العينات وترميدها وتحضيرها للقياس ومن ثم حُسب محتوى الثمار من عنصر الكالسيوم (مغ) على أساس الوزن الجاف للعينة.

التحليل الإحصائي

أُدخلت النتائج بواسطة برنامج Excel وذلك حسب المعاملات والمكررات، ومن ثم أخضعت المعطيات في كل التجارب إلى تحليل التباين على مستوى 5%، وحُلّلت النتائج بواسطة الكومبيوتر باستخدام برنامج التحاليل الإحصائية (SPSS) شيكاغو 1993، وذلك حسب اختبار دونكان (Duncan's test) كما أُخذ المتوسط الحسابي للعينات المختلفة وصُمّمت الخطوط البيانية وأُظهر الخطأ المعياري على الأعمدة البيانية والتي يمكن من خلالها دراسة الفروق الظاهرية والمعنوية المختلفة عند مستوى 5%.

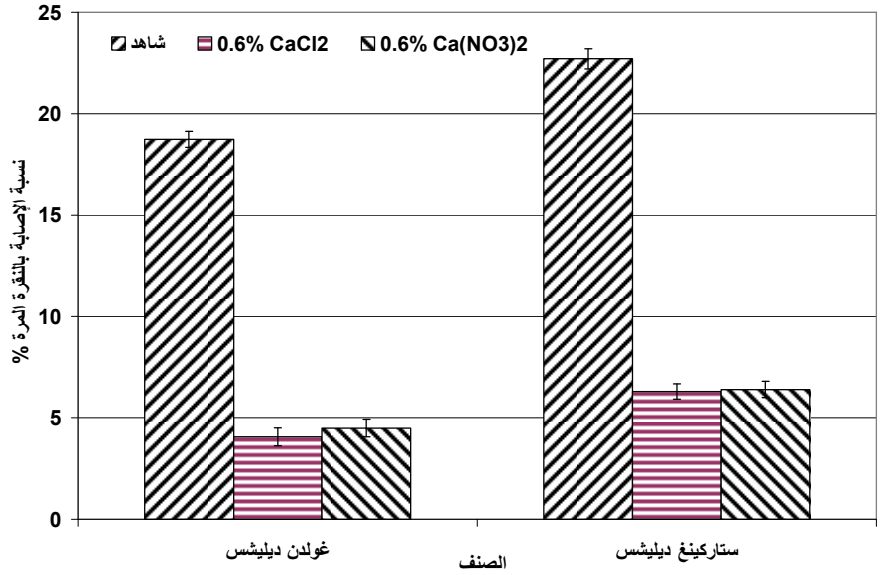
النتـــائـــج

1- تأثير الرش بمركبات الكالسيوم في نسبة الإصابة بالنقرة المرة على ثمار التفاح في أثناء القطاف:

يوضح الشكل (1) تأثير الرش الورقي بمركبات الكالسيوم في نسبة إصابة الثمار بالنقرة المرة في أثناء موعد القطاف لصنفي التفاح غولدن ديليشس وستاركينغ ديليشس.

فقد لوحظ في كلا الصنفين أنه نتيجة المعاملة سواء بكلور الكالسيوم أو بنترات الكالسيوم أدى إلى انخفاض معنوي في نسبة الإصابة بالنقرة المرة وذلك بالمقارنة بالشاهد. فقد بلغت نسبة الإصابة في ثمار الشاهد عند الصنف غولدن ديليشس 18.7% في حين بلغت نسبة الإصابة في ثمار المعاملة بكلور الكالسيوم ونترات الكالسيوم تركيز 0.6% (4.1% و4.5% على التوالي) (الشكل 1).

كما أظهرت ثمار الشاهد في صنف التفاح ستاركينغ ديليشس نسبة إصابة بالنقرة المرة وصلت إلى 22.7% أعلى معنوياً بالمقارنة بالثمار المأخوذة من الأشجار المعاملة بكل من كلور الكالسيوم التي بلغت نسبة الإصابة فيها 6.3%، وثمار المعاملة بنترات الكالسيوم التي كانت نسبة الإصابة فيها 6.4% (الشكل 1).



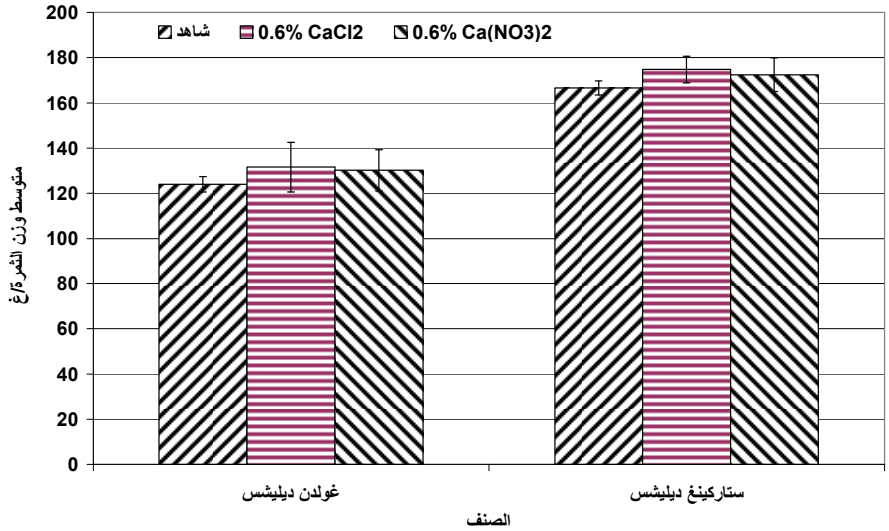
الشكل (1) تأثير المعاملة رشاً على الأشجار بمركبات الكالسيوم في متوسط نسبة الإصابة بالنقرة المرة بالمتوسط للسنوات الأربع على صنفي التفاح غولدن ديليشس وستاركينغ ديليشس.

2- تأثير الرش بمركبات الكالسيوم في متوسط وزن الثمرة:

أدت المعاملة بكل من كلور الكالسيوم ونترات الكالسيوم رشاً على أشجار صنفي التفاح غولدن ديليشس وستاركينغ ديليشس إلى زيادة غير معنوية في متوسط وزن الثمرة بالمقارنة بالشاهد (الشكل 2).

بشكل عام كان متوسط وزن الثمرة في الصنف ستاركينغ ديليشس أعلى مما هو عليه في الصنف غولدن ديليشس، وأظهرت المعاملة بكلور الكالسيوم تركيز 0.6% في كلا الصنفين أعلى متوسط لوزن الثمرة بالمقارنة بالثمار المعاملة بنترات الكالسيوم نركيز 0.6 % أو ثمار الشاهد، ولو لم تكن هذه الزيادة معنوية (الشكل 2).

فقد أظهرت المعاملة بكلور الكالسيوم في صنف التفاح ستاركينغ ديليشس متوسط وزن ثمرة بلغ 174.7غ، بينما أظهرت المعاملة بنترات الكالسيوم والشاهد (172.6غ و166.8غ) على التوالي للصنف نفسه. وبلغ متوسط وزن الثمرة في الثمار المعاملة بكلور الكالسيوم في الصنف غولدن ديليشس 131.5غ، والثمار المعاملة بنترات الكالسيوم 130.1غ، وثمار الشاهد فقط 124 غ (الشكل 2).



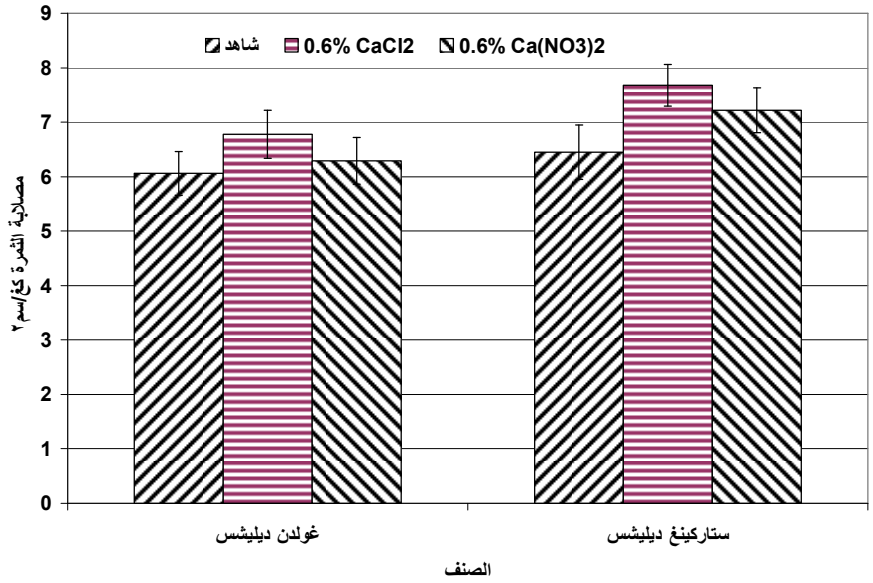
الشكل (2) تأثير المعاملة رشاً على الأشجار بمركبات الكالسيوم في متوسط وزن الثمرة بالمتوسط للسنوات الأربع لصنفي التفاح غولدن ديليشس وستاركينغ ديليشس.

3- تأثير الرش بمركبات الكالسيوم في درجة صلابة الثمرة:

كما هو موضح في الشكل (3) أثبتت نتائج المعاملة بكل من كلور الكالسيوم ونترات الكالسيوم رشاً على أشجار صنفي التفاح غولدن ديليشس وستاركينغ ديليشس زيادة في درجة صلابة الثمار بالمقارنة بثمار الشاهد (الشكل 3). فقد كانت درجة صلابة الثمار في الصنف ستاركينغ ديليشس أعلى من ثمار الصنف غولدن ديليشس، كما كانت درجة صلابة الثمار المعاملة بكلور الكالسيوم أعلى معنوياً في كلا الصنفين بالمقارنة بثمار

الشاهد، فقد بلغت الصلابة في الصنف غولدن ديليشس 6.78 كغ/سم^2، وفي الصنف ستاركينغ ديليشس 7.68 كغ/سم^2 (الشكل 3).

بينما كانت درجة صلابة الثمار في المعاملة بنترات الكالسيوم في كلا الصنفين أعلى ظاهرياً بالمقارنة بالشاهد، فقد كانت في الصنف غولدن 6.29 كغ/سم^2 وفي الصنف ستاركينغ 7.22 كغ/سم^2 (الشكل 3).



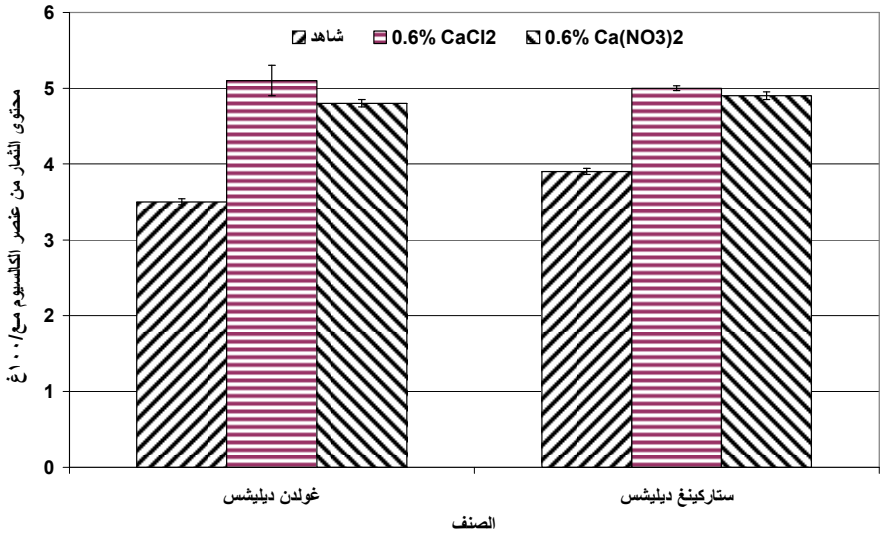
الشكل (3) تأثير المعاملة رشاً على الأشجار بمركبات الكالسيوم في متوسط درجة صلابة الثمرة بالمتوسط للسنوات الأربع لصنفي التفاح غولدن ديليشس وستاركينغ ديليشس.

4- تأثير الرش بمركبات الكالسيوم في محتوى الثمار من عنصر الكالسيوم:

من خلال التحليل الإحصائي لمحتوى الثمار من عنصر الكالسيوم بعد الرش الورقي سواء بكلور الكالسيوم أو بنترات الكالسيوم تركيز 0.6% لوحظ ارتفاع محتوى الثمار من هذا العنصر في كلا الصنفين غولدن ديليشس وستاركينغ ديليشس. حيث لوحظ فرق معنوي ما بين الثمار المعاملة وثمار الشاهد. فقد بلغ محتوى الثمار المعاملة بكلور الكالسيوم في الصنف غولدن (5.1 ملغ/100غ) والمعاملة بنترات الكالسيوم (4.8 ملغ/100غ) بالمقارنة بالشاهد (3.5 ملغ/100غ) (الشكل 4).

كما أظهر الصنف ستاركينغ ديليشس أيضاً فروقاً معنوية ما بين الثمار المعاملة بكل من كلور الكالسيوم ونترات الكالسيوم بالمقارنة بالشاهد، فقد بلغت نسبة الكالسيوم في

الثمار المعاملة بكلور الكالسيوم (5 ملغ/100غ)، وبنترات الكالسيوم (4.9 ملغ/100غ) نسبةً إلى الشاهد (3.9 ملغ/100غ) (الشكل 4).



الشكل (4) تأثير المعاملة رشاً على الأشجار بمركبات الكالسيوم في متوسط محتوى الثمار من عنصر الكالسيوم بالمتوسط للسنوات الأربع لصنفي التفاح غولدن ديليشس وستاركينغ ديليشس.

5- تأثير تغطيس الثمار بمركبات الكالسيوم في النسبة المئوية للفقد بالوزن خلال التخزين:

تبين نتائج تغطيس الثمار بتراكيز مختلفة من كلور الكالسيوم (2%، 3%، 4%) انخفاضاً معنوياً في النسبة المئوية للفقد بالوزن بعد تخزين الثمار بالمقارنة بالشاهد، وذلك في ثمار كلا الصنفين المدروسين، وكانت نسبة الفقد في الصنف غولدن ديليشس أعلى منها بنسبة نحو 1% في كل المعاملات بالمقارنة مع الصنف ستاركينغ ديليشس (الجدول1). فقد كانت أعلى نسبة في الفقد لدى ثمار الشاهد وانخفضت مع زيادة تركيز كلور الكالسيوم، حيث كان تركيز 4% أفضل المعاملات في كلا الصنفين، ففي الصنف ستاركينغ ديليشس بلغت نسبة الفقد لدى ثمار الشاهد (7.92%)، في حين في تركيز 4% كلور الكالسيوم كانت نسبة الفقد (4.01%). وفي الصنف غولدن ديليشس بلغت نسبة الفقد في الوزن في ثمار الشاهد (8.73%)، أعلى معنوياً من الثمار التي تم تغطيسها بكلور الكالسيوم تركيز 4% والتي بلغت عندها (5.22%) (الجدول 1).

الجدول (1) تأثير تغطيس الثمار بتراكيز مختلفة من كلور الكالسيوم في النسبة المئوية لمتوسط الفقد بالوزن خلال أربعة أشهر من التخزين لأربع سنوات الدراسة.

الصنف / التركيز	شاهد 0%	2%	3%	4%
ستاركينغ ديليشس	a 7.92	b 6.22	c 5.32	d 4.01
غولدن ديليشس	a 8.73	b 7.03	c 6.41	d 5.22

تدل الأحرف على وجود فروق معنوية على مستوى (5%) حسب اختبار دونكان (Duncan's test) في كل صنف على حدة.

كما أظهرت نتائج تغطيس الثمار بتراكيز مختلفة من نترات الكالسيوم (2%، 3%،4%) نتائج مشابهة لما تم التوصل إليه بالمعاملة بكلور الكالسيوم. فقد انخفضت أيضاً النسبة المئوية للفقد بالوزن خلال تخزين الثمار مع زيادة تركيز نترات الكالسيوم، فقد أظهر التركيز 4% أقل نسبة في فقد الثمار في كل من الصنفين غولدن وستاركينغ بالمقارنة بثمار الشاهد غير المعاملة (الجدول 2). فقد بلغت النسبة المئوية للفقد بالوزن في ثمار الشاهد لدى الصنف ستاركينغ ديليشس (7.92%)، وأقل نسبة في الفقد كانت معنوياً في الثمار التي غطست بنترات الكالسيوم تركيز 4% حيث بلغت فقط (4.13%)، (الجدول 2).

الجدول (2) تأثير تغطيس الثمار بتراكيز مختلفة من نترات الكالسيوم في النسبة المئوية لمتوسط الفقد بالوزن خلال أربعة أشهر من التخزين لمتوسط سنوات الدراسة الأربع.

الصنف / التركيز	0%شاهد	2%	3%	4%
ستاركينغ ديليشس	7.92a	5.74b	4.88c	4.13d
غولدن ديليشس	8.73a	7.12b	6.16c	5.00d

تدل الأحرف على وجود فروق معنوية على مستوى(5%) حسب اختبار دونكان (Duncan's test) في كل صنف على حدة.

6- تأثير معاملة الثمار بمركبات الكالسيوم قي تطور الإصابة بالنقرة المرة خلال التخزين:

يظهر الجدول (3) متوسط عدد النقر المرة على سطح ثمار الصنفين غولدن ديليشس وستاركينغ ديليشس وذلك قبل تغطيس الثمار بكلور الكالسيوم، بهدف معرفة تأثير التغطيس في النسبة المئوية للنقر المرة بعد التغطيس والتخزين، وذلك بالأخذ بالحسبان نوعية الثمار من حيث الحجم، حيث وجد أن حجم الثمرة يؤدي دوراً كبيراً في شدة الإصابة بالنقرة المرة، فكلما كانت الثمرة أكبر حجماً كانت شدة الإصابة أعلى (الجدول 3).

فقد أظهرت نتائج تغطيس الثمار بتراكيز مختلفة من كلور الكالسيوم (2%، 3%،4%) في النسبة المئوية لعدد النقر المرة بعد تخزين الثمار انخفاضاً معنوياً في نسبة الإصابة، وذلك مع زيادة تركيز كلور الكالسيوم.

الجدول (3) عدد النقر حسب حجم الثمار وشدة الإصابة على ثمار الصنفين غولدن ديليشس وستاركينغ ديليشس قبل المعاملة بمركبات الكالسيوم.

الصنف	حجم الثمار	متوسط عدد النقر	شدة الإصابة
غولدن ديليشس	ممتاز	2.22 ± 34.12	شديدة جداً
	أول	1.71 ± 27.22	شديدة جداً
	ثاني	0.98 ± 17.92	متوسطة إلى شديدة
	ثالث	0.78 ± 7.60	ضعيفة
ستاركينغ ديليشس	ممتاز	2.55 ± 31.80	شديدة جداً
	أول	1.54 ± 14.75	متوسطة
	ثاني	1.03 ± 9.94	ضعيفة
	ثالث	1.22 ± 8.40	ضعيفة

عُدّت النسبة المئوية لعدد النقر المرة بالنسبة إلى الشاهد غير المعامل 100% في كلا الصنفين، وعليه تبين أن أقل المعاملات إصابة بالنقرة المرة هي معاملة 4% كلور الكالسيوم، حيث بلغت في الصنف غولدن ديليشس 25% وفي الصنف ستاركينغ ديليشس 23.46% (الجدول 4). وتليها المعاملة بكلور الكالسيوم تركيز 3% والذي بلغت نسبة النقر المرة فيها عند الصنف غولدن 29.88% وفي الصنف ستاركينغ 30.1%، في حين انخفضت نسبة النقر المرة في كلا الصنفين عند تركيز كلور الكالسيوم 2% تقريباً إلى النصف بالمقارنة مع الشاهد. (الجدول4).

الجدول (4) تأثير تغطيس الثمار بكلور الكالسيوم ($CaCl_2$) في عدد النقر المرة على سطح الثمار مقدرة بالنسبة المئوية (%) بالمقارنة بالشاهد بعد مدة التخزين.

الصنف/التركيز	شاهد 0%	%2	%3	%4
ستاركينغ ديليشس	a % 100	b % 53.89	c % 30.1	d % 23.46
غولدن ديليشس	a % 100	b % 51.85	c % 29.88	d % 25

تدل الأحرف على وجود فروق معنوية على مستوى(5%) حسب اختبار دونكان (Duncan's test) لكل صنف على حدة.

المناقشة

ظهرت في العقد الأخير من القرن الماضي وعند قطف ثمار التفاح وفي أثناء تخزينها الإصابة ببعض الأمراض الفيزيولوجية على معظم أصناف التفاح في بعض المناطق السورية ولاسيما على كل من الصنف غولدن ديليشس (*Golden Delicious*) وستاركينغ ديليشس (*Starking Delicious*) حيث يشكلان أكثر من 80% من البساتين المزروعة بالتفاح، ومن المعروف أن الإصابة بهذه الأمراض الفيزيولوجية يؤدي إلى خفض نوعية الثمار وخسارة كبيرة في المحصول (Retamales and Valdes , 1996، Watkins, et al., 2005).

يعدُّ نقص عنصر الكالسيوم في ثمار التفاح أحد الأسباب المهمة التي تؤدي إلى ظهور المرض الفيزيولوجي المهم والمعروف باسم النقرة المرة (Bitter pit) قبل قطف الثمار وخلال تخزينها، وهذا ما أكده (Baab 1998) من خلال التجارب التي أجراها في هذا المجال. كما يؤثر عنصر الكالسيوم في تحسين نوعية الثمار وإطالة مدة تخزينها ومدى زيادة مقاومتها للعديد من الأمراض الفيزيولوجية من خلال الدور المهم الذي يؤديه عنصر للكالسيوم في زيادة متانة الجدر الخلوية وزيادة درجة صلابة الثمار وفي خفض نسبة فقد وزن الثمار في أثناء تخزينها (Ferguson, *et al.*، 1993، Lankes، 1999).

وأشار بعض الباحثين في أثناء تحليلهم للتربة التي يزرع فيها التفاح إلى وجود ارتباط وثيق بين نسبة الكالسيوم من جهة والبوتاسيوم والمغنيزيوم من جهة أخرى التي تعيق امتصاص الكالسيوم (Dallacqua, 1994). وترتبط شدة إصابة ثمار التفاح بالنقرة المرة ودرجتها بمحتواها من الكالسيوم (Retamales, *et al.*, 2000). إذ وجد أن الثمار التي تحتوي على كمية من الكالسيوم أكثر من 5 ملغ/ 100 غ من الوزن الرطب للثمار تبقى محافظة على صلابة القشرة، ولا تصاب بالنقرة المرة في أثناء التخزين بالمقارنة مع الثمار التي تحتوي على نسبة أقل من الكالسيوم مع التوازن أو عدم الزيادة في عنصر البوتاسيوم (Weibel, *et al.*, 2000).

من جهة أخرى بين (Burmeister and Dialley) في دراسات مختلفة (1991 و1993 و1994) أن حقن ثمار التفاح بالمغنزيوم يسهم بشكل كبير جداً في ظهور أعراض الإصابة بالنقرة المرة بالمقارنة بالثمار غير المعاملة. وتبين أن معدل ادخار الكالسيوم في الثمار المصابة يكون أقل بكثير من معدله في الثمار السليمة و الأجزاء السليمة من الثمار المصابة؛ في حين يكون معدل المغنزيوم أكبر في الأجزاء المصابة من الثمرة.

فقد قام (Lötze and Theron, 2005) بدراسة التغيرات التي تحدث في قوام جدار الخلية وتركيبه وبنائه خلال مدة تخزين ثمار تفاح من صنف "غولدن ديليشس" معاملة وغير معاملة بالكالسيوم؛ ووجدا أن منطقة جدار الخلية للثمار المعاملة بالكالسيوم كانت خالية من البقع الفلينية، ومحتوى خلاياها كان ثابتاً في حين ظهر عدد قليل من البقع في مناطق الصفيحة الوسطى للأنسجة في الثمار غير المعاملة بالكالسيوم.

يعزى هذا الدور الإيجابي لمركبات الكالسيوم إلى التقليل من معدل تنفس الثمار وكمية الماء المفقودة منها، ومن ثم خفض نسبة معدل الفقد الكلي في نهاية مدة التخزين وخفض الإصابة بالأمراض الفيزيولوجية. وتتوافق هذه النتائج مع ما توصلت إليه بعض الدراسات على أصناف أخرى من التفاح عن تأثيرات الكالسيوم في خفض الأمراض الفيزيولوجية خلال التخزين (a, b, 2007, Baab and Schmitz-Eiberger, 1997, Lonstroth).

إن تغذية الثمار بعنصر الكالسيوم تعدُّ ذات أهمية أساسية في تحديد ظهور النقرة المرة على ثمار التفاح ولاسيما عند الأصناف الحساسة لنقص عنصر الكالسيوم (Monge, *et al*.; 1993, Gautier، 1995). فالكالسيوم يدخل في تركيب البروتوبكتين وبنائه الذي يعدُّ مادة لاصقة منيعة بين الخلايا. وهكذا فإن التغذية بالكالسيوم تؤدي إلى بناء خلوي قوي وثابت (2002, Mayr and Schröder).

كما أن الكالسيوم يسهم بدور مهم في ثبات بناء الجدر الخلوية. وتبيّن أيضاً أن عنصر الكالسيوم يسهم بدور في زيادة درجة صلابة الثمار وكذلك في خفض نسبة الفقد ومعدل التنفس في الثمار قبل مدة التخزين وخلالها (1994, Jankovic and Drobnjak; 1993, Raese and Drake; 1990, Glenn and Poovaiah).

هذه النتائج تتوافق مع النتائج التي تم التوصل إليها في هذا البحث حيث لوحظ أن استخدام مركبات الكالسيوم، وهنا كلور الكالسيوم ونترات الكالسيوم كان لهما دور ايجابي في زيادة محتوى الثمار من عنصر الكالسيوم في كلا الصنفين غولدن ديليشس وستاركينغ ديليشس، وصلت إلى النسبة المثالية لمحتوى الثمار من هذا العنصر (5 ملغ/100 غ مادة جافة)، والتي تعدُّ نسبة جيدة للحد من إصابة الثمار بالنقرة المرة، وهذا أدى بدوره إلى زيادة نوعية الثمار من حيث الصلابة ومتوسط وزن الثمرة ومن ثم خفض معدل إصابتها بالنقرة المرة سواء في أثناء رش الأشجار بهذه المركبات أو تغطيس الثمار قبل تخزينها. وهذا أيضاً ما وجده (حداد، والبسيط) في الدراسة التي قاما بها عام (1999) على ثمار التفاح والتي ظهر فيها التأثير الإيجابي لمعاملات الكالسيوم في تحسين نوعية الثمار والحد من الإصابة بالنقرة المرة.

المقترحات والتوصيات

1- ينصح بإجراء من 4 رشات كحد أدنى بمركبات الكالسيوم وبالتراكيز المنصوح بها خلال مرحلة نمو الثمار للحد من حدوث الإصابة بالنقرة المرة قبل القطاف وتطورها في أثناء عملية التخزين، كما ينصح بإجراء معاملة غمر ثمار التفاح بمحلول ذي تركيز 4% بمركب كلور الكالسيوم أو مركب نترات الكالسيوم للحد من تطور الإصابة في أثناء عملية التخزين.

2- إجراء تجارب في مواقع جغرافية مختلفة مزروعة بالتفاح للمقارنة بين ظروف ترب هذه المواقع وطبيعتها ومناخها على نسبة إصابة ثمار التفاح وشدتها بالنقرة المرة. وإجراء دراسة بالمقارنة مع استخدام مركبات الكالسيوم، وأثرها في خفض أضرار الإصابة بالنقرة المرة بين الزراعات البعلية والزراعات المروية.

REFERENCES المراجع

حداد، سهيل وابراهيم، البسيط. (1999). تأثير المعاملة بمركبات الكالسيوم في تطور إصابة ثمار التفـــاح بالنقرة المرة خلال مدة التخزين. أسبوع العلم -39- دمشق - سورية.

حداد، سهيل؛ البسيط، إبراهيم وحسان، عبيد. (2002). دراسة حول النقرة المرة على ثمار التفاح. مجلـــة باسل الأسد للعلوم الهندسية. عدد 16، تموز 2002، ص. 149-176.

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

Baab, G. and M. Scmitz-Eiberger. (2007)a: Verminderung der Fleischbräune "Braeburn" durch Calciumbehandlungen vor der Ernte. Obstbau, 32. Jahrgang, p. 522-526.

Baab, G. and Scmitz-Eiberger, M. (2007)b. Verminderung von Schalenbräune durch Calciumbehandlungen vor der Ernte. Obstbau, 32. Jahrgang, p. 477-481.

Burmeister, D.M., and Dialley D.R. (1991). Induction of bitter-pit like symptoms on apples by infiltration with Mg^{+2} is attenuated by Ca^{+2}. Postharvest Biology and Technology. v. 1(1). p. 11-17.

Burmeister, D.M., and Dialley D.R. (1993). Characterization of Mg2+ induced bitter-pit like symptoms on apples: a model system to study bitter-pit initiation and development. J. Agri. Food. Chem. v.41(8). p.1203-1207.

Burmeister, D.M., and Dialley D.R. (1994). Correlation of bitter-pit on Northern Spy apples with bitter-pit-like symptoms induced by Mg(2+) salt infiltration. Postharvest Bio. Tech. v. 4(4). p. 301-308.

Dallacqua, G. (1994). Un calcio alla petecchia (carenza minerali, melo). Terra. Trentina. v.40(1). p.34-38.

Dodds, K.A., Penronse, L.J., Nicol, H., and Bower, C.C. (1994). The importance of pest and disease damage as a cause of commercial downgrading of apple fruit. Aust. J. Exp. Agri. 34(3). p.431-434.

Fallahi, E., Fallahi, B., Retamales, J.B., Valdés, C. and Tabatabaei, S.J. (2006). Prediction of apple fruit quality using preharvest mineral nutrients. Acta Hort. (ISHS) 721:259-264.

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

Gautier, M. (1993). La culture fruitière. volume 1. L'arbre fruitier. Tec et Doc – (eds), Paris, Lavoisier. pp.594.

Glenn, G.M., and Poovaiah, B.W. (1990). Calcium mediated postharvest changes in texture and cell wall structure and composition in "Golden Delicious" apples. J. Amer. Soc. Hort. Sci. (USA). v. 115(6). p. 962-968.

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.

Jankovic, M., and Drobnjak, S. (1994). The influence of cold room atmosphere composition on apple quality changes. Rev. Res. Work. Fac. Argi. 39(1):73-78.

Lankes, C. (1999). Calcium – Bedeutung für die Qualität>. Monatsschrift, Magazin für den Gartenbau-profi, 3/99, p. 184-185.

Lonstroth, M. (1997). Calcium and bitter pit Management in Apples. Fruit Growers News, Vol. 33, No 5.

Lötze, E. and Theron, K.L. (2005). Dynamics of Calcium uptake with pre-harvest sprays to reduce bitter pit in Golden Delicious. 5th International symposium on mineral nutrition of fruit plants, 16-21 Jan 2005, Talca, Chile. *Acta Hort* in press (Presentation).

Lötze, E., Sadie, A. and Theron, K.T. (2006). Increasing the efficiency of pre-harvest Ca application for bitter pit control in 'Golden Delicious' apples under South African conditions. *Jnl Plant Nutr., 2006*. (accepted for publication)

Mayr, U. and Schröder, M. (2002). Einsatz von calciumhaltigen Blattdüngern zur Stippebekämpfung. Obstbau, 27. Jahrgang, p. 293-298.

Monge, E., Val, J., Sanz, M., Blanco, A., and Montanes, L. (1995). El calcio nutriente para las plantas. Bitter-pit en manzano. An. Est. Exp. Aula. Dei. v.21(3). p.189-201.

Moor, U., Toome, A. and Luik, A. (2006). Effect of different calcium compounds on postharvest quality of apples. Agronomy research, 4(2): 543-548.

Napier, D.R. and Combrink, N.J.J. (2006). Aspects of calcium nutrition to limit plant physiological disorders. Acta Hort. (ISHS) 702:107-

Quast, P. (1996). Die duengung von obstanlagen. Obst. 84(2). p.162.

Raese, J.T., and Drake S.R., (1993). Effect of preharvest calcium spray on apple and pear quality. J. Plant. Nut. v.16(9).p.1807-1819.

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.

Retamales, J.B., and Valdes, C. (1996). Advance on the prediction of bitter-pit in apples. Revista. Fruticola. v. 17(3). p.93-97.

Retamales, B.J., Valdes, C., Dilley, D.R., León, L. and Lepe, V.P. (2000). Bitter pit prediction in apples through Mg infiltration. ISHS Acta Horticulturae 512: XXV International Horticultural Congress, Part 2: Mineral Nutrition and Grape and Wine Quality

Rosenberger, D.A., Schupp, J.R., Hoying, S.A., Cheng, L., and Watkins, C.B. (2004). Controlling bitter pit in 'Honeycrisp' apples. HortTechnology 14:342-349.

Saure, M. (1996). Considerations about bitter-pit prediction in apple. Erewerbsobst-bau. 47(1). p.30-34.

Silva, E.H., and Larrain, P.P. (1997). Effectivity of some calcium folair fertilizers in the control of bitter-pit like physiological disorders. Revista. Fruticola. 18(1): 15-18.

Watkins, C.B., Nock, J.F., Weis, S.A., Jayanty, S., and Beaudry, R.M. (2004). Storage temperature, diphenylamine, and pre-storage delay effects on soft scald, soggy breakdown and bitter pit of 'Honeycrisp' apples. Postharvest Biol. Technol. 32: 213-221.

Watkins, C.B., Erkan, M., Nock, J.F., Iungerman, K., Beaudry, R.M., and Moran, R.E. (2005). Harvest date effects on maturity, quality and storage disorders of 'Honeycrisp' apples. HortScience 40: 164-169.

Weibel, F.P, Beyeler, Ch. and. Hauert, C. (2000). A strategy to prevent bitter pit incidence in organic apple growing by comprining an early risk prediction on the basis of fruittlets analysis and specifically adapted soil management. ISHS Acta Horticulturae 512: XXV International Horticultural Congress, Part 2: Mineral Nutrition and Grape and Wine Quality.

White, P. J. and Broadley, M.R. (2003). Calcium in Plants. *Annals of Botany* 92: 487-511.

Received	**2008/02/18**	**إيداع البحث**
Accepted for Publ.	**2008/05/19**	**قبول البحث للنشر**