الجمهورية العربية السورية
جامعة دمشق
كلية الزراعة
قسم علوم البستنة



دراسة فعالية التبريد الأولي في القدرة التخزينية و بعض خصائص الجودة للكرز الحلو (*Cerasus avium*) - الصنف "Bing"

Studying the effectiveness of pre-cooling in storage ability and in some quality Characteristics For sweet Cherry *(Cerasus avium* v.Bing*)*

دراسة أعدت لنيل درجة الماجستير في الهندسة الزراعية
(قسم علوم البستنة)

إعداد المهندسة

مروة الملا شبلي

إشراف

الأستاذ الدكتور حسان عبيد

كلية الزراعة - جامعة دمشق

قسم علوم البستنة

2015-2017 م

تصريح

أصرح بأن العمل المقدم في الأطروحة تحت عنوان:

(دراسة فعالية التبريد الأولي في القدرة التخزينية و بعض خصائص الجودة للكرز الحلو *Cerasus avium* - الصنف" Bing").

لم يسبق أن قُدّم للحصول على أية شهادة جامعية آخرى وغير مقدم حالياً لذلك، وإن أية معلومات أو نتائج آخرى ذكرت في الأطروحة قد نسبت إلى مصادرها ومؤلفيها في النص وفي قائمة المراجع.

المرشحة

مروة الملا شبلي

I dechare that the present research work entitled:

(Studying the effectiveness of pre-cooling in storage ability and in some quality Characteristics For sweet Cherry *Cerasus avium* v.Bing).

Is a new research work that has never been studied by any other degree, and currently it is not submitted by any one for degree.

Candidate

Marwa Almalla Shibly

شهادة

نشهد بأن العمل المقدم في هذه الرسالة هو نتيجة بحث علمي قامت به المرشحة **مروة الملا شبلي** بإشراف **الدكتور حسان عبيد** أستاذ في قسم علوم البستنة- كلية الزراعة- جامعة دمشق .وإن أية مراجع آخرى ذكرت في النص موثقة في نص هذه الرسالة.

المرشحة	المشرف
مروة الملا شبلي	**د.حسان عبيد**

Certification

We witness that the described work in theses is the result of scientific research by candidate engineer. **Marwa Almalla Shibly** under the supervision of Professor **Dr. Hassan Obaid** Damascus university – Faculty of Agriculture – Department of horticulture sciences. And any references in this work are document in the text of the treatise.

Candidate	Supervisor
M**arwa Almalla Shibly**	**Dr. Hassan Obaid**

قدمت هذه الرسالة استكمالاً لمتطلبات نيل درجة الماجستير في الهندسة الزراعية/ اختصاص علوم البستنة من كلية الزراعة- جامعة دمشق.

This thesis has been submitted as apartial fulfillment of the requirement for the degree of Master in Horticulture of Agriculture Damascus University.

نوقشت هذه الرسالة بتاريخ 2017/5/17 وأجيزت.

امام لجنة الحكم:

د. عماد العيسى

أستاذ في قسم علوم البستنة /كلية الزراعة – جامعة دمشق (عضواً)

د. محمد بطحه

أستاذ في قسم علوم البستنة / كلية الزراعة – جامعة دمشق (عضواً)

د. حسان عبيد

أستاذ في قسم علوم البستنة /كلية الزراعة – جامعة دمشق (عضواً مشرفاً)

﴿كلمة شكر﴾

أشكر الله رب العالمين الهادي سواء السبيل الذي بعونه وتوفيقه خرج هذا العمل أحمده حمداً كثيراً في المبتدى والمنتهى.

إلى الذين يحملون أقدس رسالة في هذه الحياة

إلى من قدموا من وقتهم وجهدهم الكثير ليسقوا أجيالاً علماً وثقافة

أوجه كل الشكر والتقدير والعرفان لجهودكم القيّمة

أساتذتي الكرام في قسم علوم البستنة

وأخص بالشكر

الأستاذ الدكتور حسان عبيد

الذي تفضل بالإشراف على هذا البحث وكان لملاحظاته القيمة وتوجيهاته السديدة وأخلاقه الطيبة ومعاملته الكريمة الأثر الكبير في وصول البحث إلى هذه الصورة فله عظيم شكري وتقديري جزاه الله عني كل خير.

كما أتقدم بجزيل الشكر للأستاذ الدكتور محمود عبد اللطيف رئيس قسم الهندسة الريفية الذي لم يدخر جهداً في تذليل الصعوبات العملية التي اعترضت سبيل البحث.

كما أتقدم بالشكر إلى أساتذتي الموقرين أعضاء لجنة الحكم أ.د. عماد العيسى و أ.د. محمد بطحه على ما تكبدوه من عناء في قراءة رسالتي وإغنائها بمقترحاتهم القيمة.

كما أتوجه بالشكر للدكتورة حنان شرابي التي كان لها الفضل الكبير في دعم و إنجاز هذا العمل.

كما أتقدم بالشكر والعرفان بالجميل لكل من مد يد العون والمساعدة وساهم في إنجاز هذا البحث وأخص بالذكر

م. آلاء الشعال م. خالد المحمد(رحمه الله) م. علا العيسى م.عمران الحيناني م. ماهر حسن

﴿ إهداء ﴾

إلى روح والدي الطاهرة رحمه الله رحمة واسعة

إلى من أعطت ومازالت تعطي بلا حدود

إلى من فرحها لفرحي أكبر وأكثر

إلى الظل الذي آوي إليه في كل حين

إلى من أدين لها أكثر بكثير مما تعرف والدتي الحبيبة حفظها الله

إلى زهرتي التي لا تذبل وتوأمي روحي أختي وسند قلبي شذا

إلى من هم لي خير سند

إلى إخوتي الأعزاء شاكرة ومقدرة تشجيعهم ومساندتهم لي خالد . غسان . محمد رحمه الله

إلى من منحتاني صدقهما..إخلاصهما..ومحبتهما صديقاتي م.علا عرب م.علا العيسى

إلى كل من علمني حرفاً ... إلى كل من تمنى لي الخير ودعا لي الله يوماً

لهم جميعاً .. أهدي ثمرة جهدي

الفهرس

المحتوى	رقم الصفحة
الملخص	8
المقدمة	9
مبررات البحث وأهدافه	14
الدراسة المرجعية	16
1- القدرة التخزينية لثمار الكرز وصفاتها النوعية	17
2- دور الحرارة في الفقد الحاصل بعد القطاف	17
3- التبريد الأولي	18
4- طرق انتقال الحرارة	24
5- شروط التخزين المبرد للكرز	25
6- مؤشرات الجودة (النوعية) عند ثمار الكرز	26
مواد البحث وطرائقه	28
المادة النباتية	29
مواد البحث	29
مكان تنفيذ البحث	30
طرائق البحث	30
1- تصميم جهاز التبريد الأولي	31
2- المعاملات خلال 24 وبعد 48 ساعة من القطاف	32
1.2.مبدأ عمل جهاز التبريد الأولي بالحمل المائي	33
2.2. مبدأ عمل جهاز التبريد الأولي بالتوصيل المائي	33
3.2. مبدأ عمل جهاز التبريد الأولي بطريقة الحمل الثلجي	34
4.2. مبدأ عمل جهاز التبريد الأولي بطريقة التوصيل بالثلج	35
3- مواعيد أخذ القراءات	36
4- المؤشرت المدروسة	36
1.4. نسبة الفقد الطبيعي بالوزن (Weight loss)	36
2.4. نسبة الفقد المطلق (Decay loss)	37
3.4. قياس الصلابة (firmness)	37
4.4. قياس نسبة المواد الصلبة الذائبة Total Soluble Solids (TSS)	38
5.4. نسبة الأحماض القابلة للمعايرة (Titratable acidity)	39
6.4. التغيرات في رقم pH	39
7.4. قياس التغيرات في فيتامين C	40
8.4. قياس تغير درجة حرارة الثمار	41
9.4. قياس درجة حرارة المياه المبردة ضمن جهاز التبريد الأولي	41

خامساً: تصميم البحث والتحليل الإحصائي	42
النتائج و المناقشة	43
1. نتائج عمل جهاز التبريد الأولي بالحمل المائي	44
2. نتائج عمل جهاز التبريد الأولي بالتوصيل المائي	45
3. نتائج عمل جهاز التبريد الأولي بطريقة الحمل الثلجي	47
4. نتائج عمل جهاز التبريد الأولي بطريقة التوصيل الثلجي	48
5. الفقد الطبيعي بالوزن	49
6. الفقد المطلق	53
7. صلابة الثمار	56
8. نسبة المواد الصلبة الذائبة الكلية%	59
9. نسبة الأحماض القابلة للمعايرة%	62
10. رقم الحموضة	66
11. تغيرات فيتامين C	68
الاستنتاجات والتوصيات	73
المراجع العلمية	75
Abstract	88

فهرس الجداول

رقم الجدول	عنوان الجدول	الصفحة
1	تغير درجة حرارة الثمار بتغير الزمن وفق طريقة التبريد الأولي بالحمل المائي خلال 24 ساعة من القطاف	44
2	تغير درجة حرارة الثمار بتغير الزمن وفق طريقة التبريد الأولي بالحمل المائي بعد 48 ساعة من القطاف	45
3	تغير درجة حرارة الثمار بتغير الزمن وفق طريقة التبريد الأولي بالتوصيل المائي خلال 24 ساعة من القطاف	46
4	تغير درجة حرارة الثمار بتغير الزمن وفق طريقة التبريد الأولي بالتوصل المائي بعد 48 ساعة من القطاف	47
5	تغير درجة حرارة الثمار بتغير الزمن وفق طريقة التبريد الأولي بالحمل الثلجي خلال 24 ساعة من القطاف	47
6	تغير درجة حرارة الثمار بتغير الزمن وفق طريقة التبريد الأولي بالحمل الثلجي بعد 48 ساعة من القطاف	48
7	تغير درجة حرارة الثمار بتغير الزمن وفق طريقة التبريد الأولي بالتوصيل الثلجي خلال 24 ساعة من القطاف	48
8	تغير درجة حرارة الثمار بتغير الزمن وفق طريقة التبريد الأولي بالتوصيل الثلجي بعد 48 ساعة من القطاف	49
9	متوسطات الفقد الطبيعي بوزن الثمار بعد شهرين من التخزين المبرد والمعاملة بالتبريد الأولي خلال مدة 24 ساعة وبعد 48 ساعة من القطاف	51
10	متوسطات الفقد المطلق بوزن الثمار بعد شهرين من التخزين المبرد والمعاملة بالتبريد الأولي خلال مدة 24 ساعة وبعد 48 ساعة من القطاف	55
11	متوسطات صلابة الثمار نيوتن بعد شهرين من التخزين المبرد والمعاملة بالتبريد الأولي خلال مدة 24 ساعة وبعد 48 ساعة من القطاف	58
12	متوسطات نسبة المواد الصلبة الذائبة للثمار بعد شهرين من التخزين المبرد والمعاملة بالتبريد الأولي خلال مدة 24 ساعة وبعد 48 ساعة من القطاف	61
13	متوسطات نسبة الأحماض الكلية للثمار بعد شهرين من التخزين المبرد والمعاملة بالتبريد الأولي خلال مدة 24 ساعة وبعد 48 ساعة من القطاف	64
14	متوسطات درجة الحموضة للثمار بعد شهرين من التخزين المبرد والمعاملة بالتبريد الأولي خلال مدة 24 ساعة وبعد 48 ساعة من القطاف	67
15	متوسطات كمية فيتامين c في الثمار بعد شهرين من التخزين المبرد والمعاملة بالتبريد الأولي خلال مدة 24 ساعة وبعد 48 ساعة من القطاف	70

فهرس الأشكال

رقم الشكل	عنوان الشكل	الصفحة
1	تغيرات الإنتاج والمساحة المزروعة والغلة من وحدة المساحة للكرز الحلو في سوريا خلال الفترة 2000–2012 م	12
2	ثمار الكرز الحلو صنف بينغ	29
3	جهاز التبريد الأولي	31
4	مضختي الماء الخاصة بجهاز التبريد الأولي	31
5	توربين الهواء الخاص بجهاز التبريد الأولي	31
6	عمل جهاز التبريد الأولي بالحمل المائي	33
7	مقياس الثيرموكبل لقياس درجة حرارة الثمار	33
8	عمل جهاز التبريد الأولي بالتوصيل المائي	34
9	عمل جهاز التبريد الأولي بالحمل الثلجي	34
10	عمل جهاز التبريد الأولي بالتوصيل الثلجي	35
11	غرفة التخزين لصناديق الثمار	36
12	ميزان كهربائي حساس لقياس الفقد الطبيعي في الوزن	37
13	جهاز Pentrometer لقياس صلابة الثمار	38
14	جهاز Refractometer لقياس نسبة المواد الصلبة الذائبة	38
15	جهاز Ph meter	39
16	تغيرات الفقد الطبيعي بوزن الثمار خلال فترة التخزين المبرد والمعاملة بالتبريد الأولي خلال مدة 24 ساعة من القطاف	50
17	تغيرات الفقد الطبيعي بوزن الثمار خلال فترة التخزين المبرد والمعاملة بالتبريد الأولي بعد مدة 48 ساعة من القطاف	50
18	تغيرات الفقد المطلق بوزن الثمار خلال فترة التخزين المبرد والمعاملة بالتبريد الأولي ساعة من القطاف 24 خلال مدة	54
19	تغيرات الفقد المطلق بوزن الثمار خلال فترة التخزين المبرد والمعاملة بالتبريد الأولي بعد مدة 48 ساعة من القطاف	54
20	تغيرات صلابة الثمار نيوتن خلال فترة التخزين المبرد والمعاملة بالتبريد الأولي خلال مدة 24 ساعة من القطاف	57
21	تغيرات صلابة الثمار نيوتن خلال فترة التخزين المبرد والمعاملة بالتبريد الأولي بعد مدة 48 ساعة من القطاف	57
22	تغيرات نسبة المواد الصلبة الذائبة للثمار خلال فترة التخزين المبرد والمعاملة بالتبريد الأولي خلال مدة 24 ساعة من القطاف	60
23	تغيرات نسبة المواد الصلبة الذائبة للثمار خلال فترة التخزين المبرد والمعاملة بالتبريد الأولي بعد مدة 48 ساعة من القطاف	60
24	تغيرات نسبة الأحماض الكلية للثمار خلال فترة التخزين المبرد والمعاملة بالتبريد الأولي خلال مدة 24 ساعة من القطاف	63
25	تغيرات نسبة الأحماض الكلية للثمار خلال فترة التخزين المبرد والمعاملة بالتبريد الأولي بعد مدة 48 ساعة من القطاف	63
26	تغيرات درجة الحموضة للثمار خلال فترة التخزين المبرد والمعاملة بالتبريد الأولي خلال مدة 24 ساعة من القطاف	66
27	تغيرات درجة الحموضة للثمار خلال فترة التخزين المبرد والمعاملة بالتبريد الأولي بعد مدة 48 ساعة من القطاف	67
28	تغيرات كمية فيتامين C للثمار خلال فترة التخزين المبرد والمعاملة بالتبريد الأولي خلال مدة 24 ساعة من القطاف	69
29	تغيرات كمية فيتامين C للثمار خلال فترة التخزين المبرد والمعاملة بالتبريد الأولي بعد مدة 48 ساعة من القطاف	69

الملخص

يتضمن هذا البحث دراسة تأثير معاملات التبريد الأولي في القدرة التخزينية وبعض خصائص الجودة لثمار للكرز الحلو صنف بينغ، خلال مدة 24 وبعد 48 ساعة من القطاف.

أجريت معاملة التبريد الأولي في كلية الزراعة في جامعة دمشق خلال موسم 2017م وأدخلت بعدها الثمار إلى وحدة التبريد لتخزينها في درجة حرارة (0–1) درجة مئوية، ورطوبة نسبية (90–95) %، وكانت المعاملات على القسم الأول من الثمار خلال مدة 24 ساعة من القطاف: الحمل المائي، الحمل الثلجي، التوصيل المائي، التوصيل الثلجي والشاهد دون معاملة. وتم إجراء المعاملات ذاتها على القسم الثاني من الثمار ولكن بعد مضي 48 ساعة على القطاف. تم تحديد تغيرات الفقد الطبيعي والمطلق بوزن الثمار، وقيم الصلابة، ونسبة المواد الصلبة الذائبة الكلية، ونسبة الحموضة الكلية، ورقم الحموضة الـ pH، ومحتوى فيتامينC في الثمار، وذلك أثناء مدة التخزين المبرد التي استمرت ستين يوماً بفاصل تحليل كل سبعة أيام.

أظهرت النتائج تفوق معاملات التبريد الأولي خلال مدة 24 ساعة من القطاف على معاملات التبريد الأولي بعد 48 ساعة من القطاف خلال مدة التخزين، ولا سيما معاملة الحمل المائي التي تفوقت على كافة معاملات التبريد الأولي إذ حافظت على أعلى قيمة صلابة للثمار بقيمة وصلت إلى 6.45 نيوتن.

وحافظت معاملة الحمل المائي على أقل نسبة فقد طبيعي بوزن الثمار بنسبة وصلت إلى 16.8 %، وكذلك الأمر في الحد من تدهور الثمار وإصابتها بالأمراض التخزينية حيث حافظت على اقل نسبة في الفقد المطلق للثمار بقيمة وصلت إلى 0.6 %.

كما تبين النتائج التأثير الإيجابي لمعاملة التبريد الأولي الحمل المائي في الحفاظ على أقل نسبة ارتفاع في المواد الصلبة الذائبة الكلية، وفي الحد من انخفاض نسبة الأحماض الكلية، وفي الحد من ارتفاع رقم الحموضة pH، وفي الحد من ارتفاع فيتامين C حيث يظهر هذا التفوق من خلال حفاظها على نسبة 16.35% من TSS، 0.86%TA، 27.38 مغ/100مل من فيتامين C، و 4.29لرقم الحموضة الـ pH، حتى نهاية الفترة التخزينية للثمار.

الكلمات المفتاحية: الكرز الحلو، بينغ، التبريد الأولي، الحمل، التوصيل، مؤشرات الجودة.

المقدمة

أولاً: المقدمة Introduction

يتبع الكرز إلى الجنس *Prunus* من تحت العائلة *Prunoideae* في العائلة الوردية *Rosaceae* ، حيث يوجد نوعان أساسيان يقع تحتهما معظم أصناف الكرز وهما: الكرز الحلو *Cerasus avium* والذي يضم نحو 100 صنف، أهمها الـــ Bing، Hardy Giant، Lambert والملقحات Van، Black tartarian، Early Burlat (الريس، 1994). وتعد أصناف البينغ، البيغار، نابليون ونابليون الأسود أهم الأصناف المحلية في سورية (ببيلي، 2006) وهاردي، جيانيت، قوس قزح، فان، لامبرت ووشنة (زينية، 2013) . أما النوع الثاني هو الكرز الحامض *Prunus Cerasus* (الريس، 1994).

تعد تجارة الفواكه من أكثر أنواع التجارة الزراعية حيوية، حيث لعب التقدم في الإنتاج ومعالجة المنتج قبل جنيه والمعالجات التالية للجني والتقنيات اللوجستية – مترافقة مع ارتفاع مستويات الاستثمار العالمي – دوراً مشجعاً لهذه التجارة (Ruddick, 1916).

ولا يزال قطاع إنتاج الفاكهة في سورية يعاني من مشكلة تسويق الفائض، ويمكن لهذه المشكلة أن تكون أكثر جدية في ثمار الفاكهة الطازجة غير القابلة للتخزين لأكثر من بضعة أشهر حيث أن فائضاً قليلاً في السوق خلال بضع أسابيع يمكن أن يكون له تأثيرات سريعة على الأسعار خلال الموسم التسويقي بأكمله، و يعاني التوزيع التقليدي لثمار الفاكهة من نقص في غرف التبريد المناسبة وأماكن التخزين والعربات المبردة وكذلك من مواد التعبئة والتغليف غير الملائمة، وهذا يمكن أن يسبب خسائر فادحة أو تدهور نسبة كبيرة من ثمار الفاكهة كما يزيد من معدل عدم قبول الشحنات المصدرة في الدول المستوردة (ببيلي، 2006).

يجب أن تحافظ الثمار على نكهة وملمس ومظهر طازج لتكون أفضل ما يمكن وذلك لمصلحة المزارعين والمتعاملين بالثمار والمستهلك .

تعد الحرارة أهم عامل يؤثر في الحالة الطازجة للثمار بعد الجمع، وتعتمد بشكل واسع على هذا العامل لتصل للمستهلك كغذاء نافع وسلعة مرضية.

تكون عملية النضج أسرع في الحرارة العالية منها في المنخفضة، فمعدل هذه العملية يزيد مرتين مع كل ازدياد في درجة الحرارة 6.67 مْ. لهذا السبب يجب تبريد الثمار بالسرعة الممكنة بعد الجمع ولا يجب توصيلها للمستهلك على الفور(Ruddick, 1916).

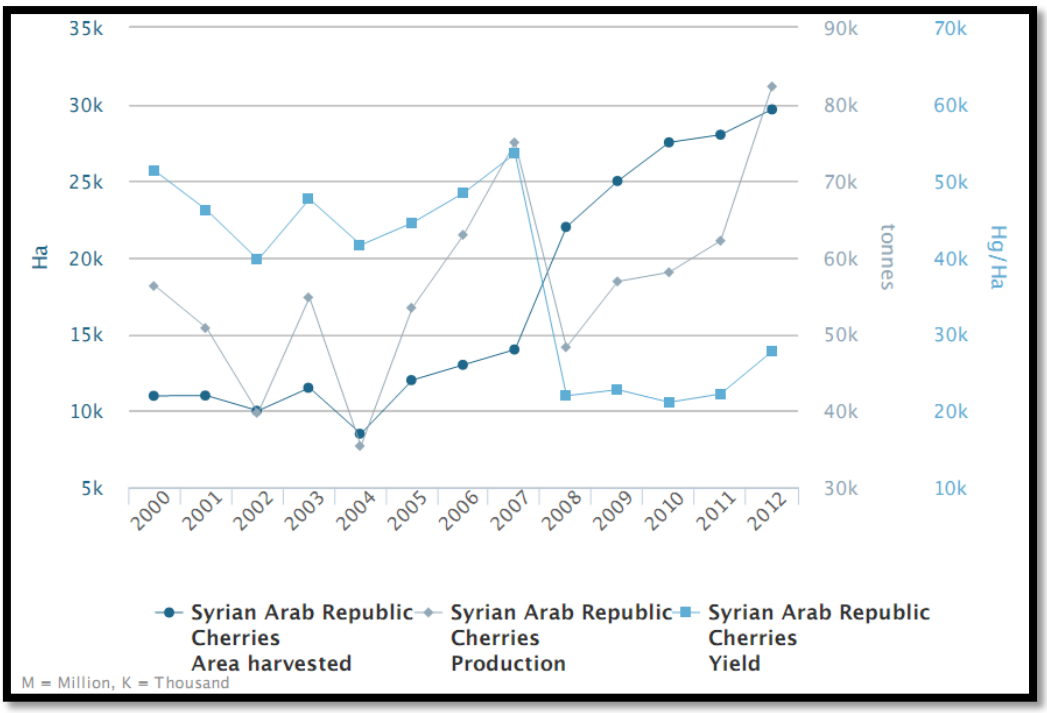
تعد تركيا أكبر منتج للكرز في العالم، أنتجت ما مجموعه 550 438 مليون طن في عام 2011 تتبعها الولايات المتحدة، إيران، ايطاليا واسبانيا (FAO Stats, 2013). فيما كانت سوريا تحتل المركز السادس عالمياً حسب معطيات (FAO, 2010).

بلغت الصادرات العالمية في عام 2012، 131 مليار طن وتعد جمهورية ملدوفا أكبر مصدر عالمي للكرز (48%) في عام 2012 تتبعها اوكرانيا(22%) ثم سورية (18%).

تعد الصين أكبر مستورد عالمي للكرز في عام 2012 حيث استوردت (81%) من الواردات العالمية، تليها مصر (6.8%)، وجمهورية ملدوفا(5.6%)(Phahlane وزملاؤه، 2013).

يعد الكرز في سورية من الأشجار المثمرة الهامة التي تتركز زراعتها في المناطق المعتدلة المائلة للبرودة خاصةً المرتفعات الجبلية، حيث تشير الإحصائيات إلى تطور زراعة الكرز في سورية في الفترة ما بين أعوام 2000 إلى 2012 م من حيث المساحة المزروعة والإنتاج فقد وصلت المساحة المزروعة حتى عام 2012 إلى 30 ألف هكتار بإنتاج ما يقارب قدره 81 ألف طن (FAO stats, 2012).

تتركز زراعة الكرز بصورة رئيسية في مناطق محافظتي ريف دمشق وادلب حيث تشكل المساحة نسبة 83% من إجمالي المساحة المشجرة بالكرز في سورية وترفد السوق بنحو 77% من إجمالي الإنتاج من ثمار الكرز، وهناك مناطق واعدة أخرى بزراعة الكرز في محافظة ريف دمشق خاصة في مواقع قارة وجراجير ورأس المعرة وعسال الورد ويبرود وتعد هذه المناطق من أفضل البيئات الملائمة للتوسع بزراعة الكرز من حيث معدل الهطول المطري ومناخها المعتدل صيفاً لذلك فإنها تزود السوق المحلية بأفضل أصناف الكرز (زينية، 2013).



شكل (1): تغيرات الإنتاج والمساحة المزروعة والغلة من وحدة المساحة للكرز الحلو في سوريا خلال الفترة 2000–2012 م. المصدر: (Faoststs, 2012).

تتحدد الأهمية الغذائية لثمار الكرز من خلال محتواها من العناصر الغذائية، حيث تتراوح نسبة الماء في الثمار بين (77–85%)، والسكريات (6.5–15.5%)، والأحماض العضوية (0.7–3%)، وبشكل رئيس حمض التفاح، وحمض الليمون، والمادة الجافة (11.5–22.8%)، إضافة إلى غناها بفيتامين C (15–30 مغ/100 مل) (Колеснкова, 1986)، الذي يعمل على الحد من ارتفاع معدل حمض البول في الدم، وبالتالي التقليل من آلام مرض النقرس (Long وزملاؤه، 2007). كما وتشكل ثمار الكرز مصدراً هاماً للألياف التي تساعد في الحفاظ على صحة وعمل الجهاز الهضمي، فضلاً عن احتوائها على مجموعة من العناصر المعدنية الهامة وفي مقدمتها الحديد، البوتاسيوم، المغنزيوم، الزنك، الفوسفور وغيرها الكثير، ونسبٍ صغيرة من فيتامين A وB6 وB12 و E، وهي غنية أيضاً بالمواد البكتينية والأنتوسيانينات التي تحمل خصائص مضادات الالتهاب، وذات محتوى عالٍ جداً من الميلاتونين الذي يساهم في تحسين عمل الجهاز المناعي للجسم، ويحد من نقص الذاكرة، ويؤخر من علامات تقدم العمر والشيخوخة، أضف إلى ذلك الفوائد العلاجية لقشرة الثمرة وأعناقها في تخفيض حرارة الجسم، وآلام السعال، وعلاج بعض أمراض العين (Predieri وزملاؤه، 2004).

ونظراً لنجاح زراعة أشجار الكرز في مجموعة واسعة من أنواع الترب على أن تكون جيدة الصرف(Marini, 2014)، وتأقلمها الجيد مع ظروف بيئتنا المحلية، والتوسع في زراعتها في العديد من المواقع، إضافةً إلى تميزها بالحمل الغزير، ودخولها المبكر في طور الإثمار واستمرار إنتاجها لفترة طويلة مع قلة عمليات الخدمة المقدمة لها مقارنةً مع غيرها من أشجار الفاكهة المثمرة، فضلاً عن أهميتها الغذائية والطبية العالية، وارتفاع أسعار مبيعها خلال موسم إنتاجها التي تعتبر فترة محدودة نوعاً ما حيث لا تزيد عن الشهرين وكون ثمار الكرز شديدة الحساسية تجاه الأضرار المختلفة التي قد تتعرض لها ابتداءً من مراحل قطافها وحتى مراحل تسويقها وإيصالها للمستهلك، والتي تؤدي إلى انخفاض قدرتها التخزينية، وبالتالي صعوبة تخزينها لفترات طويلة في ظل طرائق التخزين التقليدية والمحدودة التي لا يمكنها الحفاظ على جودة ثمار الكرز المخزنة لأكثر من أسبوعين، كان من الضروري البحث عن طرائق أخرى مساعدة من شأنها أن ترفع القدرة التخزينية لهذا المحصول مع الحفاظ على صفات الجودة، وبالتالي توفير هذا المنتج لأطول وقت ممكن في أسواقنا المحلية وحتى الإقليمية والعالمية، خاصةً وأن هذا المحصول أصبح من ثمار الفاكهة الأكثر تصديراً في الجمهورية العربية السورية.

مبررات البحث وأهدافه

ثانياً: مبررات البحث وأهدافه

مبررات البحث Reasearch reasons:

إن حساسية ثمار الكرز العالية، وقدرتها المحدودة للتخزين، يدفعنا إلى مراعاة مجموعة من معاملات ما بعد الحصاد.

تتعرض الحاصلات البستانية لتغيرات كيميائية مستمرة بعد الحصاد، هذه التغيرات لا يمكن إيقافها ولكن يمكن إبطاؤها، حيث تعتبر الحرارة أكثر العوامل أهمية في حفظ الجودة بعد الحصاد، فيعيق التخزين المبرد التدهور في المحاصيل القابلة للتلف و التغيرات الاستقلابية الغير مرغوبة وإنتاج حرارة التنفس، ويعتبر التحكم بدرجة حرارة مناسبة إحدى أهم وظائف التبريد.

إن التأخر في إزالة حرارة الحقل من ثمار الكرز يؤدي إلى زيادة معدل تنفسها وبالتالي انخفاض نسبة السكريات فيها، إضافة إلى زيادة الفقد الرطوبي وانخفاض القدرة التخزينية لها.

مما يشير إلى ضرورة إزالة حرارة الحقل وتبريد الثمار قبل تخزينها إلى الدرجة صفر مئوي خلال 6-4 ساعات بعد قطافها.

إن التبريد الأولي بالتبريد المائي لثمار الكرز له الأثر الإيجابي في تأخير شيخوختها وإطالة عمر الرف لها، كما يقلل من انخفاض جودتها.

أهداف البحث Research Objectives:

يهدف البحث بشكل عام إلى ما يلي:

تحسين القدرة التخزينية لثمار الكرز والحفاظ على جودتها لأطول فترة ممكنة مع أقل نسبة فقد طبيعي ومطلق وذلك عن طريق معاملتها بالتبريد الأولي.

الدراسة المرجعية

ثالثاً: الدراسة المرجعية Literature review

1- القدرة التخزينية لثمار الكرز وصفاتها النوعية:

أوضح (Cameron وزملاؤه، 1993) أن ثمار الكرز غير كلايمكتيرية. وهي حساسة جداً لظروف الطقس بعد الحصاد، عادة يبقى الكرز فترة طويلة في الحقل بعد الحصاد وفترة الانتظار هذه تسبب اسوداد في عنق الثمرة، فقد بالوزن وتضرر في المظهر العام للثمرة (Goren, 2012).

يتميز الكرز بمعدل تنفس مرتفع (Alique وزملاؤه، 2005) ويملك فترة حياة قصيرة بعد الحصاد من 14-7 يوم في مخازن التبريد المناسبة، لكن مع التعبئة في الجو المعدل في المخازن المبردة يمكن أن تطول إلى 40-30 يوم.

أظهرت الأبحاث أن أفضل جودة للكرز بعد الخزن تحققت بتطبيق حمض الجبريليك في الحقل حيث يطيل من عمر الرف للثمار، الحصاد في موعد النضج المناسب، التبريد الأولي للكرز بعد الحصاد بالتبريد المائي مع تطبيق مبيد فطري مناسب، التعبئة في جو غازي معدل والخزن المبرد على حرارة 3.33 مْ أو أقل (Padilla وزملاؤه، 2007).

تحدد جودة الثمار بشكل أساسي على لون البشرة، المواد الصلبة الذائبة الكلية (TSS)، الحموضة، غياب التلون البني من العنق، والمظهر (Crisosto وزملاؤه، 2003; Serrano وزملاؤه، 2005) ويجب الأخذ بالحسبان أن تبخر الماء أسرع ب 14مرة من العنق منه من الثمرة، ويعتبر جفاف الساق وتلونه من المؤشرات الهامة (Schick and Toivonen, 2002).

2- دور الجرارة في الفقد الحاصل بعد القطاف:

في دراسة لقياس معدل التنفس للفريز والخوخ والحمضيات في درجات حرارة مختلفة. وجد أن الخوخ المحفوظ على 4.44 مْ يطرح ثاني أكسيد الكربون 1.5 مرة أسرع من الخوخ المحفوظ على صفر مئوي، بينما الثمار المحفوظة في 10 مْ تطرح ثاني اكسيد الكربون 2.5 مرة أسرع من الثمار المحفوظة على 4.44 مْ (Allen and Mckinnon, 1935).

وفي دراسة آخرى وجد أن متوسط معدل التنفس ل 40 نوع مختلف من الثمار يزداد (1.89 – 3.01) مرة أو متوسط 2.3 مرة لكل زيادة 10 مْ أو 7.77 مْ في درجات الحرارة (Thompson, 2010).

تبدأ تغيرات النضج قبل الحصاد وتزداد سرعتها عادة بعد الحصاد. هذه التغيرات سواء الفيزيائية أو الكيميائية يمكن تأخيرها بالحرارة المنخفضة (Hardenburg وزملاؤه، 1986).

وقد وجد أن المنتجات التي تترك في الخارج سوف تفقد من رطوبتها أعلى ب 100 مرة أسرع من التي تنقل إلى غرف مبردة (FAO, 1986) .

قد أشارت الدراسات إلى أنَّ استخدام وسائل بسيطة في عملية التبريد تكون مفيدة وتحسن نظم التخزين وخاصة في الدول النامية حيث تقل مصادر الطاقة وأنَّ أيَّ توفير في هذا المجال سيكون مجدياً اقتصادياً ولابدَّ من توافر الظل على المحصول بعد حصاده وعلى مناطق التعبئة والمباني المستخدمة في التبريد والتخزين وكذلك على وسائل النقل ولاشك أنَّ استخدام التظليل كلما أمكن ذلك يؤدي إلى خفض درجة حرارة المحصول مما يقلل الطاقة اللازمة لتبريده وتكاليفها وهناك أساليب جيدة للتظليل حول محطات التعبئة وأماكن التخزين مثل استخدام الألوان الفاتحة لطلاء هذه المباني لتعكس الضوء والحرارة وتقليل الحمل الحراري (Stoll, 1971).

وفي حال عدم توفر الكهرباء أو غلاء تكاليفها، يوجد طرائق بسيطة لتبريد المنتج. كأمثلة بسيطة على أنظمة التبريد البديل (الأقبية ،الخيم، الكهوف أو المخازن عالية الارتفاع). عادة كل ساعة تأخير بين الحصاد والتبريد تؤدي إلى ضياع يوم واحد من حياة الرف (Cantwell, 1997).

3- التبريد الأولي:

ذكر (Umar, 1998) أنه يمكن استخدام نظم بديلة تشمل استخدام الهواء البارد ليلاً والتبريد بالإشعاع، التبريد بالتبخير واستخدام الثلج في تبريد المحصول وقد يستخدم مباشرة أو يستخدم لتبريد الماء في أحواض التبريد الأولي (McGregor, 1989).

وكون الشاحنات المبردة لم تصمم لتبريد السلع الجديدة بل للمحافظة على حرارة المنتج قبل التبريد، وبنمط مشابه معظم غرف التخزين المبردة لا تملك القدرة على التبريد ولا تحريك الهواء

للتبريد السريع، لهذا عملية التبريد السريع تكون منفصلة وتتطلب معدات و/ أو غرف خاصة حيث يعد التبريد الأولي أول خطوة في الإدارة الجيدة للحرارة (Hardenburg وزملاؤه، 1986).

ويشير التبريد الأولي إلى الإزالة السريعة لحرارة الحقل من ثمار الفاكهة والخضار المقطوفة حديثاً والمعالجة قبل الشحن والتخزين(Becker; Frick, 2001).

وتعد وحدة Grimsby أول تجربة في التبريد السريع حيث افتتح خلال عام 1914 قسم الزراعة – وحدة التبريد الأولي التجريبي وتخزين ثمار النبات في وحدة تبريد California--Grimsby Ontario، كأول تجربة للتبريد الأولي.

وهو عبارة عن مخزن للتبريد السريع للثمار يستخدم نظام محلول كوبر الملحي للتبريد، يشمل 764.5 متر مكعب من المكان المبرد الذي يضم أربع غرف، كل غرفة تتسع لحمولة شاحنة واحدة . وجهزت الغرف الأربع بنظام كوبر الملحي لدوران الهواء القسري حيث يدخل الهواء البارد عبر ثقوب في الأرضية، ويعود ليبرد عن طريق مروره فوق أنابيب من المحلول الملحي المبرد عن طريق الذوبان السريع للجليد الممزوج مع الملح الذي يحيط بجزء من النظام يسمى الأنابيب الابتدائية. وهذا النظام مصمم لتبريد ثمار الفاكهة من 21.11 مْ إلى 4.44 مْ خلال 24 ساعة، ثم تنقل الثمار من غرف التبريد الأولي إلى الشاحنات المبردة خلال ممرات مبردة (Ruddick, 1916).

وقد أشار (Rij, 1979) إلى أنَّ المدة اللازمة للتبريد الأولي تختلف حسب الطريقة المتبعة في التبريد، وكذلك حسب نوع المحصول المراد تبريده، وتتراوح هذه المدة بين حوالي نصف ساعة وأربعة وعشرين ساعة ، ويعتبر التبريد الأولي من العمليات التقنية الهامة اللازمة للمواد الغذائية التي تتأثر تأثراً مباشراً بالتغيرات الجوية مثل الخضار والفاكهة.

وأشار (Mitchell and Rumsey, 2008) لوجود عدة مميزات للتبريد السريع منها التخلص من حرارة الحقل و تقليل تنفس الثمار و تقليل العطب ووقف النشاط الأنزيمي الناجم عن ارتفاع الحرارة وتقليل النتح مما يؤدي إلى تقليل فقدان الماء والذبول وتقليل إنتاج الايتلين وبالتالي تأخير النضج والتلون وتدهور جودة الثمار، كما أنه يقلل من الإصابة بالأمراض و يطيل من العمر التخزيني ويساهم في تواجد المنتجات في غير مواسمها علماً أنَّ سرعة التبريد تختلف من منتج لآخر.

وبينت دراسة (Shewfelt, 1990) أنَّ العنب، الخس والفريز يتم تبريدها خلال فترة لا تزيد عن ثلاث ساعات بعد قطافها أما المنتجات الأقل حساسية للعطب مثل التفاح و البندورة والمشمش والمانجو يجب تبريدها خلال 24 ساعة بعد قطافها وتقل الحاجة لتبريد المنتجات الآخرى مثل البطاطا والحمضيات البصل والثوم .

توجد عدة طرائق مختلفة للتبريد الأولي وتعتمد كفاءة هذه الطرائق على طبيعة وسيلة التبريد، طبيعة المواد المراد تبريدها، والفرق بين درجة حرارتها ودرجة حرارة الوسيط المستخدم في التبريد، كذلك حجم وسرعة سريان هذا الوسيط ومن هذه الطرائق طريقة غرف التبريد الثابتة Room Pre-cooling وطريقة التبريد المائي Hydro-cooling والتبريد بواسطة الهواء القسري forced air cooling والتبريد بالثلج المباشر Package icing والتبريد بالتفريغ (Allen and Mckinnon, 1935).

وقد أجرى (Gast and Flores, 1991) تجربة التبريد الأولي على ثمار المشمش والإجاص بطريقة التبريد بالغرف الثابتة Room Pre-cooling والتي تعتمد على وجود غرف تبريد تقليدية، يتم وضع المنتجات الزراعية المعبأة داخل هذه الغرف، ويتم خفض الحرارة بهذه الطريقة بشكل بطيء وتدريجي حيث تحتاج إلى زمن تبريد أطول مقارنة مع طرق التبريد الآخرى. ويمكن أنْ تتم عملية التبريد الأولي داخل شاحنات النقل، ويجب ترك مسافات بين الصناديق داخل غرف التبريد وذلك لسرعة تبريد المحصول وتكفي مسافة 2.5 سم لتسهيل مرور الهواء المبرد حول العبوات الفردية وقد وجد أن المحصول المعبأ في عبوات ذات فتحات تهوية يتم تبريده أسرع مما هو معبأ في صناديق ليس بها فتحات تهوية. وبالرغم من ارتفاع تكاليف تشغيل نظام التبريد فإنَّ درجة حرارة المحصول لا يمكن خفضها إلى الدرجة الموصى بها، وبالتالي لابدَّ من أن تكون المسافات بين الصناديق داخل غرف التبريد ضيقة ووضع مراوح بشكل يؤدي لتحريك الهواء داخل الغرفة وعلى الأسطح من خلال أي مسافات مفتوحة.

تستخدم الغرف لحفظ المنتج المبرد مسبقاً حيث تتطلب وحدة تبريد صغيرة نسبياً، إلا أنها إذا استخدمت لتوليد البرودة تحتاج عندئذ لوحدات تبريد كبيرة (Hardenburg وزملاؤه، 1986)، وتكون سرعة الهواء فيها زهاء 60 متر/دقيقة (Kitinoja and Gorny, 1999).

بينت دراسة (Parsons and Kasmire, 1974) حول التبريد الأولي بواسطة الهواء القسري forced air cooling والتي تعد من أكثر الطرق كفاءة على التفاح والإجاص والخوخ هذه الطريقة بشكل عام تعتمد على وجود مراوح تقوم بعملية سحب أو دفع الهواء من مصـــدر التبريـــد باتجـــاه عبوات التخزين مما يزيد من معدل التبريد.

يعتمد معدل التبريد أيضاً على درجة حرارة الهواء ومعدل التدفق. تعد هذه الطريقة عادة أسرع من غرف التبريد ب 90-75%. يجب أن تكون المراوح مجهزة بترموستات اتوماتيكي يوقف المراوح حال الوصول إلى درجة الحرارة المناسبة للمنتج (Hardenburg وزملاؤه، 1986)، عادة ما تكون سرعة الهواء حول الثمار زهاء 400-200 متر/دقيقة، من مساوئها أن ملامسة الهواء بقوة للثمار يزيد من شدة النتح، ومن ثم يزيد من سرعة ذبول المحاصيل، لذا يرطب الهواء المستخدم (Parsons and Kasmire, 2006).

أما في حال التبريد المفرغ فيغلق على المنتج في غرفة ويتم خلق فراغ، بزيادة ضغط التفريغ يتبخر الماء من النبات ويزيل الحرارة من الأنسجة. يعمل هذا النظام بشكل أفضل في المحاصيل الورقية والتي تملك معدل سطح أكبر بالنسبة لحجمها. يرش الماء على النبات لتخفيض فقد الماء قبل وضعه في الغرفة، إلا إن مشكلة هذه الطريقة هو تكلفة نظام تفريغ الغرفة (Hardenburgوزملاؤه، 1986).

بيَن (Alique وزملاؤه، 2006) أن التبريد المائي يعد أسرع وأكثر طريقة فعالة ومتجانسة لتبريد الكرز مقارنة بالطرق الآخرى للتخلص من حرارة الحقل. يساعد التبريد المائي على الحفاظ على اللون والجودة، تخفيض استقلاب الغلوكوز والفركتوز، والتحكم بمعدل التنفس ونسبة مئوية أقل للتلف، وهي فعالة جداً حيث تم من خلالها تبريد الكرز بالماء بحرارة 1.1 مْ من 28.89 مْ إلى 3.89 مْ خلال 10 دقائق (Padilla وزملاؤه، 2007).

يتم غمر المنتج في الماء البارد أو إمرار الماء البارد فوق المنتج حيث يمكن غسل المنتج في الوقت نفسه بالإضافة إلى أن التبريد المائي يخفض الفقد المائي والذبول، كما ينصح باستخدام مطهر لتقليل انتشار الأمراض. إلا أن هذه الطريقة لا تناسب التوت، البطاطا، البصل، الثوم، وسلع آخرى لا تستطيع تحمل الرطوبة.

في دراسة مقارنة لجودة الذرة السكرية بعد التبريد المائي بالماء المثلج والماء البارد والهواء المبرد والتخزين المبرد لاحقاً، تبين أن التبريد المائي بالماء المثلج خفض درجة الحرارة بسرعة أكبر (Hardenburg وزملاؤه، 1986).

توفر حاويات التبريد المائي التجارية ماءً بمعدل ما يقارب 1892.67–1261.67 ليتر في المتر المربع في الدقيقة (Cantwell, 1998).

يزيل الماء الحرارة أسرع من الهواء بخمس مرات ولكنه أقل كفاءة في استخدام الطاقة، ويعد الماء بدرجة حرارة 15.56 –10 مْ جيدة للتبريد المائي.

في حال إعادة استخدام ماء التبريد يجب إضافة الكلور لتقليل مشاكل الأمراض، و يعد التبريد الميكانيكي الطريقة الأكثر فعالية لتبريد الماء. وتعد مبردات الفولاذ المقاوم للصدأ خياراً جيداً. تتطلب معظم طرائق التبريد بالماء مضخة تعمل على تحريك الماء المبرد الذي يكون على اتصال مباشر مع المنتجات الحارة أو الدافئة، إذ أن المياه المبردة تجري حول السلع وهذا ما يجعل درجة حرارة المنتج مساوية لدرجة حرارة المياه المبردة. أما المياه التي ارتفعت درجة حرارتها فتتطلب إعادة تدويرها وإعادة تبريدها (Thompson, 2006).

أشارت الدراسات إلى أن بعض نظم التبريد المائي التي تستخدم الثلج والتي تكون على شكل قطع كبيرة يمكن القيام بسحقها من أجل سهولة تبريد الماء وتنقل هذه الكتل وتضاف بحسب الحاجة إلى خزان المياه، ومع ارتفاع درجة حرارة المياه في أثناء عملية التبريد يضاف جليد بشكل دوري فضلاً عنه أن لا بد من وجود تصريف صحي مناسب فهو ضروري لمنع العدوى البكتيرية (Thompson, 2009).

ويجب الأخذ بالحسبان أن السلع المراد تبريدها بالماء ربما تكون سائبة (حرة) أو معبأة ومغلفة، وفي حال كانت معبأة ومغلفة يجب أن يسمح للمياه بتدفق كاف أن يمر عبرها، وأن تتحمل اتصال المياه بها من دون فقدان قوة التغليف والتعبئة، وإذا كانت صناديق بلاستيكية أو خشبية فهي مناسبة تماماً لاستخدامها في التبريد المائي (Wang, 1990)، وفي الوقت نفسه تسهم هذه العملية في التنظيف، وتقلل من فقد الرطـــوبة وذبـــول الـــمحصول (Will وزملاؤه، 1998).

أشارت دراسات (Fernando, 2006) إلى أن هناك العديد من تصاميم نظام التبريد المائي المختلفة في طريقة التبريد والتصميم، ولكن الطرائق كلها يكون فيها اتصال مباشر مع المنتج المراد تبريده وهناك طريقتان للتبريد المائي:

الطريقة التقليدية: تعتمد هذه الطريقة على تعريض السلع أو المنتجات لوابل من المياه المبردة، أو لمرش مائي، إذ أن المرش المائي يتحقق من خلال إدراج أنابيب مثقبة تعمل على فيضان المياه المبردة وتعويمها فوق الحمولة، ويمكن لهذه الطريقة أن تتم باستخدام سير ناقل في حال وجود تدفق مستمر للسلع وبكميات كبيرة، وتوضع المنتجات الحارة أو الدافئة على واحدة من نهاية الناقل وتزال المنتجات المبردة في النهاية المقابلة، ويتطلب كميات كبيرة من المياه لتمريرها عبر المنتجات، إذ أن معدل تدفق الماء بالمرش المائي من 6.13-6.8 ليتر/ثانية (Fricke and Becker, 2005).

طريقة الغمر: تعتمد هذه الطريقة على وجود خزانات سطحية ضحلة غير عميقة، ضمن هذه الخزانات تتحرك المياه المبردة بواسطة مضخة تحافظ على حركتها، وقد يكون التبريد عبر الثلج المجروش، أو بنظام التبريد بواسطة قسم المبخر، وقد تكون السلع سائبة أو متوضعة ضمن صناديق، وفي حال كانت الحمولة كبيرة وكان هناك تدفق مستمر من السلع عندما تحمل المنتجات عبر سير ناقل على واحدة من نهاية الناقل، وينتقل السير الناقل إلى الطرف الآخر، ومن ثم تزال هذه المنتجات بعد أن تبرد في النهاية المقابلة من السير الناقل، مع العلم أنه عندما ينتقل السير الناقل من طرف إلى طرف آخر يبقى مغموراً على طول الحوض المائي (الخزان)، ومن ثم تميل هذه الطريقة إلى إبقاء المغمور من المنتجات ضمن الأحواض المائية، والماء ما يزال ينتج في الأحواض (USDA, 2004).

وتمت دراسة آخرى من قبل (Thompson and Kader, 2002) للتبريد الأولي بواسطة الثلج Package icing حيث يوضع على المحصول ويقوم الثلج بتبريد المحصول عند ذوبانه فقط ولذلك فإن التهوية الجيدة ضرورية لضمان كفاءة التبريد بهذه الطريقة وأنَّ الثلج المجروش أو المصنوع على شكل رقائق يمكن أنْ يضاف مباشرة أو على شكل خليط مع الماء Slurry. يضاف الثلج المجروش للوعاء فوق المنتج باليد أو آلياً حيث يحقن الماء المثلج بين الحزم من خلال الفتحات بينها أو فتحات تصنع باليد دون إزالة الحزم من العبوة (Hardenburg وزملاؤه، 1986).

إن استخدام الثلج لتبريد المحصول يوفر رطوبة نسبية عالية حول المحصول ويستخدم الثلج في حالة تحمل المحصول للبل بالماء وعدم حساسية المحصول لأضرار التبريد مع تحمل العبوة نفسها للبل (كرتون مشمع) أو خشب أو بلاستيك (Thompson and Kader, 2002). هذه الطريقة تعمل جيداً في السلع ذات معدل التنفس المرتفع كالذرة السكرية والبروكلي. تبين أن 0.45 كغ من الثلج يبرد نحو 1.36 كغ من المنتج من 29.44 إلى 4.44 مْ، ويعد هذا الأسلوب الأكثر فعالية في حال النقل لمسافات بعيدة (Hardenburg وزملاؤه، 1986)، ولكن يمكن أن يسبب تبريداً متفاوتاً (غير متجانس) للمنتجات إذ أن قطع الجليد تبقى في موقع إضافتها إلى أن تذوب وتبدأ بالسيلان، وهي أيضاً عملية بطيئة مقارنة بالحمل المائي (De Castro وزملاؤه، 2004)، وتحتاج إلى يد عاملة كثيرة، إذ يجب فتح كل صندوق لإضافة الثلج، وتسحق كتل من الجليد من مصنع الثلج التجاري، ويجب أن يكون مصدر الثلج موثوقاً وأن يكون الجليد المتاح بتكلفة معقولة.

4- طرق انتقال الحرارة:

وحيث أن انتقال الحرارة هي وحدة التشغيل المسؤولة عن عمليات التسخين والتبريد فلابد أن تولى عناية خاصة، وتتضمن عملية انتقال الحرارة الحمل، التوصيل والإشعاع (Cantwell, 1998).

تعرّف الحرارة بأنها طاقة في حالة عبور، ناشئة عن الفرق في درجات الحرارة (مخيبر،2003؛ عامر، 2010).

طرائق انتقال الحرارة مهمة في التبريد الأولي للمنتج ابتداء من درجة حرارة المنتج عند الحصاد حتى انخفاض درجة حرارة المنتج لتكون قريبة من درجة حرارة التخزين الدائمة، ومن ثم لابد من فهم طرائق انتقال الحرارة لكل منتج، وفهم أساليب انتقالها، لأن أسلوب انتقال الحرارة لا يؤثر فقط في معدل إزالة الحرارة بل يحدد المنتجات التي تتوافق مع هذه الطرائق، فمثلاً هناك بعض المنتجات لن تحصل على الرطوبة المثالية ولا يمكن تحملها للثلج، فبعض المنتجات يناسبها تحمل الهواء فقط وهكذا، لذلك لا بد من اتباع طرائق وأساليب مختلفة في إزالة الحرارة أو انتقال حرارة المنتج، وذلك بالارتباط مع أنظمة التبريد الأولي للمنتجات كي تسمح بتحقيق انخفاض الحرارة ونقلها وتسويق المنتج إلى المستهلك بأعلى جودة (Hardenburg وزملاؤه، 1986).

تنتقل الحرارة بالتوصيل (conduction) من جسم إلي آخر بواسطة الاتصال المباشر أو التصادم العشوائي بدون أي حركة للكتلة وقد يكون توصيلاً مستقراً أي بمعدل ثابت أو غير مستقر بمعدل متغير.

تتناسب كمية الحرارة المنتقلة بالتوصيل طردياً مع فارق درجات الحرارة خلال الجسم ومقدرة الجسم على التوصيل والمساحة التي ينتقل خلالها كما أنه يتناسب عكسياً مع المسافة التي يتم انتقال الحرارة خلالها.

وتنتقل الحرارة في عملية التوصيل الحراري بواسطة إما الإلكترونات الحرة وهذه الإلكترونات تكتسب طاقة تزداد معها طاقتها الحركية وتتحرك نحو المنطقة الباردة وتتصادم بالإلكترونات الموجودة في هذه المناطق فتنتقل جزء من طاقتها الحركية مما يؤدى إلى ارتفاع درجة حرارتها.

أو بواسطة جزيئات المادة وفيها تكتسب جزيئات المادة الموجودة في الطرف الساخن طاقة حركية مما يزيد من سعة الذبذبة لها وبالتالي يجعلها تتصادم مع الجزيئات المجاورة لها والتي تكتسب بدورها طاقة تنقلها إلى الجزيئات المجاورة لها وهكذا حتى تنتقل الحرارة إلى الطرف الآخر للمادة، ويكون التوصيل الحراري في المواد (الجوامد) أكبر منه في السوائل.

أما انتقال الحرارة بالحمل (convection) فيحدث في الموائع (السوائل والغازات)، ويتم نتيجة لحركة جزئيات المائع و هي محملة بالحـــرارة حيث تصطدم مع جزئيات آخرى أقل منها في درجة الحرارة وبالتالي تكسبهـــا جزء من حرارتها، ويلاحظ أن انتقال الحرارة بالحمل أسرع من انتقال الحرارة بالتوصيل، وانتقال الحرارة بالحمل إما أن يكون حمل طبيعي (حر) بسبب الفرق في الكثافة أو حمل جبري بواسطة حركة الرياح أو المضخات والمراوح (مخيبر، 2003; عامر، 2010).

5- شروط التخزين المبرد للكرز:

أجريت دراسة من قبل (Mitcham وزملاؤه، 2002) لدى التخزين المبرد لثمار الكرز في جو عادي: فوجد أنَّ هذه الثمار تحتاج للتخزين بدرجات حرارة منخفضة (- 0.5 ± 0.5 مْ) ورطوبة عالية (% 95-90) ومعدل تنفس 5-3 عند درجة حرارة صفر مئوي ضمن الجو العادي.

6- مؤشرات الجودة (النوعية) عند ثمار الكرز:

تعد معايير الجودة أو النوعية من أهم المؤشرات المحددة لمواصفات المنتج وقيمته التسويقية، والتي يمكن من خلال إتباع طرائق وأساليب تخزينية مختلفة ومتنوعة، الحد والتقليل من مجمل التغيرات الحاصلة عليها، والمؤثرة بدورها في قدرة المنتج التخزينية والتسويقية معاً. يأتي في مقدمة هذه المؤشرات:

المؤشرات الفيزيائية وأهمها:

i. **الفقد الطبيعي بالوزن:** وهو الفقد الناتج عن التنفس والنتح، أي النقص في المحتوى المائي والمواد العضوية للثمار المخزنة. حيث تنخفض نسبته كلما كانت الظروف التخزينية المتبعة مثالية وملائمة للصنف المخزن، وبالتالي يمكننا من خلال معرفة هذا الفقد أن نحدد مدى جودة واقتصادية عملية التخزين من جهة، وتحديد مدى الانخفاض في مواصفات الثمار المخزنة من جهةٍ أخرى.

ii. **الفقد المطلق:** يقصد به الثمار غير الصالحة للاستعمال الغذائي أو التصنيعي المصابة كلياً بالأمراض والاختلال الفيزيولوجي. وخلافاً للفقد الطبيعي بالوزن الذي يعبر عنه بالمائة من الوزن الأولي للثمار، فإن الفقد المطلق يعبر عنه بالمائة من الوزن النهائي للثمار بعد التخزين (يونس، 1993).

وتتضمن مسببات الأمراض الفطرية Penicillium expansum (العفن الأزرق)، Alternaria sp.، Botrytis cinerea (العفن الرمادي)، Monilinia fructiocola (العفن البني)، Rhizopus stolonifer، Cladosporium sp.، وAspergillus niger والتي تعد الأسباب الرئيسية لفساد الكرز الحلو (Crisosto 1991, Adaskaveg and Ogawa, 1994, Dugan and Roberts, 1997).

iii. **صلابة الثمار:** تعد صلابة الثمار مؤشراً واضحاً في تحديد الموعد الأنسب لقطافها إضافةً لكونها إحدى خواص الجودة الهامة في ثمار الكرز والتي علينا الحفاظ عليها بل وتحسينها من خلال المعاملات المختلفة (Clayton وزملاؤه، 2003). وتشير الدراسات إلى تمتع ثمار الأصناف متأخرة النضج من الكرز بصلابة عالية، في حين تقل هذه الصلابة في ثمار الأصناف مبكرة النضج (Christensen, 1995).

المؤشرات الكيميائية:

i. **نسبة المواد الصلبة الذائبة الكلية:**

تعد من المؤشرات الهامة في تحديد موعد القطاف الأمثل باعتبار ثمار الكرز ثماراً غير كلايمكتيرية أي أن القطف المبكر لها يعني عدم اكتمال نضجها وعدم قدرتها على استكماله خلال فترة التخزين، وبالتالي انخفاض محتواها من المواد الصلبة الذائبة وغيرها من المكونات الكيميائية المحددة لجودة الثمار وقابليتها التسويقية. حيث تتراوح نسبة المواد الصلبة الذائبة في أصناف الكرز ما بين 11.8 إلى 21%، فيما يمكن أن تنخفض هذه النسبة إلى أقل من 11.8% في بعض الأصناف مبكرة النضج كالصنف Burlat (Dolenc and Stampar, 1998)، ولوحظ ازدياد نسبة المواد الصلبة الذائبة من 15 إلى 19% خلال الأسابيع الثلاثة التي تسبق موعد قطافها (Guyer وزملاؤه، 1993) وأن نسبة 19-17% النسبة المفضل الوصول إليها عند القطاف (Kappel وزملاؤه، 1996)، علماً أن الحد الأدنى لنسبة المواد الصلبة الذائبة في مؤشر الحصاد لثمار الكرز الحلو صنف بينغ حسب دراسة (Darshan وزملاؤه، 2006) هو 16%.

ii. **الحموضة الكلية:**

هناك ارتباط بين نسبة الأحماض (TA) وتركيز المواد الصلبة الذائبة (SSC)، حيث أن النسبة SSC/TA هي النسبة المحددة لدرجة الحلاوة أو درجة الحموضة في ثمار الكرز والتي تختلف تبعاً لمرحلة النضج، وحتى بين الأصناف(Crisosto وزملاؤه، 2002).

iii. **نسبة فيتامين C:**

تبلغ كمية فيتامين C في ثمار الكرز الحلو30-15 مغ/100مل (Колесникова, 1986)، هذا ويعدّ الأكسجين المكوّن الغازي الأكثر تخريباً للعصير إذ يسبب تخفيض محتوى فيتامين C فيه نتيجة تأكسده. إن الفقد الأعظم لهذا الفيتامين يحدث عند أعلى محتوى من الفركتوز في حين أن ارتفاع مستوى حمض الستريك والماليك يحافظ على فيتامين C (Ajibola et al., 2009).

مواد البحث وطرائقه

رابعاً: مواد البحث وطرائقه Materials & Methods

المادة النباتية:

أجري البحث على ثمار الكرز *Cerasus avium* الصنف بينغ Bing حيث يعد أحد أهم الأصناف المزروعة من الكرز الحلو، ويعد صنفاً قياسياً بالنسبة إلى بقية أصناف الكرز من حيث قوة نمو أشجاره (حامد وآخرون، 2007)، متوسط التبكير بالنضج، نشأ شمال غرب المحيط الهادىء في ولاية Oregon في الولايات المتحدة الأمريكية عام 1875م، الثمرة متوسطة إلى كبيرة الحجم قلبية الشكل، البشرة حمراء داكنة واللحم أحمر اللون (Dixon, 2004).



الشكل (2) ثمار الكرز الحلو صنف بينغ

قطفت الثمار في الصباح الباكر وكانت نسبة المواد الصلبة الذائبة الكلية (15%) وأجريت معاملات التبريد الأولي خلال 24 و 48 ساعة من لحظة القطاف، وقيس تغير درجة حرارة الثمار في أثناء التبريد الأولي بوصفه تابعاً لزمن التبريد وطريقته باستخدام مقياس الثيرموكبل وهو عبارة عن نظام ثنائي الأسلاك، وهو جهاز استشعار درجة حرارة المنتجات، وعادة ما يوصل الجهاز بعداد عرض يمكن استخدامه لقياس درجة حرارة السوائل، والغازات، والسطوح الصلبة قياساً مباشراً.

مواد البحث:

- ميزان كهربائي حساس.
- مقياس الصلابة Penetrometer.

- مقياس نسبة المواد الصلبة Refractometer.
- ماءات الصوديوم (NaOH) 0.1 نظامي.
- جهاز pH meter.
- صبغة 2–6 ثنائي كلور فينول اندو فينول.
- بيكربونات صوديوم.
- حمض الأسكوربيك.
- حمض ميتافوسفوريك 4%.
- ثيرموكبل.
- ميزان زئبقي.
- صناديق بلاستيكية.

مكان تنفيذ البحث:

مصدر الثمار محافظة ريف دمشق (منطقة القلمون)، أجريت تقنية التبريد الأولي بواسطة جهاز التبريد في مخبر قسم الهندسة الريفية بكلية الزراعة، حيث كانت المدة بين القطاف والقياس في الكلية ثماني ساعات. وأجريت قياسات الجودة والتخزين المبرد والاختبارات اللازمة لها في مخبر قسم علوم البستنة في كلية الزراعة بجامعة دمشق بفاصل زمني سبعة أيام بين كل قياس والآخر، كما أجري قياس صلابة الثمار في مخابر كلية الزراعة بجامعة البعث في بداية التخزين ونهايته.

طرائق البحث:

نفذ البحث خلال موسم 2016 حيث تم تخزين الثمار لمدة شهرين منذ نهاية شهر حزيران (بداية التخزين) حتى نهاية شهر آب (نهاية التخزين)، وذلك بأخذ ثمار الصنف المدروس وإجراء معاملات التبريد الأولي مع أخذ شاهد دون معاملة لكل زمن تبريد (خلال 24 – بعد 48) ساعة من القطاف، أخذ لكل معاملة ستة صناديق بلاستيكية بمتوسط وزن 2 كغ للصندوق، ثلاثة صناديق منها من أجل حساب نسبة الفقد الوزني والفقد المطلق. و ثلاثة صناديق آخرى من أجل قياسات الجودة (نسبة المواد الصلبة الذائبة – الصلابة – رقم الحموضة – الحموضة الكلية – فيتامين C) وخزنت بعد ذلك الثمار في وحدة التخزين المبرد قسم علوم البستنة – كلية الزراعة – جامعة دمشق على درجة حرارة

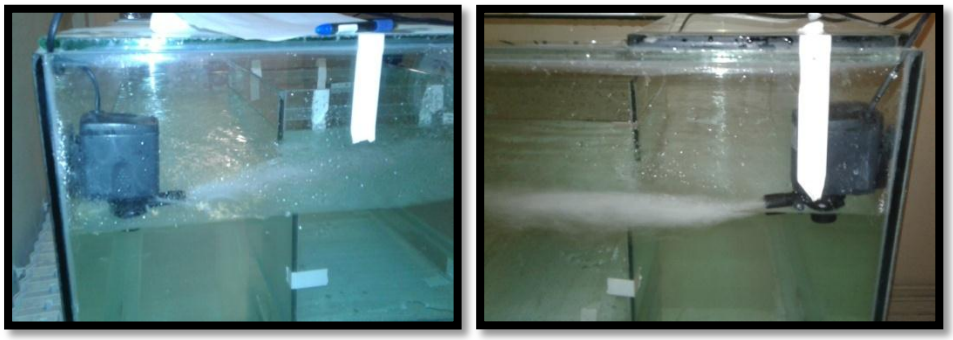
(0–1) مئوي درجة مئوية ورطوبة نسبية (90–95 %)، وتركت مسافة بين الصناديق نفسها، وبين الصناديق والجدران، وذلك للسماح للتيار الهوائي بالمرور بين الصناديق دون وجود عوائق، بهدف زيادة كفاءة التخزين المبرد، وأجريت بعد ذلك التحاليل والقياسات المتعلقة بصفات الجودة والقدرة التخزينية.

1. **تصميم جهاز التبريد الأولي:**

صمم الجهاز على شكل غرفتين متداخلتين (غرفة خارجية وغرفة داخلية).



الشكل (3) جهاز التبريد الأولي



الشكل (4) مضختي الماء الخاصة بجهاز التبريد الأولي



الشكل (5) توربين الهواء الخاص بجهاز التبريد الأولي

الغرفة الخارجية مصنوعة من الزجاج بسماكة 6 مم من أجل تحمل ضغط الماء، قياسها بطول 125سم*عرض 85سم*ارتفاع 45سم، مزودة بمروحة توربينية قطرها 7سم وطولها 15سم واستطاعتها 10واط وسرعة الدوران 1500 دورة بالدقيقة، الهدف منها زيادة سرعة تبريد الماء وتحريك الهواء البارد الناتج من الماء المبرد بقطع الجليد الموجودة ضمن الغرفة الخارجية، كما زودت بمضختي ماء توضع كل منها في زاويتين متقابلتين من زوايا الغرفة الخارجية بهدف تحريك الماء البارد ودفعه وتجانس تبريده ضمن الغرفة الخارجية، وملامسة الماء البارد بشكل مباشر للثمار المغمورة الموجودة ضمن الغرفة الخارجية، وانتقال البرودة بشكل مباشر إلى الثمار المغمورة بطريقة الحمل المائي.

الغرفة الداخلية مصنوعة من الزجاج بسماكة 6 مم. قياس الغرفة الداخلية 65سم* 25سم* 35 سم. وهي منخفضة عن حيز سطح الغرفة الخارجية مسافة 5سم كي تكون على سوية توربين الهواء الذي يعمل على دفع الهواء البارد باتجاهها، ومرتفعة عن قاعدة الغرفة الخارجية مسافة 5سم بغرض تأمين الإحاطة الكاملة بالماء المبرد للغرفة الداخلية، ودورانه حول الغرفة الداخلية لتبريدها وانتقال البرودة إلى المنتج الموجود ضمن الغرفة الداخلية بطريقة التوصيل المائي، المسافة الفاصلة بين الغرفتين المتداخلتين 30سم، وارتفاع الجهاز الكلي مع قاعدة الحديد 90سم، مع العلم أن قاعدة الحديد التي يرتكز عليها الجهاز ارتفاعها 45سم الشكل (3).

2. ***<u>المعاملات خلال مدة 24 ساعة وبعد 48 ساعة من القطاف:</u>***

معاملة الثمار بالتبريد الأولي بالحمل المائي.

معاملة الثمار بالتبريد الأولي بالتوصيل المائي.

معاملة الثمار بالتبريد الأولي بالحمل الثلجي.

معاملة الثمار بالتبريد الأولي بالتوصيل الثلجي.

شاهد غير معامل بالتبريد الأولي إذ أخذت الثمار، ووضعت مباشرة في غرفة التخزين.

شاهد غير معامل بالتبريد الأولي، إذ أدخلت الثمار لغرفة التخزين بعد 48 ساعة من القطاف.

2-1-عمل جهاز التبريد الأولي بالحمل المائي:

تعتمد هذه الطريقة على معاملة الثمار بالتبريد الأولي بطريقة الحمل المائي (غمر مباشر بوسيط التبريد) إذ كان وسط التبريد المستخدم هو الماء بدرجة حرارة 2م.



الشكل (6) عمل جهاز التبريد الأولي بالحمل المائي

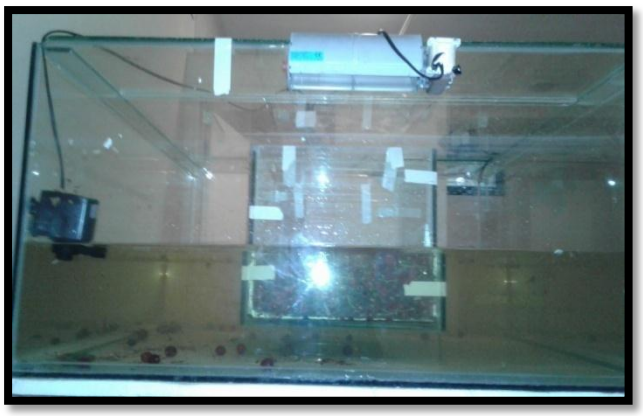
وقيس تغير درجة حرارة الثمار في أثناء التبريد الأولي بواسطة جهاز الثيرموكبل الشكل (7)، كتابع لزمن وطريقة التبريد اللازمة لهذه الثمار من الحرارة الأولية التي تكون قبل البدء بالتبريد الأولي، وصولاً إلى الحرارة النهائية للثمار تدريجياً، وهي حرارة التخزين الدائمة بشكل تقريبي.



الشكل (7) مقياس الثيرموكبل لقياس درجة حرارة الثمار

2-2- عمل جهاز التبريد الأولي بالتوصيل المائي:

تعتمد هذه الطريقة على معاملة الثمار بالتبريد الأولي بطريقة التوصيل المائي (غمر غير مباشر بوسيط التبريد) إذ كان وسط التبريد المستخدم هو الماء بدرجة حرارة 2م.



الشكل (8) عمل جهاز التبريد الأولي بالتوصيل المائي

وقيس تغير درجة حرارة الثمار في أثناء التبريد الأولي بواسطة جهاز الثيرموكبل، كتابع لزمن وطريقة التبريد اللازمة لهذه الثمار من الحرارة الأولية التي تكون قبل البدء بالتبريد الأولي، وصولاً إلى الحرارة النهائية للثمار تدريجياً، وهي حرارة التخزين الدائمة بشكل تقريبي.

2-3- عمل جهاز التبريد الأولي بطريقة الحمل الثلجي:

تعتمد هذه الطريقة على معاملة الثمار بالتبريد الأولي بطريقة الحمل الثلجي (غمر مباشر بوسيط التبريد) إذ كان وسط التبريد المستخدم هو الثلج.



الشكل (9) عمل جهاز التبريد الأولي بالحمل الثلجي

وقيس تغير درجة حرارة الثمار في أثناء التبريد الأولي بواسطة جهاز الثيرموكبل، كتابع لزمن وطريقة التبريد اللازمة لهذه الثمار من الحرارة الأولية التي تكون قبل البدء بالتبريد الأولي، وصولاً إلى الحرارة النهائية للثمار تدريجياً، وهي حرارة التخزين الدائمة بشكل تقريبي.

2-4-عمل جهاز التبريد الأولي بطريقة التوصيل بالثلج:

تعتمد هذه الطريقة على إضافة طبقة من الثلج المجروش ضمن الحوض الخارجي إلى جهاز التبريد الأولي الذي يحيط تماماً بالسطح الخارجي للحوض الداخلي الحاوي على المنتج، وتضاف بحسب الحاجة إلى حوض التبريد الخارجي فضلا عن تشغيل التوربين الهوائي الذي يعمل على تحريك الهواء البارد وزيادة سرعة تبريد المحصول الموجود ضمن الحوض الداخلي لجهاز التبريد الأولي، وإحكام إغلاق الوجه العلوي بالكامل لجهاز التبريد الأولي من أجل حصر عملية التبريد الأولي ضمن الجهاز بكامله.

وتعتمد هذه الطريقة بشكل عام على تبريد الحوض الداخلي من خلال تلامس الثلج المجروش لمساحة سطح الحوض الداخلي من الخارج، وتعريض المنتجات أو السلع الموجودة ضمن الحوض الداخلي لتصبح على اتصال غير مباشر مع الثلج المجروش (Dincer, 1996).



الشكل (10) عمل جهاز التبريد الأولي بالتوصيل الثلجي

وقيس تغير درجة حرارة الثمار في أثناء التبريد الأولي بواسطة جهاز الثيرموكبل، كتابع لزمن وطريقة التبريد اللازمة لهذه الثمار من الحرارة الأولية التي تكون قبل البدء بالتبريد الأولي، وصولاً إلى الحرارة النهائية للثمار تدريجياً، وهي حرارة التخزين الدائمة بشكل تقريبي.



الشكل (11) غرفة التخزين لصناديق الثمار

3. ***مواعيد أخذ القراءات:***

أخذت القراءات المطلوبة في مواعيد محددة، وكانت منذ بداية التخزين بفاصل سبعة أيام حتى نهاية مدة التخزين.

4. ***المؤشرات المدروسة:***

1.4. نسبة الفقد الطبيعي بالوزن (Weight loss):

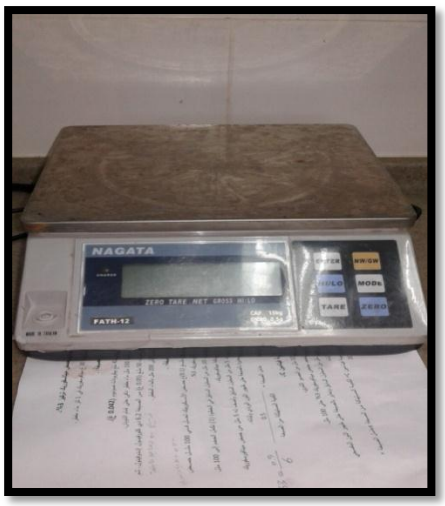
تمت هذه العملية باستخدام ميزان كهربائي بوضع الثمار على الميزان وقياس الوزن مباشرة من قراءة المؤشر.

تم حساب الفقد في كل قياس كنسبة مئوية من الوزن الأولي باستخدام المعادلة الآتية (عبدالله، 1990):

$$\text{Weight Loss \%} = \frac{A-B}{A}\ 100$$

A : وزن الثمار في بداية التخزين.

B : وزن الثمار بعد فترة معينة من التخزين.



الشكل (12) ميزان كهربائي حساس لقياس الفقد الطبيعي في الوزن

2.4. نسبة الفقد المطلق (Decay loss):

تم حسابه كنسبة مئوية بعد استبعاد الثمار غير الصالحة للاستهلاك نتيجة إصابتها بأضرار مرضية كالعفن وتمَّ حسابه على أساس الوزن النهائي للثمار.

$$w.l = m_b - m_a / mb \times 100$$

w.l : نسبة الفقد بالوزن %.

Mb: وزن الثمار عند مدة القياس كغ.

Ma : وزن الثمار بعد استبعاد الثمار المصابة بأضرار مرضية كغ.

3.4. قياس الصلابة (firmness)(نيوتن):

أخذت القراءات المتعلقة بتغيرات صلابة الثمار باستخدام جهاز Pentrometer من خلال إدخال المكبس في الجزء الذي قشر من جهتين متقابلتين حتى تصل علامة محددة على المكبس وأخذ متوسط القراءة لكل ثمرة (Raese وزملاؤه، 1999).

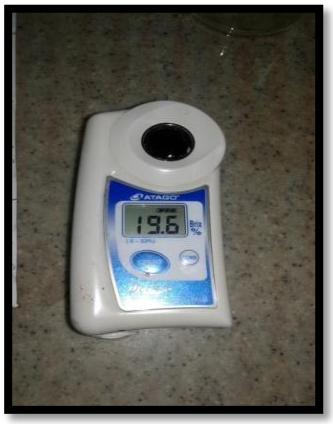


الشكل (13) جهاز Pentrometer لقياس صلابة الثمار

4.4. قياس نسبة المواد الصلبة الذائبة الكلية (TSS) Total Soluble Solids:

والتي تشتمل على السكروز والفركتوز والفيتامينات والأحماض الأمينية.

تم قياس نسبة المواد الصلبة الكلية الذائبة (TSS) بواسطة جهاز الرفراكتومتر الرقمي وذلك بعصر ثمار كل مكرر على حده ومن ثم أخذ(2-1) نقطة من العصير ووضعها في المكان المخصص على الجهاز وأخذ القراءة (Schwallier وزملاؤه، 2005).



الشكل (14) جهاز Refractometer لقياس نسبة المواد الصلبة الذائبة

5.4. نسبة الأحماض القابلة للمعايرة (Titratable acidity):

تم تحديد النسبة المئوية للحموضة بأخذ 5 مل من عصير ثمار كل مكرر على حدى ووضعه في كأس بيشر وإكماله بالماء المقطر حتى 100مل ثم معايرته بمحلول ماءات الصوديوم 0.1 نظامي حتى الوصول لدرجة 8.1 على جهاز pH عندها نكون قد وصلنا إلى نقطة تعديل الأحماض (Drake, 2000 وNeven) حيث تؤخذ القراءة (كمية NaOH المستهلكة) .

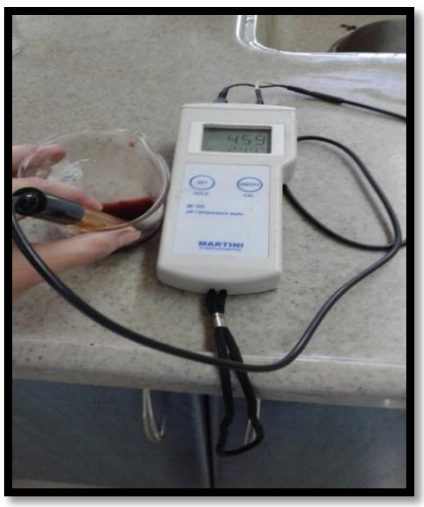
وتحسب نسبة الحموضة وفقاً للمعادلة التالية:

$$\% \text{ للحموضة} = \frac{\text{المستهلك من NaOH} \times \text{معامل الحمض السائد}}{\text{حجم العصير المأخوذ للمعايرة}} \times 100$$

الحمض السائد في الكرز هو حمض الماليك ومعامله = 0.0067

6.4. التغيرات في رقم pH:

تم قياس التغيرات في رقم pH عصير الثمار خلال مدة تخزينها من خلال أخذ 25 مل من رشاحة العصير وتقدير الـــ pH عن طريق جهاز pH meter حتى ثبات القراءة.



الشكل (15) جهاز Ph meter

7.4. قياس التغيرات في فيتامين C (مغ/100 مل وزن رطب):

تم التقدير الكمي لـــ Vc اعتماداً على المعايرة بالصبغة مع المستخلص الحامض للمادة الغذائية (رقم الحموضة حوالي 4) فعند هذا الرقم من الحموضة يكون اختزال الصبغة كاملاً.

الاستخلاص: تتوقف طريقة استخلاص فيتامينC على طبيعة المادة الغذائية وشكلها وقوامها وكقاعدة عامة يخفف عصير الفاكهة بحامض الميتافوسفوريك 4% للحجم المطلوب ثم أجريت المعايرة.

عملية المعايرة: أجريت المعايرة للمستخلص بعد التخلص من الراسب وتمت المعايرة عند رقم حموضة 4-3 فعند هذا النطاق من الحموضة نجد أن الصبغة تكون أثبت ما يمكن، بينما عند أرقام حموضة أقل من ذلك نجد أن لونها يتلاشى بسرعة، بينما عند أرقام حموضة أعلى من 4 نجد أن فعل المواد الآخرى المختزلة (غير حامض الاسكوربيك) تزداد.

وبمعايرة المحلول الأزرق للصبغة في المستخلص المحتوي على الفيتامين فإن اللون الأزرق يزول طالما كان هناك فيتامين غير مؤكسد، وإذا انتهى كل الفيتامين غير المؤكسد نجد أن إضافة نقط من محلول الصبغة الأزرق إلى المستخلص الحامض يسبب تحويلها إلى اللون الوردي (أي أن لون الصبغة غير المختزلة أزرق في الوسط القلوي والمتعادل ووردي في الوسط الحامضي).

وتعرف نقطة انتهاء المعايرة ببقاء اللون الوردي في المستخلص في درجة المعايرة لمدة 15 ثانية.

المحاليل المستخدمة وطريقة التقدير والحساب:

- محلول صبغة 2,6 dichlorophenol endo phenol : يوزن 0.25 غ من الصبغة وينقل الوزن إلى كأس سعة (100 مل) ثم يكمل للعلامة بالماء المقطر ويخلط جيداً.
- محلول حامض الاسكوربيك العياري: يوزن 0.2 غ حامض اسكوربيك وينقل كمياً إلى دورق معياري سعة (100 مل) ثم يكمل الدورق بواسطة حامض ميتافوسفوريك 4%للعلامة.
- ماء مقطر مغلي حديثاً.
- حامض ميتافوسفوريك 4%.

معايرة محلول الصبغة:

أ. أخذ حوالي 5 مل من محلول الاسكوربيك العياري وتوضع في دورق مخروطي (100مل) ثم يضاف قليلاً من حامض الاكساليك 2%.

ب. أجريت المعايرة بالصبغة حتى ظهور اللون الوردي الذي يظل ثابتاً لمدة 15 ثانية.

ت. أجريت التجربة مرة آخرى وأخذ متوسط حجم الصبغة اللازم لعملية المعايرة.

تم تقدير قوة الصبغة بالعملية الحسابية التالية:

قوة الصبغة= كمية (غ) حمض الاسكوربيك النقي الموجودة في 5 مل محلول قياسي/ حجم الصبغة اللازم للمعايرة.

تقدير حمض الاسكوربيك:

أ. أخذ حجم معلوم (10مل) ووضعت في دورق مخروطي (250 سم^3).

ب. أضيف 10 مل من حامض الميتافوسفوريك 4% إلى الدورق المخروطي حتى يكون وسط التفاعل حامضياً مع المحافظة على الفيتامين من الأكسدة بواسطة الهواء الجوي.

ت. أجريت المعايرة بواسطة الصبغة الموجودة في السحاحة حتى ظهور اللون الوردي (ثابت لمدة 15 ثانية).

ث. تم إعادة التجربة مرة آخرى وأخذ متوسط الحجم اللازم من الصبغة في عملية المعايرة.

كمية فيتامينC (مغ) الموجودة في 100مل عصير= الحجم اللازم من الصبغة* قوة الصبغة* 10 (AOAC, 2000).

8.4. قياس تغير درجة حرارة الثمار:

يستخدم لقياس تغير درجة الحرارة الثمار في أثناء التبريد الأولي مقياس الثيرموكبل، وهو جهاز استشعار لدرجة حرارة المنتجات، وعادة ما يوصل بعداد عرض يمكن استخدامه لقياس درجة الحرارة السوائل، والبخار، والغازات، والسطوح الصلبة بشكل مباشر فضلاً عن أن جهاز الثيرموكبل عبارة عن جهاز ثنائي الأسلاك.

9.4. قياس درجة حرارة المياه المبردة ضمن جهاز التبريد الأولي:

يستخدم لقياس درجة حرارة المياه المبردة، ضمن جهاز التبريد الأولي ميزان زئبقي.

خامساً: تصميم البحث والتحليل الإحصائي

صممت التجربة بطريقة القطاعات العشوائية البسيطة.

10 معاملات * 3 مكررات * 2 كغ مكرر قياس فقد * 2 كغ مكرر قياس الجودة = 120كغ

وحللت النتائج باستخدام برنامج XLSTAT ، وحسب أقل فرق معنوي على مستوى ثقة 95% لمقارنة المتوسطات ومعرفة الفروقات المعنوية بينها.

النتائج و المناقشة

سادساً: النتائج والمناقشة Results and Discussion

1.نتائج عمل جهاز التبريد الأولي بالحمل المائي:

قيست درجة حرارة الماء المبرد بقطع الجليد بواسطة ميزان زئبقي، وأخذت القراءة كل عشر دقائق حتى انخفاض درجة حرارة الثمار من الحرارة الابتدائية 26 مْ ووصولها إلى أخفض نقطة ممكن أن تصل إليها درجة حرارة الثمار بين (6-2.5) مْ تدريجياً، وذلك وفقاً لدراسة (Kitinoja and Gorny, 1999; Hardenburg وزملاؤه، 1990).

ونظراً لارتفاع درجة حرارة المختبر خلال زمن إجراء التبريد الأولي والتي وصلت إلى 40 درجة مئوية، لم يتم التمكن من تخفيض درجة حرارة الماء المستخدم في التبريد لأكثر من 8 مْ مما أدى إلى صعوبة تخفيض درجة حرارة الثمار لأقل من 9 مْ.

إذ أن طريقة الحمل المائي تمكنت من خفض درجة حرارة الثمار إلى 9 مْ، خلال 50 دقيقة الجدول (1).

ونظمت النتائج في جدول يوضح تغير درجة حرارة المنتج مع زمن التبريد ومراحله.

جدول (1) تغير درجة حرارة الثمار بتغير الزمن وفق طريقة التبريد الأولي بالحمل المائي

خلال 24 ساعة من القطاف

مراحل التبريد الأولي	البدء	المرحلة الانتقالية بانخفاض درجة حرارة الثمار			انتهاء التبريد
درجة حرارة الثمار (مْ)	26	21.3	21	15	11.64	9
الزمن بالدقائق	0	10	20	30	40	50
درجة حرارة الماء (مْ)	6	8	9	10	6	8

علماً أن عملية إضافة قطع الثلج إلى الماء كانت تتم كلما ارتفعت درجة حرارته عن 10 مْ.

أما حرارة الثمار المعاملة بالتبريد الأولي بعد 48 ساعة من القطاف، في البداية كانت تصل إلى 26.2 مْ ، وهي درجة الحرارة الابتدائية للثمار، ثم واصلت الثمار انخفاض درجة حرارتها وصولاً إلى 9 مْ خلال 50 دقيقة، وتمثل هذه المرحلة انتهاء التبريد الأولي بشكل كاملاً الجدول (2).

جدول (2) تغير درجة حرارة الثمار بتغير الزمن وفق طريقة التبريد الأولي بالحمل المائي بعد 48 ساعة من القطاف

مراحل التبريد الأولي	البدء	المراحل الانتقالية بانخفاض درجة حرارة الثمار				انتهاء التبريد
درجة حرارة الثمار (مْ)	26.2	11.5	11.36	11	10.93	9
الزمن بالدقائق	0	10	20	30	40	50
درجة حرارة الماء (مْ)	6	8	8	6	6	8

مع العلم أنه أحكم إغلاق الوجه العلوي بالكامل لجهاز التبريد الأولي بلوح زجاجي سميك من أجل حصر عملية التبريد الأولي ضمن الجهاز بكامله، وتتطلب المياه الدافئة أو الحارة أو التي ارتفعت درجة حرارتها إعادة تدويرها وإعادة تبريدها.

2.نتائج عمل جهاز التبريد الأولي بالتوصيل المائي:

قيست درجة حرارة الماء المبرد بقطع الجليد بواسطة ميزان زئبقي، وأخذت القراءة كل نصف ساعة حتى انخفاض درجة حرارة الثمار من الحرارة الابتدائية 26 مْ ووصولها إلى أخفض نقطة ممكن أن تصل إليها درجة حرارة الثمار تدريجياً، وذلك وفقاً لدراسة (Hardenburg ;Kitinoja and Gorny, 1999 وزملاؤه، 1990).

إذ أن طريقة التوصيل المائي تمكنت من خفض درجة حرارة الثمار إلى 9 مْ خلال 240 دقيقة الجدول (3).

ونظمت النتائج في جدول يوضح تغير درجة حرارة المنتج مع زمن التبريد ومراحله.

جدول (3) تغير درجة حرارة الثمار بتغير الزمن وفق طريقة التبريد الأولي بالتوصيل المائي خلال 24 ساعة من القطاف

مراحل التبريد الأولي	البدء	المراحل الانتقالية بانخفاض درجة حرارة الثمار			انتهاء التبريد
درجة حرارة الثمار (مْ)	26	23.3	18	15.8	12.9	9
الزمن بالدقائق	0	30	60	120	180	240

مع العلم أنه أحكم إغلاق الوجه العلوي بالكامل لجهاز التبريد الأولي بلوح زجاجي سميك من أجل حصر عملية التبريد الأولي ضمن الجهاز بكامله، وتتطلب المياه الدافئة أو الحارة أو التي ارتفعت درجة حرارتها إعادة تدويرها وإعادة تبريدها.

التهوية الجيدة ضرورية لضمان كفاءة التبريد من خلال توربين الهواء الذي يولد تياراً هوائياً إذ يعمل على دفع الهواء البارد وتحريكه ضمن جهاز التبريد، وتجانس تبريده وزيادة سرعة تبريد المحصول الموجود ضمن الغرفة الداخلية لجهاز التبريد، وانتقال الطاقة الحرارية من ثمرة إلى آخرى من خلال نقاط الاتصال بين الثمار إلى أن تصل الحرارة إلى سطح الحوض بأقل مدة زمنية ممكنة ومن ثم تعمل هذه الطريقة على إزالة درجة حرارة الثمار المكتسبة من الحقل وانخفاضها بشكل أبطأ مقارنة بطريقة الحمل المائي وصولاً إلى درجة حرارة التخزين الدائمة تقريباً، والسبب يعود إلى أن طريقة التبريد بالتوصيل المائي بطيئة وغير متجانسة التبريد، مقارنة بالحمل المائي الذي يعمل على تبريد المنتجات بشكل أسرع وتجانس أكبر، وتحافظ على رطوبة عالية حول المنتجات وتعد طريقة الحمل المائي ذات كفاءة تبريد أكبر وأسرع من طريقة التوصيل المائي (Ryall and pentzer, 2000).

أما حرارة الثمار المعاملة بالتبريد الأولي بعد 48 ساعة من القطاف في البداية كانت تصل إلى 25.3 مْ، وتمكنت هذه الطريقة من خفض درجة حرارة الثمار إلى 7.97 مْ خلال 240 دقيقة الجدول (4).

جدول (4) تغير درجة حرارة الثمار بتغير الزمن وفق طريقة التبريد الأولي بالتوصل المائي بعد 48 ساعة من القطاف

مراحل التبريد الأولي	البدء	المراحل الانتقالية بانخفاض درجة حرارة الثمار				انتهاء التبريد
درجة حرارة الثمار (مْ)	25.3	22.37	18.53	12.43	10.37	7.97
الزمن بالدقائق	0	30	60	120	180	240

3. نتائج عمل جهاز التبريد الأولي بطريقة الحمل الثلجي:

نظمت النتائج في جدول يوضح تغير درجة حرارة المنتج مع زمن التبريد ومراحله.

وأخذت القراءات كل 5 دقائق حتى انخفاض درجة حرارة الثمار من الحرارة الابتدائية 26.4 درجة مئوية ووصولها إلى أخفض نقطة يمكن أن تصل إليها درجة حرارة الثمار بين (6-2.5) مْ تدريجياً، وذلك وفقاً لدراسة (Hardenburg ;Kitinoja and Gorny, 1999 وزملاؤه، 1990).

إذ أن طريقة الحمل الثلجي تمكنت من خفض درجة حرارة الثمار إلى 5.2 مْ خلال 35 دقيقة الجدول (5).

جدول (5) تغير درجة حرارة الثمار بتغير الزمن وفق طريقة التبريد الأولي بالحمل الثلجي خلال 24 ساعة من القطاف

مراحل التبريد الأولي	البدء	المراحل الانتقالية بانخفاض درجة حرارة الثمار				انتهاء التبريد	
درجة حرارة الثمار (مْ)	26.4	14.3	15.17	13.47	10.1	8.13	5.77	5.2
الزمن بالدقائق	0	5	10	15	20	25	30	35

علماً أن درجة حرارة الثمار كانت تؤخذ كمتوسط لثلاثة ثمار من أماكن مختلفة من الصندوق نظراً لكون طريقة الحمل الثلجي غير متجانسة التبريد.

أما حرارة الثمار المعاملة بالتبريد الأولي بعد 48 ساعة من القطاف في البداية كانت تصل إلى 25.67 مْ، وهي درجة الحرارة الابتدائية للثمار، وتمكنت هذه الطريقة من خفض حرارة الثمار إلى 3.93 مْ خلال 35 دقيقة، وتمثل هذه المرحلة مرحلة انتهاء التبريد الأولي بشكل كامل الجدول (6).

جدول (6) تغير درجة حرارة الثمار بتغير الزمن وفق طريقة التبريد الأولي بالحمل الثلجي بعد 48 ساعة من القطاف

مراحل التبريد الأولي	البدء	المرحلة الانتقالية بانخفاض درجة حرارة الثمار						انتهاء التبريد
درجة حرارة الثمار (مْ)	25.67	16.63	10.77	7.73	6.97	5.13	4.9	3.93
الزمن بالدقائق	0	5	10	15	20	25	30	35

4. نتائج عمل جهاز التبريد الأولي بطريقة التوصيل الثلجي:

نظمت النتائج في جدول يوضح تغير درجة حرارة المنتج مع زمن التبريد ومراحله.

أخذت القراءة كل 5 دقائق حتى انخفاض درجة حرارة الثمار من الحرارة الابتدائية 27.53 مْ و وصولها إلى أخفض نقطة يمكن أن تصل إليها درجة حرارة الثمار تدريجياً، وذلك وفقاً لدراسة (Hardenburg ;Kitinoja and Gorny, 1999 وزملاؤه، 1990).

إذ أن طريقة التوصيل الثلجي تمكنت من خفض درجة حرارة الثمار إلى 4.07 مْ خلال 60دقيقة الجدول(7).

جدول (7) تغير درجة حرارة الثمار بتغير الزمن وفق طريقة التبريد الأولي بالتوصيل الثلجي خلال 24 ساعة من القطاف

مراحل التبريد الأولي	البدء	المراحل الانتقالية بانخفاض درجة حرارة الثمار				انتهاء التبريد
درجة حرارة الثمار (مْ)	27.53	19.3	17.5	13.9	10	6.8	4.07
الزمن بالدقائق	0	10	20	30	40	50	60

أما حرارة الثمار المعاملة بالتبريد الأولي بعد 48 ساعة من القطاف ففي البداية كانت تصل إلى 25.3 مْ، وتمكنت هذه الطريقة من خفض درجة حرارة الثمار 7.2 مْ خلال 60 دقيقة، وهي مرحلة انتهاء زمن التبريد الأولي بشكل كامل الجدول (8).

جدول (8) تغير درجة حرارة الثمار بتغير الزمن وفق طريقة التبريد الأولي بالتوصيل الثلجي بعد 48 ساعة من القطاف

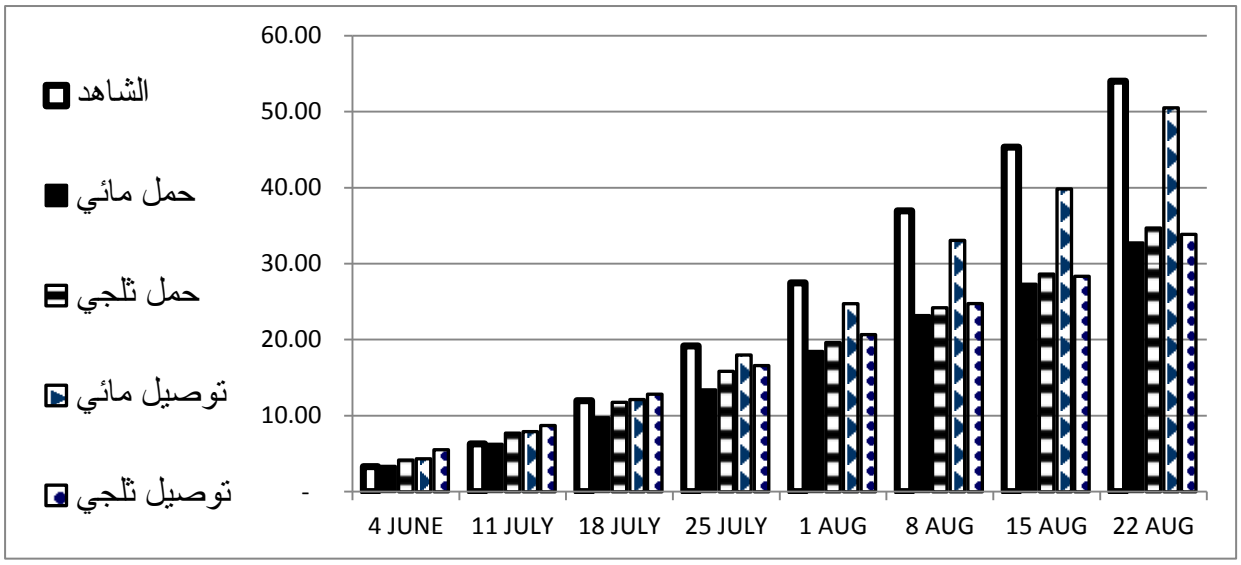
مراحل التبريد الأولي	البدء	المراحل الانتقالية بانخفاض درجة حرارة الثمار				انتهاء التبريد
درجة حرارة الثمار (مْ)	25.3	18.57	17.98	17.93	12.87	10	7.2
الزمن بالدقائق	0	10	20	30	40	50	60

وأحكم إغلاق الوجه العلوي بكامله لجهاز التبريد الأولي بلوح زجاجي سميك من أجل حصر عملية التبريد الأولي بكامله.

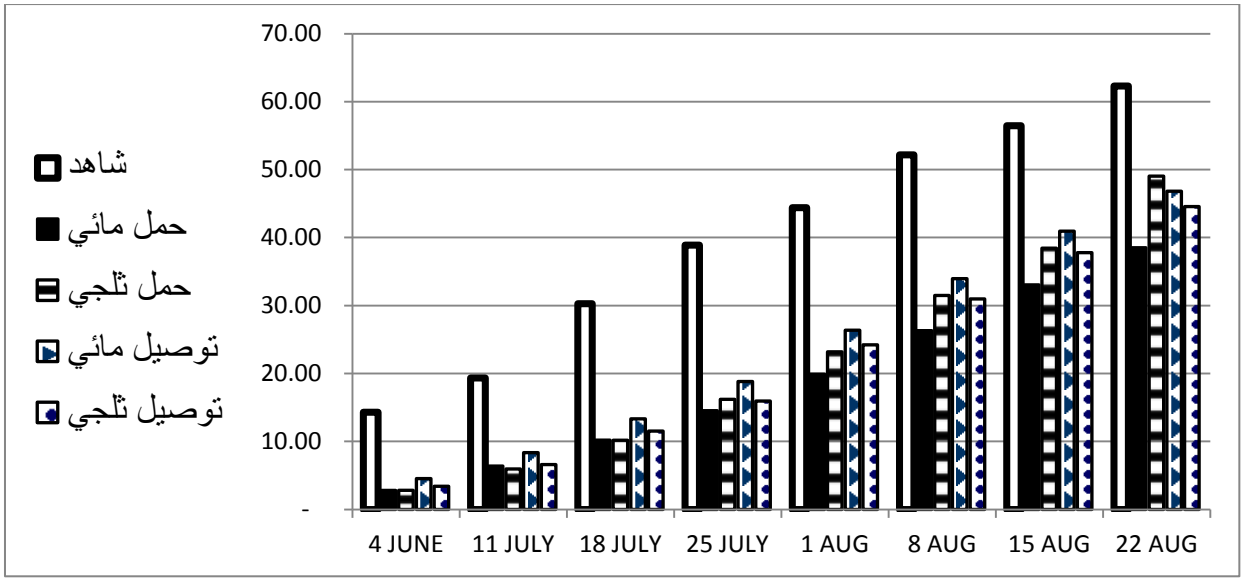
أظهرت النتائج بطء انتقال الحرارة بالتوصيل من ثمار الكرز إلى وسيط التبريد (ماء – ثلج) وهذا يتوافق مع دراسة (Sastry and Baird, 1978) عن طريقة انتقال الحرارة بالتوصيل بالثلج والماء، حيث أظهرت الدراسة على ثمار الفاكهة أن هناك بطء وتأخر في انتقال الطاقة الحرارية من المنتج إلى وسيط التبريد، وهذا يؤثر في زيادة سرعة التغيرات والتفاعلات الكيميائية ونشاط الإنزيمات لذلك لا بد من دراسة معاملات التبريد الأولي المناسبة لإيصال حرارة التبريد بشكل سريع إلى لب الثمار لإيقاف هذه التغيرات.

5. الفقد الطبيعي بالوزن:

يبين كل من الشكلين (16) و(17) تغيرات الفقد الطبيعي بالوزن خلال مدة التخزين لمعاملات التبريد الأولي لثمار الكرز الحلو صنف بينغ خلال 24 ساعة وبعد 48 ساعة من التبريد الأولي على الترتيب. إذ يلاحظ ازدياد نسبة الفقد الوزني للثمار مع زيادة مدة التخزين وحتى نهايته في كلا زمني التبريد، حيث ارتفعت نسبة الفقد الوزني لتصل إلى (54.01)% في ثمار الشاهد و(32.74)% في الثمار المعاملة بالحمل المائي خلال 24 ساعة من القطاف، وإلى (62.29)% في ثمار الشاهد و (38.53)% في الثمار المعاملة بالحمل المائي بعد 48 ساعة من القطاف.



الشكل (16) تغيرات الفقد الطبيعي بوزن الثمار (%) خلال فترة التخزين المبرد والمعاملة بالتبريد الأولي خلال مدة 24 ساعة من القطاف



الشكل (17) تغيرات الفقد الطبيعي بوزن الثمار (%) خلال فترة التخزين المبرد والمعاملة بالتبريد الأولي بعد مدة 48 ساعة من القطاف

ويعزى ازدياد نسبة المواد الصلبة الذائبة بزيادة الفترة التخزينية بأنه مع زيادة مدة التخزين وتقدم عمر الثمار تزداد سرعة تنفسها، ومن ثم تتحلل بعض المركبات المكونة للثمار إلى مركبات أبسط والتي بدورها تزيد من نسبة المواد الصلبة الذائبة فيها (العاني، 1985)، فضلاً عن ذلك فمع زيادة المدة التخزينية للثمار يزداد معدل فقد الماء منها، ومن ثم تتركز الذائبات ضمن الثمار بشكل أكبر الأمر الذي يؤدي إلى ارتفاع نسبة المواد الصلبة الذائبة.

كما تتوافق هذه النتائج مع دراسة (Getinet وزملاؤه، 2008) حيث أوضحت الدراسة أن زيادة شدة الفقد بالوزن في الثمار تزداد طرداً مع طول مدة التخزين.

يبين الجدول (9) تغيرات متوسطات نسبة الفقد الطبيعي بالوزن في ثمار الكرز المخزنة بتغير كل من زمن تطبيق معاملة التبريد وطريقة المعاملة.

حيث بينت نتائج التحليل الإحصائي وجود فروقات معنوية في نسبة الفقد الطبيعي بوزن الثمار بالنسبة لزمن تطبيق المعاملة، وبين طرائق التبريد.

جدول (9) متوسطات الفقد الطبيعي بوزن الثمار (%) بعد شهرين من التخزين المبرد والمعاملة بالتبريد الأولي خلال مدة 24 ساعة وبعد 48 ساعة من القطاف

معاملة التبريد الأولي	زمن تطبيق معاملة التبريد الأولي		متوسط المعاملة
	خلال24 ساعة من القطاف	بعد48 ساعة من القطاف	
الشاهد	25.56	39.76	33.21^{a}
حمل مائي	16.8	18.98	17.89^{c}
حمل ثلجي	18.34	22.17	20.25^{bc}
توصيل مائي	23.82	24.15	23.98^{b}
توصيل ثلجي	18.92	21.88	20.4^{bc}
متوسط المعاملة	20.69^{b}	25.54^{a}	
LSD 5%	بين معاملات التبريد = 4.16		
	بالنسبة للزمن = 2.77		

تشير الأحرف المتشابهة إلى عدم وجود فروق معنوية كما تشير الأحرف المختلفة إلى وجود فروقات معنوية عند مستوى ثقة 95% والترتيب الأبجدي إلى معنوية الفروق بين المعاملات.

يلاحظ انخفاض نسبة الفقد الطبيعي بالوزن بالمقارنة مع الشاهد في زمني التطبيق عند تطبيق جميع المعاملات. تم حساب نسبة الانخفاض في قيم الفقد للمعاملات كنسبة مئوية من قراءة الشاهد كما يلي:

$$\text{الانخفاض في قيم الفقد للمعاملات \%} = 100 - \left(\frac{\text{متوسط فقد الثمار المعاملة بالتبريد} * 100}{\text{متوسط فقد ثمار الشاهد}} \right)$$

وكان الانخفاض بمعدل (34.27, 28.25, 6.81, 26.88)% عند الزمن 24 ساعة، و (52.26, 44.24, 39.26, 44.97)% عند الزمن 48 ساعة للطرق حمل مائي، حمل ثلجي، توصيل مائي، توصيل ثلجي على التوالي.

ووجدت فروقات معنوية بين طرائق التبريد بغض النظر عن زمن تطبيق معاملة التبريد الأولي حيث كانت أعلى نسبة للفقد الطبيعي بالوزن لثمار الشاهد (33.21)%، وكانت معاملة الحمل المائي

الأقل فقداً بوزن الثمار (17.89)% ولم يلاحظ أية فروق معنوية مابين (حمل مائي، حمل ثلجي، توصيل ثلجي)، وكذلك الأمر بين كل من (حمل ثلجي، توصيل ثلجي، توصيل مائي).

ويتضح من الجدول السابق أن قيمة الفقد الوزني كانت أعلى معنوية عند تطبيق المعاملة بعد 48ساعة من القطاف (24.54)% مقارنة بتطبيق المعاملة خلال 24 ساعة من القطاف (20.69)%.

وهذا يتوافق مع ما توصل إليه (Sousa and Ingle, 1989) من أنه في حال التأخير بإجراء معاملات التبريد الأولي للحاصلات البستانية بعد 48 ساعة من القطاف ومقارنتها بمعاملات التبريد خلال 24 ساعة من القطاف تحدث زيادة في شدة النتح ومعدل التنفس، وهذا ما يفسر زيادة نسب الفقد مع زيادة طول مدة التخزين، واختيار الطريقة الأسرع والأنسب في إيصال حرارة التبريد الأولي من المنتج إلى وسيط التبريد.

وتتوافق هذه النتائج مع دراسة (Dincer, 1996) عن ثمار صنف الكرز (لامبرت)، حيث تفوقت المعاملة خلال مدة 24 ساعة من القطاف على الثمار المعاملة بالتبريد الأولي بعد 48 ساعة من القطاف.

ويعود تفوق معاملات التبريد الأولي المباشر (الحمل المائي والثلجي) إلى التأثير في تقليل نسبة الفقد بالوزن للثمار، وإلى زيادة نسبة الرطوبة حول الثمار من جهة، مما يسهم في التقليل من الفرق في ضغط بخار الماء بين الثمار والهواء المحيط، وهذا يقلل من شدة النتح ومن جهة آخرى يقلل من معدل التنفس، فينخفض من معدل هدم المواد الكربوهيدراتية في الثمرة، ومن ثم يحافظ على وزنها(Harvey, 1978).

وتتفق هذه النتيجة مع ما ذكره (Kitinoja وزملاؤه، 2010) بأن تبريد ثمار الفاكهة بالحمل المائي والثلجي يخفض فقد الوزن عند درجة حرارة مياه مبردة تصل إلى 3–2 درجات مئوية.

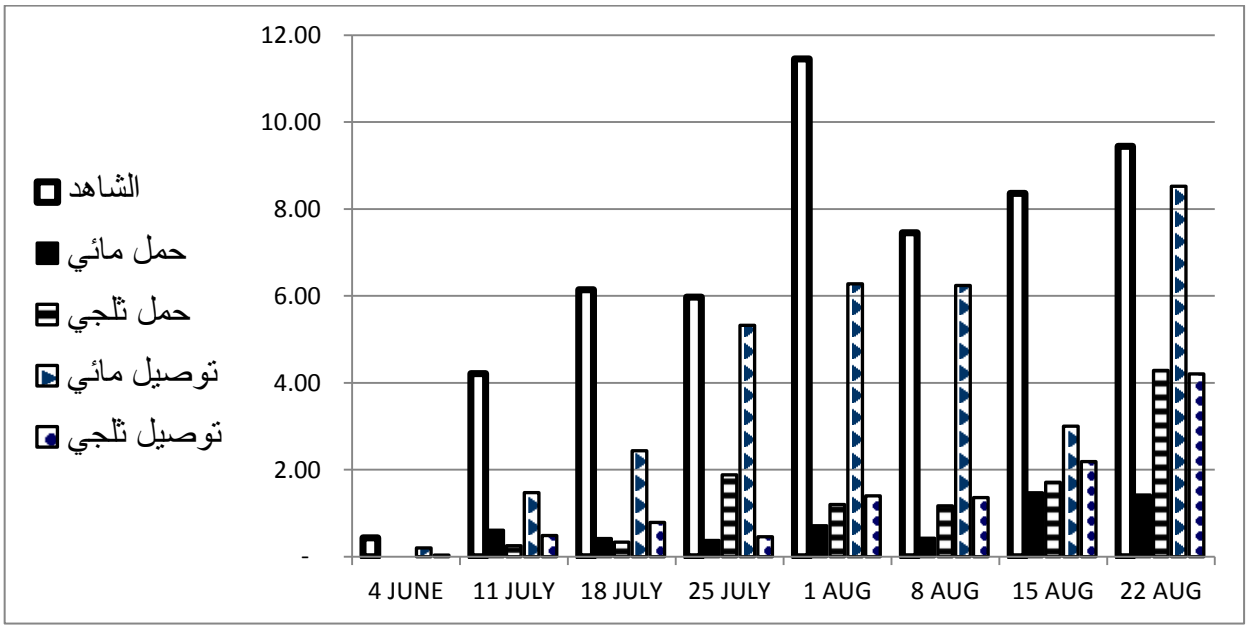
وهذا يتوافق مع ما ذكره (Shewfelt, 1990) بأن معاملات التبريد الأولي بالحمل المائي والثلجي قد حققت أقل نسبة للفقد بالوزن مقارنة بمعاملات التبريد الأولي الآخرى بالتوصيل، وتتوافق النتائج مع ما توصل إليه (Thompson وزملاؤه، 1998)، وذلك في الحصول على أقل

نسبة فقد بالوزن لدى تطبيق معاملات التبريد الأولي بالحمل المائي والثلجي على الحاصلات البستانية، وفي مدى مدة التخزين.

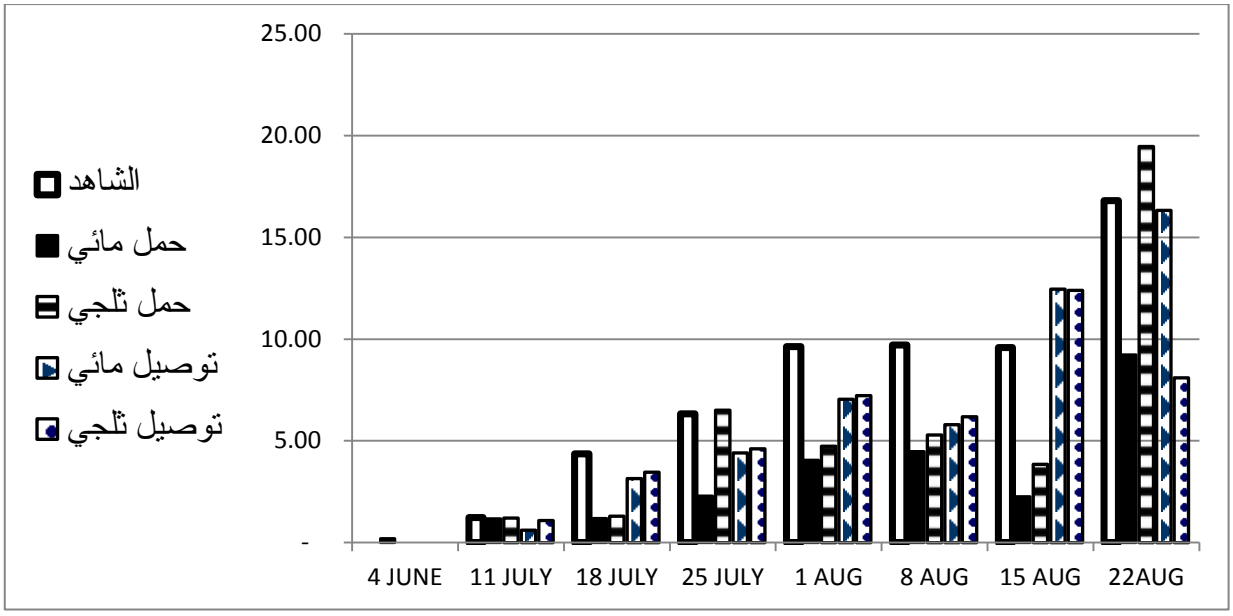
كما تتوافق النتائج مع دراسة (Gormely, 1990) بأن معاملة الثمار بطريقة الحمل المائي تبطىء عمليات النضج وتقلل من الاضطرابات الطبيعية في الثمار المعاملة، ومن ثم تقلل من قيم الفقد بالوزن، في حين لم يكن لمعاملة التبريد الأولي بالتوصيل المائي والثلجي الأثر نفسه الذي تؤثر به معاملات التبريد الأولي المباشر بالماء والثلج في الحفاظ على اقل نسبة فقد بالوزن.

6. الفقد المطلق:

يبين كل من الشكلين (18) و(19) تغيرات نسبة الفقد المطلق خلال مدة التخزين لمعاملات التبريد الأولي لثمار الكرز الحلو صنف بينغ خلال 24 ساعة وبعد 48 ساعة من التبريد الأولي على الترتيب. إذ يلاحظ ازدياد نسبة الفقد المطلق للثمار مع زيادة مدة التخزين وحتى نهايته في كلا زمني التبريد، حيث ارتفعت نسبة الفقد المطلق لتصل إلى (9.44)% في ثمار الشاهد و (1.42)% في الثمار المعاملة بالحمل المائي خلال 24 ساعة من القطاف، وإلى (16.8)% في ثمار الشاهد و (9.22)% في الثمار المعاملة بالحمل المائي بعد 48 ساعة من القطاف.



الشكل (18) تغيرات الفقد المطلق بوزن الثمار (%) خلال فترة التخزين المبرد والمعاملة بالتبريد الأولي خلال مدة 24 ساعة من القطاف



الشكل (19) تغيرات الفقد المطلق بوزن الثمار (%) خلال فترة التخزين المبرد والمعاملة بالتبريد الأولي بعد مدة 48 ساعة من القطاف

يبين الجدول (10) تغيرات متوسطات نسبة الفقد المطلق في ثمار الكرز المخزنة بتغير كل من زمن تطبيق معاملة التبريد وطريقة المعاملة.

حيث بينت نتائج التحليل الإحصائي وجود فروقات معنوية في نسب الفقد المطلق للثمار بالنسبة لزمن تطبيق المعاملة، وبين طرائق التبريد.

جدول (10) متوسطات الفقد المطلق بوزن الثمار (%) بعد شهرين من التخزين المبرد والمعاملة بالتبريد الأولي خلال مدة 24 ساعة وبعد 48 ساعة من القطاف

معاملة التبريد الأولي	زمن تطبيق معاملة التبريد الأولي		متوسط المعاملة
	خلال24 ساعة من القطاف	بعد48 ساعة من القطاف	
الشاهد	5.94	6.41	6.29^{a}
حمل مائي	0.6	2.76	1.68^{c}
حمل ثلجي	1.2	4.71	2.95^{bc}
توصيل مائي	3.72	5.53	4.63^{ab}
توصيل ثلجي	1.21	4.78	3^{bc}
متوسط المعاملة	2.54^{b}	4.87^{a}	
LSD 5%	بين معاملات التبريد = 1.21		
	بالنسبة للزمن = 0.79		

تشير الأحرف المتشابهة إلى عدم وجود فروق معنوية كما تشير الأحرف المختلفة إلى وجود فروقات معنوية عند مستوى ثقة 95% والترتيب الأبجدي إلى معنوية الفروق بين المعاملات.

يلاحظ انخفاض نسبة الفقد المطلق للثمار بالمقارنة مع الشاهد في زمني التطبيق عند تطبيق جميع المعاملات وكان الانخفاض بمعدل (89.9 ,79.8 ,37.37 ,79.63) % عند الزمن 24 ساعة، و(56.94 ,26.52 ,13.73 ,25.43)% عند الزمن 48 ساعة للطرق حمل مائي، حمل ثلجي، توصيل مائي، توصيل ثلجي على التوالي.

ووجدت فروقات معنوية بين طرائق التبريد بغض النظر عن زمن تطبيق معاملة التبريد الأولي حيث كانت أعلى نسبة للفقد المطلق عند ثمار الشاهد (6.29)%، وكانت معاملة الحمل المائي الأقل فقداً (1.68)% ولم يلاحظ أية فروق معنوية مابين (الشاهد، توصيل مائي)، وكذلك الأمر بين كل من (حمل ثلجي، توصيل ثلجي، توصيل مائي) وكذلك بين كل من (توصيل ثلجي، حمل ثلجي، حمل مائي).

ويتضح من الجدول السابق أن قيمة الفقد المطلق الأعلى معنوية كان عند تطبيق المعاملة بعد 48 ساعة من القطاف (4.87)% مقارنة بتطبيق المعاملة خلال 24 ساعة من القطاف (2.54)%.

إن تأخير التبريد يخفض جودة الثمار لثلاث أسباب رئيسية هي السماح لعملية التنفس والتمثيل الغذائي بالاستمرار بمعدل عالٍ، تسريع فقد الماء و زيادة تطور فساد الثمرة، كما أن تأخير التبريد يسمح بزيادة القابلية لأضرار الايتيلين (Thompson وزملاؤه، 2001).

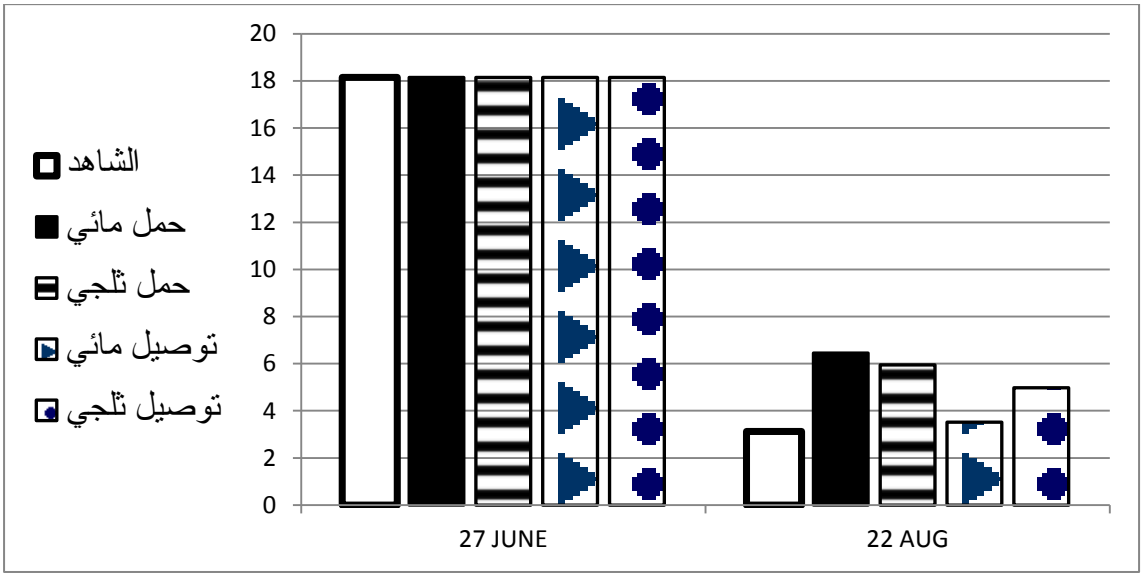
وأجريت دراسة من قبل (Bennett وزملاؤه، 2000) على ثمار صنف الكرز (بوربانك) باستخدام طريقة الغمر بالماء، أدت إلى تقليل التفاعلات الانزيمية التي تسبب التحلل، ومن ثم تقليل معدل التنفس والحد من فقدان الماء، والحد من الذبول وبطء نمو البكتيريا التي تسبب التلف السريع في درجات الحرارة المرتفعة، وتأخير النضج وتبطيئه إذ أن درجات الحرارة المرتفعة تسبب إنتاج الايتلين الذي يسبب نضج الثمار بسرعة.

وهذا يدل على أن معاملة التبريد الأولي كان لها أثر في تخفيض نسبة الفقد المطلق، وهذا يتوافق مع (Anon, 1994) وذلك عند الغمر المباشر بالماء والثلج عدة دقائق لدى ثمار الكرز صنف (بينغ) والذي خفض من نسبة الأمراض الطفيلية، وكذلك يتوافق مع (Anon, 1993) بأن الغمر المباشر لهذه الثمار بالحمل أدى إلى منع تحلل الثمار، ومن ثم إلى تقليل نسبة الإصابة، وكذلك يتوافق مع (Kitinoja وزملاؤه، 2010) إذ تم إثبات استخدام معاملات التبريد الأولي للحد من الإصابات الفطرية، إذ تكون درجة حرارة الماء لا تزيد على 6 درجات مئوية، ولا تقل عن 1 درجة مئوية، ومدة معاملة التبريد الأولي من عدة دقائق إلى عدة ساعات بالغمر المباشر، كما تبين أن معاملات التبريد الأولي بالحمل لثمار الفاكهة عدة دقائق بالغمر المباشر تخفض من نسبة العفن وذلك بحسب دراسة (Perkins, 2012).

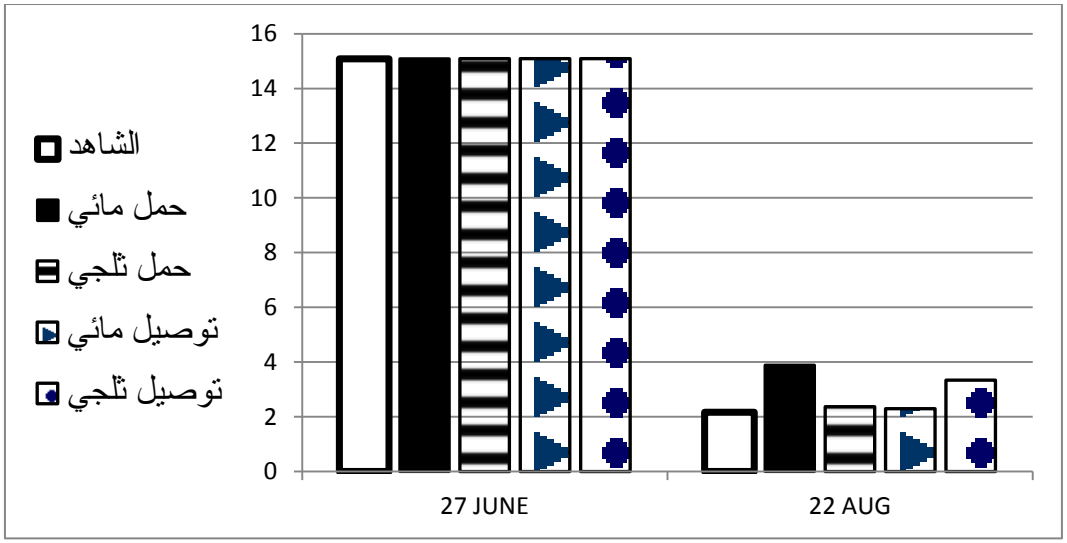
7.صلابة الثمار(نيوتن):

يبين كل من الشكلين (20) و(21) تغيرات صلابة الثمار خلال مدة التخزين لمعاملات التبريد الأولي لثمار الكرز الحلو صنف بينغ خلال 24 ساعة وبعد 48 ساعة من التبريد الأولي على الترتيب. إذ يلاحظ انخفاض الصلابة مع زيادة مدة التخزين وحتى نهايته في كلا زمني التبريد، حيث انخفضت صلابة الثمار من N(18.15) في بداية التخزين لتصل إلى N(3.12) في ثمار الشاهد و N(6.45) في الثمار المعاملة بالحمل المائي خلال 24 ساعة من القطاف، ومن

N(15.09) في بداية التخزين إلى N(2.17) في ثمار الشاهد وN(3.89) في الثمار المعاملة بالحمل المائي بعد 48 ساعة من القطاف.



الشكل (20) تغيرات صلابة الثمار نيوتن خلال فترة التخزين المبرد والمعاملة بالتبريد الأولي خلال مدة 24 ساعة من القطاف



الشكل (21) تغيرات صلابة الثمار نيوتن خلال فترة التخزين المبرد والمعاملة بالتبريد الأولي بعد مدة 48 ساعة من القطاف

تنخفض صلابة الثمار مع تقدم الفترة التخزينية نتيجة لكون الحاصلات البستانية تكون معرضة لتغيرات كيميائية مستمرة بعد الحصاد، هذه التغيرات لا يمكن إيقافها ولكن يمكن إبطاؤها ومن تلك التغيرات الكيميائية تحول المواد البكتينية، وهذه لها علاقة مباشرة بصلابة الثمار، وهذا يعود إلى تأخير عملية التبريد الأولي وفقاً لدراسة (Song and Bangerth, 2000)، ويمكن تفسير نقصان الصلابة بتحلل المواد البكتينية الرابطة بين جدر الخلايا، في حين ظهر تأثير معاملة التبريد الأولي في الحفاظ على متانة الجدر والحفاظ على أقل قيمة فقد في الصلابة حتى نهاية مدة التخزين (العاني، 1985).

يبين الجدول (11) تغيرات متوسطات صلابة الثمار في ثمار الكرز المخزنة بتغير كل من زمن تطبيق معاملة التبريد وطريقة المعاملة.

حيث بينت نتائج التحليل الإحصائي وجود فروقات معنوية في متوسط صلابة الثمار بالنسبة لزمن تطبيق المعاملة، وبين طرائق التبريد.

جدول (11) متوسطات صلابة الثمار نيوتن بعد شهرين من التخزين المبرد والمعاملة بالتبريد الأولي خلال مدة 24 ساعة وبعد 48 ساعة من القطاف

معاملة التبريد الأولي	زمن تطبيق معاملة التبريد الأولي		متوسط المعاملة
	خلال24 ساعة من القطاف	بعد48 ساعة من القطاف	
الشاهد	3.12	2.17	2.68^{b}
حمل مائي	6.45	3.89	5.17^{a}
حمل ثلجي	5.95	2.37	4.16^{ab}
توصيل مائي	3.52	2.3	2.91^{b}
توصيل ثلجي	4.98	3.34	4.16^{ab}
متوسط المعاملة	4.97^{a}	2.81^{b}	
LSD 5%	بين معاملات التبريد = 1.05		
	بالنسبة للزمن = 0.53		

تشير الأحرف المتشابهة إلى عدم وجود فروق معنوية كما تشير الأحرف المختلفة إلى وجود فروقات معنوية عند مستوى ثقة 95% والترتيب الأبجدي إلى معنوية الفروق بين المعاملات.

يلاحظ أن صلابة الثمار لمعاملات التبريد حافظت على قيم أعلى بالمقارنة مع الشاهد في زمني التطبيق عند تطبيق جميع المعاملات وكانت الزيادة بمعدل (106.7 ,90.71 ,12.82 ,59.62)% عند الزمن 24 ساعة، و (79.26 ,9.22 ,5.99 ,53.92)% عند الزمن 48 ساعة للطرق حمل مائي، حمل ثلجي، توصيل مائي، توصيل ثلجي على التوالي.

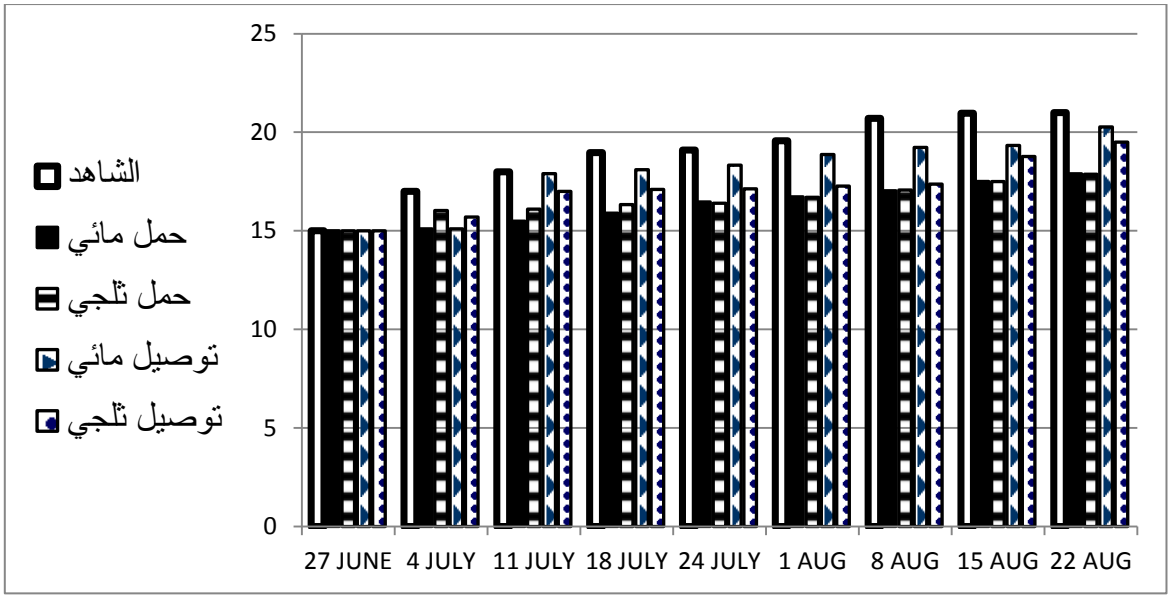
ووجدت فروقات معنوية بين طرائق التبريد بغض النظر عن زمن تطبيق معاملة التبريد الأولي حيث كانت أعلى قيمة لصلابة الثمار عند معاملة الحمل المائي (5.17)N، وكانت ثمار الشاهد الأقل صلابة (2.68)N ولم يلاحظ أية فروق معنوية مابين (حمل مائي، حمل ثلجي، توصيل ثلجي)، وكذلك الأمر بين كل من (حمل ثلجي، توصيل ثلجي، الشاهد).

ويتضح من الجدول السابق أن درجة الصلابة الأعلى معنوية كانت عند تطبيق المعاملة خلال 24 ساعة من القطاف (4.97)N مقارنة بتطبيق المعاملة بعد 48 ساعة من القطاف (2.81)N.

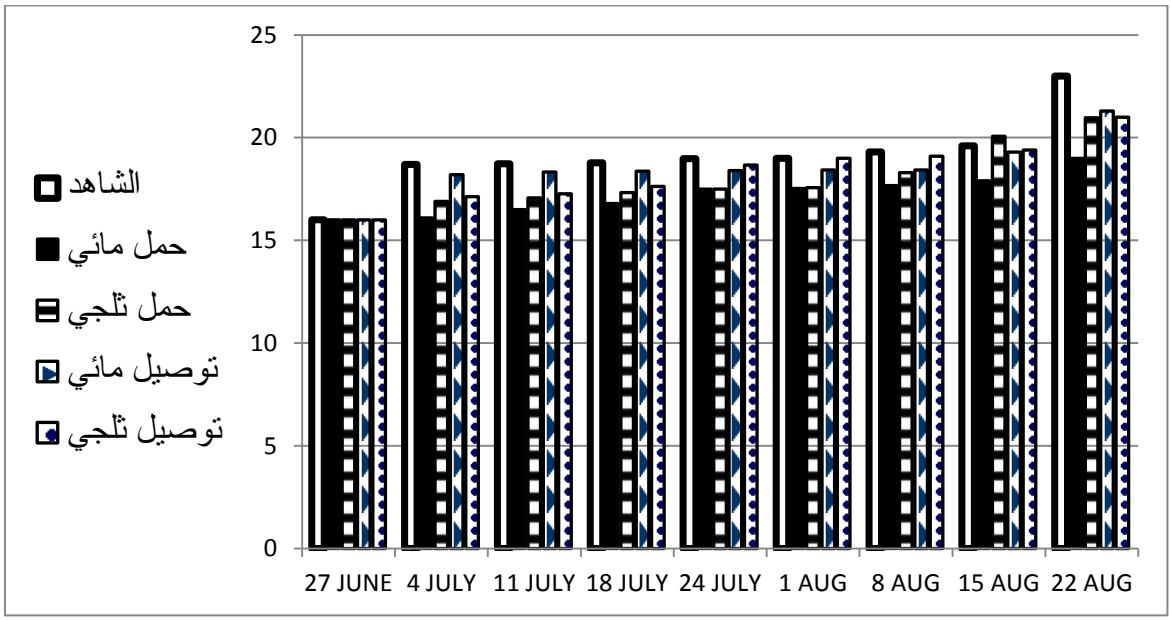
وتتوافق نتائج الدراسة في تفوق صلابة الثمار المعاملة بالتبريد المباشر مع دراسة (Dincer, 1996) عن ثمار صنف الكرز (لامبرت)، إذ أجريت التجربة على معاملات التبريد الأولي المباشر وغير المباشر خلال مدة 24 وبعد 48 ساعة من القطاف، ودلت نتائج تجربته على وجود تفوق معنوي لصلابة الثمار المعاملة بتبريد أولي مباشر خلال مدة 24 ساعة من القطاف مقارنة بصلابة الثمار المعاملة بتبريد أولي غير مباشر.

8. نسبة المواد الصلبة الذائبة الكلية%:

يبين كل من الشكلين (22) و(23) تغيرات نسبة المواد الصلبة الذائبة خلال مدة التخزين لمعاملات التبريد الأولي لثمار الكرز الحلو صنف بينغ خلال 24 ساعة وبعد 48 ساعة من التبريد الأولي على الترتيب. إذ يلاحظ ازدياد نسبة المواد الصلبة الذائبة للثمار مع زيادة مدة التخزين وحتى نهايته في كلا زمني التبريد، حيث ارتفعت نسبة المواد الصلبة الذائبة من (15)% في بداية التخزين لتصل إلى (21)% في ثمار الشاهد و(17.9)% في الثمار المعاملة بالحمل المائي خلال 24 ساعة من القطاف، ومن (16)% في بداية التخزين إلى (23)% في ثمار الشاهد و(19)% في الثمار المعاملة بالحمل المائي بعد 48 ساعة من القطاف.



الشكل (22) تغيرات نسبة المواد الصلبة الذائبة للثمار خلال فترة التخزين المبرد والمعاملة بالتبريد الأولي خلال مدة 24 ساعة من القطاف



الشكل (23) تغيرات نسبة المواد الصلبة الذائبة للثمار خلال فترة التخزين المبرد والمعاملة بالتبريد الأولي بعد مدة 48 ساعة من القطاف

ويعزى ازدياد نسبة المواد الصلبة الذائبة بزيادة الفترة التخزينية بأنه مع زيادة مدة التخزين وتقدم عمر الثمار تزداد سرعة تنفسها، ومن ثم تتحلل بعض المركبات المكونة للثمار إلى مركبات أبسط والتي بدورها تزيد من نسبة المواد الصلبة الذائبة فيها (العاني، 1985)، فضلاً عن ذلك فمع زيادة

المدة التخزينية للثمار يزداد معدل فقد الماء منها، ومن ثم تتركز الذائبات ضمن الثمار بشكل أكبر الأمر الذي يؤدي إلى ارتفاع نسبة المواد الصلبة الذائبة.

كما تتوافق هذه النتائج مع دراسة (Getinet وزملاؤه، 2008) حيث أوضحت الدراسة أن زيادة شدة الفقد بالوزن في الثمار تزداد طرداً مع طول مدة التخزين.

جدول (12) متوسطات نسبة المواد الصلبة الذائبة للثمار (%) بعد شهرين من التخزين المبرد والمعاملة بالتبريد الأولي خلال مدة 24 ساعة وبعد 48 ساعة من القطاف

معاملة التبريد الأولي	زمن تطبيق معاملة التبريد الأولي		متوسط المعاملة
	خلال24 ساعة من القطاف	بعد48 ساعة من القطاف	
الشاهد	18.92	19.12	19.1^{a}
حمل مائي	16.35	17.22	16.78^{d}
حمل ثلجي	16.56	17.97	17.26^{cd}
توصيل مائي	18.01	18.53	18.27^{b}
توصيل ثلجي	17.2	18.36	17.78^{bc}
متوسط المعاملة	17.43^{b}	18.24^{a}	
LSD 5%	بين معاملات التبريد = 0.4		
	بالنسبة للزمن = 0.28		

تشير الأحرف المتشابهة إلى عدم وجود فروق معنوية كما تشير الأحرف المختلفة إلى وجود فروقات معنوية عند مستوى ثقة 95% والترتيب الأبجدي إلى معنوية الفروق بين المعاملات.

يبين الجدول (12) تغيرات متوسطات نسبة المواد الصلبة الذائبة في ثمار الكرز المخزنة بتغير كل من زمن تطبيق معاملة التبريد وطريقة المعاملة.

حيث بينت نتائج التحليل الإحصائي وجود فروقات معنوية في نسب المواد الصلبة الذائبة بالنسبة لزمن تطبيق المعاملة، وبين طرائق التبريد.

يلاحظ انخفاض نسبة المواد الصلبة الذائبة لمعاملات التبريد بالمقارنة مع الشاهد في زمني التطبيق عند تطبيق جميع المعاملات وكان الانخفاض بمعدل (13.58, 12.47, 4.81, 9.09) %

عند الزمن 24 ساعة، و (3.97, 3.09, 6.01, 9.94)% عند الزمن 48 ساعة للطرق حمل مائي، حمل ثلجي، توصيل مائي، توصيل ثلجي على التوالي.

ووجدت فروقات معنوية بين طرائق التبريد بغض النظر عن زمن تطبيق معاملة التبريد الأولي حيث كان أعلى تركيز للمواد الصلبة الذائبة عند ثمار الشاهد (19.1%)، وكانت معاملة الحمل المائي الأقل تركيزاً (16.78%) ولم يلاحظ أية فروق معنوية مابين (توصيل ثلجي، حمل ثلجي)، (توصيل ثلجي، توصيل مائي)، (حمل مائي، حمل ثلجي).

ويتضح من الجدول السابق أن نسبة المواد الصلبة الذائبة كانت أعلى معنوية عند تطبيق المعاملة بعد 48 ساعة من القطاف (18.24%) مقارنة بتطبيق المعاملة خلال 24 ساعة من القطاف (17.43%).

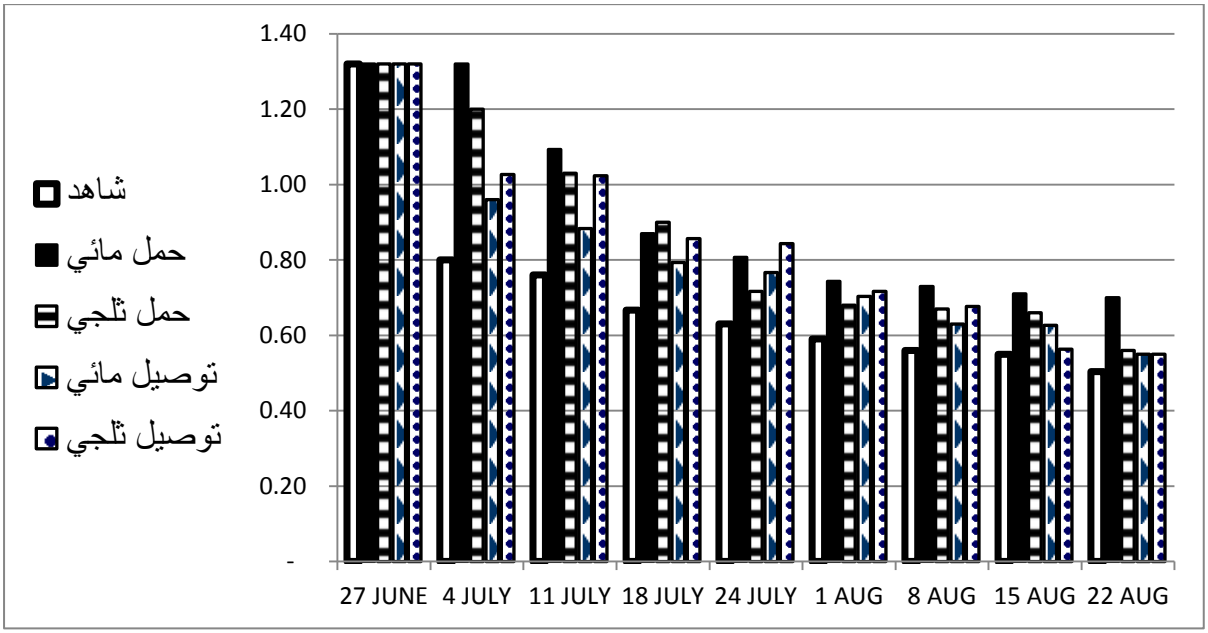
تزداد المواد الصلبة الذائبة بشكل عام مع التقدم في النضج وخلال التخزين. ويمكن أن تعزى زيادة المواد الصلبة الذائبة إلى تحلل النشاء إلى سكريات أو إلى تحلل السكريات المتعددة من جدار الخلية. إن الانخفاض الملحوظ في زيادة المواد الصلبة الذائبة خلال التخزين المبرد يمكن أن يعزى إلى تباطؤ أنشطة التمثيل الغذائي التي تؤدي إلى زيادة المواد الصلبة الذائبة خلال التخزين (Rab وزملاؤه، 2013).

كما كان التبريد المائي ذو تأثير إيجابي على ثمار الكرز الحلو صنف Ambrunés في تأخير الشيخوخة وإطالة العمر التخزيني للثمرة والتقليل من فقدان الجودة، وأيضاً الإبطاء في استقلاب السكر، والحفاظ على مستويات الغلوكوز والسوربتول أثناء التخزين على حرارة 0مْ (Alique وزملاؤه، 2005).

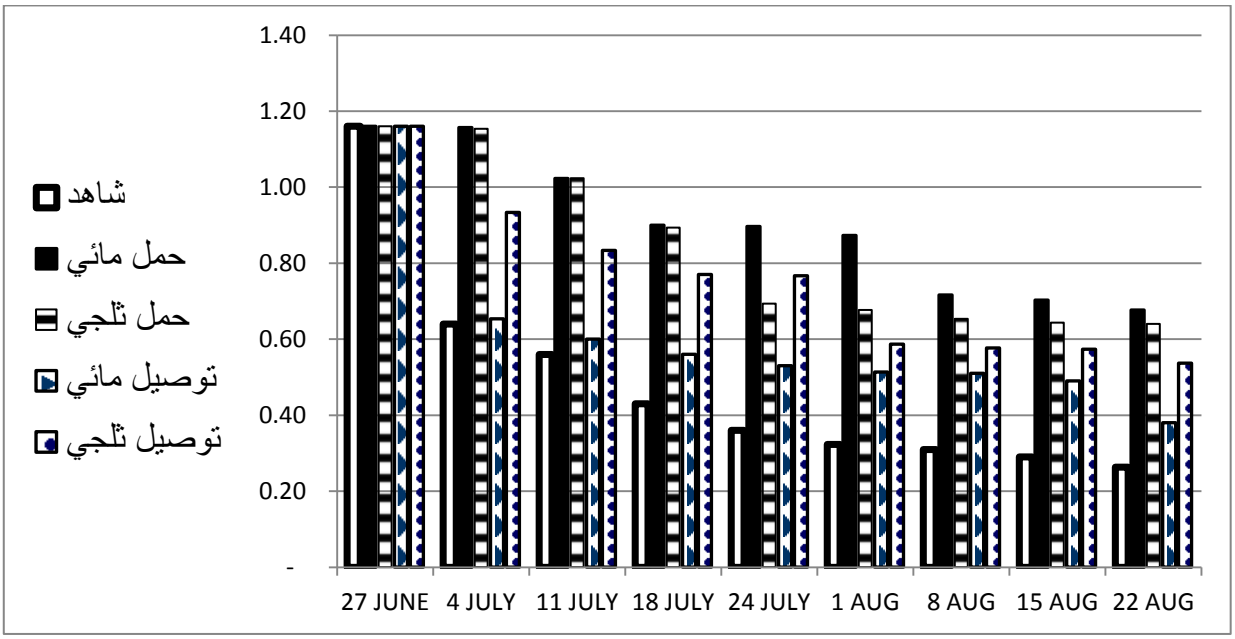
9. نسبة الأحماض القابلة للمعايرة% :

يبين كل من الشكلين (24) و(25) تغيرات نسبة الأحماض القابلة للمعايرة خلال مدة التخزين لمعاملات التبريد الأولي لثمار الكرز الحلو صنف بينغ خلال 24 ساعة وبعد 48 ساعة من التبريد الأولي على الترتيب. إذ يلاحظ انخفاض نسبة الحموضة للثمار مع زيادة مدة التخزين وحتى نهايته في كلا زمني التبريد، حيث انخفضت نسبة الحموضة من (1.32)% في بداية التخزين لتصل إلى (0.5)% في ثمار الشاهد و(0.7)% في الثمار المعاملة بالحمل المائي خلال 24 ساعة من

القطاف، ومن (1.16)% في بداية التخزين إلى (0.26)% في ثمار الشاهد و (0.68)% في الثمار المعاملة بالحمل المائي بعد 48 ساعة من القطاف.



الشكل (24) تغيرات نسبة الأحماض الكلية للثمار خلال فترة التخزين المبرد والمعاملة بالتبريد الأولي خلال مدة 24 ساعة من القطاف



الشكل (25) تغيرات نسبة الأحماض الكلية للثمار خلال فترة التخزين المبرد والمعاملة بالتبريد الأولي بعد مدة 48 ساعة من القطاف

ويعزى انخفاض نسبة الأحماض القابلة للمعايرة بأنه كلما طالت المدة التخزينية لثمار الكرز يزداد هدم الأحماض العضوية ضمن الثمرة المخزنة نتيجة للعمليات الاستقلابية التي تتم داخلها، تأتي هذه النتيجة متفقة مع ما ذكره (Crisosto وزملاؤه a، 2003; Crisosto وزملاؤه b، 2003).

يبين الجدول (13) تغيرات متوسطات نسبة الأحماض القابلة للمعايرة في ثمار الكرز المخزنة بتغير كل من زمن تطبيق معاملة التبريد وطريقة المعاملة.

حيث بينت نتائج التحليل الإحصائي وجود فروقات معنوية في نسب الأحماض القابلة للمعايرة بالنسبة لزمن تطبيق المعاملة، وبين طرائق التبريد.

جدول (13) متوسطات نسبة الأحماض الكلية للثمار (%) بعد شهرين من التخزين المبرد والمعاملة بالتبريد الأولي خلال مدة 24 ساعة وبعد 48 ساعة من القطاف

معاملة التبريد الأولي	زمن تطبيق معاملة التبريد الأولي		متوسط المعاملة
	خلال24 ساعة من القطاف	بعد48 ساعة من القطاف	
الشاهد	0.71	0.48	0.58^{d}
حمل مائي	0.92	0.9	0.91^{a}
حمل ثلجي	0.86	0.84	0.85^{ab}
توصيل مائي	0.8	0.6	0.7^{c}
توصيل ثلجي	0.84	0.75	0.79^{b}
متوسط المعاملة	0.82^{a}	0.71^{b}	
LSD 5%	بين معاملات التبريد = 0.06		
	بالنسبة للزمن = 0.04		

تشير الأحرف المتشابهة إلى عدم وجود فروق معنوية كما تشير الأحرف المختلفة إلى وجود فروقات معنوية عند مستوى ثقة 95% والترتيب الأبجدي إلى معنوية الفروق بين المعاملات.

يلاحظ أن الأحماض القابلة للمعايرة لمعاملات التبريد حافظت على نسبة أعلى بالمقارنة مع الشاهد في زمني التطبيق عند تطبيق جميع المعاملات وكانت الزيادة بمعدل (18.31, 12.68,

21.13, 29.58)% عند الزمن 24 ساعة، و (56.25, 25, 75, 87.5)% عند الزمن 48 ساعة للطرق حمل مائي، حمل ثلجي، توصيل مائي، توصيل ثلجي على التوالي.

ووجدت فروقات معنوية بين طرائق التبريد بغض النظر عن زمن تطبيق معاملة التبريد الأولي حيث كانت أعلى نسبة للأحماض القابلة للمعايرة عند معاملة الحمل المائي (0.91%)، وكانت أقل نسبة عند ثمار الشاهد (0.58%) ولم يلاحظ أية فروق معنوية مابين (حمل مائي، حمل ثلجي، توصيل ثلجي).

ويتضح من الجدول السابق أن نسبة الأحماض القابلة للمعايرة كانت أعلى معنوية عند تطبيق المعاملة خلال 24 ساعة من القطاف (0.82%) مقارنة بتطبيق المعاملة بعد 48 ساعة من القطاف (0.71%).

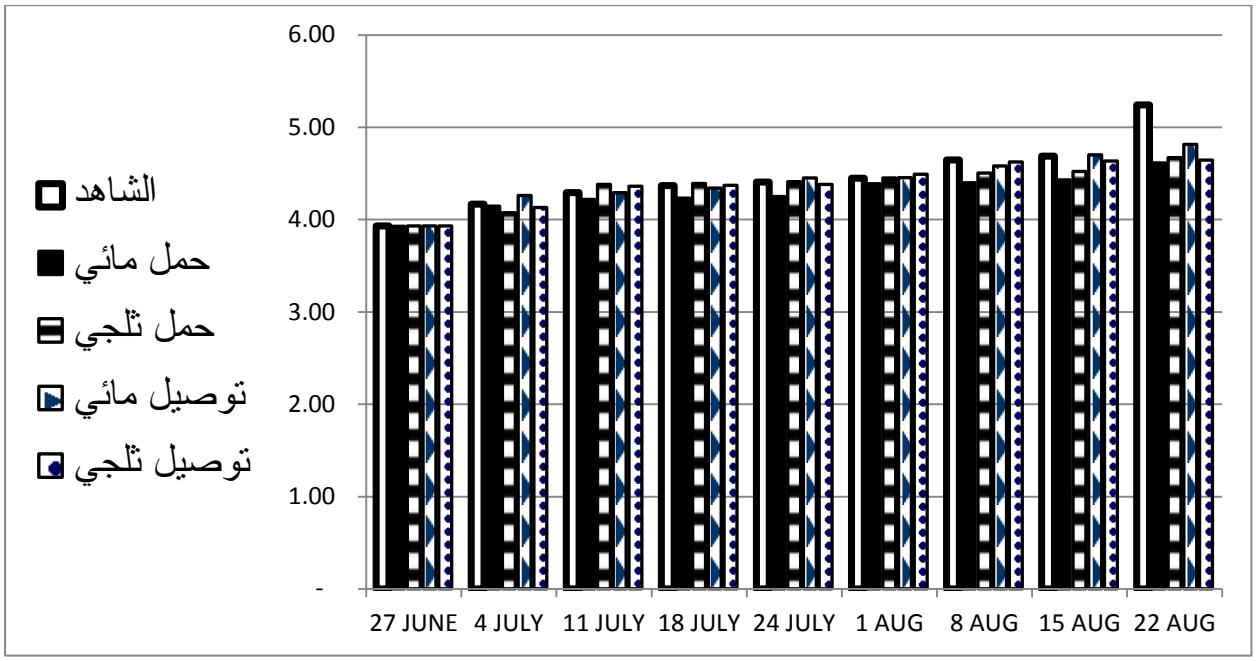
وهذا يتوافق مع دراسة (Bernalte وزملاؤه، 2003) على تأثير تأخير التبريد الأولي على جودة الكرز الحلو صنف Van ، أثناء وبعد التخزين. حيث تم الإبقاء على الثمار الطازجة بعد حصادها في درجة حرارة 22 درجة مئوية لفترات مختلفة، 15،25 ساعة قبل نقلها للمخزن المبرد، بعد ذلك تم وضعها في وحدة الهواء القسري على حرارة 4 درجة مئوية، ثم خزنت لـــ 14 يوم على حرارة 1 مْ ورطوبة نسبية 95%-90. حيث حافظت العينة التي تم تأخير تبريدها 15 ساعة فقط على نسبة أعلى من الأحماض الكلية، وقيمة صلابة أعلى.

ويمكن أن يعزى ارتفاع نسبة المواد الصلبة الذائبة وانخفاض الأحماض الكلية في الثمار المعاملة بطريقة التبريد الأولي بالتوصيل المائي والثلجي إلى ازدياد معدل فقد الماء من الثمار خلال التخزين، وتدهور جودة الحاصلات البستانية، وفقد القوام والقيمة الغذائية والوزن، ولوحظ أنها طريقة بطيئة في إيصال حرارة التبريد من المنتج إلى وسيط التبريد، ومن ثم هناك تأخير وبطء في إيقاف التفاعلات الحيوية التي تسبب تلفاً للثمار بعد الحصاد (DeEll وزملاؤه، 2000).

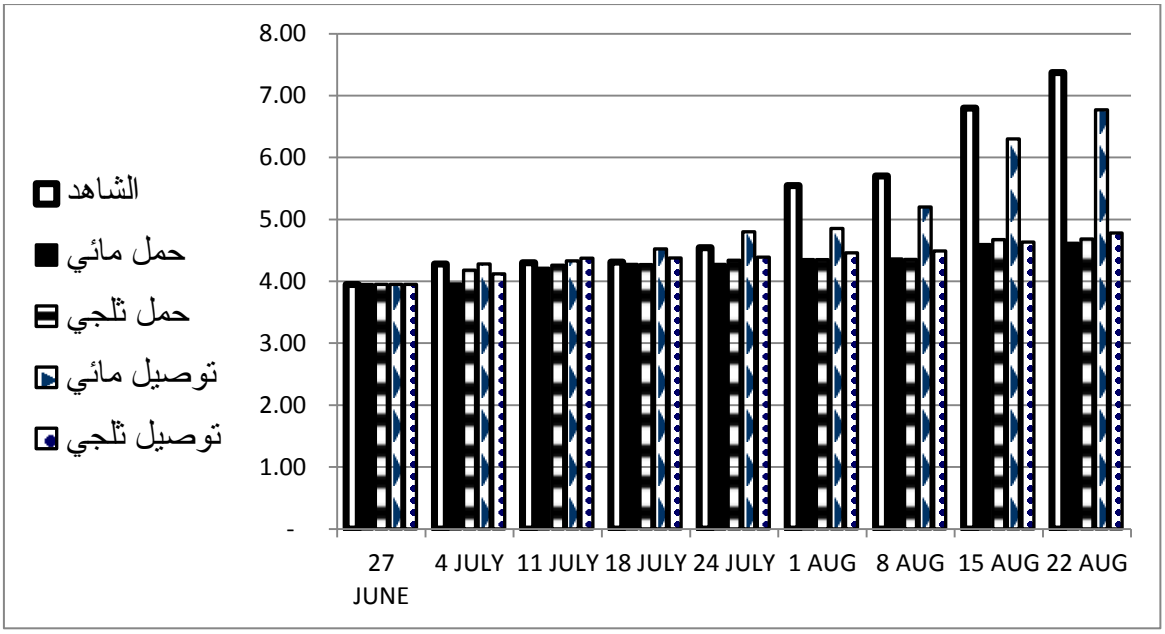
وكذلك تتوافق نتائجه مع دراسة (Sivakumar and Korsten, 2007) على ثمار الخوخ التي أبدت نتائجها تأثيراً إيجابياً باستعمال معاملات التبريد الأولي بالحمل المائي و الثلجي، إذ حافظت على أقل نسبة ارتفاع في نسبة المواد الصلبة الذائبة خلال 24 ساعة، في حين استمر ارتفاع النسب بتأثير معاملات التبريد الأولي بالتوصيل المائي والثلج بعد مدة 48 ساعة من القطاف.

10. رقم الحموضة:

يبين كل من الشكلين (26) و(27) تغيرات رقم الحموضة خلال مدة التخزين لمعاملات التبريد الأولي لثمار الكرز الحلو صنف بينغ خلال 24 ساعة وبعد 48 ساعة من التبريد الأولي على الترتيب. إذ يلاحظ ازدياد رقم حموضة الثمار (pH) مع زيادة مدة التخزين وحتى نهايته في كلا زمني التبريد، حيث ارتفع رقم الحموضة (pH) من (3.93) في بداية التخزين ليصل إلى (5.24) في ثمار الشاهد و (4.61) في الثمار المعاملة بالحمل المائي خلال 24 ساعة من القطاف، ومن (3.95) في بداية التخزين إلى (7.37) في ثمار الشاهد و(4.61) في الثمار المعاملة بالحمل المائي بعد 48 ساعة من القطاف.



الشكل (26) تغيرات رقم الحموضة للثمار خلال فترة التخزين المبرد والمعاملة بالتبريد الأولي خلال مدة 24 ساعة من القطاف



الشكل (27) تغيرات رقم الحموضة للثمار خلال فترة التخزين المبرد والمعاملة بالتبريد الأولي بعد مدة 48 ساعة من القطاف

يبين الجدول (14) تغيرات متوسطات رقم الحموضة في ثمار الكرز المخزنة بتغير كل من زمن تطبيق معاملة التبريد وطريقة المعاملة.

حيث بينت نتائج التحليل الإحصائي وجود فروقات معنوية في رقم الحموضة بالنسبة لزمن تطبيق المعاملة، وبين طرائق التبريد.

جدول (14) متوسطات رقم الحموضة للثمار بعد شهرين من التخزين المبرد والمعاملة بالتبريد الأولي خلال مدة 24 ساعة وبعد 48 ساعة من القطاف

معاملة التبريد الأولي	زمن تطبيق معاملة التبريد الأولي		متوسط المعاملة
	خلال24 ساعة من القطاف	بعد48 ساعة من القطاف	
الشاهد	4.47	5.2	4.85^{a}
حمل مائي	4.29	4.29	4.28^{b}
حمل ثلجي	4.37	4.34	4.35^{b}
توصيل مائي	4.42	5	4.71^{a}
توصيل ثلجي	4.4	4.4	4.4^{b}
متوسط المعاملة	4.39^{b}	4.64^{a}	
LSD 5%	بين معاملات التبريد = 0.15		
	بالنسبة للزمن = 0.1		

تشير الأحرف المتشابهة إلى عدم وجود فروق معنوية كما تشير الأحرف المختلفة إلى وجود فروقات معنوية عند مستوى ثقة 95% والترتيب الأبجدي إلى معنوية الفروق بين المعاملات.

يلاحظ انخفاض رقم الحموضة لمعاملات التبريد بالمقارنة مع الشاهد في زمني التطبيق عند تطبيق جميع المعاملات وكان الانخفاض بمعدل (4.03 ,2.24 ,6.75 ,1.57) % عند الزمن 24 ساعة.

و(17.5 ,16.54 ,3.85 ,15.38)% عند الزمن 48 ساعة للطرق حمل مائي، حمل ثلجي، توصيل مائي، توصيل ثلجي على التوالي.

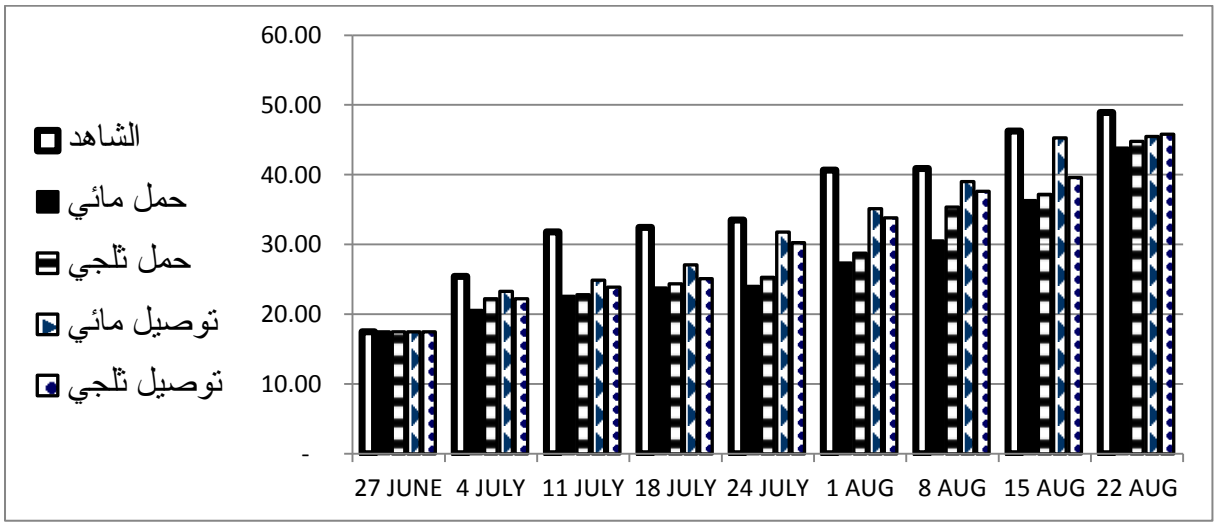
ووجدت فروقات معنوية بين طرائق التبريد بغض النظر عن زمن تطبيق معاملة التبريد الأولي حيث كان أكبر رقم الحموضة عند ثمار الشاهد (4.85)، وكانت الثمار المعاملة بالحمل المائي ذات رقم الحموضة الأقل (4.28) ولم يلاحظ أية فروق معنوية مابين (الشاهد، توصيل مائي)، وكذلك الأمر مابين كل من (حمل مائي، حمل ثلجي، توصيل ثلجي).

ويتضح من الجدول السابق أن رقم الحموضة الأعلى معنوية كان عند تطبيق المعاملة بعد 48 ساعة من القطاف (4.64) مقارنة بتطبيق المعاملة خلال 24 ساعة من القطاف (4.39).

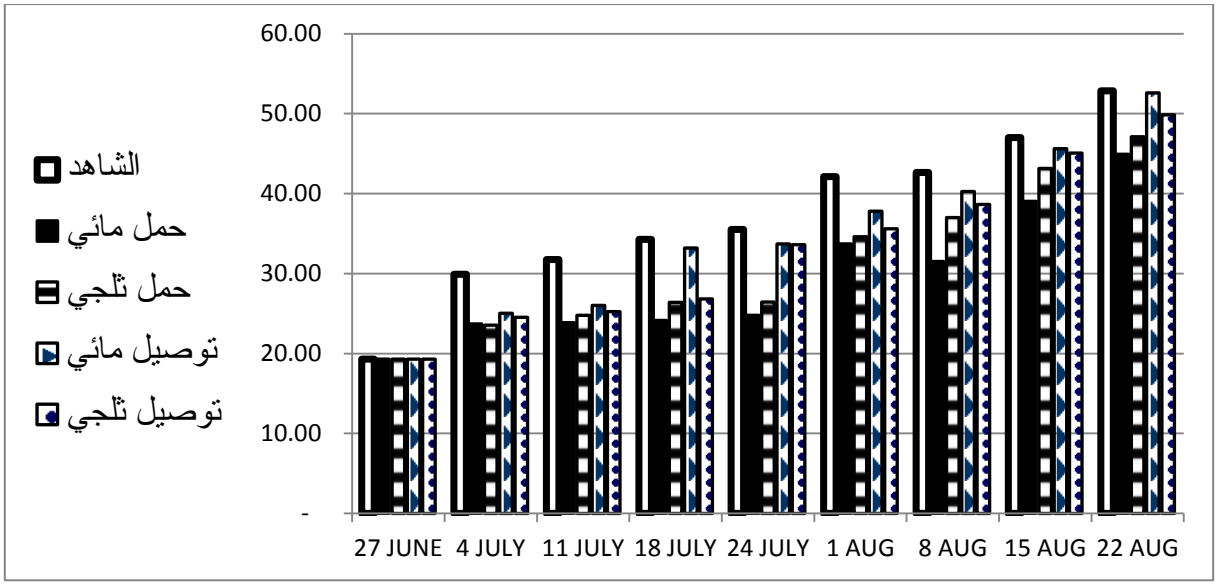
يتأثر رقم الحموضة بشكل ملحوظ بمعاملة التبريد الأولي. حيث يؤدي التبريد الأولي إلى انخفاض ملحوظ في زيادة رقم الحموضة. وتنتج حموضة الثمار عن الأحماض العضوية المختلفة والتي يتم استهلاكها خلال التنفس، لهذا تنخفض هذه الأحماض مع تقدم النضج أو زيادة مدة التخزين مترافقة مع زيادة في الرقم الهيدروجيني. لهذا يخفض التبريد الأولي معدل إنتاج الايتلين والنضج لذا يكون الرقم الهيدروجيني أخفض في الثمار المعاملة بالتبريد الأولي (Rab وزملاؤه، 2013).

11. تغيرات فيتامين C (مغ/ 100 مل):

يبين كل من الشكلين (28) و(29) تغيرات نسبة فيتامين C خلال مدة التخزين لمعاملات التبريد الأولي لثمار الكرز الحلو صنف بينغ خلال 24 ساعة وبعد 48 ساعة من التبريد الأولي على الترتيب. إذ يلاحظ ازدياد نسبة فيتامين C للثمار مع زيادة مدة التخزين وحتى نهايته في كلا زمني التبريد، حيث ارتفعت نسبة فيتامين C من (17.5) مغ/100مل في بداية التخزين لتصل إلى (35.27) مغ/100مل في ثمار الشاهد و(27.38) مغ/100مل في الثمار المعاملة بالحمل المائي خلال 24 ساعة من القطاف، ومن(19.3) مغ/100مل في بداية التخزين إلى (52.85) مغ/100مل في ثمار الشاهد و(44.95) مغ/100مل في الثمار المعاملة بالحمل المائي بعد 48 ساعة من القطاف.



الشكل (28) تغيرات كمية فيتامين C للثمار (مغ/100 مل) خلال فترة التخزين المبرد والمعاملة بالتبريد الأولي خلال مدة 24 ساعة من القطاف



الشكل (29) تغيرات كمية فيتامين C للثمار (مغ/100 مل) خلال فترة التخزين المبرد والمعاملة بالتبريد الأولي بعد مدة 48 ساعة من القطاف

يبين الجدول (15) تغيرات متوسطات نسبة فيتامين C في ثمار الكرز المخزنة بتغير كل من زمن تطبيق معاملة التبريد وطريقة المعاملة.

جدول (15) متوسطات كمية فيتامينC (مغ/100 مل) في الثمار بعد شهرين من التخزين المبرد والمعاملة بالتبريد الأولي خلال مدة 24 ساعة وبعد 48 ساعة من القطاف

معاملة التبريد الأولي	زمن تطبيق معاملة التبريد الأولي		متوسط المعاملة
	خلال24 ساعة من القطاف	بعد48 ساعة من القطاف	
الشاهد	35.27	37.26	36.62^{a}
حمل مائي	27.38	29.45	28.41^{d}
حمل ثلجي	28.71	31.37	30.04^{cd}
توصيل مائي	32.18	34.84	33.51^{ab}
توصيل ثلجي	30.66	33.19	31.92^{bc}
متوسط المعاملة	30.94^{b}	33.22^{a}	
LSD 5%	بين معاملات التبريد = 2.44		
	بالنسبة للزمن = 1.59		

تشير الأحرف المتشابهة إلى عدم وجود فروق معنوية كما تشير الأحرف المختلفة إلى وجود فروقات معنوية عند مستوى ثقة 95% والترتيب الأبجدي إلى معنوية الفروق بين المعاملات.

حيث بينت نتائج التحليل الإحصائي وجود فروقات معنوية في نسب فيتامين C بالنسبة لزمن تطبيق المعاملة، وبين طرائق التبريد.

يلاحظ انخفاض نسبة فيتامين C لمعاملات التبريد بالمقارنة مع الشاهد في زمني التطبيق عند تطبيق جميع المعاملات وكان الانخفاض بمعدل (22.37, 18.6, 8.76, 13.07)% عند الزمن 24 ساعة. و(20.96, 15.81, 6.49, 10.92)% عند الزمن 48 ساعة للطرق حمل مائي، حمل ثلجي، توصيل مائي، توصيل ثلجي على التوالي.

ووجدت فروقات معنوية بين طرائق التبريد بغض النظر عن زمن تطبيق معاملة التبريد الأولي حيث كانت أعلى نسبة لفيتامين C عند ثمار الشاهد (36.62) مغ/100مل، وكانت معاملة الحمل المائي الأقل نسبة بفيتامين C (28.41) مغ/100مل ولم يلاحظ أية فروق معنوية مابين معاملات (حمل ثلجي، توصيل ثلجي، توصيل مائي).

ويتضح من الجدول السابق أن نسبة فيتامين C الأعلى معنوية كانت عند تطبيق المعاملة بعد 48 ساعة من القطاف (33.22) مغ/100م مقارنة بتطبيق المعاملة خلال 24 ساعة من القطاف (30.94) مغ/100مل.

تتوافق نتائج التجربة مع دراسة (Zhu وزملاؤه، 2016) على تأثير التخزين المبرد على تسعة من الفيتامينات المنحلة بالماء لسبع أصناف من الكيوي *Actinidia chinensi*. تم جمع عينات الثمار في ثلاث أوقات خلال التخزين المبرد، (اليوم الأول وبعد 30 يوم من التخزين، وعندما أصبحت الثمار قابلة للأكل).
وجد أن محتوى فيتامين C في معظم الأصناف يرتفع خلال التخزين المبرد، حيث يختلف محتوى الفيتامين بشكل ملحوظ بين أصناف الكيوي اعتماداً على اختلاف مدة التخزين المبرد.
تم العثور على هذه الظاهرة أيضاً في أوراق البازلاء، وربما يرجع ذلك إلى نموذج منضم من فيتامين C يتحرر في ثلاث أقات مختلفة، وبالمثل، فإن الآثار المترتبة على التخزين المبرد للفيتامينات القابلة للانحلال في الماء لم تكن مماثلة لتلك التي ظهرت في عصير الفواكه، ربما يرجع ذلك إلى أن الفيتامينات المنحلة بالماء في المواد النباتية الحية تملك تغيرات في النشاط في *Actinidia chinensis* خلال التخزين المبرد (Zhu وزملاؤه، 2016).

كما تفيد دراسة (Rapisarda وزملاؤه، 2008) عن تأثير التخزين المبرد على مضادات الأكسدة ونشاطها في خمسة أصناف للبرتقال Osbeck *Citrus sinensis (L.)* ، ثلاثة أصناف من البرتقال الدموي ('Moro' , 'Tarocco Meli' ,'Tarocco Messina')، وصنفين من البرتقال الأشقر('Valencia late' , 'Ovale') ، خزنت على حرارة 6-1 درجات مئوية لـــ 65 يوم. خلال تخزين الثمار، أظهرت النتائج انخفاض طفيف في فيتامين C في البرتقال الدموي، بينما أدى التخزين المبرد إلى زيادة فيتامين C في الأصناف الشقراء. كما أظهرت الاختبارات زيادة القدرة المضادة للأكسدة خلال التخزين الناجمة أساساً عن تراكم الفينولات في البرتقال الدموي، وزيادة فيتامين C في الأصناف الشقراء.

كما تظهر دراسة (Rapisarda وزملاؤه، 2008) بانخفاض فيتامين C بشكل طفيف في صنفي البرتقال 'T. Meli'و'Moro' في حين يرتفع فيتامين C في البرتقال صنف 'Valencia' بعد 40 يوماً من التخزين، إلا أنه في صنفي 'Ovale' , 'T. Messina' يرتفع في بداية الفترة التخزينية ثم ينخفض بعد ذلك.

وتأتي هذه النتيجة مغايرة للدراسات التي أشارت إلى أن إطالة مدة تخزين الثمار تسبب انخفاضاً في محتواها من فيتامين C (العاني، 1985؛ يونس، 1993).

الاستنتاجات والتوصيات

سابعاً: الاستنتاجات والتوصيات

الاستنتاجات Conclusions:

- أثرت معاملات التبريد الأولي إيجابياً في القدرة التخزينية والمحافظة على جودة ثمار الكرز مدة زمنية تصل إلى شهرين مقارنة بالشاهد.
- كان لمعاملة التبريد الأولي خلال 24 ساعة من القطاف الأثر الإيجابي في الحفاظ على جودة ثمار الكرز والحفاظ على أقل نسبة فقد طبيعي ومطلق بوزن الثمار.
- تفوقت معاملة التبريد الأولي بالحمل المائي على جميع المعاملات الآخرى في الحفاظ على جميع خصائص الجودة المدروسة للثمار، والحفاظ على أقل نسبة فقد طبيعي ومطلق بوزن الثمار وكانت المعاملة الأفضل بين جميع المعاملات المدروسة.
- حافظت معاملة التبريد الأولي بالحمل الثلجي على خصائص الجودة للثمار كما حافظت على نسب متدنية للفقد الطبيعي والمطلق بوزن الثمار.
- حافظت معاملة التبريد الأولي بالتوصيل الثلجي على بعض خصائص الجودة للثمار (صلابة، رقم الحموضة)، كما خفضت من نسبة الفقد الطبيعي والمطلق بوزن الثمار.

التوصيات Recommendations:

1. استخدام معاملات التبريد الأولي كمعاملة من معاملات بعد القطاف نظراً إلى دورها الفعال في تخفيض نسبة الفقد، والحفاظ على جودة الثمار خلال التخزين.
2. استخدام معاملة الحمل المائي والثلجي في معاملات التبريد الأولي خلال مدة 24 ساعة من القطاف نظراً إلى دوره الفعال في الحفاظ على الجودة والتقليل من نسبة الفقد بالوزن والفقد المطلق حتى 60 يوماً من التخزين المبرد، عندما تترافق مع معاملة التبريد الأولي.
3. عدم التأخير في استعمال معاملات التبريد الأولي مدة تتجاوز 24 ساعة، وذلك بالمقارنة مع 48 ساعة من القطاف لثمار صنف الكرز بينغ.
4. دراسة طرائق آخرى للتبريد الأولي بدرجات حرارة مختلفة وأزمنة مختلفة.
5. التوسع في معاملات التبريد الأولي على أنواع وأصناف آخرى من الثمار.

المراجع

المراجع العربية:

1) الريس، رفيق (1994). المصادر الوراثية للأشجار المثمرة ذات المنشأ الحراجي، المركز العربي لدراسات المناطق الجافة والأراضي القاحلة (أكساد). ص 5-8.
2) العاني، عبدالله محلف (1985). فيزيولوجيا الحاصلات البستانية بعد الحصاد. مديرية مطبعة الجامعة، جامعة الموصل.
3) ببيلي، محمود (2006). نظرة على مجموعة فواكه في سوريا. المركز الوطني للسياسات الزراعية.
4) حامد، فيصل والعيسى، عماد وبطحة، محمد (2007). إنتاج الفاكهة. الجزء النظري. كلية الزراعة. منشورات جامعة دمشق. ص 83-85.
5) عامر، عاطف (2010). انتقال الحرارة والكتلة. جامعة دمشق. كلية الهندسة الميكانيكية والكهربائية.
6) عبد الله، حسن (1990) تعبئة وتخزين الفاكهة والخضار (الجزء العملي). الطبعة الثالثة منشورات جامعة دمشق. ص 196.
7) مخيبر، نديم (2003). انتقال الحرارة . جامعة دمشق. كلية الهندسة الميكانيكية والكهربائية.
8) يونس، أحمد حسين (1993). تعبئة وتخزين الثمار. الجزء النظري. منشورات جامعة حلب. ص284.

المراجع الأجنبية:

1) Adaskaveg, J.E., and Ogawa, J.M. (1994). Penetration of iprodione into mesocarp fruit tissue and suppression of gray mold and brown rot of sweet cherries. Plant Dis. 78:293-296.
2) Ajibola,V.O., Babatunde, O.A. and Suleiman, S. (2009). The effect of storage method on the vitamin C content in some tropical fruit juices. Trends in applied sciences research,4:79-84.
3) Alique R., Martinez, M.A., Alonso, J. (2006). Metabolic response to two hydrocooling emperatures in sweet cherries cv Lapins and cv Sunburst. JSci Food Agric 86:1847-1854.
4) Alique, R., Zamorano, J.P., Martínez, M.A. and Alonso, J. (2005). Effect of heat and cold treatments on respiratory metabolism and shelf-life of sweet cherry, type picota cv "Ambrunés". Postharvest Biology and Technology. Volume 35, Issue 2, February 2005, Pages 153–165.
5) Allen, F.W., Mckinnon, L.R.(1935). Precooling investigations with deciduous fruits. University of California. Collage of Agriculture. Agriculture experiment station. Berkeley. California . Bulletin590.and cv Sunburst. Journal of the Science of Food and Agriculture.
6) Anon. (1993). Chilling facts. Food-Review, 20 (5) 23, 25-26,29.
7) Anon. (1994). Chilling thoughts on spoilage. International-Food-Hygiene, 4 (5) 25, 27-29.
8) AOAC. (2000). Official methods of analysis of AOAC international. 17th ed. Gaithersburg, MD, USA.
9) Becker, Bryan R., Fricke, Brian A.(2001). Hydrocooling time estimation methods. Mechanical engineering . University of Missouri –kansas city. Biology and Technology 35 (2005) 153e165.
10) Bennett, A.H., Smith, R.E. and Fortson, J.C. (2000). Hydrocooling peaches: A practical guide for determining cooling requirements and

cooling times. United States Department of Agriculture, Agricultural Information Bulletin No. 293.

11) Bernalte, M.J., Sabio, E., Hernández, M.T. and Gervasini, C. (2003). Nfluence of storage delay on quality of 'Van' sweet cherry. Postharvest Biology and Technology. Volume 28, Issue 2, May 2003, Pages 303–312.

12) Cameron, A.C., Patterson, B.D., Talasila, P.C., and Joles, D.W. (1993). Modeling the risk in modified-atmosphere packaging: a case for sense-and-respond packaging.6th Intl. Controlled Atmosphere Res. Conf.Ithaca, NY. P: 95-102.

13) Cantwell,M.I. (1998). Postharvest handling of specialty vegetables .Dep. of vegetable crops. University of California.

14) Christensen, J. V. (1995). Evaluation of fruit characteristics of 20 sweet cherry cultivars. Fruit Var. J., 49: 113-117.

15) Clayton, M., Biasi, V.W., Agar, T., Southwick, M. S., and Miycham, J. E. (2003). Postharvest quality of Bing Cherries following preharvest treatment with Hydrogen Cyan amide, Calcium Ammonium Nitrate, Gibberellic Acid. HortScience, 38(3):407-411. Commercial Storage of Fruits and, Vegetables.

16) Crisosto, C. H., Garner, D., and Zoffoli, J. P. (2003b). Evaluation of different box liners for the California "Bing"cherry industry. Central valley post harvest newsletter, 12(1):5-10.

17) Crisosto, C.H. (1991). Sweet cherry harvesting, postharvest handling and storage. Perishables Handling Quarterly, no. 71. University of California, Davis, CA.

18) Crisosto, C.H., Crisosto, G. M., and Metheney, P. (2003a). Consumer acceptance of Brooks and Bing cherries mainly dependent on fruit SSC and skin color. Postharvest Biology and Technology. 28: 159- 167.

19) Crisosto, C.H., Crisosto, G. M., and Ritenour, M. A. (2002). Testing the reliability of skin color as an indicator of quality for early season "Brooks" cherry. Postharvest Biology and Technology. 24: 147- 154.

20) Crisosto, C.H., Garner, D., Doyle, J., and Day, K.R .(1993). Relationship between fruit respiration, bruising susceptibility, and temperature in sweet cherries. HortScience, 28(2):132-135.

21) Darshan , S. K., Reuven R., Robert A. J., Adel A. K. and Bruce E. M. (2006). Consumption of Bing Sweet Cherries Lowers Circulating Concentrations of Inflammation Markers in Healthy Men and Women. American Society for Nutrition .

22) De Castro, L. R., Vigneaul, C. and Cortez, L. A. B. (2004). Container opening design for horticultural produce cooling efficiency. Food, Agriculture and Enviroment.2(1):135-140.

23) DeEll, J.R., Vigneault, C. and Lemerre, S. (2000). Water temperature for hydro-cooling field cucumbers in relation to chilling injury during storage. Postharvest Biol. and Tech. 18: 27-32.

24) Dincer, I. (1996). Convective&Conduction heat transfer coeffi cient model for spherical products subject to hydrocooling. Energy Sources 18(6):735 – 42.

25) Dixon, D. (2004). Cherry growing in NSW.NSW agriculture.Orange. ISSN 0725-7759.

26) Dolenc, K., and Stampar, K. (1998). Determining the quality of different cherry cultivars using the HPLC method. Acta Hort. 468: 705-712.

27) Dugan, F.M., and Roberts, R.G. (1997). Preharvest fungal colonization affects storage-life of Bing Cherry Fruit. J. Phytopathology 145:225-230.

28) Fao Stats (2010). FAO Statistical Databases (United Nations), (www.faostat.fao.org, 2010).

29) Fao Stats (2012). FAO Statistical Databases (United Nations), (www.faostat.fao.org, 2012).

30) FAO Stats(2013). FAO Statistical Databases (United Nations), (www.faostat.fao.org, 2013).

31) Fao(1986). Improvement of postharvest fresh fruit and vegetable handling – a manual . Bangkok : RAPA/FAO/AFMA. Florist and Nursery Stocks. USDA Handbook. fruit SSC and visual skin color, Postharvest Biology.

32) Fernando, M.D. (2006). Country paper: Sri Lanka (2). In APO. 2006. Post-harvest management of fruit and vegetables in the Asia-Pacific region. Asian Productivity Organization (APO) and FAO. pp. 264–275.

33) Fricke, B.A. and Becker, B.R. (2005). Comparison of hydrocooling time estimation methods. Proceedings of the 21st IIR International Congress of Refrigeration: Serving the Needs of Mankind.

34) Gast, K.L.B. and Flores, R. (1991). Precooling produce. Kansas State University cooperative Extension, Manhattan, Kansas. Grown sweet cherries, Acta Horticulturae 410 (1996).

35) Getinet, H., Seyoum, T., Woldetsadik, K. (2008). The effect of cultivar, maturity stage and storage environment on quality of tomatoes. Journal of Food Engineering 87:467-478.

36) Gormley, T.R. (1990). Chilled Foods, The State of the Art, Elsevier Applied Science.

37) Guyer, D. E., Sinha, N. K., Tung- Sung, C., and Cash, J. N. (1993). Physicochemical and sensory characteristics of selected Michigan sweet cherry cultivars. Journal of Food quality. 16 (5): 355- 370.

38) Hardenburg, R. E., A. E. Watada and C. Yi. Wang. (1990). The Commercial Storage of Fruits, Vegetables and Florist and Nursery Stocks. United State Departement of Agriculture. Agricultural Research Service. Agriculture Handbook No. 66:130.

39) Hardenburg, R.E., Watada, A.E. and Wang, C.Y. (1986). The Commercial Storage of Fruits, Vegetables, and Florist andNursery Stocks. USDA-ARS. Agriculture Handbook Number 66.

40) Harvey, J. (1978). Reduction of losses in fresh market fruits and vegetables. Annual Review of Phytopathology.16:321-341.

41) Kappel, F., Fisher- Fleming, B. and Hogue, E. (1996). Fruit characteristics and sensory attributes of an ideal sweet cherry. Hortscience. 31 (3): 443- 446.

42) Kitinoja, L. and Gorny, J.R. (1999). Postharvest Technology for Small-Scale Produce Marketers: Economic Opportunities, Quality and Food Safety. UC PTRIC Horticultural Series No. 21.

43) Kitinoja, L., Thompson, James F. (2010). Pre-cooling systems for small-scale producers." Stewart Postharvest Review 2(2).

44) Long, L. E., Whiting, M., and Elisea, R. N. (2007). Sweet cherry cultivars for the fresh market. Pacific Northwest Extension Publication, 604: 2- 9.

45) Marini, R.P. (2014). Growing chrrries in Virginia. Virginia cooperative extension. Virginia Tech. Virginia state university. Publication 422-018.

46) McGregor, B.M. (1989). Tropical Products Transport Handbook. USDA Office of Transportation, Agricultural Handbook 668.

47) Mitcham, E.J., Crisosto. C. H. and Kader . A. A. (2002). Sweet Cherry Recommendations for Maintaining Post harvest Quality . post harvest. Tecnology Research and Information Center .

48) Mitchell, T. R. and Rumsey, R.F. (2008). Commercial Cooling No. 66. United States Department of of Fruits, vegetables, and flowers. Revised Edition.

49) Neven, L. G., and Drake, S. R. (2000). Comparison of alternative postharvest quarantine treatments for sweet cherries. Postharvest Biology and Technology, 20:107-114..

50) Padilla-Zakour, O. I., Ryona, L., Cooley, H. J., Bobinson, T. L., Osborne, J., and Freer, J. (2007). Shelf Life Extension of Sweet Cherries by Field Management, Postharvest Treatments and Modified Atmosphere Packaging. New York Fruit Qurrterly, 15(2):1-4.

51) Parsons, R.A. and Kasmire, R.F. (1974). Forced-air Unit to rapidly cool small lots of packaged produce. University of California Cooperative Extension, OSA #272.

52) Parsons, R.A. and Kasmire, R.F. (2006). Forced-air Unit to rapidly cool small lots of packaged produce. University of California Cooperative Extension, OSA #272.

53) Perkins-Veazie, P. (2012). Pack'n Cool Construction Summary. Retrieved October, 2012, from.

54) Phahlane, H., Potelwa,Y. and Moobi, M. (2013). South african fruit trade flow.Issue No.11 Publication 21567.

55) Predieri, S., Dris, R., and Rapparini, F. (2004). Influence of growing conditions on yield and quality of cherry. Science and technology food. Agriculture and Environment. 2(1): 307-309.

56) Rab, A., Rehman, H., Haq, I., Sajid, M., Nawab, K. and Ali, K.(2013). Harvest stages and pre-cooling influence the quality and storage life of tomato fruit.The journal of animal & plant sciences, 23(5): 2013, page: 1347-1352. issn: 1018-7081.

57) Raese, J. T., Drake, S.R.M. and Staiff, D.C. (1999). Calcium Sprays, time of harvest, and duration in cold storage affects fruit quality of d, Anjou pears in a critical year. J. Plant Nutrition. Marcel Dekker Inc., Monticello, N.Y. l22(12): 1921-1929.

58) Rapisarda, P., Bianco, M., Pannuzzo, P. and Timpanaro, N. (2008). Effect of cold storage on vitamin C, phenolics and antioxidant activity of five orange genotypes [Citrus sinensis (L.) Osbeck]. Postharvest Biology and Technology 49 (2008) 348–354.

59) Rij, R. (1979). Handling Precooling and Temperature anagement of cut Flower crops for Truck Transportation.USDA Science and Education Administration, AAT-W-5, UC Leaflet 21058.

60) Ruddick,J.A. (1916). Grimsby precooling and experimental fruit storage warehouse. latter of transmittal – ottawa,ont.to the ministry of agriculture funding from agriculture –food and agriculture et agroalimentair. Canada 2012.

61) Ryall, A. L. and W.T. Pentzer. (2000). Treatments Before Shipment or Storage of Fruits and Vegetables, 2: 292-310, AVI, Westport, Connecticut.

62) Sastry, S. K. and Baird, C. D. (1978). Transpiration rates of certain fruits and vegetables. ASHRAE Trans. 84(2):237–255.

63) Schwallier, P., Brown, A., and Ruwersma, D. (2005). MSU fruit team apple maturity report 2005 grand rapids area report number7. Michigan State University Extension.

64) Sckick, J.L., Toivonen, P.M.A. (2000). Reflective tarps at harvest reduce stem browining and improve fruit quality of cherries during subsequent storage. Postharv. Biol. Technol., 25, 117-121.

65) Serrano, M. Guillen, F. Martinez-Romero, D. and Castillo، S. (2005). Management of cut Flower crops for Truck Transportation. USDA Science and Education Administration, AAT-W-5, UC Leaflet 8.

66) Shewfelt, R.L. (1990). Quality of FRUITS and Vegetables. A Scientific Status Summary by the institute of Food Technologists Expert Panel on Food Safety and Nutrition institute of Food Technologists, 221 North Lasalle Street, Chicago, lllionois 60601.

67) Sivakumar, D. and Korsten, L. (2007). Maintaining fresh produce quality during cold storage. In Horticultural chain management for Southern and East Africa: theoretical manual. FAO, and the Commonwealth Secretariat.

68) Song,J., Bangerth, F. (2000).The effect of harvest date on aroma compound production from ' Golden Delicious ' apple fruit and relationship to respiration and ethylene production . Postharvest Biology and Technology. 8:259-269.

69) Sousa, M.C. and Ingle, M. (1989). Effect of delayed cooling on the poststorage flesh firmness of apples. J. Food Sci. 54:493-494.

70) Stoll, K., (1971). Lagerung von Fruchten und Gemusen in Kontrollierter Atmosphare. Mitt. Edi. Forschungsanstalt f. Obst- Wein- u.Gartenbau,Wadenswil, Flugschrift Nr. 77 , 1-38.

71) Thompson ,J.F. (2006). Requirements for successful forced-air cooling. Washing-ton Tree Fruit Postharvest Conference. Yakima, Washington December 4-6. Available online: http://postharves t.tfrec. wsu.ed u/ph2006_proceedings.html

72) Thompson, A.K. (2010). Controlled Atmosphere storage of fruits and vegetables. CAB International. 2nd ed. ISBN 978-1-84593-646-4.

73) Thompson, J. F., F. G. Mitchell. Rumsey, T. R., Kasmire, R. F. and Crisosto, C. C. (1998). Commercial cooling of fruits, vegetables, and flowers. Univ. Calif. DANR Pub. No. 21567.

74) Thompson, J., Cantwell, M., Arpaia, M.L., Kader, A., Crisosto, C. and Smilanick, J. (2001). Effect of cooling delays on fruit and vegetable quality. Perishables handling quarterly issue no 105. Page 2.

75) Thompson, J.F. (2002).Cooling horticultural commodities. Pp.97-112. in: Kader, A.A.(ed) Postharvest Technology of Horticultural Crops. Univ. of California, Div. of Agriculture and Natural Resources,

Publication 3311.tural and Food Chemistry 53 (2005) 2741e2745.ture 86 (2006) 1847e1854.

76) Thompson, J.F. (2009).Cooling horticultural commodities.Pp.97- 112. in: Kader, A.A.(ed) Postharvest Technology of Horticultural Crops. Univ. of California, Div. of Agriculture and Natural Resources, Publication 3311.

77) Umar, B. (1998). The use of solar cooling to minimize postharvest losses in the tropics. Tropical Science 38: 74- 77.University of California Agriculture and Natural Resources.

78) Wang, C.Y. (1990). Chilling injuries of horticultural crops. CRC Press, Boca Raton, Florida, USA. 313 pp.

79) Will, R., McGlasson, B., Graham, D. and Joyce, D. (1998). Post-harvest, an introduction to the physiology and handling of fruit, vegetables and ornamentals. 4th edition. UNSW Press, Australia. 262 pp.

80) Zhu, X., Pan, L., Wel, W., Pen, J., QL, Y. and Ren, X. (2016). Changes in the content of water-soluble vitamins in Actinidia chinensis during cold storage. J. Serb. Chem. Soc. 81 (6) 623–632. JSCS–4872.

81) Колеснкова А. Ф., Колеснков, A.U., Муханин.в.г.(1986). Вишня. Агропромиздат. М.

المراجع الالكترونية:

1) زينية، ثورة (2013). الأشجار المثمرة بالأرقام خلال 40 عاماً. مؤسسة الوحدة للصحافة والطباعة والنشر. (www.thawra.sy).

2) Goren,A. (2012). New precooling for cherries. (www.freshplaza.com).

3) U.S. Department of Agriculture. 2004. "The Commercial Storage of Fruits, Vegetables, and Florist and Nursery Stocks." USDA Agriculture Handbook Number 66. (http://usna.usda.gov/hb66/contents.html).

Abstract

This research involved studying the effect of the pre-cooling treatments during two periods (24- 48) hours after harvest and its effect on storage capacity and some quality characteristics on the fruits of sweet cherry (Bing variety). The experiment of pre-cooling was carried out at the Faculty of Agriculture at the University of Damascus during the 2017 season, and the fruits were stored in the cooling unit at a temperature of (0-1)c with relative humidity of (90-95)%, the first section of the treatments (24 hours after harvest) was conducted using: water, ice convection convection, water conduction, ice conduction and the control. The same treatments were carried out on the second section of the fruit, but after 48 hours of harvest. The changes of natural and absolute loss of fruit weight ,hardness values, proportion of total soluble solids, percentage of titratable acidity, acidity number (ph) and the changes in content of vitamin (c) in fruits were identified every week during the storage period which lasted for sixty days.

The results showed superiority of pre-cooling treatments during the period of 24 hours after harvest comparing to the pre-cooling treatments after the period of 48 hours from harvest, the water convection treatment surpassed all pre-cooling treatments as it maintained the highest hardness of fruits worth up to 6.45 Newton. And the treatment of water convection maintained the lowest percentage of natural loss of fruit weight by up to 16.8%, also it Limited the deterioration of fruits and the infection with diseases ,thus it maintained the lowest percentage of absolute loss of fruits worth up to 0.6%. The results also showed the positive effect of water convection of the pre-cooling in maintaining the lowest percentage of increasing in the total soluble solids, limiting the reduction of percentage of titratable acidity, limiting the increase of acidity number(ph), and limiting the increase of vitamin c content. This superior shows by maintaining a percentage 16.35% of tss, 0.86% TA, 27.38 mg\100ml of vitamin c and 4.29 ph until the end of the storage period of the fruits.

Key words: sweet cherry, bing, pre-cooling, convection, conduction, quality indicators.