



الجمهورية العربية السورية

جامعة دمشق

كلية الهندسة الزراعية

قسم علوم الأغذية

تأثير طرائق التجفيف الصناعي في محتوى شرائح التفاح المجففة من مضادات الأكسدة ومعايير الجودة

*Effect of Industrial Drying Methods on Antioxidant Content
and Quality Parameters of Dried Apple Slices*

رسالة أعدها لنيل درجة الدكتوراه في الهندسة الزراعية

(قسم علوم الأغذية)

إعداد

المهندسة روعة حوري طلي

بإشراف

أ.د محمد محمد

أ.د محمد خير طحلة

دمشق 2015

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

"وَقُلْ أَعْمَلُوا فَسِيرَیَ اللَّهِ عَمَلَكُمْ وَرَسُولَهُ وَالْمُؤْمِنُونَ"

صَدَقَ اللَّهُ الْعَظِيمُ

تصريح

أصرح بأن البحث الموصوف في هذه الرسالة تحت عنوان:
" تأثير طرائق التجفيف الصناعي في محتوى شرائح التفاح المجففة من مضادات الأكسدة
ومعايير الجودة " لم يسبق أن قدم للحصول على أي درجة جامعية أخرى، وغير مقدم حالياً
لذلك، وأن كافة العمل، والنتائج المذكورة هي جهودي الشخصية، وبتوجيه من المشرف العلمي
والمشرف المشارك وأن المراجع التي ذكرت في الأطروحة نسبت إلى مصادرها ضمن النص
وفي قائمة المراجع.

المرشحة

روعة حوري طلي

Declaration

To whom it may concern: I declare that the present research work
entitled" *Effect Of Industrial Drying Methods On Antioxidant Content
and Quality Parameters Of Dried Apple Slices*" is a new research work,
and has neither been already accepted for any degree, nor has been
submitted concurrently for any other degree. All the mentioned results are
my own efforts and done by direct supervision of my guides, All the
referred literature are cited, and well-documented in the list of references.

Candidate

Rawaa Tlay

شهادة

نشهد بأن العمل الموصوف في هذه الرسالة:

" تأثير طرائق التجفيف الصناعي في محتوى شرائح التفاح المجففة من مضادات الأكسدة ومعايير الجودة " جاء نتيجة بحث علمي قامت به المرشحة روعة حوري طلي بإشراف الأستاذ الدكتور محمد خير طحله في قسم علوم الأغذية، كلية الزراعة- جامعة دمشق، والأستاذ الدكتور محمد محمد في قسم علوم الأغذية، كلية الزراعة- جامعة دمشق، وأن المراجع المستخدمة في هذه الرسالة موثقة أصولاً ضمن النص.

المشرف العلمي

المشرف المشارك

المرشحة

الأستاذ الدكتور محمد خير طحله

الأستاذ الدكتور محمد محمد

روعة طلي

Certificate

It is hereby certificated that the work described in this thesis;

"Effect Of Industrial Drying Methods On Antioxidant Content and Quality Parameters Of Dried Apple Slices" is the result of the scientific research done by candidate sarhan khalil under the supervision of Prof. Mohamad Tuhla, Food Science Department, Faculty of Agriculture, Damascus University and Prof., Mohamad Mohamad, Food Science Department, Faculty of Agriculture, Damascus University, and any reference to other research works has been duly acknowledged in the text.

Candidate

Supervision

Co-supervision

Rawaa Tlay

Prof. Mohamad Tuhla

Prof. Mohamad Mohamad

قدمت هذه الرسالة استكمالاً لمتطلبات نيل درجة الدكتوراه في قسم علوم الأغذية في كلية الزراعة - جامعة دمشق، وأجيزت من قبل السادة أعضاء لجنة الحكم.

This thesis has been submitted as partial fulfillment of the requirements for the Ph. D Degree in Horticulture science, Faculty of Agriculture -Damascus University. The thesis has been approved by referee committee.

نوقشت هذه الرسالة بتاريخ 28 / 12 / 2014

لجنة الحكم على الرسالة:

عضواً مشرفاً

د. محمد خير طحلة

الأستاذ في قسم علوم كلية الزراعة-جامعة دمشق.

الاختصاص: حفظ وتصنيع الأغذية

عضواً

د. عبد الحكيم عزيزية

الأستاذ في قسم علوم كلية الزراعة-جامعة دمشق.

الاختصاص: تقانات أغذية

عضواً

د. عبد الوهاب مرعي

الأستاذ في قسم علوم كلية الزراعة-جامعة دمشق.

الاختصاص: ميكروبيولوجيا أغذية

عضواً

د. أنور الحاج علي

الأستاذ في قسم علوم كلية الزراعة-جامعة دمشق.

الاختصاص: كيمياء وتحليل أغذية

عضواً

د. جهاد سمعان

المدرس في قسم كلية الزراعة-جامعة دمشق.

الاختصاص: تكنولوجيا أغذية

الإهداء

إلى الذي أمنت برسائله دون أن أراه....
إلى من أرجو أن تشملني شفاعته وأن أبقى من ملته وأن ألقاه في جنان النعيم
محمد صلى الله عليه وسلم.

إلى القلب الذي ينبض لتجري في عروقي الدماء
إلى الجبل الراسخ أمام أعنى الرياح، شجرة تمتد جذورها في الحب وتزهو أفروعها في سما
الوعي
والإرادة، إليك يا من أعطيتني المممة والعزيمه وبك افتخر
والذي "حفظه الله"

إلى القلب الحنون وبنوع الحب، إلى رمز التضحية والعطاء.....
إلى من كابدت في سبيل توفير الحياة الهانئة والسعيدة لأولادها ولأسرتها.....
إلى من سهرت الليالي الطوال لتحقيق الظروف المثالية لأولادها في سبيل النجاح.....
والذي "حفظها الله"
إلى من هو أقرب من البسمة إلى شفتي، وأندى من الدمع على مقلي،
إلى قرة عيني وسلوان حياتي..

طفلي محمد "حفظه الله"
من أرفع رأسي عالياً عند ذكرهم... سدي الأخر وملأني...من وقفوا بجانب لي يدي
العون.....من نشأت معهم وترعرعت من محبتهم.....رفاق العمر وصحبة الحياة....

إخوتي "محمد وحسن"

في قلوبهم حنان الأمهات...وفي عطاءهم عطاء العظماء...وعندهم تنجلي المموم وتزول
المصاعب...إلى من أسمع نبض قلبي في صدورهم...وأرى دمعتي على وجناتهم البيضاء...

أخواتي "دعاء و ولاء"

شاءت الأقدار أن التقى بهم...فكانت معهم أجمل اللحظات...وكانت معهم أقدس الذكريات...

إلى من شاركوني أحزاني قبل أفراحي...

صديقاتي " آية، ريم، ديانا، ناديا، حنانة"

كلمة الشكر

بسم الله الرحمن الرحيم

إن أول من يستحق الشكر هو الله عز وجل الذي وفقنا في إتمام أول خطوة لنا على طريق المعرفة وهياً لنا فرصة الالتقاء بهذه المجموعة المخلصة من الشموع المضيئة التي تستحق منا كل الشكر والعرفان بالجميل.....

كل الشكر والتقدير للذين قدموا لي يد العون والمساعدة منطلقين من دافع نبيل ومحبتهم للعلم وسعيهم الدؤوب نحو العطاء دون مقابل.

أتقدم بجزيل الشكر ومحطيم الامتنان للأستاذ الدكتور محمد خير طحله الذي ساهم في الإشراف العلمي منذ البداية وكانت لتوجيهاته التي تنم عن خبرة الباحث وحكمة المفكر الأثر الكبير في النجاح الذي تحقّق، ومهما انتقيت من عبارات شكر فلن أوفيه حقّه.

وأتوجه بخالص الشكر والامتنان للأستاذ الدكتور محمد محمد علي تقبله الكريم في متابعة الإشراف على هذا البحث وإغنائه علمياً، مشكوراً على ما أفاضه علي من نصح وإرشاد وتوجيه وسعة للصدر وبذل للجهد لإتمام هذا العمل.

وأتوجه بخالص الشكر إلى الأستاذ الدكتور محمد أيمن السعدي عميد كلية الزراعة على الرعاية المطلقة في تأمين مستلزمات البحث من المواد والأجهزة، ونائب العميد للشؤون العلمية الأستاذ الدكتور موسى عبود، ونائب العميد للشؤون الإدارية الأستاذ الدكتور محمود صبور، على جميع أشكال العون والمساعدة التي قدمت لي أثناء تنفيذ البحث وشراء مستلزماته.

وأقدم بالشكر العميق للجنة الحكم لتوجيهاتهم وملاحظاتهم القيمة التي أغنيت البحث (الأستاذ الدكتور عبد الوهاب مرعي، الأستاذ الدكتور عبد الحكيم عزيزية، الأستاذ الدكتور أنور حاج علي، الدكتور جهاد سمعان).

وبكل الاحترام والتقدير والامتنان أتقدم بالشكر الجزيل إلى رئاسة قسم علوم الأغذية (الأستاذ الدكتور عبد الحكيم عزيزية والأستاذ الدكتور صياح أبو حرة) اللذان تفضلا بمساعدتي ومد يد العون لي لإتمام هذا العمل المتواضع.....

وأقدم بالشكر والعرفان للأساتذة في قسم علوم الأغذية لما أبدوه من متابعة ودعم ونصيحة، ولكل من كان له أي مساهمة صغيرة أم كبيرة لإنجاح هذا العمل.

وأخيراً أنعني بإجلال واحترام لوالديّ الغاليين وإخوتي وأخواتي وطفلي وأصدقائي الذين شددوا أزرعي وشجعوني على المتابعة.

العناوين الرئيسية

الإهداء.....	1
كلمة شكر.....	2
ملخص البحث باللغة العربية.....	3
ملخص البحث باللغة الأجنبية.....	4

الفصل الأول : المقدمة والدراسة المرجعية

المقدمة.....	1
مبررات البحث.....	4
أهداف البحث.....	4
الدراسة المرجعية.....	5
القيمة الغذائية لثمار التفاح.....	5
التركيب الكيميائي لثمار التفاح.....	6
حفظ ثمار الفاكهة بالتجفيف.....	7
طرائق التجفيف.....	8
4- تأثير عملية التجفيف في المكونات الغذائية للمادة المجففة.....	11
4-1- تأثير عملية التجفيف في محتوى شرائح التفاح من السكريات والبروتينات.....	12
4-2- تأثير عملية التجفيف في محتوى شرائح التفاح من حمض الأسكوربيك.....	13
4-3- تأثير عملية التخزين في محتوى شرائح التفاح من مضادات الأكسدة ومعايير الجودة.....	15
4-4- تأثير عملية التجفيف في النشاط المائي لشرائح التفاح المجففة.....	16
4-5- تأثير عملية التخزين في خصائص جودة شرائح التفاح المجففة بالهواء الساخن.....	17
4-6- تأثير المعاملات السكرية في محتوى شرائح التفاح من معايير الجودة.....	18
4-7- تأثير درجة حرارة التجفيف في معايير جودة شرائح التفاح المجففة.....	20
4-8- تأثير عملية الاسترجاع في محتوى شرائح التفاح من مضادات الأكسدة ومعايير الجودة.....	24
4-9- تأثير عملية التجفيف والتخزين في خصائص اللون لشرائح التفاح المجففة.....	25
4-10- تأثير عملية التجفيف في محتوى شرائح التفاح المجففة من المركبات الفينولية والنشاط المضاد للأكسدة.....	28
4-11- تأثير طرائق التجفيف في الزمن اللازم لعملية التجفيف.....	35

12-1- تأثير عملية التجفيف في الخصائص الحسية لشرائح التفاح المجففة.....35

الفصل الثاني : مواد وطرائق البحث

- مواد وطرائق البحث.....37

1- مخطط البحث.....39

- الاختبارات الكيميائية.....40

1- تقدير المحتوى الرطوبي.....40

2- تقدير الرماد.....40

3- تقدير الحموضة الكلية.....40

4- تقدير رقم الـpH.....40

5- تقدير السكريات الكلية والمرجعة.....40

6- تعيين مؤشرات اللون (L, a, b).....40

7- تعيين المواد الفعالة بيولوجياً.....40

1-7- تقدير فيتامين C.....40

2-7- تقدير المركبات الفينولية.....40

1-2-7- استخلاص وتعيين الفينولات الكلية.....40

2-2-7- تقدير الفينولات الكلية.....41

8- قياس النشاط المضاد للأكسدة Antioxidant Activity Assay بطريقة DPPH.....41

9- تعيين الكويرستين بجهاز HPLC.....42

10- الاختبارات الحسية.....42

- اختبار مقياس هيدونيك Hedonic Scale Test.....42

11- الاختبارات الميكروبيولوجية.....43

2- التحليل الإحصائي.....43

الفصل الثالث: النتائج والمناقشة

3- النتائج والمناقشة.....44

4- التركيب الكيميائي لثمار التفاح الطازجة.....44

[1]- نتائج تأثير المعاملة بحمض الأسكوربيك في شرائح ثمار التفاح المعدة للتجفيف.....46

1-1- نتائج تأثير طريقة التجفيف ومدة التخزين والمعاملة بحمض الأسكوربيك 2% في بعض

المؤشرات الكيميائية لشرائح ثمار التفاح المجففة.....46

- 1-2- نتائج تأثير طريقة التجفيف ومدة التخزين والمعاملة بحمض الأسكوربيك 2% في محتوى شرائح ثمار التفاح المجففة من المركبات الفعالة بيولوجياً وفي النشاط المضاد للأوكسدة.....49
- 1-3- نتائج تأثير طريقة التجفيف ومدة التخزين والمعاملة بحمض الأسكوربيك 2% في مؤشرات اللون لشرائح ثمار التفاح المجففة.....52
- 1-4- نتائج تأثير طرائق التجفيف في مدة تجفيف شرائح ثمار التفاح.....54
- 2- نتائج تأثير المعاملة بحمض السيتريك في شرائح ثمار التفاح المعدة للتجفيف.....56
- 1-2- نتائج تأثير طريقة التجفيف ومدة التخزين والمعاملة بحمض السيتريك 2% في بعض المؤشرات الكيميائية لشرائح ثمار التفاح الطازجة والمجففة.....56
- 2-2- نتائج تأثير طريقة التجفيف ومدة التخزين والمعاملة بحمض السيتريك 2% في محتوى شرائح ثمار التفاح المجففة من المركبات الفعالة بيولوجياً وفي النشاط المضاد للأوكسدة.....59
- 2-3- نتائج تأثير طريقة التجفيف ومدة التخزين والمعاملة بحمض السيتريك 2% في مؤشرات اللون لشرائح ثمار التفاح المجففة.....61
- 2-4- نتائج تأثير طرائق التجفيف في مدة تجفيف ثمار التفاح.....64
- 3- نتائج تأثير المعاملة بمحلول ميتا باي سلفيت الصوديوم في شرائح ثمار التفاح المعدة للتجفيف.....65
- 1-3- نتائج تأثير طريقة التجفيف ومدة التخزين والمعاملة بمحلول ميتا باي سلفيت الصوديوم 0.1% في بعض المؤشرات الكيميائية لشرائح ثمار التفاح الطازجة والمجففة.....65
- 2-3- نتائج تأثير طريقة التجفيف ومدة التخزين والمعاملة بمحلول ميتا باي سلفيت الصوديوم 0.1% في محتوى شرائح ثمار التفاح المجففة من المركبات الفعالة بيولوجياً وفي النشاط المضاد للأوكسدة.....68
- 3-3- نتائج تأثير طريقة التجفيف ومدة التخزين والمعاملة بمحلول ميتا باي سلفيت الصوديوم 0.1% في مؤشرات اللون لشرائح ثمار التفاح المجففة.....72
- 3-4- نتائج تأثير طرائق التجفيف في مدة تجفيف شرائح ثمار التفاح.....74
- 4- نتائج تأثير المعاملة بمحلول السكر في شرائح ثمار التفاح المعدة للتجفيف.....76
- 1-4- نتائج تأثير طريقة التجفيف ومدة التخزين والمعاملة بتركيز متزايدة من السكر في بعض المؤشرات الكيميائية لشرائح ثمار التفاح المجففة.....76

2-4- نتائج تأثير طريقة التجفيف ومدة التخزين والمعاملة بتركيز متزايدة من السكر في محتوى شرائح ثمار التفاح المجففة من المركبات الفعالة بيولوجياً والنشاط المضاد للأوكسدة.....	79
4-3- نتائج تأثير طريقة التجفيف ومدة التخزين والمعاملة بتركيز متزايدة من السكر في مؤشرات اللون لشرائح ثمار التفاح المجففة.....	83
4-4- نتائج تأثير طرائق التجفيف في مدة تجفيف شرائح ثمار التفاح.....	86
5- نتائج تأثير المعاملة بمحلول الغلوكوز في شرائح ثمار التفاح المعدة للتجفيف.....	88
5-1- نتائج تأثير طريقة التجفيف ومدة التخزين والمعاملة بتركيز متزايدة من الغلوكوز في بعض المؤشرات الكيميائية لشرائح ثمار التفاح المجففة.....	88
5-2- نتائج تأثير طريقة التجفيف ومدة التخزين والمعاملة بتركيز متزايدة من الغلوكوز في محتوى شرائح ثمار التفاح المجففة من المركبات الفعالة بيولوجياً والنشاط المضاد للأوكسدة.....	91
5-3- نتائج تأثير طريقة التجفيف ومدة التخزين والمعاملة بتركيز متزايدة من الغلوكوز في مؤشرات اللون لشرائح ثمار التفاح المجففة.....	96
5-4- نتائج تأثير طرائق التجفيف في مدة تجفيف شرائح ثمار التفاح.....	99
6- نتائج تأثير المعاملة بمحلول السوربيتول في شرائح ثمار التفاح المعدة للتجفيف.....	100
6-1- نتائج تأثير طريقة التجفيف ومدة التخزين والمعاملة بتركيز متزايدة من السوربيتول في بعض المؤشرات الكيميائية لشرائح ثمار التفاح المجففة.....	100
6-2- نتائج تأثير طريقة التجفيف ومدة التخزين والمعاملة بتركيز متزايدة من السوربيتول في محتوى شرائح ثمار التفاح المجففة من المركبات الفعالة بيولوجياً والنشاط المضاد للأوكسدة.....	103
6-3- نتائج تأثير طريقة التجفيف ومدة التخزين والمعاملة بتركيز متزايدة من السوربيتول في مؤشرات اللون لشرائح ثمار التفاح المجففة.....	108
6-4- نتائج تأثير طرائق التجفيف في مدة تجفيف شرائح ثمار التفاح.....	111
- تقدير المركبات الفينولية باستخدام تقنية HPLC.....	113

- 1- نتائج تأثير المعاملة الحمضية وطرائق التجفيف في بعض المركبات الفينولية لشرائح ثمار التفاح المجففة والمخزنة مدة ستة أشهر.....113
- 2- نتائج تأثير المعاملة السكرية بمحلول السكروز وطرائق التجفيف في بعض المركبات الفينولية لشرائح ثمار التفاح المجففة والمخزنة مدة ستة أشهر.....114
- 3- نتائج تأثير المعاملة السكرية بمحلول الغلوكوز وطرائق التجفيف في بعض المركبات الفينولية لشرائح ثمار التفاح المجففة والمخزنة مدة ستة أشهر.....116
- 4- نتائج تأثير المعاملة السكرية بمحلول السوربيتول وطرائق التجفيف في بعض المركبات الفينولية لشرائح ثمار التفاح المجففة والمخزنة مدة ستة أشهر.....118
- نتائج تأثير المعاملات الكيميائية المسبقة وتأثير طرائق التجفيف في الخصائص الحسية لشرائح ثمار التفاح المجففة.....120
- 1- الخصائص الحسية لشرائح ثمار التفاح المعاملة بتركيز متزايدة من محلول السكروز والمجففة بطرائق التجفيف المختلفة.....121
- 2- الخصائص الحسية لشرائح ثمار التفاح المعاملة بتركيز متزايدة من محلول الغلوكوز والمجففة بطرائق التجفيف المختلفة.....120
- 3- الخصائص الحسية لشرائح ثمار التفاح المعاملة بتركيز متزايدة من محلول السوربيتول والمجففة بطرائق التجفيف المختلفة.....123
- 4- الخصائص الحسية لشرائح ثمار التفاح المعاملة بمحلول حمض الأسكوربيك 2% والمجففة بطرائق التجفيف المختلفة.....124
- 5- الخصائص الحسية لشرائح ثمار التفاح المعاملة بمحلول حمض السيتريك 2% والمجففة بطرائق التجفيف المختلفة.....126
- 6- الخصائص الحسية لشرائح ثمار التفاح المعاملة بمحلول ميتاباي سلفيت الصوديوم 0.1% والمجففة بطرائق التجفيف المختلفة.....127
- نتائج تأثير المعاملات الكيميائية المسبقة وتأثير طرائق التجفيف ومدة التخزين في التعداد العام للخمائر والفطور لشرائح ثمار التفاح المجففة بطرائق التجفيف المختلفة.....129
- 1- التعداد العام للخمائر والفطور لشرائح التفاح المجففة والمعاملة مسبقاً بمحاليل حمضية...129
- 1-1- نتائج تأثير طريقة التجفيف ومدة التخزين والمعاملة بمحاليل حمضية في التعداد العام للخمائر والفطور لشرائح ثمار التفاح المجففة.....129
- 2- التعداد العام للخمائر والفطور لشرائح التفاح المجففة والمعاملة مسبقاً بمحلول سكري.....131

- 1-2- نتائج تأثير طريقة التجفيف ومدة التخزين والمعاملة بتركيز متزايدة من السكر في
التعداد العام للخمائر والفطور لشرائح ثمار التفاح المجففة.....131
- 2-2- نتائج تأثير طريقة التجفيف ومدة التخزين والمعاملة بتركيز متزايدة من السوربيتول في
الحمولة من الخمائر والفطور لشرائح ثمار التفاح المجففة.....133
- 2-3- نتائج تأثير طريقة التجفيف ومدة التخزين والمعاملة بتركيز متزايدة من الغلوكوز الحمولة
من الخمائر والفطور لشرائح ثمار التفاح المجففة.....135

الفصل الرابع: الاستنتاجات والتوصيات

- الاستنتاجات.....137
- التوصيات.....138

الفصل الخامس: المراجع

- المراجع العربية.....139
- المراجع الأجنبية.....140

الفصل السادس: الملحق

- الملحقات.....176

قائمة الجداول

رقم الجدول	اسم الجدول	رقم الصفحة
جدول (1): المكونات الغذائية لثمار التفاح في 100 غ من الجزء المأكول من الثمرة.....6		6
جدول (2): متوسط التركيب الكيميائي للتفاح المجفف.....6		6
جدول (I): التركيب الكيميائي لشرائح ثمار التفاح الطازجة..... 44		44
جدول (II): محتوى شرائح ثمار التفاح الطازجة من المركبات الفعالة بيولوجياً وفي النشاط المضاد للأوكسدة..... 45		45
جدول (III): مؤشرات اللون لشرائح ثمار التفاح الطازجة..... 45		45
جدول (3): تأثير طريقة التجفيف ومدة التخزين والمعاملة بحمض الأسكوربيك 2% في بعض المؤشرات الكيميائية لشرائح ثمار التفاح المجفف.....47		47
جدول (4): تأثير طريقة التجفيف ومدة التخزين والمعاملة بحمض الأسكوربيك 2% في محتوى شرائح ثمار التفاح المجفف من المركبات الفعالة بيولوجياً وفي النشاط المضاد للأوكسدة..... 49		49
جدول (5): تأثير طريقة التجفيف ومدة التخزين والمعاملة بحمض الأسكوربيك 2% في مؤشرات اللون لشرائح ثمار التفاح المجفف.....52		52
جدول (6): تأثير طريقة التجفيف والمعاملة بحمض الأسكوربيك 2% في مدة تجفيف شرائح ثمار التفاح.....55		55
جدول (7): تأثير طريقة التجفيف ومدة التخزين والمعاملة بحمض السيتريك 2% في بعض المؤشرات الكيميائية لشرائح ثمار التفاح الطازجة والمجفف..... 57		57
جدول (8): تأثير طريقة التجفيف ومدة التخزين والمعاملة بحمض السيتريك 2% في محتوى شرائح ثمار التفاح المجفف من المركبات الفعالة بيولوجياً وفي النشاط المضاد للأوكسدة..... 60		60
جدول (9): تأثير طريقة التجفيف ومدة التخزين والمعاملة بحمض السيتريك 2% في مؤشرات اللون لشرائح ثمار التفاح المجفف.....62		62
جدول (10): تأثير طريقة التجفيف والمعاملة بحمض السيتريك 2% في مدة تجفيف شرائح ثمار التفاح.....64		64

جدول (11): تأثير طريقة التجفيف والمعاملة بمحلول ميتا باي سلفيت الصوديوم في بعض المؤشرات الكيميائية لثمار التفاح الطازجة والمجففة.....	65
جدول (12): تأثير طريقة التجفيف ومدة التخزين والمعاملة بمحلول ميتا باي سلفيت الصوديوم في محتوى شرائح ثمار التفاح المجففة من المركبات الفعالة بيولوجياً وفي النشاط المضاد للأكسدة.....	69
جدول (13): تأثير طريقة التجفيف ومدة التخزين والمعاملة بمحلول ميتا باي سلفيت الصوديوم في مؤشرات اللون لشرائح ثمار التفاح المجففة.....	74
جدول (14): تأثير طريقة التجفيف والمعاملة بمحلول ميتا باي سلفيت الصوديوم في مدة تجفيف شرائح ثمار التفاح.....	75
جدول (15): تأثير طريقة التجفيف ومدة التخزين والمعاملة بتركيز متزايدة السكر في بعض المؤشرات الكيميائية لشرائح ثمار التفاح المجففة.....	77
جدول (16): تأثير طريقة التجفيف ومدة التخزين والمعاملة بتركيز متزايدة السكر في محتوى شرائح ثمار التفاح المجففة من المركبات الفعالة بيولوجياً والنشاط المضاد للأكسدة.....	81
جدول (17): تأثير طريقة التجفيف ومدة التخزين والمعاملة بتركيز متزايدة السكر في مؤشرات اللون لشرائح ثمار التفاح المجففة.....	84
جدول (18): دراسة تأثير طرائق التجفيف في مدة تجفيف شرائح التفاح المجففة.....	86
جدول (19): تأثير طريقة التجفيف ومدة التخزين والمعاملة بتركيز متزايدة الجلوكوز في بعض المؤشرات الكيميائية لشرائح ثمار التفاح المجففة.....	89
جدول (20): تأثير طريقة التجفيف ومدة التخزين والمعاملة بتركيز متزايدة الجلوكوز في محتوى شرائح ثمار التفاح المجففة من المركبات الفعالة بيولوجياً والنشاط المضاد للأكسدة.....	93
جدول (21): تأثير طريقة التجفيف ومدة التخزين والمعاملة بتركيز متزايدة الجلوكوز في مؤشرات اللون لشرائح ثمار التفاح المجففة.....	96
جدول (22): دراسة تأثير طرائق التجفيف في مدة تجفيف شرائح التفاح المجففة.....	99
جدول (23): تأثير طريقة التجفيف ومدة التخزين والمعاملة بتركيز متزايدة السوربيتول في بعض المؤشرات الكيميائية لشرائح ثمار التفاح المجففة.....	101

- جدول (24): تأثير طريقة التجفيف ومدة التخزين والمعاملة بتركيز متزايدة السوربيتول في محتوى شرائح ثمار التفاح المجففة من المركبات الفعالة بيولوجياً والنشاط المضاد للأوكسدة..... 104
- جدول (25): تأثير طريقة التجفيف ومدة التخزين والمعاملة بتركيز متزايدة السوربيتول في مؤشرات اللون لشرائح ثمار التفاح المجففة..... 108
- جدول (26): دراسة تأثير طرائق التجفيف في مدة تجفيف شرائح التفاح المجففة..... 111
- جدول (27): تأثير المعاملة الحمضية وطرائق التجفيف في بعض المركبات الفينولية لشرائح ثمار التفاح المجففة والمخزنة لمدة ستة أشهر..... 113
- جدول (28): تأثير المعاملة بمحلول السكرز وطرائق التجفيف في بعض المركبات الفينولية لشرائح ثمار التفاح المجففة والمخزنة لمدة ستة أشهر..... 115
- جدول (29): تأثير المعاملة بمحلول الغلوكوز وطرائق التجفيف في بعض المركبات الفينولية لشرائح ثمار التفاح المجففة والمخزنة لمدة ستة أشهر..... 117
- جدول (30): تأثير المعاملة بمحلول السوربيتول وطرائق التجفيف في بعض المركبات الفينولية لشرائح ثمار التفاح المجففة والمخزنة لمدة ستة أشهر..... 118
- جدول (31): الخصائص الحسية لشرائح ثمار التفاح المعاملة بمحلول السكرز والمجففة بطرائق التجفيف المختلفة..... 120
- جدول (32): الخصائص الحسية لشرائح ثمار التفاح المعاملة بمحلول الغلوكوز والمجففة بطرائق التجفيف المختلفة..... 122
- جدول (33): الخصائص الحسية لشرائح ثمار التفاح المعاملة بمحلول السوربيتول والمجففة بطرائق التجفيف المختلفة..... 123
- جدول (34): الخصائص الحسية لشرائح ثمار التفاح المعاملة بمحلول حمض الأسكوربيك 2% والمجففة بطرائق التجفيف المختلفة..... 125
- جدول (35): الخصائص الحسية لشرائح ثمار التفاح المعاملة بمحلول حمض السيتريك 2% والمجففة بطرائق التجفيف المختلفة..... 126

- جدول (36): الخصائص الحسية لشرائح ثمار التفاح المعاملة بمحلول ميتاباي سلفيت الصوديوم 0.1% والمجففة بطرائق التجفيف المختلفة 127
- جدول (37): دراسة تأثير طريقة التجفيف ومدة التخزين والمعاملة بمحاليل حمضية في التعداد العام للخمائر والفطور لشرائح ثمار التفاح المجففة 129
- جدول (38): دراسة تأثير طريقة التجفيف ومدة التخزين والمعاملة بتركيز متزايدة من السكر في التعداد العام للخمائر والفطور لشرائح ثمار التفاح المجففة 132
- جدول (39): دراسة تأثير طريقة التجفيف ومدة التخزين والمعاملة بتركيز متزايدة من السوربيتول في التعداد العام للخمائر والفطور لشرائح ثمار التفاح المجففة 134
- جدول (40): دراسة تأثير طريقة التجفيف ومدة التخزين والمعاملة بتركيز متزايدة من الغلوكوز في التعداد العام للخمائر والفطور لشرائح ثمار التفاح المجففة 136

قائمة الأشكال

رقم الشكل	اسم الشكل	رقم الصفحة
الشكل (1): المنحنى المعياري لحمض الغاليك.....		41

الملخص

نفذ هذا البحث في قسم علوم الأغذية- كلية الزراعة بجامعة دمشق. هدف البحث إلى دراسة تأثير طرائق التجفيف وتأثير المعاملات الأولية في بعض المؤشرات الكيميائية وبعض مضادات الأكسدة لشرائح ثمار التفاح الطازجة والمجففة صنف (غولدن ديليشيس) وربطها مع النشاط المضاد للأكسدة وذلك باستخدام طريقة تثبيط الجذور الحرة DPPH لقياس النشاط المضاد للأكسدة.

أظهرت النتائج تفوق طريقة التجفيف باستخدام الهواء الساخن في المحافظة على المحتوى من الفينولات الكلية والمحتوى من فيتامين C في شرائح التفاح المعاملة بمحلول حمض الأسكوربيك 2% وغير المخزنة، بينما تفوقت العينات غير المعاملة وغير المخزنة والمجففة باستخدام الهواء الساخن بنشاطها المضاد للأكسدة. كما أبدت العينات المعاملة بمحلول ميتا باي سلفيت الصوديوم 0.1% وغير المخزنة والمجففة باستخدام الهواء الساخن القيم الأعلى لمؤشري اللون L و b، والقيم الأخفض للمؤشر a.

كما أشارت النتائج إلى أهمية طريقة التجفيف باستخدام المشعات الكهربائية في خفض الزمن اللازم لإتمام عملية التجفيف في كافة العينات، ولكن انعكست بشكل سلبي في التقييم الحسي. كما أظهرت النتائج تفوق العينات المعاملة بمحلول ميتاباي سلفيت الصوديوم بتركيز 0.1% والمجففة باستخدام الطاقة الشمسية والمخزنة مدة ستة أشهر بمحتواها من حمض الكلوروجينيك (Chlorogenic acid) وانعدم محتواها من الكويرسيتين Quercetin، بينما تفوقت العينات المعاملة بحمض الأسكوربيك بتركيز 2% والمجففة باستخدام الهواء الساخن بمحتواها من مركب الكاتيشين Catechin مقارنة مع العينات المعاملة بمعاملات أخرى مختلفة والمجففة بطرائق التجفيف المختلفة.

أبدت النتائج تفوق شرائح التفاح المعاملة بمحلول الغلوكوز بتركيز 50% أو 60% بمحتواها من المركبات الفينولية مقارنة مع العينات المعاملة بمحاليل سكرية مختلفة، إذ تفوقت العينات المعاملة بمحلول الغلوكوز بتركيز 60% والمجففة باستخدام المشعات الكهربائية في المحافظة على المحتوى من حمض الكلوروجينيك، بينما تفوقت العينات المعاملة بمحلول الغلوكوز بتركيز 50% والمجففة باستخدام الطاقة الشمسية بمحتواها من مركب (الكويرسيتين)، وتفوقت العينات المعاملة بمحلول الغلوكوز 50% والمجففة باستخدام المشعات الكهربائية بمحتواها من مركب الكاتيشين.

أظهرت النتائج أيضاً تفوق طريقة التجفيف باستخدام الهواء الساخن في تحسين الخصائص الحسية لشرائح التفاح المجففة في المعاملات الحمضية والسكرية المختلفة، إذ تفوقت العينات المعاملة بمحلول السكر أو بمحلول الجلوكوز بتركيز (60%) والمجففة باستخدام الهواء الساخن في تحسين الخصائص الحسية لشرائح التفاح المجففة، بينما تفوقت العينات المعاملة بمحلول السوربيتول بتركيز (40%) والمجففة باستخدام الهواء الساخن في تحسين درجة الرائحة والقوام لشرائح التفاح المجففة. كما أظهرت النتائج تفوق طريقة التجفيف بالهواء الساخن في خفض التعداد العام للخمائر والفطور في جميع العينات غير المخزنة المعاملة أو غير المعاملة، حيث انعدمت الحمولة من الخمائر والفطور في معظم العينات غير المخزنة والمجففة بالهواء الساخن.

الكلمات المفتاحية:

شرائح التفاح، تجفيف، حمض الأسكوربيك، حمض السيتريك، سكروز، سوربيتول، جلوكوز، مؤشرات كيميائية، فيتامين C، الفينولات كلية، النشاط المضاد للأكسدة.

Abstract

This research was conducted at the Department of Food Science, Faculty of Agriculture. The research aimed to study the effect of dried methods and chemical pretreatments on some chemical indices and some antioxidants of fresh and dried apple slices (Golden delicious), and the correlation of dried methods with antioxidant activity (DPPH).

The results showed that the non- stored and apple slices pretreated with 2% ascorbic acid solution and heat dried had higher total phenols content and vitamin C. On the other hand, the non- stored and non- treated samples dried by heat drying had higher antioxidant activity. Moreover, the results showed that the non- stored and treated apple slices with sodium metabisulphite solution (0.1 %) and dried by heat drying exhibited the highest colour value of L (Lightness) and b (yellow colour) parameters, and the lowest value of a (red colour) parameter.

The results showed that the importance of Electric radiators drying methods in reducing drying time in all samples, but reflected negatively in the sensory evaluation.

The results demonstrated that apple slices pretreated with glucose solution (50% or 60%) had higher phenols content compared with treated samples with different concentration of sugar solutions, where treated samples with glucose solution (60%) and Electric radiators dried had higher *Chlorogenic* acid, while, the treated samples with glucose solution (50%) and solar energy dried had higher *Quercetin*, and that Electric radiators dried and treated with glucose solution (50%) had higher *Catechin*.

The indicated that the heat drying method improved the sensory properties for dried apple slices in the different treatments of acid and

sugar, where apple slices pretreated with sucrose or glucose (60 %) improved the sensory properties for dried apple slices, while apple slices pretreated with sorbitol solution (40%) and heat dried improved smell and texture degree.

The results also showed that the superiority of heat drying method in reducing the general enumeration of yeasts and fungi in all stored samples, treated or non-treated, where there was a lack load of yeasts and fungi in most non-stored and dried heated samples.

Key words: Apple slices, drying, ascorbic acid, citric acid, sucrose, glucose, sorbitol, chemical indices, vitamin C, total phenols content, antioxidant activity.

الفصل الأول

المقدمة والدراسة المرجعية

Introduction & Review of Literature

المقدمة Introduction:

يُعتبر التجفيف من أقدم الطرائق التي استخدمها الإنسان في حفظ الأغذية، كما تدل على ذلك الآثار القديمة. إذ لاحظ الإنسان القديم أن الثمار تبقى صالحة للأكل بعد جفافها سواءً أكانت عملية التجفيف تتم والثمار على أغصانها أم بعد تساقطها على الأرض، فاقتبس الإنسان هذه الطريقة من الطبيعة مستفيداً في ذلك من طاقة الشمس المتوفرة، وعمل على تحسينها وتطويرها (حمد، 1992). أتبع طرائق التجفيف الشمسي في حوض البحر الأبيض المتوسط والشرق الأدنى منذ القدم لتجفيف العديد من ثمار الفاكهة كالتين، المشمش والعنب، كما قام الهنود الحمر قبل اكتشاف أمريكا بثلاثة آلاف سنة بتجفيف البطاطا والذرة ولحم الجاموس الأمريكي. ومع التقدم التقني الكبير في فنون الزراعة أنتجت محاصيل زراعية وافرة في مناطق لا يتوافر فيها المناخ الملائم للتجفيف الشمسي الأمر الذي وجه الباحثين والمصنعين لإيجاد طرق التجفيف البديلة، حيث بدأ تاريخ ما يُعرف بالتجفيف الصناعي (Leon et al., 2002). فقد بدأت عمليات التجفيف الصناعي للمواد الغذائية في القرن الثامن عشر في بريطانيا وألمانيا ثم انتشرت بسرعة في أمريكا. وعموماً فإن صناعة تجفيف الخضروات والفاكهة لاقت استثمارات مختلفة في صناعة الأغذية واستهلاكها أصبحت اليوم الركيزة الأساسية لتقدم وتطور واستنباط بعض الصناعات الغذائية الأخرى مع إيجاد طرائق أكثر حداثة في تجفيف المواد الغذائية المختلفة. فظهرت العديد من الطرائق الحديثة في التجفيف: كالتجفيف بالهواء الساخن، التجفيف بالأشعة تحت الحمراء، التجفيف بالأمواج المغناطيسية، التجفيف تحت تفريغ، التجفيد، التجفيف الأسبوزي وغيرها (Lozano et al., 1983) و (Schulz et al., 2007).

تعتمد طرائق التجفيف المختلفة على استخدام الحرارة للتخلص من معظم المحتوى المائي للمادة المراد تجفيفها (Elias., 2007)، فالخضروات على سبيل المثال تُجفف إلى محتوى رطوبي من 4-6 %، بينما تجفف الفاكهة إلى محتوى رطوبي من 18-23 %، ويرجع ذلك إلى احتوائها على نسبة أعلى من المواد السكرية التي تربط معها جزءاً من الماء (Vashisth et al., 2011).

وفي دراسة أجراها (Kaleta and Gornicki., 2010) أظهر فيها أن تجفيف الفاكهة يعمل على رفع محتواها من السرعات الحرارية والمعادن، بالإضافة إلى خسارة في الفيتامينات، كما يساهم التجفيف في إطالة مدة صلاحية الفاكهة إذا ما تم تخزينها تحت ظروف مناسبة، كما يخفض وزن الثمار فيُسهل عمليات النقل والتسويق ويخفض التكلفة.

وذكر (Karel et al., 1975) و(Femenia., 2007) أن التجفيف الصناعي هو الطريقة النموذجية في التجفيف، وتعتمد على تجفيف المواد الغذائية صناعياً بهواء سبق تسخينه عن طريق حرق الوقود أو باستخدام الكهرباء، ويتم ذلك في أفران خاصة تُعرف بالمجففات، وقد تكون هذه المجففات مفرغة من الهواء للمحافظة على أكبر قدر ممكن من القيمة الغذائية للمادة. والأساس الأول في التجفيف الصناعي استخدام درجة حرارة مناسبة لتُعطي مادةً مجففة ذات طعم مقبول ولون جذاب وتقلل من نسبة فقد المواد الغذائية والفيتامينات. وتتراوح درجة الحرارة المناسبة للتجفيف ما بين 50-80 درجة مئوية.

وعلى الرغم من تنوع طرائق التجفيف الصناعي إلا أنه لا بدّ من إجراء معاملات أولية تسبق عملية التجفيف بهدف ضبط النشاط الأنزيمي والحفاظ على لون الفاكهة المجففة، مثل معاملة الثمار بثاني أكسيد الكبريت أو المعاملة بمزيج من حمض السيتريك، كلوريد الكالسيوم، حمض الأسكوربيك، أو الغمر بالماء الحار، وغيرها من المعاملات الأخرى (Anon., 1994). يقع مهد شجرة التفاح بشكل أساسي في الصين والقوقاز وشواطئ بحر القزوين، ومن هذه المناطق انتشرت زراعة التفاح إلى أوروبا الشرقية وروسيا ومن ثم إلى أوروبا الغربية، وفي الوقت الحاضر انتشرت زراعة التفاح في كافة أنحاء أوروبا (حامد والعيسى، 1998). يتركز إنتاج سورية من التفاح بشكل رئيسي في محافظات اللاذقية، طرطوس، حمص، إدلب حماه، دير الزور، السويداء، ريف دمشق (إحصائيات وزارة الزراعة والإصلاح الزراعي، 2009). وتحتل الصين المركز الأول عالمياً في إنتاج التفاح تليها الولايات المتحدة الأمريكية، أما في الوطن العربي فقد احتلت مصر المركز الأول يليها المغرب وسوريا ومن ثم لبنان (FAO., 2009). ويبلغ إنتاج العالم من التفاح (71.74 مليون طن) وبمساحة إنتاج قدرها 4957192 هكتار (FAO., 2011). ويُعد التفاح أحد أهم الوجبات الخفيفة (السناك) الصحية المفضلة في أمريكا (U.S. Apple association).

ينتمي التفاح إلى العائلة الوردية Rosaceae، والجنس Malus (حوالي 25 نوع)، والنوع (M. domestica). ومن أهم الأصناف المزروعة في سوريا: السكري، السكرجي، الفضي، أبوغبرة، درشوي، ديري. أما الأصناف الأجنبية: ستارك إيليس، جوناريد، ماكنتوش الأحمر، غولدن ديليشيس، إيرلي ماكنتوش، ستاركنج ديليشيس، روم بيوتي، جون كريمس. ويُعتبر صنف التفاح غولدن ديليشيس من الأصناف الأميركية (Bultitude., 1983) و (Ferree and Warrington., 2002)، وهو من الأصناف متوسطة إلى متأخرة النضج، ثماره كبيرة الحجم،

ذات لون أصفر ذهبي، قشرته ملساء ولبه أصفر فاتح اللون، عصيري، طعمه حامض حلو، ورائحته عطرية، غزير الإنتاج. موعد نضجه من شهر أيلول إلى أواخر تشرين الأول.

يُستهلك التفاح طازجاً أو مصنعاً بأشكال متعددة (Velic *et al.*, 2004) و (Doymaz., 2009)، ومن المنتجات المصنعة نذكر: المربي، المرملة، العصير، الخل، التفاح المسكر، الشيبس، العصائر المركزة، أو منتجات مجففة (Kaya *et al.*, 2007) و (Henriquez *et al.*, 2010) والتي يُمكن أن تستخدم في العديد من الصناعات الغذائية (مخابز، بوظة، صلصات، حلويات، مشروبات.....) (Van Arsdell., 1973) و (Kaleta and Gornicki., 2010).

أهداف البحث Aims:

نظراً لعدم توفر دراسات عن تصنيع شرائح التفاح المجففة باستخدام طريقة المشعات الكهربائية وباستخدام التجفيف باستخدام الطاقة الشمسية في البيت الزجاجي، وعدم توفر دراسات كافية سواء عن التركيب الكيميائي أو النشاط المضاد للأكسدة أو المركبات الفينولية لشرائح التفاح المجففة، والدراسات المنشورة تناولت التجفيف الطبيعي والتجفيف باستخدام الهواء الساخن، ونظراً لكون سورية من الدول الهامة في زراعة التفاح، ونظراً لكون هذه الثمرة جزء هام جداً في الوجبة الغذائية للإنسان، إضافة لتوفر التفاح بكميات فائضة في سورية جاء هذا البحث بهدف تصنيع شرائح ثمار التفاح المجففة بهدف الحصول على منتج وجبات خفيفة (سناك) ودراسة المعاملات التالية:

- دراسة تأثير المعاملات الأولية لشرائح التفاح (محاليل منع التلون، محاليل سكرية) قبل عملية التجفيف في القيمة الغذائية لشرائح التفاح.
- دراسة تأثير طرائق التجفيف الصناعي (التجفيف باستخدام المجفف الشمسي الزجاجي، التجفيف بالهواء الساخن والتجفيف باستخدام المشعات الكهربائية) في القيمة الغذائية لشرائح التفاح.
- دراسة تأثير طرائق التجفيف المختلفة في بعض المركبات الفعالة بيولوجياً وفي النشاط المضاد للأكسدة.
- دراسة تأثير عملية التخزين في القيمة الغذائية للثمار المجففة بطرائق التجفيف المختلفة خلال التخزين لمدة ستة أشهر .
- دراسة تأثير عملية التخزين في التعداد العام للخمائر والفطور للثمار المجففة بطرائق التجفيف المختلفة خلال التخزين لمدة ستة أشهر.

الدراسة المرجعية:

1- القيمة الغذائية لثمار التفاح:

يُعتبر التفاح من الأجزاء الهامة جداً في الوجبة الغذائية للإنسان، إذ تشكل مصدراً جيداً للألياف الغذائية، البكتين، البوتاسيوم، والفيتامينات A و C (Wu *et al.*, 2004) و (Henriquez *et al.*, 2010)، كما تُعتبر شجرة التفاح أحد أكثر أشجار الفاكهة أهمية في سورية.

تمتاز ثمار التفاح بقيمة غذائية عالية وذلك لغناها بالمكونات الأساسية اللازمة لجسم الإنسان (السكريات البسيطة والأحماض العضوية المختلفة والفيتامينات المتنوعة)، وبمضادات الأكسدة ذات التأثير الوظيفي (Jayaprakasha and Patil., 2007)، وهذا يُساعد في الوقاية من العديد من الأمراض مثل السرطان (Willett., 1995) و (Hollman *et al.*, 1997)، وأمراض القلب والربو (Knekt *et al.*, 2002)، باركنسون، الزهايمر، وهذا عائد لغناها بمضادات الأكسدة والمركبات الفعالة بيولوجياً (Wu *et al.*, 2004).

يعد التفاح غنياً بمضادات الأكسدة الفعالة بيولوجياً مقارنة بأنواع الفواكه الأخرى، وغنياً بالمركبات الفينولية (Pearson *et al.*, 1999).

تُعتبر المركبات الفلافونيدية من المركبات الفعالة كيميائياً، ويُعد التفاح مصدراً غنياً بها (Diamante and Yamaguchi., 2012)، كما أن 22 % من المركبات الفينولية المستهلكة من الفواكه تأتي من التفاح (Vinson *et al.*, 2001) و (Sun *et al.*, 2002). ومن أبرز المركبات المضادة للأكسدة في التفاح نذكر: Quercetin-3- Glucosid، Quercetin-3-، Galactoside، Galic Acid، Catechin وغيرها (Lee *et al.*, 2003). ويُعد غنى ثمار التفاح بمركب الكويرستين من أهم مميزاتها لكونه المركب الفلافونيدي الأكثر وفرة وأهمية لتأثيره المضاد للأكسدة في الوقاية من الأورام السرطانية، وتأثيره المضاد للإلتهاب، وتقليل الإصابة بأمراض القلب عن طريق منع تراكم الكوليسترول السيء في الجسم (Da Silva Porto *et al.*, 2003) و (Le Marchand *et al.*, 2000). وتمتاز قشور التفاح بإحتوائها على كمية وافرة من مضادات الأكسدة والمركبات الفينولية الفعالة بيولوجياً مقارنة مع اللب أو الثمرة الكاملة (Henriquez *et al.*, 2010).

ويُعتبر حمض الأسكوربيك من المركبات المضادة للأكسدة الفعالة في التفاح حيث يتواجد نحو 5.7 مغ منه في 100 غ تفاح (Eberhardt *et al.*, 2000). إضافة إلى ذلك يُعتبر التفاح من

الثمار الغنية بالألياف، حيث أن تفاحة متوسطة الحجم تحوي ما يقارب 20% من الألياف الموصى بتناولها يومياً (Johnson., 2004).

2- التركيب الكيميائي لثمار التفاح:

تتكون ثمرة التفاح من المكونات الغذائية الجدول (1) في 100 غ من الجزء المأكول من الثمرة: جدول (1): المكونات الغذائية لثمار التفاح الطازجة في 100 غ من الجزء المأكول من الثمرة

المكونات	المحتوى الوسطي (وزن رطب) في كل 100 غ
الماء %	84.4-84
بروتين (غرام)	0.2- 0.3
دهن (غرام)	0.6-0.4
أحماض عضوية %	0.6
رماد %	0.3
ألياف %	1.3
كربوهيدرات (غرام)	14.5-13
بكتين %	0.6
فوسفور (مليغرام)	10
كالسيوم (مليغرام)	7
بوتاسيوم (مليغرام)	110
فيتامين A (وحدة دولية)	90
فيتامين C (مليغرام)	6-16

المصدر: (Salunkhe et al., 1991) و (Chen., 1992) و (Konja and Lovric., 1993) و (Timoumi et al., 2007).

وعند تعريض ثمار التفاح للتجفيف بإحدى طرائق التجفيف المعتمدة فإن متوسط التركيب الكيميائي للتفاح المجفف الموضح بالجدول (2).

جدول (2): متوسط التركيب الكيميائي لثمار التفاح المجففة

المادة المجففة	الرطوبة %	البروتين %	السكريات %	الدهون %	الرماد %
تفاح مجفف	23	1.4	73.2	1	1.4

المصدر: (موصلي، 2001).

3- حفظ ثمار التفاح بالتجفيف:

يُعتبر التفاح أحد أهم الفواكه المنتجة في سوريا، ويُستهلك بكميات كبيرة بشكله الطازج. كما يُعد التفاح من المواد الغذائية الأولية الهامة المستخدمة في العديد من الصناعات الغذائية. تزرع شجرة التفاح في بلدان متعددة من أنحاء العالم، لذا فإنّه من الهام جداً معرفة الظروف التي تُمكن من قابلية حفظ التفاح وتحديد المؤشرات المثالية لتخزينه (Velic *et al.*, 2004). ويُعتبر التجفيف من التقنيات المستخدمة لحفظ العديد من الأغذية، وتُعد طريقة التجفيف تحت أشعة الشمس المباشرة من الطرائق الأكثر شيوعاً لحفظ التفاح (Seiiedlou *et al.*, 2010)، كما يُعتبر التجفيف بالهواء الساخن (بالحمل الحراري) أحد التقنيات المستخدمة لحفظ الخصائص الطبيعية للتفاح (Velic *et al.*, 2004).

وذكر (Unece Standard DDP-16., 1998) أنّه من الممكن تجفيف التفاح بأشكال مختلفة: تفاح كامل وغير مقشر، تفاح كامل ومقشر، تفاح كامل مع النواة تفاح كامل وبدون نواة، أنصاف مقشرة، أنصاف غير مقشرة، حلقات، شرائح، قطع أو مكعبات. وتُستعمل منتجات التفاح المجففة كمنتجات سناك (Lewicki and Jakubczyk., 2004). ويُشترط في التفاح المستعمل للتجفيف أن يكون ناضجاً، خالٍ من الإصابة بالحشرات أو الحروق أو الفطور أو التخمرات، خالٍ من أية رائحة أو مذاق غير مرغوب. ويحتوي التفاح المجفف وغير المعامل بمواد حافظة على محتوى رطوبي 22%، بينما يحتوي التفاح المعامل بمواد حافظة على محتوى رطوبي 25% (Unece Standard DDP-16., 1998).

كما بيّن (Berry *et al.*, 1972) و (Ponting *et al.*, 1973) إلى أنّه من الممكن استخدام طرائق كثيرة لتجفيف ثمار الفاكهة وهي طريقة التجفيف الشمسي، طريقة التجفيف بالهواء الساخن، التجفيف تحت تفريغ، طريقة التجفيف بالميكرويف، طريقة التجفيف بالتجفيد، طريقة التجفيف في المجففات الشمسية، وهذا ما أشار إليه (Jangam *et al.*, 2011). وأشار (Khalil *et al.*, 2002) إلى أنّ المعدات المستخدمة في التجفيف بالتجفيد باهظة الثمن وزمن التجفيف الطويل وبالتالي تشكل عقبة في التطبيق التجاري لطريقة التجفيد، بينما تُعتبر طريقة التجفيف بالرغوة من أبسط التقنيات وأرخصها لكنها غير قادرة على إزالة الماء من الأغذية الحساسة للحرارة بما فيها عصائر الفاكهة (Khalil., 2008) و (Sankat and Castaigne., 1992).

طرائق التجفيف:

1. **التجفيف بالمجففات الشمسية Solar drying**: تُعتبر طريقة التجفيف الشمسي (التجفيف الطبيعي) من أهم الطرائق الشائعة في حفظ الأغذية، ولا تزال تُستخدم حتى الآن في تجفيف ثمار العنب والمشمش والتين (Asgar *et al.*, 2003) و (Jayaraman and Das Gupta., 1992) و (حلابو وآخرون، 1995). ويُعتبر التجفيف بالطاقة الشمسية مناسباً لتوفير غذاء ذو نوعية وجودة أفضل، كما يُحقق للمزارع مزيداً من الدخل من خلال إنتاجه لمنتجات رائجة التسويق إلى جانب ما يسد احتياجاته من الغذاء. تتراوح درجة الحرارة داخل المجفف الشمسي بين 30° و 60°م تقريباً، ويعود هذا الفرق الكبير إلى كمية الطاقة الشمسية الكلية، وتتفاوت حسب اتجاه أشعة الشمس، كما تتفاوت باختلاف شهور السنة، ومن الأمور الهامة المحددة لجودة المنتج هي المحافظة على سرعة الهواء داخل المجفف، إلى جانب درجة الحرارة داخل المجفف. ومن مميزات التجفيف باستخدام الطاقة الشمسية: احتفاظ المواد المجففة بمحتواها من المواد الغذائية والنكهة المميزة للثمار واختفاء الحمل الميكروبي إذا ما قورنت بالطرق الأخرى، كما تتميز المنتجات المجففة بواسطة المجففات الشمسية بارتفاع خاصية التشرب (وهي رجوع المادة بعد التجفيف إلى طبيعتها الطازجة من حيث الشكل واللون والطعم نتيجة نفعها في الماء).

وبين كل من (Tortoe *et al.*, 2007) و (Salcilik and Elicin., 2006) إمكانية تجفيف شرائح التفاح شمسياً باستخدام المجفف الشمسي، حيث جُففت الشرائح من محتوى رطوبي 82% إلى 11%، وقد بلغ الزمن اللازم للتجفيف (28) ساعة، بينما بلغ الزمن اللازم للوصول إلى نفس المحتوى الرطوبي لدى التجفيف تحت أشعة الشمس المباشرة (32) ساعة.

2. **التجفيف بالهواء الساخن Hot air drying**: من أكثر طرائق التجفيف الصناعية انتشاراً، بحيث يمكن التحكم بظروف عملية التجفيف من حرارة ورطوبة، عن طريق وضع المادة الغذائية في أطباق على حوامل خاصة ويُمرر على الأطباق تيار هوائي ساخن حتى جفاف المادة الغذائية (Devahastin *et al.*, 2004). كما أنها طريقة عملية وفعالة ورخيصة لتجفيف الفاكهة (Vega- Galvez *et al.*, 2009).

وقد بين (Lozano *et al.*, 1983) و (Schulz *et al.*, 2007) أن الانكماش المسامي الحاصل في خلايا شرائح التفاح أثناء التجفيف بالهواء الساخن أسرع من الانكماش الحجمي الحاصل في المنتجات الطازجة، وهذا الانكماش في المنتجات الجافة يؤثر بدوره على سرعة فقد مواد النكهة وقابلية الاسترجاع ومعدل الاسترجاع.

وللتغلب على هذه المشكلة قام (Askari et al., 2006) بتغطية شرائح التفاح بمواد تغطية (كربوكسي ميثيل سيللوز، نشاء، بكتين بنسبة 20 مغ/ليتر مع أو بدون كلوريد الكالسيوم بنسبة 10 مغ/ليتر) بهدف الحفاظ على مواد النكهة وإعطاء انتفاخ طفيف في المنتج النهائي لتحسين البنية، وسبق هذه العملية غمر شرائح التفاح في ماء حار (80°م لمدة دقيقة واحدة) قبل التجفيف لمنع التلون الأنزيمي. وبعد ذلك جُففت شرائح التفاح (سمكة 4 مم وقطر 22 مم) عند درجة حرارة (65-75 درجة مئوية) للوصول إلى محتوى رطوبي 0.2 كغ/كغ (20%). وتوصل إلى أن استعمال النشاء والبكتين مع كلوريد الكالسيوم أعطى أفضل النتائج (مسامية أعلى، كثافة ظاهرية أقل، قدرة أعلى على الاسترجاع).

وذكر (Diamante and Yamaguchi., 2012) أنه قبل تجفيف التفاح من الضروري فرز ثم التقشير والتقطيع إلى شرائح، بعد ذلك تتم عملية الكبرتة باستخدام غاز ثاني أوكسيد الكبريت أو بالغمر بمحاليل الكبريت، بحيث يتم الغمر في محلول يحتوي على 1-2 % باي سلفيت لمنع ظهور اللون البني. وأحيانا يتم تجفيف التفاح في مجففات (نفق مزود بتيار من الهواء حيث تُزود بمراوح تساعد على توزيع الهواء داخل النفق) وبالتالي تُساعد في تخفيض الزمن اللازم لعملية التجفيف. ويبلغ زمن تجفيف شرائح التفاح بسمكة (2.5 سم) حوالي 8 ساعات.

3. **التجفيف بالإشعاع Infrared drying:** يُستفاد هنا من الأشعة تحت الحمراء في عملية التجفيف، ويكون المصدر المشع عادة لمبات باستطاعة 250 أو 500 واط مليئة بغاز الأرجون والأزوت وتكون الطاقة التوهجية الناتجة طاقة إشعاعية حرارية في حوالي 80-90%. ويُنصح عادة بالتجفيف الإشعاعي على دفعات وأن لا تزيد سمكة الطبقة الغذائية في الصواني عن سنتيمتر واحد كحد أقصى (Hebbar and Rostagi., 2001).

وجد (Maskan., 2001) و (Araszkiewicz et al., 2004) أن الاستخدام الأمثل لتقنية التجفيف بالأشعة تحت الحمراء يتطلب استخدام تقنية التجفيف بالميكرويف (Askari et al., 2006)، كما يُمكن استخدام هذه التقنية كمرحلة متممة لعملية التجفيف بالهواء الساخن، حيث يبرز دورها في التخلص من الثلث الأخير من الرطوبة لأن استخدامهما في المراحل الأولى يؤدي إلى تمزق الخلايا وانكماش المنتج النهائي، كما أن استعمال الميكرويف أدى إلى تحسين قابلية الاسترجاع وتقليل صلابة القوام.

كما بيّن (Timoumi et al., 2007) و (Zbicinski et al., 1992) أن التجفيف بالأشعة تحت الحمراء إحدى الطرائق التي تتطلب زمن تجفيف قصير وتحسين من جودة المنتجات

المجففة، وذكر إمكانية استخدام الأشعة تحت الحمراء والتجفيف بالهواء الساخن معاً من أجل تجفيف المواد الغذائية الحساسة للحرارة (Chua *et al.*, 2004).

وذكر (طحلة، 1998) و(Ситников Д Кчанов., 1981) أن التجفيف باستخدام الأشعة تحت الحمراء يتم باستخدام الحرارة الناتجة عن الاشعاعات الحرارية، والمنبع الحراري لهذه العملية هو عبارة عن لمبات خاصة والتي تختلف عن اللمبات العادية بدرجة حرارتها، وتُشكل درجة حرارة توهجها 2500 كالفن (2226.84°م) بدلاً من 2920 كالفن (2646.84°م) لللمبات العادية، ويتم التحكم بمستوى درجات الحرارة الصادرة عن هذه اللمبات عن طريق مفتاح خاص في جهاز التجفيف. إن نحو 80% من الطاقة الكهربائية المنطلقة من هذا النوع من المصابيح تتحول إلى طاقة من الأشعة تحت الحمراء. من مميزات هذه الطريقة عزل الرطوبة بسرعة كبيرة. وتُفسر هذه الظاهرة بأن الحزمة الضوئية تخترق المادة بعمق 0.1-2 مم والتي يتم امتصاصها بشكل كامل. ومن سلبيات هذه الطريقة أنها تستهلك كمية كبيرة من الطاقة الكهربائية.

4. **التجفيف الأسموزي Osmotic dehydration**: هو تقنية يتم فيها خسارة جزيئات الماء عن طريق الغمر المباشر لشرائح أو مكعبات الفاكهة في محلول عالي التركيز (Shi and Xue., 2009). ويتم خلال هذه العملية انتشار الماء من المادة الغذائية إلى الوسط الأسموزي المحيط بالمادة الغذائية (Rostogi *et al.*, 2002). وتمتاز هذه التقنية بالحفاظ على اللون والنكهة بشكل أفضل، والحفاظ على الخاصية الانتقائية للجدر الخلوية، كما أنها تحتاج إلى مقدار أقل من الطاقة مقارنة مع التجفيف بالهواء الساخن (Rault-Wack., 1994) و(Khin *et al.*, 2006). كما تُعطي هذه الطريقة منتجات جذابة جاهزة لتؤكل مباشرة أو تُطبق عليها معاملات أخرى كالتجفيف والتجميد (Phisut., 2012).

وللتخلص من المشاكل الناتجة عن كون التجفيف الأسموزي عملية بطيئة ولمنع التأثيرات السلبية على جودة الغذاء اقترح كل من (Falade and Adelakun., 2007) و(Tedjo *et al.*, 2002) و(Bchir *et al.*, 2011) إجراء معاملات تعزز انتقال الكتلة (Kowalska *et al.*, 2008) تسبق عملية التجفيف الأسموزي مثل السلق، التجميد، الضغط العالي، الموجات فوق الصوتية (Allali *et al.*, 2010)، بالإضافة إلى التحكم بدرجة حرارة المحلول الأسموزي ونوعه وتركيزه (Lazarides *et al.*, 1995) و(Matusek *et al.*, 2008)، وذلك للحد من مشكلة امتصاص الثمار للمحلول بشكل كبير والحد من تعديل مذاق وتركيب المنتج النهائي (مثل نسبة السكر / الحمض)، وبالتالي منع الضرر الحاصل للمنتج النهائي (Phisut., 2012).

كما ذكر (Kaptan and Seylam., 1996) أنه يجب غمر ثمار التفاح (شرائح أو مكعبات) قبل التجفيف في محلول حمض السيتريك 2% أو محلول $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_5$ 2% أو عصير الليمون، حيث تساعد هذه المعاملة في منع ظهور التلون البني الناتج عن نشاط الأنزيمات وعمليات الأكسدة.

4- تأثير عملية التجفيف في المكونات الغذائية للمادة المجففة:

تؤثر طرائق التجفيف ودرجة حرارة هواء التجفيف وسرعته في الجودة والخصائص الفيزيائية للمنتجات المجففة (Krokida and Maroulis., 1997). وقد أجريت العديد من الدراسات لتحديد التغيرات في خصائص الجودة خلال تجفيف المنتجات الزراعية (Demir *et al.*, 2004) و (Mayor and Sereno., 2004) و (Sacilik and Elicin., 2006) و (Talla *et al.*, 2004) و (Koc *et al.*, 2008) و (Chen., 2008).

وتعد عملية التجفيف طريقة فعالة للحد من فقد العناصر المغذية ومن النمو الميكروبي بهدف إطالة فترة تخزين الفاكهة (Di Scala and Crapiste., 2008). كما يُعتبر التجفيف من التقنيات القديمة التي تُطيل مدة صلاحية الفاكهة وتحد من تلف المادة الخام ذات المحتوى الرطوبي العالي، كما يُسبب التجفيف تغيرات كيميائية وفيزيائية وبيولوجية وبشكل خاص في العناصر المغذية الطبيعية والمركبات الفعالة بيولوجياً والتي تُعتبر غير ثابتة تجاه المعاملات الحرارية (Henriquez *et al.*, 2010).

وتُعد عملية التجفيف ناجحة إذا احتفظت المادة المجففة بالقسم الأكبر من قيمتها الغذائية وخواصها الطبيعية. وقد بين (Khalil., 2008) و (حمد ومنصور، 1970) أن هناك عيوباً لحفظ الأغذية بالتجفيف بدرجات حرارة عالية تتلخص بحدوث بعض التغيرات الكيميائية كفقْد بعض العناصر الغذائية والفيتامينات وبعض مكونات الطعم والرائحة والنكهة، بالإضافة لحدوث بعض التغيرات الفيزيائية مثل تغير القوام والانكماش وفقد اللون (Krokida and Marinos., 2003)، وخاصة في المواد الغنية بالبروتين والسكريات نتيجة تفاعل الأحماض الأمينية والسكريات المختزلة، وبالتالي تأثر صفات الجودة بصفة عامة. وقد هدف تحسين تقنيات التجفيف إلى تخفيض هذه التغيرات إلى الحد الأدنى مع زيادة فعالية العمليات.

ويُعتبر التجفيف من العمليات التي تتضمن استخدام الحرارة وانتقال الكتلة، ومن الممكن أن تُسبب هذه العملية تغيرات فيزيائية وكيميائية في المادة المجففة، حيث تُسبب عملية التجفيف الانكماش وتغير في الشكل، وهذا يُؤثر على مسامية المادة المجففة وخصائص استرجاعها (Lewicki and Jakubczyk., 2004) و (Mayor *et al.*, 2005). كما قد تؤدي عملية

التجفيف إلى تغيرات في الخصائص الريولوجية للمنتج، والتي ترتبط مع تغيرات في التركيب (البناء)، وفي طور انتقال المادة، وبشكل أدق تؤدي التغيرات البنيوية الدقيقة إلى فقد في ضغط الخلية وبالتالي تحطم الخلية (Lewicki and Lukaszuk., 2000). كما يُسبب تركيز الصبغات (المواد الملونة) وتدهورها تغيرات في اللون (الاسمرار) (Acevedo *et al.*, 2008). أما التدهور الكيميائي في المواد المغذية فيقود إلى تدني جودة المنتج النهائي (Lewicki and Jakubczyk., 2004). وتعتمد هذه التغيرات على تنوع العوامل التقنية، وعلى خصائص المادة الخام (درجة النضج، النوع).

تتعرض ثمار التفاح خلال عملية التجفيف إلى العديد من التغيرات الفيزيائية والكيميائية والتغذوية، وهذه التغيرات يظهر تأثيرها في بعض مؤشرات الجودة (النكهة، الانكماش، فقد الفيتامينات الذوابة في الماء (حمض الأسكوربيك بشكل رئيسي)، والاحتفاظ بمركبات النكهة).

4-1- تأثير عملية التجفيف في محتوى شرائح التفاح من السكريات والبروتينات:

أشار (Femenia., 2007) و (Di Scala and Crapeau., 2008) إلى أن تأثير عملية التجفيف على جودة الفاكهة غير مفهوم بشكل تام، حيث أن التغيرات الأساسية في الفاكهة تحدث لدى تجفيف الفاكهة عند درجات حرارة منخفضة أو عالية لفترة زمنية طويلة. حيث تتعرض الفاكهة إلى العديد من التغيرات الفيزيوكيميائية والتغذوية بالإضافة إلى التغيرات في السكريات المتعددة الداخلة في تركيب جدران خلايا الفاكهة والتي تؤثر على جودة لون وقوام الفاكهة. وبين (Dailami., 2009) تأثير محتوى ثمار الفاكهة من السكريات والحموض نتيجة عملية التجفيف وهذه العملية معقدة جداً، وهذا يرتبط بالتغيرات الفيزيوكيميائية خلال عملية تجفيف الثمار.

وأشار (شعشع، 2003) إلى أن التغيرات في نوعية الأغذية المجففة قد ترجع أساساً إلى النشاط الأنزيمي وتشوه البروتين Protein denaturation وأكسدة الليبيدات أو بعض التفاعلات المنتجة للصبغات البنية الذائبة في الماء ويشمل ذلك التفاعلات التي تتم بين الأحماض الأمينية والسكريات المختزلة أو تحطم حمض الأسكوربيك إلى فورفورال وثاني أكسيد الكربون والذي قد يكون سبباً في التفاعلات البنية، حيث يُعتبر مركب هيدروكسي مثيل فورفورال مركباً وسطياً في التفاعلات الخاصة بتفاعل ميلارد.

كما ذكر (شعشع، 2003) أن تفاعل السكريات المختزلة مع الأحماض الأمينية (تفاعل ميلارد Maillard reaction) يحدث لدى تجفيف ثمار الفاكهة، وإذا عوملت الفاكهة بغاز ثاني أكسيد الكبريت فإنه يؤثر على تفاعلات ميلارد، كما يؤثر على نشاط وفعالية

الإنزيمات، ومن الممكن أن تتوقف التفاعلات المؤدية إلى تغيرات في اللون تماماً عند التخزين بدرجات حرارة منخفضة. كما ذكر أن التعبئة تحت التفريغ في عبوات محكمة تؤدي إلى تقليل عمليات الأكسدة للمواد الحساسة مثل الكاروتين وحمض الأسكوربيك، كما أن وجود بعض المواد الماصة للرطوبة Desiccant مثل أوكسيد الكالسيوم يُقلل من نسبة الرطوبة في المادة الجافة المخزنة مما يمنع نمو الفطريات ويُقلل من التغيرات اللونية معاً.

وقد بين (شعشع، 2003) أن التغيرات التي تطرأ على الكربوهيدرات كنتيجة للتجفيف تنحصر في مدى تأثيرها على لون المواد المجففة حيث تُساعد في حدوث الكرملة أو التفاعلات بين الأحماض العضوية والسكريات المختزلة والأحماض الأمينية، وإضافة ثاني أكسيد الكبريت يؤدي إلى التحكم في تكوين المواد المسببة للون البني كمثبط للإنزيمات أو مضاد للأكسدة.

كما بين (Orak et al., 2011) تأثير طريقة التجفيف تحت التفريغ على الخصائص التغذوية والخصائص المضادة للأكسدة لثمار الفريز، وكذلك تأثير هذه الطريقة على لون ثمار الفريز، حيث لاحظ وجود تأثيرات معنوية لطريقة التجفيف على لون الثمار المجففة، الخصائص التغذوية والخصائص المضادة للأكسدة لثمار الفريز المجففة. كما لاحظ احتواء الثمار المجففة على تركيز عالٍ من السكريات المرجعة والمعادن بالمقارنة مع الثمار الطازجة.

كما لاحظ (Kanchana et al., 2004) ازدياد محتوى لب ثمار الجوافة المجففة شمسياً من السكريات المرجعة مع زيادة السماكة، كذلك ازداد محتوى اللب من الحموضة مع ازدياد السماكة. كما أشار (Gallali et al., 2000) إلى زيادة محتوى الثمار المجففة شمسياً (العنب، التين، والبندورة) من الحمض والسكريات المرجعة.

4-2- تأثير عملية التجفيف في محتوى شرائح التفاح من حمض الأسكوربيك:

يُعتبر حمض الأسكوربيك أحد المغذيات الرئيسية في عصير البرتقال والجوافة، ويُعد هذا الحمض من المواد الحساسة للظروف البيئية مثل الحرارة والنشاط المائي، ومن الملاحظ عادةً إذا تم الحفاظ على المحتوى من حمض الأسكوربيك بشكل جيد فمن الممكن الاحتفاظ بالمغذيات الأخرى (Khalil., 2008). كما يُعتبر حمض الأسكوربيك مؤشراً على الجودة الغذائية خلال عمليات التصنيع والتخزين (Fennema., 1977) و (Ulgen and ozilgen., 1991) و (Johnson et al., 1995) و (uddin et al., 2002) و (Polydera et al., 2003).

وقد بين (Sokhansanj and Jayas., 1995) أن نسبة الفقد في حمض الأسكوربيك خلال عملية التجفيف تراوحت بين 50 و90%.

وفي دراسة مماثلة لاحظ (Mishra *et al.*, 2009) أن العينات المجففة تمتلك محتوى عالٍ من حمض الأسكوربيك والمعادن وخاصة الكالسيوم والفوسفور والحديد، بينما لوحظ أن العينات المجففة شمسياً تمتلك محتوى منخفض من حمض الأسكوربيك.

درس (Akbar *et al.*, 2010) خصائص شرائح التفاح المعاملة بمحلول ميتا باي سلفيت البوتاسيوم والمجففة شمسياً لمدة يومين خلال عملية التخزين، ولاحظ أن عمليات الأكسدة الأنزيمية (بولي فينولاز، بولي فينول أوكسيداز، كاتيكول أوكسيداز Catechol oxidase) تقود إلى أكسدة حمض الكلوروجينيك Chlorogenic والكاتشين Catchins، كما أن الاسمرار يحدث نتيجة التعرض للهواء نتيجة الفعل الأنزيمي. ولاحظ أن المعاملة بمحلول ميتا باي سلفيت البوتاسيوم لم تؤثر على الحموضة القابلة للمعايرة في العينات الطازجة حيث بلغت نسبتها (1.286%)، بينما ازدادت حموضة العينات المجففة والمعاملة بمحلول ميتا باي سلفيت البوتاسيوم من (8.5%) في العينة المجففة وغير المعاملة بميتا باي سلفيت البوتاسيوم إلى (19.6%) في العينة المجففة والمعاملة بميتا باي سلفيت البوتاسيوم (0.3% لمدة دقيقة واحدة)، بينما تناقص المحتوى الرطوبي للعينات من 89.47% في العينة المجففة غير المعاملة إلى 76.17% في العينة المجففة والمعاملة بميتا باي سلفيت البوتاسيوم. أما بالنسبة لحمض الأسكوربيك فلم تؤثر المعاملة بميتا باي سلفيت البوتاسيوم على كمية حمض الأسكوربيك في العينات الطازجة والمعاملة حيث بلغ المحتوى منه 13 مغ/100 غ، أما العينات المجففة شمسياً والمعاملة بميتا باي سلفيت البوتاسيوم فقد تناقص محتواها من فيتامين C من 22.86 مغ/100 غ في الشاهد المجفف إلى 17.14 مغ/100 غ في العينات المجففة والمعاملة بميتا باي سلفيت البوتاسيوم (0.3% لمدة دقيقة واحدة أو دقيقتين، حيث أن زمن المعاملة ليس له أي تأثير على كمية فيتامين C)، بينما كان لتركيز المعاملة تأثير على كمية فيتامين C حيث بلغ محتوى الثمار المجففة والمعاملة بميتا باي سلفيت البوتاسيوم (0.2% لمدة دقيقة أو دقيقتين) 19.047 مغ/100 غ. ومن الملاحظ أن عملية التجفيف أدت إلى زيادة محتوى العينات المجففة من حمض الأسكوربيك من 13.30 مغ/100 غ في العينات الطازجة إلى 22.86 مغ/100 غ في العينات المجففة، أي زيادة بنسبة 71.86%. كما أن المعاملة بميتا باي سلفيت البوتاسيوم أدت إلى زيادة محتوى العينات المجففة من حمض الأسكوربيك بنسبة 43.21% (ميتا باي سلفيت البوتاسيوم 0.2% و 28.88% (ميتا باي سلفيت البوتاسيوم 0.3%).

كما أشار (Kanchana *et al.*, 2004) إلى تراجع محتوى الثمار من حمض الأسكوربيك خلال عملية التجفيف الشمسي.

4-3- تأثير عملية التخزين في محتوى شرائح التفاح من مضادات الأكسدة ومعايير الجودة:

من الهام جداً تعيين ثباتية ومدة صلاحية وتغيرات الجودة خلال تعبئة وتخزين المنتجات المجففة (Hubinger et al., 1992) و (Ayranci et al., 1999) و (Hossain et al., 2009) و (Tsami et al., 1999).

تمتلك الفيتامينات ذوبانية مختلفة في الماء ومع تقدم عملية التجفيف فإن بعضها يُصبح فوق مشبع ويترسب في المحلول مثل فيتامين ريبوفلافين، وبعضها الآخر مثل (حمض الأسكوربيك) قابل للذوبان حتى عند مستويات رطوبة منخفضة جداً للمادة الغذائية وهذه تتفاعل بسرعة مع المواد الذائبة بسرعات عالية مع تقدم عملية التجفيف، ويُعتبر فيتامين (C) مركب حساس للحرارة والتأكسد لذا فإن درجات الحرارة المنخفضة، الرطوبة المنخفضة، وكميات الأوكسجين المنخفضة ضرورية لتجنب الفقد الكبير به، لكن الفيتامينات الأخرى القابلة للذوبان في الماء تكون أكثر ثباتاً تجاه الحرارة والأكسدة (الناصر، 1999). كما تفقد الفيتامينات القابلة للذوبان في الدهن نتيجة التفاعل مع البيروكسيدات الناتجة عن أكسدة الدهون، ويقل الفقد خلال التخزين بخفض تركيز الأوكسجين ودرجة حرارة التخزين وإبعاد الضوء، كما لا تتغير القيمة البيولوجية وقابلية الهضم للبروتين في معظم الأغذية نتيجة عملية التجفيف.

بيّن (Khalil, 2008) أن التغيرات الكبيرة في القيمة الغذائية للأغذية المجففة تعود إلى التنوع في عمليات التحضير، درجة الحرارة، زمن التجفيف، وظروف التخزين. كما أن تهدم حمض الأسكوربيك خلال فترة التخزين كان أقل عند درجة حرارة 5°م بالمقارنة مع التخزين عند درجات حرارة 25°م ودرجة الحرارة العادية.

كما يتوقف الفقد في كمية بعض الفيتامينات أثناء تجفيف المادة الغذائية كفيتامين C على ظروف التجفيف، ففي الخضراوات المجففة بعد السلق تنخفض نسبة هذا الفيتامين إلى النصف، كما يقضي التجفيف الشمسي للفاكهة على معظم محتواها من فيتامين C، ويزداد ثبات فيتامين C أثناء تخزين الأغذية المجففة بإنخفاض نسبة الرطوبة فيها وإنخفاض درجة حرارة التخزين، وبتعبئة المواد الغذائية المجففة في جو من ثاني أكسيد الكربون أو النيتروجين فإنه يُساعد على احتفاظ المواد المجففة بالكاروتين وحمض الأسكوربيك، كما أن عملية الكبريتة تؤدي لتلف جزء من فيتامين (الثيامين) في حين أن باقي فيتامينات مجموعة فيتامين (B) لا تتأثر أثناء عملية التجفيف.

وبالنسبة للكربوهيدرات فإن معظم التغيرات التي تحدث لها أثناء التجفيف تكون نافعة وتؤدي إلى زيادة قابلية الجسم للاستفادة منها، كما تحدث تغيرات في الجدر الخلوية تؤدي إلى

سهولة وصول العصارات الهاضمة للخلية والاستفادة من محتوياتها. إلا أنه قد ينتج أثناء التخزين تحولات في المواد الكربوهيدراتية تؤدي لتكوين مركبات ضارة صحياً مثل مركب هيدروكسي ميثيل فورفورال. كما تتعرض الدهون أثناء عملية التجفيف والتخزين إلى بعض التغيرات نتيجة نشاط أنزيم الليباز أثناء عملية التجفيف ذاتها أو في ظروف التخزين غير المناسبة مما يؤدي إلى التحلل المائي للدهون والذي ينتج عنه أحماض دهنية قصيرة السلسلة الكربونية تسبب الرائحة الكريهة (الترنخ).

درس (Rizzolo *et al.*, 2011) تأثير مدة التخزين تحت ظروف مبردة والتخزين في الظروف العادية لمدة (3 و 5 أشهر) على جودة خصائص حلقات التفاح المجفف بالهواء عند 80°م (حتى ثبات الوزن)، ولاحظ تأثير خصائص جودة التفاح الطازج والمجفف بكل من النضج ومدة التخزين. أما بالنسبة للصلابة والثبات والطاقة اللازمة لتمزق الفاكهة الطازجة، فلا تختلف خلال مراحل النضج، لكنها تتناقص بشكل معنوي من الحصاد إلى ثلاث أشهر من التخزين ومابعد ذلك تبقى ثابتة لمدة تصل إلى خمسة أشهر. وتعتبر الفاكهة الأقل نضجاً هي الفاكهة ذات المحتوى الأقل من المواد الصلبة الذائبة (TSS) والمادة الجافة، حيث لوحظ تزايد المحتوى من TSS مع زيادة مدة التخزين، بينما لم يُلاحظ وجود تغيرات في المحتوى من المادة الجافة، كما لوحظ وجود تغيرات مماثلة في الصلابة مع زيادة مدة التخزين (De Castro *et al.*, 2007) و (Vanoli *et al.*, 2011) و (Grotte *et al.*, 2002). كما لاحظ (Rizzolo *et al.*, 2011) تزايد قيم مؤشر اللون (L) للعينات الطازجة (حلقات التفاح) مع زيادة مدة التخزين مع وجود اختلاف يعود إلى درجة النضج، حيث تزداد قيمة L (Lightness) إلى مدة ثلاث أشهر من الحصاد، وبعد ذلك تصبح قيمتها ثابتة، كما أظهرت النتائج أن المؤشر (Yellow colour) b كان ثابتاً وظهert القيم الدنيا له بعد ثلاث أشهر من التخزين.

4-4- تأثير عملية التجفيف في النشاط المائي لشرائح التفاح المجففة:

بين (Moreira *et al.*, 2000) أن المحتوى الرطوبي الأولي لتفاح غولدن ديليشيس (Golden delicious) يتراوح بين (0.85-0.89 W/W) على أساس الوزن الرطب. كما ذكر (Sacilik and Elicin., 2006) أن المحتوى الأولي لشرائح التفاح الطازجة يبلغ 4.57 كغ/كغ مادة جافة، بينما تحتوي الشرائح المجففة على محتوى رطوبي 0.12 كغ/كغ مادة جافة.

وقد أشار (Sipahioglu and Barringer., 2003) إلى محتوى التفاح الطازج من الرطوبة والذي يبلغ (84.89%) والرماد (0.26%)، بينما يبلغ النشاط المائي (0.990). أما قيم

البريكس للتفاح الطازج فقد تراوحت بين (13.44-14.12 بريكس)، وتراوح المحتوى من المادة الجافة بين (15.08-15.84%).

كذلك أشار (Kanchana *et al.*, 2004) إلى تراجع النشاط المائي للعينات المجففة، وازدياد النشاط المائي بازدياد السماكة. وقد سجل (Van Arsdel., 1973) أن النشاط المائي للتفاح المجفف شمسياً هو (0.60) عند محتوى رطوبي 27%، بينما بلغ النشاط المائي للتفاح المجفف شمسياً (0.38) حسب (Kaptan and Seylam., 1996).

4-5- تأثير عملية التخزين في خصائص جودة شرائح التفاح المجففة بالهواء الساخن:

لاحظ (Rizzolo *et al.*, 2011) أن الخصائص الميكانيكية لحلقات التفاح المجففة بالهواء تأثرت معنوياً بزمان التخزين. كما لاحظ أن الهشاشة تعتمد فقط على زمن تخزين الفاكهة، حيث لوحظ تناقص الهشاشة من الحصاد وحتى نهاية فترة التخزين. كما لوحظ تأثر المحتوى الرطوبي لحلقات التفاح بزمان التخزين فقط، ولوحظ أنه كان أكثر ارتفاعاً وبشكل معنوي عند الحصاد. يعود اللون الداكن لحلقات التفاح المجففة بالهواء الساخن بشكل رئيسي إلى الاسمرار غير الأنزيمي (Askari *et al.*, 2008) وهذا يعطي قيم منخفضة للمؤشر L (Lightness)، والقيم الأعلى للمؤشر a (red colour) و b (yellow colour). بينما أظهر التفاح المجفف بعد خمسة أشهر من التخزين القيم الأقل لقيمة (Browning Index) BI، كما امتلكت القيم الأعلى للمؤشر L، والقيم الأقل للمؤشرين a و b.

لاحظ (Witrowa-Rajchert and Rząca., 2009) انخفاض مسامية أنسجة التفاح المجفف بالهواء، وهذا أدى إلى انكماش الحلقات المجففة بالهواء بشكل مشابه لانكماش شرائح التفاح المجففة بالهواء، وهذا الانكماش يتأثر بزمان التخزين فقط، حيث لوحظ زيادة المساحة وتناقص سماكة الشرائح بزيادة زمن التخزين. كما لوحظ أن التخزين لمدة ثلاثة أشهر أدى إلى اسمرار أكثر، بينما لوحظت القيم الأقل للتغير الكلي في اللون لدى تخزين حلقات التفاح المجففة بالهواء والمخزنة لمدة خمسة أشهر. كما تتأثر جودة حلقات التفاح المجففة بالهواء بزمان التخزين في الظروف الجوية العادية. ولوحظ أن الاختلافات تتأثر بالتغيرات التي تحدث خلال التجفيف بالهواء، وبشكل رئيسي الفقد في الوزن، مساحة الانكماش، ومدى التغيرات في اللون والذي يتوجب عليه الاسمرار. كما لوحظ أن الحلقات تمتلك أدنى معدل للانكماش وأدنى تغيرات في اللون وأدنى معدل للاسمرار لدى التخزين المبرد للتفاح المصنع تحت الضغط الجوي العادي ولمدة خمسة أشهر، وهذا يرتبط بانخفاض نسبة قساوة الحلقات ومؤشر الهشاشة.

4-6- تأثير المعاملات السكرية في محتوى شرائح التفاح من معايير الجودة:

بيّن (Altares *et al.*, 2009) أن النشاط المائي لشرائح التفاح ذات السماكة 30 مم والمجففة باستخدام (محلول الغلوكوز، السكروز، وتريهالوز Trehalose لمدة 9 ساعات عند حرارة 30°م)، بلغ ($a_w = 0.96$).

درس (Falade *et al.*, 2003) تأثير سماكة شرائح التفاح (10، 15، 20 مم) وتأثير تركيز المحلول السكري (52، 60، 68 بريكس) لمدة عشر ساعات وبدرجة حرارة 27°م. وقد لاحظ أن زيادة زمن الغمر في المحلول السكري وزيادة تركيز المحلول وكذلك زيادة سماكة الشرائح يقلل من المحتوى الرطوبي لشرائح التفاح المعاملة بالمحلول السكري. كما أن نسبة فقد الماء وانخفاض الوزن تزداد مع زيادة تركيز المحلول السكري وزمن الغمر، وتتناقص مع زيادة سماكة الشرائح. كما أن الشرائح المعاملة باستخدام محلول سكري 68° بريكس و 60° بريكس كانت أفضل معنوياً بالمقارنة مع العينات المعاملة بمحلول 51° بريكس.

بيّن (Dikbasan., 2007) أن زمن تجفيف شرائح التفاح بالهواء الساخن عند درجة حرارة 40.1°م بلغ (290 دقيقة)، وعند درجة حرارة 48.1°م بلغ (230 دقيقة)، وعند درجة حرارة 57.3°م بلغ (210 دقيقة).

درس (El Aouar *et al.*, 2006) تأثير نوع المحلول السكري (السكروز، قطر الذرة) على الكتلة المنتقلة خلال عملية تجفيف ثمار الفاكهة، ولاحظ أن تجفيف الثمار باستخدام محلول السكروز أدى إلى زيادة في المواد الصلبة وزيادة كمية الماء المفقودة بشكل أكبر مما هو عليه الحال لدى استخدام قطر الذرة (الغلوكوز)، فقد أدى المحلول الأخير إلى زيادة اللزوجة والوزن الجزيئي بشكل أعلى من السكروز (Ispir and Togrul., 2009).

بيّن (Pattanapa *et al.*, 2010) تأثير استخدام مزيج من محلول السكروز والجليسيرول على الكتلة المنتقلة خلال عملية تجفيف ثمار الفاكهة. ولاحظ أن الفقد الأعلى للماء كان لدى استخدام مزيج من كلا المحلولين بتركيز 60% وبنسبة (5:5)، وهذا عائد إلى الوزن الجزيئي المنخفض للجليسيرول مقارنة مع السكروز. كما أن زيادة كمية الجليسيرول أدت إلى زيادة الضغط الأسموزي وبالتالي زيادة فقد الماء وزيادة المواد الصلبة، ولوحظ هذا لدى استخدام السكروز والجليسيرول بنسبة أقل من (5:5)، وهذا يشير إلى تناقص الوزن الجزيئي للمحلول مما يعزز الزيادة في المواد الصلبة (Falade *et al.*, 2007).

بيّن (Lazarides *et al.*, 1995) تأثير تركيز المحلول السكري على الكتلة المنتقلة خلال عملية تجفيف ثمار التفاح. وبيّن تأثير استخدام تراكيز مختلفة من محلول السكروز (-55-65%)

45) على معدل الكتلة المنتقلة خلال عملية تجفيف التفاح، وأظهرت النتائج أن زيادة تركيز السكرز أدت إلى فقد أعلى للماء وكذلك للمواد الصلبة خلال عملية التجفيف. كما توصل كل من (Mundada *et al.*, 2011) و (Azoubel and Murr., 2004) و (Del Valle *et al.*, 1998) إلى أن زيادة تركيز المحلول السكري أدت إلى زيادة المواد الصلبة وزيادة فقد الماء، نتيجة زيادة الضغط الأسموزي وزيادة نفاذية الخلايا وبالتالي زيادة معدل انتشار المحلول واستبدال الماء.

أما بالنسبة لتأثير درجة حرارة المحلول السكري فقد درس (Devic *et al.*, 2010) تأثير درجة الحرارة (20-30-40-50°م) على الكتلة المنتقلة خلال التجفيف باستعمال محلول سكرز بتركيز 60%، وبيّن ازدياد فقد الماء مع ازدياد درجة الحرارة، بينما لم يلاحظ وجود زيادة معنوية في المواد الصلبة، بينما ازدادت المواد الصلبة عند درجات الحرارة الأعلى 50°م. درس (Del Valle *et al.*, 1998) تأثير عملية السلق بالبخار الساخن (عند درجة حرارة 97.3 درجة مئوية وضغط 94.6 كيلوباسكال) على معدل الكتلة المنتقلة خلال عملية تجفيف شرائح التفاح، ولاحظ أن سلق شرائح التفاح أدى إلى فقد أعلى للماء مقارنة مع العينات غير المعاملة قبل عملية التجفيف.

كما قام (Moreira *et al.*, 2000) بتقييم الانكماش في حجم وسماكة أقراص التفاح غولدن ديليشيس (Golden delicious) خلال عملية التجفيف بالهواء الساخن والتجفيف بالتجميد، حيث قام بدراسة تأثير السلق ونسبة القطر/السماكة لأقراص التفاح عند مستويات مختلفة من المحتوى الرطوبي تحت ظروف ثابتة. ولاحظ أن انكماش العينات في كلا الطريقتين يعتمد على نسبة القطر/السماكة في العينات المستخدمة، بينما لم يكن للسلق أي تأثير على الانكماش الحاصل. كما لاحظ (Moreira *et al.*, 2000) وجود زيادة طفيفة في معدل تجفيف العينات المسلوقة، كما لوحظ أن الانكماش الحجمي يعتمد على المحتوى الرطوبي للعينات. وهذا يفسر أن العينات المجففة ذات المحتوى الرطوبي العالي 0.45 على أساس الوزن الرطب كانت أكثر انكماشاً. كما لاحظ أن سماكة المادة تتناقص بشكل أسرع من قطرها عند المحتوى الرطوبي العالي.

بيّن كل من (Falade and Adalakun., 2007) أن عملية التجميد قبل عملية التجفيف تعزز من عملية انتقال الكتلة خلال عملية تجفيف التفاح. حيث أن تجميد التفاح عند حرارة (-16°م) لمدة 48-50 ساعة قبل عملية التجفيف أدى إلى تعزيز الكتلة المنتقلة وبشكل خاص خلال الثلاثين دقيقة الأولى إلى الساعتين الأوليتين من الغمر.

وتعتبر طريقة التجفيف باستخدام المحاليل السكرية من الطرائق المستخدمة لإنتاج منتجات التفاح المجفف ذات جودة جيدة (Altares et al., 2009) و (Mandala et al., 2005) و (Nieto et al., 1998) و (Simal et al., 1997). وقد ذكر (Diamante and Yamaguchi., 2012) أنه من الممكن استبدال محاليل السكر بعصير التفاح المركز (70 بريكس) للحصول على منتجات تفاح مجففة (شرائح أو مكعبات) ذات محتوى من السكر الطبيعي بهدف تحسين الخصائص التغذوية للفاكهة المجففة. وقد قام كل من (Diamante et al., 2010) و (Ihns et al., 2011) بدراسة خصائص التجفيف بهذه الطريقة لكل من شرائح ثمار المشمش والكيوي.

كما بين (Mattila et al., 2011) و (Humner and Barney, 2002) و (Miller and Rice-Evans, 1997) أنه من الممكن تصنيع التفاح المجفف بغمر التفاح لمدة 24 ساعة في مزيج من عصير التفاح المركز (70° بريكس) ومركز الزبيب الأسود blackcurrant 65 بريكس (حيث يعتبر مركز الزبيب الأسود من المواد الغنية بمحتواها من فيتامين C والأنتوسيانينات والبولي فينولات)، ويستخدم المزيج بنسبة 80:20% للحصول على محلول بتركيز 69° بريكس، تغسل العينات بعدها بالماء البارد لمدة 30 ثانية ثم تجفف على ورق لمدة خمس دقائق للتقليل من لزوجة العينات، يلي ذلك عملية تجفيف بالهواء الساخن عند درجة حرارة مثلى 80°م لتجفيف شرائح التفاح إلى محتوى رطوبي 0.5 كغ ماء / كغ مادة جافة (Diamante and Yamaguchi., 2012). أعطت هذه الطريقة منتجات مجففة ذات محتوى غني جداً بالبولي فينولات والأنتوسيانينات وفيتامين C، كما تمتلك هذه المنتجات لون الزبيب الأسود blackcurrant بعد مرور زمن تجفيف حوالي 99-105 دقيقة.

وقد بين (Khin et al., 2007) أن تجفيف مكعبات التفاح بحجم سنتيمتر واحد بعد تغطيتها بمحلول (مالتودكسترين بتركيز 20 و 50 %)، ومن ثم تجفيف المكعبات باستخدام فرن تجفيف عند حرارة (70 درجة مئوية لمدة 10 و 40 دقيقة) حتى الحصول على غطاء قاس، أدى إلى تغير بنية معظم العينات بعد عملية التجفيف وبخاصة (الهشاشة والتماسك)، باستثناء العينات المغطاة بمحلول المالتودكسترين بتركيز 20 و 50% لمدة (10 دقائق).

4-7- تأثير درجة حرارة التجفيف في معايير جودة شرائح التفاح المجففة:

تؤدي درجات الحرارة العالية وزمن التجفيف الطويل بالهواء الساخن إلى إزالة الماء من ثمار الفاكهة، وربما تؤدي إلى أضرار جدية في النكهة، اللون، والمواد المغذية، ومن الممكن أن

تخفض الكثافة الحجمية وقابلية استرجاع المنتجات المجففة (Lin *et al.*, 1998) و (Velic *et al.*, 2004).

ومن جهة أخرى فقد بين (Zogzas *et al.*, 1994) أنه ليس لدرجة حرارة التجفيف والرطوبة النسبية لهواء التجفيف أي تأثير معنوي على انكماش شرائح ثمار التفاح في ظروف التجفيف العادية.

كما لاحظ (Sacilik and Elicin., 2006) أن درجات الحرارة الملائمة للتجفيف تتراوح بين (40-50°م)، فقد تمتعت الشرائح المجففة عند درجات الحرارة الأقل باللون الأفتح، بينما أدى التجفيف عند درجات الحرارة الأعلى من ذلك إلى شرائح أكثر دكاسة، وزيادة الاسمرار مع زيادة درجة حرارة التجفيف.

درس (Lewicki and Jakubczyk., 2004) تأثير درجة حرارة التجفيف من (-80°م) على شرائح التفاح الطازجة (قطر 15 مم وارتفاع 5 مم) ذات المحتوى الرطوبي 86.2%، وتأثير المحتوى المائي على الخصائص الميكانيكية لشرائح التفاح المجففة، حيث بلغ المحتوى الرطوبي للعينات المجففة عند درجة حرارة 80°م (6.29%) و (7.24%) عند درجة حرارة 50°م. كما تراوح زمن تجفيف الشرائح من 168-319 دقيقة.

كما درس (Lewicki and Jakubczyk., 2004) تأثير عملية التخزين لمدة خمسة أسابيع بعد عملية التجفيف وذلك بوضع الشرائح المجففة في جرات زجاجية حاوية على كلوريد الكالسيوم اللامائي عند 22°م. وبين أن التجفيف عند درجة حرارة 80°م أثر على قوام التفاح المجفف بشكل أكبر بكثير مقارنة مع التجفيف عند درجات الحرارة الأدنى. كما لاحظ (Lewicki and Jakubczyk., 2004) أن التجفيف يسبب العديد من التغيرات في التركيب البنيوي وتوزيع المكونات في الحيز الفراغي، حيث أن إزالة الماء من المادة يزيد من لزوجة جزء من السائل النسيجي وبشكل مترافق مع الحرارة والكتلة المنتقلة، كما يؤدي التجفيف إلى تغيرات قوية في حجم الخلايا وتوزيع الخلايا داخل المادة النباتية. وبين (Lewicki and Lukaszuk., 2000) أن المادة المجففة تنكمش لدى فقد الماء منها، وتناقص الرطوبة يخلق ضغطاً داخل المادة مما يؤدي إلى خلق شقوق وتصدعات داخل المادة المجففة وبالتالي انكماش جدران الخلايا، حيث تعكس التغيرات البنيوية والفيزيائية في جدران الخلايا الخصائص الريولوجية للمادة المجففة. وأشار (Lewicki and Jakubczyk., 2004) إلى أن المنتجات التي تجف بشكل أسرع هي المنتجات الأقل انكماشاً والأكثر مسامية وجفافاً، فالتجفيف عند 80°م

يعطي شرائح تفاح أقل انكماشاً (رطوبة 7%) مقارنة مع العينات المجففة عند درجات حرارة تتراوح بين 50-70°م.

بين (Timoumi *et al.*, 2007) تأثير درجة حرارة التجفيف بالأشعة تحت الحمراء على معدل انكماش شرائح التفاح ومعدل تدهور حمض الأسكوربيك واحتفاظ التفاح بمركبات النكهة. ولاحظ أن الشرائح تنكمش لدى الوصول إلى محتوى رطوبي 2 كغ ماء/كغ مادة جافة، كما لوحظ أن معدل التدهور في حمض الأسكوربيك كان ثابتاً، وازداد مع زيادة درجة حرارة التجفيف من 40-70 درجة مئوية. كما لوحظ أن الفقد في مركبات النكهة يزداد مع زيادة درجة حرارة وزمن التجفيف.

درس (Seiiedlou *et al.*, 2010) تأثير درجة حرارة هواء التجفيف على خصائص الجودة (الانكماش واللون) لشرائح التفاح Golden Delicious (5.3x23x38mm) المعاملة بمحلول حمض الأسكوربيك (1%) عند درجة حرارة الغرفة لمنع الاسمرار غير الأنزيمي والمجففة باستخدام مجفف بالهواء الساخن إلى محتوى رطوبي (0.3 غ ماء/ غ مادة صلبة). ولاحظ أن زيادة درجة حرارة هواء التجفيف أدت إلى خفض زمن التجفيف، حيث بلغ الزمن اللازم لتجفيف شرائح التفاح إلى محتوى رطوبي (0.3 غ ماء/ غ مادة صلبة) عند درجة حرارة 50°م (493 دقيقة)، 60°م (336 دقيقة)، (266 دقيقة) عند درجة حرارة 70°م (Togrul., 2005) و (Sacilik and Elicin., 2006) و (Menges and Ertekin., 2006). كما لوحظ تناقص معدل التجفيف بتناقص المحتوى الرطوبي لشرائح التفاح المجففة (Schultz *et al.*, 2007).

لم يلاحظ (Seiiedlou *et al.*, 2010) وجود أي تأثير معنوي لكل من درجة حرارة وسرعة هواء التجفيف على قيم الانكماش النهائية وقيم اللون بمقياس Hunter Lab وبشكل خاص التغير الكلي في اللون وكثافة اللون لشرائح التفاح المجففة (Aghbashlo *et al.*, 2009). تراوحت قيم الانكماش بين 79.32% إلى 81.34% في جميع ظروف التجفيف (De vall and Cuadros., 1998) و (Mayor and Sereno., 2004).

من جهة أخرى فقد بين (Sacilik and Elicin., 2006) أن لدرجة حرارة هواء التجفيف وسماكة شرائح التفاح تأثير معنوي على نسبة الاسترجاع، حيث لاحظ زيادة معدل الاسترجاع بزيادة سماكة الشرائح المجففة وبزيادة درجة حرارة هواء التجفيف. كما بين (Sacilik and Elicin., 2006) أن إزالة الماء بشكل سريع تسبب انكماشاً أقل للشرائح وهذا عامل مساعد في عمليات الاسترجاع، إذ بلغ معدل استرجاع الشرائح ذات السماكة (5مم) عند درجة حرارة 40°م

(2.83)، و(3.34) عند درجة حرارة 50°م و(3.49) عند درجة حرارة 60°م. كما لاحظ زيادة معدل الاسترجاع لشرائح التفاح مع زيادة السماكة (5 إلى 9مم) ومع زيادة درجة حرارة التجفيف بنسبة (38.51%) عند درجة حرارة 40°م، و(44.61%) عند درجة حرارة 50°م، و(42.12%) عند درجة حرارة 60°م (Krokida and Marinos-Kouris., 2003) و(Prakash *et al.*, 2003).

كما أشار (Shin *et al.*, 2008) إلى تأثير درجة حرارة التجفيف في جودة الفاكهة، حيث التجفيف عند درجات حرارة عالية يؤدي إلى التركيز الأعلى من مضادات الأكسدة مثل الأحماض الفينولية والأنثوسيانينات، بينما لاحظ (Cordenunsi *et al.*, 2005) أن التجفيف عند درجات حرارة منخفضة (التجفيد) أدى إلى فقد في جودة ثمار الفاكهة بالإضافة إلى كون هذه الطرائق مكلفة وتحتاج إلى زمن طويل نوعاً ما (Vashisth *et al.*, 2011).

وبين (Figuerola *et al.*, 2005) و(Larrauri., 1999) أن التجفيف بالهواء الساخن عند درجة حرارة 65 درجة مئوية يمنع حدوث تغيرات في الخصائص الوظيفية والمحتوى من البولي فينولات، التانينات، الأنثوسيانيدات، والبروتينات للثمار المجففة (Kethireddipalli *et al.*, 2002) و(Femenia, 2007).

أما بالنسبة لتأثير درجة حرارة هواء التجفيف في معدل التجفيف فقد ذكر (Sacilik and Elicin., 2006) أن درجات الحرارة المرتفعة تؤدي إلى معدلات تجفيف أعلى وبالتالي إلى تناقص زمن التجفيف، وبين تناقص معدل التجفيف مع تناقص المحتوى الرطوبي أو مع زيادة زمن التجفيف، بينما ازداد معدل التجفيف مع زيادة درجة حرارة هواء التجفيف ومع تناقص سماكة الشرائح. كما ترتبط تغيرات معدل التجفيف مع سماكة الشرائح، حيث تمتلك الشرائح الأقل سماكة معدل التجفيف الأعلى (Ozdemir and Devres., 1999) و(Akpinar *et al.*, 2003) و(Lahsasni *et al.*, 2004).

تعد حرارة التجفيف من العوامل الهامة المحددة لجودة الغذاء، وتتنوع حساسية المركبات الفينولية حسب مدى تأثرها بدرجات الحرارة (Madrau *et al.*, 2009).

وفي دراسة قام بها (Madrau *et al.*, 2009) أبدى حمض الكلوروجينيك في عينات المشمش المجفف انخفاضاً معنوياً بعد عملية التجفيف، بينما تزايد تركيز المركبات الفينولية الأخرى (quercetin 3-O-glucoside، rutin، epicatechin، catechin) تزايداً معنوياً لدى تجفيف العينات عند درجات حرارة عالية، ويعود الانخفاض في تركيز حمض

الكلوروجينيك إلى فعالية أنزيم بولي فينول أوكسيداز خلال الساعتين الأوليتين من عملية التجفيف، حيث تتم أكسدة هذا الحمض عند درجات حرارة التجفيف الأخفض.

وفي دراسة قام بها (Piga *et al.*, 2003) تبين أن الكاتيشين أبدى انخفاضاً ملحوظاً بعد عملية التجفيف، ويعود هذا الانخفاض إلى توفر درجة حرارة مناسبة لفعالية أنزيم بولي فينول أوكسيداز. وأظهرت الدراسة وجود انخفاض معنوي في مستوى الفلافونولات لدى التجفيف عند درجات حرارة عالية، مع الإشارة إلى عدم وجود ارتباط مباشر بين تدهور الفلافونولات وبولي فينول أوكسيداز، كما بينت الدراسة أن تدهور بعض المركبات الفينولية يدفع بالنشاط المضاد للأكسدة نحو الارتفاع وبشكل معنوي لدى التجفيف عند درجات الحرارة الأعلى بالاعتماد على نوع السكريات الموجودة، حيث لوحظ التناقص الملحوظ في النشاط المضاد للأكسدة عند درجة حرارة 60°م، ولوحظ التزايد الملحوظ في النشاط المضاد للأكسدة لدى التجفيف عند درجة حرارة 85°م نتيجة تشكل مركب هيدروكسي ميتيل فورفورال كمركب وسطي لتفاعل ميلارد، بينما كانت الزيادة في مركب هيدروكسي ميتيل فورفورال عند درجة حرارة 60°م غير كافية لتعويض الفقد في المركبات الفينولية على الرغم من امتلاك هيدروكسي ميتيل فورفورال نشاطاً مضاداً للأكسدة أعلى مقارنة مع المركبات الفينولية.

كما لاحظ (Madrau *et al.*, 2009) أن أنزيم بولي فينول أوكسيداز يحتاج إلى زمن أطول لتثبيط فعاليته لدى التجفيف عند درجات حرارة منخفضة، وبين أن التناقص في قيم مؤشرات اللون (L, a, b) عائد إلى حدوث عمليات اسمرار أنزيمي في العينات المجففة. كما أوضح أن زيادة النشاط المضاد للأكسدة لثمار المشمش المجففة يعتمد بشكل تام على درجات الحرارة المستخدمة خلال عملية التجفيف والصنف المستخدم، بينما أشار (Katsube *et al.*, 2009) إلى تناقص النشاط المضاد للأكسدة خلال عملية تجفيف ثمار التوتيات.

4-8-تأثير عملية الاسترجاع في محتوى شرائح التفاح من مضادات الأكسدة ومعايير الجودة:
تعد عملية الاسترجاع (Rehydration) هي وسيلة لقياس الضرر الذي لحق بالمادة نتيجة عملية التجفيف والمعاملات التي تسبق عملية التجفيف (Khalil., 2008). وترتبط عملية استعادة المنتجات المجففة لوضعها الطبيعي بعمليات متزامنة تتعلق بالسماح بوصول الماء إلى داخل المادة المجففة، وارتشاح وانتفاخ المواد الذوابة (Lewicki., 1998) و (MC Minn and Magee., 1997). ومعظم المنتجات المجففة يتم استعادتها خلال عملية الاستخدام (Khalil., 2008).

بيّن (Sacilik and Elicin., 2006) أن عملية الاسترجاع تتم بوضع 10 غ من العينة المجففة إلى 150 مل ماء مقطر في وعاء زجاجي سعة 500 مل، وبعد ذلك تغطية الوعاء ومن ثم غلي محتويات الوعاء لمدة خمس دقائق، ويتم بعد الاسترجاع وزن العينات. كما قام (Sacilik and Elicin., 2006) بقياس مؤشرات اللون (ΔE , L, a, b)، ولاحظ أن القيم الأعلى للتغير الكلي في اللون (ΔE) تدل على تغير أكبر في اللون من العينة المرجعية.

كما درس (Velic *et al.*, 2004) تأثير سرعة تدفق هواء التجفيف عند حرارة تجفيف 60°م في تقنية تجفيف تفاح (Jonagold)، كما درس معدل استرجاع العينات المجففة كمؤشر لتحديد جودة العينات المجففة. وبيّن أن زيادة سرعة تدفق الهواء ساهمت في زيادة كفاءة انتشار الحرارة. كما بيّن أن عمليات الاسترجاع أدت إلى استعادة 72% من الماء الذي تمّ فقده خلال عملية التجفيف، حيث تراوح معدل استرجاع العينات المجففة من الماء الذي تمّ فقده خلال عملية التجفيف بين 63.80-79.25% (Feng *et al.*, 2000) و (Diamante., 1994) و (Simal *et al.*, 1997).

4-9- تأثير عملية التجفيف والتخزين في خصائص اللون لشرائح التفاح المجففة:

يُغير التجفيف من خصائص سطح الغذاء ولذلك تتغير انعكاسيته ولونه، حيث تحدث التغيرات الكيميائية للكاروتين وصبغيات الكلوروفيل في ثمار الفواكه بسبب الحرارة والأكسدة أثناء عملية التجفيف، كما تُسبب فعالية أنزيم بولي فينول أوكسيداز المتبقي الاسمرار أثناء التخزين، تتم الوقاية من ذلك بمعالجة الفواكه بحمض الأسكوربيك أو ثنائي أوكسيد الكبريت.

تحدث عمليات الأكسدة والإسمرار الأنزيمي خلال عمليات تحضير وتصنيع وتخزين الأغذية مما يسبب فقداً في جودة هذه الأغذية (Mau *et al.*, 2004) و (Bichra *et al.*, 2012)، وهي من المشاكل العملية التي تصيب الفواكه ذات اللب الأبيض كثمار التفاح.

يحدث الإسمرار الأنزيمي عادة نتيجة أكسدة الفينولات إلى كوينونات بوجود أنزيم بولي فينول أوكسيداز (Chisari *et al.*, 2007) و (Bichra *et al.*, 2012)، مما يعطي المنتجات اللون البني المسمر (Murata *et al.*, 1995). يرتبط تواجد أنزيم بولي فينول أوكسيداز بوجود الهواء.

ويُعد التدهور الأنزيمي مسؤولاً عن نكهة ورائحة الأغذية مما يؤدي إلى تناقص الجودة الغذائية (Bichra *et al.*, 2012)، وبالتالي تدني مستوى السلامة الغذائية نتيجة تشكل مركبات سمية (Zainol *et al.*, 2003). ولهذه الأسباب تضاف مركبات الكبريت بشكل واسع جداً لمنع

الاسمرار الأنزيمي، ولكنها غير مستحبة في أغلب الأحيان بسبب مخاطرها السمية (Taylor and Nodlee., 1993).

كما يُعتبر حمض الأسكوربيك من المواد شائعة الاستخدام لمنع الاسمرار في ثمار الفاكهة (Mc Evily *et al.*, 1992)، حيث يعمل هذا الحمض على إيقاف عمليات الأكسدة ومنع تشكل مركبات الكوينون التي تقود إلى تشكل مركبات الاسمرار (Rojas-Grau *et al.*, 2006) و (Bichra *et al.*, 2012).

يُعتبر حمض السيتريك عامل ارجاع إضافة إلى كونه مركب مخلي (Bichra *et al.*, 2012) تم اقتراحه كعامل مانع للاسمرار من قبل (Son *et al.*, 2001).

درس (Changrue., 2006) تأثير طريقة التجفيف باستخدام محاليل سكرية على ثمار الفريز والجزر، حيث لاحظ أن هذا النوع من التجفيف يقلل من الضرر الحراري لمركبات النكهة وللون المنتج والنتائج عن عملية التجفيف، كما يقلل من الطاقة المستخدمة بالإضافة للإحتفاظ بالمغذيات. كما يقلل التجفيف باستخدام المحاليل السكرية من الزمن اللازم للتجفيف ويزيد الطاقة الإنتاجية للمجفف. وهذا ما أشار إليه (Barbosa-Canovas and Vega-Mercado, 1996).

أما خصائص اللون المرغوبة لشرائح التفاح المجففة فهي: قيم L^* (Lightness) مرتفعة، قيم a^* (Red colour) منخفضة، وقيم منخفضة للتغير الكلي في اللون لكل من الشرائح الطازجة والمجففة (Sacilik and Elicin., 2006) و (Lee *et al.*, 2003). وقد أعطت درجات الحرارة الأعلى إلى شرائح تفاح أكثر دكاشة.

بين (Sacilik and Elicin., 2006) أن لحرارة هواء التجفيف والمعاملات التي تسبق التجفيف تأثيرات معنوية على مؤشرات اللون لشرائح التفاح بجهاز Hunter Lab، بينما لاحظ عدم وجود تأثيرات معنوية للسماكة على قيم مؤشرات اللون. وقد بلغت قيم مؤشرات اللون للعينات المعاملة قبل عملية التجفيف عند درجة حرارة 50°م ($L=83.31$) و ($a=1.33$) و ($b=37.77$)، بينما بلغت القيم للعينات غير المعاملة ($L=72.33$) و ($a=5.03$) و ($b=32.77$). كما بلغت القيم للعينات المعاملة والمجففة عند 60°م ($L=79.97$) و ($a=6.06$) و ($b=30.01$)، بينما بلغت القيم للعينات غير المعاملة ($L=68.50$) و ($b=28.07$) و ($a=7.42$). أما العينات المجففة عند 40°م فقد بلغت القيم للعينات المعاملة ($L=82.70$) و ($a=2.08$) و ($b=38.97$)، بينما بلغت القيم للعينات غير المعاملة ($L=72.06$) و ($a=5.43$) و ($b=33.27$). وتدل هذه القيم

على زيادة بنسبة (15.18%) في قيم (Lightness) وتناقص بنسبة (73.55%) في قيم (Red colour) للعينات المعاملة بالمقارنة مع العينات غير المعاملة.

كما لاحظ (Sacilik and Elicin., 2006) أن العينات غير المعاملة مسبقاً والمجففة عند درجة حرارة 50°م تمتلك القيم الأقل لمؤشر التغير الكلي في اللون (ΔE)، كما بين أن العينات غير المعاملة والمجففة عند درجات الحرارة الأقل حافظت على اللون الأصلي لشرائح التفاح الطازجة بشكل أفضل من العينات المعاملة، بينما أعطت العينات المعاملة بمعاملات تسبق عملية التجفيف والمجففة عند درجات الحرارة الأقل العينات الأفتح لوناً. وقد بلغت قيم (ΔE) للعينات المجففة عند 40°م للعينات المعاملة (10.04) وللعينات غير المعاملة (9.55)، بينما بلغت قيم (ΔE) للعينات المجففة عند 50°م للعينات المعاملة (9.59) وللعينات غير المعاملة (9.23)، و بلغت قيم (ΔE) للعينات المجففة عند 60°م للعينات المعاملة (11.90) وللعينات غير المعاملة (14.46). وتتوافق هذه النتائج مع النتائج التي توصل إليها (Sapers and Douglas., 1987) و (Funebo and Ohlsson., 1998) و (Ren and Chen., 1998) و (Wang and Chao., 2003) و (Lee et al., 2003).

بين (Kanchana et al., 2004) أن زيادة السماكة تؤدي إلى زيادة الدكانة، وأن الحفاظ على اللون يكون بالتعرض للإشعاع الشمسي لأقل فترة ممكنة. كما تم تحديد التغير الكلي في اللون (ΔE) وكثافة اللون (C) حسب (Demir et al., 2004):

$$C = \sqrt{a^{*2} + b^{*2}}$$

$$\Delta E = \sqrt{(L_0 - L_1)^2 + (a_0 - a_1)^2 + (b_0 - b_1)^2}$$

0: مؤشرات اللون للعينات الطازجة. 1: مؤشرات اللون للعينات المجففة.

تمتلك شرائح الفاكهة المعاملة قبل التجفيف بمزيج من حمض السيتريك و TBHQ (Tertiary Butylhydroquinone) خصائص حسية عالية (Tsami and Katsioti., 2000). كما بين (Chong et al. 2009) أن المواد المجففة بطريقة التجفيف باستخدام محاليل سكرية كانت أكثر ثباتاً خلال التخزين، كما أن هذه الطريقة تحسن لون ونكهة وقوام الفاكهة المجففة. والتجفيف باستعمال محاليل سكرية يمنع فقد النكهة مقارنة مع العينات المجففة بالهواء الساخن أو المجففة تحت تفريغ، كما أن هذه الطريقة تعدل تركيب القطع (نسبة السكر/ الحمض) وتحسن المذاق.

تُساعد تفاعلات ميلارد بتحقيق أهداف عديدة خلال تصنيع وتخزين الغذاء، مثل تعزيز مظهر ورائحة الغذاء وبالتالي تحسين الخصائص الحسية للمنتج (Teixidó *et al.*, 2008). تحدث هذه التفاعلات خلال المعاملة الحرارية للأغذية الحاوية على سكريات مرجعة وحموض أمينية. ويُعد مركب هيدروكسي ميثيل الفورفورال أحد منتجات تفاعل ميلارد وأحد نواتج تحلل حمض الأسكوربيك، ويتواجد هذا المركب في المواد المجففة عند درجات حرارة بين 60-85°م والتي تبدي نشاطاً مضاداً للأكسدة (Piga *et al.*, 2003) و (Madrau *et al.*, 2009)، ويعد هذا المركب مؤشراً هاماً على عدم كفاية زمن التخزين أو درجة الحرارة اللازمة في أغذية الأطفال والمربيات (Rada-Mendoza *et al.*, 2004)، بالإضافة لدوره الهام في إعطاء اللون والنكهة والقوام للحبوب والخبز والبندق (Teixidó *et al.*, 2008).

4-10- تأثير عملية التجفيف في محتوى شرائح التفاح المجففة من المركبات الفينولية والنشاط المضاد للأكسدة:

تلعب المركبات الفينولية ومضادات الأكسدة دوراً هاماً في صحة الإنسان (Cao *et al.*, 1993) و (Hatano *et al.*, 1989)، حيث تُقلل من مخاطر إصابة الإنسان بالأمراض (Cilla *et al.*, 2008) و (Halliwell and Gutteridge., 1989). وقد سُجل مؤخراً أن استهلاك الفاكهة والخضراوات يقلل من إصابة الإنسان بالأمراض المزمنة مثل أمراض القلب والسرطان (Tanaka *et al.*, 1998) و (Yeum *et al.*, 2003) و (Astley., 2003). كما سجل (Shahidi *et al.*, 1992) أن الفينولات تسلك سلوك مضادات الأكسدة، كما أن المحتوى من هذه المركبات يساهم في جودة الفاكهة وقيمتها التغذوية (Duh *et al.*, 2004) و (Paganga *et al.*, 1999). كما أشار (Mega., 1978) إلى أن الحموض الفينولية ترتبط مع لون الأغذية وجودة خصائصها الحسية والتغذوية وخصائصها المضادة للأكسدة (Faiyaz *et al.*, 2010).

أظهرت العديد من الدراسات أن الجذور الحرة الموجودة في الجسم البشري يمكن أن تُسبب الضرر التأكسدي لجزيئات متعددة مثل الليبيدات، البروتينات، الحموض النووية (Riboli and Norat., 2003) و (Ness and Powles., 1997). كما تُعد المركبات الفينولية والمركبات المضادة للأكسدة قادرة على القضاء على الجذور الحرة (Kaur and Kapoor., 2001).

تُعد المركبات الفينولية نواتج ثانوية لعمليات التمثيل الغذائي في النبات، وهي مركبات تمتلك في غالبيتها الفعالية البيولوجية، إضافة إلى كونها مضادات أكسدة طبيعية لامتلاكها القدرة على تثبيط الجذور الحرة عن طريق إنتاج أنزيمات مضادة للأكسدة تمنع الضرر الناتج عن عمليات الأكسدة والضرر الحاصل في جزيئات الكائنات الحية، لذا يعد النشاط المضاد للأكسدة

مرتبطاً بالفعالية البيولوجية للمركبات الفينولية كمضادات ميكروبية، مضادات التهاب، مضادات تسرطن، إضافة إلى فعاليتها في حماية القلب والأوعية الدموية (Zvikas *et al.*, 2011). تحتوي ثمار التفاح على كميات هامة من المركبات الفينولية المختلفة مثل الفلافونولات Flavonols (الكويرسيتين)، فلافونولات أحادية ومتعددة، أنثوسيانيدات Anthocyanidins، هيدروكسي السيناميك *p*-hydroxycinnamic، وحموض هيدروكسي البنزويك (Cetkovic *et al.*, 2008) و *p*-hydroxybenzoic (Escarpa and Gonzalez., 1998) و (Escarpa and Gonzalez., 1999). وتُعد المركبات الفينولية الموجودة في التفاح من المركبات الهامة لحماية الرئتين من الضرر الناتج عن التدخين (Bao *et al.*, 2013) ومنع الإصابة بمرض الزهايمر (Francini and Sebastiani., 2013).

بيّنت الدراسات التي قام بها كل من (Schieber *et al.*, 2001) و (Jakobek *et al.*, 2013) و (Hossain *et al.*, 2009) احتواء ثمار التفاح ومنتجاته على مركبات فينولية أخرى مثل حمض الغاليك Gallic Acid، هيدروكسي ميتيل فورفورال 5-Hydroxymethyl Furfural، حمض السينابيك Sinapic Acid، ومركبات فينولية أخرى عديدة. تُؤثر عملية التصنيع على محتوى ثمار التفاح من المركبات الفينولية والنشاط المضاد للأكسدة (Van der Sluis *et al.*, 2002).

يُعتبر حمض الكلوروجينيك Chlorogenic Acid من المركبات الأساسية في ثمار التفاح ذات الخصائص الهامة لصحة الإنسان والنشاط المضاد للأكسدة (Sato *et al.*, 2011)، النشاط المضاد للالتهاب (Zhang *et al.*, 2010)، والتقليل من مخاطر الإصابة بنوعين من مرض السكري (Thomas and Pfeiffer., 2012)، تحسين عمل القلب والأوعية الدموية (Kanno *et al.*, 2013)، وتنشيط العمليات المسببة للتسرطن (Cinkilic *et al.*, 2013) و (Stefanska *et al.*, 2012).

وُثّير الدراسة التي قام بها (Liaudanskas *et al.*, 2014) إلى أن صنف التفاح Aldas من أغنى الأصناف بالمحتوى من حمض الكلوروجينيك، كما أشارت دراسات أخرى قام بها كل من (Jakobek *et al.*, 2013) و (Ceymann *et al.*, 2012) إلى أن هذا الحمض هو أحد أكثر المركبات الفينولية الشائعة.

وأشار (Bai *et al.*, 2013) إلى أن مركب الكويرسيتين من أكثر المركبات المسؤولة عن النشاط المضاد للأكسدة للمركبات الفينولية في التفاح، ويُعد هذا المركب من المركبات المساعدة على التقليل من مخاطر الإصابة بمرض السرطان والأمراض العصبية (Dajas., 2012) و

(Gonzalez-Vallinas., 2013)، كما يمتلك هذا المركب تأثيراً خافضاً للضغط كونه يثبط عمل أنزيم Angiotensin converting.

وتُعد المركبات الفينولية هي العامل الرئيسي المساهم في النشاط المضاد للأكسدة لأن القدرة الكامنة للجذور الحرة مرتبطة بمجموعات الهيدروكسيل (Djeridane *et al.*, 2006) و(Bichra *et al.*, 2012) و(Spada *et al.*, 2008) و(Sampson., 2011)، كما تُعد الفلافونيدات جزءاً هاماً من المركبات البولي فينولية وهي ذات خصائص بيولوجية وخصائص مضادة للأكسدة مثل الفلافونولات (Defeudis and Drieu., 2000) و(Sato *et al.*, 2001) و(Huber and Rupasinghe., 2009).

وذكر (Marks *et al.*, 2007) أن الصنف من المؤشرات الهامة المؤثرة في كمية ونوع المركبات الفينولية في التفاح، لذا يجب أن تؤخذ هذه النقطة بعين الاعتبار (Ceymann *et al.*, 2012).

كما تؤثر ظروف التخزين والتصنيع بشكل ملحوظ على تركيز الكاروتينويدات ومضادات الأكسدة الفينولية وفيتامين C في الخضراوات (Gebezynski and Kmiecik., 2007) و(Di Scala and Crapeste., 2008).

لاحظ (Sheikh *et al.*, 2011) أن مسحوق فاكهة (*Eugenia jambolana*) المجففة بالتجفيد احتوت على المحتوى الأعلى من النشاط المضاد للأكسدة والفينولات الكلية مقارنة مع عصير ومربى هذه الفاكهة ومع مسحوق الفاكهة المجففة بطرائق التجفيف الأخرى (التجفيف بالظل والتجفيف في المجفف الشمسي). لذا تعتبر طريقة التجفيف بالتجفيد هي الطريقة الأكثر نجاحاً في الحفاظ على المركبات الفينولية والنشاط المضاد للأكسدة. كما أشار إلى أن المركبات الفينولية تبقى نشطة وفعالة بتأثير درجات حرارة التجفيد وبشكل أكبر من درجات الحرارة العالية (Zvaigzne *et al.*, 2009).

أشار (Li *et al.*, 2006) إلى تناقص النشاط المضاد للأكسدة للعينات المجففة بسبب حدوث تغيرات في التركيب الكيميائي أو فقد المكونات المضادة للأكسدة للفاكهة.

درس (Sultana *et al.*, 2012) تأثير تقنيات التجفيف بالفرن والتجفيف عند ظروف ثابتة على كل من الفينولات الكلية والنشاط المضاد للأكسدة لثمار فواكه (التفاح – المشمش – الفريز – الخوخ – والتوت). ولاحظ أن التجفيف في الفرن عند درجة حرارة مثلى هو الأفضل لتجفيف وحفظ الفاكهة مع الحفاظ على الكميات الأعلى من مضادات الأكسدة، حيث تراوح النشاط المضاد للأكسدة بين 58.7 و 82.2 %. كما بين تأثير التجفيف في الفرن Oven

Drying عند درجة حرارة 80°م والتجفيف الطبيعي عند درجة حرارة 30°م، على المحتوى من الفينولات الكلية لصنف التفاح (Malus Pumila Var. Skysuper)، وقد لاحظوا عدم وجود أي تأثير معنوي لطريقة التجفيف في المحتوى من الفينولات الكلية لثمار الفاكهة، وقد تراوحت نسبة الفقد في المحتوى من الفينولات الكلية بين 14.75% و 30.50% في الثمار المجففة (Borchani et al., 2011). كما أشار (Sultana et al., 2012) إلى عدم وجود تأثيرات معنوية لطريقة التجفيف في المحتوى من الفينولات الكلية، كما لاحظ أن انخفاض المحتوى من الفينولات الكلية في المنتجات المجففة عائد إلى التدهور الأنزيمي، بالإضافة للتدهور الحراري للمركبات المضادة للأكسدة (Senevirathne et al., 2009) و (Turkmen et al., 2005) و (Jamradloedluk et al., 2007)، ويُعزى الفقد في المحتوى من الفينولات الكلية إلى التدهور الأنزيمي الكبير لدى القيام بالتجفيف الطبيعي كون العينات تتطلب زمن أطول حتى تجف مما يؤدي إلى تفاعلات أنزيمية إضافية (Garau et al., 2007) و (Chan et al., 2009) و (Vega-Galvez et al., 2009)، ومن جهة أخرى يمكن نسب المحتوى من الفينولات الكلية في ثمار الفواكه المجففة في الفرن إلى الثمار الطازجة، وقد تراوحت نسبة الفقد في المحتوى من الفينولات الكلية بين 10.8% و 33.9%.

وتعتبر الكاروتينويدات وحمض الأسكوربيك من المركبات الحساسة للحرارة وهي مركبات غير ثابتة لذا تتعرض الأغذية المصنعة إلى تدهور كبير في هذه المركبات (Kuljarachanan et al., 2009).

لاحظ (Al-Farsi et al., 2005) أن عملية التجفيف الشمسي تزيد من محتوى بعض ثمار الفاكهة من الفينولات الكلية ونشاطها المضاد للأكسدة، بينما سجل (Chong et al. 2009) أن التجفيف الشمسي أدى إلى انخفاض محتوى الثمار من الفينولات الكلية بالمقارنة مع الثمار الطازجة.

كما لاحظ (Henriquez et al., 2010) تناقص محتوى القشور المجففة من الفينولات الكلية وتزايد المحتوى الرطوبي خلال فترة التخزين. ولاحظ أن الفقد في المركبات الفينولية يعود إلى درجة الحرارة، الأوكسجين، الضوء، المسامية، pH، بالإضافة إلى المحتوى العالي من الرطوبة والذي يؤدي إلى تدهور هذا النوع من المركبات. ويتراوح محتوى القشور المجففة من الفينولات الكلية لدى التخزين عند 25°م بين (30.2 مغ حمض غاليك/غ مادة جافة) عند التخزين لمدة 120 يوم، و (41.8 مغ حمض غاليك/غ مادة جافة) في بداية التخزين.

بلغ المحتوى من الفينولات الكلية في ثمار التفاح الطازجة 1.65 غ/100 غ مادة جافة، وفي الثمار المجففة بالهواء الساخن 80°م 1.09 غ/100 غ مادة جافة، وفي الثمار المجففة بالهواء 30°م 1.32 غ/100 غ مادة جافة. وبلغ النشاط المضاد للأكسدة 70.3% لثمار التفاح الطازجة، و68.8% لثمار التفاح المجففة بالهواء 30°م، و66.1% لثمار التفاح المجففة بالهواء 80°م. أشار (Senevirathne *et al.*, 2009) إلى أن الانخفاض في المحتوى من الفينولات الكلية قد يكون عائد إلى التحلل الحراري للمركبات المضادة للأكسدة.

وبيّن (Que *et al.*, 2008) و (Yu *et al.*, 2005) أن التزايد في المحتوى من الفينولات الكلية عائد إلى تشكل نواتج تفاعل ميلارد والتي تقود إلى تشكل مركبات فينولية جديدة لدى التجفيف عند درجات حرارة مرتفعة. ومن المتوقع أن ارتباط المركبات الفينولية مع جزيئات ذات وزن جزيئي عالٍ وتحررها في العينة بأشكال حرة نتيجة المعاملة الحرارية يُعزز المحتوى من الفينولات الكلية للعينات المجففة.

أشار كل من (Boateng *et al.*, 2008) و (Hilal *et al.*, 2009) و (Sultana *et al.*, 2008) و (Kim *et al.*, 2008) و (Davis *et al.*, 2010) و (Sultana *et al.*, 2012) إلى أن المعاملة الحرارية تؤثر بشكل كبير في زيادة المحتوى من الفينولات الكلية في الأغذية المختلفة (فاصولياء، مسحوق الخروب، الخضار، بذور العنب، الفول السوداني، ثمار المشمش). وورد عن (Suvarnakuta *et al.*, 2011) أن تناقص النشاط المضاد للأكسدة بعد عملية التجفيف ناتج عن فقد المركبات الفينولية في ثمار الفاكهة المجففة. كما أن تناقص النشاط المضاد للأكسدة بعد عملية التجفيف عائد إلى تغير التركيب الكيميائي أو فقد في المواد المساهمة في النشاط المضاد للأكسدة للفاكهة (Li *et al.*, 2006).

أشار (Vashisth *et al.*, 2011) إلى أن لدرجة الحرارة تأثير كبير على درجة جودة الفاكهة، فالفاكهة المجففة عند درجة حرارة عالية تمتلك تراكيز أعلى من المركبات المضادة للأكسدة مثل الحموض الفينولية والأنثوسيانينات (Shin *et al.*, 2008)، بينما تعد الفاكهة المجففة عند درجات حرارة منخفضة ذات جودة منخفضة، كما أنها مكلفة وتحتاج زمن أطول حتى تجف. إضافة لذلك تؤثر ظروف التجفيف والحصاد على تركيب الفاكهة المجففة.

في دراسة أجراها (Savatović *et al.*, 2008) لدراسة محتوى ثمار التفاح صنف Granny Smith من المركبات المضادة للأكسدة والمركبات المضادة للسرطان بالاعتماد على المحتوى من المركبات الفينولية ومضادات الأكسدة، بلغ المحتوى من الفينولات (7.02 مغ/غ)، الفلافونيدات (0.51 مغ/غ). كما قيس النشاط المضاد للأكسدة باستخدام طريقة الجذر الحر

DPPH (1,1-Diphenyl-2-Picrylhydrazyl) والذي قُدر ك ($DPPH^{IC50}$) وبلغت قيمته (9.51 مغ/مل).

وورد عن (Bichra *et al.*, 2012) تراوح المحتوى من الفينولات الكلية لمستخلصات ثمار التفاح صنف *Malus Suaveolens* بين 1.5-2.7 مغ مكافئ حمض غاليك/غ مادة جافة حسب نوع المحلول المستخدم في عملية الاستخلاص (ماء، ميثانول، فينول).

بينت الدراسة التي قام بها (Liaudanskas *et al.*, 2014) أطوال الموجات اللازمة لفصل وتقدير المركبات الفينولية في ثمار التفاح والتي بلغت 280 نانومتر لمجموعة Flavan-3-Ols (كاتيشين)، 320 نانومتر للأحماض الفينولية (حمض الكلوروجينيك)، و 360 نانومتر لمجموعة Flavonols (مركب الكويرسيتين Quercetin-3-O-Rhamnoside، الروتين).

وفي دراسة قام بها (Savatočić *et al.*, 2008) تم فصل وتقدير المركبات الفينولية باستخدام طريقتين، الأولى باستخدام طريقة كاشف فولين Folin Ciocalteu، والطريقة الثانية باستخدام الكروماتوغرافيا السائلة ذات الأداء العالي HPLC، وتم مقارنة المحتوى من المركبات الفينولية الكلية بين الطريقتين، حيث قام بعزل المركبات الفينولية الأساسية الموجودة في ثمار التفاح باستخدام تقنية HPLC وهي (Phenolic Acids، Flavan-3-Ols، Flavonoids) وقد بلغ المحتوى من المركبات الفينولية في صنف تفاح Granny Smith مقدر بواسطة طريقة HPLC وهي الحموض الفينولية (0.038 مغ/غ حمض الكافيك Caffeic Acid، 0.055 مغ/غ حمض الكلوروجينيك Chlorogenic Acid)، مركبات Flavan-3-Ols (0.054 مغ/غ كاتيشين Catechin، 0.062 مغ/غ Epicatechin)، مركبات Flavonols (0.233 مغ/غ روتين Rutin)، وأخيراً مركب الكويرسيتين Quercetin (0.237 مغ/غ).

وبلغ المحتوى من الفينولات الكلية (7.021 مغ/غ) باستخدام طريقة Folin Ciocalteu، و (0.688 مغ/غ) باستخدام طريقة HPLC (Savatočić *et al.*, 2008). وبيّنت هذه الدراسة أن الاختلاف في المحتوى من المركبات الفينولية الكلية عائد إلى أن طريقة Folin Ciocalteu لاتعد طريقة مطلقة لتحديد المركبات الفينولية، لأن المواد الأخرى مثل الأحماض العضوية، الحموض الأمينية، السكريات المتبقية، البروتينات، والمركبات الهيدروفيلية تدخل في هذا الاختبار، إضافة إلى أن هناك العديد من المركبات الفينولية التي تمتلك ردود فعل مختلفة في اختبار Folin Ciocalteu (Singleton *et al.*, 1999) و (Markham., 1989).

أشار (Liaudanskas *et al.*, 2014) إلى كيفية استخدام تقنية HPLC للكشف عن المركبات الفينولية في عينات مختلفة لأنواع مختلفة من التفاح (Ligol، Auksis، Aldas، Sampion)، حيث تم الاستخلاص باستخدام الإيثانول 70% في حمام أمواج فوق الصوتية مدة 20 دقيقة عند درجة حرارة 40°م. كما تم استخدام الطور المتحرك حمض الخل في الماء 2% وأستونتريل 100%. وتم فصل مركب البروسيانيدين Procyanidin B1، كاتيشين (-)-Catechin، حمض الكلوروجينيك Chlorogenic Acid، الروتين Rutin، ايزو كويرسيتين Isoquercetrin، كويرسيتين Quercetrin، فلورديزين Phloridzin، Procyanidin B2 (-)-Epicatechin.

وقد ورد عن (Liaudanskas *et al.*, 2014) أن المحتوى الكلي من المركبات الفينولية باستخدام تقنية HPLC بلغ (1641 ميكروغرام/غ) لصنف التفاح Ligol، (2568.6 ميكروغرام/غ) لصنف التفاح Sampion، (2914 ميكروغرام/غ) لصنف التفاح Auksis، (4291.3 ميكروغرام/غ) لصنف التفاح Aldas.

وبين (Alonso-Salces *et al.*, 2004) و (Gosch *et al.*, 2010) و (Kobori *et al.*, 2012) و (Najafian *et al.*, 2012) أن المحتوى الكلي من مركب الكويرسيتين ومشتقاته في ثمار التفاح تراوح من 168.5 ميكروغرام/مل إلى 532.3 ميكروغرام/مل. أشار (Sultana *et al.*, 2012) إلى احتواء التفاح على عدد من المركبات الفينولية والتي بلغ المحتوى منها اعتماداً على استخدام تقنية HPLC، 26.1 مغ/كغ حمض الكافيك Caffeic Acid كمركب فينولي أساسي في ثمار التفاح، ويعد هذا أعلى تركيز تم تسجيله مقارنة 13.2 مغ/كغ مادة جافة حسب (Cordenunsi *et al.*, 2005)، و 22 مغ/كغ مادة جافة حسب (Vashisth *et al.*, 2011). وهذا الاختلاف عائد إلى صنف التفاح المستخدم وطريقة التحليل المستخدمة. بينما بلغ المحتوى من حمض P-Comaric Acid (10.2 مغ/كغ)، Ferulic Acid (0.9 مغ/كغ)، Sinapic Acid (3.10 مغ/كغ)، والمحتوى الكلي من الفينولات (40.3 مغ/كغ).

قام (Zvikas *et al.*, 2011) بدراسة المركبات الفينولية الموجودة في التفاح لأربعة أصناف رئيسية (Lodel، Aldas، Auksis، Ligol) باستخدام تقنية HPLC وتم مقارنة النتائج باستخدام طريقة كاشف فولن Folin-Ciocalteu لتحديد تركيز الفينولات الكلي، إضافة إلى تعيين النشاط المضاد للأكسدة بطريقتين (FRAP، DPPH) وتعيين التركيز الكلي للفلافونيدات باستخدام كلوريد الألومنيوم. وبين أن التركيز الكلي للفينولات باستخدام طريقة كاشف

فولن تراوح بين (98.77- 114.86 مغ مكافئ حمض غاليك/ غ مادة جافة)، والتركيز الكلي للفلافونيدات تراوح بين (31.91-39.6 مغ مكافئ الروتين/ غ مادة جافة). وقد تم فصل وتقدير المركبات الفينولية (غلوكوزيدات الكويرسيتين، الحموض الفينولية كحمض الكلوروجينيك وحمض الكافيك، والكاتيشينات)، والتي بلغت (16.95-28.60 مغ/غ) لمركب الكويرسيتين، الحموض الفينولية (0.74-1.61 مغ/غ)، والكاتيشينات (0.57-0.85 مغ/غ).

11-4-تأثير طرائق التجفيف في الزمن اللازم لعملية التجفيف:

لاحظ (Sacilik and Elicin., 2006) أن زيادة درجة حرارة هواء التجفيف وتناقص سماكة الشرائح تؤدي إلى تناقص زمن التجفيف.

بلغ الزمن اللازم لتجفيف شرائح التفاح ذات السماكة 5مم عند درجة حرارة 40°م (400 دقيقة) و(300 دقيقة) عند درجة حرارة 50°م، و(240 دقيقة) عند درجة حرارة 60°م، بينما بلغ الزمن اللازم لتجفيف شرائح التفاح ذات السماكة 9مم عند درجة حرارة 40°م (640 دقيقة) و(560 دقيقة) عند درجة حرارة 50°م، و(460 دقيقة) عند درجة حرارة 60°م (Vergara et al., 1997) و(Ramaswamy and van Nieuwenhuijzen., 2002) و(Wang and al., 2002) و(Chao., 2002) و(Akpinar et al., 2003) و(Maskan et al., 2002).

12-4-تأثير عملية التجفيف في الخصائص الحسية لشرائح التفاح المجففة:

تعد المعاملة الحرارية من الطرائق شائعة الاستخدام لتصنيع منتجات الفاكهة المجففة (سناك) (Sampson., 2011). وأشار (Marks et al., 2007) إلى أن الهدف من استخدام المعاملة الحرارية هو القضاء على الأحياء الدقيقة غير المرغوبة، تثبيط الأنزيمات التي تؤثر على جودة الغذاء، اعطاء خصائص جودة مرغوبة للغذاء وخاصة اللون والقوام.

يُعتبر كل من اللون، الطعم، الرائحة، والقوام من العوامل الرئيسية المحددة لخصائص الجودة في المنتجات المجففة (Abbott et al., 2004)، ولهذا الغرض يتم حديثاً استخدام الكمبيوتر في تقييم جودة شرائح التفاح المجففة خلال عملية التجفيف كطريقة جديدة في تقييم الجودة غير المتدهورة خلال عملية التجفيف (Sun., 2004) و (Sampson ., 2011)، حيث يتم التزويد بكاميرا تعطي عدة مؤشرات كمساحة السطح والمسافة والشكل والقوام (Brosnan and Sun., 2004)، وبهذا يتم تحديد مدى الانكماش ولون وقوام شرائح التفاح خلال عملية التجفيف (Fernández et al., 2005).

كما يُعد القوام من الخصائص الحسية الهامة بالنسبة للمستهلك، وتستخدم حاسة التذوق للدلالة عليها ويُعتبر القوام من المؤشرات المرتبطة بشكل أساسي بطبيعة تركيب النبات

(Szczesniak., 2002). وقد بينت العديد من الأبحاث أن الهشاشة هي القوام المرغوب للأغذية المجففة على شكل سناك (Fillion and Kilcast., 2002) و(Roudaut *et al.*, 2002) و(Joshi *et al.*, 2007). ومن الهام جداً في الصناعات الغذائية فهم العلاقة والارتباط بين القوام ولمس وتركيب الغذاء (Wilkinson *et al.*, 2000).

يُعتبر اللون عامل هام جداً كمؤشر من مؤشرات الجودة لدى اختيار ثمار الفاكهة والخضراوات (Francis., 1995). كما يُعتبر اللون ممثلاً لثلاث قيم تصف حالة اللون وهي (L, a, b) (CIE., 2007).

وذكر (Femenia., 2007) و(Di Scala and Crapiste., 2008) أن التغيرات الكيميائية والتغيرات الفيزيولوجية في السكريات المتعددة الموجودة في جدران الخلايا تؤثر على جودة الفاكهة خلال عملية التجفيف بما في ذلك القوام واللون.

درس (Aaby *et al.*, 2002) تأثير عملية التخزين تحت ضغط جوي منتظم ومتحكم به على جودة نكهة التفاح وحدد نسبة مركبات النكهة والتي تتناقص خلال التخزين. بينما لم تتوفر أية معلومات عن معدل الاحتفاظ بمركبات النكهة خلال التجفيف بالأشعة تحت الحمراء.

الفصل الثاني

مواد البحث وطرائقه

METHODS & MATERIALS

مواد وطرائق البحث:

1. مواد البحث:

تم الحصول على ثمار التفاح (صنف غولدن ديليشيس) من السوق المحلية لمدينة جبرود في محافظة ريف دمشق، ويُعدّ هذا الصنف من أفخر أصناف التفاح الصالحة لصناعة شرائح التفاح المجففة، تم إجراء كامل التجارب والاختبارات في مخابر قسم علوم الأغذية في كلية الزراعة بجامعة دمشق في الفترة الواقعة بين 2012/10/1 و 2014/7/1 وذلك لموسم واحد، على الصنف المذكور وبواقع 100 كغ لجميع المعاملات كمادة أولية للبحث.

2. طرائق البحث:

- المعاملات الأولية قبل التجفيف:

1. غسيل الثمار بالماء.
2. تقشير ثمار التفاح وتقطيعها إلى شرائح بسماكة (0.5 سم).

قسمت شرائح التفاح إلى مجموعتين:

1- المجموعة الأولى: غُمرت الشرائح في محلول منع التلون (حمض السيتريك بتركيز 2%، حمض الأسكوربيك بتركيز 2% لمدة 10 دقائق، ميتا باي سلفيت الصوديوم 0.1% لمدة 2 دقيقة).

2- المجموعة الثانية: غُمرت الشرائح في محاليل سكرية مختلفة (السكروز، الغلوكوز، السوربيتول) بتركيز مختلفة (40، 50، 60%) وبدرجة حرارة (30°م) لمدة ساعتين.

قسمت المادة إلى ثلاث مجموعات حسب طرائق التجفيف المعتمدة في هذه الدراسة وهي:

1- التجفيف باستخدام مجفف بالهواء الساخن:

جُففت شرائح ثمار التفاح في مجفف بالهواء الساخن عند درجة حرارة 60°م. حيث أخذت شرائح التفاح (صنف غولدن ديليشيس) ثم وُضعت على صواني التجفيف بشكل متجاور داخل مجفف بالهواء الساخن (Kottermann, TYP 2718) بدرجة حرارة 60°م، وترك لتجف. وبعد الانتهاء من التجفيف أخذت الأطباق وُضعت في أماكن ظليلة لاستكمال تجانسها، ثم وُضعت في أكياس خاصة وخُزنت عند درجة حرارة 25°م.

2- التجفيف باستخدام المجفف الشمسي الزجاجي:

جُففت شرائح ثمار التفاح في مجفف باستخدام الطاقة الشمسية (البيت الزجاجي) بمتوسط درجات حرارة 35.8°م ورطوبة نسبية 65%. حيث أخذت شرائح التفاح (صنف غولدن

ديليشيس) ثم وُضعت على صواني التجفيف بشكل متجاور داخل مجفف الطاقة الشمسية (البيت الزجاجي)، وُتركت لتجف ثم وُضعت في أكياس خاصة وخُزنّت عند درجة حرارة 25°م.

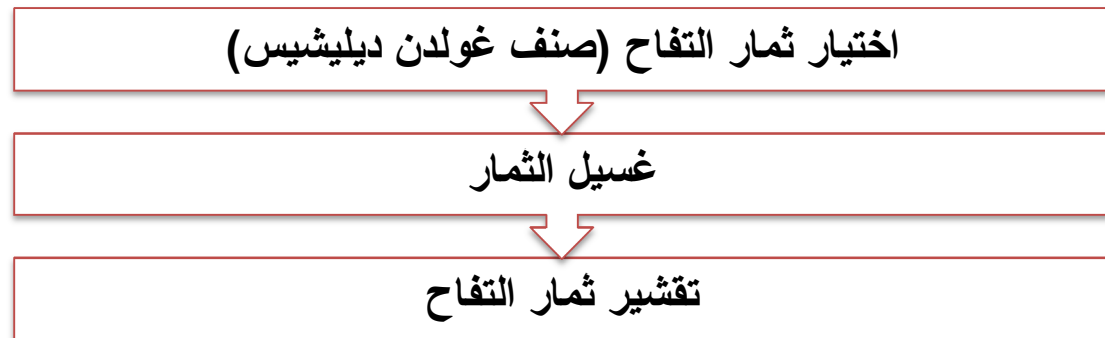
3- التجفيف باستخدام المشعات الكهربائية:

تمّ تصميم الجهاز على شكل صندوق معدني مصنّع من الستانلس ستيل، وجزء من الباب مصنّع من الزجاج الحراري الذي يمكن من خلاله مراقبة العينات. كما أن الجهاز معزول بمادة عازلة حرارية عن السطح الخارجي لتخفيف الفقد الحراري للجهاز. يحتوي الجهاز في الواجهة على ساعة رقمية لقياس درجة الحرارة وللتحكم بالحرارة الداخلية، بالإضافة إلى مفتاح لتحديد سرعة التسخين (الاستطاعة الحرارية)، مفتاح تشغيل مع لمبة الإشارة، مؤقت زمني للتحكم بالزمن اللازم لعملية التجفيف، فتحة للتخلص من البخار المتكاثف داخل الجهاز. كما يحتوي الجهاز على درج متحرك لوضع العينات المختبرة، إضافة إلى سخانات حرارية رئيسية باستطاعة 2000 واط تصدر (أشعة تحت حمراء) ضمن عاكس بشكل قطع لتكثيف الحرارة بداخل الجهاز.

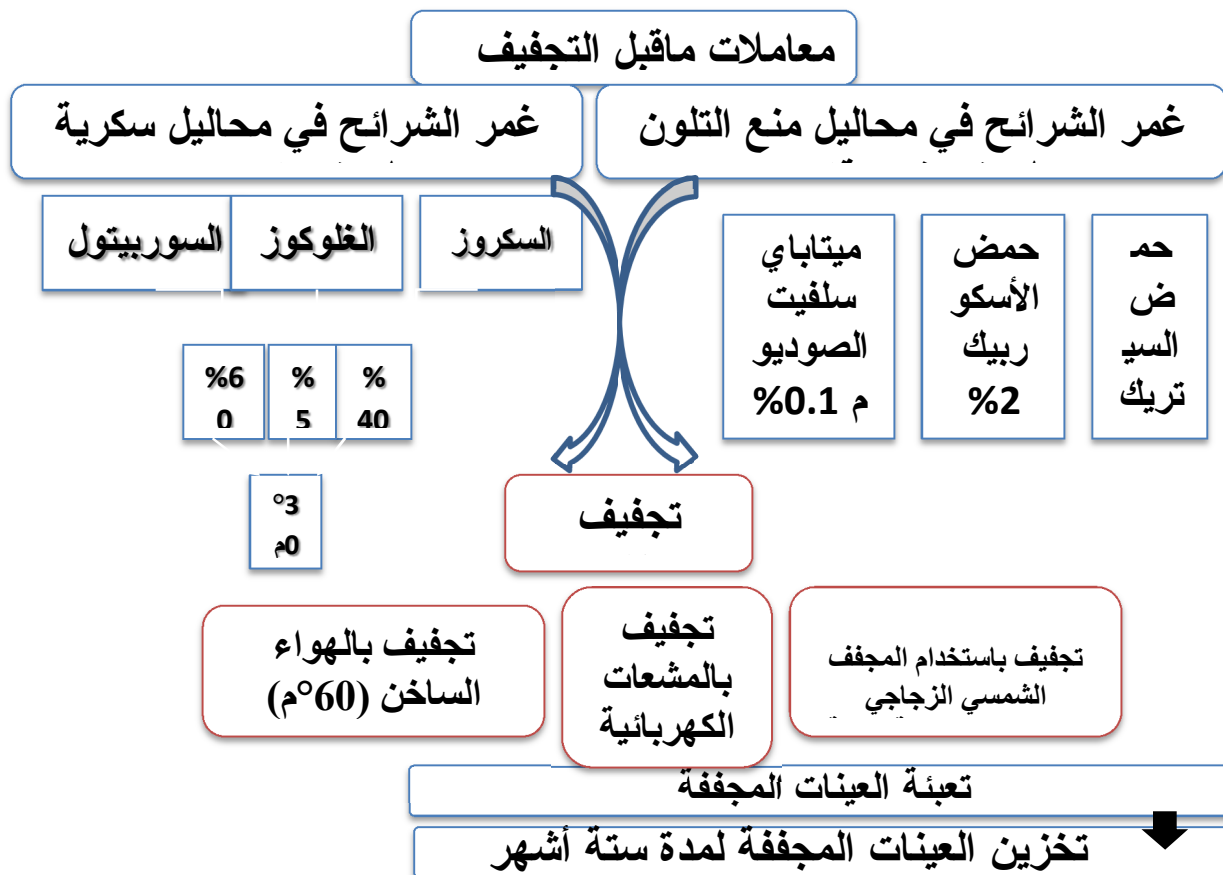
جُففت شرائح ثمار التفاح في مجفف باستخدام مشعات كهربائية بمتوسط درجات حرارة 60°م، حيث أخذت شرائح التفاح (صنف غولدن ديليشيس) ثم وُضعت على صواني التجفيف بشكل متجاور داخل المجفف، وُتركت لتجف ثم وُضعت في أكياس خاصة وخُزنّت عند درجة حرارة 25°م.

تعبئة العينات المجففة: عُبئت العينات المجففة في أكياس من البولي إيثيلين عند درجة حرارة الغرفة العادية (25°م)، وخُزنّت في أكياس من البولي إيثيلين بدرجة حرارة الغرفة لمدة ستة أشهر من تاريخ عملية التصنيع.

مخطط البحث



تقطيع الثمار إلى شرائح بسماكة 0.5 سم



الاختبارات الكيميائية:

- 1- تقدير المحتوى الرطوبي: فُدر المحتوى المائي للعينات بالتجفيف على درجة حرارة 105°م حتى ثبات الوزن حسب (AOAC, 2005).
- 2- تقدير الرماد: تمّ تعيين الرماد حسب (AOAC, 2005).
- 3- تقدير الحموضة الكلية: فُدرت الحموضة الكلية بالمعايرة حسب (AOAC, 2005).
وُحسب النسبة المئوية للحموضة على أساس حمض الماليك عن طريق المعايرة بماءات الصوديوم (N 0.1) بوجود مشعر الفينول فتالئين.
- 4- تقدير رقم الـ pH: فُدر رقم الحموضة باستخدام جهاز pH- meter (Model 420 A,) (ORION).
- 5- تقدير السكريات الكلية والمرجعة: فُدرت السكريات الكلية والمرجعة حسب طريقة لين وأنيون Lane and Enyon.
- 6- تعيين مؤشرات اللون (L, a, b): عُينت مؤشرات اللون باستخدام جهاز قياس اللون (Hunter Lab) من النوع Chroma Meter CR-410، وبلد المنشأ اليابان.
- 7- تعيين المواد الفعالة بيولوجياً:

1-7- تقدير فيتامين C:

- تمّ تعيين فيتامين C وفق (AOAC, 2000). باستخدام طريقة المعايرة بصبغة 6,2 ثنائي كلورو فينول إندو فينول التي تعتمد على تغير لون هذه الصبغة بسبب اختزال الفيتامين لهذه الصبغة نتيجة أكسدة فيتامين C (حمض الأسكوربيك) إلى فيتامين C منزوع الهيدروجين.
- 2-7- تقدير المركبات الفينولية:

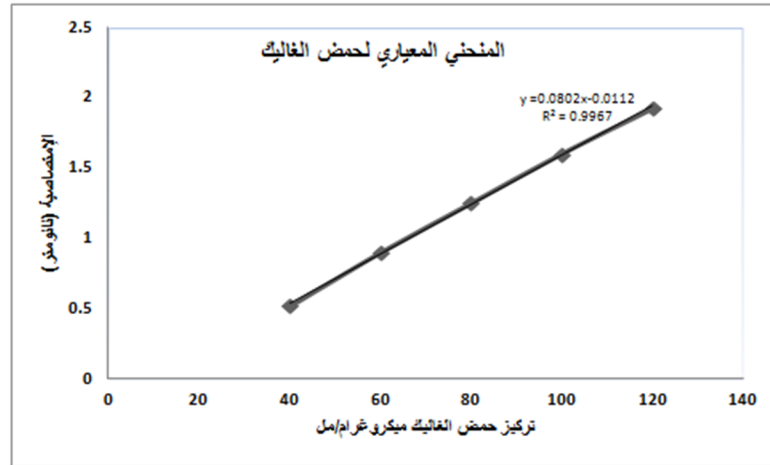
1-2-7- استخلاص وتعيين الفينولات الكلية:

اتبع في استخلاص الفينولات الكلية من العينات المدروسة، ما ورد في طريقة (Wada and Ou., 2002) مع بعض التعديلات، حيث أخذ 10 غ من العينة المهروسة ووُضعت في أنبوب من البولي إيثيلين سعة 50مل، وأضيف إليها 30 مل إيتانول مطلق، ثم مُزجت بشكل جيد باستخدام محرك مغناطيسي على السرعة القصوى، وبدرجة حرارة الغرفة لمدة ساعة، تُفُلت بعدها العينة باستخدام جهاز طرد مركزي ألماني المنشأ من النوع (Tabletop model, IEC 215) على السرعة القصوى (Max RPM 3200)، وأخذ السائل الرائق للتحليل.

2-2-7- تقدير الفينولات الكلية:

قُدرت الفينولات كميًا حسب طريقة Folin ciocalteu (Asami *et al.*, 2003)، حيث أخذ 2 مل من العينة التي سبق تحضيرها، وأضيف لها 3 مل من الماء المقطر، و 0.2 مل من كاشف فولين، ووُضعت في دورق معياري سعة 10 مل، ثم رُج المزيج باستخدام محرك الأنابيب لنحو دقيقتين في حرارة الغرفة، ثم أضيف بعدها 4 مل من Na_2CO_3 (7%) وأكمل الحجم بالماء المقطر حتى العلامة.

خُلط المزيج السابق، وترك لمدة ساعتين على حرارة الغرفة بعدها نُفِل ورُشِح وقيس امتصاصه بالمطياف الضوئي (Prim, Secomam, RS232) على طول موجة 750 نانومتر. أستخدم حمض الغاليك كمحلول معياري مرجعي لتحضير المنحني المعياري بتركيز يتراوح من (0-140 ميكروغرام/مل) وعُبر عن النتائج مغ / 100 غ على أساس مكافئ حمض غاليك. ويبين الشكل التالي المنحني المعياري لحمض الغاليك:



الشكل (1): المنحني المعياري لحمض الغاليك

8- قياس النشاط المضاد للأكسدة Antioxidant Activity Assay بطريقة DPPH:

تمّ قياس النشاط المضاد للأكسدة بتعيين النشاط الكابح للجذور الحرة حسب طريقة الجذر الحر ثنائي فينيل بيكريل هيدرازيل (DPPH):

(DPPH) 1,1-diphenyl-2-picryl-hydrazyl حسب (Marinova and Batchvarov, 2011) وفق الآتي: يُضاف إلى مستخلص العينة الكحولي (1 غ عينة في 100 مل الإيثانول) نفس الحجم من محلول DPPH (0.06 mM في الإيثانول، ويحفظ لمدة 20 دقيقة عند درجة حرارة 20°م) وبعد المزج وخلط المزيج السابق بخلاط الأنابيب (vortex) قيس امتصاصه عند طول موجة 517 نانومتر بعد مضي 30 دقيقة، أستخدم الإيثانول في التجربة

الشاهدة بدلا من العينة. وعُبر عن النشاط الكابح للجذور الحرة بحساب النسبة المئوية لتثبيط الأكسدة من المعادلة:

$$\% \text{ Inhibition} = [(A-A') / A] \times 100$$

A: الامتصاصية الابتدائية للشاهد عند 517 نانومتر.

A': الامتصاصية النهائية للعينة المختبرة عند 517 نانومتر.

9- تعيين المركبات الفينولية باستخدام جهاز HPLC:

تمّ تعيين المركبات الفينولية حسب طريقة (Tsao *et al.*, 2003) باستخدام جهاز HPLC (Shimadzu) صنع اليابان والذي يتألف من مضخة واحدة طراز LC-10AT وحجرة حقن Injection Loop حجمها 50 ميكروليتر، بطول موجة 320 نانومتر لكاشف UV باستخدام عمود (Agilant, C18, 4µm, 4.6x250 mm). واستخدم الطور المتحرك المكون من مزيج من حمض الخل 10.2% في أسيتات الصوديوم 2 mM والأسيتونتريل بنسبة (90:10) ومعدل تدفق 0.5 مل/دقيقة، مدة 72 دقيقة عند 25 درجة مئوية، وحجم حقنة 20 ميكروليتر.

حضرت العينات بطحن 10 غ من التفاح المجفف مع 40% محلول مائي للميتانول لمدة دقيقة واحدة ومن ثم إكمال الحجم إلى 50 مل بالميتانول 40%. يرشح المستخلص باستخدام فلتر 0.45 ميكرون، ويحفظ عند (-18) درجة مئوية لحين التحليل.

10- الاختبارات الحسية:

درست الخصائص الحسية للعينات المجففة باستخدام مقياس هيدونيك (Point Scal Hedonic) بتحديد خمسة نقاط (اللون، الطعم، الرائحة، النكهة، القوام) حسب (Larmond., 1997).

- اختبار مقياس هيدونيك: Hedonic Scale Test

يعد هذا الاختبار من أكثر الاختبارات استعمالاً عندما يراد إيجاد أفضل العينتين (اختبار التفضيل)، ويستعمل هذا الاختبار فقط في حالة الكمية، أي مع المقياس، والتي يعبر فيها المحكم عن درجة رغبته (رضاه، سروره، انشراحه) أو عدم رغبته للعينة المختبرة، وعادة يستعمل مقياس من (1-9) ليعبر عن الرغبة في تفضيل العينة المختبرة، تمّ إجراء الاختبار الحسي من قبل مجموعة مؤلفة من (12) شخص، وأستخلصت النتائج بعد إجراء تحليل التباين، حيث تمّ الاختبار الإحصائي لنتائج الاختبارات الحسية باستخدام برنامج التحليل الإحصائي Minitab وفورنت المتوسطات باستخدام اختبار (Tukey) عند مستوى معنوية 5%.

يبدأ الاختبار وفق الترتيب التالي حسب (Larmond., 1997):

- 9.....منتهى الرغبة
- 8.....رغبة شديدة جداً
- 7.....رغبة عادية
- 6.....رغبة قليلة
- 5.....لأرغبها ولا أكرهها
- 4.....أكرهها قليلاً
- 3.....أكرهها باعتدال
- 2.....أكرهها بشدة
- 1.....منتهى الكره

11- الاختبارات الميكروبيولوجية:

تضمنت الدراسة الميكروبيولوجية التعداد العام للخمائر والفطور لشرائح التفاح المجففة في الزمن صفر وبعد عملية التخزين فقط. وحُسبت بوزن 1 غ من كل العينات المدروسة في ظروف معقمة، ووضعها في أنبوب اختبار وإضافة 9 مل ماء مقطر ومعقم لكل منها ومجانستها لمدة 90 ثانية، يؤخذ 1 مل من كل أنبوب بالماصة المعيارية ثم توضع في طبق بتري وتُصب البيئات المعقمة فوقها باستخدام وسط دكستروز البطاطا (PDA) وتُحضن البيئات بعد تصلبها على الدرجة 37°م لمدة 72 ساعة (The Himedia Manual for Microbiology Laboratory Practice., 2000) و(ICMSF, 1978).

5- التحليل الإحصائي:

استخدم النموذج الخطي العام General Linear Model في حساب المتوسطات الحسابية والانحراف المعياري، كما أُستخدم اختبار (Turkey) لإيجاد معنوية الفروق بين المتوسطات وذلك باستخدام برنامج الإحصاء Minitab عند مستوى ثقة 5% بواقع ثلاثة مكررات لكل تجربة.

الفصل الثالث

النتائج والمناقشة

Results & Discussion

النتائج والمناقشة:

التركيب الكيميائي لثمار التفاح الطازجة:

يظهر الجدول (I) نتائج التركيب الكيميائي لثمار التفاح الطازجة صنف (غولدن ديليشيس)، حيث يبين الجدول أن نسبة الجوامد الكلية والنسبة المئوية للرماد والمحتوى من السكريات الكلية ونسبة المواد الصلبة الذائبة لثمار التفاح الطازجة للصنف المدروس قد بلغت 18.41%، 0.4%، 73.34 غ/100 غ وزن جاف، 13° برىكس على التوالي، بينما بلغت النسبة المئوية للحموضة مقدرة كحمض ماليك (0.21%)، ورقم الـ pH (5.81). وقد جاءت هذه النتائج متوافقة مع ما ذكره كل من (Moreira et al., 2000) و (Salunkhe et al., 1991) و (Konja and Lovric., 1993) و (Timoumi et al., 2007).

جدول (I): التركيب الكيميائي لثمار التفاح الطازجة

المكونات	المؤشرات الكيميائية
الحوامد الكلية %	0.06±18.41
المواد الصلبة الذائبة (برىكس)	0.04±13
الحموضة (حمض ماليك) %	0.04±0.21
pH	0.03±5.81
الرماد %	0.07±0.4
السكريات الكلية (غ/100 غ وزن جاف)	0.06±73.34

كما تظهر النتائج الموضحة في الجدول (II) محتوى شرائح ثمار التفاح الطازجة صنف غولدن ديليشيس من المركبات الفعالة بيولوجياً وفي النشاط المضاد للأكسدة، حيث بلغ محتوى شرائح ثمار التفاح الطازجة من الفينولات الكلية (46.95 مغ/100 غ وزن جاف)، بينما بلغ محتوى شرائح ثمار التفاح الطازجة من فيتامين C (48.88 مغ/100 غ وزن جاف)، في حين كان النشاط المضاد للأكسدة لثمار التفاح الطازجة (81.87%) مقدراً بطريقة DPPH ك %Inhibition. وتتوافق هذه النتائج مع (Savatović et al., 2008).

جدول (II): محتوى شرائح ثمار التفاح الطازجة من المركبات الفعالة بيولوجياً وفي النشاط المضاد للأكسدة

النشاط المضاد للأكسدة مقدراً بطريقة DPPH % Inhibition ك	فيتامين c (مغ/ 100 غ وزن جاف)	الفينولات الكلية (مغ/ 100 غ وزن جاف)	المادة
0.11±81.87	0.28±48.88	0.35±46.95	شرائح تفاح طازجة

كما تشير نتائج الجدول (III) إلى قيم مؤشرات اللون لشرائح ثمار التفاح الطازجة باستخدام جهاز Hunter Lab، حيث بلغت قيمة المؤشر a (-4.52)، وقيمة المؤشر L (80.40)، بينما بلغت قيمة المؤشر b (38.21) لشرائح ثمار التفاح الطازجة.

جدول (III): مؤشرات اللون لشرائح ثمار التفاح الطازجة

المادة	L*	a	b
شرائح تفاح طازجة	0.38±80.40	0.27±4.52-	0.11±38.21

L* (Lightness)، a (red colour)، و b (yellow colour)

1- نتائج تأثير المعاملة بحمض الأسكوربيك في شرائح ثمار التفاح المعدة للتجفيف:

تمت دراسة تأثير المعاملة بمحلول من حمض الأسكوربيك (بتركيز 2%) ولمدة زمنية (عشر دقائق) في بعض المؤشرات الكيميائية والمركبات الفعالة بيولوجياً في شرائح ثمار التفاح المجففة بطرائق تجفيف مختلفة (تجفيف باستخدام مشعات كهربائية، تجفيف باستخدام الهواء الساخن وتجفيف باستخدام الطاقة الشمسية) والمخزنة لمدة ستة أشهر من تاريخ التصنيع.

1-1- نتائج تأثير طريقة التجفيف ومدة التخزين والمعاملة بحمض الأسكوربيك 2% في بعض المؤشرات الكيميائية لشرائح ثمار التفاح المجففة:

أظهرت نتائج التحليل الإحصائي في الجدول (3) وجود تأثير معنوي لطريقة التجفيف وللمعاملة الحمضية بحمض الأسكوربيك بتركيز 2% في كافة المؤشرات الكيميائية المدروسة لشرائح ثمار التفاح المعاملة وغير المعاملة. مع الإشارة إلى عدم وجود تأثير معنوي لطريقة التجفيف وللمعاملة بحمض الأسكوربيك بتركيز 2% في النسبة المئوية للجوامد الكلية في العينات غير المخزنة. كما بينت النتائج وجود تأثير معنوي لمدة التخزين في كافة المؤشرات الكيميائية المدروسة لشرائح ثمار التفاح المعاملة وغير المعاملة، حيث كان لمدة التخزين الأثر الواضح في رفع رقم الـ pH وخفض النسبة المئوية للحموضة والنسبة المئوية للرماد، حيث بلغ رقم الـ pH (5.43) لعينات الشاهد المجففة بالهواء الساخن والمخزنة لمدة (6) أشهر، وانخفضت النسبة المئوية للحموضة إلى (0.55%) في العينات غير المعاملة والمجففة باستخدام المشعات الكهربائية والمخزنة لمدة (6) أشهر، بينما كان للمعاملة بحمض الأسكوربيك والتجفيف باستخدام الطاقة الشمسية الأثر الأكبر في خفض النسبة المئوية للرماد إلى (1.55%) في عينات شرائح التفاح المعاملة بحمض الأسكوربيك بتركيز 2% والمجففة باستخدام الطاقة الشمسية والمخزنة لمدة ستة أشهر. وتجدر الإشارة إلى عدم وجود تأثير معنوي في المحتوى من الجوامد الكلية للعينات المعاملة بحمض الأسكوربيك بتركيز 2% والمجففة باستخدام الهواء الساخن والنسبة المئوية للرماد في العينات غير المعاملة والمجففة باستخدام المشعات الكهربائية. وتتفق هذه النتائج مع (Lewicki and Jakubczyk., 2004).

جدول (3): تأثير طريقة التجفيف ومدة التخزين والمعاملة بحمض الأسكوربيك 2% في بعض المؤشرات الكيميائية لشرائح ثمار التفاح المجففة

نوع المعاملة	طريقة التجفيف	مدة التخزين (شهر)	الجوامد الكلية %	pH	الحموضة (حمض ماليك) %	الرماد %	السكريات الكلية (غ/100 غ جاف)
-	مجفف بالطاقة الشمسية (البيت الزجاجي)	0	0.40±90.00 ^c	0.02±4.68 ^f	0.20±1.34 ^d	0.22±2.40 ^{cd}	3.65±53.64 ^{de}
		6	0.10±92.70 ^f	0.01±4.51 ^d	0.05±1.05 ^c	0.10±1.40 ^a	0.47±67.42 ⁱ
	مجفف باستخدام الهواء الساخن	0	0.40±90.50 ^d	0.01±4.71 ^g	0.20±1.07 ^c	0.22±2.34 ^c	3.62±56.62 ^{ef}
		6	0.10±89.00 ^a	0.02±5.43 ^j	0.10±0.90 ^b	0.05±2.55 ^d	0.73±49.77 ^{bc}
	مجفف باستخدام المشعات الكهربائية	0	0.40±91.20 ^c	0.02±4.72 ^g	0.20±1.30 ^{cd}	0.22±3.20 ^{ef}	3.57±59.97 ^{fg}
		6	0.10±91.10 ^c	0.03±4.83 ^h	0.05±0.55 ^a	0.10±2.30 ^c	1.54±50.00 ^{cd}
حمض الأسكوربيك 2 %	مجفف بالطاقة الشمسية (البيت الزجاجي)	0	0.40±90.00 ^c	0.02±4.42 ^c	0.20±1.47 ^{de}	0.22±3.10 ^c	3.62±60.71 ^g
		6	0.10±89.10 ^{ab}	0.01±4.61 ^c	0.10±0.90 ^b	0.05±1.55 ^a	0.07±51.50 ^c
	مجفف باستخدام الهواء الساخن	0	0.40±90.00 ^c	0.02±4.32 ^b	0.20±2.48 ^f	0.22±2.52 ^d	3.65±53.10 ^{de}
		6	0.10±91.10 ^c	0.01±4.61 ^c	0.05±1.55 ^c	0.05±2.55 ^d	0.62±37.76 ^a
	مجفف باستخدام المشعات الكهربائية	0	0.40±90.00 ^c	0.01±4.11 ^a	0.20±3.02 ^g	0.22±2.28 ^c	3.64±56.39 ^{ef}
		6	0.10±90.90 ^{de}	0.01±4.91 ⁱ	0.05±0.95 ^{bc}	0.10±2.10 ^b	0.15±65.13 ^{hi}

تشير الأحرف المتشابهة ضمن العمود الواحد إلى عدم وجود فروق معنوية ($P > 0.05$) بين المتوسطات

كما تُشير النتائج إلى وجود تأثير معنوي لطريقة التجفيف في ارتفاع النسبة المئوية للحموضة والنسبة المئوية للرماد وخفض رقم الـ pH وذلك عند مستوى معنوية ($P > 0.05$)، وظهر الأثر الأكبر في زيادة النسبة المئوية للحموضة في عينات شرائح التفاح غير المخزنة والمعاملة بحمض الأسكوربيك والمجففة باستخدام المشعات الكهربائية، حيث ارتفعت نسبة الحموضة إلى (3.02%)، بينما كان للعينات غير المخزنة وغير المعاملة بحمض الأسكوربيك والمجففة

باستخدام المشعات الكهربائية الأثر الأكبر في زيادة النسبة المئوية للرماد والتي بلغت (3.20%). وتتفق هذه النتائج مع (El-Aouar *et al.*, 2006).

ومن خلال مقارنة نتائج التحليل الإحصائي الجدول (3) تبين وجود تأثير معنوي للمعاملة في محتوى شرائح التفاح من السكريات الكلية، حيث لوحظ تفوق شرائح التفاح المعاملة بحمض الأسكوربيك بتركيز 2% في المحتوى من السكريات الكلية، مع وجود تأثير معنوي لطريقة التجفيف بالهواء الساخن في خفض محتوى الشرائح من السكريات الكلية، وتجلي الأثر الأكبر في شرائح ثمار التفاح المعاملة بحمض الأسكوربيك والمجففة باستخدام الهواء الساخن، حيث انخفض محتوى الشرائح من السكريات الكلية إلى (49.77 غ/100 غ وزن جاف) للشرائح المجففة وغير المعاملة بحمض الأسكوربيك والمجففة بالهواء الساخن والمخزنة لمدة (6) أشهر، وإلى (37.76 غ/100 غ وزن جاف) للشرائح المجففة بالهواء الساخن والمعاملة بحمض الأسكوربيك والمخزنة لمدة (6) أشهر. وقد جاءت هذه النتائج متوافقة مع (Dailami, 2009) و(شعشع، 2003).

وتجدر الإشارة إلى الأثر المعنوي لمدة التخزين في زيادة محتوى بعض العينات من السكريات الكلية حيث أبدت العينات غير المعاملة والمجففة بالطاقة الشمسية (البيت الزجاجي) والعينات المعاملة بحمض الأسكوربيك والمجففة باستخدام المشعات الكهربائية والمخزنة لمدة (6) أشهر زيادة ملحوظة في المحتوى من السكريات الكلية، حيث ازداد المحتوى من السكريات الكلية من (53.64 غ/100 غ وزن جاف) للعينات غير المعاملة وغير المخزنة والمجففة بالطاقة الشمسية إلى (67.42 غ/100 غ وزن جاف) للعينات غير المعاملة والمخزنة والمجففة بالطاقة الشمسية، ومن (56.39 غ/100 غ وزن جاف) للعينات المعاملة بحمض الأسكوربيك وغير المخزنة والمجففة باستخدام المشعات الكهربائية إلى (65.13 غ/100 غ وزن جاف) للعينات المعاملة والمخزنة والمجففة باستخدام المشعات الكهربائية. وتتوافق هذه النتائج مع ماتوصل إليه (Kanchana *et al.*, 2004) والذي بين ازدياد محتوى لب ثمار الجوافة المجففة شمسياً من السكريات المرجعة مع زيادة السماكة، كذلك ازداد محتوى اللب من الحموضة مع ازدياد السماكة. كما أشار (Gallali *et al.*, 2000) إلى زيادة محتوى الثمار المجففة شمسياً (العنب، التين، والبندورة) من الحمض والسكريات المرجعة.

2-1- نتائج تأثير طريقة التجفيف ومدة التخزين والمعاملة بحمض الأسكوربيك 2% في محتوى شرائح ثمار التفاح المجففة من المركبات الفعالة بيولوجياً وفي النشاط المضاد للأوكسدة:

جدول (4): تأثير طريقة التجفيف ومدة التخزين والمعاملة بحمض الأسكوربيك 2% في محتوى شرائح ثمار التفاح المجففة من المركبات الفعالة بيولوجياً وفي النشاط المضاد للأوكسدة.

نوع المعاملة	طريقة التجفيف	مدة التخزين (شهر)	الفينولات الكلية (مغ/100غ وزن جاف)	فيتامين c (مغ/ 100غ وزن جاف)	النشاط المضاد للأوكسدة مقدراً بطريقة DPPH ك % Inhibition
-	مجفف بالطاقة الشمسية (البيت الزجاجي)	0	0.08±9.40 ^e	0.67±22.83 ^h	0.69±82.07 ^h
		6	0.04±4.25 ^a	0.17±6.65 ^c	0.66±66.03 ^b
	مجفف باستخدام الهواء الساخن	0	0.04±9.14 ^d	0.08±21.48 ^g	0.20±81.67 ^h
		6	0.02±4.83 ^b	0.01±6.55 ^c	0.75±73.75 ^{de}
	مجفف باستخدام المشعات الكهربائية	0	0.01±8.44 ^c	0.09±9.76 ^d	0.11±86.19 ⁱ
		6	0.09±4.84 ^b	0.03±2.93 ^a	0.60±74.25 ^c
حمض الأسكوربيك 2%	مجفف بالطاقة الشمسية (البيت الزجاجي)	0	0.04±12.08 ^f	0.65±40.26 ⁱ	0.61±81.61 ^h
		6	0.07±12.25 ^g	0.16±17.65 ^f	0.46±67.56 ^c
	مجفف باستخدام الهواء الساخن	0	0.13±14.87 ^j	1.27±53.71 ^j	0.37±78.81 ^{fg}
		6	0.12±12.78 ^h	1.12±22.05 ^g	0.46±66.07 ^b
	مجفف باستخدام المشعات الكهربائية	0	0.01±13.87 ⁱ	0.10±13.78 ^e	0.12±79.02 ^g
		6	0.05±12.20 ^g	0.04±4.09 ^b	0.60±64.67 ^a

تشير الأحرف المتشابهة ضمن العمود الواحد إلى عدم وجود فروق معنوية ($P > 0.05$) بين المتوسطات

يُلاحظ من الجدول (4) وجود تأثير معنوي للمعاملات الحمضية بحمض الأسكوربيك بتركيز 2% ولمدة التخزين ولطرائق التجفيف (باستخدام الطاقة الشمسية في البيت الزجاجي والتجفيف بالهواء الساخن والتجفيف باستخدام مشعات كهربائية) في محتوى شرائح ثمار التفاح من الفينولات الكلية، حيث أدت عملية التجفيف والتخزين لمدة (6) أشهر إلى فقد في المحتوى من الفينولات الكلية، بينما أدت المعاملة الحمضية بحمض الأسكوربيك 2% إلى المحافظة على المحتوى من الفينولات الكلية، حيث بلغ المحتوى من الفينولات الكلية (14.87 مغ/100غ وزن

جاف) لشرائح ثمار التفاح المعاملة بحمض الأسكوربيك بتركيز (2 %) والمجففة بالهواء الساخن مقارنة مع شرائح ثمار التفاح المجففة بالهواء الساخن وغير المعاملة. وتتفق هذه النتائج التي توصل إليها (Sokhansanj and Jayas., 2006) و (Que et al., 2008) و (Yu et al., 2005).

كما يلاحظ عدم وجود تأثير معنوي للمعاملة الحمضية ومدة التخزين في المحتوى من الفينولات الكلية، إذ لم يلاحظ وجود أية فروقات معنوية في المحتوى من الفينولات الكلية إذا كانت شرائح ثمار التفاح غير معاملة ومخزنة لمدة ستة أشهر والمجففة باستخدام الهواء الساخن أو باستخدام المشعات الكهربائية، بالإضافة إلى عدم وجود أية فروقات معنوية في المحتوى من الفينولات الكلية إذا كانت شرائح ثمار التفاح معاملة بحمض الأسكوربيك بتركيز (2%) ومخزنة لمدة ستة أشهر للمجففة باستخدام الطاقة الشمسية (البيت الزجاجي) أو باستخدام المشعات الكهربائية. وتجدر الإشارة إلى أن المعاملة بحمض الأسكوربيك أدت إلى حدوث تغيرات في كمية الفينولات الكلية في العينات المختبرة، إذ لوحظ الأثر المعنوي الأكبر للعينات غير المعاملة بمحاليل حمضية في خفض محتوى الثمار من الفينولات الكلية في شرائح ثمار التفاح المجففة، حيث بلغ المحتوى من الفينولات الكلية (4.25 مغ/100 غ وزن جاف) لشرائح ثمار التفاح غير المعاملة والمجففة باستخدام الطاقة الشمسية، و (4.83 مغ/100 غ وزن جاف) لشرائح ثمار التفاح غير المعاملة والمجففة باستخدام الهواء الساخن، و (4.84 مغ/100 غ وزن جاف) لشرائح ثمار التفاح غير المعاملة والمجففة باستخدام المشعات الكهربائية. وجاءت هذه النتائج متوافقة مع (Sultana et al., 2012) الذي أشار إلى أن انخفاض المحتوى من الفينولات الكلية في المنتجات المجففة عائد إلى التدهور الأنزيمي، بالإضافة للتدهور الحراري للمركبات المضادة للأكسدة (Senevirathne et al., 2009). وهذا ما أكدته كل من (Chan et al., 2009) و (Garau et al., 2007) و (Vega-Galvez et al., 2005) و (Henriquez et al., 2010).

كما تُشير النتائج أيضاً إلى وجود تأثير معنوي للمعاملة الحمضية بحمض الأسكوربيك وطرائق التجفيف ومدة التخزين في محتوى شرائح ثمار التفاح من فيتامين C، حيث انخفضت كميتها في العينات المجففة وغير المعاملة، مع الإشارة إلى وجود زيادة معنوية في محتوى العينات المعاملة بحمض الأسكوربيك بتركيز 2% والمجففة بطرائق التجفيف المختلفة، حيث أبدت العينات غير المخزنة والمعاملة بحمض الأسكوربيك بتركيز 2% والمجففة باستخدام الهواء الساخن زيادة ملحوظة في المحتوى من فيتامين C، حيث بلغ محتواها من فيتامين C (53.71

مغ/ 100 غ وزن جاف). كما أدت المعاملة إلى حدوث تغيرات في المحتوى من فيتامين C في العينات المختبرة، إذ لوحظ الأثر المعنوي الأكبر خفض محتوى شرائح ثمار التفاح المجففة من فيتامين C للعينات غير المعاملة بمحلول حمض الأسكوربيك، حيث بلغ المحتوى من فيتامين C (2.93 مغ/100 غ وزن جاف) لشرائح ثمار التفاح غير المعاملة والمجففة باستخدام المشعات الكهربائية والمخزنة لمدة ستة أشهر، و(6.65 مغ/100 غ وزن جاف) لشرائح ثمار التفاح غير المعاملة والمجففة باستخدام الطاقة الشمسية. وتجدر الإشارة إلى الأثر المعنوي الأكبر مدة التخزين في خفض محتوى الثمار من فيتامين C في كافة العينات المدروسة، إذ انخفض محتوى الثمار من فيتامين C إلى أكثر من النصف في كافة العينات.

من جهة أخرى أوضحت نتائج الجدول (4) وجود تأثير معنوي للمعاملة الحمضية ولطرائق التجفيف ومدة التخزين في النشاط المضاد للأكسدة لشرائح ثمار التفاح المجففة، حيث ازداد النشاط المضاد للأكسدة من (81.67%) في شرائح ثمار التفاح غير المخزنة وغير المعاملة والمجففة بالهواء الساخن إلى (82.07%) في الشرائح غير المخزنة وغير المعاملة والمجففة باستخدام الطاقة الشمسية (البيت الزجاجي)، وإلى (86.19%) في الشرائح غير المخزنة وغير المعاملة والمجففة باستخدام مشعات كهربائية. كما ازداد النشاط المضاد للأكسدة من (78.81%) في شرائح ثمار التفاح غير المخزنة والمعاملة بحمض الأسكوربيك والمجففة بالهواء الساخن إلى (79.02%) في الشرائح غير المخزنة والمعاملة بحمض الأسكوربيك والمجففة باستخدام المشعات الكهربائية، وإلى (81.61%) في الشرائح غير المخزنة والمعاملة بحمض الأسكوربيك والمجففة باستخدام الطاقة الشمسية (البيت الزجاجي). وتجدر الإشارة إلى وجود تأثير معنوي للمعاملة بمحلول حمض الأسكوربيك بتركيز (2%) ولمدة التخزين في خفض النشاط المضاد للأكسدة، حيث أبدت عينات شرائح التفاح المعاملة بحمض الأسكوربيك والمخزنة لمدة ستة أشهر انخفاضاً ملحوظاً بنشاطها المضاد للأكسدة للمجففة باستخدام الهواء الساخن أو باستخدام المشعات الكهربائية أو باستخدام الطاقة الشمسية (البيت الزجاجي)، حيث انخفض النشاط المضاد للأكسدة إلى (67.56%) في شرائح التفاح المعاملة بحمض الأسكوربيك والمجففة باستخدام الطاقة الشمسية (البيت الزجاجي) والمخزنة لمدة ستة أشهر، وإلى (66.07%) في شرائح التفاح المعاملة بحمض الأسكوربيك والمجففة باستخدام الهواء الساخن والمخزنة لمدة ستة أشهر، وإلى (64.67%) في شرائح التفاح المعاملة بحمض الأسكوربيك والمجففة باستخدام مشعات كهربائية والمخزنة لمدة ستة أشهر. كما تجدر الإشارة إلى العلاقة القوية التي تربط النشاط المضاد للأكسدة مع المركبات الفعالة بيولوجياً (الفينولات الكلية وفيتامين C)، حيث تشير النتائج إلى تناقص

النشاط المضاد للأكسدة مع انخفاض محتوى شرائح ثمار التفاح من الفينولات الكلية وفيتامين C. وتتفق النتائج مع ما توصل إليه (Li *et al.*, 2006) والذي أشار إلى تناقص النشاط المضاد للأكسدة في العينات المجففة من شرائح التفاح بسبب حدوث تغيرات في التركيب الكيميائي أو فقد المكونات المضادة للأكسدة في الفاكهة. كما لاحظ (Al-Farsi *et al.*, 2005) أن عملية التجفيف الشمسي تزيد من محتوى بعض ثمار الفاكهة من الفينولات الكلية ونشاطها المضاد للأكسدة، بينما بين (Chong *et al.*, 2009) أن عملية التجفيف الشمسي أدت إلى انخفاض محتوى الثمار من الفينولات الكلية بالمقارنة مع الثمار الطازجة.

3-1- نتائج تأثير طريقة التجفيف ومدة التخزين والمعاملة بحمض الأسكوربيك 2% في مؤشرات اللون لشرائح ثمار التفاح المجففة:

جدول (5): تأثير طريقة التجفيف ومدة التخزين والمعاملة بحمض الأسكوربيك 2% في مؤشرات اللون لشرائح ثمار التفاح المجففة.

نوع المعاملة	طريقة التجفيف	مدة التخزين (شهر)	L*	a	b
-	مجفف بالطاقة الشمسية (البيت الزجاجي)	0	1.79±67.11 ^{de}	1.28±12.41 ^g	1.46±23.79 ^{de}
		6	1.79±77.11 ^h	1.28±11.11 ^g	1.49±19.79 ^{bc}
	مجفف باستخدام الهواء الساخن	0	2.02±76.77 ^h	0.40±3.03 ^a	2.14±26.70 ^{fg}
		6	1.26±82.47 ⁱ	0.31±4.12 ^{ab}	1.39±25.69 ^{ef}
	مجفف باستخدام المشعات الكهربائية	0	2.68±74.00 ^g	2.00±7.40 ^{ef}	1.94±26.15 ^{fg}
		6	2.57±67.69 ^e	0.00±7.31 ^{ef}	0.03±29.78 ^h
حمض الأسكوربيك 2%	مجفف بالطاقة الشمسية (البيت الزجاجي)	0	0.26±59.58 ^b	0.58±7.39 ^{ef}	1.58±17.94 ^b
		6	0.26±49.73 ^a	0.58±6.39 ^{cd}	1.58±9.94 ^a
	مجفف باستخدام الهواء الساخن	0	2.33±67.46 ^e	1.80±6.24 ^{cd}	2.81±23.11 ^{de}
		6	1.42±64.01 ^c	0.26±8.01 ^f	1.22±28.85 ^{gh}
	مجفف باستخدام المشعات الكهربائية	0	0.20±69.64 ^{ef}	0.75±5.20 ^{bc}	1.46±26.59 ^{fg}
		6	1.69±64.07 ^{cd}	0.77±6.73 ^{de}	0.41±28.44 ^g

تشير الأحرف المتشابهة ضمن العمود الواحد إلى عدم وجود فروق معنوية ($P > 0.05$) بين المتوسطات

L* (Lightness)، a (red colour)، و b (yellow colour)

يُلاحظ من الجدول (5) وجود تأثير معنوي للمعاملة الحمضية ولطرائق التجفيف المختلفة في مؤشرات اللون لشرائح ثمار التفاح، حيث أظهرت شرائح التفاح غير المعاملة بحمض الأسكوربيك بتركيز (2%) والمجففة باستخدام الهواء الساخن القيم الأعلى للمؤشر L (Lightness) والقيم الأخفض للمؤشر a (red colour)، بينما أظهرت شرائح التفاح المعاملة والمجففة باستخدام الطاقة الشمسية القيم الأخفض للمؤشرين L (Lightness) و b (yellow colour). حيث بلغت قيمة المؤشر L (82.47) والمؤشر a (3.03) في عينات شرائح ثمار التفاح غير المعاملة والمجففة بالهواء الساخن، بينما بلغت قيم المؤشر L (49.73) والمؤشر b (9.94) في عينات شرائح ثمار التفاح المعاملة بحمض الأسكوربيك والمجففة باستخدام الطاقة الشمسية. وتتفق هذه النتائج مع النتائج التي توصل إليها (Magdic *et al.*, 2009) والتي بينت قيم مؤشرات اللون لشرائح التفاح المعاملة بحمض الأسكوربيك 0.5% والمجففة باستخدام الهواء الساخن، إذ بلغت قيمة المؤشر L (73.70)، قيمة المؤشر a (0.26)، وقيمة المؤشر b (20.20)، إذ خفضت المعاملة بحمض الأسكوربيك التغيرات الكلية في قيم مؤشرات اللون (L,a,b). وقد جاءت هذه النتائج متوافقة مع (Mc Evily *et al.*, 1992) و (Rojas-Grau *et al.*, 2006) و (Bichra *et al.*, 2012).

كما بينت نتائج التحليل الإحصائي وجود تأثير معنوي لطريقة التجفيف والمعاملة بحمض الأسكوربيك في خفض قيمة المؤشر L، إذ انخفضت قيمة المؤشر L من (69.64) للشرائح المعاملة بحمض الأسكوربيك والمجففة باستخدام المشعات الكهربائية، إلى (67.46) للشرائح المعاملة بحمض الأسكوربيك والمجففة باستخدام الهواء الساخن، وإلى (59.58) للشرائح المعاملة بحمض الأسكوربيك والمجففة باستخدام الطاقة الشمسية (البيت الزجاجي). كما أظهرت النتائج الأثر المعنوي الأكبر للمعاملة بحمض الأسكوربيك ولمدة التخزين في خفض قيمة المؤشر L، حيث انخفضت قيمة المؤشر L من (64.01) للشرائح المعاملة بحمض الأسكوربيك والمجففة باستخدام الهواء الساخن والمخزنة لمدة ستة أشهر، إلى (64.07) للشرائح المعاملة بحمض الأسكوربيك والمجففة باستخدام المشعات الكهربائية والمخزنة لمدة ستة أشهر، وإلى (49.73) للشرائح المعاملة بحمض الأسكوربيك والمجففة باستخدام الطاقة الشمسية (البيت الزجاجي) والمخزنة لمدة ستة أشهر.

وتشير نتائج التحليل الإحصائي إلى عدم وجود تأثير معنوي لمدة التخزين في قيمة المؤشر a ضمن طريقة التجفيف الواحدة وبين المعاملات، بينما نلاحظ وجود تأثير معنوي للمعاملة الحمضية بحمض الأسكوربيك ولطريقة التجفيف في قيمة a، إذ ازدادت قيمة a من (3.03) في

العينات غير المعاملة والمجففة بالهواء الساخن وغير المخزنة إلى (6.24) في العينات المعاملة بحمض الأسكوربيك والمجففة بالهواء الساخن وغير المخزنة، بينما انخفضت من (7.40) في العينات غير المعاملة والمجففة باستخدام المشعات الكهربائية وغير المخزنة إلى (5.20) في العينات المعاملة بحمض الأسكوربيك والمجففة باستخدام المشعات الكهربائية وغير المخزنة، ومن (12.41) في العينات غير المعاملة والمجففة باستخدام الطاقة الشمسية وغير المخزنة إلى (7.39) في العينات المعاملة بحمض الأسكوربيك والمجففة باستخدام الطاقة الشمسية وغير المخزنة.

كما أظهرت نتائج الجدول (5) عدم وجود أي تأثير معنوي للمعاملة بحمض الأسكوربيك ولمدة التخزين في قيمة المؤشر b للعينات المعاملة وغير المعاملة إذا كانت العينات مجففة باستخدام الهواء الساخن أو باستخدام المشعات الكهربائية. إذ ازدادت قيمة المؤشر b من (9.94) لشرائح ثمار التفاح المعاملة بحمض الأسكوربيك والمجففة بالطاقة الشمسية (البيت الزجاجي) والمخزنة لمدة ستة أشهر إلى (28.44) لشرائح ثمار التفاح المعاملة بحمض الأسكوربيك والمجففة باستخدام المشعات الكهربائية والمخزنة لمدة ستة أشهر وإلى (28.85) لشرائح ثمار التفاح المعاملة بحمض الأسكوربيك والمجففة باستخدام الهواء الساخن والمخزنة لمدة ستة أشهر، بينما انخفضت قيمة المؤشر b في العينات غير المخزنة والمعاملة بحمض الأسكوربيك إلى (23.11) لشرائح ثمار التفاح المعاملة بحمض الأسكوربيك والمجففة بالهواء الساخن باستخدام والمخزنة لمدة ستة أشهر وإلى (26.59) لشرائح ثمار التفاح المعاملة بحمض الأسكوربيك والمجففة باستخدام المشعات الكهربائية. ويعود هذا إلى تأثير الاسمرار للإنزيمي في التفاح المجفف. وجاءت هذه النتائج متوافقة مع نتائج (Askari *et al.*, 2008) الذي أشار إلى أن اللون الداكن لشرائح التفاح المجففة عائد بشكل رئيسي إلى الاسمرار الغير أنزيمي وهذا يعطي قيم منخفضة للمؤشر L ، والقيم الأعلى للمؤشر a و b .

وقد بين (Sacilik and Elicin., 2006) و (Lee *et al.*, 2003) أن خصائص اللون المرغوبة لشرائح التفاح المجففة هي (قيم L^* مرتفعة، قيم a^* منخفضة) لكل من الشرائح الطازجة والمجففة، كما أثرت درجات الحرارة المرتفعة في لون شرائح التفاح فكانت أكثر دكانة، كما بين (Sacilik and Elicin., 2006) أن للمعاملات التي تسبق عملية التجفيف تأثيرات معنوية على مؤشرات اللون لشرائح التفاح.

1-4- نتائج تأثير طرائق التجفيف في مدة تجفيف شرائح ثمار التفاح:

أظهرت نتائج الجدول (6) أهمية طريقة التجفيف في خفض الزمن اللازم لعملية تجفيف شرائح التفاح، لطريقة التجفيف باستخدام المشعات كهربائية الأثر المعنوي الأكبر في خفض الزمن اللازم لعملية التجفيف، حيث بلغ الزمن اللازم لتجفيف شرائح ثمار التفاح المجففة باستخدام المشعات الكهربائية (6.17) ساعة، بينما تطلبت شرائح ثمار التفاح المجففة باستخدام الطاقة الشمسية وقتاً أطول حتى تجف إلى نفس المحتوى الرطوبي تقريباً، حيث بلغ الزمن اللازم لتجفيف شرائح ثمار التفاح باستخدام الطاقة الشمسية (300) ساعة، و(16.50) ساعة لتجفيف شرائح ثمار التفاح باستخدام الهواء الساخن. وتتوافق هذه النتائج مع (Seiedlou *et al.*, 2010) و(Togrul., 2005) و(Sacilik and Elicin., 2006) و(Menges and Ertekin., 2006).

جدول (6): تأثير طرائق التجفيف في مدة تجفيف شرائح ثمار التفاح.

طريقة التجفيف	زمن التجفيف /ساعة/
مجفف بالطاقة الشمسية (البيت الزجاجي)	12.00±300.00 ^c
مجفف باستخدام الهواء الساخن	0.50±16.50 ^{ab}
مجفف باستخدام المشعات الكهربائية	0.50±6.17 ^a

تشير الأحرف المتشابهة ضمن العمود الواحد إلى عدم وجود فروق معنوية ($P > 0.05$) بين المتوسطات

زمن التجفيف: متوسط الزمن اللازم لتجفيف العينات المعاملة بحمض الأسكوربيك 2% والعينات غير المعاملة

وتجدر الإشارة إلى عدم وجود أي تأثير معنوي لطريقة التجفيف في الزمن اللازم لعملية التجفيف إذا كانت العينات مجففة باستخدام الهواء الساخن أو باستخدام المشعات الكهربائية. ومن خلال مقارنة نتائج الجدول (6) تبين تفوق طريقة التجفيف باستخدام المشعات الكهربائية في خفض الزمن اللازم لإتمام عملية التجفيف.

2- نتائج تأثير المعاملة بحمض السيتريك في شرائح ثمار التفاح المعدة للتجفيف:

تمت دراسة تأثير المعاملة بمحلول من حمض السيتريك (بتركيز 2%) ولمدة زمنية (عشر دقائق) في بعض المؤشرات الكيميائية والمركبات الفعالة بيولوجياً في شرائح ثمار التفاح الطازجة والمجففة بطرائق تجفيف مختلفة (تجفيف باستخدام المشعات كهربائية، تجفيف باستخدام الهواء الساخن وتجفيف باستخدام الطاقة الشمسية) والمخزنة لمدة ستة أشهر من تاريخ التصنيع.

2-1- نتائج تأثير طريقة التجفيف ومدة التخزين والمعاملة بحمض السيتريك 2% في بعض المؤشرات الكيميائية لشرائح ثمار التفاح الطازجة والمجففة:

تشير نتائج التحليل الإحصائي جدول (7) إلى عدم وجود تأثير معنوي لمدة التخزين والمعاملة الحمضية وطريقة التجفيف في المحتوى من الجوامد الكلية إذا كانت العينات غير مخزنة ومجففة باستخدام المشعات الكهربائية للعينات المعاملة وغير المعاملة بحمض السيتريك بتركيز 2%، وكذلك إذا كانت العينات مخزنة لمدة ستة أشهر سواء أكانت العينات مجففة بالطاقة الشمسية أو باستخدام المشعات الكهربائية للعينات المعاملة وغير المعاملة. وتتفق هذه النتائج مع (Sipahioglu and Barringer., 2003) و (Lewicki and Jakubczyk., 2004).

وتجدر الإشارة إلى وجود تأثير معنوي لمدة التخزين في المحتوى من الجوامد الكلية لمعظم العينات حيث تفوقت العينات المعاملة بحمض السيتريك بتركيز 2% والمجففة بالهواء الساخن غير المخزنة بمحتواها من الجوامد الكلية والذي بلغ (93.50%)، بينما بلغ المحتوى من الجوامد الكلية للعينات المخزنة لمدة ستة أشهر والمعاملة بحمض السيتريك بتركيز 2% والمجففة بالهواء الساخن (89.50%).

بيّنت النتائج وجود تأثير معنوي لمدة التخزين في كافة المؤشرات الكيميائية المدروسة لشرائح ثمار التفاح المعاملة وغير المعاملة، حيث كان لمدة التخزين الأثر الواضح في رفع رقم الـ pH وخفض النسبة المئوية للحموضة والنسبة المئوية للرماد، حيث بلغ رقم الـ pH (5.43) لعينات الشاهد المجففة بالهواء الساخن والمخزنة لمدة (6) أشهر، وانخفضت النسبة المئوية للحموضة إلى (0.55%) في العينات غير المعاملة والمجففة باستخدام المشعات الكهربائية والمخزنة لمدة (6) أشهر، بينما كان للمعاملة بحمض السيتريك ولطريقة التجفيف باستخدام الطاقة الشمسية الأثر الأكبر في خفض النسبة المئوية للرماد إلى (1.45%) في عينات شرائح التفاح المعاملة بحمض السيتريك بتركيز (2%) والمجففة باستخدام الطاقة الشمسية والمخزنة لمدة ستة أشهر. وتجدر الإشارة إلى عدم وجود تأثير معنوي لمدة التخزين في المحتوى من الجوامد الكلية إذا كانت

العينات معاملة بحمض السيتريك بتركيز 2% ومجففة باستخدام الهواء الساخن ومخزنة أو غير مخزنة، بالإضافة لعدم وجود تأثير معنوي لمدة التخزين وطريقة التجفيف في النسبة المئوية للرماد لعينات الشاهد والعينات المعاملة بحمض السيتريك للعينات المخزنة أو غير المخزنة ولاسيما العينات المجففة باستخدام المشعات الكهربائية أو باستخدام الهواء الساخن.

جدول (7): تأثير طريقة التجفيف ومدة التخزين والمعاملة بحمض السيتريك 2% في بعض المؤشرات الكيميائية لشرايح ثمار التفاح المجففة.

نوع المعاملة	طريقة التجفيف	مدة التخزين (شهر)	الجوامد الكلية %	pH	الحموضة (حمض ماليك) %	الرماد %	السكريات الكلية (غ/100 غ جاف)
-	مجفف بالطاقة الشمسية (البيت الزجاجي)	0	0.40±90.00 ^{cd}	0.02±4.68 ^f	0.20±1.34 ^{fg}	0.22±2.40 ^{def}	3.65±53.64 ^{cd}
		6	0.10±92.70 ^g	0.01±4.51 ^d	0.05±1.05 ^d	0.10±1.40 ^a	0.47±67.42 ^g
	مجفف باستخدام الهواء الساخن	0	0.40±90.50 ^d	0.01±4.71 ^g	0.20±1.07 ^{de}	0.22±2.34 ^{cd}	3.62±56.62 ^{de}
		6	0.10±89.00 ^a	0.02±5.43 ⁱ	0.10±0.90 ^c	0.05±2.55 ^{efg}	0.73±49.77 ^b
	مجفف باستخدام المشعات الكهربائية	0	0.40±91.20 ^e	0.02±4.72 ^g	0.20±1.30 ^{ef}	0.22±3.20 ⁱ	3.57±59.97 ^e
		6	0.10±91.10 ^e	0.03±4.83 ^h	0.05±0.55 ^{ab}	0.10±2.30 ^{cd}	1.54±50.00 ^{bc}
حمض السيتريك 2%	مجفف بالطاقة الشمسية (البيت الزجاجي)	0	0.40±90.00 ^{cd}	0.01±4.61 ^e	0.20±1.47 ^g	0.22±2.64 ^{fgh}	3.62±60.77 ^f
		6	0.15±91.85 ^f	0.01±4.71 ^g	0.10±0.90 ^c	0.05±1.45 ^a	0.93±67.77 ^g
	مجفف باستخدام الهواء الساخن	0	0.40±93.50 ^h	0.01±4.31 ^b	0.20±2.85 ⁱ	0.22±2.70 ^{gh}	3.50±56.25 ^{de}
		6	0.10±89.50 ^b	0.01±4.41 ^c	0.10±0.60 ^b	0.10±2.90 ^h	0.34±42.07 ^a
	مجفف باستخدام المشعات الكهربائية	0	0.56±91.20 ^e	0.01±4.09 ^a	0.11±2.79 ⁱ	0.22±2.90 ^h	0.37±59.87 ^e
		6	0.20±90.40 ^{cd}	0.01±4.09 ^a	0.02±2.48 ^h	0.10±2.10 ^{bc}	0.96±61.12 ^f

تشير الأحرف المتشابهة ضمن العمود الواحد إلى عدم وجود فروق معنوية ($P > 0.05$) بين المتوسطات

كما تُشير النتائج إلى وجود تأثير معنوي لطريقة التجفيف في ارتفاع النسبة المئوية للحموضة والنسبة المئوية للرماد وخفض رقم الـ pH وذلك عند مستوى معنوية ($P > 0.05$)، وظهر الأثر الأكبر في زيادة النسبة المئوية للحموضة في عينات شرائح التفاح غير المخزنة والمعاملة بحمض السيتريك والمجففة باستخدام الهواء الساخن، حيث ارتفعت نسبة الحموضة إلى (2.85 %)، بينما كان للعينات غير المخزنة وغير المعاملة بحمض السيتريك والمجففة باستخدام المشعات الكهربائية الأثر الأكبر في زيادة النسبة المئوية للرماد والتي بلغت (3.20 %). وتتفق هذه النتائج مع (Dailami, 2009) الذي بيّن تأثير محتوى ثمار الفاكهة من السكريات والحموضة نتيجة عملية التجفيف وهذه العملية معقدة جداً، وهذا يرتبط بالتغيرات الفيزيوكيميائية خلال عملية تجفيف الثمار. كما بيّن (Kanchana et al., 2004) ارتفاع محتوى لب ثمار الجوافة المجففة شمسياً من السكريات المرجعة والحموضة. وأشار (Gallali et al., 2000) إلى ارتفاع محتوى الثمار المجففة شمسياً (العنب، التين والبندورة) من الحمض والسكريات المرجعة.

كما تجدر الإشارة إلى الأثر المعنوي لمدة التخزين وطريقة التجفيف في خفض النسبة المئوية للحموضة في بعض العينات ولاسيما في العينات غير المعاملة بحمض السيتريك والمجففة باستخدام المشعات الكهربائية، حيث بلغت النسبة المئوية للحموضة (1.30 %) للعينات غير المخزنة وغير المعاملة بحمض السيتريك والمجففة باستخدام المشعات الكهربائية، بينما انخفضت النسبة المئوية للحموضة إلى (0.55 %) في العينات المخزنة لمدة ستة أشهر وغير المعاملة بحمض السيتريك والمجففة باستخدام المشعات الكهربائية.

ومن خلال مقارنة نتائج التحليل الإحصائي الجدول (7) تبين وجود تأثير معنوي للمعاملة في محتوى شرائح التفاح من السكريات الكلية في معظم العينات، حيث لوحظ تفوق شرائح التفاح المعاملة بحمض السيتريك بتركيز 2 % والمخزنة لمدة ستة أشهر والمجففة بالطاقة الشمسية (البيت الزجاجي) في المحتوى من السكريات الكلية، حيث بلغ المحتوى من السكريات الكلية (67.77 غ/100 غ وزن جاف)، مع الإشارة إلى وجود تأثير معنوي لطريقة التجفيف بالهواء الساخن في خفض محتوى الشرائح من السكريات الكلية، وتجلّى الأثر الأكبر في شرائح ثمار التفاح المعاملة بحمض السيتريك والمجففة باستخدام الهواء الساخن والمخزنة لمدة ستة أشهر، حيث انخفض محتوى الشرائح من السكريات الكلية إلى (49.77 غ/100 غ وزن جاف) للشرائح المجففة وغير المعاملة بحمض السيتريك والمجففة بالهواء الساخن والمخزنة لمدة (6) أشهر، وإلى (42.07 غ/100 غ وزن جاف) للشرائح المجففة بالهواء الساخن والمعاملة بحمض السيتريك والمخزنة لمدة (6) أشهر. وتجدر الإشارة إلى الأثر المعنوي لمدة التخزين في زيادة محتوى

معظم العينات من السكريات الكلية، حيث أبدت العينات المعاملة بحمض السيتريك والمجففة بالطاقة الشمسية (البيت الزجاجي) والمخزنة لمدة ستة أشهر زيادة ملحوظة في المحتوى من السكريات الكلية، حيث بلغ المحتوى من السكريات الكلية (67.77 غ/100 غ وزن جاف) للعينات المعاملة بحمض السيتريك والمخزنة والمجففة بالطاقة الشمسية، بينما انخفض محتوى بعض العينات خلال عملية التخزين وخاصة في العينات المجففة بالهواء الساخن المعاملة و غير المعاملة، حيث انخفض محتوى شرائح التفاح من السكريات الكلية من (56.25 غ/100 غ وزن جاف) للعينات المعاملة وغير المخزنة والمجففة باستخدام الهواء الساخن إلى (42.07 غ/100 غ وزن جاف) للعينات المعاملة والمخزنة والمجففة باستخدام الهواء الساخن، ومن (56.62 غ/100 غ وزن جاف) للعينات غير المعاملة وغير المخزنة والمجففة باستخدام الهواء الساخن إلى (49.77 غ/100 غ وزن جاف) للعينات غير المعاملة والمخزنة والمجففة باستخدام الهواء الساخن. وتتفق هذه النتائج مع (Femenia., 2007) و (Di Scala and Crapiste, 2008).

2-2- نتائج تأثير طريقة التجفيف ومدة التخزين والمعاملة بحمض السيتريك 2% في محتوى شرائح ثمار التفاح المجففة من المركبات الفعالة بيولوجياً وفي النشاط المضاد للأكسدة:

يُلاحظ من الجدول (8) وجود تأثير معنوي للمعاملات الحمضية بحمض السيتريك بتركيز 2% ولطرائق التجفيف المختلفة ولمدة التخزين في محتوى شرائح ثمار التفاح من الفينولات الكلية، حيث أدت عملية التجفيف والتخزين لمدة (6) أشهر إلى فقد في المحتوى من الفينولات الكلية، ولوحظ الأثر الأكبر في خفض محتوى شرائح التفاح المجففة من الفينولات الكلية في العينات المجففة باستخدام الطاقة الشمسية في البيت الزجاجي والمعاملة بحمض السيتريك بتركيز 2% والمخزنة لمدة ستة أشهر، حيث انخفض المحتوى من الفينولات الكلية من (8.29 مغ/100 غ وزن جاف) للعينات المعاملة بحمض السيتريك والمجففة بالطاقة الشمسية وغير المخزنة إلى (3.91 مغ/100 غ وزن جاف) للعينات المعاملة بحمض السيتريك والمجففة باستخدام الطاقة الشمسية والمخزنة. وتتفق هذه النتائج مع (Henriquez *et al.*, 2010).

كما تجدر الإشارة إلى تفوق العينات المجففة باستخدام المشعات الكهربائية وغير المخزنة والمعاملة الحمضية بحمض السيتريك 2% في المحافظة على المحتوى من الفينولات الكلية، حيث بلغ المحتوى من الفينولات الكلية (9.77 مغ/100 غ وزن جاف) لشرائح ثمار التفاح المعاملة بحمض السيتريك بتركيز (2 %) والمجففة باستخدام المشعات الكهربائية مقارنة مع شرائح ثمار التفاح المجففة وغير المعاملة، وهذا عائد إلى تأثير زمن وحرارة التجفيف. كما يلاحظ عدم وجود تأثير معنوي لمدة التخزين في المحتوى من الفينولات الكلية للعينات غير المعاملة مسبقاً بحمض

السيتريك، إذ لم يلاحظ وجود أية فروقات معنوية في المحتوى من الفينولات الكلية فيما إذا كانت شرائح ثمار التفاح غير معاملة ومخزنة لمدة ستة أشهر والمجففة باستخدام الهواء الساخن أو باستخدام المشعات الكهربائية أو باستخدام الطاقة الشمسية، بالإضافة إلى عدم وجود أي تأثير معنوي للمعاملة الحمضية في المحتوى من الفينولات الكلية إذا كانت شرائح ثمار التفاح معاملة أو غير معاملة والمجففة باستخدام الهواء الساخن وغير المخزنة. وتجدر الإشارة إلى تفوق طريقة التجفيف باستخدام المشعات الكهربائية في المحافظة على كمية الفينولات الكلية في العينات المختبرة، إذ لوحظ الأثر المعنوي الأكبر للعينات غير المخزنة في الحفاظ على محتوى الثمار من الفينولات الكلية في شرائح ثمار التفاح المجففة، حيث بلغ المحتوى من الفينولات الكلية (8.44 مغ/100 غ وزن جاف) لشرائح ثمار التفاح غير المخزنة وغير المعاملة والمجففة باستخدام المشعات الكهربائية، و(9.77 مغ/100 غ وزن جاف) لشرائح ثمار التفاح غير المخزنة والمعاملة والمجففة باستخدام المشعات الكهربائية.

جدول (8): تأثير طريقة التجفيف ومدة التخزين والمعاملة بحمض السيتريك 2 % في محتوى شرائح ثمار التفاح المجففة من المركبات الفعالة بيولوجياً وفي النشاط المضاد للأكسدة.

النشاط المضاد للأكسدة مقدراً بطريقة DPPH ك % Inhibition	فيتامين c (مغ/100 غ وزن جاف)	الفينولات الكلية (مغ/100 غ وزن جاف)	مدة التخزين (شهر)	طريقة التجفيف	نوع المعاملة
0.69±2.07 ^h	0.67±22.83 ^h	0.08±9.40 ^h	0	مجفف بالطاقة الشمسية (البيت الزجاجي)	-
0.66±6.03 ^b	0.17±6.65 ^b	0.04±4.25 ^b	6		
0.20±81.67 ^g	0.08±21.48 ^g	0.04±9.14 ^g	0	مجفف باستخدام الهواء الساخن	
0.75±73.75 ^{cd}	0.01±6.55 ^b	0.02±4.83 ^b	6		
0.11±86.19 ^j	0.09±9.76 ^c	0.01±8.44 ^f	0	مجفف باستخدام المشعات الكهربائية	
0.60±74.25 ^e	0.03±2.93 ^a	0.09±4.84 ^b	6		
0.23±83.73 ⁱ	0.19±25.33 ⁱ	0.00±8.29 ^e	0	مجفف بالطاقة الشمسية (البيت الزجاجي)	حمض السيتريك 2%
0.21±72.93 ^c	0.04±7.45 ^c	0.14±3.91 ^a	6		
0.30±78.55 ^f	0.23±38.56 ^k	0.09±9.10 ^g	0	مجفف باستخدام الهواء الساخن	
0.60±64.67 ^a	0.29±12.06 ^f	0.01±6.65 ^c	6		
0.12±78.22 ^f	0.49±29.29 ^j	0.00±9.77 ⁱ	0	مجفف باستخدام المشعات الكهربائية	
0.17±73.85 ^{de}	0.11±8.87 ^d	0.02±7.08 ^d	6		

تشير الأحرف المتشابهة ضمن العمود الواحد إلى عدم وجود فروق معنوية ($P > 0.05$) بين المتوسطات

من جهة أخرى أوضحت نتائج الجدول (8) وجود تأثير معنوي للمعاملة الحمضية ولطرائق التجفيف ومدة التخزين في النشاط المضاد للأكسدة لشرائح ثمار التفاح المجففة، حيث ازداد

النشاط المضاد للأوكسدة من (81.67%) في شرائح ثمار التفاح غير المخزنة وغير المعاملة والمجففة بالهواء الساخن إلى (82.07%) في الشرائح غير المخزنة وغير المعاملة والمجففة باستخدام الطاقة الشمسية (البيت الزجاجي)، وإلى (86.19%) في الشرائح غير المخزنة وغير المعاملة والمجففة باستخدام مشعات كهربائية. كما ازداد النشاط المضاد للأوكسدة من (78.22%) في شرائح ثمار التفاح غير المخزنة والمعاملة بحمض السيتريك والمجففة باستخدام المشعات الكهربائية إلى (78.55%) في الشرائح غير المخزنة والمعاملة بحمض السيتريك والمجففة بالهواء الساخن، وإلى (83.73%) في الشرائح غير المخزنة والمعاملة والمجففة باستخدام الطاقة الشمسية (البيت الزجاجي). وتجدر الإشارة إلى وجود تأثير معنوي للمعاملة بمحلول حمض السيتريك بتركيز (2%) ولمدة التخزين في خفض النشاط المضاد للأوكسدة، حيث أبدت عينات شرائح التفاح المعاملة بحمض السيتريك والمجففة باستخدام الهواء الساخن والمخزنة لمدة ستة أشهر انخفاضاً ملحوظاً بنشاطها المضاد للأوكسدة، حيث انخفض النشاط المضاد للأوكسدة إلى (64.67%) في شرائح التفاح المعاملة بحمض السيتريك والمجففة باستخدام الهواء الساخن والمخزنة لمدة ستة أشهر، وإلى (72.93%) في شرائح التفاح المعاملة والمجففة باستخدام الطاقة الشمسية والمخزنة لمدة ستة أشهر، وإلى (73.85%) في شرائح التفاح المعاملة والمجففة باستخدام مشعات كهربائية والمخزنة لمدة ستة أشهر. كما تشير النتائج إلى الأثر المعنوي الأكبر لطريقة التجفيف بالطاقة الشمسية في الحفاظ على المواد المضادة للأوكسدة إذا كانت العينات معاملة بحمض السيتريك وغير مخزنة، حيث بلغ النشاط المضاد للأوكسدة (83.73%).

2-3- نتائج تأثير طريقة التجفيف ومدة التخزين والمعاملة بحمض السيتريك 2% في مؤشرات اللون لشرائح ثمار التفاح المجففة:

يُلاحظ من الجدول (9) وجود تأثير معنوي للمعاملة الحمضية ولطرائق التجفيف المختلفة ولمدة التخزين في مؤشرات اللون لشرائح ثمار التفاح، حيث أظهرت شرائح التفاح غير المعاملة بحمض السيتريك بتركيز (2%) والمجففة باستخدام الطاقة الشمسية القيم الأعلى للمؤشر L (Lightness) والقيم الأقل للمؤشر b (yellow colour)، بينما أظهرت شرائح التفاح غير المعاملة والمجففة باستخدام الهواء الساخن القيم الأقل للمؤشر a (red colour)، حيث بلغت قيمة المؤشر L (84.23) في عينات شرائح ثمار التفاح غير المعاملة والمجففة باستخدام الطاقة الشمسية، وقيمة المؤشر b (19.79) في عينات شرائح ثمار التفاح غير المعاملة بحمض السيتريك والمجففة باستخدام الطاقة الشمسية، بينما بلغت قيمة المؤشر a (3.03) في عينات شرائح ثمار التفاح غير المعاملة والمجففة بالهواء الساخن. وتتوافق هذه النتائج مع النتائج التي

توصل إليها (Magdic *et al.*, 2009)، إذ بلغت قيم مؤشرات اللون لشرائح التفاح غير المعاملة والمجففة باستخدام الهواء الساخن، قيمة المؤشر L (70.64)، قيمة المؤشر a (1.94)، وقيمة المؤشر b (23.12).

جدول (9): تأثير طريقة التجفيف ومدة التخزين والمعاملة بحمض السيتريك 2% في مؤشرات اللون لشرائح ثمار التفاح المجففة.

نوع المعاملة	طريقة التجفيف	مدة التخزين (شهر)	L*	a	b
-	مجفف بالطاقة الشمسية (البيت الزجاجي)	0	1.79±67.11 ^a	1.28±12.41 ^g	1.46±23.79 ^{bc}
	مجفف بالطاقة الشمسية (البيت الزجاجي)	6	1.79±77.11 ^g	1.28±11.11 ^g	1.49±19.79 ^a
	مجفف باستخدام الهواء الساخن	0	2.02±76.77 ^{fg}	0.40±3.03 ^a	2.14±26.70 ^{ef}
	مجفف باستخدام الهواء الساخن	6	1.26±82.47 ⁱ	0.31±4.12 ^{ab}	1.39±25.69 ^{cde}
	مجفف باستخدام المشعات الكهربائية	0	2.68±74.00 ^{ef}	2.00±7.40 ^f	1.94±26.15 ^{def}
	مجفف باستخدام المشعات الكهربائية	6	2.57±67.69 ^{ab}	0.00±7.31 ^f	0.03±29.78 ^g
حمض السيتريك 2%	مجفف بالطاقة الشمسية (البيت الزجاجي)	0	2.84±84.23 ^j	1.10±6.99 ^{ef}	1.84±24.46 ^{bcd}
	مجفف بالطاقة الشمسية (البيت الزجاجي)	6	2.89±69.61 ^b	0.95±6.63 ^{de}	0.34±27.40 ^{fg}
	مجفف باستخدام الهواء الساخن	0	1.71±74.36 ^e	0.75±4.60 ^{bc}	0.15±22.70 ^b
	مجفف باستخدام الهواء الساخن	6	0.45±73.32 ^{de}	0.29±5.29 ^c	0.27±25.76 ^{cdef}
	مجفف باستخدام المشعات الكهربائية	0	1.58±80.76 ^h	0.76±5.54 ^{cd}	2.43±26.05 ^{def}
	مجفف باستخدام المشعات الكهربائية	6	0.10±71.14 ^{cd}	0.25±5.27 ^c	0.01±26.93 ^{ef}

تشير الأحرف المتشابهة ضمن العمود الواحد إلى عدم وجود فروق معنوية ($P > 0.05$) بين المتوسطات

L* (Lightness)، a (red colour)، و b (yellow colour)

كما بينت نتائج التحليل الإحصائي وجود تأثير معنوي لطريقة التجفيف والمعاملة بحمض السيتريك في خفض قيمة المؤشر L، إذ انخفضت قيمة المؤشر L من (84.23) للشرائح المعاملة بحمض السيتريك والمجففة باستخدام الطاقة الشمسية (البيت الزجاجي)، إلى (80.76) للشرائح المعاملة بحمض السيتريك والمجففة باستخدام المشعات الكهربائية، إلى (74.36) للشرائح المعاملة بحمض السيتريك والمجففة باستخدام الهواء الساخن. كما أظهرت النتائج الأثر المعنوي الأكبر للمعاملة بحمض السيتريك ولمدة التخزين في خفض قيمة المؤشر L، حيث انخفضت قيمة المؤشر L من (73.36) للشرائح المعاملة بحمض السيتريك والمجففة باستخدام الهواء الساخن والمخزنة لمدة ستة أشهر، إلى (71.14) للشرائح المعاملة بحمض السيتريك والمجففة باستخدام المشعات الكهربائية والمخزنة لمدة ستة أشهر، وإلى (69.61) للشرائح المعاملة بحمض السيتريك والمجففة باستخدام الطاقة الشمسية (البيت الزجاجي) والمخزنة لمدة ستة أشهر. وتجدر الإشارة

إلى عدم وجود تأثير معنوي لمدة التخزين وطريقة التجفيف للعينات غير المعاملة والمجففة باستخدام الطاقة الشمسية وغير المخزنة والعينات غير المعاملة والمجففة باستخدام المشعات الكهربائية والمخزنة لمدة ستة أشهر، بالإضافة إلى عدم وجود تأثير معنوي لمدة التخزين للعينات المعاملة بحمض السيتريك والمخزنة لمدة ستة أشهر والمجففة باستخدام الهواء الساخن أو باستخدام المشعات الكهربائية. وتتوافق هذه النتائج مع النتائج التي توصل إليها (Bichra et al., 2012) و (Son et al., 2001).

كما بينت نتائج التحليل الإحصائي عدم وجود تأثير معنوي لمدة التخزين في قيمة المؤشر a ضمن طريقة التجفيف الواحدة، بينما نلاحظ وجود تأثير معنوي للمعاملة الحمضية بحمض السيتريك ولطريقة التجفيف في قيمة a، إذ ازدادت قيمة a من (3.03) في العينات غير المعاملة والمجففة باستخدام الهواء الساخن وغير المخزنة إلى (4.60) في العينات المعاملة بحمض السيتريك والمجففة باستخدام الهواء الساخن وغير المخزنة، بينما انخفضت من (7.40) في العينات غير المعاملة والمجففة باستخدام المشعات الكهربائية وغير المخزنة إلى (5.54) في العينات المعاملة بحمض السيتريك والمجففة باستخدام المشعات الكهربائية وغير المخزنة، ومن (12.41) في العينات غير المعاملة والمجففة باستخدام الطاقة الشمسية وغير المخزنة إلى (6.63) في العينات المعاملة بحمض السيتريك والمجففة باستخدام الطاقة الشمسية وغير المخزنة. وتتوافق هذه النتائج مع نتائج (Sacilik and Elicin., 2006).

كما تشير نتائج الجدول (9) إلى عدم وجود أي تأثير معنوي للمعاملة بحمض السيتريك في قيمة المؤشر b للعينات المجففة باستخدام الهواء الساخن أو باستخدام المشعات الكهربائية للعينات المخزنة وغير المخزنة، إذ ازدادت قيمة المؤشر b من (25.76) لشرائح ثمار التفاح المعاملة بحمض السيتريك والمجففة باستخدام الهواء الساخن والمخزنة لمدة ستة أشهر إلى (26.93) لشرائح ثمار التفاح المعاملة بحمض السيتريك والمجففة باستخدام المشعات الكهربائية والمخزنة لمدة ستة أشهر وإلى (27.40) لشرائح ثمار التفاح المعاملة بحمض السيتريك والمجففة بالطاقة الشمسية (البيت الزجاجي) والمخزنة لمدة ستة أشهر، بينما انخفضت قيمة المؤشر b في العينات غير المخزنة والمعاملة بحمض السيتريك إلى (22.70) لشرائح ثمار التفاح المعاملة بحمض السيتريك والمجففة باستخدام الهواء الساخن والمخزنة لمدة ستة أشهر وإلى (24.46) لشرائح ثمار التفاح المعاملة بحمض السيتريك والمجففة باستخدام الطاقة الشمسية.

2-4- نتائج تأثير طرائق التجفيف في مدة تجفيف شرائح ثمار التفاح:

أظهرت نتائج الجدول (10) إلى أهمية طريقة التجفيف في خفض الزمن اللازم لعملية تجفيف شرائح التفاح، حيث كان لطريقة التجفيف باستخدام المشعات الكهربائية الأثر المعنوي الأكبر في خفض الزمن اللازم لعملية التجفيف، حيث بلغ الزمن اللازم لتجفيف شرائح ثمار التفاح المجففة باستخدام المشعات الكهربائية (5.88) ساعة، بينما احتاجت شرائح ثمار التفاح المجففة باستخدام الطاقة الشمسية وقتاً أطول حتى تجف إلى نفس المحتوى الرطوبي تقريباً، إذ بلغ الزمن اللازم لتجفيف شرائح ثمار التفاح باستخدام الطاقة الشمسية (414) ساعة، و(14) ساعة لتجفيف شرائح ثمار التفاح باستخدام الهواء الساخن. وقد جاءت هذه النتائج متوافقة مع نتائج (Timoumi et al., 2007).

جدول (10): تأثير طرائق التجفيف في مدة تجفيف شرائح ثمار التفاح.

طريقة التجفيف	زمن التجفيف /ساعة/
مجفف بالطاقة الشمسية (البيت الزجاجي)	12.00 ± 414.50^c
مجفف باستخدام الهواء الساخن	0.50 ± 14.00^{ab}
مجفف باستخدام المشعات الكهربائية	0.50 ± 5.88^a

تشير الأحرف المتشابهة ضمن العمود الواحد إلى عدم وجود فروق معنوية ($P > 0.05$) بين المتوسطات
 زمن التجفيف: متوسط الزمن اللازم لتجفيف العينات المعاملة بحمض السيتريك 2% والعينات غير المعاملة

ومن خلال مقارنة نتائج الجدول (10) تبين تفوق طريقة التجفيف باستخدام المشعات الكهربائية في خفض الزمن اللازم لإتمام عملية التجفيف.

3- نتائج تأثير المعاملة بمحلول ميتا باي سلفيت الصوديوم في شرائح

ثمار التفاح المعدة للتجفيف:

تمت دراسة تأثير المعاملة بمحلول ميتا باي سلفيت الصوديوم (بتركيز 0.1%) ولمدة زمنية (دقيقتين) في بعض المؤشرات الكيميائية والمركبات الفعالة بيولوجياً لثمار التفاح الطازجة والمجففة بطرائق تجفيف مختلفة (التجفيف باستخدام المشعات الكهربائية، التجفيف الحراري والتجفيف باستخدام الطاقة الشمسية) والمخزنة لمدة ستة أشهر من تاريخ التصنيع.

3-1- نتائج تأثير طريقة التجفيف ومدة التخزين والمعاملة بمحلول ميتا باي سلفيت الصوديوم

0.1% في بعض المؤشرات الكيميائية لثمار التفاح المجففة:

جدول (11): تأثير طريقة التجفيف والمعاملة بمحلول ميتا باي سلفيت الصوديوم 0.1% في بعض المؤشرات الكيميائية لثمار التفاح المجففة.

نوع المعاملة	طريقة التجفيف	مدة التخزين (شهر)	الجوامد الكلية %	pH	الحموضة (حمض ماليك) %	الرماد %	السكريات الكلية (غ/100 غ وزن جاف)
-	مجفف بالطاقة الشمسية (البيت الزجاجي)	0	0.40±90.00 ^{cd}	0.02±4.68 ^c	0.20±1.34 ^{fg}	0.22±2.40 ^{def}	3.65±53.64 ^{def}
		6	0.10±92.70 ⁱ	0.01±4.51 ^b	0.05±1.05 ^{de}	0.10±1.40 ^a	0.47±67.42 ^h
	مجفف باستخدام الهواء الساخن	0	0.40±90.50 ^{ef}	0.01±4.71 ^d	0.20±1.07 ^{de}	0.22±2.34 ^{cde}	3.62±56.62 ^{ef}
		6	0.10±89.00 ^b	0.02±5.43 ^g	0.10±0.90 ^{cd}	0.05±2.55 ^{de}	0.73±49.77 ^{bc}
	مجفف باستخدام المشعات الكهربائية	0	0.40±91.20 ^g	0.02±4.72 ^d	0.20±1.30 ^f	0.22±3.20 ^{fg}	3.57±59.97 ^{fg}
		6	0.10±91.10 ^g	0.03±4.83 ^e	0.05±0.55 ^{ab}	0.10±2.30 ^{cde}	1.54±50.00 ^{cd}
ميتا باي سلفيت 0.1%	مجفف بالطاقة الشمسية (البيت الزجاجي)	0	0.40±91.90 ^h	0.01±4.41 ^a	0.20±0.45 ^a	0.22±2.10 ^{bc}	3.49±74.31 ⁱ
		6	0.10±88.40 ^a	0.02±5.58 ^h	0.07±0.73 ^{bc}	0.10±2.30 ^{cde}	0.69±39.99 ^a
	مجفف باستخدام الهواء الساخن	0	0.40±92.60 ⁱ	0.02±4.73 ^d	0.20±1.61 ^g	0.22±3.40 ^g	3.52±59.25 ^{fg}
		6	0.10±88.50 ^a	0.02±4.42 ^a	0.03±1.08 ^{de}	0.15±2.15 ^{bcd}	0.72±67.01 ^h
	مجفف باستخدام المشعات الكهربائية	0	0.40±90.00 ^{cd}	0.02±4.83 ^e	0.20±0.38 ^a	0.22±2.00 ^b	3.59±66.77 ^h
		6	0.20±90.40 ^{de}	0.01±5.01 ^f	0.10±1.10 ^{ef}	0.10±2.40 ^{def}	0.99±51.99 ^{cde}

تشير الأحرف المتشابهة ضمن العمود الواحد إلى عدم وجود فروق معنوية ($P > 0.05$) بين المتوسطات

أظهرت نتائج التحليل الإحصائي جدول (11) وجود تأثير معنوي لطريقة التجفيف وللمعاملة الحمضية بمحلول ميتا باي سلفيت الصوديوم بتركيز 0.1% في كافة المؤشرات الكيميائية المدروسة لشرائح ثمار التفاح المعاملة وغير المعاملة. مع الإشارة إلى عدم وجود تأثير معنوي لمدة التخزين والمعاملة في المحتوى من الجوامد الكلية إذا كانت العينات مجففة باستخدام المشعات الكهربائية أو بالطاقة الشمسية للعينات المعاملة وغير المعاملة بمحلول ميتا باي سلفيت الصوديوم بتركيز 0.1% للعينات المخزنة وغير المخزنة. وتجدر الإشارة إلى وجود تأثير معنوي لمدة التخزين في المحتوى من الجوامد الكلية لمعظم العينات حيث تفوقت العينات المعاملة بمحلول ميتا باي سلفيت الصوديوم بتركيز 0.1% والمجففة باستخدام الطاقة الشمسية وغير المخزنة بمحتواها من الجوامد الكلية والذي بلغ (91.90%)، بينما بلغ المحتوى من الجوامد الكلية للعينات المخزنة لمدة ستة أشهر والمعاملة بمحلول ميتا باي سلفيت الصوديوم بتركيز 0.1% والمجففة باستخدام الطاقة الشمسية (88.40%). وتجدر الإشارة إلى عدم وجود تأثير معنوي لطريقة التجفيف في المحتوى من الجوامد الكلية إذا كانت العينات معاملة بمحلول ميتا باي سلفيت الصوديوم بتركيز 0.1% ومخزنة لمدة ستة أشهر سواء أكانت مجففة باستخدام الهواء الساخن أو باستخدام الطاقة الشمسية.

كما بينت النتائج وجود تأثير معنوي لمدة التخزين في كافة المؤشرات الكيميائية المدروسة لشرائح ثمار التفاح المعاملة وغير المعاملة، حيث كان لمدة التخزين الأثر الواضح في رفع رقم الـ pH وخفض النسبة المئوية للحموضة والنسبة المئوية للرماد في بعض العينات، حيث بلغ رقم الـ pH (5.43) للعينات الغير معاملة والمجففة بالهواء الساخن والمخزنة لمدة (6) أشهر، وانخفضت النسبة المئوية للرماد إلى (1.40%) في العينات الغير معاملة بمحلول ميتا باي سلفيت الصوديوم والمجففة باستخدام الطاقة الشمسية في البيت الزجاجي والمخزنة لمدة ستة أشهر، بينما كان للمعاملة بمحلول ميتا باي سلفيت الصوديوم بتركيز 0.1% ولطريقة التجفيف باستخدام المشعات الكهربائية الأثر الأكبر في خفض النسبة المئوية للحموضة إلى (0.38%) في عينات شرائح التفاح المعاملة بمحلول ميتا باي سلفيت الصوديوم بتركيز 0.1% والمجففة باستخدام المشعات الكهربائية وغير المخزنة. وتجدر الإشارة إلى عدم وجود تأثير معنوي لمدة التخزين وطريقة التجفيف في النسبة المئوية للرماد للعينات غير المعاملة والعينات المعاملة بمحلول ميتا باي سلفيت الصوديوم بتركيز 0.1% للعينات المخزنة وغير المخزنة وللعينات المجففة باستخدام الطاقة الشمسية أو باستخدام المشعات الكهربائية أو باستخدام الهواء الساخن. وقد جاءت هذه النتائج متوافقة مع (Akbar et al., 2010) و (Di Scala and Crapiste., 2008).

كما تُشير النتائج إلى وجود تأثير معنوي لطريقة التجفيف في ارتفاع النسبة المئوية للحموضة والنسبة المئوية للرماد وخفض رقم الـ pH وذلك عند مستوى معنوية ($P > 0.05$)، وظهر الأثر الأكبر في زيادة النسبة المئوية للحموضة والنسبة المئوية للرماد في عينات شرائح التفاح غير المخزنة والمعاملة بمحلول ميتا باي سلفيت الصوديوم بتركيز 0.1% والمجففة باستخدام الهواء الساخن، حيث ارتفعت نسبة الحموضة إلى (1.61%) وارتفعت نسبة الرماد إلى (3.40%)، بينما كان للعينات غير المخزنة والمعاملة بمحلول ميتا باي سلفيت الصوديوم والمجففة باستخدام الطاقة الشمسية الأثر الأكبر في خفض رقم الـ pH إلى (4.41). كما كان لمدة التخزين الأثر المعنوي في خفض النسبة المئوية للحموضة في معظم العينات، باستثناء العينات المعاملة بمحلول ميتا باي سلفيت الصوديوم بتركيز 0.1% والمجففة باستخدام الطاقة الشمسية أو باستخدام المشعات الكهربائية، حيث ارتفعت النسبة المئوية للحموضة من (0.45%) إلى (0.73%) للعينات المعاملة بمحلول ميتا باي سلفيت الصوديوم والمجففة باستخدام الطاقة الشمسية، ومن (0.38%) إلى (1.10%) في العينات المعاملة بمحلول ميتا باي سلفيت الصوديوم والمجففة باستخدام المشعات الكهربائية.

كما بينت النتائج وجود تأثير معنوي لمدة التخزين في خفض النسبة المئوية للرماد في بعض العينات ورفعها في عينات أخرى ضمن طريقة التجفيف الواحدة، حيث انخفضت النسبة المئوية للرماد من (2.40%) لعينات الشاهد المجففة باستخدام الطاقة الشمسية وغير المخزنة إلى (1.40%) في العينات غير المعاملة والمجففة باستخدام الطاقة الشمسية والمخزنة لمدة ستة أشهر، ومن (3.20%) في العينات غير المعاملة والمجففة باستخدام المشعات الكهربائية وغير المخزنة إلى (2.30%) في العينات غير المعاملة والمجففة باستخدام المشعات الكهربائية والمخزنة، ومن (3.40%) في العينات المعاملة بمحلول ميتا باي سلفيت الصوديوم والمجففة باستخدام الهواء الساخن وغير المخزنة إلى (2.15%) في العينات المعاملة بمحلول ميتا باي سلفيت الصوديوم والمجففة باستخدام الهواء الساخن والمخزنة لمدة ستة أشهر، بينما ارتفعت النسبة المئوية للرماد في العينات غير المعاملة والمجففة باستخدام الهواء الساخن من (2.34%) إلى (2.55%)، وفي العينات المعاملة بمحلول ميتا باي سلفيت الصوديوم والمجففة باستخدام المشعات الكهربائية من (2%) إلى (2.40%).

ومن خلال مقارنة نتائج التحليل الإحصائي الجدول (11) تبين وجود تأثير معنوي للمعاملة في محتوى شرائح التفاح من السكريات الكلية في معظم العينات، حيث لوحظ تفوق شرائح التفاح المعاملة بمحلول ميتا باي سلفيت الصوديوم بتركيز 0.1% وغير المخزنة والمجففة بالطاقة

الشمسية (البيت الزجاجي) في المحتوى من السكريات الكلية، حيث بلغ المحتوى من السكريات الكلية (74.31 غ/100 غ وزن جاف)، مع الإشارة إلى وجود تأثير معنوي لطريقة التجفيف بالطاقة الشمسية ولمدة التخزين وللمعاملة بمحلول ميتا باي سلفيت الصوديوم في خفض محتوى الشرائح من السكريات الكلية في العينات المعاملة بمحلول ميتا باي سلفيت الصوديوم والمخزنة لمدة ستة أشهر، حيث انخفض محتوى الشرائح من السكريات الكلية إلى (39.99 غ/100 غ وزن جاف) للشرائح المجففة والمعاملة بمحلول ميتا باي سلفيت الصوديوم بتركيز 0.1% والمجففة بالطاقة الشمسية والمخزنة لمدة (6) أشهر. وتجدر الإشارة إلى الأثر المعنوي لمدة التخزين في رفع محتوى بعض العينات من السكريات الكلية، حيث أبدت العينات غير المعاملة والمجففة بالطاقة الشمسية (البيت الزجاجي) والمخزنة لمدة ستة أشهر زيادة ملحوظة في المحتوى من السكريات الكلية، حيث ارتفع المحتوى من السكريات الكلية من (53.64 غ/100 غ وزن جاف) للعينات غير المعاملة وغير المخزنة والمجففة بالطاقة الشمسية إلى (67.42 غ/100 غ وزن جاف) للعينات غير المعاملة والمخزنة والمجففة بالطاقة الشمسية، ومن (59.25 غ/100 غ وزن جاف) للعينات المعاملة بمحلول ميتا باي سلفيت الصوديوم وغير المخزنة والمجففة بالهواء الساخن إلى (67.51 غ/100 غ وزن جاف) للعينات المعاملة بمحلول ميتا باي سلفيت الصوديوم والمخزنة والمجففة بالهواء الساخن.

3-2- نتائج تأثير طريقة التجفيف ومدة التخزين والمعاملة بمحلول ميتا باي سلفيت الصوديوم 0.1% في محتوى شرائح ثمار التفاح المجففة من المركبات الفعالة بيولوجياً وفي النشاط المضاد للأكسدة:

يُلاحظ من الجدول (12) وجود تأثير معنوي للمعاملة بمحلول ميتا باي سلفيت الصوديوم بتركيز 0.1% ولطرائق التجفيف المختلفة ولمدة التخزين في محتوى شرائح ثمار التفاح من الفينولات الكلية، حيث أدت عملية التجفيف والتخزين لمدة ستة أشهر إلى فقد في المحتوى من الفينولات الكلية في معظم العينات، ولوحظ الأثر المعنوي الأكبر في خفض محتوى شرائح التفاح المجففة من الفينولات الكلية في العينات المجففة باستخدام الطاقة الشمسية في البيت الزجاجي وغير المعاملة والمخزنة لمدة ستة أشهر، حيث انخفض المحتوى من الفينولات الكلية من (9.40 مغ/100 غ وزن جاف) للعينات غير المعاملة والمجففة باستخدام الطاقة الشمسية وغير المخزنة إلى (4.25 مغ/100 غ وزن جاف) للعينات غير المعاملة والمجففة باستخدام الطاقة الشمسية والمخزنة لمدة ستة أشهر. وقد جاءت هذه النتائج متوافقة مع (Henriquez et al., 2010).

كما تجدر الإشارة إلى تفوق العينات المجففة باستخدام الهواء الساخن وغير المخزنة والمعاملة بمحلول ميتا باي سلفيت الصوديوم 0.1% في المحافظة على المحتوى من الفينولات الكلية، حيث بلغ المحتوى من الفينولات الكلية (9.81 مغ/100 غ وزن جاف) لشرائح ثمار التفاح المعاملة بمحلول ميتا باي سلفيت الصوديوم بتركيز 0.1% والمجففة باستخدام الهواء الساخن مقارنة مع شرائح ثمار التفاح المجففة وغير المعاملة (9.14 مغ/100 غ وزن جاف)، وهذا عائد إلى تأثير زمن وحرارة التجفيف. كما يلاحظ وجود تأثير غير معنوي لمدة التخزين في خفض المحتوى من الفينولات الكلية للعينات الغير معاملة مسبقاً بمحلول ميتا باي سلفيت الصوديوم إذا كانت العينات مجففة باستخدام الهواء الساخن أو باستخدام المشعات الكهربائية، حيث بلغ المحتوى من الفينولات الكلية (4.83 مغ/100 غ وزن جاف) في العينات غير المعاملة والمجففة باستخدام الهواء الساخن والمخزنة لمدة ستة أشهر، و(4.84 مغ/100 غ وزن جاف) في العينات غير المعاملة والمجففة باستخدام المشعات الكهربائية والمخزنة لمدة ستة أشهر.

جدول (12): تأثير طريقة التجفيف ومدة التخزين والمعاملة بمحلول ميتا باي سلفيت الصوديوم 0.1% في محتوى شرائح ثمار التفاح المجففة من المركبات الفعالة بيولوجياً وفي النشاط المضاد للأوكسدة.

نوع المعاملة	طريقة التجفيف	مدة التخزين (شهر)	الفينولات الكلية (مغ/100 غ وزن جاف)	فيتامين C (مغ/100 غ وزن جاف)	النشاط المضاد للأوكسدة DPPH مقدرًا بطريقة % Inhibition ك
-	مجفف بالطاقة الشمسية (البيت الزجاجي)	0	0.08±9.40 ^h	0.67±22.83 ^g	0.69±82.07 ^g
		6	0.04±4.25 ^a	0.17±6.65 ^b	0.66±66.03 ^c
	مجفف باستخدام الهواء الساخن	0	0.04±9.14 ^g	0.08±21.48 ^f	0.20±81.67 ^g
		6	0.02±4.83 ^c	0.01±6.55 ^b	0.75±73.75 ^{ef}
	مجفف باستخدام المشعات الكهربائية	0	0.01±8.44 ^f	0.09±9.76 ^e	0.11±86.19 ^h
		6	0.09±4.84 ^c	0.03±2.93 ^a	0.60±74.25 ^f
ميتا باي سلفيت 0.1%	مجفف بالطاقة الشمسية (البيت الزجاجي)	0	0.02±4.41 ^b	0.36±25.31 ^h	0.26±82.31 ^g
		6	0.02±5.85 ^d	0.06±7.98 ^c	0.69±58.42 ^b
	مجفف باستخدام الهواء الساخن	0	0.01±9.81 ⁱ	0.79±31.50 ^j	0.60±82.47 ^g
		6	0.02±7.93 ^e	0.58±9.60 ^{de}	0.20±56.29 ^a
	مجفف باستخدام المشعات الكهربائية	0	0.03±4.77 ^c	0.28±29.68 ⁱ	0.69±69.41 ^d
		6	0.05±6.45 ^d	0.07±8.87 ^d	0.28±59.32 ^b

تشير الأحرف المتشابهة ضمن العمود الواحد إلى عدم وجود فروق معنوية ($P > 0.05$) بين المتوسطات

وتجدر الإشارة إلى وجود تأثير معنوي للمعاملة الحمضية ولمدة التخزين في زيادة المحتوى من الفينولات الكلية إذا كانت شرائح ثمار التفاح مجففة باستخدام الطاقة الشمسية أو باستخدام المشعات الكهربائية، إذ ازداد المحتوى من الفينولات الكلية من (4.41 مغ/100 غ وزن جاف) للعينات المعاملة والمجففة بالطاقة الشمسية في البيت الزجاجي وغير المخزنة إلى (5.85 مغ/100 غ وزن جاف) للعينات المعاملة والمجففة بالطاقة الشمسية والمخزنة لمدة ستة أشهر، ومن (4.77 مغ/100 غ وزن جاف) للعينات المعاملة والمجففة باستخدام المشعات الكهربائية وغير المخزنة إلى (6.45 مغ/100 غ وزن جاف) للعينات المعاملة والمجففة باستخدام المشعات الكهربائية والمخزنة لمدة ستة أشهر.

وتجدر الإشارة إلى تفوق طريقة التجفيف باستخدام الهواء الساخن في المحافظة على الفينولات الكلية في العينات المعاملة بمحلول ميتا باي سلفيت الصوديوم المخزنة وغير المخزنة، حيث بلغ المحتوى من الفينولات الكلية (9.81 مغ/100 غ وزن جاف) لشرائح ثمار التفاح غير المخزنة والمعاملة والمجففة باستخدام الهواء الساخن، و(7.93 مغ/100 غ وزن جاف) لشرائح ثمار التفاح المخزنة والمعاملة والمجففة باستخدام الهواء الساخن. وقد جاءت هذه النتائج متوافقة مع (Sultana et al., 2012) و (Que et al., 2008) و (Yu et al., 2005).

كما تُشير النتائج أيضاً إلى وجود تأثير معنوي للمعاملة بمحلول ميتا باي سلفيت الصوديوم وطرائق التجفيف ومدة التخزين في محتوى شرائح ثمار التفاح من فيتامين C، حيث انخفضت كميتها في العينات المجففة وغير المعاملة والمخزنة لمدة ستة أشهر، مع الإشارة إلى تفوق العينات المعاملة بمحلول ميتا باي سلفيت الصوديوم بتركيز 0.1% والمجففة بطرائق التجفيف المختلفة في محتواها من فيتامين C للعينات المخزنة وغير المخزنة، كما أبدت العينات المخزنة وغير المخزنة والمعاملة بمحلول ميتا باي سلفيت الصوديوم 0.1% والمجففة باستخدام الهواء الساخن زيادة ملحوظة في المحتوى من فيتامين C، حيث بلغ محتوى العينات من فيتامين C (31.50 مغ/100 غ وزن جاف) للعينات الغير المخزنة والمعاملة بمحلول ميتا باي سلفيت الصوديوم والمجففة باستخدام الهواء الساخن، و(9.60 مغ/100 غ وزن جاف) للعينات المخزنة والصوديوم والمجففة باستخدام الهواء الساخن، و(29.68 مغ/100 غ وزن جاف) للعينات الغير مخزنة والمعاملة المحتوي من فيتامين C (25.31 مغ/100 غ وزن جاف) للعينات الغير مخزنة والمعاملة والمجففة باستخدام المشعات الكهربائية، و(25.31 مغ/100 غ وزن جاف) للعينات الغير مخزنة والمعاملة والمجففة باستخدام الطاقة الشمسية. وقد جاءت هذه النتائج متوافقة مع (Akbar et al., 2010) و (Sokhansanj and Jayas., 2006).

كما أدت المعاملة ومدة التخزين إلى حدوث تغيرات في المحتوى من فيتامين C في العينات المختبرة، إذ لوحظ الأثر المعنوي الأكبر في خفض محتوى شرائح ثمار التفاح المجففة من فيتامين C للعينات الغير معاملة والمجففة باستخدام المشعات الكهربائية، حيث انخفض المحتوى من فيتامين C إلى (2.93 مغ/100 غ وزن جاف) لشرائح ثمار التفاح غير المعاملة والمجففة باستخدام المشعات الكهربائية والمخزنة لمدة ستة أشهر. وتجدر الإشارة إلى الأثر غير المعنوي لمدة التخزين في خفض محتوى الثمار من فيتامين C في كافة العينات المدروسة، إذ انخفض محتوى الثمار من فيتامين C إلى أكثر من النصف في كافة العينات.

من جهة أخرى أظهرت نتائج الجدول (12) وجود تأثير معنوي للمعاملة بمحلول ميتا باي سلفيت الصوديوم ولطرائق التجفيف ومدة التخزين في النشاط المضاد للأكسدة لشرائح ثمار التفاح المجففة، حيث ازداد النشاط المضاد للأكسدة من (82.07%) لشرائح ثمار التفاح غير المخزنة وغير المعاملة والمجففة بالهواء الساخن أو باستخدام الطاقة الشمسية إلى (86.19%) للشرائح غير المخزنة وغير المعاملة والمجففة باستخدام مشعات كهربائية. كما ازداد النشاط المضاد للأكسدة من (69.41%) لشرائح ثمار التفاح غير المخزنة والمعاملة بمحلول ميتا باي سلفيت الصوديوم والمجففة باستخدام المشعات الكهربائية إلى (82.31%) للشرائح غير المخزنة والمعاملة والمجففة باستخدام الطاقة الشمسية (البيت الزجاجي)، وإلى (82.37%) للشرائح غير المخزنة والمعاملة بحمض السيتريك والمجففة بالهواء الساخن. وتجدر الإشارة إلى وجود تأثير معنوي للمعاملة بمحلول ميتا باي سلفيت الصوديوم بتركيز (0.1%) ولمدة التخزين في خفض النشاط المضاد للأكسدة في كافة العينات، حيث أبدت العينات المعاملة بمحلول ميتا باي سلفيت الصوديوم والمجففة باستخدام الهواء الساخن والمخزنة لمدة ستة أشهر انخفاضاً ملحوظاً بنشاطها المضاد للأكسدة، حيث انخفض النشاط المضاد للأكسدة إلى (56.29%) في شرائح التفاح المعاملة والمجففة باستخدام الهواء الساخن والمخزنة لمدة ستة أشهر، وإلى (58.42%) في شرائح التفاح المعاملة والمجففة باستخدام الطاقة الشمسية والمخزنة لمدة ستة أشهر، وإلى (59.32%) في شرائح التفاح المعاملة والمجففة باستخدام مشعات كهربائية والمخزنة لمدة ستة أشهر. كما تشير النتائج إلى الأثر المعنوي الأكبر لطريقة التجفيف بالمشعات الكهربائية في الحفاظ على المواد المضادة للأكسدة إذا كانت العينات معاملة بمحلول ميتا باي سلفيت الصوديوم ومخزنة أو غير مخزنة، حيث بلغ النشاط المضاد للأكسدة (86.19%) للعينات المعاملة والمجففة وغير المخزنة و(74.25%) للعينات المعاملة والمجففة والمخزنة لمدة ستة أشهر. وقد جاءت هذه النتائج متوافقة مع (Sultana et al., 2012) و(Chong et al., 2009).

3-3- نتائج تأثير طريقة التجفيف ومدة التخزين والمعاملة بمحلول ميتا باي سلفيت الصوديوم 0.1% في مؤشرات اللون لشرائح ثمار التفاح المجففة:

يُلاحظ من الجدول (13) وجود تأثير معنوي للمعاملة بمحلول ميتا باي سلفيت الصوديوم ولطرائق التجفيف المختلفة ولمدة التخزين في مؤشرات اللون لشرائح ثمار التفاح، حيث أظهرت شرائح التفاح المعاملة بمحلول ميتا باي سلفيت الصوديوم بتركيز (0.1%) والمجففة باستخدام الهواء الساخن القيم الأعلى للمؤشر L (Lightness)، بينما أظهرت العينات المعاملة بمحلول ميتا باي سلفيت الصوديوم والمجففة باستخدام الطاقة الشمسية القيم الأقل للمؤشر b (yellow colour)، وأظهرت شرائح التفاح المعاملة والمجففة باستخدام المشعات الكهربائية القيم الأقل للمؤشر a (red colour)، حيث بلغت قيمة المؤشر L (90.09) في عينات شرائح ثمار التفاح المعاملة بمحلول ميتا باي سلفيت الصوديوم بتركيز (0.1%) والمجففة باستخدام الهواء الساخن، وقيمة المؤشر b (18.28) في عينات شرائح ثمار التفاح المعاملة بمحلول ميتا باي سلفيت الصوديوم والمجففة باستخدام الطاقة الشمسية، بينما بلغت قيمة المؤشر a (0.47) في عينات شرائح ثمار التفاح المعاملة والمجففة باستخدام المشعات الكهربائية.

كما بينت نتائج التحليل الإحصائي وجود تأثير معنوي لطريقة التجفيف ولمدة التخزين في خفض قيمة المؤشر L في بعض العينات، إذ انخفضت قيمة المؤشر L من (74) للشرائح غير المعاملة والمجففة باستخدام المشعات الكهربائية وغير المخزنة، إلى (67.69) للشرائح غير المعاملة والمجففة باستخدام المشعات الكهربائية والمخزنة لمدة ستة أشهر، وانخفضت من (90.09) للشرائح المعاملة والمجففة باستخدام الهواء الساخن وغير المخزنة، إلى (80.47) للشرائح المعاملة والمجففة باستخدام الهواء الساخن والمخزنة لمدة ستة أشهر. بينما كان للمعاملة ولمدة التخزين الأثر المعنوي الأكبر في رفع قيمة المؤشر L، حيث ازدادت قيمة المؤشر L من (67.11) للشرائح غير المعاملة بمحلول ميتا باي سلفيت الصوديوم والمجففة باستخدام الطاقة الشمسية وغير المخزنة، إلى (77.11) للشرائح غير المعاملة والمجففة باستخدام الطاقة الشمسية والمخزنة لمدة ستة أشهر، وإلى (82.47) للشرائح غير المعاملة بمحلول ميتا باي سلفيت الصوديوم والمجففة باستخدام الهواء الساخن والمخزنة لمدة ستة أشهر. وتجدر الإشارة إلى عدم وجود تأثير معنوي لمدة التخزين وطريقة التجفيف والمعاملة لعينات الشاهد المخزنة والمجففة باستخدام الهواء الساخن والعينات المعاملة بمحلول ميتا باي سلفيت الصوديوم والمجففة باستخدام الهواء الساخن أو بالطاقة الشمسية والمخزنة لمدة ستة أشهر، بالإضافة إلى عدم وجود تأثير

معنوي لمدة التخزين للعينات المعاملة بمحلول ميتا باي سلفيت الصوديوم والمجففة باستخدام المشعات الكهربائية.

كما بينت نتائج التحليل الإحصائي عدم وجود تأثير معنوي لمدة التخزين في قيمة المؤشر a ضمن طريقة التجفيف الواحدة في كافة العينات، باستثناء العينات المعاملة بمحلول ميتا باي سلفيت الصوديوم والمجففة باستخدام المشعات الكهربائية، إذ كان لمدة التخزين الأثر المعنوي في زيادة قيمة المؤشر a من (0.47) في العينات المعاملة والمجففة باستخدام المشعات الكهربائية وغير المخزنة إلى (2.73) في العينات المعاملة بمحلول ميتا باي سلفيت الصوديوم والمجففة باستخدام المشعات الكهربائية والمخزنة. بينما نلاحظ وجود تأثير معنوي للمعاملة بمحلول ميتا باي سلفيت الصوديوم ولطريقة التجفيف في خفض قيمة a في كافة العينات المعاملة سواء أكانت العينات مخزنة أم غير مخزنة، إذ انخفضت قيمة a من (12.41) في العينات غير المعاملة والمجففة باستخدام الطاقة الشمسية وغير المخزنة إلى (3.34) في العينات المعاملة بمحلول ميتا باي سلفيت الصوديوم والمجففة باستخدام الطاقة الشمسية وغير المخزنة، وإلى (3.05) في العينات المعاملة بمحلول ميتا باي سلفيت الصوديوم والمجففة باستخدام الطاقة الشمسية والمخزنة، وإلى (1.46) في العينات المعاملة والمجففة باستخدام الهواء الساخن وغير المخزنة، وإلى (1.74) في العينات المعاملة والمجففة باستخدام الهواء الساخن والمخزنة لمدة ستة أشهر، بينما انخفضت من (7.40) في العينات غير المعاملة والمجففة باستخدام المشعات الكهربائية وغير المخزنة إلى (0.47) في العينات المعاملة بمحلول ميتا باي سلفيت الصوديوم والمجففة باستخدام المشعات الكهربائية وغير المخزنة، وإلى (2.73) في العينات المعاملة بمحلول ميتا باي سلفيت الصوديوم والمجففة باستخدام المشعات الكهربائية والمخزنة.

كما تشير نتائج الجدول (13) إلى عدم وجود أي تأثير معنوي لمدة التخزين في قيمة المؤشر b سواء أكانت العينات مجففة باستخدام الهواء الساخن أو باستخدام المشعات الكهربائية. كما تشير النتائج إلى الأثر المعنوي الأكبر للمعاملة بمحلول ميتا باي سلفيت الصوديوم في زيادة قيمة المؤشر b ولاسيما في العينات المعاملة والمجففة باستخدام الهواء الساخن أو باستخدام المشعات الكهربائية، إذ ازدادت قيمة المؤشر b إلى (23.84) لشرائح ثمار التفاح المعاملة والمجففة باستخدام المشعات الكهربائية وغير المخزنة، وإلى (32.04) لشرائح ثمار التفاح المعاملة والمجففة الهواء الساخن وغير المخزنة، بينما انخفضت قيمة المؤشر b في العينات المخزنة وغير المعاملة والمجففة باستخدام الطاقة الشمسية إلى (19.79)، وإلى (18.28) لشرائح ثمار

التفاح غير المخزنة والمعاملة بمحلول ميتا باي سلفيت الصوديوم والمجففة باستخدام الطاقة الشمسية.

جدول (13): تأثير طريقة التجفيف ومدة التخزين والمعاملة بمحلول ميتا باي سلفيت الصوديوم 0.1% في مؤشرات اللون لشرائح ثمار التفاح المجففة.

نوع المعاملة	طريقة التجفيف	مدة التخزين (شهر)	L*	a	b
-	مجفف بالطاقة الشمسية (البيت الزجاجي)	0	1.79±67.11 ^a	1.28±12.41 ⁱ	1.46±23.79 ^{cd}
		6	1.79±77.11 ^e	1.28±11.11 ⁱ	1.49±19.79 ^{ab}
	مجفف باستخدام الهواء الساخن	0	2.02±76.77 ^{de}	0.40±3.03 ^{cde}	2.14±26.70 ^{fgh}
		6	1.26±82.47 ^h	0.31±4.12 ^{defg}	1.39±25.69 ^{defg}
	مجفف باستخدام المشعات الكهربائية	0	2.68±74.00 ^{cd}	2.00±7.40 ^h	1.94±26.15 ^{efgh}
		6	2.57±67.69 ^{ab}	0.00±7.31 ^h	0.03±29.78 ^{hi}
ميتا باي سلفيت 0.1%	مجفف بالطاقة الشمسية (البيت الزجاجي)	0	1.62±77.39 ^{ef}	1.53±3.34 ^{def}	1.23±18.28 ^a
		6	0.00±82.37 ^h	0.00±3.05 ^{cde}	0.00±21.96 ^{bc}
	مجفف باستخدام الهواء الساخن	0	0.84±90.09 ⁱ	1.03±1.46 ^{ab}	0.31±32.04 ^{jk}
		6	0.54±80.47 ^{gh}	0.03±1.74 ^{abc}	0.00±28.78 ^{hi}
	مجفف باستخدام المشعات الكهربائية	0	1.05±79.34 ^{fg}	0.99±0.47 ^a	2.52±32.84 ^k
		6	0.84±79.68 ^{fg}	0.43±2.73 ^{bcd}	0.14±27.42 ^{gh}

تشير الأحرف المتشابهة ضمن العمود الواحد إلى عدم وجود فروق معنوية ($P > 0.05$) بين المتوسطات

L* (Lightness)، a (red colour)، و b (yellow colour)

كما أظهرت النتائج تفوق العينات المعاملة بمحلول ميتا باي سلفيت الصوديوم والمجففة باستخدام الهواء الساخن بقيمة المؤشر b في حال كانت العينات غير مخزنة والتي بلغت (32.04)، بينما تفوقت العينات غير المعاملة والمجففة باستخدام المشعات الكهربائية بقيمة المؤشر b في حال كانت العينات مخزنة لمدة ستة أشهر، حيث بلغت قيمة b (29.78). وقد جاءت هذه النتائج متوافقة مع (Magdic *et al.*, 2009) الذي بين قيم مؤشرات اللون لشرائح التفاح المعاملة بمحلول ميتا باي سلفيت الصوديوم بتركيز 1% والمجففة باستخدام الهواء الساخن، حيث بلغت قيمة المؤشر L (79.30)، قيمة المؤشر a (-5.73)، وقيمة المؤشر b (22.30).

4-3- نتائج تأثير طرائق التجفيف في مدة تجفيف شرائح ثمار التفاح:

أظهرت نتائج الجدول (14) أهمية طريقة التجفيف في خفض الزمن اللازم لعملية تجفيف شرائح التفاح، حيث كان للعينات المجففة باستخدام المشعات الكهربائية الأثر المعنوي الأكبر في خفض الزمن اللازم لعملية التجفيف، حيث بلغ الزمن اللازم لتجفيف شرائح ثمار التفاح المجففة

باستخدام المشعات الكهربائية (9) ساعات، بينما تطلبت شرائح ثمار التفاح المجففة باستخدام الطاقة الشمسية وقتاً أطول حتى تجف إلى نفس المحتوى الرطوبي تقريباً، حيث بلغ الزمن اللازم لتجفيف شرائح ثمار التفاح باستخدام الطاقة الشمسية (300) ساعة، و(16.50) ساعة لتجفيف شرائح ثمار التفاح باستخدام الهواء الساخن. وقد جاءت هذه النتائج متوافقة مع (Wang and Chao., 2002) و(Sacilik and Elicin., 2006).
جدول (14): تأثير طرائق التجفيف في مدة تجفيف شرائح ثمار التفاح.

طريقة التجفيف	زمن التجفيف /ساعة/
مجفف بالطاقة الشمسية (البيت الزجاجي)	12.00±300.00 ^c
مجفف باستخدام الهواء الساخن	0.50±16.50 ^{ab}
مجفف باستخدام المشعات الكهربائية	0.50±9.00 ^a

تشير الأحرف المتشابهة ضمن العمود الواحد إلى عدم وجود فروق معنوية ($P > 0.05$) بين المتوسطات
زمن التجفيف: متوسط الزمن اللازم لتجفيف العينات المعاملة بمحلول ميتا باي سلفيت الصوديوم 0.1% والعينات غير المعاملة

ومن خلال مقارنة نتائج الجدول (14) يتبين لنا تفوق طريقة التجفيف باستخدام المشعات الكهربائية في خفض الزمن اللازم لإتمام عملية التجفيف.

4- نتائج تأثير المعاملة بمحلول السكر في شرائح ثمار التفاح المعدة للتجفيف:

تمت دراسة تأثير المعاملة بتركيز متزايدة من محلول السكر (40، 50، 60%) ولمدة زمنية (ساعتين) في بعض المؤشرات الكيميائية والمركبات الفعالة بيولوجياً لشرائح ثمار التفاح الطازجة والمجففة بطرائق تجفيف مختلفة (التجفيف باستخدام المشعات الكهربائية، التجفيف الحراري والتجفيف باستخدام الطاقة الشمسية) والمخزنة لمدة ستة أشهر من تاريخ التصنيع.

4-1- نتائج تأثير طريقة التجفيف ومدة التخزين والمعاملة بتركيز متزايدة من السكر في بعض المؤشرات الكيميائية لشرائح ثمار التفاح المجففة:

أظهرت نتائج التحليل الإحصائي جدول (15) وجود تأثير معنوي لطرائق التجفيف وللمعاملة بمحلول السكر بتركيز مختلفة (40، 50، 60%) في كافة المؤشرات الكيميائية المدروسة في معظم العينات، حيث تفوقت العينات غير المعاملة بمحلول السكر والمجففة باستخدام الطاقة الشمسية والمخزنة لمدة ستة أشهر في رفع المحتوى من الجوامد الكلية إلى (92.90%)، بينما أدت المعاملة بمحلول السكر بالتركيز 50% إلى خفض المحتوى من الجوامد الكلية بعد التخزين لمدة ستة أشهر إلى (88.87%). وهذا يتفق مع ما توصل إليه (El Aouar *et al.*, 2006). كما توصل كل من (Mundada *et al.*, 2011) و (Azoubel and Murr., 2004) إلى أن زيادة تركيز المحلول السكري أدت إلى زيادة المواد الصلبة وزيادة فقد الماء، نتيجة زيادة الضغط الأسموزي وزيادة نفاذية الخلايا وبالتالي زيادة معدل انتشار المحلول واستبدال الماء.

مع الإشارة إلى عدم وجود تأثير معنوي لطريقة التجفيف وللمعاملة بمحلول السكر في المحتوى من الجوامد الكلية في بعض العينات. كما بينت النتائج وجود تأثير معنوي لمدة التخزين في كافة المؤشرات الكيميائية المدروسة لشرائح ثمار التفاح المعاملة أو غير المعاملة، حيث كان لمدة التخزين الأثر الواضح في رفع رقم الـ pH وخفض النسبة المئوية للحموضة والنسبة المئوية للرماد، حيث بلغ رقم الـ pH (6.09) للعينات المعاملة المجففة بالهواء الساخن والمخزنة لمدة (6) أشهر للعينات المعاملة بالسكر بتركيز 50% أو 60%، وانخفضت النسبة المئوية للحموضة إلى (0.36%) في العينات المعاملة بمحلول السكر بتركيز 50% والمجففة باستخدام الهواء الساخن والمخزنة لمدة ستة أشهر، بينما كان لمعاملة السكر والتجفيف باستخدام الطاقة الشمسية الأثر الأكبر في خفض النسبة المئوية للرماد إلى (1.20%) في عينات شرائح التفاح المعاملة بمحلول السكر بتركيز 40% والمجففة باستخدام الطاقة الشمسية وغير المخزنة. وتجدر الإشارة إلى عدم وجود تأثير معنوي لطريقة التجفيف باستخدام الهواء الساخن والتجفيف باستخدام

المشعات الكهربائية في المحتوى من الجوامد الكلية للعينات المعاملة بمحلول السكروز بتركيز 50% والعينات المعاملة بمحلول السكروز بتركيز 60% والمجففة باستخدام الهواء الساخن أو باستخدام المشعات الكهربائية للعينات المخزنة أو غير المخزنة.

جدول (15): تأثير طريقة التجفيف ومدة التخزين والمعاملة بتركيز متزايدة من السكروز في بعض المؤشرات الكيميائية لشرائح ثمار التفاح المجففة.

نوع المعاملة	تركيز المحلول السكري %	مدة التخزين (شهر)	طريقة التجفيف	الجوامد الكلية %	pH	الحموضة (حمض ماليك) %	الرماد %	السكريات الكلية (غ/100 غ جاف)
-	0	0	الطاقة الشمسية	0.40±90.00 ^{bc}	0.02±4.68 ^c	0.20±1.34 ^{kl}	0.22±2.40 ^e	3.65±53.64 ^{de}
			الهواء الساخن	0.40±90.50 ^{def}	0.01±4.71 ^d	0.20±1.07 ^{hi}	0.22±2.34 ^e	3.62±56.62 ^{ef}
			المشعات الكهربائية	0.40±91.20 ^{hi}	0.02±4.72 ^d	0.20±1.30 ^{kl}	0.22±3.20 ^{gh}	3.57±59.97 ^{fg}
	6	6	الطاقة الشمسية	0.10±92.90 ^l	0.01±4.51 ^b	0.05±1.05 ^{ghi}	0.05±1.55 ^b	0.61±67.28 ^{ijk}
			الهواء الساخن	0.05±88.95 ^a	0.02±5.43 ^k	0.05±0.85 ^{efgh}	0.10±2.70 ^f	1.32±50.36 ^{bc}
			المشعات الكهربائية	0.10±91.10 ^{bcd}	0.03±4.83 ^g	0.05±0.55 ^{abc}	0.10±2.50 ^{ef}	0.99±49.45 ^b
سكروز	40	0	الطاقة الشمسية	0.40±90.20 ^{bcd}	0.01±6.01 ⁿ	0.20±0.50 ^{abc}	0.22±1.20 ^a	3.60±63.12 ^{ghi}
			الهواء الساخن	0.40±91.40 ⁱ	0.02±4.78 ^e	0.20±0.94 ^{fghi}	0.22±3.30 ^h	3.60±52.26 ^{cd}
			المشعات الكهربائية	0.40±90.00 ^{bc}	0.01±5.31 ^j	0.20±0.40 ^{ab}	0.22±2.50 ^{ef}	3.73±44.85 ^a
		6	الطاقة الشمسية	0.10±90.10 ^{bcd}	0.01±4.89 ^h	0.02±0.82 ^{def}	0.05±2.05 ^{cd}	1.13±66.09 ^{ijk}
			الهواء الساخن	0.20±92.20 ^j	0.02±4.68 ^c	0.01±0.62 ^{bcd}	0.05±2.45 ^{ef}	1.08±75.00 ^l
			المشعات الكهربائية	0.10±92.40 ^{jk}	0.01±5.21 ⁱ	0.02±0.56 ^{abc}	0.15±1.65 ^b	1.00±77.92 ^{lm}
	50	0	الطاقة الشمسية	0.10±92.10 ^j	0.01±4.71 ^d	0.02±0.62 ^{bcd}	0.10±2.30 ^{de}	1.26±63.63 ^{ghi}
			الهواء الساخن	0.40±92.40 ^{jk}	0.01±4.21 ^a	0.20±0.46 ^{ab}	0.22±2.00 ^c	3.44±80.62 ^{mn}
			المشعات الكهربائية	0.40±92.40 ^{jk}	0.01±4.79 ^{ef}	0.20±0.50 ^{abc}	0.22±2.05 ^{cd}	3.44±80.62 ^{mn}
		6	الطاقة الشمسية	0.02±88.87 ^a	0.01±5.79 ^m	0.02±0.42 ^{ab}	0.10±1.50 ^b	0.86±80.74 ^{mn}
			الهواء الساخن	0.20±90.70 ^{efg}	0.01±6.09 ^o	0.01±0.36 ^a	0.15±1.65 ^b	1.56±84.07 ⁿ
			المشعات الكهربائية	0.10±90.40 ^{cde}	0.01±4.89 ^h	0.02±1.12 ^{ijk}	0.10±2.30 ^{de}	1.52±69.80 ^k
سكروز	60	0	الطاقة الشمسية	0.40±90.00 ^{bc}	0.01±5.49 ^l	0.20±0.70 ^{cde}	0.22±2.00 ^c	3.62±65.22 ^{hij}
			الهواء الساخن	0.10±92.90 ^l	0.01±4.81 ^{fg}	0.05±1.35 ^l	0.15±2.45 ^{ef}	1.68±60.39 ^{fg}
			المشعات الكهربائية	0.40±92.50 ^{ikl}	0.02±5.42 ^k	0.20±1.00 ^{fghi}	0.22±3.00 ^g	3.52±61.50 ^{gh}
		6	الطاقة الشمسية	0.20±89.80 ^b	0.01±5.41 ^k	0.20±1.30 ^{ikl}	0.15±3.65 ⁱ	1.02±42.43 ^a
			الهواء الساخن	0.10±90.90 ^{fgh}	0.01±6.09 ^o	0.05±0.95 ^{fghi}	0.10±2.50 ^{ef}	0.95±40.70 ^a
			المشعات الكهربائية	0.05±91.05 ^{ghi}	0.01±5.21 ⁱ	0.10±1.30 ^{ikl}	0.20±3.40 ^{hi}	1.34±44.15 ^a

تشير الأحرف المتشابهة ضمن العمود الواحد إلى عدم وجود فروق معنوية ($P > 0.05$) بين المتوسطات

كما تُشير النتائج إلى وجود تأثير معنوي لطريقة التجفيف في ارتفاع النسبة المئوية للحموضة والنسبة المئوية للرماد وخفض رقم الـ pH وذلك عند مستوى معنوية ($P > 0.05$)، وظهر الأثر

الأكبر في زيادة النسبة المئوية للحموضة في عينات شرائح التفاح غير المخزنة والمعاملة بمحلول السكروز 60% والمجففة باستخدام الهواء الساخن، حيث ارتفعت نسبة الحموضة إلى (1.35%)، بينما كان للعينات المخزنة والمعاملة بمحلول السكروز والمجففة باستخدام الطاقة الشمسية الأثر الأكبر في زيادة النسبة المئوية للرماد والتي بلغت (3.65%). وجاءت هذه النتائج متوافقة مع (Dailami., 2009) الذي بين تأثير محتوى ثمار الفاكهة من السكريات والحموض نتيجة عملية التجفيف وهذه العملية معقدة جداً، وترتبط بالتغيرات الفيزيوكيميائية خلال عملية تجفيف الثمار.

ومن خلال مقارنة نتائج التحليل الإحصائي الجدول (15) تبين وجود تأثير معنوي للمعاملة في محتوى شرائح التفاح من السكريات الكلية في معظم العينات، حيث لوحظ تفوق شرائح التفاح المعاملة بمحلول السكروز بتركيز 50% في المحتوى من السكريات الكلية، مع وجود تأثير معنوي للمعاملة بمحلول السكروز بتركيز 60% في خفض محتوى الشرائح من السكريات الكلية، وتجلّى الأثر الأكبر في شرائح ثمار التفاح المجففة باستخدام الهواء الساخن، حيث انخفض محتوى الشرائح من السكريات الكلية إلى (40.70 غ/100 غ وزن جاف) للشرائح المجففة والمعاملة بمحلول السكروز بتركيز 60% والمجففة بالهواء الساخن والمخزنة لمدة ستة أشهر، وارتفع إلى (84.07 غ/100 غ وزن جاف) في العينات المجففة بالهواء الساخن والمعاملة بمحلول السكروز بتركيز 50% والمخزنة لمدة ستة أشهر. وتجدر الإشارة إلى الأثر المعنوي لمدة التخزين في خفض محتوى بعض العينات من السكريات الكلية حيث أبدت العينات غير المعاملة والمخزنة والمجففة بالهواء الساخن أو بالمشعات الكهربائية والعينات المعاملة بمحلول السكروز بتركيز 60% والمجففة باستخدام طرائق التجفيف المختلفة والمخزنة لمدة (6) أشهر انخفاضاً ملحوظاً في المحتوى من السكريات الكلية، حيث انخفض المحتوى من السكريات الكلية من (67.28 غ/100 غ وزن جاف) للعينات غير المعاملة والمخزنة والمجففة بالطاقة الشمسية إلى (50.36 غ/100 غ وزن جاف) للعينات غير المعاملة والمخزنة والمجففة بالهواء الساخن، وإلى (49.45 غ/100 غ وزن جاف) للعينات غير المعاملة والمخزنة والمجففة بالمشعات الكهربائية، ومن (65.22 غ/100 غ وزن جاف) للعينات المعاملة بمحلول السكروز 60% والمخزنة والمجففة بالطاقة الشمسية إلى (44.15 غ/100 غ وزن جاف) للعينات المعاملة والمخزنة والمجففة باستخدام المشعات الكهربائية وإلى (42.43 غ/100 غ وزن جاف) للعينات المعاملة والمخزنة والمجففة باستخدام الطاقة الشمسية وإلى (40.70 غ/100 غ وزن جاف) للعينات

المعاملة والمخزنة والمجففة باستخدام الهواء الساخن. وتتوافق هذه النتائج مع ماتوصل إليه (Krokida and Marinis-Kouris., 2003).

كما تجدر الإشارة إلى الأثر المعنوي للمعاملة بمحلول السكروز 50% في رفع محتوى معظم العينات المجففة بطرائق التجفيف المختلفة من السكريات الكلية للعينات المخزنة أو غير المخزنة، حيث ارتفع محتوى العينات من السكريات الكلية إلى (80.62 غ/100 غ وزن جاف) و(80.74 غ/100 غ وزن جاف) للعينات المعاملة بمحلول السكروز 50% والمجففة بطرائق التجفيف المختلفة. مع الإشارة إلى عدم وجود تأثير معنوي لطريقة التجفيف في محتوى العينات من السكريات الكلية ضمن المعاملة الواحدة في معظم العينات.

4-2- نتائج تأثير طريقة التجفيف ومدة التخزين والمعاملة بتركيز متزايدة من السكروز في محتوى شرائح ثمار التفاح المجففة من المركبات الفعالة بيولوجياً والنشاط المضاد للأكسدة:

يُلاحظ من الجدول (16) وجود تأثير معنوي للمعاملة بمحلول السكروز ولطرائق التجفيف المختلفة ولمدة التخزين في محتوى شرائح ثمار التفاح من الفينولات الكلية، حيث أدت المعاملة وطرائق التجفيف والتخزين لمدة ستة أشهر إلى فقد في المحتوى من الفينولات الكلية في كافة العينات، ولوحظ الأثر المعنوي الأكبر في خفض محتوى شرائح التفاح المجففة من الفينولات الكلية في العينات المجففة باستخدام الطاقة الشمسية في البيت الزجاجي والمعاملة بمحلول السكروز 50% والمخزنة لمدة ستة أشهر، حيث انخفض المحتوى من الفينولات الكلية من (9.40 مغ/100 غ وزن جاف) للعينات غير المعاملة والمجففة باستخدام الطاقة الشمسية وغير المخزنة إلى (4.25 مغ/100 غ وزن جاف) للعينات غير المعاملة والمجففة باستخدام الطاقة الشمسية والمخزنة لمدة ستة أشهر، وإلى (3.05 مغ/100 غ وزن جاف) للعينات المعاملة بمحلول السكروز 60% والمجففة باستخدام الطاقة الشمسية والمخزنة لمدة ستة أشهر، وإلى (1.94 مغ/100 غ وزن جاف) للعينات المعاملة بمحلول السكروز 40% والمجففة باستخدام الطاقة الشمسية والمخزنة لمدة ستة أشهر، وإلى (1.13 مغ/100 غ وزن جاف) للعينات المعاملة بمحلول السكروز 50% والمجففة باستخدام الطاقة الشمسية والمخزنة لمدة ستة أشهر. كما تجدر الإشارة إلى تفوق العينات المجففة بطرائق التجفيف المختلفة وغير المخزنة وغير المعاملة في المحافظة على المحتوى من الفينولات الكلية، حيث بلغ المحتوى من الفينولات الكلية (8.44 مغ/100 غ وزن جاف) لشرائح ثمار التفاح غير المعاملة والمجففة باستخدام المشعات الكهربائية وغير المخزنة، و(9.14 مغ/100 غ وزن جاف) لشرائح ثمار التفاح غير المعاملة والمجففة باستخدام الهواء الساخن وغير المخزنة، و(9.40 مغ/100 غ وزن جاف) لشرائح ثمار التفاح غير المعاملة

والمجففة باستخدام الطاقة الشمسية وغير المخزنة. كما يلاحظ وجود تأثير غير معنوي لطريقة التجفيف في المحتوى من الفينولات الكلية في بعض العينات.

وتجدر الإشارة إلى وجود تأثير معنوي للمعاملة السكرية بمحلول السكروز ولمدة التخزين في خفض المحتوى من الفينولات الكلية في كافة شرائح ثمار التفاح المجففة ولاسيما باستخدام الطاقة الشمسية أو باستخدام الهواء الساخن، إذ انخفض المحتوى من الفينولات الكلية إلى (4.25 مغ/100 غ وزن جاف) للعينات المعاملة بمحلول السكروز 40% والمجففة بالهواء الساخن وغير المخزنة، وإلى (4.22 مغ/100 غ وزن جاف) للعينات المعاملة بمحلول السكروز 50% والمجففة بالهواء الساخن وغير المخزنة، وإلى (3.17 مغ/100 غ وزن جاف) للعينات المعاملة بمحلول السكروز 60% والمجففة باستخدام الهواء الساخن وغير المخزنة. كما انخفض المحتوى من الفينولات الكلية إلى (2.37 مغ/100 غ وزن جاف) للعينات المعاملة بمحلول السكروز 40% والمجففة بالطاقة الشمسية وغير المخزنة، وإلى (3.84 مغ/100 غ وزن جاف) للعينات المعاملة بمحلول السكروز 50% والمجففة بالطاقة الشمسية وغير المخزنة، وإلى (2.61 مغ/100 غ وزن جاف) للعينات المعاملة بمحلول السكروز 60% والمجففة باستخدام الطاقة الشمسية وغير المخزنة. وتجدر الإشارة إلى تفوق طريقة التجفيف باستخدام المشعات الكهربائية في المحافظة على الفينولات الكلية في العينات المعاملة بمحلول السكروز إذا كانت العينات غير مخزنة، حيث بلغ المحتوى من الفينولات الكلية (5.17 مغ/100 غ وزن جاف) لشرائح ثمار التفاح غير المخزنة والمعاملة بمحلول السكروز 40% والمجففة باستخدام المشعات الكهربائية مقارنة مع العينات المعاملة والمخزنة أو غير المخزنة. وتتوافق هذه النتائج مع (Henriquez et al., 2010).

وجاءت هذه النتائج متوافقة مع (Sultana et al., 2012) الذي أشار إلى أن انخفاض المحتوى من الفينولات الكلية في المنتجات المجففة عائد إلى التحطيم الأنزيمي، بالإضافة للتحطيم الحراري للمركبات المضادة للأكسدة (Senevirathne et al., 2009)، وهذا ما أكدته كل من (Chan et al., 2009) و (Garau et al., 2007) و (Vega-Galvez et al., 2009).

كما تُشير النتائج أيضاً إلى وجود تأثير معنوي للمعاملة بمحلول السكروز وطرائق التجفيف في محتوى شرائح ثمار التفاح من فيتامين C، حيث انخفضت كميتها في العينات المجففة والمخزنة لمدة ستة أشهر المعاملة أو غير المعاملة، مع الإشارة إلى عدم وجود تأثير معنوي لمدة التخزين ولطريقة التجفيف في محتوى شرائح ثمار التفاح من فيتامين C للعينات المعاملة بمحلول سكري أو غير المعاملة. كما أبدت العينات غير المخزنة والمعاملة بمحلول السكروز بتركيز 50% أو 60% والمجففة باستخدام الهواء الساخن زيادة ملحوظة في المحتوى من فيتامين C، حيث بلغ

محتوى العينات من فيتامين C (31.93 مغ/ 100 غ وزن جاف) للعينات الغير المخزنة والمعاملة بمحلول السكروز بتركيز 50% أو 60% والمجففة باستخدام الهواء الساخن، بينما بلغ المحتوى من فيتامين C (29.68 مغ/ 100 غ وزن جاف) للعينات الغير مخزنة والمعاملة بمحلول السكروز بتركيز 40% والمجففة باستخدام المشعات الكهربائية، و(27.60 مغ/ 100 غ وزن جاف) للعينات الغير مخزنة والمعاملة بمحلول السكروز بتركيز 50% والمجففة باستخدام المشعات الكهربائية، و(26.86 مغ/ 100 غ وزن جاف) للعينات الغير مخزنة والمعاملة بمحلول السكروز بتركيز 60% والمجففة باستخدام المشعات الكهربائية.

جدول (16): تأثير طريقة التجفيف ومدة التخزين والمعاملة بتراكيز متزايدة من السكروز في محتوى شرائح ثمار التفاح المجففة من المركبات الفعالة بيولوجياً والنشاط المضاد للأوكسدة.

النشاط المضاد للأوكسدة مقدراً بطريقة DPPH ك Inhibition %	فيتامين c (مغ/ 100 غ وزن جاف)	الفينولات الكلية (مغ/ 100 غ وزن جاف)	طريقة التجفيف	مدة التخزين (شهر)	تركيز المحلول السكري %	نوع المعاملة
0.69±82.07 ^l	0.37±23.14 ^h	0.08±9.40 ^p	مجفف بالطاقة الشمسية (البيت الزجاجي)	0	0	-
0.20±81.67 ^l	0.27±21.21 ^g	0.04±9.14 ^o	مجفف باستخدام الهواء الساخن			
0.11±86.19 ^m	0.09±9.76 ^c	0.01±8.44 ⁿ	مجفف باستخدام المشعات الكهربائية			
0.66±66.03 ^b	0.18±6.64 ^b	0.04±4.25 ^j	مجفف بالطاقة الشمسية (البيت الزجاجي)	6	0	-
0.75±73.75 ^{de}	0.10±6.64 ^b	0.02±4.83 ^l	مجفف باستخدام الهواء الساخن			
0.60±74.25 ^c	0.19±3.10 ^a	0.09±4.84 ^l	مجفف باستخدام المشعات الكهربائية			
0.82±59.07 ^a	0.51±21.62 ^g	0.08±2.37 ^c	مجفف بالطاقة الشمسية (البيت الزجاجي)	0	40	
0.64±79.02 ^{ji}	0.45±23.58 ^h	0.02±4.25 ^j	مجفف باستخدام الهواء الساخن			
0.12±78.42 ^{hi}	0.28±29.68 ^k	0.02±5.17 ^m	مجفف باستخدام المشعات الكهربائية			
0.15±78.12 ^h	0.17±6.49 ^b	0.03±1.94 ^b	مجفف بالطاقة الشمسية (البيت الزجاجي)	6	40	
0.46±75.65 ^f	0.38±7.23 ^c	0.19±4.43 ^k	مجفف باستخدام الهواء الساخن			
0.75±76.85 ^g	0.03±8.62 ^d	0.13±3.14 ^f	مجفف باستخدام المشعات الكهربائية			
0.37±76.95 ^g	0.56±20.09 ^f	0.27±3.84 ^h	مجفف بالطاقة الشمسية (البيت الزجاجي)	0	50	سكروز
0.47±79.12 ^{ji}	0.62±31.93 ^l	0.08±4.22 ^{ij}	مجفف باستخدام الهواء الساخن			
0.37±78.07 ^h	0.49±27.60 ^j	0.06±3.62 ^g	مجفف باستخدام المشعات الكهربائية			
0.15±70.94 ^c	0.34±6.41 ^b	0.01±1.13 ^a	مجفف بالطاقة الشمسية (البيت الزجاجي)	6	50	سكروز
0.15±80.17 ^k	0.25±9.65 ^e	0.00±2.71 ^d	مجفف باستخدام الهواء الساخن			
0.40±79.39 ^{jk}	0.29±8.57 ^d	0.19±3.74 ^{gh}	مجفف باستخدام المشعات الكهربائية			
0.37±76.95 ^g	0.16±19.81 ^f	0.15±2.61 ^d	مجفف بالطاقة الشمسية (البيت الزجاجي)	0	60	
0.15±79.03 ^{ji}	0.39±31.93 ^l	0.04±3.17 ^f	مجفف باستخدام الهواء الساخن			
0.37±77.88 ^h	0.14±26.86 ⁱ	0.07±4.08 ⁱ	مجفف باستخدام المشعات الكهربائية			
0.15±70.60 ^c	0.38±6.29 ^b	0.03±3.05 ^f	مجفف بالطاقة الشمسية (البيت الزجاجي)	6	60	
0.17±73.25 ^d	0.10±9.79 ^e	0.10±2.87 ^e	مجفف باستخدام الهواء الساخن			
0.75±78.34 ^{hi}	0.33±8.46 ^d	0.14±3.15 ^f	مجفف باستخدام المشعات الكهربائية			

تشير الأحرف المتشابهة ضمن العمود الواحد إلى عدم وجود فروق معنوية ($P > 0.05$) بين المتوسطات

كما أدت مدة التخزين إلى حدوث تغيرات في المحتوى من فيتامين C في العينات المختبرة، إذ لوحظ الأثر المعنوي الأكبر في خفض محتوى شرائح ثمار التفاح المجففة من فيتامين C للعينات المجففة باستخدام الطاقة الشمسية المعاملة أو غير المعاملة، تليها العينات المجففة بالمشعات الكهربائية ومن ثم العينات المجففة باستخدام الهواء الساخن، حيث انخفض المحتوى من فيتامين C إلى (8.46 مغ/100غ وزن جاف) لشرائح ثمار التفاح المعاملة بمحلول السكروز 60% والمجففة باستخدام المشعات الكهربائية، وإلى (7.23 مغ/100غ وزن جاف) لشرائح ثمار التفاح المعاملة بمحلول السكروز 40% والمجففة باستخدام الهواء الساخن، وإلى (6.29 مغ/100غ وزن جاف) لشرائح ثمار التفاح المعاملة بمحلول السكروز 60% والمجففة باستخدام الطاقة الشمسية والمخزنة لمدة ستة أشهر، وإلى (3.10 مغ/100غ وزن جاف) لشرائح ثمار التفاح الغير معاملة بمحلول السكروز والمجففة باستخدام المشعات الكهربائية. وتجدر الإشارة إلى الأثر المعنوي لمدة التخزين في خفض محتوى الثمار من فيتامين C في كافة العينات المدروسة، إذ انخفض محتوى الثمار من فيتامين C إلى أكثر من النصف في كافة العينات. وتتوافق هذه النتائج مع ماذكره (Mishra et al., 2009) بأن العينات المجففة شمسياً تمتلك محتوى منخفض من حمض الأسكوربيك. كما جاءت هذه النتائج متوافقة مع (Sokhansanj and Jayas., 2006).

من جهة أخرى أوضحت نتائج الجدول (16) وجود تأثير معنوي للمعاملة بمحلول السكروز ولطرائق التجفيف ومدة التخزين في النشاط المضاد للأكسدة لشرائح ثمار التفاح المجففة، حيث ازداد النشاط المضاد للأكسدة من (82.07%) لشرائح ثمار التفاح غير المخزنة وغير المعاملة والمجففة بالهواء الساخن أو باستخدام الطاقة الشمسية إلى (86.19%) للشرائح غير المخزنة وغير المعاملة والمجففة باستخدام مشعات كهربائية. كما أظهرت النتائج الأثر المعنوي للمعاملة بمحلول السكروز بتركيز 50% في المحافظة على النشاط المضاد للأكسدة مقارنة مع العينات المعاملة بمحلول السكروز بالتركيز 40% و 60% وذلك في طرائق التجفيف المختلفة للعينات المخزنة أو غير المخزنة، مع الإشارة إلى الأثر المعنوي لمدة التخزين في خفض النشاط المضاد للأكسدة في معظم العينات ورفعته في عينات أخرى، حيث انخفض النشاط المضاد للأكسدة من (76.95%) للعينات المعاملة بمحلول السكروز بتركيز 50% والمجففة باستخدام الطاقة الشمسية إلى (70.94%) للعينات المعاملة بمحلول السكروز بتركيز 50% والمجففة باستخدام الطاقة الشمسية والمخزنة لمدة ستة أشهر، بينما ارتفع النشاط المضاد للأكسدة من (79.12%) للعينات المعاملة بمحلول السكروز بتركيز 50% والمجففة باستخدام الهواء الساخن إلى (80.17%) للعينات المعاملة بمحلول السكروز بتركيز 50% والمجففة باستخدام الهواء الساخن والمخزنة

لمدة ستة أشهر، ومن (78.07%) للعينات المعاملة بمحلول السكرز بتركيز 50% والمجففة باستخدام المشعات الكهربائية إلى (79.39%) للعينات المعاملة بمحلول السكرز بتركيز 50% والمجففة باستخدام المشعات الكهربائية والمخزنة لمدة ستة أشهر.

كما وتجدر الإشارة إلى وجود تأثير معنوي للمعاملة بمحلول السكرز في خفض النشاط المضاد للأوكسدة ولاسيما في طريقة التجفيف بالطاقة الشمسية، حيث أبدت العينات المعاملة بمحلول السكرز بتركيز 40% والمجففة باستخدام الطاقة الشمسية وغير المخزنة انخفاضاً ملحوظاً بنشاطها المضاد للأوكسدة، حيث انخفض النشاط المضاد للأوكسدة إلى (59.07%) في شرائح التفاح المعاملة بمحلول السكرز بتركيز 40% والمجففة باستخدام الطاقة الشمسية وغير المخزنة، وإلى (66.03%) في شرائح التفاح غير المعاملة والمجففة باستخدام الطاقة الشمسية والمخزنة لمدة ستة أشهر، وإلى (70.60%) في شرائح التفاح المعاملة بمحلول السكرز بتركيز 60% والمجففة باستخدام الطاقة الشمسية والمخزنة لمدة ستة أشهر، وإلى (70.94%) في شرائح التفاح المعاملة بمحلول السكرز بتركيز 50% والمجففة باستخدام الطاقة الشمسية والمخزنة لمدة ستة أشهر. وجاءت هذه النتائج متوافقة مع (Lee et al., 2006) و (Chong et al., 2009).

كما تشير النتائج إلى الأثر المعنوي الأكبر لطريقة التجفيف بالمشعات الكهربائية في الحفاظ على المواد المضادة للأوكسدة إذا كانت العينات معاملة بمحلول السكرز أو غير معاملة ومخزنة أو غير مخزنة، حيث بلغ النشاط المضاد للأوكسدة (86.19%) للعينات الغير معاملة والمجففة وغير المخزنة و(79.39%) للعينات المعاملة بمحلول السكرز 50% والمجففة والمخزنة لمدة ستة أشهر.

4-3- نتائج تأثير طريقة التجفيف ومدة التخزين والمعاملة بتركيزات متزايدة من السكرز في مؤشرات اللون لشرائح ثمار التفاح المجففة:

يلاحظ من الجدول (17) وجود تأثير معنوي للمعاملة السكرية بمحلول السكرز ولطرائق التجفيف المختلفة في مؤشرات اللون لشرائح ثمار التفاح في معظم العينات، حيث أظهرت شرائح التفاح المعاملة بمحلول السكرز بتركيز (40%) والمجففة باستخدام الهواء الساخن القيم الأعلى للمؤشر L (Lightness) والقيم الأقل للمؤشر a (red colour)، بينما أظهرت شرائح التفاح غير المعاملة والمجففة باستخدام الطاقة الشمسية والمخزنة لمدة ستة أشهر القيم الأقل للمؤشر b (yellow colour)، وأظهرت شرائح التفاح المعاملة بالسكرز بتركيز (50%) والمجففة باستخدام المشعات الكهربائية القيم الأقل للمؤشر L، حيث بلغت قيمة المؤشر L (86.11) والمؤشر a (1.08) في عينات شرائح التفاح المعاملة بمحلول السكرز بتركيز (40%) والمجففة

باستخدام الهواء الساخن، بينما بلغت قيمة المؤشر b (19.79) في عينات شرائح التفاح غير المعاملة والمجففة باستخدام الطاقة الشمسية والمخزنة لمدة ستة أشهر، وبلغت قيمة L (65.04) لشرائح التفاح المعاملة بالسكروز بتركيز (50%) والمجففة باستخدام المشعات الكهربائية. وتتفق هذه النتائج مع نتائج (Wang and Chao., 2002) و (Askari *et al.*, 2008).
جدول (17): تأثير طريقة التجفيف ومدة التخزين والمعاملة بتركيز متزايدة من السكروز في مؤشرات اللون لشرائح ثمار التفاح المجففة.

المعاملة	مدة التخزين (شهر)	طريقة التجفيف	L*	a	b
-	0	مجفف بالطاقة الشمسية (البيت الزجاجي)	0.79±67.11 ^{ab}	0.28±12.41 ^m	0.46±23.79 ^b
		مجفف باستخدام الهواء الساخن	0.26±76.47 ^{hij}	0.31±5.42 ^{fghi}	0.39±29.69 ^{efghi}
		مجفف باستخدام المشعات الكهربائية	0.68±74.00 ^{efghi}	0.99±7.40 ^{kl}	0.94±26.15 ^{bcd}
	6	مجفف بالطاقة الشمسية (البيت الزجاجي)	0.79±77.11 ^j	0.28±11.11 ^m	0.46±19.79 ^a
		مجفف باستخدام الهواء الساخن	0.26±82.47 ^k	0.31±4.12 ^{bcdef}	0.39±25.69 ^{bcd}
		مجفف باستخدام المشعات الكهربائية	0.57±67.69 ^{abc}	0.20±7.31 ^{kl}	0.03±29.78 ^{efghi}
محلول السكروز %40	0	مجفف بالطاقة الشمسية (البيت الزجاجي)	0.77±82.79 ^{kl}	0.53±3.55 ^{bcde}	0.28±33.87 ^k
		مجفف باستخدام الهواء الساخن	0.79±86.11 ^l	0.48±1.08 ^a	0.15±33.64 ^k
		مجفف باستخدام المشعات الكهربائية	0.35±73.56 ^{efgh}	0.24±8.55 ^l	0.13±32.87 ^{ijk}
	6	مجفف بالطاقة الشمسية (البيت الزجاجي)	0.64±72.79 ^{defg}	0.68±6.55 ^{hijk}	0.28±27.87 ^{cdef}
		مجفف باستخدام الهواء الساخن	0.05±74.82 ^{fghi}	0.06±2.77 ^{abc}	0.64±30.12 ^{efghij}
		مجفف باستخدام المشعات الكهربائية	0.53±71.69 ^{def}	0.52±5.34 ^{efghi}	0.82±31.29 ^{ghijk}
محلول السكروز %50	0	مجفف بالطاقة الشمسية (البيت الزجاجي)	0.34±86.00 ^l	0.28±5.05 ^{efghi}	0.30±33.15 ^{jk}
		مجفف باستخدام الهواء الساخن	0.40±82.93 ^{kl}	0.31±3.12 ^{bcd}	0.76±34.06 ^k
		مجفف باستخدام المشعات الكهربائية	0.85±83.44 ^{kl}	0.60±4.59 ^{cdefg}	0.36±39.12 ^l
	6	مجفف بالطاقة الشمسية (البيت الزجاجي)	0.08±70.73 ^{cde}	0.89±6.17 ^{ghij}	0.28±30.86 ^{fghijk}
		مجفف باستخدام الهواء الساخن	0.04±74.08 ^{efghi}	0.10±4.92 ^{defgh}	0.06±32.20 ^{hijk}
		مجفف باستخدام المشعات الكهربائية	0.61±65.04 ^a	0.37±6.88 ^{ijkl}	0.47±29.46 ^{efghi}
محلول السكروز %60	0	مجفف بالطاقة الشمسية (البيت الزجاجي)	0.55±78.81 ^j	0.61±10.73 ^m	0.98±25.04 ^{bcd}
		مجفف باستخدام الهواء الساخن	0.29±75.42 ^{ghij}	0.85±2.70 ^{ab}	0.95±32.58 ^{ijk}
		مجفف باستخدام المشعات الكهربائية	0.86±75.79 ^{ghij}	0.76±8.03 ^{kl}	0.90±27.57 ^{cde}
	6	مجفف بالطاقة الشمسية (البيت الزجاجي)	0.25±67.01 ^{ab}	0.29±8.55 ^l	0.38±25.76 ^{bcd}
		مجفف باستخدام الهواء الساخن	0.65±71.35 ^{def}	0.25±4.13 ^{bcdef}	0.53±30.12 ^{efghij}
		مجفف باستخدام المشعات الكهربائية	0.37±70.00 ^{cde}	0.08±7.35 ^{ijkl}	0.13±28.92 ^{defg}

تشير الأحرف المتشابهة ضمن العمود الواحد إلى عدم وجود فروق معنوية (P>0.05) بين المتوسطات

L* (Lightness)، a (red colour)، و b (yellow colour)

كما بينت نتائج التحليل الإحصائي وجود تأثير معنوي لطريقة التجفيف والمعاملة بمحلول السكروز ومدة التخزين في خفض قيمة المؤشر L، إذ انخفضت قيمة المؤشر L من (71.69) للشرائح المعاملة بمحلول السكروز بتركيز (40%) والمجففة باستخدام المشعات الكهربائية

والمخزنة لمدة ستة أشهر، إلى (67.11) للشرائح غير المعاملة والمجففة باستخدام الطاقة الشمسية، وإلى (67.01) للشرائح المعاملة بتركيز (60%) والمجففة باستخدام الطاقة الشمسية (البيت الزجاجي)، وإلى (65.04) للشرائح المعاملة بمحلول السكروز بتركيز (50%) والمجففة باستخدام المشعات الكهربائية والمخزنة لمدة ستة أشهر. كما أظهرت النتائج الأثر المعنوي الأكبر للمعاملة بمحلول السكروز ولمدة التخزين في خفض قيمة المؤشر L ، حيث انخفضت قيمة المؤشر L من (71.35) للشرائح المعاملة بمحلول السكروز 60% والمجففة باستخدام الهواء الساخن والمخزنة لمدة ستة أشهر، إلى (70) للشرائح المعاملة بمحلول السكروز 60% والمجففة باستخدام المشعات الكهربائية والمخزنة لمدة ستة أشهر، وإلى (67.01) للشرائح المعاملة بمحلول السكروز 60% والمجففة باستخدام الطاقة الشمسية (البيت الزجاجي) والمخزنة لمدة ستة أشهر. كما أظهرت النتائج الأثر المعنوي الأكبر للمعاملة بمحلول السكروز في خفض قيمة المؤشر L ، حيث انخفضت قيمة المؤشر L من (86.11) للشرائح المعاملة بمحلول السكروز 40% والمجففة باستخدام الهواء الساخن وغير المخزنة إلى (82.93) للشرائح المعاملة بمحلول السكروز 50% والمجففة باستخدام الهواء الساخن وغير المخزنة، وإلى (75.42) للشرائح المعاملة بمحلول السكروز 60% والمجففة باستخدام الهواء الساخن وغير المخزنة.

وتشير نتائج التحليل الإحصائي إلى عدم وجود تأثير معنوي لمدة التخزين في قيمة المؤشر a ضمن طريقة التجفيف الواحدة وبين المعاملات في بعض العينات، كما نلاحظ وجود تأثير معنوي للمعاملة بمحلول السكروز ولطريقة التجفيف في قيمة المؤشر a ، إذ ازدادت قيمة a من (1.08) في العينات المعاملة بمحلول السكروز بتركيز 40% والمجففة بالهواء الساخن وغير المخزنة إلى (12.41) في العينات غير المعاملة والمجففة بالطاقة الشمسية وغير المخزنة، بينما انخفضت من (8.55) في العينات المعاملة بمحلول السكروز بتركيز 40% والمجففة بالمشعات الكهربائية وغير المخزنة إلى (8.03) في العينات المعاملة بمحلول السكروز بتركيز 60% والمجففة بالمشعات الكهربائية وغير المخزنة، وإلى (7.40) في العينات غير المعاملة والمجففة باستخدام المشعات الكهربائية وغير المخزنة، وإلى (6.88) في العينات المعاملة بمحلول السكروز بتركيز 50% والمجففة بالمشعات الكهربائية والمخزنة لمدة ستة أشهر، ومن (12.41) في العينات غير المعاملة والمجففة باستخدام الطاقة الشمسية وغير المخزنة إلى (5.05) في العينات المعاملة بمحلول السكروز بتركيز 40% والمجففة باستخدام الطاقة الشمسية وغير المخزنة، وإلى (3.55) في العينات المعاملة بمحلول السكروز بتركيز 50% والمجففة باستخدام الطاقة الشمسية وغير المخزنة.

كما أظهرت نتائج الجدول (17) عدم وجود أي تأثير معنوي للمعاملة بمحلول السكرز ولمدة التخزين في قيمة المؤشر b في بعض العينات المعاملة أو غير المعاملة ولا سيما إذا كانت العينات مجففة باستخدام المشعات الكهربائية. مع الإشارة إلى وجود تأثير معنوي للمعاملة ولطريقة التجفيف في قيمة b، إذ ازدادت قيمة المؤشر b من (19.79) لشرائح ثمار التفاح الغير معاملة والمجففة بالطاقة الشمسية (البيت الزجاجي) والمخزنة لمدة ستة أشهر إلى (30.12) لشرائح ثمار التفاح المعاملة بمحلول السكرز بتركيز 60% والمجففة باستخدام الهواء الساخن والمخزنة لمدة ستة أشهر، وإلى (31.29) لشرائح ثمار التفاح المعاملة بمحلول السكرز بتركيز 40% والمجففة باستخدام المشعات الكهربائية والمخزنة لمدة ستة أشهر، وإلى (32.20) لشرائح ثمار التفاح المعاملة بمحلول السكرز بتركيز 50% والمجففة باستخدام الهواء الساخن والمخزنة لمدة ستة أشهر، بينما ارتفعت قيمة المؤشر b في العينات غير المخزنة والمعاملة بمحلول السكرز إلى (32.58) لشرائح ثمار التفاح المعاملة بمحلول السكرز بتركيز 60% والمجففة باستخدام الهواء الساخن وغير المخزنة، وإلى (33.87) لشرائح ثمار التفاح المعاملة بمحلول السكرز بتركيز 40% والمجففة بالطاقة الشمسية وغير المخزنة، وإلى (39.12) لشرائح ثمار التفاح المعاملة بمحلول السكرز بتركيز 50% والمجففة باستخدام المشعات الكهربائية وغير المخزنة. ويعود هذا إلى تأثير الاسمرار اللاإنزيمي في التفاح المجفف. وجاءت هذه النتائج متوافقة مع نتائج (Askari et al., 2008)، والذي أشار إلى أن اللون الداكن لشرائح التفاح المجففة عائد بشكل رئيسي إلى الاسمرار الغير أنزيمي وهذا يعطي قيم منخفضة للمؤشر L، والقيم الأعلى للمؤشر a و b.

4-1-4- نتائج تأثير طرائق التجفيف في مدة تجفيف شرائح ثمار التفاح:

جدول (18): تأثير طرائق التجفيف في مدة تجفيف شرائح ثمار التفاح.

طريقة التجفيف	زمن التجفيف / ساعة
مجفف بالطاقة الشمسية (البيت الزجاجي)	12.00±330.00 ^c
مجفف باستخدام الهواء الساخن	0.50±17.00 ^a
مجفف باستخدام المشعات الكهربائية	0.50±12.63 ^a

تشير الأحرف المتشابهة ضمن العمود الواحد إلى عدم وجود فروق معنوية ($P > 0.05$) بين المتوسطات زمن التجفيف: متوسط الزمن اللازم لتجفيف العينات المعاملة بالسكرز والعينات غير المعاملة

أظهرت نتائج الجدول (18) أهمية طريقة التجفيف في خفض الزمن اللازم لعملية تجفيف شرائح التفاح، حيث كان للعينات المجففة باستخدام المشعات الكهربائية الأثر المعنوي الأكبر في خفض الزمن اللازم لعملية التجفيف مقارنة مع العينات المجففة باستخدام الطاقة الشمسية، حيث بلغ الزمن اللازم لتجفيف شرائح ثمار التفاح المجففة باستخدام المشعات الكهربائية (12.63) ساعة، بينما تطلبت شرائح ثمار التفاح المجففة باستخدام الطاقة الشمسية وقتاً أطول حتى تجف إلى نفس المحتوى الرطوبي تقريباً حيث بلغ الزمن اللازم لتجفيف شرائح ثمار التفاح المجففة باستخدام الطاقة الشمسية (330) ساعة. وتتفق هذه النتائج مع نتائج (Dikbasan., 2007) و(Changrue., 2006).

كما تجدر الإشارة إلى وجود تأثير غير معنوي لطريقة التجفيف في خفض الزمن اللازم لعملية التجفيف إذا كانت العينات مجففة باستخدام الهواء الساخن أو باستخدام المشعات الكهربائية، حيث انخفض الزمن اللازم لعملية التجفيف إلى (17) ساعة لتجفيف شرائح ثمار التفاح باستخدام الهواء الساخن. وتتوافق هذه النتائج مع نتائج (Zbicinski *et al.*, 1992). ومن خلال مقارنة نتائج الجدول (18) يتبين لنا تفوق طريقة التجفيف باستخدام المشعات الكهربائية في خفض الزمن اللازم لإتمام عملية التجفيف.

5- نتائج تأثير المعاملة بمحلول الغلوكوز في شرائح ثمار التفاح المعدة للتجفيف:

تمت دراسة تأثير المعاملة بتركيز متزايدة من محلول الغلوكوز (40، 50، 60%) ولمدة زمنية (ساعتين) في بعض المؤشرات الكيميائية والمركبات الفعالة بيولوجياً لشرائح ثمار التفاح الطازجة والمجففة بطرائق تجفيف مختلفة (التجفيف باستخدام المشعات الكهربائية، التجفيف الحراري والتجفيف باستخدام الطاقة الشمسية) والمخزنة لمدة ستة أشهر من تاريخ التصنيع.

5-1- نتائج تأثير طريقة التجفيف ومدة التخزين والمعاملة بتركيز متزايدة من الغلوكوز في بعض المؤشرات الكيميائية لشرائح ثمار التفاح المجففة:

أظهرت نتائج التحليل الإحصائي جدول (19) وجود تأثير معنوي لطرائق التجفيف وللمعاملة السكرية بمحلول الغلوكوز بتركيز مختلفة (0، 40، 50، 60%) في كافة المؤشرات الكيميائية المدروسة في معظم العينات، حيث تفوقت العينات غير المعاملة بمحلول الغلوكوز والمجففة باستخدام الطاقة الشمسية والمخزنة لمدة ستة أشهر في رفع المحتوى من الجوامد الكلية إلى (92.90%)، بينما أدت طريقة التجفيف بالهواء الساخن والعينات غير المعاملة إلى خفض المحتوى من الجوامد الكلية بعد التخزين لمدة ستة أشهر إلى (88.95%). وجاءت هذه النتائج متوافقة مع (Ispir and Togrul., 2009) و (Lewicki and Lukaszuk., 2000).

مع الإشارة إلى عدم وجود تأثير معنوي لطريقة التجفيف وللمعاملة بمحلول الغلوكوز في النسبة المئوية للجوامد الكلية في بعض العينات. كما بينت النتائج وجود تأثير معنوي لمدة التخزين في كافة المؤشرات الكيميائية المدروسة لشرائح ثمار التفاح المعاملة أو غير المعاملة، حيث كان لمدة التخزين الأثر الواضح في رفع رقم الـ pH وخفض النسبة المئوية للحموضة والنسبة المئوية للرماد، إذ بلغ رقم الـ pH (6.01) للعينات المعاملة المجففة بالهواء الساخن والمخزنة لمدة (6) أشهر إذا كانت العينات معاملة بمحلول الغلوكوز بتركيز 50%، بينما كان للمعاملة بمحلول الغلوكوز ولطريقة التجفيف باستخدام المشعات الكهربائية الأثر الأكبر في خفض النسبة المئوية للرماد والنسبة المئوية للحموضة، حيث انخفضت النسبة المئوية للحموضة إلى (0.24%)، والنسبة المئوية للرماد إلى (1.30%) في العينات المعاملة بمحلول الغلوكوز بتركيز 60% والمجففة باستخدام المشعات الكهربائية وغير المخزنة. وتجدر الإشارة إلى عدم وجود تأثير معنوي لطريقة التجفيف باستخدام الهواء الساخن والتجفيف باستخدام المشعات الكهربائية في المحتوى من الجوامد الكلية للعينات المعاملة بمحلول الغلوكوز بتركيز 50% والعينات المعاملة

بمحلول الجلوكوز بتركيز 60% والمجففة باستخدام الهواء الساخن أو باستخدام المشعات الكهربائية إذا كانت العينات غير مخزنة.

جدول (19): تأثير طريقة التجفيف ومدة التخزين والمعاملة بتركيزات متزايدة من الجلوكوز في بعض المؤشرات الكيميائية لشرائح ثمار التفاح المجففة.

نوع المعاملة	تركيز المحلول السكري %	مدة التخزين (شهر)	طريقة التجفيف	الجوامد الكلية %	pH	الحموضة (حمض مائلي) %	الرماد %	السكريات الكلية (غ/100 غ جاف)
-	0	0	الطاقة الشمسية	0.40±90.00 ^b	0.20±1.34 ^k	0.02±4.68 ^d	0.22±2.40 ^{ef}	3.65±53.64 ^{bcd}
			الهواء الساخن	0.40±90.50 ^{cd}	0.20±1.07 ^{hij}	0.01±4.71 ^e	0.22±2.34 ^{def}	3.62±56.62 ^{de}
			المشعات الكهربائية	0.40±91.20 ^{ghi}	0.20±1.30 ^{jk}	0.02±4.72 ^e	0.22±3.20 ^h	3.57±59.97 ^{ef}
		6	الطاقة الشمسية	0.10±92.90 ⁿ	0.05±1.05 ^{ghi}	0.01±4.51 ^b	0.05±1.55 ^a	0.61±67.28 ^{hijk}
			الهواء الساخن	0.05±88.95 ^a	0.05±0.85 ^{fgh}	0.02±5.43 ^j	0.10±2.70 ^g	1.32±50.36 ^{ab}
			المشعات الكهربائية	0.10±91.10 ^{fgh}	0.05±0.55 ^{cd}	0.03±4.83 ^g	0.10±2.50 ^{fg}	0.99±49.45 ^a
غلوكوز	40	0	الطاقة الشمسية	0.40±90.80 ^{defg}	0.20±0.38 ^{abc}	0.03±4.88 ^h	0.22±2.10 ^{bcd}	3.52±75.21 ^{mn}
			الهواء الساخن	0.40±91.20 ^{ghi}	0.20±0.50 ^{bcd}	0.03±4.63 ^c	0.22±2.08 ^{bcd}	3.51±74.22 ^{lmn}
			المشعات الكهربائية	0.40±91.80 ^{jk}	0.20±0.92 ^{ghi}	0.02±4.43 ^a	0.22±2.30 ^{def}	3.59±51.84 ^{abc}
		6	الطاقة الشمسية	0.10±90.70 ^{cdef}	0.05±0.45 ^{abcd}	0.02±5.89 ^m	0.10±2.10 ^{bcd}	1.30±75.86 ⁿ
			الهواء الساخن	0.10±90.40 ^{bc}	0.04±0.51 ^{bcd}	0.02±5.28 ⁱ	0.05±1.55 ^a	1.35±66.10 ^{hij}
			المشعات الكهربائية	0.10±91.10 ^{fgh}	0.04±0.44 ^{abcd}	0.02±5.28 ⁱ	0.05±1.55 ^a	1.84±76.73 ⁿ
		0	الطاقة الشمسية	0.40±90.60 ^{cde}	0.20±0.60 ^{def}	0.01±5.89 ^m	0.22±2.10 ^{bcd}	3.61±56.56 ^{de}
			الهواء الساخن	0.40±92.70 ^{mn}	0.20±0.40 ^{abc}	0.02±5.02 ⁱ	0.22±2.20 ^{cde}	3.46±73.67 ^{lmn}
			المشعات الكهربائية	0.40±92.50 ^{lmn}	0.20±0.60 ^{def}	0.02±5.73 ^k	0.22±1.30 ^a	3.56±51.56 ^{abc}
		6	الطاقة الشمسية	0.15±89.95 ^b	0.05±0.55 ^{cd}	0.02±5.82 ^l	0.05±1.55 ^a	1.60±60.65 ^{efg}
			الهواء الساخن	0.20±91.80 ^{jk}	0.03±0.38 ^{abc}	0.01±6.01 ⁿ	0.05±1.55 ^a	1.57±70.05 ^{jkl}
			المشعات الكهربائية	0.10±92.10 ^{kl}	0.05±0.55 ^{cd}	0.01±4.89 ^h	0.05±2.25 ^{cdef}	1.22±73.56 ^{lmn}
60	60	0	الطاقة الشمسية	0.40±91.60 ^{ij}	0.20±0.40 ^{abc}	0.02±5.02 ⁱ	0.22±2.00 ^{bc}	2.41±64.68 ^{ghi}
			الهواء الساخن	0.40±92.30 ^{lm}	0.20±0.30 ^{ab}	0.01±4.89 ^h	0.22±1.90 ^b	3.52±63.48 ^{fgh}
			المشعات الكهربائية	0.40±92.30 ^{lm}	0.20±0.24 ^a	0.02±5.28 ⁱ	0.22±2.00 ^{bc}	2.08±54.44 ^{cd}
		6	الطاقة الشمسية	0.10±91.60 ^{ij}	0.05±0.65 ^{def}	0.01±4.79 ^f	0.10±2.30 ^{def}	1.61±75.44 ⁿ
			الهواء الساخن	0.10±91.30 ^{hi}	0.03±0.41 ^{abcd}	0.02±5.73 ^k	0.05±1.55 ^a	2.05±68.90 ^{ijk}
			المشعات الكهربائية	0.10±90.60 ^{cde}	0.05±0.55 ^{cd}	0.01±5.01 ⁱ	0.15±2.25 ^{cdef}	1.51±70.97 ^{klm}

تشير الأحرف المتشابهة ضمن العمود الواحد إلى عدم وجود فروق معنوية ($P > 0.05$) بين المتوسطات

كما تُشير النتائج إلى وجود تأثير معنوي لطريقة التجفيف في ارتفاع النسبة المئوية للحموضة والنسبة المئوية للرماد وخفض رقم الـ pH وذلك عند مستوى معنوية ($P > 0.05$)، وظهر الأثر الأكبر في زيادة النسبة المئوية للحموضة في عينات شرائح التفاح غير المخزنة وغير المعاملة

بمحلول الغلوكوز والمجففة باستخدام الطاقة الشمسية، حيث ارتفعت نسبة الحموضة إلى (1.34%)، بينما كان للعينات غير المخزنة وغير المعاملة بمحلول الغلوكوز والمجففة باستخدام المشعات الكهربائية الأثر الأكبر في زيادة النسبة المئوية للرماد والتي بلغت (3.20%).

ومن خلال مقارنة نتائج التحليل الإحصائي الجدول (19) تبين وجود تأثير معنوي للمعاملة في محتوى شرائح التفاح من السكريات الكلية في معظم العينات، حيث لوحظ تفوق شرائح التفاح المعاملة بمحلول الغلوكوز بتركيز 40% في المحتوى من السكريات الكلية، مع وجود تأثير معنوي للعينات غير المعاملة بمحلول الغلوكوز في خفض محتوى الشرائح من السكريات الكلية، وتجلّى الأثر الأكبر في شرائح ثمار التفاح المجففة باستخدام المشعات الكهربائية، حيث انخفض محتوى الشرائح من السكريات الكلية إلى (49.45 غ/100 غ وزن جاف) للشرائح المجففة وغير المعاملة والمجففة بالطاقة الشمسية والمخزنة لمدة ستة أشهر، وارتفع إلى (76.73 غ/100 غ وزن جاف) في العينات غير المعاملة والمجففة باستخدام المشعات الكهربائية والمخزنة لمدة ستة أشهر. وتجدر الإشارة إلى الأثر المعنوي لمدة التخزين في خفض محتوى بعض العينات من السكريات الكلية حيث أبدت العينات غير المعاملة والمخزنة والمجففة بالهواء الساخن أو بالمشعات الكهربائية والعينات المعاملة بمحلول الغلوكوز بتركيز 50% أو 40% والمجففة باستخدام الهواء الساخن والمخزنة لمدة (6) أشهر انخفاضاً ملحوظاً في المحتوى من السكريات الكلية، حيث انخفض المحتوى من السكريات الكلية من (67.28 غ/100 غ وزن جاف) للعينات غير المعاملة والمخزنة والمجففة بالطاقة الشمسية إلى (50.36 غ/100 غ وزن جاف) للعينات غير المعاملة والمخزنة والمجففة بالهواء الساخن، وإلى (49.45 غ/100 غ وزن جاف) للعينات غير المعاملة والمخزنة والمجففة بالمشعات الكهربائية، كما انخفض المحتوى من السكريات الكلية إلى (66.10 غ/100 غ وزن جاف) للعينات المعاملة بمحلول الغلوكوز 40% والمخزنة والمجففة بالهواء الساخن، وإلى (70.05 غ/100 غ وزن جاف) للعينات المعاملة بمحلول الغلوكوز 50% والمخزنة والمجففة باستخدام الهواء الساخن. وتتفق هذه النتائج مع (Di Scala and Crapiste., 2008) و (Femenia., 2007).

كما تجدر الإشارة إلى الأثر المعنوي للمعاملة بمحلول الغلوكوز في رفع محتوى معظم العينات المجففة بطرائق التجفيف المختلفة من السكريات الكلية للعينات المخزنة وغير المخزنة، حيث ارتفع محتوى العينات من السكريات الكلية إلى (73.56 غ/100 غ وزن جاف) للعينات المعاملة بمحلول الغلوكوز بتركيز 50% والمجففة بالمشعات الكهربائية والمخزنة لمدة ستة أشهر، وإلى (75.44 غ/100 غ وزن جاف) للعينات المعاملة بمحلول الغلوكوز 60% والمجففة بالطاقة

الشمسية، وإلى (75.86 غ/100 غ وزن جاف) للعينات المعاملة بمحلول الجلوكوز 40% والمجففة بالطاقة الشمسية، وإلى (76.73 غ/100 غ وزن جاف) للعينات المعاملة بمحلول الجلوكوز 40% والمجففة بالمشعات الكهربائية والمخزنة مدة ستة أشهر. مع الإشارة إلى عدم وجود تأثير معنوي لطريقة التجفيف في محتوى العينات من السكريات الكلية ضمن المعاملة الواحدة في معظم العينات.

5-2- نتائج تأثير طريقة التجفيف ومدة التخزين والمعاملة بتركيزات متزايدة من الجلوكوز في

محتوى شرائح ثمار التفاح المجففة من المركبات الفعالة بيولوجياً والنشاط المضاد للأكسدة:

يُلاحظ من الجدول (20) وجود تأثير معنوي للمعاملة بمحلول الجلوكوز ولطرائق التجفيف المختلفة ولمدة التخزين في محتوى شرائح ثمار التفاح من الفينولات الكلية، حيث أدت المعاملة وطرائق التجفيف والتخزين لمدة ستة أشهر إلى فقد في المحتوى من الفينولات الكلية في كافة العينات، ولوحظ الأثر المعنوي الأكبر في خفض محتوى شرائح التفاح المجففة من الفينولات الكلية في العينات المجففة باستخدام الطاقة الشمسية في البيت الزجاجي والمعاملة بمحلول الجلوكوز 40% والمخزنة لمدة ستة أشهر، حيث انخفض المحتوى من الفينولات الكلية من (9.40 مغ/100 غ وزن جاف) للعينات غير المعاملة والمجففة باستخدام الطاقة الشمسية وغير المخزنة إلى (6.81 مغ/100 غ وزن جاف) للعينات المعاملة بمحلول الجلوكوز 50% والمجففة باستخدام الطاقة الشمسية والمخزنة لمدة ستة أشهر، وإلى (4.25 مغ/100 غ وزن جاف) للعينات غير المعاملة والمجففة باستخدام الطاقة الشمسية والمخزنة لمدة ستة أشهر، وإلى (3.23 مغ/100 غ وزن جاف) للعينات المعاملة بمحلول الجلوكوز 60% والمجففة باستخدام الطاقة الشمسية والمخزنة لمدة ستة أشهر، وإلى (1.32 مغ/100 غ وزن جاف) للعينات المعاملة بمحلول السكر 40% والمجففة باستخدام الطاقة الشمسية والمخزنة لمدة ستة أشهر. كما تجدر الإشارة إلى تفوق العينات المجففة بطرائق التجفيف المختلفة وغير المخزنة وغير المعاملة في المحافظة على المحتوى من الفينولات الكلية، حيث بلغ المحتوى من الفينولات الكلية (8.44 مغ/100 غ وزن جاف) لشرائح ثمار التفاح غير المعاملة والمجففة بالمشعات الكهربائية وغير المخزنة، و(9.14 مغ/100 غ وزن جاف) لشرائح ثمار التفاح غير المعاملة والمجففة باستخدام الهواء الساخن وغير المخزنة، و(9.40 مغ/100 غ وزن جاف) لشرائح ثمار التفاح غير المعاملة والمجففة باستخدام الطاقة الشمسية وغير المخزنة. كما يلاحظ وجود تأثير غير معنوي لطريقة التجفيف في المحتوى من الفينولات الكلية في بعض العينات.

وتجدر الإشارة إلى وجود تأثير معنوي للمعاملة السكرية بمحلول الغلوكوز ولمدة التخزين في خفض المحتوى من الفينولات الكلية في كافة شرائح ثمار التفاح المجففة ولاسيما باستخدام المشعات الكهربائية أو باستخدام الهواء الساخن، إذ انخفض المحتوى من الفينولات الكلية إلى (6.76 مغ/100 غ وزن جاف) للعينات المعاملة بمحلول الغلوكوز 40% والمجففة باستخدام المشعات الكهربائية وغير المخزنة، وإلى (6.15 مغ/100 غ وزن جاف) للعينات المعاملة بمحلول الغلوكوز 40% والمجففة بالهواء الساخن وغير المخزنة، وإلى (3.91 مغ/100 غ وزن جاف) للعينات المعاملة بمحلول الغلوكوز 50% والمجففة باستخدام المشعات الكهربائية وغير المخزنة، وإلى (3.51 مغ/100 غ وزن جاف) للعينات المعاملة بمحلول الغلوكوز 50% والمجففة باستخدام الهواء الساخن وغير المخزنة، وإلى (3.31 مغ/100 غ وزن جاف) للعينات المعاملة بمحلول الغلوكوز 60% والمجففة باستخدام المشعات الكهربائية وغير المخزنة، وإلى (3.14 مغ/100 غ وزن جاف) للعينات المعاملة بمحلول الغلوكوز 60% والمجففة باستخدام المشعات الكهربائية وغير المخزنة. كما انخفض المحتوى من الفينولات الكلية إلى (6.81 مغ/100 غ وزن جاف) للعينات المعاملة بمحلول الغلوكوز 50% والمجففة بالطاقة الشمسية وغير المخزنة، وإلى (3.84 مغ/100 غ وزن جاف) للعينات المعاملة بمحلول الغلوكوز 50% والمجففة باستخدام الطاقة الشمسية والمخزنة، وإلى (1.32 مغ/100 غ وزن جاف) للعينات المعاملة بمحلول الغلوكوز 40% والمجففة باستخدام الطاقة الشمسية والمخزنة. وتجدر الإشارة إلى تفوق طريقة التجفيف باستخدام المشعات الكهربائية في المحافظة على الفينولات الكلية في العينات غير المعاملة وفي العينات المعاملة بمحلول الغلوكوز بتركيز 50% أو 60% إذا كانت العينات مخزنة، بينما كان لطريقة التجفيف بالطاقة الشمسية الأثر المعنوي الأكبر في المحافظة على الفينولات الكلية في العينات غير المعاملة والعينات المعاملة بمحلول الغلوكوز بتركيز 40% أو 60% وغير المخزنة. وجاءت هذه النتائج متوافقة مع (Senevirathne et al., 2009) و (Sultana et al., 2012) و (Henriquez et al., 2010) و (Chong et al., 2009).

كما تُشير النتائج أيضاً إلى وجود تأثير معنوي للمعاملة بمحلول الغلوكوز وطرائق التجفيف في محتوى شرائح ثمار التفاح من فيتامين C، حيث انخفضت كميتها في العينات المجففة والمخزنة لمدة ستة أشهر والمعاملة بمحلول الغلوكوز أو غير المعاملة، مع الإشارة إلى عدم وجود تأثير معنوي لطريقة التجفيف في محتوى شرائح ثمار التفاح من فيتامين C سواء أكانت العينات مجففة بالهواء الساخن أو باستخدام المشعات الكهربائية إذا كانت العينات معاملة بمحلول الغلوكوز بتركيز 40% أو 50%.

جدول (20): تأثير طريقة التجفيف ومدة التخزين والمعاملة بتركيز متزايدة من الغلوكون في محتوى شرائح ثمار التفاح المجففة من المركبات الفعالة بيولوجياً والنشاط المضاد للأكسدة.

نوع المعاملة	تركيز المحلول السكري %	مدة التخزين (شهر)	طريقة التجفيف	الفينولات الكلية (مغ/100 غ وزن جاف)	فيتامين C (مغ/100 غ وزن جاف)	النشاط المضاد للأكسدة مقدراً بطريقة DPPH ك Inhibition %
-	0	0	مجفف بالطاقة الشمسية (البيت الزجاجي)	0.08±9.40 ^f	0.37±23.14 ^p	0.69±82.07 ^j
			مجفف باستخدام الهواء الساخن	0.04±9.14 ^q	0.27±21.21 ⁿ	0.20±81.67 ^j
			مجفف باستخدام المشعات الكهربائية	0.01±8.44 ^p	0.09±9.76 ^h	0.11±86.19 ^j
		6	مجفف بالطاقة الشمسية (البيت الزجاجي)	0.04±4.25 ^k	0.18±6.64 ^{ef}	0.66±66.03 ^a
			مجفف باستخدام الهواء الساخن	0.02±4.83 ^l	0.10±6.64 ^{ef}	0.75±73.75 ^{def}
			مجفف باستخدام المشعات الكهربائية	0.09±4.84 ^l	0.19±3.10 ^a	0.60±74.25 ^f
غلوكون	40	0	مجفف بالطاقة الشمسية (البيت الزجاجي)	0.23±7.06 ^o	0.60±20.38 ^m	0.37±73.98 ^{def}
			مجفف باستخدام الهواء الساخن	0.02±6.15 ^m	0.29±25.44 ^q	0.42±71.06 ^b
			مجفف باستخدام المشعات الكهربائية	0.02±6.76 ⁿ	0.24±25.22 ^q	0.37±79.18 ^b
		6	مجفف بالطاقة الشمسية (البيت الزجاجي)	0.03±1.32 ^a	0.17±6.45 ^{ef}	0.15±71.97 ^c
			مجفف باستخدام الهواء الساخن	0.01±2.27 ^d	0.08±7.67 ^g	0.15±84.79 ^k
			مجفف باستخدام المشعات الكهربائية	0.02±2.03 ^c	0.08±7.61 ^g	1.50±73.35 ^{de}
	50	0	مجفف بالطاقة الشمسية (البيت الزجاجي)	0.03±1.81 ^b	0.18±19.66 ^l	0.37±80.48 ⁱ
			مجفف باستخدام الهواء الساخن	0.13±3.51 ⁱ	0.38±22.23 ^o	0.19±79.74 ^{hi}
			مجفف باستخدام المشعات الكهربائية	0.02±3.19 ^{gh}	0.38±22.28 ^o	0.37±73.23 ^d
		6	مجفف بالطاقة الشمسية (البيت الزجاجي)	0.02±6.81 ⁿ	0.41±6.27 ^e	0.17±74.13 ^{ef}
			مجفف باستخدام الهواء الساخن	0.13±4.03 ^j	0.25±6.84 ^f	0.40±81.47 ^j
			مجفف باستخدام المشعات الكهربائية	0.04±2.95 ^f	0.24±6.82 ^f	0.15±84.33 ^k
	60	0	مجفف بالطاقة الشمسية (البيت الزجاجي)	0.13±4.36 ^k	0.25±13.37 ⁱ	0.49±84.76 ^k
			مجفف باستخدام الهواء الساخن	0.18±3.14 ^g	0.14±17.39 ^k	0.37±76.58 ^g
			مجفف باستخدام المشعات الكهربائية	0.00±3.31 ^h	0.19±15.38 ^l	0.37±79.18 ^h
		6	مجفف بالطاقة الشمسية (البيت الزجاجي)	0.09±3.23 ^{gh}	0.22±4.15 ^b	0.65±80.43 ⁱ
			مجفف باستخدام الهواء الساخن	0.01±2.44 ^c	0.13±5.35 ^d	0.39±84.53 ^k
			مجفف باستخدام المشعات الكهربائية	0.15±2.18 ^d	0.17±4.80 ^c	0.15±84.33 ^k

تشير الأحرف المتشابهة ضمن العمود الواحد إلى عدم وجود فروق معنوية ($P > 0.05$) بين المتوسطات

كما أبدت العينات غير المخزنة والمعاملة بمحلول الغلوكون بتركيز 40% والمجففة باستخدام الهواء الساخن أو باستخدام المشعات الكهربائية زيادة ملحوظة في المحتوى من فيتامين C، حيث بلغ محتوى العينات من فيتامين C (25.44 مغ/ 100 غ وزن جاف) للعينات غير المخزنة والمعاملة بمحلول الغلوكون بتركيز 40% والمجففة باستخدام الهواء الساخن، و(25.22 مغ/ 100 غ وزن جاف) للعينات غير المخزنة والمعاملة بمحلول الغلوكون بتركيز 40% والمجففة باستخدام المشعات الكهربائية، بينما بلغ المحتوى من فيتامين C (20.38 مغ/ 100 غ وزن جاف) للعينات غير المخزنة والمعاملة بمحلول الغلوكون بتركيز 40% والمجففة باستخدام الطاقة

الشمسية، و(22.28 مغ/ 100 غ وزن جاف) للعينات غير المخزنة والمعاملة بمحلول الغلوكوز بتركيز 50% والمجففة باستخدام المشعات الكهربائية، و(23.14 مغ/ 100 غ وزن جاف) للعينات غير المخزنة وغير المعاملة بمحلول الغلوكوز والمجففة باستخدام الطاقة الشمسية.

كما أدت مدة التخزين إلى حدوث تغيرات في المحتوى من فيتامين C في العينات المختبرة، إذ لوحظ الأثر المعنوي الأكبر في خفض محتوى شرائح ثمار التفاح المجففة من فيتامين C للعينات المجففة باستخدام الطاقة الشمسية إذا كانت العينات معاملة بمحلول الغلوكوز تليها العينات المجففة بالمشعات الكهربائية ومن ثم العينات المجففة باستخدام الهواء الساخن، حيث انخفض المحتوى من فيتامين C إلى (7.67 مغ/ 100 غ وزن جاف) لشرائح ثمار التفاح المعاملة بمحلول الغلوكوز 40% والمجففة باستخدام الهواء الساخن والمخزنة مدة ستة أشهر، وإلى (7.61 مغ/ 100 غ وزن جاف) لشرائح ثمار التفاح المعاملة بمحلول الغلوكوز 40% والمجففة باستخدام المشعات الكهربائية، وإلى (6.45 مغ/ 100 غ وزن جاف) لشرائح ثمار التفاح المعاملة بمحلول الغلوكوز 40% والمجففة باستخدام الطاقة الشمسية والمخزنة لمدة ستة أشهر، وإلى (3.10 مغ/ 100 غ وزن جاف) لشرائح ثمار التفاح الغير معاملة بمحلول الغلوكوز والمجففة باستخدام المشعات الكهربائية والمخزنة مدة ستة أشهر. وتجدر الإشارة إلى الأثر المعنوي لمدة التخزين في خفض محتوى الثمار من فيتامين C في كافة العينات المدروسة، إذ انخفض محتوى الثمار من فيتامين C إلى أكثر من النصف في كافة العينات. وجاءت هذه النتائج متوافقة مع (Khalil., 2008).

من جهة أخرى أوضحت نتائج الجدول (20) وجود تأثير معنوي للمعاملة بمحلول الغلوكوز ولطرائق التجفيف ومدة التخزين في النشاط المضاد للأكسدة لشرائح ثمار التفاح المجففة، حيث ازداد النشاط المضاد للأكسدة من (81.67%) لشرائح ثمار التفاح غير المخزنة وغير المعاملة والمجففة باستخدام الطاقة الشمسية إلى (82.07%) لشرائح ثمار التفاح غير المخزنة وغير المعاملة والمجففة بالهواء الساخن، وإلى (86.19%) للشرائح غير المخزنة وغير المعاملة والمجففة باستخدام مشعات كهربائية. كما أظهرت النتائج الأثر المعنوي للمعاملة بمحلول الغلوكوز بالتركيز الأعلى 60% في المحافظة على النشاط المضاد للأكسدة مقارنة مع العينات المعاملة بمحلول الغلوكوز بالتركيز الأدنى 40% و 50% وذلك في طرائق التجفيف المختلفة للعينات المخزنة أو غير المخزنة، مع الإشارة إلى الأثر المعنوي لمدة التخزين في خفض النشاط المضاد للأكسدة في معظم العينات، حيث انخفض النشاط المضاد للأكسدة من (73.98%) للعينات المعاملة بمحلول الغلوكوز بتركيز 40% والمجففة باستخدام الطاقة الشمسية إلى (71.97%) للعينات المعاملة بمحلول الغلوكوز بتركيز 40% والمجففة باستخدام الطاقة الشمسية

والمخزنة لمدة ستة أشهر، بينما ارتفع النشاط المضاد للأكسدة من (71.06%) للعينات المعاملة بمحلول الغلوكوز بتركيز 40% والمجففة باستخدام الهواء الساخن إلى (84.79%) للعينات المعاملة بمحلول الغلوكوز بتركيز 40% والمجففة باستخدام الهواء الساخن والمخزنة لمدة ستة أشهر، ومن (73.23%) للعينات المعاملة بمحلول الغلوكوز بتركيز 50% والمجففة باستخدام المشعات الكهربائية إلى (84.33%) للعينات المعاملة بمحلول الغلوكوز بتركيز 50% والمجففة باستخدام المشعات الكهربائية والمخزنة لمدة ستة أشهر. بين (Madrau *et al.*, 2009) أن زيادة النشاط المضاد للأكسدة لثمار المشمش المجففة تعتمد بشكل تام على درجات الحرارة المستخدمة خلال عملية التجفيف والصنف المستخدم، بينما أشار (Katsube *et al.*, 2009) إلى تناقص النشاط المضاد للأكسدة خلال عملية تجفيف ثمار التوتيات.

كما وتجدر الإشارة إلى وجود تأثير معنوي للمعاملة بمحلول الغلوكوز في خفض النشاط المضاد للأكسدة ولاسيما في طريقة التجفيف بالطاقة الشمسية، حيث أبدت العينات غير المعاملة بمحلول الغلوكوز والمجففة باستخدام الطاقة الشمسية والمخزنة انخفاضاً ملحوظاً بنشاطها المضاد للأكسدة، حيث انخفض النشاط المضاد للأكسدة إلى (74.13%) في شرائح التفاح المعاملة بمحلول الغلوكوز بتركيز 50% والمجففة باستخدام الطاقة الشمسية والمخزنة لمدة ستة أشهر، وإلى (73.35%) في شرائح التفاح المعاملة بمحلول الغلوكوز بتركيز 40% والمجففة باستخدام المشعات الكهربائية والمخزنة لمدة ستة أشهر، وإلى (71.97%) في شرائح التفاح المعاملة بمحلول الغلوكوز 40% والمجففة باستخدام الطاقة الشمسية والمخزنة لمدة ستة أشهر، وإلى (66.03%) في شرائح التفاح غير المعاملة بمحلول الغلوكوز والمجففة باستخدام الطاقة الشمسية والمخزنة مدة ستة أشهر. وجاءت هذه النتائج متوافقة مع (Al-Farsi *et al.*, 2005).

كما تشير النتائج إلى الأثر المعنوي الأكبر لطريقة التجفيف بالمشعات الكهربائية في الحفاظ على المواد المضادة للأكسدة إذا كانت العينات معاملة بمحلول الغلوكوز أو غير معاملة ومخزنة أو غير مخزنة، حيث بلغ النشاط المضاد للأكسدة (86.19%) للعينات الغير معاملة والمجففة وغير المخزنة و(84.33%) للعينات المعاملة بمحلول الغلوكوز بتركيز 50% أو 60% والمجففة باستخدام المشعات الكهربائية والمخزنة لمدة ستة أشهر، بينما كان لطريقة التجفيف بالهواء الساخن الأثر المعنوي الأكبر في الحفاظ على المواد المضادة للأكسدة إذا كانت العينات معاملة بمحلول الغلوكوز 40% ومخزنة مدة ستة أشهر.

3-5- نتائج تأثير طريقة التجفيف ومدة التخزين والمعاملة بتركيز متزايدة من الغلوكوز في مؤشرات اللون لشرائح ثمار التفاح المجففة:

يُلاحظ من الجدول (21) وجود تأثير معنوي للمعاملة السكرية بمحلول الغلوكوز ولطرائق التجفيف المختلفة في مؤشرات اللون لشرائح ثمار التفاح في معظم العينات، حيث أظهرت شرائح التفاح المعاملة بمحلول الغلوكوز بتركيز 50% والمجففة باستخدام المشعات الكهربائية القيم الأعلى للمؤشر L (Lightness) وأظهرت شرائح التفاح المعاملة بمحلول الغلوكوز بتركيز 40% والمجففة بالهواء الساخن القيم الأقل للمؤشر a (red colour)، بينما كان لشرائح التفاح غير المعاملة والمجففة باستخدام الطاقة الشمسية والمخزنة لمدة ستة أشهر الأثر الأكبر في خفض قيم المؤشر b (yellow colour).

جدول (21): تأثير طريقة التجفيف ومدة التخزين والمعاملة بتركيز متزايدة من الغلوكوز في مؤشرات اللون لشرائح ثمار التفاح المجففة.

المعاملة	مدة التخزين (شهر)	طريقة التجفيف	L*	a	b
-	0	مجفف بالطاقة الشمسية (البيت الزجاجي)	1.79±67.11 ^a	1.28±12.41 ^{jk}	1.46±23.79 ^b
		مجفف باستخدام الهواء الساخن	1.26±76.47 ^{fghi}	0.31±5.42 ^{efg}	1.39±29.69 ^{efg}
		مجفف باستخدام المشعات الكهربائية	2.68±74.00 ^{efg}	2.00±7.40 ⁱ	1.94±26.15 ^{bcd}
	6	مجفف بالطاقة الشمسية (البيت الزجاجي)	1.79±77.11 ^{hi}	1.28±11.11 ^j	1.46±19.79 ^a
		مجفف باستخدام الهواء الساخن	1.26±82.47 ^k	0.31±4.12 ^{bcde}	1.39±25.69 ^{bcd}
		مجفف باستخدام المشعات الكهربائية	2.57±67.69 ^{ab}	0.00±7.31 ^{hi}	0.03±29.78 ^{fg}
محلول الغلوكوز 40%	0	مجفف بالطاقة الشمسية (البيت الزجاجي)	1.54±87.02 ^{lm}	0.08±5.23 ^{efg}	3.20±24.68 ^{bc}
		مجفف باستخدام الهواء الساخن	1.79±77.08 ^{hi}	0.62±2.00 ^a	2.32±31.77 ^{gh}
		مجفف باستخدام المشعات الكهربائية	0.86±67.20 ^a	1.59±4.82 ^{defg}	1.36±25.35 ^{bc}
	6	مجفف بالطاقة الشمسية (البيت الزجاجي)	0.57±73.81 ^{efg}	0.15±5.80 ^{efghi}	0.80±27.07 ^{cde}
		مجفف باستخدام الهواء الساخن	0.00±75.19 ^{fgh}	0.00±2.82 ^{ab}	0.00±34.88 ^j
		مجفف باستخدام المشعات الكهربائية	0.00±65.06 ^a	0.00±6.55 ^{ghi}	0.00±24.56 ^{bc}
محلول الغلوكوز 50%	0	مجفف بالطاقة الشمسية (البيت الزجاجي)	0.48±80.77 ^{jk}	1.85±3.17 ^{abc}	0.14±32.09 ^{ghi}
		مجفف باستخدام الهواء الساخن	3.07±89.84 ^m	1.91±2.98 ^{abc}	0.88±41.30 ^k
		مجفف باستخدام المشعات الكهربائية	2.94±76.72 ^{fghi}	1.80±6.33 ^{fghi}	2.86±28.14 ^{def}
	6	مجفف بالطاقة الشمسية (البيت الزجاجي)	0.48±70.77 ^{cd}	1.85±6.17 ^{fghi}	0.14±26.09 ^{bcd}
		مجفف باستخدام الهواء الساخن	0.93±73.86 ^{efg}	0.29±4.53 ^{bcdef}	1.34±34.59 ^{ij}
		مجفف باستخدام المشعات الكهربائية	1.54±95.28 ⁿ	0.66±13.75 ^k	0.51±41.73 ^k
محلول الغلوكوز 60%	0	مجفف بالطاقة الشمسية (البيت الزجاجي)	2.21±88.16 ^{lm}	0.06±2.87 ^{abc}	5.28±31.50 ^{gh}
		مجفف باستخدام الهواء الساخن	1.30±85.56 ^l	2.05±4.22 ^{bcde}	3.24±40.78 ^k
		مجفف باستخدام المشعات الكهربائية	1.14±78.74 ^{ij}	1.43±5.38 ^{efg}	1.42±32.30 ^{ghij}
	6	مجفف بالطاقة الشمسية (البيت الزجاجي)	1.38±73.61 ^{efg}	0.45±4.67 ^{cdef}	1.37±25.32 ^{bc}
		مجفف باستخدام الهواء الساخن	1.44±72.13 ^{cde}	0.46±5.50 ^{efgh}	1.05±33.20 ^{hij}
		مجفف باستخدام المشعات الكهربائية	1.00±70.54 ^{bc}	0.02±5.90 ^{efghi}	0.95±33.46 ^{hij}

تشير الأحرف المتشابهة ضمن العمود الواحد إلى عدم وجود فروق معنوية ($P > 0.05$) بين المتوسطات
L* (Lightness)، a (red colour)، و b (yellow colour)

كما أظهرت شرائح التفاح المعاملة الغلوكوز بتركيز 40% والمجففة باستخدام المشعات الكهربائية والمخزنة مدة ستة أشهر القيم الأقل للمؤشر L، حيث بلغت قيمة المؤشر L (95.28) لشرائح التفاح المعاملة بمحلول الغلوكوز بتركيز 50% والمجففة باستخدام المشعات الكهربائية، والمؤشر a (2.00) لشرائح التفاح المعاملة بمحلول الغلوكوز بتركيز 40% والمجففة بالهواء الساخن، بينما بلغت قيمة المؤشر b (19.79) في عينات شرائح التفاح غير المعاملة والمجففة باستخدام الطاقة الشمسية والمخزنة لمدة ستة أشهر، وبلغت قيمة L (65.06) شرائح التفاح المعاملة الغلوكوز بتركيز 40% والمجففة باستخدام المشعات الكهربائية والمخزنة مدة ستة أشهر.

بيّنت نتائج التحليل الإحصائي وجود تأثير معنوي لطريقة التجفيف والمعاملة بمحلول الغلوكوز ومدة التخزين في خفض قيمة المؤشر L، إذ انخفضت قيمة المؤشر L من (95.28) للشرائح المعاملة بمحلول الغلوكوز بتركيز (50%) والمجففة باستخدام المشعات الكهربائية والمخزنة لمدة ستة أشهر، إلى (70.54) للشرائح المعاملة بمحلول الغلوكوز بتركيز 60% والمجففة باستخدام المشعات الكهربائية والمخزنة لمدة ستة أشهر، وإلى (77.11) للشرائح غير المعاملة والمجففة باستخدام الطاقة الشمسية، وإلى (65.06) للشرائح المعاملة بمحلول الغلوكوز بتركيز 40% والمجففة باستخدام المشعات الكهربائية.

كما أظهرت النتائج الأثر المعنوي الأكبر للمعاملة بمحلول الغلوكوز ولمدة التخزين في خفض قيمة المؤشر L، حيث انخفضت قيمة المؤشر L من (73.61) للشرائح المعاملة بمحلول الغلوكوز 60% والمجففة باستخدام الطاقة الشمسية (البيت الزجاجي) والمخزنة لمدة ستة أشهر، إلى (72.13) للشرائح المعاملة بمحلول الغلوكوز 60% والمجففة باستخدام الهواء الساخن والمخزنة لمدة ستة أشهر، وإلى (70.54) للشرائح المعاملة بمحلول السكر 60% والمجففة باستخدام المشعات الكهربائية والمخزنة لمدة ستة أشهر. كما أظهرت النتائج الأثر المعنوي الأكبر للمعاملة بمحلول الغلوكوز في خفض قيمة المؤشر L، حيث انخفضت قيمة المؤشر L من (89.84) للشرائح المعاملة بمحلول الغلوكوز 50% والمجففة باستخدام الهواء الساخن وغير المخزنة، وإلى (85.56) للشرائح المعاملة بمحلول السكر 60% والمجففة باستخدام الهواء الساخن وغير المخزنة، وإلى (77.08) للشرائح المعاملة بمحلول السكر 60% والمجففة باستخدام الهواء الساخن وغير المخزنة، وإلى (76.47) للشرائح غير المعاملة بمحلول الغلوكوز والمجففة باستخدام الهواء الساخن وغير المخزنة. بيّن (Askari et al., 2008) إلى أن اللون الداكن لحلقات التفاح المجففة بالهواء الساخن يعود بشكل رئيسي إلى الاسمرار الغير أنزيمي وهذا يعطي

قيم منخفضة للمؤشر L (Lightness)، والقيم الأعلى للمؤشر a (red colour) والمؤشر b (yellow colour).

وتشير نتائج التحليل الإحصائي إلى عدم وجود تأثير معنوي لمدة التخزين في قيمة المؤشر a ضمن الطريقة التجفيف الواحدة وبين المعاملات في بعض العينات، كما نلاحظ وجود تأثير معنوي للمعاملة بمحلول الغلوكوز ولطريقة التجفيف في قيمة المؤشر a، إذ ازدادت قيمة a من (2) في العينات المعاملة بمحلول الغلوكوز بتركيز 40% والمجففة بالهواء الساخن وغير المخزنة إلى (2.98) في العينات المعاملة بمحلول الغلوكوز بتركيز 50% والمجففة بالهواء الساخن وغير المخزنة، وإلى (4.22) في العينات المعاملة بمحلول الغلوكوز بتركيز 60% والمجففة بالهواء الساخن وغير المخزنة، وإلى (5.42) في العينات غير المعاملة والمجففة بالهواء الساخن وغير المخزنة، بينما انخفضت قيمة المؤشر a من (7.40) في العينات غير المعاملة بمحلول الغلوكوز والمجففة بالمشعات الكهربائية وغير المخزنة إلى (6.33) في العينات المعاملة بمحلول الغلوكوز بتركيز 50% والمجففة بالمشعات الكهربائية وغير المخزنة، وإلى (5.38) في العينات المعاملة بمحلول الغلوكوز بتركيز 60% والمجففة بالمشعات الكهربائية وغير المخزنة، وإلى (4.82) في العينات المعاملة بمحلول الغلوكوز بتركيز 40% والمجففة باستخدام المشعات الكهربائية وغير المخزنة، كما انخفضت من (12.41) في العينات غير المعاملة والمجففة باستخدام الطاقة الشمسية وغير المخزنة إلى (5.23) في العينات المعاملة بمحلول الغلوكوز بتركيز 40% والمجففة باستخدام الطاقة الشمسية وغير المخزنة، وإلى (3.17) في العينات المعاملة بمحلول الغلوكوز بتركيز 50% والمجففة باستخدام الطاقة الشمسية وغير المخزنة، وإلى (2.87) في العينات المعاملة بمحلول الغلوكوز بتركيز 60% والمجففة باستخدام الطاقة الشمسية وغير المخزنة.

كما أظهرت نتائج الجدول (21) عدم وجود أي تأثير معنوي للمعاملة بمحلول الغلوكوز ولمدة التخزين في قيمة المؤشر b في بعض العينات المعاملة وغير المعاملة. مع الإشارة إلى وجود تأثير معنوي للمعاملة ولطريقة التجفيف في قيمة b، إذ ازدادت قيمة المؤشر b من (19.79) لشرائح ثمار التفاح غير المعاملة والمجففة بالطاقة الشمسية (البيت الزجاجي) والمخزنة لمدة ستة أشهر إلى (33.46) لشرائح ثمار التفاح المعاملة بمحلول الغلوكوز بتركيز 60% والمجففة باستخدام المشعات الكهربائية والمخزنة لمدة ستة أشهر، وإلى (34.88) لشرائح ثمار التفاح المعاملة بمحلول الغلوكوز بتركيز 40% والمجففة باستخدام الهواء الساخن والمخزنة لمدة ستة أشهر، وإلى (41.73) لشرائح ثمار التفاح المعاملة بمحلول الغلوكوز بتركيز 50% والمجففة باستخدام المشعات الكهربائية والمخزنة لمدة ستة أشهر، كما كان لطريقة التجفيف بالهواء الساخن

الأثر المعنوي الأكبر في رفع قيمة المؤشر b في العينات غير المخزنة والمعاملة بمحلول الغلوكوز، حيث ازدادت قيمة b إلى (31.77) لشرائح ثمار التفاح المعاملة بمحلول الغلوكوز بتركيز 40% والمجففة باستخدام الهواء الساخن وغير المخزنة، وإلى (40.78) لشرائح ثمار التفاح المعاملة بمحلول الغلوكوز بتركيز 60% والمجففة باستخدام الهواء الساخن وغير المخزنة، وإلى (41.30) لشرائح ثمار التفاح المعاملة بمحلول الغلوكوز بتركيز 50% والمجففة باستخدام الهواء الساخن وغير المخزنة. وجاءت هذه النتائج متوافقة مع (Lee et al., 2003).

4-5- نتائج تأثير طرائق التجفيف في مدة تجفيف شرائح ثمار التفاح:

أظهرت نتائج الجدول (22) أهمية طريقة التجفيف في خفض الزمن اللازم لعملية تجفيف شرائح ثمار التفاح، حيث كان للعينات المجففة باستخدام المشعات الكهربائية الأثر المعنوي الأكبر في خفض الزمن اللازم لعملية التجفيف، حيث بلغ الزمن اللازم لعملية تجفيف شرائح ثمار التفاح باستخدام المشعات الكهربائية (22.63) ساعة، بينما تطلبت شرائح ثمار التفاح المجففة باستخدام الطاقة الشمسية وقتاً أطول حتى تجف إلى نفس المحتوى الرطوبي تقريباً، إذ بلغ الزمن اللازم لتجفيف شرائح ثمار التفاح باستخدام الطاقة الشمسية (216) ساعة، و(24.88) ساعة لتجفيف شرائح التفاح باستخدام الهواء الساخن. وتتوافق هذه النتائج مع (Lewicki and Jakubczyk., 2004).

جدول (22): تأثير طرائق التجفيف في مدة تجفيف شرائح ثمار التفاح.

طريقة التجفيف	زمن التجفيف /ساعة/
مجفف بالطاقة الشمسية (البيت الزجاجي)	12.00±216.00 ^b
مجفف باستخدام الهواء الساخن	0.50±24.88 ^a
مجفف باستخدام المشعات الكهربائية	0.50±22.63 ^a

تشير الأحرف المتشابهة ضمن العمود الواحد إلى عدم وجود فروق معنوية ($P > 0.05$) بين المتوسطات زمن التجفيف: متوسط الزمن اللازم لتجفيف العينات المعاملة بالغلوكوز والعينات غير المعاملة

كما تجدر الإشارة إلى وجود تأثير غير معنوي لطريقة التجفيف في خفض الزمن اللازم لعملية التجفيف إذا كانت العينات مجففة باستخدام الهواء الساخن أو باستخدام المشعات الكهربائية. ومن خلال مقارنة نتائج الجدول (22) يتبين لنا تفوق طريقة التجفيف باستخدام المشعات الكهربائية في خفض الزمن اللازم لإتمام عملية التجفيف.

6- نتائج تأثير المعاملة بمحلول السوربيتول في شرائح ثمار التفاح

المعدة للتجفيف:

تمت دراسة تأثير المعاملة بتركيزات متزايدة من محلول السوربيتول (40، 50، 60%) ولمدة زمنية (ساعتين) في بعض المؤشرات الكيميائية والمركبات الفعالة بيولوجياً لشرائح ثمار التفاح الطازجة والمجففة بطرائق تجفيف مختلفة (التجفيف باستخدام المشعات الكهربائية، التجفيف الحراري والتجفيف باستخدام الطاقة الشمسية) والمخزنة لمدة ستة أشهر من تاريخ التصنيع.

6-1- نتائج تأثير طريقة التجفيف ومدة التخزين والمعاملة بتركيزات متزايدة من السوربيتول في بعض المؤشرات الكيميائية لشرائح ثمار التفاح المجففة:

أظهرت نتائج التحليل الإحصائي جدول (23) وجود تأثير معنوي لطرائق التجفيف وللمعاملة السكرية بمحلول السوربيتول بتركيزات مختلفة (40، 50، 60%) في كافة المؤشرات الكيميائية المدروسة في معظم العينات، حيث تفوقت العينات المعاملة بمحلول السوربيتول بتركيز (60%) والمجففة باستخدام الطاقة الشمسية وغير المخزنة في رفع المحتوى من الجوامد الكلية إلى (95.40%)، بينما أدت المعاملة بمحلول السوربيتول بالتركيز 60% إلى خفض المحتوى من الجوامد الكلية بعد التخزين لمدة ستة أشهر إلى (88.50%) للعينات المعاملة بمحلول السوربيتول 60% والمجففة باستخدام المشعات الكهربائية والمخزنة مدة ستة أشهر. وهذا يتفق مع ماتوصل إليه (Sipahioglu and Barringer., 2003) و (Lewicki and Jakubczyk., 2004).

مع الإشارة إلى عدم وجود تأثير معنوي لطريقة التجفيف وللمعاملة بمحلول السوربيتول في النسبة المئوية للجوامد الكلية في بعض العينات، ولاسيما في العينات المجففة باستخدام الطاقة الشمسية أو باستخدام الهواء الساخن والمخزنة لمدة ستة أشهر إذا كانت العينات معاملة بمحلول السوربيتول بالتركيز الأدنى 40% أو بالتركيز الأعلى 60%. كما كان لمدة التخزين تأثير معنوي في خفض المحتوى من الجوامد الكلية لبعض العينات المخزنة وزيادة المحتوى في معظم العينات الأخرى، إذ ارتفع المحتوى من الجوامد الكلية في العينات الغير معاملة بمحلول السوربيتول والمجففة بالطاقة الشمسية من 90% قبل عملية التخزين إلى 92.90% بعد التخزين مدة ستة أشهر، وفي العينات المعاملة بالسوربيتول 40% والمجففة بالمشعات الكهربائية من 91.30% قبل عملية التخزين إلى 92.50% بعد التخزين، ومن 90.10% قبل عملية التخزين إلى 92.15% في العينات المعاملة بالسوربيتول 50% والمجففة بالطاقة الشمسية والمخزنة مدة ستة أشهر. وتتوافق هذه النتائج مع (Falade et al., 2003).

جدول (23): تأثير طريقة التجفيف ومدة التخزين والمعاملة بتركيز متزايدة من السوربيتول في بعض المؤشرات الكيميائية لشرائح ثمار التفاح المجففة.

نوع المعاملة	تركيز المحلول السكري %	مدة التخزين (شهر)	طريقة التجفيف	الجوامد الكلية %	pH	الحموضة (حمض ماليك) %	الرماد %	السكريات الكلية (غ/100 غ وزن جاف)
-	0	0	الطاقة الشمسية	0.40±90.00 ^{bc}	0.02±4.68 ^c	0.20±1.34 ^q	0.22±2.40 ^{cde}	3.65±53.64 ^{hij}
			الهواء الساخن	0.40±90.50 ^{def}	0.01±4.71 ^d	0.20±1.07 ^{mno}	0.22±2.34 ^{bcd}	3.62±56.62 ^{jk}
			المشعات الكهربائية	0.40±91.20 ^{hi}	0.02±4.72 ^d	0.20±1.30 ^{pq}	0.22±3.20 ^h	3.57±59.97 ^{kl}
		6	الطاقة الشمسية	0.10±92.90 ^l	0.01±4.51 ^a	0.05±1.05 ^{lmno}	0.05±1.55 ^a	0.61±67.28 ^m
			الهواء الساخن	0.05±88.95 ^a	0.02±5.43 ^k	0.05±0.85 ^{klmn}	0.10±2.70 ^{fg}	1.32±50.36 ^{ghi}
			المشعات الكهربائية	0.10±91.10 ^{ghi}	0.03±4.83 ^e	0.05±0.55 ^{defghi}	0.10±2.50 ^{defg}	0.99±49.45 ^{fgh}
40	40	0	الطاقة الشمسية	0.25±90.00 ^{bc}	0.01±5.19 ^{ij}	0.20±0.25 ^a	0.22±2.60 ^{efg}	3.72±45.84 ^{cdef}
			الهواء الساخن	0.40±92.80 ^l	0.01±4.89 ^f	0.20±0.38 ^{abcde}	0.22±2.40 ^{cde}	3.56±49.13 ^{bcd}
			المشعات الكهربائية	0.40±91.30 ⁱ	0.02±4.72 ^d	0.20±0.58 ^{defghi}	0.22±2.40 ^{cde}	3.64±44.90 ^{bcd}
		6	الطاقة الشمسية	0.10±89.90 ^b	0.01±5.01 ^g	0.03±0.73 ^{hijk}	0.05±2.75 ^g	1.78±53.67 ^{hij}
			الهواء الساخن	0.15±90.15 ^{bcd}	0.01±5.89 ^m	0.04±0.39 ^{abcde}	0.05±1.55 ^a	1.66±62.34 ^l
			المشعات الكهربائية	0.10±92.50 ^{kl}	0.01±4.71 ^d	0.01±0.46 ^{abcdefg}	0.05±2.35 ^{bcd}	1.25±57.51 ^{jk}
50	50	0	الطاقة الشمسية	0.40±90.10 ^{bcd}	0.01±5.21 ^k	0.20±0.28 ^{ab}	0.22±2.09 ^b	3.66±50.60 ^{ghi}
			الهواء الساخن	0.40±94.80 ^m	0.02±5.52 ^l	0.20±0.25 ^a	0.22±2.32 ^{bcd}	3.49±48.09 ^{cdefg}
			المشعات الكهربائية	0.40±92.20 ^{jk}	0.01±5.01 ^g	0.20±0.30 ^{abc}	0.22±2.15 ^{bc}	3.60±44.46 ^{bc}
		6	الطاقة الشمسية	0.15±92.15 ^{jk}	0.01±5.09 ^h	0.03±0.73 ^{hijk}	0.05±2.45 ^{def}	1.55±54.32 ^{ij}
			الهواء الساخن	0.10±92.10 ^{jk}	0.02±4.82 ^e	0.03±0.55 ^{defghi}	0.05±2.45 ^{def}	1.25±51.25 ^{ghi}
			المشعات الكهربائية	0.15±90.35 ^{bcd}	0.02±5.18 ⁱ	0.03±0.63 ^{ghi}	0.05±1.55 ^a	1.94±67.46 ^m
60	60	0	الطاقة الشمسية	0.40±95.40 ⁿ	0.02±6.23 ⁿ	0.20±0.50 ^{bcd}	0.22±1.50 ^a	3.50±40.87 ^b
			الهواء الساخن	0.40±90.70 ^{efg}	0.01±5.21 ^k	0.20±0.35 ^{abcd}	0.22±2.40 ^{cde}	3.66±45.19 ^{bcd}
			المشعات الكهربائية	0.40±90.40 ^{cde}	0.02±4.83 ^e	0.20±0.60 ^{efghij}	0.22±2.30 ^{bcd}	3.72±33.51 ^a
		6	الطاقة الشمسية	0.20±91.80 ^j	0.03±4.63 ^b	0.02±0.62 ^{fghijk}	0.05±2.45 ^{def}	1.80±51.47 ^{ghi}
			الهواء الساخن	0.15±88.95 ^a	0.01±4.81 ^e	0.02±0.72 ^{hijk}	0.05±2.45 ^{def}	1.60±47.84 ^{cdefg}
			المشعات الكهربائية	0.10±88.50 ^a	0.01±5.01 ^g	0.03±0.78 ^{ijk}	0.05±2.55 ^{defg}	1.81±51.24 ^{ghi}

تشير الأحرف المتشابهة ضمن العمود الواحد إلى عدم وجود فروق معنوية ($P > 0.05$) بين المتوسطات

كما بيّنت النتائج وجود تأثير معنوي لمدة التخزين ولطريقة التجفيف في كافة المؤشرات الكيميائية المدروسة لشرائح ثمار التفاح المعاملة وغير المعاملة، حيث كان للعينات غير المخزنة ولطريقة التجفيف بالطاقة الشمسية الأثر الواضح في رفع رقم الـ pH وخفض النسبة المئوية للحموضة والنسبة المئوية للرماد، حيث بلغ رقم الـ pH (6.23) للعينات المعاملة بالسوربيتول

60% والمجففة بالطاقة الشمسية وغير المخزنة، وانخفضت النسبة المئوية للحموضة إلى (0.25%) في العينات المعاملة بمحلول السوربيتول بتركيز 40% والمجففة باستخدام الطاقة الشمسية وغير المخزنة، بينما كان للمعاملة بمحلول السوربيتول والتجفيف باستخدام الطاقة الشمسية الأثر الأكبر في خفض النسبة المئوية للرماد إلى (1.50%) في عينات شرائح التفاح المعاملة بمحلول السوربيتول بتركيز 60% والمجففة باستخدام الطاقة الشمسية وغير المخزنة. وتجدر الإشارة إلى عدم وجود تأثير معنوي لطريقة التجفيف باستخدام الهواء الساخن والتجفيف باستخدام المشعات الكهربائية في المحتوى من الجوامد الكلية للعينات المعاملة بمحلول السوربيتول بتركيز 60% والمجففة باستخدام الهواء الساخن أو باستخدام المشعات الكهربائية ضمن مدة التخزين نفسه.

كما تُشير النتائج إلى وجود تأثير معنوي لطريقة التجفيف في رفع النسبة المئوية للحموضة والنسبة المئوية للرماد وخفض رقم الـ pH وذلك عند مستوى معنوية ($P > 0.05$)، وظهر الأثر الأكبر في زيادة النسبة المئوية للحموضة في عينات شرائح التفاح غير المخزنة وغير المعاملة والمجففة باستخدام الطاقة الشمسية، حيث ارتفعت نسبة الحموضة إلى (1.34%)، وانخفض رقم الـ pH إلى (4.51) في عينات شرائح التفاح غير المعاملة والمجففة باستخدام الطاقة الشمسية والمخزنة مدة ستة أشهر، بينما كان للعينات غير المخزنة والمعاملة بمحلول السوربيتول والمجففة باستخدام المشعات الكهربائية الأثر الأكبر في زيادة النسبة المئوية للرماد والتي بلغت (3.20%). ومن خلال مقارنة نتائج التحليل الإحصائي الجدول (23) تبين وجود تأثير معنوي للمعاملة في محتوى شرائح التفاح من السكريات الكلية في معظم العينات، حيث لوحظ تفوق شرائح التفاح المعاملة بمحلول السوربيتول بتركيز 50% والمجففة باستخدام المشعات الكهربائية والمخزنة مدة ستة أشهر في المحتوى من السكريات الكلية (67.46 غ/100 غ وزن جاف)، مع وجود تأثير معنوي للمعاملة بمحلول السوربيتول بتركيز 60% في خفض محتوى الشرائح من السكريات الكلية، وتجلي الأثر الأكبر في شرائح ثمار التفاح المجففة باستخدام المشعات الكهربائية وغير المخزنة، حيث انخفض محتوى الشرائح من السكريات الكلية إلى (33.51 غ/100 غ وزن جاف) للشرائح المجففة باستخدام المشعات الكهربائية والمعاملة بمحلول السوربيتول بتركيز 60% وغير المخزنة، وارتفع إلى (40.87 غ/100 غ وزن جاف) في العينات المجففة باستخدام الطاقة الشمسية والمعاملة بمحلول السوربيتول بتركيز 60% وغير المخزنة، وإلى (45.19 غ/100 غ وزن جاف) في العينات المجففة باستخدام الهواء الساخن والمعاملة بمحلول السوربيتول بتركيز 60% وغير المخزنة. وتجدر الإشارة إلى الأثر المعنوي لمدة التخزين في خفض محتوى بعض

العينات من السكريات الكلية حيث أبدت العينات غير المعاملة والمخزنة والمجففة بالهواء الساخن أو بالمشعات الكهربائية انخفاضاً ملحوظاً في المحتوى من السكريات الكلية، حيث انخفض المحتوى من السكريات الكلية من (56.62 غ/100 غ وزن جاف) للعينات غير المعاملة والمجففة بالهواء الساخن وغير المخزنة إلى (50.36 غ/100 غ وزن جاف) للعينات غير المعاملة والمجففة بالهواء الساخن والمخزنة، ومن (59.97 غ/100 غ وزن جاف) للعينات غير المعاملة والمجففة بالمشعات الكهربائية وغير المخزنة إلى (49.45 غ/100 غ وزن جاف) للعينات غير المعاملة والمجففة بالمشعات الكهربائية والمخزنة، بينما كان لمدة التخزين الأثر المعنوي في رفع محتوى معظم العينات الأخرى من السكريات الكلية، حيث ارتفع المحتوى من السكريات الكلية من (53.64 غ/100 غ وزن جاف) للعينات غير المعاملة والمجففة باستخدام الطاقة الشمسية وغير المخزنة إلى (67.36 غ/100 غ وزن جاف) للعينات غير المعاملة والمجففة باستخدام الطاقة الشمسية والمخزنة، ومن (44.46 غ/100 غ وزن جاف) للعينات المعاملة بمحلول السوربيتول 50% والمجففة بالمشعات الكهربائية وغير المخزنة إلى (67.46 غ/100 غ وزن جاف) للعينات المعاملة بمحلول السوربيتول 50% والمجففة بالمشعات الكهربائية والمخزنة مدة ستة أشهر. وتتفق هذه النتائج مع (Di Scala and Crapiste., 2008) و (Femenia., 2007).

كما تجدر الإشارة إلى عدم وجود تأثير معنوي لطريقة التجفيف في محتوى العينات من السكريات الكلية ضمن المعاملة الواحدة إذا كانت العينات معاملة بمحلول السوربيتول 60% والمخزنة مدة ستة أشهر.

6-2- نتائج تأثير طريقة التجفيف ومدة التخزين والمعاملة بتركيز متزايدة من السوربيتول في محتوى شرائح ثمار التفاح المجففة من المركبات الفعالة بيولوجياً والنشاط المضاد للأكسدة:

يلاحظ من الجدول (24) وجود تأثير معنوي للمعاملة بمحلول السوربيتول ولطرائق التجفيف المختلفة ولمدة التخزين في محتوى شرائح ثمار التفاح من الفينولات الكلية، حيث أدت المعاملة وطرائق التجفيف والتخزين لمدة ستة أشهر إلى فقد في المحتوى من الفينولات الكلية في كافة العينات، ولوحظ الأثر المعنوي الأكبر في خفض محتوى شرائح التفاح المجففة من الفينولات الكلية في العينات المجففة باستخدام الطاقة الشمسية في البيت الزجاجي والمعاملة بمحلول السوربيتول 50% والمخزنة لمدة ستة أشهر، حيث انخفض المحتوى من الفينولات الكلية من (9.40 مغ/100 غ وزن جاف) للعينات غير المعاملة والمجففة باستخدام الطاقة الشمسية وغير المخزنة إلى (4.25 مغ/100 غ وزن جاف) للعينات غير المعاملة والمجففة باستخدام الطاقة الشمسية والمخزنة لمدة ستة أشهر، وإلى (2.36 مغ/100 غ وزن جاف) للعينات المعاملة بمحلول

السوربيتول 60% والمجففة باستخدام الطاقة الشمسية والمخزنة لمدة ستة أشهر، وإلى (2.02 مغ/100 غ وزن جاف) للعينات المعاملة بمحلول السوربيتول 40% والمجففة باستخدام الطاقة الشمسية والمخزنة لمدة ستة أشهر، وإلى (1.50 مغ/100 غ وزن جاف) للعينات المعاملة بمحلول السوربيتول 50% والمجففة باستخدام الطاقة الشمسية والمخزنة لمدة ستة أشهر.

جدول (24): تأثير طريقة التجفيف ومدة التخزين والمعاملة بتركيز متزايدة من السوربيتول في محتوى شرائح ثمار التفاح المجففة من المركبات الفعالة بيولوجياً والنشاط المضاد للأوكسدة.

نوع المعاملة	تركيز المحلول السكري %	مدة التخزين (شهر)	طريقة التجفيف	الفينولات الكلية (مغ/100 غ وزن جاف)	فيتامين c (مغ/100 غ وزن جاف)	النشاط المضاد للأوكسدة مقدراً بطريقة DPPH Inhibition ك %
-	0	0	مجفف بالطاقة الشمسية (البيت الزجاجي)	0.08±9.40 ^o	0.37±23.14 ^f	0.69±82.07 ^o
			مجفف باستخدام الهواء الساخن	0.04±9.14 ⁿ	0.27±21.21 ^q	0.20±81.67 ^{no}
			مجفف باستخدام المشعات الكهربائية	0.01±8.44 ^m	0.09±9.76 ⁱ	0.11±86.19 ^q
		6	مجفف بالطاقة الشمسية (البيت الزجاجي)	0.04±4.25 ^k	0.18±6.64 ^f	0.66±66.03 ^c
			مجفف باستخدام الهواء الساخن	0.02±4.84 ^l	0.10±6.64 ^f	0.75±73.75 ^f
			مجفف باستخدام المشعات الكهربائية	0.09±4.84 ^l	0.19±3.10 ^a	0.60±74.25 ^f
سوربيتول	40	0	مجفف بالطاقة الشمسية (البيت الزجاجي)	0.04±2.74 ^{gh}	0.47±16.17 ^o	0.84±67.60 ^d
			مجفف باستخدام الهواء الساخن	0.07±2.11 ^{cd}	0.14±26.78 ^t	0.69±60.62 ^a
			مجفف باستخدام المشعات الكهربائية	0.03±3.09 ^j	0.24±25.47 ^s	0.28±79.49 ^{ik}
		6	مجفف بالطاقة الشمسية (البيت الزجاجي)	0.18±2.02 ^c	0.42±5.13 ^e	0.15±79.13 ^{ij}
			مجفف باستخدام الهواء الساخن	0.01±2.45 ^{ef}	0.34±8.55 ^h	0.39±80.09 ^{kl}
			مجفف باستخدام المشعات الكهربائية	0.25±2.14 ^{cd}	0.12±7.57 ^g	0.55±71.82 ^e
	50	0	مجفف بالطاقة الشمسية (البيت الزجاجي)	0.10±2.56 ^{fg}	0.06±12.26	0.74±78.44 ⁱ
			مجفف باستخدام الهواء الساخن	0.05±3.01 ^{ij}	0.09±14.87 ^m	0.37±80.67 ^{lm}
			مجفف باستخدام المشعات الكهربائية	0.05±1.78 ^b	0.09±13.45 ^l	0.55±60.99 ^{ab}
		6	مجفف بالطاقة الشمسية (البيت الزجاجي)	0.05±1.50 ^a	0.11±3.69 ^b	0.40±78.61 ⁱ
			مجفف باستخدام الهواء الساخن	0.17±2.81 ^{hi}	0.06±4.61 ^d	0.52±84.94 ^p
			مجفف باستخدام المشعات الكهربائية	0.01±1.81 ^b	0.18±4.26 ^c	0.40±80.43 ^l
سوربيتول	60	0	مجفف بالطاقة الشمسية (البيت الزجاجي)	0.09±1.78 ^b	0.05±12.63 ^k	0.55±61.54 ^b
			مجفف باستخدام الهواء الساخن	0.55±2.93 ^{hij}	0.10±16.65 ^p	0.37±80.30 ^{kl}
			مجفف باستخدام المشعات الكهربائية	0.35±4.76 ^l	0.25±15.21 ⁿ	0.56±80.86 ^{lmn}
		6	مجفف بالطاقة الشمسية (البيت الزجاجي)	0.01±2.36 ^{ef}	0.12±4.03 ^{bc}	0.30±81.49 ^{mno}
			مجفف باستخدام الهواء الساخن	0.07±2.12 ^{cd}	0.06±5.12 ^e	0.16±76.98 ^h
			مجفف باستخدام المشعات الكهربائية	0.30±2.28 ^{de}	0.06±4.63 ^d	0.55±75.71 ^g

تشير الأحرف المتشابهة ضمن العمود الواحد إلى عدم وجود فروق معنوية (P>0.05) بين المتوسطات

كما تجدر الإشارة إلى تفوق العينات المجففة بطرائق التجفيف المختلفة وغير المخزنة وغير المعاملة في المحافظة على المحتوى من الفينولات الكلية، حيث بلغ المحتوى من الفينولات الكلية (8.44 مغ/100 غ وزن جاف) لشرائح ثمار التفاح غير المعاملة والمجففة باستخدام المشعات

الكهربائية وغير المخزنة، و(9.14 مغ/100 غ وزن جاف) لشرائح ثمار التفاح غير المعاملة والمجففة باستخدام الهواء الساخن وغير المخزنة، و(9.40 مغ/100 غ وزن جاف) لشرائح ثمار التفاح غير المعاملة والمجففة باستخدام الطاقة الشمسية وغير المخزنة. وقد جاءت هذه النتائج متوافقة مع (Que et al., 2008) و(Yu et al., 2005). كما يلاحظ وجود تأثير غير معنوي لطريقة التجفيف في المحتوى من الفينولات الكلية في بعض العينات ولاسيما في طريقة التجفيف بالهواء الساخن والتجفيف باستخدام المشعات الكهربائية.

وتجدر الإشارة أيضاً إلى وجود تأثير معنوي للمعاملة السكرية بمحلول السوربيتول ولمدة التخزين في خفض المحتوى من الفينولات الكلية في كافة شرائح ثمار التفاح المجففة ولاسيما باستخدام الطاقة الشمسية أو باستخدام المشعات الكهربائية، إذ انخفض المحتوى من الفينولات الكلية إلى (4.76 مغ/100 غ وزن جاف) للعينات المعاملة بمحلول السوربيتول 60% والمجففة بالمشعات الكهربائية وغير المخزنة، وإلى (3.01 مغ/100 غ وزن جاف) للعينات المعاملة بمحلول السوربيتول 50% والمجففة بالهواء الساخن وغير المخزنة، وإلى (2.93 مغ/100 غ وزن جاف) للعينات المعاملة بمحلول السوربيتول 60% والمجففة باستخدام الهواء الساخن وغير المخزنة. كما انخفض المحتوى من الفينولات الكلية إلى (2.56 مغ/100 غ وزن جاف) للعينات المعاملة بمحلول السوربيتول 50% والمجففة بالطاقة الشمسية وغير المخزنة، وإلى (2.74 مغ/100 غ وزن جاف) للعينات المعاملة بمحلول السوربيتول 40% والمجففة باستخدام الطاقة الشمسية وغير المخزنة، وإلى (1.78 مغ/100 غ وزن جاف) للعينات المعاملة بمحلول السوربيتول 60% والمجففة بالطاقة الشمسية وغير المخزنة وللعينات المعاملة بمحلول السوربيتول 50% والمجففة باستخدام المشعات الكهربائية وغير المخزنة. وتجدر الإشارة إلى تفوق طريقة التجفيف باستخدام المشعات الكهربائية في المحافظة على الفينولات الكلية في العينات المعاملة بمحلول السوربيتول بالتركيز الأدنى والأعلى إذا كانت العينات غير مخزنة، بينما تفوقت طريقة التجفيف باستخدام الهواء الساخن في المحافظة على الفينولات الكلية في العينات المعاملة بمحلول السوربيتول إذا كانت العينات مخزنة مدة ستة أشهر، حيث بلغ المحتوى من الفينولات الكلية (4.84 مغ/100 غ وزن جاف) لشرائح ثمار التفاح المخزنة وغير المعاملة بمحلول السوربيتول والمجففة باستخدام الهواء الساخن، و(2.81 مغ/100 غ وزن جاف) لشرائح ثمار التفاح المخزنة والمعاملة بمحلول السوربيتول 50% والمجففة باستخدام الهواء الساخن، و(2.45 مغ/100 غ وزن جاف) لشرائح ثمار التفاح المخزنة والمعاملة بمحلول السوربيتول 40% والمجففة باستخدام الهواء الساخن.

كما تُشير النتائج أيضاً إلى وجود تأثير معنوي للمعاملة بمحلول السوربيتول وطرائق التجفيف في محتوى شرائح ثمار التفاح من فيتامين C، حيث انخفضت كميتها في العينات المجففة والمخزنة لمدة ستة أشهر المعاملة وغير المعاملة. كما أبدت العينات غير المخزنة والمعاملة بمحلول السوربيتول بتركيز 40% ومعظم العينات غير المعاملة زيادة ملحوظة في المحتوى من فيتامين C، حيث بلغ محتوى العينات من فيتامين C (26.78 مغ/ 100 غ وزن جاف) للعينات الغير المخزنة والمعاملة بمحلول السوربيتول بتركيز 40% والمجففة باستخدام الهواء الساخن، بينما بلغ المحتوى من فيتامين C (23.14 مغ/ 100 غ وزن جاف) للعينات الغير مخزنة وغير المعاملة بمحلول السوربيتول والمجففة باستخدام الطاقة الشمسية، و(21.21 مغ/ 100 غ وزن جاف) للعينات غير المخزنة وغير المعاملة والمجففة باستخدام الهواء الساخن، و(25.47 مغ/ 100 غ وزن جاف) للعينات غير المخزنة والمعاملة والمجففة باستخدام الهواء الساخن، و(25.47 مغ/ 100 غ وزن جاف) للعينات غير المخزنة والمعاملة بمحلول السوربيتول بتركيز 40% والمجففة باستخدام المشعات الكهربائية.

كما أدت عملية التخزين مدة ستة أشهر إلى حدوث تغيرات في المحتوى من فيتامين C في العينات المختبرة، إذ لوحظ الأثر المعنوي الأكبر في خفض محتوى شرائح ثمار التفاح المجففة من فيتامين C في العينات المجففة باستخدام الطاقة الشمسية إذا كانت العينات معاملة، بينما كان للعينات الغير معاملة والمجففة باستخدام المشعات الكهربائية الأثر المعنوي الأكبر في خفض محتوى شرائح ثمار التفاح المجففة من فيتامين C، حيث انخفض محتوى فيتامين C إلى (4.26 مغ/ 100 غ وزن جاف) لشرائح ثمار التفاح المعاملة بمحلول السوربيتول 50% والمجففة باستخدام المشعات الكهربائية والمخزنة مدة ستة أشهر، وإلى (4.03 مغ/ 100 غ وزن جاف) لشرائح ثمار التفاح المعاملة بمحلول السوربيتول 60% والمجففة باستخدام الطاقة الشمسية والمخزنة مدة ستة أشهر، وإلى (3.69 مغ/ 100 غ وزن جاف) لشرائح ثمار التفاح المعاملة بمحلول السوربيتول 50% والمجففة باستخدام الطاقة الشمسية والمخزنة مدة ستة أشهر، وإلى (3.10 مغ/ 100 غ وزن جاف) لشرائح ثمار التفاح الغير معاملة بمحلول السوربيتول والمجففة باستخدام المشعات الكهربائية، وتجدر الإشارة إلى الأثر المعنوي لمدة التخزين في خفض محتوى الثمار من فيتامين C في كافة العينات المدروسة، إذ انخفض محتوى الثمار من فيتامين C إلى أكثر من النصف في كافة العينات. كما تجدر الإشارة إلى الأثر المعنوي الأكبر لطريقة التجفيف بالهواء الساخن وللمعاملة بمحلول السوربيتول 40% في الحفاظ على محتوى العينات من فيتامين C بعد التخزين، حيث بلغ المحتوى من فيتامين C (8.55 مغ/ 100 غ وزن جاف) للعينات المعاملة بمحلول السوربيتول 40% والمجففة بالهواء الساخن والمخزنة مدة ستة أشهر.

من جهة أخرى أوضحت نتائج الجدول (24) وجود تأثير معنوي للمعاملة بمحلول السوربيتول ولطرائق التجفيف ومدة التخزين في النشاط المضاد للأكسدة لشرائح ثمار التفاح المجففة، حيث ازداد النشاط المضاد للأكسدة من (81.67%) لشرائح ثمار التفاح غير المخزنة وغير المعاملة والمجففة بالهواء الساخن إلى (82.07%) لشرائح ثمار التفاح غير المخزنة وغير المعاملة والمجففة باستخدام الطاقة الشمسية، وإلى (86.19%) للشرائح غير المخزنة وغير المعاملة والمجففة باستخدام مشعات كهربائية. كما أظهرت النتائج الأثر المعنوي لمدة التخزين في خفض النشاط المضاد للأكسدة في بعض العينات، حيث انخفض النشاط المضاد للأكسدة من (79.49%) للعينات المعاملة بمحلول السوربيتول بتركيز 40% والمجففة باستخدام المشعات الكهربائية إلى (71.82%) للعينات المعاملة بمحلول السوربيتول بتركيز 50% والمجففة باستخدام المشعات الكهربائية والمخزنة مدة ستة أشهر، ومن (82.07%) لشرائح ثمار التفاح غير المخزنة وغير المعاملة والمجففة باستخدام الطاقة الشمسية إلى (66.03%) لشرائح ثمار التفاح المخزنة وغير المعاملة والمجففة باستخدام الطاقة الشمسية، بينما ارتفع النشاط المضاد للأكسدة من (60.62%) في العينات المعاملة بمحلول السوربيتول بتركيز 40% والمجففة باستخدام الهواء الساخن إلى (80.09%) في العينات المعاملة بمحلول السوربيتول بتركيز 40% والمجففة باستخدام الهواء الساخن والمخزنة مدة ستة أشهر، ومن (60.99%) في العينات المعاملة بمحلول السوربيتول بتركيز 50% والمجففة باستخدام المشعات الكهربائية إلى (80.43%) في العينات المعاملة بمحلول السوربيتول بتركيز 50% والمجففة باستخدام المشعات الكهربائية والمخزنة مدة ستة أشهر، ومن (61.54%) لشرائح ثمار التفاح غير المخزنة والمعاملة بمحلول السوربيتول 60% والمجففة باستخدام الطاقة الشمسية إلى (81.49%) لشرائح ثمار التفاح المخزنة والمعاملة بمحلول السوربيتول 60% والمجففة باستخدام الطاقة الشمسية.

كما وتجدر الإشارة إلى وجود تأثير معنوي للعينات غير المعاملة بمحلول السوربيتول في خفض النشاط المضاد للأكسدة ولاسيما في طريقة التجفيف بالطاقة الشمسية، حيث أبدت العينات غير المعاملة والمخزنة انخفاضاً ملحوظاً بنشاطها المضاد للأكسدة، حيث انخفض النشاط المضاد للأكسدة إلى (66.03%) في شرائح التفاح غير المعاملة والمجففة باستخدام الطاقة الشمسية والمخزنة مدة ستة أشهر، وإلى (73.75%) في شرائح التفاح غير المعاملة والمجففة باستخدام الهواء الساخن والمخزنة مدة ستة أشهر، وإلى (74.25%) في شرائح التفاح غير المعاملة والمجففة باستخدام المشعات الكهربائية والمخزنة مدة ستة أشهر. وتتوافق هذه النتائج مع نتائج (Shin et al., 2008).

كما تشير النتائج إلى الأثر المعنوي الأكبر لطريقة التجفيف بالهواء الساخن في الحفاظ على المواد المضادة للأكسدة إذا كانت العينات معاملة بمحلول السوربيتول 40% أو 50% إذا كانت مخزنة، حيث بلغ النشاط المضاد للأكسدة (80.09%) للعينات المعاملة بمحلول السوربيتول 40% والمجففة بالهواء الساخن والمخزنة، و(84.94%) للعينات المعاملة بمحلول السوربيتول 50% والمجففة بالهواء الساخن والمخزنة مدة ستة أشهر. وتتوافق هذه النتائج مع نتائج (Figuerola *et al.*, 2005) و (Larrauri., 1999) و (Kethireddipalli *et al.*, 2002) و (Femenia, 2007).

6-3- نتائج تأثير طريقة التجفيف ومدة التخزين والمعاملة بتركيزات متزايدة من السوربيتول في مؤشرات اللون لشرائح ثمار التفاح المجففة:

جدول (25): تأثير طريقة التجفيف ومدة التخزين والمعاملة بتركيزات متزايدة من السوربيتول في مؤشرات اللون لشرائح ثمار التفاح المجففة.

المعاملة	مدة التخزين (شهر)	طريقة التجفيف	L*	a	b
-	0	مجفف بالطاقة الشمسية (البيت الزجاجي)	1.79±67.11 ^{ab}	1.28±12.41 ^k	1.46±23.79 ^b
		مجفف باستخدام الهواء الساخن	1.26±76.47 ^{ijk}	0.31±5.42 ^{bcd}	1.39±29.69 ^{hi}
		مجفف باستخدام المشعات الكهربائية	2.68±74.00 ^{hij}	2.00±7.40 ^{ghi}	1.94±26.15 ^{bcd}
	6	مجفف بالطاقة الشمسية (البيت الزجاجي)	1.79±77.11 ^{kl}	1.28±11.11 ^k	1.46±19.79 ^a
		مجفف باستخدام الهواء الساخن	1.26±82.47 ^{mn}	0.31±4.12 ^{bc}	1.39±25.69 ^{bcd}
		مجفف باستخدام المشعات الكهربائية	2.57±67.69 ^{bc}	0.00±7.31 ^{ghi}	0.03±29.78 ^{hi}
محلول السوربيتول 40%	0	مجفف بالطاقة الشمسية (البيت الزجاجي)	1.55±83.80 ^{no}	0.99±6.98 ^{fgh}	1.89±26.64 ^{cdefg}
		مجفف باستخدام الهواء الساخن	2.43±80.06 ^{lm}	0.64±5.28 ^{bcd}	1.04±32.30 ^{jk}
		مجفف باستخدام المشعات الكهربائية	1.06±80.81 ^{mn}	1.80±6.51 ^{efg}	0.54±32.89 ^k
	6	مجفف بالطاقة الشمسية (البيت الزجاجي)	0.87±70.41 ^{cdefg}	0.07±7.35 ^{ghi}	0.14±29.02 ^{ghi}
		مجفف باستخدام الهواء الساخن	0.74±72.49 ^{efgh}	0.18±5.73 ^{cdefg}	0.93±29.66 ^{hi}
		مجفف باستخدام المشعات الكهربائية	1.45±64.17 ^a	0.44±8.91 ^{ij}	0.62±27.66 ^{defgh}
محلول السوربيتول 50%	0	مجفف بالطاقة الشمسية (البيت الزجاجي)	0.11±73.30 ^{ghi}	0.26±6.61 ^{efgh}	0.53±25.17 ^{bcd}
		مجفف باستخدام الهواء الساخن	2.64±86.03 ^o	0.92±6.10 ^{defg}	2.55±36.20 ^l
		مجفف باستخدام المشعات الكهربائية	3.87±64.05 ^a	0.72±5.76 ^{cdefg}	1.84±26.07 ^{bcd}
	6	مجفف بالطاقة الشمسية (البيت الزجاجي)	0.87±69.32 ^{bcd}	0.14±9.27 ^j	0.39±27.07 ^{cdefg}
		مجفف باستخدام الهواء الساخن	0.62±73.94 ^{hij}	0.74±4.64 ^{bcd}	1.44±31.42 ^{ijk}
		مجفف باستخدام المشعات الكهربائية	0.00±72.95 ^{gh}	0.00±4.44 ^{bcd}	0.00±29.65 ^{hi}
محلول السوربيتول 60%	0	مجفف بالطاقة الشمسية (البيت الزجاجي)	1.96±79.72 ^{lm}	1.41±5.25 ^{bcd}	0.93±30.77 ^{ijk}
		مجفف باستخدام الهواء الساخن	3.18±77.40 ^{kl}	0.66±1.78 ^a	4.94±33.25 ^k
		مجفف باستخدام المشعات الكهربائية	3.64±71.17 ^{defgh}	2.16±5.15 ^{bcd}	2.26±29.80 ^{hij}
	6	مجفف بالطاقة الشمسية (البيت الزجاجي)	1.96±69.72 ^{bcd}	1.41±8.25 ^{hij}	0.93±24.77 ^{bc}
		مجفف باستخدام الهواء الساخن	0.16±72.76 ^{fgh}	1.25±3.91 ^b	2.31±27.81 ^{efgh}
		مجفف باستخدام المشعات الكهربائية	0.86±68.55 ^{bcd}	0.67±5.54 ^{bcd}	0.70±28.23 ^{fgh}

تشير الأحرف المتشابهة ضمن العمود الواحد إلى عدم وجود فروق معنوية ($P > 0.05$) بين المتوسطات (red colour) a و (yellow colour) b و L* (Lightness).

يُلاحظ من الجدول (25) وجود تأثير معنوي للمعاملة السكرية بمحلول السوربيتول ولطرائق التجفيف المختلفة في مؤشرات اللون لشرائح ثمار التفاح في معظم العينات، حيث أظهرت شرائح التفاح المعاملة بمحلول السوربيتول بتركيز (50%) والمجففة باستخدام الهواء الساخن وغير المخزنة القيم الأعلى للمؤشر L (Lightness)، وأظهرت العينات المعاملة بمحلول السوربيتول بتركيز (60%) والمجففة باستخدام الهواء الساخن وغير مخزنة القيم الأقل للمؤشر a (red colour)، بينما أظهرت شرائح التفاح غير المعاملة والمجففة باستخدام الطاقة الشمسية والمخزنة مدة ستة أشهر القيم الأقل للمؤشر b (yellow colour)، وأظهرت شرائح التفاح المعاملة بالسوربيتول بتركيز (50%) والمجففة باستخدام المشعات الكهربائية القيم الأقل للمؤشر L.

وقد بلغت قيمة المؤشر L (86.03) للعينات المعاملة بمحلول السوربيتول بتركيز (50%) والمجففة باستخدام الهواء الساخن وغير مخزنة، والمؤشر a (1.78) في عينات شرائح التفاح المعاملة بمحلول السوربيتول بتركيز (60%) والمجففة باستخدام الهواء الساخن وغير المخزنة، بينما بلغت قيمة المؤشر b (19.79) في عينات شرائح التفاح غير المعاملة والمجففة باستخدام الطاقة الشمسية والمخزنة مدة ستة أشهر، وبلغت قيمة L (64.05) لشرائح التفاح المعاملة بالسوربيتول بتركيز (50%) والمجففة باستخدام المشعات الكهربائية. وتتوافق هذه النتائج مع (Chisari et al., 2007) و (Bichra et al., 2012) و (Murata et al., 1995).

كما بينت نتائج التحليل الإحصائي وجود تأثير معنوي لطريقة التجفيف والمعاملة بمحلول السوربيتول ومدة التخزين في خفض قيمة المؤشر L في معظم العينات، إذ انخفضت قيمة المؤشر L من (82.47) للشرائح غير المعاملة بمحلول السوربيتول والمجففة باستخدام الهواء الساخن والمخزنة مدة ستة أشهر إلى (69.32) للشرائح المعاملة بتركيز 50% والمجففة باستخدام الطاقة الشمسية (البيت الزجاجي)، وإلى (68.55) للشرائح المعاملة بمحلول السوربيتول بتركيز 60% والمجففة باستخدام المشعات الكهربائية والمخزنة مدة ستة أشهر، وإلى (64.17) للشرائح المعاملة بمحلول السوربيتول بتركيز 40% والمجففة باستخدام المشعات الكهربائية والمخزنة مدة ستة أشهر. كما أظهرت النتائج الأثر المعنوي الأكبر للمعاملة بمحلول السوربيتول ولمدة التخزين في رفع قيمة المؤشر L، حيث ازدادت قيمة المؤشر L من (67.11) للشرائح غير المعاملة بمحلول السوربيتول والمجففة باستخدام الطاقة الشمسية وغير المخزنة إلى (77.11) للشرائح غير المعاملة والمجففة باستخدام الطاقة الشمسية والمخزنة مدة ستة أشهر، ومن (76.47) للشرائح غير المعاملة والمجففة باستخدام الهواء الساخن وغير المخزنة إلى (82.47) للشرائح

غير المعاملة والمجففة باستخدام الهواء الساخن والمخزنة مدة ستة أشهر، ومن (64.05) للشرائح المعاملة بمحلول السوربيتول 50% والمجففة باستخدام المشعات الكهربائية وغير المخزنة إلى (72.95) للشرائح المعاملة بمحلول السوربيتول 60% والمجففة باستخدام المشعات الكهربائية والمخزنة مدة ستة أشهر. وقد جاءت هذه النتائج متوافقة مع نتائج (Witrowa-Rajchert and Rzaça., 2009) و (Madrau *et al.*, 2009).

وتشير نتائج التحليل الإحصائي إلى عدم وجود تأثير معنوي لمدة التخزين في قيمة المؤشر *a* ضمن المعاملة الواحدة ولاسيما العينات المعاملة بمحلول السوربيتول 40% أو 50% إذا كانت العينات غير مخزنة، كما نلاحظ وجود تأثير معنوي للمعاملة بمحلول السوربيتول ولطريقة التجفيف في قيمة المؤشر *a*، إذ ازدادت قيمة *a* من (1.78) في العينات المعاملة بمحلول السوربيتول بتركيز 60% والمجففة بالهواء الساخن وغير المخزنة إلى (12.41) في العينات غير المعاملة والمجففة بالطاقة الشمسية وغير المخزنة، بينما انخفضت من (7.40) في العينات غير المعاملة بمحلول السوربيتول والمجففة بالمشعات الكهربائية وغير المخزنة إلى (6.51) في العينات المعاملة بمحلول السوربيتول بتركيز 40% والمجففة بالمشعات الكهربائية وغير المخزنة، وإلى (5.76) في العينات المعاملة بمحلول السوربيتول بتركيز 50% والمجففة باستخدام المشعات الكهربائية وغير المخزنة، وإلى (5.15) في العينات المعاملة بمحلول السوربيتول بتركيز 60% والمجففة بالمشعات الكهربائية والمخزنة لمدة ستة أشهر، كما انخفضت قيمة *a* من (12.41) في العينات غير المعاملة والمجففة باستخدام الطاقة الشمسية وغير المخزنة إلى (6.98) في العينات المعاملة بمحلول السوربيتول بتركيز 40% والمجففة باستخدام الطاقة الشمسية وغير المخزنة، وإلى (6.61) في العينات المعاملة بمحلول السوربيتول بتركيز 50% والمجففة باستخدام الطاقة الشمسية وغير المخزنة، وإلى (5.25) في العينات المعاملة بمحلول السوربيتول بتركيز 60% والمجففة باستخدام الطاقة الشمسية وغير المخزنة.

كما أظهرت نتائج الجدول (25) عدم وجود أي تأثير معنوي للمعاملة بمحلول السوربيتول ولمدة التخزين في قيمة المؤشر *b* في بعض العينات المعاملة وغير المعاملة ولاسيما إذا كانت العينات مجففة باستخدام المشعات الكهربائية. مع الإشارة إلى وجود تأثير معنوي للمعاملة ولطريقة التجفيف في قيمة *b*، إذ ازدادت قيمة المؤشر *b* من (23.79) لشرائح ثمار التفاح غير المعاملة والمجففة بالطاقة الشمسية (البيت الزجاجي) وغير المخزنة إلى (33.25) لشرائح ثمار التفاح المعاملة بمحلول السوربيتول بتركيز 60% والمجففة باستخدام الهواء الساخن والمخزنة لمدة ستة أشهر، وإلى (32.89) لشرائح ثمار التفاح المعاملة بمحلول السوربيتول بتركيز 40%

والمجففة باستخدام المشعات الكهربائية والمخزنة لمدة ستة أشهر، وإلى (36.20) لشرائح ثمار التفاح المعاملة بمحلول السوربيتول بتركيز 50% والمجففة باستخدام المشعات الكهربائية والمخزنة لمدة ستة أشهر، بينما ارتفعت قيمة المؤشر b من (19.79) لشرائح ثمار التفاح غير المعاملة والمجففة بالطاقة الشمسية (البيت الزجاجي) والمخزنة لمدة ستة أشهر إلى (29.02) لشرائح ثمار التفاح المعاملة بمحلول السوربيتول بتركيز 40% والمجففة باستخدام الطاقة الشمسية والمخزنة لمدة ستة أشهر، وإلى (29.66) لشرائح ثمار التفاح المعاملة بمحلول السوربيتول بتركيز 40% والمجففة باستخدام الهواء الساخن والمخزنة لمدة ستة أشهر، وإلى (29.78) لشرائح ثمار التفاح غير المعاملة والمجففة باستخدام المشعات الكهربائية والمخزنة لمدة ستة أشهر، وإلى (31.42) لشرائح ثمار التفاح المعاملة بمحلول السوربيتول بتركيز 50% والمجففة باستخدام الهواء الساخن والمخزنة مدة ستة أشهر.

4-6- نتائج تأثير طرائق التجفيف في مدة تجفيف شرائح ثمار التفاح:

أظهرت نتائج الجدول (26) أهمية طريقة التجفيف في خفض الزمن اللازم لعملية تجفيف شرائح التفاح، حيث كان للعينات المجففة باستخدام المشعات الكهربائية الأثر المعنوي الأكبر في خفض الزمن اللازم لعملية التجفيف، حيث بلغ الزمن اللازم لتجفيف شرائح ثمار التفاح المجففة باستخدام المشعات الكهربائية (17.75) ساعة، بينما تطلبت شرائح ثمار التفاح المجففة باستخدام الطاقة الشمسية وقتاً أطول حتى تجف إلى نفس المحتوى الرطوبي تقريباً حيث بلغ الزمن اللازم لتجفيف العينات باستخدام الطاقة الشمسية (308.50) ساعة، و(19.25) ساعة لتجفيف شرائح التفاح باستخدام الهواء الساخن. وتتفق هذه النتائج مع نتائج (Ozdemir and Devres., 1999) و(Akpınar et al., 2003) و(Lahsasni et al., 2004) و(Sacilik and Elicin., 2006).

جدول (26): تأثير طرائق التجفيف في مدة تجفيف شرائح ثمار التفاح.

طريقة التجفيف	زمن التجفيف /ساعة/
مجفف بالطاقة الشمسية (البيت الزجاجي)	12.00±308.50 ^b
مجفف باستخدام الهواء الساخن	0.50±19.25 ^a
مجفف باستخدام المشعات الكهربائية	0.50±17.75 ^a

تشير الأحرف المتشابهة ضمن العمود الواحد إلى عدم وجود فروق معنوية ($P > 0.05$) بين المتوسطات زمن التجفيف: متوسط الزمن اللازم لتجفيف العينات المعاملة بالسوربيتول والعينات غير المعاملة

كما تجدر الإشارة إلى وجود تأثير غير معنوي لطريقة التجفيف في خفض الزمن اللازم لعملية التجفيف إذا كانت العينات مجففة باستخدام الهواء الساخن أو باستخدام المشعات الكهربائية. ومن خلال مقارنة نتائج الجدول (26) يتبين لنا تفوق طريقة التجفيف باستخدام المشعات الكهربائية في خفض الزمن اللازم لإتمام عملية التجفيف.

تقدير المركبات الفينولية باستخدام تقنية HPLC:

1- نتائج تأثير المعاملة الحمضية وطرائق التجفيف في بعض المركبات الفينولية لشرائح ثمار التفاح المجففة والمخزنة لمدة ستة أشهر:

جدول (27): تأثير المعاملة الحمضية وطرائق التجفيف في بعض المركبات الفينولية لشرائح ثمار التفاح المجففة والمخزنة لمدة ستة أشهر.

التركيز مغ/100 غ				طريقة التجفيف	نوع المعاملة
Catechin	Quercetin	Chlorogenic Acid	P-Comariac Acid		
3.68		12.71	0.35	مجفف باستخدام الطاقة الشمسية	-
3.10	-	4.55	0.30	مجفف باستخدام الهواء الساخن	
1.80	-	9.74	1.03	مجفف باستخدام المشعات الكهربائية	
15.61	-	66.29	1.49	مجفف باستخدام الهواء الساخن	حمض الأسكوربيك 2%
6.91	-	21.27	0.66	مجفف باستخدام المشعات الكهربائية	
1.57	0.19	58.97	0.15	مجفف باستخدام المشعات الكهربائية	حمض السيتريك 2%
1.89	-	25.58	0.18	مجفف بالطاقة الشمسية	ميثا باي سلفيت الصوديوم 0.1%

يُلاحظ من الجدول (27) وجود تأثير للمعاملات الحمضية المختلفة ولطرائق التجفيف المختلفة في محتوى شرائح ثمار التفاح من المركبات الفينولية، حيث أدت المعاملة الحمضية بحمض الأسكوربيك 2% إلى المحافظة على المحتوى من المركبات الفينولية، إذ تفوقت هذه العينات بمحتواها من مركب الكاتيشين Catechin (15.61 مغ/100 غ)، كما تفوقت بمحتواها من حمض الكوماريك P-Comaric (1.49 مغ/100 غ)، وبمحتواها من حمض الكلوروجينيك

Chlorogenic Acid والذي بلغ (66.29 مغ/100غ)، وانعدم المحتوى من الكويرسيتين Quercetin لشرائح ثمار التفاح المعاملة بحمض الأسكوربيك بتركيز 2% والمجففة بالهواء الساخن والمخزنة مدة ستة أشهر مقارنة مع شرائح ثمار التفاح المجففة بطرائق تجفيف مختلفة والمعاملة بمعاملات أخرى مختلفة، بينما أبدت العينات غير المعاملة والمجففة بالهواء الساخن انخفاضاً ملحوظاً بمحتواها من حمض الكلوروجينيك Chlorogenic Acid (4.55 مغ/100غ)، ومن حمض الكوماريك P-Comaric (0.30 مغ/100غ) مقارنة مع العينات المعاملة والمجففة بطرائق التجفيف المختلفة، كما انعدم محتوى العينات غير المعاملة والمجففة باستخدام الهواء الساخن والمخزنة مدة ستة أشهر من مركب الكويرسيتين.

كما أظهرت نتائج الجدول (27) تفوق العينات المعاملة بحمض السيتريك بمحتواها من مركب الكويرسيتين، بينما انعدم محتوى العينات الأخرى من هذا المركب الفينولي، حيث بلغ المحتوى من الكويرسيتين (0.19 مغ/100غ)، كما بلغ المحتوى من حمض الكلوروجينيك (58.97 مغ/100غ) لشرائح التفاح المعاملة بحمض السيتريك والمجففة باستخدام المشعات الكهربائية والمخزنة مدة ستة أشهر.

أما بالنسبة للعينات المعاملة بمحلول ميتا باي سلفيت الصوديوم 0.1% فقد احتوت الشرائح المعاملة بهذا المحلول على جميع المركبات الفينولية المدروسة باستثناء مركب الكويرسيتين Quercetin فقد انعدم محتوى شرائح التفاح من هذا المركب، حيث بلغ المحتوى من حمض الكوماريك P-Comaric (0.18 مغ/100غ)، ومن حمض الكلوروجينيك Chlorogenic Acid (25.58 مغ/100غ)، والكاتيشين Catechin (1.89 مغ/100غ) لشرائح التفاح المعاملة بمحلول ميتا باي سلفيت الصوديوم 0.1% والمجففة باستخدام الطاقة الشمسية والمخزنة مدة ستة أشهر. وقد جاءت هذه النتائج متوافقة مع (Akbar et al., 2010) و (Savatović et al., 2008).

2- نتائج تأثير المعاملة بمحلول السكرز وطرائق التجفيف في بعض المركبات الفينولية لشرائح ثمار التفاح المجففة والمخزنة لمدة ستة أشهر:

يُلاحظ من الجدول (28) وجود تأثير للمعاملة السكرية بمحلول السكرز ولطرائق التجفيف المختلفة في محتوى شرائح ثمار التفاح من المركبات الفينولية، حيث أدت العينات المعاملة بمحلول السكرز (50%) والمجففة باستخدام الطاقة الشمسية إلى المحافظة على المحتوى من كافة المركبات الفينولية، حيث تراوح محتوى هذه الشرائح من حمض الكلوروجينيك Chlorogenic Acid (13.96 مغ/100غ)، والمحتوى من حمض الكوماريك P-Comaric

(1.83 مغ/100غ)، كما بلغ المحتوى من مركب الكاتيشين (19.14 مغ/100غ)، والمحتوى من الكويرسيتين (0.48 مغ/100غ) لشرائح ثمار التفاح المعاملة بالسكروز 50% والمجففة باستخدام الطاقة الشمسية والمخزنة مدة ستة أشهر مقارنة مع شرائح ثمار التفاح المعاملة والمجففة بطرائق التجفيف المختلفة. أما بالنسبة للعينات غير المعاملة بمحلول السكروز فقد تفوقت العينات غير المعاملة بمحلول السكروز والمجففة باستخدام الطاقة الشمسية بمحتواها من حمض الكلوروجينيك والكاتيشين، حيث بلغ محتوى العينات غير المعاملة والمجففة باستخدام الطاقة الشمسية والمخزنة مدة ستة أشهر من مركب الكاتيشين (3.68 مغ/100غ)، ومن حمض الكلوروجينيك Chlorogenic Acid (12.71 مغ/100غ)، والمحتوى من حمض الكوماريك P-Comaric (0.35 مغ/100غ).

جدول (28): تأثير المعاملة بمحلول السكروز وطرائق التجفيف في بعض المركبات الفينولية لشرائح ثمار التفاح المجففة والمخزنة لمدة ستة أشهر.

نوع المعاملة	طريقة التجفيف	التركيز مغ/100غ			
		Catechin	Quercetin	Chlorogenic Acid	P-Comariac Acid
-	مجفف باستخدام الطاقة الشمسية	3.68		12.71	0.35
	مجفف باستخدام الهواء الساخن	3.10	-	4.55	0.30
	مجفف باستخدام المشعات الكهربائية	1.80	-	9.74	1.03
سكروز 40%	مجفف بالطاقة الشمسية	-	0.08	7.39	-
	مجفف باستخدام المشعات الكهربائية	10.82	0.01	8.28	1.04
سكروز 50%	مجفف بالطاقة الشمسية	19.14	0.48	13.96	1.83
سكروز 60%	مجفف بالطاقة الشمسية	0.40	0.03	9.70	-
	مجفف باستخدام المشعات الكهربائية	1.51	0.04	5.21	0.04

كما أظهرت نتائج الجدول (28) انخفاضاً ملحوظاً في محتوى العينات المعاملة بمحلول السكروز 60% والمجففة باستخدام الطاقة الشمسية من مركب الكاتيشين والذي بلغ (0.40 مغ/100غ)، ومن حمض الكوماريك (0.04 مغ/100غ)، بينما بلغ المحتوى من الكويرسيتين (0.04 مغ/100غ)، والمحتوى من حمض الكلوروجينيك (5.21 مغ/100غ) لشرائح التفاح المعاملة بمحلول السكروز 60% والمجففة باستخدام الطاقة الشمسية والمخزنة مدة ستة أشهر. أما بالنسبة للعينات المعاملة بمحلول السكروز 60% والمجففة باستخدام المشعات الكهربائية فقد تميزت هذه العينات بمحتوى منخفض من حمض الكلوروجينيك (3.80 مغ/100غ)، ومن حمض الكوماريك P-Comaric Acid (0.14 مغ/100غ)، بينما بلغ المحتوى من مركب الكويرسيتين (0.07 مغ/100غ)، ومن الكاتيشين Catechin (1.51 مغ/100غ) لشرائح التفاح المعاملة بمحلول السكروز 60% والمجففة باستخدام المشعات الكهربائية والمخزنة مدة ستة أشهر. وتتوافق هذه النتائج التي توصل إليها (Madrau et al., 2009) و (Piga et al., 2003).

كما بينت نتائج الجدول (28) انعدام محتوى الشرائح المعاملة بمحلول السكروز 40% والمجففة باستخدام الطاقة الشمسية من حمض الكوماريك P-Comaric Acid والكاتيشين Catechin، بينما بلغ محتوى هذه العينات من حمض الكلوروجينيك Chlorogenic Acid (7.39 مغ/100غ)، ومن مركب الكويرسيتين Quercetin (0.08 مغ/100غ) لشرائح التفاح المعاملة بمحلول السكروز 40% والمجففة باستخدام المشعات الكهربائية والمخزنة مدة ستة أشهر.

3- نتائج تأثير المعاملة بمحلول الغلوكوز وطرائق التجفيف في بعض المركبات الفينولية لشرائح ثمار التفاح المجففة والمخزنة لمدة ستة أشهر:

يُلاحظ من الجدول (29) وجود تأثير للمعاملة السكرية بمحلول الغلوكوز ولطرائق التجفيف المختلفة في محتوى شرائح ثمار التفاح من المركبات الفينولية، حيث تفوقت العينات المعاملة بمحلول الغلوكوز 40% والمجففة باستخدام الهواء الساخن بمحتواها من حمض الكوماريك مقارنة مع العينات الأخرى، والذي بلغ (1.68 مغ/100غ) لشرائح التفاح المعاملة بمحلول الغلوكوز 40% والمجففة باستخدام الهواء الساخن.

كما تشير النتائج الموضحة في الجدول (29) إلى تفوق العينات المعاملة بمحلول الغلوكوز بتركيز 50% والمجففة باستخدام الطاقة الشمسية بمحتواها من حمض الكلوروجينيك، بينما انعدم محتوى هذه العينات من مركب الكاتيشين وحمض الكوماريك، كما تميزت هذه العينات بمحتوى منخفض من مركب الكويرسيتين مقارنة مع العينات الأخرى المختلفة، حيث بلغ محتوى العينات

المعاملة بمحلول الغلوكوز بتركيز 50% والمجففة باستخدام الطاقة الشمسية والمخزنة مدة ستة أشهر من الكويرسيتين (0.02 مغ/100غ).

جدول (29): تأثير المعاملة بمحلول الغلوكوز وطرائق التجفيف في بعض المركبات الفينولية لشرائح ثمار التفاح المجففة والمخزنة لمدة ستة أشهر.

التركيز مغ/100غ				طريقة التجفيف	نوع المعاملة
Catechin	Quercetin	Chlorogenic Acid	P-Comariac Acid		
3.68		12.71	0.35	مجفف باستخدام الطاقة الشمسية	-
3.10	-	4.55	0.30	مجفف باستخدام الهواء الساخن	
1.80	-	9.74	1.03	مجفف باستخدام المشعات الكهربائية	
0.25	-	14.75	0.02	مجفف بالطاقة الشمسية	غلوكوز %40
17.57	0.18	13.07	1.68	مجفف باستخدام الهواء الساخن	
-	0.02	28.70	-	مجفف بالطاقة الشمسية	غلوكوز %50
29.23	-	27.42	-	مجفف باستخدام المشعات الكهربائية	
3.51	0.83	18.77	0.34	مجفف باستخدام الهواء الساخن	غلوكوز %60
23.37	0.04	11.40	0.53	مجفف باستخدام المشعات الكهربائية	

كما أظهرت نتائج الجدول (29) تفوق العينات المعاملة بمحلول الغلوكوز 50% والمجففة باستخدام المشعات الكهربائية بمحتواها من مركب الكاتيشين، حيث بلغ محتوى هذه العينات من مركب الكاتيشين (29.23 مغ/100غ)، بينما انخفض المحتوى من الكاتيشين في العينات المعاملة بالغلوكوز 60% والمجففة باستخدام المشعات الكهربائية إلى (23.37 مغ/100غ)، وانخفض إلى (17.57 مغ/100غ) في العينات المعاملة بالغلوكوز 40% والمجففة باستخدام الهواء الساخن.

وتجدر الإشارة إلى انعدام محتوى العينات المعاملة بمحلول الجلوكوز 50% والمجففة باستخدام المشعات الكهربائية من الكويرسيتين وحمض الكوماريك.

أما بالنسبة للعينات المعاملة بمحلول الجلوكوز بالتركيز 40% والمجففة باستخدام الطاقة الشمسية فقد تميزت بمحتوى منخفض من حمض الكوماريك P- Comaric Acid، والذي بلغ (0.25 مغ/100غ) لشرائح التفاح المعاملة بمحلول الجلوكوز 40% والمجففة باستخدام الطاقة الشمسية والمخزنة مدة ستة أشهر، وبلغ المحتوى من حمض الكلوروجينيك (14.75 مغ/100غ)، بينما انعدم محتوى هذه العينات من مركب الكويرسيتين.

4- نتائج تأثير المعاملة بمحلول السوربيتول وطرائق التجفيف في بعض المركبات الفينولية لشرائح ثمار التفاح المجففة والمخزنة لمدة ستة أشهر:

جدول (30): تأثير المعاملة بمحلول السوربيتول وطرائق التجفيف في بعض المركبات الفينولية لشرائح ثمار التفاح المجففة والمخزنة لمدة ستة أشهر.

اسم العينة	طريقة التجفيف	التركيز مغ/100غ			
		Catechin	Quercetin	Chlorogenic Acid	P-Comariac Acid
-	مجفف باستخدام الطاقة الشمسية	3.68		12.71	0.35
	مجفف باستخدام الهواء الساخن	3.10	-	4.55	0.30
	مجفف باستخدام المشعات الكهربائية	1.80	-	9.74	1.03
سوربيتول %40	مجفف بالطاقة الشمسية	0.30	0.36	11.90	0.03
	مجفف باستخدام المشعات الكهربائية	39.69	0.05	6.81	0.80
سوربيتول %50	مجفف باستخدام المشعات الكهربائية	9.27	0.74	3.96	0.30
سوربيتول %60	مجفف بالطاقة الشمسية	-	0.18	8.17	-

يُلاحظ من الجدول (30) وجود تأثير للمعاملة السكرية بمحلول السوربيتول ولطرائق التجفيف المختلفة في محتوى شرائح ثمار التفاح من المركبات الفينولية، حيث تميزت العينات المعاملة

بمحلول السوربيتول 40% والمجففة باستخدام المشعات الكهربائية بالمحافظة على المحتوى من حمض الكوماريك ومركب الكاتيشين، بينما أبدت هذه العينات انخفاضاً ملحوظاً في محتواها من مركب الكويرسيتين Quercetin ومن حمض الكلوروجينيك، حيث بلغ محتوى الشرائح من حمض الكلوروجينيك Chlorogenic Acid (6.81 مغ/100غ)، والمحتوى من حمض الكوماريك P-Comaric (0.80 مغ/100غ)، والمحتوى من مركب الكاتيشين (39.69 مغ/100غ)، وبلغ المحتوى من مركب الكويرسيتين (0.05 مغ/100غ) لشرائح ثمار التفاح المعاملة بمحلول السوربيتول 40% والمجففة باستخدام المشعات الكهربائية والمخزنة مدة ستة أشهر مقارنة مع شرائح ثمار التفاح المعاملة وغير المعاملة والمجففة بطرائق التجفيف المختلفة. كما أظهرت نتائج الجدول (30) تفوق العينات المعاملة بمحلول السوربيتول في الحفاظ على محتوى العينات من مركب الكويرسيتين وذلك في طريقة التجفيف باستخدام الطاقة الشمسية في العينات المعاملة بمحلول السوربيتول بالتركيز 40% وفي طريقة التجفيف باستخدام المشعات الكهربائية في العينات المعاملة بمحلول السوربيتول بالتركيز 50%، حيث بلغ المحتوى من مركب الكويرسيتين (0.63 مغ/100غ) في العينات المعاملة بمحلول السوربيتول بالتركيز 40% والمجففة باستخدام الطاقة الشمسية والمخزنة مدة ستة أشهر، و(0.74 مغ/100غ) في العينات المعاملة بمحلول السوربيتول بالتركيز 50% والمجففة باستخدام المشعات الكهربائية والمخزنة مدة ستة أشهر. كما تميزت العينات المعاملة بمحلول السوربيتول بالتركيز 50% والمجففة باستخدام المشعات الكهربائية والمخزنة مدة ستة أشهر بمحتوى منخفض من حمض الكلوروجينيك مقارنة مع العينات الأخرى المعاملة وغير المعاملة، وقد بلغ المحتوى من حمض الكلوروجينيك (3.96 مغ/100غ) في العينات المعاملة بمحلول السوربيتول بالتركيز 50% والمجففة باستخدام المشعات الكهربائية والمخزنة مدة ستة أشهر.

- نتائج تأثير المعاملات الكيميائية المسبقة وتأثير طرائق التجفيف في الخصائص الحسية لشرايح ثمار التفاح المجففة:

1- الخصائص الحسية لشرايح ثمار التفاح المعاملة بتركيز متزايدة من محلول السكرز والمجففة بطرائق التجفيف المختلفة:

جدول (31): الخصائص الحسية لشرايح ثمار التفاح المعاملة بمحلول السكرز والمجففة بطرائق التجفيف المختلفة:

تركيز السكرز %	طريقة التجفيف	الطعم	اللون	الرائحة	القوام	القبول العام
-	الطاقة الشمسية	7.00±0.20 ^b	6.03±0.41 ^c	6.82±0.05 ^b	6.82±0.55 ^c	6.75±0.25 ^b
	الهواء الساخن	7.98±0.89 ^c	6.40±0.89 ^c	6.45±0.30 ^b	6.45±0.40 ^c	6.20±0.36 ^b
	المشعات الكهربائية	7.00±0.58 ^b	5.35±0.55 ^b	6.45±0.55 ^b	6.00±0.35 ^c	6.20±0.59 ^b
40	الطاقة الشمسية	6.15±0.53 ^a	5.79±0.15 ^b	5.30±0.55 ^a	5.30±0.55 ^b	5.80±0.55 ^a
	الهواء الساخن	6.29±0.82 ^a	6.60±0.82 ^b	6.15±0.89 ^b	6.15±0.59 ^c	6.20±0.79 ^b
	المشعات الكهربائية	6.00±0.15 ^a	4.62±0.50 ^a	5.00±0.30 ^a	4.63±0.60 ^a	5.03±0.30 ^a
50	الطاقة الشمسية	6.37±0.71 ^a	6.73±0.87 ^b	6.53±0.30 ^b	6.35±0.50 ^c	6.53±0.40 ^b
	الهواء الساخن	6.61±0.51 ^a	7.89±0.00 ^c	6.75±0.27 ^b	6.60±0.27 ^c	7.55±0.37 ^{cd}
	المشعات الكهربائية	6.03±0.21 ^a	6.74±0.45 ^b	6.16±0.34 ^b	5.30±0.34 ^b	6.26±0.54 ^b
60	الطاقة الشمسية	7.98±0.45 ^c	7.10±0.45 ^d	7.80±0.89 ^c	7.90±0.59 ^d	7.90±0.29 ^d
	الهواء الساخن	7.72±0.64 ^{bc}	7.98±0.13 ^e	7.88±0.89 ^c	7.95±0.19 ^d	7.94±0.89 ^d
	المشعات الكهربائية	7.19±0.50 ^b	7.00±0.41 ^d	7.00±0.55 ^c	6.99±0.25 ^c	6.82±0.25 ^b

الأحرف المتشابهة ضمن العمود الواحد تشير إلى عدم وجود فروق معنوية عند مستوى ثقة (0.05>P).

أظهرت النتائج المشار إليها في الجدول (31) وجود تأثير معنوي لطريقة التجفيف وتركيز المعاملة بمحلول السكروز في الخصائص الحسية لشرائح التفاح المجففة، وظهر هذا التأثير بشكل أكبر في العينات المعاملة بمحلول السكروز بتركيز (60%) في تحسين درجة اللون والرائحة والطعم والقوام ودرجة القبول العام، ولاسيما إذا كانت العينات مجففة باستخدام الهواء الساخن، إذ بلغت درجة اللون (7.98) في العينات المعاملة بمحلول السكروز بتركيز (60%) والمجففة باستخدام الهواء الساخن، وبلغت درجة الرائحة (7.88) في العينات المعاملة بمحلول السكروز بتركيز (60%) والمجففة باستخدام الهواء الساخن، وبلغت درجة القوام (7.95) في العينات المعاملة بمحلول السكروز بتركيز (60%) والمجففة باستخدام الهواء الساخن، وبلغت درجة القبول العام (7.94) في العينات المعاملة بمحلول السكروز بتركيز (60%) والمجففة باستخدام الهواء الساخن.

كما تبين نتائج الجدول (31) وجود تأثير معنوي لطريقة التجفيف وتركيز المعاملة بمحلول السكروز في تحسين درجة الطعم لشرائح التفاح المجففة، وظهر هذا التأثير بشكل أكبر في العينات المعاملة بمحلول السكروز بتركيز (60%) في تحسين درجة الطعم في طريقة التجفيف باستخدام الطاقة الشمسية، إذ بلغت درجة القوام (7.98). كما أظهرت النتائج الأثر المعنوي للعينات غير المعاملة في تحسين درجة الطعم في طريقة التجفيف باستخدام الهواء الساخن، إذ بلغت درجة الطعم (7.98).

2- الخصائص الحسية لشرائح ثمار التفاح المعاملة بتركيزات متزايدة من محلول الغلوكوز والمجففة بطرائق التجفيف المختلفة:

أظهرت النتائج المشار إليها في الجدول (32) وجود تأثير معنوي لطريقة التجفيف وتركيز المعاملة بمحلول الغلوكوز في الخصائص الحسية لشرائح التفاح المجففة، وظهر هذا التأثير بشكل أكبر في العينات المعاملة بمحلول الغلوكوز بتركيز (60%) في تحسين درجة اللون والرائحة والطعم والقوام ودرجة القبول العام، إذ بلغت درجة اللون (7.98) في العينات المعاملة بمحلول الغلوكوز بتركيز (60%) والمجففة باستخدام الهواء الساخن أو باستخدام الطاقة الشمسية أو باستخدام طريقة المشعات الكهربائية، وبلغت درجة الرائحة (7.98) في العينات المعاملة بمحلول الغلوكوز بتركيز (60%) والمجففة باستخدام الهواء الساخن، مع الإشارة إلى عدم وجود أية فروقات معنوية في درجة الرائحة بين طرائق التجفيف المختلفة، وبلغت درجة القوام (7.98) في العينات المعاملة بمحلول الغلوكوز بتركيز (60%) والمجففة باستخدام الهواء الساخن، وبلغت

درجة القبول العام (7.98) في العينات المعاملة بمحلول الغلوكوز بتركيز (60%) والمجففة باستخدام الهواء الساخن أو باستخدام الطاقة الشمسية.

جدول (32): الخصائص الحسية لشرائح ثمار التفاح المعاملة بمحلول الغلوكوز والمجففة بطرائق التجفيف المختلفة:

تركيز الغلوكوز %	طريقة التجفيف	الطعم	اللون	الرائحة	القوام	القبول العام
-	الطاقة الشمسية	7.00±0.20 ^c	6.03±0.4 ^c	6.82±0.05 ^b	6.82±0.55 ^c	6.75±0.25 ^c
	الهواء الساخن	7.98±0.89 ^d	6.40±0.89 ^c	6.45±0.30 ^b	6.45±0.40 ^c	6.20±0.36 ^c
	المشعات الكهربائية	7.00±0.68 ^c	5.35±0.55 ^b	6.45±0.55 ^b	6.00±0.35 ^c	6.20±0.59 ^c
40	الطاقة الشمسية	4.70±0.23 ^a	4.70±0.15 ^a	5.30±0.35 ^a	5.30±0.55 ^b	5.80±0.55 ^b
	الهواء الساخن	7.30±0.42 ^{cd}	7.30±0.82 ^d	6.15±0.59 ^b	6.15±0.39 ^c	6.20±0.69 ^c
	المشعات الكهربائية	7.49±0.15 ^{cd}	7.70±0.50 ^{de}	5.00±0.30 ^a	4.63±0.60 ^a	5.03±0.30 ^b
50	الطاقة الشمسية	4.37±0.31 ^a	7.30±0.77 ^d	7.62±0.60 ^c	4.35±0.50 ^a	4.80±0.40 ^a
	الهواء الساخن	6.61±0.51 ^b	7.89±0.20 ^{de}	7.78±0.27 ^c	4.60±0.47 ^a	6.55±0.14 ^c
	المشعات الكهربائية	6.03±0.11 ^b	7.52±0.45 ^d	7.88±0.14 ^{cd}	7.97±0.34 ^d	7.26±0.44 ^d
60	الطاقة الشمسية	7.98±0.25 ^e	7.98±0.35 ^e	7.94±0.29 ^d	7.94±0.49 ^d	7.98±0.29 ^e
	الهواء الساخن	7.98±0.54 ^e	7.98±0.13 ^e	7.98±0.19 ^d	7.98±0.19 ^d	7.98±0.69 ^e
	المشعات الكهربائية	7.89±0.60 ^{de}	7.98±0.41 ^e	7.97±0.55 ^d	6.30±0.15 ^b	7.30±0.20 ^d

الأحرف المتشابهة ضمن العمود الواحد تشير إلى عدم وجود فروق معنوية عند مستوى ثقة (0.05>P).

كما تبين نتائج الجدول (32) وجود تأثير معنوي لطريقة التجفيف وتركيز المعاملة بمحلول الغلوكوز في تحسين درجة الطعم لشرائح التفاح المجففة، وظهر هذا التأثير بشكل أكبر في العينات المعاملة بمحلول الغلوكوز بتركيز (60%) في تحسين درجة الطعم في طريقة التجفيف باستخدام الطاقة الشمسية، إذ بلغت درجة القوام (7.98). كما أظهرت النتائج الأثر المعنوي

للعينات غير المعاملة في تحسين درجة الطعم في طريقة التجفيف باستخدام الهواء الساخن، إذ بلغت درجة الطعم (7.98).

3- الخصائص الحسية لشرائح ثمار التفاح المعاملة بتركيزات متزايدة من محلول السوربيتول والمجففة بطرائق التجفيف المختلفة:

جدول (33): الخصائص الحسية لشرائح ثمار التفاح المعاملة بمحلول السوربيتول والمجففة بطرائق التجفيف المختلفة:

تركيز السوربيتول %	طريقة التجفيف	الطعم	اللون	الرائحة	القوام	القبول العام
-	الطاقة الشمسية	7.00±0.20 ^b	6.03±0.4 ^b	6.82±0.05 ^b	6.82±0.55 ^{bc}	6.75±0.25 ^b
	الهواء الساخن	7.98±0.89 ^c	6.40±0.89 ^b	6.45±0.30 ^b	6.45±0.40 ^b	6.20±0.36 ^b
	المشعات الكهربائية	7.00±0.58 ^b	5.35±0.55 ^a	6.45±0.55 ^b	6.00±0.35 ^b	6.20±0.59 ^b
40	الطاقة الشمسية	7.89±0.43 ^{bc}	7.98±0.15 ^d	7.89±0.55 ^{cd}	6.99±0.55 ^c	6.79±0.55 ^b
	الهواء الساخن	7.00±0.62 ^b	6.89±0.82 ^{bc}	6.85±0.89 ^b	6.95±0.59 ^c	6.59±0.60 ^b
	المشعات الكهربائية	6.85±0.15 ^a	6.00±0.50 ^b	7.95±0.30 ^d	6.95±0.60 ^c	5.03±0.37 ^a
50	الطاقة الشمسية	7.07±0.71 ^b	7.03±0.87 ^c	7.06±0.30 ^c	7.00±0.50 ^c	7.03±0.40 ^c
	الهواء الساخن	7.31±0.51 ^b	7.69±0.00 ^{cd}	7.95±0.27 ^d	7.98±0.77 ^d	7.69±0.39 ^{cd}
	المشعات الكهربائية	7.03±0.08 ^b	7.52±0.45 ^c	7.88±0.34 ^{cd}	7.97±0.67 ^d	7.69±0.59 ^c
60	الطاقة الشمسية	7.98±0.45 ^d	5.30±0.45 ^a	5.30±0.89 ^a	5.30±0.59 ^a	5.30±0.59 ^a
	الهواء الساخن	7.03±0.64 ^b	7.89±0.13 ^d	7.89±0.89 ^{cd}	7.03±0.10 ^c	7.03±0.99 ^c
	المشعات الكهربائية	7.98±0.80 ^c	7.89±0.41 ^d	7.67±0.55 ^c	7.89±0.29 ^{cd}	7.89±0.15 ^d

الأحرف المتشابهة ضمن العمود الواحد تشير إلى عدم وجود فروق معنوية عند مستوى ثقة (0.05>P).

أظهرت النتائج المشار إليها في الجدول (33) وجود تأثير معنوي لطريقة التجفيف وتركيز المعاملة بمحلول السوربيتول في الخصائص الحسية لشرائح التفاح المجففة، وظهر هذا التأثير بشكل أكبر في العينات المعاملة بمحلول السوربيتول بتركيز (40%) في تحسين درجة اللون والرائحة، إذ بلغت درجة اللون (7.98) في العينات المعاملة بمحلول السوربيتول بتركيز (40%) والمجففة باستخدام الطاقة الشمسية، وبلغت درجة الرائحة (7.95) في العينات المعاملة بمحلول السوربيتول بتركيز (40%) والمجففة باستخدام المشعات الكهربائية. كما أبدت العينات المعاملة بمحلول السوربيتول بتركيز (50%) والمجففة باستخدام الهواء الساخن الأثر المعنوي في تحسين درجة الرائحة، إذ بلغت درجة الرائحة (7.95).

وتوضح نتائج الجدول (33) وجود تأثير معنوي لطريقة التجفيف وتركيز المعاملة بمحلول السوربيتول في خاصتي الطعم والقبول العام، وظهر هذا التأثير بشكل أكبر في العينات المعاملة بمحلول السوربيتول بتركيز (60%) في تحسين درجة الطعم والقبول العام، إذ بلغت درجة الطعم (7.98) في العينات المعاملة بمحلول السوربيتول بتركيز (60%) سواء أكانت مجففة باستخدام الطاقة الشمسية أو باستخدام المشعات الكهربائية، وبلغت درجة القبول العام (7.89) في العينات المعاملة بمحلول السوربيتول بتركيز (60%) والمجففة باستخدام المشعات الكهربائية. كما أظهرت النتائج الأثر المعنوي للعينات غير المعاملة في تحسين درجة الطعم في طريقة التجفيف باستخدام الهواء الساخن، إذ بلغت درجة الطعم (7.98).

كما تبين نتائج الجدول (33) وجود تأثير معنوي لطريقة التجفيف وتركيز المعاملة بمحلول السوربيتول في تحسين درجة القوام لشرائح التفاح المجففة، وظهر هذا التأثير بشكل أكبر في العينات المعاملة بمحلول السوربيتول بتركيز (50%) في تحسين درجة القوام في طريقتي التجفيف باستخدام الهواء الساخن والمشعات الكهربائية، إذ بلغت درجة القوام (7.98).

4- الخصائص الحسية لشرائح ثمار التفاح المعاملة بمحلول حمض الأسكوربيك 2% والمجففة بطرائق التجفيف المختلفة:

أظهرت نتائج الجدول (34) وجود تأثير معنوي للمعاملة بمحلول حمض الأسكوربيك في الخصائص الحسية لشرائح التفاح المجففة بطرائق التجفيف المختلفة، حيث كان للمعاملة بمحلول حمض الأسكوربيك بتركيز (2%) التأثير المعنوي الأكبر في تحسين بعض الخصائص الحسية لشرائح التفاح المجففة في جميع طرائق التجفيف المستخدمة (التجفيف بالطاقة الشمسية، التجفيف بالهواء الساخن، والتجفيف باستخدام المشعات الكهربائية) مقارنة مع العينات غير المعاملة والمجففة.

جدول (34): الخصائص الحسية لشرائح ثمار التفاح المعاملة بمحلول حمض الأسكوربيك 2% والمجففة بطرائق التجفيف المختلفة:

نوع المعاملة	طريقة التجفيف	الطعم	اللون	الرائحة	القوام	القبول العام
-	الطاقة الشمسية	7.00±0.20 ^d	6.03±0.4 ^c	6.82±0.05 ^{bc}	6.82±0.55 ^{bc}	6.75±0.25 ^{bc}
	الهواء الساخن	7.98±0.89 ^c	6.40±0.89 ^c	6.45±0.30 ^b	6.45±0.40 ^b	6.20±0.36 ^b
	المشعات الكهربائية	7.00±0.58 ^d	5.35±0.55 ^b	6.45±0.55 ^b	6.00±0.35 ^b	6.20±0.59 ^b
حمض الأسكوربيك 2%	الطاقة الشمسية	5.70±0.55 ^b	5.80±0.55 ^b	5.38±0.52 ^a	5.30±0.59 ^a	5.90±0.59 ^a
	الهواء الساخن	6.85±0.14 ^c	7.00±0.34 ^d	6.89±0.60 ^c	6.98±0.10 ^c	6.99±0.99 ^c
	المشعات الكهربائية	4.55±0.17 ^a	4.16±0.12 ^a	5.41±0.35 ^a	5.89±0.29 ^a	5.79±0.15 ^a

الأحرف المتشابهة ضمن العمود الواحد تشير إلى عدم وجود فروق معنوية عند مستوى ثقة (0.05>P).

كما تبين نتائج الجدول (34) التأثير المعنوي الأكبر للمعاملة بمحلول حمض الأسكوربيك بتركيز (2 %) في طريقة التجفيف بالهواء الساخن في تحسين اللون والرائحة والقوام والقبول العام بالمقارنة مع العينات غير المعاملة ، إذ بلغت درجة الرائحة (6.89)، بينما بلغت درجة اللون (7.00)، ودرجة القوام (6.98)، والقبول العام (6.99).

كما أظهرت النتائج الأثر الأكبر للعينات غير المعاملة في طريقة التجفيف بالهواء الساخن في تحسين درجة الطعم، إذ بلغت درجة الطعم (7.98).

كما تشير النتائج إلى أن لطريقة التجفيف باستخدام المشعات الكهربائية الأثر الأكبر في خفض درجة الخصائص الحسية لشرائح التفاح المجففة إذا كانت العينات معاملة بمحلول حمض الأسكوربيك بتركيز (2 %) ومجففة باستخدام المشعات الكهربائية، إذ بلغت درجة الرائحة (5.41)، بينما بلغت درجة اللون (4.16)، ودرجة الطعم (4.55)، ودرجة القوام (5.89)، والقبول العام (5.79).

ولدى المقارنة بين طرائق التجفيف المختلفة نجد أن لطريقة التجفيف بالهواء الساخن الأثر الأكبر في تحسين الخصائص الحسية لشرائح التفاح المجففة (اللون والرائحة والقوام والقبول

العام) إذا كانت العينات معاملة بمحلول حمض الأسكوربيك بتركيز (2 %)، بينما كان للعينات غير المعاملة والمجففة حرارياً بالهواء الساخن الأثر الأكبر في تحسين الطعم.

5- الخصائص الحسية لشرائح ثمار التفاح المعاملة بمحلول حمض السيتريك 2% والمجففة بطرائق التجفيف المختلفة:

أظهرت نتائج الجدول (35) وجود تأثير معنوي للمعاملة بمحلول حمض السيتريك في الخصائص الحسية لشرائح التفاح المجففة بطرائق التجفيف المختلفة، حيث كان للمعاملة بمحلول حمض السيتريك بتركيز (2 %) التأثير المعنوي الأكبر في تحسين الخصائص الحسية لشرائح التفاح المجففة في جميع طرائق التجفيف المستخدمة (التجفيف بالطاقة الشمسية، التجفيف بالهواء الساخن، والتجفيف باستخدام المشعات الكهربائية) مقارنة مع العينات غير المعاملة والمجففة. جدول (35): الخصائص الحسية لشرائح ثمار التفاح المعاملة بمحلول حمض السيتريك 2% والمجففة بطرائق التجفيف المختلفة:

نوع المعاملة	طريقة التجفيف	الطعم	اللون	الرائحة	القوام	القبول العام
-	الطاقة الشمسية	7.00±0.20 ^b	6.03±0.4 ^b	6.82±0.05 ^{bc}	6.82±0.55 ^{ab}	6.75±0.25 ^{ab}
	الهواء الساخن	7.98±0.89 ^c	6.40±0.89 ^b	6.45±0.30 ^a	6.45±0.40 ^a	6.20±0.36 ^a
	المشعات الكهربائية	7.00±0.58 ^b	5.35±0.55 ^a	6.45±0.55 ^a	6.00±0.35 ^a	6.20±0.59 ^a
حمض السيتريك 2%	الطاقة الشمسية	6.70±0.88 ^a	7.03±0.82 ^c	7.33±0.34 ^c	6.70±0.50 ^a	6.03±0.40 ^a
	الهواء الساخن	7.00±0.65 ^b	7.03±0.65 ^c	7.10±0.82 ^c	7.08±0.77 ^b	7.09±0.39 ^b
	المشعات الكهربائية	6.00±0.50 ^a	6.00±0.96 ^b	7.00±0.88 ^c	6.70±0.67 ^a	6.00±0.59 ^a

الأحرف المتشابهة ضمن العمود الواحد تشير إلى عدم وجود فروق معنوية عند مستوى ثقة (0.05>P).

كما تبين نتائج الجدول (35) التأثير المعنوي الأكبر للمعاملة بمحلول حمض السيتريك بتركيز (2 %) في طريقة التجفيف بالهواء الساخن في تحسين اللون والقوام والقبول العام بالمقارنة مع الشاهد، إذ بلغت درجة اللون (7.03)، بينما بلغت درجة الرائحة (7.10)، ودرجة القوام (7.08)، والقبول العام (7.09).

كما أظهرت النتائج الأثر الأكبر للعينات غير المعاملة في طريقة التجفيف بالهواء الساخن في تحسين الطعم، إذ بلغت درجة الطعم (7.98).

كما تشير النتائج إلى أن لطريقة التجفيف بالطاقة الشمسية الأثر الأكبر في تحسين الخصائص الحسية لشرائح التفاح المجففة (الرائحة) إذا كانت العينات معاملة بمحلول حمض السيتريك بتركيز (2 %) ومجففة باستخدام الطاقة الشمسية، إذ بلغت درجة الرائحة (7.33).

ولدى المقارنة بين طرائق التجفيف المختلفة نجد أن لطريقة التجفيف بالهواء الساخن الأثر الأكبر في تحسين الخصائص الحسية لشرائح التفاح المجففة (الطعم واللون والقوام والقبول العام) إذا كانت العينات معاملة بمحلول حمض السيتريك بتركيز (2%)، بينما كان للعينات غير المعاملة والمجففة حرارياً بالهواء الساخن الأثر الأكبر في تحسين الطعم، وكان للعينات المعاملة بمحلول حمض السيتريك بتركيز (2%) والمجففة باستخدام الطاقة الشمسية الأثر الأكبر في تحسين الرائحة.

6- الخصائص الحسية لشرائح ثمار التفاح المعاملة بمحلول ميتاباي سلفيت الصوديوم 0.1% والمجففة بطرائق التجفيف المختلفة:

جدول (36): الخصائص الحسية لشرائح ثمار التفاح المعاملة بمحلول ميتاباي سلفيت الصوديوم 0.1 % والمجففة بطرائق التجفيف المختلفة:

نوع المعاملة	طريقة التجفيف	الطعم	اللون	الرائحة	القوام	القبول العام
-	الطاقة الشمسية	7.00±0.20 ^a	6.03±0.4 ^b	6.82±0.05 ^{ab}	6.82±0.55 ^{ab}	6.75±0.25 ^a
	الهواء الساخن	7.98±0.89 ^b	6.40±0.89 ^b	6.45±0.30 ^a	6.45±0.40 ^a	6.20±0.36 ^a
	المشعات الكهربائية	7.00±0.58 ^a	5.35±0.55 ^a	6.45±0.55 ^a	6.00±0.35 ^a	6.20±0.59 ^a
ميتاباي سلفيت الصوديوم 0.1%	الطاقة الشمسية	7.03±0.55 ^a	7.98±0.55 ^c	7.03±0.58 ^{bc}	7.03±0.55 ^{bc}	7.03±0.55 ^{bc}
	الهواء الساخن	7.40±0.41 ^{ab}	7.98±0.50 ^c	7.98±0.65 ^d	7.89±0.59 ^c	7.98±0.60 ^d
	المشعات الكهربائية	7.03±0.45 ^a	7.98±0.55 ^c	7.89±0.58 ^{cd}	7.89±0.60 ^c	7.89±0.37 ^c

الأحرف المتشابهة ضمن العمود الواحد تشير إلى عدم وجود فروق معنوية عند مستوى ثقة ($P > 0.05$).

أظهرت نتائج الجدول (36) وجود تأثير معنوي للمعاملة بمحلول ميتاباي سلفيت الصوديوم في الخصائص الحسية لشرائح التفاح المجففة بطرائق التجفيف المختلفة، حيث كان للمعاملة بمحلول

ميتاباي سلفيت الصوديوم بتركيز (0.1 %) التأثير المعنوي الأكبر في تحسين الخصائص الحسية لشرائح التفاح المجففة في جميع طرائق التجفيف المستخدمة (التجفيف بالطاقة الشمسية، التجفيف بالهواء الساخن، والتجفيف باستخدام المشعات الكهربائية) مقارنة مع عينات الشاهد غير المعامل والمجفف.

كما تبين نتائج الجدول (36) التأثير المعنوي الأكبر للمعاملة بمحلول ميتاباي سلفيت الصوديوم بتركيز (0.1 %) في طريقة التجفيف بالهواء الساخن في تحسين اللون والرائحة والقوام والقبول العام بالمقارنة مع الشاهد، إذ بلغت درجة اللون (7.98)، بينما بلغت درجة الرائحة (7.98)، ودرجة القوام (7.89)، والقبول العام (7.98). كما أظهرت النتائج الأثر الأكبر للعينات غير المعاملة في طريقة التجفيف بالهواء الساخن في تحسين الطعم، إذ بلغت درجة الطعم (7.98). ولدى المقارنة بين طرائق التجفيف المختلفة نجد أن لطريقة التجفيف الحراري باستخدام بالهواء الساخن الأثر الأكبر في تحسين الخصائص الحسية لشرائح التفاح المجففة (اللون والرائحة والقوام والقبول العام) إذا كانت العينات معاملة بمحلول ميتاباي سلفيت الصوديوم بتركيز (0.1 %)، بينما كان للعينات غير المعاملة والمجففة حرارياً بالهواء الساخن الأثر الأكبر في تحسين الطعم.

- نتائج تأثير المعاملات الكيميائية المسبقة وتأثير طرائق التجفيف ومدة التخزين في التعداد العام للخمائر والفطور لشرائح ثمار التفاح المجففة:

1- نتائج التعداد العام للخمائر والفطور لشرائح التفاح المجففة والمعاملة مسبقاً بمحاليل حمضية:

1-1- نتائج تأثير طريقة التجفيف ومدة التخزين والمعاملة بمحاليل حمضية في التعداد العام للخمائر والفطور لشرائح ثمار التفاح المجففة:

جدول (37): تأثير طريقة التجفيف ومدة التخزين والمعاملة بمحاليل حمضية في التعداد العام للخمائر والفطور لشرائح ثمار التفاح المجففة.

المعاملة	طريقة التجفيف	مدة التخزين (شهر)	التعداد العام للخمائر والفطور في خلية/ 1 غ عينة
-	مجفف بالطاقة الشمسية (البيت الزجاجي)	0	10×8.5^1
		6	10×1.05^3
	مجفف باستخدام الهواء الساخن	0	-
		6	10×1^1
	مجفف باستخدام المشعات الكهربائية	0	-
		6	10×2^1
محلول حمض الأسكوربيك 2%	مجفف بالطاقة الشمسية (البيت الزجاجي)	0	-
		6	10×1^1
	مجفف باستخدام الهواء الساخن	0	10×1^1
		6	10×1^2
	مجفف باستخدام المشعات الكهربائية	0	-
		6	10×1.5
محلول حمض السيترريك 2%	مجفف بالطاقة الشمسية (البيت الزجاجي)	0	10×1.25^2
		6	10×9.50^2
	مجفف باستخدام الهواء الساخن	0	-
		6	10×1^1
	مجفف باستخدام المشعات الكهربائية	0	10×3^1
		6	10×1.1^3
محلول ميتاباي سلفيت 0.1%	مجفف بالطاقة الشمسية (البيت الزجاجي)	0	-
		6	10×1.5^1
	مجفف باستخدام الهواء الساخن	0	-
		6	10×2.5^1
	مجفف باستخدام المشعات الكهربائية	0	-
		6	5

أظهرت نتائج الجدول (37) وجود تأثير لمدة التخزين في زيادة الحمولة من الخمائر والفطور للعينات المجففة بطرائق التجفيف المختلفة، فقد لوحظ ارتفاعاً ملحوظاً في الحمولة من الخمائر والفطور للشرائح المعاملة وغير المعاملة والمخزنة لمدة ستة أشهر.

كما تجدر الإشارة إلى تأثير مدة التخزين والمعاملة بمحلول حمض الأسكوربيك وطريقة التجفيف في زيادة الحمولة من الخمائر والفطور للعينات المجففة، حيث كان للعينات المعاملة بمحلول حمض الأسكوربيك بتركيز 2% ولطريقة التجفيف باستخدام الهواء الساخن الأثر الأكبر في زيادة الحمولة من الخمائر والفطور للعينات المجففة، حيث بلغ التعداد العام للخمائر والفطور ($10^2 \times 1$ خلية في 1 غ عينة) لشرائح ثمار التفاح المعاملة بمحلول حمض الأسكوربيك بتركيز 2% والمجففة باستخدام الهواء الساخن والمخزنة، بينما بلغ ($10^1 \times 1$ خلية في 1 غ عينة) لشرائح ثمار التفاح غير المعاملة والمجففة باستخدام الهواء الساخن والمخزنة وشرائح ثمار التفاح المعاملة بمحلول حمض السيتريك والمجففة باستخدام الهواء الساخن والمخزنة، بينما انخفض التعداد العام للخمائر والفطور إلى ($10^1 \times 2.5$ خلية في 1 غ عينة) في شرائح ثمار التفاح المعاملة بمحلول ميتاباي سلفيت الصوديوم 0.1% والمجففة باستخدام الهواء الساخن والمخزنة لمدة ستة أشهر. وقد جاءت هذه النتائج متوافقة مع (Marios *et al.*, 1985) و (Athanasopoulos and Thanos., 1998) و (Eswaranandam *et al.*, 2004) و (Corbo *et al.*, 2010).

كما أدت المعاملة بمحلول ميتاباي سلفيت الصوديوم 0.1% في طرائق التجفيف المختلفة إلى انعدام الحمولة من الخمائر والفطور بشكل كامل تقريباً في العينات المعاملة وغير المخزنة. كما أدت المعاملة بمحلول حمض الأسكوربيك 2% وطريقة التجفيف باستخدام المشعات الكهربائية والتجفيف باستخدام الطاقة الشمسية في البيت الزجاجي، والعينات المعاملة بحمض السيتريك 2% والمجففة باستخدام الهواء الساخن وغير المخزنة إلى انعدام الحمولة من الخمائر والفطور لشرائح ثمار التفاح المعاملة والمجففة بشكل كبير في العينات غير المخزنة. وجاءت هذه النتائج متوافقة مع (Soliva-Fortuny and Martin-Belloso., 2003) و (Lanciotti *et al.*, 2004).

كما تجدر الإشارة إلى الأثر الواضح للمعاملة بمحلول ميتاباي سلفيت الصوديوم 0.1% في خفض الحمولة من الخمائر والفطور للعينات المجففة بطرائق التجفيف المختلفة، حيث كان للعينات المعاملة بمحلول ميتاباي سلفيت الصوديوم 0.1% ولطريقة التجفيف باستخدام المشعات الكهربائية الأثر الأكبر في خفض الحمولة من الخمائر والفطور للعينات المجففة والمخزنة لمدة ستة أشهر، حيث بلغ التعداد العام للخمائر والفطور لعينات شرائح ثمار التفاح المعاملة بمحلول ميتاباي سلفيت الصوديوم 0.1% والمجففة باستخدام المشعات الكهربائية والمخزنة مدة ستة أشهر (5 خلية في 1 غ عينة)، و ($10^1 \times 1.5$ خلية في 1 غ عينة) لشرائح ثمار التفاح المعاملة بمحلول ميتاباي سلفيت الصوديوم 0.1% والمجففة باستخدام الطاقة الشمسية والمخزنة مدة ستة أشهر،

و(2.5x10¹ خلية في 1 غ عينة) لشرائح ثمار التفاح المعاملة بمحلول ميتاباي سلفيت الصوديوم 0.1% والمجففة باستخدام الهواء الساخن والمخزنة مدة ستة أشهر.

2- نتائج التعداد العام للخمائر والفطور لشرائح التفاح المجففة والمعاملة مسبقاً

بمحلول سكري:

2-1- نتائج تأثير طريقة التجفيف ومدة التخزين والمعاملة بتركيز متزايدة من السكر في التعداد العام للخمائر والفطور لشرائح ثمار التفاح المجففة:

أظهرت نتائج الجدول (38) وجود تأثير لمدة التخزين في زيادة الحمولة من الخمائر والفطور للعينات المجففة بطرائق التجفيف المختلفة، فقد لوحظ ارتفاعاً ملحوظاً في الحمولة من الخمائر والفطور للشرائح المعاملة وغير المعاملة والمخزنة لمدة ستة أشهر.

كما تجدر الإشارة إلى أهمية المعاملة بمحلول السكر وطريقة التجفيف في خفض الحمولة من الخمائر والفطور للعينات المجففة، حيث كان للعينات المعاملة بمحلول السكر بالتركيز الأعلى 50% و 60% ولطريقة التجفيف باستخدام الهواء الساخن الأثر الأكبر في خفض الحمولة من الخمائر والفطور للعينات المجففة، حيث بلغ التعداد العام للخمائر والفطور (5 خلية في 1 غ عينة) لشرائح ثمار التفاح المعاملة بمحلول السكر بتركيز 50% والمجففة باستخدام الهواء الساخن وغير المخزنة، و(1.5x10¹ خلية في 1 غ عينة) لشرائح ثمار التفاح المعاملة بمحلول السكر بتركيز 60% والمجففة بالطاقة الشمسية وغير المخزنة، بينما بلغ التعداد العام للخمائر والفطور (7.5x10¹ خلية في 1 غ عينة) في شرائح ثمار التفاح المعاملة بمحلول السكر 40% والمجففة باستخدام الهواء الساخن. وتتوافق هذه النتائج مع (Oussalah *et al.*, 2006) و(Rojas-Grau *et al.*, 2007).

كما أدت المعاملة بمحلول السكر بالتركيز المختلفة (40%، 50%، 60%) وطريقة التجفيف باستخدام المشعات الكهربائية إلى انعدام الحمولة من الخمائر والفطور بشكل كامل تقريباً في العينات المعاملة وغير المخزنة، كما أدت المعاملة بمحلول السكر بالتركيز الأعلى 60% وطريقة التجفيف باستخدام الهواء الساخن إلى انعدام الحمولة من الخمائر والفطور لشرائح ثمار التفاح المعاملة والمجففة بشكل كبير مقارنة مع طرائق التجفيف الأخرى في العينات المخزنة وغير المخزنة. وقد جاءت هذه النتائج متوافقة مع (Corbo *et al.*, 2010).

جدول (38): تأثير طريقة التجفيف ومدة التخزين والمعاملة بتركيز متزايدة من السكر في التعداد العام للخمائر والفطور لشرائح ثمار التفاح المجففة.

المعاملة	طريقة التجفيف	مدة التخزين (شهر)	التعداد العام للخمائر والفطور في خلية 1 غ عينة
-	مجفف بالطاقة الشمسية (البيت الزجاجي)	0	10×8.5^1
		6	10×1.05^3
	مجفف باستخدام الهواء الساخن	0	-
		6	10×1^1
	مجفف باستخدام المشعات الكهربائية	0	-
		6	10×2^1
محلول السكر 40%	مجفف بالطاقة الشمسية (البيت الزجاجي)	0	10×1.65^3
		6	10×3.35^3
	مجفف باستخدام الهواء الساخن	0	10×7.5^1
		6	10×4.5^2
	مجفف باستخدام المشعات الكهربائية	0	-
		6	10×1^1
محلول السكر 50%	مجفف بالطاقة الشمسية (البيت الزجاجي)	0	10×1.5^1
		6	10×1.75^2
	مجفف باستخدام الهواء الساخن	0	5
		6	10×2.5^1
	مجفف باستخدام المشعات الكهربائية	0	-
		6	10×3.7^2
محلول السكر 60%	مجفف بالطاقة الشمسية (البيت الزجاجي)	0	10×1.5^1
		6	10×1^2
	مجفف باستخدام الهواء الساخن	0	-
		6	-
	مجفف باستخدام المشعات الكهربائية	0	-
		6	10×9.5^2

كما تجدر الإشارة إلى تأثير مدة التخزين والمعاملة بمحلول السكر وطريقة التجفيف في خفض الحمولة من الخمائر والفطور للعينات المجففة، حيث كان للعينات المعاملة بمحلول السكر بتركيز 40% ولطريقة التجفيف باستخدام المشعات الكهربائية الأثر الأكبر في خفض الحمولة من الخمائر والفطور للعينات المجففة والمخزنة لمدة ستة أشهر، بينما كان لطريقة التجفيف باستخدام الطاقة الشمسية الأثر الأكبر في زيادة الحمولة من الخمائر والفطور للعينات المجففة، حيث بلغت الحمولة من الخمائر والفطور لعينات شرائح ثمار التفاح المعاملة بمحلول السكر بتركيز 40% والمجففة باستخدام المشعات الكهربائية والمخزنة لمدة ستة أشهر (10×1 خلية في 1 غ عينة)، و($10^3 \times 3.35$ خلية في 1 غ عينة) لشرائح ثمار التفاح المعاملة

بمحلول السكروز 40% والمجففة باستخدام الطاقة الشمسية والمخزنة مدة ستة أشهر. وقد جاءت هذه النتائج متوافقة مع (Idah and Aderibigbe., 2007) و (Muller *et al.*, 1982). كما أظهرت نتائج الجدول (38) وجود تأثير لطريقة التجفيف في خفض الحمولة من الخمائر والفطور للعينات المجففة باستخدام الهواء الساخن أو باستخدام المشعات الكهربائية في الشرائح غير المعاملة وغير المخزنة، بينما كان للعينات غير المعاملة بمحلول السكروز ولطريقة التجفيف باستخدام الطاقة الشمسية الأثر الأكبر في زيادة الحمولة من الخمائر والفطور في العينات المجففة وغير المعاملة المخزنة وغير المخزنة، حيث بلغت الحمولة من الخمائر والفطور لشرائح ثمار التفاح غير المعاملة بمحلول السكروز والمجففة باستخدام الطاقة الشمسية وغير المخزنة ($10^1 \times 8.5$ خلية في 1 غ عينة)، و ($10^3 \times 1.05$ خلية في 1 غ عينة) بعد ستة أشهر من التخزين لشرائح ثمار التفاح غير المعاملة والمجففة باستخدام الطاقة الشمسية. وقد جاءت هذه النتائج متوافقة مع (IFT, 1983) و (Boynton *et al.*, 2006).

2-2- نتائج تأثير طريقة التجفيف ومدة التخزين والمعاملة بتراكيز متزايدة من السوربيتول في الحمولة من الخمائر والفطور لشرائح ثمار التفاح المجففة:

أظهرت نتائج الجدول (39) وجود تأثير لمدة التخزين في زيادة الحمولة من الخمائر والفطور للعينات المجففة بطرائق التجفيف المختلفة، فقد لوحظ ارتفاعاً ملحوظاً في الحمولة من الخمائر والفطور للشرائح المعاملة وغير المعاملة والمخزنة لمدة ستة أشهر.

كما تجدر الإشارة إلى أهمية المعاملة بمحلول السوربيتول وطريقة التجفيف في خفض الحمولة من الخمائر والفطور للعينات المجففة، حيث كان للعينات المعاملة بمحلول السوربيتول بالتركيز 50% ولطريقة التجفيف باستخدام الهواء الساخن الأثر الأكبر في خفض الحمولة من الخمائر والفطور للعينات المجففة، حيث انعدمت الحمولة من الخمائر والفطور في جميع العينات المعاملة بمحلول السوربيتول بالتراكيز المختلفة (40%، 50%، 60%) وغير المخزنة وذلك في طريقة التجفيف بالهواء الساخن. كما كان لطريقة التجفيف بالهواء الساخن وللعينات المعاملة بالسوربيتول الأثر الأكبر في خفض الحمولة من الخمائر والفطور في العينات المخزنة لمدة ستة أشهر مقارنة مع طرائق التجفيف الأخرى، حيث بلغ التعداد العام للخمائر والفطور ($10^1 \times 2.5$ خلية في 1 غ عينة) لشرائح ثمار التفاح المعاملة بمحلول السوربيتول بتركيز 50% والمجففة باستخدام الهواء الساخن والمخزنة، و ($10^1 \times 1.8$ خلية في 1 غ عينة) لشرائح ثمار التفاح المعاملة بمحلول السوربيتول بتركيز 40% والمجففة باستخدام الهواء الساخن والمخزنة، بينما بلغ التعداد العام

للخمائر والفطور ($10^1 \times 4.5$ خلية في 1 غ عينة) في شرائح ثمار التفاح المعاملة بمحلول السوربيتول 60% والمجففة باستخدام الهواء الساخن والمخزنة لمدة ستة أشهر.

جدول (39): تأثير طريقة التجفيف ومدة التخزين والمعاملة بتركيز متزايدة من السوربيتول في الحمولة من الخمائر والفطور لشرائح ثمار التفاح المجففة.

نوع المعاملة	طريقة التجفيف	مدة التخزين (شهر)	التعداد العام للخمائر والفطور في خلية / 1 غ عينة
-	مجفف بالطاقة الشمسية (البيت الزجاجي)	0	10×8.5^1
		6	10×1.05^3
	مجفف باستخدام الهواء الساخن	0	-
		6	10×1^1
	مجفف باستخدام المشعات الكهربائية	0	-
		6	10×2^1
محلول السوربيتول 40%	مجفف بالطاقة الشمسية (البيت الزجاجي)	0	5
		6	10×1.75^2
	مجفف باستخدام الهواء الساخن	0	-
		6	10×1.8^1
	مجفف باستخدام المشعات الكهربائية	0	-
		6	-
محلول السوربيتول 50%	مجفف بالطاقة الشمسية (البيت الزجاجي)	0	5
		6	10×1^2
	مجفف باستخدام الهواء الساخن	0	-
		6	10×2.5^1
	مجفف باستخدام المشعات الكهربائية	0	10×1.5^1
		6	10×9^2
محلول السوربيتول 60%	مجفف بالطاقة الشمسية (البيت الزجاجي)	0	10×1.5^1
		6	10×8.5^2
	مجفف باستخدام الهواء الساخن	0	-
		6	10×4.5^1
	مجفف باستخدام المشعات الكهربائية	0	10×2^1
		6	10×7.5^1

كما أدت المعاملة بمحلول السوربيتول بالتركيز 40% وطريقة التجفيف باستخدام المشعات الكهربائية إلى انعدام الحمولة من الخمائر والفطور بشكل كامل تقريباً في العينات المعاملة المخزنة وغير المخزنة، بينما أدت المعاملة بمحلول السوربيتول بالتركيز 50% وطريقة التجفيف باستخدام المشعات الكهربائية إلى ارتفاع الحمولة من الخمائر والفطور لشرائح ثمار التفاح المعاملة والمجففة بشكل كبير مقارنة مع طرائق التجفيف الأخرى في العينات المخزنة، حيث بلغ التعداد العام للخمائر والفطور (10×9^2 خلية في 1 غ عينة).

كما تجدر الإشارة إلى تأثير مدة التخزين والمعاملة بمحلول السوربيتول وطريقة التجفيف في خفض الحمولة من الخمائر والفطور للعينات المجففة، حيث كان للعينات المعاملة بمحلول السكروز بتركيز 50% ولطريقة التجفيف باستخدام الهواء الساخن الأثر الأكبر في خفض الحمولة من الخمائر والفطور للعينات المجففة والمخزنة لمدة ستة أشهر مقارنة مع العينات غير المعاملة والمعاملة بمحلول السوربيتول، حيث بلغت ($10^1 \times 2.5$ خلية في 1 غ عينة).

كما كان لطريقة التجفيف باستخدام الطاقة الشمسية والمعاملة بالسوربيتول بتركيز 50% الأثر الأكبر في خفض الحمولة من الخمائر والفطور للعينات المجففة مقارنة مع العينات المعاملة وغير المعاملة والمخزنة لمدة ستة أشهر، حيث بلغت الحمولة من الخمائر والفطور لعينات شرائح ثمار التفاح المعاملة بمحلول السوربيتول بتركيز 50% والمجففة باستخدام الطاقة الشمسية والمخزنة مدة ستة أشهر ($10^2 \times 1$ خلية في 1 غ عينة).

2-3- نتائج تأثير طريقة التجفيف ومدة التخزين والمعاملة بتركيزات متزايدة من الغلوكوز الحمولة من الخمائر والفطور لشرائح ثمار التفاح المجففة:

أظهرت نتائج الجدول (40) وجود تأثير لمدة التخزين في زيادة الحمولة من الخمائر والفطور للعينات المجففة بطرائق التجفيف المختلفة، فقد لوحظ ارتفاعاً ملحوظاً في الحمولة من الخمائر والفطور للشرائح المعاملة وغير المعاملة والمخزنة لمدة ستة أشهر.

كما تجدر الإشارة إلى أهمية المعاملة بمحلول الغلوكوز وطريقة التجفيف في خفض الحمولة من الخمائر والفطور للعينات المجففة، حيث كان للعينات المعاملة بمحلول الغلوكوز بالتركيزات المختلفة (40%، 50%، 60%) ولطريقة التجفيف باستخدام الهواء الساخن والتجفيف باستخدام المشعات الكهربائية الأثر الأكبر في خفض الحمولة من الخمائر والفطور للعينات المجففة، حيث انعدمت الحمولة من الخمائر والفطور في معظم العينات المعاملة بالغلوكوز والمجففة بالطرائق سابقة الذكر إذا كانت العينات غير مخزنة.

كما كان لطريقة التجفيف باستخدام الهواء الساخن والتجفيف باستخدام المشعات الكهربائية الأثر الأكبر في خفض الحمولة من الخمائر والفطور بعد التخزين لمدة ستة أشهر في العينات المعاملة بالغلوكوز بتركيز 40% مقارنة مع العينات غير المعاملة والعينات المعاملة بالغلوكوز بالتركيزات الأعلى، حيث بلغ التعداد العام للخمائر والفطور (5 خلية في 1 غ عينة) لشرائح ثمار التفاح المعاملة بمحلول الغلوكوز بتركيز 40% والمجففة باستخدام الهواء الساخن أو باستخدام المشعات الكهربائية والمخزنة لمدة ستة أشهر.

جدول (40): تأثير طريقة التجفيف ومدة التخزين والمعاملة بتركيز متزايدة من الغلوكوز في الحمولة من الخمائر والفطور لشرائح ثمار التفاح المجففة.

نوع المعاملة	طريقة التجفيف	مدة التخزين (شهر)	التعداد العام للخمائر والفطور في خلية/ 1 غ عينة
-	مجفف بالطاقة الشمسية (البيت الزجاجي)	0	10×8.5 ¹
		6	10×1.05 ³
	مجفف باستخدام الهواء الساخن	0	-
		6	10×1 ¹
	مجفف باستخدام المشعات الكهربائية	0	-
		6	10×2 ¹
محلول الغلوكوز %40	مجفف بالطاقة الشمسية (البيت الزجاجي)	0	10×5.5 ¹
		6	10×2.5 ²
	مجفف باستخدام الهواء الساخن	0	-
		6	5
	مجفف باستخدام المشعات الكهربائية	0	-
		6	5
محلول الغلوكوز %50	مجفف بالطاقة الشمسية (البيت الزجاجي)	0	10×2.75 ²
		6	10×9.50 ²
	مجفف باستخدام الهواء الساخن	0	-
		6	10×1.5 ¹
	مجفف باستخدام المشعات الكهربائية	0	-
		6	10×1.5 ¹
محلول الغلوكوز %60	مجفف بالطاقة الشمسية (البيت الزجاجي)	0	10×7 ¹
		6	10×4.25 ²
	مجفف باستخدام الهواء الساخن	0	10×6 ¹
		6	10×4.25 ²
	مجفف باستخدام المشعات الكهربائية	0	-
		6	-

كما أدت المعاملة بمحلول الغلوكوز بالتركيز الأعلى 60% وطريقة التجفيف باستخدام المشعات الكهربائية إلى انعدام الحمولة من الخمائر والفطور بشكل كامل تقريباً في العينات المخزنة وغير المخزنة.

وتجدر الإشارة إلى تأثير المعاملة بمحلول الغلوكوز وطريقة التجفيف في زيادة الحمولة من الخمائر والفطور للعينات المجففة، حيث كان للعينات المعاملة بمحلول الغلوكوز بتركيز 50% ولطريقة التجفيف باستخدام الطاقة الشمسية الأثر الأكبر في زيادة الحمولة من الخمائر والفطور للعينات المجففة والمخزنة لمدة ستة أشهر، حيث بلغت الحمولة من الخمائر والفطور لعينات شرائح ثمار التفاح المعاملة بمحلول الغلوكوز بتركيز 50% والمجففة باستخدام الطاقة الشمسية والمخزنة مدة ستة أشهر ($10^2 \times 9.50$ خلية في 1 غ عينة).

الفصل الرابع

الاستنتاجات والتوصيات

CONCLUSIONS & RECOMMENDATIONS

الاستنتاجات:

- تفوق طريقة التجفيف باستخدام الهواء الساخن في المحافظة على المحتوى من الفينولات الكلية والمحتوى من فيتامين C في العينات المعاملة بمحلول حمض الأسكوربيك 2% وغير المخزنة، بينما تفوقت العينات غير المعاملة وغير المخزنة والمجففة باستخدام الهواء الساخن بنشاطها المضاد للأكسدة.
- أبدت العينات المعاملة بمحلول ميتاباي سلفيت الصوديوم 0.1% وغير المخزنة القيم الأعلى للمؤشرين L و b، والقيم الأخفض للمؤشر a وذلك في طريقة التجفيف باستخدام الهواء الساخن.
- تفوق طريقة التجفيف باستخدام المشعات الكهربائية في خفض الزمن اللازم لإتمام عملية التجفيف في كافة العينات .
- تفوق العينات المعاملة بمحلول حمض الأسكوربيك بتركيز 2% والمجففة باستخدام الهواء الساخن والمخزنة مدة ستة أشهر بمحتواها من حمض الكلوروجينيك (Chlorogenic acid) وانعدم محتواها من الكويرسيتين (Quercetin)، كما تفوقت هذه العينات بمحتواها من مركب الكاتيشين Catechin ومن حمض الكوماريك مقارنة مع العينات المعاملة بمعاملات حمضية مختلفة والمجففة بطرائق التجفيف المختلفة.
- تفوق العينات المعاملة بمحلول الغلوكوز بتركيز 60% والمجففة باستخدام الهواء الساخن بمحتواها من الكويرسيتين، بينما تميزت العينات المعاملة بمحلول الغلوكوز بتركيز 50% والمجففة باستخدام الطاقة الشمسية بالمحافظة على المحتوى من حمض الكلوروجينيك، كما أبدت العينات المعاملة بمحلول السكر بتركيز 50% والمجففة باستخدام الطاقة الشمسية محتوى مرتفع من حمض الكوماريك، بينما أدت المعاملة بمحلول السوربيتول 40% وطريقة التجفيف باستخدام المشعات الكهربائية إلى المحافظة على محتوى العينات من مركب الكاتيشين.
- لدى المقارنة بين طرائق التجفيف المختلفة لوحظ تفوق طريقة التجفيف باستخدام الهواء الساخن في تحسين الخصائص الحسية لشرائح التفاح المجففة في المعاملات الحمضية والسكرية المختلفة، إذ تفوقت العينات المعاملة بمحلول السكر أو بمحلول الغلوكوز بتركيز (60%) والمجففة باستخدام الهواء الساخن في تحسين الخصائص الحسية لشرائح التفاح المجففة، بينما تفوقت العينات المعاملة بمحلول السوربيتول بتركيز (40%)

والمجففة باستخدام الهواء الساخن في تحسين درجة الرائحة والقوام لشرائح التفاح المجففة.

- تفوق طريقة التجفيف بالهواء الساخن في خفض التعداد العام للخمائر والفطور في جميع العينات غير المخزنة المعاملة أو غير المعاملة، حيث انعدمت الحمولة من الخمائر والفطور في معظم العينات غير المخزنة والمجففة بالهواء الساخن.

التوصيات:

- التأكيد على الأهمية الصحية والغذائية للتفاح المجفف كمنتج يحظى باهتمام واسع على الصعيد المحلي والعالمي.
- التعمق بدراسة المركبات الفينولية الموجودة في التفاح المجفف.
- نوصي بمعاملة شرائح ثمار التفاح بمحلول ميتاباي سلفيت الصوديوم (0.1%) قبل عملية التجفيف، كما نوصي باستخدام طريقة التجفيف بالهواء الساخن لتجفيف شرائح ثمار التفاح.
- إدخال صناعة الشيبس (سناك) من شرائح التفاح ضمن خطة وزارة الصناعة من خلال المؤسسة العامة للصناعات الغذائية نظراً لقيمتها الغذائية المرتفعة.

الفصل الخامس

المراجع

References

المراجع العربية:

- إحصائيات وزارة الزراعة والإصلاح الزراعي (2009). المكتب المركزي للإحصاء، رئاسة مجلس الوزراء، دمشق، سورية.
- الناصر، عمر (1999). تأثير بعض طرائق التجفيف في محتوى ثمار المشمش من فيتامين C وفي صفاته الحسية. مجلة باسل الأسد، العدد (8)، وزارة التعليم العالي، دمشق.
- حامد، فيصل والعيسى، عماد (1998). الفاكهة، إنتاجها وتخزينها. الطبعة الثانية، منشورات جامعة دمشق، مطبعة المدينة بدمشق، ص 432.
- حلابو، سعد؛ أحمد، سعد؛ بديع، عادل؛ زكي، محمد؛ بخيت، محمود؛ علي، أحمد (1995). تكنولوجيا الصناعات الغذائية وحفظ وتصنيع الأغذية. المكتبة الأكاديمية، ص 388.
- حمد، محمد نزار (1992). تقانة تصنيع الأغذية وحفظها. المطبعة العلمية، دمشق، ص 806.
- حمد، محمد نزار؛ منصور، أحمد عبد الرحمن (1970). تأثير بعض عوامل التصنيع والتخزين على جودة شرائح القمردين، منشورات أسبوع العلم، المجلس الأعلى للعلوم، دمشق.
- شعث، عماد الدين (2003). تجفيف الفاكهة. وزارة الزراعة واستصلاح الأراضي، معهد بحوث تكنولوجيا الأغذية، مركز البحوث الزراعية، الإدارة المركزية للإرشاد الزراعي، نشرة 687.
- طحله، محمد خير (1998). هندسة مصانع أغذية. منشورات جامعة دمشق، ص 286.
- موصلي، حسين (2001). تصنيع وحفظ عصائر الفاكهة ومركزاتها. منشورات دار علاء الدين، دمشق، ص 184.

المراجع الأجنبية:

- Aaby, K., Haffner, K. and Skrede, G. 2002. Aroma quality of Gravenstein apples influenced by regular and controlled atmosphere storage. Food Science and Technology, 35: 254-259
- Abbott, J. A., Saftner, R. A., Gross, K. C., Vinyard, B. T. and Janick, J. 2004. Consumer evaluation and quality measurement of fresh-cut slices of 'fuji' 'golden delicious' 'goldrush' and 'granny smith' apples. Postharvest Biology and Technology, 33:127-140.
- Acevedo, N. C., Briones, V., Buera, P., Aguilera, J. M. 2008. Microstructure affects the rate of chemical, physical and color changes during storage of dried apple discs. Journal of Food Engineering, 85: 222–231.
- Aghbashlo, M., Kianmehr, M. H., Khani, S. and Ghasemi, M. 2009. Mathematical modeling of carrot thin-layer drying using new model. International Agrophysics, 23: 313–317.
- Akbar, K., Badshah, A., Mabood, I.Q., Muhammad, A. and Ullah, N. 2010. Evaluation of Different Sun Dried Apple Slices during Storage. Internet Journal of Food Safety, 12: 140-145.
- Akpinar, E., Midilli, A. and Bicer, Y. 2003. Single layer drying behavior of potato slices in a convective cyclone dryer and mathematical modeling. Energy Conversion Management, 44: 1689-1705.
- Al-Farsi, M., Alasalvar, C., Morris, A., Baron, M. and Shahidi, F. 2005. Comparison of antioxidant activity, anthocyanins, carotenoids, and phenolics of three native fresh and sundried date (*Phoenix dactylifera* L.) varieties grown in Oman. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 53 (19): 7592-7599.

- Allali, H., Marchal, L. and Vorobiev, E. 2010. Effect of vacuum impregnation and ohmic heating with citric acid on the behaviour of osmotic dehydration and structural changes of apple fruit. *Biosystem Engineering*, 106: 6-13.
- Alonso-Salces, R. M., Ndjoko, K. and Queiroz E. F. 2004. On-line characterisation of apple polyphenols by liquid chromatography coupled with mass spectrometry and ultraviolet absorbance detection. *Journal of Chromatography A*, 1046 (1-2): 89–100.
- Altares, L., Chiralt, A. and Gonzalez-Martinez, C. 2009. Effect of the impregnated solute on air drying and rehydration of apple slices (CV. Granny Smith). *Journal of Food Engineering*, 91: 305-310.
- Anon, 1994. Vegetables and fruits dehydration. USDA Misc. Publ. Pp: 540.
- AOAC, 2000. Association of official analytical chemists, official methods of analysis, 17th Ed, Washington Dcusa, 1-43.
- AOAC, 2005. Determination of moisture, ash, protein and fat. Official methods of analysis. 18th Ed. Association of Official Analytical Chemists, Washington, DC.
- Araszkiewicz, M., Koziol, A., Oskwarek, A. and Lupinski, M. 2004. Microwave drying of porous materials. *Drying Technology*, 22: 2331 – 2341.
- Asami, D.K., Hong, Y.J., Barrett, D.M. and Mitchell, A.E. 2003. Comparison Of The Total Phenol And Ascorbic Acid Content Of Freeze–Dried And Air Dried Marino Berry, Strawberry And Corn Grown Using Conventional, Organic And Sustainable Agricultural Practices. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 51(5): 1237-1241.

- Askari, G. R., Emam-Djomeh, Z. and Mousavi, S. M. 2008. Investigation of the effect of microwave treatment on the optical properties of apple slices during drying. *Drying Technology*, 26: 1362–1368.
- Askari, G. R. Emam-Djomeh Z. and Mousavi S. M. 2006. Effects of combined coating and microwave assisted hot-air drying on the texture, microstructure and rehydration characteristics of apple slices. *Food Science and Technology International*, 12 (1): 39-46.
- Asgar, M., Yamauchi, R. and Kato, K. 2003. Structural features of pectins from fresh and sun dried Japanese persimmon fruit. *Food Chemistry*, 87: 247-251.
- Athanasopoulos, P. and Thanos, A. 1998. Quality characteristics of sultanina table grapes store in pilot plant scale. *Fruits*, 53: 199–206.
- Astley, S. B. 2003. Dietary antioxidants-past, present and future. *Trends in Food Science and Technology*, 14: 93–98.
- Ayranci, E., Tunc, S. and Etcı, A. 1999. The measurement of carbon dioxide transmission of edible films by a static method. *Journal of Food Science and Agricultural*, 79:1033-1037.
- Azoubel, P. M. and Murr, F. E. X. 2004. Mass transfer kinetics of osmotic dehydration of cherry tomato. *Journal of Food Engineering*, 61: 291–295.
- Bai, X., Zhang, H. and Ren, S. 2013. Antioxidant activity and HPLC analysis of polyphenol-enriched extracts from industrial apple pomace. *Journal of Food Science and Agriculture*, 93 (10): 2502–2506.
- Bao, M. J., Shen, J. Jia, Y. L. 2013. Apple polyphenol protects against cigarette smoke-induced acute lung injury. *Nutrition*, 29 (1): 235–243.

- Barbosa-Canovas, G.V. and Vega-Mercado, H. 1996. Dehydration of foods. Chapman and Hall, New York, Pp: 330.
- Bchir, B., Besbes, S., Attia, H. and Blecker, C. 2011. Osmotic dehydration of pomegranate seeds (*Punica Granatum* L.): Effect of freezing pretreatment. Journal of Food Process Engineering, 35 (3): 335 - 354.
- Berry, R.E., Bissett, O.W., Wagner, C.J. and Veldhnis, M.K. 1972. Preparation of instant orange juice by foam mat drying. Journal of Food Science, 37: 803-809.
- Bichra, M., El modafar, C., El boustani, E.S. and Benkhalti, F. 2012. Antioxidant and anti-browning activities of Mentha Suaveolens extracts. African Journal of Biotechnology, 11 (35): 8722-8729.
- Boateng, J., Verghese, M., Walker, L.T., Ogutu, S. 2008. Effect of processing on antioxidant contents in selected dry beans (*Phaseolus vulgaris* L.). LWT - Food Science and Technology, 41:1541-1547.
- Borchani, C., Besbes, S., Masmoudi, M., Blecker, C., Paquot, M. and Attia, H. 2011. Effect of drying methods on physicochemical and antioxidant properties of date fibre concentrates. Food Chemistry, 125: 1194-1201.
- Boynton, B.B., Welt, B.A., Sims, C.A., Balaban, M.O., Brecht, J.K. and Marshall, M.R. 2006. Effects of low-dose electron beam irradiation on respiration, microbiology, texture, color, and sensory characteristics of fresh-cut Cantaloupe stored in modified atmosphere. Journal of Food Science, 71: 149-155.
- Brosnan, T. and Sun, D. W. 2004. Improving quality inspection of food products by computer-vision-a review. Journal of Food Engineering, 61: 3-16.

- Bultitude, J. 1983. Apples. University of Washington Press, Seattle. Pp: 323.
- Cao, G., Alessio, H. M., Cutler, R.G. and Alessio, H.M. 1993. Oxygen-Radical Absorbance Capacity Assay for Antioxidants. *Free Radical Biology and Medicine*, 14 (3): 303-311.
- Cetkovic, G., Canadanovic-Brunet, J., Dilas, S., Savatovic, S., Mandic A. and Tumbas, V. 2008. Assessment of polyphenolic content and in vitro antiradical characteristics of apple pomace. *Food Chemistry*, 109: 340-347.
- Ceymann, M., Arrigoni, E., Scharer, H., Bozzi Nising, A. and Hurrell, R. F. 2012. Identification of apples rich in health-promoting flavan-3-ols and phenolic acids by measuring the polyphenol profile. *Journal of Food Composition and Analysis*, 26 (1-2): 128–135.
- Chan, E.W.C., Lim, Y.Y., Wong, S.K., Lim, K.K., Tan, S.P, Lianto, F.S. and Yong, M.Y. 2009. Effects of different drying methods on the antioxidant properties of leaves and tea of ginger species. *Food Chemistry*, 113: 166-172.
- Changrue, V. 2006. Hibrid (osmotic, microwave- vaccume) drying of strawberries and carrots. Department of Bioresource Engineering Macdonald Campus of McGill University, Press, Ste-Anne- de-Bellevue, Quebec, Canada. A thesis submitted to McGill University in partial fulfillment of the requirements for the degree of Doctor of Philosophy.
- Chen, S.C. 1992. Physicochemical principles for the concentration and freezing of fruit juices. In *Fruit Processing Technology*, Nagy, S., Chen, C.S., and Shaw, P.E. Editors. AG, Science, Inc., Auburndale, Florida, Pp: 23–25.

- Chen, X.D. 2008. Food drying fundamentals in drying technologies in food processing. Chen, X.D. Ed. Blackwell Publishing, U.K. Pp: 1-54.
- Chisari, M., Barbagallo, R.N. and Spagna, G. 2007. Characterization of polyphenol oxidase and peroxidase and influence on browning of cold stored strawberry fruit. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 55: 3469-3476.
- Chong, C.H., Law, C.L., Cloke, M., Luqman Chuah, A. and Daud, W.R.W. 2009. Drying models and quality analysis of sun-dried ciku. *Drying Technology*, 27 (9): 985-992.
- Ситников, Е. Д. И В. А. Кчанов. 1981. Оборудование Консервных Заводов -М: Легкая И Пищевая Промышленность. С-248.
- Chua, K.J., Chou, S.K. and Mujumdar, A.S. 2004. Radiant-convective drying of osmotic treated agro-products, effect on drying kinetics and product quality. *Food Control*, 15 (2): 145-158.
- CIE, 2007. Commission Internationale D'Éclairage. CIE Colorimetry - Part 4: 1976, L*a*b* Color Space.
- Cilla, A., Laparra, J. M., Alegría, A., Barberá, R. and Farré, R. 2008. Antioxidant effect derived from bioaccessible fractions of fruit beverages against H₂O₂-induced oxidative stress in Caco-2 cells. *Food Chemistry*, 106: 1180-1187.
- Cinkilic, N., Cetintas, S. K. and Zorlu, T. 2013. Radioprotection by two phenolic compounds: chlorogenic and quinic acid, on X-ray induced DNA damage in human blood lymphocytes in vitro. *Food and Chemical Toxicology*, 53: 359–363.
- Corbo, M.R., Speranza, B., Campaniello, D., D'Amato, D. and Sinigaglia, M. 2010. Fresh-cut fruits preservation: current status

and emerging technologies. Current Research Technology and Education Topics in Applied Microbiology and Microbial Biotechnology. A. Mendez- Vilas (Ed.). University Of Foggia via Napoli 25, 71122, Foggia, Italy.

- Cordenunsi, B. R., Genovese, M. I., Aseimento, J. R. O. N., Hassimotto, R. J., Santos, N.M.A. and Lajolo, F.M. 2005. Effects of temperature on the chemical composition and antioxidant activity of three strawberry cultivars. Food Chemistry, 91: 113-121.
- Dailami, M.T. 2009. Production of Dragon Fruit Powder Using Spray Drying Method. A report submitted in partial fulfillment of the requirements for the award of the degree of Bachelor of Chemical Engineering. Faculty of Chemical Engineering and Natural, Undergraduates Project Report (PSM) Thesis, Resources University Malaysia Pahang.
- Dajas, F. 2012. Life or death: neuroprotective and anticancer effects of quercetin. Journal of Ethnopharmacology, 143 (2): 383–396.
- Da Silva Porto, P., Laranjinha, J. and De Freitas, V. 2003. Antioxidant protection of low density lipoprotein by procyanidins: structure/activity relationships. Biochem Pharmacol, 66: 947-954.
- Davis, J.P., Dean, L.L., Price, K.M. and Sander, T.H. 2010. Roasted effects on the hydrophilic and lipophilic antioxidant capacities of peanut flours, blanched peanut seeds and peanut skins. Food Chemistry, 119: 359-547.
- De Castro, E., Biasi, W.V. and Mitcham, E.J. 2007. Quality of Pink Lady apples in relation to maturity at harvest, prestorage

- treatments, and controller atmosphere during storage. *Hort Science*, 42(3): 605–610.
- DeFeudis, F.V. and Drieu, K. 2000. Ginkgo biloba extract (EGb 761) and CNS functions: Basic studies and clinical applications. *Curr. Drug Targets*, 1 (1): 25-58.
 - Del Valle, J. M., Cuadros, T.R.M. and Aguilera, J.M. 1998. Glass transitions and shrinkage during drying and storage of osmosed apple pieces. *Food Research International*, 31: 191–204.
 - Demir, V., Gunhan, T., Yagcioglu, A.K. and Degirmencioglu, A. 2004. Mathematical modeling and the determination of some quality parameters of air dried bay leaves. *Biosystems Engineering*, 88 (3): 325-335.
 - Devahastin, S., Suvarnakuta, P., Soponronnarit, S. and Mujumdar, A.S. 2004. A comparative study of low-pressure superheated steam and vacuum drying of a heatsensitive material. *Drying Technology*, 22: 1845-1867.
 - Devic, E., Guyoi, S., Daudin, J. and Bonazzi, C. 2010. Effect of temperature and cultivar on polyphenol retention and mass transfer during osmotic dehydration of apples. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 58: 606-614.
 - Diamante, L. M. 1994. Drying characteristics of sweet potato slices. In *Proceedings of The International Conference of Preservation and Security*, Pp: 187–199.
 - Diamante, L. M. and Yamaguchi, Y. 2012. Response surface methodology for optimisation of hot air drying of blackcurrant concentrate infused apple cubes. *International Food Research Journal*, 19 (1): 353-362.

- Diamante, L., Durand, M., Savage, G. and Vanhanen, L. 2010. Effect of temperature on the drying characteristics, colour and ascorbic acid content of green and gold kiwifruits. *International Food Research Journal*, 17: 441-451.
- Dikbasan, T. 2007. Determination of effective parameters for drying of apples. A thesis submitted to the Graduate School of Engineering And Sciences Of Izmir Institute Of Technology in partial fulfillment of the requirements for the degree of Master of Science in Energy Engineering.
- Di Scala, K.C. and Crapiste, G.H. 2008. Drying kinetics and quality changes during drying of red pepper. *LWT-Food Science and Technology*, 41: 789-795.
- Djeridane, A., Yousfi, M., Nadjemi, B., Boutassouna, D., Stocker, P. and Vidal, N. 2006. Antioxidant activity of some Algerian medicinal plants extracts containing phenolic compounds. *Food Chemistry*, 97: 654-660.
- Doymaz, I. 2009. An experimental study on drying of green apples. *Drying Technology*, 45: 1956-1962.
- Duh, P.D., Tu, Y.Y. and Yen, G.C. 2004. Antioxidant activity of water extract of Harnng Jyur (*Chrysanthemum morifolium* Ramat). *Lebensm Wiss Technology*, 32: 269–277.
- Eberhardt, M., Lee, C., Liu, R.H. 2000. Antioxidant activity of fresh apples. *Nature*, 405: 903-904.
- El-Aouar, A.A., Azoubel, M.P., Barbosa, L.J. and Murr, X.E.F. 2006. Influence of osmotic agent on the osmotic dehydration of papaya (*Carica papaya* L.). *Journal of Food Engineering*, 75: 267-274.

- Elias, A. 2007. Technical Assessment on Viability of Integrated Fruits Processing in Ethiopia. Addis Ababa University School of Graduate Studies Faculty of Technology. Chemical Engineering Department. A Thesis Submitted to the School of Graduate Studies of Addis Ababa. University in Partial Fulfillment of the Requirements for the Degree of Master of Science in Food Engineering.
- Escarpa, A. and Gonzalez, M.C. 1999. Fast separation of (poly) phenolic compounds from apples and pears by high-performance liquid chromatography with diode-array detection. *Journal of Chromatography A*, 830: 301-309.
- Escarpa, A. and Gonzalez, M. 1998. High-performance liquid chromatography with diodearray detection for the performance of phenolic compounds in peel and pulp from different apple varieties *Journal of Chromatography A*, 823: 331-337.
- Eswaranandam, S., Hettiarachchy, N.S. and Johnson, M.G. 2004. Antimicrobial activity of citric, lactic, malic, or tartaric acids and nisinincorporated soy protein film against *Listeria monocytogenes*, *Escherichia coli* O157:H7 and *Salmonella gaminara*. *Journal of Food Science*, 69: 79–84.
- Faiyaz, A., Shivaprasad, H. and Malik, F.A. 2010. In vitro study on the radical scavenging and anti lipidperoxidative effects of *Eugenia jambolana* aqueous extracts. *Journal of Pharmacy Research*, 3: 198-200.
- Falade, K.O. and Adelakun, A.T. 2007. Effect of prefreezing and solutes on mass transfer during osmotic dehydration and colour of oven-dried African star apple during storage. *International Journal of Food Science and Technology*, 42: 394-402.

- Falade, K.O., Akinwale, T.O. and Adedokun, O.O. 2003. Effect of drying methods on osmotically dehydrated Cashew apples. *European Food Research and Technology*, 216 (6): 500–504.
- Falade, K.O., Igbeka, J.C. and Ayanwuyi, F.A. 2007. Kinetics of mass transfer and colour changes during osmotic dehydration of watermelon. *Journal of Food Engineering*, 80: 979-985.
- FAO, 2009. Faostat Database, Agricultural statistics. Available: WWW.Fao.Org.
- FAO, 2011. Faostat Database. Faostat. Fao. Org.
- Femenia, A. 2007. High-value co-products from plants: cosmetics and pharmaceuticals. In K. W. Waldron (Ed.), *Waste management and co-product recovery in food processing*. Cambridge: Wood head Publishing Limited.
- Feng, H., Tang, J. and Dixon-Werren, S. J. 2000. Determination of moisture diffusivity of red delicious apple tissues by thermo gravimetric analysis. *Drying Technology*, 18 (6): 1183–1199.
- Fennema, O.R. 1977. Loss of vitamins in fresh and frozen foods. *Food Technology*, 31 (12): 32-39.
- Fernández, L., Castellero, C. and Aguilera, J. M. 2005. An application of image analysis to dehydration of apple discs. *Journal of Food Engineering*, 67: 185-193.
- Ferree, D. C. and Warrington, I. J. 2002. Apples: Botany, production and uses, 4 (62-64): 333 – 390.
- Figuerola, F., Hurtado, M. L., Este´vez, A. M., Chiffelle, I. and Asenjo, F. 2005. Fibre concentrates from apple pomace and citrus peel as potential fibre sources for food enrichment. *Food Chemistry*, 91: 395–401.

- Fillion, L. and Kilcast, D. 2002. Consumer perception of crispness and crunchiness in fruits and vegetables. *Food Qual. Prefer*, 13 (1): 23-29.
- Francini, A. and Sebastiani, L. 2013. Phenolic compounds in apple (*Malus x domestica* Borkh.): compounds characterization and stability during postharvest and after processing. *Antioxidants*, 2 (3): 181–193.
- Francis, F. J. 1995. Quality as influenced by color. *Food Qual. Prefer*. 6: 149-155.
- Funebo, T. and Ohlsson, T. 1998. Microwave assisted air dehydration of apple and mushroom. *Journal of Food Engineering*, 38: 353–367.
- Garau, M.C., Simal, S., Roselle, C. and Femenia, A. 2007. Effect of air-drying temperature on physico-chemical properties of dietary fiber and antioxidant capacity of oranges (*Citrus aurantium* v. *Canoneta*) by-products. *Food Chemistry*, 117: 647-653.
- Gallali, M., Abujnah, Y. and Bannani, F. 2000. Presevation Of Fruits And Vegetables Using Solar Drier: A comparative study of natural and solar drying, iii. Chemical analysis and sensory evaluation data of the dried samples (grapes, figs, tomatoes and onions). *Renewable Energy*, 19 (L-2): 203-212.
- Gebezynski, P. and Kmiecik, W. 2007. Effects of traditional and modified technology, in the production of frozen cauliflower, on the contents of selected antioxidant compounds. *Food Chemistry*, 101: 229-235.
- Gonzalez-Vallinas, M., Gonzalez-Castej'on, M., Rodr'iguez-Casado, A. and Ram'irez de Molina, A. 2013. Dietary phytochemicals in cancer prevention and therapy: a complementary

- approach with promising perspectives. *Nutrition Reviews*, 71 (9): 585–599.
- Gosch, C., Halbwirth, H. and Stich, K. 2010. Phloridzin: biosynthesis, distribution and physiological relevance in plants. *Phytochemistry*, 71 (8-9): 838–843.
 - Grotte, M., Duprat, F., Piétri, E. and Loonis, D. 2002. Young's module, Poisson's ratio, and Lamé's coefficients of Golden Delicious apples. *International Journal of Food Properties*, 5 (2): 333–349.
 - Halliwell, B. and Gutteridge, J. M. C. 1989. Free radicals in biology and medicine (2nd Ed.). New York: Oxford University, Clarendon Press. Pp: 704.
 - Hatano, T., Edamatsu, R., Mori, A., Fujita, Y. and Yasuhara, E. 1989. Effect of interaction of tannins with co-existing substances. VI. Effects of tannins and related polyphenols on superoxide anion radical and on DPPH radical. *Chemical and Pharmaceutical Bulletin*, 37: 2016–2021.
 - Hebbar, H.U. and Rastogi, N.K. 2001. Mass transfer during infrared drying of cashew kernel. *Journal of Food Engineering*, 47:1-5.
 - Henriquez, C., Almonacid, S., Chiffelle, I., Valenzuela, T., Araya, M., Cabezas, L., Simpson, R. and Speisky, H. 2010. Determination of antioxidant capacity, total phenolic content and mineral composition of different fruit tissue of five apple cultivars grown in Chile. *Chilean Journal of Agricultural Research*, 70: 523-536.
 - Hilal, S., Ayhan, T. and Monika, P.F. 2009. Effect of roasting process on phenolic, antioxidant and browning properties of carob

- powder. *European Food Research and Technology*, 230 (1): 155-161.
- Hollman, P., Van Trijp, J., Buysman, M., Gaag, M., Mengelers, M., De Vries, J. and Katan, M. 1997. Relative bioavailability of the various antioxidant flavonoid Quercetin from various foods in man. *FEBS Letters*, 418: 152-156.
 - Hossain, M. A., Salehuddin, S. M. Kabir, M. J. Rahman, S. M. M. and Rupasinghe, H. P. V. 2009. Sinensetin, rutin, 3- hydroxy-5, 6, 7, 4- tetramethoxyflavone and rosmarinic acid contents and antioxidative effect of the skin of apple fruit. *Food Chemistry*, 113 (1): 185–190.
 - Huber, G.M. and Rupasinghe, H.P.V. 2009. Phenolic profiles and antioxidant properties of apple skin extracts. *Journal of Food Science*, 74: 693-700.
 - Hubinger, M., Menegalli, F.C., Aguerre, R.J. and Suarez, C. 1992. Water vapor adsorption isotherms of guava, mango and pineapple. *Journal of Food Science*, 57 (6): 1405-1407.
 - Humner, K.E. and Barney, D.L. 2002. Currants. *Hort Technology*, 12: 377-387.
 - ICMSF, 1978. *Micro Organic In Food. Their Significance and Methods of Enumeration*. 2nd. Ed University Toronto Press. Toronto, Buffala, London.
 - Idah, P.A. and Aderibigbe, B.A. 2007. Quality Changes In Dried Tomatoes Stored In Sealed Polythene And Open Storage Systems. *Journal of Practices and Technologies*, Nigeria. Issue 10: 123-136.
 - Ihns, R., Diamante, L.M., Savage, G. and Vanhanen, L. 2011. Effect of temperature on the drying characteristics, colour, antioxidant and beta-carotene contents of two apricot varieties.

- International Journal of Food Science and Technology, 46: 275-283.
- IFT, 1983. Radiation preservation of foods. A scientific status summary by the institute of food technologists expert panel on food safety and nutrition, Chicago, III. Food Technology, 37: 55-61.
 - Ispir, A. and Togrul, T. I. 2009. Osmotic dehydration of apricot: Kinetics and the effect of process parameters. Chemical Engineering Research and Design, 87: 166- 180.
 - Jakobek, L. Garc'ia-Villalba, R. and Tom'as-Barber'an, F. A. 2013. Polyphenolic characterisation of old local apple varieties from Southeastern European region. Journal of Food Composition and Analysis, 31 (2): 199–211.
 - Jamradloedluk, J., Nathakaranakule, A., Soponronnarit, S. and Prachayawarakorn, S. 2007. Influences of drying medium and temperature on drying kinetics and quality attributes of durian chip. Journal of Food Engineering, 78: 198-205.
 - Jangam, S.V., Karthikeyan, M. and Mujumdar, A. S. 2011. A critical assessment of industrial coal drying technologies: Role of energy, emissions, risk and sustainability. Drying Technology, 29 (4): 395-407.
 - Jayaraman, K.S. and Das Gupta, D.K. 1992. Dehydration of fruit and vegetables-recent developments in principles and techniques. Drying technology, 10:1-50.
 - Jayaprakasha, G. K. and Patil, B. S. 2007. In vitro evaluation of the antioxidant activities in fruit extracts from citron and blood orange. Food Chemistry, 101: 410–418.

- Johnson, I. 2004. New approaches to the role of diet in the prevention of cancers of the alimentary tract. *Mutation Research*, 551: 9–28.
- 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.
- Joshi, A., Rupasinghe, P. K., Pitts, H.P.V. and Khanizadeh, S. 2007. Biochemical characterization of enzymatic browning in selected apple genotypes. *Canadian Journal of Plant Science*, 87: 1067-1074.
- Kaleta, A. and Gornicki, K. 2010. Evaluation of drying models of apple (var. McIntosh) dried in a convective dryer. *International Journal of Food Science and Technology*, 45: 891-898.
- Kanchana, S., Vennila, P., Kailappan, R., Raghavan, G. and Sosle, V. 2004. Biochemical Changes in Sun-Dried Guava Pulp. *Food Processing Industry*, 9 (10): 39-43.
- Kanno, Y., Watanabe, R., Zempo, H., Ogawa, M., Suzuki, J. and Isobe, M. 2013. Chlorogenic acid attenuates ventricular remodeling after myocardial infarction in mice. *International Heart Journal*, 54 (3): 176–180.
- Kaptan, H. and Seylam, A., 1996. Solar Drying of Selected Fruits and Vegetables, Unpublished, TUBITAK-MRC, FSTRI.
- Karel, M., Fennema, O.R. and Lund, D.B. 1975. *Principle of Food Science Part II: Physical Principles of Food Preservation*. Marcel Dekker Inc, New York, USA.
- Katsube, T., Tsurunaga, Y., Sugiyama, M., Furuno T. and Yamasaki, Y. 2009. Effect of air-drying temperature on antioxidant

- capacity and stability of polyphenolic compounds in mulberry (*Morus alba* L.) leaves. Food Chemistry, 113: 964-969.
- Kaur, C. and Kapoor, H.C. 2001. Antioxidants in fruits and vegetables the millennium's Health. International Journal of Food Science and Technology, 36 (7): 703-725.
 - Kaya, A., Aydin, O. and Demirtas, C. 2007. Drying kinetics of red delicious apples. Biosystems Engineering, 96: 517-524.
 - Kethireddipalli, P., Hung, Y. C., Phillips, R. O. and Mc Watters, K. H. 2002. Evaluating the role of cell material and soluble protein in the functionality of cowpea (*Vigna unguiculata*) pastes. Journal of Food Science, 67 (1): 53–59.
 - Khalil, H.I. 2008. Production of Orange Juice and Guava Puree Powder By Freeze-Drying And Foam-Mat Drying Methods. Journal of Agricultural Science, Mansoura University, 33 (6): 4253-4270.
 - Khalil K.E., Mostafa M.F., Saleh Y.G. and Nagib, A.I. 2002. Production of Mango Powder by Foam Drying of the Juice. Egyptian Journal of Food Science, 30(1): 23-41.
 - Khin, M.M., Zhou, W. and Perera, C. 2006. A study of mass transfer in osmotic dehydration of coated potato cubes. Journal of Food Engineering, 77: 84-95.
 - Khin, M.M., Zhou, W. and Yeo, S. 2007. Mass transfer in the osmotic dehydration of coated apple cubes by using maltodextrin as the coating material and their textural properties. Journal of Food Engineering, 81: 514-522.
 - Kim, S. J., Murthy, H. N., Hahn, E. J., Lee, H. L. and Paek, K. Y. 2008. Effect of processing methods on the concentrations of bioactive components of ginseng (*Panax ginseng* CA Meyer)

- adventitious roots. *LWT-Food Science and Technology*, 41: 959-964.
- Knekt, P., Kumpulainen, J., Jarvinen, R., Rissanen, H., Heliovaara, M., Reunanen, A., Hakulinen, T. and Aromaa, A. 2002. Flavonoid intake and risk of chronic diseases. *American journal of Clinical Nutrition*, 76 (3): 560-568.
 - Kobori, M., Masumoto, S., Akimoto, Y. and Oike, H. 2012. Phloridzin reduces blood glucose levels and alters hepatic gene expression in normal BALB/C mice. *Food and Chemical Toxicology*, 50 (7): 2547–2553.
 - Koc, B., Eren, I. and Ertekin, F.K. 2008. Modelling bulk density, porosity and shrinkage of quince during drying: The effect of drying method. *Journal of Food Engineering*, 85: 340–349
 - Konja, G. and Lovric, T. 1993. Berry Fruit Juices. In *Fruit Juice Processing Technology*, Ed. By Seven Nagy, Chin Shu Chen and Philip E. Shaw, Agscience, Inc. Auburndale, Florida.
 - Kowalska, H., Lenart, A. and Leszczyk, D. 2008. The effect of blanching and freezing on osmotic dehydration of pumpkin. *Journal of Food Engineering*, 86: 30–38.
 - Krokida, M.K. and Marinos-Kouris, D. 2003. Rehydration kinetics of dehydrated products. *Journal of Food Engineering*, 57: 1-7.
 - Krokida, M.K. and Maroulis, Z.B. 1997. Effect of drying method on shrinkage and porosity. *Dry Technology*, 15: 1145–1155.
 - Kuljarachanan, T., Devahastin, S. and Chiewchan, N. 2009. Evolution of antioxidant compounds in lime residues during drying. *Food Chemistry*, 113: 944-949.

- Lahsasni, S., Kouhila, M., Mahrouz, M. and Jaouhari, J. T. 2004. Drying kinetics of prickly pear fruit (*Opuntia ficus indica*). *Journal of Food Engineering*, 61: 173-179.
- Lanciotti, R., Gianotti, A., Patrignani, F., Belletti, N., Guerzoni, M.E. and Gardini, F. 2004. Use of natural aroma compounds to improve shelf life and safety of minimally processed fruits. *Trends in Food Science and Technology*, 15: 201–208.
- Larmond, E. 1997. Laboratory methods for sensory evaluation of food. Publication No. 1637 Canada Department of Agriculture Ottawa. Canada Department of Agriculture Ottawa.
- Larrauri, J. A. 1999. New approaches in the preparation of high dietary fiber powders from fruit by-products. *Trends in Food Science and Technology*, 10: 3–8.
- Lazarides, H. N., Katsanidis, E., Nickolaidis, A. 1995. Mass transfer kinetics during osmotic preconcentration aiming at minimal solid uptake. *Journal of Food Engineering*, 25: 151-166.
- Lee, S.E., Hwang, H.J., Ha, J.S., Jeong, H.S. and Kim, J.H. 2003. Screening of medicinal plant extracts for antioxidant activity. *Life Science*, 73: 167-179.
- Le Marchand, L., Murphy, S., Hankin, J., Wilkens, L. and Kolonel, L. 2000. Intake of flavonoids and lung cancer. *Journal of National Cancer Institute*, 92 (2): 154-160.
- Leon, M.A., Kumar, S. and Bhattacharya, S.C. 2002. A Comprehensive procedure for performance evaluation of solar food dryers. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 6: 367-393.
- Lewicki, P.P. 1998. Effect of pre-drying treatment, drying and rehydration on plant tissue properties: a review. *International Journal of Food Properties*, 1: 1-22.

- Lewicki, P.P. and Jakubczyk, E. 2004. Effect of hot air temperature on mechanical properties of dried apples. *Journal of Food Engineering*, 64: 307–314.
- Lewicki, P.P. and Lukaszuk, A. 2000. Changes of reological properties of apple tissue undergoing convective drying. *Drying Technology*, 18: 702–722.
- Liaudanskas, M., Viškelis, P., Jakštas, V., Raudonis, R. Kviklys, D. Milašius, A. and Janulis, V. 2014. Application of an optimized hplc method for the detection of various phenolic compounds in apples from lithuanian cultivars. Hindawi Publishing Corporation. *Journal of Chemistry*, 10. Article ID 542121, <http://dx.doi.org/10.1155/2014/542121>.
- Li, B.B., Smith, B. and Hossain, M.D.M. 2006. Extraction of phenolics from citurs peels. I. Solvent extraction method. *Separation and Purification Technology*, 48 (2): 182-188.
- Lin, T.M., Durance, T.D. and Scaman, C.H. 1998. Characterization of vacuum microwave, air and freeze dried carrot slices. *Food Research International*, 31 (2): 111-117
- Lozano, J. E., Rotstein, E. and Urbicain, M.J. 1983. Shrinkage, porosity and bulk density of food stuffs and changing moisture contents. *Journal of Food Science*, 48 (5): 1497-1502.
- Madrau, M. A., Piscopo, A., Sanguinetti, A. M., Del Caro, A., Poiana, M., Romeo, F. V. and Piga, A. 2009. Effect of drying temperature on polyphenolic content and antioxidant activity of apricots. *European Food Research and Technology*, 228 (3): 441-448.
- Magdic, D., Lukinac, J., Jokic, S., Cacic-Kenjeric, F., Bilic, M. and Velic, D. 2009. Impact analysis of different chemical pre-

- treatments on colour of apple discs during drying process. Croatia, Journal of Food Science and Technology, 1 (1): 31-35.
- Mandala, I.G., Anagnostaras, E.F. and Oikonomou, C.K. 2005. Influence of osmotic dehydration conditions on apple air-drying kinetics and their quality characteristics. Journal of Food Engineering, 69: 307- 316.
 - Markham, K.R. 1989. Methods in Plant Biochemistry, Academic Press, London, UK. Pp: 193-237.
 - Marks, S. C., Mullen, W. and Crozier, A. 2007. Flavonoid and Chlorogenic acid profiles of English cider apples. Journal of the Science of Food and Agricultural, 87 (4): 719–728.
 - Marinova, G. and Batchvarov, V. 2011. Evaluation of the methods for determination of the free radical scavenging activity by DPPH. Bulgarian Journal of Agriculture Science, 17 (1): 110-240.
 - Marois, J.J., Bledsoc, A.M., Fubler, W.O. and Luvisi, D.A. 1985. Control of Botrytis Sinerea on Grape Berries During Post-Harvest Storage With Reduced Levels Of Sulfur Dioxide. Plant Disease, 70: 1050–1052.
 - Maskan, M. 2001. Kinetics of colour change of kiwifruits during hot air and microwave drying. Journal of Food Engineering, 48: 169-175.
 - Maskan, A., Kaya, S. and Maskan, M. 2002. Hot air and sun drying of grape leather (pestil). Journal of Food Engineering, 54: 81–88.
 - Mattila, P.H., Hellstrom, J., Mc Dougall, G., Dobson, G., Pihlava, J.M., Tiirikka, T., Stewart D. and Karjalainen, R. 2011. Polyphenol and vitamin C contents in European commercial blackcurrant juice products. Food Chemistry. Food Chemistry, 127 (3): 1216-23.

- Matusek, A., Czukor, B. and Meresz, P. 2008. Comparison of sucrose and fructo-oligosaccharides as osmotic agents in apple. *Innovative Food Science and Emerging Technologies*, 9: 365-373.
- Mau, J.L., Huang, P.N., Huang, S.J. and Chen, C.C. 2004. Antioxidant properties of methanolic extracts from two kinds of *Antrodia camphorate* mycelia. *Food Chemistry*, 86: 25-31.
- Mayor, L. and Sereno, A.M. 2004. Modelling shrinkage during convective drying of food materials: a review. *Journal of Food Engineering*, 61 (3): 373–386.
- Mayor, L., Silva, M.A. and Sereno, A.M. 2005. Microstructural changes during drying of apple slices. *Drying Technology*, 23: 2261–2276.
- Mc Evily, A.J., Iyengar, R. and Otwell, S. 1992. Inhibition of enzymic browning in foods and beverages. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 32 (3): 253-273.
- Mc Minn, W.A.M. and Magee T.R.A. 1997. Physical characteristics of dehydrated potatoes. *Journal of Food Engineering*, 33: 49-55.
- Mega, A. 1978. Simple phenol and phenolic compounds in food flavor. *Critical Review in Food Science and Nutrition*, 10: 323-372.
- Menges, H. O. and Ertekin, C. 2006. Mathematical modeling of thin layer drying of golden apples. *Journal of Food Engineering*, 77: 119–125.
- Miller, N.J. and Rice-Evans, C.A. 1997. The relative contributions of ascorbic acid and phenolic antioxidants to the total antioxidant activity of orange and apple fruit juices and blackcurrant drink. *Food Chemistry*, 60: 331-337.

- Mishra, P., Srivastava¹, V., Verma, D., Chauhan O. P. and Rai. G. K. 2009. Physico-chemical properties of Chakiya variety of Amla (*Emblica officinalis*) and effect of different dehydration methods on quality of powder. African Journal of Food Science, 3 (10): 303-306.
- Moreira, R., Figueiredo, A. and Sereno, A. 2000. Shrinkage of apple disks during drying by warm air convection and freeze drying. Drying Technology, 18 (1-2): 279-294.
- Muller, G., Lietz, P. and Munch, H.D. 1982. Microbiology Pflanzlicher Lebensmittel, Berlin, Pp: 102.
- Mundada, M., Hathan, S.B. and Maske, S. 2011. Mass transfer kinetics during osmotic dehydration of pomegranate arils. Journal of Food Science, 76: 31-39.
- Murata, M., Tsurutani, M., Tomita, M., Homma, S. and Kaneko, K. 1995. Relationship between apple ripening and browning: changes in polyphenol content and polyphenol oxidase. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 43: 1115-1121.
- Najafian, M., Jahromi, M. Z. and Nowroznejad M. J. 2012. Phloridzin reduces blood glucose levels and improves lipids metabolism in streptozotocin-induced diabetic rats. Molecular Biology Reports, 39 (5): 5299–5306.
- Ness, A.R. and Powles, J.W. 1997. Fruit and Vegetables, and Cardiovascular Disease. International Journal of Epidemiology, 26: 1-13.
- Nieto, A., Salvatori, D., Castro, M.A. and Alzamora, S.M. 1998. Air drying behaviour of apples as affected by blanching and glucose impregnation. Journal of Food Engineering, 36: 63-79.

- Orak, H.H., Aktas, T., Yagar, H., Isbilir, S., Ekinci, N. and Sahin, F.H. 2011. Antioxidant Activity, Some Nutritional and Colour Properties of Vacuum Dried Strawberry Tree (*Arbutus Unedo* L.) Fruit. *Acta Scientiarum Polonorum Technologia Alimentaria*, 10 (3): 327-338.
- Oussalah, M., Caillet, S., Salmieri, S., Saucier, L. and Lacroix, M. 2006. Antimicrobial effects of alginate-based film containing essential oils for the preservation of whole beef muscle. *Journal of Food Protection*, 69: 2364–2369.
- Ozdemir, M. and Devres, Y.O. 1999. The thin layer drying characteristics of hazelnuts during roasting. *Journal of Food Engineering*, 42: 225–233.
- Paganga, G., Miller, N. and Rice-Evans, C.A. 1999. The Polyphenolic Content of Fruit and Vegetables and Their Antioxidant Activities. What does a Serving Constitute? *Free Radical Research*, 30: 153-162.
- Pattanapa, K., Therdthai, N., Chantrapornchai, W. and Zhou, W. 2010. Effect of sucrose and glycerol mixtures in the osmotic solution on characteristics of osmotically dehydrated mandarin cv. (Sai- Namphaung). *International Journal of Food Science and Technology*, 45: 1918-1924.
- Pearson, D., Tan, C., German, B., Davis, P. and Gershwin, M. 1999. Apple juice inhibits low density lipoprotein oxidation. *Life Science*, 64: 1919-1920.
- Phisut, N. 2012. Mini Review Factors affecting mass transfer during osmotic dehydration of fruits. *International Food Research Journal*, 19 (1): 7-18.

- Piga, A., Del Caro, A. and Corda, G. 2003. From plums to prunes: influence of drying parameters on polyphenols and antioxidant activity. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 51: 3675-3681.
- Polydera, A.C., Stoforos, N.G. and Taoukis, P.S. 2003. Comparative shelf life study and vitamin C loss kinetics in pasteurized and high pressure processed reconstituted orange juice. *Journal of Food Engineering*, 60: 21-29.
- Ponting, J.D., Stanley, W.L. and Copley, M.J. 1973. Fruit and vegetable juices. In "Food Dehydration" 2nd ed. Vol. 2, (Van Arsdell, W.B., Copley, M.J. and Morgan, A.I. Ed.). The AVI Publishing Company. INC, Westport, Connecticut, USA, Pp: 215
- Prakash, S., Jha, S. K. and Datta, N. 2003. Performance evaluation of blanched carrots dried by three different driers. *Journal of Food Engineering*, 62 (3): 305–313.
- Que, F., Mao, L., Fang, X. and Wu, T. 2008. Comparison of hot air drying and freeze drying on the physicochemical properties and antioxidant activities of pumpkin (*Cucurbita moschata* Duch) flours. *International Journal of Food Science and Technology*, 43: 1195-1201.
- Rada-Mendoza, M., Sanz, M., Olano, A. and Villamiel, M. 2004. Formation of hydroxyl methyl furfural and furosine during the storage of jams and fruit-based infant foods. *Food Chemistry*, 85: 605-609.
- Ramaswamy, H. S. and Van Nieuwenhuijzen, N. H. 2002. Evaluation and modeling of two-stage osmo-convective drying of apple slices. *Drying Technology*, 20 (3): 651–667.

- Rault-Wack, A. L. 1994. Recent advances in the osmotic dehydration of foods. *Trends in Food Science and Technology*, 5: 255– 260.
- Ren, G. and Chen, F. 1998. Drying of American ginseng (*Panax quinquefolium*) roots by microwave–hot air combination. *Journal of Food Engineering*, 35 (4): 433–443.
- Riboli, E. and Norat, T. 2003. Epidemiologic evidence of the protective effect of fruit and vegetables on cancer risk. *American Journal of Clinical*, 78: 559-569.
- Rizzolo, A., Vanoli, M., Cortellino, G., Spinelli, L. and Torricelli, A. 2011. Quality characteristics of air-dried apple rings: influence of storage time and fruit maturity measured by time-resolved reflectance spectroscopy. *Procedia Food Science*, 1: 216 – 223. 11th International Congress on Engineering and Food (ICEF11).
- Rojas-Grau, M.A., Sobrino-Lopez, A., Tapia, M.S. and Martin-Belloso, O. 2006. Browning inhibition in fresh-cut ‘Fuji’ apple slices by natural antibrowning agents. *Journal of Food Science*, 71: 59-65.
- Rojas-Grau, M.A., Tapia, M.S., Rodriguez, F.J., Carmona, A.J. and Martin-Belloso, O. 2007. Alginate and gellan based edible coatings as support of antibrowning agents applied on fresh-cut Fuji apple. *Food Hydrocolloid*, 21: 118–127.
- Rostogi, N. K., Raghavarao, K. S. M. S., Niranjan, K. and Knorr, D. 2002. Recent developments in osmotic dehydration: methods to enhance mass transfer. *Trends in Food Science and Technology*, 13: 48–59.
- Roudaut, G., Dacremont, C., Vallès Pàmies, B., Colas, B. and Le Meste, M. 2002. Crispness: a critical review on sensory and

- material science approaches. *Trends in Food Science and Technology*, 13: 217-227.
- Sacilik, K. and Elicin, A.K. 2006. An experimental study for solar tunnel drying of apple. *Ankara Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi*, 11 (2): 207-211.
 - Salunkhe, D.K., Bolin, H.R. and Reddy, N.R. 1991. *Storage, Processing and Nutritional Quality of Fruits and Vegetables*, 2nd ed., Vol. 1: Fresh Fruits and Vegetables (Pp: 323) and Vol. 2: Processed Fruits and Vegetables (Pp: 195). CRC Press, Boca Raton, FL.
 - Sampson, D. J. 2011. Evaluation of quality of apple slices during convection drying using real-time image analysis. Submitted in partial fulfilment of the requirements for the degree of Master of Science, Dalhousie University, Halifax, Nova Scotia in Co-Operation with Nova Scotia Agricultural College Truro, Nova Scotia.
 - Sankat, C. K. and Castaigne, F. 1992. Banana dehydration: osmotic air and solar effects. In A. S. Mujumdar (Ed.), *Drying 92, Part B* (Pp: 1679–1688). Amsterdam, the Netherlands: Elsevier.
 - Sapers, G. and Douglas, F. 1987. Measurement of enzymatic browning at cut surfaces and in juice of raw apple and pear fruits. *Journal of Food Science*, 52: 1258-1262, 1285.
 - Sato, M., Bagchi, D., Tosaki, A. and Das, D.K. 2001. Grape seed proanthocyanidin reduces cardiomyocyte apoptosis by inhibiting ischemia/reperfusion-induced activation of JNK-1 and C-JUN. *Free Radical Biology and Medicine*, 31: 729-737.

- Sato, Y., Itagaki, S. and Kurokawa T. 2011. "In vitro and in vivo antioxidant properties of Chlorogenic acid and Caffeic acid," International Journal of Pharmaceutics, 403 (1-2): 136–138.
- Savatović, S. M., Cetkovic, G. S., Dilas, S. M., Tumbas, V.T., Canadanovic-Brunet, J. M., Cetojevic-Simin D.D. and Mandic Anamarija I. 2008. Antioxidant and Antiproliferative Activity of Granny Smith Apple Pomace. APTEFF, 39: 1-212. BIBLID: 1450-7188. Source: DOAJ. Acta Periodica Technologica.
- Schieber, A., Keller, P., and Carle, R. 2001. "Determination of phenolic acids and flavonoids of apple and pear by high-performance liquid chromatography. Journal of Chromatography A, 910 (2): 265–273.
- Schultz, E.L., Mazzuco, M.M., Machado, R.A.F., Bolzan, A., Quadri, M.B. and Quadri, M.G.N. 2007. Effect of pre-treatments on drying, density and shrinkage of apple slices. Journal of Food Engineering, 78: 1103- 1110.
- Seiedlou, S., Ghasemzadeh, H. R., Hamdami, N., Talati F. and Moghaddam, M. 2010. Convective Drying of Apple: Mathematical Modeling and Determination of some Quality Parameters. International Journal of Agriculture and Biology, 12 (2): 171-178.
- Senevirathne, M., Jeon, Y.J., Ha, J.H. and Kim, S.H. 2009. Effective drying of citrus by-product by high speed drying: A novel drying technique and their antioxidant activity. Journal of Food Engineering, 92: 157-163.
- Shahidi, F., Janitha, P.K. and Wanasundara, P. 1992. Phenolic Antioxidants. Crit. Rev. Food science and Nutrition, 32 (1): 67-103.

- Sheikh, A. S., Shahnawaz, M., Nizamani, S. M., Bhangar, M. I. and Ahmed, E. 2011. Phenolic Contents and Antioxidants Activities in (Jamman Fruit *Eugenia jambolana*) Products. *Journal of Pharmacy and Nutrition Sciences*, 1: 41-47.
- Shi, J. and Xue, S. J. 2009. Application and Development of Osmotic Dehydration Technology in Food Processing, *Advances in Food Dehydration*. National University, Dublin, Ireland.
- Shin, Y.B., Ryuc, J.A., Liua, R.H., Nockc, J.F. and Watkinsc, C.B. 2008. Harvest maturity, storage temperature and relative humidity affect fruit quality, antioxidant contents and activity and inhibition of cell proliferation of strawberry fruit. *Postharvest Biology and Technology*, 49: 201-209.
- Simal, S., Deya, E., Frau, M. and Rosello, C. 1997. Simple modelling of air drying curves of fresh and osmotically pre-dehydrated apple cubes. *Journal of Food Engineering*, 33: 139-150.
- Singleton, V. L., Orthofer, R. and Lamuela-Raventos, R.M. 1999. Analysis of total phenols and other oxidation substrates and antioxidants by means of Folin-Ciocalteu reagent. *Methods in enzymology*, 299: 152-178.
- Sipahioglu, O. and Barringer, S. 2003. Dielectric properties of vegetables and fruits as a function of temperature, ash, and moisture content. *JFS: Food Engineering and Physical Properties*. *Journal of Food Science*, 68 (1): 234-9.
- Spada, P.D.S., De Souza, G.G.N., Bortolini, G.V., Henriques, J.A.P. and Salvador, M. 2008. Antioxidant, mutagenic, and antimutagenic activity of frozen fruits. *Journal of Medicinal Food*, 11(1): 144-151.

- Sokhansanj, S. and Jayas, D.S. 2006. Drying of Foodstuffs. In Handbook of Industrial Drying, Ed. Arun S. Mujumdar, Pp: 522-545. CRC Press.
- Sokhansanj, S. and Jayas, D.S. 1995. Drying of foodstuffs. Handbook of industrial drying. 2nd edition. Edited by Mujumdar, A.S. Marcel Dekker, Inc. New York. Vol (1), Pp: 589-625.
- Soliva-Fortuny, R.C. and Martin-Belloso, O. 2003. New advances in extending the shelf life of fresh-cut fruits: a review. Trends in Food Science and Technology, 14: 341–353.
- Son, S.M., Moon, K.D. and Lee, C.Y. 2001. Inhibitory effects of various anti-browning agents on apple slices. Food Chemistry, 73: 23-30.
- Stefanska, H., Karlic, F., Varga, K., Fabianowska-Majewska, A. and Haslberger, G. 2012. Epigenetic mechanisms in anti-cancer actions of bioactive food components—the implications in cancer prevention. British Journal of Pharmacology, 167 (2): 279–297.
- Sultana, B., Anwar, F., Ashraf, M. and Saari, N. 2012. Effect of drying techniques on the total phenolic contents and antioxidant activity of selected fruits. Journal of Medicinal Plants Research, 6 (1): 161-167.
- Sultana, B., Anwar, F. and Iqbal, S. 2008. Effect of different cooking methods on the antioxidant activity of some vegetables from Pakistan. International Journal of Food Science and Technology, 43 (3): 560-567.
- Sun, D.W. 2004. Computer-vision-an objective, rapid and non-contact quality evaluation tool for the food industry. Journal of Food Engineering, 61: 1-2.

- Sun, J., Chu, Y., Wu, X. and Liu, R.H. 2002. Antioxidant and antiproliferative activities of common fruits. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 50: 7449-7454.
- Suvarnakuta, P., Chaweerungrat, C. and Devahastin, S. 2011. Effects of drying methods on assay and antioxidant activity of xanthenes in mangosteen rind. *Food Chemistry*, 125: 240-247.
- Szczesniak, A. S. 2002. Texture is a sensory property. *Food Qual. Prefer*, 13: 215-225.
- Talla, A., Puiggali, J.R. Jomaa W. and Jannot, Y. 2004. Shrinkage and density evolution during drying of tropical fruits: application to banana. *Journal of Food Engineering*, 64: 103–109
- Tanaka, M., Kuei, C.W., Nagashima, Y. and Taguchi, T. 1998. Application of antioxidative maillard reaction products from histidine and glucose to sardine products. *Nippon Suisan Gakkaishi* 54: 1409–1414.
- Taylor, S.L. and Nordlee, J. A. 1993. Chemical additives in seafood products. *Clinical Reviews in Allergy*, 11 (2): 261-291.
- Tedjo, W., Taiwo, K.A., Eshtiaghi, M.N. and Knorr, D. 2002. Comparison of pretreatment methods on water and solid diffusion kinetics of osmotically dehydrated mangos. *Journal of Food Engineering*, 53: 133-142.
- Teixidó, E., Moyano, E., Santos, F. and Galceran, M. 2008. Liquid chromatography multi-stage mass spectrometry for the analysis of 5-hydroxymethylfurfural in foods. *Journal of Chromatography A*, 1185:102-108.
- The Himedia Manual For Microbiology Laboratory Practice. 2000. Himedia Laboratory Pvt. Limited, India.

- Thomas, T. and Pfeiffer, A. F. H. 2012. Foods for the prevention of diabetes: how do they work? *Diabetes/Metabolism Research and Reviews*, 28 (1): 25–49.
- Timoumi, S., Mihoubia, D. and Zagrouba F. 2007. Shrinkage, vitamin C degradation and aroma losses during infrared drying of apple slices. *LWT*, 40: 1648–1654.
- Tortoe, C., Orchard, J. and Beezer, A. 2007. Prevention of Enzymatic Browning of Apple Cylinders Using Different Solutions. *Inter. Journal of Food Science and Technology*, 42: 1475–1481.
- Tsao, R., Yang, R. Young, J.C. and Zhu, H. 2003. Polyphenolic profiles in eight apple cultivars using high-performance liquid chromatography (HPLC). *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 51 (21): 6347-6353.
- Tsami, E. and Katsioti, M. 2000. Drying kinetics for some fruits: predicting of porosity and color during dehydration. *Drying Technology*, 18: 1559-1581.
- Tsami, E., Krokida, M.K. and Drouzas, A.E. 1999. Effect of drying method on the sorption characteristics of model fruit powders. *Journal of Food Engineering*, 38: 381-392.
- Togrul, H. 2005. Simple modeling of infrared drying of fresh apple slices. *Journal of Food Engineering*, 71: 311–323.
- Turkmen, N., Ferda, S. and Velioglu, Y. S. 2005. The effect of cooking methods on total phenolics and antioxidant activity of selected green vegetables. *Analytical, Nutritional and Clinical Methods*, 93: 713-718.

- Uddin, M.S., Hawlader, M.N.A. Ding, L. and Mujumdar, A.S. 2002. Degradation of ascorbic acid in dried guava during storage. *Journal of Food Engineering*, 51:21-26.
- UNECE STANDARD DDP-16, 1998. Concerning the marketing and commercial quality control of dried apples. Edition United Nations New York and Geneva, Pp: 1-12.
- Ulgen, N. and Ozilgen, M. 1991. Kinetic compensation relations for ascorbic acid degradation and pectinesterase inactivation during orange juice pasteurisations. *Journal of Science and Food Agriculture*, 57: 93-100.
- U.S. Apple Association. Apples: A Class Act. Apples, Nutritious and Tasty. Grades: 4 – 6. 8233 Old Courthouse Road, Suite 200 Vienna, VA 2182-3816. (703) 442-8850. www.usapple.org.
- Van Arsdel, W. B. 1973. *Food Dehydration Vol. II*. The AVI Publishing Company, Inc, Pp: 158-192.
- Van Der Sluis, A.A., Dekker, M. Skrede G. and Jongen, W.M.F. 2002. Activity and Concentration of Polyphenolic Antioxidants in Apple Juice. Effect of Existing Production Methods. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 50: 7211-7219.
- Vanoli, M., Rizzolo, A., Grassi, M., Farina, A., Pifferi, A., Spinelli, L. and Torricelli, A. 2011. Time-resolved reflectance spectroscopy nondestructively reveals structural changes in ‘Pink Lady®’ apples during storage. *Proceedings 11th International Congress on Engineering and Food “Food Process Engineering in a Changing World”* Taoukis, P.S., Stoforos, N.G., Karathanos, V.T., Saravacos, G.D. (Eds.), NTUA, School of Chemical Engineering, Athens (GR), Vol 2, Pp: 895–896.

- Vashisth, T., Singh, R.K., Pegg, R.B. 2011. Effects of drying on the phenolics content and antioxidant activity of muscadine pomace. *LWT - Food Science and Technology*, 44: 1649-1657.
- Vega-Galvez, A., Di Scala, K., Rodriguez, K., Lemus-Mondaca, R., Miranda, M., Lopez, J. and Perez-Won, M. 2009. Effect of air-drying temperature on physico-chemical properties, antioxidant capacity, colour and total phenolic content of red pepper (*Capsicum annuum*, L. var. Hungarian). *Food Chemistry*, 117: 647-653.
- Velic, D., Planinic, S., Tomas, S. and Bilic, M. 2004. Influence of air flow velocity on kinetics of convection apple drying. *Journal of Food Engineering*, 64: 97- 102.
- Vergara, F., Amezaga, E., Barcenas, M. E. and Welti, J. 1997. Analysis of the drying processes of osmotically dehydrated apple using the characteristic curve model. *Drying Technology*, 15: 949-963.
- Vinson, J.A., Su, X., Zubik, L. and Bose, P. 2001. Phenol antioxidant quantity and quality in foods: fruits. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 49: 5315-5321.
- Wada, L. and Ou, B. 2002. Antioxidant activity and phenolic content of Oregon Caneberries. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 50: 3495 - 3500.
- Wang, J. and Chao, Y. 2003. Effect of 60 Co- Irradiation on drying characteristics of apple. *Journal of Food Engineering*, 56 (4): 347–351.
- Wang, J. and Chao, Y. 2002. Drying characteristics of irradiated apple slices. *Journal of Food Engineering*, 52 (1): 83–88.

- Wilkinson, C., Dijksterhuis, G. B. and Minekus, M. 2000. From food structure to texture. *Trends in Food Science and Technology*, 11: 442-450.
- Willett, W. 1995. Diet, nutrition, and avoidable cancer. *Environ Health Perspect*, 103: 165-170.
- Witrowa-Rajchert, D. and Rzaça, M. 2009. Effect of drying method on the microstructure and physical properties of dried apples. *Drying Technology*, 27: 903–909.
- Wu, X., Beecher, G.R., Holden, J.M., Haytowitz, D.B., Gebhardt, S.E. and Prior, R.L. 2004. Lipophilic and hydrophilic antioxidant capacities of common foods in the United States. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 52: 4026 –37.
- Yeum, K.J., Aldini, G., Chung, H.Y., Krinsky, N.I. and Russell, R.M. 2003. The activities of antioxidant nutrients in human plasma depend on the localization of attacking radical species. *Journal of Nutrition*, 133: 2688-2691.
- Yu, J., Ahmedna, M. and Goktepe, I. 2005. Effects of processing methods and extraction solvents on concentration and antioxidant activity of peanut skin phenolics. *Food Chemistry*, 90: 199-206.
- Zainol, M.K., Abd-Hamid, A., Yusof, S. and Muse, R. 2003. Antioxidant activity and total phenolic compounds of leaf, root and petiole of four accessions of *Centella asiatica* L. urban. *Food Chemistry*, 81: 575-591.
- Zbicinski, I., Jakobsen, A. and Driscoll, J. L. 1992. Application of infrared radiation for drying of particulate material. Amsterdam, Elsevier Science Publisher. In A. S. Mujumdar (Ed.), *Drying* 92, Pp: 704–711.

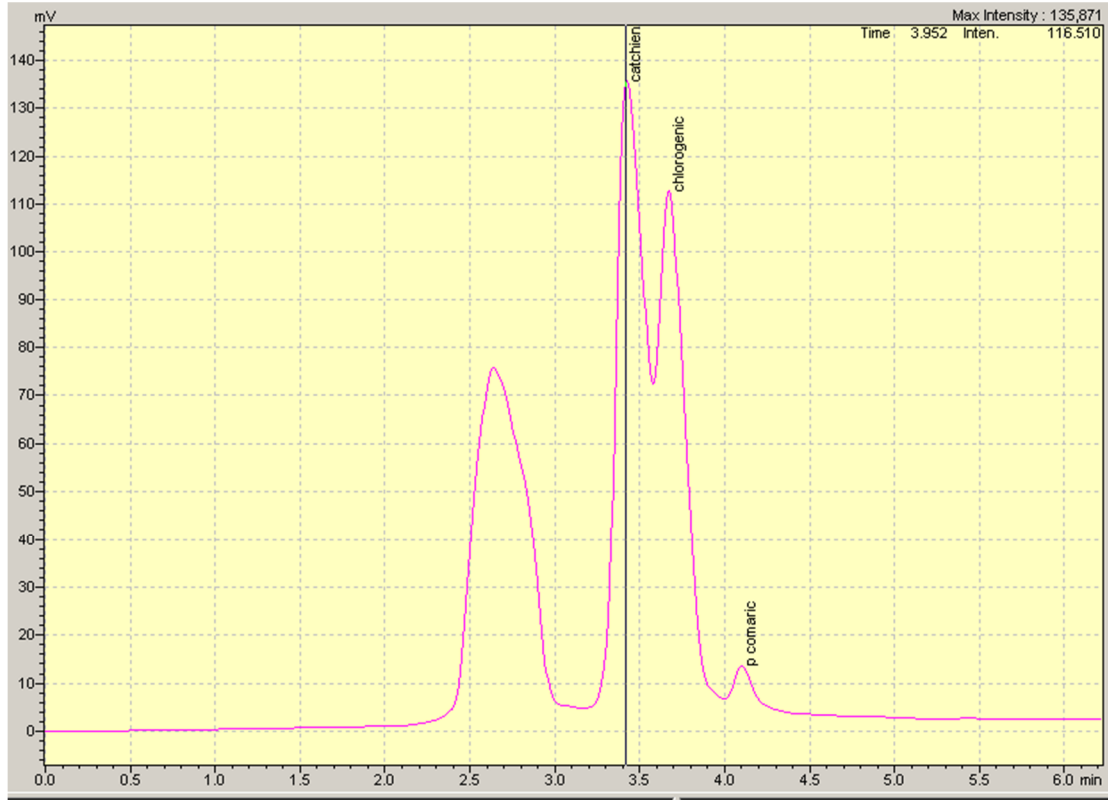
- Zhang, X., Huang, H. and Yang, T. 2010. Chlorogenic acid protects mice against lipopolysaccharide-induced acute lung injury. *Injury*, 41(7): 746–752.
- Zogzas, N. P., Maroulis, Z. B. and Marinos-Kouris, D. 1994. Moisture diffusivity methods of experimental determination a review. *Drying Technology*, 12 (3): 483–515.
- Zvaigzne, G., Karklina, D., Seglina, D. and Krasnova, I. 2009. Antioxidants in Various Citrus Fruit Juices. ISSN. 1392-1231. *Journal Chemine Technologija*, 3 (52), 56-62.
- Zvikas, V., Mindaugas, L. and Jonas, V. 2011. Phenolic Compound Identification, Quantification and Antioxidant Activity in *Malus Domestica* Borkh. Leaf Ethanolic Extracts. Lithuanian University of Health Sciences, A. Mickevičiaus Str. 9, LT-44307 Kaunas, Lithuania. E-mail address: zvikasvaidotas@gmail.com. This work was supported by a grant from the Research Council of Lithuania, No. SVE-02.

الفصل السادس

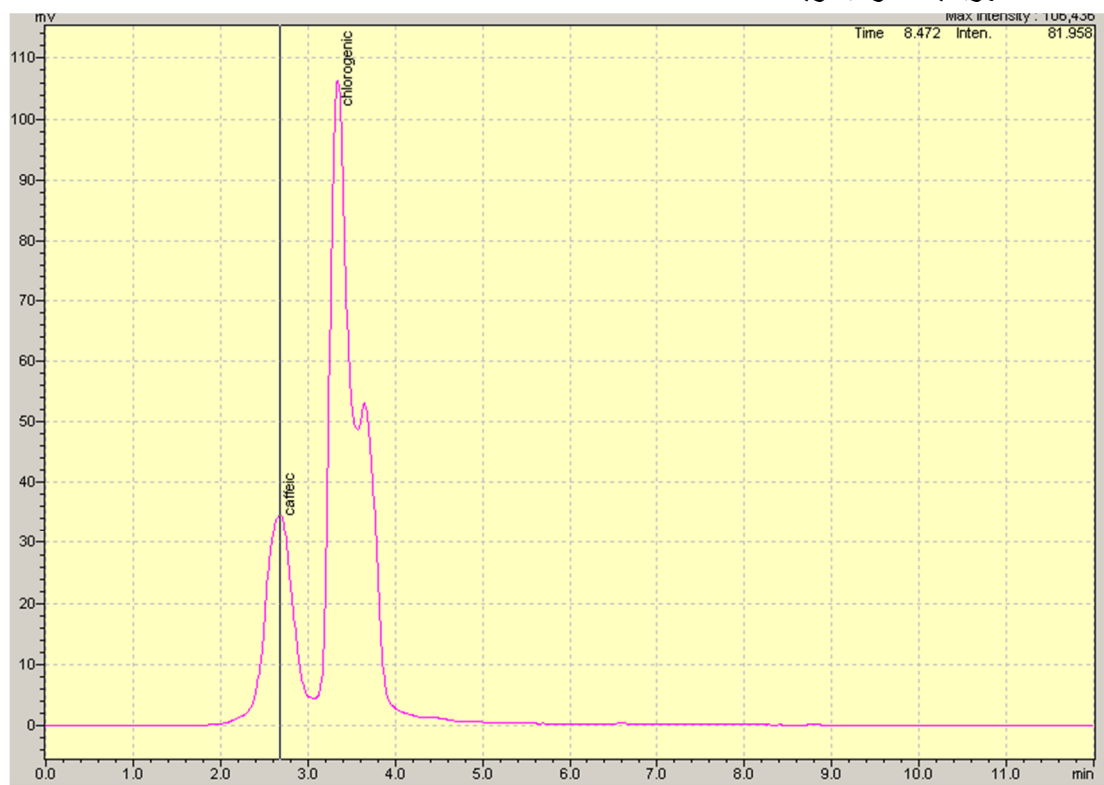
الملحق

المخططات الكروماتوغرافية للمركبات الفينولية في شرائح ثمار التفاح المعاملة بمعاملات مختلفة والمجففة بطرائق تجفيف مختلفة والمخزنة مدة ستة أشهر:

المحتوى من المركبات الفينولية لشرائح ثمار التفاح المعاملة بمحلول السكروز بتركيز 50% والمجففة باستخدام الطاقة الشمسية في البيت الزجاجي مقدره بطريقة HPLC:



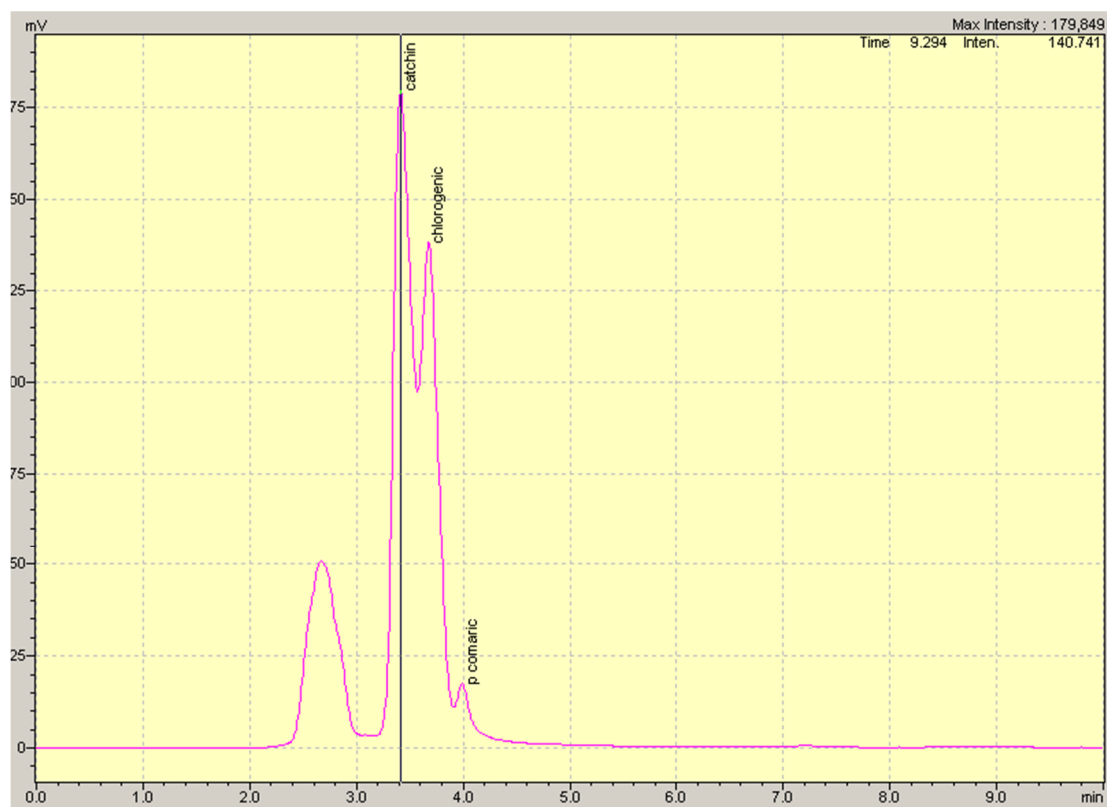
المحتوى من المركبات الفينولية لشرايح ثمار التفاح المعاملة بمحلول السكروز 40% والمجففة باستخدام المشعات الكهربائية مقدره بطريقة HPLC:



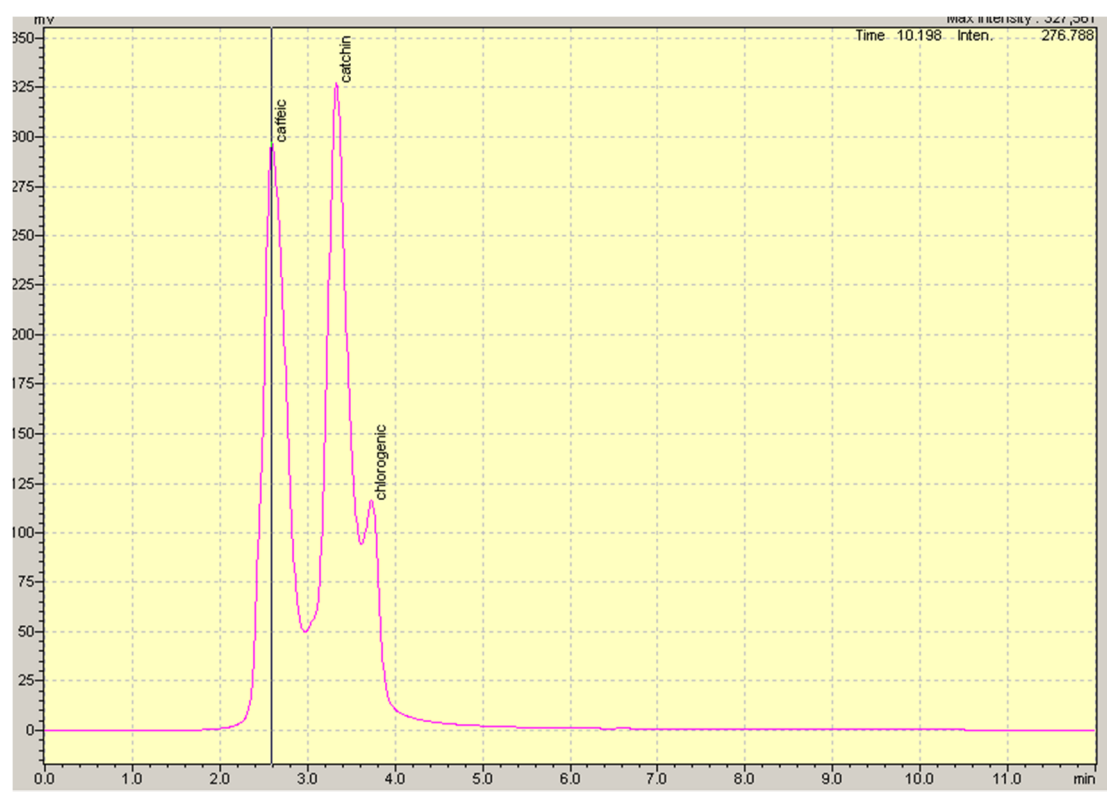
المحتوى من المركبات الفينولية لشرايح ثمار التفاح غير المعاملة والمجففة باستخدام الطاقة الشمسية في البيت الزجاجي مقدره بطريقة HPLC:



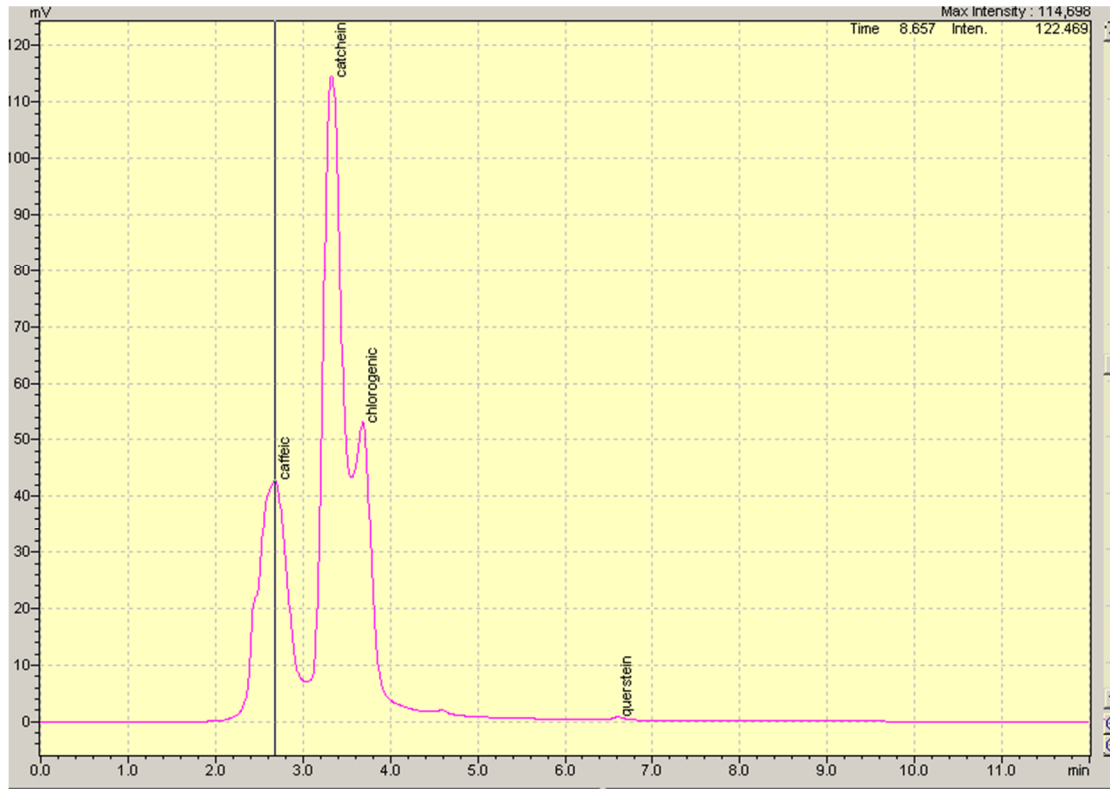
المحتوى من المركبات الفينولية لشرايح ثمار التفاح غير المعاملة والمجففة باستخدام الهواء الساخن مقدرة
بطريقة HPLC:



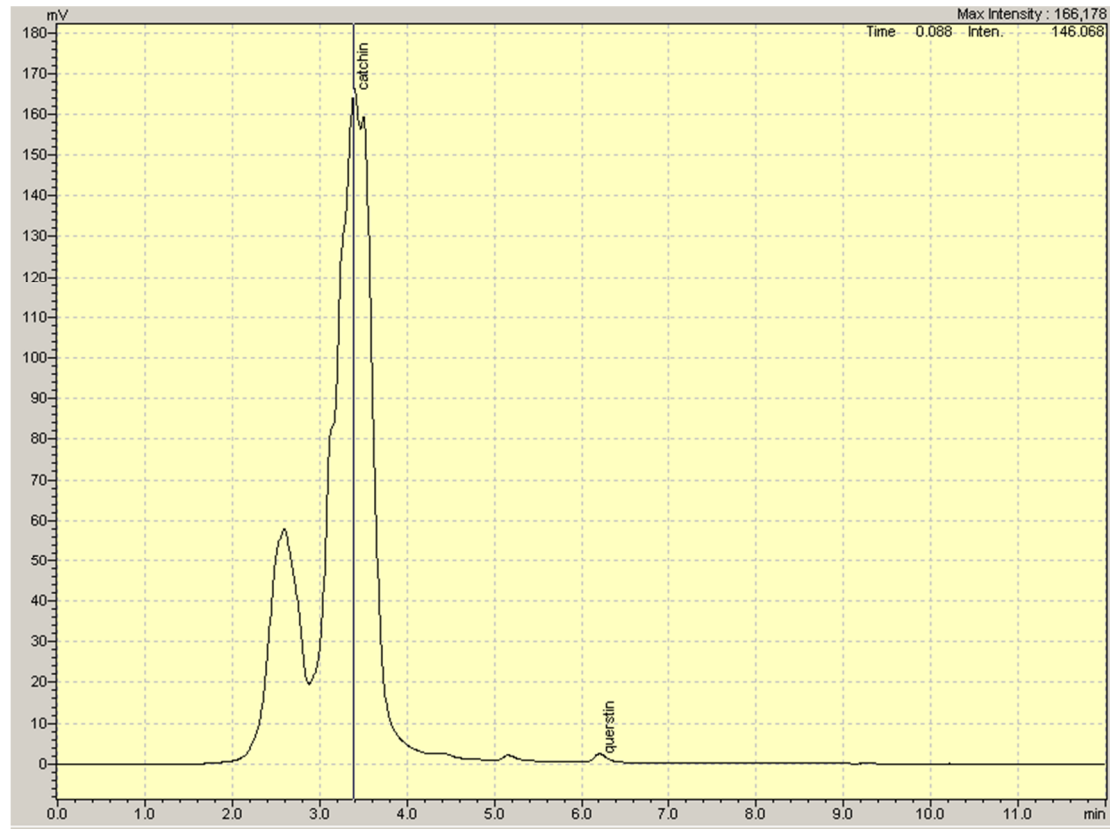
المحتوى من المركبات الفينولية لشرايح ثمار التفاح المعاملة بمحلول حمض الأسكوربيك 2% والمجففة
باستخدام الهواء الساخن مقدرة بطريقة HPLC:



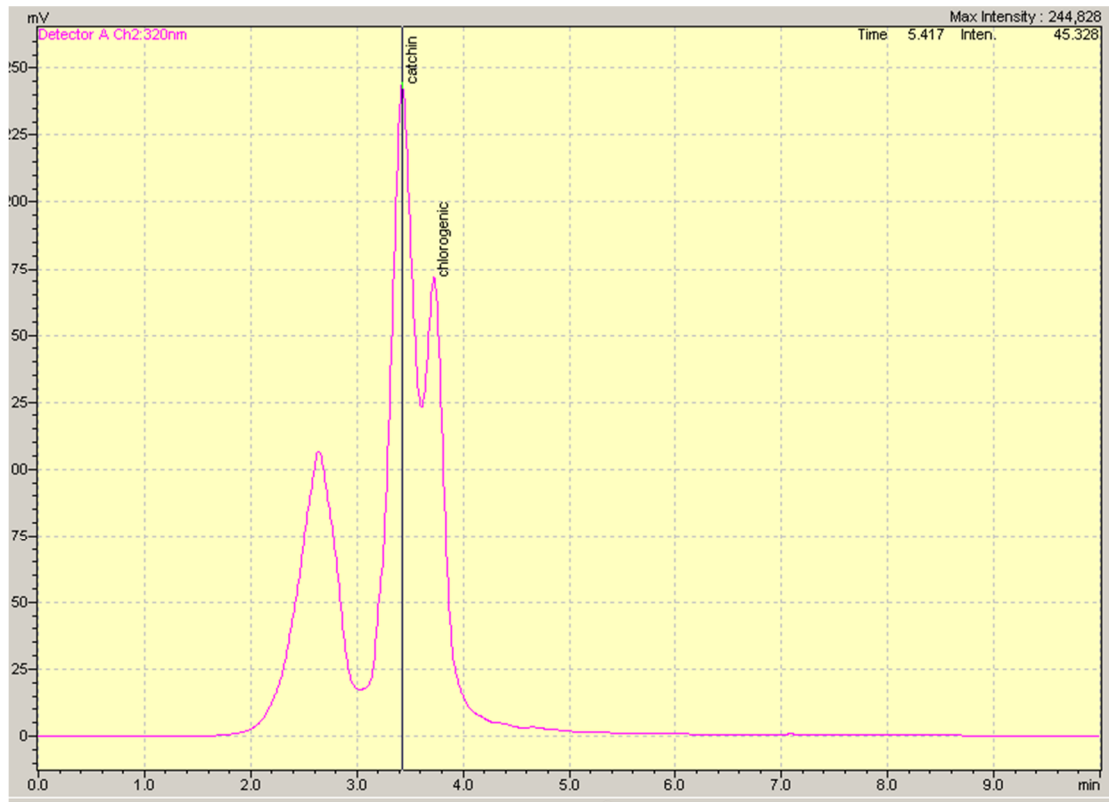
المحتوى من المركبات الفينولية لشرايح ثمار التفاح المعاملة بمحلول حمض الأسكوربيك 2% والمجففة باستخدام المشعات الكهربائية مقطرة بطريقة HPLC:



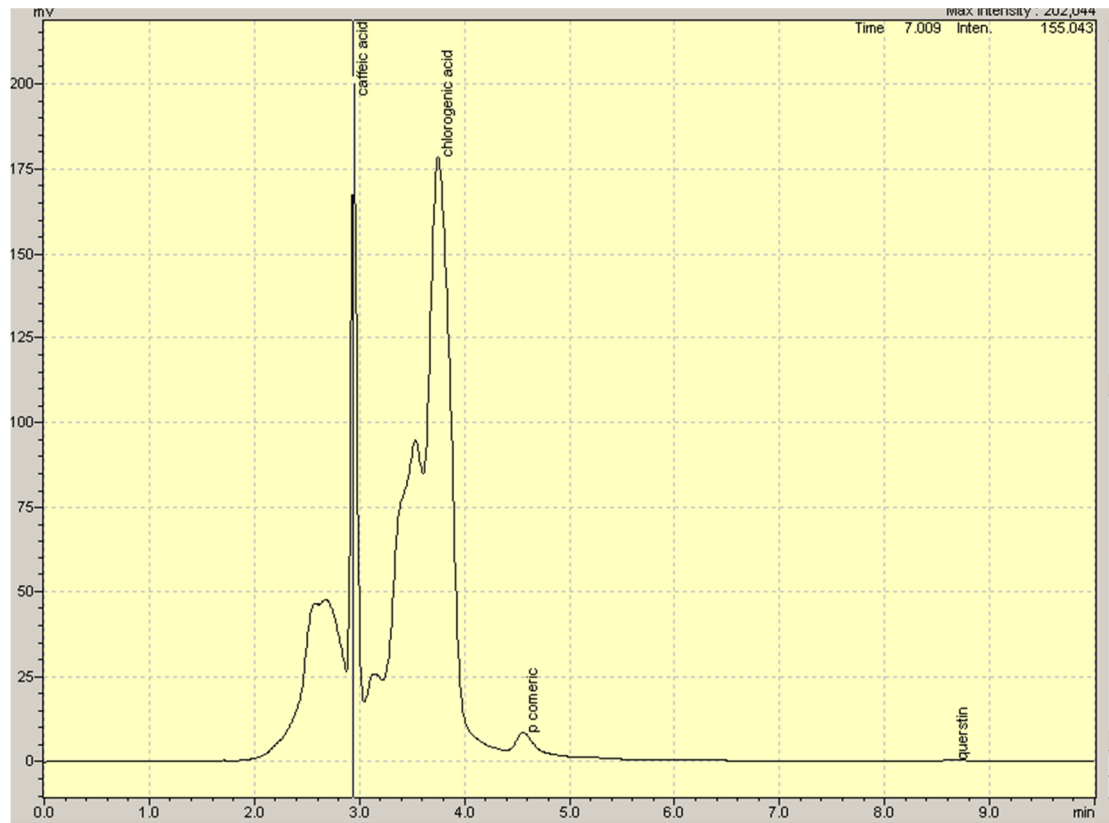
المحتوى من المركبات الفينولية لشرايح ثمار التفاح المعاملة بمحلول حمض السيتريك 2% والمجففة باستخدام المشعات الكهربائية مقطرة بطريقة HPLC:



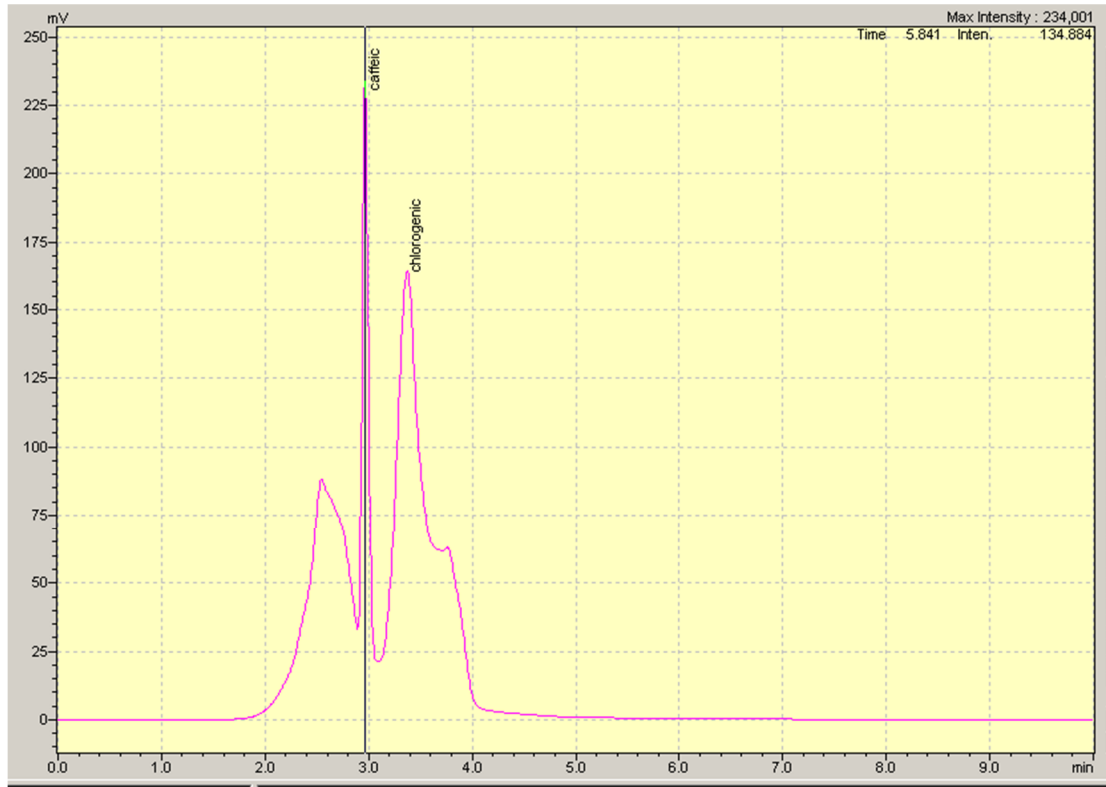
المحتوى من المركبات الفينولية لشرايح ثمار التفاح غير المعاملة والمجففة باستخدام المشعات الكهربائية
مقدرة بطريقة HPLC:



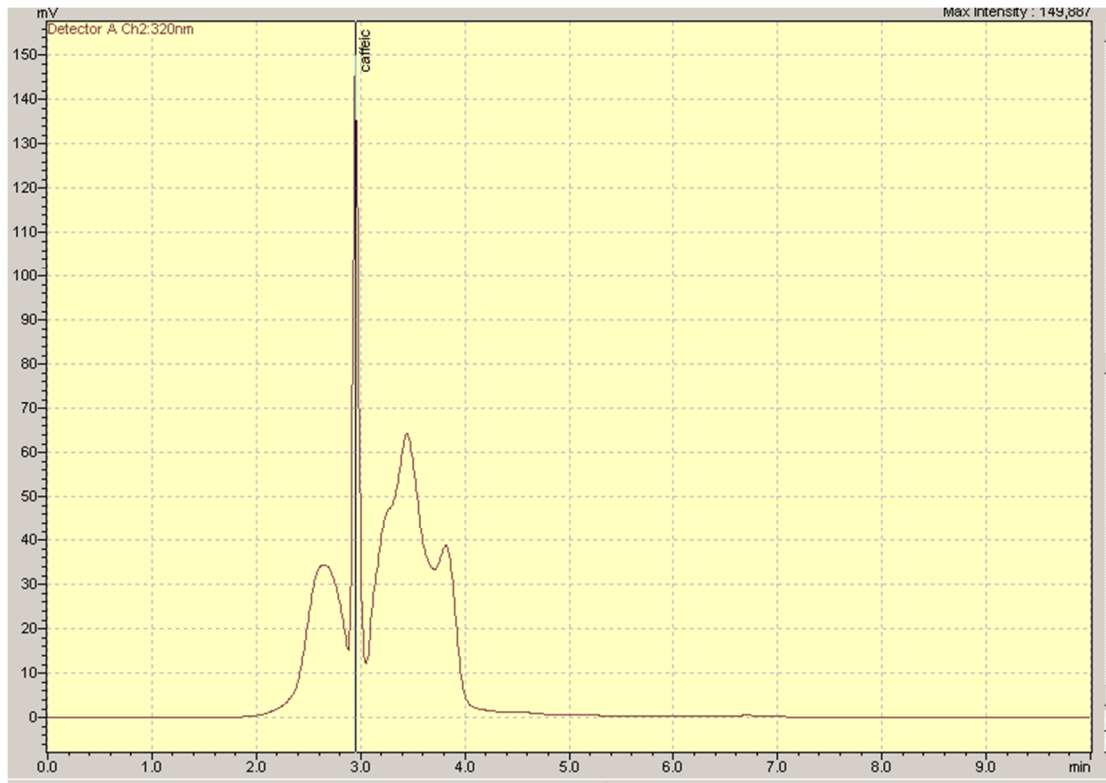
المحتوى من المركبات الفينولية لشرايح ثمار التفاح المعاملة بمحلول الغلوكون 60% والمجففة باستخدام
المشعات الكهربائية مقدرة بطريقة HPLC:



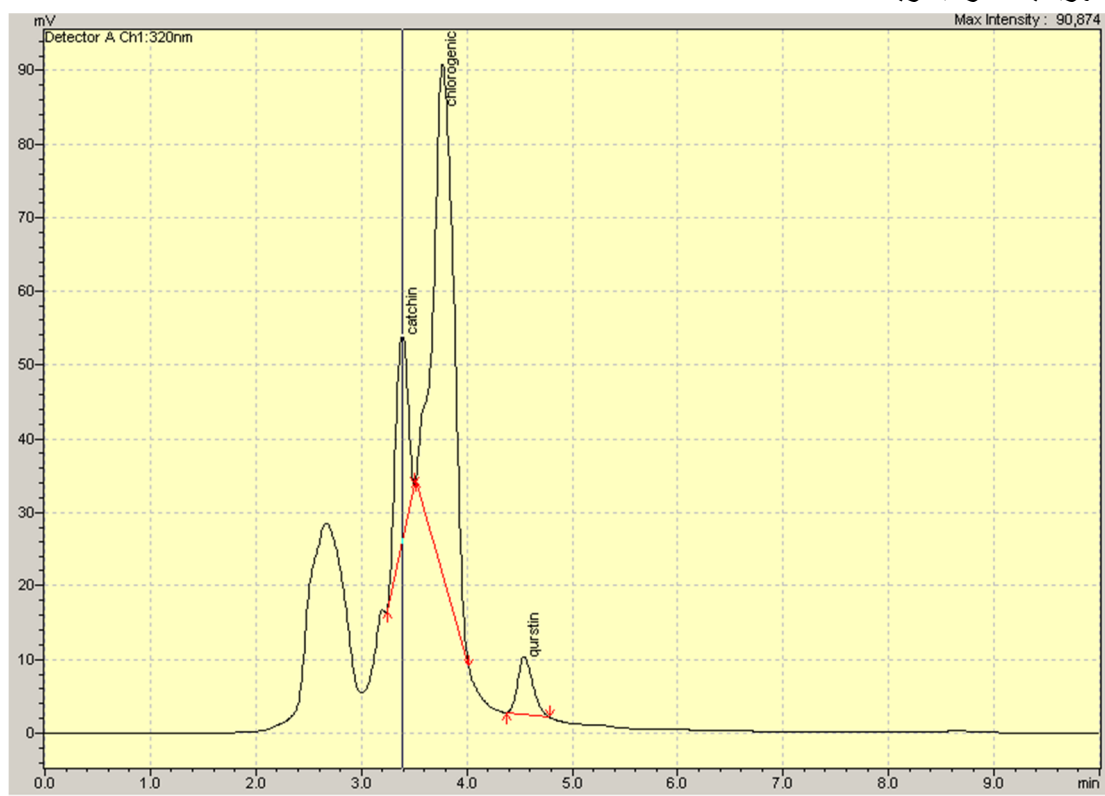
المحتوى من المركبات الفينولية لشرايح ثمار التفاح المعاملة بمحلول الغلوكوز 50% والمجففة باستخدام المشعات الكهربائية مقدره بطريقة HPLC:



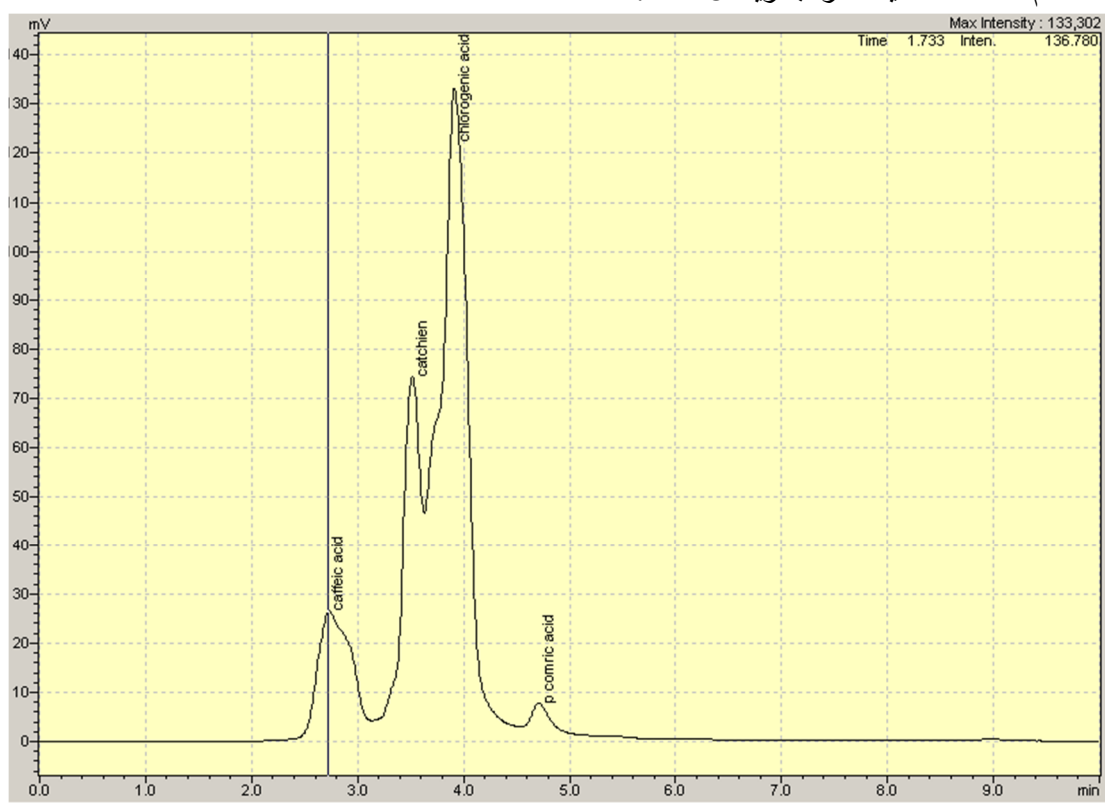
المحتوى من المركبات الفينولية لشرايح ثمار التفاح المعاملة بمحلول الغلوكوز 40% والمجففة باستخدام المشعات الكهربائية مقدره بطريقة HPLC:



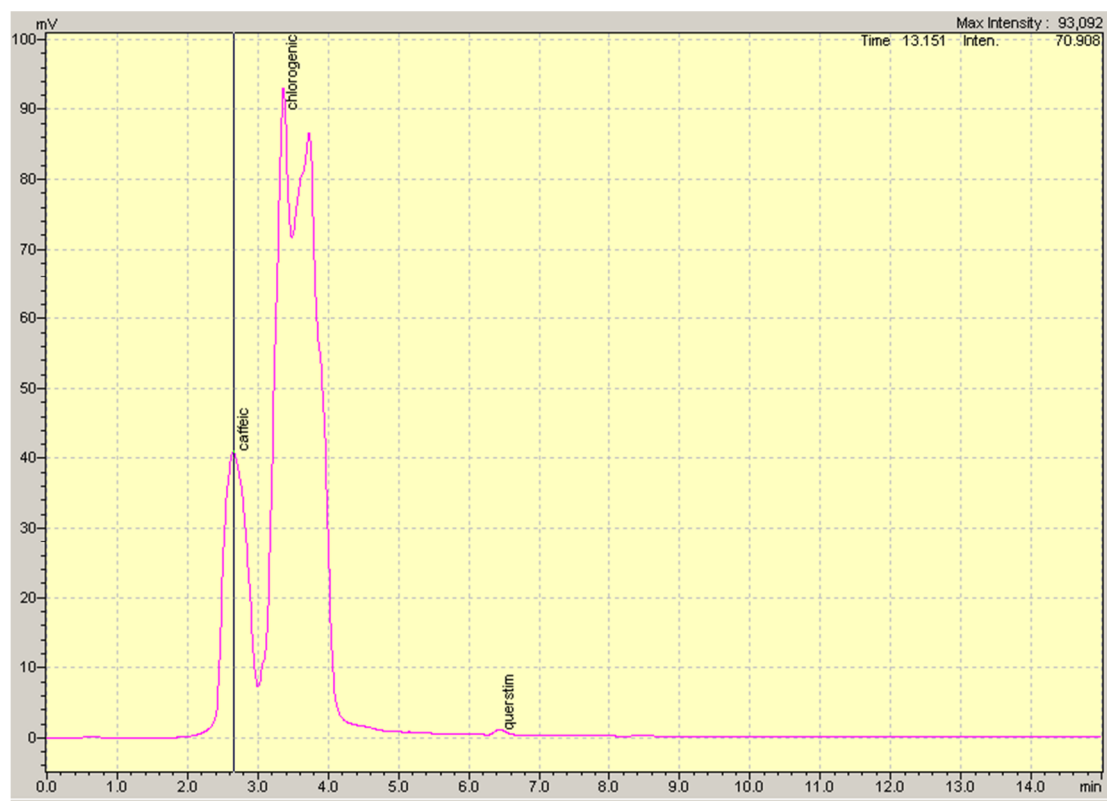
المركبات الفينولية لشراح ثمار التفاح المعاملة بالسوربيتول بتركيز 50% والمجففة باستخدام المشعات الكهربائية مقدره بطريقة HPLC:



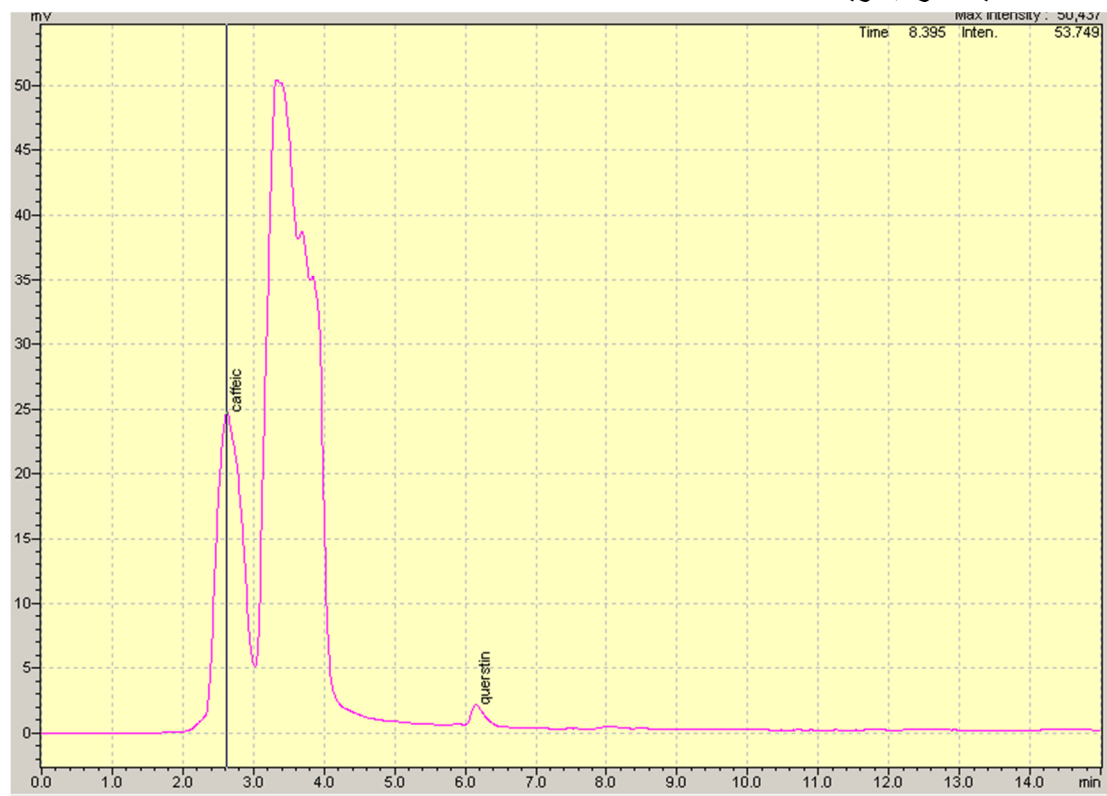
المحتوى من المركبات الفينولية لشراح ثمار التفاح المعاملة بمحلول ميتا باي سلفيت 0.1% والمجففة باستخدام الطاقة الشمسية مقدره بطريقة HPLC:



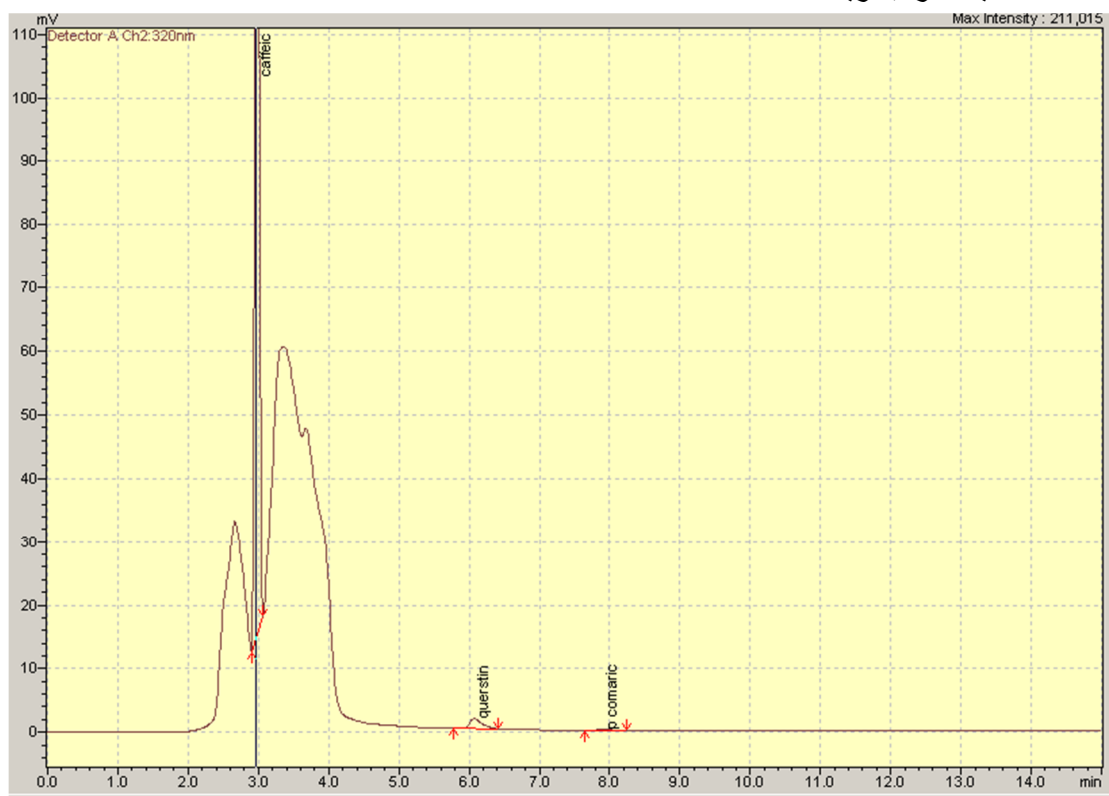
المحتوى من المركبات الفينولية لشرايح ثمار التفاح المعاملة بمحلول السكروز 40% والمجففة باستخدام الطاقة الشمسية مقدره بطريقة HPLC:



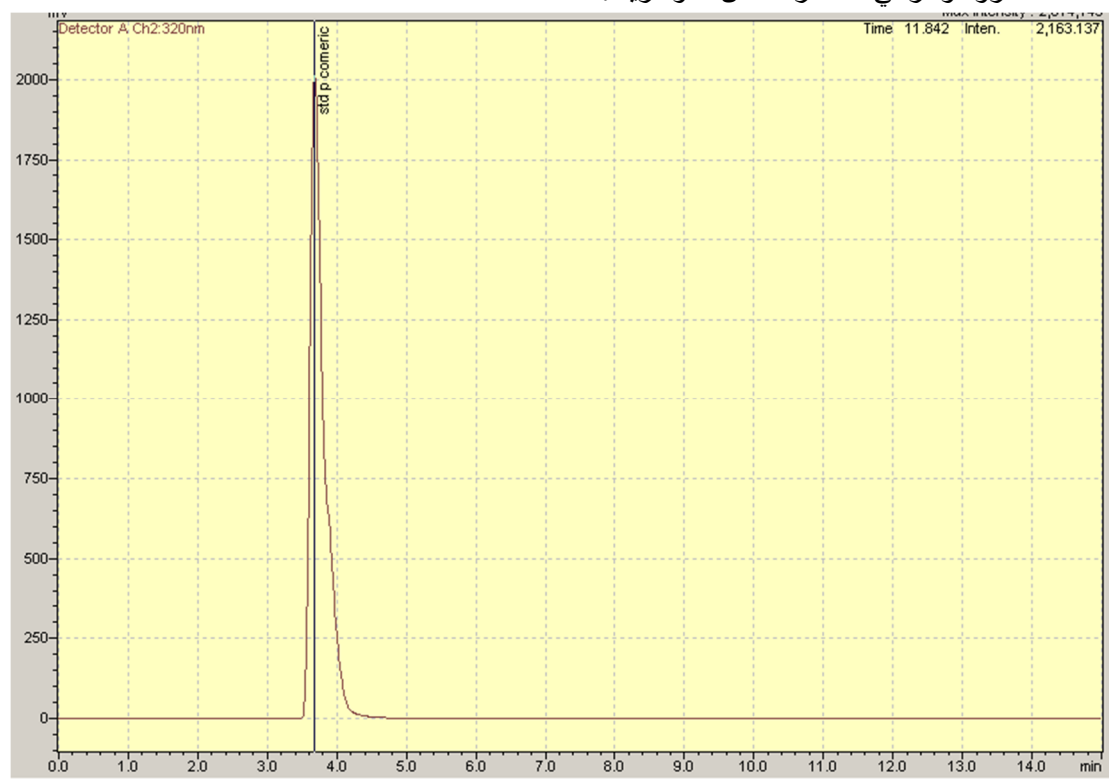
المحتوى من المركبات الفينولية لشرايح ثمار التفاح المعاملة بمحلول السوربيتول 60% والمجففة باستخدام الطاقة الشمسية مقدره بطريقة HPLC:



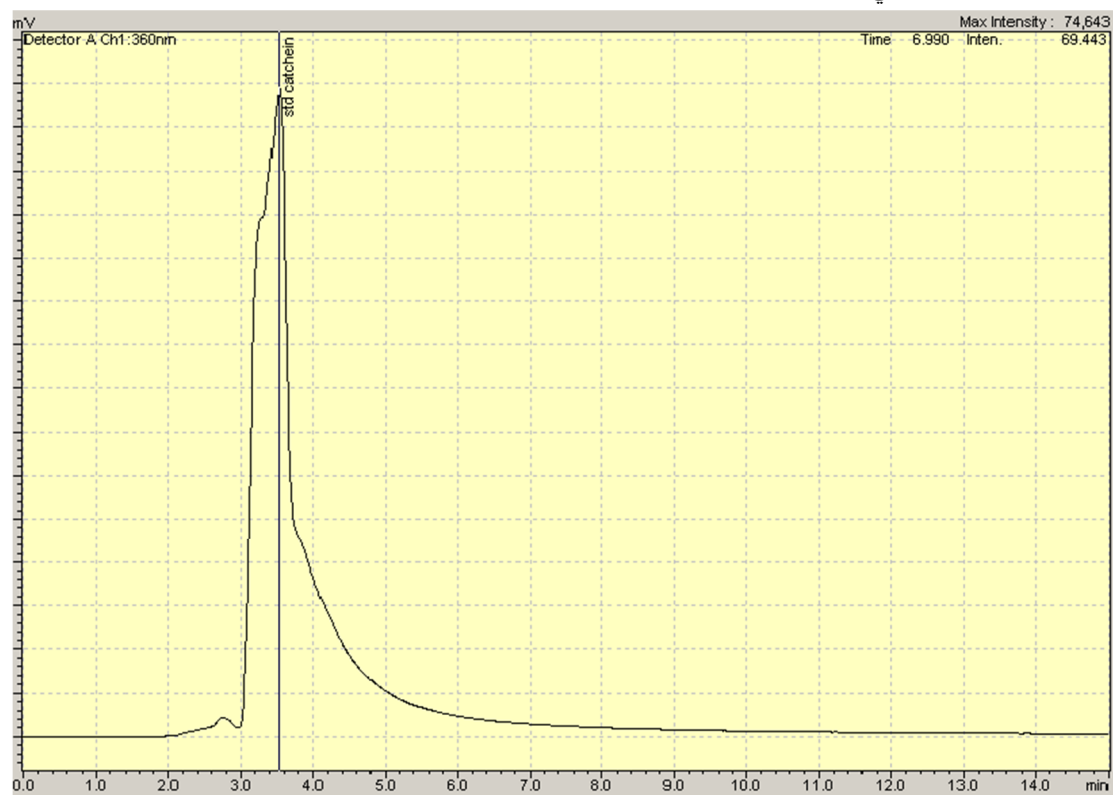
المحتوى من المركبات الفينولية لشرايح ثمار التفاح المعاملة بمحلول الغلوكوز 50% والمجففة باستخدام الطاقة الشمسية مقدرة بطريقة HPLC:



المخطط الكروماتوغرافي لستاندر حمض الكوماريك:



المخطط الكروماتوغرافي لستاندر الكاتيشين:



المخطط الكروماتوغرافي لستاندر الكويرسيتين:

