# تحديد الشروط المثلى لحفظ عصير الليمون منزلياً بالتبريد والتجميد

كلية الهندسة الكيميائية والبترولية قسم الهندسة الغذائية ماجستير حفظ وتخزين الأغذية

تقديم الطالبة : غنوه الحلبيه المشرف العلمي: أ.د شريف صادق المشرف المشارك: أ.د عصام أشقر

**الملخص:**

تمّ في هذا البحث دراسة السمات الفيزيائية والكيميائية والميكروبيولوجية لعصير الليمون كلا درجة حرارة الحفظ بالتبريد (4 م˚) والحفظ بالتجميد (−18م˚) لمدة استمرت ستة أشهر.

أُجريت مقارنة بين العصير الطبيعي والعصير المبستر تقليدياً ( 70 م˚ / 5 دقائق) وعصير ليمون أُضيف إليه 3% من NaCl كمادة حافظة طبيعية.

دُرست تغيرات pH, والحموضة المعايرة, وفيتامين C والسكريات الكلية والسكريات المرجعة والتعداد الميكروبي, ارتفعت قيم المواد الصلبة الذائبة ودرجة الحموضة والسكريات المرجعة, في حين انخفضت قيم pH وفيتامين C والسكريات الكلية انخفاضاً كبيراً. بلغت نسب الاحتفاظ بفيتامين C في المجال (8.01%−23.1%) و (43.78−49.43%) عند تخزينه على درجة الحرارة 4 و −18 على التوالي, حيث تبين أنّ معدل تحلل فيتامين C أعلى في حالة التبريد مقارنةً بالتجميد خلال 180 يوماً من التخزين.

أظهرت النتائج أنّ استخدام الحفظ بالتجميد يمكن أن يزيد من العمر الافتراضي للعصير لمدة تصل إلى 180 يوماً حيث أنّ جميع الخصائص الكيميائية مستقرة تقريباً باستثناء محتوى حمض الأسكوربيك ($P<0.05$), أيضاً كانت أعداد الحمولة الميكروبية

في حالة الحفظ بالتجميد مقبولة بينما ازدادت أعداد الميكروبات إلى حدود غير مقبولة 3000 خلية/غ في حالة الحفظ بالتبريد.

أشارت النتائج أنّ تخزين العصائر المبسترة وتلك التي أضيف إليها NaCl أظهرت أماناً جيداً من الناحية الميكروبيولوجية بعد 180 يوماً في كلا الحالتين من التخزين المبرّد والمجمّد.

الكلمات المفتاحية: عصير الليمون, فيتامين C, التبريد, التجميد.

# Determination the Optimum Conditions for Preserving Lemon Juice by Refrigeration and Freezing

**Abstract:**

In this research, it was studied the physical, chemical and microbiological characteristics of lemon juice in both the states temperature by Refrigeration at $4^{\circ}C$ and by Freezing at $-18^{\circ}C$ for six months.

A comparison was made between natural juice, conventionally pasteurized juice ($70^{\circ}C/5$ minutes) and lemon juice with $3\%$ of NaCl was added as a natural preservative.

Were Studied the changes of pH, titrated acidity, vitamin C, total sugars, reference sugars contents and microbiological counts. The total dissolved solids, pH and sugars were increased, while the values of pH, vitamin C and total sugars decreased significantly. The retention amounts of vitamin C (in the range) were $8.01\%-23.1\%$ and $49.43\%-43.78\%\%$ when stored at $4^{\circ}C$ and $-18^{\circ}$, respectively, where it was found that the rate of the decomposition of vitamin C is higher in the case of refrigeration compared to freezing during $180$ days of storage.

The results showed that the use of freezing preservation can increase the shelf life of the juice to 180 days, as almost all chemical properties are stable except for the content of ascorbic acid ($P<0.05$). the total count bacteria were acceptable limits in freezing preservation. While, it was unacceptable limits 3000 CFU/gr in the case of cooling preservation.

The results indicated that the storage of pasteurized juices and those to which NaCl was added showed good microbiological safety after 180 days in both cases of storage by refrigeration and freezing.

Keywords: lemon juice, vitamin C, cooling, freezing.

## أولاً: المقدمة والدراسة المرجعية Introduction and Literature Review

تعتبر منتجات الفواكه ومنها العصائر ذات أهمية أساسية في تغذية الإنسان, وتشكل ثمار الحمضيات الجزء الرئيسِ من سوق الحمضيات في العالم ويعد الليمون من أشهر ثمارها. بسبب خصائصه الحسية والتغذوية ولوفرة المركبات الفينولية وكذلك الفيتامينات والمعادن والألياف الغذائية والزيوت الأساسية والكاروتينات (Gonza'lez–Molina *et al.*, 2010). ويعد التقدم التكنولوجي من بين الأسباب الرئيسية لتوسيع الإنتاج والتجارة في الحمضيات ومنتجاتها المشتركة. يقتصر إنتاج الحمضيات على عدد قليل من البلدان والمناطق بسبب حساسية النبات الشديدة لدرجات الحرارة المنخفضة (Lorente *et al.*, 2014).

في سوريا, تراجع إنتاج الليمون في عام 2019 إلى (152.8) ألف طن بسبب الظروف الراهنة التي تمر بها البلاد والحرائق التي التهمت بساتين مدن الساحل السوري والتي أتت على نحو مليون شجرة حمضيات وبسبب ارتفاع أسعار الخدمة (القطاف) والأسمدة والنقل واضطرار بعض البساتين للري أحياناً, فتراجع معدّل الإنتاج بنسبة 32.8% لليمون, كما انخفض إنتاج البرتقال بنسبة 29.3%. وذلك انعكس سلباً على أسعار الحمضيات في الأسواق السورية ليتعدى حدوداً غير مقبولة ( Syrian Agricultural Statistical Collection,2021 ).

أصبحت الجودة الغذائية مشكلة متزايدة الأهمية. قد يكون فقدان بعض العناصر الغذائية مثل حمض الأسكوربيك (فيتامين C) عاملاً حاسماً في تحديد العمر الافتراضي لبعض المنتجات مثل عصير الحمضيات (Laing *et al.,* 1978) نظرًا لأن محتوى فيتامين C في عصائر الحمضيات يخضع للتدهور أثناء عمليات التصنيع و التخزين ( Jonson *et al.*, 1995; Lee and Nagy, 1988a ; Solomon *et al.*, 1995 ; Manso *et al.*, 2001) هذا التدهور يؤثر في الخصائص الحسية للمنتج مثل النكهة واللون (Rassis and Saguy ,1995).

وتشير الدراسات إلى أن فيتامين C هو أقل العناصر الغذائية ثباتاً أثناء المعالجة بسبب حساسيته للأكسدة والتسرب في الوسط القابل للذوبان في الماء أثناء المعالجة والتخزين للعصير الطازج والمجمّد ( Franke *et al*., 2004 ;Lathrop and Leung,1980).

يأخذ تدهور فيتامين C على حد سواء مساراً هوائياً ولا هوائياً (; Huelin,1953 Johnson *et al*,1995 ) ويعتمد على العديد من العوامل ( Uddin *et al*.,2002; Sedas *et al*., 1994 ; Nunes *et al*.,1998) مثل الأكسجين والحرارة والضوء (Robertson and Samaniego, 1986) ودرجة حرارة التخزين ووقت التخزين (Gordon and Samaiego Esguerra, 1990 ; Fellers, 1988).

يتأكسد حمض الأسكوربيك بشكل رئيسي أثناء معالجة عصائر الحمضيات (Huelin, 1953), بينما يتحلل حمض الأسكوربيك لا هوائياً بشكل رئيسي أثناء التخزين . (Jonson *et al*., 1995; Lee an Nagy, 1998a; Solomon *et al*., 1995)

إنّ تدهور حمض الأسكوربيك يتسبب في اللون البني وهي مشكلة أخرى لفقدان الجودة في عصائر الحمضيات أثناء التخزين ( Nagy *et al*.,1992 ; Tatum *et al*.,1969) فمن الضروري وصف تدهور حمض الأسكوربيك و دراسة الخواص الحركية لفقدانه في عصائر الحمضيات المخزنة.

ولا بدّ من التفكير بطرق حفظ لهذه المنتجات القيّمة, ويعتبر تجميد العصائر من أكثر الطرق شيوعاً للحفاظ على جودة هذه المنتجات. وقد تم تحديد أهم المتغيرات الغذائية في العصائر المجمدة والتي ترجع إلى وقت التخزين (Sahari *et al*.,2004). قام الباحث (Ortiz Flores, 2018) بتحليل الخصائص الفيزيائية والكيميائية لعصير الليمون المخفف والمحفوظ بالتجميد على درجة حرارة -10 م° وتمت مقارنة النتائج بعصير ليمون طازج الذي يمكن حفظه لمدة ثلاثة أيام كحد أقصى وبعدها يفقد خصائصه الحسية بسبب بدء عملية التخمير, في حين أن عصير الليمون المجمد بالهواء القسري يمكن حفظه لأكثر من 90 يوماً, ويمكن أن يحافظ عصير الليمون على ثبات مكوناته

الغذائية تقريباً, ولكن فيتامين C يعاني من انخفاض 20.25% في عصير الليمون عند حفظه 90 يوماً. ومع ذلك, فإن التجميد لا يمنع تطور تدهور النكهة واللون في المنتجات المجمدة, لأن أنظمة الأنزيمات تظل نشطة حتى في درجات حرارة تحت الصفر (Rodriguez–Saona *et al.*,1995), تم إثبات ذلك بدراسة قامت بها ( Zeina, 2000) بتخزين العصائر المبسترة (91 م˚/ 15 ثانية) في قوارير زجاجية تحت التبريد (5±1م˚) والتجميد (–20±1م˚) لمدة 30 أسبوعاً. أثناء التخزين, انخفضت قيمة pH العصير وحمض الأسكوربيك والسكريات الكلية تدريجياً, بينما لوحظ انخفاض السكريات والحموضة القابلة للمعايرة ومؤشر اللون البني تزداد تدريجياً. كانت التغيرات أعلى في العصائر المبردة أكثر من المجمدة. أظهر التقييم الحسي للعصائر أن العصائر المبردة تم قبولها لمدة تصل إلى 27 و 21 أسبوعاً. كانت العصائر المجمدة مقبولة حتى نهاية التجربة.

يعّد كلوريد الصوديوم من أكثر الإضافات المستخدمة على نطاق واسع في الصناعات الغذائية بسبب انخفاض تكلفته وخصائصه المتنوعة وله تأثير المادة الحافظة والمضادة للميكروبات لقدرة كلوريد الصوديوم على تقليل قيم النشاط المائي (aw) أو تثبيط العمليات الميكروبية الحيوية وذلك تبعاً لتركيزه في العصير, يوّلد التركيز العالي للملح تغييرات في التمثيل الغذائي الخلوي بسبب تأثيره التناضحي, والذي يؤثر في الكائنات الحية الدقيقة بتركيزات مختلفة. لكن يمكن أن يقلل من القيمة الغذائية للأغذية المحفوظة لأنه يمكنه اتلاف المكونات القابلة للذوبان في الماء مثل الفيتامينات والمعادن (Lu¨ck and pager,2000), في دراسة تم تثبّيط فعّال لنمو بكتيريا *Clostridium perfringens* في لحم البقر المشوي بواسطة منتج عصير الليمون مع 3% من كلوريد الصوديوم خلال 9 ساعات من التبريد الرديء (Li *et al.*, 2012), دُمج هذا المضاد الطبيعي للميكروبات إمكانية تطبيق عملية التمليح على العصير بهدف إطالة مدة

تخزينه والذي يمكن أنّ يوفر سلامة العصير لتأثيره في منع نمو الميكروبات ويعزز سلامة المنتج.

ويمكن للبسترة قتل الميكروبات دون أبواغها بتسخين المادة المطلوب بسترتها إلى درجة الحرارة 60–56 م° لمدة 15–20 دقيقة, أو إلى درجة الحرارة 70–90 م° لمدة 5–10 دقيقة (Sadek and Kashtaari, 2006).

في دراسة أجروا المعالجة الحرارية على عصائر الحمضيات عند 70 م° لمدة 5 دقائق. ومع ذلك, فهي مرتفعة بما يكفي للحصول على منتجات عالية الجودة , والتي تم حفظها في ظروف التبريد مع انخفاض في مستوى نمو البكتيريا ( Snir *et al.*, 1996). تستخدم البسترة بهدف إطالة مدة حفظ المواد الغذائية التي لا يسمح برفع درجة حرارتها بشكل كبير بسبب التغيرات التي قد تحدث فيها وقتل البكتيريا الممرضة وقتل خلايا الخميرة والميكروبات الأخرى (Sadek and Kashtaari, 2006).

## ثانياً: هدف البحث Aim of the research:

1– دراسة طرق حفظ عصير الليمون من خلال دراسة تأثير درجات حرارة المعاملة الحرارية وفترة التخزين في التغيرات البيوكيميائية النوعية لعصير الليمون أثناء التخزين.

2– اختيار الطريقة المثلى لحفظ عصير الليمون في ظروف منزلية ودراسة تأثير ظروف التخزين في القيمة الغذائية وفي صفات العصير الناتج.

## ثالثاً: المواد وطرائق البحث Materials and methods:

### المواد Materials

1– الليمون: جُمعت عينات من ثمار الليمون من ريف طرطوس من غرب صافيتا من موسم عام 2020 في كانون الثاني (حوالي 15 كغ ليمون) من صنف (Interdonato Lemon).

2– عبوات زجاجية سعة 250 مل محكمة الإغلاق , يمكن تعقيمها.

3– شاش معقّم.

## طرائق البحث Methods of Research

**1- طريقة تحضير العصير:**

تم غسيل الثمار ثم قطعها إلى نصفين وتم استخراج العصير باستخدام آلة عصير بلاستيكية تعمل على الطاقة الكهربائية. ثم يعرّض عصير الفاكهة المستخرج للتصفية باستخدام شاش معقم.

**2-تحضير عيّنة العصير الطازج والمبستر:**

تم الحصول على العصير باستخدام عصّارة كهربائيّة منزليّة ثمّ تصفية العصير باستخدام قماش قطني معقم ثمّ عُبّأت العينات في 6 عبوات زجاجية (حيث كان عدد العبوات يكفي للاختبارات التي ستُجرى كل شهر بمعدل عبوة واحدة ) وتم إضافة الملح إلى 2 عينة من العصير بتركيز 3% وزناً وتم تخزين العيّنات في البرّاد على درجة حرارة 4 م° وفي مجمّدة على درجة حرارة -18 م° حتى بداية الاختبارات.

تم تطبيق البسترة التقليدية على 2 عينة من العصير, تم غمر الزجاجات في الماء الساخن (الحمام الرقمي, موديل Julabo 20B, ألمانيا), حتى تصل إلى درجة الحرارة المستهدفة 70 م° واحتفظ بها لمدة 5 دقائق, ثم تبريد الزجاجات بالماء المثلج حتى 23م°. تم الحصول على قيم درجات الحرارة كل دقيقتين باستخدام ميزان حرارة حساس في اثنتين من عينات العصير. تم تخزين الزجاجات تحت التبريد 4 م° لمدة 180 يوماً, وفي مجمّدة على درجة حرارة -18 م°, أما العينات المتبقية (عددها 2) وضعت دون معالجة وتم تخزينها بالتبريد والتجميد.

أجريت على العصير بعض الاختبارات الكيميائية والفيزيائية خلال التخزين لتقدير التغيرات التي طرأت عليه, وتم تحليل البيانات لكل من الحموضة وفيتامين C بواسطة (Minitab-17).

تركت العينات المجمّدة في الثلاجة لمدة 24 ساعة على درجة حرارة البراد العادي 4 م° قبل كل اختبار.

تم عزل 100 ml من كل عينة لإجراء الاختبارات الخاصة بالتحليل الميكروبيولوجي.

**-ترميز العينات التي تم تحضيرها للحفظ 180 يوماً:**

FS عصير طازج

CS عصير مبستر تقليدياً 70 م° /5 دقائق

AS عصير يحتوي كلوريد الصوديوم بنسبة 3%

**3- طرائق التحليل Methods of Analysis:**

تم إجراء التجارب العملية والتحاليل المخبرية في مخبر التموين في محافظة حماه ومخابر الهندسة الغذائية ومخبر الدراسات العليا في كلية العلوم بجامعة البعث وفق الطرق التالية:

1. تقدير الحمولة الميكروبية: تم تقدير الحمولة الميكروبية وفق ( Syrian Standard Specification No. 367 , 2016).

2. تقدير المواد الصلبة الكلية (TSS): تم تقدير المادة الصلبة الذائبة الكلية باستخدام جهاز الريفراكتومتر وفق طريقة: (AOAC,2005).

3. تقدير السكريات الكلية والسكريات المرجعة: تم تقدير كلا السكريات الكلية والسكريات المرجعة باستخدام طريقة Lane-Eynon (AOAC, 2000).

4. قياس الـ pH: باستخدام جهاز pH-meter وفق طريقة:

. ICUMSA : GSI/2/3/4/7/8-23(2009)

5. تقدير درجة الحموضة الكلّية: تم تقدير الحموضة الكلّية (بالمعايرة) حسب (AOAC,2005).

6. نسبة فيتامين C: تم تقدير حمض الأسكوربيك وفق طريقة (AOAC,1995).

## رابعاً: النتائج والمناقشة Results and discussion:

### 1 -تأثير طريقة التحضير على مواصفات العصير:

1-1- تم تحديد الحمولة الميكروبيولوجية في العصير الطازج وفق الطريقة السابقة:

ويبين الجدول (1) الحمولة الميكروبية في العصير الطازج (خلية/غ)

| الخمائر والفطور | التعداد العام للبكتيريا الهوائية | *Coliform* |
|---|---|---|
| $12 \times 10$ | - | - |

1-2- تم تحديد مواصفات العصير الطازج بعد الاستخلاص مباشرةً وذلك وفقاً للطرائق السابقة:

ويبين الجدول (2) مواصفات عصير الليمون الطازج

| المادة الجافة (البريكس) % | نسبة الرطوبة (%) | السكريات الكلية (%) | السكريات المرجعة (%) | pH | الحموضة الكلية على أساس حمض الليمون (%) | فيتامين C (مغ/100مل) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 8.17 | 91.83 | 2.26 | 1.81 | 2.18 | 5.12 | 46.67 |

1-3-تم تجهيز عينتين من العصير المبستر وتم تحديد الحمولة الميكروبيولوجية في العصير المُعّد للحفظ بالتبريد والتجميد وفق الطريقة السابقة:

ويبين الجدول (3) الحمولة الميكروبية في العصير المبستر (خلية/غ) بعد البسترة مباشرةً.

| العينة | الخمائر والفطور | التعداد العام للبكتيريا الهوائية | Coliform |
|---|---|---|---|

| | | | |
|---|---|---|---|
| CS1 | – | – | – |
| CS2 | – | – | – |

4-1-تم تحديد التركيب الكيميائي في عصير الليمون المبستر وفق الطرائق السابقة:

ويبين الجدول (4) مواصفات العصير المبستر بالحمام المائي.

| المادة الجافة (البريكس) % | نسبة الرطوبة (%) | السكريات الكلية (%) | السكريات المرجعة (%) | pH | الحموضة الكلية على أساس حمض الليمون (%) | فيتامين C (مغ/100مل) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 8.67 | 91.33 | 2.21 | 1.91 | 2.87 | 4.89 | 39.21 |

**2- التحليل الميكروبيولوجي :**

2-1- تقدير الحمولة الميكروبية في عصير الليمون :

ويبين الجدول (5) الحمولة الميكروبيولوجية (خلية/غ) بعد انتهاء مدة التخزين 180 يوماً.

| العينات | درجة الحرارة (م°) | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | 4+ | | | 18- | | |
| | FS (خلية/غ) | CS (خلية/غ) | AS (خلية/غ) | FS (خلية/غ) | CS (خلية/غ) | AS (خلية/غ) |
| **الخمائر والفطور** | $3 \times 10^3$ | $9 \times 10$ | - | $3 \times 10^2$ | - | - |
| **التعداد العام للبكتيريا الهوائية** | 2 | - | - | - | - | - |
| ***Coliform*** | - | - | - | - | - | - |

ازدادت أعداد المستعمرات الميكروبية في العينة FS في حالة التبريد على درجة الحرارة 4 م° إلى حدود غير مقبولة وهذه النتيجة توافقت مع ما ورد لـ ( Syrian Standard Specification No. 367,2016), بينما كانت العصائر المجمّدة مقبولة ميكروبياً , لوحظ أيضاً أنَّ العصائر المبسترة CS مستقرة من الناحية الميكروبيولوجية, وتوافقت هذه النتائج مع ( Niemira *et al.*, 2003; Foley *et al.*, 2002; Nikdel *et al.*, 1993), وتبيّن أنَّ تخزين العصير الذي يحتوي على كلوريد الصوديوم بنسبة 3%

(العينات AS) المبرّدة والمجمّدة أنَّ وقت التخزين أدى إلى انخفاضات إضافية في أعداد الميكروبات, قد يعود ذلك إلى تأثير الملح التناضحي على الخلايا الميكروبية الموجودة في العصير حيث تؤدي إضافة الملح إلى العصير إلى حركة الماء نحو الملح وبالتالي لا يمكن للبكتيريا أن تنتشر في العصير (Lu¨ck and pager, 2000).

**3-التركيب الكيميائي للعصير المبرّد والمجمّد بعد انتهاء مدة الحفظ 180 يوماً :**

**3-1- تقدير المادة الصلبة الذائبة الكلّية (TSS) :**

ويبين الجدول (6) المادة الصلبة الذائبة الكلّية TSS (%) في حالتي التبريد والتجميد:

| مدة التخزين (يوم) | درجة الحرارة (م°) | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | 4+ | | | 18- | | |
| | FS (%) | AS (%) | CS (%) | FS (%) | AS (%) | CS (%) |
| **0** | 8.17 | 10.13 | 8.67 | 8.17 | 10.13 | 8.67 |
| **30** | 8.27 | 10.13 | 8.77 | 8.17 | 10.10 | 8.67 |
| **60** | 8.50 | 10.13 | 8.83 | 8.27 | 10.13 | 8.67 |
| **90** | 8.80 | 10.17 | 9.03 | 8.33 | 10.13 | 8.77 |
| **120** | 9.10 | 10.13 | 9.07 | 8.47 | 10.10 | 8.87 |
| **150** | 9.47 | 10.13 | 9.20 | 8.53 | 10.13 | 8.90 |
| **180** | 9.80 | 10.13 | 9.27 | 8.70 | 10.13 | 8.97 |

كانت التغيرات على قدم المساواة مع بعضها البعض في حالة الحفظ بالتجميد (على درجة الحرارة −18 م˚) على غرار حالة الحفظ بالتبريد (على درجة الحرارة +4 م˚) حيث لوحظت زيادة كبيرة في المادة الصلبة الذائبة مع التقدم بزمن التخزين. بلغت نسبة الزيادة في TSS في نهاية التخزين المبرّد 19.95% لـ FS و 6.92% لـ CS , بينما كانت الزيادة في العصائر المخزنة بالتجميد 6.49% لـ FS و 3.46% لـ CS , قد يكون هذا الارتفاع يعود إلى تشكل مواد بكتينية من البروتوبكتين وبسبب التحلل المائي للعديد من السكريات المتعددة إلى السكريات الأحادية أي الغلوكوز والفركتوز والتي بدورها تتفكك إلى هيدروكسي ميثيل فورفورال (HMF) (Barwal and Shrera , 2009) هذه النتائج توافقت مع الدراسات السابقة في عصير الليمون الأخضر ( Sarolia and Mukherjee,2002 ; Zeina ,2000) وفي عصير الحمضيات. ( Mehta and Bajaj,1983) وعصير الليمون ( Palaniswamy and Harsh *et al.*,2014; Muthukrishnan,1974; Barwal and Shrera, 2009).

لوحظ أيضاً من الجدول 6 أنّ العصير الذي حُفِظ باستخدام ملح الطعام لمدة ستة أشهر لم يترافق بتغيرات جوهرية في محتوى TSS. إلى جانب ذلك, لم يلاحظ فروقات باختلاف درجة حرارة التخزين بين العينة المخزّنة على درجة الحرارة +4 م˚ والعينة المخزّنة على درجة الحرارة −18 م˚, ويعزى دلك إلى انخفاض نقطة تجمّد العصير وذلك تبعاً لتركيز الملح في العصير لذلك يبقى العصير بالحالة السائلة في ظروف التجميد ( Abbas *et al.*, 2021). بينما يمكن تفسير ثبات المادة الصلبة إلى تقليل النشاط المائي للمنتج وبالتالي كمية المياه الحر غير كافية لحدوث التفاعلات الكيميائية ( Boon *et al.*, 2010).

**3-2- تقدير السكريات الكلّية:**

ويبين الجدول (7) السكريات الكلية (%) في حالتي التبريد والتجميد

| مدة التخزين (يوم) | درجة الحرارة (م°) | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | 4+ | | | 18- | | |
| | FS (%) | AS (%) | CS (%) | FS (%) | AS (%) | CS (%) |
| **0** | 2.26 | 2.26 | 2.21 | 2.26 | 2.26 | 2.21 |
| **30** | 2.15 | 2.21 | 2.18 | 2.26 | 2.26 | 2.2 |
| **60** | 2.02 | 2.18 | 2.14 | 2.17 | 2.24 | 2.2 |
| **90** | 1.89 | 2.14 | 2.07 | 2.16 | 2.22 | 2.19 |
| **120** | 1.84 | 2.13 | 1.99 | 2.16 | 2.18 | 2.19 |
| **150** | 1.81 | 2.08 | 1.94 | 2.14 | 2.15 | 2.18 |
| **180** | 1.78 | 2.02 | 1.82 | 2.05 | 2.11 | 2.16 |

يبين الجدول (7) انخفاض السكريات بشكل ملحوظ خلال فترة التخزين لمدة 180 يوماً, تبيّن أنَّ العينة FS في حالة التبريد كانت الأكثر انخفاضاً بنسبة 48% وتليها العينة AS بنسبة 24% و 39% في العصير المبستر CS , بينما كان هذا الانخفاض أقل في

العصائر المجمّدة حيث انخفضت بنسبة 21% في العينة FS و 15% في العينة A و5% في العينة CS. النتائج الحالية توافقت مع ( Zeina, 2000 ; Harsh *et al*., 2014 ; Barwal and Shrera, 2009,) حيث وجدوا أنه خلال تخزين عصير الليمون يتغير محتوى السكريات. وقد يعود سبب هذا الانخفاض إلى دور حمض الليمون الموجود في العصير حيث يقوم بتحليل جزيئات السكريات المعقدة إلى غلوكوز وفركتوز , الماء أيضاً جزء من هذه العملية, وتحول السكريات هو تحول كيميائي في المحاليل إلى غلوكوز وفركتوز, يتم تعزيز هذه العملية من خلال الأحماض وكلما ارتفعت درجة الحرارة زاد معدّل تحلل السكريات الكلّية لذلك نلاحظ أنّ التغيرات في السكريات الكلّية في حالة التبريد أكثر وضوحاً من حالة التجميد (Brighenti *et al*., 2011), تم الإبلاغ عن انخفاض مماثل لعصير البرتقال, والذي يمكن أن يُعزى إلى التحلل المائي للسكروز في وجود الأحماض (Lee and Coates, 1999), في الواقع (Kennedy *et al*., 1990) وجدوا أيضاً أنّ تفكك السكروز في الظروف الحمضية يتعزز كلما ارتفعت حرارة التخزين.

**3-3 – تقدير السكريات المرجعة:**

ويبين الجدول (8) السكريات المرجعة (%) في حالتي التبريد والتجميد

| مدة التخزين (يوم) | +4(˚C) | | | −18(˚C) | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | FS (%) | AS (%) | CS (%) | FS (%) | AS (%) | CS (%) |
| **0** | 1.81 | 1.81 | 1.91 | 1.81 | 1.81 | 1.91 |
| **30** | 1.88 | 1.83 | 1.92 | 1.82 | 1.82 | 1.91 |
| **60** | 1.92 | 1.83 | 1.93 | 1.84 | 1.83 | 1.92 |
| **90** | 1.96 | 1.85 | 1.97 | 1.87 | 1.84 | 1.92 |

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1.93 | 1.85 | 1.89 | 2.03 | 1.86 | 1.99 | **120** |
| 1.94 | 1.87 | 1.9 | 2.07 | 1.89 | 2.1 | **150** |
| 1.96 | 1.9 | 1.92 | 2.12 | 1.92 | 2.18 | **180** |

يظهر الجدول (8) إجمالي السكريات المرجعة الكلّية في عينات عصير الليمون, لوحظت القيمة الدنيا 1.87% في العينة AS في حالة الحفظ بالتجميد و 1.89% في العينة AS (في حالة الحفظ بالتبريد) و2.07% (في العصير المبستر) CS (المحفوظ بالتبريد) و 1.94% في العصير المبستر (المحفوظ بالتجميد), قد تعود الزيادة التدريجية للسكريات المرجعة في العصير بسبب التحول التدريجي للسكريات غير المرجعة أثناء التخزين (Sindhu and Khatkar, 2018), وهذه النتائج أتت متوافقة مع الدراسات الأخرى في عصير الرّمان (Akhtar *et al.*, 2013) الذي لاحظ زيادة كبيرة في السكريات المرجعة في عصير الرّمان أثناء التخزين على درجة الحرارة المحيطة وأتت متوافقة أيضاً مع دراسات (Zeina,2000; Sindhu and Khatkar, 2018) أثناء التخزين في درجات الحرارة المنخفضة .

**3-4- تقدير رقم الحموضة (pH):**

ويبين الجدول (9) تغير قيم pH عصير الليمون أثناء الحفظ بالتبريد والتجميد

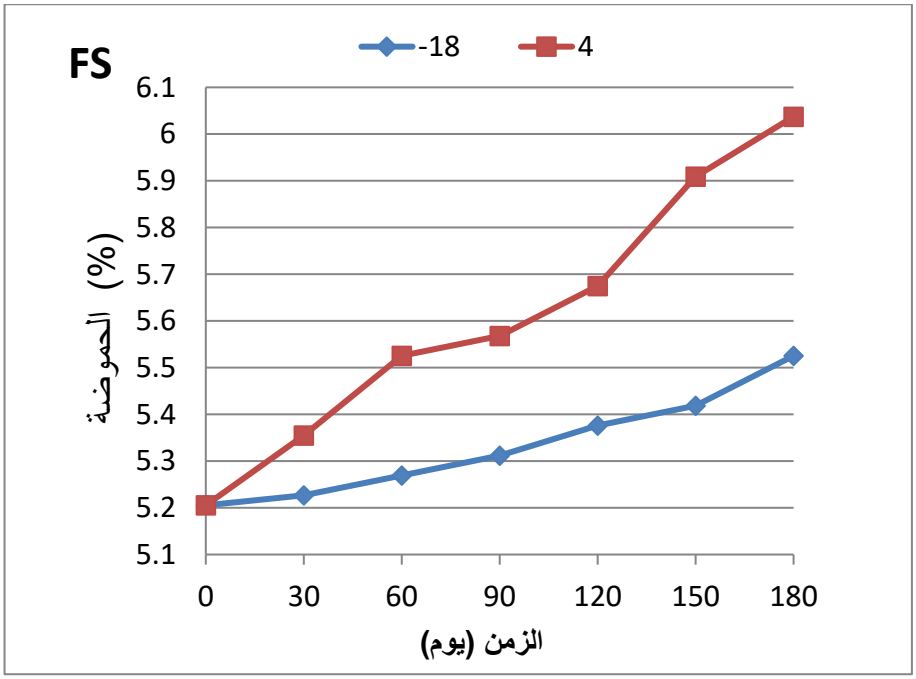
| مدة التخزين (يوم) | درجة الحرارة (م°) | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | +4(°C) | | | -18(°C) | | |
| | FS | AS | CS | FS | AS | CS |
| **0** | 2.18 | 1.98 | 2.87 | 2.18 | 1.98 | 2.87 |
| **30** | 2.14 | 1.97 | 2.85 | 2.18 | 1.97 | 2.85 |
| **60** | 2.13 | 1.95 | 2.82 | 2.17 | 1.97 | 2.82 |
| **90** | 2.07 | 1.93 | 2.8 | 2.16 | 1.96 | 2.8 |
| **120** | 1.98 | 1.91 | 2.79 | 2.16 | 1.96 | 2.79 |
| **150** | 1.88 | 1.88 | 2.77 | 2.15 | 1.95 | 2.77 |
| **180** | 1.86 | 1.84 | 2.75 | 2.14 | 1.94 | 2.75 |

تشير القيم في الجدول (9) إلى هبوط قيمة الـpH بالاتجاه الحمضي أثناء تخزين عصير الليمون 180 يوماً ويوجد تباين في العينات خلال فترة تخزين . ويعزى هذا الانخفاض في قيمة الـpH إلى تشكيل المركبات الحمضية وخاصةً خلال تفكك السكريات ( Harsh *et al.*,2014) وتوافقت هذه النتائج مع (Zeina, 2000; Harsh *et al.*, 2014).

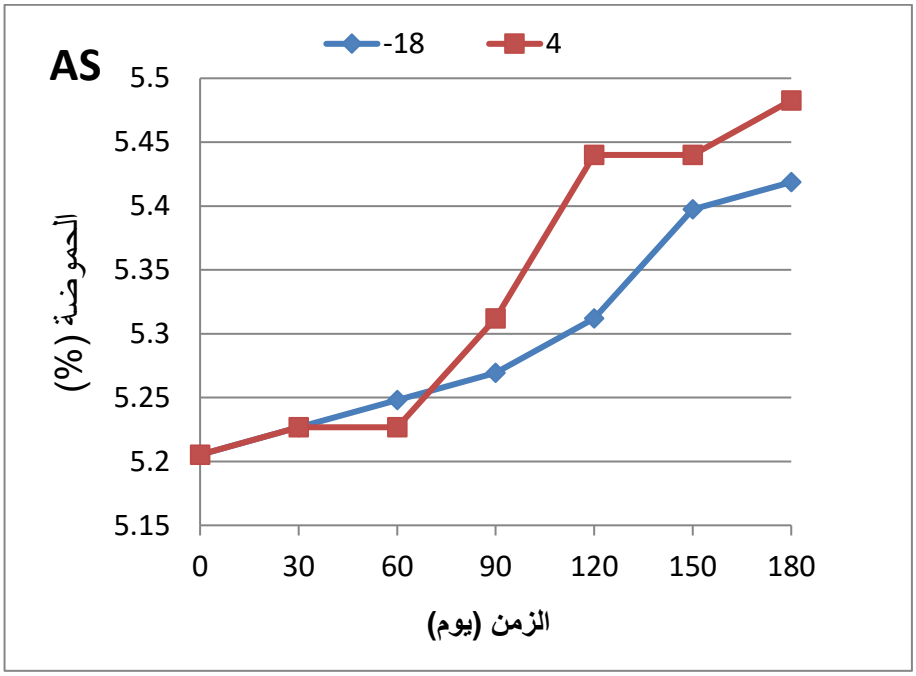
لوحظ انخفاض قيمة الpH بالاتجاه الحمضي في العينات AS التي تحتوي على 3% ملح الطعام في حالتي التخزين المبرّد والمجمّد, يمكن تفسير ذلك (Serajuddin.,2007) من خلال العلاقة المتبادلة بين pH والذوبان الحر للحمض وشكل أملاحه, سيكون الحمض الحر نوع من التوازن عند درجة pH أقل من رقم pH الأعظمي.

**- تقدير درجة الحموضة على أساس حمض الليمون:**

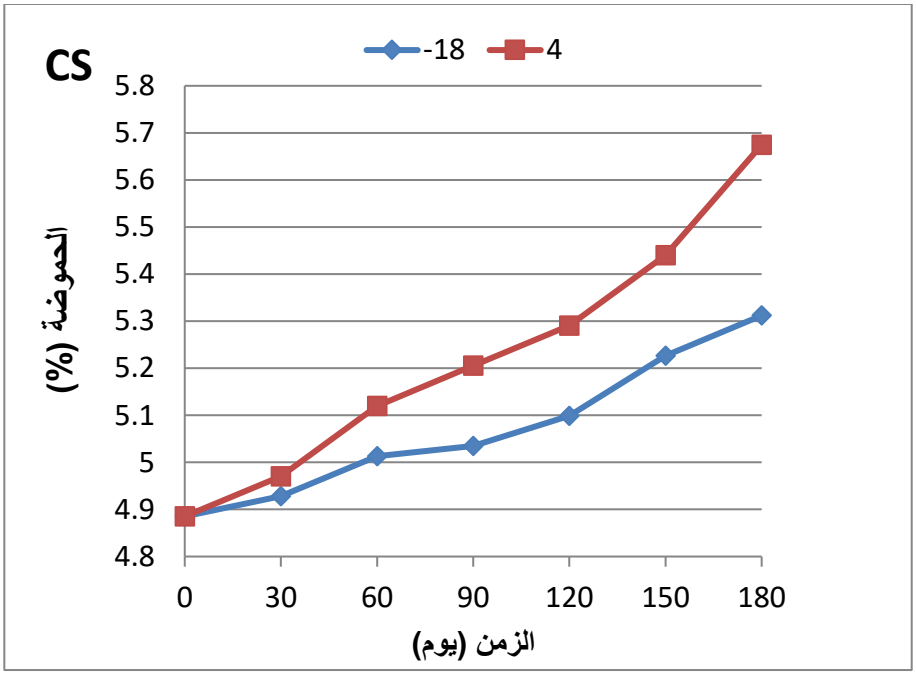
تمت مراقبة التغيرات في درجة الحموضة خلال فترة التخزين حيث يشير الشكل 1 إلى تأثير زمن التخزين على قيمة درجة الحموضة في العصير الطبيعي والشكل 2 يوضح تأثير التخزين على قيم درجة الحموضة في العصير الذي أضيف إليه ملح الطعام كمادة حافظة, وأخيراً المخطط 3 يوضح تغيرات قيم درجة الحموضة في العصير المبستر عند تخزينه لمدة 180 يوماً, كل قيمة في المخطط تمثّل المتوسط الحسابي.



الشكل 1: العلاقة بين الحموضة (%) والزمن (يوم) في العصير FS الطازج غير المبستر في حالتي التبريد والتجميد.




الشكل 2: العلاقة بين الحموضة (%) والزمن (يوم) في العصير AS المحفوظ بالملح (3%) في حالتي التبريد والتجميد.




الشكل 2: العلاقة بين الحموضة (%) والزمن (يوم) في العصير CS المبستر في حالتي التبريد والتجميد.

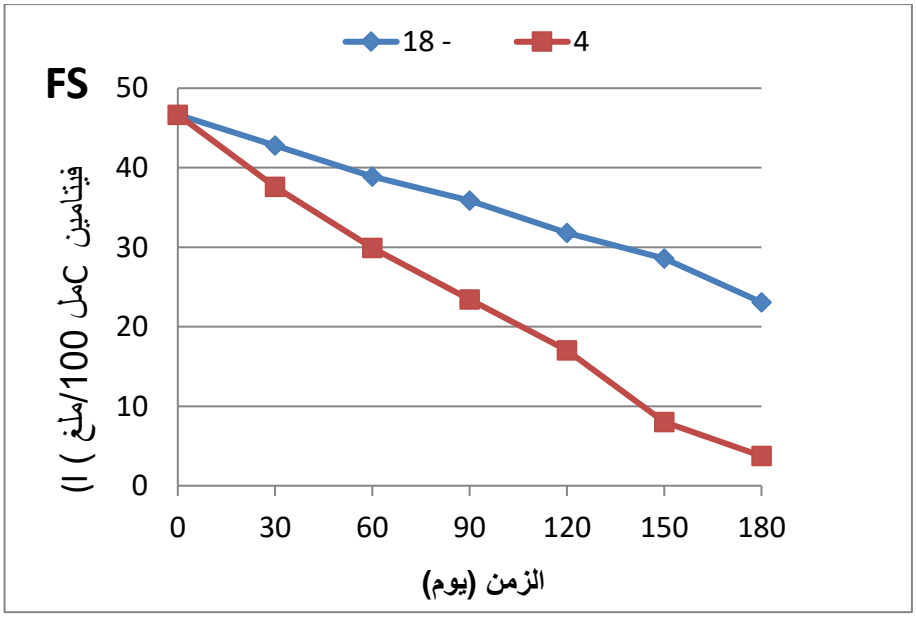
تظهر المخططات 1 و2 و3 أنه هناك زيادة معنوية في الحموضة في جميع المعاملات مع زمن التخزين 180 يوماً ($P<0.05$) , ويوجد فرق معنوي في طريقة التخزين عند مستوى معنوية 5%. تم تسجيل القيمة العظمى ($0.04^{A}$ ±6.03%) في العينة الشاهد FS المحفوظة بالتبريد, وتعزى هذه الزيادة في الحموضة إلى تفكك السكريات إلى أحماض الكربوكسيل (تخمر لا هوائي) (Harsh *et al.*,2014).

توافقت هذه النتائج مع الدراسات التي أجريت في عصير الحمضيات من قِبل ( Mehta and Bajaj, 1983) وعصير الليمون ( Palaniswamy and Muthukrishnan,

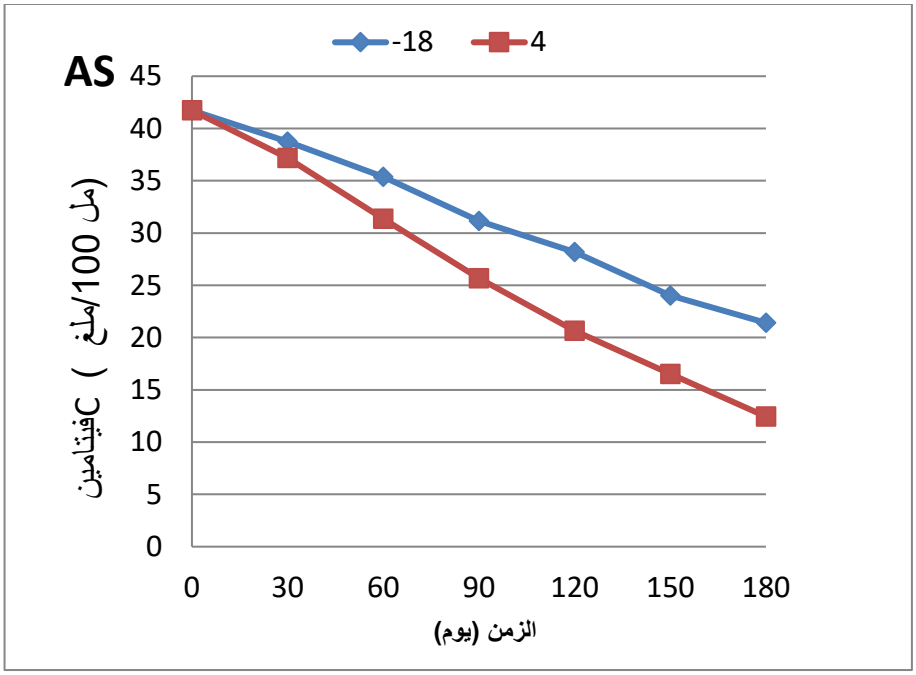
1974) وعصير الأنولا من قِبل (Tripathi *et al.*,1988). وعصير الليمون الأخضر من قبل (Zeina, 2000).

### 3-5- تقدير فيتامين C (حمض الأسكوربيك) في عصير الليمون :

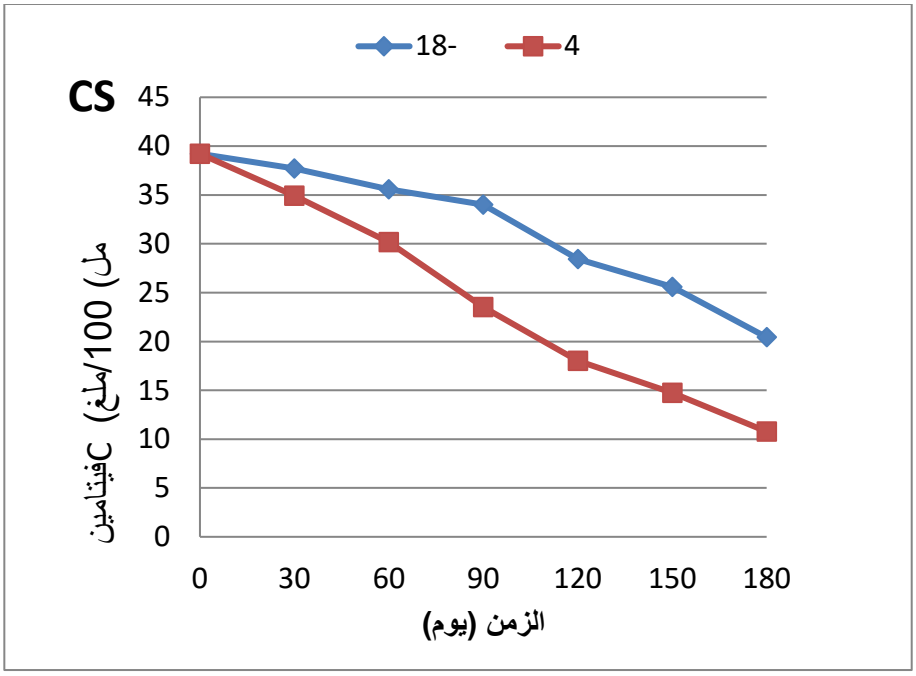
تم تحديد حمض الأسكوربيك باستخدام كاشف تالمنز (2,6 كلور فينول أندوفينول ) وفق طريقة (AOAC,1995), أجريت هذه الاختبارات تقاس كل شهر وباستخدام ثلاث مكررات , يشير الشكل 4 إلى تغير محتوى فيتامين C خلال تخزين عصير الليمون الطبيعي بالتبريد والتجميد, ويشير الشكل 5 إلى تغير محتوى فيتامين C خلال تخزين عصير الليمون الذي أضيف إليه ملح الطعام وذلك بحالتي التبريد , يشير الشكل 6 إلى تغير محتوى فيتامين C خلال تخزين عصير الليمون المبستر بالتبريد والتجميد, كل قيمة في المخطط تمثّل المتوسط الحسابي.




الشكل (4): العلاقة بين فيتامين C والزمن (يوم) عند حفظ العصير الطازج غير المعالج (FS) بطريقتي التبريد والتجميد




الشكل (5): العلاقة بين فيتامين C والزمن (يوم) عند حفظ العصير بكلوريد الصوديوم(AS) بطريقتي التبريد والتجميد.




الشكل (6): العلاقة بين فيتامين C والزمن (يوم) عند حفظ العصير المبستر تقليدياً (CS) بطريقتي التبريد والتجميد

تبين المخططات 4 و5 و6 تأثير المعالجة والتخزين في محتويات فيتامين C في عينات مختلفة من عصير الليمون, أيضاً انخفض محتوى حمض الأسكوربيك معنوياً خلال زمن التخزين 180 يوماً في جميع المعاملات ($P<0.05$).

انخفضت قيمة حمض الأسكوربيك أثناء التحضير (الشكل 5) من $46.67\pm0.13^{A}$مغ/100 مل إلى $41.73\pm0.86^{B}$ مغ/100 مل نتيجة لتأثير إضافة كلوريد الصوديوم على المركبات القابلة للذوبان في الماء مثل فيتامين C ( Lu¨ck and pager,2000) بالإضافة إلى ذلك يمكن تفسير هذا الانخفاض نتيجة لتحلل فيتامين C

في المحاليل الحمضية (Ibraz *et al.*,1999 ;Lee and Nagy,1988b) لانخفاض قيمة pH العصير الملحي عن pH العصير الطبيعي. .

تم تسجيل القيم النهائية لمحتوى حمض الأسكوربيك المتبقي في الزمن 180 يوماً , حيث بلغت قيمته $^{F}$ 0.55 ±3.74 مغ/100مل في عينة العصير الطبيعي FS (في حالة الحفظ بالتبريد) , و $^{D}$ 0.27 ± 12.45 مغ/100 مل في عينة العصير مع الملح AS (في حالة الحفظ بالتبريد) , $^{E}$ 0.26 ± 10.77 مغ/100 مل في العصير المبستر CS (في حالة الحفظ بالتبريد و $^{A}$ ±0.38 23.07 مغ/100 مل في العينة FS ( في حالة الحفظ بالتجميد), و $^{B}$ 0.48 ± 21.41 مغ/100 مل في العينة AS (في حالة الحفظ بالتجميد) و$^{C}$ 0.34 ± 20.43 مغ/100 مل في العينة CS (في حالة التخزين التجميد).

كان عصير الليمون الطبيعي كان الأقل احتفاظاً بفيتامين C على درجة الحرارة 4 م° (الشكل 4) حيث بلغت نسبة الاحتفاظ 8.01% في نهاية فترة التخزين. بلغت نسبة الاحتفاظ بحمض الأسكوربيك 26.7% وذلك في العينة AS عند تخزينها على درجة الحرارة 4 م° بينما بلغت نسبة الاحتفاظ 23.1% في العصير المبستر CS عند تخزينها على نفس درجة الحرارة , وتعزى الفواقد في حمض الأسكوربيك إلى تأثير المعالجة ووقت ودرجة حرارة التخزين (Harsh *et al.*, 2014) وقد يرجع تدهور حمض الأسكوربيك إلى المسارات الهوائية (Moshonas and Shaw,1989).

هذه النتائج توافقت مع دراسة في عصير الأنولا (Tripathi et al,1988) وعصير الليمون (Barwal and Shrera, 2009).

توضح أيضا المخططات 4 و5 و6 انخفاض معنوي في قيمة حمض الأسكوربيك في عصير ليمون المجمّد خلال فترة التخزين لمدة 180 يوماً ($P<0.05$), كانت نتائج الاحتفاظ بحمض الأسكوربيك متقاربة, وكانت القيمة العظمى في العينة FS الشاهد حيث بلغت نسبة الاحتفاظ 49.43%, تليها العينة AS بقيمة 45.88% وأخيراً بلغت نسبة الاحتفاظ بحمض الأسكوربيك 43.77% في عينة العصير المبستر CS, هذه النتائج تتوافق مع الدراسات السابقة التي قام بها (Ranote and Bains, 1982).

## خامساً: الاستنتاجات و التوصيات Conclusions and Recommendations :

### الاستنتاجات Conclusions

1- تبيّن أنَّ حفظ عصير الليمون بالتجميد عند درجة حرارة – 18 م° لم يترافق مع تغيرات جوهرية بمحتوى العصير من الحموضة وفيتامين C.

2- ازدادت أعداد الميكروبات إلى حدود إلى مقبولة أثناء حفظ عصير الليمون الطبيعي بالتبريد عند درجة حرارة 4 م°.

3- إنَّ إضافة الملح بنسبة 3% أو البسترة على درجة حرارة 70 م°لمدة 5 دقائق يمكن أنّ تؤثر في قيمة فيتامين C عند التحضير, إلا أنّ استخدامها بالتآزر مع التبريد أو التجميد خفّض بشكل كبير من نشاط الأحياء الدقيقة وزاد العمر الافتراضي للعصير.

### التوصيات Recommendations

يمكن اقتراح استخدام طريقة البسترة التقليدية على درجة الحرارة 70-90 م °لمدة 5 – 10 دقيقة من أجل المحافظة على عصائر الحمضيات في حالة الحفظ بالتبريد.

**سادساً: المراجع References:**

ABBAS T., LAVADIYA D.N., AND KIRAN R., 2021- **Exploring the Use of Polyols, Corn, and Beet Juice for Decreasing the Freezing Point of Brine Solution for Deicing of Pavements.** ***Sustainability***, *13*(11), p.5765.

AKHTAR S., ALI J., JAVED B., AND KHAN F. A.,2013- **Studies on the preparation and storage stability of pomegranate juice based drink**. Middle-East Journal of Scientific Research, 16(2), 191-195.

ALBARRACÍN W., SÁNCHEZ I.C., GRAU R. AND BARAT J.M., 2011- Salt **in food processing; usage and reduction**: a review. International Journal of Food Science & Technology, 46(7), pp.1329-1336.

AOAC, 1995- **Offical methods of analysis of Association of Offical Analytical Chemistry**. 16th ed. Association of Official Analytical Chemists, Washington, DC.

AOAC, 17th edn, 2000- **Offical Method 925.35 Sucrose in Fruits and Fruit Prouducts read with AOAC Ofifical method 923.09 Lane and Eynon general volumetric method**.

AOAC, 2005- **Offical methods of analysis. 18th Edition. Association of Official Analytical Chemists,** Washington, DC, Method 935.14 and 992.24.

BARWAL V. S., AND SHRERA S. K., 2009- **Standardization of extraction methods and preservation techniquesof hill lemon juice**. Journal of Scientific and Industrial Research, 68, pp. 608-610.

BOON C.S., TAYLOR C.L., AND HENNEY J.E., eds ., 2010- ***Strategies to reduce sodium intake in the United States.*** National Academies Press.

BRIGHENTI, D.M., CARVALHO, C.F., BRIGHENTI, C.R.G. AND CARVALHO, S.M., 2011. **Inversion of the sucrose using citric acid and lemon juice for preparing energetic diet of Apis mellifera Linnaeus, 1758**. Ciência e Agrotecnologia, 35(2), pp.297-304. (In Portuguese)

FELLERS P. J., 1988- **Shelf life and quality of freshly squeezed, unpasteurized, polyethylene-bottled citrus juice**. Journal of Food Science, 53(6), 1699-1702.

FRANKE A.A., CUSTER L.J., ARAKAKI C., AND MURPHY S.P., 2004- **Vitamin C and flavonoid levels of fruits and vegetables**

**consumed in Hawaii**. Journal of Food Composition and Analysis, 17(1), pp.1-35.

FOLEY D.M., PICKETT K., VARON J., LEE J., MLN D.B., CAPORASO R., AND PRAKASH A., 2002- **Pasteurization of fresh orange juice using gamma irradiation: microbiological, flavor, and sensory analyses**. Journal of food science, 67(4), pp.1495-1501.

GONZÁLEZ-MOLINA E., DOMÍNGUEZ-PERLES R., MORENO D.A. AND GARCÍA-VIGUERA C., 2010- **Natural bioactive compounds of Citrus limon for food and health**. Journal of pharmaceutical and biomedical analysis, 51(2), pp.327-345.

GORDON L. R., AND SAMANIEGO-ESGUERRA M. C.,1990- **Effect of soluble solids and temperature on ascorbic acid degradation in lemon juice stored in glass bottles**. Journal of Food Quality, 13, 361-374.

HARSH P., SHARMA A., SUGANDHA SHARMA B., VAISHALI C AND HIRAL PATEL A.,2014- **Effect of storage conditions on the Bio-chemical quality of lemon drink**. Journal of Food Research and Technology, 2 (4), 158-164.

HUELIN F. E., 1953- **Studies on the anaerobic decomposition of ascorbic acid.** Food Research, 18, 633–639.

IBARZ A., PAGA´N. J., AND GARZA S.,1999- **Kinetic models for colour changes in pear puree during heating at relatively high temperatures.** Journal of Food Engineering, 39, 415–422.

ICUMSA, 2009- **International Commission for Uniform Methods of Sugar Analysis.**

JOHNSON J. R., BRADDOCK R. J., AND CHEN C. S.,1995- **Kinetics of ascorbic acid loss and nonenzymatic browning in orange juice serum: Experimental rate constants.** Journal of Food Science, 60(3), 502–505.

KENNEDY J. F., RIVERA Z. S., LLOYD L. L., WARNER F. P., ANS JUMEL K.,1990- **Studies on non-enzymic browning in orange juice using a model system based on freshly squeezed orange juice.** *Journal of the Science of Food and Agriculture*, *52*(1), 85-95.

LAING B. M., SCHLUETER D. L., AND LABUZA T. P.,1978- **Degradation kinetics of ascorbic acid at high temperature and water activity.** Journal of Food Science, 43(5), 1440–1443.

LATHROP P.J. AND LEUNG H.K., 1980- **Thermal degradation and leaching of vitamin C from green peas during processing**. Journal of Food Science, 45(4), pp.995-998.

LEE H. S., AND COATES G. A., 1999- **Vitamin C in frozen, fresh squeezed, unpasteurized, polyethylene-bottled orange juice: A storage study.** Food Chemistry, 65, 165–168.

LEE H. S., AND NAGY, S.,1988a- **Quality changes and nonenzymatic browning intermediates in grapefruit juice during storage**. Journal of Food Science, 53(1), 168-171.

LEE H. S., AND NAGY S.,1988b- **Relationship of sugar degradation to detrimental changes in citrus juice quality**. Food Technology, 11, 91–97.

LI L., VALENZUELA-MARTINEZ C., REDONDO M., JUNEJA V. K., BURSON D. E., AND THIPPAREDDI H., 2012- **Inhibition of *Clostridium perfringens* spore germination and outgrowth by lemon juice and vinegar product in reduced NaCl roast beef.** Journal of food science, *77*(11), 598-603.

LORENTE J., VEGARA S., MARTÍ N., IBARZ A., COLL L., HERNÁNDEZ J., VALERO M. AND SAURA D., 2014- **Chemical guide parameters for Spanish lemon (Citrus limon (L.) Burm.) juices**. Food chemistry, *162*, pp.186-191.

LU¨CK E. AND PAGER, M.,2000- **Chemical Preservation of Food : Characteristics, Uses, Effects.** Pp. 46-98. Zaragoza: Acribia. (In Spanish).

MANSO C., OLIVERIA F., OLIVERIA J., AND FRIAS J., 2001- **Modeling of ascorbic acid thermal degradation and browning in orange juice under aerobic conditions.** International Journal of Food Science and Technology, 36, 303-312.

MEHTA U. AND BAJAJ S., 1983- **Effects of storage and methods of preservation on the physico-chemical characteristics of citrus juices.** Indian Food Packer.37, 42-51.

MOSHONAS M. G., AND SHAW P. E.,1989- **Changes in composition of volatile components in aseptically packaged orange juice during storage.** Journal of Agricultural and Food Chemistry, 37(1), 157-161.

NAGY S., ROUSEFF R. L., FISHER J. F., AND LEE H. S., 1992- **HPLC separation and spectral characterization of browning pigments from white grapefruit juice stored in glass and cans.** Journal of Agricultural and Food Chemistry, 40, 27-31.

NIEMIRA, B.A., SOMMERS, C.H. AND BOYD, G., 2003- **Effect of freezing, irradiation, and frozen storage on survival of**

***Salmonella*** **in concentrated orange juice.** Journal of food protection, 66(10), pp.1916-1919.

NIKDEL, S. AND MACKELLAR, D.G., 1993- **A microwave system for continuous pasteurization of orange juice.** In Florida State Horticultural Society. Meeting.

NUNES M.C.N., BRECHT J.K., MORAIS A.M.M.B., SARGENT S.A., 1998- **Controlling temperature and water loss to maintain ascorbic acid levels in strawberries during post harvest handling.** Journal of Food Science, 63: 1033- 1036.

ORTIZ FLORES K.Y .,2018- **Physico-chemical characterization of subtle lemon juice preserved by rapid forced air freezing and a comparative analysis with subtle fresh lemon juice**. (In Spanish).

PALANISWAMY K. P., AND MUTHUKRISHNAN C. R.,1974- **Studies on the physico-chemical characters of lemon juices and squashes during storage**, Indian Food Pack, 28, 37-41.

RANOTE P. S., AND BAINS G, S.,1982- **Juice of kinnow fruit**, Indian Food Pack, 36 , 23-33.

RASSIS D., AND SAGUY I.,1995- **Oxygen effect nonenzymatic browning and vitamin C in commercial citrus juices and concentrate**. Labensmittel Wissenschaft u-Technology, 28, 285-290.

ROBERTSON G. L., AND SAMANIEGO C. M. L., 1986 - **Effect of initial dissolved oxygen levels on the degradation of ascorbic acid and the browning of lemon juice during storage**. Journal of Food Science, 51(1), 184-187.

RODRIGUEZ-SAONA L.E., BARRETT D.M. AND SELIVONCHICK D.P., 1995- **Peroxidase and lipoxygenase influence on stability of polyunsaturated fatty acids in sweet corn (Zea mays L.) during frozen storage**. Journal of food science, 60(5), pp.1041-1044.

SADIQ S, AND KASHTAARI M, 2006- **Microbiology**, Theoretical Part, Al-Baath University Publications.Pp 11-244. (In Arabic).

SAHARI M.A., BOOSTANI F.M. AND HAMIDI E.Z., 2004- **Effect of low temperature on the ascorbic acid content and quality characteristics of frozen strawberry**. Food chemistry, 86(3), pp.357-363.

SAROLIA D.K., AND MUKHERJEE S ., 2002- **Comparative efficiency of different preservation methods in keeping quality of lime (Citrus aurantifolia ) swingle juice during storage.** Haryana Journal Horticulture Science, 31(3-4): 185-188.

SEDAS V.P., KUBAIK K.N.W., ALVARDO M.G., 1994- **Ascorbic acid loss and sensory changes in intermediate moisture pineapple during storage at 30-40 C.** International Journal of Food Science and Technology, 29: 551-557.

SERAJUDDIN A.T., 2007- **Salt formation to improve drug solubility.** Advanced drug delivery reviews, 59(7), pp.603-616.

SINDHU R., AND KHATKAR B. S., 2018- **Preservation and storage of Lemon (Citrus Limon) Juice.** International Journal of Advanced Engineering Research and Science, 5(3), 237408.

SNIR R., KOEHLER P. E., SIMS K. A., AND WICKER L., 1996- **Total and thermostable pectinesterases in citrus juices.** Journal of Food Science, 61(2), 379–382

SOLOMON O., SVANBERG U., AND SAHLSTRO¨M A., 1995- **Effect of oxygen and fluorescent light on the quality of orange juice during storage at 8 C.** Food Chemistry, 53, 363–368.

**SYRIAN AGRICULTURAL STATISTICAL COLLECTION,** Ministry of Agriculture and Agrarian Reform, Damascus, Syria, 2021. (In Arabic).

SYRIAN STANDARD SPECIFICATION NO. 367 of 2016, **natural fruit or vegetable juice, concentrated natural fruit or vegetable juice.** (In Arabic).

TATUM J. H., PHILIP E. S., AND BERRY R. E., 1969- **Degradation products from ascorbic acid. Journal of Agricultural and Food Chemistry**, 17(1), 38-40.

TRIPATHI V K., SINGH M B ., AND SINGH S., 1988- **Studies on comparative compositional changes in different preserved products of aonla (Emblica officinalis Gaertn) var.** Banarasi. Indian Food Pack, 42, 61-65.

UDDIN M.S., HAWLADER N.A., DING L., MUJUMDAR A.S., 2002- **Degradation of ascorbic acid in dried guava during storage.** Journal of Food Engineering, 51: 21-26.

ZIENA H. M. S., 2000- **Quality attributes of Bearss Seedless lime (Citrus latifolia Tan) juice during storage.** Food chemistry, 71(2), 167-172.